GPDI

深汕合作区引水工程

环境影响报告书

建设单位：深圳市原水有限公司

评价单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

编制时间：二〇二五年十一月

打印编号：1762129528000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ji75r3
建设项目名称	深汕合作区引水工程
建设项目类别	51--126引水工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	深圳市原水有限公司
统一社会信用代码	91440300MA5HGN5E8T
法定代表人（签章）	吴穹
主要负责人（签字）	胡普查
直接负责的主管人员（签字）	何旭
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广东省水利电力勘测设计研究院有限公司
统一社会信用代码	91440000455858134O
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张家福	08354443507440390	BH006045	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张家福	概述、受水区环境影响预测、评价结论	BH006045	
曾俏俏	总则、输水线路区环境影响预测	BH004816	
甄婉月	水源及下游区环境影响预测、环境保护投资及经济损益分析	BH037024	
宁潇	陆生生态环境现状、影响预测及保护措施、环境风险分析	BH051475	

雷勋杰	工程概况、工程分析、环境保护对策措施	BH031940	
黄剑东	环境现状调查、环境影响回顾性分析	BH006106	
兰根倩	水生生态环境现状、影响预测及保护措施、环境监测与管理	BH075669	

目　录

概　述 I

一、项目概况及特点 I

二、评价工作过程 IV

三、分析判定相关情况 V

四、关注的主要环境问题 V

五、评价结论 VIII

1 总则 ..... - 1 -

1.1 任务由来 ..... - 1 -

1.2 评价目的 ..... - 1 -

1.3 编制依据 ..... - 2 -

1.4 环境功能区划 ..... - 9 -

1.5 评价标准 ..... - 17 -

1.6 评价等级 ..... - 26 -

1.7 评价范围 ..... - 30 -

1.8 评价时段和评价重点 ..... - 32 -

1.9 环境敏感目标与保护目标 ..... - 33 -

1.10 评价方法与工作程序 ..... - 50 -

2 工程概况 ..... - 52 -

2.1 相关规划及规划环评情况 ..... - 52 -

2.2 工程建设必要性和紧迫性 ..... - 60 -

2.3 工程特性及项目组成 ..... - 63 -

2.4 分析范围、分区、水平年供水保证率 ..... - 68 -

2.5 水资源供需分析 ..... - 70 -

2.6 水资源配置方案 ..... - 84 -

2.7 工程任务和总体布局 ..... - 91 -

2.8 工程规模 ..... - 92 -

2.9 调度运行原则 ..... - 97 -

2.10 工程布置及建筑物 ..... - 100 -

2.11 施工组织设计 ..... - 104 -
2.12 工程占地与移民安置 ..... - 121 -
2.13 投资估算 ..... - 123 -
2.14 工程优化调整概况 ..... - 123 -
2.15 工程前期进展 ..... - 124 -
3 工程分析 ..... - 126 -
3.1 工程建设符合性分析 ..... - 126 -
3.2 工程方案环境合理性分析 ..... - 169 -
3.3 环境影响因素及污染源强分析 ..... - 218 -
4 环境现状调查 ..... - 233 -
4.1 区域概况 ..... - 233 -
4.2 水源及下游区环境现状 ..... - 239 -
4.3 输水线路及受水区环境现状 ..... - 431 -
5 水源及下游区环境影响预测 ..... - 564 -
5.1 对水资源量的影响 ..... - 564 -
5.2 引水对水文情势的影响 ..... - 566 -
5.3 对主要控制断面生态流量的影响 ..... - 615 -
5.4 对水环境的影响 ..... - 618 -
5.5 水生生态影响 ..... - 638 -
5.6 陆生生态影响 ..... - 666 -
5.7 对环境敏感区的影响 ..... - 674 -
6 输水线路区环境影响预测 ..... - 699 -
6.1 地表水环境影响分析 ..... - 699 -
6.2 地下水环境影响 ..... - 702 -
6.3 水生生态影响 ..... - 714 -
6.4 陆生生态影响 ..... - 715 -
6.5 环境空气影响 ..... - 726 -
6.6 声环境影响 ..... - 727 -
6.7 输水隧洞放射性环境影响分析 ..... - 735 -

6.8 固体废物影响 ..... - 739 -
6.9 土壤环境影响 ..... - 742 -
6.10 移民安置环境影响 ..... - 744 -
6.11 环境敏感区影响 ..... - 745 -
7 受水区环境影响预测 ..... - 758 -
7.1 工程受水区水量平衡 ..... - 758 -
7.2 工程受水区退水去向 ..... - 762 -
7.3 水文水资源影响 ..... - 766 -
7.4 地表水环境影响 ..... - 775 -
7.5 引水温度影响 ..... - 795 -
7.6 水生生态影响 ..... - 795 -
8 环境保护对策措施 ..... - 802 -
8.1 环境保护措施设计原则 ..... - 802 -
8.2 环境保护措施总体布置 ..... - 802 -
8.3 水资源保护 ..... - 804 -
8.4 水环境保护措施 ..... - 807 -
8.5 地下水环境防治措施 ..... - 820 -
8.6 环境空气保护措施 ..... - 822 -
8.7 声环境保护措施 ..... - 826 -
8.8 固体废物处理措施 ..... - 828 -
8.9 水生生态保护措施 ..... - 829 -
8.10 陆生生态保护措施 ..... - 836 -
8.11 隧洞工程和弃渣放射性防护措施 ..... - 849 -
8.12 人群健康保护措施 ..... - 851 -
8.13 环境敏感区环境保护措施 ..... - 852 -
8.14 文物保护措施 ..... - 858 -
8.15 环保措施实施管理及保障措施 ..... - 858 -
9 环境风险分析 ..... - 860 -
9.1 评价依据 ..... - 860 -

9.2 环境敏感目标概况 ..... - 861 -
9.3 环境风险识别 ..... - 862 -
9.4 环境风险防范措施及应急要求 ..... - 864 -
9.5 应急预案 ..... - 867 -
9.6 分析结论 ..... - 869 -
10 环境监测与管理 ..... - 870 -
10.1 供水水质监控计划 ..... - 870 -
10.2 环境管理 ..... - 870 -
10.3 环境监理 ..... - 872 -
10.4 环境监测计划 ..... - 878 -
10.5 “三同时”制度 ..... - 885 -
10.6 环境影响后评价要求 ..... - 886 -
11 环境保护投资及经济损益分析 ..... - 888 -
11.1 环境保护投资估算 ..... - 888 -
11.2 环境经济损益分析 ..... - 894 -
12 评价结论 ..... - 897 -
12.1 工程概况 ..... - 897 -
12.2 工程分析 ..... - 899 -
12.3 环境影响及保护措施 ..... - 901 -
12.4 公众参与 ..... - 913 -
12.5 评价结论及建议 ..... - 913 -

附图：

1 工程地理位置图

2 水系图

3 工程总体布置示意图

4 工程输水线路纵剖面示意图

5 工程取水口布置图

6 工程施工总布置图

7 白盆珠水库取水口施工导流平面布置及结构图

8 穿明热河埋管段施工导流平面布置图

9 工程水环境、水生态评价范围图

10 工程陆生生态评价范围

11 工程与主体功能区划图位置关系图

12 工程涉及广东省生态功能区划位置示意图

13 工程所在区域水环境功能区划图

14 工程所在区域浅层地下水功能区划图

15 工程所在区域声环境功能区划图

16 工程所在区域环境空气质量功能区划图

17 工程与广东省"三线一单"符合性分析图

18 工程与的惠东白马山县级自然保护区的位置关系图

19 工程与深汕深汕圆墩三角山森林公园位置关系图

20 工程与广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区位置关系图

21 工程与区域湿地位置关系图

22 工程与区域生态保护红线位置关系图

23 工程评价范围饮用水水源保护区分布图

24 工程所在区域生态敏感区位置示意图

25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图

26 工程环境现状监测布设图

27 工程水生生态调查采样位置分布图

28 调查样方样线布设图

29 评价范围土地利用现状图
30 评价范围植被群系分布图
31 评价范围植被覆盖度空间分布图
32 评价范围生态系统类型
33 评价范围重点保护动物分布图
34 评价范围重点保护植物分布图
35 评价范围古树名木分布图
36 工程生态监测布点图
37 工程生态措施平面布置图
38 陆生生态保护措施典型设计图

附表

1 大气环境影响评价自查表
2 地表水环境影响评价自查表
3 土壤环境影响评价自查表
4 环境风险评价自查表
5 生态影响评价自查表
6 声环境影响评价自查表
7 建设项目环境影响报告书审批基础信息表

附录

1 评价范围维管植物名录
2 评价范围陆生野生脊椎动物名录
3 评价范围植被样方调查表
4 评价范围调查样线记录表
5 评价范围水生生物名录
6 现场调查工作照

概　述

一、项目概况及特点

深汕特别合作区(以下简称深汕合作区)位于广东省东南部，西与惠州市接壤，距深圳市东部约 60km、离深圳市中心约 100km，包括原汕尾市海丰县鹅埠、小漠、鲘门、赤石四镇，总面积 468.3km^2。

2011 年 2 月，省委省政府决定在汕尾市西部设立深汕特别合作区，是全国第一个特别合作区，委托深圳、汕尾两市共同管理。2017 年 9 月，省委省政府将合作区调整为由深圳市全面主导，正式改为深圳市委市政府派出机构，成为深圳的一块“飞地”、第“10+1”区。2019 年 2 月，中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》(以下简称《纲要》)。《纲要》中提出：“深化区域合作，有序发‘飞地经济’”。2019 年 7 月，省委省政府印发《关于贯彻落实〈粤港澳大湾区发展规划纲要〉的实施意见》(以下简称《实施意见》)。《实施意见》中提出：“推进深汕特别合作区、广清产业园、广梅产业园等区域合作平台建设，开展高水平对口帮扶，共享改革发展成果。……促进区域要素流动和产业转移，有序发展‘飞地经济’”，明确了合作区在粤港澳大湾区的地位和任务。2019 年 8 月，中共中央、国务院印发了《关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》(以下简称《深圳示范区意见》)。《深圳示范区意见》中提出：“创新完善、探索推广深汕特别合作区管理体制机制”，明确了合作区在深圳建设中国特色社会主义先行示范区中的发展要求。随后，省委省政府印发《关于认真学习宣传贯彻〈中共中央 国务院关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见〉的通知》，要求全省动员、举全省之力支持推动建设。

然而深汕合作区本地水源不足，水资源紧缺问题已经成为区域未来经济发展的制约性因素。通过对合作区周边水源的分析，从白盆珠水库引水是解决合作区今后发展用水问题的较可行方案。2018 年 3 月，为贯彻落实省委省政府部署要求，时任省政府副秘书长张爱军主持召开会议，协调研究深汕特别合作区关于用水指标和水利基础设施项目等事项。会议提出：“鉴于合作区现有供水规模和用水指标无法满足其近期和长远发展需要，……解决合作区用水问题，需更加系统科学论证，……对合作区近期和中远期需水量作系统研究……”。2018 年 4 月，

深圳市人民政府《关于恳请省政府协调解决深汕特别合作区用水问题的请示》(深府〔2018〕31 号)，提请省政府调整合作区用水总量控制指标、统筹调配白盆珠水库等区域水资源等具体需求。2018 年 4 月，时任省委常委、常务副省长林少春主持召开合作区体制机制调整工作现场办公会，提出“原则上支持通过惠州白盆珠水库向合作区引水的方案，……做好相关前期论证工作”。2019 年 4 月，时任省长马兴瑞赴深圳调研并召开现场会议，要求省水利厅支持深汕合作区从白盆珠水库就近就地引水，并协调深圳、惠州市加快推进白盆珠水库引水工程建设，解决深汕合作区发展用水问题。2021 年 2 月，惠州市人民政府《关于白盆珠水库向深汕合作区供水工作情况的报告》(惠府〔2021〕7 号)，向省政府明确表示全力支持白盆珠水库向深汕合作区供水。2022 年 2 月，孙志洋副省长主持召开省水利重大项目建设总指挥部工作会议，听取了省水利厅关于深汕合作区明溪水库工程(即深汕合作区供水工程)前期工作的汇报和深惠两市政府的有关意见，要求省水利厅继续推进项目前期工作。2022 年 9 月，深汕合作区供水工程受建设明溪水库需占用 1500 多亩永久基本农田的影响，为实现深汕合作区早日通水的目标，将深汕合作区供水工程调整为深汕合作区引水工程和明溪水库两个项目，目前先期推进深汕合作区引水工程，即从白盆珠水库引水部分。

深汕合作区引水工程已纳入《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》《深圳市水务发展“十四五”规划》《惠州市水利发展“十四五”规划》《深汕特别合作区水资源综合规划》《深汕特别合作区水利综合规划及环境影响评价修编——供水专项规划》等相关规划。为解决深汕合作区引水工程缺乏流域综合规划支撑的问题，依水利部珠江水利委员会等有关单位意见，广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》（下称《总体方案》）并于 2023 年 6 月通过水利部珠江水利委员会的合规性审查（附件 5）。2024 年 2 月，深圳、惠州两市政府在张少康副省长、省水利厅的见证下签署《深圳市人民政府 惠州市人民政府会谈备忘录》支持项目建设（见附件 4）。2024 年 4 月，《总体方案》经省人民政府同意，由省水利厅印发实施，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据（见附件 7）。

工程建设任务是以城镇供水为主，包括生活(含公共用水)和工业用水等。工

程通过自西枝江流域的白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，构建深汕合作区水资源配置总体格局，可长远解决深汕合作区的区域水资源承载能力与经济发展布局不匹配问题，保障区域城市生活和工业用水需求，支撑合作区经济社会高质量发展。本工程为高埋深隧洞，考虑到工程施工条件、分期建设代价高，本次按远期水平年设计引水量 1.64 亿 m^3 的规模一次建成。工程自白盆珠水库取水，近期设计引水流量取 2.6m^3/s(相应取水水位 62.7m)，近期加大引水流量 3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量 5.2m^3/s(相应取水水位 66.7m)，加大引水流量 30m^3/s(相应防洪限制水位)。

本工程由取水口工程、引水干线（白盆珠水库～2#分水池）、引水支线 1(凤河水厂支线)、引水支线 2(龙山水厂支线)等工程组成，本工程引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km）。

工程取水点位于广东省惠州市惠东县白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 的山坳处，充分利用水库水头落差，采用自流引水方式，通过新建引水隧洞及输水管道，将原水引至 2#分水池后将一部分原水通过支线 1 供给规划的凤河水厂，另一部分原水通过支线 2 输送至已建的龙山水厂。本工程引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km），其中沿线建筑物布置有取水口长 0.095km，引水隧洞长 28.091km，引水管道长 1.517km(含分水池及各类阀井)。

本工程引水通过自流方式，从白盆珠水库引水到深汕合作区凤河水厂和龙山水厂，远期深汕合作区规划的明溪水库建成后，部分富余水量进入明溪水库。故取水口至明溪水库分水点(1#分水池)干线的设计引水流量为最大引水流量 30m^3/s，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)干线的设计引水流量按能覆盖深汕合作区水厂的设计供水规模考虑，深汕合作区规划水厂设计规模共为 90 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)的干线管道流量为 11.6m^3/s。引水支线的设计规模考虑能覆盖各水厂的设计供水规模，凤河水厂设计规模 60 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，故水厂分水点(2#分水池)至凤河水厂支线的管道流量为 7.7m^3/s；龙山水厂设计规模 30 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，水厂分水点(2#分水池)至龙山水厂支线管道流量为 3.9m^3/s。本工程总工期为 66 个月。本次评价内容不含明溪水库。

本项目为中型的跨流域调水工程，拟从西枝江流域白盆珠水库调水至粤东沿海诸河水资源区。工程由取水口、输水隧洞、管道、分流水池、量水间、取水闸以及出水池等建筑物组成，分为水源及下游区、输水线路区和受水区。项目主要特点如下：

（1）工程输水线涉及生态敏感区多。本工程输水线路由引水干线、引水支线 1、引水支线 2 组成，穿越涉及 1 个自然保护区、1 个森林公园及 2 个饮用水水源保护区。

（2）区域水资源配置系统复杂，影响分析内容多。本工程从白盆珠水库调水至深汕合作区，受水区为整个深汕合作区，涉及不同流域及水资源分区、不同行业及地区、地表水和再生水等不同水源，区域水资源配置系统复杂。影响分析既需要考虑白盆珠水库的调度影响，又要考虑工程取水对下游水文情势的影响。

（3）受水区水环境治理任务重。受水区个别河流水质污染问题突出，需开展受水区的水污染防治工作，确保工程建设满足引调水工程“三先三后”、“增水不增污”或“增水减污”原则。

二、评价工作过程

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司在接受工程的环境影响评价工作委托后，根据深汕合作区引水工程的建设内容、取水口、输水线路、交水点、取水下游影响区、受水区的情况，按照环境影响评价技术导则的要求，在广东省东江流域管理局、深圳市水务局、惠州水利局、深圳市原水有限公司的积极配合下，组织技术人员对工程所在区域的自然环境、社会环境进行了全面、详细的调查。为充分借助专业单位的专业技术优势，提高项目环评质量，我司联合广东天鉴检测技术服务股份有限公司、广州草木蕃环境科技有限公司等单位，相继开展了环境现状监测、陆生生态影响、水生生态影响等多个专项的调查、研究或评价工作，作为深汕合作区引水工程环境影响报告书的技术支撑。

针对工程输水线路布置经方案优化比选后，无法避让而涉及的 2 个县级自然保护地，由广州草木蕃环境科技有限公司完成惠东县白马山县级自然保护区的范围及功能区调整专题，由广州恒绿生态林业有限公司编制工程建设对穿越的深圳深汕圆墩三角山县级森林公园影响专题。在以上所有工作的基础上，于 2025 年

11 月，编制完成《深汕合作区引水工程环境影响报告书》。

根据公众参与的相关要求，项目前期法人广东省东江流域管理局于 2025 年 4 月 18 日分别在广东省东江流域管理局网站、惠州市水利局网站、深圳市水务局网站进行了第一次网络公示。2025 年 9 月 2 日~2025 年 9 月 15 日期间在深圳市环境水务集团有限公司网站进行了征求意见稿公示全文链接；与此同时，分别于 2025 年 9 月 3 日及 9 月 8 日，两次在南方都市报登报公示；并在项目涉及的白盆珠镇、赤石街道办事处、鹅埠街道办事处、深汕合作区住房建设和水务局等处进行张贴布告公示，公示内容告知了公众项目环境影报告书征求意见稿全文。

三、分析判定相关情况

本工程为《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》等规划提出的有效解决深汕合作区缺水问题的跨流域调水工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目，符合国家产业政策。

工程未纳入现有的《珠江流域综合规划》《广东省流域综合规划》。为此，广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》，2023 年 6 月，通过珠江委合规性审查（珠水规计函〔2023〕278 号）；2024 年 4 月，经省人民政府同意，广东省水利厅以粤水调度〔2024〕9 号文正式印发实施，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据。《总体方案》中明确：“本次编制建设总体方案作为流域综合规划的补充，完善工程的规划依据”。

通过分析，工程选址选线、调度运行方式等符合广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的要求，工程调水后，2035 年调入区范围内含再生水及海水淡化的配置水量为 1.99 亿 m^3(多年平均)，较现状实际用水量增长 1.61 亿 m^3，配置水量及增量在深圳市 2030 年用水总量控制指标增幅范围内。

四、关注的主要环境问题

在整个项目的环境评价过程中，根据项目的特点及评价重点内容，主要关注的环境问题包括工程建设对生态敏感区的影响、对区域（取水影响区及受水区）水资源配置的影响、取水对取水口下游河道水文情势的影响、取水对下游水生生

态的影响、受水区环境承载能力分析等。

（1）工程共涉及 4 个生态敏感区，包括 1 个自然保护区、1 个森林公园及 2 个饮用水水源保护区。相关符合性分析如下：

①广东省水利厅对该工程涉及惠东县白马山县级自然保护区布置方案唯一性论证出具了审查意见（粤水调度函〔2024〕1215 号），工程取水口及新建检修道不占用惠东白马山县级自然保护区范围，输水线路以隧洞方式无害化穿越自然保护区长度为 4.26km（核心区 0.32km，缓冲区 1.43km，实验区 2.51km）。

②引水支线 2(龙山水厂支线)DB5+003.35~DB6+901.58 段采用隧洞施工方式穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，穿越森林公园总长度约为 1.9km，广东省水利厅对该工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园布置方案唯一性论证出具了审查意见（粤水调度函〔2024〕1215 号），根据《广东省人民政府办公厅关于印发<广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案>的通知》（粤办函〔2021〕227 号），建设单位组织编制了深汕合作区引水工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园生态影响评价报告。2025 年 10 月，深圳市规划和自然资源局出具了《市规划和自然资源局关于深汕合作区引水工程无害化穿越深汕圆墩三角山县级森林公园意见的复函》（深规划资源函〔2025〕3462 号），同意工程的建设。

③本工程属于供水设施相关的建设项目，工程建成后将提高受水区的供水保证率，输水线路共涉及了 2 个饮用水水源保护区，工程运行期不产生污水，施工期产生的废污水经处理后均进行综合利用不外排，在严格执行相关环保水保措施基础上，不会对饮用水水源保护区内水质产生不利影响。

（2）工程建设与“三先三后”调水原则的符合性

①先节水后调水

工程受水区作为属于城市开发建设新区，区域前期经济社会发展主要为承接深圳市、粤港澳大湾区部分产业，未来全面融入粤港澳大湾区经济社会开发建设。未来区域水利发展的方向要认真贯彻落实党的十九大会议精神和中央关于加快水利改革发展的决策部署，以习近平总书记新时代中国特色社会主义思想为指导，积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路，全面落实最严格水资源管理制度，实施水资源消耗总量和强度双控行动，有效落实以水定需、

量水而行的发展要求，抑制不合理用水需求，全面实行节水管理制度，创新节水激励约束机制，同步建设各项节水措施，建立健全节水制度，形成水资源利用与发展规模、产业结构和空间布局等协调发展的现代化新格局。2035 年受水区城镇供水管网漏损率由现状水平年 13.93%下降到 7.0%；万元工业增加值用水量由现状水平年 43.3m³/万元降至 5.5m³/万元，万元工业增加值用水量相比现状下降 87.3%；城镇污水处理率达到 100%，再生水利用率由现状水平年 0 提高到 35.0%；区域内灌区经统一规划、配套与节水改造后灌溉水利用系数达到 0.65。

依据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》(粤办函〔2016〕89 号)、《广东省人民政府办公厅关于调整我省部分地级以上市用水总量控制目标的通知》(粤办函〔2020〕267 号)、《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量和强度管控方案的通知》(粤办函〔2022〕221 号)，深圳市 2030 年用水总量控制指标在考虑一定增长需求和纳入深汕合作区用水指标后相应值增长 5.62 亿 m^3（2030 年深圳市含深汕合作区用水总量控制指标 26.75 亿 m^3）。深汕合作区引水工程受水区 2035 年含再生水及海水淡化的配置水量为 1.99 亿 m³（较现状实际用水量增长 1.61 亿 m^3），占深圳市用水总量控制指标增量(增量包括深汕合作区用水指标的划入和经济社会发展的需要)的 28.6%，用水属合理范围内。深圳市将根据全市均衡发展需求，统筹市内各区用水总量控制指标，以整体符合最严格水资源管理制度控制要求。

②先治污后通水

工程取水口位于惠州市惠东县白盆珠镇白盆珠水库饮用水水源保护区，根据常规监测及补充监测结果，该水库水质稳定在 I~II 类，取水口周边未分布工业企业、居民生活污水集中排放口等污染源。根据工程项目区水源地保护方案，惠东县地方政府通过加强制定所在地区的水污染防治工作方案或污染防治攻坚战行动计划，强化饮用水水源保护区的环境管理，开展水源地规范化建设，在水源保护区内禁止新建排污口，禁止排放各类生活垃圾和固体废弃物，限制各类建筑行为，确保水库水质稳定达标。

工程受水区编制完成《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》及其研究报告，2024 年 4 月，深圳市生态环境局深汕管理局经深汕特别合作区管理委员会同意，以深环深汕〔2024〕35 号文印发实施了受水

区的水污染防治规划。根据受水区水污染防治规划及其研究报告成果，基于引水工程须遵循“增水不增污”的原则，以“改善质量-削减总量-防范风险”为主线，深汕合作区重点在加强流域水土保持、完善污水处理设施、河道综合治理及碧道建设、农业供水工程建设、加强流域水环境治理等方面提出了五大类 22 项措施。

③先环保后用水

为减少本工程取水后对下游供水、生态等的影响，本次按白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 进行控制，当白盆珠水库水位小于 62.7m 时，工程停止取水，并提出了相关水环境保护措施，最大程度维护相关河流生态流量和保护水环境。工程取水口卷吸作用会对取水口附近鱼类产生一定影响，在采用设置拦鱼格栅、开展增殖放流等措施后，工程运行对库区及下游河段的水生生态影响很小。

本工程实施后，可满足深汕合作区生活、工业用水，与当地水源构成多水源供水格局，使深汕合作区的供水体系更加完善，形成区域完善的水安全保障体系。

（3）工程产生的环境影响及采取的环境保护措施

本次评价通过工程产生的主要环境影响进行论证与评价，同时结合“最严格的水资源管理政策”、“关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见”、调水工程建设环境保护“三先三后”原则等对工程设计的各类用水指标和水资源配置方案进行了资源利用的环境合理性分析，对项目建成后受水区新增退水处置与排污控制方案进行了分析评价；预测分析了工程对涉及的自然保护区、森林公园、饮用水源保护区等各类生态敏感区的环境影响；根据工程下游生态环境用水及下游区域生活生产用水要求，提出了下游取水保障建议；根据取水口处的环境风险源现状，提出饮用水源保护措施；根据水生生态影响程度与范围，提出设置拦鱼措施等水生生态保护措施；提出采取对策措施降低工程施工期产生的水环境、大气、噪声和固体废物等不利影响等。经估算，工程环境保护投资 6096.31 万元，占总投资的比例为 1.76%。

五、评价结论

深汕合作区引水工程为《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规

划》《广东省水网建设规划》《深汕合作区引水工程建设总体方案》等规划提出的有效解决深汕合作区缺水问题的跨流域调水工程。工程自白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，长远解决深汕合作区的区域水资源承载能力与经济发展布局不匹配问题，保障区域城市生活和工业用水需求，支撑合作区经济社会高质量发展。工程的建设符合相关产业政策，是《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目。工程产生的不利环境影响可通过植被恢复、增殖放流、生境修复、合理调度等环保措施有效减缓；施工期产生的不利影响可采取相应的治理措施予以消除或减缓。工程建设在严格遵循环境保护“三先三后”原则基础上，在有效落实本报告提出的各项环境保护措施基础上，从环境角度分析，工程建设是可行的。

1 总则

1.1 任务由来

深汕合作区引水工程是保障深汕合作区发展用水的重要供水工程，已列入国家、省级相关规划以及广东省水利“851”高质量发展蓝图。工程设计从西枝江流域的白盆珠水库取水，供水范围为深汕合作区，开发任务为城市生活和工业供水。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》有关规定以及委托书（见附件 1），广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担深汕合作区引水工程环境影响评价工作。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司在接受委托后，随即组织技术人员进行了现场查勘，调查、收集有关资料，依据环境影响评价技术导则和标准，通过对项目所在区域环境质量现状的详细调查，以及对工程建设运行方案的深入分析、论证，完成了《深汕合作区引水工程环境影响报告书》。

1.2 评价目的

根据国家有关法律法规要求，结合深汕合作区引水工程环境影响特点，确定本次评价主要目的如下：

（1）分析工程与国家法律法规、相关政策及规划、工程建设总体方案的符合性，以及工程方案的环境合理性，优化工程选址选线和取水过程。

（2）根据调水工程原则要求，系统论证工程是否遵守“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的“三先三后”的原则，妥善处理水源及下游区和受水区的相关关系，最大程度发挥调水生态环境及社会经济效益，确保调水供水安全和水源及下游区下游生态安全。

（3）论证本工程引水规模的环境合理性，提出水源及下游区生态环境保护用水要求，确保西枝江流域的生态安全。对工程输水线路选线、总体工程布置、施工布置、施工计划等方面的可行性、合理性进行分析，从环境保护角度提出优化调度建议。

（4）明确工程所在区域的生态环境功能，确定环境敏感和保护目标，在对区域水文水资源、地表水及地下水环境、水生生态、陆生生态现状进行调查评价的基础上，识别存在的主要环境问题。

（5）根据工程线路布局、运行特点及施工工艺，采用科学的评价方法，预测评价工程施工期和运行期的主要生态环境影响及环境风险。

（6）针对工程建设运行期间可能造成的不利生态环境影响，提出有针对性的减缓和补偿对策措施，确保工程建成运行后所在区域环境质量不下降，生态系统及生物多样性得到有效保护；针对可能发生的环境风险事件，提出有效的环境风险防范对策措施。充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进所在区域和流域生态环境的良性发展。

（7）拟定环境监测和环境管理方案，动态掌握工程建设与运行过程中的实际生态环境状况并及时做出反馈，对生态环境保护措施进行补充、调整和优化，增强措施的针对性和可行性，保证实施效果满足有关保护要求。

（8）进行环境保护投资估算和经济损益分析，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

（9）从环境保护的角度综合论证深汕合作区引水工程建设实施的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 国家法律法规

1.3.1.1 相关法律

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正）；

（5）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；

（6）《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日）；

（7）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 9 月 1 日）；

（8）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；

（9）《中华人民共和国野生动物保护法》（2022 年 12 月 30 日修订）；

（10）《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订）；

（11）《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；

（12）《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修正）；

（13）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）；

（14）《中华人民共和国文物保护法》（2024 年 11 月 8 日修正）；

（15）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正）；

（16）《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年 6 月 1 日）。

1.3.1.2 法规和部门规章

（1）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；

（2）《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修正）；

（3）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日修正）；

（4）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日修订）；

（5）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日修订）；

（6）《中华人民共和国水产资源繁殖保护条例》（1979 年 2 月 10 日）；

（7）《中华人民共和国渔业法实施细则》（1987 年 10 月 20 日）；

（8）《基本农田保护条例》（2011 年 1 月 8 日修正）；

（9）《地下水管理条例》（2021 年 12 月 1 日）；

（10）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日修订）；

（11）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 7 月 2 日修订）；

（12）《中华人民共和国水生动植物自然保护区管理办法》（2014 年 4 月 25 日修订）；

（13）《国家湿地公园管理办法》（2018 年 1 月 1 日）；

（14）《湿地保护管理规定》（2017 年 12 月 5 日修订）；

（15）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月 22 日修正）；

（16）《中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定》（2010 年 12 月 31 日）；

（17）《中共中央、国务院关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（2019 年 11 月）；

（18）《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3号）；

（19）《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》（环办〔2009〕30号）；

（20）《关于加强资源开发生态环境监管工作的意见》（环发〔2004〕24号）；

（21）《关于进一步加强生态保护工作的意见》（环发〔2007〕37号）；

（22）《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2014〕86号）；

（23）《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》（环发〔2014〕43号）；

（24）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（环发〔2015〕57号）；

（25）《关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》（发改农经〔2015〕3183号）；

（26）《水利部关于深入贯彻落实中央加强生态文明建设的决策部署 进一步严格落实生态环境保护要求的通知》（水规计〔2017〕315号）；

（27）《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》（水规计〔2017〕315号）；

（28）《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月1日）；

（29）《陆生野生动物重要栖息地名录》（第一批）（2024年1月1日起实施）；

（30）《国家重点保护水生野生动物重要栖息地名录》（第一批）（2018年1月1日起实施）；

（31）《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告，2021年第3号）；

（32）《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告，2021年第15号）。

1.3.2 地方性法规

（1）《广东省环境保护条例》（2022年11月30日修正）；

（2）《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日起实行）；

（3）《广东省风景名胜区条例》（2012 年 7 月 26 日修正）；

（4）《广东省森林公园管理条例》（2020 年 9 月 29 日修正）；

（5）《广东省湿地保护条例》（2022 年 11 月 30 日修正）；

（6）《广东省林地保护管理条例》（2020 年 9 月 29 日修正）；

（7）《广东省森林保护管理条例》（2023 年 7 月 1 日修订）；

（8）《广东省野生动物保护管理条例》（2020 年 3 月 31 日修订）；

（9）《广东省渔业管理条例》（2019 年 9 月 25 日修正）；

（10）《广东省政府关于加强水污染防治工作的通知》（粤府函〔1999〕74 号）；

（11）《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》（2021 年 9 年 29 日修订）；

（12）《广东省东江流域新丰江枫树坝白盆珠水库库区水资源保护办法》（2017 年 7 月 20 日修订）；

（13）《广东省政府关于加强水污染防治工作的通知》（粤府函〔1999〕74 号）；

（14）《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17 号）；

（15）《广东省人民政府办公厅印发<广东省东江流域水资源分配方案>的通知》（粤府办〔2008〕50 号）；

（16）《广东省水利厅关于印发<广东省东江流域新丰江、枫树坝、白盆珠水库供水调度方案（试行）>的通知》（粤水资源〔2012〕31 号）；

（17）《广东省人民政府办公厅关于印发<广东省“十四五”用水总量和强度管控方案>的通知》（粤办函〔2022〕221 号）；

（18）《广东省人民政府关于印发<广东省“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（粤府〔2020〕71 号）；

（19）《广东省农业农村厅关于印发<广东省重点保护水生野生动物名录>的通知》（粤农农〔2022〕141 号）；

（20）《广东省林业局关于印发<广东省重点保护陆生野生动物名录>的通知》（2021 年 7 月 1 日）；

（21）《广东省人民政府关于公布<广东省重点保护野生植物名录>的通知》

（粤府函〔2023〕30 号）；

（22）《广东省人民政府关于印发<广东省自然保护区建立和调整管理规定>的通知》（粤府函〔2023〕60 号）；

（23）《广东省人民政府关于调整惠州市饮用水源保护区的批复》（粤府函〔2014〕188 号）；

（24）《广东省人民政府关于调整惠州市部分饮用水水源保护区的批复》(粤府函〔2019〕270 号)；

（25）《惠州市古树名木保护管理办法》（2018 年 10 月 17 日实施）；

（26）《深圳经济特区生态环境保护条例》（2021 年 9 月 1 日通过）；

（27）《惠州市西枝江水系水质保护条例》（2019 年 3 月 28 日修正）；

（28）《惠州市扬尘污染防治条例》（2021 年 1 月 1 日起施行）；

（29）《深圳市人民政府办公厅关于印发<深圳市“十四五”用水总量和强度管控方案>的通知》（深府办函〔2022〕134 号）；

（30）《惠州市人民政府办公室关于印发<惠州市“十四五”用水总量和强度管控方案>的通知》（惠府办函〔2022〕104 号）；

（31）《深圳市人民政府关于印发<深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（深府〔2021〕41 号）；

（32）《深圳市生态环境局关于印发深圳市环境管控单元生态环境准入清单的通知》（深环〔2021〕138 号）；

（33）《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154 号）；

（34）《惠州市人民政府关于印发<惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（惠府〔2021〕23 号）；

（35）《惠州市生态环境局关于印发惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》；

（36）《关于印发<西枝江生态流量保障方案>的通知》(惠水水资源水保〔2021〕71 号)；

（37）《惠州市生态环境局关于印发<惠州市集中式饮用水水源地水质污染事件应急处置方案>的通知》（惠市环〔2020〕45 号）；

（38）《惠州市人民政府关于<惠州市乡镇级及以下集中式饮用水水源保护

区划定（调整）方案>的批复》（惠府函〔2020〕317 号）；

（39）《深汕特别合作区三角山水库饮用水水源保护区划定方案》（深府函〔2020〕316 号）；

（40）《深圳市深汕特别合作区党政办公室关于印发<深圳市深汕特别合作区声环境功能区划分>的通知》（深汕办〔2023〕4 号）；

（41）《深圳市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区名录（2023 年）》（2023 年 9 月 22 日）。

1.3.3 相关规划

（1）《全国重要江河湖泊水功能区划》（国函〔2011〕167 号）；

（2）《全国生态环境建设规划》（国务院国发〔1998〕6 号）；

（3）《全国生态环境保护纲要》（国务院国发〔2000〕8 号）；

（4）《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年）；

（5）《全国主体功能区规划》（2010 年12 月21 日）；

（6）《国家重点生态功能保护区规划纲要》（环发〔2007〕165 号）；

（7）《全国生态脆弱区保护规划纲要》（环发〔2008〕92 号）；

（8）《全国水资源综合规划》（2010 年 11 月）；

（9）《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》（2013 年 1 月）；

（10）《广东省水资源综合规划》（2011 年 10 月）；

（11）《广东省流域综合规划（2013-2030 年）》（2014 年 12 月）；

（12）《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年》（2006 年4 月4 日）；

（13）《广东省生态文明建设“十四五”规划》（粤府〔2021〕61 号）；

（14）《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10 号）；

（15）《广东省水生态环境保护“十四五”规划》（粤环函〔2021〕652 号）；

（16）《广东省水利发展“十四五”规划》（2021 年10 月）；

（17）《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120 号）；

（18）《关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复》（粤府函〔2011〕29 号）；

（19）《广东省地表水环境功能区划》(粤环〔2011〕14 号)；

（20）《关于同意广东省地下水功能区划的复函》（粤办函〔2009〕459 号）；

（21）《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕76 号）；

（22）《广东省候鸟及迁徙通道保护行动计划（2023—2035 年）》（广东省林业局，2023 年 12 月）；

（23）《广东省全域“无废城市”建设工作方案》（粤办函〔2025〕72 号）；

（24）《惠州市人民政府关于印发惠州市国土空间总体规划（2021-2035 年）的通知》（惠府〔2025〕12 号）；

（25）《深圳市人民政府关于印发深圳市国土空间总体规划（2021－2035 年）的通知》（2025 年 1 月 25 日）；

（26）《惠州市主体功能区规划》（惠府〔2014〕125 号）；

（27）《惠州市环境空气质量功能区划（2024 年修订）》（惠市环〔2024〕16 号）；

（28）《惠州市声环境功能区》（惠府函〔2017〕445 号）；

（29）《惠州市生态环境保护“十四五”规划》（惠府〔2022〕11 号）；

（30）《深圳市深汕特别合作区“十四五”生态环境保护规划》；

（31）《深汕（尾）特别合作区发展总体规划（2015—2030 年）》

（32）《深汕特别合作区水资源综合规划》（2020 年 3 月）；

（33）《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》。

1.3.4 导则与技术规范

（1）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；

（4）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（5）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（7）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（8）《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（10）《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函[2006]4 号）；

（11）《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）；

（12）《水利水电工程环境保护设计规范》（SL 492-2011）；

（13）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）；

（14）《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；

（15）《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）；

（16）《水利工程设计概（估）算编制规定》(环境保护工程)（水总〔2024〕323 号）；

（17）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）；

（18）《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ 338-2018）；

（19）《水质净化厂出水水质规范》（DB4403/T 64-2020）。

1.3.5 相关技术文件

（1）《委托书》；

（2）《深圳市人民政府 惠州市人民政府会谈备忘录》（2024 年 2 月 5 日）；

（3）《深汕合作区引水工程建设总体方案》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2024 年 4 月）；

（4）《广东省水利厅关于印发深汕合作区引水工程建设总体方案的通知》（粤水调度〔2024〕9 号，2024 年 4 月 2 日）；

（5）《深汕合作区引水工程可行性研究报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2025 年 4 月）；

（6）《深汕合作区引水工程水资源论证报告书》（珠江水资源保护科学研究所，2025 年 5 月）；

（7）《深汕合作区引水工程初步设计报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2025 年 7 月）。

1.4 环境功能区划

1.4.1 地表水环境功能区划

1、地表水环境功能区划

工程评价范围涉及的水体包括水源及下游区的白盆珠水库、西枝江及其主要支流，输水线路区的白马河，受水区的赤石河及其主要支流等。根据《广东省地

表水环境功能区划》(粤环〔2011〕14 号)、《惠州市生态环境局关于确认深汕合作区引水工程环境影响评价环境功能区划及执行标准的复函》以及《深圳市生态环境局深汕管理局关于确认深汕合作区引水工程环境影响评价环境功能区划及执行标准的复函》，各相关水体水环境功能区划如下：

（1）水源及下游区

白盆珠水库、鸡心石水库、西枝江紫金竹坳-白盆珠水库大坝段、杨梅水、宝溪水、小沥河、安墩水、黄竹水、白花河（惠东铁炉嶂-惠东白花镇）水质目标为 II 类；西枝江白盆珠水库大坝-惠州东新桥段、白马河、梁化河、白花河（惠东白花圩镇-惠东西枝江入口）、洋口河、石溪河、新溪河水质目标为 III 类；淡水河（惠阳永湖镇-惠阳紫溪口）、楼下水水质目标为Ⅳ类；淡水河（惠阳边界-惠阳永湖镇）、碧山河（亦称黄排河）水质目标为Ⅴ类。

（2）输水线路及受水区

赤石河水质目标执行III类；南门河、笼山水、明热河、明溪河等水质目标执行IV类水质标准；横坑水、泗马岭溪、大澳河、鲈门河、小漠河等水质目标执行 V 类水质标准。

工程所在区域地表水环境功能区划见表 1.4-1 及附图 13。

2、饮用水水源保护区

本工程所在地位于惠州市惠东县和深圳市深汕合作区，根据《广东省人民政府关于调整惠州市饮用水源保护区的批复》（粤府函〔2014〕188 号）、《深汕特别合作区三角山水库饮用水水源保护区划定方案》（深府函〔2020〕316 号），工程取水口涉及地表占用白盆珠水库饮用水保护区一级保护区水域范围，工程输水管线涉及地下穿越白盆珠水库饮用水水源保护区一、二级保护区陆域范围及三角山水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围。白盆珠水库饮用水水源保护区主库区、三角山水库水质保护目标均为 II 类，工程涉及的饮用水水源保护区划分情况详见表 1.9-3。

3、工程与饮用水源保护区的关系

经查阅项目资料，对比水源保护区划情况文字说明和图件，

工程的取水口、管理平台及检修道路位于白盆珠水库饮用水源保护区（备用）一级保护区，隧洞地下穿越白盆珠水库饮用水源保护区一、二级保护区长度分别约 1360m、100m，详见图 1.4-1；隧洞地下穿越三角山水库饮用水水源保护区二

级保护区长度约 2075m，详见图 1.4-2。

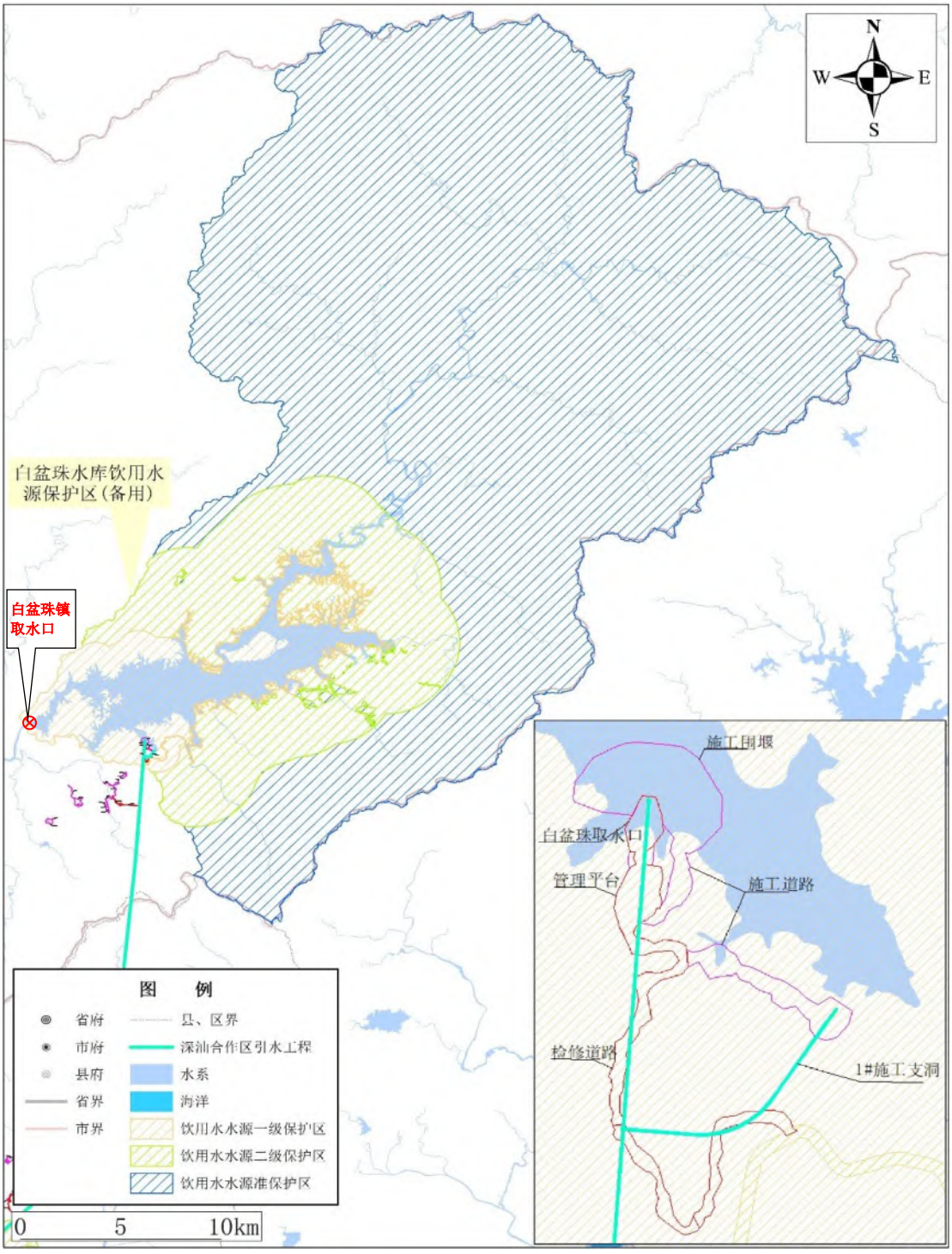


图1.4-1　工程与白盆珠水库饮用水水源保护区位置关系图

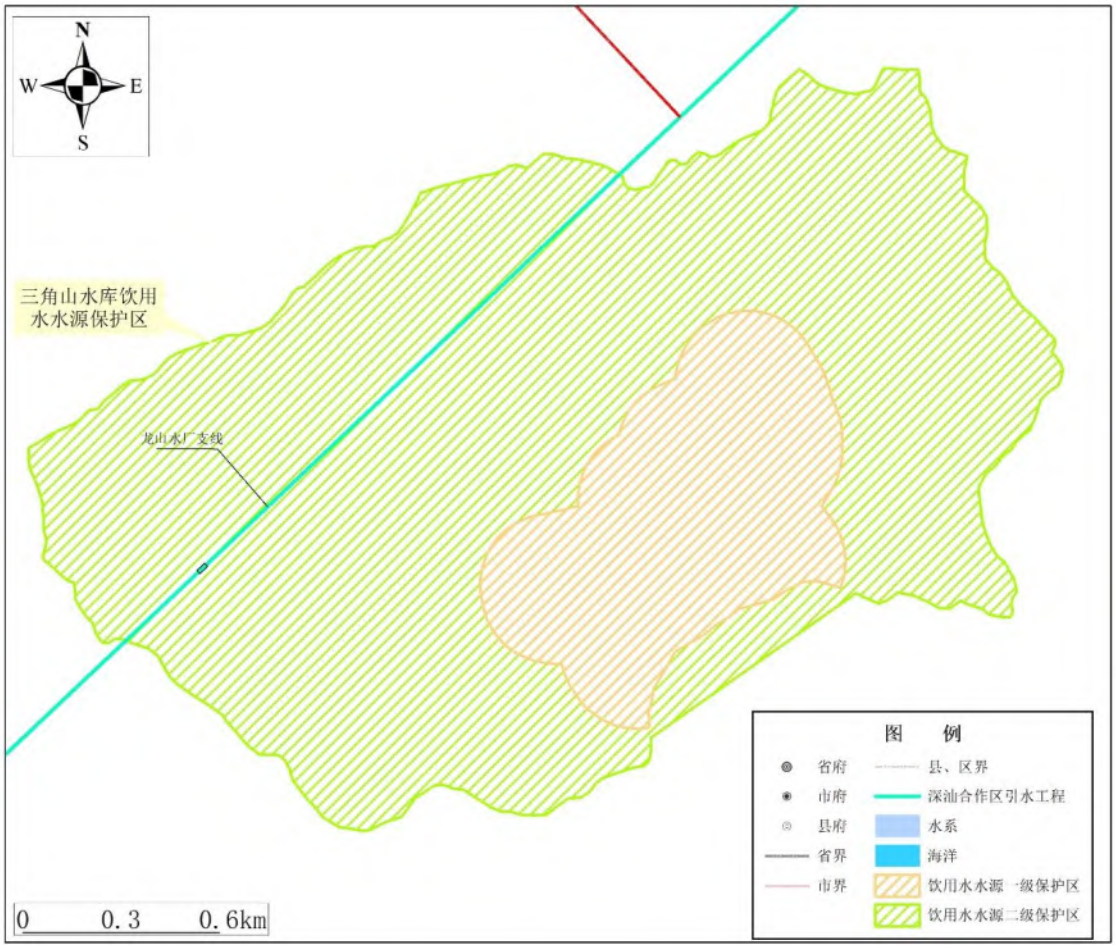


图1.4-2　工程与三角山水库饮用水水源保护区位置关系图

1.4.2 地下水功能区划

根据《广东省地下水功能区划》（2009 年），深汕合作区引水工程所在区域位于东江惠州惠阳惠东地下水水源涵养区、韩江及粤东诸河汕尾海丰地下水水源涵养区，地下水类型均主要为裂隙水，水质保护目标均为《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，详见表 1.4-2 及附图 14。

表1.4-1　工程所在区域地表水环境功能区划表

河流部分									
序号	**功能现状**	**水系**	**河流**	**起点**	**终点**	**长度(km)**	**水质目标**	**行政区**	**备注**
1	饮工农	东江	西枝江	紫金竹坳	白盆珠水库大坝	61	II	河源惠州	
2	饮工农	东江	西枝江	白盆珠水库大坝	惠州东新桥	115	III	惠州市	
3	综	东江	杨梅水	惠东小鸟凸	惠东上砚	34	II	惠州市	又名左华水、曲债水
4	饮	东江	宝溪水	惠东乌禽嶂	惠东宝口	26	II	惠州市	
5	饮	东江	小沥河	惠东笔架山	惠东上鉴	33	II	惠州市	
6	饮综	东江	安墩水	惠东乌禽嶂	惠东曹尾	51	II	惠州市	
7	综	东江	黄竹水	惠东普公嶂	惠东车田坝	20	II	惠州市	
8	综	东江	楼下水	惠东禾镳石	惠东三合水	26	IV	惠州市	又名潭公水、新定水
9	饮	东江	白花河	惠东铁芦嶂	惠东白花镇	18	II	惠州市	
10	农	东江	白花河	惠东白花圩镇	惠东西枝江入口	8	III	惠州市	
11	饮	东江	梁化河	惠东平山嶂	惠阳平潭镇新圩村	45	III	惠州市	
12	农景	东江	龙岗河	深圳梧桐山	深圳吓陂	53.5	III	深圳	
13	工农	东江	淡水河	惠阳边界	惠阳永湖镇	29.5	V	惠州	
14	综	东江	淡水河	惠阳永湖镇	惠阳紫溪口	12	IV	惠州	
15		东江	白马河	田心	白马河与西枝江汇口	11.5	III	惠州	西枝江支流
16		东江	洋口河	源头	西枝江入口	3.4	III	惠州	西枝江支流
17		东江	石溪河	源头	西枝江入口	18.6	III	惠州	西枝江支流

河流部分									
序号	**功能现状**	**水系**	**河流**	**起点**	**终点**	**长度(km)**	**水质目标**	**行政区**	**备注**
18		东江	新溪河	源头	西枝江入口	18.6	III	惠州	西枝江支流
19		东江	碧山河	源头	西枝江入口	16	V	惠州	西枝江支流
20	农	粤东沿海诸河	赤石河	海丰白马山	赤石河入海口	42	III	深汕合作区	
21	农	粤东沿海诸河	南门河	鹅埠镇镇区段	南门河与赤石河汇口	3.5	IV	深汕合作区	赤石河支流
22		粤东沿海诸河	笼山水	起点	笼山水与赤石河汇口	5.86	IV	深汕合作区	赤石河支流
23		粤东沿海诸河	明热河	禾廉石	明热河与赤石河汇口	13.2	IV	深汕合作区	赤石河支流
24		粤东沿海诸河	明溪河	龙船窝	明溪河与赤石河汇口	11.67	IV	深汕合作区	明热河支流
25		粤东沿海诸河	横坑水	起点	横坑水与明热河汇口	3.5	V	深汕合作区	明热河支流
26		粤东沿海诸河	泗马岭溪	泗马岭水库坝址	泗马岭溪入海口	4.24	V	深汕合作区	独流入海小河
27		粤东沿海诸河	大澳河	起点	大澳河入海口	11.5	V	深汕合作区	独流入海小河
28		粤东沿海诸河	鲘门河	起点	鲘门河入海口	5.4	V	深汕合作区	独流入海小河
29		粤东沿海诸河	小漠河	小漠水库坝址	小漠河入海口	3.6	V	深汕合作区	独流入海小河
水库部分									
序号	**功能现状**	**水系**	**河流**	**水库**	**库容(万 m^3)**	**水质目标**		**行政区**	**备注**
1	饮农防发	东江	西枝江	白盆珠水库	122000	II		惠州市	
2	农发	东江		鸡心石水库	1321	II		惠州市	
3	饮农防	粤东沿海诸河		三角山水库	252.84	II		深汕合作区	

表1.4-2　工程所在区域浅层地下水功能区划表（摘录）

地级行政区	地下水一级功能区	地下水二级功能区		所在水资源二级分区	地貌类型	地下水类型	面积(km^2)	地下水功能区保护目标		
		名称	代码					水量(万 m^3)	水质类别	水位
惠州	保护区	东江惠州惠阳惠东地下水水源涵养区	H064413002T03	东江	山丘区	裂隙水	3005.76		III	维持较高的地下水水位
汕尾	保护区	韩江及粤东诸河汕尾海丰地下水水源涵养区	H084415002T03	韩江及粤东诸河	山丘区	裂隙水	833.46		III	维持较高的地下水水位

注：摘录自《广东省地下水功能区划》（2009 年）。

1.4.3 大气环境功能区划

根据《惠州市环境空气质量功能区划(2024 年修订)》(惠市环〔2024〕16 号)，本工程于惠州市境内涉及环境空气质量一类功能区、二类功能区（取水口区域施工期临时涉及惠东县白马山县级自然保护区，环境空气质量一类功能区）；深汕合作区境内参考《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》大气环境功能区划，工程内容位于环境空气质量一类功能区、二类功能区以及功能区缓冲带。环境空气质量一类功能区及功能区缓冲带执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，二类功能区执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。见附图 16。

1.4.4 声环境功能区划

根据《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）、《惠州市声环境功能区划分方案（2022 年）》以及《深圳市深汕特别合作区声环境功能区划分》等，工程所在区域周边自然保护区、风景名胜区等需要特殊保护的区域和村庄地区为 1 类声环境功能区；居住、商业、工业混杂的城镇或村庄为 2 类声环境功能区；交通干线（城市次干路、二级公路及以上，铁路干线）两侧区域为 4 类声环境功能区。详见附图 15。

1.4.5 生态功能区划

根据《全国主体功能区规划》、《广东省主体功能区规划》，工程所在区域主要位于国家级农产品主产区、省级重点生态功能区和省级禁止开发区域，见附图 11。

根据《全国生态功能区划（修编）》，工程所在区域涉及的全国生态功能区生态区为生态调节功能区，生态亚区为水源涵养功能区，生态功能区为粤东-闽西山地丘陵水源涵养功能区，主导服务功能为水源涵养。根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》，工程所在区域涉及的广东省生态功能区生态区为广东中部山地丘陵南亚热带季风常绿阔叶林水土保持生态区，生态亚区为莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态亚区，生态功能区为莲花山脉生物多样性保护与水

土保持生态功能区。详见附图 12。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）、《惠州市生态环境局关于印发惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》以及《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154 号）对各环境管控单元准入清单的管控要求，本工程涉及惠东山区优先保护单元(ZH44132310001)、生态保护红线(赤石镇片 2)(ZH44152110085)、三角山水库饮用水水源保护区(ZH44152110088)、赤石镇一般管控单元 1(ZH44152130100)、鹅埠镇一般管控单元 3(ZH44152130091)等，详见附图 17。

根据惠州市、深圳市自然资源部门提供的生态保护红线划定成果，深汕合作区引水工程涉及惠州市、深圳市的生态保护红线，涉及类型为东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线。其中，涉及惠州市行政区域生态保护红线的永久占地约为 4.85hm^2，临时占地约为 8.31hm^2，地下穿越长度约 4.52km；涉及深圳市行政区域的生态保护红线均为地下穿越，穿越长度约 7.48km。详见附图 19。

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

1.5.1.1 地表水环境质量标准

根据工程所在区域的地表水环境功能区划，白盆珠水库、西枝江（紫金竹坳~白盆珠水库大坝段）河段执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）II类水质标准；西枝江（白盆珠水库大坝~东新桥段）、白马河、赤石河（海丰白马山～海丰圆墩桥段）、明热河、明溪河执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类水质标准；赤石河(海丰圆墩桥～赤石河入海口)、南门河（鹅埠镇镇区断~南门河与赤石河汇口）等河流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中IV类水质标准。相关标准部分指标标准值见表1.5-1。

表1.5-1 地表水环境质量标准基本项目标准限值 单位：mg/L

序号	项目	I类	II类	III类	IV类	V类
1	水温(℃)	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2				

序号	项目	I类	II类	III类	IV类	V类
2	PH值(无量纲)	6~9				
3	溶解氧≥	饱和率90%(或7.5)	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
5	化学需氧量(COD)≤	15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量(BOD_5)≤	3	3	4	6	10
7	氨氮(NH_3-N)≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷(以 P计)≤	0.02(湖、库0.01)	0.1(湖、库0.025)	0.2(湖、库0.05)	0.3(湖、库0.1)	0.4(湖、库0.2)
9	总氮(湖、库，以N计)≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10	铜≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
11	锌≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
12	氟化物(以F^-计)≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
13	硒≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	砷≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬(六价)≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	铅≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	氰化物≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
20	挥发酚≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群(个/L)≤	200	2000	10000	20000	40000

1.5.1.2 地下水质量标准

根据工程所在区域地下水水质保护目标，相应执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准，具体标准限值见表 1.5-2。

表1.5-2　地下水环境质量标准常规指标及限值　　单位：mg/L

序号	指标	III类
1	色（铂钴色度单位）	≤15
2	嗅和味	无
3	浑浊度/NTU	≤3
4	肉眼可见物	无
5	pH	6.5≤pH≤8.5
6	总硬度（以$CaCO_3$，计）/(mg/L)	≤450
7	溶解性总固体/(mg/L)	≤1000
8	硫酸盐/(mg/L)	≤250
9	氯化物/(mg/L)	≤250
10	铁/(mg/L)	≤0.3
11	锰/(mg/L)	≤0.10
12	铜/(mg/L)	≤1.00
13	锌/(mg/L)	≤1.00
14	挥发性酚类（以苯酚计）/(mg/L)	≤0.002
15	阴离子表面活性剂/(mg/L)	≤0.3
16	耗氧量（COD_{Mn}法，以O_2计）/(mg/L)	≤3.0
17	氨氮（以 N计）/(mg/L)	≤0.50
18	硫化物/(mg/L)	≤0.02
19	钠/(mg/L)	≤200
20	总大肠菌群/(MPN/100mL或CFU/100mL)	≤3.0
21	菌落总数/(CFU/mL)	≤100
22	亚硝酸盐（以 N计）/(mg/L)	≤1.00
23	硝酸盐（以 N计）/(mg/L)	≤20.0
24	氰化物/(mg/L)	≤0.05
25	氟化物/(mg/L)	≤1.0
26	碘化物/(mg/L)	≤0.08
27	汞/(mg/L)	≤0.001
28	砷/(mg/L)	≤0.01
29	硒/(mg/L)	≤0.01
30	镉/(mg/L)	≤0.005
31	铬（六价）/(mg/L)	≤0.05
32	铅/(mg/L)	≤0.01

序号	指标	III类
33	三氯甲烷/(μg/L)	≤60
34	四氯化碳/(μg/L)	≤2.0
35	苯/(μg/L)	≤10.0
36	甲苯/(μg/L)	≤700
37	总α放射性/(Bq/L)	≤0.5
38	总β放射性/(Bq/L)	≤1.0

1.5.1.3 环境空气质量标准

工程所在区域涉及环境空气质量功能一类区、二类区，SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$以及 TSP 评价标准对应执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级、二级标准；H_2S、NH_3参考执行《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值。臭气浓度参照执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中表 1 厂界新建二级标准值。具体标准限值见表 1.5-3 和表 1.5-4。

表1.5-3　环境空气污染物浓度限值　单位：mg/m³（臭气浓度为无量纲）

级别及平均时间		基本项目						其它项目			
		SO_2	NO_2	CO	O_3	PM_{10}	$PM_{2.5}$	TSP	H_2S	NH_3	臭气浓度
一级	年平均	0.02	0.04			0.04	0.015	0.08			
	24小时平均	0.05	0.08	4		0.05	0.035	0.12			
	日最大8小时平均				0.10						
	1小时平均	0.15	0.20	10	0.16				0.2	0.01	
	/										10
二级	年平均	0.06	0.04			0.07	0.035	0.20			
	24小时平均	0.15	0.08	4		0.15	0.075	0.30			
	日最大8小时平均				0.16						
	1小时平均	0.50	0.20	10	0.20				0.2	0.01	
	/										20

1.5.1.4 声环境质量标准

根据工程所在区域声环境功能区，工程周边自然保护区等需要特殊保护的区域和农村地区执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 1 类标准，噪声限值为昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)；居住、商业、工业混杂的城镇或村庄执行 2 类标准，噪声限值为昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)；交通干线（城市次干路、二级公路及以上）两侧区域执行 4a 类标准，噪声限值为昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)；铁路干线两侧区域执行 4b 类标准，噪声限值为昼间 70dB(A)，夜间 60dB(A)。各类声环境功能区环境噪声限值见表 1.5-4。

表1.5-4　各类声环境功能区环境噪声限值 单位：dB(A)

声环境功能区类别		环境噪声等效声级限值	
		昼间	夜间
1类		55	45
2类		60	50
4类	4a类	70	55
	4b类	70	60

1.5.1.5 土壤环境质量标准

建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目），共 45 项，具体标准见 1.5-5。

表1.5-5　GB36600-2018 风险筛选值和管控值摘录

序号	污染物项目	第二类用地	
		筛选值（单位：mg/kg）	管制值（单位：mg/kg）
重金属和无机物			
1	砷≤	60	140
2	镉≤	65	172
3	铬（六价）≤	5.7	78
4	铜≤	18000	36000
5	铅≤	800	2500
6	汞≤	38	82
7	镍≤	900	2000

序号	污染物项目	第二类用地	
		筛选值（单位：mg/kg）	管制值（单位：mg/kg）
挥发性有机物			
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1，1-二氯乙烷	9	100
12	1，2-二氯乙烷	5	21
13	1，1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1，2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1，2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1，2-二氯丙烷	5	47
18	1，1，1，2-四氯乙烷	10	100
19	1，1，2，2 四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1，1，1-三氯乙烷	840	840
22	1，1，2 三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1，2，3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1，2-二氯苯	560	560
29	1，4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
半挥发性有机物			
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663

序号	污染物项目	第二类用地	
		筛选值（单位：mg/kg）	管制值（单位：mg/kg）
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500
42	䓛	1293	12900
43	二苯并[a，k]蒽	1.5	15
44	茚并[1，2，3-cD]芘	15	151
45	萘	70	700

农田、林地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018），风险筛选值见表 1.5-6。

表1.5-6 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位：mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计；②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

1.5.1.6 底泥环境质量标准

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）附录 D 对底泥污染评价标准值或参考值的推荐，可以根据土壤环境质量标准或所在水域的背景值确定底泥污染评价标准值或参考值，本次评价参照执行《土壤环境质量 农用地

土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中水田的风险筛选值，详见表 1.5-6。

1.5.2 污染物排放标准

1.5.2.1 水污染排放标准

施工期生产废水经处理后大部分回用于生产，生产、生活污水经处理后回用于施工区及道路抑尘、绿化等，回用标准执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GBT 18920-2020)，见表 1.5-7。

隧洞排水经处理达标后排放，执行《广东省地方标准 水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段一级标准，见表 1.5-8。

运行期工程基本不产生生产废水，运行期白盆珠水库管理平台办公生活污水采用化粪池+MBR 污水处理一体化设备处理，处理后出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于管理楼绿化用水或道路清扫用水等，不外排。

表1.5-7 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GBT 18920-2020)

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0～9.0	6.0～9.0
2	色度≤	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU≤	5	10
5	五日生化需氧量（BOD_5）(mg/L)≤	10	10
6	氨氮（mg/L）≤	5	8
7	阴离子表面活性剂（mg/L）≤	0.5	0.5
8	铁（mg/L）≤	0.3	—
9	锰（mg/L）≤	0.1	—
10	溶解性总固体（mg/L）≤	1000（2000）[a]	1000（2000）[a]
11	溶解氧（mg/L）≥	2.0	2.0
12	总余氯（mg/L）	1.0（出厂），0.2（管网末端）	1.0（出厂），0.2[b]（管网末端）
13	总大肠菌群（个/L）≤	无[c]	无[c]
注：“—”表示对此项无要求。			
[a]括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 [b]用于城市绿化时,不应超过2.5mg/L。 [c]大肠埃希氏菌不应检出。			

表1.5-8　广东省水污染物排放限值（摘录） 单位：mg/L

污染物	《广东省地方标准 水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）		
	一级标准	二级标准	三级标准
pH（无量纲）	6.0~9.0	6.0~9.0	6.0~9.0
BOD_5	20	30	300
SS	60	100	400
COD	90	110	500
氨氮	10	15	—
石油类	5.0	8.0	20

1.5.2.2 大气污染物排放标准

废气排放执行《广东省地方标准 大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值中周界外浓度最高点浓度限值，见表 1.5-9。

表1.5-9　主要大气污染物无组织排放监控浓度限值 单位：mg/m3

项目	二氧化硫	氮氧化物	TSP
周界外浓度最高点	0.40	0.12	1.0

备用柴油发电机废气排放执行《广东省地方标准 大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）第二时段二级标准限值，烟气黑度不得超过林格曼黑度 1 级。

1.5.2.3 环境噪声排放标准

施工期噪声排放标准执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），昼间排放限值为 70dB(A)，夜间为 55dB(A)。

运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的 1 类、2 类、4 类排放限值，详见表 1.5-10。

表1.5-10　工业企业厂界环境噪声排放限值　单位：dB(A)

厂界外声环境功能区类别	昼间	夜间
1类	55	45
2类	60	50
4类	70	55

1.5.2.4 固体废物污染控制标准

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

（GB18599-2020）中标准要求。

各类施工机械、运输车辆维修及运行期设备维修等产生的危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）及原环境保护部 2013 年 36 号污染物控制标准修改单。

1.6 评价等级

1.6.1 地表水环境

工程属于水文要素影响型建设项目，工程运行期不排放水污染物，评价等级划分根据径流、受影响地表水域和影响范围保护目标综合确定。依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）分级判据指标，本工程地表水环境影响评价等级为二级。判定指标见表 1.6-1。

表1.6-1 地表水环境影响评价工作等级判定指标

项目	特征	评价结果
径流	白盆珠水库多年平均径流量 10.73 亿 m^3，工程远期多年平均引水量 1.64 亿 m^3，取水量占多年平均径流量的百分比 15.28%，即 10%＜γ=15.28%<30%	二级
受影响地表水域	（1）白盆珠水库： ①工程扰动白盆珠水库水底面积(围堰及围堰内水域面积)A_2=0.061462km^2<0.2km^2； ②取水口（取水口区域永久占用水域面积为 4961.17m^2）占用面积比例 R=0.012%＜5%。 （2）明热河： 工程扰动明热河水底面积(围堰及围堰内水域面积)A_2=0.009455km^2<0.2km^2。	二级
保护目标	影响范围涉及白盆珠水库饮用水水源保护区、三角山水库饮用水水源保护区等饮用水水源保护区	不低于二级
其他	跨流域调水工程等	不低于二级
综合判定	依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），取各水文要素中最高等级综合判定	**二级**

1.6.2 地下水环境

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，“A 水利 3、引水工程”跨流域调水工程地下水环境影响评价项目类别为Ⅲ类。本工程为线性工程，需根据所涉地下水环境敏感程度和主要站场位置进行分段判定评价等级，并按相应等级分别开展评价工作。

结合工程所在区域，工程沿线区域无集中式地下水饮用水水源准保护区，亦无热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。此外，项目也不在集中式地下水饮用水水源准保护区以外的补给径流区。经调查，工程沿线居民饮用水水源均为地表水源。因此，工程的地下水环境影响评价等级为三级。

建设项目地下水环境影响评价工作等级划分见表 1.6-2。

表1.6-2　地下水环境影响评价工作等级划分表

项目类别 环境敏感程度	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

1.6.3 大气环境

工程对大气环境的影响主要为施工期的施工粉尘、机械废气及运输扬尘造成的影响，以无组织排放和面源污染为主，其随施工活动结束而消失。运行期不产生废气，无大气污染源。依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），确定本项目大气环境影响评价工作等级为三级。

1.6.4 声环境

工程施工期噪声来源于机械施工、车辆运输等，其随施工活动结束而消失；工程采用自流输水方式，依靠重力使水流在封闭管道或隧洞内自然流动，无需大量机械设备运行，从而在运行期间产生的噪声极低，工程建设后敏感目标噪声级增值很小，受噪声影响人口数量变化不大。工程所在区域主要涉及 1 类、2 类和 4 类声环境功能区，依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

1.6.5 生态环境

依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，本项目属于线性工程，可分段确定评价等级。本次评级按水源及下游区、输水线路区进行判定生态评价等级。结合本工程影响区域的生态敏感性和影响程度，综合考虑本次评价水

源及下游区的陆生生态、水生生态影响评价工作等级均为一级，输水线路区的陆生生态、水生生态影响评价工作等级均为二级。

表1.6-3　本工程生态环境影响评价工作等级一览表

工程分段	导则确定评价等级原则	工程影响范围的生态敏感性	评价等级	
			陆生	水生
水源及下游区	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级	取水口临时占地范围涉及惠东白马山县级自然保护区	一级	一级
	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	涉及东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	不低于二级	不低于二级
	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	项目属于水文要素影响型且地表水评价等级为二级	/	不低于二级
	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	涉及公益林	不低于二级	不低于二级
	当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定	工程占地规模小于 20km^2	三级	三级
	综合确定		一级	一级
输水线路区	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级	输水线路地下穿越惠州惠东白马山县级自然保护区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地，评价等级下调一级	二级	/
	线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。			
	涉及自然公园时，评价等级为二级	输水线路下穿深圳深汕圆墩三角山县级森林公园	二级	/
	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	输水线路地下穿越东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	不低于二级	不低于二级
	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	项目属于水文要素影响型且地表水评价等级为二级	/	不低于二级
	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	涉及公益林、深汕合作区一般湿地	不低于二级	不低于二级

工程分段	导则确定评价等级原则	工程影响范围的生态敏感性	评价等级	
			陆生	水生
	当工程占地规模大于 20km² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定	工程占地规模小于 20km²	三级	三级
	综合确定		二级	二级

1.6.6 土壤环境

本项目为非污染型生态建设项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）中附录 A.1，工程输水管线为“A 水利——跨流域调水的引水工程”，属于 II 类项目。

根据土壤环境质量现状监测结果，工程沿线建设征地范围内及征地范围外附近土壤的 pH 值在 6.39~7.47，不存在酸化或碱化现象；工程区沿线地下水埋深 GMD 均大于 2.5m，赋值为 4 分；工程区沿线惠东段多年平均降水量为 1900mm，多年平均蒸发量为 1886mm，深汕段多年平均降水量为 2343mm，多年平均蒸发量为 1570mm，工程区沿线惠东段、深汕合作区段干燥度（多年平均水面蒸发量与降水量的比值）分别为 0.99、0.67。工程区沿线土壤含盐量均小于 1g/kg。综上，工程区域土壤环境敏感程度为不敏感，根据 HJ 964-2018 判定，工程的土壤环境影响评价工作等级为三级。

土壤环境影响评价工作等级划分判据见表 1.6-4。

表1.6-4 土壤环境影响评价工作等级划分表

敏感程度	评价工作等级		
	I类项目	II类项目	III类项目
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

1.6.7 环境风险评价

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目涉及的危险性物质主要为施工机械、车辆的燃油、炸药，本工程施工期不设油库和炸药库，油料和炸药当日送来当日使用完毕，其储存用量低于临界量，即 Q<1，由此判定

本项目环境风险潜势为Ⅰ，确定本项目环境风险进行简要分析。

1.7 评价范围

1.7.1 地表水环境

根据径流要素变化情况，确定水文情势、水环境影响评价范围主要为水源及下游区、输水线路区和受水区涉及的河流水体。详见附图 9。

（1）水源及下游区

白盆珠水库及下游的西枝江河段，具体范围如下：

白盆珠水库：白盆珠大坝至库尾回水末端上游 10km 范围；

西枝江：本工程远期多年平均引水量 1.64 亿 m^3，取水量约占西枝江多年平均径流量的 3.6%，仅占东江博罗以上多年平均径流量的 0.6%。本次取水口下游论证范围确定为白盆珠水库坝下至西枝江河口，长约 92km 的河段。

（2）输水线路区

输水线路区主要涉及地表水体为西枝江支流白马河（地下隧洞穿越）、笼山水（地下隧洞穿越）、明热河等，输水线路区地表水环境评价范围为白马河、笼山水、明热河穿越点上游 500m 至下游 1000m 范围。

（3）受水区

深汕合作区范围内的赤石河及其主要支流。

1.7.2 地下水环境

综合工程所在区域的水文地质条件以及工程特征，确定在供水区以输水管线边界两侧向外延伸 200m 作为地下水环境调查评价范围。在深埋且涌水量较大隧洞段，根据涌水影响半径预测结果，适当扩大地下水影响评价范围。受水区评价范围主要为地下水受供水和退水影响的区域。

1.7.3 生态环境

（1）水生生态环境影响评价范围

1）水源及下游区

与地表水评价范围一致。

2）输水线路区

白马河、明热河等输水线路穿越点上游 500m 至下游 1km 范围。

3）受水区

供水受水受纳水体：赤石河、南门河、明热河等。

（2）陆生生态影响评价范围

1）水源及下游区

水源及下游区评价范围为工程取水口红线外扩 1km，包括取水口、检修道路等永久占地范围、1#施工支洞和施工道路临时占地。

2）输水线路区

工程输水干线惠东部分段穿越惠东县白马山自然保护区和生态保护红线，此段评价范围为穿越段两端外延 1km，线路中心线向两侧外延 1km，其余段为一般穿越段，评价范围为线路中心线向两侧外延 300m。

工程输水干线和支线深汕合作区部分段穿越生态保护红线、深圳深汕园墩三角山森林公园和深汕合作区一般湿地（明热河区域），此段评价范围为穿越段两端外延 1km，线路中心线向两侧外延 1km，其余段为一般穿越段，评价范围为线路中心线向两侧外延 300m。

工程检修支洞、检修道路等永久占地，以及弃渣场、取土场、临时道路、临时工区等施工临时占地外扩 300m。

1.7.4 大气、声环境

（1）大气环境影响评价范围

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）的有关规定，本项目为三级评价，不需设置大气环境影响评价范围，重点关注施工期扬尘、运输车辆汽车尾气等对沿线居民的影响。

（2）声环境影响评价范围

声环境影响主要来源于施工期机械噪声、交通噪声等。施工期声环境的评价范围为各施工区、临时堆场、弃渣场边界外 200m 范围及运输道路中心线两侧 200m 范围；运行期评价范围为管理平台等主要建筑物周边 200m 范围。

1.7.5 土壤环境

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），土壤调查评价范围为工程占地的全部范围及占地范围向外延伸 2000m 的范围，重点关注施工区、临时堆场、弃渣场等区域。

1.7.6 环境风险评价

水源及下游区白盆珠水库库尾回水末端上游 10km 至西枝江河口范围，输水线路区输水线路穿越河段施工期废污水事故影响范围。

1.8 评价时段和评价重点

1.8.1 评价时段及水平年

（1）评价时段

根据工程特点，评价时段主要分施工期和运行期。

（2）评价水平年

1）现状评价水平年

根据收集深汕合作区引水工程所在区域自然环境现状资料、数据，结合现场调查与监测成果，各环境因子以近 3 年（2022~2024 年）为现状评价水平年。

2）预测评价水平年

按照相关导则要求，结合工程实施进度计划，确定施工期预测评价水平年为施工高峰年，运行期预测水平年为 2035 年、2050 年。

1.8.2 评价重点

根据工程影响特征和所在区域的环境特点，结合环境敏感对象及环境保护目标，拟定深汕合作区引水工程环境影响评价重点内容见表 1.8-1。

表1.8-1 环境影响评价重点内容一览表

环境要素	评价时段	评价重点
地表水环境	运行期	工程取水对白盆珠水库取水口及下游影响区水资源量、水文情势、纳污能力、生态流量保证率和重要取水口取水的影响。
		工程退水对受水区主要河流水文情势、纳污能力和水质的影响。

环境要素	评价时段	评价重点
地下水环境	施工期	工程输水管线施工与隧洞涌水对地下水径排过程的影响。
水生生态	施工期	工程取水口和输水管线施工对白盆珠水库以及输水管线穿越明热河段下游水生生物的影响。
	运行期	工程取水对白盆珠水库及下游西枝江河段水生生境、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类等的影响。
		工程退水对受水区主要河流水生生境、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类等的影响。
陆生生态	施工期	工程占地、施工对输水沿线陆生植被、生态敏感区、重点保护野生动植物及其重要生境和区域生态系统完整性的影响。
	运行期	工程引水对区域生态系统稳定性的影响。
大气和声环境	施工期	工程施工活动对周围居民区、学校、生态敏感区及局部大气环境和声环境的影响。
土壤环境	施工期	工程施工引起地下水位变化对土壤酸碱度、盐化度的影响，施工中跑冒滴漏对土壤的影响。

1.9 环境敏感目标与保护目标

1.9.1 环境敏感目标

（1）水环境敏感目标

根据《广东省人民政府关于调整惠州市饮用水源保护区的批复》（粤府函〔2014〕188号）、《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17号）、《广东省人民政府关于调整惠州市部分饮用水水源保护区的批复》(粤府函〔2019〕270号)、《惠州市乡镇级及以下集中式饮用水水源保护区划定（调整）方案的批复》（惠府函〔2020〕317号）、《深汕特别合作区三角山水库饮用水水源保护区划定方案》（深府函〔2020〕316号）以及《深圳市乡镇及以下集中式饮用水水源保护区名录（2023年）》，工程评价范围不涉及地下水饮用水水源保护区，涉及的地表水环境敏感目标主要是工程影响涉及的饮用水水源保护区和水厂取水口，共有7个水源保护区，其中工程地表占用涉及饮用水水源保护区1个，地下穿越涉及饮用水水源保护区1个，取水可能影响的下游饮用水水源保护区4个，以及流域补水涉及饮用水水源保护区1个。地表水环境敏感目标基本情况及与工程位置关系见表1.9-3和附图23。

（2）生态敏感目标

1）生态敏感区

评价范围内分布有自然保护区 2 个、森林公园 1 个、重要湿地 1 个、惠州市和深圳市生态保护红线、天然林、公益林、水土流失重点预防区和重点治理区以及深汕合作区一般湿地，不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地、基本草原、自然公园（森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区等）、永久基本农田、水产种质资源保护区。评价范围内生态敏感区分布见附图 24，

1）自然保护区

①广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区

广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区，于 2004 年经广东省人民政府批准建立（粤府函[2004]9 号），批复面积 14034.1hm² 。要保护对象为南亚热带常绿阔叶林森林生态系统及其珍稀濒危动植物资源、典型内陆湿地和水域生态系统、西枝江一级饮用水源地及其水资源、重要越冬候鸟及其栖息地。工程与广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区无占地关系，工程地下隧洞也没有穿越保护区，工程距离保护区最近距离约 500m，详见附图 20。

②惠东白马山自然保护区

惠东县白马山县级自然保护区是于 2003 年 8 月经惠东县人民政府批复建立，保护区类型为森林生态系统类型自然保护区。保护区主要保护对象为藏酋猴种群及其栖息地、南亚热带季风常绿阔叶林森林植被和森林生态系统、水源涵养林。工程取水口的临时施工围堰和临时施工道路涉及惠东白马山县级自然保护区，临时占用面积为 8.31hm^2；工程引水管线隧洞地下穿越保护区的核心区、缓冲区和实验区，穿越长度共计 4.26km（核心区 0.32km，缓冲区 1.43km，实验区 2.51km），详见附图 18。

2）森林公园

深圳深汕圆墩三角山县级森林公园位于深汕合作区，公园境域属亚热带常绿阔叶林区，地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林，植被多以常绿阔叶林、针阔混交林、常绿阔叶灌丛为主，主要由人工林和天然次生林组成。工程以地下隧洞方式穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，穿越长度约 1.9km，不涉及地表占用，详见附图 19。

3）生态保护红线

经叠图分析，本项目永久征地范围涉及生态保护红线 13.16hm^2，为工程取水

口用地，包括永久用地 4.85hm^2，临时用地 8.31hm^2。工程地下穿越惠州市、深圳市生态保护红线分别为 4.52km。工程地表占用或地下穿越的生态保护红线类型为东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线，详见附图 22。

4）天然林

经叠图分析，本项目永久征地范围涉及天然林 9.03hm^2，涉及的内容为取水口区域的取水塔、检修道路、临时围堰、1#施工支洞和临时道路等，以及 2#TBM 始发安装场和永久检修路。详见图 1.9-1。

5）公益林

经叠图分析，本工程涉及公益林 16.11hm^2，其中永久占用 9.21 hm^2，临时占用 6.9hm^2。涉及的内容为取水口区域的取水塔、检修道路、临时围堰、1#施工支洞和临时道路等，堆渣场 ZC3-1 及施工道路，GQ8，明热河段施工道路，以及 4#施工支洞 GQ10 和永久检修道路。详见图 1.9-2。

6）水土流失重点预防区和重点治理区

根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果)的通知》（办水保〔2013〕188 号），惠东县均属于东江上中游国家级水土流失重点预防区。工程涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区的为面积 45.28hm^2，其中永久占地 8.68hm^2，临时用地 37.6hm^2。

7）深汕合作区一般湿地

深汕特别合作区陆域湿地资源分布涉及鹅埠、鲘门、小漠、赤石等 4 个单位。工程输水线路下穿深汕合作区赤石河流域笼山水湿地和明热河湿地，其中深隧地下穿越笼山水湿地段约 105.58m；工程穿越明热河湿地段临时占用面积 0.95hm^2。

评价范围内环境敏感目标概况及与工程位置关系详见表 1.9-4。

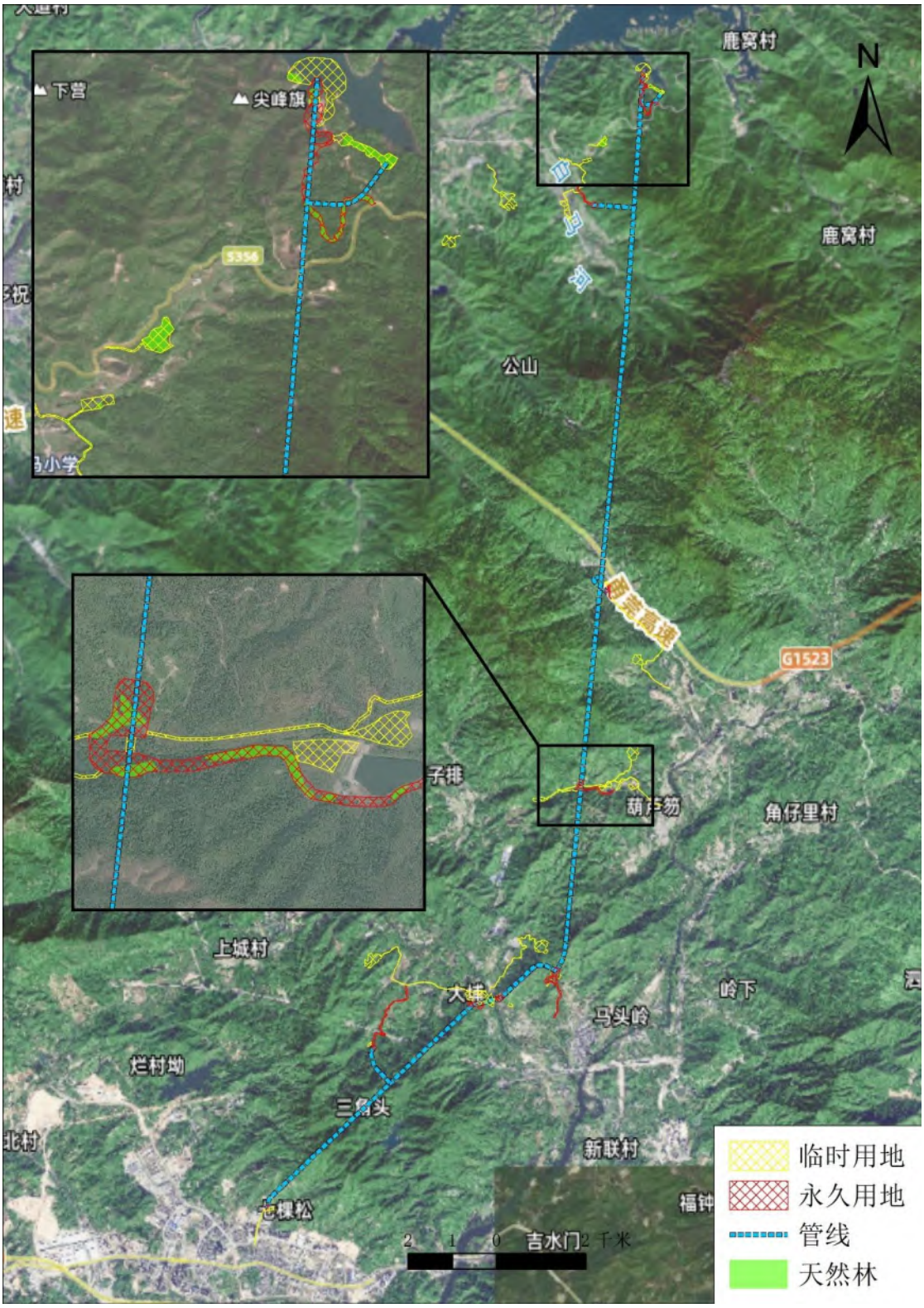


图1.9-1　工程布置与天然林位置关系图

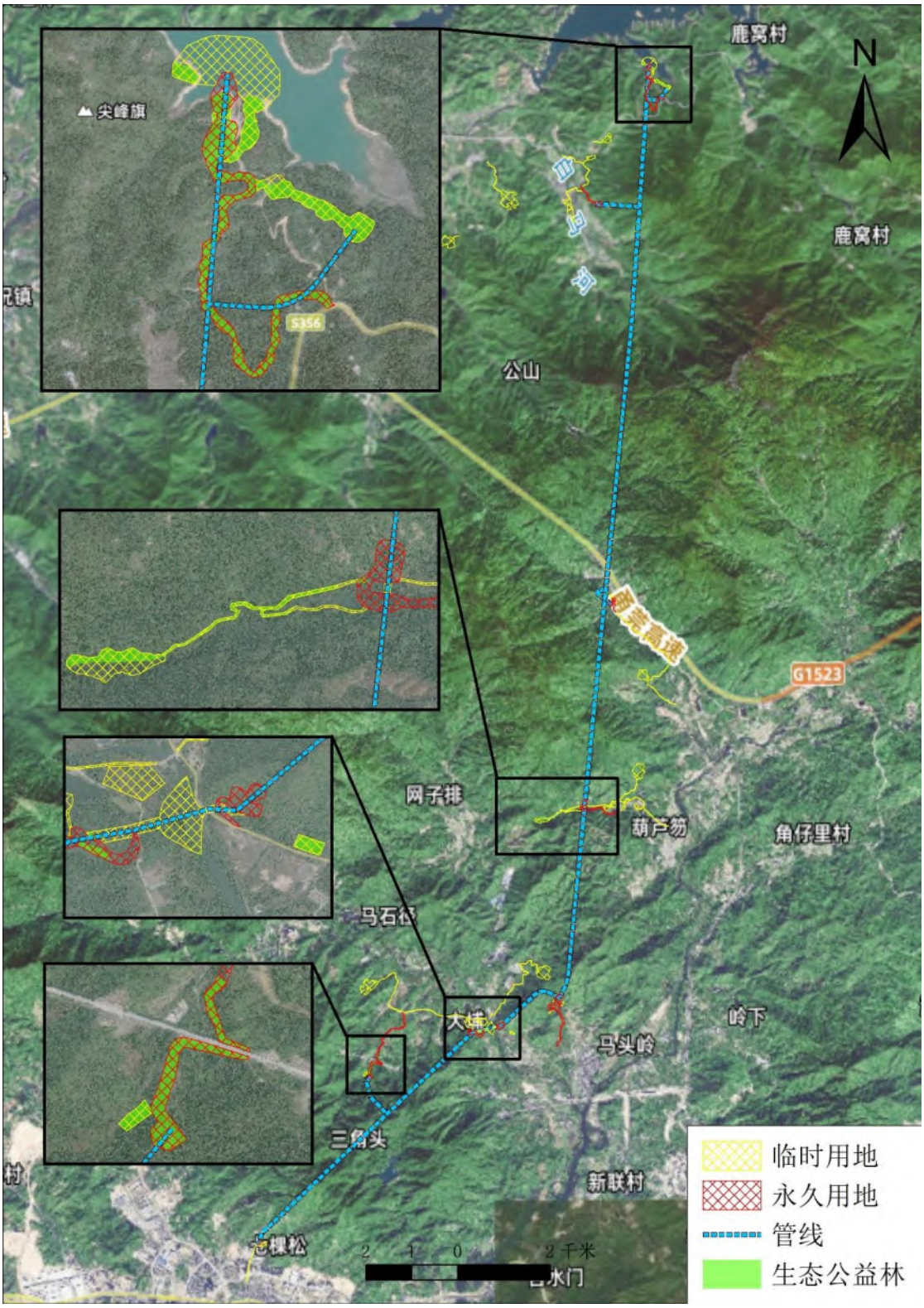


图1.9-2　工程布置与生态公益林的位置关系图

2）重点保护物种

①珍稀濒危植物

在评价范围内经过初步调查，调查到有金毛狗（*Cibotium barometz*）、苏铁蕨

（*Brainea insignis*）、软荚红豆（*Ormosia semicastrata*）3 种国家重点野生保护植物，隶属于 3 科 3 属，均为国家二级保护植物。主要分布在大凹、尖峰旗、下营、长岭岗等区域。评价范围内未调查到广东省重点保护野生植物。

工程占地范围内未发现国家一级重点保护野生植物，在工程取水口占地范围内发现国家二级重点保护野生植物 117 株，其中 115 株苏铁蕨，2 株软荚红豆。工程其他地表占地范围均未调查到国家重点保护野生植物。

②古树名木

评价范围内分布有古树 4 株，均位于惠东县白盆珠镇，其中 2 株位于白马村黄泥见，分别是榕树（*Ficus microcarpa*）和假苹婆（*Sterculia lanceolata*），树龄均为 110 年；2 株位于上围村，分别是树龄 117 年的橄榄（*Canarium album*）和树龄 450 年的榕树（*Ficus microcarpa*）。

工程占地范围内不涉及古树名木。

表1.9-1　评价范围古树名木统计表

序号	位置	类型	树种	树龄	保护级别	与本工程内容最近的距离
1	白盆珠镇白马村黄泥见	古树	榕树	110 年	三级	临时堆土场 L1 临时道路南侧约 77m；临时堆场 L 南侧约 110m；GQ1 北侧约 240m。
2			假苹婆	110 年	三级	临时堆土场 L1 临时道路南侧约 84m；临时堆场 L 南侧约 98m；GQ1 北侧约 260m。
3	白盆珠镇白马村上围村		橄榄	117 年	三级	临时堆土场 L2 东南侧约 400m；2#施工支洞洞口南侧约 500m。
4			榕树	450 年	二级	临时堆土场 L2 东南侧约 435m；2#施工支洞洞口南侧约 580m。

③重点保护陆生野生动物

评价范围内调查到的国家二级重点保护陆生野生动物有 19 种，广东省重点保护陆生野生动物有 12 种。在这些动物中，有 20 种为实际调查记录（含国家二级 11 种，省重点 9 种），11 种为文献资料记录（含国家二级 8 种，省重点 3 种）。

④重点保护水生野生动物

评价范围内未发现国家重点保护水生野生动物，广东省重点保护水生野生动物物种有 2 种，均为野外调查发现。

表1.9-2　评价范围重点保护陆生野生动物

序号	敏感目标类别	敏感目标名称	信息来源	与工程位置关系
1	国家二级重点保护陆生野生动物	**现场实际调查记录 11 种：**白鹇 *Lophura nycthemera*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、小鸦鹃 *Centropus bengalensis*、蛇雕 *Spilornis cheela*、黑鸢 *Milvus migrans*、黄嘴角鸮 *Otus spilocephalus*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*、红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*、画眉 *Garrulax canorus*、斑林狸 *Prionodon pardicolor*、豹猫 *Prionailurus bengalensis*	本次环评调查记录	活动于工程所在区域
		文献资料记录 8 种：黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、松雀鹰 *Accipiter virgatus*、普通鵟 *Buteo japonicus*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠 *G. cuculoides*、红隼 *Falco tinnunculus*	《惠东县白马山县级自然保护区脊椎动物调查报告》、《惠东县白马山县级自然保护区总体规划》	
2	广东省重点保护陆生野生动物	**现场实际调查记录 9 种：**池鹭 *Ardeola bacchus*、白鹭 *Egretta garzetta*、大白鹭 *Ardea alba*、斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*、黄嘴栗啄木鸟 *Blythipicus pyrrhotis*、海南蓝仙鹟 *Cyornis hainanus*、小鸦 *Emberiza pusilla*、灰头鸦 *Emberiza spodocephala*、赤麂 *Muntiacus vaginalis*	本次环评调查记录	
		文献资料记录 3 种：黑水鸡 *Gallinula chloropus*、大斑啄木鸟 *Dendocoposmajor*、灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	《惠东县白马山县级自然保护区脊椎动物调查报告》	
3	广东省重点保护水生野生动物	**现场实际调查记录 2 种：**沼蛙 *Boulengerana guentheri*、小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*	本次环评调查记录	

（3）文物遗址

根据《深汕合作区引水工程建设用地考古调查勘探工作报告》（广东省文物考古研究院，2024 年 7 月），工程占地范围内不涉及不可移动文物，工程占地周边发现不可移动文物共计 2 处（陂角窑址、下坝窑址），该 2 处文物概况及与工程位置关系详见表 1.9-4 和图 1.9-3 所示。



图1.9-3 项目周边文物分布情况

（4）大气、声环境敏感目标

工程大气、声环境敏感目标主要为输水管线施工涉及的居民区和学校等，具体详见表 1.9-5。

1.9.2 环境保护目标

（1）水环境保护目标

维持工程取水区域白盆珠水库以及下游影响西枝江河段现状水环境功能；保证取水口白盆珠水库以及下游西枝江河段的水体纳污能力、水环境质量满足所在功能区水质目标要求；白盆珠水库以及下游各取水口取水不受工程的影响；受水区退水河流水环境质量不降低。

（2）生态环境保护目标

保护工程取水影响涉及的自然保护区、森林公园、重要湿地等生态敏感区结构与功能完整；保护工程直接或间接影响的重点保护野生动植物及其生境；保证输水线路穿越及影响涉及的自然保护区、森林公园等生态敏感区结构与功能完整；维持工程建设、运行影响区域生态系统的完整性、稳定性和生物多样性。

（3）大气、声环境保护目标

保证工程影响区域的环境空气、声环境质量满足所在区域环境空气、声环境功能区目标要求，保证场界噪声满足有关标准限值要求。

表1.9-3　深汕引水工程工程评价范围涉及的地表水环境敏感目标基本情况表

序号	所在地	保护区名称和级别		保护区范围		保护区内取水口和水厂情况	划分依据	工程与保护区位置关系
				水域	陆域			
1	惠州市惠东县	白盆珠水库饮用水源保护区(备用)	一级	水库主库区全部水域。水质保护目标为 II 类。	水库主坝 7000m 范围内水库水域沿岸正常水位线以上向陆纵深 1000m 范围内流域陆域（不超过相应分水岭）以及水库内岛屿陆域，省道 S356 线道路中心线两侧 15m 陆域为二级保护区。	取水口坐标：115.0293°，23.0829°；白盆珠自来水厂，供水规模为 1000m³/d	粤府函〔2014〕188号	工程取水口位于水源一级保护区内
			二级	一级保护区外水库水域及水库外径向 3000m 范围内的入库河流水域。水质保护目标：水库、西枝江为Ⅱ类，其余溪流为III类	水库正常水位线以上向陆纵深 3000m 范围内的流域陆域（不超过相应分水岭），新庵规划区、西来古刹以及村庄用地范围划为准级保护区，不包括一级保护区范围。			
			准级	入库河流水域（不超过市界），不包括一级和二级保护区范围。水质保护目标：西枝江为Ⅱ类。	入库河流汇水区域（不超过市界），不包括一级和二级保护区范围。			
2	惠州市惠东县	惠东县西枝江饮用水源保护区	一级	西枝江鲤鱼岭取水口上游 1500m 至西枝江小布取水口下游 100m 的河道水域，楼下水入河口上溯 300m 的河道水域。水质保护目标为Ⅱ类。	水域两岸向陆纵深 50m 的陆域范围，有河堤处至河堤外坡脚。	大岭水厂取水口坐标 114.7314°，23.0147°，供水规模为 2.8m³/s；盛鑫水厂取水口坐标 114.7667°，23.0006°，供水规模为 0.35m³/s；	粤府函〔2014〕188号	位于工程取水点下游约 41.8km
			二级	西枝江鲤鱼岭取水口上游 4000m 至西枝江小布取水口下游 300m 的河道水域，楼下水一级保护区上游上溯 1000m 的河道水域，不包括一级保护区范围。水质保护目	一级、二级保护区水域两岸向陆纵深 100m，有河堤处至河堤外坡脚 50m 的陆域范围，不包括一级保护区范围。			

序号	所在地	保护区名称和级别		保护区范围		保护区内取水口和水厂情况	划分依据	工程与保护区位置关系
				水域	陆域			
				标：西枝江为III类，楼下水为Ⅱ类。		以及稔平半岛供水工程取水口，供水规模为 0.35、2.8m³/s；稔平半岛供水工程取水口 114.7660°，23.0005°，供水规模为 5.2m³/s		
			准级	/	一级、二级保护区水域两岸向陆纵深 1000m 的陆域范围，不包括一级保护区。			
3	惠州市惠阳区	西枝江良井老鸦山饮用水水源保护区	一级	老鸦山取水口上游 500m 至下游 100m 的河段，宽度为多年平均水位线内除航道外的全部水域	一级保护区水域向陆纵深 30m 的陆域范围。	良井水厂取水口坐标 114.5736°，23.0253°，供水规模为 1.8m³/s	惠府函〔2020〕317号	位于工程取水点下游约 72.1km
			二级	老鸦山取水口上游 1000m 至下游 200m 的河段（一级保护区除外），宽度为多年平均水位线内除航道外的全部水域。	保护区水域向陆纵深 50m 的陆域范围（一级保护区除外）。			
4	惠州市惠阳区	西枝江平潭川龙村饮用水水源保护区	一级	川龙村取水口上游 500m 下游 100m 的河段，宽度为多年平均水位线内除航道外的全部水域。	一级保护区水域向陆纵深 30m 的陆域范围。	平潭水厂取水口坐标 114.5731°，23.0363°，供水规模为 0.1m³/s	惠府函〔2020〕317号	位于工程取水点下游约 73.2km
			二级	川龙村取水口上游 1055.16m（接西枝江良井老鸦山饮用水水源保护区下边界）至川龙村取水口下游 200m 的河段（一级保护区除外），宽度为多年平均水位线内除航道外的全部水域。	保护区水域向陆纵深 50m 的陆域范围（一级保护区除外）。			
5	惠州市惠阳区	马安镇西枝江饮用水	一级	西枝江马安取水口上游 1500m 至西枝江水贝取水口下游 100m 的河道水域，马安大桥道路中心线两侧各 20m 范围对应水域划	一级保护区水域两岸向陆纵深至河堤近河侧路肩线。	马安镇西枝江取水口坐标 114.5002°，23.0391°，供水规模	粤府函〔20	位于工程取水点下游约 78.2km

序号	所在地	保护区名称和级别		保护区范围		保护区内取水口和水厂情况	划分依据	工程与保护区位置关系
				水域	陆域			
		源保护区		入二级保护区。水质保护目标为Ⅱ类。		为0.18m³/s；惠阳水厂取水口坐标114.4884°，23.0300°供水规模为4.6m³/s；深圳东部供水西枝江取水口坐标：114.5184°，23.0302°供水规模为4m³/s	14〕188号	
			二级	西枝江马安取水口上游4000m至西枝江水贝取水口下游300m的河道水域，不包括一级保护区范围。水质保护目标为III类。	一级、二级保护区水域两岸向陆纵深至河堤外坡脚50m的陆域范围，不包括一级保护区范围。			
			准级	/	一级、二级保护区水域两岸向陆纵深1000m的陆域范围，不包括一级保护区。			
6	惠州市惠阳区	鸡心石水库饮用水源保护区	一级	水库全部水域及一级保护区陆域范围内对应的入库河流水域。水质保护目标为Ⅱ类。	水库正常水位线以上200m范围内的流域陆域（不超过相应分水岭范围)。	取水口坐标114.4272°,22.8674°，供水规模为1.16m³/s	粤府函〔2014〕188号	通过深圳市东部供水工程从东江取水补水至鸡心石水库，使西枝江河道外各用水户的用水保证程度基本恢复至取水前，淡水河汇入西枝江前约27km
			二级	入库河流汇入口上溯4000m(不超过河流长度）的河道水域,不包括一级保护区范围。水质保护目标为III类。	水库周边第一重山山脊线以内及入库河流上溯4000m(不超过河流长度）的汇水区域，不包括一级保护区范围。			
7	深圳市深汕合作区	三角山水库饮用水水源保护区	一级	水库正常蓄水位（195.5m）以下全部水面范围。水质保护目标为Ⅱ类。	正常蓄水位向陆域纵深200m的集雨范围。	取水口坐标115.0265°,22.8562°，供龙山水厂0.58m³/s	深府函〔2020〕316号	引水支线2输水管线穿越该水源保护区
			二级	/	除一级水源保护区以外的集雨区陆域范围。			

表1.9-4　深汕引水工程评价范围内生态敏感目标情况

敏感目标类型	敏感目标名称	级别	位置	基本情况及主要保护对象	与工程的位置关系
自然保护区	广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区	省级	惠东县	由原惠州市莲花山市级自然保护区和白盆珠水源林市级自然保护区合并而成，广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区于2004年1月经省人民政府批准升格为莲花山白盆珠省级自然保护区(粤府函[2004]9号)，保护区总面积为14034.1hm^2。主要保护对象为南亚热带常绿阔叶林森林生态系统和内陆性湿地生态系统及候鸟栖息繁育环境，国家重点保护植物种类计有20科43属54种(金毛狗、黑桫椤、苏铁蕨、樟树、卵叶桂等)，国家一级重点保护动物有5种(云豹、豹、黑鹳、中华秋沙鸭、蟒蛇)，国家二级重点保护动物有34种。	工程占地范围不涉及，位于工程取水口北面500m，评价范围涵盖缓冲区26.7hm^2。
	惠东白马山自然保护区	县级	惠东县	惠东白马山自然保护区于2003年8月经省惠东县人民政府办公室批准设立(惠东府办函[2003]69号)，位于新庵、白盆珠两镇交界处，面积14万亩，保护对象为南亚热带常绿阔叶林、珍稀动植物。	工程取水口的临时施工围堰和临时施工道路涉及惠东白马山县级自然保护区，临时占用面积为8.31hm^2；工程引水干线输水隧洞地下穿越保护区的核心区、缓冲区和实验区，穿越长度共计4.26km。
深汕合作区引水森林公园	深圳深汕圆墩三角山县级森林公园	县级	深汕合作区	位于深汕合作区，公园规划面积620.22hm^2。地理坐标为东经115°00′28″~115°02′14″，北纬22°50′25″~22°52′34″。公园四至范围：东以深涌山-三角岭-秋塘山山脊为界；西以过凹山-潭公爷山-黎头山-苗族山山脊为界：北以苗族山-白苗竹-秋塘山山脊为界：南部以三角山水电站-响水坑-过凹山为界。森林公园共有维管束植物99科262属39种。	工程引水支线2输水隧洞地下穿越森林公园1.9km。
重要湿地、一般湿地	广东惠东白盆珠省重要湿地	省级	惠东县	范围为23°02′44″N~23°11′10″N,115°02′02″E~115°15′38″E。区域总面积14034 hm^2，区域湿地面积3628 hm^2，湿地类型为塘库，采用的保护方式为省级自然保护区。	工程占地范围不涉及，位于工程取水口北面500m，评价范围涵盖缓冲区26.7hm^2。

敏感目标类型	敏感目标名称	级别	位置	基本情况及主要保护对象	与工程的位置关系
	深汕合作区一般湿地	-	深圳市深汕合作区	深汕特别合作区陆域湿地资源分布涉及鹅埠、鲘门、小漠、赤石等 4 个单位。其中，近海与海岸湿地主要分布在靠海的小漠镇和鲘门镇；河流湿地主要分布在赤石镇，为赤石河流经的主要区域；人工湿地主要分布在赤石镇和鹅埠镇。	明热河埋管围堰施工时地表临时占用一般湿地 0.95hm^2
天然林	天然林	-	惠州市惠东县	惠东区域共涉及天然林 7.2875 hm^2，其中永久占用 2.3462 hm^2，临时占用 4.9413 公顷。	（1）取水塔和检修道路永久用地 2.3461hm^2，临时围堰、1#施工支洞和临时道路等临时用地 2.2535hm^2。 （2）临时堆土场 L1，占用 2.1489 hm^2；工区 GQ1 及其施工道路占用 0.539 hm^2。
		-	深圳市深汕合作区	2#TBM 始发安装场和施工道路涉及天然林 1.7468 hm^2，均为永久用地。	干线 2#TBM 始发安装场和永久检修路占用 1.7468hm^2。
生态公益林	生态公益林	国家二级公益林	惠州市惠东县	惠东县涉及的生态公益林涉及面积为 8.83 hm^2，均为国家二级公益林，涉及区域均在取水口占地范围。	取水头部及其永久检修道路 5.35hm^2；1#施工支洞及其临时施工道路，取水口部分施工围堰及其临时施工道路，面积共计 3.51hm^2。
		省级公益林	深圳市深汕合作区	深汕合作区涉及的生态公益林涉及面积为 7.25hm^2，均为省级公益林。	堆渣场 ZC3-1 及其施工道路 1.92hm^2，龙山水厂支线进洞口和工区 GQ8 共计 1.67hm^2，4#施工支洞及其永久检修道路和 4#施工支洞工区 GQ10 共计 3.66hm^2。

敏感目标类型	敏感目标名称	级别	位置	基本情况及主要保护对象	与工程的位置关系
水土流失重点预防区和重点治理区	东江上中游国家级水土流失重点预防区	国家级	惠州市惠东县	根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果)的通知》（办水保〔2013〕188号），惠东县均属于东江上中游国家级水土流失重点预防区。要坚持预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理。要实施封山禁牧、舍饲养畜、草场封育轮牧、生态修复、大面积保护等措施，坚决限制开发建设活动，有效避免人为破坏，保护植被和生态。	工程涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区的为面积45.28hm^2，其中永久占地8.68hm^2，临时用地37.6hm^2。
生态保护红线	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	-	惠州市惠东县	工程占用惠州市生态保护红线面积13.16 hm^2，为工程取水口用地，包括永久用地4.85 hm^2，临时用地8.31 hm^2。工程地下穿越惠州市生态保护红线4.52km。	工程地表占用13.16hm^2，其中永久用地4.85hm^2，临时用地8.31hm^2。工程地下穿越惠州市生态保护红线4.52km。
		-	深圳市深山合作区	工程以隧洞方式穿越深圳市生态保护红线，穿越长度7.48km，不涉及地表占用。	不涉及地表占用深圳市生态保护红线，地下穿越长度7.48km
文物保护单位	下坝窑址	-	惠州市惠东县	位于广东省惠州市惠东县白盆珠镇白马上围村东侧山坡的西部山脚处，坐标为E115°4′11.41″，N23°2′53.54″，海拔高度为75m。窑址位于设计线路内。窑址所在为山坡山脚因修路形成的断坎，东侧地表见有散乱窑砖堆积，窑砖堆积被植被覆盖，杂树藤蔓丛生，其东北有多座近现代坟墓。窑址西侧为竹林，地势平缓，于竹林北侧发现有石质房屋基础，不排除为作坊区的可能。竹林西侧为一条南北走向的小溪。该窑址未发现有窑炉遗迹暴露在地表，整体保存情况较好。	工程占地范围不涉及，位于本工程最近的工程内容为工区GQ1施工道路北侧，距离约为460m。
	陂角窑址	-	惠州市惠东县	位于广东省惠州市惠东县白盆珠镇白马村白马桥东北侧300m，坐标为E115°3′50.70″，N23°3′40.65″，海拔高度为63m。窑址北侧、东侧为山岭，西侧为露营地，与白马河相隔，西距白马河约100m。该窑	工程占地范围不涉及，位于本工程最近的工程内容为2#施工支洞永久道路西侧，距离约为12m。

敏感目标类型	敏感目标名称	级别	位置	基本情况及主要保护对象	与工程的位置关系
				址破坏十分严重，仅残存窑后壁，见有明显烧结面，从残存的窑后壁形态推测，窑炉类型可能为馒头窑。地表发现有少量方形窑砖、青釉瓷片、“M”形匣钵。瓷片外壁基本刻划有菊瓣纹装饰，可辨器形有碗、盘。	

表1.9-5　工程涉及的声、空气环境敏感目标基本情况表

序号	环境敏目标	经纬度		规模	距离工程布置最近方位/距离（m）			保护要求
		经度(°)	纬度(°)		工程内容	方位	最近距离	
1	黄泥见	115.0795	23.0554	19 户 75 人	临时堆土场 L1	东南	50	声环境 1 类，空气环境二类
					临时堆土场 L1 施工道路	东	178	
					工区 GQ1	东北	215	
2	广昌	115.0711	23.0534	22 户 75 人	工区 GQ1 临时道路	南	5	声环境 1 类，空气环境二类
					临时堆土场 L1	东北	275	
3	社坳	115.0735	23.0523	30 户 117 人	工区 GQ1 临时道路	南	5	声环境 1 类，空气环境二类
					临时堆土场 L1	东北	128	
					工区 GQ1	南	125	
4	社角	115.0732	23.0498	27 户 102 人	2#施工支洞临时道路	西北	15	声环境 1 类，空气环境二类
					2#施工支洞永久道路	西北	15	
5	白马村上围	115.0729	23.0444	37 户 150 人	工区 GQ2 临时道路	北	1	声环境 1 类，空气环境二类
					工区 GQ2	东	45	
					管片预制场	东	5	
					临时堆土场 L2	东	65	

序号	环境敏目标	经纬度		规模	距离工程布置最近方位/距离（m）			保护要求
		经度(°)	纬度(°)		工程内容	方位	最近距离	
6	塘口湖(双一村)	115.0704	23.0422	15 户 58 人	临时堆土场 L2	西	30	声环境 1 类，空气环境二类
					管片预制场	南	115	
					工区 GQ2	南	218	
7	白马村下围	115.0704	23.0480	39 户 157 人	GQ2 临时道路	北	1	声环境 1 类，空气环境二类
					工区 GQ2	北	40	
					管片预制场	北	150	
					临时堆土场 L2	北	285	
8	岭下	115.0755	23.0436	5 户 20 人	2#施工支洞洞口	西南	130	声环境 1 类，空气环境二类
					2#施工支洞永久道路	南	130	
9	笼新	115.0919	22.9512	42 户 223 人	堆渣场 ZC2 施工临时道路	南	110	声环境 2 类，空气环境二类
10	鸡龙山	115.0920	22.9469	7 户 30 人	堆渣场 ZC2 施工临时道路	东	1	声环境 2 类，空气环境二类
11	胡安上村	115.0898	22.9236	21 户 115 人	工区 GQ4 和 GQ5 临时道路	东	10	声环境 2 类，空气环境二类
12	胡安下村	115.0911	22.9215	150 户 516 人	工区 GQ4 和 GQ5 临时道路	南	10	声环境 2 类，空气环境二类
13	赤石镇金石新村	115.0707	22.8790	60 户 338 人	工区 GQ6 临时道路兼永久道路	东	135	声环境 2 类，空气环境二类
14	横坑	115.0300	22.8871	45 户 221 人	堆渣场 ZC5 临时施工道路	西	50	声环境 1 类，空气环境二类
15	安居深乐花园二期	115.0020	22.8361	共 616 户,其中目前入住约 45 户,180 人	工区 GQ11 进出道路	东	20	声环境 2 类，空气环境二类
16	松正学校	115.0023	22.8339	2130 人	工区 GQ11 进出道路	东	25	声环境 2 类，空气环境二类

1.10 评价方法与工作程序

1.10.1 评价方法

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），本报告采用以下评价技术方法：

（1）环境现状调查：采用资料收集、现场调查与现场监测等技术方法。

（2）工程分析：采用类比分析、查询有关资料和全过程分析等技术方法。

（3）环境影响预测和评价：采用类比定性分析和必要的数学模型进行预测和评价。

（4）环境影响经济损益分析：采用环境经济学及类比调查等方法进行分析。

1.10.2 评价工作程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）要求，本项目环境影响评价工作过程划分为准备、正式工作、报告书编制 3 个阶段，评价程序见图 1.10-1。

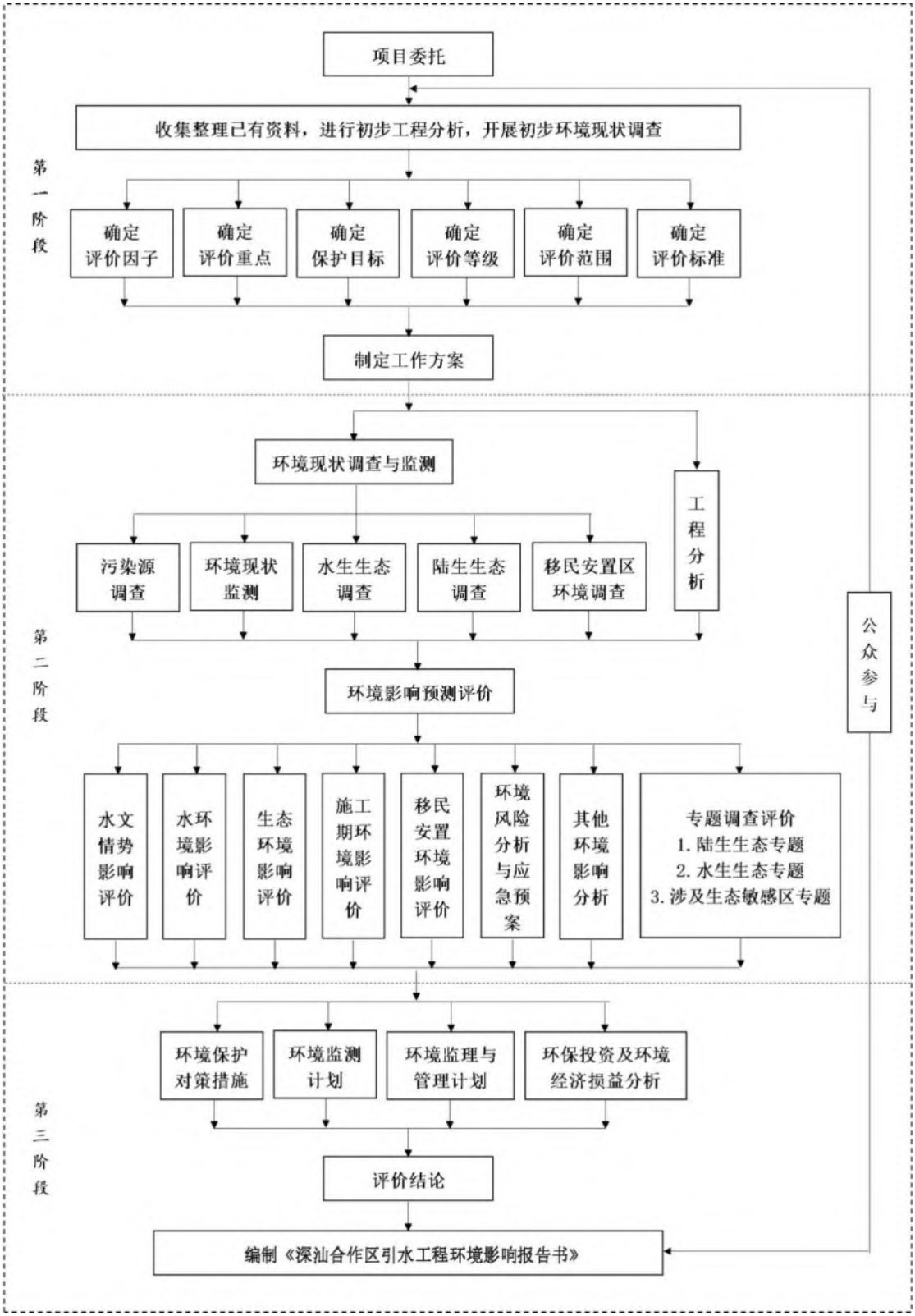


图1.10-1　深汕合作区引水工程环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 相关规划及规划环评情况

2.1.1 流域概况

深汕合作区引水工程从广东省惠州市西枝江白盆珠水库取水向受水区深汕合作区供水。

西枝江是东江的第二大支流，发源于惠东县与紫金县交界处的竹坳顶，流经惠东县、惠阳区和惠城区，在惠城区东新桥汇入东江。流域面积 4156km^2，干流河长 176km，河床坡降 0.6%。流域面积占东江博罗以上流域总面积的 16.27%。流域内支流众多，交错汇入主流，大于 100km^2 以上的一级支流有 9 条，自上游至下游分别是杨梅水、宝溪水、小沥河、安墩水、楼下河、碧山河、白花河、梁化河、淡水河，大于 100km^2 以上的二级支流有 3 条，分别为黄竹水、坪山河和横岭水。流域上游白盆珠水库于 1984 年建成，控制面积 856km^2，占全流域的 20.8%，该水库以防洪、供水为主，结合灌溉、发电、改善航运及水环境等综合效益。

工程受水区涉及赤石河、明热河、明溪水、南门河等粤东诸河。其中，赤石河位于广东省海丰县西部，发源于海拔高 1256m 的白马山峰，由大安村、碗窑村流经赤石村、新城村与明热河汇集经三江楼、新联江头村湾再经园墩林场、鹅埠、小漠而流入红海湾。赤石河流域面积为 382km^2，河流长度为 36.8km；多年平均降雨量 2237mm，径流量 5.27 亿 m^3；天然落差 1180m，河床比干 5.21‰。明热河为赤石河一级支流，发源于峰高 1282m 的禾镰石，于鲤鱼铺汇入赤石河；上游水底山有青龙潭，现建起径流电站装机 400kW。从汤湖往下至冰塘铺右侧有明溪水汇入，然后至三江楼汇入主流。明热河集雨面积 108km^2，长 22.6km；天然落差 1282m，河床平均坡降 7.95‰。明溪水为明热河一级支流，发源于尖峰旗，自北向南汇入明热河，流域面积 36.3km^2，河长 11.67km，河床平均坡降 14.6‰。规划新建的明溪水库则位于明溪水中游位置。南门河发源于畲族山，上游段也称边溪，由北向南汇集九度水后向东流动，横穿鹅埠镇，于宝塔山下汇入赤石河。主要流经鹅埠、小漠两镇。河长 15km，集雨面积 70km^2，河床平均比降 0.8‰。

《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》（国函〔2013〕37 号）确定白盆珠水

库规划以防洪、水资源配置、供水为主，兼有灌溉、发电功能。

2.1.2 相关规划

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出，要加强水利基础设施建设，立足流域整体和水资源空间均衡目标，加强跨行政区河流水系治理保护和骨干工程建设，强化大中小微水利设施协调配套，提升水资源优化配置和水旱灾害防御能力。深汕合作区引水工程为水利基础设施建设项目，工程建设实施后可有效提升水资源优化配置和水旱灾害防御能力。

《“十四五”水安全保障规划》指出，2021 年将高标准推进重大水利工程建设，加快 150 项重大水利工程建设，争取早开工、多开工。深汕合作区明溪水库工程（包含深汕合作区引水工程）列入 150 项重大水利工程，是国家水网的组成部分，也是全国水利“十四五”期间重点推进项目。深汕合作区引水工程以“深汕合作区供水工程”纳入国家发改委的《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》，在《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》“(一)水资源配置工程”的“水利基础设施重点工程”栏目中列有“深汕合作区供水工程”。

《粤港澳大湾区水安全保障规划》指出“优化整合现有供水格局，立足用好本地水，扩大利用再生水，科学利用外调水，逐步实现双水源、多水源供水，建设集约高效的城镇供水体系。有条件的地区，可以开展区域联网供水，提高供水区域联合调度及应对突发事故的能力。……深圳市推进罗田—铁岗水库连通工程、深圳市公明-清林径水库连通工程、深汕特别合作区供水工程建设。”

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出，谋划深汕特别合作区供水、粤东地区水资源配置、珠中江供水一体化等区域水资源配置工程前期论证，适时开工建设。深汕合作区引水工程为深汕特别合作区供水工程内容之一，广东省《纲要》明确强调加快工程前期论证，并适时开工建设。

《广东省水利发展“十四五”规划》在水资源配置工程建设项目专栏中提出，“加快珠江三角洲水资源配置工程、……、粤东水资源配置工程、深汕合作区供水工程、……等前期工作和建设。”

《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》》于 2023 年 08 月经国务院批复同意印发，成果作为广东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保

护建设活动的基本依据。深汕合作区引水工程作为水利基础设施重点工程列入省国土空间规划。

2.1.3 规划环评及响应情况

2.1.3.1 《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》及其环评

2013 年 3 月，国务院批复了《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》（国函〔2013〕37 号），规划编制了环境影响评价篇章并且通过了原环境保护部审查。

规划确定白盆珠水库规划以防洪、水资源配置、供水为主，兼有灌溉、发电功能。规划编制了环境影响评价篇章并且通过了原环境保护部审查。深汕合作区引水工程正是利用白盆珠水库优质水源，通过新建取水口和输水隧洞向深汕特别合作区供水，属于流域水资源配置和供水保障体系的组成部分，符合规划确定的水资源配置主导功能，未改变水库防洪、灌溉等既定任务，与规划功能定位完全一致。

规划提出通过流域水资源统一调配，保障珠三角及粤东沿海重要城市群的供水安全。深汕合作区引水工程是落实该任务的具体项目，通过优化调度、分层取水、生态流量保障等措施，实现区域水资源合理配置，提升粤东沿海（包含深汕合作区）水资源保障能力，符合规划提出的“优化配置、保障供水”开发任务要求。

在开发规模和调度方式上，工程落实了规划环评篇章“严格控制引水规模、保障下游生态流量”的要求：取水上限近期在水位 65.2m、远期 69.2 m 以下自动削减，死水位 62.7 m 以下完全停取，并与东江流域远程调度平台联网，实行“日监测-周评估-月校核”三级流量控制，确保白盆珠水库下泄流量大于或等于最小下泄流量 10.5m^3/s 的要求，与流域统一调度机制保持同步。

在环境保护方面，工程将规划环评篇章提出的“全过程监管、生态补偿、跟踪监测”落到实地：建立数字化水质水量监测网络，制定鱼类增殖放流和湿地补偿方案，施工期可利用的渣料全部资源化利用，危险废物 100%可追溯处置。综上，工程建设与《珠江流域综合规划》及其规划环评在功能、规模、调度、环保各层面均相符，是落实流域综合规划的示范性工程。

2.1.3.2 《广东省水网建设规划》及其环境影响报告

2022 年，中共中央、国务院印发了《国家水网建设规划纲要》，水利部相继出台了《关于实施国家水网重大工程指导意见》、《关于加快推进省级水网建设的指导意见》，要求加快构建国家水网，着力推动新阶段水利高质量发展。为科学谋划广东省水网顶层设计，有效承接国家水网并指导市县水网建设，按照水利部和省委、省政府部署，广东省水利厅组织编制了《广东省水网建设规划》。2025 年，中共广东省委、广东省人民政府印发《广东省水网建设规划》。

1、《广东省水网建设规划》及其环境影响报告主要内容

《广东省水网建设规划》提出，推进重大水资源配置工程建设。统筹考虑惠州南部地区和深汕合作区经济社会发展对水资源安全保障的需求，在不影响白盆珠水库防洪、供水等功能正常发挥，保证水库下游西枝江、东江流域用水需求的前提下，优化水库电站发电运行方式，优化西枝江流域水资源配置。针对深汕合作区经济社会快速发展对供水安全保障需求，优先加快实施自白盆珠水库引水的深汕合作区引水工程，工程最大引水规模为 30m^3/s，多年平均供水量为 1.64 亿 m^3。

2024 年 7 月，广东省水利厅委托环评机构编制完成《广东省水网建设规划环境影响报告》，报告中深汕合作区引水工程水环境影响预测指出：深汕合作区引水工程自白盆珠水库取水口，白盆珠水库库区及下游水文情势变化较小，能满足下游各用水户设计保证率要求，同时对水生环境不会产生较大的变化。工程取水对白盆珠水库水质影响较小，工程实施后白盆珠水库水质仍能稳定达标，但由于取水后白盆珠水库下泄水量减少，下游西枝江水质会受到一定程度的影响。工程可能造成罗非鱼等外来种扩散，取水口卷载效应会造成鱼类早期资源的损失。工程输水线路涉及 1 个自然保护区、1 个自然公园，施工期和运营期对自然保护地生态资源造成一定影响。

2024 年 10 月，广东省生态环境厅《关于<广东省水网建设规划环境影响报告>意见的函》提出，近期实施的水资源配置网建设方案中部分引调水工程涉及自然保护区、饮用水水源保护区、湿地公园、森林公园、生态保护红线等生态环境敏感区，建议规划进一步加强与国土空间规划和省、市生态环境分区管控方案及有关要求的衔接，进一步协调好工程选址选线与生态环境敏感区的关系，确保

符合相关法律法规规定及管控要求，最大限度减缓不良生态影响；规划近期实施工程选址应符合相关流域规划、规划环评文件及审查意见要求；规划中涉及具体项目的建设从环境保护角度是否可行，须经环境影响评价论证确定，以有审批权的环境保护主管部门对环境影响评价文件的批复意见为准。

2、工程方案符合性

本工程与《广东省水网建设规划》中“深汕合作区引水工程”方案基本保持一致，方案对比详见表 2.1-1。

表2.1-1 本工程与《广东省水网建设规划》中“深汕合作区引水工程”方案对比表

项目		《广东省水网建设规划》	深汕合作区引水工程	变化情况
工程范围	取水口	白盆珠水库	白盆珠水库	无变化
	受水区	深汕合作区	深汕合作区	无变化
工程规模	取水流量	引水流量最大可达 30m^3/s。	加大引水流量 30m^3/s(相应防洪限制水位)	无变化
	调水量	2035 年 0.8 亿 m^3，2050 年 1.64 亿 m^3	2035 年 0.8 亿 m^3，2050 年 1.64 亿 m^3	
工程内容	输水线路	白盆珠水库至合作区中心水厂（凤河水厂）引水隧洞以及中心水厂（凤河水厂）至明溪水库、西部水厂（龙山水厂）的输水管线，引水线路全长约为 30.33km	引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km)，不含中心水厂（凤河水厂）至明溪水库的输水管线。	总体布局基本未变

3、对环境影响报告的相应情况

本工程对《广东省水网建设规划环境影响报告》和广东省生态环境厅《关于<广东省水网建设规划环境影响报告>意见的函》的响应情况见表 2.1-2。

表2.1-2 《广东省水网建设规划环境影响报告》和广东省生态环境厅《关于<广东省水网建设规划环境影响报告>意见的函》落实情况

序号	《广东省水网建设规划环境影响报告》和广东省生态环境厅《关于<广东省水网建设规划环境影响报告>意见的函》要求	响应情况
1	深汕合作区引水工程自白盆珠水库取水口，白盆珠水库库区及下游水文情势变化较小，能满足下游各用水户设计保证率要求，同时对水生环境不会产生较大的变化。	深汕合作区引水工程自白盆珠水库取水，供水需求是在下游各用水户设计保证率下进行的，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m。从年内变化情况来看，流量变化趋势为枯水期各断面引水前后流量变化比丰水期大。从时间情况来看，流量变化趋势为远期各断

序号	《广东省水网建设规划环境影响报告》和广东省生态环境厅《关于<广东省水网建设规划环境影响报告>意见的函》要求	响应情况
		面引水流量变化比近期大。
2	工程取水对白盆珠水库水质影响较小，工程实施后白盆珠水库水质仍能稳定达标，但由于取水后白盆珠水库下泄水量减少，下游西枝江水质会受到一定程度的影响。	工程取水后白盆珠水库水质变化情况不大，水质仍可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质标准。当白盆珠水库下泄流量大于或等于最小下泄流量 10.5m^3/s 时，西枝江水质总体较好，马安桥下国考断面可优于 II 类水质标准。
3	工程可能造成罗非鱼等外来种扩散，取水口卷载效应会造成鱼类早期资源的损失。	对于取水口卷载效应会造成鱼类早期资源的损失，进行增殖放流。
4	工程输水线路涉及 1 个自然保护区、1 个自然公园，施工期和运营期对自然保护地生态资源造成一定影响。	工程输水线路涉及惠东白马山县级自然保护区、深汕圆墩三角山森林公园，施工期和运营期对自然保护地生态资源造成一定影响，对应造成的生态资源损失，进行生态补偿。
5	近期实施的水资源配置网建设方案中部分引调水工程涉及自然保护区、饮用水水源保护区、湿地公园、森林公园、生态保护红线等生态环境敏感区，建议规划进一步加强与国土空间规划和省、市生态环境分区管控方案及有关要求的衔接，进一步协调好工程选址选线与生态环境敏感区的关系，确保符合相关法律法规规定及管控要求，最大限度减缓不良生态影响。	工程输水线路涉及惠东白马山县级自然保护区、深汕圆墩三角山森林公园，工程的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》及惠州市、深圳市生态环境分区管控方案的有关要求。工程选址选线符合相关法律法规规定及管控要求。
6	规划近期实施工程选址应符合相关流域规划、规划环评文件及审查意见要求。	广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》，2023 年 6 月，通过珠江委合规性审查（珠水规计函〔2023〕278 号）；2024 年 4 月，经省人民政府同意，广东省水利厅以粤水调度〔2024〕9 号文正式印发实施，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据。《总体方案》中明确：“本次编制建设总体方案作为流域综合规划的补充，完善工程的规划依据”。

2.1.3.3 《深汕合作区引水工程建设总体方案》及其环境影响章节

为解决深汕合作区引水工程缺乏流域综合规划支撑的问题，按水利部珠江水利委员会（简称“珠江委”）等有关单位意见，广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》（下称《建设总体方案》）并于 2023 年 6 月通过珠江委的合规性审查。2024 年 4 月 2 日，《建设总体方案》经省人民政府同意，由省水利厅印发实施，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据（见附件 7）。

1、《深汕合作区引水工程建设总体方案》及其环境影响评价章节主要内容

根据《建设总体方案》，深汕合作区引水工程供水范围为整个深汕合作区，设计水平年为2035年，远景展望2050年。2035年多年平均供水量0.8亿m^3，2050年多年平均供水量1.64亿m^3。规划工程自白盆珠水库副坝左岸上游2.5km的山坳处取水，近期设计引水流量取2.6m^3/s(相应取水水位62.7m)，近期加大引水流量 3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量 5.2m^3/s(相应取水水位66.7m)，加大引水流量30m^3/s(相应防洪限制水位)。推荐方案全长约为30.33km(其中干线长度 18.75km，支线长度 9.92km，后期与明溪水库连接的干线 1.66km)；引水隧洞长度25.88km(其中干线隧洞长度18.19km，支线隧洞长度6.04km，后期与水库连接的干线隧洞长度 1.66km)；引水管道长度约 4.45km(其中干线管道长度0.57km，支线管道长度3.88km)，期间穿越明热河1次、高速公路1次、一二级公路2次。

环境影响评价章节提到：工程远期从白盆珠水库的年引水量为1.64亿m^3，占白盆珠水库坝址多年平均径流量的 15.21%。从整个西枝江流域来看，工程远期年引水量为1.64亿m^3，占西枝江多年平均径流量的3.57%。对整个西枝江流域来说，工程远期取水占全年来水量的比例均较小。经预测工程取水后白盆珠水库水质仍可达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类水质标准。白盆珠水库下泄流量大于或等于最小下泄流量10.5m^3/s时，白盆珠水库坝下西枝江各断面水质总体较好，马安桥下国考断面可优于II类水质标准。工程近期取消发电调度并通过深圳东部水源工程向西枝江流域补水任务、远期充分利用雨洪资源的情形下，深汕合作区引水后白盆珠水库下游的工业生活用水、农业用水年保证率基本保持不变。工程建设后受水区新增退水进入河流，有利于提升河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。同时，对于与本工程相关的水环境保护，提出以下措施：

（1）本工程的运行调度应当服从东江流域的统一调度安排，避免影响下游地区的供水安全，避免对下游取水的影响。

（2）工程近期取消发电调度并通过深圳东部水源工程向西枝江流域补水任务、远期充分利用雨洪资源的情形下进行取水，严禁白盆珠水库低于设计取水水位62.7m进行引水，确保取水尽可能降低对白盆珠水库及其下游河段的影响。

2、工程方案符合性

初设阶段工程范围、总体布局、建设内容在总体方案基础上进行了局部细化，

初设阶段成果与总体方案阶段成果对比情况见表 2.1-3。从表中可以看出，工程目前方案与《建设总体方案》基本一致。

2025 年 8 月 27 日，广东省水利厅以粤水建设函〔2025〕1055 号批复了深汕合作区引水工程初步设计报告，同意工程的任务、范围、规模及内容等。

表2.1-3　工程初设阶段成果与总体方案阶段成果对比表

项目		总体方案	初设方案	变化情况
工程任务		以城镇供水为主，包括生活(含公共用水)和工业用水等	以城镇供水为主，包括生活(含公共用水)和工业用水等	无变化
工程范围	取水口	白盆珠水库副坝左岸上游2.5km的山坳处	白盆珠水库副坝左岸上游2.5km的山坳处	无变化
	受水区	深汕合作区	深汕合作区	无变化
工程规模	取水流量	近期设计引水流量取2.6m^3/s(相应取水水位62.7m)，近期加大引水流量3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量5.2m^3/s(相应取水水位66.7m)，加大引水流量30m^3/s(相应防洪限制水位)	近期设计引水流量取2.6m^3/s(相应取水水位62.7m)，近期加大引水流量3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量5.2m^3/s(相应取水水位66.7m)，加大引水流量30m^3/s(相应防洪限制水位)	无变化
	调水量	2035 年 0.8 亿 m^3，2050 年 1.64 亿 m^3	2035 年 0.8 亿 m^3，2050 年 1.64 亿 m^3	
工程内容	输水线路	全长约为 30.33km(其中干线长度 18.75km，支线长度 9.92km，后期与明溪水库连接的干线 1.66km)；引水隧洞长度 25.88km(其中干线隧洞长度 18.19km，支线隧洞长度 6.04km，后期与水库连接的干线隧洞长度 1.66km)；引水管道长度约 4.45km(其中干线管道长度 0.57km，支线管道长度 3.88km)，期间穿越明热河 1 次、高速公路 1 次、一二级公路 2 次。	引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km，其中干线长度 20.429km，凤河水厂支线长度 0.41km，龙山水厂支线长度 8.864km)；沿线建筑物布置有取水口长 0.095km；引水隧洞长度 28.091km(其中干线隧洞长度 20.149km，支线隧洞长度 7.942km)；引水管道长度约 1.517km(其中干线管道长度 0.184km，支线管道长度 1.333km)，期间穿越铁路 2 次(广汕高铁、深汕高铁)、穿越公路 2 次(甬莞高速、省道 356)、穿越河道 1 次(明热河)。	总体布局基本未变
	主要建筑物	取水口、引水隧洞、引水管道、出水池、闸门井道路等	取水口、引水隧洞、输水隧洞、输水管道及沿线附属建筑物	基本一致

3、对环境影响评价章节的相应情况

本工程对《深汕合作区引水工程建设总体方案》环境影响评价章节的响应情况见表 2.1-4。

表2.1-4 《深汕合作区引水工程建设总体方案》环境影响评价章节落实情况

序号	《深汕合作区引水工程建设总体方案》环境影响评价章节要求	响应情况
1	本工程的运行调度应当服从东江流域的统一调度安排，避免影响下游地区的供水安全，避免对下游取水的影响。	由于白盆珠水库的取水条件(取水水位、取水时间)、取水规模以及对西枝江流域第三方的影响等多方面因素存在相互关系。深汕合作区引水工程取水后，在保障西枝江流域的用水条件、生态基流、最小下泄流量等要求下，其影响主要为流域内电站的发电效益和西枝江流域的补水量。因此，本工程的运行调度应当服从东江流域的统一调度安排，避免影响下游地区的供水安全，避免对下游取水的影响。
2	工程近期取消发电调度并通过深圳东部水源工程向西枝江流域补水任务、远期充分利用雨洪资源的情形下进行取水，严禁白盆珠水库低于设计取水水位 62.7m 进行引水，确保取水尽可能降低对白盆珠水库及其下游河段的影响。	深汕合作区引水工程取水后，白盆珠水库逐步调整取消发电调度转为以供水调度为主，供水用户增加深汕合作区。在白盆珠水库水位低于死水位 62.7m 时停止取水，这一措施充分考虑了水库在极低水位时水库及下游的生态需求，避免了在水库处于极端低水位状态下仍进行取水，从而可能对水库及下游生态系统造成严重破坏的情况，体现了对水库及下游生态系统的保护，有利于维护水库及下游生态系统的完整性和稳定性。
3	为全面改善深汕合作区受水区的水环境质量，结合水污染现状及已有的保护管理规定和文件，受水区应尽快开展水污染防治规划编制工作并报地方人民政府批准后实施，以水源保护、河流整治、饮用水水源污染防治、污水处理设施建设及配套管网建设等为主，提升水污染综合防治能力，为受水区水环境保护提出科学规划计划和针对性的污染防治措施。	工程严格落实“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则及最严格水资源管理制度的要求受。受水区深汕合作区已按照相关要求编制完成工程受水区水污染防治规划，加强水环境治理，有力解决水质性缺水问题。

2.2 工程建设必要性和紧迫性

（1）是实现深汕合作区“区域协调、合作示范、自主创新”的迫切需要

党中央、国务院和省委省政府赋予深汕合作区“区域协调、合作示范、自主创新”重要使命，然而水资源是社会经济发展的命脉。根据《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划(2021-2035 年)》《深圳市深汕特别合作区国民经济和社会

发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《深圳市深汕特别合作区总体规划(2020-2035 年)纲要》，2035 年合作区人口规模约 100 万人，基于城镇建设承载力远期人口规模约 150 万人。

深汕合作区 2018 年调整为深圳市主导建设后，尤其是明确以新能源汽车产业为主导产业，引进并落地比亚迪等一批先进企业后，深汕合作区逐步进入发展快车道。从 2021 年起，深汕比亚迪汽车工业园一、二期、三期、四期项目先后投资 315 亿元，一期已实现满产，二期部分投产，一、二期达产后预计年产值 1100 亿元，可提供超过 5.4 万个工作岗位，全部达产后预计年产值 2200 亿元。2024 年 9 月，深圳最大高中园建成投用，可提供 9900 个学位。近 5 年深汕合作区生产总值年均增长率 21.6%，其中工业增加值增长率 23.8%。近 3 年常住人口增长率约 9%。2024 年前三季度，地区生产总值同比增速 58%，规上工业增加值保持 200%以上。预计随着相关基础设施配套逐步完善、大批产业建成投产，未来 5～15 年社会经济将出现飞跃式发展，常住人口规模快速增加，各行业对水资源的需求量不断增加。

然而深汕本地水资源供需矛盾突出，现状供水能力已无法满足深汕特别合作区内的用水需求，水资源紧缺问题已经成为区域招商引资以及未来经济发展的制约性因素。本工程建设期约 5 年，按照 2035 年合作区 100 万人的用水需求，如不尽快开展实施，必将对深汕合作区的开发建设、招商引资等带来重大影响。

（2）是解决深汕合作区本地水资源不足的最优方案

深汕合作区现有供水水源均为小型水库，供水安全保障程度低，现状供水能力已无法满足现状深汕合作区内的用水需求。2020 年合作区遭遇旱情，已多次分时段限制供水，严重影响当地老百姓生活，影响企业运转。随着区域经济的进一步发展，将有大批产业建成投产，各行业对水资源的需求量不断增加，水资源的供需矛盾将越来越突出，水资源已成为制约当地中远期社会经济发展的重要因素。

然而区域内河流源短流急，最大的河流赤石河集雨面积 382km^2，河长仅 36.8km，虽位于我省暴雨高区，多年平均降雨量达 2350mm，但径流年内、年际分布极为不均，非汛期来水 10～3 月只占全年的 13.4%，且汛期来水多为后汛期台风雨，汛期洪水径流大多难以转化为可利用水量。加之，深汕合作区地处沿海地区，北靠千米高的莲花山脉，南面咸潮已影响至上游赤石镇，在不足 20km 的

纵向空间里水资源利用极为困难，资源型和工程型缺水问题极为突出。目前，深汕合作区正在大力推进本地水资源开发建设，水底山水库、北坑水库、明溪水库等工程相继谋划、开工建设，将进一步提高区域水资源利用能力，在一定程度上缓解目前水资源困境。但上述工程实施建成后，本地常规水资源已基本开发完毕，迫切需要其他水源解决其未来用水问题。通过对深汕合作区周边水源的对比分析，西枝江流域(白盆珠水库)引水为最优方案。

（3）是深汕合作区构建多水源安全保障体系的重要组成

深汕合作区规划建设“一引三蓄两厂”的供水体系，一引即为本工程自白盆珠水库引水，三蓄分别为水底山、北坑、明溪三座大中型水库，两厂分别为龙山水厂(西部水厂)和凤河水厂(中心水厂)两座主力水厂。

本工程一方面通过引进外流域白盆珠水库水，与本地水底山水库、北坑水库、明溪水库等共同构建本地水和外流域水多水源互补的供水体系；另一方面，本工程在引水至凤河水厂的同时也新建输水管道至龙山水厂，形成双厂连通互备供水体系。

（4）是落实全省“851”水利高质量发展蓝图，构建我省水网的必要措施

在新发展时期，迈上新征程，我省提出以 8 大工程为具体抓手，以 5 张网为施工大纲，以迈进全国第一梯队为前行目标和标杆的“851”广东水利高质量发展蓝图。实施水资源配置工程是“8”大工程之一，构建水资源配置骨干网络是“5”张网之一，本工程是列入水资源配置工程中提出的重点项目。

2023 年 5 月，中共中央、国务院印发了《国家水网建设规划纲要》，提出加快构建国家水网，建设现代化高质量水利基础设施网络，统筹解决水资源、水生态、水环境、水灾害问题。2022 年 8 月，水利部下发通知确定我省作为第一批省级水网先导区，先行先试，充分发挥引领作用，力争用 3-5 年在先导区建设上取得明显成效。

根据《广东省水网建设规划(报批稿)》(2024 年 8 月)，本工程作为“水网之目”和“重点水资源配置工程”，提出针对深汕合作区经济社会快速发展对供水安全保障需求，优先加快实施自白盆珠水库引水的深汕合作区引水工程。

2.3 工程特性及项目组成

2.3.1 工程特性

（1）项目名称：深汕合作区引水工程

（2）建设地点：工程位于广东省东南部，工程涉及惠州市、深圳市深汕合作区。项目地理位置见附图 1。

（3）工程主要河流：西枝江（含白盆珠水库）

（4）建设性质：新建

（5）工程等别：工程等别为 III 等，工程规模为中型。

（6）工程任务：以城镇引水为主，包括生活(含公共用水)。

（7）工程规模：近期设计引水流量取 2.6m^3/s(相应取水水位 62.7m)，近期加大引水流量 3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量 5.2m^3/s(相应取水水位 66.7m)，加大引水流量 30m^3/s(相应防洪限制水位)。由取水口、引水干线、支线 1（凤河水厂支线）、支线 2（龙山水厂支线）工程组成，工程引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km）。

（8）总投资为 345589.40 万元，其中环境保护工程投资为 6096.31 万元。

深汕合作区引水工程特性表见表 2.3-1。

表2.3-1　深汕合作区引水工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积：白盆珠取水口	km^2	856	
2.利用的水文系列年限	年	65	
3.代表性流量：白盆珠取水口年平均径流	亿 m^3	10.73	
二、工程规模			
1.引水线路工程			
年取水量(远期 2050 年)	亿 m^3	1.64	
引水干线：白盆珠取水口～2#分流池	m^3/s	前段 30（后段 11.6）/5.2	加大引水工况/均匀引水工况
引水支线 1:2#分流池～凤河水厂设计引水流量	m^3/s	7.7	
引水支线 2:2#分流池～龙山水厂设计引水流量	m^3/s	3.9	
供水保证率	%	97%	
引水线路总长度	km	29.703	减各线路重合的 2#分水池直径后

序号及名称	单位	数量	备注
			实际长度为29.689km
2.白盆珠取水口			
设计洪水位(频率 p=0.1%)	m	85.16	
校核洪水位(频率 p=0.01%)	m	87.82(主坝、砼坝)	
		88.50(副坝、土坝)	
最高取水水位	m	83.7	取水流量 30m^3/s
加大取水水位	m	75.7	
设计取水水位	m	69.2	取水流量 5.2m^3/s
最低取水水位（近期取水及应急取水）	m	62.7	取水流量 2.6m^3/s
三、主要建筑物			
1、取水口			
取水建筑物型式		塔式分层取水(叠梁门式)	
进水闸底高程	m	55.2	
孔数	孔	1	
净宽	m	5.5	
进水闸长	m	36	
设计最大引水流量	m^3/s	30	
2、引水干线：白盆珠水库～2#分水池			
1)总体特性			
设计流量	m^3/s	前段 30、后段 11.6(加大引水)/5.2(均匀引水)	
主要输水型式		隧洞为主，有压输水	
输水管道(洞)条数	条	1	
总长度	km	20.415	
2)钻爆法隧洞			
隧洞总长	km	1.585	
隧洞主要断面开挖洞径	m	6.4(7.08)/(8.28)	II、III类(IV/V类)
隧洞内径	m	5.5	
内衬钢筋砼厚度	mm	400(500)	II、III类(IV、V类)
3)TBM 隧洞			
隧洞总长	km	14.730	
隧洞开挖洞径	m	6.96	

序号及名称	单位	数量	备注
隧洞管片外径	m	6.7	
隧洞内径	m	5.5	全线管片厚度300mm
内衬钢筋砼厚度	mm	300	全线砼二衬，厚度300mm
4)盾构隧洞			
隧洞总长	km	3.834	
隧洞开挖洞径	m	4.1	
隧洞管片外径	m	3.8	
隧洞内径	m	2.6	全线管片厚度300mm
内衬钢筋砼厚度	mm	300	全线砼二衬，厚度300mm
5)埋管			
管材		钢管	
埋管总长	km	0.184	含水池及各类阀井
内径	m	5.5/2.6	前段/后段
壁厚	mm	20	
检修阀井	座	4	其中两座为连接明溪水库的预留口
排气阀井	座	1	
排泥阀井	座	1	
6)永久检修支洞			
检修支洞条数	条	2	
检修洞长度	km	0.881/0.594	分别利用 2#、3#施工支洞作为永久检修支洞
检修支洞进口高程	m	95/95	
3、支线 1(凤河水厂支线)：2#分水池～凤河水厂交水点			
1)总体特性			
设计流量	m^3/s	7.7	
输水型式		管道输水	
引水管道条数	条	1	
总长度	km	0.41	
2)埋管			

序号及名称	单位	数量	备注
管材		钢管	
埋管总长	km	0.41	
内径	m	2.4	
壁厚	mm	20	
检修阀井	座	1	
排气阀井	座	1	
排泥阀井	座	1	
量水间(含调流阀、检修阀)	座	1	
4、支线 2(龙山水厂支线)：2#分水池～龙山水厂交水点			
1)总体特性			
设计流量	m^3/s	3.9	
输水型式		隧洞(管道)输水	
引水管道条数	条	1	
总长度	km	8.864	
2)钻爆法隧洞			
隧洞总长	km	2.547	
隧洞主要断面开挖洞径	m	63.5(4.14/4.94)	II、III类(IV/V类)
隧洞内径	m	2.6	
内衬钢筋砼厚度	mm	400(500)	II、III类(IV、V类)
3)TBM 隧洞(开敞式)			
隧洞总长	km	5.394	
隧洞开挖洞径	m	4.1	
隧洞内径	m	2.6	全线管片厚度300mm
内衬钢筋砼厚度	mm	300	全线砼二衬，厚度300mm
4)埋管			
管材		钢管	
埋管总长	km	0.922	
内径	m	2	
壁厚	mm	20	
检修阀井	座	5	
排气阀井(检查井)	座	5	
排泥阀井	座	2	

序号及名称	单位	数量	备注
量水间(含调流阀、检修阀)	座	1	
5)永久检修支洞			
检修支洞条数	条	1	
检修洞长度	km	0.751	利用 4#施工支洞
检修支洞进口高程	m	115	
四、工程建设永久征地			
1．永久征地	亩	509.07	
其中：耕地	亩	1.34	水浇地
2．临时征地	亩	1679.49	
其中：耕地	亩	18.16	
五、施工			
1．所需劳动力			
总工日	万工日	288.19	
高峰工人数	人	2100	
2．施工动力及来源			
施工用电高峰负荷	万kVA	3.1	系统电为主、自发电为辅
3．施工交通(公路)			
新建临时施工道路长度	km	37.4	其中约30km需新增临时征地，其余不需临时征地
4．施工工期			
总工期	月	60	
六、经济指标			
总投资合计	万元	345589.40	
静态总投资	万元	321284.72	
建设期融资利息	万元	24304.68	
七、综合利用经济指标			
原水综合水价	元/m^3	2.97	
基础水价	元/m^3	1.45	
计量水价	元/m^3	1.52	
全部现金融资前税前财务内部收益率	%	4.0	
资本金财务净现值	万元	8384	

2.3.2 工程组成

深汕合作区引水工程主要由取水口、引水干线、支线 1（凤河水厂支线）、支线 2（龙山水厂支线）工程组成详见表 2.3-2。

表2.3-2　深汕合作区引水工程组成一览表

工程类型			建设内容及规模
主体工程	取水口工程		取水口顺流方向依次布置有头部、引隧洞及进闸等。 取水口采用分层取水结构型式布置，取水口顺水流方向依次布置有进口段、闸室段、交通桥段及管理平台段。设计最大引用流量 30m³/s。
	引水干线工程	输水工程	引水干线（白盆珠水库～2#分水池）总长为 20.415km。
		分水池	分水池（2 个）：1#分水池为更好的串联北坑水库引水工程、规划明溪水库的连通工程，从利于水力衔接和分水调压的角度出发，在引水干线 D16+120.000 设置 1#分水池（串联北坑水库引水工程、规划明溪水库的连通工程），在引水干线终点位置 D20+429.819 设置 2#分水池。
		检修支洞	修建 2 条永久检修支洞，其中 2#永久检修支洞（兼为 2#施工支洞）长度为 0.88km，3#永久检修支洞（兼为 3#施工支洞）长度为 0.60km。
	引水支线工程	支线 1(凤河水厂支线)	①引水支线 1，起止路线为 2#分水池～凤河水厂交水点，长度 0.41km。 ②设计流量 7.7 m³/s。 ③交水点为凤河水厂，检修阀井、排气阀井、排泥阀井、量水间(含调流阀、检修阀)各 1 座。
		支线 2(龙山水厂支线)	①引水支线 2，起止路线为 2#分水池～龙山水厂交水点，长度 8.864km。 ②设计流量 3.9m³/s。 ③交水点为龙山水厂，检修阀井 2 座、排气阀井(检查井)3 座、排泥阀井 2 座、量水间(含调流阀、检修阀)1 座。 ④4#永久检修支洞（兼为 4#施工支洞）长度为 0.79km。
施工辅助工程	渣场		弃渣场 7 个，总弃渣量 185.44 万 m³。
	施工支洞		修建 4 条施工支洞，其中 1#施工支洞长度为 0.59km，2#~4#施工支洞分别对应 2#~4#永久检修支洞。
	施工布置		施工工区 11 个。
	施工道路		新建临时施工道路长约 37.4km（其中约 30km 需新增临时征地）、扩建临时施工道路长约 6.7km。
环保工程			水环境保护措施：取水口拦油拦污设施、水面漂浮垃圾隔离防护设施。 水生态保护措施：取水口设置拦鱼电栅。

2.4 分析范围、分区、水平年供水保证率

2.4.1 分析范围与分区

（1）调入区、受水区

工程向深汕合作区凤河水厂和龙山水厂供水，两个水厂的供水范围覆盖整个深汕合作区。结合流域及行政区域情况，本次设计调入区和受水区相同，均为深

汕合作区。

（2）调出区

工程从西枝江流域上游白盆珠水库取水，参考《调水工程设计导则》(SL430-2024)对规划范围与分区的要求，选定西枝江流域为本工程水量调出区。西枝江属东江一级支流，白盆珠水库与新丰江、枫树坝水库共同承担了东江的供水任务，故本工程分析范围为东江流域(石龙以上)，其中以西枝江流域为重点。

西枝江流域流经惠州市的惠东沿江地区、惠阳区、惠城区和深圳市的龙岗区(不含大鹏新区)。参考《广东省东江流域新丰江、枫树坝、白盆珠水库供水调度方案(试行)》(粤水资源〔2012〕31 号)及其技术支撑报告《广东省东江流域新丰江、枫树坝、白盆珠水库三大水库联合优化调度方案》(以下统称《三库联调方案》)对西枝江流域分配水量的分析，结合行政区划，调出区西枝江流域分析重点为惠东县(含稔平半岛)及惠阳区。

2.4.2 设计水平年和供水保证率

（1）设计水平年

现状基准年采用 2022 年，故近期(设计)水平年取 2035 年，远景展望 2050 年。

（2）设计保证率

综合《城市给水工程规划规范》（GB50282-2016）、《室外给水设计标准》（GB50013-2018）、《水利工程水利计算规范》（SL104-2015）等以地表水为水源的保证率要求，确定调入区工业生活用水设计保证率采用历时保证率 97%，《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018)规定农业灌溉保证率为 75%～90%。考虑工程涉及区域属南方湿润地区，结合区域灌溉情况，灌溉保证率取 90%。

根据《河湖生态环境需水计算规范》(SLT712-2021)，生态基流设计保证率应不小于 90%。本工程结合省市的考核要求，本工程分析论证相关断面的生态基流及最小下泄流量设计保证率取历时保证率 90%。

综上，本工程以月为水量平衡分析和历时保证率分析的计算时段，深汕合作区工业生活用水设计保证率采用历时保证率 97%，西枝江流域平山、水贝及河口等断面各区间工业生活用水及外流域调水工程设计保证率也采用历时保证率 97%，各区间农业用水设计保证率采用年保证率 90%，白盆珠水库坝下最小下泄

流量设计保证率、西枝江河口最小下泄流量设计保证率为历时保证率 90%。

2.5 水资源供需分析

2.5.1 调入区（深汕合作区）水资源供需分析

2.5.1.1 调入区水资源开发利用现状

（1）本地供水工程

深汕合作区内河流水系比降较大，已有水利工程规模小，调蓄能力差；河道蓄水能力差，大部分水资源由于缺乏具有调节能力的骨干工程直接流入南海，水资源开发利用率低。2022 年的开发利用率仅有 5.41%。

深汕合作区现状共有 28 座水库（其中以城市供水为主、兼顾灌溉的小(1)型水库 6 宗），集雨面积 52.01km^2，总库容 2422.49 万 m^3。合作区现状主要供水水源包括 5 座小(1)型水库(说明：其中 1 座小(1)型水库——嘉田水库主要供水范围为惠东县)和赤石河应急引水工程。赤石水厂以窑陂水库作为供水水源，西部水厂以三角山水库、下径水库及赤石河应急引水工程作为供水水源，小漠水厂以小漠水库为供水水源，鲘门水厂以泗马岭水库作为供水水源。

（2）供水现状

根据 2018 年~2023 年深圳市水资源公报，合作区近年供水情况见表 2.5-1。

表2.5-1　深汕合作区近年供水量情况　单位：万 m^3

类型	地表水	地下水	其他水源	总计
2018	3877.76	13.89	0	3891.65
2019	4099.27	12.15	270.00	4381.42
2020	3887.93	7.40	387.20	4282.53
2021	3688.73	11.71	178.63	3879.07
2022	3638.76	20.67	169.1	3828.53
2023	3952.75	22.08	237.38	4212.21

（3）用水现状

根据 2018 年~2023 年深圳市水资源公报，合作区近年用水情况见表 2.5-2。

表2.5-2　深汕合作区 2018~2023 年用水量组成统计表　单位：万 m^3

类型	农业	一般工业	火电	城市公共	居民生活	生态环境	总计
2018	2739.73	227.79	200.80	272.96	442.27	8.10	3891.65

类型	农业	一般工业	火电	城市公共	居民生活	生态环境	总计
2019	2757.59	532.62	257.30	268.57	556.00	9.34	4381.42
2020	2757.59	487.51	229.10	227.19	571.83	9.31	4282.53
2021	2757.59	285.02	358.09	152.37	320.57	5.43	3879.07
2022	2490.20	771.46	0	146.99	414.45	5.43	3828.53
2023	2436.38	540.5	362.72	317.1	472.54	82.97	4212.21

2.5.1.2 经济社会发展指标

预测 2035 年常住人口为 100 万人，2050 年为 150 万人，2035 年及 2050 年城镇化率为 100%，相应用地指标分别为 90km^2 和 131.58km^2。2035 年及 2050 年的 GDP 预测分别为 2000 亿元和 4800 亿元。三大产业 2035 年的比例为 1%：60%：39%，2050 年的比例为 0.5%：50%：49.5%。

根据区域统一规划，规划 2035 年耕地保有量维持 2.79 万亩，考虑耕地均能实现灌溉，即农田有效灌溉面积取 2.79 万亩结合深汕合作区发展模式，远期 2050 年耕地保有量和基本农田面积同 2035 年保持一致。

2.5.1.3 调入区需水量预测

考虑深汕合作区近期井喷式发展，本次综合生活需水预测为适当考虑预留，将深汕合作区并入深圳市按特大城市取值，并靠近下限，取值 400L/(p·d)。管网漏损率参照深圳市及新加坡等先进城市，以新区高标准取值，分别取 7%和 6%，本地输水损失取 5%，日变化系数 1.25。结合深圳市和合作区附近惠州和汕尾现状工业增加值用水量，预测合作区 2035 年工业增加值控制在 5.5m^3/万元，2050 年进一步降低，达到 4m^3/万元。设计水平年及远期水平年河道外生态环境用水定额主要参考《广东省用水定额》(DB44/T 1461-2021)中城镇绿化定额先进值 0.7L/(m^2·d)以及环境卫生定额先进值 1.5L/(m^2·d)。

预测得到 2035 年和 2050 年深汕合作区的多年平均需水量分别为 1.99 亿 m^3 和 2.89 亿 m^3，P=90%频率下需水总量分别为 2.06 亿 m^3 和 2.95 亿 m^3。

表2.5-3　深汕合作区规划水平年需水预测成果汇总(单位：万 m^3)

项目	多年平均		P=90%	
	2035 年	2050 年	2035 年	2050 年
农业需水	2070	1873	2750	2502
城市用水量	17824	27034	17824	27034

项目	多年平均		P=90%	
	2035 年	2050 年	2035 年	2050 年
需水合计	19894	28907	20574	29536
注：城市用水量含生活(含公共)、工业、河道外生态等用水量。				

2.5.1.4 调入区供水量预测

（1）现状可供水量

根据《深汕供水规划修编》，合作区现有蓄、引、提工程设计供水能力共计5917万m^3。按供水工程类型分，蓄水工程与引提水工程供水能力最大分别为2584万m^3、2596万m^3，分别占总供水能力的43.67%、43.87%；山泉水供水能力为343万m^3，占总供水能力的5.80%，地下水供水能力7万m^3，占总供水能力的0.12%，其他水源工程为海水淡化工程，年供水能力387万m^3，占总供水能力的6.54%。详见表2.5-4。

表2.5-4　现状供水能力统计表单位：万 m^3

项目	蓄水工程	引提水工程	山泉水	地下水工程	其他水源工程	合计
可供水量	2584	2596	343	7	387	5917
所占比例	43.67%	43.87%	5.80%	0.12%	6.54%	100.00%

注：引提水工程中赤石河应急引水工程可引水量保证率为97%。

（2）规划可供水量

根据《深汕水资源规划》《深汕供水规划修编》《深汕西部水源及供水工程初步设计报告》《深圳市北坑水库及其配套输水工程可行性研究报告》等报告及当地水务部门意见，汇总主要的规划新建水库工程见表2.5-5。

表2.5-5　深汕合作区主要规划水库工程情况统计表

序号	名称	集雨面积 (km^2)	多年平均径流量 (万 m^3)	总库容 (万 m^3)	兴利库容 (万 m^3)	备注
1	水底山水库	19.3	3072	1678	1519	初设报告
2	北坑水库	26.0	4160	2328	1957	可研报告
3	明溪水库	28.3	4540	17400	15200	规划

结合凤河水厂和龙山水厂的水源及供水布局，新建水底山水库、北坑水库、明溪水库以及利用深汕合作区内现有供水水库供水后，深汕合作区城市供水本地地表水可供水量仅为8443万m^3；详见表2.5-6。

表2.5-6　深汕合作区境内城市规划可供水量(单位：万 m^3)

序号	水源地	建设性质	供水对象	城市可供水量
1	下径水库	已建	城市供水	350
2	三角山水库	已建	城市供水	320
3	窑陂水库	已建	城市供水、农业灌溉	520
4	响水坑水库	已建	城市供水	64
5	明溪水库	新建	城市供水	3300(本地水)
6	北坑水库	新建	城市供水、农业灌溉	1958
7	水底山水库	新建	城市供水	1931
合计				8443

注：城市供水可供水量的保证率为 97%，本次暂不计入可供水量较小工程和非常规水源工程。

根据《深汕供水规划修编》农业供水布局，根据规划农田的位置利用现有 11 座小型水库(含载背水库)以及嘉田水库等蓄水工程，利用已建的窑陂水库以及河道引水工程进行供水，并扩建载背水库，新建北坑水库、明热河提水工程以及部分河流引水工程进行供水。对近远期农业可供水量进行统计详见表 2.5-7。

表2.5-7　深汕合作区境内农业规划可供水量(单位：万 m^3)

序号	水源地	建设性质	供水对象	农业可供水量
1	嘉田水库及 部分小(2)型水库	已建	农业	713
2	窑陂水库	已建	城市供水、农业灌溉	43
3	北坑水库	新建	城市供水、农业灌溉	187
4	明热河提水	新建	农业灌溉	675
5	载背水库	扩建	农业灌溉	228
6	河道引水工程	已建、新建	农业	904
合计				2750

注：部分小(2)型水库中的载背水库单独另计，农业可供水量的年保证率为 90%。

（3）非常规水源供水量预测

深汕合作区所涉及的非常规水源主要有再生水和海水淡化水，2035 年非常规水源水量 5741 万 m^3，2050 年增长到 11232 万 m^3，详见表 2.5-8。

表2.5-8　深汕合作区非常规水源供水量预测　(单位：万 m^3)

供水量		2035 年	2050 年
再生	用于河道内生态	3755	7908

供水量		2035 年	2050 年
水	用于部分工业用水(纳入水资源配置)	267	408
	用于河道外生态(纳入水资源配置)	969	1417
	总计	4991	9732
海水淡化		750	1500

2.5.1.5 调入区本地水资源供需分析

目前，深汕合作区正在大力推进本地水资源的开发利用工作，水底山水库和北坑水库已开工建设；深汕合作区规划明溪水库属坝高超过 70m 的大(2)型水库(初拟总库容 1.74 亿 m^3)，因涉及基本农田调整及国家立项，工程前期工作及建设时间较长，考虑远期实施。考虑到调水工程应优先挖掘本地水资源，故本次设计在水资源配置中予以考虑，在近期水平年的工程设计中按不考虑明溪水库进行设计预留。

预计至 2035 年，本地常规水资源已基本开发完毕，结合再生水及海水淡化等非常规水源的利用，合作区本地水资源在 P=90%典型年份的供水量为 1.32 亿 m^3；至 2050 年结合非常规水源利用，合作区本地水资源在 P=90%典型年份的供水量为 1.43 亿 m^3。

深汕合作区在充分考虑本地地表水资源开发利用以及非常规水源利用后，仍无法满足深汕合作区发展规模用水需求，2035 年和 2050 年多年平均用水缺口分别为 0.74 亿 m^3 和 1.53 亿 m^3。具体配置见表 2.5-9。

表2.5-9　深汕合作区本地水资源配置(一次平衡)

年份	用水户	需水量(万 m^3)	本地供水水量		缺水量(万 m^3)
			水源	供水量(万 m^3)	
2035 年	城市用水	17824	地表水(含明溪水库本地水利用量)	8443	7395
			再生水	1236	
			海水淡化	750	
	农业用水	2750	地表水	2750	0
	合计	20574		13179	7395
2050 年	城市用水	27034	地表水	8459	15250
			再生水	1825	
			海水淡化	1500	
	农业用水	2502	地表水	2502	0

年份	用水户	需水量(万 m^3)	本地供水水量		缺水量(万 m^3)
			水源	供水量(万 m^3)	
	合计	29536		14286	15250

2.5.2 调出区水资源供需分析

2.5.2.1 外流域调水水源选择

（1）概述

根据深汕特别合作区本地水可供水量分析，合作区本地地表水资源开发完毕后，仍无法满足合作区未来发展用水需求，这些用水需要从外流域或其他方式解决。通过对合作区周边流域的分析，初步筛选出以下方案：①东：黄江公平水库(大型)引水；②西：深圳市境内引水；③南：海水淡化；④北：西枝江流域(白盆珠水库)引水。各方案的比较见表 2.5-10。

表2.5-10　初拟水源方案优缺点分析对比表

方案	东	西	南	北
	黄江公平水库	深圳市	海水淡化	西枝江流域(白盆珠水库)
引水距离	40km	100km	5km～10km	约 30km
水量	较难满足	需利用工程富余能力	满足	满足
水质	满足	满足	主要用于工业用水，若用于生活供水，需增加处理设施或与水库水混合后使用	满足
取水影响对象范围	涉及汕尾等用水户	影响东江下游用水户	基本无影响	涉及西枝江下游用水户
推荐方案	不推荐	不推荐	不推荐	推荐

（2）推荐外流域水源

通过对深汕合作区本地水资源及周边水资源的分析，深汕特别合作区所在区域属水资源相对短缺地区，宜按照最严格水资源管理要求，以水定城，按照节水型城市建设要求，解决合作区未来城市综合需水量。根据水源分析，深汕合作区用水缺口可以通过西枝江流域(白盆珠水库)引水予以解决。



图2.5-1　深汕合作区水源方案比选示意图

2.5.2.2 调出区水资源开发利用现状

1、供水工程

惠州市西枝江流域内的惠东县、惠阳区，以及流域外的稔平半岛共有水库工程 156 宗，其中大型水库 1 宗(即白盆珠水库)、中型水库 5 宗。总库容 14.59 亿 m^3，水库兴利库容 5.83 亿 m^3。

区域范围内大中型引水工程有上鉴陂水闸、黄石径陂头和梁化河水闸；小型引水工程共有 1494 处，引水规模 101.67m^3/s，实际引水规模 81.05m^3/s。

惠城区马安镇及惠阳区平潭镇的工业与生活用水，在马安大桥水贝村西枝江右岸采用提水方式取地表水，年最大取水量 2008 万 m^3，日取水量 5.5 万 m^3(相应取水流量 0.64m^3/s)。另，研究范围内共有小型提水工程 118 处，提水规模 14.71m^3/s，总装机容量 2379kW。

西枝江除满足本流域用水需求外，还向流域外的深圳东部、稔平半岛、惠阳区（属东江干流）等区域供水。至 2021 年底，全部均已建成通水。

深圳市东部供水工程分两期建设，分别于 2001 年、2010 年建成通水，两期合计东江取水规模为 22m^3/s，西枝江取水规模为 4m^3/s（枯水期不足水量由东江泵站补充）。稔平半岛供水工程从西枝江取水，设计引水流量规模为 5.2m^3/s。另，大亚湾引水工程取水流量为 4.8m^3/s，现状主要从东江取水，西枝江泵站现状未装机，尚未从西枝江取水。

2、供水现状

2022 年惠东县、惠阳区各供水设施实际供水量共为 6.55 亿 m^3，各分区供水用水量详见表 2.5-11。扣除惠东县粤东诸河区供水量，2022 年惠州市西枝江流域共计供水量 5.47 亿 m^3。

表2.5-11　2022 年调出区各分区供水统计表(单位：亿 m^3)

行政分区名称	水资源分区	地表水源供水量				地下水源供水量	其他水源供水量	总供水量
		蓄水	引水	提水	小计	小计	小计	
惠阳区	东江秋香江口以下	0.84	0.33	0.98	2.15	0.01	0.02	2.19
惠东县	东江秋香江口以下	1.25	1.19	0.77	3.20	0.07	0.01	3.28
惠东县	粤东诸河	0.41	0.39	0.25	1.04	0.02	0.02	1.08
其中西枝江流域		2.09	1.52	1.75	5.35	0.08	0.03	5.47

3、用水现状

2022 年惠州市西枝江流域总用水量为 5.47 亿 m^3，惠阳区 2022 年农业用水量占总用水量的 36%，工业和生活(含公共)占比 62.1%，惠东县 2022 年主要用水量集中在农业，占比 81.4%，其中惠东县西枝江流域农业用水占整个惠东县总用水量 81.4%。西枝江流域现状用水中，农业占 63.3%，工业占 12.6%，生活(含公共)占 23.5%。

表2.5-12　惠阳区和惠东县 2020 年用水现状(单位：亿 m^3)

行政区	水资源分区	农田灌溉	林牧渔畜	工业	城镇公共	居民生活	人工生态环境补水量	总用水量
惠阳区	东江秋香江口以下	0.73	0.07	0.54	0.23	0. 59	0.02	2.19
惠东县	东江秋香江口以下	2.53	0.14	0.15	0.08	0. 37	0.01	3.28
	粤东诸河	0.80	0.03	0.06	0.03	0. 16	0.02	1.08
其中西枝江流域		3.26	0.20	0.69	0.32	0.96	0.03	5.47

2.5.2.3 调出区需水预测

1、河道外总需水预测及成果采用

2008 年，广东省人民政府以“粤府办〔2008〕50 号”文发布了《广东省东江流域水资源分配方案》(以下简称《省东江分水方案》)，《省东江分水方案》已将东江流域最大可供水量进行了分配，其中，西枝江的供水范围可分为河口下游用水区、惠州西枝江流域和稔平半岛，河口以上河道外共取水 7.91 亿 m^3。

《惠州水资源规划修编》提出，通过深圳东江水源工程、东江-大坑-惠阳引水工程等向惠阳主城区供水来保障惠州西枝江流域的用水，2035 年 P=90%来水频率下西枝江流域的用水量不超过 7.91 亿 m^3。

考虑到《省东江分水方案》已将东江流域最大可供水量进行了分配，在未调整有关水量分配方案前，本次以深惠两市均不突破现有流域分水指标和区域用水总量控制指标为原则，结合《惠州水资源规划修编》提出的供水布局，2035 年惠州西枝江流域需水也按 7.91 亿 m^3 考虑。《惠州水资源规划修编》未有西枝江流域 2050 年的预测成果，本次按照上述原则及《惠州水资源规划修编》提出的供水布局，2050 年西枝江河口以上惠州河道外需水总量也采用 7.91 亿 m^3。

各区间需水分配参考《惠州水资源规划修编》需水预测成果，其中稔平半岛采用分配水量 1.64 亿 m^3，为尽量保障调出区未来发展需要，本次将上述根据《惠州水资源规划修编》得到的 2050 年西枝江流域需水量（P=90%，9.34 亿 m^3）对调出区可调水量进行敏感性分析。

除上述的惠州西枝江区域外，深圳市坪山区在淡水河上游取水 0.14 亿 m^3、深圳龙岗区取水 0.3 亿 m^3 以及深圳市东江水源工程在西枝江干流取水年取水许可 1.1 亿 m^3。综上，调出区 P=90%基准年需水量 8.00 亿 m^3，规划水平年需水量 9.45 亿 m^3(不分近远期水平年)。

表2.5-13　调出区需水预测汇总表　　P=90%，单位：亿 m^3

区域		基准年需水量	规划水平年需水量(不分近远期)
惠州纳入范围	惠州西枝江流域内	6.17	6.27
	稔平半岛引水工程	0.29	1.64
	小计	6.46	7.91
其他	深圳本地	0.44	0.44
	深圳东江水源工程	1.10	1.10
合计		8.00	9.45

2、河道内生态需水

（1）控制断面生态基流

《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》利用 1959～2021 年天然系列分析得到白盆珠水库坝址断面多年平均流量为 34.2m^3/s，T_{10} 为 3.4m^3/s。采用双下站(白盆珠站)水文比拟到西枝江口，西枝江口多年平均流量为 145.6m^3/s，

T_{10}为14.6m^3/s。由双下站(白盆珠站)及西枝江口1959～2021年最枯月系列可知，白盆珠坝下站和西枝江口Q_{90}分别为2.6m^3/s、10.0m^3/s。因白盆珠水库具有年调节水库，宜取T_{10}作为各控制断面生态基流，即白盆珠坝下及西枝江口断面的生态基流分别为3.4m^3/s、14.6m^3/s。

本阶段通过延长系列1959～2023年天然系列进行复核，得到白盆珠水库多年平均流量为34m^3/s，T_{10}为3.4m^3/s。采用双下站(白盆珠站)水文比拟到西枝江口，西枝江口多年平均流量为144.9m^3/s，T_{10}为14.5m^3/s。综上对比，此数值与未延长系列的成果较为接近，故本次仍采用经流域机构珠江委审查通过的《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》分析成果，即白盆珠坝下及西枝江口断面的生态基流分别为3.4m^3/s、14.6m^3/s。

（2）控制断面最小下泄流量

1）西枝江口断面

白盆珠水库除承担自身流域的用水外，还与新丰江水库、枫树坝水库共同承担东江流域的用水。2008 年，《广东省人民政府办公厅印发<广东省东江流域水资源分配方案>的通知》（粤府办〔2008〕50 号）和《三库联调方案》，西枝江口最小下泄流量40m^3/s，属于为保障博罗断面最小下泄流量320m^3/s，经过三大库调算后的成果。该成果印发于2008年，由生态压咸流量150m^3/s和省东江分水方案博罗以下断面河道外用水需求170m^3/s组成。由于压咸流量属于非常态用水需求，仅在压咸调度时需求，故该成果不作为常态化管理需求。

2013年，国务院以国函〔2013〕37号批复了《珠江流域综合规划(2012～2030年)》，其中博罗断面最小下泄流量为212m^3/s。2016年，水利部水资源〔2016〕258号批复了《东江流域(石龙以上)水量分配方案》，其中博罗断面最小下泄流量为212m^3/s。2020年，水利部关于印发《第一批重点河湖生态流量保障目标的函》(水资管函〔2020〕43号)，东江博罗站生态基流要求为79m^3/s，最小下泄流量要求为212m^3/s。博罗断面最小下泄流量212m^3/s，由生态基流79m^3/s和下游一定范围内的取水口水量133m^3/s组成。

西枝江口40m^3/s占多年平均天然来水量145.6m^3/s的27.5%，占枯水期多年平均流量54.3m^3/s的比例达73.7%；占90%频率来水66.3m^3/s的60%。西枝江口现状最小下泄流量40m^3/s较枯水期来水量占比过大，而上游仅白盆珠水库一座

大型年调节水库，且白盆珠水库集雨面积仅占西枝江流域的 20.6%，水库调度压力过大，不利于蓄丰补枯。考虑到广东省东江分水方案印发时间较早，与后期《珠流规》以及水利部印发东江分水方案、重点河湖生态流量保障目标中博罗断面的最小下泄流量不相符，《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》从流域水资源角度出发，基于水利部提出的博罗最小下泄流量 212m^3/s 要求，通过 5 种方法进行计算西枝江口的最小下泄流量，结果见表 2.5-14。最终采用 D 法和 E 法计算成果，即西枝江口最小下泄流量成果 25.4m^3/s。该成果已经通过珠江委审核，详见附件 6。

表2.5-14　西枝江口最小下泄计算方法汇总表

方法	计算原则	计算结果(m^3/s)	推荐值(m^3/s)
A	集雨面积+降雨修正	29.6	方法 D 和 E 值：25.4
B	白盆珠在三大库兴利库容中的占比	21.1	
C	生态基流+白盆珠在三大库调节能力中的占比	20.8	
D	方法 A 和 B 各占 50%	25.4	
E	东江三大库调算	25.44	

2）白盆珠坝下断面

白盆珠水库的最小下泄流量除了为满足流域内生产、生活、生态需水，还应满足西枝江河口最小下泄流量的要求，根据《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》结合西枝江口最小下泄流量复核成果以及西枝江流域河道内外的需求，通过 6 种方法复核，对白盆珠水库最小下泄流量进行核定，最终确定采用长系列逐月调算以及 90%典型年调算成果，即白盆珠坝下的最小下泄流量为 10.5m^3/s。该成果已经通过珠江委审核，详见附件 6。

同时，该成果也满足《惠州市生态环境局关于西枝江生态基流初步预测结果的函》(见附件 15)提出的枯水期白盆珠水库下泄流量不少于 10.44m^3/s 的目标。

2.5.2.4 调出区可调水量分析

1、河道内外用水情况

（1）白盆珠水库下游河道外用水

白盆珠水库现未有直接取水对象，其通过径流补偿调节，承担着下游区间生产、生活用水的补水。根据上述调出区需水预测成果，分白盆珠水库、白盆珠水

库坝址～平山站区间、平山站～水贝断面区间、水贝～河口区间共四个区间进行分析。西枝江流域90%频率下基准年需水8.00亿m^3，规划水平年需水9.45亿m^3，其分配见表2.5-15。

（2）白盆珠水库下游河道内用水

白盆珠水库坝下和西枝江口最小下泄流量分别采用10.5m^3/s和25.4m^3/s。

表2.5-15　西枝江流域需水各节点分配成果表(单位：亿 m^3)

项目	基准年			规划水平年		
	农业(P=90%)	生活工业	合计	农业(P=90%)	生活工业	合计
坝上	0.29	0.01	0.30	0.23	0.01	0.24
坝址～平山	2.37	0.87	3.23	1.87	2.94	4.81
其中：稔平半岛		0.29	0.29		1.64	1.64
平山～水贝	0.80	1.94	2.74	0.70	1.69	2.39
其中：深圳东部工程		1.10	1.10		1.10	1.10
水贝～河口	0.99	0.75	1.74	0.95	1.06	2.01
其中：深圳龙岗和坪山		0.44	0.44		0.44	0.44
本次合计	4.45	3.56	8.00	3.75	5.70	9.45

2、调算原则

（1）调出区工业生活用水设计保证率采用历时保证率97%，农业用水采用年保证率90%，白盆珠坝下及西枝江河口最小下泄流量采用历时保证率90%。

（2）优先保障调出区工业生活用水、农业用水、已建外调水工程取水(最后保障深圳东江水源工程)以及河道生态需求后，分析白盆珠水库可调水量。

（3）根据西枝江流域用水户位置及退水管网分析确定其退水区间，其中稔平半岛供水工程、深圳东部取水工程等外调水工程，各类用水户消耗之后的回归水量直排入海或东江，无法回归至西枝江流域。回归水系数参考近几年惠州市水资源公报统计的惠州市各区县各行业耗水率，并结合今后城镇化水平以及各行业节约用水等方面综合分析确定。

3、白盆珠水库供需平衡情况

鉴于白盆珠水库尚有历史遗留的征地移民问题，结合白盆珠水库实际情况，防洪限制水位和正常蓄水位采用75.7m进行设计。另外，考虑到白盆珠水库电站总装机仅3万kW，在电网中的作用有限，而西枝江流域内外用水尤其是考虑未

来需求后较为紧张，故本次设计从最大利用水资源的角度，按不考虑白盆珠水库发电调度进行论证分析(下同)，工程影响发电效益通过资金补偿解决。

基准年，白盆珠水库按取消发电调度，防洪限制水位 75.7m 的情况下，西枝江流域工业生活及外调水工程历时保证率在 99.1 %以上(>97%)，农业年保证率在 97%以上(>90%)，白盆珠坝址最小下泄流量历时保证率 98.5%(>90%)，西枝江河口最小下泄流量历时保证率 97.4%(>90%)。按《省东江分水方案》考虑西枝江流域未来用水需求后，西枝江流域工业生活及外调水工程历时保证率在 99.2%以上(>97%)，农业年保证率在 97%以上(>90%)，白盆珠坝址最小下泄流量历时保证率 98.5%(>90%)，西枝江河口最小下泄流量历时保证率 97.4%(>90%)。

表2.5-16　西枝江流域现状供需平衡情况

内容			防洪限制水位 75.7m	
			基准年	规划水平年
工况	河口最小下泄流量(m^3/s)		25.4	
	流域内河道外用水量(亿 m^3，P=90%)		8.00	9.45
流域内供需情况	多年平均缺水量(亿 m^3)		1370	1314
	白盆珠--平山	坝下最小下泄流量保证率(月)	98.5%	98.5%
		农业保证率(年)	97.0%	97.0%
		工业生活保证率(月)	99.9%	99.7%
	平山--水贝	农业保证率(年)	97.0%	98.5%
		工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%
	水贝--河口	农业保证率(年)	98.5%	98.5%
		工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%
		河口最小下泄流量保证率(月)	97.4%	97.4%
外调水工程	稔平半岛引水保证率(月)		99.4%	99.2%
	深圳东部引水保证率(月)		99.1%	99.5%

4、白盆珠水库可调水量分析

（1）均匀引水可调水量分析

本次设计按照调出区各类用水(含河道内及河道外)满足设计保证率的前提下，分析白盆珠水库均匀引水的可调水量。

经分析，在来水频率 P=97%的典型年，白盆珠水库可调水量为 1.15 亿 m^3，难以满足远期 1.64 亿 m^3 的引水需求。各来水频率典型年的白盆珠水库可调水量

详见表 2.5-17。若远期惠州西枝江流域用水量（2050 年，P=90%，9.34 亿 m^3）仍全在西枝江流域取水，来水频率 P=97%的典型年下，白盆珠水库可调水量仅为 1.0 亿 m^3。

表2.5-17　白盆珠水库外流域可调水量分析成果　单位：万 m^3

工况	P=50%	P=75%	P=90%	P=97%
基本工况 （西枝江流域用水量 7.91 亿 m^3）	16400	16400	16400	11526
敏感分析工况 （西枝江流域用水量 9.34 亿 m^3）	16400	16400	16121	9993

（2）白盆珠水库丰水期富余水量(雨洪资源)分析

综上分析，白盆珠水库均匀引水方式无法完全满足远期深汕合作区供水需要，否则将会对白盆珠水库下游用水影响较大。考虑合作区远期实施的明溪水库具备建设大型水库的条件，调蓄能力强，但自身来水较小，富余库容可用于调蓄白盆珠水库丰水期的富余雨洪资源。

在优先满足调出区本流域用水需求的前提下，经水资源配置分析统计，白盆珠水库在防洪限制水位以上多年平均富余水量约 5.6 亿 m^3，P=90%典型年份仅为 0.51 亿 m^3。由于该部分富余水量主要为雨洪资源，主要产生在年内丰水期，利用难度大，需配套相应的引蓄工程措施，才能满足深汕合作区取水要求。实际可利用水量与引水规模、明溪水库调蓄能力关系密切，不同引水规模下的可调水量见表 2.5-18。

表2.5-18　不同引水能力下白盆珠水库可利用富余雨洪水量

来水频率	**不同引水能力对应的可利用富余雨洪水量(万 m^3)**					
	不限	**10m^3/s**	**20m^3/s**	**30m^3/s**	**50m^3/s**	**100m^3/s**
多年平均	55860	11209	20010	27042	37609	49958
50%	57795	15385	28604	40408	55321	57795
75%	38618	7433	12790	18147	28860	38618
90%	5099	2592	5099	5099	5099	5099
97%(特枯年)	0	0	0	0	0	0

注：本表未考虑配套相应蓄水工程储存可取水量。

（3）白盆珠水库可调水量结论

在优先保障调出区本流域用水需求的前提下，工程自白盆珠水库均匀引水，可保障工程引水 1.15 亿 m^3，能满足深汕合作区近期引水 0.8 亿 m^3 需要，但不能满足远期引水 1.64 亿 m^3 需要。

经配置分析，白盆珠水库丰水期多年平均富余雨洪资源 5.6 亿 m^3，考虑到合作区远期实施的明溪水库具备建设大型水库的条件，工程通过调引白盆珠水库丰水期富余雨洪资源，经深汕合作区明溪水库蓄丰补枯后以满足深汕合作区远期引水需要。

2.6 水资源配置方案

2.6.1 调入区取水量需求

深汕合作区本地 2035 年和 2050 年用水缺口分别为 0.74 亿 m^3 和 1.53 亿 m^3。

考虑到本工程引水线路全长约 29.65km(其中干线长度 20.43km，支线长度 9.22km)，且主要为隧洞引水，考虑输水漏损，则 2035 年和 2050 年需要自白盆珠水库年引水量分别为 0.8 亿 m^3 和 1.64 亿 m^3。

2.6.2 水资源配置原则

水资源合理配置遵循习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作方针，以可持续发展为总原则，对有限的、不同形式的水资源，通过工程措施和非工程措施在各用水户之间进行科学分配，以体现水资源支撑社会经济发展和保障自然生态环境安全的重要作用。

2.6.3 配置基本点及技术路线

配置水平年为规划水平年 2035 年和 2050 年，水量平衡分析采用长系列计算，以月为时段单位。

从水资源利用最大化考虑，本次设计白盆珠水库按不考虑发电调度进行水库调度。

配置以西枝江流域进行分析，分白盆珠水库、白盆珠水库坝址～平山站区间、平山站～水贝断面区间、水贝～河口区间共四个区间进行分析。

用水户主要分为工业生活(含外调水)、农业、断面生态环境用水以及深汕合

作区取水，并以西枝江流域用水优先进行分析。

西枝江流域水资源配置分析节点示意图见图 2.6-1。

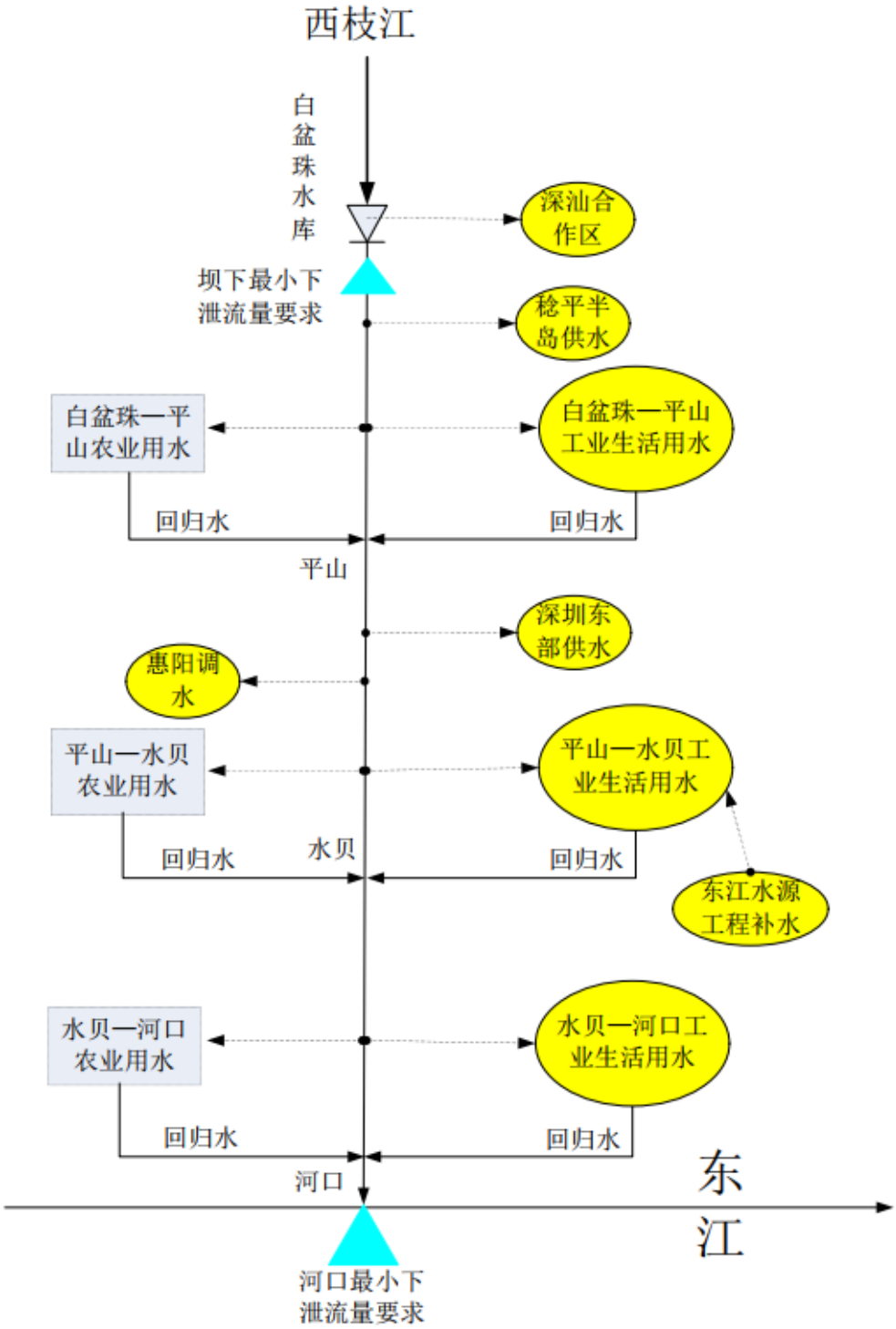


图2.6-1　西枝江流域水资源配置节点示意图

2.6.4 水资源配置分析及成果

2.6.4.1 水资源配置方案

本次水资源配置结合白盆珠水库可调水量分析结果，考虑进一步减少对调出区的影响及优化调入区的水资源配置，近期可结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂，通过汛期加大引水，预留水底山、北坑水库水量用于枯水期供水，满足深汕合作区近期引水 0.80 亿 m^3 需要(防洪限制水位以上引水规模 3.8m^3/s，防洪限制水位至限制取水水位 65.2m 引水规模 2.6m^3/s)；远期需结合明溪水库建设，通过汛期加大引水，利用白盆珠水库富余水资源，经明溪水库调蓄后，满足深汕合作区远期引水 1.64 亿 m^3 需要(防洪限制水位以上引水规模 30m^3/s，防洪限制水位至限制取水水位 69.2m 间引水规模 5.2m^3/s，深汕合作区远期实施的明溪水库总库容 1.74 亿 m^3)。

2.6.4.2 调入区水资源配置

近期深汕合作区引水工程结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂，通过汛期加大引水，预留水底山、北坑水库水量用于枯水期供水，可满足深汕合作区近期引水 0.80 亿 m^3 需要。详见表 2.6-1。

表2.6-1　近期深汕合作区引水工程各典型年供需情况表(长系列摘录)

设计水平年	来水频率	需水量(万 m^3)	引水量(万 m^3)	结合本地水库调节后的缺水量(万 m^3)
2035 年	P=50%	8000	8294	0
	P=75%		8000	0
	P=90%		8217	0
	P=97%(特枯年)		4678	607
	长序列多年平均		8023	189

远期深汕合作区引水工程结合明溪水库调节，汛期加大引水利用白盆珠水库富余水资源(主要为雨洪资源)，可满足深汕合作区远期引水 1.64 亿 m^3 需要。详见表 2.6-2。

表2.6-2　远期深汕合作区引水工程各典型年供需情况表(长系列摘录)

设计水平年	来水频率	需水量(万 m^3)	引水量(万 m^3)	经明溪水库调蓄后缺水量(万 m^3)
2050 年	50%	16400	17994	0

设计水平年	来水频率	需水量 (万 m^3)	引水量 (万 m^3)	经明溪水库调蓄后缺水量 (万 m^3)
	75%		12322	0
	90%		12190	0
	97%(特枯年)		1344	2931
	长系列多年平均		16402	437

综上，结合本地其他水源配置，得到深汕合作区近远期配置成果见表 2.6-4。经统计，长系列情况下，深汕合作区近期 2035 年工业生活多年平均缺水 0.02 亿 m^3，城镇总需水量的缺水率 1.3%，远期 2050 年工业生活多年平均缺水 0.05 亿 m^3，城镇总需水量的缺水率 1.9%。在遭遇来水频率 P=97%特枯水年，深汕合作区近期 2035 年工业生活缺水 0.07 亿 m^3，城镇总需水量的缺水率 4.0%，拟通过结合本地水底山、北坑等蓄水工程的联合调配、加大海水淡化和再生水利用等措施解决。在遭遇来水频率 P=97%特枯水年，深汕合作区远期 2050 年工业生活缺水 0.37 亿 m^3，城镇总需水量的缺水率 13.7%，拟通过明溪水库预留的应急备用库容、加大海水淡化和再生水利用等措施解决。

表2.6-3　深汕合作区城镇用水水资源配置(二次平衡)　　单位：万 m^3

水平年	来水频率	城镇需水量	本地地表水供水量	非常规水供水量	引水工程供水量	缺水量
2035 年	P=90%	17824	8187	1986	7651	0
	P=97%	17824	10830	1986	4356	652
	多年平均	17824	8157	1986	7470	211
2050 年	P=90%	27034	12332	3325	11377	0
	P=97%	27034	18729	3325	1254	3726
	多年平均	27034	7906	3325	15308	495

注：①本表为水库联合调算成果；②深汕合作区引水工程供水量为当年净引水量；③2050 年地表水供水量中含往年存入明溪水库的水量后当年的供出水量。

2.6.4.3 调出区水资源配置

（1）近期西枝江流域水量供需情况

1）近期 2035 年合作区引水 0.8 亿 m^3 后，白盆珠水库下游用水户保证率有所下降，如：水贝～西枝江口区间农业保证率由 98.5%下降至 97.0%，稔平半岛引水保证率由 99.2%下降至 99%，深圳东部引水保证率由 99.5%下降至 99.1%，河口最小下泄流量保证率由 97.4%下降至 96.7%。取水后各用水户的保证率满足

设计保证率要求。详见表 2.6-4。

2）若需西枝江河道外各用水户的用水保证程度恢复至取水前，可通过深圳市东江水源工程从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，计算得到多年平均年需补水量 0.40 亿 m^3。详见表 2.6-4。

3)在遭遇如来水频率 P=97%等特枯水年，深汕合作区取水后，西枝江流域工业生活用水尚可保证，但水贝～河口区间农业用水遭到一定破坏；考虑深圳市东江水源工程补水后，特枯水年西枝江流域各用水户的用水可基本恢复到取水前。详见表 2.6-5。

表2.6-4　近期不同方案下西枝江流域供需情况表

区间	用水户	取水前	取水 0.8 亿 m^3	
			无措施	深东东江补水 0.40 亿 m^3
流域河道外总缺水(万 m^3)		1314	1651	985
白盆珠～平山	坝下最小下泄流量保证率(月)	98.5%	98.5%	98.6%
	农业保证率(年)	97.0%	97.0%	97.0%
	工业生活保证率(月)	99.7%	99.7%	99.7%
平山～水贝	农业保证率(年)	98.5%	98.5%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%
水贝～河口	农业保证率(年)	98.5%	97.0%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%
	河口最小下泄流量保证率(月)	97.4%	96.7%	98.0%
外调工程	稔平半岛引水保证率(月)	99.2%	99.0%	99.2%
	深圳东部引水保证率(月)	99.5%	99.1%	99.5%

表2.6-5　近期引水前后西枝江流域河道外用水户典型年情况表 单位：万 m^3

内容		典型年	取水前	取水 0.8 亿 m^3	
				无措施	深东东江补水 0.4 亿 m^3
白盆珠～平山	工业生活需水量	—	12954		
	工业生活缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量	—	18672		
	农业缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
平山～水贝	工业生活需水量	—	5898		

内容		典型年	取水前	取水 0.8 亿 m^3	
				无措施	深东东江补水 0.4 亿 m^3
	工业生活缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量	—	6981		
	农业缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
水贝～河口	工业生活需水量	—	10630		
	工业生活缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量	—	9525		
	农业缺水量	90%	0	0	0
		97%	0	1794	0

（2）远期西枝江流域水量供需情况

1）在未有其他措施的情况下，远期 2050 年合作区引水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠水库下游用水户保证率有所下降，如：平山～水贝、水贝～河口区间的农业用水保证率从引水前的 98.5%分别下降至 97.0%，稔平半岛引水保证率由 99.2%下降至 98.8%，深圳东部引水保证率由 99.5%下降至 99.1%，河口最小下泄流量保证率由 97.6%下降至 96.7%。取水后各用水户的保证率满足设计保证率要求。详见表 2.6-6。

2）若需西枝江河道外各用水户的用水保证程度恢复至取水前，可通过深圳市东江水源工程从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，多年平均年需补水量 0.42 亿 m^3。详见表 2.6-6。

3）在遭遇来水频率 P=97%特枯水年，深汕合作区取水后，西枝江流域工业生活用水尚可保证，但农业用水遭到一定破坏；考虑深圳市东江水源工程补水后，特枯水年西枝江流域各用水户的用水可基本恢复到取水前。详见表 2.6-7。

表2.6-6　远期不同方案下西枝江流域供需情况表

区间	用水户	取水前	取水 1.64 亿 m^3	
			无措施	深东东江补水 0.42 亿 m^3
流域河道外总缺水(万 m^3)		1314	1721	932
白盆珠	坝下最小下泄流量保证率(月)	98.5%	98.5%	98.7%

区间	用水户	取水前	取水 1.64 亿 m^3	
			无措施	深东东江补水 0.42 亿 m^3
～平山	农业保证率(年)	97.0%	97.0%	97.0%
	工业生活保证率(月)	99.7%	99.7%	99.7%
平山～水贝	农业保证率(年)	98.5%	97.0%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%
水贝～河口	农业保证率(年)	98.5%	97.0%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%
	河口最小下泄流量保证率(月)	97.4%	96.7%	98.1%
外调工程	稔平半岛引水保证率(月)	99.2%	98.8%	99.4%
	深圳东部引水保证率(月)	99.5%	99.1%	99.5%

表2.6-7　远期引水前后西枝江流域河道外用水户典型年情况表

内容		典型年	取水前	取水 1.64 亿 m^3	
				无措施	深东东江补水 0.42 亿 m^3
白盆珠～平山	工业生活需水量(万 m^3)	—	12954		
	工业生活缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量(万 m^3)	—	18672		
	农业缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
平山～水贝	工业生活需水量(万 m^3)	—	5898		
	工业生活缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量(万 m^3)	—	6981		
	农业缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	1043	0
水贝～河口	工业生活需水量(万 m^3)	—	10630		
	工业生活缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	0	0
	农业需水量(万 m^3)	—	9525		
	农业缺水量(万 m^3)	90%	0	0	0
		97%	0	1794	0

2.6.5 特殊干旱年和突发事件供水分析和对策措施

2.6.5.1 特殊干旱年供水分析和对策措施

（1）调入区

在特殊干旱年份，明溪水库建成前，在适当压减非必要用水量的同时，结合本地水底山、北坑等蓄水工程的联合调配及加大非常规水源利用，确保深汕合作区用水安全。明溪水库建成后，预留了约 2200 万 m^3 的抗旱备用库容，可大大缓解特殊干旱年份供水问题。

（2）调出区

调出区西枝江流域当遇特枯水年、连续枯水年，结合水文预报做好应急预案，严格西枝江河道外用水，实施上下游水库群联合调度、临时限制流域内用水等应急措施，优先满足城乡居民生活用水。

2.6.5.2 突发事件应急供水

发生突然事件时，调入区可利用规划工程与本地水源互为备用。

2.7 工程任务和总体布局

2.7.1 工程任务

工程主要为深汕合作区龙凤水厂和龙山水厂供水，以满足深汕特别合作区城市发展对用水量的要求。确定工程任务是以城镇供水为主，包括生活(含公共用水)和工业用水等。

2.7.2 总体布局

本工程为长距离调水工程，自白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 的左岸山坳处附近取水，经引水干线的进水闸、钻爆隧洞、TBM 隧洞、埋管等方式输水后，引水至 2#分水池，2#分水池再分两条支线分别交水至凤河水厂和龙山水厂。

本工程引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km)，其中引水干线长 20.425km、引水支线 1(即凤河水厂支线)长 0.410km、引水支线 2(即龙山水厂支线)长 8.864km。沿线建筑物布置有取水口长 0.095km；引水隧洞长 28.091km，其中干线隧洞长 20.149km、支线隧洞长 7.942km；

引水管道长 1.517km(含分水池及各类阀井)，其中干线管道长 0.184km、支线管道长 1.333km。期间穿越铁路 2 次(广汕高铁、深汕高铁)、穿越公路 2 次(甬莞高速、省道 356)、穿越主要河道 1 次(明热河)。

取水口为分层取水(叠梁门式)结构型式，采用塔式闸门形式布置，进水口库盆高程约为 60m，取水口顺水流方向依次布置有进口段、闸室段、交通桥段及管理平台段。闸室后隧洞设 1 套内贴式超声波流量计以便于监测流量，仪表箱布置在启闭机室。本项目最高取水水位为 83.7m，加大取水水位为 75.7m，设计取水水位为 69.2m，最低取水水位为 62.7m。取水口底板高程为 55.20m，闸门为单孔，净高及净宽均为 5.5m，地面检修平台高程 90.0m。

引水干线(白盆珠水库～2#分水池)全长 20.415km，洞(管)径分为 5.5m(白盆珠水库～1#分水池)和 2.6m(1#分水池～2#分水池)，线路布置穿越甬莞高速及省道 356。本阶段该段前段线路(D0+095.175~D16+135.000)采用 TBM 法为主(共 2 台，分 3 段)、钻爆法及埋管为辅的施工方法，洞(管)径为 5.5m；后段线路(D16+135.000~D20+429.000)采用盾构法为主(共 1 台，分 1 段)、钻爆法及埋管为辅的施工方法，洞(管)径为 2.6m。干线线路平、纵断面设计与隧洞施工分段方案相结合。TBM 及盾构隧洞全线采用管片(厚 300mm)+钢筋砼二衬(厚 300mm)，钻爆隧洞全线采用砼衬砌，埋管段采用钢管外包砼方式。

引水支线 1(2#分水池～凤河水厂)全长 0.410km，洞(管)径 2.4m，本阶段均采用开挖浅埋钢管形式，埋管段均采用钢管外包砼方式。

引水支线 2(2#分水池～龙山水厂)全长 8.864km，洞径 2.6m、管径为 2.0m，本阶段隧洞采用盾构为主(共 2 台，其中 1 台与干线盾构段共用)、钻爆法为辅的施工方案，线路平、纵断面设计与隧洞施工分段方案相结合。盾构及钻爆法隧洞全线采用砼衬砌，埋管段采用钢管外包砼方式，跨明热河段亦采用埋管方式穿越。

2.8 工程规模

2.8.1 工程设计取水流量

2.8.1.1 概述

工程近期结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂，通过汛期加大引水，满足深汕合作区近期引水 0.80 亿 m^3 需要；远期需结合明溪水库建

设，通过汛期加大引水，经明溪水库调蓄后，满足深汕合作区远期引水 1.64 亿 m^3 需要。由于本工程为长距离高埋深隧洞，一般采用 TBM 盾构机施工，若分期实施，工程代价大；且若按近期引水量设计，隧洞洞径仅为 2.3m，小于《水工隧洞设计规范》(SL 279-2016)中推荐掘进机适用洞径 3~12m 的范围，且适合的施工设备极少，实施难度极大，施工安全风险高。故本次按远期水平年设计引水量 1.64 亿 m^3 进行工程设计。

2.8.1.2 设计取水流量

工程远期自白盆珠水库多年平均引水量 1.64 亿 m^3，折合 5.2m^3/s。工程交水水厂日变化需求、工程检修期水厂用水等可通过深汕合作区境内的明溪、北坑、水底山等调蓄工程进行调节，故工程设计取水流量取 5.2m^3/s。

2.8.1.3 加大取水流量

根据白盆珠水库可调水量分析，均匀引水方式无法完全满足远期深汕合作区供水需要，需结合深汕合作区明溪水库，增加调引白盆珠水库丰水期雨洪资源。

明溪水库规划总库容 1.74 亿 m^3，其中兴利库容 1.35 亿 m^3，应急备用库容 0.22 亿 m^3。按照深汕合作区引水 1.64 亿 m^3 的目标以及优先结合明溪水库利用白盆珠水库富余雨洪资源，不足部分在白盆珠水库兴利库容中调引的配置原则，经长系列配置分析(含本地来水)，得到工程不同引水能力对应调引白盆珠水库富余雨洪水量情况，见图 2.8-1，可见工程引水规模的拐点为 25～30m^3/s，因此，加大取水的规模选取范围为 25～30m^3/s。

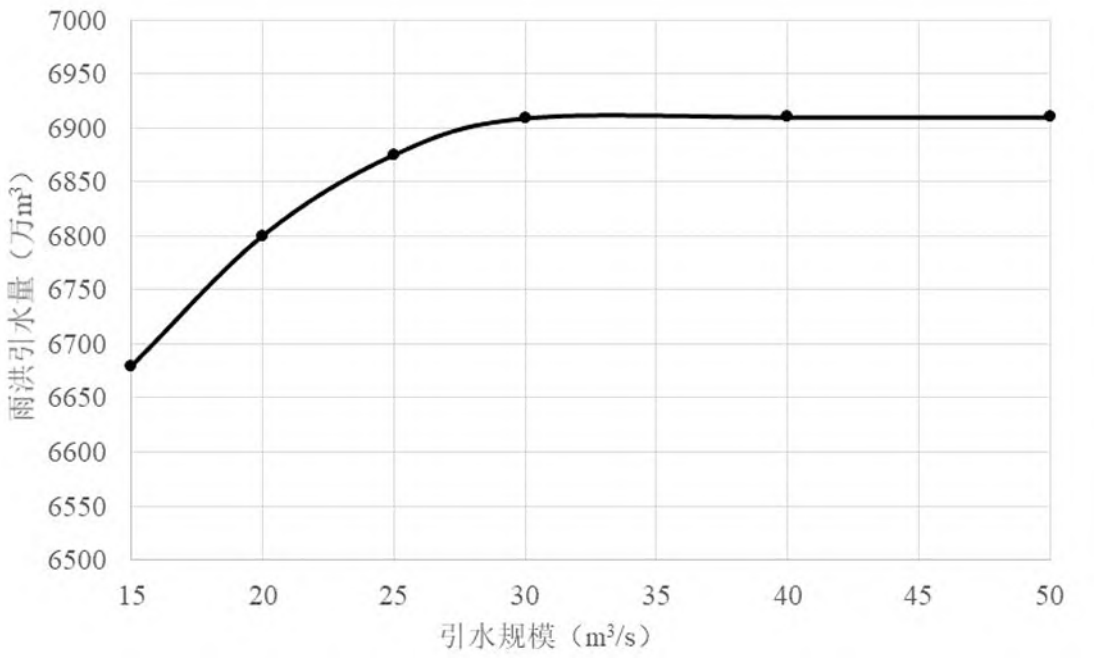


图2.8-1　白盆珠水库雨洪资源调水量分析(防洪限制水位 75.7m)

工程加大取水规模降低到 25m^3/s 时，工程管道经济内径可减少至 4.5m，管线土建部分投资节省约 6000 万元。但工程管道内径可减少后，工程沿程水头增加，从而增加工程提水至明溪水库的泵站投资及运行费用(明溪水库正常蓄水位 85.7m，部分时间需提水)，泵站投资增加近 9000 万，叠加上述费用后，工程总年费用现值(按 50 年计)略高于经济内径 5.0m 的方案。从泵站年运行费、干线工程投资(含土建和泵站)、总年费用现值等情况看，均是 30m^3/s 方案较优。

此外，在对应满足相同深汕合作区供水保障(供水保证率 97%)的情况下，25m^3/s 加大取水规模工况由于利用白盆珠丰水期雨洪资源略少，相应的较 30m^3/s 加大取水规模工况需多利用白盆珠水库兴利库容约 600 万 m^3 进行调节引水。按加大取水规模 30m^3/s 统计长系列各年调引白盆珠水库富余雨洪水量情况，工程多年平均调引富余雨洪水量 0.69 亿 m^3，但年际间调引富余雨洪水量变幅很大，从到 1.70 亿 m^3 不等(含明溪年内复蓄需要)，主要原因是富余雨洪水量受水库来水、下游用水和水库调度等因素变化影响。因此，工程加大取水规模选取宜适当留有余度。

综上，为尽量减少工程取水对调出区的影响以及适应未来各种不确定因素变化，在技术经济可行的情况下，宜尽可能利用白盆珠水库雨洪资源，结合明溪水库调节，工程加大取水流量取 30m^3/s。

2.8.1.4 近期取水流量

由于明溪水库建成前，工程需利用白盆珠水库调节来满足深汕合作区用水需要，因此工程设计需兼顾近期引水需要。工程近期自白盆珠水库多年平均引水量0.8 亿 m^3，折合 2.6m^3/s。工程交水水厂日变化需求、工程检修期用水等近期可通过深汕合作区境内的北坑、水底山等调蓄工程进行调节满足，故工程近期取水流量取 2.6m^3/s。

2.8.2 工程干支线设计输水流量

根据工程引水的线路方案，本工程引水通过自流方式，从白盆珠水库引水到深汕合作区凤河水厂和龙山水厂，远期明溪水库建成后，部分富余水量进入明溪水库。故取水口至明溪水库分水点(1#分水池)干线的设计引水流量为最大引水流量 30m^3/s，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)干线的设计引水流量按能覆盖合作区水厂的设计供水规模考虑，合作区规划水厂设计规模共为90万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)的干线管道流量为 11.6m^3/s。

引水支线的设计规模考虑能覆盖各水厂的设计供水规模，凤河水厂设计规模60 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，故水厂分水点(2#分水池)至凤河水厂支线的管道流量为 7.7m^3/s；龙山水厂设计规模 30 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，水厂分水点(2#分水池)至龙山水厂支线管道流量为 3.9m^3/s。

2.8.3 特征水位

2.8.3.1 白盆珠水库取水口特征水位

（1）设计取水水位

结合明溪水库调引白盆珠水库丰水期富余水量蓄丰补枯，经长系列水资源配置调节计算，工程自白盆珠水库取水水位为 69.2m(85 高程，下同)，可满足深汕合作区设计保证率 97%的供水要求。故本次工程设计取水水位取为 69.2m。

（2）加大取水水位

结合明溪水库，工程可在白盆珠水库防洪限制水位 75.7m 以上加大取水，调引白盆珠水库丰水期富余水量。故本次工程加大取水水位取为 75.7m。

（3）最低取水水位

白盆珠恢复正常蓄水位前，尤其是明溪水库建成前，工程取水需更多的利用白盆珠水库调节以满足工程引水需要，另外需要考虑应对突发事件的应急需要，本工程最低取水水位取白盆珠水库死水位 62.7m。

（4）最高取水水位

本工程取水建筑物位于白盆珠水库内，其防洪标准取与水库大坝等主要建筑物的防洪标准相同，设计洪水标准为 1000 年一遇。一方面根据工程取水建筑物防洪需要，另一方面结合在白盆珠水库防洪限制水位以上可加大引水的情况，本工程最高取水水位采用白盆珠水库防洪调度中溢洪道闸门全开闸时相应水位，即 100 年一遇洪水位 83.7m。

（5）防洪特性水位

本工程取水建筑物位于白盆珠水库副坝附近库区内，水库取水构筑物的防洪标准应与水库大坝等主要建筑物的防洪标准相同，故取水建筑物的设计洪水标准为 1000 年一遇，校核洪水标准 10000 年一遇，相应防洪特征水位分别为 86.16m，88.50m。

各特征水位详见表 2.8-1。

表2.8-1　白盆珠水库取水口特征水位

特征水位	水位(m)	取水流量(m^3/s)	备注
校核洪水位	88.50	/	
设计洪水位	86.16	/	
最高取水水位	83.7	30	
加大取水水位	75.7		
设计取水水位	69.2	5.2	
最低取水水位	62.7	2.6	近期取水及应急取水

2.8.3.2 交水点特征水位

本工程自白盆珠水库取水后自流交至凤河水厂和龙山水厂，不设置泵站。

本工程取水后先到 1#分水池(与北坑水库供水管线共管)，再到凤河水厂和龙山水厂。其中，龙山水厂为已建水厂，交水点高程为 51.7m；凤河水厂为规划水厂，经协商，按照满足本工程自流的要求确定其交水点水头，复核后为 57.3m。

另外，由于 1#分水池～2#分水池与北坑水库供水管线共管，需考虑与北坑水库水头衔接。北坑水库的正常蓄水位98m，高于白盆珠水库正常蓄水位75.7m，故1#分水池的交水点设计水位以白盆珠水库自流引水为控制水位，为65.3m。

凤河水厂和龙山水厂(西部水厂)交水点特征水位详见表2.8-2。

表2.8-2　水厂交水点特征水位

交水点	凤河水厂(规划)	龙山水厂(已建)
控制水位	57.3m(自流到交水点的水头)	51.7m

2.9 调度运行原则

2.9.1 工程运行调度方案

2.9.1.1 调度方案概述

工程为跨流域跨区域调水工程，将服从东江、西枝江流域统一调度。

工程调度运行推行“智慧水利”目标，构建自动化、信息化系统统一网络平台架构，实现统一管理，达到适时、高效地掌握工程运行情况，提高各管理部门的协调和工作效率的目的。水情自动测报系统通过接入水库水文站等站点信息，分析区域水文信息及其调度情况，确定本工程运行调度。本工程建成后，业主单位需及时向白盆珠水库管理单位反馈本工程取用水计划，利于管理单位按需调度。

结合工程引水情况，考虑到一方面白盆珠水库近期尚存在征地移民历史遗留问题，另一方面实际调度运行过程中结合当期来水情况白盆珠水库每年汛期防洪运行控制水位可能不尽相同，调度方案以白盆珠水库当期实际防洪运行控制水位进行调度控制。

2.9.1.2 引水工程运行调度方案

结合工程近远期引水及水底山、北坑、明溪水库等运用情况，本工程运行调度方案为：

（1）明溪水库建成前，近期工程调度

①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)，工程可根据白盆珠水库预泄及合作区用水情况，按不大于水厂近期设计规模3.8m^3/s引水，并结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂；

②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)和65.2m之间时，工程可根据需求按不大于近期设计引水流量2.6m^3/s引水；

③当白盆珠水库库水位低于65.2m时，工程取水服从流域统一调度要求；

④当白盆珠水库库水位低于死水位62.7m，工程停止取水。

（2）明溪水库建成后，远期工程调度

①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)，工程可根据白盆珠水库预泄及明溪水库蓄水情况，按工程取水能力引水；并结合本地水库及水厂多水源互通体系的相互调剂；

②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)和69.2m之间时，工程可根据需求按不大于设计引水流量5.2m^3/s引水；

③当白盆珠水库库水位低于69.2m，工程取水服从流域统一调度要求；

④当白盆珠水库库水位低于死水位62.7m，工程停止取水。

2.9.1.3 白盆珠水库调度方案

白盆珠水库防洪调度维持现状防洪调度，在解决库区征地移民的历史遗留问题前，结合实际情况，汛期可按防洪运行控制水位控制(防洪限制水位调整需报原审批单位批复)。兴利调度结合工程取水情况，本次在原颁布的调度规则基础上，适时调整白盆珠水库调度运行，包括：逐步调整取消发电调度转为以供水调度为主，供水用户增加深汕合作区。

（1）供水调度

结合明溪水库建设及工程引水情况，白盆珠水库供水调度需逐步调整为：

1）明溪水库建成前，近期供水调度

①当库水位高于汛期防洪控制运行水位时，严格按照防洪调度要求控制水库下泄流量。当库水位位于汛期防洪控制运行水位(非汛期按正常蓄水位)以下，并启用预报预泄防洪调度方式时，兴利调度服从防洪调度要求。深汕合作区结合水底山、北坑水库蓄水情况，可按不大于水厂近期规模3.8m^3/s引水。

②当库水位位于汛期防洪控制运行水位(非汛期按正常蓄水位)和65.2m之间时，按满足水库坝下和西枝江河口断面最小下泄流量及深汕合作区用水为目标控制泄流。同时，控制库水位不高于汛期防洪控制运行水位(非汛期按正常蓄水位)。

③当库水位位于65.2m和断面最小流量控制线之间时，按满足水库坝下和西

枝江河口断面最小下泄流量控制泄流。深汕合作区取水服从流域统一调度。

④当库水位低于断面最小流量控制线时，水库进入抗旱应急调度状态，流域内各用水户服从流域统一调度，以满足下游供水区间生产、生活、生态环境用水及深汕合作区用水为目标控制泄流。

2）明溪水库建成后，远期供水调度

①当库水位高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)时，严格按照防洪调度要求控制水库下泄流量。当库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)以下，并启用预报预泄防洪调度方式时，兴利调度服从防洪调度要求。深汕合作区结合明溪水库蓄水情况，可按不大于工程取水能力引水。

②当库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)和 69.2m 之间时，按满足水库坝下和西枝江河口断面最小下泄流量及深汕合作区用水为目标控制泄流。同时，控制库水位不高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)。

③当库水位位于 69.2m 和断面最小流量控制线之间时，按满足水库坝下和西枝江河口断面最小下泄流量控制泄流。深汕合作区取水服从流域统一调度。

④当库水位低于断面最小流量控制线时，水库进入抗旱应急调度状态，流域内各用水户服从流域统一调度，以满足下游供水区间生产、生活、生态环境用水为目标。深汕合作区取水服从流域统一调度。

（2）防洪调度

工程取水并不影响防洪调度规则，即防洪调度仍采用现状防洪调度。因此，本工程未改变现执行及设计的防洪调度，对防洪调度无不利影响。

2.9.2 检修运行方式

本工程初拟工程检修时间为 30 天。工程检修期间，近期合作区用水拟通过水底山和北坑水库供水；远期明溪水库建设后可与本工程联合优化调度，利用明溪水库和北坑水库共同供水。

2.9.3 事故工况运行方式

工程发生事故和检修需要时，输水干线或部分分干线停止输水，工程不再向凤河水厂、龙山水厂输水，近期拟通过本地水源北坑水库供水解决；远期明溪水库建设后可与本工程联合优化调度，利用明溪水库和北坑水库共同供水。

2.10 工程布置及建筑物

2.10.1 工程等别和建筑物级别

2.10.1.1 工程等别

深汕合作区引水工程等别按年引水量确定为III等，工程规模为中型。

2.10.1.2 建筑物级别

引水干线白盆珠水库～2#分水池线路的取水口、输水隧洞、管道及分水池等主要建筑物级别为 2 级，取水口进场道路及检修支洞等次要建筑物为 3 级；2#分水池～凤河水厂(支线 1)、2#分水池～龙山水厂(支线 2)的输水隧洞、管道等主要建筑物级别为 3 级，检修道路及阀井等次要建筑物级别也为 3 级。

2.10.2 线路布置

（1）取水口

推荐取水口位于白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 的山坳处，由山体坡脚伸入库内，地面高程 60.0m～73.6m。取水口为分层取水(叠梁门式)结构型式，采用塔式闸门形式布置，进水口库盆高程约为 60m，取水口顺水流方向依次布置有进口段、闸室段、交通桥段及管理平台段。闸室后隧洞设 1 套内贴式超声波流量计以便于监测流量，仪表箱布置在启闭机室。取水口底板高程为 55.20m，进水口拦砂坎高程 61.7m，闸门为单孔，净高及净宽均为 5.5m，地面检修平台高程 90.0m。取水口横纵断面结构，详见附图 5。

（2）引水干线

引水干线(白盆珠水库～2#分水池)全长 20.415km，洞(管)径分为 5.5m(白盆珠水库～1#分水池)和 2.6m(1#分水池～2#分水池)，线路布置穿越甬莞高速及省道 356。本阶段该段前段线路(D0+095.175~D16+135.000)采用 TBM 法为主(共 2 台，分 3 段)、钻爆法及埋管为辅的施工方法，洞(管)径为 5.5m；后段线路(D16+135.000~D20+429.000)采用盾构法为主(共 1 台，分 1 段)、钻爆法及埋管为辅的施工方法，洞(管)径为 2.6m。干线线路平、纵断面设计与隧洞施工分段方案相结合。TBM 及盾构隧洞全线采用管片(厚 300mm)+钢筋砼二衬(厚 300mm)，钻爆隧洞全线采用砼衬砌，埋管段采用钢管外包砼方式。

（3）引水支线

①支线 1(凤河水厂支线，引水流量 7.7m^3/s)：2#分水池～凤河水厂

引水支线 1(2#分水池～凤河水厂)全长 0.410km，洞(管)径 2.4m，本阶段均采用开挖浅埋钢管形式，埋管段均采用钢管外包砼方式。

②支线 2(龙山水厂支线，引水流量 3.9m^3/s)：2#分水池～龙山水厂(本次仅交水至西部水源工程中在龙山水厂附近位置预留的管道接入口)

引水支线 2(2#分水池～龙山水厂)全长 8.864km，洞径 2.6m、管径为 2.0m，本阶段隧洞采用盾构为主(共 2 台，其中 1 台与干线盾构段共用)、钻爆法为辅的施工方案，线路平、纵断面设计与隧洞施工分段方案相结合。盾构及钻爆法隧洞全线采用砼衬砌，埋管段采用钢管外包砼方式，跨明热河段亦采用埋管方式穿越。

（4）引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km)，其中引水干线长 20.429km、引水支线 1(即凤河水厂支线)长 0.410km、引水支线 2(即龙山水厂支线)长 8.864km。沿线建筑物布置有取水口长 0.095km；引水隧洞长 28.091km，其中干线隧洞长 20.149km、支线隧洞长 7.942 km；引水管道长 1.517km(含分水池及各类阀井)，其中干线管道长 0.184km、支线管道长 1.333km。期间穿越铁路 2 次(广汕高铁、深汕高铁)、穿越公路 2 次(甬莞高速、省道 356)、穿越主要河道 1 次(明热河)。

2.10.3 建筑物总体布置

（1）取水口

白盆珠水库推荐取水口所在位置地面高程 60～90m，进水口库盆高程约为 60m，为保证输水流态的稳定，输水线路为重力有压流，结合地形地质条件及功能需求，本次取水口为分层取水(叠梁门式)结构型式，采用塔式闸门形式布置，取水口顺水流方向依次布置有进口段、闸室段、交通桥段及管理平台段。闸室后隧洞设 1 套内贴式超声波流量计以便于监测流量，仪表箱布置在启闭机室，启闭机室地面检修平台高程 90.0m，闸室后接方变圆渐变段长 20m，渐变段后接钻爆隧洞段，隧洞内径为 5.5m。

取水口最高取水水位为 83.7m，加大取水水位为 75.7m，设计取水水位为 69.2m，最低取水水位为 62.7m。结合取水口水力计算结果，同时考虑进水口后连接有压隧洞洞顶压力线要求，确定取水口的底板高程定为 55.2m。

（2）埋管

引水干线管线埋管段长 184m(含水池及各类阀井)，共有 3 段，管径为前段 5.5m 和后段 2.6m。引水支线 1 管线埋管段长 410m，共有 1 段，管径为 2.4m。引水支线 2 管线埋管段长 922m，共有 3 段，管径均为 2.0m。线路埋管工程特性表详见表 2.10-1。

表2.10-1　工程埋管工程特性表

部位	桩号	长度(km)	型式	洞/管径(m)	施工方案
干线	D16+110.700～D16+135.000	0.024	管道	5.5	开挖埋管
	D16+135.000～D16+281.000	0.146	管道	2.6	开挖埋管
	D20+415.000～D20+429.000	0.014	管道	2.6	开挖埋管
支线1	DA0+000.000～DA0+410.208	0.410	管道	2.4	开挖埋管
支线2	DB0+000.000～DB0+032.000	0.032	管道	2.0	开挖埋管
	DB1+528.347～DB2+286.851	0.759	管道	2.0	开挖埋管
	DB8+732.351～DB8+864.136	0.132	管道	2.0	开挖埋管
汇总		1.517			

（3）隧洞

引水隧洞长 28.091km，其中干线隧洞长 20.149km、支线隧洞长 7.942km。引水干线从北至南共分有 11 段，支线隧洞仅在支线 2(龙山水厂支线)布置有隧洞，共有 8 段。

表2.10-2　　工程隧洞工程特性表

部位	桩号	长度(km)	型式	衬砌后洞/管内径(m)	施工方案	备注
干线	D0+095.175～D0+770.544	0.675	隧洞	5.5	钻爆法	
	D0+770.544～D0+800.544	0.030	隧洞	5.5	钻爆法	与 1#支洞交叉位置，TBM(3#段)的拆解洞
	D0+800.544～D2+925.000	2.124	隧洞	5.5	TBM(3#段)	在 1#支洞出洞
	D2+925.000～D3+325.000	0.400	隧洞	5.5	钻爆法	与 2#支洞交叉位置，有 0.1km 为 TBM(1#段、3#段)的组装洞、有 0.3km 为相应两边 TBM 始发段
	D3+325.000～D11+480.000	8.155	隧洞	5.5	TBM(1#段)	在 3#支洞出洞

部位	桩号	长度(km)	型式	衬砌后洞/管内径(m)	施工方案	备注
	D11+480.000～D11+510.000	0.030	隧洞	5.5	钻爆法	与 3#支洞交叉位置，为 TBM(1#段)及 TBM(2#段)的拆解洞
	D11+510.000～D15+960.700	4.451	隧洞	5.5	TBM(2#段)	在 3#支洞出洞
	D15+960.700～D16+110.700	0.150	隧洞	5.5	钻爆法	TBM(2#段)始发段
	D16+281.000～D16+431.000	0.150	隧洞	2.6	钻爆法	盾构(1#段)始发段
	D16+431.000～D20+265.000	3.834	隧洞	2.6	盾构法	盾构(1#段)
	D20+265.000～D20+415.000	0.150	隧洞	2.6	钻爆法	盾构(1#段)接收段
支线2	DB0+032.000～DB0+182.000	0.150	隧洞	2.6	钻爆法	盾构隧洞(2#段)始发段
	DB0+182.000～DB1+378.347	1.196	隧洞	2.6	盾构法	盾构(2#段)
	DB1+378.347～DB1+528.347	0.150	隧洞	2.6	钻爆法	盾构(2#段)接收段
	DB2+286.851～DB2+436.851	0.150	隧洞	2.6	钻爆法	盾构(3#段)始发段
	DB2+436.851～DB6+635.000	4.198	隧洞	2.6	盾构法	盾构(3#段)
	DB6+635.000～DB6+665.000	0.030	隧洞	2.6	钻爆法	为盾构(3#段)的拆解洞室
	DB6+665.000～DB8+632.351	1.967	隧洞	2.6	TBM	敞开式 TBM 段
	DB8+632.351～DB8+732.351	0.100	隧洞	2.6	水磨钻、破碎锤	TBM 始发段
汇总		28.091				

（4）分水池

为更好的串联北坑水库引水工程、规划明溪水库的连通工程，从利于水力衔接和分水调压的角度出发，在引水干线 D16+135.000 及引水干线终点位置 D20+429.000 分别设置 1 座分水池。

（5）附属建筑物

1) 量水间

引水管道在支线 1 靠近末端位置 DA0+100.000 及支线 2 靠近末端位置 DB8+786.000 分别设置量水间，共 2 座，量水间内分别布置有 1 套调流阀及 2 套检修阀。

2) 检修阀室

根据所在工程建筑物布置，在干线上根据需要共设置 4 座检修阀室(其中 2 座为后期连接入、出明溪水库的的预留接口)，支线 1、支线 2 上根据需要分别设置 1 座、5 座检修阀室。

3) 检查井

引水干线、支线 1 管道沿线分别设置 1 座检查井，支线 2 管道沿线共设置 3 座检查井，检查井结合排气阀井进行布置。

4) 排泥阀井

引水管道沿线各低点均设有排泥三通，三通管支管接入排泥湿井，干、支管上设有排泥阀控制，共有 7 座。其中引水干线管道沿线共设置 1 座检查井，引水支线 1、支线 2 管道沿线分别设置 1 座、5 座检查井。

5) 进、排气阀井

管道排气阀井共 7 座，本次进、排气阀井与检查井共用一个井。

（6）检修支洞

本阶段结合施工支洞布置分别在引水干线 D3+125.000(2#施工支洞)及 D11+495.000(3#施工支洞)、在龙山水厂引水支线 DB4+799.854(4#施工支洞)分别设置永久检修支洞，为隧洞的巡查及检修提供便利条件。

（7）进场道路

为了解决白盆珠水库取水口与 S356 省道之间的连接问题，新建对外交通道路(管理交通道路)。

从村镇现有道路网修建检修道路至 2#、3#、4#检修支洞口和各排气阀、检(查)修井、排泥阀等建筑物，用作运行期检修车辆通行。

2.11 施工组织设计

2.11.1 施工条件

2.11.1.1 对外交通条件

本工程沿线除部分地段需修建施工道路以外，其余大部分均有各级地方公路、高速公路、国道等通往附近乡镇、惠州市、海丰县、汕尾市等，对外交通较便利。

2.11.1.2 主要建筑材料

（1）当地建筑材料

工程所需主要建筑材料砂、碎石、块石料除豆砾石料采用人工砂石料系统生产，其余均在当地市场就近购买。本工程不需从土料场取土。

本工程主要位于惠州市白盆珠镇和深汕特别合作区的村镇，白盆珠镇的施工点离市区较近，且白盆珠水库取水口位于水库库区范围内，白盆珠水库为水源保护区，水质保护目标为Ⅱ类，为避免对水库及附近水源的水质造成影响，惠州片区(取水口、1#施工支洞以及 2#施工支洞等施工工区)的砼浇筑需采用商品砼；深汕特别合作区为开发新区，当地政府管理部门规定辖区内不能自拌砼，需采用集中采购商品砼的方式，故深汕片区的施工工区亦采用商品砼。

（2）主要外来建筑材料

主要外来建筑材料(钢筋钢材、水泥、木材、油料及火工材料等)：所用水泥、钢材、木材和油料分别在惠州市、深汕合作区、汕尾市等就近购买；火工产品从当地公安部门的供销公司采购；一般性材料和临建工程所需物资由承包商结合当地条件组织采购。

2.11.1.3 施工供水、供电及机械修配条件

（1）施工供水

各施工点靠近库、河、渠等地面水的可就近抽取到临时蓄水池，附近没有水源的可驳接城镇供水系统解决。生活用水驳接城镇供水系统解决，如无法驳接城镇供水系统的，需将施工用水进行消毒净化处理后再使用。

（2）施工供电

工程沿线所经乡镇已有 220kV、110kV、35kV 等高压输电线路送配电至地方，本工程施工供电可就近接入电网电源。由于本工程主要采用 TBM 隧洞、盾构隧洞、钻爆隧洞方式开挖，施工用电具有用电点多、负荷大等特点，需采用临时专用 35kV 或 10kV 线路就近接入变电站供电。

2.11.2 料场的选择与开采

本工程共需砂料约 0.17 万 m^3，主要为垫层砂料。砂料作为建筑市场常用材料，具有市场化程度高、资源开采管控严格的特点。工程区周边砂料由于过去多年严重超采，导致资源短缺。目前本工程周边已无批准的砂料开采场。经调查，目前本地建筑用砂普遍为外来砂源。本次根据本工程位置分布，分别在在海丰县鹅埠镇及惠东县调查外购砂料供应商各一家，编号分别为I1、I2。

本工程共需石料约 0.68 万 m^3，所需石料为主要为垫层碎石、块石等石料，用量不大，为便于取料，根据就近原则，本工程拟从工程附近的 3 个石料场购买成品石料，其中I1 砂石场位于鹅埠镇西面圳美绿道与深汕大道交汇口东北面，现有公路通达凤河水厂，运距 20km。I2 砂石场位于鹅埠镇东面 228 国道北侧、角岭南面，到凤河水厂运距 18km。III3 石料场作为外购备用石料场，位于惠州市惠阳区曲楼村北侧约 1.0km 处，交通便利，运输条件好，距白盆珠水库 93km，距凤河水厂 60km。石料由 2m^3 装载机或 2m^3 挖掘机装 10～15t 汽车运输至工地。

2.11.3 施工导截流

（1）需进行施工导流的水工建筑物

本工程需要采取施工导流措施的水工建筑物主要为白盆珠水库取水口(进口段～管理平台段)和穿明热河埋管段。

（2）白盆珠水库取水口施工导流设计

取水口施工围堰级别为 4 级，挡水标准选定为 10 年一遇的白盆珠水库洪水标准。根据施工进度安排，选择施工导流时段为全年，相应白盆珠水库流量为 2947m^3/s，水位为 80.61m。

取水口建筑物需修筑围堰挡水，以形成干地施工条件，采用岸边挡水围堰围护基坑、拦挡白盆珠水库的库水。围堰填筑料利用主体工程和施工支洞的土石方开挖料、洞挖料，堰顶高程 82.2m、堰顶宽 7.0m，最大围堰高为 23.2m，围堰边坡坡比为 1:2.0～1:2.5，迎水坡护坡采用抛石护坡。堰体及围堰基础均采用塑性砼防渗墙进行防渗，防渗墙伸入下层相对不透水层 2.5m。

（3）穿明热河埋管段施工导流设计

穿明热河埋管段的导流建筑物级别为 5 级，相应土石导流建筑物的洪水重现期选定为 5 年。根据分析，本段穿河埋管段工程措施较为简单，且枯水期(11～2 月)施工洪水的流量较小，因此选择 11 月～翌年 2 月、5 年一遇洪水作为设计标准，其相应的导流流量为 155m^3/s，相应下游水位为 4.91m。

填筑上、下游围堰一次拦断河水、围护基坑以形成干地施工条件，在右岸开挖明渠对施工洪水进行导流。围堰填筑量主要利用现场开挖料，采用均质砂土围堰形式，上、下游围堰堰顶高程分别为 7.50m 和 5.91m，上、下游围堰的最大堰高分别为 3.9m 和 2.81m。围堰堰顶宽 7m(施工交通要求)，迎水坡 1:2.5，背水坡

1:2.0，迎水面采用抛石护坡，下铺石渣垫层。采用高喷防渗墙作为围堰基础和堰体以及基坑两岸的防渗结构。导流明渠长约 272m，明渠纵坡 0.26%；两侧边坡均为 1:2，明渠底宽 25m，进口底板高程 3.80m，出口底板高程 3.10m，明渠底板、两侧边坡采用厚 600mm 的抛石护坡护底，下铺石渣垫层。

2.11.4 主体工程施工

2.11.4.1 白盆珠取水口工程

白盆珠取水口需在岸边围堰的围护下进行施工。取水口砼浇筑均采用商品砼熟料。取水口土石方开挖、填筑均采用常规施工方法。

（1）土方开挖

采用 2m^3 反铲挖、装 10～15t 自卸汽车运输至临时堆土场或渣场弃渣，选用 74kW 推土机集土，辅以人工平整、清场。

（2）一般石方开挖

采用控制性爆破，手风钻钻爆，并配合人工撬挖。采用 2m^3 反铲挖掘机分层进行开挖、松土，装 10～15t 自卸汽车运输至渣场弃渣，选用 74kW 推土机集料和散料，辅以人工平整、清场。

（3）砼浇筑

砼浇筑主要为前池、拦污栅、闸室、启闭机室、交通桥、场区等部位，采用商品混凝土，由 3m^3～6m^3 混凝土搅拌车运输至浇筑点，转由 30m^3/h 砼泵泵送砼入仓或直接入仓，插入式振捣器平仓振捣。

（4）钢筋砼灌注桩

桩径Φ1000，穿越地层主要为坡积层、全风化层和强风化层。平整施工场地，选用 CZ-22 型冲击式钻机钻孔，泥浆护壁，泵吸式抽取渣料，采用 2m^3 反铲挖、装 10t～15t 自卸汽车运输至堆渣场。50t 起重机起吊钢筋笼吊入桩孔内，灌注桩采用商品混凝土，3m^3～6m^3 混凝土搅拌车运输至浇筑点，由桩孔内导管自下而上浇筑砼。

（5）砂、碎石垫层

从砂石料外购点外购，采用 2m^3 反铲挖、装 10～15t 自卸汽车运输卸运至堆料场，转人工胶轮车推运至堆筑点，人工铺筑、整平。

（6）土方回填

回填土料均利用主体工程或临时工程的开挖料，采用 2m^3 反铲从临时堆土场挖、装 10～15t 自卸汽车运输至施工现场，在回填区由 74kW 推土机散料，12t 压路机碾压密实，2.8kW 蛙式打夯机辅助压实。

2.11.4.2 各隧洞掘进方案选择

（1）引水干线隧洞掘进方案选择

由于本工程工期紧张，为满足工期要求，若全段采用普通钻爆法施工，沿线需要布置大量施工支洞，线路附近垭口较少，施工支洞的布置比较困难，引水干线前段推荐采用 TBM 法为主、钻爆法为辅的施工方法；干线后段采用盾构法为主、钻爆法为辅的施工方法。

本项目干线隧洞分为 TBM 隧洞、盾构隧洞及钻爆法引水隧洞。

为不影响水库下游保护范围的城镇防洪安全，干线隧洞 D0+095.175～D0+770.54 段需待取水口施工完成且进水闸满足下闸挡水条件后，再进行贯通。本段隧洞若采用 TBM 施工，需在取水口位置布置 TBM 设备的出洞以及设备拆解场地，临时占地面积较大，不利于保护区的生态修复；且采用 TBM 施工会提前贯通干线隧洞，此时取水口还未施工无法满足下闸挡水条件，会危及水库下游保护范围的城镇防洪安全。此外，干线隧洞 D0+095.175～D0+770.54 段存在约 274m 长的弱风化二长花岗岩和约 183m 弱风化凝灰岩，属坚硬岩，悬臂式掘进机或人工挖掘方式无法进行施工。因此该段施工方法需采用钻爆法施工。为满足施工需求，该段线路布置有一条施工支洞，为 1#施工支洞。

引水干线前段 D0+770.544～D16+110.700 全线穿越莲花山脉，需采用隧洞，若全线采用钻爆法施工，施工支洞选择难度大，且施工工期不满足要求。另外考虑到施工安全及管径较大等原因，采用两台 TBM 分 3 段掘进较为合适(其中第 2#段、3#段共用一台 TBM)，隧洞洞径为 5.5m，对于该范围内 TBM 施工相应所需的始发扩大段、组装洞、拆解洞等均采用钻爆法施工；为避免单工作面长距离掘进带来的通风困难、地质灾害风险(如瓦斯积聚、突泥涌水)，以及满足施工及后期检修需求，该段线路布置有 2 条施工支洞，为 2#、3#施工支洞(均兼永久检修通道)。

引水干线后段 D16+281.000~D20+415.000 采用隧洞，长度 4.134km，隧洞洞径为 2.6m，由于该段 TBM 的适宜性差的堤段比例较高，不考虑采用 TBM。该

段结合地形地质条件、施工条件、工期及投资等方面，提出盾构及钻爆法两种施工方案进行比选，最终推荐采用盾构法开挖掘进。

（2）引水支线 2(龙山水厂支线)隧洞掘进方案选择

本工程引水支线 2 掘进方案主要分两种，其中前段线路采用盾构法，后段线路采用敞开式 TBM 施工。

线路布置及各隧洞掘进方案描述如下：

埋管后接隧洞洞线继续沿西南向山脉布置，隧洞出洞口布置在已建龙山水厂的北侧山脚，出洞口紧邻正在施工的西部水源工程的出洞口，隧洞终点桩号为 DB8+732.351，该段隧洞总长度约 6.45km，洞径为 2.6m，该段隧洞根据围岩条件分为盾构隧洞(3#段)，长度约 3.398km(含始发钻爆段及拆解洞室)和敞开式 TBM 隧洞，长度约 1.967km，其中盾构隧洞开挖洞径 4.1m、敞开式 TBM 隧洞开挖洞径 3.5m。洞线自东北向西南方向布置，盾构从桩号 DB2+286.851 始发(其中前端约 150m 采用钻爆法)，始发场地位于陡仔岭北部区域，盾构终点桩号为 DB6+635.000，并在 DB6+635.000～DB6+665.000 的钻爆扩大洞室拆解后运输出洞，末段敞开式 TBM 隧洞为 DB6+665.000～DB8+732.351，其中桩号 DB8+632.351～DB8+732.351，长度约 100m，由于受高压线塔线路等条件制约，应相关部门要求，该段隧洞采用破碎锤及水磨钻进行施工。为满足施工及后期检修需求，该段线路布置有一条施工支洞，为 4#施工支洞(兼永久检修通道)。

工程隧洞施工个桩号段的长度、隧洞掘进方案如表 2.10-2 所示。

2.11.4.3 TBM 法隧洞施工

采用 TBM 施工的引水线路共 14.82km，包括 D0+800.544～D2+925.000、D3+325.000～D11+480.000、D11+510.000～D15+960.700。

（1）隧洞洞身 TBM 法施工

采用 φ6960 双护盾式 TBM 掘进机开挖，穿越岩层主要为II、III类围岩，2 台 TBM 机同时掘进，掘进长度分别为 8.1km(1#TBM)、6.6km(2#TBM、3#TBM 合计)。

TBM 机通过刀盘旋转切削岩面、破碎围岩掘进，洞渣料采用连续胶带机同步出渣至洞口。然后由 2m^3 挖掘机装料 10～15t 自卸汽车运输到弃渣场。选用 74kW 推土机推平，辅以人工平整、清场。

（2）管片安装

管片采用现场制作的方式。管片在预制场制作完成并达到设计强度后，采用30t 龙门吊吊装至 12m 平板车运至洞口，30t 龙门吊吊卸管片，由管片运输台车洞内水平运输至 TBM 机进行安装。

（3）豆砾石回填及灌浆

隧洞洞壁与管片之间的空隙采用豆砾石回填并进行灌浆，使围岩、凝结的豆砾石和管片形成整体。豆砾石粒径约 5～10mm(碎石或卵石)，采用人工砂石料系统生产，2m^3 反铲挖、装 10～15t 自卸汽车运输至洞口，再由豆砾石台车洞内水平运输至现场进行吹填，并由灌浆孔同步进行注浆。

（4）洞内内衬钢筋砼

洞外运输采用 3m^3 砼搅拌车运输砼至洞口，洞内运输采用 8t 自卸汽车运至工作面；再由 30m^3/h 砼泵泵送砼。插入式振捣器平仓振捣密实，洞内钢模台车作模板。

（5）TBM 洞内施工通风、用电和抽排水

TBM 洞内通风采用压入式通风方式，即采用轴流式通风机 2×55kW(风压4800Pa，流量 1000m^3/min)每隔 500m 串联一台风机进行接力通风，通过直径 1.2m 的 PVC 软风管压入式通风。

TBM 洞内用电主要用于 TBM 掘进机设备运行，从洞外引 20kV 高压电缆直接接入 TBM 掘进机。

TBM 隧洞施工期洞内排水主要来自于地下渗水、施工期间雨水和施工废水。施工期洞内排水可采用设排水沟或集水井、由水泵分级抽出的方法，将洞内积水排出洞外。在主洞内每 500m 设一集水坑，布置 1 台 100m^3/h 抽水机接力抽排水至洞外。

2.11.4.4 钻爆法隧洞施工

钻爆法施工的引水线路共 4.05km，其中干线约 1.6km，引水支线 2 约 2.45km。此外，工程布置的 4 个施工支洞亦采用钻爆法进行施工。为确保隧洞安全施工，主洞洞口处均设 20m 长的钢筋砼锁口段。其中，因支线隧洞洞径较小，为便于施工，洞段内每隔 200m 需布置一条错车道(在洞内错车道位置单侧多挖 3.0m 宽、3.5m 高、20m 长)。

（1）石方洞挖

采用气腿式风钻、全断面光面爆破开挖。开挖渣料由 1m^3 装载机挖装或人工装渣、1t 机动翻斗车运输，再转 8～15t 自卸汽车运到渣场弃渣，74kW 推土机配合集渣。

（2）洞内喷砼

3m^3 砼搅拌车运输砼熟料至工作面，卸入 4～5m^3/h 砼喷射机，人工通过搭设的脚手脚，手持喷射机喷砼。

（3）洞内衬砌钢筋砼

3m^3 砼搅拌车运输砼熟料至工作面，卸入 30 m^3/h 混凝土泵泵送入仓，1.1kW 插入式振捣器振密实，洞内钢模台车作模板。

（4）回填、固结灌浆

0.8m^3 灰浆拌和机拌制水泥砂浆，3m^3 砂浆搅拌车运输至工作面，由中压灌浆泵通过灌浆管压浆回填。

（5）主洞型钢拱架支设

在隧洞Ⅴ类围岩和部分Ⅳ类围岩中设置型钢拱架支撑，洞外加工制作，5t 汽车运至洞内工作面，人工架立拼装。

（6）超前小导管架设及注浆

主洞超前小导管为φ42 或φ50 钢管，单根长为 4m 或 6m，洞内气腿式风钻钻孔，人工架设导管，导管内向围岩灌注水泥水玻璃双液浆。

（7）主洞超前管棚架设及注浆

主洞超前管棚为φ89 或φ108 钢花管，单根长为 20m，履带式露天潜孔钻钻孔，人工架设管棚，管棚内向围岩灌注水泥水玻璃双液浆。

（8）隧洞施工通风、用电和抽排水

洞内通风方式主要取决于隧洞的长短和开挖断面的大小。考虑采取压入式通风方式，选用 2×55kW 的轴流式通风机，通过直径 1.0m 的 PVC 软风管压入式通风。

为满足隧洞内抽排水、砼浇筑、喷砼、通风机等用电的需要，需从洞外引 10kV 高压电进入洞内，每 800～1000m 串联 1 台 10kV/0.4kV 型降压变压器。

施工期的洞内排水主要来自地下渗水、施工废水。施工期洞内排水可采用设排水沟或集水井、由水泵分级抽出的方法，将洞内积水从各施工通道口排走。在

主洞内每 500m 设一集水坑，布置 2 台 100m^3/h 抽水机接力抽排水；在支洞底设一集水坑，因支洞高差较大，在支洞中部也布置集水坑，分别安置 3 台 100m^3/h 抽水机接力抽排水至洞外。因隧洞施工工期较长，洞内抽排水将是一直延续进行。

（9）隧洞不良地质段施工

Ⅳ～Ⅴ类围岩洞段为不良地质段，在隧洞开挖施工中必须做好此类地段的超前探测和超前支护。对于不良地质段的Ⅴ类和部分Ⅳ类围岩，除常规锚喷支护外，还应及时进行超前支护和钢拱架加强支护，超前小导管和管棚均注水泥水玻璃双液浆，防止涌水涌泥砂。

2.11.4.5 盾构法隧洞施工

工程采用盾构法洞挖段总长 9.228km，其中引水干线长 3.834km，引水支线 2 长 5.394km。盾构机掘进时，预制钢筋混凝土衬砌管片在盾尾的保护下，由管片拼装机进行拼装，实现边掘进边安装管片，隧洞贯通之时管片支护也完成。待隧洞贯通后，再进行全线二次砼衬砌。

（1）盾构开挖、出渣

土压平衡盾构通过刀盘旋转切削开挖面的泥土，破碎的泥土经刀盘开口进入土仓并落到底部，由螺旋输送机运到皮带输送机上输送至渣车，再由渣车有轨水平运输至洞口，通过龙门吊垂直吊运至地面后，卸料至渣斗池内，考虑到土压平衡盾构渣料含水率较大，在运输以及堆放过程中对周边环境影响较大，本工程采用原位固化工艺对渣料进行脱水处理。然后由用 2m^3 反铲挖、装，10～15t 自卸汽车运输至渣场。选用 74kW 推土机推平，辅以人工平整、清场。

（2）管片安装

管片采用现场制作的方式。管片在预制场制作完成并达到设计强度后，采用 30t 龙门吊吊装至 12m 平板车运至洞口，30t 龙门吊吊卸管片，由管片运输台车洞内水平运输至盾构机进行安装。

（3）盾构隧洞内施工通风、用电和抽排水

盾构隧洞内通风采用压入式通风方式，即采用轴流式通风机 2×55KW(风压 4800Pa，流量 1000m^3/min)，通过直径 1.0m 的 PVC 软风管压入式通风。

盾构隧洞内用电主要用于盾构设备运行，从洞外引 10kV 高压电缆直接接入盾构机。

盾构隧洞施工期洞内排水主要来自于正常掘进用水(如管片清洗、盾构机清理、掘进过程中出现的漏浆、渗水等)以及因管片质量问题引起的渗水、漏水等，采用 25m^3/h、扬程为 32m 的潜水泵抽水至洞外。

2.11.4.6 管道工程、附属建筑物工程施工

各段隧洞之间的连接段以及隧洞出口段均采用管道型式，本工程的附属建筑物包括检修阀井、排气阀井、检查井、排泥阀井、调流阀井、量水间以及 2 座分水池。

（1）土方开挖

采用 2m^3 反铲挖、装 10～15t 自卸汽车运输至临时堆土场或渣场弃渣，74kW 推土机集土，人工辅助。

（2）土方回填

均可利用开挖料。采用 2m^3 反铲从临时堆土场开挖、装 10～15t 自卸汽车运输至施工现场，在回填区由 74kW 推土机散料，小型振动碾碾压密实，2.8kW 蛙式打夯机辅助压实。

（3）钢管安装

采用平板车将钢管运至现场，采用 50t 汽车起重机将管材吊入基坑，再由自制简易龙门架葫芦吊装就位。

（4）砼浇筑

3m^3～6m^3 砼搅拌车运输砼熟料至现场，经汽车泵泵送砼至工作面入仓，人工平仓，插入式振捣器振捣密实。

2.11.4.7 主要施工机械设备

本工程所需主要施工机械设备见表 2.11-1。

表2.11-1　主要施工机械设备表

序号	名称	型号或规格	单位	数量
1	推土机	59kW、74kW	台	60
2	反铲挖掘机	1 ～2m^3	台	40
3	装载机	2m^3	台	20
4	风钻	手持式、气腿式	台	20
5	蛙式打夯机	2.8kW	台	20

序号	名称	型号或规格	单位	数量
6	胶轮车		台	100
7	压路机	12t	台	20
8	小型振动碾		台	15
9	自 卸 汽 车	8～15t	辆	180
10	混凝土振捣器	插入式	台	60
11	混凝土泵	30m^3/h、汽车式	台	20
12	载重汽车	5t	辆	50
13	固定式空压机	20m^3	台	15
14	灌浆泵	低压泥浆	台	50
15	砼喷射机	4～5m^3/h	台	15
16	砼搅拌车	3～6m^3	辆	80
17	钢模台车	12m/节	台	10
18	灰浆搅拌机	200L	台	50
19	起重机	50t	台	10
20	通风机	55kW	台	30
21	龙门吊	30t	台套	5
22	双护盾 TBM 设备	Φ6.96	台套	2
23	土压式盾构设备	Φ4.1	台套	2
24	冲击钻	CZ-22	台	15
25	液压抓斗	KH180 MHL-800	台	8
26	地质钻机	150 型	台	20
27	高喷台车	SIRIO2SC	台	10
28	振动给料机	GZG70-4	台	2
29	圆锥破碎机	标准型 1200	台	2
30	圆振动筛	YA1542	台	2
31	圆振动筛	2YA1542	台	2

2.11.5 施工交通及施工总布置

2.11.5.1 施工交通

本工程对外交通较便利，工程附近目前有各级地方公路、高速公路、国道等通往附近乡镇、惠州市、海丰县、汕尾市等，因此本工程主要外来材料、设备和生活物资等对外交通运输主要采用公路运输。

（1）进场交通

各项目点基本位于市、县、镇区或乡镇附近，现有公路交通较为完善，故本工程主要利用现有道路能满足进场交通要求。

（2）场内交通

场内交通运输主要为主体工程的机械设备运输、土石方开挖出渣、土石方回填、砼浇筑、砼管片等运输，各施工工区、隧洞洞口需新建或扩建施工道路连接至现有交通网络。

本工程新建临时施工道路长约 37.4km(其中约 30km 需新增临时征地、其余结合永久道路布置)、扩建临时施工道路长约 6.7km，施工道路路面宽 6.5m，路面根据需求分别设置 200mm 厚 C20 砼路面(主要为 TBM、盾构施工工区的施工道路)或 300mm 厚石渣路面；施工道路沿途经过的小沟渠、河涌需架设临时钢架桥，以满足重大设备、施工机械、外来材料等的载重要求。

2.11.5.2 施工工厂设施

（1）机械修配、汽车维修保养系统

由于本工程离城镇和市区不远，惠州市、汕尾市均具有较强的机械、汽车修理和零部件加工能力，故仅在各工区设置机械汽车维修保养站，承担施工机械设备及汽车的小型维修和保养任务。大中型机械及设备维修可就近委托城镇专业厂家承担。

（2）钢木加工系统

在各工区分别设置钢木综合加工厂，承担模板、钢筋加工任务。钢木加工厂生产能力视工程量的大小、工期长短不同而异。

（3）钢筋砼管片预制场

干线 TBM 隧洞、盾构隧洞均为全线管片衬砌，管片需求量大，采用现场制作的方式。根据场地布置条件，在 2#施工工区(1#TBM 工区)和 4#施工工区(2#TBM 工区)分别布置一座钢筋砼管片预制场，以供应本工程 TBM 隧洞、盾构隧洞的管片需求。

（4）人工砂石料系统

本工程洞渣料方量较大，干线隧洞段大部分岩石为微风化～弱风化的岩石，且岩质较为坚硬。为充分利用现有资源、节省投资，又考虑到 TBM 洞渣料粒径

较小，故本工程的豆砾石料采用人工砂石料系统生产。拟在 2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统，加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。

本工程由人工砂石料系统生产的豆砾石设计需要量约 5.1 万 m^3。根据施工强度，砂石料系统的生产能力确定为 60t/h，系统由中细碎车间、成品堆场、水电供应以及废水处理设施等部分组成。

（5）施工供水

各施工点靠近库、河、渠等地面水的可就近抽取到临时蓄水池，附近没有水源的可驳接城镇供水系统解决。生活用水驳接城镇供水系统解决，如无法驳接城镇供水系统的，需将施工用水进行消毒净化处理后再使用。

（6）施工供电

工程沿线所经乡镇已有 220kV、110kV、35kV 等高压输电线路送配电至地方，本工程施工用电可就近接入电网电源，以系统电网供电为主，采用 35kV 或 10kV 输电线路就近接入，每个工区均选用 300kW 柴油发电机组作为备用电源。

（7）施工供风

隧洞主洞工区、施工支洞工区均选用 4L-20/8 型空压机。

2.11.5.3 施工总布置

根据工程布置、施工分段以及施工特点，在取水口、干线 1#、3#TBM 始发洞口、干线 2#TBM 始发洞口、分干线盾构始发洞口、支线 TBM 始发洞口、其它主洞钻爆隧洞洞口以及施工支洞口附近各布置 1 个施工工区，本工程共设置 11 个施工生产生活区，区内主要设有临时生活房屋、施工仓库、施工工厂、机械设备停放保养场等。施工总平面布置详见附图 6，施工布置临建工程量见表 2.11-2。

表2.11-2　临建工程量表

序号	位置	编号	生活房屋建筑面积(m^2)	施工仓库建筑面积(m^2)	高峰施工人数(人)
1	取水口及 1#施工支洞工区	GQ1	2500	600	250
2	1#、3#TBM 始发场	GQ2	4000	1000	400
3	3#施工支洞工区	GQ3	1500	400	100
4	2#TBM 始发场	GQ4	4000	1000	300
5	干线至凤河水厂盾构隧洞接收工区	GQ5	2000	1000	200
6	干线至凤河水厂盾构隧洞始发工区	GQ6	3000	600	100

序号	位置	编号	生活房屋建筑面积(m^2)	施工仓库建筑面积(m^2)	高峰施工人数(人)
7	支线前段钻爆隧洞进口工区	GQ7	1500	1000	200
8	支线前段钻爆隧洞出口工区	GQ8	1500	600	100
9	支线后段 TBM 始发工区	GQ9	3000	800	250
10	4#施工支洞工区	GQ10	1500	400	100
11	支线后段 TBM 接收工区	GQ11	2000	400	100
	合计		26500	7800	2100

2.11.5.4 土方平衡及弃渣场规划

本工程土方开挖约 58.71 万 m^3(自然方)，石方明挖和洞挖(包括 TBM、盾构、钻爆、施工支洞)约 152.79 万 m^3(自然方)，土石方回填约 69.62 万 m^3(压实方)；围堰工程土石方填筑 42.5 万 m^3(压实方)、围堰拆除 50.30 万 m^3(堆方)。经土石方平衡后，工程开挖土石方的回填利用量约 71.86 万 m^3(自然方)，弃渣量换算成堆方后总弃渣量约 185.45 万 m^3。

考虑土石开挖料的中转，布置 4 个临时堆土场，临时堆土场布置详见表 2.11-3。根据现有地形，按就近原则，本工程共布置 7 个堆渣场，均布置在施工点附近地势较低的低洼地或山坳地，用地类型主要为林地，便于将来铺土还田、还地于民。临时堆土场和堆渣场的布置均未涉及自然保护区、自然公园、饮用水水源保护区、生态保护红线、环境空气质量一类功能区等环境敏感区。

表2.11-3　土石方平衡表

序号	工程项目	土、石类别	开挖(自然方 m^3)	回填(压实方 m^3)	回填(折算成：自然方 m^3)		回填利用(自然方 m^3)						调入(自然方 m^3)		弃渣(堆方 m^3)	
					回填		直接利用		间接利用							
			开挖量	回填量	折算系数 K	自然方	借出利用		间接利用		借出利用		数量	来源地	数量	渣场名称
							数量	用于部位	数量	用于部位	数量	用于部位				
1	取水口	土方	82044	56860	0.85	80273			80273	用于本部位					2125	ZC1
		石方	37720		1.31		18860	用于围堰填筑							27347	ZC1
2	取水口围堰	土方	34563	34563	0.85	48794	0		0		0		48794	1#支洞、2#支洞、1#TBM	34563	ZC1
		石方	390394	390394	1.31	357613							357613	1#支洞、2#支洞、1#TBM	468473	ZC1
3	1#施工支洞	土方	7744		0.85	0	6970	用于围堰填筑	0		0		0		929	ZC1
		石方	44164	0	1.31	0	39748	用于围堰填筑	0		0		0		6404	ZC1
4	干线前端钻爆隧洞(1#支洞前)	石方	27107	0	1.31	0	24396	用于围堰填筑	0		0		0		3931	ZC1
5	3#TBM	石方	92816	6519	1.31	4976			4976	豆砾石回填	0		0		127368	ZC1
6	2#施工支洞(包括组装洞室)	土方	46472		0.85	0	41825	用于围堰填筑	0		0		0		5577	ZC1
		石方	175693	0	1.31	0	158124	用于围堰填筑	0		0		0		25475	ZC1

序号	工程项目	土、石类别	开挖(自然方 m^3)	回填(压实方 m^3)	回填(折算成：自然方 m^3)		回填利用(自然方 m^3)						调入(自然方 m^3)		弃渣(堆方 m^3)	
			开挖量	回填量	回填		直接利用		间接利用				数量	来源地	数量	渣场名称
					折算系数 K	自然方	借出利用		间接利用		借出利用					
							数量	用于部位	数量	用于部位	数量	用于部位				
7	1#TBM(惠州段)	石方	183056	0	1.31	0	116485	用于围堰填筑	0		0		0		96527	ZC1
8	1#TBM(深汕段)	石方	143729	24838	1.31	18960			18960	豆砾石回填	0		0		180915	ZC1
9	3#施工支洞	土方	9328		0.85	0	0		0		0		0		11194	ZC2
		石方	43610	0	1.31	0			0				0		63235	ZC2
10	2#TBM	土方	8586		0.85	0	0		0		1774	用于埋管回填	0		8174	ZC3
		石方	188222	13932	1.31	10635			10635	豆砾石回填	629	用于埋管回填	0		256589	ZC3
11	干线至凤河水厂盾构隧洞	土方	92646		0.85	0			0		0		0		111175	ZC3
		石方	33961	0	1.31	0			0		0		0		49243	ZC3
12	干线埋管	土方	12978	10333	0.85	12156			10382	用于埋管回填	0		1774	2#TBM	3115	ZC3、ZC4
		石方		824	1.31	629							629	2#TBM	0	ZC3、ZC4
13	干线附属建筑物	土方	52844	35898	0.85	42233	0		42233	用于建筑物回填			0		12733	ZC3、ZC4
		石方	21183	0	1.31	0			0		0		0		30715	ZC3、ZC4
14	支线前段盾构隧洞(明	土方	26797		0.85	0	0		0		13724	用于埋管回填	0		15688	ZC4
		石方	25050	0	1.31	0			0		2390	用于埋管	0		32857	ZC4

序号	工程项目	土、石类别	开挖(自然方 m^3)	回填(压实方 m^3)	回填(折算成：自然方 m^3)		回填利用(自然方 m^3)						调入(自然方 m^3)		弃渣(堆方 m^3)	
			开挖量	回填量	回填		直接利用		间接利用				数量	来源地	数量	渣场名称
					折算系数 K	自然方	借出利用		间接利用		借出利用					
							数量	用于部位	数量	用于部位	数量	用于部位				
	热河之前)											回填				
15	支线后段盾构隧洞(明热河之后)	土方	62353		0.85	0	0		0		12473	用于附属建筑物回填	0		59857	ZC4
		石方	12525	0	1.31	0			0				0		18161	ZC4
16	支线后段钻爆隧洞	土方	1795		0.85	0	0		0				0		2154	ZC5
		石方	78688	0	1.31	0			0				0		114097	ZC5
17	4#施工支洞	土方	6863		0.85	0	0		0		0		0		8236	ZC5
		石方	30015	0	1.31	0			0				0		43522	ZC5
18	支线埋管	土方	80576	66457	0.85	78185			64461	用于埋管回填	0		13724	支线隧洞	19338	ZC5
		石方		3131	1.31	2390							2390	支线隧洞	0	ZC5
19	支线附属建筑物	土方	61549	52455	0.85	61712			49239	用于建筑物回填	0		12473	支线隧洞	14772	ZC5
	合计		2115071	696204		718557	406407		281160		30990		437397		1854488	

表2.11-4　临时堆土场占地面积、堆土量表

序号	所属位置	临时堆土方量 (堆方，万 m^3)	占地面积(m^2)	平均堆高 (m)
1	GQ1 附近	11.5	23000	5.0
2	GQ2 附近	12.0	24000	5.0
3	GQ5 附近	5	10000	5.0
4	GQ9 附近	10.0	20000	5.0
	合计	38.5	77000	

表2.11-5　渣场规划表

序号	负责工程位置	编号	主要用地类型	弃渣量 (堆方，万 m^3)	占地面积 (m^2)	平均堆高 (m)
1	取水口、取水口围堰、1#施工支洞、干线前段钻爆隧洞、2#施工支洞、干线 1#、3#TBM 洞渣料	ZC1-1	林地	77.96	93600	8.5
		ZC1-2	林地	20	54600	4.0
2	3#施工支洞洞渣料	ZC2	林地	7.44	38400	2.0
3	干线 2#TBM、部分干线附属建筑物、部分干线埋管弃渣料、干线至凤河水厂盾构隧洞	ZC3-1	林地	10.25	23500	4.5
		ZC3-2	林地、园地	34.6	59800	6.0
4	部分干线附属建筑物、部分干线埋管弃渣料、支线盾构隧洞	ZC4	林地	14.98	65100	2.5
5	支线钻爆隧洞洞渣料、支线附属建筑物、支线埋管弃渣料、4#施工支洞	ZC5	林地	20.21	64300	3.1
	合计			185.44	399300	

2.11.6 施工总进度

本工程施工总工期为 66 个月，其中施工准备期 3 个月，主体工程施工期 60 个月，工程完建期 3 个月。

2.12 工程占地与移民安置

2.12.1 工程占地

（1）土地

本工程征占地面积为 2188.56 亩，其中永久征收土地面积共 509.07 亩，临时用地面积共 1679.49 亩。工程占地面积见表 2.12-1。

工程不占用永久基本农田。

表2.12-1　工程占地汇总表　单位：亩

行政区	性质	工程占地									工程内容
		耕地	园地	林地	草地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	小计	
惠东	永久			117.04		0.19	3.21	8.6		129.04	取水口、2#检修支洞及进场道路
	临时	7.49	56.14	474.52	13.02	10.22	8.14	77.4		646.93	围堰、施工工区、弃渣场、临时堆土场、施工道路以及 1#施工支洞
深汕	永久	1.34	28.18	331.36	0.15	1.43	14.11	2.24	1.22	380.03	3#和 4#检修支洞、跨明热河处、龙山水厂和凤河水厂交水处、进场道路
	临时	10.67	59.84	864.4	4.97	5.93	23.67	58.05	5.03	1032.56	围堰、施工工区、弃渣场、临时堆土场、施工道路、埋管段及其他
合计	永久	1.34	28.18	448.4	0.15	1.62	17.32	10.84	1.22	509.07	
	临时	18.16	115.98	1338.92	17.99	16.15	31.81	135.45	5.03	1679.49	
	共计	19.5	144.16	1787.32	18.14	17.77	49.13	146.29	6.25	2188.56	

2.12.2 专项设施

（2）人口、房屋及附属建筑物

本工程涉及房屋均为生产性房屋，不涉及搬迁安置人口，只涉及杂房四处758m^2，其中砖混结构642m^2，棚房20m^2，铁皮棚126m^2；附属建筑物有铁栏杆124m^2，水泥晒场250m^2，坟墓175穴，伯公庙1座。

（3）专业项目

1）输变电线路：本工程涉及0.38kV线路0.1km×4线；10kV线路2km；10kV埋地电缆1.267km。

2）通信设施：本工程涉及通信线路三处共1.7km，一处为0.2km×10线，一处为0.2km×8线，0.3km×20线；一处为中国移动埋地光缆0.5km；一处为广电埋地光缆0.5km。

3）交通运输设施：路灯3杆，路标2处，农村道路2km，Y360线路0.2km。

4）管道工程设施：输水管道0.51km。

2.12.3 移民安置规划

（1）移民安置规划

至规划设计水平年2025年，拟涉及生产安置人口20人。

（2）建设征地补偿投资估算

建设征地移民补偿投资概算为17784.59万元。

2.13 投资估算

本工程总投资为345589.40万元，其中静态总投资为321284.72万元，建设期贷款利息24304.68万元。其中环境保护工程静态投资为6096.31万元。

2.14 工程优化调整概况

1、施工方式的优化调整

总体方案阶段提出的输水管道施工以钻爆法、TBM为主，埋管为辅，占比分别为53.41%、41.42%和5.17%，本阶段经优化后对环境友好的TBM、盾构法的占比高达80.96%。通过采取TBM、盾构法为主的管道施工方式，施工具有噪音小、粉尘少、对围岩扰动小、地面沉降风险低、废弃物少、占地少、无有毒气

体排放等显著的环境保护优势，减少了对森林生态系统的影响。

2、料场、弃渣场的优化调整

弃渣场主要选择现状为低洼地或山坳地等规划为建设用地或备用地的地块，平均堆高 2~8.5m。由于环评前期介入对施工工区、弃渣场、砂石料场和临时堆土场的选址提出了优化调整的建议，经优化调整后，本工程取消设置砂石料场，从附近购买购买成品砂石料，工程施工工区、弃渣场和临时堆土场等的设置遵循了避让生态敏感区、饮用水水源保护区、文物古迹等，占地范围内未发现珍稀濒危野生动植物物种分布。

3、工程布置的优化调整

4#施工支洞兼检修洞在工程初步设计阶段经过优化调整，其线路走向由最初的方案涉及下穿深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，调整至该森林公园范围外。优化调整后4#施工支洞施工活动和后期检修作业可降低对森林公园内自然景观、植被和野生动物栖息地的潜在破坏，最大程度地减少了对生态环境的干扰。同时，调整后的 4#施工支洞线路在确保施工安全和工程顺利推进的前提下，进一步降低了施工过程中的环境风险，为工程的可持续实施提供了有力保障，实现了工程建设与生态保护的和谐统一。

2.15 工程前期进展

2023 年 6 月 30 日，水利部珠江水利委员会以珠水规计函〔2023〕278 号《珠江委关于印发深汕合作区引水工程建设总体方案（工程规划）合规性审查意见的函》，本项目通过珠江委的合规性审查。

2023 年 6 月 30 日，水利部珠江水利委员会以珠水资管函〔2023〕276 号通过本工程总体方案规划水资源论证报告书的技术审查，基本同意本项目近期自白盆珠水库多年平均引水量 0.8 亿 m^3，远期多年平均引水 1.64 亿 m^3。

2024 年 4 月 2 日，经广东省人民政府同意，广东省水利厅以粤水调度〔2024〕9 号《广东省水利厅关于印发深汕合作区引水工程建设总体方案的通知》，同意《深汕合作区引水工程建设总体方案》作为流域综合规划的补充，作为本工程建设的规划依据。

2024 年 7 月 25 日，广东省水利厅以粤水调度函〔2024〕1215 号《广东省水利厅关于深汕合作区引水工程涉及惠东县白马山县级自然保护区和穿越深圳深

汕圆墩三角山县级森林公园布置方案唯一性论证专题报告审查的意见》，同意两个自然保护地论证报告提出的工程涉及惠东县白马山县级自然保护区布置方案唯一性和工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园布置方案唯一性的分析论证结论。

2025 年 2 月 25 日，广东省水利水电技术中心以粤水技术〔2025〕276 号通过本项目可研技术审查。

2025 年 6 月 30 日，广东省发展改革委以粤发改投审〔2025〕79 号批复了本项目可行性研究报告。

2025 年 7 月 31 日，广东省水利水电技术中心以粤水技术〔2025〕353 号通过本项目初步设计报告技术审查。

2025 年 8 月 27 日，广东省水利厅以粤水建设函〔2025〕1055 号批复了本项目初步设计报告。

2025 年 9 月 10 日，广东省水利厅准予深汕合作区引水工程水工程建设规划同意书论证报告行政许可决定书。

2025 年 10 月 20 日，深圳市规划和自然资源局出具了《市规划和自然资源局关于深汕合作区引水工程无害化穿越深汕圆墩三角山县级森林公园意见的复函》（深规划资源函〔2025〕3462 号），同意工程穿越深汕圆墩三角山县级森林公园的建设。

3 工程分析

3.1 工程建设符合性分析

3.1.1 与产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“二、水利”行业的“1．水资源利用和优化配置：跨流域调水工程”属于鼓励类产业。深汕合作区引水工程根据深汕合作区水资源的供需矛盾，提出了通过自西枝江流域的白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，构建深汕合作区水资源配置总体格局，可长远解决深汕合作区的区域水资源承载能力与经济发展布局不匹配问题，保障区域城市生活和工业用水需求，支撑合作区经济社会高质量发展。深汕合作区引水工程属于鼓励类的水利行业的跨流域调水工程，符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的要求。

3.1.2 与相关法规的符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国环境保护法》的符合性

《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月施行）第三十条规定：开发利用自然资源，应当合理开发，保护生物多样性，保障生态安全，依法制定有关生态保护和恢复治理方案并予以实施。

深汕合作区供水工程在优先西枝江流域本地生活、生产用水和生态需水的前提下，合理利用白盆珠水库富余水资源，并与深汕合作区当地水源工程联合运用，解决深汕合作区水资源承载能力与发展布局不匹配问题，提高区域供水安全保障能力。在确定工程规模时遵循了从源头避免或降低工程实施带来的不利生态环境影响的原则，充分考虑各种节水措施，尽量非汛期少引水，汛期多利用雨洪资源；在工程布局上考虑了生物多样性保护要求，比如限定输水线路尽量以隧洞方式穿越山体等，并针对工程实施产生的环境影响，提出了保护的要求，拟定了相应的保护措施。可见，本工程与《中华人民共和国环境保护法》的有关规定是协调的。

3.1.2.2 与《中华人民共和国水法》的相符性

根据《中华人民共和国水法》，“第二十一条 开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要；第

五十条 各级人民政府应当推行节水灌溉方式和节水技术，对农业蓄水、输水工程采取必要的防渗漏措施，提高农业用水效率；第五十四条 各级人民政府应当积极采取措施，改善城乡居民的饮用水条件。”

深汕合作区引水工程自惠州市惠东县西枝江流域白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，向受水区深汕合作区生活、工业供水。从深汕合作区引水工程程配水过程和原则来看，工程的主要任务为城镇供水，在有关分水方案调整前，深圳市承诺现东江取水工程及本工程引水在东江流域取水水量不超分水指标。深圳市通过珠三角水资源配置工程从西江取水等量减少现东江取水，利用深圳东江水源工程向西枝江流域补水，保障西枝江流域可供水量不变，不影响东江博罗断面控制流量要求。根据《深汕合作区引水工程建设总体方案》，为减少本工程取水后对下游供水、生态等的影响，工程引水后不会明显降低坝下和河口生态流量的保证程度。当白盆珠水库水位小于 62.7m 时，工程停止取水，并提出了相关水环境保护措施，最大程度维护相关河流生态流量和保护水环境。本工程实施后，可满足深汕合作区生活、工业用水，与当地水源构成多水源供水格局，使深汕合作区的供水体系更加完善，形成区域完善的水安全保障体系。因此，本项目符合《中华人民共和国水法》对水资源开发、利用的相关要求。

3.1.2.3 与《中华人民共和国自然保护区条例》的符合性

《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月修订）第二十六条规定：禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。第二十七条规定：禁止任何人进入自然保护区的核心区。第二十八条规定：禁止在自然保护区的缓冲区开展旅游和生产经营活动。第三十二条规定：在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。

广东省水利厅对该工程涉及惠东县白马山县级自然保护区布置方案唯一性论证出具了审查意见（粤水调度函〔2024〕1215 号），工程取水口及新建检修道不占用惠东白马山县级自然保护区范围，输水线路以隧洞方式无害化穿越自然保护区长度为 4.26km（核心区 0.32km，缓冲区 1.43km，实验区 2.51km）。根据《广

东省人民政府办公厅关于印发<广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案>的通知》（粤办函〔2021〕227 号），符合县级以上国土空间规划、采取隧道无害化方式穿越地方级自然保护地的省重大线性工程项目，在不涉及占用自然保护地土地、水体和海（河）床的前提下，经唯一性论证和生态影响专题评价，对自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道无影响或者影响可控的，可不调整自然保护地。

本项目为非污染类的供水基础设施建设项目，且属于《广东省 2025 年重点建设项目计划》中的省重点省重大线性工程项目，输水线路以隧洞方式无害化穿越自然保护区，不在自然保护区核心区和缓冲区地表范围内建设生产设施，且用地符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。因此，本项目与《中华人民共和国自然保护区条例》相符。

3.1.2.4 与《中华人民共和国湿地保护法》的符合性

《中华人民共和国湿地保护法》（2021 年 12 月 24 日）规定：“第十九条 建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。”

深汕合作区引水工程自惠州市惠东县白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，向受水区深汕合作区生活、工业供水，是解决民生需求的重大供水工程。取水口位于惠东县白盆珠水库，取水口上游约 500m 为广东惠东白盆珠省重要湿地下边界，工程用地不涉及占用重要湿地。输水线路涉及赤石河流域一般湿地，主要有 5 处，4 处位于笼山水，输水线路深隧下穿笼山水段；另 1 处位于明热河，明热河段工程采用埋管明挖施工，会临时占用明热河段的一般湿地，此段的整个工期为一个枯水期（11 月～翌年 2 月）。穿明热河埋管段的导流建筑物级别为 5 级，相应土石导流建筑物的洪水重现期选定为 5 年，填筑上、下游围堰一次拦断河水、围护基坑以形成干地施工条件，在右岸开挖明渠对施工洪水进行导流。围堰填筑量主要利用现场开挖料，采用均质砂土围堰形式，上、下游围堰堰顶高程分别为 7.50m 和 5.91m，上、下游围堰的最大堰高分别为 3.9m 和 2.81m。围堰堰顶宽 7m(施工交通要求)，迎水坡 1:2.5，背水坡 1:2.0，迎水面采用抛石护坡，下铺石渣垫层。

本工程为供水工程，不属于污染型的建设项目，工程正在开展湿地生态影响评估，初步结论认为，工程对湿地公园的生态和生物资源以及管理会产生一定影响，在采取有效的生态保护措施后是可控的。

因此，项目建设符合《中华人民共和国湿地保护法》相关要求。

3.1.2.5 与《广东省森林公园管理条例》的符合性

《广东省森林公园管理条例》（2020 年 9 月 29 日）规定：“第二十六条　森林公园内禁止下列破坏森林资源的行为：（一）猎捕和其他妨碍野生动物生息繁衍的活动；（二）砍伐、损毁古树名木、珍贵树木和其他国家重点保护植物；（三）毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、破坏景观的行为；（四）排放超标的废水、废气和生活污水以及乱倒垃圾和其他污染物；（五）新建、改建坟墓；（六）法律、法规禁止的其他行为。”

经过路线比选和优化调整后，本工程输水线路穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，开展了生态影响评估论证工作。2025 年 10 月，深圳市规划和自然资源局出具了《市规划和自然资源局关于深汕合作区引水工程无害化穿越深汕圆墩三角山县级森林公园意见的复函》（深规划资源函〔2025〕3462 号），同意工程的建设。输水线路主要采用地下方式穿越森林公园，工程建设对森林公园的影响可接受。

3.1.2.6 与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的符合性

《饮用水水源保护区污染防治管理规定（2010 年修订）》第十一条规定：饮用水地表水源各级保护区及准保护区内均必须遵守下列规定：一、禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。二、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。三、运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。四、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。第十二条规定：饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：一、一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从

事种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。二、二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。三、准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。

工程推荐方案涉及白盆珠水库饮用水水源保护区（占用及穿越）、三角山水库饮用水水源保护区（地下穿越），本工程属于新建与供水设施相关的建设项目，与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定不冲突。

工程施工期生产废水、生活污水均进行妥善处理，不涉及向饮用水水源保护区内排放生产废水和生活污水。砂石料加工系统废水经混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排。在施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水，含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理，再进入清水池，进一步净化水质，废水最终处理《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水。2#~4#施工支洞口回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水。生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GBT18920-2020）中标准较严值后回用。

综上，本工程与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定相符。

3.1.2.7 与《广东省环境保护条例》的符合性

本项目属于引调水工程，为非工业开发项目。项目工程在营运期对环境影响较小，无总量控制指标要求。项目工程在施工期，根据环境保护要求，开展施工期环境监理，并建设严格执行“三同时”政策，在采取生态环境保护措施工程施工对周围生态环境影响较小，可达到国家或者地方规定的污染物排放标准。因此本项目工程建设符合《广东省环境保护条例》在防治污染方面的相关要求。

本工程属于引调水工程，为非工业开发项目，目前项目环境影响评价工作正在开展过程中。建设单位承诺工程将在取得环评批复后开工建设。因此本项目工

程建设符合《广东省环境保护条例》在环保手续履行方面的相关要求。

本项目为线性基础设施工程，输水线路穿越了部分自然保护区和森林公园，并因客观原因不可避免穿越了部分生态保护红线和饮用水水源保护区，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第4400002025XS0001S01号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求；工程涉及白盆珠水库饮用水水源保护区（占用及穿越）、三角山水库饮用水水源保护区（地下穿越），本工程属于新建与供水设施相关的建设项目，符合相关要求；在按相关规定通过自然保护区、森林公园生态影响专题论证审查并落实相应保护措施后，项目工程建设可符合《广东省环境保护条例》在保护和改善生态环境方面的相关要求。

综上分析，在按相关规定通过自然保护区、森林公园生态影响专题论证审查并落实相应保护措施后，本项目工程建设符合《广东省环境保护条例》相关要求。

3.1.2.8 与《广东省水污染防治条例》相符性分析

根据《广东省水污染防治条例》第四十九条“禁止在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡堆放、存贮固体废弃物和其他污染物。禁止在东江干流和一级支流两岸最高水位线水平外延五百米范围内新建废弃物堆放场和处理场。”

本工程设置了7个堆渣场及4个临时堆场，均未布置在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡；且本工程布置的堆渣场均在东江干流和一级支流两岸最高水位线水平外延五百米以外的范围，离东江一级支流西枝江两岸最高水位线最近的堆渣场为ZC1-2堆渣场，距离西枝江的最近距离约3166m。即本工程设置的堆渣场及临时堆场符合《广东省水污染防治条例》的有关规定。



图3.1-1　工程惠东段布置的堆渣场与西枝江的位置示意图

本项目属于引调水工程，为非工业开发项目。项目工程在营运期对环境影响较小，无总量控制指标要求；项目工程在施工期，严格落实相应的水污染防治措施，施工期生产废水经处理后大部分回用于生产，生产、生活污水经处理后回用于施工区及道路抑尘、绿化等。本项目属于新建与供水设施相关的建设项目，符合《广东省水污染防治条例》在饮用水水源保护和流域特别规定方面的相关要求。

综上，本工程的建设符合《广东省水污染防治条例》的相关要求。

3.1.2.9 与《广东省大气污染防治条例》相符性分析

根据《广东省大气污染防治条例》第五十七条“运输煤炭、垃圾、渣土、土方、砂石和灰浆等散装、流体物料的车辆应当密闭运输，配备卫星定位装置，并按照规定的时间、路线行驶。对未实现密闭运输或者未配备卫星定位装置的车辆，县级以上人民政府相关主管部门不予运输及处置核准。”

工程对大气环境的影响主要为施工期的施工粉尘、机械废气及运输扬尘造成的影响，以无组织排放和面源污染为主，其随施工活动结束而消失。本工程采用商品砼，不设置现场搅拌混凝土、现场搅拌砂浆站场。施工工区、堆渣场、临时堆场等均在环境空气质量二类功能区，运输渣土、土方、砂石等散物料的车辆均采用密闭运输。运行期不产生废气，无大气污染源。

综上，本工程的建设符合《广东省大气污染防治条例》的相关要求。

3.1.2.10 与《广东省全域“无废城市”建设工作方案》相符性分析

深汕合作区引水工程将“无废”要求嵌入施工组织：全线可利用洞渣料经2#、4#工区砂石料加工系统集中破碎筛分，自产5.1万m^3豆砾石全部回用于TBM壁后回填及喷锚支护，替代外购商品料，实现可利用洞渣“零外运”、成本“零增量”，从源头削减固体废物。工程砂石料加工系统废水经混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，危险废物全过程扫码追溯，生活垃圾强制分类外运，形成“渣不落地、水循环用”的闭环模式，全面满足符合《广东省全域“无废城市”建设工作方案》对重点工程“源头减量、资源利用、闭环管理”的核心要求。

因此，本工程符合《广东省全域“无废城市”建设工作方案》相关要求。

3.1.3 与相关功能区划的符合性分析

3.1.3.1 与主体功能区规划的符合性

1、与《全国主体功能区规划》的符合性

《全国主体功能区规划》提出了国家层面的优化开发、重点开发、限制开发、禁止开发四类主体功能区。本工程涉及的深圳、惠州市2市主要位于《全国主体功能区规划》划定的优化开发区域-“珠江三角洲地区”，其功能定位是：通过粤港澳的经济融合和经济一体化发展，共同构建有全球影响力的先进制造业基地和现代服务业基地，南方地区对外开放的门户，我国参与经济全球化的主体区域，全国科技创新与技术研发基地，全国经济发展的重要引擎，辐射带动华南、中南和西南地区发展的龙头，我国人口集聚最多、创新能力最强、综合实力最强的三大区域之一。上述规划还提到珠三角地区水资源总量丰富，但随着用水量的不断增加，水资源供需矛盾日益突出。工程通过自东江西枝江流域的白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，构建深汕合作区水资源配置总体格局，提高区域水资源保障能力，实现水资源与人口经济均衡发展，为深汕合作区的经济社会高质量发展、生态文明建设提供水安全保障。工程实施可以极大缓解珠三角地区“水资源供需矛盾日益突出”等原因引起的水资源供需矛盾，为区域的城镇生活、工业灌溉等用水提供重要保障，构建区域多水源战略格局，保障该地区的供水安全。工程的实施对支撑珠三角地区水资源的可持续开发利用及社会经济的可持续发展具有重要作用，与《全国主体功能区规划》对该地区的定位和发展要求相符合。

2、与《广东省主体功能区规划》的符合性

《广东省主体功能区规划》把广东省陆地国土空间划分为优化开发、重点开发、生态发展（即限制开发）和禁止开发四类主体功能区域。工程所在区域主要分布有国家级农产品主产区、省级重点生态功能区和和省级禁止开发区域。该规划对生态发展区域和禁止开发区提出环境政策要求：生态发展区域要加大水资源保护力度，适度开发利用水资源，加强水土保持和生态环境修复与保护。禁止开发区域要严格禁止不利于水生态环境保护的水资源开发活动，实行严格的水资源保护政策。

本工程以强化节水、充分挖潜、西枝江流域适度引调水为重点，实行最严格的水资源管理制度，工程根据深汕合作区水资源的供需矛盾，提出了通过自西枝江流域的白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，构建深汕合作区水资源配置总体格局，可长远解决深汕合作区的区域水资源承载能力与经济发展布局不匹配问题，保障区域城市生活和工业用水需求，支撑合作区经济社会高质量发展。综上，本工程的实施对解决深汕合作区的水资源供需矛盾问题，促进区域水资源的可持续开发利用，与《广东省主体功能区规划》对该地区的定位和发展要求相符合。

3.1.3.2 **与生态功能区划的符合性**

本项目评价范围共涉及广东省生态功能区生态区 1 个（广东中部山地丘陵南亚热带季风常绿阔叶林水土保持生态区），生态亚区 1 个（莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态亚区），生态功能区 1 个（莲花山脉生物多样性保护与水土保持生态功能区）。工程以线性输水线路为主，其涉及范围较大，工程的实施对区内相关生态功能区的影响不可避免。工程输水管线绝大部分采用隧洞施工，尽可能占用工程地表扰动面积，最大限度的减少对生态系统功能和结构的影响。通过采取线路避让环境敏感生态功能区、优化环境敏感生态功能区及周边范围内工程型式及采取有针对性的生态功能区环境保护对策措施，工程的实施建设对区内水源涵养、水土保持、生物多样性保护、生态防护等生态功能的不利影响可控。同时，工程主要通过引调水及相关工程满足区内的城镇生活、工业用水需求，为改善深汕合作区解决缺水问题创造条件，对区域城镇人居保障等生态功能的发挥起到支撑作用。综上，工程实施建设与各级生态功能区划对区域的生态功能定位

和保护要求不冲突。

3.1.3.3 与水功能区划的符合性

水源区白盆珠水库属于饮农防发用水功能区，水质目标为II类，调水区域的水质现状总体达标，总体符合水功能区水质管理目标定位，可满足调水的需求。

受水区的河流水质目标为III~V 类，大部分河流现状水质以 II~IV 类为主，部分水体水质时有超标。受水区应遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，深汕合作区组织开展了工程受水区水污染防治规划编制工作，详细规划了工程受水区的水环境治理措施及要求，把强化节水、提效、治污、环保、控需作为引调水工程实施的重要前提，强化交水后，退水河流污染源控制、水环境修复、水环境监测、突发水污染应急及水环境保护监管等能力，使得受水区各退水河流水质达到并稳定维持在其水功能区水质管理目标内，切实保障引调水工程通水时其水质可以满足受水要求。

3.1.4 与相关规划的符合性分析

3.1.4.1 与《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》的符合性

《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》中未具体列明本工程，但规划明确指出白盆珠水库需承担流域防洪、水资源调配及区域供水任务，而深汕合作区引水工程正是基于该水库的水资源储备能力，通过科学调度实现跨区域调水。工程从白盆珠水库年均引水 1.64 亿立方米，直接服务于合作区 150 万人口的用水需求，既发挥了水库的水资源配置功能，又通过供水保障支撑了区域经济社会发展，深汕合作区引水工程与《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》中白盆珠水库“以防洪、水资源配置、供水为主”的功能定位高度相符。

《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》中明确提出了通过跨流域调水工程来解决区域水资源短缺问题，深汕合作区作为广东省的重要发展区域，其引水工程旨在保障区域供水安全，与规划中提到的通过调水工程优化水资源配置、提高供水保障能力的目标高度一致。

根据规划明确的“水资源配置与供水保障”核心任务，深汕合作区作为粤港澳大湾区东翼战略节点，其 2035 年规划人口达 150 万，本地水资源开发利用率已逼近极限，年均需水缺口大。引水工程从惠州白盆珠水库年均引水 1.64 亿 m

³，直接服务于合作区生活、工业及生态用水需求，既缓解了合作区本地水源不足的问题，又通过优化水资源时空分布，与规划中“解决水资源时空分布不均”的目标高度契合。

因此，本工程与《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》的实施要求相符。

3.1.4.2 与《广东省水网建设规划》的符合性

2025 年 5 月，中共广东省委、广东省人民政府印发《广东省水网建设规划》。《广东省水网建设规划》的规划总体布局的东江流域片区网指出：该片区以东江干流及主要支流为基础，以新丰江水库、枫树坝水库、白盆珠水库为重要调蓄节点，以东深供水工程、深汕合作区引水工程、深圳东部供水工程等为区域骨干输水通道，打造新丰江水库引水工程等粤港澳大湾区高品质输水通道，形成优水优用、多源互济的供水格局，进一步提升水资源配置网络体系……。

规划的重点水资源配置工程提出：统筹考虑惠州南部地区和深汕合作区经济社会发展对水资源安全保障的需求，在不影响白盆珠水库防洪、供水等功能正常发挥，保证水库下游西枝江、东江流域用水需求的前提下，优化水库电站发电运行方式，优化西枝江流域水资源配置。针对深汕合作区经济社会快速发展对供水安全保障需求，优先加快实施自白盆珠水库引水的深汕合作区引水工程，工程最大引水规模为 30m^3/s，多年平均供水量为 1.64 亿 m^3。为进一步提升深汕合作区整体调蓄能力，规划适时建设明溪水库。

深汕合作区引水工程建设总体方案阶段、深汕合作区引水工程可行性研究阶段，在综合考虑区域的用水需求的基础上，深入研究了深汕合作区引水工程的调水路线、调水工程规模以及工程措施，与《广东省水网建设规划》的实施要求相符合。

3.1.4.3 与《广东省流域综合规划（2013-2030 年）》的符合性

根据《广东省流域综合规划（2013-2030 年）》（粤府函〔2014〕281 号），为落实最严格水资源管理的要求，按照国家下达到广东省的用水总量控制指标，2020 年，全省用水总量控制在 456.04 亿 m^3 以内；2030 年，全省用水总量控制在 450.18 亿 m^3 以内。此外规划提出：规划通过实施最严格的水资源管理制度，在用水总量、用水效率以及排污总量控制的基础上……，优化水资源配置；通过跨区域调配水资源，保障缺水地区的经济发展。

《广东省人民政府办公厅关于印发<广东省“十四五”用水总量和强度管控方案>的通知》，深圳市 2030 年用水总量控制目标为 26.75 亿 m^3。根据《深圳市人民政府办公厅关于印发<深圳市“十四五”用水总量和强度管控方案>的通知》（深府办函〔2022〕134 号），“十四五”期间深汕合作区用水总量控制目标为 0.52 亿 m^3。2020 年深圳市、深汕合作区用水总量分别为 20.65 亿 m^3、0.43 亿 m^3，均不超过最严格水资源管理制度用水总量的控制目标。根据规划工程供水配置方案和合作区现状用水量，工程评价范围设计水平年 2035 年含再生水及海水淡化的配置水量为 1.99 亿 m^3(多年平均)，较现状实际用水量增长 1.61 亿 m^3，配置水量及增量在深圳市 2030 年用水总量控制指标增幅范围内。深圳市将根据全市均衡发展需求，统筹市内各区用水总量控制指标，以整体符合最严格水资源管理制度控制要求。

《广东省流域综合规划（2013-2030 年）》未具体列明本工程，为了强化深汕合作区引水工程建设的规划依据，广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》。2023 年 6 月，《总体方案》通过珠江委合规性审查（珠水规计函〔2023〕278 号）。2024 年 4 月，经省人民政府同意，省水利厅以粤水调度〔2024〕9 号文正式印发实施《总体方案》，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据。《总体方案》中明确：“本次编制建设总体方案作为流域综合规划的补充，完善工程的规划依据”。

综上，工程符合《广东省流域综合规划(2013-2030 年)》的要求。

3.1.4.4 与《“十四五”水安全保障规划》的符合性

从解决国家水安全的根本性、全局性、长远性问题出发，《“十四五”水安全保障规划》将把水安全放在新时代中国特色社会主义现代化建设的全局中统筹谋划。2021 年 1 月 25 日，在 2021 年全国水利工作会议上提出“十四五”时期，我国将以建设水灾害防控、水资源调配、水生态保护功能一体化的国家水网为核心，加快完善水利基础设施体系，解决水资源时空分布不均问题，提升国家水安全保障能力。2021 年将高标准推进重大水利工程建设，加快 150 项重大水利工程建设，争取早开工、多开工。深汕合作区明溪水库工程（含深汕合作区引水工程和明溪水库工程）列入 150 项重大水利工程，是国家水网的组成部分，也是全国水利“十四五”期间重点推进项目。

深汕合作区引水工程以“深汕合作区明溪水库”纳入国家发改委、水利部的《“十四五”水安全保障规划》，因此，工程的建设符合《“十四五”水安全保障规划》。

3.1.4.5 与《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》的符合性

深汕合作区引水工程以“深汕合作区供水工程”纳入国家发改委的《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》，在《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》“(一)水资源配置工程”的“水利基础设施重点工程”栏目中列有“深汕合作区供水工程”。因此，工程的建设符合《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》。

3.1.4.6 与《粤港澳大湾区水安全保障规划》的符合性

《粤港澳大湾区水安全保障规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，践行“水利工程补短板、水利行业强监管”的水利改革发展总基调，对标国际一流湾区和世界级城市群的先进经验，从保障区域水安全、率先实现水利现代化的目标出发，统筹谋划水安全保障的总体思路、发展目标、总体布局和主要任务，为粤港澳大湾区建设提供坚实的水利支撑和保障。工程纳入《粤港澳大湾区水安全保障规划》的相关内容如下：“优化整合现有供水格局，立足用好本地水，扩大利用再生水，科学利用外调水，逐步实现双水源、多水源供水，建设集约高效的城镇供水体系。有条件的地区，可以开展区域联网供水，提高供水区域联合调度及应对突发事故的能力。……深圳市推进罗田—铁岗水库连通工程、深圳市公明-清林径水库连通工程、深汕特别合作区供水工程建设。”

因此，工程的建设符合《粤港澳大湾区水安全保障规划》。

3.1.4.7 与《广东省水利发展“十四五”规划》的符合性

《广东省水利发展“十四五”规划》在水资源配置工程建设项目专栏中提出，“加快珠江三角洲水资源配置工程、……、粤东水资源配置工程、深汕合作区供水工程、……等前期工作和建设。”该规划环评章节提出，规划实施过程中，各类工程的论证与选址选项应坚持生态优先、绿色发展的理念，严格落实“三线一单”生态环境分区管控约束和生态空间保护要求，并与国土空间规划、生态环境保护规划等相衔接。

深汕合作区引水工程已纳入《广东省水利发展“十四五”规划》，本工程需水预测时严格执行最严格水资源管理制度，严格落实“三线一单”生态环境分区管控约束和生态空间保护要求，本工程与《广东省水利发展“十四五”规划》要求相符。

3.1.4.8 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的相符性

《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》于 2023 年 08 月经国务院批复同意印发，成果作为广东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。在专栏 9-2，水利基础设施重点工程的水资源配置工程提到：“依托东江、西江、北江、韩江、鉴江等主要河流，……。持续推进韩江榕江练江水系连通工程、……、深汕合作区引水工程、……、粤东灌区等项目建设，……”

省国土空间规划将“深汕合作区引水工程”列为省级水利基础设施重点工程，定位为“东江—海湾水资源配置通道”关键节点，承担珠三角东岸与粤东沿海片区的应急备用与区域联网供水功能，符合省域“一主三副、三江多廊”水网总体格局，已纳入国土空间规划“一张图”系统，用地指标和用地范围控制线已在《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》规划编制时进行了考虑，不再因局部自然保护区边界微调而调整项目合法性与空间落位。

经与“三区三线”成果校核，1）永久基本农田红线：本工程占地范围不涉及永久基本农田，工程输水线路以地下深隧为主，取水口、管理平台、检修道路等工程用地均不涉及永久基本农田红线。2）城镇开发边界：本工程占地范围与城镇开发边界无冲突，空间准入符合规划“优先保障省级以上重大水利设施用地”要求。3）生态保护红线：深汕合作区引水工程不属于禁止开发性、生产性建设活动，为线性基础设施、供水设施项目，且项目区附近的生态保护红线已覆盖整个白盆珠水库水域，工程取水无法避让。根据惠州市、深圳市自然资源部门提供的生态保护红线划定成果，深汕合作区引水工程涉及惠州市、深圳市的生态保护红线，涉及类型为东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线。本工程已作为水利基础设施重点工程的水资源配置工程纳入《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，并于 2023 年 08 月经国务院批复同意印发。因此，本工程属于自然资发〔2022〕142 号文中允许有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、

符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动”，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 4400002025XS0001S01 号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。

因此，工程的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

3.1.5 与经济社会发展规划的符合性分析

3.1.5.1 与《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性

《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出，要加强水利基础设施建设，立足流域整体和水资源空间均衡目标，加强跨行政区河流水系治理保护和骨干工程建设，强化大中小微水利设施协调配套，提升水资源优化配置和水旱灾害防御能力。

深汕合作区引水工程为水利基础设施建设项目，工程建设实施后可有效提升水资源优化配置和水旱灾害防御能力。因此本项目符合《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

3.1.5.2 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》《关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》《关于认真学习宣传贯彻〈中共中央国务院关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见〉的通知》《关于构建“一核一带一区”区域发展新格局促进全省区域协调发展的意见》的符合性

2019 年 2 月，中共中央、国务院印发的《粤港澳大湾区发展规划纲要》提出：深化区域合作，有序发展“飞地经济”。近日，广东省委和省政府印发的《关于贯彻落实〈粤港澳大湾区发展规划纲要〉的实施意见》提出：推进深汕特别合作区、广清产业园、广梅产业园等区域合作平台建设，开展高水平对口帮扶，共享改革发展成果。……促进区域要素流动和产业转移，有序发展“飞地经济”，明确了合作区在粤港澳大湾区的地位和任务。

2019 年 8 月，中共中央、国务院印发的《关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见》中提出：“创新完善、探索推广深汕特别合作区管理体

制机制”，明确了深汕合作区在深圳建设中国特色社会主义先行示范区中的发展要求。随后，广东省委、省政府印发《关于认真学习宣传贯彻〈中共中央国务院关于支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的意见〉的通知》，要求全省动员、举全省之力支持推动建设。为抢抓“双区驱动”重大机遇，省委省政府制定出台《关于构建“一核一带一区”区域发展新格局促进全省区域协调发展的意见》，明确要求加快推进深汕合作区建设，打造区域协调发展示范区。新时代，深汕合作区作为深圳全面主导建设的重要功能区，承担着党中央、国务院和省委省政府赋予的“区域协调、合作示范、自主创新”的重要使命，在推进粤港澳大湾区和先行示范区建设、辐射带动粤东地区发展方面发挥着重要角色。

深汕合作区引水工程为水利基础设施建设项目，工程建设实施后可有效解决区域经济快速发展因水资源短缺受限发展的问题，提升深汕合作区的水资源优化配置和水旱灾害防御能力。因此本项目符合相关的纲要和意见。

3.1.5.3 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出，“优化配置水资源。坚持节水优先，落实广东节水行动实施方案，提高水资源集约节约利用水平。构建以东江、西江、北江和韩江为区域主要水源的水资源配置骨干网络，加快推进珠江三角洲水资源配置、韩江榕江练江水系连通、环北部湾广东水资源配置等重大水利工程建设，谋划深汕特别合作区供水、粤东地区水资源配置、珠中江供水一体化等区域水资源配置工程前期论证，适时开工建设。新建一批大中型水库，因地制宜建设小型水库，增加调蓄能力。完善城镇应急备用水源规划建设。

深汕合作区引水工程，为深汕特别合作区供水内容之一，广东省《纲要》明确强调加快工程前期论证，并适时开工建设。根据深汕合作区长远经济发展用水需求，通过实施水资源优化配置解决深汕合作区本地水源不足问题，提高地区供水量和供水能力。因此，本项目与广东省的国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要的要求相适应。

3.1.6 与区域用水总量控制指标的符合性分析

深汕合作区原隶属于汕尾市海丰县，2011 年 2 月 18 日，广东省委、省政府

批复《深汕(尾)特别合作区基本框架方案》，正式设立深汕特别合作区；时由深圳、汕尾两市管理，深圳市主导经济管理和建设，汕尾市负责征地拆迁和社会事务。2017 年 9 月 21 日，省委、省政府下发了《关于深汕特别合作区体制机制调整方案的批复》，要求深圳市要不折不扣落实好全面主导合作区经济社会事务的责任，按照“10+1”(深圳 10 个区+深汕特别合作区)模式给予全方位的政策和资源支持。2018 年 12 月，深圳市深汕特别合作区党工委、管委会正式挂牌，根据深汕特别合作区体制机制调整方案，深汕特别合作区党工委、管委会调整为深圳市委、市政府派出机构；自此，合作区经济事务由深圳全面主导。2010 年以来，广东省人民政府办公厅分别于 2012 年、2016 年、2022 年先后三次以对全省各市 2015 年前、2030 年前和 2025 年前等各阶段用水总量控制目标进行分解、调整，深汕合作区 2020 年及以前用水总量控制指标属汕尾市用水总量指标内，2020 年后用水指标划分至深圳市用水总量指标内。

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》(粤办函〔2016〕89 号)、《广东省人民政府办公厅关于调整我省部分地级以上市用水总量控制目标的通知》(粤办函〔2020〕267 号)、《深圳市人民政府办公厅关于印发深圳市“十四五”用水总量和强度管控方案的通知》(粤办函〔2020〕267 号)，“十四五”期间深汕合作区用水总量控制目标为 0.52 亿 m^3。根据《深圳市水资源公报》，2022 年深汕合作区用水量为 0.38 亿 m^3，相较 2025 年余量指标为 0.14 亿 m^3；2023 年深汕合作区用水量为 0.42 亿 m^3，相较 2025 年余量指标为 0.1 亿 m^3。

为解决深汕合作区未来用水需求，保障合作区经济社会高质量发展，经广东省水利厅同意，现阶段以承诺函的形式对深汕合作区用水总量控制指标作保证（附件 8）。经深圳市人民政府同意，深圳市水务局于 2025 年 5 月 21 日向广东省水利厅承诺： “在“十五五”用水总量和强度管控方案确定时，根据深汕合作区引水工程水量配置情况落实合作区用水总量控制指标，确保该工程取水符合最严格水资源管理要求”，并在随文附件中写明深汕合作区 2035 年指标为 1.99 亿 m^3。

综上，深汕合作区现状用水总量和工程实施后用水总量符合最严格水资源管理制度的用水总量控制目标要求。

3.1.7 与最严格的水资源管理制度的符合性分析

（1）与流域水量分配的符合性

深汕引水工程近期多年平均引水 0.8 亿 m^3，远期多年平均引水 1.64 亿 m^3 该工程计划引水量指标在深圳市东部供水工程中调剂，即深汕合作区引水工程在白盆珠水库引水后，深圳东部供水工程近期停止在西枝江口取水 0.8 亿 m，远期停止在西枝江口取水 1.1 亿 m^3，剩余水量 0.54 亿 m^3 在东江干流取水口扣减。因此本项目不会额外增加广东省东江(石龙以上)地表水资源开发利用量，符合《东江流域(石龙以上)水量分配方案》。

考虑到现有的《广东省东江流域水资源分配方案》暂无深汕合作区用水指标，故本工程引水量 0.8 亿 m^3、1.64 亿 m^3 均通过深圳东部供水工程等量退减。深圳 2022 年在东江流域超指标引水 5.05 亿 m^3，珠三角水资源配置工程 2030 年、2040 年分配给深圳市的水量分别为 7.44、8.92 亿 m^3，大于本工程引水量和目前超指标引水量的综合，可以使得深圳在东江不超额取水，满足《广东省东江流域水资源分配方案》的要求。

（2）与用水效率控制指标的符合性

根据《深圳市人民政府办公厅关于印发深圳市“十四五”用水总量和强度管控方案的通知》（深府办函〔2022〕134 号），深汕合作区 2025 年农田灌溉水有效利用系数均要求达到 0.540，其他区万元 GDP 用水量 2025 年比 2020 年下降 6.6%~31.9%，万元工业增加值用水量下降 6.6%~31.9%。

受水区深汕合作区现状万元 GDP 用水量为 45.44m^3/万元，万元工业增加值用水量 43.29m^3/万元，2035 年分别调减为 9.9m^3/万元、5.5m^3/万元，比现状下降幅度分别为 78%、87%；2050 年分别较 2030 年调减为 6.0m^3/万元、4.0m^3/万元，比 2035 年下降幅度分别为 39%、27%，满足最严格水资源管理用水效率要求。受水区深汕合作区现状农田灌溉水有效利用系数达到控制指标 0.54 要求；2035 年、2050 年农田灌溉水有效利用系数调增为 0.65、0.70，满足深圳市最严格水资源管理考核要求，满足国家最严格水资源管理提出的 2030 年不低于 0.60 的要求。

3.1.8 与引调水工程“三先三后”原则的符合性分析

深汕合作区引水工程在前期规划设计工作中，全面贯彻落实跨流域调水工程

“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的原则和最严格水资源管理制度，统筹考虑工程引水与节水、治污、生态环境保护的关系。

1、先节水后调水

（1）现状用水水平分析及评价

1）用水水平分析

节水是抑制需水增长、减轻供水压力、减少污水排放的根本措施。

2022 年深汕人均综合用水量 526m^3，2018 年~2022 年均下降 3.0%；万元 GDP 用水量 45.4m^3，年均下降 11.3%；万元工业增加值用水量 43.3m^3，年均下降 26.9%。除此之外，2022 年城镇居民生活用水量 23.7L/人·d，年均增长 6.7%；农村居民生活用水量 78.29L/人·d，年均下降 12.5%。深汕合作区 2018~2022 年主要用水指标值见表 3.1-1。

表3.1-1　深汕合作区 2018-2022 年用水指标　　单位：万 m^3

年份	人均用水量	万元 GDP 用水量（m^3）	万元工业增加值用水量（m^3）	农田灌溉亩均用水量（m^3）	城镇居民生活用水量（L/人·d）	农村居民生活用水量（L/人·d）
2018	594	73.2	16.7	782.9	182.34	133.54
2019	677	93.6	62.4	782.9	185.13	153.51
2020	652	79.3	51.8	782.9	250.22	224.28
2021	581	54.7	33.2	782.9	130.44	132.99
2022	526	45.4	43.3	859.6	236.7	78.29
平均值	606.0	69.3	41.5	798.2	197.0	144.5
年均变化率（%）	-3.0	-11.3	26.9	2.4	6.7	-12.5

2）现状用水水平评价

①深汕合作区现状万元 GDP 用水量为 45.44m^3/万元，与《规划和建设项目节水评价技术要求》中的指标相比较，优于东南区（广东省所在分区）万元 GDP 用水量平均值 53m^3/万元，劣于东南区省级行政区先进水平 35m^3/万元。与《广东省规划和建设项目节水评价技术指南（试行）》中的指标相比较，劣于珠三角地区（深汕合作区所在分区）万元 GDP 用水量平均值 41.9m^3/万元，与珠三角地区先进值 14.0m^3/万元相比，还有较大差距。

②深汕合作区现状万元工业增加值用水量 43.29m^3/万元，与《规划和建设项

目节水评价技术要求》中的指标相比较，优于东南区万元工业增加值用水量平均水平 47.8m^3/万元；劣于东南区省级行政区先进水平 23.4m^3/万元。与《广东省规划和建设项目节水评价技术指南（试行）》中的指标相比较，劣于珠三角地区万元工业增加值用水量平均水平 26.9m^3/万元。

③深汕合作区现状年城市供水管网漏损率为 13.93%，与《规划和建设项目节水评价技术要求》中的指标相比较，尚未达到东南区平均水平 13.2%。与《广东省规划和建设项目节水评价技术指南（试行）》中的指标相比较，与珠三角地区先进值水平 7.94%，有较大差距。

④深汕合作区现状农田灌溉水有效利用系数为 0.540，与《规划和建设项目节水评价技术要求》中指标相比较，未达到东南区农田灌溉水有效利用系数的平均水平 0.565。与《广东省规划和建设项目节水评价技术指南（试行）》中的指标相比较，未达到珠三角地区农田灌溉水有效利用系数的先进水平 0.550。

深汕合作区现状节水水平与东南区及珠三角地区节水指标对比见下表 3.1-2。

表3.1-2　深汕合作区现状节水水平评价

指标	东南区指标值		珠三角地区指标值		深汕合作区	
	平均水平	先进值	平均水平	先进值	现状值	评价
万元 GDP 用水量（m^3/万元）	53	35	41.9	14.0	45.44	平均水平
万元工业增加值用水量（m^3/万元）	47.8	23.4	26.9	8.5	43.29	平均水平
城市供水管网漏损率（%）	13.2	10.8	12.14	7.94	13.93	未达到平平均水平
农田灌溉水有效利用系数	0.565	0.736	0.522	0.550	0.540	平均水平
非常规水源利用率	15.3	22.8	9.42	36.96	4.6	未达到平平均水

（2）节水目标指标

区域内未来水利发展的方向要紧紧围绕国家新时期治水方略，全面推进节水型社会建设，落实最严格水资源管理制度，强化用水定额管理有效落实以水定需、量水而行的发展要求，抑制不合理用水需求，全面实行节水管理制度，创新节水激励约束机制，同步建设各项节水措施，建立健全节水制度，形成水资源利用与发展规模、产业结构和空间布局等协调发展的现代化新格局。根据广东省人民政府关于实行最严格水资源管理制度和节水型社会建设要求，设计水平年 2035 年

评价范围城镇供水管网漏损率控制在 7%，万元工业增加值用水量相比 2020 年下降89.4%，区域内灌区经统一规划、配套与节水改造后灌溉水利用系数达到0.65，节水型社会建设取得显著成效。深汕合作区节水指标见表 3.1-3。

表3.1-3　深汕合作区节水指标汇总表

指标	单位	现状	2035 年	2050 年	属性
用水总量	亿 m^3	0.38	1.99	2.89	约束性
城镇居民生活人均用水量	L/(p·d)	236	160	160	预期性
农村居民人均用水量	L/(p·d)	78.29	150	-	预期性
城镇供水管网漏损率	%	13.93	7.0	6.0	约束性
万元工业增加值用水量	m^3/万元	43.29	5.5	4	预期性
工业用水重复利用率	%	-	95	97	预期性
农田灌溉水利用系数	/	0.540	0.65	0.70	约束性
节水灌溉面积占比	%	0	100	100	预期性
高效节水灌溉面积占比	%	0	30	45	预期性
城镇污水处理率	%	-	100	100	约束性
再生水回用率	%	-	35	45	约束性
节水器具普及率	%	-	100	100	预期性

（3）节水符合性分析

1）节水指标先进性分析

对标国家、水利部最新颁布的节水标准以及广东省最新节水要求，设计水平年评价范围用户端、供水端主要节水指标均符合上述标准、要求，详见表 3.1-4。

表3.1-4　工程评价范围节水指标对比分析表

指标	现状	2035年	2050年	累积变化幅度(%)		国家、水利部、广东省最新节水标准与要求	节水符合性
				现状～2035年	现状～2050年		
城镇居民生活人均净用水量(L/(p·d))	236.7	160	160	-	-	《广东省用水定额》(DB44/T1461.3-2021)1160；国家节水型城市考核指标150～220	符合
万元工业增加值用水量(m^3/万元)	43.29	5.5	4	-87	-91	国务院最严格水资源管理：2030年40以下；同类地区先进值7m^3/万元左右	符合
万元GDP用水量(m^3/万元)	45.44	9.9	6.0	-78	-87	《节水评价技术要求》东南区：现状平均53、先进15；北京11.2(2020全国先进值)；广东省现状平均43，先进值24.2	符合
节水器具普及率(%)	-	100	100	/	/	《建设项目节水评价编制规程(征求意见稿)》：缺水地区要求达到100%；国家节水型城市考核指标标准100%	符合
工业用水重复水利用率(%)	-	95	97	/	/	《建设项目节水评价编制规程(征求意见稿)》：一般应≥80%(不含电厂)	符合
节水灌溉面积占比(%)	0	100	100	/	/	《节水评价技术要求》东南区：现状平均50.6、先进70.5	符合
高效节水灌溉面积占比(%)	0	30	45	/	/	《节水评价技术要求》东南区：现状平均9.3、先进38.7	符合
管网漏损率(%)	13.93	7	6	/	/	《水污染防治行动计划》：2020年10%以内；全省现状平均水平12.34%，先进值7.54%；规划先进值：深圳市2035年7%，新加坡2030年5%	符合
城镇污水处理率(%)	-	100.0	100.0	/	/	《水污染防治行动计划》：2020年县城、城市分别85、95%左右	符合
再生水回用率(%)	0	35	45	/	/	现状珠三角地区平均9.42%;《关于推进污水资源化利用的指导意见》：2025年25%以上；节水型社会评价标准，再生水利用≥15%;《典型地区再生水利用配置试点方案》：到2025年，缺水地区试点城市再生水利用率达到35%以上,京津冀地区试点城市达到45%以上;其他地区试点城市的达到25%以上	符合
灌溉水利用系数	0.54	0.65	0.7	/	/	《广东省节水评价技术要求》现状全省均值0.511，先进值0.55；国务院最严格水资源管理：2030年0.60以上；北京0.75(2020全国先进值)	符合

2）节水指标可达性分析

①城镇生活节水指标的可达性

2035 年，区域内居民生活用水净定额取值接近于深圳（不含深汕）现状城镇居民生活用水定额 160L/（p·d），满足《广东省用水定额》(DB44/T1461.3-2021)要求确定，在满足居民生活质量水平要求的基础上符合相关标准要求；生活节水以提高供水端效率为主。通过城市发展不断建成，市政基础设施建设加快及管网改造逐步持续推进，加强节水措施及再生水利用，设计水平年 2035 年评价范围城镇供水管网漏损率控制在 7.0%，较 2022 年下降 65%；全区域按绿色建筑节水管理制度采用节水器具，节水器具普及率为 100%；城镇污水处理率达到 100%，再生水利用率为 35%。各项指标均高于广东省节水型社会建设和水污染防治工作方案 2020、2025 年目标，规划目标有相关规划支撑且先进，符合节水型社会建设要求。

②工业节水指标的可达性

万元工业增加值用水量的下降以技术水平的提高为前提，当用水效率达到一定水平后，继续提高效率的难度和经济代价将呈集合式的增长。综合考虑深汕合作区规划产业结构、持续发展模式及深圳市现状平均水平，合作区设计水平年 2035 年评价范围万元工业增加值用水量降至 5.5m^3/万元，低于同类行业现状先进值(武汉经济开发区 9.5m^3/万元、深圳市宝安区 6.21m^3/万元)；较 2020 年下降 90%，节水力度高于较深圳市“十四五”用水效率控制目标要求 2025 年较 2020 年的万元工业增加值用水量降幅(10%)要求、高于《深圳市建设中国特色社会主义先行示范区节水典范城市工作方案(2020-2025 年)》对全市的降幅要求。工业用水重复利用率 95%，高于深圳市现状已处于全国先进的水平，优于广东省节水型社会建设 2025 年目标，工业节水指标是先进的，规划目标是可以达到的。

③农业节水指标的可达性

深汕合作区现状农业灌溉设施较为落后，规划农业灌溉面积不大，且农业用地通过区域统筹平衡建设，统一规划，灌区集中建设管理，灌区工程具备采用节水灌溉方式的条件，设计水平年 2035 年评价范围灌溉水利用系数达到 0.65，远期通过进一步建设与节水，灌溉水利用系数达到 0.70，基本达到发达国家灌溉水利用水平。灌溉水利用系数高于深圳市“十四五”用水效率控制目标要求的 2025 年深汕合作区农田灌溉水利用系数达到 0.54 的要求，在同等种植结构、农业生

产方式、组织方式下与国内先进值平均水平相当，评价范围农田灌溉水利用系数在考虑远期经济社会发展水平条件下是先进且可以达到的。规划水平年农业灌溉均采用节水灌溉，除水田外在有条件的灌区逐步建成以高效节水灌溉为主，2035年优先考虑在区域内园林地灌溉建成高效节水，高效节水灌溉率达到30%，2050年在耕地范围内考虑在旱作为主区域建成高效节水，相应高效节水灌溉率达到45%，该指标在本区域实际条件下是先进且可达的。

（4）取用水合理性

本工程需水预测遵循《广东省规划和建设项目节水评价技术指南(试行)》《城市给水工程规划规范》《广东省用水定额》等相关规范标准和最严格水资源管理控制指标要求，结合区域经济社会发展、产业布局、城市化建设进程等因素，采用的用水定额合理、节水，用水效率、供水管网漏损率、灌溉水利用系数等指标符合节水要求，并充分考虑非常规水源利用，预测受水区2035年需水量为1.99亿 m^3，2050年需水量为2.89亿 m^3；工程规模根据需水预测以及水资源配置方案确定，与《深汕特别合作区水资源综合规划》《深圳市水务发展“十四五”规划》《东江流域（石龙以上）水量分配方案》等规划相符合，符合区域发展实际情况和发展需求，在优先挖潜配套现有工程，崇恩挖掘非常规水资源的基础上，确定本工程2035年、2050年供水规模分别为0.8亿 m^3 和1.64亿 m^3，符合节水优先、空间均衡的要求。

（5）节水措施可行性

对照《规划和建设项目节水评价技术要求》《广东省规划和建设项目节水评价工作指引（试行）》，本项目用水符合节水政策标准，各项节水指标满足定额要求，达到先进水平，取用水规模合理；根据区域实际情况，从降低供水管网漏失率、推广和改造节水型用水器具、提高重复利用率、减少供水企业的内部损耗以及完善灌区工程配套设施、发展节水灌溉技术等方面提出切实可行的节水措施，节水措施方案可行，节水效果较好；工程采用全封闭管道输水，更好地保障原水水质，能较大幅度减少输水损失。因此，本工程属于节水、提质型供水项目，符合国家节水要求。

综上，深汕合作区引水工程的水资源配置充分考虑了规划水平年工业、生活、农业节水潜力以及挖潜措施，体现了“先节水后调水”的基本原则。

2、先治污后通水

目前，深汕合作区引水工程的白盆珠水库水源区水质基本稳定在II类以上，受水区主要受水水体水质大多在II~IV 类，部分河段水质时有超标。

（1）“水十条”、“一河一策”及“水污染综合治理工程”

根据国务院印发的《关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）要求，广东省在省、市层级印发了水污染防治行动计划实施方案，包括《广东省水污染防治行动计划实施方案》省级层面规划，《深圳市全面消除黑臭水体攻坚战实施方案》、《深圳市贯彻国务院水污染防治行动计划实施治水提质行动方案》（深府〔2015〕45 号）等。

受水区近年来，针对深汕合作区的南门河流域五条支流的综合整治，包括沙浦达坑、边溪河（含边溪河干流、蛟湖坑）、鹅仔下河、新屋河及田寮河。合作区首座城镇集中水质净化厂——鹅埠水质净化厂通水运行，区域水环境大大改善。目前正在推进赤石河、小漠片区水系、鲘门河水系综合整治工程等。

随着上述行动的逐步实施，水环境治理投入明显增加，受水区的河流水质趋势正在逐步向好。

（2）“十四五”规划纲要中的水环境保护要求

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出：巩固提升水环境治理成效。全面落实河长制、湖长制，统筹推进水环境治理、水生态修复、水资源保护、水安全保障。突出“保好水”，加强饮用水源和重要江河湖库水体保护，严格饮用水水源地和新丰江水库、高州水库、南水水库等入库总氮控制，推动重要水源地入河入库河流消除劣 V 类并全面达标，持续提升水生态安全和饮用水安全保障水平。强化重点流域干支流、上下游协同治理，深入推进工业、城镇、农业农村、港口船舶“四源共治”，巩固地级及以上城市建成区黑臭水体治理成效，持续改善水环境质量，推动重点流域实现长治久清。梯次推进解决农村生活污水治理，提高农村污水处理设施使用效率。陆海统筹推进近岸海域污染治理。到 2025 年，县级以上城市建成区黑臭水体全面清除。

随着十四五规划关于水环境保护规划的相继落地，评价范围内流水质将会得到进一步改善。

（3）受水区污染防治规划

工程受水区编制完成《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》及其研究报告，2024 年 4 月，深圳市生态环境局深汕管理局

经深汕特别合作区管理委员会同意，以深环深汕〔2024〕35 号文印发实施了受水区的水污染防治规划。根据受水区水污染防治规划及其研究报告成果，基于引水工程须遵循“增水不增污”的原则，以“改善质量-削减总量-防范风险”为主线，深汕合作区重点在加强流域水土保持、完善污水处理设施、河道综合治理及碧道建设、农业供水工程建设、加强流域水环境治理等方面提出了五大类 22 项措施。

（4）其他污染防治规划

建设总体方案提出了水源区、受水区的水污染防治措施，包括：取水口水质保护措施、输水线路的水环境保护措施以及受水区水环境保护措施，上述污染防治措施将于工程同时设计、同时施工、同时运行。

综上，本项目坚持调水与治污相结合的基本原则，遵循受水区“增水不增污”或“增水减污”的要求，提出了强化水污染防治的要求，以保障水源区和受水区水质满足引调水和受水要求，以促进引调水方案实现环境效益和经济效益相协调，符合“先治污后通水”的基本原则。

3、先环保后用水

工程取水严格遵守国家及地方确定的生态流量保障方案及考核要求。水利部、广东省水利厅和惠州市水务局相继印发了重点河湖生态流量保障实施方案，包括《水利部关于印发<第一批重点河湖生态流量保障目标>的函》(水资管函〔2020〕43 号)、《广东省水利厅关于印发<广东省东江流域新丰江、枫树坝、白盆珠水库供水调度方案（试行）>的通知》（简称《三库联调方案》）以及惠州市水务局印发的《关于印发<西枝江生态流量保障方案>的通知》（惠水水资源水保〔2021〕71 号）。深汕合作区引水工程取水需严格遵守生态流量保障实施方案，确保取水不会对生态环境造成不良影响。

根据可研方案，输水线路全线采用隧洞、管道等封闭输水方式，可保证清洁的水源到受水区。从深汕合作区引水工程程配水过程和原则来看，工程的主要任务为城镇供水，在有关分水方案调整前，深圳市承诺现东江取水工程及本工程引水在东江流域取水水量不超分水指标。深圳市通过珠三角水资源配置工程从西江取水等量减少现东江取水，利用深圳东江水源工程向西枝江流域补水，保障西枝江流域可供水量不变，不影响东江博罗断面控制流量要求。根据《深汕合作区引水工程建设总体方案》，为减少本工程取水后对下游供水、生态等的影响，本次按白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 进

行引水控制，工程引水后白盆珠水库坝下断面生态基流(3.42m^3/s)、西枝江河口断面生态基流(14.6m^3/s)均满足《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)中生态基流保证率应不低于 90%的要求，不会降低坝下和河口生态流量的保证程度。当白盆珠水库水位小于 62.7m 时，工程停止取水，并提出了相关水环境保护措施，最大程度维护相关河流生态流量和保护水环境。

由此可见，本工程在建设运行过程中，充分考虑了对调出区、输水线路及受水区的生态环境保护，采取避让、减缓、恢复等措施尽可能降低工程产生的不利影响，同时受水区积极采取各项措施，开展节水、治污、生态修复等工作，符合“先环保后用水”的用水原则。

3.1.9 与《深汕合作区引水工程建设总体方案》的符合性分析

为解决深汕合作区引水工程缺乏流域综合规划支撑的问题，按珠江委等有关单位意见，广东省水利厅组织编制了《深汕合作区引水工程建设总体方案》（下称《建设总体方案》）并于 2023 年 6 月通过珠江委的合规性审查。2024 年 4 月 2 日，《建设总体方案》经省人民政府同意，由省水利厅印发实施，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据。

（1）工程任务与目标的符合性

深汕合作区引水工程的核心任务是从白盆珠水库向合作区调水，满足城镇生活、工业用水需求，与《总体方案》中“保障供水安全、支撑区域发展”的目标完全一致。

《总体方案》明确工程需解决合作区水资源短缺问题，而实际工程通过年均引水 1.64 亿 m³，覆盖 2035 年、2050 年分阶段供水需求，既满足近期人口增长带来的用水压力，又为远期发展预留空间。此外，工程预留明溪水库分水口，体现对《总体方案》中“多水源联合调度”要求的落实，确保供水系统弹性。

（2）工程布局与线路的符合性

《总体方案》强调工程布局需兼顾输水效率、地质条件及生态保护，推荐线路应避开生态敏感区并减少对现有设施的影响。

实际工程输水干线全长 29.69km，采用“隧洞为主、埋管为辅”的设计，其中 TBM 隧洞、盾构隧洞、钻爆隧洞及埋管段分别适应不同地质条件，如赤石镇段隧洞穿越花岗岩地层，鹅埠镇段埋管避开居民区，最大限度减少地表扰动。取

水口位于白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 处，避开主、副坝区以降低对水库运行的影响；分水池连接干线与支线，并预留北坑水库、引水接口，实现多水源整合，与《总体方案》中“系统优化布局”的原则高度契合。

（3）工程规模与分期的符合性

《总体方案》要求工程规模需平衡近期需求与远期发展，避免分期建设导致的成本增加。实际工程按远期（2050 年）规模一次建成，设计取水流量 5.2m^3/s，年均引水量 1.64 亿 m^3，近期（2035 年）通过调节取水流量满足 0.8 亿 m^3 需求，远期结合明溪水库调节扩大供水能力。

这种“一次设计、分期实施”的模式，既避免了重复开挖和临时设施建设成本，又确保了工程长期效益，与《总体方案》中“优化投资结构、提高资金效率”的目标一致。

（4）《总体方案》环境影响评价章节的符合性

深汕合作区引水工程与《总体方案》环境影响评价章节的符合性，主要体现在以下几方面：

①运行调度方面：本工程运行调度服从东江流域统一安排，避免影响下游供水安全与取水。工程取水后在保障西枝江流域相关要求下，影响主要在电站发电效益和流域补水量；近期取消发电调度并承担补水任务、远期利用雨洪资源取水，严禁白盆珠水库低于设计取水水位 62.7m 引水，以降低对水库及下游影响。

②水库水位管理方面：深汕合作区引水工程取水后，白盆珠水库调整为以供水调度为主，水位低于死水位 62.7m 时停止取水，此措施考虑了水库及下游生态需求，避免极端低水位取水对生态系统造成破坏，维护其完整性和稳定性。

②受水区水污染防治方面：工程落实“三先三后”原则及最严格水资源管理制度要求，深汕合作区已编制完成受水区水污染防治规划并应发实施，加强水环境治理，解决水质性缺水问题，为受水区水环境保护提供科学规划与针对性措施 。

综上，深汕合作区引水工程与《总体方案》相符。

3.1.10 与《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》的符合性分析

根据 2016 年 12 月 26 日生态环境部（原环境保护部）办公厅《关于印发水泥制造等七个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》〔环办环评〔2016〕

114 号）规定。本工程属于规定中的引调水工程，经分析，本工程符合《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》要求。

表3.1-5 《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》符合性分析表

审批原则条款	本项目情况	是否符合
第二条 项目符合资源与环境保护相关法律法规和政策，与主体功能区规划、生态功能区划等相协调，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足流域综合规划、水资源综合规划、水资源开发利用（含供水）规划、工程规划、流域水污染防治规划、流域生态保护规划等相关规划、规划环评及审查意见要求。 项目符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水（环境）功能区限制纳污控制等相协调。充分考虑调出区经济社会发展和生态环境用水需求，调水量不得超出调出区水资源利用上限，受水区水资源配置与区域水资源水环境承载能力相适应。	①本工程为《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“二、水利”行业的“1. 水资源利用和优化配置：跨流域调水工程”属于鼓励类产业，建设符合国家产业政策，符合相关法律法规要求。 ②工程以地下隧洞无害化穿越农产品主产区、重点生态区和水源涵养功能区，不占用永久基本农田和禁止开发地块，并通过生态流量保障、分层取水、植被恢复等措施强化水源涵养功能，与《全国主体功能区规划》《广东省主体功能区规划》《全国生态功能区划（修编）》“保护优先、水源涵养”导向完全一致。 ③本工程开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容符合《深汕合作区引水工程建设总体方案》；工程是利用白盆珠水库优质水源，通过新建取水口和输水隧洞向深汕特别合作区供水，属于流域水资源配置和供水保障体系的组成部分，符合《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》确定的水资源配置主导功能，未改变水库防洪、灌溉等既定任务，与规划功能定位完全一致；工程是列入《广东省水网建设规划》的线性水资源配置工程，工程任务和规模符合相关规划总体要求。 ④本工程符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”引调水原则，与水资源、水功能区划等要求相符合。 ⑤根据工程的供水配置方案和合作区现状用水量，工程配置水量及增量在深圳市 2030 年用水总量控制指标增幅范围内；用水效率属于国内先进值平均水平。 ⑥本工程水资源供需充分考虑调出区的经济社会发展和西枝江流域的生态环境用水需求，调水量未超出调出区水资源利用上限；工程受水区编制完成《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》及其研究报告，并已印发实施，受水区水资源配置与区域水资源水环境承载能力相适应。	符合
第三条 工程选址选线、施工布置和水库淹没原则上不得占用自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区内法律法规禁止占用的区域和已明确作为栖息地保护区域，并与饮用水水源保护区的有关保护要求相协调。	①工程取水口及新建检修道将不占用白马山县级自然保护区范围，本工程输水线路以隧洞方式无害化穿越白马山县级自然保护区、深汕圆墩三角山县级森林公园，广东省水利厅以粤水调度函〔2024〕1215 号同意两个自然保护地论证报告提出的工程涉及惠东县白马山县级自然保护区布置方案唯一性和工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园布置方案唯一性的分析论证结论。2025	符合

审批原则条款	本项目情况	是否符合
	年 10 月，深圳市规划和自然资源局出具了《市规划和自然资源局关于深汕合作区引水工程无害化穿越深汕圆墩三角山县级森林公园意见的复函》（深规划资源函〔2025〕3462 号），同意工程穿越深汕圆墩三角山县级森林公园的建设。施工过程中，不在自然保护地内设置施工营地、弃渣场、临时堆土场等，在采取生态保护措施和防范措施后，项目建设和运营对自然保护区和森林公园的影响总体可控。 ②项目用地符合国土空间规划，项目属于生态保护红线内的有限人为活动，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 4400002025XS0001S01 号），符合生态保护区红线管控要求。 ③本工程为供水工程，施工期污废水优先回用，剩余部分达标排放，禁止排入敏感水体及饮用水水源保护区，严格执行相关环保水保措施，工程建设符合饮用水水源保护区相关规定。	
第四条 项目调水和水库调蓄造成调出区取水枢纽下游水量减少和水文情势改变且带来不利影响的，在统筹考虑满足下游河道水生生态、水环境、景观、湿地等生态环境用水及生产、生活用水需求的基础上，提出了调水总量和过程控制、输水线路或末端调蓄能力保障、生态流量泄放、生态（联合）调度等措施，明确了生态流量泄放和在线监测设施以及管理措施等内容。针对水库下泄或调出低温水、泄洪造成的气体过饱和等导致的不利生态环境影响，提出了分层取水、优化泄洪形式或调度方式、管理等措施。根据水质管理目标要求，提出了水源区污染源治理、库底环境清理、污水处理等水质保障措施；兼顾城乡生活供水任务的，还提出了划定饮用水水源保护区、设置隔离防护带等措施。	①为减少深汕合作区引水工程取水后对下游生态、水环境的影响，本工程的水资源配置充分考虑区域生态环境用水及生产、生活用水需求。本工程根据《深汕合作区引水工程建设总体方案》经过计算提出的白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 为条件进行引水控制，工程引水后白盆珠水库坝下断面生态基流(3.42m3/s)、西枝江河口断面生态基流(14.6m^3/s)均满足《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)中生态基流保证率应不低于 90%的要求，不会降低坝下和河口生态流量的保证程度。 ②为保障白盆珠水库坝下及西枝江干流生态基流，白盆珠水库运行将实行“双通道、双水位”控制最小下泄流量：一是利用现有电站机组发电下泄，机组额定流量 45m^3 /s，发电机组空载的最小流量为 7m^3 /s，日常调度优先维持不小于 10.5m^3 /s 的发电流量，确保枯水期也能连续向白盆珠水库下游下泄补水；二是当白盆珠水电站两台发电机组均故障或检修停发时，则立即切换至备用通道——位于坝低高程 45m 的放空洞按白盆珠坝下断面不小于最小下泄流量 10.5m3/s 的需求进行泄放，确保坝下断面生态基流和最小下泄流量连续满足《SL/T712-2021》90%保证率要求。 ③工程从白盆珠水库取水相应减少了西枝江、东江流域内的可供水量，结合深圳市东江水源工程在鸡心石水库对西枝江进行补水（近期多年平均年补水量 0.4 亿 m^3，远期多年平均年补水量 0.42 亿 m^3），可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度恢复至取水前。 ④工程提出了施工期和运行期污废水治理等措施。取水口所在水库已划定水源保护区。	符合

审批原则条款	本项目情况	是否符合
第五条 根据输水线路水环境保护需求，提出了划定饮用水水源保护区、源头治理、截污导流、河道清淤或建设隔离带等措施，保障输水水质达标。输水河湖具有航运、旅游等其他功能且可能对水质安全带来不利影响的，提出了不得影响输水水质的港口码头选址建设要求、制定限制或禁止运输的货物种类目录、船舶污染防治等水污染防范措施。	本工程水源区的取水水库已划定饮用水水源保护区，已提出加强水源保护，全面整治水源地各项污染源等措施，保障输水水质达标。	符合
第六条 受水区水污染治理以改善水环境质量为目标，遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，并有经相关地方人民政府认可的水污染防治相关规划作为支撑。	本工程受水区水污染治理遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，工程受水区编制完成《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》及其研究报告，2024 年 4 月深圳市生态环境局深汕管理局经深汕特别合作区管理委员会同意，以深环深汕〔2024〕35 号文印发实施了受水区的水污染防治规划。	符合
第七条 项目建设可能造成水库和输水沿线周边地下水位变化，引起土壤潜育化、沼泽化、盐碱化、沙化或植被退化演替等次生生态影响的，提出了封堵、导排、防护等针对性措施。	本工程建设运行后，主要污染物为管理平台生活污水和检修设备等运行可能产生的少量含油废水，经处理后优先回用或达标排放，不会对工程附近的水质和土壤产生污染，因此，运行期本工程建设不会改变工程区土壤环境的酸碱度。经预测，本项目建成后不会引起周边土壤发生盐化现象。因此，工程因地下水位导致的次生生态环境影响较小。	符合
第八条 项目对鱼类等水生生物的生境、物种多样性及资源量等造成不利影响的，提出了优化工程设计及调度、栖息地保护、水生生物通道恢复、增殖放流、拦鱼等措施。栖息地保护措施包括干（支）流生境保留、生境修复（或重建）等，采用生境保留的应明确河段范围及保护措施。水生生物通道恢复措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，在必要的水工模型试验基础上，明确了过鱼对象、主要参数、运行要求等，且满足可研阶段设计深度要求。鱼类增殖放流措施应明确增殖站地点、增殖放流对象、放流规模、放流地点等。	工程已对水源区取水口布置拦鱼电栅，并提出鱼类增殖放流要求，并明确增殖放流对象、放流规模、放流地点等内容。	符合
第九条 项目对珍稀濒危和重点保护野生动、植物及其生境造成影响的，提出了优化	本工程占地范围内涉及软荚红豆 2 株和苏铁蕨 115 株，已根据林业主管部门要求开展了迁地保护方案，并通过专家评审，后期移栽至惠州市植物园	符合

审批原则条款	本项目情况	是否符合
工程布置和调度运行方案、合理安排工期、应急救护、建设或保留动物通道、移栽、就地保护或再造类似生境等避让、减缓和补偿措施。项目涉及风景名胜区等环境敏感区并对景观产生影响的，提出了工程方案优化、景观塑造等措施。	进行迁地保护。对于工程评价范围发现珍稀濒危和重点保护野生动物，提出了优化工程布置、合理安排工期、应急救护、建设或保留动物通道等避让、减缓和补偿措施。工程不涉及风景名胜区。	
第十条 项目施工组织方案具有环境合理性，对料场、弃土（渣）场等施工场地提出了水土流失防治和施工迹地生态恢复等措施。根据环境保护相关标准和要求，对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出防治或处置措施。	本工程已对施工布置进行环境合理分析，已对渣场、临时堆土场、施工工区等提出了水土流失防治措施和生态恢复措施；已按环境保护的相关标准和要求提出施工期的污废水治理、扬尘废气治理、噪声防治、固体废物处理等措施，能够减缓施工期环境影响。	符合
第十一条 项目移民安置涉及的农业土地开垦、移民安置区建设、企业迁建、专业项目改复建工程等，其建设方式和选址具有环境合理性，对环境造成不利影响的，提出了生态保护、污水处理与垃圾处置等措施。针对城（集）镇迁建及配套的重大环保基础设施建设、重要交通和水利工程改复建、污染型企业迁建等重大移民安置专项工程，依法提出了单独开展环境影响评价要求。	本工程无移民安置区。	符合
第十二条 项目存在水污染、富营养化或外来物种入侵等环境风险的，提出了针对性风险防范措施和环境应急预案编制、与地方人民政府及其相关部门和受影响单位建立应急联动机制的要求。	针对项目存在的环境风险，提出了针对性风险防范措施和环境应急预案编制、与地方人民政府及其相关部门和受影响单位建立应急联动机制的要求。	符合
第十三条 改、扩建项目应在全面梳理与项目有关的现有工程环境问题基础上，提出了“以新带老”措施。	本工程为新建建设项目。	符合
第十四条 按相关导则及规定要求，制定了水环境、生态、土壤、大气、噪声等环境监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果开展环境影响后评价或优化环境保护措施	已提出生态、水环境、气、声等监测计划和开展后评价要求；已提出环境保护设计、施工期环境监理、环境管理等要求。	符合

审批原则条款	本项目情况	是否符合
的要求。根据需要和相关规定，提出了环境保护设计、环境监理、开展科学研究等环境管理要求和相关保障措施。		
第十五条 对环境保护措施进行了深入论证，具有明确的责任主体、投资、时间节点和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	已在报告中对环保措施进行论证，明确了各项措施的责任主体、投资、进度要求和预期效果等内容。	符合
第十六条 按相关规定开展了信息公开和公众参与。	已按《环境影响评价公众参与办法》要求进行信息公开和公众参与。	符合

3.1.11 与三线一单的符合性分析

3.1.11.1 与生态保护红线的符合性分析

根据惠州市、深圳市自然资源部门提供的生态保护红线划定成果，深汕合作区引水工程的输水线路穿越惠州市生态保护红线1片、深圳市生态保护红线2片。本工程涉及生态保护红线情况详见表3.1-6和图3.1-1。

表3.1-6 深汕合作区引水工程输水线路涉及的生态保护红线情况

行政区	涉及的生态保护红线名称	地面占用情况	地下穿越情况
惠州市	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	永久占地约为4.85hm^2，临时占地约为8.31 hm^2	4.52km
深圳市	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	/	7.48km

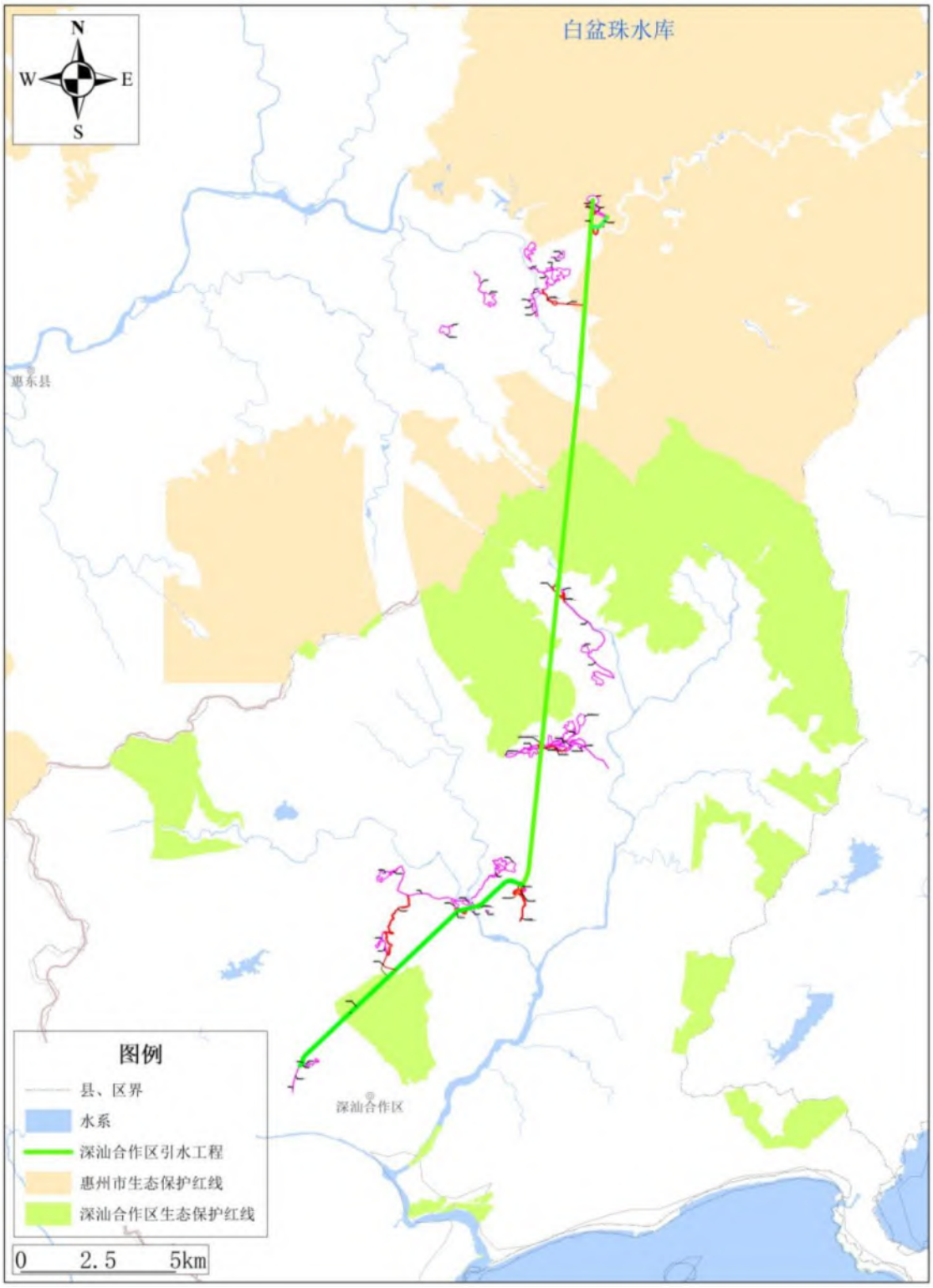


图3.1-2　工程布局与生态保护红线的位置关系示意图

为贯彻落实《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，加强生态保护红线管理，严守自然生态安全

边界，《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《广东省自然资源厅广东省生态环境厅广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行)》（粤自然资规字〔2023〕6 号）提出有关要求。其中，关于“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动”的要求方面提到，生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行：“1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。2.原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。4.按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。7.地质调查与矿产资源勘查开采。8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。9.根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。10.法律法规规定允许的其他人为活动。”

深汕合作区引水工程不属于禁止开发性、生产性建设活动，为线性基础设施、供水设施项目，且项目区附近的生态保护红线已覆盖整个白盆珠水库水域，工程取水无法避让。本工程已作为水利基础设施重点工程的水资源配置工程纳入《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，并于 2023 年 08 月经国务院批复同意印发。因此，本工程属于自然资发〔2022〕142 号文中允许有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动”，目前已取得广东省自然资源

厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 4400002025XS0001S01 号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》。因此，深汕合作区引水工程与生态保护红线管理规定的相关要求相符。

3.1.11.2 与环境质量底线符合性分析

深汕合作区引水工程以“近水近用、高水高用、优水优用、高效利用”水资源配置原则为指导，落实“十六字”治水新思路，坚决贯彻节水优先、空间均衡的要求，在满足“三先三后”的基础上，遵循水资源供需两侧刚性约束和配置进行编制建设总体方案和可行性研究报告，工程实施后，确保工程水源区、输水线路及受水区河流水质满足水环境目标要求，工程供水水质安全可以得到保障，是工程建设实施的环境质量底线。

评价范围内相关地市十四五发展规划中，均对水环境、水生态安全及饮用水安全作出相应规划。随着各地“水十条”“一河一策”及其他水环境整治工程的进一步落实，水环境将会有进一步的改善。

针对受水区“增水不增污”或“增水减污”，深汕合作区引水工程相配套的受水区水污染防治规划已经印发实施，规划印发后能够保证受水区实现“增水不增污”或“增水减污”，本工程满足“先治污后通水”的原则要求。上述规划可确保受水区污染物入河量满足河流纳污能力要求，受水区河流主要控制断面满足水质控制目标要求。

因此，工程与环境质量底线要求相符。

3.1.11.3 与资源利用上线符合性分析

依据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》(粤办函〔2016〕89 号)、《广东省人民政府办公厅关于调整我省部分地级以上市用水总量控制目标的通知》(粤办函〔2020〕267 号)、《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量和强度管控方案的通知》(粤办函〔2022〕221 号)，深圳市 2030 年用水总量控制指标在考虑一定增长需求和纳入深汕合作区用水指标后相应值增长 5.62 亿 m^3。根据工程的供水配置方案和合作区现状用水量，工程评价范围设计水平年 2035 年含再生水及海水淡化的配置水量为 1.99 亿 m^3(多年平均)，较现状实际用水量增长 1.61 亿 m^3，配置水量及增

量在深圳市 2030 年用水总量控制指标增幅范围内。

根据经省人民政府同意并由省水利厅印发实施的《建设总体方案》，在有关分水方案调整前，深圳市承诺现东江取水工程及本规划工程引水在东江流域取水水量不超分水指标(P=90%，16.63 亿 m^3)，结合深圳市东部供水工程退(补)水，基本保障西枝江流域可供水量不变。若不考虑指标，从水资源利用的角度看，通过深圳市东部供水工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，2035 年、2050 年多年平均年补水量分别约为 0.40 亿 m^3、0.42 亿 m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度基本恢复至取水前。此外，深圳市将根据全市均衡发展需求，统筹市内各区用水总量控制指标，以整体符合最严格水资源管理制度控制要求。

因此，深汕合作区引水工程与资源利用上限要求相符。

3.1.11.4 与环境管控单元符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）、《惠州市人民政府关于印发<惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（惠府〔2021〕23 号）、《惠州市生态环境局关于印发惠州市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》、《深圳市人民政府关于印发<深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》（深府〔2021〕41 号）及《深圳市生态环境局关于印发深圳市“三线一单”生态环境分区管控方案 2023 年度动态更新成果的通知》（深环〔2024〕154 号）对各环境管控单元准入清单的管控要求，本工程涉及惠东山区优先保护单元(ZH44132310001)、生态保护红线(赤石镇片 2)(ZH44152110085)、三角山水库饮用水水源保护区(ZH44152110088)、赤石镇一般管控单元 1(ZH44152130100)、鹅埠镇一般管控单元 3(ZH44152130091)等，详见表 3.1-7。

根据环境管控单元总体管控要求：

生态优先保护区：生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、

基础设施建设、村庄建设等人为活动。

水环境优先保护区：饮用水水源保护区全面加强水源涵养，强化源头控制，禁止新建排污口，严格防范水源污染风险，切实保障饮用水安全，一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。饮用水水源准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目。

本工程属于新建与供水设施相关的建设项目，项目用地符合国土空间规划，项目属于生态保护红线内的有限人为活动，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 4400002025XS0001S01 号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。

表3.1-7　环境管控单元管控要求相符性一览表

名称	行政区划	分类	区域布局管控	本工程相关情况	相符性
惠东山区优先保护单元(ZH44132310001)	惠东县	保护单元	1.【产业/鼓励引导类】生态保护红线和饮用水水源保护区外的区域，主导产业为生态农业、生态旅游业等产业。 2.【产业/禁止类】除国家产业政策规定的禁止项目外，还禁止新建农药、铬盐、钛白粉生产项目，禁止新建稀土分离、炼砒、炼铍、纸浆制造、氰化法提炼产品、开采和冶炼放射性矿产及其他严重污染水环境的项目；严格控制新建造纸、制革、味精、电镀、漂染、印染、炼油、发酵酿造、非放射性矿产冶炼以及使用含汞、砷、镉、铬、铅为原料的项目。 3.【生态/禁止类】生态保护红线按照国家、省有关要求管理。 4.【生态/限制类】一般生态空间内可开展生态保护红线内允许的活动，在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 5.【生态/鼓励引导类】鼓励种植涵养水源和保持水土功能强、寿命长、抗性强、生长快的乡土阔叶树种，禁止种植不利于水源涵养、水土保持和水质保护的外来速生用材树种纯林。现有桉树等外来速生用材树种纯林，要逐步实施林分林相改造，恢复为地带性常绿阔叶林。 6.【生态/综合类】推进绿色矿山创建工作。矿山应编制《矿山环境地质环境保护与治理恢复方案》，按要求落实矿山保护、监测和生态恢复。 7.【生态/综合类】加强尾矿库生态环境监管，排查环境安全隐患，推进尾矿库清污分流和生态修复工程。 8.【水/禁止类】饮用水水源保护区涉及白盆珠水库饮用水水源保护区、花树下水库饮用水水源保护区、观音山水库饮用水水源保护区、江背坑水库饮用水水源保护区、宝口镇塘南村稔坑饮用水水源保护区、安墩小沥河饮用水水源保护区、安墩南华村深坑角饮用水水源保护区，饮用水水源保护区按照《广东省水污染防治条例》“第五章饮用水水源保护和流域特别规定”进行管理。一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目须拆除或者关闭。二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目须责令拆除或者关闭；不排放污染物的建设项目，除与供水设施和保护水源有关的外，应当尽量避让饮用水水源二级保护区；经组织论证确实无法避让的，应当依法严格审批。准	①本工程推荐方案取水口涉及地表占用生态保护红线，工程输水管线均采用管道地下穿越生态保护红线。工程为供水基础设施建设项目，用地符合国土空间规划，属于生态保护红线内允许的有限人为活动，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第4400002025XS0001S01号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。 ②本工程推荐方案输水线路涉及地下穿越惠州惠东白马山县级自然保护区（核心区、缓冲区和实验区）和深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，不属于生态保护红线禁止人为活动范围。 ③本工程为供水工程，施工期污废水优先回用，剩余部分达标排放，禁止排入敏感水体及饮用水水源保护区，	符合

名称	行政区划	分类	区域布局管控	本工程相关情况	相符性
			保护区内禁止新建、扩建高尔夫球场、煤场、灰场、垃圾填埋场、废物回收（加工）场、有毒有害物品仓库和堆栈等对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。 9.【水/禁止类】禁止在西枝江干流、主要支流两岸及大中型水库最高水位线水平外延五百米范围内新建、扩建废弃物堆放场和处理场。已有的堆放场和处理场，应当采取有效的防污措施，危及水体水质安全的，由县级以上人民政府责令限期搬迁。 10.【水/综合类】排放工业废水的企业应当采取有效措施，收集和处理产生的全部生产废水，防止污染水环境。未依法领取污水排入排水管网许可证的，不得直接向生活污水管网与处理系统排放工业废水。含有毒有害水污染物的工业废水应当分类收集和处理，不得稀释排放。 11.【水/综合类】统筹规划农村环境基础设施建设，加强农村人居环境综合整治，采用集中与分散相结合的模式建设和完善农村污水、垃圾收集和处理设施，实施农村厕所改造，因地制宜实施雨污分流，将有条件的农村和城镇周边村庄纳入城镇污水、垃圾处理体系，并做好资金保障。 12.【水/综合类】强化农业面源污染治理，控制农药化肥使用量。 13.【水/综合类】畜禽养殖场、养殖小区应当依法对畜禽养殖废弃物实施综合利用和无害化处理。养殖专业户、畜禽散养户应当采取有效措施，防止畜禽粪便、污水渗漏、溢流、散落。 14.【水/综合类】加强饮用水水源保护区内环境风险排查，开展风险评估及水环境预警监测。 15.【水/综合类】强化西枝江流域上游生态保护与水源涵养功能，建立完善突发环境事件应急管理体系，保障饮用水安全。 16.【大气/限制类】环境空气质量一类控制区内不得新建、扩建有大气污染物排放的项目，已有及改建工业企业大气污染物排放执行相关排放标准的一级排放限值，且改建时不得增加污染物排放总量；《惠州市环境空气质量功能区划（2021年修订）》实施前已设采矿权、已核发采矿许可证且不在自然保护区等其它法定保护地的项目，按已有项目处理，执行一级排放限值。 17.【能源/综合类】根据本地区大气环境质量改善要求逐步扩大高污染燃料禁燃区范围。	严格执行相关环保水保措施，工程建设符合饮用水水源保护区相关规定。 ③项目涉及一类、二类功能区环境空气质量，但项目不属于大气污染物排放工业项目。	

名称	行政区划	分类	区域布局管控	本工程相关情况	相符性
			18.【能源/鼓励引导类】鼓励降低煤炭消耗、能源消耗，引导风能、光伏等多种形式的新能源利用。 19.【风险/综合类】强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。 20.【土壤/限制类】重金属污染防控非重点区新建、改扩建重金属排放项目，应严格落实重金属总量重金属总量替代与削减要求，严格控制重点行业发展规模。强化涉重金属污染行业建设项目环评审批管理，严格执行环保“三同时”制度。 21.【岸线/综合类】严格水域岸线用途管制，土地开发利用应按照有关法律法规和技术标准要求，留足河道和湖库的管理和保护范围，非法挤占的应限期退出。		
生态保护红线(赤石镇片2)(ZH44152110085)	深汕特别合作区	优先保护单元	1.生态保护红线、一般生态空间严格按照国家及省有关要求进行管控。 2.深圳深汕莲花山地方级森林自然公园按照《森林公园管理办法》、《广东省森林公园管理条例》及相关法律法规实施保护管理，不得建设破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施，不得设立各类开发区，不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院等与森林资源保护无关的其他建筑物。 3.加强生态修复工作，以水土保持林、生态景观林营造为抓手，持续推动水土流失治理和林相改造，提升其生态功能、文化价值，打造深汕特别合作区的“后花园”，重塑城市与自然关系。	工程为供水基础设施建设项目，用地符合国土空间规划，属于生态保护红线内允许的有限人为活动，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第4400002025XS0001S01号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。工程推荐方案输水管线采用管道地下穿越生态保护红线，不涉及地表占用生态保护红线和优化调整后的深圳深汕莲花山地方级森林自然公园。	符合

名称	行政区划	分类	区域布局管控	本工程相关情况	相符性
三角山水库饮用水水源保护区(ZH44152110088)	深汕特别合作区	优先保护单元	1.生态保护红线、一般生态空间严格按照国家及省有关要求进行管控。 2.深圳深汕圆墩三角山地方级森林自然公园按照《森林公园管理办法》、《广东省森林公园管理条例》及相关法律法规实施保护管理，不得建设破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施，不得设立各类开发区，不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院等与森林资源保护无关的其他建筑物。 3.三角山水库饮用水水源保护区按照相关法律法规实施管理，保障饮用水安全，禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。	①项目为供水基础设施建设项目，用地符合国土空间规划，属于生态保护红线内允许的有限人为活动，目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第4400002025XS0001S01号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。工程推荐方案输水管线采用管道地下穿越生态保护红线、深圳深汕圆墩三角山地方级森林自然公园、三角山水库饮用水水源保护区。 ②本工程为供水工程，施工期污废水优先回用，剩余部分达标排放，禁止排入敏感水体及饮用水水源保护区，严格执行相关环保水保措施，工程建设符合饮用水水源保护区相关规定。	符合
赤石镇一般管控单元1(ZH441	深汕特别合作区	一般管控单元	区域布局管控：1-1.中心组团作为高端商务区和政务区，鼓励发展行政、文化、商务、科研等产业，推动城市级大型公共服务设施建设。 能源资源利用：2-1.实施最严格的节约集约用地制度，提高土地配置和利用效率。城镇开发边界内，强化城镇建设集中布局引导，预留弹性用地发展空间。	本工程为供水设施建设民生项目，属于公共服务设施。	符合

名称	行政区划	分类	区域布局管控	本工程相关情况	相符性
52130100)			污染物排放管控：3-1.推进城镇、农村生活污水治理，因地制宜选择合适的污水处理设施，逐步提升生活污水处理率。		
鹅埠镇一般管控单元3(ZH44152130091)	深汕特别合作区	一般管控单元	区域布局管控：1-1.中心片区重点发展人工智能、新一代信息技术、工业互联网、新材料、新能源、节能环保产业。 能源资源利用：2-1.实施最严格的节约集约用地制度，提高土地配置和利用效率。城镇开发边界内，强化城镇建设集中布局引导，预留弹性用地发展空间。 污染物排放管控：3-1.推进城镇、农村生活污水治理，因地制宜选择合适的污水处理设施，逐步提升生活污水处理率。	本工程为供水设施建设民生项目，属于公共服务设施。	符合

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 水资源配置方案环境合理性分析

深汕合作区引水工程调水规模确定是通过对受水区进行需水预测，分析受水区的可供水量和挖潜可供水量，进行受水区的供需平衡分析的基础上确定的。在进行需水预测的过程中，充分考虑了“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则及最严格水资源管理制度的要求，确保在水资源调配过程中优先考虑生态保护和可持续利用。

深汕合作区现状供水能力仅 5917 万 m^3，满足不了深汕合作区规划年用水需求。目前深汕合作区正在大力推进本地水资源开发建设，水底山水库、北坑水库、明溪水库等工程相继谋划、开工建设，加上现有 28 座小型水库，深汕本地地表水资源 2035 年可供水量可达到 1.12 亿 m^3，较现状增加 5276 万 m^3，本地水资源开发利用率从现状 5.41%提升至 16.0%，进一步增加调蓄能力的空间已极为有限。通过充分挖潜深汕合作区本地水资源、充分挖掘非常规水资源的基础上，确定本工程 2035 年、2050 年从白盆珠水库引水规模分别为 0.8 亿 m^3 和 1.64 亿 m^3。符合节水优先、空间均衡的要求。

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量和强度管控方案的通知》（粤办函〔2022〕221 号），深圳市 2022-2025、2030 年用水总量控制目标为 23.93 亿 m^3、26.75 亿 m^3。2022 年深圳市（含深汕）用水总量为 22.06 亿 m^3，与 2022-2025 年、2030 年用水总量控制指标相比，余量指标为 1.87 亿 m^3、4.69 亿 m^3。珠三角水资源配置工程 2030 年分配给深圳市的水量为 7.44 亿 m^3，考虑到 2022 年深圳在东江流域超指标引水量 5.05 亿 m^3，计划在珠三角水资源配置工程通水后退减，则深圳 2030 年用水总量增加 2.39（2.39=7.44-5.05）亿 m^3，与深圳 2030 年现状余量指标 4.69 亿 m^3 相比，还有 2.30 亿 m^3 发展空间。2035 深汕合作区引水工程引水量 0.8 亿 m^3，未超过 2030 年剩余可申请指标 2.30 亿 m^3。因此本项目符合深圳用水总量指标管控要求。

为减少深汕合作区引水工程取水后对下游生态、水环境的影响，本工程根据《深汕合作区引水工程建设总体方案》经过计算提出的白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 为条件进行引水控制，工程引

水后白盆珠水库坝下断面生态基流(3.42m^3/s)、西枝江河口断面生态基流(14.6m^3/s)均满足《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)中生态基流保证率应不低于90%的要求，不会降低坝下和河口生态流量的保证程度。

深汕合作区从白盆珠水库取水相应减少了西枝江、东江流域内的可供水量，结合深圳市东江水源工程补水，即：通过补水到西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，增加区域供水能力，进而置换增加白盆珠水库对其他用水户的供水能力，可基本消除对工程取水后的影响。深汕合作区均匀取水 0.8 亿 m^3，在西枝江流域天然来水不足时，通过深圳市东江水源工程从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，多年平均年补水量 0.4 亿 m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度恢复至取水前；深汕合作区结合明溪水库白盆珠水库调蓄富余水资源取水 1.64 亿 m^3，通过深圳市东江水源工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，多年平均年补水量 0.42 亿 m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度恢复至取水前。

综上所述，本工程水资源配置方案充分考虑了当地已建水源工程的挖潜，考虑了常规水源与外调水源的合理安排，从环境保护角度，深汕合作区引水工程的水资源配置方案基本合理。

3.2.2 总体布局及选址选线环境合理性分析

3.2.2.1 水源选择合理性分析

工程建设总体方案和可行性研究阶段，通过对合作区周边流域的分析，初步筛选出以下四个调水水源方案：①东：黄江公平水库(大型)引水；②西：深圳市境内引水；③南：海水淡化；④北：西枝江流域(白盆珠水库)引水。对四个水源条件从供水水量可靠性、供水水质可靠性、供水水源环境风险、涉及环境敏感区情况、取水环境影响、水资源优化配置等方面进行环境比选分析，详见表 3.2-1。

海水淡化方案和西枝江流域(白盆珠水库)引水方案水量满足调水需求，黄江公平水库引水方案水源供水水量不满足调水需求，深圳市境内引水方案水源供水水量不满足深汕合作区远期调水需求；除海水淡化方案水质难以满足生活供水要求外，其他三个方案的各个水源供水水质均可满足调水需求；四个方案的供水水源均存在一定的突发性水环境风险，需要采取水环境风险防范措施，保障供水水

源水质；黄江公平水库引水方案涉及自然保护区，取水方案存在环境制约因素，海水淡化方案和深圳市境内引水方案更优；黄江公平水库引水方案和深圳市境内引水方案对下泄生态流量难以保障，海水淡化产生排放的浓盐水对环境影响较大，而西枝江流域(白盆珠水库)引水方案在遵循调水方案取水原则的基础上，取水口下游河道主要控制断面的生态流量可以得到保障，对下游水环境质量影响总体较小；仅西枝江流域(白盆珠水库)引水方案可实现多水源保障。综上，四个调水方案的供水水源总体来说，仅西枝江流域(白盆珠水库)引水方案具有环境可行性。

在初步拟定西枝江流域(白盆珠水库)引水方案的基础上，根据西枝江调水水源条件及合作区周边现有供水工程布局情况等，进一步提出结合已建稔平半岛供水工程的“库外取水方案”和从白盆珠水库取水的“库内取水方案”。综合比选后，由于远期库内取水方案可充分利用白盆珠水库汛期的雨洪资源进行引水，而库外取水方案无法满足远期深汕合作区的引水需求量，综合考虑方案的可实施性、行政管理运行便利性等，本次最终推荐库内取水方案。

因此，从水资源量及水质条件来看，选择西枝江流域(白盆珠水库)作为水源是合理的。

表3.2-1　调水水源环境比选表

分析内容	东：黄江公平水库引水	南：海水淡化	西：深圳市境内引水	北：西枝江流域(白盆珠水库)引水	比选结果
水源方案	黄江公平水库	红海湾取海水进行淡化	深圳市境内	白盆珠水库库区	/
供水水量可靠性	公平水库兴利库容仅为1.46亿m^3，调节能力有限。公平水库担负着汕尾市城区、海丰县等地区城市供水及公平水库灌溉的任务，供水量只能满足汕尾市城区、海丰县两地区近期供水量，尚不能满足本地远期供水需要。因此，水源供水水量不满足深汕合作区调水需求。	满足	珠江三角洲水资源配置工程、深圳市东部供水工程仅可满足深圳市(不含深汕合作区)2040 年前的用水需求，若利用珠江三角洲水资源配置工程、深圳市东部供水工程等的富余供水能力调水，水源供水水量不满足深汕合作区远期调水需求。	近期和远期工程从白盆珠水库的多年平均引水量分别占白盆珠水库多年平均入库水资源量 7.46%、15.28%。水源供水水量可满足调水需求。	东：黄江公平水库引水方案、西：深圳市境内引水方案水源供水水量不满足调水需求，其他 2 个方案的各个水源供水水量均可满足调水需求。
供水水质可靠性	近年，公平水库水质维持Ⅱ类水质达标率为 100%，水源供水水质可满足调水需求。	主要用于工业用水，若用于生活供水，需增加处理设施或与当地水库水混合后使用，水质难以满足生活供水要求。	水质达标率为 100%，水源供水水质可满足调水需求。	近年，白盆珠水库水质维持在 I~Ⅱ类，水质达标率为 100%，水源供水水质可满足调水需求。	除南：海水淡化方案外，其他 3 个方案的各个水源供水水质均可满足调水需求。
供水水源环境风险	取水口为现有划定的饮用水水源保护区内，在落实饮用水源保护区保护管理要求的基础上，其水环境风险相对较小。取水口来水污染的突发水环境风险来源于公平水库库区，需要落实相关水环境风险防范措施，保障供水水源水质。	取水口为红海湾，有航运交通事故及海岸周边水污染的突发水环境风险，需要落实相关水环境风险防范措施，保障供水水源水质。	风险主要来源于珠江三角洲水资源配置工程、深圳市东部供水工程等的交水水库，取水口在现有划定的饮用水水源保护区内，在落实饮用水源保护区保护管理要求的基础上，其水环境风险相对较小。	取水口为现有划定的饮用水水源保护区内，在落实饮用水源保护区保护管理要求的基础上，其水环境风险相对较小。取水口来水污染的突发水环境风险来源于白盆珠水库，需要采取环境风险防范措施，保障供水水源水质。	各方案的供水水源均存在一定的突发性水环境风险，需要采取水环境风险防范措施，保障供水水源水质。
取水口涉及环境敏感区情况	1、涉及广东海丰鸟类省级自然保护区。 2、取水口位于公平水库饮用水源保护区内。	不涉及环境敏感区	取水口位于饮用水源保护区内。	取水口位于白盆珠水库饮用水源保护区(备用)内。	南：海水淡化方案不涉及敏感区，西：深圳市境内引水涉及水源保护区，东：涉及自然

分析内容	东：黄江公平水库引水	南：海水淡化	西：深圳市境内引水	北：西枝江流域(白盆珠水库)引水	比选结果
					保护区和饮用水水源保护区，北：涉及饮用水水源保护区。相对而言，南：海水淡化方案和西：深圳市境内引水方案更优。
取水环境影响	1、水文情势影响：取水占公平水库多年平均径流量的33.33%。 2、水环境影响：取水水量占比较大，对下游河段的水环境容量、纳污能力造成较大影响。 3、生态流量保障：取水后难以满足公平水库坝下断面生态流量目标0.4m^3/s。	红海湾取海水对红海湾的影响有限，但海水淡化过程中会产生浓盐水，排放浓盐水的盐度约为天然海水的两倍至十几倍，浓盐水排放对环境的影响较大。	影响取水水库的下泄生态流量，以及深圳（除深汕合作区）用水用户的用水。	1、水文情势影响：近期和远期取水量分别占白盆珠水库多年平均入库水资源量7.46%、15.28%。 2、水环境影响：通过深圳市东部供水工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，2035年、2050年多年平均年补水量分别约为0.40亿m^3、0.42亿m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度基本恢复至取水前。 3、生态流量保障：引水后白盆珠坝下、西枝江河口、东江博罗断面生态流量保证率在90%以上，变化较小。	北：西枝江流域(白盆珠水库)引水方案较优
水资源优化配置	可调水量有限，无法实现多水源保障	主要用于工业用水，水质难以满足生活供水要求，难以实现多水源保障	近期可实现多水源保障，远期水量无法实现多水源保障。	可实现多水源保障。	北：西枝江流域(白盆珠水库)引水方案较优

3.2.2.2 取水口环境合理性分析

根据白盆珠水库库盆库岸地形情况、取水可行性、取水水源相应的水质、库岸地质、环境影响因素、库区影响、施工条件、管理维护、经济效益等诸多因素进行综合分析论证选择取水口位置，结合深汕合作区交水点并应考虑与输水线路布置协调、连接顺畅。在白盆珠水库水域选取了 6 处坳口，取水口 1~取水口 6 距离交水点分别为 20.43km、20.21km、21.38km、20.11km、21.65km、21.87km。最东侧坳口取水口 3，位于惠东白马山县级自然保护区内，且距离较远不予考虑。取水口 4、取水口 5 距副坝的距离分别为 100m 和 400m，由于大坝的安全距离为 500m，因此不考虑距离白盆珠主、副坝 500m 以内的位置作为取水口。最西侧坳口取水口 6，水深较浅，距交水点的距离较远，且考虑配套的输水线路布置需要穿越居民集中区等问题，取水口 6 也不予考虑。综合线路长度、大坝的安全距离、水深、库盆地形等因素，深汕合作区引水工程有 2 个取水口位置可供比选，取水口 1 位于白盆珠副坝上游约 700m 左侧的坳口，取水口 2 位于白盆珠水库中部山坳，位置详见图 3.2-1 所示。

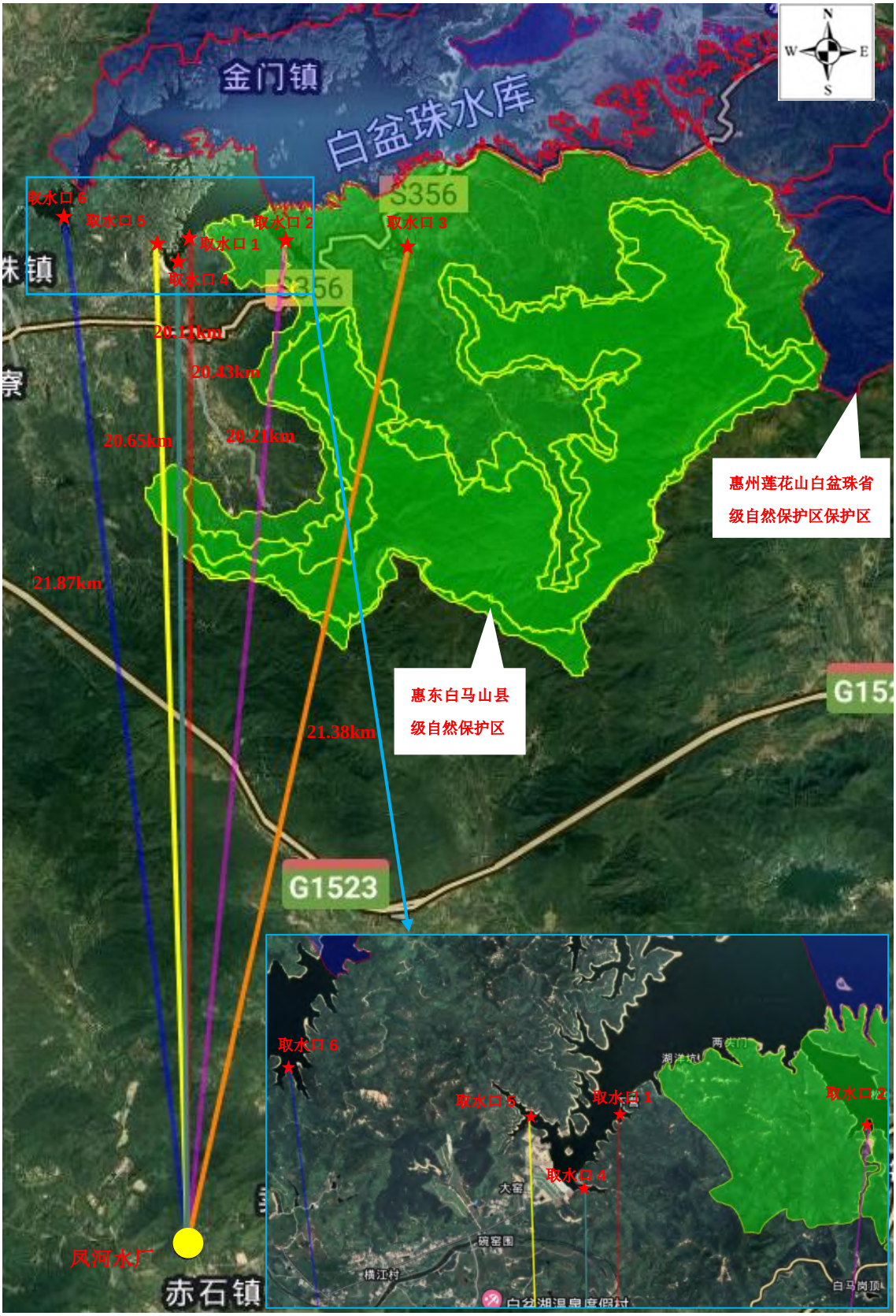


图3.2-1　比选取水口与交水点相对位置示意图

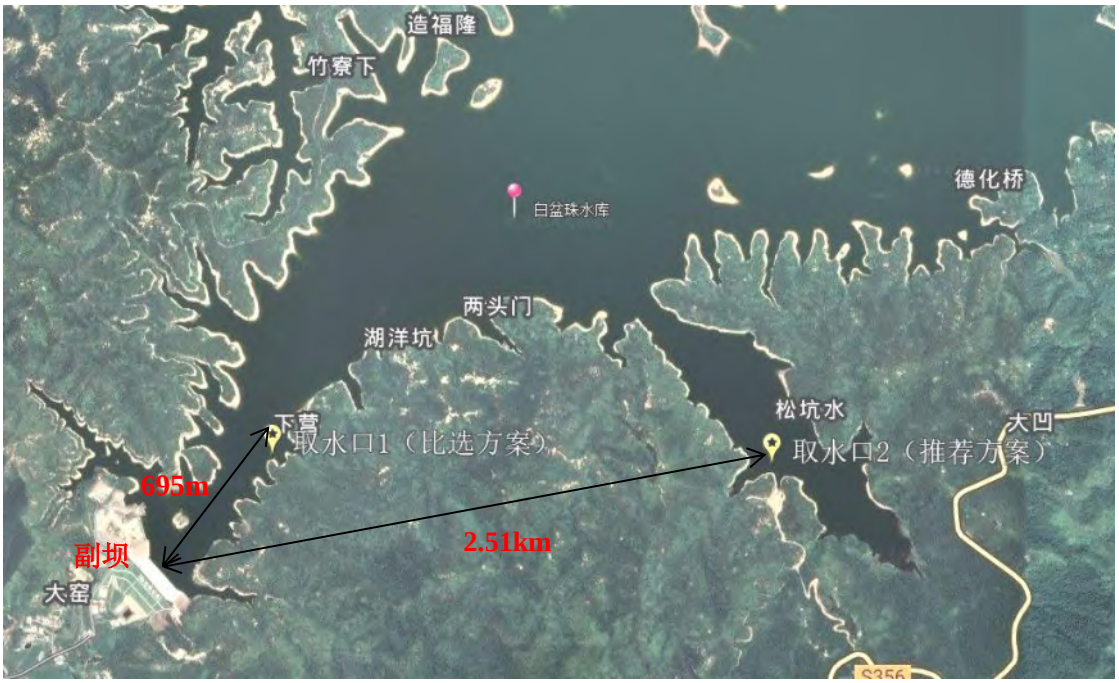


图3.2-2　取水口比选位置示意图

（1）取水口 1

取水口位于白盆珠水库副坝左岸上游约 700m 库岸，为一小冲沟，由山体坡脚伸入库内，地面高程 61.8m～68.9m，白盆珠正常蓄水位为 76.7m，两岸山体植被茂密，山坡坡度 20°～30°。

①工程布置条件及评价

主要优点：位于白盆珠水库副坝上游约 700m 左侧的坳口，便于布置围堰；周边进出道路较为完善，施工较为方便。

主要缺点：两侧山体较陡，取水口开挖量较大；坳口较浅，取水条件差，需开挖取水渠；较靠近副坝，取水渠施工对副坝安全有一定影响；需在副坝位置附近修建交通道路延伸至取水口附近位置，需修建 1.8km 的施工道路，占用林地面积较大，对植被破较大；运行管理交通要经过副坝坝顶及副坝管理区，存在相互干扰。取水口位置涉及惠州市生态保护红线和优化整合后的惠州莲花山白盆珠地方级自然保护区。

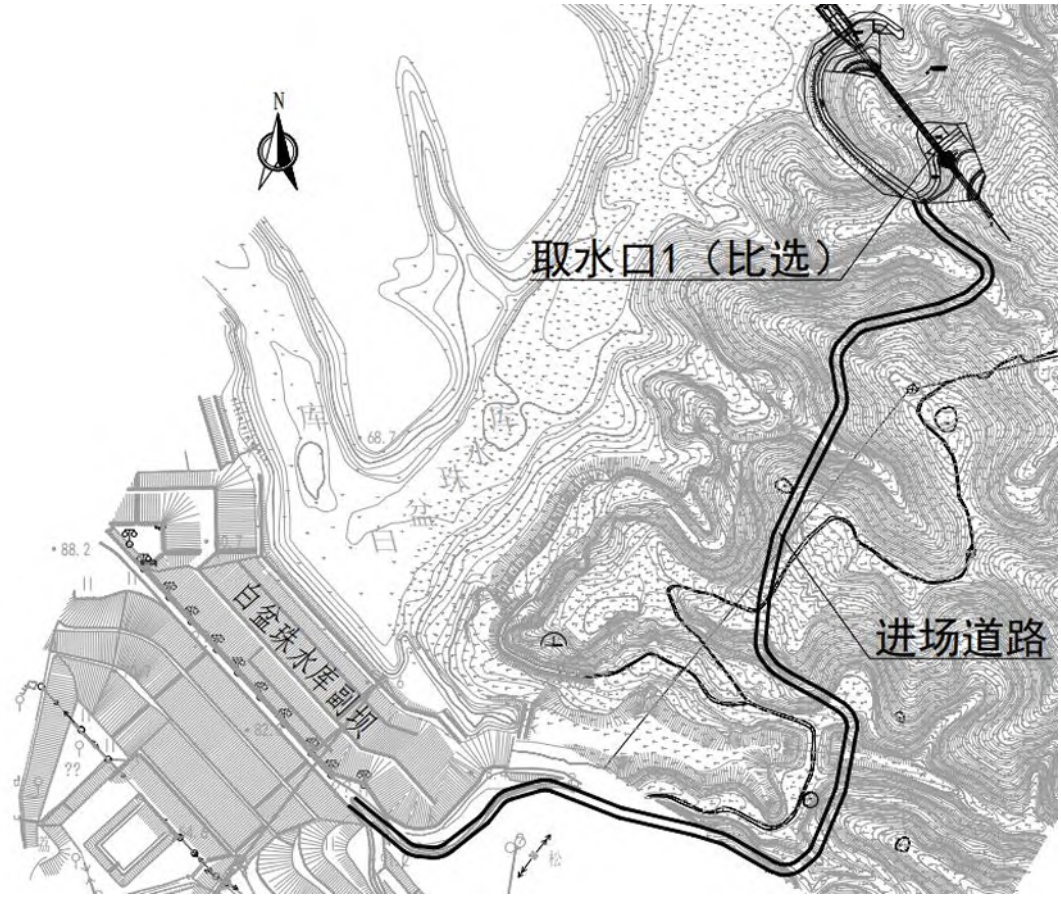


图3.2-3　取水口 1 进场道路及总体布置示意图

②工程地质条件及评价

根据地质测绘及白盆珠水库工程已有工程资料，取水口 1 位置分布的地层岩性为黑云母二长花岗岩（$K_1\beta\eta\gamma$），地表全风化出露。地层自上而下可分为：第四系坡积层（Q_4^{dl}）：黄褐色，呈砂质土状，可塑~硬塑；平均层厚约 3m；全风化花岗岩（Ⅴ），厚度约 6.7m～16.0m，黄褐色，风化均匀，呈砾质黏土状，黏性差，硬塑状；强风化花岗岩（Ⅳ），厚度约为 1.5m，原岩矿物蚀变较剧烈，敲击声哑；弱风化花岗岩（Ⅲ），揭露厚度大于 10m，中粗粒结构，敲击声清脆，坚硬。

取水口 1 位置全风化带厚度较大，约 12m；强风化带厚度较小，约 1.5m，部分缺失；弱风化埋藏较深，其饱和单轴抗压强度平均值为 63MPa，为坚硬岩，地基承载力较高。取水口建基面高程约 46m，位于弱风化岩石中，基坑底位于库水位以下，需做围堰。开挖地层上部为全风化土和强风化岩，中下部以弱风化为主；全风化呈砂质土状，含砂砾较多，边坡稳定性稍差，需要按稳定坡比开挖，或进行边坡支护，具弱～中等透水性，易产生渗透破坏，建议坡面喷砼护面，坡顶设置排水沟，坡面设排水孔。

③环境条件及评价

从水质和水量的角度来看，取水口 1 位于白盆珠水库库区内，位于划定的惠东县白盆珠镇高潭镇宝口镇白盆珠水库饮用水源保护区(备用)的一级保护区，水质均能达到 II 类标准，取水口周边也没有明显的污染风险源。

（2）取水口 2

取水口 2 位于白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 的山坳处，由山体坡脚伸入库内，地面高程 60.5m～73.6m。白盆珠正常蓄水位为 76.7m，两岸山体植被茂密，山坡坡度 20°～30°。

①工程布置条件及评价

主要优点：位于水库中部山坳，便于布置围堰；靠近 356 省道，仅需新建 800m 临时兼永久道路，对外交通方便；取水侧山坡较缓，取水口开挖量小；距离白盆珠副坝较远，施工对大坝安全无影响；坳口较深，取水条件好。

主要缺点：取水口位置涉及惠州市生态保护红线和优化整合后的惠州莲花山白盆珠地方级自然保护区。

②工程地质条件及评价

根据钻孔揭露情况，自上而下地层分为：全风化花岗岩（V），厚度约 3.0m，黄褐色，风化均匀，呈砾质黏土状，黏性差，可塑～硬塑状；强风化花岗岩（IV）厚度约为 1.5m～8.5m，原岩矿物蚀变较剧烈；弱风化花岗岩（III）揭露厚度大于 40m，中粗粒结构，敲击声清脆。

取水口位置西北面临白盆珠水库库内，取水口位置全风化带厚度较大，约 5m；强风化带厚度较小，约 0.8m，部分缺失；弱风化埋藏较深，其饱和单轴抗压强度平均值为 63MPa，为坚硬岩，地基承载力较高。取水口建基面高程约 46m，位于弱风化岩石中，基坑底位于库水位以下，需做围堰。开挖地层上部为全风化土和强风化岩，中下部以弱风化为主；全风化呈砂质土状，含砂砾较多，边坡稳定性稍差，需要按稳定坡比开挖，或进行边坡支护，具弱～中等透水性，易产生渗透破坏，建议坡面喷砼护面，坡顶设置排水沟，坡面设排水孔。

③环境条件及评价

从水质和水量的角度来看，取水口 2 位于白盆珠水库库区内，位于划定的惠东县白盆珠镇高潭镇宝口镇白盆珠水库饮用水源保护区(备用)的一级保护区，水

质均能达到 II 类标准，取水口周边也没有明显的污染风险源。

（2）取水口选择

从取水口自身条件等方面来看，取水口 2 的优势较为明显。因此，推荐选取取水口 2 作为深汕合作区引水工程的取水口。

表3.2-2　取水口方案比较表

方案比较 项目内容		取水口 1	取水口 2	优劣比较
工程布置		两侧山体较陡，取水口开挖量较大；坳口较浅，取水条件差，需开挖取水渠；较靠副坝，取水渠施工对副坝安全有一定影响；运行管理交通要经过副坝坝顶及副坝管理区，存在相互干扰；需修建 1.8km 施工道路，占用林地面积较大，对植被破坏大，因此对林区生态环境影响较大	位于水库中部山坳，便于布置围堰；靠近 356 省道，仅需新建 800m 临时兼永久道路，对外交通方便；取水口位置未涉及生态保护区；取水侧山坡较缓，取水口开挖量小；距离白盆珠副坝较远，施工对大坝安全无影响；坳口较深，取水条件好	取水口 2 优
工程地质		开挖地层上部为全风化土和强风化岩，中下部以弱风化为主；全风化呈砂质土状，含砂砾较多，边坡稳定性稍差，需要按稳定坡比开挖，或进行边坡支护，具弱～中等透水性，易产生渗透破坏，建议坡面喷砼护面，坡顶设置排水沟，坡面设排水孔		相当
水质条件		水质均能达到 II 类标准	水质均能达到 II 类标准	相当
环境风险		取水口周边没有明显的污染风险源	取水口周边没有明显的污染风险源	相当
水源保护区		白盆珠水库饮用水源保护区(备用)一级保护区		相当
生态保护红线		涉及生态保护红线	涉及生态保护红线	相当
自然保护地	优化整合前	不涉及	不涉及	相当
	优化整合后	惠州莲花山白盆珠地方级自然保护区	惠州莲花山白盆珠地方级自然保护区	相当

3.2.2.3 输水线路环境合理性分析

1、引水干线：白盆珠水库至 2#分水池输水线路

（1）输水干线线路方案概况

在推荐取水口 2 作为深汕合作区引水工程的取水口的基础上，根据取水口（推荐取水口 2）、出水口（凤河水厂、龙山水厂）以及深汕合作区规划拟建的明溪水库的位置，结合地形地质条件、施工条件，可选择两条输水线路进行比较，即东线方案和西线方案。因工程自白盆珠水库引水至深汕合作区后，需交水至凤

河水厂和龙山水厂 2 个水厂，因此为便于引水至合作区后便于分水，输水干线终点设置分水池（2#分水池），然后由分水池再分两条支线分别交水至凤河水厂（支线 1）和龙山水厂（支线 2）。根据前文，取水口 2 作为深汕合作区引水工程的推荐取水口。取水口 2 所在位置四周范围均为惠东白马山县级自然保护区（详见图 3.2-4），因此从取水口 2 引水至深汕合作区输水管线势必穿越惠东白马山县级自然保护区。取水口 2 位于惠州市生态保护红线范围内，即从取水口 2 引水至深汕合作区输水管线势必占用及穿越惠州市生态保护红线。

鉴于此，根据区域内自然保护区、生态保护红线分布范围，通过取水口 1 布置一条完全避让自然保护区的输水线路（完全避让自然保护区方案）；取水口 1、取水口 3 均位于生态保护红线内，取水口 6 周围被生态保护红线包围，即通过取水口 1、取水口 3 或取水口 6 引水至深汕合作区输水管线无法避开涉及生态保护红线，通过取水口 4 和取水口 5 分别布置一条完全避让生态保护红线的输水线路（完全避让生态保护红线方案 1 和 2）。

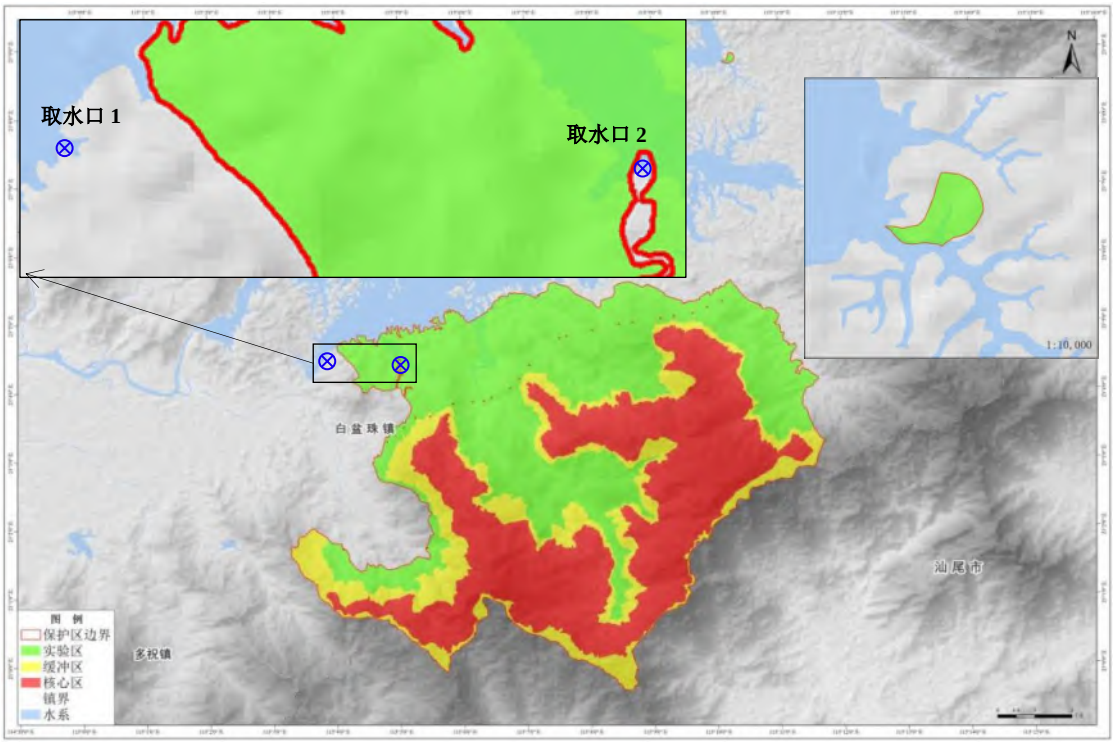


图3.2-4　取水口与惠东白马山县级自然保护区位置关系图



图3.2-5　取水口与惠州市生态保护红线位置关系图

1）方案一：东线方案（推荐方案）

东线方案取水口位于取水口 2，自白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 山坳处取水引出，以隧洞形式向南穿越 S356 省道、莲花山脉、甬莞高速、笼山水后，隧洞终点后接一段埋管后连接位于大安河上游西北位置的 1#分水池（桩号为 D16+120.000），出 1#分水池后线路继续以隧洞形式往南布置，穿越杓麻山脉、锁链山脉后到达 2#分水池。输水线路总长 20.10km。

2）方案二：西线方案

西线方案取水口位于取水口 2，自白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 山坳处取水引出，取水口后面采用钻爆法隧洞南向过 356 省道后，继续钻爆法隧洞穿越前段莲花山脉，后从老围囚村附近通过 TBM 掘进穿越莲花山脉，隧洞出洞口布置在深汕合作区规划明溪水库的东北侧，预留明溪水库交水口。从明溪水库交水口通过隧洞穿过锁链山脉后到达 2#分水池。输水线路总长 20.79km。

3）方案三：完全避让自然保护区方案

完全避让自然保护区方案取水口位于取水口 1，引水干线线路采用隧洞穿越副坝左侧山脉，向南往白盆珠温泉度假村附近采用一定长度的浅埋箱涵段，穿过低洼地及白马河后，经白马村、省道 S356 至潮惠高速，采用钻爆法隧洞穿越多座山脉，线路穿越高速后隧洞继续东南向沿着明溪河向深汕合作区规划拟建的明溪水库方向（局部低洼地则采用浅埋压力箱涵），并在明溪水库库边延伸接至深

汕合作区规划明溪水库的东北侧的交水口，从明溪水库交水口通过隧洞穿过锁链山脉后到达 2#分水池。输水线路总长 21.06km。

4）方案四：完全避让生态保护红线方案 1

完全避让生态保护红线方案 1 取水口位于取水口 4，自白盆珠水库副坝左岸 100m 左右山坳处取水引出，引水干线线路采用隧洞穿越副坝左侧山脉，向南往白盆珠温泉度假村附近采用一定长度的浅埋箱涵段，穿过低洼地及白马河后，经白马村、省道 S356 至潮惠高速，采用钻爆法隧洞穿越多座山脉，线路穿越高速后隧洞继续东南向沿着明溪河向深汕合作区规划拟建的明溪水库方向（局部低洼地则采用浅埋压力箱涵），并在明溪水库库边延伸接至深汕合作区规划明溪水库的东北侧的交水口，从明溪水库交水口通过隧洞穿过锁链山脉后到达 2#分水池。输水线路总长 22.56km。

5）方案五：完全避让生态保护红线方案 2

完全避让生态保护红线方案 2 取水口位于取水口 5，自白盆珠水库副坝右岸 400m 左右山坳处取水引出，引水干线线路采用隧洞穿越副坝右侧林地，向南往白盆珠温泉度假村附近采用一定长度的浅埋箱涵段，穿过低洼地及白马河后，经白马村、省道 S356、松园墓园至潮惠高速前的山间，后续路线与完全避让生态保护红线方案 1 一致。输水线路总长 22.94km。

（2）输水线路避让自然保护区可行性分析

根据图 3.2-6 可以看出，方案三输水线路完全避开了区域的自然保护区。若按上述完全避让自然保护区方案布置线路，虽能从一定程度上保护环境，尽量规避生态环境敏感区。但也存在以下问题：

1）根据“3.2.2.2 取水口环境合理性分析”，取水口 1 离白盆珠水库副坝较近，取水口建设运营对副坝的安全存在一定影响。

2）方案三输水线路，沿线乡镇居民点和企业众多，日常运行管理难度大。

3）方案三输水线路沿线地质条件差异较大，线路布置时，建筑物很难与地形、地质相适应，很难避开地质断层、滑坡等不良地质构造区间。

4）方案三输水线路布置时很难避免人口密集的村庄及专项设施，一定程度上多占用林地和耕地，增加移民征地费用，实施过程中可能产生社会稳定风险。

5）方案三输水线路长，受地形地质条件限制，线路建筑物较多，线路布置时，工程实施技术难度较大，很难统筹考虑经济、节能和运行管理方便等多方面

因素。

6）方案三输水线路穿高速公路和主要交通干线等重要构筑物，输水线路穿越潮惠高路公路段为高速公路隧洞，施工难度较大，保护运维安全成本增加。

输水工程总体布置应以统筹考虑取水口和出水口位置、输水方式、输水工程区地形、地质条件，从社会、经济、技术、环境等各条件因素进行线路拟定，选择最合理的工程布置方案，最大限度满足受水区需求。显然本次拟定的完全避让自然保护区的输水线路不满足上述相关要求。

故综上所述，完全避让自然保护区线路的方案三不可行的。

（3）输水线路避让生态保护红线可行性分析

根据图 3.2-7 可以看出，方案四和方案五输水线路均完全避开了区域的生态保护红线。若按上述完全避让生态保护红线方案 1 和完全避让生态保护红线方案 2 布置线路，这两个方案通过选择取水口 4 和取水口 5，从源头上避免了取水口位于生态保护红线内的问题，在引水干线线路规划上，采用隧洞穿越山脉、浅埋箱涵段穿过低洼地等方式，尽量减少对地表生态的影响，在理论上能够实现对生态保护红线的避让。但也存在以下问题：

1）根据“3.2.2.2 取水口环境合理性分析”，完全避让生态保护红线方案 1 取水口位于取水口 4，距副坝仅 100m。根据前文提及的大坝安全距离要求（500m），此取水口位置存在安全隐患，可能对大坝的稳定运行产生不利影响，不符合大坝安全管理的相关规定。完全避让生态保护红线方案 2 取水口位于取水口 5，距副坝 400m，虽相对取水口 4 距离副坝稍远，但仍未达到 500m 的安全距离标准，同样存在对大坝安全潜在威胁的问题。

2）两个方案线路长度均较长，相较于其他方案（如东线方案 20.10km、西线方案 20.79km），增加了工程建设的材料成本、施工成本以及后期维护成本。长线路意味着更多的管道、隧洞等设施建设，不仅初期投资大，而且长期的运营维护费用也会相应提高。

3）沿线环境与实施难度问题

居民点与企业影响：两个方案沿线经过白马村等乡镇居民点，还涉及省道 S356、潮惠高速等交通要道以及一些专项设施。日常运行管理中，与居民和企业的协调难度较大，可能会因施工、运营等活动对居民生活和企业生产造成干扰，引发矛盾和纠纷。

地质条件复杂：沿线地质条件差异较大，存在地质断层、滑坡等不良地质构造区间。线路布置时，建筑物很难与地形、地质相适应，增加了工程设计和施工的难度。在不良地质区域进行隧洞开挖、管道铺设等作业，容易引发地质灾害，对工程安全和施工人员生命安全构成威胁。

土地占用与社会风险：线路布置难以避免人口密集的村庄及专项设施，一定程度上会多占用林地和耕地。这不仅增加了移民征地费用，还可能引发社会稳定风险。土地是农民的重要生产资料，征地过程中若处理不当，容易引发农民的不满和抵触情绪，影响工程的顺利推进。

4）施工难度与运维成本问题

施工难度大：两个方案输水线路长，受地形地质条件限制，线路建筑物较多。在施工过程中，需要综合考虑地形起伏、地质条件等因素进行线路布置和建筑物设计，工程实施技术难度较大。例如，在穿越山脉时，隧洞的开挖需要精确的地质勘探和支护措施；在穿过低洼地时，浅埋箱涵段的施工需要解决防水、防沉降等问题。

运维安全成本增加：输水线路穿高速公路和主要交通干线等重要构筑物，如方案中输水线路穿越潮惠高速公路段为高速公路隧洞。施工难度较大，在施工过程中需要采取特殊的交通管制和安全防护措施，以确保施工安全和交通畅通。同时，后期运营维护过程中，对穿越重要构筑物的输水线路进行检修和维护时，也需要更高的安全标准和技术要求，增加了运维安全成本。

综合以上分析，完全避让生态保护红线的方案 1 和方案 2 虽然在一定程度上实现了生态保护的目标，但在取水口安全、线路成本、沿线环境与实施难度、施工难度与运维成本等方面存在诸多问题。这些问题使得这两个方案在工程实施的经济性、安全性和可操作性上存在较大挑战，难以满足输水工程总体布置统筹考虑社会、经济、技术、环境等多方面因素的要求。因此，完全避让生态保护红线的方案 1 和完全避让生态保护红线的方案 2 不可行。

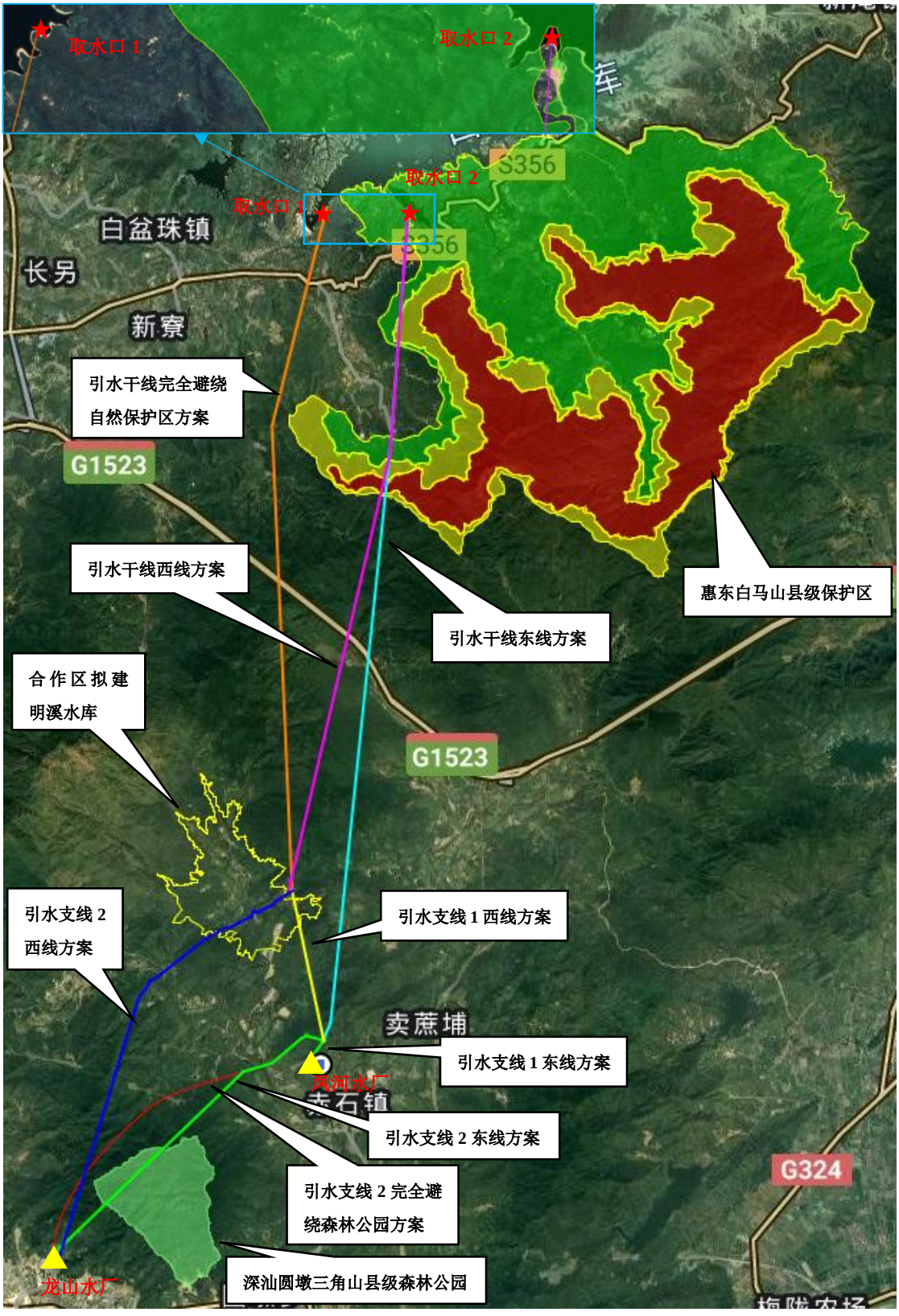


图3.2-6　白盆珠水库至 2#分水池输水线路布置方案与自然保护地示意图

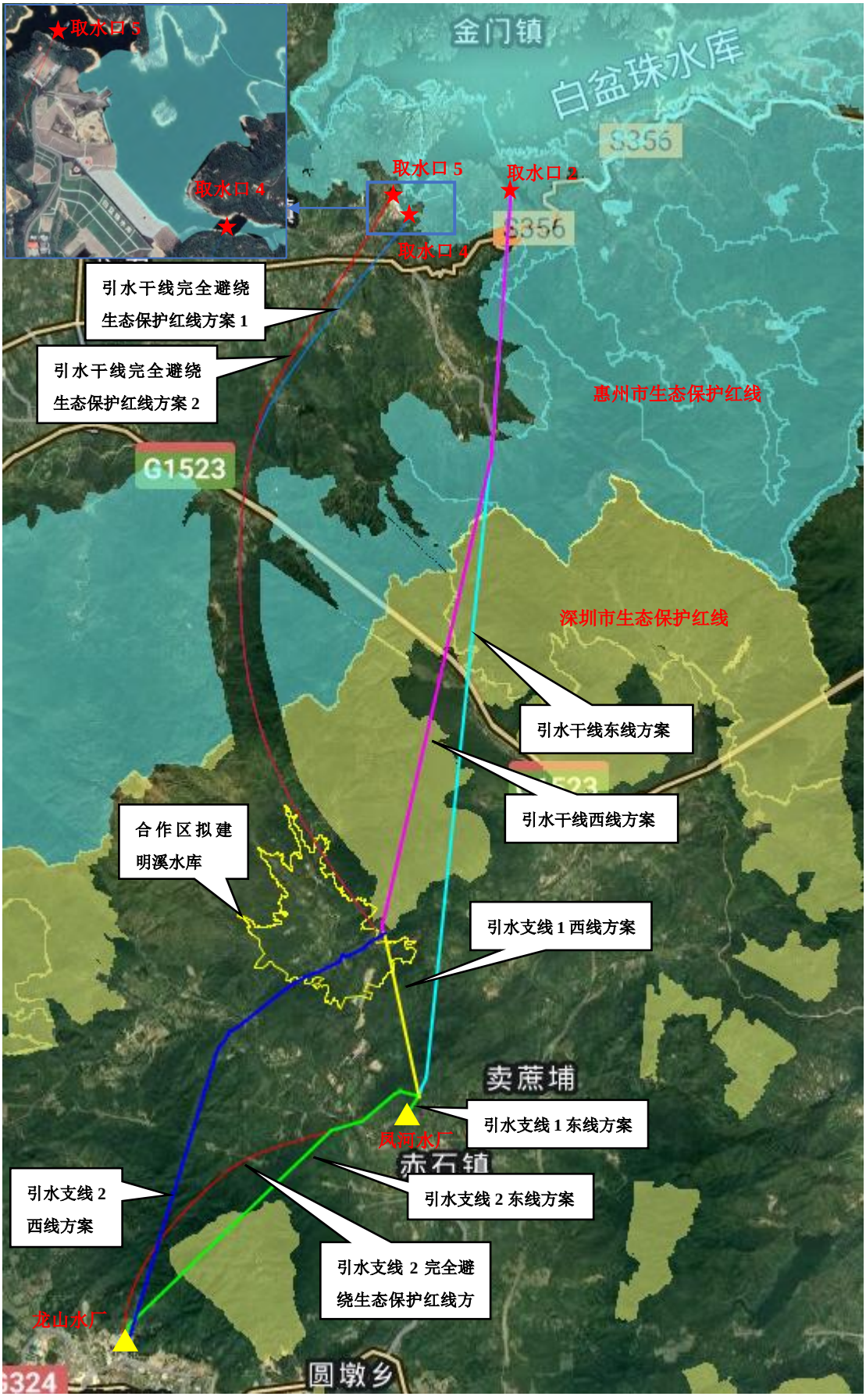


图3.2-7　白盆珠水库至 2#分水池输水线路布置方案与生态保护红线示意图

（4）穿越自然保护区和生态保护红线方案的唯一性分析

1）唯一性比选方案简介

从上文可以看出，完全避让自然保护区的工程布置方案三是不可行的，完全避让生态保护红线的方案四和方案五亦是不可行。此外，惠州市行政区工程区域的自然保护区和生态保护红线的范围基本重叠。因此，以下从方案一（东线方案）、方案二（西线方案）分析穿越自然保护区和生态保护红线方案的唯一性。

2）从地质条件分析

从以上工程地质条件方面比较，线路穿越盆地~中低山区，方案一和方案二两方案地形地貌相当，两方案隧洞揭露地层岩性、物理地质现象、地质构造和水文地质条件相当，隧洞围岩类型相当。总体上，两个方案线路隧洞所穿越的地层岩性及地质构造等基本地质条件相似；两方案均无控制性地质因素，在技术上两个方案都是可行的。

3）从施工条件分析

由于施工道路、施工支洞等受到输水线路的影响，故根据其不同线路方案的施工布置主要体现在施工道路和施工支洞布置的不同，但是施工支洞和施工道路的布置原则相同，即选择地势较为平缓，且交通相对便利的地方作为施工道路和施工支洞洞口，因此从施工条件的角度来看，二者差异不大。

但从施工支洞布置的难易程度、支洞长度等方面来看，可以看出东线方案的施工支洞总长度小于西线方案的施工支洞总长度，难易程度方面两者相差不大，因此，综合来看东线方案更有优势。

4）从征地移民分析

东、西线方案线路因取水口、进场道路等基本一致，取水口及 1#施工支洞、2#检修支洞等用地基本一致；但由于西线方案埋管较多，出隧洞后在规划的明溪水库沿着低洼的荒地、旱地、田地、林地采用管径 2.0m 的浅埋方式埋管铺设，管道开挖涉及占用大量永久基本农田及耕园地，相应的临时用地范围较大，相应的临时用地难度增加，临时用地费用较高。故东线方案较优。

5）从环境保护分析

对白盆珠水库至 2#分水池输水线路东线、西线 2 个方案从地表水环境影响、地下水环境影响、大气环境影响、声环境影响、固废环境影响、土壤环境影响、

生态环境影响、社会环境影响等方面进行环境比选。

表3.2-3　白盆珠水库至 2#分水池输水线路环境比选

分析内容	方案一（东线方案）	方案二（西线方案）	比选结果
地表水环境影响	下穿白盆珠水库饮用水源保护区(备用)，影响较小。	下穿白盆珠水库饮用水源保护区(备用)，影响较小。	两方案相当
地下水环境影响	白盆珠水库至 2#分水池输水线路总长 20.10km，在落实环保措施的前提下，对地下水水质的影响较小。	白盆珠水库至 2#分水池输水线路总长 20.79km，在落实环保措施的前提下，对地下水水质的影响较小。	两方案相当
大气环境影响	地下穿越，影响较小	地下穿越，影响较小	两方案相当
声环境影响	地下穿越，影响较小	地下穿越，影响较小	两方案相当
固废、土壤环境影响	线路全长 20.1km，在合法合规条件下进行取土、弃渣，对环境的影响有限	线路全长 23km，在合法合规条件下进行取土、弃渣，对环境的影响有限	东线方案稍优
环境敏感性	自然保护区：穿越自然保护区长度为 4.26km； 生态保护红线：永久占地约为 4.85hm^2，临时占地约为 8.31hm^2，穿越生态保护线 10.05km。 基本农田：不涉及。	自然保护区：穿越自然保护区长度为 4.40km； 生态保护红线：永久占地约为 4.85hm^2，临时占地约为 8.31hm^2，穿越生态保护线 12.18km。 基本农田：本工程不涉及，但由于西线所依托的深汕合作区规划拟建明溪水库占用 1500 多亩永久基本农田，其建设时间未定。	东线方案稍优
社会环境影响	较小	较小	两方案相当

综上，方案一和方案二 2 个输水线路方案均涉及穿越自然保护区、生态保护红线和饮用水水源保护区，但环境影响有限。在综合考虑方案的可实施性、行政管理运行便利性及深圳市和惠州市两地的意见，本次最终推荐库内取水方案引水线路为东线。

5）穿越方案的唯一性分析

取水口 2 地形开阔，便于布置围堰，靠近 S356 省道，对外交通方便，距离白盆珠副坝较远，施工对大坝安全无影响，库叉较深，取水条件好。进出水条件均较好，方便运行管理。东、西线方案线路因取水口、进场道路等基本一致，永久用地基本一致；但由于西线方案埋管较多，相应的临时征地范围较大，临时征地费用较高，故从线路部分用地角度方案一东线方案更优。

西线、东线方案均穿越自然保护区和生态保护红线，制约性因素基本一致，但西线方案线路稍长，投资稍大。

东线方案若考虑了后期与明溪水库的连接线，与西线方案线路相当。但西线方案管线布置紧靠后期拟建的明溪水库，从引调水工程项目的全局管理出发，西线方案便于后期的统一管理，但西线方案库区埋管段在水库建成后不利于维护和管理。另外东线方案布置靠近北坑水库引水工程线路布置，与北坑水库引水工程衔接更加合理，便于后期统一运行管理及调度。

综合考虑各比选线路对白盆珠水库副坝的影响、施工条件、征地条件、环境制约因素、运行管理方便性及工程投资等，可以看出东线方案优势较为明显。白盆珠水库至 2#分水池输水线路段选择东线方案作为工程该段的推荐方案具有唯一性。

2、支线 1：凤河水厂支线

根据引水干线的环境合理性分析，工程自白盆珠水库引水至深汕合作区后，为便于引水至合作区后便于分水，输水干线终点设置分水池（2#分水池），然后由分水池再分两条支线分别交水至凤河水厂（支线 1）和龙山水厂（支线 2）。鉴于 2#分水池和凤河水厂的位置已确定，两者之间按直线布置输水线路全长 0.41km，未涉及环境敏感区。因此支线 1（2#分水池~凤河水厂）的布置具有环境合理性。

3、支线 2：龙山水厂支线

（1）支线 2 线路方案概况

1）方案一：支线 2 东线方案（推荐方案）

支线 2 东线方案(龙山水厂支线：2#分水池～龙山水厂)由 2#分水池预留的岔口接一段埋管后继续钻爆隧洞由西转西南方向，并在明热河东北部山体出洞，出洞后采用埋管铺设埋管方式(倒虹吸)穿越明热河，埋管继续延伸铺设至明热河西南侧三角山山脚后接钻爆隧洞进口，埋管后接隧洞洞线继续沿东南向山脉布置，期间先后穿越广汕高铁、深汕高铁、深汕圆墩三角山县级森林公园，隧洞出洞口布置在已建龙山水厂的北侧山脚，出洞口紧邻正在施工的西部水源工程的出洞口，隧洞终点后接一段埋管后，接入西部水源工程中在龙山水厂附近位置预留的管道接入口。支线 2 东线方案输水线路总长 8.81km。

2）方案二：支线 2 西线方案

支线 2 西线方案(龙山水厂支线：规划明溪水库～龙山水厂)由合作区规划的明溪水库交水口采用埋管向西南方向铺设穿越规划的明溪水库库区。出规划的明溪水库后继续沿东南向采用钻爆法施工穿越牛角山脉，出隧洞后接一段浅埋钢管约 100m 后采用埋管方式(倒虹吸)穿越明热河，并在明热河南侧山脚后接一段浅埋钢管，埋管长度约 50m。埋管后接隧洞洞线继续沿东南向山脉布置（期间先后穿越广汕高铁、深汕高铁），直至双鼓坑附近转向偏南向，隧洞出洞口布置在已建龙山水厂的东北侧山脚。支线 2 西线方案输水线路总长 11.45km。

3）方案三：完全避让森林公园和生态保护红线输水线路

基于引水干线的环境合理性分析，考虑到 2#分水池和交水点龙山水厂位置已确定，结合区域内森林公园和生态保护红线（森林公园的范围与生态保护红线的范围基本重叠）的分布范围，提出此条输水线路。该线路从 2#分水池预留的岔口接一段埋管后，继续钻爆隧洞，方向由西转至西南，在明热河东北部山体出洞。出洞后采用埋管铺设的方式（倒虹吸）穿越明热河，埋管继续延伸铺设至明热河西南侧三角山山脚后接钻爆隧洞进口。埋管后，隧洞洞线继续沿西南向山脉布置，期间先后穿越广汕高铁、深汕高铁，隧洞出洞口布置在已建龙山水厂的北侧山脚，出洞口紧邻正在施工的西部水源工程的出洞口，隧洞终点后接一段埋管，接入西部水源工程中在龙山水厂附近位置预留的管道接入口。支线 2 完全避让森林公园和生态保护红线输水线路总长 9.48km。详见图 3.2-6 和图 3.2-7。

（2）输水线路完全避让森林公园和生态保护红线的可行性分析

若按上述完全避让森林公园和生态保护红线方案布置线路，虽能从一定程度上保护环境，尽量规避生态环境敏感区。但也存在以下问题：

1）该输水线路存在长度较长且不顺直的缺点，与支线 2 西线方案相比，水头损失大约大 20%。水头损失的增加意味着在输水过程中需要消耗更多的能量来克服阻力，这不仅会导致一次性投资成本的上升，可能需要大功率的泵站等设备来保证输水，而且后期运行管理费用也会相应增加，如电费、设备维护费等。

2）该线路长，受地形地质条件限制，在复杂的地形地质条件下，隧洞的掘进、管道的铺设等施工环节都面临较大挑战，可能需要采用特殊的施工技术和设备，这无疑增加了工程实施的技术难度和成本。

3）该输水线路靠近广汕高铁高架桥，在施工过程中，会对高铁的正常运行产生明显影响。例如，施工过程中的爆破、挖掘等作业可能会引起高铁桥体的震动，影响高铁的安全行驶。同时，为了保障施工和高铁的安全，需要采取一系列的保护措施，这会增加施工的难度和成本。在后期运维过程中，也需要投入更多的资源来确保线路和高铁的安全，进一步增加了运维安全成本。

输水工程总体布置应以统筹考虑取水口和出水口位置、输水方式、输水工程区地形、地质条件，从社会、经济、技术、环境等各条件因素进行线路拟定，选择最合理的工程布置方案，最大限度满足受水区需求。显然本次拟定的完全避让森林公园的输水线路不满足上述相关要求。

故综上所述，完全避让森林公园、生态保护红线线路方案不可行的。

表3.2-4　支线 2(龙山水厂支线)引水线路条件比较表

方案比较 项目内容	方案一(东线方案)	方案二(西线方案)	方案三(完全避让方案)	优劣比较
长度(km)	8.81	11.45	9.48	方案一优
工程布置	施工支洞长度较短、TBM 设备利用率高，施工条件相对较好	TBM 设备利用率低，施工条件相对较差	靠近广汕高铁高架桥，施工支洞不好布置，施工条件受限，总体布置难度较大，水头损失大	方案一优
运行管理	方便	规划明溪水库库区埋管段在水库建成后不利于维护和管理	不便	方案一优
环境影响	地下穿越森林公园、生态保护红线约 1.9km	埋管开挖量大，对环境影响较大，且涉及基本农田	不涉及森林公园，无影响	方案三优
投资	小	大	大	方案一优

（3）穿越森林公园和生态保护红线方案的唯一性分析

1）比选方案简介

从上文可以看出，支线 2(龙山水厂支线)引水线路段完全避让森林公园和生态保护红线的工程布置方案三是不可行的，以下从方案一(东线方案)、方案二(西线方案)分析地下穿越森林公园和生态保护红线方案的唯一性。

2）从地质条件分析

从以上工程地质条件方面比较，方案一(东线方案)、方案二(西线方案)线路布置在中低山区，地形高低起伏变化较大，隧洞埋藏较深，围岩条件相对较好。两个方案线路隧洞所穿越的地层岩性及地质构造等基本地质条件相似。

3）从工程布置条件分析

完全避让森林公园和生态保护红线方案对应的线路方案，在考虑两处高铁位置高程及出洞口高程的限制条件下，线路洞线在部分地势较低的位置，若采用隧洞，顶部覆盖层较薄，若为埋管方案则开挖量较大，总体布置难度较大，另外由于该线路较靠近广汕高铁高架桥，施工支洞不好布置，施工条件受限。线路长度相比推荐线路长约 0.67km，且较不顺直，相应的水力条件也较差，水头损失加大，相应洞/管径也增大，投资增加，且沿线低洼地较多，埋管较长，线路附属建筑物较多，检修道路不易布置，后期运行维护管理不便。

4）从工程管理条件分析

支线 2 西线方案线路长度比支线 2 东线方案长约 2.64km，西线方案管线布置紧靠后期拟建的明溪水库，从引调水工程项目的全局管理出发，西线方案便于后期的统一管理，但建设明溪水库需占用 1500 多亩永久基本农田，其建设时间未定，且西线方案库区埋管段在水库建成后不利于维护和管理。从工程管理上看，支线 2 东线方案较优。

5）从环境影响分析

支线 2 西线方案的支线不存在制约性因素；而支线 2 东线方案的支线涉及穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园和生态保护红线。从环境角度来分析，支线 2 东线方案地下穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园和生态保护红线，由于采用无害化地下深隧穿越对森林公园和生态保护红线影响有限，支线 2 西线方案不涉及，西线方案优。

6）从施工条件分析

由于施工道路、施工支洞等受到输水线路的影响，故根据其不同线路方案的施工布置主要体现在施工道路和施工支洞布置的不同，但是施工支洞和施工道路的布置原则相同，即选择地势较为平缓，且交通相对便利的地方作为施工道路和施工支洞洞口，因此从施工条件的角度来看，二者差异不大。但从施工支洞布置的难易程度、支洞长度等方面来看，可以看出东线方案的施工支洞总长度小于西线方案的施工支洞总长度，难易程度方面两者相差不大，因此，综合来看东线方案更有优势。

7）从征地移民分析

由于支线 2 西线方案埋管较多，出隧洞后在规划的明溪水库沿着低洼的荒地、旱地、田地、林地采用管径 2.0m 的浅埋方式埋管铺设，管道开挖涉及占用大量永久基本农田及耕园地，相应的临时用地范围较大，相应的临时用地难度增加，临时用地费用较高。故支线 2 东线方案较优。

8）穿越方案的唯一性分析

由于支线 2 西线方案埋管较多，相应的临时征地范围较大，临时征地费用较高，故从线路部分用地角度支线 2 东线方案更优。

支线 2 西线方案不涉及森林公园，支线 2 东线方案地下穿越森林公园和生态保护红线，从制约性因素方面看，西线较优，但东线地下深隧穿越森林公园和生态保护红线对其造成的影响有限。此外，西线方案线路稍长，投资稍大。

支线 2 西线方案管线布置紧靠后期拟建的明溪水库，从引调水工程项目的全局管理出发，西线方案便于后期的统一管理，但建设明溪水库需占用 1500 多亩永久基本农田，其建设时间未定，且西线方案库区埋管段在水库建成后不利于维护和管理。另外东线方案布置靠近北坑水库引水工程线路布置，与北坑水库引水工程衔接更加合理，便于后期统一运行管理及调度。

综合考虑各比选线路施工条件、征地条件、环境制约因素、运行管理方便性及工程投资等，可以看出支线 2 东线方案优势较为明显。支线 2(龙山水厂支线)引水线路选择支线 2 东线方案作为深汕合作区引水工程该输水线路段的推荐方案具有唯一性。

3.2.2.4 工程涉饮用水水源保护区选址唯一性论证分析

在上述水源选择合理性、取水口环境合理性以及输水线路环境合理性分析结果的基础上，对工程涉饮用水水源保护区选址进行唯一性论证分析。

（1）涉及饮用水水源保护区的工程组成

本工程属于与供水设施有关的项目，项目水源区涉及的饮用水水源保护区为白盆珠水库饮用水源保护区(备用)、三角山水库饮用水水源保护区。其中涉及白盆珠水库饮用水源保护区(备用)的工程内容为工程取水口及部分输水隧洞，引水支线 2 输水隧洞下穿三角山水库饮用水水源保护区。

根据初设报告的工程布置及施工布置情况，对照相关的饮用水源保护区范围，本工程取水口及引水干线部分输水隧洞涉及白盆珠水库饮用水源保护区(备用)

（一级保护区、二级保护区）、引水支线 2 涉及下穿三角山水库饮用水水源保护区（二级保护区）。工程与水源保护区位置关系详见图 3.2-8~图 3.2-9。

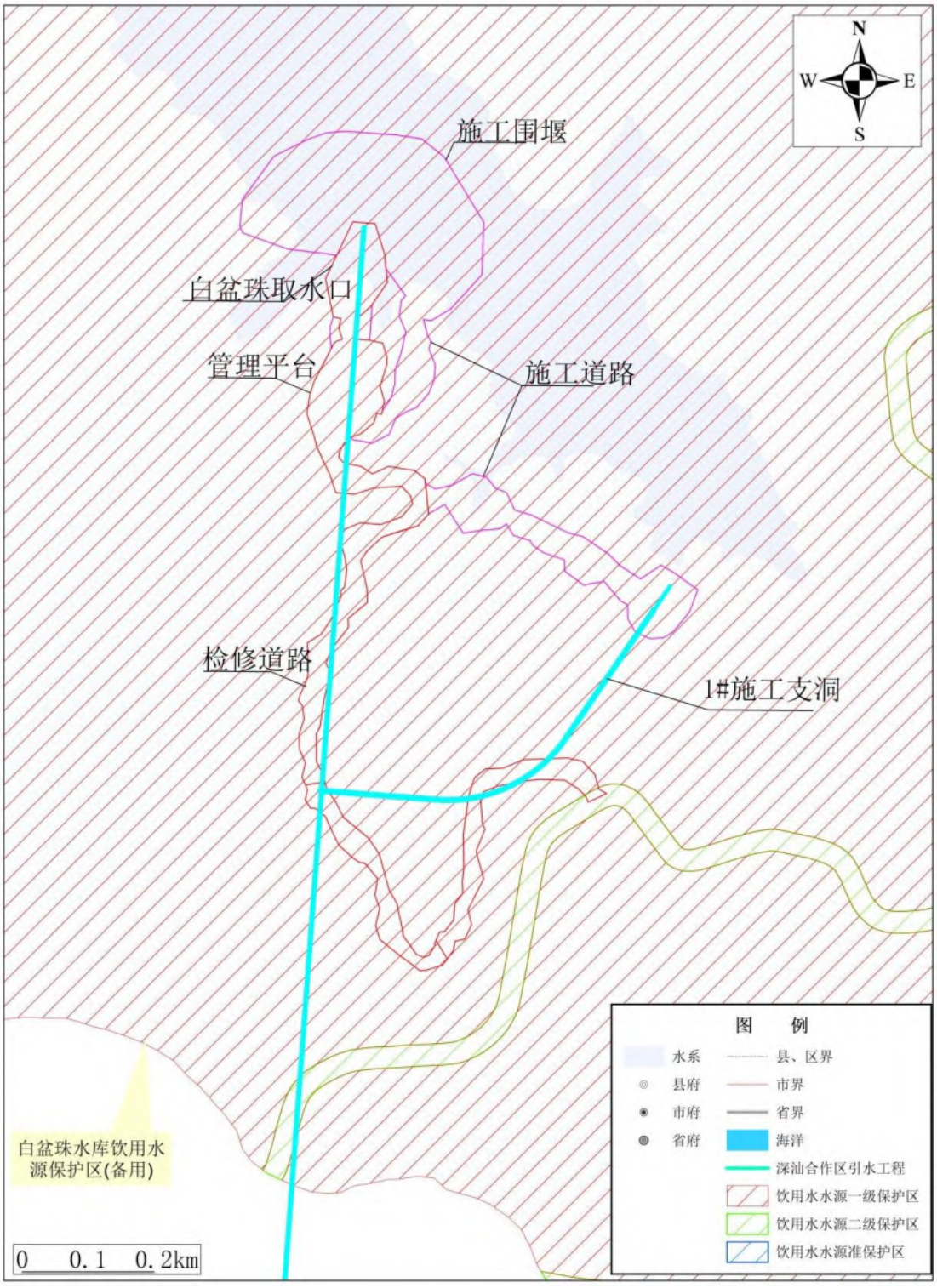


图3.2-8　工程与白盆珠水库水源保护区位置关系图

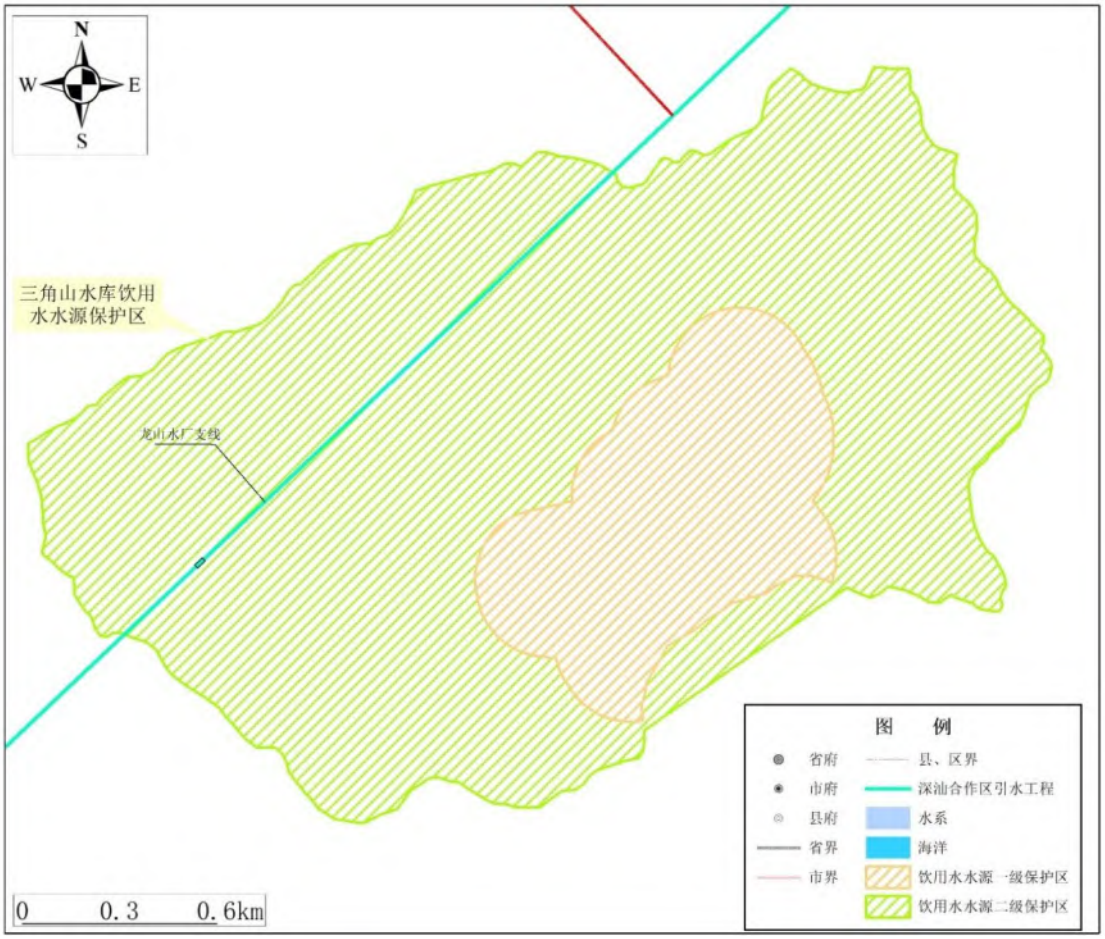


图3.2-9　工程与三角山水库水源保护区位置关系图

根据初步设计报告的各工区的负责范围以及工区位置，对照相关的饮用水源保护区范围，涉及水源保护区的工程组成情况详见表 3.2-5。

表3.2-5　工程涉及饮用水源保护区的工程组成

工程项目		与饮用水源保护区相关的工程内容	备注
主体工程	取水口工程	取水口、管理平台及检修道路位于白盆珠水库饮用水源保护区(备用)一级保护区	①分层取水(叠梁门式)结构型式。 ②管理平台设置检修平台、指挥室、值班室等。 ③检修道路为后期运营检修、管理提供便利。
	输水线路	引水干线输水隧洞下穿白盆珠水库饮用水源保护区(备用)一级保护区、二级保护区	隧洞地下穿越，穿越一、二级保护区长度约1360m、100m
		引水支线 2 输水隧洞下穿三角山水库饮用水水源保护区二级保护区	隧洞地下穿越，穿越二级保护区长度约2075m
施工辅助	1#施工支	位于白盆珠水库饮用水源保护区(备用)一级保护区	①功能需求：施工支洞是主干线隧洞开挖的必需通道，提供机械进出、渣土运输通风排水等

工程项目		与饮用水源保护区相关的工程内容	备注
工程	洞		条件。 ②安全要求：避免单工作面长距离掘进带来的通风困难、地质灾害风险(如瓦斯积聚、突泥涌水)。
	围堰		取水口施工需要进行围堰，因此，围堰和施工道路无法避开一级水源保护区。
	施工道路		①围堰施工时，需修建一条施工道路连接至围堰堰顶处。 ②永久道路的终点通往取水口的管理平台，高程为 90m，从永久道路最近处修建一条施工道路至施工支洞洞口，提供机械进出、渣土运输必需通道。

（2）涉及水源保护区的施工布置情况

涉及饮用水水源保护区的施工布置主要有白盆珠水库取水口以及施工过程需要的配套工程，其中设置的施工围堰（土石围堰）堰长度约 360.66m，堰顶高程 82.2m、堰顶宽 7.0m，最大围堰高为 23.2m，围堰边坡坡比为 1:2.0～1:2.5，迎水坡护坡采用抛石护坡；1#施工支洞洞轴线垂直于主洞轴线，水平长度约 590m，支洞断面为城门型，净空尺寸 7.0m×7.5m(宽×高)；临时施工道路长度约 600m，，从管理平台永久道路最近处修建一条施工道路至施工支洞洞口、一条施工道路至围堰堰顶处（高程为 83.0m），施工道路路面宽 7.0m、路基宽 8m。根据施工组织设计，涉水的围堰施工安排在枯水期，饮用水水源保护区范围未设置施工工区、临时堆场、弃渣场、管片预制场等施工布置。白盆珠水库取水口施工布置图详见图 3.2-10。

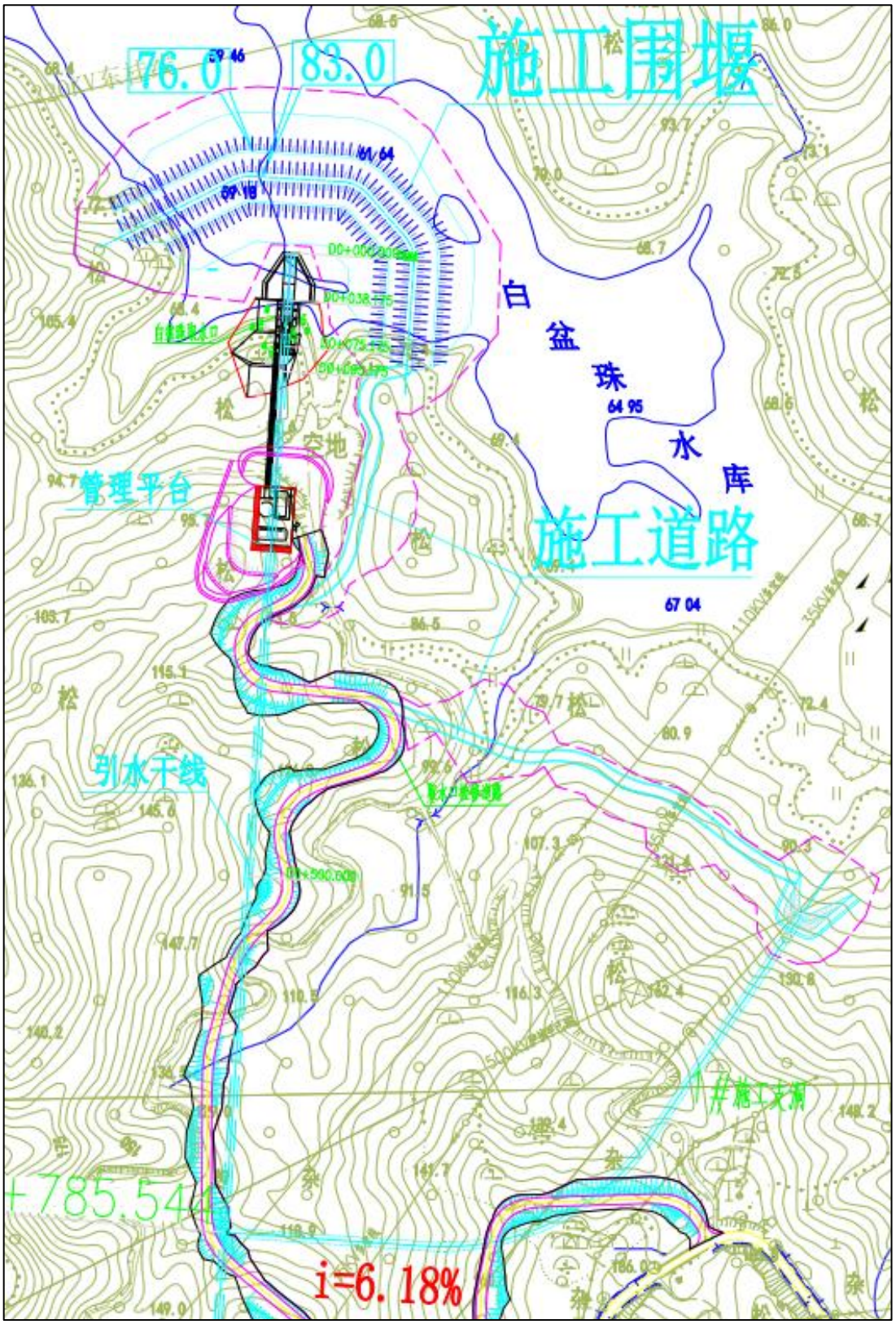


图3.2-10　白盆珠水库取水口施工布置图

（3）工程涉饮用水水源保护区选址唯一性论证分析

根据前面涉及水源保护区的工程组成及与饮用水水源保护区的位置关系示

意图，从工程布置上分析，工程线路涉及饮用水水源保护区的工程组成为工程的取水口、管理平台及检修道路，输水线路无法避让涉及的白盆珠水库饮用水源保护区(备用)、三角山水库饮用水水源保护区，工程的选址存在唯一性。

根据施工布置，白盆珠水库内有施工围堰、施工支洞和施工道路布置于水源保护区内，由于取水口的前池段、闸室段等水工建筑物需要围堰施工，同时需要有施工道路进入到施工场区，因此围堰和施工道路都无法避开饮用水源保护区。

3.2.3 施工布置环境合理性分析

3.2.3.1 施工布置环境合理性

1、施工工区设置的合理性分析

施工工区的设置是基于工程整体布局和施工流程的科学规划。全线共布置 11 处施工工区，这是综合考虑了工程各段的施工任务、技术要求以及地形地质条件等多方面因素后确定的。

从施工任务角度来看，工程线路长，不同区段有着各自独特的施工内容。例如，取水口、TBM 始发场、盾构始发场、钻爆隧洞口、埋管及附属建筑物土方开挖等部位，每个部位的施工工艺和要求差异较大，需要专门的施工工区和配套设施来完成相应工作。若强行减少施工工区数量，会导致不同施工任务相互干扰，影响施工效率和质量。比如，将钻爆隧洞口和 TBM 始发场的施工任务合并到一个工区，由于两者施工方式不同，对场地布置、设备配置等要求差异明显，会造成场地混乱，设备调配困难，进而影响施工进度。

施工组织方面，本工程采用分段施工方式，各施工段在时间和空间上需有序衔接。不同施工方法在不同施工段的推进速度不同，如 TBM 和盾构法施工速度较快，但设备调迁和场地准备时间较长；钻爆法施工速度相对较慢，但灵活性高。若减少施工工区数量，将导致施工组织混乱，各施工段之间无法有效协调，造成设备闲置或施工冲突，严重影响整体施工进度。

本工程线路长、地形地质条件复杂多样，不同地段具有独特的地质结构和地形特征。取水口作为水源引入关键部位，需较大场地进行设备安装、调试及施工操作；隧洞施工则要根据不同施工方法设置相应场地，如 TBM 和盾构施工需较

大空间进行设备组装、维护及物料堆放。基于这些复杂地形地质条件和多样工程需求，难以通过集中布置施工工区来减少数量，否则将无法满足各部分工程施工技术要求，导致施工困难甚至无法顺利进行。

综上，本工程全线共布置 11 处施工工区具备合理性。

2、施工工区布置的环境合理性

根据施工组织方案，全线共布置 11 处施工区。工程施工布置的原则如下：

（1）根据地形地质条件和工程布置情况，以分区规划为重点，力求协调紧凑，节约用地，尽量利用荒地、滩地、坡地，少占耕地和经济林地；最大限度地减少对当地群众生产、生活的不利影响。

（2）为减少临时征占用地，力求将临时施工设施尽量安排于永久征地范围以内。所有生产生活设施，均要求高于 10～20 年一遇洪水淹没线以上。施工场地按 5～20 年重现期洪水标准设防，重要施工附属企业和办公生活区布置高程不低于 20 年重现期洪水位。

（3）工程为线路工程，按分段施工分别布置施工设施。

（4）充分利用工程沿线各县城、乡镇交通运输业、机械加工及修造业现有能力，以减少现场临建设施及施工占地。

（5）工程弃渣量大，主要弃渣点分别为取水口、TBM 始发场、盾构始发场、钻爆隧洞口、埋管及附属建筑物土方开挖等部位，在这些施工点附近临时征用地势较低的山坳作为渣场，既减小堆渣运距、便于施工，也利于将来铺土还田、还地于民。

经调查与分析，各施工区主要占地类型为园地、林地、耕地、鱼塘等，由于环评前期介入对施工工区、弃渣场、砂石料场和临时堆土场的选址提出了优化调整的建议，经优化调整后，本工程取消设置砂石料场，从附近购买购买成品砂石料，工程施工工区、管片预制场等的布置遵循了避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水源保护区、永久基本农田、自然公园、重要湿地、天然林水土流失重点预防区和重点治理区、生态保护红线、文物遗址等区域，距离工程量较大的工区尽量利用当地的基础设施等原则。目前仅 GQ1 和 GQ2 施工工区因惠东县全域属东江上中游国家级水土流失重点预防区而涉及该区域（其中 GQ1 部分占地涉及天然林），其它施工工区均不涉及各类生态敏感

区。此外 GQ1、GQ2 以及管片预制场的布置较靠近人口集中区域（GQ1 距离社坳约 125m，GQ2、管片预制场距离分别为白马村上围 45m、5m），需重点管控施工污染。

本次环评建议工程在下一阶段应重点优化施工布局，优先避让环境敏感区及人口集中区域。针对 GQ1 工区涉及天然林的问题，需进一步调整选址，通过微调坐标或缩小占地范围，确保完全避让天然林区域；对于 GQ1、GQ2 以及管片预制场靠近等人口集中区的情况，建议将工区边界向远离居民点方向退让至少 100m，同时增设隔音屏障、防尘网等设施，降低施工噪声、扬尘对周边居民的影响。

表3.2-6　施工工区布置环境合理性分析

序号	位置	编号	占地面积(m^2)	是否涉及											
				国家公园	自然保护区	风景名胜区	世界文化和自然遗产地	饮用水源保护区	永久基本农田	自然公园	重要湿地	天然林	水土流失重点预防区和重点治理区	生态保护红线	文物遗址
1	取水口及1#施工支洞工区	GQ1	3100	否	否	否	否	否	否	否	否	是	是，东江上中游国家级水土流失重点预防区	否	否
2	1#、3#TBM始发场	GQ2	5000	否	否	否	否	否	否	否	否	否		否	否
3	3#施工支洞工区	GQ3	1900	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
4	2#TBM始发场	GQ4	5000	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
5	干线至凤河水厂盾构隧洞接收工区	GQ5	2600	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
6	干线至凤河水厂盾构隧洞始发工区	GQ6	4000	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
7	支线前段钻爆隧洞进口工区	GQ7	1900	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
8	支线前段钻爆隧洞出口工区	GQ8	1900	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
9	支线后段TBM始发工区	GQ9	4000	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
10	4#施工支洞工区	GQ10	1900	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
11	支线后段TBM接收工区	GQ11	2600	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否

3、施工支洞布置的环境合理性

根据施工组织方案，全线共布置 4 个施工支洞，其中 3 个兼永久检修通道。施工支洞是隧道、地下工程等施工中为增加工作面、改善通风条件、加快施工进度而设置的辅助通道，其布置需综合考虑工程条件、施工效率、安全经济等多方面因素。

干线首端的洞口位置不能作为始发洞口(因为洞口需要考虑到防洪安全)，故需布置施工支洞作为 1#TBM 的始发洞口。根据隧洞沿线的地形、地质条件，考虑到施工难度、场地条件、交通条件等因素，在白马山县级自然保护区范围外较为合适的地形布置 2#施工支洞进行 1#TBM 始发(与干线相交于桩号 D3+125.000)，向下游方向掘进，布置示意图见图 3.2-11，在桩号 D11+495.00 附近较为合适的地形布置 3#施工支洞进行 1#TBM 接收(与干线相交于桩号 D11+495.000)，布置示意图见图 3.2-12。

2#TBM 直接从 1#分水池的洞口位置(桩号 D16+110.700)始发，向上游方向掘进，与 1#TBM 共用 3#施工支洞出洞，布置示意图见图 3.2-13。

3#TBM 待 1#TBM 隧洞掘进施工完成后，TBM 设备再从 2#施工支洞始发向白盆珠库区方向掘进，在桩号 D0+785.544 附近较为合适的地形布置 1#施工支洞进行 3#TBM 接收(与干线相交于桩号 D0+785.544)，布置示意图见图 3.2-11。

为满足通风条件以及后期砼衬砌施工要求，DB2+286.851~DB8+732.351(6.45km)隧洞段需布置 1 条 4#施工支洞，4#施工支洞洞轴线相交于主洞桩号 DB4+799.854 处，与主洞轴线垂直相交，支洞进口底板高程 107.0m、与主洞相交处底板高程 45.6m，高差约 61.4m，水平长度约 0.995km。

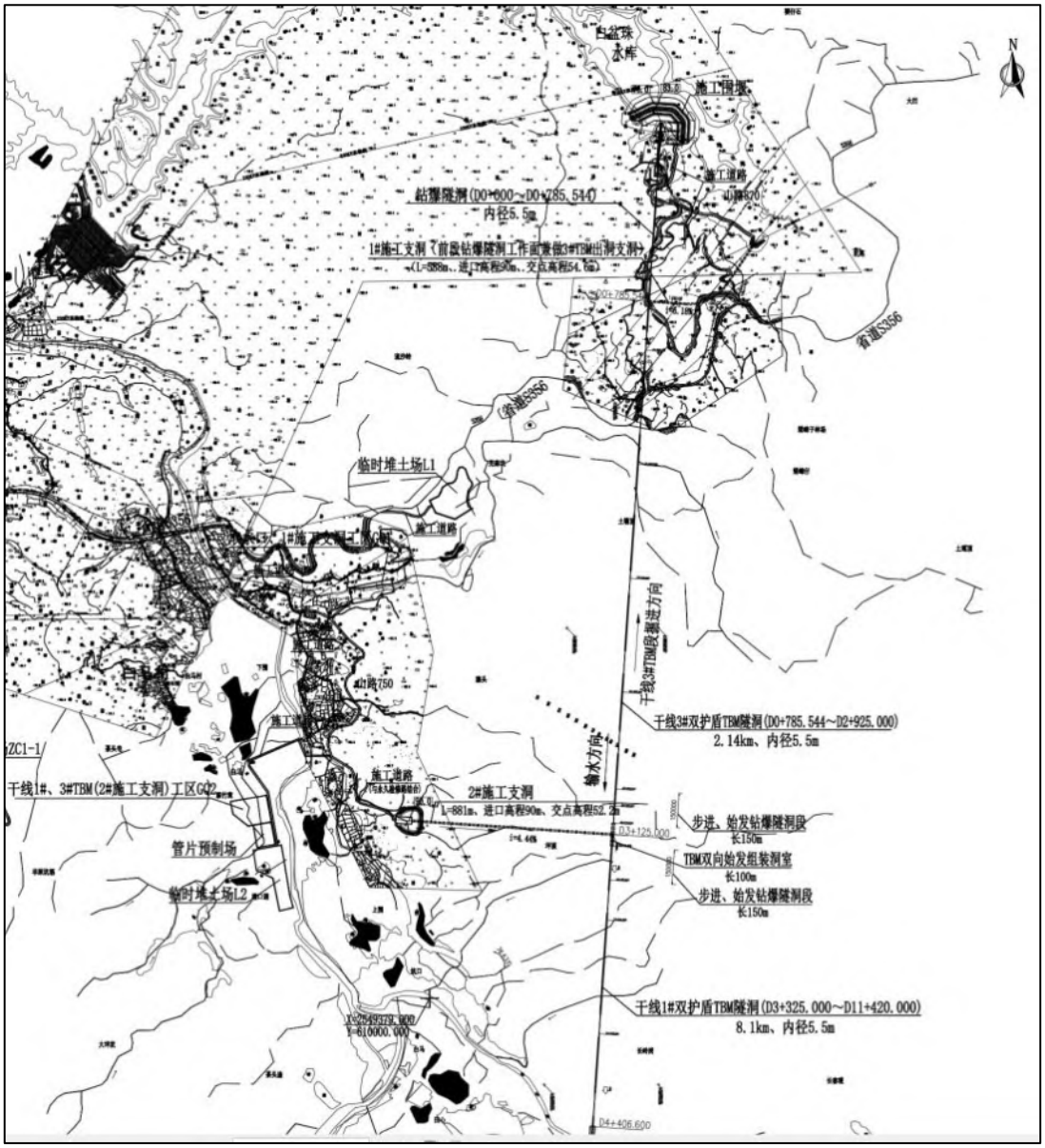


图3.2-11　1#TBM 始发支洞(与 3#TBM 共用)、3#TBM 接收支洞布置示意图

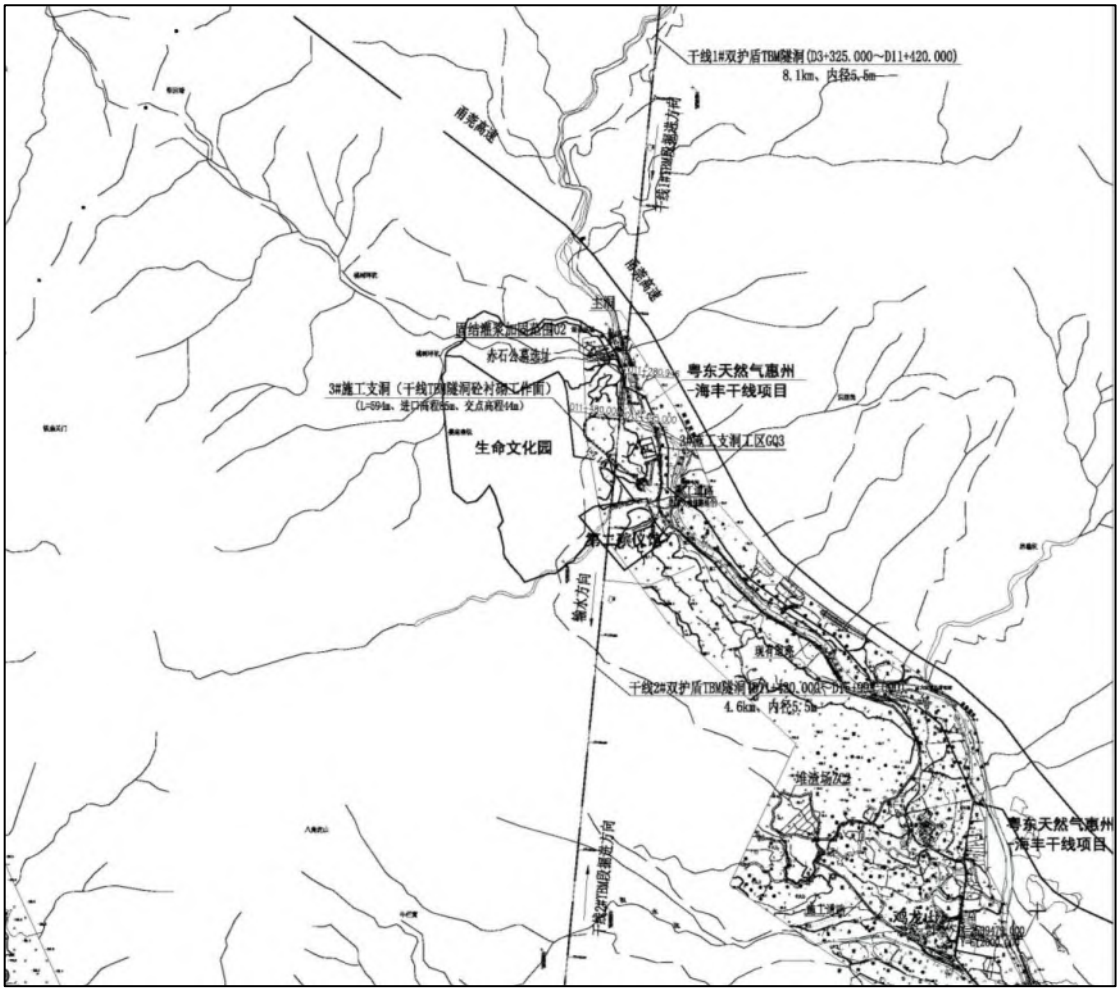


图3.2-12　1#TBM 接收支洞(与 2#TBM 共用)布置示意图

（1）工程各施工支洞区域环境敏感性情况

根据工程施工组织设计，工程引水干线布置 3 个施工支洞，引水支线 2 设置 1 个施工支洞。4#施工支洞兼检修洞在工程初步设计阶段经过优化调整，其线路走向由最初的方案涉及下穿深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，调整至该森林公园范围外。优化调整后 4#施工支洞施工活动和后期检修作业可降低对森林公园内自然景观、植被和野生动物栖息地的潜在破坏，最大程度地减少了对生态环境的干扰。

各施工支洞区域环境敏感性如表 3.2-7 所示。

表3.2-7　施工支洞布置环境合理性分析

序号	施工支洞名称	与输水隧洞交于桩号	是否涉及										
			国家公园	风景名胜区	世界文化和自然遗产地	饮用水源保护区	永久基本农田	自然公园	重要湿地	天然林	自然保护区	水土流失重点预防区和重点治理区	生态保护红线
1	1#施工支洞	D0+785.544	否	否	否	否	否	否	否	否	是，惠东白马山县级自然保护区(洞口涉及，洞线地下穿越)	是，东江上中游国家级水土流失重点预防区	是，洞口涉及，洞线地下穿越
2	2#施工支洞	D3+125.000	否	否	否	否	否	否	否	否	是，仅洞线涉及地下穿越惠东白马山县级自然保护区		是，仅洞线涉及地下穿越
3	3#施工支洞	D11+495.000	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
4	4#施工支洞	DB4+799.854	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否

（2）工程施工支洞布置的必要性分析

1）功能需求：施工支洞是主体工程(如隧洞、地下厂房)开挖的必需通道，提供机械进出、渣土运输通风排水等条件。

2）进度控制：通过施工支洞增加工作面、缩短关键线路工期。

3）安全要求：避免单工作面长距离掘进带来的通风困难、地质灾害风险(如瓦斯积聚、突泥涌水)。

干线的 2#施工支洞布置在桩号 D3+125.000 位置，1#施工支洞与 2#施工支洞之间为 TBM 施工，距离不宜太小，尽量使 TBM 设备充分发挥功能；同时在取水口施工时，需保留一定洞段长度确保水库下游保护区的安全，待取水口进水闸满足下闸挡水条件后，再进行取水口相连隧洞的贯通。因此 1#施工支洞与主洞的相交桩号宜布置在 D0+300.000~在 D1+075.000 之间，1#施工支洞与 2#施工支洞之间距离为 2.9km~3.0km，此段主洞的洞底高程为 55.0m~54.4m；且施工支洞的长度不宜超过 1000m。

（3）1#施工支洞的唯一性论证

根据《水利水电地下工程施工组织设计规范》(SL642-2013)第 7.3.7 条、《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)第 4.6.8 条规定：地形、地质条件允许时，洞线宜短；施工支洞纵坡有轨运输不宜超过 2%、无轨运输不宜超过 9%。

为尽可能避让自然保护区，设计单位尝试从保护区外布置施工支洞口，主要包括永久公路方案和区外方案，但进一步的现场勘测结果显示，上述两个方案均无法满足施工支洞设计规范和施工安全等相关要求，主要原因如下：

1）方案 1：若施工支洞洞口靠近永久公路布置，根据地形条件，适合布置施工支洞洞口的地形高程为 140m，与主洞相交桩号为 D1+075.000，施工支洞长约 580m，主体隧洞交点洞底高程约：54.4m，高差约 85.6m，平均纵坡达 15.0%，不满足规范要求；且施工支洞洞线下穿永久公路，会造成一定安全隐患。方案 1 的布置和剖面图见图 3.2-13 和图 3.2-14。

2）方案 2：若施工支洞洞口布置在保护区外，根据地形条件，适合布置施工支洞洞口的地形高程为 175m，与主洞相交桩号为 D0+320.000，施工支洞长达 900m，主体隧洞交点洞底高程约 55m，高差约 120m，平均纵坡达 13.3%，不满足规范要求；且施工支洞长度较长、投资较大、不利于施工通风、渣土运输，施工条件较差。方案 2 的布置和剖面图见图 3.2-13 和图 3.2-15。

经过比选论证，推荐方案具有良好的施工建设条件，推荐方案的支洞洞口设计底高程为 90m，施工支洞长约 588m，主体隧洞交点洞底高程约 54.6m，高差约 35.4m，平均纵坡约 6%，满足规范要求。推荐方案的布置和剖面图见 3.2-10 和图 3.2-16。

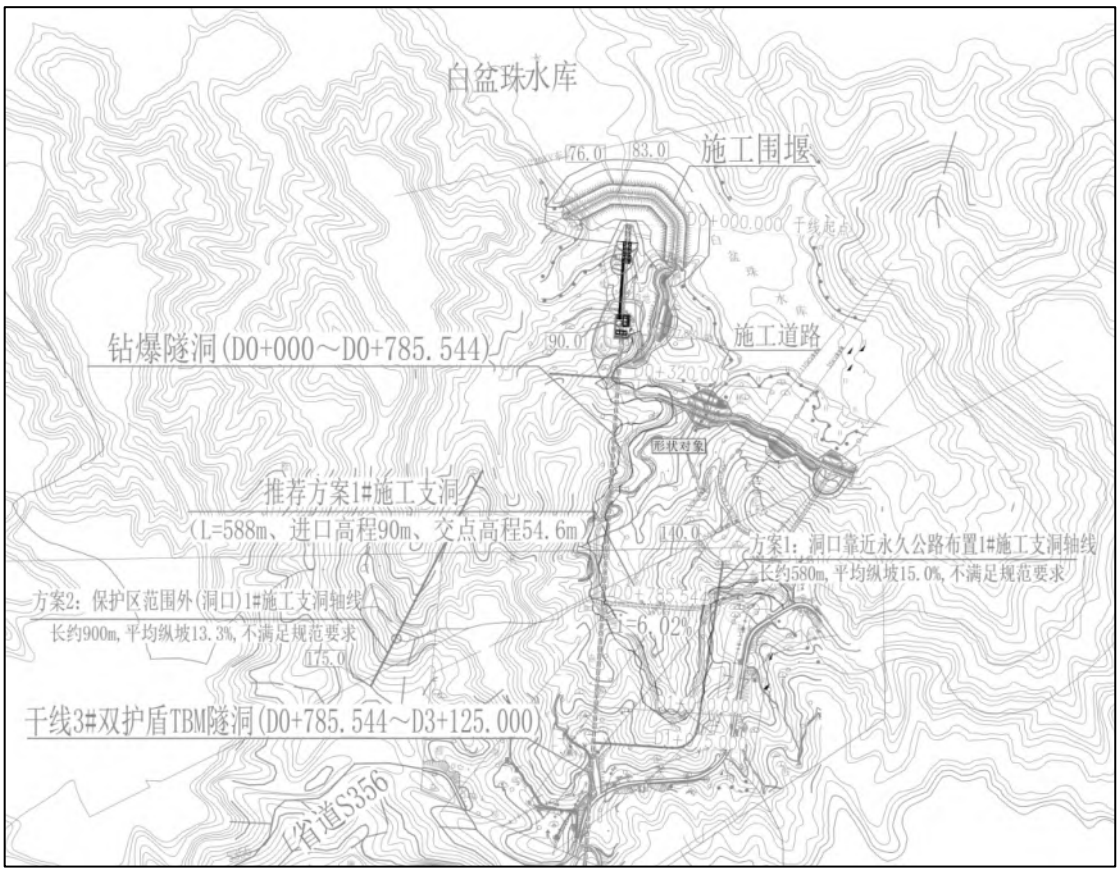


图3.2-13　工程取水口区域（施工围堰、施工道路、1#施工支洞）施工布置图

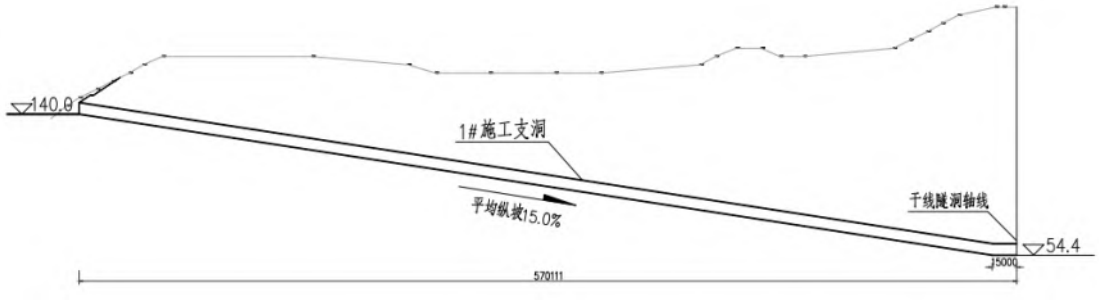


图3.2-14　1#施工支洞方案 1 纵剖面图

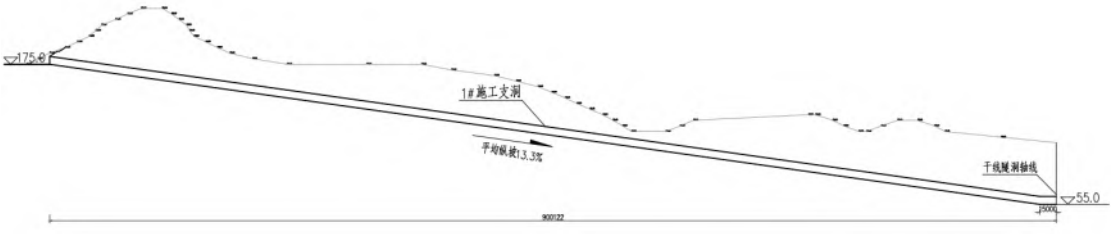


图3.2-15　1#施工支洞方案 2 纵剖面图

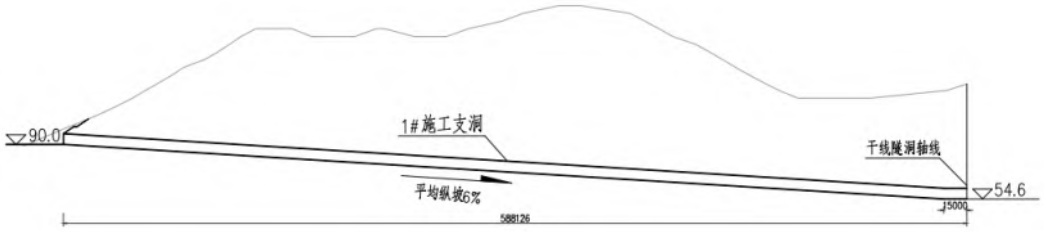


图3.2-16　1#施工支洞推荐方案纵剖面图

4、输水线路涉生态环境敏感区施工方式合理性分析

本工程输水线路采用的施工方式有 TBM、盾构法、钻爆法以及埋管法（详见图 3.2-17），其中对环境友好的 TBM、盾构法占比高达 80.96%。

（1）钻爆法施工

钻爆法施工的工程内容为取水口~1#施工支洞段及 1#~4#施工支洞，其中取水口~1#施工支洞段、1#施工支洞施工区域涉及惠东白马山县级自然保护区、白盆珠水库饮用水水源保护区及生态保护红线等敏感区域，2#施工支洞施工涉及地下穿越惠东白马山县级自然保护区、生态保护红线。

1）取水口~1#施工支洞段

为确保水库下游保护范围内城镇的防洪安全，本段施工需严格遵循时序要求：待取水口工程完工且进水闸具备下闸挡水条件后，方可实施隧洞贯通作业。若采用 TBM 或盾构法施工，需在取水口位置设置大型设备出洞及拆解场地，临时占地规模大，且施工结束后生态恢复难度高；同时，TBM 或盾构法会提前贯通干线隧洞，而此时取水口尚未完工，无法满足下闸挡水条件，将直接威胁下游城镇的防洪安全。此外，本段隧洞存在约 274m 长的弱风化二长花岗岩段和约 183m 长的弱风化凝灰岩段，岩石硬度极高，属于坚硬岩类，若采用悬臂式掘进机或人工挖掘等方式，施工效率低、进度缓慢等。综合权衡施工安全、生态保护及工程可行性，本段最终选定钻爆法作为唯一可行方案。

2）施工支洞

盾构或 TBM 施工时设置的施工支洞采用钻爆法，主要源于设备功能与地质条件的匹配需求。本工程设置的 4 个施工支洞长度均小于 1km，盾构或 TBM 设备体型庞大、设计用于长距离连续掘进，难以适应施工支洞小断面及短距离（通常＜1km）的作业需求，强行使用会导致设备拆解施工效率低下，对区域环境的影响时间较长。盾构机与 TBM 的核心设计均围绕全断面连续掘进展开，其设备体积庞大、结构复杂，对施工场地有严格的空间要求。而施工支洞通常位于山体内部，断面尺寸较小，难以满足盾构/TBM 设备的运输、组装及转向需求。钻爆法则通过爆破破碎岩体，配合小型装载设备出渣，对空间要求低，更适应支洞狭窄的作业环境。

从安全与风险控制角度分析，钻爆法在施工支洞中更具可控性。盾构/TBM 施工需保持连续掘进以维持围岩稳定，但支洞通常作为主洞的辅助通道，其地质条件可能包含断层破碎带、富水区等复杂地层。同时，盾构/TBM 的刀盘、皮带机等部件在狭窄支洞中维修困难，一旦发生故障可能导致长时间停工，而钻爆法采用分散式作业，局部问题可通过人工快速处理。

为最大限度降低钻爆施工对该周边生态环境的影响，拟采取以下针对性措施：

①精准控制爆破参数：通过微差爆破、预裂爆破等技术，优化装药量及起爆顺序，减少单次爆破振动强度，确保振动速度符合《爆破安全规程》对保护区的要求。

②加强施工期环境监测：在保护区边界及敏感点布设振动、噪声监测点，实时反馈数据并动态调整施工参数，防止超标扰动。

③强化生态修复措施：施工结束后立即对临时占地进行植被恢复，选用本地物种进行生态重建，并设置长期监测点跟踪恢复效果。

④优化施工组织设计：缩短单次爆破作业时长，禁止夜间施工活动，降低对野生动物栖息环境的干扰。

（2）TBM、盾构法

2#施工支洞~1#施工支洞段、3#施工支洞~2#施工支洞段、1#分水池~3#施工支洞段、支线 2(DB6+665~DB8+745)段采用 TBM 进行施工，1#分水池~2#分水池、2#分水池~明热河段、支线 2(DB2+286~DB6+665)段采用盾构法施工。其中 2#施工支洞~1#施工支洞段地下穿越惠东白马山县级自然保护区、白盆珠水库饮

用水水源保护区及生态保护红线等敏感区域，3#施工支洞~2#施工支洞段地下穿越惠东白马山县级自然保护区及生态保护红线等敏感区域，1#分水池~3#施工支洞段地下穿越生态保护红线，支线 2(DB6+665~DB8+745)段、支线 2(DB2+286~DB6+665)段地下穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园、三角山水库饮用水水源保护区及生态保护红线等敏感区域。

本工程采用 TBM、盾构法施工的隧洞埋深较深，TBM 和盾构法施工均在地下进行，对地表植被和生态景观的直接破坏相对有限，且施工过程中产生的噪声和粉尘对周边敏感区域生态环境及居民生活的直接影响范围相对较小。

（3）埋管施工

埋管法干线 1#分水池区域 D16+153~D16+281 段、支线 1 以及支线 2 明热河段。支线 2 明热河段涉及深汕合作区一般湿地，明热河段工程采用埋管明挖施工，会临时占用明热河段的一般湿地，此段的整个工期为一个枯水期（11 月～翌年 2 月）。

针对支线 2 明热河段，本评价提出 3 个方案：

1）方案一（管桥方案）：桩号 DB1+713.000～DB1+983.000 跨 Y360 公路及明热河采用自承式管桥方案，管桥总长约 300m，共计 25 跨，单跨跨度 12m。

2）方案二（顶管方案）：穿明热河的顶管顶进长度约 300m。顶管段引水管为钢管，单管管径 2.0m。根据地质条件，本段地层从上至下为：坡积层、全风化层(Ⅴ)、强风化层(Ⅳ)、弱风化层(Ⅲ)等。顶管两端分别设圆形出发井和接收井，出发井和接收井内径均为 12m，出发井的开挖深度约 15.0m、井底高程位于全风化层(Ⅴ)，接收井的开挖深度约 27.0m、井底高程位于强风化层(Ⅳ)，均采用钻孔灌注桩+砼内衬的支护型式，井壁结构为Φ800@1000 钢筋砼灌注桩并以Φ800@1000 素砼咬合桩防渗，内衬墙厚 0.8m。

3）方案三（埋管方案）：

本段穿河埋管段采用土石围堰，填筑上、下游围堰一次拦断河水、围护基坑以形成干地施工条件，因左岸为重要公路(Y360)、且地势较高，右岸为较为平坦宽阔的滩地，故在右岸开挖明渠对施工洪水进行导流。

4）方案比选

管桥方案工程投资及征地投资均最大，顶管和埋管方案仅在施工阶段存在临时用地，无永久征地。另外，由于管桥方案施工难度大，安全风险较高，一定程

度上也影响河道行洪，且线路与后期规划创智路(创新大道至宜城大道段)相交，不利于规划创智路的实施，另外明热河两岸规划防洪标准为 100 年一遇，相对净空要求较高，高空建筑物一定程度上也对后期深汕合作区后期区域景观协调发展带来影响。

综上，顶管和埋管方案规避了管桥方案存在的问题，在管线与道路或河沟高程接近的情况下更为合适。

对于埋管和顶管方案进行比较，通过比较，两方案中埋管方案投资最小，且顶管方案风险性较高，施工难度较大，过程控制严格，而埋管方案施工较为方便，风险性较低，但埋管方案涉及临时占用明热河一般湿地。因此，推荐埋管方案跨越明热河。

明热河段埋管施工通过枯水期施工和系统生态修复等措施，降低悬浮物扩散、水位波动及生境扰动等对湿地的影响，运营期封闭式输水及占补平衡方案的实施，进一步保障了湿地水文稳定性和生态功能完整性。此外，对于埋管段施工作业带宽度控制在 30m 范围内，包含临时道路、临时施工区及临时堆土等场地的布置。

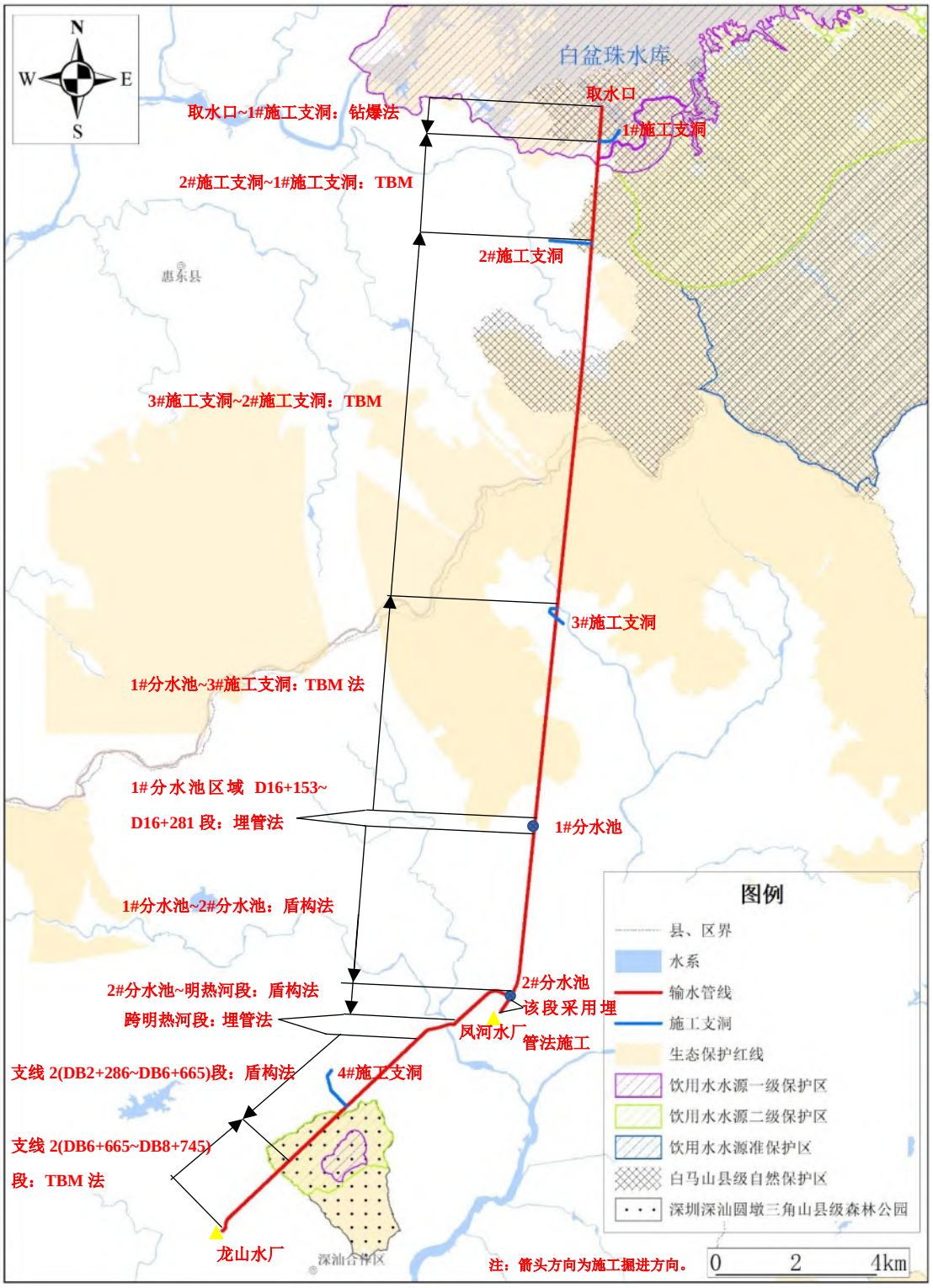


图3.2-17　工程输水路线施工方式与环境敏感区关系示意图

3.2.3.2 料场\渣场\临时堆土场选址环境合理性分析

本工程不设土料场、石料场、砂砾料场，仅设 7 处弃渣场和 4 个临时堆土场，主要分布在工程沿线两侧。由于环评前期介入对弃渣场和临时堆土场的选址

提出了优化调整的建议，经调整后弃渣场和临时堆土场的设置遵循避让生态敏感区、水源保护区、人口集中区域的原则，多布置在人为干扰较大的区域，以人工林、园林等为主，已尽量避让自然保护、湿地公园等自然生态环境较好的区域，占地范围内未发现重点保护野生动物的重要栖息生境。其中初设阶段水土保持专业协同相关专业拟设置的弃渣场选址进行了复核分析及优化调整，对渣场周边敏感因素进行分类评价，经优化调整后，初设阶段确定了弃渣场 7 个和 4 个临时堆场。

除惠东县行政区的 ZC1-1 和 ZC1-22 两个弃渣场、临时堆土场 L1 和临时堆土场 L2 位于东江上中游国家级水土流失重点预防区内外（由于整个惠东县行政区均属于东江上中游国家级水土流失重点预防区，因此在惠东县布设弃渣场、临时堆场，不可避免会涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区），以及临时堆土场 L1 涉及天然林外，其他弃渣场、临时堆场选址不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水源保护区、永久基本农田、自然公园、重要湿地、天然林、水土流失重点预防区和重点治理区、生态保护红线等，不涉及在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重要影响的区域布设弃渣场，不影响周边公共设施、工业企业、居民点等的安全。弃渣场主要选择现状为林地、园地等规划为建设用地或备用地的地块，平均堆高 2~8.5m。根据弃渣场地质勘查报告，工程弃渣场场地及周边未见不良地质现象，自然状况下边坡处于稳定状态，场地稳定性和适宜性均较好。弃渣场施工期间均采取拦挡、排水、护坡等防护措施，可控制水土流失，保障弃渣场安全稳定；施工结束后，均进行复耕或恢复植被。本次环评建议工程在下一阶段，对涉及天然林的临时堆土场 L1 进行优化布置，避开占用天然林；对涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区内的弃渣场和临时堆土场，优化设计，减少占地，严格落实水土保持措施，加强施工管理控制施工范围等措施，将环境影响控制在可接受范围内。

工程弃渣场环境合理性分析见表 3.2-8。

表3.2-8　弃渣场布置环境合理性分析

序号	弃渣场名称	堆渣量(万 m^3)	最大堆高(m)	弃渣场类型	下游/周边现状	是否涉及										
						国家公园	自然保护区	风景名胜区	世界文化和自然遗产地	饮用水源保护区	永久基本农田	自然公园	重要湿地	天然林	水土流失重点预防区和重点治理区	生态保护红线
1	ZC1-1	77.96	8.5	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	是，东江上中游国家级水土流失重点预防区	否
2	ZC1-2	20	4.0	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否		否
3	ZC2	7.44	2.0	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
4	ZC3-1	10.25	4.5	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
5	ZC3-2	34.6	6.0	沟道型	林地、园地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
6	ZC4	14.98	2.5	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否
7	ZC5	20.21	3.1	沟道型	林地	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否	否

3.2.3.3 施工道路布置环境合理性分析

1、施工道路布置概况

本工程施工场内交通运输主要为主体工程的土方开挖出渣、土石方回填、砼浇筑、砼管片、钢管等运输。采用垂直支护方式开挖的埋管段、箱涵段需新建沿线的临时施工道路；各施工工区、隧洞洞口需新建或扩建施工道路连接至现有交通网络。工程新建临时施工道路长约 37.4km(其中约 30km 需新增临时征地、其余结合永久道路布置)、扩建临时施工道路长约 6.7km，施工道路路面宽 6.5m，路面根据需求分别设置 200mm 厚 C20 砼路面(主要为 TBM、盾构施工工区的施工道路)或 300mm 厚石渣路面。

经调查与分析，各新建施工道路设置遵循避让生态敏感区、人口集中区域的原则，利用原有道路或扩建临时施工便道尽量利用当地的基础设施。经调查取水口区域施工道路涉及自然保护区、天然林、国家重点保护野生植物、东江上中游国家级水土流失重点预防区，以及 2#施工支洞的临时道路、临时堆土场 L1 临时道路涉及天然林、东江上中游国家级水土流失重点预防区，其余施工临时道路占地范围内无生态环境敏感区、珍稀濒危野生动植物物种分布，少部分施工临时道路（临时堆土场 L1、施工工区 GQ1 临时施工道路），靠近居民点时，应严格管控运输时段（避开夜间及敏感时段）、限制行车速度、选用低噪车辆并禁止鸣笛，同时优化路线与道路维护，最大程度降低噪音、震动及扬尘对居民生活的干扰。

2、取水口围堰施工道路和施工支洞洞口施工道路的必要性分析：

取水口布置在白盆珠水库内，取水口需在施工围堰的保护下进行施工。根据《水利水电工程施工导流设计规范》(SL623-2013)的规定，取水口的导流建筑物级别为 4 级，相应土石导流建筑物的洪水重现期为 20～10 年。因取水口为施工期间取水口后的隧洞段(D0+191.000～D0+785.544)并未贯通，不影响水库下游保护范围的城镇防洪安全，干线钻爆隧洞 D0+191.000～D0+785.544 段的工作面为 1#施工支洞，洞口高程为 90.0m，高于白盆珠水库 P=0.1%、全年洪水位 86.80m，满足防洪要求，待取水口施工完成且进水闸满足下闸挡水条件后，再进行 D0+191.000～D0+785.544 隧洞段的贯通。

故取水口施工围堰的挡水标准选定为 10 年一遇的白盆珠水库洪水标准，施工导流时段为全年，相应白盆珠水库流量为 2947m3/s，水位为 81.46m，堰顶高

程 83.0m。围堰施工时，需修建一条施工道路连接至围堰堰顶处。

永久道路的终点通往取水口的检修平台，高程为 90m，分别从永久道路最近处修建一条施工道路至施工支洞洞口（高程为 90.0m）、一条施工道路至围堰堰顶处（高程为 83.0m），施工道路路面宽 7.0m、路基宽 8m。为最大限度减少开挖边坡的喷锚硬化处理，采用自然安全边坡设计，坡度比为 1:1.5，以利于施工完成后对临时占地的生态修复和自然恢复，降低对生态环境的破坏。

目前，取水口检修道路和临时道路占地范围内涉及的软荚红豆 2 株和苏铁蕨 115 株，已做针对性的迁地保护方案，清表施工前会迁移至惠州市植物园进行保护。本次环评建议工程在下一阶段，对涉及敏感区的临时道路进行设计优化，进行避让，无法避让的减少占地，严格落实环境保护、水土保持措施，加强施工管理控制施工范围等措施，将环境影响控制在可接受范围内。

综合来看，从环境保护的角度分析施工临时道路工程布置较合理。

3.2.4 调度运行方式环境合理性分析

3.2.4.1 工程调度运行方式

（1）明溪水库建成前（近期）：

①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位），工程可按不大于水厂近期设计规模 3.8m^3/s 引水，并结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂。

②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位）和 65.2m 之间时，工程可按不大于近期设计引水流量 2.6m^3/s 引水。

③当白盆珠水库库水位低于 65.2m 时，工程取水服从流域统一调度要求。

④当白盆珠水库库水位低于死水位 62.7m，工程停止取水。

（2）明溪水库建成后（远期）：

①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位），工程可根据白盆珠水库预泄及明溪水库蓄水情况，按工程取水能力引水，并结合本地水库及水厂多水源互通体系的相互调剂。

②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位）和 69.2m 之间时，工程可根据需求按不大于设计引水流量 5.2m^3/s 引水。

③当白盆珠水库库水位低于 69.2m，工程取水服从流域统一调度要求。

④当白盆珠水库库水位低于死水位 62.7m，工程停止取水。

3.2.4.2 调度运行方式环境合理性

（1）对水资源水生态保护的合理性

①保障白盆珠水库及下游的生态需水：在白盆珠水库水位低于一定水位（近期为 65.2m，远期为 69.2m）时，工程取水服从流域统一调度要求，这有助于在水库水位较低时，优先保障水库下游的生态需水，维持河流的生态基流，避免过度取水导致下游河道干涸，维持下游水生生态系统的稳定，符合水资源保护的生态要求。在白盆珠水库水位低于死水位 62.7m 时停止取水，这一措施充分考虑了水库在极低水位时水库及下游的生态需求，避免了在水库处于极端低水位状态下仍进行取水，从而可能对水库及下游生态系统造成严重破坏的情况，体现了对水库及下游生态系统的保护，有利于维护水库及下游生态系统的完整性和稳定性。

②合理利用汛情雨洪资源：当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位），工程按加大流量引水，并结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂。本工程调度运行时，在充分考虑流域内用水需求的基础上，在防洪限制水位 75.7m 以上加大引水，在设计运行水位至 75.7m 之间均匀引水。通过对汛期雨洪资源的利用，尽可能减少了对水库调节库容的使用，从而减轻对水库下游取用水户的影响。

③避免水资源过度开发：设置了不同水位段对应的引水流量上限，如近期水位在 65.2m 以上时，引水流量不大于 2.6m^3/s 或 3.8m^3/s；远期水位在 69.2m 以上时，引水流量不大于 5.2m^3/s。这种限制避免了在水库水位相对较低时过度引水，减少了对水库水资源的过度开发，有助于维持水库水资源的可持续利用，从水资源的可持续性角度体现了环境合理性。

（2）对流域整体环境的合理性

①符合流域统一调度要求：在白盆珠水库水位低于特定水位时，工程取水服从流域统一调度要求。流域统一调度通常会综合考虑整个流域的水资源状况、生态环境需求以及各用水户的利益等因素，这种服从统一调度的方式有助于协调工程取水与其他用水需求之间的关系，实现流域水资源的合理分配和有效利用，避免因局部工程的过度取水而对流域整体环境造成负面影响，保障了流域整体环境

的稳定和可持续发展。

②适应不同水情的灵活性：工程调度运行方式根据不同水位段设置了不同的引水策略，这种灵活性使得工程能够根据白盆珠水库的实际水情及时调整取水方式和流量，更好地适应不同水文条件下的水资源管理和生态环境保护需求。例如，在水库水位较高时，可以充分利用水资源进行引水，而在水位较低时则严格控制引水流量或停止取水，这种灵活的调度方式有助于在保障工程供水功能的同时，最大程度地减少对流域环境的不利影响，体现了工程调度在适应流域环境变化方面的合理性。

综上所述，深汕合作区引水工程调度运行方式在保障工程供水功能的前提下，充分考虑了水资源保护、生态系统维护以及流域整体环境稳定等多方面的因素，具有较高的环境合理性，有利于实现工程与流域生态环境的协调发展。

3.3 环境影响因素及污染源强分析

3.3.1 施工期环境影响源强分析

3.3.1.1 施工期环境影响因素

本工程施工总工期为 66 个月，其中施工准备期 3 个月，主体工程施工期 60 个月，工程完建期 3 个月。施工期环境影响具有影响时间长、范围广，具有阶段性、整体呈线性等特点。各段关键性工程施工影响时间、主要施工活动及可能产生的环境影响见表 3.3-1。

表3.3-1　施工期环境影响因素分析

关键性工程		施工期活动对环境的主要影响
取水口工程	影响时长	28 个月
	主要施工活动	施工道路建设；施工辅企建设；施工围堰施工导流、取水口平洞段、闸竖井、进水前池、拦污栅的施工等；取水口下部结构的施工以及闸门的安装，闸门井启闭机室、检修平台、场区等上部结构的施工。
	主要环境影响因素	施工围堰对水环境的影响；取水口开挖、工程占地、弃渣等对土壤、植被、动植物的影响；施工产生的噪声和废气对附近居民的影响；施工生产废水和生活污水未经处理排放对周边水体的影响；施工人员产生的生活污水和生活垃圾的影响；施工期人群健康影响等。
主干线工	影响时长	51 个月
	主要施工活动	对外交通及场内道路建设；施工辅企建设及运行；输水隧洞工程施工（TBM 法施工、钻爆法施工、盾构法施工、埋管施工）；管道、渡槽、箱涵开挖及铺设；设备及人员撤离、场地清理等。

关键性工程		施工期活动对环境的主要影响
程	主要环境影响因素	工程永久占地和临时占地对土壤、植被的破坏和动物的干扰；施工产生的扬尘和废气对周围居民的影响；爆破振动、交通噪声、施工噪声等对敏感区的影响；施工生产废水和施工人员生活污水未经处理排放对周边水体的影响；施工活动对野生动物的干扰影响；施工废水对水生生物影响；工程弃渣堆放对土地的占用和植被的影响等。
支线工程	影响时长	45 个月
	主要施工活动	对外交通及场内道路建设；施工辅企建设及运行；输水隧洞工程施工（TBM 法施工、钻爆法施工、埋管施工）、穿明热河施工导流；管道、渡槽、箱涵开挖及铺设；设备及人员撤离、场地清理等。
	主要环境影响因素	工程永久占地和临时占地对土壤、植被的破坏和动物的干扰；施工导流对河流水文情势的影响；施工产生的扬尘和废气对周围居民的影响；爆破振动、交通噪声、施工噪声等对敏感区的影响；施工生产废水和施工人员生活污水未经处理排放对周边水体的影响；施工活动对野生动物的干扰影响；施工废水对水生生物影响；工程弃渣堆放对土地的占用和植被的影响等。

由表 3.3-1 可以看出，工程施工期不利环境影响主要有：取水口工程、明热河埋管段施工导流分别对白盆珠水库、明热河的影响；施工道路建设和施工辅企建设等施工活动对土壤、生态环境、水环境、施工噪声和废气的影响；输水线路施工、砂石料加工系统和混凝土拌合站等辅企工程运行对工程沿线及附近地表水、地下水、土壤、陆生生态、水生生态、敏感区噪声和大气的影响等。具体环境影响分析如下：

（1）施工导流

本工程需要采取施工导流措施的水工建筑物主要位于白盆珠水库边的取水口、穿越明热河埋管段，共计 2 处。施工导流主要会对水环境、生态环境产生一定的影响。

水环境影响：由于截流，改变了施工白盆珠水库取水口和穿明热河埋管段区域水体的水流流速、水流方向等水文条件；围堰填筑和拆除时，填筑物料散落于水中，会造成围堰周边悬浮物浓度上升，以及可能引起水体底质沉积物中污染物的释放影响水体水质；同时围堰会产生一定量的基坑排水，污染物主要为 SS，基坑排水的排放会对水质产生一定的影响。

水生生态：围堰填筑和拆除时引起围堰周边水体中悬浮物浓度升高，会对水生生境造成一定的影响。

陆生生态：围堰土石方填筑和拆除将形成固体废弃物，破坏现有陆生植被，

可能新增水土流失。

声环境：施工机械运行噪声对施工人员和周围环境产生不良影响。

大气环境：土石方开挖和围堰土石方填筑产生粉尘、扬尘。

（2）主体工程施工

水环境：取水口、输水线路、闸竖井、进水前池等的混凝土浇筑过程中产生碱性废水，基坑经常性排水中 SS 含量高，土石方开挖、填筑可能产生水土流失，引起水中悬浮物升高，以及施工机械冲洗废水、盾构泥水、隧洞排水等可能对水质产生不良影响。

陆生生物：工程施工将占用部分耕地、林地，对区域的陆生植被造成一定扰动和破坏，对施工区景观也将造成影响。施工机械运行、施工人员的频繁活动会对施工区域的陆生动物产生惊扰，施工占地导致陆生动物生境缩小。

水生生物：施工填筑、开挖和混凝土养护废水、基坑排水等导致局部水域水体 SS 浓度增加，水质下降，对水生生物和鱼类栖息产生不利影响；震动等对附近水域鱼类和水生生物产生惊扰。

水土流失：取水口、输水线路、闸竖井、进水前池等工程建设过程中的土石方开挖将产生大量弃渣，会对渣场植被和景观造成一定破坏，处置不当易产生水土流失。

大气环境：土石方开挖、机械运行、施工车辆运输等过程中将产生粉尘、扬尘和汽车尾气等。

声环境：工程土石方开挖、钻孔等过程产生的施工机械噪声、隧洞爆破噪声以及车辆运输交通噪声，对施工区及周边敏感点的声环境和现场施工人员产生影响。

（3）辅助工程施工

1）材料运输

工程所需主要建筑材料砂、碎石、块石料除豆砾石料采用 TBM 洞渣料由人工砂石料系统生产，其余均在当地市场就近购买。本工程不需从土料场取土。工程所需石料及材料的运输会对大气、声环境等造成影响。大气环境：豆砾石料的生产、车辆运输等施工过程将产生粉尘、扬尘和车辆尾气等；声环境：豆砾石料人工砂石料系统生产使用的机械，以及汽车运输中的推土机、自卸汽车等施工机

械相对较多且集中，其噪声对施工区声环境和现场施工人员产生影响。

2）施工道路建设

临时道路建设主要带来水环境、大气环境、噪声影响、陆生生态影响等。施工道路混凝土浇筑与养护、冲洗等会产生少量积水。道路施工期间开挖、混凝土填筑将产生粉尘、施工及运输车辆引起扬尘和排放尾气会对大气环境产生不良影响。施工所采用的挖掘设备、吊装设备、挖掘机、装载机等产生的噪声会对施工区周边敏感目标带来影响。施工道路占地及开挖破坏原有的陆生植被，造成生物量损失。

3）弃渣堆放

占压弃渣场土地，破坏弃渣场原有的陆生植被；弃渣场易产生水土流失。

4）施工人员生活

施工人员生活污水和生活垃圾对施工区环境和附近水体水质产生影响。同时大批施工人员进驻施工区，使施工区人口密度增加，可能导致施工人员之间传染病相互感染，影响人群健康。

3.3.1.2 影响源强分析

1、地表水

施工期污染源主要为施工废污水，主要包括施工生产废水、隧洞和基坑排水、生活污水等，其中，生产废水主要来源于砂石料加工系统废水（主要污染因子为SS）、机修系统保养含油废水（SS 和石油类）；隧洞排水包括隧洞施工过程中的施工废水和地下渗水（主要污染因子为 SS）；基坑排水包括施工围堰内的初期排水和经常性排水（主要污染因子为 SS），初期排水主要由基坑积水、基坑渗水两部分组成，经常性排水主要包括施工废水、降水、基坑渗水等；生活污水主要为施工生活区施工人员日常生活产生的污水（主要污染因子为 BOD_5、COD 等）。

（1）施工生产废水

1）砂石料加工系统废水

根据工程施工组织设计，全线共设置 2 处砂石料加工系统（2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统），加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。砂石料冲洗废水主要污染物质为 SS，浓度高达 20000mg/L 以上。本工程由人工砂石料系统生产的豆砾石设计需要量约 5.1 万 m^3，通常 1 吨砂石料需

要用水 2.75m^3，废水量一般为砂石料用水量的 80%，施工期砂石料加工系统废水总产生量约 11.22 万 m^3。本工程砂石料加工系统废水经混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排。

2）机械修配及车辆养护含油废水

本工程交通较为方便，大中型修理委托当地专业厂家，因此在各施工现场只设车辆及机械维修保养站点，进行机械车辆的日常维护保养工作。机械设备、汽车修配厂的冲洗废水主要污染物为 SS 和石油类，SS 的浓度在 500~4000mg/L 左右，石油类的浓度在 10~30mg/L 之间。

根据施工组织方案，全线共布置 11 处施工区。每个施工区进出场地设置汽车、机械的冲洗池，废水污染物以石油类、SS 为主。机械修理依靠附近城镇，不在施工区产生废污水。本工程施工期间涉及挖掘机、自卸汽车、推土机、钻机等施工机械、车辆约 935 台，每天需要冲洗的施工机械或车辆数按总数的 30%计。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》施工期环境影响预测评价，机械设备冲洗用水量为 400L/(辆·次)，废水量一般为冲洗用水量的 80%，每台水电施工机械平均约产生冲洗废水 0.32m^3/d，则平均每天产生冲洗废水约 89.76m^3/d，平均每个工区含油废水产生量约 8.16m^3/d。主体施工期 60 个月，则施工期含油废水产生总量约 16.16 万 m^3。在施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水，含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理，再进入清水池，进一步净化水质。废水最终处理《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排。

3）隧洞排水

TBM 法隧洞段、盾构法隧洞及钻爆法隧洞段在开挖过程中将产生一定的地下水渗漏或施工废水，隧洞排水主要包括地下涌水和隧洞开挖过程中的生产废水，洞挖工程排水量主要与开挖区水文地质条件、防渗措施效果有关。洞挖工程排水污染物主要为 SS，类比已建同类工程洞室排水，悬浮物浓度约为 1700mg/L。地下洞室内设有排水管、集水井，洞内排水经排水管或集水井抽至洞口。洞室排水水质较为简单，污染物主要为 SS，隧道排水不含有有毒有害物质或含量极低，因此，可以通过沉淀工艺进行处理，固液分离后上清液可以直接用于工程施工、

道路清扫、灌溉绿化或排放。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水。回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水。由于隧道排水水量与地质条件和施工条件有关，因此现阶段难以对其进行定量计算，建议各隧道洞口预留沉淀处理工艺所需的位置。

4）基坑施工排水

根据施工组织设计，取水口、明热河埋管段导流过程中需要填筑临时围堰，主体施工在围堰的保护下施工。施工围堰将产生初期排水及经常性排水。初期排水包括基坑积水和基坑渗水，类比国内类似水利水电工程基坑排水的监测结果，基坑初期排水与原地表水体水质基本相同，对原水体水质的影响较小。施工经常性排水包括基坑渗水、天然降水和施工废水，废水主要污染物为 SS 和 pH 值，SS 浓度约 2000mg/L、pH 在 8~12 之间。结合国内其他工程经验看，在防渗措施完善的前提下，基坑内的经常性排水有限，在基坑内静置 2h 左右集水，处理后的水体优先用于降尘、浇灌附近林地耕地或作为水保植物措施用水等。

（2）生活污水

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等，未经处理的生活污水如果直接排放会对周围水环境将造成一定影响。根据施工组织设计，本工程总工期 66 个月，其中主体施工期 60 个月。本工程共布置 11 处施工工区，本工程施工高峰人数 2100 人，施工平均人数 1470 人。根据《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44T1461.3-2021)，施工人员用水量按农村居民 I 区 150L/(人·d)计，则高峰期生活用水量约为 315t/d，排污系数取 0.8，则高峰期施工人员生活污水产生量约 252t/d。生活污水主要污染因子为 BOD_5、NH_3-N、SS 等，其中 BOD_5 约 150mg/L，NH_3-N 约 25mg/L，SS 约 200mg/L。施工期施工生活区总污水产生量约 45.36 万 m^3，其中 BOD_5 产生总量约 68.04t，NH_3-N 产生总量约 11.34t，SS 产生总量约 90.72t。生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GBT18920-2020）中标准较严值后回用。

表3.3-2　工程施工期生活污水排放量统计表

序号	工区编号	高峰人数(人)	高峰期废水量(m^3/d)	总废水量(万 m^3)	BOD_5 产生总量(t)	NH_3-N 产生总量(t)	SS 产生总量(t)
1	GQ1	250	30	5.4	8.1	1.35	10.8
2	GQ2	400	48	8.64	12.96	2.16	17.28
3	GQ3	100	12	2.16	3.24	0.54	4.32
4	GQ4	300	36	6.48	9.72	1.62	12.96
5	GQ5	200	24	4.32	6.48	1.08	8.64
6	GQ6	100	12	2.16	3.24	0.54	4.32
7	GQ7	200	24	4.32	6.48	1.08	8.64
8	GQ8	100	12	2.16	3.24	0.54	4.32
9	GQ9	250	30	5.4	8.1	1.35	10.8
10	GQ10	100	12	2.16	3.24	0.54	4.32
11	GQ11	100	12	2.16	3.24	0.54	4.32
合计		2100	252	45.36	68.04	11.34	90.72

2、陆生生态

施工期陆生生态影响主要为工程输水线路、施工支洞、施工区、渣场、临时堆土场等占地范围的施工扰动，使陆生植物、植被受到破坏，其间或周围的陆生动物受到一定的惊扰。工程建成后，通过对临时占地范围进行植被恢复及工程区域的绿化措施，生态影响逐渐恢复。

本工程征占地面积为 2188.56 亩，其中永久征收土地面积共 509.07 亩，临时用地面积共 1679.49 亩。工程大部分占地为临时占地，占总占地面积的 76.74%，待工程完建后及时进行植被恢复。

工程输水线路、施工支洞等布置部分穿越或涉及自然保护区、森林公园、饮用水水源保护区和一般湿地等环境敏感区域。经相关专题评价分析，工程占地对以上敏感区域的影响形式大多为地下通过的形式，对其产生的影响不大，均可接受。

综上所述，工程施工期陆生生态影响较小。

3、水生生态

施工期对水生生态的影响主要集中在白盆珠水库取水口工程和穿明热河埋管段的施工导流对施工区域范围水生生态产生影响；在临河库建筑施工期间地表水土流失可能造成水体浑浊，影响水生环境；此外，围堰填筑拆除扰动水体，造

成水体悬浮物增加，对水生态环境造成影响。

4、地下水

工程施工期将产生施工废污水，由生产废水、生活污水、隧洞和基坑排水组成。其中生产废水和生活污水将处理后回用和综合利用，隧洞和基坑排水经过絮凝沉淀后达标排放，对地下水水质影响很小。

工程施工期对地下水环境的影响主要为施工期隧洞开挖、管道铺设等作业可能造成地下水水位、水量发生变化。

5、环境空气

本工程主要构筑物为地下隧洞和管道，对环境空气的影响主要集中在施工期，污染源呈线性分布特点，主要污染源为粉尘（TSP）和废气。粉尘来源于隧洞开挖爆破、管线开挖、砂石骨料加工等物资的装卸、运输等活动，废气主要来源于燃油机械的运行和车辆的运输。施工期大气环境影响因素识别见表 3.3-3。

表3.3-3　施工期大气环境影响因素识别

产污环节	影响源	源强特点	主要污染因子	措施
隧洞开挖爆破和管线开挖	开挖、爆破产生粉尘和炸药产生废气	瞬时源，开挖作业面小、露天施工时间短、污染范围有限，主要发生在隧洞进出口	TSP、NO_2	洒水抑尘
施工机械运行	燃油产生的废气	移动源，正常情况下排放量很小	SO_2、NO_2、CO	对机械严格检测、保证正常运行
砂石料加工系统	破碎与筛分过程产生的粉尘	连续性点源、粒径大、易沉降	TSP	洒水降尘、局部封闭、安装袋式除尘装置
交通运输	进场、出场产生的扬尘和汽车尾气	移动源，与天气、路况、车速等关系密切	TSP	道路洒水、车辆减速

（1）施工爆破产生的废气及粉尘

工程开挖前需进行爆破，爆破过程中将产生一定量的粉尘（TSP）、NO*x*、CO等污染物，均会对施工区环境空气质量产生一定影响。主要产生部位为输水隧洞开挖、施工支洞开挖进出口等，隧洞开挖作业面小，露天施工时间短，大部分时间发生在洞内，洒水降尘后洞口排放量很小。

（2）施工机械燃油产生的废气

本工程施工过程中将使用挖掘机、推土机等施工机械及载重汽车等重型运输

车辆，施工期间各类运输车辆及施工机械消耗油料会产生一定量的废气，废气中主要污染物为 NO*x*、SO_2 和 CO 等，施工机械产生的废气污染源为移动源，正常运行状态下产生量很小。

（3）砂石料加工粉尘

根据施工组织设计，本工程干线段共设置 2 处（2#、4#施工工区各布置 1 套）砂石料加工系统，砂石料加工系统在粗碎、筛分、中碎、细碎、制砂、运输等过程中均会产生粉尘，属于连续性点源，其粉尘强度根据《三废处理公参技术手册》中的参数，并类比同类工程统计资料，同时考虑本工程加工原料岩性特点，确定砂石加工系统粉尘排放系数为 0.3kg/t 粉尘骨料。本工程每套砂石加工系统中细碎处理能力和制砂能力均为 60t/h，推算出每套砂石加工系统粉尘排放强度都为 18.0kg/h。

（4）交通扬尘

施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路。在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘，道路扬尘量与路面状况、路面清洁程度、路面湿润程度、车流量、车速、载重量等有关。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥的情况下，可按下列公式进行计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q 为汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V 为汽车速度，km/h；

W 为汽车载重量，t；

P 为道路表面粉尘量，kg/m^2。

施工区载重汽车主要为 15～20t，本次源强预测按 20t 计算，场内公路设计时速为 20km/h，计算结果见表 3.3-4。

表3.3-4　不同车速和地面清洁程度时汽车扬尘　　单位：kg/km·辆

V \ P	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1
5	0.09	0.15	0.21	0.26	0.31	0.52
10	0.18	0.31	0.42	0.52	0.62	1.04
15	0.28	0.46	0.63	0.78	0.92	1.55
20	0.37	0.62	0.84	1.04	1.23	2.07

6、声环境

根据施工组织设计，施工期噪声源主要来自各工区机械设备运行、隧洞开挖、运输车辆等施工活动，如钻孔、爆破、铲运、挖掘、推土、砂石加工、车辆运输等。施工期噪声影响源特点见表 3.3-5。

表3.3-5　施工期噪声影响源强特点

影响源		类型	影响源特点	源强 dB(A)	措施
爆破噪声		点源	阵发性声源，持续时间短、声强大，呈局部性，主要集中在隧洞进出口	130	采用先进爆破技术，爆破前警示、严格控制爆破时间
施工机械及设备	挖掘机	点源	运行时产生噪声，一般距敏感点较远，可视作固定声源	85~90	选择低噪设备和工艺、合理安排施工布局和施工时间
	推土机	点源			
	装载机	点源			
砂石料加工系统噪声		点源		101	
钢木加工厂噪声		点源		101	
管片预制场		点源		88	
运输车辆噪声		线源	声源呈流动性，按线形分布，源强与行车速度和车流量密切相关	90	限制车速、敏感区附近禁止鸣笛

（1）施工爆破噪声

施工爆破噪声主要产生于钻爆隧洞段、施工支洞等施工作业面，噪声源强较大，单个炮眼噪声值范围为 130~140dB(A)。但施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。工程输水隧洞段隧洞口、支洞口基本为土质边坡或全风化岩层，洞口使用挖掘机开挖，不产生爆破噪声，对洞口施工场区的影响主要是洞口开挖等施工机械噪声。因此工程爆破作业主要在于隧洞内部，爆破噪声经山体阻隔后，实际传导到外部的噪声值较小。

（2）施工机械噪声

施工机械主要集中在取水口、水闸、工作井、埋管段输水管线、隧洞口等施工工区，噪声主要来自于空压机、挖掘机、推土机、钻机、振捣、灌浆及开挖等机械施工活动，作业面噪声源强一般在 70～97dB(A)，自卸汽车噪声源强为 90dB(A)。

（3）施工辅企

施工辅企噪声来源于砂石加工系统、钢筋砼管片厂、钢管加工厂等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70~90dB（A）之间。施工辅企一般有简易围墙，

噪声经围墙阻隔后有一定的衰减。

（4）交通噪声

施工道路主要来往车辆为载重量 10t~20t 级自卸汽车，车辆运输会产生交通噪声影响。交通噪声属于线声源，一般在 70~80dB（A）之间。

7、固体废弃物

本工程施工期所产生的固体废物包括工程弃渣、建筑垃圾、施工人员生活垃圾，以及各施工区机械汽车维修保养站产生的少量废润滑油、含有废水处理系统产生的浮油、浮渣、污泥等危险废物。

（1）工程弃渣

根据工程施工布置及施工工序，工程弃渣主要来自输水隧洞的开挖、输水管线的开挖等，工程共规划 7 个弃渣场，产生永久弃渣量约 185.44 万 m^3，永久弃渣将运至指定弃渣场。工程沿线弃渣场及弃渣情况见表 3.3-6。

表3.3-6　本工程规划渣场特性见表

序号	负责工程位置	编号	弃渣量(堆方,万 m^3)	占地面积(m^2)	平均堆高(m)
1	取水口、取水口围堰、1#施工支洞、干线前段钻爆隧洞、2#施工支洞、干线 1#、3#TBM 洞渣料	ZC1-1	77.96	93600	8.5
		ZC1-2	20	54600	4.0
2	3#施工支洞洞渣料	ZC2	7.44	38400	2.0
3	干线 2#TBM、部分干线附属建筑物、部分干线埋管弃渣料、干线至凤河水厂盾构隧洞	ZC3-1	10.25	23500	4.5
		ZC3-2	34.6	59800	6.0
4	部分干线附属建筑物、部分干线埋管弃渣料、支线盾构隧洞	ZC4	14.98	65100	2.5
5	支线钻爆隧洞洞渣料、支线附属建筑物、支线埋管弃渣料、4#施工支洞	ZC5	20.21	64300	3.1
	合计		185.44	399300	

（2）生活垃圾

本工程施工过程中，共布置 11 个施工生产工区，施工高峰期施工人数 2100。根据各工区施工进度及施工人数，单人每天产生 1.0kg 生活垃圾计算，施工期高峰期日产生生活垃圾约 2.1t，其产生部位分散于沿线各建构筑物及生产生活区。若不妥善处理，一方面将破坏周围自然景观，可能造成地表水环境和土壤污染，另一方面生活垃圾孳生蚊蝇、造成鼠类肆虐，对环境卫生和人群健康不利。生活

垃圾应分类收集，定点堆放，由当地环卫部门统一清运。

（3）危险废物

根据工程的施工组织设计，由于本工程离城镇和市区不远，惠州市、汕尾市均具有较强的机械、汽车修理和零部件加工能力，故仅在各工区设置机械汽车维修保养站，承担施工机械设备及汽车的小型维修和保养任务。大中型机械及设备维修可就近委托城镇专业厂家承担。

各机械汽车维修保养站产生的废润滑油和废水处理系统油水分离后的浮油、浮渣、污泥属于危险废物，行业来源为非特定行业，废物类别为 HW08 废矿物油及含矿物油，废物特性为毒性和易燃性，应由专门的贮存容器贮存，并按要求设置危险废物类型标记和警示标志，建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有相应危险废物处置资质的单位进行处置，按规范进行管理后，基本不会对周围环境产生影响。

8、水土流失

工程开挖、临时占地等将扰动原地貌，破坏植被，损坏部分水土保持设施，引发水土流失。

3.3.2 运行期环境影响因素分析

3.3.2.1 地表水环境影响

本工程对地表水环境的影响可分为水源及下游区、输水线路区和受水区三部分。

（1）水源及下游区

1）对水资源量的影响

本工程建设后，从白盆珠水库取水，会对白盆珠水库及下游河段的水资源造成一定的影响。

2）对水文情势的影响

本工程建设后，从白盆珠水库取水，会对白盆珠水库及下游河段的流量、流速、水深等水文情势造成一定的影响。

3）对下游河段水环境的影响

水体纳污能力与水量变化有密切关系，取水减少了水源区的水量，并可能改变河流水流速度、水位等，直接或间接影响水体自净和承纳污染物的能力。

（2）输水线路区

工程采用引水隧洞方式以及全封闭管道输水，隧洞内部衬砌，正常情况下，不会出现渗漏产生对沿线地下水位的影响，也不存在影响输水水质的问题。工程运行后，白盆珠水库水引入直接交至深汕合作区凤河水厂和龙山水厂，运行期输水管线基本不会对水环境造成影响。

（3）受水区

1）对水文水资源的影响

工程自白盆珠水库引的水量全部分配给深汕合作区城镇供水，受水区退水量增加，可能会对受水区受纳水体的水资源造成一定的影响。

2）对河道生态用水的影响

实施本工程后受水区可有效退减挤占生态环境，有助于修复和改善河流生态健康，为改善区内水生态环境创造条件。

3）对水环境的影响

本工程将西枝江流域的水资源调配至深汕合作区受水区域，工业生活用水退水带来区域污染负荷增加，受水区接受补水后退水增加对河道水质的影响。

运行期水污染源主要为管理站工作人员产生的生活污水，主要污染因子为：BOD_5、COD、SS、NH_3-N、植物油等。工作人员生活用水以 150/d、生活污水排放率按 90%估算。本工程拟定编制人员 20 人，生活污水排放量为 1051.2m^3/a，管理站产生的生活污水量相对较小，运行期白盆珠水库管理平台办公生活污水采用化粪池+MBR 污水处理一体化设备处理，处理后出水达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于管理楼绿化用水或道路清扫用水等，不外排。

3.3.2.2 陆生生态

工程运行期不新增占地，不会造成占地引起的植被破坏，相反随着临时施工场地、施工便道等区域植被的恢复，以及管理站等区域及附近绿化植物的配植，工程评价范围内对植被的不利影响将逐渐降低，野生动物等也将逐渐迁回占地范围。

3.3.2.3 水生生态

（1）水源及下游区

由于引水可能局部改变了白盆珠水库及下游河道原有的径流状况，对浮游生物、水生植物的生境条件以及鱼类生境可能会产生一定的影响。

（2）输水线路区

工程以地下管道形式穿越白马河、笼山水、明热河，水源区水体白盆珠水库直接通过引水管线进入受水区，穿越河流不存在交水区，因此，工程运行不改变白马河、笼山水、明热河水文情势等，因此运行期对白马河、明热河基本无影响。

（3）受水区

运行期退水区水文情势及水环境质量可能发生一定的变化，从而影响水生生态环境，对水生生物的栖息繁殖产生一定的影响。

3.3.2.4 声、空气环境影响

运行期大气污染物主要为备用柴油发电机。正常情况下，备用发电机不运行，一旦用电出现异常，将启用柴油发电机。发电机运行时将排放一定量的高温废气，含少量有毒有害废气 SO_2、NO_x，同时含有未燃尽形成的固体炭粒等，影响人们居住、办公等各项活动。柴油发电机运行频率低，不会对环境空气产生持续性的影响。

本工程引水通过自流方式，工程运行过程中噪声主要来源于管理区生活区备用柴油发电机等机械设备的运转噪声，柴油发电机的启用概率较小，仅在停电的情况下启用，因此，其产生的环境噪声影响概率较小。

3.3.2.5 土壤环境影响

工程建设运行后，输水管道为全封闭管道，不会对周边土壤环境造成影响。

3.3.2.6 固体废弃物

运行期固体废物主要来源于工作人员的生活垃圾。运行期管理站工作人员约 20 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d 计，则管理站运行期间日产垃圾量约 20kg/d，管理区生活垃圾分类收集后，应委托当地行政区管辖的环卫部门统一集中收集、转运、处理，对环境影响较小。

3.3.3 建设征地和移民安置分析

3.3.3.1 建设征地

本工程征占地面积为 2188.56 亩，其中永久征收土地面积共 509.07 亩，临时用地面积共 1679.49 亩。工程建设后导致征地范围内的土地资源用途结构发生变化，陆生生物与社会经济资源受到一定的损失，施工期的施工活动将会使征地范围内的地表植被受到不同程度的破坏，原有植被类型的结构发生变化，水土保持功能降低，动物的栖息和活动范围受到影响，对陆生动植物会产生不同程度的影响。

3.3.3.2 移民安置

移民安置工程包括生产安置和人口集中安置及专项设施的复建工程。本工程涉及房屋均为生产性用房，不涉及搬迁安置人口。工程建设征收耕园地仅涉及深汕合作区赤石镇 3 个行政村，至规划设计水平年 2035 年，需生产安置 20 人。

生产安置采用一次性货币补偿的安置方式，不需要配置大量土地资源，不会改变安置区的土地利用现状，一定程度上避免了工程建设过程中对部分植被及野生动物生境造成的二次破坏。

4 环境现状调查

4.1 区域概况

4.1.1 地理位置

工程主要涉及水源区西枝江流域的惠州市惠东县及惠阳区，以及受水区深圳市深汕合作区。工程地理位置见附图 1。

惠州市位于广东省东南部，属珠江三角洲东北、东江中下游地区，地处北纬 22°24′～23°57′，东经 113°51′～115°28′之间。

惠东县隶属惠州市，东连深汕特别合作区，北靠河源市紫金县，西接惠阳区平潭镇，南临南海的大亚湾和红海湾。陆地总面积 3527km^2，海域面积 3200km^2，海岸线长 218km，是广东省的海洋大县，也是珠江三角洲地区的重要县域。

惠阳区隶属惠州市，东江中下游左岸，东与惠东县接壤，北毗邻惠城区，西与东莞市相连，西南接深圳市，南临南海大亚湾。区域总面积 915.60km^2，距广州 190km、深圳 58km，地理区位条件优越。惠阳是惠州市唯一与深圳、东莞相邻的县区，是惠州对接深圳、东莞等地的桥头堡。

深汕合作区位于广东省东南部，汕尾市海丰县西部，北纬 22°42′～23°01′，东经 114°55′～115°11′之间，西与惠州市接壤，距深圳市东部约 60km、离市中心约 100km，距广州 200km、汕头 200km，距香港 82nm，距汕尾港 35km，距盐田港仅 80km。合作区包括鹅埠、小漠、鲘门、赤石四镇，总面积 468.3km^2。



图4.1-1　深汕合作区区位图

4.1.2 河流水系

项目水源区为西枝江，取水口位于西枝江上游的白盆珠水库库内。西枝江发源于惠东县与紫金县交界处的竹坳顶，流经惠东县、惠阳区和惠城区，在惠城区东新桥汇入东江。西枝江流域面积 4156km^2，干流河长 176km，河床坡降 0.6%。流域主要一级支流依次杨梅水、宝溪水、小沥河、安墩水、楼下河、碧山河、白花河、梁化河、淡水河等。

项目受水区内主要为一些独流入海的小河流，以赤石河为主。赤石河发源于白马山峰，由大安村、碗窑村流经赤石村、新城村与明热河汇集经三江楼、新联江头村湾再经园墩林场、鹅埠、小漠而流入红海湾。赤石河流域面积为 382km^2，河流长度为 36.8km；多年平均降雨量 2237mm，径流量 5.27 亿 m^3；天然落差 1180m，河床比干 5.21‰。流域主要一级支流有明热河、南门河等。

4.1.3 地形地貌

工程地处粤东沿海与内陆过渡地区，发育丘陵和盆地。本区地势中间高，南北低，中间为莲花山山脉，主峰海拔高程 1230m，莲花山脉横贯工程区，呈北东～南西向展布。本区地形地貌可主要有山间盆地、丘陵和中低山三个地貌单元。

（1）盆地：主要位于莲花山脉北侧，惠东县城、白花镇、增光镇、多祝镇、

白盆珠镇等一系列北东～南西向分布盆地，沿西枝江发育有一级阶地，地面高程20m～50m，一般地表覆盖第四系冲洪积层，厚度从几米至数十米不等。

（2）丘陵地区：高程200m～500m，在莲花山脉两侧向盆地和海岸过度带，植被覆盖，山顶浑圆，山体坡度一般较缓，风化较厚。

（3）中低山区：高程大于500m的莲花山脉，距离主峰较近，山体较陡峭，植被覆盖。

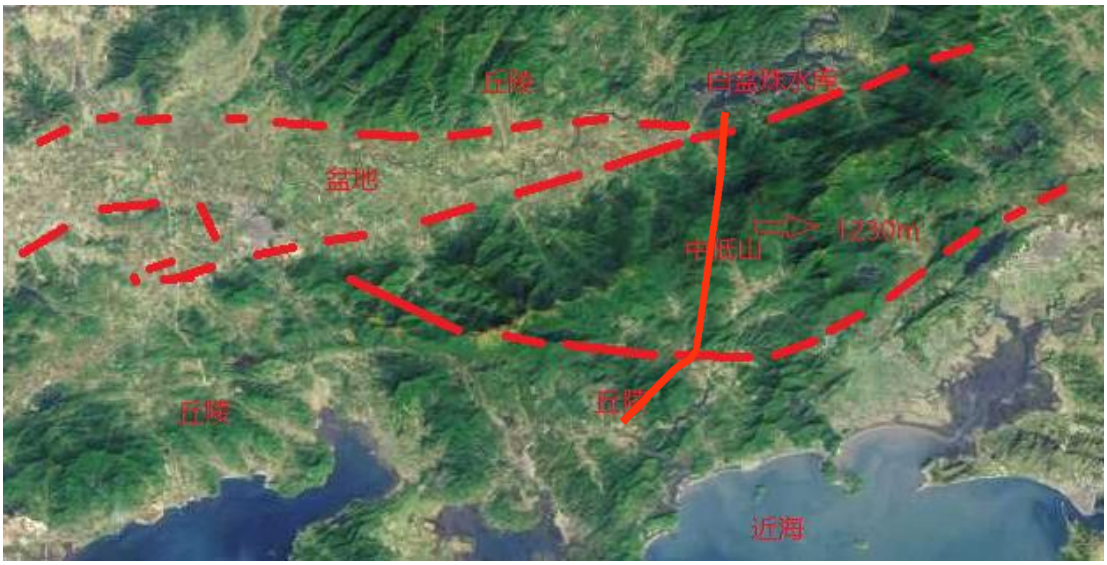


图4.1-2　区域地貌简图

4.1.4 气象条件

（1）西枝江流域

西枝江流域地处亚热带，高温多雨，具有雨量充沛、湿度大、夏季长、光热丰富的特点。大气环流随季节变化，夏半年盛吹东南风和偏南风，冬半年常为北风和偏北风。四季的主要特点为：春季阴雨，雨日较多；夏季高温湿热，水汽含量大，暴雨集中；秋季常有台风雨；冬季低温，雨量稀少。以平山站为代表的气象特性如下：

气温：多年平均气温21℃，极端最高气温37.2℃，极端最低气温-3℃。

降雨量：多年平均降雨量1900mm，最大年降雨量2763mm(1983年)，最小年降雨量1250.7mm(1963年)。

蒸发：年最大蒸发量2124mm(1977年)，最小1664mm(1975年)，多年平均蒸发量1886mm。

湿度：多年平均相对湿度 81%。

风向、风速：本流域属于季风区，春夏多为东南风，秋冬多为西北风，多年平均最大风速 14.96m/s。

其它：多年平均日照 2067h，年总辐射量 122.4Kcal/cm^2，无霜期 336 天。

（2）深汕合作区

深汕合作区所在流域属亚热带季风气候，高温多雨，霜期短，日照充足，由于面临南海，海洋性气候影响强烈，具有明显的干湿季节。以海丰站为代表的气象特性如下：

气温：多年平均气温为 22.1℃，最高年平均气温 27.8℃，最低年平均气温 18.1℃。

降雨：降水以锋面雨和台风台雨为主，根据窑陂雨量站 1979~2021 年降雨数据计算多年平均降雨量 2343mm，最大年降雨量为 3356mm(2008 年)，最小年降雨为 1367mm(2021 年)。

蒸发：多年平均蒸发量为 1570mm，最大年蒸发量 2040mm(1963 年)，最小年蒸发量为 1310mm(1975 年)。

湿度：平均湿度 81%，一般在 78%～83%之间。

风向、风速：本区域属南亚热带季风区，气候温和、雨量充沛，春夏多东南风，秋冬偏北风居多，风力一般为 2～5 级。

热带气旋：区域经常受南太平洋热带气旋的影响，根据资料统计，平均每年约 4 次左右，一般出现在 7～8 月份，以 1961 年热带气旋次数为最多，达到 9 次。

4.1.5 区域地质

（1）地层岩性

本区分布地层有泥盆系(D)、侏罗系(J)、古近系(E)和第四系(Q)等地层，岩性主要有英安质、流纹质火山碎屑岩、砂砾岩、粉砂岩等，地表分布厚度不等的残积、坡积、冲洪积等成因的粘性土、砂土和碎石土等；区域上岩浆岩主要为燕山期黑云母二长花岗岩；同时场区中部分布有潜火山岩相的火山岩。

（2）地质构造

粤东沿海地区属于华南褶皱带的组成部分。华南褶皱带的范围包括广东大陆

的全部、海南省的大部分及桂东南的一部分，是一个加里东运动回返的褶皱带，其中广东部分地壳基本结构分为一个一级构造单元，六个二级构造单元，六个三级构造单元，九个四级构造单元。工程区位于紫金-惠阳凹褶断束隆断束(Ⅳ9)四级构造单元南部，属于华南褶皱系(Ⅰ1)、粤北、粤东北-粤中坳陷带(Ⅱ5)的永梅-惠阳坳陷(Ⅲ6)，见图 4.1-3。

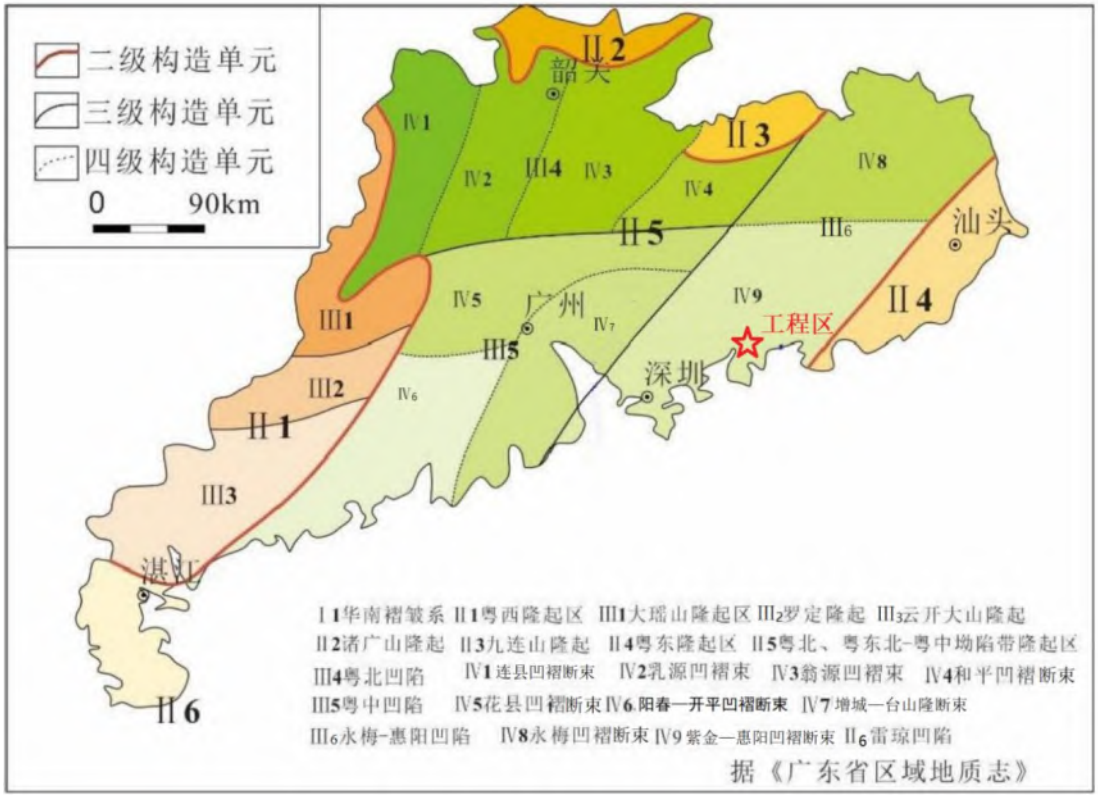


图4.1-3　区域构造单元分区示意图

（3）区域构造稳定性评价与地震

区内莲花山深断裂形成时间早，多期次活动的继承性断裂，其最早在加里东期已经形成，以后不断活动，挽近时期沿断裂有多次地震发生，大埔、丰顺、海丰一带，历史上常发生破坏地震，近期仍有小震活动。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)，50 年超越概率 10%，场区基本地震动峰值为 0.10g，地震基本烈度为Ⅶ度，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。工程区白盆珠取水口位于 0.05g 和 0.10g 交界附近，基本地震动峰值加速度为 0.10g。区域性断裂发育，近场区和工程场址未见活动性断层，地震基本烈度为Ⅶ度，参考《水电工程区域构造稳定性勘察规程》NB/T 35098-2017，区域构造稳定性较好。

4.1.6 自然资源

（1）惠东县

惠东县是广东省的海洋大县。海域面积 3200km^2，海岸线长 218km，有大小岛屿 55 个、大小海湾 18 个，水深 100m 以内的渔场 7 处，天然渔港 6 处，滩涂近 4 万亩，浅海 13 万亩，全县有近 100 千米的沙质海岸，海水污染较少，是天然的海水泳场。

惠东县地表水资源丰富，多年平均地表水资源量为 37.56 亿 m^3。境内的白盆珠水库为东江流域三大控制性水库之一，控制流域面积 856km^2，占西枝江流域的 20.8%，该水库以防洪、供水为主，结合灌溉、发电等综合效益。

惠东有丰富的自然景观和人文景观旅游资源。境内有广东省历史文化名城平海古城、巽寮省级旅游开发区、九龙峰祖庙、南山寺、西来庵宗教旅游区；巽寮海湾、稔山长沙湾、平海南门海湾等海滨浴场；安墩热汤、平海鹧洞、白盆珠温泉，以及白花铁炉嶂、大岭九龙峰、多祝南山瀑布、“东江红都”高潭老区、多祝皇思扬古围村、惠东南湖公园革命烈士纪念碑等 30 多处。

惠东县矿产资源品种较多，分布面广。惠东县内的矿产资源有煤、水晶、铁、钨、绿柱石、陶瓷土等 9 大类 26 种。其中石英砂储量充足，建材石料花岗岩、石灰石较为丰富，主要分布在东部山区，如多祝的铁矿、安墩的高岭土、高潭的花岗岩等。

（2）惠阳区

惠阳区区域总面积 915.60km^2，惠阳是客家人聚居地、革命老区和著名侨乡。惠阳是著名历史人物邓承修、邓仲元、叶挺的故乡，是光荣的革命老区。惠州市惠阳区客家文化底蕴深厚，源远流长，客家建筑文化、客家民俗文化、客家饮食文化等资源丰富，现存 200 多座客家围屋。

惠阳客家围屋被列入各级文物保护单位共 73 处，国家重点文物保护单位 1 处（叶挺故居），省级文物保护单位 5 处（会龙楼、碧滟楼、会新楼、邓仲元故居、惠宝人民抗日游击总队成立旧址），市、区文物保护单位 67 处。

（3）深圳市深汕合作区

深汕特别合作区依山面海，北、东、西三面环山，南邻红海湾，地势东北部高亢，西南部低平，总面积 468.3km^2，拥有 50.9km 海岸线，区内拥有具备发展

为深水码头的港湾资源。深汕合作区自然资源丰富，素有“鱼米之乡”之称。

深汕特别合作区境内是古代海上丝绸之路的重要节点，宋代名相文天祥、抗倭名将俞大猷、民族英雄郑成功在此留下了足迹。这里还有红四师纪念馆、大安峒革命烈士纪念墓园、彭湃宣传革命旧址、东纵六支战斗遗址等众多红色遗迹。

4.2 水源及下游区环境现状

4.2.1 水文水资源

4.2.1.1 河流水系

深汕合作区引水工程水源及下游区的主要水系为东江水系，取水口位于东江第二大支流西枝江上游的白盆珠水库库内。

（1）东江水系

东江发源于江西省寻邬县桠髻钵，上游称寻邬水，南流入广东境内，至龙川合河坝汇安远水(又名定南水)后称东江。东江流经龙川、东源、源城、紫金、惠阳、惠城、博罗至东莞市的石龙，石龙以下习惯称东江三角洲，分南、北两支，南支称东莞水道，北支为东江北干流，再分成河网注入狮子洋，最后经虎门出海。

东江干流由东北向西南流，河道长度至石龙为 520km，至狮子洋为 562km。东江流域河口狮子洋以上总面积 35340km^2，石龙以上流域总面积 27040km^2，其中广东省境内 23540km^2，占石龙以上面积的 87.06%，江西省境内 3500km^2，占 12.94%。东江干流代表站博罗站多年平均流量 775.5m^3/s。东江流域支流分布众多，集雨面积在 100km^2 以上支流共有 72 条，其中一级支流共有 25 条。主要支流自上而下有安远水、浰江、新丰江、船塘河、秋香江、公庄河、西枝江、淡水河和石马河等，其中新丰江为东江最大支流，西枝江为第二大支流。

（2）西枝江水系

本项目水源区主要涉及河流为西枝江。西枝江是东江的第二大支流，发源于惠东县与紫金县交界处的竹坳顶，流经惠东县、惠阳区和惠城区，在惠城区东新桥汇入东江。流域面积 4156km^2，干流河长 176km，河床坡降 0.6%。西枝江流域面积占东江博罗以上流域总面积的 16.27%。流域内支流众多，交错汇入主流，大于 100km^2 以上的一级支流有 9 条，自上游至下游分别是杨梅水、宝溪水、小

沥河、安墩水、楼下河、碧山河、白花河、梁化河、淡水河，大于 100km^2 以上的二级支流有 3 条，分别为黄竹水、坪山河和横岭水。流域上游白盆珠水库于 1985 年建成，控制面积 856km^2，占西枝江流域的 20.8%，该水库以防洪、供水为主，结合灌溉、发电、改善航运及水环境等综合效益。本工程取水口位于白盆珠水库库区内，距离副坝左岸上游约 2.5km。

杨梅水，古称阳乌潭水，又称公梅水。发源于惠东县乌凸，分水岭高程 1233m，向西流经 21km 到三江口，北汇石门沥，南汇西寿坪两水；后转向南流 2km，有羊俺石水从北注入，有公梅水从东南汇入，到双子水汇入西枝江。杨梅水集雨面积 123km^2，干流河长 34km，河宽 12～15m，多年平均流量 4.88m^3/s。

宝溪水，古称保溪水，又名大围水。发源于惠东县乌禽嶂南麓，分水岭高程 1186m，向南流 11km 有龙竹坝水从西注入，转向东南流，曲折行 10km，经井湖到合水坝，有联和水从西注入，经大围，有新化水从北注入，再向南流 3km，由宝口汇入西枝江。集雨面积 110km^2，干流河道长 26km，多年平均流量 3.75m^3/s。

小沥河，又名左华水，发源于惠东县乌禽嶂支脉笔山(又称癞痢嶂)南麓。分水岭高程 961m，由坑尾村向南流 4km，龙坪水自东泻入，后转向西南流 10km 到陶瓷厂，后有黄沙水自西北注入，折回南流 10km 至东布，有珠湖水自北注入，有佐坑围水自东北汇入，到上鉴村东侧汇入西枝江。集雨面积 121km^2，干流长 35km，多年平均流量 3.99m^3/s。

安墩水，又称安墩河，古称九洲水，发源于惠东县乌禽嶂西南麓，自三坑水村向西南流 9.5km 到水尾，有黄割坪水自西北注入，蜿蜒 5.5km 到洋潭，中间有黄帝田水自东南注入，下游有牛湖塘水自西北注入，流 5km 至热汤，其间有 4 条支流自西北注入，锡坑有 1 条支流自东注入，流 10km 到营田，有石珠水从东北注入，折向南偏西流 9km 至安墩圩，流 2km 至车田坝，有黄竹水从西北注入，流 2km 至下坪，有松坑水从西北注入，流 2km 至九洲水文站，再南流 6km 至水口村，过黄石径陂汇入西枝江。集雨面积 404km^2，干流长 51km，多年平均流量 13.19m^3/s。20 世纪 60 年代前，有 5t 以下货船通航安墩圩，航道长 19km，20 世纪 70 年代停航。

楼下河，古称田坑水，又称双陂河、潭公河，发源于广东省惠州市惠东县吉隆镇禾镰石东侧山峰南麓，分水岭高程 1282m，自南向西北流 6km，牛皮嶂水自

东泻入，后至元潭，有涧头坑水从南注入，流 5km 至竹园角，有上坑水从西注入，蜿蜒转北行 3km 至老田坑，进入谭公平原，折西北流 4km 至鹤田、楼下，流 5km 经谭公圩至新村，有下贤水从东南汇入，折向北流 3km 至三合水汇入西枝江。集雨面积 117km^2，干流河长 26km，多年平均流量 3.87m^3/s。

碧山河，古称高桥水，又名上石示水、高桥沥、二河仔，发源于惠东县九里湖西麓，由状元地西流 4km 至上石示，有上石示水自东北注入，流 6km，穿碧山大桥，有大湖洋水从东南注入，折向北流 3km 至狮岭，有黄塘水从西南注入，流 2km 至寨场山，折西流 6km 至青云汇入西枝江。集雨面积 107km^2，河长 21km，多年平均流量 3.38m^3/s。

白花河，古称长塘水，发源于惠东县铁炉嶂北麓，从南向北流经白水寨 5km，至上店仔有洋沥水和燕门水，大车山坳水和黄泥凹水两两汇合，南显水自东汇入，向北流 10km 经十五驳桥至李洞有七渡河从西南汇入，流 3km 至白花圩，有沿江沥水从东南注入，沿新开河经老河道 2km 至水口村汇入西枝江。集雨面积 172km^2。干流河道长 26km，多年平均流量为 4.92m^3/s。

梁化河，古称梁化水，发源于惠东县坪天嶂西南麓。经燕岩向北流 4km 至梁化林场，转西南流 6km 有铜锣陂水从北注入，经星湖至甘竹，有鸡笼山水从东北、大筏水从西北注入，南流 4km 至瓦窑村，有黄沙河水从东南注入，合称梁化河，向西南流，到叶屋楼有衙门沥水从北汇入，向西偏南流 9km 到大肚，有石屋寮水从东北注入，环山流 4km，经乌塘桥，有万松水从东注入，向西南流 2km 至惠阳区平潭镇新圩汇入西枝江。集雨面积 307km^2，干流河道长 41km，多年平均流量 7.04m^3/s。

淡水河是西枝江最大的支流。发源于深圳市宝安区梧桐山，流经惠阳区的淡水、永湖、良井及惠城区的马安、三栋镇。流域面积 1172km^2，干流河长 95km，惠州市境内集水面积 782.9km^2，干流河长 68km。河流自西向东流，在左岸的下土湖处有支流横岭水纳入，至永湖镇鼓山经转向北流，进入西枝江下游洪泛区，在三栋镇紫溪口注入西枝江。

水源及下游区主要河流基本情况见表 4.2-1，东江流域水系示意图见 4.2-1，西枝江流域水系示意详见附图 2-2。

表4.2-1　项目水源及下游区主要河流基本情况表

河流水系	河流名称	级别	起　点	终　点	集水面积（km²）	干流长度（km）
东江水系	东江	干	江西寻邬桠髻钵	东莞石龙	27040	520
	安远水	1	江西安远大岩栋	龙川合河口	2364	140
	浰江	1	和平杨梅嶂	和平东水街	1677	100
	新丰江	1	新丰玉田点兵	河源市	5813	163
	船塘河	2	龙川火影山	河源合江	2015	104
	秋香江	1	紫金黎头寨	紫金古竹江口	1669	144
	公庄河	1	博罗糯米柏	博罗泰美	1197	82
	西枝江	1	紫金竹坳	惠州东新桥	4156	176
	淡水河	2	宝安梧桐山	惠阳紫溪口	1308	95
	石马河	1	宝安大脑壳	东莞桥头	1249	88
西枝江水系	西枝江	干	紫金竹坳	惠州东新桥	4156	176
	杨梅水	1	惠东乌凸	惠东双子水	123	34.00
	宝溪水	1	惠东乌禽嶂	惠东宝口	110	26
	小沥河	1	惠东乌禽嶂	惠东上鉴村	121	33
	安墩水	1	惠东乌禽嶂	惠东水口村	404	51
	楼下河	1	惠东禾镰石	惠东三合水	117	26
	碧山河	1	惠东九里湖	惠东青云	101	21
	白花河	1	惠东铁炉嶂	惠东水口村	170	33
	梁化河	1	惠东坪天嶂	惠阳平潭镇	240	45
	淡水河	1	深圳宝安区梧桐山	三栋镇紫溪口	1172	95.00



图4.2-1 东江流域水系示意图

4.2.1.2 降水

西枝江流域降雨以南北冷暖气团交汇的锋面雨为主，多发生在 4～6 月份。其次是台风雨，多发生在 7～9 月份。降雨年内分配不均，冬季干旱，夏季洪涝，4～9月份降雨量占全年降雨量的80%以上。另外西枝江流域降雨地区分布不均，内陆东部莲花山脉的茫山嶂北坡存在一个降雨高值区，降雨量等值线与莲花山脉走向平行，且自东南向西北递减，沿海降雨自北向南递减。西枝江流域有双下、下寮、平山、九洲、宝口、安墩、高潭、多祝、平潭、花树下、淡水和三洲田等雨量站。根据平山站降雨数据计算多年平均降雨量 1900mm，最大年降雨量 2763mm(1983 年)，最小年降雨量 1250.7mm(1963 年)。

4.2.1.3 径流

西枝江流域水文站有双下站、下寮站、平山站和九洲站，由于双下站实测序列较短，1966 年后停测，1985 年改为白盆珠站；下寮站 1962 年已停测径流量；平山站 1992～2004 年缺测，且已测的历年水位流量关系曲线变幅较大。故本次西枝江流域采用白盆珠水库站，其中流量资料为水库还原计算后的入库流量成果；另外增加九洲站为参证站。

表4.2-2　西枝江水文测站情况表

站名	至白盆珠水库距离(km)	集雨面积(km^2)	观测时间和主要项目		
			水位	流量	降雨
双下	1	856	1959 年～1966 年	1959 年～1966 年	1959 年～1966 年
白盆珠	0	856	1985 年～迄今	1985 年～迄今	1985 年～迄今
下寮	11.5	1760	1958 年～1966 年 6 月	1958 年～1962 年 5 月	1958 年 1 月～迄今
平山	51	2090	1954 年 5 月～1959 年 12 月 1964 年 6 月～迄今	1982 年 1 月～1991 年 12 月 2005 年 1 月～迄今	1954 年 4 月～迄今
九洲		385	1958 年～迄今	1958 年～迄今	

注：平山站 2005 年恢复为水文站。

本次主要计算西枝江上游双下站(白盆珠站)、中游平山断面、水贝断面(淡水河汇合口上游)、西枝江河口 4 个断面径流。白盆珠水库(集雨面积 856km^2)入库流量分时间段处理方法不同，1959~1967 年采用双下站(集雨面积 856km^2)资料，1968~1980 年 4 月采用双下站上移 4km 的东坑站(集雨面积 849km^2)比拟，1980

年 5 月~1984 年 12 月由附近的九洲站比拟，1985 年~2023 年采用白盆珠水库还原入库流量，组成 1959 年～2023 年长系列流量资料，采用皮尔逊III型频率曲线，可计算得到白盆珠水库各频率设计径流成果。

此外，西枝江流域平山断面集雨面积 2090km^2，水贝断面集雨面积 2790km^2，西枝江口断面集雨面积 4156km^2，利用双下站天然径流，按照面积比拟法并考虑径流深修正的方法，分别计算了双下站(白盆珠站)、西枝江平山、西枝江水贝和西枝江河口 4 个断面的径流量，各断面径流量减去上一断面径流量可得到各区间成果。对各径流成果进行排频，得到各区间设计径流成果见表 4.2-3，各断面设计径流成果见表 4.2-4。

表4.2-3　西枝江流域各区间年设计径流量成果表　　单位：m^3/s

断面或区间名称	系列	均值	Cv	频率 P(%)				
				50	75	90	95	97
双下站以上(白盆珠站)	1959-2023	34.04	0.41	32.15	23.89	17.82	14.76	12.98
白盆珠～平山	1959-2023	42.68	0.41	40.31	29.95	22.34	18.50	16.28
平山～水贝	1959-2023	23.99	0.41	22.66	16.84	12.56	10.40	9.15
水贝～西枝江口	1959-2023	44.22	0.41	41.77	31.04	23.15	19.18	16.87

表4.2-4　各断面多年平均来水流量成果表　　单位：m^3/s

断面名称	白盆珠	平山	水贝	西枝江口
断面多年平均来水流量(1959~2023)	34.04	76.72	100.71	144.93

为分析枯水期(10～3 月)的径流特性，统计计算 1959 年 10 月～2023 年 3 月白盆珠水库枯水期平均入库流量，并进行枯水期径流频率计算，白盆珠水库枯水期(10～3 月)径流频率计算成果详见表 4.2-5。

表4.2-5　白盆珠水库枯水期(10～3 月)径流频率计算成果表　　单位：m^3/s

均值	Cv	设计值				
		50%	75%	90%	95%	97%
12.68	0.5	11.39	8.02	5.86	4.92	4.42

根据前面得到的径流过程序列，统计各区间来水多年平均来水量年内分配和 P=90%和 P=97%典型特枯年年内分配见表 4.2-6 和表 4.2-7。

表4.2-6　各断面多年平均来水量年内分配表　　单位：m^3/s

月份		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
径流	双下站(白盆珠站)	21.1	35.6	73.1	66.9	73.4	62.2	26.8	13.7	9.2	7.8	7.7	11.2

总量	白盆珠～平山	26.5	44.6	91.7	83.9	92.0	78.0	33.6	17.2	11.5	9.8	9.7	14.0
	平山～水贝	14.9	25.1	51.5	47.2	51.7	43.8	18.9	9.7	6.5	5.5	5.5	7.9
	水贝～西枝江口	27.4	46.2	95.0	87.0	95.3	80.8	34.8	17.8	11.9	10.1	10.1	14.5
径流分配(%)		5.2	8.7	17.9	16.4	18.0	15.2	6.6	3.4	2.2	1.9	1.9	2.7

表4.2-7　径流年内分配表　　单位：%

来水频率	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
P=90%	4.0	6.7	3.8	21.4	21.3	24.4	4.7	3.0	2.2	2.6	2.6	3.4
P=97%	4.2	8.9	18.2	4.9	29.6	16.7	5.0	2.9	2.4	2.3	2.7	2.3

4.2.1.4 泥沙

西枝江流域没有长系列实测泥沙资料。根据《广东省西枝江水利枢纽初步设计报告》分析，白盆珠水库多年输沙率为 4.76kg/s，年输沙量为 14.9 万 t，侵蚀模数为 174t/km^2。1000 年的淤沙量为 1.49 亿 t，泥沙容重为 r=1.3t/m^3，则水库入库泥沙体积为 1.15 亿 m^3，小于死库容 1.7 亿 m^3。

通过对比 2010 年白盆珠水库安全鉴定阶段复核的水位库容成果和原设计阶段的水位库容成果，对水库泥沙淤积做初步分析。与原设计库容曲线对比，新复核库容曲线不同水位相应的库容均减少，但减少程度不同。库水位 50.00m～81.00m，库容减少量从 0.11 亿 m^3 到 0.32 亿 m^3，库水位 81.00m～89.00m，库容减少量从 0.32 亿 m^3 到 0.21 亿 m^3；死库容(死水位 62.00m)减少了 0.19 亿 m^3(减少 10%)；正常蓄水位 76.00m 相应库容减少了 0.21 亿 m^3(减少 3.4%)；兴利库容原设计 4.25 亿 m^3，新复核为 4.23 亿 m^3，减少了 0.02 亿 m^3(减少 0.47%)，变化不大。白盆珠水库建成迄今 30 多年，现状库容比原设计成果偏小，表明泥沙在库区内产生淤积。

4.2.1.5 水资源量

根据径流计算成果，西枝江的年径流较为丰富，多年平均径流量为 45.71 亿 m^3。按不同断面划分，白盆珠坝址(双下站)多年平均径流量为 10.73 亿 m^3，西枝江平山站多年平均径流量为 24.3 亿 m^3，西枝江水贝断面多年平均径流量为 31.9 亿 m^3，西枝江口多年平均径流量为 45.71 亿 m^3。

从年径流年内分配来看，8 月份的来水量最丰富的，占全年来水量的 18.0%，2 月份的来水量最少，仅占全年来水的 1.9%。汛期来水(4~9 月)占全年来水的 81.4%，枯水期(10~3 月)占全年来水的 18.7%。汛期与枯水期来水倍比为 4.35。

4.2.1.6 水资源开发利用情况

4.2.1.6.1 供用水基础设施现状

（1）蓄水工程

惠州市西枝江流域内的惠东县、惠阳区，以及流域外的稔平半岛共有水库工程 156 宗，蓄水总库容 145859 万 m^3，水库兴利库容 58253 万 m^3。详见表 4.2-8。

表4.2-8　西枝江流域水库情况统计表

行政分区	水库宗数						总库容合计(万 m^3)	兴利库容合计(万 m^3)	备注
	大(1)型	大(2)型	中型	小(1)型	小(2)型	合计			
惠东县	1	0	2	32	71	106	136788	51879	包括稔平半岛
惠阳区	0	0	3	10	37	50	9071	6374	不包括镇隆镇
合计	1	0	5	42	108	156	145859	58253	

蓄水工程中有大型水库 1 宗(即白盆珠水库)、中型水库 5 宗(分别为惠东县梁化镇的花树下水库、惠东县稔平半岛铁涌镇的黄坑水库、惠阳区秋长街道的鸡心石水库、惠阳区沙田镇的沙田水库、惠阳区永湖镇的大坑水库)。

其中，白盆珠水库是西枝江流域内控制性水利工程。白盆珠水库位于西枝江干流上游，是一宗以防洪、供水为主，结合灌溉、发电、改善航运及水环境等综合利用的大(1)型水库。水库坝址控制流域面积 856km^2，多年平均径流量 10.73 亿 m^3。该水库与东江水系的新丰江、枫树坝水库及东江干流堤防工程共同构成了东江流域的防洪、供水体系，担负着西枝江下游惠州市区、惠东县城及白盆珠镇、多祝镇(含增光)、平山街道、大岭镇、白花镇、平潭镇、马安镇等 7 个乡镇、55 万人、32 万亩耕地(中游 10 万亩，下游 22 万亩)，广汕公路、广梅汕铁路、平潭机场等地区的供水和防洪重任。工程按 1000 年一遇洪水设计，砼坝为 5000 年一遇洪水校核，土坝为 10000 年一遇洪水校核。水库正常蓄水位 75.7m，相应库容 5.54 亿 m^3，死水位 62.7m，死库容 1.7 亿 m^3，兴利库容 3.84 亿 m^3，防洪库容 2.5 亿 m^3，调洪库容 4.45 亿 m^3，设计洪水位 86.16m，砼坝校核洪水位为 87.82m，土坝校核洪水位为 88.50m，水库总库容 11.66 亿 m^3。

白盆珠水库的特性表见表 4.2-9。

表4.2-9　白盆珠水库特性表(85 高程)

集雨面积(km^2)	856
多年平均年径流量(亿 m^3)	10.73
库容系数	0.36
校核洪水位(副坝、土坝)(m)	88.50(P=0.01%)
校核洪水位(主坝、砼坝)(m)	87.82(P=0.02%)
总库容(亿 m^3)	11.66
设计洪水位(m)	86.16(P=0.1%)
设计洪水位相应库容(亿 m^3)	10.71
防洪限制水位(m)	75.7
防洪高水位(m)	82.4
防洪高水位相应库容(亿 m^3)	8.93
正常蓄水位(m)	75.7
正常蓄水位相应库容(亿 m^3)	5.54
兴利库容(亿 m^3)	3.84
死水位(m)	62.7
死库容(亿 m^3)	1.70
装机容量(万 kW)	3.0

（2）引水工程

西枝江研究范围内大中型引水工程有上鉴陂水闸、黄石径陂头和梁化河水闸；小型引水工程共有 1494 处，引水规模 101.67m^3/s，实际引水规模 81.05m^3/s，详见表 4.2-10。

表4.2-10　西枝江流域小型引水工程统计表

行政分区	引水工程数量(宗)	设计引水流量(m^3/s)	实际引水流量(m^3/s)	设计灌溉面积(亩)	实际灌溉面积(亩)	备注
惠东县	1466	96.66	78.91	320858	289206	包括稔平半岛
惠阳区	28	5.01	2.14	22384	19204	不包括镇隆镇
合计	1494	101.67	81.05	343242	308410	

上鉴陂水闸位于西枝江干流白盆珠水库下游 3km 处，始建于 1966 年，建成于 1967 年。主要是拦截白盆珠水库尾水，通过左右岸干渠至惠东县城以下 8km 的白花、大岭等地，其中左干渠设计流量为 4.83m^3/s，右干渠设计流量为 2.96m^3/s。

陂体干砌石已于 1986 年灌浆加固，1989 年安排 14 孔闸门改成一闸一机螺杆提升，闸孔总净宽 78.5m，设计过闸流量为 2384m^3/s。

（3）提水工程

西枝江研究范围内共有小型提水工程 118 处，提水规模 14.71m^3/s，总装机容量 2379kW，详见表 4.2-11。

表4.2-11　西枝江流域提水工程统计表

行政分区	提水工程数量(宗)	出水流量(m^3/s)	电机功率(kW)	设计灌溉面积(亩)	有效灌溉面积(亩)	备注
惠东县	65	2.78	1165	21585	20653	包括稔平半岛
惠阳区	53	11.93	1215	36752	44710	不包括镇隆镇
合计	118	14.71	2379	58337	65363	

（4）调水工程

西枝江除满足本流域用水需求外，还向流域外的深圳市东部、大亚湾区、稔平半岛等区域供水。至 2021 年底，全部均已建成通水。深圳市东部供水工程分两期建设，分别于 2001 年、2010 年建成通水，两期合计在东江取水规模为 22m^3/s，西枝江取水规模为 4m^3/s(枯水期不足水量由东江泵站补充)。稔平半岛供水工程从西枝江取水，设计引水流量规模为 5.2m^3/s。惠阳引水工程从西枝江干流引水，设计引水流量为 4.6m^3/s。大亚湾引水工程取水流量为 4.8m^3/s，现状主要从东江取水，西枝江泵站现状未装机，尚未从西枝江取水。

4.2.1.6.2 供水现状

根据《2022 年惠州市水资源公报》统计成果，2022 年惠东县、惠阳区各供水设施实际供水量共为 6.55 亿 m^3，各分区供水量详见表 4.2-12。扣除惠东县粤东诸河区供水量，西枝江流域共计供水量 5.47 亿 m^3。

表4.2-12　2022 年各分区供水量统计表(单位：亿 m^3)

行政分区名称	水资源分区	地表水源供水量				地下水源供水量	其他水源供水量	总供水量
		蓄水	引水	提水	小计	小计	小计	
惠阳区	东江秋香江口以下	0.84	0.33	0.98	2.15	0.01	0.02	2.19
惠东县	东江秋香江口以下	1.25	1.19	0.77	3.20	0.07	0.01	3.28
惠东县	粤东诸河	0.41	0.39	0.25	1.04	0.02	0.02	1.08

行政分区名称	水资源分区	地表水源供水量				地下水源供水量	其他水源供水量	总供水量
		蓄水	引水	提水	小计	小计	小计	
其中西枝江流域		18730	2.09	1.52	1.75	5.35	0.08	0.03



图4.2-2　西枝江流域现状供水工程图

4.2.1.6.3 用水现状

惠阳区近 7 年的用水量保持稳定并略有增长，惠东县近 7 年用水趋势是略有下降。2022 年惠阳区和惠东县现状用水分别为 2.19 亿 m^3 和 4.36 亿 m^3，其中西枝江流域内用水 5.47 亿 m^3。详见表 4.2-13 和表 4.2-14。

表4.2-13　惠阳区和惠东县近 7 年用水量　　单位：亿 m^3

行政区	年用水总量							备注
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	
惠阳区	1.87	1.88	1.88	1.88	1.91	2.02	2.19	
惠东县	4.52	4.51	4.43	4.40	4.41	4.35	4.36	含西枝江流域外用水
合计	6.39	6.39	6.31	6.28	6.32	6.37	6.55	

表4.2-14　惠阳区和惠东县2022年用水现状　　单位：亿 m^3

行政区名称	水资源分区	农田灌溉用水量	林牧渔畜用水量	工业用水量	城镇公共用水量	居民生活用水量	人工生态环境补水量	总用水量
惠阳区	东江秋香江口以下	0.73	0.07	0.54	0.23	0.59	0.02	2.19
惠东县	东江秋香江口以下	2.53	0.14	0.15	0.08	0.37	0.01	3.28
惠东县	粤东诸河	0.80	0.03	0.06	0.03	0.16	0.02	1.08
其中西枝江流域用水		3.27	3.26	0.20	0.69	0.32	0.96	0.03

惠阳区 2022 年农业用水量占总用水量的 36%，工业和生活(含公共)占比62.1%，惠东县2022年主要用水量集中在农业，占比81.4%，其中惠东县西枝江流域农业用水占整个惠东县总用水量 81.4%。西枝江流域现状用水中，农业占63.3%，工业占12.6%，生活(含公共)占23.5%。

4.2.1.6.4 水资源开发利用程度

西枝江流域多年平均地表水资源量45.7亿 m^3，根据《惠州市水资源公报》《深圳市水资源公报》，西枝江流域2022年供水量5.47亿 m^3，本工程建设前地表水资源开发利用率为11.97%。

4.2.2 污染源现状调查

4.2.2.1 白盆珠水库库区

白盆珠水库集雨区范围有高潭镇、宝口镇、白盆珠镇等3个乡镇，白盆珠水库流域范围内目前无生产加工型企业和矿产企业、规模化畜禽养殖场和水产养殖，因此，白盆珠水库库区基本没有工业、规模化养殖、大型餐饮等点源污染和水产养殖内源污染。

（1）点源污染现状调查

白盆珠水库库区的点源污染源主要为城镇生活污染源，对白盆珠水库内污水处理设施进行调查。其中宝口镇和高潭镇镇区内分别设有一座日处理规模 $500m^3$ 的生活污水处理厂。工艺均采用“一体化氧化沟+深度处理”的组合工艺，设计出水标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准。

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅2021

年 6 月 11 日印发)中的《生活污染源产排污系数手册》，本地区城镇生活源水污染物产生系数 COD、氨氮、总氮、总磷分别为 285mg/L、28.3mg/L、39.4mg/L、4.1mg/L。宝口镇和高潭镇生活污水处理厂工艺均采用“一体化氧化沟+深度处理”的组合工艺，污染物排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准及《广东省水污染物排放限值标准》(DB44/26-2001)第二时段一级标准较严值，COD、氨氮、总氮、总磷排放浓度限值分别为 40mg/L、5mg/L、15mg/L、0.5mg/L。经计算，白盆珠水库库区城镇生活污水污染物 COD、氨氮、总氮、总磷入河量分别为 1.46t/a、0.18t/a、0.55t/a、0.02t/a，白盆珠水库库区城镇生活污水污染物产排情况详见表 4.2-15。

表4.2-15　盆珠水库库区城镇生活污水污染物产排情况表

行政区		宝口镇	高潭镇	合计
城镇生活污水排放量(万 t/a)		18.25	18.25	36.5
污染物产生量(t/a)	COD	5.20	5.20	10.40
	氨氮	0.52	0.52	1.03
	总氮	0.72	0.72	1.44
	总磷	0.07	0.07	0.15
污染物排放量(t/a)	COD	0.73	0.73	1.46
	氨氮	0.09	0.09	0.18
	总氮	0.27	0.27	0.55
	总磷	0.01	0.01	0.02

（2）面源污染现状调查

白盆珠库区流域面污染源主要有农村生活污水污染源、畜禽养殖污染源、农业种植污染源。

1）农村生活污水污染源

农村生活污水排放量根据农村常住人口和人均污水排放系数计算，生活污水污染物产生量按照农村常住人口与人均产污强度计算。白盆珠水库集雨区范围有高潭镇、宝口镇、白盆珠镇等乡镇，2022 年集雨范围内总人口约为 49163 人。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中的《生活污染源产排污系数手册》，广东省惠州市农村人均污水排放系数 78.79 升/人•天，污染物产污强度 COD、氨氮、总氮、总磷分别为 42.40

克/人·天、3.73 克/人·天、5.49 克/人·天、0.56 克/人·天，广东省农村生活污水污染物综合去除率 COD、氨氮、总氮、总磷分别为 64%、53%、46%、48%。根据惠州市生态环境局惠东分局对外公布的政务信息，惠东县农村污水治理率达 92.18%。白盆珠水库集雨范围内农村生活污水排放量为 141.38 万 t/a，COD、氨氮、总氮、总磷排放量分别约为 311.98t/a、34.23t/a、56.74t/a、5.60t/a

表4.2-16　白盆珠水库库区农村生活污水面源污染物产排情况一览表

农村人口(人)		49163			
农村生活污水排放量(万 t/a)		160.08			
污染物类型		COD	氨氮	总氮	总磷
污染物产生量	产污系数(g/人·d)	42.4	3.73	5.49	0.56
	产生量(t/a)	760.85	66.93	98.52	10.05
污染物排放量	治理率(%)	92.18	92.18	92.18	92.18
	综合去除率(%)	64	53	46	48
	排放量(t/a)	311.98	34.23	56.74	5.60

2）畜禽养殖污染源

根据《惠东县畜禽养殖污染防治规划（2023-2027 年）》，2022 年白盆珠水库集雨面积的畜禽养殖主要污染物产排情况详见表 4.2-17。

表4.2-17　2022 年白盆珠水库集雨面积畜禽养殖主要污染物产排情况

镇街	产污量(t/a)				排污量(t/a)			
	COD	总氮	氨氮	总磷	COD	总氮	氨氮	总磷
宝口镇	1590.06	47.64	2.45	12.48	111.32	4.94	0.25	0.6
高潭镇	928.14	28.01	1.71	7.48	66.02	2.96	0.18	0.37
白盆珠镇	498.15	14.64	0.68	3.82	34.64	1.515	0.07	0.18
合计	3016.35	90.29	4.84	23.78	211.98	9.42	0.50	1.15

注：白盆珠镇辖 1 个社区、12 个行政村，其中白盆珠水库集雨面积内含 6 个行政村，本次统计白盆珠水库集雨面积畜禽养殖以《惠东县畜禽养殖污染防治规划（2023-2027 年）》中白盆珠镇的一半数据计算。

3）农业种植污染源

根据惠东县白盆珠镇、宝口镇以及高潭镇的统计数据，2022 年惠东县白盆珠水库流域范围内的实际灌溉面积为 2763.31 公顷，其中粮食作物（稻谷、豆类、玉米等）1385.19hm^2，经济作物（甘蔗、油类作物等）281.98hm^2，其他作物（瓜

果、茶叶等）1096.14 公顷。按《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中《农业污染源产排污系数手册》种植业氮磷排放(流失)系数广东地区的系数核算，入河系数取 0.5。经计算，白盆珠水库流域农业种植污染源的氨氮、总氮、总磷入河量分别为 2.79t/a、23.09t/a、2.69t/a。

表4.2-18　白盆珠水库库区农业种植污染物产排量

农作物总播种面积(hm^2)		2763.31		
园地总面积(hm^2)		1096.14		
污染物类型		氨氮	总氮	总磷
农作物用地	农作播种过程排放(流失)系数（kg/hm^2）	1.465	11.554	1.619
	产生量(t/a)	4.05	31.93	4.47
	入河量(t/a)	2.02	15.96	2.24
园地	园地排放(流失)系数（kg/hm^2）	1.403	12.995	0.822
	产生量(t/a)	1.54	14.24	0.90
	入河量(t/a)	0.77	7.12	0.45
合计	产生量(t/a)	5.59	46.17	5.37
	入河量(t/a)	2.79	23.09	2.69

（3）内源污染现状调查

泥沙淤积在库内沉积了大量的氮、磷等污染物，是水体中潜在的内源性污染源，根据谢帮蜜等人的研究（*谢帮蜜,张建,赵鑫,孙滔滔,朱婷婷,彭盛华.水库污染来源解析方法研究——以南方某水库为例[J].环境保护前沿,2019,9(5):736-743.*），南方水库的底泥污染物氨氮、总氮、总磷的释放通量分别为 14.94$mg\cdot m^{-2}\cdot d^{-1}$、17.34$mg\cdot m^{-2}\cdot d^{-1}$、3.04$mg\cdot m^{-2}\cdot d^{-1}$。经计算白盆珠水库底泥污染物氨氮、总氮、总磷释放量分别为 218.12t/a、253.16t/a、44.38t/a。

表4.2-19　白盆珠水库底泥污染物释放量

水库面积(km^2)		40.00		
污染物类型		氨氮	总氮	总磷
底泥污染物释放	释放通量($mg\cdot m^{-2}\cdot d^{-1}$)	14.94	17.34	3.04
	污染物释放量(t/a)	218.12	253.16	44.38

4.2.2.2 白盆珠水库下游污染源现状调查

白盆珠水库下游西枝江流域集雨范围有惠东县（梁化镇、多祝镇、安墩镇、平山街道、九龙峰、大岭镇、白花镇及部分白盆珠镇）、惠阳区（新圩镇、平潭镇、良井镇、永湖镇、西区街道、秋长街道、沙田镇、淡水街道、三和街道）、惠城区（河南岸街道、桥西街道、水口街道、三栋镇、马安镇）。该区域内现有水环境污染源主要包括点源污染和面源污染两类。

（1）点源污染现状调查

1）工业企业污染源调查

根据惠州市生态环境局印发的《关于印发 2022 年惠州市重点排污单位名录的通知》（惠市环办〔2022〕40 号）、全国排污许可证管理信息平台查询的排污许可数据及 2022 年排污许可证执行报告（年报），白盆珠水库下游西枝江流域工业企业污染物 CODcr、氨氮、总氮排放量分别为 7847.33t/a、675.10t/a、2761.31t/a。

表4.2-20　白盆珠水库下游西枝江流域工业企业污染物排放情况

序号	县(区)	企业名称	镇街	污染物排放量(t/a)		
				CODcr	氨氮	总氮
1	惠城区	柏承电子（惠阳）有限公司	三栋镇	72	9	18
2		惠州市骏亚精密电路有限公司	三栋镇	10.56	1.32	2.64
3		惠州南旋毛织厂有限公司	水口街道	16.08	5.76	8.46
4		惠州市惠城区振雄五金电镀加工厂	三栋镇	0.288	0.036	0.072
5		惠州市三强线路有限公司	马安镇	19.2	2.4	4.8
6		惠州市深水金山污水处理有限公司	三栋镇	1387	173.375	520.125
7		惠州康达晟水务有限公司	马安镇	146	18.25	54.75
8		惠州市马安生活污水处理厂一期 10 万吨	马安镇	1460	182.5	547.5
9		胜华电子（惠阳）有限公司	马安镇	5.76	0.72	1.44
10		同健（惠阳）电子有限公司	水口街道	57.6	7.2	14.4
11		统将（惠阳）电子有限公司	水口街道	33.12	4.14	8.28
12		连盟电子(惠阳)有限公司	水口街道	1.44	0.18	0.36
13		俊杰电子（惠州）有限公司	水口街道	2.88	0.36	0.72
14		惠州市雅信达电路科技有限公司	水口街道	1.44	0.18	0.36
15		惠州世一软式线路板有限公司	水口街道	1.848	0.231	0.462

序号	县(区)	企业名称	镇街	污染物排放量(t/a)		
				CODcr	氨氮	总氮
16		惠州奔达电子有限公司	水口街道	2.4	0.3	0.3
17		惠州水务集团碧源环境科技有限公司	三栋镇	1460	73	547.5
18		惠州市梅纺工业区生产废水集中处理站	江北街道	70.08	8.76	13.14
19		广东通元精密电路有限公司	水口街道	48	6	12
20		惠州市日钰金属表面处理有限公司	水口街道	1.152	0.144	0.288
21	惠阳区	伯恩高新科技（惠州）有限公司永湖分厂	永湖镇	46.5075	1.8878	25.74216
22		伯恩光学（惠州）有限公司	秋长街道	186.962	20.774	72.709
23		弘泰（惠州）金属表面处理有限公司	新圩镇	5.9172	1.109475	1.4793
24		惠阳科惠工业科技有限公司	三和街道	53.952	2.698	20.232
25		惠阳区新圩华生五金电镀厂	新圩镇	0.68	0.1275	0.17
26		惠阳区新圩庆邦雨伞五金电镀厂	新圩镇	3.6	0.675	0.9
27		惠阳区新圩鑫隆五金制品加工厂	新圩镇	0.471	0.07636	0.1413
28		惠阳伊华时尚首饰有限公司	新圩镇	0.96	0.12	0.24
29		惠州健鸿电镀有限公司	新圩镇	2.4	0.45	0.6
30		惠州市长和五金电子有限公司	新圩镇	1.44	0.27	0.36
31		惠州市东方地毯生产有限公司	秋长街道	1.7508	0.23344	0.4377
32		惠州市弘国五金制品有限公司	新圩镇	0.416	0.078	0.104
33		惠州市惠阳区坑塘电镀厂	新圩镇	0.3936	0.062976	0.11808
34		惠州市惠阳区新圩联丰电镀厂有限公司	新圩镇	1.36	0.255	0.34
35		惠州市惠阳区新圩南坑昌华电镀有限公司	新圩镇	0.672	0.126	0.168
36		惠州市翔达五金电镀有限公司	新圩镇	0.64	0.12	0.16
37		惠州市源辉五金电镀有限公司	新圩镇	0.231	0.03696	0.0693
38		惠州市智恒五金电镀有限公司	淡水街道	0.48	0.09	0.12
39		汇通电子科技（惠州）有限公司	新圩镇	2.784	0.348	0.696
40		龙景织带（惠州）有限公司	新圩镇	0.18	0.024	
41		山河饰品（惠州）有限公司	新圩镇	3.3352	0.62535	0.8338

序号	县(区)	企业名称	镇街	污染物排放量(t/a)		
				CODcr	氨氮	总氮
42		胜宏科技(惠州)股份有限公司	淡水街道	183.97	9.01	39.27
43		伯恩高新科技（惠州）有限公司	三和街道	67.91	3.262	25.139
44		惠州建富科技电子有限公司	沙田镇	3.36	0.42	0.84
45		伯恩精密（惠州）有限公司	淡水街道	134.647	6.036	54.775
46		惠州市惠阳金玉东方实业发展有限公司	新圩镇	18.648	2.4864	6.216
47		惠阳区新圩锦昌洗水厂	新圩镇	6.3	0.84	1.575
48		西华休闲用品（惠阳）有限公司	新圩镇	0.325	0.052	0.0975
49		惠阳区新圩长布鸿益织带厂	新圩镇	0.09	0.012	0.0225
50		惠州市惠阳区新圩建长鞋材制品厂	新圩镇	0.09	0.012	0.0225
51		惠州市和成欣业洗衣有限公司	新圩镇	0.63	0.084	0.1575
52		采色五金（惠州）有限公司	新圩镇	0.96	0.12	0.24
53		慧联（惠阳）织造厂有限公司	沙田镇	2.7	0.36	0.675
54		惠阳区新圩新华昌五金制品厂	新圩镇	0.18	0.024	0.045
55		惠州市长润沃达水质净化有限公司	秋长街道	2190	109.5	730
56	惠东县	惠东县东进保鲜肉类有限公司	白花镇	7.036994	1.407399	9.25925
57		惠东县合鑫五金制品有限公司	平山镇	0.12	0.0225	0.03
58		惠东县鸿运昇染厂	白花镇	7.616	0.936	1.428
59		惠东县建良兴染织厂	平山镇	14.416	1.802	2.703
60		惠东县建祥电子科技有限公司	白花镇	14.4	1.8	3.6
61		惠东县景钧五金制品厂	白花镇	0.54	0.0675	0.135
62		惠东县西拓食品有限公司	平山街道	60.82	10.14	
63		惠东县永恒电镀厂	平山街道	0.3	0.05625	0.075
64		惠东县中鑫科技电路有限公司	白花镇	5.152	0.644	
65		惠州亮信五金制品有限公司	白花镇	1.056	0.198	0.264
66		惠州瑞安实业有限公司	白花镇	2.0824	0.2603	0.5206
67		惠州市特创电子科技股份有限公司	白花镇	12	1.5	3
合计				**7847.33**	**675.10**	**2761.31**

2）城镇生活污染源调查

根据《惠州市统计年鉴 2023》，2022 年白盆珠水库下游西枝江流域集雨范围

城镇人口约为 253.25 万人，城镇居民生活用水量按 150L/人·d 计，排污系数取 0.8，经计算，白盆珠水库下游城镇生活污水排放量为 1839.27 万 t/a。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中的《生活污染源产排污系数手册》，本地区城镇生活源水污染物产生系数 COD、氨氮、总氮、总磷分别为 285mg/L、28.3mg/L、39.4mg/L、4.1mg/L。污染物排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准及《广东省水污染物排放限值标准》(DB44/26-2001)第二时段一级标准较严值，COD、氨氮、总氮、总磷排放浓度限值分别为 40mg/L、5mg/L、15mg/L、0.5mg/L。经计算，白盆珠水库库区城镇生活污水污染物 COD、氨氮、总氮、总磷入河量分别为 443.69t/a、55.46t/a、166.39t/a、5.55t/a，白盆珠水库下游城镇生活污水污染物产排情况详见表 4.2-21。

表4.2-21　白盆珠水库下游城镇生活污水污染物产排情况

行政区		惠东县	惠阳区	惠城区	合计
城镇人口(万人)		42.6	79.59	131.06	253.25
城镇生活污水排放量(万 t/a)		1865.88	3486.042	5740.428	11092.35
污染物产生量(t/a)	COD	531.78	993.52	1636.02	3161.32
	氨氮	52.80	98.65	162.45	313.91
	总氮	73.52	137.35	226.17	437.04
	总磷	7.65	14.29	23.54	45.48
污染物排放量(t/a)	COD	74.64	139.44	229.62	443.69
	氨氮	9.33	17.43	28.70	55.46
	总氮	27.99	52.29	86.11	166.39
	总磷	0.93	1.74	2.87	5.55

（2）面源污染现状调查

白盆珠水库下游西枝江流域面污染源主要有农村生活污水污染源、畜禽养殖污染源、水产养殖污染、农业种植污染源。

1）农村生活污水污染源

根据《惠州市统计年鉴 2023》，2022 年白盆珠水库下游西枝江流域集雨范围城镇人口约为 91.14 万人。惠东县、惠阳区、惠城区农村污水治理率分别为 92.18%、97.2%、100%。白盆珠水库集雨范围内农村生活污水排放量为 160.08 万 t/a，COD、

氨氮、总氮、总磷排放量分别约为 5879.22t/a、660.62t/a、1106.66t/a、108.97t/a。

表4.2-22　白盆珠水库下游农村生活污水面源污染物产排情况一览表

行政区	农村人口(人)	农村生活污水排放量(万 t/a)	污染物类型	污染物产生量		污染物排放量		
				产污系数(g/人·d)	产生量(t/a)	治理率(%)	综合去除率(%)	排放量(t/a)
惠东县	492574	1416.56	COD	42.4	7623.08	92.18	64	3125.83
			氨氮	3.73	670.61	92.18	53	342.98
			总氮	5.49	987.04	92.18	46	568.51
			总磷	0.56	100.68	92.18	48	56.13
惠阳区	168500	484.58	COD	42.4	2607.71	97.2	64	985.50
			氨氮	3.73	229.40	97.2	53	111.22
			总氮	5.49	337.65	97.2	46	186.68
			总磷	0.56	34.44	97.2	48	18.37
惠城区	250400	720.11	COD	42.4	3875.19	100	64	1395.07
			氨氮	3.73	340.91	100	53	160.23
			总氮	5.49	501.76	100	46	270.95
			总磷	0.56	51.18	100	48	26.61
合计	911474	2621.25	COD		11167.00			6669.75
			氨氮		1351.62			1351.62
			总氮		1989.38			1989.38
			总磷		202.92			202.92

2）畜禽养殖污染源

根据《惠州市统计年鉴 2023》，2022 年惠阳区饲养牛存栏约为 1974 头，饲养羊存栏约为 2007 头，饲养猪存栏约为 6890 头，饲养鸡存栏约为 325219 只，饲养鸭存栏约为 325219 只，饲养鹅存栏约为 37390 万只。牛、羊、鸡等种类畜禽以广东省《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB44/613-2024）中规定的生猪当量比值进行折算后再进行基准排水量的换算，2022 年惠阳区合计生猪当量 36183 头，每百头猪当量的基准排水量为 1.2m^3/d，则 2022 年惠阳区总基准排水量为 1584.82 万 m^3/a。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中的《农业源产排污核算系数手册》广东省的产排污系数，进行统计计算惠阳区的畜禽养殖污染源。惠东县、惠城区的畜禽养

殖污染源分别根据《惠东县畜禽养殖污染防治规划（2023-2027 年）》《惠城区畜禽养殖污染防治规划(2024-2030 年)》进行统计。2022 年白盆珠水库下游的畜禽养殖主要污染物产排情况详见表 4.2-23。

表4.2-23　2022 年白盆珠水库下游惠东县畜禽养殖主要污染物产排情况

行政区	产污量(t/a)				排污量(t/a)			
	COD	总氮	氨氮	总磷	COD	总氮	氨氮	总磷
惠东县	42229.32	1990.57	258.23	518.43	4432.25	258.95	39.52	55.56
惠阳区	468.48	31.18	5.47	8.22	230.18	16.05	3.10	3.72
惠城区	6179.84	307.86	33.81	86.45	742.69	44.55	6.15	11.09
合计	48877.63	2329.61	297.51	613.10	5405.12	319.55	48.76	70.37
注：惠城区规模养殖场共有 45 家，其中位于白盆珠水库下游西枝江流域范围的共有 9 家，惠城区的污染物统计数据按《惠城区畜禽养殖污染防治规划(2024-2030 年)》中的 9/45 计。								

3）水产养殖污染源

水产养殖业水污染物(化学需氧量、氨氮、总氮、总磷)排放量采用产排污系数法核算。根据《惠州市统计年鉴 2023》，2022 年惠东县、惠阳区及惠城区白盆珠水库下游西枝江流域的淡水水产品总产量分别约为 13003t、6993t、5132.6t。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中《农业污染源产排污系数手册》广东省水产养殖业排污系数进行计算。经计算入河系数取 0.5，白盆珠水库下游西枝江流域的水产养殖污染源 COD、氨氮、总氮、总磷入河量分别约为 169.22t/a、5.80t/a、33.79t/a、6.56t/a。

表4.2-24　白盆珠水库下游西枝江流域水产养殖污水污染物入河量

行政区	污染物入河量(t/a)			
	COD	总氮	氨氮	总磷
惠东县	87.56	3.00	17.48	3.39
惠阳区	34.56	1.19	6.90	1.34
惠城区	47.09	1.62	9.40	1.83
合计	169.22	5.80	33.79	6.56

4）农业种植污染源

根据《惠州市统计年鉴 2023》，2022 年白盆珠水库下游西枝江流域范围内的实际灌溉面积为 219501.96hm^2，其中农作物总播种面积 112143.18hm^2，园地 29622.27hm^2。按《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(生态环境部办

公厅 2021 年 6 月 11 日印发)中《农业污染源产排污系数手册》种植业氮磷排放(流失)系数广东地区的系数核算，入河系数取 0.5。经计算，白盆珠水库下游西枝江流域农业种植污染源的氨氮、总氮、总磷入河量分别为 159.87t/a、1289.41t/a、165.88t/a。

表4.2-25　盆珠水库下游西枝江流域农业种植污染源

行政区	农作物总播种面积(hm^2)	园地总面积(hm^2)	污染物产物量(t/a)			污染物入河量(t/a)		
			氨氮	总氮	总磷	氨氮	总氮	总磷
惠东县	112143.18	16948.07	188.07	1515.94	195.49	94.03	757.97	97.75
惠阳区	33601.39	9380.42	62.39	510.13	62.11	31.19	255.06	31.06
惠城区	44135.12	3293.78	69.28	552.74	74.16	34.64	276.37	37.08
合计	189879.69	29622.27	319.73	2578.81	331.76	159.87	1289.41	165.88

4.2.2.3 水污染防治设施现状

工程水源及下游区已建城镇污水处理设施 35 座，现在污水处理能力为 90.4 万 t/d，工程水源及下游区城镇污水处理设施建设情况见表 4.2-26。

表4.2-26　工程水源及下游区城镇污水处理设施建设情况

序号	区县	污水处理厂名称	所在乡镇(街道)	污水处理主体工艺	设计处理能力(万 t/d)
1	惠城区	金山污水处理厂	三栋	AAO	10
2		金山污水处理厂二期	三栋	AAO	10
3		马安污水处理厂	马安镇	A^2O+精密过滤器	1
4		马安污水处理厂一期	马安镇	A^2O+磁混凝	10
5	惠阳区	惠阳城区第四净水厂（淡水污水处理厂一期）	新圩镇	奥贝尔氧化沟	8
6		惠阳城区第一净水厂（惠阳城区第一污水处理厂一期）	淡水	倒置 A2O	3
7		惠阳城区第一净水厂（惠阳城区第一污水处理厂一期扩建工程）	淡水	倒置 A2O	4
8		惠阳城区第二净水厂（惠阳城区第二污水处理厂一期)	秋长	微曝氧化沟	2
9		惠阳城区第二净水厂（惠阳城区第二污水处理厂二期)	秋长	微曝氧化沟	4
10		惠阳城区第二净水厂（惠阳城区第二污水处理厂三期)	秋长	微曝氧化沟	7

序号	区县	污水处理厂名称	所在乡镇(街道)	污水处理主体工艺	设计处理能力(万 t/d)
11		惠阳三和净水厂（经济开发区污水处理厂）	三和	生物滤池	2
12		新圩镇长布净水厂（新圩长布污水处理厂）	新圩镇	曝气生物滤池	1
13		新圩镇长布净水厂(新圩长布污水处理厂扩建工程)	新圩镇	曝气生物滤池	1
14		永湖镇净水厂(永湖镇污水处理厂)	永湖镇	微曝氧化沟	0.2
15		沙田镇净水厂(沙田镇污水处理厂)	沙田镇	微曝氧化沟	1
16		沙田污水处理厂扩建工程	沙田镇	微曝氧化沟	1
17		良井镇净水厂(良井镇污水处理厂)	良井镇	A2O	0.1
18		镇隆镇第一净水厂(镇隆镇污水处理厂)	镇隆镇	微曝氧化沟	1
19		镇隆污水处理厂扩建工程	镇隆镇	微曝氧化沟	2
20		平潭镇净水厂(平潭镇污水处理厂)	平潭镇	改良型克鲁塞尔氧化沟	1
21		新圩镇丁山河净水厂(丁山河人工湿地)	新圩镇	改良 A2O 工艺+人工湿地	4
22		新圩镇黄沙河净水厂（黄沙河人工湿地）	新圩镇	预处理+人工湿地+稳定塘	1
23		新圩镇屯梓河净水厂（屯梓河人工湿地）	新圩镇	改良 A2O 工艺+人工湿地	2
24	惠东县	惠东县平山污水处理厂一期	平山镇	CASS 工艺+D 型滤池	4
25		惠东县平山污水处理厂（二期）	平山镇	CASS 工艺+D 型滤池	2
26		惠东大岭污水处理厂	大岭镇	CASS 工艺	2
27		大岭（产业转移工业园）污水厂二期	大岭镇	AAO	2
28		大岭洪湖污水处理设施	大岭镇	A2O+人工湿地	0.7
29		多祝污水处理设施	多祝镇	生态沟渠+水生植物塘+复合人工湿地	0.5
30		白花污水处理厂	白花镇	AAO	2
31		梁化镇生活污水处理厂	梁化镇	湿地	0.5
32		安墩镇污水处理设施	安墩镇	一体化	0.1
33		高潭镇污水处理设施	高潭镇	一体化	0.05
34		宝口镇污水处理设施	宝口镇	一体化	0.05

序号	区县	污水处理厂名称	所在乡镇(街道)	污水处理主体工艺	设计处理能力(万 t/d)
35		白盆珠生活污水处理厂	白盆珠镇	厌氧池+人工湿地	0.2
合计					**90.4**

4.2.3 地表水环境现状

本次水环境现状调查与评价采用资料收集和补充监测相结合的方式进行，以常规监测资料收集为主，补充监测为辅。

4.2.3.1 常规监测地表水环境质量现状分析

1、常规考核断面地表水环境质量现状分析

（1）常规考核断面

本次收集到 3 个国考断面、2 个市考断面、6 个河长制断面共 11 个常规考核断面近 3 年的水质监测资料进行水质现状分析。

表4.2-27　水源及下游区常规水质监测断面情况一览表

序号	河段名称	断面名称	水质目标	性质	监测项目与监测频次	与本工程位置关系
1	白盆珠水库	甘园	II类	国考	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002）表 1、叶绿素 a、透明度、悬浮物共 27 项，每月 1 次	拟建取水口上游约 2km
2	西枝江	白盆珠水库坝下	III类	河长制	溶解氧、氨氮、总磷共 3 项，每月 1 次	拟建取水口下游约 9.5km
3	西枝江	惠东城上	III类	河长制		拟建取水口下游约 53km
4	西枝江	惠东城下	III类	河长制		拟建取水口下游约 61km
5	西枝江	新圩村	III类	市考	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002）表 1 共 24 项，每月 1 次	拟建取水口下游约 71km
6	西枝江	马安大桥下	III类	国考		拟建取水口下游约 80km
7	西枝江	西枝江水厂	III类	市考		拟建取水口下游约 52km
8	安墩河	安墩河出口	II类	河长制	溶解氧、氨氮、总磷共 3 项，每月 1 次	安墩河汇入西枝江前 0.5km
9	楼下河	楼下河入西枝江口	IV类	河长制		楼下河汇入西枝江前 2km

序号	河段名称	断面名称	水质目标	性质	监测项目与监测频次	与本工程位置关系
10	梁化河	梁化河广惠高速路桥下	III类	河长制		梁化河汇入西枝江前 2km
11	淡水河	紫溪	IV类	国考	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002）表 1 共 24 项，每月 1 次	淡水河汇入西枝江前 1.5km

（2）监测结果及评价

1）白盆珠水库

白盆珠水库内甘园国考断面现状水质状况见表 4.2-28，2022 年至 2024 年甘园国考断面水质总体保持优良，均达到或优于II类水质标准，水质达标率 100%；从年度变化规律来看，3 年间均呈现上半年水质更优（以I类为主）、下半年水质略有回落（转为II类）的特征，但即便下半年水质微调，仍完全满足水质目标要求，未出现不达标情况。

表4.2-28　2022 年~2024 年白盆珠水库内甘园国考断面水质状况

水质目标	2024 年			2023 年			2022 年		
	月	水质类别	是否达标	月	水质类别	是否达标	月	水质类别	是否达标
II	1	I	达标	1	I	达标	1	I	达标
II	2	I	达标	2	I	达标	2	/	达标
II	3	I	达标	3	I	达标	3	I	达标
II	4	I	达标	4	I	达标	4	I	达标
II	5	I	达标	5	I	达标	5	I	达标
II	6	I	达标	6	I	达标	6	I	达标
II	7	II	达标	7	I	达标	7	II	达标
II	8	II	达标	8	II	达标	8	II	达标
II	9	II	达标	9	II	达标	9	II	达标
II	10	II	达标	10	II	达标	10	II	达标
II	11	II	达标	11	I	达标	11	II	达标
II	12	II	达标	12	I	达标	12	II	达标

注：“/”表示未收集到数据，下同。

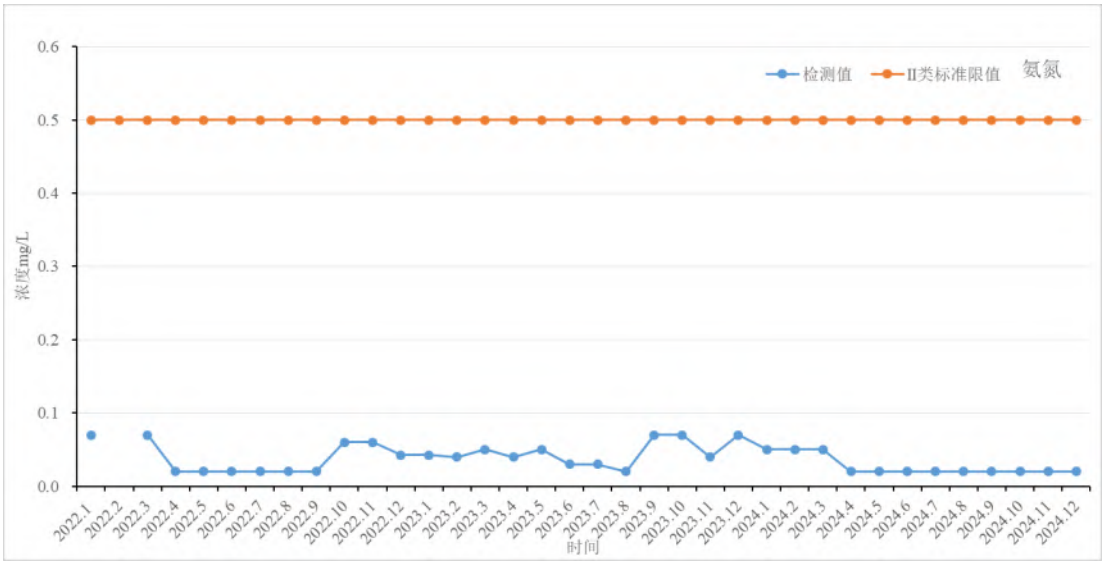


图4.2-3　常规水质白盆珠水库甘园断面 2022-2024 年逐月氨氮浓度变化趋势

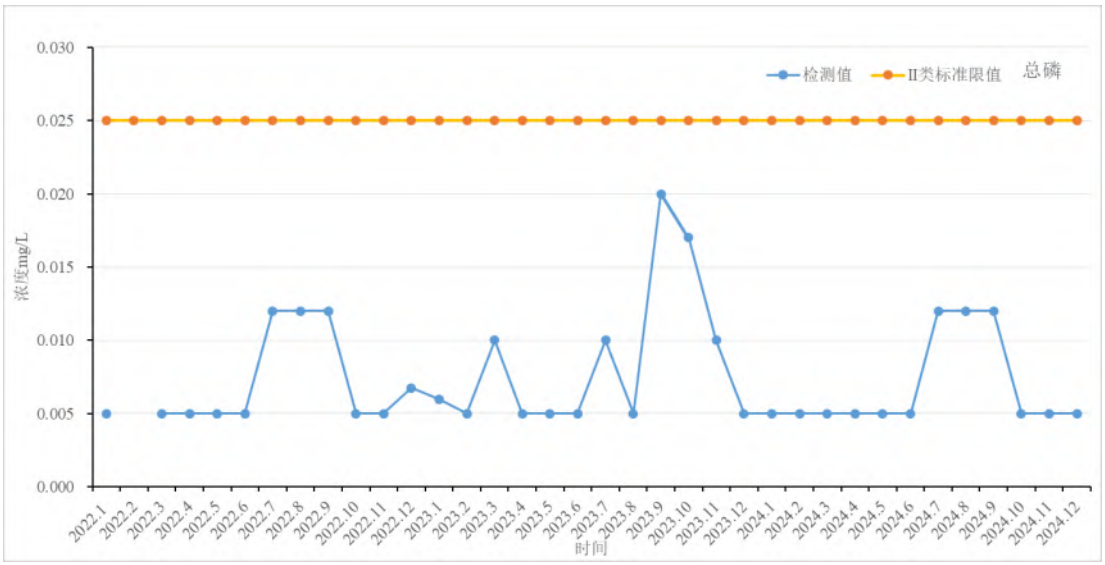


图4.2-4　常规水质白盆珠水库甘园断面 2022-2024 年逐月总磷浓度变化趋势

2）白盆珠水库坝下西枝江干流

根据惠州市生态环境局提供西枝江干流白盆珠水库坝下、惠东城上、惠东城下、新圩村、马安大桥下、西枝江水厂等断面的 2022 年~2024 年的逐月水质监测资料，进行水质评价，白盆珠水库坝下西枝江干流断面现状水质状况见表 4.2-29。

2022 年~2024 年白盆珠水库坝下断面逐月水质为 I~II类，满足III类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年惠东城上、惠东城下断面逐月水质均为II类，满足III类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年西枝江水厂断面逐月水质类别为类II类~IV 类，断面个别月份超标为 IV 类水质，超标指标主要为溶解氧

或总磷。

西枝江干流河段各监测断面的水质状况在不同年份与月份间虽存在一定波动，但整体上维持了相对稳定的态势。具体而言，中上游区域如白盆珠水库坝下、惠东城上等断面，水质长期稳定在 II 类以上，显示出良好的水环境质量；而下游段，尤其是马安大桥下断面，水质则不能稳定达标，其中超过III类标准的月份主要集中在每年 7~10 月的汛期，可能是由于汛期面源受降雨径流冲刷进入河道导致。西枝江干流的主要超标因子为溶解氧、氨氮和总磷等指标的超标，很可能与河流两岸密集的生活生产活动有关，存在农业、生活、工业等污染源，这些污染源导致水质中有机物含量相对较高，进而引发溶解氧含量偏低的问题。

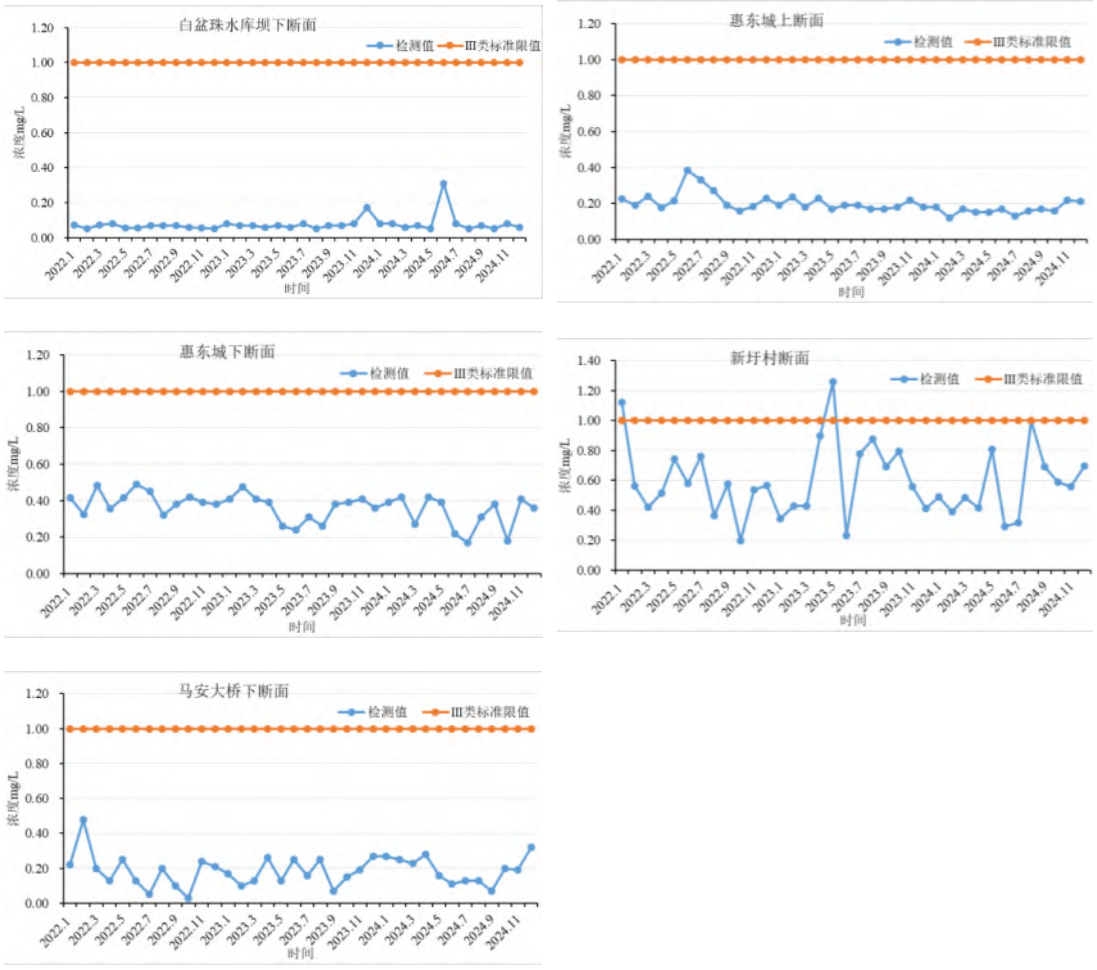


图4.2-5　常规水质西枝江干流主要断面 2022-2024 年逐月氨氮浓度变化趋势

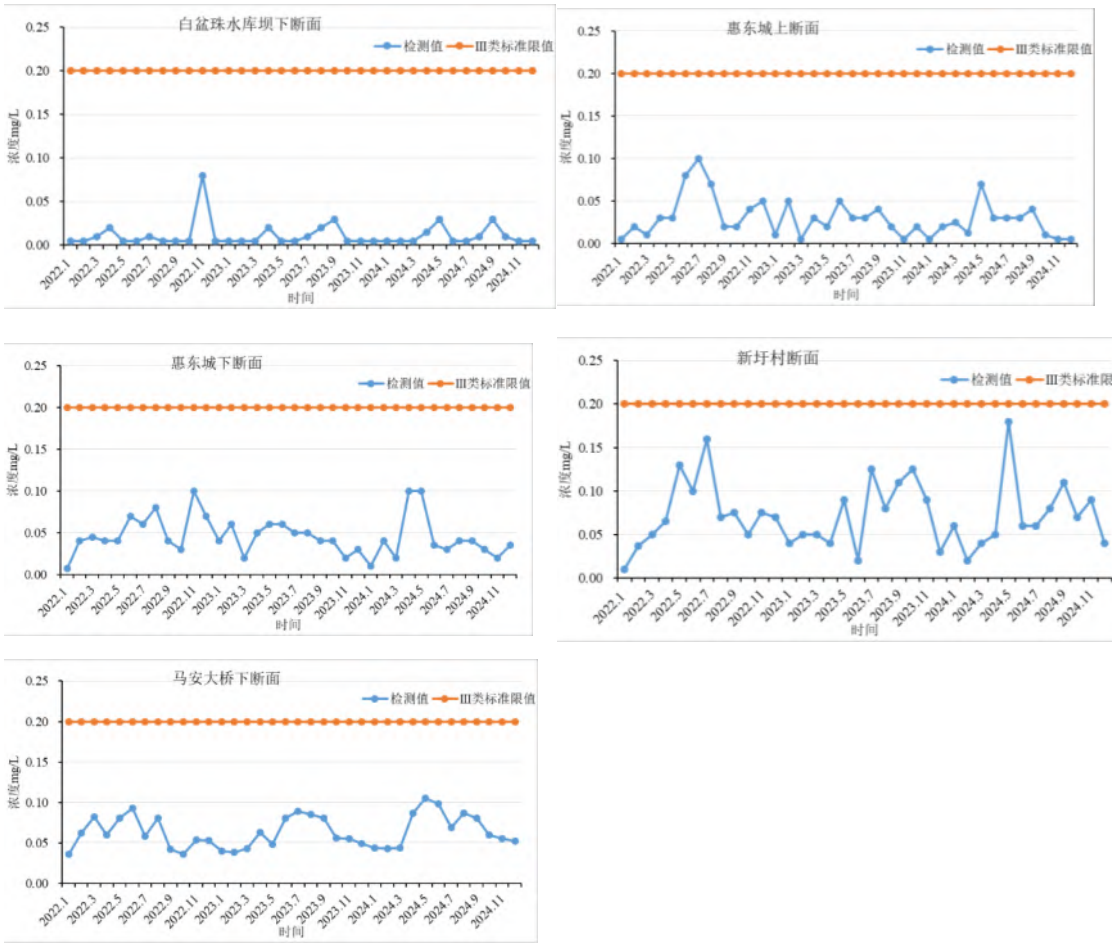


图4.2-6　常规水质西枝江干流主要断面 2022-2024 年逐月总磷浓度变化趋势

3）西枝江支流

根据惠州市生态环境局提供西枝江支流安墩河出口、楼下河入西枝江口、梁化河广惠高速路桥下、紫溪等 4 个断面的 2022 年~2024 年的逐月水质监测资料，进行水质评价，白盆珠水库坝下西枝江支流断面现状水质状况见表 4.2-30。

2022 年~2024 年安墩河出口断面逐月水质为 I~II类，满足II类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年楼下河入西枝江断面逐月水质类别为III类~V类，IV 类水质达标率为 97.22%，超标指标主要为溶解氧；2022 年~2024 年新圩村、梁化河广惠高速路桥下断面逐月水质类别为类II类~IV 类，各断面个别月份超标为 IV 类水质，超标指标主要为溶解氧或总磷；2022 年~2024 年西枝江支流淡水河紫溪断面逐月水质类别为II类~V 类，IV 类水质达标率为 88.89%，超标指标主要为溶解氧。

由此可见，白盆珠水库坝下的西枝江支流中，仅安墩河出口断面水质表现良好，长期稳定在 II 类及以上标准；而其余 3 条支流水质波动较大，难以持续达

标。尽管近年来淡水河水质有所改善，但仍存在超 IV 类标准的情况。西枝江支流周边农业、生活、工业等活动密集，面源污染问题突出，化肥、农药的流失以及部分区域污水管网不完善，生活污水未经收集处理排入河流，导致水体中总磷、氨氮等关键指标频繁超标。

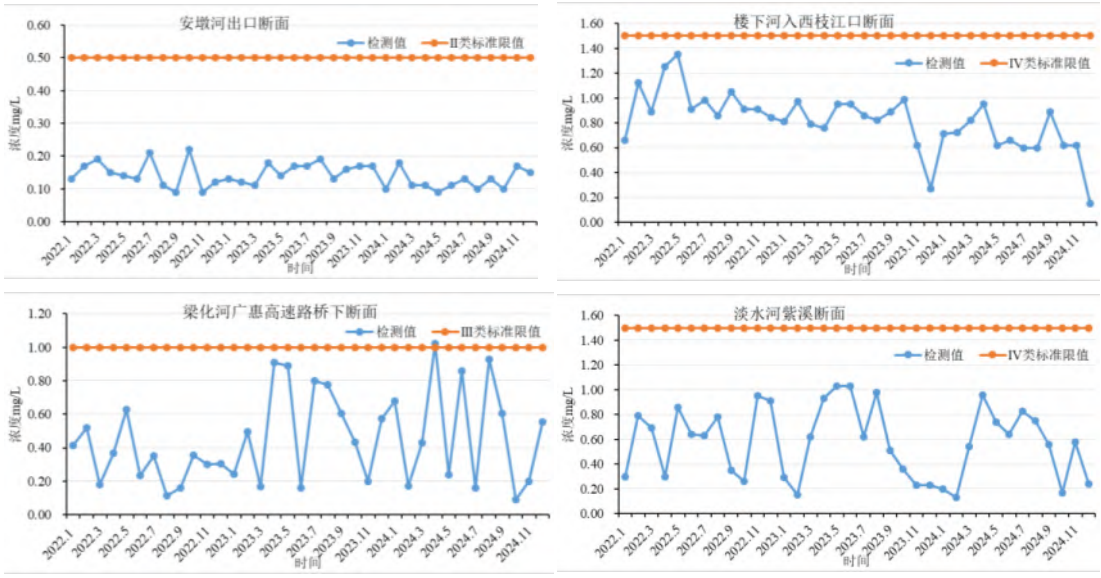


图4.2-7　常规水质西枝江主要支流断面 2022-2024 年逐月氨氮浓度变化趋势

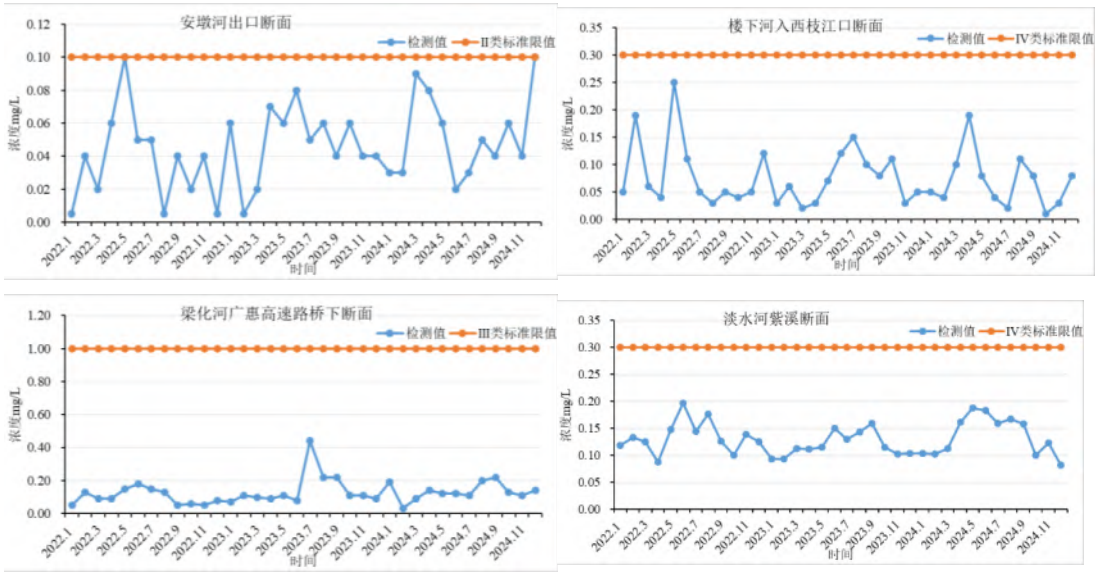


图4.2-8　常规水质西枝江主要支流断面 2022-2024 年逐月总磷浓度变化趋势

表4.2-29　2022 年~2024 年西枝江干流河段主要监测断面的水质状况

监测时间		白盆珠水库坝下		惠东城上		惠东城下		新圩村		马安大桥下		西枝江水厂	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
2022	1	I	III	II	III	II	III	IV(氨氮超标 0.12 倍）	III	II	III	III	III
	2	I	III	II	III	II	III	III	III	II	III	II	III
	3	I	III	II	III	II	III	III	III	III	III	IV(氨氮超标 0.12 倍)	III
	4	I	III	II	III	II	III	III	III	II	III	III	III
	5	I	III	II	III	II	III	III	III	III	III	III	III
	6	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	IV(总磷超标 0.15 倍)	III
	7	II	III	II	III	II	III	IV(溶解氧超标）	III	II	III	IV(溶解氧超标)	III
	8	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III
	9	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III
	10	II	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III	III	III
	11	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	IV(氨氮超标 0.19 倍)	III
	12	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III
2023	1	I	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III
	2	I	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III
	3	I	III	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III
	4	I	III	II	III	II	III	III	III	II	III	II	III
	5	I	III	II	III	II	III	IV(氨氮超标 0.26 倍)	III	II	III	II	III
	6	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	II	III
	7	I	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III	II	III
	8	I	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III	II	III
	9	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	II	III
	10	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	III	III
	11	I	III	II	III	II	III	III	III	III	III	II	III
	12	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III
2024	1	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III
	2	I	III	I	III	II	III	II	III	II	III	III	III
	3	I	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III
	4	I	III	I	III	II	III	III	III	II	III	III	III

监测时间		白盆珠水库坝下		惠东城上		惠东城下		新圩村		马安大桥下		西枝江水厂	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
	5	II	III	II	III	II	III	III	III	II	III	III	III
	6	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III
	7	II	III	II	III	II	III	II	III	III	III	II	III
	8	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	III	III
	9	II	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III	II	III
	10	II	III	II	III	II	III	III	III	III	III	III	III
	11	I	III	II	III	II	III	III	III	IV(溶解氧超标)	III	II	III
	12	II	III	II	III	II	III	III	III	II	III	III	III

表4.2-30　2022 年~2024 年西枝江支流主要监测断面的水质状况

监测时间		安墩河出口		楼下河入西枝江口		梁化河广惠高速路桥下		紫溪	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
2022	1	I	II	III	IV	III	III	III	IV
	2	II	II	IV	IV	III	III	III	IV
	3	II	II	III	IV	III	III	III	IV
	4	II	II	IV	IV	III	III	IV	IV
	5	II	II	IV	IV	III	III	III	IV
	6	II	II	V(溶解氧超标）	IV	III	III	IV	IV
	7	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	8	I	II	III	IV	III	III	V(溶解氧超标)	IV
	9	II	II	IV	IV	III	III	III	IV
	10	II	II	III	IV	III	III	II	IV
	11	II	II	III	IV	II	III	IV	IV
	12	II	II	III	IV	III	III	III	IV
2023	1	II	II	III	IV	III	III	II	IV
	2	I	II	III	IV	III	III	II	IV
	3	I	II	III	IV	III	III	III	IV
	4	II	II	III	IV	III	III	III	IV
	5	II	II	III	IV	IV(溶解氧超标）	III	IV	IV

监测时间		安墩河出口		楼下河入西枝江口		梁化河广惠高速路桥下		紫溪	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
	6	II	II	III	IV	II	III	V(溶解氧、氨氮超标)	IV
	7	II	II	III	IV	劣 V(总磷超标 1.2 倍）	III	IV	IV
	8	II	II	III	IV	IV(总磷超标 0.1 倍）	III	IV	IV
	9	II	II	III	IV	IV(总磷超标 0.1 倍）	III	IV	IV
	10	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	11	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	12	II	II	III	IV	III	III	III	IV
2024	1	II	II	III	IV	III	III	III	IV
	2	II	II	III	IV	III	III	V(五日生化需氧量超标)	IV
	3	II	II	III	IV	II	III	III	IV
	4	II	II	III	IV	IV(溶解氧超标 0.02 倍）	III	III	IV
	5	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	6	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	7	II	II	III	IV	III	III	V(五日生化需氧量超标)	IV
	8	II	II	III	IV	III	III	IV	IV
	9	II	II	III	IV	IV(总磷超标 0.1 倍）	III	IV	IV
	10	II	II	III	IV	III	III	II	IV
	11	II	II	III	IV	III	III	III	IV
	12	II	II	III	IV	III	III	III	IV

2、生活饮用水水源地水质分析

（1）水源地常规监测断面

本次收集到 1 个县级水源地、4 个乡镇水源地断面近 3 年的水质监测资料进行水质现状分析。

表4.2-31　水源及下游区水源地常规监测断面设置情况表

序号	河段名称	断面名称	级别	水质目标	监测项目与监测频次
1	西枝江	大岭水厂	县级	II类	①《地表水环境质量标准》(GB3838-2002）表 1 的基本项目 24 项、表 2 的补充项目 5 项、悬浮物、电导率、镍共 32 项，每季度 2 次。 ②《地表水环境质量标准》(GB3838-2002）表 1 的基本项目 24 项、表 2 的补充项目 5 项和表 3 的优选特定项目 33 项以及悬浮物、电导率，共 64 项，每季度 1 次。
2	西枝江	良井老鸦山	乡镇	II类	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 的基本项目 24 项、表 2 的补充项目 5 项，每季度 1 次
3	西枝江	平潭川龙村	乡镇	II类	
4	西枝江	马安	乡镇	II类	
5	鸡心石水库	鸡心石水库坝址	乡镇	II类	

（2）监测结果及评价

根据惠州市生态环境局提供大岭水厂、良井老鸦山、平潭川龙村、马安、鸡心石水库坝址等 5 个断面的 2022 年~2024 年的逐月水质监测资料，进行水质评价，白盆珠水库坝下西枝江支流断面现状水质状况见表 4.2-32。

2022 年~2024 年大岭水厂、良井老鸦山、平潭川龙村、马安断面逐月水质为II类，满足II类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年主要月份鸡心石水库库中心断面的水质类别为II类~III类，II类水质达标率为 27.27%，超标指标主要为溶解氧、总氮、总磷、五日生化需氧量。

表4.2-32　2022 年~2024 年水源及下游区水源地的水质状况

监测时间		大岭水厂		良井老鸦山		平潭川龙村		马安		鸡心石水库	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
2022	1	II	II	II	II	II	II	II	II	III（氨氮超标 0.16 倍、总氮超标 0.9 倍）	II
	2	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	3	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	4	II	II	II	II	II	II	II	II	III（五日生化需氧量超标 0.27 倍、总氮超标 0.7 倍）	II
	5	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	6	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	7	II	II	II	II	II	II	II	II	III（溶解氧超标 0.12 倍、五日生化需氧量超标 0.17 倍、总磷超标 0.54 倍、总氮超标 0.3 倍）	II
	8	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	9	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	10	II	II	II	II	II	II	II	II	III（溶解氧超标 0.07 倍、五日生化需氧量超标 0.03 倍、总磷超标 0.66 倍、总氮超标 0.04 倍）	II
	11	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	12	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
2023	1	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II

监测时间		大岭水厂		良井老鸦山		平潭川龙村		马安		鸡心石水库	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
	2	/	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	3	II	II	II	II	II	II	II	II	III（总磷超标 0.68 倍、总氮超标 0.04 倍）	II
	4	II	II	II	II	II	II	II	II	III（总磷超标 0.2 倍）	II
	5	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	6	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	7	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	8	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	9	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	10	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	11	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	12	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
2024	1	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	2	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	3	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	4	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	5	II	II	II	II	II	II	II	II	III（总氮超标 0.3 倍）	II
	6	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	7	II	II	II	II	II	II	II	II	III（总氮超标 0.4 倍）	II

监测时间		大岭水厂		良井老鸦山		平潭川龙村		马安		鸡心石水库	
年	月	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
	8	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	9	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	10	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II
	11	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
	12	II	II	/	II	/	II	/	II	/	II

4.2.3.2 地表水质现状补充监测

为进一步了解工程水源及下游区的水环境质量现状，评价单位委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程水源及下游区进行了丰水期、枯水期两期的水环境质量现状监测，监测时间为 2023 年 2 月 20 日~22 日、2025 年 7 月 28 日~31 日。

（1）监测断面布设

本次在水源及下游区白盆珠水库、西枝江和白马河布设了 9 个监测断面，水质监测断面的具体信息见表 4.2-33。

（2）监测项目

白盆珠坝上、库中、库尾、入库支流监测《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1、表 2 项目、叶绿素 a、透明度、悬浮物共 32 项。”

推荐取水口监测《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中表 1、表 2、表 3 中监测项目及透明度、SS 共 111 项目。”

西枝江和白马河监测水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD_{Cr}、]BOD_5、氨氮、总磷、砷、总汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂 18 项。

表4.2-33　水源及下游区地表水水质现状补充监测断面布设一览表

水体	断面编号	断面名称	位置	水质目标	监测项目
白盆珠水库	W1	白盆珠水库入库支流	吉竹坪	II类	《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 1、表 2 项目、叶绿素 a、透明度、悬浮物共 32 项
	W2	白盆珠水库库尾	青河坝	II类	
	W3	白盆珠水库库中	水库库中	II类	
	W4	白盆珠水库坝上	白盆珠水库大坝上	II类	
	W5	推荐取水口	推荐方案取水口	II类	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002）中表 1、表 2、表 3 中监测项目及透明度、SS 共 111 项目
西枝江	W6	西枝江上游(坝下)	白盆珠水库大坝下游 500m	III类	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮、总磷、砷、总汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂 18 项
	W7	西枝江中游(平山)	三联村	III类	
	W8	西枝江下游(水贝)	横河村	III类	
白马河	W9	白马河	白马河村下游 500m	III类	

（3）监测频次

监测频次：监测两期（枯水期和丰水期），每期连续监测三天，每天各采样监测 1 次。

（4）采样方法

根据调查结果，W1~W9 断面的河宽介于 24~925m 之间，水深介于 1.09~12.5m 之间。采样垂线数与各垂线上的采样点设置依据《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)进行。水面宽度≤50m 的断面，在主流处设一条垂线，50m<水面宽度≤100m 的断面，在左右岸有明显水流处各设 1 条垂线，水面宽度＞100m 的断面，在左中右各设 1 条垂线；同时，在水深≤5m 时，于垂线水面下 0.5m 处设置水质取样点（水深不足 0.5m 时设于 1/2 水深处），在 5m＜水深≤10m 时，分别于垂线水面下 0.5m 处及河底以上 0.5m 处各设置一个采样点，在水深＞10m 时，分别于垂线水面下 0.5m 处、1/2 水深处及河底以上 0.5m 处各设置一个采样点；断面若设有多个水质采样点，则对采样点样品进行混合，进行该断面的混合样品分析。各断面的垂线和采样点设置见下表。

表4.2-34　水源及下游区监测断面采样情况一览表

采样时期	编号	河宽（m）	水深（m）	垂线数	每条垂线的采样点数	总采样点数
枯水期 2023 年 2 月	W1	93~98	1.21~1.28	2	1	2
	W2	668~675	7.6~7.9	3	2	6
	W3	703~715	2.33~2.40	3	1	3
	W4	140~151	4.45~4.58	3	1	3
	W5	181~188	1.31~1.36	3	1	3
	W6	50~53	0.53~0.56	2	1	2
	W7	218~225	1.59~1.65	3	1	3
	W8	196~201	1.90~1.98	3	1	3
	W9	24~25	1.3~1.32	1	1	1
	最大值	715	7.9			
	最小值	24	0.53			
丰水期 2025	W1	98~100	2.05~2.19	2	1	2
	W2	700~706	12.1~12.5	3	3	9
	W3	920~925	10.0~10.2	3	3	9

年 7 月	W4	150~155	9.8~9.85	3	2	6
	W5	197~200	3.09~3.10	3	2	6
	W6	58~62	1.09~1.18	2	1	2
	W7	297~300	2.10~2.16	3	1	3
	W8	200~201	2.0~2.26	3	1	3
	W9	24~25	1.40~1.46	1	1	1
	最大值	925	12.5	—	—	—
	最小值	24	1.09	—	—	—

根据表 4.2-34 监测断面采样情况，本项目监测断面采样垂线数和垂线上采样点设置符合《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)要求。

（5）评价方法

按照《环境影响评价技术导则——地表水环境》（HJ 2.3-2018）所推荐的水质指数法进行水质现状评价。

1）一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式如下：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：$S_{i,j}$——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标

$C_{i,j}$——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si}——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

其中 pH 值单因子指数和 DO 的标准指数如下：

2）pH 值的指数计算公式：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}} \qquad pH_j \le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0} \qquad pH_j > 7.0$$

式中：$S_{pH,j}$——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j——pH 值实测统计代表值；

pH_{sd}——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su}——评价标准中 pH 值的上限值。

3）DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j}=\frac{\left|DO_f-DO_j\right|}{\left|DO_f-DO_s\right|} \qquad \text{当 } DO_j>DO_f$$

$$S_{DO,\ j}=DO_s/DO_f \qquad \text{当 } DO_j\le DO_s$$

式中：$S_{DO,\ j}$——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流，$DO_f=468/(31.6+T)$；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域，$DO_f=(491-2.65S)468/(33.5+T)$。

S——实用盐度符号，量纲为 1；

T——水温，℃。

（6）监测结果

水源及下游区地表水环境水质监测结果及统计情况见附件 36。

1）白盆珠水库

根据水质评价结果，白盆珠水库坝上、库中、库尾、入库支流所布置的 W1~W4 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准；推荐取水口 W5 的各项水质指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准，水质状况良好，能够满足饮用水水源地的使用要求

2）白盆珠水库下游西枝江

白盆珠水库坝下西枝江流域 W6~W8 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 II 类标准。

3）白马河

白马河 W9 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准。

4.2.3.3 白盆珠水库库区营养化分析

（1）评价方法

白盆珠水库库区富营养化评价参照《地表水环境质量评价办法（试行）》（环

办[2011]22 号），采用综合营养状态指数法（TLI(Σ)）。

采用 0～100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI（Σ）＜30 …… 贫营养

30≤TLI（Σ）≤50 …… 中营养

TLI（Σ）＞50 …… 富营养

50＜TLI（Σ）≤60 …… 轻度富营养

60＜TLI（Σ）≤70 …… 中度富营养

TLI（Σ）＞70 …… 重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^{m} Wj \bullet TLI(j)$$

式中：$TLI(\Sigma)$——综合营养状态指数；

W_j——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^{\ 2}}{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^{\ 2}}$$

式中：r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见表 4.2-35。

表4.2-35　中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chla	TP	TN	SD（透明度）	COD_{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

各项目营养状态指数计算：

TLI（chla）=10（2.5+1.086lnchla）

TLI（TP）=10（9.436+1.624lnTP）

TLI（TN）=10（5.453+1.694lnTN）

$$TLI（SD）=10（5.118-1.94lnSD）$$

$$TLI（COD_{Mn}）=10（0.109+2.661lnCODMn）$$

式中：chla 单位为 mg/m^3，SD 单位为 m；其他指标单位均为 mg/L。

（2）白盆珠水库监测结果

根据在白盆珠水库补充监测的两期监测结果，白盆珠水库 2023 年 2 月和 2025 年 7 月的 TN、TP、chla（叶绿素 a）、SD（透明度）以及 COD_{Mn} 均值详见表 4.2-36。

表4.2-36　2023 年 2 月和 2025 年 7 月白盆珠水库富营养化监测数据

时间	断面	指标				
		叶绿素 a（μg/L）	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)	透明度（m）	COD_{Mn} (mg/L)
2023 年 2 月（枯水期）	W1 均值	1	0.02	0.43	0.47	3.67
	W2 均值	1	0.01	0.23	1.21	4.67
	W3 均值	1	0.02	0.12	0.77	3.67
	W4 均值	1	0.02	0.47	1.44	4.67
	W5 均值	2.67	0.01	0.29	1.47	8.33
	5 个断面均值	1.33	0.02	0.31	1.07	5.00
2025 年 7 月（丰水期）	W1 均值	1	0.02	0.41	0.95	9.33
	W2 均值	1	0.02	0.34	1.26	10.33
	W3 均值	1	0.02	0.31	1.25	9.33
	W4 均值	1	0.02	0.24	1.09	10.00
	W5 均值	1	0.01	0.03	1.06	8.33
	5 个断面均值	1.00	0.02	0.26	1.12	9.47

（3）库区营养化现状评价

根据 TN、TP、chla、SD 以及 COD_{Mn} 现状监测值，参照《地表水环境质量评价办法（试行）》规定的国内现行湖泊富营养化状态评价方法，计算得到 2023 年 2 月和 2025 年 7 月白盆珠水库的综合营养状态指数具体见表 4.2-37，白盆珠水库处于中营养状态。

表4.2-37　2023 年 2 月和 2025 年 7 月白盆珠水库综合营养状态指数评价结果

指标 / 时间	TLI（chla）	TLI（TP）	TLI（TN）	TLI (SD)	TLI（COD_{Mn}）	TLI（Σ）	营养状态

2023 年 2 月	28.12	26.51	34.54	49.81	43.92	35.84	中营养
2025 年 7 月	25.00	28.50	31.99	48.98	60.90	37.89	贫营养

4.2.3.4 白盆珠水库库区水温分析

白盆珠水库入库多年平均径流量 10.73 亿 m^3，总库容为 11.66 亿 m^3，α=0.92，可能存在水温分层现象。本次环评委托监测单位为广东天鉴检测技术服务股份有限公司，于 2022 年 5 月~2023 年 4 月每月在白盆珠水库开展 1 次坝前垂向水温监测，每隔 1m 水深测量 1 个水温数据，白盆珠水库坝前表层和底层水温简表 4.2-38，垂向水温监测结果见图 4.2-9 所示。由监测结果可知，白盆珠水库有季节性水温分层现象，4 月至 11 月温差为 8.7℃~18.4℃，12 月至次年 3 月温差为 2.1℃~5.1℃。

表4.2-38　白盆珠水库坝前表层和底层水温表　单位：℃

参数	2022 年								2023 年			
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
表层水温	28.6	30.6	33.4	30.1	30.2	28.6	25.1	18.7	18.9	20.3	21.7	27.2
底层温度	15.1	16.8	15.0	16.0	15.9	15.7	16.4	16.6	16.6	16.5	16.6	16.7
温差	13.5	13.8	18.4	14.1	14.3	12.9	8.7	2.1	2.3	3.8	5.1	10.5

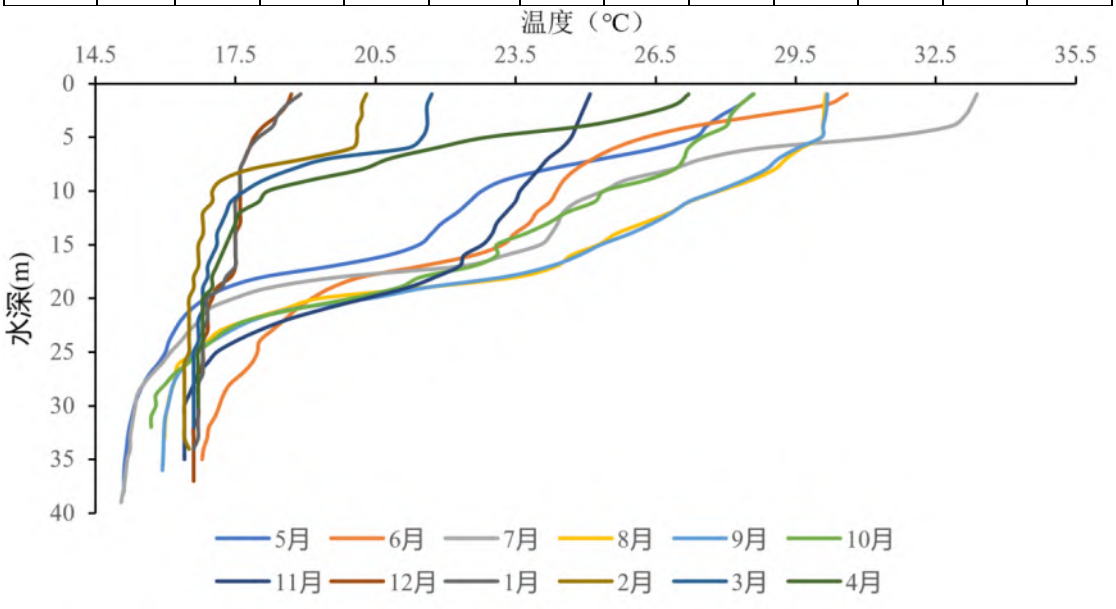


图4.2-9　2022 年 5 月至 2023 年 4 月白盆珠水库坝前垂向水温监测结果

4.2.4 水生生态环境

4.2.4.1 调查评价方案

为掌握项目区水生生态现状，评价单位委托广州草木蕃环境科技有限公司对评价范围内的水生生态开展了详细调查。

（1）调查时间

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），水生生态一级评价应至少开展丰水期、枯水期两期调查，鱼类调查时间应包括主要繁殖期。依据《珠江水系渔业资源调查研究报告》（陆奎贤，1985），同时参考其他项目监测经验，4~9 月之间为鱼类主要繁殖期。参考水文和鱼类繁殖情况，选择 2022 年 5 月（丰水期）和 2023 年 2 月（枯水期）进行调查。

（2）调查点位

本次水生生态调查在水源及下游区的白盆珠水库、西枝江河段共设置了 6 个采样点开展水生生态调查工作；在输水线路及受水区的白马河、明热河、赤石河和南门河共设置 8 个采样点开展水生生态调查工作。

（3）调查内容

调查内容包含调查水域的浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类资源等内容，详见表 4.2-39。

表4.2-39　水生采样点调查内容

水体	位置	编号	调查内容
水源及下游区水生生态调查点位			
白盆珠水库	白盆珠入库支流	1#	浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、密度、生物量、资源密度和生物多样性；鱼类种类组成、资源密度、食性、产卵类型和重要生境。
	白盆珠水库库中	2#	
	推荐取水口	3#	浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、密度、生物量、资源密度和生物多样性；鱼类种类组成、资源密度、食性、产卵类型、早期资源和重要生境。
西枝江	西枝江上游(坝下)	4#	浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、密度、生物量、资源密度和生物多样性；鱼类种类组成、资源密度、食性、产卵类型和重要生境。
	西枝江中游(平山)	5#	
	西枝江下游(水贝)	6#	
输水线路及受水区水生生态调查点位			
明溪河	明溪河	7#	

水体	位置	编号	调查内容
明溪河	明溪河	8#	浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类组成、密度、生物量和生物多样性；鱼类种类组成、资源密度、食性、产卵类型和重要生境。
明热河	明热河	9#	
赤石河	赤石河 1	10#	
赤石河	赤石河 2	11#	
赤石河	赤石河 3	12#	
南门河	南门河(汇入赤石河前)	13#	
白马河	白马河	14#	

（4）调查方法

依据《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）、《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ 710.8-2014）、《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）、《水生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）》（HJ 1295-2023）和《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》（HJ 1296-2023）进行样品采集和检测。

1)浮游植物

浮游植物定量样品在定性采样前使用采水器采集，每个采样点采集 1L 水样，定性样品采用 25#浮游生物网在水下 50cm 处呈“∞”字形缓慢拖拽捞取，现场立即加鲁哥试剂进行固定，用量为水样体积的 1%~1.5%。将样品带回实验室在显微镜下进行种类鉴定。在实验室，摇匀水样后将样品静置沉淀 48h，用虹吸管轻轻吸掉上清液，将样品浓缩至 5-10ml，取 0.1mL 用浮游植物计数框在光学显微镜下进行藻类种类鉴定和定量计数。

分类鉴定主要参考《中国淡水藻类：系统、分类及生态》、《中国淡水藻志》各分卷、《水生生物学》、《中国淡水轮虫志》、《Freshwater Algae of North America》、《the Freshwater Algal Flora of the British Isles》和《Phycologia》等分类书和期刊。

2)浮游动物

浮游动物定量样品在定性采样前使用采水器采集，每个采样点采集 1L 水样，再用 25#浮游生物网过滤浓缩至 100mL。枝角类、桡足类定性样品采用 13#浮游生物网在水下 50cm 处呈“∞”字形缓慢拖拽捞取，原生动物、轮虫和无节幼体定性样品采用 25#浮游生物网缓慢拖拽采集。枝角类、桡足类定性、定量样品以 40%

的甲醛溶液固定，用量为水样体积的 4%；原生动物和轮虫定性样品用鲁哥试剂固定，用量为水样体积的 1%~1.5%。将样品带回实验室作进一步处理。

分类鉴定主要参考《淡水浮游生物研究方法》、《淡水微型生物图谱》、《中国淡水轮虫志》各分卷、《中国淡水桡足类志》、《原生动物学专论》和《Protist》等分类书和期刊。

3)底栖动物

定量样品统一使用开口面积为 1/16m^2 抓斗式采泥器进行样品采集，每个点位重复 16 次，每个点位累计采样面积 1m^2；定性样品采集，对于水面较为开阔的点位（水源及下游区 1#-6#点位和输水线路及受水区 11#-13#点位），使用拖网和地笼进行样品采集，每个点位重复 3 次，每个点位累计采样面积为 3m^2；对于水深较浅和特殊小生境如沿岸区、浅滩、石块基部、水生植物根部等点位（输水线路及受水区 7#-10#和 14#点位）使用 D 形网和徒手采样，每个点位累计采样面积控制在 3m^2。

底栖动物的鉴定参考《淡水微型生物与底栖动物图谱》（第三版）、《中国流域常见水生生物图集》等工具书鉴定到种，若无法鉴定到种，则提升至上一级分类单元。

4)鱼类

鱼类资源调查以区域性调查为主，在收集历史调查资料基础上，现场采用网捕、笼捕等方式进行鱼类样品的采集。同时，走访渔民、码头、水产市场、餐馆等有当地鱼类交易或消费的地方以及开展休闲垂钓的地方，购买鱼类标本，进行补充采样。各种调查方式、各调查站位渔获样品的分析和测定均按《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）调查要求中规定的方法进行。采样现场对较易辨别的鱼类和其它种类鉴定至种，个别野外较难辨别的种类活体拍照，用酒精固定后带回实验室鉴定，同时记录采集地点、日期、鱼类名称、数量、体重、体长。

鱼类种类的鉴定参考最新出版的《中国动物志》有关鱼类的分册，以及《中国鱼类系统检索》、《广东淡水鱼类志》、《珠江鱼类志》等相关鱼类鉴定专著，同时也收集参考了目前最新鱼类分类研究的结果，以确保种类鉴定的准确有效。为避免同物异名，鱼类种类名称均参考 FishBase 数据库（http://www.fishbase.org）进行订正。

5)鱼类“三场”

根据现场调查河道走势、水文情况，同时参考历史资料，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性，分析鱼类“三场”分布情况。

6)鱼类早期资源调查

参考《河流漂流性鱼卵、仔鱼采样技术规范》（SC/T 94072012）和《河流漂流性鱼卵仔鱼资源评估方法》（SC/T 94272016），在取水口 3#点位，使用圆锥网（网口圆形，内径 50cm，网长 200cm，网目 500μm，集苗桶网目 300μm）；使用抄网进行黏沉性鱼卵采样。采样期间每日 7:00~11:00 进行定量采集，连续采集 7 天，使用无水乙醇保存样品，带回实验室通过形态学鉴定方法进行种类鉴定，无法通过形态学鉴定的样品进行分子鉴定。

（5）评价方法

采用 Shannon-Wiener 多样性指数（*H’*）、Pielou 均匀度指数（*J*）、Simpson 优势度指数（*D*）、优势度（*Y*）和相对重要指数（*IRI*）等进行水生态环境评价，分别按以下公式进行计算：

1)Shannon-Wiener 多样性指数（*H’*）

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i$$

式中：*H* 为物种多样性指数；S 为样品中的物种种类总数；P_i 为第 i 种的个体数（n_i）与总个体数 N 的比值（n_i/N）。

2)Pielou 均匀度（*J*）

物种均匀度也称为物种相对多度，是某个区域内各个物种在数量上的一致程度。当一个区域所有物种都有同样数量的个体时，人们可以说那里的物种均匀度高；相反，如果某些物种的个体很多，另一些物种的个体却非常少，那么该地区的物种均匀度就低。Pielou 均匀度计算公式为：

$$J'=H'/\ln S$$

式中：*H'*为多样性指数，*S* 为样品中的物种种类总数。

3)Simpson 优势度指数（*D*）

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S} P_i^2$$

式中，*D* 为 Simpson 优势度指数；*S* 为调查范围内物种种类总数；P_i 为调查

范围内属于第 *i* 种的个体比例。

4)优势度（*Y*）

$$Y=\frac{n_i}{N}\times f_i$$

式中，n_i 为第 *i* 种的个体数；f_i 是该种在各站位中出现的频率；*N* 为所有站位每个种出现的总个体数，以 $Y>0.02$ 作为优势种。

5)Margalef 丰富度指数（*D*）

$$D=\frac{S-1}{\ln N}$$

式中，S 为样品中的物种总数，N 为样品中所有个体的总数。

6)采用相对重要指数（IRI）

采用相对重要指数（index of relative importance, IRI）对调查范围内鱼类的优势种进行划分，具体公式为：

$$IRI=\ (N_i+W_i)\ \times F_i$$

式中，*N* 是第 *i* 种鱼类占渔获总数的个体数量百分比，W_i 是第 *i* 种鱼类占渔获总量的个体重量百分比，F_i 为第 i 种鱼类出现站位数占调查总站位数的百分比。根据相对重要性指数（IRI）确定鱼类在其群落内的重要性，将 IRI 值大于 1000 的物种定义为优势种（Ds），1000≤IRI＜100 的物种定义为常见种（C），10≤IRI＜100 的物种定义为一般种（G），1≤IRI＜10 的定义为少见种（R），小于 1 定义为稀有种。

7)渔业资源密度

$$C=\frac{d}{aq}$$

式中：C 为渔业资源密度，单位为千克每平方千米（kg/km^2）；d 为平均每小时拖网渔获量，单位为千克每小时（kg/h）；a 为每小时网具扫过面积，单位为平方千米每小时（km^2/h）；q 为网具捕获率（拖网调查取 0.5）。捕捞面积计算：渔船时速为每小时 10km 拖网扫过的面积，网口面积为 2m。

8)平均生物量加权计算：

按类群进行加权，平均的计算公式：

设第 i 个类群在第 j 个采样点的密度为 D_ij，生物量为 B_ij，n 为采样点个数。

则第 i 个类群的平均密度=(D_in_1+D_in_2+D_in_3+...+)/n

第 i 个类群的平均生物量=(D_in_1+D_in_2+D_in_3+...+)/n

总平均密度=Σ(第 i 个类群的平均密度)

总平均生物量=Σ(第 i 个类群的平均生物量)

4.2.4.2 白盆珠水库

（4）调查点位设置

本次调查于 2022 年 5 月和 2023 年 2 月分两期对白盆珠水库开展水生态调查，分别在白盆珠水库上游入库支流（1#）、库中（2#）以及工程拟建取水口（3#）设置了 3 个调查点位。

表4.2-40　白盆珠水库水生生态调查点位

水体	位置	断面编号	经纬度	备注
白盆珠水库	白盆珠入库支流	1#	E115° 10' 58.733" N23° 9' 58.198"	坑屯村上游 1km
	白盆珠水库库中	2#	E115° 7' 0.811" N23° 5' 50.988"	水库库中
	推荐取水口	3#	E115° 4' 49.181" N23° 4' 42.202"	推荐方案取水口

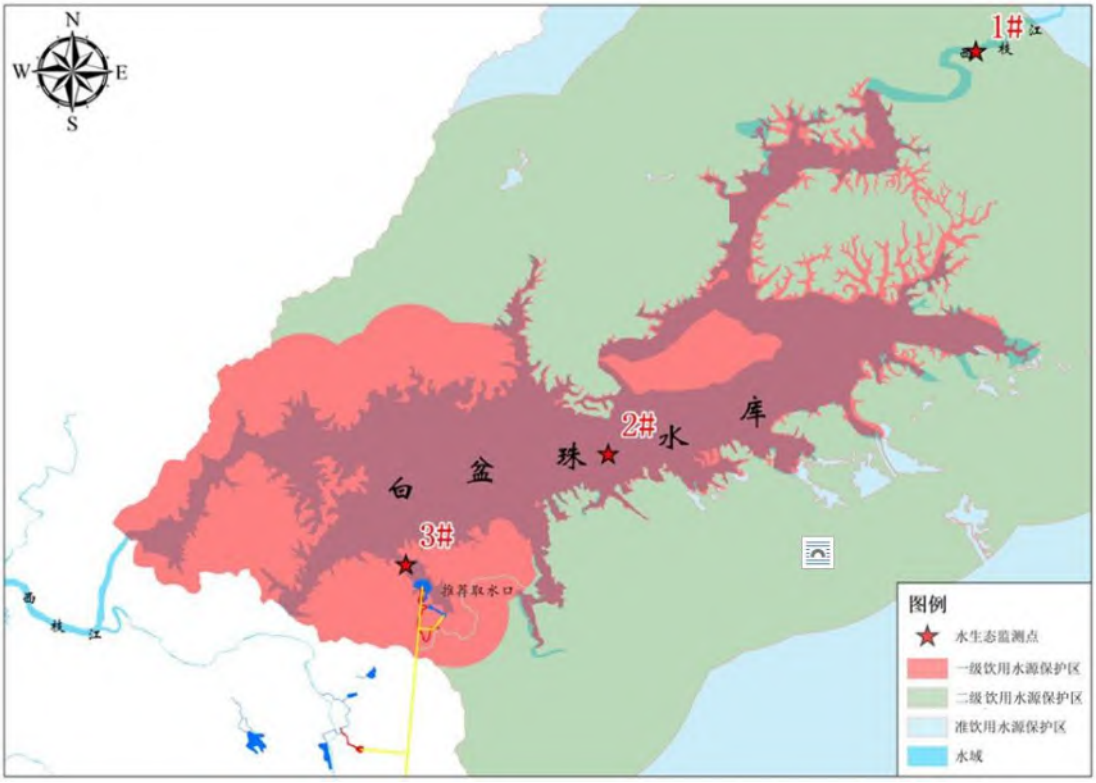


图4.2-10　白盆珠水库水生生态监测站位示意图

（5）浮游植物

1）种类组成

2022 年 5 月（丰水期），在白盆珠水库共检测出浮游植物 5 门 18 属 20 种，其中绿藻门种类最多，达到 8 属 10 种，占总种类数的 50%；其次是硅藻门，有 5 属 5 种，占总种类数的 25%；蓝藻门和甲藻门种类数各为 2 属 2 种，各占总种类数的 10%；种类最少的为黄藻门，为 1 属 1 种，占总种类数的 5%。

2023 年 2 月（枯水期），在白盆珠水库共检测出浮游植物 6 门 16 属 17 种，各门种类数分布较均匀。其中，蓝藻门和绿藻门各有 4 属 4 种，各占总种类数的 23.53%；硅藻门 3 属 3 种，占总种类数的 17.65%；甲藻门、金藻门和裸藻门各有 2 种，各占总种类数的 11.76%。

各站浮游植物名录见附录 5-1。

表4.2-41　2022 年 5 月白盆珠水库浮游植物各门类组成及比例

类别	硅藻门	黄藻门	甲藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	合计
属数	5	1	2	2	8	/	**18**
占比	27.78%	5.56%	11.11%	11.11%	44.44%	/	**100.00%**
种数	5	1	2	2	10	/	**20**
占比	25.00%	5.00%	10.00%	10.00%	50.00%	/	**100.00%**

表4.2-42　2023 年 2 月白盆珠水库浮游植物各门类组成及比例

类别	硅藻门	甲藻门	金藻门	蓝藻门	裸藻门	绿藻门	隐藻门	合计
属数	3	2	2	4	1	4	/	**16**
占比	18.75%	12.50%	12.50%	25.00%	6.25%	25.00%	0.00%	**100.00%**
种数	3	2	2	4	2	4	/	**17**
占比	17.65%	11.76%	11.76%	23.53%	11.76%	23.53%	0.00%	**100.00%**

2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期），调查到白盆珠水库各站位浮游植物密度变化范围为 19.70×10^4～243.30×10^4 ind./L，平均密度为 156.13×10^4 ind./L，最高和最低值分别出现在 2#和 3#站位；生物量变化范围为 0.151～0.203mg/L，平均生物量为 0.170mg/L，最高和最低值分别出现在 3#和 2#站位。就不同类群的分布情况而言，各类群平均密度变化范围为 0.17×10^4~152.07×10^4 ind./L，密度占有最大优势的是

蓝藻门，黄藻门密度最低；各类群平均生物量变化范围为 0.003~0.077mg/L，平均生物量最高的门是蓝藻门，最低的是黄藻门。

2023 年 2 月（枯水期），调查到白盆珠水库各站位浮游植物密度变化范围为 405.4×10^4～1437.6×10^4 ind./L，平均密度为 1021.67×10^4 ind./L，最大值出现在 3#站位，最小值出现在 2#站位；生物量变化范围为 0.774～1.189mg/L，平均生物量为 0.939mg/L，最高值出现在 1#站位，最小值出现在 2#站位。就不同类群的分布情况而言，各类群平均密度变化范围为 0.27×10^4~1013.33×10^4 ind./L，密度占有最大优势的是蓝藻门，金藻门密度最低；各类群平均生物量变化范围为 0.002~0.509 mg/L，平均生物量最高的门是蓝藻门，最低的是金藻门。

表4.2-43　2022 年 5 月白盆珠水库浮游植物密度（$\times10^4$ ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	调查点位			
		1#	2#	3#	平均值
硅藻门	密度	1.4	2.2	1.7	1.77
	生物量	0.020	0.024	0.026	0.023
黄藻门	密度	0.4	0.1	/	0.17
	生物量	0.008	0.002	/	0.003
甲藻门	密度	/	/	0.8	0.27
	生物量	/	/	0.160	0.053
蓝藻门	密度	200.2	240	16	152.07
	生物量	0.102	0.120	0.008	0.077
绿藻门	密度	3.4	1	1.2	1.87
	生物量	0.027	0.005	0.010	0.014
隐藻门	密度	/	/	/	/
	生物量	/	/	/	/
合计	密度	205.40	243.30	19.70	156.13
	生物量	0.157	0.151	0.203	0.170

表4.2-44　2023 年 2 月白盆珠水库浮游植物密度（$\times10^4$ ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	调查点位			
		1#	2#	3#	平均值
硅藻门	密度	0.6	1.6	1	1.07
	生物量	0.014	0.0854	0.049	0.049

门	现存量	调查点位			
		1#	2#	3#	平均值
甲藻门	密度	1.2	1.4	0.2	0.93
	生物量	0.524	0.472	0.024	0.340
金藻门	密度	0.4	0.4	/	0.27
	生物量	0.003	0.003	/	0.002
蓝藻门	密度	1217.2	399.8	1123	913.33
	生物量	0.616	0.200	0.712	0.509
裸藻门	密度	1	0.4	1.6	1.00
	生物量	0.030	0.012	0.048	0.030
绿藻门	密度	1.6	1.8	11.8	5.07
	生物量	0.002	0.002	0.022	0.009
隐藻门	密度	/	/	/	/
	生物量	/	/	/	/
合计	密度	1222.00	405.40	1137.60	921.67
	生物量	1.189	0.774	0.855	0.939

3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）白盆珠水库 3 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.043～0.397 之间，平均值为 0.170，均匀度处于较低水平；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 0.099～0.825，平均值为 0.367，多样性处于较低水平；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.027～0.334，平均值为 0.138，表明群落生物多样性水平较低，优势种明显。

2023 年 2 月（枯水期）白盆珠水库 3 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.0146～0.0445 之间，平均值为 0.0304，浮游植物分布很不均匀；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 0.039～0.114，平均值为 0.073，生物多样性水平低；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.0088～0.0303，平均值为 0.0198，群落中生物多样性水平较低，优势种明显。

总体而言，从时间分布上看，丰水期浮游植物群落特征指数整体高于枯水期，表明丰水期浮游植物群落结构更复杂，更稳定。

表4.2-45　白盆珠水库浮游植物多样性指数统计表

调查时间	区域	采样点	种类数(S)	总个体(N)	Pielou均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener多样性指数 *H'*	Simpson优势度指数 *D*
2022年5月	白盆珠水库	1#	12	2054	0.071	0.177	0.052
		2#	10	2433	0.043	0.099	0.027
		3#	8	197	0.397	0.825	0.334
		平均值	**10**	**1561.33**	**0.17**	**0.367**	**0.138**
2023年2月	白盆珠水库	1#	14	6110	0.0146	0.039	0.0088
		2#	13	2027	0.0445	0.114	0.0303
		3#	8	7188	0.0322	0.067	0.0202
		平均值	**11.67**	**5108.33**	**0.0304**	**0.073**	**0.0198**

4）白盆珠水库水华发生情况及潜在风险分析

白盆珠水库的浮游植物调查数据显示，其蓝藻密度和生物量在丰水期（5月）和枯水期（2月）均处于较高水平，尤其是枯水期蓝藻平均密度达到913.33×10^4 ind./L（cells/L），超过《水华程度分级与监测技术规程》（DB44T 2261-2020）中规定的蓝藻水华II级最低阈值（2×10^6 cells/L<蓝藻密度），判定为无明显水华。丰水期蓝藻平均密度为152.07×10^4 ind./L（1.5207×10^6 cells/L），低于I级阈值。整体而言，现无水华爆发，但枯水期蓝藻平均密度偏高，后续需关注水质情况和藻类密度。

潜在风险方面，蓝藻增殖可能在一定程度上增加水体浊度，对水下植物的光合作用产生干扰，但对整体水生生态结构影响有限。蓝藻降解过程中，微生物分解会局部消耗溶解氧，可能在有限范围内引起水体溶解氧波动，但一般不会对鱼类和底栖生物造成严重威胁。目前，水库综合营养状态处于中营养水平，未来若营养负荷有所增加，可能提升水华发生概率，需通过常规监测水质情况和藻类密度，实现早期预警与防控。

（3）浮游动物

1）种类组成

经鉴定，2022年5月（丰水期）白盆珠水库共检出浮游动物4类22属26种，其中桡足类种类最多，共有8属9种，占总种类数的34.62%；其次是枝角类和原生动物，各有6种，各占总种类数的23.08%；轮虫5属5种，占总种类数的19.23%。空间分布上，1#站位检测到的种类数最多（17种），其次是2#站

位（16 种），种类数最少的是 3#站位（13 种）。

经鉴定，2023 年 2 月（枯水期）白盆珠水库共检出浮游动物 4 类 21 属 25 种，其中桡足类种类最多，共有 9 属 11 种，占总种类数的 44%；其次是轮虫，有 7 属 7 种，占总种类数的 28%；原生动物 3 属 5 种，占总种类数的 20%。空间分布上，1#站位检测到的种类数最多（18 种），其次是 3#站位（17 种），种类数最少的是 2#站位（16 种）。

各站浮游动物名录见附录 5-2。

表4.2-46　2022 年 5 月白盆珠水库浮游动物种类组成

类群	1#		2#		3#		合计		
	种数	比例（%）	种数	比例（%）	种数	比例（%）	属数	种数	种数占比（%）
原生动物	6	35.29	4	25.00	4	30.77	4	6	23.08
轮虫	2	11.76	3	18.75	2	15.38	5	5	19.23
枝角类	4	23.53	4	25.00	2	15.38	5	6	23.08
桡足类	5	29.41	5	31.25	5	38.46	8	9	34.62
总计	**17**	**100**	**16**	**100**	**13**	**100**	**22**	**26**	**100**

表4.2-47　2023 年 2 月白盆珠水库浮游动物种类组成

类群	1#		2#		3#		合计		
	种数	比例（%）	种数	比例（%）	种数	比例（%）	属数	种数	种数占比（%）
原生动物	4	22.22	2	12.50	4	23.53	3	5	20.00
轮虫	5	27.78	4	25.00	5	29.41	7	7	28.00
枝角类	2	11.11	2	12.50	1	5.88	2	2	8.00
桡足类	7	38.89	8	50.00	7	41.18	9	11	44.00
总计	**18**	**100**	**16**	**100**	**17**	**100**	**21**	**25**	**100**

2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期）调查显示，白盆珠水库各站位浮游动物密度变化范围在 177~314ind./L 之间，平均密度为 248ind./L；生物量变化范围在 0.6837~1.4738mg/L 之间，平均生物量为 1.04mg/L；密度与生物量最高值均出现

在 1#站位，最低值均出现在 3#站位。

2023 年 2 月（枯水期）调查显示，白盆珠水库各站位浮游动物密度变化范围在 230.82~485.01ind./L 之间，平均密度为 365.38ind./L，最高值出现在 1#站位，最低值出现在 2#站位；生物量变化范围在 0.688~1.222mg/L 之间，平均生物量为 1.031mg/L，最高值和最低值分别出现在 3#和 2#站位。

表4.2-48　2022 年 5 月白盆珠水库浮游动物密度（ind./L）和生物量（mg/L）

类群	现存量	调查点位			平均值
		1#	2#	3#	
原生动物	密度	161	158	98	139.00
	生物量	0.0081	0.0079	0.0049	0.01
轮虫	密度	87	45	38	56.67
	生物量	0.0298	0.0144	0.0308	0.03
枝角类	密度	5	3	2	3.33
	生物量	0.17	0.09	0.06	0.11
桡足类	密度	29	20	13	20.67
	生物量	1.17	0.78	0.51	0.82
无节幼体	密度	32	27	26	28.33
	生物量	0.096	0.081	0.078	0.09
合计	密度	314	253	177	248.00
	生物量	1.4738	0.9733	0.6837	1.04

表4.2-49　2023 年 2 月白盆珠水库浮游动物密度（ind./L）和生物量（mg/L）

类群	现存量	调查点位			平均值
		1#	2#	3#	
原生动物	密度	70	80	90	80
	生物量	0.004	0.004	0.005	0.004
轮虫	密度	300	80	180	186.67
	生物量	0.668	0.093	0.322	0.361
枝角类	密度	0.79	0.79	0.26	0.62
	生物量	0.024	0.024	0.008	0.018
桡足类	密度	4.22	10.03	20.06	11.44
	生物量	0.158	0.388	0.618	0.388
无节幼体	密度	110	60	90	86.67

	生物量	0.33	0.18	0.27	0.26
合计	**密度**	485.01	230.82	380.32	365.38
	生物量	1.184	0.688	1.222	1.031

3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）白盆珠水库 3 个采样点浮游动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.746～0.857 之间，平均值为 0.802；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.914～2.375，平均值为 2.189；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.810～0.887，平均值为 0.855。

2023 年 2 月（枯水期）白盆珠水库 3 个采样点浮游动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.819～0.896 之间，平均值为 0.867；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 2.320～2.485，平均值为 2.420；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.862～0.898，平均值为 0.883。

以上结果表明，白盆珠水库浮游动物在各采样点分布较为均匀，整体呈现出良好的生物多样性和稳定的群落结构。从时间变化来看，枯水期浮游动物的群落特征指数略高于丰水期，但不同水文时期之间整体保持相对稳定，未出现显著波动。

表4.2-50　白盆珠水库浮游动物多样性指数统计表

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
2022 年 05 月	1#	17	282	0.804	2.279	0.869
	2#	16	110	0.857	2.375	0.887
	3#	13	161	0.746	1.914	0.810
	平均值	**15.33**	**184.33**	**0.802**	**2.189**	**0.855**
2023 年 02 月	1#	16	56	0.886	2.456	0.890
	2#	16	57	0.896	2.485	0.898
	3#	17	104	0.819	2.320	0.862
	平均值	**16.33**	**72.33**	**0.867**	**2.420**	**0.883**

（4）大型底栖动物

1）种类组成

2022-2023 年调查期间，调查人员在白盆珠水库区共检出大型底栖无脊椎动

物有 4 种，隶属于 2 门 3 目 3 科。软体动物门 2 目 2 科 3 属（种），包括中国圆田螺（*Cipangopaludina chinensis*）、河蚬（*Corbicula fluminea*）、环棱螺（*Bellamya* sp.）；节肢动物门 1 目 1 科 1 种（属），为日本沼虾（*Macrobrachium nipponense*）。

表4.2-51　白盆珠水库区底栖动物统计表

序号	门	目	科	中文名	拉丁名	白盆珠水库		
						1#	2#	3#
1	**软体动物门**	真瓣鳃目	蚬科	河蚬	*Corbicula fluminea*	+	+	+
2		中腹足目	田螺科	中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*	+	+	+
3				环棱螺	*Bellamya sp.*	+	+	+
4	**节肢动物门**	十足目	长臂虾科	日本沼虾	*Macrobrachium nipponense*	+	+	
合计	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**3**

2）密度与生物量

根据调查数据统计分析，白盆珠水库各采样点大型底栖动物密度变化范围在 6～8 ind./m^2 之间，平均密度为 7 ind./m^2；生物量变化范围在 2.04～2.21 g/m^2 之间，平均生物量为 2.11g/m^2；密度与生物量最高值均出现在 3#站位（取水口），最低值均出现在 1#站位（入库支流）。白盆珠水库大型底栖动物资源密度总计 56.9kg/ha。

表4.2-52　白盆珠水库底栖动物密度和生物量

采样点	**1#**	**2#**	**3#**	**平均值**
密度(ind./m^2)	6	7	8	**7**
生物量(g/m^2)	2.04	2.07	2.21	**2.11**

表4.2-53　白盆珠水库底栖动物资源密度

物种名	河蚬	环棱螺	中华圆田螺	日本沼虾
生物资源密度（kg/ha）	8	2	4	42.9
合计（kg/ha)	**56.9**			

3）生物多样性现状评价

白盆珠水库 3 个采样点底栖动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.92～0.96 之间，平均值为 0.94；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.28～1.33，平

均值为 1.31；Margalef 丰富度指数 *D* 变化范围为 1.44～1.67，平均值为 1.55。从站位分布来看，*J*、*H'*和 *D* 最高值均出现在 1#站位，三个站位均匀度指数差异不大。表明白盆珠水库范围内大型底栖动物分布较为均匀，但物种生物多样性水平较低。

表4.2-54　白盆珠水库底栖动物生物多样性指数统计表

区域	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Margalef 丰富度 *D*
白盆珠水库	1#	4	6	0.96	1.33	1.67
	2#	4	7	0.92	1.28	1.54
	3#	4	8	0.95	1.32	1.44
	平均值	**4**	**7**	**0.94**	**1.31**	**1.55**

（5）鱼类

1）种类组成

2022 年 5 月（丰水期）和 2023 年 2 月（枯水期）调查人员在白盆珠水库（1#-3#点位）采用地笼网和流刺网捕鱼，并在附近居民活动区访问调查，评价范围内 3 个点位共调查到鱼类 33 种，隶属于 7 目 16 科，其中种类最多的是鲤形目，有 6 科 22 种；最少的是太阳鱼目，为 1 科 1 种。

表4.2-55　白盆珠水库鱼类组成统计表

序号		1	2	3	4	5	6	7	合计
目		合鳃鱼目	鲤形目	丽鱼目	鲇形目	攀鲈目	太阳鱼目	鰕虎鱼目	
白盆珠水库	科数	2	6	1	2	2	1	2	**16**
	种数	2	22	2	2	2	1	2	**33**

表4.2-56　白盆珠水库鱼类调查来源

序号	物种名	拉丁名	来源
1	鯊	*Hemiculter leucisculus*	现场调查
2	海南鲌	*Culter recurviceps*	现场调查
3	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	现场调查
4	南方拟鯊	*Pseudohemiculter dispar*	现场调查
5	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	现场调查
6	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	现场调查
7	间鲹	*Hemibarbus medius*	现场调查

序号	物种名	拉丁名	来源
8	鲫	*Carassius auratus*	现场调查
9	鲤	*Cyprinus carpio*	现场调查
10	鲮	*Cirrhinus molitorella*	现场调查
11	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	现场调查
12	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	现场调查
13	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	现场调查
14	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	现场调查
15	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	现场调查
16	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	现场调查
17	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	现场调查
18	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	现场调查
19	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	现场调查
20	胡子鲇	*Clarias fuscus*	现场调查
21	攀鲈	*Anabas testudineus*	现场调查
22	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	现场调查
23	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	现场调查
24	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	访问调查
25	黄鳝	*Monopterus albus*	访问调查
26	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	访问调查
27	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	访问调查
28	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	访问调查
29	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	访问调查
30	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	访问调查
31	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	访问调查
32	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	访问调查
33	斑鳜	*Siniperca scherzeri*	访问调查

2）渔获物组成

渔获物组成主要根据现场调查（刺网和地笼）获得的鱼类资源数据进行统计。统计结果显示，本次在白盆珠水库 3 个点位共采集到鱼类 811 尾，总重量为 32932.01g；其中丰水期采集到鱼类 710 尾，总重量 19671.39g；枯水期采集到鱼类 101 尾，总重量为 13260.62g。

从数量上看，渔获物以鯊（*Hemiculter leucisculus*）、齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）占优势，分别占渔获物总数量的 39.83%和 32.06%；从重量上看，渔获物则以鲮（*Cirrhinus molitorella*）和齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）为主，分别占渔获物总重量的 32.45%和 28.35%。

结合调查到鱼类的数量、重量及分布范围，根据相对重要性指数（IRI）结果，白盆珠水库主要优势鱼类为齐氏罗非鱼、鯊、鲮 3 种，其中齐氏罗非鱼是外来入侵种。

表4.2-57　白盆珠水库渔获物组成统计表

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				
	中文名	拉丁学名	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	尾数百分比（%）	重量（g）	重量百分比（%）	相对重要性指数（IRI）
1	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*			3	7.34	3	0.37	7.34	0.02	26.15
2	鱎	*Hemiculter leucisculus*	323	2260.82			323	39.83	2260.82	6.87	4669.25
3	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	20	36.2			20	2.47	36.2	0.11	85.87
4	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*			5	441.66	5	0.62	441.66	1.34	130.51
5	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	30	56.66			30	3.70	56.66	0.17	387.12
6	海南鲌	*Culter recurviceps*			1	94.86	1	0.12	94.86	0.29	13.71
7	胡子鲇	*Clarias fuscus*	2	279.18			2	0.25	279.18	0.85	36.48
8	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	1	33.91	4	198.97	5	0.62	232.88	0.71	44.12
9	鲫	*Carassius auratus*	1	93.66	11	1243.9	12	1.48	1337.56	4.06	554.12
10	间鲹	*Hemibarbus medius*	2	87.28	1	85.92	3	0.37	173.2	0.53	29.86
11	鲤	*Cyprinus carpio*	1	261.02			1	0.12	261.02	0.79	30.53
12	鲮	*Cirrhinus molitorella*	57	5642.36	26	5043.61	83	10.23	10685.97	32.45	4268.29
13	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	7	324.56	2	22.01	9	1.11	346.57	1.05	216.21
14	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	11	328.61	6	958.65	17	2.10	1287.26	3.91	600.50
15	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*			1	2.83	1	0.12	2.83	0.01	0.00
16	南方拟鱎	*Pseudohemiculter dispar*			1	13.66	1	0.12	13.66	0.04	5.49
17	攀鲈	*Anabas testudineus*	6	279.43			6	0.74	279.43	0.85	158.83
18	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	221	7831.41	39	1504.46	260	32.06	9335.87	28.35	6040.81

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				
	中文名	拉丁学名	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	尾数百分比（%）	重量（g）	重量百分比（%）	相对重要性指数（IRI）
19	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	17	1635.2			17	2.10	1635.2	4.97	706.16
20	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	3	304.44			3	0.37	304.44	0.92	86.29
21	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*			1	3642.75	1	0.12	3642.75	11.06	372.82
22	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	5	213.14			5	0.62	213.14	0.65	84.25
23	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	3	3.51			3	0.37	3.51	0.01	12.69
合计			**710**	**19671.39**	**101**	**13260.62**	**811**	**100**	**32932.01**	**100**	**/**

3）鱼类资源密度

根据渔获物数据统计分析，白盆珠水库的鱼类资源密度均表现出明显的季节性差异，丰水期（2022 年 5 月）显著高于枯水期（2023 年 2 月）。白盆珠水库丰水期鱼类资源密度总计 655.71kg/ha，高于枯水期的 422.01kg/ha，其总平均值为 548.86kg/ha。这种丰枯水期的差异可能与部分鱼类的繁殖习性密切相关，例如鯊、翘嘴鲌和齐氏罗非鱼在丰水期资源量异常丰富，可能正值其繁殖季节；而伽利略罗非鱼和鳙则在枯水期资源量相对较高；鲮的资源量则相对稳定，在丰枯水期均保持较高水平。

表4.2-58　白盆珠水库鱼类资源密度

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
1	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	0	0.24
2	鯊	*Hemiculter leucisculus*	75.36	0
3	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	1.21	0
4	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	0	14.72
5	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	1.89	0
6	海南鲌	*Culter recurviceps*	0	3.16
7	胡子鲇	*Clarias fuscus*	9.31	0
8	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	1.13	6.63
9	鲫	*Carassius auratus*	3.12	41.46
10	间鲹	*Hemibarbus medius*	2.91	2.86
11	鲤	*Cyprinus carpio*	8.70	0
12	鲮	*Cirrhinus molitorella*	188.08	168.12
13	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	10.82	0.73
14	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	10.95	31.96
15	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	0	0.09
16	南方拟鯊	*Pseudohemiculter dispar*	0	0.46
17	攀鲈	*Anabas testudineus*	9.31	0
18	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	261.05	50.15
19	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	54.51	0
20	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	10.148	0
21	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	0	121.43
22	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	7.10	0

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
23	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	0.12	0
合计			**655.71**	**442.01**

4）食性类型

白盆珠水库主要为杂食性鱼类，此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括小型动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。杂食性鱼类主要包括鯊、高体鳑鲏、大鳍鱊、鲫、鲤、鲮、麦瑞加拉鲮、纹唇鱼、齐氏罗非鱼、攀鲈、翘嘴鲌等。其中，鯊主要以水生昆虫、高等植物碎片、浮游动物和藻类为食，偶尔也吞食小鱼；鲮主要舔刮水底泥土表面或岩石表面生长的藻类，还吞食少量浮游动物和有机碎屑。

白盆珠水库肉食性鱼类有马口鱼、云斑尖塘鳢、子陵吻鰕虎鱼、胡子鲇，此类鱼以底栖无脊椎动物如水生昆虫、螺类为食，有的也摄食其它小型脊椎动物如鱼类等。

5）栖息水层

根据本次实际调查（地笼和流刺网）及访问调查结果，并结合《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）中相关历史数据，白盆珠鱼类栖息水层主要为底层，占鱼类总种数的 56%。底层代表性鱼类为胡子鲇、黄颡鱼、子陵吻虾虎鱼等 28 种；中上层鱼类次之，占鱼类总种数的 30%，包括鳙、翘嘴鲌、马口鱼等 15 种；中下层鱼类相对较少，占鱼类总种数的 14%，记录到鲫、鲤和纹唇鱼等 7 种。综合来看，白盆珠水库的鱼类在栖息水层上呈现明显的分层特征，底层鱼类在种类数量上占据优势，构成了水库鱼类群落的重要组成部分。

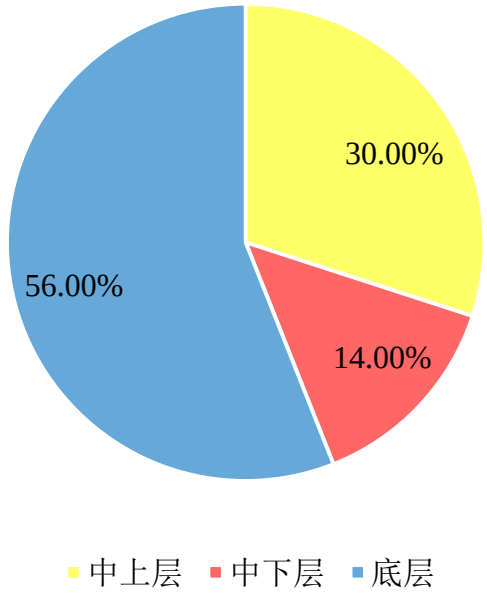


图4.2-11 白盆珠水库鱼类栖息水层

表4.2-59 白盆珠水库鱼类栖息水层

序号	物种名	拉丁名	栖息水层	调查来源
1	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	底层	实际调查（3#取水口点位）
2	鲮	*Cirrhinus molitorella*	底层	实际调查（3#取水口点位）
3	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	底层	实际调查（3#取水口点位）
4	攀鲈	*Anabas testudineus*	底层	实际调查（3#取水口点位）
5	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	底层	实际调查（3#取水口点位）
6	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
7	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
8	**青鱼**	*Mylopharyngodon piceus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
9	黄尾鲴	*Xenocypris davidi*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
10	似鮈	*Pseudogobio vaillanti*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
11	越南鲇	*Pterocryptis cochinchinensis*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
12	鲇	*Silurus asotus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
13	胡子鲇	*Clarias fuscus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
14	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）

序号	物种名	拉丁名	栖息水层	调查来源
15	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
16	黄鳝	*Monopterus albus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
17	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
18	中国少鳞鳜	*Coreoperca whiteheadi*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
19	斑鳜	*Siniperca scherzeri*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
20	大眼鳜	*Siniperca knerii*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
21	翘嘴鳜	*Siniperca chuatsi*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
22	李氏吻虾虎鱼	*Rhinogobius leavelli*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
23	子陵吻虾虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
24	乌鳢	*Channa argus*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
25	月鳢	*Channa asiatica*	底层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
26	彩副鳞	Acheilognathus imberbis	底层	实际调查
27	间鲹	Hemibarbus medius	底层	实际调查
28	黄颡鱼	Tachysurus fulvidraco	底层	实际调查
29	鳌	*Hemiculter leucisculus*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
30	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
31	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
32	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
33	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
34	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	中上层	实际调查（3#取水口点位）
35	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
36	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
37	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
38	莫桑比克罗非鱼	*Oreochromis mossambicus*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
39	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）

序号	物种名	拉丁名	栖息水层	调查来源
40	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	中上层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
41	海南鲌	Culter recurviceps	中上层	实际调查
42	鳙	Hypophthalmichthys nobilis	中上层	实际调查
43	南方拟鲚	Pseudohemiculter dispar	中上层	实际调查
44	鲫	*Carassius auratus*	中下层	实际调查（3#取水口点位）
45	**纹唇鱼**	*Osteochilus salsburyi*	中下层	实际调查（3#取水口点位）
46	**草鱼**	***Ctenopharyngodon idella***	**中下层**	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
47	赤眼鳟	***Squaliobarbus curriculus***	中下层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
48	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	中下层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
49	银鲴	*Xenocypris macrolepis*	中下层	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
50	鲤	Cyprinus carpio	中下层	实际调查

6）产卵类型

白盆珠水库位于东江支流西枝江上游，库区呈狭长河谷型，正常蓄水位时水面面积约 40km²，平均水深 20m 以上，最大水深逾 60m；受大坝调蓄和来水过程控制，库区水面流速常年低于 0.1m/s，仅在汛期泄洪或排沙时局部流速可达 0.5~1.0m/s，整体属于缓流—静水环境。库区浮游植物群落以蓝藻、绿藻和硅藻为主，透明度随季节变化在 1.5~3.0m 之间，底层溶氧常年保持在 5mg/L 以上，为鱼类提供了稳定的栖息生境。

鱼类组成以定居性、喜缓流或静水种类为主，如鲇、鲤、鲫、鲮、子陵吻鰕虎鱼、鲢和鳙等种类，较少发现鱵等喜急流鱼类。库区鱼类繁殖方式多以粘性卵为主：鲤、鲫等将卵粘附于水草、砾石或淹没的树枝上；鲇、黄颡鱼则将卵粘附于岩壁或人工结构表面，亲鱼具护卵行为；斑鳢于 5~7 月在库汊浅滩筑巢产卵，卵具强粘性并聚集成块。水库水位年内变幅通常不超过 5m，淹没植被带稳定，为粘性卵提供了持续附着基质；同时缓流水体减少了卵粒脱落和漂流损失，显著提高了孵化成功率。草鱼、鲢、鳙等产漂流性卵鱼类需流水刺激和长距离漂流孵化，库区水流较缓，暂未发现产漂流性卵鱼类产卵场。总体而言，白盆珠水库“水面缓、水体深、以产粘性卵、喜缓流静水鱼类为主”的生态特征，决定了其鱼类

群落结构以定居—粘性卵类型为核心，形成了与天然河道截然不同的静水生态系统。

7）鱼类早期资源

根据在白盆珠水库 3#点位（取水口处）的实地鱼类早期资源调查结果，在该点位未采集到鱼卵、仔鱼及稚鱼个体。可能由于调查样点水下植被覆盖不足，不适宜鱼类集中产卵或幼体早期存活，从而导致鱼类早期资源未能被检出。

根据实际调查的性成熟鱼类结构组成并参考《深圳西部水源及供水工程环境影响报告书》（2021）等周边资料，水库中鱼类早期资源整体密度较低，且种类组成以中上层鱼类为主。主要包括：中上层鱼类如鲗（*Hemiculter leucisculus*）、翘嘴鲌（*Culter alburnus*）、高体鳑鲏（*Rhodeus ocellatus*）、鲢（*Hypophthalmichthys molitrix*）等本土物种，以及外来入侵种齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）；底层鱼类则包括泥鳅（*Misgurnus anguillicaudatus*）等。结合本次调查结果与历史资料，调查水域鱼卵平均密度为 1.21ind./100m³，按照鱼类早期资源评估中常用的 1%仔稚鱼阶段成活率进行推算，仔稚鱼平均密度约为 0.0121ind./100m³。

4.2.4.3 西枝江

（1）调查点位设置

本次调查于 2022 年 5 月和 2023 年 2 月分两期对西枝江开展水生生态调查，在西枝江白盆珠水库大坝下游 500m（4#）、西枝江三联村段（5#）、西枝江横河村（6#）共布设 3 个调查点位。

表4.2-60　水源及下游区水生生态调查点位

水体	位置	断面编号	经纬度	备注
西枝江	西枝江上游（坝下）	4#	E115° 1' 35.135" N23° 4' 34.527"	白盆珠水库大坝下游 500m
	西枝江中游（平山）	5#	E114° 43' 51.898" N23° 0' 44.785"	三联村
	西枝江下游（水贝）	6#	E114° 30' 12.301" N23° 2' 19.339"	横河村

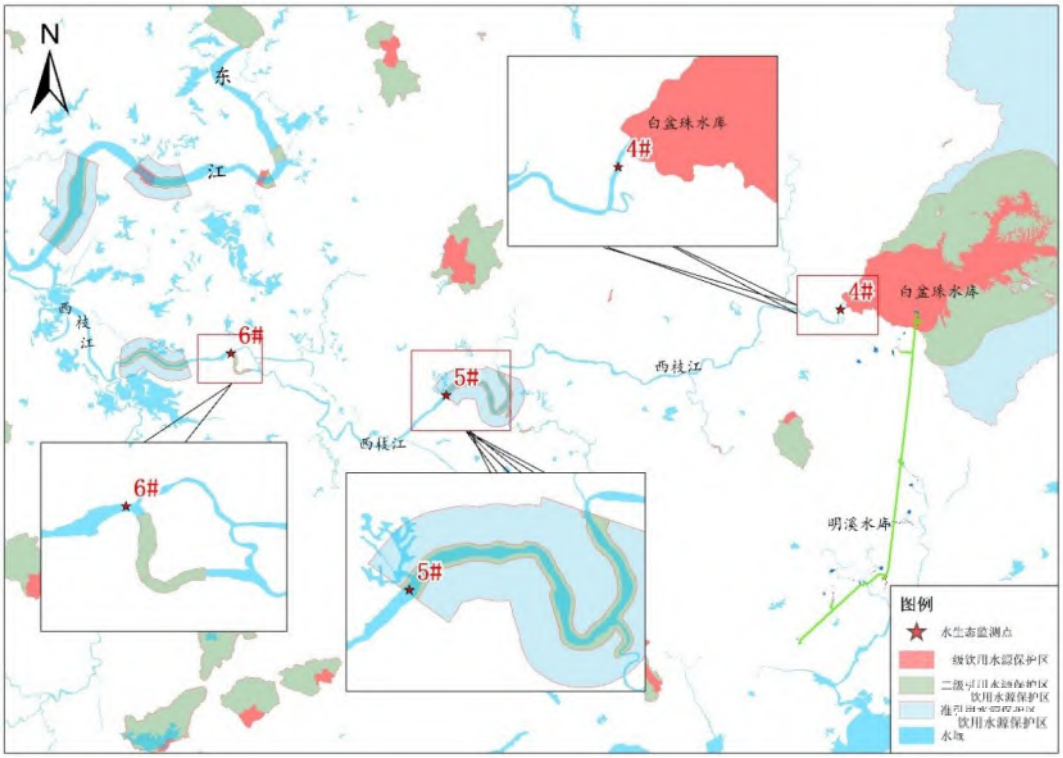


图4.2-12　西枝江水生态监测站位示意图

（2）浮游植物

1）种类组成

2022 年 5 月（丰水期），在西枝江共检测出浮游植物 6 门 21 属 26 种，其中绿藻门种类最多，有 7 属 11 种，占总种类数的 42.31%；其次是硅藻门和蓝藻门，各有 6 种，各占总种类数的 23.08%；甲藻门、黄藻门和隐藻门各有 1 种，各占总种类数的 3.85%。

2023 年 2 月（枯水期），在西枝江共检测出浮游植物 5 门 17 属 18 种，其中绿藻门种类最多，有 7 属 7 种，占总种类数的 38.89%；其次是硅藻门，有 5 属 5 种，占总种类数的 27.78%；蓝藻门 3 属 3 种，占总种类数的 16.67%；裸藻门 1 属 2 种，占总种类数的 11.11%；隐藻门 1 属 1 种，占总种类数的 5.56%。

各站浮游植物名录见附录 5-1。

表4.2-61　2022 年 5 月西枝江浮游植物各门类组成及比例

类别	硅藻门	黄藻门	甲藻门	蓝藻门	绿藻门	隐藻门	合计
属数	5	1	1	6	7	1	**21**
占比	23.81%	4.76%	4.76%	28.57%	33.33%	4.76%	**100.00%**
种数	6	1	1	6	11	1	**26**
占比	23.08%	3.85%	3.85%	23.08%	42.31%	3.85%	**100.00%**

表4.2-62　2023 年 2 月西枝江浮游植物各门类组成及比例

类别	硅藻门	甲藻门	金藻门	蓝藻门	裸藻门	绿藻门	隐藻门	合计
属数	5	/	/	3	1	7	1	**17**
占比	29.41%	/	/	17.65%	5.88%	41.18%	5.88%	**100.00%**
种数	5	/	/	3	2	7	1	**18**
占比	27.78%	/	/	16.67%	11.11%	38.89%	5.56%	**100.00%**

2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期），调查到西枝江各站位浮游植物密度变化范围为 5.9×10^4～242.6×10^4 ind./L，平均密度为 86.73×10^4 ind./L，最高和最低值分别出现在 4#和 6#站位；生物量变化范围为 0.087～0.149mg/L，平均生物量为 0.110mg/L，最高和最低值分别出现在 4#和 5#站位。就不同类群的分布情况而言，各类群平均密度变化范围为 0.07×10^4 ~80.47×10^4 ind./L，密度占有最大优势的是蓝藻门，优势最小的是黄藻门；各类群平均生物量变化范围在 0.001~0.041 mg/L 之间，平均生物量最高的是蓝藻门，最低的是黄藻门。

2023 年 2 月（枯水期），调查到西枝江各站浮游植物密度变化范围为 67.6×10^4 ～350.8×10^4ind./L，平均密度为 176.47×10^4 ind./L，最大值出现在 4#站位，最小值出现在 6#站位；生物量变化范围为 0.079～0.190mg/L，平均生物量为 0.131mg/L，最高值出现在 4#站位，最小值出现在 6#站位。就不同类群的分布情况而言，各类群平均密度变化范围为 0.33×10^4~168.73×10^4 ind./L，密度占有最大优势的为蓝藻门，优势最小的是隐藻门；各类群平均生物量变化范围在 0.0001~0.084 mg/L 之间，平均生物量最高的是蓝藻门，最低的是隐藻门。

表4.2-63　2022 年 5 月西枝江浮游植物密度（$\times10^4$ ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	调查点位			
		4#	5#	6#	平均值
硅藻门	密度	1.5	2.7	0.3	1.50
	生物量	0.024	0.025	0.003	0.017
黄藻门	密度	/	/	0.2	0.07
	生物量	/	/	0.004	0.001
甲藻门	密度	/	/	0.3	0.10
	生物量	/	/	0.006	0.002
蓝藻门	密度	240	0.3	1.1	80.47

门	现存量	调查点位			
		4#	5#	6#	平均值
	生物量	0.120	0.0003	0.001	0.041
绿藻门	密度	1.1	6.6	2.3	3.33
	生物量	0.006	0.057	0.011	0.025
隐藻门	密度	/	2.1	1.7	1.27
	生物量	/	0.004	0.068	0.024
合计	密度	242.60	11.70	5.90	86.73
	生物量	0.149	0.087	0.093	0.110

表4.2-64　2023 年 2 月西枝江浮游植物密度（×10⁴ ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	调查点位			
		4#	5#	6#	平均值
硅藻门	密度	1	0.8	1.4	1.07
	生物量	0.009	0.026	0.033	0.023
甲藻门	密度	/	/	/	/
	生物量	/	/	/	/
金藻门	密度	/	/	/	/
	生物量	/	/	/	/
蓝藻门	密度	336.6	106.2	63.4	168.73
	生物量	0.168	0.053	0.032	0.084
裸藻门	密度	/	1.4	0.4	0.60
	生物量	/	0.042	0.012	0.018
绿藻门	密度	13.2	1.6	2.4	5.73
	生物量	0.013	0.002	0.002	0.006
隐藻门	密度	/	1	/	0.33
	生物量	/	0.001	/	0.001
合计	密度	350.80	111.00	67.60	176.47
	生物量	0.190	0.125	0.079	0.131

3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）西枝江 3 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.038～0.901 之间，平均值为 0.607，均匀度波动大，整体中等；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 0.079～2.33，平均值为 1.549，多样性跨度大，

整体中等偏低；Simpson优势度指数*D*变化范围为0.021～0.866，平均值为0.584，优势度两极分化，整体中等。

2023 年 2 月（枯水期）西枝江 3 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.0867～0.1628 之间，平均值为 0.125，均匀度处于较低水平；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 0.208～0.405，平均值为 0.309，多样性也处于偏低水平；*D* 变化范围为 0.0813～0.1309，平均值为 0.105，整体偏低。

总体而言，从时间分布上看，丰水期浮游植物群落特征指数整体高于枯水期，表明丰水期浮游植物群落结构更复杂，更稳定，水质更好。

表4.2-65　西枝江浮游植物多样性指数统计表

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
2022 年 05 月	4#	8	2426	0.038	0.079	0.021
	5#	12	117	0.901	2.239	0.866
	6#	14	59	0.883	2.33	0.866
	平均值	**11.333**	**867.333**	**0.607**	**1.549**	**0.584**
2023 年 02 月	4#	11	1754	0.0867	0.208	0.0813
	5#	12	555	0.1270	0.316	0.1014
	6#	12	338	0.1628	0.405	0.1309
	平均值	**11.667**	**882.333**	**0.125**	**0.309**	**0.105**

4）西枝江水华发生情况及潜在风险分析

根据西枝江浮游植物调查数据，2022 年 5 月（丰水期）与 2023 年 2 月（枯水期）所测得的蓝藻密度均低于《水华程度分级与监测技术规程》（DB44T 2261-2020）中规定的Ⅰ级水华阈值（2×10^6 cells/L），其中枯水期蓝藻平均密度为 168.73×10^4ind./L（1.6873×10^6 cells/L），虽接近但未突破水华判定标准。

潜在风险方面，西枝江作为典型河流生态系统，其持续的水流扰动和较强的自净能力有效抑制了藻类聚集，当前蓝藻密度水平尚不足以引发系统性生态风险。即便在极端情景下出现藻类短期增殖，河流的流动特性和稀释作用也可有效控制影响范围，不会对水生生态系统结构和功能产生持续性不利影响。建议保持对总磷、总氮等关键营养盐指标的持续监测，以及时掌握水体富营养化动态及藻类生长潜在风险。

（3）浮游动物

1）种类组成

2022 年 5 月（丰水期）在西枝江共检出浮游动物 4 类 20 属 32 种，以轮虫种类为最多，共有 8 属 15 种，占总种类数的 46.88%；其次是原生动物，有 5 属 9 种，占总种类数的 28.13%；桡足类 5 属 6 种，占总种类数的 18.75%；枝角类检测到的种类数最少，为 2 属 2 种，占总种类数的 6.25%。空间分布上，以 6#站位检测到的种类数为最多，共检测到 19 种；其次是 4#站位，检测到 16 种；5#站位检测到 14 种。

2023 年 2 月（枯水期）在西枝江共检出浮游动物 4 类 23 属 27 种，各类种数分布较为均匀。其中以轮虫种类为最多，共有 7 属 8 种，占总种类数的 29.63%；枝角类和桡足类各有 7 种，各占总种类数的 25.93%；原生动物检测到的种类数最少，为 3 属 5 种，占总种类数的 18.52%。空间分布上，以 6#站位检测到的种类数为最多，共检测到 21 种；其次是 4#站位，检测到 12 种；5#站位检测到 11 种。各站浮游动物名录见附录 5-2。

表4.2-66　2022 年 5 月西枝江浮游动物种类组成

类群	4#		5#		6#		合计		
	种数	比例（%）	种数	比例（%）	种数	比例（%）	属数	种数	种数占比（%）
原生动物	5	31.25	3	21.43	4	21.05	5	9	28.13
轮虫	6	37.5	7	50.00	9	47.37	8	15	46.88
枝角类	1	6.25	1	7.14	2	10.53	2	2	6.25
桡足类	4	25	3	21.43	4	21.05	5	6	18.75
总计	**16**	**100**	**14**	**100**	**19**	**100**	**20**	**32**	**100**

表4.2-67　2023 年 2 月西枝江浮游动物种类组成

类群	4#		5#		6#		合计		
	种数	比例（%）	种数	比例（%）	种数	比例（%）	属数	种数	种数占比（%）
原生动物	3	25.00	3	27.27	4	19.05	3	5	18.52
轮虫	2	16.67	3	27.27	8	38.10	7	8	29.63
枝角类	1	8.33	4	36.36	5	23.81	7	7	25.93
桡足类	6	50.00	1	9.09	4	19.05	6	7	25.93
总计	**12**	**100**	**11**	**100**	**21**	**100**	**23**	**27**	**100**

2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期）调查显示，西枝江各站浮游动物密度变化范围在 65~236ind./L 之间，平均密度为 137.33ind./L，低于上游的白盆珠水库；生物量变化范围在 0.3002~2.3057mg/L 之间，平均生物量为 1.13mg/L，高于白盆珠水库；密度与生物量最高值均出现在 6 号点位，最低值均出现在 4 号点位。

2023 年 2 月（枯水期）调查显示，西枝江各站浮游动物密度变化范围在 146.73~823.67ind./L 之间，平均密度为 400.43ind./L，高于上游的白盆珠水库；生物量变化范围在 0.187~2.551mg/L 之间，平均生物量为 1.066mg/L，略高于白盆珠水库;密度与生物量最高值均出现在 6#站位,最低值分别出现在 4#和 5#站位。

表4.2-68　2022 年 5 月西枝江浮游动物密度（ind./L）和生物量（mg/L）

类群	现存量	调查点位			平均值
		4#	5#	6#	
原生动物	密度	23	34	60	39.00
	生物量	0.0012	0.0017	0.003	0.00
轮虫	密度	24	57	150	77.00
	生物量	0.0061	0.379	1.9247	0.77
枝角类	密度	2	2	2	2.00
	生物量	0.06	0.06	0.06	0.06
桡足类	密度	5	9	8	7.33
	生物量	0.2	0.33	0.27	0.27
无节幼体	密度	11	9	16	12.00
	生物量	0.033	0.027	0.048	0.04
合计	密度	65	111	236	137.33
	生物量	0.3002	0.7977	2.3057	1.13

表4.2-69　2023 年 2 月西枝江浮游动物密度（ind./L）和生物量（mg/L）

类群	现存量	调查点位			平均值
		4#	5#	6#	
原生动物	密度	40	140	120	100
	生物量	0.002	0.007	0.006	0.005
轮虫	密度	40	80	660	260
	生物量	0.058	0.028	2.307	0.798
枝角类	密度	0.40	0.74	2.03	1.06
	生物量	0.012	0.118	0.062	0.064
桡足类	密度	6.33	0.15	1.64	2.71

类群	现存量	调查点位			平均值
		4#	5#	6#	
	生物量	0.208	0.004	0.056	0.090
无节幼体	密度	60	10	40	36.67
	生物量	0.18	0.03	0.12	0.11
合计	密度	146.73	230.89	823.67	400.43
	生物量	0.460	0.187	2.551	1.066

3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）西枝江 3 个采样点浮游动物 *J* 变化范围在 0.726～0.909 之间，平均值为 0.846；*H'*变化范围为 2.013～2.677，平均值为 2.359；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.785～0.923，平均值为 0.866。从站位分布来看，*J*、*H'*和 D 最高值均出现在 6#站位，最低值均出现在 4#站位。

2023 年 2 月（枯水期）西枝江 3 个采样点浮游动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.803～0.899 之间，平均值为 0.838，最高值和最低值分别出现在 5#站位和 4#站位；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.996～2.474，平均值为 2.209；*D* 变化范围为 0.797～0.877，平均值为 0.843。*H'*和 D 最高值和最低值均出现在 6#站位和 4#站位。

以上数据说明西枝江各采样点的各物种个体数分布较均衡，物种组成较丰富，群落结构较为稳定。从时间分布上看，丰水期浮游动物各项群落特征指数仅小幅高于枯水期，反映出浮游动物群落的多样性、均匀度及优势度等基本特征在不同水文时期保持相对稳定，未出现显著波动。

表4.2-70　西枝江浮游动物多样性指数统计表

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
2022 年 05 月	4#	16	124	0.726	2.013	0.785
	5#	14	101	0.904	2.386	0.889
	6#	19	151	0.909	2.677	0.923
	平均值	**16.33**	**125.33**	**0.846**	**2.359**	**0.866**
2023 年 02 月	4#	12	42	0.803	1.996	0.797
	5#	11	28	0.899	2.156	0.855
	6#	21	125	0.813	2.474	0.877
	平均值	**14.67**	**65.00**	**0.838**	**2.209**	**0.843**

（4）大型底栖动物

1）种类组成

2022~2023 年调查期间，调查人员在西枝江共检出大型底栖无脊椎动物有 10 种，隶属于 2 门 4 目 7 科；其中软体动物门 3 目 5 科 8 种（属），占总种数的 80%；节肢动物门 1 目 2 科 2 种（属），占总种数的 20%。

表4.2-71　西枝江底栖动物统计表

序号	门	目	科	中文名	拉丁名	调查点位		
						4#	5#	6#
1	**软体动物门**	贻贝目	贻贝科	淡水壳菜	*Limnoperna fortunei*	+		
2		真瓣鳃目	蚬科	河蚬	*Corbicula fluminea*	+	+	+
3			蚌科	三角帆蚌	*Hyriopsis cumingii*	+	+	+
4		中腹足目	田螺科	中国圆田螺	*Cipangopaludina chinensis*		+	+
5				中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*	+	+	+
6				环棱螺	*Bellamya sp.*	+	+	
7				多棱角螺	*Angulyagra polyzonata*		+	+
8			瓶螺科	大瓶螺	*Pomacea canaliculata*		+	+
9	**节肢动物门**	十足目	长臂虾科	日本沼虾	*Macrobrachium nipponense*	+	+	+
10			弓蟹科	字纹弓蟹	*Varuna litterata*		+	+
合计	**2**	**4**	**7**	**10**	**10**	**6**	**9**	**8**

2）密度与生物量

2022-2023 年调查结果显示，西枝江各采样点大型底栖动物密度变化范围在 16～61 ind./m^2 之间，平均密度为 33.67 ind./m^2，高于上游的白盆珠水库；生物量变化范围在 9.34～19.22 g/m^2 之间，平均生物量为 14.10 g/m^2，同样高于白盆珠水库；密度与生物量最高值均出现在 5#站位（西枝江中游），最低值均出现在 4#站位（西枝江上游）。西枝江大型底栖动物资源密度总计为 433.7kg/ha。与白盆珠水库相比，西枝江记录到的大型底栖动物种类更为丰富。

表4.2-72　西枝江底栖动物密度和生物量

采样点	4#	5#	6#	平均值
密度(ind./m^2)	16	61	24	**33.67**
生物量(g/m^2)	9.34	19.22	13.73	**14.10**

表4.2-73　西枝江底栖动物资源密度

物种名	淡水壳菜	三角帆蚌	河蚬	大瓶螺	多棱角螺	环棱螺	中国圆田螺	字纹弓蟹	日本沼虾
生物资源密度（kg/ha）	4	170	14	19.5	2.4	4	10.8	121.5	80
合计(kg/ha)	**433.7**								

3）生物多样性现状评价

2022~2023年调查结果显示，西枝江3个采样点底栖动物*J*变化范围在0.66～0.90之间，平均值为0.79；*H'*变化范围为1.30-1.76，平均值为1.48；Margalef丰富度指数*D*变化范围为1.44～1.89，平均值为1.68。从站位分布来看，各站位均匀度差异较大，物种生物多样性水平高于白盆珠水库，但均处于较低水平。调查范围内大型底栖动物物种生物多样性水平较低。

表4.2-74　西枝江底栖动物生物多样性指数统计表

采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Margalef 丰富度 *D*
4#	5	16	0.81	1.30	1.44
5#	8	61	0.66	1.38	1.70
6#	7	24	0.90	1.76	1.89
平均值	**7**	**34**	**0.79**	**1.48**	**1.68**

（5）鱼类

1）种类组成

2022年5月（丰水期）和2023年2月（枯水期）调查人员在西枝江采用地笼网和流刺网捕鱼，并在附近居民活动区访问调查，西枝江评价范围内共调查到鱼类24科56种，其中鲤形目最多，有6科30种，最少的是发光鲷目和鳗鲡目，各有1科1种，西枝江鱼类物种多样性略高于白盆珠水库。

表4.2-75　西枝江鱼类组成统计表

序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**合计**
目		发光鲷目	鲱形目	合鳃鱼目	鳉形目	鲤形目	丽鱼目	鳗鲡目	鲇形目	攀鲈目	鰕虎鱼目	
西枝江	**科数**	1	1	2	1	6	1	1	4	3	4	**24**
	种数	1	2	2	1	30	3	1	8	3	5	**56**

表4.2-76　西枝江鱼类调查来源

序号	物种名	拉丁名	调查来源
1	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*	现场调查
2	斑鳢	*Channa maculata*	现场调查
3	豹纹翼甲鲇	*Pterygoplichthys pardalis*	现场调查
4	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	现场调查
5	鯊	*Hemiculter leucisculus*	现场调查
6	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	现场调查
7	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	现场调查
8	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	现场调查
9	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	现场调查
10	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*	现场调查
11	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	现场调查
12	凤鲚	*Coilia mystus*	现场调查
13	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	现场调查
14	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	现场调查
15	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	现场调查
16	海南鲌	*Culter recurviceps*	现场调查
17	黑鳍鳈	*Sarcocheilichthys nigripinnis*	现场调查
18	红鳍原鲌	*Chanodichthys erythropterus*	现场调查
19	胡子鲇	*Clarias fuscus*	现场调查
20	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	现场调查
21	黄鳝	*Monopterus albus*	现场调查
22	鲫	*Carassius auratus*	现场调查
23	间鲹	*Hemibarbus medius*	现场调查
24	鲤	*Cyprinus carpio*	现场调查
25	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	现场调查
26	鲮	*Cirrhinus molitorella*	现场调查
27	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	现场调查
28	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	现场调查
29	麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*	现场调查
30	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	现场调查
31	南方拟鯊	*Pseudohemiculter dispar*	现场调查
32	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	现场调查

序号	物种名	拉丁名	调查来源
33	七丝鲚	*Coilia grayii*	现场调查
34	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	现场调查
35	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	现场调查
36	萨氏华黝鱼	*Sineleotris saccharae*	现场调查
37	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	现场调查
38	须鲫	*Carassioides acuminatus*	现场调查
39	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	现场调查
40	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	现场调查
41	中间黄颡鱼	*Pelteobagrus intermedius*	现场调查
42	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	现场调查
43	纵带鮠	*Tachysurus argentivittatus*	现场调查
44	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*	现场调查
45	革胡子鲇	*Clarias gariepinus*	现场调查
46	鳊	*Parabramis pekinensis*	访问调查
47	海丰沙塘鳢	*Odontobutis haifengensis*	访问调查
48	花鲈	*Lateolabrax japonicus*	访问调查
49	黄尾鲴	*Xenocypris davidi*	访问调查
50	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*	访问调查
51	攀鲈	*Anabas testudineus*	访问调查
52	日本鳗鲡	*Anguilla japonica*	访问调查
53	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	访问调查
54	条纹小鲃	*Barbodes semifasciolatus*	访问调查
55	银鲴	*Xenocypris macrolepis*	访问调查
56	银鮈	*Squalidus argentatus*	访问调查

2）渔获物组成

枯水期和丰水期两个时期的调查，西枝江 3 个点位共采集到鱼类 809 尾，渔获物总重量为 51698.85g；其中丰水期采集到鱼类 550 尾，总重量 30237.07g；枯水期采集到鱼类 259 尾，总重量为 21461.78g。

从数量上看，渔获物以齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）、子陵吻鰕虎鱼（*Rhinogobius giurinus*）、七丝鲚（*Coilia grayi*）等鱼类占优势，分别占渔获物总数量的 28.31%、18.29%和 13.6%；从重量上看，渔获物则以鳙（*Hypophthalmichthys*

nobilis）、豹纹翼甲鲇（*Pterygoplichthys pardalis*）、鲤（*Cyprinus carpio*）、齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）等鱼类为主，分别占渔获物总重量的 22.04%、11.22%、11.11%和 9.18%。

结合调查到鱼类的数量、重量及分布范围，根据相对重要性指数（IRI）结果，西枝江主要优势鱼类为齐氏罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼、鳙、七丝鲚、鲿、豹纹翼甲鲇 6 种，其中齐氏罗非鱼和豹纹翼甲鲇是外来入侵种。

表4.2-77　西枝江渔获物组成统计表

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				
	中文名	拉丁学名	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	尾数百分比（%）	重量（g）	重量百分比（%）	相对重要性指数（IRI）
1	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*			4	3092.41	4	0.49	3092.41	5.98	431.73
2	斑鱧	*Channa maculata*	1	221.64			1	0.12	221.64	0.43	18.41
3	豹纹翼甲鲇	*Pterygoplichthys pardalis*	24	3621.94	11	2179.49	35	4.33	5801.43	11.22	1036.53
4	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*			10	23.55	10	1.24	23.55	0.05	42.72
5	鯊	*Hemiculter leucisculus*	42	1472.5	19	641.38	61	7.54	2113.88	4.09	1162.90
6	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	1	307.1			1	0.12	307.1	0.59	23.92
7	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*			2		2	0.25		0.00	8.24
8	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	2	532.95	1	284.5	3	0.37	817.45	1.58	130.13
9	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	5	343.93			5	0.62	343.93	0.67	85.55
10	大鳍鱎	*Hemibagrus macropterus*			2	9.39	2	0.25	9.39	0.02	8.85
11	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	1	4.64	24	147.57	25	3.09	152.21	0.29	338.47
12	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*			6	331.07	6	0.74	331.07	0.64	92.14
13	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	7	17.55	5	4.99	12	1.48	22.54	0.04	152.69
14	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	1	301.14	9	1636.28	10	1.24	1937.42	3.75	332.24
15	海南鲌	*Culter recurviceps*			1	1294.38	1	0.12	1294.38	2.50	87.58
16	黑鳍鳠	*Sarcocheilichthys nigripinnis*			2	16.64	2	0.25	16.64	0.03	9.31
17	红鳍原鲌	*Chanodichthys erythropterus*			1	52.64	1	0.12	52.64	0.10	7.51
18	胡子鲇	*Clarias fuscus*	1	186.85	1	1065.35	2	0.25	1252.2	2.42	88.98

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				
	中文名	拉丁学名	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	尾数百分比（%）	重量（g）	重量百分比（%）	相对重要性指数（IRI）
19	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	4	522.89	1	79.43	5	0.62	602.32	1.17	118.87
20	黄鳝	*Monopterus albus*			1		1	0.12		0.00	4.12
21	鲫	*Carassius auratus*	2	498.62	3	347.66	5	0.62	846.28	1.64	225.50
22	间鲹	*Hemibarbus medius*	2	30.2	3	290.51	5	0.62	320.71	0.62	41.28
23	鲤	*Cyprinus carpio*	3	3552.17	4	2193.5	7	0.87	5745.67	11.11	399.30
24	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	4	2281.57			4	0.49	2281.57	4.41	163.59
25	鲮	*Cirrhinus molitorella*	3	689.15	1	23.5	4	0.49	712.65	1.38	124.86
26	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	1	61.38			1	0.12	61.38	0.12	8.08
27	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*			2	15.2	2	0.25	15.2	0.03	9.22
28	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	2	664.27	1	456.28	3	0.37	1120.55	2.17	84.61
29	麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*	2	6.12			2	0.25	6.12	0.01	17.27
30	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	1	3.58	3	10	4	0.49	13.58	0.03	52.07
31	南方拟鲿	*Pseudohemiculter dispar*	20	172.08	2	30.77	22	2.72	202.85	0.39	103.73
32	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	15	314.53			15	1.85	314.53	0.61	164.17
33	七丝鲚	*Coilia grayii*	83	1625.56	27	543.52	110	13.60	2169.08	4.20	1186.18
34	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	199	3976.91	30	770.38	229	28.31	4747.29	9.18	3748.91
35	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	2	411.8			2	0.25	411.8	0.80	34.79
36	萨氏华黝鱼	*Sineleotris saccharae*	3	14.72	19	73.03	22	2.72	87.75	0.17	96.30
37	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	5	202.75	2	36.26	7	0.87	239.01	0.46	132.76

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				
	中文名	拉丁学名	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	重量（g）	数量（尾）	尾数百分比（%）	重量（g）	重量百分比（%）	相对重要性指数（IRI）
38	须鲫	*Carassioides acuminatus*	1	228.25	3	680.09	4	0.49	908.34	1.76	75.05
39	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	1	7375.36	8	4018.42	9	1.11	11393.78	22.04	1543.50
40	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	2	221.43			2	0.25	221.43	0.43	45.04
41	中间黄颡鱼	*Pelteobagrus intermedius*			1	6.68	1	0.12	6.68	0.01	4.55
42	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	101	193.63	47	82.42	148	18.29	276.05	0.53	1882.81
43	革胡子鲇	*Clarias gariepinus*			1	1005	1	0.12	1005	1.94	68.92
44	纵带鮠	*Tachysurus argentivittatus*			2	19.49	2	0.25	19.49	0.04	9.50
45	凤鲚	*Coilia mystus*	9	179.86			9	1.11	179.86	0.35	48.68
合计			**550**	**30237.07**	**259**	**21461.78**	**809**	**100**	**51698.85**	**100.00**	**/**

3）鱼类资源密度

根据渔获物数据统计分析，西枝江呈现丰水期资源密度（1007.90kg/ha）高于枯水期（715.39kg/ha）的特征，总平均值为 861.65kg/ha。与白盆珠水库相比，西枝江记录到的鱼类种类数更多，鱼类资源更为丰富。

表4.2-78　西枝江鱼类资源密度

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
1	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*	0.00	103.08
2	斑鱧	*Channa maculata*	7.39	0.00
3	豹纹翼甲鲇	*Pterygoplichthys pardalis*	120.73	72.65
4	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	0.00	0.79
5	鱎	*Hemiculter leucisculus*	49.08	21.38
6	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	10.24	0.00
7	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	0.00	0.00
8	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	17.77	9.48
9	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	11.46	0.00
10	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*	0.00	0.31
11	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	0.15	4.92
12	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	0.00	11.04
13	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	0.59	0.17
14	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	10.04	54.54
15	海南鲌	*Culter recurviceps*	0.00	43.15
16	黑鳍鳘	*Sarcocheilichthys nigripinnis*	0.00	0.55
17	红鳍原鲌	*Chanodichthys erythropterus*	0.00	1.75
18	胡子鲇	*Clarias fuscus*	6.23	35.51
19	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	17.43	2.65
20	黄鳝	*Monopterus albus*	0.00	0.00
21	鲫	*Carassius auratus*	16.62	11.59
22	间鲹	*Hemibarbus medius*	1.01	9.68
23	鲤	*Cyprinus carpio*	118.41	73.12
24	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	76.05	0.00
25	鲛	*Cirrhinus molitorella*	22.97	0.78
26	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	2.05	0.00

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
27	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*	0.00	0.51
28	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	22.14	15.21
29	麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*	0.20	0.00
30	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	0.12	0.33
31	南方拟鲿	*Pseudohemiculter dispar*	5.74	1.03
32	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	10.48	0.00
33	七丝鲚	*Coilia grayii*	54.19	18.12
34	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	132.56	25.68
35	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	13.73	0.00
36	萨氏华黝鱼	*Sineleotris saccharae*	0.49	2.43
37	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	6.76	1.21
38	须鲫	*Carassioides acuminatus*	7.61	22.67
39	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	245.85	133.95
40	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	7.38	0.00
41	中间黄颡鱼	*Pelteobagrus intermedius*	0.00	0.22
42	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	6.45	2.75
43	革胡子鲇	*Clarias gariepinus*	0.00	33.50
44	纵带鲄	*Tachysurus argentivittatus*	0.00	0.65
45	凤鲚	*Coilia mystus*	6.00	0.00
合计（kg/ha）			**1007.90**	**715.39**

4）食性类型

西枝江有植食性鱼类草鱼，此类鱼主要以水生维管束植物和周从植物为食。肉食性鱼类有马口鱼、斑鳢、大刺鳅、萨氏华黝鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢、子陵吻鰕虎鱼、胡子鲇等。杂食性鱼类有鲿、赤眼鳟、大鳍鱊、高体鳑鲏、广东鲂、鲫、鲤、鲮、齐氏罗非鱼、麦瑞加拉鲮、泥鳅、翘嘴鲌、纹唇鱼、须鲫和麦穗鱼等。滤食性鱼类有鳙和鲢等。

5）产卵类型

西枝江调查到的鱼卵和仔稚鱼以鲤形目鱼类为主，鱼卵类型主要为黏沉性卵（如广东鲂、黄尾鲴、麦穗鱼、黄颡鱼和子陵吻鰕虎鱼）和漂流性卵（如草鱼、鲢、鳙和赤眼鳟等）。

4.2.4.4 水源及下游区珍稀、濒危水生生物及鱼类重要生境

（1）珍稀、濒危及重点水生生物

评价范围内未发现国家重点保护水生野生动物，调查到广东省重点保护水生野生动物 1 种，为沼蛙，主要分布于水源下游区的白马村周边的农田区和白盆珠水库。

在水源及下游区调查到的珍稀濒危鱼类共 12 种。其中，被列入 IUCN 红色名录濒危等级有凤鲚和日本鳗鲡 2 种，易危等级有鲤和南方拟鲿2 种，近危等级的有鲢和鲮 2 种；被列入中国生物多样性红色名录濒危等级有日本鳗鲡 1 种，易危等级有海丰沙塘鳢、广东鲂、七丝鲚 3 种，近危等级有叉尾斗鱼、纹唇鱼、花鳡 3 种。此外还分布有中国特有种 9 种。

表4.2-79　水源及下游区珍稀、濒危及重点保护水生生物

保护级别		种数	物种名
广东省重点保护水生野生动物		1	沼蛙
世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN）	濒危（EN）	1	凤鲚、日本鳗鲡
	易危（VU）	2	鲤、南方拟鲿
	近危（NT）	2	鲢、鲮
中国生物多样性红色名录	濒危（EN）	1	日本鳗鲡
	易危（VU）	3	海丰沙塘鳢、广东鲂、七丝鲚
	近危（NT）	3	叉尾斗鱼、纹唇鱼、花鳡
中国特有种		9	彩副鳞、大鳍鳠、海南鲌、黑鳍�traction、黄尾鲴、间鲹、萨氏华黝鱼、纵带鮠、海丰沙塘鳢

（2）鱼类重要生境

1）产卵场

水源及下游区产漂流性卵鱼类主要有草鱼、鲢、鳙、赤眼鳟等鱼类，根据室内试验的研究结果，鲢鳙产卵需要一定的流速刺激，一般在 0.33m/s 时便可产卵，由于产卵对水流条件的需求以及其卵漂浮性的特性，产卵场通常都位于大江两岸地形发生较大变化的江段，如江面陡然紧缩、或山岭由一岸伸入江中（又称矶头）、或河道弯曲多变、江心常有沙洲以及河床糙度大、水较深的江段。这些地形特点常会使下泻江水受阻，造成或大或小的“泡漩水”，即水流上下翻滚、垂直交流，使卵不致下沉，从而保证卵的受精和正常孵化。

广东鲂、黄尾鲴、麦穗鱼、黄颡鱼等产黏沉性卵鱼类，产卵需要水草或砾石

等附着基质，黏沉性卵鱼类产卵场多分布于水草丛生的浅水区以及干流回水末端的砂砾浅滩上。

根据调查结果，白盆珠水库内缺乏形成产漂流性卵鱼类产卵场所需的汇入河溪等关键生境特征，因此判断水库评价范围内不存在此类产卵场。入库支流下游约 4km 处存在水草丛生的浅水区与砂砾浅滩，推测可能为鲌、鲫等产黏沉性卵鱼类的小型产卵场。水库取水口区域因缺乏大型水生植被和卵石礁石等附着基底，同样不具备形成黏沉性卵或漂流性卵产卵场的条件。而在西枝江评价范围内，受梯级水电站如剑潭的影响，该范围水域难以满足产漂流性卵鱼类的繁殖需求。尽管部分浅滩区域水草丰富、水流较缓，理论上适宜产沉性及黏性卵鱼类繁殖，但实地调查结合历史资料与走访结果均未发现集中、规模化的产卵场存在。其中，西枝江 5#点位附近因水草条件较好，推测可能为广东鲂、黄颡鱼和鲫等产黏沉性卵鱼类的小型产卵场；西枝江 4#点位下游约 7 公里处河道弯曲、沙洲分布广泛，河床糙度大且水深条件适宜，推测可能成为四大家鱼等产漂流性卵鱼类的小型产卵场。

2）索饵场

索饵场的分布因鱼类食性而异，鲇科等肉食性鱼类的索饵场与其生活习性及摄食鱼群分布密切相关；鲢、鳙等滤食性鱼类则通常在浮游生物和有机碎屑（如植物碎屑）丰富的区域索饵；鲤、鲫等杂食性鱼类偏好缓流或静水、水深 0~0.5m、有水草和沙质岸边的环境，此类区域鱼类食物资源丰富、易于躲避敌害，利于幼鱼存活；草鱼等植食性鱼类的索饵场则常与产卵场相伴，依赖水生维管束植物。尽管调查发现白盆珠水库存在一些可供鱼类摄食的区域，但并未形成成型的、具有典型特征的鱼类索饵场；同时，取水口附近水草稀疏的区域，通常也不是上述鱼类的主要索饵场所。

河流的鱼类索饵场多见于支流与干流交汇口、水草丰盛或岸边植被茂盛等食物资源丰富的区域，经调查西枝江评价范围内也并未发现成型的、具有典型特征的鱼类索饵场。

3）越冬场

鱼类越冬场位于干流的河床深处或坑穴中，一般水深 3~4m 以上，多为河沱、河槽、湾沱、回水或微流水或流水。根据调查结果，白盆珠水库取水口处多河沱、河槽，水面积较大，流速较缓，适合四大家鱼、鲤、鲫和翘嘴鲌等鱼类越冬。西

枝江 5#采样点位下游河段存在水流缓慢、江面开阔和水深较深区域，可以为鱼类提供良好的越冬栖息场所。

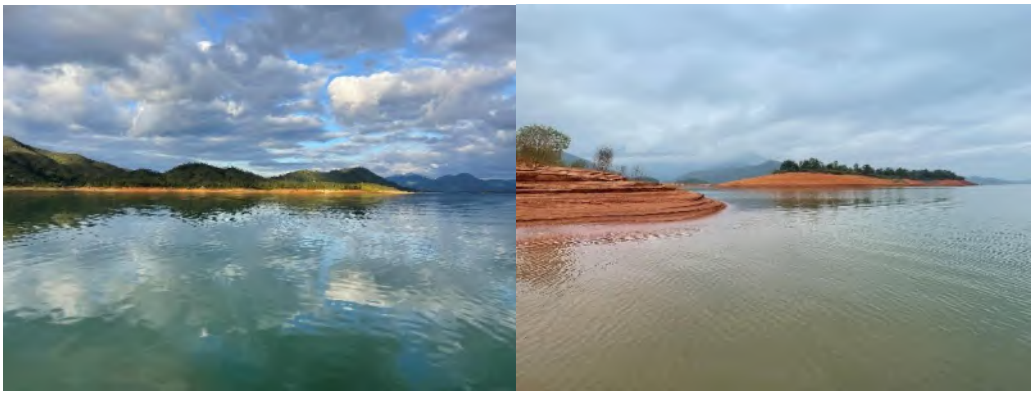


图4.2-13　现场调查生境照

4）洄游通道

根据调查结果，水源区的白盆珠水库未调查到洄游性鱼类。

水源下游区的西枝江调查到河海洄游型鱼类 3 种，分别是七丝鲚、凤鲚、日本鳗鲡。七丝鲚和凤鲚成鱼溯河产卵，幼鱼降海育肥；日本鳗鲡成鱼降海繁殖，幼鱼（玻璃鳗）溯河生长。根据调查结果，西枝江 5#点位至下游交叉河口约 40km 河段存在七丝鲚、凤鲚和日本鳗鲡的洄游通道。



图4.2-14　西枝江现场调查生境照

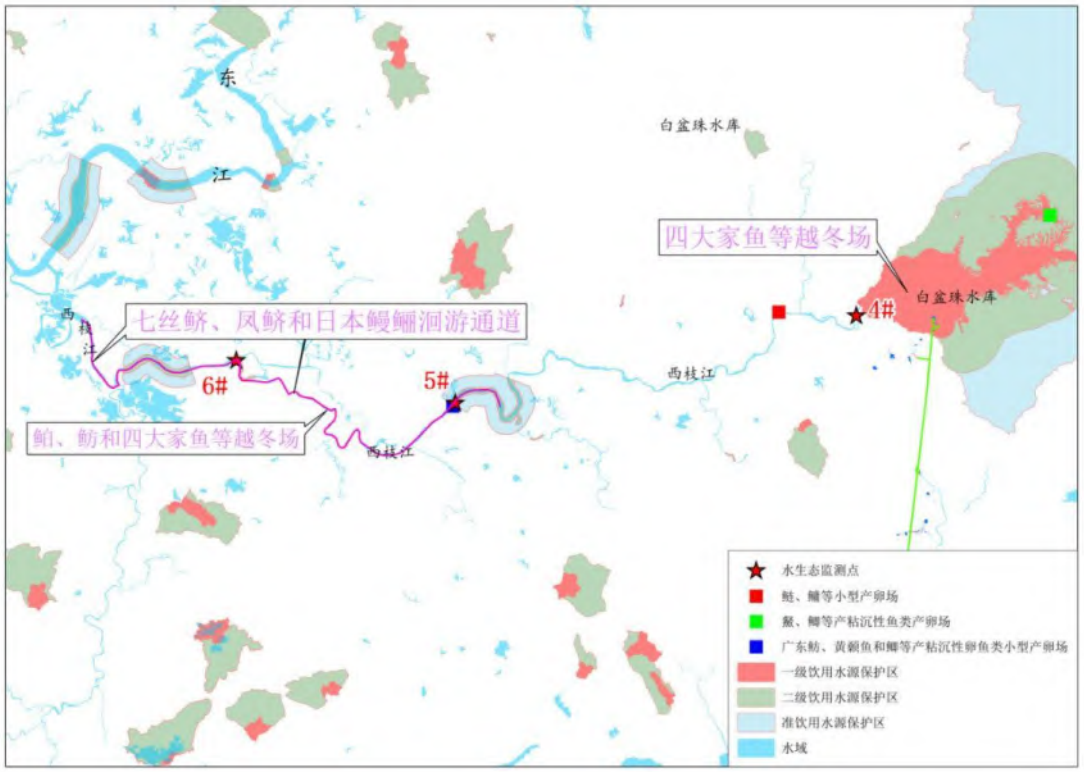


图4.2-15　水源及下游区鱼类重要生境分布

表4.2-80　水源及下游区鱼类三场汇总表

鱼类三场	分布情况	主要对象	工程占用情况
产漂流卵鱼类产卵场	集中规模化的产卵场：评价范围内未发现	鲢、鳙、赤眼鳟等	工程不占用
	小型产卵场：4#点位下游约 7km 处	草鱼、鲢、鳙、赤眼鳟等	工程不占用
产黏沉性卵鱼类产卵场	集中规模化的产卵场：评价范围内未发现	广东鲂、黄颡鱼、鲤、鲫等	工程不占用
	小型产卵场：1#点位下游 4km 处；5#点位附近	广东鲂、黄颡鱼、鲤、鲫等	工程不占用
索饵场	评价范围内未发现	四大家鱼、广东鲂、黄颡鱼、鲤、鲫等	工程不占用
越冬场	白盆珠水库、西枝江 5#采样点位下游约 15km 处	鲌、鲂和四大家鱼等	工程不占用
洄游通道	西枝江 5#点位至下游交叉河口约 40km 河段	七丝鲚、凤鲚和日本鳗鲡	工程不占用

4.2.4.5 主要水生生态问题

水源及下游区评价范围存在有水生生物入侵问题。在水源及下游区现场调查和访问调查到的 58 种鱼类中，外来入侵鱼类有齐氏罗非鱼、马拉丽体鱼、麦瑞加拉鲮、革胡子鲇和豹纹翼甲鲇 5 种，占鱼类总种数的 8.62%，其中，齐氏罗非

鱼入侵最为严重，几乎遍布整个调查水域，成为该区域的主要鱼类优势种。此外，还调查到其他外来入侵水生生物 2 种，为大瓶螺和淡水壳菜。



齐氏罗非鱼



豹纹翼甲鲇



麦瑞加拉鲮



马拉丽体鱼



革胡子鲇



大瓶螺



淡水壳菜

图4.2-16　水源及下游区评价范围入侵水生生物

4.2.5 陆生生态环境

4.2.5.1 调查评价方案

为掌握项目区陆生生态现状，评价单位委托广州草木蕃环境科技有限公司于2022年3月、5月、9月、12月对评价范围内的陆生生态开展了详细调查。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，本项目生态调查根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，水源及下游区陆生生态为一级评价，每种群落类型设置样方数量不少于5个。水源及下游区评价范围共分布有7种植物群系，每个群系设置样方数量为5个，共计35个样方，满足一级评价要求。输水线路及受水区陆生生态为二级评价，每种群落类型设置样方数量不少于3个。输水线路及受水区评价范围共分布有21种植物群系，每个群系设置样方数量不少于3个，共计72个样方，满足二级评价要求。

表4.2-81 深汕合作区引水工程植物调查样方信息表

工程分区	序号	经纬度	坡度	坡向	海拔/m	群系组/群系	与工程位置关系
水源及下游区	样方1	115°4'42.67"E 23°4'28.06"N	8°	东	88	马尾松群系	取水口周边
水源及下游区	样方2	115°4'43.60"E23°4'18.90"N	4°	北	126	马尾松群系	取水口周边
水源及下游区	样方3	115°4'40.81"E 23°4'8.50"N	13°	西北	28	马尾松群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方4	115°5'0.24"E 23°4'20.68"N	28°	北	85	马尾松群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方5	115°5'27.89"E 23°4'36.66"N	15°	南	25	马尾松群系	取水口用地范围
水源及下游区	样方6	115°4'29.056"E 23°3'45.941"N	45°	北	181	马尾松+木荷+相思群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方7	115°5'7.51"E 23°4'10.70"N	39°	东北	85	马尾松+木荷+相思群系	取水口临时道路周边
水源及下游区	样方8	115°5'20.00"E 23°3'59.21"N	45°	西南	119	马尾松+木荷+相思群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方9	115°5'0.04"E23°3'53.22"N	45°	西	118	马尾松+木荷+相思群系	输水管线上方
水源及下游区	样方10	115°4'54.06"E 23°4'1.88"N	46°	西	118	马尾松+木荷+相思群系	取水口永久道路周边
水源及下游区	样方11	115°4'57.00"E 23°3'29.00"N	10°	西	215	栲+木荷群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方12	115°4'58.73"E23°3'38.67"N	20°	东	207	栲+木荷群系	水源及下游区评价范围

工程分区	序号	经纬度	坡度	坡向	海拔/m	群系组/群系	与工程位置关系
水源及下游区	样方13	115°5'36.71"E 23°4'3.92"N	22°	西	187	黧蒴锥群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方14	115°5'30.19"E 23°4'23.43"N	32°	南	123	黧蒴锥群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方15	115°5'26.04"E 23°3'58.27"N	10°	北	177	黧蒴锥群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方16	115°5'34.64"E 23°4'10.12"N	10°	北	173	黧蒴锥群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方17	115°5'29.41"E 23°4'14.48"N	10°	北	172	黧蒴锥群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方18	115°5'41.31"E 23°4'21.25"N	66°	东北	119	桃金娘+岗松-芒萁群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方19	115°5'42.70"E 23°4'17.95"N	28°	北	113	桃金娘+岗松-萁群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方20	115°5'45.00"E 23°4'19.53"N	12°	东南	268	桃金娘+岗松-萁群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方21	115°5'41.36"E 23°4'24.06"N	20°	北	250	桃金娘+岗松-萁群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方22	115°4'53.66"E 23°3'56.12"N	18°	西南	25	茶园	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方23	115°4'36.27"E 23°3'44.92"N	19°	西	28	茶园	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方24	115°5'44.90"E 23°4'25.16"N	20°	东	228	桃金娘+岗松-芒萁群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方25	115°5'2.47"E 23°3'34.26"N	12°	西	300	栲+木荷群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方26	115°4'48.36"E 23°3'27.82"N	18°	西	235	栲+木荷群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方27	115°4'50.53"E 23°3'38.67"N	25°	西北	190	栲+木荷群系	输水管线上方
水源及下游区	样方28	115°4'56.08"E 23°3'52.38"N	20°	西北	201	茶园	输水管线上方
水源及下游区	样方29	115°4'54.48"E 23°3'47.17"N	15°	北	227	茶园	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方30	115°4'41.80"E 23°3'42.02"N	18°	北	152	茶园	取水口永久道路周边
水源及下游区	样方31	115°4'37.87"E 23°3'52.58"N	15°	东南	185	桉树群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方32	115°4'48.87"E 23°3'50.40"N	12°	西	205	桉树群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方33	115°5'8.64"E 23°3'53.52"N	10°	西	201	桉树群系	取水口永久道路周边
水源及下游区	样方34	115°5'30.14"E 23°4'17.45"N	15°	西南	179	桉树群系	水源及下游区评价范围
水源及下游区	样方35	115°5'10.08"E 23°4'0.67"N	18°	西	187	桉树群系	取水口永久道路周边
输水线路及受水区	样方36	115°3'50.73"E 23°2'34.95"N	18°	西	98	桉树群系	临时堆土场 L2 旁

工程分区	序号	经纬度	坡度	坡向	海拔/m	群系组/群系	与工程位置关系
输水线路及受水区	样方37	115°3'49.33"E 22°54'8.53"N	20°	南	86	桉树群系	马古岭输水干线上方
输水线路及受水区	样方38	115°3'13.80"E 22°53'57.18"N	8°	东	28	桉树群系	堆渣场 ZC4 施工道路旁
输水线路及受水区	样方39	115°2'20.89"E 22°53'14.69"N	24°	东北	48	桉树群系	盾构隧洞始发工区 GQ9 周边
输水线路及受水区	样方40	115°5'3.09"E 22°57'33.78"N	23°	东南	38	桉树群系	3#施工道路边
输水线路及受水区	样方41	115°4'57.00"E 22°55'57.68"N	22°	东南	32	茶园	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方42	115°1'20.22"E 22°52'59.57"N	15°	西北	23	茶园	4#施工支洞永久检修道路旁
输水线路及受水区	样方43	115°2'27.44"E 22°53'18.04"N	15°	西	25	茶园	盾构隧洞始发工区 GQ9 周边
输水线路及受水区	样方44	115°4'17.539"E 23°1'36.470"N	25°	西南	189	大头茶群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方45	115°4'24.05"E 23°1'24.19"N	23°	西	214	大头茶群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方46	115°4'33.10"E 23°1'20.65"N	37°	东	134	大头茶群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方47	115°3'45.68"E 23°3'28.14"N			33	稻群系	白马村 S356 边
输水线路及受水区	样方48	115°5'14.15"E 22°55'23.69"N			31	稻群系	新厝村农田
输水线路及受水区	样方49	115°4'11.01"E 23°2'44.59"N			30	稻群系	临时堆土场 L2 旁农田
输水线路及受水区	样方50	115°0'2.35"E 22°50'50.36"N	45°	东南	236	鹅掌柴+桃金娘群系	输水支线上方
输水线路及受水区	样方51	114°59'52.05"E 22°50'45.19"N	30°	东南	164	鹅掌柴+桃金娘群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方52	114°59'56.53"E 22°50'38.85"N	35°	东南	77	鹅掌柴+桃金娘群系	龙山水厂范围
输水线路及受水区	样方53	115°3'22.37"E 22°55'27.45"N	25°	北	66	柑橘林	堆渣场 ZC3-1 旁边
输水线路及受水区	样方54	115°3'45.58"E 22°52'47.63"N	5°	南	7	柑橘林	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方55	115°1'18.66"E 22°52'42.66"N	12°	东	70	柑橘林	4#施工支洞周边
输水线路及受水区	样方56	115°4'34.060"E 23°3'20.820"N	10°	北	185	栲+木荷群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方57	115°4'33.03"E 23°3'3.69"N	25°	东	203	栲+木荷群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方58	115°4'46.80"E 23°2'59.63"N	15°	北	211	栲+木荷群系	输水干线上方
输水线路及受水区	样方59	115°4'32.69"E 23°3'26.60"N	25°	东北	201	栲+木荷群系	临时堆土场 L1 旁
输水线路及受水区	样方60	115°4'55.66"E 23°1'16.12"N	15°	西南	336	栲群系	输水及受水区评价范围

工程分区	序号	经纬度	坡度	坡向	海拔/m	群系组/群系	与工程位置关系
输水线路及受水区	样方61	115°5'8.98"E 23°1'8.30"N	15°	北	292	栲群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方62	115°4'44.81"E 23°1'15.62"N	25°	北	330	栲群系	输水干线上方
输水线路及受水区	样方63	115°2'46.80"E 22°53'13.62"N	20°	东北	31	簕竹群系	临时堆土场 L4 内
输水线路及受水区	样方64	115°2'52.86"E 22°53'10.66"N	22°	东北	33	簕竹群系	明热河施工围堰旁
输水线路及受水区	样方65	115°2'49.80"E 22°53'5.15"N	24°	西	38	簕竹群系	明热河施工围堰旁
输水线路及受水区	样方66	115°2'59.60"E 22°52'55.91"N	20°	东	25	簕竹群系	明热河施工围堰下游明热河旁
输水线路及受水区	样方67	115°3'4.27"E 22°52'39.94"N	23°	西北	23	簕竹群系	赤石街道岭头仔
输水线路及受水区	样方68	115°4'7.24"E 22°57'43.97"N	44°	西	230	黧蒴锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方69	115°4'7.74"E 22°56'27.76"N	40°	东	300	黧蒴锥群系	输水干线上方
输水线路及受水区	样方70	115°4'41.12"E 22°56'55.82"N	66°	西	83	黧蒴锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方71	115°3'19.15"E 22°52'54.10"N	22°	西	24	荔枝林	冰深村
输水线路及受水区	样方72	115°4'12.45"E 23°3'23.17"N	20°	东	31	荔枝林	1#施工支洞工区 GQ1 旁
输水线路及受水区	样方73	115°2'43.81"E 22°53'39.21"N	24°	西	35	荔枝林	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方74	115°2'49.57"E 22°52'59.94"N			22	落花生群系	赤石街道岭头仔
输水线路及受水区	样方75	115°5'10.66"E 22°57'17.57"N			15	落花生群系	堆渣场 ZC2 临时道路旁
输水线路及受水区	样方76	115°2'58.02"E 22°52'41.05"N			27	落花生群系	赤石街道岭头仔
输水线路及受水区	样方77	115°4'27.61"E 23°3'42.83"N	45°	北	181	马尾松+木荷群系	输水及受水区评价范围 S356 旁
输水线路及受水区	样方78	115°4'22.82"E 23°3'37.62"N	59°	南	110	马尾松+木荷群系	临时堆土场 L1 旁
输水线路及受水区	样方79	115°3'59.72"E 23°3'29.35"N	43°	东北	31	马尾松+木荷群系	输水及受水区评价范围 S356 旁
输水线路及受水区	样方80	115°3'36.99"E 22°52'54.54"N	30°	东南	85	马尾松+相思群系	凤河水厂永久检修道路旁
输水线路及受水区	样方81	115°4'37.18"E 22°55'40.34"N	29°	东	79	马尾松+相思群系	干线 2#YBM 工区 GQ4 旁
输水线路及受水区	样方82	115°4'15.96"E 23°3'4.66"N	40°	西北	88	马尾松+相思群系	2#施工支洞永久检修路旁
输水线路及受水区	样方83	115°3'18.77"E 23°2'57.73"N	37°	西北	112	马尾松群系	堆渣场 ZC1-1 旁
输水线路及受水区	样方84	115°2'53.57"E 23°3'7.28"N	25°	东南	30	马尾松群系	输水及受水区评价范围

工程分区	序号	经纬度	坡度	坡向	海拔/m	群系组/群系	与工程位置关系
输水线路及受水区	样方85	115°2'56.04"E 23°3'19.09"N	15°	东北	66	马尾松群系	堆渣场 ZC1-1 施工道路旁
输水线路及受水区	样方86	115°1'22.52"E 22°51'15.72"N	18°	南	245	木荷+米锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方87	115°1'14.63"E 22°51'24.72"N	20°	南	222	木荷+米锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方88	115°1'20.59"E 22°51'43.06"N	15°	北	194	木荷+米锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方89	115°4'47.31"E 22°58'35.36"N	10°	北	236	木荷+米锥群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方90	115°4'33.38"E 22°59'23.60"N	10°	北	217	木荷+米锥群系	输水干线上方
输水线路及受水区	样方91	115°0'40.14"E 22°50'54.17"N	13°	东南	147	木荷+鸭脚木群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方92	115°0'26.63"E 22°51'3.28"N	24°	西	197	木荷+鸭脚木群系	输水支线上方
输水线路及受水区	样方93	115°0'8.50"E 22°50'51.97"N	33°	西	155	木荷+鸭脚木群系	输水支线上方
输水线路及受水区	样方94	115°1'59.15"E 22°52'37.38"N	25°	西	156	木荷+鸭脚木群系	输水支线上方
输水线路及受水区	样方95	115°2'19.95"E 22°52'36.34"N	20°	西南	157	木荷+鸭脚木群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方96	115°4'1.84"E 23°2'33.73"N	25°	西北	31	湿地松群系	临时堆土场 L2 旁
输水线路及受水区	样方97	115°4'18.33"E 23°2'43.10"N	30°	西	107	湿地松群系	2#施工支洞旁
输水线路及受水区	样方98	115°4'31.48"E 23°2'26.71"N	28°	东北	42	湿地松群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方99	115°4'48.05"E 23°1'57.32"N	3°	北	150	桃金娘+岗松群系	输水干线上方
输水线路及受水区	样方100	115°2'27.68"E 23°2'11.29"N	50°	北	83	桃金娘+岗松群系	堆渣场 ZC1-2 旁
输水线路及受水区	样方101	115°4'40.10"E 23°2'5.13"N	31°	北	26	桃金娘+岗松群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方102	115°3'4.63"E 22°53'28.15"N	15°	东南	217	野牡丹+桃金娘群系	堆渣场 ZC4 施工道路旁
输水线路及受水区	样方103	114°59'47.09"E 22°50'40.38"N	45°	西北	133	野牡丹+桃金娘群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方104	115°4'36.16"E 23°1'55.31"N	16°	东北	113	野牡丹+桃金娘群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方105	115°2'28.85"E 23°2'35.79"N			32	玉蜀黍群系	输水及受水区评价范围
输水线路及受水区	样方106	115°4'4.23"E 23°2'30.83"N			23	玉蜀黍群系	白马村白马河旁
输水线路及受水区	样方107	115°2'55.36"E 22°53'20.08"N			25	玉蜀黍群系	临时堆土场 L4 旁

④ 样线法

根据现有资料，通过前期初步勘察，在卫星遥感图上预设样线（样线要求贯穿评价范围的各种不同地形地貌和植被类型），样线调查过程中主要记录沿线植物，植物群落特征，包括植物种类、群落结构、群落外貌、各层优势物种等，并对沿线的不同环境、生境状况、植被类型进行判断与定点记录，确定评价范围内各个植被的类型及面积，对于难以辨认植物拍摄具备鉴定特征的照片以供后续辨识。

2）陆生动物

陆生脊椎动物资源现状数据在收集现有资料的基础上开展现场实地调查。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）要求，水源及下游区陆生生态评价等级为一级，需完成完整年度不同季节的现状资料动物调查，于2022 年 3 月、5 月、9 月及 12 月开展动物现状调查；输水线路区陆生生态评价等级为二级，于 2022 年 5 月、12 月开展动物现状调查。

①资料收集法

资料包括保护区开展的科考报告、发表的相关文章、中国鸟类记录中心数据和媒体报道（含自媒体）等，如《广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区范围和功能区调整区域科学考察报告》（广东双木林科技有限公司，2023 年）、《惠东县白马山县级自然保护区脊椎动物调查报告》（国家林业和草原局中南调查规划设计院，2019 年）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生等，2016 年）等。

②现场调查法

根据工程特点及评价范围生境特征，陆生动物调查遵循科学性、可操作性、保护性与安全性原则，采用样线法与访问调查法相结合的方式开展实地调查。各动物类群的调查方法如下：

哺乳类调查参考《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物（HJ710.3-2014）》和《生物多样性观测技术导则 红外相机技术（HJ 710.15-2023）》相关要求，主要采用样线法、辅以红外相机自动拍照法，沿调查路线直接观察，根据不同的生境类型设定有效的观测带宽度，一般调查记录路线两侧 30m 内所看到的哺乳类个体和数量，对哺乳类活动的痕迹，如粪便、足迹、取食痕迹也进行观测记录。在有动物活动痕迹的地方布设红外相机，获取夜行性兽类信息。鸟类调查参考《生物多样性观测技术导则鸟类（HJ710.4-2014）》主要采用样线法进行调查。沿预设

样线步行，记录样线两侧一定宽度内（依据生境类型确定有效观测距离）观测到的鸟类实体、鸣声、巢穴等迹象。爬行类和两栖类参考《生物多样性观测技术导则爬行动物（HJ710.5-2014）》和《生物多样性观测技术导则两栖动物（HJ710.6-2014）》，采用样线法并结合专项夜间调查。日间沿样线搜索，夜间优先选择河流、农田等两栖类和爬行类集中栖息的生境进行巡查，借助照明工具进行观察与统计，若观测到夜行性兽类或鸟类，同步进行记录。

根据工程分区和生境类型设置样线，因评价范围地形限制，样线长度不低于0.5km。样线调查同时结合访谈，补充遇见率低、容易遗漏的物种信息。

评价范围涉及森林、灌丛、湿地、农田和城镇等多种生境类型。本项目为线性工程，按照生态影响导则进行分段评价。其中，水源及下游区属于白马山县级自然保护区范围，为一级评价范围，面积 641.45hm²，输水线路区为地下深隧穿越，为二级评价范围，面积 5644.65hm²。一级评价范围主要生境类型为森林、农田和湿地，每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 5 条；二级评价范围生境类型含森林、农田、湿地、灌丛、城镇 5 类，每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条。

根据现场调查情况，发现两处评价范围均为森林占绝对面积优势（水源及下游区为 78.89%，输水线路及受水区为 86.27%），根据《生物多样性观测技术导则两栖动物(HJ 710.6-2014)》《生物多样性观测技术导则爬行动物（HJ 710.5-2014）》《生物多样性观测技术导则鸟类（HJ 710.4-2014）》和《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）相关动物样线设置规定，样线布设需兼顾不同生境类型，以全面反映评价范围内生物多样性状况。

参考以上标准要求与实际情况，由于评价范围内不同生境相互嵌套，因此每条动物样线基本都涉及多种生境类型，故在水源及下游区布设样线 6 条，分别涉及森林、湿地或农田生境，每个生境类型均有 5 条样线。调查于 2022 年 3 月、5 月、9 月和 12 月开展，涵盖了完整年度的四季现状调查，以获得水源及下游区野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。在输水线路及受水区布设样线 29 条，这些样线穿越或涉及森林、农田、湿地、灌丛和城镇 5 种生境类型，每种生境类型至少有 3 条样线穿越，其中涉及森林的有 18 条，涉及农田的有 7 条，涉及湿地的有 3 条，涉及灌丛的有 3 条，涉及城镇的有 4 条。输水线路及受水区于 2022 年 5 月和 12 月开展了两期调查。本次调查累计设置样线

35 条共设置调查样线 35 条，满足环境影响评价技术导则与生物多样性监测技术导则要求，详见表 4.2-82~表 4.2-83。

（1）调查方法

1）陆生植物

参考《广东省自然保护地科学考察技术指引（试行）》（自然保护区类）（粤林办函〔2022〕59 号）、《自然保护区维管束植物多样性调查与监测技术规范》（DB44/T 1792-2015）、《自然保护区生物多样性调查规范》（LY/T 1814-2009）、《野生植物资源调查技术规程》（LY/T 1820-2009）、《生物多样性调查与监测标准》（T/CGDF 00001-2020）等技术规范。对评价范围的植被类型分布、植物种类及分布、区系组成、多样性（物种多度与丰富度）、国家重点保护野生植物等进行实地调查。根据调查对象的濒危程度及分布状况的不同，分为重点调查和一般调查。重点调查针对数量较少、分布区相对狭窄的野生植物物种，如珍稀濒危野生保护植物等，同时包括建群种、优势种等；一般调查针对分布较广泛的野生植物物种。

植物资源调查方法主要包括资料文献收集查阅法、无人机调查法、样方法、样线法。

①文献查阅法

收集整理评价范围现有生物多样性资料，如地形图、影像图等，在综合分析现有资料的基础上，确定实地调查的重点范围及调查路线，与实际调查数据相结合，整理出较完整的植物名录。

② 无人机调查法

无人机调查主要用于植被类型调查，通过无人机实地拍摄和监测区域遥感影像的解译，配合实地调查及森林二类调查资料、区域地形图等历史资料数据，结合 GIS 技术，对区域内植被类型进行数字化区分和制图。无人机凭借其极高的空间分辨率和光谱分辨率，可以实现对特定植物物种、植被群落类型的识别与分类。在进行植物、植被类型调查时，可利用不同植物生长、凋落、开花等表观特征的不同，增强识别的差异，同时经过实地光谱、纹理、群落、生境等信息的采集，结合无人机正射拍摄或倾斜拍摄，实现解译识别。

③ 样方法

在评价范围内选择具有代表性的区域设置样点。乔木林样方按 20*20m，灌

木林按 5*5m，草木样方 2*2m，对样方内胸径（DBH）≥5cm 的乔木进行每木检尺，记录其种名、树高、胸径和冠幅等调查因子。记录样方内所有灌木、草本、藤本植物的种类、高度、株数、盖度等数量特征。

表4.2-82　一级评价范围内动物样线主要生境一览表

序号	生境	数量	样线
1	森林	5	样线 01、样线 02、样线 03、样线 04、样线 05
2	农田	5	样线 01、样线 02、样线 03、样线 05、样线 06
3	湿地	5	样线 01、样线 02、样线 03、样线 04、样线 06

表4.2-83　二级评价范围内动物样线主要生境一览表

序号	生境	数量	样线
1	森林	18	样线 08、样线 09、样线 11、样线 12、样线 13、样线 19、样线 20、样线 22、样线 23、样线 24、样线 26、样线 27、样线 28、样线 29、样线 30、样线 32、样线 33、样线 35
2	农田	7	样线 16、样线 17、样线 19、样线 21、样线 22、样线 31、样线 34
3	湿地	3	样线 10、样线 22、样线 23
4	灌丛	3	样线 14、样线 23、样线 25
5	城镇	4	样线 07、样线 14、样线 15、样线 18

表4.2-84　深汕合作引水工程评价范围动物样线设置说明

工程分区	样线编号	位置	起点经纬度	终点经纬度	生境类型	样线长度(km)	调查时间
水源及下游区	样线 01	白马山县级自然保护区	115°3′7″E,23°3′37″N	115°5′26″E,23°4′2″N	森林、农田、湿地	5.8	2022年3月、5月、9月及12月
	样线 02	白马山县级自然保护区	115°5′11″E,23°4′5″N	115°5′29″E,23°4′36″N	森林、湿地、农田	6.0	
	样线 03	白马山县级自然保护区	115°4′0″E,23°3′29″N	115°4′37″E,23°3′50″N	森林、农田、湿地	3.9	
	样线 04	白马山县级自然保护区	115°5′2″E,23°4′18″N	115°5′15″E,23°4′11″N	森林、湿地	0.6	
	样线 05	白马山县级自然保护区	115°4′20″E,23°4′27″N	115°4′44″E,23°3′53″N	森林、农田	2.3	
	样线 06	白马山县级自然保护区	115°5′34″E,23°4′34″N	115°4′44″°E,23°3′53″°N	农田、湿地	1.1	
输水线路区及受水区	样线 07	白马村	115°3′50″E,23°3′19″N	115°5′23″E,23°2′12″N	城镇	5.1	2022年5月、12月
	样线 08	三角山水库	115°3′53″E,23°0′21″N	115°4′46″E,23°0′16″N	森林	3.7	
	样线 09	大安村	115°3′10″E,22°59′3″N	115°4′1″E,22°57′48″N	森林	6.5	
	样线 10	明溪村	115°2′33″E,22°53′43″N	115°3′25″E,22°52′41″N	湿地	6.7	
	样线 11	油甘埔	115°1′31″E,22°52′43″N	115°0′58″E,22°52′15″N	森林	9.0	
	样线 12	白马村	115°3′49″E,23°2′21″N	115°3′11″E,23°3′37″N	森林	3.7	
	样线 13	白马村	115°5′23″E,23°2′12″N	115°4′54″E,23°1′22″N	森林	7.2	
	样线 14	鹅埠街道	115°0′7″E,22°50′36″N	115°0′12″E,22°50′39″N	城镇、灌丛	1.4	
	样线 15	鹅埠街道	114°59′54″E,22°50′35″N	114°59′51″E,22°50′46″N	城镇	1.4	
	样线 16	双金村	115°2′26″E,23°2′40″N	115°2′27″E,23°2′11″N	农田	1.2	
	样线 17	共和村	115°2′46″E,23°3′24″N	115°3′24″E,23°2′59″N	农田	1.9	
	样线 18	白马村	115°3′11″E,23°2′56″N	115°2′45″E,23°3′15″N	城镇	1.3	
	样线 19	白马村	115°4′9″E,23°3′7″N	115°4′3″E,23°2′47″N	农田、森林	3.4	
	样线 20	白马村	115°4′54″E,23°1′22″N	115°5′16″E,23°1′5″N	森林	1.5	

工程分区	样线编号	位置	起点经纬度	终点经纬度	生境类型	样线长度(km)	调查时间
	样线 21	大安村	115°5′19″E,22°57′9″N	115°4′55″E,22°59′39″N	农田	7.5	
	样线 22	大安村	115°5′14″E,22°55′17″N	115°4′3″E,22°56′39″N	湿地、农田、森林	4.7	
	样线 23	大安村	115°4′13″E,22°57′46″N	115°5′24″E,22°56′42″N	湿地、灌丛、森林	4.1	
	样线 24	明溪村	115°3′32″E,22°54′22″N	115°4′7″E,22°53′60″N	森林	2.3	
	样线 25	明溪村	115°3′15″E,22°53′55″N	115°2′53″E,22°53′16″N	灌丛	1.8	
	样线 26	新里村	115°2′41″E,22°52′23″N	115°1′54″E,22°52′42″N	森林	1.9	
	样线 27	三角山	115°1′36″E,22°51′14″N	115°1′58″E,22°52′11″N	森林	3.9	
	样线 28	白头竹山	115°0′58″E,22°52′15″N	115°0′43″E,22°51′57″N	森林	0.8	
	样线 29	鹅埠街道	114°59′60″E,22°50′44″N	115°0′26″E,22°50′46″N	森林	3.3	
	样线 30	白马河	115°4′15″E,23°1′54″N	115°4′49″E,23°1′30″N	森林	2.9	
	样线 31	赤石街道	115°3′3″E,22°53′5″N	115°3′56″E,22°52′47″N	农田	1.6	
	样线 32	白头竹山	115°1′21″E,22°52′46″N	115°1′28″E,22°52′21″N	森林	0.9	
	样线 33	鹅埠街道	114°59′46″E,22°50′40″N	114°59′33″E,22°50′47″N	森林	0.9	
	样线 34	明溪村	115°2′41″E,22°53′14″N	115°3′22″E,22°52′35″N	农田	2.0	
	样线 35	明溪村	115°3′13″E,22°55′33″N	115°3′26″E,22°55′28″N	森林	0.6	

（2）评价方法

1）陆生植物

①物种分类依据

植物物种多样性调查采用实地调查和查阅资料相结合的方法确定评价范围维管植物名录。植被类型的划分及群落命名主要依据《中国植被》与《广东植被》的分类原则，在样方调查基础上，结合群落外貌特征及各层次优势种的重要值分析，明确不同群落类型的群系与植被型分类，并对植被演替趋势进行初步判断。

植物分类根据《中国植物志》（吴征镒等，1999）、《广东植物植志》（中国科学院华南植物园，2009）、《广东植物多样性编目》（叶华谷，2006）、《广东维管植物多样性编目》（王瑞江，2017）等。植物名录的排列依以下系统处理：蕨类植物按秦仁昌系统（1978）排列，并参考《中国蕨类植物科属志》进行修订；裸子植物按郑万钧系统（1979）排列；被子植物按哈钦松（Hutchinson）（1926-1934）系统排列，其中兰科分类系统按郎楷永、陈心启等（1999），竹亚科按易同培（2008）。科内属种则按拉丁字母顺序排列。

根据《世界种子植物科的分布区类型系统》（吴征镒）、《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒）和国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》、《广东省重点保护野生植物名录》（2023 年）、《世界自然保护联盟物种红色名录》（IUCN）、《濒危野生动植物物种国际贸易公约》等对评价范围内植物区系、珍稀和重点保护野生植物等进行分类，根据现场调查，确定珍稀物种及其分布区范围，并采用核实法直接现场记数。

②数据分析

1、重要值计算

物种重要值（Important value）是表征物种在群落中优势度的重要指标。按照《植物群落学实验手册》（王伯荪等，1996），计算群落中各种群的相对显著度（RD）、相对多度（RA）、相对频度（RF）和重要值（IV）等，群落中物种重要值=（相对频度+相对多度+相对显著度（相对盖度））/3。相关概念和计算方法如下：

A.相对多度（Relative abundance）：物种多度是对物种个体数目多少的一种估测指标，相对多度即该物种个体数目占总个体数的百分比。即：

相对多度（RA）= 物种个体数/个体总数×100%。

B.相对频度（Relative frequency）：即某个物种在评价范围内出现的频率。即：

相对频度（RF）= 物种出现的样方数/样方总数×100%。

C.相对显著度（Relative dominance）：又称相对基盖度，乔木显著度用胸高断面积计算，灌木和草本显著度用盖度计算（叶万辉等，2008）。即：

乔木相对显著度（RD）= 物种胸高(1.3 m 处)断面积和/样地总胸高断面积和×100%；

灌木/草本相对显著度（RD）= 物种分盖度/总盖度×100%。

2、生物量计算

根据“中国森林生态系统碳储量-生物量方程”中的广东省按照分省混合种（组）生物量方程计算样方内植物生物量。

表4.2-85 生物量计算表

群系	混合种（组）	生物量方程(D 方程）	R^2	生物量方程(D^2H 方程）	R^2	胸径范围(cm)
亚热带常绿阔叶林	针叶林	W 干=0.1100D^2.1680	0.99	W 干=0.1050(D^2H)^0.7430	0.9	＜5
		W 枝=0.0190D^2.2930	0.99	W 枝=0.0180(D^2H)^0.7860	0.9	
		W 叶=0.0700D^1.6640	0.99	W 叶=0.0670(D^2H)^0.5700	0.9	
		W 根=0.0820D^1.8260	0.99	W 根=0.0780(D^2H)^0.6260	0.9	
		W 干=0.0900D^2.2930	0.99	W 干=0.2140D^0.6380	0.78	5~10
		W 枝=0.0170D^2.3660	0.99	W 枝=0.0420D^0.6580	0.78	
		W 叶=0.0610D^1.7480	0.99	W 叶=0.1190D^0.4860	0.78	
		W 根=0.0630D^1.9900	0.99	W 根=0.1330D^0.5540	0.78	
		W 干=0.0740D^2.3780	0.99	W 干=0.2180D^0.6780	0.79	10~20
		W 枝=0.0150D^2.4230	0.99	W 枝=0.0450D^0.6910	0.79	
		W 叶=0.0530D^1.8120	0.99	W 叶=0.1210D^0.5170	0.79	
		W 根=0.0440D^2.1470	0.99	W 根=0.1160D^0.6120	0.79	
		W 干=0.0540D^2.4840	0.99	W 干=0.1222D^0.7947	0.72	＞20
		W 枝=0.0110D^2.5060	0.99	W 枝=0.0337D^0.8114	0.71	
		W 叶=0.0400D^1.920	0.99	W 叶=0.0190D^0.7238	0.71	
		W 根=0.0190D^2.4200	0.99	W 根=0.0322D^0.8322	0.72	
	阔叶林	W 干=0.1429D^2.1697	0.99	W 干=0.1239(D^2H)^0.7367	0.92	＜10
		W 枝=0.0645D^2.0150	0.99	W 枝=0.0564(D^2H)^0.6844	0.92	
		W 叶=0.0271D^1.8915	0.99	W 叶=0.0239(D^2H)^0.6423	0.92	

群系	混合种（组）	生物量方程(D 方程）	R^2	生物量方程(D^2H 方程）	R^2	胸径范围(cm)
		W 根=0.0289D^2.3624	0.99	W 根=0.0248(D^2H)^0.8021	0.92	
亚热带常绿阔叶林	阔叶林	W 干=0.1124D^2.2791	0.99	W 干=0.4537D^0.5909	0.68	10~20
		W 枝=0.0380D^2.2580	0.99	W 枝=0.1513D^0.5854	0.68	
		W 叶=0.0194D^2.0431	0.99	W=0.0678D^0.5297	0.68	
		W 根=0.0231D^2.4673	0.99	W 根=0.1045D^0.6397	0.68	
		W 干=0.0741D^2.4162	0.99	W 干=0.1222D^0.7947	0.72	＞20
		W 枝=0.0202D^2.4674	0.99	W 枝=0.0337D^0.8114	0.71	
		W 叶=0.0120D^2.2008	0.99	W 叶=0.0190D^0.7238	0.71	
		W 根=0.0191D^2.5296	0.99	W 根=0.0322D^0.8322	0.72	
	针阔叶混交林	W 干=0.1050D^2.2260	0.99	W 干=0.0910(D^2H)^0.7650	0.89	＜5
		W 枝=0.0240D^2.2560	0.99	W 枝=0.0210D^2H)^0.7750	0.89	
		W 叶=0.0390D^1.8140	0.99	W 叶=0.0350(D^2H)^0.6240	0.89	
		W 根=0.0920D^1.8050	0.99	W 根=0.0820(D^2H)^0.6210	0.89	
		W 干=0.0890D^2.3330	0.99	W 干=0.2770D^0.5960	0.69	5~10
		W 枝=0.0220D^2.3170	0.99	W 枝=0.0680D^0.5910	0.69	
		W 叶=0.0360D^1.8650	0.99	W 叶=0.0900D^0.4760	0.69	
		W 根=0.0680D^1.9950	0.99	W 根=0.1800D^0.5090	0.69	
		W 干=0.0770D^2.3970	0.99	W 干=0.2650D^0.6610	0.74	10~20
		W 枝=0.0180D^2.3850	0.99	W 枝=0.0640D^0.6580	0.74	
		W 叶=0.0330D^1.9070	0.99	W 叶=0.0880D^0.5260	0.74	
		W 根=0.0480D^2.1440	0.99	W 根=0.1460D^0.5910	0.74	
		W 干=0.0620D^2.4660	0.99	W 干=0.0660D^0.8620	0.72	＞20
		W 枝=0.0120D^2.5310	0.99	W 枝=0.0120D^0.8850	0.72	
		W 叶=0.0270D^1.9710	0.99	W 叶=0.0280D^0.6890	0.72	
		W 根=0.0280D^2.3260	0.99	W 根=0.0290D^0.8130	0.72	

2）陆生动物

实际调查数据处理采用香农-威纳多样性指数、Pielou 均匀度指数评价，Pielou 均匀度指数是反映调查范围各物种个体数目分配均匀程度的指数。通过样线调查掌握评价范围内陆生脊椎动物的种类组成、分布和种群动态，为生态评价提供基础数据。

①香农-威纳多样性指数（Shannon-Wiener diversity index）多样性指数

$$H'= \sum_{i=1}^{s}[\left(\frac{N_i}{N}\right)\ln\left(\frac{N_i}{N}\right)]$$

②Pielou 均匀度指数

$$J'= H'/\ln S$$

式中，*H'*—香农威纳多样性指数；*J'*—Pielou 均匀度指数，S—调查范围内物种种类总数；*N*—总个体数；N_i—第*i* 种个体数。

3）景观格局

以评价范围遥感影像、土地利用现状、植被类型数据为基础，将评价范围的景观要素斑块类型划分为：针叶林、阔叶林、针阔混交林、灌草丛、园地、农田、湿地和建设用地等八种类型，基于地理信息系统软件进行数据处理，获得评价范围景观斑块类型栅格数据，粒度值为 2.5m。利用 Fragstats4.2 景观格局分析软件，计算相关指数。

景观格局特征可以从单个斑块、若干单个斑块组成的斑块类型、包括若干斑块类型的整个景观镶嵌体 3 个层次分析，格局指数分为斑块水平指数（patch level index）、类型水平指数（class level index）以及景观水平指数（landscape level index）。本次景观格局评价从类型水平和景观水平两个层次共选取 9 个景观指数对评价范围的景观格局进行分析与评价，其中斑块类型水平选取 5 个指标，景观水平选取 4 个指标，见下表。各指标的定义如下：

表4.2-86　景观格局指标列表

级别	序号	指标名称
类型水平指数 class level index	1	斑块类型面积（CA）
	2	斑块类型所占景观面积比例（PLAND）
	3	最大斑块面积指数(LPI)
	4	斑块密度(PD)
	5	散布与并列指数(IJI)
景观水平指数 landscape level index	6	蔓延度(CONTAG)
	7	散布与并列指数(IJI)
	8	Shannon·s 多样性指数(SHDI)
	9	聚合度(AI)

（1）斑块类型面积（CA）

$$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \times \frac{1}{10000}$$

式中：a_{ij}为斑块ij的面积；单位 hm^2。

含义：斑块类型面积是度量其他指标的基础，其值的大小影响以此斑块类型作为生境的物种数量及丰度。

（2）斑块类型所占景观面积比例（PLAND）

$$PLAND = p_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A} \times 100$$

式中：a_{ij}为斑块ij的面积；p_i为斑块类型 i 占整个景观的比例；A 为景观总面积。PLAND 是用来度量某一斑块类型在景观中丰度比的指标。

含义：某一斑块类型占整个景观面积的百分比，是确定优势景观元素重要依据，也是决定景观中优势种和数量等生态系统指标的重要因素。

（3）最大斑块面积指数(LPI)

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A} \times 100$$

式中：a_{ij}为斑块ij的面积；A为景观总面积。LPI 即最大斑块面积占整个景观面积的比例。取值范围是$0 < LPI \leq 100$。当它接近于 0 时，说明这种斑块类型中最大斑块面积越小；当它等于 100 时说明整个景观由一个斑块组成。

含义：某一斑块类型中最大斑块占整个景观的百分比，用于确定景观中的优势斑块，可间接反映景观变化受人类活动的干扰程度。

（4）斑块密度（PD）

$$PD = \frac{n_i}{A} \times 10000 \times 100$$

式中：n_i为景观中斑块类型i所包含的斑块数量；A 为景观总面积；单位为个/100hm^2。PD 反映的是斑块大小和空间分布的信息。

含义：景观中某一斑块类型所包含的斑块数量。

（5）类型水平：散布与并列指数(IJI)

$$IJI = \frac{-\sum_{k=1}^{m}\left[\left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}\right)\ln\left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}\right)\right]}{\ln(m-1)} \times 100$$

式中：e_{ik}为景观中相应斑块类型的总边缘长度，包括涉及该斑块类型的景观边界线和背景部分；m为景观中斑块类型数。

含义：反映斑块类型的隔离分布情况，值越小表明斑块与相同类型斑块相邻越多，而与其他类型斑块相邻的越少。

（6）蔓延度(CONTAG)

$$CONTAG = \left\{1 + \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\left[p_i\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right]\cdot\left[\ln p_i\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right]}{2\ln(m)}\right\} \times 100$$

式中：p_i为斑块类型i在景观中的面积比重；g_{ik} 为基于双倍法的斑块类型i和斑块类型k之间节点数；m是景观中的斑块类型数，包括景观边界中的类型；单位%，取值范围 $0<CONTAG\leq 100$。当所有斑块类型最大限度破碎化和间断分布时，指标值趋于 0；当斑块类型最大限度的集聚在一起时，指标值达到 100。

含义：高蔓延度值表明景观中的某种优势斑块类型形成了良好的连接性，反之则表明景观具有多种要素的密集格局，破碎化程度较高。

（7）景观水平：散布与并列指数(IJI)

$$IJI = \frac{-\sum_{k=1}^{m}\left[\left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}\right)\ln\left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}\right)\right]}{\ln(m-1)} \times 100$$

式中：e_{ik}为景观中相应斑块类型的总边缘长度，包括涉及该斑块类型的景观边界线和背景部分；m为景观中斑块类型数。

含义：反映斑块类型的隔离分布情况，值越小表明斑块与相同类型斑块相邻越多，而与其他类型斑块相邻的越少。

（8）Shannon's 多样性指数(SHDI)

$$SHDI = \sum_{i=1}^{m}(p_i \times \ln p_i)$$

式中：p_i指景观中斑块类型i的面积比重，m为景观中的斑块类型数。SHDI的取值范围为$0 \leq SHDI$，当整个景观中只有一个斑块时$SHDI=0$，随着景观中斑块类型的增加以及面积比重的均衡化，SHDI 值增大。

含义：反映景观类型的多样性和异质性，对景观中各斑块类型非均衡分布状况较敏感，值增大表明斑块类型增加或各斑块类型呈均衡趋势分布。

（9）聚合度(AI)

$$AI = [\sum_{i=1}^{m} (\frac{g_{ii}}{max g_{ii}}) p_i] \times 100$$

式中：g_{ii}为基于单倍法的斑块类型i像元之间的节点数；$max g_{ii}$为基于单倍法的斑块类型i像元之间的最大节点数；p_i指景观中斑块类型i的面积比重。AI 的单位是%，范围在 0~100。当某一斑块类型的破碎程度达到最大化时，AI 等于 0；且随聚集程度不断增加，AI 的值也不断增大；当该斑块类型聚集成一个紧实的整体时，AI 等于 100。

含义：基于栅格数量测度景观的聚集程度。

4.2.5.2 土地利用现状

土地利用调查分类依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）规定的土地分类，根据工程布置及施工设计成果确定的工程用地范围，采用土地利用现状数据到现场核实确定各种类并进行量算，土地按地类、面积、权属等进行分类汇总。土地面积以标准公顷(hm^2)为单位，各类土地按水平投影面积计算。

本项目水源及下游区评价范围内土地利用现状主要包括园地、林地、商服用地、住宅用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地等 8 种类型。其中林地的面积最大，林地面积为 517.68hm^2，占评价范围的 80.70%；其次为水域及水利设施用地，面积 95.37hm^2，占比 14.87%。

表4.2-87　水源及下游区评价范围土地利用现状统计表

编号	一级地类	二级地类	面积(hm^2)	占一级地类比例(%)	占总面积比例(%)
1	02 园地	0201 果园	5.98	35.45	0.93%
		0202 茶园	10.89	64.55	1.70%
		小计	16.87	100.00	2.63%
2	03 林地	0301 乔木林地	506.60	97.86	78.98%
		0305 灌木林地	11.08	2.14	1.73%
		小计	517.68	100.00	80.70%

编号	一级地类	二级地类	面积 (hm^2)	占一级地类比例(%)	占总面积比例(%)
3	05 商服用地	0505 商服金融用地	0.05	100.00	0.01%
		小计	0.05	100.00	0.01%
4	07 住宅用地	0702 农村宅基地	0.33	100.00	0.05%
		小计	0.33	100.00	0.05%
5	09 特殊用地	0904 宗教用地	0.26	100.00	0.04%
		小计	0.26	100.00	0.04%
6	10 交通运输用地	1003 公路用地	9.96	100.00	1.55%
		小计	9.96	100.00	1.55%
7	11 水域及水利设施用地	1103 水库水面	89.46	93.80	13.95%
		1104 坑塘水面	0.55	0.58	0.09%
		1106 内陆滩涂	3.01	3.16	0.47%
		1107 沟渠	0.89	0.93	0.14%
		1109 水工建筑用地	1.46	1.53	0.23%
		小计	95.37	100.00	14.87%
8	其他用地	裸岩石砾	0.93	100.00	0.14%
		小计	0.93	100.00	0.14%
合计		-	**641.45**	-	**100.00**

4.2.5.3 景观生态体系质量现状分析

（1）生态系统类型

陆地生态系统根据土地利用现状及现场调查，参考《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166—2021）进行分类，将水源及下游区分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。其中，森林生态系统面积为 506.60hm^2，占评价范围的 78.98%，为最主要的生态系统类型；湿地生态系统面积 93.9hm^2，占评价范围的 14.64%，面积次之。

1）森林生态系统

水源及下游区森林生态系统面积为 506.6hm^2。水源及下游区内的森林生态系统分布较集中，主要在省道 S356 两侧和白盆珠水库南岸等地的低山丘陵地带。

①植物现状

森林系统植被类型以暖性针叶林、暖性针阔混交林、常绿阔叶林、经济林为主，暖性针叶林主要为马尾松林和湿地松林，暖性针阔混交林优势树种主要有马尾松、大叶相思（*Acacia auriculiformis*）、马占相思（*Acacia mangium*）、大头茶（*Polyspora axillaris*）等，常绿阔叶林有木荷林、黧蒴林等，优势树种有木荷（*Schima superba*）、黧蒴锥（*Castanopsis fissa*）、栲（*Castanopsis fargesii*）、大头茶、鹅掌柴（*Heptapleurum heptaphyllum*）等；经济林有桉树林、茶园等。森林生态系统内的其它常见植物还有山乌桕（*Triadica cochinchinensis*）、猴耳环（*Archidendron clypearia*）、楝叶吴萸（*Tetradium glabrifolium*）、阴香（*Cinnamomum burmanni*）、黄樟（*Camphora parthenoxylon*）、山杜英（*Elaeocarpus sylvestris*）、石斑木（*Rhaphiolepis indica*）、地桃花（*Urena lobata*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、小叶海金沙（*Lygodium microphyllum*）、黑莎草（*Gahnia tristis*）、乌毛蕨（*Blechnopsis orientalis*）等。

②动物现状

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价范围内森林生态系统包括陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍（*Bufo melanosictus*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）等）、树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*））；灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）、南草蜥（*Takydromus sexlineatus*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）等）、林栖傍水型爬行类（如：黑眉锦蛇（*Elaphe taeniura*）等）；鸟类中的陆禽（如：白鹇（*Lophura nycthemera*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）等）、猛禽（如：黑鸢（*Milvus migrans*）等）、攀禽（如：四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、黑眉拟啄木鸟（*Psilopogon faber*）等）、大多数鸣禽等；兽类中的半地下生活型种类（如：黄腹鼬（*Mustela kathiah*）等）、半树栖型种类（如：豹猫（*Prionailurus bengalensis*）等）。

③生态功能

水源及下游区森林生态系统主要分布在低山丘陵区域，该区域山地森林具有重要的涵养水源、稳定水文、水土保持，净化环境、孕育和保存生物多样性等生态服务功能。

2）灌丛生态系统

水源及下游区灌丛生态系统面积为 11.08hm^2，主要分布在山脚至半山腰区域，受人为活动长期影响而成。

①植物现状

灌丛生态系统灌木植物优势树种主要有桃金娘（*Rhodomyrtus tomentosa*）、岗松（*Baeckea frutescens*）、野牡丹（*Melastoma candidum*）、杨桐（*Adinandra millettii*）等，草本植物优势种主要有芒萁、黑莎草（*Gahnia tristis*）、乌毛蕨、狗脊（*Woodwardia japonica*）等。

②动物现状

灌丛生态系统由耐旱瘠的多年生草本植物和散生的灌木为主体组成，为结构相对简单的次生植被生态系统。该生态系统的动物以地栖性、善隐藏的中小型啮齿类、爬行类及适应次生环境的鸟类为特点，物种多样性次于森林生态系统，群落结构不稳定。具体物种包括陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍（*Bufo melanosictus*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）等）；灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）等）。鸟类中的陆禽（如：中华鹧鸪（*Francolinus pintadeanus*）、适应灌草丛生活的鸣禽（如长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*、红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*、画眉 *Garrulax canorus*）等；兽类中的半地下生活型的小型啮齿类（如：褐家鼠 *Rattus norvegicus*、小家鼠 *Mus musculus* 等）。

③生态功能

水源及下游区灌丛生态系统在景观尺度上提供了重要的生态系统服务，包括水源涵养、土壤保持、生物多样性维护和气候调节等；在维持生态平衡、支持生物多样性和提供生态系统服务方面发挥着重要作用。

3）湿地生态系统

水源及下游区湿地生态系统面积为 93.90hm^2。主要位于白盆珠水库库区。

①植物现状

水源及下游区湿地生态系统主要是白盆珠水库，由于涉及水库的评价范围水深较深，没有适宜的较大面积浅滩区域适合水生植物生长；偶有山涧溪流入口处有小面积的禾本科植物生长，主要有菖蒲（*Acorus calamus*）、铺地黍（*Panicum repens*）、马唐（*Digitaria sanguinalis*）等植物。

②动物现状

湿地生态系统是介于陆地生态系统和水生生态系统之间的过渡带，因此其最核心的特点就是“水陆兼备”的过渡性，其中生存的动物均不远离水。评价范围内湿地生态系统生存的动物包括两栖动物中的陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍（*Bufo melanosictus*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）等）、树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）、静水型两栖类（如：沼蛙（*Boulengerana guentheri*））；爬行动物中的部分林栖傍水型爬行类（如：银环蛇（*Bungarus multicinctus*）等）、水栖型两栖类（如：中国水蛇（*Myrrophis chinensis*））；鸟类中的游禽（如：小鸊鹈（*Tachybaptus ruficollis*））、涉禽（如：黑水鸡（*Gallinula chloropus*）、白鹭（*Egretta garzetta*）、池鹭（*Ardeola bacchus*））、攀禽（主要为佛法僧目翠鸟科物种，如普通翠鸟（*Alcedo atthis*）、白胸翡翠（*Halcyon smyrnensis*））和部分鸣禽等。

③生态功能

水源及下游区湿地生态系统主要是白盆珠水库水面，虽水生植物分布有限，但其开阔水域与滨岸带仍具有重要的生态调节功能，具体表现为调蓄洪水、调节局部气候，并为多种水鸟及水陆两栖动物提供关键的生存与繁殖空间，在区域生态系统中发挥着重要的环境效益与生境支持作用。

4）农田生态系统

水源及下游区农田生态系统面积为 17.80hm^2。主要位于评价范围省道 S356 西侧万福庵周边丘陵地带。

①植物现状

输水线路区的农田生态系统主要是耕地和园地，主要种植一些满足当地居民所需的粮食作物和各种蔬菜、瓜果，种植种类随季节变化有所不同。水田以种植水稻为主，一年两季或一年一季。

②动物现状

农田生态系统是一种被人类高度干预和管理的半自然生态系统，物种构成较为简单，但水源、食源较丰富。评价范围内农田生态系统内生存的动物包括两栖类中的陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍 *Bufo melanosictus*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*、静水型两栖类（如：沼蛙（*Boulengerana guentheri*））、少量树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*））、；爬行类中的灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子（*Eumeces chinensis*）等）；小部分林栖傍水型爬

行类（如：银环蛇（*Bungarus multicinctus*）等）、水栖型爬行类（如：中国水蛇（*Myrrophis chinensis*）。鸟类中的部分陆禽（如山斑鸠（*Streptopelia orientalis*））、少数猛禽（如黑鸢 *Milvus migrans*）及多种鸣禽；哺乳类中的半地下生活型啮齿类（如：华南针毛鼠 *Niviventer huang*）。

③生态功能

水源及下游区农田生态系统以栽培植物为主，主要生态服务功能为提供农产品、土壤保持等。

5）城镇生态系统

水源及下游区城镇生态系统面积为 12.07hm^2。主要为评价范围内省道 S356 和万福庵范围内道路和建设用地。

①植物现状

水源及下游区城镇生态系统的植被以栽培植物为主，主要位于省道 S356 的行道树，其乔木树种有阔裂叶羊蹄甲（*Bauhinia apertilobata*）、榕树（*Ficus microcarpa*）等，灌木树种主要有鹅掌柴（*Heptapleurum heptaphyllum*）、红花檵木（*Loropetalum chinense* var.*rubrum*）等，草本植物主要有狗牙根（*Cynodon dactylon*）等。

②动物现状

城镇生态系统是在自然生态系统基础上，经人类强烈改造和建设而形成的生态系统，植被缺乏，动物种类少，仅有少数适应城市环境生活的动物在此活动。如住宅型爬行类，如原尾蜥虎（*Hemidactylus bowringii*）等；鸟类中的部分适应人类生活的鸣禽，如红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、鹊鸲（*Copsychus saularis*）、麻雀（*Passer montanus*）等；以及哺乳类中的部分半地下生活种类，如小家鼠（*Rattus norvegicus*）、褐家鼠（*Mus musculus*）。

③生态功能

水源及下游区城镇生态系统主要为道路和建设用地，其生态服务功能主要为提供生活和生产物质，以及与人类日常生活和身心健康相关的生命支持功能。

表4.2-88　水源及下游区评价范围生态系统统计表

编号	一级分类	二级类	面积（hm^2）	占比(%)
1	森林生态系统	阔叶林	167.58	26.13%
		针阔混交林	134.50	20.97%

编号	一级分类	二级类	面积（hm^2）	占比(%)
		针叶林	204.52	31.88%
		小计	506.60	78.98%
2	灌丛生态系统	灌草丛	11.08	1.73%
3	湿地生态系统	湖泊	93.90	14.64%
4	农田生态系统	耕地	0.93	0.14%
		园地	16.87	2.63%
		小计	17.80	2.77%
5	城镇生态系统	城镇生态系统	12.07	1.88%
总计		-	**641.45**	**100.00%**

（2）生态系统服务功能价值核算

森林在涵养水源、保育土壤、固碳释氧、净化大气环境、生物多样性保护、林木养分固持、森林康养、林木产品供给、森林防护等方面具有不可替代的作用。参考《中国森林生态系统服务功能及其价值评估》（王兵等）、《森林生态系统服务功能评估规范》（GB/T38582 -2020）、《广东省森林生态系统服务功能评估》（王兵主编）及广东省林业局拟出台的森林生态系统服务功能及其价值相关规定，结合水源及下游区评价范围实际，对评价范围内林地的涵养水源、保育土壤、固碳释氧、营养物质积累、净化大气环境、生物多样性保护等可货币化的森林生态系统服务功能指标进行价值评估，估算出 2025 年惠州市单位公顷面积森林生态系统服务功能的价值为 18.00 万元/年。

参考计算得出，评价范围林地的森林生态系统服务功能为 9118.8 万元每年。

表4.2-89　森林生态系统服务功能年度价值量参考估值

森林生态系统服务功能	单位面积价值量（公顷/万元*每年）
涵养水源	6.390
保育土壤	1.098
固碳释氧	3.672
积累营养物质	0.288
净化大气环境	1.548
生物多样性保护	5.004
合计	18.00

（3）植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状，本次评价基于遥感解译，遥感影像采用 2023 年 4 月的 Landsat 9 影像数据，采用植被指数法估算评价范围的植被覆盖度。植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$FVC=(NDVI-NDVI_S)/(NDVI_V-NDVI_S)$

式中：*FVC*——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

$NDVI_V$——纯植物像元的 NDVI 值；

$NDVI_S$——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据遥感卫星影像数据，对水源及下游区评价范围的植被覆盖度指数进行归一化分析与计算后，评价范围总体植被覆盖度约为 54.75%，植被覆盖度以较高覆盖度为主，占评价范围总面积的 72.65%，中覆盖度及其以下区域占评价范围总面积的 21.76%。根据植被覆盖度空间分布图，评价范围植被覆盖度呈现由水库岸边至莲花山脉升高的趋势。各覆盖度等级划分及面积比例情况见下表。

表4.2-90　水源及下游区评价范围植被覆盖等级

FVC	植被覆盖度等级	面积（公顷）	比例（%）
FVC≤10%	低覆盖度	64.53	10.06
10%≤FVC≤25%	较低覆盖度	14.5	2.26
25%≤FVC≤50%	中覆盖度	60.55	9.44
50%≤FVC≤75%	较高覆盖度	466.01	72.65
FVC＞75%	高覆盖度	35.86	5.59

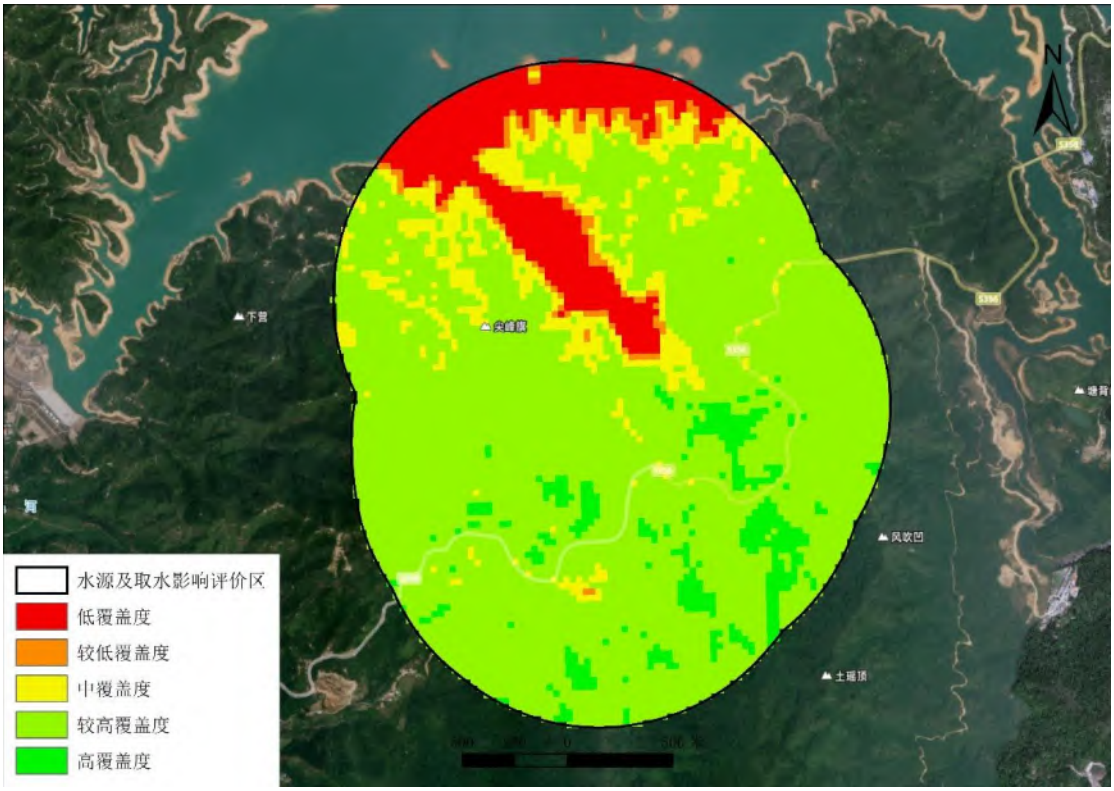


图4.2-17　水源及下游区评价范围植被覆盖度空间分布图

（4）自然体系生物量及生产力现状

植被的生物量是指某一时刻单位面积内实存生活的有机物质（干重）总量，通常以t/hm²表示。植被生物量直接反映了植被的生长状况以及当地自然环境的变化情况。生物量估算方法主要有平均生物量法、生物量转换因子法和换算因子连续函数法。

群落生物量中乔木采用生物量回归模型

$$B=a(D^2H)^b$$

式中：B 为生物量（t），D 为胸径（cm），H 为树高（m），a、b 为回归常数（不同乔木树种 a、b 值不同）。

林下植物及灌木、草本群落的生物量根据如下方程推算：

$$W=a(HC)^b$$

式中：W 为生物量（t/hm^2），H 为草本或灌木平均高度（m），C 为盖度（%），a、b 为常数。

其他类型植被根据土地的现状调查数据，以针叶林、阔叶林、竹林、灌草丛等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生物量。各类型植被的生物量和净初级生产力如下：

表4.2-91　水源及下游区评价范围不同植被类型生物量和净初级生产力评价结果

植被类型	面积(hm^2)	占总面积比例(%)	平均生物量(t/hm^2)	总生物量（t）	占总生物量比例(%)	平均净初级生产力$t/(hm^2 \cdot a)$	净初级生产力（t/a）	占总净初级生产力比例(%)
阔叶林	167.58	26.13	133.32	22341.77	46.61	9.16	1535.03	44.73
针阔混交林	134.50	20.97	88.27	11872.32	24.77	5.76	774.72	22.57
针叶林	204.52	31.88	61.52	12582.07	26.25	4.01	820.13	23.90
灌草丛	11.08	1.73	41.25	457.05	0.95	2.70	29.92	0.87
园地	16.87	2.63	40.11	676.66	1.41	15.33	258.62	7.54
耕地	0.93	0.14	7.85	7.3	0.01	14.48	13.47	0.39
合计	**535.48**	**83.48**	—	47937.17	100.00	—	3431.89	**100.00**

表中未包括湿地生态系统和城镇生态系统，面积 105.97hm^2，所占比例为 16.52%。

由上表可知，评价范围植被总生物量为 47937.17t，每公顷的生物量为 89.52t。评价范围植被以针叶林、阔叶林和针阔混交林为主，所占面积比例分别为 31.88%、26.13%和 20.97%。植被生物量则是阔叶林占优势，所占比例为 46.61%，其次是针叶林和针阔混交林，所占比例分别为 26.25%和 24.77%。

评价范围植被净生产力为 3431.89t，每公顷的净生产力为 6.41t/a。评价范围植被净生产力以阔叶林为主，所占比例为 44.73%，其次是针叶林和针阔混交林，所占比例分别为 23.90%和 22.57%。植被净生产力评价结果与生物量评价结果一致，说明针叶林、针阔混交林和阔叶林是评价范围主要的植被类型，评价范围内森林系统对区域生态系统的稳定和变化起到了重要的作用。

（5）景观生态格局现状分析

利用 Fragstats 景观格局分析软件，计算本评价范围景观格局指数如下，见表 4.2-92、表 4.2-93。根据评价范围景观格局指数，水源及下游区评价范围景观单元景观格局现状呈现如下特征：

1）斑块类型景观格局特征

斑块类型层面，选择斑块类型面积（CA）、斑块类型所占景观面积比例（PLAND）、最大斑块面积指数（LPI）、斑块密度（PD）和散布与并列指数（IJI）分析评价范围现状景观格局特征，各景观格局指数计算结果显示，该景观单元中，

针叶林占据高位，湿地分布于谷地，人类活动集中于过渡带。森林类型的均衡竞争与湿地的特殊分布共同构成景观多样性基础。主要特征如下：

①该景观单元呈现针叶林-阔叶林-针阔混交林三个斑块类型共同主导景观的总体格局，其中针叶林拥有最大单斑块（LPI=15.96），针阔混交林破碎化程度最高（PD=2.34），但空间分布最均匀（IJI=79.57）；

②湿地在景观单元中具有特殊地位，湿地虽仅占 14.64%，却形成第二大单斑块（LPI=14.40），空间聚集明显（IJI 仅 47.62）；

③灌草丛和农田分布极不均衡（IJI<35），呈现明显聚集，建设用地和园地呈中等交错分布（IJI≈63）

2）总体景观格局特征

景观层面，本次选择蔓延度（CONTAG）、散布与并列指数（IJI）、香农多样性指数（SHDI）和聚合度（AI）分析评价范围现状景观格局特征。根据各指数计算结果，水源及下游区景观单元呈现高度聚集的异质性格局，聚合度指数（99.05）接近最大值，表明同类斑块极度聚集，形成大面积连续区块；而中等蔓延度（60.48）和较高的散布与并列指数（72.40）反映不同斑块类型间存在一定交错分布，但整体仍受少数优势类型控制；香农多样性指数（1.57）处于中等水平，说明景观类型组成较为丰富但优势类型突出。

表4.2-92　斑块类型水平景观格局指数

斑块类型	CA	PLAND	LPI	PD	IJI
针叶林	204.5194	31.8835	15.9632	0.6236	65.7422
阔叶林	167.5669	26.1228	9.9057	0.7795	72.4821
针阔混交林	134.4806	20.9649	7.8309	2.3384	79.573
灌草丛	11.08	1.7273	1.7273	0.1559	30.3257
园地	16.89	2.6331	1.0763	0.4677	63.162
农田	0.9269	0.1445	0.0779	0.6236	33.7607
湿地	93.9044	14.6392	14.4011	1.4031	47.6173
建设用地	12.0894	1.8847	1.6029	0.6236	63.4913

表4.2-93　景观水平指数

景观指数	CONTAG	IJI	SHDI	AI
景观水平	60.4841	72.4011	1.5741	99.0518

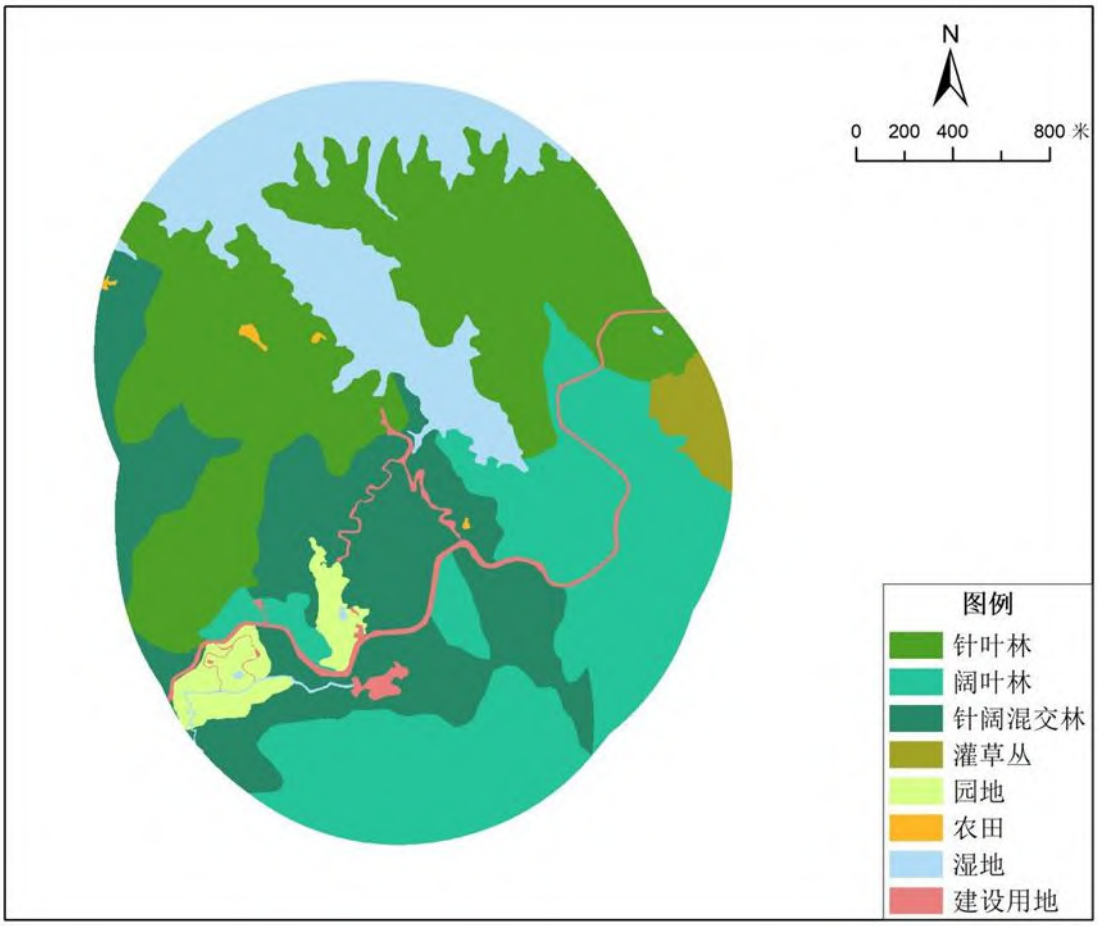


图4.2-18　水源及下游区评价范围景观单元斑块类型分布图

3）生态系统特征分析

根据景观格局特征，水源及下游区评价范围内生态系统以森林生态系统和湿地生态系统为主。如上图所示，湿地生态主要位于评价范围北部，整体连通性强，破碎化程度低。森林生态系统在评价范围内呈现南北集聚的状态，中部被 S356 和园地等隔离开，整体连通性一般。但森林生态系统的针叶林、阔叶林和针阔混交林均有较大的 LPI 值和低 PD 值，说明森林生态系统斑块密度低，斑块面积大，具有核心斑块，整体破碎化程度低。

4.2.5.4 陆生植物

1、植物区划和区系

（1）植物区划

根据《中国种子植物区系地理》（科学出版社，吴征镒等，2011），评价范围属于东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—岭南山地地区—南岭东段亚地区。

（2）植物区系

据初步实地调查、室内鉴定及查阅历史标本、相关资料分析，在水源及下游区评价范围内共记录到野生维管植物 125 科 289 属 369 种。在此基础上对水源及下游区评价范围内的野生维管植物进行区系分析，从植物地理及历史成分等不同角度对水源及下游区评价范围内的野生种子植物区系进行研究探讨。

1）蕨类植物区系分析

①蕨类植物科分布类型

蕨类植物科的区系成分以热带亚热带分布和广布的科为主，温带成分极少。蕨类植物的 21 个科中有 7 个科为广布的科，如卷柏科、蕨科；泛热带分布的科有 11 个；热带亚洲和热带美洲间断分布的科有 1 科，占非世界分布科总数的 7.14%；其余 2 科为北温带分布，占非世界分布科总数的 14.29%。

表4.2-94　水源及下游区评价范围野生蕨类植物科分布类型统计表

分布类型	科数	比例（%）
1. 世界分布	7	—
2. 泛热带分布	11	78.57
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	1	7.14
7. 北温带分布	2	14.29
合　计	21	100.00

②蕨类植物属分布类型

除世界分布外，蕨类植物的 35 个属的分布以泛热带分布为主。其中，泛热带分布有 12 个，占非世界分布属总数的 41.38%，如卷柏属（*Selaginella*）。北温带分布有 4 属；热带亚洲至热带美洲分布、热带亚洲至热带非洲分布和热带亚洲分布均有 3 属；旧大陆热带分布有 2 属；热带亚洲至热带大洋洲分布和东亚分布均有 1 属。

表4.2-95　水源及下游区评价范围蕨类植物属分布类型统计表

分布类型	属数	比例（%）
1. 世界分布	6	—
2. 泛热带分布	12	41.38
3. 旧大陆热带分布	2	6.90
4. 热带亚洲至热带美洲分布	3	10.34
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	3.45

分布类型	属数	比例（%）
6. 热带亚洲至热带非洲分布	3	10.34
7. 热带亚洲分布	3	10.34
8. 北温带分布	4	13.79
9. 东亚分布	1	3.45
合　计	**35**	**100.00**

2）种子植物区系分析

①种子植物科的分布区类型

水源及下游区评价范围记录到种子植物 104 科。根据吴征镒（2003）和李锡文（1996）对种子植物科的分布类型进行划分，水源及下游区评价范围种子植物 104 科划分为 9 个分布类型，占全国所有分布类型（15 个）的 60.00%。热带性分布科 55 科，占非世界分布科总数的 77.46%，其中泛热带分布科 44 科，占 61.97%，是占比最大的分布科，主要科如大戟科、樟科、桃金娘科、山茶科等。世界性分布科 33 科，主要有茜草科、唇形科、菊科等。热带亚洲（印度-马来西亚）分布 1 科。北温带分布 13 科，占非世界分布科总数的 18.31%。没有中国特有科分布。水源及下游区评价范围植物区系分布区类型多样，以热带、亚热带分布类型为主，表现出较强的热带性质，同时掺杂有北温带等成分，这些特征与水源及下游区评价范围所处的地理位置是相互对应的。

表4.2-96　水源及下游区评价范围种子植物科分布类型统计表

分布类型	科数	比例（%）
1. 世界分布	33	—
2. 泛热带分布	44	61.97
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	4	5.63
4. 旧世界热带分布	3	4.23
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	2	2.82
6. 热带亚洲至热带非洲分布	1	1.41
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	1	1.41
8. 北温带分布	13	18.31
9. 东亚和北美洲间断分布	3	4.23
合　计	104	100.00

A. 世界分布

世界广布成份的特点是种类多，适应性广，几乎全世界各地都有分布，并且多为草本植物，在本区植物群落中一般不是群落的主要组成成份。水源及下游区评价范围植物科区系中世界分布科有 33 科。其中多数为世界性大科和较大科，如禾亚科、菊科、莎草科、玄参科、蔷薇科、唇形科、旋花科、蝶形花科、苋科等。从起源演化来看，这些科分别起源于不同的大陆板块，形成若干个分布中心，在不同的历史时期持续进行分化，是种子植物演化的主干。

B. 泛热带分布

泛热带成份分布遍及东、西两半球热带地区。这些科的植物种分布中心或原始类型仍在热带范围，但不少属种可延伸分布至热带乃至温带。水源及下游区评价范围植物区系中泛热带分布的科有 44 科。分别有大戟科、樟科、山茶科、桃金娘科等。这些科属植物是水源及下游区评价范围组成森林群落、林下草本和层间藤本的重要组成科属植物，泛热带分布科是水源及下游区评价范围植物分布中最多的，对于形成水源及下游区评价范围自然植被环境条件起着非常重要的作用。

C. 热带亚洲和热带美洲间断分布

该类型是指间断分布于美洲和亚洲暖温带地区的热带科，在东半球可延伸到澳大利亚东北部或西南太平洋岛屿。水源及下游区评价范围种子植物区系中热带亚洲和热带美洲间断分布的科有 4 科，分别是冬青科、五加科、马鞭草科和杜英科等。

D. 旧世界热带分布

分布范围包括亚洲、大洋洲、非洲三大洲上热带广布的科。水源及下游区评价范围种子植物区系中旧世界热带分布有 3 科，分别为八角枫科、露兜树科、和海桐花科。

E. 热带亚洲至热带大洋洲分布

该分布型是指科分布中心在旧大陆热带分布区的东翼，其西端有时可达马达加斯加，但一般不及非洲大陆。水源及下游区评价范围植物区系中热带亚洲及热带大洋洲成分有 2 科。分别是交让木科、马钱科。

F. 热带亚洲至热带非洲分布

该分布型位于旧世界热带的西翼，即从热带非洲至印度—马来西亚，尤其是其西部，部分科也可分布到斐济等南太平洋岛屿，但不见于澳大利亚大陆。水源

及下游区评价范围种子植物区系中热带亚洲至热带非洲成分仅有 1 科，为杜鹃花科。

G. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布

该分布型位于中国南岭以南向西经过广西西南部，云南高原南缘和藏东南的热带部分，向东直到台湾沿海低平地区，南到海南岛和南海岛礁。以上中国境内部分。境外则包括热带喜马拉雅、中南半岛、缅甸、泰国、印度尼西亚、马来半岛、马来群岛，东达新几内亚、西太平洋和西南太平洋诸岛弧，而不到澳大利亚北部的热带部分。水源及下游区评价范围种子植物区系中热带亚洲分布的科有 1 科，为清风藤科。

H. 北温带分布

北温带成分一般是指分布于欧洲、亚洲和北美洲温带地区的成分。由于历史和地理的原因，有些属种经过热带高山，跨入南温带或甚至到达两极。水源及下游区评价范围种子植物区系中北温带分布科有 13 科，占总科数 18.31%。本类型也是水源及下游区评价范围的重要类型之一，具有相当的优势。其中裸子植物有 1 科，即松科；其余的被子植物有 12 科，包括壳斗科、忍冬科、金丝桃科、金缕梅科、百合科和灯心草科等。

I. 东亚和北美洲间隔分布

东亚北美成分是指间断分布于东亚北美温带和亚热带地区的成分。有些属种在亚洲延伸到印度-马来西亚，在美洲也延至热带，个别甚至还出现在南非、澳大利亚或中亚，表现了这一区系成分与它们存在不同程度的联系，但它们的分布中心在东亚和北美。水源及下游区评价范围种子植物区系中东亚北美成分有 3 科，它们分别是杉科、三白草科和鼠刺科。

②种子植物科的分布区类型

根据吴征镒（1991，1993）中国种子植物属的分布类型划分，水源及下游区评价范围种子植物所含的 254 属可以划分为个 12 分布类型（见下表）。其中泛热带分布的属最多，为 71 属，占种子植物非世界分布属的 31.56%；中国特有属 1 属，为杉木属（*Cunninghamia*）。水源及下游区评价范围植物种类的分布性质以热带性分布为主，表现出较强的热带性质。

表4.2-97　水源及下游区评价范围种子植物属分布类型统计表

分布类型	属数	比例(%)
1. 世界分布	29	—
2. 泛热带分布	71	31.56
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	11	4.89
4. 旧世界热带分布	27	12.00
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	28	12.44
6. 热带亚洲至热带非洲分布	14	6.22
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	29	12.89
8. 北温带分布	15	6.67
9. 东亚和北美洲间断分布	15	6.67
10. 旧世界温带分布	2	0.89
11. 东亚分布	12	5.33
12. 中国特有分布	1	0.44
合　计	254	100.00

A. 世界分布

世界分布是指几乎遍布世界各大洲而没有特殊分布中心的属，或虽有一个或数个分布中心而包含世界分布种的属。水源及下游区评价范围植物区系中世界分布型的属总共有 29 属，如飞蓬属（*Erigeron*）、鬼针草属（*Bidens*）、茄属（*Solanum*）、莎草属（*Cyperus*）等。与世界分布的科相似，世界分布的属绝大多数属于草本植物，生境也以林缘、山坡、沟边等为主，作为占据这些地区的先锋植物出现。本分布型属的各物种无法在地带性森林植被中起到重要作用。

B. 泛热带分布

泛热带分布乃是热带植物广泛分布在环球的热带，其中最典型的分布区图往往呈现三斜带式，即有亚、澳中心，非、印中心和中南美三大中心。其中许多乔木、草本或灌木属的绝大多数都能达到亚热带甚至暖温带。水源及下游区评价范围种子植物属区系中泛热带分布 71 属，如买麻藤属（*Gnetum*）、厚壳桂属（*Cryptocarya*）、榕属（*Ficus*）、冬青属（*Ilex*）、紫金牛属（*Ardisia*）、狗尾草属（*Setaria*）等。

C. 热带亚洲至热带美洲间断分布

热带亚洲至热带美洲间断分布成分包括间断分布于美洲和亚洲温暖地区的属。水源及下游区评价范围内的种子植物属区系中，热带亚洲至热带美洲间断分

布的属有 11 个，如木姜子属（*Litsea*）、树参属（*Dendropanax*）等。

D. 旧世界热带分布

此类型是指分布于热带亚洲、非洲和大洋洲及其邻近岛屿的属，也常称为古热带。水源及下游区评价范围种子植物属区系中旧世界热带分布的属有 27 个，如瓜馥木属（*Fissistigma*）、紫玉盘属（*Uvaria*）、无根藤属（*Cassytha*）、蒲桃属（*Syzygium*）、乌藜莓属（*Cayratia*）、楝属（*Melia*）、酸藤子属（*Embelia*）、杜茎山属（*Maesa*）等。本类型中的酸藤子属、天门冬属（*Asparagus*）等藤本植物是林内层间植物的重要组成成分。

E. 热带亚洲至热带大洋洲分布

该分布类型的范围是指分布在热带亚洲和大洋洲的属，位于旧世界热带区域的东翼，其西端可达马达加斯加，但不见于非洲大陆。水源及下游区评价范围种子植物属区系中热带亚洲至热带大洋洲分布的属有 28 个，如樟属（*Cinnamomum*）、荛花属（*Wikstroemia*）、岗松属（*Baeckea*）、桃金娘属（*Rhodomyrtus*）、野牡丹属（*Melastoma*）、淡竹叶属（*Lophatherum*）等。

F. 热带亚洲至热带非洲分布

此类型是旧世界热带的西翼。水源及下游区评价范围植物区系中热带亚洲至热带非洲分布的属有 14 个，如藤黄属（*Garcinia*）、莠竹属（*Microstegium*）、芒属（*Miscanthus*）等。

G. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布

该分布类型是旧世界热带分布的中心部分。水源及下游区评价范围种子植物属区系中热带亚洲（印度-马来西亚）分布的属有 29 个，如新木姜子属（*Neolitsea*）、山茶属（*Camellia*）、柏拉木属（*Blastus*）、木荷属（*Schima*）、青冈属（*Cyclobalanopsis*）、鸡矢藤属（*Paederia*）、薏苡属（*Coix*）等。

H. 北温带分布

此类型是指那些广泛分布于欧洲、亚洲和北美洲温带地区的属。水源及下游区评价范围种子植物属区系中北温带分布的属有 15 个，如松属（*Pinus*）、盐麸木属（*Rhus*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、忍冬属（*Lonicera*）、画眉草属（*Eragrostis*）等。

I. 东亚和北美洲间断分布

此类型是指间断分布于东亚和北美温带及亚热带地区的属。水源及下游区评

价范围种子植物属区系中东亚和北美洲间断分布的属有 15 个，如石楠属（*Photinia*）、锥属（*Castanopsis*）、勾儿茶属（Ber*chemia*）、漆树属（*Toxicodendron*）等。

J. 旧世界温带分布

该类型主要是分布于欧洲、亚洲中高纬度温带、寒温带的属。水源及下游区评价范围种子植物属区系中热带亚洲至热带大洋洲分布的属有 2 个，占总属数的 0.89%，分别是女贞属（*Ligustrum*）、香蒿属（*Elsholtzia*）。

K. 东亚分布

东亚植物区系成分由于它的特征科数丰富和古老类型多而久负盛名。水源及下游区评价范围种子植物属区系中东亚分布的属有 12 个，如田麻属（*Corchoropsis*）、水团花属（*Adina*）等。

L. 中国特有分布

中国特有成分是指以中国整体的自然植物区为中心而分布界限不越出国境很远的成分。水源及下游区评价范围种子植物属区系中中国特有分布的属有 1 个，占种子植物非世界分布属的 0.44%，为杉木属。

2、植物多样性

据初步实地调查，水源及下游区评价范围共记录维管植物 125 科 289 属 369 种（栽培植物 6 科 6 属 6 种），其中蕨类植物 21 科 35 属 45 种，种子植物 104 科 254 属 324 种。

表4.2-98　水源及下游区维管植物科属种统计表

植物类群		水源及下游区评价范围		
		科数	属数	种数
种子植物	被子植物	101	251	320
	裸子植物	3	3	4
小　计		104	254	324
蕨类植物		21	35	45
合　计		125	289	369

3、植被类型

参考《中国植被》和《广东山区植被》的分类原则对评价范围的植被进行分类，评价范围的植被类型可分为 5 个植被亚型，分别是暖性常绿针叶林、暖性常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林、暖热性灌草丛、常绿经济林；7 个植物群系，

分别是马尾松群系（Form.*Pinus massoniana*）、马尾松+木荷+相思群系（Form.*Pinus massoniana+Schima superba+Acacia*）、栲+木荷群系（Form.*Castanopsis fargesii+Schima superba*）、黧蒴锥群系（Form.*Castanopsis fissa*）、桃金娘+岗松-芒萁群系（Form.*Rhodomyrtus tomentosa+Baeckea frutescens-Dicranopteris pedata*）、桉树群系（Form.*Eucalyptus camaldulensis*）、茶群系（Form.*Camellia sinensis*）（人工栽培）。

表4.2-99　水源及下游区植被类型组成表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	主要分布区域
针叶林	暖性针叶林	（一）暖性常绿针叶林	1.马尾松群系	取水口评价范围北部
	暖性针阔混交林	（二）暖性常绿针阔混交林	2.马尾松+木荷+相思群系	取水口评价范围中部、西部
阔叶林	常绿阔叶林	（三）典型常绿阔叶林	3.栲+木荷群系	取水口评价范围东南部，南部
			4.黧蒴锥群系	取水口评价范围东南部，南部
灌丛和灌草丛	灌草丛	（四）暖热性灌草丛	5.桃金娘+岗松-芒萁群系	取水口评价范围东部
栽培植被	经济林	（五）常绿经济林	6.桉树群系	取水口评价范围西南部
			7.茶园	取水口评价范围西南部

（1）暖性常绿针叶林

①马尾松群系（Form.*Pinus massoniana*）

群落外貌常绿，以塔形树冠为主，郁闭度一般在 0.60 左右，群落可分乔、灌、草三层，乔木层以马尾松（*Pinus massoniana*）为主，树高在 8～10m；群落中伴生着少量阔叶树种，有木荷（*Schima superba*）、大叶相思（*Acacia auriculiformis*）等。由于本群落乔木层郁闭度较低，有些地段甚至只有 0.4 左右，因此，灌木层种类较丰富，群落盖度常在 50%以上，高度在 1.5m 左右；主要树种有桃金娘（*Rhodomyrtus tomentosa*）、岗松（*Baeckea frutescens*）等。群落草本层盖度一般，在 45-80%左右，高度则在 0.55m 左右，灌木层与草本层一起基本覆盖整个林地；草本层以芒萁（*Dicranopteris pedata*）、乌毛蕨（*Blechnum orientale*）等占主要优势。



图4.2-19　马尾松群系图

（2）暖性常绿针阔混交林

②马尾松+木荷+相思群系（Form.*Pinus massoniana+Schima superba+Acacia*）

该群落类型乔木层郁闭度 0.6，以马尾松和木荷、相思（大叶相思、台湾相思（*Acacia confusa*）、马占相思（*Acacia mangium*））为主，针叶树占比 65%，阔叶林树占比 40.0%，其它偶见阔叶树种有黧蒴锥、大头茶（*Polyspora axillaris*）、米槠（*Castanopsis carlesii*）、鹅掌柴（*Heptapleurum heptaphyllum*）等，平均高度 9m，平均胸径约 12 cm。林下灌木有杨梅（*Myrica rubra*）、鼠刺（*Itea chinensis*）、假鹰爪（*Desmos chinensis*）、桃金娘、菝葜（*Smilax china*）、杨桐（*Adinandra millettii*）、岗松等。林下草本层以芒萁和黑莎草（*Gahnia tristis*）为主，还可见乌毛蕨、山菅兰（*Dianella ensifolia*）、半边旗（*Pteris semipinnata*）、海金沙（*Lygodium japonicum*）、淡竹叶（*Lophatherum gracile*）等，平均高度 40cm，盖度 30-90%左右。



图4.2-20　暖性常绿针阔混交林图

（3）典型常绿阔叶林

③栲+木荷群系（Form.*Castanopsis fargesii*+*Schima superba*）

该群落类型乔木层上层植被主要以栲（*Castanopsis fargesii*）、米槠（*Castanopsis carlesii*）、黧蒴锥、木荷等为主，上层乔木还可见猴耳环（*Archidendron clypearia*）、黄樟（*Cinnamomum parthenoxylon*）、山杜英（*Elaeocarpus sylvestris*）、山乌桕（*Triadica cochinchinensis*）等，总盖度达 65%，平均高度 12m，平均胸径约 18cm；第 2 层乔木以大头茶、铁冬青（*Ilex rotunda*）和鹅掌柴为主，还可见红花荷（*Rhodoleia championii*）、野漆（*Toxicodendron succedaneum*）、山油柑（*Acronychia pedunculata*）等；林下灌木主要有毛稔（*Melastoma sanguineum*）、假鹰爪（*Desmos chinensis*）、菝葜、三桠苦（*Melicope pteleifolia*）、银柴（*Aporosa dioica*）、桃金娘等，平均高 1.8m，盖度 30-50%；林下草本层主要有乌毛蕨和芒萁，其次有狗脊（*Woodwardia japonica*）、黑莎草、扇叶铁线蕨（*Adiantum flabellulatum*）、半边旗、卷柏（*Selaginella tamariscina*）、淡竹叶等，平均高度 40cm，盖度 20-60%。



图4.2-21　常绿阔叶林图

④黧蒴锥群系（Form.*Castanopsis fissa*）

该群落类型以黧蒴锥占优势，盖度 63%，除黧蒴锥外，还可见杜英、红花荷、木荷、米槠、山乌桕、野漆、绒毛润楠（*Machilus velutina*）、大头茶等，总盖度达 80%左右，平均高度 12m，平均胸径 16cm；林下灌木有牛耳枫（*Daphniphyllum calycinum*）、假鹰爪、桃金娘、大罗伞树（*Ardisia hanceana*）、三桠苦、白花灯笼（*Clerodendrum fortunatum*）等；林下草本层以狗脊和乌毛蕨为主，高度 50cm，盖度 80%，此外，还可见芒萁、华南紫萁（*Osmunda vachellii*）、乌蕨（*Odontosoria chinensis*）、淡竹叶、华山姜（*Alpinia oblongifolia*）、山菅兰等。

（4）暖热性灌草丛

⑤桃金娘+岗松-芒萁群系（Form.*Rhodomyrtus tomentosa+Baeckea frutescens-Dicranopteris pedata*）

该群落外貌呈绿色，高度在 1.5m 左右，乔木树种生长稀疏或缺失，零星生长有马尾松；灌木层种类较单一，以桃金娘、岗松为主，伴生有岗柃（*Eurya groffii*）、银柴（*Aporosa dioica*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）、野漆等，盖度 35%左右；草本层以芒萁、乌毛蕨为主，偶见黑莎草、五节芒（*Miscanthus floridulus*）、芒（*Miscanthus sinensis*）等，高度 0.6m，草本层盖度 90%以上。该群落是人为破坏后自然形成，是典型的先锋性群落，在生态保护方面的功能不如森林群落强。

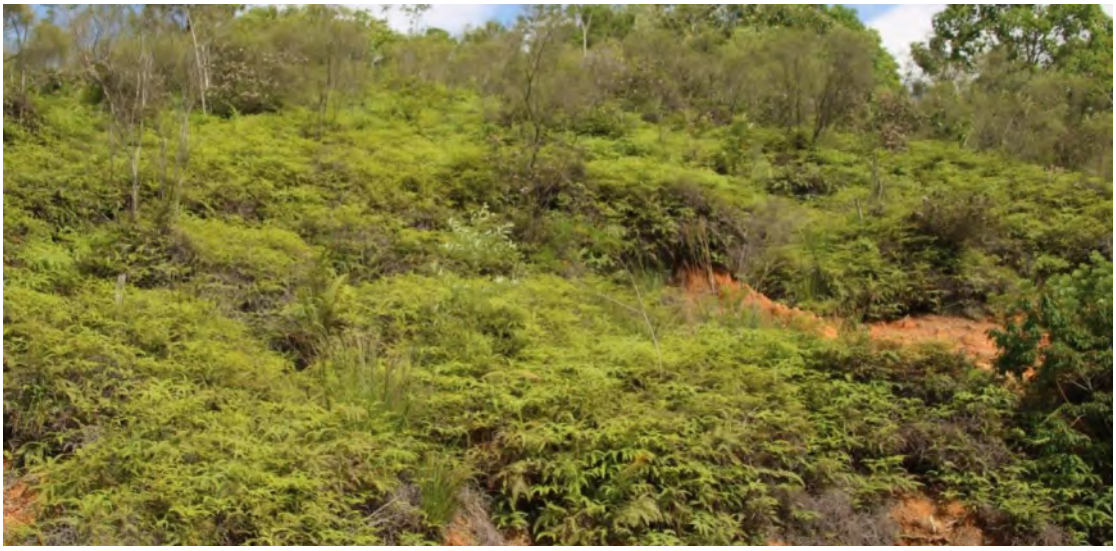


图4.2-22　灌草丛图

（5）常绿经济林

⑥桉树群系（Form.*Eucalyptus camaldulensis*）

该群落类型为人工种植纯林，林相整齐，林木平均株高 14 左右 m，乔木层由桉树构成，郁闭度约 0.6，群落中较少其它乔木树种；灌木层有野漆、毛稔（*Neolitsea chui*）、桃金娘、鹅掌柴、假鹰爪、鸭公树（*Neolitsea chui*）等，平均高度 1.6m，盖度 40%；草本层主要优势物种有黑莎草、芒、五节芒等。



图4.2-23　桉树林群系图

⑦茶园（Form.*Camellia sinensis*）

茶园由人工种植而成，茶树喜温湿的酸性红黄壤或紫色土，茶园经常有人员

修剪打理，高 60cm 左右，由于人工清理，群落中较少草本植物或无草本植物。草本植物偶有藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、五节芒、鬼针草（*Bidens pilosa*）等。



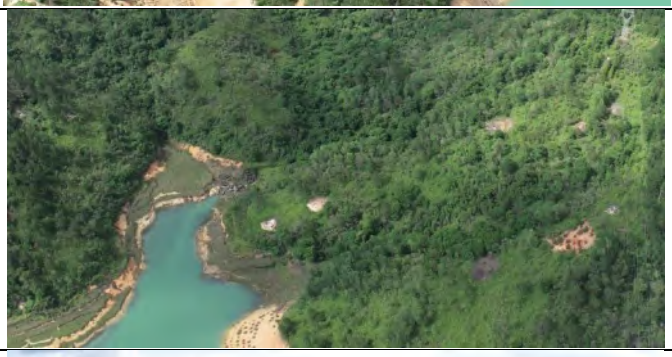
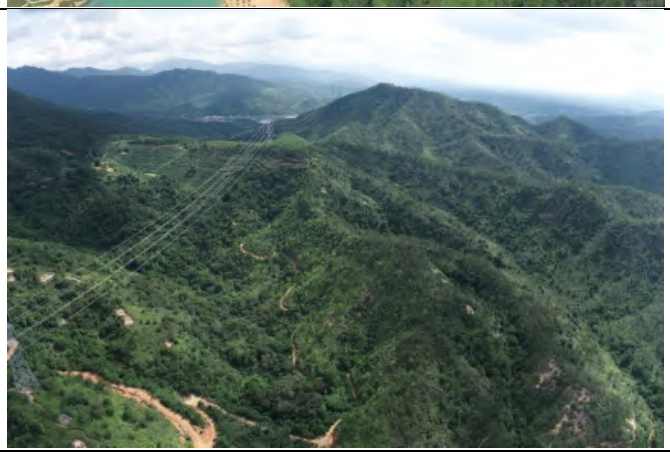
图4.2-24　茶园图

4、典型工程区植被现状

本工程典型工程区植被现状情况见下表。

表4.2-100　水源及下游区典型植被现状

序号	工程名称	植被现状	现场照片
1	白盆珠取水口	该区域以暖性针叶林为主，优势树种为马尾松。	

序号	工程名称	植被现状	现场照片
2	取水口施工道路区域	该区域以暖性针叶林为主，优势树种为马尾松。	
3	取水口围堰区域	该区域为白盆珠水库水域。	
4	1#施工支洞区域	该区域以常绿阔叶林和暖性针阔混交林为主，优势物种有马尾松、木荷、台湾相思、马占相思等。	
5	D0+100至D1+500段	该区域以暖性常绿针阔混交林为主，主要优势种有马尾松、木荷、台湾相思、枫香等，涉及小面积的茶园。	

5、植被现状评价

根据现场查勘，评价范围内的主要植被有暖性常绿针叶林、暖性常绿针阔混

交林、典型常绿阔叶林、暖热性灌草丛和经济林；植物群落和物种均为华南地区常见的植物组成，植物物种丰富度相对较低，优势乔木树种主要有马尾松、木荷、相思、黧蒴锥、枫香、山乌桕、大头茶等，灌木优势种主要有桃金娘、岗松、野牡丹、三桠苦、鹅掌柴等，地被草本以芒萁等为优势种，评价范围整体地表覆盖度高，为区域生态系统、水土保持发挥了重要作用。评价范围内记录到国家二级重点保护野生植物 3 种，分别是金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆，其中施工范围分布有苏铁蕨和软荚红豆，其中苏铁蕨 115 株，软荚红豆 2 株，项目施工前对该类保护植物进行迁地保护。

评价范围的植被总生物量为 47937.17t，平均每公顷的生物量为 89.52t。评价范围植被以针叶林、阔叶林和针阔混交林为主，所占面积比例分别为 31.88%、26.13%和 20.97%。植被生物量则是阔叶林占优势，所占比例为 46.61%，其次是针叶林和针阔混交林，所占比例分别为 26.25%和 24.77%。说明针叶林、针阔混交林和阔叶林是评价范围主要的植被类型，评价范围内森林系统对区域生态系统的稳定和变化起到了重要的作用。

总体而言，评价范围内的植被发展水平不高，针叶林分布面积最大，其优势树种单一，森林结构较简单，属于森林的先锋群落，处于森林群落演替的初级阶段，评价范围的常绿阔叶林面积占比 26.13%，生物量占比为 46.61%，显示出改植被类型在评价范围内生态系统的重要地位。尽管评价范围森林群落在结构及组成上较为单一，其植被为白盆珠水库区域保持水土方面的生态功能仍起着重要作用；同时也为各种动物提供了栖息生境，为维护和促进评价范围物种的多样性奠定了良好基础。

4.2.5.5 陆生动物

（1）动物区划和区系

1）动物区划

根据《中国动物地理》（张荣祖主编，科学出版社，2011）中的中国动物地理区划，工程所涉及的区域动物区划属于东洋界—中印亚界—华南区—闽广沿海亚区。其中动物物种及区系与该区划高度吻合。

2）动物区系

工程评价范围两栖动物共记录到 10 种，包括东洋界物种 9 种，广布种 1 种。

东洋界物种中，其中“CSSW：华中-华南-西南区种”最多为 4 种，分别为沼蛙 *Boulengerana guentheri*、斑腿泛树蛙 *polypedates megacephalus*、粗皮姬蛙 *Microhyla butleri* 和小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*；其次为“CS：华中-华南区种”3 种，即黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*、花姬蛙 *Microhyla pulchra*；“S：华南区种”有 2 种，分别为华南雨蛙 *Hyla simplex* 和花狭口蛙 *kaloula pulchra*；“W：广布种”有 1 种，为饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*。

爬行动物共记录到 13 种，其中中东洋界物种 8 种，广布种 5 种。东洋界物种中，“CS：华中-华南区种”有 5 种，包括变色树蜥 *Calotes versicolor*、中国壁虎 *Gekko chinensis*、灰鼠蛇 *Ptyas korros*、中国水蛇 *Myrrophis chinensis* 和白唇竹叶青蛇 *Trimeresurus albolabris*；其次为“CSSW：华中-华南-西南区种”有 2 种，分别为滑鼠蛇 *Ptyas mucosus* 和银环蛇 *Bungarus multicinctus*；“SSW：华南-西南区种”有 1 种，为原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii*；“W：广布种”有 5 种，包括中国石龙子 *Plestiodon chinensis*、铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*、黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*、赤链蛇 *Lycodon rufozonatus*、原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus*。



图4.2-25　黑眶蟾蜍



图4.2-26　白唇竹叶青蛇

鸟类共记录到78种，其中古北界物种有红尾伯劳*Lanius cristatus*、乌鸫*Turdus mandarinus*、小鹀*Emberiza pusilla*等17种，占记录鸟类的21.79%；东洋界有如白鹇*Lophura nycthemera*、中华鹧鸪*Francolinus pintadeanus*、黑翅鸢*Elanus caeruleus*、白鹭*Egretta garzetta*、池鹭*Ardeola bacchus*和斑姬啄木鸟*Picumnus innominatus*等46种，占记录鸟类的58.97%；广布种有如黑鸢*Milvus migrans*、红隼*Falco tinnunculus*、黑水鸡*Gallinula chloropus*、大白鹭*Ardea albus*等15种，占记录鸟类的19.23%。

哺乳动物共记录到7种，其中古北界1种，为豹猫*Prionailurus bengalensis*；东洋界2种，包括黄腹鼬*Mustela kathiah*和华南针毛鼠*Niviventer huang*，广布种4种，分别为普通伏翼*Pipistrellus pipistrellus*、野猪*Sus scrofa*、褐家鼠*Rattus norvegicus*、小家鼠*Mus musculus*。其中普通伏翼、野猪、小家鼠主要分布在温带，褐家鼠主要分布在北方湿润-半湿润带，黄腹鼬、豹猫、小家鼠靠近热带分布。

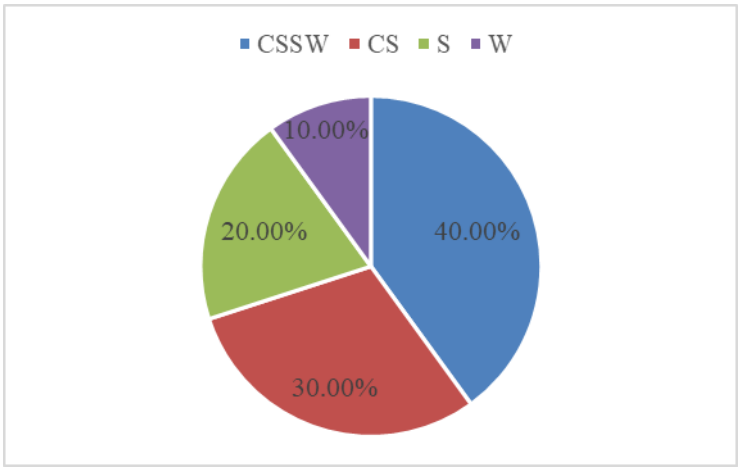


图4.2-27　水源及下游区两栖动物地理区系

*注：区系：S:华南区种；CS:华中-华南区种；CSSW:华中-华南-西南区种；W:广布种。

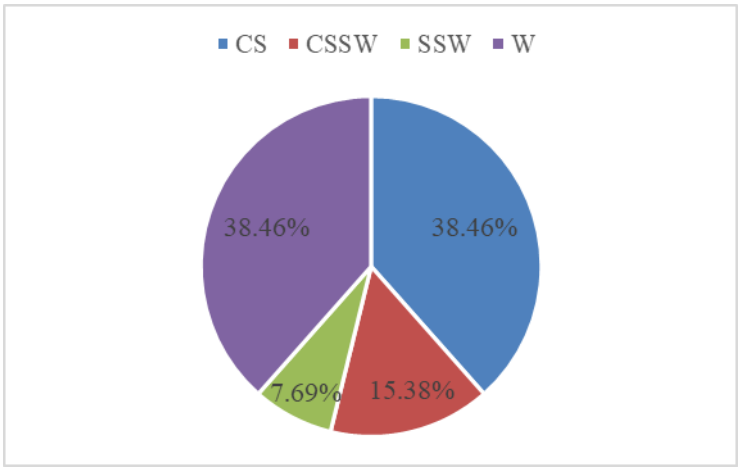


图4.2-28　水源及下游区爬行动物地理区系

*注：区系 CS:华中-华南区种；SSW:华南-西南区种；CSSW: 华中-华南-西南区种；W:广布种。

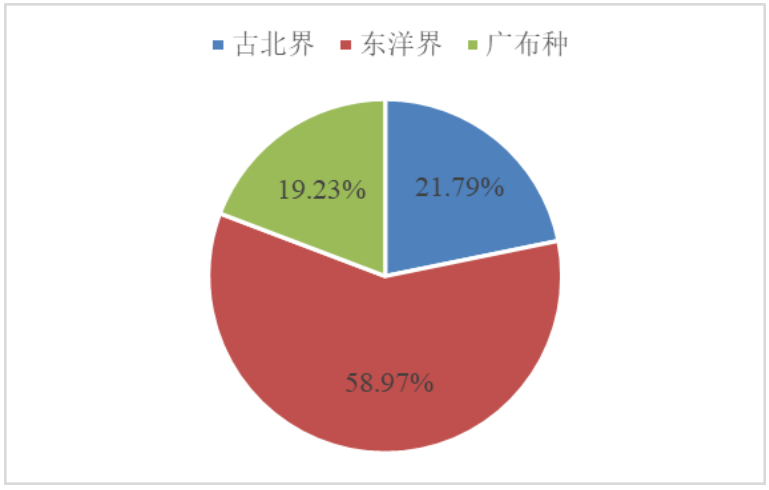


图4.2-29　水源及下游区鸟类地理区系

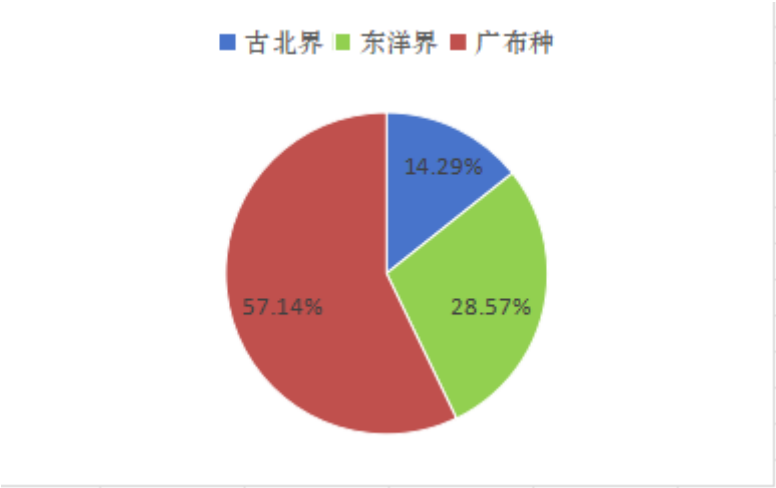


图4.2-30　水源及下游区哺乳动物地理区系

表4.2-101　水源及下游区哺乳动物分布特征

物种	栖息地类型	分布型		
普通伏翼	森林、灌木林、内陆湿地、洞穴及地下生境(非水生)、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带
黄腹鼬	森林、灌木林、草地、人工生境	Sd	南中国型	热带-北亚热带
豹猫	灌木林、草地、山地裸岩、荒漠	We	东洋型	热带-温带
野猪	森林、稀树草原、灌木林、草地、内陆湿地、荒漠、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带
褐家鼠	人工生境	Ue	古北型	北方湿润-半湿润带
华南针毛鼠	森林、人工生境	Wb	东洋型	热带-南亚热带
小家鼠	灌木林、草地、内陆湿地、近海/潮间带、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带

（2）动物多样性

水源及下游区工程评价范围共记录到陆生野生脊椎动物 19 目 55 科 108 种（表 4.2-102）。在记录到的陆生野生脊椎动物中，75 种为实际调查记录到的物种，33 种为文献资料记载物种（详见附录 2）。各类群具体多样性情况见下文。

表4.2-102　水源及下游区陆生脊椎动物组成

动物类群	目	科	种
两栖类	无尾目	6	10
爬行类	有鳞目	7	13
鸟类	鸡形目	1	2
	鹳鹳目	1	1
	鸽形目	1	2

动物类群	目	科	种
	夜鹰目	2	2
	鹃形目	1	3
	鹤形目	1	2
	鹈形目	1	3
	鹰形目	1	2
	佛法僧目	1	2
	啄木鸟目	2	3
	隼形目	1	1
	雀形目	24	55
哺乳动物类	啮齿目	1	3
	翼手目	1	1
	鲸偶蹄目	1	1
	食肉目	2	2
合计	18	55	108

1）两栖类

①种类、数量及分布

水源及下游区内评价范围分布有野生两栖动物种类 1 目 6 科 10 种，无重点保护陆生野生动物，沼蛙被列入广东省重点保护水生野生动物，优势种包括黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）和沼蛙（*Boulengerana guentheri*）等，它们适应能力强，分布较广泛。

②生态类型

根据两栖动物生活习性的不同，将水源及下游区调查到的两栖动物分为以下 3 种生态类型：

A 静水型（在静水或缓流中觅食）：仅有沼蛙 1 种，主要在评价范围水流较缓的水域，如河塘、水洼、稻田等处生活，相对适应一般强度的人为干扰，与人类活动关系较为密切。

B 陆栖型（在陆地上活动觅食）：在评价范围内物种多样性最高，有 7 种，包括黑眶蟾蜍、泽陆蛙、花狭口蛙（*Kaloula pulchra*）、小弧斑姬蛙（*Microhyla heymonsi*）、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)、花姬蛙（*Microhyla pulchra*）和粗皮姬蛙等，它主要栖息于相对较为干燥的草地和居民区附近，对海拔和湿度等没有太

大的限制性因素，在评价范围分布相对广泛。主要食物为昆虫类，对人为干扰相对适应性比较强。

C 树栖型（在树上活动觅食）：有斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*、华南雨蛙 *Hyla simplex*，它们主要在评价范围内临近水源的灌丛、水田及水域附近的高杆作物上活动。

2）爬行类

①种类、数量及分布

水源及下游区工程评价范围野生爬行类共有 1 目 7 科 13 种，以游蛇科的种类最多，共 4 种。在评价范围内，中国壁虎 *Gekko chinensis*、铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*、中国石龙子 *Plestiodon chinensis* 等较为常见。无重点保护野生动物。

②生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，将评价范围内的野生爬行动物分为以下 4 种生态类型：

A 住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括中国壁虎和原尾蜥虎（*Hemidactylus bowringii*）等，主要在评价范围的建筑物如居民区附近活动，白天常隐蔽于墙缝或阴暗处，夜间出来活动，主要食物为蚊虫。

B 灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括变色树蜥（*Calotes versicolor*）、中国石龙子等，它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带，其对生境要求严格，适应人为干扰能力较弱。

C 林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括白唇竹叶青蛇（*Trimeresurus albolabris*）、银环蛇（*Bungarus multicinctus*）、等。它们主要在评价范围内水域附近的山间林地、灌草地活动。评价范围林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价范围内爬行类的主体，它们主要捕食蜥蜴、鼠类、鸟卵、蛙类等。

D 水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：有 1 种，为中国水蛇（*Myrrophis chinensis*）。在评价范围主要活动于水域，属于静水类型种类，食物主要以水中的鱼虾为食物。

3）鸟类

①种类、数量及分布

水源及下游区工程评价范围及其周边地区分布有鸟类鸟类12目37科78种，其中有国家二级保护动物 7 种，包括白鹇（*Lophura nycthemera*）、褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）、黑鸢（*Milvus migrans*）、黑翅鸢（*Elanus caeruleus*）、白胸翡翠（*Halcyon smyrnensis*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、画眉（*Garrulax canorus*），其中黑翅鸢、红隼、白胸翡翠为文献资料记述，其余物种为现场调查记录；广东省重点保护动物保护动物8种，分别是黑水鸡（*Gallinula chloropus*）、池鹭（*Ardeola bacchus*）、大白鹭（*Ardea alba*）、白鹭（*Egretta garzetta*）、斑姬啄木鸟（*Picumnus innominatus*）、海南蓝仙鹟（*Cyornis hainanus*）、小鸦（*Emberiza pusilla*）、灰头鹀（*Emberiza spodocephala*），其中黑水鸡为文献资料记述，其余物种均为现场调查记录。所有鸟类中，以雀形目鸟类最多，分布最广，优势种包括红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、鹊鸲（*Copsychus saularis*）、麻雀（*Passer montanus*）等，它们适应能力强，在森林、灌丛、农田、城镇生境均非常多见。

②生态类型

评价范围鸟类生态类型分为游禽、涉禽、猛禽、陆禽、攀禽、鸣禽6类，鸣禽是最占优势的生态类型，共有55种，为雀形目鸟类。

A 游禽（脚向后伸，趾间有蹼，嘴有扁阔或尖，善于游泳、潜水和在水中掏取食物）：重点评价范围内分布有游禽 1 种，为鹬鹬目的小鹬鹬（*Tachybaptus ruficollis*），它们主要在水域中活动、捕食。

B 涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，常用长嘴插入水底或地面取食）：评价范围分布的涉禽为鹈形目种类，共 5 种，为鹭科、秧鸡科等鸟类，如黑水鸡、白鹭、池鹭等，它们在主要分布于水库沿岸及村边的田地，在湿地与农田生境较为多见。

C 陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：评价范围分布的陆禽为鸡形目、鸽形目鸟类，共 4 种，如：分别为白鹇、灰胸竹鸡（*Bambusicola thoracica*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）和珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*），主要分布在森林生境中。

D 猛禽（钩状喙、锐利趾爪，有卓越的飞行能力）：主要为鹰形目、隼形目鸟类，共 3 种，分别为黑鸢、黑翅鸢、红隼。在湿地及森林生境有分布。

E 攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：评价范围分布的攀禽有鹃形目、佛法僧目和啄木鸟目的部分种类，如：褐翅鸦鹃、普通翠鸟（*Alcedo*

atthis）、白胸翡翠、斑姬啄木鸟等。佛法僧目鸟类主要在水库、鱼塘、河流等地水域附近活动。啄木鸟目分布在森林内。

F 鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：评价范围雀形目的所有 55 种鸟类都为鸣禽，在评价范围内广泛分布，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。野外实地调查目击到的种类中，大多数为雀形目种类。

③居留型

在居留型分析中，留鸟最多有 53 种，占记录鸟类的 67.95%；其次为冬候鸟，有 16 种，占记录鸟类的 20.51%；夏候鸟最少为 9 种，占记录鸟类的 11.54%。

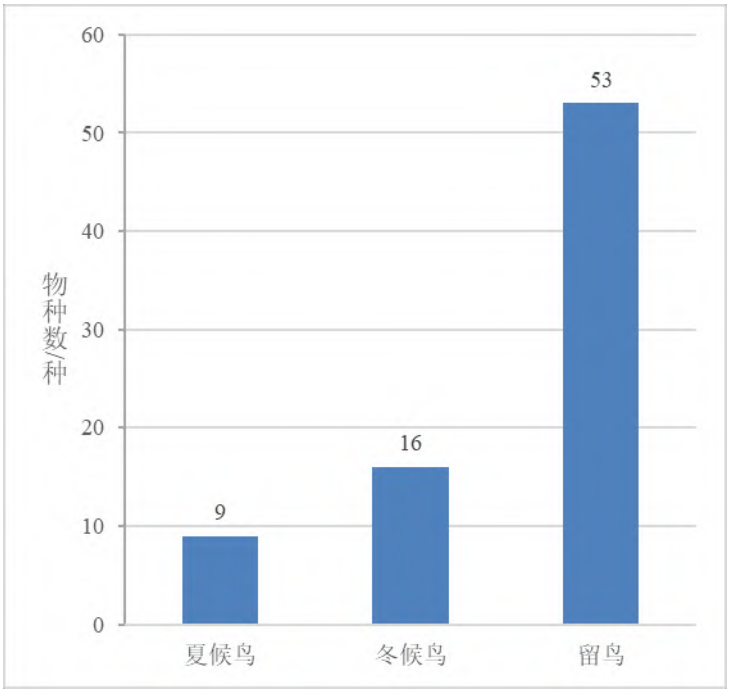


图4.2-31　水源及下游区鸟类居留型分析图

④季节与空间变化

水源及下游区评价范围共实地调查到记录鸟类 61 种，群落结构呈现规律性季相变化：

春季（3 月）：物种数 35 种，种类主要为留鸟、冬候鸟。夏季（5 月）：物种数 49 种，鸟类数量上升，物种多样性最丰富，主要为留鸟、夏候鸟，繁殖高峰期，鸟类种类最丰富；秋季（9 月）：物种数 29 种，夏候鸟迁离与冬候鸟抵达形成更替，森林生境鸟类多样性上升。冬季（12 月）：物种数为 33 种，以留鸟与冬候鸟为主，其中湿地生态系统承载越冬水鸟集群，森林生态系统群落多样性保持稳定。

鸟类样线调查数据分析显示（表 4.2-103），样线 06 多样性指数最低为 1.896，样线 05 多样性指数最高为 2.649，其次为样线 05、03、02，04 多样性指数较低。

表4.2-103　水源及下游区鸟类样线调查数据多样性分析

样线	H’	J’	N	S
样线 01	2.624	0.825	173	24
样线 02	2.517	0.782	303	25
样线 03	2.592	0.838	202	22
样线 04	1.981	0.826	26	11
样线 05	2.649	0.870	155	21
样线 06	1.896	0.824	77	10

4）哺乳类

①种类、数量及分布

水源及下游区工程评价范围及其周边地区哺乳动物多样性整体较低，共 4 目 5 科 7 种，以啮齿目鼠科物种最多，有 3 种。记录到国家二级保护动物 1 种，为豹猫 *Prionailurus bengalensis*。

②生态类型

根据哺乳类生活习性的不同，将评价范围内的 7 种野生哺乳类分为以下 4 种生态类型：

A 半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型的有 4 种，其中黄腹鼬 *Mustela kathiah*、华南针毛鼠 *Niviventer huang* 主要栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近，夜行性，性机警，在评价范围主要分布于农田草丛及村庄附近；小家鼠、褐家鼠等鼠类具有家和野外两种习性，由于居民区生活垃圾比较多，食物资源比较丰富，因此密度相对较高，这些鼠类对人为干扰适应能力较强，是伴人而居的类群。

B 半树栖型（主要在树上栖息、觅食，也常到地面活动）：该类型物种有 1 种，为豹猫，主要活动于评价范围内人为干扰较小的森林中，抗人为干扰能力较弱。

C 地栖型（主要在地面活动）：该类型物种有 1 种，为野猪，主要活动于评价范围内人为干扰较小的森林中，也常在村庄附近出没。

D 岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型哺乳类）：该类型物种有 1 种，为普通伏翼 *Pipistrellus pipistrellus*，它们在清晨和黄昏活动频繁，食物为空中飞翔的昆虫等，多栖息于乔木树冠或村落具有洞穴处，多在山洞中栖息，适应人为干扰能力较强，村落常见优势类群。

4.2.5.6 重要物种

（1）重点保护植物

1）珍稀濒危植物

水源及下游区评价范围内共记录维管植物 129 科 289 属 369 种（栽培植物 6 科 6 属 6 种），依据国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》、《广东省重点保护野生植物名录》（2023 年）和《濒危野生动植物物种国际贸易公约》植物名录，在评价范围内经过初步调查，记录到有金毛狗（*Cibotium barometz*）、苏铁蕨（*Brainea insignis*）、软荚红豆（*Ormosia semicastrata*）3 种国家重点野生保护植物，隶属于 3 科 3 属，均为国家二级保护植物；评价范围内没有记录到省重点保护野生植物。其中工程占地范围记录到的保护植物有苏铁蕨和软荚红豆，软荚红豆分布在取水口范围，分布有 2 株，胸径分别为 21.3cm 和 29.35cm；苏铁蕨分布在取水口施工道路范围，分布有 115 株；在工程占地范围共记录到 117 株国家重点保护植物，对其均进行迁地保护。在评价范围内记录到的金毛狗 3 株，距最近施工区域（1#施工支洞施工道路）直线距离约 358m，且中间有沟谷阻隔，工程施工时人为影响较小，对其进行就地保护。

表4.2-104　水源及下游区评价范围重点保护野生植物统计表

序号	科名	中文名	拉丁名	国家重点保护	濒等级危	特有种(是、否)	极小种群野生植物(是、否)	分布区域	来源	工程占用情况（是/否）
1	蚌壳蕨科 Dicksoniaceae	金毛狗	*Cibotium barometz*	二级		否	否	取水口评价范围	实地调查	否，与 1#施工支洞施工道路的直线距离约 358m
2	乌毛蕨科 Blechnaceae	苏铁蕨	*Brainea insignis*	二级	VU	否	否	取水口道路建设范围	实地调查	是
3	蝶形花科 Papilionaceae	软荚红豆	*Ormosia semicastrata*	二级		否	否	取水口占地范围	实地调查	是



图4.2-32　水源及下游区评价范围金毛狗照片



图4.2-33　水源及下游区评价范围苏铁蕨照片



图4.2-34　水源及下游区评价范围软荚红豆照片

2）古树名木

根据《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016，2017年1月1日实施），和地方提供的古树名木信息数据，结合现场调查结果，水源及下游区评价范围未发现有古树名木。

（2）重点保护陆生野生动物

依据国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 3 号）《国家重点保护野生动物名录》和《广东省重点保护陆生野生动物名录》。水源及下游区评价范围内，共记录到重点保护陆生野生动物有 16 种，其中国家二级重点保护物种有 8 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、黑翅鸢、黑鸢、白胸翡翠、红隼、画眉、豹猫；广东省重点保护陆生动物有 8 种，分别为黑水鸡、池鹭、大白鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦和灰头鸦（见表 4.2-106）。

在地理分布上，灰头鸦、黑鸢、小鸦、豹猫广泛分布，全国约有 30 多个省市记录；其次为画眉，分布于我国大部；白鹇分布于长江沿线及以南区域。

重点保护物种中，白鹇、灰头鸦、小鸦和画眉常集群小群活动；黑鸢、豹猫常单独活动。所有这些物种的种群均数量稳定，受威胁的程度较低，现状比较安全，且近年来监测记录显示，种群数量逐步提升，现状相对安全。综上，水源及下游区重点保护物种种群数量都处稳固提升状态。

水源及下游区迁徙的重点保护物种有黑翅鸢、黑鸢、海南蓝仙鹟、小鸦、灰

头鸦 5 种，其中黑翅鸢和海南蓝仙鹟是部分迁徙来繁殖的，而黑鸢、小鸦、灰头鸦是迁徙越冬的。



图4.2-35　国家二级重点保护动物豹猫粪便



图4.2-36　红外相机夜间拍摄的豹猫影像

表4.2-105　水源及水源下游评价范围迁徙动物信息统计

迁徙物种	迁来时间	迁走时间	迁徙线路
黑翅鸢	4-5 月	10-11 月	NA
海南蓝仙鹟	3-4 月	9-10 月	广东-海南岛/广东-香港

迁徙物种	迁来时间	迁走时间	迁徙线路
黑鸢	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路
小鸦	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路
灰头鸦	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路

表4.2-106 水源及下游区评价范围珍稀濒危与重点保护陆生野生动物生物信息统计表

序号	物种名称	保护级别	濒危程度	特有种	分布区域	资料来源	与工程的位置关系
1.	白鹇	II	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	活动于评价范围
2.	褐翅鸦鹃	II	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
3.	黑水鸡	G	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
4.	池鹭	G	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
5.	大白鹭	G	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
6.	白鹭	G	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
7.	黑翅鸢	II	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
8.	黑鸢	II	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
9.	白胸翡翠	II	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
10.	斑姬啄木鸟	G	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
11.	红隼	II	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
12.	画眉	II	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
13.	海南蓝仙鹟	G	lc	否	白马山县级自然保护区	实际调查	
14.	小鸦	G	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
15.	灰头鸦	G	lc	否	白马山县级自然保护区	文献资料	
16.	豹猫	II	vu	否	白马山县级自然保护区	实际调查	

注：II 国家二级重点保护动物；G 广东省重点陆生保护动物；vu/en/lc 分别为中国生物多样性红色名录濒危/易危/无危等级

4.2.5.7 主要陆生生态问题

水源及下游区评价范围存在有陆生生物入侵问题。通过调查，水源及下游区评价范围记录到维管植物 125 科 289 属 369 种（栽培植物 6 种），依据环境保护部办公厅颁布的《中国外来入侵物种名单》第一批至第四批，初步确定水源及下游区评价范围现有外来入侵植物 4 种，隶属于 2 科 4 属，分别是土荆芥（*Dysphania ambrosioides*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、鬼针草（*Bidens pilosa*）和微甘菊（*Mikania micrantha*）。主要分布在路边和荒地中，评价范围内外来入侵植物没有成片存在，只在路边零散分布，暂未对评价范围生态系统造成明显影响。

表4.2-107　水源及下游区评价范围外来入侵植物统计表

序号	科名	种名	拉丁学名
1	藜科	土荆芥	*Dysphania ambrosioides*
2	菊科	藿香蓟	*Ageratum conyzoides*
3	菊科	鬼针草	*Bidens pilosa*
4	菊科	微甘菊	*Mikania micrantha*

注：《中国外来入侵物种名单》第三批中“三叶鬼针草 *Bidens pilosa*”已修订为“鬼针草 *Bidens pilosa*”.



图4.2-37　水源及下游区评价范围鬼针草

4.2.6 底泥现状

为了解工程交水水库的底泥环境质量现状，本次环境影响评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程区土壤进行采样监测，监测时间为 2025 年 7 月 27 日~29 日。

4.2.6.1 监测方案布设

本次底泥环境现状监测点在白盆珠水库共布设 6 处，监测点位分布如表 4.2-108 所示。

表4.2-108　底泥现状监测点位布设一览表

编号	监测点位名称	经纬度	备注
D1	白盆珠水库取水口	N:23°4'25.85"　E:115°5'1.38"	取水水库——白盆珠水库
D2	鹿窝村	N:23°4'49.68"　E:115°6'17.96"	
D3	新丰村	N:23°6'10.59"　E:115°9'55.77"	
D4	布心村	N:23°7'2.88"　E:115°11'44.62"	
D5	白盘珠入库支流	N:23°9'14.77"　E:115°9'45.99"	
D6	谭公爷庙	N:23°6'49.18"　E:115°6'19.10"	

（2）监测时间和频率

底泥监测一期，监测时间为 2025 年 7 月 27 日~29 日，监测频率为 1 次/监测点。

（3）监测项目

pH 值、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）、铬(Cr)、铜(Cu)、镍(Ni)、锌（Zn），共 9 项。

（4）监测方法

根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关标准和要求执行。

（5）评价标准

本工程底泥环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)表 1 中风险筛选值的其它标准。

（6）评价方法

底泥环境质量现状评价采用标准指数法，具体公式如下：

$$Pi,j=Si,j/Ssi$$

式中：Pi,j——第 i 项污染物在第 j 监测点上的污染指数，大于 1 表明该土壤因子超标；

Si,j——第 i 项污染物在第 j 监测点上的实测值；

Ss,j——第 i 项污染物的评价标准值。

4.2.6.2 底泥环境质量现状监测结果与评价

底泥环境质量现状监测结果和评价结果见表 4.2-109。根据评价结果，D1~D6 监测点各监测因子均小于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中水田（铜为其他）的风险筛选值。

表4.2-109 底泥环境质量现状评价表

监测点位	采样时间	项目	检测项目(除 pH 单位无量纲外，其余检测项目 mg/kg)								
			pH 值	总砷	镉	铜	铅	总汞	镍	铬	锌
		GB 15618-2018 风险筛选值	5.5＜pH≤6.5	30	0.4	50(其他)	100	0.5	70	250	200
			6.5＜pH≤7.5	25	0.6	100(其他)	140	0.6	100	300	250
D1	2025/7/27	检测值	6.26	16.7	0.08	10	39	0.028	7	50	50
		标准指数	/	0.56	0.20	0.20	0.39	0.06	0.10	0.20	0.25
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
D2	2025/7/28	检测值	6.93	12	0.07	13	39	0.025	11	50	52
		标准指数	/	0.48	0.12	0.13	0.28	0.04	0.11	0.17	0.21
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
D3		检测值	6.1	11.8	0.15	31	68	0.031	5	54	85
		标准指数	/	0.39	0.38	0.62	0.68	0.06	0.07	0.22	0.43
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
D4		检测值	6.35	5.41	0.3	3	61	0.061	6	44	79
		标准指数	/	0.18	0.75	0.06	0.61	0.12	0.09	0.18	0.40
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
D5	2025/7/29	检测值	6.16	19.4	0.19	11	40	0.011	9	55	54
		标准指数	/	0.65	0.48	0.22	0.40	0.02	0.13	0.22	0.27
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测点位	采样时间	项目	检测项目(除 pH 单位无量纲外，其余检测项目 mg/kg)								
			pH 值	总砷	镉	铜	铅	总汞	镍	铬	锌
		GB 15618-2018 风险筛选值	5.5＜pH≤6.5	30	0.4	50(其他)	100	0.5	70	250	200
			6.5＜pH≤7.5	25	0.6	100(其他)	140	0.6	100	300	250
D6		检测值	6.25	12.3	0.1	8	30	0.031	8	43	43
		标准指数	/	0.41	0.25	0.16	0.30	0.06	0.11	0.17	0.22
		是否达标	/	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

4.2.7 环境敏感区

水源及下游区评价范围内不涉及森林公园、水产种质资源保护区、风景名胜区、永久基本农田等，评价范围内涉及自然保护区 2 个、生态保护红线 1 种类型、重要湿地 1 个、饮用水源保护区 6 个等。

4.2.7.1 自然保护区

（1）广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区

1）保护区现状

广东惠东莲花山白盆珠省级保护区（以下简称“白盆珠保护区”），于 2004 年经广东省人民政府批准建立（粤府函[2004]9 号），批复面积 14034.1hm²。矢量面积 14028.51hm²。区内水系发达，分布有广东省四大水库之一的白盆珠水库，库容 $12.2\times10^8m^3$，是东江一级支流西枝江的发源地，粤东地区重要的饮用水源地；区内丛林叠嶂，山脉呈东北一西南走向，为粤东沿海的第一道生态屏障，更有粤东南地区最高峰--莲花山，海拔 1337.3m。保护区主要保护对象为南亚热带常绿阔叶林森林生态系统及其珍稀濒危动植物资源、典型内陆湿地和水域生态系统、西枝江一级饮用水源地及其水资源、重要越冬候鸟及其栖息地。

广东惠东莲花山白盆珠省级保护区植物种类繁多，记录到的维管植物 208 科 780 属 1600 种。自然保护区内记录到国家 I 级重点保护野生植物 1 种，即紫纹兜兰 *Paphiopedilum purpuratum*；记录到国家 II 级重点保护野生植物 22 种，包括有桫椤 *Alsophila spinulosa*、苏铁蕨 *Brainea insignis*、金毛狗 *Cibotium barometz*、土沉香 *Aquilaria sinensis* 等；广东省重点保护植物 6 种：紫背天葵 *Begonia*

fimbristipula、半枫荷 *Semiliquidambar cathayensis*、广东石豆兰 *Bulbophyllum kwangtungense*、细叶石仙桃 *Pholidota cantonensis*、石仙桃 *Pholidota chinensis*。保护区内记录到陆生野生脊椎动物 36 目 102 科 374 种，其中国家 I 级保护野生动物 10 种：云豹 *Neofelis nebulosa*、豹 *Panthera pardus*、金猫 *Pardofelis temminckii*、豺 *Cuon alpinus*、黑鹳 *Ciconia nigra*、中华沙秋鸭 *mergus squamatus*、中华穿山甲 *manis pentadactyla*、黄胸鹀 *Emberiza aureola*、小灵猫 *Viverra zibetha*、大灵猫 *Viverricula indica*；国家 II 级保护野生动物 33 种：包括有蟒蛇 *Python molurus*、藏酋猴 *macaca thibetana*、白鹇 *Lophura nycthemera*、鸳鸯 *Aix galericulata* 等。

广东惠东莲花山白盆珠省级保护区地处南亚热带南缘，属于热带与亚热带的过渡区域，是粤东地区森林植被保存较好地区之一，区内分布有 5 个主要植被类型，分别为常绿阔叶林、亚热带针叶林、针阔混交林、常绿阔叶灌丛和亚热带山顶草坡。

据调查统计，广东惠东莲花山白盆珠省级保护区记录到脊椎野生动物 36 目 102 科 374 种，其中哺乳类 8 目 21 科 51 种，鸟类 17 目 49 科 212 种，爬行类 3 目 11 科 38 种，两栖类 2 目 6 科 20 种，鱼类 6 目 15 科 53 种；国家重点保护野生动物 43 种。

2）工程与保护区位置关系

工程与广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区无占地关系，工程地下隧洞也没有穿越保护区，工程距离保护区最近距离约 500m。在严格遵守相关环境保护措施的前提下，本工程的建设和运营对惠州莲花山白盆珠省级自然保护区的影响较为有限。

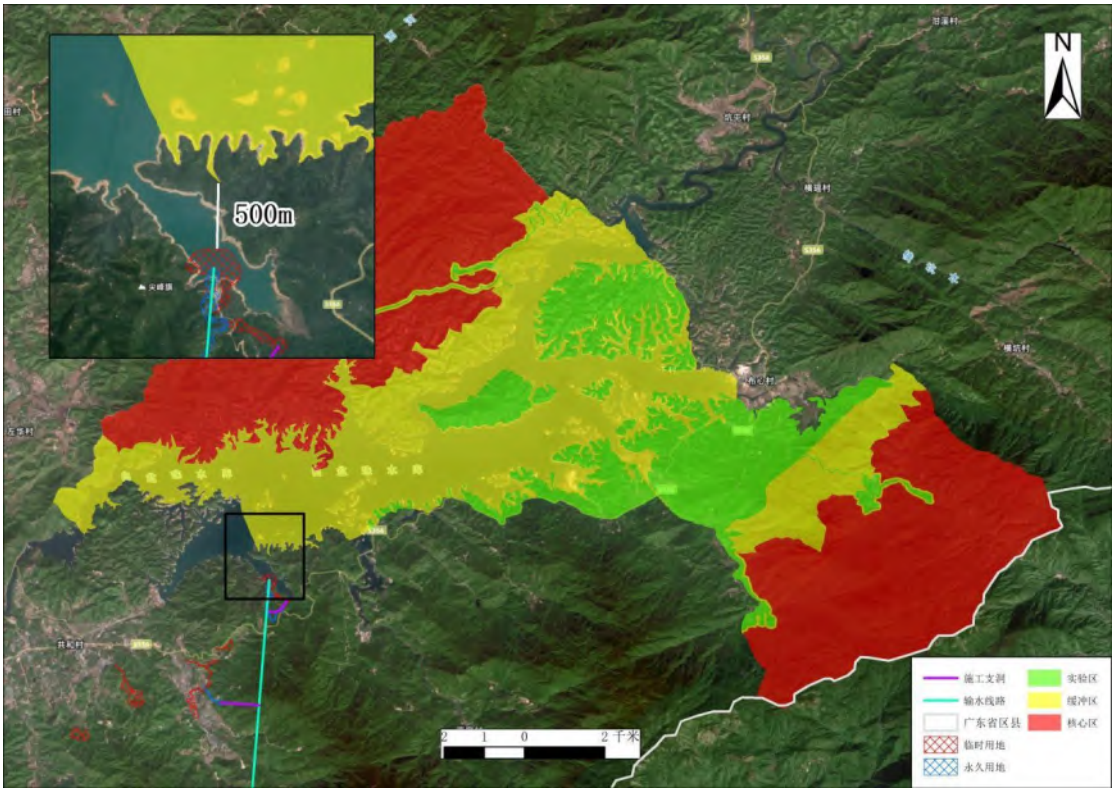


图4.2-38　工程与惠州莲花山白盆珠省级自然保护区位置关系示意图

（2）惠东县白马山县级自然保护区

1）保护区现状

惠东县白马山县级自然保护区是于2003年8月经惠东县人民政府批复建立，保护区类型为森林生态系统类型自然保护区。保护区位于惠州市惠东县白盆珠境内，北与莲花山白盆珠省级自然保护区相接。保护区主要保护对象为藏酋猴种群及其栖息地、南亚热带季风常绿阔叶林森林植被和森林生态系统、水源涵养林。白马山保护区面积 9329.87hm^2，其中核心区面积 3651.88hm^2，缓冲区面积 1651.60hm^2，实验区面积 4026.39hm^2。保护区地理坐标为东经 115°03′16.5″~115°11′41.8″，北纬 22°59′37.3″~23°08′55.13″，东至三坑嶂，南至大便山，西至社官爷山，北至白盆珠水库库区。

自然保护区内共记录维管植物 171 科 609 属 1049 种，其中野生维管植物共计 170 科 601 属 1034 种，栽培植物共计 11 科 12 属 15 种。其中，蕨类植物 27 科 45 属 79 种，裸子植物 5 科 5 属 7 种，被子植物 139 科 559 属 963 种（双子叶植物 120 科 464 属 824 种，单子叶植物 19 科 95 属 139 种）。

保护区内记录到野生脊椎动物 34 目 92 科 228 种，包括哺乳类 8 目 16 科 26 种、鸟类 18 目 46 科 122 种、爬行类 2 目 13 科 34 种、两栖类 1 目 6 科 16 种、

鱼类 5 目 11 科 30 种。

2）工程与保护区位置关系

工程取水口的临时施工围堰和临时施工道路涉及惠东白马山县级自然保护区，临时占用面积为 8.31hm^2；工程引水管线隧洞地下穿越保护区的核心区、缓冲区和实验区，穿越长度共计 4.26km。

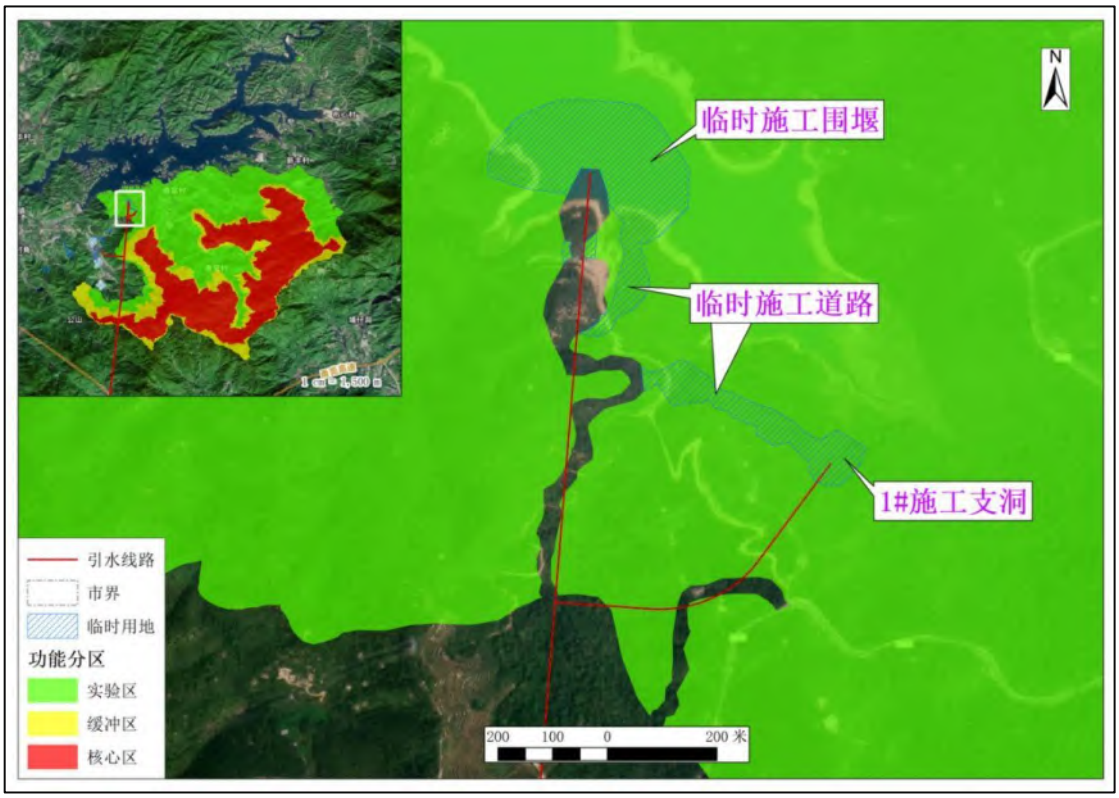


图4.2-39　工程与惠东县白马山县级自然保护区位置关系示意图

4.2.7.2 生态保护红线

（1）现状

惠东县陆域生态保护红线面积不低于 922.59km²，占县域面积近 40%，形成“北屏南湾、十廊连山向海”的总体格局：北部以莲花山脉、古田生态保护区为生态屏障，南部以巽寮湾等滨海生态带为核心，西枝江等水系为廊道，构建韧性生态网络。

（2）工程涉及情况

工程占用惠东县生态红线面积 13.16hm^2，为工程取水口用地，包括永久用地 4.85hm^2，临时用地 8.31hm^2。工程地下穿越惠东县生态红线 4.52km。

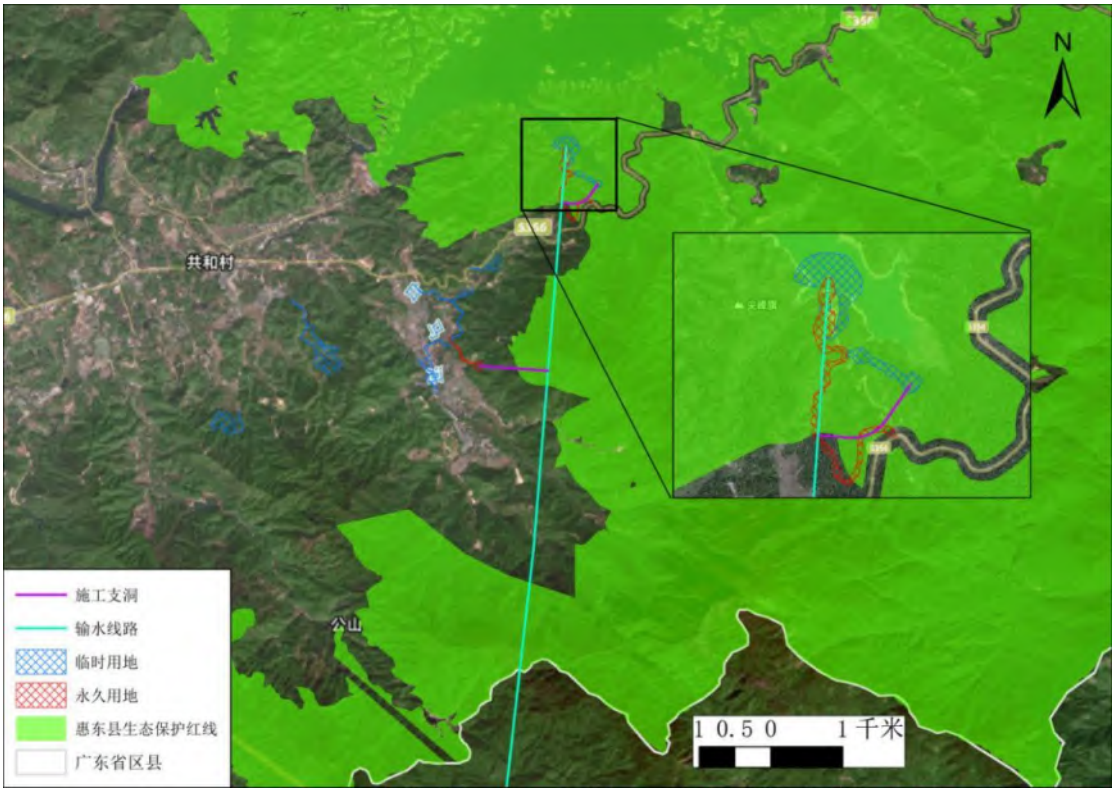


图4.2-40　工程与惠东县生态保护红线位置关系示意图

4.2.7.3 湿地

（1）现状

广东惠东白盆珠省重要湿地是中国南亚热带内陆性湿地的典型代表，为广东省重点湿地。已记录湿地植物种类 204 科 745 属 1549 种(冯志坚等，2002)；野生动物种类 50 目 195 科 826 种，其中湿地鸟类 17 目 41 科 261 种，湿地鱼类 6 目 15 科 53 种。这些物种呈现亚热带内陆性湿地的生物区系特点。区内具有湖泊湿地、河流湿地、库塘湿地、南亚热带森林等多样的生态系统。

湿地有中华秋沙鸭、黑鹳、蟒蛇等国家I级保护物种 5 种，红隼、鹗、黑鸢、鸳鸯、大鲵等II级保护物种 41 种。2007 年发现了目前在广东省越冬的最大的中华秋沙鸭种群。

（2）工程涉及情况

工程占地范围不涉及广东惠东白盆珠省重要湿地，工程距离重要湿地最近的施工范围有约 500m。工程评价范围（1000m）涵盖重要湿地面积 26.51hm^2，位于重要湿地西部。其中水库水面 25.84hm^2，占涵盖的缓冲区面积的 97.47%，其他则是内陆滩涂 0.67hm^2。工程布置与广东惠东白盆珠省重要湿地的位置关系示意图，详见下图 4.2-41 和图 4.2-42。

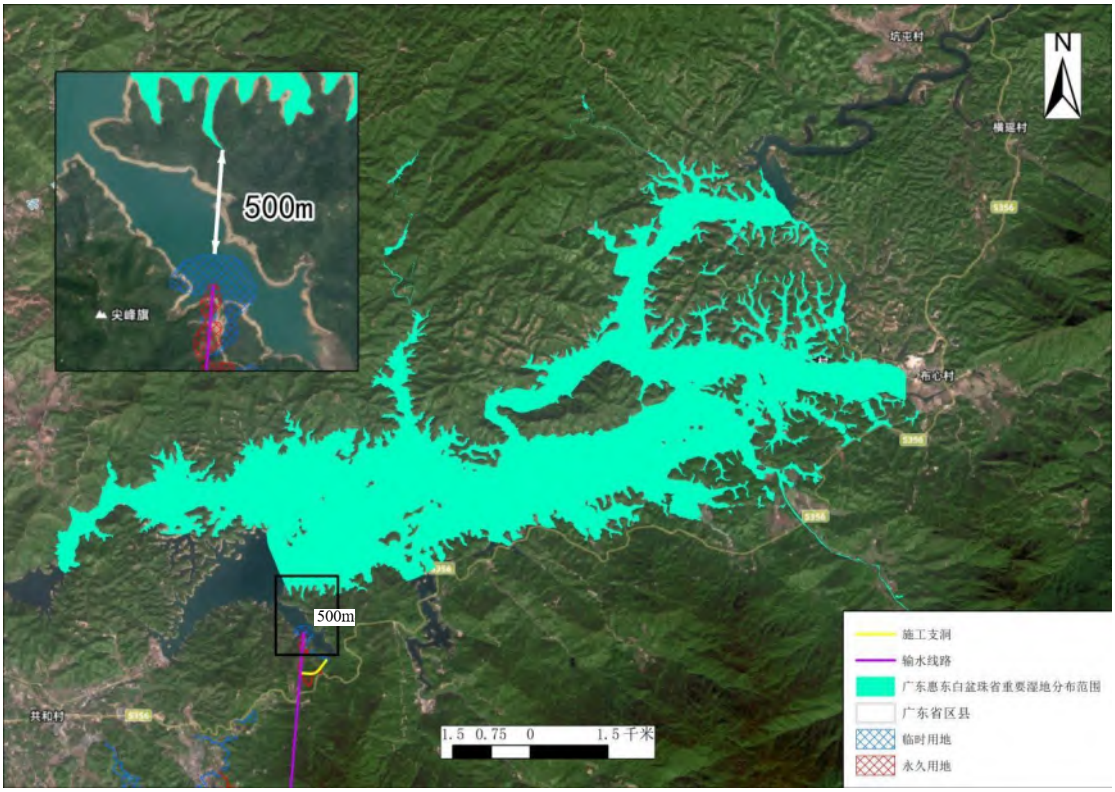


图4.2-41　工程与广东惠东白盆珠省重要湿地位置关系示意图

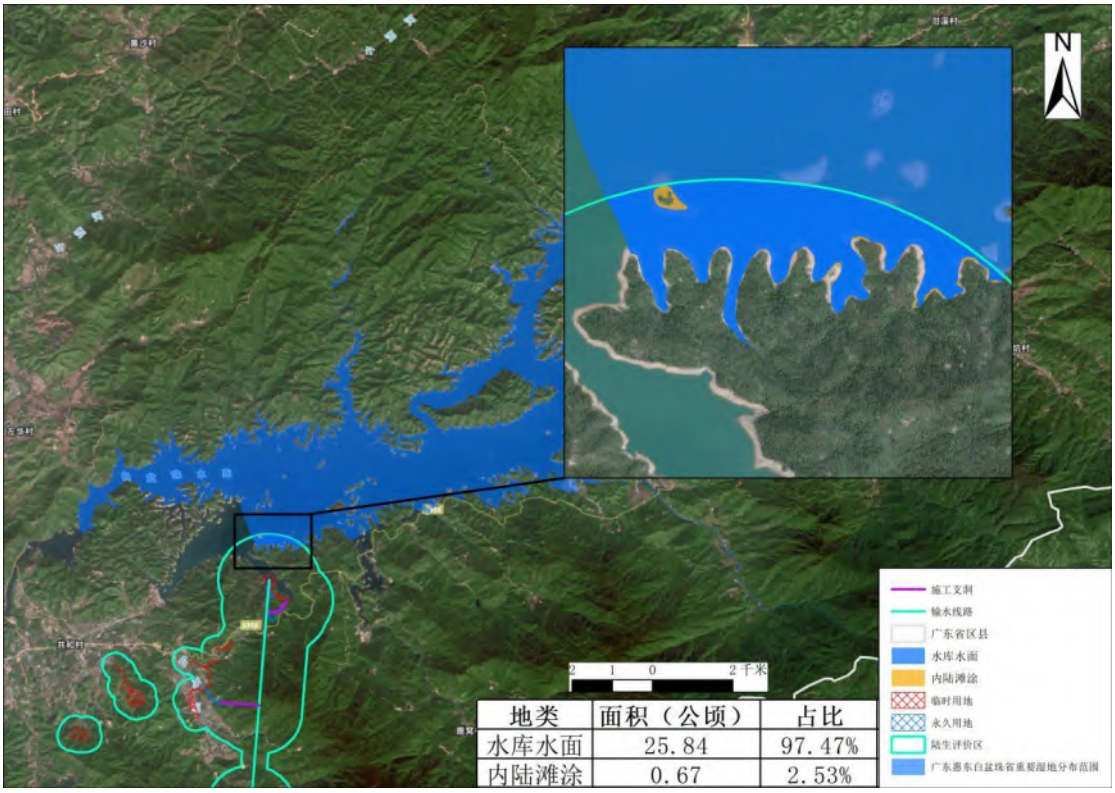


图4.2-42　评价范围内广东惠东白盆珠省重要湿地土地利用示意图

4.2.7.4 天然林

（1）现状

2024年，惠东县森林面积已达383万亩，森林覆盖率72.4%，森林蓄积1647.83万 m^3。以起源结构划分，现有乔木林中人工林面积 13.05 万 hm^2，天然林面积13.07 万 hm^2。其中天然林主要分布于惠东县莲花山脉、乌禽嶂一带。

（2）工程涉及情况

工程取水口涉及惠东县天然林，面积共计 4.5996hm^2。其中包括取水塔和检修道路永久用地 2.3461hm^2，临时围堰、1#施工支洞和临时道路等临时用地2.2535hm^2。

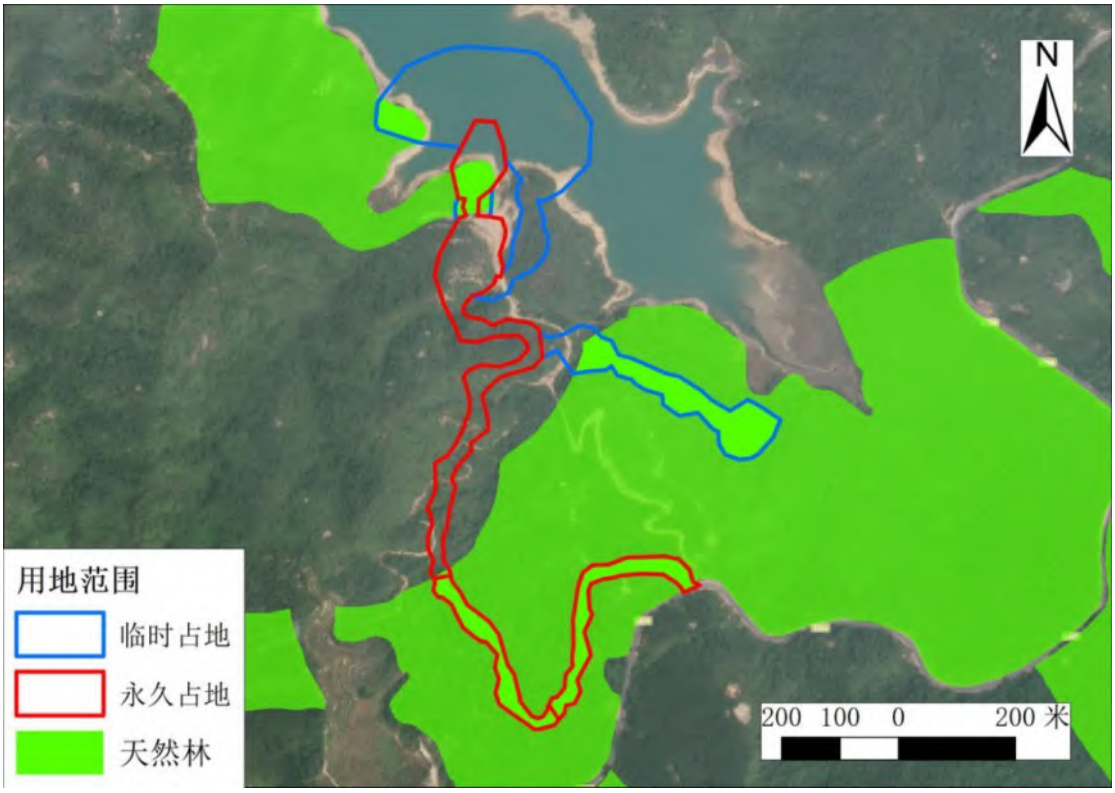


图4.2-43　工程水源区与惠东县天然林位置关系示意图

4.2.7.5 生态公益林

（1）现状

2024 年，惠东县现有公益林地面积 11.55 万 hm^2，是大湾区少有的大面积南亚热带低地常绿阔叶林与常绿季雨林分布区，其主要作用是水源涵养、水土保持等生态功能。主要分布于惠东县莲花山脉、乌禽嶂、九龙峰、捻平半岛一带。

（2）工程涉及情况

工程取水头部及其永久检修道路 5.35hm^2；1#施工支洞及其临时施工道路，取水口部分施工围堰及其临时施工道路，面积共计 3.51hm^2。

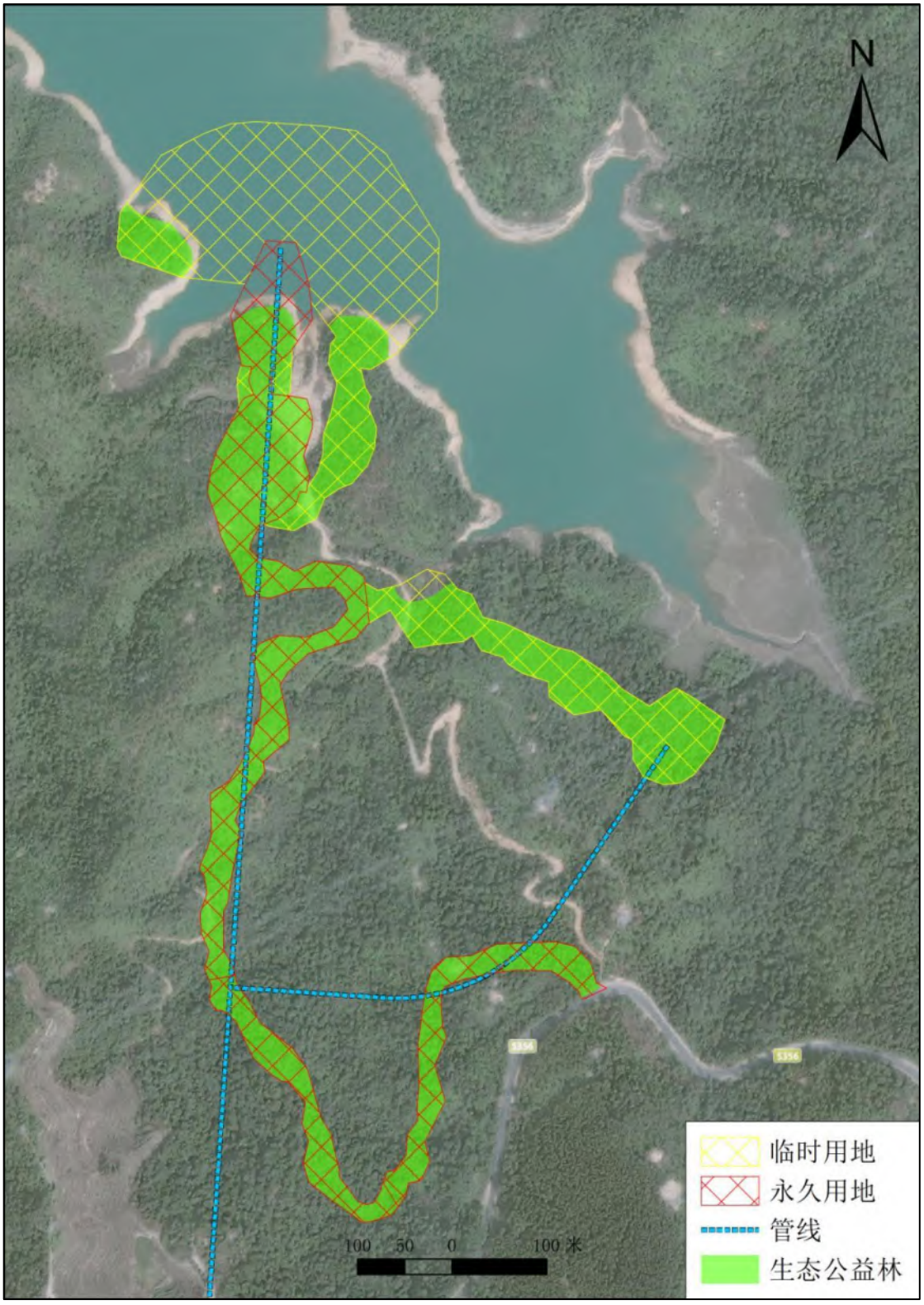


图4.2-44　项目涉及惠州市生态公益林位置示意图

4.2.7.6 东江上中游国家级水土流失重点预防区

（1）现状

根据水利部办公厅关于印发(全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区

和重点治理区复核划分成果》的通知（办水保〔2013〕188号），东江上中游国家级水土流失重点预防区包括广东省（和平县、连平县、东源县、河源市源城区、紫金县、新丰县、龙门县、博罗县、惠东县）和江西省（安远县、寻乌县、定南县），县域总面积29211.4平方公里，重点预防总面积7679.7平方公里。该预防区作为珠三角及香港地区重要的水源涵养地和供应地，目前水土流失比较轻微，林草覆盖度较高，生态环境相对较好，但存在水土流失加剧的潜在风险。主要防治策略是：预防为主、保护优先。建立健全管护机构，强化监督管理。实施封山禁牧、生态修复、大面积保护等措施，坚决限制开发建设活动，有效避免人为破坏，保护植被和生态。

（2）工程涉及情况

工程部分建设内容位于东江上中游国家级水土流失重点预防区南部，工程涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区的为面积 45.28hm^2，其中永久占地8.68hm^2，临时用地37.6hm^2。

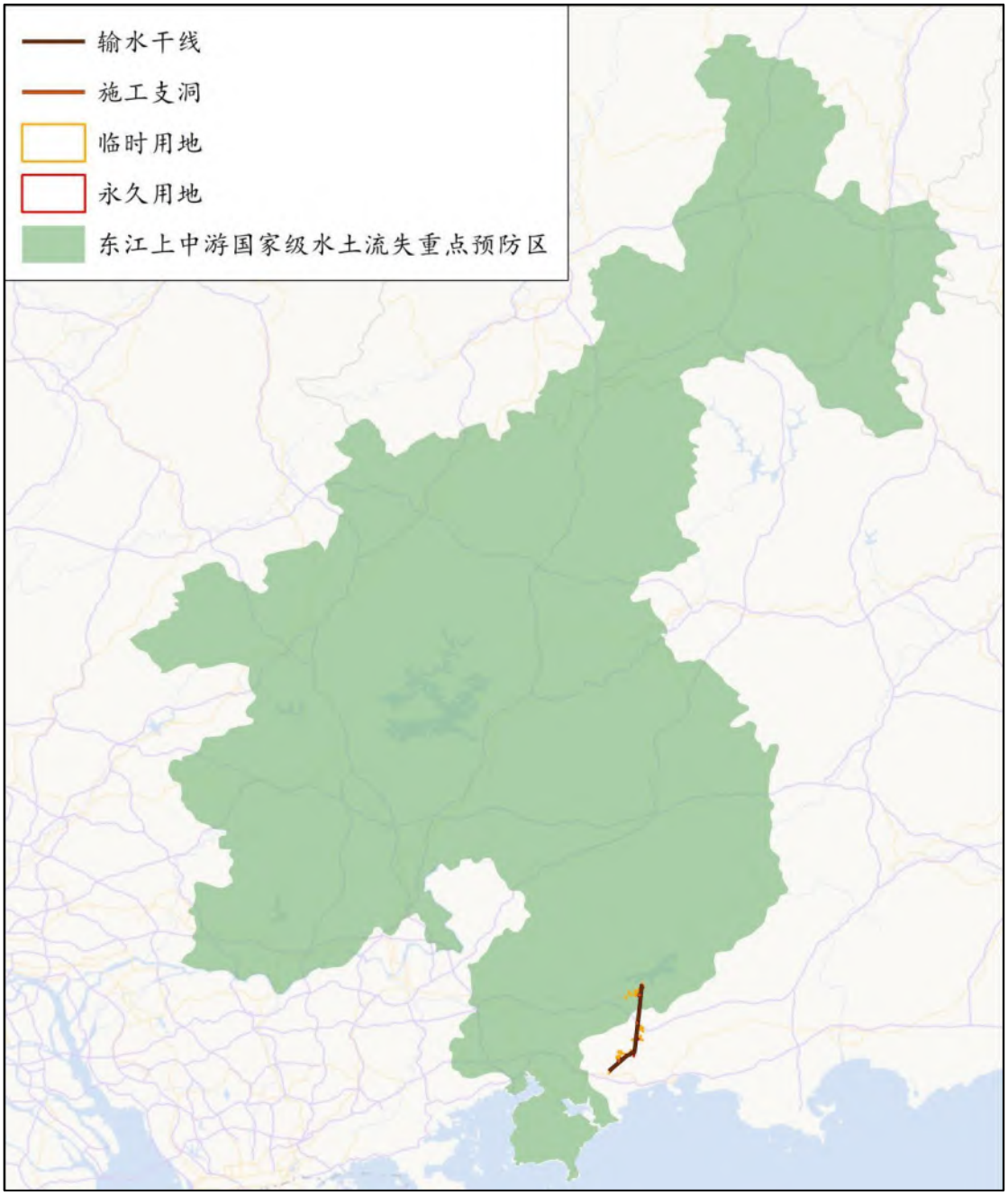


图4.2-45　工程与东江上中游国家级水土流失重点预防区位置关系图

4.2.7.7 饮用水水源保护区

水源及下游区评价范围内有饮用水源保护区 6 个，具体见表 4.2-110。

表4.2-110　工程评价范围涉及的饮用水源保护区

水源保护区名称	水质现状
1、白盆珠水库饮用水源保护区(备用)	I~II类
2、惠东县西枝江饮用水源保护区	II类
3、西枝江良井老鸦山饮用水水源保护区	II~III 类
4、西枝江平潭川龙村饮用水水源保护区	II~III 类

水源保护区名称	水质现状
5、马安镇西枝江饮用水源保护区	II~III 类
6、鸡心石水库饮用水源保护区	II~III 类

注：水质现状主要收集于 2024 年惠州市发布的集中式饮用水水源地水质状况报告。

4.2.8 环境影响回顾性分析

4.2.8.1 西枝江流域水资源开发利用回顾

4.2.8.1.1 梯级电站建设

西枝江是东江的第二大一级支流。自建国以来，广东省对东江流域进行了多次规划，并陆续设计建设了多个水利水电工程，为水资源开发利用起到了积极的促进作用。根据《广东省东江流域综合规划报告》《惠州市江河流域综合规划报告书》，西枝江干流原规划有 8 个梯级，自上而下分别为：井潭、宝口、白盆珠、上鉴陂、石盘头、增光、平山(惠东枢纽)、中山寺。在历次的西枝江干流梯级规划中，整个西枝江梯级开发是从电力和灌溉需求角度出发论证其合理性及规模，工程主要任务是发电和灌溉，西枝江上各梯级之间水位是衔接的。进入上世纪八十年代后，由于河道自然演变及人类活动的影响，西枝江河床下切，河滩裸露，水位下降，随着沿岸经济社会的发展，以及工程淹没费用的加大，原梯级规划的部分梯级方案已不能适应新形势下的水资源开发利用要求。为适应经济社会发展的需求，美化城市景观，合理开发利用西枝江的淡水资源及水能资源，更好地服务于西枝江两岸的经济社会及城市发展，广东省和惠州市水利部门对西枝江干流梯级规划行合理调整。

调整后西枝江主流梯级规划按七级进行开发，取消中山寺梯级，调整平山梯级、增光梯级。梯级布置自上而下分别为井潭、宝口、白盆珠、上鉴陂、石磐头、增光、平山(惠东枢纽)，总装机 38.7MW，年发电量 14029 万 kWh。其中宝口、白盆珠、上鉴陂、平山(惠东枢纽)已建成，其它梯级单位千瓦投资较大，开发困难较大。西枝江主流梯级开发规划成果见表 4.2-111。

表4.2-111　西枝江主流梯级开发规划成果表

梯级名称	集雨面积(km^2)	建设性质	开发任务	正常蓄水位(m)	装机容量(MW)	年发电量(万 kWh)
井潭	370	规划	发电	123.7	0.5	140
宝口	514	已建	发电	91.7	1.2	596

梯级名称	集雨面积(km^2)	建设性质	开发任务	正常蓄水位(m)	装机容量(MW)	年发电量(万 kWh)
白盆珠	856	已建	防洪、发电	75.7	30	8600
上鉴陂	1064	已建	灌溉、通航	37.3	3.2	1350
石磐头	1572	规划	发电、通航	30.2	3	1200
增光	1870	规划	发电、通航	23.7	1.8	835
平山(惠东枢纽)	2190	已建	发电、通航、	17.7	5	2308
合计					38.73	14029

目前已建成的宝口、白盆珠、上鉴陂、平山(惠东枢纽)梯级基本情况如下：

（1）宝口水电站

宝口水电站位于西枝江上游，白盆珠水库库尾上游约 13km 处。电站坝址控制流域面积 514km^2，正常蓄水位 91m，总装机容量 1.2MW，年设计发电量 596 万 kWh。

（2）白盆珠水库电站

白盆珠水库电站位于西枝江干流上游，是一宗以防洪、供水为主，结合灌溉、发电、改善航运及水环境等综合利用的大(1)型水库。水库坝址控制流域面积 856km^2，正常蓄水位 75.7m，相应库容 5.54 亿 m^3，水库总库容 11.66 亿 m^3。工程主要由主坝、副坝、电站、变电站等部分组成，电站属坝后式电站，装机两台，总装机容量 30MW，年设计发电量 8600 万 kWh。工程于 1958 年底开工建设，1959 年下马，1973 年重新设计，1977 年 8 月动工兴建，1984 年 9 月底下闸蓄水，1985 年 8 月电站机组投产运行，1987 年 12 月工程竣工验收。2009 年启动对电站增效扩容改造，2020 年 11 月完成验收，完成改造的电站单台机组额定流量 45m^3/s，发电机组空载的最小流量为 7m^3/s。

（3）上鉴陂水电站

上鉴陂水闸位于白盆珠水库下游 3km，坝址控制集雨面积 1064 km^2，正常蓄水位 37.3m，主要是拦截白盆珠水库尾水，通过左右岸干渠至惠东县城以下 8km 的白花、大岭等地，其中左干渠设计流量为 4.83m^3/s，右干渠设计流量为 2.96m^3/s。陂体设计过流量为 2384m^3/s。工程始建于 1966 年，建成于 1967 年，陂体干砌石于 1986 年灌浆加固。电站装机 2 台 1.6Mw 水轮发电机组，设计水头 5m，年设计发电量 1350 万度，是西枝江上游开发的重要梯级水电站。

（4）平山（惠东枢纽）水电站

平山梯级即西枝江惠东枢纽工程位于惠东县城平山镇下游 3.5km 处，坝址控制集雨面积 2190km^2。工程的主要任务是改善水环境、改善灌溉条件以及发电和航运。主要工程包括兴建 10 孔拦河闸坝、右岸船闸、左岸发电厂房、变电站、两岸连接建筑物以及库区防护工程。工程等级I等，主要建筑物 2 级。水库正常蓄水位 17.7m，相应库容 1911 万 m^3，建设两台 2.5MW 的发电机组，多年平均发电量为 2308 万 kWh。工程于 2008 年底动工兴建，2010 年 1 月下闸蓄水，2010 年 5 月完工。

4.2.8.1.2 引调水工程

西枝江除满足本流域内生活、生产用水需求外，还向流域外的深圳东部、稔平半岛、大亚湾区等区域供水。西枝江流域已建成的向流域外调水工程有深圳市东部供水工程和大亚湾引水工程，另外稔平半岛供水工程也基本建成通水。

（1）深圳市东部供水工程

深圳市东部供水工程是为长远解决深圳水源短缺问题，由深圳市政府投资建设的大型跨流域调水工程，是深圳两大境外引水工程之一。工程东起惠州市水口街道廉福地的东江左岸和马安镇老二山的西枝江左岸，西至深圳市宝安区，干线全长 106km，以“长藤结瓜”的形式横穿深惠两地，途经惠州 2 个区 6 个镇(街道)22 个村、深圳 8 个区 12 个街道 26 个村。主要受水区域为罗湖区、福田区、南山区、盐田区、宝安区、龙岗区、坪山新区、大鹏新区。深圳市东部供水工程一期于 1996 年 11 月 30 日开工建设，历经 5 年，于 2001 年 12 月 28 日建成通水。工程(二期)于 2006 年 8 月 5 日开工建设，2010 年 11 月 26 日正式通水。工程沿线主要输水建筑物有东江、永湖、西枝江、獭湖、沙湾等 5 座泵站和 1 座中型水库，有隧洞 73.8km、箱涵 15.9km、管道 12.5km、渡槽 7 座、倒虹吸管 1 座，还有检修闸、检查井、检修路等次要建筑物和附属建筑物。工程采用专用线路输电，有东江、永湖、西枝江 3 座 110kV 变电站。深圳市东部供水工程分两期建设，一期工程设计西枝江取水规模为 4m^3/s，东江取水规模为 7m^3/s，二期工程设计东江取水规模为 15m^3/s，两期合计东江取水规模为 22m^3/s，西枝江取水规模为 4m^3/s。根据东江流域三大水库联合优化调度方案，深圳市东部供水远期主要从东江取水。

（2）大亚湾引水工程

大亚湾引水工程项目属惠州中海壳牌南海石化工程的配套工程。引水工程在

东江和西枝江取水，取水流量为 4.8m^3/s，加压后经有压砼管道、隧洞，将水送至风田水库，再从风田水库取用原水后送至南海石化厂以及大亚湾经济开发区，对保障开发区经济社会发展用水需求起到了极大的作用。输水干线总长度合计为 56.0km，其中东江至风田水库段(东风段)长 47.74km，风田水库至南海进水站段(风石段)长 8.26km。工程于 2003 年 9 月动工，2013 年 11 月通水。目前工程主要从东江取水，西枝江泵站尚未装机，没有从西枝江取水。

（3）稔平半岛供水工程

稔平半岛属缺水地区，未来工业、旅游业、特色观光农业的快速发展，水资源供需矛盾将日益突出，解决水资源缺乏问题迫在眉睫。惠东县稔平半岛供水工程是在西枝江取水，经输水建筑物和加压泵站，将水送至虎坑水库，为沿海工业基地、平海发电厂、巽寮旅游开发区等需水对象供水，并兼顾补充沿线稔山、铁涌、平海和港口四镇综合用水。工程主要建筑物包括鲤鱼岭取水泵站、黄坑泵站、调压塔、黄坑泵站前池、隧洞以及输水管道。全线共设置 4 个交水点：稔山镇交水点、黄坑水库交水点、虎坑水库交水店、平海镇交水点。工程输水管线全长 62.143km，其中 1#～7#隧洞总长度为 9.522km，主管采用 D2000PCCP 管。工程设计引水流量为 5.2m^3/s。工程于 2016 年初动工，2021 年初通水。

4.2.8.1.3 航运开发

惠州市境内河流众多，但目前只有东江、西枝江河道有通航能力。

根据《广东省航道发展规划（2017-2035 年）》，西枝江惠州市城区至淡水河口 15km 的航道现状等级为六-八级，规划等级为Ⅲ级；淡水河口至惠东大桥 33km 的航道现状等级为八级，规划等级为Ⅶ级；惠东大桥以上无通航要求。

4.2.8.1.4 主要取水口

经调查统计，白盆珠水库以下西枝江河段已建及规划（在建）规模以上的取水口总取水规模为 28.30m^3/s，主要包括流域内惠东、惠阳本地的盛鑫水厂取水口（0.35m^3/s）、大岭山水厂取水口（2.80m^3/s）、良井水厂取水口（1.80m^3/s）、惠阳水厂取水口（4.63m^3/s），以及向流域外调水的稔平半岛供水工程西枝江取水口（5.20m^3/s）、深圳市东部供水工程西枝江取水口（4.00m^3/s），大亚湾供水工程西枝江取水口尚未装机。规划规模以上取水工程 1 处，即白花产业园取水口，取水

规模为 1.40m^3/s。详见表 4.2-112。

白盆珠水库以下西枝江河段的取水口情况位置关系见图 4.2-46。

表4.2-112　主要取水口情况统计表

序号	取水口名称	取水河段	设计取水流量（m^3/s）	工程类型
1	上鉴陂引水工程	西枝江	7.79	引水
2	增光水厂取水口	西枝江	0.05	提水
3	盛鑫水厂取水口	西枝江	0.35	提水
4	稔平半岛供水工程西枝江取水口	西枝江	5.20	调水
5	大岭山水厂取水口	西枝江	2.80	提水
6	白花产业园取水口（规划）	西枝江	1.40	提水
7	良井水厂取水口	西枝江	1.80	提水
8	平潭水厂取水口	西枝江	0.10	提水
9	深圳东部供水工程西枝江取水口	西枝江	4.00	调水
10	马安水厂西枝江取水口	西枝江	0.18	提水
11	大亚湾供水工程西枝江取水口	西枝江	尚未装机	调水
12	惠阳水厂取水口	西枝江	4.63	提水
合计			28.30	

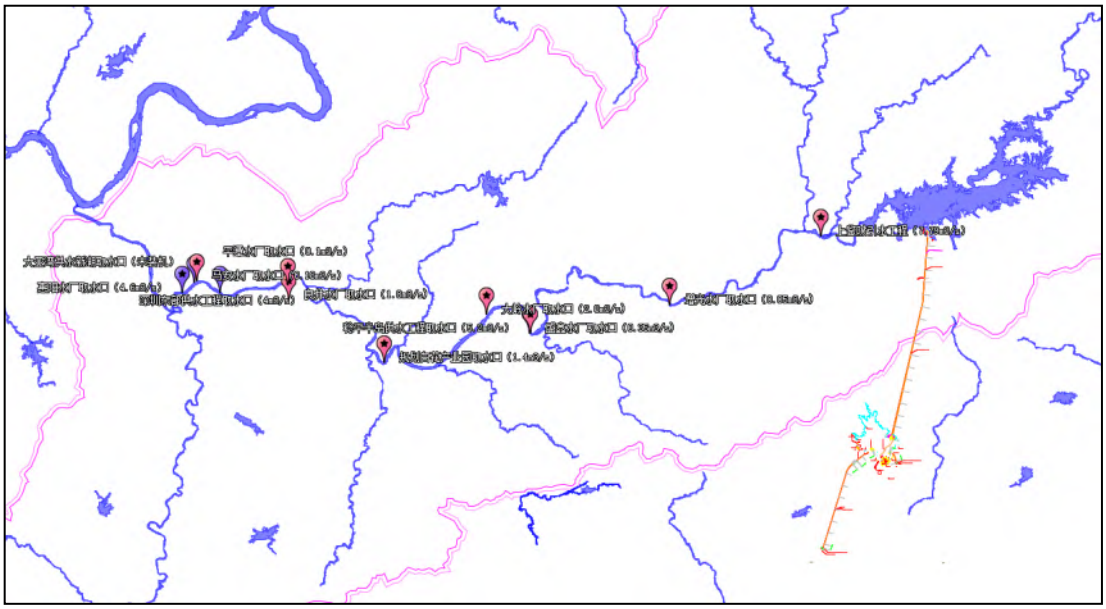


图4.2-46　白盆珠水库以下西枝江河段主要取水口位置示意图

4.2.8.2 水文情势影响回顾性分析

本节主要分析西枝江流域的水资源开发利用对水文情势产生的影响。

西枝江流域水资源开发利用主要包括水力发电、供水灌溉及航运等，其中蓄水工程、梯级电站和引调水工程的建设运行，对河流水文情势产生了较大的影响。流域内唯一的大型水库白盆珠水库是西枝江流域内控制性水利工程。白盆珠水库于 1984 年 9 月底下闸蓄水，1985 年 8 月电站机组投产运行。兴利库容 3.84 亿 m^3，防洪库容 2.5 亿 m^3，调洪库容 4.45 亿 m^3。西枝江另一个主要水利枢纽工程是西枝江惠东枢纽工程，位于白盆珠水库下游约 50km 处，于 2008 年底动工兴建，2010 年 1 月下闸蓄水，2010 年 5 月完工，水库正常蓄水位 17.7m，相应库容 1911 万 m^3。除了受西枝江上的水利工程影响外，西枝江还受到下游东江干流上惠州东江（剑潭）枢纽工程的回水影响。2006 年 10 月，位于西枝江出口下游约 14km 处东江水利枢纽工程正式蓄水，西枝江河口以上至钟山寺附近约 30km 的西枝江河段范围成为东江水利枢纽库区。

西枝江除满足本流域用水需求外，还向流域外的深圳东部、稔平半岛、大亚湾区等区域供水。深圳市东部供水一期工程于 2001 年 12 月 28 日建成通水，目前西枝江取水规模为 4m^3/s；大亚湾引水工程主要从东江取水，西枝江泵站尚未装机，没有从西枝江取水；稔平半岛供水工程于 2021 年 2 月才建成通水，目前取水量尚达不到设计流量。深圳市东部供水工程等引调水工程主要造成取水口以下的河道内流量减少。

以上水库、梯级电站和引调水工程开发后的蓄水、兴利调度，在一定程度上改变了河流天然的水文情势，主要体现在河道径流分配、流速、水位、水面面积等方面的变化。

4.2.8.2.1 对径流的影响

白盆珠水库是西枝江流域内控制性水利工程，为多年调节水库，水库建成后改变了流域径流年内分配规律：在丰水期，水库滞蓄洪水，削减洪峰流量；枯水期，水库向下游泄水，使流量较天然情况增加，对西枝江水文情势影响明显。西枝江惠东水利枢纽为低水头径流式电站，不承担防洪任务，对洪水没有调节作用，运行的基本原则是上游来多少水就放多少水，对西枝江水文情势的影响较小。

西枝江受白盆珠水库径流调节影响明显，与 1985 年白盆珠水库建库以前天然来水相比，坝下双下（白盆珠）站径流量也出现了较明显的变化，枯水期流量增加，汛期径流量减少。白盆珠水库建设前双下站汛期 4 月～9 月天然径流量占

81%，枯水期 10 月～3 月天然径流量占 19%；白盆珠水库建设后，坝下白盆珠站实测汛期 4 月～9 月径流量占 59%，枯水期 10 月～3 月天然径流量占 41%。受白盆珠水库调节后，白盆珠站枯水期流量全年占比增加 22%，汛期径流量全年占比减少 22%，年内变化趋于坦化。

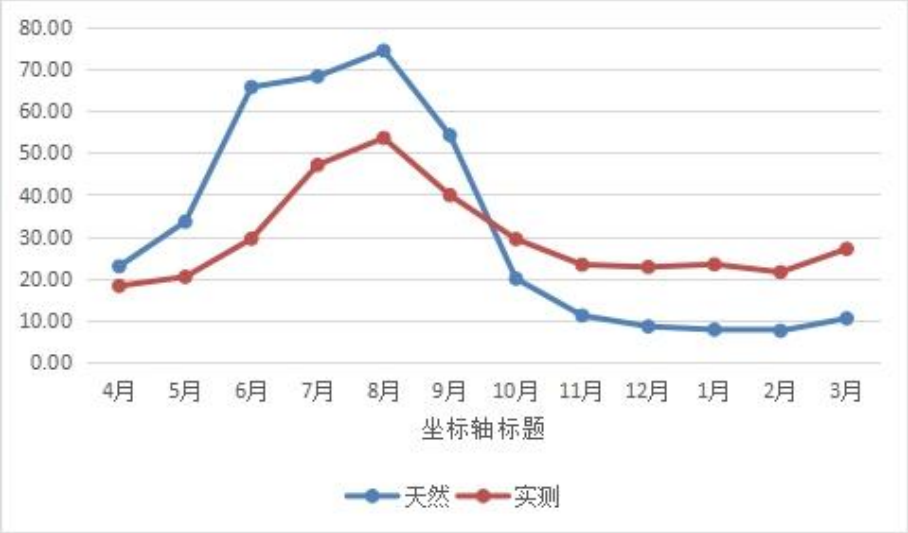


图4.2-47　西枝江白盆珠站天然-实测逐月流量对比图

4.2.8.2.2 主要控制断面生态流量保障情况

（1）生态流量要求

根据经省政府同意省水利厅应发的《深汕合作区引水工程建设总体方案》，西枝江口断面的生态基流和最小下泄流量分别为 3.42m^3/s 和为 10.5m^3/s。详见表 4.2-113。

表4.2-113　主要控制断面生态流量目标

序号	河流名称	断面名称	建设总体方案	
			生态基流	最小下泄流量
1	西枝江	白盆珠	3.42	10.5
2	西江江	河口	14.6	25.4

（2）保障程度回顾分析

根据流域内白盆珠站长系列逐日实测径流资料，进行水文频率分析，比较长系列、丰水年、平水年、枯水年典型年逐日实测流量对生态流量的满足程度，结果表明在白盆珠水库等水利工程实施调度后，长系列、丰水年、平水年、枯水年典型年白盆珠断面的生态流量均有较高的保证率。

白盆珠水库建库后白盆珠站长系列(1986-2021)下泄流量大于生态基流(3.42m^3/s)、最小下泄流量(10.5m^3/s)的日保证率分别为95.98%、82.69%，不满足的时段主要是电站检修期间没有下泄水量，水库蓄水调节对保障生态流量起到了较大的作用。白盆珠站长系列生态流量保证率情况见表4.2-114。

表4.2-114　白盆珠断面生态流量日保证率情况回顾

来水年型	生态基流 3.42m^3/s	目标生态流量 7m^3/s	最小下泄流量 10.5m^3/s
长系列(1986-2021)	95.98%	89.82%	82.69%

4.2.8.2.3 典型工程对水文情势影响回顾分析

1、白盆珠水库工程

（1）工程概况

白盆珠水库位是一宗以防洪、供水为主，结合灌溉、发电、改善航运及水环境等综合利用的大(1)型水库。水库坝址控制流域面积856km^2，多年平均径流量11.05亿m^3。水库正常蓄水位75.7m，相应库容5.54亿m^3，死水位62.7m，死库容1.7亿m^3，兴利库容3.84亿m^3，防洪库容2.5亿m^3，调洪库容4.45亿m^3，设计洪水位86.16m，砼坝校核洪水位为87.82m，土坝校核洪水位为88.50m，水库总库容11.66亿m^3。工程主要由主坝、副坝、电站、变电站等部分组成。主坝是宽缝重力坝，最大坝高66.2m；电站属坝后式电站，装机两台，总装机容量3.0万kW。工程于1984年9月底下闸蓄水，1985年8月电站机组投产运行。

（2）运行调度方式

根据《广东省惠州市白盆珠水库调度规程》(2019年5月)，白盆珠水库调度图运用如下(见图4.2-48)：

1)　当库水位高于汛限水位时，严格按照防洪调度要求控制水库下泄流量。当库水位位于汛限水位以下，并启用预报预泄防洪调度方式时，兴利调度服从防洪调度要求。

2)　当库水位位于汛限水位和加大出力线之间时，在满足控制断面最小流量的前提下，按照加大出力泄流，并控制库水位不高于汛限水位。

3)　当库水位位于加大出力线和限制出力线之间时，在满足控制断面最小流量的前提下，按照保证出力泄流。如控制泄流过程中，库水位超过加大出力线，

则按加大出力线控制泄流。

4) 当库水位位于限制出力线和年消落水位 69.7m 之间时，在满足控制断面最小流量的前提下，按照降低出力泄流。如控制泄流过程中，库水位超过限制出力线，则按限制出力线控制泄流。

5) 当库水位位于年消落水位 69.7m 和断面最小流量控制线之间时，按满足控制断面最小流量控制泄流。

6) 当库水位低于断面最小流量控制线时，水库进入抗旱应急调度状态，以满足下游供水区间工业生活及生态环境用水为目标，并减少灌溉用水。

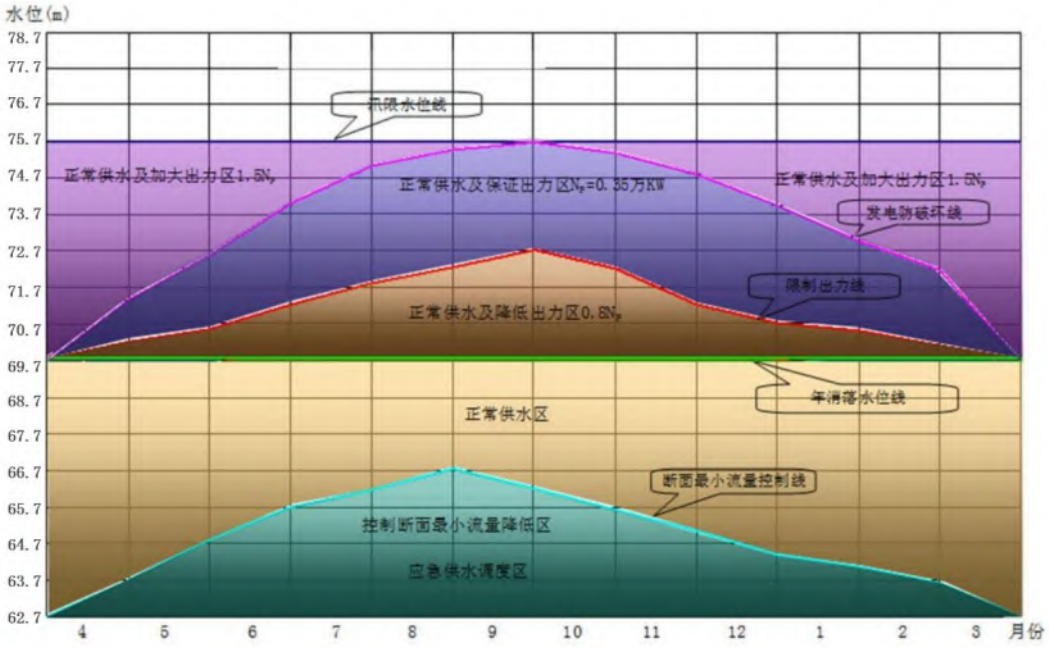


图4.2-48 白盆珠水库现状调度图(汛限水位 75.7m)

（3）对库区水文情势的影响

a) 库区水位变化

在白盆珠水库建设之前，白盆珠水库坝址下游 1km 处设有双下水文站，该站 1958 年设立，1966 年因下游 7km 处建立了上鉴陂引水工程而移址，故在 1967 年 1 月移至白盆珠坝址上游 4km 东坑村（库区内）进行观测，并改名为东坑站，1981 年因受白盆珠水库蓄水影响，搬回双下村，并改为白盆珠站。故白盆珠水库库区内有东坑站 1968 年~1980 年共 13 年的水位、流量观测资料。

根据统计结果，东坑站多年平均流量 35.05m^3/s，汛期平均流量 52.25m^3/s，枯水期平均流量 13.35m^3/s。10%保证率、50%保证率、90%保证率年均流量分别为 51.32m^3/s、33.59m^3/s、20.5m^3/s。在白盆珠水库建库前，天然情况下库区多年

平均水位为 35m，枯水期水位 33.5m，汛期水位 35.5m。

白盆珠坝址天然水位～流量关系曲线见图 4.2-49。

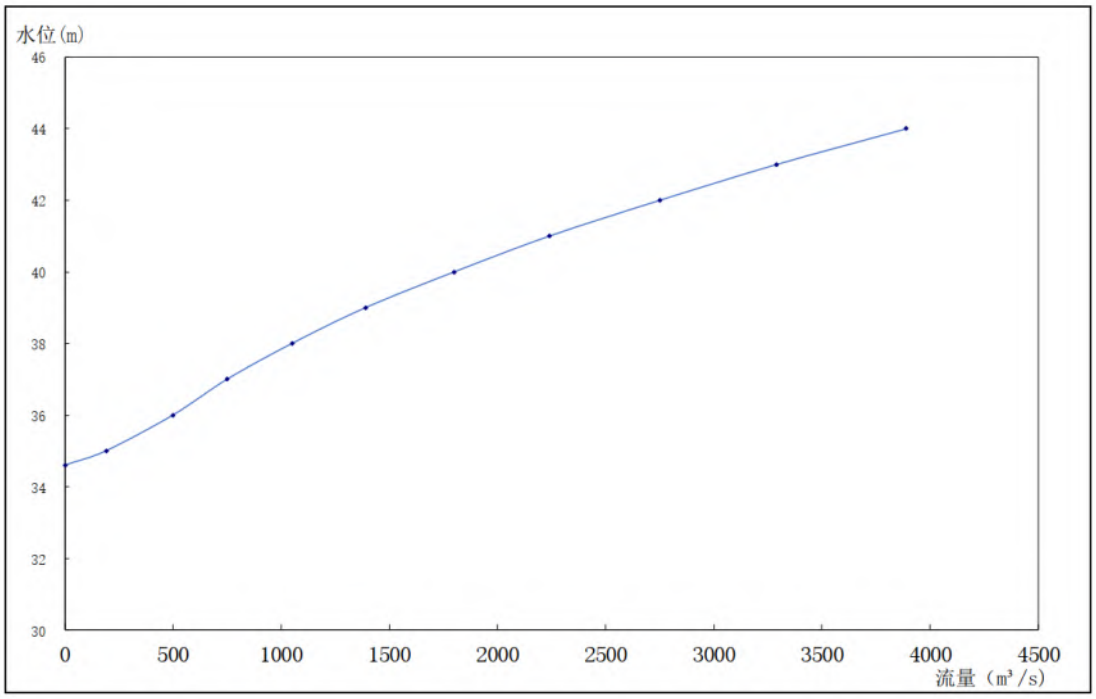


图4.2-49　白盆珠坝址天然水位～流量关系曲线

1985 年白盆珠水库蓄水运行后，水库按照供水、防洪和发电调度原则，水库水位总体在死水位至正常蓄水位之间运行。根据 1986 至 2021 年水库逐日水位统计资料，水库多年平均运行水位 70.19m（85 高程，下同），最高年均运行水位 72.58m，发生在 1997 年；最低年均运行水位 64.09m，发生在 2021 年。多年枯水期（10 月~3 月）平均水位 70.68m，汛期（4 月~9 月）平均水位 69.71m。多年月平均水位为 66.15~73.69m，最高月均水位 73.69m，为每年 10 月份；最低月均水位为 66.15m，为每年 4 月份。逐日最高运行水位为 83.52m，发生在 2013 年 8 月 18 日；逐日最低运行水位为 61.82 m，发生在 2021 年 5 月 27 日。

1986 年~2021 年白盆珠水库多年月平均运行水位统计情况见表 4.2-115 和图 4.2-50。由表可见，水库建设后库区水位抬升，年均水位升高 34.69m，水位抬升最多的月份为 10 月份，水位抬升约 38.69m；水位抬升最少的月份为 4 月份，水位抬升约 31.15m。

表4.2-115　1986 年~2021 年白盆珠水库多年月平均水位统计表　单位：m

月份	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年均
多年平均	66.15	66.67	68.55	70.85	72.37	73.65	73.69	72.64	71.52	70.21	68.87	67.13	70.19

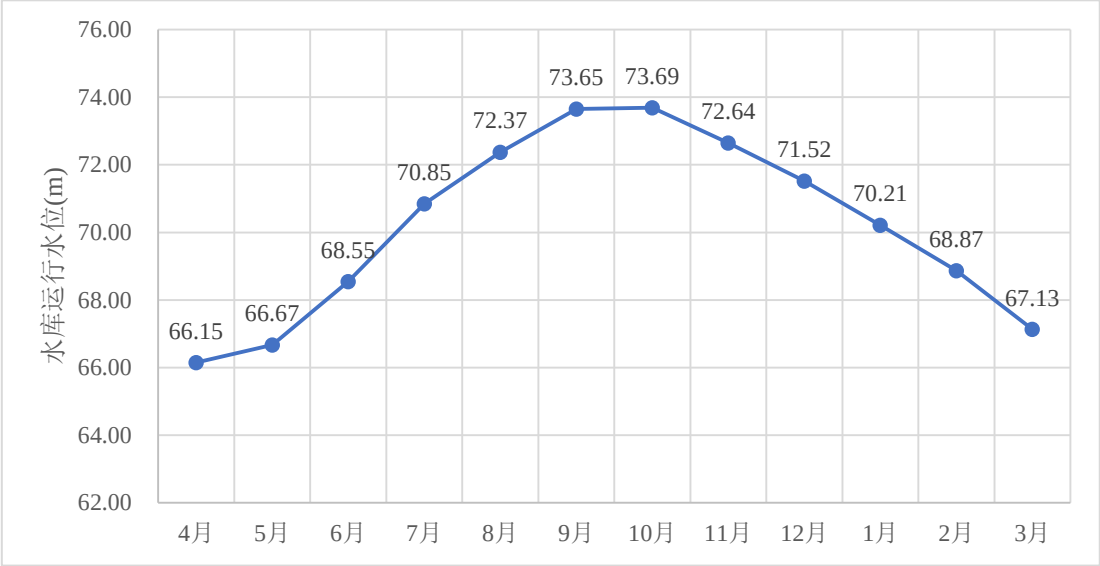


图4.2-50　白盆珠水库多年平均逐月运行水位变化图

2017 年~2021 年白盆珠水库逐日运行水位过程见图 4.2-51。由图可见，每年 6 月开始至 10 月是水库的主要蓄水时段，该时段内降雨量大，入库水量丰富，库区水位上升，库区面积增大；10 月份以后入库流量减小，水库为了保障下游供水和发电，出库水量大于入库水量，库区水位持续下降消落，通常 4 月~5 月是每年水库水位最低的月份。2021 年，东江流域遭遇 60 年来最严重旱情，东江博罗站平均流量较多年平均来水量减少近七成，旱情严峻形势远超往年，白盆珠水库年均水位 64.09m，日最低水位 61.82m，发生在发生在 2021 年 5 月 27 日，均为建库以来历年最低。

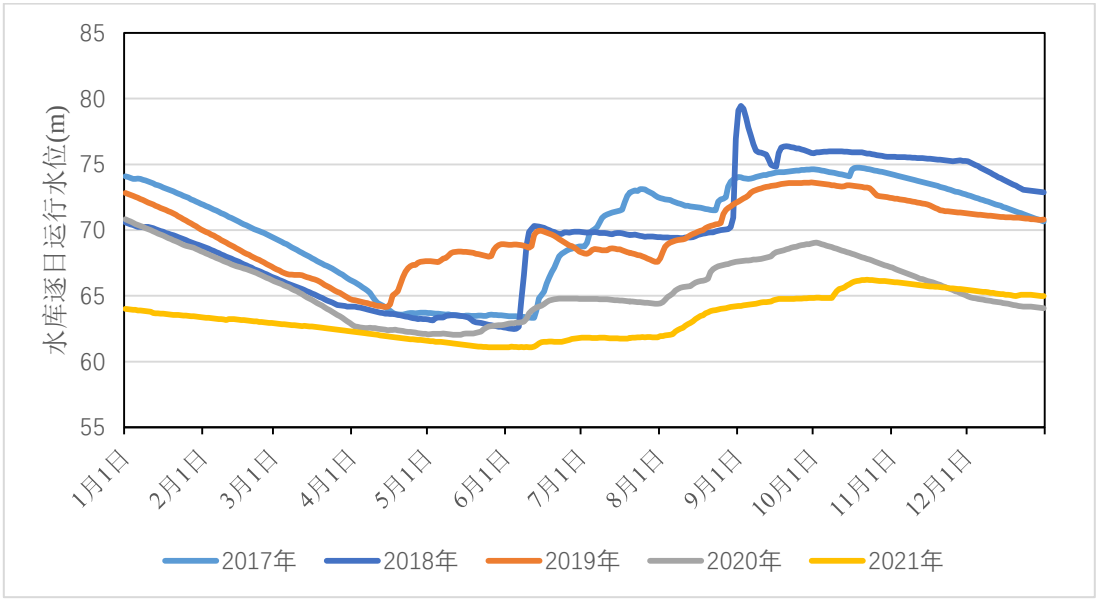


图4.2-51　2017 ~2021 年白盆珠水库逐日运行水位过程图

b) 库区水面面积变化

水库建设使得库区河段水位抬升，原河流两岸部分岸坡被淹没，水面面积增加，增加幅度受库区水位抬升情况以及两岸坡度等影响，坡度越缓，水位抬升越高，水面面积增加越多。白盆珠水库正常蓄水位 75.7m 时，相应的库容 5.54 亿 m^3，坝址以上回水长度 18.5km，形成库区水面面积 37.5km^2。2011 年白盆珠水库大坝安全鉴定水库库容曲线见图 4.2-52，正常蓄水位水库水面范围见图 4.2-53。

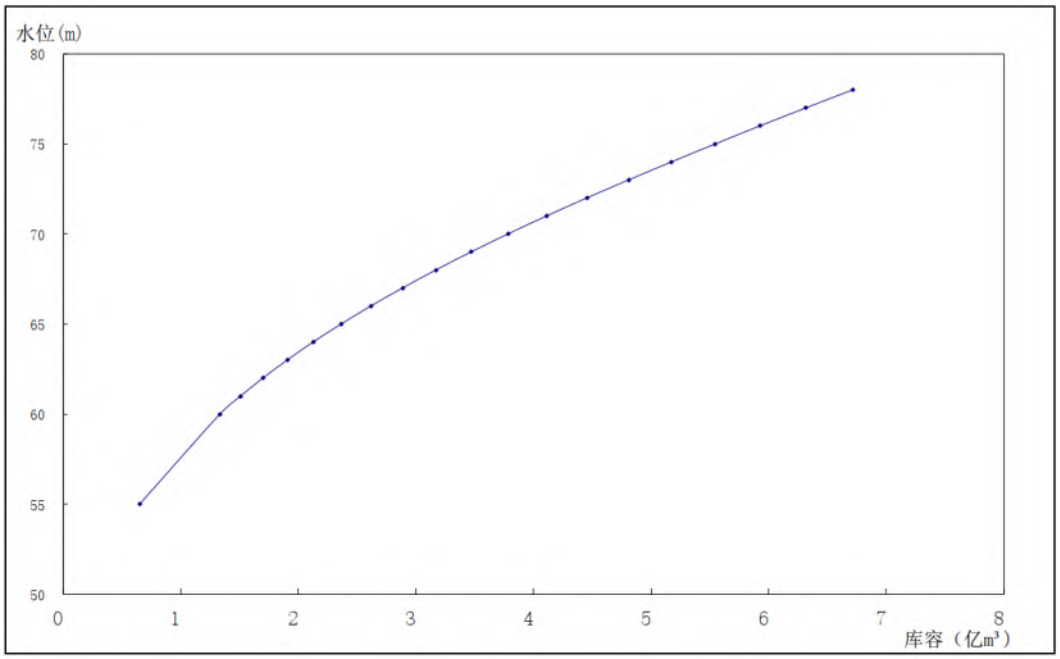


图4.2-52 白盆珠水库的库容曲线图

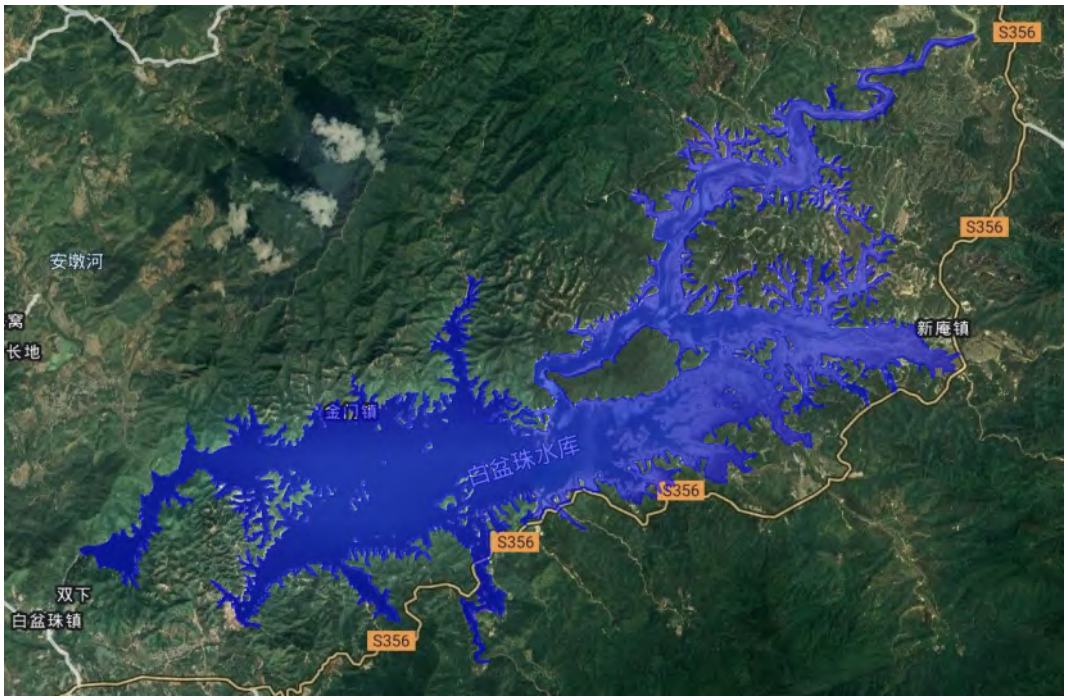


图4.2-53 白盆珠水库正常蓄水位水面范围图

c) 库区泥沙淤积变化

根据《白盆珠水库除险加固可研报告》，由于白盆珠水库以上流域没有实测泥沙资料，通过对比 2010 年安全鉴定阶段复核的水位库容成果和原设计阶段的水位库容成果，对水库泥沙淤积做初步分析。

与原设计库容曲线对比，新复核库容曲线不同水位相应的库容均减少，但减少程度不同。库水位 50.00m～81.00m，库容减少量从 0.11 亿 m^3 到 0.32 亿 m^3，库水位 81.00m～89.00m，库容减少量从 0.32 亿 m^3 到 0.21 亿 m^3；死库容(死水位 62.70m)减少了 0.19 亿 m^3(减少 10%)；正常蓄水位 75.70m 相应库容减少了 0.21 亿 m^3(减少 3.4%)；兴利库容原设计 4.25 亿 m^3，新复核为 4.23 亿 m^3，减少了 0.02 亿 m^3(减少 0.47%)，变化不大。白盆珠水库建成迄今 30 多年，现状库容比原设计成果偏小，表明泥沙在库区内产生淤积。

（4）对坝址下游水文情势的影响

白盆珠水库的库容系数为 0.36，其调节性能为多年调节。多年调节水库按用水部门的需水过程，将多年中汛期的多余水量蓄存起来，以提高缺水期供水量，调节周期为多年。白盆珠水库由于其强大的调节能力，使得下游河段对汛期和非汛期径流改变明显。

白盆珠水库坝下有双下水文站，双下站有实测 1959 年～1980 年流量资料，1981 年～1984 年缺测，1985 年～2021 年有白盆珠水库还原后的入库流量资料，可以组成 1959 年～2021 年的长系列天然流量资料，其中 1981 年～1984 年流量资料根据九洲站实测流量资料进行插补展延。此外，收集到 1986 年~2021 年白盆珠水库的出库流量统计资料。通过对比还原后的白盆珠水库入库流量和白盆珠水库的出库流量统计资料，可以分析白盆珠水库建设后对坝下河道径流的影响。

多年平均情况下的径流变化分析：多年平均来水情况下，白盆珠水库入库、出库流量对比情况见表 4.2-116。多年平均来水情况下，白盆珠水库逐月入库流量为 7.40m^3/s~74.50m^3/s，逐月出库流量为 18.15m^3/s~53.58m^3/s，变化率为-55.23%~203.65%。汛期（4 月~9 月）入库流量 22.85m^3/s~74.50m^3/s，出库流量为 18.15m^3/s~53.58m^3/s，出库流量小于入库流量，变化率为-20.56%~-55.23%，出库流量比入库流量减小最多的月份为 6 月。枯水期（10 月~次年 3 月）入库流量 7.40m^3/s~19.89m^3/s，出库流量为 21.46~27.02m^3/s，出库流量大于入库流量，变化率为 47.61%~203.65%，出库流量比入库流量增加最多的月份为 1 月。白盆珠水

库多年年均入库流量 32.01m^3/s，出库流量 29.63m^3/s，减少 7.42%，主要是库区蒸发和渗漏造成的。多年平均情况白盆珠水库逐月入库、出库流量对比见表 4.2-116 和图 4.2-54。

典型枯水年情况下的径流变化分析：选取 2011 年作为典型枯水年进行分析。在典型枯水年来水情况下，白盆珠水库逐月入库流量为 9.14 m^3/s~46.72m^3/s，逐月出库流量为 8.24m^3/s~27.95m^3/s，变化率为-75.46%~144.71%。汛期（4 月~9 月）入库流量 11.43m^3/s~46.72m^3/s，出库流量为 8.24m^3/s~21.05m^3/s，出库流量小于入库流量，变化率为-27.95%~-75.46%，出库流量比入库流量减小最多的月份为 7 月。枯水期（10 月~次年 3 月）入库流量 9.14m^3/s~31.30m^3/s，出库流量为 19.87~27.95m^3/s，大部分出库流量大于入库流量，变化率为-10.72%~144.71%，出库流量比入库流量增加最多的月份为 1 月。

典型枯水年白盆珠水库逐月入库流量、出库流量对比见表 4.2-116 和图 4.2-55，典型枯水年白盆珠水库逐日入库流量、出库流量对比情况见图 4.2-56。

表4.2-116　多年平均和典型枯水年来水情况下白盆珠断面入库、出库流量变化

月份	多年平均			典型枯水年		
	入库流量（m^3/s）	出库流量（m^3/s）	变化率（%）	入库流量（m^3/s）	出库流量（m^3/s）	变化率（%）
4 月	22.85	18.15	-20.56	11.43	8.24	-27.95
5 月	33.53	20.33	-39.37	16.33	8.28	-49.33
6 月	65.77	29.44	-55.23	20.79	10.14	-51.22
7 月	68.34	47.12	-31.04	46.72	11.46	-75.46
8 月	74.50	53.58	-28.08	36.10	21.05	-41.71
9 月	54.26	39.89	-26.48	17.02	8.48	-50.19
10 月	19.89	29.37	47.61	27.18	26.90	-1.02
11 月	11.06	23.24	110.16	31.30	27.95	-10.72
12 月	8.45	22.68	168.44	11.84	23.07	94.92
1 月	7.68	23.31	203.65	9.14	22.37	144.71
2 月	7.40	21.46	189.87	11.68	19.87	70.13
3 月	10.36	27.02	160.71	11.07	24.08	117.52
年平均	32.01	29.63	-7.42	20.88	17.66	-15.45

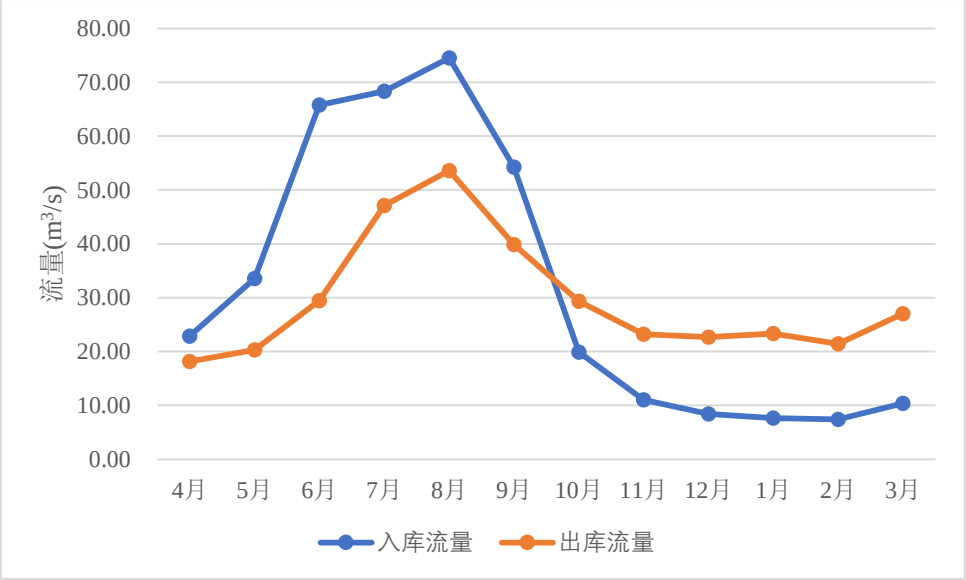


图4.2-54　多年平均白盆珠水库入库、出库月均流量对比图

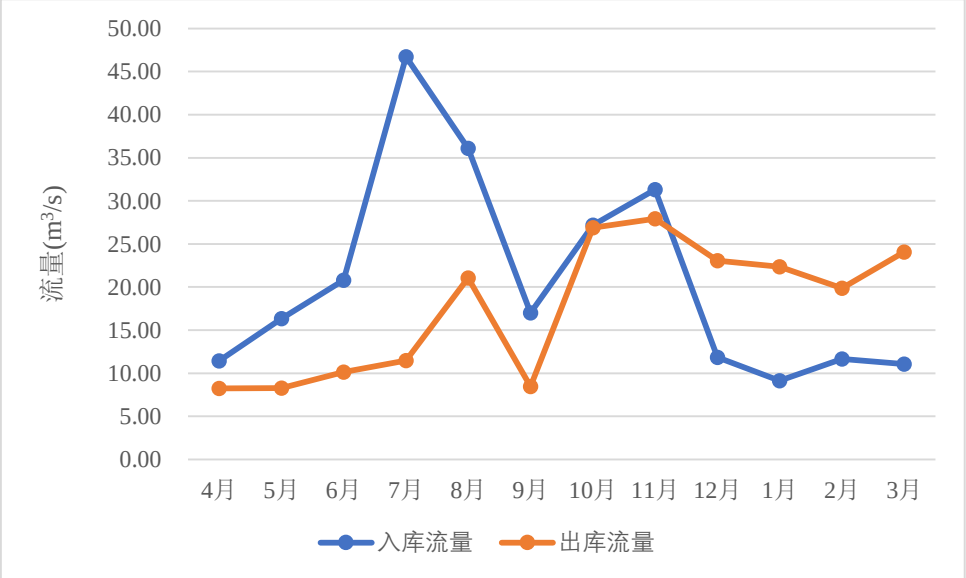


图4.2-55　典型枯水年白盆珠水库入库、出库月均流量对比图

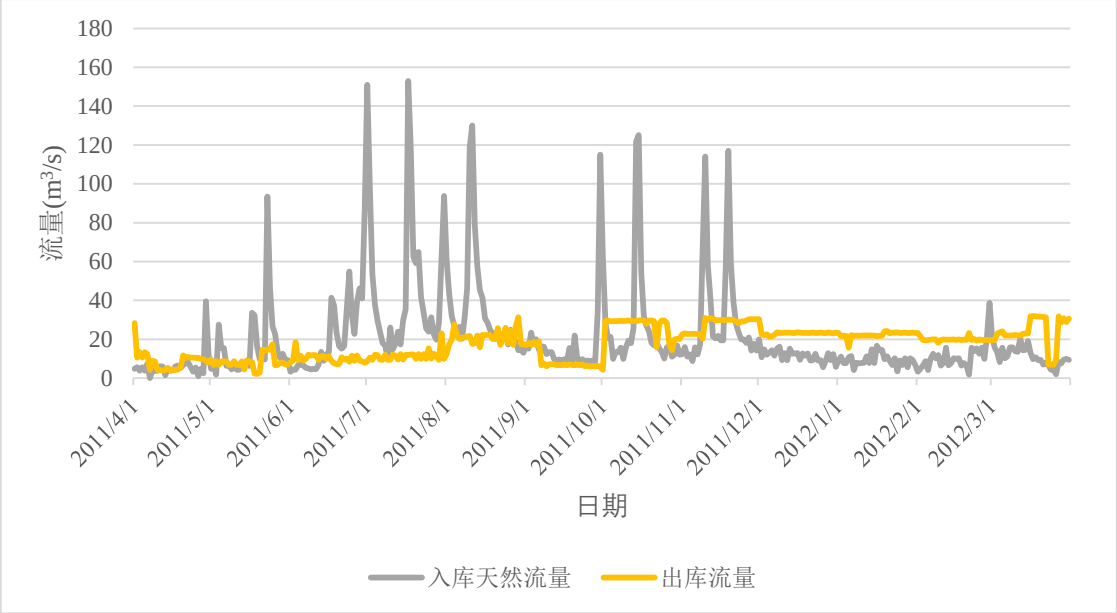


图4.2-56　典型枯水年白盆珠水库入库、出库逐日流量对比图

逐年不同水期径流变化分析：自 1986 年白盆珠水库投运以来，白盆珠水库入库流量、出库流量对比情况见表 4.2-117。汛期（4 月~9 月）白盆珠水库入库流量 9.83~120.43m^3/s，出库流量为 4.13~86.43m^3/s，除了 1992 年和 1998 年外，其他年份汛期出库流量比入库流量减小 13.27%~75.94%；多年平均汛期入库流量 53.21m^3/s，多年平均汛期出库流量 34.75m^3/s，出库流量比入库流量减少 34.69%。枯水期（10 月~次年 3 月）入库流量 4.73m^3/s~25.01m^3/s，出库流量为 10.05m^3/s~41.41m^3/s，枯水期出库流量比入库流量增加 9.10%~374.02%；多年平均枯水期入库流量 10.92m^3/s，多年平均枯水期出库流量 24.84m^3/s，出库流量比入库流量增加 127.56%。1986-2021 年汛期、枯水期白盆珠水库入库与出库流量对比情况见图 4.2-57、图 4.2-58。

表4.2-117　白盆珠水库坝下双下水文站流量变化情况表

年份	入库流量(m^3/s)			出库流量(m^3/s)			变化率(%)		
	汛期(4-9 月)	枯水期(10-3 月)	年平均	汛期(4-9 月)	枯水期(10-3 月)	年平均	汛期(4-9 月)	枯水期(10-3 月)	年平均
1986	78.55	13.52	46.04	58.28	22.16	40.22	-25.81	63.85	-12.64
1987	45.90	7.44	26.67	36.03	21.81	28.92	-21.50	193.08	8.43
1988	35.63	11.10	23.37	21.06	22.14	21.60	-40.90	99.39	-7.57
1989	42.46	9.01	25.74	31.56	12.08	21.82	-25.68	34.04	-15.22
1990	59.24	8.79	34.01	41.98	30.92	36.45	-29.13	251.78	7.17
1991	64.45	12.20	38.33	29.05	23.63	26.34	-54.93	93.69	-31.27
1992	36.33	6.13	21.23	47.10	15.54	31.32	29.64	153.51	47.52
1993	61.56	12.30	36.93	27.77	24.59	26.18	-54.89	99.94	-29.11

年份	入库流量(m^3/s)			出库流量(m^3/s)			变化率(%)		
	汛期(4-9月)	枯水期(10-3月)	年平均	汛期(4-9月)	枯水期(10-3月)	年平均	汛期(4-9月)	枯水期(10-3月)	年平均
1994	70.35	9.62	39.98	49.02	26.78	37.90	-30.32	178.51	-5.21
1995	48.58	13.73	31.15	32.46	31.39	31.92	-33.18	128.58	2.47
1996	49.96	9.12	29.54	31.72	20.78	26.25	-36.51	127.91	-11.13
1997	86.48	18.88	52.68	56.80	32.88	44.84	-34.32	74.10	-14.89
1998	42.83	9.21	26.02	45.47	10.05	27.76	6.17	9.10	6.69
1999	47.89	11.02	29.46	24.87	24.66	24.76	-48.07	123.72	-15.93
2000	44.67	10.91	27.79	38.74	17.46	28.10	-13.27	60.02	1.12
2001	82.31	9.03	45.67	60.62	22.85	41.73	-26.35	152.91	-8.62
2002	34.54	9.08	21.81	18.27	17.65	17.96	-47.09	94.34	-17.64
2003	55.03	9.56	32.30	37.29	25.83	31.56	-32.24	170.19	-2.28
2004	30.65	6.78	18.72	11.21	19.14	15.18	-63.41	182.29	-18.90
2005	60.02	9.77	34.90	37.72	27.29	32.50	-37.16	179.26	-6.86
2006	81.19	10.50	45.84	57.84	32.34	45.09	-28.76	208.15	-1.65
2007	48.40	7.69	28.04	22.40	26.63	24.51	-53.71	246.42	-12.58
2008	94.62	15.27	54.94	67.64	36.18	51.91	-28.51	137.02	-5.52
2009	30.59	8.20	19.39	16.84	17.55	17.19	-44.96	114.08	-11.35
2010	44.71	10.52	27.61	21.13	29.05	25.09	-52.73	176.20	-9.14
2011	24.73	17.03	20.88	11.27	24.04	17.66	-54.42	41.12	-15.45
2012	39.41	8.37	23.89	25.36	22.79	24.07	-35.66	172.26	0.77
2013	120.43	12.62	66.52	86.43	37.18	61.80	-28.23	194.52	-7.10
2014	55.12	5.95	30.54	31.64	28.21	29.93	-42.61	374.02	-2.01
2015	32.30	18.10	25.20	9.38	24.23	16.80	-70.96	33.83	-33.33
2016	57.89	25.01	41.45	47.39	41.41	44.40	-18.13	65.59	7.13
2017	54.67	10.79	32.73	26.17	28.99	27.58	-52.12	168.56	-15.73
2018	70.62	12.26	41.44	44.43	32.65	38.54	-37.09	166.22	-7.01
2019	47.70	7.82	27.76	35.80	25.50	30.65	-24.95	226.24	10.42
2020	25.82	4.73	15.28	6.21	13.07	9.64	-75.94	176.36	-36.89
2021	9.83			4.13			-57.95		
年均	53.21	10.92	32.01	34.75	24.84	30.23	-34.69	127.56	-7.49

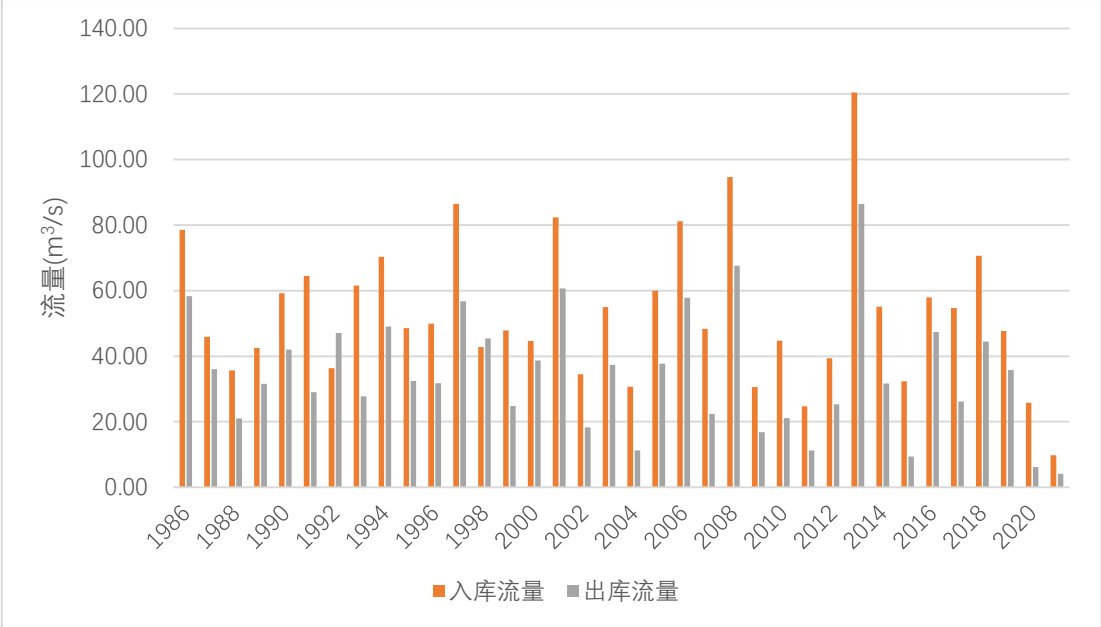


图4.2-57　1986-2021 年汛期白盆珠水库入库与出库流量对比图

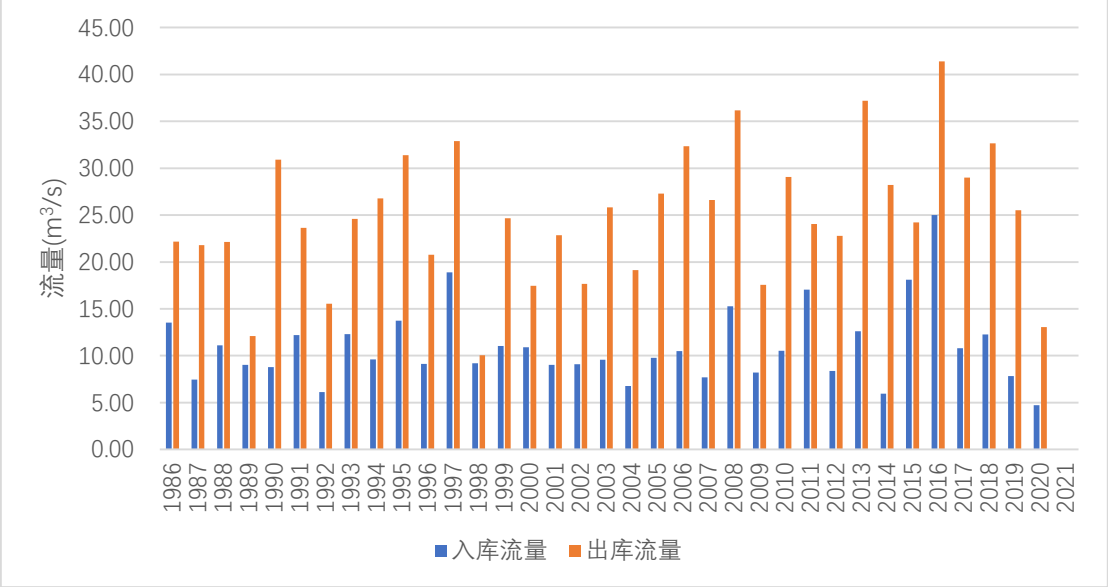


图4.2-58　1986-2021 年枯水期白盆珠水库入库与出库流量对比图

（5）对生态流量的影响

a)　白盆珠水库生态流量泄放设施

据调查，白盆珠水库在建设时未要求泄放生态流量，也未设置专门对的生态流量泄放设施。白盆珠水库主要通过发电机组、位于坝低高程 45m 的放空洞下泄生态流量。水库平时运行主要靠发电机组下放生态流量，而发电机组检修或达不到发电流量时则通过放空洞泄放生态流量。

b)　白盆珠水库坝下生态流量泄放要求

根据《总体方案》，白盆珠坝下的生态基流为 3.42m^3/s。

c) 白盆珠考核断面生态流量保证率

根据白盆珠水库建库以来 1986 年~2021 年的逐日出库流量数据，统计分析白盆珠坝下断面生态基流（3.42m^3/s）的保证率。结果表明，除了发电机组检修等原因没有下放流量的 366 天外（平均每年 10 天），白盆珠水库有泄流的天数中，下泄流量满足生态基流（3.42m^3/s）的保证率为 98.72%；不考虑检修等原因，1986 年~2021 年白盆珠水库的生态基流（3.42m^3/s）的保证率为 95.98%，满足《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T712-2021）中生态基流保证率应不低于 90%的要求。

2、西枝江惠东水利枢纽工程

（1）工程概况

西枝江惠东水利枢纽工程是西枝江干流规划的 7 个梯级之一，是已建成的宝口、白盆珠、上鉴陂、平山（惠东）4 个梯级中的最下一级，在西枝江流域梯级电站中装机规模仅次于白盆珠水库电站，也是目前西枝江已建成梯级中最晚建设投运的。

西枝江惠东枢纽工程位于惠东县城平山镇下游 3.5km 处，坝址控制集雨面积 2190km^2。工程的主要任务是改善水环境、改善灌溉条件以及发电和航运。主要工程包括兴建 10 孔拦河闸坝、右岸船闸、左岸发电厂房、变电站、两岸连接建筑物以及库区防护工程。工程等级Ⅰ等，主要建筑物 2 级。水库正常蓄水位 17.7m（85 高程），相应库容 1911 万 m^3，建设两台 2.5MW 的发电机组，多年平均发电量为 2308 万 kWh。工程于 2008 年底动工兴建，2010 年 1 月下闸蓄水，2010 年 5 月完工。

（2）运行调度方式

惠东水利枢纽为径流式电站，上游来水主要用来发电，以电站发电最大过流量 158m^3/s 作为控制，确定拦河闸及电站的调度运行原则如下:

1)当上游来水流量 $Q_{来}$≤158m^3/s（两台机满发时流量）时，拦河闸门全部关闭，上游来水全部供电站发电，闸前保持正常蓄水位 17.7m。

2)当上游来水量 158m^3/s<$Q_{来}$≤500m^3/s 时，电站正常发电，拦河闸门局部开启，以宣泄超出最大发电过流量的剩余洪水，闸前保持正常蓄水位 17.7m。

3)当上游来水量 $Q_{来}$>500m^3/s 时，这时上下游水头差小于 2m，电站停止发

电，闸门全部开启泄洪，基本恢复天然河道水流状态，洪峰过后再逐渐关闭闸门蓄水到正常蓄水位 17.7m。

（3）对库区水文情势的影响

a) 库区水位变化

根据惠东水利枢纽运行调度原则，上游来水量 $Q_{来}$≤500m^3/s 时，闸前保持正常蓄水位 17.7m；当上游来水量 $Q_{来}$>500m^3/s 时，闸门全部开启泄洪，恢复天然河道水流状态。根据回水计算结果，在临界流量 $Q_{来}$=500m^3/s 时，项目建成后坝前水位最大抬升 2.30m，回水范围由坝址至西枝江新溪河口，全长 16.2km。在洪水期 $Q_{来}$>500m^3/s 时，所有闸门均必须敞开泄洪，但由于坝体的阻水作用，坝址处的洪水位将雍高 0.2m 左右。

惠东水利枢纽建成后正常蓄水位运行情况下，库区水位变化情况见表 4.2-118。

表4.2-118 惠东水利枢纽建设后库区回水范围及水位变化表 单位：m

序号	距离	天然水面线	回水线	变化值	备注
1	0+000	15.40	17.70	2.30	坝址
2	1+070	15.46	17.72	2.26	
3	2+219	15.55	17.75	2.20	
4	3+721	15.61	17.77	2.16	
5	4+570	15.71	17.79	2.08	
6	5+047	15.77	17.81	2.04	
7	6+459	15.93	17.86	1.93	
8	7+491	15.99	17.88	1.89	
9	8+787	16.06	17.90	1.84	
10	9+674	16.15	17.93	1.78	
11	10+760	16.63	18.05	1.42	
12	11+421	16.99	18.15	1.16	
13	12+597	17.22	18.26	1.04	
14	13+345	17.65	18.44	0.79	
15	14+576	18.41	18.82	0.41	
16	15+581	19.49	19.59	0.10	
17	16+157	19.90	19.95	0.05	回水末端

a) 库区水面宽度变化

西枝江惠东水利枢纽工程为河道型水库电站，工程建设后水位抬升对库区水面宽度、水面面积的影响变化不大。采用 2020 年西枝江实测的河道断面资料，在枢纽回水范围内选取 10 个代表断面，对比分析临界流量 $Q_{来}$=500m^3/s 时，天然水面线和回水线对应的水面宽度变化。结果表明，惠东水利枢纽建设后，库区回水范围 16.2km 内的代表断面的水面宽度增加值为 0.91m~77.61m，增幅在 0.19%~45.27%之间。水面宽度增幅较大处主要是在坝址上游附近的断面，原本为河道两侧滩地上的低洼地，由于水位抬升成为过水断面或浅滩上的蓄水区。

表4.2-119 惠东水利枢纽建设后河道水面宽度变化统计表 单位：m

序号	距离	天然水面宽度	工程后水面宽度	变化值	变化率(%)
1	0+200	208.21	269.10	60.90	29.25
2	0+800	171.45	249.06	77.61	45.27
3	1+600	205.50	237.11	31.60	15.38
4	3+800	250.00	263.01	13.01	5.20
5	4+900	227.33	234.78	7.45	3.28
6	6+000	290.08	330.15	40.08	13.82
7	8+400	301.00	326.09	25.08	8.33
8	11+800	326.58	349.10	22.52	6.90
9	14+000	175.00	178.13	3.13	1.79
10	16+000	478.18	479.09	0.91	0.19

枢纽建成后，库区水面宽度增加、水面面积，水位抬升、水深加大，在相同来水条件下，自库尾至坝前流速逐渐减缓，越接近坝前的水域，总体流速越小。当上游来水量 $Q_{来}$>500m^3/s 时，这时上下游水头差小于 2m，电站停止发电，闸门全部开启泄洪，基本恢复天然河道水流状态。

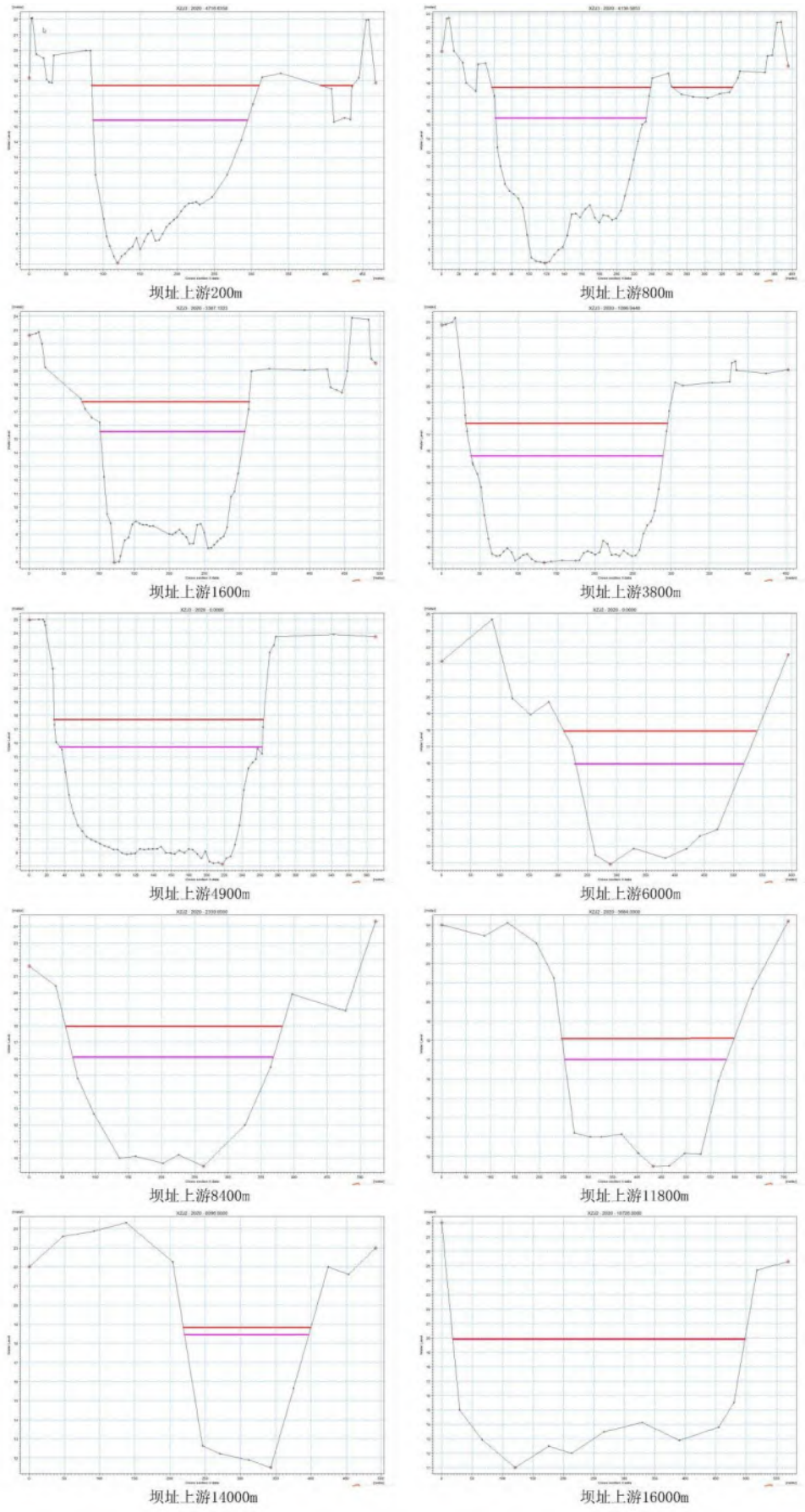


图4.2-59　惠东水利枢纽建设后河道水面宽度变化对比图（Q 来=500m^3/s）

c) 泥沙淤积变化

本枢纽是河槽式闸坝，枢纽的泄流规模较大(10 孔×12m)，同时堰顶高程较低，为 7.6m，基本与河底相平，有利于排沙；库区壅水高度不大，坝前至正常蓄水位最大水深约为 12m。上游白盆珠水库、上鉴陂已建梯级拦截了部分泥沙，来沙量有所减少。$Q_{来}$>500m^3/s 时，闸门全部开启泄洪，基本恢复天然河道水流状态。因此，可以判断库区的泥沙淤积量不大。

惠东水利枢纽坝址以下至河口约 42km 的西枝江河段，受上游白盆珠水库等影响，汛期受水库调节作用，下泄洪水减少，加上上世纪 90 年代以来，本河道受上游局部河段采砂影响，多年来河道纵向上呈现一定程度的冲刷下切趋势。

（4）对坝址下游水文情势的影响

西枝江惠东水利枢纽为径流式电站，不承担防洪任务，对洪水没有调节作用。根据水库运行调度原则，当上游来水流量 Q 来≥500m^3/s 时，为减少库区的淹没损失，电站停止发电，闸门全部开启泄洪，以保证闸前壅水不致过高，尽量保持天然河道水流状态，洪峰过后再逐渐关闭闸门蓄水到正常蓄水位 17.7m。因此，西枝江惠东水利枢纽工程的建设和运行对西枝江汛期行洪基本没有影响。

西枝江惠东水利枢纽是以改善城市景观为主的径流式电站，需要长期维持稳定的水位，运行的基本原则是上游来多少水就放多少水。只有在水库初期蓄水和闸门全开泄洪后的重新蓄水时，会暂时减少下游的流量，这时闸坝下游会有一段时间的减脱水。蓄水到正常蓄水位 17.7m 后，下游河道流量维持天然流量。在惠东水利枢纽下游约 3.2km 右岸有上白水汇入，左岸有白花河汇入，可以减缓水闸蓄水对下游河段水文情势的影响。

（5）对生态流量的影响

根据上述分析可知，惠东水利枢纽为径流式电站，不承担防洪任务，运行的基本原则是上游来多少水就放多少水，只有在水库初期蓄水和闸门全开泄洪后的重新蓄水时，会暂时减少下游的流量，这时会对下游的下泄生态流量产生影响。

另根据《关于印发<西枝江生态流量保障方案>的通知》（惠水水资源水保[2021]71 号），西枝江水利枢纽和上鉴陂水电站严格执行来多少放多少的调度原则，保障下泄流量要求。因此，西枝江惠东水利枢纽对下游生态流量的影响主要为闸门全开泄洪后的重新蓄水时段，根据水库的水位库容曲线和坝址汛期平均流量，测算开闸后重新蓄水到达正常蓄水位的时间约需要 1.5 天，此段时间内会对

下游生态流量造成影响。为满足闸坝下游的生态用水需求，建议在此期间控制闸门进行适当放水减缓影响。

3、引调水工程

西枝江流域已建的引调水工程主要有 4 宗，包括上鉴陂引水灌溉工程、向流域外供水的稔平半岛供水工程、深圳市东部供水工程和大亚湾引水工程。上鉴陂引水灌溉工程建成较早，1967 年就开始运行，设计流量为 7.79m^3/s，主要是拦截白盆珠水电站尾水，通过左右岸干渠至惠东县城以下 8km 的白花、大岭等地；深圳市东部供水工程西枝江取水流量为 4m^3/s，2001 年建成通水，至今运行二十多年；稔平半岛供水工程 2021 年 2 月才通水，至今取水量未达到设计流量，而大亚湾引水工程尚未在西枝江取水。

引调水工程对水文情势的影响主要为水量减少导致下游河段水量、流速、水深等变化，进而导致水体稀释自净能力下降。西枝江多年平均径流量为 45.9 亿 m^3，目前流域内的本地用水和引调水合计用水量 5.13 亿 m^3，加上西枝江下游一级支流淡水河上游深圳市龙岗区(不含大鹏新区)用水 0.40 亿 m^3，西枝江流域 2020 年用水量合计 5.53 亿 m^3，西枝江水资源开发利用率为 12.1%，西枝江干流富余水量仍较大。

4.2.8.3 水源及下游区水环境回顾

本次水环境回顾性分析主要采用收集生态环境部门在白盆珠水库、西枝江设置的常规监测断面的监测资料，水质监测评价结果详见表 4.2-119。

（1）白盆珠水库：根据甘园断面水质监测结果，2015~2024 年白盆珠水库水质为Ⅰ~Ⅱ类，水质稳定优良，满足水功能区水质目标要求，达标率均为 100%。白盆珠水库甘园断面年际变化规律详见图 4.2-60。

（2）西枝江：①西枝江干流大岭水厂断面，2015~2024 年地表水水质均满足Ⅱ类标准要求，Ⅱ类水质达标率为 100%，各断面年际变化规律详见图 4.2-61。②西枝江主要支流淡水河紫溪断面 2014 年 4 月~2024 年 12 月水质类别主要为劣Ⅴ类，主要污染因子为溶解氧、氨氮、总磷、化学需氧量，超标主要原因为淡水河流域的污水处理能力严重滞后于工业和生活污水的急剧增长，大量生活污水和工业废水未经处理就直接排放到河中，导致水质不断恶化。经过多年的治理和保护，自 2020 年开始淡水河紫溪断面水质有所改善，现已消除劣Ⅴ类，现淡水河

紫溪断面水质除溶解氧指标偶尔超标外，其余指标已基本能够满足断面III类水功能区水质目标要求。淡水河紫溪断面年际变化规律详见图 4.2-62。

表4.2-120 水源及下游区水库（河流）多年水质变化评价结果

序号	河流(水库)	断面名称	位置	水质目标	数据时间	水质情况	数据来源
1	白盆珠水库	甘园	位于拟建取水口上游约2km	II	2015~2024	II类水质达标率为 100%	惠东县集中式生活饮用水水源水质状况报告、国家地表水水质数据发布系统
2	西枝江	大岭水厂	位于拟建取水口下游约51.8km	II	2015~2024	II类水质达标率为 100%	惠东县集中式生活饮用水水源水质状况报告
3	淡水河	紫溪	位于淡水河汇入处上游约 1.5km	IV	2014.4~2024	由劣 V 类向III类水质转变，水环境质量改善明显	广东省生态环境厅官网发布的广东省重点河流水质状况

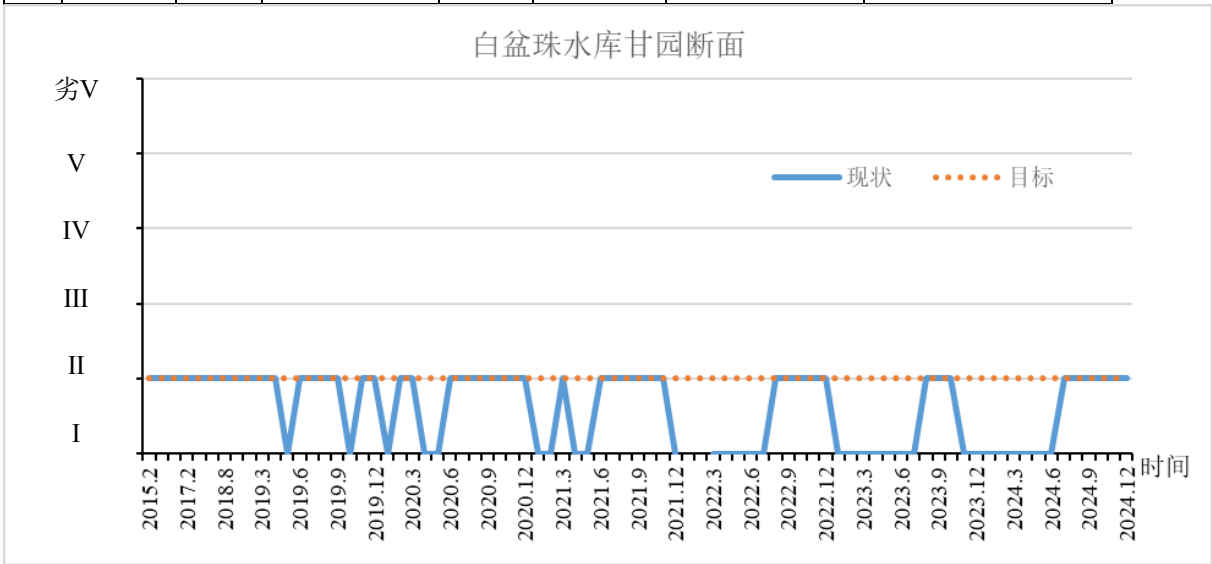


图4.2-60 白盆珠水库甘园断面年际变化图

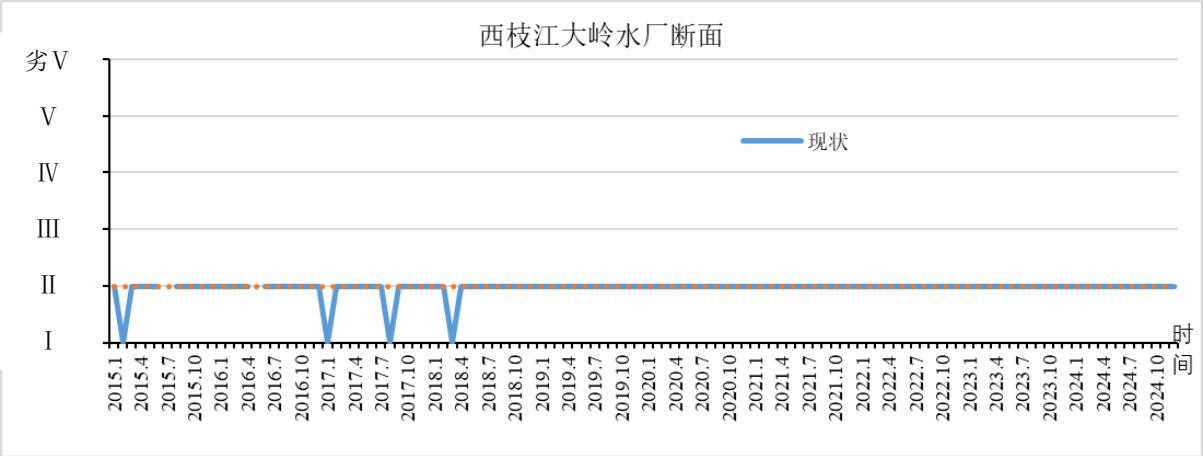


图4.2-61 西枝江大岭水厂断面年际变化图

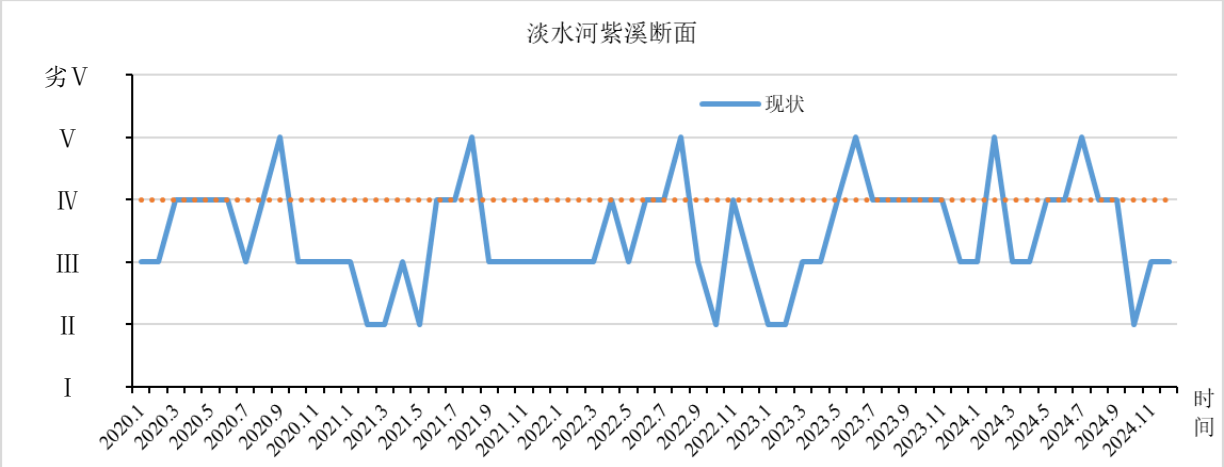


图4.2-62 淡水河紫溪断面年际变化图

4.2.8.4 西枝江水生态影响回顾性分析

西枝江是东江的第二大支流，发源于惠东县与紫金县交界处的竹坳顶，流经惠东县、惠阳区和惠城区，在惠城区东新桥汇入东江。西枝江河口位于东江下游左岸，东江水利枢纽的库区，距离东江水利枢纽坝址约 12km。

根据李桂峰等 2005 年~2009 年在西枝江流域马安、增光、多祝等河段开展的鱼类资源调查，西枝江鱼类组成与东江鱼类组成相似。西枝江与东江干流的主要区别是西枝江属于急流水体。西枝江因所处区域的气候及水文特点，饵料相对丰富，地形较为复杂，为许多小型鱼类藏匿及繁殖提供了有利条件，因此支流中鲃亚科的种类有一定优势。支流的沙砾底环境，是鮈亚科和鳅科鱼类的主要栖息地；鱼丹亚科、鳑鲏亚科、鰕虎鱼科、塘鳢科等小型鱼类也分布在小支流内。西枝江的主要洄游鱼类是日本鳗鲡和白肌银鱼，半洄游鱼类是青鱼、草鱼、赤眼鳟、鲢鱼、鳙鱼等。

本次环评于 2022-2023 年开展了鱼类资源调查。在水源及下游区共调查到 58 种鱼类，其中白盆珠水库共调查到鱼类 33 种，隶属于 7 目 16 科，其中种类最多的是鲤形目，有 6 科 22 种（占水库鱼类总种数 66.67%）；最少的是太阳鱼目，为 1 科 1 种（占水库鱼类总种数 3.03%）。下游西枝江段共调查到鱼类 24 科 56 种，其中鲤形目最多，有 6 科 30 种(占下游西枝江鱼类总种类数 53.57%)。在水源及下游区实际调查到的鱼类中，总体上以鲮、鯊和鳙等鲤形目为主，同时也发现高体鳑鲏等鱊科（鳑鲏亚科）、子陵吻鰕虎鱼等鰕虎鱼科和尖头塘鳢等塘鳢科鱼类分布其中，调查结果与 2005 年~2009 年鱼类调查结果基本一致。

水源及下游区调查到的 58 种鱼类中，外来入侵鱼类有齐氏罗非鱼、马拉丽体鱼、麦瑞加拉鲮、革胡子鲇和豹纹翼甲鲇 5 种，占鱼类总种数的 8.62%，其中，齐氏罗非鱼入侵最为严重，几乎遍布整个调查水域，成为该区域的主要鱼类优势种。

本次调查在白盆珠水库未发现洄游性鱼类，可能与下游梯级电站建设有关。白盆珠水库拦河建筑物在一定程度上对鱼类洄游形成物理阻隔，从水文连通性保障来看，水库严格执行《西枝江生态流量保障方案》，坝下断面汛期日均下泄流量不低于 10.5m^3/s，持续稳定的生态流量维持了河道基本水文节律，为鱼类提供了可通行的水流条件，避免了洄游通道因断流而完全中断。从鱼类生态特性来看，流域内鱼类以鲮、鲤和鲫等定居性种类为主，对长距离跨坝洄游的依赖度较低，且水库形成的广阔水域反而拓展了部分鱼类的栖息与觅食空间。同时，惠州每年在水库开展增殖放流活动，仅 2025 年就投放鲮、鳙等鱼苗 330 万余尾，常态化的资源补充有效缓解了阻隔可能带来的种群延续压力，加之流域禁渔管理与水质保护等配套措施，整体未对鱼类核心生存与洄游格局造成根本性干扰。

4.2.8.5 陆生态影响回顾性分析

由于水库建设时间相对较早，建设前区域内陆生生态环境情况资料相对较为缺乏，本次主要根据现场调查和资料进行回顾性评价。

项目实施对区域土地利用格局未发生根本性改变。在水源及下游区，工程占用使部分林地和水域将转化为水域设施及道路用地，导致植被生物量产生永久与临时损失，植被生物量永久损失 400.02t，临时损失 298.82t。永久占地范围面积较小，为 5.05hm^2，损失生物量占评价范围总生物量的 0.83%，且施工结束后将通过植被恢复等措施对临时占地范围进行生态修复，因此，其影响是局部和可控的。

在输水线路区，工程主要采用地下深隧方式穿越，其对陆生生态的影响集中表现为对地表森林生态系统的局部占用与施工扰动。输水线路区永久占用森林生态系统 20.93hm^2，估算损失生物量合计 2684.97t，占评价范围森林生态系统总生物量的 0.42%，影响程度较轻；临时占用森林生态系统 56.65hm^2，通过施工结束后对临时占地范围实施的土地平整、复耕与植被恢复等一系列措施，可使受损的植物与植被在适宜条件下得到有效恢复。

此外，现场调查仍记录有白鹇（*Lophura nycthemera*）、褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）、黑鸢（*Milvus migrans*）等喜森林生境活动的珍稀濒危种类在区域活动，通过加强管理等措施，有效减轻了对野生动物的人为干扰。施工活动虽在短期内迫使部分动物向周边相似生境迁移，但随着工程结束和植被恢复，它们仍可回到原有领地，项目实施对陆生动物栖息和活动的整体影响相对较小。

评价范围内已建成水利枢纽与白盆珠水库运行过程中均不产生污染物，运行期对评价范围内陆生生态影响较小。

4.2.9 主要环境问题

（1）水资源开发利用问题

水源及下游区范围内的惠东县和惠阳区水资源量在年内、年际及区域分配不均，降水主要集中在 4～9 月份，占全年的 82.0%～88.9%；地表水径流量 4～9 月占全年 74.47%；年径流量的变化幅度较大，丰枯地表水量极值比为 8.44，导致水资源在时间上分布不均衡，流域内不同地区的水资源分布也存在差异，部分地区的水资源相对匮乏。此外，随着经济社会的快速发展，特别是工业、农业和城镇化的推进，用水需求持续增长，同时人口的增加也导致生活用水需求上升，进一步加剧了水资源的供需矛盾。

（2）地表水环境问题

淡水河、西枝江等河流存在部分生活废污水未收集处理直接排入江河，沿江乡镇生活垃圾向河道倾倒，加之不合理使用化肥、农药等，以及农村养殖污染，使得区域内部分河流不同程度地存在水质污染。此外，白盆珠水库集雨范围内分布有稀土矿，存在私自偷矿开采行为，易造成水土流失及水体污染。近年，随着惠州市水污染防治力度的提高，西枝江流域的河流水质整体有所好转。

（3）生态环境问题

西枝江部分河段受水电梯级建设的影响，水生生态环境有所变化，河流连通性有所降低，部分产卵场丧失产卵功能。水电梯级的建设尚没有导致河流中洄游或半洄游鱼类的消失，河流仍具有一定程度的连贯性，但产漂流性卵的鱼类种群数量有所下降。但本次评价在白盆珠水库未发现洄游性鱼类，可能与下游梯级电站建设有关。此外，在白盆珠水库和西枝江发现外来鱼类（齐氏罗非鱼、豹纹翼甲鲇、麦瑞加拉鲮等）和水生生物（大瓶螺和淡水壳菜等）入侵现象，对本地生

态存在一定的生存威胁。

4.3 输水线路及受水区环境现状

4.3.1 水文水资源

4.3.1.1 河流水系

深汕特别合作区内部水系可分为三部分，一部分属赤石河流域，流域面积占深汕合作区面积的 81.6%；还有一部分为独立入海的沿海小河，占合作区总面积的 13.9%，一部分属于惠东县吉隆水流域范围，面积占 4.2%。另外三座海岛面积 1.5km^2，占 0.3%。其中面积在 50km^2 以上的主要河流为赤石河及其两条支流，分别为明热河和南门河。

赤石河，又名凤河，发源于海拔高 1256m 的白马山峰，由大安村、碗窑村流经赤石村、新城村与明热河汇集经三江楼、新联江头村湾再经园墩林场、鹅埠、小漠而流入红海湾。赤石河流域面积为 382km^2，河流长度为 36.8km；多年平均降雨量 2237mm，径流量 5.27 亿 m^3；天然落差 1180m，河床比干 5.21‰。赤石河除明热河和南门河两条一级支流外，还有港尾河、南君寮河、响水坑、吉水、新寨、长坑、里坑、大蕉园、碗窑洞水、鸡笼水、东坑水等多条一级支流。

明热河为赤石河一级支流，发源于峰高 1282m 的禾镰石，于鲤鱼铺汇入赤石河；上游水底山有青龙潭，现建起径流电站装机 400kW。从汤湖往下至冰塘铺右侧有明溪水汇入，然后至三江楼汇入主流。明热河集雨面积 108km^2，长 22.6km；天然落差 1282m，河床平均坡降 7.95‰。

南门河为赤石河下游的一级支流，位于合作区西南，发源于畲族山，上游段称边溪河，由北向南汇集九度水后称南门河，干流向东流动，横穿鹅埠镇，于宝塔山下汇入赤石河，主要流经鹅埠镇。河长 5.38km，集雨面积 69.8km^2，河床平均比降 0.8‰。南门河主要支流有田寮河、新屋水、鹅仔下河、边溪、斑鱼坑、沙埔达坑、九度水、路径坑、长岭坑等。

其余的泗马岭溪、大澳河、港尾河、鲘门河、小漠河等为沿海水系，流域总面积 65.1km^2。

项目受水区主要河流基本情况见表 4.3-1，深汕合作区水系示意图见附图 2-

3。

表4.3-1　主要河流基本情况表

序号	河流名称		流域面积（km^2）	河长（km）	所属乡镇
	干流	一级支流			
1	赤石河		382.1	36.75	赤石镇
2		东坑水	13.2	7.45	赤石镇
3		笼山水(鸡笼水)	28.8	9.89	赤石镇
4		碗窑洞	18.5	8.97	赤石镇
5		大蕉园	9.4	8.79	赤石镇
6		洋坑	7.19	6	赤石镇
7		里坑	3.22	6.37	赤石镇
8		长坑水	2.9	3.35	赤石镇
9		明热河	106.8	13.2	赤石镇
10		杨桃溪	12.4	5.91	赤石镇
11		大湾溪	8.99	7.26	赤石镇
12		吉水门溪	9.5	5.08	赤石镇
13		响水坑	8	4.86	鹅埠镇
14		南门河	69.8	5.38	鹅埠镇
15		南君寮	2.2	2.24	小漠镇
16		下北水	9.16	9.9	鹅埠镇
17	小漠河		3.6	2.83	小漠镇
18	新圩河		3.9	4.5	小漠镇
19	大澳河		11.5	6.1	小漠镇
20	港尾河		2.73	2.9	鲘门镇
21	红泉河		1.34	1.32	鲘门镇
22	排角河		2.34	2.04	鲘门镇
23	泗马岭溪		7.5	4.24	鲘门镇
24	鲘门河		5.4	4	鲘门镇

4.3.1.2 降水

深汕合作区的流域属山区雨源型河流，径流由降水补给，径流特性与降水特性基本一致，洪枯悬殊。赤石河流域内资料较完整的雨量站为窑陂雨量站。根据窑陂雨量站 1975～2023 年降雨数据计算多年平均降雨量 2355mm，最大年降

雨量为 4512mm(1961 年)，最小年降雨为 1136mm(1969 年)。降雨主要集中在 4～9 月，其降雨量占全年的 87.1%，枯水期占全年的 12.9%。

4.3.1.3 径流

（1）年径流

深汕合作区无实测水文站资料，径流计算主要采用《广东省水文图集》(广东省水文总站编 1991 年)，查测得到各计算分区多平均年径流深。合作区各镇及全区平均径流深见表 4.3-2。

表4.3-2　赤石河主要河流径流总量成果表

级别	河流名称	集雨面积 (km^2)	径流(m^3/s)					
			多年平均	25%	50%	75%	90%	97%
干流	赤石河	382.1	18.89	22.82	18.13	14.10	11.06	8.52
一级支流	明热河	106.8	5.42	6.56	5.20	4.06	3.17	2.44
	南门河	69.8	3.26	3.96	3.14	2.44	1.90	1.49
主要水库	明溪水库	28.3	1.44	1.71	1.40	1.12	0.91	0.73
	北坑水库	26	1.32	1.62	1.26	0.96	0.73	0.55
	水底山水库	18.2	0.85	1.04	0.81	0.62	0.47	0.35

（2）年内径流分配

深汕合作区水库及河流集雨面积较小，径流与降雨量密切相关，径流年内分配采用降水径流频率相应法计算。径流分为基流和地表径流两部分，基流按多年平均年径流总量 10%取值，地表径流占年径流总量 90%，基流的年内分配比例为全年平均分配，地表径流年内分配以窑陂雨量站的分配比例进行计算，得到年内分配过程见表 4.3-3。从年径流年内分配过程可以看出，6 月份的来水量最丰富的，占全年来水量的 20.4%，12 月份的来水量最少，仅占全年来水的 1.7%，丰枯倍比达到 11.7:1，汛期来水(4～9 月)占全年来水的 83.5%，枯水期(10～3 月)占全年来水的 16.5%。汛期与枯水期来水倍比为 5.05。区域汛期来水量较大，来水年内分配不均匀。

表4.3-3　赤石河流域径流年内分配

类别	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
径流分配(%)	7.4	12.0	20.4	15.8	16.9	10.9	3.9	2.2	1.7	1.9	2.8	4.0

4.3.1.4 泥沙

受水区深汕合作区无实测悬移质和推移质泥沙资料，采用邻近螺河流域有蕉坑水文站的泥沙资料，根据蕉坑站泥沙测验资料，蕉坑站输沙量年内分配不均匀，来沙主要集中于汛期，5 月至 9 月输沙量占年的 84.3%。蕉坑站多年平均输沙量 24.79 万 t，悬移质输沙模数为 224.5t/km^2。

4.3.1.5 水资源量

深汕合作区的主要水资源来自地表水资源和地下水资源，主要补给来自于大气降水。赤石河水系是主要的地表水资源。赤石河全长 36km，集雨面积 382km^2，流域多年均降雨量 2343mm，径流量 5.79 亿 m^3，天然落差 1180m，河床平均比降 5.21‰。水资源总量丰沛，但开发利用率较低。合作区水资源年内、年际分布变化大。受地形因素影响，区域多年平均年径流深在 1515mm，多年平均降雨量约 2343mm，最大年降雨量与最小年降雨量之比为 2.46 倍。汛期来水 4-9 月占全年的 87%，非汛期来水 10~3 月只占全年的 13%。

根据《深汕供水规划修编》计算成果，深汕合作区多年平均径流深约为 1515mm，按深圳市水资源公报深汕合作区水资源量计算面积为 463km^2，可得到深汕合作区多年平均地表水资源量 7.01 亿 m^3。根据《广东省地下水功能区划》，合作区年均总地下水补给模数 26.13 万 m^3/a·km^2 计算，地下水资源量为 1.21 亿 m^3（位于水源涵养区和地质灾害易发区，不宜开采）。

表4.3-4　深汕合作区多年平均水资源总量成果表（水量单位：亿 m^3)

地表水资源量 R	地下水资源量 Q	地表水与地下水重复量	水资源总量 W
7.01	1.21	1.21	7.01

4.3.1.6 水资源开发利用情况

4.2.2.5.1 供用水基础设施现状及规划情况

1、供用水基础设施现状

深汕合作区现状共 28 座水库，集雨面积 52.01km^2，总库容 2422.49 万 m^3。其中，小(1)型水库 6 宗，控制集雨面积 25.98km^2，总库容 1921.47 万 m^3，以城市供水为主、兼顾灌溉；小(2)型水库 22 宗，控制集雨面积 26.03km^2，总库容 501.02 万 m^3。深汕合作区现状共有蓄水塘坝 163 宗，容积 321 万 m^3；水电站 11 宗，装机容量 1.32 万 kW。主要蓄水工程情况表 4.3-5。

表4.3-5　深汕合作区小(1)型水库工程情况统计表

序号	水库名称	所在地点	面积(km^2)	库容(万 m^3)			功能
				总库容	兴利库容	死库容	
1	泗马岭水库	鲘门	1.84	119.22	119.22	0.00	防洪、灌溉、供水
2	窑陂水库	赤石	6.24	365.41	224.72	3.08	灌溉、防洪、供水、发电
3	下径水库	鹅埠	3.65	565.00	365.00	56.00	灌溉、防洪、供水
4	嘉田水库	鹅埠	8.37	399.10	345.10	54.00	灌溉、防洪、供水
5	小漠水库	小漠	2.21	219.9	201.00	1.00	灌溉、防洪、供水
6	三角山水库	圆墩林场	3.67	252.84	142.62	1.76	防洪、灌溉、供水
合计			25.98	1921.47	1397.66	115.84	

赤石河流域有 1 个中型灌区和 1 个小型灌区，蓄、引骨干工程设施少，且分布不平衡，部分地区至今无水利设施。其中赤石灌区含 2 个小型灌区：窑陂灌区、龙潭灌区，现有耕地面积 1.92 万亩，可开垦用地 0.25 万亩，据统计尚有 0.8 万亩缺水灌溉；下径灌区(鹅埠灌区)，现有耕地面积约 0.5 万亩，灌区内现有 500 亩土地缺水灌溉。现状合作区农业灌溉水源主要是河道引水和小型水库，河道引水是利用陂头引水至农田，水库引水是利用现状渠道引水至农田，农业取水设施无控制装置，非灌溉时期引水入田，造成水资源浪费。

合作区现状主要供水水源包括 5 座小(1)型水库(说明：嘉田水库主要供水范围为惠东县)和赤石河应急引水工程。赤石水厂以窑陂水库作为供水水源，龙山水厂(西部水厂)以三角山水库、下径水库及赤石河应急引水工程作为供水水源，小漠水厂以小漠水库为供水水源，鲘门水厂以泗马岭水库作为供水水源。

2、供用水基础设施规划概况

（1）供水布局

根据《深汕水资源规划》《深汕供水规划修编》，深汕合作区内规划新建西部水源及供水工程和东部水源及供水工程两大城市供水系统。其中西部水源及供水工程包括新建水底山水库蓄水工程(联合下径水库)及新建水底山水库至龙山水厂的输水管线工程；东部水源及供水工程包括新建北坑水库、明溪水库等蓄水工程以及新建各供水水库至凤河水厂的输水管线工程等。规划新建明热河提水、赤石河河道提水以及利用已建的新安水库、载背水库等满足农业灌溉需求。

根据合作区水厂建设计划，规划建设龙山水厂(即西部水厂，一期已建成，总

设计规模 30 万 t/d，控制规模 40 万 t/d)、凤河水厂(即中心水厂，设计规模 60 万 t/d，控制规模 70 万 t/d)双水厂供水。其中：龙山水厂水源为白盆珠水库引水、水底山水库、下径水库、三角山水库；凤河水厂水源为白盆珠水库引水、明溪水库、北坑水库、窑陂水库。

目前已开展的水源工程有赤石河应急引水工程、水底山水库和下径水库构成的深汕西部水源工程、北坑水库、明热河引水工程。

深汕合作区开发利用本地水资源主要还是要依靠蓄水工程，结合现场调查及资料收集，目前深汕合作区正在大力推进本地水资源开发建设，水底山水库、北坑水库、明溪水库等工程相继谋划、开工建设。目前已开展的水源工程有：①赤石河应急引水工程，工程引水规模 5.5 万 m^3/d，于 2024 年 4 月正式完工通水，可供水量为 343 万 m^3；②水底山水库和下径水库构成的深汕西部水源工程，水底山水库可供水量 1931 万 m^3，计划 2027 年建成；③新建北坑水库，城市供水可供水量 1877 万 m^3，农业灌溉可供水量 187 万 m^3，计划 2028 年建成。

（2）水底山水库和北坑水库概况

水底山水库工程任务以供水为主（通过龙山水厂进行供水，供水范围为鹅埠镇），兼有生态和滞洪功能，设计年供水量 1931m^3。北坑水库工程任务以城镇供水为主，兼顾灌溉，设计年供水量 1958m^3。水底山水库和北坑水库的水库特性表详见 4.3-6。

表4.3-6　水底山和北坑水库特性表

特性名称	水库名称	
	水底山水库	北坑水库
集雨面积(km^2)	18.2	26
多年平均年径流量(万 m^3)	3072	4160
库容系数	0.495	0.47
调节特性	多年调节	多年调节
校核洪水位(m)	143.86	98.80
设计洪水位(m)	143.43	98.80
正常蓄水位(m)	140	98
死水位(m)	104	67
总库容(万 m^3)	1929.2	2294
正常蓄水位相应库容(万 m^3)	1582.5	2214

特性名称	水库名称	
	水底山水库	北坑水库
兴利库容(万 m^3)	1519.0	1957
死库容(亿 m^3)	1.70	257
供水保证率(%)	97(供水)	97（供水）/90（灌溉）
水底山水库年供水量(万 m^3)	1931	1958
储备水位(m)	132	78
储备水位对应库容(万 m^3)	999.3	712
储备水位以上兴利调节库容(万 m^3)	583.2	1502
多年平均供水量(万 m^3)	2613	175
生态环境用水量(万 m^3)	307	593

（3）明溪水库

目前深汕合作区正在谋划明溪水库建设，明溪水库位于深汕合作区赤石镇明溪村，水库建库条件好，可建设大型水库。明溪水库水库坝址以上集雨面积 28.3km^2，坝址多年平均径流量 4566 万 m^3。正常蓄水位 108m，相应库容为 3.28 亿 m^3。水库建成后，除利用本地水资源增加约 3300 万 m^3 的可供水量外，还可储备满足合作区约 3000 万 m^3 的应急备用库容，有效提升合作区供水安全保障能力。

明溪水库属坝高超过 70m 的大（2）型水库，因涉及 1500 多亩基本农田调整及国家立项，工程前期工作及论证时间较长，且工程建设存在一定不确定性。规划远期实施明溪水库工程，并作为引用白盆珠水库富余水资源（主要为雨洪资源）的调蓄水库，增加深汕合作区的供水保障程度。

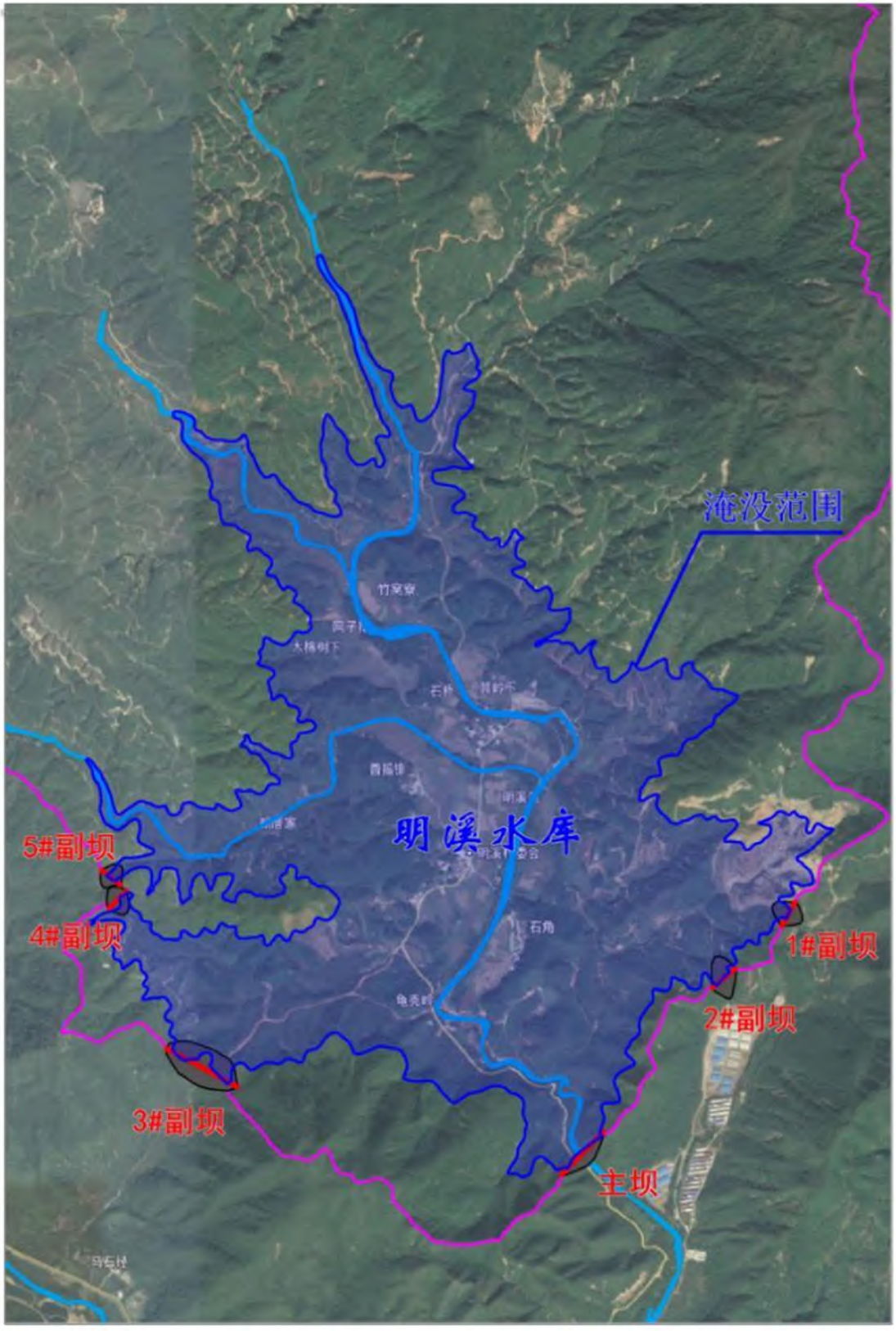


图4.3-1　深汕合作区拟建明溪水库工程布置示意图

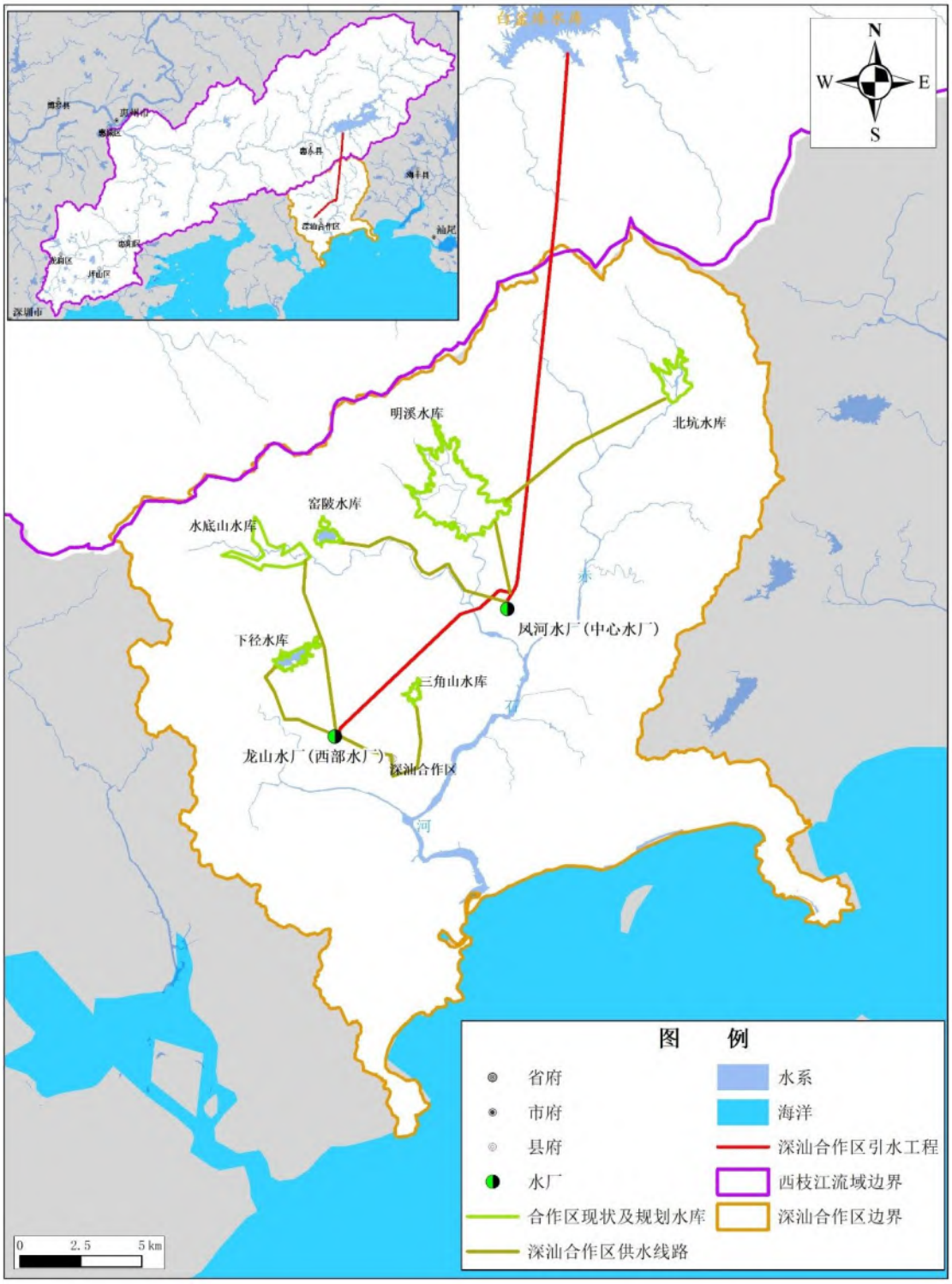


图4.3-2　本工程与合作区现状和规划的主要水库、供水厂的关系图

4.2.2.5.2 供水现状

深汕合作区 2022 年供水量为 3828.53 万 m^3，其中本地地表水源供水量为 3638.76 万 m^3，占 95%；地下水供水量为 20.67 万 m^3，占 0.5%；再生水供水量为 8.36 万 m^3，占 0.2%；海水淡化 160.74 万 m^3，占 4.2%。近年供水量情况见表

4.3-7。

表4.3-7　深汕合作区 2022 年供水量情况

水平年	本地地表水	地下水	其他水源		总计
			再生水	海水淡化	
2022	3638.76	20.67	8.36	160.74	3828.53

4.2.2.5.3 用水现状

深汕合作区 2022 年用水量为 3829 万 m^3，2018 年~2022 年用水量相对稳定，年均减少 0.4%。现状阶段深汕合作区用水量以农业为主，2022 年区域内农业用水量占比达 65.0%，生活用水量和工业用水量占比分别为 18.7%和 16.7%，生态用水量最少，仅为 0.2%，现状用水结构与经济发展及产业结构基本匹配。另外，随着深汕合作区工业的发展，其工业用水量呈增长趋势，2018 年~2022 年年均增长率为 15.8%，生活、农业、生态用水量整体均缓慢下降趋势。

近 5 年用水量组成情况见表 4.3-8。

表4.3-8　深汕合作区 2018～2022 年用水量组成统计表　　单位：万 m^3

年份	用水量（m^3）					用水结构（%）				
	生活	工业	农业	生态	合计	生活	工业	农业	生态	合计
2018	715	429	2740	8.1	3892	18.4	11.0	70.4	0.2	100.0
2019	825	790	2757	9.34	4381	18.8	18.0	62.9	0.2	100.0
2020	799	717	2758	9.31	4283	18.7	16.7	64.4	0.2	100.0
2021	473	643	2758	5.43	3879	12.2	16.6	71.1	0.1	100.0
2022	561	771	2490	5.43	3829	14.7	20.1	65.0	0.1	100.0
年均变化率(%)	-5.9	15.8	-2.4	-9.5	-0.4	-	-	-	-	-

4.2.2.5.4 水资源开发利用程度

深汕合作区的主要水资源来自地表水资源和地下水资源，主要补给来自于大气降水。深汕合作区水资源总量丰沛，但开发利用率较低，季节性变化显著、水资源年内、年际分布变化大。合作区地形复杂，山地、丘陵广布，地势北高南低，导致北部山区水资源相对丰富，而南部沿海地区则相对匮乏。受地形因素影响，区域多年平均年径流深在 1515mm，多年平均降雨量约 2350mm，最大年降雨量

与最小年降雨量之比为 2.46 倍。汛期来水 4~9 月占全年的 87%，非汛期来水 10~3 月只占全年的 13%。同时，已建成的蓄水工程调节性能不足，汛期洪水径流大多难以转化为可利用水量，总体调节性能较差，汛期洪水径流大多难以转化为可利用水量，且相当部分蓄水工程以灌溉为主，河道受咸潮影响，水资源难利用，2022 年的开发利用率仅有 5.41%，水资源开发利用水平较低。

4.3.2 受水区水污染源调查

4.3.2.1 点源污染现状调查

（1）工业污染源排放现状

根据《2022 深圳市水资源公报》，受水区 2022 年工业用水量为 771.46 万 m^3。目前，受水区工业以新能源汽车整车制造及其上下游产业为主，根据目前受水区工业排污情况以及《汽车维修业水污染物排放标准》（GB 26877-2011）等标准，取受水区外排工业废水污染物浓度为 COD300mg/L、氨氮 25mg/L、总磷 3 mg/L，此外，在计算中取产污系数为 0.9，根据《2022 深圳市水资源公报》的用水总量和耗水量，得出工业废水综合排放系数为 0.84。根据区域配套污水设施的排放标准（《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准）取受水区外排工业废水污染物浓度为 COD50mg/L、氨氮 5mg/L、总磷 3mg/L。经计算，得到 2022 年受水区工业企业共产生 COD1874.6t、氨氮 156.2t 和总磷 18.7t；工业废水 COD 排放量为 323.0 t，氨氮排放量为 32.3t，总磷排放量为 3.2t。

（2）城镇居民生活污染源

根据受水区的人口统计情况，截至 2022 年底，受水区有常住人口约 7.28 万人，参考以往统计情况，本节取 2022 年底受水区城镇居民与农村居民各占 50% 比例，即城镇居民与农村居民均为 3.64 万人。

根据《2022 深圳市水资源公报》，2022 年受水区城镇居民人均生活用水量为 236.70L/d，产污系数按 0.8 计。根据《生活污染源产排污系数手册》，受水区属五区，COD、氨氮的产生系数分别取 285mg/L、28.3mg/L、4.1mg/L。则 2022 年受水区城镇居民生活污水产生量为 251.58 万 m^3，COD、氨氮的产生总量为 717.01 吨、71.20 吨。通过水质净化厂和污水处理设施的处理，2022 年受水区城镇生活污染物排放量分别为 COD 515.54t 和氨氮 34.30t。详见表 4.3-9。

表4.3-9　2022 年受水区污水处理设施运行参数

水质净化厂	水量(m^3/天)	运行时间(天)	处理量	进水浓度(mg/L)		出水浓度(mg/L)		产生量（t）		排放量（t）	
			(m^3)	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮
小漠	680	365	248200	142	14.19	25	0.6	35.24	3.52	6.21	0.15
赤石	1870	365	682550	58	10.79	14	0.47	39.59	7.36	9.56	0.32
鮜门	880	365	321200	71	9.15	16	0.19	22.81	2.94	5.14	0.06
鹅埠	6701	365	2445865	67	9.81	16	0.16	163.87	23.99	39.13	0.39
合计	10131		3697815					261.51	37.82	60.03	0.92

（3）农村生活污染源

根据《2022 深圳市水资源公报》，2022 年受水区农村居民人均生活用水量为 78.29L/d，参照往年取耗水率为 60%（折污系数为 0.4）。2022 年受水区农村居民生活污水产生量为 70.68 万 m^3（1140m^3/d），COD 和氨氮产生量分别为 373.07t 和 35.87t，远未达到农村生活污水处理设施的设计处理规模（6716m^3/d）。

根据受水区目前农村污水处理设施、收集管网铺设现状以及农村污水处理设施运行情况，取农村居民生活污水集中收集处理率为 50%（约 570 m^3/d）；农村污水处理设施出水统一按照广东省《农村生活污水处理排放标准》二级排放标准（COD：70 mg/L；氨氮：15 mg/L）进行计算，则 2022 年受水区农村居民生活污染物排放量分别为 COD 341.87t、氨氮 34.42t，其中未经处理排放的 COD 和氨氮分别为 186.54t 和 17.94t，经农村污水处理设施处理后排放的 COD 和氨氮分别为 155.33t 和 16.48t。

4.3.2.2 面源污染现状调查

（1）畜禽养殖污染物排放现状

根据受水区 2022 年的畜禽养殖统计情况，依据广东省《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB44613-2009），将各类畜禽统一折合成猪进行畜禽养殖污染负荷计算，其中，3 只山羊、60 只肉鸡、30 只鸭、15 只鹅各折合成 1 头猪。折算后，按受水区共有 5.96 万头猪。本次评价畜禽养殖废水量估算参考《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001)中的水冲工艺最高允许排水量冬夏季均值 1.5m^3/百头•d，污染物浓度参考该标准最高允许日均排放浓度化学需氧量 400mg/L、氨氮 80mg/L、总.磷 8.0mg/L。

参考《全国规模化畜禽养殖业污染情况调查及防治对策》（2002 年）中有关

猪的产污系数：污水排放量 24L/头•d，COD 排放量取值 23.41kg/（头•a），氨氮排放量取值 0.81kg/（头•a）

经计算，受水区 2022 年共产生畜禽养殖污水 46.2 万 m^3、COD184.9t、氨氮 37.0t、总磷 0.4t，畜禽养殖污染物削减率为 60%，COD、氨氮、总磷年排放量分别为 110.94t、22.2t、2.22t。

（2）农业面源污染物排放现状

农业面源污染量主要受降雨径流条件和地表污染物积聚数量的影响，其中降雨径流条件取决于降雨量、降雨强度、地表透水性，地表污染物积聚数量取决于土地使用功能、土地利用类型等人类活动强度和方式。面源污染量通常采用经验公式估算：

$$W=\Sigma Ai•Bi$$

式中：W—面源输出总量（t）；Ai—第 i 种土地利用类型的面积（km^2）；Bi—第 i 种土地利用类型污染物输出率（t/km^2）。

约兰凯（GezajoLanKai）在研究大量文献资料后给出了不同土地利用类型地表径流的污染物浓度和面积输出速率的变化范围。参考同区域已有研究成果，根据受水区的实际情况，各类地表类型输出污染物的速率参数如表 4.3-10 所示。

表4.3-10　不同土地利用类型污染物面积输出率（单位：t/km^2）

土地利用类型	COD	氨氮
农业为主区	10	1.2
林业为主区	3	0.6

受水区土地以林业区为主，然后依次为农业、城市生活用地。经核算，受水区主要面源污染物负荷分别为 COD1528.1t/a、氨氮 286.36t/a（表 4.3-11）。

表4.3-11　2022 年受水区面源污染负荷

土地利用类型	面积（km^2）	污染负荷（t/a）	
		COD	氨氮
农业为主区	40.7	407	48.84
林业为主区	373.7	1121.1	224.22
总计	**414.4（不含水域）**	**1528.1**	**273.06**

4.3.2.3 水污染防治设施现状

受水区目前拥有 3 座镇级一体化污水处理站（小漠站、赤石站、鲘门站），设计规模分别为小漠站 6300m^3/d、赤石站 3300m^3/d、鲘门站 6000m^3/d，小漠站、

赤石站、鲘门站3座一体化污水处理站出水水质标准均为地表水准IV类水标准。受水区还拥有 1 座水质净化厂，即鹅埠水质净化厂，其设计规模为 5 万 m^3/d，出水标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。目前，鲘门、赤石、鹅埠一体化污水处理设施及鹅埠水质净化厂污水进水浓度偏低，小漠一体化污水处理设施污水进水浓度正常。镇级污水处理站及鹅埠水质净化厂尾水均就近排入河道。

表4.3-12　城镇污水处理设施城镇污水处理设施建设情况

名称	设计规模	工艺	排放水体	出水标准
小漠镇一体化污水处理站	6300 m^3/d	格栅+循环升流式同步短程硝化水处理集成系统+反硝化深床滤池+紫外线消毒	小漠河	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅳ类水标准和《水质净化厂出水水质规范》(DB4403/T64-2020)较严值
赤石镇一体化污水处理站	3300 m^3/d	格栅+循环升流式同步短程硝化水处理集成系统+反硝化深床滤池+紫外线消毒	明热河	
鲘门镇一体化污水处理站	6000 m^3/d	格栅+旋流除砂+调节池+FMBR 膜处理系统	鲘门河	
鹅埠水质净化厂	5 万 m^3/d	曝气沉砂池+改良型 A2O 生化池+周进周出二沉池+高效纤维滤池+紫外消毒处理工艺	南门河	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准

除城镇污水处理设施外，受水区还拥有 81 座农村污水处理设施，设计处理规模总计 6716m^3/d，除鲘门镇百安村污水处理设施（设计规模 1500m^3/d）出水标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 B 标准，其余 80 座农村污水处理设施出水标准均为广东省《农村生活污水处理排放标准》（DB44/ 2208-2019）二级标准。受水区农村污水处理设施尾水大多就近排入附近农用水沟，并不会直接排放入河。

表4.3-13　2022 年受水区农村污水处理设施清单

序号	镇	行政村	自然村	工艺	规模(t/d)	水质标准
1	赤石镇	冰深村民委员会	北笏村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
2	赤石镇	冰深村民委员会	冰塘埔村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
3	赤石镇	冰深村民委员会	甘树下村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
4	赤石镇	冰深村民委员会	横坑村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
5	赤石镇	冰深村民委员会	吴厝村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
6	赤石镇	冰深村民委员会	走马埔村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
7	赤石镇	赤石村民委员会	福田村	AAO	100	DB44/ 2208-2019 二级标准

序号	镇	行政村	自然村	工艺	规模(t/d)	水质标准
8	赤石镇	赤石村民委员会	马头岭村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
9	赤石镇	赤石村民委员会	桥仔头村	AAO	100	DB44/ 2208-2019 二级标准
10	赤石镇	赤石村民委员会	新厝林村	AAO	100	DB44/ 2208-2019 二级标准
11	赤石镇	大安村民委员会	东围村	MBR	80	DB44/ 2208-2019 二级标准
12	赤石镇	大安村民委员会	含头岭村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
13	赤石镇	大安村民委员会	横路村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
14	赤石镇	大安村民委员会	胡安村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
15	赤石镇	大安村民委员会	南塘村东	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
16	赤石镇	大安村民委员会	南塘村西	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
17	赤石镇	大安村民委员会	上村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
18	赤石镇	大安村民委员会	上田心村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
19	赤石镇	大安村民委员会	塘尾村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
20	赤石镇	大安村民委员会	新厝村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
21	赤石镇	大安村民委员会	新杏村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
22	赤石镇	明热村民委员会	高一村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
23	赤石镇	明热村民委员会	旱田村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
24	赤石镇	明热村民委员会	上城村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
25	赤石镇	明热村民委员会	上岭村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
26	赤石镇	明热村民委员会	汤湖村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
27	赤石镇	明热村民委员会	田中村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
28	赤石镇	明热村民委员会	下城村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
29	赤石镇	明热村民委员会	下岭村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
30	赤石镇	明热村民委员会	新建村	AAO	30	DB44/ 2208-2019 二级标准
31	赤石镇	碗窑村民委员会	大亨里村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
32	赤石镇	碗窑村民委员会	角仔里村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
33	赤石镇	碗窑村民委员会	王京埔村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
34	赤石镇	新城村民委员会	霞陂村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
35	赤石镇	新城村民委员会	新城村	MBBR	250	DB44/ 2208-2019 二级标准
36	赤石镇	新城村民委员会	洋坑村	MBBR	150	DB44/ 2208-2019 二级标准
37	赤石镇	新里村民委员会	大山头村	AAO	100	DB44/ 2208-2019 二级标准
38	赤石镇	新里村民委员会	鲤鱼埔村	AAO	300	DB44/ 2208-2019 二级标准
39	赤石镇	新里村民委员会	深涌村	MBBR	100	DB44/ 2208-2019 二级标准

序号	镇	行政村	自然村	工艺	规模(t/d)	水质标准
40	赤石镇	新联村民委员会	新寨村	MBBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
41	赤石镇	新联村民委员会	新寨村	MBBR	100	DB44/ 2208-2019 二级标准
42	赤石镇	圆墩村民委员会	圆墩村	MBBR	200	DB44/ 2208-2019 二级标准
43	鹅埠镇	鹅埠村民委员会	东寨村	MBBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
44	鹅埠镇	鹅埠村民委员会	琵琶村	MBR	30	DB44/ 2208-2019 二级标准
45	鹅埠镇	鹅埠村民委员会	上街村	MBBR	40	DB44/ 2208-2019 二级标准
46	鹅埠镇	红罗村民委员会	红罗村	MBR	40	DB44/ 2208-2019 二级标准
47	鹅埠镇	蛟湖村民委员会	蛟湖村	MBBR	130	DB44/ 2208-2019 二级标准
48	鹅埠镇	蛟湖村民委员会	西寨村	MBR	75	DB44/ 2208-2019 二级标准
49	鹅埠镇	蛟湖村民委员会	下城村	MBBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
50	鹅埠镇	上北村民委员会	南坑尾村	MBBR	15	DB44/ 2208-2019 二级标准
51	鹅埠镇	水美村民委员会	水美村	MBBR	80	DB44/ 2208-2019 二级标准
52	鹅埠镇	西湖村民委员会	老龙坑村	MBR	40	DB44/ 2208-2019 二级标准
53	鹅埠镇	西湖村民委员会	长朗村	MBBR	30	DB44/ 2208-2019 二级标准
54	鹅埠镇	下北村民委员会	布心村	MBR	20	DB44/ 2208-2019 二级标准
55	鹅埠镇	园新村民委员会	横东岭村	AAO	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
56	鹅埠镇	园新村民委员会	桃仔园村	MBR	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
57	鹅埠镇	园新村民委员会	塭寮村	MBBR	35	DB44/ 2208-2019 二级标准
58	鮜门镇	百安村民委员会	百安村	MBR	1500	GB 18918-2002 一级 B 标准
59	鮜门镇	朝面山村	朝面山村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
60	鮜门镇	红泉村民委员会	港尾村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
61	鮜门镇	红泉村民委员会	排角村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
62	鮜门镇	红泉村民委员会	桥梓头村	MBBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
63	鮜门镇	红泉村民委员会	石牌村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
64	鮜门镇	红泉村民委员会	新径村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
65	鮜门镇	红源村民委员会	红新村	AAO	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
66	鮜门镇	红源村民委员会	虎地头村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
67	鮜门镇	红源村民委员会	黄甲坑村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
68	鮜门镇	红源村民委员会	埔岭村	AAO	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
69	鮜门镇	红源村民委员会	驷马岭村	MBBR	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
70	鮜门镇	红源村民委员会	新村	MBBR	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
71	鮜门镇	红源村民委员会	新乡村	MBBR	25	DB44/ 2208-2019 二级标准

序号	镇	行政村	自然村	工艺	规模(t/d)	水质标准
72	鲘门镇	民新村民委员会	老汪村	MBR	25	DB44/ 2208-2019 二级标准
73	鲘门镇	民新村民委员会	围内村	MBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
74	小漠镇	东旺村民委员会	东滨隆村	MBBR	130	DB44/ 2208-2019 二级标准
75	小漠镇	南香村民委员会	南君寮村	MBBR	120	DB44/ 2208-2019 二级标准
76	小漠镇	南香村民委员会	香坑村	MBBR	16	DB44/ 2208-2019 二级标准
77	小漠镇	元新村民委员会	金兴围村	MBBR	50	DB44/ 2208-2019 二级标准
78	小漠镇	元新村民委员会	新圩村	MBBR	80	DB44/ 2208-2019 二级标准
79	小漠镇	元新村民委员会	元宵围村	MBBR	160	DB44/ 2208-2019 二级标准
80	小漠镇	云新村民委员会	大云坡村	MBBR	160	DB44/ 2208-2019 二级标准
81	小漠镇	云新村民委员会	埔仔村	MBBR	80	DB44/ 2208-2019 二级标准

4.3.2.4 水污染防治设施规划

根据《深汕特别合作区水利综合规划及环境影响评价修编——水系专项规划》（2022 年 10 月报批稿）、《深圳市深汕特别合作区水务发展“十四五”规划（技术支撑报告）、《深圳市深汕特别合作区“十四五”生态环境保护规划》以及《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》研究报告等，结合合作区污水管网建设规划，统一由市政污水厂收集处理；分散村庄的生活污水，通过一体化分散污水处理设施就地处理，远期随合作区开发建设，适时纳入集中污水处理厂统一收集处理。

（1）污水处理设施规划

结合总体规划，确定各污水厂 2035 年建设规模如下表：

表4.3-14　2035 年合作区各水质净化厂建设规模

污水厂名称	现状设计规模(万 m^3/d)	2035 年设计规模(万 m^3/d)	服务范围污水量平均值(万 m^3/d)	部分或全部规模拟建成投产时间(年)
北部水质净化厂	--	**2**	1.51	2030
东部水质净化厂(现状鲘门镇一体化污水处理站)	0.60	**10**	8.04	2028
环境园水质净化厂	--	**15**	12.41	2027
南部水质净化厂(现状小漠镇一体化污水处理站)	0.63	**10**	9.20	2032
西部水质净化厂(现状鹅埠水质净化厂)	5	**10**	10.30	2032

污水厂名称	现状设计规模(万 m^3/d)	2035 年设计规模(万 m^3/d)	服务范围污水量平均值(万 m^3/d)	部分或全部规模拟建成投产时间(年)
中心北水质净化厂(现状赤石镇一体化污水处理站)	0.33	**10**	11.95	2030
中心水质净化厂	--	**18**	17.98	2028
总计	1.56	**75**	71.38	

（2）污水管网系统布局

目前，由于合作区片区开发强度的差异、个别区域地势低或周边管网不完善等，鹅埠片区建有鹅埠水质净化厂，赤石、小漠和鲘门镇区新建镇级污水处理厂站，分散农村地区建有一体化处理站，建成后将形成“集中为主、分散为辅”的污水收集处理系统。随旧城更新、市政管网完善，逐步将目前农村生活污水处理工程中建设的分散处理设施逐步取消，将污水集中输送至市政污水处理厂统一处理；另外，针对镇级污水处理厂站，除西北侧鲘门镇污水处理站取消外，其余镇区污水处理站远期作为初雨调蓄设施或在原址扩建为集中式水质净化厂，需要考虑市政污水管网与镇级污水处理站配套管网及村级污水配套管网的衔接，避免重复建设。



图4.3-3　深汕合作区污水系统总体布局

（3）尾水排放标准及提质规划方案

①尾水排放标准：根据《深圳市深汕特别合作区水务发展“十四五”规划（技术支撑报告），规划新建中心水质净化厂，服务范围为中心组团片区，规划规模9万m^3/d，出水水质标准达《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)IV类水标准，目前正在进行开展前期工作。

②湿地提质工程：东部及南部水质净化厂尾水流经附近水系后排入海洋，无尾水提质的必要，对流入赤石河干流的剩余尾水进行提质减污排放，确保干流水

质达到考核要求。环境园水质净化厂周边基本为建设用地，北部水质净化厂周边均为耕地或基本农田，均无绿地空间建设提质湿地；西部水质净化厂一期（现鹅埠水质净化厂）位于南门河北侧，靠近南门河口，其东侧有面积为 5ha 的规划绿地，现状为水塘，规划建设占地 5ha 的尾水提质湿地，处理规模 1.5 万 m^3/d；中心水质净化厂位于吉水门溪北侧河口位置，其东北侧有一占地 21.2ha 的绿地，现状为水塘及绿地，规划建设 20ha 的提质湿地，规模为 6 万 m^3/d。为使赤石河干流水质断面达到考核要求，提质湿地出水标准至少为 III 类水。

表4.3-15　合作区规划尾水提质湿地一览表

湿地名称	位置	处理规模（万 m^3/d）	占地面积（ha）	出水标准
西部水质净化厂提质湿地	西部污水厂东侧	1.5	5	III 类水
中心水质净化厂提质湿地	中心污水厂东北侧	6	20	III 类水

4.3.3 地表水环境现状

工程的输水管线沿线涉及惠东县的白马河（西枝江支流）、深汕合作区的笼山水、明溪河、明热河等，受水区均为深汕合作区河流。

4.3.3.1 常规监测地表水环境质量现状分析

1、常规考核断面地表水环境质量现状分析

（1）常规考核断面

本次收集到小漠桥、新里村、圆墩桥、南门河河口等 4 断面近 3 年的水质监测资料进行水质现状分析。

表4.3-16　本次评价范围输水线路及受水区常规监测断面设置情况表

河段名称	断面名称	性质	经纬度坐标（°）	水质目标	监测项目
赤石河	圆墩桥		E115.0463,N22.8311	III 类	《地表水环境质量标准》（GB838-2002）中表 1 的 24 项基本项目+锰、硝酸盐、亚硝酸盐、可溶性正磷酸盐、氯化物等 5 项补充项目共 29 项
南门河	南门河河口		E115.0297,N22.8122	IV 类	
明热河	新里村		E115.0726,N22.8649	IV 类	《地表水环境质量标准》（GB838-2002）中表 1 的 24 项基本项目+硝酸盐、亚硝酸盐、可溶性正磷酸盐、氯化物等 4 项补充项目共 28 项
赤石河	小漠桥	国考	E115.0537,N22.7957	III 类	《地表水环境质量标准》（GB838-2002）中表 1 的 23 项基本项目（粪大肠菌落除外）+电导率、盐度、浊度、硝酸盐、亚硝酸盐等 5 项补充项目共 28 项

（2）常规水质监测断面水质评价结果

根据深圳市生态环境局深汕管理局提供的新里村、圆墩桥、南门河河口、小漠桥等断面 2022 年~2024 年的逐月水质监测资料，各断面水质状况见表 4.3-17。

赤石河圆墩桥断面水质目标为III类，2022 年~2024 年断面逐月水质为II~III类，III类水质达标率为 100%，各水质指标均达到《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类标准。

赤石河小漠桥断面水质目标为 III 类，2022 年~2024 年断面逐月水质为Ⅱ~III类，III 类水质达标率为 100%，各项水质指标均达到《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III 类标准。

南门河河口断面水质目标为 IV 类，2022 年~2024 年断面逐月水质为II~劣 V 类，IV 类水质达标率为 91.67%，除氨氮、五日生化需氧量出现轻微超标外，其它水质指标均达到《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》IV 类标准。

明热河新里村断面水质目标为 IV 类，2022 年~2024 年断面逐月水质为Ⅱ~IV类，IV 类水质达标率为 100%，水质指标均达到《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》IV 类标准。

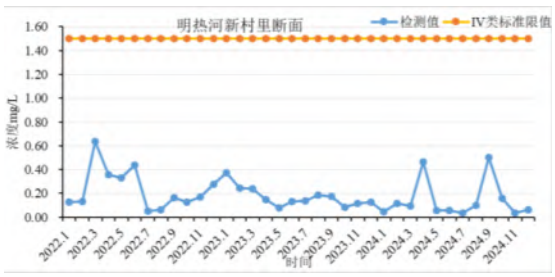
2022 年-2024 年，赤石河圆墩桥断面、明热河新里村断面，水质达标率 100%；赤石河下游小漠桥断面，除 2022 年 8 月溶解氧轻微超标外，其余月份水质指标均满足 II 类标准；南门河河口断面近 3 年除个别月份（2022 年 11 月、2023 年 4 月与 2024 年 4 月）氨氮、五日生化需氧量外，其余月份水质指标均满足 IV 类标准，从变化趋势来看，2024 年 5 月以后能稳定达到 IV 类标准及以上。

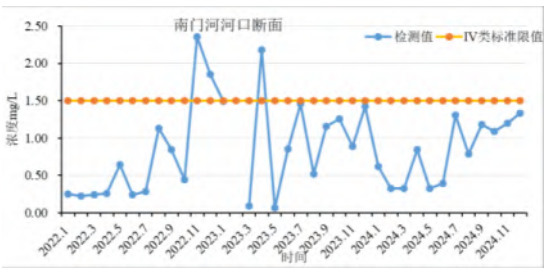
南门河水质氨氮、五日生化需氧量超标，主要是因为南门河集雨范围污水收集管网不完善，生活污水存在直排现象，致使水质出现超标情况。

表4.3-17　2022 年~2024 年输水线路及受水区水源地的水质状况

监测时间		新里村		圆墩桥		南门河河口		小漠桥	
		水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
2022 年	1 月	II	IV	II	III	III	IV	II	III
	2 月	III	IV	II	III	III	IV	II	III
	3 月	III	IV	III	III	III	IV	II	III
	4 月	III	IV	II	III	III	IV	II	III
	5 月	III	IV	III	III	III	IV	II	III
	6 月	III	IV	II	III	IV	IV	II	III
	7 月	IV	IV	II	III	IV	IV	II	III

监测时间		新里村		圆墩桥		南门河河口		小漠桥	
		水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标	水质类别	水质目标
	8 月	III	IV	III	III	IV	IV	III	III
	9 月	II	IV	III	III	III	IV	II	III
	10 月	III	IV	II	III	II	IV	II	III
	11 月	III	IV	/	III	劣 V(氨氮超标 0.57 倍)	IV	II	III
	12 月	III	IV	II	III	IV	IV	II	III
2023 年	1 月	III	IV	II	III	IV	IV	II	III
	2 月	II	IV	/	III	/	IV	II	III
	3 月	II	IV	II	III	III	IV	II	III
	4 月	IV	IV	III	III	劣 V(氨氮超标 0.45 倍)	IV	II	III
	5 月	IV	IV	II	III	III	IV	II	III
	6 月	III	IV	II	III	III	IV	II	III
	7 月	II	IV	III	III	IV	IV	II	III
	8 月	IV	IV	II	III	III	IV	II	III
	9 月	III	IV	III	III	IV	IV	II	III
	10 月	IV	IV	II	III	IV	IV	II	III
	11 月	III	IV	II	III	III	IV	II	III
	12 月	III	IV	II	III	IV	IV	II	III
2024 年	1 月	II	IV	II	III	III	IV	II	III
	2 月	III	IV	III	III	III	IV	II	III
	3 月	II	IV	II	III	II	IV	II	III
	4 月	III	IV	II	III	V(五日生化需氧量超标 0.02 倍)	IV	II	III
	5 月	IV	IV	III	III	III	IV	II	III
	6 月	II	IV	III	III	III	IV	II	III
	7 月	III	IV	III	III	IV	IV	II	III
	8 月	III	IV	III	III	IV	IV	II	III
	9 月	III	IV	III	III	IV	IV	II	III
	10 月	II	IV	III	III	IV	IV	II	III
	11 月	III	IV	II	III	IV	IV	II	III
	12 月	II	IV	III	III	IV	IV	II	III





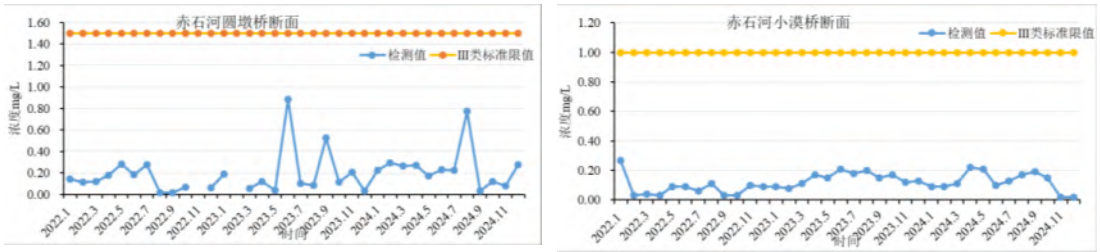


图4.3-4　常规水质深汕合作区主要退水河流断面 2022-2024 年逐月氨氮浓度变化趋势

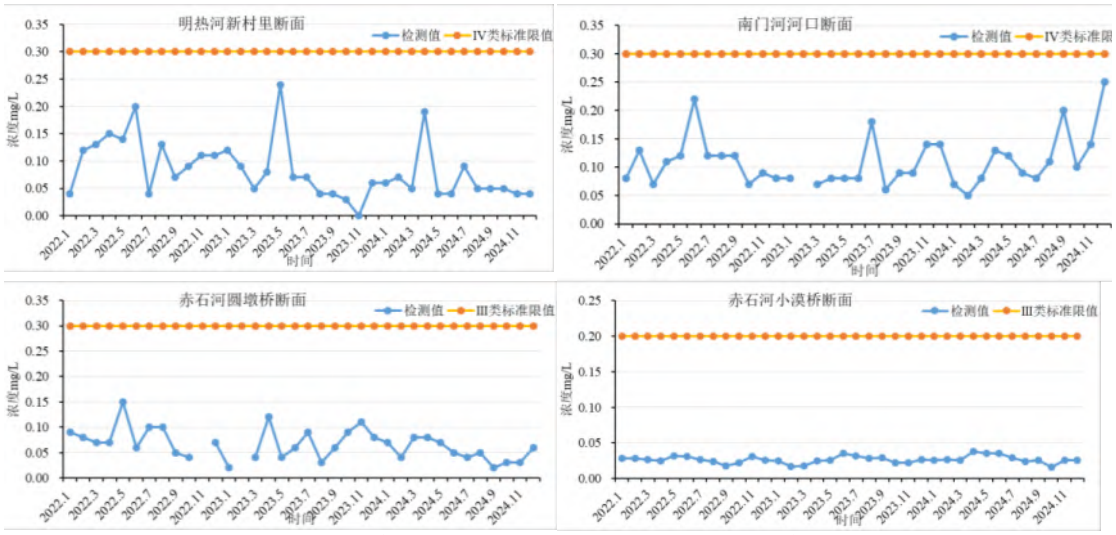


图4.3-5　常规水质深汕合作区主要退水河流断面 2022-2024 年逐月总磷浓度变化趋势

2、生活饮用水水源地水质分析

（1）水源地常规监测断面

本次收集到 1 个区乡镇级水源地（三角山水库饮用水水源保护区）断面近 3 年的水质监测资料进行水质现状分析。

表4.3-18　本次评价范围输水线路及受水区水源地监测断面情况表

河段名称	断面名称	性质	经纬度坐标（°）	监测项目
三角山水库	三角山水库取水口	水源保护区	E115.0313,N22.8532	《地表水环境质量标准》（GB838-2002）中表 1 的 24 项基本项目+表 2 的 5 项水源地补充项目+叶绿素 a 共 30 项

（2）监测结果及评价

三角山水库断面水质状况见表 4.3-19，三角山水库取水口水质目标为II类，2022 年~2024 年断面逐月水质为 I~III类，其中总磷、溶解氧和五日生化需氧量偶有超Ⅱ类限值，但均优于III类标准，其余指标稳定达到Ⅱ类要求。三角山水库水质磷超标可能与水库体量小、水体流动性差，自净能力弱，总磷易累积有关，库区原有含磷底泥在厌氧或扰动条件下持续释放，叠加库周边被森林公园包围，周

围面源降水冲刷、枯枝落叶及鸟粪等内源有机负荷，封闭水体无法有效稀释，进而导致总磷超标。

表4.3-19　2022~2024 年输水路线及受水区水源地水质监测断面水质状况

监测时间		水质类别	监测时间		水质类别	监测时间		水质类别	水质目标
年	月		年	月		年	月		
2022	1	III(溶解氧超标 0.12 倍)	2023	1	II	2024	1	III(总磷超标 0.2 倍)	II
	2	III(总磷超标 0.6 倍)		2	III(总磷超标 0.6 倍)		2	II	II
	3	I		3	I		3	III(总磷超标 0.6 倍)	II
	4	III(总磷超标 0.6 倍)		4	II		4	/	II
	5	III(总磷超标 0.6 倍)		5	III(总磷超标 0.6 倍)		5	/	II
	6	II		6	III(溶解氧超标 0.05 倍、总磷超标 0.6 倍)		6	/	II
	7	III(总磷超标 0.2 倍)		7	II		7	/	II
	8	II		8	II		8	III(溶解氧超标 0.01 倍、五日生化需氧量超标 0.07 倍)	II
	9	III(总磷超标 0.6 倍)		9	III(总磷超标 0.6 倍)		9	/	II
	10	II		10	III(总磷超标 0.2 倍)		10	/	II
	11	I		11	III(总磷超标 0.6 倍)		11	II	II
	12	I		12	III(总磷超标 0.2 倍)		12	/	II

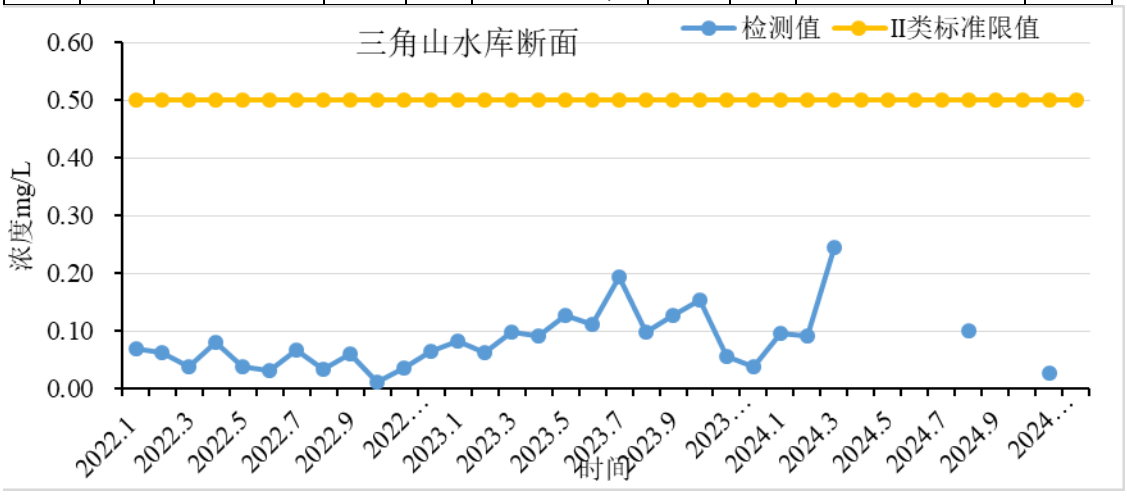


图4.3-6　深汕合作区三角山水库 2022-2024 年逐月氨氮浓度变化趋势

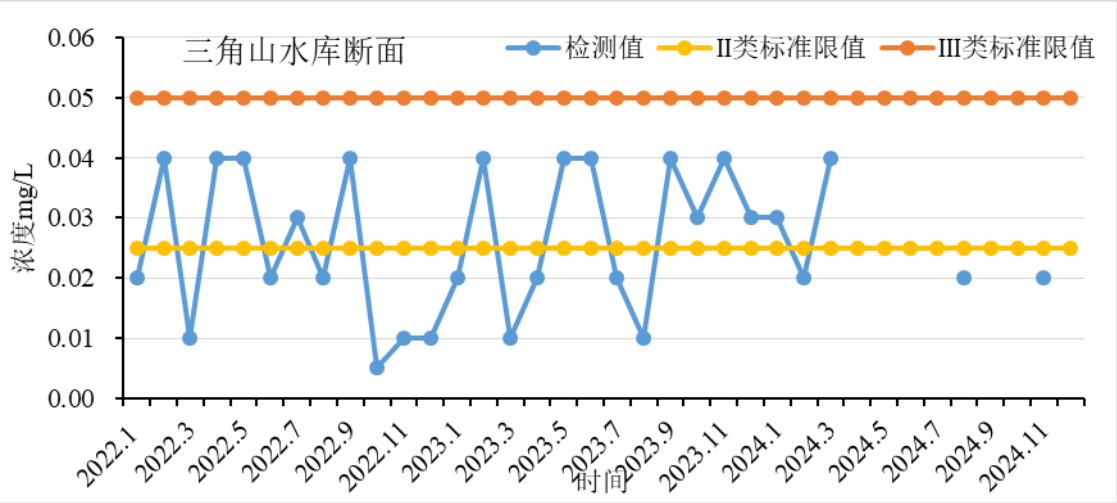


图4.3-7　深汕合作区三角山水库 2022-2024 年逐月总磷浓度变化趋势

4.3.3.2 地表水质现状补充监测

（1）监测断面布设情况

为进一步了解输水线路及受水区影响区域的水环境质量现状，本次环境影响评价明热河进行了丰、枯二期的水环境质量现状监测，监测单位为广东天鉴检测技术服务股份有限公司，监测时间为 2023 年 2 月 20 日~22 日、2025 年 7 月 24 日~26 日。明热河监测断面布置情况和监测项目详见表 4.3-20。

表4.3-20　输水线路及受水区地表水水质现状补充监测断面布设一览表

水体	断面名称	断面编号	位置	监测项目
明热河	明热河	W10	明溪河汇入口下游 600m	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮、总磷、砷、总汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂 18 项

（2）监测频次

监测频次：监测两期（枯水期和丰水期），每期连续监测三天，每天各采样监测 1 次。

（3）采样方法

根据调查结果，枯水期 W10 断面的河宽介于 4.1~4.5m 之间，水深介于 0.31~0.36m 之间，采样时设置了垂线数为 1，每条垂线的采样点数为 1；丰水期 W10 断面的河宽介于 59~61m 之间，水深介于 2.38~2.77m 之间，采样时设置了垂线数为 2，每条垂线的采样点数为 1。本项目输水线路及受水区监测断面采样垂线数和垂线上采样点设置符合《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022)

要求。

（4）监测结果及评价

水质监测结果及统计情况见附件 36。根据水质评价结果附件 36，明热河所布置的 W10 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准。

4.3.4 地下水环境现状

4.3.4.1 监测方案布设

为了解项目所在区域地下水环境现状，本次环境影响评价委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程区地下水进行采样监测，监测时间为 2025 年 7 月 24 日~28 日。

（1）监测点位

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）相关要求，工程沿线地下水环境现状监测共布设了 6 个监测点位，具体布设情况详见表 4.3-21。

表4.3-21 地下水水质监测点位信息一览表

编号	监测点名称	监测点位置	经纬度	监测内容
U1	明溪村	明溪村	N:22°55'17.28" E:115°02'23.08"	水质、水位
U2	冰深村	冰深村	N:22°52'40.08" E:115°3'35.13"	水位
U3	赤石镇	赤石镇	N:22°52'55.24" E:115°04'39.89"	水质、水位
U4	西部水厂提水泵站	西部水厂提水泵站	N:22°49'44.29" E:114°59'06.57"	水位
U5	田心	田心	N:23°02'50.00" E:115°04'04.94"	水质、水位
U6	白盆珠水库取水口	白盆珠水库取水口	N:23°3'27.06" E:115°1'48.29"	水质、水位

（2）监测时间和频率

底泥监测一期，采样时间为 2025 年 7 月 24 日~28 日，监测频率为 1 次/监测点。

（3）监测项目

1）水质监测项目：八大离子（K^++Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}、Cl^-、SO_4^{2-}）、pH 值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、钾、钠、钙、镁、碳

酸盐、碳酸氢盐、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总α放射性、总β放射性等。

2）水位监测项目：地下水位。

（4）监测分析方法

采样、检测分析方法严格按照《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2016）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）相关标准执行。

（5）评价方法

评价方法采用和地表水同样的水质指数法，水质标准指数>1，表明该水质因子超标。标准指数越大，污染程度越重；标准指数越小，说明水体受污染的程度越轻。

4.3.4.2 地下水环境质量评价

各监测点位地下水水位监测结果见表 4.3-22。

表4.3-22　各监测点位地下水水位监测结果

编号	采样日期	水位埋深（m）	备注
U1	2025-07-27	3.05	无色、无气味、无浮油
U2	2025-07-24	2.72	——
U3	2025-07-25	3.10	无色、无气味、无浮油
U4	2025-07-24	2.76	——
U5	2025-07-27	3.08	无色、无气味、无浮油
U6	2025-07-28	2.94	无色、无气味、无浮油

各监测点位地下水水质评价结果见表 4.3-23。根据监测结果各监测点地下水各项指标均能达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类水质标准。

表4.3-23　地下水环境质量现状评价结果一览表

检测项目	监测点位置、检测结果及评价结果												GB/T 14848-2017 III类	检测值计量单位
	U1 明溪村			U3 赤石镇			U5 田心			U6 白盆珠水库取水口				
	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标		
pH 值	6.6		达标	6.5		达标	6.5		达标	6.7		达标	6.5≤pH≤8.5	无量纲
氨氮	0.169	0.34	达标	0.13	0.26	达标	0.059	0.12	达标	0.134	0.27	达标	≤0.50	mg/L
硝酸盐(以 N 计)	1.06	0.05	达标	3.44	0.17	达标	3.58	0.18	达标	5.93	0.30	达标	≤20.0	mg/L
亚硝酸盐氮	0.026	0.03	达标	0.003(L)	0.002	达标	0.003(L)	0.002	达标	0.003(L)	0.002	达标	≤1.00	mg/L
总汞	0.00004(L)	0.02	达标	0.00004(L)	0.02	达标	0.00004(L)	0.02	达标	0.00004(L)	0.02	达标	≤0.001	mg/L
砷	0.0005	0.05	达标	0.0014	0.14	达标	0.0118	1.18	达标	0.0059	0.59	达标	≤0.01	mg/L
硒	0.0004(L)	0.02	达标	0.0004(L)	0.02	达标	0.0004(L)	0.02	达标	0.0004(L)	0.02	达标	≤0.01	mg/L
六价铬	0.004(L)	0.04	达标	0.004(L)	0.04	达标	0.004(L)	0.04	达标	0.004(L)	0.04	达标	≤0.05	mg/L
铅	0.00096	0.10	达标	0.00155	0.16	达标	0.00249	0.25	达标	0.00263	0.26	达标	≤0.01	mg/L
镉	0.00006	0.01	达标	0.0001	0.02	达标	0.00009	0.02	达标	0.0001	0.02	达标	≤0.005	mg/L
氰化物	0.002(L)	0.02	达标	0.002(L)	0.02	达标	0.002(L)	0.02	达标	0.002(L)	0.02	达标	≤0.05	mg/L
氟化物	0.1(L)	0.05	达标	0.1(L)	0.05	达标	0.2	0.20	达标	0.5	0.05	达标	≤1.0	mg/L
耗氧量	1.51	0.50	达标	1.19	0.40	达标	0.8	0.27	达标	0.75	0.25	达标	≤3.0	mg/L
溶解性总固体	74	0.07	达标	130	0.13	达标	118	0.12	达标	144	0.14	达标	≤1000	mg/L
总硬度	41	0.09	达标	57.7	0.13	达标	54.6	0.12	达标	62.7	0.14	达标	≤450	mg/L

检测项目	监测点位置、检测结果及评价结果												GB/T 14848-2017 III类	检测值计量单位
	U1 明溪村			U3 赤石镇			U5 田心			U6 白盆珠水库取水口				
	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标		
硫化物	0.01(L)	0.25	达标	0.01(L)	0.25	达标	0.01(L)	0.25	达标	0.01(L)	0.25	达标	≤0.02	mg/L
氯化物	4.52	0.02	达标	7.2	0.03	达标	3.98	0.02	达标	11.2	0.04	达标	≤250	mg/L
硫酸盐	3.09	0.01	达标	9.5	0.04	达标	11.5	0.05	达标	14	0.06	达标	≤250	mg/L
碘化物	0.002(L)	0.01	达标	0.002(L)	0.01	达标	0.002(L)	0.01	达标	0.002(L)	0.01	达标	≤0.08	mg/L
挥发酚	0.0003(L)	0.08	达标	0.0003(L)	0.08	达标	0.0003(L)	0.08	达标	0.0003(L)	0.08	达标	≤0.002	mg/L
阴离子表面活性剂	0.05(L)	0.08	达标	0.05(L)	0.08	达标	0.05(L)	0.08	达标	0.05(L)	0.08	达标	≤0.3	mg/L
氯仿	0.4(L)	0.003	达标	0.4(L)	0.003	达标	0.4(L)	0.003	达标	0.4(L)	0.003	达标	≤60	μg/L
四氯化碳	0.4(L)	0.10	达标	0.4(L)	0.10	达标	0.4(L)	0.10	达标	0.4(L)	0.10	达标	≤2.0	μg/L
苯	0.4(L)	0.02	达标	0.4(L)	0.02	达标	0.4(L)	0.02	达标	0.4(L)	0.02	达标	≤10.0	μg/L
甲苯	0.3(L)	0.0002	达标	0.3(L)	0.0002	达标	0.3(L)	0.0002	达标	0.3(L)	0.0002	达标	≤700	μg/L
铁	0.0776	0.26	达标	0.0427	0.14	达标	0.0712	0.24	达标	0.0679	0.23	达标	≤0.3	mg/L
锰	0.0928	0.93	达标	0.0033	0.03	达标	0.00256	0.03	达标	0.0125	0.13	达标	≤0.10	mg/L
铜	0.00071	0.001	达标	0.00121	0.001	达标	0.00649	0.01	达标	0.00143	0.001	达标	≤1.00	mg/L
锌	0.0193	0.02	达标	0.0157	0.02	达标	0.0243	0.02	达标	0.0179	0.02	达标	≤1.00	mg/L
铝	0.0815	0.41	达标	0.0548	0.27	达标	0.146	0.73	达标	0.183	0.92	达标	≤0.20	mg/L
钠	4.54	0.02	达标	7.41	0.04	达标	6.94	0.03	达标	17.8	0.09	达标	≤200	mg/L

检测项目	监测点位置、检测结果及评价结果												GB/T 14848-2017 III类	检测值计量单位
	U1 明溪村			U3 赤石镇			U5 田心			U6 白盆珠水库取水口				
	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标	检测值	标准指数	是否达标		
总 α	0.022	0.04	达标	0.022	0.04	达标	0.024	0.05	达标	0.02	0.04	达标	≤0.5	Bq/L
总 β	0.054	0.05	达标	0.035	0.04	达标	0.057	0.06	达标	0.055	0.06	达标	≤1.0	Bq/L
钾	3.94			13.8			10			6.28			——	mg/L
钙	16.8			22.2			21.4			24.3			——	mg/L
镁	0.68			1.65			1.18			1.4			——	mg/L
钾离子（K^+）	1.03			12.8			7.08			2.55			——	mg/L
钙离子（Ca^{2+}）	15.2			20.2			20.2			22.7			——	mg/L
钠离子（Na^+）	4.46			7.05			6.72			17.5			——	mg/L
镁离子（Mg^{2+}）	0.63			1.45			1.09			1.32			——	mg/L
氯化物（Cl^-）	4.44			7.16			3.94			10.9			——	mg/L
硫酸盐（SO_4^{2-}）	3.01			9.31			11.1			13.6			——	mg/L
碳酸根	5（L）			5（L）			5（L）			5（L）			——	mg/L
重碳酸根	46			75			67			79			——	mg/L

4.3.5 水生生态环境现状

4.3.5.1 调查点位设置

为评价工程影响范围内输水线路及受水区的水生生物现状，根据代表性、整体性原则，评价单位委托广州草木蕃环境科技有限公司于 2022 年 5 月和 2023 年 2 月在评价范围内的白马河、明热河、赤石河和南门河共设置 8 个采样点开展水生生态调查工作。

表4.3-24　输水线路及受水区水生生态调查点位信息表

水体	位置	点位编号	经纬度	备注
明溪河	明溪河	7#	E115.04774037, N22.91872298	明溪河明溪村
明溪河	明溪河	8#	E115.05396701, N22.90100283	明溪河下游 100m
明热河	明热河	9#	E115.06423402, N22.87359299	汇入赤石河前
赤石河	赤石河 1	10#	E115.09245184, N22.92705377	新厝村
赤石河	赤石河 2	11#	E115.06960715, N22.85180470	新寨村
赤石河	赤石河 3	12#	E115.04439773, N22.79992042	沙浦桥上游 500m
南门河	南门河(汇入赤石河前）	13#	E115.02804187, N22.81329305	田寮村
白马河	白马河	14#	E115.08221182, N23.03416143	白马村

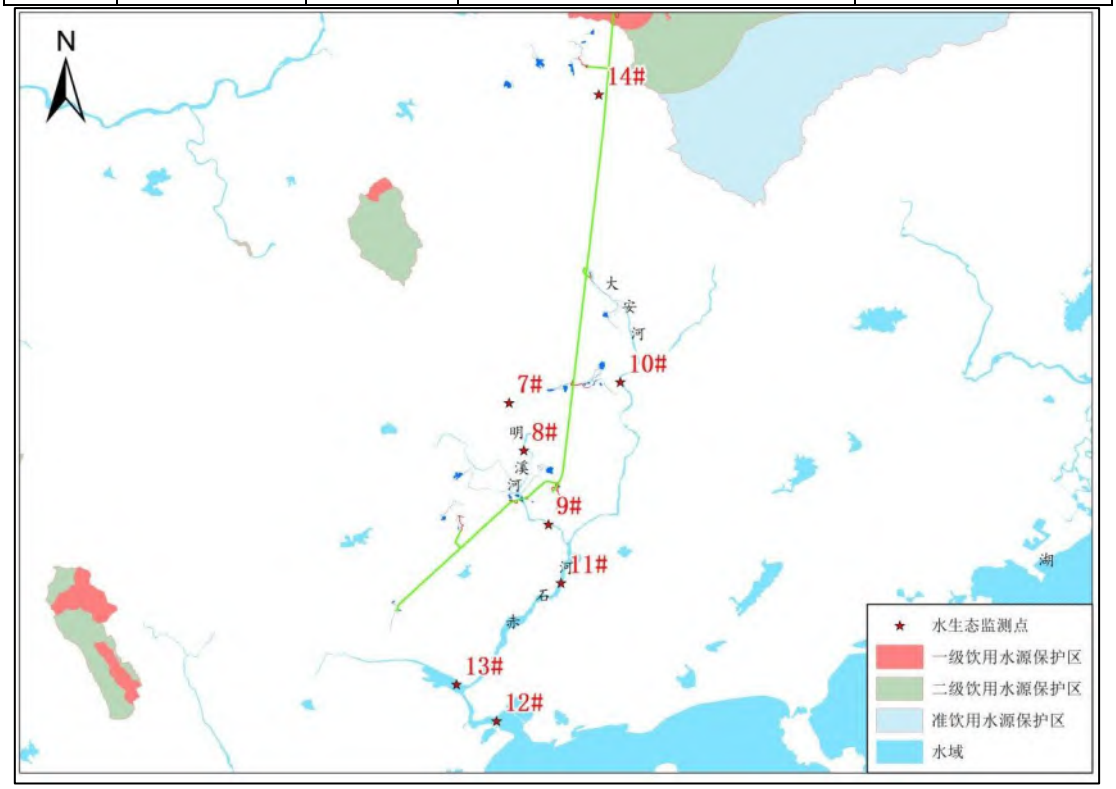


图4.3-8　输水线路及受水区水生生态调查站位示意图

4.3.5.2 浮游植物

（1）种类组成

经鉴定，输水线路及受水区共检测出浮游植物 7 门 59 种（属），占比最高的前三个种群为：硅藻门种类占比最高，达到 24 种（属），占总种类数的 41%；其次是绿藻门，为 21 种，占总种类数的 36%；蓝藻门检测出 6 种（属），占总种类数的 10%。在各站位分布较广的浮游植物种类为龙骨栅藻 *Scenedesmus carinatus*、普通小球藻 *Chlorella vulgaris*、星肋小环藻 *Cyclotella asterocoaata* 和简单舟形藻 *Navicula simplex*。各站浮游植物名录见附录 5-1。

表4.3-25　输水线路及受水区浮游植物各门类组成及比例

序号	类群	属数	属数占比（%）	种数	种数占比（%）
1	硅藻门	16	40	24	41
2	甲藻门	2	5	2	3
3	金藻门	1	2.5	1	2
4	蓝藻门	5	12.5	6	10
5	裸藻门	2	5	3	5
6	绿藻门	12	30	21	36
7	隐藻门	2	5	2	3
合计		**40**	**100**	**59**	**100**

（2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期），调查水域各站位浮游植物密度在 5.010×10^4 ～ 21.04×10^4 ind./L 范围内，平均密度为 11.777×10^4 ind./L，最高、最低值分别出现在 8#和 14#站位；生物量在 0.0659～0.264mg/L 之间，平均生物量为 0.16mg/L，最高、最低值分别出现在 8#和 14#站位。

2023 年 2 月（枯水期），调查到受水区各站位浮游植物密度变化范围为 4.778×10^4～24.01×10^4 ind./L，平均密度为 11.649×10^4 ind./L，最高和最低值分别出现在 10#和 14#站位；生物量变化范围为 0.0647～1.387mg/L，平均生物量为 0.431mg/L，最高和最低值分别出现在 7#和 12#站位。

表4.3-26　2022 年 5 月输水线路及受水区浮游植物密度（$\times10^4$ ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
	密度	3.832	3.29	4.89	3.38	3.78	2.21	5.12	1.53	3.504

门	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
硅藻门	生物量	0.0333	0.0681	0.0751	0.0607	0.0201	0.0161	0.0893	0.0136	0.047
甲藻门	密度	2.03	/	0.93	/	0.87	1.579	1.27	/	1.336
	生物量	0.012	/	0.016	/	0.096	0.0295	0.032	/	0.037
金藻门	密度	/	/	/	1.6	/	/	/	/	1.600
	生物量	/	0.011	/	0.0128	/	/	/	/	0.012
蓝藻门	密度	3.63	4.68	2.47	9.29	0.27	/	/	3.42	3.960
	生物量	0.0536	0.0885	0.0419	0.0836	0.0027	/	/	0.0523	0.054
裸藻门	密度	4.12	4.23	1.13	/	1.43	0.13	0.53	0.0338	1.658
	生物量	0.0321	0.0515	0.0142	/	0.0243	0.0137	0.046	/	0.030
绿藻门	密度	2.36	2.87	0.93	2.8	0.27	0.93	0.8	/	1.566
	生物量	0.0263	0.0299	0.005	0.0354	0.0001	0.005	0.004	/	0.015
隐藻门	密度	3.95	5.97	0.124	0.67	0.53	0.67	1.24	0.0266	1.648
	生物量	0.041	0.0258	0.0001	0.007	0.005	0.007	0.021	/	0.015
合计	**密度**	**19.922**	**21.04**	**10.474**	**16.14**	**7.15**	**5.519**	**8.96**	**5.010**	**11.777**
	生物量	**0.198**	**0.264**	**0.152**	**0.187**	**0.148**	**0.071**	**0.192**	**0.0659**	**0.160**

表4.3-27　2023 年 2 月输水线路及受水区浮游植物密度（×10^4 ind./L）和生物量（mg/L）

门	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
硅藻门	密度	3.86	3.29	5.87	3.47	4.8	3.21	5.6	1.53	3.954
	生物量	0.0533	0.0481	0.0851	0.0507	0.0401	0.0267	0.0473	0.0136	0.046
甲藻门	密度	2.13	/	1.33	/	6.3	5.9	2.7	/	3.672
	生物量	0.012	/	0.016	/	0.096	0.03653	0.032	/	0.039
金藻门	密度	/	/	/	1.6	/	/	/	/	1.600
	生物量	/	0.011	/	0.0128	/	/	/	/	0.012
蓝藻门	密度	1.26	2.36	1.47	17.07	0.27	/	/	2.69	4.187
	生物量	0.0321	0.0356	0.0109	0.134	0.0273	/	/	0.0492	0.048
裸藻门	密度	0.412	0.423	0.13	/	0.53	0.13	0.53	0.531	0.384
	生物量	1.23	1.15	0.004	/	0.016	0.0003	0.016	/	0.403

门	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
绿藻门	密度	2.13	3.21	0.93	2.8	0.27	0.93	0.8	/	1.581
	生物量	0.0356	0.0638	0.0005	0.0035	0.0001	0.0005	0.0004	1.56	0.208
隐藻门	密度	0.485	0.612	0.13	0.67	0.53	0.67	1.2	0.0266	0.540
	生物量	0.0241	0.0258	0.0001	0.0007	0.0005	0.0007	0.0012	/	0.008
合计	**密度**	**10.277**	**9.895**	**9.86**	**24.01**	**12.7**	**10.84**	**10.83**	**4.778**	**11.649**
	生物量	**1.387**	**1.323**	**0.117**	**0.188**	**0.18**	**0.0647**	**0.0969**	**0.0894**	**0.431**

（3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）输水线路及受水区 8 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.282～0.915 之间，平均值为 0.635；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 0.723～2.195，平均值为 1.648；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.255～0.867，平均值为 0.626。从站位分布来看，*J*、*H'*和 *D* 最高值均出现在 12#站位；最低值均出现在 11#站位。

2023 年 2 月（枯水期）输水线路及受水区 8 个采样点浮游植物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.636～0.831 之间，平均值为 0.746，最高值和最低值分别出现在 12#站位和 11#站位；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.376～1.844，平均值为 1.714，生物多样性水平一般，最高值和最低值分别出现在 10#站位和 13#站位；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.613～0.791，平均值为 0.731，最高值和最低值分别出现在 9#站位和 11#站位。

总体而言，从时间分布上看，输水线路及受水区枯水期浮游植物群落特征指数整体高于丰水期，表明枯水期浮游植物群落结构更稳定。

表4.3-28　输水线路及受水区浮游植物生物多样性指数

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
2022 年 5 月	7#	14	68	0.693	1.901	0.713
	8#	16	81	0.714	1.932	0.734
	9#	14	79	0.698	1.843	0.714
	10#	16	79	0.707	1.961	0.723
	11#	13	232	0.282	0.723	0.255
	12#	11	36	0.915	2.195	0.867

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
	13#	13	119	0.542	1.391	0.536
	14#	9	31	0.531	1.234	0.463
	平均值	**13.25**	**90.625**	**0.635**	**1.648**	**0.626**
2023 年 2 月	7#	10	73	0.773	1.813	0.784
	8#	14	86	0.785	1.821	0.769
	9#	10	65	0.792	1.823	0.791
	10#	16	192	0.665	1.844	0.704
	11#	9	54	0.636	1.396	0.613
	12#	9	44	0.831	1.825	0.786
	13#	8	63	0.662	1.376	0.618
	14#	7	48	0.826	1.814	0.783
	平均值	**10.375**	**78.125**	**0.746**	**1.714**	**0.731**

（4）输水线路及受水区水华发生情况及潜在风险分析

输水线路及受水区的浮游植物调查数据显示，其蓝藻密度在 2022 年 5 月和 2023 年 2 月均显著低于水华阈值（2×10^6 cells/L），平均值分别为 3.960×10^4 ind./L（3.96×10^4 cells/L）和 4.187×10^4 ind./L（4.187×10^4 cells/L），表明当前该水域不存在水华发生的实际风险。

潜在风险方面，输水线路及受水区当前水华风险较低，但作为水资源调配的关键区域，其水质状况直接影响供水安全和生态系统健康。若外源污染（如农业径流、工业排放）增加，营养盐负荷上升可能打破现有群落平衡，诱发蓝藻或其他藻类水华。尤其在未来气候变化背景下，水温升高和极端降雨事件可能加剧营养盐输入，促进蓝藻竞争优势。为防范风险，建议持续监测营养盐和浮游植物指标，优化输水调度从源头上控制污染输入，确保水资源可持续利用。

4.3.5.3 浮游动物

（1）种类组成

2022~2023 年调查结果显示，输水线路及受水区共调查到浮游动物 4 类 49 属 65 种，以轮虫种类数为最多，有 16 属 22 种，占总种类数的 33.85%；其次为原生动物 10 属 17 种，占总种类数的 26.15%；桡足类 14 属 15 种，占总种类数

的 23.08%；枝角类 9 属 11 种，占总种类数的 16.92%。

各站浮游动物名录见附录 5-2。

表4.3-29　输水线路及受水区浮游动物种类组成

类群	属数	属数占比（%）	种数	种数占比（%）
原生动物	10	20.41	17	26.15
轮虫	16	32.65	22	33.85
枝角类	9	18.37	11	16.92
桡足类	14	28.57	15	23.08
总计	**49**	**100.00**	**65**	**100.00**

（2）密度与生物量

2022 年 5 月（丰水期）输水线路及受水区各站位浮游动物密度变化范围在 29~273ind./L 之间，平均密度为 103.5ind./L，最高、最低值分别出现在 13#和 7#调查站位；各站生物量变化范围在 0.113~0.580mg/L 之间，平均生物量为 0.224mg/L，最高、最低值分别出现在 12#和 7#调查站位。

2023 年 2 月（枯水期）输水线路及受水区各站位浮游动物密度变化范围在 30~617.5ind./L 之间，平均密度为 234.43ind./L，最高、最低值分别出现在 12#和 7#调查站位；各站生物量变化范围在 0.101~1.157mg/L 之间，平均生物量为 0.548mg/L，最高、最低值分别出现在 11#和 7#调查站位。

表4.3-30　2022 年 5 月输水线路及受水区各采样点浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

类群	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
原生动物	密度	11	36	26	34	41	75	34	31	42
	生物量	0.0006	0.0018	0.0013	0.0017	0.0021	0.0038	0.0017	0.0014	0
轮虫	密度	12	27	10	20	13	101	219	25	72.6
	生物量	0.0136	0.0358	0.0138	0.0928	0.0207	0.0621	0.1571	0.0013	0.07
枝角类	密度	1	1	1	2	2	5	2	1	2.4
	生物量	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.17	0.06	0.03	0.07
桡足类	密度	2	2	2	2	1	7	2	2	2.8
	生物量	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03	0.26	0.09	0.09	0.1
无节幼体	密度	3	3	4	8	6	28	16	3	12.4
	生物量	0.009	0.009	0.012	0.024	0.018	0.084	0.048	0.009	0.04
合计	密度	29	69	43	66	63	216	273	69	103.5

类群	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
	生物量	0.113	0.137	0.117	0.219	0.131	0.580	0.357	0.137	0.224

表4.3-31　2023 年 2 月输水线路及受水区各采样点浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

类群	现存量	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
原生动物	密度	9	40	30	30	230	470	60	35	164
	生物量	0.0005	0.002	0.0015	0.0015	0.0115	0.0235	0.003	0.0016	0.01
轮虫	密度	15	30	40	120	70	70	60	27	72
	生物量	0.0011	0.0018	0.212	0.662	0.218	0.029	0.416	0.0016	0.31
枝角类	密度	1	1	0.313	1.25	0.156	0.156	0.313	3	0.44
	生物量	0.03	0.03	0.009	0.034	0.005	0.005	0.009	0.05	0.01
桡足类	密度	2	2	2.344	1.406	7.813	7.344	7.344	2	5.25
	生物量	0.06	0.06	0.109	0.048	0.263	0.266	0.259	0.06	0.19
无节幼体	密度	3	3	80	40	220	70	80	4	98
	生物量	0.009	0.009	0.24	0.12	0.66	0.21	0.24	0.01	0.29
合计	密度	30	76	152.66	192.66	527.97	617.5	207.66	71	234.431
	生物量	0.101	0.103	0.572	0.866	1.157	0.533	0.928	0.123	0.548

（3）生物多样性现状评价

2022 年 5 月（丰水期）输水线路及受水区 8 个采样点浮游动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.709～0.930 之间，平均值为 0.822，最高、最低值分别出现在 8#和 12#站位；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.778～2.340，平均值为 2.031，最高、最低值分别出现在 8#和 14#站位；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.769～0.851，平均值为 0.813，最高、最低值分别出现在 8#和 14#站位。

2023 年 2 月（枯水期）输水线路及受水区 8 个采样点浮游动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.807～0.978 之间，平均值为 0.887，最高、最低值分别出现在 8#站位和 14#站位；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.763～2.594，平均值为 2.257，生物多样性水平良好，最高、最低值分别出现在 10#和 14#站位；Simpson 优势度指数 *D* 变化范围为 0.732～0.930，平均值为 0.863，最高、最低值分别出现在 8#和 14#站位。

总体而言，从时间分布上看，枯水期浮游动物群落特征指数整体略高于丰水期，表明枯水期浮游动物群落结构更加复杂和稳定。此评价结果与浮游植物的生

物多样性评价结果相一致。

表4.3-32　输水线路及受水区浮游动物生物多样性指数

调查时间	采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Simpson 优势度指数 *D*
2022 年 5 月	7#	6	30	0.86	1.93	0.826
	8#	18	43	0.93	2.34	0.851
	9#	9	39	0.91	2	0.839
	10#	15	60	0.831	2.25	0.849
	11#	10	59	0.782	1.802	0.78
	12#	22	108	0.709	2.19	0.812
	13#	14	154	0.743	1.961	0.779
	14#	5	25	0.810	1.778	0.769
	平均值	**12.375**	**64.750**	**0.822**	**2.031**	**0.813**
2023 年 2 月	7#	8	30	0.882	1.98	0.838
	8#	22	45	0.978	2.573	0.93
	9#	13	24	0.966	2.477	0.91
	10#	16	32	0.935	2.594	0.91
	11#	14	81	0.835	2.203	0.862
	12#	14	102	0.856	2.259	0.871
	13#	14	61	0.835	2.204	0.852
	14#	6	23	0.807	1.763	0.732
	平均值	**13.375**	**49.750**	**0.887**	**2.257**	**0.863**

4.3.5.4 大型底栖动物

（1）种类组成

2022-2023 年调查期间，调查人员在输水线路及受水区共检出大型底栖无脊椎动物 23 种（属），隶属于 2 门 8 目 18 科；其中软体动物门 6 目 12 科 15 种（属），占总种数的 65.22%；节肢动物门 2 目 6 科 8 种（属），占总种数的 34.78%。在各站位分布相对较为广泛的软体动物主要优势种类为河蚬 *Corbicula fluminea* 和中华圆田螺 *Cipangopaludina cathayensis*；节肢动物主要为日本沼虾 *Macrobrachium nipponense* 和字纹弓蟹 *Varuna litterata*。

表4.3-33　输水线路及受水区大型底栖动物种类组成统计表

序号	门	目	科	中文名	拉丁名	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
1	软体动物门	帘蛤目	帘蛤科	文蛤	*Meretrix meretrix*						+		
2			饰贝科	沙筛贝	*False Mussel*							+	
3		贻贝目	壳菜蛤科	翡翠贻贝	*Perna viridis*						+		
4			贻贝科	黑荞麦蛤	*Vignadula atrata*							+	
5		真瓣鳃目	蚬科	河蚬	*Corbicula fluminea*	+	+	+	+				+
6		盘足目	汇螺科	珠带拟蟹守螺	*Cerithidea cingulata*							+	
7		原始腹足目	蜑螺科	黑线蜑螺	*Nerita balteata*						+		
8		中腹足目	田螺科	中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*	+	+		+				+
9			滨螺科	粗糙滨螺	*Littorina scabra*						+		
10				黑口滨螺	*Littoraria melanostoma*						+		
11			瓶螺科	大瓶螺	*Pomacea canaliculata*		+	+					+
12			跑螺科	瘤拟黑螺	*Melanoides tuberculata*			+					
13				斜粒粒蜷	*Tarbia granifera*			+					
14				粗糙米氏蜷	*Mieniplotia scabra*			+					
15			锥蜷科	放逸短沟蜷	*Semisulcospira libertina*			+					
16	节肢动物门	口足目	虾蛄科	口虾姑	*Oratosquilla orarotia*					+	+	+	
17		十足目	长臂虾科	日本沼虾	*Macrobrachium nipponense*	+	+	+	+	+	+	+	+
18			对虾科	刀额新对虾	*Metapenaeus ensis*					+	+	+	
19			梭子蟹科	拟穴青蟹	*Scylla serrata*						+	+	

序号	门	目	科	中文名	拉丁名	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
20				钝齿长桨蟹	*Thalamita crenata*							+	
21				钝齿蟳	*Charybdis hellerii*						+		
22			弓蟹科	字纹弓蟹	*Varuna litterata*			+		+	+	+	
23			方蟹科	平背蜞	*Gaetice depressus*					+			
合计	**2**	**8**	**18**	**23**	**23**	**3**	**4**	**8**	**3**	**5**	**11**	**9**	**4**

（2）密度与生物量

2022~2023 年调查结果显示，输水线路及受水区各采样点大型底栖动物密度变化范围在 4-15 ind./m^2 之间，平均密度为 8.63 ind./m^2。生物量变化范围在 3.5-24.6 g/m^2 之间，平均生物量为 10.79 g/m^2。密度与生物量最高值均出现在 13#站位（南门河），最低值均出现在 10#站位（赤石河上游）。

表4.3-34　输水线路及受水区底栖动物密度和生物量

采样点	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#	平均值
密度(ind./m^2)	4	6	13	4	10	13	15	4	**8.63**
生物量(g/m^2)	4.3	5.2	7.9	3.5	13.9	22.6	24.6	4.3	**10.79**

（3）资源密度

根据 2022-2023 年调查数据统计分析，输水线路及受水区大型底栖动物资源密度总计 515kg/ha。靠近河口区域发现较多经济价值较高的甲壳类，如拟穴青蟹、日本沼虾、口虾蛄以及钝齿长桨蟹等。

表4.3-35　输水线路及受水区底栖动物资源密度

中文名	拉丁名	资源密度（kg/ha）
文蛤	*Meretrix meretrix*	3
沙筛贝	*False Mussel*	2
翡翠贻贝	*Perna viridis*	3
黑荞麦蛤	*Vignadula atrata*	2
河蚬	*Corbicula fluminea*	13
珠带拟蟹守螺	*Cerithidea cingulata*	8
黑线蜑螺	*Nerita balteata*	4
中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*	4
粗糙滨螺	*Littorina scabra*	7
黑口滨螺	*Littoraria melanostoma*	2
大瓶螺	*Pomacea canaliculata*	12
瘤拟黑螺	*Melanoides tuberculata*	4
斜粒粒蜷	*Tarbia granifera*	2
粗糙米氏蜷	*Mieniplotia scabra*	2
放逸短沟蜷	*Semisulcospira libertina*	4
口虾姑	*Oratosquilla orarotia*	31
日本沼虾	*Macrobrachium nipponense*	75

中文名	拉丁名	资源密度（kg/ha）
刀额新对虾	*Metapenaeus ensis*	36
拟穴青蟹	*Scylla serrata*	85
钝齿长桨蟹	*Thalamita crenata*	59
钝齿蟳	*Charybdis hellerii*	39
字纹弓蟹	*Varuna litterata*	87
平背蜞	*Gaetice depressus*	31
合计		**515**

（4）生物多样性现状评价

2022-2023 年调查期间，输水线路及受水区各采样点底栖动物 Pielou 均匀度指数 *J* 变化范围在 0.91～0.98 之间，平均值为 0.94；Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*变化范围为 1.04～2.35，平均值为 1.66；Margalef 丰富度指数 *D* 变化范围为 1.44～3.90，平均值为 2.24。从空间分布来看，靠近河口水域的 12#和 13#站位的 *J*、*H'*和 *D* 值均相对较高，而位于明溪河 7#和位于赤石河上游 10#站位的 *H'*和 *D* 值则明显偏低。综合以上指数结果，表明输水线路及受水区靠近河口水域的大型底栖动物资源量和生物多样性水平整体相对较高，而内陆水域则相对较低。

表4.3-36　输水线路及受水区底栖动物生物多样性指数统计表

采样点	种类数 S	总个体 N	Pielou 均匀度指数 *J*	Shannon-Wiener 多样性指数 *H'*	Margalef 丰富度 *D*
7#	3	11	0.91	1.34	1.68
8#	4	15	0.91	1.56	1.73
9#	8	13	0.96	1.99	2.73
10#	3	4	0.95	1.04	1.44
11#	5	10	0.93	1.5	1.74
12#	11	13	0.98	2.35	3.9
13#	9	15	0.94	2.06	2.95
14#	4	10	0.92	1.46	1.72
平均值	**6**	**11**	**0.94**	**1.66**	**2.24**

4.3.5.5 鱼类

（1）种类组成

2022 年 5 月（丰水期）和 2023 年 2 月（枯水期）调查人员在输水线路及受水区（7#-14#点位）采用地笼网和流刺网捕鱼，并在附近居民活动区访问调查。根据调查结果，在输水线路及受水区 8 个点位共鉴定出鱼类 62 种，隶属于 15 目 31 科，调查到的鱼类各目、科及种的数量分布情况见下表。鱼类种类数以鲤形目为最多，有 6 科 16 种，占鱼类总种数的 25.81%；其次为鰕虎鱼目 3 科 12 种，占鱼类总种数的 19.35%。

表4.3-37　输水线路及受水区鱼类组成统计表

序号	目	科数	种数	种数占比（%）
1	刺尾鱼目 Acanthuriformes	2	4	6.45
2	发光鲷目 Acropomatiformes	1	1	1.61
3	鲱形目 Clupeiformes	2	4	6.45
4	鳉形目 Cyprinodontiformes	1	1	1.61
5	鲤形目 Cypriniformes	6	16	25.81
6	丽鱼目 Cichliformes	1	4	6.45
7	卵附系 Ovalentaria/misc	1	1	1.61
8	鲇形目 Siluriformes	3	4	6.45
9	攀鲈目 Anabantiformes	3	3	4.84
10	太阳鱼目 Centrarchiformes	1	2	3.23
11	鲀形目 Tetraodontiformes	1	1	1.61
12	鰕虎鱼目 Gobiiformes	3	12	19.35
13	鲉形目 Perciformes/Scorpaenoidei	1	1	1.61
14	真鲈形系 Eupercaria/misc	4	5	8.06
15	鲻形目 Mugiliformes	1	3	4.84
合计		31	62	100.00

表4.3-38　输水线路及受水区鱼类调查来源

序号	物种名	拉丁名	调查方式
1	短棘鳊	*Leiognathus equula*	现场调查
2	短吻鳊	*Leiognathus brevirostris*	现场调查
3	项斑项鳊	*Nuchequula nuchalis*	现场调查
4	黄斑篮子鱼	*Siganus canaliculatus*	现场调查
5	花鲈	*Lateolabrax japonicus*	现场调查
6	斑鰶	*Konosirus punctatus*	现场调查

序号	物种名	拉丁名	调查方式
7	花鳓	*Clupanodon thrissa*	现场调查
8	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*	现场调查
9	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*	现场调查
10	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	现场调查
11	鯊	*Hemiculter leucisculus*	现场调查
12	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	现场调查
13	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	现场调查
14	异鱲	*Parazacco spilurus*	现场调查
15	鲫	*Carassius auratus*	现场调查
16	麦氏拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon myersi*	现场调查
17	原缨口鳅	*Vanmanenia sp.*	现场调查
18	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	现场调查
19	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	现场调查
20	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*	现场调查
21	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	现场调查
22	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	现场调查
23	胡子鲇	*Clarias fuscus*	现场调查
24	糙隐鳍鲇	*Pterocryptis anomala*	现场调查
25	斑鳢	*Channa maculata*	现场调查
26	细鳞鲗	*Terapon jarbua*	现场调查
27	弓斑东方鲀	*Takifugu ocellatus*	现场调查
28	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*	现场调查
29	青斑细棘鰕虎鱼	*Acentrogobius viridipunctatus*	现场调查
30	舌鰕虎鱼	*Glossogobius giuris*	现场调查
31	纹缟鰕虎鱼	*Tridentiger trigonocephalus*	现场调查
32	溪吻鰕虎鱼	*Rhinogobius duospilus*	现场调查
33	小鳞沟鰕虎鱼	*Oxyurichthys microlepis*	现场调查
34	髭缟鰕虎鱼	*Tridentiger barbatus*	现场调查
35	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	现场调查
36	鲆	*Platycephalus indicus*	现场调查
37	棱鮻	*Planiliza carinata*	现场调查
38	鮻	*Planiliza haematocheilus*	现场调查
39	鲻	*Mugil cephalus*	现场调查

序号	物种名	拉丁名	调查方式
40	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*	现场调查
41	紫红笛鲷	*Lutjanus argentimaculatus*	现场调查
42	黄鳍棘鲷	*Acanthopagrus latus*	现场调查
43	少鳞鱚	*Sillago japonica*	现场调查
44	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*	现场调查
45	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	访问调查
46	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	访问调查
47	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	访问调查
48	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	访问调查
49	条纹小鲃	*Barbodes semifasciolatus*	访问调查
50	宽头拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon laticeps*	访问调查
51	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	访问调查
52	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	访问调查
53	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*	访问调查
54	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*	访问调查
55	攀鲈	*Anabas testudineus*	访问调查
56	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	访问调查
57	尖吻鲴	*Rhynchopelates oxyrhynchus*	访问调查
58	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	访问调查
59	中华乌塘鳢	*Bostrychus sinensis*	访问调查
60	孔鰕虎鱼	*Trypauchen vagina*	访问调查
61	须鳗鰕虎鱼	*Taenioides cirratus*	访问调查
62	灰鳍棘鲷	*Acanthopagrus berda*	访问调查

（2）渔获物组成

渔获物组成主要根据现场调查（刺网和地笼）获得的鱼类资源数据进行统计。统计结果显示，本次调查在输水线路及受水区 8 个点位共采集到鱼类 267 尾，总重量为 10915.72g。其中丰水期采集到鱼类 169 尾，总重量 3908.99g；枯水期采集到鱼类 98 尾，总重量为 7006.73g。

从数量上看，渔获物以眶棘双边鱼 *Ambassis gymnocephalus*、齐氏罗非鱼、舌鰕虎鱼 *Glossogobius giuris*、黄鳍棘鲷 *Acanthopagrus latus* 等鱼类为主，分别占渔获物总数量的 19.10%、8.61%、7.87%和 6.74%；从重量上看，渔获物以鲻 *Mugil*

cephalus、尼罗罗非鱼、花鲈、齐氏罗非鱼为主，分别占渔获物总重量的 23.09%、12.68%、10.60%和 10.43%。结合数量、重量及相对重要性指数（IRI）计算结果，输水线路及受水区主要优势种为鲻（IRI=1763.43）、齐氏罗非鱼（IRI=1571.71）和眶棘双边鱼（IRI=1417.13）种，其中齐氏罗非鱼为外来入侵种。

表4.3-39　输水线路及受水区渔获物组成统计表

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				IRI
	中文名	拉丁学名	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	尾数百分比(%)	重量(g)	重量百分比(%)	
1	斑鳢	*Channa maculata*	1	6.35	0	0	1	0.37	6.35	0.06	17.83
2	鯊	*Hemiculter leucisculus*	2	27.11	0	0	2	0.75	27.11	0.25	44.49
3	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	1	12.36	0	0	1	0.37	12.36	0.11	18.69
4	胡子鲇	*Clarias fuscus*	1	9.56	0	0	1	0.37	9.56	0.09	17.89
5	糙隐鳉鲇	*Pterocryptis anomala*	1	7.21	0	0	1	0.37	7.21	0.07	17.86
6	短吻鮠	*Leiognathus brevirostris*	1	10.2	0	0	1	0.37	10.2	0.09	17.96
7	黄斑篮子鱼	*Siganus canaliculatus*	0	0	1	55.23	1	0.37	55.23	0.51	19.15
8	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*	1	7.31	0	0	1	0.37	7.31	0.07	19.84
9	青斑细棘鰕虎鱼	*Acentrogobius viridipunctatus*	1	11.38	0	0	1	0.37	11.38	0.10	10.7
10	少鳞鱚	*Sillago japonica*	0	0	1	21.24	1	0.37	21.24	0.19	12.6
11	纹缟鰕虎鱼	*Tridentiger trigonocephalus*	0	0	1	3.52	1	0.37	3.52	0.03	9.19
12	异鱨	*Parazacco spilurus*	1	4.23	0	0	1	0.37	4.23	0.04	15.32
13	原缨口鳅	*Vanmanenia sp.*	0	0	1	4.6	1	0.37	4.6	0.04	10.21
14	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	0	0	1	1.53	1	0.37	1.53	0.01	3.21
15	紫红笛鲷	*Lutjanus argentimaculatus*	1	22.03	0	0	1	0.37	22.03	0.20	12.76
16	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	0	0	2	341.74	2	0.75	341.74	3.13	82.86
17	弓斑东方鲀	*Takifugu ocellatus*	2	60.82	0	0	2	0.75	60.82	0.56	86.22

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				IRI
	中文名	拉丁学名	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	尾数百分比(%)	重量(g)	重量百分比(%)	
18	花鰶	*Clupanodon thrissa*	1	13.66	1	13.45	2	0.75	27.11	0.25	17.33
19	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	2	9.74	0	0	2	0.75	9.74	0.09	13.12
20	鲻	*Planiliza haematocheilus*	2	148.39	0	0	2	0.75	148.39	1.36	45.61
21	细鳞鲗	*Terapon jarbua*	2	44.8	0	0	2	0.75	44.8	0.41	76.96
22	鲬	*Platycephalus indicus*	1	137.85	1	137.25	2	0.75	275.1	2.52	70.02
23	赤鼻棱鯷	*Thryssa kammalensis*	0	0	3	46.13	3	1.12	46.13	0.42	34.42
24	短棘鳚	*Leiognathus equula*	2	18.63	1	14.81	3	1.12	33.44	0.31	63.95
25	棱鲻	*Planiliza carinata*	2	605.08	1	17.46	3	1.12	622.54	5.70	290.95
26	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	2	1.45	1	0.723	3	1.12	2.17	0.02	3.11
27	溪吻鰕虎鱼	*Rhinogobius duospilus*	1	1.23	2	2.27	3	1.12	3.5	0.03	5.36
28	髭缟鰕虎鱼	*Tridentiger barbatus*	4	21.47	0	0	4	1.50	21.47	0.20	76.36
29	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*	5	22.06	0	0	5	1.87	22.06	0.20	46.8
30	麦氏拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon myersi*	1	4.98	4	19.92	5	1.87	24.9	0.23	23.58
31	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	6	308.93	0	0	6	2.25	308.93	2.83	110.58
32	小鳞沟鰕虎鱼	*Oxyurichthys microlepis*	6	53.36	0	0	6	2.25	53.36	0.49	61.34
33	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*	6	97.94	0	0	6	2.25	97.94	0.90	209.8
34	斑鰶	*Konosirus punctatus*	3	39.51	4	489.35	7	2.62	528.86	4.84	322.93
35	花鲈	*Lateolabrax japonicus*	1	14.39	6	1142.31	7	2.62	1156.7	10.60	564.86

序号	物种名		丰水期		枯水期		合计				IRI
	中文名	拉丁学名	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	重量(g)	数量(尾)	尾数百分比(%)	重量(g)	重量百分比(%)	
36	鲫	*Carassius auratus*	5	407.04	5	571.63	10	3.75	978.67	8.97	227.21
37	鲻	*Mugil cephalus*	9	43.04	3	2477.82	12	4.49	2520.86	23.09	1763.43
38	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	5	15.3	8	16.47	13	4.87	31.77	0.29	79.76
39	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*	2	172.53	12	1211.78	14	5.24	1384.31	12.68	671.19
40	项斑项鳊	*Nuchequula nuchalis*	3	38.71	11	133.61	14	5.24	172.32	1.58	304.7
41	黄鳍棘鲷	*Acanthopagrus latus*	9	127.15	9	87	18	6.74	214.15	1.96	583.35
42	舌鰕虎鱼	*Glossogobius giuris*	3	59.07	18	183.52	21	7.87	242.59	2.22	676.39
43	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	22	1125.17	1	13.365	23	8.61	1138.53	10.43	1571.71
44	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*	51	198.96	0	0	51	19.10	198.96	1.82	1417.13
合计			169	3908.99	98	7006.73	267	100.00	10915.72	100.00	

（3）鱼类资源密度

根据渔获物数据统计分析，输水线路及受水区丰水期（2022 年 5 月）鱼类资源密度总计 447.39kg/ha，低于枯水期（2022 年 2 月）592.18kg/ha，其总平均值为 519.79kg/ha。

表4.3-40　输水线路及受水区鱼类资源密度组成统计表

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
1	鲻	*Mugil cephalus*	2.87	165.19
2	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*	66.27	80.79
3	鲫	*Carassius auratus*	27.14	113.44
4	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	92.39	18.27
5	花鲈	*Lateolabrax japonicus*	0.96	76.15
6	棱鮻	*Planiliza carinata*	40.34	1.16
7	斑鰶	*Konosirus punctatus*	2.63	32.62
8	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	0.00	22.78
9	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	20.60	0.00
10	鲆	*Platycephalus indicus*	9.19	9.15
11	舌鰕虎鱼	*Glossogobius giuris*	3.94	12.23
12	黄鳍棘鲷	*Acanthopagrus latus*	8.48	5.80
13	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	9.51	3.93
14	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*	13.26	0.00
15	项斑项鳐	*Nuchequula nuchalis*	2.58	8.91
16	麦氏拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon myersi*	2.22	8.90
17	鮻	*Planiliza haematocheilus*	9.89	0.00
18	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	9.74	0.00
19	糙隐鳍鲇	*Pterocryptis anomala*	7.21	0.00
20	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*	6.53	0.00
21	原缨口鳅	*Vanmanenia sp.*	0.00	4.60
22	异鱲	*Parazacco spilurus*	4.23	0.00
23	弓斑东方鲀	*Takifugu ocellatus*	4.05	0.00
24	黄斑篮子鱼	*Siganus canaliculatus*	0.00	3.68
25	小鳞沟鰕虎鱼	*Oxyurichthys microlepis*	3.56	0.00
26	溪吻鰕虎鱼	*Rhinogobius duospilus*	1.23	2.27

序号	物种名		鱼类资源密度（kg/ha）	
	中文名	拉丁学名	丰水期	枯水期
27	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*	0.00	3.08
28	细鳞鲷	*Terapon jarbua*	2.99	0.00
29	短棘鳊	*Leiognathus equula*	1.24	0.99
30	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	1.45	0.72
31	鯊	*Hemiculter leucisculus*	0.91	0.90
32	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	0.00	1.53
33	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*	1.47	0.00
34	紫红笛鲷	*Lutjanus argentimaculatus*	1.47	0.00
35	髭缟鰕虎鱼	*Tridentiger barbatus*	1.43	0.00
36	少鳞鱚	*Sillago japonica*	0.00	1.42
37	青斑细棘鰕虎鱼	*Acentrogobius viridipunctatus*	0.76	0.00
38	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*	0.49	0.00
39	纹缟鰕虎鱼	*Tridentiger trigonocephalus*	0.00	0.23
40	花鰶	*Clupanodon thrissa*	13.66	13.45
41	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	46.78	0.00
42	短吻鳊	*Leiognathus brevirostris*	10.02	0.00
43	胡子鲇	*Clarias fuscus*	9.56	0.00
44	斑鳢	*Channa maculata*	6.35	0.00
合计			**447.39**	**592.18**

（4）食性类型

根据摄食对象的差异可将调查鱼类划分为肉食性和杂食性 4 类。在输水线路及受水区调查到的 62 种鱼类中，以肉食性鱼类为最多，共计 32 种，占鱼类总种数的 52%，主要由鲤形目、鰕虎鱼目和鲱形目等鱼类构成；其次为杂食性，共计 25 种，占鱼类总种数的 40%，主要由鲤形目、鰕虎鱼目和鲱形目等鱼类构成；植食性鱼类 3 种，占鱼类总种数的 5%；滤食性鱼类 2 种，占鱼类总种数的 3%。

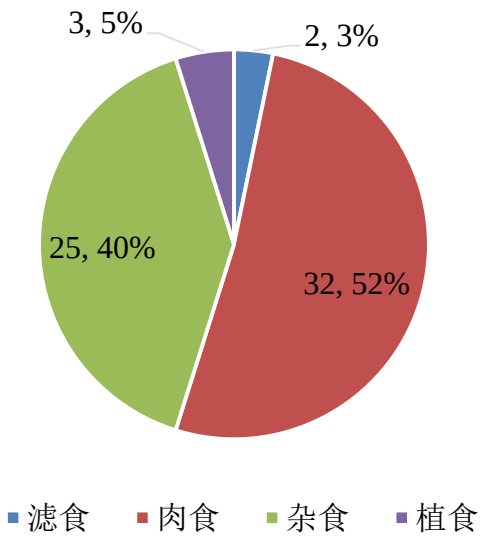


图4.3-9　输水线路及受水区食性类型组成分布图

① 肉食性鱼类：主要以底栖无脊椎动物如水生昆虫、螺类为食，有的也摄食其它小型脊椎动物如鱼类等，调查范围发现糙隐鳍鮡、溪吻鰕虎鱼和子陵吻鰕虎鱼等肉食性鱼类。

② 杂食性鱼类：此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括小型动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。该类群代表鱼类有高体鳑鲏、宽鳍鱲、尼罗罗非鱼、齐氏罗非鱼和食蚊鱼等。

③ 植食性鱼类：此类鱼主要以水生维管束植物和丝状藻类为食，代表鱼类为草鱼、黄斑篮子鱼和棱鲦等。

④ 滤食性鱼类：此类是一类用鳃耙过滤水中微小的浮游生物、细菌、有机碎屑等的鱼类，代表鱼类有鲢和鳙。

（5）产卵类型

依据鱼类产卵习性，可将输水线路及受水区调查到的仔稚鱼分为 2 个类群：

①产沉性卵类群：该类鱼所产卵沉于水底各种基质上或黏着在水草上发育，调查水域分布鱼类为产黏沉/草性卵类群，包括：鲝、鲫和子陵吻鰕虎鱼等。产卵季节多在 4-6 月。

②产漂流性卵类群：这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。这类鱼有鲢、鳙、草鱼和赤眼鳟。

4.3.5.6 输水线路及受水区、水源及下游区鱼类组成对比

根据输水线路及受水区、水源及下游区两个评价范围的实际渔获数据（地笼和流刺网）、调查访问数据以及 2004-2009 年在白盆珠水库调查的历史鱼类数据[1]，对鱼类组成进行对比分析，结果表明两个评价范围的鱼类物种组成存在差异。从物种总数来看，输水线路及受水区记录到 62 种鱼类，而水源及下游区记录到 71 种鱼类。输水线路及受水区有 35 种独有鱼类，主要包括紫红笛鲷、鳙、髭缟虾虎鱼、长棘银鲈、鲳、须鳗虾虎鱼、小鳞沟虾虎鱼、项斑项鳊、细鳞鲴、鲛、舌虾虎鱼、少鳞鳢、青斑细棘虾虎鱼、眶棘双边鱼、灰鳍棘鲷、黄鳍棘鲷、赤鼻棱鳀和斑鰶等；而水源及下游区有 44 种独有鱼类，主要包括中国少鳞鳜、月鳢、银鲳、乌鳢、纹唇鱼、间鰂、黄尾鲳、黄鳝、海南鲌、广东鲂、大眼鳜、大鳍鳓、大刺鳅和彩副鳓等；两个评价范围共享 27 种鱼类，主要包括子陵吻虾虎鱼、云斑尖塘鳢、鳙、食蚊鱼、齐氏罗非鱼、攀鲈、泥鳅、尼罗罗非鱼、美丽小条鳅、马口鱼、鲢、宽鳍鱲、鲫、黄颡鱼、胡子鲇、高体鳑鲏、伽利略罗非鱼、大鳍鳠、赤眼鳟、叉尾斗鱼、草鱼和鲗等。总体而言，水源及下游区物种数量较多、独有物种比例高，而输水线路及受水区的物种相对较少，且独有物种相对较少。

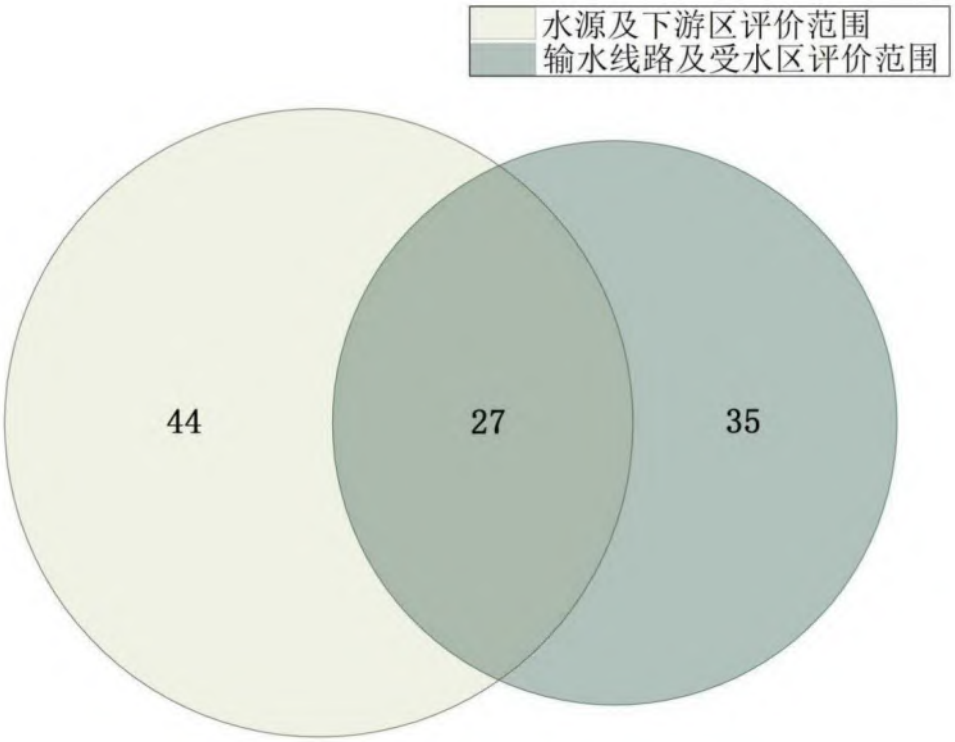


图4.3-10　输水线路及受水区、水源及下游区鱼类种数对比韦恩图

[1] 李桂峰等编著.《广东淡水鱼类资源调查与研究》.北京：科学出版社.2012

表4.3-41　输水线路及受水区与水源及下游区鱼类组成对比

序号	物种名	拉丁名	调查到的区域	调查来源
1	子陵吻虾虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
2	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
3	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
4	食蚊鱼	*Gambusia affinis*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
5	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
6	攀鲈	*Anabas testudineus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
7	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
8	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
9	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
10	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
11	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
12	宽鳍鱲	*Zacco platypus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
13	鲫	*Carassius auratus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
14	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
15	胡子鲇	*Clarias fuscus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
16	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
17	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
18	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）

序号	物种名	拉丁名	调查到的区域	调查来源
19	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
20	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
21	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	水源及下游区、输水线路和受水区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
22	鰲	*Hemiculter leucisculus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查（3#取水口点位）
23	条纹小鲃	*Barbodes semifasciolatus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
24	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
25	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
26	花鲈	*Lateolabrax japonicus*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
27	斑鳢	*Channa maculata*	水源及下游区、输水线路和受水区	实际调查
28	中国少鳞鳜	*Coreoperca whiteheadi*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
29	越南鲇	*Pterocryptis cochinchinensis*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
30	月鳢	*Channa asiatica*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
31	银鲴	*Xenocypris macrolepis*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
32	乌鳢	*Channa argus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
33	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*	水源及下游区	实际调查（3#取水口点位）
34	似鮈	*Pseudogobio vaillanti*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
35	青鱼	*Mylopharyngodon piceus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
36	翘嘴鳜	*Siniperca chuatsi*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
37	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	水源及下游区	实际调查（3#取水口点位）

序号	物种名	拉丁名	调查到的区域	调查来源
38	鲇	*Silurus asotus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
39	南方拟鲿	*Pseudohemiculter dispar*	水源及下游区	实际调查
40	莫桑比克罗非鱼	*Oreochromis mossambicus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
41	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	水源及下游区	实际调查（3#取水口点位）
42	鲮	*Cirrhinus molitorella*	水源及下游区	实际调查（3#取水口点位）
43	鲤	*Cyprinus carpio*	水源及下游区	实际调查
44	李氏吻虾虎鱼	*Rhinogobius leavelli*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
45	间鲹	*Hemibarbus medius*	水源及下游区	实际调查
46	黄尾鲴	*Xenocypris davidi*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
47	黄鳝	*Monopterus albus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
48	海南鲌	*Culter recurviceps*	水源及下游区	实际调查
49	广东鲂	*Megalobrama terminalis*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
50	大眼鳜	*Siniperca knerii*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
51	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	水源及下游区	实际调查（3#取水口点位）
52	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
53	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	水源及下游区	实际调查
54	斑鳜	*Siniperca scherzeri*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
55	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*	水源及下游区	《广东淡水鱼类资源调查与研究》（科学出版社，李桂峰等，2012）
56	豹纹翼甲鲇	*Pterygoplichthys pardalis*	水源及下游区	实际调查
57	凤鲚	*Coilia mystus*	水源及下游区	实际调查

序号	物种名	拉丁名	调查到的区域	调查来源
58	黑鳍鲸	*Sarcocheilichthys nigripinnis*	水源及下游区	实际调查
59	红鳍原鲌	*Chanodichthys erythropterus*	水源及下游区	实际调查
60	麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*	水源及下游区	实际调查
61	银鮈	*Carassioides acuminatus*	水源及下游区	实际调查
62	日本鳗鲡	*Culter alburnus*	水源及下游区	实际调查
63	革胡子鲇	*Rhodeus ocellatus*	水源及下游区	实际调查
64	鳊	*Pterygoplichthys pardalis*	水源及下游区	实际调查
65	海丰沙塘鳢	*Megalobrama terminalis*	水源及下游区	实际调查
66	中间黄颡鱼	*Pelteobagrus intermedius*	水源及下游区	实际调查
67	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	水源及下游区	实际调查
68	纵带鲄	*Squalidus argentatus*	水源及下游区	实际调查
69	须鲫	*Carassioides acuminatus*	水源及下游区	实际调查
70	萨氏华黝鱼	*Sineleotris saccharae*	水源及下游区	实际调查
71	七丝鲚	*Coilia grayii*	水源及下游区	实际调查
72	紫红笛鲷	*Lutjanus argentimaculatus*	输水线路和受水区	实际调查
73	鲻	*Mugil cephalus*	输水线路和受水区	实际调查
74	髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	输水线路和受水区	实际调查
75	中华乌塘鳢	*Bostrychus sinensis*	输水线路和受水区	实际调查
76	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*	输水线路和受水区	实际调查
77	原缨口鳅	*Vanmanenia sp.*	输水线路和受水区	实际调查
78	鲆	*Platycephalus indicus*	输水线路和受水区	实际调查
79	异鱵	*Parazacco spilurus*	输水线路和受水区	实际调查
80	须鳗虾虎鱼	*Taenioides cirratus*	输水线路和受水区	实际调查
81	小鳞沟虾虎鱼	*Oxyurichthys microlepis*	输水线路和受水区	实际调查
82	项斑项鳊	*Nuchequula nuchalis*	输水线路和受水区	实际调查
83	细鳞鲗	*Terapon jarbua*	输水线路和受水区	实际调查
84	溪吻虾虎鱼	*Rhinogobius duospilus*	输水线路和受水区	实际调查
85	纹缟虾虎鱼	*Tridentiger trigonocephalus*	输水线路和受水区	实际调查

序号	物种名	拉丁名	调查到的区域	调查来源
86	鲻	*Planiliza haematocheilus*	输水线路和受水区	实际调查
87	舌虾虎鱼	*Glossogobius giuris*	输水线路和受水区	实际调查
88	少鳞鱚	*Sillago japonica*	输水线路和受水区	实际调查
89	青斑细棘虾虎鱼	*Acentrogobius viridipunctatus*	输水线路和受水区	实际调查
90	麦氏拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon myersi*	输水线路和受水区	实际调查
91	棱鲻	*Planiliza carinata*	输水线路和受水区	实际调查
92	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*	输水线路和受水区	实际调查
93	宽头拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon laticeps*	输水线路和受水区	实际调查
94	孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*	输水线路和受水区	实际调查
95	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*	输水线路和受水区	实际调查
96	尖吻鲴	*Rhynchopelates oxyrhynchus*	输水线路和受水区	实际调查
97	灰鳍棘鲷	*Acanthopagrus berda*	输水线路和受水区	实际调查
98	黄鳍棘鲷	*Acanthopagrus latus*	输水线路和受水区	实际调查
99	黄斑篮子鱼	*Siganus canaliculatus*	输水线路和受水区	实际调查
100	花鲦	*Clupanodon thrissa*	输水线路和受水区	实际调查
101	弓斑东方鲀	*Takifugu ocellatus*	输水线路和受水区	实际调查
102	短吻鳐	*Leiognathus brevirostris*	输水线路和受水区	实际调查
103	短棘鳐	*Leiognathus equula*	输水线路和受水区	实际调查
104	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*	输水线路和受水区	实际调查
105	糙隐鳍鲇	*Pterocryptis anomala*	输水线路和受水区	实际调查
106	斑鲦	*Konosirus punctatus*	输水线路和受水区	实际调查

4.3.5.7 输水线路及受水区珍稀、濒危水生生物及鱼类重要生境

（1）珍稀、濒危及重点水生生物

输水线路及受水区记录到广东省重点保护水生野生动物 2 种，分别为沼蛙和小棘蛙。其中小棘蛙分布于样线 07 森林下的溪流内，沼蛙主要分布于样线 08 终点的水库。工程建设与运行均不会影响这两种物种的分布区。

在输水线路及受水区调查到的 62 种鱼类中，有珍稀濒危鱼类共 4 种。其中，被列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》近危等级的有 2 种，为弓斑东方鲀和鲢；被列入《中国生物多样性红色名录》近危等级的有叉尾斗鱼 1 种；列入中国生物多样性红色名录易危等级的 1 种，为宽头拟腹吸鳅。此外，还有中国特有种 4 种，为弓斑东方鲀、宽头拟腹吸鳅、麦氏拟腹吸鳅和溪吻鰕虎鱼。

除了以上珍稀濒危鱼类，根据 2021-2023 年《深圳市河流水生态环境状况调查评价报告》，在赤石河流域还发现 5 种中国特有种，分别为虹彩光唇鱼、南方波鱼、中华纹胸鮡、海丰沙塘鳢、中华鳑鲏；《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》濒危等级日本鳗鲡，近危等级龙头鱼；《中国生物多样性红色名录》近危等级纹唇鱼、圆尾斗鱼和易危等级海丰沙塘鳢。

表4.3-42　输水线路及受水区珍稀、濒危及重点保护水生生物

保护级别		种数	物种名
广东省重点保护水生野生动物		2	沼蛙、小棘蛙
世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN）	濒危(EN)	1	日本鳗鲡
世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN）	近危(NT)	3	弓斑东方鲀、鲢、龙头鱼
中国生物多样性红色名录	近危(NT)	3	叉尾斗鱼、纹唇鱼、圆尾斗鱼
中国生物多样性红色名录	易危(VU)	2	宽头拟腹吸鳅、海丰沙塘鳢
中国特有种		9	弓斑东方鲀、宽头拟腹吸鳅、麦氏拟腹吸鳅、溪吻鰕虎鱼、虹彩光唇鱼、南方波鱼、中华纹胸鮡、海丰沙塘鳢、中华鳑鲏

（2）鱼类重要生境

1）产卵场

输水线路及受水区产漂流性卵鱼类主要有草鱼、鲢、鳙和赤眼鳟；产黏沉性卵鱼类主要有鲴、鲫和子陵吻鰕虎鱼。漂流性卵的特征为比重略大于水，无黏性（或微黏性），受精卵遇水吸水膨胀明显，在静水中沉入水底，而在流水中能随流漂浮发育[2]。由于漂流性卵的特殊性质，产卵、发育过程往往需要一定的水文水动力条件，江岸具有较大矶头深入江面，江心多沙洲，河床急剧弯曲，是产漂流性卵鱼类喜欢的场所[3]。产黏沉性卵鱼类产卵场多分布于水草丛生的浅水区以及

[2] 唐家璇等.中国江河产漂流性卵鱼类物种分布及繁殖习性.生态学报.2025, 45(13).
[3] 李新辉等.江河鱼类产卵场功能研究.北京：科学出版社.2021.

干流回水末端的砂砾浅滩上。根据调查结果，输水线路及受水区未发现鱼类集中规模化的鱼类产卵场分布，在 11#点位附近河段水生植被较为丰富，推测为鲤、鲫等产黏草性鱼类产卵场所，工程不占用。

2）索饵场

鱼类索饵场一般分布在食物较为丰富的地方，如河流干流和支流交汇处，南门河河段（13#）及赤石河靠近河口河段（12#）浮游动植物和底栖动物资源量均较高，为鱼类提供丰富的食物资源，推测此河段较为符合花鲈、鲻和鲷科等鱼类的索饵场所。



图4.3-11　现场调查照片

3）越冬场

鱼类经过夏秋季节的索饵，大多在体内贮积大量脂肪。每年入秋以后，天气转冷，水温随着下降，而江水流量依次减少，水位降低，透明度增大，食物资源减少。此时在不同深度、不同环境中觅食的主要鱼类，逐渐受气候等各种内外因素变化的影响进人深水区活动，越冬场一般水深较深，一般为向阳暖水处。滩下深沱多具石质河床，或为乱石、卵石，或为石缝、石洞、石槽，水流缓慢，为越冬鱼类提供良好的栖息隐蔽条件[4]。南门河深槽区（水深>3m）可为花鲈和项斑项鳐等暖水性鱼类提供越冬场所。

4）洄游通道

在赤石河 11#、12#和 13#号河段靠近河口区域，发现花鲈、紫红笛鲷等鱼类溯河洄游到淡水水域觅食。此外，根据 2022-2023 年《深圳市河流水生态环境状况调查评价报告》，在赤石河流域发现日本鳗鲡，日本鳗鲡成鱼降海繁殖，幼鱼

[4] 徐康等.杭埠-丰乐河中下游水系鱼类组成及其产卵场、索饵场和越冬场分布调查[C]//中国水利学会,黄河水利委员会.中国水利学会 2020 学术年会论文集第一分册.淮河流域水资源保护局淮河水资源保护科学研究所;,2020:263-270.

（玻璃鳗）溯河生长，因此 11#、12#和 13#号河段可能存在日本鳗鲡洄游通道。



图4.3-12　现场调查照片



图4.3-13　输水线路及受水区鱼类重要生境分布

表4.3-43　输水线路及受水区鱼类三场汇总表

鱼类三场一通道	分布情况	主要对象	工程占用情况及规模
产卵场	集中规模化的产卵场：评价范围内未发现	鲢、鳙、鰕虎鱼科鱼类、鲷科鱼类、鳐科鱼类等	工程不占用
	小型产卵场：11#点位附近河段	鲤、鲫等产黏草性卵鱼类	工程不占用
索饵场	南门河河段（13#）及赤石河靠近河口河段（12#）	花鲈、鳐和鲷科等鱼类	工程不占用
越冬场	南门河深槽区	花鲈和项斑项鳐等暖水性鱼类	工程不占用
洄游通道	赤石河 11#、12#和 13#号河段靠近河口区域	花鲈、紫红笛鲷、日本鳗鲡等鱼类	工程不占用

4.3.6 陆生生态环境现状

4.3.6.1 调查评价方案

主要针对输水线路区评价范围开展陆生生态现状调查。评价单位委托广州草木蕃环境科技有限公司于 2022 年 3 月、5 月、9 月、12 月对评价范围内的陆生生态开展了详细调查。输水线路区调查样方、样线布设情况见 4.2.5.1 节。

4.3.6.2 输水线路区土地利用现状

本项目输水线路区评价范围内土地利用现状主要涉及包括耕地、林地、园地、草地、住宅用地、商服用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地等 12 种类型。其中林地的面积最大，为 4964.55hm^2，占评价范围的 87.95%。

表4.3-44　输水线路区评价范围土地利用现状统计表

编号	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	占一级地类比例（%）	占总面积比例（%）
1	01 耕地	0101 水田	95.39	38.76	1.69
		0102 水浇地	53.16	21.6	0.94
		0103 旱地	97.56	39.64	1.73
		小计	246.11	100.00	4.36
2	02 园地	0201 果园	111.69	98.32	1.98
		0202 茶园	1.91	1.68	0.03
		小计	113.60	100.00	2.01
3	03 林地	0301 乔木林地	4907.53	98.86	86.94
		0302 竹林地	11.58	0.23	0.21
		0305 灌木林地	41.31	0.83	0.73
		0307 其他林地	4.13	0.08	0.07
		小计	4964.55	100.00	87.95
4	04 草地	0404 其他草地	25.73	100.00	0.46
		小计	25.73	100.00	0.46
5	05 商服用地	0505 商务金融用地	12.90	100.00	0.23
		小计	12.90	100.00	0.23
6	06 工矿仓储用地	0601 工业用地	2.61	100.00	0.05
		小计	2.61	100.00	0.05

编号	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	占一级地类比例（%）	占总面积比例（%）
7	07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	13.75	27.41	0.24
		0702 农村宅基地	36.42	72.59	0.65
		小计	50.17	100.00	0.89
8	08 公共管理与共管服务用地	0803 教育用地	4.73	69.76	0.08
		0809 公用设施用地	2.05	30.24	0.04
		小计	6.78	100.00	0.12
9	09 特殊用地	0904 宗教用地	0.29	100.00	0.01
		小计	0.29	100.00	0.01
10	10 交通运输用地	1003 公路用地	57.81	100.00	1.02
		小计	57.81	100.00	1.02
11	11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	34.14	26.83	0.60
		1103 水库水面	16.96	13.33	0.30
		1104 坑塘水面	50.28	39.51	0.89
		1106 内陆滩涂	1.88	1.48	0.03
		1107 沟渠	3.67	2.88	0.07
		1109 水工建筑用地	20.32	15.97	0.36
		小计	127.25	100.00	2.25
12	12 其他土地	1202 设施农用地	16.81	45.60	0.30
		1206 裸土地	14.74	39.99	0.26
		1207 裸岩石砾地	5.31	14.41	0.09
		小计	36.86	100.00	0.65
合计			5644.66	-	100.00

4.3.6.3 景观生态体系质量现状分析

（1）生态系统类型

根据《中国生态系统》中的分类方法，将输水线路区评价范围分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。其中，森林生态系统面积为 4924.50hm^2，占评价范围的 87.24%，为最主要的生态系统类型。

1）森林生态系统

输水线路区森林生态系统面积为 4890.37hm^2。输水线路区内的森林生态系统

分布广泛，主要在莲花山脉两侧和三角山的山地地带。

①植物现状

森林系统植被类型以暖性常绿针叶林、暖性常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林、暖性竹林、灌草丛、经济林为主，暖性常绿针叶林主要为马尾松林和湿地松林，暖性常绿针阔混交林优势树种主要有马尾松、大叶相思、马占相思、木荷、大头茶、黧蒴锥等，典型常绿阔叶林有木荷林、黧蒴林等，优势树种有栲（*Castanopsis fargesii*）、米槠、大头茶、鹅掌柴等；暖性竹林优势种主要为箬竹；灌草丛优势物种有桃金娘、岗松、野牡丹等；经济林有桉树林、茶园等。森林生态系统内的其它常见植物还有山乌桕（*Triadica cochinchinensis*）、猴耳环（*Archidendron clypearia*）、楝叶吴茱萸（*Tetradium glabrifolium*）、黄樟（*Camphora parthenoxylon*）、山杜英（*Elaeocarpus sylvestris*）、石斑木（*Rhaphiolepis indica*）、芒萁（*Dicranopteris pedata*）、海金沙（*Lygodium microphyllum*）、黑莎草（*Gahnia tristis*）、乌毛蕨（*Blechnopsis orientalis*）等。

②动物现状

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价范围内森林生态系统包括陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍 *Bufo melanosictus*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata* 等）、静水型两栖类（如：黄岗臭蛙 *Odorrana huanggangensis*、大绿臭蛙 *Odorrana graminea*）树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*）和流水型两栖类（如：小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa*）；爬行类中的灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子 *Plestiodon chinensis*、南草蜥 *Takydromus sexlineatus*、变色树蜥 *Calotes versicolor* 等）、林栖傍水型爬行类（如：白唇竹叶青蛇 *Trimeresurus albolabris*、银环蛇 *Bungarus multicinctus*）等；鸟类中的陆禽（如：白鹇、山斑鸠等）、猛禽（如：黑鸢、普通鵟 *Buteo buteo* 和蛇雕 *Spilornis cheela* 等）、攀禽（如：褐翅鸦鹃、普通夜鹰 *Caprimulgus indicus* 等）、大多数鸣禽等；哺乳类中的半地下生活型种类（如华南针毛鼠等），半树栖型种类（如斑林狸等）。

③生态功能

输水线路区森林生态系统主要分布在山地区域，该区域山地森林的具有的涵养水源、稳定水文、水土保持，净化环境、孕育和保存生物多样性等生态服务功能。

2）灌丛生态系统

输水线路区灌丛生态系统面积为 65.73hm^2，主要分布在白马村区域山脚至半山腰，受人为活动长期影响而成。

①植物现状

灌丛生态系统灌木植物优势树种主要有桃金娘、岗松、野牡丹、野漆、杨桐等，草本植物优势种主要有芒萁、黑莎草、乌毛蕨、山菅等。

②动物现状

灌丛生态系统由耐旱瘠的多年生草本植物和散生的灌木为主体组成，为结构相对简单的次生植被生态系统。该生态系统的动物以地栖性、善隐藏的中小型啮齿类、爬行类及适应次生环境的鸟类为特点，物种多样性次于森林生态系统，群落结构不稳定。具体物种包括陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍（*Bufo melanosictus*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）等）；灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）等）。鸟类中的陆禽（如：中华鹧鸪（*Francolinus pintadeanus*）、适应灌草丛生活的鸣禽（如长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*、红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*、画眉 *Garrulax canorus*）、黄腰柳莺 *Phylloscopus proregulus*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea* 等；兽类中的半地下生活型的小型啮齿类（如：褐家鼠 *Rattus norvegicus*、小家鼠 *Mus musculus* 等）。

③生态功能

输水线路区灌丛生态系统在景观尺度上提供了重要的生态系统服务，包括水源涵养、土壤保持、生物多样性维护和气候调节等；在维持生态平衡、支持生物多样性和提供生态系统服务方面发挥着重要作用。

3）湿地生态系统

①植物现状

输水线路区湿地生态系统主要是河流和山塘，部分区域的山塘内水生植物主要有菖蒲；河流区域滩涂的主要水生植物有铺地黍、积雪草（*Centella asiatica*）毛草龙（*Ludwigia octovalvis*）等草本植物。

②动物现状

评价范围内湿地生态系统生存的动物包括两栖动物中的陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍 *Bufo melanosictus*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata* 等）、树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*、静水型两栖类（如：沼蛙

Boulengerana guentheri）；爬行动物中的部分林栖傍水型爬行类（如：银环蛇 *Bungarus multicinctus* 等）、水栖型两栖类（如：中国水蛇 *Myrrophis chinensis*）；鸟类中涉禽（如：白鹭 *Egretta garzetta*、池鹭 *Ardeola bacchus*）、攀禽（主要为佛法僧目翠鸟科物种：如普通翠鸟 *Alcedo atthis*）和部分鸣禽等。

④生态功能

输水线路区湿地生态系统主要是水库和河流，具有环境调节功能和环境效益，主要生态服务功能为调蓄洪水、调节气候，是重要的遗传基因库，拥有丰富的动植物群落。

4）农田生态系统

输水线路区农田生态系统面积为 379.79hm^2。主要位于评价范围白马村、大安村和赤石街道。

①植物现状

输水线路区的农田生态系统主要是耕地和农田，主要种植一些满足当地居民所需的一些粮食作物和各种蔬菜、瓜果，种植种类随季节变化有所不同。水田以种植水稻为主，一年两季或一年一季。

②动物现状

输水线路区内农田生态系统内生存的动物包括两栖类中的陆栖型两栖类（如：黑眶蟾蜍 *Bufo melanosictus*、泽陆蛙 *Fejervarya multistriata* 等）、树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*）；灌丛石隙型爬行类（如：变色树蜥 *Calotes versicolor* 等）、静水型两栖类（如：沼蛙 *Boulengerana guentheri*）；爬行动物中的部分林栖傍水型爬行类（银环蛇 *Bungarus multicinctus* 等）、水栖型两栖类（如：中国水蛇 *Myrrophis chinensis*）。鸟类中的陆禽（环颈雉 *Phasianus colchicus*、珠颈斑鸠等）、少数猛禽（红隼 *Falco tinnunculus* 等）和部分鸣禽等；哺乳类中的半地下生活型种类（华南针毛鼠 *Niviventer huang* 等）。

③生态功能

输水线路区农田生态系统主要为耕地，以经济作物种植为主，主要生态服务功能为提供农产品、提供生物生源、土壤保持等。

5）城镇生态系统

输水线路区城镇生态系统面积为 167.69hm^2。主要为评价范围内白马村、大安村、赤石街道和鹅埠社区范围内的道路和建设用地。

①植物现状

输水线路区城镇生态系统的植物主要是以栽培植物为主，其乔木树种有榕树（*Ficus concinna*）、秋枫（*Bischofia javanica*）、白兰（*Michelia × alba*）等，灌木树种主要有叶子花（*Bougainvillea spectabilis*）、鹅掌柴、龙船花（*Ixora chinensis*）等，草本植物主要有狗牙根（*Cynodon dactylon*）、地毯草（*Axonopus compressus*）等。

②动物现状

城镇生态系统是在自然生态系统基础上，经人类强烈改造和建设而形成的的生态系统，植被缺乏，动物种类少，仅有少数适应城市环境生活的动物在此活动。如住宅型爬行类（如：原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii* 等)；鸟类中的部分适应人类生活的鸣禽，如：红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*、白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、鹊鸲 *Copsychus saularis*、麻雀 *Passer montanus* 等；以及哺乳类中的部分半地下生活种类，如小家鼠 *Rattus norvegicus*、褐家鼠 *Mus musculus*。

③生态功能

输水线路区城镇生态系统主要为道路和建设用地，其生态服务功能主要为提供生活和生产物质的功能及与人类日常生活和身心健康相关的生命支持的功能。

表4.3-45　输水线路评价范围生态系统统计表

编号	一级分类	二级分类	面积（hm^2）	占比(%)
1	森林生态系统	阔叶林	4603.68	81.56
		针阔混交林	141.24	2.50
		针叶林	179.58	3.18
		小计	4924.5	87.524
2	灌丛生态系统	灌草丛	65.73	1.16
3	湿地生态系统	湿地生态系统	106.94	1.90
4	农田生态系统	耕地	266.18	4.72
		园地	113.61	2.01
		小计	379.79	6.73
5	城镇生态系统	城镇生态系统	167.69	2.97
总计		-	**5644.65**	**100.00**

（2）植被覆盖度

根据遥感卫星影像数据，对输水线路区评价范围的植被覆盖度指数进行归一化分析与计算后，评价范围总体植被覆盖度为 64.43%，植被覆盖度以较高覆盖度为主，各覆盖度等级划分及面积比例情况见下表。

表4.3-46　输水线路区评价范围植被覆盖等级

FVC	植被覆盖度等级	面积（hm^2）	比例（%）
FVC≤10%	低覆盖度	18.99	0.34
10%≤FVC≤25%	较低覆盖度	70.29	1.24
25%≤FVC≤50%	中覆盖度	352.53	6.25
50%≤FVC≤75%	较高覆盖度	3512.43	62.24
FVC＞75%	高覆盖度	1689.48	29.93

根据输水线路区评价范围植被覆盖度空间分布图，评价范围植被覆盖度以莲花山脉为中心，向南北两侧植被覆盖度逐渐降低。

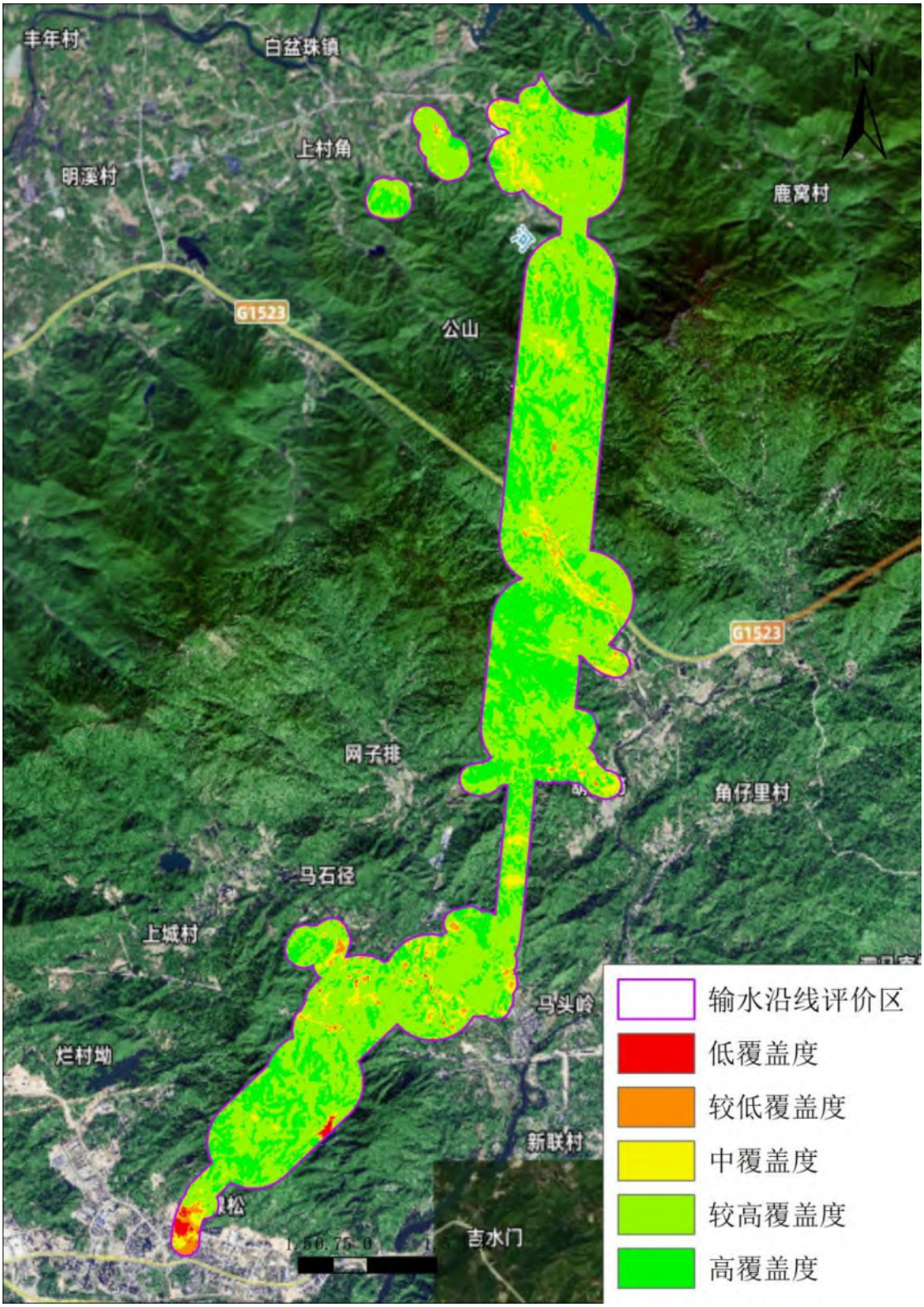


图4.3-14　输水线路区评价范围植被覆盖度空间分布图

（3）自然体系生物量及生产力现状

输水线路区评价范围各类型分布面积和生物量如下：

表4.3-47　不同植被类型生物量和净初级生产力评价结果

植被类型	面积（hm^2）	占总面积比例（%）	平均生物量（t/hm^2）	总生物量（t）	占总生物量比例（%）	平均净初级生产力 $t/(hm^2 \cdot a)$	净初级生产力（t/a）	占总净初级生产力比例（%）
阔叶林	4603.69	81.56	133.32	613763.95	94.92	9.16	42169.80	85.23
针阔混交林	141.24	2.50	88.27	12467.25	1.93	5.76	81.354	164
针叶林	179.58	3.18	61.52	11047.76	1.71	4.01	720.12	1.46
灌草丛	65.73	1.16	41.25	2711.36	0.42	2.70	177.47	0.36
园地	113.61	2.01	40.11	4556.90	0.07	15.33	1741.64	3.52
耕地	266.18	4.72	7.85	2089.51	0.32	14.48	3854.29	7.79
合计	5370.03	95.13	—	646636.73	100.00	—	49476.86	100.00

注：表中未包括湿地生态系统和城镇生态系统，面积 274.63hm^2，所占比例为 4.87%。

由上表可知，评价范围植被总生物量为 646636.73t，每公顷的生物量为 120.42t。评价范围植被中阔叶林面积占比达到 81.56%，阔叶林生物量占比为 94.92%，其次为针阔混交林，面积占比为 2.50%，生物量占比为 1.93%。评价范围植被净生产力为 49476.86t，每公顷的生物量为 9.21t/a。评价范围植被净生产力以阔叶林为主，所占比例高达 85.23%。评价结果与生物量评价结果一致，说明阔叶林是评价范围主要的植被类型，森林系统对评价范围生态系统的稳定和变化起到了重要的作用。

（4）景观格局现状

利用 Fragstats 景观格局分析软件，计算本评价范围景观格局指数如下，见表 4.3-48。根据评价范围景观格局指数（表 4.3-48，表 4.3-49），输水线路及受水区评价范围景观单元景观格局现状呈现如下特征

1）斑块类型景观格局特征

斑块类型层面，选择斑块类型面积（CA）、斑块类型所占景观面积比例（PLAND）、最大斑块面积指数（LPI）、斑块密度（PD）和散布与并列指数（IJI）分析评价范围现状景观格局特征，根据各指数计算结果，该景观单元以阔叶林为绝对优势类型（PLAND81.56%，LPI49.54%），整体呈现高连通性主导的异质性格局，主要特征如下：

①阔叶林聚合度极高，形成连片核心生境，而其他类型斑块面积小且分散（PLAND 均<5%）；

②所有斑块类型的 IJI 均>70，显示斑块间广泛交错，整个景观中不同斑块类型相互交错、边界复杂；

③建设用、农田和园地呈细碎化分布，并与森林生态系统广泛接壤，反映该景观单元中局部人类活动渗透，人类活动影响显著。

④该景观单元中各类型斑块的破碎化程度排序为：建设用地＞湿地＞农田＞园地＞灌草丛＞阔叶林＞针阔混交林＞针叶林，其中建设用地、湿地、农田和园地破碎化程度较高，灌草丛破碎化程度中等，阔叶林破碎化程度较低，连通性较好，且核心斑块相对完整；针阔混交林和针叶林破碎化程度低，在景观内的面积占比较小，分布相对集中。

2）总体景观格局特征

景观层面，选择蔓延度（CONTAG）、散布与并列指数（IJI）、香农多样性指数（SHDI）和聚合度（AI）分析评价范围现状景观格局特征。根据各指数计算结果，输水线路区评价景观单元中，同类斑块高度聚集，形成连片核心区域；同时，不同类型斑块间存在广泛邻接与交错；香农多样性指数偏低，说明景观类型丰富度有限且某些类型占主导。整体格局表现为少数优势类型的连续分布为主，辅以局部斑块混合过渡。

表4.3-48　输水线路区评价范围斑块类型水平景观格局指数

斑块类型	CA	PLAND	LPI	PD	IJI
针叶林	179.5675	3.1812	1.6087	0.2657	70.4337
阔叶林	4603.72	81.5594	49.542	1.683	85.9414
针阔混交林	141.1725	2.501	1.2003	0.3189	77.5332
灌草丛	65.7425	1.1647	0.1752	0.8681	79.4735
园地	113.6325	2.0131	0.18	1.2047	75.9525
农田	266.275	4.7173	0.6901	1.4527	83.8658
湿地	106.79	1.8919	0.2017	2.1614	71.0223
建设用地	167.72	2.9713	1.0555	4.7656	78.1745

表4.3-49　输水线路区评价范围景观水平指数

景观指数	CONTAG	IJI	SHDI	AI
景观水平	78.1074	81.0029	0.8223	98.4337

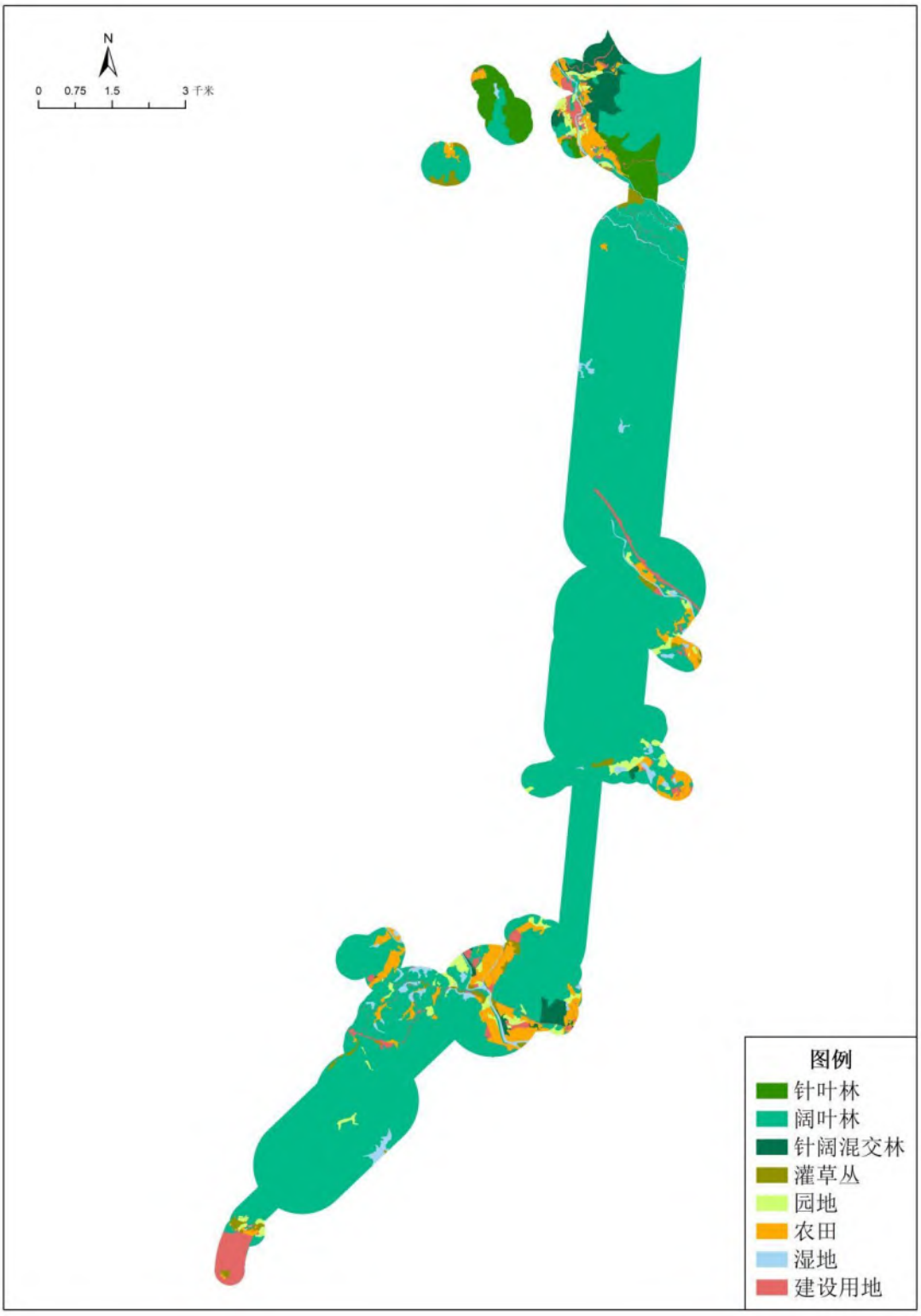


图4.3-15　输水路线区评价范围景观单元斑块类型分布图

3）生态系统特征分析

根据景观格局特征，输水线路区评价范围内生态系统以森林生态系统为主。如上图所示，评价范围森林生态系统以莲花山脉为中轴，向南北延伸，中部被甬莞高速切割，北部临近白盆珠镇白马村，中部被赤石镇农田隔离开，南部则靠近

深汕合作区鹅埠社区，森林生态系统整体连通性一般。在森林生态内，呈现以阔叶林为主的核心斑块集聚，具有斑块面积大，内部连通性强的特点。各生态系统聚合度（98.4337）高，评价范围内相同生态系统斑块连接紧密，碎片化程度低。

4.3.6.4 陆生植物

1、植物区划和区系

（1）植物区划

根据《中国种子植物区系地理》（科学出版社，吴征镒等，2011），评价范围属于东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—岭南山地地区—南岭东段亚地区。

（2）植物区系

据初步实地调查、室内鉴定及查阅历史标本、相关资料分析，在输水线路区评价范围共记录到维管植物 170 科 539 属 853 种（其中野生维管植物 160 科 483 属 744 种，栽培植物 34 科 86 属 109 种）。在此基础上我们对输水线路区评价范围内的野生维管植物进行区系分析，从植物地理及历史成分等不同角度对输水线路区内的野生种子植物区系进行研究探讨。

1）蕨类植物区系分析

①蕨类植物科分布类型

蕨类植物科的区系成分以热带亚热带分布和广布的科为主，温带成分极少。蕨类植物的 24 个科中有 8 个科为广布的科，如卷柏科、蕨科；泛热带分布的科有 12 个，占非世界分布科总数的 75.00%；热带亚洲和热带美洲间断分布的科有 1 个，占非世界分布科总数的 6.25%；其余 3 科为北温带分布，占非世界分布科总数的 18.75%。

表4.3-50　输水线路区评价范围野生蕨类植物科分布类型统计表

分布类型	科数	比例（%）
1. 世界分布	8	—
2. 泛热带分布	12	75.00
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	1	6.25
4. 北温带分布	3	18.75
合　计	24	100.00

②蕨类植物属分布类型

除世界分布外，蕨类植物 33 个属的分布以泛热带分布（13 属）为主，占非

世界分布属总数的 39.39%，如卷柏属（*Selaginella*）、乌毛蕨属（*Blechnum*）。热带亚洲分布有 5 属，占非世界分布属总数的 15.15%；北温带分布有 4 属，占非世界分布属总数的 12.12%；旧大陆热带分布、热带亚洲至热带美洲分布、热带亚洲至热带非洲分布各有 3 属，均占非世界分布属总数的 9.09%；热带亚洲至热带大洋洲分布和东亚分布各有 1 属，占非世界分布属总数的 3.03%。

表4.3-51　输水线路区评价范围蕨类植物属分布类型统计表

分布类型	属数	比例（%）
1. 世界分布	9	—
2. 泛热带分布	13	39.39
3. 旧大陆热带分布	3	9.09
4. 热带亚洲至热带美洲分布	3	9.09
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1	3.03
6. 热带亚洲至热带非洲分布	3	9.09
7. 热带亚洲分布	5	15.15
8. 北温带分布	4	12.12
9. 东亚分布	1	3.03
合　计	42	100.00

2）种子植物区系分析

①种子植物科的分布类型

输水线路区评价范围记录到野生维管植物 160 科，种子植物 136 科。根据吴征镒（2003）和李锡文（1996）对种子植物科的分布类型进行划分，如下表所示。输水线路区评价范围种子植物 136 科划分为 10 个分布类型，占全国所有分布类型（15 个）的 66.67%（见下表）。世界性分布科 40 科，主要有茜草科、唇形科、菊科等。热带性分布科 75 科，占非世界分布科总数的 78.13%，其中泛热带分布科 55 科，占 57.29%，是占比最大的分布科，主要科如大戟科、樟科、桃金娘科、山茶科等；热带亚洲（印度-马来西亚）分布 3 科。北温带分布 14 科，占非世界分布科总数的 14.58%。没有中国特有科分布。输水线路区评价范围植物区系分布类型多样，以热带、亚热带分布区类型为主，表现出较强的热带性质，同时掺杂有北温带等成分，这些特征与输水线路区评价范围所处的地理位置是相互对应的。

表4.3-52　输水线路区评价范围种子植物科分布类型统计表

分布类型	科数	比例（%）
1. 世界分布	40	—
2. 泛热带分布	55	57.29
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	9	9.38
4. 旧世界热带分布	4	4.17
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	3	3.13
6. 热带亚洲至热带非洲分布	1	1.04
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	3	3.13
8. 北温带分布	14	14.58
9. 东亚和北美洲间断分布	5	5.21
10. 东亚分布	1	1.04
合　计	136	100.00

A.世界分布

输水线路区评价范围植物科区系中世界分布科有 40 科。其中多数为世界性大科和较大科，如禾亚科、菊科、莎草科、蔷薇科、唇形花科、蝶形花科、苋科等。从起源演化来看，这些科分别起源于不同的大陆板块，形成若干个分布中心，在不同的历史时期持续进行分化，是种子植物演化的主干。

B.泛热带分布

输水线路区评价范围植物区系中泛热带分布的科有 55 科，有大戟科、樟科、山茶科、桃金娘科和荨麻科等。是输水线路区评价范围组成森林群落、林下草本重要组成科属植物，泛热带分布科是输水线路区评价范围植物分布中最多的，对于形成输水线路区评价范围自然植被环境条件起着非常重要的作用。

C.热带亚洲和热带美洲间断分布

输水线路区评价范围种子植物区系中热带亚洲和热带美洲间断分布的科有 9 科，分别是木通科、水东哥科、杜英科、冬青科、省沽油科、五加科、安息香科、苦苣苔科和马鞭草科。

D.旧世界热带分布

输水线路区评价范围种子植物区系中旧世界热带分布有 4 科，分别为八角枫科、露兜树科、芭蕉科和海桐花科。

E.热带亚洲至热带大洋洲分布

输水线路区评价范围植物区系中热带亚洲及热带大洋洲成分有 3 科，分别是交让木科、马钱科、姜科。

F.热带亚洲至热带非洲分布

该分布型位于旧世界热带的西翼，即从热带非洲至印度—马来西亚，尤其是其西部，部分科也可分布到斐济等南太平洋岛屿，但不见于澳大利亚大陆。输水线路区评价范围种子植物区系中热带亚洲至热带非洲成分仅有 1 科，为杜鹃花科。

G.热带亚洲（印度-马来西亚）分布

输水线路区评价范围种子植物区系中热带亚洲分布的科有 3 科，分别是五列木科、清风藤科和山榄科。

H.北温带分布

输水线路区评价范围种子植物区系中北温带分布科有 14 科，占总科数 14.58%。本类型也是输水线路评价范围的重要类型之一，具有相当的优势。其中裸子植物有 1 科，即松科；其余的被子植物有 13 科，包括壳斗科、忍冬科、金丝桃科、金缕梅科、百合科、灯心草科等。

I.东亚和北美洲间隔分布

输水线路区评价范围种子植物区系中东亚北美成分有 5 科，分别是杉科、木兰科、五味子科、三白草科和鼠刺科。

J.东亚分布

东亚分布是指从东喜马拉雅一直分布到日本的属，其分布区向东一般不超过苏联境内的阿穆尔州，并从日本北部到萨哈林，向西南不超过越南北部和喜马拉雅东部，向南最远达菲律宾、苏门答腊和爪哇，向西北一般以我国各类森林边界为界。在输水线路区评价范围内种子植物区系中有 1 科，为猕猴桃科，占总科数的 1.04%。

②种子植物属的分布类型

根据吴征镒（1991，1993）中国种子植物属的分布类型划分，输水线路区评价范围种子植物所含的 441 属可以划分为个 12 分布类型（见下表）。其中泛热带分布的属最多，为 136 属，占种子植物非世界分布属的 33.33%；中国特有属 3 属，分别是杉木属（*Cunninghamia*）、棱果花属（*Barthea*）、箬竹属（*Indocalamus*），占广东分布的中国特有属（48 属）的 6.25%。输水线路区评价范围植物种类的分

布性质以热带性分布为主，表现出较强的热带性质。。

表4.3-53　输水线路区评价范围种子植物属分布类型统计表

分布类型	属数	比例（%）
1. 世界分布	33	—
2. 泛热带分布	136	33.33
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	21	5.15
4. 旧世界热带分布	43	10.54
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	45	11.03
6. 热带亚洲至热带非洲分布	21	5.15
7. 热带亚洲（印度-马来西亚）分布	64	15.69
8. 北温带分布	25	6.13
9. 东亚和北美洲间断分布	19	4.66
10. 旧世界温带分布	9	2.21
11. 东亚分布	22	5.39
12. 中国特有分布	3	0.74
合　计	441	100.00

A.世界分布

输水线路区评价范围植物区系中世界分布型的属总共有 33 属，如飞蓬属（*Erigeron*）、鬼针草属（*Bidens*）、茄属（*Solanum*）、莎草属（*Cyperus*）等。与世界分布的科相似，世界分布的属绝大多数属于草本植物，生境也以林缘、山坡、沟边等为主，作为占据这些地区的先锋植物出现。本分布型属的各物种无法在地带性森林植被中起到重要作用。

B.泛热带分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中泛热带分布 136 属，如买麻藤属（*Gnetum*）、琼楠属（*Beilschmiedia*）、厚壳桂属（*Cryptocarya*）、榕属（*Ficus*）、冬青属（*Ilex*）、紫金牛属（*Ardisia*）、狗尾草属（*Setaria*）等。

C.热带亚洲至热带美洲间断分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中热带亚洲至热带美洲间断分布的属有 21 个，如木姜子属（*Litsea*）、雀梅藤属（*Sageretia*）、树参属（*Dendropanax*）、猴耳环属（*Archidendron*）等。

D.旧世界热带分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中旧世界热带分布的属有 43 个，如瓜馥木属（*Fissistigma*）、紫玉盘属（*Uvaria*）、无根藤属（*Cassytha*）、槲寄生属（*Viscum*）、蒲桃属（*Syzygium*）、五月茶属（*Antidesma*）、乌蔹莓属（*Cayratia*）、楝属（*Melia*）、酸藤子属（*Embelia*）、杜茎山属（*Maesa*）等。本类型中的酸藤子属、天门冬属（*Asparagus*）等藤本植物是林内层间植物的重要组成成分。

E.热带亚洲至热带大洋洲分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中热带亚洲至热带大洋洲分布的属有 45 个，如樟属（*Cinnamomum*）、莞花属（*Wikstroemia*）、岗松属（*Baeckea*）、桃金娘属（*Rhodomyrtus*）、野牡丹属（*Melastoma*）、淡竹叶属（*Lophatherum*）等。

F.热带亚洲至热带非洲分布

输水线路区评价范围植物区系中热带亚洲至热带非洲分布的属有 21 个，如藤黄属（*Garcinia*）、莠竹属（*Microstegium*）、芒属（*Miscanthus*）等。

G.热带亚洲（印度-马来西亚）分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中热带亚洲（印度-马来西亚）分布的属有 64 个，如轮环藤属（*Cyclea*）、山茶属（*Camellia*）、柏拉木属（*Blastus*）、木荷属（*Schima*）、五列木属（*Pentaphylax*）、青冈属（*Cyclobalanopsis*）、鸡矢藤属（*Paederia*）、薏苡属（*Coix*）等。

H.北温带分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中北温带分布的属有 25 个，如松属（*Pinus*）、盐麸木属（*Rhus*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、忍冬属（*Lonicera*）、画眉草属（*Eragrostis*）、苦苣菜属（*Sonchus*）、稗属（*Echinochloa*）等。

I.东亚和北美洲间断分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中东亚和北美洲间断分布的属有 19 个，如石楠属（*Photinia*）、山蚂蝗属（*Desmodium*）、锥属（*Castanopsis*）、柯属（*Lithocarpus*）、勾儿茶属（*Berchemia*）、漆树属（*Toxicodendron*）等。

J.旧世界温带分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中热带亚洲至热带大洋洲分布的属有9个，占种子植物非世界分布属的 2.21%，如鹅肠菜属（*Myosoton*）、马甲子属（*Paliurus*）、女贞属（*Ligustrum*）等。

K.东亚分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中东亚分布的属有 22 个，如沿阶草属（*Ophiopogon*）、石斑木属（*Rhaphiolepis*）、油桐属（*Vernicia*）水团花属（*Adina*）等。

L.中国特有分布

输水线路区评价范围种子植物属区系中中国特有分布的属有 3 个，占种子植物非世界分布属的 0.74%。为杉木属、棱果花属和箬竹属。

2、植物多样性

据初步实地调查，输水线路区评价范围共记录维管植物 170 科 539 属 853 种（栽培植物 34 科 86 属 109 种），其中蕨类植物 24 科 42 属 69 种，种子植物 146 科 497 属 784 种。

表4.3-54　输水线路评价范围维管植物科属种统计表

植物类群		输水线路评价范围		
		科数	属数	种数
种子植物	被子植物	140	489	774
	裸子植物	6	8	10
小　计		146	497	784
蕨类植物		24	42	69
合　计		170	539	853

3、植被类型

参考《中国植被》和《广东山区植被》的分类原则对评价范围的植被进行分类，评价范围的植被类型可分为 8 个亚型，分别是暖性常绿针叶林、暖性常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林、暖性竹林、暖热性灌草丛、常绿经济林、旱田作物、水田作物。

表4.3-55　植被类型组成表

植被型组	植被型	植被亚型	群系组/群系	主要分布范围
针叶林	暖性针叶林	（一）暖性常绿针叶林	1.马尾松群系	输水线路、2 号施工支洞评价范围
			2.湿地松群系	输水线路、2 号施工支洞评价范围
	暖性针阔混交林	（二）暖性常绿针阔混交林	3.马尾松+相思群系	输水线路评价范围、2 号施工支洞评价范围西北部
			4.马尾松+木荷群系	输水线路评价范围、2 号施工支洞评价范围西北部
阔叶林	常绿阔	（三）典型	5.栲群系	输水线路评价范围

植被型组	植被型	植被亚型	群系组/群系	主要分布范围
	叶林	常绿阔叶林	6.栲+木荷群系	输水线路评价范围
			7.黧蒴群系	输水线路评价范围
			8.大头茶群系	输水线路评价范围
			9.木荷+米槠群系	输水线路评价范围
			10.木荷+鹅掌柴群系	支线 2 评价范围
	竹林	（四）暖性竹林	11.簕竹群系	凤河水厂周边
灌丛和灌草丛	灌草丛	（五）暖热性灌草丛	12.桃金娘+岗松群系	弃渣场、输水路线评价范围
			13.鹅掌柴+桃金娘群系	输水线、支线 2 评价范围
			14.野牡丹+桃金娘+群系	输水路线评价范围
栽培植被	经济林	（六）常绿经济林	15.桉树群系	输水路线、2 号施工支洞评价范围
			16.茶园	输水路线评价范围
			17.荔枝林	输水路线评价范围、凤河水厂周边
			18.柑橘林	输水路线评价范围
	大田作物	（七）旱地作物	19.玉蜀黍群系	弃渣场、2 号施工支洞、输水路线评价范围村庄周边区域
			20.落花生群系	输水路线评价范围 村庄周边
		（八）水田作物	21.稻群系	2 号施工支洞评价范围 村庄周边

1）暖性常绿针叶林

I 马尾松群系（Form.*Pinus massoniana*）

群落外貌常绿，以塔形树冠为主，郁闭度一般在 0.60 左右，群落可分乔、灌、草三层，乔木层以马尾松为主，平均树高约 8m；群落中伴生着少量阔叶树种，以大叶相思为主。灌木层主要树种有桃金娘、岗松、野牡丹等，偶见灌木有野漆、石斑木、银柴等，灌木层盖度 40-65%，高度 1.3m 左右；群落草本层盖度在 35-90%左右，草本层平均高 0.5m 左右，灌木层与草本层一起基本覆盖整个林地；草本层以芒萁、乌毛蕨等占主要优势，其余易见草本有黑莎草、芒、五节芒等。



图4.3-16　马尾松群系图

II 湿地松群系（Form.*Pinus elliottii*）

该植被类型为湿地松人工栽培纯林，郁闭度 0.6-0.8，群落平均高度 8m，平均胸径 10cm，其为人工种植，株行距较整齐。林下灌木层优势种有桃金娘、野牡丹、盐肤木等，其余伴生灌木有山黄麻、白花灯笼、算盘子等。林下草本层种类较少，以芒萁、黑莎草为主，还可见少量乌毛蕨、淡竹叶等，平均高度 50cm，盖度 20-70%。藤本植物有菝葜、海金沙等

2）暖性常绿针阔混交林

III 马尾松+相思群系（Form.*Pinus massoniana+Acacia*）

该群落类型乔木层郁闭度 0.6-0.85，乔木树种以马尾松、大叶相思、台湾相思、马占相思为主，针叶树占比约 60%，阔叶树占比约 40.0%，偶见少量木荷、黧蒴锥等，群落平均高度 9m，平均胸径 12 cm。林下灌木优势种有岗松、鼠刺、银柴、桃金娘等，灌木层平均高 1.5m，盖度 30-65%。林下草本层以芒萁、黑莎草为主，还可见乌毛蕨、山菅兰等，平均高度 50cm，盖度 20-80%左右。



图4.3-17　马尾松+相思群系图

IV 马尾松+木荷群系（Form.*Pinus massoniana+Schima superba*）

该群落乔木层以马尾松和木荷为主，马尾松占比 50%，盖度 55%；木荷占比约 30%，此外，还可见少量大叶相思、台湾相思、大头茶、鹅掌柴等，平均高度 12m，平均胸径 13cm。林下灌木层优势种有岗松、桃金娘、红鳞蒲桃、杨桐等，其它灌木有鼠刺、山鸡椒、三桠苦等，灌木层盖度 30-60%，平均高 1.5m。林下草本层以芒萁为主，高度 50cm，盖度 30-90%，还可见海金沙、乌毛蕨、黑莎草、山菅兰、淡竹叶等。



图4.3-18　马尾松+木荷群系图

3）典型常绿阔叶林

V 栲群系（Form.*Castanopsis fargesii*）

该群落类型乔木层上层植被主要由栲、米槠、红锥、黧蒴锥等壳斗科植物组成，上层乔木还可见黄樟、木荷、楝叶吴萸、猴耳环等，盖度约 55%，平均高度 13m，平均胸径 16cm；第 2 层以鹅掌柴、山乌桕、野漆树、绒毛润楠、山油柑等，盖度 40%左右；林下灌木有算盘子、假鹰爪、三桠苦、银柴、桃金娘、红鳞蒲桃、毛稔等；林下草本层主要为芒萁、乌毛蕨，还可见乌蕨、紫萁、黑莎草、扇叶铁线蕨、露兜、半边旗、狗脊等，高度 40-100cm，盖度 20-40%。

VI 栲+木荷群系（Form.*Castanopsis fargesii+Schima superba*）

该群落类型乔木层可分 2 层，上层物种主要以栲、米槠、黧蒴、木荷等为主，盖度达 65%，平均高度 12m，平均胸径约 18cm；第 2 层乔木以大头茶、鹅掌柴为主，还可见野漆树、山油柑、楝叶吴萸等；林下灌木层主要物种有红鳞蒲桃、毛稔、假鹰爪、三桠苦、银柴、九节等，平均高 1.8m，盖度 30-50%；林下草本

层主要包括乌毛蕨和芒萁，还可见狗脊、紫萁、黑莎草、扇叶铁线蕨、半边旗、卷柏、淡竹叶等，平均高度 40cm，盖度 20-60%。



图4.3-19　常绿阔叶林图

VII 黧蒴锥群系（Form.*Castanopsis fissa*）

该群落乔木层以黧蒴锥占优势，盖度 65%，群落中其它乔木有山杜英、木荷、米槠、山乌桕、野漆树、绒毛润楠、大头茶等，总盖度达 80%，平均高度 12m，平均胸径 16cm；林下灌木层优势种有牛耳枫、假鹰爪、桃金娘、红鳞蒲桃、鲫鱼胆、水团花、狗骨柴、白花灯笼、密花树等，群落中灌木层盖度 20-60%，平均高约 1.6m；林下草本层以狗脊、乌毛蕨、芒萁为主，高度 50cm，盖度 80%，此外，还可见华南紫萁、乌蕨、淡竹叶、华山姜、山菅、扇叶铁线蕨等米槠。

VIII 大头茶群系（Form.*Polyspora axillaris*）

该群落乔木层以大头茶为主，占比 60-80%，此外，其它乔木树种还可见米槠、猴耳环、木荷、山乌桕、黄樟、鹅掌柴、绒毛润楠、野漆树等，总盖度达 65%左右，平均高度 8m，平均胸径 13cm；灌木层主要有三桠苦、银柴、野牡丹、桃金娘等，平均高度 1.6m，盖度 30-50%；草本层主要包括狗脊、乌毛蕨、芒萁、紫萁、扇叶铁线蕨、半边旗等，平均高度 40cm，盖度 30-70%。



图4.3-20　大头茶群系图

IX 木荷+米槠群系（Form.*Schima superba*+*Castanopsis carlesii*）

该群落乔木层郁闭度 0.6 左右，以米槠、木荷、红锥、黧蒴锥、鹿角锥等为主，此外，乔木层还可见鹅掌柴、山乌桕、野漆树、岭南山竹子、猴耳环、罗浮柿、绒毛润楠、山油柑等，平均高度 13m，平均胸径 15cm；林下灌木有算盘子、假鹰爪、三桠苦、银柴、毛稔、虎皮楠等，盖度 20-40%；草本层以狗脊为主，高度 55cm，盖度 35%，此外，林下其它草本植物还有芒萁、乌毛蕨、乌蕨、华南紫萁、黑莎草、扇叶铁线蕨、露兜草、米槠、半边旗、金丝草、淡竹叶等。



图4.3-21　木荷+米槠群系图

X 木荷+鹅掌柴群系（Form.*Schima superba*+*Schefflera heptaphylla*）

该群落乔木层郁闭度 0.6 左右，乔木层以木荷、鹅掌柴占优势，伴生种有米槠米槠、红锥、黧蒴锥、岭南山竹子、猴耳环等，平均高度 12m，平均胸径 15cm；

群落中落叶树种有山乌桕、野漆树等；林下灌木层盖度 40%，平均高 170cm，常见灌木有假鹰爪、三桠苦、桃金娘、红鳞蒲桃、木姜子等；林下草本层以芒萁为主，高度 60cm，盖度 40%左右，此外，还可见扇叶铁线蕨、半边旗、狗脊、乌毛蕨等。



图4.3-22　木荷+鹅掌柴群系图

4）暖性竹林

XI 箬竹群系（Form.*Bambusa blumeana*）

该群落类型上层以箬竹为主，由人工种植而来，盖度 90%，平均高度 10m。群落中没有灌木层，灌木层盖度 20%以下，偶见灌木有野牡丹、盐肤木，林下草本层主要优势种为蔓生莠竹、半边旗等，盖度 50%左右，平均高度 50cm。

5）暖热性灌草丛

XII 桃金娘+岗松系（Form.*Rhodomyrtus tomentosa*+*Baeckea frutescens*）

该群落中没有乔木层，群落中零星生长有马尾松、木荷等乔木树种，灌木层由桃金娘和岗松构成，还可见少量毛稔、银柴、杨桐、野牡丹等，平均高度 1.5-2.0m，盖度 30-50%；藤本植物主要有菝葜、玉叶金花、无根藤等；草本层主要由黑莎草和芒萁构成，平均高度 45cm，盖度 60-100%，草本层常见有五节芒、芒、乌毛蕨、狗脊等。



图4.3-23　桃金娘+岗松群系图

XIII 鹅掌柴+桃金娘群系（Form.*Schefflera heptaphylla+Rhodomyrtus tomentosa*）

该群落主要由鹅掌柴和桃金娘组成，还可见少量铁冬青、山乌桕、红鳞蒲桃、银柴等，平均高度 2.0m，盖度 60%；藤本植物主要有菝葜、玉叶金花、链珠藤、小叶红叶藤等；草本层主要由芒萁和黑莎草构成，群落中草本植物种类较少，平均高度 60cm，盖度 30-50%，其它草本植物有五节芒、紫萁、淡竹叶、鹧鸪草等。

XIV 野牡丹+桃金娘群系（Form.*Melastoma malabathricum+Rhodomyrtus tomentosa*）

该群落灌木层主要种类有野牡丹、桃金娘、岗松、鹅掌柴，伴生种有铁冬青、石斑木、大头茶、山鸡椒、毛稔等，盖度 60%，平均高度 1.7m；群落中其它灌木有银柴、胡颓子、黑面神、小叶买麻藤、菝葜等；草本层主要包括灯芯草、黑莎草、芒萁、乌毛蕨、白茅等，平均高度 0.5m，盖度 90%。。



图4.3-24　野牡丹+桃金娘群系图

6）常绿经济林

XV 桉树群系（Form.*Eucalyptus exserta*）

该群落类型为人工种植纯林，林相整齐，林木平均株高 12 左右 m，乔木层由桉树构成，郁闭度约 0.6，群落中较少其它乔木树种；灌木层有野漆树、毛稔、桃金娘、鹅掌柴、假鹰爪、豺皮樟等，平均高度 1.8m，盖度 20-60%；草本层主要是黑莎草、芒萁、华南紫萁、芒、五节芒、白茅等。



图4.3-25　桉树林图

XVI 茶园（Form.*Camellia sinensis*）

由人工种植而成，茶树喜温湿的酸性红黄壤或紫色土，茶园经常有人员修剪打理，高 60cm 左右，由于人工清理，园内较少其它灌木植物或少草本植物。



图4.3-26　茶园图

XVII 荔枝林（Form.*Litchi chinensis*）

荔枝林主要分布在评价范围南部的低海拔山坡及靠近村庄区域，荔枝林外貌整齐浓绿，荔枝树冠呈伞形状，分枝低，成熟林下空旷，树高 3m-5m 左右，林下植被稀疏，种类很少，没有灌木层或少灌木，地被主要是一些常见的草本植物，主要有鬼针草、藿香蓟、酢浆草、半边旗等，荔枝林中零星稀疏种植有龙眼等果树。

XVIII 柑橘林（Form.*Citrus reticulata*）

评价范围种植的柑橘主要分布在山坡的中下部及低海拔的山坡，果园林外貌整齐浓绿，树冠呈伞形状，分枝低，成熟林下空旷，树高 2-5m，林下植被稀疏，种类很少，没有灌木层，地被主要是一些常见的草本植物，主要有藿香蓟、酢浆草、鬼针草、求米草等。



图4.3-27　柑橘林图

7）大田作物

评价范围部分区域人为活动频繁，常驻人口较多，其村庄周边农田植被有水田和旱地。主要种植一些满足当地居民所需的一些粮食作物和各种蔬菜、瓜果，如水稻、落花生、番薯等。大田作物对评价范围农民生活水平的保证和农村经济的发展具有重要意义。

XIX 玉蜀黍群系（Form.*Zea mays*）

评价范围的旱地主要种植有玉蜀黍（玉米），玉蜀黍的营养价值较高，是优良的粮食作物。其是畜牧业、养殖业、水产养殖业等的重要饲料来源。玉蜀黍根

系发达，对于土壤条件要求不是很高，对环境具有很强的适应力。一般选择地势较平坦、土层深厚、质地疏松、通透性好、肥力中等以上，保水、保肥力较好的地块种植。

XX 落花生群系（Form.*Arachis hypogaea*）

评价范围的旱地作物有落花生，是居民的主要油料作物，花生营养高，含油量可达 50%。



图4.3-28　落花生群系图

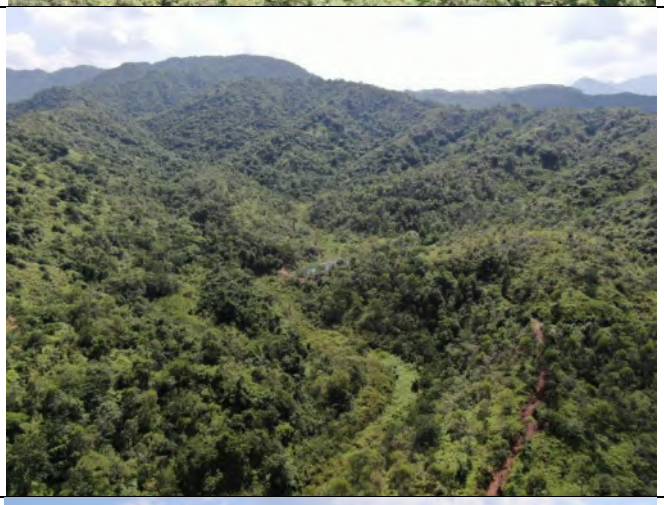
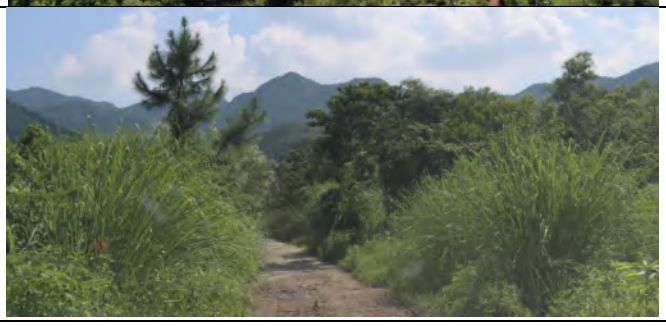
XXI 稻群系（Form.*Oryza sativa*）

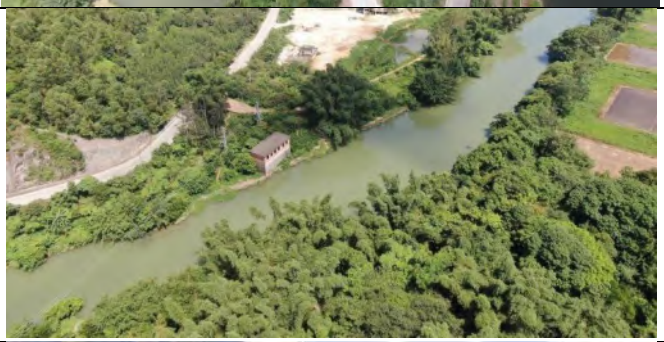
评价范围的水田作物主要是水稻，主要分布在水资源丰富地势平坦，交通便利的区域，主要为一年一熟或一年两熟，冬季较少套种。

4、典型工程区植被现状

输水线路区典型工程区植被现状情况见下表。

表4.3-56　输水线路区典型工程区植被现状

序号	工程名称	植被现状	现场照片
1	支线TBM始发工区GQ11	该区域以草本植物为主，主要有芒、五节芒等。	
2	4#施工支洞工区GQ10	该区域为荒废的耕地及山脚常绿阔叶林，阔叶林的优势种有鹅掌柴、木荷等。	
3	堆渣场ZC5	该区域植被为常绿阔叶林，优势树种有木荷、相思、鹅掌柴等阔叶树。	
4	往4#施工支洞工区GQ10、堆渣场ZC5施工道路	该区域为现状土路，路边以草本植物为主，偶有马尾松、山乌桕等乔木。	

序号	工程名称	植被现状	现场照片
5	支线后段盾构隧洞始发工区GQ9	该区域现状为山塘水域，周边种植有桉树林。	
6	临时堆土场 L4	该区域现状为耕地，旁边种植有竹林、果树。	
7	明热河施工围堰	该区域以河流水域和竹林为主，河沿岸为竹林，林下分布有耐阴植物如海芋等。	
8	凤河水厂交水点、凤河水厂支线	该区域为常绿阔叶林和经济林，植物优势种有桉树、木荷、相思等，地表覆盖植物主要为芒萁等蕨类植物。	

序号	工程名称	植被现状	现场照片
9	堆渣场 ZC4	该区域以经济林为主，主要优势种为桉树，山脚为废弃的耕地，以禾本科植物为主，主要有铺地黍、狗牙根等。	
10	干线至凤河水厂盾构隧洞始发工区 GQ5	该区域以耕地为主，种植日常所需蔬菜，荒废区域以禾本科植物为主，有铺地黍、葛等。	
11	临时堆土场 L3	该区域现状为山塘水域。	
12	干线 2#TBM 工区 GQ4	该区域现状为耕地，种植日常所需蔬菜，粮食作物等，有落花生、番薯等。	

5、植被现状评价

根据现场查勘，评价范围内的植被主要有暖性常绿针叶林、暖性常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林、暖性竹林、灌草丛、经济林和大田作物，评价范围以典型常绿阔叶林为主，其占评价范围总面积的 82.26%，评价范围的植被整体覆盖

度较高。评价范围内大部分区域山高坡陡，人为活动相对较少，但在山脚或较平坦的半山腰区域，种植有农作物和桉树林，这些区域受人类活动干扰大，植物种类单一，物种丰富度较低。森林植被为区域的生态系统发挥了重要作用，对水土保持起到了积极的作用。评价范围内记录到有国家二级重点保护野生植物 3 种，分别是金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆。金毛狗主要分布在输水线 D9+000 段评价范围，记录到 2 个分布点，共 5 株；苏铁蕨主要分布输水线 D3+800 至 D4+750 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 7 株；软荚红豆主要分布输水线 D5+500 至 D6+000 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 5 株。输水线施工位于地底下，且隧洞埋深较深，平均埋深约 300m，故工程施工对地表重点保护植物基本无影响，重点保护物种采用就地保护。

评价范围的各植被类型中，植被总生物量为 642809、78t，每公顷的生物量为 120.96t。评价范围植被中阔叶林面积占比达到 82.26%，阔叶林生物量占比为 95.28%，其次为针阔混交林，面积占比为 2.09%，生物量占比为 1.60%。常绿阔叶林是评价范围主要的植被类型，对保持区域水土，降低雨水冲刷而造成的水土流失具有保护作用。对评价范围内森林系统及区域生态系统的稳定和变化起到了重要的作用。

总体而言，评价范围内的植被以常绿阔叶林为主，发展水平较高，森林的生态服务功能较好，能够满足提供林产品、保持水土的生态功能要求；同时构建了较为完整的森林生态系统，为各种动物提供了栖息生境，为物种多样性的丰富创造了较好条件。

4.3.6.5 陆生动物

（1）动物区系

1）动物区划

工程涉及惠州市惠东县白马山保护区、以及白马村、赤石街道、鹅埠街道部分林区，根据《中国动物地理》（张荣祖主编，科学出版社，2011）中的中国动物地理区划，工程所涉及的区域动物区划属于东洋界—中印亚界—华南区—闽广沿海亚区。

2）动物区系

在工程评价范围共调查到两栖类 16 种，包括东洋界物种 15 种，广布种 1 种。

东洋界物种中，“CS：华中-华南区种”最多，为 9 种，如棘胸蛙 *Quasipaa shini*、大绿臭蛙 *Odorrana graminea*、华南湍蛙 *Amolops ricketti* 等，占本区域记录两栖类 56.25%；其次为“CSSW：华中-华南-西南区种”有 4 种为沼蛙、斑腿泛树蛙、小弧斑姬蛙、粗皮姬蛙，占记录两栖类的 25.00%；“S：华南区种”有 2 种华南雨蛙和花狭口蛙，占记录两栖类的 12.50%；“W：广布种”仅有饰纹姬蛙 1 种，占记录两栖类的 6.25%。

爬行动物共记录到 19 种，包括东洋界物种 12 种，广布种 7 种。其中“W：广布种” 和“CS：华中-华南区种”各有 7 种，均占爬行记录的 36.84%，广布种有翠青蛇 *Cyclophiops major*、黑头剑蛇 *Sibynophis chinensis*、中国石龙子、铜蜓蜥、黑眉锦蛇、赤链蛇、原矛头蝮，华中-华南区种有南草蜥 *Takydromus sexlineatus*、变色树蜥、股鳞蜓蜥 *Sphenomorphus incognitus*、中国壁虎、灰鼠蛇、中国水蛇和白唇竹叶青蛇；其次为“CSSW：华中-华南-西南区种”有 3 种，分别为乌梢蛇 *Ptyas dhumnades*、滑鼠蛇和银环蛇，占爬行记录的 15.79%；“SSW：华南-西南区种”有 2 种，分别为南滑蜥 *Scincella reevesii*、原尾蜥虎，占爬行记录的 10.53%。

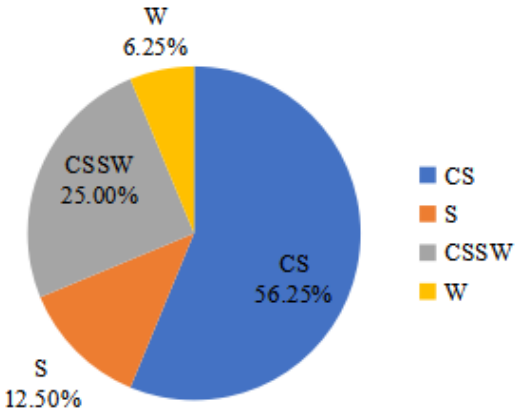


图4.3-29　南滑蜥

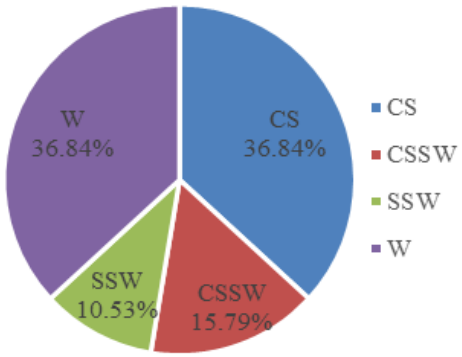
鸟类共记录到 113 种，其中古北界物种有普通鵟 *Buteo japonicus*、大斑啄木鸟 *Dendocopos major*、褐柳莺 *Phylloscopus fuscatus* 等 14 种，占记录鸟类的 12.39%；东洋界有如灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracica*、珠颈斑鸠、小白腰雨燕 *Apus affinis* 等 84 种，占记录鸟类的 74.34%；广布种有如环颈雉 *Phasianus colchicus*、普通

夜鹰、小杜鹃 *Cuculus poliocephalus* 等 15 种，占记录鸟类的 13.27%。

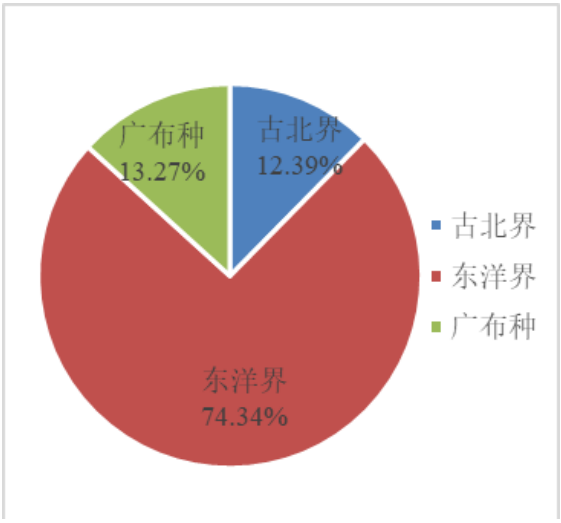
哺乳动物共记录到 14 种，其中古北界有 1 种，为豹猫；东洋界 8 种，分别为灰麝鼩 *Crocidura attenuata*、臭鼩 *Suncus murinuss*、黄腹鼬、斑林狸 *Prionodon pardicolor*、赤麂 *Muntiacus vaginalis*、华南针毛鼠、赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus* 和倭花鼠 *Tamiops maritimu*；广布种 5 种，分别为普通伏翼、野猪、巢鼠 *Micromys minutus* 褐家鼠、小家鼠。其中褐家鼠主要分布在北方湿润-半湿润带；普通伏翼、野猪、小家鼠、巢鼠主要分布在温带；豹猫、倭松鼠分布于热带-温带；灰麝鼩、臭鼩、黄腹鼬、华南针毛鼠、斑林狸、赤腹松鼠、赤麂靠近热带分布。



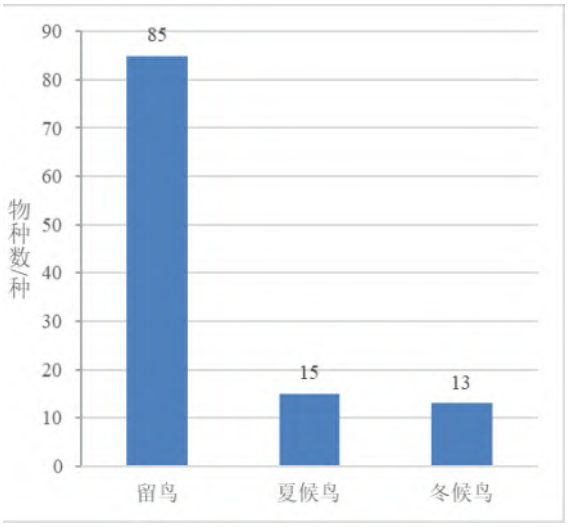
输水线路区两栖动物地理区系



输水线路区爬行动物地理区系



输水线路区鸟类地理区系



输水线路区鸟类居留型

图4.3-30　输水线路区陆生动物地理区系

表4.3-57　输水线路区哺乳动物分布特征

哺乳动物	海拔范围	栖息地类型	分布型		
灰麝鼩	0~3000m	森林、灌木林、草地	Sd	南中国型	热带-北亚热带
黄腹鼬	0~4000m	森林、灌木林、草地、人工生境	Sd	南中国型	
华南针毛鼠	180~2682m	森林、人工生境	Wb	东洋型	热带-南亚热带
斑林狸	150~3308m	森林、灌木林、草地、人工生境	Wc	东洋型	热带-中亚热带
赤腹松鼠	200~3000m	森林、灌木林	Wc	东洋型	热带-中亚热带
赤麂	0~3500m	森林、稀树草原、灌木林、草地、人工生境	Wc	东洋型	热带-中亚热带
臭鼩	NA	森林、 稀树草原、灌木林、草地、湿地 、人工生境	Wd	东洋型	热带-北亚热带
豹猫	440~5593m	灌木林、草地、山地裸岩、荒漠	We	东洋型	热带-温带
倭花鼠	400~1200m	森林、灌木林、人工生境	We	东洋型	热带-温带
褐家鼠	-	人工生境	Ue	古北型	北方湿润-半湿润带
野猪	0~	森林、稀树草原、灌木林、草地、湿地、荒漠、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带
巢鼠	0~1700m	森林、灌木林、草地、湿地、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带
小家鼠	-	灌木林、草地、湿地、近海/潮间带、人工生境	Uh	古北型	温带为主-热带
普通伏翼	-20~2000m	森林、灌木林、湿地、洞穴及地下生境，人工生境	O3/Uh	古北型	温带为主-热带

（2）动物多样性

输水线路区评价范围共记录到陆生脊椎动物 21 目 68 科 162 种，其中实际调查记录的有 109 种，文献资料记载的物种有 53 种。两栖类 1 目 6 科 16 种，以蛙科和姬蛙科为主，均记录到 5 种；爬行动物有 1 目 9 科 19 种，游蛇科最多，为 6 种；鸟类有 14 目 44 科 113 种，雀形目鸟类最多，为 74 种；哺乳动物有 5 目 9 科 14 种，以啮齿目鼠科物种最多，达到 4 种。

表4.3-58　输水线路区陆生脊椎动物组成

类群	目	科	种
两栖类	无尾目	6	16
爬行类	有鳞目	9	19
鸟类	鸡形目	1	5
	鸽形目	1	2

类群	目	科	种
	夜鹰目	2	2
	鹃形目	1	8
	鹤形目	1	1
	鸻形目	1	1
	鹅形目	1	2
	鹰形目	1	6
	鸮形目	1	3
	咬鹃目	1	1
	佛法僧目	1	1
	啄木鸟目	2	6
	隼形目	1	1
	雀形目	29	74
哺乳类	啮齿目	2	6
	劳亚食虫目	1	2
	翼手目	1	1
	鲸偶蹄目	2	2
	食肉目	3	3
合计	21	68	162

1）两栖类

①种类、数量及分布

输水线路区内分布有野生两栖动物种类 1 目 6 科 16 种，无重点保护陆生野生动物，沼蛙和小棘蛙为广东省重点保护水生野生动物。蛙科和姬蛙科物种数最多。两栖类的优势种包括黑眶蟾蜍、泽陆蛙和沼蛙等，它们适应能力强，分布较广泛。

②生态类型

根据两栖动物生活习性的不同，将输水线路区内分布的两栖动物分为以下 4 种生态类型：

A 静水型（在静水或缓流中觅食）：该类群共计 4 种，包括沼蛙、黄岗臭蛙（*Odorrana huanggangensis*）、大绿臭蛙（*Odorrana graminea*）及长肢林蛙（*Rana longicrus*）。该类群主要生活在在评价范围内水流较缓的水域，如河塘、水洼、

稻田等处，相对适应一般强度的人为干扰，与人类活动关系较为密切。

B 陆栖型（在陆地上活动觅食）：在评价范围内物种多样性最高，有 7 种，包括包括黑眶蟾蜍、泽陆蛙、花狭口蛙、小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙、花姬蛙和粗皮姬蛙等，它们主要栖息于相对较为干燥的草地和居民区附近，对海拔和湿度等环境因子的适应性较强，因此在评价范围内分布较广。其食物以昆虫为主，对人为干扰也表现出较强的适应能力。

C 树栖型（在树上活动觅食）：有 2 种，为斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*、华南雨蛙 *Hyla simplex*，它们主要在评价范围内临近水源的灌丛、水田及水域附近的高杆作物上活动。

D 流水型（喜在流水中活动）：有 3 种，分别为小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*、棘胸蛙 *Quasipaa spinosa* 与华南湍蛙 *Amolops ricketti*，该类群喜欢在水体迅速流动的溪涧周围活动，静水及陆地生境少见。

2）爬行类

①种类、数量及分布

输水线路区评价范围内野生爬行类共有 1 目 9 科 19 种，以游蛇科的种类最多，共 6 种。在评价范围内，中国壁虎 *Gekko chinensis*、铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*、中国石龙子 *Plestiodon chinensis* 等最为常见。无重点保护野生动物。

②生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，将评价范围内的野生爬行动物分为以下 4 种生态类型：

A 住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括中国壁虎和原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii* 等，主要在评价范围内的建筑物如居民区附近活动，白天常隐蔽于墙缝或阴暗处，夜间出来活动，主要食物为蚊虫。

B 灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括变色树蜥 *Calotes versicolor*、中国石龙子等，它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带，其对生境要求严格，适应人为干扰能力较弱。

C 林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括白唇竹叶青蛇 *Trimeresurus albolabris*、银环蛇 *Bungarus multicinctus*、原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus* 等 9 种蛇类。它们主要在评价范围内水域附近的山间林地、灌草

地活动。评价范围内林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价范围内爬行类的主体，它们主要捕食蜥蜴、鼠类、鸟卵、蛙类等。

D 水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：有 1 种，为中国水蛇 *Myrrophis chinensis*。在评价范围主要活动于水域，属于静水类型种类，食物主要以水中的鱼虾为食物。

3）鸟类

①种类、数量及分布

输水线路区内分布有鸟类 14 目 44 科 113 种，其中有国家二级保护动物 16 种，包括白鹇、褐翅鸦鹃、小鸦鹃 *Centropus bengalensis*、黑翅鸢、蛇雕 *Spilornis cheela*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、松雀鹰、黑鸢、普通鵟、黄嘴角鸮 *Otus spilocephalus*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠 *G. cuculoides*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*、红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*、红隼、画眉。其中黑翅鸢、凤头鹰、松雀鹰、普通鵟、领鸺鹠、斑头鸺鹠与红隼共 7 种二级保护鸟类为文献资料记述，其余 9 种二级保护鸟类为现场调查发现；广东省重点保护动物保护动物 9 种，分别为池鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、黄嘴栗啄木鸟、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟、灰头鸦、小鸦和海南蓝仙鹟，其中大斑啄木鸟与灰头绿啄木鸟 2 种广东省重点鸟类为文献资料记述，其余 7 种二级保护鸟类均为现场调查发现。所有鸟类中，以雀形目鸟类最多，分布最广，优势种包括红耳鹎、白头鹎、鹊鸲、麻雀、八哥等，它们适应能力强，在森林、灌丛、农田、城镇生境均非常多见。

②生态类型

评价范围内的鸟类可按生态类型划分为涉禽、猛禽、陆禽、攀禽和鸣禽五大类。其中，鸣禽在物种数量上占绝对优势，共有 74 种，为雀形目鸟类。

A 涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，常用长嘴插入水底或地面取食）：评价范围分布的涉禽为鹤形目、鸻形目和鹈形目种类，共 4 种，为白胸苦恶鸟、白鹭、池鹭和林三趾鹑（T*urnix sylvaticus*），它们在主要分布于水库沿岸及村边的田地，在湿地与农田生境较为多见。

B 陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：评价范围分布的陆禽为鸡形目和鸽形目鸟类，共 7 种，如白鹇、灰胸竹鸡、中华鹧鸪、珠颈斑鸠和山斑鸠等，主要分布在森林生境中。

C 猛禽（钩状喙、锐利趾爪，有卓越的飞行能力）：主要为鹰形目、隼形目

和鸮形目鸟类，共 10 种，如黑鸢、黑翅鸢、普通鵟（*Buteo buteo*）和蛇雕（*Spilornis cheela*）等。在湿地及森林生境有分布。

D 攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：主要为鹃形目、夜鹰目、佛法僧目和啄木鸟目的部分种类，如：普通夜鹰、褐翅鸦鹃、普通翠鸟与斑姬啄木鸟等。佛法僧目鸟类主要在水库、鱼塘、河流等地水域附近活动。其余类型常见于森林、农田生境。

E 鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：评价范围雀形目的所有 74 种鸟类都为鸣禽，在评价范围内广泛分布，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。野外实地调查中，目击到的种类中，大多数为雀形目种类。

③居留型

在居留型分析中，留鸟最多（85 种），占记录鸟类的 75.22%；其次为夏候鸟（15 种），占记录鸟类的 13.27%；冬候鸟最少（13 种），占记录鸟类的 11.50%。

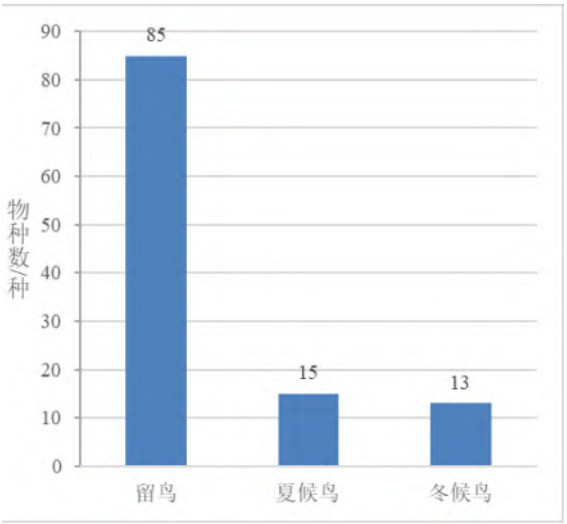


图4.3-31　输水线路区鸟类居留型分析图

④季节与空间变化

输水线路区评价范围全年现场调查到鸟类 89 种。群落结构呈现规律性季相变化：

繁殖季（5 月）：物种数 76 种，种类主要为留鸟、夏候鸟。越冬季（12 月）：物种数 52 种，主要为留鸟与冬候鸟。其中湿地、灌丛与农田生境的鸟类群落在冬季时冬候鸟显著增多，森林生境群落多样性则保持稳定。

鸟类样线调查数据分析显示（表 4.3-59），样线 07-10 生物多样性指数较高，

均超过 2.6，其中样线 07 多样性指数最低高为 2.784；样线 33 多样性指数最低，为 0，样线 18、28 较低；其余样线多样性适中。

表4.3-59　输水线路区鸟类调查样线数据多样性分析

样线编号	*H′*	*J′*	N	S
07	2.784	0.865	85	25
08	2.528	0.933	26	15
09	2.778	0.911	51	21
10	2.689	0.913	43	19
11	2.400	0.935	21	13
12	2.268	0.913	30	12
13	2.289	0.922	26	12
14	1.792	0.921	15	7
15	1.213	0.875	8	4
16	1.504	0.934	12	5
17	1.518	0.943	11	5
18	0.562	0.511	4	3
19	1.683	0.939	10	6
20	1.705	0.951	12	6
21	2.097	0.911	29	10
22	1.888	0.908	14	8
23	1.792	0.921	18	7
24	1.518	0.943	11	5
25	1.518	0.943	11	5
26	1.546	0.961	10	5
27	1.703	0.950	13	6
28	0.598	0.863	7	2
29	1.703	0.950	13	6
30	1.705	0.951	12	6
31	1.332	0.961	5	4
32	1.252	0.903	6	4
33	1.440	0.900	29	5
34	1.530	0.950	9	5
35	1.252	0.903	6	4

4）哺乳类

①种类、数量及分布

输水线路区内哺乳动物共有 5 目 9 科 14 种，以啮齿目鼠科物种最多，为 4 种。记录到国家二级保护动物 2 种，为豹猫和斑林狸 *Prionodon pardicolor*，广东省重点保护陆生野生动物 1 种：赤麂。

②生态类型

根据哺乳类生活习性的不同，将评价范围内的 14 种野生哺乳类分为以下 5 种生态类型：

A 半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型主要为啮齿目鼠科动物，共有 7 种，森林、灌丛生境分布的有华南针毛鼠、巢鼠、灰麝鼩等，主要栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中，常会挖洞穴居，性机警；小家鼠、褐家鼠等具有家和野外两种习性，由于居民区生活垃圾比较多，食物资源比较丰富，因此密度相对较高，这些小型哺乳类对人为干扰适应能力较强，伴人而居的类群。

B 半树栖型（主要在树上栖息、觅食，也常到地面活动）：该类型物种有 2 种，为豹猫和斑林狸，主要于评价范围内人为干扰较小的森林生境中活动，抗人为干扰能力较弱。

C 树栖型（主要在树上活动）：该类型物种有 2 种，为啮齿目松鼠科的赤腹松鼠和倭花鼠，主要于评价范围内人为干扰较小的森林生态系统中活动，也常在村庄附近出没。

D 地栖型（主要在地面活动）：该类型物种有 2 种，为野猪和赤麂，主要于评价范围内人为干扰较小的森林生境中活动。

E 房屋栖息型（主要在住宅周边活动）：该类型物种有 1 种，为翼手目蝙蝠科的普通伏翼，主要活动于村落房屋周边。

4.3.6.6 重要物种

1、重点保护野生植物

（1）珍稀濒危植物

输水线路区评价范围共记录维管植物 170 科 539 属 853 种（栽培植物 34 科

86 属 109 种），依据国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》、《广东省重点保护野生植物名录》（粤府函〔2023〕30 号）和《濒危野生动植物物种国际贸易公约》植物名录，在评价范围内经过调查，调查到有金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆 3 种国家重点野生保护植物，隶属于 2 科 2 属，均为国家二级保护植物。苏铁蕨主要分布输水线 D3+800 至 D4+750 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 7 株；金毛狗主要分布在输水线 D9+000 段评价范围，记录到 2 个分布点，共 5 株；软荚红豆主要分布输水线 D5+500 至 D6+000 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 5 株。输水管线采用深隧施工，工程施工对地表重点保护植物基本无影响，重点保护物种采用就地保护。

表4.3-60　输水线路评价范围保护区植物统计表

序号	科名	中文名	拉丁名	国家重点保护	濒危等级	特有种（是/否）	极小种群野生植物（是/否）	来源	工程占用情况（是/否）
1	蚌壳蕨科 Dicksoniaceae	金毛狗	*Cibotium barometz*	二级		否	否	实地调查	否，分布于输水线 D3+800 至 D9+000 段评价范围
2	乌毛蕨科 Blechnaceae	苏铁蕨	*Brainea insignis*	二级	VU	否	否	实地调查	否，分布于输水线 D4+750 段评价范围
3	蝶形花科 Papilionaceae	软荚红豆	*Ormosia semicastrata*	二级		否	否	实地调查	否，分布于输水线 D5+500 至 D6+000 段评价范围



图4.3-32　输水线路区评价范围金毛狗照片



图4.3-33　输水线路区评价范围苏铁蕨照片



图4.3-34　输水线路区评价范围软荚红豆照片

（2）古树名木

根据《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016，2017 年 1 月 1 日实施），和地方提供的古树名木信息数据，结合现场调查结果，输水线路区评价范围内记录在册的古树有 4 棵（榕树 2 株、假苹婆 1 株和橄榄 1 株），均位于广东省惠州市惠东县白盆珠镇白马村，均不在工程占地范围内。其中，1#榕树和 2#假苹婆位于白马村黄泥见，工程在该区域以隧洞形式穿越，两株古树距最近的施工区域距离分别是 77m 和 84m；3#橄榄树和 4#榕树位于白马村上围村，2 棵古树距最近的施工区域约 400m 和 435m。

表4.3-61　输水线路区评价范围古树名木统计表

序号	树种名称	生长状况	树龄	经纬度和海拔	保护等级	工程占用情况（是否）
1	榕树	正常株	110	E115° 4' 22.950" N23° 3' 30.368"	三级	否，与临时堆土场L1临时道路直线距离约77m
2	假苹婆	正常株	110	E115° 4' 24.031" N23° 3' 30.314"	三级	否，与临时堆土场L1临时道路直线距离约84m
3	橄榄	正常株	117年	E115°4'15.467" N23°2'32.182"	三级	否，与临时堆土场直线距离约400m

序号	树种名称	生长状况	树龄	经纬度和海拔	保护等级	工程占用情况（是否）
4	榕树	正常株	450年	E115°4'15.039" N23°2'29.064"	二级	否，与临时堆土场直线距离约435m



01 榕树



02 假苹婆



03 橄榄



04 榕树

图4.3-35　输水路线区评价范围古树现场照片

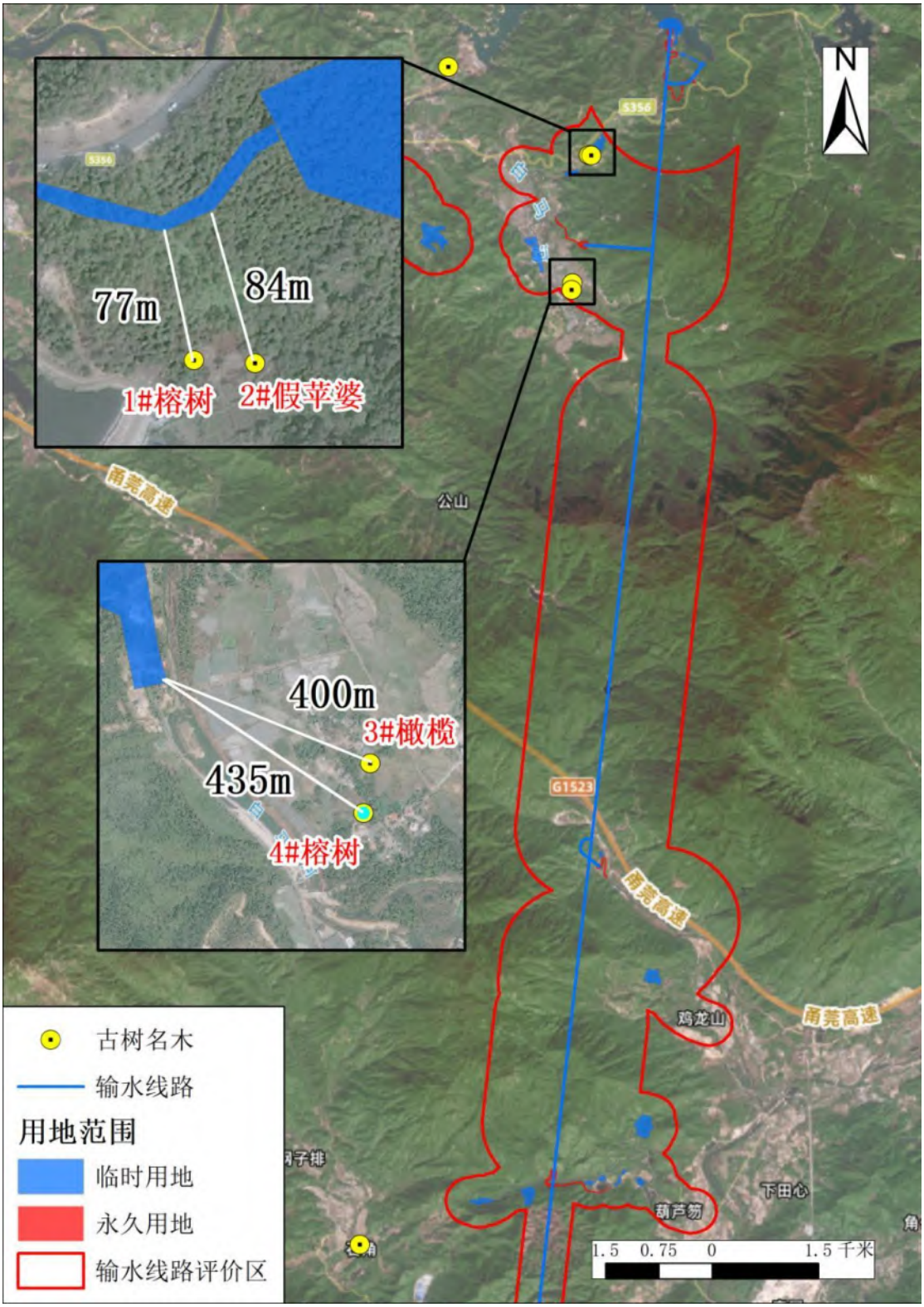


图4.3-36　输水路线区古树名木分布图

2、重点保护陆生野生动物

依据国家林业和草原局 农业农村部公告（2021 年第 3 号）《国家重点保护野生动物名录》。输水线路区重点保护陆生野生动物有 28 种，其中国家二级重点

保护物种有 18 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、小鸦鹃 *Centropus bengalensis*、黑翅鸢、蛇雕 *Spilornis cheela*、凤头鹰、松雀鹰、黑鸢、普通鵟、黄嘴角鸮 *Otus spilocephalus*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠、红嘴相思鸟、红头咬鹃、红隼、画眉、豹猫、斑林狸；广东省重点保护陆生野生动物有 10 种，分别为池鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黄嘴栗啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦、灰头鸦、赤麂（见表 4.3-63）。



图4.3-37　红外相机夜间拍摄的斑林狸活动影像

在地理分布上，重点保护物种中灰头绿啄木鸟、白鹭、池鹭、灰头鸦、黑鸢、普通鵟、小鸦、豹猫广泛分布，全国约有 30 多个省市记录；小鸦鹃、画眉、蛇雕、领鸺鹠、斑姬啄木鸟等分布于我国大部；白鹇、褐翅鸦鹃分布于长江沿线及以南区域；黄嘴角鸮分布范围较窄，仅云南和华南部分省份有分布。

重点保护鸟类中，海南蓝仙鹟、白鹇、白鹭、灰头鸦、小鸦常集群小群活动；黄嘴角鸮、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、画眉、蛇雕、领鸺鹠、斑姬啄木鸟、灰头绿啄木鸟、池鹭、黑鸢、普通鵟等常单独活动。

在评价范围内的重点保护物种中，所有物种的种群数量均较为稳定，受威胁的程度较低，种群数量现状安全。黄嘴角鸮、豹猫、黑鸢等保护动物在近年的野生动物保护工作中得到有效保护，种群数量得到有效恢复。

输水线路区迁徙的重点保护物种有黑翅鸢、海南蓝仙鹟、普通鵟、黑鸢、小

鸥、灰头鸥 6 种，其中黑翅鸢和海南蓝仙鹟是部分迁徙来繁殖的，而普通鵟、黑鸢、小鸦、灰头鸥是迁徙越冬的。

表4.3-62　输水线路区迁徙动物信息统计

迁徙物种	迁来时间	迁走时间	迁徙线路
黑翅鸢	4-5 月	10-11 月	NA
海南蓝仙鹟	3-4 月	9-10 月	广东-海南岛/广东-香港
普通鵟	10-12 月	3-4 月	东部候鸟迁徙线路
黑鸢	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路
小鸦	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路
灰头鸥	11-12 月	4-5 月	东部候鸟迁徙线路

表4.3-63　输水线路区评价范围珍稀濒危与重点保护陆生野生动物生物信息统计表

序号	物种	保护级别	濒危程度	特有种	分布区域	资料来源	与工程位置关系
1	白鹇	II	lc	否	白马村	实际调查	活动于输水线路区评价范围
2	褐翅鸦鹃	II	lc	否	三角山	实际调查	
3	小鸦鹃	II	lc	否	白马村	实际调查	
4	池鹭	G	lc	否	白马村	实际调查	
5	白鹭	G	lc	否	白马村	实际调查	
6	领鸺鹠	II	lc	否	白马村	文献资料	
7	斑头鸺鹠	II	lc	否	明溪村	文献资料	
8	黄嘴角鸮	II	lc	否	白马村	实际调查	
9	黑翅鸢	II	lc	否	白马村	文献资料	
10	蛇雕	II	lc	否	明溪村	实际调查	
11	凤头鹰	II	lc	否	蟾蜍石顶	文献资料	
12	松雀鹰	II	lc	否	白马村	文献资料	
13	黑鸢	II	lc	否	大安村	实际调查	
14	普通鵟	II	lc	否	白马村	文献资料	
15	红头咬鹃	II	lc	否	白马村	实际调查	
16	斑姬啄木鸟	G	lc	否	大安村	实际调查	
17	黄嘴栗啄木鸟	G	lc	否	大安村	实际调查	
18	灰头绿啄木鸟	G	lc	否	白马村	文献资料	
19	大斑啄木鸟	G	lc	否	白马村	文献资料	
20	红隼	II	lc	否	大安村	文献资料	

序号	物种	保护级别	濒危程度	特有种	分布区域	资料来源	与工程位置关系
21	画眉	II	lc	否	白马村	实际调查	
22	红嘴相思鸟	II	lc	否	蟾蜍石顶	实际调查	
23	海南蓝仙鹟	G	lc	否	大安村	实际调查	
24	小鸦	G	lc	否	横坑村	实际调查	
25	灰头鸦	G	lc	否	蟾蜍石顶	实际调查	
26	赤鹿	G	lc	否	亚婆髻	实际调查	
27	豹猫	II	vu	否	白马村、大安村	实际调查	
28	斑林狸	II	vu	否	明溪村	实际调查	

注：II 国家二级重点保护动物；G 广东省重点保护陆生野生动物；vu/en/lc 分别为中国生物多样性红色名录濒危/易危/无危等级

4.3.7 环境空气质量现状

1、惠州市大气环境质量概况

根据《2024 年惠州市生态环境状况公报》，2024 年，惠州市环境空气质量优良。**六项污染物年评价浓度均达标**，其中，二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳和可吸入颗粒物 $PM_{2.5}$ 年评价浓度达到国家一级标准;细颗粒物 $PM_{2.5}$ 和臭氧年评价浓度达到国家二级标。综合指数为 2.48，AQI 达标率为 95.9%，其中，优 224 天，良 127 天，轻度污染 15 天，无中度及以上污染，超标污染物为臭氧。

各县区环境空气质量总体优良。**六项污染物年评价浓度均达标**，综合指数 1.88（龙门县）～2.57（惠阳区)，AQI 达标率 96.2%(惠阳区）～100%(龙门县)，超标污染物均为臭氧。与 2023 年相比，各县区空气质量综合指数均有所改善，改善幅度为 0.8%~8.7%。

由此可见，惠州市为环境空气质量达标区。

2、深圳市大气环境质量概况

根据《2024 年深圳市生态环境状况公报》，2024 年，全市环境空气质量指数(AQI）达到国家一级（优）和二级（良）的天数共 355 天，占全年监测有效天数（366 天）的 97.0%；空气中首要污染物为臭氧（O_3），全年灰霾天数 0 天。

全年二氧化硫（SO_2）平均浓度为 6 微克/立方米，同比上升 1 微克/立方米;二氧化氮(NO_2）平均浓度为 19 微克/立方米，同比下降 2 微克/立方米;可吸入颗粒物(PM_{10}）平均浓度为 33 微克/立方米，同比下降 2 微克/立方米；细颗粒物(PM2,5）平均浓度为 17 微克/立方米，同比下降 1 微克/立方米；一氧化碳(CO）日平均浓度为 0.6 毫克/立方米，同比持平；臭氧（O_3）评价浓度为 137 微克/立方米，同比上升 6 微克/立方米。

由此可见，深圳市为环境空气质量达标区。

综上，本项目所在区域为环境空气质量达标区。

4.3.8 声环境质量现状

为了解工程沿线声环境质量现状，特委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司开展了声环境质量现状监测，监测时间为 2025 年 7 月 25 日~28 日夜间，各监测点位均监测时间为 2 昼夜。

4.3.8.1 声环境质量现状监测

（1）监测点位

本次声环境质量监测点共设 9 处，具体点位见表 4.3-64。

表4.3-64　声环境质量现状监测点位分布情况

编号	测量点位置	坐标	声功能区划	备注
N1	推荐方案取水口	N:23°4'10.67" E:115°5'19.30"	1 类	推荐方案取水口厂界
N2	白马村	N:23°2'46.95" E:115°4'16.95"	1 类	环境保护目标
N3	鸡龙山	N:22°56'50.35" E:115°5'31.18"	2 类	环境保护目标
N4	胡安	N:22°55'19.26" E:115°5'26.93"	2 类	环境保护目标
N5	新厝村	N:22°52'34.34" E:115°4'18.84"	2 类	环境保护目标
N6	冰深村	N:22°53'25.68" E:115°3'2.44"	2 类	环境保护目标
N7	横坑	N:22°53'13.98" E:115°1'47.33"	2 类	环境保护目标
N8	龙山水厂提升泵站	N:22°50'25.29" E:115°0'17.38"	3 类	龙山水厂提水泵站厂界
N9	安居深乐村	N:22°50'8.15" E:115°0'22.76"	2 类	环境保护目标

（2）监测时间

于 2025 年 7 月 25 日~28 日夜间，各监测点位均监测时间为 2 昼夜，连续监测一个昼夜。

（3）监测项目

监测项目包括昼间等效声级（L_d）和夜间等效声级（L_n）。

（4）监测分析方法

测量方法严格按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的要求进行，在现场监测时，同时记录监测点周围环境特征、主要噪声源等。

4.3.8.2 声环境质量现状评价

工程沿线布置的 9 个声环境监测点的监测结果见表 4.3-65。根据监测结果，监测时段内工程沿线 9 个监测点昼间、夜间声环境质量均满足《声环境质量标准》（GB-3096-2008）中的相应标准。

表4.3-65　工程沿线声环境质量现状监测结果评价

测点编号	测量点位置及坐标	测量日期	测量结果 dB(A)		评价标准 dB(A)		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
N1	推荐方案取水口	2025/7/27	45	42	55	45	达标	达标
N2	白马村		48	42	55	45	达标	达标
N3	鸡龙山	2025/7/25	46	42	60	50	达标	达标
N4	胡安		48	43	60	50	达标	达标
N5	新厝村		51	44	60	50	达标	达标
N6	冰深村	2025-07-25至2025-07-26	53	44	60	50	达标	达标
N7	横坑		47	43	60	50	达标	达标
N8	龙山水厂提升泵站		50	42	65	55	达标	达标
N9	安居深乐村		52	44	60	50	达标	达标
N1	推荐方案取水口	2025/7/28	44	41	65	55	达标	达标
N2	白马村		49	42	55	45	达标	达标
N3	鸡龙山	2025/7/26	47	42	60	50	达标	达标
N4	胡安		49	43	60	50	达标	达标
N5	新厝村		51	44	60	50	达标	达标
N6	冰深村	2025-07-26至2025-07-27	52	43	60	50	达标	达标
N7	横坑		47	42	60	50	达标	达标
N8	龙山水厂提升泵站		49	42	65	55	达标	达标
N9	安居深乐村		51	44	60	50	达标	达标

4.3.9 土壤环境现状

4.3.9.1 监测方案布设

为了解项目所在区域土壤环境现状，本次环境影响评价委托广东天鉴检测技服务股份有限公司对工程区土壤进行采样监测，监测时间为 2025 年 7 月 24 日~7 月 27 日。

（1）监测点位

综合考虑输水线路走向及施工布局，本次土壤环境现状监测点共布设 7 处，监测点位分布如表 4.3-66 所示。

表4.3-66　土壤环境现状监测点位布设情况

编号	监测点名称	经纬度	取样类型	用地类型	备注
S1	白盆珠水库取水口	N:23°4'23.15" E:115°5'0.29	土壤，表层样	按建设用地	占地范围内
S2	取水口、1#施工支洞工区 GQ1	N:23°3'5.93" E:115°4'15.84"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围内
S3	堆渣场 ZC3-1	N:22°55'48.42" E:115°4'42.75"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围内
S4	支线 1 埋管	N:22°52'44.44" E:115°1'20.56"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围外
S5	4#施工支洞工区 GQ10	N:22°53'17.88" E:115°3'51.76"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围内
S6	支线 2TBM 工区 GQ11	N:22°50'35.14" E:114°59'56.78"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围外
S7	堆渣场 ZC2	N:22°57'0.11" E:115°4'49.68"	土壤，表层样	按建设用地	占地范围内

（2）监测频次：1 次/监测点。

（3）监测项目：

S1~S7 按建设用地标准，监测项目为土壤含盐量、pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯甲烷、1,2-二氯甲烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘。

（4）监测方法：根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关标准和要求执行。

（5）评价标准

土壤监测点均为工程建设用地，属于第二类用地，土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)表 1 中第二类用地风险筛选值。

（6）评价方法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018)的要求，土壤环境质

量现状评价采用标准指数法，具体公式如下：

$$P_{i,j}=S_{i,j}/S_{si}$$

式中：$P_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的污染指数，大于 1 表明该土壤因子超标；

$S_{i,j}$——第 i 项污染物在第 j 监测点上的实测值；

S_{si}——第 i 项污染物的评价标准值。

4.3.9.2 土壤环境质量现状监测结果与评价

工程占地范围土壤环境质量现状监测结果和评价结果见表 4.3-67。根据评价结果，工程占地范围内（建设用地）各监测点的各监测因子标准指数均小于 1，土壤环境质量现状均符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第二类用地筛选值。

表4.3-67　工程占地范围内土壤环境质量现状评价表（1/2）

检测项目	监测点位、检测结果及评价												GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S1 白盆珠水库取水口			S2 取水口、1#施工支洞工区 GQ1			S3 堆渣场 ZC3-1			S4 支线 1 埋管				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
pH 值	6.45			6.58			7.47			6.44			——	无量纲
全盐量				0.051			0.363							g/kg
总砷	2.26	0.04	达标	5.88	0.10	达标	14.7	0.25	达标	24.6	0.41	达标	60	mg/kg
镉	0.03	0.0005	达标	0.02	0.0003	达标	0.15	0.0023	达标	0.17	0.0026	达标	65	mg/kg
六价铬	＜0.5	0.04	达标	＜0.5	0.04	达标	＜0.5	0.04	达标	＜0.5	0.04	达标	5.7	mg/kg
铜	8	0.0004	达标	3	0.0002	达标	7	0.0004	达标	14	0.0008	达标	18000	mg/kg
铅	97	0.12	达标	63	0.08	达标	51	0.06	达标	61	0.08	达标	800	mg/kg
汞	0.1	0.003	达标	0.057	0.002	达标	0.061	0.002	达标	0.668	0.018	达标	38	mg/kg
镍	5	0.01	达标	5	0.01	达标	4	0.00	达标	7	0.01	达标	900	mg/kg
四氯化碳	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg
氯仿	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	0.9	mg/kg
氯甲烷	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	37	mg/kg
1,1-二氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	9	mg/kg

检测项目	监测点位、检测结果及评价												GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S1 白盆珠水库取水口			S2 取水口、1#施工支洞工区 GQ1			S3 堆渣场 ZC3-1			S4 支线 1 埋管				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
1,2-二氯乙烷	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	5	mg/kg
1,1-二氯乙烯	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	66	mg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	596	mg/kg
反式-1,2-二氯乙烯	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	54	mg/kg
二氯甲烷	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	616	mg/kg
1,2-二氯丙烷	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	5	mg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	10	mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	6.8	mg/kg
四氯乙烯	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	53	mg/kg
1,1,1-三氯乙烷	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	840	mg/kg
1,1,2-三氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg
三氯乙烯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg

检测项目	监测点位、检测结果及评价												GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S1 白盆珠水库取水口			S2 取水口、1#施工支洞工区 GQ1			S3 堆渣场 ZC3-1			S4 支线 1 埋管				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
1,2,3-三氯丙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	0.5	mg/kg
氯乙烯	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	0.43	mg/kg
苯	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	4	mg/kg
氯苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	270	mg/kg
1,2-二氯苯	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	560	mg/kg
1,4-二氯苯	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	20	mg/kg
乙苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	28	mg/kg
苯乙烯	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	1290	mg/kg
甲苯	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	1200	mg/kg
对,间-二甲苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	570	mg/kg
邻-二甲苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	640	mg/kg
硝基苯	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	76	mg/kg
苯胺	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	260	mg/kg

检测项目	监测点位、检测结果及评价												GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S1 白盆珠水库取水口			S2 取水口、1#施工支洞工区 GQ1			S3 堆渣场 ZC3-1			S4 支线 1 埋管				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
2-氯苯酚	＜0.06	未检出	达标	＜0.06	未检出	达标	＜0.06	未检出	达标	＜0.06	未检出	达标	2256	mg/kg
苯并（a）蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	15	mg/kg
苯并（a）芘	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1.5	mg/kg
苯并（b）荧蒽	＜0.2	未检出	达标	＜0.2	未检出	达标	＜0.2	未检出	达标	＜0.2	未检出	达标	15	mg/kg
苯并（k）荧蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	151	mg/kg
䓛	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1293	mg/kg
二苯并[a,h]蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1.5	mg/kg
茚并[1,2,3-cd]芘	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	15	mg/kg
萘	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	70	mg/kg

表 4.3-67 工程占地范围内土壤环境质量现状评价表（2/2）

检测项目	监测点位、检测结果及评价									GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S5 4#施工支洞工区 GQ10			S6 支线 2TBM 工区 GQ11			S7 堆渣场 ZC2				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
pH 值	6.39			7.43			6.76			——	无量纲
全盐量	0.132			0.152			0.132				g/kg
总砷	21.2	0.35	达标	9.46	0.16	达标	5.79	0.10	达标	60	mg/kg
镉	0.26	0.0040	达标	0.54	0.0083	达标	0.12	0.0018	达标	65	mg/kg
六价铬	＜0.5	0.04	达标	＜0.5	0.04	达标	＜0.5	0.04	达标	5.7	mg/kg
铜	23	0.0013	达标	24	0.0013	达标	19	0.0011	达标	18000	mg/kg
铅	56	0.07	达标	78	0.10	达标	61	0.08	达标	800	mg/kg
汞	0.063	0.002	达标	0.046	0.001	达标	0.108	0.003	达标	38	mg/kg
镍	18	0.02	达标	10	0.01	达标	8	0.01	达标	900	mg/kg
四氯化碳	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg
氯仿	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	0.9	mg/kg
氯甲烷	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	37	mg/kg
1,1-二氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	9	mg/kg
1,2-二氯乙烷	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	5	mg/kg
1,1-二氯乙烯	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	66	mg/kg

检测项目	监测点位、检测结果及评价									GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S5 4#施工支洞工区 GQ10			S6 支线 2TBM 工区 GQ11			S7 堆渣场 ZC2				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
顺式-1,2-二氯乙烯	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	596	mg/kg
反式-1,2-二氯乙烯	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	54	mg/kg
二氯甲烷	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	616	mg/kg
1,2-二氯丙烷	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	5	mg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	10	mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	6.8	mg/kg
四氯乙烯	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	＜1.4×10^{-3}	未检出	达标	53	mg/kg
1,1,1-三氯乙烷	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	840	mg/kg
1,1,2-三氯乙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg
三氯乙烯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	2.8	mg/kg
1,2,3-三氯丙烷	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	0.5	mg/kg
氯乙烯	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	＜1.0×10^{-3}	未检出	达标	0.43	mg/kg
苯	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	＜1.9×10^{-3}	未检出	达标	4	mg/kg
氯苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	270	mg/kg
1,2-二氯苯	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	560	mg/kg
1,4-二氯苯	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	＜1.5×10^{-3}	未检出	达标	20	mg/kg

检测项目	监测点位、检测结果及评价									GB 36600-2018 第二类用地筛选值	计量单位
	S5 4#施工支洞工区 GQ10			S6 支线 2TBM 工区 GQ11			S7 堆渣场 ZC2				
	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标	监测值	标准指数	是否达标		
乙苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	28	mg/kg
苯乙烯	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	＜1.1×10^{-3}	未检出	达标	1290	mg/kg
甲苯	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	＜1.3×10^{-3}	未检出	达标	1200	mg/kg
对,间-二甲苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	570	mg/kg
邻-二甲苯	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	＜1.2×10^{-3}	未检出	达标	640	mg/kg
硝基苯	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	76	mg/kg
苯胺	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	260	mg/kg
2-氯苯酚	＜0.06	未检出	达标	＜0.06	未检出	达标	＜0.06	未检出	达标	2256	mg/kg
苯并（a）蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	15	mg/kg
苯并（a）芘	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1.5	mg/kg
苯并（b）荧蒽	＜0.2	未检出	达标	＜0.2	未检出	达标	＜0.2	未检出	达标	15	mg/kg
苯并（k）荧蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	151	mg/kg
䓛	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1293	mg/kg
二苯并[a,h]蒽	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	1.5	mg/kg
茚并[1,2,3-cd]芘	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	＜0.1	未检出	达标	15	mg/kg
萘	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	＜0.09	未检出	达标	70	mg/kg

4.3.10 环境敏感区

主要针对输水线路区开展环境敏感区调查。

输水线路及受水区评价范围内不涉及水产种质资源保护区、风景名胜区、永久基本农田等，输水线路下穿自然保护区 1 个、森林公园 1 个、饮用水源保护区 1 个、生态保护红线 1 种类型、一般湿地 4 处（其中 1 处采用明挖法施工）等。

4.3.10.1 自然保护区

输水线路下穿惠东白马山县级自然保护区，相关现状情况详见“4.2.7 环境敏感区”。

4.3.10.2 森林公园

（1）深圳深汕圆墩三角山县级森林公园概况

深圳深汕圆墩三角山县级森林公园位于深汕合作区，公园规划面积620.22hm^2。地理坐标为东经 115°00′28″~115°02′14″，北纬 22°50′25″~22°52′34″。公园四至范围：东以深涌山-三角岭-秋塘山山脊为界；西以过凹山-潭公爷山-黎头山-苗族山山脊为界：北以苗族山-白苗竹-秋塘山山脊为界：南部以三角山水电站-响水坑-过凹山为界。公园境域属亚热带常绿阔叶林区，地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林，植被多以常绿阔叶林、针阔混交林、常绿阔叶灌丛为主，主要由人工林和天然次生林组成。森林公园野生植物资源较为丰富，共有维管束植物 99 科 262 属 349 种，主要由樟科、壳斗科、桃金娘科、桑科、冬青科、蝶形花科植物等组成。公园内有国家二级保护植物樟树和米槠。公园内野生动物资源主要有鸟类、爬行类以及哺乳类。根据调查，动物种类主要包括猫头鹰、啄木鸟、毛鸡、麻雀、山雀、黄莺、雨燕、野猪和多种蛇类、龟类、蛙类等，野生动物资源较为缺乏。

（2）工程与深圳深汕圆墩三角山县级森林公园位置关系

工程以地下隧洞方式穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，穿越长度约1.9km，不涉及地表占用。工程对森林公园的影响主要为施工和运营期间的间接影响。



图4.3-38　工程与深圳深汕圆墩三角山县级森林公园位置关系示意图

4.3.10.3 生态保护红线

（1）生态保护红线概况

输水线路及受水区的评价范围内工程地下穿越的生态保护红线 1 种类型，为东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线，红线类型为水源涵养。

深汕合作区陆域生态保护红线已勘界定标并纳入国土空间规划“一张图”，面积锁定且不再缩减，呈“一山两湾多廊”结构：北部莲花山系为生态屏障，南部红海湾、小漠湾滨海生态带为核心，赤石河等水系和山海通廊为骨架，串联 16 个优先保护单元（含赤石镇片、三角山水库、九龙湾海洋保护区等），形成陆海统筹的连续生态网络。

（2）现状

生态保护红线内按禁止开发区域管理，城镇化和工业项目“零准入”，人口和产业正有序清退并依法补偿；配套“三线一单”准入清单，27 个陆域和 13 个海域环境管控单元全部实现分级分类管理。北部山林通过封育改造、低效林提质，森林覆盖率保持 67.8%以上；南部海湾实施退塘还林、人工鱼礁、岸线自然化等工程，大陆自然岸线保有率不低于 40%，红海湾海水水质优良率稳定 100%。但快速城市扩张和重大交通、能源设施落地仍对生态廊道完整性构成压力，未来需

持续平衡保护与发展的空间冲突。

（3）工程涉及情况

工程在深汕合作区生态红线范围内全部以隧洞方式穿越，穿越长度 7.48km，无涉及地表占用，对生态红线无直接影响，但将生态红线列为评价范围内，以评估工程对生态红线的间接影响。

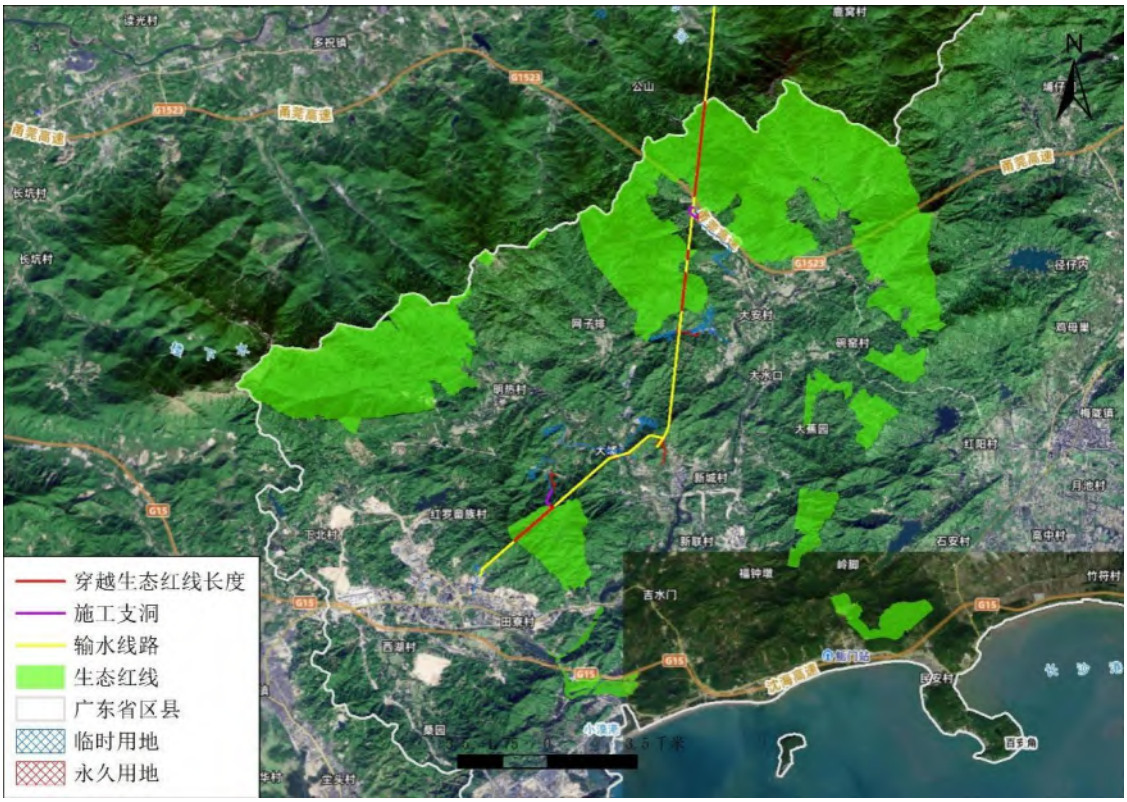


图4.3-39　工程与深圳深汕合作区生态保护红线位置关系示意图

4.3.10.4 一般湿地

（1）深汕合作区一般湿地概况

深汕特别合作区陆域湿地资源分布涉及鹅埠、鲘门、小漠、赤石等 4 个单位。其中，近海与海岸湿地主要分布在靠海的小漠镇和鲘门镇；河流湿地主要分布在赤石镇，为赤石河流经的主要区域；人工湿地主要分布在赤石镇和鹅埠镇。

（2）现状

深汕特别合作区陆域湿地范围内植物种类丰富，共有高等维管植物 93 科 208 属 245 种（含种下单元，包括栽培种 4 科 12 属 13 种）。记录到深汕特别合作区有红树植物 14 科 18 属 18 种，其中真红树植物 8 科 10 属 10 种，半红树植物 6 科 8 属 8 种。

合作区海岸线漫长，河流水系发达，水库和养殖塘众多，野生动物资源丰富。区内共记录到哺乳类共记录到哺乳类 4 目 4 科 5 种，鸟类 12 目 29 科 99 种，爬行类 2 目 4 科 10 种，两栖类 1 目 5 科 11 种，常见鱼类 10 目 27 科 49 种，湿地野生脊椎动物以湿地鸟类为主。

随着工业化、城市化进程进一步加快，城镇集聚效应明显，土地供需矛盾更加突出，开发建设用地需求与湿地资源保护之间的矛盾日益尖锐，“与河争地、与水争地”现象普遍，导致建设用地不断增加和天然湿地面积逐年减少。

合作区陆域湿地外来入侵植物有 14 种，目前影响较大的有凤眼莲和薇甘菊。凤眼莲可在湿地区域快速繁殖，直接威胁湿地生物多样性，并阻塞河道，影响排灌和泄洪。赤石河、明热河以及南门河部分河段生长着大量的凤眼莲，对水生态环境造成了严重的影响。

（3）工程涉及情况

工程输水线路下穿深汕合作区赤石河流域笼山水湿地和明热河湿地，其中深隧地下穿越笼山水湿地段约 105.58m；工程穿越明热河湿地段 DB1+521 至 DB2+246 因采用埋管倒虹吸，需临时占用明热河湿地，面积 0.95hm^2，占用面积仅占湿地面积的 0.15%，且为临时占用，施工结束后用于通过植被恢复，可有效减缓施工活动对湿地产生的影响。

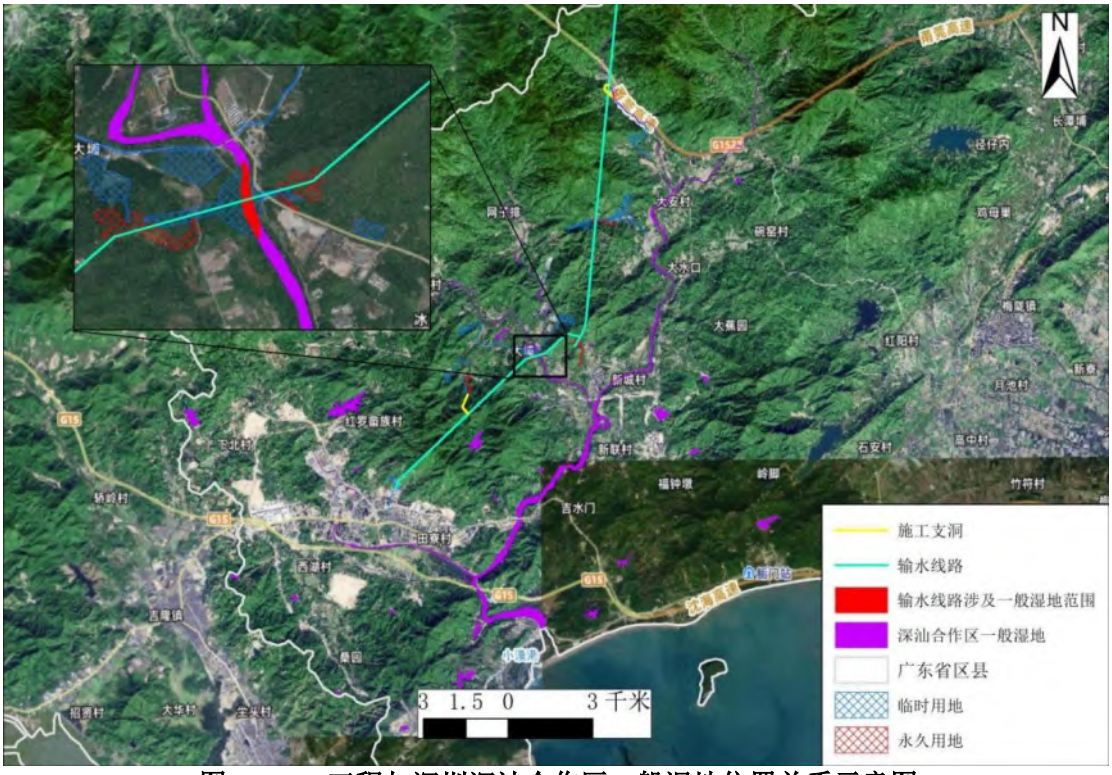


图4.3-40　工程与深圳深汕合作区一般湿地位置关系示意图

4.3.10.5 天然林

（1）现状

惠东县：2024 年，惠东县森林面积已达 383 万亩，森林覆盖率 72.4%，森林蓄积 1647.83 万立方米。以起源结构划分，现有乔木林中人工林面积 13.05 万公顷，天然林面积 13.07 万公顷。其中天然林主要分布于惠东县莲花山脉、乌禽嶂一带。

深汕合作区：根据《深圳市关于科学绿化的实施意见》，预计到 2025 年，深汕特别合作区森林覆盖率不低于 67.8%，森林蓄积量不低于 115 万立方米，天然林保护面积不低于 14.9 万亩，建成区绿化覆盖率达到 30.5%。

（2）工程涉及情况

惠东县：工程输水线路区共使用惠东县天然林 2.6879hm^2，包括临时堆土场 L1，使用天然林面积 2.1489 hm^2；取水口、1#施工支洞工区 GQ1 和施工道路，使用天然林面积 0.539 hm^2。涉及区域天然林以其他软阔为主，面积 2.1489 hm^2，占涉及区域天然林面积的 79.95%。

深汕合作区：工程输水线路区干线 2#TBM 始发安装场和永久检修路 1.7468hm^2，天然林以阔叶混交林为主，面积 1.2691hm^2，占涉及区域天然林面积的 72.65%。

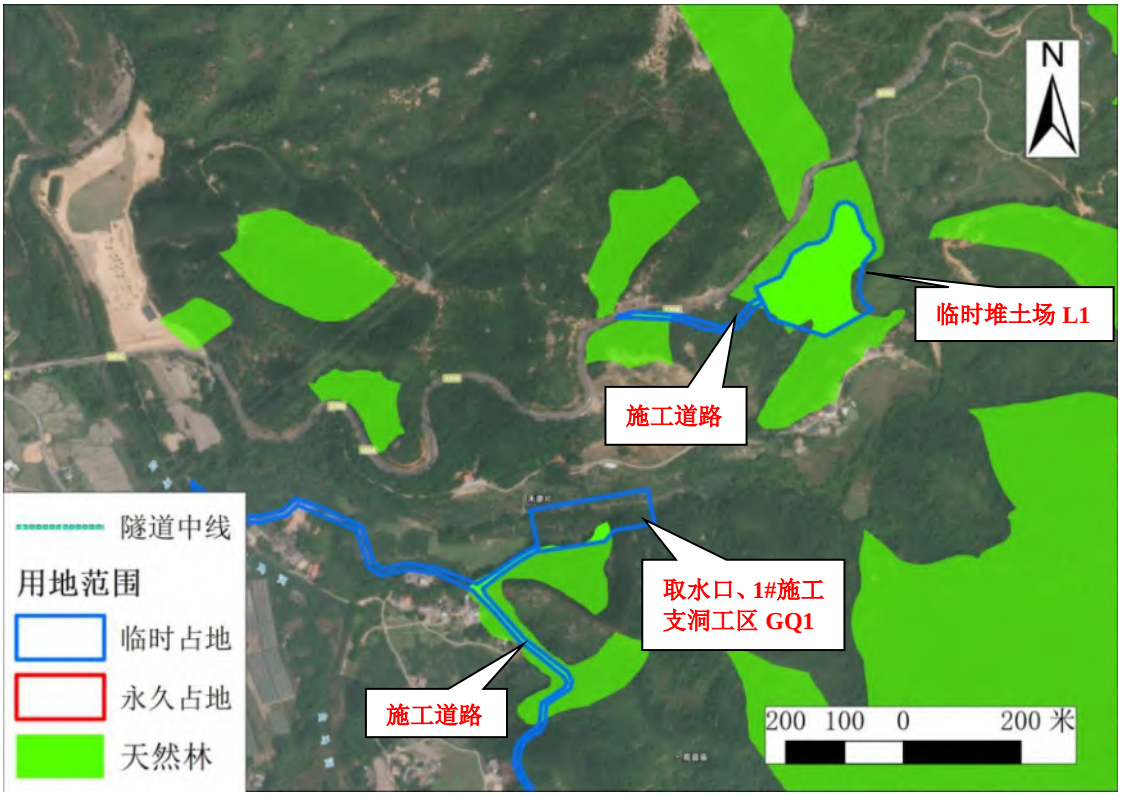


图4.3-41　输水线路区工程与惠东县天然林置关系示意图

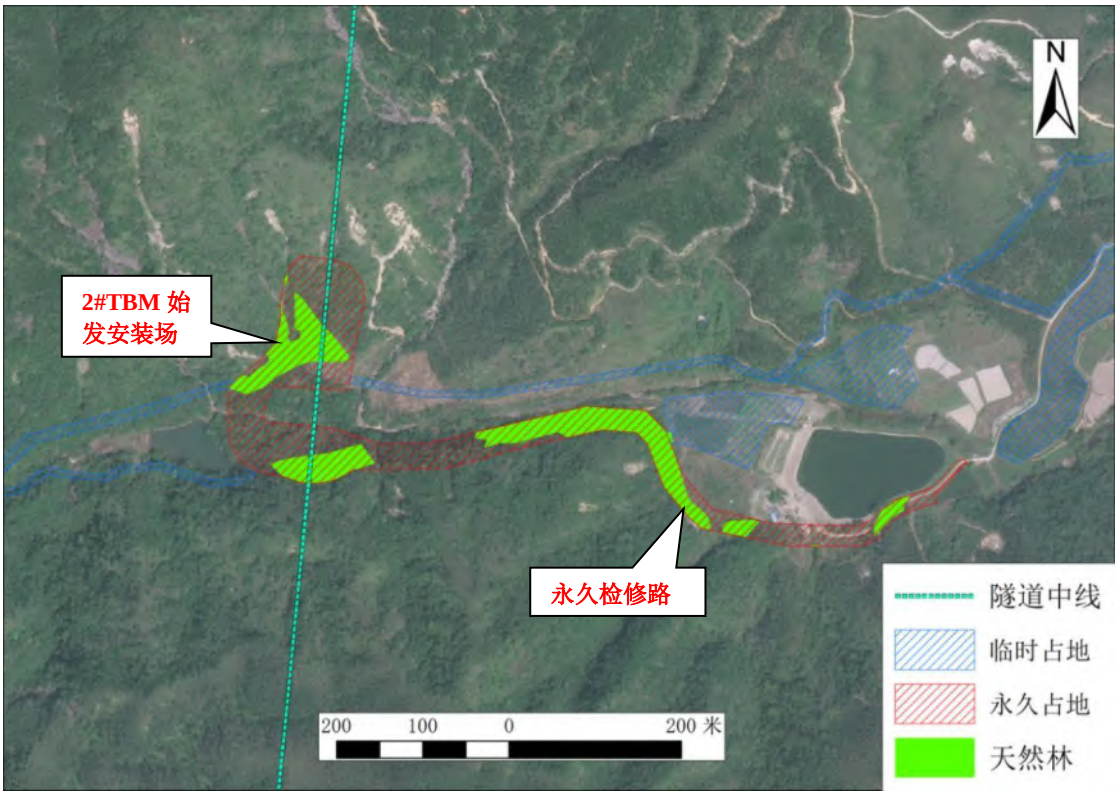


图4.3-42　输水线路区工程与深圳深汕合作区天然林置关系示意图

4.3.10.6 生态公益林

（1）现状

深汕特别合作区生态公益林面积为 1.37 万 hm^2，在维持合作区生态平衡、保障生物多样性、调节气候等方面发挥关键作用。主要分布在莲花山脉、圆墩三角山等多个区域，涉及云新村、新寨村等数十个行政村。

（2）工程涉及情况

输水线路及受水区涉及的生态公益林涉及面积为 7.25hm^2，均为省级公益林。工程输水线路区堆渣场 ZC3-1 及其施工道路 1.92 hm^2，龙山水厂支线进洞口和工区 GQ8 共 1.67hm^2，4#施工支洞及其永久检修道路和 4#施工支洞工区 GQ10 计 3.66hm^2。

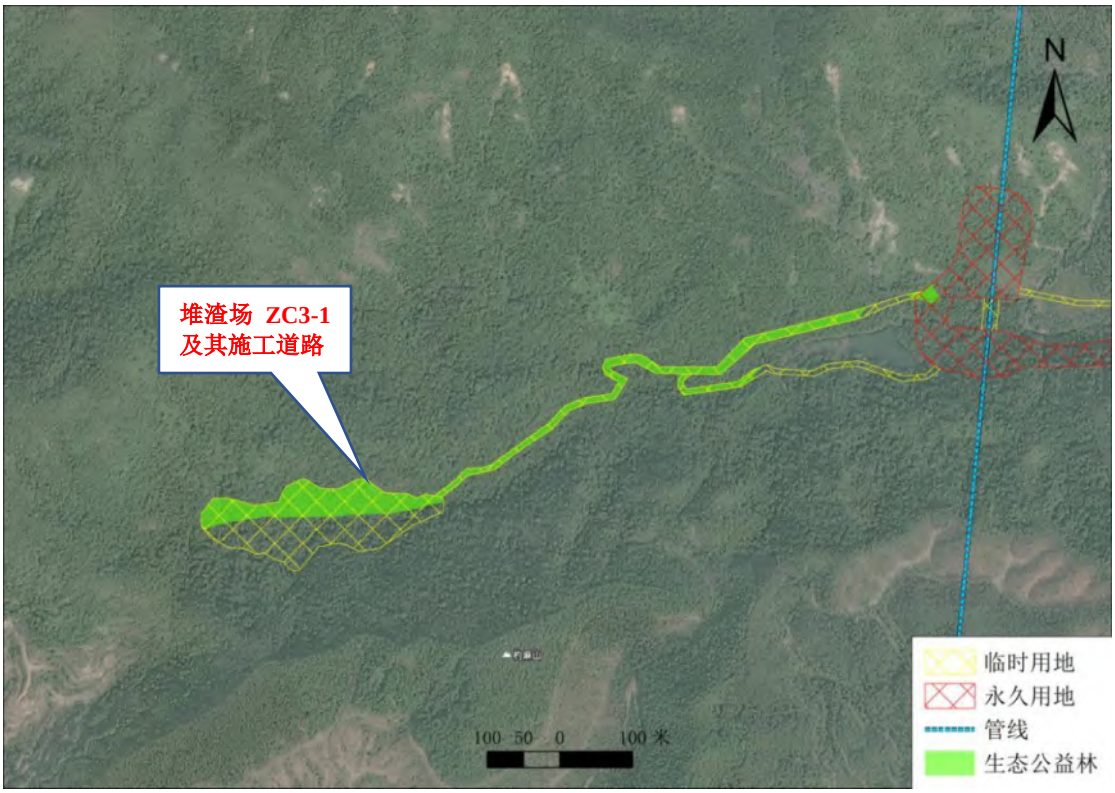


图4.3-43　项目涉及深汕合作区生态公益林位置示意图（1/3）

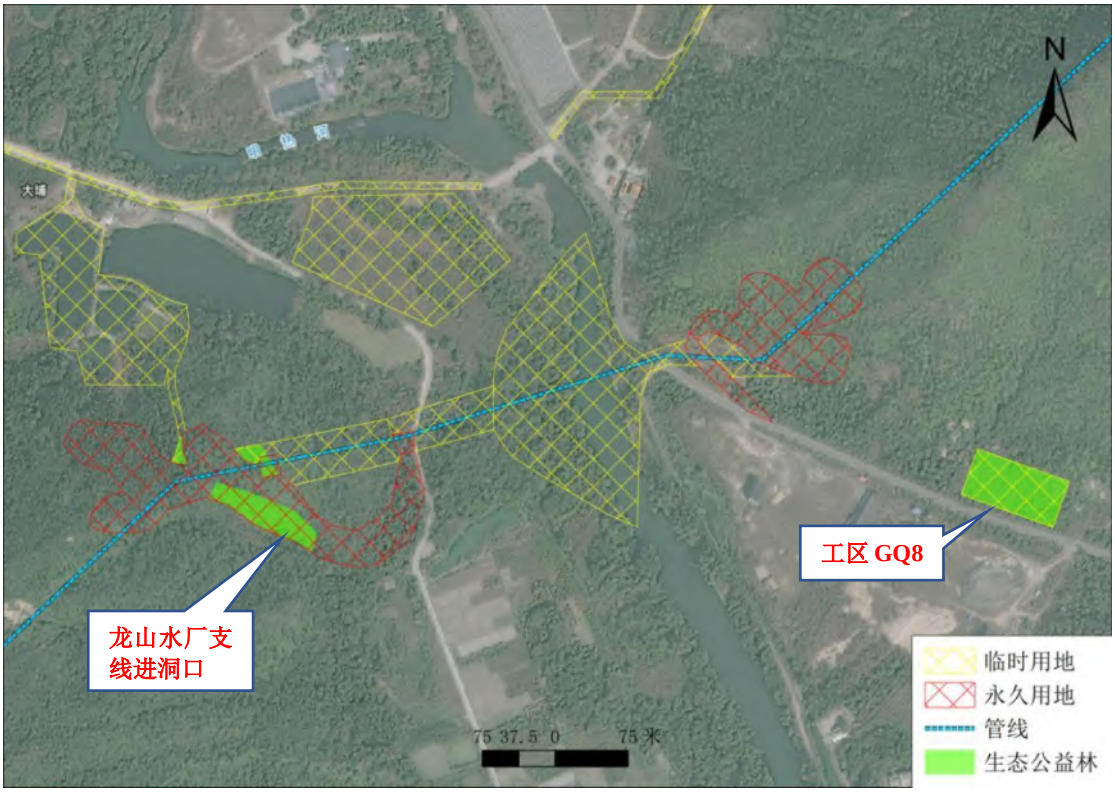


图 4.3-43　项目涉及深汕合作区生态公益林位置示意图（2/3）



图 4.3-43　项目涉及深汕合作区生态公益林位置示意图（3/3）

4.3.10.7 饮用水水源保护区

输水线路及受水区涉及 1 个饮用水源保护区，为三角水库饮用水水源保护区。

4.3.11 存在的主要生态环境问题

（1）水资源开发利用问题

深汕合作区水资源总量相对丰沛，但可开发利用率较低。深汕合作区水资源年内、年际分布变化大。受地形因素影响，区域多年平均年径流深在 1515mm，多年平均降雨量约 2350mm，最大年降雨量与最小年降雨量之比为 2.46 倍。汛期来水 4～9 月占全年的 87%，非汛期来水 10～3 月只占全年的 13%。再者，深汕合作区地处沿海地区，北靠千米高的莲花山脉，南临大海，在不足 20km 的纵向空间里，河流源短流急，洪水径流大多难以转化为可利用水量；且河道受咸潮影响，至上游赤石镇均位于感潮区，水资源难利用，地表水资源开发利用率仅 5.41%(2022 年水资源公报)，虽有进一步提升空间，但水资源可开发利用程度较低。

（2）地下水环境问题

深汕合作区地下水资源评价全部为山丘区，多年平均浅层地下水资源量约为 1.21 亿 m^3，如果按 40%计算可开采量算，该地区地下水可开采量约 0.48 亿 m^3。但是深汕合作区区域内地下水含水层不厚，地下水受海潮倒灌影响，含碱严重，大都属于 IV、V 类水体，不符合饮用水质标准。依据《广东省地下水资源区划》，深汕合作区位于地下水水源涵养区及地质灾害易发区，不宜开采地下水。

（3）水生生态环境问题

赤石河等河流发现外来鱼类齐氏罗非鱼和尼罗罗非鱼入侵现象，对土著鱼类存在一定的生存威胁。

5 水源及下游区环境影响预测

5.1 对水资源量的影响

5.1.1 取水河段径流分析

根据 1959~2023 年天然来水系列，计算出西枝江惠州境内多年平均年径流量为 45.71 亿 m^3（144.95m^3/s），其中白盆珠以上多年平均年径流量为 10.73 亿 m^3（34.02m^3/s），占西枝江流域多年平均来水量的 23.5%。见表 5.1-1。

表5.1-1　西枝江流域天然流量成果表　单位：亿 m^3

河流/水库	系列	均值	不同频率年径流量			
			50%	90%	95%	97%
双下站(白盆珠站)	1959~2023	10.73	10.14	7.53	5.62	4.09
西枝江		45.71	43.17	32.08	23.93	17.43

5.1.2 取水对控制断面水资源量变化分析

5.1.2.1 工程取水水量

本工程供水对象主要为深汕合作区的生活和工业用水，取水水源为白盆珠水库，近期设计引水流量取 2.6m^3/s、加大引水流量 3.8m^3/s，远期设计引水流量 5.2m^3/s、加大引水流量 30m^3/s。2035 年和 2050 年需要白盆珠水库年引水量分别为 0.8 亿 m^3 和 1.64 亿 m^3。

5.1.2.2 工程取水对区域水资源量的影响

本工程近期 2035 年多年平均引水量为 0.8 亿 m^3，占白盆珠水库多年平均入库水资源量 7.46%，占西枝江多年平均水资源量 1.75%；90%频率引水量 0.82 亿 m^3，占 90%频率入库水资源量的 14.59%，占 90%频率西枝江水资源量的 3.43%；97%频率引水量 0.47 亿 m^3，占 97%频率入库水资源量的 11.49%，占 97%频率西枝江水资源量的 2.7%。

远期 2050 年多年平均引水量为 1.64 亿 m^3，占白盆珠多年平均入库水资源量的 15.28%，占西枝江多年平均水资源量的 3.59%；90%频率引水量 1.22 亿 m^3，占 90%频率入库水资源量的 21.71%，占 90%频率西枝江水资源量的 5.10%；97%频率引水量 0.13 亿 m^3，占入库水资源量的 3.18%，占西枝江水资源量的 0.75%。

表5.1-2　本工程近、远期引水量占天然来水量情况表　单位：亿 m^3

来水年型	天然来水量		近期			远期		
	白盆珠	西枝江	取水量	占白盆珠	占西枝江	取水量	占白盆珠	占西枝江
多年平均	10.73	45.71	0.8	7.46%	1.75%	1.64	15.28%	3.59%
P=50%	10.14	43.17	0.83	8.19%	1.92%	1.8	17.75%	4.17%
P=75%	7.53	32.08	0.8	10.62%	2.49%	1.23	16.33%	3.83%
P=90%	5.62	23.93	0.82	14.59%	3.43%	1.22	21.71%	5.10%
P=97%	4.09	17.43	0.47	11.49%	2.70%	0.13	3.18%	0.75%

根据经省人民政府同意，省水利厅印发的《建设总体方案》，在有关分水方案调整前，深圳市承诺现东江取水工程及本引水工程在东江流域取水水量不超分水指标(P=90%，16.63 亿 m^3)，结合深圳市东部供水工程退减取水（即深汕合作区引水工程引水后，深圳东部供水工程近期停止在西枝江口取水 0.8 亿 m^3，远期停止在西枝江口取水 1.1 亿 m^3），不会额外增加广东省东江（石龙以上）地表水资源开发利用量，故本工程的建设不会对东江流域的水资源分配带来影响。

5.1.3 河道水资源开发利用率变化情况

西枝江流域多年平均地表水资源量 45.7 亿 m^3，根据《惠州市水资源公报》《深圳市水资源公报》，西枝江流域 2022 年供水量 5.47 亿 m^3，本工程建设前地表水资源开发利用率为 11.97%；工程建成运行后，2035 年西枝江流域地表水资源开发利用率不变，2050 年开发利用率增加 1.2%。

工程建成后西枝江流域水资源开发利用率变化情况见表 5.1-3。

表5.1-3　工程建成后西枝江流域水资源开发利用率变化情况表

项目		多年平均
现状地表水资源量(亿 m^3)		45.7
现状地表水资源供水量(亿 m^3)		5.47
本工程新增引水量(亿 m^3)	近期	0
	远期	0.54
地表水资源开发利用率(%)	工程建设前	11.97
	近期取水增加	0
	远期取水增加	1.2

注：新增引水量基于深圳东部水源工程退减指标情况下进行分析，即本工程在白盆珠水库引水后，深圳东部供水工程近期停止在西枝江口取水 0.8 亿 m^3，远期停止在西枝江口取水 1.1 亿 m^3。

白盆珠水库坝上多年平均地表水资源量 10.73 亿 m^3，根据《惠东县水资源公报》，现状坝址以上高潭、宝口、白盆珠 3 镇供水量 0.355 亿 m^3，本工程建设前地表水资源开发利用率为 3.31%；工程建成运行后，2035 年白盆珠坝上地表水资源开发利用率增加 7.45%，2050 年开发利用率增加 15.28%。

工程建成后白盆珠坝上水资源开发利用率变化情况见表 5.1-4。

表5.1-4　工程建成后取水断面水资源开发利用率变化情况表

项目		多年平均
现状地表水资源量(亿 m^3)		10.73
现状地表水资源供水量(亿 m^3)		0.355
本工程新增引水量(亿 m^3)	近期	0.8
	远期	1.64
地表水资源开发利用率(%)	工程建设前	3.31
	近期取水增加	7.45
	远期取水增加	15.28

5.2 引水对水文情势的影响

5.2.1 不同典型年调水和补水情况

本次评价主要以 1959 年~2023 年长系列供水调节计算成果为基础，选取丰水年(1997 年)、平水年(1993 年)、枯水年(2004 年)三种典型年，分析不同典型年白盆珠调水过程及深圳东部供水工程补水过程情况。1959 年~2023 年逐月调水补水情况见图 5.2-1 和图 5.2-2，不同典型年逐月调水补水情况见表 5.2-1 和表 5.2-2。丰水年(1997 年)近期调水量为 2.54~3.41m^3/s，远期调水量为 0.6~6.36m^3/s，由于丰水年来水较大，近期远期补水量均为 0。平水年(1993 年)近期调水量为 2.54~3.64m^3/s，远期调水量为 0~17.85m^3/s，由于平水年汛期来水相对较大，因此汛期平水年近期远期补水量均为 0，仅在枯水期（12 月~3 月）进行补水，近期补水为 4.1~4.34m^3/s，远期补水为 4.1~4.63m^3/s。枯水年(2004 年)近期调水量为 2.54~3.4m^3/s，远期调水量为 0~5.2m^3/s，由于枯水年来水较少，因此近期远期补水月份较丰水年和平水年多，在 1~4 月、6 月及 10~12 月进行补水，近期补水为 0~4.34m^3/s，远期补水为 0~4.63m^3/s。各典型年远期补水量均大于近期补水量。

表5.2-1　近期典型年调水补水过程表　　单位：m^3/s

典型年	月份	天然来水	下泄	调水	补水
丰水年（P=10%）	4	17.50	10.50	2.54	0.00
	5	36.25	10.50	2.54	0.00
	6	24.91	10.50	2.54	0.00
	7	148.51	108.27	2.54	0.00
	8	188.76	182.64	2.54	0.00
	9	100.80	94.59	2.54	0.00
	10	33.21	26.50	3.41	0.00
	11	16.14	11.08	2.54	0.00
	12	10.53	10.50	2.54	0.00
	1	10.78	10.50	2.54	0.00
	2	17.01	10.50	2.54	0.00
	3	24.48	13.04	2.61	0.00
平水年（P=50%）	4	15.49	10.50	2.54	0.00
	5	33.88	10.50	2.54	0.00
	6	80.89	10.50	2.54	0.00
	7	32.81	19.28	2.54	0.00
	8	48.28	42.16	2.54	0.00
	9	108.96	102.76	2.54	0.00
	10	33.82	26.89	3.64	0.00
	11	14.51	10.50	2.54	0.00
	12	7.32	13.23	2.54	4.34
	1	4.03	19.41	2.54	4.34
	2	7.42	10.50	2.54	4.10
	3	5.94	17.74	2.54	4.34
枯水年（P=90%）	4	8.67	14.84	2.54	4.34
	5	14.25	10.50	2.54	0.00
	6	8.34	10.50	2.54	2.28
	7	45.43	10.50	2.54	0.00
	8	45.07	10.50	2.54	0.00

典型年	月份	天然来水	下泄	调水	补水
	9	53.37	24.39	3.40	0.00
	10	9.89	10.50	2.54	1.84
	11	6.56	11.19	2.54	4.34
	12	4.57	22.19	2.54	4.34
	1	5.54	14.51	2.54	4.34
	2	6.06	14.69	2.54	4.34
	3	7.26	13.42	2.54	4.34

表5.2-2　远期典型年调水补水过程表　　单位：m^3/s

典型年	月份	天然来水	下泄	调水	补水
丰水年（P=10%）	4	17.50	10.50	5.20	0.00
	5	36.25	10.50	5.20	0.00
	6	24.91	10.50	5.20	0.00
	7	148.51	84.06	4.74	0.00
	8	188.76	184.57	0.60	0.00
	9	100.80	92.76	4.37	0.00
	10	33.21	23.55	6.36	0.00
	11	16.14	10.50	5.20	0.00
	12	10.53	10.50	5.20	0.00
	1	10.78	10.50	5.20	0.00
	2	17.01	10.50	5.20	0.00
	3	24.48	10.50	5.20	0.00
平水年（P=50%）	4	15.49	10.50	0.00	0.00
	5	33.88	10.50	5.20	0.00
	6	80.89	10.50	5.20	0.00
	7	32.81	10.50	5.20	0.00
	8	48.28	22.06	17.85	0.00
	9	108.96	103.32	1.97	0.00
	10	33.82	23.87	6.65	0.00
	11	14.51	10.50	5.20	0.00
	12	7.32	12.94	5.20	4.63

典型年	月份	天然来水	下泄	调水	补水
	1	4.03	19.12	5.20	4.63
	2	7.42	10.50	5.20	4.10
	3	5.94	17.45	5.20	4.63
枯水年（P=90%）	4	8.67	14.55	4.91	4.63
	5	14.25	10.50	0.00	0.00
	6	8.34	10.50	0.00	2.28
	7	45.43	10.50	5.20	0.00
	8	45.07	10.50	5.20	0.00
	9	53.37	10.50	5.20	0.00
	10	9.89	10.50	5.20	1.84
	11	6.56	10.91	5.20	4.63
	12	4.57	21.90	5.20	4.63
	1	5.54	14.22	5.20	4.63
	2	6.06	14.40	5.20	4.63
	3	7.26	13.14	0.00	4.63

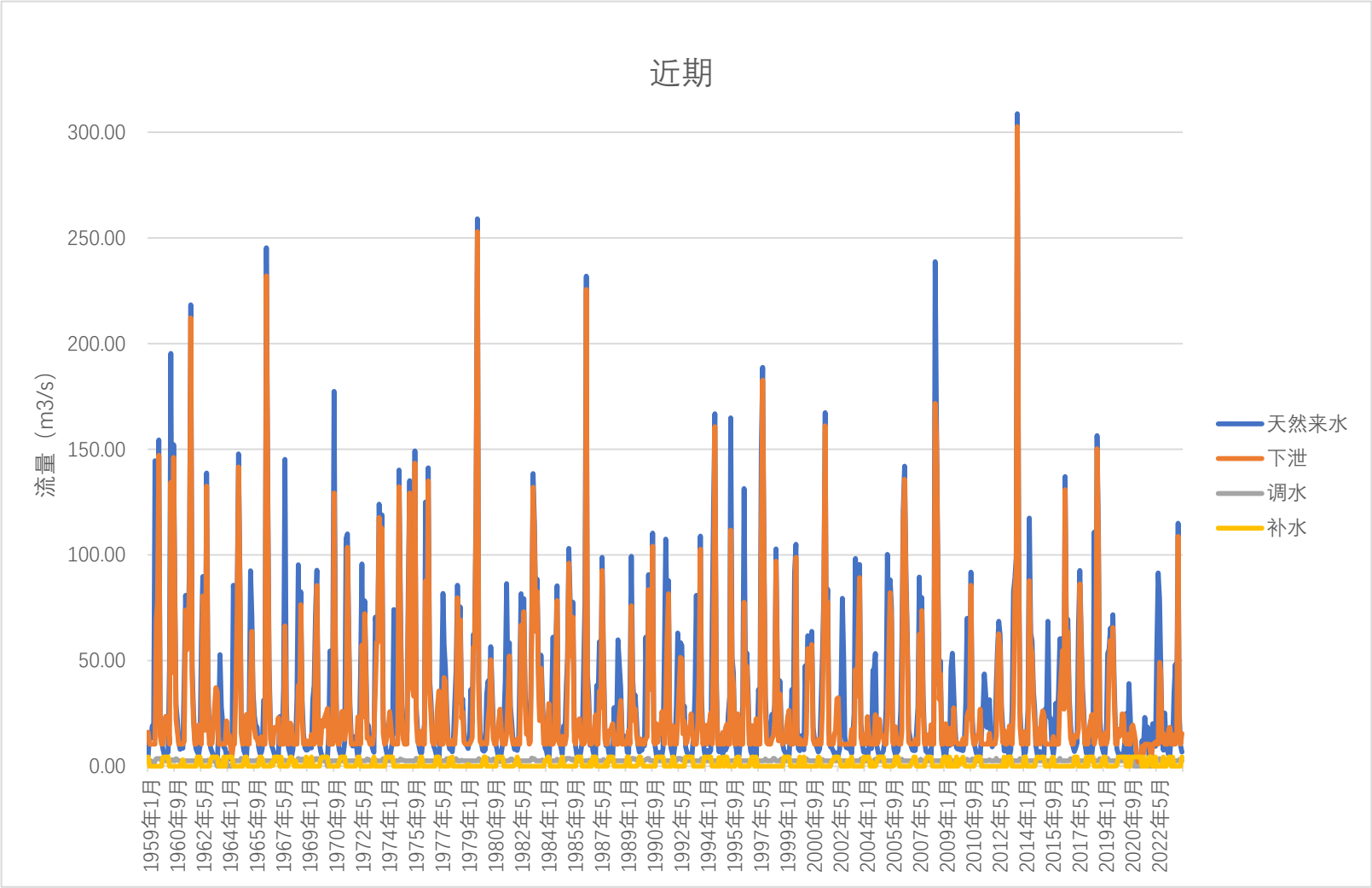


图5.2-1　近期 1959 年~2023 年逐月调水补水过程图

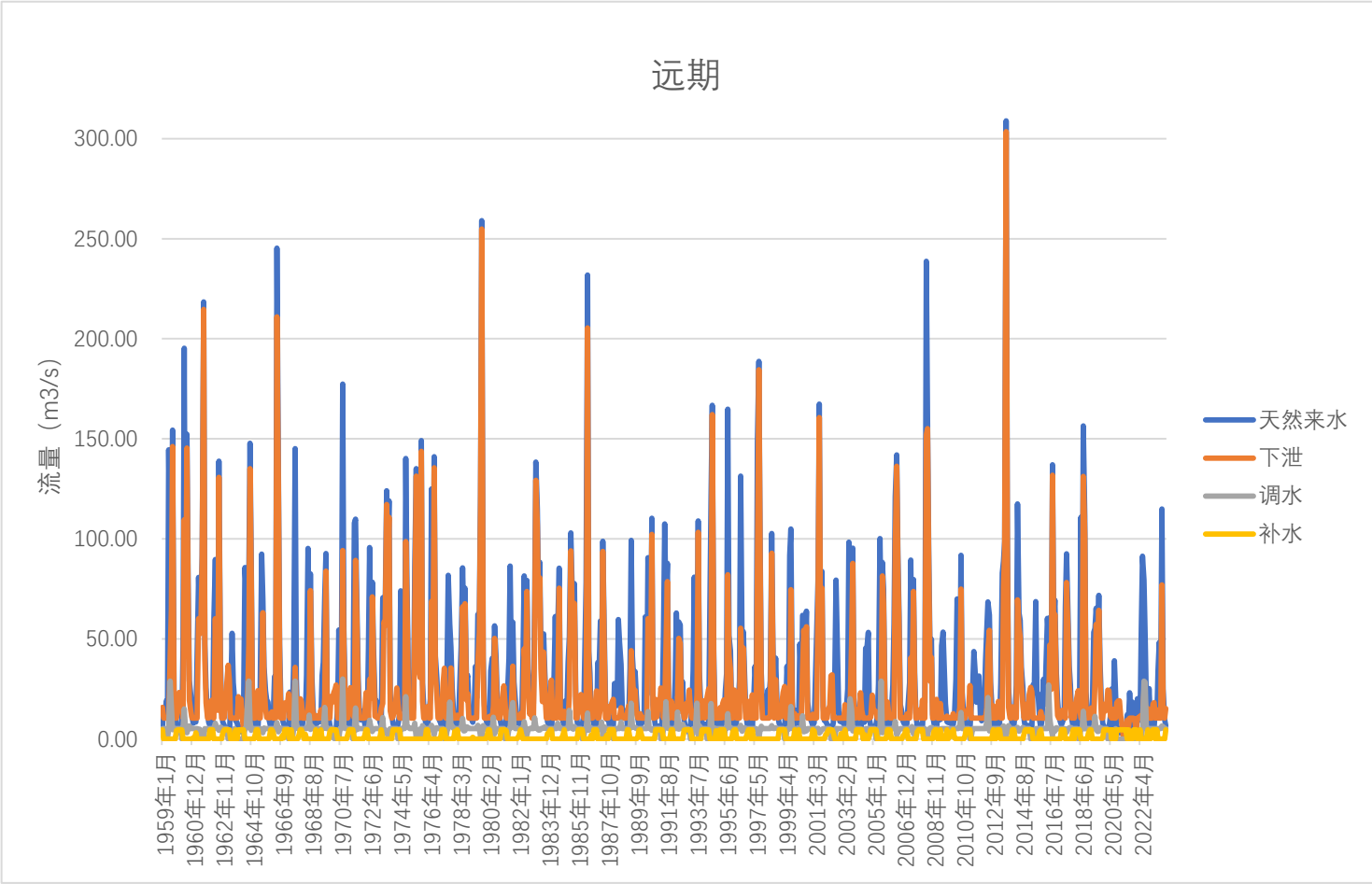


图5.2-2　远期 1959 年~2023 年逐月调水补水过程图

5.2.2 对白盆珠水库库区水文情势的影响

现状白盆珠水库是一座以防洪供水为主，兼顾发电、灌溉和改善航运等综合利用的大（I）型水库。《初设报告》提出，增加工程取水后，白盆珠水库防洪调度维持现状防洪调度，兴利调度结合工程取水情况，本次在原颁布的调度规则基础上，拟取消发电调度，转为以供水调度为主，供水用户增加深汕合作区用水。此外，通过深圳市东江水源工程从东江取水补水至西枝江流域，使得西枝江流域补水恢复至工程取水前保障程度。

工程取水口位于白盆珠水库坝上，工程引水将对水源区白盆珠水库库区的水文情势产生影响，本次评价主要以 1959 年~2023 年长系列供水调节计算成果为基础，选取丰水年(1997 年)、平水年(1993 年)、枯水年(2004 年)三种典型年，分析引水前后白盆珠水库库区的水位变化情况。根据调节计算，取消发电调度情况下，深汕引水工程引水前后白盆珠水库 1959 年~2023 年逐月水位变化情况见图 5.2-3 和图 5.2-4，不同典型年水库库区水位变化情况见表 5.2-3 和表 5.2-4。近期、远期取水前后丰、平、枯白盆珠水库库内水位对比情况，详见图 5.2-5 和图 5.2-6。

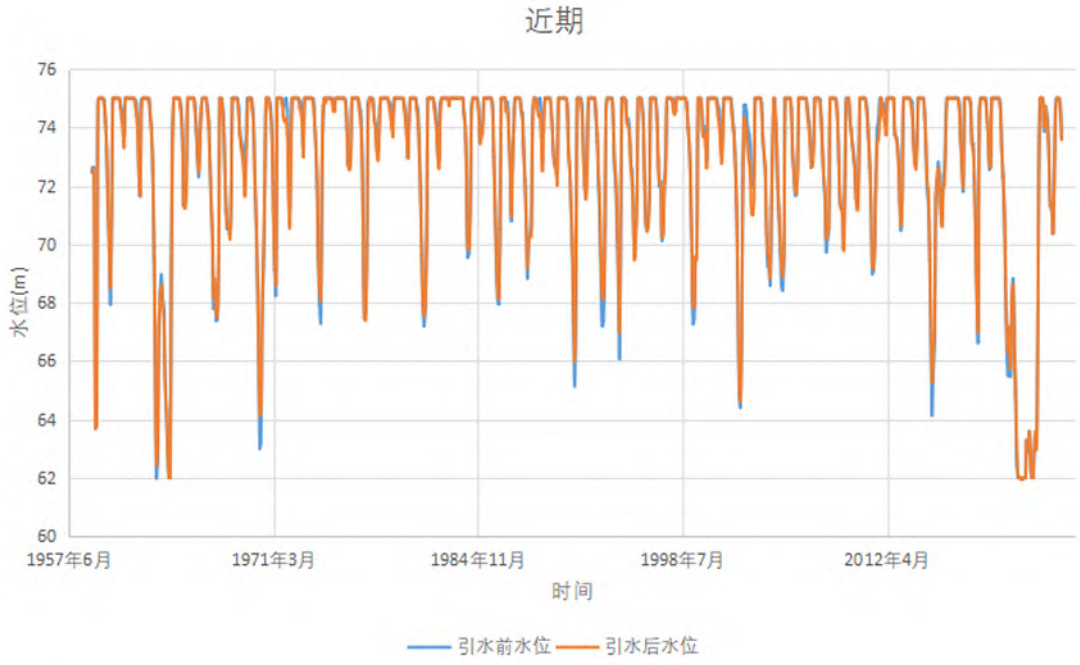


图5.2-3　近期引水前后白盆珠水库 1959 年~2023 年逐月水位变化情况对比图

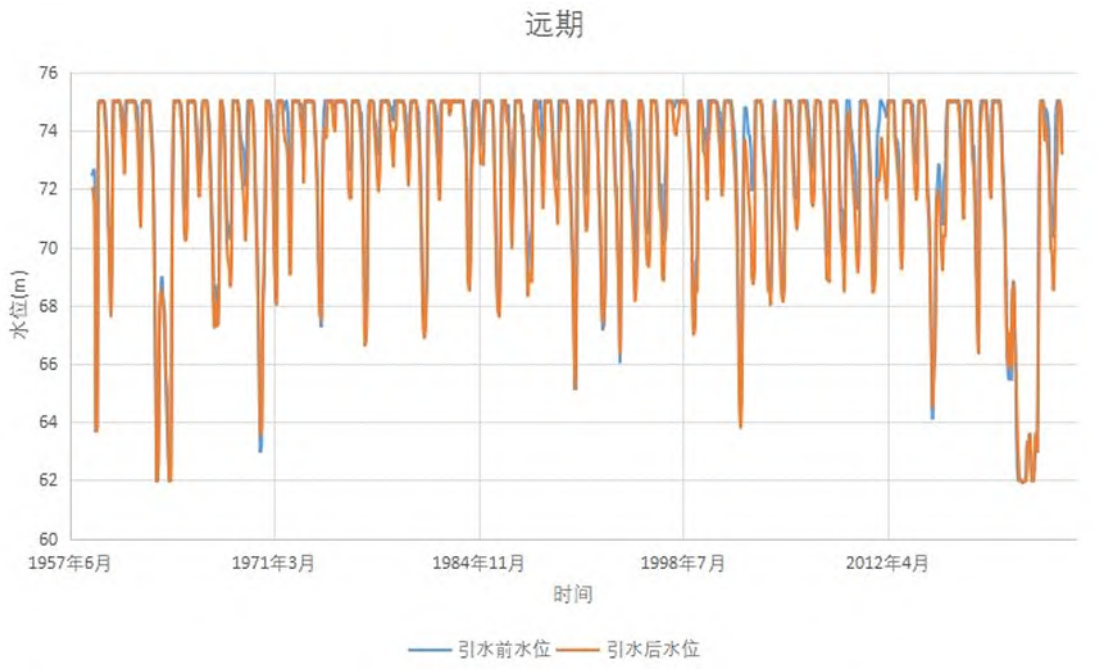


图5.2-4　远期引水前后白盆珠水库 1959 年~2023 年逐月水位变化情况对比图

表5.2-3　近期取水前后典型年白盆珠水库水位变化情况表

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		引水前	引水后	
丰水年（P=10%）	4	71.16	71.08	-0.09
	5	72.88	72.60	-0.28
	6	73.69	73.24	-0.45
	7	75.74	75.74	0.00
	8	75.74	75.74	0.00
	9	75.74	75.74	0.00
	10	75.74	75.74	0.00
	11	75.74	75.74	0.00
	12	75.55	75.37	-0.18
	1	75.57	75.20	-0.37
	2	75.74	75.31	-0.44
	3	75.74	75.74	0.00
平水年（P=50%）	4	68.12	68.88	0.75
	5	69.90	70.37	0.46
	6	75.01	75.22	0.21
	7	75.74	75.74	0.00
	8	75.74	75.74	0.00
	9	75.74	75.74	0.00
	10	75.74	75.74	0.00
	11	75.74	75.67	-0.07
	12	74.81	74.87	0.06
	1	73.34	73.53	0.19

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		引水前	引水后	
	2	72.70	73.00	0.30
	3	71.19	71.67	0.47
枯水年（P=90%）	4	69.99	70.48	0.49
	5	69.97	70.23	0.26
	6	69.34	69.58	0.25
	7	72.00	72.02	0.02
	8	74.36	74.19	-0.17
	9	75.74	75.74	0.00
	10	75.33	75.28	-0.05
	11	74.52	74.59	0.08
	12	72.68	72.90	0.22
	1	71.62	71.99	0.37
	2	70.50	71.02	0.53
	3	69.35	70.06	0.71

表5.2-4　远期取水前后白盆珠水库水位变化情况表

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		引水前	引水后	
丰水年（P=10%）	4	71.16	69.61	-1.55
	5	72.88	71.03	-1.85
	6	73.69	71.51	-2.17
	7	75.74	75.74	0.00
	8	75.74	75.74	0.00
	9	75.74	75.74	0.00
	10	75.74	75.74	0.00
	11	75.74	75.60	-0.15
	12	75.55	75.03	-0.52
	1	75.57	74.67	-0.90
	2	75.74	74.60	-1.14
	3	75.74	75.04	-0.71
平水年（P=50%）	4	68.12	68.33	0.21
	5	69.90	69.64	-0.27
	6	75.01	74.41	-0.59

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		引水前	引水后	
	7	75.74	75.40	-0.35
	8	75.74	75.74	0.00
	9	75.74	75.74	0.00
	10	75.74	75.74	0.00
	11	75.74	75.48	-0.26
	12	74.81	74.50	-0.31
	1	73.34	72.99	-0.35
	2	72.70	72.25	-0.45
	3	71.19	70.68	-0.51
枯水年（P=90%）	4	69.99	69.24	-0.75
	5	69.97	69.23	-0.74
	6	69.34	68.79	-0.55
	7	72.00	71.09	-0.91
	8	74.36	73.14	-1.22
	9	75.74	75.58	-0.17
	10	75.33	74.92	-0.41
	11	74.52	74.05	-0.46
	12	72.68	72.15	-0.54
	1	71.62	71.02	-0.60
	2	70.50	69.82	-0.68
	3	69.35	69.06	-0.28

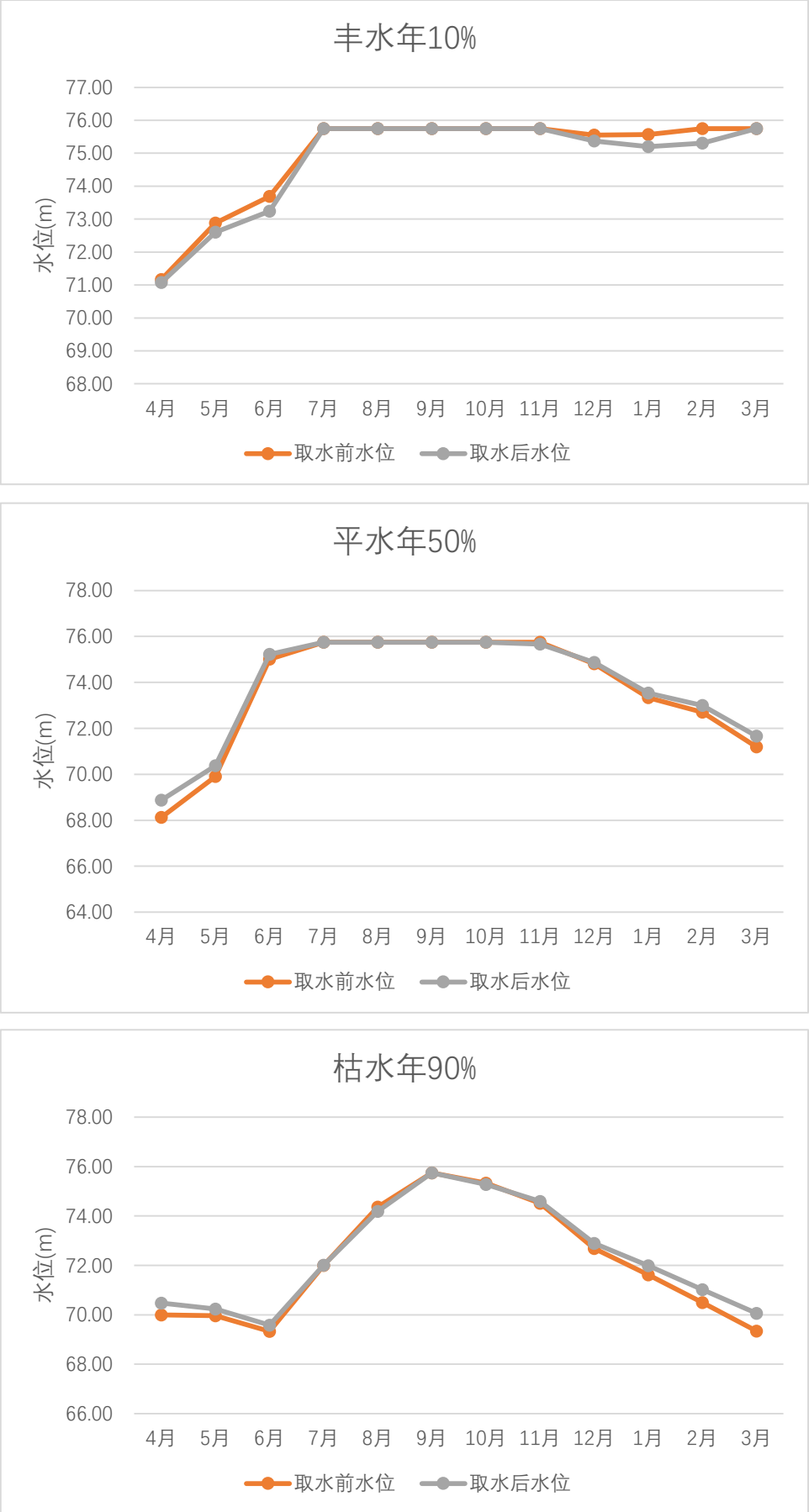


图5.2-5　近期取水前后丰、平、枯白盆珠水库库内水位对比图

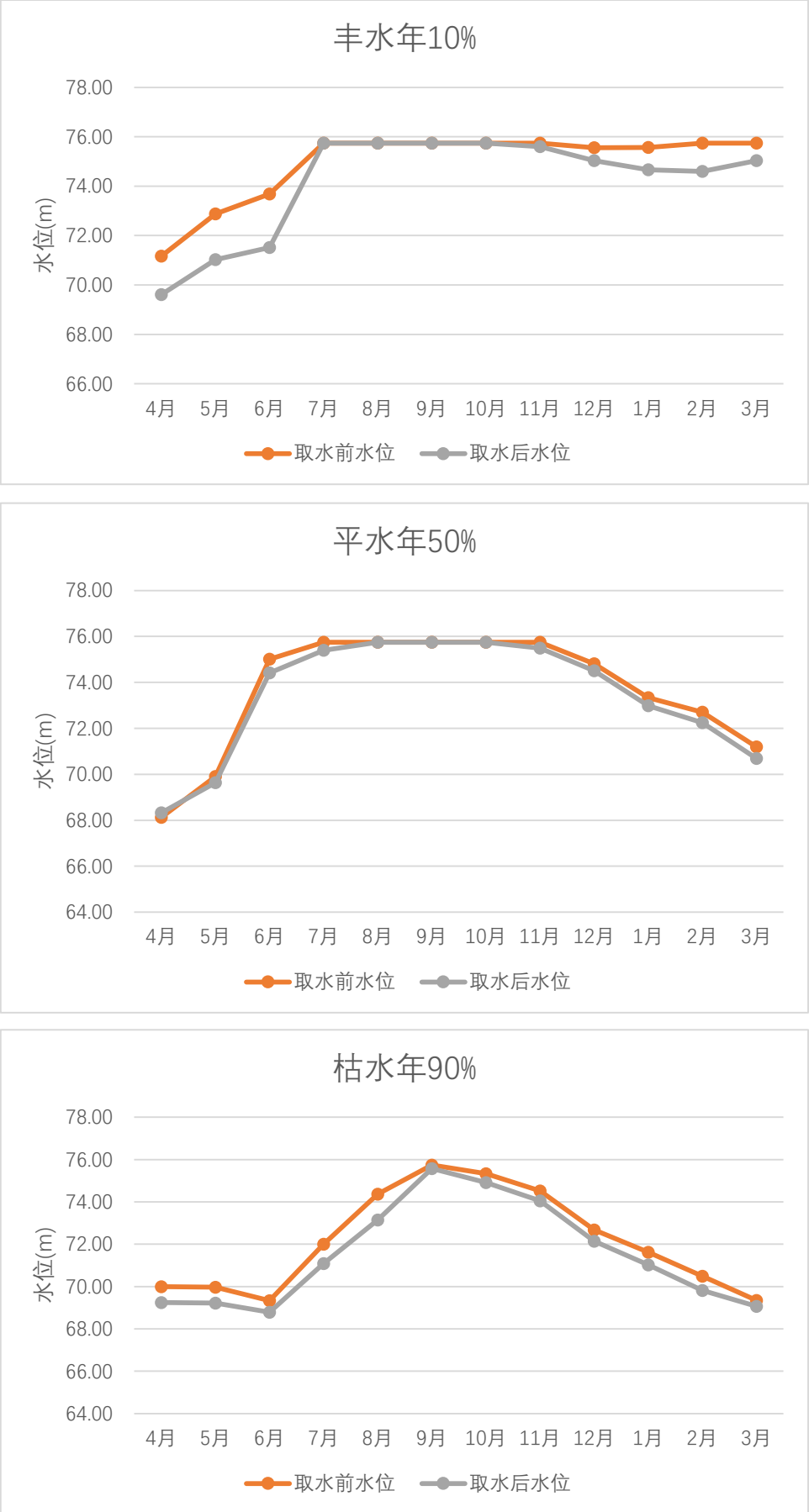


图5.2-6　远期取水前后丰、平、枯白盆珠水库库内水位对比图

工程引水后，白盆珠水库仍按防洪限制水位 75.7m 进行控制。

1）近期工程取水前后库区水位变化如下：

①丰水年，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0m，其中 7~11 月水位无变化，4~6 月引水后水位降低-0.45~-0.09m，12~3 月引水后水位降低-0.44~0m。变化的主要拐点为 7 月和 11 月。

②平水年，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.07~0.75m，其中 7~11 月水位基本无变化，4~6 月引水后水位升高 0.21~0.75m，12~3 月引水后水位升高 0.06~0.47m。变化的主要拐点为 7 月和 11 月。

③枯水年，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.17~0.71m，其中 7~11 月水位变化很小，4~6 月引水后水位升高 0.25~0.49m，12~3 月引水后水位升高 0.22~0.71m。变化的主要拐点为 7 月和 11 月。

总体来看，根据长系列调节计算成果，取消白盆珠水库发电调度以及结合深圳市东江水源工程向鸡心石水库补水后，近期引水后白盆珠水位较引水前变化不大。由于白盆珠水库的汛限水位为 75.7m，相当于汛期水位降到 75.7m 时，白盆珠水库满库运行，因此近期丰水年和平水年汛期 7~9 月取水前后水位几乎无变化。深圳市东江水源工程向鸡心石水库补水后，增加了平山-水贝区间的供水能力，需要白盆珠水库放水对下游补水的水量将减少，从而导致引水后平水年、枯水年枯水期库区水位出现上升的情况，水位升高值 0.06~0.71m；而丰水年枯水期，引水量仍大于减小的下游补水量，因此水位下降，降低值-0.44~0m。

2）远期工程取水前后库区水位变化如下：

①丰水年，白盆珠水库远期引水前后水位变化在-2.17~0m，其中 7~10 月水位无变化，4~6 月引水后水位降低-2.17~-1.55m，11~3 月引水后水位降低-1.14~-0.15m。变化的主要拐点为 7 月和 10 月。

②平水年，白盆珠水库远期引水前后水位变化在-0.59~0.21m，其中 8~10 月水位无变化，4~7 月引水后水位变化-0.59~0.21m，11~3 月引水后水位降低-0.51~-0.26m。变化的主要拐点为 8 月和 10 月。

③枯水年，白盆珠水库远期引水前后水位变化在-1.22~-0.17m，其中 9 月水位变化最小，4~8 月引水后水位降低-1.22~-0.55m，11~3 月引水后水位降低-0.68~-0.28m。变化的主要拐点为 9 月。

总体来看，根据长系列调节计算成果，远期引水白盆珠水位较近期引水水位

变化略大。由于白盆珠水库的汛限水位为 75.7m，相当于汛期水位降到 75.7m 时，白盆珠水库满库运行，因此近期丰水年和平水年汛期 7~9 月取水前后水位几乎无变化。远期引水设计引水流量 5.2m^3/s、加大引水流量 30m^3/s，均大于深圳市东江水源工程向鸡心石水库的补水能力，引水后各典型年枯水期库区水位出现下降的情况，丰水年枯水期的引水量相对较大，因此水位下降也相对明显，水位降低值-1.14~-0.15m。

5.2.3 对下游河道水文情势的影响

5.2.3.1 对下游河道流量的影响

白盆珠水库改变调度方式，取消发电并向深汕合作区供水（调度原则见 2.9），工程引水前后，白盆珠水库下游河道的流量将发生改变。本次以多年平均以及丰、平、枯四种来水条件为典型，主要侧重于分析引水前后，对白盆珠坝下断面流量变化情况。根据长系列调节计算，本工程建成运行前后，白盆珠水库坝下多年平均、不同典型年流量变化情况见表 5.2-5~表 5.2-12。

（1）多年平均情况下的变化分析

多年平均来水情况下，主要断面取水前后流量变化见表 5.2-5 和表 5.2-6。

1）近期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-1.66~-3.01m^3/s，变化幅度为-4.21~-16.72%；平山断面流量变化值-1.66~-3.01m^3/s，变化幅度为-1.92~-16.32%；水贝断面流量变化值-1.66~-3.01m^3/s，变化幅度为-1.38~-13.28%；河口断面流量变化值 1.33~2.69m^3/s，变化幅度为 0.59~6.27%。流量变化趋势为从上游到下游流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，全年流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-2.35~-2.97m^3/s、-2.35~-2.97m^3/s、-2.35~-2.97m^3/s、1.36~1.99m^3/s，变化幅度分别为-4.21~-14.99%、-1.92~-9.25%、-1.38~-6.8%、0.59~2.01%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-1.66~-3.01m^3/s、-1.66~-3.01m^3/s、-1.66~-3.01m^3/s、1.33~2.69m^3/s，变化幅度分别为-10.01~-16.72%、-5.6~-16.32%、-4.14~-13.28%、2.04~6.27%。流量变化趋势为丰水期引水前后流量变化相对较小，枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-16.72%（坝下断面 1 月）。

2）远期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-2.22~-9.9m^3/s，变化幅度为-11.29~-29.2%；平山断面流量变化值-2.22~-9.91m^3/s，变化幅度为-5.28~-17.5%；水贝断面流量变化值-2.23~-9.9m^3/s，变化幅度为-3.95~-14.25%；河口断面流量变化值-5.28~2.4m^3/s，变化幅度为-2.29~6.75%。流量变化趋势为从上游到下游流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，枯水期流量有所增大，但汛期由于加大流量引水而补水有限，因此丰水期河口断面处流量有所减小。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-4.16~-9.90m^3/s、-4.16~-9.90m^3/s、-4.16~-9.90m^3/s、-5.28~0.46m^3/s，变化幅度分别为-11.29~-29.2%、-5.28~-14.24%、-3.95~-10.19%、-2.29~0.68%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-2.22~-4.31m^3/s、-2.22~-4.31m^3/s、-2.23~-4.31m^3/s、0.32~2.4m^3/s，变化幅度分别为-15.23~-18.02%、-9.69~-17.5%、-7.12~-14.25%、0.35~6.75%。流量变化趋势为由于汛期加大流量引水，坝下断面丰水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-29.20%（坝下 5 月），而枯水期引水前后流量变化相对较小；下游其他断面由于丰水期区间来水补充较多，引水前后流量变化相对较小，而枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-17.50%（平山 2 月）。

综上，从各个控制断面流量变化来看，流量变化趋势为从上游到下游各断面流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，到西枝江河口处由于深圳市东江水源工程补水作用，流量有所增大（远期汛期加大引水，西枝江河口丰水期流量减小，枯水期流量增大）。从年内变化情况来看，流量总体变化趋势为枯水期各断面引水前后流量变化比丰水期大（远期汛期加大引水，坝下丰水期引水前后流量变化比枯水期大）。从多年变化情况来看，远期各断面引水流量变化比近期大。

表5.2-5　多年平均来水情况下主要断面取水前后流量变化表　单位：m^3/s

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后
4	19.81	16.84	32.11	29.14	43.83	40.85	67.78	69.14	19.81	15.65	32.11	27.94	43.83	39.66	67.78	68.24
5	24.42	22.04	50.08	47.70	69.97	67.59	109.63	111.59	24.42	17.29	50.08	42.95	69.97	62.84	109.63	107.12
6	47.41	44.92	129.54	127.04	179.82	177.33	274.26	276.10	47.41	37.51	129.54	119.63	179.82	169.92	274.26	268.98
7	50.94	48.59	122.14	119.79	166.34	164.00	249.62	251.61	50.94	43.30	122.14	114.50	166.34	158.70	249.62	246.61
8	61.96	59.26	140.45	137.76	188.88	186.18	280.05	281.69	61.96	53.85	140.45	132.34	188.88	180.77	280.05	276.56
9	57.47	55.05	122.78	120.36	164.16	161.75	242.70	244.63	57.47	50.98	122.78	116.30	164.16	157.68	242.70	240.85
10	24.78	22.30	44.46	41.97	60.10	57.61	91.10	92.96	24.78	20.47	44.46	40.15	60.10	55.79	91.10	91.42
11	14.58	12.92	22.85	21.20	31.32	29.66	48.36	51.05	14.58	12.36	22.85	20.63	31.32	29.09	48.36	50.76
12	15.84	13.34	15.58	13.08	19.71	17.20	29.18	31.01	15.84	13.19	15.58	12.93	19.71	17.05	29.18	31.15
1	15.37	12.80	15.78	13.21	19.84	17.26	28.74	30.51	15.37	12.60	15.78	13.02	19.84	17.07	28.74	30.60
2	18.21	15.20	18.57	15.54	22.74	19.72	32.05	33.38	18.21	15.02	18.57	15.32	22.74	19.50	32.05	33.44
3	20.48	17.53	22.77	19.81	28.28	25.32	40.27	41.66	20.48	17.31	22.77	19.60	28.28	25.11	40.27	41.73

表5.2-6　多年平均来水情况下主要断面取水前后流量变化率表

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)
4	-2.97	-14.99	-2.97	-9.25	-2.98	-6.80	1.36	2.01	-4.16	-21.00	-4.17	-12.99	-4.17	-9.51	0.46	0.68
5	-2.38	-9.75	-2.38	-4.75	-2.38	-3.40	1.96	1.79	-7.13	-29.20	-7.13	-14.24	-7.13	-10.19	-2.51	-2.29
6	-2.49	-5.25	-2.50	-1.93	-2.49	-1.38	1.84	0.67	-9.90	-20.88	-9.91	-7.65	-9.90	-5.51	-5.28	-1.93
7	-2.35	-4.61	-2.35	-1.92	-2.34	-1.41	1.99	0.80	-7.64	-15.00	-7.64	-6.26	-7.64	-4.59	-3.01	-1.21
8	-2.70	-4.36	-2.69	-1.92	-2.70	-1.43	1.64	0.59	-8.11	-13.09	-8.11	-5.77	-8.11	-4.29	-3.49	-1.25
9	-2.42	-4.21	-2.42	-1.97	-2.41	-1.47	1.93	0.80	-6.49	-11.29	-6.48	-5.28	-6.48	-3.95	-1.85	-0.76
10	-2.48	-10.01	-2.49	-5.60	-2.49	-4.14	1.86	2.04	-4.31	-17.39	-4.31	-9.69	-4.31	-7.17	0.32	0.35
11	-1.66	-11.39	-1.65	-7.22	-1.66	-5.30	2.69	5.56	-2.22	-15.23	-2.22	-9.72	-2.23	-7.12	2.40	4.96
12	-2.50	-15.78	-2.50	-16.05	-2.51	-12.73	1.83	6.27	-2.65	-16.73	-2.65	-17.01	-2.66	-13.50	1.97	6.75
1	-2.57	-16.72	-2.57	-16.29	-2.58	-13.00	1.77	6.16	-2.77	-18.02	-2.76	-17.49	-2.77	-13.96	1.86	6.47
2	-3.01	-16.53	-3.03	-16.32	-3.02	-13.28	1.33	4.15	-3.19	-17.52	-3.25	-17.50	-3.24	-14.25	1.39	4.34
3	-2.95	-14.40	-2.96	-13.00	-2.96	-10.47	1.39	3.45	-3.17	-15.48	-3.17	-13.92	-3.17	-11.21	1.46	3.63

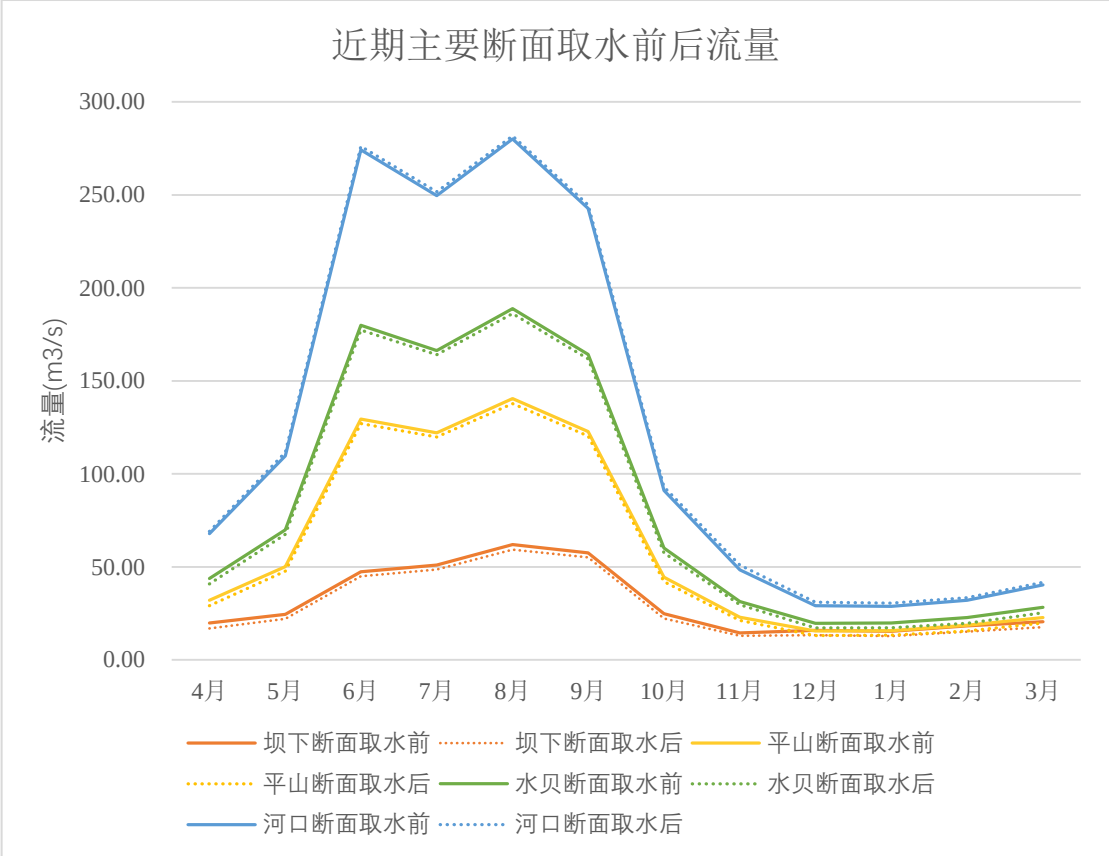


图5.2-7　多年平均来水条件下主要断面近期取水前后流量变化对比图

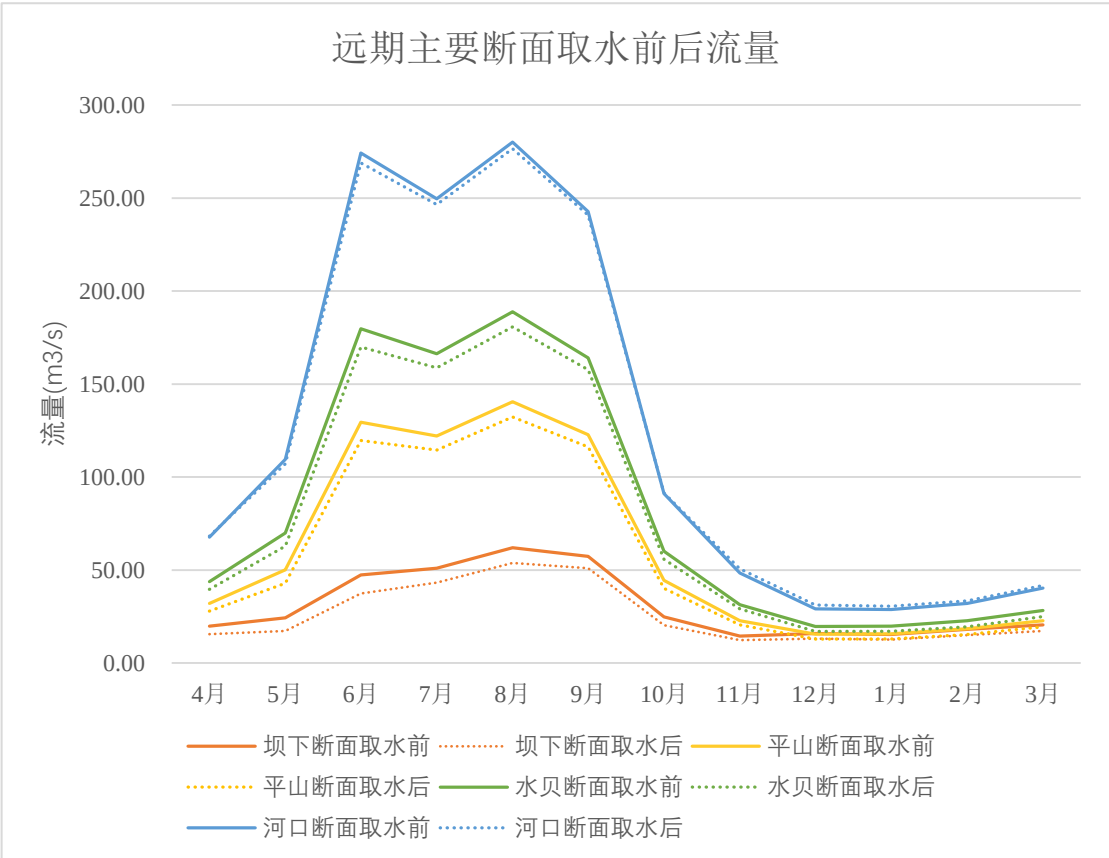


图5.2-8　多年平均来水条件下主要断面远期取水前后流量变化对比图

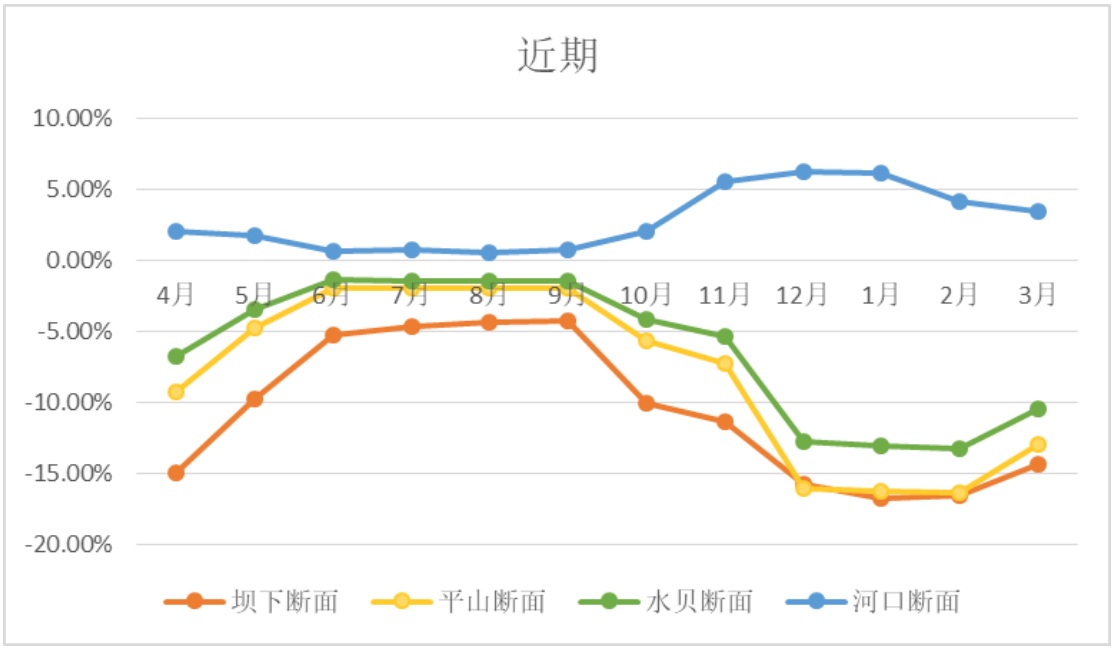


图5.2-9　多年平均来水条件下主要断面近期取水前后流量变化率对比图

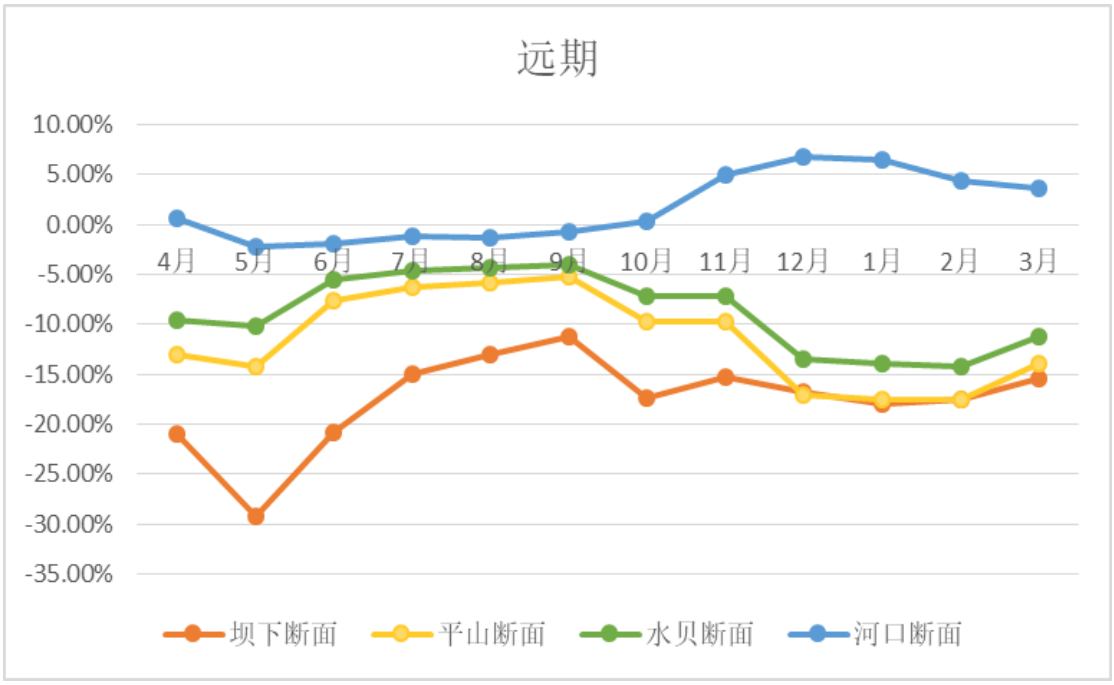


图5.2-10　多年平均来水条件下主要断面远期取水前后流量变化率对比图

（2）设计丰水典型年月过程变化

选取 1997 年为 P=10%典型丰水年条件。P=10%丰水年来水情况下，主要断面取水前后流量变化见表 5.2-7 和表 5.2-8。

1）近期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-8.62~0m^3/s，变化幅度为-39.81~0%；平山断面流量变化值-8.62~0m^3/s，变化幅度为-21.14~0%；水贝

断面流量变化值-8.62~0m^3/s，变化幅度为-15.45~0%；河口断面流量变化值-4.28~4.34m^3/s，变化幅度为-5.01~15.1%。流量变化趋势为从上游到下游流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，除 3 月、7 月个别月份外，大部分月份流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-8.58~0m^3/s、-8.58~0m^3/s、-8.58~0m、-4.23~4.34m^3/s，变化幅度分别为-7.34~0%、-2.94~0%、-2.17~0%、-0.72~9.55%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-8.62~0m^3/s、-8.62~0m^3/s、-8.62~0m^3/s、-4.28~4.34m^3/s，变化幅度分别为-39.81~0%、-21.14~0%、-15.45~0%、-5.01~15.1%。流量变化趋势为丰水期区引水前后流量变化相对较小，枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-39.81%（坝下 3 月）。

2）远期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-32.79~0m^3/s，变化幅度为-51.52~0%；平山断面流量变化值-32.79~0m^3/s，变化幅度为-27.36~0%；水贝断面流量变化值-32.79~0m^3/s，变化幅度为-19.99~0%；河口断面流量变化值-28.16~4.63m^3/s，变化幅度为-7.65~16.09%。流量变化趋势为从上游到下游流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，到西枝江河口处由于深圳市东江水源工程补水作用，除 3 月、7 月、10 月个别月份外，大部分月份流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-32.79~0m^3/s、-32.79~0m^3/s、-32.79~0m、-28.16~4.63m^3/s，变化幅度分别为-28.06~0%、-11.23~0%、-8.31~0%、-4.81~10.18%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-11.16~0m^3/s、-11.16~0m^3/s、-11.16~0m^3/s、-6.53~4.63m^3/s，变化幅度分别为-51.52~0%、-27.36~0%、-19.99~0%、-7.65~16.09%。流量变化趋势为丰水期区引水前后流量变化相对较小，枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-51.52%（坝下 3 月）。

综上，从各个控制断面流量变化来看，流量变化趋势为从上游到下游各断面流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，到西枝江河口处由于深圳市东江水源工程补水作用，大部分月份流量有所增大。从年内变化情况来看，流量变化趋势为枯水期各断面引水前后流量变化比丰水期大。从多年变化情况来看，远期各断面引水流量变化比近期大。

表5.2-7　P=10%典型丰水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化表　单位：m^3/s

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后
4	10.50	10.50	17.70	17.70	26.62	26.62	45.49	49.84	10.50	10.50	17.70	17.70	26.62	26.62	45.49	50.12
5	10.50	10.50	37.63	37.63	58.43	58.43	99.84	104.19	10.50	10.50	37.63	37.63	58.43	58.43	99.84	104.47
6	10.50	10.50	30.96	30.96	46.59	46.59	77.12	81.46	10.50	10.50	30.96	30.96	46.59	46.59	77.12	81.75
7	116.85	108.27	291.94	283.36	394.54	385.97	585.49	581.26	116.85	84.06	291.94	259.16	394.54	361.76	585.49	557.33
8	185.18	182.64	410.10	407.56	540.83	538.29	783.75	785.55	185.18	184.57	410.10	409.50	540.83	540.23	783.75	787.77
9	97.13	94.59	209.81	207.27	277.82	275.28	405.45	407.26	97.13	92.76	209.81	205.44	277.82	273.45	405.45	405.71
10	29.91	26.50	58.31	54.90	78.86	75.45	118.92	119.85	29.91	23.55	58.31	51.95	78.86	72.51	118.92	117.19
11	13.62	11.08	24.70	22.17	34.75	32.22	54.71	56.52	13.62	10.50	24.70	21.58	34.75	31.63	54.71	56.22
12	10.50	10.50	12.14	12.14	17.33	17.33	28.77	33.11	10.50	10.50	12.14	12.14	17.33	17.33	28.77	33.40
1	10.50	10.50	14.86	14.86	21.13	21.13	34.13	38.47	10.50	10.50	14.86	14.86	21.13	21.13	34.13	38.76
2	11.98	10.50	23.15	21.66	33.43	31.95	54.01	56.87	11.98	10.50	23.15	21.66	33.43	31.95	54.01	57.15
3	21.66	13.04	40.79	32.17	55.82	47.19	85.39	81.11	21.66	10.50	40.79	29.63	55.82	44.66	85.39	78.86

表5.2-8　P=10%典型丰水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化率表

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	9.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	10.18
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	4.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	4.64
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	5.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	6.00
7	-8.58	-7.34	-8.58	-2.94	-8.58	-2.17	-4.23	-0.72	-32.79	-28.06	-32.79	-11.23	-32.79	-8.31	-28.16	-4.81
8	-2.54	-1.37	-2.54	-0.62	-2.54	-0.47	1.81	0.23	-0.60	-0.32	-0.60	-0.15	-0.60	-0.11	4.03	0.51
9	-2.54	-2.61	-2.54	-1.21	-2.54	-0.91	1.81	0.45	-4.37	-4.50	-4.37	-2.08	-4.37	-1.57	0.26	0.06
10	-3.41	-11.41	-3.41	-5.85	-3.41	-4.33	0.93	0.78	-6.36	-21.26	-6.36	-10.90	-6.36	-8.06	-1.73	-1.45
11	-2.54	-18.62	-2.54	-10.27	-2.54	-7.30	1.81	3.30	-3.12	-22.92	-3.12	-12.64	-3.12	-8.98	1.51	2.76
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	15.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	16.09
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	12.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	13.57
2	-1.48	-12.38	-1.48	-6.41	-1.48	-4.44	2.86	5.30	-1.48	-12.38	-1.48	-6.41	-1.48	-4.44	3.15	5.82
3	-8.62	-39.81	-8.62	-21.14	-8.62	-15.45	-4.28	-5.01	-11.16	-51.52	-11.16	-27.36	-11.16	-19.99	-6.53	-7.65

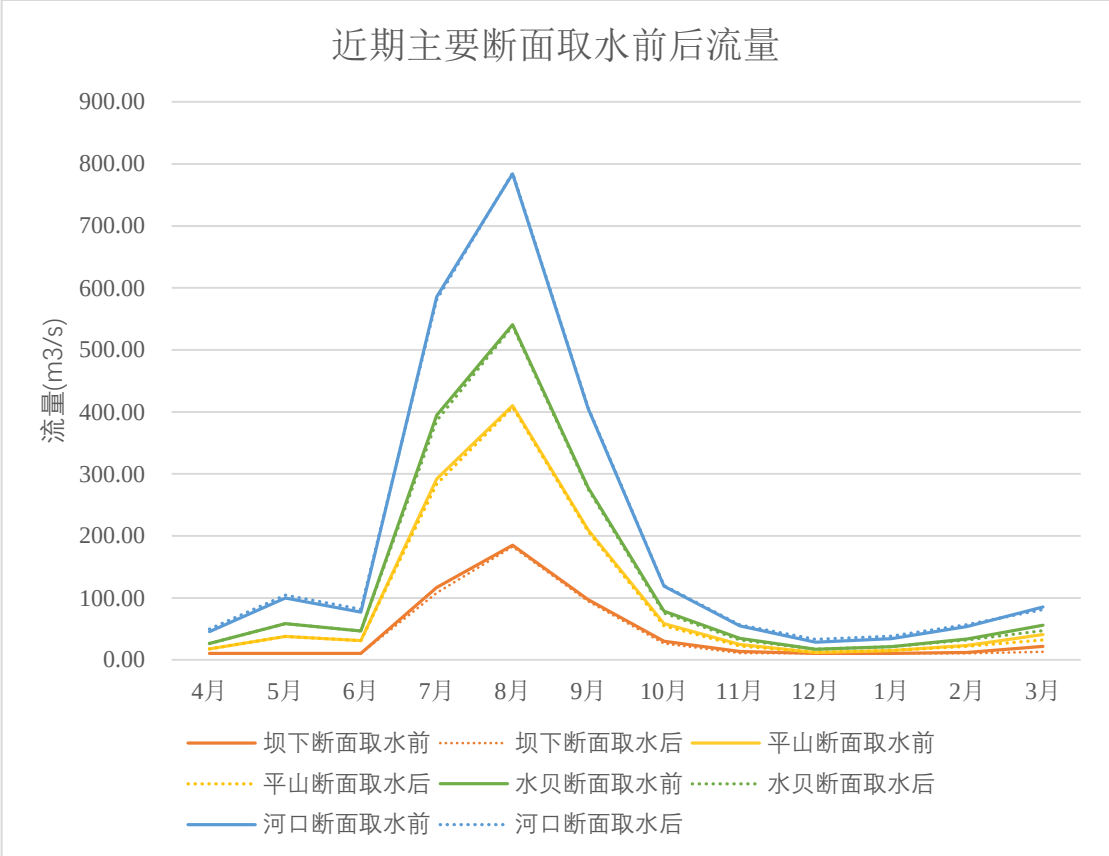


图5.2-11　10%典型丰水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化对比图

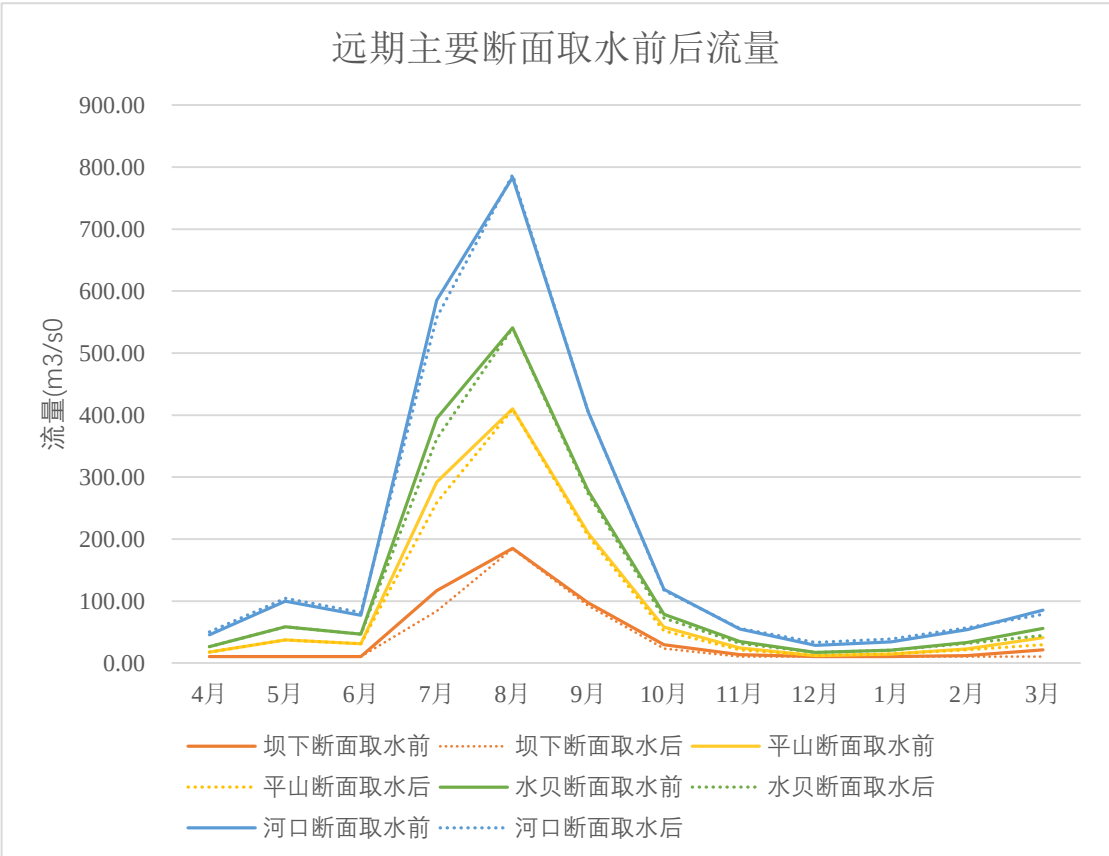


图5.2-12　10%典型丰水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化对比图

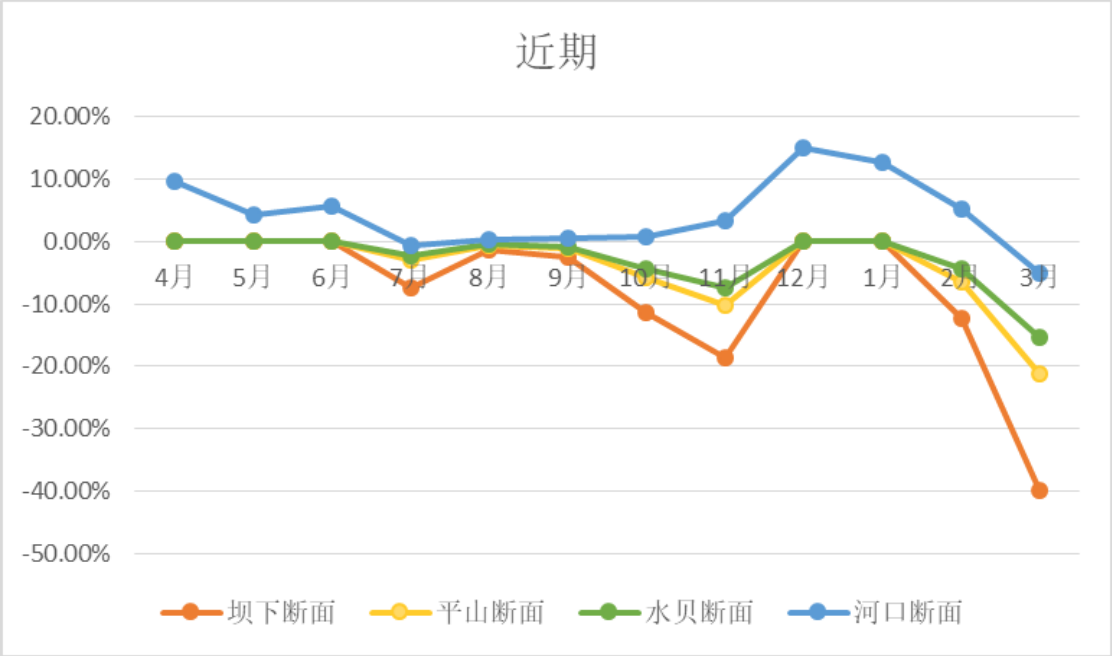


图5.2-13　10%典型丰水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化率对比图

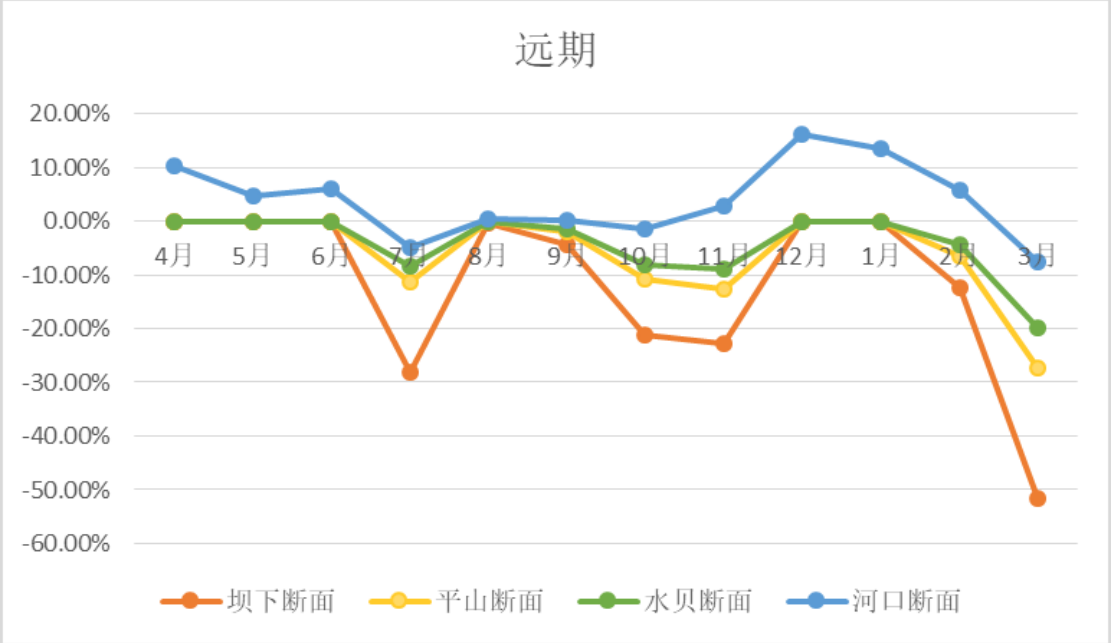


图5.2-14　10%典型丰水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化率对比图

（3）设计平水典型年月过程变化

选取 1993 年为 P=50%典型平水年条件。P=50%平水年来水情况下，主要取水前后流量变化见表 5.2-9 和表 5.2-10。

1）近期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-4.34~0.33m^3/s，变化幅度为-28.1~1.77%；平山断面流量变化值-4.34~0.33m^3/s，变化幅度为-

29.84~0.68%；水贝断面流量变化值-4.34~0.33m^3/s，变化幅度为-23.97~0.48%；河口断面流量变化值 0~4.68m^3/s，变化幅度为 0~11.15%。流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面流量有所减小，由于枯水期区间来水量较小，部分月份区间用水大于区间来水，断面流量变化率呈现跳跃性，总体为从上游到下游流量变幅逐渐减小；西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，全年流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-2.54~0.33m^3/s、-2.54~0.33m^3/s、-2.54~0.33m^3/s、1.81~4.68m^3/s，变化幅度分别为-5.68~1.77%、-2.71~0.68%、-2.03~0.48%、0.41~11.15%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-4.34~-1.49m^3/s、-4.34~-1.49m^3/s、-4.34~-1.49m、0~2.85m^3/s，变化幅度分别为-28.1~-11.91%、-29.84~-6.09%、-23.97~-4.51%、0~5.97%。流量变化趋势为丰水期引水前后流量变化相对较小，枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-29.84%（平山断面 2 月）。

2）远期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-22.64~0m^3/s，变化幅度为-50.65~0%；平山断面流量变化值-22.64~0m^3/s，变化幅度为-30.48~0%；水贝断面流量变化值-22.64~0m^3/s，变化幅度为-25.54~0%；河口断面流量变化值-18.01~4.63m^3/s，变化幅度为-9.7~11.89%。流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面流量有所减小，由于枯水期区间来水量较小，部分月份区间用水大于区间来水，断面流量变化率呈现跳跃性，总体为从上游到下游流量变幅逐渐减小；西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，枯水期流量有所增大，汛期由于加大流量引水而补水有限，7、8 月等月份河口断面处流量有所减小。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值-22.64~0m^3/s、-22.64~0m^3/s、-22.64~0m^3/s、-18.01~4.63m^3/s，变化幅度为-50.65~0%、-24.21~0%、-18.08~0%、-9.7~11.89%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值-6.65~-1.49m^3/s、-6.65~-1.49m^3/s、-6.65~-1.49m^3/s、-2.02~3.14m^3/s，变化幅度为-28.1~-12.45%、-30.48~-7.1%、-25.54~-4.99%、-1.66~6.57%。流量变化趋势为由于汛期加大流量引水，坝下断面丰水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-50.65%（坝下 8 月），而枯水期引水前后流量变化相对较小；下游其他断面由于丰水期区间来水补充较多，引水前后流量变化相对较小，而枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-30.48 %（平山 12 月）。

综上，从各个控制断面流量变化来看，流量变化趋势为从上游到下游各断面流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，到西枝江河口处由于深圳市东江水源工程补水作用，流量有所增大（远期汛期加大引水，西枝江河口汛期部分月份流量减小）。从年内变化情况来看，流量总体变化趋势为枯水期各断面引水前后流量变化比丰水期大（远期汛期加大引水，坝下断面丰水期引水前后流量变化比枯水期大）。从多年变化情况来看，远期各断面引水流量变化比近期大。

表5.2-9　P=50%典型平水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化表　单位：m^3/s

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后
4	10.50	10.50	15.18	15.18	22.68	22.68	38.95	43.29	10.50	10.50	15.18	15.18	22.68	22.68	38.95	43.58
5	10.50	10.50	34.65	34.65	53.77	53.77	92.10	96.44	10.50	10.50	34.65	34.65	53.77	53.77	92.10	96.73
6	10.50	10.50	101.15	101.15	156.22	156.22	259.49	263.83	10.50	10.50	101.15	101.15	156.22	156.22	259.49	264.12
7	18.95	19.28	48.98	49.31	70.05	70.38	110.67	115.35	18.95	10.50	48.98	40.53	70.05	61.60	110.67	106.86
8	44.70	42.16	93.49	90.96	125.23	122.69	185.63	187.43	44.70	22.06	93.49	70.86	125.23	102.59	185.63	167.62
9	105.30	102.76	228.22	225.68	301.98	299.44	440.22	442.03	105.30	103.32	228.22	226.24	301.98	300.01	440.22	442.88
10	30.52	26.89	59.70	56.06	80.68	77.05	121.54	122.24	30.52	23.87	59.70	53.05	80.68	74.03	121.54	119.51
11	11.99	10.50	21.03	19.54	29.93	28.44	47.78	50.63	11.99	10.50	21.03	19.54	29.93	28.44	47.78	50.92
12	17.57	13.23	15.19	10.85	18.12	13.78	25.40	25.40	17.57	12.94	15.19	10.56	18.12	13.50	25.40	25.40
1	23.75	19.41	19.65	15.31	21.17	16.83	25.40	25.40	23.75	19.12	19.65	15.02	21.17	16.54	25.40	25.40
2	14.60	10.50	13.75	9.65	17.28	13.18	25.40	25.64	14.60	10.50	13.75	9.65	17.28	13.18	25.40	25.93
3	22.08	17.74	17.97	13.62	19.92	15.58	25.40	25.40	22.08	17.45	17.97	13.34	19.92	15.30	25.40	25.40

表5.2-10　P=50%典型丰平水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化率表

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	11.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	11.89
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	5.03
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	1.78
7	0.33	1.77	0.33	0.68	0.33	0.48	4.68	4.23	-8.45	-44.58	-8.45	-17.25	-8.45	-12.06	-3.82	-3.45
8	-2.54	-5.68	-2.54	-2.71	-2.54	-2.03	1.81	0.97	-22.64	-50.65	-22.64	-24.21	-22.64	-18.08	-18.01	-9.70
9	-2.54	-2.41	-2.54	-1.11	-2.54	-0.84	1.81	0.41	-1.97	-1.87	-1.97	-0.86	-1.97	-0.65	2.66	0.60
10	-3.64	-11.91	-3.64	-6.09	-3.64	-4.51	0.71	0.58	-6.65	-21.79	-6.65	-11.14	-6.65	-8.24	-2.02	-1.66
11	-1.49	-12.45	-1.49	-7.10	-1.49	-4.99	2.85	5.97	-1.49	-12.45	-1.49	-7.10	-1.49	-4.99	3.14	6.57
12	-4.34	-24.72	-4.34	-28.60	-4.34	-23.97	0.00	0.00	-4.63	-26.35	-4.63	-30.48	-4.63	-25.54	0.00	0.00
1	-4.34	-18.29	-4.34	-22.10	-4.34	-20.52	0.00	0.00	-4.63	-19.49	-4.63	-23.56	-4.63	-21.87	0.00	0.00
2	-4.10	-28.10	-4.10	-29.84	-4.10	-23.75	0.24	0.95	-4.10	-28.10	-4.10	-29.84	-4.10	-23.75	0.53	2.07
3	-4.34	-19.67	-4.34	-24.18	-4.34	-21.80	0.00	0.00	-4.63	-20.96	-4.63	-25.77	-4.63	-23.24	0.00	0.00

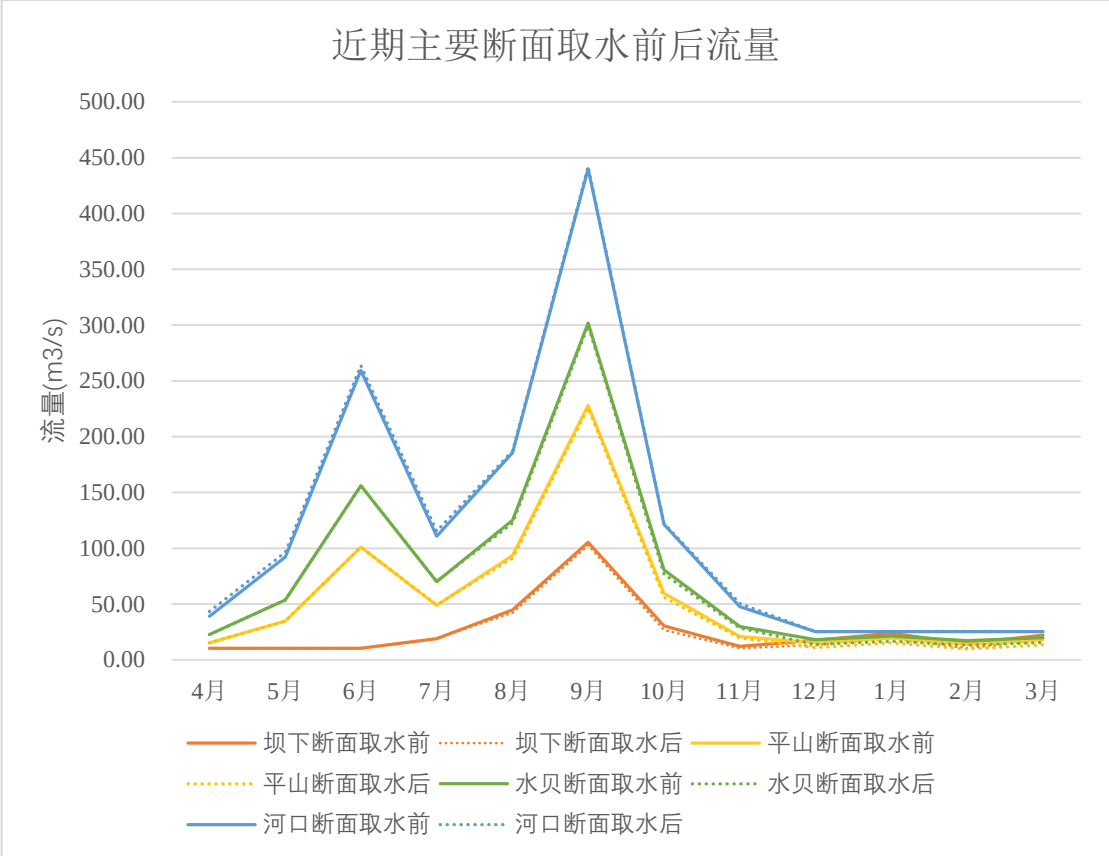


图5.2-15　50%典型平水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化对比图

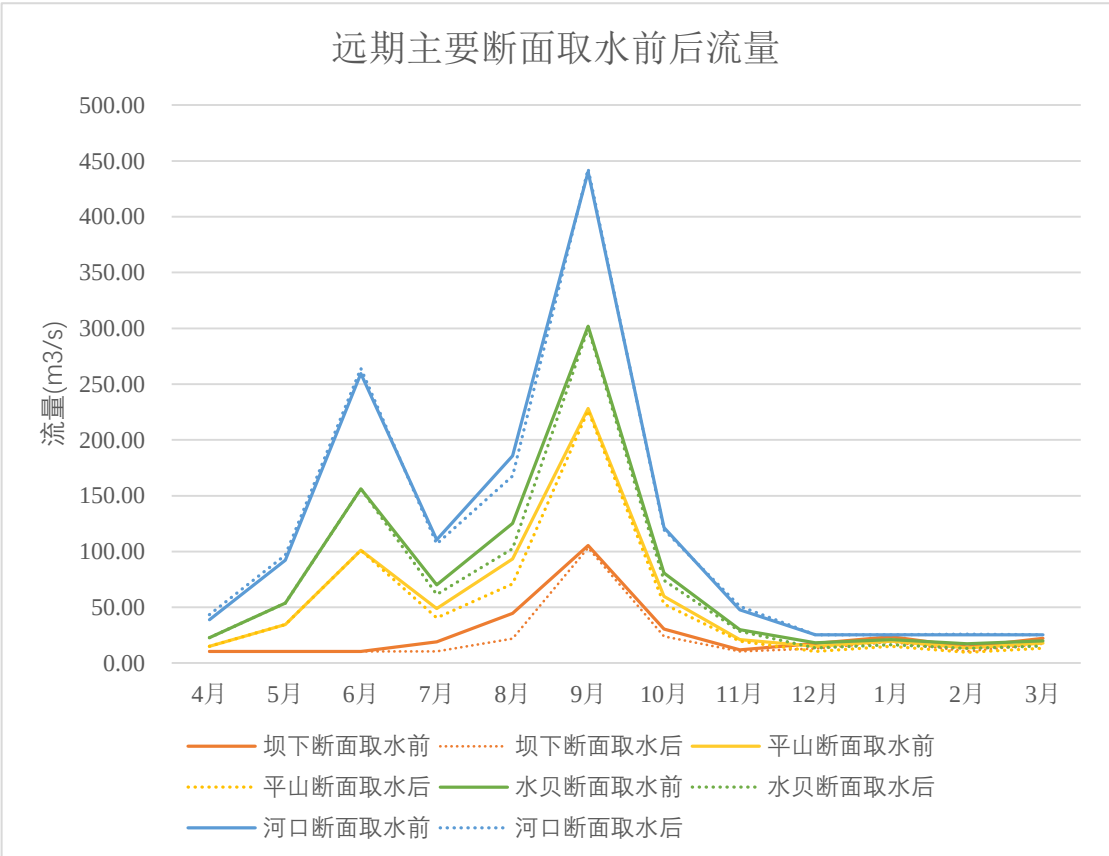


图5.2-16　50%典型平水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化对比图

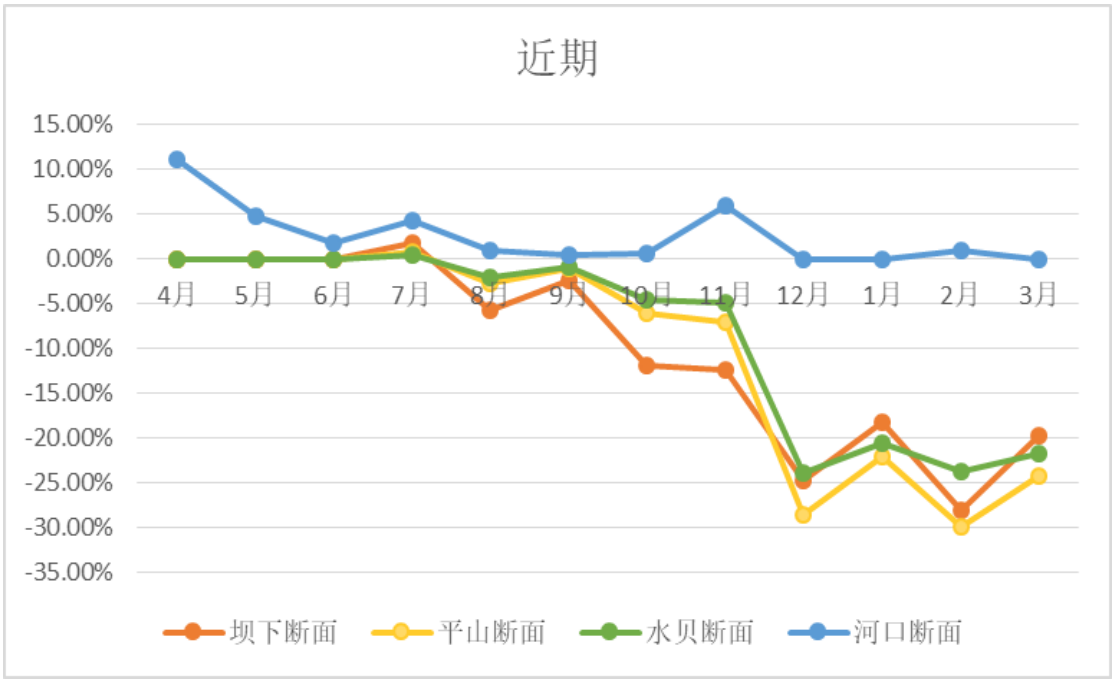


图5.2-17　50%典型平水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化率对比图

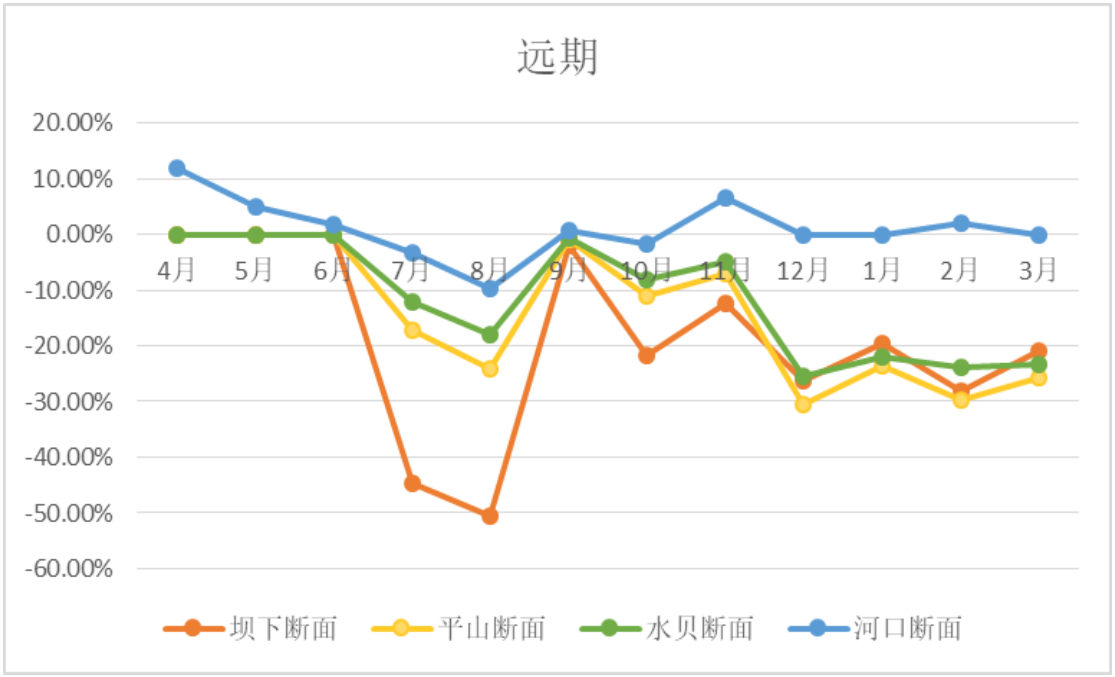


图5.2-18　50%典型平水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化率对比图

（4）设计枯水典型年月过程变化

选取 2004 年为 P=90%典型枯水年条件。P=90%枯水年来水情况下，主要断面取水前后流量变化见表 5.2-11 和表 5.2-12。

1）近期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-5.79~0m^3/s，变化幅度为-27.96~0%；平山断面流量变化值-5.79~0m^3/s，变化幅度为-29.76~0%；水贝

断面流量变化值-5.79~0m^3/s，变化幅度为-24.28~0%；河口断面流量变化值-1.44~4.34m^3/s，变化幅度为-0.78~15.43%。流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面流量有所减小，但由于枯水年区间来水量较小，部分月份区间用水大于区间来水，断面流量变化率呈现跳跃性；西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，除 4 月、11~3 月引水前后河口断面均按最小流量控制没有变化，其他月份流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-5.79~0m^3/s、-5.79~0m^3/s、-5.79~0m^3/s、-1.44~4.34m^3/s，变化幅度分别为-22.65~0%、-28.38~0%、-24.13~0%、-0.78~15.43%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-4.34~-1.84m^3/s、-4.34~-1.84m^3/s、-4.34~-1.84m^3/s、0~2.5m^3/s，变化幅度分别为-27.96~-14.93%、-29.76~-16.01%、-24.28~-11.79%、0~9.85%。流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度为-29.76%（平山 11 月），丰水期流量变化相对较小；河口断面枯水期大部分月份引水前后均按最小流量控制没有变化，丰水期流量总体有所增大。

2）远期工程取水前后下游河道流量变化如下：

①从各个控制断面流量变化来看，坝下断面流量变化值-19.67~0m^3/s，变化幅度为-65.2~0%；平山断面流量变化值-19.67~0m^3/s，变化幅度为-31.71~0%；水贝断面流量变化值-19.67~0m^3/s，变化幅度为-25.87~0%；河口断面流量变化值-15.04~4.63m^3/s，变化幅度为-8.18~16.45%。流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面流量有所减小，但由于枯水年区间来水量较小，部分月份区间用水大于区间来水，断面流量变化率呈现跳跃性；西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，除 4 月、11~3 月引水前后均按最小流量控制没有变化，其他月份流量有所增大。

②从年内变化情况来看，丰水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-19.67~0m^3/s、-19.67~0m^3/s、-19.67~0m^3/s、-15.04~4.63m^3/s，变化幅度分别为-65.2~0%、-30.24~0%、-25.72~0%、-8.18~16.45%；枯水期坝下、平山、水贝、河口断面流量变化值分别为-4.63~-1.84m^3/s、-4.63~-1.84m^3/s、-4.63~-1.84m^3/s、0~2.79m^3/s，变化幅度分别为-29.8~-14.93%、-31.71~-16.01%、-25.87~-11.79%、0~10.79%。流量变化趋势为由于汛期加大流量引水，坝下断面丰水期引水前后流

量变化相对较大，最大变化幅度-65.20%（坝下 9 月），而枯水期引水前后流量变化相对较小；平山、水贝断面由于丰水期引水前后流量变化相对较小，枯水期引水前后流量变化相对较大，最大变化幅度-31.71%（平山 11 月）；河口断面枯水期大部分月份引水前后均按最小流量控制没有变化，丰水期流量总体有所增大。

综上，从各个控制断面流量变化来看，流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面流量有所减小，西枝江河口断面由于深圳市东江水源工程补水作用，除来水量少的月份引水前后均按最小流量控制没有变化外，其他月份流量有所增大。从年内变化情况来看，流量变化趋势为坝下、平山、水贝断面枯水期引水前后流量减少变化较大，而河口断面枯水期大部分月份引水前后均按最小流量控制没有变化，丰水期流量总体有所增大。从多年变化情况来看，远期各断面引水流量变化比近期大。

表5.2-11　P=90%典型枯水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化表　单位：m^3/s

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后	取水前	取水后
4	19.18	14.84	15.31	10.96	18.00	13.66	25.40	25.40	19.18	14.55	15.31	10.68	18.00	13.37	25.40	25.40
5	10.50	10.50	10.04	10.04	15.32	15.32	28.15	32.49	10.50	10.50	10.04	10.04	15.32	15.33	28.15	32.78
6	12.78	10.50	12.46	10.18	16.40	14.12	25.40	27.47	12.78	10.50	12.46	10.18	16.40	14.12	25.40	27.75
7	10.50	10.50	56.35	56.35	86.32	86.32	143.34	147.68	10.50	10.50	56.35	56.35	86.32	86.32	143.34	147.97
8	10.50	10.50	55.28	55.28	84.75	84.75	140.99	145.33	10.50	10.50	55.28	55.28	84.75	84.75	140.99	145.62
9	30.17	24.39	83.39	77.60	117.98	112.19	183.99	182.55	30.17	10.50	83.39	63.72	117.98	98.31	183.99	168.95
10	12.34	10.50	11.51	9.67	15.64	13.79	25.40	27.90	12.34	10.50	11.51	9.67	15.64	13.79	25.40	28.19
11	15.54	11.19	14.60	10.25	17.89	13.55	25.40	25.40	15.54	10.91	14.60	9.97	17.89	13.26	25.40	25.40
12	26.53	22.19	20.70	16.36	21.70	17.36	25.40	25.40	26.53	21.90	20.70	16.07	21.70	17.07	25.40	25.40
1	18.85	14.51	16.64	12.30	19.22	14.87	25.40	25.40	18.85	14.22	16.64	12.01	19.22	14.59	25.40	25.40
2	19.03	14.69	16.47	12.13	19.05	14.70	25.40	25.40	19.03	14.40	16.47	11.84	19.05	14.42	25.40	25.40
3	17.77	13.42	15.31	10.97	18.20	13.86	25.40	25.40	17.77	13.14	15.31	10.68	18.20	13.57	25.40	25.40

表5.2-12　P=90%典型枯水年条件来水情况下主要断面取水前后流量变化率表

月份	近期								远期							
	坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量		坝下流量		平山断面流量		水贝流量		河口流量	
	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)	变化值(m^3/s)	变化率(%)
4	-4.34	-22.65	-4.34	-28.38	-4.34	-24.13	0.00	0.00	-4.63	-24.14	-4.63	-30.24	-4.63	-25.72	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	15.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	16.45
6	-2.28	-17.83	-2.28	-18.29	-2.28	-13.89	2.07	8.13	-2.28	-17.83	-2.28	-18.29	-2.28	-13.89	2.35	9.26
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	3.23
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.34	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.63	3.28
9	-5.79	-19.18	-5.79	-6.94	-5.79	-4.91	-1.44	-0.78	-19.67	-65.20	-19.67	-23.59	-19.67	-16.68	-15.04	-8.18
10	-1.84	-14.93	-1.84	-16.01	-1.84	-11.79	2.50	9.85	-1.84	-14.93	-1.84	-16.01	-1.84	-11.79	2.79	10.97
11	-4.34	-27.96	-4.34	-29.76	-4.34	-24.28	0.00	0.00	-4.63	-29.80	-4.63	-31.71	-4.63	-25.87	0.00	0.00
12	-4.34	-16.37	-4.34	-20.98	-4.34	-20.02	0.00	0.00	-4.63	-17.45	-4.63	-22.36	-4.63	-21.33	0.00	0.00
1	-4.34	-23.04	-4.34	-26.11	-4.34	-22.61	0.00	0.00	-4.63	-24.55	-4.63	-27.82	-4.63	-24.09	0.00	0.00
2	-4.34	-22.83	-4.34	-26.37	-4.34	-22.81	0.00	0.00	-4.63	-24.33	-4.63	-28.10	-4.63	-24.31	0.00	0.00
3	-4.34	-24.45	-4.34	-28.37	-4.34	-23.86	0.00	0.00	-4.63	-26.06	-4.63	-30.24	-4.63	-25.43	0.00	0.00

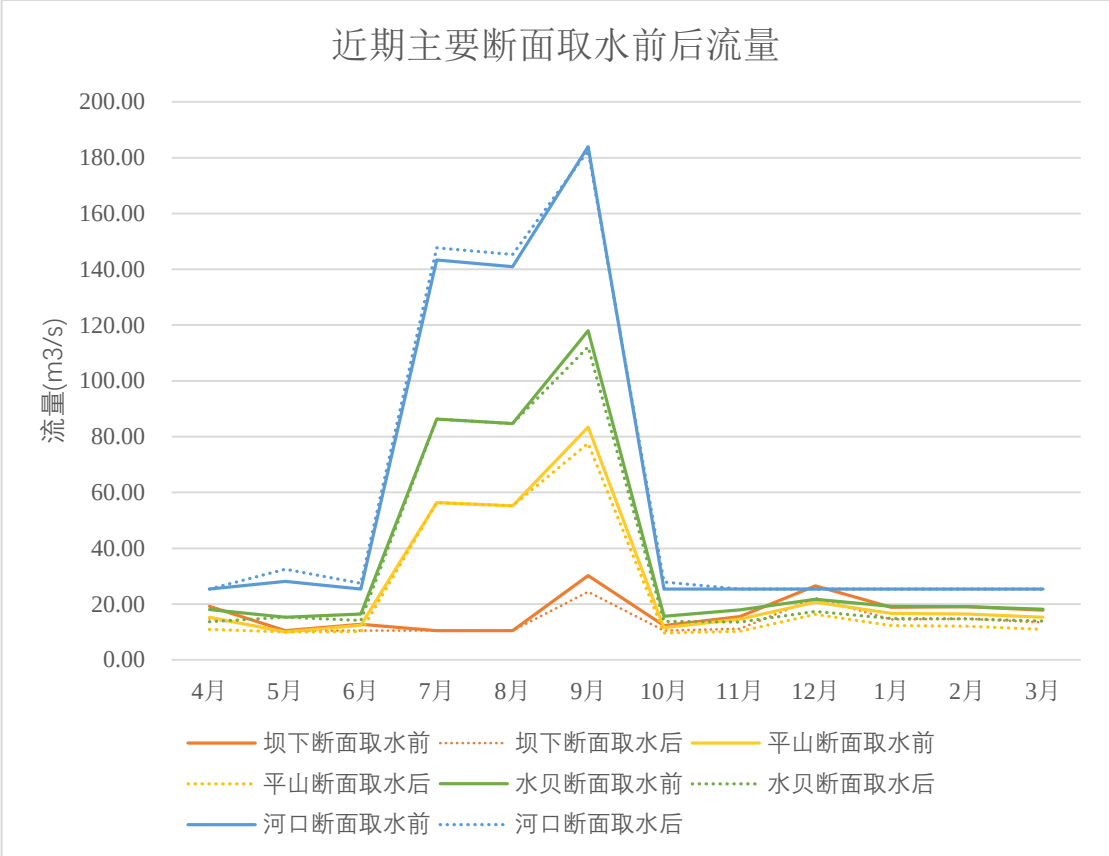


图5.2-19　90%典型枯水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化对比图

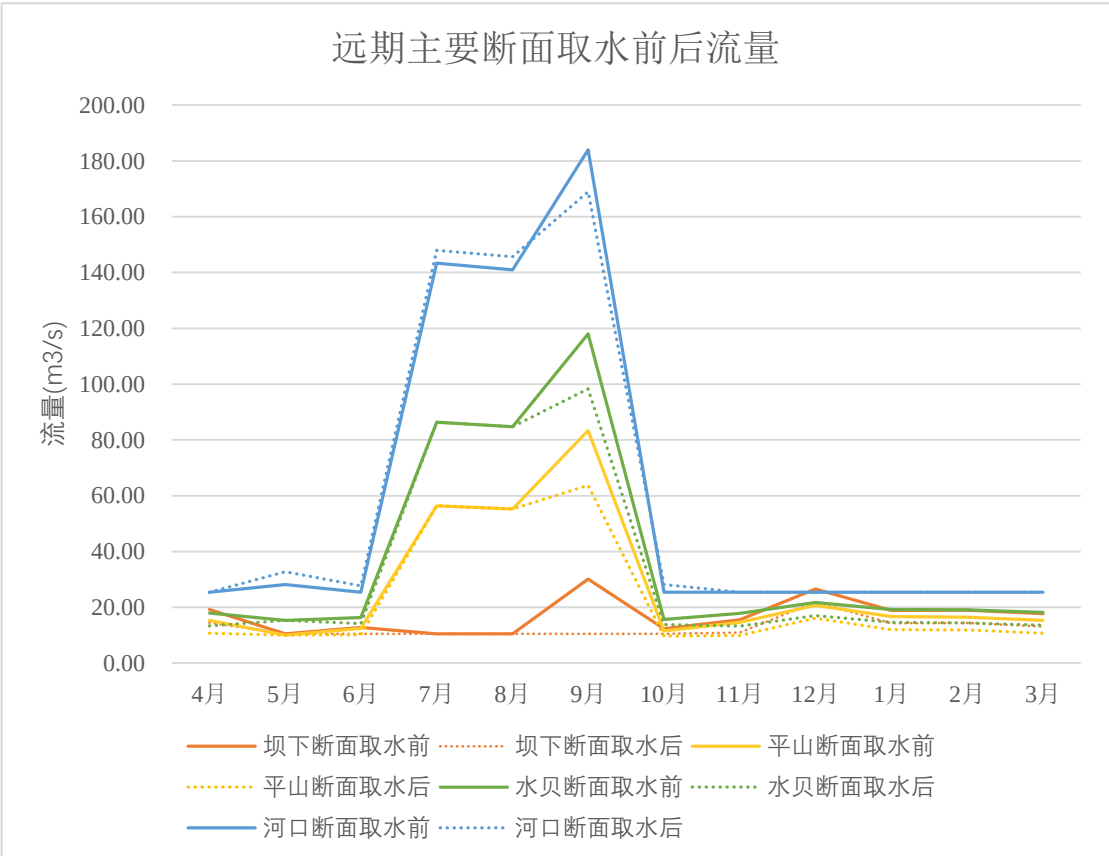


图5.2-20　90%典型枯水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化对比图

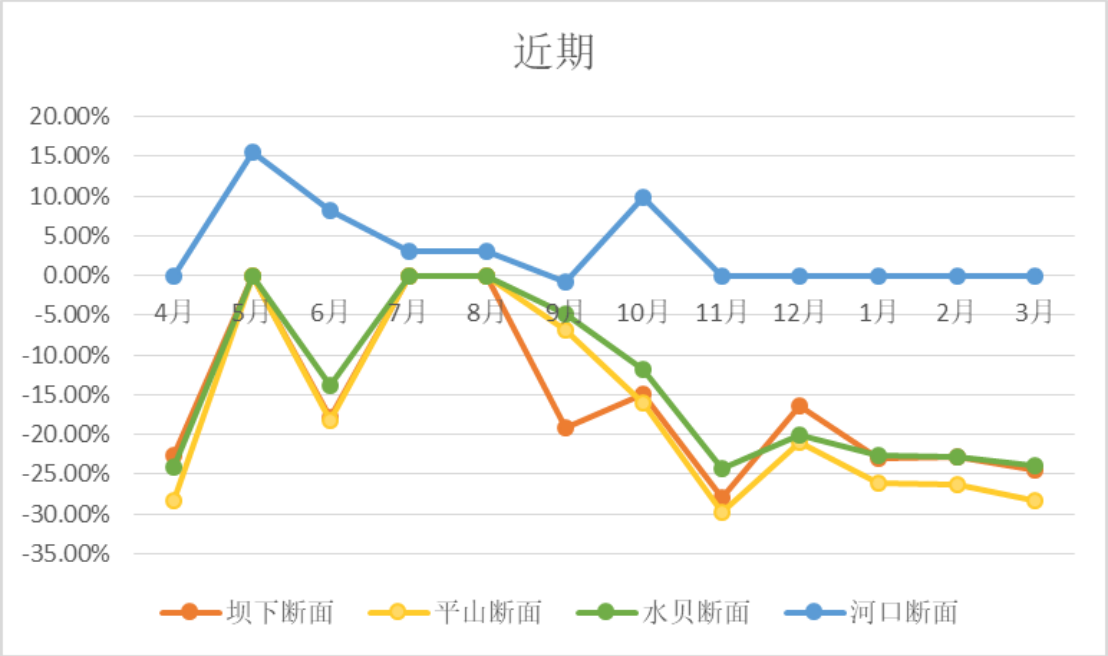


图5.2-21　90%典型枯水年来水条件下主要断面近期取水前后流量变化率对比图

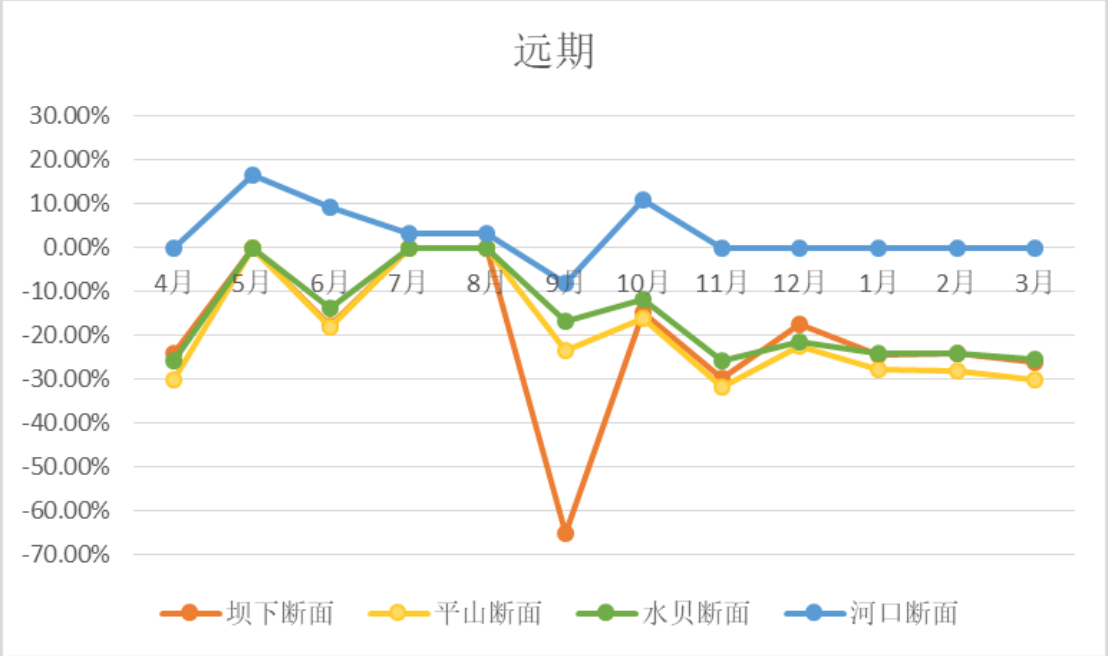


图5.2-22　90%典型枯水年来水条件下主要断面远期取水前后流量变化率对比图

5.2.3.2 对下游河道水位流速的影响

白盆珠水库改变调度方式，取消发电并向深汕合作区供水（调度原则见 2.9），工程引水前后，白盆珠水库向下游河道的下泄流量将发生改变，进而河道内的水位、流速等其他水文情势也发生改变。本次以多年平均、典型枯水年两种来水条件为代表，主要侧重于分析引水前后，坝下河道的水位、流速变化情况。

（1）预测模型

① 模型原理

本次预测评价将构建一维水动力数学模型。一维水动力数学模型求解基于垂向积分的物质和动量守恒方程，即一维非恒定流圣维南（Saint-Venant）方程组来模拟河流的水流状态。其方程组的具体形式如下即一维非恒定流圣维南（Saint-Venant）方程组来模拟河流的水流状态。其方程组的具体形式如下：

$$\begin{cases} B_s\dfrac{\partial h}{\partial t}+\dfrac{\partial Q}{\partial x}=q & (1-1)\\ \dfrac{\partial Q}{\partial t}+\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{\alpha Q^2}{A}\right)+gA\dfrac{\partial h}{\partial x}+\dfrac{gQ|Q|}{C^2AR}=0 & (1-2)\end{cases}$$

式中：x，t 分别为表示空间坐标和时间坐标；Q，h 分别为断面流量和水位；A，R 分别为断面过流面积和水力半径；Bs 为河宽；q 为单位河长的旁侧入流量；C 为谢才系数；g 为重力加速度；α 为垂向速度分布系数，即：

$$\propto=\frac{A}{Q^2}\int_A u^2 dA$$

其中 u 为断面平均流速。

方程（1-1）为连续性方程，反映了河道中的水量平衡。方程（1-2）为运动方程，其中第一项反映某固定点的局地加速度，第二项反映由于流速的空间不均匀引起的对流加速度。前两场合称为惯性项。第三项反映了水深的影响，为压力项。第四项反映了摩阻和底坡的影响。

模型采用 Abbott-Ionescu 六点隐式差分格式求解。该格式在每一个网格点不同时计算水位和流量，而是按顺序交替计算水位或流量。

连续性方程离散后的形式如下：

$$\alpha_j Q_{j-1}^{n+1}+\beta_j h_j^{n+1}+\gamma_j Q_{j+1}^{n+1}=\delta_j \qquad (1-3)$$

动量方程离散后的形式如下：

$$\alpha_j h_{j-1}^{n+1}+\beta_j Q_j^{n+1}+\gamma_j h_{j+1}^{n+1}=\delta_j \qquad (1-4)$$

离散后的线形方程组用追赶法求解。

② 模型范围

考虑到取水口下游河道有东江水利枢纽进行控制，工程取水对下游河道水位、流速的影响主要体现在东江水利枢纽以上河段。由于东江水利枢纽上游来水主要

为东江来水和西枝江来水两部分。因此，本模型范围为从上游白盆珠水库坝址和岭下水文站至下游东江水利枢纽处。模型范围见图 5.2-23。

③ 模型边界

上边界：西枝江白盆珠水库坝下、东江岭下水文站。

下边界：东江水利枢纽。

旁侧出、入流：模型中各支流按旁侧入流处理、各取水口按旁侧出流处理。



图5.2-23　模型范围示意图

④ 断面布置

本预测评价模型共模拟 2 段河道，总河长为 146.9km，平均断面距离为 825m，共设置 178 个断面。

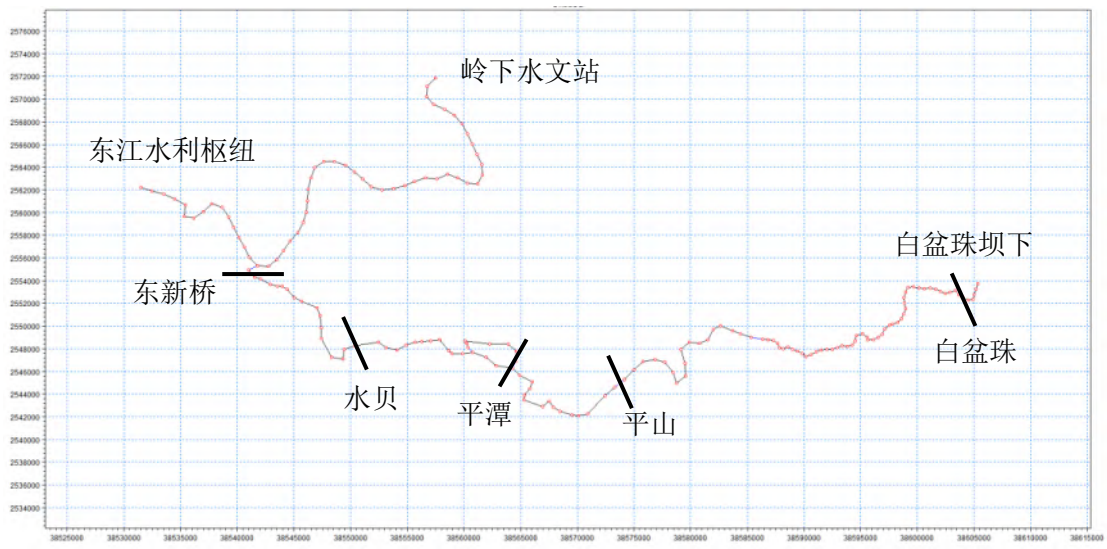


图5.2-24　模型断面布置图

⑤ 地形资料

西枝江河段采用 2019 年 12 月实测河道地形，东江河段采用 2020 年 8 月实

测河道地形。

⑥ 模型率定及验证

根据 2008 年 9 月广东省水利电力勘测设计研究院编制的《广东省惠东县西枝江惠东水利枢纽工程初步设计报告》（2008 年 9 月），西枝江断面糙率取值约在 0.022~0.045 之间。经调试，本报告模型的曼宁系数 n 取值为 0.04。通过比较模型计算结果与广东省水利厅汛期发布系统的实测水位数据进行对比（2024 年 8 月），本次数学模型与实测水位的差值较小，满足模型率定要求。

表5.2-13　关注断面水位率定情况

断面	水位（m，85 高程）		差值（m）
	实测	本模拟	
平山水文站	17.644	17.739	0.095
平潭水位站	11.414	11.234	-0.18

（2）典型分析断面

选取白盆珠坝址下游的白盆珠水文站、平山水文站、平潭水位站、水贝水位站以及东新桥水文站作为典型分析断面。本次模拟分析白盆珠取水口取水后，对典型分析断面流速、水位的变化影响分析。典型分析断面与工程取水口位置关系见表 5.2-14。

表5.2-14　典型分析断面与白盆珠坝址位置关系

断面编号	断面名称	与白盆珠水库坝址/岭下水文站位置关系
DM 1	白盆珠水文站	位于白盆珠水库坝址下游，距离约 1km
DM 2	平山水文站	位于白盆珠水库坝址下游，距离约 45.2km
DM 3	平潭水位站	位于白盆珠水库坝址下游，距离约 69km
DM 4	水贝水位站	位于白盆珠水库坝址下游，距离约 80.95km
DM 5	东新桥水文站	位于白盆珠水库坝址下游，距离约 91.64km

（3）计算方案

取水前后，水源区及水源区下游河道的流量发生变化。本次模拟选取多年平均和 P=90%枯水年作为计算水文条件，上游边界白盆珠水库坝下采用取水前后逐月下泄流量，白盆珠水库坝下~西枝江河口区间采用各月相应流量，东江岭下水文站采用逐月平均流量，下游边界东江水利枢纽采用正常蓄水位，计算出引水前后河道代表断面的水位与流速变化。

（4）预测结果分析

①多年平均来水

多年平均来水条件下，水源区 5 个典型断面取水前后水位、流速变化情况分别见表 5.2-15 和表 5.2-16。工程引水后，取水口下游典型断面水位和流速有所变化。总体来看，距离白盆珠取水口最近的断面即白盆珠水文站断面的水位和流速变化最明显，工程取水前后水位最大减小值约为 0.15m，流速最大减少值为 0.136m/s。空间上来看，取水后白盆珠水文站断面变化最大，其次为平山水文站及平潭水位站断面，水贝水位站以及东新桥水文站 2 个典型断面距离取水口较远，取水前后断面水位和流速变化幅度不大。从时间上来看，各断面 5 月份水位流速变化相对较大。

②90%枯水年来水

90%枯水年来水条件下，水源区 5 个典型断面取水前后水位、流速变化情况分别见表 5.2-17 和表 5.2-18。工程引水后，取水口下游典型断面水位和流速有所变化。总体来看，距离白盆珠取水口最近的断面即白盆珠水文站断面的水位和流速变化最明显，工程取水前后水位最大减小值约为 0.561m，流速最大减少值为 0.183m/s。空间上来看，取水后白盆珠水文站断面变化最大，平山水文站、平潭水位站断面、水贝水位站以及东新桥水文站 4 个典型断面距离取水口较远，取水前后断面水位和流速变化幅度不大。从时间上来看，各断面 9 月份水位流速变化相对较大。

表5.2-15　多年平均来水条件下典型分析断面取水前后水位情况统计表　单位：m

月份	白盆珠水文站			平山水文站			平潭水位站			水贝水位站			东新桥水文站		
	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化
4	32.899	32.806	-0.093	17.739	17.739	0.000	11.242	11.246	0.004	11.244	11.243	-0.001	11.245	11.246	0.001
5	32.994	32.844	-0.150	17.740	17.739	0.000	11.253	11.247	-0.007	11.244	11.246	0.001	11.245	11.244	0.000
6	33.405	33.304	-0.101	17.737	17.740	0.003	11.261	11.234	-0.027	11.249	11.251	0.003	11.248	11.249	0.001
7	33.440	33.364	-0.076	17.739	17.754	0.016	11.246	11.261	0.014	11.238	11.236	-0.002	11.247	11.242	-0.005
8	33.544	33.468	-0.076	17.743	17.735	-0.007	11.272	11.237	-0.035	11.251	11.260	0.009	11.243	11.255	0.013
9	33.502	33.440	-0.062	17.755	17.753	-0.002	11.243	11.249	0.006	11.244	11.247	0.003	11.249	11.251	0.002
10	33.001	32.913	-0.087	17.740	17.741	0.001	11.253	11.242	-0.011	11.245	11.244	-0.001	11.243	11.244	0.001
11	32.781	32.725	-0.055	17.739	17.739	0.000	11.245	11.248	0.003	11.243	11.248	0.005	11.244	11.248	0.004
12	32.811	32.746	-0.064	17.738	17.740	0.002	11.246	11.258	0.012	11.246	11.244	-0.002	11.244	11.250	0.005
1	32.800	32.731	-0.068	17.739	17.744	0.005	11.244	11.207	-0.038	11.244	11.241	-0.003	11.245	11.244	-0.001
2	32.865	32.791	-0.073	17.740	17.739	-0.001	11.245	11.245	-0.001	11.244	11.244	0.000	11.245	11.245	0.001
3	32.914	32.844	-0.069	17.739	17.739	0.000	11.241	11.244	0.003	11.244	11.244	0.000	11.244	11.245	0.001

表5.2-16　多年平均来水条件下典型分析断面取水前后流速情况统计表　　单位：m/s

月份	白盆珠水文站			平山水文站			平潭水位站			水贝水位站			东新桥水文站		
	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化
4	1.091	1.005	-0.086	0.013	0.010	-0.003	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
5	1.176	1.040	-0.136	0.017	0.010	-0.007	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
6	1.149	1.098	-0.051	0.027	0.035	0.008	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
7	1.165	1.128	-0.037	0.042	0.034	-0.008	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
8	1.213	1.179	-0.035	0.043	0.031	-0.011	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
9	1.194	1.166	-0.029	0.033	0.029	-0.005	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
10	1.182	1.103	-0.079	0.017	0.013	-0.004	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
11	0.980	0.926	-0.054	0.010	0.007	-0.003	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
12	1.009	0.947	-0.062	0.009	0.006	-0.002	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
1	0.998	0.933	-0.066	0.009	0.012	0.003	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
2	1.059	0.990	-0.068	0.010	0.009	-0.001	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
3	1.104	1.040	-0.063	0.011	0.011	-0.001	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003

表5.2-17　90%枯水年来水条件下典型分析断面取水前后水位情况统计表　　单位：m

月份	白盆珠水文站			平山水文站			平潭水位站			水贝水位站			东新桥水文站		
	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化	工程前水位	工程后水位	水位变化
4	32.839	32.780	-0.059	17.739	17.737	-0.002	11.245	11.223	-0.022	11.244	11.243	-0.002	11.245	11.241	-0.004
5	32.675	32.675	0.000	17.746	17.746	0.000	11.230	11.230	0.000	11.239	11.239	0.000	11.238	11.238	0.000
6	32.675	32.675	0.000	17.745	17.745	0.000	11.231	11.231	0.000	11.238	11.238	0.000	11.243	11.243	0.000
7	32.675	32.675	0.000	17.741	17.741	0.000	11.238	11.238	0.000	11.246	11.246	0.000	11.245	11.245	0.000
8	32.675	32.675	0.000	17.741	17.741	0.000	11.223	11.223	0.000	11.246	11.246	0.000	11.247	11.247	0.000
9	33.237	32.675	-0.561	17.738	17.738	0.001	11.253	11.246	-0.007	11.246	11.246	0.000	11.245	11.244	-0.001
10	32.685	32.675	-0.010	17.739	17.737	-0.002	11.245	11.240	-0.005	11.249	11.238	-0.011	11.237	11.249	0.012
11	32.807	32.687	-0.120	17.740	17.737	-0.004	11.242	11.227	-0.016	11.246	11.244	-0.002	11.244	11.247	0.003
12	33.019	32.943	-0.076	17.740	17.739	0.000	11.246	11.250	0.003	11.245	11.243	-0.002	11.245	11.245	0.000
1	32.882	32.772	-0.111	17.740	17.737	-0.003	11.246	11.251	0.006	11.244	11.237	-0.006	11.245	11.243	-0.002
2	32.877	32.776	-0.101	17.739	17.741	0.001	11.243	11.241	-0.003	11.245	11.240	-0.005	11.244	11.243	-0.001
3	32.836	32.745	-0.091	17.741	17.735	-0.006	11.248	11.251	0.003	11.243	11.242	-0.001	11.244	11.243	-0.001

表5.2-18　90%枯水年来水条件下典型分析断面取水前后流速情况统计表　　单位：m/s

月份	白盆珠水文站			平山水文站			平潭水位站			水贝水位站			东新桥水文站		
	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化	工程前流速	工程后流速	流速变化
4	1.035	0.980	-0.056	0.010	0.012	0.002	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
5	0.878	0.878	0.000	0.009	0.009	0.000	0.011	0.011	0.000	0.004	0.004	0.000	0.007	0.007	0.000
6	0.878	0.878	0.000	0.009	0.009	0.000	0.011	0.011	0.000	0.004	0.004	0.000	0.007	0.007	0.000
7	0.878	0.878	0.000	0.010	0.010	0.000	0.011	0.011	0.000	0.004	0.004	0.000	0.007	0.007	0.000
8	0.878	0.878	0.000	0.010	0.010	0.000	0.011	0.011	0.000	0.004	0.004	0.000	0.007	0.007	0.000
9	1.061	0.878	-0.183	0.023	0.009	-0.014	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
10	0.886	0.878	-0.008	0.009	0.008	-0.002	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
11	1.006	0.888	-0.117	0.008	0.006	-0.002	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
12	1.198	1.130	-0.068	0.014	0.013	-0.001	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003
1	1.075	0.972	-0.103	0.010	0.014	0.003	0.012	0.005	-0.007	0.005	0.003	-0.002	0.008	0.004	-0.004
2	1.070	0.976	-0.094	0.010	0.010	0.000	0.012	0.006	-0.006	0.004	0.003	-0.002	0.008	0.005	-0.003
3	1.033	0.946	-0.087	0.010	0.010	0.000	0.011	0.005	-0.006	0.004	0.002	-0.001	0.007	0.004	-0.003

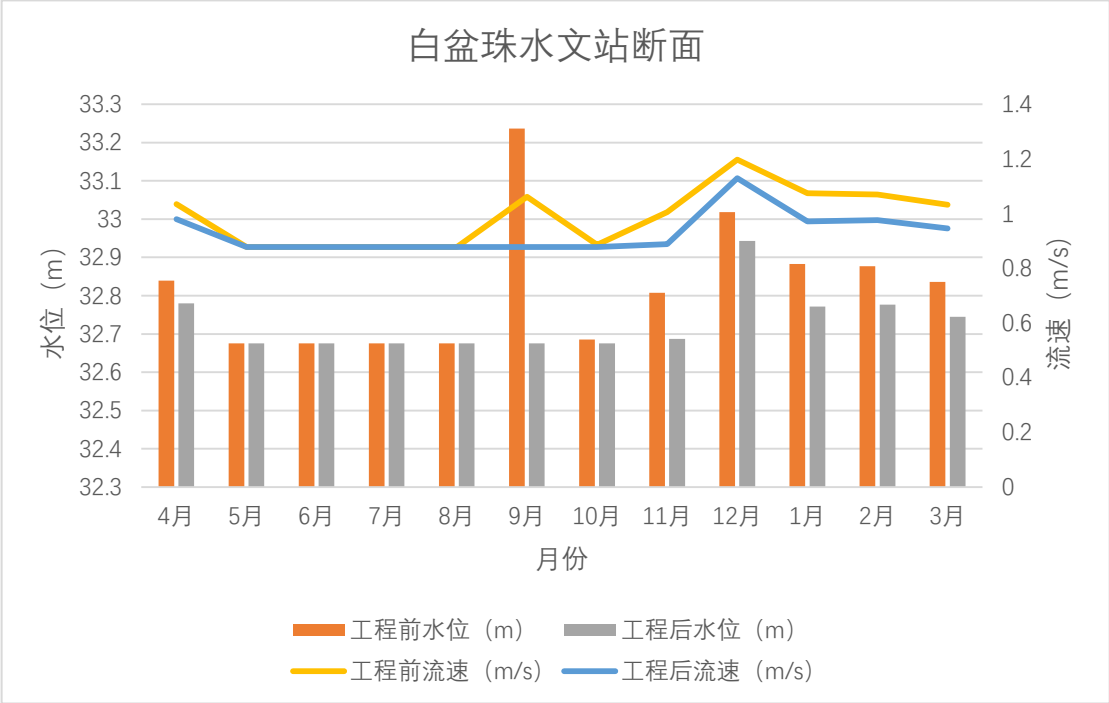


图5.2-25　枯水年（p=90%）工程前后白盆珠水文站断面水位流速对比图

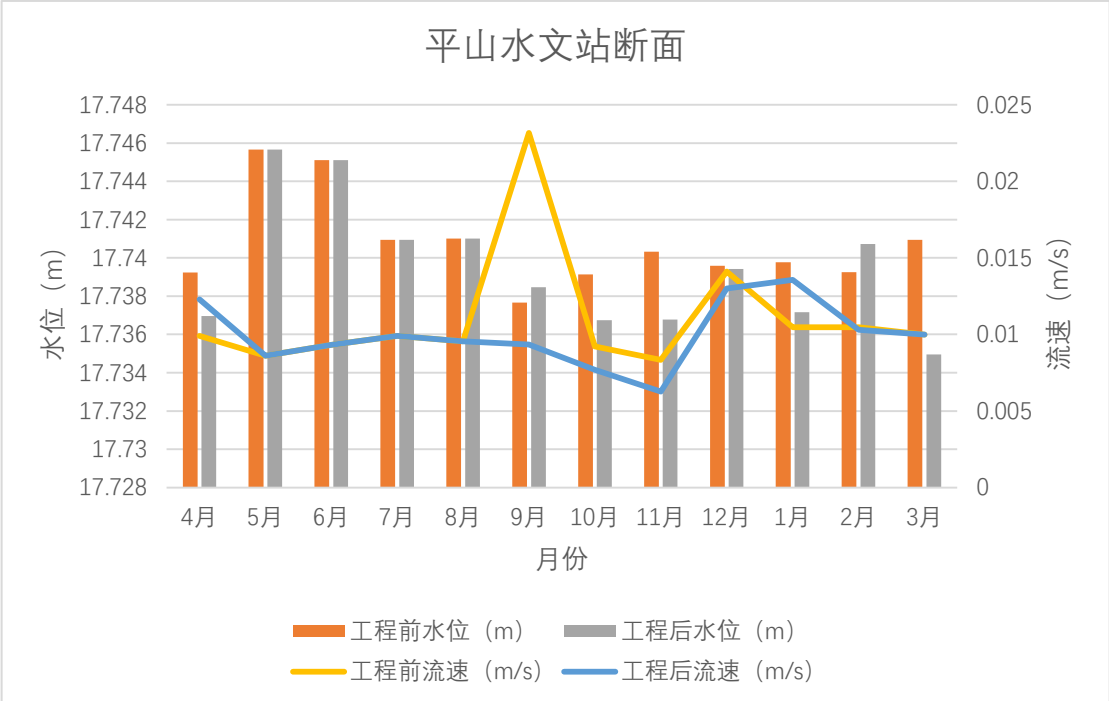


图5.2-26　枯水年（p=90%）工程前后平山水文站断面水位流速对比图

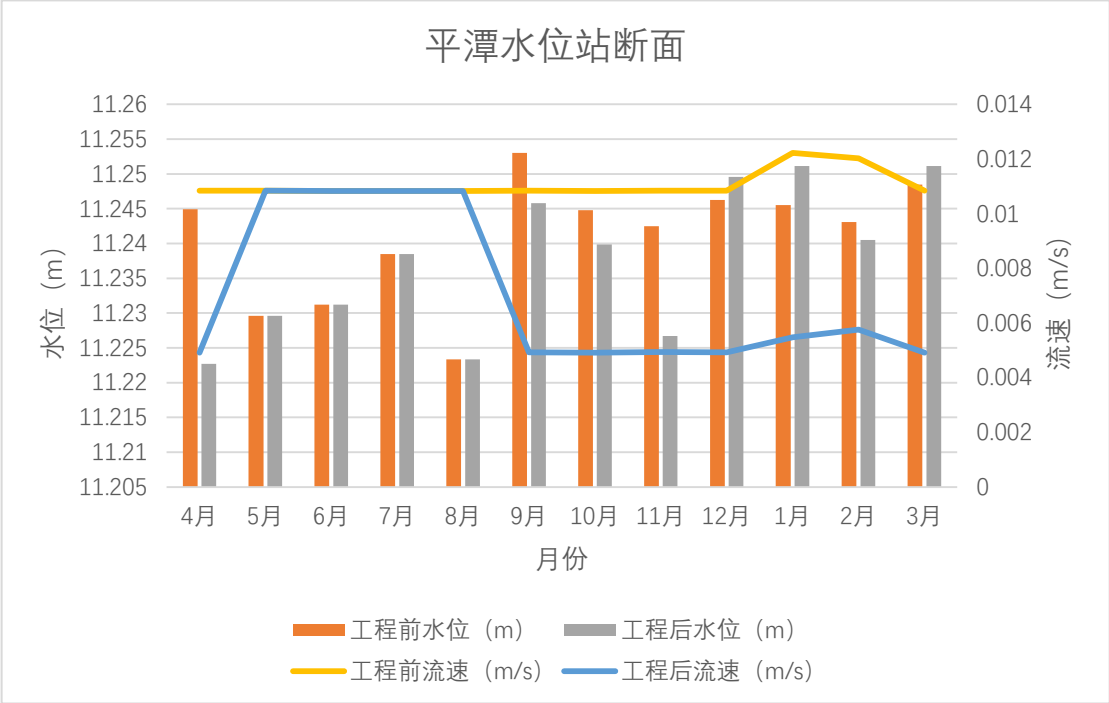


图5.2-27　枯水年（p=90%）工程前后平潭水位站断面水位流速对比图

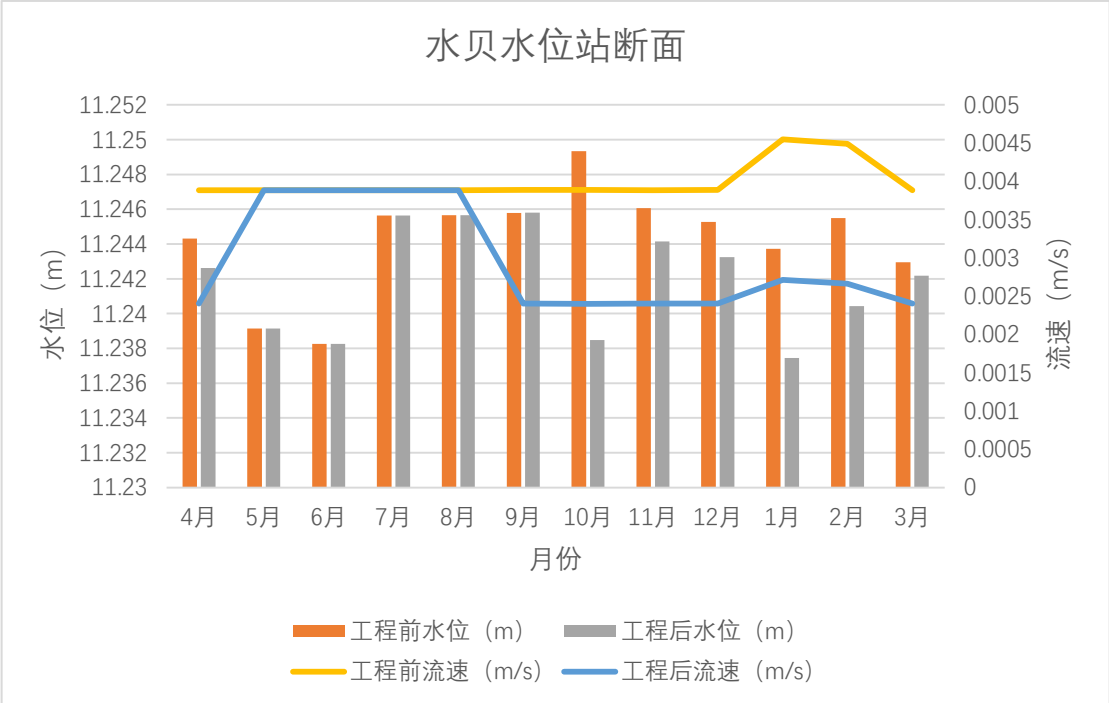


图5.2-28　枯水年（p=90%）工程前后水贝水位站断面水位流速对比图

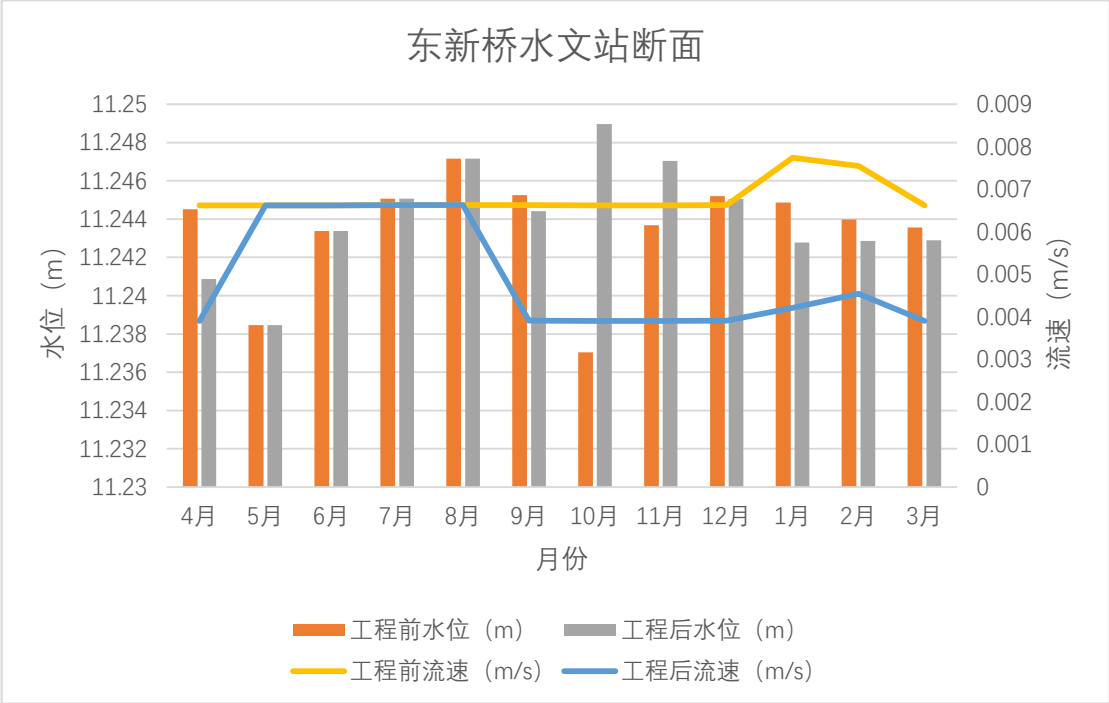


图5.2-29　枯水年（p=90%）工程前后东新桥水文站断面水位流速对比图

90%枯水年来水条件下，水源区 5 个典型断面取水前后水位、流速变化情况分别见图 5.2-25~图 5.2-29。工程引水后，白盆珠水文站断面工程前水位为 32.675~33.237m，工程后水位为 32.675~32.943m，水位变化为-0.561~0m，工程前流速为 0.878~1.198m/s，工程后流速为 0.878~1.13m/s，流速变化为-0.183~0m/s。平山水文站断面工程前水位为 17.738~17.746m，工程后水位为 17.735~17.746m，水位变化为-0.006~0.001m，工程前流速为 0.008~0.023m/s，工程后流速为 0.006~0.014m/s，流速变化为-0.014~0.003m/s。平潭水位站断面工程前水位为 11.223~11.253m，工程后水位为 11.223~11.251m，水位变化为-0.022~0.006m，工程前流速为 0.011~0.012m/s，工程后流速为 0.005~0.011m/s，流速变化为-0.007~0m/s。水贝水位站断面工程前水位为 11.238~11.249m，工程后水位为 11.237~11.246m，水位变化为-0.011~0m，工程前流速为 0.004~0.005m/s，工程后流速为 0.002~0.004m/s，流速变化为-0.002~0m/s。东新桥水文站断面工程前水位为 11.237~11.247m，工程后水位为 11.238~11.249m，水位变化为-0.004~0.012m，工程前流速为 0.007~0.008m/s，工程后流速为 0.004~0.007m/s，流速变化为-0.004~0m/s。由此可见，取水后白盆珠水文站断面变化最大，平山水文站、平潭水位站断面、水贝水位站以及东新桥水文站 4 个典型断面距离取水口较远，取水

前后断面水位和流速变化幅度不大。

5.2.3.3 对区域用水户的影响

（1）水量影响

本工程的调水原则为优先西枝江流域本地生活、生产用水和生态需水的前提下，合理利用白盆珠水库富余水资源，并与深汕合作区当地水源工程联合运用，解决深汕合作区水资源承载能力与发展布局不匹配问题，提高区域供水安全保障能力。

按《省东江分水方案》《三库联调方案》分配的西枝江流域用水量 9.45 亿 m^3(含外调水)，结合分析，近期 2035 年合作区引水 0.8 亿 m^3 后，白盆珠水库下游用水户保证率有所下降，如：水贝～西枝江口区间农业保证率由 98.5%下降至 97.0%，稔平半岛引水保证率由 99.2%下降至 99%，深圳东部引水保证率由 99.5%下降至 99.1%，河口最小下泄流量保证率由 97.4%下降至 96.7%。取水后各用水户的保证率满足设计保证率要求。

远期 2050 年合作区引水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠水库下游用水户保证率有所下降，如：平山～水贝、水贝～河口区间的农业用水保证率均从引水前的 98.5%分别下降至 97.0%，稔平半岛引水保证率由 99.2%下降至 98.8%，深圳东部引水保证率由 99.5%下降至 99.1%，河口最小下泄流量保证率由 97.6%下降至 96.7%。取水后各用水户的保证率满足设计保证率要求。综上，工程取水后对白盆珠水库下游用水户产生一定影响，但影响较小，均在可承受范围内。

根据规划水资源配置方案，深圳市东部供水工程拟在深汕合作区引水工程通水后，退减相应的指标用水量。从水资源利用的角度看，通过深圳市东部供水工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，2035 年、2050 年多年平均年补水量分别约为 0.40 亿 m^3、0.42 亿 m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度基本恢复至取水前。

综上，工程取水后，采取影响消减措施，即利用深圳市东部供水工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库补水，对白盆珠水库下游用水户不会产生影响，取水后用水保证率均不低于取水前。

表5.2-19　深汕合作区引水工程取水前后西枝江流域用水户(设计方案)情况

区间	用水户	取水前	取水后		取水并采取影响消除措施后	
			取水0.8亿 m^3	取水1.64亿 m^3	取水0.8亿 m^3	取水1.64亿 m^3
多年平均河道外缺水量(万 m^3)		1314	1651	1721	985	932
白盆珠～平山	坝下最小下泄流量保证率(月)	98.5%	98.5%	98.5%	98.6%	98.7%
	农业保证率(年)	97.0%	97.0%	97.0%	97.0%	97.0%
	工业生活保证率(月)	99.7%	99.7%	99.7%	99.7%	99.7%
平山～水贝	农业保证率(年)	98.5%	98.5%	97.0%	98.5%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
水贝～河口	农业保证率(年)	98.5%	97.0%	97.0%	98.5%	98.5%
	工业生活保证率(月)	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
	河口最小下泄流量保证率(月)	97.4%	96.7%	96.7%	98.0%	98.1%
外调工程	稔平半岛引水保证率(月)	99.2%	99.0%	98.8%	99.2%	99.4%
	深圳东部引水保证率(月)	99.5%	99.1%	99.1%	99.5%	99.5%

（2）水质影响

本工程引水本身不产生污染物，不会对下游西枝江用水户水质直接造成影响，但工程引水可能导致下游河段的来水量发生变化，从而影响下游取用水户的水质。根据工程调度原则，本工程优先保证本地用水，结合上述水量影响分析，工程建成并从东江取水补水至西枝江流域后，对下游用水户不会产生影响，因此对下游取用水户水质也不会产生较大影响，具体水质影响分析见“5.4.1.2 工程引水对下游西枝江水质影响预测”。

5.2.3.4 对发电的影响

白盆珠水库电站原设计装机 2.4 万 kW，改造后 3 万 kW。根据 65 年长系列水量平衡分析计算，取消发电调度转为供水调度，采用恢复防洪限制水位 75.7m，水库电站多年平均发电量 7374 万 kWh，2035 年本工程取水 0.8 亿 m^3 后，白盆珠电站年均发电量 6757 万 kWh，减少 617 万 kWh。远期 2050 年本工程取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠电站年均发电量 6097 万 kWh，减少 1277 万 kWh。

本工程取水，会对白盆珠水库下游西枝江干流梯级电站上鉴陂和平山电站均有一定影响，按白盆珠电站装机估算西枝江干流的上鉴陂(装机 0.32 万 kW)和平

山电站(装机 0.5 万 kW)在水平年 2035 年每年发电量减少 169 万 kWh，在 2050 年每年发电量减少 349 万 kWh。

工程引水后，白盆珠电站和下游梯级电站上鉴陂和平山电站 2035 年发电量共约减少 786 万 kWh(2050 年为 1626 万 kWh)。

工程对水库电站发电的影响，可采取现金补偿(拟纳入原水水价)形式。

5.3 对主要控制断面生态流量的影响

（1）生态流量成果

根据《水利部关于印发第一批重点河湖生态流量保障目标的函》（水资管函〔2020〕43 号）、惠州市水利局《关于印发<西枝江生态流量保障方案>的通知》（惠水水资源水保[2021]71 号）、珠江委批复的《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》（珠水资管函[2023]276 号）等有关文件规定及初步设计报告参照《河湖生态需水环境需水计算规范》（SL/T712-2021）计算的生态基流结果，西枝江白盆珠水库（坝下)、西枝江河口、东江干流博罗断面的生态流量成果情况详见表 5.3-1。

表5.3-1　各控制断面生态流量/最小下泄流量成果表　单位：m^3/s

断面名称	生态基流	依据	目标生态流量	依据	最小下泄流量	依据
白盆珠坝下	3.4	(3)(4)	7	(2)	10.5	(3)(4)
西枝江口	14.6	(3)(4)	30	(2)	25.4	(3)(4)
东江博罗	79	(1)	/	/	212	(1)

注：(1)水资管函〔2020〕43 号，(2)惠水水资源水保[2021]71 号，(3)初步设计报告，(4)《深汕合作区引水工程建设总体方案规划水资源论证》。

根据珠江委最新批复成果，本次评价采用的白盆珠坝下、西枝江口生态基流和最小下泄流量成果与批复成果保持一致，即白盆珠水库坝下、西枝江口生态基流分别为 3.4m^3/s、14.6m^3/s，最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s。分析过程详见 2.5.2.3 调出区需水预测 2、河道内生态需水。

（2）现状生态流量满足情况

采用白盆珠水库坝下白盆珠站断面 2008-2022 年实测日流量对白盆珠水库坝下断面生态基流和最小下泄流量日满足程度进行评价，保障程度见下表。

表5.3-2　2008-2022 年现状白盆珠坝下断面生态流量的日保障程度

水库	断面	年份	生态基流（m^3/s）	不满足天数（天）	日保障程度（%）	最小下泄流量（m^3/s）	不满足天数（天）	日保障程度（%）
白盆珠水库	白盆珠站	2008	3.4	21	94.25%	10.5	39	89.32%
		2009		4	98.90%		21	94.25%
		2010		15	95.89%		72	80.27%
		2011		3	99.18%		106	71.04%
		2012		1	99.73%		34	90.68%
		2013		0	100.00%		50	86.30%
		2014		7	98.08%		16	95.62%
		2015		15	95.90%		132	63.93%
		2016		1	99.73%		2	99.45%
		2017		3	99.18%		25	93.15%
		2018		1	99.73%		12	96.71%
		2019		2	99.45%		10	97.27%
		2020		30	91.78%		283	22.47%
		2021		53	85.48%		340	6.85%
		2022		1	99.73%		26	92.88%

注：2020 年和 2021 年为特枯年。

（3）对生态流量的影响分析

根据上述分析，白盆珠水库坝下、西枝江口的最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s，因此，主要从最小下泄流量保证率的角度分析对生态流量的影响。

1）对白盆珠坝下最小下泄流量保证率的影响

工程前后对坝下断面最小下泄流量指标的保障程度见表 5.3-3。

取水前后水库坝下最小下泄流量达标率均超过 90%，均达到了设计保证率 90%的要求。未未采取影响消除措施情况下，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率均保持取水前的 98.5%；采取东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库补水影响消除措施后，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率分别达到 98.6%和 98.7%，优于取水前。

表5.3-3　深汕取水前后西枝江生态流量的达标情况

工况	西枝江河口断面 25.4m^3/s		
	取水前	0.8 亿 m^3	1.64 亿 m^3
未采取影响消除措施	98.5%	98.5%	98.5%
采取影响消除措施后		98.6%	98.7%

从P=90%典型年看，取水前白盆珠坝下的逐月最小下泄流量保证率为100%，近远期取水后，最小下泄流量过程及保证率均同取水前。

表5.3-4　P=90%典型年（2004年）取水前后白盆珠坝下流量过程　　单位：m^3/s

月份	取水前	取水后	
		取水0.8亿m^3	取水1.64亿m^3
4月	19.18	19.18	19.18
5月	10.50	10.50	10.50
6月	12.78	12.78	12.78
7月	10.50	10.50	10.50
8月	10.50	10.50	10.50
9月	30.17	10.50	10.50
10月	12.34	12.34	12.34
11月	15.54	15.54	15.54
12月	26.53	26.53	26.53
1月	18.85	18.85	18.85
2月	19.03	19.03	19.03
3月	17.77	17.77	17.77
保证率（%）	100%	100%	100%

2）对西枝江河口最小下泄流量保证率的影响

取水前后西枝江口最小下泄流量达标率均超过 90%，达到设计保证率 90%的要求；未采取影响消除措施情况下，2035年取水0.8亿m^3及2050年取水1.64亿 m^3后，西枝江口最小下泄流量保证率均由取水前的97.4%降低到96.7%，降幅为0.7%；采取影响消除措施情况下，2035年取水0.8亿m^3及2050年取水1.64亿 m^3后，西枝江口最小下泄流量保证率分别上升至98.0%和98.1%，优于取水前。

表5.3-5　深汕取水前后西枝江生态流量的达标情况

工况	西枝江河口断面25.4m^3/s		
	取水前	0.8亿m^3	1.64亿m^3
未采取影响消除措施	97.4%	96.7%	96.7%
采取影响消除措施后		98.0%	98.1%

从P=90%典型年看，取水前白盆珠坝下的逐月最小下泄流量保证率为100%，近远期取水后，最小下泄流量过程及保证率均同取水前。

表5.3-6　P=90%典型年（2004 年）取水前后西枝江河口流量过程　　单位：m^3/s

月份	取水前	取水后	
		取水 0.8 亿 m^3	取水 1.64 亿 m^3
4 月	25.40	25.40	25.40
5 月	28.15	28.15	28.15
6 月	25.40	25.40	25.40
7 月	143.34	143.34	143.34
8 月	140.99	140.99	140.99
9 月	183.99	164.32	164.32
10 月	25.40	25.40	25.40
11 月	25.40	25.40	25.40
12 月	25.40	25.40	25.40
1 月	25.40	25.40	25.40
2 月	25.40	25.40	25.40
3 月	25.40	25.40	25.40
达标率（%）	100%	100%	100%

5.4 对水环境的影响

5.4.1 对水质的影响预测

5.4.1.1 工程引水对白盆珠水库水质影响预测

本工程建成前后，入库径流量及入库污染物不变，取水后水库库容变化较大时，水库库内水质会发生改变。根据库区水文情势变化分析可知，丰水年 6 月白盆珠水库的库容减小变化最大，因此本次预测此种工况下本工程取水后水质变化情况：

（1）预测模式

本次预测采用零维水质预测模式，公式如下：

c=（CpQp+ChQh）/（Qp+Qh）

c——污染物浓度，mg/L；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

C_h——上游污染物浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m^3/s；

Q_h——河流流量，m^3/s；

（2）污染源简化

白盆珠水库上游河流西枝江在汇入白盆珠水库处已经相对稳定，预测时将入库河流简化，视为一个污染源。

（3）预测参数

本次水环境影响预测各个计算参数选择如下：

表5.4-1　计算参数表

水体	取水前库容(亿 m^3)	取水后库容(亿 m^3)	入库总量(亿 m^3)	入库污染物浓度(mg/L)		库内原水质(mg/L)		库内污染物(mg/L)
白盆珠水库	4.79	3.03	0.56	BOD_5	2.53	BOD_5	2.067	2.094
				氨氮	0.21	氨氮	0.14	0.144
				高锰酸盐指数	2.4	高锰酸盐指数	1.17	1.241
				TP	0.02	TP	0.013	0.014
				TN	0.41	TN	0.28	0.288

（4）预测结果

根据预测结果，由于取水后水库库容减小，因此引水后各项水质指标浓度均有所增大，BOD 为 2.094mg/L，氨氮为 0.144mg/L，高锰酸盐指数为 1.241mg/L，TP 为 0.014mg/L，TN 为 0.288mg/L，增幅分别为 1.29%、2.89%、6.07%、2.91%、2.68%。

（5）取水后水质影响

1）对库内水质的影响

由于白盆珠水库现状水质较好，预测本工程取水后水质总体变化不大，且取水后水质仍可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水质标准。

白盆珠水库流域基本没有工业、规模化养殖、餐饮等点源污染和水产养殖内源污染；外源污染主要来源于面源污染，其中主要有农业污染与水土流失污染，农业污染主要包括农村生活污染，种植污染及畜禽养殖污染，没有超出其自净能力，因而工程取水后对白盆珠水库的水质影响不大。

2）对供水水质的影响

凤河水厂、龙山水厂通过输水隧洞从白盆珠水库引水，水源水质与取水后白

盆珠水库库内水质相同，即可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类水质标准。因而本工程建成引水后，对凤河水厂、龙山水厂水源水质也不会产生影响。

5.4.1.2 工程引水对下游西枝江水质影响预测

工程引水本身不产生污染物，不会对下游西枝江水质直接造成影响，但工程引水可能导致下游河段的来水量发生变化，从而对下游河段的水质产生变化影响。根据前文工程分析，白盆珠水库取消发电调度，增加向深汕合作区供水任务后，最小下泄流量为 10.5m^3/s。根据水文情势影响分析，P=90%枯水年引水前后白盆珠水库下泄流量在 10.5m^3/s~30.2m^3/s 之间变化。本次拟定白盆珠水库不同下泄流量，结合枯水期主要支流的来水流量以及收集的水质资料，采用数学模型计算白盆珠水库不同下泄流量对下游河道水质变化影响。

1、预测评价模型

本次预测评价采用一维水动力水质数学模型。水动力模型原理、模型范围、模型边界、模型地形等说明见 5.2.1.2 节。水质模型控制方程采用一维非恒定流对流扩散基本方程，具体如下所示：

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t}+\frac{\partial(QC)}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}(AE_x\frac{\partial C}{\partial x})+Af(C)+qC_L$$

式中：C 为模拟水质指标浓度，mg/L；

E_x 为扩散系数，m^2/s；

A 为断面面积，m^2；

f 为生化反应项，$f(C)=-kC$，k 为综合衰减系数，d^{-1}；

C_L 为源汇项浓度，mg/L；

q 为旁侧入流、出流，m^3/s；

x 为距离，m；

t 为时间，s。

（1）预测因子

根据惠州市生态环境局《关于西枝江生态基流初步预测结果的函》，根据历年西枝江水质监测结果，枯水期西枝江水质相对较差，主要的水质制约因子为氨

氮和总磷，因此宜选用氨氮、总磷作为水环境影响的预测因子。

（2）衰减系数

为简化计算，在水质模型中，将污染物在水环境中的物理降解、化学降解和生物降解概化为综合衰减系数。对于以前在环评、环保规划、环保科研等工作中可供利用的有关资料经过分析检验后采用。无资料时，可借用水力特性、污染状况、及地理、气象条件相似的邻近河流的资料。本次环评参考《广东省地表水环境容量核定技术报告》成果，计算采用的衰减系数为：氨氮、总磷的衰减系数取0.1/d。

2、计算方案

（1）来水边界条件

引水工程取水口位于白盆珠水库库内，因此工程建设运行将影响白盆珠水库的下泄流量。根据水文情势影响预测，P=90%枯水年引水前后白盆珠水库下泄流量在 10.5m^3/s~30.2m^3/s 之间变化。根据历年西枝江水质监测结果，枯水期西枝江水质相对较差。本次分别拟定白盆珠水库下泄 10.5m^3/s（坝下最小下泄流量）、15m^3/s、20m^3/s、25m^3/s、30.2m^3/s 流量，计算枯水期不同下泄流量西枝江下游水质变化。

水文分析表明，西枝江枯水期（10～3 月）的径流量约占全年的 18.5%，其中 12~2 月最枯，仅占全年的 5.9%。西枝江及主要支流多年平均流量、10~3 月平均流量，12~2 月平均流量（采用）见表 5.4-2。白盆珠水库下游西枝江已运行的取水工程中除了深圳市东部供水工程（取水流量 4m^3/s）外，其他取水工程退水基本进入西枝江，因此取水工程水量损耗只考虑深圳市东部供水工程。

表5.4-2　西枝江及主要支流流量（m^3/s）

河流名称	年平均流量	10~3 月平均流量	12~2 月平均流量(采用)
白盆珠坝下	34.19	12.91	8.18
安墩水	14.06	5.22	3.36
楼下河	4.13	1.53	0.99
白花河	6.36	2.36	1.52
梁化河	9.02	3.35	2.16
黄排河（碧山河）	3.11	1.15	0.74
黄竹沥（万松河）	2.44	0.91	0.58

河流名称	年平均流量	10~3 月平均流量	12~2 月平均流量(采用)
明溪河	2.37	0.88	0.57
新溪河	2.08	0.77	0.50
小沥河	4.30	1.60	1.03
石溪河	2.57	0.95	0.61
洋口河	2.53	0.94	0.61
淡水河	39.09	14.50	9.35

（2）水质边界条件

根据惠州市生态环境局《关于西枝江生态基流初步预测结果的函》，2019-2021 年间，西枝江及主要支流枯水期（12~2 月）氨氮、总磷平均水质状况见表 5.4-3。支流上污染源的贡献在支流水质指标上已有反映，根据污染源调查和污水处理设施调查情况，西枝江干流上的其他污染源主要考虑平山污水处理厂混合废污水入河排污口（按一级 A 排放标准）、多祝污水处理厂混合废污水入河排污口（按一级 B 排放标准）、金山污水处理厂混合废污水入河排污口（按淡水河、石马河流域水污染物排放标准），大岭污水处理厂排污汇入黄竹沥，在支流水质已有反映。

表5.4-3　西枝江及主要支流、入河排污口枯水期氨氮和总磷水质状况(mg/L)

河流名称	2019~2021 年 12~2 月均值	
	氨氮	总磷
白盆珠坝下	0.13	0.04
安墩水	0.213	0.036
楼下河	1.216	0.214
白花河	6.021	0.843
梁化河	0.361	0.103
黄排河（碧山河）	3.199	0.201
黄竹沥（万松河）	4.167	0.51
明溪河	0.632	0.198
新溪河	0.45	0.39
小沥河	0.29	0.05
石溪河	0.18	0.06
洋口河	0.28	0.04
淡水河	0.60	0.12

河流名称	2019~2021 年 12~2 月均值	
	氨氮	总磷
平山污水处理入河排污口（0.7m³/s）	5.0	0.5
多祝污水处理厂入河排污口（0.17m³/s）	8.0	1.0
金山污水处理厂入河排污口（2.3m³/s）	2.0	0.4

注：淡水河水质数据来自国家自动水质监测平台紫溪断面，平山污水处理厂出水按一级 A 排放标准、多祝污水处理厂出水按一级 B 排放标准、金山污水处理厂出水按淡水河、石马河流域水污染物排放标准，其他支流数据来自《关于西枝江生态基流初步预测结果的函》。

3、典型分析断面

选取白盆珠坝址下游的鲤鱼岭取水口、马安桥下、西枝江河口断面作为典型分析断面，分析断面不同下泄流量条件下氨氮、总磷的浓度变化情况。

4、计算结果分析

根据枯水期（12~2 月）西枝江主要支流和入河排污口流量、污染物浓度情况，利用数学模型计算得到白盆珠水库不同下泄流量条件下，下游西枝江各典型断面的氨氮、总磷浓度变化情况。可以看出，在白盆珠水库下泄 10.5m³/s（坝下最小下泄流量）、15m³/s、20m³/s、25m³/s、30m³/s 不同流量条件下，随着下泄流量的增大，白盆珠水库下游各断面的氨氮、总磷浓度随着逐渐减小。典型断面氨氮、总磷浓度变化情况见表 5.4-4、表 5.4-5。

不同下泄流量条件下，鲤鱼岭取水口断面的氨氮浓度分别为 0.294mg/L、0.262mg/L、0.238mg/L、0.221mg/L、0.209mg/L；总磷浓度分别为 0.068mg/L、0.062mg/L、0.058mg/L、0.055mg/L、0.053mg/L，均可满足 II 类水质标准。鲤鱼岭取水口断面位于白盆珠~平山区间的下段，上游污染源较少，支流水质较好，在不同下泄流量条件下，鲤鱼岭取水口断面均可满足 II 类水质标准。

不同下泄流量条件下，马安桥下国考断面的氨氮浓度分别为 0.497mg/L、0.478mg/L、0.455mg/L、0.432mg/L、0.412mg/L；总磷浓度分别为 0.075mg/L、0.073mg/L、0.071mg/L、0.069mg/L、0.067mg/L，均可满足 II 类水质标准。马安桥下断面位于平山~水贝区间的下段，上游有白花河、碧山河（黄排河）、万松河（黄竹沥）、平山污水厂排污口汇入，这些支流、排污口的污染物浓度较高，造成马安桥下断面的水质状况有所降低。

不同下泄流量条件下，西枝江河口断面的氨氮浓度分别为 0.531mg/L、0.517mg/L、0.499mg/L、0.48mg/L、0.462mg/L；总磷浓度分别为 0.093mg/L、

0.091mg/L、0.088mg/L、0.085mg/L、0.082mg/L，白盆珠水库下泄流量大于或等于 20m^3/s 时可满足 II 类水质标准，下泄流量小于 20m^3/s 时氨氮超过 II 类水质标准。西枝江河口断面至马安桥下断面区间有淡水河、金山污水处理厂入河排污口汇入，淡水河近年水质有所改善，基本可满足 III 类水质标准，但仍比西枝江干流水质差，加上金山污水厂入河排污口汇入后，西枝江河口断面的水质比鲤鱼岭取水口、马安桥下断面的水质略差。

总的来说，白盆珠水库下泄流量大于或等于最小下泄流量 10.5m^3/s 时，西枝江水质总体较好，马安桥下国考断面可达到 II 类水质标准。进一步分析，P=90%枯水年枯水期引水前后流量变化幅度最大月份为 11 月，引水前后白盆珠水库下泄流量分别为 15.5m^3/s、10.9m^3/s。引水前下游鲤鱼岭取水口、马安桥下、西枝江河口的氨氮浓度约为 0.262mg/L、0.478mg/L、0.517mg/L，总磷浓度为约 0.062mg/L、0.073mg/L、0.091mg/L。引水后下游鲤鱼岭取水口、马安桥下、西枝江河口的氨氮浓度约为 0.294mg/L、0.497mg/L、0.531mg/L，总磷浓度为约 0.068mg/L、0.075mg/L、0.093mg/L。引水后鲤鱼岭取水口、马安桥下、西枝江河口氨氮浓度增幅为 0.032mg/L、0.019mg/L、0.014mg/L，占标率为 6.4%、3.8%、2.8%；总磷浓度增幅为 0.006mg/L、0.002mg/L、0.002mg/L，占标率为 6%、2%、2%。由此可见，工程引水对下游西枝江水质影响不大。

表5.4-4　典型分析断面氨氮浓度变化统计表　单位：mg/L

典型断面	白盆珠水库下泄流量（m^3/s）				
	10.5	15	20	25	30
鲤鱼岭取水口	0.294	0.262	0.238	0.221	0.209
马安桥下	0.497	0.478	0.455	0.432	0.412
西枝江河口	0.531	0.517	0.499	0.48	0.462

表5.4-5　典型分析断面总磷浓度变化统计表　单位：mg/L

典型断面	白盆珠水库下泄流量（m^3/s）				
	10.5	15	20	25	30
鲤鱼岭取水口	0.068	0.062	0.058	0.055	0.053
马安桥下	0.075	0.073	0.071	0.069	0.067
西枝江河口	0.093	0.091	0.088	0.085	0.082

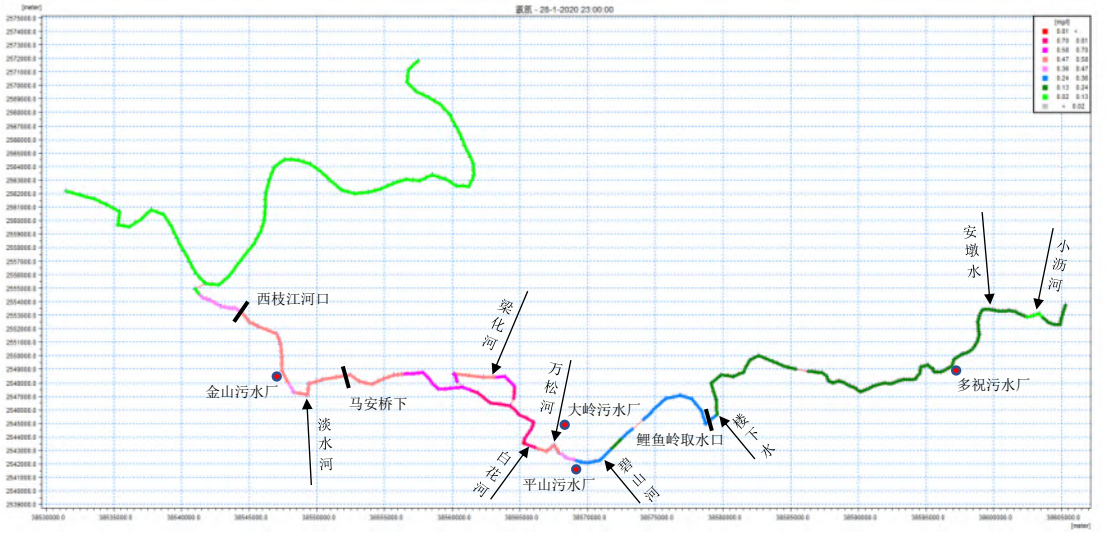


图5.4-1　白盆珠水库最小下泄流量 10.5m³/s 条件下下游氨氮浓度变化图

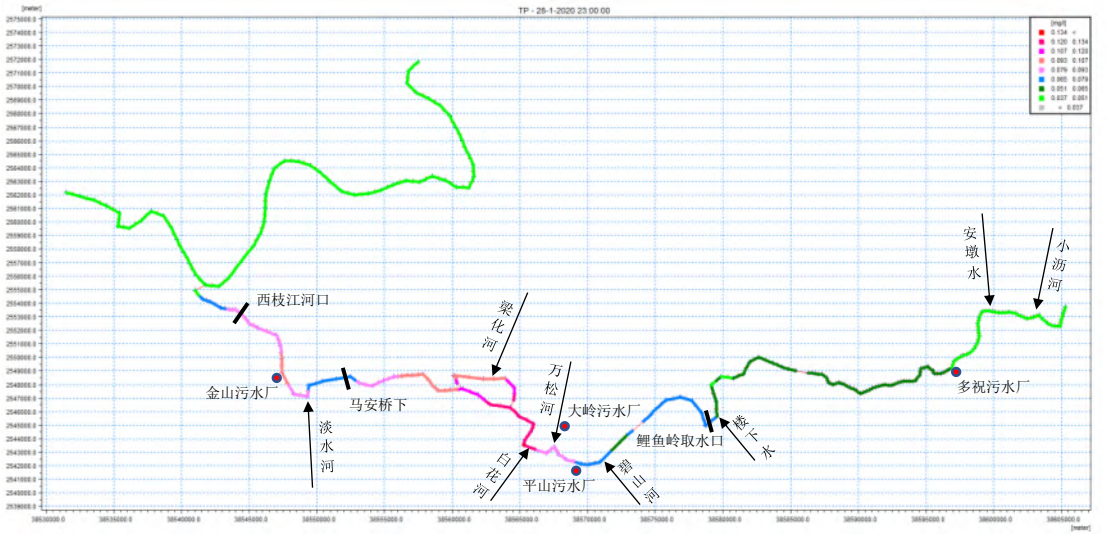


图5.4-2　白盆珠水库最小下泄流量 10.5m³/s 条件下下游总磷浓度变化图

5.4.2 对白盆珠水库富营养化影响预测

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），选取叶绿素 a、透明度、高锰酸盐指数、总磷和总氮五个指标对白盆珠水库的富营养化程度进行预测分析。湖泊（水库）营养状态评价标准及分级方法详见表 5.4-6。

表5.4-6　湖泊（水库）营养状态评价标准及分级方法

营养状态分级	贫营养	中营养	富营养		
（TLI =营养状态指数）	（TLI（Σ）＜30）	（30≤TLI（Σ）≤50）	轻度富营养	中度富营养	重度富营养
			（50＜TLI（Σ）≤60）	（60＜TLI（Σ）≤70）	（TLI（Σ）>70）

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^{m} w_j * TLI(j)$$

式中：TLI（Σ）为综合营养状态指数；

w_j为第j种参数的营养状态指数相关权重；

$TLI(j)$代表第j种参数的营养状态指数。

叶绿素 a、透明度、高锰酸盐指数、总磷和总氮的权重指数分别为 0.267、0.183、0.183、0.188 和 0.179，叶绿素 a、透明度、高锰酸盐指数、总磷和总氮的营养状态指数采取下式计算：

$$TLI(chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln chl\ a)$$

$$TLI(SD) = 10(5.118 - 1.94 \ln SD)$$

$$TLI(CODMn) = 10(0.109 + 2.661 \ln COD\ Mn)$$

$$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP)$$

$$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN)$$

工程实施后白盆珠水库高锰酸盐指数、总磷和总氮预测情况如表 5.4-7 所示。预测结果表明，白盆珠水库的营养状态等级为中营养。

表5.4-7　湖泊（水库）营养状态评价标准及分级方法

水库名称	白盆珠水库
正常蓄水位（m）	75.7
死水位（m）	62.7
多年平均入库量（亿 m^3）	10.73
取水前库容（亿 m^3）	58.31
取水后库容（亿 m^3)	56.19
预测高锰酸盐指数浓度（mg/L）	2.198
高锰酸盐指数 TLI	22.04
高锰酸盐指数营养状态指数	贫营养
预测总磷浓度（mg/L）	0.016
总磷 TLI	27.06
总磷营养状态指数	贫营养
预测总氮浓度（mg/L）	0.254
总氮 TLI	31.29

总氮营养状态指数	中营养
预测叶绿素 a 浓度（mg/L）	1.207
叶绿素 aTLI	27.04
叶绿素 a 营养状态指数	贫营养
预测透明度（m）	1.190
透明度 TLI	47.80
透明度营养状态指数	中营养
综合 TLI	30.69
综合营养状态指数	中营养

5.4.3 对白盆珠水库水环境容量的影响

湖库的水环境容量与其库容直接相关，而枯水年的水库库容小，环境容量相对较小。按照《全国水环境容量核定技术指南》不考虑混合区的湖库水环境容量计算方法，根据远期引水规模取水前后典型枯水年白盆珠水库库容变化，可以计算分析取水对白盆珠水库水环境容量的变化影响。

不考虑混合区的湖库水环境容量计算公式如下：

$$Wc = 31.54 * (QCs + KC_sV / 86400)$$

其中：Wc 为水环境容量，t/a。

V—湖泊中水的体积（m^3）；

Q—平衡时流入与流出湖泊的流量（m^3/s）；

Cs—水库水质目标浓度标准（mg/l），II 类水质标准；

K—一级反应速率常数（1/d），COD 取 0.15，氨氮取 0.1。

P=90%典型枯水年逐月水环境容量变化计算结果见表 5.4-8。全年 COD、氨氮变化量分别为-1.65 万 t 和-0.04 万 t，水环境容量减小 4.71%。

表5.4-8　远期引水前后白盆珠水库水环境容量变化表

典型年	月份	引水前水环境容量（t）		水环境容量变化量（t）		水环境容量变化比例（%）
		COD	氨氮	COD	氨氮	
枯水年（P=90%）	4	23939.10	531.98	-1529.43	-33.99	-6.39
	5	24686.70	548.59	-1565.98	-34.80	-6.34
	6	22597.09	502.16	-1105.15	-24.56	-4.89
	7	29270.50	650.46	-2103.32	-46.74	-7.19
	8	35101.37	780.03	-3061.31	-68.03	-8.72

典型年	月份	引水前水环境容量（t）		水环境容量变化量（t）		水环境容量变化比例（%）
		COD	氨氮	COD	氨氮	
	9	37394.48	830.99	-420.79	-9.35	-1.13
	10	37567.11	834.82	-1061.05	-23.58	-2.82
	11	34343.96	763.20	-1125.96	-25.02	-3.28
	12	30890.78	686.46	-1269.26	-28.21	-4.11
	1	28387.07	630.82	-1375.60	-30.57	-4.85
	2	23327.84	518.40	-1326.74	-29.48	-5.69
	3	23372.90	519.40	-593.83	-13.20	-2.54
	全年	350878.92	7797.31	-16538.42	-367.52	-4.71

5.4.4 对白盆珠水库水温结构的影响

1、白盆珠水库水温结构判别

采用径流—库容比 α、β 法判别白盆珠水库的水温结构。根据《水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）判别式：

α=W/V

式中：α——判别系数；

W——多年平均年径流量，m^3；

V——总库容，m^3。

当 α<10 时为稳定分层型；当 α>20 时为混合型；当 10≤α≤20 时为过渡型。

白盆珠水库入库多年平均径流量 10.73 亿 m^3，总库容为 11.62 亿 m^3，得出 α=0.92，α 小于 10，可认为其水温结构为稳定分层型。

2、白盆珠水库引水前后垂向水温预测

本次评价采用《水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）中水温分布公式计算：

$$T_y = (T_0 - T_b)e^{-(\frac{y}{x})^n} + T_b$$

$$n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35}$$

$$x = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37(1+0.1m)}$$

$$T_b = T_b^{'} - K^{'}N$$

式中，T_y——从库水面计水深为 y 处的月平均水温，℃；

T_0——库表面月平均水温，℃，可根据设计水库库区的气温并利用气

候条件相似同类水库的气温—库表水温关系求得，也可用已建水库库表水温与纬度的关系插补；

m——月份，m=1,2,3,…,12；

n、x——与 m 有关的参数；

T_b——库底月平均水温，℃，对于分层型水库，各月库底水温与其年值差别甚小，可用年值代替。

N——大坝所在纬度；

T'b、K’——参数，其值见下表。

表5.4-9　库底水温计算公示中的参数 T’b、K’

月份	1~3	4、5			6~8			9		
水深/m	-	20	40	60	20	40	60	20	40	60
T'b	24	30.4	25.6	23.6	35.4	29.9	22.9	37.3	30	23.6
K'	0.49	0.48	0.48	0.47	0.42	0.43	0.44	0.44	0.43	0.44
月份	10			11			12			
水深/m	20	40	60	20	40	60	-			
T'b	33.1	28	23.6	37.4	30.9	24.1	31.5			
K'	0.45	0.43	0.44	0.61	0.52	0.44	0.64			

在正常蓄水位情况下的库区水温分布情况，预测结果见表 5.4-10 和图 5.4-3。根据预测结果，表层水温与底层水温温差最大出现在 7 月（表层 30.5℃，底层 19.92℃），温差最小在 2 月（表层 13℃，底层 12.62℃），这与白盆珠水库水温实际监测结果基本一致。

表5.4-10　正常蓄水位下白盆珠水库垂向水温分布　　单位：℃

水深	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
0m	16.00	13.00	21.00	23.00	24.50	28.00	30.50	29.00	29.00	25.00	22.00	13.00
5m	16.00	13.00	20.18	21.31	22.39	26.64	29.36	28.49	28.79	24.95	21.99	13.00
10m	16.00	12.98	18.28	19.25	20.05	24.82	27.22	27.07	27.88	24.57	21.92	13.03
15m	16.00	12.91	16.17	17.54	18.16	23.21	24.96	25.14	26.25	23.66	21.68	13.17
20m	16.00	12.79	14.50	16.32	16.79	21.98	23.06	23.25	24.25	22.23	21.17	13.53
25m	16.00	12.68	13.47	15.52	15.88	21.15	21.71	21.77	22.43	20.61	20.45	14.21
30m	15.96	12.63	12.94	15.04	15.29	20.61	20.85	20.81	21.15	19.27	19.70	15.12

水深	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
35m	15.63	12.62	12.72	14.76	14.93	20.29	20.37	20.29	20.44	18.47	19.16	15.95
40m	14.04	12.62	12.65	14.61	14.72	20.11	20.11	20.05	20.14	18.13	18.90	16.44
45m	12.64	12.62	12.62	14.53	14.60	20.01	19.99	19.95	20.04	18.03	18.83	16.60
50m	12.62	12.62	12.62	14.48	14.53	19.96	19.94	19.92	20.02	18.01	18.82	16.63
55m	12.62	12.62	12.62	14.47	14.49	19.93	19.92	19.91	20.01	18.01	18.82	16.63

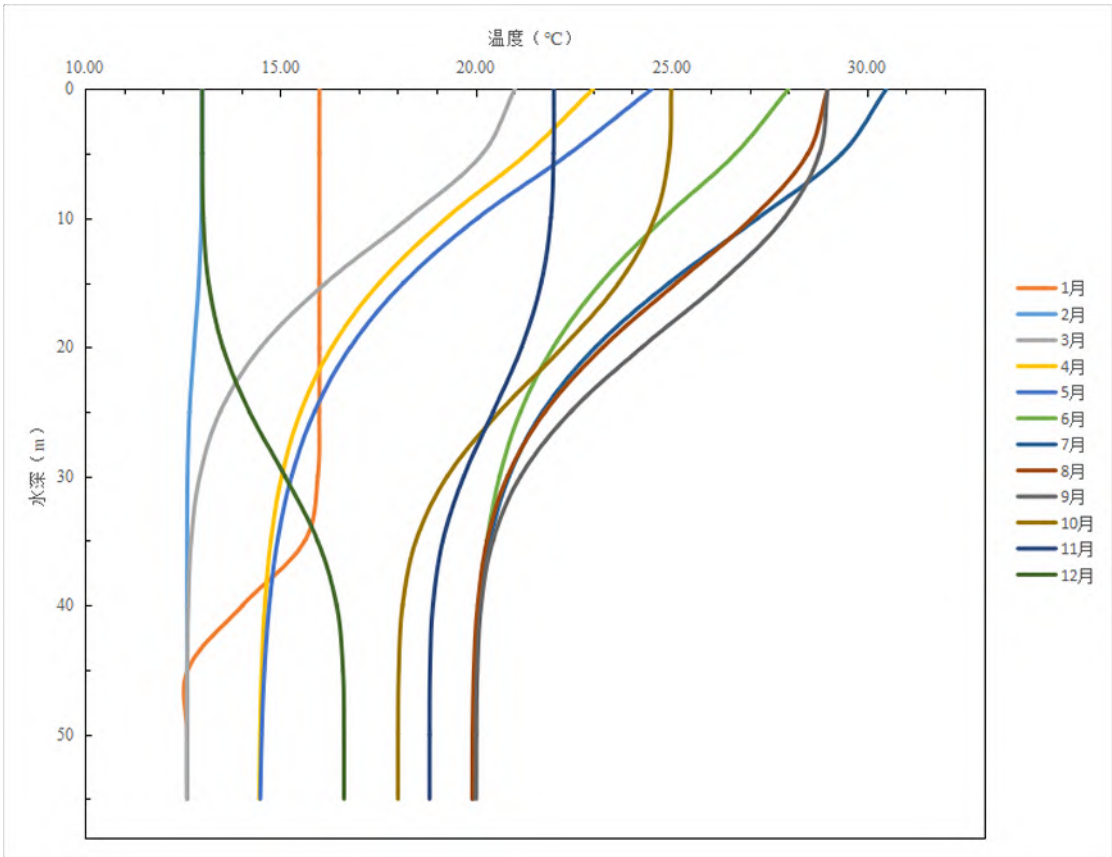
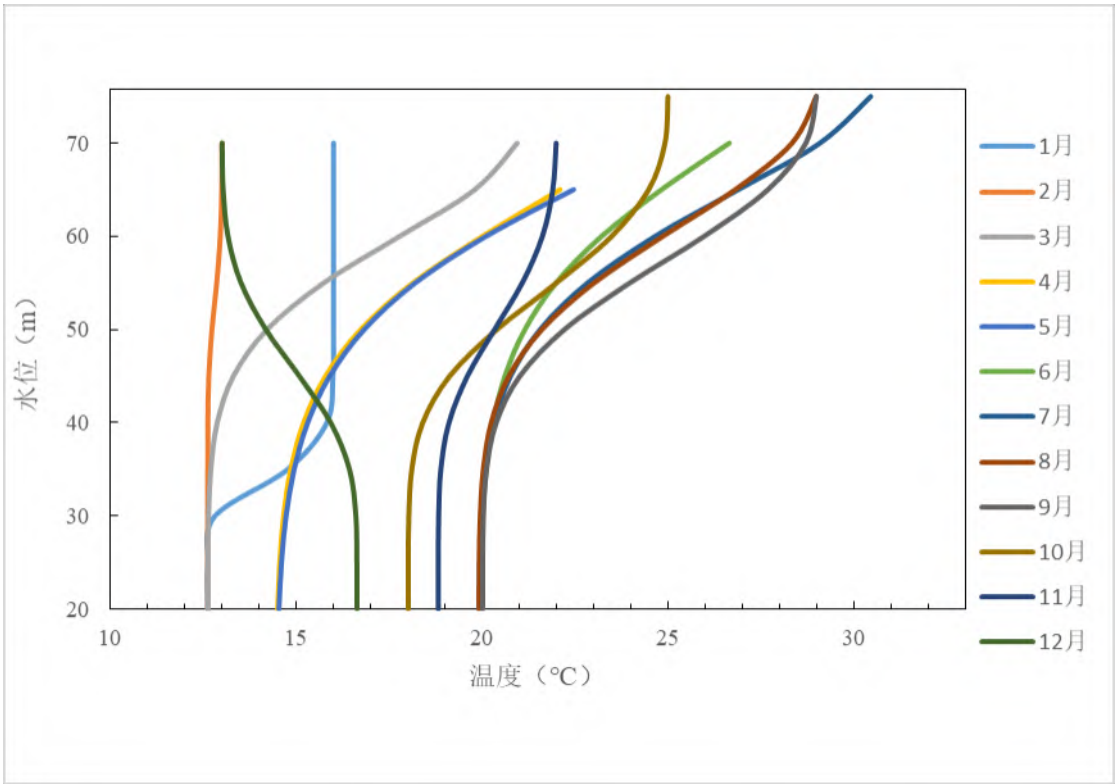
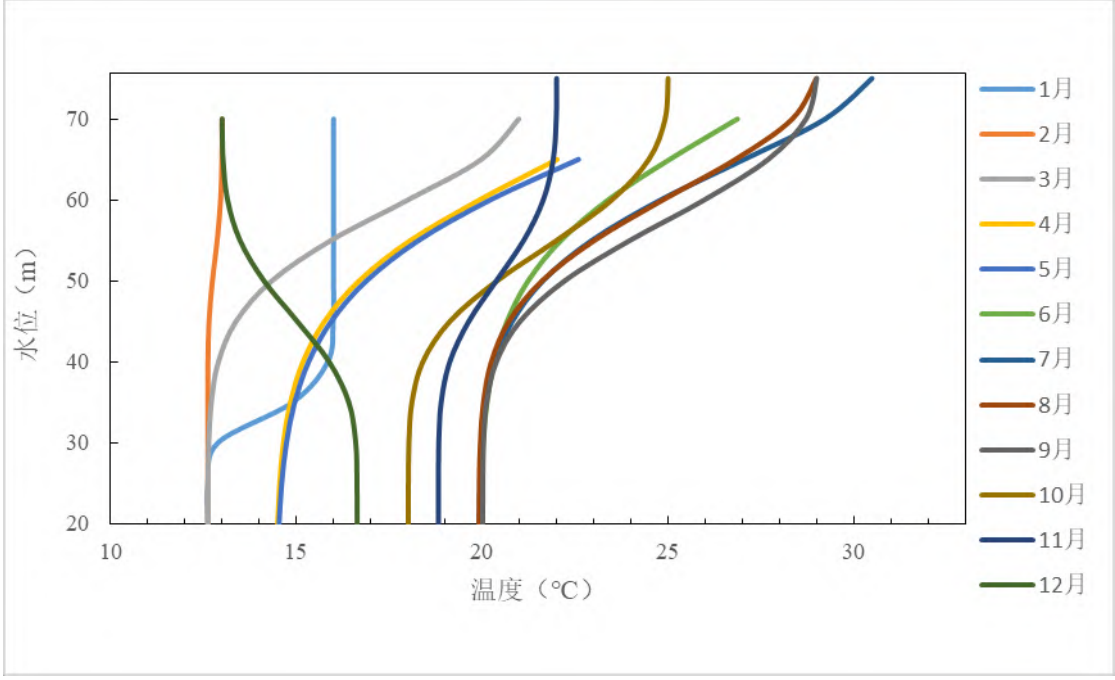


图5.4-3　正常蓄水位下白盆珠水库垂向水温分布图

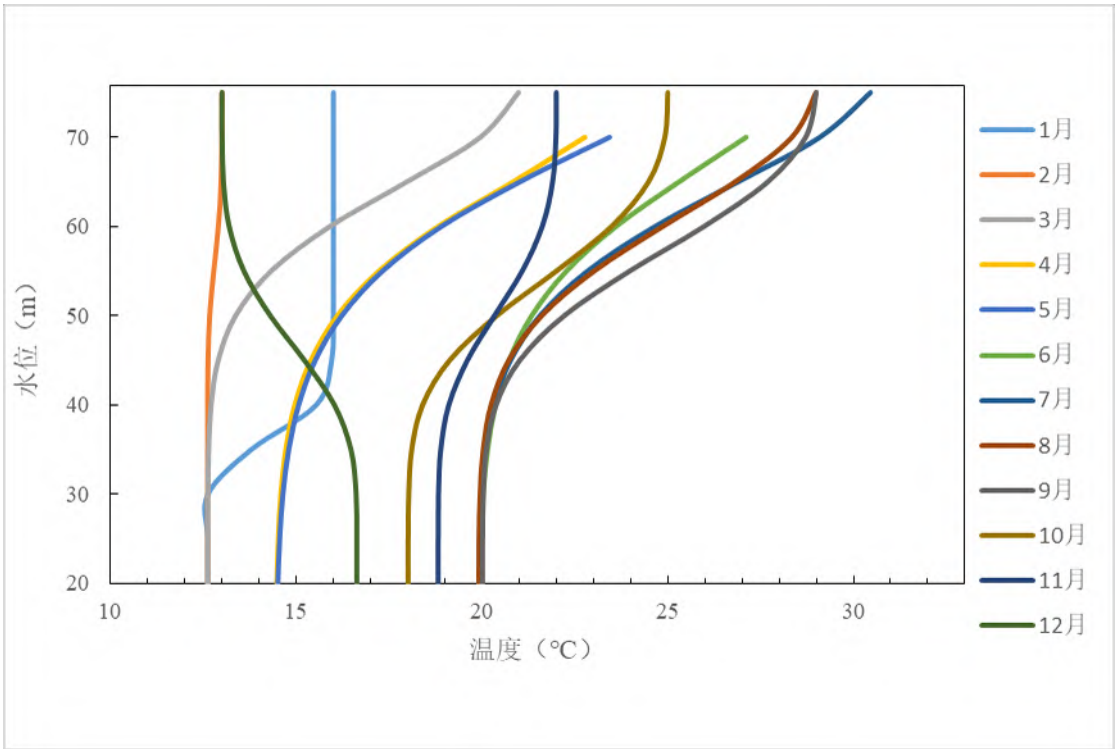
本次模拟丰水年和平水年水库水温结构，计算得到取水前后水库垂向水温分布图 5.4-4。根据模拟结果对比分析可知，受水库调节性能和取水方式影响，水库水温结构基本未受工程取水影响。



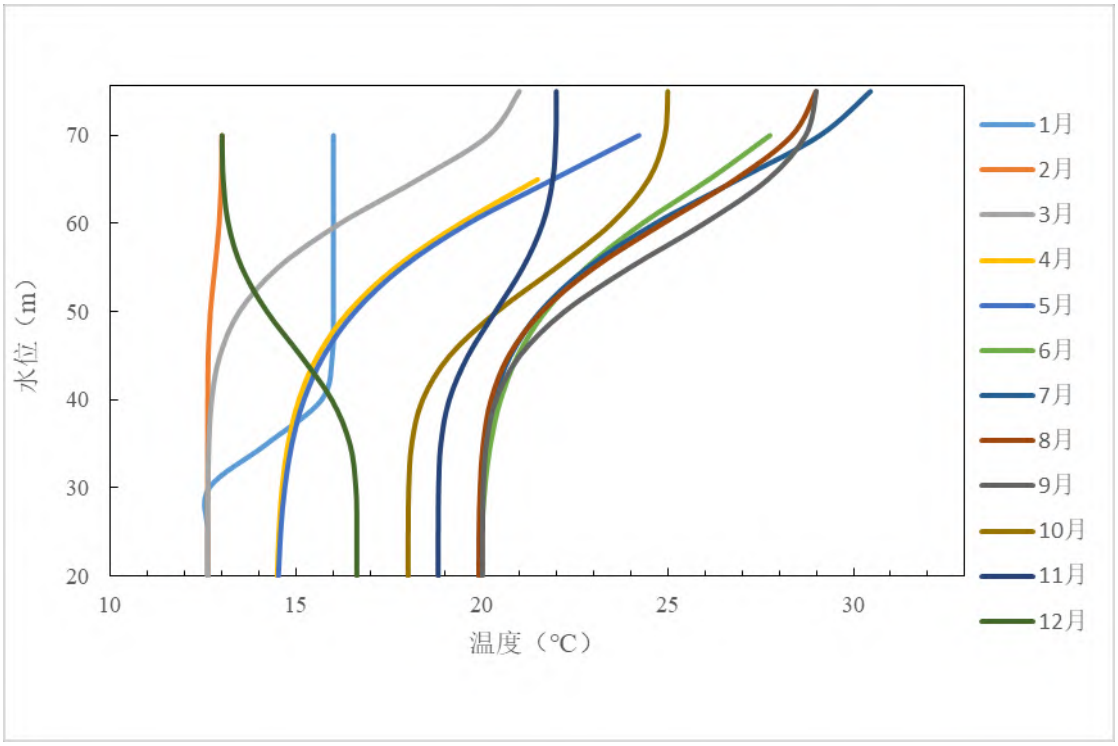
（a）引水前平水年



（b）引水后平水年



（c）引水前丰水年



（d）引水后丰水年

图5.4-4　白盆珠水库引水前后库区水温分布

5.4.5 对下游咸潮影响分析

东江下游的东江三角洲咸潮入侵问题比较突出，东江三角洲河口区多条水道受不同程度的咸潮入侵影响。东江的咸潮灾害主要出现在石龙以下的网河区，该地区地势平坦，河涌交错，潮水往复涨落。在枯季，河川下泄径流减少，涨潮时咸水沿内河上溯，对沿岸的工业和生活用水造成影响。

为加强东江流域水资源的统一管理，2008 年 8 月 18 日，广东省政府颁布实施《广东省东江流域水资源分配方案》（粤府〔2008〕50 号），明确了重要控制断面最小下泄流量指标。根据《广东省东江流域水资源分配方案》，东江局自 2008 年 10 月起组织实施东江流域枯水期水量调度。2009 年开始实施后汛期暨枯水期水量调度，2010 年开始实施汛期暨枯水期水量调度，逐步实现了全流域全年度无间断水量调度，以确保博罗断面日均下泄流量（212m^3/s）。

根据珠江委审查通过的《深汕合作区引水工程建设总体方案(工程规划)规划水资源论证》：经东江流域水量平衡分析计算，在东江三大库联合调度情况下，在来水频率优于 97%的情况，本工程调水（以远期规模 1.64 亿 m^3 计算）前后，博罗断面生态基流 79m^3/s 保障率均为 100%，即规划工程的建设不会对博罗断面生态基流日均达标率带来影响。在来水频率优于 97%的情况下，规划工程的建设不会对博罗断面最小下泄流量（212m^3/s）月均达标率带来影响；在 97%频率来水年，工程建设前后月均最小下泄流量达标率均为 91.7%，满足 90%的考核要求。

从 P=99%特枯年份西枝江河口逐月径流过程看，深汕合作区取水 0.8 亿 m^3，对西枝江河口径流有一定影响，对博罗实际流量可能会有稍许影响（约 1.0m^3/s）；远期结合明溪水库利用白盆珠水库富余雨洪资源并限制深汕取水水位，取水 1.64 亿 m^3/s 后，对西枝江河口径流基本没有影响，对博罗实际流量影响甚微。

综上，本工程近期 2035 年多年平均引水量为 0.8 亿 m^3，占东江多年平均水资源量 0.24%；远期 2050 年多年平均引水量为 1.64 亿 m^3，占东江多年平均水资源量 0.50%。工程引水对东江水量的整体减少作用微弱，不会显著改变东江的水文特性，尤其是不会因水量大幅减少而导致河口区域水位下降，进而引发海水倒灌加剧咸潮的程度。同时，工程引水未直接改变东江三角洲网河区的河网水系结构，对咸潮入侵路径和范围的影响有限。因此，综合引水量占比、水资源总量及河网特性分析，本工程对下游咸潮的影响较小，不会引发区域咸潮问题的显著恶化。

5.4.6 施工期水质影响预测

5.4.6.1 污废水影响分析

（1）施工期生产废水环境影响分析

施工期生产废水包括砂石料加工系统冲洗废水、机械冲洗含油废水、隧洞施工排水、基坑施工排水等。

砂石料加工系统冲洗废水是施工场内最大的水污染源，主要污染物是 SS，本工程设有 2 处砂石料加工系统（2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统），加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。施工期砂石料加工系统废水总产生量约 11.22 万 m^3。本工程砂石料加工系统废水采用预沉＋混凝沉淀法处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排，不会对周边水环境造成太大的影响。

在施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水。含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理，再进入清水池，进一步净化水质。废水最终处理《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排，不会对周边水环境造成太大的影响。

根据工程布置及施工场地安排，预计隧洞进出口以及 4 处施工支洞口将产生隧洞排水。综合考虑隧洞出口和支洞口布置位置和水环境功能要求，除取水口隧洞口和 1#施工支洞靠近白盆珠水库为Ⅱ类水域外，其余隧洞、支洞口附近水体不涉及Ⅱ类水域和Ⅲ类水域中划定的保护区等敏感水体，隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB 44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区优先回用等，取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水。回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，对周边的水环境影响不大。

（2）施工期生活污水环境影响分析

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等，生活污水主要污染物为 CODCr、BOD_5、悬浮物、TN 和 TP。

本工程共布置 11 处施工工区，本工程施工高峰人数 2100 人，施工平均人数 1470 人。各施工生活区居住的人员较多，施工时间较长，在每个施工生活区设置 1 套一体化生活污水处理装置。采用一体化设备对生活污水进行处理，处理出水达到处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用 城市杂用水标准》（GBT18920-2020）后回用，不外排。采取上述措施后生活污水不会对周围水环境造成不利影响。

5.4.6.2 施工期悬浮物影响预测

根据工程的施工布置和施工方式，本工程需要采取施工导流措施的水工建筑物主要位于白盆珠水库拟建取水口、明热河埋管段。水工建筑物需修筑围堰挡水，以形成干地施工条件，采用挡水围堰围护基坑、拦挡白盆珠水库的库水或明热河上下游的水。

涉及饮用水源地的拟建取水头部水工建筑物施工对饮用水源保护区的影响主要体现在施工围堰填筑及拆除过程中对饮用水体的影响，施工围堰填筑及拆除过程中容易造成周围饮用水水体的 SS 偏高，可能对水质造成影响。因此，本次评价将重点预本工程拟建取水口测围堰施工期 SS 对白盆珠水库饮用水水源保护区和其现有取水口（位于本工程拟建取水口下游约 8.5km）的影响。

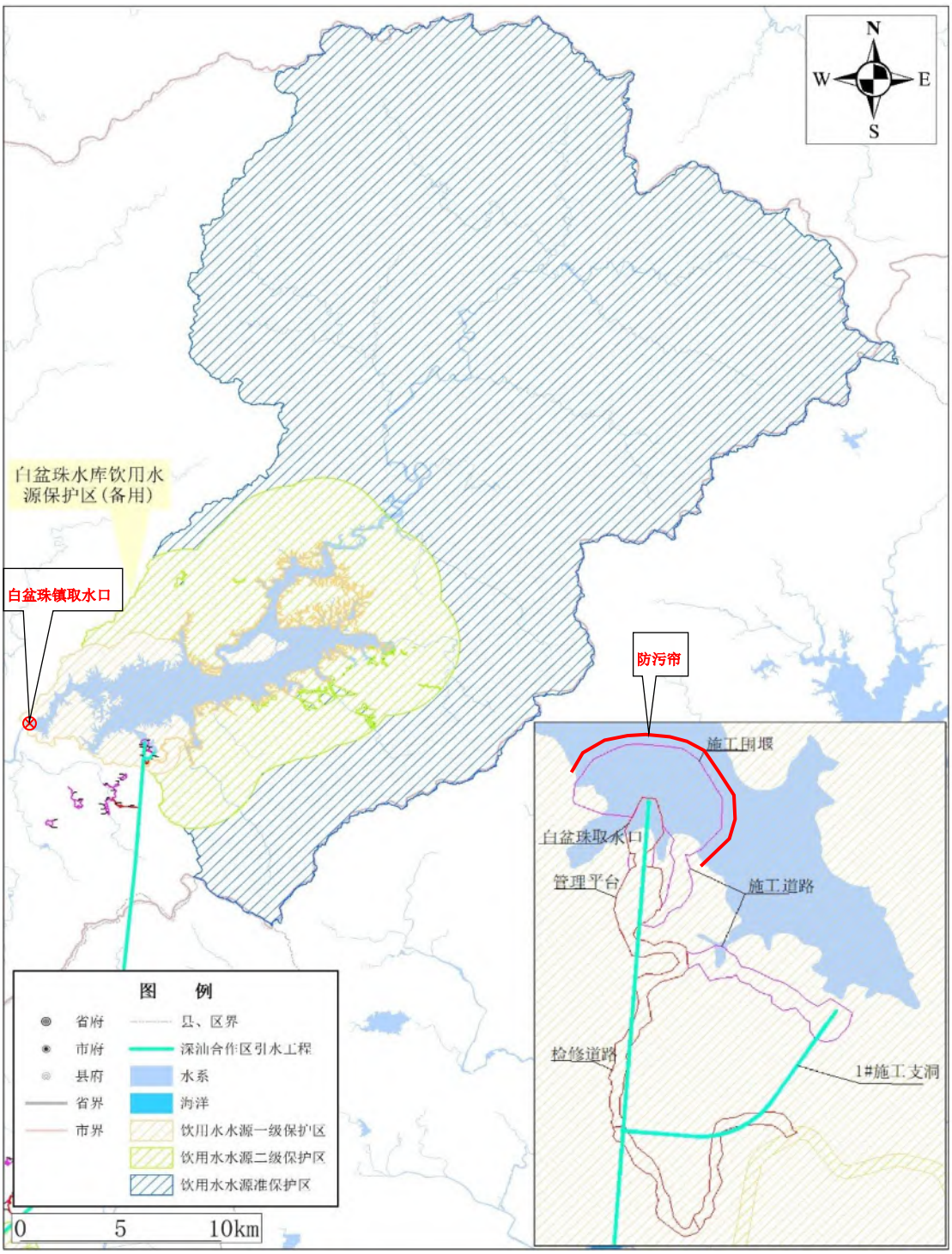


图5.4-5　工程与白盆珠水库饮用水水源保护区位置关系图

（1）预测因子

根据工程的特点，评价水域选取的预测因子为 SS。

（2）预测模式

根据《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003），无风时湖泊移流模式：

$$C_r = C_{h+} C_p \exp\left(-\frac{K_1 \Phi H r^2}{2Q_p}\right)$$

C_r—距排污口 r 处污染物浓度，mg/L；

C_p—污染物排放浓度，mg/L；

Q_p—废污水排放流量，m^3/s；

C_h—湖（库）中污染物现状浓度，mg/L；

Φ—扩散角，围堰施工堰体平直、抛石护脚在平直坝体上，排污口在平直岸时Φ=π；

r—排放口到预测点的距离，m；

H—扩散区湖（库）平均水深，m；

K_1—降解混合系数，s^{-1}；参考其他项目研究成果，本项目悬沙沉降系数取 0.3/d，即 3.47×10^{-6}/s。

根据现状监测数据，H 取平均水深 16.5m，水体 SS 本底值为 4.3mg/L。

（3）污染源估算

类比同类工程，围堰施工过程中 SS 源强（即 $C_p\times Q_p$）取值均为 0.11kg/s，因水库水体基本静止，Q_p 按推土机堆填堰体排开水体积计算，参考《广东省水利水电建筑工程概算定额》（粤水建管[2017]37 号），取 75kW 推土机堆填堰体效率约 $69m^3/h$，Cp 浓度约 5217mg/L。

（4）预测结果及对水环境影响评价

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物在白盆珠水库施工处向库区展开 36m 半径的扇形范围内超出《地表水资源质量标准》（SL63-94）二级标准（SS≤25mg/L），50m 半径的扇形范围内有一定的增值影响，超过 60m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。水库的水流趋于平缓，更有利于悬浮物沉降，施工期间围堰修建和拆除带来的悬浮物影响相对较小。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘，防污帘的防污效率高达 95%以上，因此，围堰修建和拆除施工对白盆珠水库饮用水水源保护区和其现有取水口（位于本工程拟建取水口下游约 8.5km）的水环境的影响有限。

表5.4-11　工程拟建取水口施工围堰施工 SS 影响预测结果表

半径 r(m)	Cr(mg/L)	
	未设置防污帘	围堰外 10m 设置防污帘
1	5199.1	5199.1
10	3410.5	3410.5
15	2003.4	100.2
19.7	1001.7	50.1
20	952.3	51.7
30	116.8	9.9
36	25	5.3
40	10	4.6
50	4.4	4.3
60	4.3	4.3
70	4.3	4.3
80	4.3	4.3
90	4.3	4.3
100	4.3	4.3

5.5 水生生态影响

5.5.1 引水对库区消落带变化影响分析

1．历史运行情况

根据白盆珠水库建库以来 1986~2023 年运行水位监测结果，年均运行水位 64.09~72.58m，多年平均 70.17m；年最高水位 66.96~83.52m，多年平均最高水位 75.61m；年最低水位 61.82~69.17m，多年平均最低水位 64.97m；历史最高水位 83.52m，出现在 2013 年 8 月 18 日；历史最低水位 61.82m，出现在 2021 年 5 月 27 日。水库历史水位最大变化范围 21.7m，年内平均水位变化范围 10.64m。

1986~2023 年白盆珠水库运行水位统计情况见表 5.5-1 和图 5.5-1。

表5.5-1　1986~2023 年白盆珠水库运行水位统计表

序号	年份	年均值	最大值	出现时间	最小值	出现时间
1	1986	69.61	78.56	1986.07.14	64.06	1986.05.11

序号	年份	年均值	最大值	出现时间	最小值	出现时间
2	1987	70.27	76.22	1987.08.04	64.94	1987.03.15
3	1988	67.99	71.81	1988.09.30	64.06	1988.06.23
4	1989	69.40	72.68	1989.06.07	64.54	1989.04.04
5	1990	72.18	78.10	1990.09.14	68.43	1990.04.01
6	1991	70.65	78.00	1991.09.11	62.95	1991.06.06
7	1992	71.48	74.28	1992.01.02	67.48	1992.12.26
8	1993	69.08	75.93	1993.10.05	63.03	1993.04.04
9	1994	72.42	79.31	1994.08.08	66.34	1994.05.28
10	1995	71.48	77.26	1995.09.05	65.86	1995.06.08
11	1996	70.79	75.27	1996.01.01	64.68	1996.04.19
12	1997	72.58	79.41	1997.09.09	65.81	1997.05.06
13	1998	71.45	75.92	1998.01.01	69.17	1998.04.24
14	1999	69.33	75.92	1999.09.23	65.53	1999.06.06
15	2000	71.17	74.32	2000.09.05	68.26	2000.04.01
16	2001	72.15	78.31	2001.07.19	68.50	2001.03.25
17	2002	69.24	72.74	2002.10.01	65.27	2002.06.16
18	2003	70.73	75.40	2003.09.22	67.10	2003.04.08
19	2004	68.69	73.85	2004.10.04	63.39	2004.07.03
20	2005	70.84	77.21	2005.09.06	65.19	2005.05.05
21	2006	71.94	78.25	2006.07.20	64.71	2006.04.23
22	2007	70.06	75.65	2007.10.03	63.17	2007.05.19
23	2008	72.24	77.80	2008.10.08	64.98	2008.04.19
24	2009	68.84	74.49	2009.1.1	64.53	2009.6.3
25	2010	68.65	74.90	2010.10.6	64.10	2010.4.4
26	2011	67.11	70.62	2011.1.1	62.82	2011.5.16
27	2012	69.64	73.28	2012.8.5	63.94	2012.4.4
28	2013	72.03	83.52	2013.8.18	63.97	2013.3.30
29	2014	72.02	75.87	2014.8.23	65.03	2014.3.30
30	2015	67.85	72.41	2015.9.27	62.30	2015.4.23
31	2016	72.47	77.50	2016.10.24	67.50	2016.4.10
32	2017	71.00	75.49	2017.10.18	64.07	2017.6.11
33	2018	70.64	80.20	2018.9.2	63.21	2018.6.4
34	2019	70.46	74.36	2019.9.30	64.90	2019.4.14

序号	年份	年均值	最大值	出现时间	最小值	出现时间
35	2020	66.40	71.56	2020.1.1	62.77	2020.5.11
36	2021	64.09	66.96	2021.10.22	61.82	2021.5.27
37	2022	69.52	73.69	2022.7.9	64.61	2022.2.19
38	2023	70.10	75.83	2023.9.16	65.51	2023.1.14
39	最大	72.58	83.52	2013.8.18	69.17	1998.04.24
40	最小	64.09	66.96	2021.10.22	61.82	2021.5.27
41	平均	70.17	75.61		64.97	

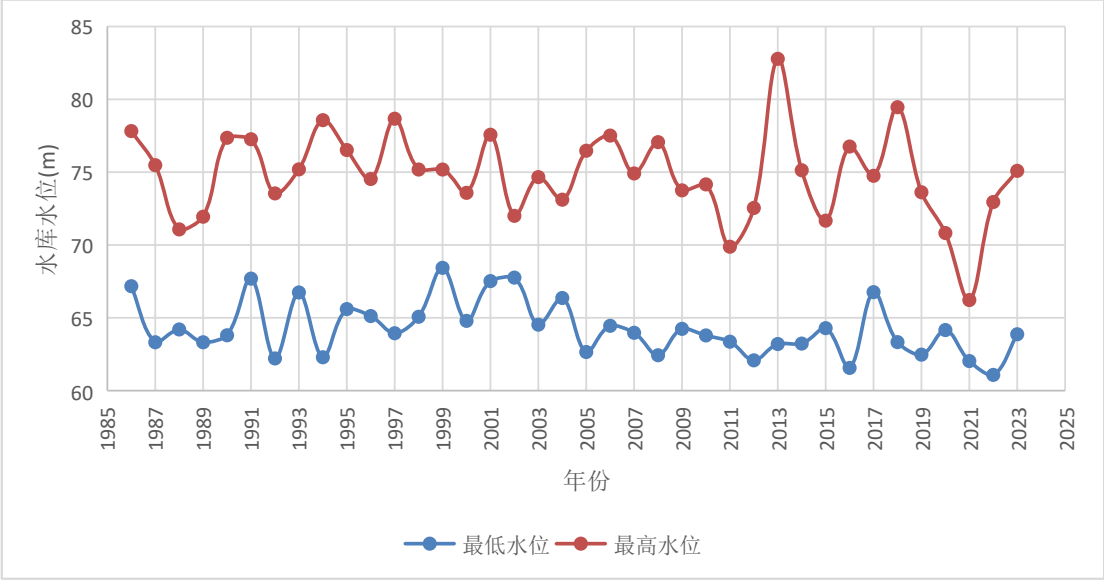


图5.5-1　1986~2023 年白盆珠水库最高、最低运行水位图

（1）典型丰水年（1997 年）

日运行水位 65.81~79.41m，年均运行水位 72.58m；最高运行水位 79.41m，出现在 1997 年 9 月 9 日；最低运行水位 65.81m，出现在 1997 年 5 月 6 日。年内运行水位变幅 13.60m。

（2）典型平水年（1993 年）

日运行水位 63.03~75.93m，年均运行水位 69.08m；最高运行水位 75.93m，出现在 1993 年 10 月 5 日；最低运行水位 63.03m，出现在 1993 年 4 月 4 日。年内运行水位变幅 12.90m。

（3）典型枯水年（2004 年）

日运行水位 63.39~73.85m，年均运行水位 68.69m；最高运行水位 73.85m，出现在 2004 年 10 月 4 日；最低运行水位 63.39m，出现在 2004 年 7 月 3 日。年内运行水位变幅 10.46m。

丰、平、枯典型年白盆珠水库运行水位见图 5.5-2。

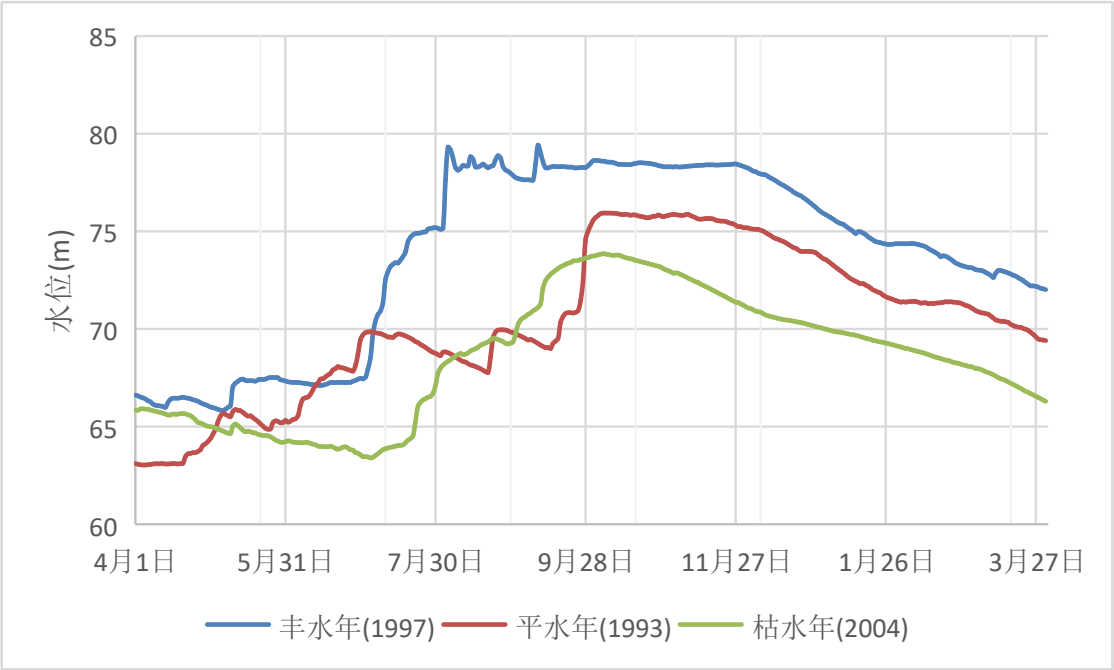


图5.5-2　丰、平、枯典型年白盆珠水库运行水位图

2．工程取水前后水位变化情况

根据调节计算结果，近期工程取水前后库区水位变化：典型丰水年，白盆珠水库引水前水位 71.16~75.74m，引水后水位 71.08~75.74m，水位变化-0.45~0m；典型平水年，白盆珠水库引水前水位 68.12~75.74m，引水后水位 68.88~75.74m，水位变化-0.07~0.75m；典型枯水年，白盆珠水库引水前水位 69.34~75.74m，引水后水位 70.06~75.74m，水位变化-0.17~0.71m。

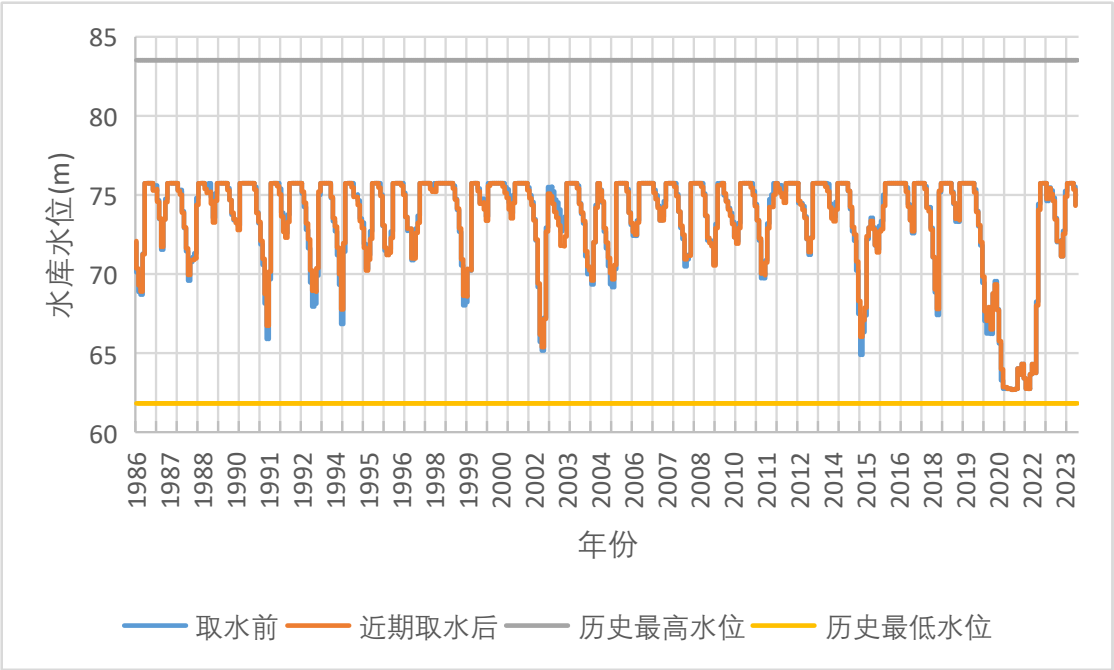


图5.5-3　近期取水前、后白盆珠水库水位变化图

远期工程取水前后库区水位变化：典型丰水年，白盆珠水库引水前水位71.16~75.74m，引水后水位69.61~75.74m，水位变化-2.17~0m；典型平水年，白盆珠水库引水前水位 68.12~75.74m，引水后水位 68.33~75.74m，水位变化-0.59~0.21m；典型枯水年，白盆珠水库引水前水位 69.34~75.74m，引水后水位68.79~75.58m，水位变化-1.22~-0.17m。

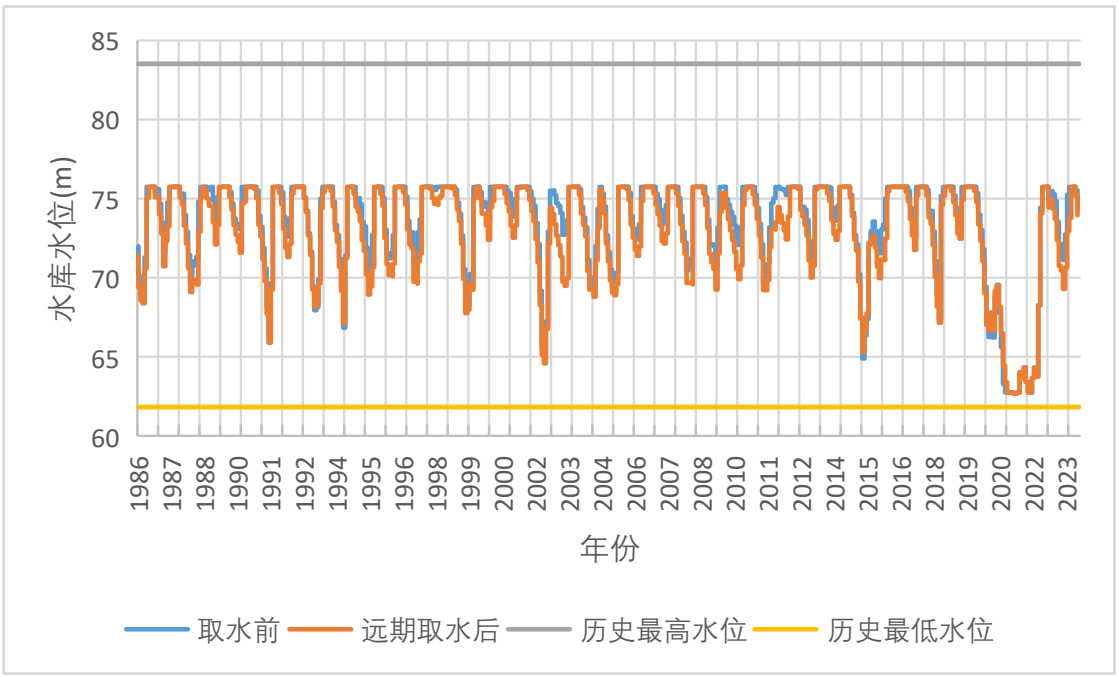


图5.5-4　远期取水前、后白盆珠水库水位变化图

3．引水对白盆珠水库消落带变化影响

水库消落带是因水库周期性蓄水与泄洪导致水位周期性涨落形成的干湿交替区域。白盆珠水库死水位 62.7m，正常蓄水位（汛限水位）75.7m，通常来水正常蓄水位与死水位落差暴露出的土地就是消落带。它是水生生态系统与陆生生态系统的过渡地段，是一类特殊的湿地生态系统。由于水位季节性涨落使水陆衔接地带的土地被周期性地淹没和出露，这里的生态环境条件特殊而不稳定，对外界变化与干扰反应敏感，是生态脆弱带。消落带的形成使原本的陆生环境改变，许多原本的陆生动植物因无法适应新的生境而死亡或迁移，而适应环境变化的动植物继续在这里生存和繁衍，因此这里的生物群落具有特殊的结构和适应性。消落带具有季节性水位涨落，由于水库调度方式的不同，不同水库的消落带水落涨落幅度不同。白盆珠水库每年 6 月开始至 10 月是水库的主要蓄水时段，该时段内降雨量大，入库水量丰富，库区水位上升；10 月份以后入库流量减小，水库为了保障下游供水和发电，出库水量大于入库水量，库区水位持续下降消落，通常 4 月~5 月是每年水库水位最低的月份。

根据白盆珠水库水位实测结果，历史最高水位 83.52m，历史最低水位 61.82m，最大消落带高差 21.7m。典型丰水年水库日运行水位 65.81~79.41m，消落带范围为高程 65.81~79.41m 之间的 13.60m 范围；典型平水年水库日运行水位 63.03~75.93m，消落带范围为高程 63.03~75.93m 之间的 12.90m 范围；典型枯水年水库日运行水位 63.39~73.85m，消落带范围为高程 63.39~73.85m 之间的 10.46m 范围。白盆珠水库于 1984 年建成，至今已运行四十多年，库区消落带已经形成并基本稳定，主要为死水位 62.7m~正常蓄水位 75.7m 之间高差 13.0m 的范围，见下图。



图5.5-5　白盆珠水库岸边消落带现状（2023 年 4 月 21 日，水位 65.96m）

白盆珠水库防洪调度维持现状防洪调度，汛期按防洪运行控制水位控制，防洪限制水位、防洪高水位等特征水位维持不变。兴利调度结合工程取水情况，本次在原颁布的调度规则基础上，逐步调整取消发电调度转为以供水调度为主，供水用户增加深汕合作区。工程取水运行期严格以水库水位为调控依据，当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位（非汛期按正常蓄水位）时，利用白盆珠水库富余雨洪资源按加大流量引水，并设定取水调度原则近期水库水位低于 65.2m 时，远期水位低于 69.2m 时，服从流域统一调度要求；当水位低于死水位 62.7m 时，停止取水。该调度原则下，水库消落带范围仍基本维持原状，即死水位 62.7m~正常蓄水位 75.7m 之间，在汛期防洪运行控制水位以上加大引水情况下，库区水位略低与引水前。

根据调节计算成果，近期工程取水前后白盆珠水库库区水位变化：典型丰水年，引水前水位 71.16~75.74m，引水后水位 71.08~75.74m，水位变化-0.45~0m；典型平水年，引水前水位 68.12~75.74m，引水后水位 68.88~75.74m，水位变化-0.07~0.75m；典型枯水年，引水前水位 69.34~75.74m，引水后水位 70.06~75.74m，水位变化-0.17~0.71m。

远期工程取水前后白盆珠水库库区水位变化：典型丰水年，引水前水位71.16~75.74m，引水后水位69.61~75.74m，水位变化-2.17~0m；典型平水年，引水前水位68.12~75.74m，引水后水位68.33~75.74m，水位变化-0.59~0.21m；典型枯水年，引水前水位69.34~75.74m，引水后水位68.79~75.58m，水位变化-1.22~-0.17m。

总体来说，引水前后白盆珠水位变化不大，近期引水各典型年水位变化在-0.45~0.75m以内，远期引水各典型年水位变化在-2.17~0.21m以内。引水后水库水位消落范围仍在现状已经形成的死水位62.7m~正常蓄水位75.7m消落带范围内。

5.5.2 对水生生境的影响

5.5.2.1 水文情势变化的影响

（1）库区水文情势变化对水生生境的影响

根据水文情势影响分析，工程建设运营后，各典型年白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m。

水库水位变化将引起水面面积、库容和水深变化。以丰、平、枯典型年中水位变化最大的丰水典型年6月为例，引水前水位73.69m，引水后水位71.51m，水位降低-2.17m。引水前引水前水位73.69m，相应水面面积3817.08hm^2，库容4.73亿m^3，平均水深12.39m；引水后水位71.51m，相应水面面积3607.89hm^2，库容3.96亿m^3，平均水深10.98m。水面面积减小209.19hm^2，减小比例5.48%；水库库容减小0.77亿hm^2，减小比例16.28%；平均水深减小1.41m，减小比例11.38%。其他典型年和其他月份水库水位变化幅度相对较小，水面面积、库容、水深变化幅度也相对较小，引水对白盆珠水库水深生境变化影响不大。

丰水典型年6月远期引水前后白盆珠水库水深、水面面积变化见表5.5-2和图5.5-6~5.5-7。

表5.5-2　丰水典型年6月远期引水前后白盆珠水库水深、水面面积变化统计表

典型年	月份	工况	水位 (m)	水面面积 (hm^2)	库容 (亿m^3)	平均水深 (m)
丰水年	6	引水前	73.69	3817.08	4.73	12.39
		引水后	71.51	3607.89	3.96	10.98

典型年	月份	工况	水位 (m)	水面面积 (hm^2)	库容 (亿 m^3)	平均水深 (m)
		变化值	-2.17	-209.19	-0.77	-1.41
		变化率(%)		-5.48	-16.28	-11.38

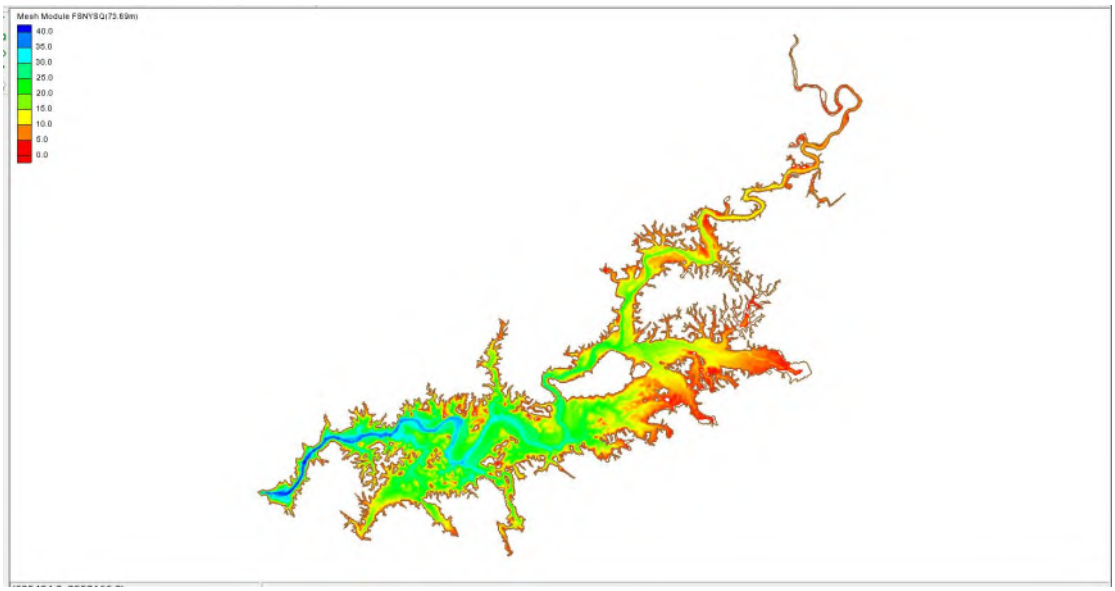


图5.5-6　丰水典型年 6 月远期引水前白盆珠水库水位 73.69m 水深、水面面积图

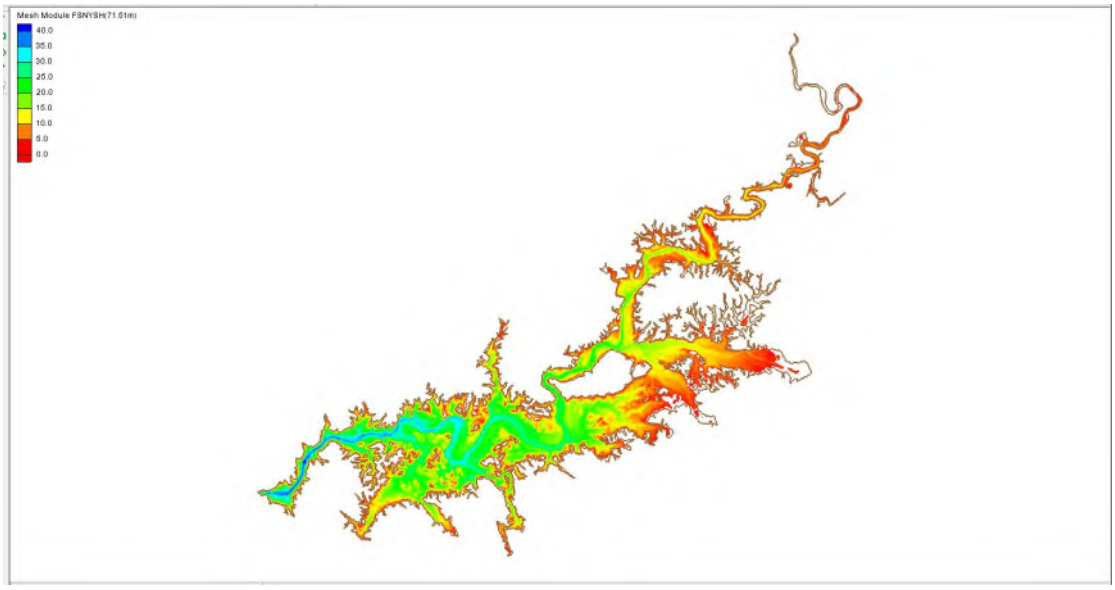


图5.5-7　丰水典型年 6 月远期引水后白盆珠水库水位 71.51m 水深、水面面积图

典型年丰水年 6 月远期引水后，白盆珠水库水面面积缩减仅 209.19 hm^2，占全库面积的 5.48%。缩减区域以 73.69 m 高程以下缓坡为主，该高程带原本即存在季节性干湿交替，沉水植被群落已具备一定耐干露能力；面积损失比例低于 6%，对整体生境连通性的影响处于“轻微”级别，不会阻断鱼类索饵。水面收缩对鱼

类生境、浮游生物及底栖动物附着基质的实际损失有限，整体生境格局未出现明显破碎化。

运行期白盆珠水库最大库容减少 16.28%（0.77 亿 m^3），但绝对量仅占多年平均来水量的 3%左右。白盆珠水库水体稀释能力、营养盐周转速率在现有负荷下仅产生轻微变化，不足以触发富营养化阈值跃升，对浮游动植物群落结构的影响可忽略。

平均水深下降 1.41 m（-11.38%），但白盆珠水库属深水型，90%以上水域仍保持>8m 的有效栖息深度；温跃层、光照与溶解氧分层未出现显著改变，深水鱼类与底栖生物的核心生境未受压缩。

此外，白盆珠水库建成运行四十余年来，库区消落带已基本稳定形成，范围介于死水位 62.7 m 至正常蓄水位 75.7 m 之间，高差为 13.0 m。引水工程实施后，水位变化幅度有限，水库的水位消落范围仍基本处于现有消落带范围。因此，工程不会对既有消落带造成结构性破坏，其作为水陆界面的缓冲与过滤功能亦将得以维持。

综上，白盆珠水库运行期最大水位变幅-2.17m、水面面积损失<6%、库容瞬时损失虽达 16%，但仅发生于极端丰水典型年 6 月；且平均水深仍维持>10m，未改变库区热分层和光照格局。整体水文情势变化对水生生境的影响有限，现有运行调度机制可维持生态系统稳定。

（2）下游区西枝江水文情势变化对水生生境的影响

工程运行过程中，由于白盆珠水库改变调度方式，取消发电并向深汕合作区供水，工程引水前后，白盆珠水库下游河道的水文情势将发生改变。距离取水口最近的白盆珠水文站断面（坝下 1km）受影响最为明显：多年平均来水条件下，工程取水前后水位最大减小值约为 0.15m，流速最大减少值为 0.136m/s；90%枯水年来水条件下，工程取水前后水位最大减小值约为 0.561m，流速最大减少值为 0.183m/s。

工程引水量占水源区多年平均径流量的比例很小，且引水后白盆珠坝下、西枝江河口断面生态流量保证率仍保持在 90%以上。在未采取影响消除措施情况下，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率均保持取水前的 98.5%，西枝江口最小下泄流量保证率均由取水前的 97.4%降低到 96.7%，降幅为 0.7%；采取东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳

区的鸡心石水库补水影响消除措施后，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率分别达到 98.6%和 98.7%，西枝江口最小下泄流量保证率分别上升至 98.0%和 98.1%，均优于取水前。从 P=90%典型年看，取水前白盆珠坝下、西枝江口的逐月最小下泄流量保证率为 100%，近远期取水后，最小下泄流量过程及保证率均同取水前。

综上，水源下游区河道流量减少导致水生生态系统的空间有所缩减，但由于白盆珠水库下放生态流量能保证维持水生生态系统所需要的水量，改善枯水期水生态环境，随着下游河段不断汇水，水源下游区水生生境接近其本底状态，工程运行水文情势变化对水源下游区水生生境影响较小。

5.5.2.2 水环境变化的影响

（1）对水源区白盆珠水库的影响

工程取水前，白盆珠水库水质本底状况良好，BOD 为 2.1mg/L，高锰酸盐指数为 1.833mg/L，TP 为 0.012mg/L，TN 为 0.285mg/L。取水后，由于水库库容减小，引水后各项水质指标浓度均有所增大，BOD 为 2.127mg/L，高锰酸盐指数为 1.8715mg/L，TP 为 0.0159mg/L，TN 为 0.302mg/L，增幅分别为 1.29%、2.1%、32.74%、5.98%。由于白盆珠水库现状水质较好，本工程取水后水质变化情况不大，取水后水质仍可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水质标准。

根据以上分析可知，工程运行后白盆珠水库水质仍维持良好水平，水环境变化对白盆珠水库水生生境影响较小。

（2）对水源下游区西枝江的影响

工程引水本身不产生污染物，不会对下游西枝江水质造成直接污染影响。但由于引水将改变下游河道的水量分配，可能通过水文情势变化间接影响水质状况。

根据前文工程分析，白盆珠水库取消发电调度，增加向深汕合作区供水任务后，仍将保障不低于 10.5m^3/s 的最小下泄流量。根据上文水环境影响分析，白盆珠水库下泄流量维持在这一阈值以上时，西枝江水质总体较好，马安桥下国考断面可优于 III 类水质标准。

因此，工程运行不会造成水源下游区水生生境发生明显的变化，对西枝江水环境的影响总体可控。

5.5.3 对水生生物的影响

5.5.3.1 施工期水生生态影响

（1）对水源区的影响

1）浮游生物影响

取水工程在白盆珠水库库岸内陆等进行道路修筑、场地平整布置等等作业时，可能因降雨、地表径流和重力作用，将施工扬尘、废弃物、废水及堆存建材等带入水库。在全面落实施工期废水处理、扬尘防治、固体废弃物规范处置及水土保持等措施的前提下，可有效截断污染物入库途径，从而将陆域施工活动对水库的影响控制在较低水平。

工程取水口围堰施工过程中，将造成局部水域悬浮物浓度短时间内急剧升高，高悬浮物将直接阻碍光线穿透，直接或间接影响浮游植物的光合作用，进而造成水体溶解氧含量在短期内有一定的下降，这对浮游植物的生长与生物量积累将产生抑制作用。随着初级生产者生物量的减少，以浮游植物为食的浮游动物生物量也将相应降低，从而在施工扰动区域内引起浮游生物群落的短期萎缩。

根据取水口围堰施工悬浮物影响预测分析，涉水施工作业主要对 50m 半径扇形范围内水域悬浮物有一定的增值影响，超过 60m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。水库的水流趋于平缓，有利于悬浮物沉降，施工期间围堰修建和拆除带来的悬浮物影响相对较小。此外，为最大限度控制施工影响，拟在取水口围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，防污帘的防污效率高达 95%以上，可有效防止污染物扩散至外围水体。

综上，在采取上述措施的情况下，工程取水口施工过程中，短时间内会造成局部浮游生物因水体理化性质恶化而出现减少，但影响有限，且施工结束后，受扰动水体会逐渐恢复。

2）对底栖动物的影响

施工期间，取水口建设、围堰布置、土石方开挖与填筑等工程活动将直接占用水域并扰动底质环境，导致局部水域悬浮物浓度增加，底层光照条件和溶解氧水平可能短期内下降，底栖动物栖息环境受到干扰，部分附着型或埋栖型种类可能因底泥覆盖或溶氧降低而迁移或死亡。此外，施工引起的浮游生物量短期下降，也将间接导致底栖动物食物供应减少，进一步影响其种群数量和群落结构。

为控制施工影响，在取水口围堰外侧 10m 处布设防污帘，可有效限制悬浮物扩散范围。尽管施工活动对底栖生物栖息地造成一定程度破坏，但由于工程实际占用水域面积相对整个白盆珠水库比例较小，通过严格控制施工范围，减少水域占用，有效减轻生态扰动强度。且施工活动具有阶段性特征，施工结束后，随着扰动源的清除，受扰动水体和底质环境会逐渐恢复，其影响范围有限。

3）对鱼类资源的影响

取水工程的基础施工、土石方开挖与填筑等作业将直接扰动水体和底质，导致局部水域悬浮物浓度显著上升。悬浮物增加不仅降低水体透明度，更会阻碍鱼类鳃部的气体交换功能，削弱其对溶解氧的吸收效率，可能造成鱼类生理机能受损、生长速率下降。此外，多数肉食性鱼类依赖视觉捕食，浊度上升会直接干扰其觅食行为，降低捕食成功率，从而影响种群健康与能量积累。鱼卵和仔稚鱼对环境扰动尤为敏感，高浓度悬浮物可覆盖或堵塞胚胎呼吸界面，抑制胚胎发育，甚至引发窒息；另一方面，细颗粒物沉积可能导致产卵基质覆盖、局部缺氧，进而显著提高鱼类早期生活史阶段的死亡率，对鱼类资源补充造成潜在不利影响。

施工过程中人员活动及机械设备产生的噪声具有间歇性和较高强度，将引起邻近区域成鱼和幼鱼的行为应激，使其暂时逃离工程周边水域，改变鱼类的空间分布格局。

为减轻上述影响，工程将在取水口围堰外侧 10m 处布设防污帘，有效限制悬浮物扩散范围。调查显示，白盆珠水库工程影响范围内未发现产漂流性卵或黏沉性卵的鱼类产卵场，因此施工对鱼类早期资源的影响总体可控。同时，通过减少水域占用、使用低噪声设备，限制运输车辆车速，在敏感区附近禁止鸣笛，合理安排施工布局和施工时间，可进一步减少对于鱼类资源的扰动。总体而言，施工影响具有局部性和暂时性，施工结束后影响将逐渐消除。

4）对鱼类生境的影响

根据 2022-2023 年调查结果及历史调查，工程取水口周边水域未发现成规模的鱼类产卵场、索饵场。施工期间，临时围堰的搭建、取水结构的修筑以及库区施工活动将不可避免地占用和扰动一部分水域，导致局部底质破坏、水体浑浊度升高，并引起浮游生物和底栖动物等的生物量短期下降，从而压缩鱼类的觅食空间和栖息范围，短暂的将鱼类驱赶出施工区域。施工噪声和振动也会对鱼类产生行为干扰，致使它们短期内回避施工区域。但由于工程占用水域面积相对于白盆

珠水库整体体量占比较小，施工活动带来的生境干扰具有局部性和暂时性，待施工结束后生境条件将逐步恢复，因此总体影响有限。

5）对珍稀濒危物种的影响

在白盆珠水库内调查到珍稀濒危物种主要为列入 IUCN 物种红色名录易危等级的鲤，以及近危等级的鲢和鲮，列入中国生物多样性红色名录近危等级的叉尾斗鱼和纹唇鱼，未调查到国家保护动物。上述鱼类虽为珍稀濒危鱼类，但在水库中的数量分布也不少，尤其是鲮等种类，工程施工对珍稀、濒危鱼类的影响主要包括资源和生境的影响，这些影响与对非珍稀濒危鱼类资源的影响基本一致，主要包括生境暂时破坏、食物资源减少和行为干扰等方面。由于这些物种的生态适应性较强，且工程水域占用面积小，扰动范围有限，不会对其种群存续造成显著威胁。但仍需在施工中加强环境管理，控制悬浮物扩散、减少底泥扰动，减少水域占用，合理安排施工布局和时间，以最大限度减缓对各类鱼类生境的影响，保护生物多样性维持系统健康。

除珍稀鱼类外，白盆珠水库内还调查到广东省重点保护水生野生动物沼蛙，该物种在水库周边遇见率较高。工程施工对沼蛙的影响主要体现在栖息地破坏、水文水质的改变、食物生物减少等方面。但沼蛙适应力较强，能广泛活动于各种生境中,且工程施工范围较小,施工期限相对较短，故工程施工对沼蛙的影响有限。

（2）对水源下游区的影响

工程施工不涉及水源下游区，因此对水源下游区的水生生态影响甚微。

5.5.3.2 运行期水生生态影响

（1）对水源区的影响

1）浮游生物影响

对于水源区来说，工程建成后，取水口永久占用水域会造成浮游生物的损失，取水口占用水域面积约 4961.17m^2，根据浮游生物调查结果可知，取水口附近水域浮游植物生物量为 0.5545mg/L，浮游动物生物量 1.0355mg/L。经测算，工程年平均造成浮游植物损失 45.39kg/年；浮游动物损失 84.77kg/年。除此之外，运行期引水调度将引起水库水位变动，各典型年中水位变化幅度在近期为-0.45~0.75m，远期为-2.17~0.21m，整体变幅较小，预计不会对浮游生物的空间分布与群落结构造成显著影响。运行期间当白盆珠水库低于死水位 62.7m 时则停止

取水，该机制有助于缓解低水位条件下可能产生的生态压力。总体来看，运行期对浮游生物的影响有限，但需长期监测浮游生物群落变动及其生态效应，保障水库生态系统健康与稳定。

2）底栖动物影响

底栖动物是长期在水域底部泥沙中，石块或其他水底物体上生活的动物。工程建成后，取水口永久占用水域会造成底栖动物的损失，取水口占用水域面积约4961.17m^2，根据底栖动物调查结果可知，取水口附近水域底栖动物生物量为2.11mg/L。经测算，工程年平均造成底栖动物损失 172.72kg/年。除占损影响外，工程引水调度将引起水库水位发生变化，近期水位变幅为-0.45~0.75m，远期可达-2.17~0.21m，水位变化幅度有限，根据引水对库区消落带变化影响分析，水库的水位消落范围仍基本处于现有消落带范围，可能导致局部滩涂和浅水区间歇性出露，但不会对造成适生底栖环境的大幅压缩。另一方面，水位波动还可能改变底质中有机质分布和物理结构，间接影响底栖动物的群落组成和生物量。但根据调查显示，该区域底栖动物多以穴居种类为主，此类群对底质扰动的敏感程度相对较低，且工程取水对底栖动物造成的扰动影响较小，不会对底泥造成持续剧烈冲刷，大部分底栖动物也不会随水流被吸入取水管道。在流域统一调度规则下（如低水位限制取水），水位不致持续过低，一定程度上可维持底栖动物栖息环境的相对稳定。因此，运行期除永久占地范围造成不可逆损失外，工程对底栖动物的整体影响范围较小，不会导致种群结构的改变，但仍需持续关注水位变动所引发的生境累积效应。

3）鱼类资源影响

运行期后，工程对鱼类的影响主要源于取水口的水力学效应及其对鱼类不同生活史阶段的胁迫。取水运行时进水口附近易产生紊流、剪切力和漩涡等复杂流态，局部流速可能超过某些鱼类的适应与逃逸能力，个体（特别是幼鱼和中小型鱼类）存在被卷吸进入取水系统的风险，从而造成直接伤亡。为缓解该风险，工程设计中已考虑设置拦鱼栅，可有效阻截大中型成鱼，降低其被吸入概率。取水口位于白盆珠水库，由于水库流速缓慢、水体停留时间长，浮性卵鱼类（如鲢、鳙等）缺乏足够的漂流条件，其受精卵易沉降缺氧死亡，故库区天然分布的漂流性卵种类极少。库区及入库河流的鱼类繁殖以黏性卵为主，如广东鲂、黄颡鱼和鲫等，其受精卵具黏性，可黏附于砾石、水生植物或人工基质表面发育，不易被

水流带动，受取水影响相对较小，且水库取水口水草稀疏，无砾石等适合黏沉性卵附着基质，取水口未发现成规模的鱼类产卵场。因此，根据不同类型鱼卵特性判断，工程取水对库区鱼卵的影响较小。个体稍大的鱼类游泳能力相对较强，受影响较小，而且取水口处会装有拦鱼栅，可降低鱼类被卷吸进入取水设施而受损的风险。

4）水华风险分析

根据目前浮游植物监测数据，白盆珠水库在枯水期蓝藻平均密度为 913.33×10^4 ind./L（即 9.133×10^6 cells/L），根据《水华程度分级与监测技术规程》（DB44T 2261-2020）中的水华程度分级为Ⅱ级，无明显水华。

根据工程引水对白盆珠水库水质影响的预测结果，取水后水库总体水质仍可达到《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准，水质总体变化不大。白盆珠水库的综合营养状态指数（TLI=30.69）评定为中营养，且各分项指标中总磷 TLI（27.06）和叶绿素 aTLI（27.04）均处于贫营养水平。预测数据显示，在丰水年 6 月最大库容减少情景下（从 4.79 亿 m^3 降至 3.03 亿 m^3），总磷（TP）浓度增幅达 32.74%，从取水前的 0.012mg/L 升至 0.0159mg/L；总氮（TN）浓度增幅为 5.98%，从 0.285mg/L 升至 0.302mg/L；高锰酸盐指数和 BOD_5 也分别增长 2.1%和 1.29%。这种营养盐浓度上升，有可能增加蓝藻水华爆发风险。

潜在风险机制主要体现：库容减少将延长水体滞留时间，特别是在夏季高温季节，有利于蓝藻上浮聚集形成表面水华；TP 浓度的上升刺激蓝藻生长；水环境容量的降低削弱了水库对突发污染事件的缓冲能力。但现状评价显示水库处于中营养状态，工程运行带来的水文情势变化会对水生态系统造成影响不大，需要持续监测水质状况和藻类密度，防范藻类异常增殖。

（2）对水源下游区的影响

1）浮游生物影响

工程引水量占水源区多年平均径流量的比例很小，且引水后白盆珠坝下、西枝江河口断面生态流量保证率仍保持在 90%以上。在未采取影响消除措施情况下，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率均保持取水前的 98.5%，西枝江口最小下泄流量保证率均由取水前的 97.4%降低到 96.7%，降幅为 0.7%；采取东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳

区的鸡心石水库补水影响消除措施后，2035 年取水 0.8 亿 m^3 及 2050 年取水 1.64 亿 m^3 后，白盆珠坝下最小下泄流量保证率分别达到 98.6%和 98.7%，西枝江口最小下泄流量保证率分别上升至 98.0%和 98.1%，均优于取水前。从 P=90%典型年看，取水前白盆珠坝下、西枝江口的逐月最小下泄流量保证率为 100%，近远期取水后，最小下泄流量过程及保证率均同取水前。

综上，水源下游区河道流量减少导致水生生态系统的空间有所缩减，但由于白盆珠水库下放生态流量能保证维持水生生态系统所需要的水量，改善枯水期水生态环境，随着下游河段不断汇水，水源下游区水生生境接近其本底状态，工程运行水文情势变化对水源下游区水生生境影响较小。

工程引水量占多年平均径流比例很小，且白盆珠坝下及西枝江河口断面生态流量保证率始终维持在 90%以上，水文情势总体稳定。浮游生物作为水体中随流分布的类群，其生存与繁殖主要受水体容积、流速和营养盐条件影响。由于生态基流得到有效保障，水体交换与混合条件未发生显著改变，预计运行期不会引起浮游生物群落结构和生物量的明显波动，整体影响较小。

2）底栖动物影响

底栖动物长期栖息于河床底质环境，其分布与群落结构主要受水位变化和底质稳定性的影响。工程运行期间，白盆珠坝下及西枝江河口的生态流量得到有效维持，最小下泄流量保证率均优于取水前水平。生态流量的稳定保障有助于改善枯水期水生态环境，减轻因水位变动对底质结构可能造成的不利影响。因此，工程运行对底栖动物栖息环境的扰动程度较低，预计不会导致其群落结构发生显著改变。

3）鱼类资源影响

工程运行后，主要在丰水期取水调走丰水期的余水量，水源下游区河道流量虽略有减少，但白盆珠水库下泄的生态流量能够满足维持水生生态系统基本结构的水量需求，尤其在枯水期起到关键补水作用。随着下游支流汇入，河道生境逐步恢复至近自然状态。西枝江下游仍存在具备产卵条件的河段，可为草鱼、鲢等鱼类提供自然繁殖场所；同时，白盆珠水库实施的增殖放流措施也可有效弥补工程造成的资源损失，鱼类种群规模与结构能够保持稳定，工程对鱼类资源的整体影响可控。

4）维持现状草、鲢种群的机制

白盆珠水库因引水工程造成的鱼类资源损失，可通过实施人工增殖放流措施予以补偿，计划每年放流草鱼 1 万尾、鲢 0.8 万尾，以维持水库区种群规模。

在西枝江下游河段（位于 4#点位下游约 7 公里处），存在具备河道弯曲、沙洲散布、河床糙度大等水文特征的区域，为草鱼、鲢等产漂流性卵鱼类提供了适宜的自然繁殖条件。该河段繁殖产生的漂流性卵和初孵仔鱼随水流向下漂流发育，有效补充西枝江中下游河段的天然种群。

因此，工程运行的影响将被限制在局部：白盆珠水库的种群由人工放流维持；而西枝江中下游的种群则由其自身的自然繁殖进行补充。

（3）对水源区本土物种与外来种竞争格局的变化

引水工程的运行对水源区本土物种与外来种竞争格局的变化，主要由于水文情势和水质环境变化而引起。工程运营后，水库水位变幅总体较小，最大变幅为-2.17m，平均水深仍维持在 10m 以上，库区原有的热分层结构和光照格局未发生显著改变。绝大多数时段内，水深、水面面积及库容的变化幅度更为有限，超过90%的水域仍保持着大于 8m 的有效栖息深度，温跃层、光照及溶解氧分层状态稳定，深水鱼类及底栖生物的核心生境未受明显压缩。与此同时，水质监测数据显示，取水后各项主要指标虽略有上升，但仍稳定达到《地表水环境质量标准》Ⅱ类水质标准，整体水环境质量保持良好稳定状态。

水源区的鱼类和底栖动物种类丰富，包括鱼类如斑点叉尾鮰、斑鳜、草鱼等以及底栖动物如河蚬、中华圆田螺和日本沼虾等。工程引起的水环境变化对其生境影响较小，本土物种群落结构与功能仍保持相对稳定。外来入侵种包括齐氏罗非鱼、豹纹翼甲鲇、麦瑞加拉鲮、大瓶螺和淡水壳菜等，其环境耐受性和繁殖能力较强，在资源利用上具有一定优势。豹纹翼甲鲇可能竞争底栖有机食物资源，麦瑞加拉鲮可能与本土鲮鱼产生生态位重叠。这些外来入侵种本来已在水源区建立自然种群，由工程引起的水文与水质变化幅度有限，未导致本土物种与外来种竞争格局发生根本性改变，工程运行对外来种与本土物种间竞争关系的实际扰动处于可控范围。

（4）消落带对产黏沉性卵鱼类及上下游种群的影响

根据工程运行期取水调度原则，白盆珠水库近期水位低于 65.2m、远期水位低于 69.2m 时服从流域统一调度，水位低于死水位 62.7m 时停止取水。从白盆珠水库水文情势变化来看，引水前后白盆珠水位变化不大，近期引水各典型年水位

变化在-0.45~0.75m 以内，远期引水各典型年水位变化在-2.17~0.21m 以内。引水后，水库消落带的范围仍基本维持在死水位 62.7 米至正常蓄水位 75.7 米之间的原有区间，未对既有消落带结构造成明显改变。该消落带区域适于鲤、鲫、黄颡鱼、子陵吻虾虎鱼等产黏沉性卵鱼类的繁殖。这些鱼类的卵粒可附着于水淹植被、根系等基质表面，形成天然的产卵场所。工程引水对消落带影响有限，不会对上述鱼类的潜在产卵生境造成显著影响。

工程引水所引发的水位变幅最大值为 2.17m，水面面积损失小于 6%，库容瞬时损失在极端情景下虽达 16%，但其绝对量仅占多年平均来水量的 3%。平均水深仍维持在 10.98m 以上，90%以上水域的有效栖息深度仍超过 8m，热分层结构与光照格局未发生显著改变，核心深水区域的鱼类生境保持稳定。考虑到白盆珠水库已建成运行四十余年，上游水生生态系统已基本适应当前的长期调度模式，因此工程引水所引起的水文变化预计不会导致白盆珠水库鱼类种群结构发生剧烈变动。

在下游水文情势方面，多年平均、典型年条件下白盆珠水库坝下各断面水位变幅在 0.1m 以内，未对下游西枝江既有消落带造成结构性改变，间接支持产黏沉性卵鱼类的繁殖需求。工程严格保障了坝下断面 10.5 m^3/s 和西枝江河口断面 25.4 m^3/s 的最小下泄流量，其保证率始终高于 90%。在实施东江取水补水至鸡心石水库的补偿措施后，2035 年及 2050 年不同取水情景下，白盆珠坝下最小下泄流量保证率分别达到 98.6%和 98.7%，西枝江口保证率分别上升至 98.0%和 98.1%，均优于取水前水平。这种高保证率的生态流量供给，有效维持了河道基本水文节律与生境连通性，满足了包括四大家鱼在内的主要水生生物生态用水需求。由于流量变化幅度较小，对马口鱼、鲮等喜流水性鱼类的觅食与繁殖行为影响有限，下游生态系统的整体结构与功能得以保持稳定。

综上，运行期水库消落带变化对产黏沉性卵鱼类的影响主要体现在局部和短期层面。由于水位波动幅度有限、生境连通性保持良好、坝下断面生态基流和最小下泄流量连续满足 90%保证率要求，消落带变化不会导致种群结构发生显著改变，生态系统整体稳定性和功能得以维持。在现有运行调度和生态补偿措施下，消落带变化对产黏沉性卵鱼类的影响程度轻微，处于可控范围。白盆珠水库引水工程运行虽对上下游水生生物种群存在一定影响，但由于水位变幅有限、生态系统具备一定适应能力，并辅以有效的生态流量调控措施，其总体影响程度可控，

不会导致生态系统结构与功能发生显著退化。

（5）取水卷吸效应对鱼类资源及上下游水生生态系统的影响

根据《深汕合作区引水工程初步设计报告》，本工程取水口采用叠梁门式分层取水设计。在均匀引水工况下，近期与远期的最高取水水位均为 75.7m，最低取水水位均为 65.2m；设计取水水位则有所不同，近期为 65.2m，远期为 69.2m。在加大引水工况下，近期与远期的最高取水水位均为 83.7m，而最低取水水位与设计取水水位则均为 75.7m。在所有工况下，进水口上高程均控制在水位线以下 5m，下高程在水位线以下 7m，实际取水活动始终维持在水位以下 5~7m 之间。白盆珠水库取水水位高程见表 5.5-3，取水口纵剖面见图 5.5-8。

表5.5-3　白盆珠水库取水水位高程表

水平年		近期				远期			
类别		水位 (m)	取水流量 (m^3/s)	进水口上高程 (m)	进水口下高程 (m)	水位 (m)	取水流量 (m^3/s)	进水口上高程 (m)	进水口下高程 (m)
均匀引水工况	最高取水水位	75.7	2.6	70.7	68.7	75.7	5.2	70.7	68.7
	设计取水水位	65.2		60.2	58.2	69.2		64.2	62.2
	最低取水水位	62.7		57.7	55.7	62.7	2.6	57.7	55.7
加大引水工况	最高取水水位	83.7	3.8	78.7	76.7	83.7	30	78.7	76.7
	设计取水水位	75.7		70.7	68.7	75.7		70.7	68.7
	最低取水水位								

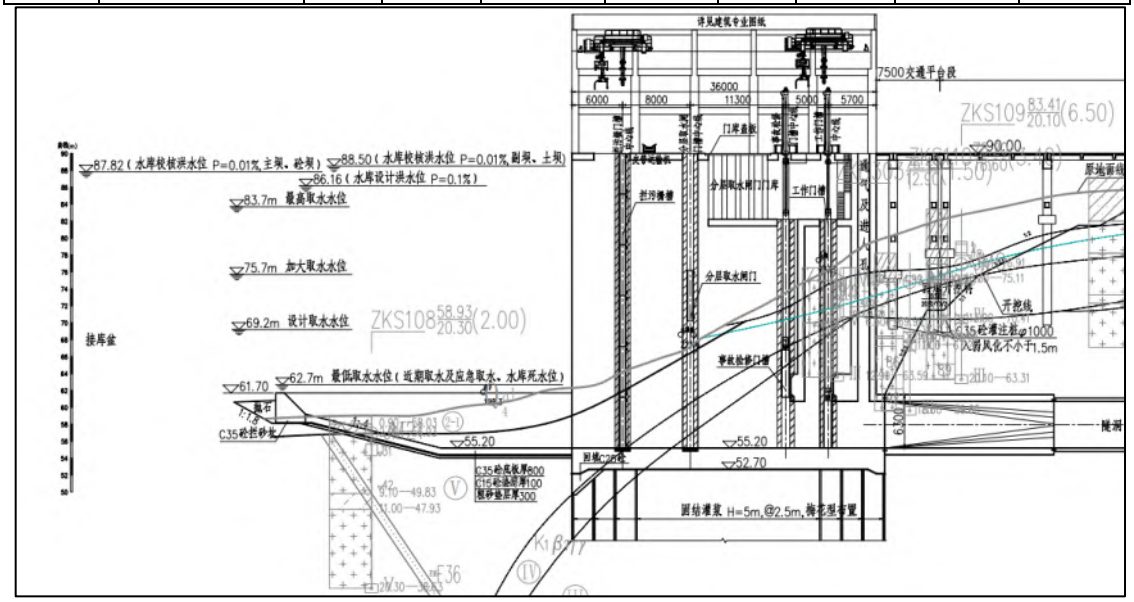


图5.5-8　白盆珠水库取水口纵剖面图

调查数据显示，库区鱼类的垂直分层特征表现为：底层水域主要栖息有斑鳜、胡子鲇、子陵吻虾虎鱼、黄颡鱼、大刺鳅等典型底栖鱼类，这些物种普遍具有底栖、穴居或匍匐行为习性，其常态游泳速度较慢，对水流突变的感知和逃避能力相对有限；中上层水域则主要分布有鲢、鳙、草鱼、鲌等游泳能力较强的种类，但这些鱼类的幼鱼阶段同样较为脆弱，可能进入取水口影响范围。仔稚鱼因体型小、游泳能力极弱，其适宜流速约为 0.2 m/s，爆发游泳速度低于取水口可能形成的吸引流速，若部分鱼卵和仔稚鱼被卷吸，将导致水库下游河段渔业资源量的损失。同时，从生态风险角度分析，取水口周边水域已发现齐氏罗非鱼等外来物种，其鱼卵和游泳能力较弱的仔稚鱼在取水过程中存在随水流扩散至受水区的潜在风险。

为减轻上述影响，工程规划实施增殖放流以补充白盆珠鱼类资源，并在取水口设置拦鱼栅有效拦截成鱼和亚成体，显著降低大型个体进入输水系统的可能性。根据现场调查，取水口附近水体中水草稀疏、缺乏砾石基质，未发现典型鱼类产卵场；从取水高程来看，工程在近期和远期不同调度情况下，进水口实际取水范围位于水面以下 5～7 m 之间，而鱼卵和仔稚鱼大多集中分布于水深 2 m 以内的表层及 0.5－1 m 的岸边浅水区域，这种垂直空间上的自然隔离在物理层面避免了对鱼卵和仔稚鱼群体的大规模卷吸。即便有极少数适应力强的外来种（如罗非鱼、食蚊鱼）个体存活，根据水源区及下游区、输水线路及受水区两个评价范围的鱼类组成对比分析，这些物种在受水区原本就已形成自然种群，表明该生态系统已在一定程度上适应了其存在，引水工程导致竞争格局发生根本性转变的可能性较低。加之仔稚鱼在管道输送过程中需承受压力剧变和水力剪切作用，实际能够存活并到达受水区的个体比例极低，形成有效生物入侵的概率较小。

综合来看，引水工程在理论上虽可能对部分鱼类个体产生潜在影响，但得益于拦鱼设施对成鱼的有效拦截、取水高程与仔稚鱼核心栖息水层的垂直隔离，以及受水区已存在相应外来种群等现实条件，工程对鱼类资源及上下游水生生态系统的整体影响范围有限、程度可控，生态风险处于可接受水平。

5.5.3.3 工程对白盆珠水库渔业资源生态损害测算

（1）生态损害估算补偿依据

在河流进行交通、水利、水电、航道工程等建设项目而引起环境污染和生态

破坏的应作出生态补偿，这在国际或国内都属于惯例，只是不同国家或地区具体政策有一定差异。2006 年国务院颁发的《中国水生生物资源养护行动纲要》指出：“完善工程建设项目评价制度，建立工程建设项目资源与生态补偿机制，减少工程建设的负面影响，确保遭受破坏的资源和生态得到相应补偿和修复。对水利水电、围垦、海洋海岸工程、海洋倾废区等建设工程，环保或海洋部门在批准或核准相关环境影响报告书之前，应征求渔业行政主管部门意见；对水生生物资源及水域生态环境造成破坏的，建设单位应当按照有关法律规定，制订补偿方案或补救措施，并落实补偿项目和资金。相关保护设施必须与建设项目的主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用”。可见，工程建设单位有责任对因工程建设造成的环境污染和生态破坏作出适当补偿。由于我国目前尚未制定出关于建设项目造成生态环境损害时作出补偿的量化标准。因此，具体参考如下相关的法规和政策性文件，并结合本工程特点，采用定性或定量的估算方法。

1）渔业水域污染事故调查处理程序规定（农业部，1997 年 3 月 26 以第 13 号令发布施行）；

2）财政部、国家计委关于同意征收水生野生动物资源保护费的复函（财综字[1999]102 号，1999 年 6 月 17 日）；

3）国家计委、财政部关于水生野生动物资源保护费收费标准及有关事项的通知（计价格[2000]393 号，2000 年 4 月 6 日）；

4）农业部关于征收水生野生动物资源保护费有关问题的通知（农渔发[2000]10 号，2000 年 4 月 25 日）；

5）《关于发布广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南的通知》(粤农农函[2024]1318 号)。

（2）渔业资源生态损失量估算

1）水域占用补偿评估

本方法适用于因建设项目涉水工程建设需要，占用水域，使水域功能被破坏或水生生物资源栖息地丧失。各种类生物资源补偿量评估按以下公式计算：

$W_i = D_i \times S_i$

式中：W_i——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

D_i——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]、千克每平方千米（kg/km^2）；

Si——第 i 种类生物占用的水域面积或体积。

施工期间，工程取水口围堰施工将对施工区域水域底质生境造成破坏，特别是对白盆珠水库底栖及固着生物资源造成永久损失。此外，围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘，其内产生的悬浮物扩散区会使周边的局部水域透明度下降，使得该水域水生生物正常生理过程受到影响，导致施工区域附近水域生物量减少。依据前文施工期悬浮物影响预测结果，围堰外悬浮物浓度增值大于 50mg/L 的半径边界约为 19.7m（影响水域面积约为 0.85km^2），增值大于 100mg/L 的半径约为 15m（影响水域面积约为 0.93km^2）。参考《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 SC/T9110-2007》，悬浮物增量为 50mg/L 时，浮游生物损失量为 30%，悬浮物增量为 100mg/L 时，浮游生物损失量为 50%。

虽然本工程并未涉及到相关水产自然保护区，但施工期和运行期仍不可避免地对西枝江水域（含白盆珠水库）的水生生态系统以及鱼类等水生生物资源造成影响。因此，参考保护区水域的相关测算方法从严进行渔业资源生态损害评估与补偿测算。

2）生物类群生物量

根据在库区的调查：

鱼类密度 Di=3.33g/m^3；

浮游植物 Di=0.5545g/m^3；

浮游动物 Di=1.0355g/m^3；

底栖动物 Di=2.11g/m^2；

蛙类 Di=0.1839g/m^2。

3）面积 Si 的核算

取水口永久性占用水域面积 4961.17m^2，即 S 永久性=4961.17m^2。

临时占用水域面积 61461.87m^2（含围堰及围堰内水域面积），S 临时性=61461.87m^2。

平均水深：d=16.5m。

蛙类主要生活在河流、坑塘、沟渠和水田等。工程对蛙类的影响主要是取水口工程建设占用其栖息地造成的损失。工程取水口占用水库水面的面积 S 永久性=4961.17m^2。

4）工程占用水域的造成直接损失量

表5.5-4　工程占用水域的造成直接损失量测算结果

用地类型	类别	单位	生物量	水深(m)	占用水域面积(m^2)	损失量(kg)
永久占用	鱼类密度	g/m^3	3.3264	16.5	4961.17	272.30
	浮游植物	g/m^3	0.5545	16.5	4961.17	45.39
	浮游动物	g/m^3	1.0355	16.5	4961.17	84.77
	底栖动物	g/m^2	2.11	16.5	4961.17	172.72
	鱼卵	粒/m^2	0.0121	16.5	4961.17	991 粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121	16.5	4961.17	10 尾
	蛙类	g/m^2	0.1839	16.5	4961.17	15.05
临时占用	鱼类密度	g/m^3	3.3264	16.5	61461.87	3373.40
	浮游植物	g/m^3	0.5545	16.5	61461.87	562.33
	浮游动物	g/m^3	1.0355	16.5	61461.87	1050.12
	鱼卵	粒/m^2	0.0121	16.5	61461.87	12271 粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121	16.5	61461.87	123 尾
	底栖动物	g/m^2	2.11	16.5	61461.87	2139.80
合计						7715.88

（3）污染物造成的生态损失量估算

污染物造成的损害，分一次性损害和持续性损害。本项目取水口围堰修筑及拆除等操作施工，不存在持续性污染损害。

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天（不含 15 天）；

一次性平均受损量评估

某种污染物浓度对水生生物资源损害，按以下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

Wi—第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克(kg)；

Dij—某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾每平方千米（尾/km^2）、个每平方千米（个/km^2）、千克每平方千米（kg/km^2）；

Sj—某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

Kij—某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；生物资源损失率取值参见下表；

n—某一污染物浓度增量分区总数。

根据对取水口围堰施工悬浮物浓度扩散的模拟估算，获得了取水口围堰施工不同半径悬浮物浓度的影响范围如下表所示，不同污染物对各类生物损失率见下表。

表5.5-5　污染物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围(mg/L)	污染物 i 的超标倍数（Bi）	各类生物损失率（%）			
			鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Ⅰ	10~20	Bi≤1 倍	5	＜1	5	5
Ⅱ	20~50	1＜Bi≤4 倍	5～30	1～10	10～30	10～30
Ⅲ	50~100	4＜Bi≤9 倍	30～50	10～20	30～50	30～50
Ⅳ	≥100	Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：参考《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程 SC/T9110-2007》附录 B。

污染物对各类生物损失率计算仅计算污染物浓度大于 10mg/L 的影响范围，各类生物损失率取平均值进行估算。

围堰修筑和拆除污染物影响范围：10mg/L<SS 浓度<20mg/L，包络面积是 70304.51m^2，20mg/L<SS 浓度<50mg/L，包络面积是 73200.41m^2；50mg/L<SS 浓度<100mg/L，包络面积是 76271.23m^2；SS 浓度>100mg/L，包络面积是 70304.51m^2。该工程污染物污染为一次性损害，污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天，按照 1 个污染周期计算。修筑围堰施工期为 9 个月，约 18 个周期。拆除围堰施工期为 6 个月，约 12 个周期。

表5.5-6　围堰修筑及拆除污染的资源损失量测算结果

损失测算区域	类别	单位	生物量	修筑周期(次)	拆除周期(次)	水深(m)	损失率%	面积(m^2)	损失量(kg)
污染物浓度大于100mg/L	鱼类密度	g/m^3	3.3264	18	12	16.5	20	70304.51	23152.40
	浮游植物	g/m^3	0.5545				50		9648.50
	浮游动物	g/m^3	1.0355				50		18018.08
	鱼卵	粒/m^2	0.0121				50		21.05 万粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121				50		2106 尾
	底栖动物	g/m^2	2.11				20		14685.91
	鱼类密度	g/m^3	3.3264				15		18079.55

损失测算区域	类别	单位	生物量	修筑周期(次)	拆除周期(次)	水深(m)	损失率%	面积(m^2)	损失量(kg)
污染物浓度大于50mg/L	浮游植物	g/m^3	0.5545				40	73200.41	8036.75
	浮游动物	g/m^3	1.0355				40		15008.21
	鱼卵	粒/m^2	0.0121				40		17.54 万粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121				35		1535 尾
	底栖动物	g/m^2	2.11				15		11468.13
污染物浓度大于20mg/L	鱼类密度	g/m^3	3.3264				5	76271.23	6279.33
	浮游植物	g/m^3	0.5545				20		4186.95
	浮游动物	g/m^3	1.0355				20		7818.91
	鱼卵	粒/m^2	0.0121				20		9.14 万粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121				15		686 尾
	底栖动物	g/m^2	2.11				5		3983.07
污染物浓度大于10mg/	鱼类密度	g/m^3	3.3264				0.8	78302.42	1031.45
	浮游植物	g/m^3	0.5545				5		1074.61
	浮游动物	g/m^3	1.0355				5		2006.78
	鱼卵	粒/m^2	0.0121				4		1.88 万粒
	仔稚鱼	尾/m^2	0.000121				2		94 尾
	底栖动物	g/m^2	2.11				0.8		654.26
合计									145132.89

（4）仔稚鱼损失量计算

采用《建设项目对国家级水产种质资源保护区（淡水）影响专题论证报告编制指南》附录 7 中“电厂取水卷载效应的鱼卵、仔稚鱼、幼鱼损害评估”的计算方法计算鱼类损失。公式如下：

$$W_i = D_i \times Q \times P_i \quad \cdots\cdots$$

式中：

W_i——第i种类生物资源年损失量，单位为尾（尾）；

D_i——评估区域第i种类生物资源平均分布密度，单位为尾每立方米（尾/m^3）；

Q——电厂年取水总量，单位立方米（m^3）；

P_i——第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率，单位为百分比（%）。

根据库区内鱼卵密度范围为 1.21 粒/100m³；仔稚鱼密度范围为 0.0121 尾/100m³；工程远期多年平均引水量 1.64 亿 m³，仔稚鱼出现天数为 120 天，鱼卵出现天数为 150 天。计算仔稚鱼损失结果为 6525 尾，鱼卵损失为 81.55 万粒。

（5）小结

综上所述，水生生物损失总量（包括永久占地损失、临时占地损失、污染物损失）为：鱼类 52188.43kg、浮游植物 23554.53kg、浮游动物 43986.86kg、鱼卵 87.94 万粒、仔稚鱼 1.11 万尾、底栖动物 33103.89kg、蛙类 15.05kg。具体见下表。

表5.5-7　水生生物资源损失量估算

分类	鱼类/kg	浮游植物/kg	浮游动物/kg	鱼卵/粒	仔稚鱼/尾	底栖动物/kg	蛙类/kg
永久性占用	272.3	45.39	84.77	817489	6545	172.72	15.05
临时占用	3373.4	562.33	1050.12	12271	123	2139.8	/
污染物	48542.73	22946.81	42851.98	49605	4421	30791.37	/
合计	52188.43	23554.53	43986.86	879365	11089	33103.89	15.05

5.5.4 对珍稀、重点保护水生物种的影响

（1）珍稀珍稀、重点保护水生生物影响

在水源及下游区调查到的珍稀濒危鱼类共 12 种。其中，被列入 IUCN 红色名录濒危等级有凤鲚和日本鳗鲡 2 种，易危等级有鲤和南方拟鲿2 种，近危等级的有鲢和鲮 2 种；被列入中国生物多样性红色名录濒危等级有日本鳗鲡 1 种，易危等级有海丰沙塘鳢、广东鲂、七丝鲚 3 种，近危等级有叉尾斗鱼、纹唇鱼、花鳉 3 种。此外还分布有中国特有种彩副鳞、大鳍鳠、海南鲌、黑鳍�traction、黄尾鲴、间鲹、萨氏华黝鱼、纵带鮠和海丰沙塘鳢 9 种。

个体较大的鱼类因游泳能力较强且取水口设有拦鱼栅，实际影响较小。取水口运行可能产生紊流、旋涡等水力条件，对仔稚鱼及小型鱼类存在一定程度卷吸风险，但鱼卵和仔稚鱼主要集中分布在水深 2m 以内的表层及 0.5-1m 的沿岸浅

水区，取水口实际取水范围为水位下 5-7m，实际避开了仔稚鱼的核心分布水层，形成有效的垂直空间隔离，对其影响可控。水文情势方面，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m，变幅相对有限；工程的运行调度是在白盆珠水库的生态流量保障措施下进行的，基本维持了水生生物所需的水位与流量条件。工程运行对珍稀水生生物的影响范围小，不会导致种群或生境的实质性退化。

评价范围内调查到省重点水生保护动物 1 种，为沼蛙，该物种分布广、数量较多、适应多种水体。施工期施工噪声虽短期驱离，但周边同质生境充裕，可即时迁移，完工随着扰动影响逐渐消减，种群将逐渐回归，栖息与繁殖功能总体不受扰动。运行期工程引水不改变其活动的农田水域面积与水质，对其的影响有限。

（2）对鱼类三场影响

1）对于鱼类产卵场的影响

根据实地调查与历史资料综合分析，水源及下游区未发现规模化鱼类产卵场，现有产卵场主要为以下两类小型生境：一是水库入库支流下游约 4 公里处的水草丛生浅水区与砂砾浅滩，二是西枝江特定河段的特殊生境。入库支流区域由于水位较浅、光照充足，发育了较为丰富的水生植被群落，为鲌、鲫等产黏沉性卵鱼类提供了重要的附着基质。这类产卵场通常范围有限，呈斑块状分布，长度约 1-2 公里，其生态功能主要体现在为底栖产卵鱼类提供了相对安全的繁殖场所，水体植被可作为卵粒的附着基，能有效规避部分捕食者，保障胚胎的正常发育。西枝江流域 5#点位附近河段因水流较缓、底质以泥沙为主且水草丰茂，形成了广东鲂、黄颡鱼和鲫等产黏沉性卵鱼类的小型产卵场，其范围通常涵盖河道弯曲处的静水区域。4#点位下游约 7 公里处的特殊河段，该区域河道弯曲多变、沙洲分布广泛，河床糙度大且存在适宜水深，可为产漂流性卵鱼类产卵场提供基本条件。

工程运行对鱼类产卵场的影响主要表现为水文条件改变与局部物理胁迫。白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m，水库区域的水位在可控范围内波动，未对库区水文情势造成太大影响。尽管西枝江产卵场已因梯级水坝退化，但白盆珠水库下泄流量调控，基本维持了产卵所需的水流刺激条件。因此，工程运行对水源及下游区鱼类产卵场的实际影响有限。

2）对鱼类索饵场的影响

根据调查，白盆珠水库及西枝江评价范围内未发现特征性索饵场。取水口卷吸效应会导致少部分仔稚鱼损失，可能降低肉食性鱼类食物资源。工程运行未显著改变西枝江鱼类的索饵资源，仅在取水口邻近区域存在轻微局部干扰，不影响索饵生态功能的整体可持续性。

3）对鱼类越冬场的影响

白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m，水库区域的水位在可控范围内波动，不会压缩水库越冬空间。工程引水后白盆珠水库坝下断面生态基流维持在合适范围，引水工程运行后，白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 进行引水控制，水库水位低于 62.7m 后停止取水，不会明显降低坝下和河口生态流量的保证程度，库区、核心河沱、河槽的越冬功能总体可维持。因西枝江 5#点下游深水区水深充足，且远离工程扰动范围，越冬功能受工程影响较小。

4）对鱼类洄游通道的影响

工程运行期对鱼类洄游通道的实际影响有限，其功能完整性未受太大影响。西枝江 5#点至河口下游 40km 的洄游通道作为七丝鲚、凤鲚成鱼溯河产卵及日本鳗鲡幼鱼（玻璃鳗）溯河生长的关键通道，因远离白盆珠水库取水口及输水管线工程区，避免了物理性阻隔风险。工程引水后白盆珠水库坝下断面生态基流维持在合适范围，引水工程运行后，白盆珠水库坝下及西枝江河口断面最小下泄流量分别为 10.5m^3/s、25.4m^3/s 进行引水控制，水库水位低于 62.7m 后工程停止取水，确保洄游所需的水动力条件不受干扰。因此，七丝鲚的溯河繁殖（4-7 月）、凤鲚的渔汛迁移（5-7 月旺季）及日本鳗鲡的降海生殖洄游（10-12 月）等关键生态过程均能正常进行，通道畅通性与生态功能未受实质性损害。

5.6 陆生生态影响

5.6.1 对土地利用类型的影响

5.6.1.1 施工期

水源及下游区评价范围内土地利用现状为水域、乔木林地及公路用地，其中以永久占地以林地为主，占比达 86.62%，但面积较小，仅为 5.05hm^2。项目施工期间土地利用类型变化幅度最大的为水域和乔木林地，工程的实施对这两中土地

类型的影响最大，主要表现为林地和部分水域变成水域设施用地，部分林地变成永久检修道路和临时施工道路，但由于工程施工区域面积较小，不会导致评价范围土地利用规划结构发生根本性改变。

表5.6-1　评价范围土地利用类型及工程占地类型表

一级类	二级类	永久占地		临时占地	
		占用面积(hm^2)	占用比例（%）	占用面积(hm^2)	占用比例（%）
03 林地	0301 乔木林地	5.05	86.62	3.20	38.55
	小计	5.05	86.62	3.20	38.55
10 交通运输用地	1003 公路用地	0.21	3.60	0.18	2.17
	小计	0.21	3.60	0.18	2.17
11 水利及水利设施用地	1103 水库水面	0.49	8.41	4.79	57.71
	1104 坑塘水面	0.08	1.37	0.01	0.12
	1106 内陆滩涂	-	-	0.03	0.36
	1107 沟渠	-	-	0.09	1.09
	小计	0.57	9.78	4.92	59.28
合计		5.83	100.00	8.30	100.00

5.6.1.2 运营期

项目运营期间，水源区及下游施工区域的临时占地将实施生态修复措施，恢复为乔木林地。通过科学规划和严格管理，项目运营不会改变评价范围现有土地利用格局，确保区域生态功能的完整性。

5.6.2 对生态系统的影响

5.6.2.1 施工期

水源及下游区评价范围内生态系统现状主要为森林生态系统和湿地生态系统，还有少部分的城镇生态系统，用地现状为道路。施工活动对生态系统的影响主要表现为临时和永久占用，导致所占用的生态系统面积有一定的减少，其中临时占用部分在施工结束后，将进行植被恢复，以减小施工活动对生态系统的影响。水源及下游区施工活动永久占地面积共计 5.83hm^2，临时占地面积 8.31hm^2。

表5.6-2　水源及下游区生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积（hm^2）	永久占地		临时占地	
						面积（hm^2）	比例（%）	面积（hm^2）	比例（%）
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	1.04	-	-	1.04	12.53
			12	针叶林	2.86	1.71	29.33	1.15	13.73
			13	针阔混交林	4.36	3.34	57.29	1.02	12.29
			小计		**8.26**	**5.05**	86.62	**3.21**	38.55
2	4	湿地生态系统	42	湖泊	5.49	0.57	9.78	4.92	59.28
			小计		**5.49**	**0.57**	9.78	**4.92**	59.28
3	6	城镇生态系统	63	工矿交通	0.39	0.21	3.60	0.18	2.17
			小计		**0.39**	**0.21**	3.60	**0.18**	2.17
合计					**14.14**	**5.83**	100.00	**8.31**	100.00

（1）对森林生态系统的影响

工程对森林生态系统的影响主要为工程占用森林生态系统使其面积有所减少，以及施工活动对植被的破坏和对野生动物的惊扰。水源及下游区工程永久占用森林生态系统 5.05hm^2，造成森林生态系统面积有所减小，其中针阔混交林减少 3.34hm^2，针叶林减少 1.71hm^2，估算损失生物量合计 400.02t，占评价范围总生物量的 0.83%；临时占用森林生态系统 3.21hm^2，在施工期将暂时造成该部分森林生态系统的减少和生物量的损失，随着施工活动的结束，将采取植被恢复措施，逐渐恢复其森林生态系统服务功能。

动植物是森林生态系统的核心组分，施工活动对动植物的影响主要表现在施工噪声、扬尘等对植物和动物的影响。扬尘可能影响邻近区域植物的生长，该类影响程度较轻；所开挖的土石方可能对植被产生压占，需对施工行为严格管理，严格规定土石方的堆放区域。施工噪声、施工人员活动等可能对该区域的野生动物造成惊扰，使野生动物向远离干扰的区域迁移，放弃在受干扰区域的栖息地，造成野生动物适宜栖息地有所减少，该区域邻近省道，原生境即存在一定的干扰，生活在该区域的陆生野生动物以鸟类居多，哺乳类较少，且主要为小型啮齿类动物，因此施工活动对野生动物的影响总体较小，随着施工结束，该类影响将逐渐消失。总体而言，工程占用森林生态系统面积较小，工程建设对森林生态系统的

影响程度总体较轻，且影响时段有限。

（2）对湿地生态系统的影响

工程建设将永久占用该区湿地生态系统面积 0.57hm^2，所建工程设施为取水塔；临时占用湿地生态系统面积 4.92hm^2，为施工围堰。本工程评价范围内湿地生态系统主要为水库水面，无湿地植物分布。工程施工对本区域湿地生态系统的影响主要是对生活在其中的野生动物的影响，如静水型两栖类（如沼蛙）、鸟类中的游涉禽（如池鹭、白鹭等）及傍水型的鸣禽（如白鹡鸰、普通翠鸟等），工程施工噪声会对这些动物产生一定的驱赶作用，使他们迁移至远离人为干扰的地区活动，这些种类在评价评价内广泛分布，数量较多，施工占地、噪声、震动以及人为活动虽然会对这些动物产生一定的影响，但这些影响只是暂时的，且工程区域周边存在较多的相似生境，施工期间这些野生动物可迁移至周边相似生境生活，施工结束后，这种影响就会消失。总体来说，工程施工对该区域湿地生态系统的影响较小。

（3）对城镇生态系统的影响

评价范围内的城镇生态系统主要为道路用地，面积较小，无居民分布。城镇生态系统主要为人工控制的生态类型，动植物种类均较少，且为常见种，因此工程对城镇生态系统的影响较小。

5.6.2.2 运营期

项目运营期间，随着水源及下游区施工临时占地的植被恢复，区域森林生态系统面积将得到有效补偿。运营期各项活动均严格控制在设计范围内，不会对评价范围生态系统结构和功能产生影响。

5.6.3 对陆生植物的影响

水源及下游区对植物植被的影响主要是取水口及进场道路的永久占地以及取水口围堰及施工工区临时道路的临时用地占用会对植物植被造成一定影响。

取水口施工将会影响原生植被、土壤质量，改变陆面形态及过程。施工活动将直接破坏施工区植被，尤其是取水口占地和进场道路，使其区域失去原有的自然性和生态性，使植被生物量永久损失 400.02t，临时损失 298.82t。永久损失主要是工程永久占地范围，其占用植被为暖性常绿针叶林，优势树为马尾松；临时

损失为工程临时用地，待工程完成后会对临时用地及时复绿。施工结束后，取水口围堰和临时施工道路占用地的植被可依靠植被恢复还原到一定的质量水平，永久占用地将成为人工基底的景观类型。

水源及下游区施工占地现状主要为水域，植被类型主要为暖性常绿针叶林及常绿针阔混交林，优势树种为为马尾松和相思，均是常见树种，在评价范围内分布较为广泛。评价范围未调查到古树名木。在工程取水口占地范围，记录到国家二级保护野生植物2种，为苏铁蕨和软荚红豆，物种个数分别为115株和2棵，主要分布在取水口检修道路、临时施工支洞和取水口工作平台。工程施工会使保护植物个体死亡，需在工程清表前，完成保护植物迁移工作。

水源及下游区评价范围的植被主要是暖性常绿针叶林及常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林，主要树种有马尾松、木荷、相思、栲、黧蒴锥，该类物种的花期、果期主要集中在春夏季，也是植物是生长的高峰期，项目施工产生的粉尘对植物植被的光合作用、呼吸作用有一定影响，由于春夏季降雨较多，能及时冲刷附着在植物叶片的粉尘，加之施工区周边的优势种为马尾松，马尾松叶面积较小，粉尘较难附着。秋冬季植物进入落叶期，少部分落叶植物进入休眠期，施工产生的粉尘对植被的影响较小。在严格控制施工红线，规范施工人员活动范围，加强施工人员的宣传教育，提高保护意识等措施，能将施工对植被的影响将至最低。

工程施工区域距离评价范围的其他珍稀濒危保护植物的距离较远，施工产生的扬尘、废气等均不会对其产生影响。

表5.6-3　水源及下游区评价范围占地植被生物量损失汇总表

植被类型	永久占地面积（hm^2）	临时占地面积（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	永久生物量损失（t）	临时生物量损失（t）
阔叶林	-	1.04	133.32		138.65
针叶林	1.71	1.14	61.52	105.2	70.13
针阔混交林	3.34	1.02	88.27	294.82	90.04
合计	**5.05**	**3.20**	-	**400.02**	**298.82**

5.6.4 对陆生动物的影响

5.6.4.1 施工期

水源及下游区对动物的影响主要源于取水口、管理站等建筑物的施工活动，

期间增加的车辆通行、人为活动及机械噪声，可能对周边活动的湿地水鸟和部分陆生动物产生短期干扰。

（1）对两栖类的影响

两栖类的身体结构决定了其对水域存在较大的依赖性。它们主要分布于评价范围的水库、农田和其他水域附近。工程施工将会导致局部区域水质和生境变化，工程在施工区域会设置防污帘和围油栏，防止污染扩散至外围水体。施工过程中生活污水、施工废水处理后回用，不外排，对两栖类水生生境破坏很小，对两栖类的影响很小。

两栖类活动范围通常局限于河道及毗邻湿地，其活动能力有限，且不喜在深水生境，无证据表明其会向水库施工区迁移，因此工程对其繁殖、觅食等行为的影响极微。

同时，评价范围内白马河两岸农田沟渠、稻田等替代生境丰富，为种群提供避难空间，进一步缓解局部水文变化对种群的潜在影响。

（2）对爬行类动物的影响

区域内的爬行类主要分布在白盆珠水库大坝下游白马河河流和两岸农田生境，距离施工场地直线 2.8km 以上，水库水体内未记录到龟鳖目爬行动物。抽水机施工及运行集中于水库水体内部，与下游白马河爬行类栖息地存在显著空间分隔。同时，记录到的大部分爬行类不依赖于河流水体生存，且水环境变化较大时，爬行类具较强的迁徙能力。因此施工及作业均不会对爬行类动物的生存产生明显影响。

（3）对鸟类的影响

施工作业区周边样线多样性指数低，水库开阔水体环境本身并非陆栖鸟类的主要觅食地与繁殖区，现有鸟类组成相对简单。施工期间，噪声和光照可能对周边鸟类活动产生一定干扰，尤其可能驱离对噪声敏感的涉禽。但由于施工活动空间集中，且区域内鸟类以留鸟为主（占总物种数的 67.95%），候鸟中约半数为适应能力较强的雀形目种类，整体鸟类群落对人为干扰具有一定耐受能力。工程对鸟类的影响主要表现为对局部飞行路径的暂时性干扰，不会显著改变其区域分布格局或种群结构，整体影响程度有限。。

（4）对哺乳类的影响

哺乳类感官非常敏锐、迁移能力强，对人类活动的敏感程度较鸟类更甚。

工程施工期间占用部分林地，会使林地中的哺乳类生境有一定的缩减。哺乳类繁殖一般在植被较好的山地中，施工活动对其活动、食物来源都有一定影响。但在工程沿线有许多哺乳类的替代生境，且哺乳类的活动能力较强，可以较容易的在评价范围周围找到相似生境。另外施工扬尘、施工废水和施工人员的生活污水、施工垃圾对哺乳类也有一定影响，但影响较小。另一方面，评价范围哺乳动物种类少且以鼠类为主，在工程施工期间几乎不会对哺乳动物产生影响。

5.6.4.2 运营期

工程实施后，根据长系列调节计算结果，取水前后同期水库水位变幅控制在近期-0.45～0.75m、远期-2.17～0.21m 的区间内，该幅度处于周边湿地生态系统可适应范围。同时，通过保障下游生态基流，可维持河岸带水位的相对稳定，避免河道断流或水位骤降对两栖类、爬行类和滨水鸟类关键生境的破坏。

项目建成后，永久占地范围内的自然植被将被人工硬化地面取代，导致部分陆生动物栖息空间被压缩，可能引发局部个体向周边区域迁移。动物在适应新环境过程中，可能面临食物资源暂时短缺、竞争加剧或天敌威胁增加等风险。然而，评价范围内森林、湿地、农田等自然与半自然生境类型多样、连通性较好，为野生动物提供了充足的替代栖息空间。区域内多数哺乳类、爬行类和地栖鸟类具有较强的迁移能力与生态适应性，能够较快寻找到适宜的替代生境。加之区域内野生动物食源组成多元，进一步降低了因局部植被丧失导致的生存压力。

综合来看，尽管运营期会带来一定的生境占用和局部分布格局调整，但在生态流量保障和区域生境连通性的支撑下，项目不会对陆生动物种群造成较大或长期不利影响。

5.6.5 对重点保护陆生野生动植物的影响

水源及下游区调查到国家二级重点保护野生植物 3 种，为金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆。陆生野生动物方面，水源及下游区评价范围内，共记录到重点保护陆生野生动物有 16 种，其中国家二级重点保护物种有 8 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、黑翅鸢、黑鸢、白胸翡翠、红隼、画眉、豹猫；广东省重点保护陆生野生动物有 8 种，分别为黑水鸡、池鹭、大白鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦和灰头鸦。

5.6.5.1 施工期

（1）对重点保护野生植物的影响

在评价范围调查到的 3 种珍稀濒危重点保护野生植物中，有 2 种位于施工占地范围内，为苏铁蕨和软荚红豆，其中苏铁蕨位于取水口永久检修道路和 1#施工支洞用地，个体数量为 115 株；软荚红豆位于取水口工作平台，个体数量为 2 棵。项目施工时对珍稀濒危重点保护野生植物的影响主要体现在对植被的直接破坏，会造成施工区内的苏铁蕨和软荚红豆个体死亡，应对施工区内的重点保护植物开展迁地保护，对施工区内重点保护野生植物开展资源调查，编制野生植物信息汇总表；对需要迁移的野生植物、迁移地点进行选址，确定迁入地，实施迁地保护，开展迁移后特定养护工作。目前，占地范围内的苏铁蕨、软荚红豆已编制迁地保护方案，并通过惠州市林业局组织的专家评审会。评价范围记录到金毛狗 3 株，距最近施工区域直线距离约 358m，且中间有沟谷阻隔，工程施工时人为影响较小。

（2）对重点保护陆生野生动物的影响

经调查，水源区工程占地范围内未发现重点保护动物的直接分布点，其活动区域均位于占地范围外。所涉及的数种重点保护鸟类及哺乳类具有较强的迁移能力和较广的适应范围，工程建设不占用其栖息地，亦不阻断其迁移廊道。总体判断，工程占地范围建设对上述保护动物种群及其生存环境无明显影响，不会对其种群结构和正常繁衍构成威胁。

水源及下游区评价范围记录到的重点保护野生动物多为鸟类，主要包括陆禽、涉禽、攀禽、猛禽和鸣禽类群，包括白鹇、黑鸢、画眉、小鸦、灰头鸦。这些鸟类在广东全省广泛分布，无特有种，种群状况良好且数量较多，多栖息于森林生态系统、其次为农田生态系统与湿地生态系统。重点保护野生兽类主要是豹猫，该物种在莲花山脉乃至全省都具有较好的种群基础，主要栖息在山地森林，活动能力较强，无特殊生境需求，工程区域周边可替代生境较多。工程建设主要问题是施工噪声、震动对其的驱赶、扬尘、人类活动对其的干扰，工程占地对生境尤其是林地的破坏等。这些物种本身均具有较好的移动能力，同时施工区外亦有充足未被破坏的林地与湿地，当受工程干扰需离开寻找新栖息地时，它们能够能较轻易地在非施工区域找到相同的生境进行活动觅食，主动且迅速躲避工程所带来

的不良影响，因此工程建设不会对评价范围内重点保护动物种群及其栖息地带来明显的影响。

5.6.5.2 运营期

工程取水口道路、检修道路等为永久占地，对地表植被形成一定的破坏和永久占用林地，对植被造成直接的影响。在运营期人员检修活动、车辆通行以及管道输水过程中，还带来外来物种的入侵风险。在做好人员培训的情况下，造成外来物种入侵的可能性很低。

工程完工后，随着植被的恢复、施工影响的消失，动物的生存环境得以复原，对动物活动的影响也逐渐消失。在运营期人员检修活动和车辆通行中，会带来噪音和粉尘。噪声对动物的采食、繁殖、育幼和声音通讯等方面有直接或者间接的影响。因此，运运营期需做好工作人员培训，在生态敏感区域，缓速行驶，减少扬尘；禁鸣喇叭，禁止喧哗，减少对野生动物，尤其是鸟类的活动产生间接影响。

5.7 对环境敏感区的影响

5.7.1 对自然保护区的影响

5.7.1.1 对惠州莲花山白盆珠省级自然保护区的影响

1、项目工程与自然保护区位置关系

经叠图分析确认，本工程永久和临时占地均不涉及惠州莲花山白盆珠省级自然保护区。工程取水口是距保护区最近的要素，其与保护区的最近边界直线距离约为 500m。工程评价范围（1000m）涵盖了保护区缓冲区，面积 26.70hm^2，位于保护区西部。其中水库水面 25.84hm^2，占涵盖的缓冲区面积的 96.78%，其他则是内陆滩涂 0.67hm^2 和乔木林地 0.19hm^2。

2、施工期对自然保护区生态环境影响分析

（1）施工期对水生生物多样性影响分析

工程建设期间，施工噪声是惊扰野生动物的主要影响因素，可能对保护区内的水生生物产生驱赶效应和行为干扰。根据预测，单一施工机械的噪声显著影响范围约为 50m，即使在最不利工况下多种机械同时作业，叠加影响范围也仅在

100m 左右。取水口工程点位距离保护区边界约 500m，远超噪声影响半径，预计对保护区水生生物的直接影响较弱。

为进一步降低噪声干扰，本项目拟采取多项降噪措施，包括优先选用低噪声设备和施工工艺，严格控制高噪声设备的使用时段，为机械配备减震垫、隔音罩等装置以降低声源强度。同时，将加强施工机械的维护保养和定期检修，确保设备处于良好运行状态，从源头上减少噪声产生。

综上所述，在严格落实噪声控制措施的前提下，工程施工对保护区水生生物多样性的影响较小，整体影响可控。

（2）施工期对生态系统的影响分析

广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区的生态系统主要包括白盆珠水库水域的湿地生态系统及周边莲花山脉的森林生态系统。本项目施工期间在保护区内无永久及临时占地，距离保护区最近的工程要素为取水口。取水口施工需在岸边设置围堰，其填筑和拆除过程可能导致周边水域悬浮物浓度升高，对局部水生生境造成一定影响。

为最大限度控制施工影响，拟在围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，可有效阻隔施工区域，防止污染物扩散至外围水体。在采取上述措施的情况下，根据表 5.4-11，白盆珠水库取水口施工围堰拆建施工 SS 的影响范围，施工半径 50m 外周边水域悬浮物浓度恢复到本底值。即围堰施工及拆除作业不会降低保护区水域湿地生态系统的功能，也不会改变其整体结构。因此，本项目施工对白盆珠自然保护区水生生态系统的影响较小，整体可控。

（3）施工期保护区累计生态影响分析

拟建工程施工过程中产生的各类短期、局部干扰因素，如施工噪声、悬浮物扩散、瞬时水质波动及人为活动等，将通过时间和空间上的累积效应对保护区周边水生生态环境形成复合压力。然而，由于工程不涉及保护区内用地，且取水口与保护区边界保持 500m 缓冲距离，结合前述噪声影响范围有限（约 100m）、悬浮物控制措施有效（防污帘与围油栏阻隔）等实际情况，这些干扰在强度和空间分布上均较为有限。

在严格落实各项生态保护和污染防控措施的前提下，施工活动对水生生物多样性及水域生态系统的整体影响程度轻微。此外，保护区生态系统本身具备一定的缓冲能力和自我调节功能，可在外部扰动结束后逐步恢复原有状态。因此，工

程取水口施工对保护区的累计生态影响可控，不会造成不可逆的生态损害或系统性功能退化。

（4）保护区主要保护对象影响预测

保护区的主要保护对象：①南亚热带常绿阔叶林生态系统及其珍稀濒危动植物资源；②典型内陆湿地和水域生态系统，西枝江一级饮用水源地及其水资源；③重要越冬候鸟及其栖息地。

工程在莲花山白盆珠省级自然保护区范围内不涉及用地，工程评价范围仅涉及保护区西部 25.84 hm^2 水域、0.67hm^2 内陆滩涂和 0.19hm^2 乔木林地，乔木林地主要生长湿地松，不会对保护区内南亚热带常绿阔叶林生态系统及其珍稀濒危动植物资源产生直接影响；本次调查在涉及该保护区的评价范围内未记录到珍稀濒危陆生动植物，但不排除诸如黑鸢、画眉、褐翅鸦鹃、鹭科鸟类等飞行能力较强、常见于开阔水域、水边灌丛的种类偶尔经过该范围；滩涂区域分布少量省重点保护水生野生动物沼蛙，该物种在省内广泛分布且种群基础较好，适应多种静水生境；由于涉及莲花山-白盆珠保护区的评价范围和取水口间有山体阻隔，且距离约 500m，如前文所述，施工产生的噪音、震动等影响范围有限，且这些种类活动范围广，移动能力强，会主动避开干扰；故工程对保护区内南亚热带常绿阔叶林生态系统及其珍稀濒危动植物资源无直接影响，且不会产生明显的间接影响。

工程为跨流域调水工程，工程取水口与保护区距离约 500m，二者之间存在一定的水力联系。工程取水可能引发保护区内水面下降，进而影响湿地和水域生态系统的稳定性。但工程以根据生态基本需水和河道生态水量的要求，设定了调度原则，保障了引水后生态需水的月保证率与引水之前生态需水的月保证率保持不变。因此，工程对保护区内湿地、水域生态系统和白盆珠水库饮用水源地及其水资源影响轻度可控。

白盆珠水库越冬的中华秋沙鸭和黑鹳的主要越冬地记录点在水库中东部的岛屿、浅滩密集区（如图 5.7-1），距离工程水源区大于 5km。根据现有多年监测数据，中华秋沙鸭在白盆珠水库的活动范围大致稳定，活动面积在 100.01~180.90hm^2 之间，历年的活动区域有较大范围的交集，且活动范围和越冬群体数量有逐年缩小的趋势。中华秋沙鸭的生态学研究资料显示，该物种多出没于山林中的清澈、湍急河流或开阔湖泊，偏好有砾石滩、沙洲和岛屿的环境，与监测到的越冬种群生境相似；黑鹳为涉禽，越冬期偏好生境与中华秋沙鸭相似，

主要活动于大型湖泊、沼泽和河流的开阔浅水区，而工程评价范围涉及白盆珠水库以消落带及其近岸水域为主，缺乏其偏好生境，不属于越冬种群的偏好栖息生境，因此工程不会对广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区现有候鸟栖息繁育环境产生明显影响。

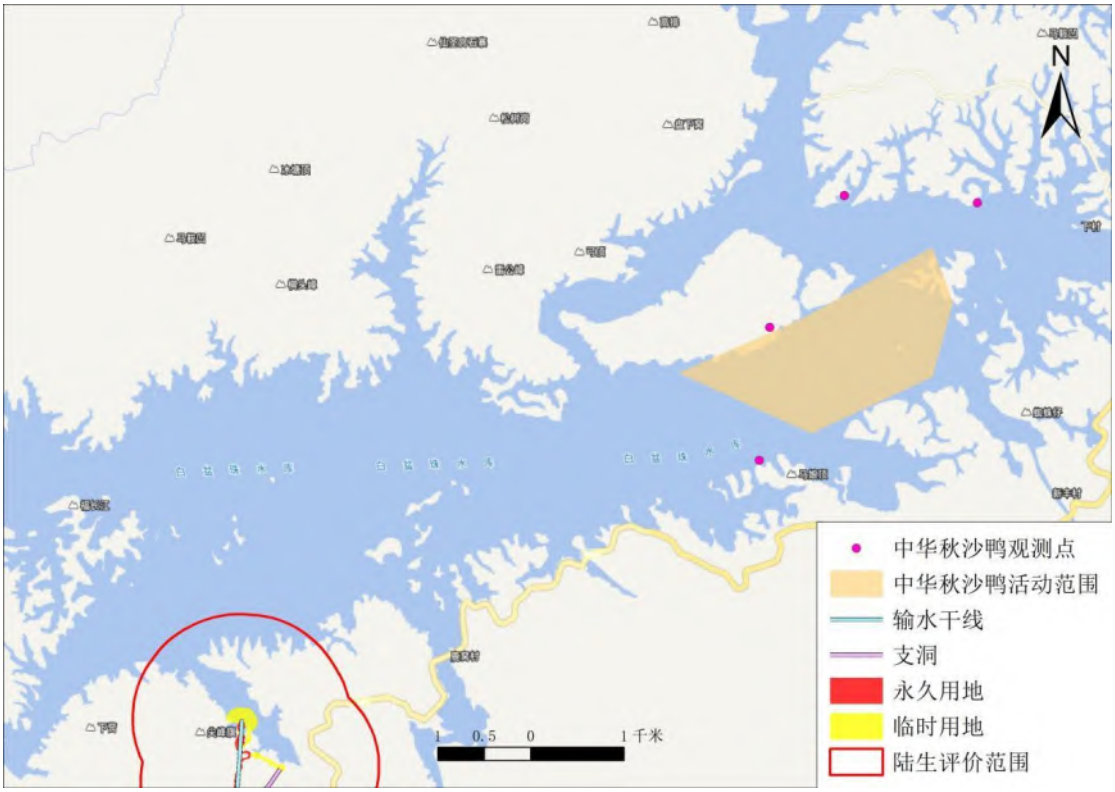


图5.7-1　中华秋沙鸭在白盆珠水库的活动范围图（朱慈佑，2014）

3、运营期对自然保护区生态环境影响分析

（1）运营期对水生生物多样性影响分析

本工程为以白盆珠水库为水源的跨流域调水工程，取水口位于白盆珠省级自然保护区缓冲区附近，最近距离约 500m。运营期对保护区内水生生物的主要影响源于取水活动可能引起的水文情势变化。

工程运行可能导致水库水位波动，进而改变水生生物的栖息环境条件。工程建设运营后，各典型年白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m。运行期最大的丰水典型年 6 月最大水位降幅 2.17m，相应的水面面积、库容、平均水深分别减少 5.48%、16.28%、11.38%，但绝对变化量有限；其他典型年及月份降幅更小，未改变“深水-浅水-滨岸”主体格局。新增消落带不足总面积 2%，反形成水陆过渡微生境，对植被、底栖动

物和鱼类产卵场的扰动处于可自然恢复范围，运营期引水对白盆珠水库水生生物多样性影响轻微。

现有水生态调查表明，白盆珠水库水域以齐氏罗非鱼、鲴、鲮等常见鱼类为主，未发现国家级或广东省重点保护水生野生动物。此外，工程将通过实施渔业资源生态补偿措施，减缓对水生生物资源的不利影响。综上所述，在严格落实生态调度和资源补偿措施的前提下，工程运营对保护区内水生生物多样性的影响总体可控。

（2）运营期对生态系统的影响分析

本工程在莲花山白盆珠省级自然保护区范围内不涉及永久及临时用地，运行期间对保护区生态系统的潜在影响主要来自于取水口设施的运行与维护。取水口前端依次设置拦污浮排、拦油浮排，并顺水流方向布置拦污栅和检修闸门，这些设施可有效拦截漂浮物及油污，防止其进入取水系统，避免对保护区内水体造成污染，从而不会对白盆珠省级自然保护区的生态系统结构和功能造成不利影响。

运营期间，取水口设施需定期开展维护检修，可能引入一定程度的人为干扰。此类活动可能包括设备操作、临时人员活动及车辆往来等。通过严格限制作业范围、控制施工时间、加强人员生态保护管理及实施环境监理等措施，可有效减少对周边生态环境的扰动。

工程运营期间，在引水前期，汛期月份库区水位几无变化，枯水期水位变化在-0.45~0.75m 之间涨落；在引水远期，库区水位变化在-2.17m~0.21m。水位的反复涨落，会在保护区毗邻水域的区域形成一片周期性淹没与出露的消落带，对临近水域的保护区植被产生影响。从长期的生态视角来看，这是将一个稳定的陆生生态系统推动为一个动态的湿地生态系统。虽然其物种组成和外观会发生改变，但通过自然的适应和适当的人为引导，可形成一个结构更简单但功能稳定、能提供新生态服务（如水质净化、缓冲带）的群落，从而使这种变化处于生态可接受的范围内。且该消落带不足总面积的 2%，对植被的影响轻微。

在全面落实上述管控要求的前提下，项目运营对评价范围内生态系统的整体影响轻微，风险可控。

4、评价结论

工程建设和运营期在保护区内均无永久占地和临时占地，项目与自然保护区距离约 500m，从空间占用角度避免了对其生态完整性的直接破坏。尽管在项目

的建设和运营期间，评价范围及其周边区域的人为活动将有所增加，可能对自然保护区的水生生物多样性及生态系统带来一定干扰，但由于工程建设施工期较短、取水口施工面积有限，引水所新增消落带面积有限，并且能发育为居缓冲功能的生态过渡带。工程已规划实施包括采用低噪声设备、设置防污帘、加强生态监管等一系列针对性减缓措施，可最大限度降低对惠州莲花山白盆珠省级自然保护区生态系统和生物多样性的负面影响。

综合施工期和运营期各类影响因素及对应保护措施的有效性分析，项目工程对广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区的综合影响程度轻微，不会导致生态系统结构或功能发生明显退化，整体风险可控。

5.7.1.2 对惠东县白马山县级自然保护区的影响

1、项目工程与自然保护区位置关系

惠州惠东白马山县级自然保护区范围及功能区目前正在进行调整工作，拟调整完成后，在保护区内地表无新增永久占地，项目输水线路仍以隧洞形式地下穿越自然保护区各功能区，总穿越长度约 4.26km，具体为核心区段 0.32km、缓冲区段 1.43km 和实验区段 2.51km，详见图 4.2-39。

2、施工期对自然保护区生态环境影响分析

（1）施工期对植被和植物多样性的影响分析

新建工程取水口及检修道路的永久占地和施工临时占地需清理范围内植被。经现场调查，在占地范围内发现国家二级重点保护野生植物 2 种，分别为苏铁蕨（*Brainea insignis*）115 株和软荚红豆（*Ormosia semicastrata*）2 株。针对此类珍稀植物资源，工程建设单位已委托技术单位编制《深汕合作区引水工程涉及重点保护野生植物迁地保护实施方案》，计划在办理采集证审批后，将其迁移至惠州市植物园实施保护。

除上述重点保护植物外，工程永久和临时占地范围内植被主要以马尾松、桉树等常见物种为主，物种多样性相对较低，未发现其它珍稀保护植物。项目取水口及检修道路在保护区内无地表永久占地，施工期间临时占用保护区面积共计 8.31hm²，主要用于施工围堰、临时道路和 1#施工支洞等设施，临时占地面积约占保护区总面积的 0.001%。此外，工程输水线路以隧洞方式地下穿越白马山自然保护区，属无害化穿越，无需砍伐地表树木。

总体来看，项目施工将对取水口、检修道路的永久和临时占地范围植被进行清理，造成一定的生物量损失，但损失规模相对有限，且受影响植物多为当地常见物种。施工活动对植被的影响是暂时的，随着工程结束，除永久占地外，区域环境将通过复绿和生态修复措施逐步恢复。在落实野生植物迁地保护和植被恢复措施的前提下，项目不会导致植物群落的种类组成发生改变或造成物种消失，对白马山自然保护区植被及植物多样性的影响总体可控。

（2）施工期对动物多样性和栖息地影响分析

工程建设期间的主要影响为施工噪声惊扰，可能导致自然保护区内的动物短期内离开施工范围，尤其对取水口、检修道路及隧洞地下穿越段周边的鸟类和哺乳类产生驱赶与干扰。但由于受施工影响的动物栖息地与周边生境特征基本一致，野生动物可较容易在邻近区域找到替代栖息地，因此工程建设不会造成自然保护区内动物物种减少，更不会导致物种灭绝。

据惠东县人民政府网站报道，2017 年 5 月白马山保护区内曾发现国家二级保护动物藏酋猴活动；《惠东县白马山县级自然保护区总体规划》（国家林草局中南调查规划设计院，2019 年）报告资料显示，该保护区的藏酋猴主要分布于保护区南部白马山一带海拔 1000m 左右的山体间，距离本项目最小直线距离约为 7 km，根据现有关于藏酋猴家域面积的研究，其全年家域面积约为 8km^2，月平均漫游距离为 1735.67±288.35m。本项目取水口、检修道路及输水隧洞段海拔较低、人为干扰较大，位于该物种现有家域范围外，不属于该物种适宜生境，因此工程不会对藏酋猴造成明显影响。

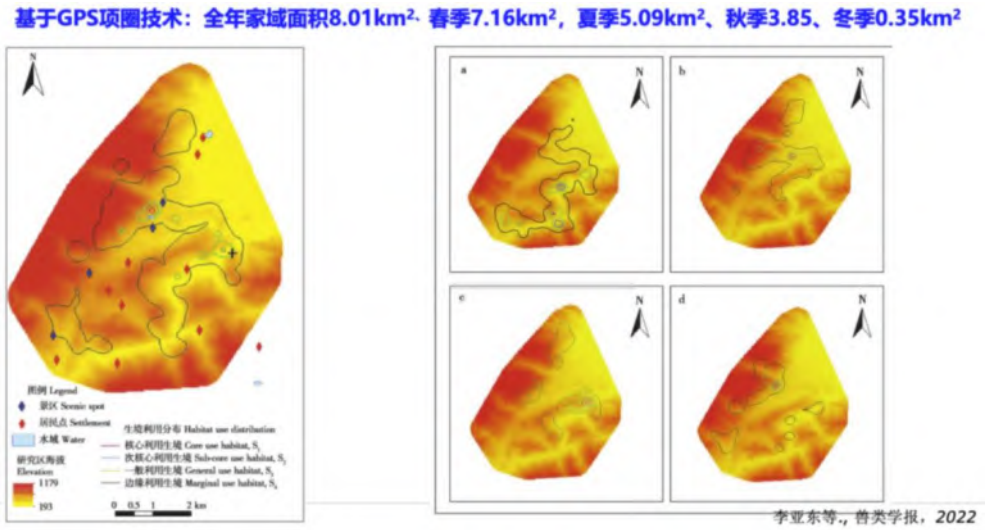


图5.7-2　藏酋猴家域面积研究进展（李亚东等，2022，兽类学报）

根据现状调查，在工程取水口、检修道路及输水线路穿越保护区路段周边，记录到的珍稀濒危野生动物主要为白鹇、褐翅鸦鹃、黑翅鸢、黑鸢等鸟类。这些物种在广东省内分布广泛，种群数量稳定，多栖息于森林、农田及湿地生态系统，具有活动能力强、对环境扰动适应能力较好的特点。工程建设可能短期内缩小其觅食和活动范围，但由于施工区周边存在类似生境，且随工程结束后生态修复措施的落实，植被将逐步恢复，原有生境与周边区域重新融合，受惊扰野生动物可逐渐回归，种群数量也将得以恢复。因此，工程建设不会对重点保护野生动物造成不可逆的不良影响，生态影响总体较小。

（3）施工期对生态系统的影响分析

输水线路采用地下穿越方式，不涉及地表占用。工程取水口及检修道路的永久和临时占地范围生态系统以森林生态系统和湿地生态系统为主。森林生态系统主要发挥涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化大气环境、森林防护和物种保育等功能；湿地生态系统则具有调蓄洪水、净化水质、维持水平衡、固碳、提供重要物种栖息地和维护生物多样性等关键生态功能。

工程建设对评价范围生态系统的影响主要表现为生态系统结构变化和生态系统功能降低两个方面：

①生态系统结构变化。取水口和检修道路施工将导致局部范围动植物种群数量减少，特别是作为生产者的植物数量下降，进而影响各级消费者。但由于所占生态系统类型在保护区及惠州市范围内分布广泛，工程仅对局部植被产生有限影响，不会减少区域生态系统类型，也不会改变保护区生态系统的整体结构。

②生态系统功能降低。取水口及检修道路建设将破坏地表植被、改变土地利用方式。经现场调查，永久占地的地类包括乔木林、未成林造林地、水利用地（湿地）和非林地，林种属于自然保护林（自然保护区林）。施工可能导致该区域原本承担的涵养水源、保持水土等生态功能有所减弱。同时，为防止取水口施工过程中污染物扩散至外围水体，拟在围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，可有效阻隔悬浮物的扩散。

不过，由于取水口及检修道路建设工程占地面积较小，不会对范围径流格局和水循环过程造成明显影响；施工破坏也仅限于局部小范围植被，不会造成植被生产力显著损失或蓄水保土功能丧失等系统性问题，湿地生态系统的结构和功能也将在施工结束后逐步恢复。因而不会导致区域整体生态环境功能退化。

综上所述，工程建设和运营对白马山自然保护区生态系统功能的影响程度较轻，整体可控。

（4）施工期保护区累计生态影响分析

拟建工程施工过程中产生的各类污染物（包括扬尘、废气及建筑废渣等）以及持续的人为活动干扰，将通过累积效应对保护区动植物的正常生长及生态过程产生一定程度的影响。项目在保护区内无永久占地，且施工活动集中于局部有限区域，这些影响的总体程度相对轻微。通过严格落实各项生态保护与污染控制措施，如及时清运废渣、实施洒水抑尘、规范施工行为及加强环境管理等，并结合生态系统自身的调节与恢复能力，项目施工对保护区产生的累计生态影响整体可控，不会对保护区的生态完整性和稳定性造成长期或显著的不利影响。

（5）保护区主要保护对象影响预测

保护区的主要保护对象包括南亚热带季风常绿阔叶林森林植被和森林生态系统、水源涵养林，以及藏酋猴种群及其栖息地。

取水口及检修道路施工期间，项目占用区域属工程建设影响区和人为活动频繁区。该区域未分布地带性原生植被，主要以次生林为主，植被类型多为栽培植被和常绿阔叶林，物种多样性一般，动植物类群以适应性较强、分布广泛的常见物种为主，因此对南亚热带季风常绿阔叶林的原生植被群落和森林生态系统保护对象的影响较为有限。施工区域内发现有珍稀濒危植物苏铁蕨和软荚红豆分布，施工活动将对其原生境造成一定破坏。但由于这两种植物在保护区内其他区域亦有分布，且已对施工区内的个体实施迁地保护，因此施工对这两个物种种群数量和分布的影响较小。

虽然取水口建设、隧洞挖掘及渣土运输过程产生的粉尘污染和环境因子改变可能在一定程度上影响局部区域的水源涵养功能，但由于施工占用林地面积较小，仅涉及局部区域，不会改变区域森林群落的整体结构和生态过程。通过在施工过程中加强规范管理，可有效控制负面影响，确保水源涵养林的主体功能不受损害，对水源涵养林的总体影响可控。

此外，本项目取水口、检修道路及输水线路所经区域海拔较低、人为干扰较大，不属于藏酋猴的适宜生境，工程不会对该物种造成直接影响。尽管施工会对局部野生动物栖息地产生一定干扰，但不会对种群数量造成明显影响。在落实各项生态保护措施后，除永久占地范围外，其余受影响区域的生态功能与保护对象

将逐渐恢复。

综上所述，工程建设不会对南亚热带季风常绿阔叶林森林植被和森林生态系统、水源涵养林、藏酋猴种群及其栖息地等主要保护对象产生显著不利影响，对白马山自然保护区主要保护对象的整体影响可控。

3、运营期对自然保护区生态环境影响分析

（1）运营期对植被和植物多样性影响分析

取水口及检修道路的永久占地改变了原有土地利用方式，导致占地范围原生植被破坏和生境丧失，造成局部植被覆盖率降低，生态系统综合生物量有所下降。此类影响主要局限于工程范围内，不会对周边区域的植物多样性产生显著影响。

建议及时落实临时用地的生态恢复和土地征用后的生态补偿工作。运营期间应加强绿化维护与管理，最大限度减缓工程建设对区域生态环境的负面影响。待工程建成后，临时占地范围植被将逐步恢复，随着绿化措施效益的发挥，边缘效应的影响也将进一步减小。

（2）运营期对动物多样性和栖息地影响分析

输水线路地下穿越白马山县级自然保护区，运营期不会对自然保护区地表产生扰动，也不会因工程建设增加隧洞穿越区域人为活动频率和强度，对动物的影响十分有限。

取水口、检修道路主要位于白马山保护区的西北部区域，不涉及藏酋猴种群及其栖息地区域；运营期通行车流少，不会切断生物通道，影响物种间的生物信息网络交流。

工程运营期对保护区动物的主要潜在影响体现在取水过程中，形成的水流可能造成仔稚鱼及小型鱼类死亡。但取水口处设置有拦鱼栅，可有效降低鱼类被卷吸进入取水设施而受损的风险。工程供水对象以生活和工业用水为主，不承担生态补水功能，鱼卵和鱼苗通过输水线路扩散的可能性极低。

因此，工程运营期不会对野生动物产生较大影响。

（3）运营期对生态系统的影响分析

运营期间，项目工程对评价范围生态系统的主要影响表现为可能在一定程度上降低生态系统稳定性。随着施工活动结束，除永久占地外的区域通过复绿等生态保护措施，生态系统功能与稳定性将逐步恢复。

运营期间，取水口及输水线路需进行定期维护检修，此类人为活动可能对评

价范围生态系统造成一定干扰，并可能增加森林火灾和外来物种入侵等风险，从而对生态系统稳定性构成潜在影响。通过加强水土保持、持续推进植被恢复、严格规范维护检修活动及强化人为干扰监管等措施，可将运营期对生态系统的影响控制在较低水平。因此，项目对区域内生态系统的影响轻微且整体可控。

4、评价结论

项目输水线路以隧洞形式地下穿越惠东县白马山县级自然保护区的核心区、缓冲区和实验区，总穿越长度约 4.26km。取水口及检修道路在保护区内无永久占地。项目建设和运营期间，评价范围及周边人为活动将有所增加，对自然保护区植被和植物多样性、野生动物多样性、生态系统等存在一定影响。

由于工程建设施工期较短、占地面积有限，并通过采取优化施工布置、控制施工噪声、实施拦鱼栅防护、落实临时占地复垦与植被恢复、加强水土保持和生态监管等一系列综合措施，可最大限度减轻对评价范围生态系统和生物多样性的负面影响。运营期间，通过规范维护作业、强化生态管理和持续生态修复，可进一步控制人为干扰和生态风险。

综上所述，项目工程对白马山自然保护区生态系统的综合影响程度轻微，整体可控，不会对保护区的生态完整性和主要保护对象造成长期或显著的不利影响。

5.7.2 对生态保护红线的影响

1、项目工程涉及生态保护红线基本情况

工程取水口占用惠东县生态保护红线面积为 10.68hm^2，占惠东县陆域生态保护红线总面积（10.83 万公顷）的 0.09‰，其中包括永久占地 3.75hm^2，主要为工程取水口及新建检修道路；临时占地 6.93hm^2，主要为施工围堰、临时道路等。

2、施工期生态影响分析

（1）对植物多样性的影响

1）工程占地

工程建设过程中，取水口及新建检修道路涉及的永久用地和施工临时占地将清除地表植被，造成生态保护红线局部范围的植物生物量损失，对该区域的植物资源及生物多样性带来一定影响。

根据现场调查，在工程永久和临时占地范围内发现国家二级重点保护野生植

物苏铁蕨（*Brainea insignis*）115 株和软荚红豆（*Ormosia semicastrata*）2 株，已计划实施迁地保护。除上述保护物种外，项目占地范围植被以马尾松、桉树等常见树种为主，物种多样性相对较低。

工程取水口及检修道路的永久和临时占地主要位于惠东县白马山县级自然保护区的实验区，未涉及核心区等生物多样性高度敏感区域，最大限度降低了对关键植物资源的干扰。工程取水口及检修道路总占地面积为 10.68hm²，仅占惠东县陆域生态保护红线总面积（10.83 万 hm²）的 0.09‰。由于植被损失面积占生态保护红线总面积的比例极小，所造成的植物生物量损失较为有限。通过严格落实本报告提出的生态保护措施，包括严格控制占地规模、优先利用现有道路及场地、减少临时施工便道面积，并在施工结束后及时采用本地物种进行植被恢复，可有效减少植被损失，将工程对生态保护红线内植物资源的影响降至最低。

2）施工人员活动管理

施工期间人员活动较多，可能对周边植物造成无意破坏。需加强对施工人员的生态保护宣传教育与行为管理，规范作业范围及操作方式，最大限度减少对野生植物的负面影响。

（2）对动物多样性的影响

1）工程占地

根据现状调查，在工程取水口及检修道路周边区域记录到的珍稀濒危野生动物以鸟类为主。该类动物具有较强的迁移能力，可适应周边相似生境。项目建设不涉及重点保护动物、珍稀濒危物种或当地特有动物资源的核心栖息地，不会导致保护类动物资源的消失，对区域动物多样性影响较小。

此外，取水口围堰施工可能导致局部水域短期内悬浮物浓度升高。为控制悬浮物扩散，拟在围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，有效隔离施工水域，防止浑浊水体和悬浮物大规模扩散至周边区域。通过采取上述环保措施，可显著降低施工对水体的扰动，涉水工程施工不会对生态保护红线区内的水体水质产生显著影响，施工期间对水生动物多样性的影响总体可控。

3）施工人员活动管理

施工期间，人员及机械活动频繁，可能对周边野生动物造成惊扰，甚至引发

个别人员对动物的误伤或抓捕行为。需系统加强对施工人员的生态保护宣传教育和行为监督管理，通过设立警示标识、开展专题培训、明确禁止狩猎和捕捉动物等规定，强化野生动物保护意识，若发现珍稀保护动植物，及时停工保护，并上报林业主管部门。同时，应严格规范作业范围及施工操作方式，控制人为活动边界，减少对动物栖息地的干扰。建议实行施工活动分区管理，重要生态时段（如繁殖期）限制高噪声作业，最大限度减轻对野生动物的负面影响，维护区域生物多样性。

（3）对生态保护红线功能的影响分析

工程涉及东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线，红线类型为水源涵养类型。

工程主要利用丰水期水库余水，年平均取水量约 1.64 亿 m^3，占白盆珠水库多年平均径流量的 15.28%，取水比例相对有限。水位变幅预测表明，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m，整体变化较小，不会影响白盆珠湿地生态系统作为天然“蓄水池”的水源涵养功能。

占地范围林种为自然保护区林，不涉及水源涵养林。虽然施工可能产生粉尘污染和环境扰动，但由于占地面积有限，且通过规范施工管理和采取防污措施，可有效控制对局部水源涵养功能的影响。施工期间将优化场地布置，将堆料场、堆土场等设置在生态保护红线范围以外，并及时对临时用地进行复绿，最大限度减少水土流失，确保生态功能不受明显影响。

3、运营期生态影响分析

随着施工活动结束，除永久占地外的区域已通过复绿等生态保护措施逐步恢复，生态系统结构与功能趋于稳定。

运营期间，取水口对生态保护红线内水生动物的主要潜在影响体现在取水过程中，水流可能造成仔稚鱼及小型鱼类死亡。为减缓此类影响，取水口处设置有拦鱼栅，可有效降低鱼类被卷吸进入取水设施而受损的风险。此外，工程将通过实施渔业资源生态补偿措施，进一步减缓对水生生物资源的不利影响。总体而言，工程运营对生态保护红线内水生生物多样性的影响可控。

运营期需重点关注设备维护检修过程中人员与车辆进出对生态保护红线生态系统的人为干扰。应通过规范维护作业范围、控制活动频次、加强人员生态保

护教育及实施动态环境监管等措施，最大限度减少对红线内动植物的干扰，维护生态稳定性。

4、评价结论

评价范围内生态系统受人为干扰较强，植被以岭南地区常见物种为主，整体生态质量现状水平一般。本项目建设虽在短期内对施工区域周边局部动植物资源造成一定影响，但影响范围有限、程度较轻，且影响性质多为临时性和可逆性。通过严格落实本报告及各生态敏感区专题报告中提出的生态保护与恢复措施，工程施工结束后相关不利影响可得到有效缓解和消除，不会对区域动植物资源及生物多样性造成显著影响。

本工程属新建供水设施类建设项目，符合国土空间规划要求，属生态保护红线内允许的有限人为活动。项目目前已取得广东省自然资源厅《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 4400002025XS0001S01 号）和《深圳市水务局关于深汕合作区引水工程（深汕段）属于生态保护红线准入的有限人为活动的意见》，符合生态保护区红线管控要求。

综合分析，在全面落实本评价及各类生态敏感区专题报告所提生态保护与修复措施的前提下，项目对区域生态环境质量及各保护目标的影响可控，从生态环境角度分析，本项目建设可行。

5.7.3 对广东惠东白盆珠省重要湿地的影响

1、项目工程与广东惠东白盆珠省重要湿地位置关系

工程在广东惠东白盆珠省重要湿地范围内无永久或临时占地，所有施工及运营活动均不涉及该区域。工程距离广东惠东白盆珠省重要湿地最近的施工区域有约 500m。工程在莲花山白盆珠省级自然保护区范围内不涉及用地，工程评价范围内涉及该湿地西部区域共计 26.51hm^2，其中包括 25.84hm^2 水库水面和 0.67hm^2 内陆滩涂。

2、施工期对广东惠东白盆珠省重要湿地生态环境影响分析

（1）施工期对动物多样性和栖息地影响分析

工程占地不涉及广东惠东白盆珠省重要湿地范围，新建取水口为距重要湿地最近的构筑物，其与湿地边界的最近直线距离约为 500m。施工期间，噪声可能对湿地区域水生生物产生干扰和驱离效应。噪声预测结果表明，即使在最不利工

况下多设备同时作业，其叠加影响范围亦仅为 100m 左右。取水口位于湿地边界 500m 以外，对广东惠东白盆珠省重要湿地内水生动物的直接影响较小。

广东惠东白盆珠省重要湿地是中华秋沙鸭、黑鹳等国家Ⅰ级重点保护野生动物的关键栖息地。2007 年在此发现了广东省境内最大的中华秋沙鸭越冬种群，这些珍稀鸟类的主要越冬地位于“新庵-上围村”一带，其典型生境为具有岛屿、浅滩等结构的开阔水域，黑鹳的栖息偏好与之相似。工程取水口位于该越冬地直线距离 5 公里以外，远超施工与运行活动的直接影响范围。长期监测表明，中华秋沙鸭等活动范围相对稳定，未见明显偏移趋势，而工程评价范围以消落带及近岸水域为主，缺乏上述物种偏好的栖息生境条件。因此工程建设及运行不会干扰保护物种的栖息、觅食和繁殖行为，对湿地内候鸟栖息繁育环境的整体影响轻微，不会对珍稀水鸟种群及生境造成明显不利影响。

为有效降低施工噪声干扰，本项目拟采取多项源头控制和过程管控措施。主要包括：优先选用低噪声施工设备和工艺，严格控制高噪声机械的使用时段，缩短其连续作业时间。同时对机械设备配备减振机座、减振垫及隔音装置，有效降低声源强度。加强施工设备的日常维护、保养与使用前检修，确保设备始终处于良好性能状态，从源头减少噪声与振动的产生。

此外，施工期间人员与机械活动频繁，需防范个别人员对动物造成误伤或抓捕行为。应系统开展施工人员生态保护宣传与行为监督管理，严格限制人为活动范围，增强野生动物保护意识，若发现珍稀保护动植物，及时停工保护，并上报主管部门。

综上所述，在全面落实各项噪声控制和生态保护措施的前提下，工程施工对保护区动物多样性及栖息地的影响较小，整体风险可控。

（2）施工期对生态系统的影响分析

工程以白盆珠水库为水源地，该水库水域是广东惠东白盆珠省重要湿地的主体组成部分，其生态系统类型以人工库塘湿地为主要特征。项目施工期间不涉及重要湿地内永久及临时占地，距离保护区边界最近的工程构筑物为取水口。取水口围堰的填筑与拆除过程可能导致邻近水域悬浮物浓度短期升高，对围堰周边局部水生生境造成暂时性扰动。为系统控制施工悬浮物扩散影响，拟在围堰外围 10m 处布设防污帘及围油栏组合系统，形成物理阻隔屏障，有效遏制污染物迁移至湿地。在落实悬浮物防控措施的前提下，围堰区施工活动不会造成外围水域悬

浮物浓度持续超标，亦不会对湿地生态系统的结构和功能产生实质性影响。

（3）施工期累计生态影响分析

施工期间，各类短期、局部干扰因素（如噪声、振动、悬浮物扩散和人为活动等）在时间与空间上可能产生一定的累积效应，对湿地生态环境带来复合压力。但本工程所有施工活动均严格控制在湿地范围以外，无地表作业进入湿地，且最近施工点（取水口）距湿地边界约 500m，噪声、振动等物理干扰经距离衰减后传播至湿地时已显著减弱。同时，项目拟采取系统性的噪声控制、围堰外围设置防污帘等措施，可有效削减各类干扰的叠加影响。

此外，广东惠东白盆珠省重要湿地作为人工库塘湿地生态系统，具备一定的环境缓冲与自我恢复能力。在严格落实各项环保措施的前提下，施工活动不会对湿地生态系统的结构、功能及生物多样性造成显著或不可逆的影响。施工结束后，原有生境可在短期内逐步恢复，累积生态影响整体可控。

（4）重要湿地主要保护对象影响预测

广东惠东白盆珠省重要湿地的主要保护对象为典型的内陆性湿地生态系统，其核心生态功能包括水源涵养、调蓄洪水、净化水质以及维护区域生物多样性。

本工程不直接占用湿地范围，与湿地最近边界距离约 500m。施工期间不会改变湿地生态系统的主体结构与空间格局，对湿地水源涵养、调蓄洪水及水质净化等关键功能无显著影响。

施工期间，取水口围堰作业可能对局部水域造成短期扰动，导致悬浮物浓度升高。为最大限度控制施工影响，拟在围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏。在采取上述措施后，白盆珠水库取水口围堰施工及拆除作业所产生的悬浮物影响范围有限：在 50m 半径扇形范围内悬浮物浓度有所升高，超过 60m 半径后浓度即恢复至背景水平。由于影响范围小、持续时间短，该施工活动不会降低湿地生态系统的功能，也不会改变其整体结构。

评价范围涉及白盆珠水库水域未发现国家级重点保护水生野生动物，记录到广东省重点保护水生野生动物 1 种：沼蛙，该物种在省内广泛分布且种群基础较好，适应多种静水生境，其活动区域和取水口间有山体阻隔，且距离大于 500m，施工产生的噪音、震动等影响范围有限；水生动物以常见鱼类为主。施工活动对水生动物多样性影响有限，不会导致物种种群结构发生显著改变。对鸟类的影响方面，该区域不排除诸如小鹞鹞、普通翠鸟、鹭科鸟类等依赖湿地生境，飞行能

力较强、常见于开阔水域、水边灌丛的种类偶尔经过该区域，但这些种类活动范围广，移动能力强，会主动避开干扰。

综上所述，在严格落实环保措施的前提下，工程施工对白盆珠省重要湿地生态系统结构、生态功能及生物多样性的影响总体可控。

3、运营期对重要湿地生态环境影响分析

（1）运营期对动物多样性和栖息地影响分析

本工程在广东惠东白盆珠省重要湿地范围内未设置任何永久性设施，不占用或破坏野生动物栖息地。与湿地最近边界距离约 500m 的拟取水口采用自流式输水设计，运行过程中几乎不产生振动与噪声，最大限度降低了运营期对湿地声环境的干扰。根据长系列调节计算，工程引水使湿地水位小幅度范围内变动(引水前后逐月同期对比：近期变化-0.45m~0.75m，远期变化-2.17~0.21m)。从全年来看，引水后水位仍在死水位 62.7m~正常蓄水位 75.7m 之间，与引水前变化很小。白盆珠水库每年 6 月开始至 10 月是水库的主要蓄水时段，该时段内降雨量大，入库水量丰富，库区水位上升；10 月份以后入库流量减小，水库为了保障下游供水和发电，出库水量大于入库水量，库区水位持续下降消落，通常 4 月~5 月是每年水库水位最低的月份。水位波动既会破坏某些鸟类的繁殖和栖息地，也会为另一些鸟类创造新的觅食机会。在关键的鸟类繁殖期（春夏季），工程引水引起的水位变动不大，与引水前水位差绝对值多在 1m 内，且引水过程水位稳定，对鸟类的繁殖总体影响不大。

运营期对湿地动物的潜在影响主要集中于取水过程。水流运动可能对仔稚鱼及小型鱼类造成卷吸风险，为此取水口前端设置了拦鱼栅，可有效拦截鱼类进入输水系统，显著降低水生生物损伤概率。在取水口日常维护及应急检修过程中，可能临时启用挖掘机等机械设备，此类作业将产生瞬时振动、噪声及人为活动干扰，对周边动物造成短期行为回避。但维修作业频次低、历时短，且影响随作业结束而迅速消失，不会对动物种群及其栖息地造成长期累积效应。

湿地生态系统本身具备一定的缓冲与恢复能力，且工程取水运行期严格以水库水位为调控依据，并设定取水调度原则近期水库水位低于 65.2m 时，远期水位低于 69.2m 时，服从流域统一调度要求；当水位低于死水位 62.7m 时，停止取水，从而在保障供水的同时维持下游生态基流，实现水资源利用与湿地生态保护的动态平衡。结合工程低干扰的运行方式和有效的鱼类防护措施，运营活动对白

盆珠湿地动物多样性及栖息地的影响范围局限、程度轻微，整体风险可控。

（2）运营期对湿地生态系统影响分析

本工程不直接涉及广东惠东白盆珠省重要湿地范围，取水口位于湿地边界以外约 500m。湿地水文情势主要受白盆珠水库运行调度控制，工程运营对湿地生态系统的影响主要源于供水调度引起的水位波动。

工程取水运营严格以水库水位为调控依据，并设定取水限制阈值：当水位低于 62.7m 时停止引水，该调度规则可在水资源利用与生态水位维持之间取得平衡。

根据水文模拟与调度预测，白盆珠水库在不同来水情景下水位将存在一定波动，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m。库区整体水体流速较为缓慢，工程取水行为不会导致流速发生显著变化。水位波动幅度处于湿地生态系统可自适应范围之内，不会淹没或暴露关键滨岸带和浅水区生境，对湿地植被分布、底栖动物生存及水鸟觅食环境均不构成显著影响。

因此，在严格执行水位调控规则的前提下，工程运营不会改变湿地生态系统的结构与功能完整性，对白盆珠省重要湿地的影响总体可控。

4、评价结论

综合施工期与运营期分析表明，在全面落实本报告提出的各项生态保护和减缓措施的前提下，深汕合作区引水工程建设及运行对广东惠东白盆珠省重要湿地的影响轻微，整体生态风险可控。

工程不直接占用湿地范围，取水口等最近施工构筑物距湿地边界约 500m，施工噪声、振动等物理干扰经距离衰减和综合防控后传播至湿地时已显著减弱，不会对湿地声环境和野生动物行为产生持续影响。针对施工期可能引起的悬浮物扩散，通过布设防污帘、围油栏等阻隔系统实现了有效控制；运营期取水活动严格执行取水水位限制要求，当水库水位低于死水位 62.7m 时，立即停止取水，将水位变幅控制在湿地生态系统可适应范围内（近期-0.45～0.75m，远期-2.17～0.21m），保障了湿地水文稳定性和滨岸带、浅水区等关键水鸟生境的完整性。工程实施未改变湿地以水源涵养、生物多样性维护为核心的主体生态功能。

此外，工程与中华秋沙鸭、黑鹳等珍稀物种的主要越冬地“新庵-上围村”地带直线距离达 5km，远超出施工及运营干扰范围，结合低噪声运行、限域作业和

生态宣传等系统管理措施，项目不会对上述物种的核心栖息与繁殖行为造成显著干扰。

因此，从生态环境影响角度评价，本工程建设可行。建议下阶段持续强化施工期环境监理与运营期生态监测，确保各项保护措施落实到位，切实维护湿地生态系统的健康与稳定。

5.7.4 对天然林的影响

1、工程水源及下游区涉及天然林基本情况

工程水源及下游区涉及天然林面积共计 4.5996hm^2，其中包括取水口和检修道路永久占用 2.3461hm^2，临时围堰、1#施工支洞和临时道路等临时占用 2.2535hm^2。

表5.7-1　工程水源及下游区涉及天然林情况统计

工程区	行政区	占用形式	具体工程位置	占用面积	合计
水源及下游区	惠州市惠东县	永久占用	工程取水口及新建检修道路	2.3461hm^2	4.5996hm^2
		临时占用	临时围堰、1#施工支洞和临时道路等	2.2535hm^2	

2、施工期生态影响分析

（1）对植物多样性的影响

工程水源及下游区的取水口涉及惠东县天然林，面积共计 4.5996 hm^2，占惠东县天然林面积的 0.003%，占比极小。

从植被类型来看，惠东县取水口及施工道路区域以暖性针叶林为主，优势树种为马尾松。工程建设对天然林的影响主要表现为植株个体损失和生物量短期减少，不会导致植物多样性水平下降。

施工期间人员活动频繁，可能对周边林木和林下植被造成无意破坏。需严格限制施工作业范围，明确划定施工边界，加强对施工人员的生态保护宣传与行为规范管理，最大限度减少对天然林生态系统的干扰。工程完工后，通过优先选用木荷、马尾松等乡土物种对临时占地范围实施生态修复，并在种植后开展定期监测与管护，确保复绿成效和群落稳定性。

综上所述，在严格落实施工管控措施与植被恢复的前提下，工程对区域植物多样性的影响有限，整体可控。

（2）对动物多样性和栖息地的影响

天然林是野生动物的重要栖息地，工程水源及下游区占用将在一定程度上减少其生境面积。但由于占用面积较小，仅占惠东县天然林面积的 0.003%，不会对野生动物迁徙通道形成切割效应，对区域陆生动物及其栖息地的整体影响较小。

工程涉及天然林区域内记录到多种保护动物，其中国家重点保护物种包括白鹇、褐翅鸦鹃、黑翅鸢、小鸦鹃、蛇雕、红隼、画眉等；广东省重点保护物种有黑水鸡、池鹭、白鹭、大白鹭、斑姬啄木鸟等。这些物种中以鸟类为主，其对噪声较为敏感，施工活动产生的噪声可能对其产生趋避效应，促使动物向周边相似生境迁移。

为降低噪声干扰，工程拟采取多项控制措施：禁止夜间施工；选用低噪声环保型施工机械与车辆，限制车速并禁止鸣笛；加强道路养护与设备维护；缩短高噪声设备作业时间，采用减震垫、隔音装置等从源头降低噪声源强。噪声与振动影响具有暂时性和可逆性，施工结束后相应干扰将基本消除。

施工期间人员与机械活动可能惊扰周边野生动物，甚至导致个别误伤或抓捕行为。应通过设立生态警示标识、开展专题培训、明确禁止狩猎等规定，增强施工人员保护意识。同时严格限制作业范围，控制人为活动边界，并在繁殖期等敏感时段禁止高噪声作业，最大限度减轻对野生动物的干扰。

（3）对森林生态系统的影响分析

天然林为典型的森林生态系统，具有涵养水源、保育土壤、维持生物多样性和调节区域气候等重要功能。工程取水口建设占用天然林将造成局部范围内林木生物量损失和地表植被覆盖减少，可能在一定程度上削弱其水土保持与水源涵养能力。但由于工程水源及下游区占用面积占区域天然林总面积的比例极低，且施工活动控制在有限范围内，不会改变森林生态系统的整体结构和空间连续性，对区域生态调节功能的影响较为有限。

工程涉及区域的森林类型以其他软阔和针阔混交林为主，均为当地常见群落类型。施工可能导致局部生态系统生产力和固碳能力短期下降，但不会造成森林群落演替方向的改变。在落实植被恢复措施后，临时占地范围的生态系统结构和功能将逐步恢复。

此外，工程已制定严格的施工管理和生态保护措施，包括控制作业范围、降

低噪声干扰、规范人员活动及实施生态修复等，可有效减轻对森林生物多样性及生态过程的扰动。在全面落实各项保护和恢复措施的前提下，工程建设对森林生态系统完整性及关键生态功能的影响总体可控。

3、运营期生态影响分析

随着施工活动结束，工程水源及下游区将对永久占地外的临时用地实施系统性生态修复。复绿工程将优先当地乡土物种，采用乔-灌-草结合、常绿与落叶搭配、针叶与阔叶混交的立体配置模式，兼顾观赏性与生态功能，促进群落结构多样性和生态系统稳定性。通过科学养护和长期监测，推动临时用地植被逐步向天然林原生状态恢复。随着生态修复措施见效，临时占地范围的生态系统结构和功能将趋于稳定，土壤持水能力、养分循环等关键生态过程逐步恢复，施工期间被驱离的动物可陆续返回，区域生物多样性水平有望得到提升。

本工程为引水工程，运营期间不排放污染物，不改变地表水文情势，亦不干扰天然林内野生动植物栖息与生长，对森林生态系统的整体结构和功能无直接负面影响。

运营期需重点关注设备维护检修过程中人员与车辆进出对森林生态系统的人为干扰。应严格限制维护作业范围，禁止对周边林木进行砍伐或扰动，通过控制活动频次、加强人员生态保护教育、设置物理隔离及实施动态环境监管等措施，最大限度减少对林内动植物的干扰。

综上所述，在全面落实生态修复、人员管理和动态监控等措施的基础上，工程运营不会对天然林生态系统的完整性、稳定性和生物多样性造成显著影响，整体风险可控。

4、评价结论

综合施工期和运营期分析，本工程建设及运行对区域天然林生态系统的影响轻微，整体风险可控。工程水源及下游区占用天然林总面积较小，不会改变森林生态系统的整体结构和空间连续性。施工活动造成的植被破坏和动物干扰局限于局部范围，通过实施乡土物种生态修复、噪声控制、作业边界管理和人员行为规范等措施，有效减轻了对生物多样性及生态过程的扰动。

运营期工程本身不产生污染物，对天然林无直接负面影响。通过加强维护活动监管和持续生态监测，可最大限度降低人为干扰。在全面落实各项生态保护和

恢复措施的前提下，工程建设不会对天然林生态系统的完整性、稳定性及关键生态功能造成显著影响。

5.7.5 对生态公益林的影响

工程水源及下游区，工程取水口的建设及运营不可避免要占用小部分生态公益林资源（取水口占地范围涉及国家公二级益林，其中永久占地涉及 5.35hm^2，临时占地涉及 3.51hm^2）。除占用的影响外，施工活动中机械及人为破坏，施工活动产生的废水、固废、水土流失等也会对生态公益林的物种及其功能产生一定的不利影响。

工程占用生态公益林将造成区域内生态公益林面积减少，生态功能减弱。但工程占用公益林的面积占评价范围公益林面积比重较小，对于永久占用的生态公益林，应根据相关法律法规办理相关手续，临时占用生态公益林部分在施工结束后应及时采取平整、复绿等措施，恢复临时占地区域的植被。建设单位依法办理用地审核、林地征占审批手续，按照规定进行补偿基础上，不会对林业生产及生态造成明显影响。

5.7.6 对东江上中游国家级水土流失重点预防区的影响

1、工程水源及下游区涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区基本情况

如图 4.2-44 和下表所示，工程水源及下游区涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区面积 14.14hm^2，其中永久占地 5.83hm^2，临时用地 9.31hm^2。

表5.7-2　工程水源及下游区涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区统计

工程区	涉及形式	占用面积	合计
水源及下游区	永久占用	5.83hm^2	14.14hm^2
	临时占用	9.31hm^2	

2、施工期对东江上中游国家级水土流失重点预防区的生态影响分析

工程水源及下游区在东江上中游国家级水土流失重点预防区内的面积 14.14hm^2。仅占预防区重点预防面积的 0.0018%。工程占用面积较小，且以临时占用为主，可在施工结束后通过生态修复措施予以恢复，不会对预防区整体水土保持功能产生显著影响。

工程建设期间的地表开挖、植被清除和表土剥离等活动将扰动占地范围的原

生生态系统和土壤结构，导致表层土抗蚀能力下降，存在水土流失风险。取水口位于库岸，施工将破坏滨岸植被带。取水口、永久检修道路等工程的土石方开挖将产生大量弃渣，若处置不当可能加剧水土流失。

为有效控制水土流失，工程将采取系统性的防治措施：针对白盆珠水库周边区域，根据其水土流失现状及成因，采取工程与林草相结合的综合整治措施，包括建设水源涵养林、实施封山育林等，以治理面蚀和沟蚀，提升水源涵养能力；在取水口施工过程中严格控制扰动范围，减少水土流失产生量；在临时道路两侧设置截排水沟和沉砂池，引导路面径流有序排放；对地表开挖表土进行集中存放并做好拦挡与覆盖；针对工程水源区的弃渣集中堆存弃渣堆放与 ZC1-1、ZC1-2 渣场，施工期间采取拦挡、截排水和护坡等防护措施，施工结束后实施复耕或植被恢复。

同时，将加强水土保持全过程监理，重点监督弃土石方规范作业、保持排水系统通畅，并在暴雨前对动土点采取覆盖等临时防护措施。施工结束后将对取水/分水建筑物周边区域实施土地平整、边坡稳定等工程，并通过撒播草籽、种植防护林木等方式恢复植被，确保区域水土保持功能得到有效维护。

3、运营期对东江上中游国家级水土流失重点预防区的生态影响分析

工程运营本身不直接产生土石方开挖、植被破坏等扰动行为，且施工期临时占地范围已通过植被恢复、边坡稳定等生态修复措施逐步恢复水土保持功能，因此运营期对地表结构和土壤抗蚀能力的直接影响甚微。

运营期设备维护及检修过程中，人员与车辆的进出可能对已生态修复区域的植被产生局部干扰。为此，工程将通过严格限定作业范围、合理安排维护频次、强化现场生态巡查与管理等手段，最大限度降低人为活动对表土和植被的潜在影响。此外，结合工程规划的长期生态监测机制，可持续跟踪水土流失防控成效，确保区域生态功能的稳定性和可持续性。

4、评价结论

综合施工期和运营期分析，本工程建设及运行对东江上中游国家级水土流失重点预防区的生态影响总体可控，不会对区域水土保持功能造成显著不利影响。

施工期工程占用水土流失重点预防区总面积较小，尽管地表开挖、植被清除等活动可能短期内扰动土壤结构、加剧水土流失风险，但通过系统实施水土保持

措施，可有效控制施工扰动带来的生态影响。施工结束后临时占地范围经生态修复，水土保持功能将逐步恢复。

运营期工程不直接产生地表扰动，不对区域水源涵养与水土保持功能造成影响。

综上所述，在全面落实各项水土保持和生态保护措施的前提下，工程对东江上中游国家级水土流失重点预防区的整体影响有限。

5.7.7 饮用水水源保护区

本工程属于与供水设施有关的项目，项目水源区涉及的饮用水水源保护区为白盆珠水库饮用水源保护区(备用)、三角山水库饮用水水源保护区。其中涉及白盆珠水库饮用水源保护区(备用)的工程内容为工程取水口及部分输水隧洞，引水支线 2 输水隧洞下穿三角山水库饮用水水源保护区。

白盆珠水库饮用水源保护区(备用)涉及饮用水水源保护区的施工布置主要有白盆珠水库取水口以及施工过程需要的配套工程，其中设置的施工围堰（土石围堰）堰长度约 360.66m，堰顶高程 82.2m、堰顶宽 7.0m，最大围堰高为 23.2m，围堰边坡坡比为 1:2.0～1:2.5，迎水坡护坡采用抛石护坡；1#施工支洞洞轴线垂直于主洞轴线，水平长度约 590m，支洞断面为城门型，净空尺寸 7.0m×7.5m(宽×高)；临时施工道路长度约 600m，，从管理平台永久道路最近处修建一条施工道路至施工支洞洞口、一条施工道路至围堰堰顶处（高程为 83.0m），施工道路路面宽 7.0m、路基宽 8m。根据施工组织设计，涉水的围堰施工安排在枯水期，饮用水水源保护区范围未设置施工工区、临时堆场、弃渣场、管片预制场等施工布置。

深汕合作区引水工程以隧道形式穿越三角山水源保护区二级保护区约 2075m，隧道进出口、施工营地、渣场等均位于饮用水水源保护区范围以外，施工不涉及饮用水源保护区地表范围及Ⅱ类敏感水体，施工排水不涉及饮用水源保护区水体。因此本次评价主要分析工程对白盆珠水库饮用水源保护区的环境影响。

（1）施工区污废水影响

根据工程在水源保护区的施工布置和施工方式，施工期主要存在的污染源为围堰基坑排水。施工围堰产生的初期排水包括基坑积水和基坑渗水，类比国内类似水利水电工程基坑排水的监测结果，基坑初期排水与原地表水体水质基本相同，

对原水体水质的影响较小。经常性排水采取基坑内静置沉淀后优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，多余部分抽排至下游，不得排入库区内，对库区水质影响教小。

取水口附近的施工工区距离水源保护区较远，工程施工生活污水、生产废水处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）标准后用于场区洒水降尘等不外排。因此，施工期正常情况下不向周边水域排放废污水，不会影响区域内饮用水水源水质。施工工区布置于水库的下游，事故排放工况下，工程施工废水和生活污水亦不会进入库区，不会对水源保护区水质造成影响。

（2）围堰施工对饮用水水源保护区的影响分析

根据“5.4.6.2 施工期悬浮物影响预测”的预测结果，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘，白盆珠水库取水口施工围堰拆建施工 SS 的影响范围，施工半径 50m 外周边水域悬浮物浓度恢复到本底值。因此，本项目施工对白盆珠水库饮用水水源保护区和其现有取水口（位于本工程拟建取水口下游约8.5km）的水环境影响较小，整体可控。

6 输水线路区环境影响预测

6.1 地表水环境影响分析

6.1.1 施工期水环境影响分析

施工期施工废污水排放可能对地表水环境产生影响。施工废污水包括生产废水、生活污水等，其中，施工期生产废水包括砂石料加工系统废水、机械冲洗含油废水、隧洞排水及基坑排水等；生活污水主要为施工生活区施工人员日常生活产生的污水（主要污染因子为 BOD_5、NH_3-N、SS）。

6.1.1.1 生产废水环境影响分析

本项目使用商品混凝土，不设砼拌和系统，不存在砼拌合系统冲洗废水。施工期生产废水包括砂石料加工系统废水、小型机械设备维修和冲洗含油废水、隧洞排水及基坑排水等。

（1）砂石料加工系统冲洗废水

根据工程施工组织设计，本工程全线共设置 2 处砂石料加工系统（2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统），加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。砂石料冲洗废水主要污染物质为 SS，浓度高达 20000mg/L 以上，基本无其它污染物。本工程由人工砂石料系统生产的豆砾石设计需要量约 5.1 万 m^3，通常 1 吨砂石料需要用水 2.75m^3，废水量一般为砂石料用水量的 80%，施工期砂石料加工系统废水总产生量约 11.22 万 m^3。本工程砂石料加工系统废水经混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排。各砂石料加工系统废水经处理后回用，既可减少施工新增用水量，又可避免施工废水排放对附近水体的影响，废水处理设施正常运行情况下对周围水体水质影响很小。

（2）机械修配及车辆养护含油废水

本工程交通较为方便，大中型修理委托当地专业厂家，因此在各施工现场只设车辆及机械维修保养站点，进行机械车辆的日常维护保养工作。机械设备、汽车修配厂的冲洗废水主要污染物为 SS 和石油类，SS 的浓度在 500~4000mg/L 左右，石油类的浓度在 10~30mg/L 之间。

根据施工组织方案，工程全线共布置 11 处施工区。每个施工区进出场地设

置汽车、机械的冲洗池，废水污染物以石油类、SS 为主。机械修理依靠附近城镇，不在施工区产生废污水。本工程施工期间涉及挖掘机、自卸汽车、推土机、钻机等施工机械、车辆约 935 台，每天需要冲洗的施工机械或车辆数按总数的30%计。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》施工期环境影响预测评价，机械设备冲洗用水量为 400L/(辆·次)，废水量一般为冲洗用水量的 80%，每台水电施工机械平均约产生冲洗废水 0.32m^3/d，则平均每天产生冲洗废水约89.76m^3/d，平均每个工区含油废水产生量约 8.16m^3/d。主体施工期 54 个月，则施工期含油废水产生总量约 13219.2m^3。

本工程大多工区临近村落、城镇，工区现场仅承担大中型施工机械的二级以上的保养、小型机械的修理、简单零星配件的加工以及汽车一、二级保养及小修任务，期间机械修配及保养产生废水量很少。在施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水，含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理，再进入清水池，进一步净化水质。废水最终处理《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排。废油和脱水污泥定期运至有相应资质的单位或机构进行处置，机械修配保养系统废水对周围水体水质影响很小。

（3）隧洞排水

根据工程布置及施工场地安排，输水线路的施工支洞口、隧洞进出口将产生隧洞排水。隧洞排水主要包括地下涌水和隧洞开挖过程中的施工废水。

隧洞施工过程中一般存在隧洞渗水现象，根据分析，本工程的开挖渗水主要产生于裂隙水。同时，由于洞身段砼衬砌以及地质条件原因可能实施灌浆作业，也会产生部分废水，在裂隙水的稀释下，其 pH 值和悬浮物浓度将会有所稀释。隧洞施工过程中的地下渗水情况类比相关水利工程项目，高峰期废水产生量可达100m^3/h，主要污染物悬浮物浓度达 2000mg/L，隧洞排水如果直接排放，将对周围的水环境有一定的不利影响。为此，需对隧洞排水进行沉淀处理，综合考虑隧洞出口和支洞口布置位置和水环境功能要求，除取水口隧洞口和 1#施工支洞靠近白盆珠水库为II类水域外，其余隧洞、支洞口附近水体不涉及II类水域和III类水域中划定的保护区等敏感水体，隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB 44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区降尘

用水等，回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，对周边的水环境影响不大。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水，在采取上述措施的情况下，隧洞排水对周围水体水质影响较小。

（4）基坑施工排水

施工围堰将产生初期排水及经常性排水。初期排水包括基坑积水和基坑渗水两部分，类比国内类似水利水电工程基坑排水的监测结果，基坑初期排水与原地表水体水质基本相同，对原水体水质的影响较小。施工经常性排水包括基坑渗水、天然降水和施工废水，结合国内其他工程经验看，在防渗措施完善的前提下，基坑内的经常性排水有限，经一定时段集水后由水泵抽排，主要污染物为悬浮物。

经常性排水采取基坑内静置沉淀后优先用于降尘、浇灌附近耕地林地或作为水保植物措施用水等，多余部分抽排至下游，不得排入库区内，对库区水质影响教小。

（5）暴雨径流排水

暴雨径流排水会携带地表泥沙入水体导致水质短期恶化，还可能因水量骤增冲击沿岸植被或造成局部积水以及水土流失。暴雨径流排水污染物主要为泥沙 SS，本工程施工场区施工期间沿场地四周布置临时排水沟，边坡开挖阶段，为规避雨季雨水对坡面的冲刷侵蚀，在坡面同步布设临时排水沟，并与上方已建成的主体排水沟精准衔接，形成完整的排水体系；同时，在排水系统沟口前端设置临时沉沙池，通过物理沉淀高效拦截泥沙。经沉沙池处理后，径流排水中的泥沙（SS）含量大幅降低，水质可基本达到非施工场区自然径流的水质水平，有效控制了施工期暴雨径流对周边水体的污染风险。因此，暴雨径流排水对环境的影响有限。

6.1.1.2 生活污水环境影响分析

本工程共布置 11 处施工工区，本工程施工高峰人数 2100 人，施工平均人数 1470 人。根据《用水定额 第 3 部分：生活》(DB44T1461.3-2021)，施工人员用水量按农村居民 I 区 150L/(人·d)计，则高峰期生活用水量约为 315t/d，取排污系数为 0.8，则高峰期施工人员生活污水产生量约 252t/d。生活污水主要污染因子为 BOD_5、NH_3-N、SS 等，其中 BOD_5 约 150mg/L，NH_3-N 约 25mg/L，SS 约

200mg/L。施工期施工生活区总污水产生量约 45.36 万 m^3，其中 BOD_5 产生总量约 68.04t，NH_3-N 产生总量约 11.34t，SS 产生总量约 90.72t。

本工程主体施工期 60 个月，生活污水如果直接排放会对周围水环境将造成一定影响。输水路线涉及的水体有白盆珠水库、白马河、明热河，水质目标分别为 II、III、III类；根据工程布置及施工布置，工程布置的施工工区附近均无敏感水体分布。根据所在区域水环境功能及位置情况，线路及施工工区周边区域大部分位于农村或城市郊区，市政配套管网尚不完善，施工人员生活污水经处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用 城市杂用水标准》（GBT18920-2020）后回用。

6.1.2 运行期水环境影响分析

工程建设运行后，废水主要来源于管理区的办公产生的粪便污水，产生生活污水量很小，管理区配套一体化生活污水处理设施，生活污水经处理达标后回用于管理区绿化、道路洒水等，对区域水环境基本无影响。

6.2 地下水环境影响

本工程的输水线路主要由引水干线（白盆珠水库取水口至 2#分水池）、引水支线 1（2#分水池至凤河水厂）、引水支线 2（2#分水池至龙山水厂）组成。本工程输水线路主要由输水隧洞和埋管构成，对地下水环境的影响主要为隧洞施工对地下水的影响。

6.2.1 水文地质条件

根据区域地质资料，工程区属低山、丘陵区，隧洞深埋于此，地表植被茂密；钻孔揭露地下水埋藏较深，地下水位多位于弱风化～微风化岩石内。地下水位与地形密切相关，具有正相关性，随地形升高逐渐抬高。场区隧洞段地下水类型主要赋存于松散沉积层中的孔隙水和储藏于岩层中的基岩裂隙水，表层地下水类型主要位于覆盖层孔隙水，储量较丰富，受大气降水补给，主要排泄于河流，少量下渗于深层岩石裂隙中，地下水活动与大气降水关系密切；隧洞埋藏平均深度约 300m，地下水类型主要为基岩裂隙水，主要受大气降雨补给、经覆盖层孔隙水下

渗，受岩石裂隙和断层发育程度影响，沿基岩中的断层、裂隙贮存和导送，水量差别较大。场区处于莲花山断裂影响区，沿断裂带见有温泉出露，取水口附近的白盆珠镇和深汕合作区赤石镇均有泉水出露，现已开发成温泉酒店，距离工程区5km～10km。

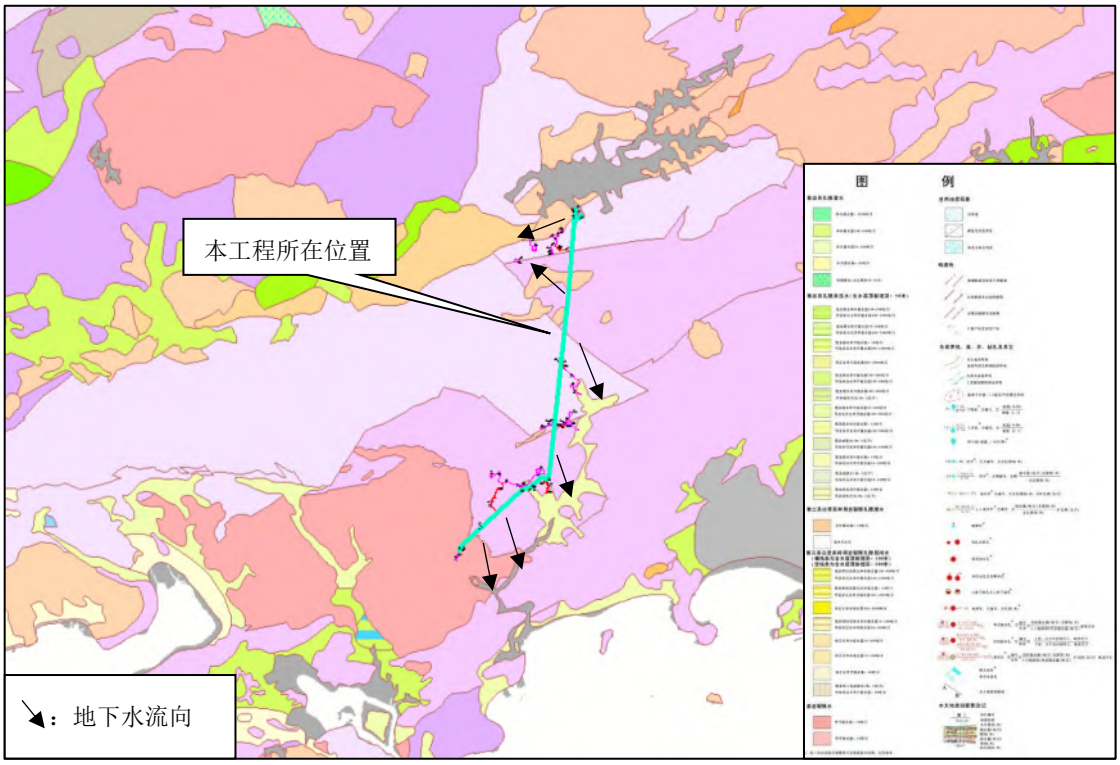


图6.2-1　工程所在区域水文地质图

各输水线路的工程地质情况分述如下：

（1）引水干线（白盆珠水库取水口至2#分水池）

引水干线在白盆珠水库副坝左岸东面2.5km取水，自北向南往穿过S356省道、白马村后，穿越莲花山脉和S20甬莞高速公路，从甬莞高速莲花山2号隧洞底部穿越到达1#分水池；引水线路近直线，走向为S9°W。沿线为低山、丘陵地区，植被覆盖，地形起伏大。在桩号D6+400～D8+400段穿越莲花山脉，属于低山地貌，海拔高程在500m以上；其中桩号D7+254为线路最大海拔高程高程803m处，为全线最高点。

引水干线为白盆珠水库取水口～2#分水池，取水口后面采用长度约0.695km钻爆隧洞向南施工至1#施工支洞处，钻爆段起点为D0+091、终点为D0+785.544。过1#施工支洞后为TBM的3#段(与2#段共用1台TBM)，该TBM段沿线下穿S356省道、莲花山脉至桩号D3+075.000，长度约2.29km(含始发钻爆扩大段)，

该段 TBM 施工与 2#段共用一台 TBM，即 TBM 的 2#段施工完成后进行拆解并在 2#施工支洞与引水干线相交处的组装洞室(桩号 D3+075.000～D3+175.000)重新组装后向白盆珠库区方向掘进。2#施工支洞(兼永久检修支洞)桩号为 D3+125.000。过 2#施工支洞后为 TBM 的 1#段，1#段起始桩号为 D3+175.000，该 TBM 在组装洞室完成组装后开始向南掘进直至 3#施工支洞处。并在 3#施工支洞拆解出洞，该 TBM 段开挖洞径为 6.96m，衬后内径 5.5m，洞线自北向南布置，长度共约 8.25km(含始发钻爆扩大段)。3#施工支洞(兼永久检修支洞)桩号为 D11+495.000。过 3#施工支洞后为 TBM 的 2#段，该段的始发场地位于 1#分流水池附近的大安河上游西北位置平地，场地整平后作为 TBM 始发场地开始向北掘进，桩号为 D16+098.000。并在 3#施工支洞拆解出洞，该 TBM 段开挖洞径为 6.96m，衬后内径 5.5m，洞线自南向北布置，长度共约 4.68km(含始发钻爆扩大段)。隧洞终点后接一段埋管后连接 1#分流水池，1#分水池桩号为 D16+135.000。

出 1#分水池后线路继续往南向，桩号 D16+110.000～D16+281.000 为低洼的山坳地，该段直接采用管径 2.6m 钢管埋管铺设，管线自北向南布置，管道长度约 171m。桩号 D16+281.000～D20+407.819 为杓麻山脉及锁链山脉，该段长度约 4.127km(含始发钻爆扩大段)，采用盾构施工穿越山脉，隧洞洞径 2.6m，隧洞出洞口布置在规划凤河水厂北部山坳，隧洞末端接一段埋管并连接至 2#分流水池，干线终点桩号为 D20+429。

引水干线地质纵剖面示意图见下图 6.2-2，

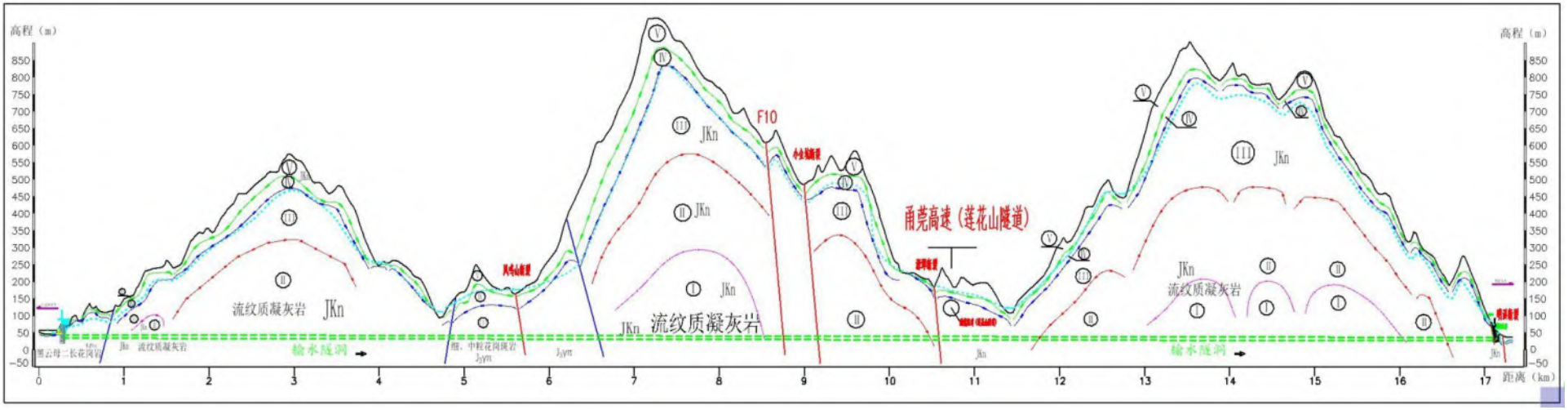


图6.2-2　引水干线工程地质纵剖面示意图

（2）引水支线 1（2#分水池至凤河水厂）

凤河水厂支线 1，长度约 0.41km，桩号为 DA0+000.000～DA0+410.208，引水流量 7.7m^3/s；支线 1 出 2#分水池后线路往西南方向接一段管径 2.4m 的埋管，后接入规划的凤河水厂，线路走向为 S33°W。

引水线路沿线地形地貌属低山丘陵地区的山间盆地，植被覆盖较好，山坡坡度一般 15°～30°，地面高程 30m～60m；DA0+000～DA0+156 和 DA0+213～DA0+409.395 为南北两座山头坡脚，DA0+156～DA0+213 为山间盆地，发育一条小冲沟；地形上总体为南北高，中间低。

引水线路布置于山坳位置，地层岩性为侏罗系上水龙段泥质粉砂岩、碳质泥岩(Js)；全风化带厚度较大，层厚 5.7m～10.2m；强风化带层厚约 5.5m～16.4m；弱风化带埋藏较深，其饱和单轴抗压强度平均值为 19MPa，为软质岩。

引水管道管径 2.4m，管顶覆土厚度大部分在 2m～5m 的范围内，局部深埋段管顶最大覆土厚度不超过 8m，为了不影响农作物种植，管顶最小覆土不小于 2m。正常运行工况下，管道管顶以上为不小于 2m 压力水头，经水工设计计算管道地基承载力最大约 120KPa。

线路开挖深度多 4.5m～7.5m，两侧山头(桩号 DA0+000～DA0+156 和 D0+213～DA0+409.395)开挖地层多为坡积层和全风化层，易于开挖，地基承载力可满足设计要求；线路中间沟底部位(桩号 DA0+156～DA0+213)多为强、弱风化岩石出露，但岩石属软质岩，开挖难度不大，承载力较高，可满足基础要求。开挖期间雨季需及时排水，全风化泥质粉砂岩、碳质泥岩遇水扰动后易软化，开挖到基底后及时封闭。基坑边坡以土质边坡为主，稳定性差，需进行施工支护，或按稳定边坡开挖；穿越河沟段基坑开挖时，砂卵砾石层易发生渗透破坏，导致边坡失稳、垮塌，建议做好边坡支护、防渗和排水措施。

（3）引水支线 2（2#分水池至龙山水厂）

2#分水池～龙山水厂引水支线 2 长度 8.864km，其中隧洞长度 7.941km，管道长度 0.923km，引水流量 3.9m^3/s。龙山水厂支线起点桩号 DB0+000.000，位于引水干线终点桩号 DB20+429，该位置由 2#分水池预留的岔口接一段埋管后继续钻爆进洞，进洞后盾构隧洞由西转西南方向，隧洞内径为 2.6m，并在明热河东北部山体出洞，出洞后沿着荒地、旱地、田地、林地采用管径 2.0m 的埋管铺设，

该段埋管起点桩号 DB1+528.347，埋管直至明热河岸处，并采用埋管方式(倒虹吸)穿越明热河，埋管继续延伸铺设至明热河西南侧山脚后接钻爆隧洞进口，埋管终点桩号为 DB2+286.851，该段埋管长度约 0.758km。埋管后接隧洞洞线继续沿东南向山脉布置，隧洞出洞口布置在已建龙山水厂的北侧山脚，出洞口紧邻正在施工的西部水源工程的出洞口，隧洞终点桩号为 DB8+732.351，该段隧洞总长度 6.445km，洞径为 2.6m，该段隧洞分为钻爆隧洞和盾构隧洞。DB8+632.351～DB8+732.351，长度约 100m，由于受高压线塔线路等条件制约，应相关部门要求，该段隧洞采用破碎锤及水磨钻进行施工。隧洞终点桩号 DB8+732.351 后接一段管径为 2.0m 的埋管后，接入西部水源工程中在龙山水厂附近位置预留的管道接入口，本项目龙山水厂支线终点桩号为 DB8+864.136。

引水线路沿线地形地貌属丘陵地区，植被覆盖，山坡坡度一般 15°～35°，地形上总体为西南高，东北低。龙山水厂引水支线总体由东北至西南方向，引水线路穿越丘陵地貌，主要采用主要隧洞型式，线路地面最大高程为 602m(桩号 DB7+020)；线路交水到鹅埠镇的龙山水厂，交水点现状地面高程 52m～54m。

6.2.2 隧洞施工渗水影响分析

6.2.2.1 部分隧洞段涌水量估算

隧洞沿线揭露多条断层，其中断层 F35、F7、F2、F10、F6、F8、F14、F16、F17 和 F18 的规模较大，连通性较好，均是良好的储水及导水体，隧洞开挖至断层处，可能有股状地下水从断层带涌出。断层带渗透系数和最大涌水量预测参考穿越莲花山脉的大丰华高速鸿图特长隧道施工期数据，及论文《鸿图特长隧道高压涌水成因分析》的相关研究成果。

采用“大岛洋志法”对输水干线穿过各断层单位长度可能最大涌水量(qo)及揭穿断层初期发生的最大涌水量(Q)预测，公式见式 1～式 2。根据隧洞及各断层地质条件，有关参数取值及预测结果见表 6.2-1。

$$q_o = \frac{2\pi \cdot m \cdot k(H - r_o)}{\ln[4(H - r_o)/d]} \qquad \text{式 1}$$

$$Q = Bq_o \qquad \text{式 2}$$

式中：qo 为洞身通过含水体(断层)单位长度可能最大涌水量，m^3/d；

Q 为揭穿断层初期发生的最大涌水量 m^3/d；

k 为岩体渗透系数，m/d；

H 为静止水位至洞底距离，m；

d 为洞身横断面等价圆的直径，m；

ro 为洞身横断面等价圆的半径，m；

m 为转换系数，一般取 0.86。

表6.2-1　隧洞主要断层带揭穿初期最大涌水量预测表

断层带编号	预测洞内出露桩号	断层带宽度 B	断层带渗透系数 k	地下水静止水位至洞底距离 H	洞身横断面等价圆的直径 d	洞身横断面等价圆的半径 ro	转换系数 m	单位长度可能最大涌水量 qo
		(m)	(m/d)	(m)	(m)	(m)		($m^3/d·km$)
F35	D3+540～D3+615	10	2.4	300	6.96	3.48	0.86	748
F7	D4+880～D4+960	5	2.4	101	6.96	3.48	0.86	314
F2	D5+840～D5+930	10	2.4	122.5	6.96	3.48	0.86	365
F10	D8+600～D8+660	5	2.4	380.5	6.96	3.48	0.86	909
F6	D9+430～D9+510	10	2.4	260	6.96	3.48	0.86	666
F8	D11+380～D11+420	10	2.4	26	6.96	3.48	0.86	114
F14	D15+700～D15+890	20	2.4	62.5	6.96	3.48	0.86	217
F16	D19+600～D19+700	10	2.4	148	4.1	2.05	0.86	382
F17	D20+130～D20+250	10	2.4	104	4.1	2.05	0.86	287
F17	DB1+316～DB1+378	10	2.4	150	4.1	2.05	0.86	386
F17	DB1+316～DB1+378	10	2.4	277.5	4.1	2.05	0.86	638
F18	DB7+896～DB8+015	10	2.4	26	6.96	3.48	0.86	114

TBM 隧洞在桩号 D9+142～D9+417 段穿过笼山水上游水库，断层 F6 穿过隧洞，可能与库水直接连通；当隧洞通过潜水含水体时，采用古德曼经验公式进行

最大涌水量预测，经预测可能最大最大涌水量为 3744m^3/d。

6.2.2.2 隧洞施工渗水影响分析

引水干线隧洞（D0+091～D20+429）全长 20.415km，其中钻爆段、TBM 段与盾构段交替穿越侏罗系晶屑凝灰岩、花岗斑岩及白垩系黑云母二长花岗岩，岩体受莲花山断裂带北东向、北西向与近东西向断裂切割，形成宽约 5～50m 的硅化破碎带、断层角砾岩带及岩性接触带，岩体完整性系数 Kv 普遍低于 0.35，裂隙张开充填钙质、铁锰质及泥质，构成连续渗流网络。沿线地下水随地形起伏变化，水位与地表高程同步抬升，D3+125～D11+420 段埋深达 745m，钻孔实测承压水头最高 324m，压水试验透水率 5～17Lu，断层带可达 30Lu；D9+142～D9+417 段下穿笼山水上游水库，古德曼公式预测最大涌水量 3744m^3 /d，且补给源稳定。持续高压渗水使Ⅳ～Ⅴ类围岩软化、崩解，岩块强度由 101MPa 降至 30MPa 以下，掌子面自稳时间由数小时缩短至数分钟，掉块演变为大规模塌方；TBM 掘进时刀盘前方土体含水量骤增，凝灰岩、花岗斑岩磨蚀指数 CAI=3.25～3.65，高硬度碎屑随水流冲击刀盘，刀具偏磨、崩刃频发，扭矩波动导致卡机停机，掘进效率下降 30%以上；盾构穿越 D16+431～D20+265 段薄层泥质粉砂岩、碳质泥岩时，渗水软化岩体，刀盘结泥饼，推力骤增，姿态控制困难，管片背后同步注浆被渗流稀释，浆液流失率超过 50%，壁后空洞诱发地表沉降 20～40mm，影响甬莞高速、省道 S356 及沿线村庄安全。长期渗流还将携带游离 SO_4^{2-}、Cl^-等腐蚀性离子，对混凝土产生中等腐蚀，钢筋截面损失率年均 0.1mm，运营期衬砌开裂、渗漏治理费用显著上升；地下水环境改变可能截断山涧溪流，诱发泉水枯竭、植被退化等生态问题。

引水支线 2（DB0+000～DB8+864.136）隧洞总长 7.942km，其中盾构段穿越侏罗系上水龙段薄层泥质粉砂岩、碳质泥岩与花岗斑岩，岩层层理发育，岩体完整性系数 Kv 仅 0.15～0.35，断层破碎带及岩性接触带岩块呈碎裂～散体结构，裂隙张开充填泥质、钙质，形成强透水通道。沿线地下水埋深随地形升高而增大，DB2+436.851～DB6+635 段最大埋深 328m，钻孔压水试验透水率 3～15Lu，断层带局部达 25Lu，DB1+528.347～DB2+286.851 跨明热河段河床砂卵砾石层渗透系数 6×10^{-3}cm/s，基坑涌水量实测 8000m^3/d。持续渗水使IV～V类围岩软化、膨胀，泥质粉砂岩单轴抗压强度由 19MPa 降至 5MPa 以下，掌子面挤出变形量达

200mm，初期支护钢拱架扭曲、喷射混凝土开裂；盾构穿越软硬不均地层时，渗水差异导致刀盘受力不均，花岗斑岩与泥岩交界处刀盘偏磨、刀具崩刃，掘进速度由 10m/d 降至 3m/d，姿态偏差超过±50mm，管片错台、破损率增加 20%；高水头渗流携带细颗粒堵塞刀盘开口，泥饼厚度达 30cm，推力骤升，螺旋输送机喷涌，施工被迫停机清理。长期渗流还将引发地表沉降槽宽度扩大至 30m，最大沉降 60mm，影响广汕高铁、深汕高铁隧洞结构安全；渗水携带腐蚀性离子对混凝土、钢结构产生弱～中等腐蚀，运营期衬砌渗漏、钢筋锈蚀、轨道变形风险显著，后期维护成本成倍增长。

根据工程布置及施工场地安排，输水线路的施工支洞口、隧洞进出口将产生隧洞排水。隧洞排水主要包括地下涌水和隧洞开挖过程中的施工废水。隧洞施工过程中一般存在隧洞渗水现象，隧洞施工过程中的地下渗水情况类比相关水利工程项目，主要污染物悬浮物浓度达 2000mg/L，隧洞排水如果直接排放，将对周围的水环境有一定的不利影响。为此，需对隧洞排水进行沉淀处理，综合考虑隧洞出口和支洞口布置位置和水环境功能要求，除取水口隧洞口和 1#施工支洞靠近白盆珠水库为II类水域外，其余隧洞、支洞口附近水体不涉及II类水域和III类水域中划定的保护区等敏感水体，隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB 44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区降尘用水等，回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，对周边的水环境影响不大。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水，在采取上述措施的情况下，隧洞排水对周围水体水质影响较小。

6.2.3 隧洞施工对地下水环境影响分析

6.2.3.1 隧洞施工对地下水水位的影响分析

深汕合作区引水工程隧洞施工涉及复杂的地质条件，其对地下水水位的影响主要体现在以下几个方面：

（1）地下水水位变化的总体趋势

隧洞施工过程中，由于开挖活动改变了原有的地质结构，尤其是穿越断层破

碎带和岩性接触带时，地下水的流动路径和补给条件被显著改变。根据钻孔地下水位观测数据，施工区域地下水位与地表高程呈正相关，地下水位多位于弱风化带中，具有不均匀性和各向异性的特征。隧洞施工可能导致局部地下水位上升或下降，具体变化取决于施工方法、地质条件以及地下水的补给和排泄条件。

在引水干线隧洞施工中，D0+091～D20+429 段穿越侏罗系晶屑凝灰岩、花岗斑岩及白垩系黑云母二长花岗岩，岩体受断裂切割，形成宽约 5～50 m 的硅化破碎带和断层角砾岩带。这些破碎带和接触带的透水性较强，地下水容易通过这些通道流动。特别是在 D9+142～D9+417 段下穿笼山水上游水库，古德曼公式预测最大涌水量 3744m^3/d，表明该区域地下水补给充足，施工可能导致局部地下水位下降，但随着施工的推进，地下水的补给条件可能会发生变化，水位可能会逐渐恢复或达到新的平衡状态。

在引水支线 2 隧洞施工中，DB0+000～DB8+864.136 段穿越侏罗系上水龙段薄层泥质粉砂岩、碳质泥岩与花岗斑岩，岩层层理发育，岩体完整性系数 Kv 仅 0.15～0.35，断层破碎带及岩性接触带岩块呈碎裂～散体结构。这些区域的地下水位变化较为复杂，尤其是在 DB2+436.851～DB6+635 段，最大埋深 328 m，钻孔压水试验透水率 3～15Lu，断层带局部达 25Lu，表明地下水的流动性和补给条件较强。施工可能导致局部地下水位下降，尤其是在盾构穿越过程中，地下水的流失可能会导致水位下降，但随着施工的完成，地下水位可能会逐渐恢复。

（2）地下水水位变化的具体影响

隧洞施工对地下水水位的影响不仅体现在水位的升降上，还可能导致地下水位的波动和局部区域的水位变化。在施工过程中，地下水的流动路径被改变，导致局部区域的水位上升或下降。这种波动可能会对周边的生态环境产生影响，例如，地下水位的下降可能会导致植被退化，影响生态系统的稳定性。同时，地下水位的波动还可能引发地表沉降，影响周边建筑物和基础设施的安全。

深汕合作区引水工程隧洞施工虽会改变原有地质结构，影响地下水流动路径和补给条件，但本工程隧洞沿线地表水体以山间溪流为主，水量较小，对周边地下水位变化影响较小。施工区域地下水位与地表高程正相关，多位于弱风化带，具不均匀性和各向异性。引水干线隧洞施工时，穿越的硅化破碎带和断层角砾岩带透水性强，不过在如 D9 + 142～D9 + 417 段下穿笼山水上游水库，虽预测最大

涌水量大，但施工导致的局部地下水位下降会随施工推进，因地下水补给条件变化而逐渐恢复或达到新平衡。引水支线 2 隧洞施工时，DB0 + 000～DB8 + 864.136 段所穿越区域地下水位变化复杂，但施工导致的局部地下水位下降，在盾构穿越过程结束后也会逐渐恢复。并且在隧洞开挖前采取预加固处理措施，施工时及时砼衬砌，施工后砼衬砌可防止围岩裂隙水进入洞内水体，不会改变或阻断当地地下水流态，不会导致隧洞穿越区域地下水位下降，所以对周边地下水位变化影响处于可接受范围。

本项目隧洞沿线地表水体以山间溪流为主，水量较小，且隧洞两侧范围无以地下水灌溉的农田，也无地下水环境敏感目标。这意味着即便下游河道流量因工程有所减少，进而引起沿线地下水位一定程度下降，但由于周边不存在依赖地下水进行灌溉的农田等农业生产设施，所以不会对农业生产造成实质性的不利影响。虽然项目施工可能致使下游河道流量减少，进而引起沿线地下水位下降，但从工程采取的措施来看，能最大程度降低这种潜在影响。工程在隧洞开挖前采取预加固处理措施，施工时及时砼衬砌，防止围岩裂隙水进入洞内水体，避免改变或阻断当地地下水流态，可有效保障地下水位不会出现大幅下降。因此，项目整体对地下水水位环境影响小，能够保障周边农业生产正常进行，不会因地下水问题对农业生产产生明显的不利影响。

6.2.3.2 隧洞施工对地下水水质的影响分析

本工程约有 4km 输水线路和 4 个施工支洞采用钻爆法施工工艺，隧洞钻爆法施工开挖过程中选用的施工炸药为乳化炸药，是 20 世纪 90 年代发展起来的一种环保型炸药，组分中不含 TNT。隧洞施工过程中产生的隧洞施工废水主要污染物为无机物质悬浮物，对水体化学性质影响并不显著，而主要是物理性质的影响。因此，隧洞开挖后，通常在隧洞口或施工支洞口设置沉淀池，用于收集隧洞排水，避免隧洞施工排水随意排放对地表水和地下水造成污染。本工程隧洞排水主要污染物为悬浮物，及时排出至隧洞口沉淀池进行沉淀处理后回用施工用水或排入附近溪沟（回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，白马河水环境功能执行 III 类，笼山水、横坑水均执行 IV 类），根据本次环评对区域地下水水质的监测，工程沿线各水质监测点的地下水水质因子均满足《地下水质量标准》

（GB/T 14848-2017）III 类标准，因此，仅沉淀处理回用不完的隧洞排水基本不会对地表水造成不利影响。施工工区产生的生活污水、机械冲洗废水经采取污废水处理设施进行处理达标后排放，基本不会对地下水造成不利影响。

另外，工程输水隧洞施工期地下水污染源主要为小型机械维保含油废水和生活污水等，施工污废水在产生、收集或处理过程中可能会有少量污废水渗入地下，从而造成地下水污染。因此，工程区地下水的保护应以预防为主，对施工生产设施及生活区可能存在断裂、岩溶的地方需采用粘土和混凝土等填实，做好防渗措施。污废水处理设施须进行定期检查（监测频率小于 100 天），及时发现并采取相应措施（如堵住泄漏管道、采用防渗墙等）减少和杜绝其冒滴漏现象，杜绝形成持续的污染源。在采取上述措施的前提下，拟建工程输水隧洞施工对地下水水质的影响很小。

综上所述，在隧洞开挖前采取预加固处理措施的前提下，工程输水隧洞施工过程中及时采用砼衬砌以及对污水处理设施做好防渗等防护措施，施工完毕后，砼衬砌完全可以防止围岩裂隙水进入洞内水体，工程的建设不会改变或阻断当地的地下水流态，不会导致隧洞穿越区域的地下水位下降，对隧洞周边生态环境及地下水状态、水质等影响在可接受范围内。

6.2.4 埋管段对地下水环境影响分析

深汕合作区引水工程的埋管施工主要分布在引水干线和引水支线的局部区域，其对地下水环境的影响主要体现在以下几个方面：

首先，埋管段的开挖深度相对较浅，一般在 4.5m～7.5m 之间，局部深埋段管顶最大覆土厚度不超过 8m。这种浅层开挖可能会暂时改变局部区域的地下水流动路径，尤其是在穿越河沟、山间盆地等区域时，如引水支线 1 的 DA0+156～DA0+213 段和引水支线 2 的 DB1+528.347～DB2+286.851 段。开挖过程中，地下水可能会通过基坑侧壁和底部的砂卵砾石层等透水层发生渗透，导致局部地下水位下降，但这种影响通常局限于基坑周边较小范围，且随着施工完成和管道回填，地下水流动路径会逐渐恢复。

其次，埋管段的施工可能会对地下水水质产生一定影响。在开挖过程中，地表水和施工废水可能会进入地下水系统，尤其是在遇到强透水性的砂卵砾石层时，

如引水支线 2 的明热河段。这些外来水源可能会携带悬浮物、有机物和施工材料残留物等，对地下水水质造成一定程度的污染。然而，由于埋管段的施工周期相对较短，且施工后会进行严格的回填和防渗处理，这种水质影响通常是暂时性和局部性的，随着施工活动的结束和自然净化过程，地下水水质有望逐渐恢复到施工前的状态。

此外，埋管段施工对地下水环境的影响还与当地的水文地质条件密切相关。在地下水位较高的区域，如引水支线 1 的山间盆地和引水支线 2 的明热河附近，施工过程中需要采取有效的降水和排水措施，以确保施工安全和质量。这些措施可能会导致局部地下水位的明显下降，进而影响周边地区的地下水补给和排泄条件。但在施工结束后，通过合理的回填和地下水回灌等措施，可以有效缓解这种影响，使地下水位逐渐恢复到正常水平。

综上所述，深汕合作区引水工程的埋管施工对地下水环境的影响主要表现为局部地下水流动路径的暂时改变和水质的短期波动。通过科学合理的施工组织和有效的环境保护措施，可以有效降低这些影响，确保施工活动对地下水环境的影响控制在可接受的范围内。

6.3 水生生态影响

6.3.1 施工期水生生态影响

深汕合作区引水工程的输水线路在设计和施工过程中充分考虑了对地表水体及水生生态的影响，除明热河段采用埋管形式涉及地表水体外，其余段主要以深隧形式穿越地表水体。这种设计在很大程度上减少了对地表水体的直接干扰，避免了因施工活动导致的水体污染和生态破坏。深隧形式的施工主要在地下进行，对地表水体的物理和化学性质影响较小，同时也减少了对水生生物栖息地的破坏。

明热河段的埋管施工涉及地表水体，通过选择枯水期施工，有效避免了对水生生物繁殖和生长关键时期的干扰。枯水期河流水量减少，水位降低，施工过程中对水体的扰动相对较小，减少了泥沙和污染物进入水体的可能性，从而降低了对水质和水生生物栖息环境的影响。同时，施工时间的短暂性意味着对水生生态系统的干扰是暂时的，施工结束后及时的恢复措施能够使河流生态系统迅速恢复到施工前的状态，确保了水生生态系统的完整性和稳定性。这种施工方式和时间

安排在保障工程建设顺利进行的同时，也最大程度地保护了明热河的水生生态环境。因此，施工期输水线路对水生态的影响主要体现为人为活动及施工产生的噪音对鱼类产生一定的驱赶作用。由于受到施工干扰，鱼类会向施工区域上下游河道游动，暂时避开施工区域，不会导致鱼类资源的损失。输水线路区调查到广东省重点保护水生野生动物沼蛙和小棘哇蛙，工程施工对这两种物种的影响主要表现在近水区域施工对其造成的影响，使其栖息地和繁殖地面积缩小，迫使其转移至其他区域。但工程输水线路区多以隧道、埋管等形式建设，占地面积相对较小，影响范围有限。且周边存在大量同类型生境供其迁移，其正常的栖息与繁衍不受影响。综上所述，工程建设对水生态的影响较小。

6.3.2 运行期水生生态影响

运营期隧洞内水流声极其微弱，且处于封闭状态，不会对水生动物产生负面影响。

6.4 陆生生态影响

6.4.1 对土地利用类型的影响

工程输水线路为管道形式埋设，不会对地表的土地利用类型产生影响，对土地利用现状造成影响的主要为地表施工的检修支洞及道路、管理平台的永久占地以及堆土场、施工辅企营地、弃渣场等临时占地，这些用地对土地利用的直接破坏和占用。工程永久征地和施工临时征地主要破坏的土地利用类型有水域、林地、园地、耕地及交通运输道路等，其中林地的面积最大，面积 78.17hm^2，占输水线路区工程用地的 77.97%，占输水线路区林地面积的 1.57%；其次为果园，面积 8.84hm^2，占输水线路区工程用地的 8.82%，占评价范围园地面积的 7.91%。因此地表施工会对评价范围内的林地等产生一定的影响，主要表现为林地的建设用地化。

综上所述，工程永久占地及临时占地占用评价范围总面积的比例较低，工程占地不会改变评价范围土地利用格局，对土地利用现状造成的影响较小。

表6.4-1　评价范围土地利用类型及工程占地类型表

一级地类	二级地类	永久占地		临时占地		总计	
		面积	占比	面积	占比	面积	占比
01 耕地	旱地			0.29	0.37%	0.29	0.29%
	水浇地			0.65	0.83%	0.65	0.65%
	水田	0.03	0.13%	0.21	0.27%	0.24	0.24%
02 果园	果园	0.12	0.54%	8.72	11.16%	8.84	8.82%
03 林地	灌木林地	0.07	0.32%	0.51	0.65%	0.58	0.58%
	乔木林地	20.94	94.58%	55.85	71.50%	76.79	76.59%
	竹林地			0.80	1.03%	0.80	0.80%
04 草地	其他草地			3.15	4.03%	3.15	3.14%
05 商业服务业用地	商业服务业设施用地			0.16	0.20%	0.16	0.16%
06 工矿用地	工业用地			0.07	0.09%	0.07	0.07%
07 住宅用地	农村宅基地			0.78	1.00%	0.78	0.78%
08 公共管理与共管服务用地公共管理与共管服务用地	科教文卫用地			0.08	0.10%	0.08	0.08%
10 交通运输用地	公路用地	0.81	3.66%	2.37	3.03%	3.18	3.17%
11 水域及水利设施用地	沟渠			0.16	0.20%	0.16	0.16%
	河流水面			1.02	1.31%	1.02	1.02%
	坑塘水面			2.59	3.32%	2.59	2.58%
	水工建筑用地			0.005	0.01%	0.005	0.00%
12 其他土地	裸岩石砾地	0.17	0.77%	0.38	0.49%	0.55	0.55%
	设施农用地			0.32	0.41%	0.32	0.32%
总计		22.14	100.00%	78.115	100.00%	100.255	100.00%

6.4.2 对生态系统的影响

（1）施工期

输水线路区工程占地所占用的生态系统包括森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统，其中占用森林生态系统面积最大，

占比为77.39%；其次为农田生态系统，占比为10.54％。施工活动对生态系统的影响主要表现为临时和永久占用，导致所占用的生态系统面积有一定的减少，其中临时占用部分在施工结束后，将采取有效的恢复措施，以减小施工活动对生态系统的影响。输水线路区永久占地面积共计22.14hm^2，临时占地面积78.11hm^2。

表6.4-2　评价范围生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm^2)	永久占地		临时占地	
						占用面积(hm^2)	占用比例(%)	占用面积(hm^2)	占用比例(%)
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	64.18	18.59	83.97	45.59	58.37
			12	针叶林	7.61	0	0.00	7.61	9.74
			13	针阔混交林	5.79	2.34	10.57	3.45	4.42
			小计		**77.58**	**20.93**	**94.53**	**56.65**	**72.53**
2	2	灌丛生态系统	21	灌草丛	3.73	0.07	0.32	3.66	4.42
			小计		**3.73**	**0.07**	**0.32**	**3.66**	**4.42**
3	4	湿地生态系统							
			41	湖泊	2.59	0	0.00	2.59	3.32
			42	河流	1.18	0	0.00	1.18	1.51
			小计		**3.77**	**0**	**0.00**	**3.77**	**4.83**
4	5	农田生态系统	51	耕地	1.73	0.2	0.90	1.53	1.96
			52	园地	8.84	0.12	0.54	8.72	11.16
			小计		**10.57**	**0.32**	1.45	**10.25**	**13.12**
5	6	城镇生态系统	61	居住用地	0.78	0	0.00	0.78	1.00
			63	工矿交通	3.82	0.82	3.70	3.00	3.84
			小计		**4.60**	**0.82**	**3.70**	**3.78**	**4.84**
合计					**100.25**	**22.14**	**100.00**	**78.11**	**100.00**

1）对森林生态系统的影响

工程对森林生态系统的影响主要为工程占用森林生态系统使其面积有所减少，以及施工活动对植被的破坏和对野生动物的惊扰。输水线路区永久占用森林生态系统20.93hm^2，造成森林生态系统面积有所减小，其中阔叶林减少18.59hm^2，针阔混交林减少2.34hm^2，估算损失生物量合计2684.97t，占评价范围森林生态系

统总生物量（637278.96）的0.42%，影响程度较轻；临时占用森林生态系统56.65hm^2，在施工期将暂时造成该部分森林生态系统的减少和生物量的损失，随着施工活动的结束，将采取植被恢复措施，逐渐恢复其森林生态系统服务功能。动植物是森林生态系统的核心组分，施工活动对动植物的影响主要表现在施工噪声、扬尘等对植物和动物的影响。扬尘可能影响邻近区域植物的生长，该类影响程度较轻；所开挖的土石方可能对植被产生压占，需对施工行为严格管理，严格规定土石方的堆放区域。施工噪声、施工人员活动等可能对该区域的野生动物造成惊扰，使野生动物向远离干扰的区域迁移，放弃在受干扰区域的栖息地，造成野生动物适宜栖息地有所减少，由于施工区域周边为连片的森林生态系统，因此工程施工总体对野生动物的影响较小，随着施工结束，该类影响将逐渐消失。总体而言，工程建设对森林生态系统的影响程度总体较轻，且影响时段有限。

2）对灌丛生态系统的影响

工程永久占用灌丛生态系统面积0.07hm^2，造成灌丛生态系统面积有所减小，估算损失生物量2.89t，占评价范围灌丛生态系统总生物量（2711.36t）的0.11%，影响较小；临时占用灌丛生态系统面积3.66hm^2，随着施工结束，将进行植被恢复，影响可控。部分生活于灌草丛生境的野生动物也会受到干扰影响，由于工程永久占用灌丛生态系统的面积较小，临时占用部分随着施工结束将逐渐恢复，因此，对野生动物的影响主要限于施工期，影响时段有限，施工结束后影响将逐渐消失。总体而言，工程建设对灌丛生态系统的影响程度较轻，影响范围、影响时段均有限且可控。

3）对湿地生态系统的影响

工程建设将临时占用湿地生态系统面积3.77hm^2，占评价范围湿地生态系统总面积（105.29hm^2）的3.58%。本评价范围内湿地生态系统主要为水库水面，无湿地植物分布。工程施工对本区域湿地生态系统的影响主要是对生活在其中的野生动物的影响，如静水型两栖类（如沼蛙）、鸟类中的游涉禽（如池鹭、白鹭等）及傍水型的鸣禽（如白鹡鸰、普通翠鸟等），工程施工噪声会对这些动物产生一定的驱赶作用，使他们迁移至远离人为干扰的地区活动，这些种类在评价范围内广泛分布，数量较多，施工占地、噪声、震动以及人为活动虽然会对这些动物产生一定的影响，但这些影响只是暂时的，且工程区域周边存在较多的相似生境，施工期间这些野生动物可迁移至周边相似生境生活，施工结

束后，这种影响就会消失。总体来说，工程施工对该区域湿地生态系统的影响较小。

4）对农田生态系统的影响

工程对农田生态系统的影响主要为工程占地导致农作物损失，从而减少农作物产量。本工程永久占地范围不涉及永久基本农田，工程施工将永久占用本区域农田生态系统0.32hm^2，估算损失生物量6.38t，占评价范围农田生态系统总生物量（6646.51t）的0.01%，对区域内农田生态系统格局、结构及功能影响程度较轻微；临时占用农田生态系统10.25hm^2，施工过程中，表土剥离保存，施工结束后，表土回覆，对临时占用的农田进行复耕，可以减缓工程施工对农田生态系统的影响。

本工程地处南亚热带，水热条件良好，植物生长迅速，临时占地的植被恢复难度不大，经过一定的生长时间后，农田生态系统损失的生物量可以恢复到原有水平。施工过程中可通过采取洒水降尘等措施减小扬尘影响。因此工程对评价范围内农田生态系统的影响较小。

5）对城镇生态系统的影响

评价范围内的城镇生态系统主要为居民聚居地和工矿交通等用地，工程永久占地范围无居民地，为工矿交通等用地，面积 0.82hm^2；临时占地范围涉及居住用地 0.78hm^2、工矿交通等用地 3.00hm^2。城镇生态系统主要为人工控制的生态类型，动植物种类均较少，且为常见种，因此工程对城镇生态系统的影响较小。

（2）运营期

运营期间，随着输水线路沿线临时占地范围逐步恢复为林地，评价范围内的森林生态系统面积将有所增加，有利于提升区域生态系统的连通性和整体质量。

除上述植被恢复带来的积极生态效益外，项目运营活动本身对评价范围自然生态系统的结构与功能无其他明显不利影响。。

6.4.3 对陆生植被的影响

6.4.3.1 施工期对陆生植被的影响

（1）施工占地对植物的影响

输水线路施工对植物植被的影响主要体现在施工期间对用地范围内植物植

被的直接破坏。据统计，工程永久占地占用植被生物损失量为 2694.24t，临时用地占用植被生物损失量为 7363.51t。

隧洞评价范围的植被类型主要是常绿阔叶林、常绿针阔混交林、经济林等，植被群落上没有特殊性和稀有性的群系，其植物和植被在惠州市内广泛分布，常绿阔叶林的生态功能良好。工程以隧洞的形式穿越，沿线为低山、丘陵地区，地形起伏大，隧洞最大埋深为 745m，隧洞平均埋深约 300m，D0+091-D0+785.544，埋深 28-70m；D0+785.544-D3+125，埋深 57-419m；D3+125-D11+420，埋深 27-745m；D11+420-D15+960，埋深 23-424m；D15+960-D16+110，埋深 11-69m；D16+110-D16+431，埋深 2-61m；D16+431-D20+265，埋深 16-203m；D20+265-D20+429，埋深 2-53m；隧洞最浅埋深区域为 2m，主要为穿越河道区域。隧洞区域不占用地表，隧洞施工不会导致植被类型的减少和植物物种的消失，对植物植被的主要影响因素是地下植物根系、地下水环境和土壤因子。

本工程隧洞埋深在 2-745m，埋深浅的区域主要位于跨河段，其上端不涉及植物植被，隧洞工程评价范围内乔木树高均不超过 20m，由于植物根系与树高相关，隧洞工程基本不会对植物根系造成直接破坏。但在施工期可能导致土壤空隙度改变，地下水位下降等，植物根系生长依赖稳定的土壤环境；由于隧洞工程整体埋深较深，施工结束后能恢复地下水的平衡，加之惠州区域降水丰富，地下水位主要靠降水补给，该影响属于短期影响，随着施工期的结束，地下水水位将得到重新恢复。综上所述，隧洞工程施工导致的地下水水位下降可能间接影响局部区域的植物生长，但影响极小，不会降低植物多样性和生长。

（2）施工活动对植物的影响

地表施工的检修支洞及道路、管理平台、分水池等的永久占地以及堆土场、施工辅企营地、弃渣场等临时占地，因此施工活动对植被及植物多样性的影响主要施工区废气、废水等对其产生的间接影响。

施工区附近机械排出的废气、施工运输的扬尘等会沉积在植物叶片表面层，不但影响美观，而且妨碍其进行光合作用，进而影响其生长发育及正常的繁殖。施工区域产生的废水包括生活废水和施工废水，废水内的污染物可能会随着排放而渗入土壤与地下水，影响土壤的元素组成与地下水水质，进而影响植物正常生长发育。废渣主要来源于隧洞的开挖，若随意堆放废渣不仅会破坏堆放处的植被

和景观，而且可能造成局部区域的水土流失。

工程支洞及隧洞开挖废渣场产生的施工废水及生活废水不会对评价范围水环境产生不良影响，施工废气经过扩散，在评价范围内污染物的浓度将大幅度下降，施工废气对评价范围的影响有限。在施工布置中，对于隧洞施工产生的废渣、废料等，主要采取带式输送机运输和轨道运输至支洞口，再通过道路运输至弃渣场，废渣不会造成对评价范围的植物造成影响。施工期的影响主要在工程施工期间发生，随着施工的结束而结束。并且，根据工程施工组织设计，对于产生的各种废水，均会进行处理后回用，不外排，因此对地表水和地下水影响较小。建议施工期间通过加强施工人员的操作意识和环保意识，以有效降低废气、废水对周边环境的污染，从而降低对植物的影响。

输水线路区评价范围的植被主要是暖性常绿针叶林及常绿针阔混交林、典型常绿阔叶林、暖性竹林、经济林等，主要树种有马尾松、木荷、相思、栲、黧蒴锥、大头茶、鹅掌柴、箬竹、桃金娘、野牡丹、岗松等，该类物种的花期、果期主要集中在春夏季，也是植物是生长的高峰期，输水线路工程施施工主要位于地下，对植被的影响主要集中在地下水位可能降低，影响植物根系吸水，输水线路区多年平均降雨量为 2237mm，植被的水源以降雨为主，秋冬季降雨减少，温度降低，部分落叶植物进入落叶期和休眠期，其生长放缓，对有机物、水分的需将降低，隧洞工程平均埋深在 300m 左右，期施工对地表水位的降低影响很小，输水线路施工各个季节对地表植被的影响较小。

同时，施工活动过程中施工车辆及人员往来频繁，有意无意间将引入外来物种，由于外来物种比当地物种更好的适应和利用被干扰的环境，对生存环境的要求较低，繁殖能力较强，极易在运营期内占据本地物种生态位，对当地物种产生一定的排斥、从而改变区域内群落或生态系统的结构和功能，导致生态系统单一或退化，植物多样性降低。所以施工期间需加强种苗检疫和种源把控，减少运营期外来入侵物种的繁殖。

表6.4-3　评价范围永久占地生物量及生产力损失情况汇总表

植被类型	永久占地面积（hm^2）	临时占地面积（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	永久生物量损失（t）	临时生物量损失（t）
阔叶林	18.59	45.59	133.32	2478.42	6078.06
针叶林		7.61	61.52		468.17

植被类型	永久占地面积（hm^2）	临时占地面积（hm^2）	平均生物量（t/hm^2）	永久生物量损失（t）	临时生物量损失（t）
针阔混交林	2.34	3.45	88.27	206.55	304.53
灌草丛	0.07	3.66	41.25	2.89	150.98
耕地	0.2	1.53	7.85	1.57	12.01
园地	0.12	8.72	40.11	4.81	349.76
合计	**22.14**	**70.56**	**-**	**2694.24**	**7363.51**

6.4.3.2 运营期对植物植被的影响

运营期内，工程不新增永久占地，临时占地范围将逐步完成植被恢复，有利于区域生态系统的整体稳定。对植物植被的潜在影响主要与隧道段水文情势变化有关。运营期间，隧道衬砌具有良好的阻水性能，可能在一定程度上改变局部地下水补给关系，但由于区域降水充沛，地下水主要依赖降水入渗补给，且隧道埋深较大，对浅层地下水及土壤水分的影响范围有限。

现场调查与遥感解译表明，隧道沿线地表植被以本地常见树种及适应性强的灌草为主，对水分条件变化具有一定耐受能力。因此，在运营期间，隧道工程引起的水文条件变化对上方植物生长及植被群落结构的影响较小，整体生态风险可控。

6.4.3.3 外来入侵植物的影响

输水线路区现有调查到外来入侵植物 10 种，隶属于 7 科 10 属，输水线路工程建设对外来入侵植物的影响主要在施工期的人员活动和车辆运输、运营期的检修等人为活动，人员、车辆的出入容易将外来入侵植物带入和扩散，从而通过竞争或占据本地物种的生态位，排挤本地种，改变种群、群落或生态系统的结构或功能，导致生态系统的单一或退化，破坏或污染生态环境对本土植物，对生态系统安全造成压力，因此项目施工期、运营期需注意加强有害外来入侵植物的检疫和清除。

6.4.4 对陆生动物的影响

6.4.4.1 施工期对陆生动物的影响

输水线路区工程对野生动物的影响主要包括隧洞口施工、埋管施工及施工临时设施占地等占用野生动物生境，以及施工产生的噪声、施工活动、人为干扰等。

（1）对两栖类的影响

两栖类动物主要分布于评价范围沿线的河流、山溪、水田、水塘等水域附近。工程永久和临时占地涉及水域附近区域时，会占用两栖类动物的生境，使其栖息地和繁殖地面积缩小，迫使其转移至其他区域。由于工程多以隧洞、埋管等形式建设，其占地面积相对较小，影响范围有限。同时输水线路区评价范围内及周围存在大量同类型的生境，工程施工期间，这些两栖类动物可迁移至周边相似生境生活，施工对两栖类动物的影响较小。

（2）对爬行类动物的影响

爬行类动物有生活于灌丛石隙下的灌丛石隙型、生活于水域附近潮湿的林间的林栖傍水型以及生活于人类居民点附近的住宅型等。工程施工期间对其影响主要有：施工占地破坏其生境，人类活动对其的干扰等，同时施工噪声、震动、扬尘对其也有一定影响。

评价范围的爬行类种类最多的是林栖傍水型，包括翠青蛇、乌梢蛇等，工程永久及临时占地将占用这些爬行类动物的生境，将其驱赶到远离工程区域的其他生境中生活。由于工程影响区域附近相似生境较多，爬行类可以顺利迁移，且施工结束后临时占地范围植被恢复，其可重新回到原来的栖息地生活。

总体而言，工程施工会使爬行类转移到施工区域以外的相似生境中，将一定程度改变爬行类在施工区及其范围外的分布格局，但是不会导致爬行类动物物种消失。

（3）对鸟类的影响

鸟类善于飞翔，行动灵敏、迁移能力强，其生活类型及生活环境也多种多样。工程实施期间对鸟类的影响主要有：施工噪声、震动对其的驱赶，扬尘、人类活动对其的干扰，工程占地对生境破坏等。

评价范围主要为林地和农田，分布的鸟类以生活于林灌丛和农田的鸣禽为主，

他们在评价范围内广泛分布。工程主要采取隧洞及埋管等方式，占用的鸟类生境相对较少。再加上区域内相似生境较多，鸟类活动能力较强，工程施工期间很容易找到替代生境。且施工结束后，临时占地范围植被会及时回复，因此总体上工程占地对其栖息地破坏影响不大。鸟类的感官非常灵敏，对噪声和震动反应较为敏感，工程实施期间施工机械、运输车辆、土石方开挖、钻爆施工等产生的噪声将对附近栖息的鸟类产生较大干扰，使鸟类远离施工区域。由于评价范围内鸟类适宜生境较多，且噪声影响是暂时的，随着施工的结束而消失。在做好科学合理的施工进度安排，采取适当的保护措施的前提下，噪声对鸟类的影响基本可控。

（4）对哺乳类的影响

本工程施工对哺乳类动物的影响主要是由工程占地占用其生境，施工噪声、震动及人为活动等引起。

工程占地对树栖型和地面生活型的哺乳类有一定影响，如赤腹松鼠、倭花鼠、黄鼬、野猪等，它们一般在评价范围内的林地或灌丛活动。工程占用这些动物的生境，而迫使其向周围地区迁移，由于输水线路为线形，影响两侧范围较小，在直接影响区周围具有类似生境，可以保证这些动物顺利迁移，工程占地对上述动物影响不大。

本工程对地下生活型和半地下生活型的动物也有一定影响，尤其是隧洞等工程施工会影响这些动物的洞穴及繁殖，这种影响仅局限于工程扰动区生活的动物，不会对动物种群产生大的影响。

总体说来，输水线路的施工将带来人为活动增多、施工噪声增加等影响，使得评价范围哺乳类生活环境面积有所缩减，哺乳类会迁移到附近相似的生境栖息。但是由于施工范围小，工程施工时间有限，这种影响不会长时间持续。随着工程的结束和当地植被的恢复，它们仍可回到原来的领地生活。施工对哺乳类影响较小。

6.4.4.2 运营期对动物的影响

输水线路主要为隧洞和埋管，埋于地下，工程对土地的扰动总体上相对较小，不会对区域内动物分布造成阻隔。

工程运行后，临时占地设施在运行期进行植被恢复等措施，对动物栖息地破坏造成的不利影响会有所缓解。

6.4.5 对重点保护陆生野生动植物的影响

（1）对重点保护野生植物的影响

输水线路评价范围调查到国家二级重点保护野生植物 3 种，为金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆。

苏铁蕨主要分布输水线 D3+800 至 D4+750 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 7 株；金毛狗主要分布在输水线 D9+000 段评价范围，记录到 2 个分布点，共 5 株；软荚红豆主要分布输水线 D5+500 至 D6+000 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 5 株。输水管线采用深隧施工，且隧洞平均埋深约 300m，最大埋深约 748m，工程施工对地表重点保护植物基本无影响，重点保护物种采用就地保护。

（2）对国家重点保护陆生野生动物的影响

陆生野生动物方面，输水线路区重点保护陆生野生动物有 28 种，其中国家二级重点保护物种有 18 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、黑鸢、普通鵟、黄嘴角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、红头咬鹃、红隼、画眉、红嘴相思鸟、斑林狸、豹猫；广东省重点保护陆生野生动物有 10 种，分别为池鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黄嘴栗啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦、灰头鸦、赤麂。这些动物多为鸟类，主要包括陆禽、涉禽、攀禽、猛禽和鸣禽类群，多栖息于森林生态系统，在全国和广东范围内均较常见。工程建设的主要问题是施工噪声、震动对其的驱赶，扬尘、人类活动对其的干扰，工程占地对生境尤其是林地的破坏等。然而，输水线路的施工主要是在地下进行，对地表环境的影响较小，主要在于施工道路的开发，附近的白马山保护区林区仍然能为这些动物提供良好的栖息生境。这些鸟类与哺乳类本身均具有较好的移动能力，同时施工区外亦有充足未被破坏的林地与湿地，因此，当鸟类受工程干扰需离开寻找新栖息地时，它们能够能较轻易地在非施工区域找到相同的生境进行活动觅食，主动且迅速躲避工程所带来的不良影响，因此工程建设不会对评价范围内重点保护动物种群及其栖息地带来明显的影响。

同时，工程占地范围内未发现重点保护动物的直接分布点，其活动区域均位于占地范围外围。所涉及的数种重点保护鸟类及哺乳类具有较强的迁移能力和较广的适应范围，工程活动不占用其栖息地，亦不阻断其迁移廊道。总体判断，工程建设对上述保护动物种群及其生存环境无明显影响，不会对其种群结构和正常

繁衍构成威胁。

工程运行期间，输水线路以封闭管道形式埋于地下，对线路周边生态环境不产生污染与扰动，工程运行调水对周边重点保护野生动物影响轻微。

6.5 环境空气影响

6.5.1 施工爆破与燃油产生的废气

（1）施工爆破废气及粉尘影响

工程开挖、爆破作业主要位于管线工区及隧洞挖区。管线工程开挖作业面小，施工时间短，粉尘污染范围有限，可通过采取洒水措施降低现场粉尘。露天爆破主要集中各隧洞进出口及支洞洞脸部位，仅在初期为露天开挖，施工后期施工作业转入地下，因此其施工时段及范围有限。根据类比分析可知，隧洞进出口及支洞洞脸部位爆破产生的 TSP 影响范围一般小于 100m。施工粉尘对施工工区内的影响相对较大，受影响对象主要为工程施工及管理人员，应注意洒水降尘。

（2）施工机械燃油产生的废气

目前国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，施工期使用的运输车辆应达到相应国家标准的要求，并且 CO、NO_2、SO_2 等主要污染物在空气中会发生沉降及大气扩散迁移，从而使空气中的污染物浓度大大降低，总体上施工机械燃油废气对沿线空气环境质量影响很小。

6.5.2 砂石料加工生产粉尘

根据工程施工组织设计，全线共设置 2 处砂石料加工系统（2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统），加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。砂石加工系统在粗碎、筛分、中碎、细碎、制砂、运输等过程中均会产生粉尘，属于连续性点源，但砂石料加工系统粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限，主要是系统粉尘可能对现场工作人员产生较大影响。根据类似工程经验，砂石料加工系统在采用洒水降尘、局部密封、安装袋式降尘装置后，可以有效降低现场粉尘。

6.5.3 交通运输扬尘

施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路。在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘，道路扬尘量与路面状况、路面清洁程度、路面湿润程度、车流量、车速、载重量等有关。根据相关资料，尘粒的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250μm 时，沉降速度达到 1.005m/s，因此可认为当粒径大于 250μm 时，主要影响范围为扬尘下风向近距离范围内，真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。施工期间场内和场外公路交通量增加，分布在新建道路两侧附近的村庄，道路扬尘对面临公路侧部分房屋建筑可能产生影响，为避免交通运输扬尘对沿道路沿线居民点的不利影响，需采取洒水降尘措施。

6.5.1 对环境空气一类区的影响

根据《惠州市环境空气质量功能区划（2024 年修订）》，工程惠东段评价范围涉及环境空气质量一类功能区（惠州莲花山白盆珠地方级自然保护区-惠州惠东虎竹嶂地方级自然保护区），工程深汕合作区段评价范围涉及环境空气质量一类功能区及功能区缓冲带。

施工期环境空气影响预测中，对环境空气质量一类功能区及功能区缓冲带（如惠东白马山县级自然保护区、深汕圆墩三角山森林公园等需特殊保护区域）的影响主要源于施工扬尘与机械尾气，但通过科学管理可将其控制在较低水平。施工扬尘受土方开挖、物料运输及风力作用影响显著，但通过洒水抑尘（每日 4-5 次可使扬尘减少 70%）、设置围挡、覆盖防尘布等措施，可将 TSP 污染距离缩小至 20-50m 范围，且施工期结束后影响随之消失；施工机械与运输车辆排放的 CO、NO_x 等尾气，因排放量小、扩散条件良好，通常能满足《大气污染物综合排放标准》要求，对一类区空气质量影响轻微。整体而言，施工期环境空气影响具有短暂性、局部性特征，在严格落实防尘措施的前提下，对一类区环境空气质量的影响有限。

6.6 声环境影响

本工程采用自流输水方式，依靠重力使水流在封闭管道或隧洞内自然流动，无需大量机械设备运行，从而工程运行期对周围声环境影响较小。本次评价重点

关注工程建设过程中产生的噪声。根据施工组织设计，施工期噪声源主要来自各工区机械设备运行、隧洞爆破开挖、施工道路运输等施工活动，如钻孔、爆破、铲运、挖掘、推土、车辆运输等。

6.6.1 施工期爆破噪声

工程爆破作业主要在隧洞口施工区，爆破噪声为阵发性声源，具有持续时间短、声强大的特点，但其影响短暂且呈局部性。结合工程规模，并根据其他工程爆破监测结果，本工程隧洞单个爆眼的噪声值选取 130dB（A）。

根据《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2021），采用无指向性点声源几何发散衰减公式进行预测，预测公式如下：

$$L_A(r)=L_A（r_0）-20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_A(r)$——距声源 r(m)处的 A 声级，dB；

$L_A(r_0)$——声源在 r_0 处 A 声级，dB；

r——测点与声源的距离，m。

单个爆眼噪声在不同距离处预测结果见表 6.6-1。

表6.6-1　隧洞单个爆眼噪声影响预测结果表　单位：dB（A）

噪声源	源强（dB）	不同距离噪声衰减情况						
		10m	30m	50m	100m	150m	200m	300m
单个爆眼	130	110	100	96	90	86	84	80

参考其他工程对石方开挖爆破噪声的监测和调查，考虑到爆破作业的非连续性，当爆破噪声值处于不同范围时，人群的反应状态见表 6.6-2。

表6.6-2　类比同类工程石方开挖爆破不同噪声级时人群反应状态

爆破噪声值 dB（A）	人群反应状态
＜120	人群对爆破噪声反应不明显
120.0~129.9	人群会产生短暂惊觉，但偶尔出现，可接受
＞130.0	人们普遍有惊吓感

根据表 6.6-1 和表 6.6-2 可知，单眼爆破噪声在距源强 10m 处噪声值为 110dB（A），低于 120dB（A），经逐个筛查，本工程主干线及支线线各施工支洞洞口距离最近居民点均在 100m 以上（2#施工支洞洞口南侧最近的岭下距离为 130m），

单个爆眼噪声值在 90dB（A）以下，且洞口施工工程量有限、施工爆破作业持续时间短，随着爆破逐步转入地下，噪声影响也将逐渐消失。因此，爆破作业会给施工区周围居民带来瞬时不利影响，但属于人群对爆破噪声反应不明显状态，对周围环境敏感点影响较小。

6.6.2 施工机械及企业噪声

6.6.2.1 预测模型及参数选择

施工工区内主要噪声来源为挖掘机、装载机、推土机等施工机械运行产生的噪声，以及砂石加工系统等施工企业生产时产生的噪声。根据实际施工情况，施工机械及企业噪声来源一般距离敏感点有较大的距离，可按照固定声源进行预测。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），固定源噪声计算采用无指向性点源户外声传播衰减模式（公式同上文爆破噪声衰减公式），用声能叠加求出各类噪声源预测点的综合噪声级：

$$L_{总}=10\lg(\sum_{i=1}^{n}10^{0.1Li})$$

式中：L 总——预测声级，dB；

Li ——各叠加声级，dB；

n ——n 个声压级。

6.6.2.2 影响预测分析

（1）施工机械运行噪声影响

施工期间挖掘机、推土机和装载机等施工机械噪声影响范围较大，其范围预测见表 6.6-3

表6.6-3　施工区主要施工机械噪声影响预测表　单位：dB（A）

噪声源	实测值	不同距离噪声衰减情况								
	1m	5m	10m	20m	30m	40m	50m	100m	150m	200m
挖掘机	85	71	65	59	55	53	51	45	41	39
推土机	85	71	65	59	55	53	51	45	41	39
装载机	90	76	70	64	60	58	56	50	46	44
叠加噪声	92	78	72	66	63	60	58	52	49	46

根据表 6.6-3 预测结果，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准 75dB 的达标距离为 10m；满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准 55dB 的达标距离为 100m。各施工机械昼间影响范围为 50m 左右，考虑最不利情况，若不同机械同时施工，影响范围约为 100m 左右。因此建议施工机械尽量布置在距离居民 50~100m 以外的距离。

（2）施工企业运行噪声影响

施工区主要施工辅助设施及企业有：钢木加工厂、管片预制场和砂石料加工系统，其运行噪声预测范围见表 6.6-4。

表6.6-4　施工区主要施工企业噪声影响预测表　单位：dB（A）

噪声源	实测值	不同距离噪声衰减情况								
	1m	5m	10m	20m	30m	40m	50m	100m	150m	200m
砂石料加工系统	101	87	81	75	71	69	65	63	61	57
钢木加工厂系统	101	87	81	75	71	69	65	63	61	57
管片预制场	88	74	68	62	58	56	52	50	48	44

根据表 6.6-4 预测结果，管片预制场影响范围为 30m 左右，应布置居民区点 30m 以外。砂石料加工系统、钢木加工厂系统影响范围在 100m 左右，应布置在居民点 100m 以外的距离。各工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）夜间标准 55dB 的达标距离为 200m。根据以上预测结果，应通过在施工工区范围内合理布置施工企业，使高噪声设备尽量远离居民点，使其噪声影响降至最低，必要时安装移动声屏障。

（3）施工区敏感目标噪声预测

根据施工组织设计，工程沿线共设置 11 个施工工区，其中设置 2 处砂石料加工系统（2#施工区和 4#施工区）。

每个施工区分别布置钢筋及木材加工厂、钢筋、木材堆放场、施工生活区、仓库、机械保养修配场等。施工机械和施工期企业正常情况下夜间不施工，各施工工区昼间叠加噪声对周围声环境敏感目标的影响预测结果见表 6.6-5。

由表 6.6-5 可知，本工程施工机械和施工企业正常情况下夜间不施工，输水线路各施工区周边部分环境敏感点昼间能达标，以下 3 个敏感点由于距离施工区太近，不能达到相应声环境功能区标准要求：黄泥见（50m）、白马村上围（5m）、

白马村下围（40m）和塘口湖（30m）。施工期除优化布局，尽量将高噪声设备布置在远离居民点一侧，使其噪声影响降至最低外，以上 3 个村庄附近的施工区应设置彩钢板进行围闭，确保敏感点声环境质量达标，必要时应提前向地方政府部门申请并告知附近居民，尽可能减少施工噪声对居民正常生活的影响。

表6.6-5　输水线路各段施工区昼间叠加噪声对敏感点影响统计表　单位：dB（A）

工程线路	敏感目标	影响源	最近直线距离(m)	贡献值		背景值		预测值		标准限值		超标程度		影响范围	
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	户数(户)	人口(人)
引水干线	黄泥见	临时堆土场 L1	50	58	--	48	42	58.4	42.0	55	45	3.4	--	19	75
	社坳	GQ1	125	50	--	48	42	52.1	42.0	55	45	达标	--	0	0
	白马村上围	GQ2、管片预制场、临时堆土场 L2	5	87	--	48	42	87	42.0	55	45	32	--	37	150
	塘口湖	管片预制场、临时堆土场 L2	30	64	--	48	42	64	42.0	55	45	9	--	15	58
	白马村下围	GQ2	40	58	--	48	42	58.4	42.0	55	45	3.4	--	39	157

备注：1.正常情况下施工区和施工企业夜间不施工；2.背景值按照现状监测均值计。

6.6.3 运输车辆交通噪声影响

6.6.3.1 预测模型及参数选择

施工期间，工程所需材料(砂石料、土料)的运输任务需用到自卸汽车，车辆运输形成流动噪声源，其与车流量、车型、车速及道路状况等有关。《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)推荐的流动噪声预测模型适用于时速 48km/h 以上的城市主干道和高速公路等高等级公路，而本工程施工期间运输道路的等级、设计时速等均低于导则推荐模型适用条件。因此，本次评价参考《环境影响评价技术手册水利水电工程》，采用其推荐的交通噪声模式进行计算，预测公式如下：

$$Leq=LA+10lgN-10lg2r \cdot V+25.4+\triangle L$$

式中：

Leq—距声源 r(m)处的声压级，dB；

LA—某机动车在距离 r_0，速度为 V 时的 A 声级，dB(A)，对于水利水电工程，当测点距行车中心线 7.5m 时，重型车 *LA*=82dB(A)，轻型车 *LA*=73dB(A)；

N—车流量，辆/h，根据施工强度，昼间取 50 辆/h，夜间取 20 辆/h；

V—车速，km/h，根据当地路况，昼间取 30km/h，夜间取 20km/h；

r—测点与机动车行驶中心的距离，m；

△L—鸣笛噪声，取 2dB(A)。

6.6.3.2 影响预测分析

根据初步设计报告，工程施工临时道路路面宽 6.5m，路面根据需求分别设置 200mm 厚 C20 砼路面(主要为 TBM、盾构施工工区的施工道路)或 300mm 厚石渣路面。由于本工程主要为地下隧洞施工，施工工区分散且规模相对较小，施工道路也相应分散，车流量、车速和路面状况也不尽相同。类比其他类似输水工程，施工道路设计昼间车流量高峰期按 50 辆/h，车速 30km/h；夜间车流量按 20 辆/h，车速 20km/h。根据该交通运输情况预测施工道路交通噪声影响范围，见表 6.6-6。

表6.6-6　施工交通道路两侧噪声影响范围预测表

时段	车流量(辆/h）	车速(km/h）	离道路中心线不同距离的噪声预测值							达标距离(m)
			10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	
昼间	50	30	60.4	57.2	52.4	48.6	46.3	41.6	39.6	30
夜间	20	25	55.8	52.4	49.9	45.7	40.4	36.8	33.3	90

备注：本工程正常情况下夜间不运输。

正常情况下，本工程夜间不运输，因此，本次评价不统计夜间噪声影响人口。由表 6.6-6 可以看出，昼间施工道路两侧 30m 以外均能满足 1 类声环境质量标准，昼间施工道路两侧 10m 以外均能满足 2 类声环境质量标准。

交通噪声主要为汽车在运输和装卸过程中产生的引擎声和喇叭声，具有流动的特点，影响范围相对较大。其影响的主要对象是施工区内外公路沿线的工作人员及居民，可以采取避免夜间运输、在居民区附近禁鸣喇叭和限制车速等措施，以减少交通噪声对周围环境的影响。

输水路线两侧居民主要为汽车临时道路两侧的居民点主要集中分布在广昌、社坳、社角、白马村上围、白马村下围、鸡龙山以及胡安，进场道路距离居民区较近，受材料运输的交通噪声影响较大。其他敏感点噪声均达标。

输水路线两侧居民分散分布，对于受到交通噪声影响的敏感点，应采取加强车辆保养，降低车辆运行噪声；采取彩钢夹芯板或安装移动声屏障环保措施；禁止鸣笛，并设置警示标志；控制运输时间，尽量避开居民休息时段等系列措施，降低噪声给居民生活带来的不利影响。施工期的噪声影响是短暂的、间歇性的，随着施工期的结束，噪声也随之消失，周围声环境即可恢复至现状水平。

6.6.4 运行期噪声影响分析

深汕合作区引水工程采用自流输水方式，依靠重力使水流在封闭管道或隧洞内自然流动，无需大量机械设备运行，从而在运行期间产生的噪声极低。这种输水方式有效避免了机械运行噪声对周边环境的干扰，且水流在封闭空间内流动，声音传播受限，进一步降低了对周边区域的噪声影响。因此，该工程运行期的噪声影响十分有限，对沿线居民生活和生态环境基本无干扰。

6.7 输水隧洞放射性环境影响分析

6.7.1 放射性环境评价标准

本工程的放射性环境评价标准采用《核辐射环境质量评价的一般规定（GB11215-1989）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)、《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》(GB15848-2009)和《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》（GBZ167）。

对于施工人员和公众个人年有效剂量管理目标值要如下：

（1）在放射性水平偏高地段施工人员个人年有效剂量限值为 5mSv/a，确保 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，但工作期间要加强防护、尽可能把受照剂量降低，受照剂量超过 1.5mSv/a 时工作完成后需跟踪剂量监测，并建立档案。

（2）其余施工人员和公众个人年有效剂量管理目标值为 0.3mSv/a。

6.7.2 放射性环境现状调查与评价

6.7.2.1 环境γ辐射剂量率

据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护总局 1995 年）组织的全国环境天然放射性水平调查中得知，惠州地区的原野γ辐射剂量率为 43.2～193.1nGy/h，道路γ辐射剂量率为 50.0~176.8nGy/h，深圳地区的原野γ辐射剂量率为 77.3~88.3nGy/h，道路γ辐射剂量率为 101.5~127.8nGy/h。

为说明区域环境辐射水平时，选择惠城至坪山高速公路对惠州、深圳区域的放射性检测结果进行类比。惠城至坪山高速公路对沿线的检测结果，原野γ辐射剂量率、道路γ辐射剂量率约 60nGy/h~237nGy/h，大部分检测数据与当地原野、道路剂量率水平相当。略高的点主要位于惠阳区秋长街道的腾兴石场采石场，现场有大量开挖裸露岩体，现场调查γ辐射剂量率为 185nGy/h，略高于当地原野、道路剂量率水平。

6.7.2.2 岩样分析

本工程初设阶段地勘勘察取弱风化～微风化岩块 7 组进行岩石反射性检测，

分别位于干线和支线 2，采用高纯锗γ能谱仪进行检测，试验结果如下表 6.7-1。

表6.7-1　岩石放射性检测成果表

取样编号	取样深度	岩石名称	所处位置	内照射指数 IRa	外照射指数 Ir	检测结论
ZKS121-Y2	156.6-156.8	晶屑凝灰岩	干线	0.3	1.0	A 类装饰装修材料
ZKS124-Y1	48.6-48.8	晶屑凝灰岩	干线	0.3	0.9	建筑主体材料
ZKS205-Y2	75.3-75.6	晶屑凝灰岩	干线	0.3	1.0	建筑主体材料
ZKS305-Y3	93.3-93.6	凝灰岩	干线	0.4	0.9	建筑主体材料
ZKS307-Y1	240.3-240.5	花岗斑岩	支线 2	0.6	1.1	A 类装饰装修材料
ZKS308-Y3	139.2-139.6	砂岩	支线 2	0.4	0.8	建筑主体材料
ZKS309-Y2	103.8-104.0	花岗斑岩	支线 2	0.9	1.4	B 类装饰装修材料

按照《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)的 3.2.1 条规定，(1)建筑主体材料：建筑材料中天然放射性核素的放射性比活度同时满足内照射指数 IRa≤1.0 和外照射指数 Ir≤1.0 要求的为建筑主体材料。(2)装饰装修材料分为 3 类：放射性比活度同时满足内照射指数 IRa≤1.0 和外照射指数 Ir≤1.3 要求的为 A 类装饰装修材料，产销和使用范围不受限制；不满足 A 类装饰装修材料但同时满足 IRa≤1.3 和 Ir≤1.9 要求的为 B 类装饰装修材料，不可用于Ⅰ类民用建筑的内饰面，但可用于Ⅱ类民用建筑物、工业建筑内饰面及其他一切建筑的外饰面；不满足 A、B 类装修材料要求但满足 Ir≤2.8 要求的为 C 类装饰装修材料，C 类装饰装修材料只可用于建筑物的外饰面及室外其他用途。

泥质岩、砂岩、粉砂岩等沉积岩及凝灰岩一般无放射性，根据附近工程资料，花岗岩总体放射性较弱，可作为 B 类和 C 类建筑材料，影响不大；根据类似工程经验，花岗岩和凝灰岩地下洞室空气中氡浓度可能超过国家有关标准，一般通过加强通风可有效降低危害性。

6.7.2.3 空气中氡浓度

为说明区域环境空气中氡浓度水平，选择惠城至坪山高速公路对惠州、深圳区域的空气中氡浓度检测结果进行类比。惠城至坪山高速公路对沿线的检测结果，线路附近室外空气氡浓度平均值为 18.86Bq/m^3。

6.7.3 放射性环境影响分析与评价

6.7.3.1 隧洞施工辐射环境影响预测与评价

本项目隧洞施工位于山区，隧洞口距离居民敏感点最小距离为 200m，为了解隧洞施工对环境放射性水平的影响，本工程根据类比《惠城至坪山高速公路环境影响报告书》中的放射性现状调查成果，分析本工程隧洞施工放射性影响。

隧道开挖过程中的粉尘、随粉尘逸散在施工现场的氡气会对施工人员造成辐射影响，通过通风管道排往大气，废渣石可能析出氡气逸散环境，如遇到 238U、226Ra、232Th 含量较高的岩体，还会造成环境 γ 辐射剂量率水平升高，隧道施工废水处置不当可能对局部环境造成影响。参考《辐射防护手册（第三分册）》（李德平等）关于铀矿石开采的 γ 照射剂量率计算方法，为保守考虑，对于隧道引用无限延伸的矿层 γ 照射剂量率计算公式估算隧道开挖时的 γ 辐射剂量率水平。经预测，隧洞掘进中 γ 辐射剂量率 244.7~330.8nGy/h。

沿线土石方开挖量较大的隧洞，开挖施工过程中可能伴随一定量的氡气释放。经预测，隧道岩体及矿体、松散矿岩堆以及隧洞水氡释放氡，假设在同等隧道工艺及排风条件下，施工期隧道内排出的空气氡浓度约 65.6-166.8Bq/m^3。

（1）隧洞施工过程中对施工人员的辐射影响

1）施工人员吸入氡附加剂量按下式计算

D1=0.4CRng·t

式中：D1：吸入氡附加剂量（Sv）；

0.4：氡与氡子体的平衡比；

CRn：氡浓度较隧道外环境浓度的增量；

g：吸入氡剂量转换因子；

t：工作时间

2）隧洞施工人员受 γ 外照的附加剂量估算

D2=0.7×T×H

式中：D2：受外照的附加剂量（Sv）；

0.7：剂量转换系数；

H：γ 外照射剂量增量（Gy/h），异常段平均测量值减去平均本底值；

T：工作时间

由计算可得，隧洞段内环境地表γ辐射对公众照射所致年吸收剂量约为1.52mSv。隧洞施工人员综合内照射和外照射剂量估算最高约 2.03mSv，在1mSv/a~5mSv/a 范围内。

隧道施工放射性影响主要集中在开挖后隧道初期支护段，开挖后未完成支护时，γ辐射剂量率和氡析出率最高，对施工人员的影响最大。

隧洞衬砌后，γ辐射剂量率和氡析出率大大减弱，因此除开挖后隧道初期支护段外，其他工序对施工人员的放射性影响均较低（本底水平）。施工重点人员主要是开挖后参与隧道初期支护段的工种，对参与隧道施工面的人员应以个人监测或工作场所监测的结果为基础。对于受照剂量始终不可能大于 1mSv/a 的工作人员一般可不进行个人监测。对于年有效剂量大于 1mSv/a 的施工人员列为本项目的重点人员。隧道施工人员辐射剂量估算表明，施工人员个人年有效剂量主要来自吸入氡及氡子体，约占施工人员有效剂量的 74%，因此为降低隧道施工人员辐射剂量，应保证隧道有足够的通风量，同时，做好施工人员个人防护，尽量减少施工人员吸入氡及氡子体量。

（2）公众因施工所致剂量估算

本项目隧洞口周围 500m 范围有村庄：2#施工支洞西南侧 200 为岭下。

三和隧道东南侧约 250m 是惠南大道，有商住分布，象山隧道西南侧 320m 有象岭村。隧道施工点均位于山体的半山坡上，周围场所空旷，自然通风条件良好。施工作业时，施工场地出入口设有专人看管，非允许禁止公众进入隧道施工场地，因此隧洞施工对公众的影响主要分析氡排放引起的内照射。

施工期隧道外不同目标（村庄）受地理条件（与隧道口位置高差、与排风口的距离、地形地貌、风强度、风向、隧道排风口的朝向、树林）等综合因素有关，实际空气氡扩散和落地浓度差异较大。采用简化模型进行大致估算，根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)，对环境空气中氡浓度增加采用导则推荐软件（软件下载自环境保护部环境工程评估中心环境质量模拟重点实验室 http://www.lem.org.cn 网站）进行计算。模拟计算结果表明：因隧洞排风空气氡最大落地点浓度在约 190m 处，最大 1 小时浓度 0.93E-11ug/m^3，换算后可推出空气氡浓度：0.0529Bq/m^3，现场调查数据显示线路附近室外空气氡浓度平均值为18.86Bq/m^3，因隧道施工引起空气氡浓度变化基本可忽略不计。低于根据《中国环境天然放射性水平》中我国部分地区空气中氡及其子体α潜能浓度调查研究，

我国 20 个城市室外空气中氡平均浓度变化范围为 3.3~40.6Bq/m^3。隧洞施工出入口的 190m 范围无固定居民，经预测得出隧道施工周围因空气氡浓度内照射引起的剂量 2.60E-3mSv，远低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002）设定公众年平均有效剂量约束值 0.25mSv。

综上所述，本工程输水隧洞的地质条件与前面类比工程较接近，根据类比工程隧洞施工的放射性环境影响分析结果可知，本工程隧洞施工过程中，只要做好通风、及时砌衬和出渣、妥善处置渣石等措施后，其对环境和施工人员与公众的辐射影响可降到国家防护标准规定的辐射水平以下，影响是可以接受的。

6.7.4 隧洞弃渣放射性影响分析

根据本工程初设阶段地勘勘察取弱风化～微风化岩块 7 组进行岩石反射性检测，工程花岗岩总体放射性较弱，可作为 B 类和 C 类建筑材料，影响不大；根据类似工程经验，花岗岩和凝灰岩地下洞室空气中氡浓度可能超过国家有关标准，一般通过加强通风可有效降低危害性。类比惠城至坪山高速公路工程，区域放射性水平均在区域背景值水平内。施工期应加强放射性水平监测，若出现弃渣土（石）中放射性水平偏高时，则公众在渣石的停留所受到的外照射将增加；渣场逸出氡将导致周围氡浓度升高，公众内照射增加。遇到上面这种情况时可采取有效措施阻止公众进入渣石场，防止公众在渣石场停留受到外照射；通过对渣石场的处置，可有效降低渣场氡的析出和 γ 辐射剂量率。

6.8 固体废物影响

6.8.1 施工期固体废物影响分析

本工程施工期固体废物主要是输水隧洞开挖、施工辅助企业建设等过程中产生的弃渣和建筑废料，运输车辆、各类施工机械检修产生的少量废润滑油等危险废物，以及各施工营地施工人员和管理人员产生的生活垃圾。

（1）弃渣、建筑垃圾

根据工程施工布置及施工工序，工程弃渣主要来自输水隧洞的开挖、输水管线的铺设等，共产生永久弃渣量为 185.44 万 m^3，弃渣堆放将占用土地，破坏原

有地貌、植被与地表组成物。同时由于弃渣场属人工塑造的松散堆积体，若不采取适当的护坡、排水等防护措施，容易造成渣体冲刷、滑落和坍塌，引发新的水土流失。工程共规划 7 个新建渣场堆存施工弃渣，并配套设置了渣场挡护、截排水等措施，弃渣场现状主要为林地、园地等，堆渣前对占用的林地、园地进行表土剥离，剥离的表土堆放于场内空地，并采取临时拦挡和苫盖等措施进行防护，后期用于复耕复绿覆土。堆渣前，在弃渣场坡脚位置修建挡渣墙防止渣料散逸造成水土流失，沿渣场堆渣范围线外侧修建截水沟，平台、马道修建排水沟。施工期在坡脚填筑编织土袋临时拦挡防护，并在雨天对堆渣边坡、松散渣面及表土堆场采用彩条布临时覆盖，堆存时间超过 2 年的撒播草籽临时绿化防护；堆渣结束后进行全面整地并根据土地利用方向恢复原地类。堆渣平台采用乔灌草绿化，乔木植物选择以乡土品种为主，兼顾景观和经济性效益，种植与周围生态环境相协调的植物，乔木选用荷木、台湾相思等；灌木选用山毛豆、毛杜鹃红花檵木等；灌草籽选用山毛豆、毛杜鹃、狗牙根、百喜草和高羊茅混播，形成多层次植被覆盖体系。

另外，本工程施工过程、施工辅助企业建房生产过程中还将产生一定数量的碎砖块、废石料、水泥块、混凝土残渣、部分废钢筋等建筑垃圾，多为无机物。建筑垃圾露天堆放影响环境卫生、妨碍交通，部分物质锈蚀、腐烂后会对周围土壤、水体等造成污染，应加强管理，分类堆存并尽可能回收利用。

（2）生活垃圾

本工程施工过程中，输水线路共布置 11 个施工生产工区，施工高峰期施工人数 2100 人。根据各工区施工进度及施工人数，按每人每天产生 1.0kg 生活垃圾计算，施工高峰期日产生生活垃圾约 2.1t，其产生部位分散于沿线各建构筑物及生产生活区。通过类比调查，施工期间生活垃圾主要为厨余、纸类、塑料、废玻璃、废易拉罐等。生活垃圾若不妥善处理，一方面将破坏周围自然景观，可能造成地表水环境和土壤污染，另一方面生活垃圾孳生蚊蝇、造成鼠类肆虐，对环境卫生和人群健康不利。各施工生产生活区均需设立必要的生活垃圾贮存设施，对厨余垃圾、可回收垃圾、其它垃圾和有害垃圾进行分类收集，委托所在地环卫部门统一收集、清运和处理。

（3）危险废物

本工程输水干线共布置 11 处机械修配保养系统。施工期机械大修在各施工点距离附近的市县进行，施工工区内仅设置简单的小修、保养设施。施工过程中，各类施工机械、运输车辆等维修过程中，不可避免会产生少量废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油，根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，这类固体废物属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为有毒性和易燃性。本工程拟在各机械修配厂设置油水分离设施进行处理，含油废水在隔油、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥也属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-210-08，危险特性为有毒性和易燃性。

各机械修配点产生的废润滑油和分离后的浮油、浮渣、污泥应由专门的贮存容器贮存，并按要求设置危险废物类型标记和警示标志，建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有危险废物处置资质的单位进行处置，基本不会对周围环境产生影响。

6.8.2 运行期固体废物影响分析

运行期项目产生的固体废物主要来自管理工作人员日常办公、生活产生的生活垃圾，以及管理区机械日常运行维护过程中产生的废润滑油等危险废物。

（1）生活垃圾

项目运行后，各管理区定员编制总数 20 人，按每人每天产生生活垃圾 1.0kg 计算，日产生生活垃圾共约 20kg。其中取水口管理区仅设置生产办公区，不设食堂、宿舍等，管理站工作人员产生的日常生活垃圾，委托所在地环卫部门统一收集、运输、集中处理，避免对周边环境影响产生不利影响。

（2）危险废物

机械的日常运行维护保养过程中，不可避免会产生少量自动变速器油、齿轮油等废润滑油，根据《国家危险废物名录（2025 年版）》，这类固体废物属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为有毒性和易燃性，应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中相关要求建设危险废物贮存设施，送有资质单位进行处置。

6.9 土壤环境影响

6.9.1 施工期土壤环境影响分析

（1）工程占地对土壤环境的影响分析

工程征占地面积为 2188.56 亩，其中永久征收土地面积共 509.07 亩，临时用地面积共 1679.49 亩。

施工期建设征地以及工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失。这将直接导致该区域土壤和表土丧失，其中表土经过运输、机械翻动、堆存，土壤的结构、孔隙率等均发生一定的变化。工程占地应把表层耕植土预先剥离，同与施工作业剥离的表土分类集中收集和堆放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复、临时占用耕地的复垦等，从而减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

（2）施工过程可能对土壤表层的污染影响

施工期生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等可能导致 pH、COD、石油类等污染因子进入土壤表层，主要发生在工程沿线的施工生产、生活区附近。通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用等措施，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以控制在最小影响范围内。

6.9.2 运行期土壤环境影响分析

（1）土壤酸化或碱化影响分析

根据土壤环境质量现状监测结果，工程沿线建设征地范围内及征地范围外附近土壤的 pH 值范围为 6.39~7.93，不存在酸化或碱化现象。

本工程建设运行后，主要污染物为管理营地和机械运行可能产生的少量含油废水，经处理后优先回用或达标排放，不会对工程附近的水质和土壤产生污染，因此，运行期本工程建设不会改变工程区土壤环境的酸碱度。

（2）土壤盐化影响分析

本次评价采用《环境影响评价技术导致土壤环境（试行）》（HJ1964-2018）中附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。土壤盐化影响因素赋值情

况见表 6.9-1。

表6.9-1 土壤盐化因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深（GWD）/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD＜2.5	1.0≤GWD＜2.5	GWD＜1	0.35
干燥度（蒸降比值）/(EPR)	EPR＜1.2	1.2≤EPR＜2.5	2.5≤EPR＜6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量（SSC）/(g/Kg)	SSC＜1	1≤SSC＜2	2≤SSC＜4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体（TDS）/(g/L)	TDS＜1	1≤TDS＜2	2≤TDS＜5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.1

根据表 6.9-1 选取各项影响因素的分值与权重，采用以下公式计算土壤盐化综合评分值（Sa），具体如下：

$$S_a = \sum_{i=1}^{n} Wx_i \times Ix_i$$

式中：n——表示影响因素指标数目；

I_{xi}——表示影响因素 i 指标评分；

W_{xi}——表示影响因素 i 指标权重。

土壤盐化影响因素赋值：

工程区沿线地下水埋深 GMD 范围为 2.72~3.10m，均大于 2.5m，赋值为 0 分。

工程区沿线惠东段多年平均降水量为 1900mm，多年平均蒸发量为 1886mm；深汕段多年平均降水量为 2343mm，多年平均蒸发量为 1570mm。工程区沿线惠东段、深汕合作区段干燥度（多年平均水面蒸发量与降水量的比值）分别为 0.99、0.67，均赋值为 0 分。

工程区沿线土壤盐化 SSC 为 0.051~0.363，均小于 1，赋值为 0 分。

工程区所在区域地下水溶解性总固体 TDS 范围为 0.074~0.13g/L，赋值为 0 分。

土壤质地为砂壤土，赋值 6 分。

输水线路涉及的惠东县、深汕合作区段土壤盐化因素赋值情况见表 6.9-2。

表6.9-2　工程沿线土壤盐化因素赋值表

影响因素	分值（分）		权重
	惠东段	深汕段	
地下水位埋深（GWD）/(m)	0	0	0.35
干燥度（蒸降比值）/(EPR)	0	0	0.25
土壤本底含盐量（SSC）/(g/Kg)	0	0	0.15
地下水溶解性总固体（TDS）/(g/L)	0	0	0.15
土壤质地	6	6	0.1
综合评分 Sa	0.6	0.6	

参照附录 D、附录 F 中的表 F.2 土壤盐化预测表，具体见表 6.9-3。

表6.9-3　土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值（Sa）	Sa＜1	1≤Sa＜2	2≤Sa＜3	3≤Sa＜4.5	Sa≥4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

根据《环境影响评价技术导致土壤环境（试行）》（HJ1964-2018）中的土壤盐化预测表和本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目所在的惠东、深汕的土壤盐化综合评分值 Sa 均为 0.6（＜1，未盐化），本项目建成后不会引起周边土壤发生盐化现象。

6.10 移民安置环境影响

本项目的移民安置工程主要针对生产性用房，不涉及搬迁安置人口，这在很大程度上减少了因人口迁移而可能引发的一系列环境问题，如生活污水排放、生活垃圾产生等对周边生态环境的影响。工程建设征收耕园地仅限于深汕合作区赤石镇 3 个行政村，且生产安置人数较少，采用一次性货币补偿方式，无需配置大量土地资源，避免了大规模土地开发对生态环境造成的破坏，也减少了因土地用途改变而可能引发的水土流失、土壤肥力下降等问题，一定程度上维持了安置区土地利用现状的稳定，有利于保护当地的生态系统结构和功能。

在工程建设过程中，由于不涉及人口集中安置，减少了对周边植被和野生动物生境的干扰。没有大规模的人口聚集和生活设施建设，避免了因人类活动频繁

而对植被造成的践踏、破坏，以及对野生动物栖息地的侵占和干扰，有利于保护当地的植被资源和野生动物的生存环境，维持生态系统的生物多样性。同时，一次性货币补偿的安置方式，使得生产安置人员能够自主选择生产方式和地点，减少了因集中安置而可能产生的对周边环境的集中压力，降低了工程建设对生态环境的负面影响。

此外，工程建设过程中还需注重对专项设施复建的环境管理。在复建过程中，应严格遵循环保要求，合理规划施工时间和施工方式，减少施工扬尘、噪声等对周边环境的影响。对于复建后的设施，要进行科学合理的布局和管理，确保其运营过程中对环境的影响降到最低，实现工程建设与环境保护的协调发展，使移民安置工程在满足生产安置需求的同时，最大程度地减少对环境的破坏，促进区域生态环境的可持续发展。

6.11 环境敏感区影响

输水线路区涉及的环境敏感区共 3 个，其中自然保护区 1 个，森林公园 1 个，饮用水水源保护区 1 个。

6.11.1 自然保护区

工程输水线路以隧洞方式地下穿越惠东县白马山县级自然保护区的核心区、缓冲区、实验区，穿越长度共计 4.26km，其中核心区 0.32km，缓冲区 1.43km，实验区 2.51km。工程输水线路地下穿越保护，在保护区内不涉及占地。项目对惠东县白马山县级自然保护区影响分析详见 5.7.1.2 小节。

6.11.2 森林公园

工程输水线路地下穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园。

1、工程与森林公园位置关系

如图 4.3-38 所示，项目工程施工区域位于三角山森林公园西北部，地处公园外围及林地边缘地带。工程采用 TBM 隧洞与钻爆隧洞相结合的方式，以地下形式无害化穿越三角山森林公园，隧洞埋深介于约 260~547m 之间，总穿越距离约为 1.9km。

2、施工期对森林公园生态环境影响分析

（1）施工期对植被和植物多样性的影响分析

根据调查与资料整理，三角山森林公园评价范围内未发现国家和省级重点保护野生植物、珍稀濒危植物及古树名木分布。

工程管线全程以 TBM 隧洞和钻爆隧洞方式地下穿越森林公园，不直接占用或破坏地表植被，对植物多样性无直接影响。施工期间，森林公园范围外进行的机械作业可能产生噪声和粉尘，对邻近区域的植物生长环境造成一定干扰，但影响程度较轻。由于隧洞埋深较大（远超上层植被根系分布深度），施工未触及地表植物根系，对植物群落的直接影响极微。施工振动可能对地表植被产生轻微扰动，但总体影响有限。

此外，工程建设可能带来外来物种入侵风险，主要原因包括：施工扰动形成生态位空缺，为外来种入侵提供条件；人员与物资流动可能无意引入外来植物种子。外来物种可能更适应受干扰环境，进而排挤本地物种，导致植物多样性下降。尽管本项目以隧洞施工为主，生物入侵风险相对较低，但仍需高度重视。建议施工期间采取严格围蔽措施，加强外来物种防控管理，最大限度降低生态入侵可能性。

（2）施工期对动物多样性和栖息地影响分析

对两栖动物的生态影响：评价范围内两栖动物主要栖息于林地、灌丛及溪流等生境，如斑腿泛树蛙等树栖型物种。隧洞地下开挖可能对穴居型蛙类造成一定干扰；陆栖型物种（如黑眶蟾蜍）对环境适应性强，受项目建设影响较小。施工污水若处理不当可能污染水体，进而影响两栖类繁殖（春季或夏季为繁殖期，依赖水体完成蝌蚪发育及变态过程）。两栖动物集中分布于三角山水库周边，工程线距水库 700m 以上，且其余个体零散分布于小型水体，因此施工对两栖类种群的整体影响轻微。

对爬行动物的生态影响：评价范围内爬行动物以蜥蜴类和蛇类为主。施工机械振动可能直接干扰其栖息环境，导致局部多样性下降。但爬行动物活动能力强、行动隐蔽、适应性强，可分布于水体、森林等多种生境，能够有效规避环境扰动，因此施工期对其影响轻微。

对鸟类的生态影响：鸟类声通讯发达，施工噪声可能干扰其通讯、繁殖和种群生态过程。噪声不仅可能驱赶和惊扰鸟类，更可能中断孵卵行为（需连续性的孵卵过程受惊后易导致失败），并对种间关系造成干扰，导致某些物种暂时回避

评价范围，对鸟类数量和多样性产生一定负面影响。评价范围内部分候鸟（冬候鸟活动期为10月至次年4月）和留鸟均可能受影响，建议施工避开候鸟活动期，并采取有效措施减少干扰。

对哺乳动物的生态影响：施工对哺乳动物的影响因类群而异：翼手目物种易受施工灯光干扰（因其昼伏夜出习性），啮齿目物种虽生性敏感但善于躲避。本项目以隧洞形式穿越森林公园，对哺乳动物整体影响有限，总体影响轻微。

对动物栖息地的生态影响：隧洞施工可能导致局部地表形态变化（如下沉或隆起），改变栖息地类型，缩减地面活动物种（如两栖类、爬行类）的分布区并降低栖息地连通性。施工噪声也可能进一步影响栖息地质量。建议加强施工区生态巡护与监测，严格控制施工范围，落实环保措施，最大限度降低对动物栖息地的不利影响。

（3）施工期对生态系统的影响分析

工程建设期间，地表施工区域均位于森林公园范围以外，施工作业不会对评价范围内现有森林生态系统及水资源系统造成显著影响。评价范围地处森林公园山地林区，属典型低山丘陵地貌，主要植被包括常绿阔叶林、杉木、其它硬阔和针阔混交林等。施工区域仅占沿线自然生态系统净生产力的极小部分，且隧洞铺设未进行山体表面开挖，不会对沿线生态系统生物量和净生产力造成明显影响，对系统内生物量的影响总体较小。

工程不会阻断区域物种交流，也不会对视觉景观形成分割，更不会导致森林林地破碎化，生态系统的完整性和连通性得以维持。项目以全隧洞方式穿越森林公园，对公园森林资源类型和森林景观的影响轻微。在落实相应生态保护与减缓措施的基础上，工程对森林公园生态系统稳定性的影响可逐渐消减，整体风险可控。

（4）施工期保护区累计生态影响分析

施工期间，各类短期、局部干扰因素，如施工噪声、振动、扬尘、污水排放以及人为活动等，将通过时间和空间上的累积效应对森林公园及其周边生态环境形成复合压力。隧洞施工可能引起局部地表形态变化，机械作业产生的噪声和振动持续干扰野生动物行为，施工运输和场地活动增加外来物种入侵风险，这些影响在施工期内不断叠加。

然而，由于工程以隧洞形式无害化穿越森林公园，地表施工严格控制在保护

区范围外，且施工活动集中于有限区域，这些干扰在强度和空间分布上较为有限。通过严格落实噪声控制、污水收集处理、生态巡护和外来物种防控等综合措施，可有效削减各类影响的累积效应。同时，森林公园生态系统具备一定的缓冲和自我调节能力，能够在施工结束后逐步恢复。

因此，在全面落实各项生态保护和污染控制措施的前提下，项目施工对保护区产生的累计生态影响整体可控，不会对森林公园的生态完整性和生物多样性造成不可逆的长期不利影响。

（5）保护区主要保护对象影响预测

圆墩三角山县级森林公园的主要保护对象为南亚热带森林生态系统及其生物多样性。工程建设以地下隧洞方式穿越森林公园，不直接占用保护区地表土地，不会改变南亚热带森林生态系统的主体结构和功能。施工活动对地表植被的干扰轻微，且未发现国家重点保护野生植物分布，对植物多样性影响有限。对动物的影响多表现为短期、可逆的行为干扰，不会导致物种种群结构改变或生物多样性下降。在落实噪声控制、污水管理、生态巡护及外来物种防控等措施的前提下，工程对森林公园主要保护对象——南亚热带森林生态系统及其生物多样性的影响轻微，整体可控。

3、运营期对森林公园生态环境影响分析

（1）运营期对植被和植物多样性影响分析

工程以全隧洞方式地下穿越森林公园，隧洞埋深介于约 260~500m 之间，运营期间不会直接破坏地表植被，对植物多样性无直接影响。

运营期的主要影响来源于人为活动带来的间接干扰。线路维护工作人员定期进入森林公园进行巡检和设备养护，人员及车辆流动也可能无意引入外来入侵植物种子，对本地植物群落构成长期威胁。为防范上述风险，建设单位必须加强维护人员的生态保护宣传教育，制定并严格执行施工与维护行为规范，明确禁止毁坏林木、引入外来物种等行为。通过落实严格的生态保护管理制度，可最大限度减少运营期对森林公园植被和植物多样性的影响。

（2）运营期对动物多样性和栖息地影响分析

工程以深埋隧洞方式穿越森林公园，运营期间不在森林公园地表设置任何永久性设施，不会占用或破坏野生动物栖息地，对栖息地环境无影响。

运营期的主要影响来源于输水过程中产生的振动和噪声。由于隧洞埋深较大，

且输水运行本身强度有限，其产生的振动和噪声经地层阻隔后已显著衰减，对地表的影响微乎其微，几乎可忽略不计。

在极少数抢修、抢险等特殊情况下，可能临时使用挖掘机、打夯机、发电机、电锯等设备进行机械作业，该类作业将产生一定的瞬时振动和噪声，可能对评价范围内动物造成短时干扰。但此类作业发生频率低、持续时间短，且影响随作业结束而迅速消失。此外，隧洞结构本身对噪声传播具有削弱作用，进一步降低了其对线路附近动物的潜在影响。

综上所述，工程运营对森林公园内动物多样性及栖息地的整体影响轻微，且影响多为暂时性和局部性。

（3）运营期对生态系统的影响分析

工程运营后，由于输水管线在隧洞中运行，与地面相隔足够距离，对公园森林生态系统的完整性和动植物保护产生的影响轻微。

4、评价结论

本工程引水线路全程采用 TBM 隧洞方式地下穿越森林公园，不占用森林公园地表面积，对植被和植物多样性的影响轻微，影响范围主要集中于施工周边局部区域，不会改变森林公园现有森林生态结构与功能。

施工期间产生的噪声、振动等可能对野生动物造成一定惊扰，导致其短暂逃离施工邻近区域，但不会导致种群死亡或消失，工程建设对野生动物及其栖息地的整体影响可控。

项目运营期间可能带来人为活动增加、环境污染及潜在环境风险，但对森林公园生态系统的不利影响总体有限。工程产生的噪声、振动等干扰处于可接受的安全范围，不会对生态环境和生物造成长期或显著损害。

综上，深汕合作区引水工程建设对深圳深汕圆墩三角山县级森林公园的植被与植物多样性、野生动物及其栖息地、森林生态系统等方面的影响轻微，整体风险可控。建议在施工与运营阶段全面落实生态保护措施，持续优化管理方案，最大限度减轻工程对森林公园的生态影响。

6.11.3 生态保护红线

1、项目工程涉及生态保护红线基本情况

输水路线以隧洞形式地下穿越惠东县生态红线 4.01km，地下穿越深汕合作

区生态红线长度 7.48km，详见图 3.1-2。项目所涉及的生态保护红线均属于东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线。

表6.11-1　工程输水路线涉及生态保护红线情况统计

序号	红线名称	行政区	与本工程相对位置关系	主要涉及的自然保护地	地表占用面积	穿越长度
1	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	惠州市惠东县	输水线路地下穿越	惠东县白马山县级自然保护区	无	4.01km
2	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	深汕合作区	输水线路地下穿越	深圳深汕圆墩三角山县级森林公园	无	7.48km

2、施工期生态影响分析

（1）对植物多样性的影响

输水线路地下穿越惠州市惠东县和深汕合作区生态保护红线，下穿长度分别为 4.01km 和 7.48km。该段线路以隧洞形式无害化穿越，不扰动地表，对植被没有直接干扰和破坏。

从气象条件看，区域年平均降雨量在降水量 1900mm 左右，雨量充沛，大气自然降水是该区域森林植被水分的主要水源。从地表植被类型来看，生态保护红线区隧洞穿越区多为人工林、次生阔叶林或灌丛灌草丛等植被，多属浅根性植物，水分需求主要依赖自然降水和地表水，对地下水的依赖程度较低。加上本工程该段线路的隧洞埋深均较深，以隧道方式穿越生态保护红线区基本不会影响地表植被的水分供给，对区域植被多样性的影响较小。

（2）对动物多样性的影响

输水线路以隧洞形式地下穿越生态保护红线区域，施工期间产生的噪声和震动可能对周边野生动物产生惊扰，促使动物短期内向周边区域迁移。但由于该影响具有暂时性和可逆性，且工程周边区域分布有大量相似生境，野生动物可迁移至邻近适宜区域栖息和活动。施工结束后，噪声与震动源随之消失，其对动物的干扰影响也将基本消除。

本工程输水线路全程采用隧洞方式穿越，对地表扰动极小，不破坏地表植被和动物地表栖息环境，不会对野生动物通道形成切割效应。因此，工程对区域陆生动物及其栖息地的整体影响较小，不会导致种群结构改变或生物多样性下降。

（3）对生态保护红线功能的影响分析

输水线路采用隧洞形式地下无害化穿越生态保护红线，施工产生的弃土弃碴全部运至红线外指定场地堆放，不占用红线内土地。该施工方式可有效避免对生态保护红线区地表植被和土壤结构的破坏，减少水土流失风险，完全保持区域原有的水源涵养功能。

综上所述，工程的输水线路建设不会改变生态保护红线的水源涵养功能，整体影响可控。

3、运营期生态影响分析

输水线路全程采用地下隧洞方式穿越生态保护红线，运营期间无地表扰动，不改变原有土地利用类型和生态功能。隧洞运营本身不产生污染物，亦不干扰地面野生动物栖息与植物生长，对生态保护红线的结构和功能无负面影响。日常巡检和维护活动均通过地下工作井进行，不会对地表生态系统造成干扰。

综上所述，在落实专项专题的各项生态保护和管控措施的基础上，工程运营对生态保护红线的整体影响轻微，生态功能可保持稳定。

6.11.1 对生态公益林的影响

工程输水线路的建设及运营不可避免要占用小部分生态公益林资源，深汕合作区占地涉及的生态公益林均为省级生态公益林（堆渣场 ZC3-1 及其施工道路 1.92 hm^2，龙山水厂支线进洞口和工区 GQ8 计 1.67 hm^2，4#施工支洞及其永久检修道路和 4#施工支洞工区 GQ10 计 3.66hm^2）。除占用的影响外，施工活动中机械及人为破坏，施工活动产生的废水、固废、水土流失等也会对生态公益林的物种及其功能产生一定的不利影响。

工程占用生态公益林将造成区域内生态公益林面积减少，生态功能减弱。但工程占用公益林的面积占评价范围公益林面积比重较小，对于永久占用的生态公益林，应根据相关法律法规办理相关手续，临时占用生态公益林部分在施工结束后应及时采取平整、复绿等措施，恢复临时占地区域的植被。建设单位依法办理用地审核、林地征占审批手续，按照规定进行补偿基础上，不会对林业生产及生态造成明显影响。

6.11.2 湿地

输水线路涉及深汕合作区赤石河流域湿地。

1、工程与一般湿地位置关系

如图 4.3-40 和下表所示，工程穿越深汕合作区赤石河流域湿地的笼山水和明热河。工程引水干线以地下 TBM 方式穿越赤石河流域笼山水 4 处，穿越长度合计 371.23m。工程（龙山水厂支线）以明挖埋管方式穿越明热河段 1 处，穿越长度 40.2m，围堰区域临时占用明热河一般湿地面积 9455m^2，占深汕合作区一般湿地总面积的 0.15%，占明热河一般湿地总面积的 1.86%。

表6.11-2　工程与深汕合作区一般湿地位置关系

<table>
<tr><th>项目</th><th colspan="4">具体情况</th></tr>
<tr><td>涉及方式</td><td colspan="4">地表临时占用，地下 TBM 方式穿越、明挖埋管方式穿越</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地表临时占用面积</td><td colspan="2" rowspan="2">9455m^2</td><td>占明热河一般湿地总面积</td><td>1.86%</td></tr>
<tr><td>占深汕合作区一般湿地总面积</td><td>0.15%</td></tr>
<tr><td>地下 TBM 方式穿越</td><td rowspan="2">穿越处数量</td><td>4 处</td><td rowspan="2">穿越长度</td><td>371.23m</td></tr>
<tr><td>明挖埋管方式穿越</td><td>1 处</td><td>40.2m</td></tr>
</table>

2、施工期对一般湿地生态环境影响分析

（1）施工期对水生生物多样性及栖息地影响分析

根据现状调查，深汕合作区一般湿地的水生生物以常见物种为主。浮游植物以硅藻门为优势类群，浮游动物以轮虫和原生动物为主，底栖动物主要包括河蚬、大瓶螺、日本沼虾等，鱼类以鲤形目、鲿虎鱼目及常见经济物种（如眶棘双边鱼、舌鲿虎鱼、齐氏罗非鱼、黄鳍棘鲷、鲻等）为主。调查未发现国家级或广东省重点保护水生野生动物。

1）对浮游生物的影响

施工期间，土石方开挖、围堰修筑等作业可能导致扬尘、废弃物和生活污水随地表径流进入笼山水和明热河，造成局部水域悬浮物浓度短期内升高，抑制浮游植物光合作用，引起浮游动植物生物量暂时减少。埋管工程完成后，河流流通性增强、透明度提高，有利于浮游植物和浮游动物群落逐步恢复。该区域水体流动性较好，水质维持在 II~III 类水平，营养盐含量有限，可有效避免浮游植物过度增殖。

2）对底栖动物的影响

埋管施工将临时占用部分水域并扰动底质，对工程区底栖动物生境造成一定破坏。同时浮游生物量的短期变化可能间接影响部分滤食性底栖动物的食物来源。但由于工程占整个河道比例较小，施工影响范围有限，对明热河底栖动物群落的总体影响可控。工程结束后，随着水体透明度恢复和有机质沉降，底栖动物群落将逐步重建。

4）对鱼类的影响

施工导致悬浮物浓度升高，可能短期内阻碍鱼类觅食视觉，降低其摄食效率，并对鱼卵和仔稚鱼的存活和发育造成一定压力。工程已选择在枯水期（11 月至次年 2 月）施工，避开了主要鱼类的繁殖和高敏感期。围堰埋管虽会临时阻断局部鱼道，但因工程跨度有限，施工周期较短，不会对明热河整体连通性和鱼类种群交流造成长期阻碍。施工噪声可能引起成鱼行为性回避，但不会导致直接死亡，该类影响随施工结束而消失。

综上所述，在严格落实水环境保护与生态调控措施的前提下，工程施工对明热河水生生物多样性及栖息地的影响是局部、短期和可逆的，影响可控。

（2）施工期对生态系统的影响分析

深汕合作区一般湿地主要承担水文调节、防洪抗旱等重要生态功能。工程施工对湿地生态系统的影响分析如下：

1）笼山水段

输水线路笼山水段采用深埋隧洞方式下穿笼山水湿地，共穿越 4 处，累计穿越长度 371.23m。该区域湿地生态系统对地下水位变化较为敏感，隧洞施工可能存在突泥涌水风险，可能引起局部地下水位下降，进而影响湿地水文均衡和生态稳定性。

为最大限度降低生态扰动，本工程段采用 TBM（隧道掘进机）施工工艺。该工艺避免了爆破作业带来的振动和噪音，减少了对湿地水生环境的干扰。同时，针对可能出现的涌水情况，制定了系统应急预案，确保能够及时响应并控制水文异常，保障湿地生态需水。

在严格落实上述工程控制和应急措施的前提下，施工活动对笼山水湿地水位及生态系统的影响范围有限、程度可控，不会造成湿地生态功能的显著退化。

2）明热河段

输水线路明热河段采用埋管（倒虹吸）方式穿越明热河湿地，穿越长度 40.2m。施工过程中围堰设置、土方开挖等作业会暂时改变河流的流向、流速和水深等水文条件，影响湿地水动力状态。

工程选择在 11 月至次年 2 月的枯水期施工，通过时序优化最大程度降低生态干扰。施工期临时占用明热河湿地面积 9455m²，占该湿地总面积的 1.86%，占深汕合作区一般湿地总面积的 0.15%，占用比例较小。围堰可能导致上游水体短期壅高，下游河段水位暂时下降，但因在枯水期施工，明热河水位本就处于较低水平（2~3m），工程活动对水位的改变幅度有限。

工程设置有长约 223m 的导流明渠，有效缓冲施工对水流的扰动，保障湿地原有水位格局稳定。在做好施工器械保养维护，落实严格的施工管理制度后，施工产生悬浮物、油污等污染物的可能性大大降低。施工结束后，随着水质改善和生境修复，生态系统将逐步恢复。

综上所述，通过采取科学的施工工艺、合理时序安排和有效的生态保护措施，工程施工对深汕合作区一般湿地生态系统的影响总体可控，不会对区域水文调节和防洪抗旱功能产生实质性影响。

（3）施工期累计生态影响分析

笼山水段隧洞施工可能引发的地下水位波动，以及明热河段围堰作业造成的水体悬浮物浓度升高、瞬时水文条件改变等影响，可能在短期内增加对湿地水生生物及生态过程的累积压力。工程通过严格控制施工边界，系统落实分区施工管理、导流引流、枯水期作业及应急涌水控制等综合措施，可显著降低各类干扰的累积强度。此外，湿地生态系统本身具备一定的缓冲与恢复能力，能够在一定程度上消纳短期外界扰动。

在全面实施上述生态保护措施的前提下，尽管施工活动会带来一定的局部和短期影响，但其累积效应不会改变深汕合作区一般湿地的整体结构、核心生态功能及生物多样性维持能力。施工结束后，湿地生态系统预计可在较短时间内逐步恢复至原有状态，累计生态影响整体可控。

（4）对一般湿地主要保护对象影响预测

赤石河流域湿地的主要保护对象为流域水岸生态及湿地生物多样性。工程笼山水段采用隧洞方式穿越，施工期间通过落实地下水防治措施，对湿地保护对象

的影响轻微可控；明热河段以埋管方式穿越，虽会临时破坏部分水岸带和水生生物，但因开挖面积有限、地表施工严格控制在湿地范围外，且施工周期短，不会破坏湿地整体结构及水域连通性，对保护对象的影响总体可控。为减轻生态扰动，工程拟实施系统保护措施：对施工污水定期清运，试压水循环利用，清水达标排放，沉淀物规范处置；严格控制施工范围，避免新建道路，及时开展弃土场复绿和沿线植被恢复，优先选用本地乡土物种；同时严禁捕杀野生动物，制定生态守则规范施工行为，设置声屏障降噪，并避开鸟类迁徙觅食敏感期施工。通过上述措施，工程建设对赤石河流域湿地主要保护对象的影响可得到有效控制。

3、运营期对重要湿地生态环境影响分析

（1）运营期对动物多样性和栖息地影响分析

运营期间，工程引水干线以地下 TBM 方式穿越赤石河流域笼山水共 4 处，累计穿越长度 371.23m。管道处于全封闭状态，管内水流声极其微弱，产生的噪声和振动可忽略不计，不会对周边鱼类等水生生物的行为及栖息环境产生负面影响。跨明热河埋管建成后，河流水体透明度提高，水位趋于稳定，有机质和浮游生物群落逐步恢复，为底栖生物繁殖生长创造了有利条件。

施工完成后，对临时占用的道路及施工区域实施植被及水生生态恢复，结合深汕合作区一般湿地的自然修复过程，湿地生境整体逐渐趋稳。运营阶段在开展陆地管道检修维护时，通过严格执行废物回收与处理制度，严格控制污染物扩散，并制定完备的管线巡线方案、应急处置预案和生态保护方案，严禁猎杀野生动物等措施，确保运营活动对动物多样性及栖息地的影响处于可控范围。

（2）运营期对湿地生态系统影响分析

运营期间，引水干线采用封闭管道输水，全程为无害化地下运行，不改变地表水文过程，对笼山水段湿地生态系统的结构和功能无直接干扰。明热河段采用埋管（倒虹吸）方式设计，管身及抛石压顶置于河床下约 2m，未侵占湿地调蓄空间。该设计保持了河道天然形态和水力联系，对湿地自然补水、地下水补给等水文关联影响甚微，确保了区域防洪抗旱等水文调节功能的完整性。

针对工程无法避让深汕合作区一般湿地，已制定湿地占补平衡方案。通过补偿湿地全域清杂、入侵物种清除、本土水生植物补种及长期生态监测与维护等系统措施，有效恢复和提升补偿区域的生态功能，使其逐步趋近原湿地水平，从而

抵消工程占用造成的生态影响，维护湿地生态系统的整体稳定性和服务功能。

4、评价结论

工程施工期通过枯水期施工和系统生态修复等措施，有效降低了悬浮物扩散、水位波动及生境扰动等累积影响。运营期封闭式输水及占补平衡方案的实施，进一步保障了湿地水文稳定性和生态功能完整性。工程建设未改变湿地生态系统的整体结构和核心功能，对水生生物和陆生境的影响多为局部、短期和可逆。综合施工期和运营期分析表明，深汕合作区引水工程建设及运行对赤石河流域一般湿地生态系统的影响不大，整体风险可控。

6.11.3 对天然林的影响

1、工程输水线路区涉及天然林基本情况

工程输水线路区涉及占用惠东县和深汕合作区天然林，面积分别为2.6879hm^2 和 1.7468hm^2。其中工程输水线路区惠东县段涉及天然林均为临时占用，涉及的工程内容包括堆土场 L1、1#施工支洞工区 GQ1 和施工道路；工程输水线路区深汕合作区段的干线 2#TBM 始发安装场和永久检修路涉及永久占用天然林。

表6.11-3　深汕合作区引水工程涉及天然林情况统计

工程区	行政区	占用形式	涉及的工程内容	占用面积	合计
输水线路区	惠州市惠东县	临时占用	临时堆土场 L1、1#施工支洞工区 GQ1 和施工道路	2.6879hm^2	4.4347hm^2
	深汕合作区	永久占用	2#TBM 始发安装场和永久检修路	1.7468hm^2	

2、生态影响分析

工程输水线路区涉及占用惠东县和深汕合作区天然林，面积分别为2.6879hm^2 和 1.7468hm^2，分别占惠东县天然林面积的 0.0017%和深汕合作区天然林面积的 0.018%。总体而言，工程永久和临时占用天然林面积均较小。

从植被类型来看，输水线路区惠东段涉及天然林主要为常绿阔叶林和暖性针阔混交林，常见物种包括马尾松、木荷、台湾相思、马占相思等；深汕合作区段则以阔叶混交林为主。工程占地范围植被类型及物种均为当地常见类群，未发现珍稀濒危野生植物及古树名木分布。

工程输水路线区对天然林影响与水源及下游区基本一致，分析详见 5.7.4 小节。

6.11.4 对东江上中游国家级水土流失重点预防区的影响

1、输水线路区涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区基本情况

输水线路区涉及东江上中游国家级水土流失重点预防区的工程内容均位于惠东县，涉及面积 31.14hm^2（仅占预防区重点预防面积的 0.0040%），其中永久占地 2.85hm^2，临时用地 28.29hm^2。项目引水干线和 1#、2#施工支洞地下穿越东江上中游国家级水土流失重点预防区长度 8.82km，其中引水干线 7.29km，施工支洞 1.53km。

2、对东江上中游国家级水土流失重点预防区的生态影响分析

工程输水路线区对东江上中游国家级水土流失重点预防区影响与水源及下游区基本一致，分析详见 5.7.5 小节。

6.11.5 对文物的影响

工程占地范围内不涉及不可移动文物，工程占地周边发现不可移动文物共计 2 处（陂角窑址、下坝窑址）。

下坝窑址与最近的工程点（工区 GQ1 施工道路）距离约 460m，该距离构成了有效的天然缓冲带，能显著衰减施工产生的振动与噪声。工程范围不涉及窑址本体，双方无空间交集，从源头上避免了直接破坏风险，工程建设对下坝窑址的影响总体有限。

对于距离较近的陂角窑址（距 2#施工支洞永久道路约 12m），其影响主要来源于道路施工与未来车辆运行，以及 2#施工支洞的爆破作业。通过采取设立刚性物理隔离、优化道路结构与施工工艺、在爆破施工中严格控制单次炸药用量等针对性措施，能够有效抑制振动传导、防范意外撞击，从而将各项潜在风险控制在安全范围之内，确保文物本体不受影响。

7 受水区环境影响预测

7.1 工程受水区水量平衡

经用水平衡分析，本工程建成后，受水区深汕合作区由当地水源及白盆珠水库水源联合供水，出方主要包括供水损耗及排水，其中供水损耗主要包括工业耗水、居民生活耗水、农业灌溉农作物吸收及蒸发、入渗深层地下水及用水消耗、畜禽养殖耗水，排水为工业排水、城镇生活排水、农村生活排水、农田灌溉回归水等。

（1）多年平均情况

多年平均情况下，工程受水区规划水平年的供退水情况见表 7.1-1。从表中可以看出：

规划水平年 2035 年受水区总供水量为 19683.0 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 7470 万 m^3；受水区多年平均供水损耗 6894.8 万 m^3，受水区退水总量 12788.2 万 m^3，其中白盆珠水库水源新增退水量为 5116.4 万 m^3。

规划水平年 2050 年受水区总供水量为 28412.0 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 15308.0 万 m^3；受水区多年平均供水损耗 9828.5 m^3，受水区退水总量 18583.5 万 m^3，其中白盆珠水库水源新增退水量为 10455.6 万 m^3。

表7.1-1　多年平均受水区各水平年供、排水情况单位：万 m^3

项目				2022 年	2035 年	2050 年
入方	供水量	当地水源	城镇生活	561.4	6549.4	7252.3
			工业	771.5	3042.2	3390.0
			河道外生态	5.4	551.4	588.7
			农业	2490.2	2070.0	1873.0
			小计	3828.5	12213.0	13104.0
		白盆珠水库水源	城镇生活	0	4823.4	9885.0
			工业	0	2240.5	4620.6
			河道外生态	0	406.1	802.4
			农业	0	0	0
			小计	0	7470.0	15308.0
		合计	城镇生活	561.4	11372.8	17137.4
			工业	771.5	5282.7	8010.6

项目				2022 年	2035 年	2050 年
			河道外生态	5.4	957.5	1391.1
			农业	2490.2	2070.0	1873.0
			小计	3828.5	19683.0	28412.0
出方	损耗量	当地水源	城镇生活	151.2	1964.8	2175.7
			工业	125.4	872.5	1170.9
			河道外生态	0.0	358.4	412.1
			农业	191.7	1345.5	1217.5
			小计	468.4	4541.2	4976.1
		白盆珠水库水源	城镇生活	0.0	1447.0	2965.5
			工业	0.0	642.6	1325.2
			河道外生态	0.0	264.0	561.7
			农业	0.0	0.0	0.0
			小计	0.0	2353.6	4852.4
		合计	城镇生活	151.2	3411.8	5141.2
			工业	125.4	1515.1	2496.1
			河道外生态	0.0	622.4	973.7
			农业	191.7	1345.5	1217.5
			小计	468.4	6894.8	9828.5
	退水量	当地水源	城镇生活	410.2	4584.6	5076.6
			工业	646.0	2169.7	2219.1
			河道外生态	5.4	193.0	176.6
			农业	2298.5	724.5	655.6
			小计	3360.1	7671.8	8127.9
		白盆珠水库水源	城镇生活	0.0	3376.4	6919.5
			工业	0.0	1597.9	3295.4
			河道外生态	0.0	142.1	240.7
			农业	0.0	0.0	0.0
			小计	0.0	5116.4	10455.6
		合计	城镇生活	410.2	7960.9	11996.2
			工业	646.0	3767.6	5514.5
			河道外生态	5.4	335.1	417.3
			农业	2298.5	724.5	655.6
			小计	3360.1	12788.2	18583.5

（2）P=90%来水频率

P=90%来水频率下，工程受水区规划水平年的供退水情况见表 7.1-2。从表中可以看出：

规划水平年 2035 年受水区总供水量为 20574 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 7651.0 万 m^3；受水区多年平均供水损耗 7403.3 万 m^3，受水区退水总量 13170.7 万 m^3，其中白盆珠水库水源新增退水量为 5240.4 万 m^3。

规划水平年 2050 年受水区总供水量为 29536 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 11377 万 m^3；受水区多年平均供水损耗 10327.1m^3，受水区退水总量 19208.9 万 m^3，其中白盆珠水库水源新增退水量为 7800.5 万 m^3。

表7.1-2　P=90%来水受水区各水平年供、排水情况单位：万 m^3

项目				2022 年	2035 年	2050 年
入方	供水量	当地水源	城镇生活	561.4	6568.7	10110.4
			工业	771.5	3051.2	4725.9
			河道外生态	5.4	553.1	820.7
			农业	2490.2	2750.0	2502.0
			小计	3828.5	12923.0	18159.0
		白盆珠水库水源	城镇生活	0.0	4940.3	7346.6
			工业	0.0	2294.8	3434.1
			河道外生态	0.0	415.9	596.3
			农业	0.0	0.0	0.0
			小计	0.0	7651.0	11377.0
		合计	城镇生活	561.4	11509.0	17457.0
			工业	771.5	5346.0	8160.0
			河道外生态	5.4	969.0	1417.0
			农业	2490.2	2750.0	2502.0
			小计	3828.5	20574.0	29536.0
出方	损耗量	当地水源	城镇生活	151.2	1970.6	3033.1
			工业	125.4	875.1	1557.8
			河道外生态	0.0	359.5	533.4

项目				2022 年	2035 年	2050 年
			农业	191.7	1787.5	1626.3
			小计	468.4	4992.7	6750.6
		白盆珠水库水源	城镇生活	0.0	1482.1	2204.0
			工业	0.0	658.1	984.9
			河道外生态	0.0	270.4	387.6
			农业	0.0	0.0	0.0
			小计	0.0	2410.6	3576.5
		合计	城镇生活	151.2	3452.7	5237.1
			工业	125.4	1533.2	2542.7
			河道外生态	0.0	629.9	921.1
			农业	191.7	1787.5	1626.3
			小计	468.4	7403.3	10327.1
	退水量	当地水源	城镇生活	410.2	4598.1	7077.3
			工业	646.0	2176.1	3168.2
			河道外生态	5.4	193.6	287.2
			农业	2298.5	962.5	875.7
			小计	3360.1	7930.3	11408.4
		白盆珠水库水源	城镇生活	0.0	3458.2	5142.6
			工业	0.0	1636.6	2449.2
			河道外生态	0.0	145.6	208.7
			农业	0.0	0.0	0.0
			小计	0.0	5240.4	7800.5
		合计	城镇生活	410.2	8056.3	12219.9
			工业	646.0	3812.8	5617.3
			河道外生态	5.4	339.2	496.0
			农业	2298.5	962.5	875.7
			小计	3360.1	13170.7	19208.9

由此可知，到规划水平年 2035 年、2050 年，随着城市建设发展、人口增长以及经济社会快速发展，即使在较高的节水水平下，深汕合作区的供用水量有较大的增长，受水区退水量有较明显增量。

7.2 工程受水区退水去向

7.2.1 受水区 2035 年、2050 年水资源配置

（1）片区配水方案

根据《深汕特别合作区总体规划纲要（2017-2035 年）》（征求意见稿），深汕合作区规划建立“一中心、四组团”的总体空间结构，按照“两轴、三带”进行城乡用地布局和功能组织。其中，“一中心”即具有综合功能的城市中心组团，由分别围绕政务文化片区和高铁站片区形成的中心南区与中心北区构成；“四组团”为在合作区范围内围绕中心组团而布局的东部、南部、西部、北部四大功能组团；此外，围绕特色单元社区或美丽乡村，打造若干特色功能节点。“两轴”为分别依托深汕大道、科教大道为发展“脊梁”，分别串联中心组团和西部组团、北部组团，打造产城功能拓展轴。“三带”包括南部以红海大道和滨海岸线为载体，串联南部组团、东部组团与中心组团，打造沿海综合发展带；北部以圳美绿道和创智路为依托，衔接西部组团和北部组团，打造沿山生态发展带；以及中部主要依托赤石河，打造的“一河两岸”滨水特色景观带。

根据《深汕特别合作区水资源综合规划报告（报批稿）》（2020.3），按照用地规模估算的 2035 年各组团需水量比例如下表，2050 年参考 2035 年的比例进行分配。

表7.2-1　深汕特别合作区 2035 年各组团需水比例

序号	片区名称	需水比例	
1	西部组团	0.31	鹅埠片区
2	中心组团	0.31	赤石南片区
3	南部组团	0.12	小漠片区
4	东部组团	0.08	鲘门片区
5	北部组团	0.18	赤石北片区
	合计	1	

注：数据来源《深汕特别合作区水资源综合规划报告（报批稿）》（2020.3）。

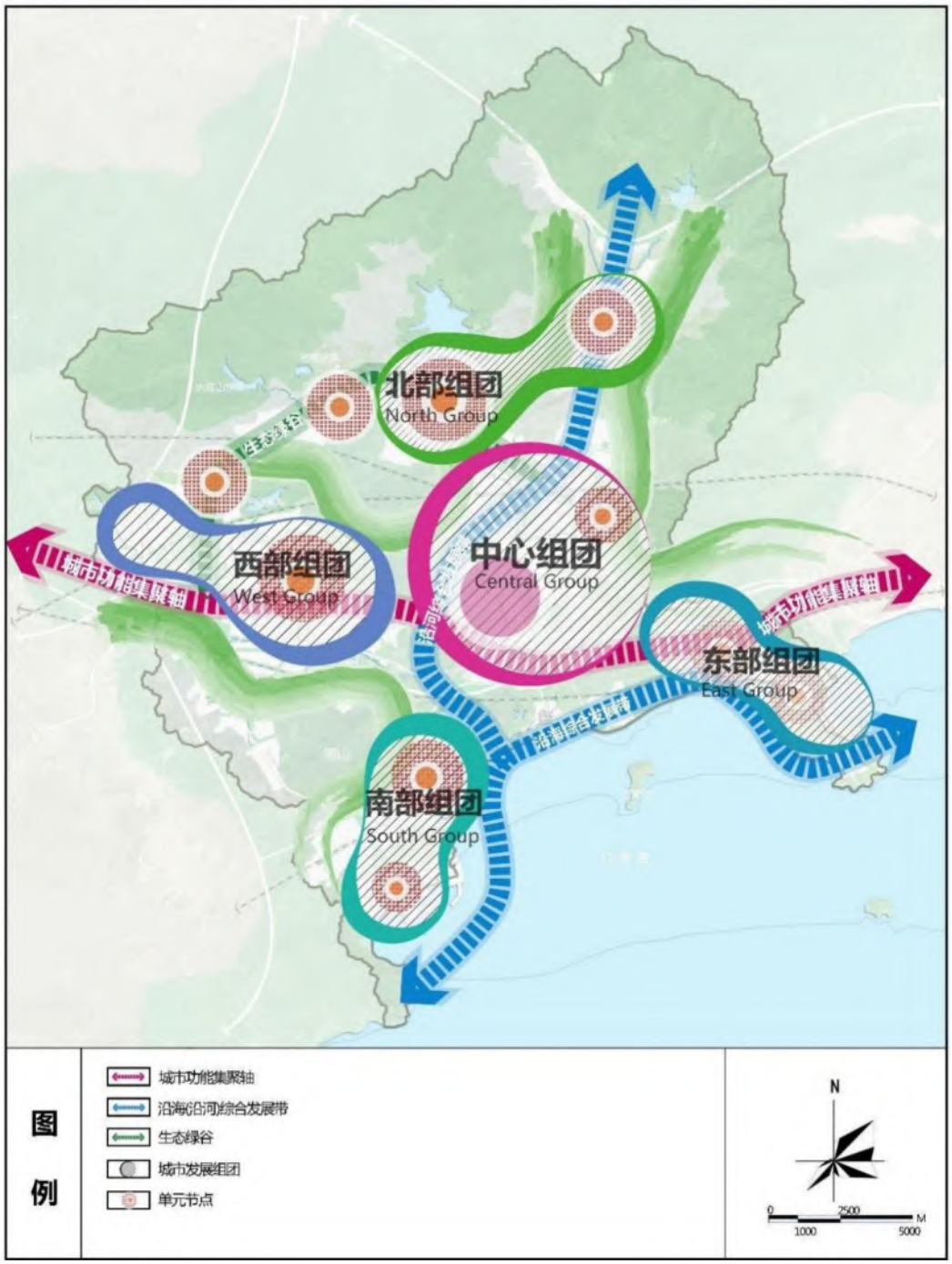


图7.2-1　深汕合作区城乡结构规划图

（2）不同片区不同用水行业水资源配置

根据本工程的水资源配置成果，2035 年规划受水区多年平均总供水量为 19683 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 7470 万 m^3。区域内生活、工业、农业和河道外生态环境人工补水量分别为 11372.8 万 m^3、5282.7 万 m^3、2070.0 万 m^3和 957.5 万 m^3，占总配置水量的比例分别为 57.8%、26.8%、10.5%和 4.9%。2050 年规划受水区多年平均总供水量为 28412.0 万 m^3，其中白盆珠水库供水为 15308.0

万 m^3。区域内生活、工业、农业和河道外生态环境水量分别为 17137.4 万 m^3、8010.6 万 m^3、1873.0 万 m^3和 1391.1 万 m^3，占总配置水量的比例分别为 60.3%、28.2%、6.6%和 4.9%。

受水区各片区水资源配置成果见表 7.2-2，深汕合作区供水工程水资源配置成果见表 7.2-3。

表7.2-2　受水区各片区不同行业水资源配置成果表单位：万 m^3

片区名称	水平年	多年平均水资源配置成果					
		生活(含公共)	工业	河道外生态用水	城市用水合计	农业	合计
西部组团	2022	170.6	234.5	22.1	407.0	41.8	448.7
	2035	3459.1	1606.8	291.2	5357.1	26.8	5383.9
	2050	5212.5	2436.5	423.1	8072.1	24.2	8096.3
中心组团	2022	162.7	223.6	21.1	387.8	0.0	387.8
	2035	3295.6	1530.8	277.5	5103.8	0	5103.8
	2050	4966.0	2321.3	403.1	7690.4	0	7690.4
南部组团	2022	73.9	101.5	9.6	176.1	0.0	176.1
	2035	1496.7	695.2	126.0	2317.9	0	2317.9
	2050	2255.4	1054.2	183.1	3492.6	0	3492.6
东部组团	2022	47.8	65.7	6.2	113.9	0.0	113.9
	2035	968.1	449.7	81.5	1499.4	0	1499.4
	2050	1458.9	681.9	118.4	2259.2	0	2259.2
北部组团	2022	106.3	146.1	13.8	253.4	2458.0	2711.4
	2035	2153.2	1000.2	181.3	3334.7	2043.2	5377.9
	2050	3244.7	1516.7	263.4	5024.7	1848.8	6873.5
合计	2022	561.4	771.5	72.8	1338.3	2490.2	3828.5
	2035	11372.8	5282.7	957.5	17613.0	2070.0	19683.0
	2050	17137.4	8010.6	1391.1	26539.0	1873.0	28412.0

表7.2-3　工程方案不同片区不同行业水资源配置成果表单位：万 m^3

片区名称	水平年	深汕合作区引水工程多年平均供水量					
		生活(含公共)	工业	河道外生态用水	城市用水合计	农业	合计
西部组团	2022	0	0	0	0	0	0
	2035	1495.3	694.6	125.9	2315.7	0	2315.7

片区名称	水平年	深汕合作区引水工程多年平均供水量					
		生活(含公共)	工业	河道外生态用水	城市用水合计	农业	合计
	2050	3064.4	1432.4	248.7	4745.5	0	4745.5
中心组团	2022	0	0	0	0	0	0.0
	2035	1495.3	694.6	125.9	2315.7	0	2315.7
	2050	3064.4	1432.4	248.7	4745.5	0	4745.5
南部组团	2022	0	0	0	0	0	0
	2035	578.8	268.9	48.7	896.4	0	896.4
	2050	1186.2	554.5	96.3	1837.0	0	1837.0
东部组团	2022	0	0	0	0	0	0
	2035	385.9	179.2	32.5	597.6	0	597.6
	2050	790.8	369.6	64.2	1224.6	0	1224.6
北部组团	2022	0	0	0	0	0	0
	2035	868.2	403.3	73.1	1344.6	0	1344.6
	2050	1779.3	831.7	144.4	2755.4	0	2755.4
合计	2022	0	0	0	0	0	0
	2035	4823.4	2240.5	406.1	7470.0	0	7470.0
	2050	9885.0	4620.6	802.4	15308.0	0	15308.0

7.2.2 受水区退水去向

根据受水区所在区域水系及水环境功能区划情况，各受水区与退水河流的关系图见图 7.2-2。受水退水去向如下：

总的来说，深汕合作区供水按区域可以分为北部组团、西部组团、中心组团、南部组团和东部组团 5 个部分，退水通过区域内的赤石河干支流，以及小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等独流入海小河，最后汇入南海。其中北部组团、西部组团退水进入明热河、南门河后进入赤石河，中心组团退水进入赤石河干流，最终汇入南海；南部组团退水流入小漠河、新圩河、大澳河，最终汇入南海；东部组团退水通过港尾河、泗马岭溪、鲘门河，最终汇入南海。

表7.2-4　受水区水环境功能区划情况

序号	功能现状	水系	河流	起点	终点	长度(km)	水质目标	备注
1	农	粤东沿海诸河	赤石河	海丰白马山	海丰圆墩桥	36	III	

序号	功能现状	水系	河流	起点	终点	长度(km)	水质目标	备注
2	农	粤东沿海诸河	赤石河	海丰圆墩桥	赤石河入海口	6	III	
3	农	粤东沿海诸河	南门河	鹅埠镇镇区段	南门河与赤石河汇口	3.5	IV	赤石河支流
4		粤东沿海诸河	明热河	禾廉石	鲤鱼铺	22.6	IV	赤石河支流
5		粤东沿海诸河	小漠河	小漠水库坝址	小漠河入海口	2.83	V	独流入海小河
6		粤东沿海诸河	新圩河	起点	新圩河入海口	4.5	V	独流入海小河
7		粤东沿海诸河	大澳河	起点	大澳河入海口	6.1	V	独流入海小河
8		粤东沿海诸河	港尾河	起点	港尾河入海口	2.9	V	独流入海小河
9		粤东沿海诸河	鲘门河	起点	鲘门河入海口	5.4	V	独流入海小河
10		粤东沿海诸河	泗马岭溪	泗马岭水库坝址	泗马岭溪入海口	4.24	V	独流入海小河

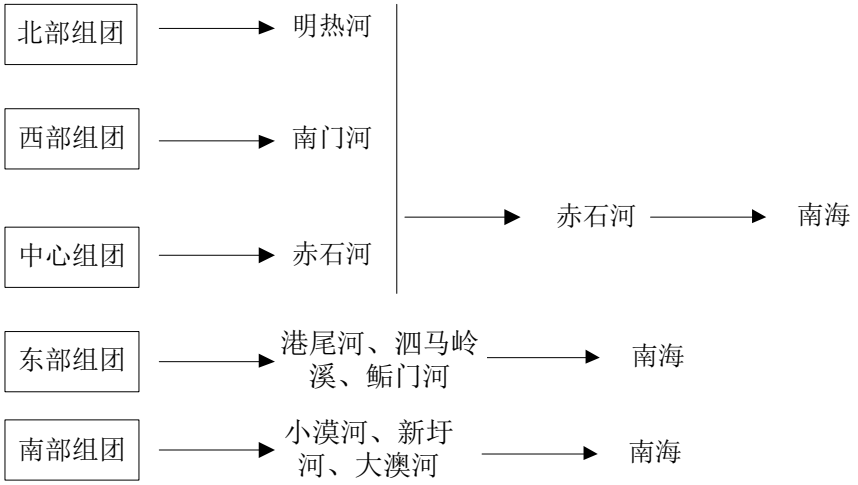


图7.2-2　受水区与退水河流的关系示意图

7.3 水文水资源影响

7.3.1 工程供水影响

随着经济社会继续快速发展，根据深汕合作区经济社会发展预测和供需平衡分析，深汕本地水资源供需矛盾突出，现状供水能力已无法满足深汕合作区内的

用水需求，水资源紧缺问题已经成为区域招商引资以及未来经济发展的制约性因素。深汕合作区本地水源远远不能满足 2035 年乃至更远期的发展需求。根据对深汕合作区周边水源的分析，白盆珠水库引水是解决合作区今后发展用水问题的较可行的方案。因此，深汕合作区供水工程能否顺利实施对合作区今后的发展建设起了非常重要的作用。

根据本工程水资源配置方案，白盆珠水库水源优先供给城镇生产生活用水。

多年平均情况下，深汕合作区水资源量为 7.01 亿 m^3，规划水平年 2035 年，白盆珠水库水源供深汕合作区多年平均供水量 0.75 亿 m^3，占受水区多年平均水资源量的 10.7%；规划水平年 2050 年，白盆珠水库水源供深汕合作区多年平均供水量 1.53 亿 m^3，占受水区多年平均水资源量的 21.8%。

P=90%频率来水情况下，深汕合作区水资源量为 4.11 亿 m^3，规划水平年 2035 年，白盆珠水库水源供深汕合作区水量为 0.77 亿 m^3，占受水区 P=90%频率水资源量的 18.6%；规划水平年 2050 年，白盆珠水库水源供深汕合作区水量 1.14 亿 m^3，占受水区 P=90%频率水资源量的 27.7%。

受水区供水量占当地资源量的比例详见表 7.3-1。

由此可知，工程实施后，将使深汕合作区可利用水资源量增加，增加率在 4.0%~27.7%之间，枯水年增加明显。工程将在较大程度上改善受水区用水条件，通过提高供水保证率，有效缓解受水区规划水平年缺水状况。

表7.3-1　工程供水量与本地水资源量占比

水平年	水资源量(亿 m^3)		工程供水量(亿 m^3)		供水量占受水区多年平均水资源量的比重	
	多年平均	P=90%	多年平均	P=90%	多年平均	P=90%
2035 年	7.01	4.11	0.75	0.77	10.7%	18.6%
2050 年			1.53	1.14	21.8%	27.7%

7.3.2 退水影响

7.3.2.1 河道退水量情况

本工程实施后，合作区退水分成 5 个部分，中北部组团、西部组团退水进入明热河、南门河后进入赤石河，中心组团退水进入赤石河干流，最终汇入南海；南部组团退水流入小漠河、新圩河、大澳河，最终汇入南海；东部组团退水通过港尾河、泗马岭溪、鲘门河，最终汇入南海。

（1）多年平均情况

在多年平均条件下，2035 年深汕合作区退水量为 12788.2 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 10173.6 万 m^3，占比为 79.6%；白盆珠水库水源退水量为 5116.4 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 4093.2 万 m^3，占比为 80.0%。2050 年深汕合作区退水量为 18583.5 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 14697.9 万 m^3，占比为 79.1%；白盆珠水库水源退水量为 10455.6 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 8364.5 万 m^3，占比为 80%。具体见表 7.3-2。水量平衡见图 7.3-1~图 7.3-2。

表7.3-2　多年平均条件下受水区河道退水量情况单位：万 m^3

退水去向	退水河流	片区	2035 退水量			2050 退水量		
			合作区	本地水源	白盆珠水源	合作区	本地水源	白盆珠水源
赤石河	明热河	北部组团	2999.2	2078.2	921.0	4041.4	2159.4	1882.0
	南门河	西部组团	3678.6	2092.6	1586.1	5461.4	2220.2	3241.2
	赤石河	中心组团	3495.8	1909.7	1586.1	5195.1	1953.9	3241.2
	小计		10173.6	6080.4	4093.2	14697.9	6333.4	2159.4
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	1587.6	973.6	614.0	2359.4	1104.7	1254.7
南海	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	1027.0	617.7	409.3	1526.2	689.7	836.5
合计			12788.2	7671.8	5116.4	18583.5	8127.9	10455.6

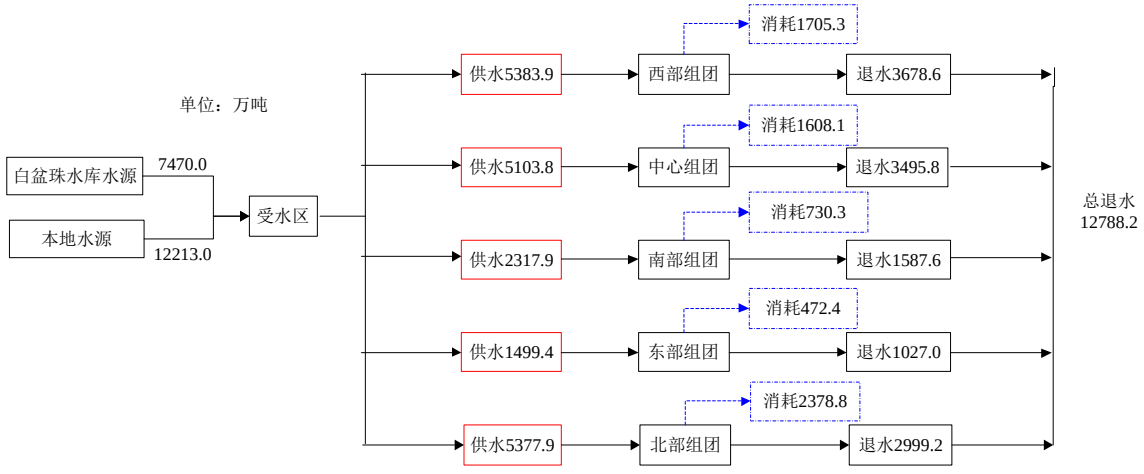


图7.3-1　2035 年受水区水量平衡图（多年平均）

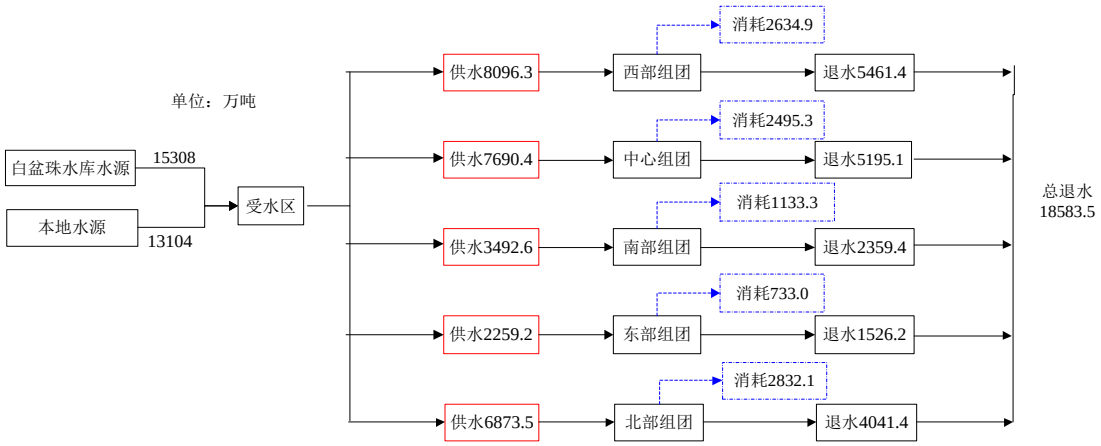


图7.3-2　2050 年受水区水量平衡图（多年平均）

（2）P=90%来水频率

在 P=90%来水频率条件下，2035 年深汕合作区退水量为 13170.7 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 10524.8 万 m^3，占比为 79.9%；白盆珠水库水源退水量为 5240.4 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 4104.6 万 m^3，占比为 78.3%。2050 年深汕合作区退水量为 19208.9 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 15235.5 万 m^3，占比为 79.3%；白盆珠水库水源退水量为 7800.5 万 m^3，其中退水进入赤石河流域的水量为 6109.9 万 m^3，占比为 78.3%。具体见表 7.3-3。

表7.3-3　P=90%频率条件下受水区河道退水量情况单位：万 m^3

退水去向	退水河流	片区	2035 退水量			2050 退水量		
			合作区	本地水源	白盆珠水源	合作区	本地水源	白盆珠水源
赤石河	明热河	北部组团	3261.5	2269.3	992.2	4335.4	2858.5	1476.9
	南门河	西部组团	3725.7	2131.8	1593.9	5587.5	3214.9	2372.6
	赤石河	中心组团	3537.6	2019.1	1518.5	5312.5	3052.1	2260.4
	小计		10524.8	6420.2	4104.6	15235.5	9125.6	6109.9
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	1606.7	917	689.7	2412.7	1386.1	1026.6
南海	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	1039.3	593.2	446.1	1560.7	896.7	664
合计			13170.7	7930.3	5240.4	19208.9	11408.4	7800.5

由此可知，白盆珠水库水源退水主要进入赤石河流域，将对其河道水量、水文情势产生影响。

7.3.2.2 对河道水量的影响

（1）多年平均情况

赤石河流域的明热河、南门河、赤石河天然多年平均流量分别为 5.42m^3/s、3.26m^3/s、18.89m^3/s。工程实施后，由于退水使得受水区河道水量增加，2035 年明热河、南门河、赤石河流量分别增加 0.29m^3/s、0.50m^3/s、1.30m^3/s，分别占河道天然流量的 5.39%、15.43%、6.87%；2050 年明热河、南门河、赤石河流量分别增加 0.60m^3/s、1.03m^3/s、2.65m^3/s，分别占河道天然流量的 11.01%、31.53%、14.04%。

其他独流入海的小河，小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河的天然多年平均流量分别为 0.18m^3/s、0.20m^3/s、0.58m^3/s、0.14m^3/s、0.38m^3/s、0.27m^3/s。工程实施后，由于退水使得受水区河道水量增加，2035 年各河流流量分别增加 0.02~0.12m^3/s，分别占河道天然流量的 16.37~20.20%；2050 年各河流流量分别增加 0.05~0.24m^3/s，分别占河道天然流量的 33.45~41.27%。

（2）P=90%来水频率

赤石河流域的明热河、南门河、赤石河天然 90%来水频率流量分别为 3.17m^3/s、1.90m^3/s、11.06m^3/s。工程实施后，由于退水使得受水区河道水量增加，2035 年明热河、南门河、赤石河流量分别增加 0.29m^3/s、0.50m^3/s、1.30m^3/s，分别占河道天然流量的 9.21%、26.47%、11.74%；2050 年明热河、南门河、赤石河流量分别增加 0.60m^3/s、1.03m^3/s、2.65m^3/s，分别占河道天然流量的 18.83%、54.09%、23.98%。

其他独流入海的小河，小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河的天然多年平均流量分别为 0.11m^3/s、0.12m^3/s、0.34m^3/s、0.08m^3/s、0.22m^3/s、0.16m^3/s。工程实施后，由于退水使得受水区河道水量增加，2035 年各河流流量分别增加 0.02~0.12m^3/s，分别占河道天然流量的 27.93~34.46%；2050 年各河流流量分别增加 0.05~0.24m^3/s，分别占河道天然流量的 57.08~70.43%。

由此可知，工程退水对受水区河流水量产生一定的影响，近期多年平均增加率在 5.39~20.20%之间，90%来水频率增加率在 9.21~34.46%之间；远期多年平均增加率在 11.01~41.27%之间，90%来水频率增加率在 18.83~70.43%之间，在枯水年的增水尤为明显。

表7.3-4　多年平均条件下受水区退水河道流量变化情况　单位：m^3/s

河流	天然河道流量	2035 年		2050 年	
		新增流量	占比(%)	新增流量	占比(%)
明热河	5.42	0.29	5.39	0.60	11.01
南门河	3.26	0.50	15.43	1.03	31.53
赤石河	18.89	1.30	6.87	2.65	14.04
小漠河	0.18	0.04	20.20	0.08	41.27
新圩河	0.20	0.04	20.20	0.08	41.27
大澳河	0.58	0.12	20.20	0.24	41.27
港尾河	0.14	0.02	16.37	0.05	33.45
泗马岭溪	0.38	0.06	16.37	0.13	33.45
鲘门河	0.27	0.04	16.37	0.09	33.45

表7.3-5　P=90%频率条件下受水区退水河道流量变化情况　单位：m^3/s

河流	天然河道流量	2035 年		2050 年	
		新增流量	占比(%)	新增流量	占比(%)
明热河	3.17	0.29	9.21	0.60	18.83
南门河	1.90	0.50	26.47	1.03	54.09
赤石河	11.06	1.30	11.74	2.65	23.98
小漠河	0.11	0.04	34.46	0.08	70.43
新圩河	0.12	0.04	34.46	0.08	70.43
大澳河	0.34	0.12	34.46	0.24	70.43
港尾河	0.08	0.02	27.93	0.05	57.08
泗马岭溪	0.22	0.06	27.93	0.13	57.08
鲘门河	0.16	0.04	27.93	0.09	57.08

7.3.3 对河道生态用水的影响

受水区水资源年内、年际变化大。降雨多集中在汛期，丰枯变化大。目前，深汕合作区已建成一批蓄、引、提水工程并发挥作用，但总体调节性能较差，汛期洪水径流大多难于转化为可利用水量。工程建设后受水区现状工程加上当地规划新增供水工程后，其多年平均可供水量较现状有所增加，受水区新增退水进入河流，有利于提升河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。

受水区生态流量按河流多年平均径流量的 10%计算，各河道生态流量

0.01m^3/s~1.89m^3/s，工程实施后，2035 年各河流流量分别增加 0.02~1.30m^3/s，分别占河道天然流量的 53.88~201.96%；2050 年各河流流量分别增加 0.05~2.65m^3/s，分别占河道天然流量的 110.11~412.72%。由此可知，新增退水量能有效提高河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。

表7.3-6　受水区退水河道生态流量变化情况　单位：m³ /s

河流	生态流量(多年平均的 10%)	2035 年		2050 年	
		新增流量	占比(%)	新增流量	占比(%)
明热河	0.54	0.29	53.88	0.60	110.11
南门河	0.33	0.50	154.28	1.03	315.27
赤石河	1.89	1.30	68.71	2.65	140.41
小漠河	0.02	0.04	201.96	0.08	412.72
新圩河	0.02	0.04	201.96	0.08	412.72
大澳河	0.06	0.12	201.96	0.24	412.72
港尾河	0.01	0.02	163.67	0.05	334.47
泗马岭溪	0.04	0.06	163.67	0.13	334.47
鲘门河	0.03	0.04	163.67	0.09	334.47

7.3.4 对咸淡水分界线的影响

深汕合作区内赤石河及小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等独流入海小河，中上游在大部分时间里，通常是径流控制占主导地位，而潮流控制的影响在河口区域非常显著。上游段远离海洋，潮汐影响无法到达，水流方向恒定向下游，流量完全由流域内的降水和地下水决定，河道形态是典型的河流特征。过渡段通常位于河口区的中上游，潮汐的影响开始显现，在退潮时，河流径流占主导，水流加速入海；在涨潮时，潮流的顶托作用会减缓甚至暂时阻止径流下泄，导致水位上升；在潮流特别强的地区，涨潮时水流会向上游流动，形成“双向流”。河口段紧邻大海，潮流的力量非常强大，水流方向严格受潮汐控制，每天周期性往复。在咸潮影响区域内，含氯度的日变化过程与潮位变化过程基本相应，最大、最小含氯度出现涨、落憩流附近。由于本区属不规则半日潮，日潮不等现象比较显著，一日内两次高潮所对应的两次最大含氯度及两次低潮所对应的两次最小含氯度各不相同。在半月变化周期内，朔、望大潮含氯度大，上、下

弦时含氯度小。

深汕合作区内河流集水面积较小，年内降雨分布不均，丰枯变化明显，径流量小且变化大，而外海潮差较大，在大部分时间，特别是枯水期，潮流控制会非常显著。根据深汕合作区生态环境局提供的 2022 年 1 月-2025 年 3 月赤石河及其他独流入海河流水质监测数据看，以含氯度＝0.25‰为咸界标准，深汕合作区各河流全年均有咸潮上溯现象，上溯能力最强出现在每年 1 月~5 月这个时段。各河流监测断面 2022 年 1 月-2025 年 3 月含氯度情况见表 7.3-7。

其中赤石河新里村断面监测 32 次，含氯度超 0.25‰次数 7 次，含氯度超 0.25‰比例 21.88%，含最大氯度 1.15‰；大湾溪河口断面监测 36 次，含氯度超 0.25‰次数 21 次，含氯度超 0.25‰比例 58.33%，最大含氯度 24.63‰；圆墩桥断面监测 21 次，含氯度超 0.25‰次数 19 次，含氯度超 0.25‰比例 90.48%，最大含氯度 24.93‰，说明赤石河咸水线主要在圆墩桥至新里村之间移动。小漠河、新圩河、大澳河、鲘门河等入海口断面全年均受咸潮影响，上溯范围缺乏实测资料，这些独流入海主要为山区河流，河口窄而浅，推测咸潮上溯有限。

表7.3-7　深汕合作区主要河流 2022 年 1 月-2025 年 3 月含氯度情况

河流	断面	监测次数	含氯度超0.25‰次数	含氯度超0.25‰比例(%)	含氯度最大值(‰)
赤石河	新里村	32	7	21.88	1.15
	大湾溪河口	36	21	58.33	24.63
	吉水门溪河口	36	20	55.56	11.56
	圆墩桥	21	19	90.48	24.93
	响水坑河口	36	23	63.89	17.68
	南门河河口	21	17	80.95	25.16
小漠河	入海口	19	18	94.74	27.12
新圩河	入海口	20	19	95.00	28.67
大澳河	入海口	24	24	100.00	31.16
泗马岭溪	入海口	23	7	30.43	9.18
鲘门河	入海口	24	21	87.50	26.43

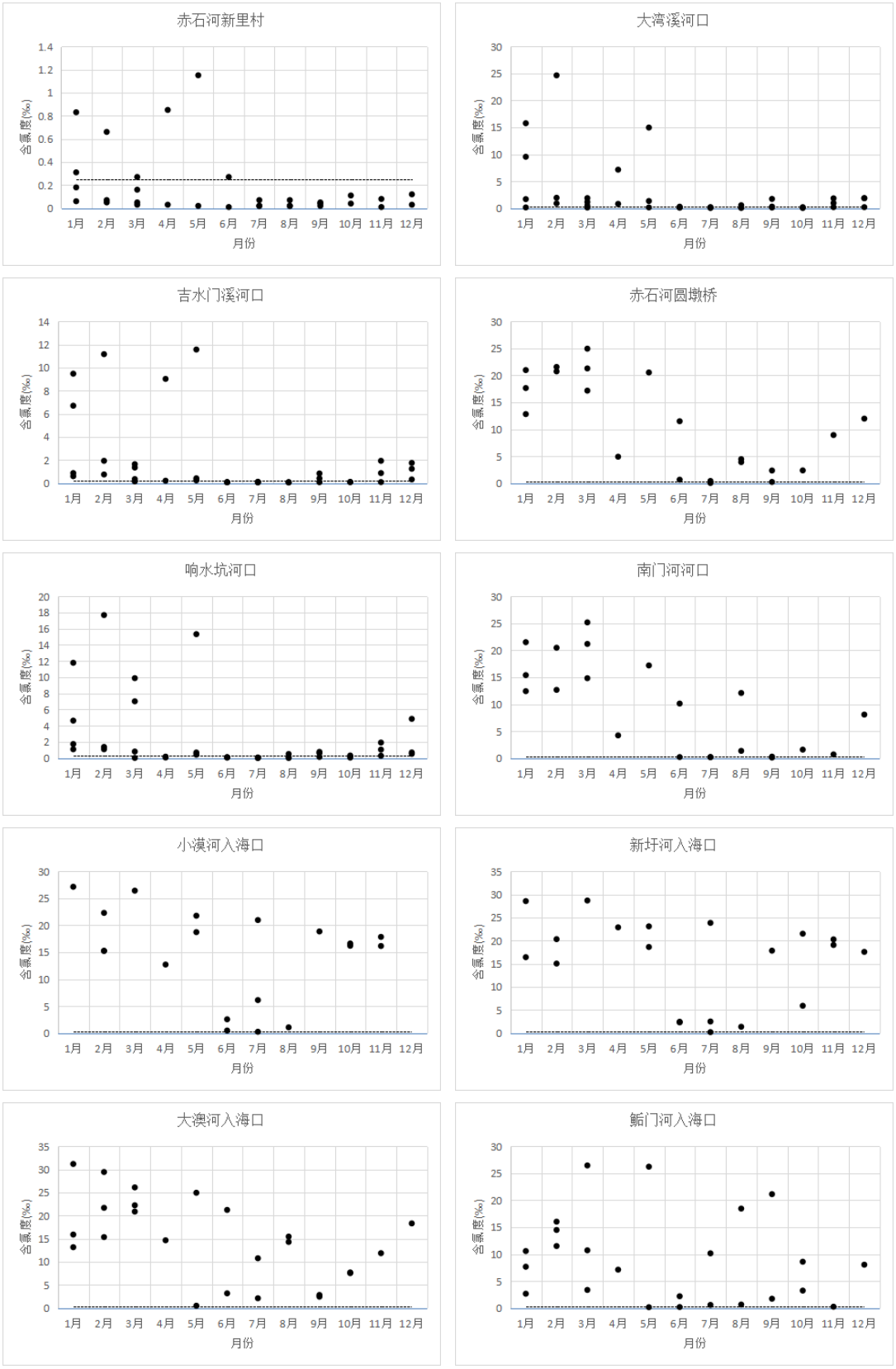


图7.3-3　深汕合作区主要河流断面 2022 年 1 月-2025 年 3 月含氯度情况图

根据前述分析可知，工程实施后将使受水区河道水量增加，赤石河近期、远期增加流量 1.30m^3/s、2.65m^3/s；其他独流入海的小河，小漠河、新圩河、大澳河、

港尾河、泗马岭溪、鲘门河等近期各河流流量增加范围 0.02~0.12m^3/s，远期各河流流量增加范围 0.05~0.24m^3/s。深汕合作区河流下游未设置有挡潮闸，在河口区，潮汐作用强烈，以上河流增加流量相对潮流量比例甚微，不会河口区的咸淡水情有明显影响；在中游区，以上河流流量增加将使河道咸淡水分界线略有下移。对于赤石河近期多年平均流量增加 6.87%，远期多年平均流量增加 14.04%，变化比例不大，咸淡水界仍随季节、降雨径流、潮汐变化在圆墩桥至新里村之间移动。

7.4 地表水环境影响

7.4.1 污染源预测

（1）工业污染源

本次核算根据受水区水资源配置结果，按供水量的 80%计算产生量（《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中对工业废水的相关要求，一般取 0.7~0.9），受水区工业以新能源汽车整车制造及其上下游产业为主，根据目前受水区工业排污情况以及《汽车维修业水污染物排放标准》（GB26877-2011）等标准，取受水区外排工业废水 COD、氨氮、总磷污染物浓度分别按 300mg/L、25mg/L、3 mg/L 进行估算，得到 2035 年、2050 年多年平均来水情况下，受水区工业废水产生情况见下表 7.4-1、表 7.4-2。2035 年、2050 年受水区工业废水产生总量为 4226.2 万 t、6408.5 万 t，本次预测污染物 COD 产生量分别为 12678.5t、19225.4t，氨氮产生量分别为 1056.5t、1602.1t，总磷产生量分别为 126.8t、192.3t。其中，本工程新增 COD 产生量分别为 5377.2t、11089.4t，氨氮产生量分别为 448.1t、924.1t，总磷产生量分别为 9.7t、110.9t。

表7.4-1　受水区规划年（2035 年）工业废水及污染物产生情况

片区	废水排放量(万 t/a)	污染物排放量（t/a）			其中：本工程新增量（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	废水排放量(万 t/a)	COD	氨氮	总磷
西部组团	1285.4	3856.3	321.4	38.6	555.6	1666.9	138.9	16.7
中心组团	1224.6	3673.9	306.2	36.7	555.6	1666.9	138.9	16.7
南部组团	556.2	1668.5	139.0	16.7	215.1	645.3	53.8	6.5
东部组团	359.8	1079.3	89.9	10.8	143.4	430.2	35.8	4.3
北部组团	800.2	2400.5	200.0	24.0	322.6	967.9	80.7	9.7

片区	废水排放量(万 t/a)	污染物排放量（t/a）			其中：本工程新增量（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	废水排放量(万 t/a)	COD	氨氮	总磷
合计	4226.2	12678.5	1056.5	126.8	1792.4	5377.2	448.1	53.8

表7.4-2　受水区规划年（2050 年）工业废水及污染物产生情况

片区	废水排放量(万 t/a)	污染物排放量（t/a）			其中：本工程新增量（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	废水排放量(万 t/a)	COD	氨氮	总磷
西部组团	1949.2	5847.6	487.3	58.5	1145.9	3437.7	286.5	34.4
中心组团	1857.0	5571.1	464.3	55.7	1145.9	3437.7	286.5	34.4
南部组团	843.4	2530.1	210.8	25.3	443.6	1330.7	110.9	13.3
东部组团	545.5	1636.6	136.4	16.4	295.7	887.2	73.9	8.9
北部组团	1213.3	3640.0	303.3	36.4	665.4	1996.1	166.3	20.0
合计	6408.5	19225.4	1602.1	192.3	3696.5	11089.4	924.1	110.9

（2）生活污染源

考虑产污系数不变，2035 年、2050 年生活污水排放系数仍按照 0.8 计，多年平均来水情况下，2035 年、2050 年受水区生活污水产生量分别为 9098.2 万 t、13709.9 万 t。本次预测 COD、氨氮、总磷浓度与现状一致，即分别按 285mg/L、28.5mg/L、4.1mg/L 进行估算，规划 2035 年、2050 年受水区城镇生活污水 COD 产生量分别为 25929.9t、39073.2t，氨氮产生量分别为 2593.0t、3907.3t，总磷产生量分别为 373.0t、562.1。其中，本工程新增 COD 产生量分别为 10997.3t、22537.9t，氨氮产生量分别为 1099.7t、2253.8t，总磷产生量分别为 28.5t、324.2。见表 7.4-3、表 7.4-4。

表7.4-3　受水区规划年（2035 年）生活污水及污染物产生情况

片区	废水排放量(万 t/a)	污染物排放量（t/a）			其中：本工程新增量（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	废水排放量(万 t/a)	COD	氨氮	总磷
西部组团	2767.3	7886.8	788.7	113.5	1196.2	3409.2	340.9	49.0
中心组团	2636.4	7513.9	751.4	108.1	1196.2	3409.2	340.9	49.0
南部组团	1197.4	3412.5	341.2	49.1	463.0	1319.7	132.0	19.0
东部组团	774.5	2207.4	220.7	31.8	308.7	879.8	88.0	12.7
北部组团	1722.6	4909.4	490.9	70.6	694.6	1979.5	198.0	28.5
合计	9098.2	25929.9	2593.0	373.0	3858.7	10997.3	1099.7	158.2

表7.4-4　受水区规划年（2050 年）生活污水及污染物排放情况

片区	废水排放量(万 t/a)	污染物排放量（t/a）			其中：本工程新增量（t/a）			
		COD	氨氮	总磷	废水排放量(万 t/a)	COD	氨氮	总磷
西部组团	4170.0	11884.4	1188.4	171.0	2451.5	6986.7	698.7	100.5
中心组团	3972.8	11322.5	1132.2	162.9	2451.5	6986.7	698.7	100.5
南部组团	1804.3	5142.2	514.2	74.0	949.0	2704.5	270.5	38.9
东部组团	1167.1	3326.2	332.6	47.9	632.6	1803.0	180.3	25.9
北部组团	2595.7	7397.8	739.8	106.4	1423.4	4056.8	405.7	58.4
合计	13709.9	39073.2	3907.3	562.1	7908.0	22537.9	2253.8	324.2

（3）农业种植面源

根据本工程水资源配置成果，此次白盆珠水库水源全部供给城市用水，无农业用水。为分析退水河段南门河、赤石河水质变化情况，考虑到深汕合作区农业种植主要分布在赤石北及鹅埠区域，因此假定深汕合作区农业种植面源污染仅分布在赤石北及鹅埠区域农业种植面源。

根据本工程的 2035 年、2050 年灌溉水利用系数分别 0.65 和 0.7，深汕合作区农业退水量按其灌溉用水量的 35%和 30%计，结合深汕合作区水资源配置成果，则 2035 年、2050 年受水区农田退水量分别为 724.5 万 t、655.6 万 t。

参照《全国水环境容量核定技术指南》中推荐的“标准农田法”进行水田、旱地污染物排放量估算。标准农田指的是平原、种植作物为小麦、土壤类型为壤土、化肥施用量为 25-35kg/亩·年，降水量在 400-800mm 范围内的农田。标准农田源强系数为 COD0.5-1.0kg/亩·年，氨氮 0.1-0.3kg/亩·年，对于其他农田，对应的源强系数需要进行修正，具体见表 7.4-5。

表7.4-5　非标准农田产污系数修正值

主要因素	修正类别	修正系数
坡度	<25°	1.0~1.2
	>25°	1.2~1.5
农作物类型	旱地	1.0
	水田	1.5
	其它	0.7
土壤类型	砂土	1.0~0.8
	壤土	1.0

主要因素	修正类别	修正系数
	粘土	0.8~0.6
化肥使用量	<25kg	0.8~1.0
	25~35kg	1.0~1.2
	>35kg	1.2~1.5
降水量	<400mm	0.6~1.0
	400~800mm	1.0~1.2
	>800mm	1.2~1.5

根据深汕合作区 2035 年、2050 年农业需水预测结果，考虑该区域农田坡度均为小于 25°坡，土壤类型为壤土，化肥施用修正系数按 1 计算，降雨量系数按 1.5 计算，得到合作区农田面源污染物排放情况。

则 2035 年及 2050 年深汕合作区农业面源主要污染物 COD 产生量分别为 584.2t、528.6t，氨氮产生量分别为 116.8t、105.7t。

表7.4-6　深汕合作区农业污染物排放情况

片区	2035 年				2050 年			
	废水量（万 t/a）	污染物排放量（t/a）			废水量（万 t/a）	污染物排放量（t/a）		
		COD	氨氮	总磷		COD	氨氮	总磷
西部组团	9.4	7.6	1.5	0.4	8.5	6.8	1.4	0.3
中心组团	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南部组团	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
东部组团	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北部组团	715.1	576.7	115.3	28.8	647.1	521.8	104.4	26.1
合计	724.5	584.2	116.8	29.2	655.6	528.6	105.7	26.4

（4）畜禽养殖

根据深汕合作区产业发展规划，考虑未来不扩大养殖规模，规划规模保持与现状相同。根据地方提供的 2022 年畜禽养殖数据，按照《全国水环境容量核定技术指南》及《畜禽养殖业水污染物排放标准》（GB18596-2001），将它们分别换算成当量猪，换算关系如下：30 只蛋鸡折合为 1 头猪，60 只肉鸡折合为 1 头猪，30 只鸭折合为 1 头猪，15 只鹅折合为 1 头猪，30 只兔折合为 1 头猪，3 只羊折合为 1 头猪，5 头猪折合为 1 头肉牛。计算得到 2035 年及 2050 年畜禽养殖数量

为。

合作区规模化畜禽养殖场，假设规划年 2035 年后达到干清粪工艺水平，预测时采用冬夏两季最高允许排水量的平均值，预测 2035 年、2050 年时采用 1.5m^3/百头•d。得到 20235 年和 2050 年的合作区畜禽量（折算为猪的数量）及排水量，其中污水排放量分别为 46.2 万 t。

污染物产生系数按基准年产污系数计，2035 年、2050 年受水区畜禽养殖 COD 产生量为 184.9t，氨氮产生量为 37.0t。受水区畜禽养殖污染物排放量预测结果见表 7.4-7。

表7.4-7　深汕合作区畜禽养殖污染物排放情况

片区	废水量 (万 t/a)	污染物排放量（t/a）			废水量 (万 t/a)	其中：本工程新增量（t/a）		
		COD	氨氮	总磷		COD	氨氮	总磷
西部组团	5.1	20.3	4.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
中心组团	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南部组团	5.1	20.4	4.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
东部组团	7.5	30.0	6.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
北部组团	28.5	114.1	22.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	46.2	184.9	37.0	3.7	0	0	0	0

（5）城镇面源

城镇面源计算采用《全国水环境容量核定技术指南》中推荐的标准城市法。所谓标准城市的定义为：地处平原地带，城市非农业人口在 100 万～200 万之间，建成区面积在 100km^2 左右，年降水量在 400～800mm 之间，城市雨水收集管网普及率在 30～50%之间的城市。标准源强系数为 COD50 吨/年，氨氮 5 吨/年。

表7.4-8　非标准城市产污系数修正值

主要因素	修正类别	修正系数
地形特征	平原城市	1.0
	丘陵城市	2.5
	山区城市	3.8
城市人口	<100 万人	0.3
	100 万~200 万	1.0
	200 万~500 万	2.3

主要因素	修正类别	修正系数
	>500 万	3.3
建成区面积	<75km^2	0.5
	75~150km^2	1.0
	150~250km^2	1.6
	>250km^2	2.3
降水量	<400mm	0.7
	400~800mm	1.0
	>800mm	1.4
管网覆盖率	<30%	1.2
	30~50%	1.0
	50~70%	0.8
	>70%	0.6

通过上述源强系数乘以标准源强，得到合作区的径流污染物产生量，再根据各组团的建成区面积分配到各组团，得到的城市面源产生量。根据深汕合作区发展规划，预计 2035 年、2050 年合作区建成区面积约为 90km^2。通过上述源强系数乘以标准源强，得到合作区的径流污染物产生量。其中，化学需氧量为 42t/a，氨氮 4.2t/a。

7.4.2 污染源负荷汇总

（1）点源污染负荷情况

基准年受水区点源生活（含公共）、工业废水产生量合计为 1143.5 万 m^3，污染物 COD、氨氮、总磷产生量分别为 3043.7t、272.3t、35.6 t。至 2035 年，受水区点源生活（含公共）、工业废污水产生量合计为 13324.4 万 m^3，污染物 COD、氨氮、总磷产生量分别为 38608.4t、3649.5t、499.8t；至 2050 年，受水区生活、工业废污水产生量合计为 20118.4 万 m^3，污染物 COD、氨氮、总磷产生量分别为 58298.6t、5509.4t、754.4t。由此可知，规划水平年 2035 年及 2050 年深汕合作区点源污染负荷增加明显。

表7.4-9　受水区点源污染产生量情况单位：t/a

退水去向	片区	水平年	废污水产生量（万 m^3）			污染物产生量(t/a)		
			生活	工业	小计	COD	氨氮	总磷
赤石河	北部组团	2022	85.0	131.5	216.5	576.3	51.6	6.7
		2035	1722.6	800.2	2522.7	7309.9	691.0	94.6
		2050	2595.7	1213.3	3809.1	11037.9	1043.1	142.8
	中心组团	2022	130.2	201.2	331.3	882.0	78.9	10.3
		2035	2636.4	1224.6	3861.1	11187.8	1057.5	144.8
		2050	3972.8	1857.0	5829.8	16893.5	1596.5	218.6
	西部组团	2022	136.6	211.2	347.8	925.8	82.8	10.8
		2035	2767.3	1285.4	4052.7	11743.1	1110.0	152.0
		2050	4170.0	1949.2	6119.2	17732.0	1675.7	229.4
小漠河、新圩河、大澳河	东部组团	2022	38.2	59.1	97.3	259.1	23.2	3.0
		2035	774.5	359.8	1134.3	3286.7	310.7	42.5
		2050	1167.1	545.5	1712.6	4962.9	469.0	64.2
港尾河、泗马岭溪、鲘门河	南部组团	2022	59.1	91.4	150.5	400.6	35.8	4.7
		2035	1197.4	556.2	1753.5	5081.0	480.3	65.8
		2050	1804.3	843.4	2647.7	7672.3	725.1	99.3
合计		2022	449.2	694.3	1143.5	3043.7	272.3	35.6
		2035	9098.2	4226.2	13324.4	38608.4	3649.5	499.8
		2050	13709.9	6408.5	20118.4	58298.6	5509.4	754.4
较 2022 年新增情况		2035	8649.1	3531.9	12180.9	35564.7	3377.2	464.2
		2050	13260.7	5714.2	18974.9	55254.9	5237.1	718.8

（2）受水区总污染负荷

根据前述分析可知，2035 年、2050 年受水区 COD 产生量分别为 39398.5t、59054.1t，氨氮产生量分别为 3805.4t、5656.3t，总磷产生量分别为 532.7t、758.1t。受水区规划年（2035 年、2050 年）污染负荷见下表 7.4-10、表 7.4-11。

根据本项目受水区水系分布情况，深汕合作区退水分成 5 个去向，退水通过区域内的赤石河干支流，以及小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等独流入海小河，最后汇入南海。其中北部组团、西部组团退水进入明热河、南门河后进入赤石河，中心组团退水进入赤石河干流，最终汇入南海；南部组团

退水流入小漠河、新圩河、大澳河，最终汇入南海；东部组团退水通过港尾河、泗马岭溪、鲘门河，最终汇入南海。

根据前述分析得到各流域污染负荷情况见表 7.4-10、表 7.4-11。2035 年赤石河 COD 负荷为 30976.2t/a，氨氮负荷为 3004.0 t/a，总磷负荷为 423.4t/a。2050 年赤石河 COD 负荷为 46360.0t/a，氨氮负荷为 4451.3tt/a，总磷负荷为 593.6t/a。

由此可知，受水区退水污染物主要退至赤石河，约为受水区总污染负荷的 79%。

表7.4-10　规划年（2035 年）受水区排往各流域污染负荷情况单位：t/a

退水去向		片区	污染总负荷			本工程新增		
			COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
赤石河	明热河	北部组团	8004.4	829.5	125.7	2948.9	278.8	38.2
	南门河	西部组团	11777.4	1116.3	152.8	5078.9	480.1	65.7
	赤石河	中心组团	11194.3	1058.2	144.8	5079.1	480.1	65.7
	小计		30976.2	3004.0	423.4	13106.9	1239.0	169.6
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	5103.9	484.6	66.2	1965.9	185.8	25.4
	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	3318.4	316.9	43.1	1310.6	123.9	17.0
合计			39398.5	3805.4	532.7	16383.5	1548.7	212.0

表7.4-11　规划年（2050 年）受水区排往各流域污染负荷情况单位：t/a

退水去向		片区	污染总负荷			本工程新增		
			COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
赤石河	明热河	北部组团	11681.3	1171.1	145.1	6052.9	572.0	78.3
	南门河	西部组团	17772.2	1682.5	229.9	10424.5	985.2	134.9
	赤石河	中心组团	16906.5	1597.8	218.6	10424.5	985.2	134.9
	小计		46360.0	4451.3	593.6	26901.8	2542.3	348.1
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	7697.8	729.6	99.7	4035.3	381.3	52.2
	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	4996.3	475.4	64.8	2690.2	254.2	34.8
合计			59054.1	5656.3	758.1	33627.3	3177.9	435.1

7.4.3 污染物减排措施

根据深汕合作区引水工程受水区水质保护总体目标、重点任务及污染物总量控制目标，在充分掌握受水区已建污水处理措施、已有水污染防治规划措施的基础上，结合工程建成后，受水区废污水及主要污染物 COD、氨氮等的入河量预测成果，受水区水污染防治共设置重点工程和任务 22 项，涵盖加强流域水土保持、完善污水处理设施、河道综合治理及碧道建设、农业供水工程及加强流域水环境治理五大方面，不完全统计总投资预算约为 43.38 亿元。水污染防治重点工程建设内容见表 7.4-12，

表7.4-12　水污染防治重点工程、项目表

序号	项目名称		项目内容	资金投入(万元)	进度要求
1	加强流域水土保持	重要水源地预防保护	通过封育保护、库区林相改造、近库滨水区生物隔离带建设等方式推进明溪水库、北坑水库、水底山水库、小漠水库、窑陂水库、泗马岭水库、下径水库等水库开展水土保持工作。	11026	2023-2035
2		滞蓄设施建设	推进吉水湿地、大湾湖湿地、边溪调蓄湖以及白云仔调蓄空间建设工程。	30600	2026-2035
3	完善污水处理设施	市政污水管网建设	市政污水管网随市政道路建设，规划建设长度 30km。	18000	2023-2025
4		镇区雨污分流管网建设	城中村雨水雨水管渠及入户连接管，规划建设长度 40km。	28000	2023-2025
5		集中式水质净化厂建设	开展中心区水质净化厂（处理规模：5 万 m^3/d）前期研究工作并推进建设，配套管网建设。	42000	2023-2025
6			开展辖区推进 25-40 万吨/天水质净化厂的建设（含环境园水质净化厂、西部水质净化厂、南部水质净化厂、东部水质净化厂、中心北水质净化厂建设和中心水质净化厂（扩容）等），增净化厂配套挂网建设，提升城市污水收集处理率到 90%。	-	2026-2035
7		污水再生利用输水管网建设	新建再生水输水干管约 40.76km，管径 DN400-1000。	42700	2023-2035
8		深汕污泥处置中心(一期）工程	处置规模为 500Tds/d（Tds 指绝干污泥的吨数）。	115230	2023-2025

序号	项目名称		项目内容	资金投入(万元)	进度要求
9		尾水提质工程	2 处湿地，总规模 7.5 万 m^3/d（西部水质净化厂提质湿地规模 1.5 万 m^3/d，中心水质净化厂提质湿地 6 万 m^3/d），占地 25ha，提质湿地出水标准至少为 III 类水。	13800	2023-2035
10	河道综合治理及碧道建设	赤石河干流综合整治工程	对圆墩大桥-赤石大桥段河道进行整治，治理长度约 5.5km。	73990	2023-2025
11		南门河综合治理工程	对边溪河口-南门河口进行整治，治理长度约 5.2km。	28210	2023-2026
12		明热河综合治理工程	对明溪水汇合口-河口进行整治，治理长度约 3.1km。	7560	2023-2027
13		吉水门溪碧道工程	碧道建设 2.2km。	5790	2024-2025
14		边溪河碧道工程	建设碧道试点段 1.0km。	2492	2023-2024
15	农业供水工程建设	农田灌溉输水干线	新建农田灌溉输水干管，管径 DN100-800，长度 10.4km。	14400	2023-2025
16	加强流域水环境治理	农村污水处理设施及管网建设运营	完善雨污分流管网，衔接“厕所革命”，强化治污设施运营和管理。探索提升农村污水智能化监管水平，建立常态化、专业化监管机制，建立专业监管执法队伍，探索推广社会化服务方式。	-	持续推进
17		面源污染防治	探索建立农牧循环生态养殖模式，推广水肥一体化节水技术，推动种植业用水循环利用。开展化肥农药负增长行动，强化农田退水生态治理及监管，严防种植业面源污染。	-	持续推进
18			优化畜禽养殖分区划定，严格实施分区管理，强化水源保护区等禁养区清退工作。发展生态养殖模式，实现粪污物无害化、资源化处理。	-	持续推进
19			优化水域滩涂水产养殖业布局，划定禁养区、限养区和养殖区。严格分区管理，严格水产养殖准入制度，控制限养区和养殖区内养殖规模。	-	2023

序号	项目名称		项目内容	资金投入(万元)	进度要求
20		畜禽粪污处理利用基础设施建设与改造	支持规模养殖场（小区）、合作社新（改）建粪污收集储存处理利用基础设施，推行水冲粪为干清粪、改无限用水为控制用水、改明沟输送为暗沟输送，固液分离、雨污分流，储存设施防渗、防雨、防溢流，粪污无害化处理后资源化利用。扶持企业开展有机肥生产，建设大型沼气工程、生物天然气工程。	-	2023-2025
21		集中连片养殖退水污染治理工程	开展集中连片水产养殖生态环境保护技术、污染治理技术研究，建设 1-2 个集中连片水产养殖废水治理示范工程。	-	2023-2025
22		入河排污口整治	加快入河排污口综合治理，制定整治清单及时序表，采用“身份证”制度对排污口进行统一管理。	-	2023
合计				433798	

目前合作区鹅埠片区建有鹅埠水质净化厂，赤石、小漠和鲘门镇区新建镇级污水处理厂站，分散农村地区建有一体化处理站，形成“集中为主、分散为辅”的污水收集处理系统。根据《深汕特别合作区水利综合规划及环境影响评价修编——水系专项规划》（2022 年 10 月报批稿）、《深圳市深汕特别合作区水务发展“十四五”规划（技术支撑报告）、《深圳市深汕特别合作区“十四五”生态环境保护规划》以及《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》研究报告，随旧城更新、市政管网完善，逐步将目前农村生活污水处理工程中建设的分散处理设施逐步取消，将污水集中输送至市政污水处理厂统一处理；另外，针对镇级污水处理厂站，除西北侧鲘门镇污水处理站取消外，其余镇区污水处理站 2035 年前作为初雨调蓄设施或在原址扩建为集中式水质净化厂；西部水质净化厂（现状鹅埠水质净化厂）2035 年设计规模将由现状的 5 万 m^3/d 扩建至 10 万 m^3/d。根据《深圳市生态环境局关于印发深圳市环境管控单元生态环境准入清单的通知》（深环〔2021〕138 号）对现有源提标升级改造中的要求“全市新建、扩建水质净化厂主要出水指标应达到地表水准Ⅳ类以上。”此外，西部水质净化厂提质湿地（规模 1.5 万 m^3/d）和中心水质净化厂提质湿地（规模 6 万 m^3/d）的出水标准要求至少为 III 类标准。

7.4.4 污染物入河量情况

城镇生活污染源，，综合考虑输水管网漏损率（7%）、水厂自用损失（5%）、产污系数（80%）等，城镇生活污染源的入河量为供水总量的 70%；根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中对工业废水的相关要求“采用取水量和折污系数（一般取 0.7~0.9，以水为原料等的特殊行业根据实际情况折算）核算；有废水回用量的，按照废水回用率扣减。”，本次折污系数为 0.8，此外本工程 2035 年、2050 年的再生水回用率要求分别为 35%、45%，以及根据《深汕特别合作区水利综合规划及环境影响评价修编——水系专项规划（报批稿）》（2022.10），再生水回用至城市生活的比例约 31%，回用至河道生态或景观补水的比例为69%，因此2035年、2050年工业废水的入河量分别为供水量的71.32%、68.84%；农业种植面源入河系数按 0.2，城市面源入河系数按 0.1，畜禽养殖污染物入河系数按 0.4。

在污水处理厂出水污染物浓度按照准 IV 类标准+部分水质净化厂提质湿地 III 类标准的情况计算削减量，得到本工程通水后 2035 年、2050 年受水区污染物入河量情况见表 7.4-13、表 7.4-14。由表中可知，2035 年、2050 年，经污水处理设施削减后 COD 入河量分别为 3437.7t/a、5174.4t/a，氨氮入河量分别为 192.4t/a、279.3t/a，总磷入河量分别为 38.1 t/a。其中赤石河流域 COD 入河量分别为 2654.5t/a、4014.9t/a，氨氮入河量分别为 150.2 t/a、218.3t/a，总磷入河量分别为 30.1 t/a、43.7t/a。详见表 7.4-13、表 7.4-14。

表7.4-13　2035 年受水区污染物入河量　单位：t/a

退水去向	退入河流	片区	污染总负荷			削减后入河量		
			COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
赤石河	明热河	北部组团	8004.4	829.5	125.7	827.5	65.5	13.3
	南门河	西部组团	11777.4	1116.3	152.8	1025.7	44.6	8.8
	赤石河	中心组团	11194.3	1058.2	144.8	801.2	40.1	8.0
	小计		30976.2	3004.0	423.4	2654.5	150.2	30.1
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	5103.9	484.6	66.2	471.5	24.8	4.8
	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	3318.4	316.9	43.1	311.7	17.4	3.2
合计			39398.5	3805.4	532.7	3437.7	192.4	38.1

表7.4-14　2050 年受水区污染物入河量　单位：t/a

退水去向	退入河流	片区	污染总负荷			削减后入河量		
			COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
赤石河	明热河	北部组团	11681.3	1171.1	171.2	1156.3	82.0	16.6
	南门河	西部组团	17772.2	1682.5	230.2	1554.0	71.0	14.0
	赤石河	中心组团	16906.5	1597.8	218.6	1304.6	65.3	13.0
	小计		46360.0	4451.3	620.0	4014.9	218.3	43.7
南海	小漠河、新圩河、大澳河	南部组团	7697.8	729.6	99.7	700.0	36.2	7.1
	港尾河、泗马岭溪、鲘门河	东部组团	4996.3	475.4	64.8	459.5	24.8	4.7
合计			59054.1	5656.3	784.5	5174.4	279.3	55.5

7.4.5 受水区地表水环境影响预测

根据受水区水系分布、用水户分布、退水去向情况等，将受水区划分为赤石河、明热河、南门河、小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河共 9 个控制单元。根据控制单元划分情况，选取各控制单元计算河段上、下边界作为计算断面，选取控制单元下边界断面作为水质预测断面。利用水环境容量计算模型，考虑受水区采取相应阶段的水污染防治措施后，计算受水区工程通水前、规划水平年 2035 年受水区控制单元主要河流控制断面水质情况。

（1）计算模型

1）水质模型

深汕合作区河道多为小型河流，本次选用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）推荐的河流一维水质模型，预测引水前后受水区河流水质，预测水质因子为 COD、氨氮和总磷。

$$C_x = C_0 exp\left(-K\frac{x}{u}\right)$$

$$C_0 = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p}$$

式中：C_x 为污染物浓度，C_0 为河流排放口初始断面混合浓度，C_p 为污染物排放浓度，C_h 为河流上游污染物浓度，单位 mg/L；Q_p 为污水排放量，Q_h 为

河流流量，单位 m³/s；x 为沿河流的纵向距离，单位 m；k 为污染物综合衰减系数，单位 s^{-1}；u 为断面流速，单位 m/s。

2）水环境容量

根据《全国水环境容量核定技术指南》，污染物进入河流后，在一定范围内经过平流输移、纵向离散和横向混合后达到充分混合，假定在排污口断面瞬时完成均匀混合，按照一维水质模型概化计算条件，推导一维模型水环境容量的计算公式为：

$$Wi = 31.54*(C*e^{Kx/86.4*u} - C_i)*(Q_i + Q_j)$$

式中：W_i 为第 i 个排污口的允许排放量，单位 t/a；C_i 为河段第 i 个节点处的本底浓度，C 为沿程浓度，单位 mg/L；Q_i 为河道 i 节点后的流量，Q_j 为第 j 节点处的废水入河量，单位 m³/s；k 为污染物综合衰减系数，单位 d^{-1}；x 为计算点到第 i 节点的距离，单位 m；u 为断面流速，单位 m/s。控制单元内各个排污口的允许排污量之和，即就是此控制单元的水环境容量值。

（2）确定参数

1）设计流量

根据《全国水环境容量核定技术指南》，选取受水区河流近 10 年最枯月流量作为不利枯水条件进行受水区水环境容量计算，采用深汕合作区各流域径流深和流域面积推算年均流量，再按年内各月流量分配推算最枯月流量（最枯月 12 月，月来水量占全年径流量的 1.8%）；近期水平年 2035 年和远期水平年 2050 年随着工程配置水量的调入，受水区退水量也随之增加，退水量按用水单元退水河流流域面积进行分配；受水区控制单元主要河流预测水文条件见表 7.4-15。

表7.4-15　控制单元主要河流预测水文条件

序号	河流	近 10 年最枯月流量(m^3/s)	2035 年增加退水后流量(m^3/s)	2035 年增加退水后流量(m^3/s)	水质目标
1	赤石河	4.11	5.41	6.76	III
2	明热河	1.15	1.44	1.75	Ⅳ
3	南门河	0.75	1.25	1.78	Ⅳ
4	小漠河	0.04	0.08	0.11	V
5	新圩河	0.04	0.08	0.12	V
6	大澳河	0.12	0.24	0.36	V
7	港尾河	0.03	0.05	0.08	V

序号	河流	近10年最枯月流量(m^3/s)	2035年增加退水后流量(m^3/s)	2035年增加退水后流量(m^3/s)	水质目标
8	泗马岭溪	0.08	0.14	0.21	V
9	鲘门河	0.06	0.10	0.15	V

2）水质目标

河流各河段的水质目标按深汕合作区生态环境局复函该河段水功能区水质目标确定，控制单元主要河流水质目标为地表水III类~V类，具体见表7.4-15。

3）污染物综合降解系数

污染物综合衰减系数的取值与河流水文状态有关，根据《广东省地表水环境容量核定技术报告》成果，受水区COD降解系数取0.15d^{-1}，氨氮和总磷降解系数取0.1d^{-1}。

4）计算工况

水环境容量与天然来水、排污格局和废水排放量相关，考虑现状基准年2022年、近期水平年2035年、远期水平年2050年水资源配置和废水排放情况，分别核算不同水平年的水环境容量。来水浓度根据计算情况，按上游计算河段水质目标确定。

（3）水环境容量计算结果

经核算，受水区各控制单元现状基准年2022年、近期水平年2035年、远期水平年2050年水环境容量详见表7.4-16。

（4）总量控制目标可达性分析

根据受水区各水平年河流水环境容量、污染物入河量核算成果，结合地方规划和本次新增在工程通水前实施的水污染治理措施，分析现状总量控制目标的可达性。工程通水前、近期水平年2035年、远期水平年2050年受水区各控制单元措施削减后污染物入河量及总量控制达标情况见表7.4-17~表7.4-19。

在现状供水格局的基础上，考虑2031年工程通水前受水区落实相应阶段的城镇污水处理厂扩建、污水处理设施提标改造、配套污水管网建设、农村污水收集处理设施建设、农村面源整治等水污染防治措施后，COD、氨氮、总磷污染物入河量较现状有明显的削减。各控制单元工程通水前COD入河量占现状水环境容量的比例为5.2%~20.4%，氨氮入河量占现状水环境容量的比例为5.9%~62.8%，总磷入河量占现状水环境容量的比例为5.9%~64.9%，措施削减后的污染物入河

量均未超过现状水环境容量。综上，在工程通水前，各控制单元均可达到总量控制目标要求。

在规划水平年 2035 年水资源配置情况下，考虑受水区落实相应阶段的城镇污水处理厂扩建、污水处理设施提标改造、配套污水管网建设、农村污水收集处理设施建设、农村面源整治等水污染防治措施后，COD、氨氮、总磷污染物入河量较措施前有一定的削减。各控制单元 2035 年 COD 入河量占水环境容量的比例为 55.8%~92.5%，氨氮入河量占水环境容量的比例为 64.5%~97.8%，总磷入河量占水环境容量的比例为 64.3%~94.5%，措施削减后的污染物入河量均未超过水环境容量。综上，在规划水平年 2035 年，各控制单元均可达到总量控制目标要求。

在规划水平年 2050 年水资源配置情况下，考虑受水区落实相应阶段的城镇污水处理厂扩建、污水处理设施提标改造、配套污水管网建设、农村污水收集处理设施建设、农村面源整治等水污染防治措施后，COD、氨氮、总磷污染物入河量较措施前有一定的削减。各控制单元 2050 年 COD 入河量占水环境容量的比例为 66.1%~91.0%，氨氮入河量占水环境容量的比例为 83.1%~95.6%，总磷入河量占水环境容量的比例为 82.1%~96.9%，措施削减后的污染物入河量均未超过水环境容量。综上，在规划水平年 2050 年，各控制单元均可达到总量控制目标要求。

（5）水环境影响预测分析

预测结果（表 7.4-20）表明，在规划水平年 2035 年、2050 年水资源配置情况下，采取相应阶段的水污染防治措施后，赤石河、明热河、南门河、小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等控制单元水质较现状均有较明显的改善，其中 2035 年各预测断面 COD 浓度 7.47mg/L~37.02mg/L，氨氮浓度 0.56mg/L~1.95mg/L，总磷浓度 0.13mg/L~0.38mg/L，均能满足相应的水质标准；2050 年各预测断面 COD 浓度 9.90mg/L~36.41mg/L，氨氮浓度 0.70mg/L~1.89mg/L，总磷浓度 0.14mg/L~0.33mg/L，均能满足相应的水质标准。2035 年、2050 年治污后受水区主要河流水质达标率可达到 100%。

此外，据预测结果(表 7.4-21）知，赤石河新里村、圆墩桥、入海口控制断面均可达到水质 III 类目标要求，南门河河口控制断面可达到水质 IV 类目标要求。

表7.4-16　深汕合作区受水区各控制单元水环境容量计算成果

序号	控制单元	现状水环境容量（t/a）			2035 年水环境容量（t/a）			2050 年水环境容量（t/a）		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	赤石河	1285.96	56.08	11.22	1436.43	62.21	12.44	1593.45	68.61	13.72
2	明热河	1150.68	56.45	11.29	1443.29	70.80	14.16	1748.65	85.78	17.16
3	南门河	726.94	36.07	7.21	1214.07	60.23	12.05	1722.41	85.45	17.09
4	小漠河	49.44	2.46	0.49	96.55	4.81	0.96	145.72	7.26	1.45
5	新圩河	53.95	2.68	0.54	105.36	5.23	1.05	159.01	7.90	1.58
6	大澳河	160.19	7.94	1.59	312.84	15.50	3.10	472.14	23.40	4.68
7	港尾河	37.50	1.87	0.37	66.47	3.31	0.66	96.69	4.81	0.96
8	泗马岭溪	103.63	5.15	1.03	183.66	9.13	1.83	267.18	13.28	2.66
9	鲘门河	74.54	3.71	0.74	132.10	6.57	1.31	192.17	9.55	1.91

表7.4-17　深汕合作区受水区各控制单元工程通水前污染物总量控制达标情况

序号	控制单元	现状水环境容量（t/a）			通水前措施削减量（t/a）			通水前削减后污染物入河量（t/a）			通水前总量控制达标情况		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	赤石河	1285.96	56.08	11.22	815.7	75.6	9.6	66.3	3.3	0.7	达标	达标	达标
2	明热河	1150.68	56.45	11.29	1041.2	154.3	30.5	225.9	35.4	7.3	达标	达标	达标
3	南门河	726.94	36.07	7.21	874.5	83.0	10.7	79.2	5.4	0.9	达标	达标	达标
4	小漠河	49.44	2.46	0.49	69.7	6.8	0.9	10.1	0.7	0.1	达标	达标	达标

序号	控制单元	现状水环境容量（t/a）			通水前措施削减量（t/a）			通水前削减后污染物入河量（t/a）			通水前总量控制达标情况		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
5	新圩河	53.95	2.68	0.54	75.5	7.4	0.9	10.9	0.8	0.1	达标	达标	达标
6	大澳河	160.19	7.94	1.59	222.5	21.8	2.7	32.3	2.4	0.4	达标	达标	达标
7	港尾河	37.5	1.87	0.37	43.3	4.4	0.5	7.2	0.7	0.1	达标	达标	达标
8	泗马岭溪	103.63	5.15	1.03	119.0	12.2	1.5	19.8	1.9	0.3	达标	达标	达标
9	鲘门河	74.54	3.71	0.74	85.7	8.8	1.1	14.2	1.3	0.2	达标	达标	达标

表7.4-18　深汕合作区受水区各控制单元工程近期水平年 2035 年污染物总量控制达标情况

序号	控制单元	2035 年水环境容量（t/a）			2035 年措施削减量（t/a）			2035 年削减后污染物入河量(t/a)			2035 年总量控制达标情况		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	赤石河	1436.43	62.21	12.44	10393.0	1018.1	136.8	801.2	40.1	8.0	达标	达标	达标
2	明热河	1443.29	70.80	14.16	7176.9	764.0	112.4	827.5	65.5	13.3	达标	达标	达标
3	南门河	1214.07	60.23	12.05	10751.7	1071.7	144.1	1025.7	44.6	8.8	达标	达标	达标
4	小漠河	96.55	4.81	0.96	877.7	87.1	11.6	89.3	4.7	0.9	达标	达标	达标
5	新圩河	105.36	5.23	1.05	950.9	94.4	12.6	96.8	5.1	1.0	达标	达标	达标
6	大澳河	312.84	15.50	3.10	2803.9	278.3	37.2	285.4	15.0	2.9	达标	达标	达标
7	港尾河	66.47	3.31	0.66	525.2	52.3	7.0	54.4	3.0	0.6	达标	达标	达标
8	泗马岭溪	183.66	9.13	1.83	1442.7	143.7	19.2	149.6	8.3	1.6	达标	达标	达标

序号	控制单元	2035 年水环境容量（t/a）			2035 年措施削减量（t/a）			2035 年削减后污染物入河量(t/a)			2035 年总量控制达标情况		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
9	鲘门河	132.10	6.57	1.31	1038.8	103.5	13.8	107.7	6.0	1.1	达标	达标	达标

表7.4-19　深汕合作区受水区各控制单元工程远期水平年 2050 年污染物总量控制达标情况

序号	控制单元	2050 年水环境容量（t/a）			2050 年措施削减量（t/a）			2050 年削减后污染物入河量(t/a)			2050 年总量控制达标情况		
		COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	赤石河	1593.45	68.61	13.72	15602.0	1532.5	205.6	1304.6	65.3	13.0	达标	达标	达标
2	明热河	1748.65	85.78	17.16	10525.0	1089.1	128.5	1156.3	82.0	16.6	达标	达标	达标
3	南门河	1722.41	85.45	17.09	16218.2	1611.5	215.8	1554.0	71.0	14.0	达标	达标	达标
4	小漠河	145.72	7.26	1.45	1325.9	131.4	17.5	132.6	6.9	1.3	达标	达标	达标
5	新圩河	159.01	7.90	1.58	1436.4	142.3	19.0	143.7	7.4	1.5	达标	达标	达标
6	大澳河	472.14	23.40	4.68	4235.5	419.7	56.1	423.7	21.9	4.3	达标	达标	达标
7	港尾河	96.69	4.81	0.96	792.4	78.7	10.5	80.3	4.3	0.8	达标	达标	达标
8	泗马岭溪	267.18	13.28	2.66	2176.9	216.2	28.8	220.5	11.9	2.3	达标	达标	达标
9	鲘门河	192.17	9.55	1.91	1567.4	155.7	20.8	158.8	8.6	1.6	达标	达标	达标

表7.4-20　深汕合作区受水区不同水平年各控制单元主要河流水质达标情况

序号	控制单元	水质目标	目标浓度（mg/L）			2035 年预测浓度（mg/L）			2050 年预测浓度（mg/L）			是否达标
			COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	
1	赤石河	Ⅲ	20	1.0	0.2	7.47	0.56	0.13	9.90	0.70	0.14	达标
2	明热河	Ⅳ	30	1.5	0.3	17.20	1.39	0.28	19.84	1.43	0.29	达标
3	南门河	Ⅳ	30	1.5	0.3	25.35	1.11	0.22	27.07	1.25	0.25	达标
4	小漠河	Ⅴ	40	2.0	0.4	37.02	1.95	0.38	36.41	1.89	0.37	达标
5	新圩河	Ⅴ	40	2.0	0.4	36.75	1.95	0.38	36.15	1.88	0.37	达标
6	大澳河	Ⅴ	40	2.0	0.4	36.49	1.94	0.37	35.90	1.87	0.37	达标
7	港尾河	Ⅴ	40	2.0	0.4	32.77	1.84	0.34	33.21	1.80	0.34	达标
8	泗马岭溪	Ⅴ	40	2.0	0.4	32.58	1.83	0.34	33.01	1.79	0.34	达标
9	鲘门河	Ⅴ	40	2.0	0.4	32.61	1.83	0.34	33.05	1.79	0.34	达标

表7.4-21　深汕合作区受水区不同水平年各重点考核断面水质达标情况

序号	所在河流	控制断面	水质目标	目标浓度（mg/L）			2035 年预测浓度（mg/L）			达标情况	2050 年预测浓度（mg/L）			达标情况
				COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷		COD	氨氮	总磷	
1	赤石河	新里村	Ⅲ类	20	1.0	0.2	7.47	0.56	0.13	达标	9.90	0.70	0.14	达标
2	赤石河	圆墩桥	Ⅲ类	20	1.0	0.2	11.26	0.71	0.15	达标	14.43	0.88	0.18	达标
3	赤石河	赤石河入海口	Ⅲ类	20	1.0	0.2	13.78	0.77	0.16	达标	16.90	0.94	0.19	达标
4	南门河	南门河河口	Ⅳ类	30	1.5	0.3	25.35	1.11	0.22	达标	27.07	1.25	0.25	达标

7.5 引水温度影响

本工程取水口为分层取水(叠梁门式)结构型式，采用塔式闸门形式布置，最高取水水位为 83.7m，加大取水水位为 75.7m，设计取水水位为 69.2m，最低取水水位为 62.7m。叠梁门开启的高程随着库区水位变化，进水口在水面以下 5m 左右，根据预测结果可知，取水口水温与表层水温温差最大出现在 5 月（表层 24.5℃，取水口层 22.39℃），温差最小在 1 月（表层 16℃，取水口层 16℃）。由此可见，取水口水温与表层水温最大温差为 2.11℃，此时为夏季(5 月)，水温和气温较高，取水口水温仍达到 22.39℃，基本无低温水影响。由于本工程近期引水直接输送至水厂，对受水区水温无影响，远期在建设明溪水库后，白盆珠水库引来的水与明溪水库库区水混合并接受光照后将迅速恢复，对受水区水温无影响。综上，本工程近期和远期引水均对受水区无影响。

7.6 水生生态影响

7.6.1 对水生生境的影响

7.6.1.1 水文情势变化的影响

工程实施后，多年平均情况下，规划水平年 2035 年受水区退水总量 12788.2 万 m^3，其中本工程水源退水量为 5116.4 万 m^3；规划水平年 2050 年退水量 18583.5 万 m^3，其中本工程水源退水量为 10455.6 万 m^3。在 P=90%来水频率条件下，规划水平年 2035 年，受水区新增退水总量 13170.71 万 m^3，其中本工程水源退水量为 5240.4 万 m^3；规划水平年 2050 年新增退水量 19208.9 万 m^3，其中本工程水源退水量为 7800.5 万 m^3。

工程建设后受水区现状工程加上当地规划新增供水工程后，其多年平均可供水量较现状有所增加，受水区新增退水进入河流，有利于提升河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。

7.6.1.2 水环境变化的影响

根据上文受水区水环境影响分析，工程受水区 2035 年、2050 年污染物 COD、氨氮增量未超过深汕合作区主要河流水环境容量。在按计划完成深汕合作区已制

定的水污染防治计划，配合实施后期规划工程制定的受水区水污染防治规划，受水区水环境状况保持稳定良好，对水生生境影响较小。

7.6.1.3 水华风险分析

根据输水线路及受水区的浮游植物监测数据，2022 年 5 月和 2023 年 2 月的蓝藻密度平均值分别为 3.960×10^4 ind./L（cells/L）和 4.187×10^4ind./L（cells/L），这一数值显著低于《水华程度分级与监测技术规程》（DB44T 2261-2020）中规定的蓝藻水华Ⅰ级阈值（2×10^6cells/L），表明当前无水华发生的风险。这一本底状况为评估工程运行后的水华风险提供了重要依据。从藻类群落结构来看，监测期间浮游植物群落组成相对均衡，蓝藻并未形成优势种群，这种多样化的群落结构有利于维持水生态系统的稳定性，降低单一藻类暴发性增殖的可能性。

现状下，赤石河入海口处承受着一定程度的污染负荷。现状基础年 2022 年 COD、氨氮和总磷等主要污染物入河量处于一定水平，对河口及近岸海域生态环境产生一定压力。然而，根据规划分析，在近期水平年（2035 年）和远期水平年（2050 年），通过系统实施一系列污染物减排与治理措施，污染负荷将得到显著削减。2035 年，经污水处理设施削减后 COD 入河量预计为 3437.7t/a、氨氮入河量为 192.4t/a、总磷入河量为 38.1t/a；到 2050 年，COD 入河量进一步降至 5174.4t/a、氨氮入河量为 279.3t/a、总磷入河量为 55.5t/a。与现状入海口污染负荷相比，无论是近期还是远期水平年，主要污染物的入河量均大幅减少，这为降低水华赤潮风险提供了有力支撑。

综合多方面因素分析，在设计水平年经过污染削减后，赤石河口红海湾区域出现水华赤潮的风险不会增加。一方面，从藻类生长与水华发生的环境条件来看，赤石河等退水河流属于动态河网系统，水体流动性强，不利于藻类长时间滞留和增殖，本身就具备天然抑制水华的能力。另一方面，随着规划中配套建设的水质净化工程、湿地系统与尾水提质项目逐步实施，对氮、磷等关键藻类限制性营养盐的深度去除能力将进一步提升，有效降低水体中生物有效态营养盐的浓度。同时，合作区大力推进的面源防控、农业退水管控与入河排污口整治等措施，从源头减少了营养盐输入，进一步缓解了受纳水体的生态压力。结合现状赤潮发生频率较低以及未来污染负荷显著削减的情况，

工程引水运行期在设计水平年污染削减后，赤石河口红海湾区域因退水等因

素而增加水华赤潮风险的概率较低。

7.6.2 对水生生物的影响

7.6.2.1 对浮游生物的影响

工程建设后受水区现状工程加上当地规划新增供水工程后，其多年平均可供水量较现状有所增加，受水区新增退水进入河流，有利于提升河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。

水环境的改善为浮游生物繁衍生存提供了适宜条件，从而使得河流的浮游生物群落组成可能发生一定变化。受纳水体水流量增加，流速相应加快，浮游植物中适应流水的种类如硅藻门种类可能增加。浮游动物由于生境的变化，枝角类种类可能增加，轮虫种类可能减少。另外，由于浮游植物的变化，以浮游植物为食的浮游动物种类也会发生相应的改变。

河道咸淡线分界线下移会导致河口区域浮游生物组成变化，适生于咸水的浮游生物如硅藻类的宽角斜纹藻、轮虫类的褶皱臂尾轮虫、桡足类的细巧华哲水蚤等适宜生境随之移动。

7.6.2.2 对鱼类资源的影响

根据现状调查，受水区赤石河、南门河鱼类种类较少，鲈形目、鲤形目和鲿形目鱼类为主，产卵类型主要为产黏沉性卵类群、产浮性卵类群，河口与南海相连，花鲈等鱼类在河口相邻海区的近岸区域产卵。

赤石河、南门河、明热河现状水质分别为 III 类、Ⅳ类、Ⅳ类，本工程运行后，受水区河道内水量将有所增加，水环境保持稳定，对鱼类活动的直接影响不大。水量的增加可一定程度改善受水区原有河流水生态，鱼类种群数量可能会有一定程度增加，种类组成上不会发生明显改变。

根据前述分析可知，工程实施后将使受水区河道水量增加，赤石河近期、远期增加流量 1.30m^3/s、2.65m^3/s；其他独流入海的小河，小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等近期各河流流量增加范围 0.02~0.12m^3/s，远期各河流流量增加范围 0.05~0.24m^3/s。深汕合作区河流下游未设置有挡潮闸，在河口区，潮汐作用强烈，以上河流增加流量相对潮流量比例甚微，不会河口区的咸淡水情有明显影响；在中游区，以上河流流量增加将使河道咸淡水分界线略有下移。对

于赤石河近期多年平均流量增加 6.87%，远期多年平均流量增加 14.04%，变化比例不大，咸淡水界仍随季节、降雨径流、潮汐变化在圆墩桥至新里村之间移动。河道咸淡线分界线下移及河口浮游生物组成变化，可能导致淡水鱼活动范围扩大。

7.6.2.3 对受水区水生生物竞争格局的影响及后果

引水工程在将水源区的水体输送至受水区过程中，由于水源区与受水区水生生物组成的差异，可能引发的物种跨流域迁移和生态入侵风险。根据水源及下游区、输水线路及受水区物种组成对比分析，水源区及下游区水生动物既包括鲢、鳙、鲫、草鱼等本土经济鱼类，也存在齐氏罗非鱼、豹纹翼甲鲇、麦瑞加拉鲮、食蚊鱼及淡水壳菜（沼蛤）等多类外来入侵物种。受水区主要包括短棘鳊、黄斑篮子鱼、花鲈等本土鱼类和莫桑比克罗非鱼、尼罗罗非鱼、食蚊鱼等外来入侵种。两评价范围有 27 种共有鱼类（如子陵吻虾虎鱼、鲫、鲢等），显示了一定生态相似性，这在一定程度上降低了从水源区引入新物种所带来的极端风险。淡水壳菜作为典型的入侵底栖生物，具有较强的环境耐受性和繁殖能力，其幼虫可随输水水流扩散，并在管道、闸门等人工设施内附着生长，从而降低输水效率、损坏设施。罗非鱼为杂食性鱼类，以浮游生物、水生植物和小型无脊椎动物为食，可能与本土鱼类草鱼和高体鳑鲏等争夺食物资源，对其生长产生影响。豹纹翼甲鲇作为底层杂食性鱼类，可能竞争底栖无脊椎动物资源。受水区生态系统对外来压力具备一定抵抗与恢复能力，且受水区原有的罗非鱼等外来入侵种群已建立自然种群，新增零星外来个体难以从根本上改变既有的竞争平衡。同时，工程在取水口设有拦鱼栅可以有效阻断成鱼被卷吸，加上生态流量保障、生态调度以及加强对外来入侵物种的监测等措施的共同作用下，引水工程引发的物种迁移与生态入侵风险整体可控，其对受水区水生生物多样性及群落结构的整体影响有限。

7.6.2.4 淡水壳菜对输水线路的影响

白盆珠水库调查到淡水壳菜分布，淡水壳菜（沼蛤）广泛分布在南亚的淡水河流和湖泊中，对于盐度也有较好的耐受性。其一般分布在常年最低水线下，在水深 10 余 m 处也有分布。生活在水流较缓的流水环境，以足丝固着在水中物体上，如在湖泊、河流、工厂的沉淀池及工业冷却水管管道内，它们固着在水下砖石，船舶、码头的木桩、堤坝、管道上。淡水壳菜有很强的适应和调节能力，即

使是在流速大、溶解氧较低的情况下(如人工输水通道)也能保持较好的生长状态，属于典型的入侵性底栖动物。

淡水壳菜学名沼蛤，隶属于软体动物门双壳纲贻贝科，体型近似三角形，壳长一般为 20mm，最长可达 40～60mm，营附着或固着生活，其对环境适应能力极强，能够在低溶解氧、高水流流速的人工结构中生长。在淡水壳菜繁殖期，幼虫随水流进入输水工程结构及通道中，高密度附着生长，影响输水建筑物及设备的正常运行，造成“生物污损”现象。淡水壳菜生物污损造成水工结构不同程度损坏的报道屡见不鲜，早在上世纪 70 年代就报道了武钢冷却水管道被层层贝类附着并堵塞的事故（中国科学院水生生物研究所管道小组，1979），目前在淡水壳菜广泛分布的长江中下游及长江以南地区，不少水利水电工程如东深供水工程、龙茜供水工程、广东东湖水厂等，均存在淡水壳菜入侵问题。

淡水壳菜生态风险主要体现在对输水管线的生物污损，即大量淡水壳菜入侵到输水工程的结构物及生产设备中高密度附着生长，降低输水效率，腐蚀管壁，影响输水建筑物和输水设备的正常运行，同时淡水壳菜呼吸消耗水中的溶解氧，代谢过程排泄营养盐，造成管道中水体水质恶化。但由于人工输水管道水流环境中缺乏淡水壳菜天敌与食物竞争者，因此淡水壳菜入侵输水管线后能够肆意扩张从而影响管道正常供水。因此，需要做好淡水壳菜的防治工作。

7.6.3 对珍稀、重点保护物种的影响

在受水区有被列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》濒危级日本鳗鲡、近危等级的弓斑东方鲀、龙头鱼和鲢；被列入《中国生物多样性红色名录》近危等级的有叉尾斗鱼、纹唇鱼、圆尾斗鱼；中国特有种溪吻虾虎鱼、虹彩光唇鱼、南方波鱼、中华纹胸鮡、海丰沙塘鳢、中华鳑鲏等。工程运行后，受水区河道内水量将有所增加，赤石河近期、远期增加流量 1.30m^3/s、2.65m^3/s；其他独流入海的小河，小漠河、新圩河、大澳河、港尾河、泗马岭溪、鲘门河等近期各河流流量增加范围 0.02~0.12m^3/s，远期各河流流量增加范围 0.05~0.24m^3/s。深汕合作区河流下游未设置有挡潮闸，在河口区，潮汐作用强烈，以上河流增加流量相对潮流量比例甚微，不会河口区的咸淡水情有明显影响；在中游区，以上河流流量增加将使河道咸淡水分界线略有下移。对于赤石河近期多年平均流量增加 6.87%，

远期多年平均流量增加 14.04%，变化比例不大，咸淡水界仍随季节、降雨径流、潮汐变化在圆墩桥至新里村之间移动。河道咸淡线分界线下移及河口浮游生物组成变化，可能导致鱼类的适宜生境随之变化，但不会对其栖息繁衍产生显著影响。

沼蛙、小棘蛙 2 种两栖类广东省重点保护水生野生物种分布于受水区，沼蛙分布广泛，主要栖息于低海拔静水生境，如明热河周边湿地坑塘，工程运行后受水区河道流量有所增加，可能淹没原栖息坑塘、沼泽等，但水位上升后周边将形成新的类似生境，供其栖息，因此几乎不会对其栖息、繁衍产生显著影响；小棘蛙主要栖息于当地中高海拔山地的溪流中，不涉及水位上升区域，故对其栖息地基本无影响。

7.6.4 跨流域调水生态风险评价

工程运行后水源区水文情势变化总体可控：近期引水引起的水位变幅在-0.45~0.75m 之间，远期水位变幅在-2.17~0.21m 之间。下游西枝江在取水后水位与流速虽有下降，但生态流量保障率仍高于 90%，能够有效维持下游基本生态需求。水环境方面，白盆珠水库取水后水质指标虽有小幅上升，但总体仍符合II类水质标准，未发生实质性恶化；下游西枝江因水体流动性强，藻类水华风险较低，水质总体稳定。

在物种方面，重点关注水源区与受水区水生生物组成的差异，以及由此可能引发的物种跨流域迁移和生态入侵风险。根据水源及下游区、输水线路及受水区物种组成对比分析，水源区及下游区水生动物既包括鲢、鳙、鲫、草鱼等本土经济鱼类，也存在齐氏罗非鱼、豹纹翼甲鲇、麦瑞加拉鲮、食蚊鱼及淡水壳菜（沼蛤）等多类外来入侵物种。受水区主要包括短棘鲬、黄斑篮子鱼、花鲈等本土鱼类和莫桑比克罗非鱼、尼罗罗非鱼、食蚊鱼等外来入侵种。两评价范围有 27 种共有鱼类（如子陵吻虾虎鱼、鲫、鲢等），显示了一定生态相似性。水源及下游区特有的入侵种，尤其是豹纹翼甲鲇、麦瑞加拉鲮以及附着性强的淡水壳菜，可能在工程运行过程中随水流被引入受水区，从而构成生态风险。淡水壳菜作为典型的入侵底栖生物，具有较强的环境耐受性和繁殖能力，其幼虫可随输水水流扩散，并在管道、闸门等人工设施内附着生长，从而降低输水效率、损坏设施。同时，豹纹翼甲鲇等外来鱼类可能凭借其杂食性、强适应力和高繁殖率，与受水区

本土鱼类（如黄颡鱼、鲿、鲮等）竞争食物和栖息地资源。但取水口设置的拦鱼栅可有效阻截大中型成鱼，防止水源区外来鱼类入侵受水区，且工程取水水位多位于水面以下 5～7m 之间，避免卷吸鱼卵和仔稚鱼大多集中分布的浅水区，偶然卷入的仔稚鱼在管道输送过程中需要承受压力剧变和水力剪切作用，能够存活机率极低。需警惕淡水壳菜幼虫可能随水迁移造成物种入侵的情况，后续需定期监测外来入侵种群的变化。

由于受水区生态系统本身具备一定抵抗力和恢复力，且配套实施了包括生态流量保障、定期监测外来入侵物种以及物理阻隔（拦鱼电栅）等综合防控措施，这些风险在整体上处于可控范围。持续加强针对关键入侵物种的监测预警与及时防控，工程不会对受水区生态平衡造成不可逆的破坏，跨流域调水的生态风险可被有效控制在可接受水平。

8 环境保护对策措施

8.1 环境保护措施设计原则

根据各评价因子的现状评价和影响预测结果，针对工程建设带来的不利环境影响，拟定环境保护对策与减缓措施。本工程环境保护措施制定的原则主要是：

（1）依法规划设计，最大限度地恢复原有的环境功能。

（2）合理布局、因害设防的原则。识别环境影响因素，分析、预测工程施工期和运行期对项目区生态环境、水环境、环境空气、声环境和社会环境等方面的影响程度和范围，针对工程带来的不利影响，优化工程布局，提出减缓不利影响的对策和措施，以及带来的生态环境效益进行分析。

（3）及时性原则。根据本工程建设施工进度，合理安排环保、水保措施的实施，尽量减少对环境的不利影响。

（4）整体协调性原则。处理好环保、水保措施规划设计中近期和远景、永久性和临时性的关系。尽量发挥主体工程中具有环境保护和水土保持功能工程的作用，水土保持中的植物措施以本土适宜种为主，并注意水土保持与绿化、美化相结合，各项措施应与周围景观相结合。

（5）因地制宜选择合理的环保、水保措施方案。

（6）正确处理工程建设与环境保护的关系，有利工程建设区域可持续发展。

8.2 环境保护措施总体布置

根据工程环境影响预测评价结论，本工程环境影响主要表现为施工期生活污水、生产废水、扬尘、施工噪声、生活垃圾等对周围环境的影响，运行期影响主要为取水对水文情势及水生生态的影响。为减免上述由工程建设所造成的不利影响，需采取相应的环境保护对策措施。环保措施包括了对水环境、生态环境、环境空气、声环境以及人群健康等的保护，深汕合作区引水工程环境保护措施见表8.2-1。

表8.2-1　深汕合作区引水工程环境保护措施一览表

序号	项目名称	环境保护措施
1	水环境保护	
1.1	施工期	
1.1.1	砂石加工系统废水处理	混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排
1.1.2	机修含油废水处理	小型隔油池处理
1.1.3	隧洞排水处理	沉淀池
1.1.4	基坑排水处理	抽排前先进行沉淀处理
1.1.5	施工区生活污水处理	管线施工生活区沿线采用采用一体化生活污水处理设备
1.1.6	取水口水环境保护	施工期在围堰外布置防污帘
1.2	运行期	
1.2.1	受水区和下游江段水质保护	保证下游生态流量需求；落实受水区水污染防治规划
1.2.2	取水口水质保护	管理平台不得布置生产生活区、食堂以及宿舍等，生产废水经处理达标后绿化回用不外排；饮用水水源保护区划分及规范化建设
2	生态环境保护	
2.1	水生生物保护	加强管理、减少污染，取缔毁灭性捕鱼方式；保障下泄水生生态需水流量；鱼类增殖放流等
2.2	陆生动物保护	减少污染和生态破坏；加强宣传教育，提高施工人员的保护意识；杜绝偷猎
2.3	陆生植物保护	减少污染和生态破坏；控制用地范围；施工迹地及时复垦复绿；珍稀植物迁地保护
2.4	生态敏感区保护	尽可能避让；加强施工管理，控制施工范围，减少施工扰动；永久建筑物与周围景观相协调；生态补偿
3	固体废物处理	
3.1	生活垃圾处理处置	分类收集、安全堆放、及时转运、卫生措施
3.2	危险废物处理	及时收集、妥善储存、按要求转运处置
3.3	弃渣处理	清运至渣场处理处置
4	大气环境保护	配备必要的除尘设备；洒水降尘
5	声环境保护	利用施工区地形降噪；使用符合环保要求的施工机械；采取适当的设备降噪和防护措施；加强施工管理
6	土壤环境保护	避免污染、加强监测
7	人群健康保护	防疫、检测、控制措施

8.3 水资源保护

8.3.1 水源区与水源下游区水资源保护措施

8.3.1.1 加强白盆珠水库区域和西枝江、东江流域取水统一管理

由于白盆珠水库的取水条件(取水水位、取水时间)、取水规模以及对西枝江流域第三方的影响等多方面因素存在相互关系。深汕合作区取水后，在保障西枝江流域的用水条件、生态基流、最小下泄流量等要求下，其影响主要为流域内电站的发电效益和西枝江流域的补水量。因此，本工程的运行调度应当服从东江流域的统一调度安排，避免影响下游地区的供水安全，避免对下游取水的影响。

8.3.1.2 加强白盆珠水库水资源保护及取用水管理

工程实施前后，白盆珠水库水源上下游地区应加强水污染防治规划、水资源保护规划等相关水污染防治和水资源保护规划的落实，贯彻落实“共抓大保护、不搞大开发”的精神，维系水源上下游区域良好水质状况。建立长效监管机制，严格建设项目水资源论证和取水许可管理，推进水资源超载地区暂停新增取水许可。全面推行取用水“双随机、一公开"监管，依法规范取用水行为及管理秩序。按照水资源刚性约束要求完善水资源管理考核内容，优化考核指标，改进考核机制。

8.3.1.3 加强白盆珠水库取水口上下游水情预报

加快完善水文水资源站网建设，利用可靠、实用、先进的技术和仪器设备，提高测站自动化监测能力和水平，达到及时、准确地向进行水情预测，为保证本建设总体方案规划工程和下游区域取水口取水安全、优化取水时段提供科学依据。

8.3.1.4 工程取水避让措施

在优先保障西枝江流域的用水用户、生态基流用水要求下，减少白盆珠水利电站的发电效益和通过深圳市东部供水工程退(补)水至西枝江，深汕合作区自白盆珠水库进行引水。严格根据“2.9 取水调度运行原则”进行取水调度，确保取水尽可能降低对白盆珠水库及其下游河段的影响。

8.3.1.5 加强节水型社会建设

节水型社会建设是水资源保护的根本。规划实施后，水源区、水源下游区来水被削减的情况下，应高度重视节水型社会建设，从体系建设、制度建设、机制建设等多方面着手，推进节水型社会建设。通过在农业中提高灌溉水利用系数、扩大节水灌溉面积，在工业方面调整水价、限制高耗水企业的发展和推行节水工艺和技术、工业废水回用，在城市生活方面普及节水器具和减少城市管网漏损率等措施，不断提高水资源利用效率，大力建设节水型社会，缓解水资源供需矛盾。建立并完善总量控制和定额管理相结合制度、取水许可与水资源有偿使用制度、科学的水价形成机制等，加强节水型社会建设。

8.3.2 受水区水资源保护措施

8.3.2.1 城镇生活节水措施

（1）加快城市供水管网改造

发展城市供水管网优化配置建造设计技术，采用工程优化技术和数值模拟方法，统筹传统清水系统和再生水输配系统，科学制定和实施管网改造技术方案，减少供水系统漏损。加大新型防漏、防爆、防污染管材的更新力度。发展用水远程计量技术，防止和严惩盗水行为。完善管网检漏制度，推广先进检漏技术，提高检测手段，降低供水管网漏失率。

（2）推广建筑中水利用

推广城市建筑的中水利用技术，制定促进中水利用的政策。在深汕合作区建设一批单体建筑和居民小区中水利用的示范工程，推广公共建筑、小区住宅循环用水技术。

（3）全面推广节水器具

积极组织开展节水器具和节水产品的推广和普及工作。政府机关、商场宾馆等公共建筑要全面使用节水型器具。新建、改建、扩建的公共和民用建筑，禁止使用国家明令淘汰的用水器具。引导居民尽快淘汰现有住宅中不符合节水标准的生活用水器具。

（4）积极推行村镇集中供水和农村生活节水

针对村镇居民用水分散、农产品加工工艺简单、村镇供水设施简陋、饮水安

全保障程度低、用水效率低等特点，积极推行村镇集中供水，保障饮水安全，推广家用水表和节水器具。

8.3.2.2 工业节水措施

（1）加强规划范围产业结构调整

贯彻水资源论证制度，受水区国民经济和社会发展规划以及城市总体规划的编制，重大建设项目的布局，应与当地水资源条件相适应，并进行科学论证；优化调整产业结构，产品结构和空间布局，切实做到以水定产业，以水定规模，以水定发展，确保用水安全，以水资源可持续利用支撑经济可持续发展。

（2）大力推广节水工艺改造

在进行产业结构调整的同时，加强传统行业企业的技术改造升级，建立现代新型企业，采取节水技术工艺和节水技术措施，提升产业水平。特别是在高耗水企业大力推广节水新技术，通过用水工艺的改造和用水管理降低工业用水定额、提高工业水重复利用率、减少排污量、减少用水量的增长。

发展循环用水系统、串联用水系统和回用水系统。鼓励外排废(污)水处理后回用，力争实现少排放，甚至零排放。推广外排水处理后回用于循环冷却系统的技术。

（3）加强用水计量设施建设

完善计量设施，重点用水系统和设备配置计量水表和控制仪表，为用水管理、水平衡测试提供依据。鼓励利用限量水表和限时控制、水压控制、水位控制、水位传感控制等先进的控制仪表。

8.3.2.3 非常规水源利用

非常规水源是指区别于传统意义上的地表水、地下水的(常规)水资源，主要有雨水、再生水(经过再生处理的污水和废水)、海水、空中水、矿井水、苦咸水等，这些水源的特点是经过处理后可以再生利用。各种非常规水源的开发利用具有各自的特点和优势，可以在一定程度上替代常规水资源，加速和改善天然水资源的循环过程，使有限的水资源发挥出更大的效用。深汕合作区已经有开展海水淡化、雨水利用、再生水利用和微咸水利用等非常规水源利用量的统计，受水区需加快推进污水处理设施、污水再生利用设施、雨水利用设施建设，优化城市供

水系统与配水管网，推动建立与城市水系统相协调的城市再生水利用、雨水利用管网系统。深汕合作区有靠海的便利，应大力促进海水淡化和微咸水的利用。

4、加大污水处理力度

根据《入河排污口监督管理办法》的规定，建立入河排污口管理档案；加大污水处理费征收力度，为污水处理设施运行提供资金支持；加快城市排水管网建设，推行雨污分流排水体系，提高污水收水率。

8.3.2.4 建立科学的水价体系

利用价格杠杆促进节约用水、保护水资源，积极推行“阶梯水价(含水资源费)”。加强取水的科学管理工作，全面推动水资源远程监控系统建设、智能水表等科技含量高的计量设施安装工作，实现水资源计量，收费和管理科学化、现代化，规范化。

8.4 水环境保护措施

8.4.1 施工期水环境保护措施

8.4.1.1 砂石加工系统废水处理措施

（1）废水概况

本工程全线共设置 2 处砂石料加工系统（2#、4#施工工区各布置 1 套砂石料加工系统），加工洞渣料中的可利用料，供应 TBM 隧洞的豆砾石料。砂石料冲洗废水主要污染物质为 SS，浓度高达 20000mg/L 以上，基本无其它污染物。本工程由人工砂石料系统生产的豆砾石设计需要量约 5.1 万 m^3，通常 1 吨砂石料需要用水 2.75m^3，废水量一般为砂石料用水量的 80%，施工期砂石料加工系统废水总产生量约 11.22 万 m^3。本工程砂石料加工系统废水采用预沉＋混凝沉淀法处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排。

（2）处理目标

砂石冲洗废水水量大、悬浮物浓度高，且砂石料系统附近水域水质标准为III类，从水资源合理利用和保护环境角度考虑，砂石料加工系统废水处理后回用于系统自身，不外排。参考水电工程施工组织设计规范规定，SS≤100mg/L 即可满足砂石加工系统要求，因此废水处理目标为 SS≤100mg/L。

（3）处理工艺

砂石料加工系统废水处理系统的核心是降低 SS 浓度，根据国内类似工程经验，本工程砂石料加工系统生产废水均采用 DH 高效（旋流）污水净化法对废水进行处理，该法的核心部分是高效污水净化器，其利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将污水净化中的混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、污泥浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间（20~30min）完成污水的多级净化，处理后的出水中 SS 浓度为 10~50mg/L。

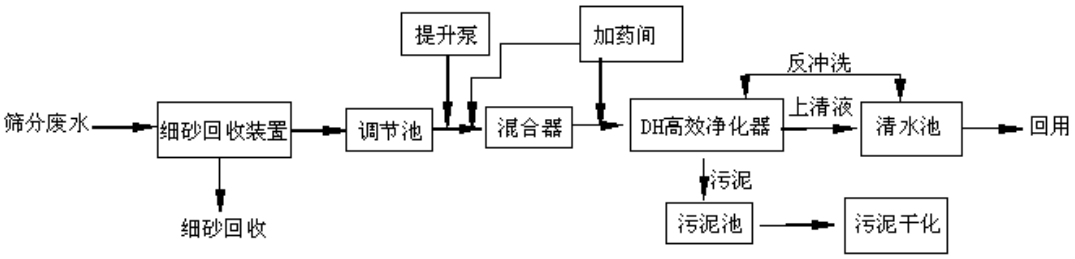


图8.4-1　砂石废水处理工艺流程

砂石料加工系统废水进入调节池，经泵抽至净化器，同时利用负压原理将药剂与废水一并吸入管道中初步混合后进入 DH 高效（旋流）污水净化器，在净化器内经混凝反应、离心分离、重力分离、动态过滤及泥浆浓缩等过程，从净化器顶端将净化后的清水排出送入清水池，接着对清水进行回用或利用其进行反冲洗，从而实现废水的循环利用，不向外排放。而浓缩后的泥浆从底部定时或连续排出流至泥浆池，再用一台渣浆泵抽至压滤机脱水，脱水后的泥渣就近外运至渣场堆放。经过一段时间的运行，要开启反冲洗泵进行反冲洗。在废水处理系统出现故障时或废水短时间内超过系统处理能力时，可将废水暂时排放至事故蓄水池，在废水处理系统恢复正常运行前，应暂停砂石料系统的运行。

（4）运行管理与维护

为收集砂石料加工系统废水，需在作业区周边设截水沟，将散落水收集至处理系统。在运行过程中应定时清理调节池中的污泥。

8.4.1.2 机械冲洗含油废水处理

在施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水。含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理，再进入清水池，进一步净化水质。废水最终处理《城

市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排。沉淀池污泥应脱水成泥饼后再外运至垃圾场填埋处理，不能任意丢弃。废油集中交有资质单位处理。

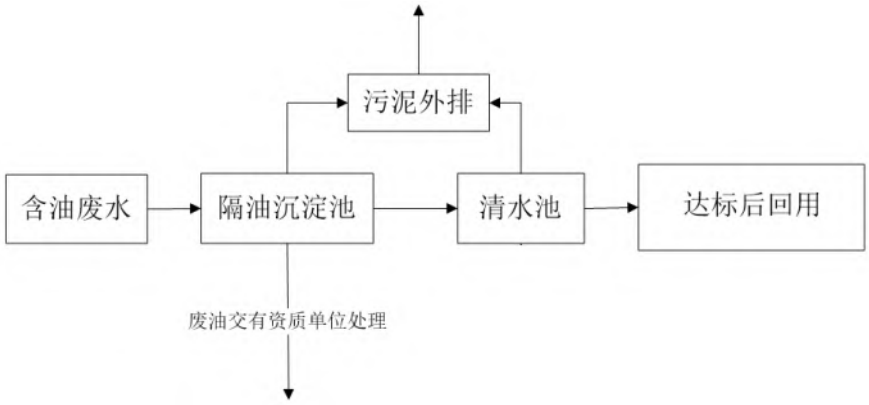


图8.4-2　含油废水处理工艺流程图

表8.4-1　施工期生产废水处理系统构筑物选型

序号	名称	尺寸	数量	结构	备注
1	ZC-1 隔油沉淀池	2.44m×1.94m×1.7m	11	砖混	HRT 为 30min，清除污泥周期 7d。
2	清水池	4.74m×3.24m×2.5m	11	砖混	停留时间 12h，容积为 20m^3。

8.4.1.3　隧洞施工排水处理措施

根据工程布置及施工场地安排，预计隧洞进出口以及 4 处施工支洞口将产生隧洞排水。隧洞排水主要包括地下涌水和隧洞开挖过程中的生产废水。

洞室开挖排水污染物主要为 SS，应对其进行一定的处理。为此，需对隧洞排水进行沉淀处理，综合考虑隧洞出口和支洞口布置位置和水环境功能要求，除取水口隧洞口和 1#施工支洞靠近白盆珠水库为II类水域外，其余隧洞、支洞口附近水体不涉及II类水域和III类水域中划定的保护区等敏感水体，隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区优先回用等，回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，对周边的水环境影响不大。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用，用于周边林地浇灌及工区道路降尘。各洞口设置混凝沉淀工艺，在出水口经混凝沉淀池处理后优先回用。通过投加混

凝剂使悬浮物快速沉降，清水优先回用，沉淀物定期人工清理。处理流程见图 8.4-3。

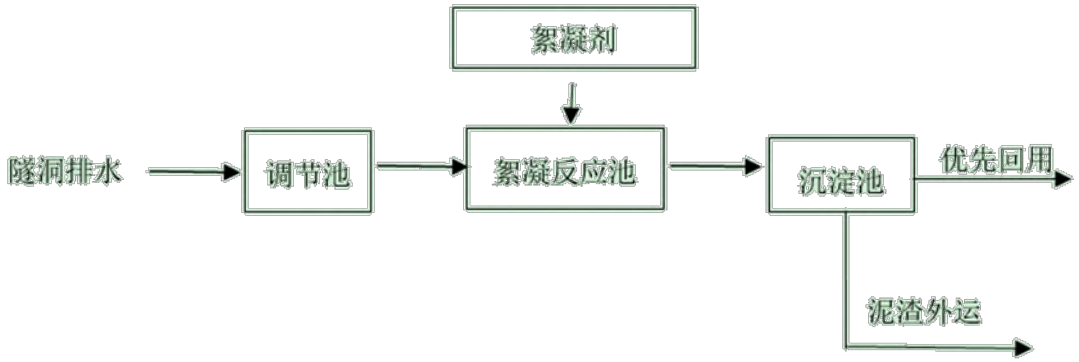


图8.4-3　洞室排水处理工艺流程图

8.4.1.4 基坑施工排水处理措施

（1）废水概况

基坑开挖和混凝土浇筑、冲洗、养护及水泥灌浆，可使基坑水的悬浮物含量和 pH 值增高，基坑废水 SS 排放浓度一般在 2000mg/L 左右，pH 值 8～12。本工程涉及施工围堰基坑排水，主要包括初期排水及经常性排水，基坑废水具有初期排水量大、历时短等特点。

（2）处理目标

基坑废水中含沙量得到控制，减少水土流失，并调节废水酸碱度。本工程基坑排水排放标准执行《广东省水污染物排放限值标准》（DB4426-2001）一级排放标准，SS 排放浓度控制在 60mg/L 以下。

（3）处理工艺

从技术经济角度分析，参照国内其它水利项目处理基坑排水的经验，对基坑排水采用自然沉淀法处理，仅在基坑内开挖沉淀池，必要时，可投加絮凝剂（可采用聚合氯化铝或者聚丙烯酰胺），静置 2h 后抽出优先回用，剩余排放，污泥定期人工清除。工艺流程见图 8.4-4。

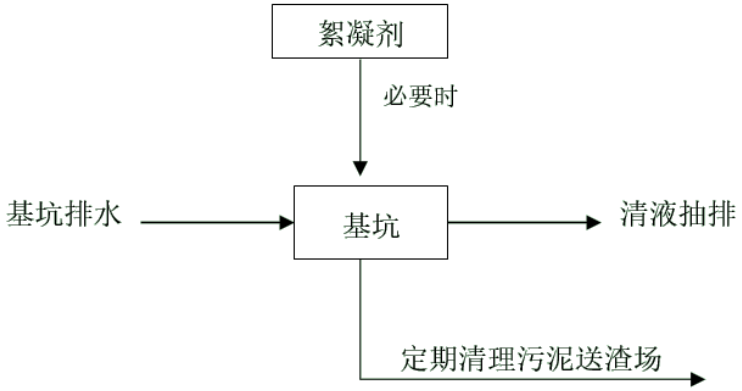


图8.4-4　基坑废水处理工艺流程

为减少基坑经常性排水中基坑渗水量，应对施工围堰基础采取防渗措施，包括施工围堰基础高喷灌浆以及堰基下铺筑复合土工膜垂直防渗，这样可大大降低基坑周围地下水进入基坑的水量。因此，基坑经常性排水中主要为雨季施工降雨和施工生产废水。根据排水量及其污染成分、排放地点水质要求等，按照经济适用的原则，选择间歇式絮凝沉淀法进行处理，沉淀时间约 2h。处理后的水体优先用于降尘、浇灌附近林地耕地或作为水保植物措施用水等。

8.4.1.5 施工期生活污水处理措施

（1）生活污水概况

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等，未经处理的生活污水如果直接排放会对周围水环境将造成一定影响。根据施工组织设计，本工程总工期 66 个月，其中主体施工期 60 个月。本工程共布置 11 处施工工区，本工程施工高峰人数 2100 人，施工平均人数 1470 人。根据《用水定额第 3 部分：生活》(DB44T1461.3-2021)，施工人员用水量按农村居民 I 区 150L/(人·d)计，则高峰期生活用水量约为 315t/d，取排污系数为 0.8，则高峰期施工人员生活污水产生量约 252t/d。

（2）处理目标

处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GBT18920-2020）后回用。

（3）处理工艺

输水线路及施工工区周边区域位于农村或城市郊区，市政配套管网尚不完善，为防止生活污水对周边水环境的不利影响，施工工区采用一体化生活污水处理设

备处理生活污水。

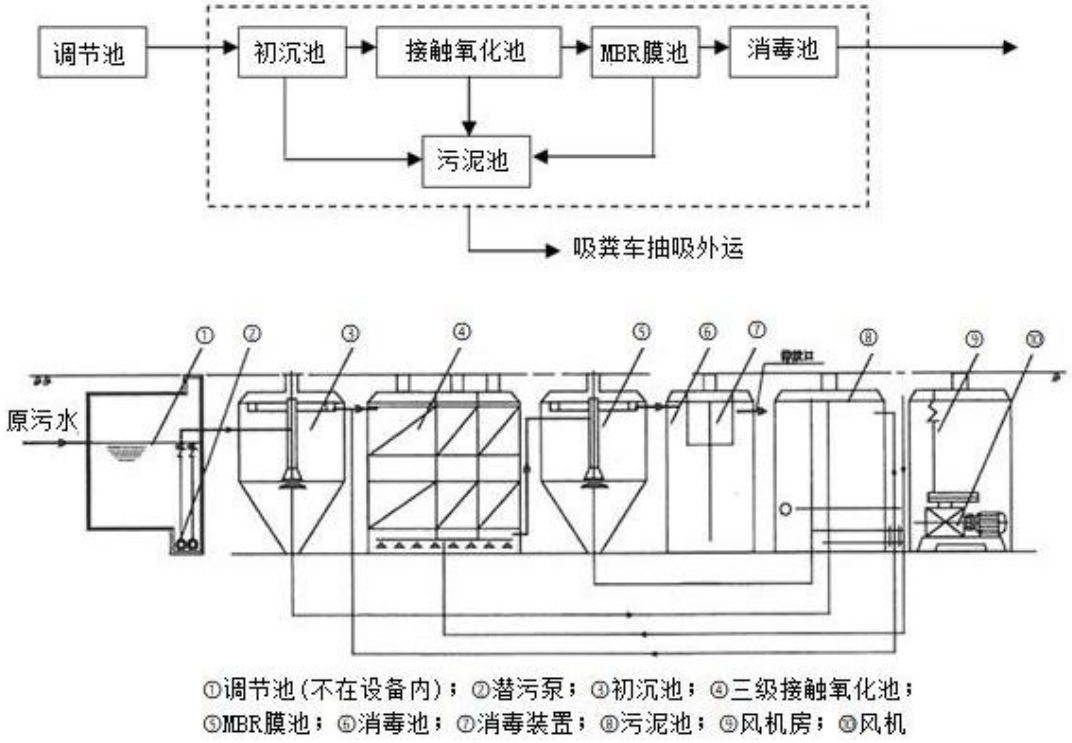


图8.4-5　一体化污水处理设备工艺流程图

本工程选择的一体化污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 8.4-5。污水设备由六部分组成：初沉池、一级接触氧化池、MBR 膜池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到 MBR 膜池，排泥至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、MBR 膜池的所有污泥均提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年～3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，因此运行无噪声。

（4）运行效果及处理效果分析

采用一体化设备对生活污水进行处理，可有效处理施工工区施工期的生活污水，污水处理能达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GBT18920-2020）中标准。一体化设备占地小，运行自动化程度高，管理规范，整套系统可操控性效果好。

8.4.1.6 饮用水水源保护区水质保护措施

根据工程布置及施工布置，本工程布置的 11 施工工区均不在饮用水水源保护区范围内。水源保护区及集水范围内施工活动应严格遵守以下保护措施：

（1）禁止在饮用水水源保护区、Ⅱ类水体新建排污口，附近工区施工废水、生活污水经收集、处理后完全回用，禁止外排。

（2）施工运输车辆在饮用水水源保护区范围内路段减速慢行。

（3）施工时须在靠近水源侧设置围挡，减少施工扬尘及废气对水源保护区的影响。

（4）施工车辆须使用优质的柴油，在施工期间对施工路面及工区进行洒水抑尘（每天洒水 6~7 次）。施工单位须严格管理施工作业，将控制在项目用地范围，在施工边界标示周围是水源保护区，加强施工人员对水源保护区的保护意识。

（5）在水源保护区车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按制定路段行驶。

（6）围堰施工保护措施

施工围堰填筑及拆除施工引起的悬浮物增加对饮用水水源保护区的水质有一定影响，在围堰下游设置土工膜防污帘以阻隔悬浮物往下游扩散，防止悬浮物扩散，影响供水安全。

土工膜上部用浮筒吊住，下部用石头挂住后沉入库底内，严格防止施工过程中的污水扩散，施工期要定期检查帷幕破损情况，及时修复，直至施工完成。围堰施工基坑产生的排水，沉淀后拉运至水源保护区外达标排放，不得排放至饮用水水源保护区内。

（7）道路施工保护措施

本工程在饮用水水源保护区范围内施工临时道路有白盆珠水库取水口检修道路、围堰施工道路以及 1#施工支洞临时道路。

1）水源保护区内的施工临时道路占用库区水域和库周林地，临时道路建设前，在临时道路占地范围邻近水域一侧设置防污帘以阻隔悬浮物往库区扩散，防止悬浮物扩散，影响供水安全。

2）临时道路建设过程中，在道路两侧设置临时截、排水沟和沉砂池，对路面雨水进行收集并引至基坑内，最后从基坑内抽排出库外，防止路面冲刷造成水

土流失影响库区水质。

3）施工结束后，将施工临时道路的填方清除，恢复水域，对占用的林地进行表土回覆、土地整治和植被恢复，清除的弃渣运至消纳场；施工道路清除时应安排在枯水期。施工道路、围堰及其临建设施拆除后方可进行防污帘的拆除。

4）为了确保工程所涉水域水质的安全，工程需精心设计，精心施工，严格实行施工监理制度，加强施工质量管理。施工人员应该严格执行相关的机械操作规程，管理人员必须加强对施工人员的监督，从工程措施和管理措施上杜绝翻车情况的出现。

8.4.2 运行期水环境保护措施

8.4.2.1 最小下泄流量保障措施

为保障白盆珠水库坝下及西枝江干流生态基流，白盆珠水库运行将实行“双通道、双水位”控制最小下泄流量：一是利用现有电站机组发电下泄，机组额定流量 45m³/s，发电机组空载的最小流量为 7m³/s，日常调度优先维持不小于 10.5m³/s 的发电流量，确保枯水期也能连续向白盆珠水库下游下泄补水；二是当白盆珠水电站两台发电机组均故障或检修停发时，则立即切换至备用通道——位于坝低高程 45m 的放空洞按白盆珠坝下断面不小于最小下泄流量 10.5m^3/s 的需求进行泄放，确保坝下断面生态基流和最小下泄流量连续满足《SL/T712-2021》90%保证率要求。

《深汕合作区引水工程建设总体方案》提出在有关分水方案调整前，深圳市承诺现东江取水工程及本规划工程引水在东江流域取水水量不超分水指标(P=90%，16.63 亿 m^3)，结合深圳市东部供水工程退(补)水，基本保障西枝江流域可供水量不变。若不考虑指标，从水资源利用的角度看，深圳市东部供水工程补水，通过深圳市东部供水工程富余能力，从东江取水补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库，2035 年、2050 年多年平均年补水量分别约为 0.40 亿 m^3、0.42 亿 m^3，可使西枝江河道外各用水户的用水保证程度基本恢复至取水前。

8.4.2.2 饮用水水源保护区划分及规范化建设

根据粤府函〔2014〕188 号，白盆珠水库已划定饮用水水源保护区。白盆珠水库水源保护区已经完成了规范化建设，设置了标识牌、隔离网等措施。

随着深汕合作区引水工程的实施，本工程新建的取水口应根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)，重新设立标识牌、界碑等设施，以明确保护区的范围和边界。同时，还需进一步完善隔离设施，确保取水口及其周边区域的生态环境得到有效保护，防止人为活动对水源地造成污染和破坏。这些措施不仅有助于维护白盆珠水库的水质安全，也为引水工程的顺利实施提供了坚实的保障，体现了对生态环境保护的高度重视和科学管理。

白盆珠水库按照饮用水水源保护区管理要求进行管理，白盆珠水库一级水源保护区范围内的各类建筑及设施禁止排放污染物，禁止设置排污口，不得从事可能污染饮用水水体的活动。

8.4.2.3 白盆珠水库水源地水质保护措施

1、白盆珠水库水源地污染治理现状

（1）畜禽养殖污染

根据《惠东县人民政府关于划定畜禽养殖禁养区的通告（惠东府告〔2020〕18 号）》，惠东县人民政府对行政区域内畜禽养殖禁养区进行了划定，依法依规将饮用水水源保护区划入畜禽养殖禁养区。白盆珠水库为大(Ⅰ)型水库，整个水库集雨范围禁止规模化禽畜养殖，确保水库集雨范围“零养殖”。

目前，白盆珠水库库区畜禽养殖场已全部关闭，同时对畜禽养殖进行登记造册，并对养殖场实行排污监测，对关闭后的养殖场进行核查登记，防止复养。

（2）生活污染

目前，白盆珠水库集雨区宝口镇、高潭镇、白盆珠镇（新庵片区）3 个镇全部完成污水处理设施建设并正常运行，同时各镇配套建设农村污水处理设施，库区管网的覆盖将生活污水有效收集至处理设施，减少了污水漫流和渗透污染。惠州市政府在集雨区 3 个镇具体落实“村收集、镇转运、县处理”的垃圾处理方式，集雨区每镇建成 1 个垃圾收集处理系统，配备垃圾压缩站、运输车，落实保洁队伍，健全保洁制度，每天收运垃圾转运到集雨区外进行处理。

（3）农业面源污染

白盆珠水库集雨区范围内的宝口镇、高潭镇、白盆珠镇（新庵片区）3 个镇均属惠州市东部山区镇，耕地面积少，山地较多，白盆珠水库集雨范围内灌溉面积为 2763.31 公顷。农业生产主要是发展水果、水稻、季节蔬菜、茶叶等种植业。

农业种植产生农业退水通过地表径流进入水库，会对水库水质产生一定影响。白盆珠水库已开展部分区域农业面源污染控制工程，包括生态施肥技术的推广和生态沟渠的修筑。

（4）工业污染源

根据相关资料，白盆珠水库集雨区范围内高污染工业企业已全部关停。

（5）水土保持与植被恢复

目前已实施惠州市白盆珠水库库区水土流失综合整治工程（一期、二期），累计治理水土流失面积超 65 平方公里，建设谷坊、水土保持林及林下植草，减少泥沙入库。有效遏制了库区的水土流失现象，显著改善了西枝江流域的生态环境，提升了林草植被的覆盖度和水源涵养能力，进一步优化了库区的水土保持生态环境，为水库下游民众提供优质、充足的饮用水源，为推动惠州高质量发展，提供了坚实的生态环境支撑和有力的水资源保护屏障。禁止陡坡开荒、毁林开垦，推广混交林种植，提升森林涵养水源功能。

2、下一步水源保护重点措施

（1）为系统提升白盆珠水库集雨区水环境质量，应分阶段推进宝口镇、高潭镇、白盆珠镇（新庵片区）3 个镇污水处理设施提质增效：一是加快镇区污水处理厂升级改造，通过工艺优化、设备更新提升脱氮除磷能力，同步完善污水管网"最后一公里"衔接，重点解决管网破损、雨污混接等问题，实现污水 100%截流纳管；二是强化水源保护区农村生活污水治理，开展全覆盖排查，对未覆盖区域增设分散式处理设施，对老旧设施进行提标改造，确保处理尾水达标，优先用于农田灌溉或生态补水，无法回用的须经人工湿地深度净化后排放；三是构建"户分类、村收集、镇转运、县处理"的垃圾收运体系，在水源保护区合理布局密闭式垃圾收集点，配置防渗、防漏设施，严格落实"日产日清"制度，压缩垃圾在保护区停留时间，并强化收运过程监管，杜绝二次污染。通过以上措施，构建"截污-处理-回用"全链条防控体系，切实保障饮用水水源安全。

（2）进一步加强白盆珠水库一级二级保护区 S356 省道、S510 省道、X123 县道及其他道路的污染防控措施，严格限制县道及以下道路通行车辆的类型，在距离水库较近的路段做好隔离防护及应急事故池建设，所有道路严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输车辆通行，在跨越或与水体并行的路桥两侧建设防撞栏、桥面径流收集系统等应急防护工程设施，开展视频监控。

（3）严格执行水源保护区内水产养殖、畜禽养殖、农业种植的有关规定。重点是逐步退出一级保护区内的种植，取缔饮用水水源二级保护区内未采取有效措施防止污染水体的坑塘养殖、水面围网养殖等活动，严防水源保护区内规模化畜禽养殖的死灰复燃，加强分散式畜禽养殖的管理。全面落实《惠州市西枝江水系水质保护条例》，禁止在西枝江流域使用高毒、高残留农药；依法划定的饮用水水源准保护区内禁止新建、扩建高尔夫球场、煤场、灰场、垃圾填埋场、废物回收（加工）场、有毒有害物品仓库和堆栈等对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量；建议农业部门指导农药、化肥、农膜等使用，推广测土配方施肥、农作物病虫害绿色防控等先进农业生产技术，推广建设生态沟渠、污水净化塘、地表径流集蓄池等设施，引导农民施用有机肥料和低毒生物农药，做好农药安全使用技术培训和制定施肥技术规范，减少种植业水污染物排放。

（4）全面整治水源保护区内排放污染物的项目，除原住居民住宅、针对原住居民的非经营性新农村建设、安居工程建设项目及配套建设的污染治理设施外，其他不符合水源保护区管理要求的项目需全部拆除或关闭。持续加强水库水环境风险管理，排查水库集雨范围内重大环境风险源，建立风险源档案，落实风险事故防范措施和应急预案。

（5）加强白盆珠水库饮用水水源保护区内林地和耕地建设生态公益林地项目，在集水区严格保护林地，控制建设占用林地，积极利用荒坡地补充林地，巩固生态退耕成果，进行退耕换林，开展水源涵养林的建造和修复，防治水土流失，逐步将保护区内商品林地和耕地改变用途，建设成公益林。

（6）加强各主要入库支流的水质常规监测，补充突发风险事故监测。

3、纳入本工程的水源保护措施

（1）取水口设计措施

工程取水口采用叠梁门式分层取水结构，通过实时调节闸门高程优先取用表层或中上层高温水，避免低温水直接进入下游受水水厂或远期进入合作区明溪水库，保障水厂进水水质和水温稳定，从源头减免低温对净水工艺及用水安全的潜在影响。

（2）取水口水质保护措施

推荐方案取水口(取水口 2)位于白盆珠水库饮用水源保护区(备用)一级保护区范围内，工程运行期间，应加强工程取水点水源水质的保护，应依据《中华人

民共和国水污染防治法》、《广东省饮用水源水质保护条例》等相关法律、法规，加强保护。“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目”、“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目”及“禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目”。

管理平台不得布置生产生活区、食堂以及宿舍等，生产废水经处理达标后绿化回用不外排。

（3）取水口拦油拦污设施

取水口前端设置 1 道拦污浮排，拦污浮排后设置 1 道拦油浮排，拦油浮排后顺水流方向依次布置拦污栅和检修闸门。浮排单元采用浮筒式挂栅，每跨浮排两端挂于浮动连接装置，浮动连接装置可在设置于锚固墩的垂直轨道上行走，浮排即可随水位自适应。

8.4.2.4 运行期管理站污染防治措施

本工程拟定编制人员 20 人，其中白盆珠水库管理站人员配置 14 人。管理用房需将管理人员生活污水进行收集，就地处理后回用或进入湿地，不得在水源保护区内排放。运行期生活污水建议采用 MBR 污水处理一体化设备处理，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中城市绿化用水标准后回用于管理部绿化用水，不得排至饮用水源保护区等禁止排放污水的水域，对周围水环境影响不大。

8.4.2.5 输水线路水环境保护措施

根据《中华人民共和国城市供水条例》《广东省城市供水管理规定》，参照《水库工程管理设计规范》《广东省河道堤防管理条例》等文件，确定深汕合作区引水工程安全保护范围，对保护范围工程建设进行科学管理，确保不影响输水水质安全。为保障供水管线安全，根据管线直径，在供水管线中线两侧 10m 范围内设置供水管道保护范围。对保护范围内的工程建设进行科学管理，禁止挖掘、取土、打井、钻采、埋坟、爆破、开沙、采石等行为。

8.4.2.6 受水区地表水环境保护措施

1、加强用水管理

深汕合作区受水区应当强化水务一体化管理，通过取水许可、水资源论证、分行业分区域的水量分配等措施，实现水资源总量控制与定额相结合、政府宏观调控与市场配置相结合的水资源管理体制，减少水资源的浪费，从而减小深汕地区的用水压力。

2、加强水资源保护管理

由深圳市的水利部门和生态环境部门牵头，逐步建立以排污权分配为基础的水环境保护制度，加快污水处理系统建设、排污口优化布置，建立入河排污总量控制制度，加强中水回用、跨界水源的协调与管理，一方面可以减少污染物入河量，另一方面也可以减少新鲜用水的取用量。

3、加大水环境污染整治力度

（1）大力开展点源污染治理

严格按照《广东省主体功能区规划》《广东省主体功能区规划的配套环保政策》的要求，实行分类指导和差别化管理，以环境保护优化经济发展，严格产业准入，优化产业布局。狠抓工业污染防治，清理取缔“十小”企业，积极推进清洁生产，大力发展园区循环经济，全面提升工业废污水污染防治水平。

按照国务院印发的《关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）要求，广东省在省、市层级印发了水污染防治行动计划实施方案，包括《广东省水污染防治行动计划实施方案》省级层面规划，《深圳市全面消除黑臭水体攻坚战实施方案》、《深圳市贯彻国务院水污染防治行动计划实施治水提质行动方案》（深府〔2015〕45 号）等的相关要求，加快推动深汕合作区受水区主要城镇污水处理设施建设与升级，加大各城镇污水管网建设力度，提升污水处理厂处理能力与水平。对于在城市管网收集范围外的分散居民生活污水，因地制宜采用多种实用、经济的分散处理措施。确保至 2035 年，受水区内城镇污水处理率 100%、工业废水处理率达到 100%。全面提升受水区废污水集中处置能力，增加水环境治理投入，改善受水区的河流水质。

（2）加强内源面源污染防控

深汕合作区以“控源-截污-修复”为主线，系统推进内源、面源污染共治：

内源上，全面清退非法养殖、实施河道与水库底泥清淤及原位钝化，严控沉积物再悬浮；面源上，建设生态沟渠、缓冲带和人工湿地，推广化肥农药减量增效、畜禽粪污资源化与水产养殖尾水循环，完善雨污分流及初期雨水收集处理，确保污染物入河总量削减、水质稳步提升。

（3）印发并实施受水区污染防治规划

与深汕合作区引水工程相配套的受水区水污染防治规划，目前已印发实施，确保引水工程实施后，受水区水环境安全，调水沿线水环境质量得到改善，促进水资源可持续利用，保障供水安全和生态安全为原则，根据深汕合作区引水工程受水区水质保护总体目标、重点任务及污染物总量控制目标，在充分掌握受水区已建污水处理措施、已有水污染防治规划措施的基础上，结合工程建成后，受水区废污水及主要污染物 COD、氨氮、总磷等的入河量预测成果，受水区水污染防治共设置重点工程和任务 22 项，涵盖加强流域水土保持、完善污水处理设施、河道综合治理及碧道建设、农业供水工程及加强流域水环境治理五大方面，不完全统计总投资预算约为 43.38 亿元。此外，深汕合作区在 2035 年前完成针对现有污水处理设施的升级改造，并根据《深圳市生态环境局关于印发深圳市环境管控单元生态环境准入清单的通知》（深环〔2021〕138 号）要求，主要出水指标应达到地表水准Ⅳ类以上。定期开展工程项目效益评价，建立工程滚动实施机制，持续推动水环境质量改善。各级人民政府作为实施本规划的主体，要切实增加财政投入，统筹各方资源，形成多元化投入格局，确保各项任务全面完成。

8.5 地下水环境防治措施

本项目建设对地下水水质的不利影响主要为施工期生产废水、生活污水、固体废弃物等不当管理，因此，建议建设单位在项目施工过程中严格管理，责任到位，以防造成不良影响。

（1）落实各项废污水处理措施，确保工程施工过程中各废污水的处理和回用，生活垃圾统一收集后及时交由环卫部门进行处理，施工过程中产生的固体废弃物，尽可能收集堆置运走处理。此外，工程的各项废污水处理构筑物（如沉淀池、隔油池、化粪池等）应做好防渗措施，防止污染物入渗影响地下水水质。

（2）严禁雨季施工污废水乱排、乱放。根据各工程段降雨特征和工地实际

情况，设置好排水设施，制定雨季具体排水方案，避免雨季排水不畅，防止污染道路、堵塞下水道、直排进入土壤等事故发生。

（3）加强交通运输管理，减少交通事故等发生，避免油料泄漏污染。

（4）对于 TBM、钻爆法、盾构隧洞，隧洞开挖遇断层带可能涌水量较大，宜进行超期探测，加强排水、地下水位监测措施。

根据工程布置及施工场地安排，输水线路的施工支洞口、隧洞进出口将产生隧洞排水。本工程对隧洞排水进行沉淀处理，综合考虑隧洞出口和支洞口布置位置和水环境功能要求，除取水口隧洞口和 1#施工支洞靠近白盆珠水库为II类水域外，其余隧洞、支洞口附近水体不涉及II类水域和III类水域中划定的保护区等敏感水体，隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB 44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区降尘用水等，回用不完的隧洞排水上清液排入洞口附近沟渠：2#施工支洞口、3#施工支洞口、4#施工支洞口的上清液分别排白马河、笼山水、横坑水，对周边的水环境影响不大。取水口隧洞口和 1#施工支洞产生的隧洞排水经导排、收集、沉淀处理后综合利用周边林地浇灌及工区道路降尘用水。

对于可能存在地下水沿断层渗透，在断层带附近需注意采取防突水、突泥措施，同时做好隧洞施工过程中涌水应急处置措施，主要如下：

1）施工过程中若出现较弱涌水现象，现场值班人员或现场负责人应立即报告应急指挥办公室，同时力所能及地采取措施，清除现场危险品，接通排水管，启动污水泵抽水。现场施工人员可根据现场实际情况迅速打随机排水孔，安置塑料弹簧软管进行排水（塑料弹簧软管引入排水沟），释放水压力，并及时喷锚进行围岩封闭。如果围岩破碎，可在初喷砼结束后迅速安置钢拱架，然后再进行复喷砼封闭围岩，加强支护。

2）施工过程中若发生较大的突发性涌水现象，应立即尽可能地撤离人员和机械设备，确保安全。及时向现场应急指挥部汇报，根据实际情况迅速组织救护工作。准确记录水量的流量、流速、水压，采取有效措施进行涌水控制。当涌水流量较大时，宜排不宜堵，根据现场实际情况，可采用多套污水泵分段泵送的手段通过多套管路，将水排到洞外。处理涌水时，原则上在出水口附近钻 2~4 个以减少涌水流量和压力为目的的分流孔，安设孔口管，涌水压力及流量较大时，可

视具体情况增设 1~2 个分流孔，将水位引至隧道底部或以下位置，再引排。在涌水段设置集水坑，安设污水泵，并与提前安设好的排水管相连，各级泵站排水能力充分配备，按设计最大排水量的 100%储备排水能力。同时从洞口紧急调运备用泵安排到水坑旁用高压水管及高压风管转化的水管进行分级泵送，增加洞内的排水能力。当流水量不大，有其他出口或分支，采用超前小导管注浆堵水或进行超前管棚注浆堵水。

3）针对可能存在地下水沿断层渗透的隧洞段，加强施工期隧洞段地下水水位监测。

8.6 环境空气保护措施

8.6.1 施工期环境空气保护措施

本工程施工期大气环境污染主要为隧洞爆破、土石方开挖、砂石料破碎、施工车辆运输等环节产生的扬尘和废气，遵循源头控制原则，结合《广东省环境保护条例》和《广东省大气污染防治条例》相关要求，提出以下大气污染防治措施。

8.6.1.1 管理措施

建设单位应当履行下列职责：将扬尘污染防治费用列入工程造价，实行单列支付。在招标文件中要求投标人制定施工现场扬尘污染防治措施。在施工承包合同中明确施工单位的扬尘污染防治责任；将扬尘污染防治内容纳入工程监理合同；监督施工单位按照合同落实扬尘污染防治措施，监督监理单位按照合同落实扬尘污染防治监理责任。

施工单位应当制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，建立扬尘污染防治工作台账，落实扬尘污染防治措施。扬尘污染防治费用应当专款专用，不得挪用。

监理单位应当做好扬尘污染防治监理工作；对未按照扬尘污染防治措施施工的，应当要求施工单位立即改正，并及时报告建设单位。

8.6.1.2 扬尘污染防治措施

（1）施工要求

建筑施工企业在施工工地应当设置硬质密闭围挡，并采取覆盖、分段作业、

择时施工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆等有效防尘措施。暂时不能开工的建设用地，土地使用权人应当对裸露地面进行覆盖；超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。建筑土方、建筑垃圾、渣土和散装物料应当及时清运，在工地内堆存的应当采用密闭式防尘网遮盖。建筑土方、建筑垃圾、渣土和散装物料以及灰浆等流体物料应当采用密闭方式运送或者采取其他措施防止物料遗撒；运输车辆应当按照规定路线行驶。

优先选择先进、低尘施工工艺。尽量采用凿裂法施工；凿裂和钻孔尽量采用湿法作业；优先运用预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等；采用带有捕尘罩的浅孔钻进行钻孔，禁止把岩粉作为炮孔的堵塞炮泥。

（2）隧洞开挖防尘措施

采用先进爆破工艺，选用环保型炸药，爆破施工尽量采取湿法作业，尽量采用延时爆破、预裂爆破等技术，并减少爆破次数。尽量选用带收尘设备的施工机械以降低施工产生的粉尘量。隧洞现场的作业人员，应按照国家有关劳动保护的规定，发放防尘用品，如佩带防尘口罩等。

隧洞开挖时，增加通风设备，加强隧洞通风，以降低废气浓度。

（3）土石方开挖

在开挖、爆破高度集中区，非雨日采取洒水措施（主要针对开挖弃渣装载场地）以加速粉尘沉降，防止扬尘产生和加速尘土沉降，以缩小扬尘影响时长和影响范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地粉尘产生情况确定，具体为：遇高温燥热或者大风天气，一日内洒水 4~6 次；气候温和时一日内至少洒水 3 次。

鉴于线路较长，沿线渣场布置较多，对于需要临时堆置的回填土、用于后期覆土的表土以及多尘物料应堆放整齐以减少起尘面积，并适当采用加湿或加盖苫布等措施以减少扬尘和飘尘，装卸、堆放过程中防止物料流散，尽量降低运输过程中起尘量，同时注意运输过程中垃圾掉落。

（4）砂石及混凝土系统

砂石系统采用湿法破碎的低尘工艺，并且降低砂石原料转运落差，砂石料破碎闭路循环破碎后再进入主筛分楼，与干法破碎工艺相比，粉尘减少量将达到 60%以上。为混凝土系统配置袋式收尘器，除尘设施与拌和楼同时运行，同时加强对除尘器的维护保养，使其始终处于良好的工作状态。

（5）施工交通

加强道路管理和维护，做到路面常年平坦、无损、经常清扫，无雨日的早、中、晚洒水；配备公路养护、维修、清扫队伍，使道路常年处于良好的运用状态；物资运输中注意防止空气污染，装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆；在靠近居民点、施工管理生活区行驶的车辆，车速不得超过30km/h。

（6）料场堆放区

细骨料堆场等应设简易棚，骨料堆积的边坡角度应稳定，细骨料堆等应适当加湿，防止细骨料被风吹散。

（7）配置洒水车

各生产生活区配备洒水车，由专人负责洒水，非雨日早、中、晚在集中施工区、临时堆土场~集中施工区运输道路、集中施工区~弃渣场运输道路等地来回洒水，遇高温燥热或者大风天气，一日内洒水 4~6 次；气候温和时一日内至少洒水 3 次以减少扬尘，缩短粉尘扩散距离和控制粉尘污染范围。

8.6.1.3 废气控制措施

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输车辆，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。应推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；按要求对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。

8.6.1.4 绿化措施

加强施工区及公路两侧绿化，对周围环境空气质量具有一定的净化作用。在生活营地四周栽植当地乡土乔木、灌木，空闲地上撒播草籽、培养草坪；在对外公路、场内永久公路两侧栽植行道树，边坡撒播草籽，形成乔木、灌木、草丛相结合的绿化防护体系。绿化措施的实施将阻挡、吸附空气中粉尘、废气等污染物，降低空气污染物浓度，净化环境空气。

8.6.1.5 敏感点保护措施

临近敏感点施工区作业应缩短施工时间，减少开挖面积，及时采取有效的围挡、遮盖措施，降低对居民生活的影响。运输车辆途经人口密集居民区时，车速不得超过 20km/h；施工区应配备洒水车，在干燥季节每日对施工运输车辆经过的环境敏感地段洒水 4～6 次，同时道路应及时清扫，避免工程材料运输扬尘对道路两侧居民影响。通过实施以上措施后，可以有效减轻施工废气和施工扬尘给临近居民点环境空气带来的不利影响。

8.6.1.6 环境空气质量一类功能区施工管理保障措施

在环境空气质量功能一类区（工程取水口区域）进行施工时，实行“超一类”全程保护：

（1）场地封闭与实时监测

边界搭设 2.5m 高硬质围挡并加装顶部喷淋，场界外 50m 内设 TSP 在线监测，浓度>0.075mg/m³ 自动停工。

围挡外再布设移动式雾炮，开挖、拆除作业全程湿法，风速≥四级立即停止土方作业并覆盖 800 目防尘网。

（2）机械与运输管控

进入一类区的施工机械须国Ⅲ及以上排放标准并加装 DPF 尾气净化器；现场使用低噪音空压机、低噪音挖掘机等低噪低排设备。

散装物料采用全密闭集装箱或防尘篷布运输，出入口设自动冲洗+视频监控平台，车辆带泥系数≤5%，禁止鸣笛与夜间高噪作业。

（3）裸露面与固废管理

建筑垃圾、洞渣分类收集，可利用料就地加工回用，其余密闭运至政府核准消纳场，生活垃圾日产日清，禁止现场焚烧。

（4）生态保护与应急响应

禁止在鸟类集中栖息时段（晨昏）进行高噪作业；遇鸟类、两栖类进入施工带，立即避让并记录。

纳入地方空气重污染应急预案：发布黄色及以上预警时，全面停止土石方、运输作业，每日 3 次冲洗围挡及周边道路，设立专职环保员每日巡查，确保一类区 PM_{10}、$PM_{2.5}$ 日均值不突破《环境空气质量标准》一级浓度限值。

通过“封闭+湿法+实时监测+分级响应”组合措施，施工期扬尘、尾气、噪声均可控，保证一类区环境空气质量不因施工而降级。

8.6.2 运行期环境空气保护措施

本工程为非污染类生态项目，运行期除了管理区备用发电机废气外，无其他污染物产生，由于本项目的备用柴油发电机的使用概率非常小，不会对环境空气产生持续性的影响，因此，拟通过增设烟气过滤装置对地心取水泵房柴油发电机排放的气体进行处理。燃油尾气主要污染物 SO_2、NO_x 经自带的烟气过滤装置处理后，可以达到《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准要求，烟气黑度小于林格曼黑度 1.0 级。

8.7 声环境保护措施

8.7.1 施工期声环境保护措施

噪声为瞬时性影响，声波能量在时间上不具有累积性，故声环境保护以保证敏感点声环境质量满足区域环境要求为控制目标。根据施工区噪声污染源数量多且分散的特点，声环境保护措施主要从噪声源控制、传声途径和敏感对象保护等多方面着手，最大限度减免施工噪声影响。此外，场内施工人员需采取使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施。

根据声环境影响预测，本工程施工机械和施工企业正常情况下夜间不施工，输水线路各施工区周边大部分环境敏感点昼间均能达标，以下 7 个敏感点由于距离施工道路或施工区太近，不能达到相应声环境功能区标准要求：广昌（5m）、社坳（5m）、社角（15m）、白马村上围（1m）、塘口湖（30m）、白马村下围（1m）、鸡龙山（1m）。

根据声环境影响预测结果可知，本工程噪声控制主要靠声源控制和传播途径控制，以下措施应同时采用：

（1）噪声源的控制

利用施工区地形屏障降噪：在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向安静的场所。

采购符合环保要求施工机械：施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工机械，运输车辆噪声应符合 GB16170-1996《汽车定置噪声限值》和 GB1495-79《机动车辆允许噪声》，其它施工机械符合 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。加强施工设备的维护和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，对振动大的机械设备使用减振机座或减振垫，从源头上控制噪声源强。

（2）传播途径控制

各施工工区生产区内的施工工厂、仓库区、汽车停放及修配厂应采用彩钢板修建简易厂房封闭作业，如不能全封闭作业，施工工厂应修建厂棚背向环境敏感点形成隔声屏障。在敏感点临路一侧或临施工场地一侧外围设置移动式隔声屏。

（3）交通运输噪声控制

施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工车辆。施工运输车辆经过居民点段时要减速，将车速控制在 20km/h 以内，禁鸣喇叭。加强道路养护和车辆的维修保养，降低机动车辆形式的振动速度。

（4）敏感受体噪声防护

1）加强与敏感点单位和个人的沟通，在施工前首先在工程影响范围内以报纸或其他方式对施工情况发布公告，在居民区内张贴公示，争取获得居民的谅解。

2）为降低施工机械噪声和交通噪声对工程周边敏感区的影响，对距离工程较近的 7 个敏感点附近的工区和施工场地周边布置彩钢夹芯板隔声屏进行围闭。

3）按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的有关规定，合理安排施工时间，合理安排时间，禁止夜间施工。施工场地内噪声对施工人员的影响是不可避免的，对施工人员应采取轮班作业和发放噪声防护用具，如耳塞、防声头盔等，高噪音岗位应严格控制每岗的工作时间。

8.7.2 运行期声环境保护措施

深汕合作区引水工程采用自流引水，不设泵站，运行期无泵站类持续机械噪声，主要噪声源为：闸门、阀门启闭时电机或液压设备的短暂机械噪声，通气孔、

排气阀在水流变化时引发的气流噪声，以及检修车辆、工具与人员活动造成的偶发噪声；这些声源多为间歇、低强度，整体声环境影响较小。

8.8 固体废物处理措施

8.8.1 施工期固体废物处理措施

8.8.1.1 弃渣处理措施

尽量从源头控制和加强施工管理以减免建筑垃圾的产生量，对于已产生的垃圾也尽量回收利用。在施工现场需对建筑垃圾分类存放，施工工厂车间内应设置垃圾桶，对废弃的物品进行分类收集，委派专人负责回收和清运。对于不易回用处理的建筑垃圾如各种包装材料等与生活垃圾一起交由当地环卫部门处理。工程弃渣应妥善处理运至指定消纳场。

8.8.1.2 生活垃圾处理措施

由于施工区人员居住集中，生活垃圾来源比较简单，主要成份以有机垃圾为主。采取垃圾分类收集，交由当地环卫部门处理。

拟在施工工区和施工临时生活区等人员生活集中的地方设置多个大型临时垃圾桶，生活人员将生活垃圾装入垃圾袋后投放到垃圾桶内，并派专人负责对垃圾箱区域和整个生活区场地面的清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃。

垃圾清运车每天到各个垃圾桶进行垃圾收集，收集后运至当地环卫部门指定地点统一进行处置。

8.8.1.3 危险废物处理措施

本工程施工期机械汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油。施工期间修配厂产生的废油委托有资质的部门处理。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》，机修废油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为有毒性和易燃性。建议工程危险废物由桶装于专门的危险废物暂存区。根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），危险废物暂存间需满足以下要求：

（1）危险废物与其他固体废物分区存放，且危险废物贮存场地地面与裙脚

要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。

（2）危险废物贮存设施地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容。

（3）用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙。

（4）应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5。

（5）危险废物应装入容器内。危险贮存间为封闭式房屋，要防风、防雨、防晒。

（6）作好危险废物情况记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、转运日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留 3 年。

（7）必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

（8）危险废物贮存间必须按照《环境保护图形标志固体废物贮存（处置）场》GB15662.2 的规定设置警示标志。

8.8.2 运行期固体废物处理措施

本工程为非污染类生态项目，工程运行期除了管理平台工作人员产生的少量办公生活垃圾外，无其他固体废弃物产生。做好管理区内垃圾的收集和定期清运工作，生活垃圾集中收集后分别交由当地的环卫部门集中处理。

8.9 水生生态保护措施

8.9.1 取水口鱼类防护措施

为防止垃圾和油污进入输水线路，取水口前端通常设置拦污浮排和拦油浮排，其后设置拦污栅及清污机拦截并清理越过拦污浮排的污物。

在取水口设计方面，现有分层取水结构将取水范围控制在水位以下 5-7m，这一深度考虑了水库鱼类的垂直分布特征。根据调查，鱼卵和仔稚鱼主要集中分布在水深 2m 以内的表层及 0.5-1m 的沿岸浅水区，取水口实际取水范围为水位

下 5-7m，实际避开了仔稚鱼的核心分布水层，形成有效的垂直空间隔离。这种设计从取水源头避免了与仔稚鱼核心分布区的重叠，显著降低了对其的直接卷吸风险。

在取水口叠梁门运行方案优化方面，建议在现有以水位为核心的调度体系基础上，进一步强化生态调度理念。具体而言，针对鱼类生态保护需求，应重点优化取水口叠梁门运行策略：在大部分鱼类繁殖季节（4-9 月），即使水库水位高于调度阈值，也应优先考虑维持相对较高的取水运行水位，并通过调整叠梁门开启高度，精准控制从水库水面下 5m~7m 水深层取水。这一深度区间既可保障供水水质稳定，又能减少对库底栖息环境的直接扰动。在满足供水需求的前提下，可适当降低取水流量，避免因水流过急导致底层泥沙再悬浮或幼鱼被卷入取水系统，从而进一步降低对鱼类早期资源及产卵场环境的负面影响。

取水水口设置拦鱼电栅驱赶鱼类，关于拦鱼措施的优化布置，建议构建多层次防护体系。根据陈敬存等人的研究，8-16cm 的鱼种，流速为 0.4-0.6m/s 最为适宜，1.7±0.2cm 网目拦鱼效果最好，拦鱼栅的设计可参考此数值。考虑到对更小体型幼鱼的保护，建议在主拦鱼栅内侧增设一道辅助性细网目拦护设施，专门用于拦截鱼类早期幼体（0.8-2cm 尺寸）。为保证长期良好的拦鱼效果，拦鱼栅需定期巡查、清洗和维护，防止因杂物、藻类堵塞网眼而影响过流效率和拦鱼效果，同时避免因网眼堵塞导致其周边流速增加，增加鱼类被卷吸风险。

8.9.2 鱼类增殖放流

工程建设会引起的一定数量的鱼苗资源损失，取水流域的水生生态环境会受到一定影响。对于取水水库，建议结合相关控制性工程或当地的相关生态保护与修复规划要求，协同进行西枝江流域的生态修复，主要包括配合实施相关河段或水库鱼类繁殖期生态调度，落实已划定的重要水生生境保护管理要求，结合当地已有鱼类增殖计划实施增殖放流等。鱼类人工种群建立及增殖放流是目前保护物种，增加鱼类种群数量的重要措施之一，人工增殖放流是恢复天然渔业资源的重要手段，通过有计划地开展人工增殖放流鱼类苗种，可以增加鱼类资源中低、幼龄鱼类数量，扩大群体规模，储备足够量的繁殖后备群体。增殖放流是补充鱼类资源的有效途径之一。

（1）放流对象

按照《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的知道意见》中附件 2 淡水主要增殖放流经济物种（广布种）适宜性评价表所列物种和西枝江流域鱼类群落结构特征，依据实际调查到的水库本土鱼类，选择鲮、黄颡鱼和翘嘴鲌为人工增殖放流主要对象，草、鲢为辅作为人工增殖放流的补充。鲮作为水库本土草食性底层鱼类，是维系水体初级生产力和物质循环的重要环节；工程运行导致的水位波动虽可能压缩其偏好的浅水区摄食与繁殖生境，但调水后水库水质总体稳定于中营养水平，营养盐浓度如总磷甚至略有升高，意味着浮游植物与有机碎屑等饵料资源仍较为充裕，鲮能高效利用这部分剩余饵料承载力，将其转化为自身生物量，同时通过摄食行为抑制底泥营养盐释放；此外，鲮与外来入侵种麦瑞加拉鲮生态位高度重叠，强化其种群有助于巩固本土物种在底层营养级中的优势，增强生态系统对生物入侵的抵抗力。黄颡鱼与翘嘴鲌则分别作为底层和中上层的本土肉食性鱼类，其放流旨在优化流域高级营养级结构：施工与运行初期的生态扰动可能导致小型鱼类种群波动，进而形成未被充分利用的食物资源空间，投放黄颡鱼和翘嘴鲌可通过上行控制效应，将这部分剩余承载力有效转化为高营养级生物量，从而调控鱼类的种群规模，维护鱼类群落结构的稳定性与生物多样性。

基于西枝江流域生态连续性所维系的草鱼、鲢鱼种群自然补充机制，以及白盆珠水库调水运行后形成的特定承载力结构确定本次增殖放流放流比例。针对调水后水质稳定于中营养水平、浮游植物与有机碎屑等基础食物资源相对充裕所形成的底层承载力盈余，将优先投放本土草食性底层鱼类—鲮，旨在高效转化这部分剩余生产力，抑制底泥营养盐释放，并通过其与入侵种麦瑞加拉鲮的生态位竞争，巩固本土物种优势，初步建议其数量占比约达总放流规模的 40%；其次，为利用工程扰动导致的小型鱼类种群波动所形成的高级营养级承载力空档，将协同投放黄颡鱼（底层肉食）与翘嘴鲌（中上层肉食），通过上行控制效应调控饵料鱼类规模、稳定群落结构，两者合计占比约 45%，依据其分属不同水层的空间生态位，可细化为各占约 25%和 20%；而对于草鱼和鲢，比例控制在总放流数量的 10%以内，以避免干扰其自然种群动态及遗传结构。后续将在实施过程中，通过持续监测各类群群落结构变化，进行适当调整。

（2）增殖放流苗种来源

增殖放流工作应根据《中国水生生物资源养护行动纲要》《水生生物增殖放

流管理规定》实施。放流种苗供应单位应选择信誉良好、管理规范、具备相应的技术力量的国家级或省级水产原良种场和良种繁育场、渔业资源增殖站、野生水生生物驯养繁殖基地以及其他具有相关资质的种苗生产单位，必要时可通过招标形式确定。放流的幼鱼必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流种类必须是无伤残和病害、体格健壮，符合渔业行政主管部门制定放流苗种种质技术规范。放流前，种苗供应单位应提供放流种苗种质鉴定和疫病检验检疫报告，以保证用于增殖放流种苗的质量，避免对增殖放流水域生态造成不良影响。鱼类放流活动应与当地水利水产管理机构协调，并在该机构的监督与指导下进行。

（3）增殖放流量

根据《深汕合作区引水工程下穿惠东县白马山县级自然保护区生态补偿框架协议》（附件 33），本项目增殖放流经费为 60 万元。

采用《建设项目对国家级水产种质资源保护区（淡水）影响专题论证报告编制指南》附录 7 中“电厂取水卷载效应的鱼卵、仔稚鱼、幼鱼损害评估”的计算方法计算鱼类损失，计算仔稚鱼损失结果为 1.1079 万尾。依据仔稚鱼 1%的存活率初步确定每年增殖放流鱼苗约 12 万尾，3 年合计放流鱼苗 36 万尾，苗种检疫、暂养、运输、标识和活动公证费用 4 万元，放流经费合计 60 万元。增殖放流工作建议由建设单位委托专业的第三方开展，每年在指定地方一次性投放，拟选定在项目附近水域受影响较小的流水环境水域，第一次放流时间为工程运营期第一年 6~8 月。

表8.9-1　增殖放流规模表

放流种类	规格（cm/尾）	单价（元）	年限（年）	每年数量（万尾）	经费（万元）	备注
鲮	8~10	1	3	4.8	14.4	苗种的检疫检验、暂养、运输、标识费用 4 万元
黄颡鱼	8~10	1.5	3	3	13.5	
翘嘴鲌	8~10	1	3	2.4	7.2	
草鱼	8~10	1	3	1	3	
鲢	8~10	1	3	0.8	2.4	
合计					**60 万元**	

8.9.3 生态流量保障措施

为保障白盆珠水库坝下及西枝江干流生态基流，白盆珠水库运行将实行“双通道、双水位”控制最小下泄流量：一是利用现有电站机组发电下泄，机组额定流量 45m³/s，发电机组空载的最小流量为 7m³/s，日常调度优先维持不小于 10.5m³/s 的发电流量，确保枯水期也能连续向白盆珠水库下游下泄补水；二是当白盆珠水电站两台发电机组均故障或检修停发时，则立即切换至备用通道——位于坝低高程 45m 的放空洞按白盆珠坝下断面不小于最小下泄流量 10.5m^3/s 的需求进行泄放，确保坝下断面生态基流和最小下泄流量连续满足《SL/T712-2021》90%保证率要求。

8.9.4 水生生态跟踪监测

为了解工程影响水域的鱼类种群组成、资源量及水生生物丰度的变化情况，掌握鱼类保护措施实施的效果，需要对鱼类资源动态进行系统监测。监测获得的数据可以有效地适时预警预报工程建设运行期间出现的突发生态事件并支撑提出具体的处理建议。水生生态跟踪监测主要包括水生生态常规监测、增殖放流跟踪监测、生态调度效果监测、外来物种监测等。

8.9.5 渔政管理措施

（1）加强渔政队伍建设

建议建立健全渔政管理机构，加强渔政队伍及其能力建设，提高渔政部门的执法能力和力度。加强鱼类资源保护宣传，严格执法，禁止禁渔区内任何渔业生产活动。

（2）严格执行禁渔期和禁渔区制度

制定禁渔期和禁渔区，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼，以为了保护鱼类能够顺利完成生命过程。将鱼类重要栖息地划定为禁渔区，禁渔区内禁止任何形式的渔业活动；将鱼类易捕和重要时段设为禁渔期，禁渔期间整个水域均为禁渔区，特别是鱼类比较集中的河段。

（3）加强渔业管理

限制渔具、渔法。限制渔具类型及其规格，保证幼鱼不被捕起。某些渔法如

电鱼、炸鱼、毒鱼等，对鱼类资源的破坏往往是毁灭性的，必须严格禁止，以保护渔业资源的持续利用。同时应加强水污染防治工作，杜绝水污染事件的发生，保证鱼类良好的生活环境。

8.9.6 生物入侵问题防控策略

1、淡水壳菜生物污损现象防范

淡水壳菜学名沼蛤，隶属于软体动物门双壳纲贻贝科，体型近似三角形，壳长一般为 20mm，最长可达 40～60mm，营附着或固着生活，其对环境适应能力极强，能够在低溶解氧、高水流流速的人工结构中生长。在淡水壳菜繁殖期，幼虫随水流进入输水工程结构及通道中，高密度附着生长，影响输水建筑物及设备的正常运行，造成“生物污损”现象。淡水壳菜生物污损造成水工结构不同程度损坏的报道屡见不鲜，早在上世纪 70 年代就报道了武钢冷却水管道被层层贝类附着并堵塞的事故（中国科学院水生生物研究所管道小组，1979），目前在淡水壳菜广泛分布的长江中下游及长江以南，该地区的水利水电工程，例如广州抽水蓄能电站、安徽琅琊山抽水蓄能电站、东深供水工程、龙茜供水工程、广东东湖水厂等，均存在严重的生物污损问题。

国内外已开展的淡水壳菜生物污损的防治方法有人工刮除法、涂料防护法、化学灭杀法、物理灭杀法等，但这些方法易引起环境污染、结构壁面损伤等问题。防治淡水壳菜生物污损的措施体系中，防治淡水壳菜输入及早期监测预警是降低污损风险的最关键最有效的环节。

防治淡水壳菜输入方面，随着长距离输水工程的投入使用，输水系统中沼蛤入侵及污损问题也逐渐凸显，为减少长距离输水工程带来的沼蛤生物入侵，减轻对工程运行及受水区生态安全等的危害，迫切需要寻求一种生态友好、安全健康、经济合理的沼蛤生物污损防治系统。对于拟建的输水工程，在建设前设计并安装生物污损治系统，可尽量减少工程运行后生物污损的危害。建议下一阶段参考《输水工程沼蛤（淡水壳菜）生物污损防治池设计导则》的相关要求，建设由原水集水池、生物附着池、沉降池、脉动灭杀池组成的综合生物污损防治系统。其中原水集水装置，规模与输水工程前池规模相当，位于前池的上游（场地限制的情况下可与前池部分重叠）输水工程之前，原水进入输水工程前先进入原水集水池。

生物附着池位于原水集水池下游，池内主要装置包括稳定附着系统、不稳定吸附系统、便于提升起吊安装的分隔装置等，通过吸引污损生物集中附着，以便在生物性熟前集中暴晒灭杀的装置。采用污损生物偏好的天然材料作为主要的吸附材料制作而成的装置系统，用于吸引污损生物的稳定附着，对污损生物进行初步治理的部件。沉降池位于生物附着池下游，采用水力调节措施对从生物附着池逃逸的污损生物进行沉积，利用沉降池细颗粒落淤对沉底的生物进行灭杀治理的装置。脉动灭杀池位于沉降池下游，采用人工生成水下强声波或其他机械振动生成的脉动场，灭杀自上游逃逸的污损生物的浮游幼虫的装置。

早期监测预警方面，为深入掌握渠道管身淡水壳菜成贝附着情况及潜在影响、应该系统推进淡水壳菜监测分析。建议采用水下清理机器人等先进技术，深入管涵内部开展淡水壳菜成贝生长现状、附着情况抽样观测工作，及时预警。

2、外来物种控制

针对工程建设可能会带来的生物跨地理隔离的影响，以及伴随的可能产生的疾病传播的问题，通过在引水隧洞进口设置拦鱼设施的方式和类型，如网拦或电栅拦截，尽可能降低西枝江鱼类通过输水隧洞进入调入区的概率。鱼类入侵是指鱼类受人为因素的影响到达历史上没有种群分布的水域系统，进行自然繁殖，最终维持种群稳定且带来负面影响的生态过程。鱼类入侵会对当地水域的生态环境、水生生物多样性等造成严重的危害：入侵鱼类通过捕食和种间竞争等方式，改变水域原有食物网的结构和功能，抢占和挤压水域内具有相同或相似生态位土著鱼类的食物及生存空间，影响近缘种的遗传稳定性，造成土著鱼类物种多样性下降、资源濒危。尤其是近年来，东江流域鱼类外来种逐年增多，主要为：短吻雀鳝、麦瑞加拉鲮、露斯塔野鲮、短盖巨脂鲤(淡水白鲳)、豹纹翼甲鲇(清道夫)、革胡子鲇、食蚊鱼、尼罗罗非鱼、莫桑比克罗非鱼、齐氏罗非鱼、龟壳攀鲈、蓝鳃太阳鱼。这些外来物种入侵鱼类的大量繁殖会改变水环境内水生植物、底栖、浮游生物的种类和数量，进而导致水域内温度、溶氧量等理化性质改变，破坏水域土著生物的栖息地环境，引发更多物种入侵。针对工程规划实施可能会带来的鱼类生物入侵影响问题，应从源头、末端做好防范措施，在工程规划设计、科学研究中做好相关工作。

在工程规划设计方面，研究在取水口设置拦鱼设施的方式和类型，如电栅拦

截，尽可能降低西枝江鱼类尤其是外来物种通过输水隧洞进入受水区的概率，避免因生态位的重叠，加剧生存竞争而造成灾难性的生态风险。

科学研究方面，对外来物种入侵风险进行有效评估是防止入侵的最有效手段之一。建议根据引水区的鱼类物种多样性差异选择鱼类物种进行入侵风险评估，研究建立针对外来水生动物的入侵风险评估系统。系统深入研究水源区和受水区水生生物（特别是土著种类）的生物特征分析，对比分析不同区域水生生物的食物链关系，以此开展相应的跨区域引水生物入侵问题研究，采取有效的水生生物物种保护措施。

8.10 陆生生态保护措施

8.10.1 对生态系统的保护措施

1、森林生态系统保护措施

优化施工营地、弃渣场、施工道路布设，严格划定施工活动和砍伐范围，禁止对施工范围外林木进行砍伐或进出干扰；

通过微信公众号、报纸、宣传栏等多种方式加强对施工人员的环境保护和生物多样性保护的宣传教育，特别是有关法规、野生动植物的简易识别知识及保护方法，禁止施工人员捕杀、伤害野生动物；

做好隧洞施工前地质勘探工作，选用先进施工设备，减少隧洞施工风险事故发生，如需爆破施工的，应做好爆破方式、数量、时间的计划，避免在晨昏和正午开山施炮；

加强隧洞口、埋管、分水池等地表工程两侧的绿化，恢复林缘景观。以林地景观为背景，植物配置以乔-灌-草结合、常绿与落叶相结合、针叶与阔叶相结合、观赏与经济植物相结合，多树种、多层次和多样化的立体配置，尽量采用当地物种，对林区边缘和隧道口采用加密绿化带，使工程区与周边植被景观保持和谐统一。

2、草地生态系统保护措施

划定施工活动范围，严格控制临时交通道路路线及边界，减少不必要的灌丛、草地占用；

做好水土保持措施。在埋管等多占用灌丛、草丛的区域，应对开挖表土进行

集中存放，并做好拦挡、覆盖等措施，防止水土流失；

及时对埋管及其临时施工道路、堆土场等区域进行植被恢复，充分利用原开挖表层土覆盖，增强植被恢复效果。

3、湿地生态系统保护措施

①取水口施工应做好工程征地范围内水土流失防治措施，减少扰动区域，减少水土流失产生量；施工结束后，对取水/分水建筑物周边区域进行水土保持、边坡稳定、土地平整等措施，后进行植被恢复。对近水边坡采取撒播草籽进行绿化，并在周边种植防护林木。

②施工期间，为最大限度控制取水口围堰作业的施工影响，拟在围堰外侧10m 处布设防污帘和围油栏，有效阻隔悬浮物及污染物扩散，减少对湿地生态系统的影响。

③施工全过程采用低噪声装备，夜间禁止施工。限域作业，精准划定红线，严控施工车辆越界。现场设生态课堂屏，班前 5 分钟湿地保护微课，现场设生态警示牌、无人机巡检抓拍违规，首次警告、再次停工，实现静音、无痕、宣教一体化。施工红线内发现鸟类、鱼类、两栖类等湿地生物，禁止任何捕捞、狩猎，以驱赶的方式驱离，确认生物安全离开并保留影像资料后，方可恢复施工。

④工程取水运行期严格以水库水位为调控依据，并设定取水调度原则近期水库水位低于 65.2m 时，远期水位低于 69.2m 时，服从流域统一调度要求；当水位低于死水位 62.7m 时，停止取水。从而在保障供水的同时维持白盆珠水库湿地水位、水面面积等，实现水资源利用与湿地生态保护的动态平衡。

⑤工程取水口采用分层取水方案，避免取水引发的白盆珠水库取水口区域垂直温差较大，防止热分层破坏和藻类异常增殖。

⑥工程运营期对白盆珠水库区域的水域面积、主要湿地植被类型及其分布进行监测。

4、农田生态系统保护措施

临时或永久占用的耕地，在征地后进行工程施工前，应对耕地表土层采取照“三分一恢复”的表土保护措施。剥离的表土应集中规范堆放，并采取必要防护，防止水土流失与肥力下降，确保后期土地复垦与生态恢复的土壤资源基础。

永久占用的林地和耕地资源，按照“占一补一”的原则，做好占用的林地和

耕地的补偿工作。

5、城镇/村落生态系统保护措施

施工期做好洒水防尘、景观拦挡等保护措施，控制临时堆土、弃渣等临时布置区范围，做到“先挡后弃”；

对临时施工布置区域，及时进行植被恢复，并结合线路所在城镇路段，适宜选择生态网格护坡、撒播草籽或乔、灌、草相结合的搭配种植，与周边城镇景观相协调。

8.10.2 对陆生植物的保护措施

8.10.2.1 生态影响的避免与减缓措施

（1）优化工程设计

本工程涉及生态敏感区，生态敏感区内生态环境较好，植物种类组成丰富，植被类型多样，工程后续设计阶段，应充分考虑本工程与沿线各生态敏感区位置关系，优化工程设计，减少临时工程对生态敏感区的占用。

（2）加强地质勘探工作

由于本工程隧洞较长，工程施工前应加强地质勘探工作，尽量绕避富水的不良地质段；隧道防排水应根据“防、排、截、堵结合，因地制宜、综合治理”的原则，在裂隙水较发育地段，采用超前帷幕注浆或开挖后径向注浆封堵大面积淋水或股流，减少地下水流失，确保隧道施工对地下水、地表水的影响减小至最低程度，从而降低对周围植物的影响。

（3）做好施工组织

工程占地应尽量利用既有场地，施工便道利用已有的地方道路，临时施工场地尽量选择荒地或植被发育较差的地带；减少对林地及植被较好的区域占用，减少临时占地对植被的破坏。施工道路选址宜充分利用已有的道路或永临结合，材料临时堆放场地、弃渣临时堆场等优先布设在永久用地范围内，尽量不在工程附近植被生长较好的地段设置临时施工便道，以减少植被破坏，生物量损失；其它临时用地范围在工程结束后采取平整、绿化等恢复措施，减少施工期对植被的影响。

（4）划定施工活动范围

由于本工程为线性工程，沿线涉及敏感区、敏感点，建议施工前应划定施工活动范围，在工程涉及敏感区段、珍稀名木群系段设立警示标志，采取围栏、警戒线、施工红线等措施限定工程占用与扰动范围，同时对施工人员进行环境保护意识教育，宣传动植物保护法规，严禁随意扩大施工范围或进出保护区缓冲区、和核心区，禁止随意乱采乱伐等。

输水线路以隧洞为主，临时施工道路宽度控制在按三级公路标准，路基控制在 7.5m~8.5m。埋管段施工作业带宽度控制在 30m 范围内，包含临时道路、临时施工区及临时堆土等场地的布置。

（5）优化工程施工时序

保护施工区域农业植被和果木林等。建议在评价范围内的农田集中分布区以及果树集中分布区施工时，合理安排施工时间，在农作物、果实收获后进行施工。

（6）加强防范有害生物入侵

由于本工程线路较长，施工交通运输、流量增加，增大了外来入侵种侵入的可能性。建议加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，临时占地范围施工结束后要及时恢复绿化等。

8.10.2.2 生态影响的恢复与补偿措施

（1）土壤分层分开保存，用于后期植被恢复

为防止施工占地范围表层土的损耗，应对占地范围耕地、园地等地的表层土予以收集保存，施工前应将表层土与下层土分开，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，集中堆存保护，施工场地应设置表土堆存场，开挖管线沿线表土应与生土分开堆放，表土不得作为弃渣弃入渣场，留存表土用于后期回填和绿化，以恢复土壤理化性质。表土堆存场应采取临时防护措施：设土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或苫盖纤维布等其它覆盖物。具体建议如下：

本工程线路的表土采集与堆放主要发生在隧洞施工支洞、管槽开挖等临时场地布置区域，建议对场平区表土进行分层采集与堆放。

表土层一般为 0~30cm 土层厚度，又可分为耕作层和犁底层，也叫腐殖质—淋溶层，是熟化土壤的耕作层；在森林覆盖地区有枯枝落叶层。耕作层受耕作、施肥、灌溉影响最强烈的土壤层，厚度一般约 20cm 左右；犁底层位于耕作层之

下，厚约 6-8cm；生土层位于犁底层以下，厚度约为 20-30cm；底土层一般位于土体表面 50-60cm 以下的深度。

土壤分层采集：对表土收集区表层杂物清理，有树木的集中进行砍伐后，挖出树根并集中转运出收集区；土壤层次按表土层、生土层、底土层分别进行铲挖，组织机械车辆装运表土至指定堆放区，将 3 个层次的土壤分别划定堆放范围，并做好防护与拦挡措施。堆放时摊平堆存，收集的各层次表土卸料后，用推土机推平，平整均匀。堆放时应按照由里到外、由高到低的顺序逐步堆放。平均堆存图厚度达到 50cm 后，进行碾压，压实度要求不小于 90%，碾压时先轻厚重、先稳后振、先边后中、轮迹重叠等原则。

土壤回填时，应根据回填路段所需土壤厚度，选择对应土壤层次的土壤，从下往上由底层土、生层土、表层土等依次进行回填，尽量恢复土壤层次现状，并发挥表层土的在植被恢复或农田复垦中的重要作用。

（2）及时恢复植被

施工结束后，应及时进行植被恢复。植被恢复应在“适地适树、适地适草”的原则下，尽量选用当地优良的乡土植物，适当引进新的优良树种、草种，以保证绿化栽植的成活率，提高植被恢复率。

植被恢复应遵循保护原有生态系统、生物多样性、因地制宜的原则。

1）保护原有生态系统的原则

区域内自然植被主要在北段主要以中生性、旱中生性亚热带草坡为主，南段主要为旱中生性草原、热带地区人工植被为主，在各区段进行植被恢复的时候，以尽量以选用当地优良的乡土植物为主，适当引进新的优良树种、草种；选择恢复种类的同时，也要考虑种苗、种子的培育性和可获得性。

另外，对现状为耕地、园地的，应进行复垦，恢复其林地、草地生产条件。

2）保护生物多样性的原则

结合不同占地范围的物种现状，尽可能的应用本土物种进行合理搭配种植，恢复生物群落结构，尽量恢复群落生物多样性。

3）“适地适树、适地适草”的原则

根据立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌草的合理配置，保障植被恢复效果，改善施工区域植被景观感受。

根据当地气候特点，植被恢复措施应注意的技术要点有：

①选择适宜的恢复物种：选用项目所在地适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的植物种类进行植被恢复。

②根据立地条件进行植被恢复：根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌草的合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。如在隧洞口区坡度较大的坡段，基本无法进行人工植被恢复的区域，应进行封育管理，使植被自然恢复。在近地面生境条件恶劣或制约人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。混交模式必须遵循：混交类型以灌木及草本植物为主，在砾石层坡地及其它水份条件较好的地段，可建立乔木、灌木及草本植物的人工混交植被，但必须控制乔木的比例；进行多林草种的搭配，建立稳定的多样性人工植被，多林草搭配应注意豆科和非豆科、阴性和阳性植物的搭配，混交方式以行间混交为主。

（3）分区植被恢复措施

植被恢复景观设计总体要求如下：

1）自然优先原则：隧洞口（包括施工支洞口）、埋管段、临时道路等景观设计必须与自然相协调，通过植被群落设计和地形、地貌合理处理，使人造景观与自然环境浑然天成，完全融入自然，体现谐美的景观。各区域景观设计时尽可能减少自然扰动和生境破坏，体现对自然的尊重和保护。在生态恢复景观重建时应优先使用本土物种，本土物种是最适应当地环境、最能与周边环境协调一致的，也是最容易建成与大环境相似的生态群落。此外，与自然相似景观更容易得到人们的认同，使人们感觉到美。

2）整体统一原则：隧洞口（包括施工支洞口）、临时施工区景观与周围环境的其他要素有共同的主题，形成鲜明独特的风格。在这一前提下寻求防护形式的多变，植物配置景观的多变。

3）以人为本原则：人的需求是所有景观空间设计的第一考虑要素。要把人的需要放在第一位，景色优美、充满节奏和韵律、色彩鲜明的植被环境是人们的客观需要，在景观设计中必需满足人们的这个需求。

4）可持续发展原则：防治水土流失的同时兼顾场内景观提升，通过生态修

复的投入，改善输水线路及周边的生态环境，有效防治山体地质灾害。是保护生物的多样性、维持生态平衡的重要途径之一。丘陵区域隧洞口植被恢复与景观设计的有机结合，美化环境、保护生态的同时有效地促进了低碳经济的发展，并成为实现社会可持续发展的重要手段。

5）景观美学原则：在丘陵区域植被恢复的景观设计中，满足功能与以人为本的基础上，追求景观的合理性与美观性。如植被种植选择，在形态、颜色、季节性上都需要考虑到能否与山体的整体植被共生。

8.10.2.3 生态影响的管理措施

（1）通过微信公众号、微信小视频等多种方式，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，加强对施工人员及施工活动的管理。禁止施工人员对植被滥砍滥伐，破坏沿线生态环境；施工便道及大型机械应尽量避开林带，以林带空隙地为主，尽可能不破坏原有地形、地貌和林地。

（2）施工期和运行期都应进行生态影响监测或调查。施工期主要对永久占地、临时占地范围进行监测；运行期主要监测生境变化，植被变化，野生动物种群、数量变化及生态系统整体性变化。加强生态管理，设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。通过动态监测和完善管理，使生态向良性方向发展。

（3）施工期间应严格控制施工作业带宽度，对于涉及穿越环境敏感区段，必要时划定施工红线，布置施工围栏，防止施工人员作业、施工机械布置、弃渣堆渣等超出作业带范围，增加占地范围，增大对施工区域陆生动植物、生态环境的影响，对施工人员进行宣传教育，增强其环境保护意识，保护生态。

（4）加强与当地部门的协调工作，征地前应联系当地林业部门对征地范围进行调查，同时加强对施工人员发现、识别重点保护植物的宣传教育工作，施工过程中若发现保护植物应上报上级主管部门，对其进行就地保护或迁地保护。

8.10.3 陆生动物的保护措施

1、生态影响的避免与减缓措施

除根据植物保护措施中控制施工范围及各路段的作业带外，还应在支线的管槽、管沟等，应尽量缩短施工时间，尽量避免在 3-5 月动物繁殖高峰期开展高噪声作业。在不能及时埋管回填的情况下，应做好拦挡、排水等措施，防止动物误

入受伤。

2、生态影响的恢复与补偿措施

工程施工期应边施工边恢复植被，植被恢复过程中优先选用本地土著植物并减少人为活动的痕迹，从而使该地区的动物尽快恢复到施工前的种群状态。

3、生态影响的管理措施

（1）施工方应联合当地林业部门加大动物保护的宣传，通过各种途径，广泛宣传《中华人民共和国野生动物保护法》等政策法规，提高施工人员的素质，树立自觉保护野生动物的意识和责任感。在施工的过程中，施工人员必须遵守相关的政策法规，如发现珍稀、受伤或行为异常的野生动物，应立即停止作业，保护现场，并及时向当地林业主管部门报告，确保野生动物得到专业处置与有效保护。

（2）施工期间应和当地林业部门做好周边重点保护动物的监测工作，对周边分布的重点保护动物的物种、种群数量和分布进行进一步了解，并根据监测结果制定进一步的保护措施，使施工活动避开鸟类繁殖区域。

4、候鸟的保护措施

项目选址阶段已严格规避对白盆珠省重要湿地的占用，该区域作为候鸟核心栖息地、重要觅食场及繁殖区域，生态意义重大。基于此，施工组织设计需精准对接候鸟保护需求，针对春秋季迁徙高峰期及繁殖关键期，科学调整施工时序，将高噪声、强振动及强光照作业集中安排在候鸟非活动期实施，最大限度降低人为干扰。同时，建立全员生态保护培训机制，通过系统化课程强化施工及管理人员对候鸟保护价值的认知，重点培训当地珍稀鸟类辨识技能及法律法规要求，确保各项保护措施从规划到执行形成闭环管理。

8.10.4 重点保护野生植物保护措施

根据调查，评价范围内有 117 株/丛国家重点保护和珍稀濒危植物位于工程征地范围内，工程施工将直接影响到重点保护植物个体的存活。

上述 117 株/丛国家重点保护和珍稀濒危野生植物应做好迁地保护措施，主要内容为：

（1）调查现状

严格按照项目实施红线进行调查摸底，确保实施范围内的保护植物全部无遗漏逐株调查，对永久占用地和临时占地范围内现状植物进行详细踏勘和调查。调查内容包括保护植物的种类、数量、位置、生长状况、立地条件、保护设施现状及影响保护植物的有害生物和人为因素影响等。同时调查拟建项目所涉及区域的环境质量现状、用地现状以及项目周边环境，在此基础上，充分考虑项目建设对保护植物的影响情况及制约保护植物的主要因素。

调查采用前期资料收集查询、现场踏勘相结合的工作方法对项目范围内涉及的重点保护野生植物逐株调查，技术人员对建设区域的保护植物进行现场调查，根据保护植物保护相关政策法规，对调查保护植物进行测量、拍照、挂牌并记录位置，力求准确掌握项目范围内的保护植物胸径、种类、数量、生长状况及生长环境等，最后统计项目范围内所有树种信息和数量，分类编制保护植物资源普查信息汇总表。

（2）迁移保护植物分析

经调查测量，迁移保护实施范围内共有 117 株保护植物，其中乔木（软荚红豆）2 株占比 1.7%、草本（苏铁蕨）117 株占比 98.3%。

1）苏铁蕨

广布于中国广东及广西生山坡向阳地方，海拔 450～1700m。也广布于从印度经东南亚至菲律宾的亚洲热带地区。该种形体苍劲，在广东已引种驯化为观赏蕨类，颇具盆景的韵味。苏铁蕨是珍贵的古老植物，因外形类似苏铁而得名，被列为国家二级保护野生植物。

常野生于较干旱的山坡和路旁，海拔上限 1800m 本种生于山坡林下。喜温暖气候，不耐寒。宜种植于阳光充足、排水良好的地方。

2）产江西（南部）、福建（东南部）、广东、海南、广西（东部）。生于山地、路旁、山谷杂木林中，海拔 240～910m。韧皮纤维可作人造棉和编绳原料，被列为国家二级保护野生植物。软荚红豆适宜生长在海拔 100-1700m 的山地、溪旁、山谷及山坡杂木林中，常见于常绿阔叶林或针阔混交林中。

（3）保护植物立地环境分析

项目占地范围内的 117 株保护植物，其中 115 株苏铁蕨大部分生长立地环境良好，部分存在立地环境狭窄、杂草丛生等现象。2 株软荚红豆位于水库斜坡上，

周围土壤风化石为主，立地环境差，不方便挖掘土球。

（4）迁入地选择

经与有关部门综合考察协商充分沟通，现场实地勘察，对于上述位于工程的施工范围内，且无法通过保护措施保护保留的珍稀濒危野生植物，拟采取迁地保护的方式迁至惠州植物园合适位置种植管护。软荚红豆和苏铁蕨的生境要求均为阳性，苏铁蕨的迁入地林分郁闭度不宜大于 0.6，建议在符合郁闭度的山坡或稀疏的地块进行种植；软荚红豆的迁入地的林分要求介于 0.3～0.6 之间，建议在复合郁闭度的林下进行种植。

（5）软荚红豆迁地保护措施

1）移植前准备

①断根处理：移植前实施周期性断根，促进吸收根发育。

②树冠修剪：保留主干枝，去除弱枝病枝，减少水分蒸腾。

2）移植实施

①土球挖掘：按胸径 8-10 倍直径规范开挖，保持土球完整。

②吊装运输：采用专业器械吊装，运输途中维持土球湿润。

3）移栽管理

①定植穴准备：直径大于土球 60 厘米，施用基肥。

②栽后养护：①设立支撑固定；②实施滴管保湿；③夏季遮阴防护。

4）长期监测

定期记录：新梢生长情况；叶片物候特征；开花结实量；病虫害发生状况。

（6）苏铁蕨迁地保护措施

1）移植前准备

①生境选择：迁入地需具备与原生境相似的温暖湿润气候、良好排水条件及适当光照。

②植株处理：挖掘前适当修剪老化叶片，以减少蒸腾作用。

③根系保护：规划足够大的土球，以确保其发达根系的完整性。

2）移植实施

①挖掘与包装：谨慎挖掘并妥善包扎土球，防止散坨。

②运输保障：运输途中需采取保湿与遮荫措施，避免植株失水及物理损伤。

4）移栽管理

①定植穴准备：开挖尺寸适宜的定植穴，并掺入腐殖土等基质以改良土壤。

②栽后养护：①栽植后及时浇透定根水；②根据生境需求搭建遮荫设施；③保持较高空气湿度与土壤适度湿润。

4）长期监测

定期记录关键指标：新叶（羽片）生长速度与状态；孢子叶的形成周期与孢子囊群的发育状况；病虫害发生情况及周边竞争植物的影响。

8.10.5 重点保护野生动物保护措施

本工程评价范围内活动的国家二级重点保护物种有 19 种：白鹇 *Lophura nycthemera*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、小鸦鹃 *Centropus bengalensis*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus*、蛇雕 *Spilornis cheela*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、松雀鹰 *Accipiter virgatus*、黑鸢 *Milvus migrans*、普通鵟 *Buteo japonicus*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、黄嘴角鸮 *Otus spilocephalus*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠 *G. cuculoides*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*、红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*、红隼 *Falco tinnunculus*、画眉 *Garrulax canorus*、斑林狸 *Prionodon pardicolor*、豹猫 *Prionailurus bengalensis*；广东省重点保护陆生野生动物有 12 种：黑水鸡 *Gallinula chloropus*、池鹭 *Ardeola bacchus*、白鹭 *Egretta garzetta*、大白鹭 *Ardea alba*、斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*、黄嘴栗啄木鸟 *Blythipicus pyrrhotis*、大斑啄木鸟 *Dendocoposmajor*、灰头绿啄木鸟 *Picus canus*、海南蓝仙鹟 *Cyornis hainanus*、小鸦 *Emberiza pusilla*、灰头鸦 *Emberiza spodocephala*、赤麂 *Muntiacus vaginalis*；广东省重点保护水生野生动物有 2 种：小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*、沼蛙 *Boulengerana guentheri*。

除遵守《广东省野生动物保护管理条例》（2020 年 3 月 31 日修订）相关规定外，还需采取以下措施：对施工人员进行动物保护宣传教育；临时占地范围及时恢复，营造栖息生境；严禁抓捕幼鸟、破坏鸟巢；加强施工污染物管理，禁止未经处理的污水排放污染周边水体；应严格控制高噪声作业时段，禁止在夜间及晨昏等野生动物活动高峰时段进行施工，采取降噪措施，减小施工爆破等噪声对其的干扰。重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人

员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义等。针对本工程对重点保护动物所产生的影响建议采取的保护措施见表 8.10-1。

表8.10-1　评价范围重点保护野生动物的保护措施

序号	物种名称	保护级别	分布区域	保护措施
1	斑林狸 *Prionodon pardicolor*	国家二级	评价范围中北部森林	（1）严禁施工人员放置捕兽夹； （2）尽量白天施工，避免早晚及正午进行爆破等高噪音作业； （3）采用先进的施工工艺和施工设备，减少高噪声和高强振动设备的使用； （4）禁止或尽量减少汽车鸣笛； （5）及时恢复施工迹地植被，做好永久占地范围绿化。
2	豹猫 *Prionailurus bengalensis*	国家二级	评价范围中部和北部森林	
3	赤麂 *Muntiacus vaginalis*	陆生省重点	评价范围中部明溪村森林	
4	白鹇 *Lophura nycthemera*	国家二级	评价范围北部白马村森林	（1）严禁施工人员抓幼鸟、破坏鸟巢； （2）尽量白天施工，避免早晚及正午进行爆破等高噪音作业； （3）采用先进的施工工艺和施工设备，减少高噪声和高强振动设备的使用； （4）禁止或尽量减少汽车鸣笛； （5）及时恢复施工迹地植被，做好永久占地范围绿化； （6）在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
5	褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	国家二级	评价范围森林灌丛生境广泛分布	
6	小鸦鹃 *Centropus bengalensis*	国家二级	评价范围北部白马村森林灌丛	
7	黑水鸡 *Gallinula chloropus*	陆生省重点	评价范围坑塘湿地、农田	
8	池鹭 *Ardeola bacchus*	陆生省重点	评价范围白马村农田	
9	大白鹭 *Casmerodius albus*	陆生省重点	评价范围北部白盆珠水库	
10	白鹭 *Egretta garzetta*	陆生省重点	评价范围北部水库、农田	
11	黑翅鸢 *Elanus caeruleus*	国家二级	评价范围北部森林灌丛	
12	蛇雕 *Spilornis cheela*	国家二级	评价范围中南部乌石坑山地	
13	凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*	国家二级	评价范围中北部森林	
14	松雀鹰 *Accipiter virgatus*	国家二级	评价范围中北部长岭岗山地	
15	黑鸢 *Milvus migrans lineatus*	国家二级	评价范围中部山地和北部水库周边	
16	普通鵟 *Buteo japonicus*	国家二级	评价范围北部山地森林	
17	黄嘴角鸮 *Otus*	国家二级	评价范围中北部	

序号	物种名称	保护级别	分布区域	保护措施
	spilocephalus		长岭岗山地	
18	领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*	国家二级	评价范围北部白马村森林灌丛	
19	斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	国家二级	评价范围北部白马村森林灌丛	
20	红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*	国家二级	评价范围中部山地森林	
21	白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*	国家二级	评价范围北部湿地	
22	斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*	陆生省重点	评价范围中部和北部山地森林	
23	大斑啄木鸟 *Dendocopos major*	陆生省重点	评价范围北部山地森林	
24	灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	陆生省重点	评价范围北部白马村森林	
25	黄嘴栗啄木鸟 *Blythipicus pyrrhotis*	陆生省重点	评价范围中部山地森林	
26	红隼 *Falco tinnunculus*	国家二级	评价范围中部山地灌丛	
27	画眉 *Garrulax canorus*	国家二级	评价范围森林灌丛内分布较广	
28	红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	国家二级	评价范围中北部森林	
29	海南蓝仙鹟 *Cyornis hainanus*	陆生省重点	评价范围中部和北部山地森林	
30	小鸦 *Emberiza pusilla*	陆生省重点	评价范围北部农田	
31	灰头鸦 *Emberiza spodocephala*	陆生省重点	评价范围中北部灌丛	
32	小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*	水生省重点	评价范围中部溪流	（1）加强施工人员环保教育，严禁捕捉、惊吓野生动物。 （2）妥善处理施工废水和生活污水，防止污染水体，保护其生存的水环境质量。 （4）在运营期，加强对库周残留池塘、沼泽和沟渠等静水环境的保护与维护，为其提供替代栖息
33	沼蛙 *Hylarana guentheri*	水生省重点	评价范围坑塘、沼泽、农田中分布较广	

序号	物种名称	保护级别	分布区域	保护措施
				地。 （5）在水库调度运行时，尽可能考虑生态需求，在繁殖期（春夏季）尽量减少水位剧烈波动。

8.11 隧洞工程和弃渣放射性防护措施

由于本工程有 94.5%的输水线路为隧洞，建议建设单位征询相关辐射管理部门，并制定相关辐射预防及保护措施。

隧洞施工中应调查辐射污染源项情况，主要对氡析出、氡及其子体浓度、γ辐射水平等加强监测，并据此提出工程辐射防护措施。

8.11.1 隧洞及时衬砌

有屏蔽层时，γ辐射剂量率和氡析出将有所下降。TBM 及盾构隧洞全线采用管片加钢筋混凝土双层衬砌结构，钻爆隧洞采用钢筋混凝土衬砌结构，埋管段采用钢管外包混凝土结构，均能有效减低辐射水平。但深部开挖有一定的不确定性，隧洞内施工时，应根据隧洞内γ辐射剂量率和隧洞内表面氡析出率监测结果及时调整衬砌厚度。

8.11.2 隧洞通风

隧洞施工必须采用机械通风。通风方式应根据隧洞长度、施工方法和设备条件等确定。长隧洞应优先考虑混合通风方式。当主机通风不能保证隧洞施工通风要求时，应设置局部通风系统、风机间隔串联或加设另一路风管增大风量。如有辅助坑道，应尽量利用坑道通风。

凡产生含放射性粉尘和有害气体的地面作业场所，必须有通风装置，通风系统应防止污染物的回流。

隧洞的排气风口应位于进风口最小风频的上风侧，出风口与进风口应有一定距离（参照《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB15848－2009））。

根据《水工隧洞设计规范》及实际施工情况，隧洞施工过程中必须强制通风，由于工程设计采用压入式通风，通风过程中外界压入采掘面新鲜空气，废气通过

隧道外排，导致空气外排过程影响隧道内空气质量降低；建议增加吸入式通风装置，在采掘面与废渣堆处的废气(包括粉尘与氡)通过专用管道外排，确保隧洞内氡释放量低于标准限值，氡浓度不得大于 400Bq/m^3。

8.11.3 隧洞防尘

隧洞施工所产生的粉尘对人体有危害，故需定期测试粉尘浓度，并控制在国家规定的标准之内。粉尘的产生主要来自凿岩作业，它占洞内空气中含尘量的85%；其次是由爆破产生的，约占 10%；装渣运输只占 5%。因此，推行“湿式凿岩”是防尘工作的最主要措施。但是，要使坑道内含尘量讲到 2mg/m^3 的标准，只靠“湿式凿岩”还是不够的，还应采取综合措施，主要有防尘“四化”：

（1）湿式凿岩标准化：湿式凿岩是要求打“水风钻”，以使岩粉湿润，减少扬尘。湿式凿岩可降低 80%的岩粉。

（2）机械通风经常化：使用机械通风式降低洞内粉尘浓度的重要手段。

（3）喷雾洒水正规化：为避免岩粉飞扬，应在爆破后及装渣前喷雾洒水、冲刷岩壁。

（4）个人防护普遍化：每个施工人员均应注意防尘、戴防尘口罩，搞好个人防护。

8.11.4 施工人员个体辐射预防措施

对于放射性水平偏高的隧洞，施工工人要注意卫生保健防护，对在放射性水平偏高地段的施工应适当减少工作时间，实行 8 小时轮班制；在采取防尘和降氡工程措施外，作业人员应采用防氡及其子体的防尘口罩。做到班后及时淋浴更衣，工作服和便服应分开存放和清洗。

对于放射性较高地段施工人员，需增加卫生设施、施工人员劳保费、定期给施工人员进行健康检查。

不得在隧洞内进食、饮水、吸烟和存放食品；饮食前必须洗手、漱口；隧洞内工作人员，佩戴个人剂量计，并按时进行个人监测。个人剂量的常规监测是为确定工作条件是否适合于继续进行操作、在预定场所按预定监测周期所进行的一类监测。常规监测与连续操作有关，这类监测是要指明包括个人剂量水平和场所

逗留满意度在内的工作条件，同时也是为了满足审管要求。常规监测周期一

般为 3 个月。

8.11.5 隧洞渣土处置

建议施工期、排渣期对隧洞弃渣进行跟踪监测，根据对渣土的放射性监测水平进行分类处理，放射性异常的渣土不可直接运至消纳场，应专门设置堆渣场，并在堆放过程中做好隔离覆盖工作，放射性防止雨水冲刷，并根据当地防渗系数，对堆放场地进行防渗处理措施，防止雨水淋滤形成的放射性水渗入土壤及地下水中而产生的环境污染。

8.11.6 加强放射性环境监测

委托有资质的单位对隧洞施工过程和弃渣、废水等进行放射性跟踪监测，严格落实监测制度和监测计划，如发现异常应及时采取有效措施处理并报生态环境相关部门。

8.12 人群健康保护措施

（1）环境卫生清理

在各施工、生活区定期灭杀老鼠、蚊虫、苍蝇、蟑螂等有害动物，以减少传染病的传染媒介。采用鼠夹法和毒饵法灭鼠，采用喷洒灭害灵等方法灭蚊、蝇、蟑螂等。

（2）食品卫生管理

施工期加强对各施工区等区域饮用水源、公共餐饮场所、垃圾桶、公共厕所等地的卫生管理，定期进行卫生检查。除日常清理外，每月至少集中清理 2 次。加强工区内食堂的卫生管理，每季度进行一次卫生检查，取得卫生许可证的人员方可从事餐饮工作。成立专门的清洁队伍，负责施工区、办公区、生活社区的清扫工作，设置垃圾桶。施工区公用卫生设施应达到国家卫生标准和要求。

（3）卫生防疫及疫情监控措施

为有效预防现场流行疾病，提高施工人员的抗病能力，定期对施工人群采取预防性服药、疫苗接种等预防措施。各施工单位应明确卫生防疫负责人，按当地卫生部门制定的疫情管理制度及报送制度进行管理，并接受当地卫生部门的监督。施工期应设立疫情监控站，随时备用痢疾、肝炎、肺结核等常见传染病的处理药

品和器材。一旦发现疫情，立即对传染源采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群采取预防措施，并及时上报卫生防疫主管部门。

8.13 环境敏感区环境保护措施

8.13.1 自然保护区

工程评级范围涉及的自然保护区 2 个。各保护区环境保护措施见表 8.13-1。

8.13.2 饮用水水源保护区

根据输水线路施工布置与沿线涉及的 2 个饮用水水源保护区位置关系和施工方式，三角山水库饮用水水源保护区范围内未布设任何施工区、弃渣场、临时堆土场、施工道路及生活营地等，工程仅以隧洞形式下穿二级保护区约 1.9km；主要影响仅限于钻爆及盾构施工期间可能产生的轻微爆破振动、渗排水扰动及施工机械低频噪声，影响范围局限在隧道轴线两侧数 10m、深度约 300m 的岩体内部，对地面水体、取水口及保护区功能基本不构成干扰，且随施工结束迅速恢复，工程运营后无持续污染源，对保护区整体功能影响可控；白盆珠水库饮用水源保护区(备用)取水口、管理平台、检修道路、1#施工支洞等设置在一级保护区范围内。针对工程对饮用水水源保护区可能产生的不利环境影响，充分考虑工程建设对水源保护区的环境影响，做好以下防治措施：

（1）地下水位下降防治措施

1）隧洞地下通过水源地保护区施工前应加强水文地质勘察，必要时对其进行专项水文地质勘察研究，查清隧洞对水源地影响的方式、途径和程度。

2）运用科学管理手段，重视和加强隧洞涌水预测预报工作，隧洞轴线布置尽可能避开重大的涌水地带，同时为防止隧洞开挖过程中出现高压涌水，隧洞施工中要贯彻以“疏”和“堵”为主，“堵”“排”相结合的原则。封堵措施的灌浆材料应选用水玻璃等无毒环保的无机化学灌浆材料。

3）钻爆施工时严格控制各爆破孔的数量，特别是周边孔的数量、深度及装药量，原则上尽量减少爆破对围岩的扰动。通过断层带各施工工序之间的衔接时间尽量缩短，并尽快实施锚喷封闭，以减少围岩的暴露时间、松动和地压增大。在断层地带开挖后应立即进行出喷混凝土，并坚持“宁强勿弱”的原则。紧跟开

挖面进行现场监控测量，根据量测所反馈的信息及时调整初期支护的参数并掌握第二次衬砌的最佳时间。

4）弱富水—富水段环向施工缝采用中埋橡胶止水带+外贴止水带的复合防水构造；纵向施工缝采用中埋钢边橡胶止水带+外贴止水带的复合防水构造；贫水带环向施工缝采用遇水膨胀橡胶止水条+外贴止水带的复合防水构造；纵向施工缝采用中埋边橡胶止水带+外贴止水带的复合防水构造。

（2）施工废水处理措施

输水线路区沿线各施工工区施工废水、施工生产生活区废水处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）标准后用于绿化、洒水降尘等，严禁外排。白盆珠水库饮用水源保护区(备用)取水口、管理平台、检修道路、1#施工支洞、施工道路及围堰等设置在一级保护区范围内，应严格控制施工占地范围，采用先进施工工艺，最大限度减少施工作业扰动可能对水源区水质的影响。为最大限度控制施工影响，拟在白盆珠水库设置的围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，阻隔围堰施工及拆除作业的施工区域，防止污染物扩散至外围水体，减少对白盆珠水库饮用水水源保护区的影响。

白盆珠水库饮用水水源保护区、三角山水库饮用水水源保护区范围范围内均未设置施工区、临时堆场和弃渣场等，施工作业面施工时应严格施工工艺，规范施工，避开雨季，尽可能减少对水源保护区水质的影响。

（3）其他措施

1）施工前要对施工人员进行环保培训，加强施工人员的环境保护意识，规范施工行为，做到文明施工，避免不必要的污染环节。

2）施工单位主动与保护区主管部门取得联系，严格按照有关保护规定安排施工作业。

3）在一级水源保护区内，禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；禁止从事种植、放养禽畜，严格控制网箱养殖活动；应在水源地周围，采取工程措施或者水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体，确保饮用水安全。

4）施工前制定应急预警机制，施工中如发生意外事件造成水源地水体污染，及时汇报当地生态环境部门和水利部门，采用应急措施控制水源污染。

8.13.3 森林公园

工程输水线路涉及森林公园 1 个。各森林公园环境保护措施见表 8.13-1。

8.13.4 天然林和生态公益林

优化方案，调整工程布置，尽量避让天然林和生态效益较高的公益林，加强施工管理，科学合理施工，主动并配合做好森林“三防”工作——即防止森林火灾、防止盗伐滥伐林木、防止森林病虫害，保护好野生动植物及其栖息环境。对项目占用的天然林和各级公益林依法办理用地审核、林木采伐审批手续。并报林业主管部门进行审核。未经批准，不得开工建设。

8.13.5 湿地

工程评价范围涉及省重要湿地 1 个，一般湿地 4 处，保护措施见表 8.13-1。

表8.13-1　环境敏感区环境保护措施

敏感区名称	保护措施		
	生态环境保护措施	生态补偿措施	监测措施
惠东白马山县级自然保护区	1）植物植被保护：施工布置区临时场地应选择在保护区外无保护植物分布的区域，不新建施工营地，施工活动严格限制在征地范围内进行，严禁在保护区新开道路，及时处理施工泥土，做好地下水位监测，禁止采伐、破坏植被行为，严格监管外来入侵物种。对于施工占地范围内的苏铁蕨（约 115 株）和软荚红豆（2 株），应对施工区内的重点保护植物开展迁地保护。 2）动物保护：施工期尽量避开 4-6 月动物繁殖期，敏感地段采用小炮或膨胀剂爆破。施工车辆减速，禁止鸣笛。设置隔声屏障、通风噪声窗等隔音措施。优化 TBM 掘进参数，定期检查掘进器械并加强保养，降低掘进器械开挖时产生的噪声及对地表造成的震动频率。在离保护区较近处设置警示牌，标明禁止捕猎野生动物。	1）降低影响的生态工程措施：①巡护管理：设置 1 位非全职的护林员在项目施工期和运营初期进行巡护管理和宣传教育工作，巡护时间 7 年。②防火林带建设：采用乔木模式构建，配以防火阻燃等功能树种，宽度为 15m，建设防火林带长度约 2km。③勘界立标：界碑 3 处，界桩 100 个。④标牌 10 个。 2）生态监测补偿：针对监测区域的生态环境进行的，一般包括植物多样性、群落结构、动物多样性、生态系统等，监测时间一般为施工期和运营初期，时间 7 年。 3）综合科学考察：对保护区进行 1 次科考调查。 4）生态系统服务功能损失补偿：补偿年限 10 年。	1）生物监测：设置固定监测站点 2 处；拟设置 1 条监测样线，样线贯穿 1 整个评价范围，以靠近线路侧为重点调查范围。样线调查每年固定季节调查 1-2 次，对施工期 5 年和运营期 2 年自然保护区内野生动植物资源监测，至少在施工前期、施工验收期、运营第 1 年和运营第 2 年这 3 个时段进行监测。 2）生态环境监测：重点监测工程建设过程中生态风险、土壤和水质采样及检测分析。 至少在施工前期、施工验收期、运营首年和第 2 年这 4 个时段每年监测一次。
广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区	1）项目不占用保护区面积，控制施工范围，禁止施工人员施工机械进入保护区破坏植物植被等。 2）运营期间加强日常的管理和检修，提高风险防范意识，严禁污废水直接排放至保护区水域。项目运营取水将对保护区内的水生生物资源造成一定程度的破坏，为加速受损生态系统的重建，可通过采取人工放流等措施补偿工程减少对水生生物资源的影响。		1）生态监测：项目施工期和运营初期定期开展生态监测，重点监测内容为区域动物多样性、动物生境变化、中华秋沙鸭和黑鹳的越冬地记录点情况，每年形成监测成果报告。
深圳深汕圆	（1）施工期保护措施	1）生态管护：在建设期设立宣传牌	1）生态监测：建设、运营期间进

敏感区名称	保护措施		
	生态环境保护措施	生态补偿措施	监测措施
墩三角山县级森林公园	1）植物植被保护措施 项目输水管线不占用森林公园面积，无需对植被进行保护。 2）野生动物保护措施 禁止施工人员滥捕滥杀野生动物。制定严格的工作制度、生态守则、规范自然资源保护和生态保护的各项法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。 （2）运营期保护措施 植物植被和野生动物保护措施：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林资源和鸟类等的监测和巡护。	2 个；运营期设立警示牌 3 个。并安排巡护人员至少 1 人，在建设期加强项目区与森林公园周边的巡护管理、宣教等内容。 2）生态监测：设置固定监测站点 2 处在建设期、运营期对评价范围及外围区域自然资源进行监测。	行定位监测、环境因子监测。工程验收合格后，定期对污染物及生态环境监测，并将数据上报、存档。 2）生态恢复：本项目对森林公园生态环境影响很小，无需进行生态恢复。
广东惠东白盆珠省重要湿地	（1）施工期保护措施 1）施工期禁止向水体内排放任何污水、废水，生产生活废水，废渣、弃泥应行严格管理，禁止随意堆放。 2）围堰施工阶段所产生的机械废水和污水禁止直接排入水库。施工营地、临时堆场、弃渣场，以及汽车、工程机械保养站等临时设施，均远离重要湿地水体，水体附近不得取土和弃渣。 3）工程建设单位严格按照工程施工计划，避免涉水施工在鱼类繁殖期进行。 4）拟在取水口围堰外侧 10m 处布设防污帘和围油栏，有效阻隔悬浮物及污染物扩散。 （2）运营期保护措施 1）加强日常的管理和检修，提高风险防范意识，严禁污废水排放至重要湿地水域。 2）工程取水运行期严格以水库水位为调控依据，并设定取水调度原则近期水库水位低于 65.2m 时，远期水位低于 69.2m 时，服从流域统一调度要求；当水位低于死水位 62.7m 时，停止取水。 3）工程取水口采用分层取水方案，避免取水引发的白盆珠水库取	1）增殖放流：自运营期适，根据惠东白马山县级自然保护区和广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区生物监测成果，制定增殖放流方案，连续实施 5 年。 2）消落带植被生态修复：筛选和培育耐淹性强、固土效果好、净化能力佳的本地植物，在消落带不同高程，进行分区人工种植或播种。	1）生态监测：工程验收合格后，定期对污染物及生态环境监测，并将数据上报、存档。

敏感区名称	保护措施		
	生态环境保护措施	生态补偿措施	监测措施
	水口区域垂直温差较大，防止热分层破坏和藻类异常增殖。		
深汕合作区一般湿地	（1）施工期保护措施 1）环境保护措施：施工人员生活污水定期清运。管道、试压水尽量重复利用，上层清水按照当地环保部门的要求排放，下层的沉淀物作为施工垃圾清运处理。 2）植物植被保护措施 施工过程中合理规划节约用地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开新路，对弃土场及时复绿。施工后及时恢复沿线地表原貌，在道路两边进行植被复绿。引进本地乡土物种，对遭受影响的地区植物植被进行恢复。 3）野生动物保护措施 禁止施工人员滥捕滥杀野生动物。制定严格的工作制度、生态守则、规范自然资源保护和生态保护的各项法规、条例，规范施工人员行为。设置移动声屏障降噪，施工时间应避开鸟类迁徙、觅食等时间节点。 （2）运营期保护措施 1）环境保护措施：陆地管道临时检修时，做好废物回收与处理。严格控制污染物向作业区域扩散。 2）植物植被和野生动物保护措施 运营期制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，严禁猎杀野生动物。	1）对湿地进行生态补偿，措施包括生态环境污染治理：施工期降尘和地表水污染治理，治理的时间段为半年施工期内。 2）环境管理：对施工人员进行 1 次生态保护培训；设置 1 名巡护管理员在施工期每日开展巡护工作，监督工程建设过程中的施工行为，对于违规施工和不文明施工的行为及时制止并上报上级管理部门。 湿地公园生态监测：施工期半年，建设监测点，在施工期间对评价范围每年进行一次水质监测，收集水质监测数据，1 次噪声监测，1 次大气监测，用于掌握空气质量情况。 3）生态保护与恢复：湿地占补平衡方案；对水生生态进行恢复；对临时占用道路，施工完成后进行植被恢复。	1）生态监测：工程验收合格后，定期对污染物及生态环境监测，并将数据上报、存档。 2）生态恢复：针对地表施工区域重点做好施工期的水土保护、边坡地复绿等生态恢复工作。湿地管理机构应监管建设单位的生态恢复工作。

8.14 文物保护措施

工程占地范围内不涉及不可移动文物，工程占地周边发现不可移动文物共计2处（陂角窑址、下坝窑址），虽然本工程用地不涉及占用，但施工过程中，在窑址周边设立明显的警示标识与隔离带，防止施工车辆与人员无意闯入。施工过程中，严格控制施工时间与强度，对施工人员进行文物保护培训，提高其文物保护意识，确保施工操作规范，不直接破坏窑址。同时，建立与当地文物管理部门的实时沟通机制，及时汇报情况，接受专业指导。

在项目实施过程中如另有文物发现，应根据国家有关法规妥善保护现场，并及时报告县级文物行政部门和当地乡镇人民政府，共同协商解决。监理单位应当依法履行建设项目文物保护监理职责。

8.15 环保措施实施管理及保障措施

8.15.1 环保措施实施保障措施

为确保环境保护措施在项目建设过程中得以全面实施，拟订如下实施保证措施的管理制度：

（1）明确各方面责任

①业主在工程施工期和运行期均应设立环境保护机构，负责监督管理各时期的环保措施落实情况，积极有效组织方案实施，为保护区域环境作出应有贡献。

②施工承包商应明确承包项目的环境保护治理责任，严格按照环评报告中提出的各项措施及项目初设阶段中拟编制的环境保护设计文本及图件进行施工，并积极配合监理工程师工作，以保证施工质量。

③设计单位要按时保质地完成所承担的设计文本及图件，积极配合业主进行施工招投标、现场设计、施工指导、竣工验收，并不定期进行工程回访等。

（2）严格实施“三同时”制和工程建设“三制”

业主要积极组织环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；积极实施工程建设招投标制、施工监理制和竣工验收制。

设计单位、施工单位、监理单位要认真执行各项制度，配合业主及环境保护部门、水行政主管部门进行监督检查；竣工后按照2017年11月20日发布的《建

设项目竣工环境保护验收暂行办法》参与验收工作。

（3）明确专项资金使用与管理

将环境保护投资列入工程总投资，环境保护工程投资属于专项资金，应专款专用，及时支付。运行期环境监测及环保措施运行费用计入运行期运行成本。

8.15.2 环保措施实施条件

（1）交通条件

环保工程实施地区公路连通较好，具备实施条件。

（2）施工辅助企业

主体工程设有机械修配厂、风、水、电等辅助设施，环保措施中工程措施施工可借助主体施工企业满足相应施工要求。

（3）材料供应

项目建设区环保工程措施所需块原辅材料、水、电等均可由主体工程统一提供；对外交通工程所需材料与动力可就近取用、购买。

8.15.3 环保措施实施方法

（1）工程措施

各项措施的实施均应由专业施工队伍施工，设备安装及调试均应有专业技术人员进行。

（2）植物措施

工程所需苗木、草籽均在附近购买，并由林业专业技术人员指导种植。

（3）其他措施

本工程其它环保措施在实施过程中，施工单位应严格按照各项环保措施技术要求和技术规范进行施工，环保措施资金到位，并加强环境管理和施工监理的力度，使各项环保措施按设计要求实施。施工期生产废水、生活污水处理设施、水土保持部分措施、声环境保护警示牌等应在施工前期建设完成。

9 环境风险分析

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据原环境保护部《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号文）的要求，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）和《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ624-2011)，通过风险源调查与识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

9.1 评价依据

9.1.1 风险调查

深汕合作区引水工程为生态影响型工程，根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，存在的环境风险主要有施工期废污水泄漏风险、施工机械溢油风险，工程输水隧洞段钻爆法施工时的炸药事故，以及隧洞施工施工过程中天然性放射性环境高值段所致内、外照射对施工人员和公众的影响等风险，运行期主要风险源包括供水安全风险及外来生物入侵风险。

9.1.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169－2018)附录 C，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中对应临界量的比值 *Q*。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为*Q*；

当存在多种危险物质时，则按下面公式计算物质总量与其临界量比值（*Q*）：

$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\ldots+q_n/Q_n$

式中：q_1, q_2……q_n——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1, Q_2……Q_n——每种危险物质的临界量，t。

当Q＜1时，该项目环境风险潜势为I。

当Q≥1时，将Q值划分为：（1）1≤Q＜10；（2）10≤Q＜100；（3）Q≥100。

考虑到本项目各工区之间距离相对较远，仅考虑单个工区的危险物质数量与临界量的比值(Q)，计算结果为0.106，Q<1，因此该项目环境风险潜势为I。详见表9.1-1。

表9.1-1　深汕合作区引水工程 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 *qn*/t	临界量 *Qn*/t	该种危险物质 *Q* 值
1	油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)	/	15	2500	0.006
2	乳化炸药(70%为硝酸铵)	6484-52-2	5	50	0.1
项目 *Q* 值 Σ					0.106

9.1.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，建设项目风险评价工作等级确定依据为表 9.1-2。

表9.1-2　评价工作等级划分依据表

环境风险潜势	IV、IV$^+$	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
[a] 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危险后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 A。				

本项目施工期危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气、地表水和地下水，风险潜势为 I，运行期主要为供水安全风险及外来生物入侵的风险。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)评价工作等级划分要求，确定本项目环境风险评价工作等级为简要分析。

9.2 环境敏感目标概况

项目区域的环境敏感目标情况详见“1.9 环境敏感目标与保护目标”小节。

9.3 环境风险识别

9.3.1 施工期废(污)水泄漏排放风险

工程正常施工期间机械冲洗含油废水经处理达标后全部回用不外排，围堰基坑废水经絮凝沉淀达标后抽出回用于施工过程，多余部分排入下游河道（不涉及饮用水源保护区）；隧洞渗水经静置沉淀后回用于施工区降尘用水，多余部分浇灌山林。因此，生产废水均处理达标后尽量回用，不排入沿线敏感水体，不会对周边水体水质产生不良影响。

根据施工组织设计，本工程在沿线各施工段设置有施工工区，生活污水若未经处理直接排放至水体，将增加病原微生物的传播、使水体中溶解氧降低，水体富营养化加重，严重时甚至会令水体变黑变臭。本工程施工期污废水经处理达标后大部分回用为降尘水、绿化用水，多余部分可以排放至附近林地或农灌渠。

此外，由于施工期施工机械较多，一定程度上增加了事故发生概率。因此要加强附近道路运输管理，加强危险路段、车辆较多路段的交通管制，增设交通标志牌，并注意路面维护，确保施工运输车辆安全通行，杜绝施工人员由于疲劳驾驶、速度过快或者车况不好，导致翻车漏油事故的出现，以降低风险发生的概率。

9.3.2 施工期油料、炸药风险分析

（1）施工期炸药风险分析

本工程部分输水隧洞及施工支洞采用钻爆法施工工艺洞挖时，主要风险在于炸药事故、隧洞塌方（或崩塌）、涌水风险。隧洞需采用炸药进行爆破施工，若炸药运输、储存或使用不当，可能导致火灾或爆炸，造成财物损失、甚至人员伤亡。炸药风险主要来自于：管理人员违反规定，违章吸烟或未按有关规定操作造成火种引燃炸药；由于静电作用、雷电条件等造成炸药爆炸。拟考虑的安全措施包括：设置各类消防设施；设置避雷设施和各类防静设施；按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范，制定严格操作规程。炸药是整个工程施工中的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据以往水利工程施工情况，发生爆炸事故的概率较小。

（2）施工期燃油风险分析

燃油风险主要来自于：储罐、管道阀门等由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸；油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧；由于油库操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。从已有水利工程施工情况看，发生油库事故的案例极少，且水电施工管理较为严格，因此本工程施工期燃油发生泄漏和爆炸的概率不大。

9.3.3 隧洞施工放射性风险预估

天然性放射性环境高值段所致内、外照射对施工人员和公众的影响风险：主要是指放射性元素富集（主要为铀元素）衰变释放出γ射线所致外照射和气体氡吸入所致内照射；放射性废水的排放风险：主要指施工过程中产生的水中放射性核素含量超标，污染项目周边水环境。本工程输水隧洞主要以 TBM 施工为主，辅以钻爆法隧洞和盾构隧洞为辅，大部分隧洞线路位于冲积平原地貌地段地层主要为第四系海陆交互相沉积层，成分主要有粘土、淤泥、细砂～中粗砂等；少部分隧洞线路位于低山山岭地段地层，需穿越燕山期花岗岩，采用 TBM 隧洞或钻爆法施工，隧洞施工带来的放射性风险相对较小，在做好加强通风、洒水、防排风及“三废”处理、施工监测和施工人员防护工作后，风险基本在可接受范围内。

9.3.4 生态风险分析

本工程在对鱼类资源、植被采取相应恢复措施时，均选择本区域原有适生的特有鱼种、树种及草种，因此不存在当地物种演变及主动带来外来物种入侵的风险。但工程建设过程中，大量工程材料运输进场，在包装材料或填充物等中可能存在外来物种的种子、虫卵或幼虫等，一旦引入，在没有天敌的情况下，可能出现大量繁殖情况。

9.3.5 供水水源污染风险

库区和库尾上游河段为农村地区，无工业污染源，私采盗矿、农业灌溉和生活污水是白盆珠水库水质污染的主要原因。供水水源环境污染风险还源于沿白盆珠水库 S356 省道公路发生交通事故，一旦发生运输泄漏，可能造成白盆珠水库

的水源污染。

9.3.6 土壤环境风险

本项目为非污染类项目，运行期基本不会产生污染物。根据土壤盐化预测的结果，项目所在的惠东、深汕的土壤盐化综合评分值 Sa 均为 0.6（＜1，未盐化），本项目建成后不会引起周边土壤发生盐化现象，即不会引起土壤环境风险。

9.4 环境风险防范措施及应急要求

9.4.1 环境风险防范措施

9.4.1.1 施工期废(污)水排放风险防范措施

（1）首先最根本的防范措施就是做好相关的环境保护及水土保持措施，采取底部带挡水的临时拦挡、完善排水设施等减轻水土流失给河道带来的环境影响；施工期间的施工生活污水、生产废水、固体废物通过专用的收集系统进行异地处理和达标排放，严禁处理未达标的污水排入白盆珠水库、三角水库等敏感水体；加强施工管理，杜绝出现生活污水和生产废水事故性排放。

（2）施工监理人员持证上岗，加强现场监控，一旦发生漏油现象，立即汇报，并协助处理；施工期间在白盆珠水库取水口区域配备应急物资（收油机、围油栏、吸油毡、吸油拖拦等），以便及时取用；加强环保宣传教育，提高全体工作人员的环保意识，增强对溢油事故危害和污染损害严重性的认识。加强全体上作人员的业务学习和岗位技术培训与考核。

（3）建设单位和工程承包方应各自指定一名主要负责人专门负责监督施工期间的环保工作。施工期，除定期和定点对施工区及下游水体进行监测、加强对废(污)水处理系统管理人员的培训外，还应定期对废(污)处理系统进行详细的检修，使系统处于良好状态运行。施工水域一旦发生险情及时通知下游各级水厂、水务部门及生态环境部门，整个过程中必须与地方生态环境局、水务局等相关政府或部门加强联系，以应对可能产生的污染水质风险。

9.4.1.2 施工期油料、炸药风险防范

油料、炸药在运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，油料运输车

辆须采用密闭性优越的储油罐体和配备必须的安全防护设施。炸药运送时不得与雷管混装运输。油料、炸药运输全过程须符合相关安全管理要求，确保不造成环境危害。在运输车辆明显位置贴示“危险”警示标记。加强装卸作业管理，装卸作业人员须具备合格专业技能，装卸作业机械设备性能须符合要求，加强对装卸作业人员技能培训。

按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范，制定严格操作规程。加强对施工人员的防火宣传教育，严格规范和限制施工人员野外活动，严禁施工人员私自野外用火，作好生活用火火源管理，严格控制易燃易爆器材使用。

加强库房管理，设专人看管，并实行来访登记制度，提高工作人员安全防范意识。加强对油料、炸药等危险品的生产安全监管，提高工作人员安全防范意识。

9.4.1.3 隧洞施工放射性风险防范

（1）施工期做好勘测与防护设计

按照国家已颁布实施的《放射性卫生防护基本标准》规定的放射防护三原则，即行为的正当化、防护的最优化以及必须遵守的个人剂量限值进行工程辐射防护设计。在隧洞通过放射性地段，采用以防渗为主的综合防护层，在施工防护设计中主要是加强通风、洒水、防排风以及“三废”处理、施工监测和施工人员防护方面的设计。

（2）加强监测

对放射性花岗岩进行检测，为施工提供及时、可靠的信息用以评定放射性花岗岩的等级，为施工做好安全监控。

（3）加强通风

隧洞施工将导致施工区氡子体浓度增高，必须采取“加强通风，坚持湿式作业、密闭氡尘源”等综合措施，按有关规范进行氡子体潜能浓度测定，浓度为（2.08~4.16）$\times10^{-5}J/m^3$（1~2WL）时应采取有效的防护措施，如施工人员可用工作服、鞋、帽、口罩、手套、气衣等方法，以防止放射性物质进入体内。当氡子体α潜能浓度超过 $4.16\times10^{-5}J/m^3$（2WL）时，原则应停止作业，可采取吸附、过滤、降尘、加强通风等方法降低放射性气体、气溶胶和放射性粉尘的浓度；隧洞开挖的过程中，在工作场所进行通风，把工作场所中可能被污染的空气通过过

滤净化排放到大气中，使工作场所空气中的放射性浓度得到有效控制。

9.4.1.4 生态风险防范措施

（1）施工过程中加强对外来入侵物种危害性的宣传教育，提高对外来入侵物种的防范意识；加强对外来入侵物种识别、防治技术、风险评估技术、风险管理措施的培训，对于进口材料和机械等，应按规定严格进行检验检疫和消杀处理。

（2）引水前应联合相关部门对评价范围的主要野生动物疫病和主要疫源物种特别是鼠类进行调查，明确重点监控场所和环节，健全信息通报机制，并储备必要的应急物资。

9.4.1.5 供水风险防范措施

（1）全面了解供水水源风险来源，适时掌握水质变化以预防、避免水源风险事件及其影响。依托水质监测和污染源监控计划，有针对性地对水源水质及其集水区内的风险源进行调查与监控，该计划纳入水源保护措施之中。

（2）加强白盆珠水库库区沿线交通运输管理（尤其是省道 S356），危险品运输应当避开暴雨等不利时段，避免由于路况影响造成交通隐患。在主要交通干线跨河位置，设立饮用水源保护标志，警示交通车辆安全驾驶。

（3）一旦水源地发生水质污染，应急指挥部应立即通知相关部门及时关闭水闸、阀门，并及时通告水厂停止供水。

9.4.2 环境风险应急要求

（1）编制应急预案，制定应急计划，成立事故应急指挥机构，全权负责本工程施工期和运行期的突发性水污染事件的处理和处置。应急指挥部应设 24 小时值班电话，并向社会公布。

（2）沿白盆珠水库 S356 省道公路发生交通事故一旦发生运输泄漏，造成水体被石油类、危险品或剧毒品污染时。现场人员须同步拨打 110、119 和应急指挥中心，10 分钟内完成“路-库-厂”三级通报，立即封闭上下游 1km、布设双层围油栏和吸油拖缆，剧毒品用活性炭快速吸附并装入防渗吨袋，旁通渠导流减少入库，同时在取水口、下游 500m 和水厂原水口每 30 min 采样监测石油类及剧毒指标，超标即关闭取水口切换深汕本地应急水源，废水、污染底泥按危废清运，

48h 完成环境损害评估并向社会公开，确保沿线居民饮水安全。

（3）对隧道施工可能发生的坍塌、涌水等灾害提前做出安排，明确应急职责，识别紧急需求，降低和减少对环境和员工的危害；遇有突发性事件，行动迅速，抢救及时，减少损失。

（4）污染事故一旦发生，检测人员必须快速出击、赶赴现场，现场判断出污染事故影响波及的范围及程度，在事故现场清理回收与化学处理过程中，应随时出具数据，以判断污染物的控制情况。同时，对污染现场和下游河流段进行跟踪检测。

9.5 应急预案

9.5.1 目的

根据工程区域的地形地貌特征和工程工作的特点，主要分析针对施工期和运行期中可能出现的水污染事故风险制定应急预案。

9.5.2 预案的启动条件

在施工期和运营期发生威胁白盆珠水库及西枝江白盆珠水库上游段水体水质风险事故时，特别是较大数量的危险化学品、污染土、油类等污染物质即将或已经进入水库、河道水体时启动此预案。

9.5.3 应急预案

（1）执行单位

风险防范应急预案的执行单位由建设单位承担，建议建设单位下面成立专门的风险防范应急小组，对取水点实施实时监控和维护。

（2）应急机构的职能

风险防范应急小组必须配备专门的人员从事该项工作。应急小组必须制定详细的环境风险应急预案，确定不同的事故情况下具体的应急时间、处理步骤、事故上报单位等。

（3）应急处置程序及主要措施建议

1）在监控系统发现事故后或有人报警后，风险防范应急小组值班人员马上

向上级部门报告并马上赶赴现场，尽快确定是否有泄漏，泄漏物的性质和量，以此为根据确定紧急处理方案。

2）第一时间启动报警系统，并通报消防部门、生态环境部门、水库管理部门、下游水厂。水污染事故应立即通知下游地方政府启动环境风险应急预案，协同完成整个应急预案体系。

3）组织技术力量第一时间对已经进入水体的危险化学物质、油类等采取物理化学措施，减少或消除其进一步的污染。

4）加强水质监控。针对受影响河道或水库，立即加密水质监测，每小时监测一次。

5）据水质连续监测的结果，如若数据显示水质已经重新合乎标准，经上级主管部门技术审查批准后，方可恢复取供水。

6）施工期隧洞辐射环境对施工人员的防护预案：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》。

（4）条件保障

1）器材

根据自身需要，确定各专业队器材装备为何标准，包括通讯器材、抢险器材、防护器材等。

2）经费

建设单位应保证事故应急抢险所需经费的来源、制度。

3）人员

风险防范应急小组成员应按照专业分工本着专业对口、便于领导、便于集结和开展抢险的原则，建立组织，落实人员。

4）建立相关制度

5）培训和演练

认真组织有关管理干部和员工进行学习应急预案，明确自身在应急预案中的地位和职责。应急指挥人员应参加相应的应急知识和反应决策培训。公司办公室、安全生产处、工程建设处、设备技术处等有关应急作业人员应参加应急操作培训。

根据接受培训人员的不同，选择不同侧重点，确定培训内容，指定培训计划。

6）定期组织训练和演习，熟悉各项抢险操作。

应急反应指挥部应不定期举行污染事故应急演习或模拟演练，以保证应急预案的有效实施和不断完善，提高实战能力，原则上每两年进行一次演习，由指挥部办公室制定演习方案。为了能把新技术和新方法运用到应急抢险中去，并对不断变化的具体情况保持一致，预案至少应每三年修订一次。

9.6 分析结论

深汕合作区引水工程施工和运行过程中可能发生的风险有施工期废污水泄漏风险、施工机械漏油风险、生态风险等，风险发生的几率较小，但产生的后果较为严重，通过采取相关的风险防范措施能够将风险发生的可能性大大减小，制定的应急措施和应急预案能够将风险产生的后果大大降低。本项目在施工、运行期间各项环境风险防范措施和应急预案落实的基础上，并通过加强风险管理，本项目的环境风险是可防控的。

表9.6-1 建设项目环境风险简单分析内容表

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="6">深汕合作区引水工程</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td>(广东)省</td><td>(惠州/深圳)市</td><td>(惠东县/深汕合作区)区</td><td colspan="2">(白盆珠镇/深汕合作区)镇</td><td>（）园区</td></tr>
<tr><td>地理坐标</td><td>经度</td><td colspan="2">起点：115.088246
终点：115.003080</td><td>纬度</td><td colspan="2">起点：23.072112
终点：22.840407</td></tr>
<tr><td>主要危险物质及分布</td><td colspan="6">深汕合作区引水工程为生态影响型工程，根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，存在的环境风险主要有施工期废污水泄漏风险、施工机械漏油风险，工程输水隧洞段钻爆法施工时的炸药事故，以及隧洞施工施工过程中天然性放射性环境高值段所致内、外照射对施工人员和公众的影响等风险，运行期主要风险源包括供水安全风险及外来生物入侵风险。</td></tr>
<tr><td>环境影响途径及危害后果(大气、地表水、地下水等)</td><td colspan="6">设备燃料油品泄漏污染地表水、土壤、地下水等；项目污废水不经处理直接排放，污染地表水体等。</td></tr>
<tr><td>风险防范措施要求</td><td colspan="6">详见“9.4 环境风险防范措施及应急要求”</td></tr>
<tr><td colspan="7">填表说明（列出项目相关信息及评价说明）：
深汕合作区引水工程施工和运行过程中可能发生的风险有施工期废污水泄漏风险、施工机械漏油风险、生态风险等，风险发生的几率较小，但产生的后果较为严重，通过采取相关的风险防范措施能够将风险发生的可能性大大减小，制定的应急措施和应急预案能够将风险产生的后果大大降低。本项目在施工、运行期间各项环境风险防范措施和应急预案落实的基础上，并通过加强风险管理，本项目的环境风险是可防控的。</td></tr>
</table>

10 环境监测与管理

10.1 供水水质监控计划

工程调度运行推行“智慧水利”目标，工程取水口的运行调度必须利用计算机自动监控系统，根据白盆珠水库水位、防洪调度等决定工程的引水流量和取水情况。

同时，需监控取水口工程管理范围是否存在毁林毁草、开荒、爆破采石、开挖、建筑、倾倒或排放有毒或污染物质等危及工程安全的活动。

10.2 环境管理

为对项目环保措施的实施进行有效监督管理，必须明确该项目的政府环境管理监督机构与建设单位环境管理机构的具体职责和分工，并建立有关管理制度。

10.2.1 环境管理体系

深汕合作区引水工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理由国家及地方生态环境行政主管部门实施，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查。

内部管理工作分施工期和运行期。

施工期由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

运行期由地方行政主管部门及建设单位共同负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

10.2.2 环境管理机构

（1）建设单位

工程开工前建设单位深圳市原水有限公司应设置工程环境保护领导机构。“环境保护领导机构”成员由业主单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有

关单位的主要领导组成，其中业主单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。施工期“环境保护领导机构”具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

1）宣传、贯彻、执行国家、地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程建设期环境保护方针和环境保护目标，制定施工期环境保护管理办法；

2）负责落实环保经费，检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

3）协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行，以及对施工期环保设施的实施、运行进行检查等。

（2）施工单位

施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1～2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。

10.2.3 环境管理制度

（1）分级管理制度

建立环境保护责任制，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，建设单位环境保护办公室负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

（2）监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进

行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

（3）“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（4）制定对突发事故的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。

10.2.4 环境保护培训计划

为增强工程建设者（包括管理人员和施工人员）的环境保护意识，施工区环境保护办公室应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程建设者进行环境保护宣传，提高环保意识，使每一个工程建设者都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。

对环境保护专业技术人员应定期邀请环保专家进行讲学、培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

10.3 环境监理

工程施工期较长、施工影响范围大、施工期间环境影响涉及因素多，根据环境保护要求，应实施环境监理制度，以便对施工期各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

10.3.1 环境监理的确定和职责

本工程施工期间施实环境监理。在实行环境监理前，监理单位应根据与本工程有关的环保规范和标准、工程设计图纸、设计说明及其它设计文件、工程施工合同及招标文件、工程环境监理合同及招标文件等编制工程监理方案，编制内容包括工程概况、监理依据以及下述主要内容。

（l）环境监理范围、阶段、期限

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域。

工作范围：施工现场、生活营地、施工便道、附属设施等以及上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域：工程运营造成环境影响所采取环保措施的区域。

工作阶段：施工准备阶段、施工阶段、工程质保阶段环境监理。

监理服务期限：从工程施工准备阶段开始至工程施工质保期满，质保阶段服务期限为自竣工之日起 2 年。本工程环境监理分为施工准备阶段、施工阶段、工程缺陷责任期三个阶段。

（2）工作目标

环境监理工作目标：环境监理依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、技术标准，以及经批准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签订的监理、施工承包合同。按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于工程，实施全面环境监理，使工程在设计、施工、营运等方面达到环境保护要求。按照本报告书提出的管理计划中的措施要求进行监理。

①对主体工程和临时工程造成水土流失破坏进行监理，对所有水土保持设施的内容检查是否达到设计规定的要求，弃土按程序和位置进行作业；重点监督施工弃土石方不能抛向山体边坡，避免景观破坏；施工中建造临时沉淀池；暴雨来临前在动土点或其它易于发生水土流失的地点用草垫、塑料薄膜等加以防护：河流、沟渠、和排水系统通畅，具备良好的工况；杜绝泥土和石块堵塞河流：对可能出现的山体不稳定情况要作出评价和提出建议。

②生产废水和生活污水的处理措施环境监理：对生产和生活污水的来源、排放量、水质指标，处理设施的建设过程和处理效果等进行监理，检查和监测是否

达到了批准的排放要求。

③大气污染防治措施环境监理：施工区域大气污染主要来源于施工和生产过程中产生的废气和粉尘。对污染源要求达标排放，对施工区域及其影响区域应达到规定的环境质量标准。

④噪声控制措施环境监理：为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染源，应按设计要求进行防治，特别是爆破作业要求施工区域及其影响区域的噪声环境质量达到相应的标准。

⑤固体废物处理措施环境监理：固体废物处理包括生产、生活垃圾和生产废渣处理，达到保证工程所在现场清洁整齐的要求。

⑥野生动植物措施环境监理：避免水土流失的影响，按保护植被的规定要求管理施工单位。

⑦人群健康措施环境监理：保证生活饮用水安全可靠、预防传染疾病、提供必要的福利及卫生条件等方面的措施。

（3）监理组织机构和人员职责

根据工程环境监理工作计划文件，明确工程环境监理工作领导小组，领导环境监理工作。实行工程总监理工程师负责制，由环境工程监理部独立主持本项目的环境监理工作，直接对领导小组和工程总监负责。

（4）工作制度

包括工作记录制度、人员培训制度、报告制度、函件来往制度、环境例会制度：每月召开一次环保监理会议。环境例会期间，承包商对近一段时间的环保工作进行回顾性总结，环境监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在的问题及核改要求。每次会议都要形成会议纪要。

（5）人员设备进出现场计划和准备

结合项目的工期、计划进度及技术特点等实际需要，对投入本项目的人力资源进行合理配置，确定派驻施工现场监理人员（技术人员），承担工程施工环境监理任务。派驻现场的监理人员应具备丰富的工程环保管理的实践经验及理论知识。监理工程师具有环境工程专业的工程师技术职称，监测、试验及现场旁站等监理员应具有（环境工程专业）助理工程师（及以上）职称，并经过专业技术培训和监理业务培训。

环境监理部所涉及到办公、试验、生活用房及相关的设施及设备计划安排：办公室、试验室、生活用房在工程建设指挥部所在地附近。项目所需的常用试验用具、用品进场，组建环境监理工程师工地试验室，安排环境监理用车，办公室设备、生活设施进场。

编制环境监理工作规划，组建项目环境监理部，在进驻现场前向领导小组、业主提交环境监理机构组成，环境监理人员名单、环境监理人员，明确岗位职责，定时定岗。

建立健全、严格的监理规章制度，组织全体环境监理人员熟悉合同条件及相应技术规范。

进行现场调查，对现场地形、地物、水文地质、环境概况全面掌握。

在环境监理方案的基础上，根据施工图设计，在环境监理进场前提交环境监理工作规划，并编制环境监理工作实施细则。

环境监理工作规划、工作实施细则由监理工程师编制，报业主审批。

（6）质量控制

①质量监控的原则

对施工进行全过程、全方位的检查、监督和管理，公示事前控制，及时预防和制止可能产生环境影响的各种不利因素，防患于未然；严格事中控制，随时消除可能产生环境影响的各种隐患：完善事后控制，使承包人提交的工程项目符合设计图纸、技术规范、满足合同的各项环保要求。

②质量控制的主要方法与措施

环境监理部建立以总监为主的完善的质量监控体系，对承包人的施工方法和施工工艺等进行全方位的监督与检查。

（7）组织协调、信息汇总、传输及管理

环境监理部主要将以会议的形式来做好协调管理工作。

信息汇总、归档和管理将根据业主要求，参照国家和地方有关部门的规定，结合本工程特点进行整理、分类、造册、归档，并经常召开专题会议，检查、督促承包人及时整理合同文件和技术档案资料，确保工程信息、档案分类清楚、完整、技术档案、图纸资料与实物同步。

10.3.2 环境监理的工作内容和方法

10.3.2.1 监理工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式。

（l）提示定期对施工现场水、气、声进行现场监测。

（2）环境监理人员检查发现环保污染问题时，应立即通知承包商现场负责人员进行纠正，该通知单同时抄送监理部和业主代表。承包商接到环境监理工程师通知后，应对存在的问题进行整改。

10.3.2.2 监理工作内容

（1）施工前期环境监理

①污染防治方案的审核：根据具体项目的工艺设计，审核工程施工采用工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向生态环境主管部门申报后具体落实，审核其可行性，并提出合理建议。

②审核施工承包合同中的环境保护专项条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境的污染影响，同时对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

（2）施工期环境监理

①监督检查水保措施是否按环保对策执行环保措施、措施落实情况及效果。

②监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染。

③监督检查建筑工地生活污水和生活垃圾是否按规定进行妥善处理处置。

④监督检查施工生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。

⑤冲洗生产废水须经沉淀池处理达标后排放。

⑥监督检查施工现场道路是否畅通，排水系统是否处于良好的使用状态，施工现场是否积水。

⑦施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境、防止污染的意识。

⑧做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验工作。

⑨参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

（3）竣工后的环境恢复监理

工程竣工后，要监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况及环保处理设施运行情况。

①监督竣工文件的编制

②组织初验

③协助业主组织竣工验收

④编制工程环境监理总结报告

⑤整理环境监理竣工资料

（4）现场监理

分项工程施工期间，环境监理工程师将对承包商的环保方面施工及可能产生污染的环节应进行全方位的巡视，对主要污染工序进行全过程的旁站、全环节的监测与检查。

其工作内容主要有：

①协调现场施工环境监理工作，重点巡视施工现场，掌握现场的污染动态，督促承包商和监理双方共同执行好环境监理细则，及时发现和处理较重大的环保污染问题。

②监理工程师对各项工程部位的施工工艺进行全过程的旁站监理，现场监测、检查承包人的施工记录。

⑧监理工程师应指导监理员并示范如何进行现场监测与检查，注意事项和记录工程的环保状况。

现场检查监测的内容：施工是否按环境保护条款进行，有无擅自改变；通过监测的方式检查施工过程中是否满足环保要求；施工作业是否符合环保规范，是否按环保设计要求进行；施工过程中是否执行了保证环保要求的各项环保措施。

监理员应将每天的现场监测和检查情况予以记录并报告环境监理工程师，环境监理工程师应对监理员的工作情况予以督促检查，及时发现处理存在的问题。

10.4 环境监测计划

10.4.1 环境监测目的

（1）掌握工程施工期及运行期，工程沿线环境的动态变化过程，为环境管理提供科学依据；及时掌握环保措施的实施效果，预防突发事故对环境的危害，验证环境影响预测评价结果。

（2）及时掌握各施工段的环境污染程度和范围，消除环境污染隐患。

10.4.2 施工期环境监测计划

10.4.2.1 施工期监测方案布设原则

（1）与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工特点和周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工对周围环境敏感点的影响及环境变化对工程施工的影响。

（2）针对性和代表性的原则

根据环境现状和环境影响预测结果，选择对环境影响大的、有控制性和代表性的以及对区域或流域影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性。

（3）经济性与可操作性的原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测方案主要监控任务和目的为前提，尽量利用附近现有监测站网、监测机构、监测断面（点），所布设监测断面（点）可操作性应强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

（4）统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

10.4.2.2 施工期地表水监测

监测项目、监测点布设和监测频次详见表 10.4-1。

监测方法：根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监

测技术规范》(HJ/T91-2002)规定的方法进行水质监测和分析。

表10.4-1　施工期水环境监测计划

监测类型	监测点位		监测项目	监测频次与时段	监测点位	执行标准
地表水监测	水源区	白盆珠水库拟建取水口	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 的 24 项基本项目+悬浮物	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	44	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准
		白盆珠水库主坝				
	输水线路及受水区	白马河白马村	pH、石油类、悬浮物、COD、氨氮、总磷	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	44	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准
		明热河				《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV 类标准
污废水水质监测	临时生活区生活污水处理系统末端(11 处)		pH、化学需氧量、五日生化需氧量、LAS、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	242	广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》(GBT18920-2020)中标准较严值后回用
	生产废水处理末端(11 处)		pH、石油类、悬浮物、废水流量	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	242	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准
	砂石加工系统废水处理末端（2 处）		pH、石油类、悬浮物、废水流量	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	44	《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)
	隧洞洞口排水处理系统（6 处）		pH、石油类、悬浮物、废水流量	施工期 66 个月，每季监测 1 次，每次 1 天。	132	广东省地方标准水污染物排放限值》(DB 44/26-2001)第二时段一级标准

10.4.2.3 施工期地下水监测

地下水水质监测点位根据输水路线走向情况布置，施工线路附近布设监测点位主要针对输水线路隧道施工段，共设置 6 处监测点位，施工期共计监测 30 点

次。水样采集按照《环境监测技术规范》的规定方法执行，样品分析按照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）规定的选配方法执行。

表10.4-2 施工期地下水监测点位布设表

序号	监测点位	检测项目	监测频率
1	引水干线隧洞（4 处）	监测指标包括 pH、DO、COD、BOD_5、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物等 10 项指标，同时记录地下水位、井深及点位经纬度。	施工期内每年各监测 1 期，每期 1d
2	引水支线 2 隧洞（2 处）		

10.4.2.4 施工期环境空气监测计划

（1）监测点布设

结合《环境监测技术规范》的要求，根据工程区沿线环境空气敏感目标分布情况，选择具有代表性的敏感点布设监测点，了解和掌握工程施工对环境空气的影响。水源区共布设 2 个监测点，输水线路布设 9 个监测点。

（2）监测时段及频次

监测指标：TSP。

监测频率：施工期每半年监测 1 次，每次 1 天。

监测方法：监测单位按《环境监测技术规范》(大气部分)执行。

（3）监测方法

按照《环境监测技术规范》及《环境空气质量标准》（GB3095-1996）规定的方法执行。

10.4.2.5 施工期声环境监测计划

（1）监测点布设

与施工期大气监测点位同步。

（2）监测时段及频次

监测敏感点连续等效 A 声级，监测频次施工期每半年进行 1 次，每次 1 天。

（3）监测方法

按照《环境监测技术规范》及《声环境质量标准》（GB3095-2008）、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的方法执行。

10.4.2.6 施工期人群健康监测计划

（1）监测点布设

11 个施工工区的施工人员。

（2）监测时段及频次

施工开始前对食堂全部工作人员进行一次检疫；施工期间对食堂全部工作人员进行每年 1 次检疫；对其他施工人员进行抽样检疫，每年 1 次，检疫人数为施工总人数的 10%。

（3）监测内容

以施工区易发生、对工程建设影响明显的肝炎、痢疾等疾病为主要监测内容。

10.4.2.7 施工期水生生态监测计划

（1）监测断面

工程水生生态监测共设 3 个断面，白盆珠水库、西枝江（白盆珠水库下游）以及明热河各设置 1 个监测断面。

（2）监测内容与监测要素

生境条件监测：水温、溶解氧、pH 值、透明度、水深、流速等。

水生生物监测：叶绿素 a 含量、浮游动植物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。

鱼类种群动态及群落组成变化：鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测西枝江流域鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析鱼类种类的变化趋势。

鱼类产卵与繁殖生态：鱼类种类、早期资源组成与比例、时空分布、繁殖量、水文要素（温度、流速、水位、流向）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。

（3）监测频次与时段

施工高峰年调查一次。

（4）监测方法

参照《水生态技术检测指南河流水生生物检测与评价（试行）》（HJ1295-2023）、《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）、《淡水渔业资源调查规范河流》（SC/T9429-2019）、《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》(HJ710.7-2014)、

《水库渔业资源调查规范》(SL 167-2014)、《内陆水域水生生物资源调查手册》、《河流水生生物调查指南》（科学出版社）等方法展开调查。

10.4.2.8 施工期陆生生态监测计划

（1）监测范围及点位布设

本工程陆生生态监测范围为水源区取水口、输水线路工程评价范围，以施工布置区周围为监测重点。重点关注工程施工占地和环境敏感点的植被和野生动物情况。

（2）监测依据

《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）、《生物多样性观测技术导则》（HJ710）系列等。

（3）监测点位布设

（3）监测时段和频率

施工高峰年调查 1 次。

（4）监测内容

生态系统结构和功能调查：调查生态系统类型，结构、分布、生态系统生产力、生物量和稳定状况。

植物监测：调查陆生植物区系、植物群落种类、数量、分布状况、丰富度、盖度、长势、生境等，重点调查国家重点保护植物的种类及组成、种群密度、覆盖度、分布、植被格局、演替变化等；

动物监测：调查种类、分布、密度和季节动态变化，重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地；迁徙鸟类种类和季节动态变化等。

植被恢复效果监测。调查植物成活率、萌发情况、幼树长势、植被覆盖率、植物种类变化等。

10.4.3 运行期环境监测计划

本项目运行期主要环境影响为水源区、输水线路及受水区的环境影响。根据影响情况拟定运行期水源区、输水线路区环境监测计划，受水区的环境监测依托生态环境部门常规监测，对受水区的水生态与水环境状况开展持续跟踪。

表10.4-3　运行期环境监测计划

监测环境要素		监测项目	监测频率	监测断面
水环境监测	地表水人工监测	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中基本项目 24 项、集中式水源地补充项目 5 项、悬浮物等 30 项指标。	每月开展一期	依托生态环境部门常规监测
		《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中基本项目 24 项、集中式水源地补充项目 5 项、特定项目 80 项，共 109 项全指标。	每年至少 1 次	取水口
	取水口自动监测	按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中基本项目、集中式水源地补充项目，结合目前市场上自动化检测设备的指标覆盖情况，需自动化检测的指标包含：水温、pH、DO、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、COD、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、石油类、硫化物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、生物毒性 28 个项目。	连续监测	取水口
水生生态调查	生境条件及水生生物监测	生境条件：水温、溶解氧、pH 值、透明度、水深、流速等。 水生生物监测项目：叶绿素 a 含量、浮游动植物、底栖动物的种类、分布密度、生物量。	工程开始调水后第 1-5 年每年调查 1 次，第 5 年后，原则上每 5 年调查 1 次，暂定调查监测 20 年	白盆珠水库
	鱼类种群资源调查	调查鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测流鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析鱼类种类的变化趋势。		白盆珠水库
	早期资源监测	调查鱼类种类、早期资源组成与比例、时空分布、繁殖量、水文要素（温度、流速、水位、流向）、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次。	工程开始调水后第 1-5 年每年在鱼类繁殖期（4 月-7 月）调查 1 次，第 5 年后，原则上每 5 年调查 1 次，暂定调查 20 年	白盆珠水库
	保护措施效果监测	增殖放流效果监测	每次增殖放流后	增殖放流水域
		取水口拦鱼效果监测	工程开始调水后第 1-5 年每年调查 1 次，第 5 年后，原则上每 5 年调查 1 次，暂定调查 20 年	取水口

监测环境要素		监测项目	监测频率	监测断面
陆生生态调查	陆生植物	植物群落变化、植物种类及组成、典型植被、覆盖度、重要物种的分布及生境质量变化、外来种等	工程开始调水后第 1-5 年每年调查 1 次，第 5 年后，原则上每 5 年调查 1 次，暂定调查 20 年	取水口及管理平台、4#检修支洞洞口
	动物监测	陆生动物种类组成、数量变化、分布区域，重要物种的活动、分布变化以及生境质量变化等		

10.5 “三同时”制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》有关规定实施，深汕合作区引水工程的环境保护竣工验收重点内容见表 10.5-1。

表10.5-1　本项目竣工环保验收一览表

影响源		环境保护措施	主要设施	验收要求及主要污染物排放浓度
水环境保护措施	白盆珠水库取水口水源污染	防护措施	拦油拦污设施	正常运行
	白盆珠水库水源地污染源	保护措施	水源地规范化建设、污染整治	按环评落实各项措施
	输水线路水环境保护措施	管理措施	输水线路工程管理范围内的环境保护管理措施	按环评落实各项措施
	管理站	生活污水处理措施	1 套污水处理系统	正常运行，执行《城市污水再生利用 城市杂用水质》（GB/T18920-2020）
陆生生态保护措施	取水口、输水线路建设	自然保护地生态补偿	自然保护区、森林公园共 2 处	按环评落实各项措施
	取水口建设	重点保护植物保护措施	移栽 115 株苏铁蕨和 2 株软荚红豆，其余就地保护	按环评落实各项措施
水生生态保护措施	鱼类影响	增殖放流	增殖放流鲮、黄颡鱼、翘嘴鲌、草鱼、鲢等。	按环评落实措施
		取水口驱鱼设施	取水口拦鱼电栅	按环评落实措施
		取水口布置及取水过程优化	取水口叠梁门运行方案	
	生态流量	生态流量下泄设施	白盆珠水库，拟采取以坝后电站闸门泄流为主的泄放措施	正常运行
环境空气	管理平台备用发电机排放的燃油尾气	废气防治措施	烟气过滤装置 1 台	正常运行，执行《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准
固废	管理平台	固废防治措施	垃圾收集系统 1 套	正常运行，达到设

影响源		环境保护措施	主要设施	验收要求及主要污染物排放浓度
				计要求
环境保护临时措施	施工期地表水环境保护措施	施工生产废水处理措施	砂石料加工系统废水处理 2 处	废水处理目标为 SS≤100mg/L
			机械修配系统废水处理 11 处	回用
			隧洞施工排水处理措施 4 处	废水处理目标为 SS≤60mg/L
			基坑施工排水处理措施	废水处理目标为 SS≤60mg/L
		施工生活污水处理措施	一体化生活污水处理设备，共 11 处	正常运行，达到设计要求
		施工期水源保护区水质保护	白盆珠水库取水口、支线 2 穿越三角山水库段	按环评落实措施
	施工期地下水环境保护措施	地下水应急供水方案	工程隧洞段	按环评落实措施
	施工期声环境保护措施		移动声屏障，设置标志牌	按环评落实措施
	施工期固体废物处理措施		弃渣场 7 个	按环评落实措施
			生活垃圾分类收集设施	按环评落实措施
			危险废物处理措施	按环评落实措施
	施工期环境空气保护措施		扬尘污染防治措施	按环评落实措施
	施工期人群健康		健康调查、建档、检疫、应急医疗品、营地消毒	符合健康管理要求

10.6 环境影响后评价要求

在本项目通过环境保护设施竣工验收且稳定运行三至五年内，根据 2016 年 1 月 1 日起施行的《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》开展本项目的环境影响后评价工作，对本工程实际产生的环境影响以及污染防治、生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测和验证评价，并提出补救方案或者改进措施，编制环境影响后评价报告书。

本项目环境影响后评价报告书应当包括以下内容：

（一）建设过程回顾。包括环境影响评价、环境保护措施落实、环境保护设施竣工验收、环境监测情况，以及公众意见收集调查情况等；

（二）工程评价。包括项目地点、规模、生产工艺或者运行调度方式，环境污染或者生态影响的来源、影响方式、程度和范围等；

（三）区域环境变化评价。包括建设项目周围区域环境敏感目标变化、污染源或者其他影响源变化、环境质量现状和变化趋势分析等；

（四）环境保护措施有效性评估。包括环境影响报告书规定的污染防治、生态保护和风险防范措施是否适用、有效，能否达到国家或者地方相关法律、法规、标准的要求等；

（五）环境影响预测验证。包括主要环境要素的预测影响与实际影响差异，原环境影响报告书内容和结论有无重大漏项或者明显错误，持久性、累积性和不确定性环境影响的表现等；

（六）环境保护补救方案和改进措施；

（七）环境影响后评价结论。

11 环境保护投资及经济损益分析

11.1 环境保护投资估算

11.1.1 编制原则

深汕合作区引水工程环境保护投资估算的编制遵循以下原则：

（1）“功能恢复”的原则”。因工程兴建对环境造成的不利影响，环保投资以保护或恢复工程建设前的生态环境功能为下限；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模所需增加的投资，由受益者自己承担。

（2）“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

（3）环境保护投资概算编制的依据、方法、价格水平年、主要材料价格及主要预算单价与主体工程一致。

（4）对于具有环境保护功能，但已列入主体工程及其他专项投资的项目，不再列入工程环境保护专项投资。

（5）对于受设计深度限制，目前无法明确工程量的环境保护措施，参照同类工程单价，采用综合指标法进行估算。

（6）本估算仅包括工程建设期和试运行期环保费用，运行期环境管理及环境研究等费用列入运行成本。

11.1.2 编制依据

（1）《水利工程设计概（估）算编制规定》(环境保护工程)（水总〔2024〕323 号）；

（2）《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管〔2017〕37 号)；

（3）《国家发展改革委、建设部关于印发〈水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定〉的通知》(发改价格〔2006〕1352 号)；

（4）《关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》(国家计委、国家环保总局计价格〔2002〕125 号文)；

（5）《国家发展改革委关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》(发改价格〔2011〕534 号)；

（6）环境监测费采用广东省监测行业指导价。

（7）人工、材料等基础价格与主体工程一致。缺项部分参考市场询价。

11.1.3 项目组成

根据《水利工程设计概（估）算编制规定》(环境保护工程)（水总〔2024〕323 号）、《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管〔2017〕37 号)和深汕合作区引水工程环境影响减缓措施，深汕合作区引水工程环境保护投资划分环境保护措施费、环境监测费、环境保护仪器设备及安装费、环境保护临时措施费和环境保护独立费。

环境保护措施费包括：水环境保护措施、大气、声环境保护措施、生态保护措施等。

环境监测费用包括：施工期水、气、声、生态环境监测费用；运行期包括环境监测设施费，但不包括监测费用。

环境保护仪器设备及安装费包括：主要环保设备和环境监测设备费用。

环境保护临时费用包括：施工期废污水处理、噪声防治、固废处置、环境空气质量控制等临时措施费用。

环境保护独立费用包括：建设管理费、招标业务费、环境监理费、经济技术咨询费、科研勘测设计咨询费以及环境影响补偿费用等。

11.1.4 估算编制

本工程主体工程投资估算按惠东县 2024 年 12 月和汕尾市 2025 年 4 月的价格水平编制。环保投资基础价格、价格水平与主体工程保持一致。

11.1.5 环保投资估算

根据估算，本工程环境保护投资总估算 6096.31 万元，其中环境保护措施费 119.01 万元，环境监测措施费(施工期)140.14 万元，仪器设备及安装费 100 万元，环境保护临时措施 2013.66 万元，环境保护独立费用 3324.68 万元，基本预备费

398.82 万元。各项费用明细见表 11.1-1。

表11.1-1　深汕合作区引水工程环保投资估算明细表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
第一部分环境保护措施					**99.01**
1	饮用水水源地保护措施				70.00
1）	物理隔离防护网	m	2000	250	50.00
2）	警示牌、宣传牌	个	25	4000	10.00
3）	界标	个	25	4000	10.00
2	管理处生活污水处理措施	套			28.95
1）	三级化粪池	个	1.0	11125.0	1.11
2）	砖砌隔油沉淀池	个	1.0	11591.0	1.16
3）	回用水池	个	1.0	11323.0	1.13
4）	一体化生活污水处理设备	套	1.0	238643.0	23.86
5）	管网铺设	套	1.0	3000.0	0.30
6）	运输安装调试	%		5	1.38
3	管理处固体废物处置				0.06
1）	垃圾桶	个	3	200	0.06
第二部分环境监测措施					**120.14**
1	水质监测（施工期）				48.59
1）	地表水水质监测	点·次	76	1480	11.25
2）	生产废水水质监测	点·次	361	370	13.36
3）	生活污水水质监测	点·次	220	1090	23.98
2	噪声监测（施工期）	点·次	247	500	12.35
3	大气监测（施工期）	点·次	247	1000	24.70
4	生态监测				50.00
1）	水生生态监测	次	10	22000	22.00
2）	陆生生态监测	样线/样方	32	15000	48.00
5	放射性监测	点·次	30	1500	4.50
第三部分仪器设备及安装费					**100.00**
1	水质监测				0.00
1）	水质自动监测设备	计列数字孪生			0.00
2	取水口拦鱼电栅	套	1	1000000	100.00
第四部分环境保护临时措施					**2013.66**

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
1	**水环境保护保护**				**1580.64**
1）	生活污水				529.39
①	化粪池	座	11	35648.60	39.21
②	隔油池（ZG-1）	座	11	18000	19.80
③	一体化水处理设施	座	11	331687	364.86
④	管道及配件	座	11	20000	22.00
⑤	生活污水处理费	m^3	417600	2	83.52
2）	含油废水				106.48
①	隔油沉淀池(ZC-1)	座	11	18000	19.80
②	清水池(20m3)	座	11	40000	44.00
③	污泥干化池	座	11	12000	13.20
④	污水处理费	m^3	119900	2	23.98
⑤	浮油处理费	项	11	5000	5.50
3）	砂石料废水				203.38
①	砂石料废水处理设备	座	2	914920	182.98
②	砂石料废水处理费	m^3	81600	2.5	20.40
4）	基坑排水				3.60
①	PAC 絮凝剂	t	10	3000	3.00
②	水泵	台	1	6000	0.60
5）	洞室废水	处			712.19
①	污水处理费用	m^3	723341.5	1	72.33
②	处理设备（20m3/h，5 台）				409.80
	土方开挖	m^3	518.3	19.72	5.11
	土方回填	m^3	262.5	23.22	3.05
	模板	m^2	382.9	56.65	10.85
	混凝土	m^3	105.5	859.62	45.32
	钢筋	t	10.5	7682.83	40.51
	毛石地基处理	m^3	42.8	300	6.42
	絮凝搅拌器	个	6	30000	90.00
	加药系统	套	1	120000	60.00
	加药间	m^2	75.6	800	30.24
	管件及阀门	批	1	100000	50.00

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
	运输安装调试	个			68.30
③	处理设备（40m3/h，1 台）				93.45
	土方开挖	m^3	814.7	19.72	1.61
	土方回填	m^3	411.2	23.22	0.95
	模板	m^2	555.2	56.65	3.15
	混凝土	m^3	149.6	859.62	12.86
	钢筋	t	15.0	7682.83	11.50
	毛石地基处理	m^3	58.8	300	1.76
	絮凝搅拌器	个	6	30000	18.00
	加药系统	套	1	120000	12.00
	加药间	m^2	75.6	800	6.05
	管件及阀门	批	1	100000	10.00
	运输安装调试	个			15.58
④	处理设备（100m3/h，1 台）				136.61
	土方开挖	m^3	2134.0	19.72	4.21
	土方回填	m^3	1041.8	23.22	2.42
	模板	m^2	1212.6	56.65	6.87
	混凝土	m^3	312.3	859.62	26.84
	钢筋	t	31.2	7682.83	23.99
	毛石地基处理	m^3	115.3	300	3.46
	絮凝搅拌器	个	6	30000	18.00
	加药系统	套	1	120000	12.00
	加药间	m^2	75.6	800	6.05
	管件及阀门	批	1	100000	10.00
	运输安装调试	个			22.77
6）	取水口防污帘	m^2	6400	40	25.60
2	**环境空气质量保护**	**在主体工程中计列**			**0.00**
3	**噪声防护**				**195.70**
1）	彩钢夹芯板	m^2	5500	300	165.00
2）	施工人员防护用品	人	1535	200	30.70
4	**固体废物处置**				**237.32**
1）	生活垃圾清运	元/人·年	约 1535 人·5 年	200	153.50

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
2）	垃圾处置费	t	1401	200	28.02
3）	垃圾桶	个	40	200	0.80
4）	危险废物储存间	处	11	50000	55.00
	第一～第四部分合计				**2372.81**
第五部分独立费用					**3324.68**
一	**建设管理费**				**199.15**
1	环境管理经常费	第一至第四部分之和的 3%			71.18
2	环境保护宣传及技术培训费	第一至第四部分之和的 2%			47.46
3	环境保护设施竣工验收费	环办环评[2016]16 号			80.51
二	**招标业务费**	计价格〔2002〕1980 号			**12.86**
三	**环境监理费**	发改价格[2007]670 号文			**60.76**
四	**经济技术咨询费**	第一至第四部分之和的 2%			**56.07**
五	**工程造价咨询服务费**	粤价函[2011]742 号			**26.83**
六	**科研勘测设计费**				**675.16**
1	环境保护科学研究试验费				0.00
2	环境影响评价费	按收费标准计算			391.69
3	勘测设计费	计价格[2002]10 号			283.47
七	**环境影响补偿费用**				**2293.85**
1	自然保护区补偿费用				2244.95
1）	生态补偿费	实际补偿费用以建设单位与保护区管理机构签订的补偿协议为准			1906.42
①	降低生态影响的工程设施建设费				96.00
②	生态影响监测费				63.00
③	因工程建设和运营增加的巡护费				35.00
④	综合科学考察				89.60
⑤	生态功能损害补偿费				1463.40
⑥	重点保护野生植物迁地保护费				99.42
⑦	增殖放流				60.00
2）	占补平衡异地补划补偿经费	实际补偿费用以建设单位与主管部门签订的补偿协议为准			338.53
①	林地所有权人补偿				99.34
②	占补平衡异地补划工作管理费				65.00
③	加强保护管理的工程设施建设费				42.75
④	资源监测费				110.00
⑤	巡护费				21.44

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	投资(万元)
2	森林公园补偿费用	实际补偿费用以建设单位与森林公园管理机构签订的补偿协议为准			48.90
1）	降低生态影响的项目建设费				0.35
2）	生态影响监测费				25.00
3）	因项目建设和运营增加的巡护费				23.55
第一至第五部分合计					**5697.49**
第六部分基本预备费		第一至第五部分之和的 7%			**398.82**
环境保护总投资					**6096.31**

11.2 环境经济损益分析

11.2.1 目的与遵循原则

深汕合作区引水工程的环境影响经济损益分析主要遵循以下原则：

（1）突出重点、兼顾一般的原则

由于深汕合作区引水工程对环境的影响复杂，涉及面广，因此环境经济损益分析主要抓住重大影响因素进行分析，对相关密切的一般影响因素可适当加以综合。

（2）终极影响原则

鉴于各环境因子之间的关系十分复杂，在进行环境经济损益分析时，只考虑那些与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

（3）一次性估价原则

为使环境经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性，统一按现行价格水平年为计算标准，进行一次性估价，使估价具有可比性。

（4）减免不利影响的补充投资原则

对生态与环境的不利影响，着眼于预防、保护和挽救，以减免不利影响。在环境经济损益分析中，尽量运用补救措施和防护措施的费用，作为反映工程环境影响效应大小的尺度，而不是消极地计算损失值。

11.2.2 环境影响经济损益分析方法

环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生

态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用——效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析，按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

根据深汕合作区引水工程对不同环境要素的影响特点，在进行环境经济损益分析是，主要选取了接受补偿法、防护费用法、影子水价法和有无项目对比法等分别进行估算。其中，接受补偿法适用于在适当规模投资保证下，采取合理措施可减免不利影响的项目，如生态影响；工程对生物物种及水土流失的影响等这类无法估价和重要的对象则采用防护费用法进行转换计算；供水效益计算采用影子水价法进行计算；航运效益采用有无项目对比法计算，参与环境影响损益的比较分析。

11.2.3 环境损益分析

11.2.3.1 环境效益分析

深汕合作区引水工程建成投产后，可解决区域现状和未来所面临的资源性、工程性、水质性缺水问题，可支撑项目区经济社会高质量发展和生态文明建设。深汕合作区引水工程满足受水区城市生活、工业用水需求后，该工程从白盆珠水库引水，能有效提升深汕合作区供水安全保障能力。一方面，可缓解当地因用水量增速与水资源开发利用工程建设进度不协调而导致的缺水问题，满足城市发展对用水的要求，保障居民生活和工业生产的用水需求。另一方面，该工程遵循“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，在规划和实施过程中注重生态保护，通过科学论证和优化方案，减少对调出区和调入区生态环境的影响。此外，工程的建设还能增强城市发展的韧性，促进深惠两市水资源互补和产业融合，对深汕合作区的生态环境改善和社会经济可持续发展具有重要意义。环境效益显著。

11.2.3.2 环境损失分析

采用替代法计算，为减免本工程环境损失，需采取相应的环保措施进行减免。依据环评报告书中提出的各项环境保护措施，其中以水环境保护、生态保护为重点。为保证各项环境保护措施，需投入 6096.31 万元。

11.2.3.3 综合分析

本工程环境保护投资占工程总投资的比例较小，基本不会影响工程建设的经济可行性。在环境保护措施实施后，可最大限度地减少工程建设对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。此外，工程的建设对促进受水区的经济社会发展有很重要的积极作用，通过本工程的还可以推进、加强受水区水污染防治规划的实施和水环境整治进度。因此，从环境经济损益分析角度，工程建设是合理可行的。

12 评价结论

12.1 工程概况

12.1.1 流域规划

《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》等规划提出的有效解决深汕合作区缺水问题的跨流域调水工程。

《深汕合作区引水工程建设总体方案》指出工程供水至深汕合作区中心水厂（凤河水厂）和西部水厂（龙山水厂），两个水厂的供水范围覆盖整个深汕合作区，即供水范围为整个深汕合作区，以满足深汕特别合作区城市发展对用水量的要求。工程任务是以城镇供水为主，包括生活(含公共用水)和工业用水等。工程从惠东县白盆珠水库副坝左岸上游 2.5km 山坳处取水，经引水干线的进水闸、钻爆隧洞、TBM 隧洞、埋管等方式输水后，引水至 2#分水池，2#分水池再分两条支线分别交水至深汕合作区的凤河水厂和龙山水厂。

12.1.2 工程概况

工程主要为深汕合作区龙凤水厂和龙山水厂供水，以满足深汕特别合作区城市发展对用水量的要求。工程近期水平年设计引水量 0.8 亿 m^3，远期水平年设计引水量 1.64 亿 m^3。本工程为高埋深隧洞，考虑到工程施工条件、分期建设代价高，本次按远期水平年设计引水量 1.64 亿 m^3 的规模一次建成。工程自白盆珠水库取水，近期设计引水流量取 2.6m^3/s(相应取水水位 62.7m)，近期加大引水流量 3.8m^3/s(相应防洪限制水位)；远期设计引水流量 5.2m^3/s(相应取水水位 66.7m)，加大引水流量 30m^3/s(相应防洪限制水位)。取水口至明溪水库分水点(1#分水池)干线的设计引水流量为最大引水流量 30m^3/s，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)干线的设计引水流量按能覆盖合作区水厂的设计供水规模考虑，合作区规划水厂设计规模共为 90 万 t/d，考虑管道漏损及水厂自用水量，明溪水库分水点(1#分水池)至水厂分水点(2#分水池)的干线管道流量为 11.6m^3/s；2#分水池至凤河水厂支线的管道流量为 7.7m^3/s；2#分水池至龙山水厂支线管道流

量为 3.9m^3/s。

本工程引水线路桩号总长 29.703km(减各线路重合的 2#分水池直径后实际长度为 29.689km），其中引水干线长 20.429km、引水支线 1(即凤河水厂支线)长 0.410km、引水支线 2(即龙山水厂支线)长 8.864km。沿线建筑物布置有取水口长 0.095km；引水隧洞长 28.091km，其中干线隧洞长 20.149km、支线隧洞长 7.942km；引水管道长 1.517km(含分水池及各类阀井)，其中干线管道长 0.184km、支线管道长 1.333km。期间穿越铁路 2 次(广汕高铁、深汕高铁)、穿越公路 2 次(甬莞高速、省道 356)、穿越主要河道 1 次(明热河)。

本工程运行调度情况：

（1）明溪水库建成前，近期工程调度

①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)，工程可根据白盆珠水库预泄及合作区用水情况，按不大于水厂近期设计规模 3.8m^3/s 引水，并结合水底山、北坑水库及水厂多水源互通体系的相互调剂；②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)和 65.2m 之间时，工程可根据需求按不大于近期设计引水流量 2.6m^3/s 引水；③当白盆珠水库库水位低于 65.2m 时，工程取水服从流域统一调度要求；④当白盆珠水库库水位低于死水位 62.7m，工程停止取水。

（2）明溪水库建成后，远期工程调度：①当白盆珠水库水位接近或高于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)，工程可根据白盆珠水库预泄及明溪水库蓄水情况，按工程取水能力引水；并结合本地水库及水厂多水源互通体系的相互调剂；②当白盆珠水库水位位于汛期防洪运行控制水位(非汛期按正常蓄水位)和 69.2m 之间时，工程可根据需求按不大于设计引水流量 5.2m^3/s 引水；③当白盆珠水库库水位低于 69.2m，工程取水服从流域统一调度要求；④当白盆珠水库库水位低于死水位 62.7m，工程停止取水。

工程设 11 个施工工区，砂料、石料、土料外购，不设料场；工程永久占地面积 509.07 亩，临时占地面积 1679.49 亩；经土石方平衡后，弃渣 185.44 万 m^3，全部由当地消纳场消纳。本工程施工总工期高峰人数为 2100 人，施工总工期为 66 个月。

本工程总投资为 345589.40 万元，其中环保投资为 6096.31 万元。

12.2 工程分析

（1）协调性分析

1）国家政策

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“二、水利”行业的“1．水资源利用和优化配置：跨流域调水工程”鼓励类项目。本工程满足最严格的水资源管理政策要求，并全面贯彻落实跨流域调水工程“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的原则，统筹考虑工程引水与节水、治污、生态环境保护的关系。

2）法律法规

广东省水利厅对该工程涉及惠东县白马山县级自然保护区布置方案唯一性论证出具了审查意见（粤水调度函〔2024〕1215 号），工程取水口及新建检修道不占用惠东白马山县级自然保护区范围，输水线路以隧洞方式无害化穿越自然保护区长度为 4.26km（核心区 0.32km，缓冲区 1.43km，实验区 2.51km）。

引水支线 2(龙山水厂支线)DB5+003.35~DB6+901.58 段采用隧洞施工方式穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园，且在龙山水厂支线 DB4+799.854 处采用钻爆施工隧洞方式布置 4#施工支洞，穿越森林公园总长度约为 1.9km，广东省水利厅对该工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园布置方案唯一性论证出具了审查意见（粤水调度函〔2024〕1215 号），根据《广东省人民政府办公厅关于印发<广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案>的通知》（粤办函〔2021〕227 号），建设单位组织编制了深汕合作区引水工程穿越深圳深汕圆墩三角山县级森林公园生态影响评价报告。2025 年 10 月，深圳市规划和自然资源局出具了《市规划和自然资源局关于深汕合作区引水工程无害化穿越深汕圆墩三角山县级森林公园意见的复函》（深规划资源函〔2025〕3462 号），同意工程的建设。

工程涉及 2 个饮用水水源保护区，本项目是与供水直接相关项目，运行期不对饮用水源保护区水质产生不利影响，在施工期应当合理施工布置、做好防护措施，防止施工废水进入饮用水源保护区。本工程建设符合饮用水水源保护区相关要求。

工程用地范围内不涉及湿地公园、风景名胜区、地质公园等其它环境敏感区

域。

3）相关规划

经分析，本工程建设与国家及广东省主体功能区划、国民经济和社会发展第十四个五年规划是一致的。工程建设符合《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》等规划的要求。经省人民政府同意，广东省水利厅以粤水调度(2024)9 号文正式印发《深汕合作区引水工程建设总体方案》，作为深汕合作区引水工程建设的规划依据。

（2）水源环境比选

通过对合作区周边流域的分析，初步筛选出以下四个调水水源方案：①东：黄江公平水库(大型)引水；②西：深圳市境内引水；③南：海水淡化；④北：西枝江流域(白盆珠水库)引水。海水淡化方案和西枝江流域(白盆珠水库)引水方案水量满足调水需求，黄江公平水库引水方案水源供水水量不满足调水需求，深圳市境内引水方案水源供水水量不满足深汕合作区远期调水需求；除海水淡化方案水质难以满足生活供水要求外，其他三个方案的各个水源供水水质均可满足调水需求；四个方案的供水水源均存在一定的突发性水环境风险，需要采取水环境风险防范措施，保障供水水源水质；黄江公平水库引水方案和西枝江流域(白盆珠水库)引水方案涉及自然保护区和饮用水水源保护区，取水方案存在环境制约因素，海水淡化方案和深圳市境内引水方案更优；黄江公平水库引水方案和深圳市境内引水方案对下泄生态流量难以保障，海水淡化产生排放的浓盐水对环境影响较大，而西枝江流域(白盆珠水库)引水方案在遵循调水方案取水原则的基础上，取水口下游河道主要控制断面的生态流量可以得到保障，对下游水环境质量影响总体较小；仅西枝江流域(白盆珠水库)引水方案可实现多水源保障。综上，四个调水方案的供水水源总体来说，仅西枝江流域(白盆珠水库)引水方案具有环境可行性。

（3）取水口环境比选

根据白盆珠水库库盆库岸地形情况、取水可行性、取水水源相应的水质、库岸地质、环境影响因素、库区影响、施工条件、管理维护、经济效益等诸多因素进行综合分析论证选择取水口位置，并应考虑与输水线路布置协调、连接顺畅。

由于大坝的安全距离为 500m，因此不考虑距离白盆珠副坝 500m 以内的位置作为取水口。综合线路长度、副坝的安全距离、水深、库盆地形等因素，取水口 2 的优势较为明显。因此，推荐选取取水口 2 作为深汕合作区引水工程的取水口。

（3）输水线路环境比选

经过比选，东线方案校西线方案多涉及下穿 1 个森林公园，但从地形、地质条件及工程总体布局、工程征地、施工条件、工程维护管理及工程投资等方面来看，东线较优。此外，由于建设明溪水库需占用 1500 多亩永久基本农田，其建设时间未定，且西线方案库区埋管段在水库建成后不利于维护和管理。因此，综上所述，本阶段初拟东线方案为推荐方案。

12.3 环境影响及保护措施

12.3.1 水源及下游区

12.3.1.1 水资源

工程近期 2035 年多年平均引水量为 0.8 亿 m^3，占白盆珠水库多年平均入库水资源量 7.46%，占西枝江多年平均水资源量 1.75%；90%频率引水量 0.82 亿 m^3，占 90%频率入库水资源量的 14.59%，占 90%频率西枝江水资源量的 3.43%；97%频率引水量 0.47 亿 m^3，占 97%频率入库水资源量的 11.49%，占 97%频率西枝江水资源量的 2.7%。

工程远期 2050 年多年平均引水量为 1.64 亿 m^3，占白盆珠水库多年平均入库水资源量的 15.28%，占西枝江多年平均水资源量的 3.59%；90%频率引水量 1.22 亿 m^3，占 90%频率入库水资源量的 21.71%，占 90%频率西枝江水资源量的 5.10%；97%频率引水量 0.13 亿 m^3，占入库水资源量的 3.18%，占西枝江水资源量的 0.75%。

12.3.1.2 水文情势

（1）白盆珠水库

根据长系列调节计算，工程运营后，白盆珠水库近期引水前后水位变化在-0.45~0.75m，远期引水前后水位变化在-2.17~0.21m。

（2）白盆珠水库下游西枝江

从坝下、平山、水贝、西枝江河口等各个控制断面流量变化来看，流量变化趋势为从上游到下游各断面流量变幅逐渐减小，取水影响逐渐减小，到西枝江河

口处由于深圳市补水至西枝江流域惠州市惠阳区的鸡心石水库（2035 年、2050 年多年平均年补水量分别约为 0.40 亿 m^3、0.42 亿 m^3），流量有所增大。从年内变化情况来看，流量变化趋势为枯水期各断面引水前后流量变化比丰水期大。从时间情况来看，流量变化趋势为远期各断面引水流量变化比近期大。

12.3.1.3 水环境

（1）水环境现状

1）常规监测地表水环境质量现状

2022 年~2024 年白盆珠水库甘园断面各月水质为Ⅰ～Ⅱ类。

2022 年~2024 年白盆珠水库坝下断面逐月水质为I~II类，满足III类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年惠东城上、惠东城下断面逐月水质均为II类，满足Ⅲ类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年新圩村、西枝江水厂断面逐月水质类别为类II类~IV 类，各断面个别月份超标为 IV 类水质，超标指标主要为溶解氧或总磷。

2022 年~2024 年安墩河出口断面逐月水质为 I~II类，满足II类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年楼下河入西枝江断面逐月水质类别为III类~V 类，IV 类水质达标率为 97.22%，超标指标主要为溶解氧；2022 年~2024 年梁化河广惠高速路桥下断面逐月水质类别为类II类~IV 类，各断面个别月份超标为 IV 类水质，超标指标主要为溶解氧或总磷；2022 年~2024 年西枝江支流淡水河紫溪断面逐月水质类别为II类~V 类，IV 类水质达标率为 88.89%，超标指标主要为溶解氧。

2022 年~2024 年大岭水厂、良井老鸦山、平潭川龙村、马安断面逐月水质为II类，满足II类水质目标，水质达标率 100%；2022 年~2024 年主要月份鸡心石水库库中心断面的水质类别为II类~III类，II类水质达标率为 27.27%，超标指标主要为溶解氧、总氮、总磷、五日生化需氧量。

溶解氧、氨氮和总磷等指标的超标，可能受河流两岸生活生产活动密集的影响，存在农业、生活、工业等污染源，可能会使水质中有机物含量相对较高，进而导致溶解氧含量偏低。

2）补充监测地表水环境质量现状

本次评价在水源及下游区布设了 9 个监测断面，其中白盆珠水库所布置的

W1~W5 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准；白盆珠水库坝下西枝江流域 W6~W9 断面枯水期、丰水期的各水质指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准。

（2）环境影响

1）对白盆珠水库库内水质的影响

由于白盆珠水库现状水质较好，预测本工程取水后水质变化情况不大，且取水后水质仍可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质标准。

2）对下游西枝江水质影响

在白盆珠水库下泄不同流量条件下，随着下泄流量的增大，白盆珠水库下游各断面的氨氮、总磷浓度随着逐渐减小。当白盆珠水库下泄流量大于或等于最小下泄流量 10.5m^3/s 时，西枝江水质总体较好，马安桥下国考断面可优于 III 类水质标准。

（3）环境保护措施

白盆珠水库按照饮用水水源保护区管理要求进行管理，白盆珠水库一级水源保护区范围内的各类建筑及设施禁止排放污染物，禁止设置排污口，不得从事可能污染饮用水水体的活动。取水口围堰施工时，围堰外侧设置防污帘和围油栏，防止施工期间可能产生的污染物进入水体，保护水环境质量。运行期取水口前端设置 1 道防污帘，防污帘后设置 1 道围油栏，防污帘后顺水流方向依次布置拦污栅和检修闸门。

12.3.1.4 水生生态

（1）水生生态现状

1）白盆珠水库：本次调查丰水期在白盆珠水库共检测出浮游植物 5 门 18 属 20 种，其中绿藻门种类最多，达到 8 属 10 种，浮游植物平均密度为 156.13×10^4ind./L，平均生物量为 0.170mg/L；枯水期在白盆珠水库共检测出浮游植物 6 门 16 属 17 种，浮游植物平均密度为 921.67×10^4ind./L，平均生物量为 0.939mg/L。丰水期白盆珠水库共检出浮游动物 4 类 22 属 26 种，其中桡足类种类最多，共有 8 属 9 种，浮游动物平均密度为 248ind./L，平均生物量为 1.04mg/L；枯水期白盆珠水库共检出浮游动物 4 类 21 属 25 种，其中桡足类种类最多，共有

9 属 11 种，浮游动物平均密度为 365.38ind./L，平均生物量为 1.031mg/L。2022 年-2023 年调查期间，调查人员在白盆珠水库区共检出大型底栖无脊椎动物有 4 种，隶属于 2 门 3 目 3 科，软体动物门 2 目 2 科 3 属（种），节肢动物门 1 目 1 科 1 种（属），大型底栖动物平均密度为 7ind./m^2，平均生物量为 2.11g/m^2。共调查到鱼类 33 种，隶属于 7 目 16 科，其中种类最多的是鲤形目，有 6 科 22 种；最少的是太阳鱼目，为 1 科 1 种。对渔获统计，本次在白盆珠水库共采集到鱼类 811 尾，总重量为 32932.01g；其中丰水期采集到鱼类 710 尾，总重量 19671.39g；枯水期采集到鱼类 101 尾，总重量为 13260.62g。还调查到广东省重点保护水生野生动物 1 种，为沼蛙。

2）西枝江：本次调查丰水期在西枝江共检测出浮游植物 6 门 21 属 26 种，其中绿藻门种类最多，有 7 属 11 种，浮游植物平均密度为 86.73×10^4ind./L，平均生物量为 0.110mg/L；枯水期在西枝江共检测出浮游植物 5 门 17 属 18 种，其中绿藻门种类最多，有 7 属 7 种，浮游植物平均密度为 176.47×10^4ind./L，生物量变化范围为 0.079～0.190mg/L，平均生物量为 0.131mg/L。丰水期在西枝江共检出浮游动物 4 类 20 属 32 种，以轮虫种类为最多，共有 8 属 15 种，浮游动物平均密度为 137.33ind./L，平均生物量为 1.13mg/L；枯水期在西枝江共检出浮游动物 4 类 23 属 27 种，各类种数分布较为均匀，浮游动物平均密度为 400.43ind./L，平均生物量为 1.066mg/L。2022 年-2023 年调查期间，调查人员在西枝江共检出大型底栖无脊椎动物有 10 种，隶属于 2 门 4 目 7 科，大型底栖动物平均密度为 33.67ind./m^2，平均生物量为 14.10g/m^2。西枝江共调查到鱼类 24 科 56 种，其中鲤形目最多，有 6 科 30 种。对渔获统计，西枝江共采集到鱼类 809 尾，渔获物总重量为 51698.85g；其中丰水期采集到鱼类 550 尾，总重量 30237.07g；枯水期采集到鱼类 259 尾，总重量为 21461.78g。

（2）环境影响

由于工程引水量占水源区多年平均径流量的比例很小，且引水后白盆珠坝下、西枝江河口断面生态流量保证率在 90%以上。因此，对水源及下游区河段水文情势影响不大。下游河道的水生态环境不会发现明显的改变，也不会对白盆珠水库、西枝江鱼类资源造成明显的影响。

工程运行后，取水口处形成的紊流、剪力、漩涡等均有可能造成鱼类由于周

围流体速度超过其适应能力而被动地加速趋向取水口从而增加卷吸风险造成鱼类死亡。取水口位于白盆珠水库，由于水库流速缓慢、水体停留时间长，浮性卵鱼类（如鲢、鳙等）缺乏足够的漂流条件，其受精卵易沉降缺氧死亡，故库区天然分布的漂流性卵种类极少。库区及入库河流的鱼类繁殖以黏性卵为主，如广东鲂、鲫和黄颡鱼等，其受精卵具黏性，可牢固附着于砾石、水草或人工基质上。因此，根据不同类型鱼卵特性判断，工程取水对库区鱼卵的影响较小。个体稍大的鱼类游泳能力相对较强，受影响较小，而且取水口处会装有拦鱼栅，可降低鱼类被卷吸进入取水设施而受损的风险。

（3）拟采取的措施

在取水口设置拦鱼设施，驱赶鱼类进入输水通道。工程建设引起的鱼苗资源损失，进行鱼类增殖放流。

12.3.1.5 陆生生态

（1）陆生生态现状

水源及下游区评价范围分为森林生态系统、湿地生态系统、农田生态系统，其中，森林生态系统面积为 506.6hm^2，占评价范围的 78.98%；湿地生态系统面积 93.9hm^2，占评价范围的 14.64%。水源及下游区评价范围内记录到国家二级重点保护野生植物 3 种，分别是金毛狗、苏铁蕨、软荚红豆，其中占地范围分布有苏铁蕨和软荚红豆，其中苏铁蕨 115 株，软荚红豆 2 株，项目施工前对该类保护植物将进行迁地保护。

水源及下游区评价范围内，共记录到重点保护陆生野生动物有 16 种，其中国家二级重点保护物种有 8 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、黑翅鸢、黑鸢、白胸翡翠、红隼、画眉、豹猫；广东省重点保护陆生野生动物有 8 种，分别为黑水鸡、池鹭、大白鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦和灰头鹀。

（2）环境影响

1）陆生植物影响

施工区域的永久占地以林地为主，占比达 86.62%，但面积较小，为 5.05hm^2。项目施工期间土地利用类型变化幅度最大的为水域和乔木林地，工程的实施对这两中土地类型的影响最大，主要表现为林地和部分水域变成水域设施用地，部分林地变成永久检修道路和临时施工道路，但由于工程施工区域面积较小，不会导

致评价范围土地利用规划结构发生根本性改变。取水口占地和进场道路，使其区域失去原有的自然性和生态性，使植被生物量永久损失 400.02t，临时损失 298.82t。施工结束后，取水口围堰和临时施工道路占用地的植被可依靠植被恢复还原到一定的质量水平，永久占用地将成为人工基底的景观类型。

2）陆生动物影响

施工将带来人为活动增多、施工噪声增加与废水废气污染增多等影响，使得评价范围野生动物生活环境面积有所缩减，动物会迁移到附近相似的生境栖息。但是由于施工范围小，工程施工时间有限，这种影响不会长时间持续。随着工程的结束和当地植被的恢复，它们仍可回到原来的领地生活。

（3）拟采取措施

对占地范围涉及的国家重点野生保护植物进行迁地保护。优化工程布置和施工布置，尽量减少工程占地等减缓措施以及加强施工管理，禁止乱砍乱伐，严禁捕猎野生动物，尽量减小施工机械噪声对野生动物的惊扰等管理措施。在施工结束后，将通过科学的土壤修复、选择适宜植物、实施水土保持措施以及严格的施工期管理和后期管护，确保临时占用用地的植被得以有效恢复，符合相关政策法规要求，保障生态环境的可持续性。

12.3.2 输水线路及受水区

12.3.2.1 水文水资源

工程将在较大程度上改善受水区用水条件，通过提高供水保证率，有效缓解深汕合作区受水区规划水平年缺水状况。P=90%频率来水情况下，深汕合作区水资源量为 4.11 亿 m^3，规划水平年 2035 年，白盆珠水库水源供深汕合作区水量为 0.77 亿 m^3，占受水区 P=90%频率水资源量的 18.6%；规划水平年 2050 年，白盆珠水库水源供深汕合作区水量 1.14 亿 m^3，占受水区 P=90%频率水资源量的 27.6%。调入水量用于工业及生活用水，对受水区水文情势产生一定的影响，退水会导致的河道水量增加。

受水区水资源年内、年际变化大。降雨多集中在汛期，丰枯变化大。目前，深汕合作区已建成一批蓄、引、提水工程并发挥作用，但总体调节性能较差，汛期洪水径流大多难于转化为可利用水量。工程建设后受水区现状工程加上当地规

划新增供水工程后，其多年平均可供水量较现状有所增加，受水区新增退水进入河流，有利于提升河道生态流量保障率，有利于提升河道的水生态环境。

12.3.2.2 水环境

（1）水环境现状

受水区深汕合作区河流水质状况总体一般，受水区的河流水质目标为 II~IV 类，主要退水河流赤石河、南门河各断面近 3 年水质均有不同程度的超标情况，超标项目主要有溶解氧、总磷、化学需氧量、氨氮，各河流两岸生活生产活动密集，存在农业、生活、工业等污染源，可能会使水质出现超标情况。

（2）环境影响

在规划水平年 2035 年、2050 年水资源配置情况下，考虑受水区落实相应阶段的城镇污水处理厂扩建、污水处理设施提标改造、配套污水管网建设、农村污水收集处理设施建设、农村面源整治等水污染防治措施后，COD、氨氮、总磷污染物入河量较措施前有一定的削减。各控制单元 2035 年 COD 入河量占水环境容量的比例为 55.8%~92.5%，氨氮入河量占水环境容量的比例为 64.5%~97.8%，总磷入河量占水环境容量的比例为 64.3%~94.5%，措施削减后的污染物入河量均未超过水环境容量。各控制单元 2050 年 COD 入河量占水环境容量的比例为 66.1%~91.0%，氨氮入河量占水环境容量的比例为 83.1%~95.6%，总磷入河量占水环境容量的比例为 82.1%~96.9%，措施削减后的污染物入河量均未超过水环境容量。综上，在规划水平年 2035 年和 2050 年，各控制单元均可达到总量控制目标要求。

（3）环境保护措施

确定深汕合作区引水工程的安全保护范围，设置隔离及警示标志，对保护范围工程建设进行科学管理，确保不影响输水水质安全。大力开展点源污染治理，加强面源污染防控。工程通水前，受水区地方政府须以深环深汕〔2024〕35 号文批复的《深汕特别合作区明溪水库工程受水区水污染防治规划（2023-2035 年）》为依据，由受水区立即组织实施配套污染防治任务，制定区域污染物总量控制方案与减排计划，全面落实规划中各项针对性水污染防治措施，确保水质达标后引水。

12.3.2.3 水生生态

（1）水生生态现状

输水线路及受水区共检测出浮游植物 7 门 59 种（属），丰水期调查水域浮游植物平均密度为 11.777×10^{4}ind./L、平均生物量为 0.16mg/L，枯水期调查到受水区浮游植物平均密度为 11.649×10^{4}ind./L、平均生物量为 0.431mg/L。共调查到浮游动物 4 类 49 属 65 种，以轮虫种类数为最多，有 16 属 22 种，其中丰水期输水线路及受水区浮游动物平均密度为 103.5ind./L、平均生物量为 0.224mg/L，枯水期浮游动物平均密度为 234.43ind./L、平均生物量为 0.548mg/L。2022 年-2023 年调查期间，调查人员在输水线路及受水区共检出大型底栖无脊椎动物 23 种（属），隶属于 2 门 8 目 18 科，大型底栖动物平均密度为 8.63ind./m^2、平均生物量为 10.79g/m^2。本次调查在输水线路及受水区共鉴定出鱼类 62 种，隶属于 15 目 31 科。对渔获进行统计采集到鱼类 267 尾，总重量为 10915.72g。其中丰水期采集到鱼类 169 尾，总重量 3908.99g；枯水期采集到鱼类 98 尾，总重量为 7006.73g。还调查到广东省重点保护水生野生动物 2 种，为沼蛙和小棘蛙。

（2）环境影响

输水线路工程以隧洞形式穿越地表水体，工程施工期间不会扰动和占用水域面积，不会对水文情势、水生生境产生影响，也不产生悬浮物对水质及浮游、底栖生物产生影响。

白盆珠水库调查到淡水壳菜分布，淡水壳菜（沼蛤）广泛分布在南亚的淡水河流和湖泊中，对于盐度也有较好的耐受性。淡水壳菜有很强的适应和调节能力，即使是在流速大、溶解氧较低的情况下(如人工输水通道)也能保持较好的生长状态，属于典型的入侵性底栖动物。人工输水管道水流环境中缺乏淡水壳菜天敌与食物竞争者，淡水壳菜入侵输水管线后能够肆意扩张从而影响管道正常供水。因此，需要做好淡水壳菜的防治工作。

12.3.2.4 陆生生态

（1）陆生生态现状

输水线路评价范围分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。其中，森林生态系统面积为 4924.50hm^2，占评价范围的 87.24%。在评价范围内，记录到有金毛狗、苏铁蕨和软荚红豆 3 种国家重点

野生保护植物，隶属于 2 科 2 属，均为国家二级保护植物。苏铁蕨主要分布输水线 D3+800 至 D4+750 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 7 株；金毛狗主要分布在输水线 D9+000 段评价范围，记录到 2 个分布点，共 5 株；软荚红豆主要分布输水线 D5+500 至 D6+000 段评价范围，记录到 5 个分布点，共 5 株。输水管线采用深隧施工，工程施工对地表重点保护植物基本无影响，重点保护物种采用就地保护。

输水线路评价范围记录到重点保护陆生野生动物有 28 种，其中国家二级重点保护陆生野生动物有 18 种，分别为白鹇、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、黑鸢、普通鵟、黄嘴角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、红头咬鹃、红隼、画眉、红嘴相思鸟、斑林狸、豹猫；广东省重点保护陆生野生动物有 10 种，分别为池鹭、白鹭、斑姬啄木鸟、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黄嘴栗啄木鸟、海南蓝仙鹟、小鸦、灰头鸦、赤麂。

（2）环境影响

1）陆生植物影响

工程永久征地和施工临时征地主要破坏的土地利用类型有水域、林地、园地、耕地及交通运输道路等，其中林地的面积最大。施工期对森林生态系统的影响主要表现为对周围森林生态系统植被会造成占用或破坏，区域植被生物量和生产力下降；隧洞施工过程中弃渣、扬尘、废气、生活垃圾等带来的污染也会直接或间接影响附近植物生境及动物的栖息环境，会使得工程区附近森林生态系统中生产者生产能力降低，会导致森林生态系统内原有的一些植物及植被受到破坏。农作物种植面积减少，农作物产量降低，对其中生存的动物也会有所影响。工程永久占地占用植被生物损失量为 2694.24t，临时用地占用植被生物损失量为 7363.51t。施工结束后对临时占地范围土地平整、复耕、植被恢复等，可使临时占地范围植物及植被在适宜条件下迅速得到恢复，减缓工程建设对生态环境的影响。

2）陆生动物影响

输水线路的施工将带来人为活动增多、施工噪声增加与废水废气污染增多等影响，使得评价范围野生动物生活环境面积有所缩减，动物会迁移到附近相似的生境栖息。但是由于施工范围小，工程施工时间有限，这种影响不会长时间持续。随着工程的结束和当地植被的恢复，它们仍可回到原来的领地生活。

（3）拟采取的措施

生态保护措施主要采取优化线路和施工布置，尽量减少工程占地等减缓措施以及加强施工管理，禁止乱砍乱伐，严禁捕猎野生动物，尽量减小施工机械噪声对野生动物的惊扰等管理措施。

12.3.2.5 施工影响

（1）水环境

水环境影响：输水路线上水环境影响主要是砂石料加工系统废水、机械车辆冲洗废水、隧洞排水、基坑排水和生活污水。其中，工程砂石料加工系统废水经混凝、沉淀处理后全部回用于系统自身，严禁废水外排；机械车辆冲洗废水最终处理《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫”用水标准后，回用于施工工区绿化或道路清扫用水，不外排；隧洞排水经沉淀处理达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26-2001）第二时段一级标准后优先综合利用为工区降尘用水等，其余排放附近沟渠，对周边的水环境影响不大；基坑废水采用向基坑内投加絮凝剂（可采用聚合氯化铝或者聚丙烯酰胺），排水静置 2h 后抽出排放，剩余污泥定时人工清理，沉淀后抽排至下游。施工期生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《城市污水再生利用城市杂用水标准》（GBT18920-2020）后回用，禁止排入敏感水体。

（2）大气环境

环境现状：工程输水线路及受水区环境空气质量较好，基本满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级或二级标准。

环境影响：施工期间场内和场外公路交通量增加，分布在新建道路两侧附近的村庄，道路扬尘对面临公路侧部分房屋建筑可能产生影响，为避免交通运输扬尘对沿道路沿线居民点的不利影响，需采取降尘措施。

拟采取的措施：对临近居民点、自然保护区、森林公园附近的施工工区，设置不低于 2.5m 的遮挡围墙。在开挖和填筑较集中的工程区、临时堆土场等地，非雨日采取洒水措施防，防止扬尘产生和加速尘土沉降。临近敏感点施工区作业应缩短施工时间，减少开挖面积，及时采取有效的围挡、遮盖措施，降低对居民生活的影响。运输车辆途经人口密集居民区时，车速不得超过 15km/h；施工区应配备洒水车，在干燥季节每日对施工运输车辆经过的环境敏感地段进行洒水，同

时道路应及时清扫，避免工程材料运输扬尘对道路两侧居民影响。

（3）声环境

环境现状：区域声环境质量整体良好，昼夜声环境均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类或 2 类标准的要求。

环境影响：根据影响预测，本工程洞口施工工程量有限、施工爆破作业持续时间短，且随着爆破逐步转入地下，噪声影响也将逐渐消失。各施工机械影响范围为 50m 左右，考虑最不利情况，若不同机械同时施工，影响范围约为 100m 左右。工程输水路线较长，但各个敏感点附近的施工期较短，在采取彩钢夹芯板或安装移动声屏障等环保措施后，施工噪声对周边的环境影响不大，而且施工期的噪声影响是短暂的、间歇性的，随着施工期的结束，噪声也随之消失，周围声环境即可恢复至现状水平。

拟采取措施：选用低噪声设备和工艺，降低源强；合理安排施工时间，禁止夜间施工。昼间爆破前 15min 应鸣警笛，提示警戒。在等敏感点附近路段上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌，限制车辆时速在 15km/h 以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。对于受施工影响的村落，考虑采用临时隔声屏障措施。

12.3.2.6 地下水影响

工程隧洞穿越区域的顶部已尽量避开村庄和耕地分布，不涉及抽取地下水作为饮用水源和灌溉水源的情况，开挖过程中抽排隧洞渗水不会对其穿越区域造成生活生产供水短缺的影响。在隧洞开挖前采取预加固处理措施的前提下，工程输水隧洞施工过程中及时采用砼衬砌以及对污水处理设施做好防渗等防护措施，施工完毕后，砼衬砌完全可以防止围岩裂隙水进入洞内水体，工程的建设不会改变或阻断当地的地下水流态，不会导致隧洞穿越区域的地下水位下降，对隧洞周边生态环境及地下水状态、水质等影响在可接受范围内。

12.3.3 生态敏感区

（1）饮用水水源保护区

工程涉及的水环境敏感点主要包括白盆珠水库饮用水源保护区(备用)、三角山水库饮用水水源保护区。施工废污水主要来自施工机械冲洗废水、隧洞排水、

基坑排水和施工人员生活污水。根据施工布置，水源保护区范围内均未布设任何施工区、弃渣场、临时堆土场及生活营地等，工程施工期间施工污废水均不会外排至白盆珠水库、三角山水库饮用水水源保护区。

工程施工对白盆珠水库水源保护区的影响主要来自取水口施工基坑初期排水，其影响具有影响小、历时短的特点。尤其在采取了相应的废水处理措施后，废水 pH 值可被调节至 6～9 范围内，抽出用于周边施工道路降尘用水，围堰外侧布设防污帘，施工围堰填筑和拆除期间也不会造成 SS 浓度大幅提升。

（2）生态敏感区

拟建线路穿越的生态敏感区共 2 个，包括自然保护区 1 个，森林公园 1 个。工程均以隧洞方式穿越涉及的 2 个生态敏感区，隧洞最大埋深 745m。工程输水隧洞经过的山体内过渡带厚度一般较大，基岩透水性一般，饱和带地下水水位变化或下降对包气带或土壤层的水分入渗过程影响有限，沿线土壤水分供给主要通过天然降水补给，受饱和带地下水影响较小；隧洞上方附近植被均为常见类型，植物均为中生植物，对水分条件的适应能力强，项目区域气候温暖湿润、降雨丰富，土壤水分供给主要通过天然降水补给，工程隧洞建设对隧洞上方植物及植被的影响较小。工程建设单位在施工过程中将会采取生态保护措施，尽最大程度的降低该影响。随着施工活动的结束，施工区域会采取生态恢复措施恢复地表植被复绿，其余隧道部分不会对地表植物造成破坏，使工程建设对区域植物多样性的影响降至最低。自然保护区及森林公园内的施工，需要按照自然保护区、森林公园的相关要求完善手续。在施工图阶段应当进一步优化工程施工布置及施工方式，尽量减少对自然保护区、森林公园的影响；工程施工时做好降噪措施、污水处理等工作；施工结束后及时进行地貌和植被恢复。

12.3.4 环境风险

工程施工和运行过程中可能发生的风险有施工期废污水泄漏风险、施工机械漏油风险、生态风险等，风险发生的几率较小，但产生的后果较为严重，通过采取相关的风险防范措施能够将风险发生的可能性大大减小，制定的应急措施和应急预案能够将风险产生的后果大大降低。本项目在施工、运行期间各项环境风险防范措施和应急预案落实的基础上，并加强风险管理，本项目的环境风险是可防

控的。

12.4 公众参与

项目前期法人广东省东江流域管理局于 2025 年 4 月 18 日分别在广东省东江流域管理局网站、惠州市水利局网站、深圳市水务局网站进行了第一次网络公示。2025 年 9 月 2 日~2025 年 9 月 15 日期间在深圳市环境水务集团有限公司网站进行了征求意见稿公示全文链接；与此同时，分别于 2025 年 9 月 3 日及 9 月 8 日，两次在南方都市报登报公示；并在项目涉及的白盆珠镇、赤石街道办事处、鹅埠街道办事处、深汕合作区住房建设和水务局等处进行张贴布告公示，公示内容告知了公众项目环境影报告书征求意见稿全文。本项目公示期间，未收到公众意见及建议。

12.5 评价结论及建议

12.5.1 评价结论

深汕合作区引水工程为《粤港澳大湾区基础设施互联互通规划》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《“十四五”水安全保障规划》《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》《深汕合作区引水工程建设总体方案》等规划提出的有效解决深汕合作区缺水问题的跨流域调水工程。工程自白盆珠水库取水后，采用自流方式利用隧洞有压输水至深汕合作区，长远解决深汕合作区的区域水资源承载能力与经济发展布局不匹配问题，保障区域城市生活和工业用水需求，支撑合作区经济社会高质量发展。工程的建设符合相关产业政策，是《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目。工程产生的不利环境影响可通过植被恢复、增殖放流、生境修复、合理调度等环保措施有效减缓；施工期产生的不利影响可采取相应的治理措施予以消除或减缓。工程建设在严格遵循环境保护“三先三后”原则基础上，在有效落实本报告提出的各项环境保护措施基础上，从环境角度分析，工程建设是可行的。

12.5.2 建议

（1）结合工程实际进度及时开展环保措施设计工作，对环保措施进行进一

步深入研究和细化设计。严格遵循“三同时”制度，落实相应费用，确保各项环保措施的实施。

（2）工程实施后开展跟踪监测和评价，建立长期的监测体系（包括水质监测和生物监测），及时进行环境质量评估，实时调整环境保护和建设措施，并适时开展环境影响后评价，以检验环境影响评价的准确性以及环境保护措施的有效性，并根据环境影响后评价结果，提出环境保护补救方案和改进措施。环境影响后评价宜在工程投入运行后的三至五年内开展。

（3）工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理和环境监测计划。

（4）施工期间根据环境监理和环境监测结果及时优化、调整环境保护措施，以保证环境保护措施与施工进度、施工方案相协调，发挥环境保护设施的作用。

深汕合作区引水工程

环境影响报告书

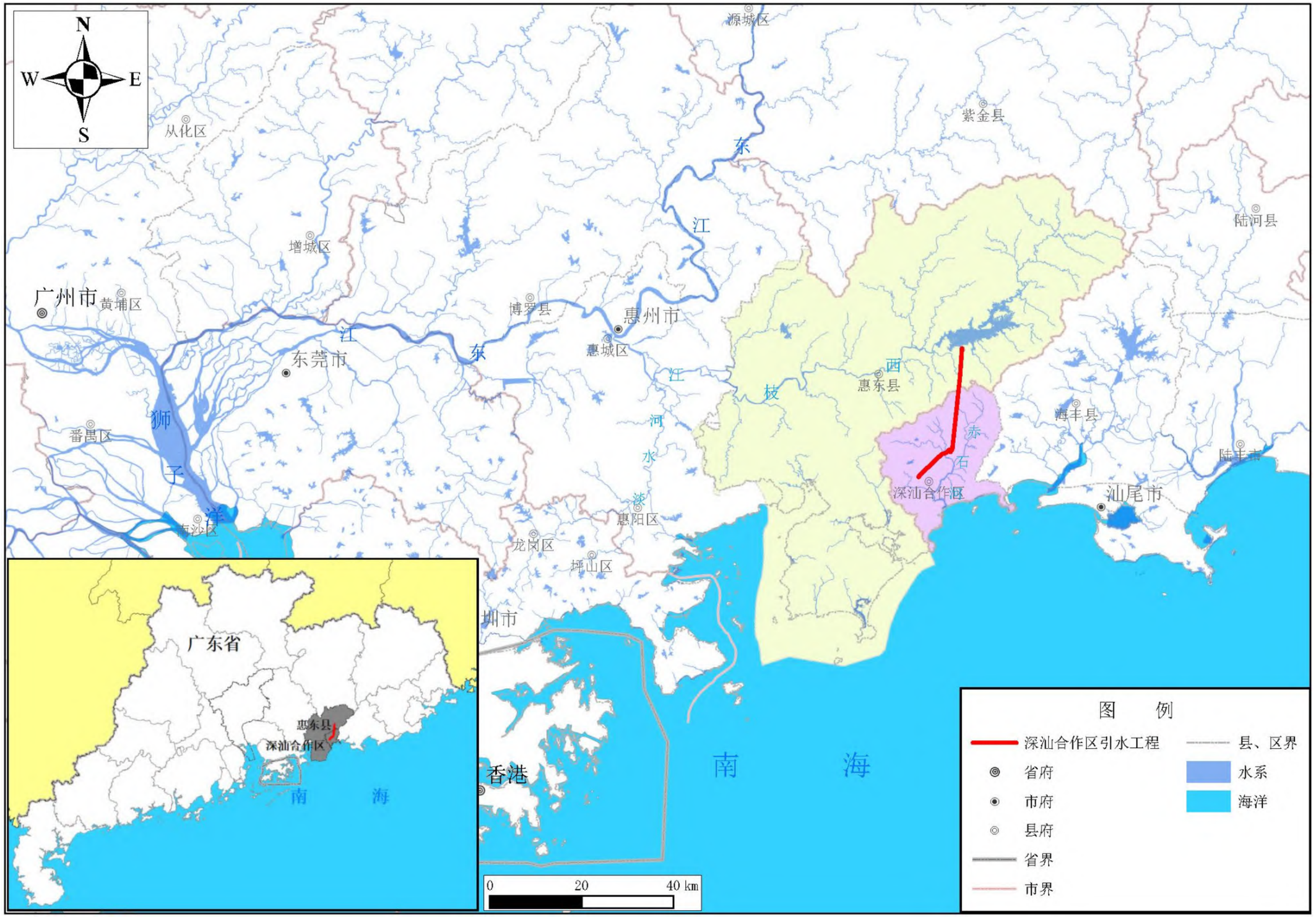
附图

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

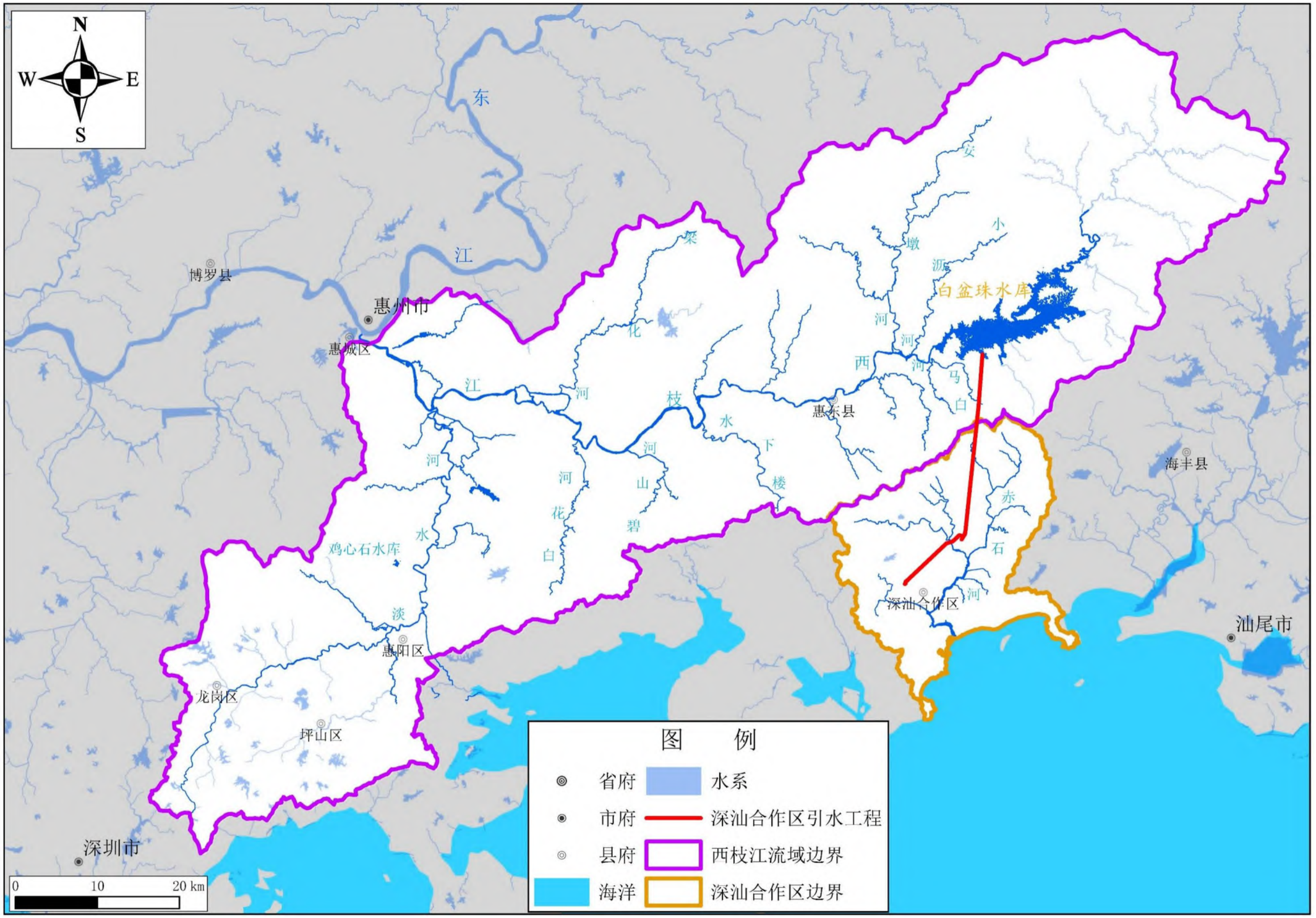
二〇二五年十一月

目　录

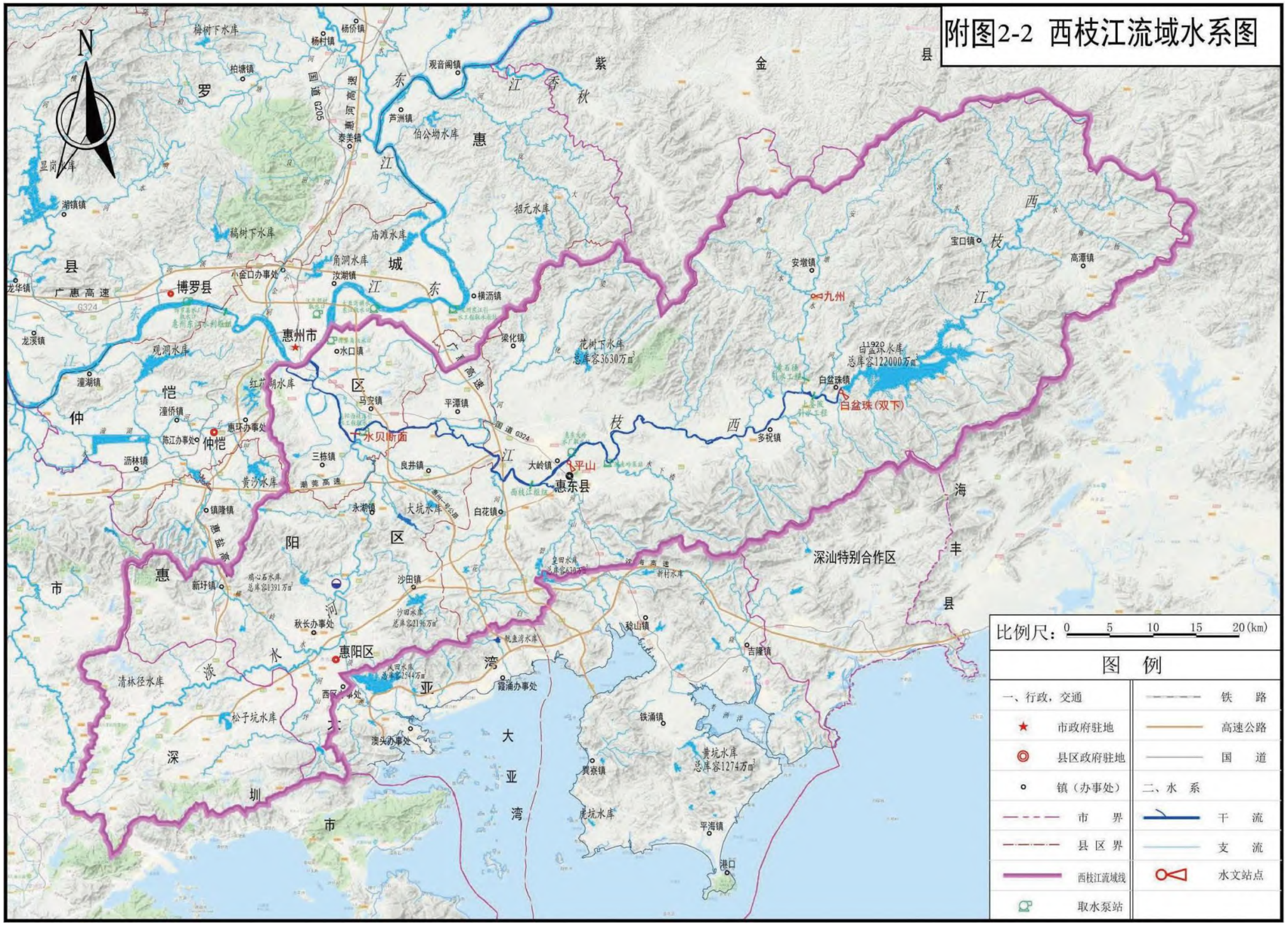
附图 1 工程地理位置图 - 1 -
附图 2-1 水系图 - 2 -
附图 2-2 西枝江流域水系图 - 3 -
附图 2-3 深汕合作区水系图 - 4 -
附图 3 工程总体布置示意图 - 5 -
附图 4 工程输水线路纵剖面示意图 - 6 -
附图 5 工程取水口布置图（1/3) - 7 -
附图 5 工程取水口布置图（2/3) - 8 -
附图 5 工程取水口布置图（3/3) - 9 -
附图 6 工程施工总布置图（1/4） - 10 -
附图 6 工程施工总布置图（2/4） - 11 -
附图 6 工程施工总布置图（3/4） - 12 -
附图 6 工程施工总布置图（4/4） - 13 -
附图 7 白盆珠水库取水口施工导流平面布置及结构图 - 14 -
附图 8 穿明热河埋管段施工导流平面布置图 - 15 -
附图 9 工程水环境、水生态评价范围图 - 16 -
附图 10 工程陆生生态评价范围 - 17 -
附图 11 工程与主体功能区划图位置关系图 - 18 -
附图 12 工程涉及广东省生态功能区划位置示意图 - 19 -
附图 13 工程所在区域水环境功能区划图 - 20 -
附图 14 工程所在区域浅层地下水功能区划图 - 21 -
附图 15 工程所在区域声环境功能区划图 - 22 -
附图 16 工程所在区域环境空气质量功能区划图（1/2） - 23 -
附图 16 工程所在区域环境空气质量功能区划图（2/2） - 24 -
附图 17 工程与广东省"三线一单"符合性分析图 - 25 -
附图 18 工程与惠东白马山县级自然保护区的位置关系图 - 26 -
附图 19 工程与深汕深汕圆墩三角山森林公园位置关系图 - 27 -
附图 20 工程与广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区位置关系图 - 28 -
附图 21 工程与区域湿地位置关系图 - 29 -
附图 22 工程与区域生态保护红线位置关系图 - 30 -
附图 23 工程评价范围饮用水水源保护区分布图 - 31 -
附图 24 工程所在区域生态敏感区位置示意图 - 32 -
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（1/3） - 33 -
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（2/3） - 34 -
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（3/3） - 35 -
附图 26 工程环境现状监测布设图 - 36 -
附图 27 工程水生生态调查采样位置分布图 - 37 -
附图 28 调查样方样线布设图 - 38 -
附图 29 评价范围土地利用现状图 - 39 -
附图 30 评价范围植被群系分布图 - 40 -
附图 31 评价范围植被覆盖度空间分布图 - 41 -
附图 32 评价范围生态系统类型 - 42 -
附图 33 评价范围重点保护动物分布图 - 43 -
附图 34 评价范围重点保护植物分布图 - 44 -
附图 35 评价范围古树名木分布图 - 45 -
附图 36 工程生态监测布点图 - 46 -
附图 37-1 工程水生生态措施平面布置图 - 47 -
附图 37-2 工程陆生生态措施平面布置图 - 48 -
附图 38 陆生生态保护措施典型设计图 - 49 -


N
W
E
S
源城区
紫金县
从化区
东
江
陆河县
增城区
广州市
黄埔区
博罗县
惠州市
惠城区
江
东莞市
东
江
西
枝
惠东县
河
水
海丰县
赤
石
狮
子
洋
南沙区
番禺区
深汕合作区
汕尾市
陆丰市
泼
惠阳区
龙岗区
坪山区
圳市
广东省
惠东县
深汕合作区
南
海
香港
南
海
0
20
40 km
图 例
深汕合作区引水工程
省府
市府
县府
省界
市界
县、区界
水系
海洋

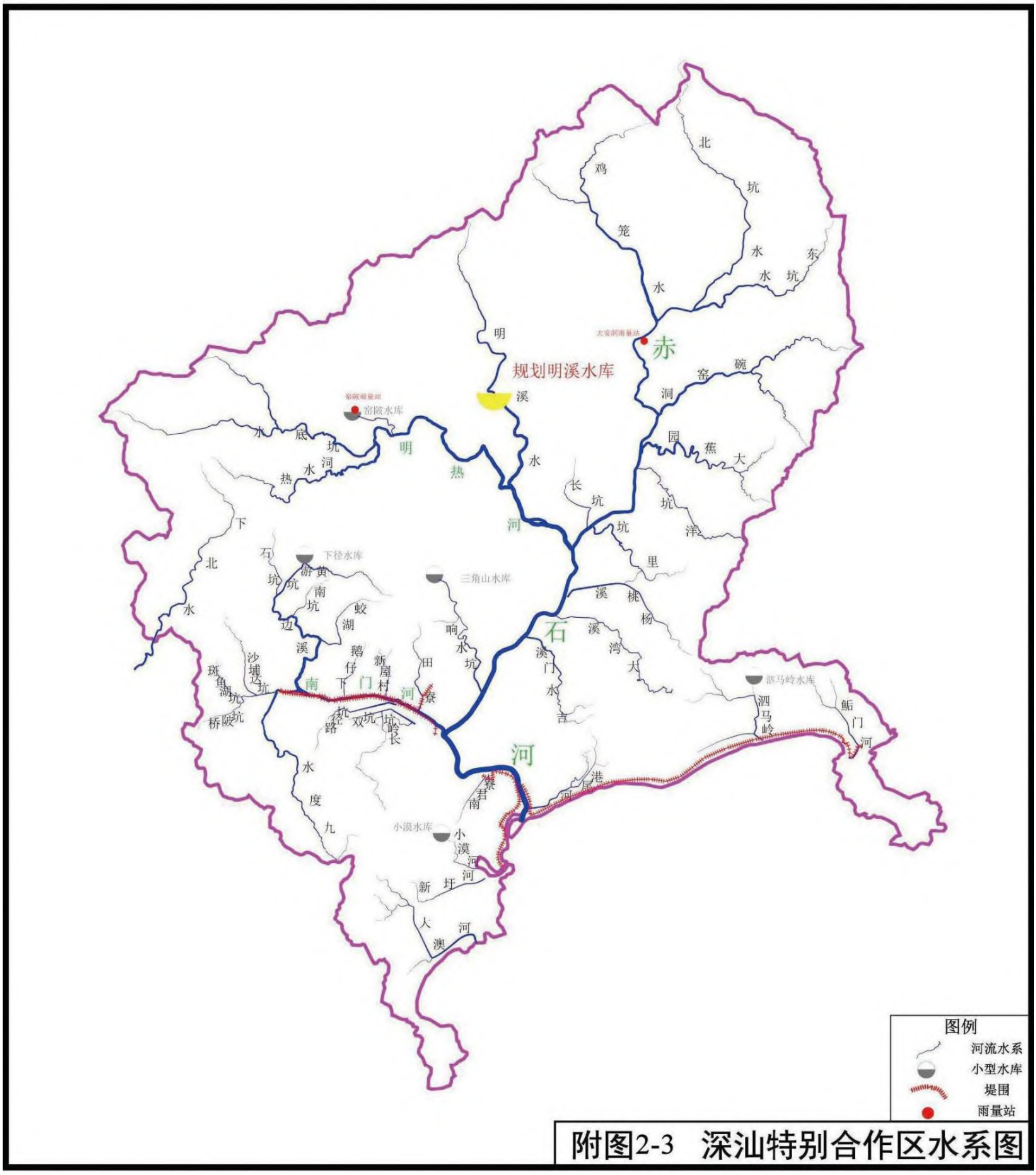
附图 1 工程地理位置图


N
W
E
S
东
江
博罗县
惠州市
惠城区
梁
化
江
河
枝
水
河
西
河
河
河
水
下
楼
河
山
碧
河
花
白
鸡心石水库
淡
惠阳区
龙岗区
坪山区
深圳市
安
小
墩
沥
白盆珠水库
马
白
惠东县
赤
石
河
深汕合作区
海丰县
汕尾市
0
10
20 km
图 例
省府
市府
县府
海洋
水系
深汕合作区引水工程
西枝江流域边界
深汕合作区边界

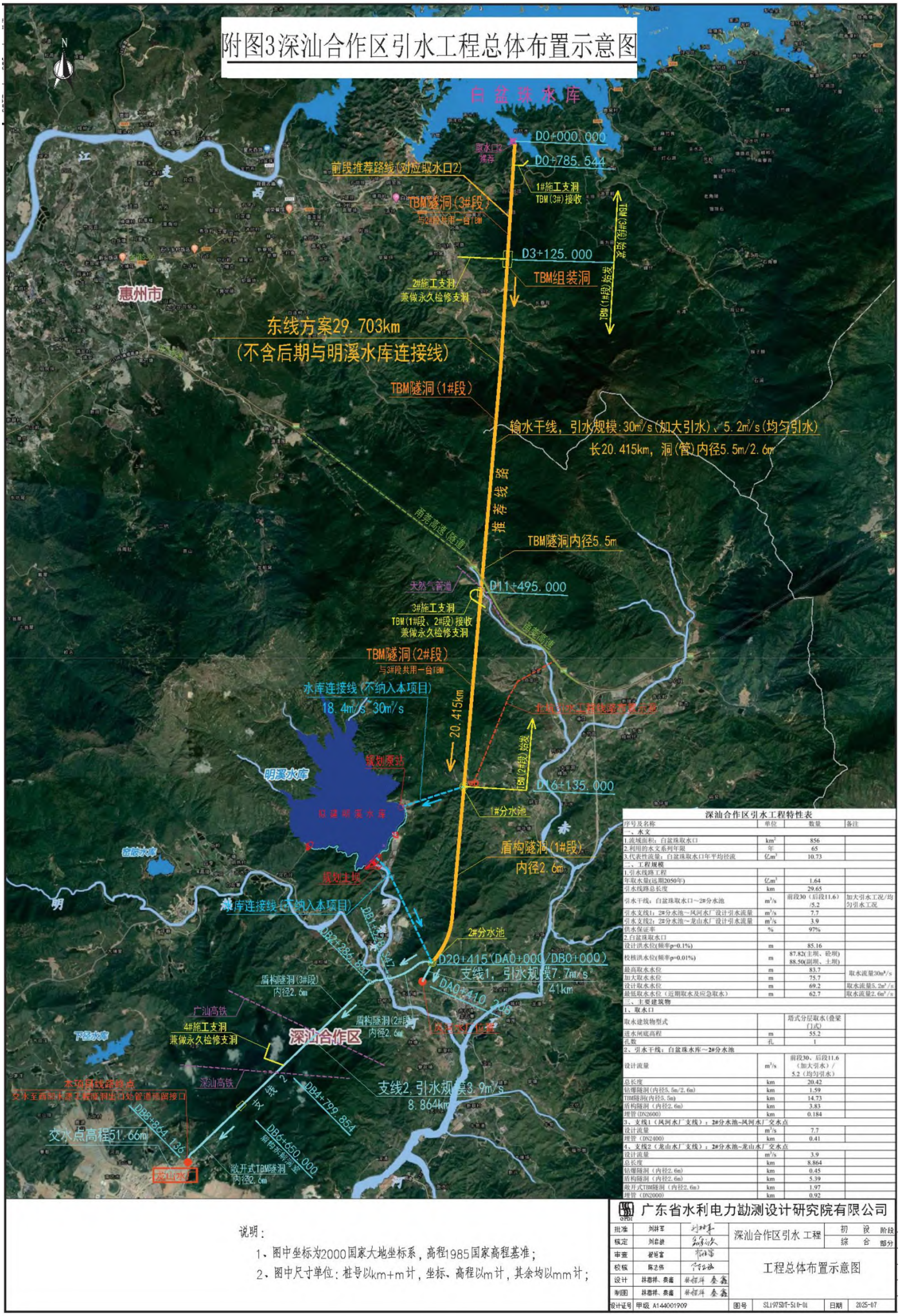
附图 2-1 水系图



附图 2-2 西枝江流域水系图



附图 2-3 深汕合作区水系图



深汕合作区引水工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积：白盆珠取水口	km^2	856	
2.利用的水文系列年限	年	65	
3.代表性流量：白盆珠取水口年平均径流	亿m^3	10.73	
二、工程规模			
1.引水线路工程			
年取水量(远期2050年)	亿m^3	1.64	
引水线路总长度	km	29.65	
引水干线：白盆珠取水口～2#分水池	m^3/s	前段30（后段11.6）/5.2	加大引水工况/均匀引水工况
引水支线1：2#分水池～风河水厂设计引水流量	m^3/s	7.7	
引水支线2：2#分水池～龙山水厂设计引水流量	m^3/s	3.9	
供水保证率	%	97%	
2.白盆珠取水口			
设计洪水位(频率p=0.1%)	m	85.16	
校核洪水位(频率p=0.01%)	m	87.82(主坝、砼坝) 88.50(副坝、土坝)	
最高取水水位	m	83.7	取水流量30m^3/s
加大取水水位	m	75.7	
设计取水水位	m	69.2	取水流量5.2m^3/s
最低取水水位（近期取水及应急取水）	m	62.7	取水流量2.6m^3/s
三、主要建筑物			
1、取水口			
取水建筑物型式		塔式分层取水(叠梁门式)	
进水闸底高程	m	55.2	
孔数	孔	1	
2、引水干线：白盆珠水库～2#分水池			
设计流量	m^3/s	前段30、后段11.6（加大引水）/5.2（均匀引水）	
总长度	km	20.42	
钻爆隧洞(内径5.5m/2.6m)	km	1.59	
TBM隧洞(内径5.5m)	km	14.73	
盾构隧洞（内径2.6m）	km	3.83	
埋管（DN2600）	km	0.184	
3、支线1（风河水厂支线）：2#分水池~风河水厂交水点			
设计流量	m^3/s	7.7	
埋管（DN2400）	km	0.41	
4、支线2（龙山水厂支线）：2#分水池~龙山水厂交水点			
设计流量	m^3/s	3.9	
总长度	km	8.864	
钻爆隧洞（内径2.6m）	km	0.45	
盾构隧洞（内径2.6m）	km	5.39	
敞开式TBM隧洞（内径2.6m）	km	1.97	
埋管（DN2000）	km	0.92	

说明：

1、图中坐标为2000国家大地坐标系，高程1985国家高程基准；

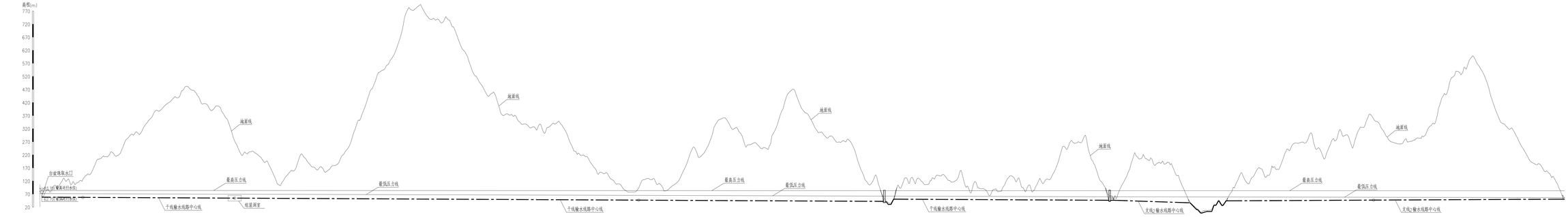
2、图中尺寸单位：桩号以km+m计，坐标、高程以m计，其余均以mm计；

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
批准	刘林军		深汕合作区引水 工程	初设	阶段
核定	刘启波			综合	部分
审查	谢恒富		工程总体布置示意图		
校核	陈志伟				
设计	林楷祥、龚鑫				
制图	林楷祥、龚鑫				
设计证号	甲级 A144001909		图号	SL197501-510-01	日期 2025-07

附图 3　工程总体布置示意图

东线方案线路纵剖面示意图

横1:25000 纵1:5000



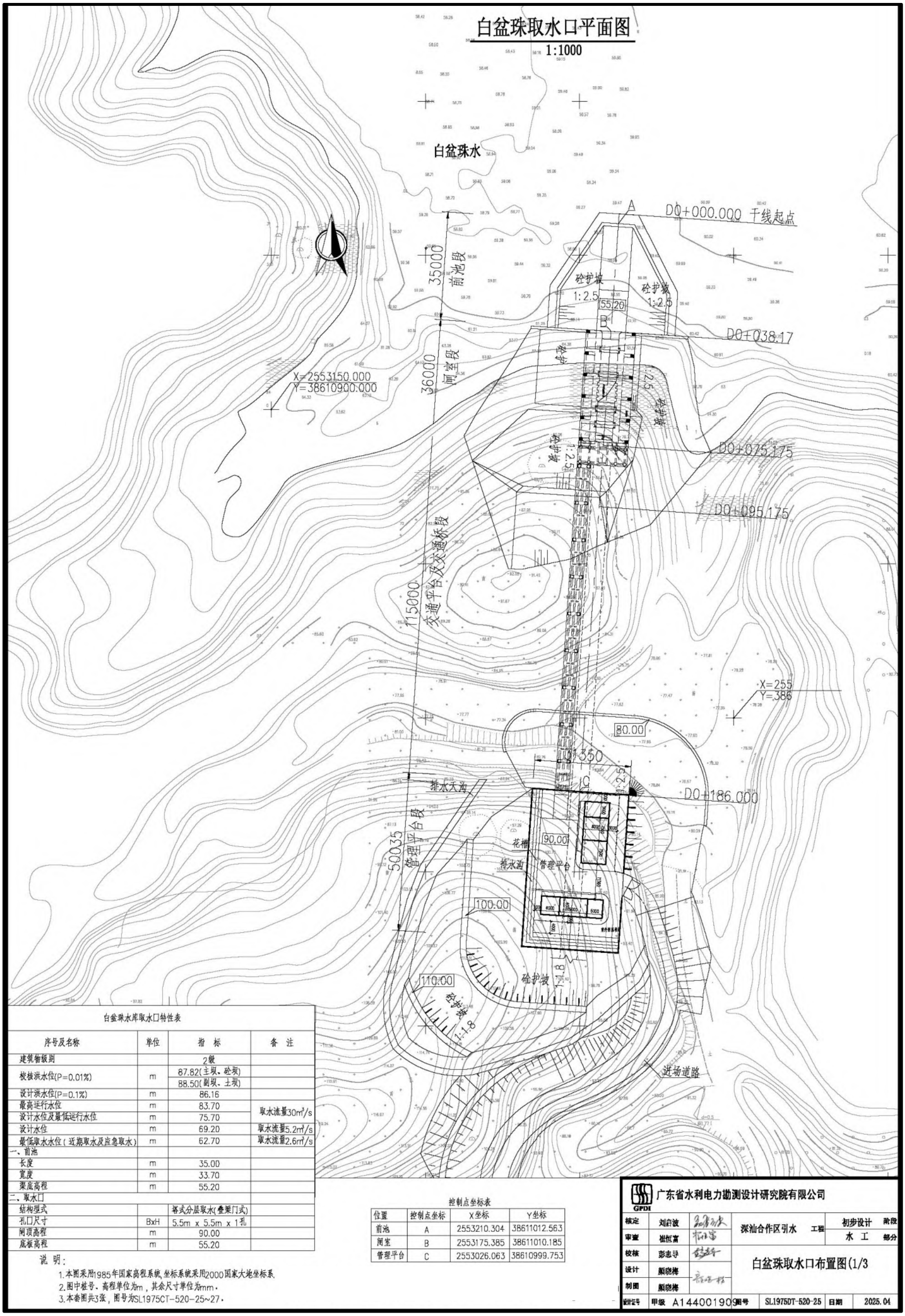
附图4 工程输水线路纵剖面示意图

说明：

1、图中高程为1985国家高程基准；

2、图中尺寸单位：桩号以km+m计，高程以m计，其余均以mm计；

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
核定	刘启波		深汕合作区引水 工程	初 设 阶段	
审查	崔恒富			水 工 部分	
校核	林楣祥		引水线路纵剖面示意图		
设计	秦 鑫				
制图	秦 鑫				
设计证号	甲级 A144001909		图号	SLYJSGT-S10-02	日期 2025.07



白盆珠水库取水口特性表

序号及名称	单位	指 标	备 注
建筑物级别		2级	
校核洪水位(P=0.01%)	m	87.82(主坝、砼坝)	
		88.50(副坝、土坝)	
设计洪水位(P=0.1%)	m	86.16	
最高运行水位	m	83.70	取水流量30m³/s
设计水位及最低运行水位	m	75.70	
设计水位	m	69.20	取水流量5.2m³/s
最低取水水位（近期取水及应急取水）	m	62.70	取水流量2.6m³/s
一、前池			
长度	m	35.00	
宽度	m	33.70	
渠底高程	m	55.20	
二、取水口			
结构型式		岩式分层取水(叠梁门式)	
孔口尺寸	BxH	5.5m x 5.5m x 1孔	
闸顶高程	m	90.00	
底板高程	m	55.20	

控制点坐标表

位置	控制点坐标	X坐标	Y坐标
前池	A	2553210.304	38611012.563
闸室	B	2553175.385	38611010.185
管理平台	C	2553026.063	38610999.753

说 明：

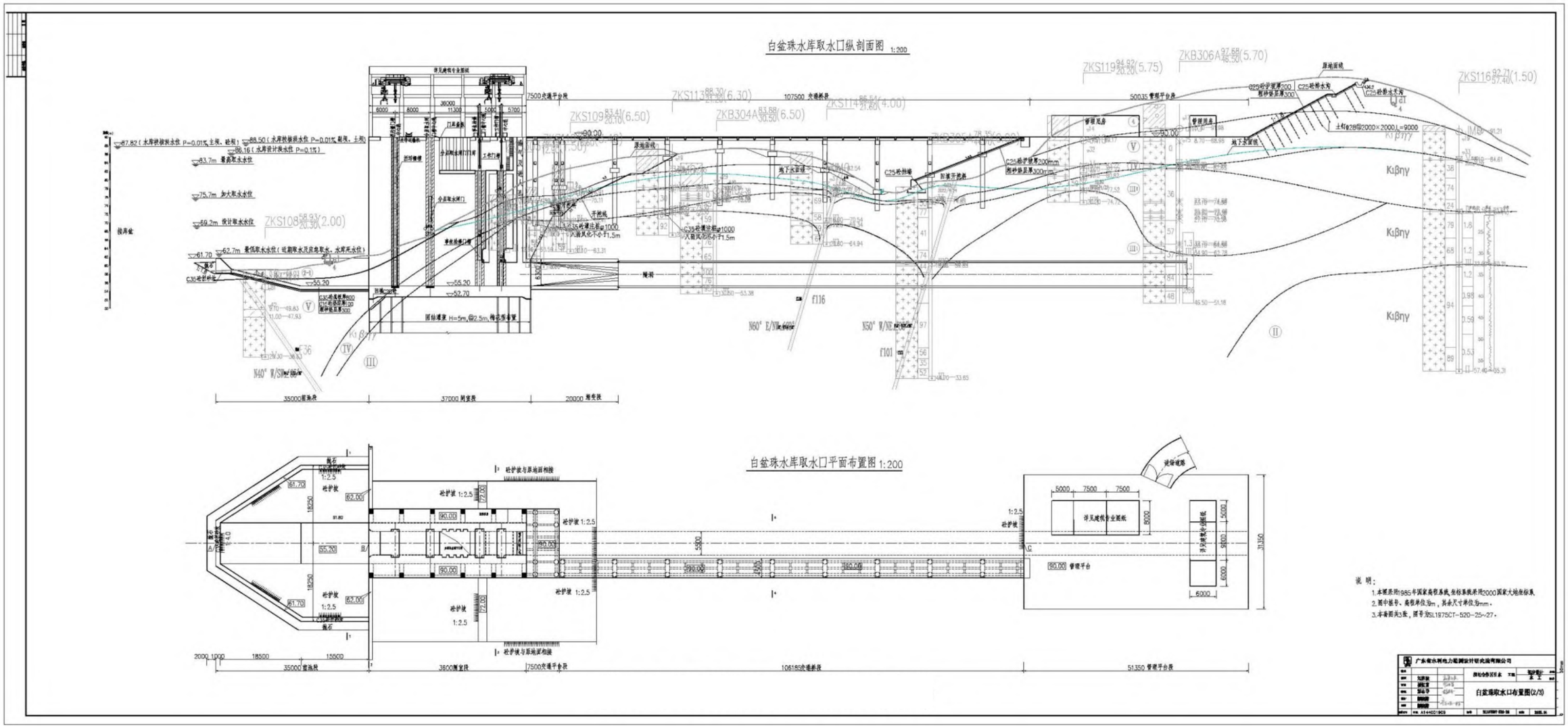
1. 本图采用1985年国家高程系统,坐标系统采用2000国家大地坐标系.
2. 图中桩号、高程单位为m，其余尺寸单位为mm。
3. 本套图共3张，图号为SL1975CT-520-25~27。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

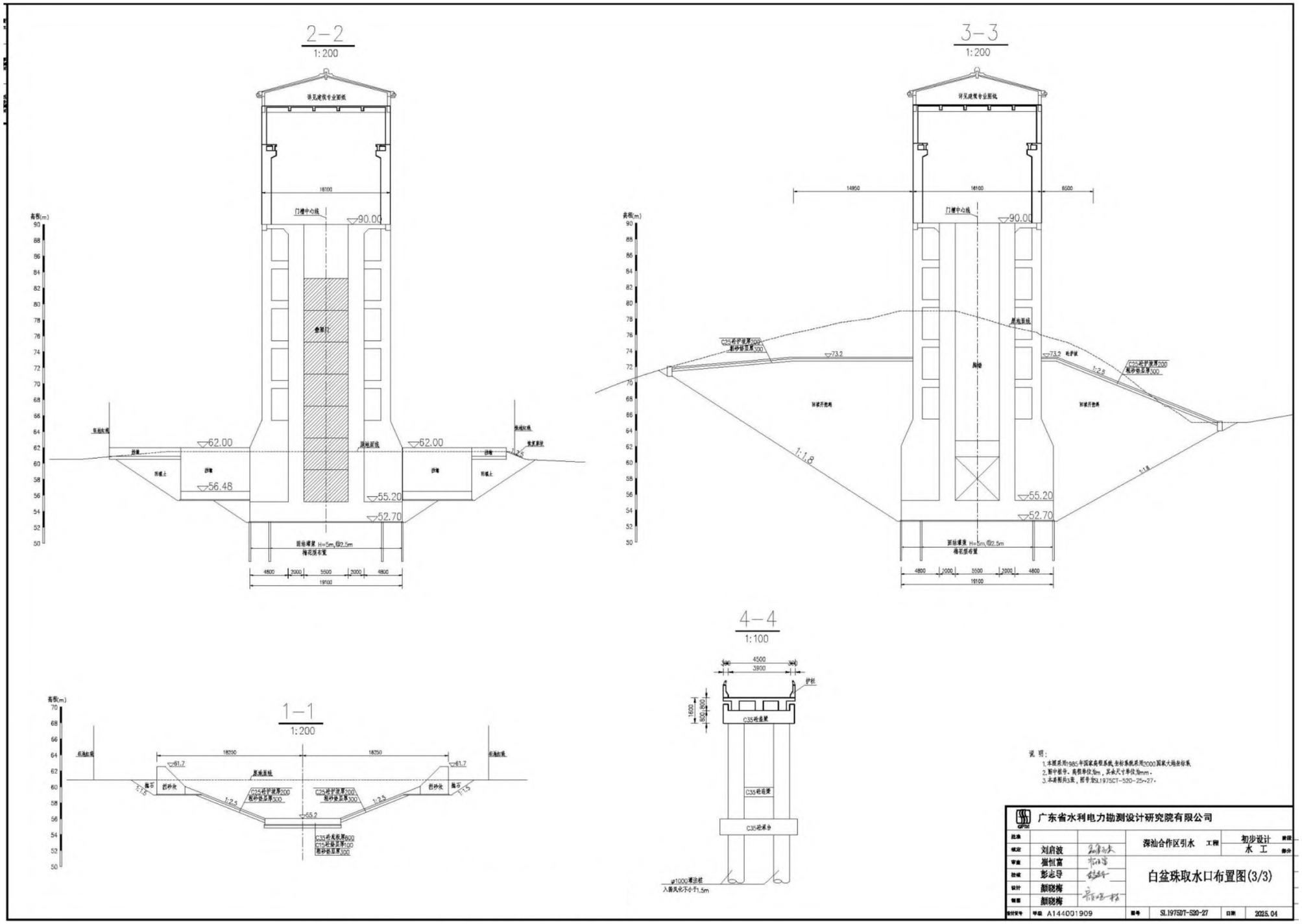
GPDI

核定	刘启波		深汕合作区引水 工程	初步设计	阶段
审查	崔恒富			水 工	部分
校核	彭志导		白盆珠取水口布置图(1/3		
设计	颜晓棒				
制图	颜晓棒				
设计证号	甲级 A14400190		图号 SL1975DT-520-25	日期	2025.04

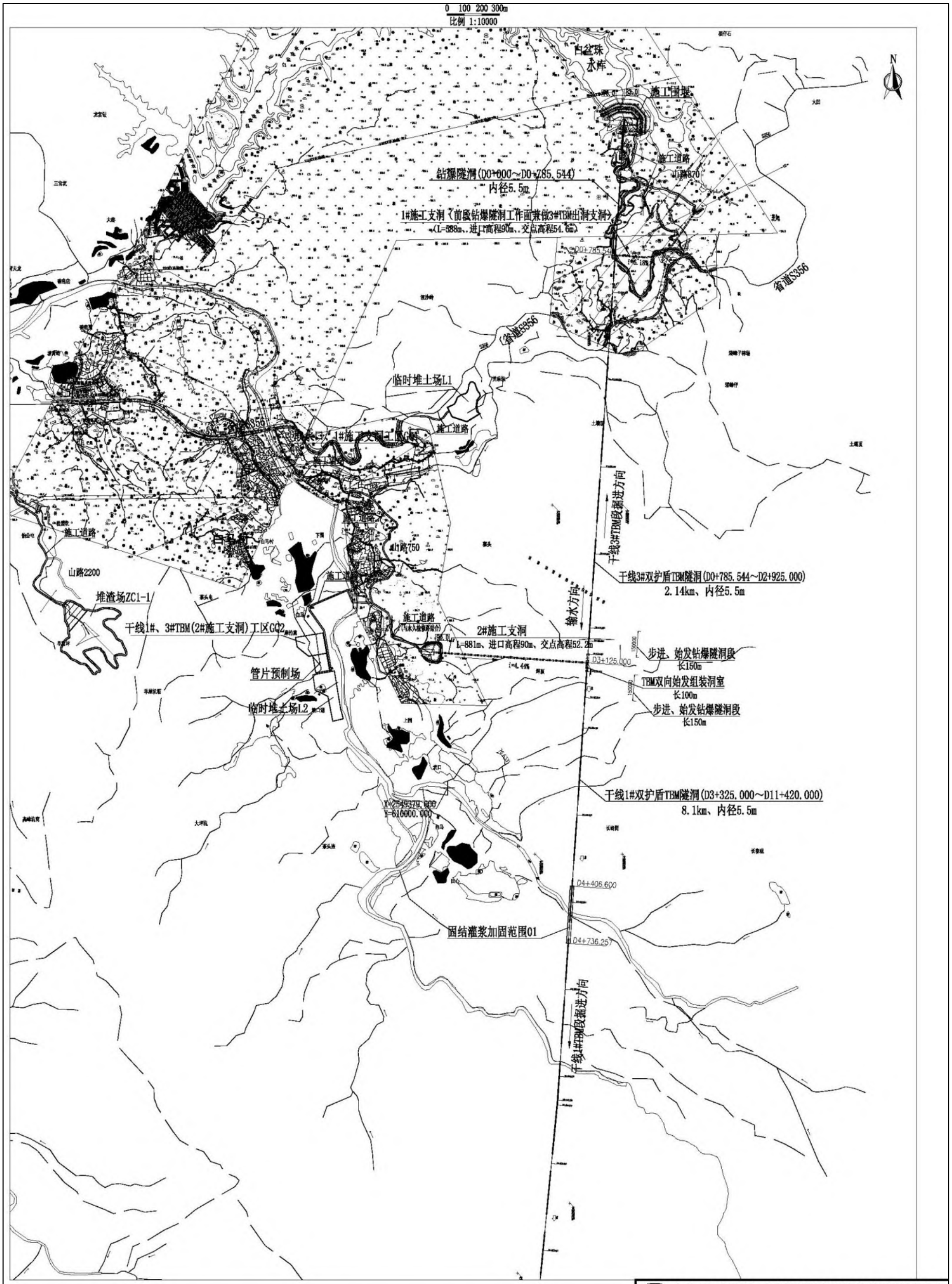
附图 5 工程取水口布置图（1/3)



附图 5 工程取水口布置图（2/3)



附图 **5** 工程取水口布置图（**3/3)**

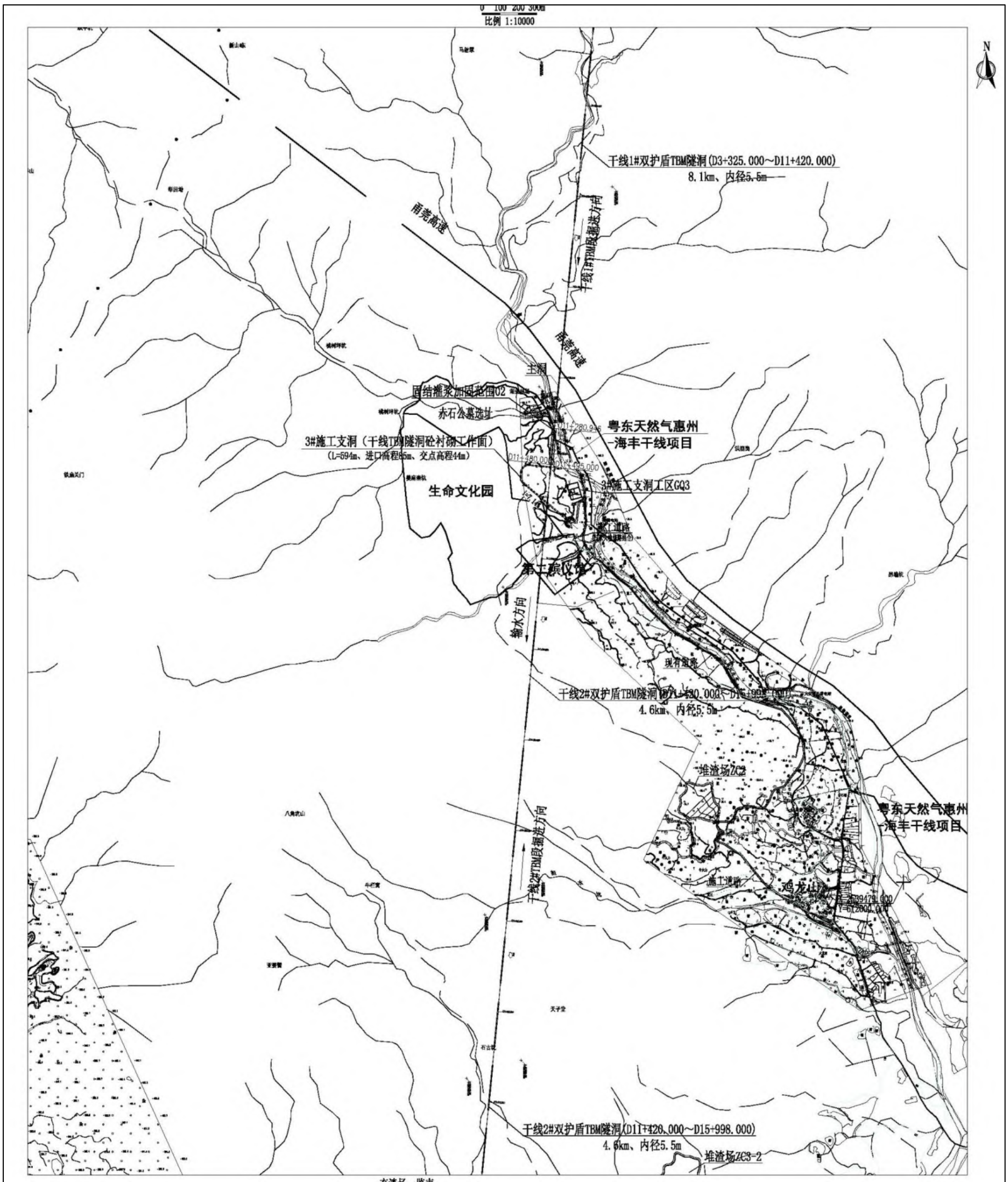


说明：

1. 本图坐标系统采用2000国家大地坐标系，高程系统采用1985国家高程基准。
2. 图中桩号单位为km±m,高程、坐标单位为m,其余尺寸为mm。
3. 本套图共4张，图号为SL1975DT-951-001~004，配套使用。施工工区、弃渣场、临时堆土场、施工支洞、施工道路、临时用地等情况表见图SL1975DT-951-002、004。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
批准			深汕合作区引水 工程	初设	阶段
核定	姚礼敏			施工	部分
审查	张 进		施工总布置图(1/4)		
校核	程 严				
设计	郑 娟				
制图	郑 娟				
设计证号	甲级 A144001909		图号	SL1975DT-951-001	日期 2025-07

附图 6 工程施工总布置图（1/4）



施工工区一览表

序号	名 称	编号	占地面积（m²）	高峰施工人数（人）
1	取水口及1#施工支洞工区	GQ1	12500	250
2	1#、3#TBM始发场工区	GQ2	25000	400
3	3#施工支洞工区	GQ3	5000	100
4	干线2#TBM工区	GQ4	20000	300
5	干线至凤河水厂盾构管洞始发工区	GQ5	10000	200
6	干线至凤河水厂盾构管洞接收工区	GQ6	5000	100
7	支线首段后构隧洞始发工区	GQ7	10000	200
8	支线首段后构隧洞接收工区	GQ8	5000	100
9	支线后段后构隧洞始发工区	GQ9	15000	250
10	4#施工支洞工区	GQ10	4000	100
11	支线TBM始发工区	GQ11	10000	200
	合 计		121500	2200

弃渣场一览表

序号	负责项目范围	编号	弃渣量（堆方，万m³）	占地面积（m²）	平均堆高（m）
1	取水口、取水口围堰、1#施工支洞、干线前段钻爆隧洞、2#施工支洞、干线1#、3#TBM洞渣料	ZC1-1	86.4	93600	9.2
		ZC1-2	20	54600	3.7
2	3#施工支洞洞渣料	ZC2	8.2	38400	2.4
3	干线2#TBM、部分干线附属建筑物、部分干线堆管弃渣料、干线至凤河水厂盾构隧洞	ZC3-1	11.3	23500	4.8
		ZC3-2	36.8	59800	6.2
4	部分干线附属建筑物、部分干线堆管弃渣料、支线盾构隧洞	ZC4	20.72	65100	3.2
5	支线后段TBM隧洞、支线附属建筑物、支线堆管弃渣料、4#施工支洞	ZC5	18.92	64300	2.9
	小 计		202.34	399300	

临时堆土场一览表

序号	所属位置	堆放量（堆方，m³）	占地面积（m²）	平均堆高（m）
1	GQ1附近	115000	23000	5.0
2	GQ2附近	120000	24000	5.0
3	GQ5附近	50000	10000	5.0
4	GQ9附近	100000	20000	5.0
	合 计		77000	

施工支洞特性表

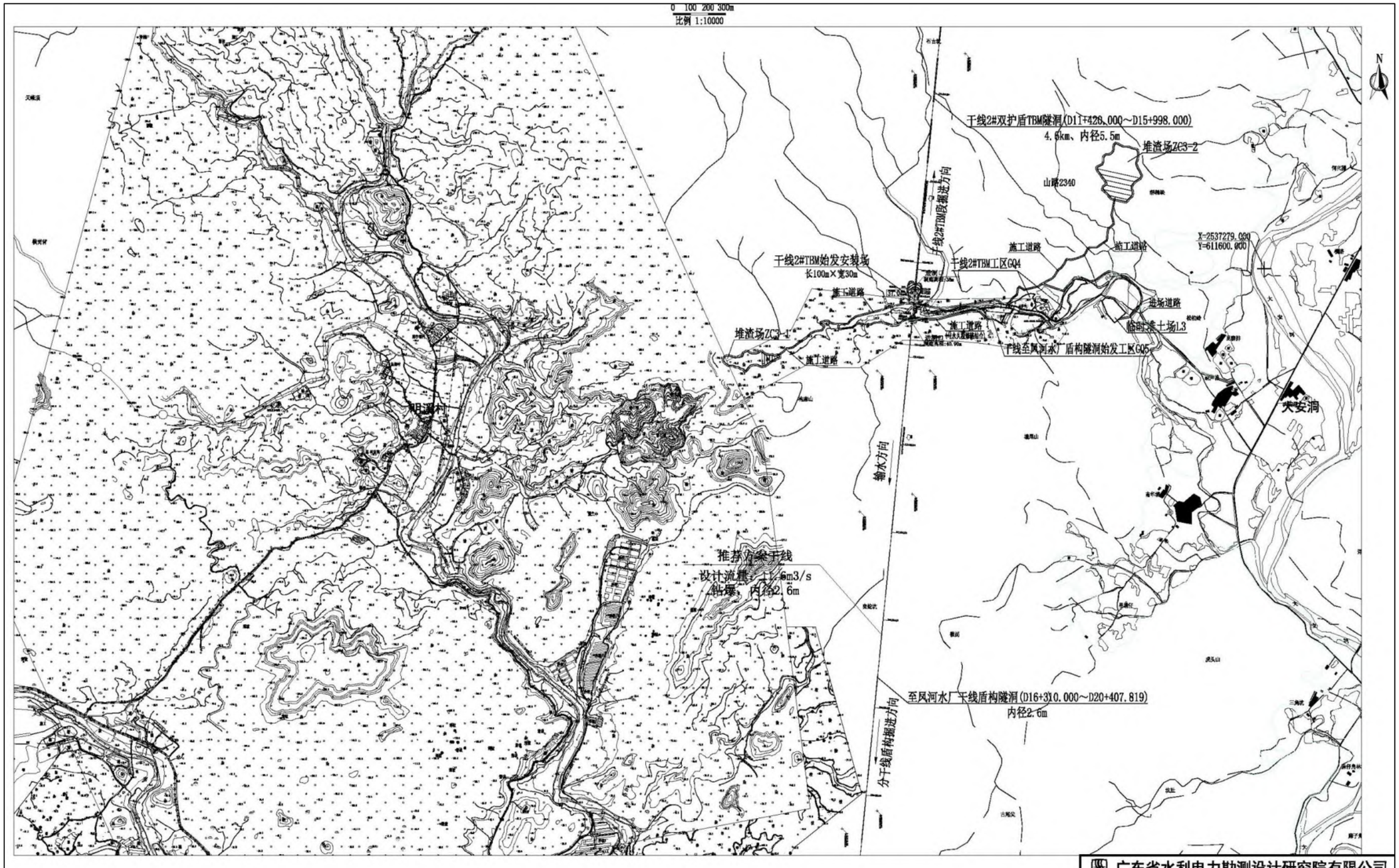
序号	支洞名称	1#支洞	2#支洞	3#支洞	4#支洞
1	支洞轴点位置	干线3+765.544	干线25+125.000	干线11+495.000	支线3M+799.854
3	水平洞长(m)	598	881	594	995
5	断面尺寸（宽m×高m）	7.0X7.5	8.0X9.0	7.0X7.5	5.0X5.5
4	起点高程(m)	90.0	90.0	85.0	107.0
5	终点高程(m)	54.5	52.2	44.0	45.6
6	平均纵坡	6.18%	4.44%	7.08%	6.17%

说明：

1. 本图坐标系统采用2000国家大地坐标系，高程系统采用1985国家高程基准。
2. 图中桩号单位为km±m,高程、坐标单位为m,其余尺寸为mm。
3. 本套图共4张，图号为SL1975DT-951-001～004，配套使用。施工工区、弃渣场、临时堆土场、施工支洞、施工道路、临时用地等情况表见图SL1975DT-951-002、004。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
批准			深汕合作区引水 工程	初设	阶段
核定	姚礼敏			施工	部分
审查	张 进		施工总布置图(2/4)		
校核	程 严				
设计	郑 娟				
制图	郑 娟				
设计证号	甲级 A144001909		图号	SL1975DT-951-002	日期 2025-07

附图 6 工程施工总布置图（2/4）

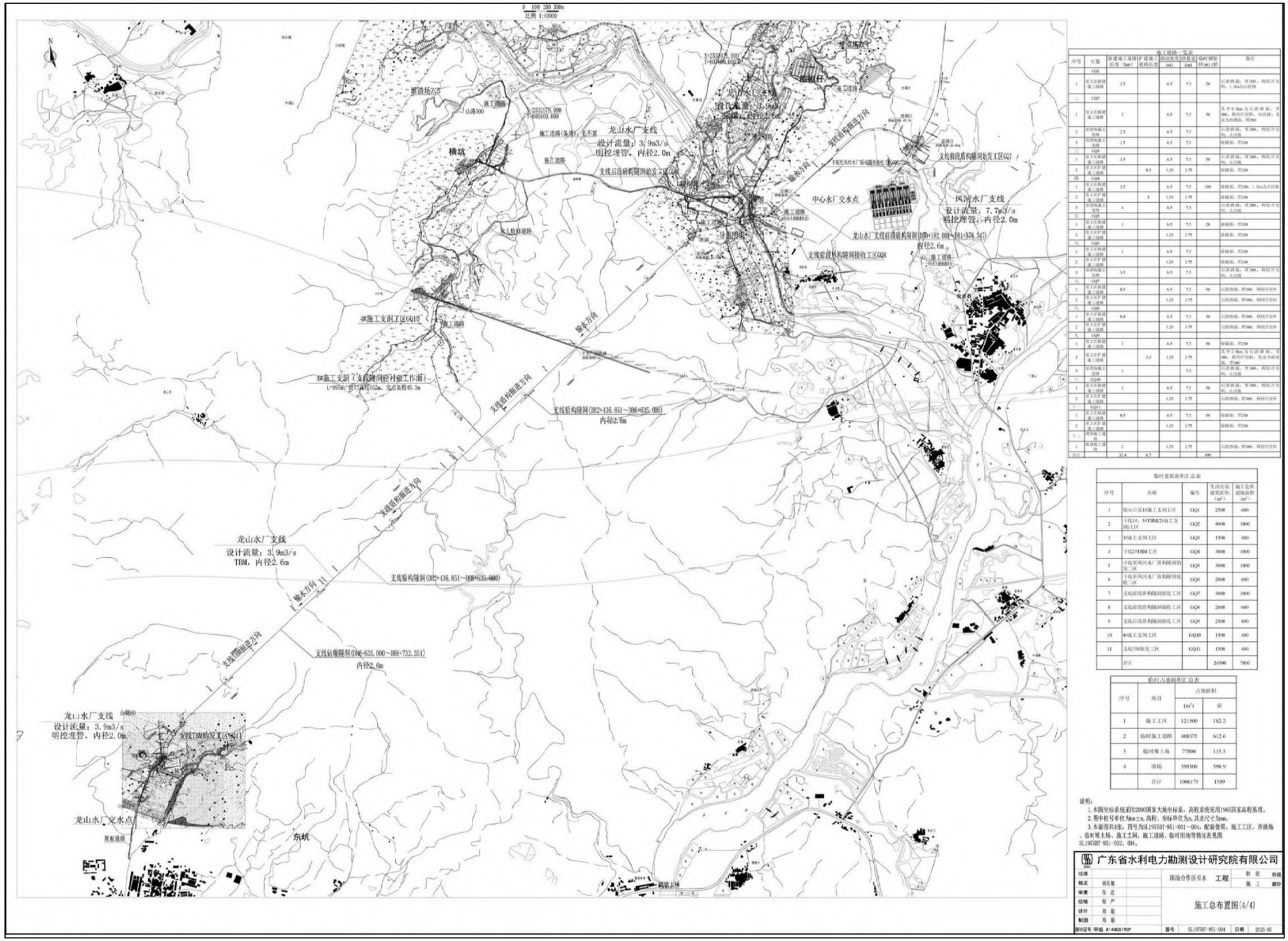


说明：

1. 本图坐标系统采用2000国家大地坐标系，高程系统采用1985国家高程基准。
2. 图中桩号单位为km±m，高程、坐标单位为m，其余尺寸为mm。
3. 本套图共4张，图号为SL1975DT-951-001～004，配套使用。施工工区、弃渣场、临时堆土场、施工支洞、施工道路、临时用地等情况表见图SL1975DT-951-002、004。

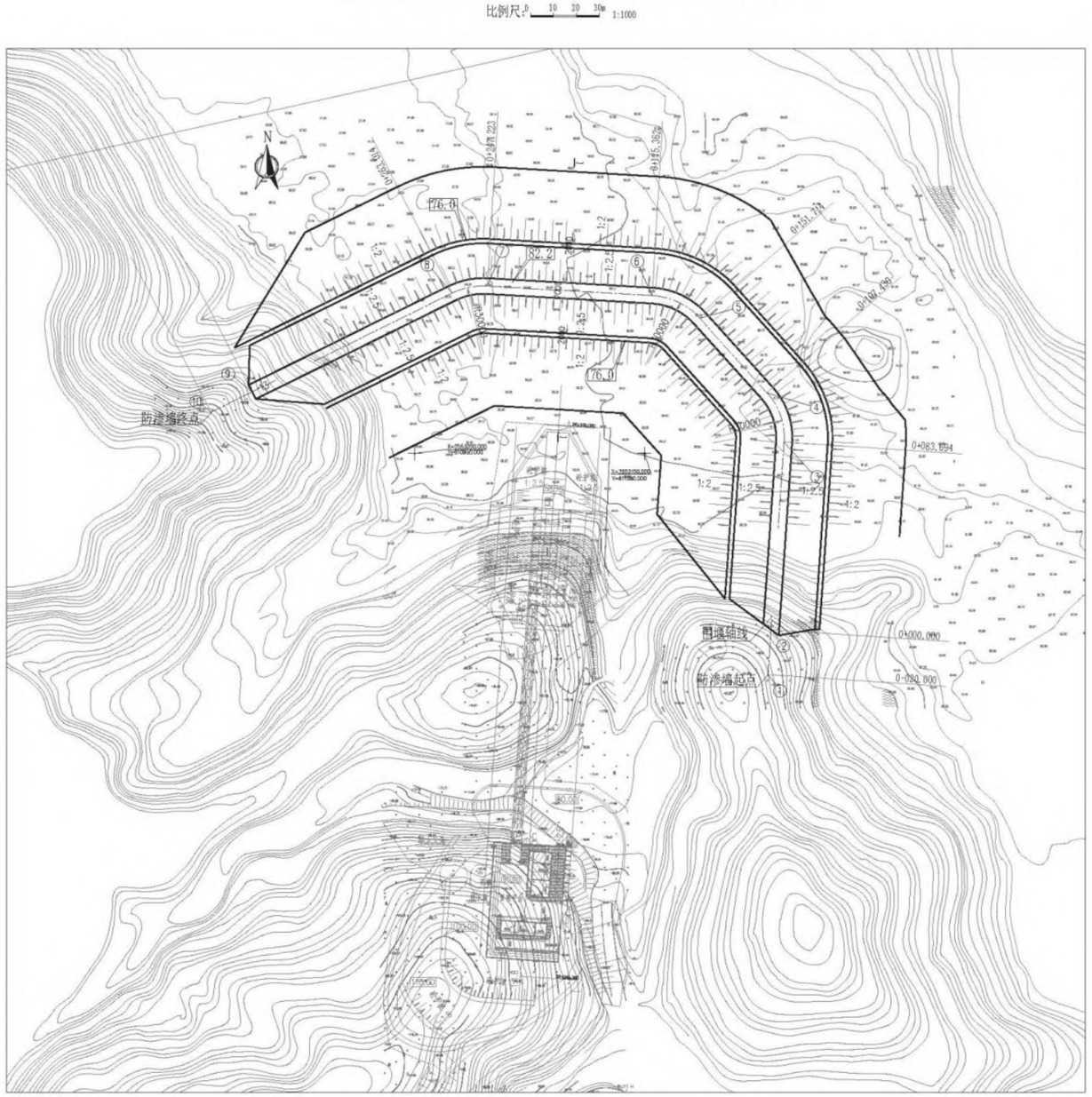
广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
批准			深汕合作区引水 工程	初设 阶段	
核定	姚礼敏			施工 部分	
审查	张 洁		施工总布置图(3/4)		
校核	程 严				
设计	郑 娟				
制图	郑 娟				
设计证号	甲级 A144001909		图号	SL1975DT-951-003	日期 2025-07

附图 6 工程施工总布置图（3/4）


0 100 200 300m
比例 1:10000
N
龙山水厂支线
设计流量：3.9m3/s
明挖埋管，内径2.0m
龙山水厂支线
设计流量：3.9m3/s
TBM，内径2.6m
龙山水厂支线
设计流量：3.9m3/s
明挖埋管，内径2.0m
风河水厂支线
设计流量：7.7m3/s
明挖埋管，内径2.0m
中心水厂交水点
龙山水厂交水点
横坑
东坑
施工支洞1（支线隧洞经村级工作面）
L=998m，进口高程102m，先点高程45.3m
支线盾构隧洞(DB2+436.851~DB6+635.000)
内径2.6m
支线盾构隧洞(DB6+635.000~DB8+732.351)
内径2.6m
支线后段盾构隧洞始发工区GQ7
支线前段盾构隧洞接收工区GQ8
龙山水厂支线前段盾构隧洞(DB0+182.001~DB1+378.347)
内径2.6m
施工支洞4（支线隧洞经村级工作面）
L=1000m，进口高程102m，先点高程45.3m
施工支洞7（支线隧洞经村级工作面）
L=998m，进口高程102m，先点高程45.3m
施工支洞10（支线隧洞经村级工作面）
L=1000m，进口高程102m，先点高程45.3m
支线盾构隧洞(DB2+436.851~DB6+635.000)
内径2.6m
支线盾构隧洞(DB6+635.000~DB8+732.351)
内径2.6m
龙山水厂支线
设计流量：3.9m3/s
TBM，内径2.6m
龙山水厂支线
设计流量：3.9m3/s
明挖埋管，内径2.0m
支线T8BM始发工区GQ11
龙山水厂交水点
施工道路
施工支洞1
施工支洞4
施工支洞7
施工支洞10
输水方向
支线盾构掘进方向
施工道路(备用，先不算
山路500
施工道路
龙山水厂支线前段盾构隧洞(DB0+182.001~DB1+378.347)
支线后段盾构隧洞始发工区GQ7
支线前段盾构隧洞接收工区GQ8
支线T8BM始发工区GQ11
施工道路
施工道路
施工道路

白盆珠水库取水口施工导流平面布置图

比例尺:0 10 20 30m 1:1000



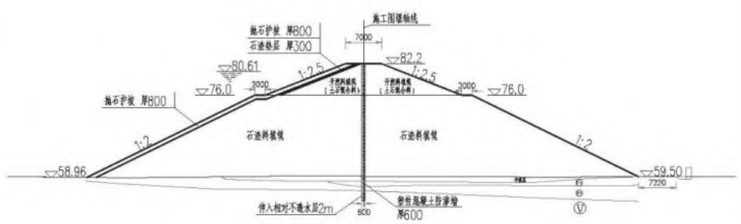
高程(m)
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40

说明:

1. 本图坐标系统采用2000国家大地坐标系,高程系统采用1985国家高程基准。
2. 图中桩号单位:km±m,高程、坐标单位为m,其余尺寸为mm。
3. 取水口工程在施工围堰的围护下进行施工(围护范围包括进水前池段、隧洞段以及闸门井段等结构,对应的输水线路桩号范围为D0+000~D0+245.560),待进水阀闸门安装完成、下闸具备挡水条件后,再将闸后隧洞段(输水线路桩号范围为D0+245.560~D0+785.544)贯通。

施工围堰1-1剖面图

比例尺: 0 5 10m 1:500



施工围堰特性表

编号	项 目	单位	白盆珠取水口施工导流	备注
1	导流建筑物级别		4级	
2	挡水建筑物		岸边施工围堰	
3	导流时段		全年	
4	导流设计频率P	%	10	
5	导流方式		岸区岸边围堰挡水方式	
6	堰前最高水位	m	80.61	
7	堰顶高程	m	82.2	
8	最大堰高	m	23.2	
9	围堰轴线长度	m	360.66	桩号范围D0+000.00~0+360.658
10	防渗墙轴线长度	m	400.66	桩号范围D-020.00~0+380.658

施工围堰工程量表

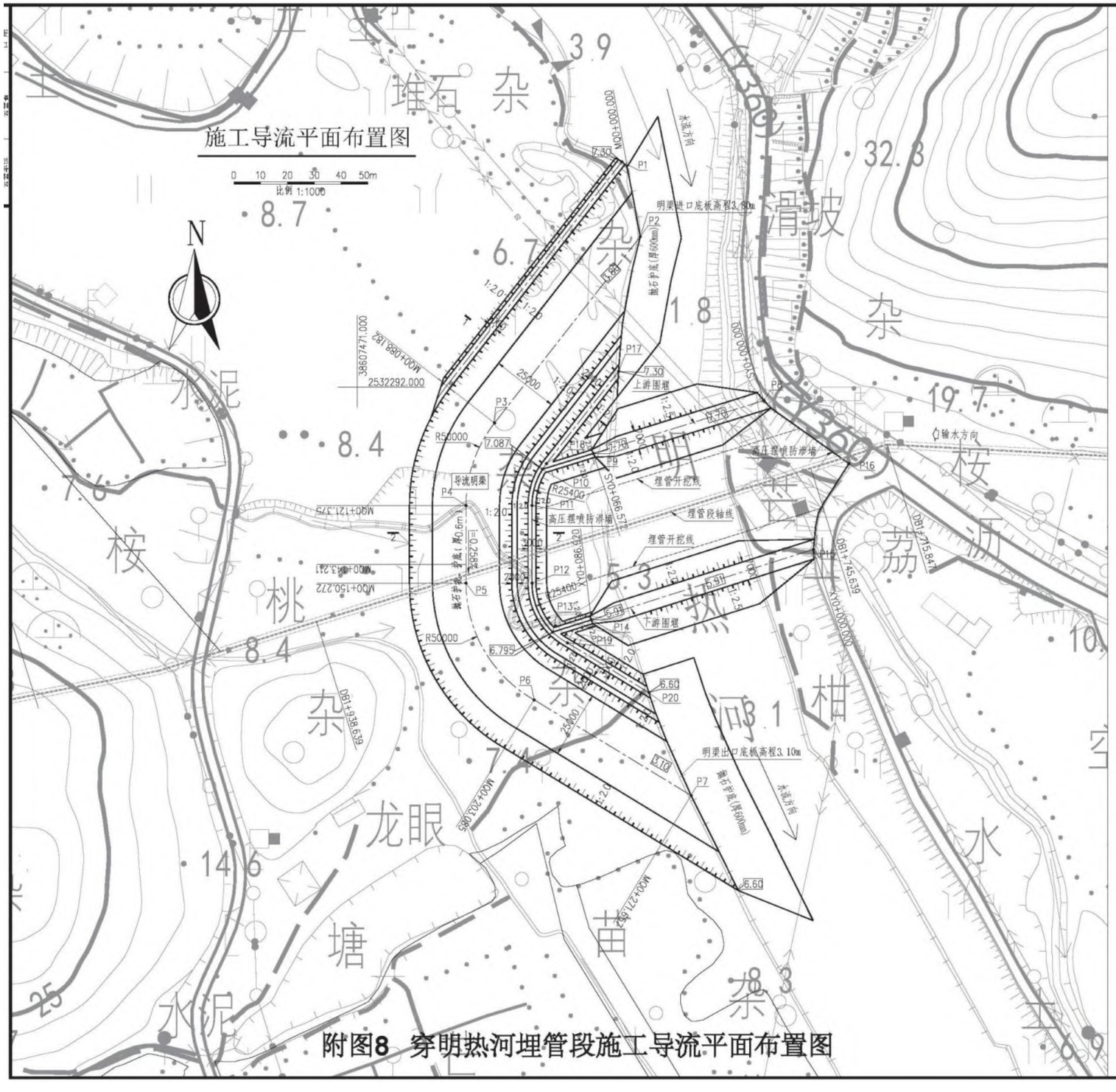
编号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	土石料填筑	m3	44580	
2	石渣料填筑	m3	358361	
3	抛石护坡	m3	15360	厚800
4	石渣垫层	m3	1970	厚300
5	塑性混凝土防渗墙	m2	12971	厚600
6	围堰土石料拆除	m3	420271	

控制点坐标表

编号	坐 标 值(m)	
	X	Y
1	2553101.639	611103.885
2	2553121.593	611105.240
3	2553205.095	611110.908
4	2553226.985	611103.463
5	2553260.179	611074.150
6	2553270.268	611053.436
7	2553274.515	610981.701
8	2553271.352	610966.415
9	2553227.369	610879.237
10	2553218.361	610861.381

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
批准			深汕合作区引水 工程	初步设计	阶段
核定	姚礼敏			施 工	部分
审查	张 进		白盆珠水库取水口施工导流平面布置及结构图		
校核	程 严				
设计	方虎玉				
制图	方虎玉				
设计证号	甲级 A144001909		图号 SL1975DT-921-001	日期	2025-07

附图 7 白盆珠水库取水口施工导流平面布置及结构图



附图8 穿明热河埋管段施工导流平面布置图

控制点坐标表

编号	坐标值(m)		备注
	X	Y	
P1	2532376.027	38607569.626	导流明渠 MQ0+000.000~MQ0+271.657
P2	2532348.101	38607576.473	
P3	2532278.646	38607522.139	
P4	2532247.838	38607511.520	
P5	2532218.942	38607511.520	
P6	2532175.416	38607536.913	
P7	2532139.732	38607595.469	
P8	2532287.028	38607622.563	上游围堰 SY0+000.000~SY0+066.572
P9	2532267.287	38607558.985	
P10	2532261.406	38607540.047	导流明渠左堤 高压摆喷防渗墙
P11	2532247.838	38607536.120	
P12	2532218.942	38607536.120	
P13	2532200.685	38607543.861	
P14	2532205.240	38607558.215	下游围堰 XY0+000.000~XY0+086.920
P15	2532231.533	38607641.063	
P16	2532263.483	38607654.286	左岸高压摆喷防渗墙
P17	2532297.878	38607568.417	导流明渠左堤
P18	2532263.489	38607541.514	
P19	2532196.667	38607549.313	
P20	2532178.165	38607579.674	

导流特性表

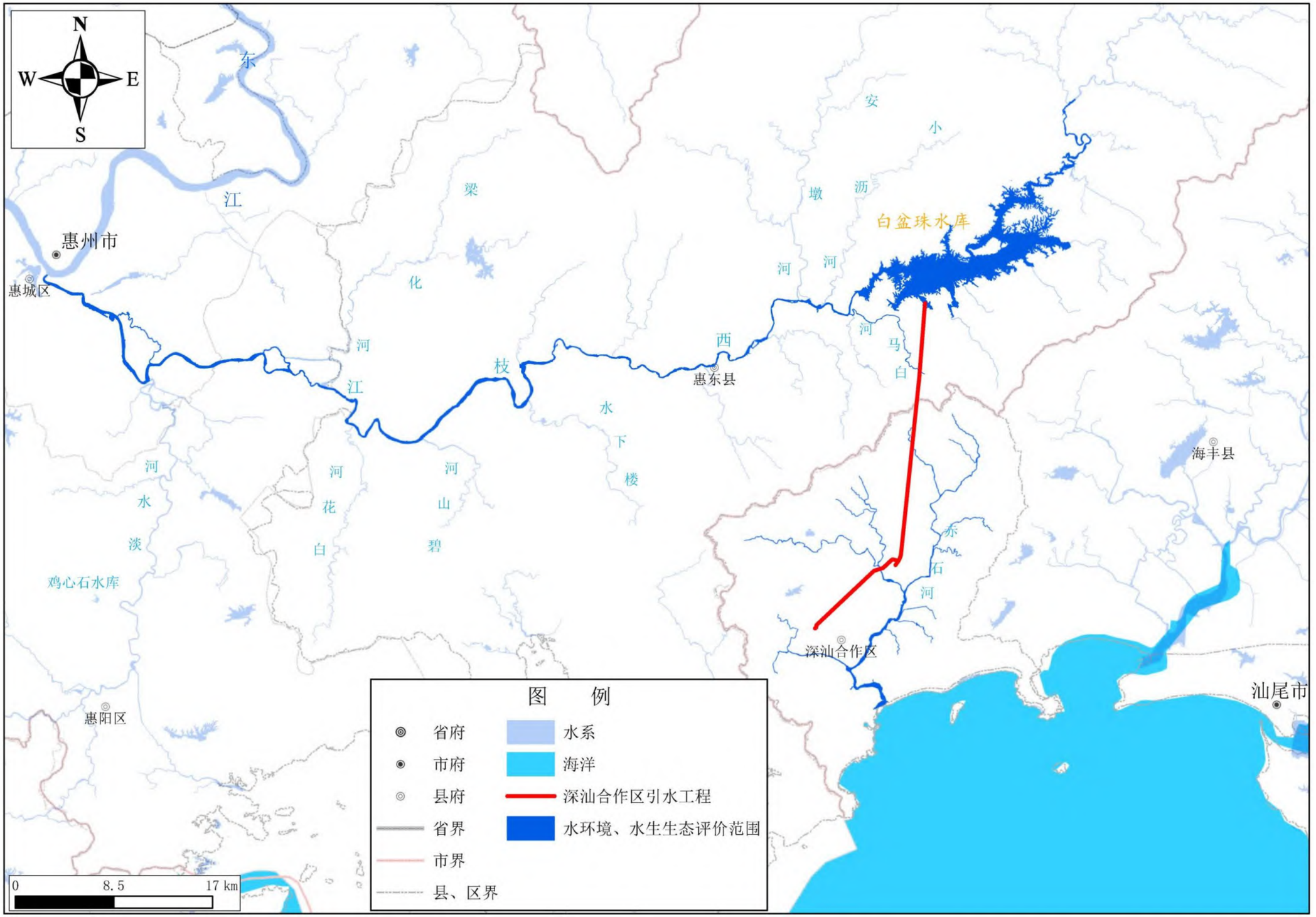
编号	项目		单位	导流
1	江水过流部位			导流明渠
2	导流建筑物级别			5级
3	围护的水工建筑物			水工建筑物 (DB1+745.639~DB1+938.639)
4	导流时段			第一年11月~第二年2月
5	导流设计频率P		%	20
6	导流设计流量Q		m^3/s	155
7	原河床水位		m	4.91
7	围前水位	上游围堰	m	6.66
		下游围堰	m	4.91
8	堰顶高程	上游围堰	m	7.70
		下游围堰	m	5.91
9	最大堰高	上游围堰	m	3.90
		下游围堰	m	2.81
10	堰顶长度	上游围堰	m	66.572
		下游围堰	m	86.92
11	导流明渠	断面型式/明渠底宽		梯形断面/25m
		进口底板高程	m	3.80
		出口底板高程	m	3.10
		长度	m	271.657
		坡度	m	i=0.258%
		最大流速	m/s	2.992

说明:

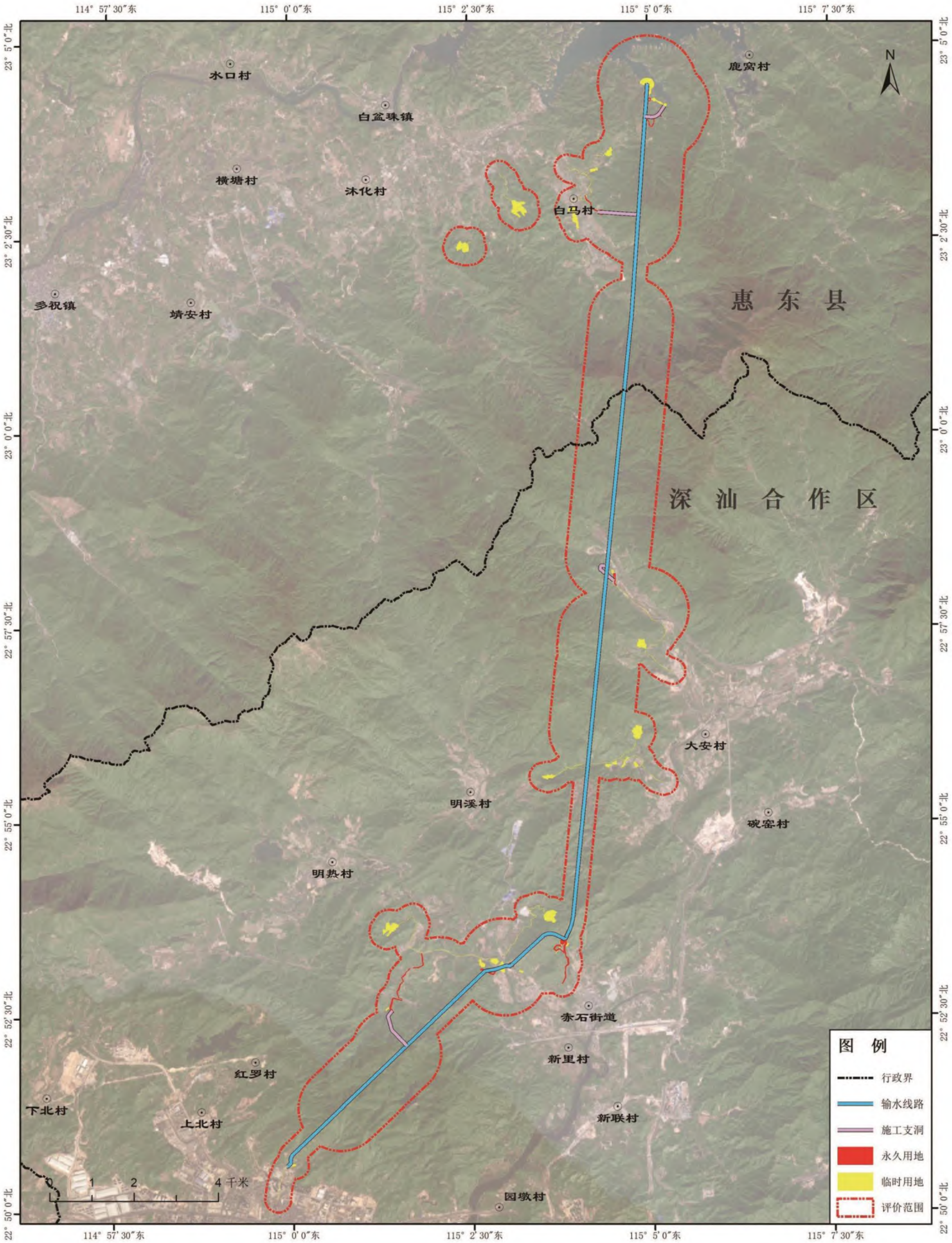
1. 本图采用珠基高程系,1954年北京坐标系。
2. 本图尺寸单位:除坐标、桩号、高程以m计,其余均为mm。
3. 本工程导流标准采用5年一遇洪水,导流时段为枯水期11~2月,流量Q=155m^3/s。
4. 抛石粒径要求:块石有效粒径不小于450mm。石料要求质地坚硬遇水不易破碎或水解,湿抗压强度大于40MPa,软化系数大于0.7。
5. 防渗墙轴线分别为:P8→P9→P10→P11→P12→P13→P14→P15→P16→P8,采用高压摆喷防渗墙防渗,底高程需嵌入相对不透水层不小于1m。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司 GPDI				
核定	姚礼敏		深汕合作区引水 工程	初设 阶段
审查	张 进			施工 部分
校核	程 严		穿明热河埋管段(DB1+745.639~DB1+938.639)施工导流平面布置图	
设计	曹国鲁			
制图	曹国鲁			
设计证号	甲级 A144001909		图号 SL1975DT-921-002	日期 2025.07

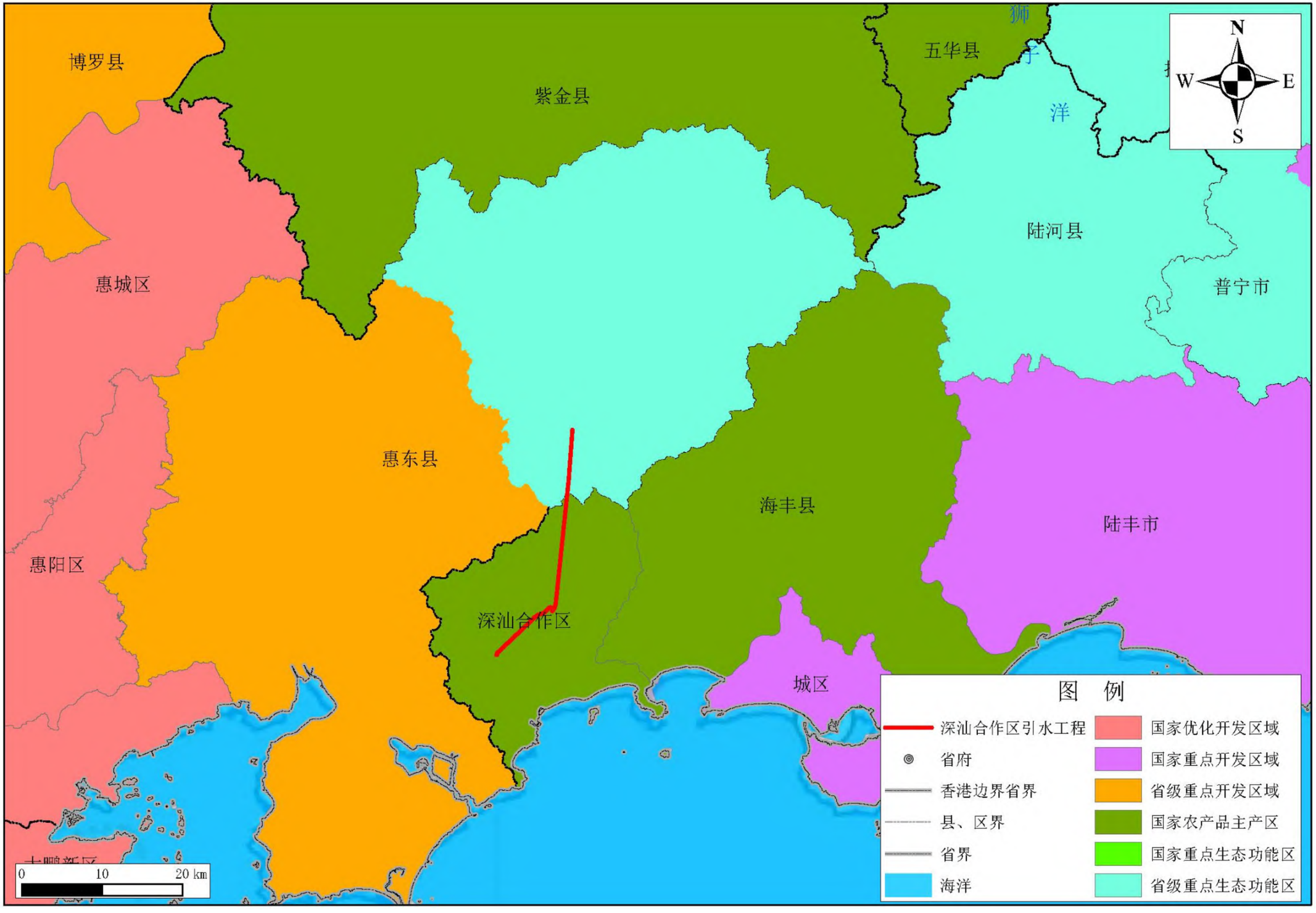
附图 8 穿明热河埋管段施工导流平面布置图



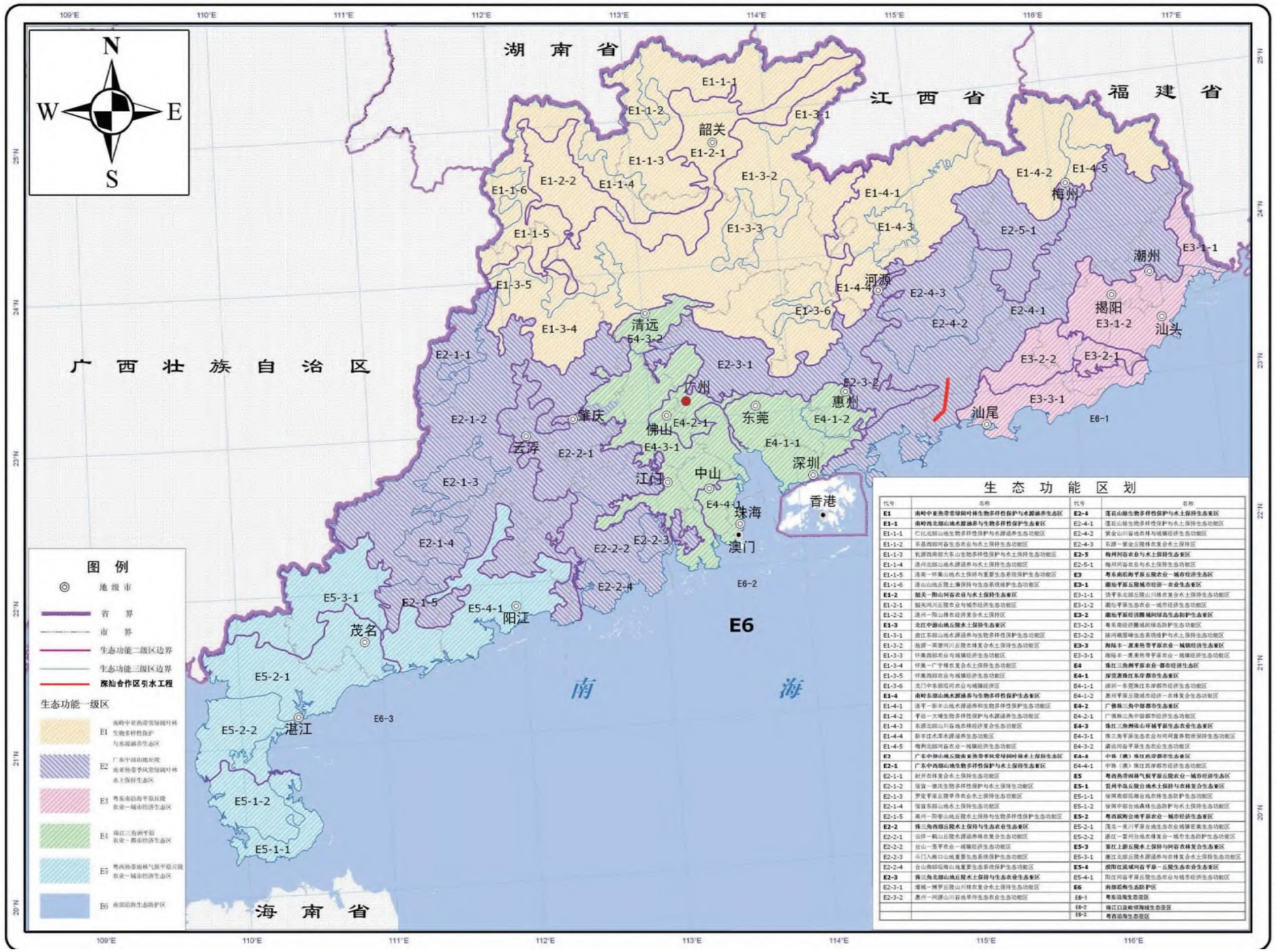
附图 9 工程水环境、水生态评价范围图



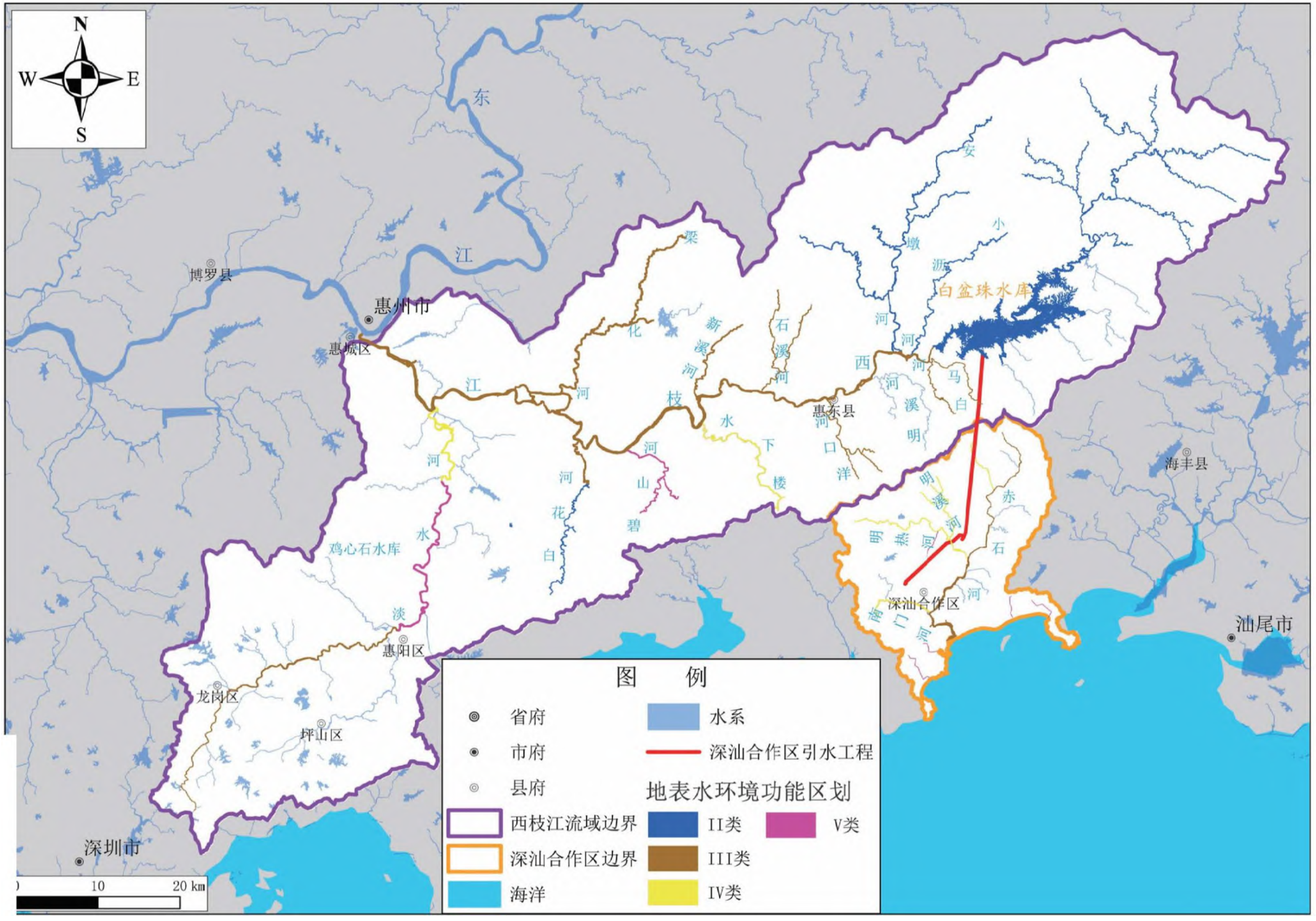
附图 10 工程陆生生态评价范围



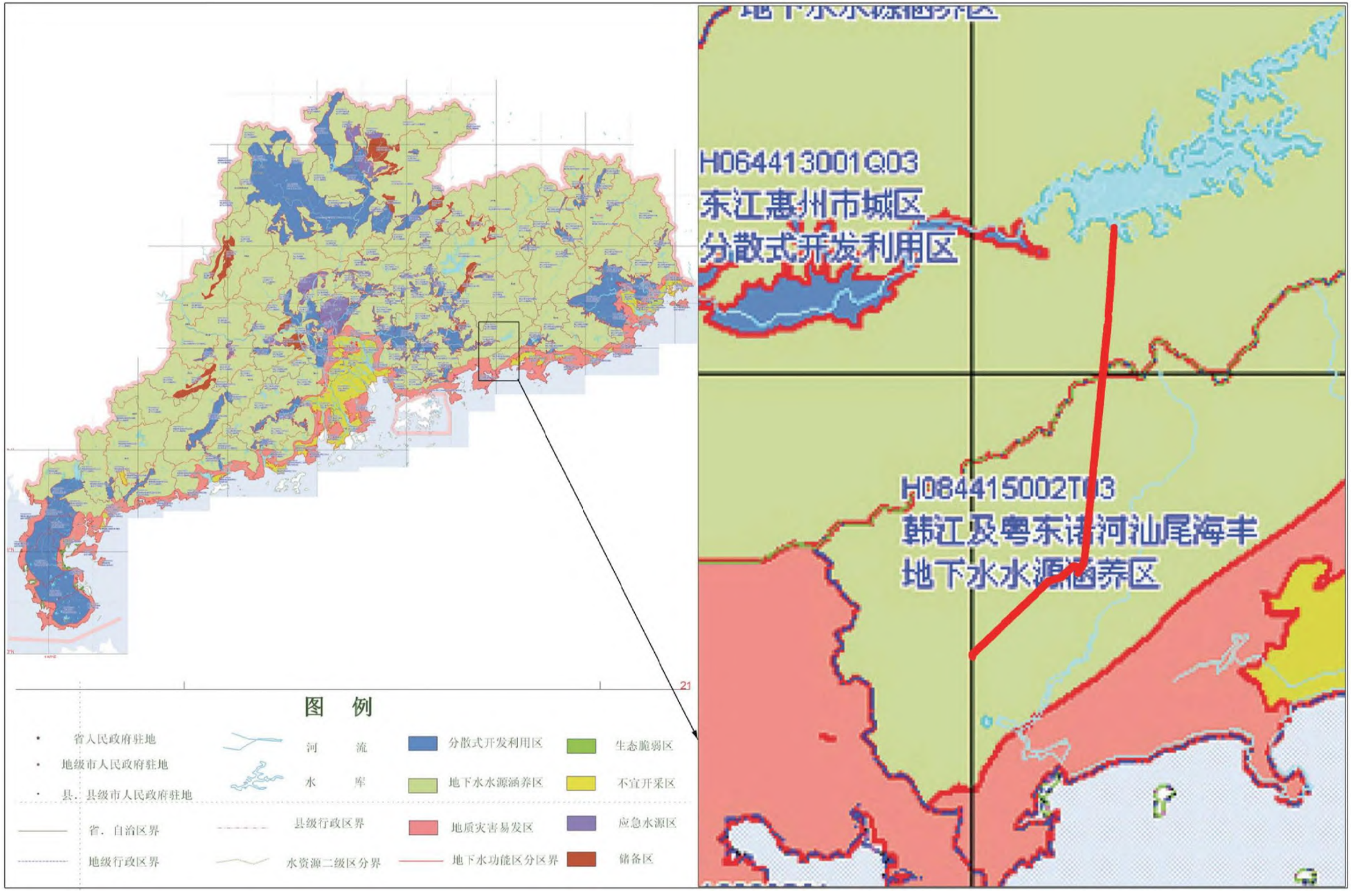
附图 11 工程与主体功能区划图位置关系图



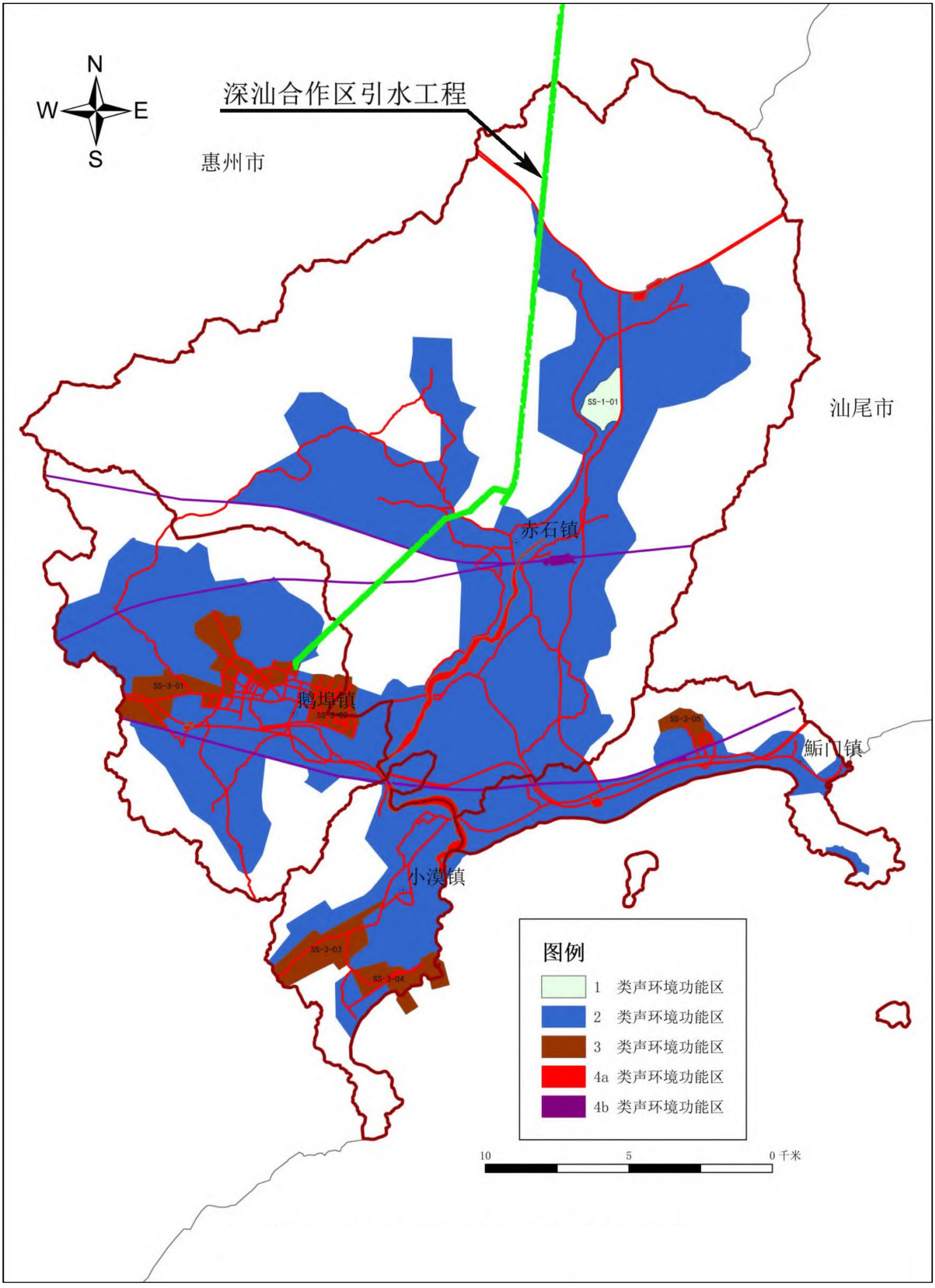
附图 **12** 工程涉及广东省生态功能区划位置示意图



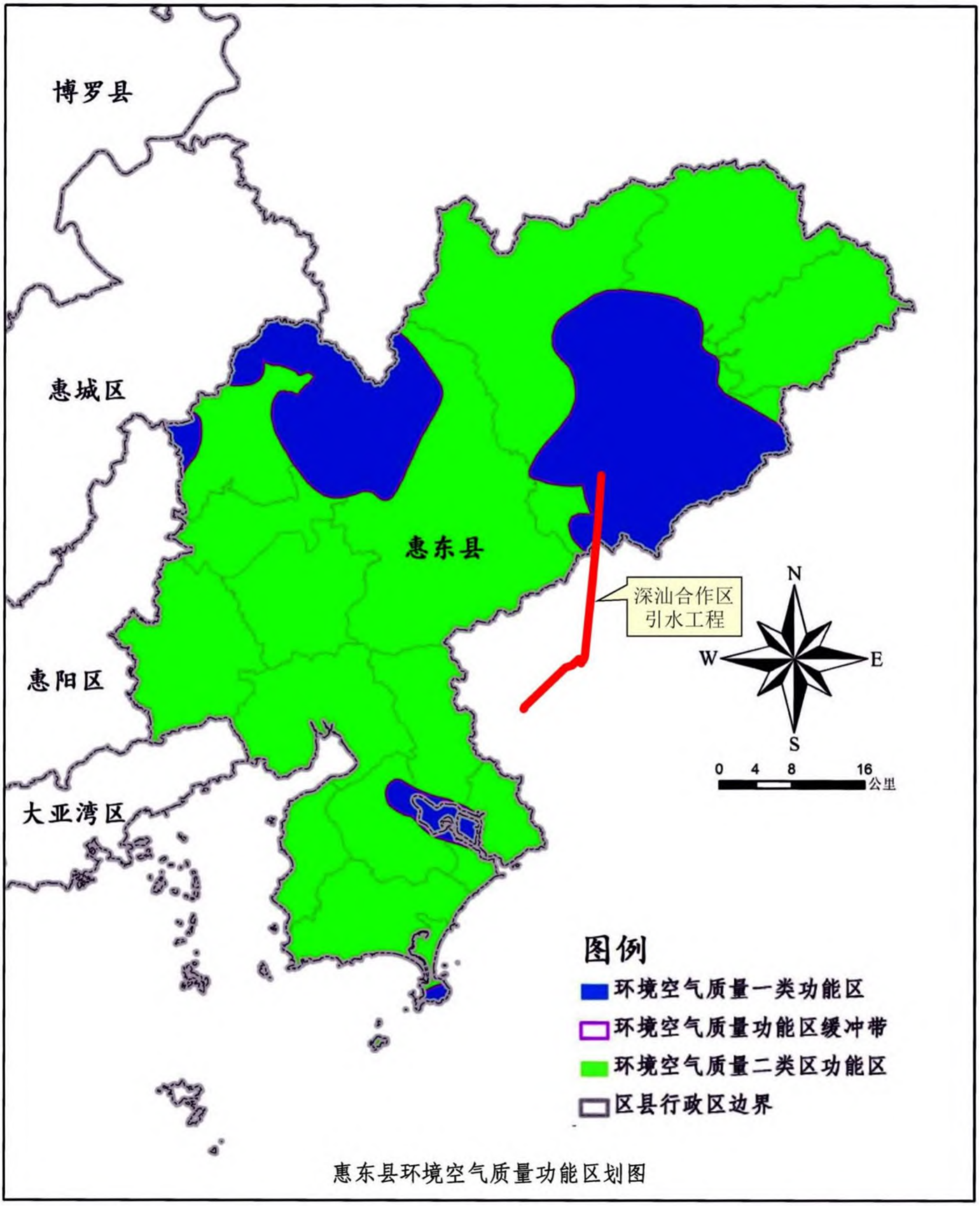
附图 13 工程所在区域水环境功能区划图



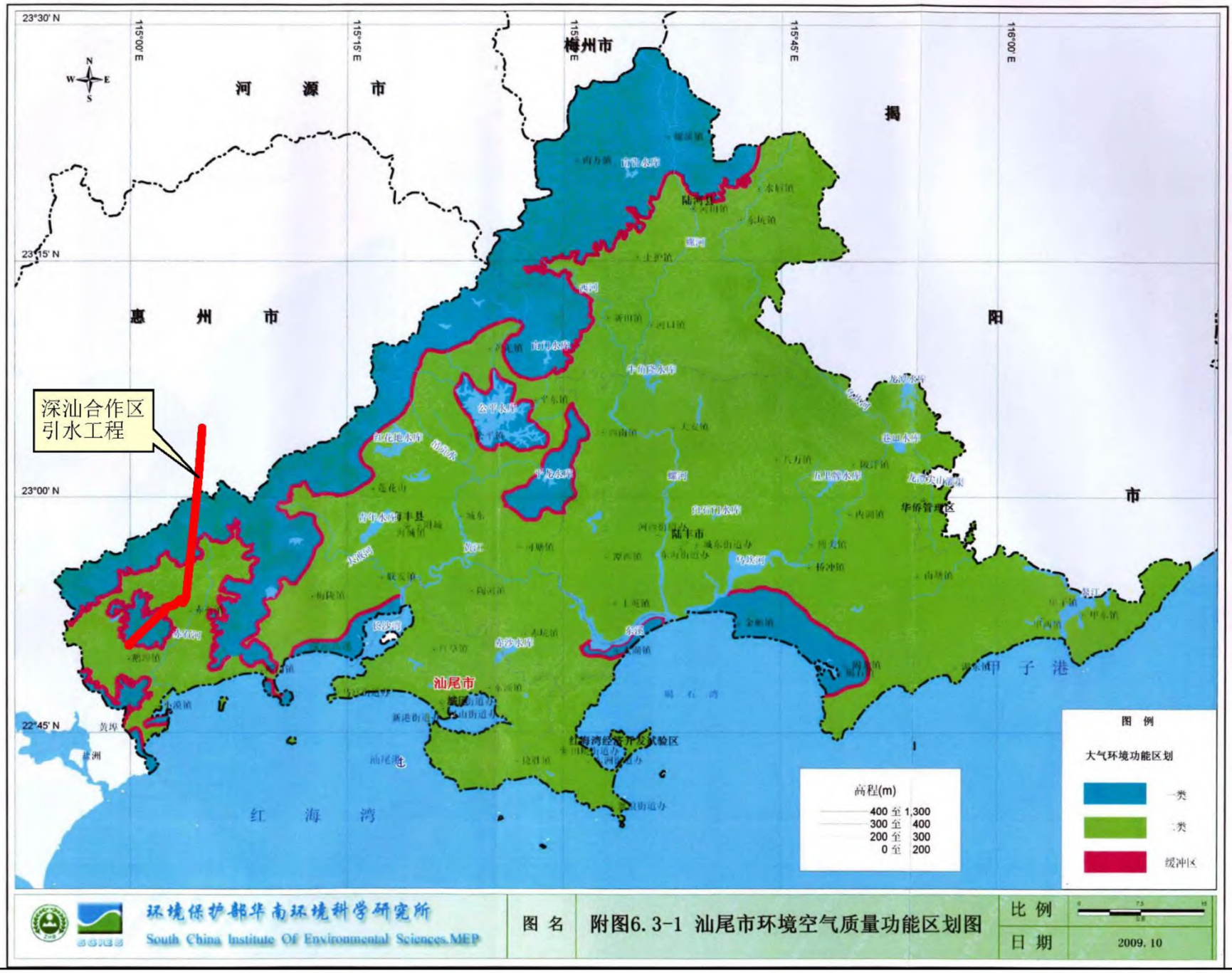
附图 14 工程所在区域浅层地下水功能区划图



附图 15 工程所在区域声环境功能区划图



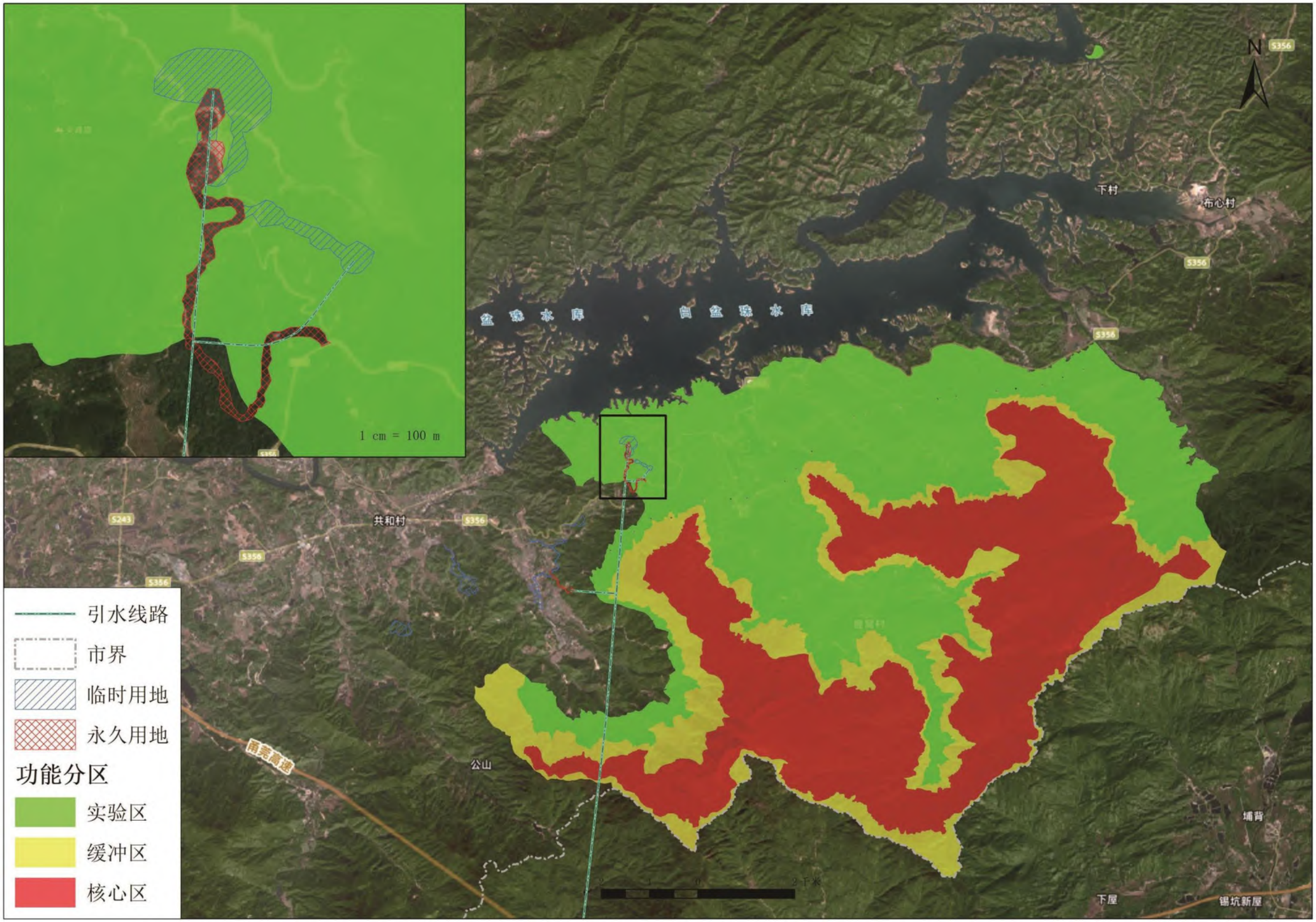
附图 16 工程所在区域环境空气质量功能区划图（1/2）



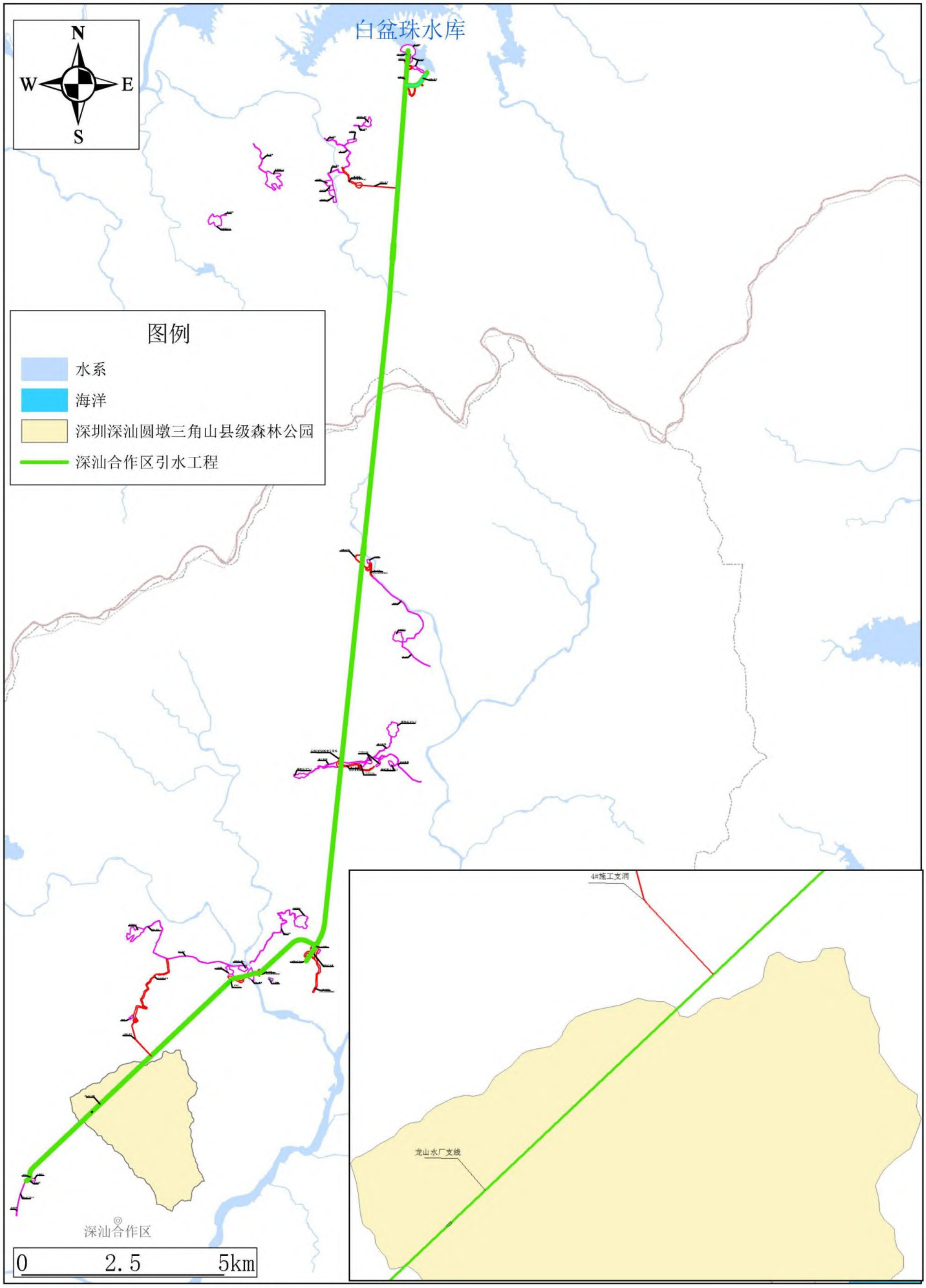
附图 16 工程所在区域环境空气质量功能区划图（2/2）



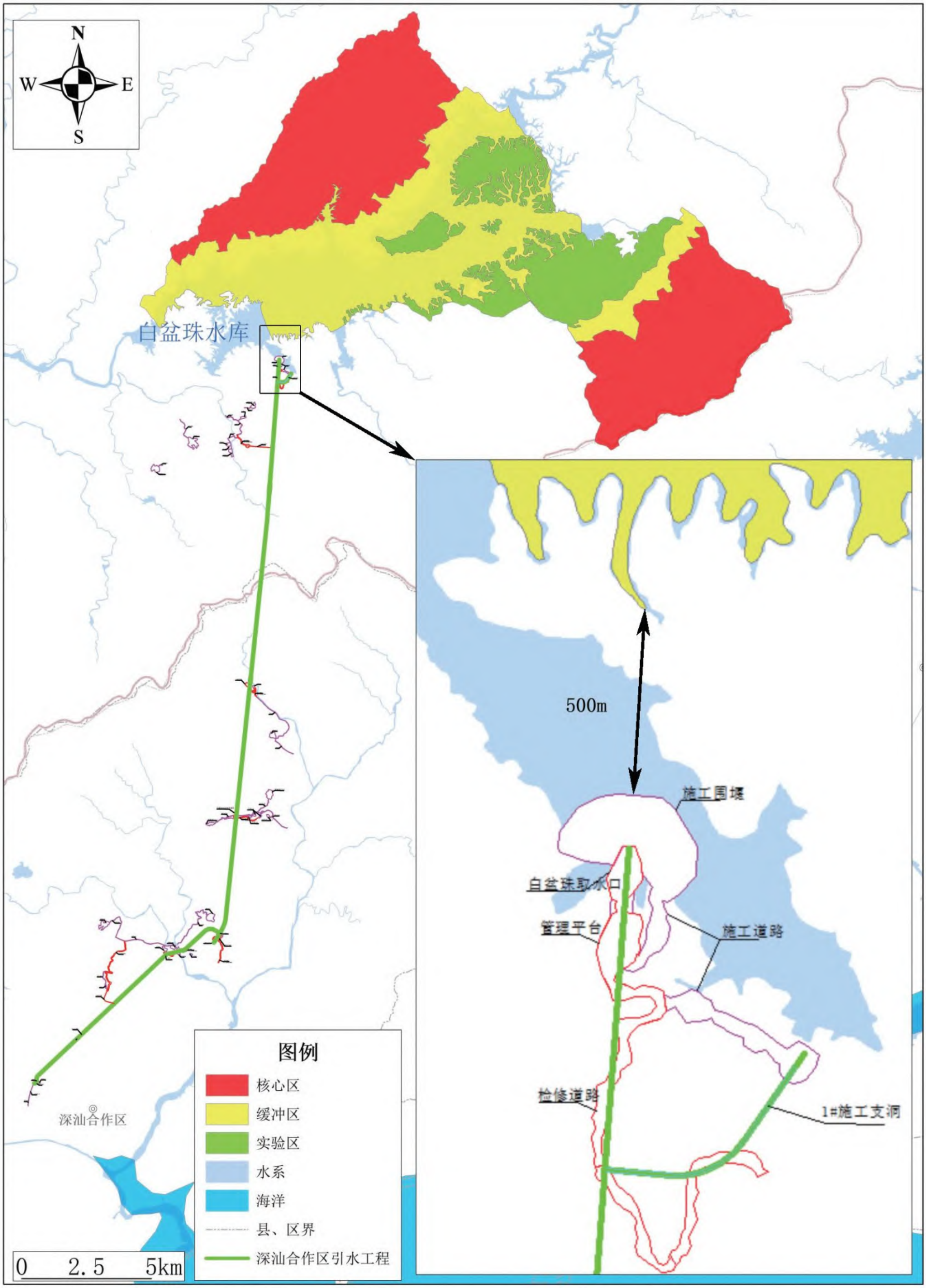
附图 17 工程与广东省"三线一单"符合性分析图



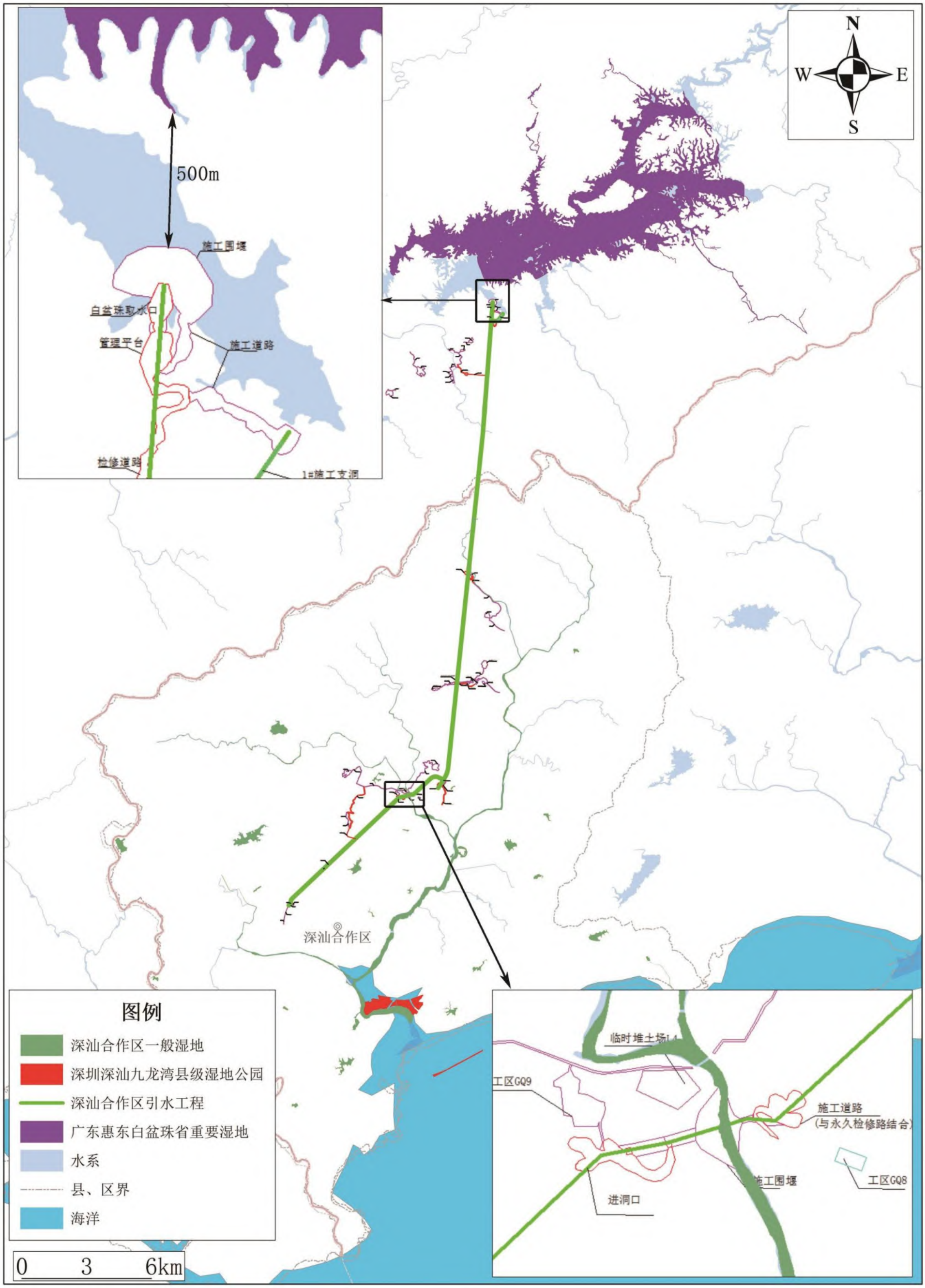
附图 18 工程与惠东白马山县级自然保护区的位置关系图



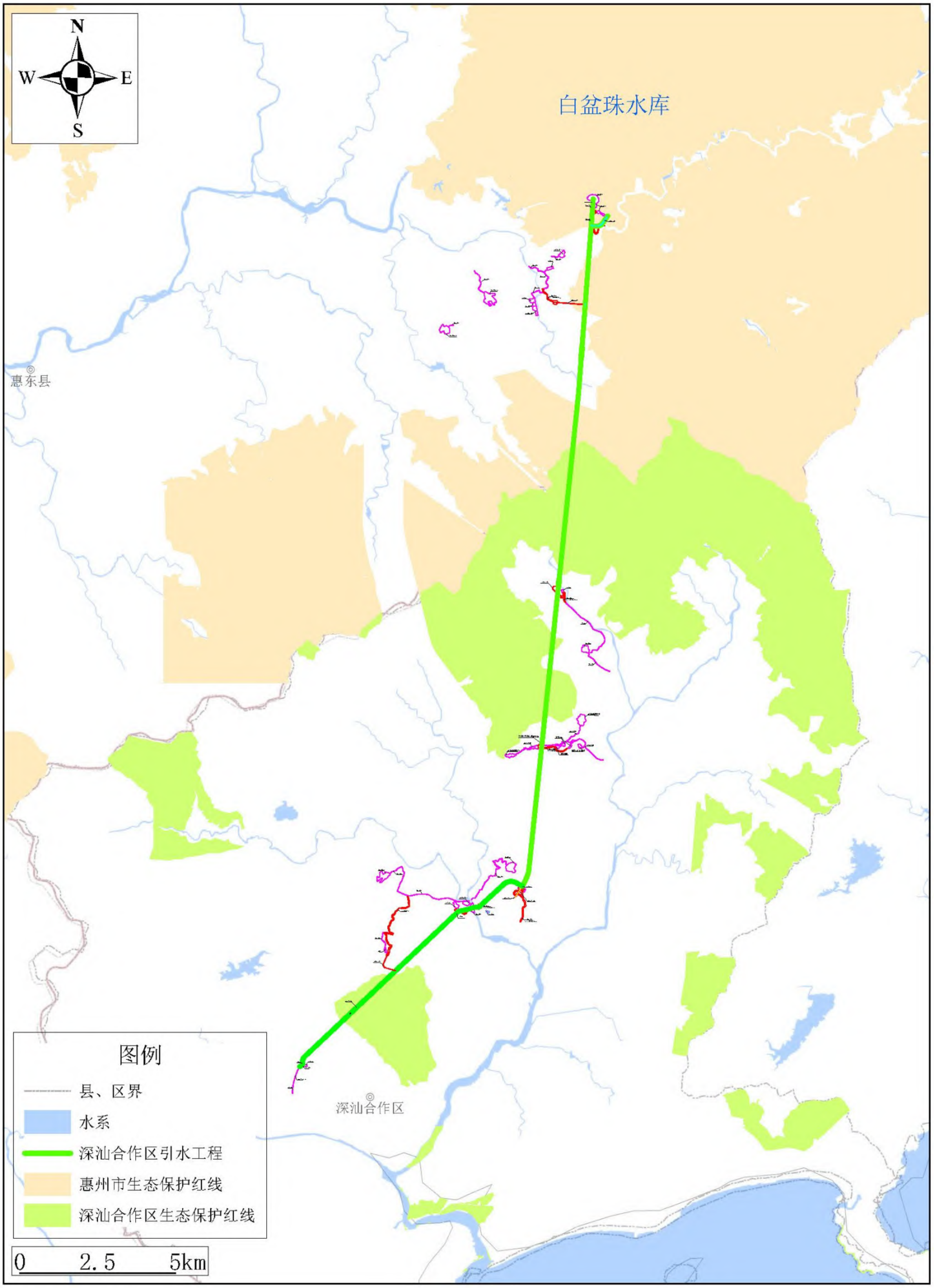
附图 19 工程与深汕深汕圆墩三角山森林公园位置关系图



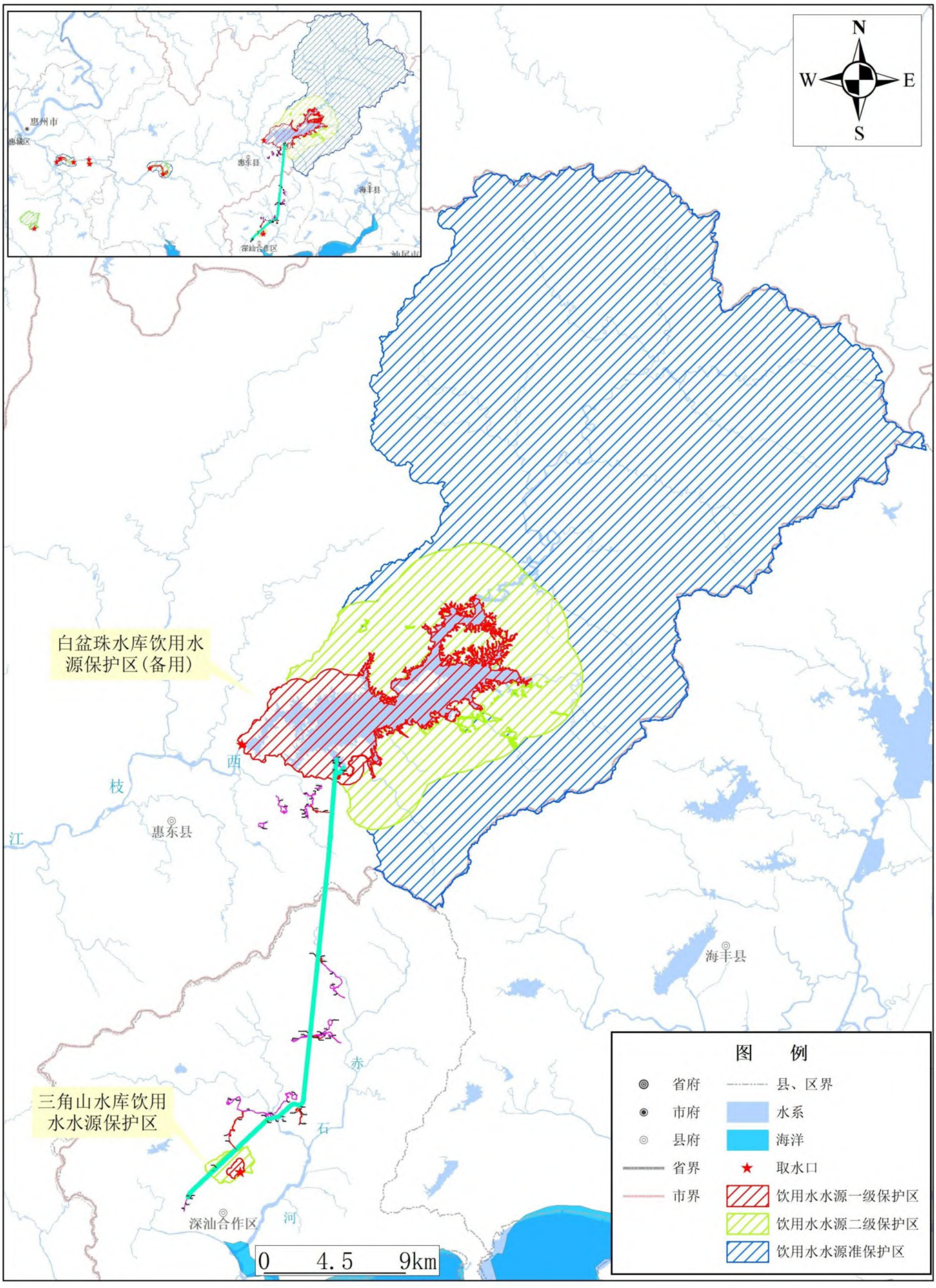
附图 20 工程与广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区位置关系图



附图 21 工程与区域湿地位置关系图



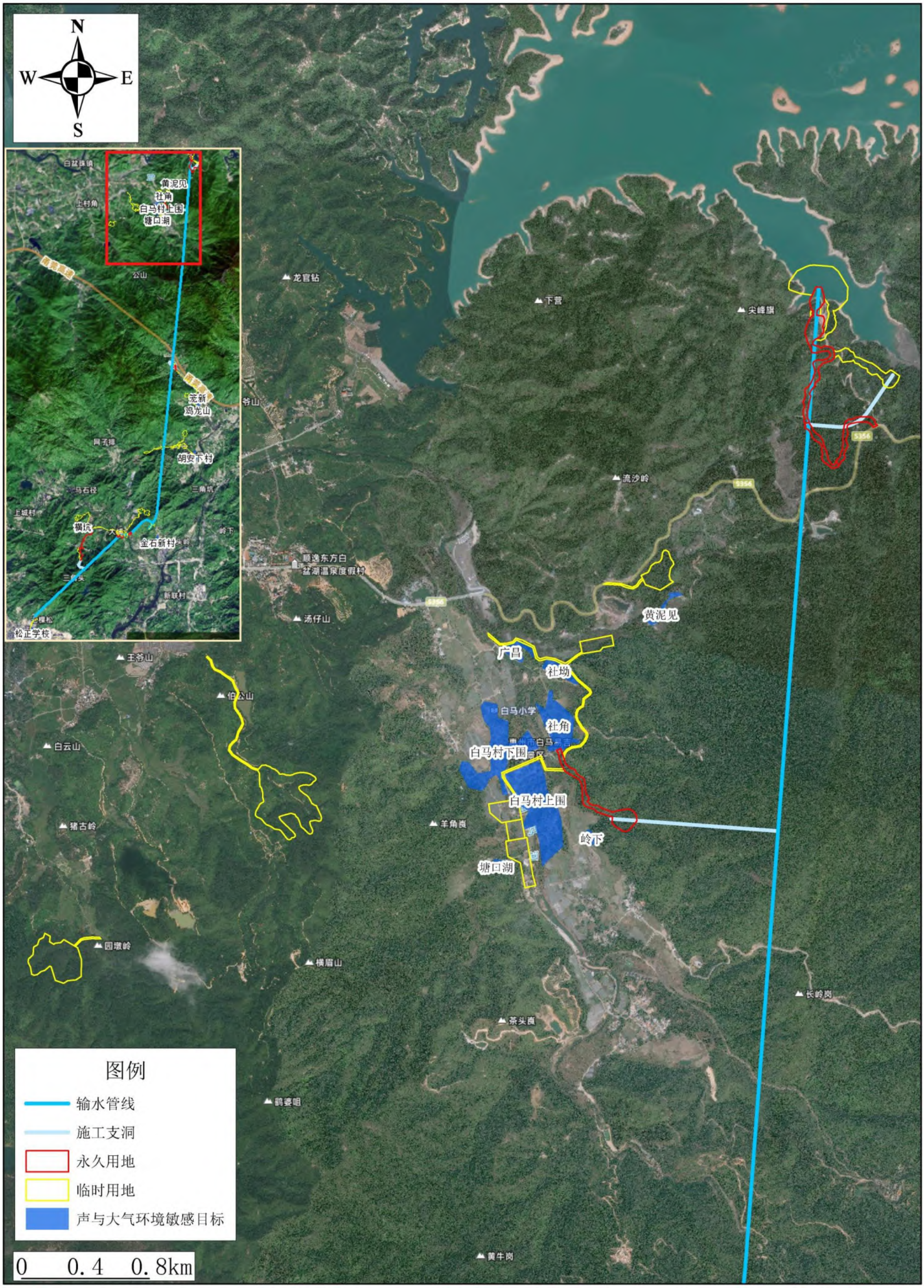
附图 22 工程与区域生态保护红线位置关系图



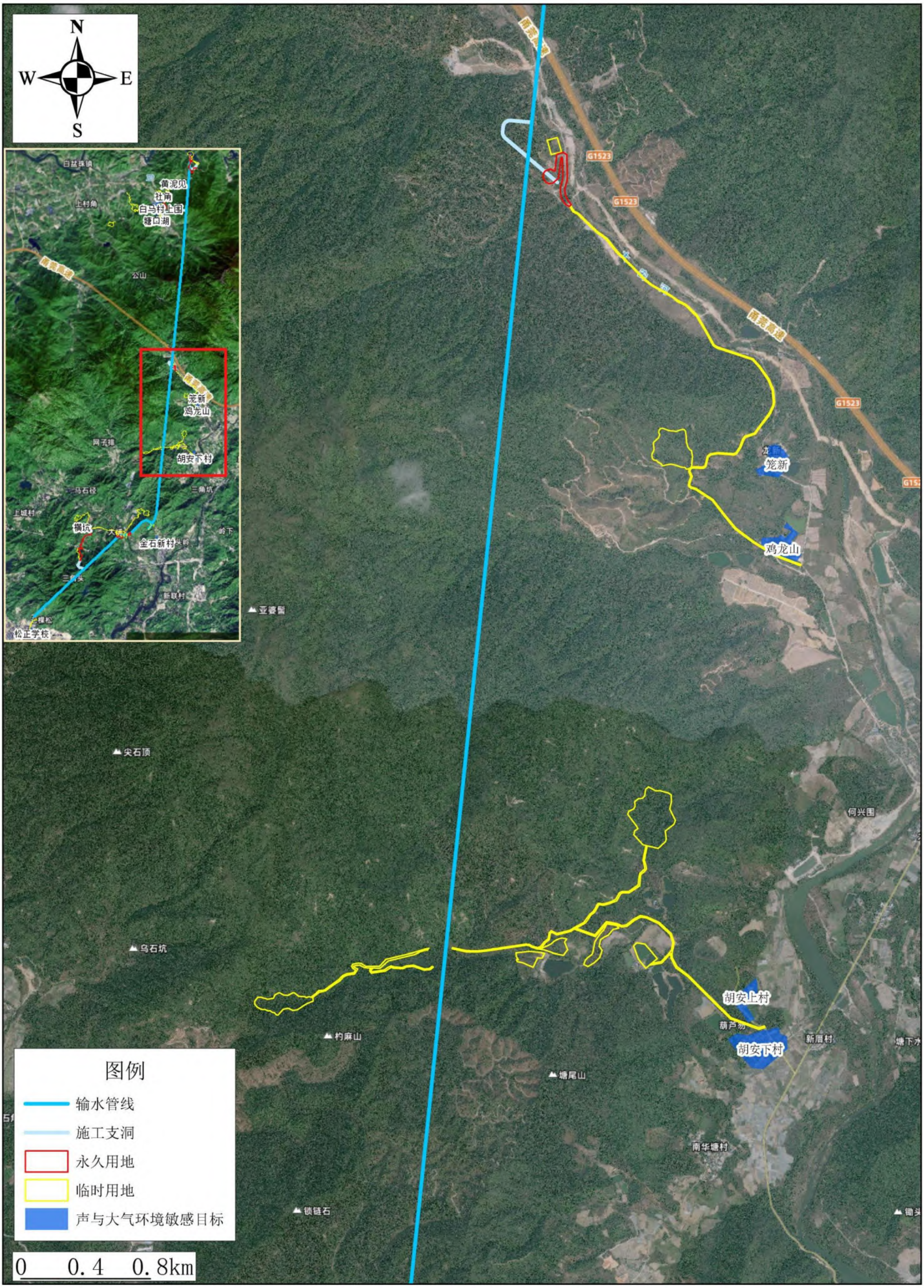
附图 23 工程评价范围饮用水水源保护区分布图



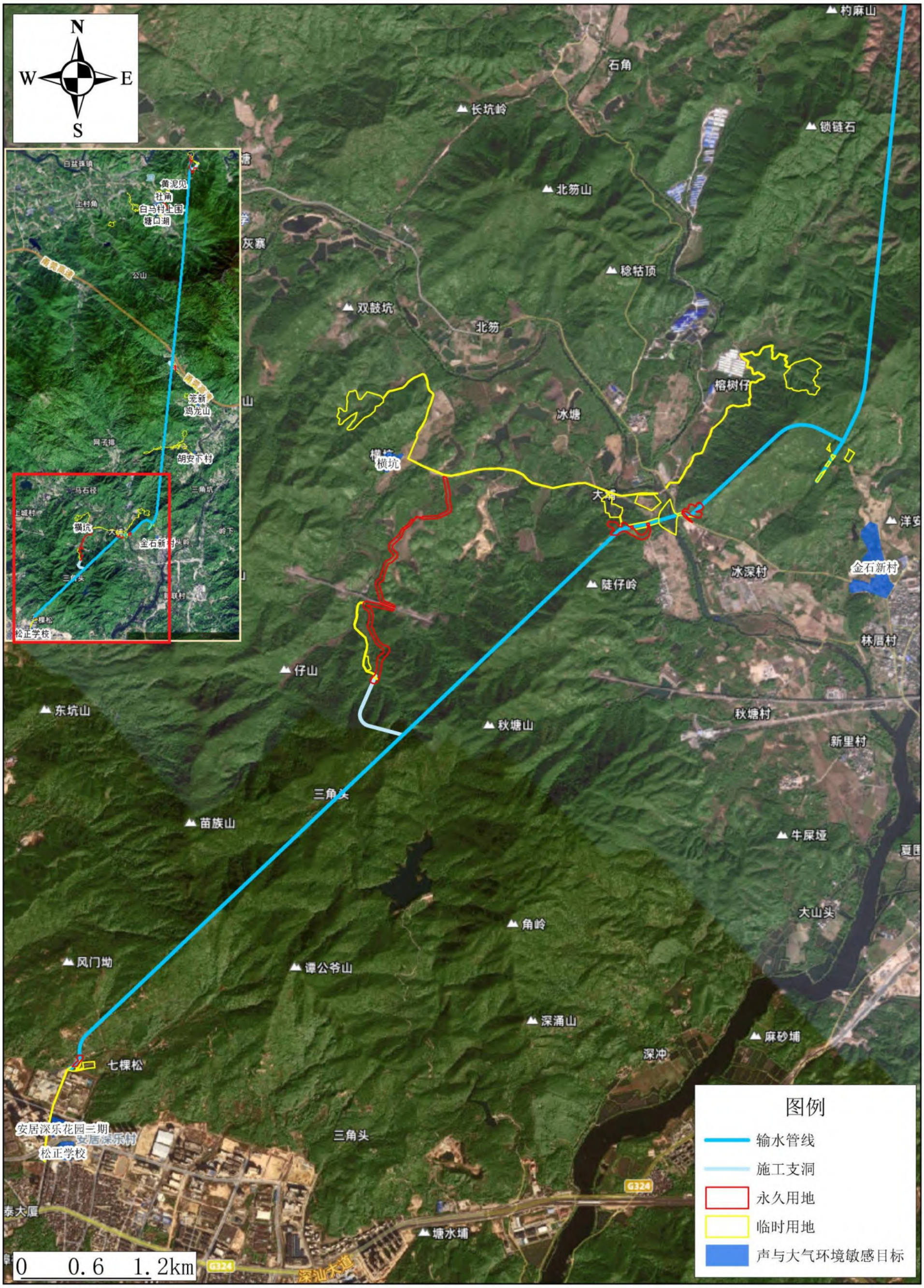
附图 **24** 工程所在区域生态敏感区位置示意图



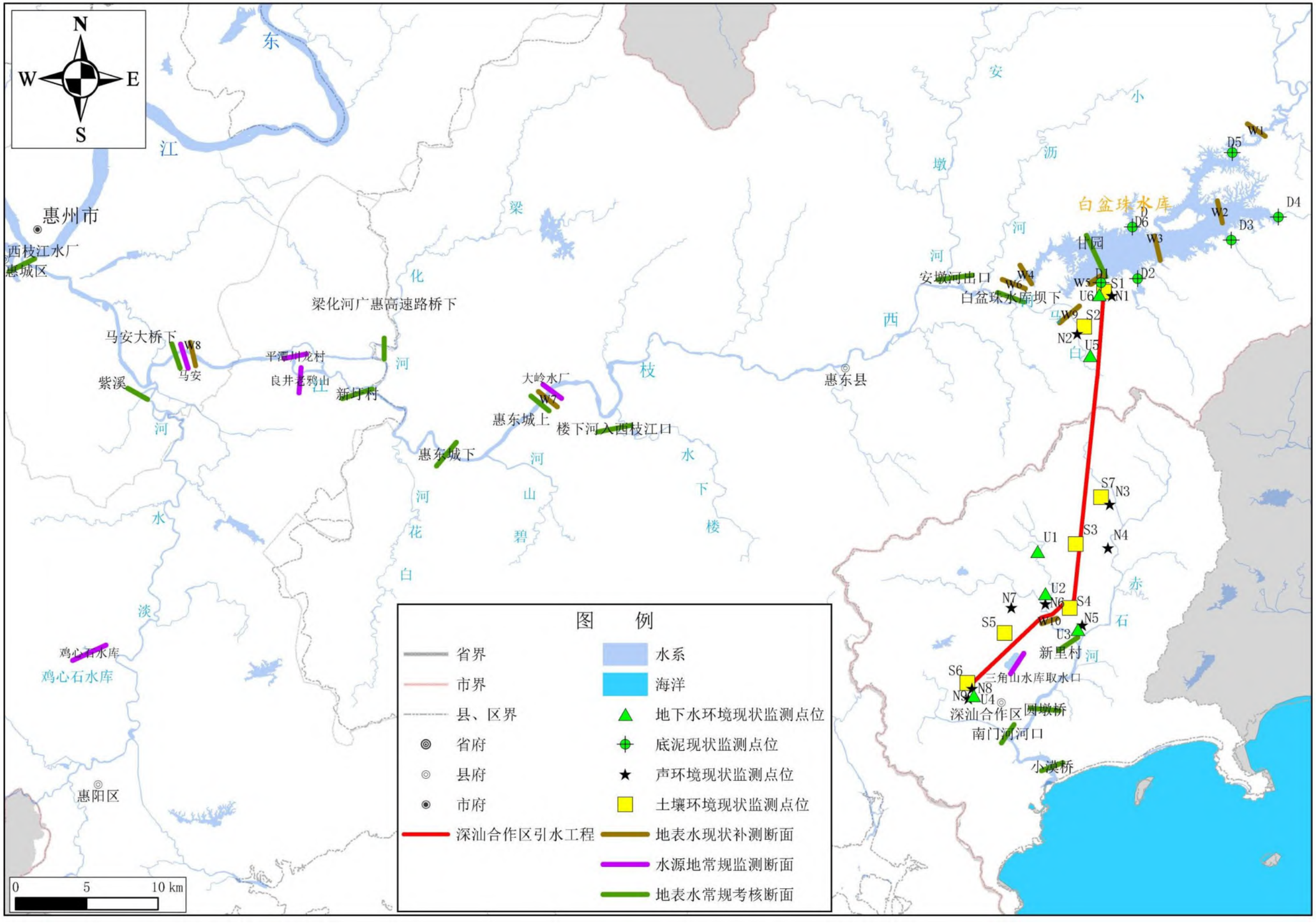
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（1/3）



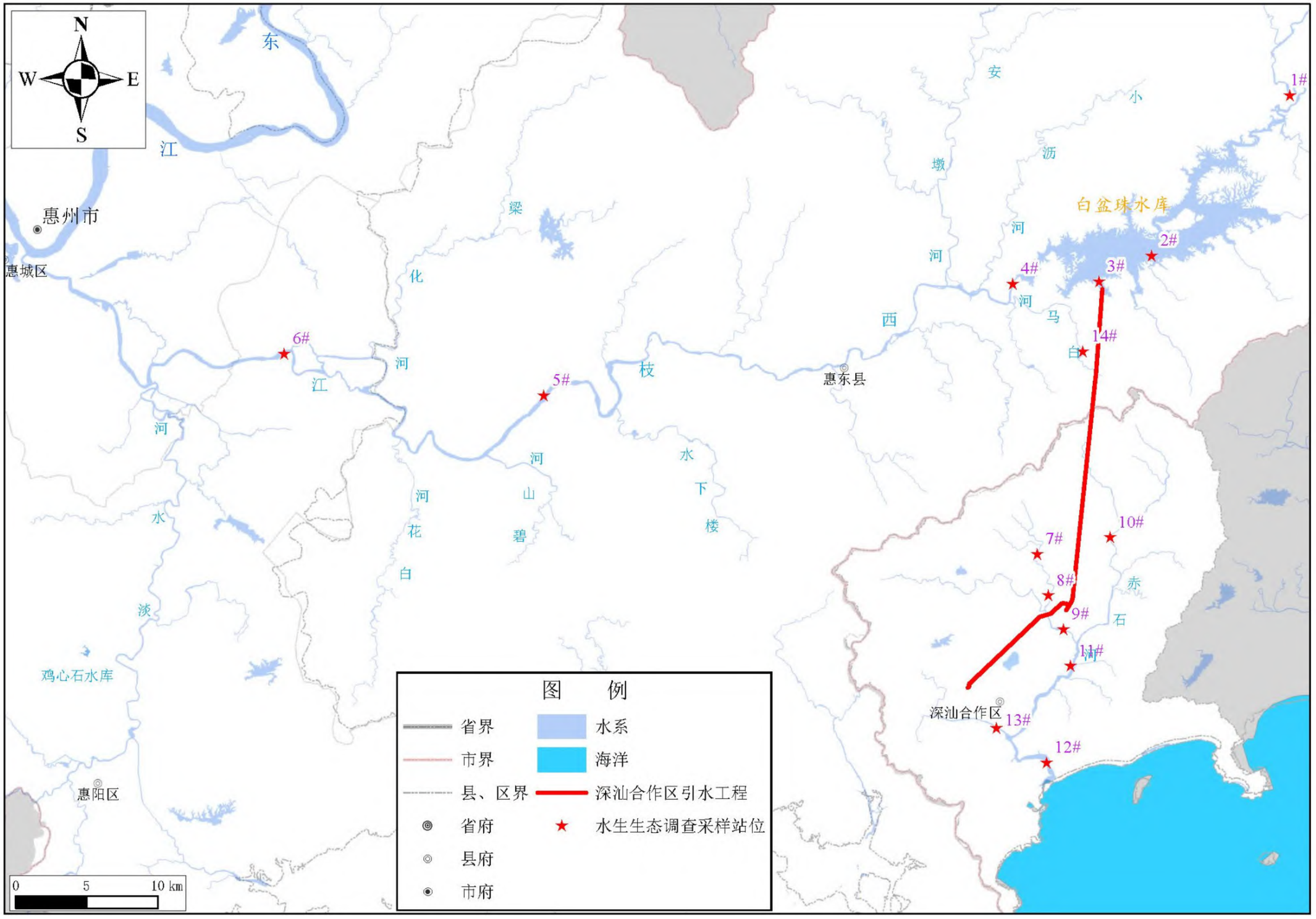
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（2/3）



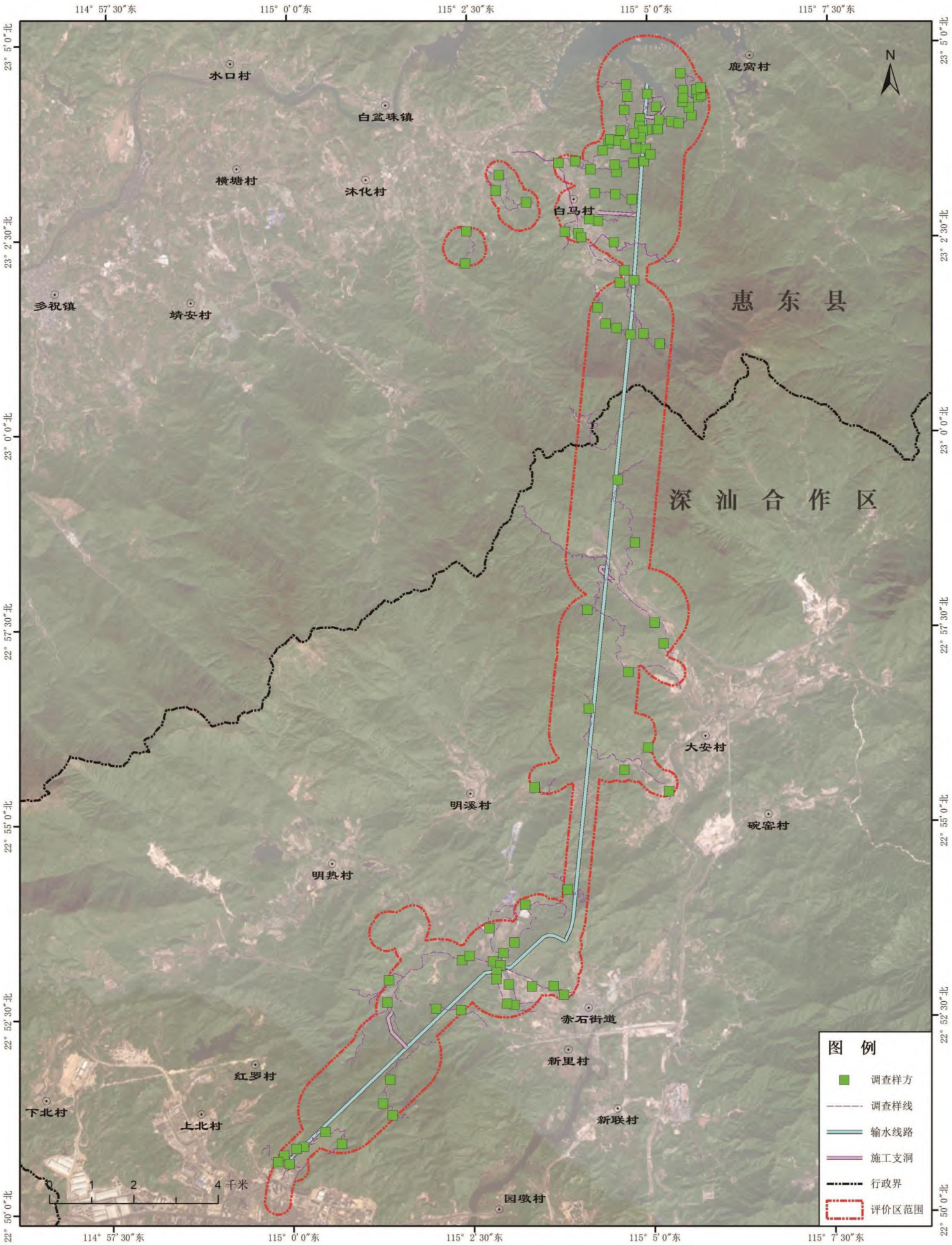
附图 25 评价范围内声与大气环境敏感目标分布图（3/3）



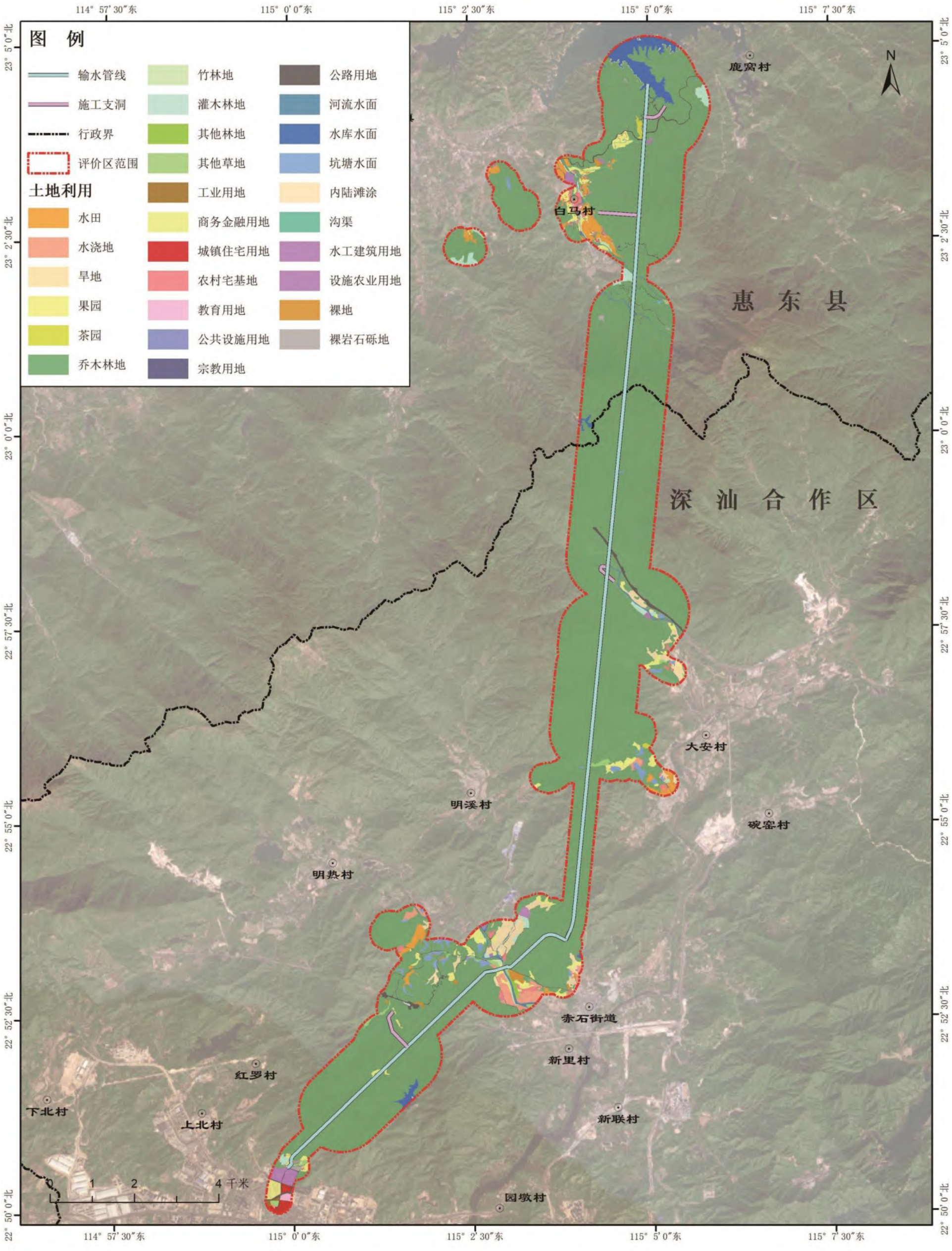
附图 26 工程环境现状监测布设图



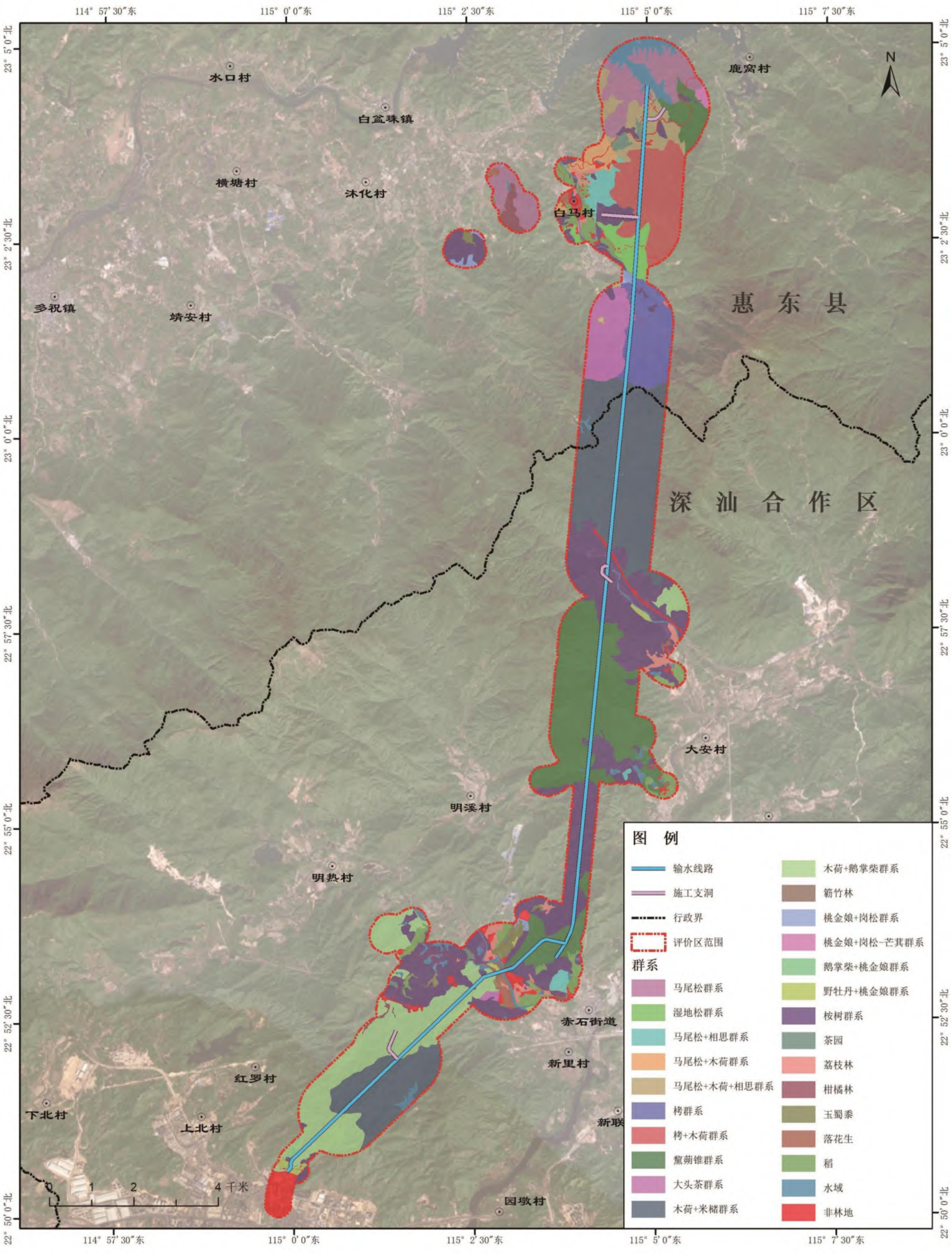
附图 27 工程水生生态调查采样位置分布图



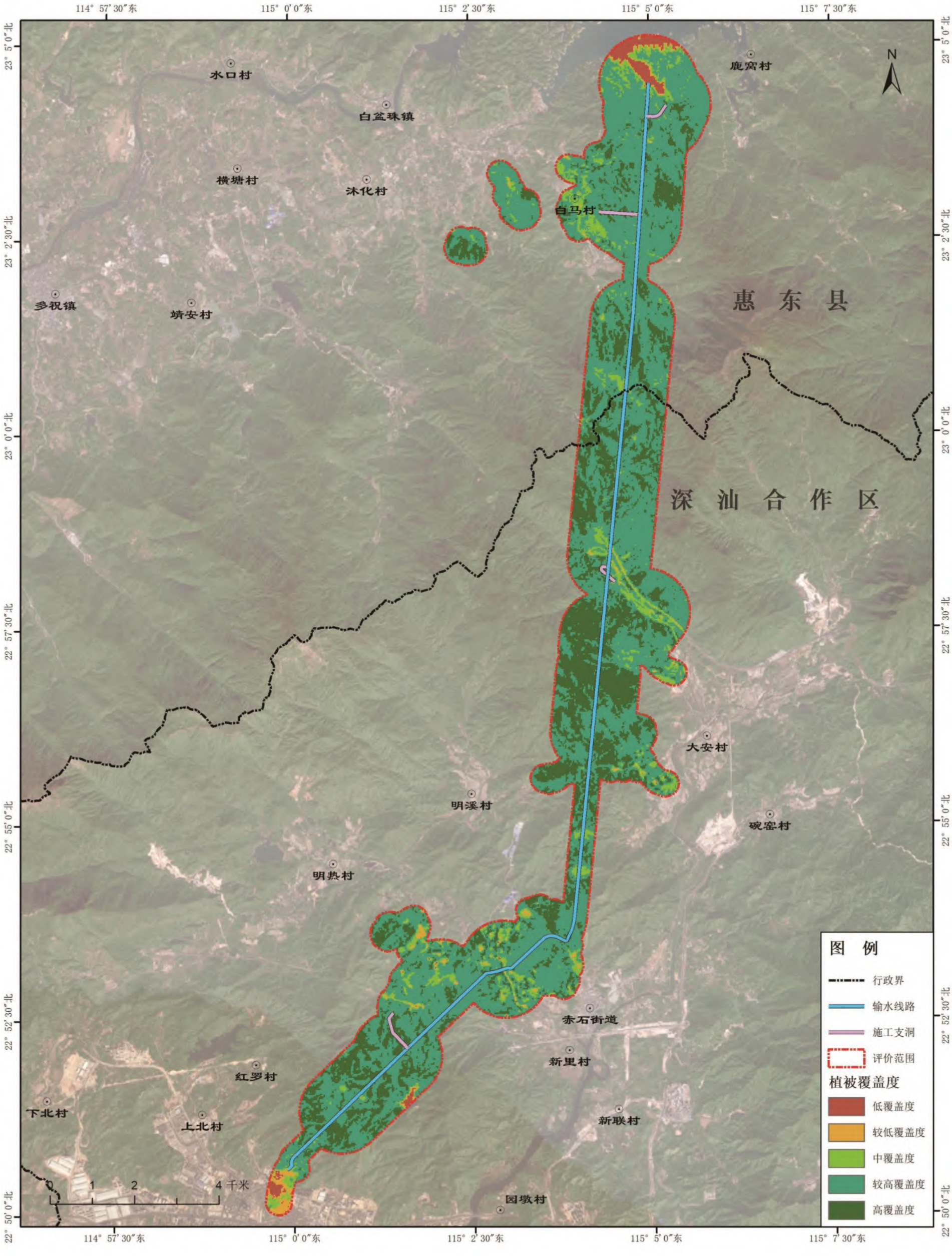
附图 28 调查样方样线布设图



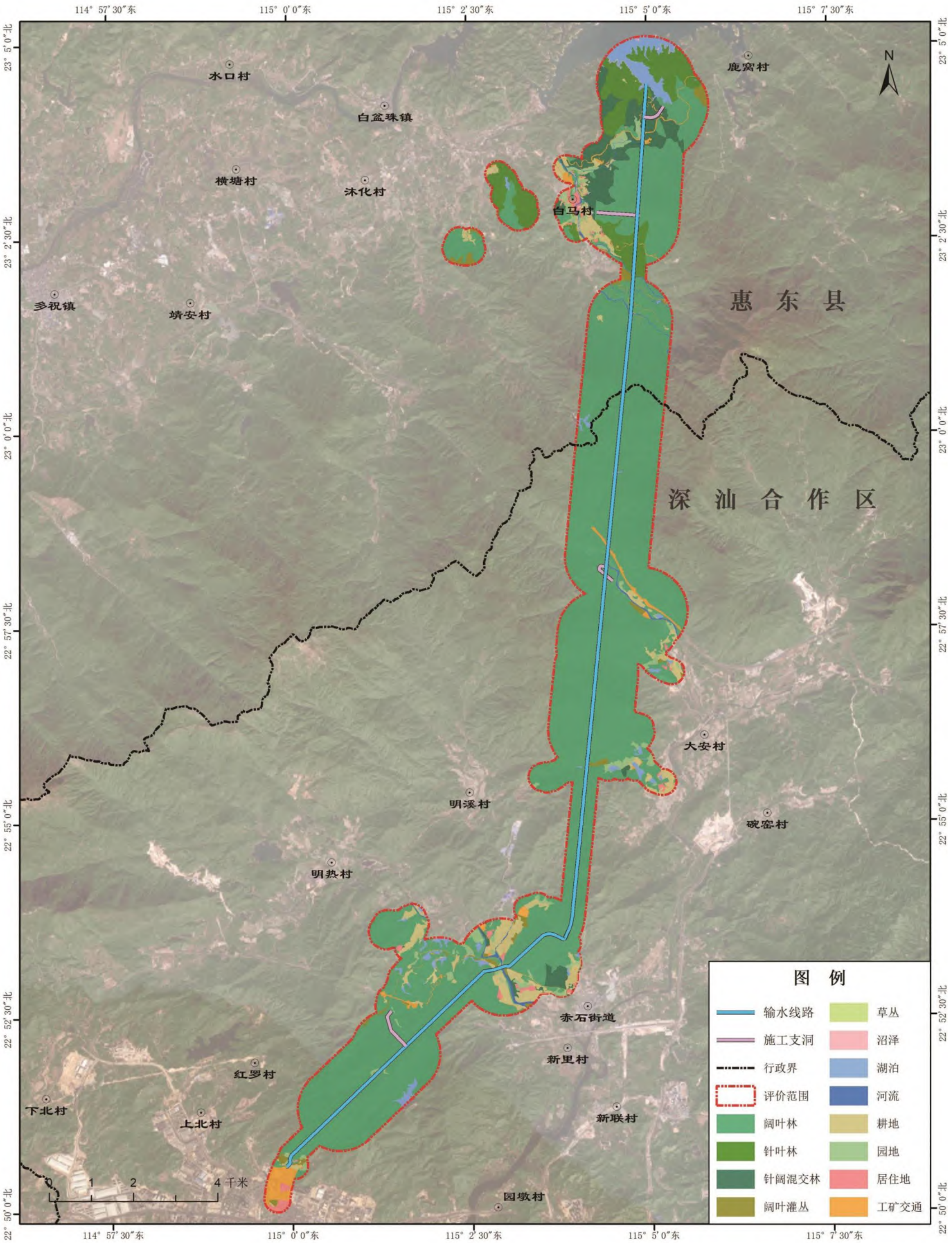
附图 29 评价范围土地利用现状图



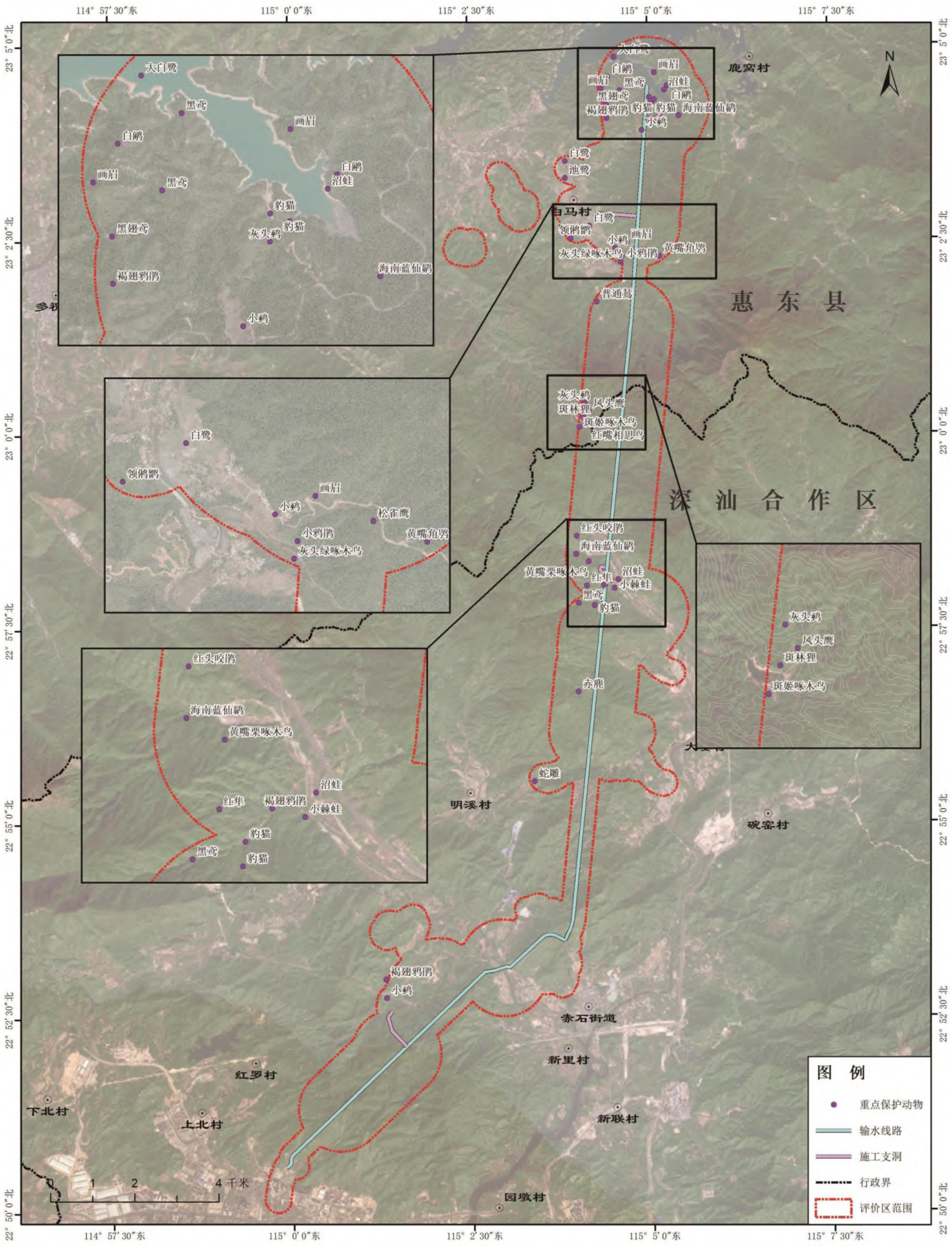
附图 30 评价范围植被群系分布图



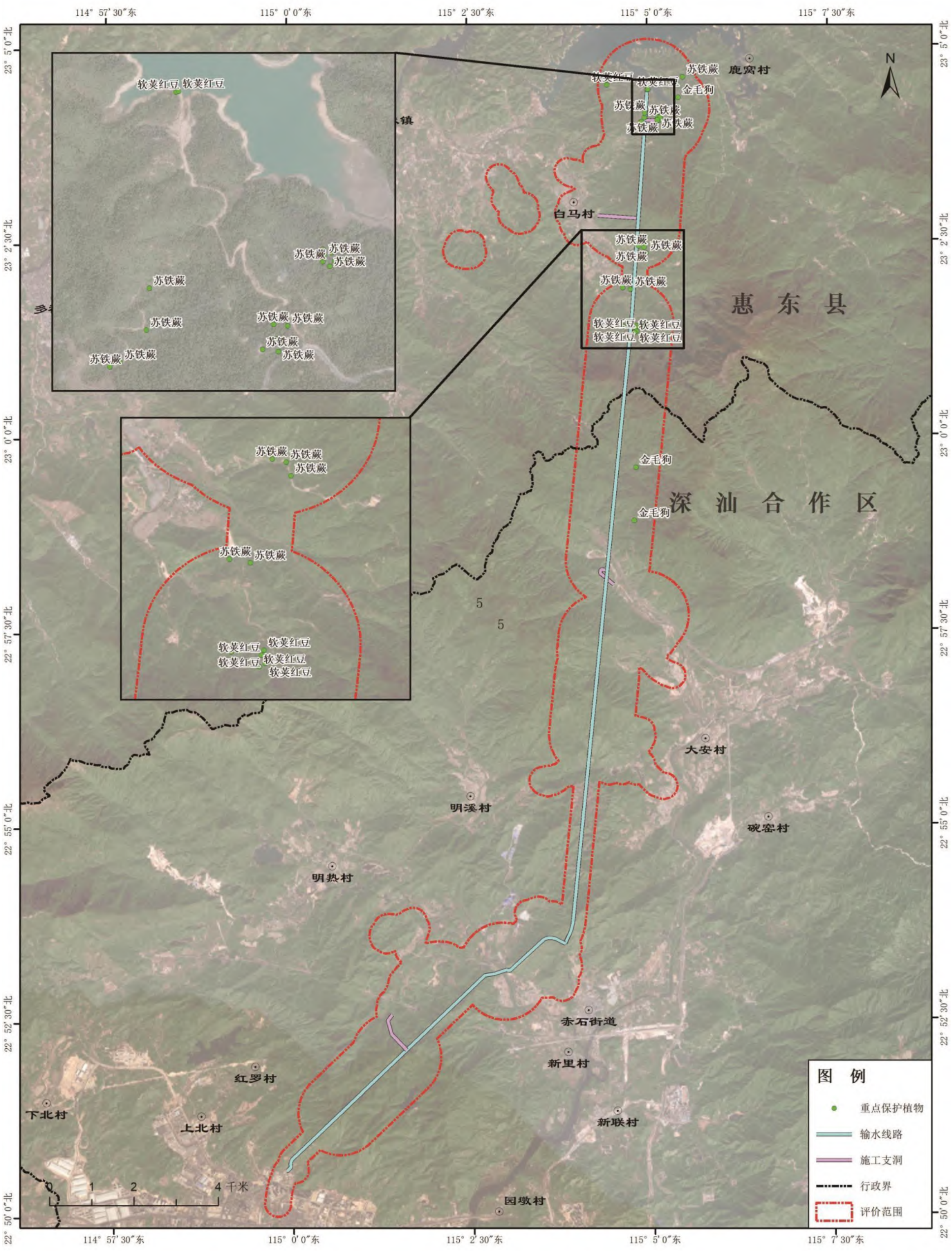
附图 31 评价范围植被覆盖度空间分布图



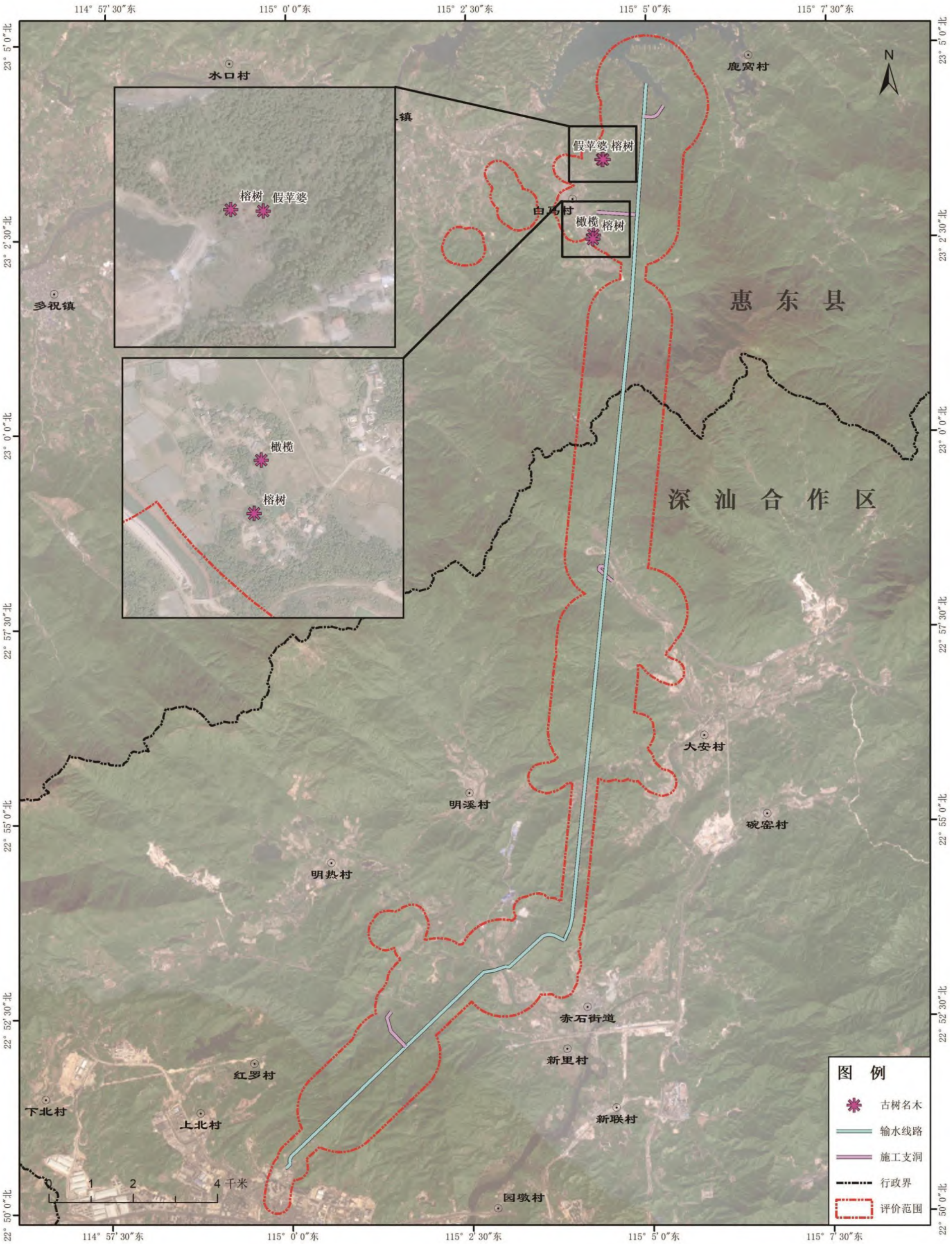
附图 32 评价范围生态系统类型



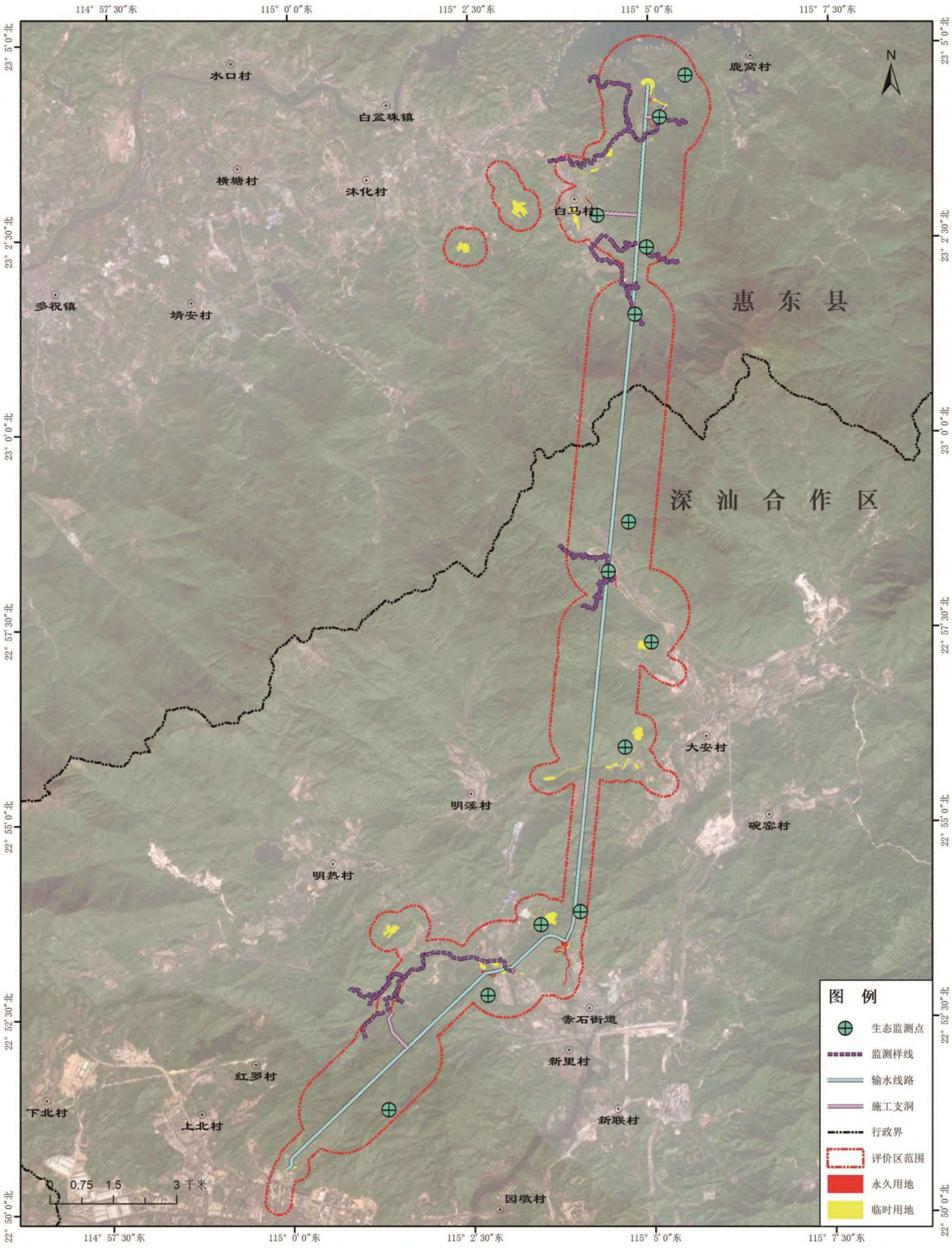
附图 33 评价范围重点保护动物分布图



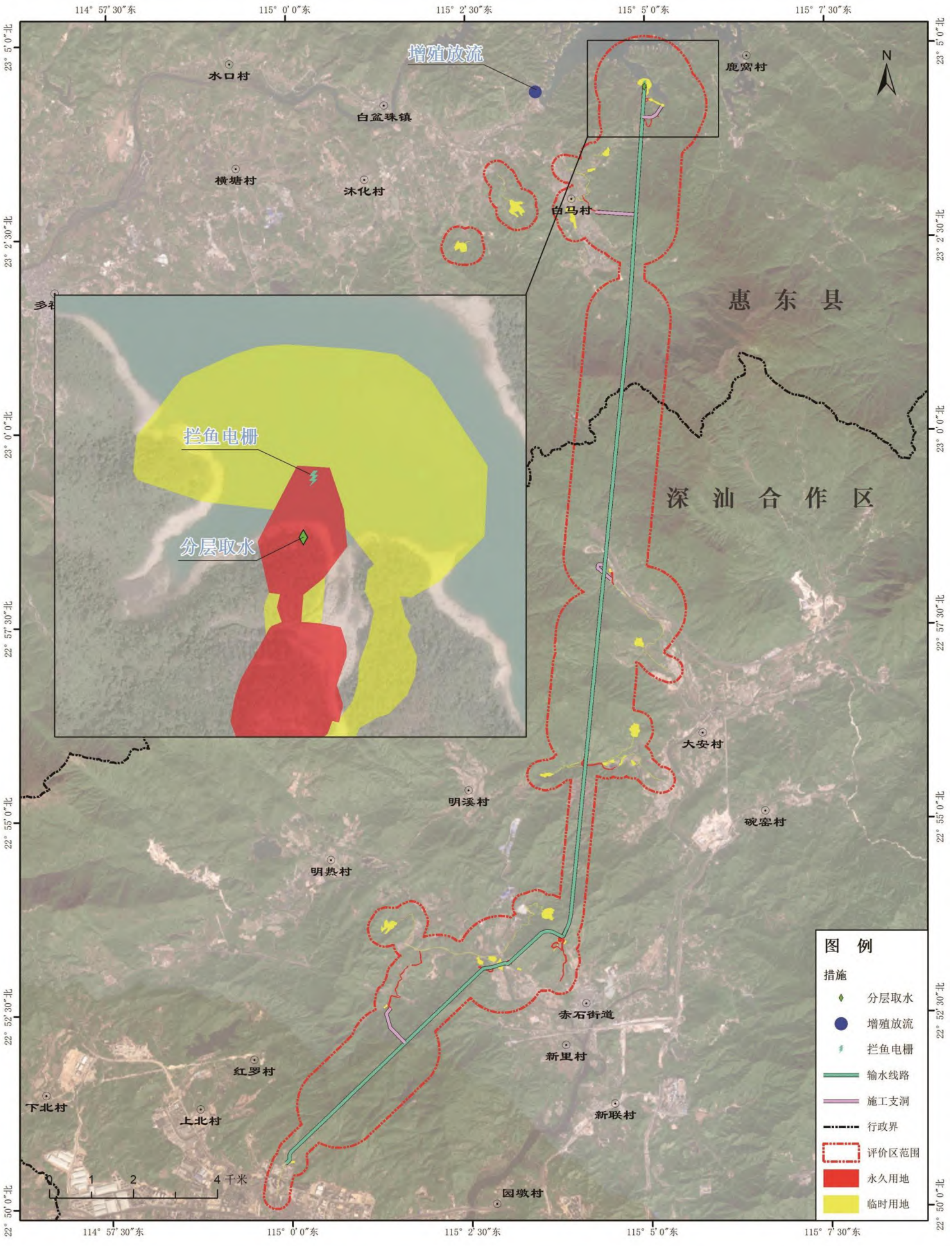
附图 34 评价范围重点保护植物分布图



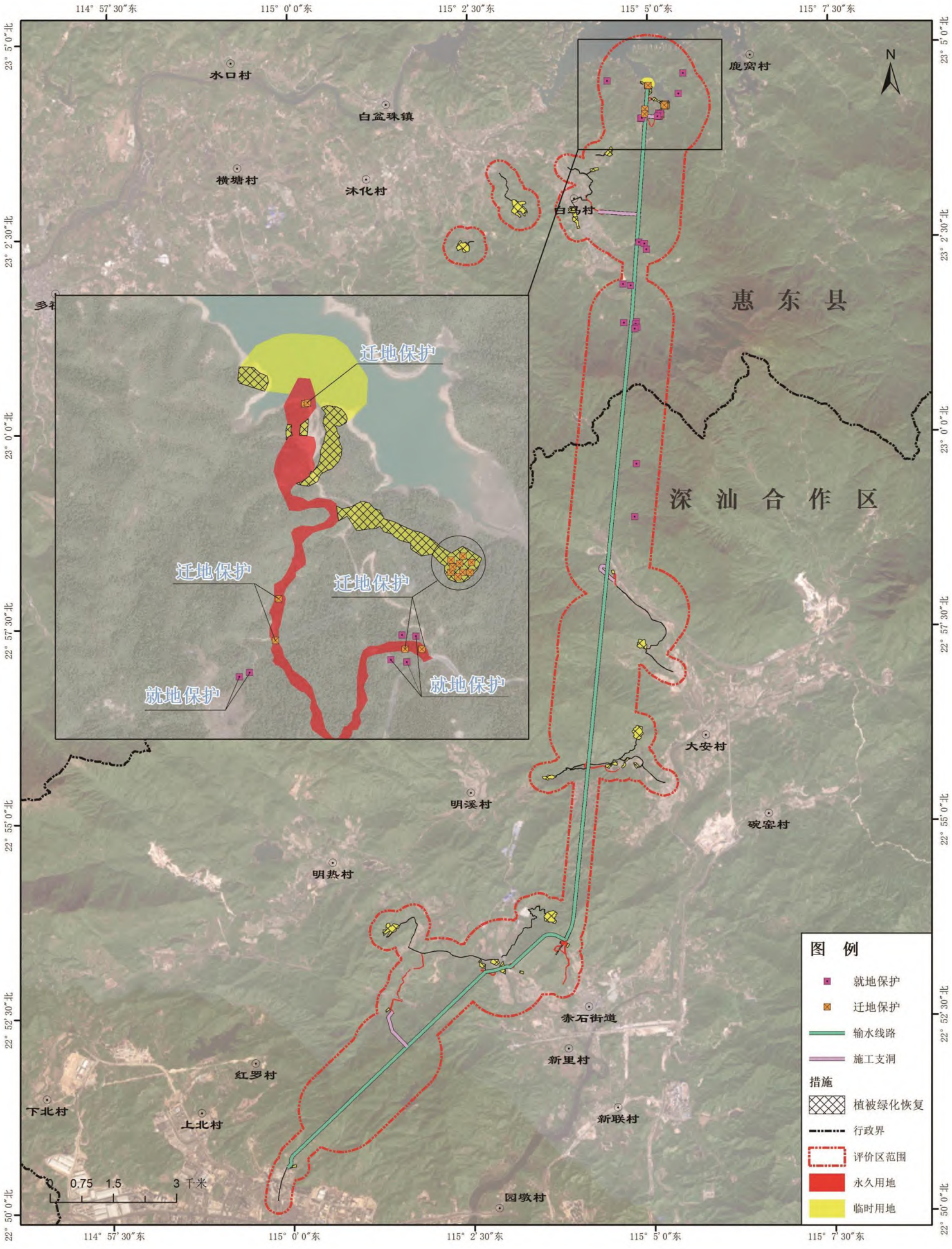
附图 35 评价范围古树名木分布图



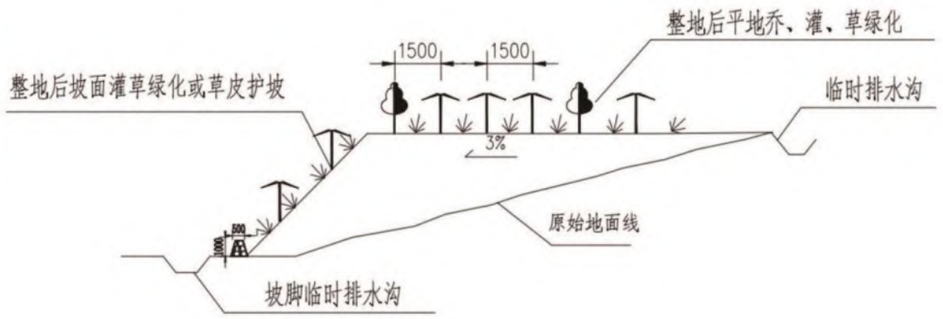
附图 36 工程生态监测布点图



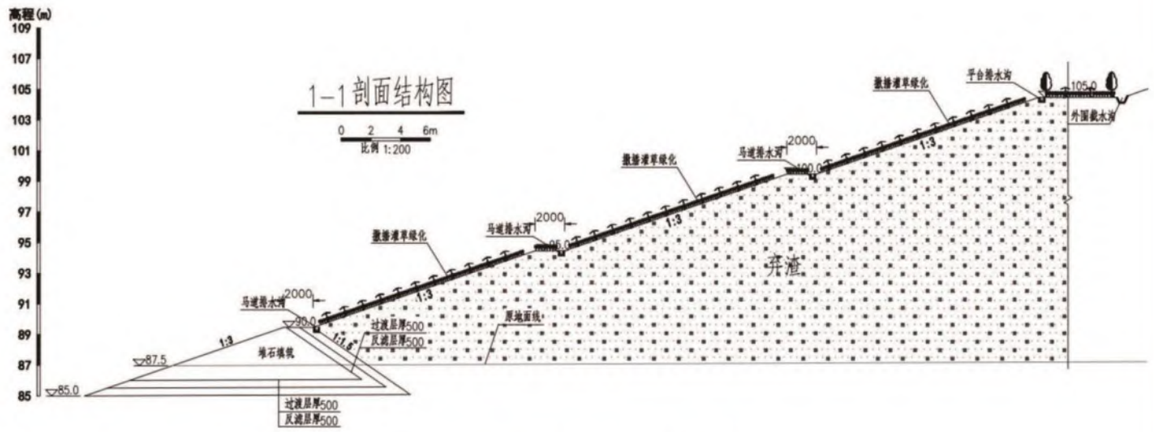
附图 37-1 工程水生生态措施平面布置图



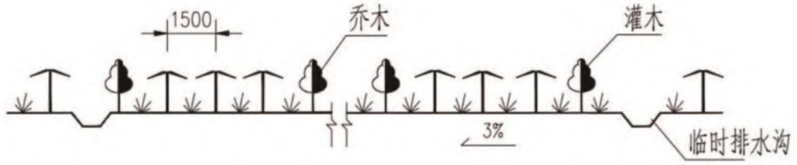
附图 37-2 工程陆生生态措施平面布置图



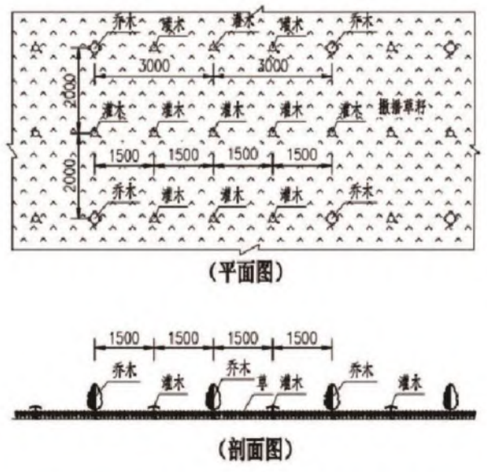
临时施工道路植被恢复典型设计（山坡段）



渣场植被恢复典型设计



临时施工道路植被恢复典型设计（平缓段）



施工工区植被恢复典型设计

附图 38 陆生生态保护措施典型设计图

附表 1　大气环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="8">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="3">一级□</td><td colspan="3">二级□</td><td colspan="2">三级☑</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="3">边长=50km□</td><td colspan="3">边长5~50km□</td><td colspan="2">边长=5km□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价因子</td><td>SO_2+NO_x排放量</td><td colspan="3">≥2000t/a□</td><td colspan="3">500~2000t/a□</td><td colspan="2">＜500t/a☑</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">基本污染物（　　）
其他污染物（　　）</td><td colspan="4">包括二次$PM_{2.5}$□
不包括二次$PM_{2.5}$☑</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="2">国家标准☑</td><td colspan="2">地方标准□</td><td colspan="2">附录D□</td><td colspan="2">其他标准□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td colspan="3">一类区□</td><td colspan="4">二类区□</td><td colspan="2">一类区和二类区☑</td></tr>
<tr><td>评价基准年</td><td colspan="9">（　2024　）年</td></tr>
<tr><td>环境空气质量现状调查数据来源</td><td colspan="3">长期例行监测数据□</td><td colspan="4">主管部门发布的数据☑</td><td colspan="2">现状补充监测□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="6">达标区☑</td><td colspan="3">不达标区□</td></tr>
<tr><td>污染源调查</td><td>调查内容</td><td colspan="3">本项目正常排放源□
本项目非正常排放源□
现有污染源□</td><td colspan="2">拟替代的污染源□</td><td colspan="2">其他在建、拟建项目污染源□</td><td>区域污染源☑</td></tr>
<tr><td rowspan="9">大气环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td>AERMOD□</td><td>ADMS□</td><td colspan="2">AUSTAL2000□</td><td colspan="2">EDMS/AEDT□</td><td>CALPUFF□</td><td>网络模型□</td><td>其他□</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="3">边长≥50km□</td><td colspan="3">边长5~50km□</td><td colspan="3">边长=5km□</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="5">预测因子（　　）</td><td colspan="5">包括二次$PM_{2.5}$□
不包括二次$PM_{2.5}$□</td></tr>
<tr><td>正常排放短期浓度贡献值</td><td colspan="5">C本项目最大占标率≤100%□</td><td colspan="5">C本项目最大占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">正常排放年均浓度贡献值</td><td>一类区</td><td colspan="4">C本项目最大占标率≤10%□</td><td colspan="4">C本项目最大占标率＞10%□</td></tr>
<tr><td>二类区</td><td colspan="4">C本项目最大占标率≤30%□</td><td colspan="4">C本项目最大占标率＞30%□</td></tr>
<tr><td>非正常排放1h浓度贡献值</td><td colspan="3">非正常持续时长（ / ）h</td><td colspan="3">C非正常最大占标率≤100%□</td><td colspan="3">C非正常最大占标率＞100%□</td></tr>
<tr><td>保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值</td><td colspan="5">C叠加达标□</td><td colspan="5">C叠加不达标□</td></tr>
<tr><td>区域环境质量的整体变化情况</td><td colspan="5">k≤-20%□</td><td colspan="5">k＞-20%□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>污染源监测</td><td colspan="4">监测因子：（　　）</td><td colspan="3">有组织废气监测□
无组织废气监测□</td><td colspan="2">无监测☑</td></tr>
<tr><td>环境质量监测</td><td colspan="4">监测因子：（ TSP ）</td><td colspan="3">监测点位数：（ 11 ）</td><td colspan="2">无监测□</td></tr>
<tr><td rowspan="3">评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="9">可以接受☑　　不可以接受□</td></tr>
<tr><td>大气环境防护距离</td><td colspan="9">距（ / ）厂界最远（ / ）m</td></tr>
<tr><td>污染源年排放量</td><td colspan="3">SO_2：（ ）t/a</td><td colspan="3">NO_X：（ ）t/a</td><td colspan="2">颗粒物：（）t/a</td><td>VOCs:（ ）t/a</td></tr>
<tr><td colspan="11">注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项</td></tr>
</table>

附表 2　地表水环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="3">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="4">影响识别</td><td>影响类型</td><td colspan="3">水污染影响型□；水文要素影响型 ☑</td></tr>
<tr><td>水环境保护目标</td><td colspan="3">饮用水水源保护区 ☑；饮用水取水口 ☑；涉水的自然保护区□；重要湿地 ☑；重点保护与珍稀水生生物的栖息地□；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体□；涉水的风景名胜区□；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">影响途径</td><td>水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td>直接排放□；间接排放□；其他□</td><td colspan="2">水温□；径流 ☑；水域面积 ☑</td></tr>
<tr><td>影响因子</td><td>持久性污染物□；有毒有害污染物□；非持久性污染物□；pH 值□；热污染□；富营养化□；其他□</td><td colspan="2">水温□；水位（水深）☑；流速 ☑；流量 ☑；其他□</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">评价等级</td><td>水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td>一级□；二级□；三级 A□；三级 B□</td><td colspan="2">一级□；二级 ☑；三级□</td></tr>
<tr><td rowspan="8">现状调查</td><td rowspan="2">区域污染源</td><td colspan="2">调查项目</td><td>数据来源</td></tr>
<tr><td>已建□；在建□；拟建□；其他□</td><td>拟替代的污染源□</td><td>排污许可证 ☑；环评□；环保验收□；既有实测 ☑；现场监测 ☑；入河排放口数据□；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">受影响水体水环境质量</td><td colspan="2">调查时期</td><td>数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期□春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td>生态环境保护主管部门 ☑；补充监测 ☑；其他□</td></tr>
<tr><td>区域水资源开发利用状况</td><td colspan="3">未开发□；开发量 40%以下 ☑；开发量 40%以上□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水文情势调查</td><td colspan="2">调查时期</td><td>数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期□春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td>水行政主管部门□；补充监测 ☑；其他 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">补充监测</td><td>监测时期</td><td>监测因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
<tr><td>丰水期 ☑；平水期□；枯水期 ☑；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td>COD、氨氮等 108 项</td><td>监测断面或点位个数（10）个</td></tr>
<tr><td rowspan="5">现状评价</td><td>评价范围</td><td colspan="3">河流：长度（112）km；湖库、河口及近岸海域：面积（　）km^2</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="3">水文情势、pH、悬浮物、石油类、化学需氧量、氨氮等 109 项</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="3">河流、湖库、河口：I类□；II类 ☑；III类 ☑；IV类 ☑；V类□
近岸海域：第一类□；第二类□；第三类□；第四类□
规划年评价标准（）</td></tr>
<tr><td>评价时期</td><td colspan="3">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="2">水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 ☑；不达标□
水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 ☑；不达标□
水环境保护目标质量状况：达标 ☑；不达标□
对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 ☑；不达标□
底泥污染评价 ☑
水资源与开发利用程度及其水文情势评价 ☑
水环境质量回顾评价 ☑
流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 ☑</td><td>达标区 ☑
不达标区□</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="5">依托污水处理设施稳定达标排放评价□</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">影响预测</td><td>预测范围</td><td colspan="6">河流：长度（146.9）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km²</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="6">水文情势、生物需氧量、高锰酸钾指数、总氮、总磷、悬浮物</td></tr>
<tr><td>预测时期</td><td colspan="6">丰水期 ☑；平水期 ☑；枯水期 ☑；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□；
设计水文条件 ☑</td></tr>
<tr><td>预测情景</td><td colspan="6">建设期 ☑；生产运行期 ☑；服务期满后□；正常工况 ☑；非正常工况□；污染控制和减缓措施方案□；区（流）域环境质量改善目标要求情景□</td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="6">数值解□：解析解 ☑；其他□；导则推荐模式 ☑：其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="6">影响评价</td><td>水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价</td><td colspan="6">区（流）域水环境质量改善目标□；替代削减源□</td></tr>
<tr><td>水环境影响评价</td><td colspan="6">排放口混合区外满足水环境管理要求□
水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 ☑
满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☑
水环境控制单元或断面水质达标 ☑
满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□
满足区（流）域水环境质量改善目标要求□
水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 ☑
对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□
满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">污染源排放量核算</td><td colspan="2">污染物名称</td><td colspan="2">排放量/（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="6">生态流量：一般水期（）m³/s；鱼类繁殖期（）m³/s；其他（）m³/s
生态水位：一般水期（）m；鱼类繁殖期（）m；其他（）m</td></tr>
<tr><td rowspan="6">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="6">污水处理设施 ☑；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；
依托其他工程措施□；其他 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测计划</td><td>/</td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="3">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动 ☑；自动 ☑；无监测□</td><td colspan="3">手动 ☑；自动□；无监测□</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">（施工期 4 个手动；运行期 1 个自动，1 个手动）</td><td colspan="3">（施工期 30 个）</td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">（施工期：《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 的 24 项基本项目+悬浮物；运行期：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1~3）</td><td colspan="3">（pH、化学需氧量、五日生化需氧量、LAS、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群）</td></tr>
<tr><td>污染物排放清单</td><td colspan="6">□</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="6">可以接受 ☑；不可以接受□</td></tr>
<tr><td colspan="8">注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。</td></tr>
</table>

附表 3　土壤环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="4">完成情况</td><td>备注</td></tr>
<tr><td rowspan="9">影响识别</td><td>影响类型</td><td colspan="4">污染影响型□；生态影响型 ☑；两种兼有□</td><td></td></tr>
<tr><td>土地利用类型</td><td colspan="4">建设用地 ☑；农用地 ☑；未利用地□</td><td>土地利用类型图</td></tr>
<tr><td>占地规模</td><td colspan="4">（　145.9　）hm^2</td><td></td></tr>
<tr><td>敏感目标信息</td><td colspan="4">敏感目标（　　）、方位（　　）、距离（　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>影响途径</td><td colspan="4">大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗□；地下水位 ☑；其他（　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>全部污染物</td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td>特征因子</td><td colspan="4"></td><td></td></tr>
<tr><td>所属土壤环境影响评价项目类别</td><td colspan="4">I类□；II类 ☑；III类□；IV类□</td><td></td></tr>
<tr><td>敏感程度</td><td colspan="4">敏感□；较敏感□；不敏感 ☑</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">评价工作等级</td><td colspan="4">一级□；二级□；三级 ☑</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">现状调查内容</td><td>资料收集</td><td colspan="4">a）☑；b）☑；c）□；d）☑</td><td></td></tr>
<tr><td>理化特性</td><td colspan="4"></td><td>同附录 C</td></tr>
<tr><td rowspan="3">现状监测点位</td><td></td><td>占地范围内</td><td>占地范围外</td><td>深度</td><td rowspan="3">点位布置图</td></tr>
<tr><td>表层样点数</td><td>7</td><td></td><td>0~0.2m</td></tr>
<tr><td>柱状样点数</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>现状监测因子</td><td colspan="4">pH 值、含盐量、GB 36600-2018 中的 45 项</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">现状评价</td><td>评价因子</td><td colspan="4">pH 值、含盐量、GB 36600-2018 中的 45 项</td><td></td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">GB 15618□；GB 36600☑；表 D.1☑；表 D.2☑；其他（　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>现状评价结论</td><td colspan="4">工程占地范围内各监测点的各监测因子标准指数均小于 1，土壤环境质量现状均符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第二类用地筛选值。</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">影响预测</td><td>预测因子</td><td colspan="4">SSC、酸化及碱化</td><td></td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="4">附录 E□；附录 F☑；其他（　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>预测分析内容</td><td colspan="4">影响范围（　　）
影响程度（未盐化、未酸碱化）</td><td></td></tr>
<tr><td>预测结论</td><td colspan="4">达标结论：a）☑；b）□；c）□；d）□
不达标结论：a）□；b）□</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">防治措施</td><td>防控措施</td><td colspan="4">土壤环境质量现状保障 ☑；源头控制□；过程防控□；其他（　）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">跟踪监测</td><td>监测点数</td><td colspan="2">监测指标</td><td>监测频次</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">含盐量、pH</td><td>1 次/5 年</td></tr>
<tr><td>信息公开指标</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="4">从土壤环境影响的角度，总结项目建设的可行性。</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">注 1：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。
注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。</td></tr>
</table>

附表 4　环境风险评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">完成情况</td></tr>
<tr><td rowspan="8">风险调查</td><td rowspan="2">危险物质</td><td>名称</td><td colspan="2">油类物质</td><td colspan="2">乳化炸药</td></tr>
<tr><td>存在总量/t</td><td colspan="2">15</td><td colspan="2">5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">环境敏感性</td><td rowspan="2">大气</td><td colspan="2">500m 范围内人口数 / 人</td><td colspan="2">5km 范围内人口数 / 人</td></tr>
<tr><td colspan="3">每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）</td><td>/ 人</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地表水</td><td>地表水功能敏感性</td><td>F1☐</td><td>F2☐</td><td>F3☐</td></tr>
<tr><td>环境敏感目标分级</td><td>S1☐</td><td>S2☐</td><td>S3☐</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td>地下水环境敏感性</td><td>G1☐</td><td>G2☐</td><td>G3☐</td></tr>
<tr><td>包气带防污性能</td><td>D1☐</td><td>D2☐</td><td>D3☐</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">物质及工艺系统危险性</td><td>Q 值</td><td>Q<1☑</td><td>1≤Q<10☐</td><td>10≤Q<100☐</td><td>Q>100☐</td></tr>
<tr><td>M 值</td><td>M1☐</td><td>M2☐</td><td>M3☐</td><td>M4☐</td></tr>
<tr><td>P 值</td><td>P1☐</td><td>P2☐</td><td>P3☐</td><td>P4☐</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">环境敏感程度</td><td>大气</td><td>E1☐</td><td colspan="2">E2☐</td><td>E3☐</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td>E1☐</td><td colspan="2">E2☐</td><td>E3☐</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td>E1☐</td><td colspan="2">E2☐</td><td>E3☐</td></tr>
<tr><td colspan="2">环境风险潜势</td><td>IV+ ☐</td><td>IV ☐</td><td>III ☐</td><td>II ☐</td><td>I ☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价等级</td><td colspan="2">一级☐</td><td>二级☐</td><td>三级☐</td><td>简单分析 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="3">风险识别</td><td>物质危险性</td><td colspan="2">有毒有害☐</td><td colspan="3">易燃易爆 ☑</td></tr>
<tr><td>环境风险类型</td><td colspan="2">泄漏☐</td><td colspan="3">火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放☐</td></tr>
<tr><td>影响途径</td><td colspan="2">大气☐</td><td colspan="2">地表水☐</td><td>地下水☐</td></tr>
<tr><td colspan="2">事故情形分析</td><td>源强设定方法</td><td>计算法☐</td><td>经验估算法☐</td><td colspan="2">其他估算法☐</td></tr>
<tr><td rowspan="5">风险预测与评价</td><td rowspan="3">大气</td><td>预测模型</td><td>SLAB☐</td><td>AFTOX☐</td><td colspan="2">其他☐</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预测结果</td><td colspan="4">大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 / m</td></tr>
<tr><td colspan="4">大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 / m</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td colspan="5">最近环境敏感目标 / ，到达时间 / h</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td colspan="5">下游厂区边界到达时间 / d</td></tr>
<tr><td colspan="5">最近环境敏感目标 / ，到达时间 / d</td></tr>
<tr><td colspan="2">重点风险防范措施</td><td colspan="5">应急预案</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论与建议</td><td colspan="5">本项目在施工、运行期间各项环境风险防范措施和应急预案落实的基础上，并通过加强风险管理，本项目的环境风险是可防控的。</td></tr>
<tr><td colspan="7">注：“☐”为勾选项，“___”为填写项。</td></tr>
</table>

附表 5 生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种☑；国家公园□；自然保护区☑；自然公园☑；世界自然遗产□；生态保护红线☑；重要生境□；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域☑；其他□
	影响方式	工程占用☑；施工活动干扰☑；改变环境条件☑；其他□
	评价因子	物种☑（分布范围、种群数量、种群结构等） 生境☑（生境面积、质量等） 生物群落☑（物种组成、群落结构等） 生态系统☑（植被覆盖度、生物量、生态系统功能等） 生物多样性☑（物种丰富度、均匀度、优势度等） 生态敏感区☑（主要保护对象、结构、功能等） 自然景观☑（景观多样性、完整性等） 自然遗迹□（ ） 其他□（ ）
评价等级		一级☑ 二级☑ 三级□ 生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积:（61.77）km^2；水域面积:（2.21）km^2
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集☑；遥感调查☑；调查样方、样线☑；调查点位、断面☑；专家和公众咨询法□；其他□
	调查时间	春季☑；夏季☑；秋季☑；冬季☑；丰水期☑；枯水期☑；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失☑；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵☑；污染危害□；其他□
	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区☑；其他□
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量☑
	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区☑；生物入侵风险☑；其他□
生态保护对策措施	对策措施	避让□；减缓☑；生态修复☑；生态补偿☑；科研□；其他□
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪□；常规☑；无□
	环境管理	环境监理☑；环境影响后评价□；其他□
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。		

附表 6 声环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="6">一级□　　二级☑　　三级□</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="6">200m☑　　大于200m□　　小于200m□</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td>评价因子</td><td colspan="6">等效连续A声级☑　　最大A声级□　　计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="6">国家标准☑　　地方标准□　　国外标准□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td>0类区□</td><td>1类区☑</td><td>2类区☑</td><td>3类区□</td><td>4a类区☑</td><td>4b类区□</td></tr>
<tr><td>评价年度</td><td colspan="2">初期☑</td><td colspan="2">近期□</td><td>中期□</td><td>远期□</td></tr>
<tr><td>现状调查方法</td><td colspan="6">现场实测法☑　　现场实测加模型计算法□　　收集资料□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="2">达标百分比</td><td colspan="4">100</td></tr>
<tr><td>噪声源调查</td><td>噪声源调查方法</td><td colspan="6">现场实测□　　已有资料☑　　研究成果□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">声环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td colspan="6">导则推荐模型☑　　其他□</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="6">200m☑　　大于200m□　　小于200m□</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="6">等效连续A声级☑　　最大A声级□　　计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>厂界噪声贡献值</td><td colspan="6">达标□　　不达标□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声值</td><td colspan="6">达标☑　　不达标☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>排放监测</td><td colspan="2">厂界监测□ 固定位置监测□</td><td colspan="2">自动监测□ 手动监测□</td><td colspan="2">无监测☑</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声监测</td><td colspan="2">监测因子:（LeqA）</td><td colspan="2">监测点位数（11）</td><td colspan="2">无监测□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="6">可行☑　　不可行□</td></tr>
<tr><td colspan="8">注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项。</td></tr>
</table>

建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位（盖章）：深圳市原水有限公司　　填表人（签字）：李秀鑫　　项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	深汕合作区引水工程				建设内容	由取水口工程、引水干线（白盆珠水库~2#分水池）、引水支线1（凤河水厂支线）、引水支线2（龙山水厂支线）等工程组成，本工程引水线路桩号总长29.703km（减各线路重合的2#分水池直径后实际长度为29.689km）。				
	项目代码	2306-440300-19-01-989845									
	环评信用平台编号	4f75f3									
	建设地点	惠州市惠东县，深圳市深汕合作区				建设规模	工程设计年均引水量近期0.8亿m3、远期1.64亿m3。取水口至1#分水池干线的设计引水流量为最大引水流量30m3/s，1#分水池至水厂分水点（2#分水池）的管道流量为11.6m3/s，2#分水池至凤河水厂支线的管道流量为7.7m3/s，2#分水池至龙山水厂支线管道流量为3.9m3/s。工程等别为III等，工程规模为中型。				
	项目建设周期（月）					计划开工时间	2025年11月				
	建设性质	新建				预计投产时间	2031年5月				
	环境影响评价行业类别	五十一、水利 126、引水工程-跨流域调水				国民经济行业类型及代码	N763-天然水收集与分配				
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）			现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）		项目申请类别	新申项目				
	规划环评开展情况	无				规划环评文件名					
	规划环评审查机关					规划环评审查意见文号					
	建设地点中心坐标（非线性工程）	经度		纬度		占地面积（平方米）	1459040	环评文件类别	环境影响报告书		
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	115.088310	起点纬度	23.072211	终点经度	115.003037	终点纬度	22.840426	工程长度（千米）	
	总投资（万元）	345589.40				环保投资（万元）		6096.31		所占比例（%）	1.76%
建设单位	单位名称	深圳市原水有限公司		法定代表人	吴亏	评价单位	单位名称	广东省水利电力勘测设计研究院有限公司		统一社会信用代码	91440000455858134O
				主要负责人	胡誉查		编制主持人	姓名	张家福	联系电话	13580368805
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91440300MA5HGN5E8T		联系电话	15920084931			信用编号	BH006045		
								职业资格证书管理号	08354443507440390		
	通讯地址	深圳市福田区滨河水务大楼9楼深圳市原水有限公司					通讯地址	广州市天河区天专路116号			

污染物			现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）				区域削减量来源（国家、省级审批项目）
			①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④"以新带老"削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）	
污染物排放量	废水	废水量(万吨/年)								
		COD								
		氨氮								
		总磷								
		总氮								
		铅								
		汞								
		镉								
		铬								
		类金属砷								
		其他特征污染物								
	废气	废气量（万标立方米/年）								
		二氧化硫								
		氮氧化物								
		颗粒物								
		铅								
		汞								
		镉								
		铬								
		类金属砷								
		挥发性有机物								

项目涉及法律法规规定的保护区情况	影响及主要措施	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	生态保护红线	东江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	/	/	工程取水口占用及输水隧洞下穿	是	10.68	□避让 ☑减缓 □补偿 □重建（多选）
	自然保护区	惠东白马山县级自然保护区	县级	季风常绿阔叶林森林	取水口临时占用实验区，输水隧洞穿越实验区、缓冲区及核心区	是	8.31	□避让 ☑减缓 ☑补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）	白盆珠水库饮用水源保护区（备用）	乡镇	/	取水口占用一级保护区、隧洞穿越一级、二级保护区	是	13.29	□避让 ☑减缓 ☑补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）	三角山水库饮用水水源保护区	乡镇	/	隧洞穿越二级保护区	否		□避让 ☑减缓 □补偿 □重建（多选）
	森林公园	深圳深汕圆墩三角山县级森林公园	县级	/	工程输水隧洞下穿	否		□避让 ☑减缓 ☑补偿 □重建（多选）
	其他	深汕合作区一般湿地	县级	/	工程输水埋管施工占用	是	0.95	□避让 ☑减缓 ☑补偿 ☑重建（多选）

主要原料及燃料信息	主要原料					主要燃料					
	序号	名称	年使用量	计量单位	有毒有害物质及含量（%）	序号	名称	灰分（%）	硫分（%）	年最大使用量	计量单位

大气污染治理与排放信息					污染防治设施工艺			生产设施		污染物排放				
		序号（编号）	排放口名称	排气筒高度（米）	序号（编号）	名称	污染防治设施处理效率	序号（编号）	名称	污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放速率（千克/小时）	排放量（吨/年）	排放标准名称
	有组织排放（主要排放口）													
		序号（编号）	无组织排放源名称		污染物排放									
	无组织排放				污染物种类			排放浓度（毫克/立方米）		排放标准名称				

水污染治理与排放信息（主要排放口）													
	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放				
					序号（编号）	名称	污染防治设施处理水量（吨/小时）		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	
	总排放口（间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放				
						名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	
	总排放口（直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳水体			污染物排放				
						名称	功能类别		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称	

固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量（吨/年）	贮存设施名称	贮存能力	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外运

深汕合作区引水工程

环境影响报告书

附录

建设单位：深圳市原水有限公司

评价单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

编制时间：二〇二五年十一月

目　录

附录 1 评价范围维管植物名录 ..... - 1 -

附录 1-1 水源及下游区维管植物名录 ..... - 1 -

附录 1-2 输水线路及受水区维管植物名录 ..... - 13 -

附录 2 评价范围陆生野生脊椎动物名录 ..... - 35 -

附录 2-1 评价范围陆生野生脊椎动物——两栖动物名录 ..... - 35 -

附录 2-2 评价范围陆生野生脊椎动物——爬行动物名录 ..... - 36 -

附录 2-3 评价范围陆生野生脊椎动物——鸟类动物名录 ..... - 38 -

附录 2-4 评价范围陆生野生脊椎动物——哺乳动物名录 ..... - 47 -

附录 3 评价范围植被样方调查表 ..... - 50 -

附录 4 评价范围调查样线记录表 ..... - 213 -

附录 5 评价范围水生生物名录 ..... - 267 -

附录 5-1 评价范围浮游植物名录 ..... - 267 -

附录 5-2 评价范围浮游动物名录 ..... - 274 -

附录 5-3 评价范围底栖动物名录 ..... - 280 -

附录 5-4 评价范围鱼类名录 ..... - 283 -

附录 6 现场调查工作照 ..... - 292 -

附录 6-1 工作照 ..... - 292 -

附录 6-2 生境照 ..... - 299 -

附录 6-3 物种照 ..... - 301 -

附录 1 评价范围维管植物名录

说明：

本名录中科的排列：

1.蕨类植物按秦仁昌系统（1978）排列，并参考《中国蕨类植物科属志》（吴兆洪和秦仁昌，1991）所作的修订；

2. 裸子植物按郑万钧系统（1979）排列；

3. 被子植物按哈钦松系统（Hutchison，1926~1934）排列。属与种的排列按其拉丁字母的顺序。

4. *为栽培植物。

附录 1-1 水源及下游区维管植物名录

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
I.蕨类植物门 Pteridophyta					
1	松叶蕨科	松叶蕨属	松叶蕨	*Psilotum nudum*	2019 年科考
2	石松科	石松属	垂穗石松	*Lycopodium cernuum*	实地调查
3	卷柏科	卷柏属	深绿卷柏	*Selaginella doederleinii*	实地调查
4	卷柏科	卷柏属	疏松卷柏	*Selaginella effusa*	实地调查
5	卷柏科	卷柏属	卷柏	*Selaginella tamariscina*	实地调查
6	紫萁科	紫萁属	华南紫萁	*Osmunda vachellii*	实地调查
7	瘤足蕨科	瘤足蕨属	瘤足蕨	*Plagiogyria adnata*	实地调查
8	里白科	芒萁属	芒萁	*Dicranopteris pedata*	实地调查
9	里白科	里白属	中华里白	*Diplopterygium chinense*	实地调查
10	里白科	里白属	里白	*Diplopterygium glaucum*	实地调查
11	海金沙科	海金沙属	海金沙	*Lygodium japonicum*	实地调查
12	海金沙科	海金沙属	小叶海金沙	*Lygodium microphyllum*	实地调查
13	蚌壳蕨科	金毛狗属	金毛狗	*Cibotium barometz*	实地调查
14	鳞始蕨科	鳞始蕨属	团叶鳞始蕨	*Lindsaea orbiculata*	实地调查
15	鳞始蕨科	乌蕨属	乌蕨	*Odontosoria chinensis*	实地调查
16	蕨科	蕨属	蕨	*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*	实地调查
17	凤尾蕨科	凤尾蕨属	剑叶凤尾蕨	*Pteris ensiformis*	实地调查
18	凤尾蕨科	凤尾蕨属	井栏边草	*Pteris multifida*	实地调查
19	凤尾蕨科	凤尾蕨属	半边旗	*Pteris semipinnata*	实地调查
20	凤尾蕨科	凤尾蕨属	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*	实地调查
21	中国蕨科	碎米蕨属	毛轴碎米蕨	*Cheilanthes chusana*	2019 年科考

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
22	中国蕨科	金粉蕨属	野雉尾金粉蕨	*Onychium japonicum*	实地调查
23	铁线蕨科	铁线蕨属	扇叶铁线蕨	*Adiantum flabellulatum*	实地调查
24	蹄盖蕨科	双盖蕨属	双盖蕨	*Diplazium donianum*	实地调查
25	金星蕨科	毛蕨属	渐尖毛蕨	*Cyclosorus acuminatus*	实地调查
26	金星蕨科	针毛蕨属	普通针毛蕨	*Macrothelypteris torresiana*	实地调查
27	金星蕨科	金星蕨属	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*	实地调查
28	金星蕨科	新月蕨属	单叶新月蕨	*Pronephrium simplex*	实地调查
29	金星蕨科	新月蕨属	三羽新月蕨	*Pronephrium triphyllum*	实地调查
30	铁角蕨科	铁角蕨属	长叶铁角蕨	*Asplenium prolongatum*	实地调查
31	乌毛蕨科	乌毛蕨属	乌毛蕨	*Blechnum orientale*	实地调查
32	乌毛蕨科	苏铁蕨属	苏铁蕨	*Brainea insignis*	实地调查
33	乌毛蕨科	狗脊属	狗脊	*Woodwardia japonica*	实地调查
34	鳞毛蕨科	贯众属	全缘贯众	*Cyrtomium falcatum*	实地调查
35	鳞毛蕨科	鳞毛蕨属	阔鳞鳞毛蕨	*Dryopteris championii*	实地调查
36	鳞毛蕨科	鳞毛蕨属	变异鳞毛蕨	*Dryopteris varia*	实地调查
37	鳞毛蕨科	耳蕨属	镰羽耳蕨	*Polystichum balansae*	实地调查
38	肾蕨科	肾蕨属	肾蕨	*Nephrolepis cordifolia*	实地调查
39	骨碎补科	骨碎补属	大叶骨碎补	*Davallia divaricata*	实地调查
40	骨碎补科	阴石蕨属	杯盖阴石蕨	*Humata griffithiana*	实地调查
41	骨碎补科	阴石蕨属	阴石蕨	*Humata repens*	实地调查
42	水龙骨科	连珠蕨属	崖姜	*Aglaomorpha coronans*	实地调查
43	水龙骨科	伏石蕨属	伏石蕨	*Lemmaphyllum microphyllum*	实地调查
44	水龙骨科	瓦韦属	瓦韦	*Lepisorus thunbergianus*	实地调查
45	水龙骨科	盾蕨属	江南星蕨	*Neolepisorus fortunei*	实地调查
II.种子植物门 Spermatophyta					
一. 裸子植物亚门 Gymnospermae					
46	松科	松属	*湿地松	*Pinus elliottii*	实地调查
47	松科	松属	马尾松	*Pinus massoniana*	实地调查
48	杉科	杉木属	杉木	*Cunninghamia lanceolata*	实地调查
49	买麻藤科	买麻藤属	小叶买麻藤	*Gnetum parvifolium*	实地调查
二. 被子植物亚门 Angiospermae					
50	番荔枝科	假鹰爪属	假鹰爪	*Desmos chinensis*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
51	番荔枝科	瓜馥木属	瓜馥木	*Fissistigma oldhamii*	实地调查
52	番荔枝科	紫玉盘属	紫玉盘	*Uvaria macrophylla*	实地调查
53	樟科	无根藤属	无根藤	*Cassytha filiformis*	实地调查
54	樟科	樟属	*阴香	*Cinnamomum burmannii*	实地调查
55	樟科	樟属	樟	*Cinnamomum camphora*	实地调查
56	樟科	樟属	黄樟	*Cinnamomum parthenoxylon*	实地调查
57	樟科	厚壳桂属	黄果厚壳桂	*Cryptocarya concinna*	实地调查
58	樟科	山胡椒属	乌药	*Lindera aggregata*	实地调查
59	樟科	木姜子属	山鸡椒	*Litsea cubeba*	实地调查
60	樟科	木姜子属	潺槁木姜子	*Litsea glutinosa*	实地调查
61	樟科	木姜子属	豺皮樟	*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*	实地调查
62	樟科	润楠属	华润楠	*Machilus chinensis*	实地调查
63	樟科	润楠属	绒毛润楠	*Machilus velutina*	实地调查
64	樟科	新木姜子属	鸭公树	*Neolitsea chui*	实地调查
65	樟科	新木姜子属	大叶新木姜子	*Neolitsea levinei*	实地调查
66	莲叶桐科	青藤属	小花青藤	*Illigera parviflora*	实地调查
67	莲叶桐科	青藤属	红花青藤	*Illigera rhodantha*	实地调查
68	毛茛科	铁线莲属	山木通	*Clematis finetiana*	实地调查
69	小檗科	十大功劳属	北江十大功劳	*Mahonia fordii*	实地调查
70	防己科	秤钩风属	苍白秤钩风	*Diploclisia glaucescens*	实地调查
71	防己科	细圆藤属	细圆藤	*Pericampylus glaucus*	实地调查
72	防己科	千金藤属	粪箕笃	*Stephania longa*	实地调查
73	胡椒科	胡椒属	山蒟	*Piper hancei*	实地调查
74	胡椒科	胡椒属	假蒟	*Piper sarmentosum*	实地调查
75	三白草科	蕺菜属	蕺菜	*Houttuynia cordata*	实地调查
76	三白草科	三白草属	三白草	*Saururus chinensis*	实地调查
77	金粟兰科	草珊瑚属	草珊瑚	*Sarcandra glabra*	实地调查
78	堇菜科	堇菜属	如意草	*Viola arcuata*	实地调查
79	石竹科	繁缕属	雀舌草	*Stellaria alsine*	实地调查
80	蓼科	蓼属	火炭母	*Polygonum chinense*	实地调查
81	蓼科	蓼属	杠板归	*Polygonum perfoliatum*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
82	蓼科	蓼属	习见蓼	*Polygonum plebeium*	实地调查
83	藜科	腺毛藜属	土荆芥	*Dysphania ambrosioides*	实地调查
84	苋科	牛膝属	土牛膝	*Achyranthes aspera*	实地调查
85	苋科	苋属	皱果苋	*Amaranthus viridis*	实地调查
86	酢浆草科	阳桃属	*阳桃	*Averrhoa carambola*	实地调查
87	酢浆草科	酢浆草属	酢浆草	*Oxalis corniculata*	实地调查
88	小二仙草科	小二仙草属	小二仙草	*Gonocarpus micranthus*	实地调查
89	瑞香科	瑞香属	长柱瑞香	*Daphne championii*	实地调查
90	瑞香科	荛花属	了哥王	*Wikstroemia indica*	实地调查
91	瑞香科	荛花属	细轴荛花	*Wikstroemia nutans*	实地调查
92	山龙眼科	山龙眼属	小果山龙眼	*Helicia cochinchinensis*	实地调查
93	山龙眼科	山龙眼属	广东山龙眼	*Helicia kwangtungensis*	实地调查
94	金缕梅科	蕈树属	蕈树	*Altingia chinensis*	实地调查
95	海桐花科	海桐花属	光叶海桐	*Pittosporum glabratum*	实地调查
96	大风子科	箣柊属	广东箣柊	*Scolopia saeva*	实地调查
97	天料木科	脚骨脆属	爪哇脚骨脆	*Casearia velutina*	实地调查
98	天料木科	天料木属	天料木	*Homalium cochinchinense*	实地调查
99	葫芦科	绞股蓝属	绞股蓝	*Gynostemma pentaphyllum*	实地调查
100	秋海棠科	秋海棠属	裂叶秋海棠	*Begonia palmata*	实地调查
101	山茶科	杨桐属	杨桐	*Adinandra millettii*	实地调查
102	山茶科	山茶属	落瓣短柱茶	*Camellia kissi*	实地调查
103	山茶科	山茶属	油茶	*Camellia oleifera*	实地调查
104	山茶科	山茶属	*茶	*Camellia sinensis*	实地调查
105	山茶科	红淡比属	红淡比	*Cleyera japonica*	实地调查
106	山茶科	柃属	米碎花	*Eurya chinensis*	实地调查
107	山茶科	柃属	华南毛柃	*Eurya ciliata*	实地调查
108	山茶科	柃属	二列叶柃	*Eurya distichophylla*	实地调查
109	山茶科	柃属	岗柃	*Eurya groffii*	实地调查
110	山茶科	柃属	细枝柃	*Eurya loquaiana*	实地调查
111	山茶科	大头茶属	大头茶	*Polyspora axillaris*	实地调查
112	山茶科	木荷属	木荷	*Schima superba*	实地调查
113	山茶科	厚皮香属	厚皮香	*Ternstroemia gymnanthera*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
114	桃金娘科	岗松属	岗松	*Baeckea frutescens*	实地调查
115	桃金娘科	桃金娘属	桃金娘	*Rhodomyrtus tomentosa*	实地调查
116	桃金娘科	蒲桃属	华南蒲桃	*Syzygium austrosinense*	实地调查
117	桃金娘科	蒲桃属	赤楠	*Syzygium buxifolium*	实地调查
118	野牡丹科	柏拉木属	柏拉木	*Blastus cochinchinensis*	实地调查
119	野牡丹科	野牡丹属	地茶	*Melastoma dodecandrum*	实地调查
120	野牡丹科	野牡丹属	野牡丹	*Melastoma malabathricum*	实地调查
121	野牡丹科	野牡丹属	毛稔	*Melastoma sanguineum*	实地调查
122	野牡丹科	谷木属	谷木	*Memecylon ligustrifolium*	实地调查
123	金丝桃科	黄牛木属	黄牛木	*Cratoxylum cochinchinense*	实地调查
124	金丝桃科	金丝桃属	地耳草	*Hypericum japonicum*	实地调查
125	藤黄科	藤黄属	木竹子	*Garcinia multiflora*	实地调查
126	藤黄科	藤黄属	岭南山竹子	*Garcinia oblongifolia*	实地调查
127	椴树科	田麻属	田麻	*Corchoropsis crenata*	实地调查
128	椴树科	破布叶属	破布叶	*Microcos paniculata*	实地调查
129	椴树科	刺蒴麻属	刺蒴麻	*Triumfetta rhomboidea*	实地调查
130	杜英科	杜英属	中华杜英	*Elaeocarpus chinensis*	实地调查
131	杜英科	杜英属	日本杜英	*Elaeocarpus japonicus*	实地调查
132	杜英科	杜英属	山杜英	*Elaeocarpus sylvestris*	实地调查
133	杜英科	猴欢喜属	猴欢喜	*Sloanea sinensis*	实地调查
134	梧桐科	刺果藤属	刺果藤	*Byttneria grandifolia*	实地调查
135	梧桐科	梭罗树属	两广梭罗	*Reevesia thyrsoidea*	实地调查
136	梧桐科	苹婆属	假苹婆	*Sterculia lanceolata*	实地调查
137	锦葵科	梵天花属	地桃花	*Urena lobata*	实地调查
138	锦葵科	梵天花属	梵天花	*Urena procumbens*	实地调查
139	大戟科	山麻杆属	红背山麻杆	*Alchornea trewioides*	实地调查
140	大戟科	银柴属	银柴	*Aporosa dioica*	实地调查
141	大戟科	巴豆属	毛果巴豆	*Croton lachnocarpus*	实地调查
142	大戟科	大戟属	通奶草	*Euphorbia hypericifolia*	实地调查
143	大戟科	算盘子属	毛果算盘子	*Glochidion eriocarpum*	实地调查
144	大戟科	算盘子属	算盘子	*Glochidion puberum*	实地调查
145	大戟科	血桐属	鼎湖血桐	*Macaranga sampsonii*	2019 年科考
146	大戟科	野桐属	白背叶	*Mallotus apelta*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
147	大戟科	野桐属	白楸	*Mallotus paniculatus*	实地调查
148	大戟科	野桐属	粗糠柴	*Mallotus philippensis*	实地调查
149	大戟科	乌桕属	山乌桕	*Triadica cochinchinensis*	实地调查
150	交让木科	虎皮楠属	牛耳枫	*Daphniphyllum calycinum*	实地调查
151	交让木科	虎皮楠属	虎皮楠	*Daphniphyllum oldhami*	实地调查
152	鼠刺科	鼠刺属	鼠刺	*Itea chinensis*	实地调查
153	绣球科	常山属	常山	*Dichroa febrifuga*	实地调查
154	绣球科	冠盖藤属	星毛冠盖藤	*Pileostegia tomentella*	实地调查
155	蔷薇科	桂樱属	腺叶桂樱	*Laurocerasus phaeosticta*	实地调查
156	蔷薇科	石楠属	桃叶石楠	*Photinia prunifolia*	实地调查
157	蔷薇科	石斑木属	石斑木	*Rhaphiolepis indica*	实地调查
158	蔷薇科	蔷薇属	金樱子	*Rosa laevigata*	实地调查
159	蔷薇科	悬钩子属	空心泡	*Rubus rosifolius*	实地调查
160	蔷薇科	悬钩子属	红腺悬钩子	*Rubus sumatranus*	实地调查
161	含羞草科	金合欢属	*大叶相思	*Acacia auriculiformis*	实地调查
162	含羞草科	猴耳环属	猴耳环	*Archidendron clypearia*	实地调查
163	含羞草科	榼藤属	榼藤	*Entada phaseoloides*	实地调查
164	苏木科	羊蹄甲属	龙须藤	*Bauhinia championii*	实地调查
165	蝶形花科	相思子属	相思子	*Abrus precatorius*	实地调查
166	蝶形花科	藤槐属	藤槐	*Bowringia callicarpa*	实地调查
167	蝶形花科	鸡血藤属	香花鸡血藤	*Callerya dielsiana*	实地调查
168	蝶形花科	猪屎豆属	吊裙草	*Crotalaria retusa*	实地调查
169	蝶形花科	山蚂蝗属	假地豆	*Desmodium heterocarpon*	实地调查
170	蝶形花科	千斤拔属	大叶千斤拔	*Flemingia macrophylla*	实地调查
171	蝶形花科	木蓝属	野青树	*Indigofera suffruticosa*	实地调查
172	蝶形花科	胡枝子属	美丽胡枝子	*Lespedeza thunbergii* subsp. *formosa*	实地调查
173	蝶形花科	小槐花属	小槐花	*Ohwia caudata*	实地调查
174	蝶形花科	红豆属	软荚红豆	*Ormosia semicastrata*	实地调查
175	蝶形花科	葛属	山葛	*Pueraria montana*	实地调查
176	蝶形花科	葫芦茶属	葫芦茶	*Tadehagi triquetrum*	实地调查
177	蝶形花科	狸尾豆属	狸尾豆	*Uraria lagopodioides*	实地调查
178	蝶形花科	丁癸草属	丁癸草	*Zornia gibbosa*	实地调查
179	金缕梅科	枫香树属	枫香树	*Liquidambar formosana*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
180	金缕梅科	檵木属	*红花檵木	*Loropetalum chinense*	实地调查
181	金缕梅科	红花荷属	*红花荷	*Rhodoleia championii*	实地调查
182	杨梅科	杨梅属	杨梅	*Myrica rubra*	实地调查
183	壳斗科	锥属	米槠	*Castanopsis carlesii*	实地调查
184	壳斗科	锥属	甜槠	*Castanopsis eyrei*	实地调查
185	壳斗科	锥属	栲	*Castanopsis fargesii*	实地调查
186	壳斗科	锥属	黧蒴锥	*Castanopsis fissa*	实地调查
187	壳斗科	青冈属	青冈	*Cyclobalanopsis glauca*	实地调查
188	壳斗科	青冈属	小叶青冈	*Cyclobalanopsis myrsinifolia*	实地调查
189	壳斗科	柯属	柯	*Lithocarpus glaber*	实地调查
190	榆科	山黄麻属	山黄麻	*Trema tomentosa*	实地调查
191	桑科	构属	楮	*Broussonetia kazinoki*	实地调查
192	桑科	构属	构树	*Broussonetia papyrifera*	实地调查
193	桑科	榕属	粗叶榕	*Ficus hirta*	实地调查
194	桑科	榕属	对叶榕	*Ficus hispida*	实地调查
195	桑科	榕属	青藤公	*Ficus langkokensis*	实地调查
196	桑科	榕属	榕树	*Ficus microcarpa*	实地调查
197	桑科	榕属	笔管榕	*Ficus subpisocarpa*	实地调查
198	桑科	榕属	白肉榕	*Ficus vasculosa*	实地调查
199	桑科	柘属	构棘	*Maclura cochinchinensis*	实地调查
200	荨麻科	舌柱麻属	舌柱麻	*Archiboehmeria atrata*	实地调查
201	荨麻科	苎麻属	苎麻	*Boehmeria nivea*	实地调查
202	荨麻科	糯米团属	糯米团	*Gonostegia hirta*	实地调查
203	荨麻科	雾水葛属	雾水葛	*Pouzolzia zeylanica*	实地调查
204	冬青科	冬青属	秤星树	*Ilex asprella*	实地调查
205	卫矛科	南蛇藤属	青江藤	*Celastrus hindsii*	实地调查
206	卫矛科	卫矛属	疏花卫矛	*Euonymus laxiflorus*	实地调查
207	茶茱萸科	定心藤属	定心藤	*Mappianthus iodoides*	实地调查
208	青皮木科	青皮木属	华南青皮木	*Schoepfia chinensis*	实地调查
209	桑寄生科	钝果寄生属	广寄生	*Taxillus chinensis*	实地调查
210	檀香科	寄生藤属	寄生藤	*Dendrotrophe varians*	实地调查
211	鼠李科	勾儿茶属	多花勾儿茶	*Berchemia floribunda*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
212	鼠李科	勾儿茶属	铁包金	*Berchemia lineata*	实地调查
213	胡颓子科	胡颓子属	胡颓子	*Elaeagnus pungens*	实地调查
214	葡萄科	乌蔹莓属	角花乌蔹莓	*Cayratia corniculata*	实地调查
215	葡萄科	崖爬藤属	扁担藤	*Tetrastigma planicaule*	实地调查
216	芸香科	山油柑属	山油柑	*Acronychia pedunculata*	实地调查
217	芸香科	柑桔属	*柑橘	*Citrus reticulata*	实地调查
218	芸香科	蜜茱萸属	三桠苦	*Melicope pteleifolia*	实地调查
219	芸香科	飞龙掌血属	飞龙掌血	*Toddalia asiatica*	实地调查
220	楝科	楝属	楝	*Melia azedarach*	实地调查
221	槭树科	槭属	罗浮槭	*Acer fabri*	实地调查
222	清风藤科	泡花树属	香皮树	*Meliosma fordii*	实地调查
223	漆树科	南酸枣属	南酸枣	*Choerospondias axillaris*	实地调查
224	漆树科	盐麸木属	盐肤木	*Rhus chinensis*	实地调查
225	漆树科	漆树属	野漆	*Toxicodendron succedaneum*	实地调查
226	牛栓藤科	红叶藤属	小叶红叶藤	*Rourea microphylla*	实地调查
227	牛栓藤科	红叶藤属	红叶藤	*Rourea minor*	实地调查
228	胡桃科	黄杞属	黄杞	*Engelhardia roxburghiana*	实地调查
229	八角枫科	八角枫属	八角枫	*Alangium chinense*	实地调查
230	五加科	楤木属	楤木	*Aralia elata*	实地调查
231	五加科	树参属	树参	*Dendropanax dentiger*	实地调查
232	五加科	树参属	变叶树参	*Dendropanax proteus*	实地调查
233	五加科	鹅掌柴属	鹅掌柴	*Schefflera heptaphylla*	实地调查
234	伞形科	积雪草属	积雪草	*Centella asiatica*	实地调查
235	杜鹃花科	吊钟花属	齿缘吊钟花	*Enkianthus serrulatus*	实地调查
236	杜鹃花科	杜鹃花属	满山红	*Rhododendron mariesii*	实地调查
237	杜鹃花科	杜鹃花属	毛棉杜鹃花	*Rhododendron moulmainense*	实地调查
238	杜鹃花科	杜鹃花属	杜鹃	*Rhododendron simsii*	实地调查
239	杜鹃花科	越橘属	南烛	*Vaccinium bracteatum*	实地调查
240	柿树科	柿属	罗浮柿	*Diospyros morrisiana*	实地调查
241	紫金牛科	紫金牛属	朱砂根	*Ardisia crenata*	实地调查
242	紫金牛科	紫金牛属	大罗伞树	*Ardisia hanceana*	实地调查
243	紫金牛科	紫金牛属	山血丹	*Ardisia lindleyana*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
244	紫金牛科	紫金牛属	虎舌红	*Ardisia mamillata*	实地调查
245	紫金牛科	紫金牛属	罗伞树	*Ardisia quinquegona*	实地调查
246	紫金牛科	酸藤子属	酸藤子	*Embelia laeta*	实地调查
247	紫金牛科	酸藤子属	白花酸藤果	*Embelia ribes*	实地调查
248	紫金牛科	杜茎山属	鲫鱼胆	*Maesa perlarius*	实地调查
249	紫金牛科	铁仔属	密花树	*Myrsine seguinii*	实地调查
250	马钱科	钩吻属	钩吻	*Gelsemium elegans*	实地调查
251	木犀科	素馨属	清香藤	*Jasminum lanceolarium*	实地调查
252	木犀科	女贞属	小蜡	*Ligustrum sinense*	实地调查
253	夹竹桃科	链珠藤属	链珠藤	*Alyxia sinensis*	实地调查
254	夹竹桃科	羊角拗属	羊角拗	*Strophanthus divaricatus*	实地调查
255	萝藦科	娃儿藤属	通天连	*Tylophora koi*	实地调查
256	茜草科	水团花属	水团花	*Adina pilulifera*	实地调查
257	茜草科	狗骨柴属	狗骨柴	*Diplospora dubia*	实地调查
258	茜草科	粗叶木属	斜基粗叶木	*Lasianthus attenuatus*	实地调查
259	茜草科	巴戟天属	鸡眼藤	*Morinda parvifolia*	实地调查
260	茜草科	玉叶金花属	玉叶金花	*Mussaenda pubescens*	实地调查
261	茜草科	蛇根草属	日本蛇根草	*Ophiorrhiza japonica*	实地调查
262	茜草科	鸡矢藤属	鸡矢藤	*Paederia foetida*	实地调查
263	茜草科	九节属	九节	*Psychotria asiatica*	实地调查
264	茜草科	九节属	蔓九节	*Psychotria serpens*	实地调查
265	茜草科	乌口树属	白花苦灯笼	*Tarenna mollissima*	实地调查
266	茜草科	钩藤属	钩藤	*Uncaria rhynchophylla*	实地调查
267	茜草科	水锦树属	水锦树	*Wendlandia uvariifolia*	实地调查
268	忍冬科	忍冬属	忍冬	*Lonicera japonica*	实地调查
269	忍冬科	荚蒾属	南方荚蒾	*Viburnum fordiae*	实地调查
270	忍冬科	荚蒾属	常绿荚蒾	*Viburnum sempervirens*	实地调查
271	菊科	金钮扣属	金钮扣	*Acmella paniculata*	实地调查
272	菊科	藿香蓟属	藿香蓟	*Ageratum conyzoides*	实地调查
273	菊科	鬼针草属	鬼针草	*Bidens pilosa*	实地调查
274	菊科	艾纳香属	东风草	*Blumea megacephala*	实地调查
275	菊科	野茼蒿属	野茼蒿	*Crassocephalum crepidioides*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
276	菊科	地胆草属	地胆草	*Elephantopus scaber*	实地调查
277	菊科	地胆草属	白花地胆草	*Elephantopus tomentosus*	实地调查
278	菊科	一点红属	小一点红	*Emilia prenanthoidea*	实地调查
279	菊科	一点红属	一点红	*Emilia sonchifolia*	实地调查
280	菊科	菊芹属	败酱叶菊芹	*Erechtites valerianifolius*	实地调查
281	菊科	飞蓬属	香丝草	*Erigeron bonariensis*	实地调查
282	菊科	假泽兰属	微甘菊	*Mikania micrantha*	实地调查
283	菊科	一枝黄花属	一枝黄花	*Solidago decurrens*	实地调查
284	菊科	黄鹌菜属	黄鹌菜	*Youngia japonica*	实地调查
285	龙胆科	龙胆属	华南龙胆	*Gentiana loureiroi*	实地调查
286	报春花科	珍珠菜属	星宿菜	*Lysimachia fortunei*	实地调查
287	白花丹科	白花丹属	白花丹	*Plumbago zeylanica*	实地调查
288	车前草科	车前属	大车前	*Plantago major*	实地调查
289	半边莲科	半边莲属	铜锤玉带草	*Lobelia nummularia*	实地调查
290	紫草科	厚壳树属	厚壳树	*Ehretia acuminata*	实地调查
291	紫草科	厚壳树属	长花厚壳树	*Ehretia longiflora*	实地调查
292	茄科	红丝线属	红丝线	*Lycianthes biflora*	实地调查
293	茄科	茄属	少花龙葵	*Solanum americanum*	实地调查
294	茄科	茄属	白英	*Solanum lyratum*	实地调查
295	旋花科	菟丝子属	菟丝子	*Cuscuta chinensis*	实地调查
296	旋花科	鱼黄草属	山猪菜	*Merremia umbellata* subsp. *orientalis*	实地调查
297	玄参科	毛麝香属	毛麝香	*Adenosma glutinosum*	实地调查
298	玄参科	钟萼草属	钟萼草	*Lindenbergia philippensis*	实地调查
299	玄参科	母草属	长蒴母草	*Lindernia anagallis*	实地调查
300	玄参科	母草属	母草	*Lindernia crustacea*	实地调查
301	玄参科	野甘草属	野甘草	*Scoparia dulcis*	实地调查
302	玄参科	蝴蝶草属	单色蝴蝶草	*Torenia concolor*	实地调查
303	列当科	野菰属	野菰	*Aeginetia indica*	实地调查
304	狸藻科	狸藻属	挖耳草	*Utricularia bifida*	实地调查
305	爵床科	狗肝菜属	狗肝菜	*Dicliptera chinensis*	实地调查
306	爵床科	孩儿草属	孩儿草	*Rungia pectinata*	实地调查
307	爵床科	马蓝属	四子马蓝	*Strobilanthes tetrasperma*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
308	马鞭草科	紫珠属	短柄紫珠	*Callicarpa brevipes*	实地调查
309	马鞭草科	大青属	大青	*Clerodendrum cyrtophyllum*	实地调查
310	马鞭草科	大青属	白花灯笼	*Clerodendrum fortunatum*	实地调查
311	马鞭草科	马鞭草属	马鞭草	*Verbena officinalis*	实地调查
312	马鞭草科	牡荆属	黄荆	*Vitex negundo*	实地调查
313	马鞭草科	牡荆属	牡荆	*Vitex negundo* var. *cannabifolia*	实地调查
314	唇形科	广防风属	广防风	*Anisomeles indica*	实地调查
315	唇形科	风轮菜属	细风轮菜	*Clinopodium gracile*	实地调查
316	唇形科	香薷属	紫花香薷	*Elsholtzia argyi*	实地调查
317	唇形科	黄芩属	韩信草	*Scutellaria indica*	实地调查
318	唇形科	香科科属	血见愁	*Teucrium viscidum*	实地调查
319	鸭跖草科	鸭跖草属	鸭跖草	*Commelina communis*	实地调查
320	鸭跖草科	聚花草属	聚花草	*Floscopa scandens*	实地调查
321	鸭跖草科	水竹叶属	裸花水竹叶	*Murdannia nudiflora*	实地调查
322	百合科	天门冬属	天门冬	*Asparagus cochinchinensis*	实地调查
323	百合科	山菅兰属	山菅	*Dianella ensifolia*	实地调查
324	百合科	山麦冬属	山麦冬	*Liriope spicata*	实地调查
325	百合科	球子草属	大盖球子草	*Peliosanthes macrostegia*	实地调查
326	百合科	油点草属	油点草	*Tricyrtis macropoda*	实地调查
327	百合科	藜芦属	牯岭藜芦	*Veratrum schindleri*	实地调查
328	菝葜科	菝葜属	菝葜	*Smilax china*	实地调查
329	菝葜科	菝葜属	筐条菝葜	*Smilax corbularia*	实地调查
330	菝葜科	菝葜属	土茯苓	*Smilax glabra*	实地调查
331	菝葜科	菝葜属	粉背菝葜	*Smilax hypoglauca*	实地调查
332	菝葜科	菝葜属	暗色菝葜	*Smilax lanceifolia*	实地调查
333	天南星科	菖蒲属	菖蒲	*Acorus calamus*	实地调查
334	天南星科	菖蒲属	金钱蒲	*Acorus gramineus*	实地调查
335	天南星科	石柑属	石柑子	*Pothos chinensis*	实地调查
336	天南星科	崖角藤属	狮子尾	*Rhaphidophora hongkongensis*	实地调查
337	薯蓣科	薯蓣属	黄独	*Dioscorea bulbifera*	实地调查
338	棕榈科	省藤属	杖藤	*Calamus rhabdocladus*	实地调查
339	露兜树科	露兜树属	露兜草	*Pandanus austrosinensis*	实地调查
340	仙茅科	仙茅属	仙茅	*Curculigo orchioides*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
341	莎草科	薹草属	十字薹草	*Carex cruciata*	实地调查
342	莎草科	薹草属	舌叶薹草	*Carex ligulata*	实地调查
343	莎草科	薹草属	条穗薹草	*Carex nemostachys*	实地调查
344	莎草科	莎草属	畦畔莎草	*Cyperus haspan*	实地调查
345	莎草科	黑莎草属	黑莎草	*Gahnia tristis*	实地调查
346	莎草科	割鸡芒属	割鸡芒	*Hypolytrum nemorum*	实地调查
347	莎草科	鳞籽莎属	鳞籽莎	*Lepidosperma chinense*	实地调查
348	莎草科	刺子莞属	刺子莞	*Rhynchospora rubra*	实地调查
349	莎草科	珍珠茅属	毛果珍珠茅	*Scleria levis*	实地调查
350	竹亚科	簕竹属	青皮竹	*Bambusa textilis*	实地调查
351	竹亚科	刚竹属	篌竹	*Phyllostachys nidularia*	实地调查
352	禾亚科	荩草属	荩草	*Arthraxon hispidus*	实地调查
353	禾亚科	酸模芒属	酸模芒	*Centotheca lappacea*	实地调查
354	禾亚科	薏苡属	薏苡	*Coix lacryma-jobi*	实地调查
355	禾亚科	龙爪茅属	龙爪茅	*Dactyloctenium aegyptium*	实地调查
356	禾亚科	马唐属	马唐	*Digitaria sanguinalis*	实地调查
357	禾亚科	画眉草属	秋画眉草	*Eragrostis autumnalis*	实地调查
358	禾亚科	画眉草属	画眉草	*Eragrostis pilosa*	实地调查
359	禾亚科	鸭嘴草属	粗毛鸭嘴草	*Ischaemum barbatum*	实地调查
360	禾亚科	淡竹叶属	淡竹叶	*Lophatherum gracile*	实地调查
361	禾亚科	莠竹属	蔓生莠竹	*Microstegium fasciculatum*	实地调查
362	禾亚科	芒属	五节芒	*Miscanthus floridulus*	实地调查
363	禾亚科	芒属	芒	*Miscanthus sinensis*	实地调查
364	禾亚科	类芦属	类芦	*Neyraudia reynaudiana*	实地调查
365	禾亚科	狼尾草属	狼尾草	*Pennisetum alopecuroides*	实地调查
366	禾亚科	裂稃草属	裂稃草	*Schizachyrium brevifolium*	实地调查
367	禾亚科	狗尾草属	金色狗尾草	*Setaria pumila*	实地调查
368	禾亚科	狗尾草属	狗尾草	*Setaria viridis*	实地调查
369	禾亚科	粽叶芦属	粽叶芦	*Thysanolaena latifolia*	实地调查

附录 1-2 输水线路及受水区维管植物名录

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
I.蕨类植物门 Pteridophyta					
1	松叶蕨科	松叶蕨属	松叶蕨	*Psilotum nudum*	实地调查
2	石松科	藤石松属	藤石松	*Lycopodiastrum casuarinoides*	实地调查
3	石松科	石松属	垂穗石松	*Lycopodium cernuum*	实地调查
4	石松科	石松属	石松	*Lycopodium japonicum*	实地调查
5	卷柏科	卷柏属	薄叶卷柏	*Selaginella delicatula*	实地调查
6	卷柏科	卷柏属	深绿卷柏	*Selaginella doederleinii*	实地调查
7	卷柏科	卷柏属	疏松卷柏	*Selaginella effusa*	实地调查
8	卷柏科	卷柏属	兖州卷柏	*Selaginella involvens*	实地调查
9	卷柏科	卷柏属	黑顶卷柏	*Selaginella picta*	2019 年科考
10	卷柏科	卷柏属	卷柏	*Selaginella tamariscina*	实地调查
11	卷柏科	卷柏属	翠云草	*Selaginella uncinata*	实地调查
12	木贼科	木贼属	笔管草	*Equisetum ramosissimum* subsp. *debile*	实地调查
13	紫萁科	紫萁属	紫萁	*Osmunda japonica*	实地调查
14	紫萁科	紫萁属	华南紫萁	*Osmunda vachellii*	实地调查
15	瘤足蕨科	瘤足蕨属	瘤足蕨	*Plagiogyria adnata*	实地调查
16	里白科	芒萁属	芒萁	*Dicranopteris pedata*	实地调查
17	里白科	里白属	中华里白	*Diplopterygium chinense*	实地调查
18	里白科	里白属	里白	*Diplopterygium glaucum*	实地调查
19	海金沙科	海金沙属	海金沙	*Lygodium japonicum*	实地调查
20	海金沙科	海金沙属	小叶海金沙	*Lygodium microphyllum*	实地调查
21	蚌壳蕨科	金毛狗属	金毛狗	*Cibotium barometz*	实地调查
22	碗蕨科	鳞盖蕨属	华南鳞盖蕨	*Microlepia hancei*	实地调查
23	碗蕨科	鳞盖蕨属	边缘鳞盖蕨	*Microlepia marginata*	实地调查
24	鳞始蕨科	鳞始蕨属	剑叶鳞始蕨	*Lindsaea ensifolia*	2019 年科考
25	鳞始蕨科	鳞始蕨属	团叶鳞始蕨	*Lindsaea orbiculata*	实地调查
26	鳞始蕨科	乌蕨属	乌蕨	*Odontosoria chinensis*	实地调查
27	蕨科	蕨属	蕨	*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*	实地调查
28	凤尾蕨科	栗蕨属	栗蕨	*Histiopteris incisa*	实地调查
29	凤尾蕨科	凤尾蕨属	线羽凤尾蕨	*Pteris arisanensis*	实地调查
30	凤尾蕨科	凤尾蕨属	剑叶凤尾蕨	*Pteris ensiformis*	实地调查
31	凤尾蕨科	凤尾蕨属	井栏边草	*Pteris multifida*	实地调查
32	凤尾蕨科	凤尾蕨属	半边旗	*Pteris semipinnata*	实地调查
33	凤尾蕨科	凤尾蕨属	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*	实地调查
34	中国蕨科	碎米蕨属	毛轴碎米蕨	*Cheilanthes chusana*	实地调查
35	中国蕨科	金粉蕨属	野雉尾金粉蕨	*Onychium japonicum*	实地调查
36	铁线蕨科	铁线蕨属	鞭叶铁线蕨	*Adiantum caudatum*	实地调查
37	铁线蕨科	铁线蕨属	扇叶铁线蕨	*Adiantum flabellulatum*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
38	蹄盖蕨科	双盖蕨属	双盖蕨	*Diplazium donianum*	实地调查
39	金星蕨科	毛蕨属	渐尖毛蕨	*Cyclosorus acuminatus*	实地调查
40	金星蕨科	毛蕨属	华南毛蕨	*Cyclosorus parasiticus*	实地调查
41	金星蕨科	针毛蕨属	普通针毛蕨	*Macrothelypteris torresiana*	实地调查
42	金星蕨科	金星蕨属	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*	实地调查
43	金星蕨科	新月蕨属	红色新月蕨	*Pronephrium lakhimpurense*	2019 年科考
44	金星蕨科	新月蕨属	单叶新月蕨	*Pronephrium simplex*	实地调查
45	金星蕨科	新月蕨属	三羽新月蕨	*Pronephrium triphyllum*	实地调查
46	铁角蕨科	铁角蕨属	华南铁角蕨	*Asplenium austrochinense*	实地调查
47	铁角蕨科	铁角蕨属	毛轴铁角蕨	*Asplenium crinicaule*	实地调查
48	铁角蕨科	铁角蕨属	巢蕨	*Asplenium nidus*	实地调查
49	铁角蕨科	铁角蕨属	长叶铁角蕨	*Asplenium prolongatum*	实地调查
50	乌毛蕨科	乌毛蕨属	乌毛蕨	*Blechnum orientale*	实地调查
51	乌毛蕨科	苏铁蕨属	苏铁蕨	*Brainea insignis*	实地调查
52	乌毛蕨科	狗脊属	狗脊	*Woodwardia japonica*	实地调查
53	鳞毛蕨科	贯众属	全缘贯众	*Cyrtomium falcatum*	实地调查
54	鳞毛蕨科	鳞毛蕨属	阔鳞鳞毛蕨	*Dryopteris championii*	实地调查
55	鳞毛蕨科	鳞毛蕨属	变异鳞毛蕨	*Dryopteris varia*	实地调查
56	鳞毛蕨科	耳蕨属	镰羽耳蕨	*Polystichum balansae*	实地调查
57	肾蕨科	肾蕨属	肾蕨	*Nephrolepis cordifolia*	实地调查
58	骨碎补科	骨碎补属	大叶骨碎补	*Davallia divaricata*	实地调查
59	骨碎补科	阴石蕨属	杯盖阴石蕨	*Humata griffithiana*	实地调查
60	骨碎补科	阴石蕨属	阴石蕨	*Humata repens*	实地调查
61	水龙骨科	连珠蕨属	崖姜	*Aglaomorpha coronans*	实地调查
62	水龙骨科	伏石蕨属	伏石蕨	*Lemmaphyllum microphyllum*	实地调查
63	水龙骨科	伏石蕨属	骨牌蕨	*Lemmaphyllum rostratum*	实地调查
64	水龙骨科	瓦韦属	瓦韦	*Lepisorus thunbergianus*	实地调查
65	水龙骨科	薄唇蕨属	线蕨	*Leptochilus ellipticus*	实地调查
66	水龙骨科	盾蕨属	江南星蕨	*Neolepisorus fortunei*	实地调查
67	水龙骨科	石韦属	贴生石韦	*Pyrrosia adnascens*	实地调查
68	水龙骨科	石韦属	石韦	*Pyrrosia lingua*	实地调查
69	满江红科	满江红属	满江红	*Azolla pinnata* subsp. *asiatica*	实地调查
II.种子植物门 Spermatophyta					
一. 裸子植物亚门 Gymnospermae					
70	苏铁科	苏铁属	*苏铁	*Cycas revoluta*	实地调查
71	松科	松属	*湿地松	*Pinus elliottii*	实地调查
72	松科	松属	马尾松	*Pinus massoniana*	实地调查
73	杉科	杉木属	杉木	*Cunninghamia lanceolata*	实地调查
74	柏科	侧柏属	*侧柏	*Platycladus orientalis*	实地调查
75	柏科	刺柏属	*圆柏	*Juniperus chinensis*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
76	罗汉松科	竹柏属	*长叶竹柏	*Nageia fleuryi*	实地调查
77	罗汉松科	竹柏属	*竹柏	*Nageia nagi*	实地调查
78	罗汉松科	罗汉松属	*罗汉松	*Podocarpus macrophyllus*	实地调查
79	买麻藤科	买麻藤属	小叶买麻藤	*Gnetum parvifolium*	实地调查
二. 被子植物亚门 Angiospermae					
80	木兰科	木莲属	木莲	*Manglietia fordiana*	实地调查
81	木兰科	含笑属	*白兰	*Michelia × alba*	实地调查
82	木兰科	含笑属	*黄兰	*Michelia champaca*	实地调查
83	木兰科	含笑属	*含笑花	*Michelia figo*	实地调查
84	木兰科	含笑属	*醉香含笑	*Michelia macclurei*	实地调查
85	木兰科	含笑属	*深山含笑	*Michelia maudiae*	实地调查
86	木兰科	含笑属	野含笑	*Michelia skinneriana*	实地调查
87	五味子科	南五味子属	黑老虎	*Kadsura coccinea*	实地调查
88	五味子科	南五味子属	异形南五味子	*Kadsura heteroclita*	实地调查
89	五味子科	南五味子属	南五味子	*Kadsura longipedunculata*	实地调查
90	番荔枝科	鹰爪花属	香港鹰爪花	*Artabotrys hongkongensis*	2019 年科考
91	番荔枝科	假鹰爪属	假鹰爪	*Desmos chinensis*	实地调查
92	番荔枝科	瓜馥木属	瓜馥木	*Fissistigma oldhamii*	实地调查
93	番荔枝科	瓜馥木属	香港瓜馥木	*Fissistigma uonicum*	实地调查
94	番荔枝科	紫玉盘属	山椒子	*Uvaria grandiflora*	实地调查
95	番荔枝科	紫玉盘属	紫玉盘	*Uvaria macrophylla*	实地调查
96	樟科	琼楠属	广东琼楠	*Beilschmiedia fordii*	实地调查
97	樟科	无根藤属	无根藤	*Cassytha filiformis*	实地调查
98	樟科	樟属	*阴香	*Cinnamomum burmannii*	实地调查
99	樟科	樟属	樟	*Cinnamomum camphora*	实地调查
100	樟科	樟属	*肉桂	*Cinnamomum cassia*	实地调查
101	樟科	樟属	黄樟	*Cinnamomum parthenoxylon*	实地调查
102	樟科	厚壳桂属	厚壳桂	*Cryptocarya chinensis*	实地调查
103	樟科	厚壳桂属	黄果厚壳桂	*Cryptocarya concinna*	实地调查
104	樟科	山胡椒属	乌药	*Lindera aggregata*	实地调查
105	樟科	山胡椒属	香叶树	*Lindera communis*	实地调查
106	樟科	山胡椒属	广东山胡椒	*Lindera kwangtungensis*	实地调查
107	樟科	木姜子属	山鸡椒	*Litsea cubeba*	实地调查
108	樟科	木姜子属	潺槁木姜子	*Litsea glutinosa*	实地调查
109	樟科	木姜子属	假柿木姜子	*Litsea monopetala*	实地调查
110	樟科	木姜子属	豺皮樟	*Litsea rotundifolia* var. *oblongifolia*	实地调查
111	樟科	木姜子属	轮叶木姜子	*Litsea verticillata*	实地调查
112	樟科	润楠属	短序润楠	*Machilus breviflora*	实地调查
113	樟科	润楠属	华润楠	*Machilus chinensis*	实地调查
114	樟科	润楠属	广东润楠	*Machilus kwangtungensis*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
115	樟科	润楠属	绒毛润楠	*Machilus velutina*	实地调查
116	樟科	新木姜子属	鸭公树	*Neolitsea chui*	实地调查
117	樟科	新木姜子属	大叶新木姜子	*Neolitsea levinei*	实地调查
118	莲叶桐科	青藤属	小花青藤	*Illigera parviflora*	实地调查
119	莲叶桐科	青藤属	红花青藤	*Illigera rhodantha*	实地调查
120	毛茛科	铁线莲属	威灵仙	*Clematis chinensis*	实地调查
121	毛茛科	铁线莲属	山木通	*Clematis finetiana*	实地调查
122	毛茛科	铁线莲属	丝铁线莲	*Clematis loureiroana*	实地调查
123	毛茛科	铁线莲属	毛柱铁线莲	*Clematis meyeniana*	实地调查
124	毛茛科	毛茛属	禺毛茛	*Ranunculus cantoniensis*	实地调查
125	小檗科	十大功劳属	北江十大功劳	*Mahonia fordii*	实地调查
126	木通科	野木瓜属	野木瓜	*Stauntonia chinensis*	实地调查
127	防己科	木防己属	木防己	*Cocculus orbiculatus*	实地调查
128	防己科	轮环藤属	毛叶轮环藤	*Cyclea barbata*	实地调查
129	防己科	秤钩风属	苍白秤钩风	*Diploclisia glaucescens*	实地调查
130	防己科	夜花藤属	夜花藤	*Hypserpa nitida*	实地调查
131	防己科	细圆藤属	细圆藤	*Pericampylus glaucus*	实地调查
132	防己科	千金藤属	金钱调乌龟	*Stephania cephalantha*	实地调查
133	防己科	千金藤属	粪箕笃	*Stephania longa*	实地调查
134	马兜铃科	马兜铃属	变色马兜铃	*Aristolochia versicolor*	2019 年科考
135	胡椒科	草胡椒属	石蝉草	*Peperomia blanda*	实地调查
136	胡椒科	胡椒属	山蒟	*Piper hancei*	实地调查
137	胡椒科	胡椒属	假蒟	*Piper sarmentosum*	实地调查
138	三白草科	蕺菜属	蕺菜	*Houttuynia cordata*	实地调查
139	三白草科	三白草属	三白草	*Saururus chinensis*	实地调查
140	金粟兰科	金粟兰属	单穗金粟兰	*Chloranthus monostachys*	实地调查
141	金粟兰科	草珊瑚属	草珊瑚	*Sarcandra glabra*	实地调查
142	十字花科	芸苔属	*芥菜	*Brassica juncea*	实地调查
143	十字花科	芸苔属	*白花甘蓝	*Brassica oleracea* var. *albiflora*	实地调查
144	十字花科	芸苔属	*花椰菜	*Brassica oleracea* var. *botrytis*	实地调查
145	十字花科	芸苔属	*青菜	*Brassica rapa* var. *chinensis*	实地调查
146	十字花科	芸苔属	*白菜	*Brassica rapa* var. *glabra*	实地调查
147	十字花科	芸苔属	*芸苔	*Brassica rapa* var. *oleifera*	实地调查
148	十字花科	荠属	荠	*Capsella bursa-pastoris*	实地调查
149	十字花科	碎米荠属	碎米荠	*Cardamine hirsuta*	实地调查
150	十字花科	臭荠属	臭荠	*Coronopus didymus*	实地调查
151	十字花科	萝卜属	*萝卜	*Raphanus sativus*	实地调查
152	堇菜科	堇菜属	如意草	*Viola arcuata*	实地调查
153	堇菜科	堇菜属	长萼堇菜	*Viola inconspicua*	实地调查
154	远志科	远志属	华南远志	*Polygala chinensis*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
155	景天科	伽蓝菜属	*棒叶落地生根	*Kalanchoe delagoensis*	实地调查
156	景天科	伽蓝菜属	*大叶落地生根	*Kalanchoe daigremontiana*	实地调查
157	茅膏菜科	茅膏菜属	锦地罗	*Drosera burmanni*	实地调查
158	石竹科	荷莲豆草属	荷莲豆草	*Drymaria cordata*	实地调查
159	石竹科	鹅肠菜属	鹅肠菜	*Myosoton aquaticum*	实地调查
160	石竹科	繁缕属	雀舌草	*Stellaria alsine*	实地调查
161	石竹科	繁缕属	繁缕	*Stellaria media*	实地调查
162	粟米草科	粟米草属	粟米草	*Mollugo stricta*	实地调查
163	马齿苋科	马齿苋属	马齿苋	*Portulaca oleracea*	实地调查
164	马齿苋科	土人参属	*土人参	*Talinum paniculatum*	实地调查
165	蓼科	蓼属	毛蓼	*Polygonum barbatum*	实地调查
166	蓼科	蓼属	火炭母	*Polygonum chinense*	实地调查
167	蓼科	蓼属	辣蓼	*Polygonum hydropiper*	实地调查
168	蓼科	蓼属	小蓼花	*Polygonum muricatum*	实地调查
169	蓼科	蓼属	杠板归	*Polygonum perfoliatum*	实地调查
170	蓼科	蓼属	习见蓼	*Polygonum plebeium*	实地调查
171	蓼科	蓼属	伏毛蓼	*Polygonum pubescens*	实地调查
172	商陆科	商陆属	商陆	*Phytolacca acinosa*	实地调查
173	藜科	腺毛藜属	土荆芥	*Dysphania ambrosioides*	实地调查
174	藜科	菠菜属	*菠菜	*Spinacia oleracea*	实地调查
175	苋科	牛膝属	土牛膝	*Achyranthes aspera*	实地调查
176	苋科	莲子草属	莲子草	*Alternanthera sessilis*	实地调查
177	苋科	苋属	刺苋	*Amaranthus spinosus*	实地调查
178	马齿苋科	马齿苋属	*环翅马齿苋	*Portulaca umbraticola*	实地调查
179	苋科	苋属	皱果苋	*Amaranthus viridis*	实地调查
180	苋科	青葙属	青葙	*Celosia argentea*	实地调查
181	苋科	千日红属	*千日红	*Gomphrena globosa*	实地调查
182	落葵科	落葵属	*落葵	*Basella alba*	实地调查
183	酢浆草科	阳桃属	*阳桃	*Averrhoa carambola*	实地调查
184	酢浆草科	酢浆草属	酢浆草	*Oxalis corniculata*	实地调查
185	酢浆草科	酢浆草属	红花酢浆草	*Oxalis corymbosa*	实地调查
186	凤仙花科	凤仙花属	*凤仙花	*Impatiens balsamina*	实地调查
187	凤仙花科	凤仙花属	华凤仙	*Impatiens chinensis*	实地调查
188	凤仙花科	凤仙花属	管茎凤仙花	*Impatiens tubulosa*	实地调查
189	千屈菜科	萼距花属	香膏萼距花	*Cuphea balsamona*	实地调查
190	千屈菜科	紫薇属	*紫薇	*Lagerstroemia indica*	实地调查
191	千屈菜科	紫薇属	*大花紫薇	*Lagerstroemia speciosa*	实地调查
192	千屈菜科	千屈菜属	千屈菜	*Lythrum salicaria*	实地调查
193	千屈菜科	节节菜属	密花节节菜	*Rotala densiflora*	实地调查
194	千屈菜科	节节菜属	节节菜	*Rotala indica*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
195	千屈菜科	节节菜属	圆叶节节菜	*Rotala rotundifolia*	实地调查
196	柳叶菜科	丁香蓼属	毛草龙	*Ludwigia octovalvis*	实地调查
197	柳叶菜科	丁香蓼属	丁香蓼	*Ludwigia prostrata*	实地调查
198	小二仙草科	小二仙草属	黄花小二仙草	*Gonocarpus chinensis*	实地调查
199	小二仙草科	小二仙草属	小二仙草	*Gonocarpus micranthus*	实地调查
200	瑞香科	瑞香属	长柱瑞香	*Daphne championii*	实地调查
201	瑞香科	荛花属	了哥王	*Wikstroemia indica*	实地调查
202	瑞香科	荛花属	细轴荛花	*Wikstroemia nutans*	实地调查
203	紫茉莉科	宝巾属	*叶子花	*Bougainvillea spectabilis*	实地调查
204	紫茉莉科	紫茉莉属	*紫茉莉	*Mirabilis jalapa*	实地调查
205	山龙眼科	山龙眼属	小果山龙眼	*Helicia cochinchinensis*	实地调查
206	山龙眼科	山龙眼属	广东山龙眼	*Helicia kwangtungensis*	实地调查
207	金缕梅科	蕈树属	蕈树	*Altingia chinensis*	实地调查
208	第伦桃科	锡叶藤属	锡叶藤	*Tetracera sarmentosa*	实地调查
209	海桐花科	海桐花属	光叶海桐	*Pittosporum glabratum*	实地调查
210	大风子科	箭柊属	广东箭柊	*Scolopia saeva*	实地调查
211	大风子科	柞木属	柞木	*Xylosma congesta*	实地调查
212	大风子科	柞木属	长叶柞木	*Xylosma longifolia*	2019 年科考
213	天料木科	脚骨脆属	爪哇脚骨脆	*Casearia velutina*	实地调查
214	天料木科	天料木属	天料木	*Homalium cochinchinense*	实地调查
215	葫芦科	冬瓜属	*冬瓜	*Benincasa hispida*	实地调查
216	葫芦科	甜瓜属	*菜瓜	*Cucumis melo* subsp. *agrestis*	实地调查
217	葫芦科	甜瓜属	*黄瓜	*Cucumis sativus*	实地调查
218	葫芦科	南瓜属	*南瓜	*Cucurbita moschata*	实地调查
219	葫芦科	绞股蓝属	绞股蓝	*Gynostemma pentaphyllum*	实地调查
220	葫芦科	丝瓜属	*广东丝瓜	*Luffa acutangula*	实地调查
221	葫芦科	丝瓜属	*丝瓜	*Luffa aegyptiaca*	实地调查
222	葫芦科	苦瓜属	*苦瓜	*Momordica charantia*	实地调查
223	葫芦科	苦瓜属	木鳖子	*Momordica cochinchinensis*	实地调查
224	葫芦科	茅瓜属	茅瓜	*Solena heterophylla*	实地调查
225	葫芦科	栝楼属	全缘栝楼	*Trichosanthes pilosa*	实地调查
226	秋海棠科	秋海棠属	红孩儿	*Begonia palmata* var.*bowringiana*	实地调查
227	秋海棠科	秋海棠属	裂叶秋海棠	*Begonia palmata*	实地调查
228	番木瓜科	番木瓜属	*番木瓜	*Carica papaya*	实地调查
229	山茶科	杨桐属	杨桐	*Adinandra millettii*	实地调查
230	山茶科	山茶属	长尾毛蕊茶	*Camellia caudata*	实地调查
231	山茶科	山茶属	落瓣油茶	*Camellia kissi*	实地调查
232	山茶科	山茶属	油茶	*Camellia oleifera*	实地调查
233	山茶科	山茶属	*茶	*Camellia sinensis*	实地调查
234	山茶科	红淡比属	红淡比	*Cleyera japonica*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
235	山茶科	柃属	米碎花	*Eurya chinensis*	实地调查
236	山茶科	柃属	华南毛柃	*Eurya ciliata*	实地调查
237	山茶科	柃属	二列叶柃	*Eurya distichophylla*	实地调查
238	山茶科	柃属	岗柃	*Eurya groffii*	实地调查
239	山茶科	柃属	微毛柃	*Eurya hebeclados*	实地调查
240	山茶科	柃属	细枝柃	*Eurya loquaiana*	实地调查
241	山茶科	柃属	黑柃	*Eurya macartneyi*	实地调查
242	山茶科	柃属	细齿叶柃	*Eurya nitida*	实地调查
243	山茶科	大头茶属	大头茶	*Polyspora axillaris*	实地调查
244	山茶科	木荷属	木荷	*Schima superba*	实地调查
245	山茶科	厚皮香属	厚皮香	*Ternstroemia gymnanthera*	实地调查
246	五列木科	五列木属	五列木	*Pentaphylax euryoides*	实地调查
247	猕猴桃科	猕猴桃属	阔叶猕猴桃	*Actinidia latifolia*	实地调查
248	水东哥科	水东哥属	水东哥	*Saurauia tristyla*	实地调查
249	桃金娘科	岗松属	岗松	*Baeckea frutescens*	实地调查
250	桃金娘科	桉属	*赤桉	*Eucalyptus camaldulensis*	实地调查
251	桃金娘科	桉属	*柠檬桉	*Eucalyptus citriodora*	实地调查
252	桃金娘科	桉属	*窿缘桉	*Eucalyptus exserta*	实地调查
253	桃金娘科	桉属	*桉	*Eucalyptus camaldulensis*	实地调查
254	桃金娘科	番石榴属	*番石榴	*Psidium guajava*	实地调查
255	桃金娘科	桃金娘属	桃金娘	*Rhodomyrtus tomentosa*	实地调查
256	桃金娘科	蒲桃属	华南蒲桃	*Syzygium austrosinense*	实地调查
257	桃金娘科	蒲桃属	赤楠	*Syzygium buxifolium*	实地调查
258	桃金娘科	蒲桃属	子凌蒲桃	*Syzygium championii*	2019 年科考
259	桃金娘科	蒲桃属	红鳞蒲桃	*Syzygium hancei*	实地调查
260	桃金娘科	蒲桃属	水翁蒲桃	*Syzygium nervosum*	实地调查
261	桃金娘科	蒲桃属	红枝蒲桃	*Syzygium rehderianum*	实地调查
262	野牡丹科	棱果花属	棱果花	*Barthea barthei*	实地调查
263	野牡丹科	柏拉木属	柏拉木	*Blastus cochinchinensis*	实地调查
264	野牡丹科	野牡丹属	地菍	*Melastoma dodecandrum*	实地调查
265	野牡丹科	野牡丹属	野牡丹	*Melastoma malabathricum*	实地调查
266	野牡丹科	野牡丹属	毛稔	*Melastoma sanguineum*	实地调查
267	野牡丹科	谷木属	谷木	*Memecylon ligustrifolium*	实地调查
268	野牡丹科	谷木属	黑叶谷木	*Memecylon nigrescens*	实地调查
269	野牡丹科	金锦香属	金锦香	*Osbeckia chinensis*	实地调查
270	野牡丹科	肉穗草属	楮头红	*Sarcopyramis napalensis*	实地调查
271	野牡丹科	蜂斗草属	蜂斗草	*Sonerila cantonensis*	实地调查
272	金丝桃科	黄牛木属	黄牛木	*Cratoxylum cochinchinense*	实地调查
273	金丝桃科	金丝桃属	赶山鞭	*Hypericum attenuatum*	实地调查
274	金丝桃科	金丝桃属	地耳草	*Hypericum japonicum*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
275	金丝桃科	金丝桃属	金丝桃	*Hypericum monogynum*	实地调查
276	藤黄科	藤黄属	木竹子	*Garcinia multiflora*	实地调查
277	藤黄科	藤黄属	岭南山竹子	*Garcinia oblongifolia*	实地调查
278	椴树科	田麻属	田麻	*Corchoropsis crenata*	实地调查
279	椴树科	黄麻属	甜麻	*Corchorus aestuans*	实地调查
280	椴树科	破布叶属	破布叶	*Microcos paniculata*	实地调查
281	椴树科	刺蒴麻属	毛刺蒴麻	*Triumfetta cana*	实地调查
282	椴树科	刺蒴麻属	刺蒴麻	*Triumfetta rhomboidea*	实地调查
283	杜英科	杜英属	中华杜英	*Elaeocarpus chinensis*	实地调查
284	杜英科	杜英属	日本杜英	*Elaeocarpus japonicus*	实地调查
285	杜英科	杜英属	山杜英	*Elaeocarpus sylvestris*	实地调查
286	杜英科	猴欢喜属	猴欢喜	*Sloanea sinensis*	实地调查
287	梧桐科	刺果藤属	刺果藤	*Byttneria grandifolia*	实地调查
288	梧桐科	山芝麻属	山芝麻	*Helicteres angustifolia*	实地调查
289	梧桐科	梭罗树属	两广梭罗	*Reevesia thyrsoidea*	实地调查
290	梧桐科	苹婆属	假苹婆	*Sterculia lanceolata*	实地调查
291	锦葵科	秋葵属	黄葵	*Abelmoschus moschatus*	实地调查
292	锦葵科	木槿属	*木芙蓉	*Hibiscus mutabilis*	实地调查
293	锦葵科	木槿属	*朱槿	*Hibiscus rosa-sinensis*	实地调查
294	锦葵科	木槿属	*玫瑰茄	*Hibiscus sabdariffa*	实地调查
295	锦葵科	木槿属	*木槿	*Hibiscus syriacus*	实地调查
296	锦葵科	赛葵属	赛葵	*Malvastrum coromandelianum*	实地调查
297	锦葵科	黄花稔属	黄花稔	*Sida acuta*	实地调查
298	锦葵科	黄花稔属	白背黄花稔	*Sida rhombifolia*	实地调查
299	锦葵科	梵天花属	地桃花	*Urena lobata*	实地调查
300	锦葵科	梵天花属	中华地桃花	*Urena lobata* var. *chinensis*	实地调查
301	锦葵科	梵天花属	梵天花	*Urena procumbens*	实地调查
302	大戟科	山麻杆属	红背山麻杆	*Alchornea trewioides*	实地调查
303	大戟科	五月茶属	五月茶	*Antidesma bunius*	实地调查
304	大戟科	五月茶属	酸味子	*Antidesma japonicum*	实地调查
305	大戟科	银柴属	银柴	*Aporosa dioica*	实地调查
306	大戟科	重阳木属	*秋枫	*Bischofia javanica*	实地调查
307	大戟科	黑面神属	黑面神	*Breynia fruticosa*	实地调查
308	大戟科	土蜜树属	土蜜树	*Bridelia tomentosa*	实地调查
309	大戟科	巴豆属	毛果巴豆	*Croton lachnocarpus*	实地调查
310	大戟科	大戟属	飞扬草	*Euphorbia hirta*	实地调查
311	大戟科	大戟属	通奶草	*Euphorbia hypericifolia*	实地调查
312	大戟科	白饭树属	白饭树	*Flueggea virosa*	实地调查
313	大戟科	算盘子属	毛果算盘子	*Glochidion eriocarpum*	实地调查
314	大戟科	算盘子属	艾胶算盘子	*Glochidion lanceolarium*	2019 年科考

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
315	大戟科	算盘子属	算盘子	*Glochidion puberum*	实地调查
316	大戟科	算盘子属	香港算盘子	*Glochidion zeylanicum*	实地调查
317	大戟科	血桐属	鼎湖血桐	*Macaranga sampsonii*	2019 年科考
318	大戟科	血桐属	血桐	*Macaranga tanarius* var. *tomentosa*	2019 年科考
319	大戟科	野桐属	白背叶	*Mallotus apelta*	实地调查
320	大戟科	野桐属	白楸	*Mallotus paniculatus*	实地调查
321	大戟科	野桐属	粗糠柴	*Mallotus philippensis*	实地调查
322	大戟科	木薯属	*木薯	*Manihot esculenta*	实地调查
323	大戟科	叶下珠属	叶下珠	*Phyllanthus urinaria*	实地调查
324	大戟科	蓖麻属	*蓖麻	*Ricinus communis*	实地调查
325	大戟科	守宫木属	艾堇	*Sauropus bacciformis*	实地调查
326	大戟科	乌桕属	山乌桕	*Triadica cochinchinensis*	实地调查
327	大戟科	乌桕属	乌桕	*Triadica sebifera*	实地调查
328	大戟科	油桐属	油桐	*Vernicia fordii*	实地调查
329	交让木科	虎皮楠属	牛耳枫	*Daphniphyllum calycinum*	实地调查
330	交让木科	虎皮楠属	虎皮楠	*Daphniphyllum oldhami*	实地调查
331	鼠刺科	鼠刺属	鼠刺	*Itea chinensis*	实地调查
332	绣球科	常山属	常山	*Dichroa febrifuga*	实地调查
333	绣球科	冠盖藤属	星毛冠盖藤	*Pileostegia tomentella*	2019 年科考
334	绣球科	冠盖藤属	冠盖藤	*Pileostegia viburnoides*	实地调查
335	木通科	野木瓜属	野木瓜	*Stauntonia chinensis*	实地调查
336	蔷薇科	李属	*桃	*Prunus persica*	实地调查
337	蔷薇科	李属	*李	*Prunus salicina*	实地调查
338	蔷薇科	李属	钟花樱桃	*Prunus campanulata*	实地调查
339	蔷薇科	蛇莓属	蛇莓	*Duchesnea indica*	实地调查
340	蔷薇科	枇杷属	香花枇杷	*Eriobotrya fragrans*	实地调查
341	蔷薇科	枇杷属	*枇杷	*Eriobotrya japonica*	实地调查
342	蔷薇科	桂樱属	腺叶桂樱	*Laurocerasus phaeosticta*	实地调查
343	蔷薇科	石楠属	光叶石楠	*Photinia glabra*	实地调查
344	蔷薇科	石楠属	小叶石楠	*Photinia parvifolia*	实地调查
345	蔷薇科	石楠属	桃叶石楠	*Photinia prunifolia*	实地调查
346	蔷薇科	石楠属	饶平石楠	*Photinia raupingensis*	2019 年科考
347	蔷薇科	臀果木属	臀果木	*Pygeum topengii*	实地调查
348	蔷薇科	石斑木属	石斑木	*Rhaphiolepis indica*	实地调查
349	蔷薇科	蔷薇属	*月季花	*Rosa chinensis*	实地调查
350	蔷薇科	蔷薇属	小果蔷薇	*Rosa cymosa*	实地调查
351	蔷薇科	蔷薇属	金樱子	*Rosa laevigata*	实地调查
352	蔷薇科	悬钩子属	粗叶悬钩子	*Rubus alceifolius*	实地调查
353	蔷薇科	悬钩子属	白花悬钩子	*Rubus leucanthus*	实地调查
354	蔷薇科	悬钩子属	茅莓	*Rubus parvifolius*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
355	蔷薇科	悬钩子属	锈毛莓	*Rubus reflexus*	实地调查
356	蔷薇科	悬钩子属	空心泡	*Rubus rosifolius*	实地调查
357	蔷薇科	悬钩子属	红腺悬钩子	*Rubus sumatranus*	实地调查
358	含羞草科	金合欢属	*大叶相思	*Acacia auriculiformis*	实地调查
359	含羞草科	金合欢属	*台湾相思	*Acacia confusa*	实地调查
360	含羞草科	金合欢属	*马占相思	*Acacia mangium*	实地调查
361	含羞草科	海红豆属	海红豆	*Adenanthera microsperma*	2019 年科考
362	含羞草科	合欢属	楹树	*Albizia chinensis*	实地调查
363	含羞草科	合欢属	天香藤	*Albizia corniculata*	实地调查
364	含羞草科	猴耳环属	猴耳环	*Archidendron clypearia*	实地调查
365	含羞草科	猴耳环属	亮叶猴耳环	*Archidendron lucidum*	实地调查
366	含羞草科	榼藤属	榼藤	*Entada phaseoloides*	实地调查
367	含羞草科	含羞草属	光荚含羞草	*Mimosa bimucronata*	实地调查
368	含羞草科	含羞草属	含羞草	*Mimosa pudica*	实地调查
369	苏木科	羊蹄甲属	阔裂叶羊蹄甲	*Bauhinia apertilobata*	实地调查
370	苏木科	羊蹄甲属	龙须藤	*Bauhinia championii*	实地调查
371	苏木科	云实属	华南云实	*Caesalpinia crista*	实地调查
372	苏木科	云实属	春云实	*Caesalpinia vernalis*	实地调查
373	蝶形花科	相思子属	相思子	*Abrus precatorius*	实地调查
374	蝶形花科	相思子属	毛相思子	*Abrus pulchellus* subsp. *mollis*	实地调查
375	蝶形花科	链荚豆属	链荚豆	*Alysicarpus vaginalis*	实地调查
376	蝶形花科	落花生属	*落花生	*Arachis hypogaea*	实地调查
377	蝶形花科	藤槐属	藤槐	*Bowringia callicarpa*	实地调查
378	蝶形花科	鸡血藤属	香花鸡血藤	*Callerya dielsiana*	实地调查
379	蝶形花科	鸡血藤属	异果鸡血藤	*Callerya dielsiana* var. *heterocarpa*	实地调查
380	蝶形花科	刀豆属	小刀豆	*Canavalia cathartica*	实地调查
381	蝶形花科	猪屎豆属	响铃豆	*Crotalaria albida*	实地调查
382	蝶形花科	猪屎豆属	长萼猪屎豆	*Crotalaria calycina*	实地调查
383	蝶形花科	猪屎豆属	假地蓝	*Crotalaria ferruginea*	实地调查
384	蝶形花科	猪屎豆属	猪屎豆	*Crotalaria pallida*	实地调查
385	蝶形花科	猪屎豆属	吊裙草	*Crotalaria retusa*	实地调查
386	蝶形花科	猪屎豆属	农吉利	*Crotalaria sessiliflora*	实地调查
387	蝶形花科	鱼藤属	鱼藤	*Derris trifoliata*	实地调查
388	蝶形花科	山蚂蝗属	假地豆	*Desmodium heterocarpon*	实地调查
389	蝶形花科	山蚂蝗属	显脉山绿豆	*Desmodium reticulatum*	实地调查
390	蝶形花科	野扁豆属	长柄野扁豆	*Dunbaria podocarpa*	实地调查
391	蝶形花科	鸡头薯属	鸡头薯	*Eriosema chinense*	实地调查
392	蝶形花科	千斤拔属	大叶千斤拔	*Flemingia macrophylla*	实地调查
393	蝶形花科	木蓝属	野青树	*Indigofera suffruticosa*	实地调查
394	蝶形花科	山黧豆属	*香豌豆	*Lathyrus odoratus*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
395	蝶形花科	胡枝子属	截叶铁扫帚	*Lespedeza cuneata*	实地调查
396	蝶形花科	胡枝子属	美丽胡枝子	*Lespedeza thunbergii* subsp. *formosa*	实地调查
397	蝶形花科	崖豆藤属	厚果崖豆藤	*Millettia pachycarpa*	实地调查
398	蝶形花科	黧豆属	白花油麻藤	*Mucuna birdwoodiana*	实地调查
399	蝶形花科	小槐花属	小槐花	*Ohwia caudata*	实地调查
400	蝶形花科	红豆属	软荚红豆	*Ormosia semicastrata*	实地调查
401	蝶形花科	菜豆属	*菜豆	*Phaseolus vulgaris*	实地调查
402	蝶形花科	排钱树属	排钱树	*Phyllodium pulchellum*	实地调查
403	蝶形花科	山黧豆属	*家山黧豆	*Lathyrus odoratus*	实地调查
404	蝶形花科	葛属	山葛	*Pueraria montana*	实地调查
405	蝶形花科	葛属	葛	*Pueraria montana* var. *lobata*	实地调查
406	蝶形花科	葛属	三裂叶野葛	*Pueraria phaseoloides*	实地调查
407	蝶形花科	密子豆属	密子豆	*Pycnospora lutescens*	实地调查
408	蝶形花科	葫芦茶属	葫芦茶	*Tadehagi triquetrum*	实地调查
409	蝶形花科	狸尾豆属	狸尾豆	*Uraria lagopodioides*	实地调查
410	蝶形花科	豇豆属	贼小豆	*Vigna minima*	实地调查
411	蝶形花科	豇豆属	*豇豆	*Vigna unguiculata*	实地调查
412	蝶形花科	豇豆属	*眉豆	*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrica*	实地调查
413	蝶形花科	丁癸草属	丁癸草	*Zornia gibbosa*	实地调查
414	金缕梅科	秀柱花属	秀柱花	*Eustigma oblongifolium*	实地调查
415	金缕梅科	枫香树属	枫香树	*Liquidambar formosana*	实地调查
416	金缕梅科	檵木属	檵木	*Loropetalum chinense*	实地调查
417	金缕梅科	红花荷属	*红花荷	*Rhodoleia championii*	实地调查
418	黄杨科	黄杨属	*黄杨	*Buxus sinica*	实地调查
419	杨梅科	杨梅属	杨梅	*Myrica rubra*	实地调查
420	壳斗科	栗属	*板栗	*Castanea mollissima*	实地调查
421	壳斗科	锥属	米槠	*Castanopsis carlesii*	实地调查
422	壳斗科	锥属	甜槠	*Castanopsis eyrei*	实地调查
423	壳斗科	锥属	栲	*Castanopsis fargesii*	实地调查
424	壳斗科	锥属	黧蒴锥	*Castanopsis fissa*	实地调查
425	壳斗科	锥属	毛锥	*Castanopsis fordii*	实地调查
426	壳斗科	锥属	红锥	*Castanopsis hystrix*	实地调查
427	壳斗科	锥属	鹿角锥	*Castanopsis lamontii*	实地调查
428	壳斗科	青冈属	青冈	*Cyclobalanopsis glauca*	实地调查
429	壳斗科	青冈属	小叶青冈	*Cyclobalanopsis myrsinifolia*	实地调查
430	壳斗科	柯属	烟斗柯	*Lithocarpus corneus*	实地调查
431	壳斗科	柯属	柯	*Lithocarpus glaber*	实地调查
432	壳斗科	柯属	硬壳柯	*Lithocarpus hancei*	实地调查
433	榆科	朴属	朴树	*Celtis sinensis*	实地调查
434	榆科	朴属	假玉桂	*Celtis timorensis*	2019 年科考

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
435	榆科	山黄麻属	光叶山黄麻	*Trema cannabina*	实地调查
436	榆科	山黄麻属	山黄麻	*Trema tomentosa*	实地调查
437	桑科	波罗蜜属	*波罗蜜	*Artocarpus macrocarpus*	实地调查
438	桑科	波罗蜜属	二色波罗蜜	*Artocarpus styracifolius*	实地调查
439	桑科	构属	藤构	*Broussonetia kaempferi* var. *australis*	实地调查
440	桑科	构属	楮	*Broussonetia kazinoki*	实地调查
441	桑科	构属	构树	*Broussonetia papyrifera*	实地调查
442	桑科	榕属	天仙果	*Ficus erecta*	实地调查
443	桑科	榕属	黄毛榕	*Ficus esquiroliana*	实地调查
444	桑科	榕属	水同木	*Ficus fistulosa*	实地调查
445	桑科	榕属	台湾榕	*Ficus formosana*	实地调查
446	桑科	榕属	粗叶榕	*Ficus hirta*	实地调查
447	桑科	榕属	对叶榕	*Ficus hispida*	实地调查
448	桑科	榕属	青藤公	*Ficus langkokensis*	实地调查
449	桑科	榕属	榕树	*Ficus microcarpa*	实地调查
450	桑科	榕属	九丁榕	*Ficus nervosa*	实地调查
451	桑科	榕属	琴叶榕	*Ficus pandurata*	实地调查
452	桑科	榕属	薜荔	*Ficus pumila*	实地调查
453	桑科	榕属	珍珠莲	*Ficus sarmentosa* var. *henryi*	实地调查
454	桑科	榕属	笔管榕	*Ficus subpisocarpa*	实地调查
455	桑科	榕属	变叶榕	*Ficus variolosa*	实地调查
456	桑科	榕属	白肉榕	*Ficus vasculosa*	实地调查
457	桑科	柘属	构棘	*Maclura cochinchinensis*	实地调查
458	荨麻科	舌柱麻属	舌柱麻	*Archiboehmeria atrata*	实地调查
459	荨麻科	苎麻属	苎麻	*Boehmeria nivea*	实地调查
460	荨麻科	糯米团属	糯米团	*Gonostegia hirta*	实地调查
461	荨麻科	赤车属	蔓赤车	*Pellionia scabra*	实地调查
462	荨麻科	冷水花属	小叶冷水花	*Pilea microphylla*	实地调查
463	荨麻科	雾水葛属	雾水葛	*Pouzolzia zeylanica*	实地调查
464	荨麻科	藤麻属	藤麻	*Procris crenata*	实地调查
465	冬青科	冬青属	秤星树	*Ilex asprella*	实地调查
466	冬青科	冬青属	铁冬青	*Ilex rotunda*	实地调查
467	冬青科	冬青属	三花冬青	*Ilex triflora*	实地调查
468	卫矛科	南蛇藤属	过山枫	*Celastrus aculeatus*	实地调查
469	卫矛科	南蛇藤属	青江藤	*Celastrus hindsii*	实地调查
470	卫矛科	卫矛属	疏花卫矛	*Euonymus laxiflorus*	实地调查
471	茶茱萸科	定心藤属	定心藤	*Mappianthus iodoides*	实地调查
472	青皮木科	青皮木属	华南青皮木	*Schoepfia chinensis*	2019 年科考
473	桑寄生科	离瓣寄生属	离瓣寄生	*Helixanthera parasitica*	2019 年科考
474	桑寄生科	鞘花属	鞘花	*Macrosolen cochinchinensis*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
475	桑寄生科	钝果寄生属	广寄生	*Taxillus chinensis*	实地调查
476	桑寄生科	槲寄生属	瘤果槲寄生	*Viscum ovalifolium*	2019 年科考
477	檀香科	寄生藤属	寄生藤	*Dendrotrophe varians*	实地调查
478	鼠李科	勾儿茶属	多花勾儿茶	*Berchemia floribunda*	实地调查
479	鼠李科	勾儿茶属	铁包金	*Berchemia lineata*	实地调查
480	鼠李科	马甲子属	马甲子	*Paliurus ramosissimus*	实地调查
481	鼠李科	鼠李属	长叶冻绿	*Rhamnus crenata*	实地调查
482	鼠李科	雀梅藤属	亮叶雀梅藤	*Sageretia lucida*	实地调查
483	鼠李科	雀梅藤属	雀梅藤	*Sageretia thea*	实地调查
484	鼠李科	翼核果属	翼核果	*Ventilago leiocarpa*	实地调查
485	胡颓子科	胡颓子属	胡颓子	*Elaeagnus pungens*	实地调查
486	葡萄科	牛果藤属	牛果藤	*Nekemias cantoniensis*	实地调查
487	葡萄科	乌蔹莓属	角花乌蔹莓	*Cayratia corniculata*	实地调查
488	葡萄科	白粉藤属	白粉藤	*Cissus repens*	实地调查
489	葡萄科	崖爬藤属	扁担藤	*Tetrastigma planicaule*	实地调查
490	葡萄科	葡萄属	毛葡萄	*Vitis heyneana*	实地调查
491	葡萄科	葡萄属	绵毛葡萄	*Vitis retordii*	实地调查
492	葡萄科	牛果藤属	*大齿牛果藤	*Nekemias grossedentata*	实地调查
493	芸香科	山油柑属	山油柑	*Acronychia pedunculata*	实地调查
494	芸香科	柑桔属	*柠檬	*Citrus ×limon*	实地调查
495	芸香科	柑桔属	*柚	*Citrus maxima*	实地调查
496	芸香科	柑桔属	*柑橘	*Citrus reticulata*	实地调查
497	芸香科	黄皮属	*黄皮	*Clausena lansium*	实地调查
498	芸香科	蜜茱萸属	三桠苦	*Melicope pteleifolia*	实地调查
499	芸香科	九里香属	*九里香	*Murraya exotica*	实地调查
500	芸香科	吴茱萸属	楝叶吴萸	*Tetradium glabrifolium*	实地调查
501	芸香科	飞龙掌血属	飞龙掌血	*Toddalia asiatica*	实地调查
502	芸香科	花椒属	簕欓花椒	*Zanthoxylum avicennae*	实地调查
503	芸香科	花椒属	大叶臭花椒	*Zanthoxylum myriacanthum*	实地调查
504	芸香科	花椒属	两面针	*Zanthoxylum nitidum*	实地调查
505	芸香科	花椒属	花椒簕	*Zanthoxylum scandens*	实地调查
506	橄榄科	橄榄属	*橄榄	*Canarium album*	实地调查
507	楝科	楝属	楝	*Melia azedarach*	实地调查
508	无患子科	倒地铃属	倒地铃	*Cardiospermum halicacabum*	实地调查
509	无患子科	龙眼属	*龙眼	*Dimocarpus longan*	实地调查
510	无患子科	荔枝属	*荔枝	*Litchi chinensis*	实地调查
511	无患子科	无患子属	无患子	*Sapindus saponaria*	实地调查
512	无患子科	槭属	罗浮槭	*Acer fabri*	实地调查
513	清风藤科	泡花树属	香皮树	*Meliosma fordii*	实地调查
514	清风藤科	泡花树属	笔罗子	*Meliosma rigida*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
515	清风藤科	清风藤属	清风藤	*Sabia japonica*	实地调查
516	省沽油科	山香圆属	锐尖山香圆	*Turpinia arguta*	实地调查
517	省沽油科	山香圆属	山香圆	*Turpinia montana*	实地调查
518	漆树科	南酸枣属	南酸枣	*Choerospondias axillaris*	实地调查
519	漆树科	芒果属	*杧果	*Mangifera indica*	实地调查
520	漆树科	盐麸木属	盐肤木	*Rhus chinensis*	实地调查
521	漆树科	漆树属	野漆	*Toxicodendron succedaneum*	实地调查
522	漆树科	漆树属	木蜡树	*Toxicodendron sylvestre*	实地调查
523	牛栓藤科	红叶藤属	小叶红叶藤	*Rourea microphylla*	实地调查
524	牛栓藤科	红叶藤属	红叶藤	*Rourea minor*	实地调查
525	胡桃科	黄杞属	黄杞	*Engelhardia roxburghiana*	实地调查
526	八角枫科	八角枫属	八角枫	*Alangium chinense*	实地调查
527	八角枫科	八角枫属	毛八角枫	*Alangium kurzii*	实地调查
528	五加科	楤木属	楤木	*Aralia elata*	实地调查
529	五加科	树参属	树参	*Dendropanax dentiger*	实地调查
530	五加科	树参属	变叶树参	*Dendropanax proteus*	实地调查
531	五加科	鹅掌柴属	鹅掌柴	*Schefflera heptaphylla*	实地调查
532	伞形科	芹菜属	*旱芹	*Apium graveolens*	实地调查
533	伞形科	积雪草属	积雪草	*Centella asiatica*	实地调查
534	伞形科	芫荽属	*芫荽	*Coriandrum sativum*	实地调查
535	伞形科	鸭儿芹属	鸭儿芹	*Cryptotaenia japonica*	实地调查
536	伞形科	胡萝卜属	*胡萝卜	*Daucus carota* var. *sativa*	实地调查
537	伞形科	刺芹属	刺芹	*Eryngium foetidum*	实地调查
538	伞形科	天胡荽属	红马蹄草	*Hydrocotyle nepalensis*	实地调查
539	伞形科	天胡荽属	天胡荽	*Hydrocotyle sibthorpioides*	实地调查
540	杜鹃花科	吊钟花属	齿缘吊钟花	*Enkianthus serrulatus*	实地调查
541	杜鹃花科	杜鹃花属	丁香杜鹃	*Rhododendron farrerae*	实地调查
542	杜鹃花科	杜鹃花属	满山红	*Rhododendron mariesii*	实地调查
543	杜鹃花科	杜鹃花属	毛棉杜鹃花	*Rhododendron moulmainense*	实地调查
544	杜鹃花科	杜鹃花属	杜鹃	*Rhododendron simsii*	实地调查
545	杜鹃花科	越橘属	南烛	*Vaccinium bracteatum*	实地调查
546	柿树科	柿属	乌材	*Diospyros eriantha*	实地调查
547	柿树科	柿属	*柿	*Diospyros kaki*	实地调查
548	柿树科	柿属	罗浮柿	*Diospyros morrisiana*	实地调查
549	柿树科	柿属	岭南柿	*Diospyros tutcheri*	实地调查
550	山榄科	铁榄属	革叶铁榄	*Sinosideroxylon wightianum*	实地调查
551	山榄科	肉实树属	肉实树	*Sarcosperma laurinum*	实地调查
552	紫金牛科	紫金牛属	朱砂根	*Ardisia crenata*	实地调查
553	紫金牛科	紫金牛属	大罗伞树	*Ardisia hanceana*	实地调查
554	紫金牛科	紫金牛属	山血丹	*Ardisia lindleyana*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
555	紫金牛科	紫金牛属	虎舌红	*Ardisia mamillata*	实地调查
556	紫金牛科	紫金牛属	罗伞树	*Ardisia quinquegona*	实地调查
557	紫金牛科	酸藤子属	酸藤子	*Embelia laeta*	实地调查
558	紫金牛科	酸藤子属	白花酸藤果	*Embelia ribes*	实地调查
559	紫金牛科	酸藤子属	密齿酸藤子	*Embelia vestita*	实地调查
560	紫金牛科	杜茎山属	杜茎山	*Maesa japonica*	实地调查
561	紫金牛科	杜茎山属	鲫鱼胆	*Maesa perlarius*	实地调查
562	紫金牛科	铁仔属	密花树	*Myrsine seguinii*	实地调查
563	安息香科	赤杨叶属	赤杨叶	*Alniphyllum fortunei*	实地调查
564	山矾科	山矾属	黄牛奶树	*Symplocos theophrastifolia*	实地调查
565	马钱科	醉鱼草属	醉鱼草	*Buddleja lindleyana*	实地调查
566	马钱科	钩吻属	钩吻	*Gelsemium elegans*	实地调查
567	马钱科	马钱属	华马钱	*Strychnos cathayensis*	2019 年科考
568	木犀科	素馨属	清香藤	*Jasminum lanceolarium*	实地调查
569	木犀科	素馨属	*茉莉花	*Jasminum sambac*	实地调查
570	木犀科	女贞属	小蜡	*Ligustrum sinense*	实地调查
571	木犀科	木犀属	*木樨	*Osmanthus fragrans*	实地调查
572	木犀科	木犀属	牛矢果	*Osmanthus matsumuranus*	实地调查
573	夹竹桃科	链珠藤属	链珠藤	*Alyxia sinensis*	实地调查
574	夹竹桃科	山橙属	尖山橙	*Melodinus fusiformis*	实地调查
575	夹竹桃科	山橙属	山橙	*Melodinus suaveolens*	实地调查
576	夹竹桃科	帘子藤属	帘子藤	*Pottsia laxiflora*	实地调查
577	夹竹桃科	羊角拗属	羊角拗	*Strophanthus divaricatus*	实地调查
578	夹竹桃科	络石属	络石	*Trachelospermum jasminoides*	实地调查
579	夹竹桃科	水壶藤属	酸叶胶藤	*Urceola rosea*	实地调查
580	萝藦科	娃儿藤属	通天连	*Tylophora koi*	实地调查
581	萝藦科	娃儿藤属	娃儿藤	*Tylophora ovata*	实地调查
582	茜草科	水团花属	水团花	*Adina pilulifera*	实地调查
583	茜草科	白香楠属	白果香楠	*Alleizettella leucocarpa*	实地调查
584	茜草科	风箱树属	风箱树	*Cephalanthus tetrandrus*	2019 年科考
585	茜草科	狗骨柴属	狗骨柴	*Diplospora dubia*	实地调查
586	茜草科	耳草属	耳草	*Hedyotis auricularia*	实地调查
587	茜草科	耳草属	白花蛇舌草	*Hedyotis diffusa*	实地调查
588	茜草科	耳草属	牛白藤	*Hedyotis hedyotidea*	实地调查
589	茜草科	龙船花属	龙船花	*Ixora chinensis*	实地调查
590	茜草科	红芽大戟属	红芽大戟	*Knoxia sumatrensis*	实地调查
591	茜草科	粗叶木属	斜基粗叶木	*Lasianthus attenuatus*	实地调查
592	茜草科	粗叶木属	粗叶木	*Lasianthus chinensis*	实地调查
593	茜草科	巴戟天属	鸡眼藤	*Morinda parvifolia*	实地调查
594	茜草科	玉叶金花属	玉叶金花	*Mussaenda pubescens*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
595	茜草科	玉叶金花属	大叶白纸扇	*Mussaenda shikokiana*	实地调查
596	茜草科	蛇根草属	日本蛇根草	*Ophiorrhiza japonica*	2019 年科考
597	茜草科	蛇根草属	短小蛇根草	*Ophiorrhiza pumila*	实地调查
598	茜草科	鸡矢藤属	鸡矢藤	*Paederia foetida*	实地调查
599	茜草科	鸡矢藤属	白毛鸡矢藤	*Paederia pertomentosa*	实地调查
600	茜草科	九节属	九节	*Psychotria asiatica*	实地调查
601	茜草科	九节属	蔓九节	*Psychotria serpens*	实地调查
602	茜草科	乌口树属	白花苦灯笼	*Tarenna mollissima*	实地调查
603	茜草科	钩藤属	钩藤	*Uncaria rhynchophylla*	实地调查
604	茜草科	水锦树属	水锦树	*Wendlandia uvariifolia*	实地调查
605	忍冬科	忍冬属	华南忍冬	*Lonicera confusa*	实地调查
606	忍冬科	忍冬属	忍冬	*Lonicera japonica*	实地调查
607	忍冬科	接骨木属	接骨草	*Sambucus chinensis*	实地调查
608	忍冬科	荚蒾属	南方荚蒾	*Viburnum fordiae*	实地调查
609	忍冬科	荚蒾属	常绿荚蒾	*Viburnum sempervirens*	实地调查
610	败酱科	败酱属	白花败酱	*Patrinia villosa*	实地调查
611	菊科	金钮扣属	金钮扣	*Acmella paniculata*	实地调查
612	菊科	下田菊属	下田菊	*Adenostemma lavenia*	实地调查
613	菊科	藿香蓟属	藿香蓟	*Ageratum conyzoides*	实地调查
614	菊科	兔儿风属	杏香兔儿风	*Ainsliaea fragrans*	实地调查
615	菊科	蒿属	牡蒿	*Artemisia japonica*	实地调查
616	菊科	紫菀属	马兰	*Aster indicus*	实地调查
617	菊科	鬼针草属	鬼针草	*Bidens pilosa*	实地调查
618	菊科	艾纳香属	东风草	*Blumea megacephala*	实地调查
619	菊科	石胡荽属	石胡荽	*Centipeda minima*	实地调查
620	菊科	菊属	野菊	*Chrysanthemum indicum*	实地调查
621	菊科	野茼蒿属	野茼蒿	*Crassocephalum crepidioides*	实地调查
622	菊科	地胆草属	地胆草	*Elephantopus scaber*	实地调查
623	菊科	地胆草属	白花地胆草	*Elephantopus tomentosus*	实地调查
624	菊科	一点红属	小一点红	*Emilia prenanthoidea*	实地调查
625	菊科	一点红属	一点红	*Emilia sonchifolia*	实地调查
626	菊科	菊芹属	败酱叶菊芹	*Erechtites valerianifolius*	实地调查
627	菊科	飞蓬属	香丝草	*Erigeron bonariensis*	实地调查
628	菊科	泽兰属	多须公	*Eupatorium chinense*	实地调查
629	菊科	田基黄属	田基黄	*Grangea maderaspatana*	实地调查
630	菊科	莴苣属	*莴笋	*Lactuca sativa* var. *angustata*	实地调查
631	菊科	莴苣属	*生菜	*Lactuca sativa* var. *romana*	实地调查
632	菊科	六棱菊属	六棱菊	*Laggera alata*	实地调查
633	菊科	栓果菊属	匐枝栓果菊	*Launaea sarmentosa*	实地调查
634	菊科	卤地菊属	卤地菊	*Melanthera prostrata*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
635	菊科	假泽兰属	微甘菊	*Mikania micrantha*	实地调查
636	菊科	假臭草属	假臭草	*Praxelis clematidea*	实地调查
637	菊科	千里光属	千里光	*Senecio scandens*	实地调查
638	菊科	豨莶属	豨莶	*Sigesbeckia orientalis*	实地调查
639	菊科	一枝黄花属	一枝黄花	*Solidago decurrens*	实地调查
640	菊科	裸柱菊属	裸柱菊	*Soliva anthemifolia*	实地调查
641	菊科	苦苣菜属	苣荬菜	*Sonchus wightianus*	实地调查
642	菊科	蟛蜞菊属	蟛蜞菊	*Sphagneticola calendulacea*	实地调查
643	菊科	斑鸠菊属	夜香牛	*Vernonia cinerea*	实地调查
644	菊科	苍耳属	苍耳	*Xanthium strumarium*	实地调查
645	菊科	黄鹌菜属	黄鹌菜	*Youngia japonica*	实地调查
646	龙胆科	龙胆属	华南龙胆	*Gentiana loureiroi*	实地调查
647	报春花科	珍珠菜属	星宿菜	*Lysimachia fortunei*	实地调查
648	白花丹科	白花丹属	白花丹	*Plumbago zeylanica*	实地调查
649	车前草科	车前属	车前	*Plantago asiatica*	实地调查
650	车前草科	车前属	大车前	*Plantago major*	实地调查
651	桔梗科	党参属	金钱豹	*Campanumoea javanica* subsp. *japonica*	实地调查
652	半边莲科	半边莲属	半边莲	*Lobelia chinensis*	实地调查
653	半边莲科	半边莲属	铜锤玉带草	*Lobelia nummularia*	实地调查
654	半边莲科	半边莲属	卵叶半边莲	*Lobelia zeylanica*	实地调查
655	花柱草科	花柱草属	花柱草	*Stylidium uliginosum*	实地调查
656	紫草科	厚壳树属	厚壳树	*Ehretia acuminata*	实地调查
657	紫草科	厚壳树属	长花厚壳树	*Ehretia longiflora*	实地调查
658	茄科	辣椒属	*辣椒	*Capsicum annuum* var. *conoide*	实地调查
659	茄科	红丝线属	红丝线	*Lycianthes biflora*	实地调查
660	茄科	枸杞属	*枸杞	*Lycium chinense*	实地调查
661	茄科	番茄属	*番茄	*Lycopersicon esculentum*	实地调查
662	茄科	茄属	少花龙葵	*Solanum americanum*	实地调查
663	茄科	茄属	白英	*Solanum lyratum*	实地调查
664	茄科	茄属	*茄	*Solanum melongena*	实地调查
665	旋花科	菟丝子属	菟丝子	*Cuscuta chinensis*	实地调查
666	旋花科	番薯属	*蕹菜	*Ipomoea aquatica*	实地调查
667	旋花科	番薯属	*番薯	*Ipomoea batatas*	实地调查
668	旋花科	番薯属	五爪金龙	*Ipomoea cairica*	实地调查
669	旋花科	鱼黄草属	山猪菜	*Merremia umbellata* subsp. *orientalis*	实地调查
670	玄参科	毛麝香属	毛麝香	*Adenosma glutinosum*	实地调查
671	玄参科	石龙尾属	中华石龙尾	*Limnophila chinensis*	实地调查
672	玄参科	钟萼草属	钟萼草	*Lindenbergia philippensis*	实地调查
673	玄参科	母草属	长蒴母草	*Lindernia anagallis*	实地调查
674	玄参科	母草属	泥花草	*Lindernia antipoda*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
675	玄参科	母草属	母草	*Lindernia crustacea*	实地调查
676	玄参科	泡桐属	白花泡桐	*Paulownia fortunei*	实地调查
677	玄参科	野甘草属	野甘草	*Scoparia dulcis*	实地调查
678	玄参科	蝴蝶草属	单色蝴蝶草	*Torenia concolor*	实地调查
679	列当科	野菰属	野菰	*Aeginetia indica*	实地调查
680	狸藻科	狸藻属	挖耳草	*Utricularia bifida*	实地调查
681	狸藻科	狸藻属	齿萼挖耳草	*Utricularia uliginosa*	实地调查
682	苦苣苔科	马铃苣苔属	石上莲	*Oreocharis benthamii* var. *reticulata*	实地调查
683	爵床科	穿心莲属	穿心莲	*Andrographis paniculata*	实地调查
684	爵床科	钟花草属	钟花草	*Codonacanthus pauciflorus*	实地调查
685	爵床科	狗肝菜属	狗肝菜	*Dicliptera chinensis*	实地调查
686	爵床科	爵床属	小驳骨	*Justicia gendarussa*	实地调查
687	爵床科	爵床属	爵床	*Justicia procumbens*	实地调查
688	爵床科	孩儿草属	孩儿草	*Rungia pectinata*	实地调查
689	爵床科	马蓝属	四子马蓝	*Strobilanthes tetrasperma*	实地调查
690	马鞭草科	紫珠属	短柄紫珠	*Callicarpa brevipes*	实地调查
691	马鞭草科	紫珠属	白棠子树	*Callicarpa dichotoma*	实地调查
692	马鞭草科	紫珠属	杜虹花	*Callicarpa formosana*	实地调查
693	马鞭草科	紫珠属	全缘叶紫珠	*Callicarpa integerrima*	实地调查
694	马鞭草科	紫珠属	红紫珠	*Callicarpa rubella*	实地调查
695	马鞭草科	莸属	兰香草	*Caryopteris incana*	实地调查
696	马鞭草科	大青属	灰毛大青	*Clerodendrum canescens*	实地调查
697	马鞭草科	大青属	大青	*Clerodendrum cyrtophyllum*	实地调查
698	马鞭草科	大青属	白花灯笼	*Clerodendrum fortunatum*	实地调查
699	马鞭草科	大青属	尖齿臭茉莉	*Clerodendrum lindleyi*	实地调查
700	马鞭草科	马缨丹属	马缨丹	*Lantana camara*	实地调查
701	马鞭草科	马鞭草属	马鞭草	*Verbena officinalis*	实地调查
702	马鞭草科	牡荆属	黄荆	*Vitex negundo*	实地调查
703	马鞭草科	牡荆属	牡荆	*Vitex negundo* var. *cannabifolia*	实地调查
704	唇形科	广防风属	广防风	*Anisomeles indica*	实地调查
705	唇形科	风轮菜属	风轮菜	*Clinopodium chinense*	实地调查
706	唇形科	风轮菜属	细风轮菜	*Clinopodium gracile*	实地调查
707	唇形科	香薷属	紫花香薷	*Elsholtzia argyi*	实地调查
708	唇形科	锥花属	中华锥花	*Gomphostemma chinense*	实地调查
709	唇形科	香茶菜属	香茶菜	*Isodon amethystoides*	实地调查
710	唇形科	益母草属	益母草	*Leonurus japonicus*	实地调查
711	唇形科	薄荷属	*薄荷	*Mentha canadensis*	实地调查
712	唇形科	逐风草属	凉粉草	*Platostoma palustre*	实地调查
713	唇形科	石荠苎属	石香薷	*Mosla chinensis*	实地调查
714	唇形科	紫苏属	*紫苏	*Perilla frutescens*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
715	唇形科	黄芩属	韩信草	*Scutellaria indica*	实地调查
716	唇形科	香科科属	血见愁	*Teucrium viscidum*	实地调查
717	鸭跖草科	鸭跖草属	鸭跖草	*Commelina communis*	实地调查
718	鸭跖草科	鸭跖草属	大苞鸭跖草	*Commelina paludosa*	实地调查
719	鸭跖草科	聚花草属	聚花草	*Floscopa scandens*	实地调查
720	鸭跖草科	水竹叶属	裸花水竹叶	*Murdannia nudiflora*	实地调查
721	谷精草科	谷精草属	谷精草	*Eriocaulon buergerianum*	实地调查
722	谷精草科	谷精草属	华南谷精草	*Eriocaulon sexangulare*	实地调查
723	芭蕉科	芭蕉属	野蕉	*Musa balbisiana*	实地调查
724	姜科	山姜属	艳山姜	*Alpinia zerumbet*	实地调查
725	姜科	豆蔻属	*砂仁	*Amomum villosum*	实地调查
726	姜科	闭鞘姜属	闭鞘姜	*Costus speciosus*	实地调查
727	姜科	姜属	*姜	*Zingiber officinale*	实地调查
728	姜科	姜属	阳荷	*Zingiber striolatum*	实地调查
729	竹芋科	柊叶属	柊叶	*Phrynium rheedei*	实地调查
730	百合科	芦荟属	*芦荟	*Aloe vera* var. *chinensis*	实地调查
731	百合科	天门冬属	天门冬	*Asparagus cochinchinensis*	实地调查
732	百合科	蜘蛛抱蛋属	蜘蛛抱蛋	*Aspidistra elatior*	实地调查
733	百合科	山菅兰属	山菅	*Dianella ensifolia*	实地调查
734	百合科	山麦冬属	山麦冬	*Liriope spicata*	实地调查
735	百合科	沿阶草属	麦冬	*Ophiopogon japonicus*	实地调查
736	百合科	球子草属	大盖球子草	*Peliosanthes macrostegia*	实地调查
737	百合科	黄精属	多花黄精	*Polygonatum cyrtonema*	实地调查
738	百合科	吉祥草属	吉祥草	*Reineckea carnea*	实地调查
739	百合科	油点草属	油点草	*Tricyrtis macropoda*	实地调查
740	百合科	藜芦属	牯岭藜芦	*Veratrum schindleri*	实地调查
741	菝葜科	菝葜属	菝葜	*Smilax china*	实地调查
742	菝葜科	菝葜属	筐条菝葜	*Smilax corbularia*	实地调查
743	菝葜科	菝葜属	土茯苓	*Smilax glabra*	实地调查
744	菝葜科	菝葜属	粉背菝葜	*Smilax hypoglauca*	实地调查
745	菝葜科	菝葜属	肖菝葜	*Smilax japonica*	实地调查
746	菝葜科	菝葜属	马甲菝葜	*Smilax lanceifolia*	实地调查
747	菝葜科	菝葜属	光叶菝葜	*Smilax corbularia*	实地调查
748	天南星科	菖蒲属	菖蒲	*Acorus calamus*	实地调查
749	天南星科	菖蒲属	金钱蒲	*Acorus gramineus*	实地调查
750	天南星科	海芋属	海芋	*Alocasia odora*	实地调查
751	天南星科	芋属	*芋	*Colocasia esculenta*	实地调查
752	天南星科	石柑属	石柑子	*Pothos chinensis*	实地调查
753	天南星科	崖角藤属	狮子尾	*Rhaphidophora hongkongensis*	实地调查
754	石蒜科	葱属	*藠头	*Allium chinense*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
755	石蒜科	葱属	*葱	*Allium fistulosum*	实地调查
756	石蒜科	毛葸属	*蒜	*Allium sativum*	实地调查
757	石蒜科	葱属	*韭	*Allium tuberosum*	实地调查
758	薯蓣科	薯蓣属	大青薯	*Dioscorea benthamii*	实地调查
759	薯蓣科	薯蓣属	黄独	*Dioscorea bulbifera*	实地调查
760	薯蓣科	薯蓣属	薯莨	*Dioscorea cirrhosa*	实地调查
761	棕榈科	省藤属	杖藤	*Calamus rhabdocladus*	实地调查
762	露兜树科	露兜树属	露兜草	*Pandanus austrosinensis*	实地调查
763	仙茅科	仙茅属	大叶仙茅	*Curculigo capitulata*	实地调查
764	仙茅科	仙茅属	仙茅	*Curculigo orchioides*	实地调查
765	灯心草科	灯心草属	灯心草	*Juncus effusus*	实地调查
766	灯心草科	灯心草属	笄石菖	*Juncus prismatocarpus*	实地调查
767	莎草科	球柱草属	球柱草	*Bulbostylis barbata*	实地调查
768	莎草科	薹草属	浆果薹草	*Carex baccans*	实地调查
769	莎草科	薹草属	褐果薹草	*Carex brunnea*	实地调查
770	莎草科	薹草属	中华薹草	*Carex chinensis*	实地调查
771	莎草科	薹草属	十字薹草	*Carex cruciata*	实地调查
772	莎草科	薹草属	舌叶薹草	*Carex ligulata*	实地调查
773	莎草科	薹草属	条穗薹草	*Carex nemostachys*	实地调查
774	莎草科	莎草属	畦畔莎草	*Cyperus haspan*	实地调查
775	莎草科	莎草属	碎米莎草	*Cyperus iria*	实地调查
776	莎草科	莎草属	香附子	*Cyperus rotundus*	实地调查
777	莎草科	荸荠属	龙师草	*Eleocharis tetraquetra*	实地调查
778	莎草科	飘拂草属	垂穗飘拂草	*Fimbristylis nutans*	实地调查
779	莎草科	飘拂草属	细叶飘拂草	*Fimbristylis polytrichoides*	实地调查
780	莎草科	飘拂草属	少穗飘拂草	*Fimbristylis schoenoides*	实地调查
781	莎草科	飘拂草属	双穗飘拂草	*Fimbristylis subbispicata*	实地调查
782	莎草科	芙兰草属	芙兰草	*Fuirena umbellata*	实地调查
783	莎草科	黑莎草属	黑莎草	*Gahnia tristis*	实地调查
784	莎草科	割鸡芒属	割鸡芒	*Hypolytrum nemorum*	实地调查
785	莎草科	割鸡芒属	少穗割鸡芒	*Hypolytrum paucistrobiliferum*	实地调查
786	莎草科	水蜈蚣属	短叶水蜈蚣	*Kyllinga brevifolia*	实地调查
787	莎草科	水蜈蚣属	单穗水蜈蚣	*Kyllinga nemoralis*	实地调查
788	莎草科	鳞籽莎属	鳞籽莎	*Lepidosperma chinense*	实地调查
789	莎草科	湖瓜草属	华湖瓜草	*Lipocarpha chinensis*	实地调查
790	莎草科	刺子莞属	刺子莞	*Rhynchospora rubra*	实地调查
791	莎草科	珍珠茅属	二花珍珠茅	*Scleria biflora*	实地调查
792	莎草科	珍珠茅属	毛果珍珠茅	*Scleria levis*	实地调查
793	竹亚科	簕竹属	青皮竹	*Bambusa textilis*	实地调查
794	竹亚科	簕竹属	簕竹	*Bambusa blumeana*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
795	竹亚科	牡竹属	麻竹	*Dendrocalamus latiflorus*	实地调查
796	竹亚科	箬竹属	箬叶竹	*Indocalamus longiauritus*	实地调查
797	竹亚科	刚竹属	篌竹	*Phyllostachys nidularia*	实地调查
798	竹亚科	苦竹属	苦竹	*Pleioblastus amarus*	实地调查
799	禾亚科	水蔗草属	水蔗草	*Apluda mutica*	实地调查
800	禾亚科	荩草属	荩草	*Arthraxon hispidus*	实地调查
801	禾亚科	野古草属	毛秆野古草	*Arundinella hirta*	实地调查
802	禾亚科	野古草属	石芒草	*Arundinella nepalensis*	实地调查
803	禾亚科	地毯草属	地毯草	*Axonopus compressus*	实地调查
804	禾亚科	酸模芒属	酸模芒	*Centotheca lappacea*	实地调查
805	禾亚科	薏苡属	薏苡	*Coix lacryma-jobi*	实地调查
806	禾亚科	香茅属	青香茅	*Cymbopogon mekongensis*	实地调查
807	禾亚科	狗牙根属	狗牙根	*Cynodon dactylon*	实地调查
808	禾亚科	龙爪茅属	龙爪茅	*Dactyloctenium aegyptium*	实地调查
809	禾亚科	马唐属	马唐	*Digitaria sanguinalis*	实地调查
810	禾亚科	稗属	旱稗	*Echinochloa hispidula*	实地调查
811	禾亚科	穇属	牛筋草	*Eleusine indica*	实地调查
812	禾亚科	画眉草属	秋画眉草	*Eragrostis autumnalis*	实地调查
813	禾亚科	画眉草属	长画眉草	*Eragrostis brownii*	实地调查
814	禾亚科	画眉草属	画眉草	*Eragrostis pilosa*	实地调查
815	禾亚科	蜈蚣草属	蜈蚣草	*Eremochloa ciliaris*	实地调查
816	禾亚科	蜈蚣草属	假俭草	*Eremochloa ophiuroides*	实地调查
817	禾亚科	鹧鸪草属	鹧鸪草	*Eriachne pallescens*	实地调查
818	禾亚科	白茅属	白茅	*Imperata cylindrica*	实地调查
819	禾亚科	白茅属	丝茅	*Imperata koenigii*	实地调查
820	禾亚科	柳叶箬属	柳叶箬	*Isachne globosa*	实地调查
821	禾亚科	鸭嘴草属	有芒鸭嘴草	*Ischaemum aristatum*	实地调查
822	禾亚科	鸭嘴草属	粗毛鸭嘴草	*Ischaemum barbatum*	实地调查
823	禾亚科	淡竹叶属	淡竹叶	*Lophatherum gracile*	实地调查
824	禾亚科	莠竹属	刚莠竹	*Microstegium ciliatum*	实地调查
825	禾亚科	莠竹属	蔓生莠竹	*Microstegium fasciculatum*	实地调查
826	禾亚科	芒属	五节芒	*Miscanthus floridulus*	实地调查
827	禾亚科	芒属	芒	*Miscanthus sinensis*	实地调查
828	禾亚科	毛俭草属	毛俭草	*Mnesithea mollicoma*	实地调查
829	禾亚科	类芦属	类芦	*Neyraudia reynaudiana*	实地调查
830	禾亚科	求米草属	竹叶草	*Oplismenus compositus*	实地调查
831	禾亚科	求米草属	中间型竹叶草	*Oplismenus compositus* var. *intermedius*	实地调查
832	禾亚科	求米草属	求米草	*Oplismenus undulatifolius*	实地调查
833	禾亚科	稻属	*稻	*Oryza sativa*	实地调查
834	禾亚科	露籽草属	露籽草	*Ottochloa nodosa*	实地调查

序号	科名	属名	种名	拉丁学名	数据来源
835	禾亚科	黍属	短叶黍	*Panicum brevifolium* var. *hirtifolium*	实地调查
836	禾亚科	黍属	心叶稷	*Panicum notatum*	实地调查
837	禾亚科	黍属	铺地黍	*Panicum repens*	实地调查
838	禾亚科	雀稗属	双穗雀稗	*Paspalum distichum*	实地调查
839	禾亚科	雀稗属	长叶雀稗	*Paspalum longifolium*	实地调查
840	禾亚科	狼尾草属	狼尾草	*Pennisetum alopecuroides*	实地调查
841	禾亚科	茅根属	茅根	*Perotis indica*	实地调查
842	禾亚科	金发草属	金丝草	*Pogonatherum crinitum*	实地调查
843	禾亚科	甘蔗属	斑茅	*Saccharum arundinaceum*	实地调查
844	禾亚科	甘蔗属	*甘蔗	*Saccharum officinarum*	实地调查
845	禾亚科	裂稃草属	裂稃草	*Schizachyrium brevifolium*	实地调查
846	禾亚科	裂稃草属	红裂稃草	*Schizachyrium sanguineum*	实地调查
847	禾亚科	狗尾草属	皱叶狗尾草	*Setaria plicata*	实地调查
848	禾亚科	狗尾草属	金色狗尾草	*Setaria pumila*	实地调查
849	禾亚科	狗尾草属	狗尾草	*Setaria viridis*	实地调查
850	禾亚科	菅属	苞子草	*Themeda caudata*	实地调查
851	禾亚科	菅属	菅	*Themeda villosa*	实地调查
852	禾亚科	粽叶芦属	粽叶芦	*Thysanolaena latifolia*	实地调查
853	禾亚科	玉蜀黍属	*玉蜀黍	*Zea mays*	实地调查

附录 2 评价范围陆生野生脊椎动物名录

附录 2-1 评价范围陆生野生脊椎动物——两栖动物名录

两栖分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
I无尾目 ANURA						
一、蟾蜍科 Bufonidae						
1.黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*		○△≍⊕	O	CS	+++	实际调查
二、叉舌蛙科 Dicroglossidae						
2.泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*		○△≍⊕	O	CS	+++	实际调查
3.棘胸蛙 *Quasipaa shini*	VU	○△⊕	O	CS	+	实际调查
4.小棘蛙 *Quasipaa exilispinosa*	VU*，G	○⊕	O	CS	+	实际调查
三、雨蛙科 Hylidae						
5.华南雨蛙 *Hyla simplex*		○△≍⊕	O	S	+	文献资料
四、蛙科 Ranidae						
6.黄岗臭蛙 *Odorrana huanggangensis*		○△⊕	O	CS	+	文献资料
7.大绿臭蛙 *Odorrana graminea*		○△⊕	O	CS	+	实际调查
8.沼蛙 *Hylarana guentheri*	G	○△≍⊕	O	CSSW	+++	实际调查
9.长肢林蛙 *Rana longicrus*	*	○⊕	O	CS	+	实际调查
10.华南湍蛙 *Amolops ricketti*	*	⊕	O	CS	+	实际调查
五、树蛙科 Rhacophoridae						
11.斑腿泛树蛙 *polypedates megacephalus*		○△≍⊕	O	CSSW	+	实际调查
六、姬蛙科 Microhylidae						

两栖分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
12.花狭口蛙 *kaloula pulchra*		○△≯⊕	O	S	++	文献资料
13.饰纹姬蛙 *Microhyla fissipes*		○△≯⊕	C	W	++	实际调查
14.花姬蛙 *Microhyla pulchra*		○△≯⊕	O	CS	+	实际调查
15.小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi*		○△≯⊕	O	CSSW	+	文献资料
16.粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*		○≯⊕	O	CSSW	+	文献资料

（1）分类依据：《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀等，2020）；
（2）重点物种I：国家一级重点保护动物，II：国家二级重点保护动物；G：广东省重点水生保护动物；《中国生物多样性红色名录》CR：极危，EN：濒危，VU：易危；*：中国特有物种；
（3）分布范围○：广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区；△：惠东县白马山县级自然保护区；≯：水源及下游区；⊕：输水线路及受水区；
（4）区系 O：东洋界； C：广布种；
（5）分布型S：华南区种；CS：华中-华南区种；SSW：华南-西南区种；CSSW：华中-华南-西南区种；W：广布种。动物区系和分布型参考《中国地理》（张荣祖2011）。

附录 2-2 评价范围陆生野生脊椎动物——爬行动物名录

爬行动物分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
I 蜥蜴目 **LACERTIFORMES**						
一、蜥蜴科 Lacertian						
1.南草蜥 *Takydromus sexlineatus*		○△⊕	O	CS	++	实际调查
二、鬣蜥科 Agamidae						
2.变色树蜥 *Calotes versicolor*		○△≯⊕	O	CS	++	实际调查
三、石龙子科 Scincidae						
3.中国石龙子 *Eumeces chinensis*		○△≯⊕	C	W	+++	实际调查
4.南滑蜥 *Scincella reevesii*		○△⊕	O	SSW	+	文献资料
5.铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*		○△≯⊕	C	W	+++	实际调查

爬行动物分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
6.股鳞蜓蜥 *Sphenomorphus incognitus*		○△⊕	O	CS	+	文献资料
四、壁虎科 Gekkonidae						
7.中国壁虎 *Gekko chinensis*	*	○△≍⊕	O	CS	+++	实际调查
8.原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii*		○≍⊕	O	SSW	+++	实际调查
II 蛇目 **SERPENTIFORMES**						
五、游蛇科 Coluburidae						
9.黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	VU	○△≍⊕	C	W	+	文献资料
10.赤链蛇 *Dinodon rufozonatum*		○△≍⊕	C	W	++	文献资料
11.乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*	VU	○△⊕	O	CSSW	++	文献资料
12.翠青蛇 *Cyclophiops major*		○△⊕	C	W	+++	文献资料
13.滑鼠蛇 *Ptyas mucosus*	EN	○△≍⊕	O	CSSW	++	文献资料
14.灰鼠蛇 *Ptyas korros*	VU	○△≍⊕	O	CS	+	文献资料
六、剑蛇科 Sibynophiidae						
15.黑头剑蛇 *Sibynophis chinensis*		○⊕	C	W	++	实际调查
七、眼镜蛇科 Elapidae						
16.银环蛇 *Bungarus multicinctus*	EN	○△≍⊕	O	CSSW	+	实际调查
八、水蛇科 Homalopsidae						
17.中国水蛇 *Enhydris chinensis*	VU	○△≍⊕	O	CS	+	实际调查
九、蝰科 Viperidae						
18.白唇竹叶青蛇 *Trimeresurus albolabris*		○△≍⊕	O	CS	+	实际调查
19.原矛头蝮 *Protobothrops mucrosquamatus*		○△≍⊕	C	W	+	实际调查

（1）分类依据：《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀等，2020）；

（2）重点物种I：国家一级重点保护动物，II：国家二级重点保护动物；G：广东省重点陆生保护动物；《中国生物多样性红色名录》CR：极危，EN：濒危，VU：

易危；*：中国特有物种；
（3）分布范围○：广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区；△：惠东县白马山县级自然保护区；≈：水源及下游区；⊕：输水线路及受水区；
（4）区系 O：东洋界；P：古北界；C：广布种；
（5）分布型 S：华南区种；CS：华中-华南区种；SSW：华南-西南区种；CSSW：华中-华南-西南区种；W：广布种。区系和分布型参考《中国地理》（张荣祖2011）。

附录 2-3 评价范围陆生野生脊椎动物——鸟类动物名录

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
I鸡形目 GALLIFORMES						
一、雉科 Phasianidae						
1.中华鹧鸪 *Francolinus pintadeanus*		○△≈⊕	O	R	++	实际调查
2.鹌鹑 *Coturnix coturnix*		△⊕	C	R	+	文献资料
3.灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracica*	*	○△⊕	O	R	++	实际调查
4.白鹇 *Lophura nycthemera*	II	○△≈⊕	O	R	+	实际调查
5.环颈雉 *Phasianus colchicus*		○⊕	C	R	+	文献资料
II 鸊鹈目 PODICIPEDIFORMES						
二、鸊鹈科 Podicipedidae						
6.小鸊鹈 *Tachybaptus ruficollis*		○△≈	C	R	+	文献资料
III 鸽形目 COLUMBIFORMES						
三、鸠鸽科 Columbidae						
7.山斑鸠 *Streptopelia orientalis*		○△≈⊕	C	R	++	文献资料
8.珠颈斑鸠 *Spilopelia chinensis*		○△≈⊕	O	R	++	实际调查
IV 夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES						
四、夜鹰科 Caprimulgidae						

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
9.普通夜鹰 *Caprimulgus jotaka*		○≍⊕	C	S	++	实际调查
五、雨燕科 Apodidae						
10.小白腰雨燕 *Apus affinis*		○△≍⊕	O	S	+	实际调查
V 鹃形目 CUCULIFORMES						
六、杜鹃科 Cuculidae						
11.褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	II	○≍⊕	O	R	++	实际调查
12.小鸦鹃 *Centropus bengalensis*	II	○△⊕	O	R	++	实际调查
13.红翅凤头鹃 *Clamator coromandus*		△⊕	O	R	+	实际调查
14.噪鹃 *Eudynamys scolopaceus*		○⊕	O	R	+	实际调查
15.八声杜鹃 *Cacomantis merulinus*		○≍⊕	O	S	+	实际调查
16.乌鹃 *Surniculus lugubris*		⊕	O	S	+	实际调查
17.大鹰鹃 *Hierococcyx sparverioides*		○⊕	O	S	++	实际调查
18.小杜鹃 *Cuculus poliocephalus*		○△⊕	C	S	+	实际调查
19.四声杜鹃 *Cuculus micropterus*		○△≍	C	S	+	实际调查
VI 鹤形目 GRUIFORMES						
七、秧鸡科 Rallidae						
20.白胸苦恶鸟 *Amaurornis phoenicurus*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
21.黑水鸡 *Gallinula chloropus*	G	○△≍	C	R	+	文献资料
VII 鸻形目 CHARADRIIFORMES						
八、三趾鹑科 Turnicidae						
22.林三趾鹑 *Turnix sylvaticus*		⊕	O	R	+	实际调查

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
VIII 鹈形目 PELECANIFORMES						
九、鹭科 Ardeidae						
23.池鹭 *Ardeola bacchus*	G	○△≍⊕	O	R	+	实际调查
24.大白鹭 *Casmerodius albus*	G	○△≍	C	W	+	实际调查
25.白鹭 *Egretta garzetta*	G	○△≍⊕	O	R	+	实际调查
IX 鹰形目 ACCIPITRIFORMES						
十、鹰科 Accipitridae						
26.黑翅鸢 *Elanus caeruleus*	II	○△≍⊕	O	S	+	文献资料
27.蛇雕 *Spilornis cheela*	II	○△⊕	O	R	+	实际调查
28.凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*	II	○△⊕	O	R	+	文献资料
29.松雀鹰 *Accipiter virgatus*	II	○△⊕	C	R	+	文献资料
30.黑鸢 *Milvus migrans lineatus*	II	○≍⊕	C	W	+	实际调查
31.普通鵟 *Buteo japonicus*	II	○⊕	P	W	+	文献资料
X 鸮形目 STRIGIFORMES						
十一、鸱鸮科 Strigidae						
32.黄嘴角鸮 *Otus spilocephalus*	II	○⊕	O	R	+	实际调查
33.领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*	II	○⊕	O	R	+	文献资料
34.斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*	II	○△⊕	O	R	+	文献资料
XI 咬鹃目 TROGONIFORMES						
十二、咬鹃科 Trogonidae						
35.红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*	II	⊕	O	R	+	实际调查

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
XII 佛法僧目 CORACIIFORMES						
十三、翠鸟科 Alcedinidae						
36.白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*	II	○≋	O	R	+	文献资料
37.普通翠鸟 *Alcedo atthis*		○△≋⊕	C	R	++	实际调查
XIII 啄木鸟目 PICIFORMES						
十四、拟啄木鸟科 **Megalaimidae**						
38.大拟啄木鸟 *Megalaima virens*		○⊕	O	R	++	实际调查
39.黑眉拟啄木鸟 *Psilopogon faber*		○≋⊕	O	R	++	实际调查
十五、啄木鸟科 Picidae						
40.蚁䴕 *Jynx torquilla*		○≋	P	W	+	文献资料
41.斑姬啄木鸟 *Picumnus innominatus*	G	○≋⊕	O	R	+	实际调查
42.大斑啄木鸟 *Dendocopos major*	G	△⊕	P	R	+	文献资料
43.灰头绿啄木鸟 *Picus canus*	G	○△⊕	C	R	+	文献资料
44.黄嘴栗啄木鸟 *Blythipicus pyrrhotis*	G	○△⊕	O	R	++	实际调查
XIV 隼形目 FALCONIFORMES						
十六、隼科 Falconidae						
45.红隼 *Falco tinnunculus*	II	○△≋⊕	C	R	++	文献资料
XV 雀形目 PASSERIFORMES						
十七、黄鹂科 Oriolidae						
46.黑枕黄鹂 *Oriolus chinensis*		⊕	O	S	+	实际调查
十八、莺雀科 Vireonidae						

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
47.白腹凤鹛 *Erpornis zantholeuca*		○⊕	O	R	++	实际调查
十九、山椒鸟科 Campephagidae						
48.灰喉山椒鸟 *Pericrocotus solaris*		○≍⊕	O	R	++	实际调查
49.赤红山椒鸟 *Pericrocotus speciosus*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
二十、卷尾科 Dicruridae						
50.黑卷尾 *Dicrurus macrocercus*		○△≍⊕	O	S	+	实际调查
二十一、伯劳科 Laniidae						
51.红尾伯劳 *Lanius cristatus*		○≍	P	W	+	文献资料
52.棕背伯劳 *Lanius schach*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
二十二、鸦科 Corvidae						
53.松鸦 *Garrulus glandarius*		≍	P	R	+	实际调查
54.红嘴蓝鹊 *Urocissa erythrorhyncha*		○△≍⊕	O	R	+++	文献资料
55.灰树鹊 *Dendrocitta formosae*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
56.喜鹊 *Pica serica*		○△≍	C	R	++	实际调查
57.大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchus*		△≍⊕	O	R	++	实际调查
二十三、山雀科 Paridae						
58.黄腹山雀 *Parus venustulus*		△⊕	O	R	+	文献资料
59.大山雀 *Parus minor*		○△≍⊕	C	R	++	实际调查
60.黄颊山雀 *Parus spilonotus*		○⊕	O	R	+	文献资料
二十四、扇尾莺科 Cisticolidae						
61.白喉山鹪莺 *Prinia superciliaris*		○⊕	O	R	++	实际调查

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
62.黄腹山鹪莺 *Prinia flaviventris*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
63.纯色山鹪莺 *Prinia inornata*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
64.长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
二十五、鳞胸鹪鹛科 Pnoepygidae						
65.小鳞胸鹪鹛 *Pnoepyga pusilla*		○⊕	O	R	+	实际调查
二十六、燕科 Hirundinidae						
66.家燕 *Hirundo rustica*		○△≍⊕	C	S	+++	实际调查
67.金腰燕 *Cecropis daurica*		○△≍⊕	C	S	+++	实际调查
二十七、鹎科 Pycnonotidae						
68.领雀嘴鹎 *Spizixos semitorques*		○△⊕	O	R	++	文献资料
69.红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
70.白头鹎 *Pycnonotus sinensis*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
71.白喉红臀鹎 *P. aurigaster*		○≍⊕	O	R	++	实际调查
72.绿翅短脚鹎 *Hypsipetes mcclellandii*		○△≍⊕	O	R	+	实际调查
73.栗背短脚鹎 *Hemyixos castanonotus*		○≍⊕	O	R	++	实际调查
74.黑短脚鹎 *Hypsipetes leucocephalus*		○△≍⊕	O	R	+	实际调查
二十八、柳莺科 Phylloscopidae						
75.褐柳莺 *Phylloscopus fuscatus*		○△≍⊕	P	W	+	文献资料
76.黄腰柳莺 *Phylloscopus proregulus*		○△≍⊕	P	W	++	文献资料
77.黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*		○≍	P	W	+	文献资料
78.极北柳莺 *Phylloscopus borealis*		○△	P	W	+	文献资料

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
二十九、树莺科 **Scotocercidae**						
79.棕脸鹟莺 *Abroscopus albogularis*		△⊕	O	R	+	文献资料
80.强脚树莺 *Cettia fortipes*		○△⊕	O	R	+	实际调查
三十、长尾山雀科 Aegithalidae						
81.红头长尾山雀 *Aegithalos concinna*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
三十一、莺鹛科 Sylviidae						
82.棕头鸦雀 *Paradoxornis webbianus*		△⊕	O	R	+	文献资料
三十二、绣眼鸟科 Zosteropidae						
83.栗颈凤鹛 *Staphida torqueola*		○⊕	O	R	++	实际调查
84.暗绿绣眼鸟 *Zosterops simplex*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
三十三、林鹛科 Timaliidae						
85.华南斑胸钩嘴鹛 *Erythrogenys swinhoei*	*	⊕	O	R	+	实际调查
86.棕颈钩嘴鹛 *Pomatorhinus ruficollis*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
87.红头穗鹛 *Stachyris ruficeps*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
三十四、**雀鹛科 Alcippeidae**						
88.淡眉雀鹛 *Alcippe hueti*	*	○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
三十五、噪鹛科 Leiothrichidae						
89.画眉 *Garrulax canorus*	II	○△≍⊕	O	R	++	实际调查
90.灰翅噪鹛 *Ianthocincla cineracea*		⊕	O	R	+	实际调查
91.黑脸噪鹛 *Pterorhinus perspicillatus*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
92.黑领噪鹛 *Pterorhinus pectoralis*		○△⊕	O	R	++	实际调查

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
93.白颊噪鹛 *Pterorhinus sannio*		△≍⊕	O	R	+	文献资料
94.红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	II	○△⊕	O	R	++	实际调查
三十六、椋鸟科 Sturnidae						
95.八哥 *Acridotheres cristatellus*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
96.黑领椋鸟 *Gracupica nigricollis*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
97.灰背椋鸟 *Sturnia sinensis*		○△≍⊕	O	R	+	实际调查
三十七、鸫科 Turdidae						
98.虎斑地鸫 *Zoothera dauma*		○⊕	P	W	+	文献资料
99.灰背鸫 *Turdus hortulorum*		△≍⊕	P	W	++	文献资料
100.乌鸫 *Turdus mandarinus*	*	○△≍⊕	P	R	+	实际调查
三十八、鹟科 Muscicapidae						
101.鹊鸲 *Copsychus saularis*		○△≍⊕	O	R	+++	实际调查
102.北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*		○△≍⊕	P	W	++	文献资料
103.红尾水鸲 *Phoenicurus fuliginosus*		△⊕	O	R	+	文献资料
104.紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*		○⊕	O	S	+	实际调查
105.黑背燕尾 *Enicurus immaculatus*		△⊕	O	R	+	文献资料
106.灰背燕尾 *Enicurus schistaceus*		○△⊕	O	R	+	实际调查
107.白额燕尾 *Enicurus leschenaultia*		○⊕	O	R	+	实际调查
108.东亚石鹏 *Saxicola stejnegeri*		○△≍⊕	P	W	+++	文献资料
109.灰林鹏 *Saxicola ferrea*		△⊕	O	R	+	文献资料
110.北灰鹟 *Muscicapa dauurica*		○△≍⊕	P	W	+	文献资料

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
111.海南蓝仙鹟 *Cyornis hainanus*	G	≍⊕	O	S	+	实际调查
112.纯蓝仙鹟 *Cyornis unicolor*		○△⊕	O	S	+	文献资料
113.小仙鹟 *Niltava macgrigoriae*		⊕	O	S	+	实际调查
三十九、叶鹎科 Chloropseidae						
114.橙腹叶鹎 *Chloropsis lazulina*		○⊕	O	R	+	实际调查
四十、啄花鸟科 Dicaeidae						
115.红胸啄花鸟 *Dicaeum ignipectus*		○≍⊕	O	R	+	实际调查
四十一、花蜜鸟科 Nectariniidae						
116.叉尾太阳鸟 *Aethopyga christinae*		○≍⊕	O	R	++	实际调查
四十二、梅花雀科 Estrildidae						
117.白腰文鸟 *Lonchura striata*		○△≍⊕	O	R	++	实际调查
118.斑文鸟 *Lonchura punctulata*		○△≍⊕	O	R	++	文献资料
四十三、雀科 Passeridae						
119.麻雀 *Passer montanus*		○△≍⊕	C	R	+++	实际调查
四十四、鹡鸰科 Motacillidae						
120.灰鹡鸰 *Motacilla cinerea*		○△≍⊕	P	W	+	文献资料
121.白鹡鸰 *Motacilla alba*		○△≍⊕	C	R	++	实际调查
122.田鹨 *Anthus richardi*		○△≍	P	W	+	实际调查
123.树鹨 *Anthus hodgsoni*		○△≍⊕	P	W	++	文献资料
四十五、燕雀科 Fringillidae						
124.金翅雀 *Chloris sinica*		△≍	P	R	+	实际调查

鸟类分类阶元	重要物种	分布范围	区系	居留型	资源状态	数据来源
四十六、鹀科 Emberizidae						
125.小鹀 *Emberiza pusilla*	G	○△≯⊕	P	W	+	实际调查
126.灰头鹀 *Emberiza spodocephala*	G	○△≯⊕	P	W	+	实际调查

（1）分类依据：《中国鸟类分类与分布名录（第四版）》（郑光美，2023）；
（2）重点物种I：国家一级重点保护动物，II：国家二级重点保护动物；G：广东省重点陆生保护动物；《中国生物多样性红色名录》CR：极危，EN：濒危，VU：易危；*：中国特有物种；
（3）分布范围○：广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区；△：惠东县白马山县级自然保护区；≯：水源及下游区；⊕：输水线路及受水区；
（4）动物地理区系 O：东洋界；P：古北界；C：广布种；
（5）鸟类居留型 S：夏候鸟；W：冬候鸟；R：留鸟；V：旅鸟/迷鸟。动物区系参考《中国地理》（张荣祖 2011）。

附录 2-4 评价范围陆生野生脊椎动物——哺乳动物名录

哺乳动物分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
I劳亚食虫目 EULIPOTYPHLA						
（一）鼩鼱科 Soricidae						
1.灰麝鼩 *Crocidura attenuata*		○△⊕	O	Sd	+	实际调查
2.臭鼩 *Suncus murinus*		○△⊕	O	Wd	+	实际调查
II翼手目 CHIROPTERA						
（二）蝙蝠科 Vespertilionidae						
3.普通伏翼 *Pipistrellus pipistrellus*		○△≯⊕	C	O3(Uh)	+	实际调查
III 食肉目 CARNIVORA						
（三）鼬科 Mustelidae						
4.黄腹鼬 *Mustela kathiah*		○△≯⊕	O	Sd	+	文献访谈
（四）林狸科 Prionodontidae						

哺乳动物分类阶元	重点物种	分布范围	区系	分布型	资源状态	数据来源
5.斑林狸 *Prionodon pardicolor*	IIVU	○△⊕	O	Wc	+	实际调查
（五）猫科 Felidae						
6.豹猫 *Prionailurus bengalensis*	IIVU	○△≈⊕	P	We	+	实际调查
IV 鲸偶蹄目 CETARTIODACTYLA						
（六）猪科 Suidae						
7.野猪 *Sus scrofa*		○△≈⊕	C	Uh	++	实际调查
（七）鹿科 Cervidae						
8.赤麂 *Muntiacus vaginalis*	G	○△⊕	O	Wc	+	实际调查
V 啮齿目 RODENTIA						
（八）鼠科 Muridae						
9.红耳巢鼠 *Micromys minutus*		○△⊕	C	Uh	+	文献访谈
10.褐家鼠 *Rattus norvegicus*		○△≈⊕	C	Ue	+	实际调查
11.华南针毛鼠 *Niviventer huang*		○△≈⊕	O	Wb	+	实际调查
12.小家鼠 *Mus musculus*		○△≈⊕	C	Uh	+	文献访谈
（九）松鼠科 Sciuridae						
13.赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*		○△⊕	O	Wc	+	实际调查
14.倭花鼠 *Tamiops maritimus*		○⊕	O	Wc	+	实际调查

（1）分类依据：“中国兽类名录（2024版）”（魏辅文等，2025）；
（2）重点物种I：国家一级重点保护动物，II：国家二级重点保护动物；G：广东省重点陆生保护动物；《中国生物多样性红色名录》CR：极危，EN：濒危，VU：易危；*：中国特有物种；
（3）分布范围○：广东惠东莲花山白盆珠省级自然保护区；△：惠东县白马山县级自然保护区；≈：水源及下游区；⊕：输水线路及受水区；
（4）区系 O：东洋界；P：古北界；C：广布种；

（5）分布型 Sd：南中国型（热带-北亚热带），Wb：东洋型（热带-南亚热带），Wc：东洋型（热带-中亚热带），Wd：东洋型（热带-北亚热带），We：东洋型（热带-温带），Ue：古北型（北方湿润-半湿润带），Uh：古北型（温带为主-热带），O3：不易归类（地中海附近-中亚包括东亚）。区系和分布型参考《中国地理》（张荣祖，2011）。

附录 3 评价范围植被样方调查表

样地编号：样方 1　　地点：工程取水口周边

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.07

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°4′42.67″ N 23°4′28.06″

坡度：8°　　坡向：东坡　　海拔：88m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
1	乔木层	马尾松	13	17.5	2×3
1	乔木层	马尾松	12	15.6	2×2
1	乔木层	大叶相思	8	7.3	2×2
1	乔木层	大叶相思	8	6.4	2×2
1	乔木层	马尾松	8	9.5	1×1.5
1	乔木层	马尾松	7	8.6	1×1.5
1	乔木层	马尾松	6	7.4	1×1
1	乔木层	马尾松	10	15.4	3×3
1	乔木层	马尾松	9	11.2	2×3
1	乔木层	马尾松	9	16.7	2×3
1	乔木层	马尾松	8	9.5	1×2
1	乔木层	马尾松	5	4.2	1×1
1	乔木层	桉树	7	8.7	4×2
1	乔木层	马尾松	9	11.7	2×3
1	乔木层	马尾松	8	8.6	2×3
1	乔木层	马尾松	12	19	3×3
1	乔木层	马尾松	8	7.7	1×2
1	乔木层	马尾松	9	7.4	1×2
1	乔木层	马尾松	8	8.2	1×1
1	乔木层	马尾松	7	7.3	1×2
1	乔木层	马尾松	9	8.4	1×2.5
1	乔木层	马尾松	7	5.7	1×2
1	乔木层	马尾松	6.5	6.1	1×2
1	乔木层	马尾松	7.5	6.4	1×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
1	乔木层	桉树	5	4.3	1×1
1	乔木层	马尾松	9	8.6	1×2.5
1	乔木层	马尾松	9	10.7	2×2
1	乔木层	马尾松	9	7.4	1×2
1	乔木层	马尾松	8	11.3	2×3
1	乔木层	马尾松	8	9.7	1×1
1	乔木层	马尾松	6	6.4	1×1
1	乔木层	马尾松	7	11.8	2×3
1	乔木层	马尾松	5	4.2	1×2
1	乔木层	马尾松	9	18.6	4×3
1	乔木层	马尾松	10	12.3	2×2
1	乔木层	马尾松	10	17.6	3×4
1	乔木层	马尾松	10	11.9	2×4
1	乔木层	马尾松	7	8.4	1×2.5
1	乔木层	马尾松	10	13.2	2×2
1	乔木层	马尾松	11	16.4	2×3
1	乔木层	马尾松	8	9.7	2×3
1	乔木层	马尾松	8	13.2	3×4
1	乔木层	马尾松	6	10.7	1×2
1	乔木层	马尾松	11	14.5	2×3
1	乔木层	马尾松	5	3.2	1×1
1	乔木层	马尾松	11	14.2	2×4
1	乔木层	马尾松	9	14.7	3×3
1	乔木层	马尾松	7	15.3	3×3
1	乔木层	木荷	4	4.7	2×2
1	乔木层	木荷	4	3.8	2×2
1	乔木层	马尾松	8	7.3	1×1
1	乔木层	马尾松	8	8.2	1×2
1	乔木层	马尾松	9	9.3	1×2
1	乔木层	马尾松	7	6.1	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
1	乔木层	马尾松	10	10.3	2×3
1	乔木层	马尾松	11	12.4	3×3
1	灌木层	挑金娘	1.7	22	15%
1	灌木层	岗松	1.5	28	20%
1	灌木层	白花灯笼	1.1	5	5%
1	灌木层	野漆	1.8	3	8%
1	灌木层	羊角拗	1.4	6	8%
1	灌木层	石斑木	1	3	5%
1	灌木层	山乌桕	1.7	1	3%
1	灌木层	木荷	1.9	2	8%
1	草本层	芒萁	0.6	100+	95%
1	草本层	黑莎草	1	11	6%

样地编号：样方 2　地点：工程取水口周边

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　调查日期：2022.03.07

群落名称：马尾松群系　经纬度坐标：E 115°4′43.60″ N 23°4′18.90″

坡度：4°　坡向：北坡　海拔：126m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
2	乔木层	马尾松	10	17.2	2×3
2	乔木层	马尾松	8	13.5	2×3
2	乔木层	马尾松	9	11.8	2×3
2	乔木层	大叶相思	13	24.3	4×5
2	乔木层	大叶相思	8	8.6	2×3
2	乔木层	马尾松	6	10.7	1×2
2	乔木层	马尾松	12	20.7	3×3
2	乔木层	马尾松	12	17.6	2×3
2	乔木层	马尾松	9	11.4	2×2
2	乔木层	马尾松	9	12.3	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
2	乔木层	大叶相思	8	9.8	3×4
2	乔木层	马尾松	5	5.6	1×1
2	乔木层	马尾松	9	12.6	2×2
2	乔木层	马尾松	7	6.5	1×1
2	乔木层	马尾松	7	6.3	1×1
2	乔木层	大叶相思	8	11.4	2×2
2	乔木层	大叶相思	3	3.4	2×2
2	乔木层	马尾松	9	12.6	2×2
2	乔木层	马尾松	6	7.9	1×1
2	乔木层	马尾松	14	18.6	3×4
2	乔木层	大叶相思	5	6.2	1×2
2	乔木层	马尾松	9	13.6	2×3
2	乔木层	马尾松	11	16.5	2×2
2	乔木层	马尾松	10	17.3	2×3
2	乔木层	大叶相思	6	4.9	1×1
2	乔木层	大叶相思	6	5.3	1×2
2	乔木层	大叶相思	7	7.5	1×2
2	乔木层	马尾松	12	18.5	3×3
2	乔木层	马尾松	9	14.3	2×3
2	乔木层	马尾松	11	15.6	3×3
2	乔木层	大叶相思	9	16	4×3
2	乔木层	大叶相思	6	4.3	1×2
2	乔木层	马尾松	10	17.6	2×3
2	乔木层	马尾松	7	5.3	1×1
2	乔木层	马尾松	12	22.4	3×3
2	乔木层	马尾松	7	8.7	1×1
2	乔木层	马尾松	9	15.6	2×2
2	乔木层	马尾松	8	14.7	2×2
2	乔木层	马尾松	9	15.3	2×2
2	乔木层	马尾松	5	3.6	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
2	乔木层	马尾松	12	18.4	2×2
2	乔木层	马尾松	4	3.3	1×1
2	乔木层	马尾松	8	10.6	1.5×1.5
2	乔木层	大叶相思	5	4.4	1×1
2	乔木层	马尾松	6.5	6.3	1×1
2	乔木层	马尾松	7	9.9	1×1
2	乔木层	马尾松	10	11.2	2×3
2	乔木层	马尾松	8	6.7	1×1
2	乔木层	马尾松	12	12.4	1×1
2	乔木层	马尾松	10	14.6	2×3
2	乔木层	马尾松	8	12.6	1×2
2	乔木层	马尾松	6	5.7	1×1
2	乔木层	马尾松	8	13.4	2×3
2	乔木层	大叶相思	8	7.4	2×3
2	乔木层	马尾松	12	15.8	2×3
2	乔木层	马尾松	11	13.6	2×3
2	乔木层	马尾松	9	15.2	2×2
2	乔木层	马尾松	7	14.7	1×2
2	乔木层	马尾松	10	8.6	2×2
2	乔木层	马尾松	9	14.6	1×2
2	乔木层	马尾松	11	17.7	1×2
2	乔木层	马尾松	11	15.4	3×4
2	乔木层	马尾松	5	4.8	1×1
2	乔木层	大叶相思	4	5.6	2×3
2	灌木层	桃金娘	1.8	23	15%
2	灌木层	岗松	1.5	34	20%
2	灌木层	红鳞蒲桃	1.7	5	8%
2	灌木层	山乌桕	1.5	6	8%
2	灌木层	野漆	2	3	8%
2	灌木层	枫香	0.5	2	2%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
2	灌木层	菝葜	2	2	4%
2	灌木层	野牡丹	2	3	5%
2	草本层	黑莎草	1.2	50+	25%
2	草本层	芒萁	0.4	80+	15%
2	草本层	山菅	0.6	2	1%

样地编号：样方 3　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.08

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°4′40.81″ N 23°4′8.50″

坡度：13°　　坡向：西北坡　　海拔：28m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
3	乔木层	马尾松	5	6.5	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.6	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.8	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.3	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.4	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.2	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.1	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.1	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.6	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.7	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.9	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.8	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	6.7	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.1	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.3	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
3	乔木层	马尾松	6	12.5	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.9	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
3	乔木层	马尾松	5	7.9	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	6.9	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	6	8.3	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.5	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	14	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.5	2×2
3	乔木层	马尾松	7	17.1	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	18	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	11.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.5	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.5	2×2
3	乔木层	马尾松	6	9.4	2×2
3	乔木层	马尾松	6	8.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
3	乔木层	马尾松	5	7.4	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.2	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	7.1	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.1	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	5	8.6	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
3	乔木层	马尾松	5	7.7	1.5×1.5
3	乔木层	马尾松	6	9.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	9.3	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.5	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.9	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.9	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	9.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	9.3	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
3	乔木层	马尾松	6	9.3	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
3	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
3	乔木层	马尾松	6	10.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.9	2×2
3	乔木层	马尾松	6	12.7	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.6	2×2
3	乔木层	马尾松	7	14.3	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	15.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	17.8	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
3	乔木层	马尾松	6	9.4	2×2
3	乔木层	马尾松	6	8.6	2×2
3	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
3	乔木层	马尾松	7	11.3	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	15.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	16.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	15.7	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	17.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	14.5	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	14.3	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	17.2	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	17.6	2.5×2.5
3	乔木层	马尾松	7	15.8	2.5×2.5
3	乔木层	潺槁木姜子	6	9.6	2.5×2.5
3	乔木层	橄榄	5.5	7.3	2×2
3	乔木层	香叶树	4	4.8	1.5×2
3	灌木层	野漆	3.5	3.3	1.5×1.5
3	灌木层	铁冬青	6	16.4	3×3
3	灌木层	银柴	0.6	4	2%
3	灌木层	白花灯笼	0.6	9	3%
3	灌木层	山鸡椒	1.8	4	5%
3	灌木层	桃金娘	0.5	6	3%
3	草本层	芒萁	0.4	50+	25%
3	草本层	山菅	0.4	6	5%
3	草本层	黑莎草	0.8	4	5%
3	草本层	海金沙	0.5	2	2%

样地编号：样方 4　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.08

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°5′0.24″ N 23°4′20.68″

坡度：28°　　坡向：北坡　　海拔：85m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
4	乔木层	马尾松	3.5	4.2	1×1
4	乔木层	马尾松	3	3.8	1×1
4	乔木层	马尾松	3	4	1×0.5
4	乔木层	马尾松	4.5	5.2	1×1.5
4	乔木层	马尾松	4	6.7	2×2
4	乔木层	马尾松	5	7.8	2.5×2
4	乔木层	马尾松	4	4.6	1×1.5
4	乔木层	马尾松	5	5.5	2×2
4	乔木层	马尾松	4	4.8	1×1.5
4	乔木层	马尾松	4	5.3	1×1.5
4	乔木层	马尾松	5	9.8	2×2.5
4	乔木层	马尾松	6	10.3	2×3
4	乔木层	马尾松	7.5	11.4	2.5×3
4	乔木层	马尾松	4	7.2	2×3
4	乔木层	马尾松	5	7.3	2.5×2.5
4	乔木层	马尾松	5	4.6	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	6.3	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	6.4	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	5.8	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	4	4.2	1×1
4	乔木层	马尾松	7	12.7	2×2
4	乔木层	马尾松	7	11.9	2×2
4	乔木层	马尾松	6	10.6	2×2
4	乔木层	马尾松	6	9.8	2×2
4	乔木层	大叶相思	6	9.3	2×2
4	乔木层	马尾松	7	10.6	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
4	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
4	乔木层	马尾松	6	9.8	3×4
4	乔木层	马尾松	7	5.6	1×1
4	乔木层	大叶相思	7	12.6	2×2
4	乔木层	马尾松	7	6.5	1×1
4	乔木层	马尾松	7	6.3	1×1
4	乔木层	马尾松	8	11.4	2×2
4	乔木层	马尾松	3	3.4	2×2
4	乔木层	马尾松	8	16	4×3
4	乔木层	马尾松	6	4.3	1×2
4	乔木层	马尾松	9	17.6	2×3
4	乔木层	马尾松	6	13.7	2×2
4	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
4	乔木层	马尾松	6	10.5	2×2
4	乔木层	马尾松	6	9.4	2×2
4	乔木层	马尾松	6	8.6	2×2
4	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
4	乔木层	马尾松	5	7.4	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	8.2	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	7.1	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	8.1	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	7	11.8	2×2
4	乔木层	马尾松	6	17.8	2.5×2.5
4	乔木层	马尾松	6	9.4	2×2
4	乔木层	马尾松	6	8.6	2×2
4	乔木层	马尾松	7	11.2	2×2
4	乔木层	马尾松	5	4.6	2.5×2.5
4	乔木层	马尾松	5	6.3	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	6.4	1.5×1.5
4	乔木层	马尾松	5	5.8	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
4	乔木层	马尾松	5	4.2	1.5×1.5
4	灌木层	白花灯笼	0.8	10	12%
4	灌木层	山鸡椒	0.5	8	3%
4	灌木层	野漆	1.4	6	5%
4	灌木层	羊角拗	1	3	3%
4	灌木层	石斑木	1.7	1	1%
4	草本层	芒萁	0.6	100+	95%
4	草本层	黑莎草	1	13	7%
4	草本层	五节芒	1.1	10	5%

样地编号：样方 5　　地点：工程取水口用地范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.08

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°5′27.89″ N 23°4′36.66″

坡度：15°　　坡向：南坡　　海拔：25m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
5	乔木层	马尾松	5.5	9.3	2×2
5	乔木层	马尾松	5.5	10.6	2×2
5	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
5	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
5	乔木层	马尾松	6	11.8	2×2
5	乔木层	马尾松	6	9.3	2×2
5	乔木层	马尾松	5	10.6	2×2
5	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
5	乔木层	马尾松	6	13.1	2×2
5	乔木层	马尾松	6	10.7	2×2
5	乔木层	马尾松	7	11.9	2×2
5	乔木层	马尾松	6	12.7	2×2
5	乔木层	马尾松	6	11.6	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
5	乔木层	马尾松	7	14.3	2.5×2.5
5	乔木层	马尾松	7	15.6	2.5×2.5
5	乔木层	马尾松	7	17.8	2.5×2.5
5	乔木层	马尾松	6	9.4	2×2
5	乔木层	马尾松	6	8.6	2×2
5	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
5	乔木层	马尾松	5	7.3	2.5×2.5
5	乔木层	马尾松	5	4.6	1.5×1.5
5	乔木层	马尾松	5	6.3	1.5×1.5
5	乔木层	马尾松	5	6.4	1.5×1.5
5	乔木层	马尾松	5	5.8	1.5×1.5
5	乔木层	马尾松	4	4.2	1×1
5	乔木层	马尾松	4	6.3	1×1.5
5	乔木层	马尾松	4	6.7	1×1.5
5	乔木层	马尾松	4.5	6.8	1.5×2
5	乔木层	马尾松	5	5.8	2×2
5	乔木层	马尾松	6	7.2	2×2
5	乔木层	马尾松	7	5.3	1×1
5	乔木层	马尾松	12	22.4	3×3
5	乔木层	马尾松	7	8.7	1×1
5	乔木层	马尾松	9	15.6	2×2
5	乔木层	马尾松	8	14.7	2×2
5	乔木层	马尾松	8	15.3	2×2
5	乔木层	马尾松	5.5	3.6	1×1
5	乔木层	马尾松	8	18.4	2×2
5	乔木层	马尾松	4	3.3	1×1
5	乔木层	马尾松	8	10.6	1.5×1.5
5	乔木层	马尾松	5.3	4	1×1.5
5	乔木层	马尾松	6.5	5	2×2.5
5	乔木层	马尾松	7	6	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
5	乔木层	马尾松	7	7.5	2.5×3
5	灌木层	白花灯笼	0.8	10	13%
5	灌木层	石斑木	0.8	6	10%
5	灌木层	山鸡椒	1.8	8	8%
5	灌木层	桃金娘	0.5	4	5%
5	草本层	黑莎草	0.8	260+	70%
5	草本层	芒萁	0.5	5	5%
5	草本层	五节芒	1.1	5	6%
5	草本层	狗脊	0.8	2	5%

样地编号：样方 6　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.08

群落名称：马尾松+木荷+相思群系　　经纬度坐标：E 115°4′29.05″ N 23°3′45.94″

坡度：45°　　坡向：北坡　　海拔：181m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
6	乔木层	马尾松	8	17.4	3×2
6	乔木层	马尾松	9	22.5	3×4
6	乔木层	马尾松	8	16.4	3×2
6	乔木层	马尾松	10	22.1	4×4
6	乔木层	马尾松	8	13.4	3×2
6	乔木层	马尾松	10	24	4×4
6	乔木层	马尾松	10	23.4	3×3.5
6	乔木层	马尾松	11	24	4×4
6	乔木层	马尾松	10	19.5	3×3
6	乔木层	马尾松	9	19	3×3
6	乔木层	马尾松	8	21	3×3
6	乔木层	马尾松	9	22.5	3×4
6	乔木层	马尾松	7	14.5	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
6	乔木层	山乌桕	6	13.5	3×3
6	乔木层	马尾松	8	14.5	3×3
6	乔木层	台湾相思	7	11.4	2×3
6	乔木层	台湾相思	7	16.6	2.5×2.5
6	乔木层	台湾相思	6	8.7	2×2
6	乔木层	台湾相思	6	11.6	2.5×2.5
6	乔木层	台湾相思	9	27.3	4×4
6	乔木层	台湾相思	7	13.5	2×2
6	乔木层	台湾相思	8	26.3	3×4
6	乔木层	台湾相思	7	17.7	3×3
6	乔木层	台湾相思	7	17.4	3×3
6	乔木层	台湾相思	8	18.7	3×2.5
6	乔木层	台湾相思	8	19.6	3×3
6	乔木层	马尾松	8	24.6	3×3
6	乔木层	铁冬青	4	9.3	2×3
6	乔木层	木荷	4	14.6	3×4
6	乔木层	木荷	7	15.6	3×3
6	乔木层	木荷	8	18.2	3×4
6	乔木层	木荷	8	15.7	3×3
6	乔木层	木荷	8	16.8	3×3
6	乔木层	木荷	6	14.2	3×3
6	乔木层	木荷	6	13.4	3×2
6	灌木层	变叶榕	2.0	6	12%
6	灌木层	桃金娘	1.8	19	25%
6	灌木层	毛稔	1.8	3	5%
6	灌木层	野牡丹	1.2	6	10%
6	灌木层	银柴	1.5	4	5%
6	草本层	芒萁	0.4	180+	70%
6	草本层	乌毛蕨	0.6	25	20%
6	草本层	粽叶芦	1.5	13	10%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
6	草本层	乌蕨	0.3	3	6%
6	草本层	垂穗石松	0.3	7	3%

样地编号：样方 7　　地点：取水口临时道路周边范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.09

群落名称：马尾松+木荷+相思群系　　经纬度坐标：E 115°5′7.51″ N 23°4′10.70″

坡度：39°　　坡向：东北坡　　海拔：85m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
7	乔木层	马尾松	9	23	3×3.5
7	乔木层	马尾松	9	24.5	4×4
7	乔木层	马尾松	10	20	3×3
7	乔木层	马尾松	9	19.5	2.5×3
7	乔木层	马尾松	8	18.6	2.5×2.5
7	乔木层	马尾松	8	21.5	3.5×3.5
7	乔木层	马尾松	9	21	3×3.5
7	乔木层	马尾松	8	14.5	2.5×2.5
7	乔木层	马尾松	8	15.5	3×3.5
7	乔木层	马尾松	8	16.5	4×4
7	乔木层	马尾松	10	24.5	3×3
7	乔木层	马尾松	8	13.5	2.5×3
7	乔木层	马尾松	9	15.5	2.5×2.5
7	乔木层	鹅掌柴	7	10.6	3.5×3.5
7	乔木层	假苹婆	8	9.8	3×3.5
7	乔木层	台湾相思	7	11.4	2.5×2.5
7	乔木层	台湾相思	7	16.5	2.5×3
7	乔木层	台湾相思	8	8.5	4×4
7	乔木层	台湾相思	8	11.5	3×3
7	乔木层	台湾相思	9	27.4	2.5×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
7	乔木层	台湾相思	7	14.2	2.5×2.5
7	乔木层	木荷	7	26.5	3.5×3.5
7	乔木层	木荷	6	17.5	3×3.5
7	乔木层	木荷	8	16.5	2.5×2.5
7	乔木层	台湾相思	7	18.2	2.5×3
7	乔木层	木荷	7	19.3	2.5×3
7	乔木层	木荷	6	14.5	4×4
7	乔木层	木荷	7	16.2	3×3
7	乔木层	木荷	8	11.2	2.5×3
7	乔木层	山乌桕	6	10.5	2.5×2.5
7	乔木层	铁冬青	4	8.3	3.5×3.5
7	灌木层	桃金娘	1.8	25	30%
7	灌木层	毛稔	1.8	4	8%
7	灌木层	野牡丹	1.2	5	10%
7	灌木层	银柴	1.5	5	8%
7	草本层	芒萁	0.4	160+	70%
7	草本层	乌毛蕨	0.6	15	25%
7	草本层	粽叶芦	1.5	12	10%
7	草本层	垂穗石松	0.3	5	3%

样地编号：样方 8　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.09

群落名称：马尾松+木荷+相思群系　　经纬度坐标：E 115°5′20.00″ N 23°3′59.21″

坡度：45°　　坡向：西南坡　　海拔：119m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
8	乔木层	台湾相思	6	5.5	1.5×1.5
8	乔木层	台湾相思	6	5.9	1×1
8	乔木层	台湾相思	7.5	6.2	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
8	乔木层	台湾相思	7	6.4	2×1.5
8	乔木层	台湾相思	8	6.8	2×2
8	乔木层	台湾相思	6	7	1.5×1.5
8	乔木层	台湾相思	6.5	7.2	1.5×1.5
8	乔木层	台湾相思	8	7	1×1
8	乔木层	台湾相思	8	7.1	1.5×2
8	乔木层	台湾相思	7.5	7.5	2×1.5
8	乔木层	台湾相思	7.5	5.5	2×2
8	乔木层	木荷	7	5.8	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	6	6.1	1.5×2
8	乔木层	木荷	6.5	6.3	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	6.5	6.4	1×1
8	乔木层	木荷	7	6.5	1.5×2
8	乔木层	木荷	6.5	7.2	2×1.5
8	乔木层	木荷	7.5	7	2×2
8	乔木层	木荷	8	7.5	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	8	7.5	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	7	7	1×1
8	乔木层	台湾相思	7	5.5	1.5×2
8	乔木层	木荷	7	6	2×1.5
8	乔木层	木荷	6	6.5	2×2
8	乔木层	木荷	6	6	1.5×1.5
8	乔木层	台湾相思	6.5	6	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	6	7	1×1
8	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×2
8	乔木层	台湾相思	6.5	7	2×1.5
8	乔木层	木荷	6	6.5	2×2
8	乔木层	木荷	7.5	7.2	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	7	7	1.5×1.5
8	乔木层	木荷	8	7.1	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
8	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×2
8	乔木层	木荷	6.5	5.5	2×1.5
8	乔木层	木荷	8	5.8	2×2
8	乔木层	木荷	8	6.1	1.5×1.5
8	乔木层	台湾相思	7.5	6.3	1.5×2
8	乔木层	马尾松	4	6.4	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	6.5	1×1
8	乔木层	马尾松	5	7.2	1.5×2
8	乔木层	马尾松	5	7	2×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	7.5	2×2
8	乔木层	马尾松	4	7.5	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	7.2	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4	7.2	1×1
8	乔木层	马尾松	4	7	1.5×2
8	乔木层	马尾松	5	7.1	2×1.5
8	乔木层	马尾松	4	7.5	2×2
8	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	5.8	1.5×2
8	乔木层	马尾松	5	6.1	2×2
8	乔木层	马尾松	5	6.3	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	6.4	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	6.5	1×1
8	乔木层	马尾松	4	7.2	1.5×2
8	乔木层	马尾松	4	7	2×1.5
8	乔木层	马尾松	4	7.5	2×2
8	乔木层	马尾松	4.5	7.5	1.5×1.5
8	乔木层	马尾松	4.5	6.2	1.5×2
8	灌木层	毛稔	1.3	4	6%
8	灌木层	野牡丹	1.2	15	25%
8	灌木层	三桠苦	0.8	4	8%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
8	灌木层	桃金娘	1.1	7	12%
8	草本层	芒萁	0.5	60+	50%
8	草本层	狗脊	0.9	3	8%
8	草本层	芒	1.5	45	20%
8	草本层	海金沙	2.0	4	8%

样地编号：样方 9　　地点：输水管线上方

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.09

群落名称：马尾松+木荷+相思群系　　经纬度坐标：E 115°5′0.04″ N 23°3′53.22″

坡度：45°　　坡向：西坡　　海拔：118m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
9	乔木层	马尾松	6	8	2×3
9	乔木层	马尾松	4	4.2	1×1.5
9	乔木层	马尾松	5	4.5	1×1.5
9	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1×1
9	乔木层	马尾松	5	5.2	1.5×2
9	乔木层	马尾松	4	5.3	2×2
9	乔木层	马尾松	4	5.4	2×2.5
9	乔木层	马尾松	4.5	5.9	2×3
9	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×2
9	乔木层	马尾松	5.5	4.5	2×2.5
9	乔木层	马尾松	6	4.3	1.5×2
9	乔木层	马尾松	5.5	5	1.5×2
9	乔木层	马尾松	5	4.2	2×2
9	乔木层	马尾松	5	5.5	2.5×2.5
9	乔木层	马尾松	5	5.6	2.5×2.5
9	乔木层	马尾松	6	5.9	2.5×2.5
9	乔木层	马尾松	6	5.2	2×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
9	乔木层	马尾松	6	5.3	2×2.5
9	乔木层	马尾松	5.5	5.5	2×2.5
9	乔木层	马尾松	5.5	5.8	2×2
9	乔木层	马尾松	5.5	6	2.5×2.5
9	乔木层	马尾松	5	4.2	1.5×2
9	乔木层	马尾松	4.5	4.8	2×3
9	乔木层	马尾松	5	4.9	2×2
9	乔木层	马尾松	5	5.3	2×3
9	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×2
9	乔木层	台湾相思	8	13.3	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	14	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	14.5	2.5×2.5
9	乔木层	台湾相思	7.5	11.9	2×3
9	乔木层	台湾相思	7.5	12.6	3×3
9	乔木层	台湾相思	7	12.5	3×2.5
9	乔木层	台湾相思	7	13.5	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	13.4	2.5×2.5
9	乔木层	台湾相思	8.5	13.8	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	13.9	3×3
9	乔木层	台湾相思	8.5	13.5	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	13	2.5×2.5
9	乔木层	木荷	7	13	3×3
9	乔木层	木荷	8	12.5	3×3
9	乔木层	木荷	8	12.9	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	12.7	3×3
9	乔木层	木荷	7	14.6	3×3
9	乔木层	木荷	8	15.4	3×3
9	乔木层	木荷	8	12.1	3×3
9	乔木层	木荷	7	13.5	3×3
9	乔木层	木荷	8	11.6	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
9	乔木层	木荷	6	14.6	3×3
9	乔木层	台湾相思	8	12.5	3×3
9	乔木层	鹅掌柴	4.5	4.8	1×1.5
9	乔木层	山乌桕	5	6.5	2×2
9	灌木层	桃金娘	1.2	6	10%
9	灌木层	鼠刺	1.2	3	5%
9	灌木层	野牡丹	1.3	8	18%
9	灌木层	菝葜	1.8	3	8%
9	灌木层	三桠苦	0.9	6	5%
9	草本层	乌毛蕨	0.8	11	15%
9	草本层	山菅兰	0.9	5	5%
9	草本层	芒萁	0.4	180+	70%
9	草本层	芒	1.5	25	10%

样地编号：样方 10　地点：取水口永久道路周边范围

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　调查日期：2022.03.09

群落名称：马尾松+木荷+相思群系　经纬度坐标：E 115°4′54.06″ N 23°4′1.88″

坡度：46°　坡向：西坡　海拔：118m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
10	乔木层	木荷	8	8.7	4×4
10	乔木层	木荷	8	8.8	4×4
10	乔木层	黄樟	8	24.5	3×3
10	乔木层	马占相思	9	14.3	3×3
10	乔木层	马占相思	10.5	15.1	3×3
10	乔木层	马占相思	11	15.3	3×3
10	乔木层	木荷	12	16.2	3×3
10	乔木层	木荷	11.5	15.6	3×3
10	乔木层	马占相思	9.5	18.5	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
10	乔木层	木荷	10	17.4	3×3
10	乔木层	木荷	10	16.7	3×3
10	乔木层	马占相思	11	18.2	3×3
10	乔木层	马占相思	11	19.8	3×3
10	乔木层	马占相思	11.5	15.7	3×3
10	乔木层	木荷	9	16.3	3×3
10	乔木层	木荷	9	17.4	3×3
10	乔木层	木荷	9.5	15.9	3×3
10	乔木层	木荷	8.5	19.2	3×3
10	乔木层	马尾松	12	16.2	2×2
10	乔木层	马尾松	11.5	15.6	3×3
10	乔木层	马尾松	9.5	18.5	3×3
10	乔木层	马尾松	10	17.4	3×3
10	乔木层	马尾松	10	16.7	2×2
10	乔木层	马尾松	11	18.2	2×2
10	乔木层	马尾松	11	19.8	2×2
10	乔木层	马尾松	11.5	15.7	2×2
10	乔木层	马尾松	9	16.3	2×2
10	乔木层	马尾松	9	17.4	2×2
10	乔木层	马尾松	9.5	15.9	2×2
10	乔木层	马尾松	9.5	11.2	2×2
10	乔木层	马尾松	8.5	16.7	3×3
10	乔木层	马尾松	12	9.5	3×3
10	乔木层	马尾松	11.5	4.2	3×3
10	乔木层	马尾松	8	8.7	3×3
10	乔木层	马尾松	10	11.7	3×3
10	乔木层	马尾松	6	4.3	3×3
10	乔木层	马尾松	8	8.6	3×3
10	乔木层	马尾松	11	19	3×3
10	乔木层	马尾松	7	7.7	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
10	乔木层	马尾松	6	7.4	2×3
10	乔木层	马尾松	8	8.2	2×3
10	乔木层	马尾松	8	7.3	2×3
10	乔木层	马尾松	8	8.4	2×3
10	乔木层	马尾松	8	5.7	3×3
10	乔木层	马尾松	8	6.1	3×3
10	乔木层	马尾松	8	6.4	3×3
10	乔木层	马尾松	5	4.3	2×3
10	乔木层	马尾松	8	8.6	3×3
10	乔木层	马尾松	9	10.7	3×3
10	乔木层	马尾松	6	7.4	3×3
10	乔木层	马尾松	8	11.3	3×3
10	乔木层	马尾松	8	9.7	3×3
10	乔木层	马尾松	8	8.6	3×3
10	乔木层	马尾松	10.5	19	3×3
10	乔木层	马尾松	7	7.7	2×3
10	乔木层	马尾松	7	7.4	2×3
10	乔木层	马尾松	8	8.2	2×3
10	乔木层	马尾松	7	7.3	2×3
10	乔木层	马尾松	7	8.4	2×3
10	乔木层	马尾松	6	5.7	3×3
10	灌木层	豺皮樟	1.8	3	12%
10	灌木层	山乌桕	2.0	1	8%
10	灌木层	锡叶藤	1.8	3	6%
10	灌木层	岗松	1.2	25	30%
10	灌木层	马占相思	1.8	6	12%
10	草本层	黑莎草	1.5	7	8%
10	草本层	芒萁	0.6	200+	80%

样地编号：样方 11　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.10

群落名称：栲+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°4′57.00″ N 23°3′29.00″

坡度：10°　　坡向：西坡　　海拔：215m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
11	乔木层	香皮树	7	11	2.5×2
11	乔木层	鹅掌柴	6	6	2×2
11	乔木层	鹅掌柴	6	6.4	2×2
11	乔木层	栲	10	13.4	3×2.5
11	乔木层	栲	10	14.5	3×2.5
11	乔木层	米槠	14	27.5	4×4
11	乔木层	木荷	14	22	3.5×3.5
11	乔木层	木荷	14	20	3×3
11	乔木层	木荷	13	16	2.5×2.5
11	乔木层	黄樟	12	23.5	4×4
11	乔木层	栲	14	27.5	4×4
11	乔木层	栲	8	8.9	2×1.5
11	乔木层	黄樟	11	19	3.5×3.5
11	乔木层	栲	7	7.5	1.5×2
11	乔木层	香皮树	6	4.5	1.5×1.5
11	乔木层	栲	7	5	1.5×1.5
11	乔木层	木荷	6	4.5	1.5×1.5
11	乔木层	香皮树	7	3.5	1.5×1.5
11	乔木层	栲	8	7.8	1.5×2
11	乔木层	栲	14	41.5	5×4
11	乔木层	木荷	10	14.5	2.5×2.5
11	乔木层	栲	8	8.8	2.5×2.5
11	乔木层	栲	7	6.8	2×2
11	乔木层	栲	8	7.1	2.5×2.5
11	乔木层	栲	7	6.5	2×2
11	乔木层	栲	8	8.8	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
11	乔木层	木荷	8	10.5	2×1.5
11	乔木层	木荷	8	10.5	2×2
11	乔木层	木荷	8	12.5	2×2
11	乔木层	木荷	8	9.2	1.5×2
11	乔木层	木荷	7	8.2	1.5×2
11	乔木层	木荷	5	6	1.5×1.5
11	灌木层	鲫鱼胆	1.5	5	12%
11	灌木层	桃叶石楠	1.5	3	8%
11	灌木层	罗伞树	1.2	3	8%
11	灌木层	羊角拗	1	2	5%
11	灌木层	豺皮樟	1.6	2	10%
11	灌木层	铁冬青	1.5	2	8%
11	草本层	芒萁	0.5	50+	20%
11	草本层	扇叶铁线蕨	0.3	15	5%
11	草本层	淡竹叶	0.2	32	20%
11	草本层	黑莎草	0.9	4	6%
11	草本层	山菅	0.4	2	3%
11	草本层	狗脊	0.6	8	12%

样地编号：样方 12　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.10

群落名称：栲+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°4′58.73″ N 23°3′38.67″

坡度：20°　　坡向：东坡　　海拔：207m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
12	乔木层	罗浮柿	8	10.5	2×2
12	乔木层	罗浮柿	8	10.5	1.5×1.5
12	乔木层	黄樟	11	22	3×3
12	乔木层	柯	8	12.5	3.5×3.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
12	乔木层	木荷	7	7.5	2×1.5
12	乔木层	木荷	7	7.5	2×1.5
12	乔木层	木荷	9	12.5	2×2
12	乔木层	木荷	9	11	2×2
12	乔木层	木荷	9	10.5	2×2
12	乔木层	栲	9	13	3×2.5
12	乔木层	栲	5	3.5	1×1
12	乔木层	栲	15	40	4×5
12	乔木层	栲	10	15.5	3×2.5
12	乔木层	栲	10	14.5	3×2.5
12	乔木层	栲	6	6.5	2.5×2.5
12	乔木层	栲	8	9.8	2×2.5
12	乔木层	栲	8	9.5	3×2.5
12	乔木层	栲	8	10.5	1.5×2
12	乔木层	栲	6	7	1.5×2
12	乔木层	栲	6	8.5	2×2.5
12	乔木层	栲	4.5	2.5	1.5×1.5
12	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×1.5
12	乔木层	栲	10	20	3×3
12	乔木层	栲	12	22	3×3
12	乔木层	栲	13	21.5	3×3
12	乔木层	鹿角锥	13	22	5×5
12	乔木层	鹿角锥	12	19	3.5×3.5
12	灌木层	鸭公树	1.5	2	8%
12	灌木层	乌药	1.7	2	10%
12	灌木层	山血丹	1.2	2	6%
12	草本层	乌毛蕨	1.4	5	15%
12	草本层	芒萁	0.4	240	80%
12	草本层	黑莎草	0.9	8	10%
12	草本层	深绿卷柏	0.2	40	10%

样地编号：样方 13　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.11

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°5′36.71″ N 23°4′3.92″

坡度：22°　　坡向：西坡　　海拔：187m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
13	乔木层	藜塑	5	6.5	2×2
13	乔木层	藜塑	5.5	7.3	2×2
13	乔木层	藜塑	5.5	7.5	2.5×2
13	乔木层	藜塑	6.5	8.2	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	6.5	8.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	6.5	8.9	2×2.5
13	乔木层	藜塑	6.5	8.4	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	6.5	8.8	2×2
13	乔木层	藜塑	7	9	2×2
13	乔木层	藜塑	7	9.5	2.5×2
13	乔木层	藜塑	7.5	9.5	2×2.5
13	乔木层	藜塑	7.5	9.9	2×2
13	乔木层	藜塑	7.5	9.8	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	8	10	2.5×3
13	乔木层	藜塑	8	11	2×3
13	乔木层	藜塑	8.5	12	2×3
13	乔木层	藜塑	8.5	12	2×3
13	乔木层	藜塑	6	9	2×3
13	乔木层	藜塑	9	13	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9.5	14.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9.5	14.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9.5	15	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9	14.3	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9	14.5	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	10	15.5	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	10	15.5	2.5×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
13	乔木层	藜塑	12	17.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	12	17	2.5×3
13	乔木层	藜塑	11	16.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9	12.3	2×2.5
13	乔木层	藜塑	8	11.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	5	6.5	2×2
13	乔木层	藜塑	6.5	8	2×2.5
13	乔木层	藜塑	6.5	8.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	7	9.5	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	8	7.5	2.5×3
13	乔木层	藜塑	5	6.5	2.5×2
13	乔木层	藜塑	9	9.5	2×2.5
13	乔木层	藜塑	10	15.3	2.5×3
13	乔木层	藜塑	11	17	2.5×3
13	乔木层	藜塑	7	8.5	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	8	9	2.5×3
13	乔木层	藜塑	9.5	12.3	2.5×2.5
13	乔木层	藜塑	8.5	10.5	2.5×2
13	乔木层	藜塑	8	13.5	2×2.5
13	乔木层	藜塑	8	13.8	2.5×3
13	乔木层	藜塑	8	8.9	2×2
13	乔木层	藜塑	8	10.4	2.5×2.5
13	乔木层	木荷	6	4.8	2×2
13	乔木层	木荷	6	5	2×2
13	乔木层	木荷	6.5	5.3	2.5×2
13	乔木层	山乌桕	5	4.5	2×2
13	灌木层	藜塑	1.6	18	30%
13	灌木层	白花苦灯笼	0.6	8	10%
13	灌木层	山乌桕	1.2	2	6%
13	灌木层	三桠苦	1.5	2	8%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
13	灌木层	大罗伞树	1.7	1	5%
13	灌木层	芒萁	0.4	50	25%
13	草本层	五节芒	1.5	7	10%
13	草本层	乌毛蕨	1.1	5	7%
13	草本层	菝葜	1.8	2	5%
13	草本层	山菅	0.4	4	3%

样地编号：样方 14　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.11

群落名称：藜蒴群系　　经纬度坐标：E 115°5′30.19″ N 23°4′23.43″

坡度：32°　　坡向：南坡　　海拔：123m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
14	乔木层	藜蒴	7.5	7.8	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7.5	7.9	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7.5	8	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7	8	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7	8.5	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7.5	8.5	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	7.5	7.5	2.5×2.5
14	乔木层	藜蒴	9	11.3	2.5×3
14	乔木层	藜蒴	8.5	11.4	2.5×3
14	乔木层	藜蒴	8	11.5	2.5×3
14	乔木层	马尾松	6	7.5	1.5×2
14	乔木层	马尾松	6.5	7.8	1.5×2
14	乔木层	马尾松	6	7.6	1.5×2
14	乔木层	大头茶	4	3.8	1.5×1.5
14	乔木层	大头茶	4.5	4	1.5×1.5
14	乔木层	大头茶	4.5	4.2	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
14	乔木层	米槠	4	5.5	2×1.5
14	乔木层	山乌桕	5	7.6	2×2
14	乔木层	藜塑	11	16.5	2.5×3
14	乔木层	藜塑	9	11.3	2×2.5
14	乔木层	藜塑	8	13.5	2.5×3
14	乔木层	藜塑	8	10	2.5×3
14	乔木层	藜塑	8	11.3	2×3
14	乔木层	藜塑	8	8.9	2×2
14	乔木层	藜塑	8	10.4	2.5×2.5
14	乔木层	藜塑	11	15.5	2.5×3
14	乔木层	藜塑	9	14.3	2×2.5
14	乔木层	藜塑	8	12.5	2.5×3
14	乔木层	藜塑	8	10.5	2.5×3
14	乔木层	藜塑	8	11	2×3
14	灌木层	岗松	1.5	37	40%
14	灌木层	桃金娘	1.8	18	20%
14	灌木层	羊角拗	1.5	2	6%
14	灌木层	链珠藤	1.5	2	6%
14	灌木层	野牡丹	1.3	2	8%
14	草本层	芒萁	0.6	180	80%
14	草本层	黑莎草	1.5	7	10%
14	草本层	狗脊	0.7	2	6%
14	草本层	山菅兰	0.5	3	5%

样地编号：样方 15　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.11

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°5′26.04″ N 23°3′58.27″

坡度：10°　　坡向：北坡　　海拔：177m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
15	乔木层	藜塑	14	47.9	4×5
15	乔木层	铁冬青	5	4	1×1.5
15	乔木层	铁冬青	4.5	2.9	0.5×1
15	乔木层	细齿叶柃	6	9.1	1.5×1.5
15	乔木层	毛锥	12	17.5	3.5×3
15	乔木层	细齿叶柃	4.5	5	1×1.5
15	乔木层	细齿叶柃	4.5	5.2	1×1.5
15	乔木层	细齿叶柃	4.5	5	1×1.5
15	乔木层	细齿叶柃	4.5	5.5	1×1.5
15	乔木层	细齿叶柃	7	11	2×2
15	乔木层	藜塑	12	22.1	3×3
15	乔木层	藜塑	10	18	3×3
15	乔木层	藜塑	16	28.9	5×5
15	乔木层	细齿叶柃	7.5	8	2×2.5
15	乔木层	藜塑	18	45.5	4.5×5
15	乔木层	木竹子	6	6.6	2.5×2.5
15	乔木层	华润楠	7	7	2.5×2
15	乔木层	藜塑	14	27.8	4×5
15	乔木层	细齿叶柃	7	7.5	2×2
15	乔木层	毛锥	4	3.7	1.5×2
15	乔木层	华润楠	5	3.7	1.5×1
15	乔木层	细齿叶柃	5.5	6.6	1.5×2
15	乔木层	藜塑	12	26.5	4×5
15	乔木层	黄樟	10	13.2	2.5×3
15	乔木层	黄樟	10	11.5	2.5×2
15	乔木层	黄樟	4	4.2	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
15	乔木层	华润楠	4	4.2	1.5×1.5
15	乔木层	藜塑	13	27.5	3.5×3
15	乔木层	细齿叶柃	6	8.8	2×2
15	乔木层	藜塑	10	16.5	2.5×3
15	乔木层	藜塑	14	32.5	4×4.5
15	乔木层	藜塑	14	28.9	4×4
15	乔木层	毛锥	11	18.5	3.5×3
15	乔木层	黄樟	6.5	8	1.5×2
15	乔木层	细齿叶柃	5	4.8	1.5×1.5
15	乔木层	木竹子	5.5	6.2	2×2.5
15	乔木层	细齿叶柃	8	11.5	2×2.5
15	乔木层	细齿叶柃	7.5	6	2×3
15	乔木层	藜塑	14	23.5	3×3
15	乔木层	华润楠	12	18.8	3×3.5
15	乔木层	华润楠	9	10.8	3×2.5
15	乔木层	藜塑	14	33.5	4.5×5
15	乔木层	藜塑	14	26.5	4×5
15	乔木层	华润楠	14	27.5	4×5
15	乔木层	香皮树	7.5	9	2×3
15	灌木层	藜塑	1.6	12	30%
15	灌木层	鼠刺	1.4	2	8%
15	灌木层	香皮树	1.5	2	10%
15	灌木层	绒毛润楠	2.0	1	8%
15	灌木层	细齿叶柃	1.7	11	20%
15	草本层	芒萁	0.5	80+	50%
15	草本层	扇叶铁线蕨	0.1	13	5%
15	草本层	黑莎草	0.8	8	6%
15	草本层	山菅	0.4	3	2%

样地编号：样方 16　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.03.11

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°5′34.64″ N 23°4′10.12″

坡度：10°　　坡向：北坡　　海拔：173m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
16	乔木层	黄樟	8	8.5	2×2.5
16	乔木层	藜塑	8	11.5	2.5×2.5
16	乔木层	鹿角锥	8.5	12.8	3×3
16	乔木层	藜塑	10	15.2	2.5×3
16	乔木层	藜塑	8	12.5	2.5×2
16	乔木层	藜塑	12	16.5	2.5×3
16	乔木层	黄樟	8.5	7.8	1.5×2
16	乔木层	藜塑	10.5	16.1	2.5×3
16	乔木层	鹿角锥	12	17.8	2×2.5
16	乔木层	鹿角锥	6	6.8	2×1.5
16	乔木层	罗浮锥	12.5	16.5	2.5×3
16	乔木层	藜塑	9.5	6.5	1.5×2
16	乔木层	藜塑	9	16.8	2.5×3
16	乔木层	藜塑	12	20.5	3.5×3
16	乔木层	藜塑	12.5	16.5	2.5×3
16	乔木层	藜塑	12	8.5	2.5×2.5
16	乔木层	香皮树	6	6.8	2×2
16	乔木层	藜塑	12.5	17.9	2.5×3
16	乔木层	鹿角锥	11	18.9	2.5×3
16	乔木层	鹿角锥	9	13.5	2.5×2
16	乔木层	鹿角锥	9	11.1	2.5×2
16	乔木层	山乌桕	8	16.8	2.5×3
16	乔木层	藜塑	7.5	8	2.5×2.5
16	乔木层	藜塑	7	11.4	2.5×2.5
16	乔木层	藜塑	7	8.5	2.5×2.5
16	乔木层	藜塑	12	14.5	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
16	乔木层	香皮树	6	6.6	2×2
16	乔木层	藜塑	7.5	9.7	2.5×2.5
16	乔木层	藜塑	7	8.9	2.5×2.5
16	乔木层	藜塑	7	8.5	2.5×2.5
16	灌木层	藜塑	1.1	15	15%
16	灌木层	铁冬青	1.5	2	6%
16	灌木层	山血丹	0.4	3	5%
16	灌木层	三桠苦	1.5	3	8%
16	草本层	黑莎草	0.6	6	1%
16	草本层	扇叶铁线蕨	0.1	6	1%
16	草本层	山菅	0.3	4	1%
16	草本层	淡竹叶	0.2	20	5%

样地编号：样方 17　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　调查日期：2022.03.11

群落名称：藜塑群系　经纬度坐标：E 115°5′29.41″ N 23°4′14.48″

坡度：10°　坡向：北坡　海拔：172m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
17	乔木层	山乌桕	8	12.1	2×2
17	乔木层	藜塑	9.5	10	2×2
17	乔木层	藜塑	7	7.5	2×1.5
17	乔木层	山乌桕	6	7.5	2×1.5
17	乔木层	黄樟	8	9.5	2×2.5
17	乔木层	藜塑	7	5.5	1.5×1
17	乔木层	山乌桕	6	11.5	3×2
17	乔木层	藜塑	7	5	1×1.5
17	乔木层	藜塑	5	2.2	1×1
17	乔木层	藜塑	5	2.5	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
17	乔木层	藜塑	9	14.5	2.5×2
17	乔木层	藜塑	8	11.5	2.5×2
17	乔木层	黄樟	5	6.2	2×2
17	乔木层	鹿角锥	10.5	22.5	3.5×3
17	乔木层	鹿角锥	7	8.5	2×2
17	乔木层	鹿角锥	10.5	14.5	3.5×2
17	乔木层	鹿角锥	10	10.5	2×3.5
17	乔木层	藜塑	11.5	13.5	3.5×3.5
17	乔木层	藜塑	11.5	7.5	1.5×2
17	乔木层	藜塑	11	7.5	1.5×2
17	乔木层	铁冬青	4	3.5	1.5×1.5
17	乔木层	铁冬青	3.5	4.8	1.5×1.5
17	乔木层	桃叶石楠	8	11.5	3.5×3
17	乔木层	藜塑	5	3.5	0.5×0.5
17	乔木层	香皮树	6	6.5	3×2
17	乔木层	藜塑	11.5	16.5	2.5×3
17	乔木层	藜塑	11.5	16.1	2.5×3
17	乔木层	藜塑	10.5	10	2×2.5
17	乔木层	藜塑	9	12.5	3×2.5
17	灌木层	绒毛润楠	1.6	3	8%
17	灌木层	山乌桕	1.8	2	10%
17	灌木层	罗浮柿	1.6	4	10%
17	灌木层	牛耳枫	1.8	1	5%
17	草本层	芒萁	0.6	70	65%
17	草本层	黑莎草	1.6	17	15%
17	草本层	山菅	0.4	3	3%
17	草本层	狗脊	0.7	2	5%

样地编号：样方 18　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°5′41.31″ N 23°4′21.25″

坡度：66°　　坡向：东北坡　　海拔：119m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
18	灌木层	桃金娘	1.3	18	15%
18	灌木层	岗松	1.4	6	8%
18	灌木层	山乌桕	1.3	2	8%
18	灌木层	野牡丹	1	1	5%
18	草本层	芒萁	0.5	100+	90%
18	草本层	黑莎草	1.1	9	6%
18	草本层	无根藤	2	4	4%
18	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	4	2%

样地编号：样方 19　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°5′42.70″ N 23°4′17.95″

坡度：28°　　坡向：北坡　　海拔：113m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
19	灌木层	岗松	1.5	8	15%
19	灌木层	桃金娘	1.8	7	12%
19	灌木层	野牡丹	1.2	15	20%
19	灌木层	山乌桕	2.5	1	5%
19	灌木层	马尾松	3	2	8%
19	灌木层	台湾相思	1.2	1	5%
19	草本层	乌毛蕨	1.2	5	12%
19	草本层	芒萁	0.4	120+	70%
19	草本层	五节芒	3	3	3%

样地编号：样方 20　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°5′45.00″ N 23°4′19.53″

坡度：12°　　坡向：东南坡　　海拔：268m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
20	灌木层	岗松	1.5	10	15%
20	灌木层	桃金娘	1.8	6	10%
20	灌木层	野牡丹	1.4	13	25%
20	灌木层	马尾松	3	1	8%
20	草本层	芒萁	0.5	220+	80%
20	草本层	乌毛蕨	0.7	7	5%
20	草本层	芒	1.8	20	20%

样地编号：样方 21　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°5′41.36″ N 23°4′24.06″

坡度：20°　　坡向：北坡　　海拔：250m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
21	灌木层	岗松	1.5	11	15%
21	灌木层	桃金娘	1.6	14	20%
21	灌木层	野牡丹	1.1	8	10%
21	灌木层	野漆	1.5	1	3%
21	草本层	芒萁	0.5	180+	90%
21	草本层	黑莎草	1	9	8%
21	草本层	乌毛蕨	0.5	3	2%

样地编号：样方 22　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′53.66″ N 23°3′56.12″

坡度：18°　　坡向：西南坡　　海拔：25m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
22	灌木层	茶	0.6	36	60%
22	草本层	藿香蓟	0.5	100	50%
22	草本层	剑叶凤尾蕨	0.4	13	3%

样地编号：样方 23　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.24

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′36.27″ N 23°3′44.92″

坡度：19°　　坡向：西坡　　海拔：28m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
23	灌木层	茶	0.6	28	50%
23	草本层	藿香蓟	0.3	100	60%
23	草本层	鬼针草	0.3	50	25%
23	草本层	淡竹叶	0.2	40	10%

样地编号：样方 24　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.25

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°5′44.90″ N 23°4′25.16″

坡度：20°　　坡向：东坡　　海拔：228m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
24	灌木层	岗松	1.5	12	15%
24	灌木层	桃金娘	1.8	9	20%
24	灌木层	野牡丹	1.2	18	15%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
24	灌木层	山乌桕	2.5	1	8%
24	草本层	芒萁	0.6	210+	80%
24	草本层	五节芒	1.5	5	5%
24	草本层	黑莎草	0.8	8	6%

样地编号：样方 25　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、刘闯、何惠婷　　调查日期：2022.05.25

群落名称：栲+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°5′2.47″ N 23°3′34.26″

坡度：12°　　坡向：西坡　　海拔：300m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
25	乔木层	栲	10	14.9	3.5×3
25	乔木层	栲	6	6.9	1.5×2
25	乔木层	栲	5	4.5	1.5×2
25	乔木层	栲	5	6.2	1.5×2
25	乔木层	栲	5	6.4	1.5×2
25	乔木层	栲	11	18.1	3×3
25	乔木层	木荷	6	7.0	2×2
25	乔木层	罗浮柿	8	11.9	2×2
25	乔木层	罗浮柿	8	11.8	2.5×2.5
25	乔木层	木荷	8	13.8	2.5×3.5
25	乔木层	罗浮柿	8	12	2×2
25	乔木层	木荷	6	6	1.5×1
25	乔木层	华润楠	10	20	3×3.5
25	乔木层	木荷	10	16	2.5×3.5
25	乔木层	木荷	9	14.5	2×2
25	乔木层	栲	8	10.5	1.5×2.5
25	乔木层	栲	6	6.5	1.5×2
25	乔木层	木荷	6	5.5	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
25	乔木层	木荷	6	5.5	1.5×2
25	乔木层	木荷	6	5.5	1.5×2
25	乔木层	木荷	9	15.5	2.5×3
25	乔木层	木荷	9	10	1.5×2
25	乔木层	栲	13	26.8	5×5
25	乔木层	栲	6	6	1.5×2
25	乔木层	栲	3	2.8	1×1.5
25	乔木层	栲	3	3.2	1×1.5
25	乔木层	香皮树	7	6.5	2×2.5
25	乔木层	栲	12	23.5	3.5×3.5
25	乔木层	华润楠	3	3.5	1×1.5
25	乔木层	黄樟	8	10.5	2×2
25	乔木层	栲	8	10.5	2×2
25	乔木层	栲	10	15.5	2.5×3
25	乔木层	木竹子	6.5	6	1.5×1.5
25	乔木层	栲	12	18.5	3.5×3
25	乔木层	罗浮柿	8	9.8	2.5×3.5
25	乔木层	华润楠	6	6	1.5×2
25	乔木层	黄果厚壳桂	4	3.3	1.5×1.5
25	乔木层	栲	9	12.2	2.5×3
25	乔木层	栲	6.5	5.5	2×2.5
25	乔木层	木荷	8	9	1.5×2
25	乔木层	木荷	8	11.5	2×2
25	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×2
25	乔木层	木荷	6	7.8	1.5×2
25	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×2
25	乔木层	栲	8	7.3	1.5×2
25	乔木层	华润楠	8	7.5	2×1.5
25	乔木层	香皮树	3	3	1×1.5
25	乔木层	罗浮柿	6	7.4	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
25	乔木层	栲	9	11	2.5×2
25	乔木层	米槠	12	35.5	5×5
25	乔木层	鼠刺	5	5.6	1.5×1.5
25	乔木层	栲	9	15.6	2×3.5
25	乔木层	藜塑	11	23.1	3.5×3.5
25	灌木层	华润楠	1.6	3	12%
25	灌木层	黄牛奶树	1.6	8	20%
25	灌木层	铁冬青	1.8	5	15%
25	灌木层	野牡丹	0.8	6	10%
25	灌木层	山血丹	0.4	12	8%
25	灌木层	鸭公树	1.8	1	5%
25	灌木层	细轴荛花	0.5	3	3%
25	草本层	芒萁	0.4	50	20%
25	草本层	深绿卷柏	0.15	150	35%
25	草本层	山菅	0.4	6	3%
25	草本层	华山姜	1	1	3%
25	草本层	藤石松	1.8	6	10%
25	草本层	芒	1.8	23	12

样地编号：样方 26　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.09.15

群落名称：栲+木荷群系　经纬度坐标：E 115°4′48.36″ N 23°3′27.82″

坡度：18°　坡向：西坡　海拔：235m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
26	乔木层	栲	4	6	1.5×1.5
26	乔木层	栲	4	7.5	1.8×2
26	乔木层	栲	5	8	1.5×2
26	乔木层	栲	3.5	3	1×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
26	乔木层	栲	4	5.5	1.5×1.5
26	乔木层	杉木	5.5	5	2×1.5
26	乔木层	栲	4	5.5	1.5×1.5
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1.5×1.5
26	乔木层	栲	4	5	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	5	8	1.5×2
26	乔木层	木荷	5	6	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	4	4	1×1
26	乔木层	木荷	4	5.5	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	4	5	1×1
26	乔木层	栲	5	6	1.5×1.5
26	乔木层	栲	5.5	5.5	1×1
26	乔木层	栲	5.5	5	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	4	6.8	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	4	7.3	1.5×1.5
26	乔木层	栲	6	11.5	2.5×2.5
26	乔木层	木荷	3	3.5	2×2
26	乔木层	木荷	3	3	1×1
26	乔木层	木荷	3	4.5	2×1.5
26	乔木层	木荷	3	4	2×1.5
26	乔木层	栲	4	4	1.5×1.5
26	乔木层	栲	3.5	4.5	1.5×1.5
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1×1
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1×1
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1×1
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1×1
26	乔木层	栲	3.5	3.5	1×1
26	乔木层	木荷	4	6	1.5×1.5
26	乔木层	木荷	4	6	1.5×1.5
26	乔木层	栲	6	9.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
26	灌木层	华润楠	1.8	3	15%
26	灌木层	铁冬青	1.2	3	10%
26	灌木层	三花冬青	1.2	1	5%
26	灌木层	狗骨柴	1.8	4	12%
26	灌木层	鼠刺	1.5	1	5%
26	草本层	华山姜	1.2	7	15%
26	草本层	黑莎草	0.8	2	5%
26	草本层	芒萁	0.5	25	15%
26	草本层	阔鳞鳞毛蕨	0.6	8	5%
26	草本层	中华里白	1.2	23	25%
26	草本层	深绿卷柏	0.1	8	3%
26	草本层	山菅	0.4	4	4%

样地编号：样方 27　地点：输水管线上方

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.09.15

群落名称：栲+木荷群系　经纬度坐标：E 115°4′50.53″ N 23°3′38.67″

坡度：25°　坡向：西北坡　海拔：190m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
27	乔木层	罗浮柿	8	12.5	2×2
27	乔木层	罗浮柿	8	10.5	2×2
27	乔木层	罗浮柿	8	10.5	2×1.5
27	乔木层	黄樟	12	22	3×3
27	乔木层	柯	8	12.5	3.5×3.5
27	乔木层	木荷	6.5	4.5	1×1.5
27	乔木层	木荷	6	4.5	1×1.5
27	乔木层	木荷	9	12.5	2×2
27	乔木层	木荷	8	11	2×2
27	乔木层	木荷	8	10.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
27	乔木层	柯	9	13	3.5×3.5
27	乔木层	木荷	6.5	3.5	1×1
27	乔木层	黄樟	12	40	5×3.5
27	乔木层	栲	9	15.5	3×3
27	乔木层	栲	9	14.5	3×3
27	乔木层	栲	8	9.5	2.5×2.5
27	乔木层	栲	7	9.8	2.5×2.5
27	乔木层	栲	7	9.5	2.5×2.5
27	乔木层	栲	6	7.5	1.5×2
27	乔木层	栲	6	7	1.5×2
27	乔木层	栲	6	8.5	1.5×2
27	乔木层	香皮树	4.5	3.5	1.5×1.5
27	乔木层	栲	4.5	2.5	1.5×1.5
27	乔木层	木荷	6	7.5	1.5×1.5
27	乔木层	木荷	12	20	3×3
27	乔木层	木荷	12	22	3.5×3
27	乔木层	木荷	12	21.5	3.5×3
27	乔木层	木荷	12	22	5×5
27	乔木层	栲	11	19	3×3
27	乔木层	栲	11	18	3×3
27	乔木层	青冈	11	21.5	4.5×4.5
27	乔木层	鹿角锥	12	21	4×4
27	乔木层	鹿角锥	12	21	3×3
27	灌木层	密花树	1.3	3	8%
27	灌木层	银柴	0.8	3	6%
27	灌木层	红淡比	0.8	6	10%
27	灌木层	罗浮柿	2	1	8%
27	灌木层	鲫鱼胆	1.4	11	25%
27	草本层	华山姜	1.4	2	6%
27	草本层	中华里白	1.2	18	20%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
27	草本层	阔鳞鳞毛蕨	0.6	6	5%
27	草本层	黑莎草	1.5	3	5%
27	草本层	深绿卷柏	0.1	40	12%
27	草本层	狗脊	0.8	6	12%

样地编号：样方 28　　地点：输水管线上方

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.09.16

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′56.08″ N 23°3′52.38″

坡度：20°　　坡向：西北坡　　海拔：201m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
28	灌木层	茶	0.6	22	60%
28	草本层	飞扬草	0.3	50	45%
28	草本层	藿香蓟	0.4	60	30%

样地编号：样方 29　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.09.16

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′54.48″ N 23°3′47.17″

坡度：15°　　坡向：北坡　　海拔：227m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
29	灌木层	茶	0.6	23	60%
29	草本层	五月艾	0.5	16	10%
29	草本层	藿香蓟	0.4	80	55%
29	草本层	黑莎草	0.6	14	15%

样地编号：样方 30　　地点：取水口永久道路周边

样方面积：5×5m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.09.15

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′41.80″ N 23°3′42.02″

坡度：18°　　坡向：北坡　　海拔：152m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
30	灌木层	茶	0.7	26	60%
30	草本层	藿香蓟	0.5	70	55%
30	草本层	鬼针草	0.5	35	20%

样地编号：样方 31　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.12.20

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°4′37.87″ N 23°3′52.58″

坡度：15°　　坡向：东南坡　　海拔：185m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
31	乔木层	桉树	8	6.1	1×1
31	乔木层	桉树	7	5.4	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.3	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.7	1×1
31	乔木层	桉树	7	5.1	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.5	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.7	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.4	1×1
31	乔木层	桉树	8	7.2	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.2	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.7	1×1
31	乔木层	桉树	8	7.8	1.5×1.5
31	乔木层	桉树	8	6.7	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.9	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.3	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
31	乔木层	桉树	8	5.4	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.8	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.6	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.7	1×1
31	乔木层	桉树	7	5.2	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.7	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.8	1×1
31	乔木层	桉树	8	5.4	1×1
31	乔木层	桉树	8	6.6	1×1
31	灌木层	灰毛大青	1.7	4	8%
31	灌木层	华南毛柃	1.6	11	12%
31	灌木层	白花灯笼	1.5	7	5%
31	灌木层	山乌桕	2	4	12%
31	灌木层	粗叶悬钩子	2	4	10%
31	灌木层	三桠苦	1.7	5	8%
31	灌木层	菝葜	1.5	3	5%
31	草本层	乌毛蕨	1.4	24	25%
31	草本层	蕨	1.6	18	20%
31	草本层	芒萁	0.7	70+	12%
31	草本层	海金沙	2	7	15%
31	草本层	五节芒	1.5	17	15%
31	草本层	玉叶金花	2	7	8%

样地编号：样方 32　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.12.20

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°4′48.87″ N 23°3′50.40″

坡度：12°　　坡向：西坡　　海拔：205m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
32	乔木层	桉树	9	11.5	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.7	2×2
32	乔木层	桉树	9	6.5	1×1
32	乔木层	桉树	7	6.3	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.2	1×1
32	乔木层	桉树	9	6.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	6.1	1×1
32	乔木层	桉树	8	6.4	1×1
32	乔木层	桉树	8	5.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.6	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.9	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.7	2×2
32	乔木层	桉树	9	11.2	2×2
32	乔木层	桉树	9	10.7	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.3	2×2
32	乔木层	桉树	9	7.8	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.6	2×2
32	乔木层	桉树	9	8.3	2×2
32	乔木层	桉树	9	8.7	2×2
32	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
32	乔木层	台湾相思	6	5.6	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.2	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	9.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
32	乔木层	桉树	9	7.4	1×1
32	乔木层	桉树	9	6.8	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.3	1×1
32	乔木层	桉树	9	9.4	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	10.4	2×2
32	乔木层	桉树	9	11.3	2×2
32	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.2	1×1
32	乔木层	桉树	9	10.3	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.7	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.3	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.2	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
32	乔木层	桉树	9	10.2	2×2
32	乔木层	桉树	8	7.4	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.6	2×2
32	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	9.7	1×1
32	乔木层	桉树	10	12.3	2×2
32	乔木层	桉树	8	6.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.5	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.8	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.4	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.9	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
32	乔木层	桉树	9	7.3	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
32	乔木层	桉树	9	9.4	2×2
32	乔木层	桉树	9	9.6	2×2
32	乔木层	桉树	9	8.4	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.6	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.3	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.7	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
32	乔木层	桉树	9	8.2	1×1
32	乔木层	桉树	9	7.8	1×1
32	灌木层	野牡丹	2.2	8	10%
32	灌木层	豺皮樟	1.8	6	10%
32	灌木层	山麻黄	1.7	12	10%
32	灌木层	桃金娘	1.6	9	8%
32	灌木层	华南毛柃	1.6	3	6%
32	灌木层	玉叶金花	2	6	8%
32	灌木层	杨桐	1.7	4	6%
32	灌木层	盐肤木	1.8	4	8%
32	灌木层	粗叶悬钩子	2	3	10%
32	灌木层	鹅掌柴	1.8	6	12%
32	灌木层	菝葜	2	4	6%
32	灌木层	山乌桕	1.5	3	4%
32	灌木层	白花灯笼	0.6	7	5%
32	草本层	芒萁	0.6	100+	70%
32	草本层	乌毛蕨	0.9	50+	35%
32	草本层	五节芒	1.7	24	20%
32	草本层	类芦	2.5	7	5%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
32	草本层	海金沙	2	4	5%
32	草本层	微甘菊	2	7	15%

样地编号：样方 33　　地点：取水口永久道路周边

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.12.20

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°5′8.64″ N 23°3′53.52″

坡度：10°　　坡向：西坡　　海拔：201m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	7	7.9	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.9	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.2	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	7	5.7	1×1
33	乔木层	桉树	8	5.3	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.1	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	7	5.7	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.9	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.2	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.9	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	7	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6	1×1
33	乔木层	桉树	8	5.4	1×1
33	乔木层	桉树	7	5.2	1×1
33	乔木层	桉树	6	4.7	1×1
33	乔木层	桉树	8	7.8	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	5.6	1×1
33	乔木层	桉树	7	5.3	1×1
33	乔木层	桉树	8	7.2	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	8.2	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	8.6	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	6	4.2	1×1
33	乔木层	桉树	7	5.7	1×1
33	乔木层	桉树	7	4.8	1×1
33	乔木层	桉树	8	5.2	1×1
33	乔木层	桉树	8	5.8	1×1
33	乔木层	桉树	7	5.5	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.1	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.1	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
33	乔木层	桉树	8	6.2	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	7	5.3	1×1
33	乔木层	桉树	8	5.9	1×1
33	乔木层	桉树	8	7.1	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7.3	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.2	1×1
33	乔木层	桉树	8	6	1×1
33	乔木层	桉树	8	8.1	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.5	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.3	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.1	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.4	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	5.9	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.2	1×1
33	乔木层	桉树	7	5.1	1×1
33	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
33	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
33	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5
33	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
33	灌木层	桃金娘	1.8	32	40%
33	灌木层	山黄麻	1.7	8	8%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
33	灌木层	三花冬青	1.5	6	5%
33	灌木层	白背叶	1	6	5%
33	灌木层	山鸡椒	1.6	3	8%
33	灌木层	玉叶金花	2	6	10%
33	灌木层	石斑木	1.3	6	4%
33	草本层	芒萁	0.6	100+	40%
33	草本层	乌毛蕨	1.2	23	20%
33	草本层	五节芒	1.3	12	6%
33	草本层	淡竹叶	0.2	20	5%

样地编号：样方 34　　地点：水源及下游区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.12.21

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°5′30.14″ N 23°4′17.45″

坡度：15°　　坡向：西南坡　　海拔：179m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.5	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.1	1×1
34	乔木层	桉树	8.5	7.2	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	8.3	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	8.5	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	7.4	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	7.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.2	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	7.3	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.4	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	7.6	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.7	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	7.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.8	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	8.3	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	7.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	6.4	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
34	乔木层	桉树	8	7.1	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	8.5	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.9	1×1
34	乔木层	桉树	8.5	7.8	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.8	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	8	7.9	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.8	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.1	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.7	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	7.4	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	8.5	7.8	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.2	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	7.6	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
34	乔木层	桉树	8	7.7	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	8.5	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.9	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.7	1×1
34	乔木层	桉树	8.5	8.2	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.1	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	8.5	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8	8.3	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.1	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.9	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	8	8.7	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	7.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	8.4	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	8.5	6.4	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	7.5	6.1	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.8	1×1
34	乔木层	桉树	8.5	8.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.1	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.9	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.7	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.5	1×1
34	乔木层	桉树	7.5	6.8	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.6	1×1
34	乔木层	桉树	8	7.6	1.5×1.5
34	乔木层	桉树	6	4.3	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
34	乔木层	桉树	6	4.9	1×1
34	乔木层	桉树	6	4.2	1×1
34	灌木层	鹅掌柴	1.5	3	8%
34	灌木层	山鸡椒	2.5	2	6%
34	灌木层	野牡丹	0.8	7	5%
34	灌木层	野漆	0.6	2	5%
34	灌木层	绒毛润楠	1.8	2	5%
34	灌木层	粉背菝葜	2.5	1	5%
34	草本层	芒	1.5	32	10%
34	草本层	粽叶芦	1.8	6	5%
34	草本层	芒萁	0.6	80+	60%
34	草本层	乌毛蕨	1.2	4	5%

样地编号：样方 35　地点：取水口永久道路周边

样方面积：20×20m　调查人：袁首乾、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.12.21

群落名称：桉树林　经纬度坐标：E 115°5′10.08″ N 23°4′0.67″

坡度：18°　坡向：西坡　海拔：187m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
35	乔木层	桉树	5	5.3	1×1
35	乔木层	桉树	5.5	6	1×1
35	乔木层	桉树	5.5	5.2	1×1
35	乔木层	桉树	6	5.7	1×1
35	乔木层	桉树	10.5	8.6	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	10.3	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	9.4	2×2.5
35	乔木层	桉树	11	11.3	2×2.5
35	乔木层	桉树	10	10.8	2×2.5
35	乔木层	桉树	8	6.4	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
35	乔木层	桉树	7	7.8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	6.2	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	6.7	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	11	8.6	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	9.4	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	9.6	2×2.5
35	乔木层	桉树	10.5	11.2	2×2.5
35	乔木层	桉树	10	12	2×2.5
35	乔木层	桉树	8	6.3	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	7.4	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	7.6	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	12	8.5	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	9.6	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	10.4	2×2.5
35	乔木层	桉树	10.5	10.7	2×2.5
35	乔木层	桉树	10	10.3	2×2.5
35	乔木层	桉树	8	6.3	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	5.5	5.6	1×1
35	乔木层	桉树	5.5	5.8	1×1
35	乔木层	桉树	5	5.4	1×1
35	乔木层	桉树	6	5.3	1×1
35	乔木层	桉树	7.5	6.5	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	7.9	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	10	9.4	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	9.6	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	10.2	2×2.5
35	乔木层	桉树	11	11.3	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	12	2×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
35	乔木层	桉树	8	7.8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	6.3	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	7.5	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	6.2	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	6.7	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	5	5.6	1×1
35	乔木层	桉树	5.5	5.1	1×1
35	乔木层	桉树	6	5.8	1×1
35	乔木层	桉树	6	5.9	1×1
35	乔木层	桉树	7.5	6.4	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	6.9	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	6.6	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	11	8.5	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	9.7	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	11.8	2×2.5
35	乔木层	桉树	12	10.7	2×2.5
35	乔木层	桉树	11.5	9.9	2×2.5
35	乔木层	桉树	7.5	6.4	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	7.3	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	7	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	7.8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	6.5	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	6.8	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	6.9	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	7.6	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7.5	7.4	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	7	7.5	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	7.9	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
35	乔木层	桉树	7.5	7.6	1.5×1.5
35	乔木层	桉树	8	6.8	1.5×1.5
35	灌木层	野牡丹	1.6	5	15%
35	灌木层	三桠苦	1.5	3	8%
35	灌木层	九节	1.2	2	5%
35	灌木层	山鸡椒	1.8	6	8%
35	草本层	乌毛蕨	0.9	9	15%
35	草本层	芒萁	0.6	80+	80%
35	草本层	中华里白	1.2	6	8%
35	草本层	团叶鳞始蕨	0.2	6	5%
35	草本层	山菅	0.4	1	1%
35	草本层	垂穗石松	0.3	12	4%

样地编号：样方 36　地点：临时堆土场 L2 范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.03.21

群落名称：桉树林　经纬度坐标：E 115°3′50.73″ N 23°2′34.95″

坡度：18°　坡向：西坡　海拔：98m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
36	乔木层	桉树	10	16.9	2×2
36	乔木层	桉树	9	9.6	2×2
36	乔木层	桉树	9	10.4	2×2
36	乔木层	桉树	9	12.5	2×2
36	乔木层	桉树	10	14.8	2×2
36	乔木层	桉树	10	15.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	17.3	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
36	乔木层	桉树	10	15.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.5	2×2
36	乔木层	桉树	12	16.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.2	2×2
36	乔木层	桉树	10	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.7	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	10	14.1	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	13.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.3	2×2
36	乔木层	桉树	12	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.8	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.2	2×2
36	乔木层	桉树	12	16.7	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.1	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.0	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	12	17.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.1	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
36	乔木层	桉树	11	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.1	2×2
36	乔木层	桉树	12	16.5	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.5	2×2
36	乔木层	桉树	12	17.7	1.5×1.5
36	乔木层	桉树	10	15.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.1	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.7	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.1	2×2
36	乔木层	桉树	12	17.2	2×2
36	乔木层	桉树	12	17.8	1.5×1.5
36	乔木层	桉树	11	16.7	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.9	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.3	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.8	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.6	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.2	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.7	2×2
36	乔木层	桉树	12	16.8	2×2
36	乔木层	桉树	11	15.4	2×2
36	乔木层	桉树	11	16.6	2×2
36	灌木层	灰毛大青	1.5	6	10%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
36	灌木层	华南毛柃	1.6	11	12%
36	灌木层	白花灯笼	1.2	7	8%
36	灌木层	粗叶悬钩子	2	4	10%
36	灌木层	三桠苦	1.3	6	8%
36	灌木层	菝葜	2.0	3	10%
36	草本层	乌毛蕨	1.2	27	30%
36	草本层	芒萁	0.7	70+	12%
36	草本层	海金沙	2	5	15%
36	草本层	五节芒	1.5	27	15%
36	草本层	玉叶金花	2	5	8%

样地编号：样方 37　地点：马古岭输水干线上方

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.03.21

群落名称：桉树林　经纬度坐标：E 115°3′49.33″ N 22°54′8.53″

坡度：20°　坡向：南坡　海拔：86m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
37	乔木层	桉树	9	11.5	2×2
37	乔木层	桉树	9	14.7	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.5	1×1
37	乔木层	桉树	7	9.3	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.2	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.5	1×1
37	乔木层	桉树	8	6.5	1×1
37	乔木层	桉树	8	7.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.6	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
37	乔木层	桉树	9	10.3	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.8	2×2
37	乔木层	桉树	9	7.8	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.6	2×2
37	乔木层	桉树	9	8.3	2×2
37	乔木层	桉树	9	8.7	2×2
37	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.2	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.2	2×2
37	乔木层	桉树	9	8.3	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.4	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	10.4	2×2
37	乔木层	桉树	9	11.3	2×2
37	乔木层	桉树	9	10.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.2	1×1
37	乔木层	桉树	9	10.3	2×2
37	乔木层	桉树	9	8.7	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.3	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.2	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.5	2×2
37	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
37	乔木层	桉树	10	12.3	2×2
37	乔木层	桉树	8	6.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.7	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
37	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.8	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.5	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.4	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.9	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.7	2×2
37	乔木层	桉树	9	7.3	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	9.5	2×2
37	乔木层	桉树	9	9.6	2×2
37	乔木层	桉树	9	7.4	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.6	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.3	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	7.7	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.9	1×1
37	乔木层	桉树	9	8.2	1×1
37	乔木层	桉树	9	88	1×1
37	灌木层	野牡丹	1.2	8	10%
37	灌木层	桃金娘	1.5	12	15%
37	灌木层	玉叶金花	2	5	12%
37	灌木层	杨桐	1.5	3	6%
37	灌木层	盐肤木	1.8	6	12%
37	灌木层	粗叶悬钩子	2	2	8%
37	灌木层	菝葜	2	3	6%
37	灌木层	白花灯笼	0.5	8	8%
37	草本层	芒萁	0.5	100+	70%
37	草本层	乌毛蕨	0.8	50+	25%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
37	草本层	海金沙	2	3	5%
37	草本层	微甘菊	2	17	35%

样地编号：样方 38　地点：堆渣场 ZC4 施工道路旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.03.21

群落名称：桉树林　经纬度坐标：E 115°3′13.80″ N 22°53′57.18″

坡度：8°　坡向：东坡　海拔：28m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
38	乔木层	桉树	9	16.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	17.9	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	9	16.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.6	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.2	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.8	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	9	15.7	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.6	2×2
38	乔木层	桉树	10	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.1	1×1
38	乔木层	桉树	10	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	15.4	2×2
38	乔木层	桉树	11	16.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.9	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.1	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.9	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
38	乔木层	桉树	11	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.6	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.4	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.4	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.2	2×2
38	乔木层	桉树	9	14.6	2×2
38	乔木层	桉树	11	17.8	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.8	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	15.5	1×1
38	乔木层	桉树	10	15.3	1×1
38	乔木层	桉树	11	17.2	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	18.2	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	18.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	9	14.2	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.5	2×2
38	乔木层	桉树	10	14.8	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.2	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.48	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.5	2×2
38	乔木层	桉树	10	16.1	2×2
38	乔木层	桉树	11	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.1	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.0	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
38	乔木层	桉树	11	16.1	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	15.3	2×2
38	乔木层	桉树	10	15.9	2×2
38	乔木层	桉树	11	17.2	2.5×2.5
38	乔木层	桉树	11	17.3	2.5×2.5
38	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.2	2×2
38	乔木层	桉树	11	16	2×2
38	乔木层	桉树	11	18.1	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	17.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.3	2×2
38	乔木层	桉树	10	16.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.1	2×2
38	乔木层	桉树	11	16.4	2×2
38	乔木层	桉树	11	16.8	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	15.5	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.2	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	15.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	9	14.3	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	9	14.2	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.7	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	10	16.4	1.5×1.5
38	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
38	灌木层	桃金娘	1.5	22	35%
38	灌木层	山黄麻	1.5	10	12%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
38	灌木层	白背叶	1.3	5	10%
38	灌木层	玉叶金花	2	5	12%
38	灌木层	石斑木	1.5	8	10%
38	草本层	芒萁	0.6	100+	50%
38	草本层	乌毛蕨	1.0	16	25%
38	草本层	五节芒	1.2	22	10%
38	草本层	淡竹叶	0.2	30	5%

样地编号：样方 39　　地点：盾构隧洞始发工区 GQ9 周边

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.22

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°2′20.89″ N 22°53′14.69″

坡度：24°　　坡向：东北坡　　海拔：48m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.2	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.3	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.5	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.2	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.6	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.1	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.6	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.2	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.6	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.6	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
39	乔木层	桉树	12	18.3	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.5	2×2
39	乔木层	桉树	11	16.4	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.1	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.7	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.9	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.6	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.8	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.2	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.4	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.2	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.8	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.1	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.4	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.6	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.8	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.2	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.3	2×2
39	乔木层	桉树	12	17.6	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	11	17.4	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	12	18.2	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.9	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.7	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.2	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.2	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.5	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.6	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.1	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.2	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.7	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.6	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	12	18.2	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.4	2×2
39	乔木层	桉树	12	18.6	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.9	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
39	乔木层	桉树	10	14.6	2×2
39	乔木层	桉树	11	17.7	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.3	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.5	2×2
39	乔木层	桉树	10	14.2	2×2
39	灌木层	鹅掌柴	1.7	5	15%
39	灌木层	野牡丹	0.8	12	15%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
39	灌木层	野漆	1.6	2	8%
39	灌木层	粉背菝葜	2.5	1	5%
39	草本层	芒	1.5	22	10%
39	草本层	芒萁	0.6	100+	70%
39	草本层	乌毛蕨	1.2	8	12%

样地编号：样方 40　　地点：3#施工道路边

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.22

群落名称：桉树林　　经纬度坐标：E 115°5′3.09″ N 22°57′33.78″

坡度：23°　　坡向：东南坡　　海拔：38m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
40	乔木层	桉树	10	15.5	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	15.7	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	18.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	10.2	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	9.7	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	11.3	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	10.5	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	16.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	10	16.6	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.7	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	18.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	19.7	2×2.5
40	乔木层	桉树	12	19.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	11.5	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	12.8	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	16.2	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
40	乔木层	桉树	12	17.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	18.0	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	18.5	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	19.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	10.4	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	10.5	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	10.3	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	16.3	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	10	15.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	15.8	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	16.5	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.2	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	19.4	2×2.5
40	乔木层	桉树	12	19.3	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	10.2	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	11.3	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	12.6	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	17.8	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.5	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	18.1	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.2	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.2	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.7	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	10	15.3	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	15.1	2×2.5
40	乔木层	桉树	10	15.2	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	16.6	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
40	乔木层	桉树	11	18.2	2×2.5
40	乔木层	桉树	12	19.7	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	11.8	2×2.5
40	乔木层	桉树	9	10.5	2×2.5
40	乔木层	桉树	12	19.9	2×2.5
40	乔木层	桉树	11	16.2	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.3	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.5	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.8	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	18.6	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	16.4	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	12	16.8	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.3	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.5	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.2	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	11	17.6	1.5×1.5
40	乔木层	桉树	10	16.8	1.5×1.5
40	灌木层	野牡丹	1.6	15	25%
40	灌木层	三桠苦	1.5	13	20%
40	灌木层	九节	1.5	4	8%
40	草本层	乌毛蕨	1.1	11	15%
40	草本层	芒萁	0.6	100+	80%
40	草本层	中华里白	1.2	16	20%
40	草本层	山菅	0.4	3	2%

样地编号：样方 41　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.22

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°4′57.00″ N 22°55′57.68″

坡度：22°　　坡向：东南坡　　海拔：32m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
41	灌木层	茶	0.5	21	60%
41	草本层	藿香蓟	0.4	100+	60%
41	草本层	鬼针草	0.4	50	20%

样地编号：样方 42　　地点：4#施工支洞永久检修道路旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.23

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°1′20.22″ N 22°52′59.57″

坡度：15°　　坡向：西北坡　　海拔：23m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
42	灌木层	茶	0.6	22	65%
42	草本层	藿香蓟	0.4	60	40%

样地编号：样方 43　　地点：盾构隧洞始发工区 GQ9 周边

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.24

群落名称：茶园　　经纬度坐标：E 115°2′27.44″ N 22°53′18.04″

坡度：15°　　坡向：西坡　　海拔：25m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
43	灌木层	茶	0.5	25	65%
43	草本层	藿香蓟	0.4	80	35%
43	草本层	鬼针草	0.4	20	10%

样地编号：样方 44　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.24

群落名称：大头茶群系　　经纬度坐标：E 115°4′17.53″ N 23°1′36.47″

坡度：25°　　坡向：西南坡　　海拔：189m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
44	乔木层	大头茶	6	6.7	1×1.5
44	乔木层	大头茶	8	10.9	2×3
44	乔木层	大头茶	7	12.4	2×3
44	乔木层	大头茶	8	13.6	2×3
44	乔木层	大头茶	8	10.4	2×3
44	乔木层	大头茶	8	8.7	2×2
44	乔木层	大头茶	8	7.5	2×2
44	乔木层	大头茶	7	7.2	2×2
44	乔木层	大头茶	8	15.6	3×2.5
44	乔木层	大头茶	7	10.7	2×3
44	乔木层	大头茶	7.5	12.3	3×2
44	乔木层	大头茶	9	14.5	3×2.5
44	乔木层	木荷	9	12.3	3×2
44	乔木层	木荷	9	14.2	3×2.5
44	乔木层	木荷	8	10.9	3×2
44	乔木层	木荷	7	12.4	3×2.5
44	乔木层	木荷	8	10.6	2×3
44	乔木层	木荷	7	11.7	2.5×2.5
44	乔木层	木荷	7	8.7	2×2.5
44	乔木层	木荷	5	6.2	2×2.5
44	乔木层	三花冬青	3	5.2	1.5×1
44	乔木层	马尾松	8	14.7	3×3
44	乔木层	马尾松	6	5.3	1×1.5
44	乔木层	马尾松	9	17.3	2×3
44	乔木层	大头茶	7	8.7	2×2
44	乔木层	大头茶	7	5.4	1×2
44	乔木层	大头茶	8	12.7	2×2
44	乔木层	大头茶	8	10.3	2×2
44	乔木层	大头茶	8	12.1	2×3
44	乔木层	大头茶	9	14.5	3×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
44	乔木层	大头茶	8	13.3	3×2
44	乔木层	大头茶	6	7.5	1×2
44	乔木层	大头茶	7	11.6	2×2
44	乔木层	马尾松	8	12.7	2×3
44	乔木层	马尾松	9	14.6	2×2.5
44	乔木层	大头茶	6	8.9	1×2
44	乔木层	大头茶	7	11.4	2×2
44	乔木层	大头茶	6	9.3	1×2
44	灌木层	桃金娘	1.5	16	15%
44	灌木层	岗松	1.8	12	10%
44	灌木层	野漆	2	5	8%
44	灌木层	菝葜	2	6	8%
44	灌木层	小叶红叶藤	2.5	9	16%
44	灌木层	野牡丹	1.5	7	10%
44	灌木层	鹅掌柴	1.7	4	8%
44	灌木层	豺皮樟	2	12	15%
44	灌木层	链珠藤	2	3	6%
44	灌木层	变叶榕	1.6	3	5%
44	草本层	芒萁	0.6	100+	80%
44	草本层	黑莎草	1.1	23	10%
44	草本层	淡竹叶	0.2	20	5%
44	草本层	乌蕨	0.4	3	2%

样地编号：样方 45　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.24

群落名称：大头茶群系　　经纬度坐标：E 115°4′24.05″ N 23°1′24.19″

坡度：23°　　坡向：西坡　　海拔：214m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
45	乔木层	大头茶	5	6.8	2.5×2
45	乔木层	大头茶	7.5	13.5	2.5×3
45	乔木层	大头茶	4	4.5	2×2
45	乔木层	大头茶	4	4.8	2×2
45	乔木层	大头茶	4	5.4	2×2
45	乔木层	大头茶	4.5	6.4	2×2
45	乔木层	大头茶	5	6.9	2×2
45	乔木层	大头茶	4	6.3	2×2
45	乔木层	大头茶	5.5	7.3	2×2
45	乔木层	大头茶	5.5	7.7	2×3
45	乔木层	大头茶	6	7.8	2×3
45	乔木层	大头茶	7	11.4	2.5×3
45	乔木层	大头茶	6.5	10.4	2.5×3
45	乔木层	大头茶	4.5	7.3	2×2
45	乔木层	大头茶	5	8.7	2×2
45	乔木层	大头茶	5	9.5	2×2
45	乔木层	大头茶	6.5	11.3	2.5×3
45	乔木层	大头茶	6	12.7	2.5×3
45	乔木层	大头茶	6.5	11.7	2.5×3
45	乔木层	大头茶	7	9.6	2×3
45	乔木层	大头茶	6.5	8.5	2×3
45	乔木层	大头茶	6.5	10.2	2.5×3
45	乔木层	马尾松	5	8.5	2×2
45	乔木层	马尾松	7	11.8	2.5×3
45	乔木层	马尾松	9	13.4	2.5×3
45	乔木层	马尾松	8	10.6	2.5×3
45	灌木层	变叶榕	1.5	4	8%
45	灌木层	桃金娘	1.5	14	20%
45	灌木层	石斑木	1.1	4	6%
45	灌木层	毛稔	1.2	2	5%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
45	灌木层	岗松	1.8	2	6%
45	草本层	芒萁	0.8	200	80%
45	草本层	山菅	0.4	3	2%
45	草本层	黑莎草	0.6	5	6%

样地编号：样方 46　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.24

群落名称：大头茶群系　　经纬度坐标：E 115°4′33.10″ N 23°1′20.65″

坡度：37°　　坡向：东坡　　海拔：134m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
46	乔木层	软荚红豆	5	12	2×2.5
46	乔木层	软荚红豆	5	11.8	2×2
46	乔木层	马尾松	8	15.6	2×2
46	乔木层	马尾松	11.5	20.3	3×3
46	乔木层	马尾松	10	21.4	3×3.5
46	乔木层	马尾松	12	21.7	2×2.5
46	乔木层	马尾松	12	22.8	3×3
46	乔木层	大头茶	7	6.5	2×2
46	乔木层	大头茶	8.5	7.8	2×2
46	乔木层	大头茶	7.5	12.3	2×2
46	乔木层	大头茶	8	11.6	2×2
46	乔木层	大头茶	8	10.4	2×2
46	乔木层	大头茶	9	9.7	2×3
46	乔木层	大头茶	10	13	2×3
46	乔木层	大头茶	9.5	12.9	2×3
46	乔木层	大头茶	9.5	6.8	2×2
46	乔木层	大头茶	8	7.7	2×2
46	乔木层	大头茶	8	9.4	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
46	乔木层	大头茶	8	9.1	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	10.2	2×3
46	乔木层	大头茶	8	11.3	2×2
46	乔木层	大头茶	8	12.6	2×2
46	乔木层	大头茶	7.5	10.5	2×2
46	乔木层	大头茶	8	10.3	2×2
46	乔木层	大头茶	7	8.2	2×2
46	乔木层	大头茶	7	7.8	2×2
46	乔木层	大头茶	7	9.5	2×3
46	乔木层	大头茶	7	6.9	2×2
46	乔木层	大头茶	8	10.9	2×3
46	乔木层	大头茶	8	9.6	2×3
46	乔木层	大头茶	8	10.2	2×3
46	乔木层	大头茶	8	11.3	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	12.6	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	10.5	2×3
46	乔木层	大头茶	10	10.3	2×3
46	乔木层	大头茶	10	8.2	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	7.8	2×2
46	乔木层	大头茶	8	9.5	2×2
46	乔木层	大头茶	8	6.9	2×2
46	乔木层	大头茶	9	9.5	2×2
46	乔木层	大头茶	7.5	6.9	2×2
46	乔木层	大头茶	8	10.9	2×3
46	乔木层	大头茶	8	9.6	2×3
46	乔木层	大头茶	8	10.2	2×3
46	乔木层	大头茶	8	11.3	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	12.6	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	10.5	2×3
46	乔木层	大头茶	8	10.3	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
46	乔木层	大头茶	8	10.5	2×3
46	乔木层	大头茶	7.5	10.3	2×3
46	乔木层	大头茶	6	8.2	2×2
46	乔木层	大头茶	6	7.8	2×2
46	乔木层	大头茶	7	9.5	2×3
46	乔木层	大头茶	6	6.9	2×2
46	乔木层	大头茶	7	9.5	2×3
46	乔木层	大头茶	6	6.9	2×2
46	灌木层	大头茶	1.8	7	10%
46	灌木层	豺皮樟	2.0	2	10%
46	灌木层	桃金娘	1.5	11	15%
46	灌木层	岗松	2.8	24	35%
46	灌木层	变叶榕	2.2	2	3%
46	草本层	芒萁	0.8	180	70%
46	草本层	黑莎草	1.2	10	20%
46	草本层	山菅	0.4	3	2%
46	草本层	乌毛蕨	0.6	3	3%

样地编号：样方 47　　地点：白马村 S356 边

样方面积：2×2m　　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　　调查日期：2022.03.25

群落名称：稻　　经纬度坐标：E 115°3′45.68″ N 23°3′28.14″

坡度：　　坡向：　　海拔：33m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
47	草本层	稻	0.6	25	85%

样地编号：样方 48 地点：新厝村农田 样方面积：2×2m 调查人：刘闯、林金帆、何惠婷 调查日期：2022.03.24 群落名称：稻 经纬度坐标：E 115°5′14.15″ N 23°55′23.69″ 坡度： 坡向： 海拔：31m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
48	草本层	稻	0.7	20	85%

样地编号：样方 49 地点：临时堆土场 L2 旁农田 样方面积：2×2m 调查人：刘闯、林金帆、何惠婷 调查日期：2022.03.23 群落名称：稻 经纬度坐标：E 115°4′11.01″ N 23°2′44.59″ 坡度： 坡向： 海拔：30m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
49	草本层	稻	0.7	22	90%

样地编号：样方 50 地点：输水支线上方 样方面积：5×5m 调查人：刘闯、林金帆、李志瀚 调查日期：2022.05.06 群落名称：鹅掌柴+桃金娘群系 经纬度坐标：E 115°0′2.35″ N 22°50′50.36″ 坡度：45° 坡向：东南坡 海拔：236m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
50	灌木层	鹅掌柴	2.2	8	20%
50	灌木层	山麻黄	1.7	5	10%
50	灌木层	桃金娘	1.6	10	15%
50	灌木层	玉叶金花	2	6	8%
50	灌木层	粗叶悬钩子	2	3	10%
50	灌木层	菝葜	2	4	6%
50	草本层	芒萁	0.6	100+	65%
50	草本层	乌毛蕨	0.9	50+	30%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
50	草本层	五节芒	1.5	24	20%

样地编号：样方 51　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.06

群落名称：鹅掌柴+桃金娘群系　　经纬度坐标：E 114°59′52.05″ N 22°50′45.19″

坡度：30°　　坡向：东南坡　　海拔：164m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
51	灌木层	野牡丹	1.5	8	10%
51	灌木层	桃金娘	1.6	12	15%
51	灌木层	盐肤木	1.5	4	8%
51	灌木层	粗叶悬钩子	2	2	8%
51	灌木层	鹅掌柴	1.8	8	30%
51	灌木层	菝葜	2	2	5%
51	灌木层	白花灯笼	1.1	5	8%
51	草本层	芒萁	0.6	100+	65%
51	草本层	乌毛蕨	0.9	50+	20%
51	草本层	五节芒	1.5	14	10%
51	草本层	黑莎草	1.5	5	5%
51	草本层	海金沙	2	2	5%

样地编号：样方 52　　地点：龙山水厂范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.06

群落名称：鹅掌柴+桃金娘群系　　经纬度坐标：E 114°59′56.53″ N 22°50′38.85″

坡度：35°　　坡向：东南坡　　海拔：77m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
52	灌木层	桃金娘	1.7	6	15%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
52	灌木层	鹅掌柴	2.0	10	35%
52	灌木层	白花灯笼	1.5	5	8%
52	灌木层	三桠苦	1.2	4	8%
52	灌木层	菝葜	1.5	2	5%
52	草本层	乌毛蕨	1.2	14	15%
52	草本层	芒萁	0.6	100+	45%
52	草本层	海金沙	2	3	5%
52	草本层	五节芒	1.5	17	8%
52	草本层	黑莎草	1.2	7	8%

样地编号：样方 53　　地点：堆渣场 ZC3-1 旁边

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.07

群落名称：柑橘林　　经纬度坐标：E 115°3′22.37″ N 22°55′27.45″

坡度：25°　　坡向：北坡　　海拔：66m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
53	乔木层	柑橘	2.5	4.8	1×1.5
53	乔木层	柑橘	3	5	1×1.5
53	乔木层	柑橘	3.5	5.1	1×1.5
53	乔木层	柑橘	3	5.2	2×2
53	乔木层	柑橘	4	5.2	1.5×2
53	乔木层	柑橘	4	5.3	2×1.5
53	乔木层	柑橘	3.5	5.5	1.5×1
53	乔木层	柑橘	3.5	4.9	1.5×2
53	乔木层	柑橘	2.5	5	2×1.5
53	乔木层	柑橘	3	5	1.5×1
53	乔木层	柑橘	3	4.8	1×1.5
53	乔木层	柑橘	2.5	5	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	3	5.1	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
53	乔木层	柑橘	3.5	5.2	1.5×1
53	乔木层	柑橘	3.5	5	2×2
53	乔木层	柑橘	4	5.3	1×1.5
53	乔木层	柑橘	4	5	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	3.5	4.9	1.5×2
53	乔木层	柑橘	3	5	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	3.5	5	2×2
53	乔木层	柑橘	3.5	5	1×1.5
53	乔木层	柑橘	3	4.9	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	3.5	5	1.5×2
53	乔木层	柑橘	3.5	4.9	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	3	4.8	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	4	4.9	1.5×2
53	乔木层	柑橘	3.5	4.9	1.5×1.5
53	乔木层	柑橘	4	5	2×2
53	草本层	鬼针草	0.7	50	20%
53	草本层	毛草龙	0.6	6	10%
53	草本层	酢浆草	0.1	60	35%
53	草本层	牛筋草	0.3	48	30%
53	草本层	藿香蓟	0.3	48	15%

样地编号：样方 54　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.07

群落名称：柑橘林　　经纬度坐标：E 115°3′45.58″ N 22°52′47.63″

坡度：5°　　坡向：南坡　　海拔：7m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
54	乔木层	柑橘	4	13.5	1.5×1.5
54	乔木层	柑橘	4.5	13.8	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
54	乔木层	柑橘	5	14.2	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5.5	14.5	1.5×2
54	乔木层	柑橘	4	13.5	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5	14.3	1.5×2
54	乔木层	柑橘	4	13.7	1.5×2
54	乔木层	柑橘	4.5	13.9	1.5×1.5
54	乔木层	柑橘	4.5	13.8	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5.5	14.5	1.5×1.5
54	乔木层	柑橘	5.5	14.5	1.5×1.5
54	乔木层	柑橘	4.5	14	1.5×2
54	乔木层	柑橘	4.5	14	1.5×1.5
54	乔木层	柑橘	4	14.2	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5	14.4	1.5×2.5
54	乔木层	柑橘	4.5	14	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5	14.5	1.5×2
54	乔木层	柑橘	5.5	14.4	1.5×2
54	灌木层	地桃花	1.2	6	8%
54	灌木层	白花灯笼	0.6	7	5%
54	草本层	皱叶狗尾草	0.6	16	8%
54	草本层	藿香蓟	0.3	100+	55%
54	草本层	鬼针草	0.4	50+	18%
54	草本层	牛筋草	0.1	10	5%

样地编号：样方 55　　地点：4#施工支洞周边

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.08

群落名称：柑橘林　　经纬度坐标：E 115°1′18.66″ N 22°52′42.66″

坡度：12°　　坡向：东坡　　海拔：70m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
55	乔木层	柑橘	5	18.5	3×3
55	乔木层	柑橘	5.5	19.4	4×4
55	乔木层	柑橘	6	17.3	3×3
55	乔木层	柑橘	6.5	15.7	3×3
55	乔木层	柑橘	7	16.3	3×3
55	乔木层	柑橘	7	13.2	3×3
55	乔木层	柑橘	5.5	15.1	3×3
55	乔木层	柑橘	5.5	12.9	3×3
55	乔木层	柑橘	6.5	10.2	3×3
55	乔木层	柑橘	6	18.5	4×5
55	乔木层	柑橘	6	16.8	3×3
55	乔木层	柑橘	5	15.4	3×3
55	草本层	蔓生莠竹	0.4	180+	60%
55	草本层	海芋	0.5	2	5%

样地编号：样方 56　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.07

群落名称：栲+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°4′34.06″ N 23°3′20.82″

坡度：10°　　坡向：北坡　　海拔：185m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
56	乔木层	栲	15	29	3×3
56	乔木层	栲	15	22.7	3×3
56	乔木层	栲	14	21.4	3×3
56	乔木层	木竹子	6	14.4	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
56	乔木层	木荷	13	32.4	4×4
56	乔木层	栲	14	22.1	3×3
56	乔木层	栲	14	22.1	3×3
56	乔木层	毛锥	14	22.8	3×3
56	乔木层	栲	15	36.1	5×5
56	乔木层	木荷	6	17.5	2×2
56	乔木层	栲	13	11.8	3×2.5
56	乔木层	木荷	12	19.6	3×3
56	乔木层	木荷	10	13.9	3×2
56	乔木层	栲	13	24.7	3×3
56	乔木层	木荷	7	9.9	2×2
56	乔木层	华润楠	12	18.4	2×3
56	乔木层	木荷	9	9.9	2×2
56	乔木层	木荷	7	17.4	2×2
56	乔木层	木荷	10	13.7	3×2.5
56	乔木层	木荷	15	23.3	3×3
56	乔木层	木荷	8	9.4	3×3
56	乔木层	木荷	10	18.2	3×3
56	乔木层	罗浮柿	10	13.8	3×2
56	乔木层	栲	14	26.6	3×3
56	乔木层	栲	15	23.4	4×5
56	乔木层	木荷	6	14.4	2×2
56	乔木层	木荷	14	44.4	6×6
56	乔木层	木荷	7	14.1	2×2
56	乔木层	栲	15	34.5	5×5
56	乔木层	栲	15	32	4×5
56	乔木层	木荷	12	20.1	3×3
56	乔木层	栲	12	21.2	3×3
56	乔木层	木荷	12	16.3	2×3
56	乔木层	木荷	8	9.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
56	乔木层	栲	14	14.8	3×2.5
56	乔木层	栲	14	15.4	3×2.5
56	乔木层	木荷	6	17.1	3×2
56	乔木层	栲	10	12.2	3×2.5
56	灌木层	细齿叶柃	1.8	8	25%
56	灌木层	华润楠	1.6	4	15%
56	灌木层	山血丹	0.4	12	6%
56	灌木层	油茶	1.8	3	12%
56	灌木层	绒毛润楠	1.5	2	10%
56	灌木层	狗骨柴	1.6	3	8%
56	草本层	狗脊	0.7	7	12%
56	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	4	2%
56	草本层	黑莎草	1.2	2	4%

样地编号：样方 57　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　调查日期：2022.05.07

群落名称：栲+木荷群系　经纬度坐标：E 115°4′33.03″ N 23°3′3.69″

坡度：25°　坡向：东坡　海拔：203m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
57	乔木层	栲	12	15.1	3×3
57	乔木层	木荷	12	16.7	3×3
57	乔木层	栲	13	18.2	3×3
57	乔木层	木荷	9	13.6	3×3
57	乔木层	栲	15	26.4	3×4
57	乔木层	栲	14	21.6	3×4
57	乔木层	木荷	15	28.7	3×4
57	乔木层	栲	15	22.9	3×4
57	乔木层	虎皮楠	14	30.1	4×4

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
57	乔木层	木荷	13	18.4	2×3
57	乔木层	虎皮楠	13	18.2	2×3
57	乔木层	木荷	6.5	6.3	2.5×2
57	乔木层	栲	15	26.7	3×3
57	乔木层	栲	15	23.4	3×3
57	乔木层	毛锥	15	23.4	3×3
57	乔木层	木荷	9	19.8	3×2.5
57	乔木层	木荷	10	19.5	3×3
57	乔木层	罗浮柿	9	12.7	2×2.5
57	乔木层	木荷	8	11.3	2×2
57	乔木层	鹿角锥	11	21.6	4×3.5
57	乔木层	木荷	11	24.5	4×3.5
57	乔木层	木荷	8	18.5	3×3
57	乔木层	栲	9	10.9	3×2.5
57	乔木层	木荷	10	15.3	3×2.5
57	乔木层	栲	10	17.9	3×2.5
57	乔木层	栲	13	25.3	3×3
57	乔木层	木荷	6	17.2	2×2
57	乔木层	栲	14	36.4	5×6
57	乔木层	华润楠	5.5	5.3	1.5×2
57	乔木层	栲	8	8.3	2×2
57	乔木层	栲	16	27.7	3×3
57	乔木层	木荷	14	25.3	3×3
57	乔木层	虎皮楠	9	16.9	2×2.5
57	乔木层	木荷	5	5.8	1×1.5
57	乔木层	鹿角锥	10	13.9	3×3
57	乔木层	栲	15	34.4	5×5
57	乔木层	木荷	14	28.2	4×4
57	乔木层	栲	12	18.4	3×3
57	乔木层	木荷	12	15.9	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
57	乔木层	栲	8	12.7	2×3
57	灌木层	山血丹	0.4	8	5%
57	灌木层	白花苦灯笼	1.5	7	10%
57	灌木层	油茶	1.4	3	8%
57	灌木层	狗骨柴	1.5	2	6%
57	草本层	黑莎草	1.2	8	10%
57	草本层	山菅	0.4	5	5%
57	草本层	狗脊	0.6	8	12%

样地编号：样方 58　　地点：输水干线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.07

群落名称：栲+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°4′46.80″ N 23°2′59.63″

坡度：15°　　坡向：北坡　　海拔：211m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
58	乔木层	栲	6	16.4	1.5×1.5
58	乔木层	栲	7	17.5	1.8×2
58	乔木层	栲	7	18.6	1.5×2
58	乔木层	栲	6	13.1	1×1.5
58	乔木层	栲	6	15.2	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	7	18.7	1.5×2
58	乔木层	木荷	7	16.6	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	14.5	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	15.5	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	15.2	1.5×1.5
58	乔木层	栲	7	16.7	1.5×1.5
58	乔木层	栲	5.5	15.5	1.5×1.5
58	乔木层	栲	5.5	15.1	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	16.8	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
58	乔木层	木荷	7	17.6	1.5×1.5
58	乔木层	栲	6	11.5	2.5×2.5
58	乔木层	木荷	6	13.7	2×2
58	乔木层	木荷	6	13.5	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	14.5	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	6	14.7	2×1.5
58	乔木层	栲	7	14.6	1.5×1.5
58	乔木层	栲	6	14.5	1.5×1.5
58	乔木层	栲	6	13.5	1.5×1.5
58	乔木层	栲	6	13.2	1.5×1.5
58	乔木层	栲	6	13.5	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	7	16.7	1.5×1.5
58	乔木层	木荷	7	16.4	1.5×1.5
58	乔木层	栲	8	19.2	2×2
58	灌木层	华润楠	1.5	3	10%
58	灌木层	铁冬青	1.5	3	10%
58	灌木层	狗骨柴	1.8	5	12%
58	灌木层	鼠刺	1.5	2	5%
58	草本层	华山姜	1.2	5	15%
58	草本层	黑莎草	0.8	2	5%
58	草本层	芒萁	0.5	50+	25%
58	草本层	中华里白	1.2	12	25%
58	草本层	深绿卷柏	0.1	10	3%
58	草本层	山菅	0.4	4	4%

样地编号：样方 59　地点：临时堆土场 L1 旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　调查日期：2022.05.08

群落名称：栲+木荷群系　经纬度坐标：E 115°4′32.69″ N 23°3′26.60″

坡度：25°　坡向：东北坡　海拔：201m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
59	乔木层	栲	11	13.1	3×2.5
59	乔木层	栲	13	20.4	3×3
59	乔木层	木荷	13	21.5	3×3
59	乔木层	栲	13	20.6	3×3
59	乔木层	木荷	10	7.6	2×2.5
59	乔木层	栲	11	12.1	3×2.5
59	乔木层	栲	8	8.2	2×2.5
59	乔木层	栲	15	30.8	4×4
59	乔木层	栲	15	28.9	4×4
59	乔木层	木荷	7	16.8	1×1.5
59	乔木层	木荷	4	13.8	1.5×2
59	乔木层	栲	12	16.5	2.5×3
59	乔木层	木荷	6	14.2	2×1.5
59	乔木层	栲	16	48.5	5×5
59	乔木层	华润楠	12	13.1	2×3
59	乔木层	木荷	7	18.2	2×2
59	乔木层	木荷	6	15.7	2×1.5
59	乔木层	栲	14	13.8	2.5×3
59	乔木层	栲	14	14.4	2.5×3
59	乔木层	华润楠	12	13.6	2.5×2
59	乔木层	木荷	6	14.2	1.5×2
59	乔木层	木荷	6	16.8	2×1.5
59	乔木层	木荷	6	17.1	2×2.5
59	乔木层	华润楠	12	13.3	2×2
59	乔木层	栲	13	15.2	2.5×3
59	乔木层	木荷	8	16.8	2×2
59	乔木层	木荷	10	11.5	2×2.5
59	乔木层	木荷	10	12.9	2×2.5
59	乔木层	木荷	8	16.5	2×2
59	乔木层	南酸枣	9	11.9	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
59	乔木层	木荷	7	18.1	2×2.5
59	乔木层	木荷	7	17.9	2×2.5
59	乔木层	栲	9	9.8	2×2.5
59	乔木层	栲	10	15.8	3×3
59	乔木层	木荷	3.5	12.2	1×1.5
59	乔木层	栲	15	23.6	3×3.5
59	乔木层	栲	15	23.8	3×3.5
59	乔木层	栲	14	17.8	3×3
59	乔木层	华润楠	12	11.6	2×2
59	乔木层	栲	15	28.9	3×3.5
59	乔木层	栲	10	10.8	2×2.5
59	乔木层	栲	14	26.6	3×3
59	乔木层	栲	14	24.9	3×3
59	乔木层	木荷	6	5.2	2×1.5
59	乔木层	罗浮柿	8	8.8	2×2
59	乔木层	木荷	6	15.8	1×2
59	乔木层	木荷	5	15.3	1×1.5
59	乔木层	木荷	4	13.9	1×1.5
59	乔木层	罗浮柿	11	13	2×2
59	乔木层	罗浮柿	10	11.1	2×2
59	乔木层	木荷	9	13.5	2×2
59	乔木层	木荷	7	16.9	2×2
59	乔木层	栲	14	20.9	3×3
59	乔木层	栲	11	14	2.5×3
59	乔木层	山乌桕	9	16.7	3×3
59	乔木层	华润楠	6	7.7	2×2
59	乔木层	木荷	8	8.9	2×2
59	乔木层	栲	13	14.7	2.5×3
59	乔木层	栲	14	17.6	2.5×3
59	乔木层	栲	13	16.8	2.5×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
59	灌木层	狗骨柴	0.8	4	5%
59	灌木层	红淡比	0.5	8	8%
59	灌木层	华南蒲桃	0.8	5	7%
59	灌木层	鼠刺	1.2	9	15%
59	草本层	十字薹草	0.7	5	6%
59	草本层	黑莎草	1.2	6	6%
59	草本层	团叶鳞始蕨	0.1	15	10%
59	草本层	狗脊	0.7	8	12%

样地编号：样方 60　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.08

群落名称：栲群系　　经纬度坐标：E 115°4′55.66″ N 23°1′16.12″

坡度：15°　　坡向：西南坡　　海拔：336m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
60	乔木层	栲	16	33.2	4×4
60	乔木层	栲	15	28.5	3×3
60	乔木层	栲	15	29.6	3×3
60	乔木层	枫香	9	11.9	3×3
60	乔木层	虎皮楠	10	10.3	2×2
60	乔木层	虎皮楠	9	9.9	2×2
60	乔木层	罗浮柿	8	9.8	2×3
60	乔木层	栲	14	25.9	4×4
60	乔木层	栲	14	18.1	3×3
60	乔木层	栲	14	19.7	3×3
60	乔木层	栲	14	16	3×3
60	乔木层	栲	12	9.8	3×2
60	乔木层	栲	15	26.7	4×4
60	乔木层	栲	15	25.2	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
60	乔木层	栲	14	20.5	3×3
60	乔木层	栲	13	16.1	3×3
60	乔木层	栲	8	13	2×2
60	乔木层	细齿叶柃	7	6.3	2×2
60	乔木层	细齿叶柃	7	5.6	2×1.5
60	乔木层	栲	14.5	25.9	3×4
60	乔木层	细齿叶柃	5	5.6	2×1.5
60	乔木层	栲	16	21	3×3
60	乔木层	华润楠	10	11.4	2×2.5
60	乔木层	细齿叶柃	5	6.6	1.5×2
60	乔木层	栲	15	29.4	3×3
60	乔木层	栲	15	21.4	3×3
60	乔木层	华润楠	9	11.9	2×2
60	乔木层	华润楠	9	8.4	2×2
60	灌木层	绒毛润楠	1.8	6	15%
60	灌木层	密花树	0.6	5	4%
60	灌木层	铁冬青	0.6	8	10%
60	灌木层	狗骨柴	0.5	3	5%
60	灌木层	变叶榕	0.4	2	4%
60	灌木层	乌药	0.8	3	5%
60	灌木层	白花苦灯笼	1.4	3	8%
60	草本层	黑莎草	1.2	2	5%
60	草本层	团叶鳞始蕨	0.2	4	2%
60	草本层	华山姜	0.4	1	3%
60	草本层	半边旗	0.3	2	3%

样地编号：样方 61　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.08

群落名称：栲群系　　经纬度坐标：E 115°5′8.98″ N 23°1′8.30″

坡度：15°　　坡向：北坡　　海拔：292m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
61	乔木层	栲	11	13.1	3×2.5
61	乔木层	栲	13	20.4	3×3
61	乔木层	栲	13	21.5	3×3
61	乔木层	栲	13	20.6	3×3
61	乔木层	杉木	7	10.3	2×2
61	乔木层	栲	11	12.1	3×2.5
61	乔木层	栲	8	8.2	2×2.5
61	乔木层	杉木	9	13.9	2×2
61	乔木层	栲	15	30.8	4×4
61	乔木层	栲	15	28.9	4×4
61	乔木层	栲	12	16.5	2.5×3
61	乔木层	栲	16	48.5	5×5
61	乔木层	华润楠	12	13.1	2×3
61	乔木层	栲	14	13.8	2.5×3
61	乔木层	栲	14	14.4	2.5×3
61	乔木层	华润楠	12	13.6	2.5×2
61	乔木层	华润楠	12	13.3	2×2
61	乔木层	栲	13	15.2	2.5×3
61	乔木层	罗浮柿	10	11	2×2.5
61	乔木层	南酸枣	9	11.9	2×3
61	乔木层	罗浮柿	7	8.1	2×2.5
61	乔木层	罗浮柿	7	7.9	2×2.5
61	乔木层	栲	9	9.8	2×2.5
61	乔木层	栲	10	15.8	3×3
61	乔木层	栲	15	23.6	3×3.5
61	乔木层	栲	15	23.8	3×3.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
61	乔木层	栲	14	17.8	3×3
61	乔木层	华润楠	12	11.6	2×2
61	乔木层	栲	15	28.9	3×3.5
61	乔木层	栲	10	10.8	2×2.5
61	乔木层	栲	14	26.6	3×3
61	乔木层	栲	14	24.9	3×3
61	乔木层	罗浮柿	8	8.8	2×2
61	乔木层	罗浮柿	11	13	2×2
61	乔木层	罗浮柿	10	11.1	2×2
61	乔木层	木荷	9	13.5	2×2
61	乔木层	木荷	7	6.9	2×2
61	乔木层	栲	14	20.9	3×3
61	乔木层	栲	11	14	2.5×3
61	乔木层	山乌桕	9	16.7	3×3
61	乔木层	木荷	8	8.9	2×2
61	乔木层	栲	13	14	2.5×3
61	乔木层	栲	14	17.6	2.5×3
61	乔木层	栲	13	16.8	2.5×3
61	灌木层	狗骨柴	0.8	3	5%
61	灌木层	铁冬青	0.6	5	8%
61	灌木层	红淡比	0.5	7	8%
61	灌木层	华南蒲桃	0.8	2	5%
61	灌木层	鼠刺	1.2	3	8%
61	草本层	十字薹草	0.4	3	5%
61	草本层	黑莎草	1.2	4	6%
61	草本层	团叶鳞始蕨	0.1	3	3%
61	草本层	狗脊	0.7	2	8%

样地编号：样方 62　　地点：输水干线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、林金帆、李志瀚　　调查日期：2022.05.09

群落名称：栲群系　　经纬度坐标：E 115°4′44.81″ N 23°1′15.62″

坡度：25°　　坡向：北坡　　海拔：330m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
62	乔木层	栲	15	29.8	3×3.5
62	乔木层	栲	14	21.2	3×3
62	乔木层	栲	13	17.2	3×3
62	乔木层	栲	15	21.8	3×3.5
62	乔木层	栲	13	13	3×3
62	乔木层	华润楠	13	15	2.5×3
62	乔木层	毛锥	10	11.5	2×2.5
62	乔木层	罗浮柿	9	12.1	2×2
62	乔木层	栲	14	23.6	3×3
62	乔木层	栲	14	21.7	3×3
62	乔木层	栲	14	20.4	3×3
62	乔木层	栲	15	28.3	3×3
62	乔木层	栲	10	13.9	2×3
62	乔木层	栲	14	32.4	5×5
62	乔木层	华润楠	12	11.7	2×2.5
62	乔木层	栲	16	29	3×3
62	乔木层	栲	15	25.7	3×3
62	乔木层	栲	14	21.4	3×3
62	乔木层	鹿角锥	16	32.4	4×5
62	乔木层	栲	14	20.1	3×3
62	乔木层	栲	14	22.1	3×3
62	乔木层	毛锥	14	22.8	3×3
62	乔木层	栲	17	36.1	5×5
62	乔木层	鹿角锥	6	7.5	2×2
62	乔木层	鹿角锥	6	6.8	2×1.5
62	乔木层	栲	8	10.8	3×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
62	乔木层	栲	15	26.8	3×3.5
62	乔木层	栲	14	20.2	3×3
62	乔木层	栲	13	19.2	3×3
62	乔木层	栲	15	23.8	3×3.5
62	乔木层	栲	13	13.4	3×3
62	乔木层	栲	13	15.7	2.5×3
62	乔木层	毛锥	10	12.5	2×2.5
62	灌木层	乌药	1.3	2	8%
62	灌木层	铁冬青	1.6	8	15%
62	灌木层	绒毛润楠	1.3	6	12%
62	灌木层	狗骨柴	1.6	2	8%
62	灌木层	油茶	1.8	5	20%
62	灌木层	杜茎山	0.6	3	8%
62	灌木层	三花冬青	1.5	2	8%
62	草本层	狗脊	0.8	8	15%
62	草本层	黑莎草	1.2	4	5%
62	草本层	团叶鳞始蕨	0.2	9	2%
62	草本层	扇叶铁线蕨	0.3	2	2%

样地编号：样方 63　　地点：临时堆土场 L4 内

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.25

群落名称：箬竹林　　经纬度坐标：E 115°2′46.80″ N 22°53′13.62″

坡度：20°　　坡向：东北坡　　海拔：31m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
63	灌木层	箬竹	9	263	70%
63	灌木层	马缨丹	1.5	3	5%
63	灌木层	潺槁木姜子	1.5	6	10%
63	灌木层	山黄麻	1.2	3	5%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
63	灌木层	苎麻	1.4	12	15%
63	草本层	蔓生莠竹	0.4	220+	70%
63	草本层	葛	2.5	3	12%
63	草本层	半边旗	0.4	3	2%
63	草本层	乌毛蕨	0.7	3	5%

样地编号：样方 64　　地点：明热河施工围堰旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.25

群落名称：簕竹林　　经纬度坐标：E 115°2′52.86″ N 22°53′10.66″

坡度：22°　　坡向：东北坡　　海拔：33m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
64	灌木层	簕竹	8	182	60%
64	灌木层	盐肤木	2.2	2	13%
64	灌木层	野牡丹	1.2	6	15%
64	草本层	蔓生莠竹	0.3	60	20%
64	草本层	藿香蓟	0.3	80	15%
64	草本层	海芋	0.5	2	3%
64	草本层	海金沙	1.5	3	3%
64	草本层	芒	1.5	6	8%

样地编号：样方 65　　地点：明热河施工围堰旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.25

群落名称：簕竹林　　经纬度坐标：E 115°2′49.80″ N 22°53′5.15″

坡度：24°　　坡向：西坡　　海拔：38m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
65	灌木层	簕竹	8	210+	80%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
65	灌木层	银柴	1.8	18	15%
65	灌木层	鹅掌柴	2.5	3	15%
65	灌木层	水同木	1.8	3	12%
65	草本层	藿香蓟	0.5	53	13%
65	草本层	鬼针草	0.5	44	10%
65	草本层	半边旗	0.4	3	3%

样地编号：样方 66　地点：明热河施工围堰旁下游明热河旁

样方面积：5×5m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.09.25

群落名称：箣竹林　经纬度坐标：E 115°2′59.60″ N 22°52′55.91″

坡度：20°　坡向：东坡　海拔：25m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
66	灌木层	箣竹	9	170+	80%
66	灌木层	菝葜	1.5	4	10%
66	灌木层	山芝麻	0.5	6	5%
66	草本层	藿香蓟	0.4	24	12%
66	草本层	蔓生莠竹	0.3	18	10%
66	草本层	芒	1.4	25	15%
66	草本层	皱叶狗尾草	1.3	13	5%

样地编号：样方 67　地点：赤石街道岭头仔

样方面积：5×5m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.09.25

群落名称：箣竹林　经纬度坐标：E 115°3′4.27″ N 22°52′39.94″

坡度：23°　坡向：西北坡　海拔：23m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
67	灌木层	箣竹	8	220+	80%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
67	草本层	藿香蓟	0.4	120	50%
67	草本层	芒	1.4	25	10%
67	草本层	鬼针草	0.5	30	15%

样地编号：样方 68　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.26

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°4′7.24″ N 22°57′43.97″

坡度：44°　　坡向：西坡　　海拔：230m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
68	乔木层	藜塑	9	21.6	2×3
68	乔木层	藜塑	9	20.4	2×3
68	乔木层	藜塑	11	29.7	2×4
68	乔木层	藜塑	10	23	2×3
68	乔木层	藜塑	10	22.9	2×3
68	乔木层	藜塑	11	26.8	4×2
68	乔木层	藜塑	11	27.7	4×2
68	乔木层	藜塑	11	29.4	4×3
68	乔木层	藜塑	10	19.1	2×2
68	乔木层	藜塑	10	20.2	2×3
68	乔木层	藜塑	10	21.3	2×3
68	乔木层	藜塑	10	19.1	2×3
68	乔木层	藜塑	10	20.2	2×3
68	乔木层	藜塑	10	21.3	2×3
68	乔木层	藜塑	10	22.6	2×3
68	乔木层	藜塑	10	20.5	2×3
68	乔木层	藜塑	10	20.3	2×3
68	乔木层	藜塑	9	18.2	2×2
68	乔木层	藜塑	9	17.8	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
68	乔木层	藜塑	9	19.5	3×2
68	乔木层	藜塑	11	26.9	2×2
68	乔木层	藜塑	10	20.9	2×3
68	乔木层	藜塑	10	19.6	2×2
68	乔木层	藜塑	10	20.2	2×3
68	乔木层	藜塑	10	21.3	2×3
68	乔木层	藜塑	10	19.2	2×3
68	乔木层	藜塑	10	18.5	2×3
68	乔木层	藜塑	10	17.7	2×2
68	乔木层	藜塑	9	18.6	2×2
68	乔木层	藜塑	9	17.8	2×2
68	乔木层	藜塑	9	19.5	2×3
68	乔木层	藜塑	9	16.9	2×2
68	乔木层	藜塑	10	20.9	2×3
68	乔木层	藜塑	10	19.6	2×3
68	乔木层	藜塑	10	20.2	2×3
68	乔木层	藜塑	10	21.3	2×3
68	乔木层	藜塑	10	19.2	2×3
68	乔木层	藜塑	9	18.5	2×3
68	乔木层	藜塑	9	17.7	2×3
68	乔木层	藜塑	9	18.9	2×3
68	乔木层	藜塑	10	20.3	2×3
68	乔木层	藜塑	9	17.3	2×2
68	乔木层	藜塑	9	18.7	2×2
68	乔木层	藜塑	9	18.2	2×2
68	乔木层	藜塑	9	17.8	2×2
68	乔木层	藜塑	9	19.5	2×3
68	乔木层	藜塑	11	26.9	2×2
68	乔木层	藜塑	10	19.5	2×2.5
68	乔木层	藜塑	10	16.9	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
68	乔木层	藜塑	10	20.9	2×3
68	乔木层	马尾松	11	19.5	1.5×2
68	乔木层	马尾松	10	14.2	1.5×1.5
68	乔木层	马尾松	10	18.7	2.5×2
68	乔木层	马尾松	10	21.7	2×3
68	乔木层	马尾松	11	24.3	1.5×1.5
68	乔木层	马尾松	10	13.2	2×3
68	灌木层	三花冬青	1.2	2	5%
68	灌木层	羊角拗	1.5	3	10%
68	灌木层	豺皮樟	1.6	8	25%
68	灌木层	桃金娘	1.5	7	10%
68	草本层	黑莎草	1.1	10	10%
68	草本层	芒萁	0.6	180	60%
68	草本层	山菅	0.4	3	3%

样地编号：样方 69　　地点：输水干线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.26

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°4′7.74″ N 22°56′27.76″

坡度：40°　　坡向：东坡　　海拔：300m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
69	乔木层	藜塑	7	12.4	2×3
69	乔木层	藜塑	8	13.6	2×3
69	乔木层	藜塑	8	10.4	2×3
69	乔木层	藜塑	8	18.7	2×2
69	乔木层	藜塑	6	14.5	1.5×2
69	乔木层	藜塑	7	17.2	2×2
69	乔木层	藜塑	8	15.6	3×3
69	乔木层	藜塑	6	10.7	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
69	乔木层	藜塑	6.5	12.3	2×3
69	乔木层	藜塑	8	11.6	2×2
69	乔木层	藜塑	8	10.4	2×2
69	乔木层	藜塑	9	9.7	2×3
69	乔木层	藜塑	10	13	2×3
69	乔木层	藜塑	9.5	12.9	2×3
69	乔木层	藜塑	9.5	16.8	2×3
69	乔木层	藜塑	8	7.7	2×3
69	乔木层	藜塑	8	9.4	2×3
69	乔木层	藜塑	8	9.1	2×3
69	乔木层	藜塑	7.5	10.2	2×3
69	乔木层	藜塑	10	11.3	2×3
69	乔木层	藜塑	10	12.6	2×3
69	乔木层	藜塑	7.5	10.5	2×3
69	乔木层	藜塑	8	10.3	2×3
69	乔木层	藜塑	8	8.2	2×3
69	乔木层	藜塑	7.5	12.6	2×3
69	乔木层	藜塑	7.5	10.5	2×3
69	乔木层	藜塑	10	10.3	2×3
69	乔木层	藜塑	10	8.2	2×3
69	乔木层	藜塑	7.5	7.8	2×2
69	乔木层	藜塑	8	9.5	2×3
69	乔木层	藜塑	8	6.9	2×2
69	乔木层	藜塑	9	9.5	2×2
69	乔木层	藜塑	6	6.9	2×2
69	乔木层	藜塑	9.5	10.9	2×3
69	乔木层	藜塑	8	9.6	2×3
69	灌木层	豺皮樟	2.0	3	13%
69	灌木层	桃金娘	1.5	13	15%
69	灌木层	三桠苦	1.6	27	35%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
69	草本层	黑莎草	1.2	10	10%
69	草本层	芒萁	0.8	163	65%
69	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	5	2%
69	草本层	山菅	0.4	3	3%
69	草本层	芒	1.2	5	5%

样地编号：样方 70　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.26

群落名称：藜塑群系　　经纬度坐标：E 115°4′41.12″ N 22°56′55.82″

坡度：66°　　坡向：西坡　　海拔：83m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
70	乔木层	藜塑	14	47.9	4×5
70	乔木层	细齿叶柃	6	9.1	1.5×1.5
70	乔木层	毛锥	12	17.5	3.5×3
70	乔木层	细齿叶柃	4.5	8.7	1×1.5
70	乔木层	细齿叶柃	7	11	2×2
70	乔木层	藜塑	12	22.1	3×3
70	乔木层	藜塑	10	18	3×3
70	乔木层	藜塑	16	28.9	5×5
70	乔木层	细齿叶柃	7.5	8	2×2.5
70	乔木层	藜塑	18	45.5	4.5×5
70	乔木层	木竹子	6	6.6	2.5×2.5
70	乔木层	华润楠	7	7	2.5×2
70	乔木层	藜塑	14	27.8	4×5
70	乔木层	毛锥	4	13.7	1.5×2
70	乔木层	华润楠	5	13.7	1.5×1
70	乔木层	细齿叶柃	5.5	6.6	1.5×2
70	乔木层	藜塑	12	26.5	4×5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
70	乔木层	黄樟	10	13.2	2.5×3
70	乔木层	黄樟	10	11.5	2.5×2
70	乔木层	黄樟	4	14.2	1.5×2
70	乔木层	华润楠	4	14.2	1.5×1.5
70	乔木层	藜塑	13	27.5	3.5×3
70	乔木层	细齿叶柃	6	8.8	2×2
70	乔木层	藜塑	10	16.5	2.5×3
70	乔木层	藜塑	14	32.5	4×4.5
70	乔木层	藜塑	14	28.9	4×4
70	乔木层	毛锥	11	18.5	3.5×3
70	乔木层	黄樟	6.5	8	1.5×2
70	乔木层	细齿叶柃	5	14.8	1.5×1.5
70	乔木层	细齿叶柃	8	11.5	2×2.5
70	乔木层	细齿叶柃	7.5	12.4	2×3
70	乔木层	藜塑	14	23.5	3×3
70	乔木层	华润楠	12	18.8	3×3.5
70	乔木层	华润楠	9	10.8	3×2.5
70	乔木层	藜塑	14	33.5	4.5×5
70	乔木层	藜塑	14	26.5	4×5
70	乔木层	华润楠	14	27.5	4×5
70	乔木层	香皮树	7.5	9	2×3
70	灌木层	藜塑	1.6	12	30%
70	灌木层	鼠刺	1.4	2	8%
70	灌木层	香皮树	1.5	2	10%
70	灌木层	绒毛润楠	2.0	1	8%
70	灌木层	细齿叶柃	1.7	11	20%
70	草本层	芒萁	0.5	80+	50%
70	草本层	扇叶铁线蕨	0.1	13	5%
70	草本层	黑莎草	0.8	8	6%
70	草本层	山菅	0.4	3	2%

样地编号：样方 71　　地点：冰深村

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.27

群落名称：荔枝林　　经纬度坐标：E 115°3′19.15″ N 22°52′54.10″

坡度：22°　　坡向：西坡　　海拔：24m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
71	乔木层	荔枝	3.5	8.5	1.5×1.5
71	乔木层	荔枝	3.5	9	1.5×1.5
71	乔木层	荔枝	4	8.5	1.5×2
71	乔木层	荔枝	3.5	8.7	1.5×2
71	乔木层	荔枝	4.5	9.5	2×2
71	乔木层	荔枝	4.5	9.8	2×2
71	乔木层	荔枝	4	10.5	2.5×1.5
71	乔木层	荔枝	4	10.3	2×2.5
71	乔木层	荔枝	3.5	11.5	2×2.5
71	乔木层	荔枝	3.5	11.4	2×1.5
71	乔木层	荔枝	4	11.8	1.5×2
71	乔木层	荔枝	4	11.6	1.5×1.5
71	乔木层	荔枝	4.5	10.5	2.5×2.5
71	乔木层	荔枝	4.5	10.8	1.5×2
71	乔木层	荔枝	4.5	8.4	2×2
71	乔木层	荔枝	3.5	8.9	2×1.5
71	乔木层	荔枝	3.5	9.4	2×2.5
71	乔木层	龙眼	5.5	18.5	2×2
71	乔木层	龙眼	5.5	18.5	2×2
71	草本层	鬼针草	0.6	100	50%
71	草本层	藿香蓟	0.5	60+	35%

样地编号：样方 72　　地点：1#施工支洞工区 GQ1 旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.26

群落名称：荔枝林　　经纬度坐标：E 115°4′12.45″ N 23°3′23.17″

坡度：20°　　坡向：东坡　　海拔：31m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
72	乔木层	荔枝	3.5	15.5	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	15	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	18	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	15.5	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	16	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	16.5	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	17	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	17	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	17.8	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	16.9	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3.5	16.4	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	16.2	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	15.9	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	17.1	1.5×1.5
72	乔木层	荔枝	3	17.5	1.5×1.5
72	草本层	鬼针草	0.6	100	50%
72	草本层	藿香蓟	0.5	100	55%

样地编号：样方 73　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.09.28

群落名称：荔枝林　　经纬度坐标：E 115°2′43.81″ N 22°53′39.21″

坡度：24°　　坡向：西坡　　海拔：35m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
73	乔木层	荔枝	5	28.5	4.5×4.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
73	乔木层	荔枝	6	37.3	5×5
73	乔木层	荔枝	6.5	35.7	4.5×5
73	乔木层	荔枝	7	36.3	5×4.5
73	乔木层	荔枝	7	33.2	4.5×4.5
73	乔木层	荔枝	5.5	35.1	4.5×4.5
73	乔木层	荔枝	5.5	32.9	4.5×4.5
73	乔木层	荔枝	6.5	30.2	4.5×5
73	乔木层	荔枝	6	28.5	4×5
73	乔木层	荔枝	6	36.8	5×4.5
73	乔木层	荔枝	5	35.4	4.5×4.5
73	草本层	蔓生莠竹	0.4	180+	60%
73	草本层	海芋	0.5	2	5%

样地编号：样方 74　地点：赤石街道岭头仔

样方面积：2×2m　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.05.09

群落名称：落花生　经纬度坐标：E 115°2′49.57″ N 22°52′59.94″

坡度：　坡向：　海拔：22m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
74	草本层	落花生	0.2	21	90%

样地编号：样方 75　地点：堆渣场 ZC2 临时道路旁

样方面积：2×2m　调查人：刘闯、林金帆、何惠婷　调查日期：2022.05.26

群落名称：落花生　经纬度坐标：E 115°5′10.66″ N 23°57′17.57″

坡度：　坡向：　海拔：15m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
75	草本层	落花生	0.2	20	85%

样地编号：样方 76 地点：赤石街道岭头仔

样方面积：2×2m 调查人：刘闯、林金帆、何惠婷 调查日期：2022.05.29

群落名称：落花生 经纬度坐标：E 115°2′58.02″ N 22°52′41.05″

坡度： 坡向： 海拔：27m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
76	草本层	落花生	0.3	22	90%

样地编号：样方 77 地点：输水线路及受水区评价范围 S356 旁

样方面积：20×20m 调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷 调查日期：2022.12.25

群落名称：马尾松+木荷群系 经纬度坐标：E 115°4′27.61″ N 23°3′42.83″

坡度：45° 坡向：北坡 海拔：181m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
77	乔木层	马尾松	3	5.9	1×2
77	乔木层	马尾松	3	5.1	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3	4.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3	4.3	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3.5	5.2	1.5×2
77	乔木层	马尾松	5	5.3	1.5×2
77	乔木层	马尾松	5	5	1.5×2
77	乔木层	马尾松	4	4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4	4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4.5	5.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4	5.4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4.5	5.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3	5.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4	6	2×1.5
77	乔木层	马尾松	5	6	2×1.5
77	乔木层	马尾松	5	6.8	2×2
77	乔木层	马尾松	5	6.9	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
77	乔木层	马尾松	4.5	4.9	1.5×2
77	乔木层	马尾松	4.5	5.3	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4	4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	5	4.8	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4	5.9	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3	5.4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3.5	4	2×1.5
77	乔木层	马尾松	3.5	4.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4.5	5.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	4.5	5.5	2×1.5
77	乔木层	马尾松	5	8	2×2
77	乔木层	马尾松	5	7	2×2
77	乔木层	马尾松	5	8	2×2
77	乔木层	马尾松	4	6.5	2×2
77	乔木层	木荷	4.5	6.5	1.5×2
77	乔木层	木荷	4.5	5.8	1.5×2
77	乔木层	木荷	4.5	5.5	1.5×2
77	乔木层	木荷	4.5	6.3	2×2
77	乔木层	木荷	4.5	5.7	2×2
77	乔木层	木荷	6	5.5	2×1.5
77	乔木层	木荷	6	6.5	2×2
77	乔木层	木荷	5.5	5.8	2×2
77	乔木层	木荷	5.5	5.5	2×2
77	乔木层	木荷	6	6.3	2×2
77	乔木层	木荷	5	5.7	2×1.5
77	乔木层	木荷	5	5.5	2×1.5
77	乔木层	木荷	5.5	5.9	2×1.5
77	乔木层	木荷	5.5	5.5	2×1.5
77	乔木层	木荷	6	5.5	2×1.5
77	乔木层	木荷	5	6.9	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
77	乔木层	木荷	5	5.5	2×1.5
77	乔木层	木荷	5	6	2×2
77	乔木层	木荷	6	6.4	2×2
77	乔木层	杉木	5	6	2×2
77	乔木层	杉木	7	6.8	2×2
77	乔木层	杉木	7	6.9	2×2
77	乔木层	杉木	5	6.5	2.5×1.5
77	乔木层	杉木	5	6	2×2
77	乔木层	杉木	6	6.5	2×2
77	乔木层	山乌桕	5	6	1.5×2.5
77	乔木层	枫香	6	6.5	2.5×2
77	灌木层	桃金娘	1	20	15%
77	灌木层	野牡丹	0.8	11	10%
77	灌木层	岗松	0.6	25	20%
77	灌木层	鼠刺	0.5	5	3%
77	灌木层	山鸡椒	0.5	1	1%
77	灌木层	三桠苦	1.2	1	1%
77	草本层	芒萁	0.6	160+	70%
77	草本层	黑莎草	1.5	9	15%
77	草本层	乌毛蕨	1.2	8	10%
77	草本层	山菅	0.3	1	1%

样地编号：样方 78　　地点：临时堆土场 L1 旁

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.25

群落名称：马尾松+木荷群系　　经纬度坐标：E 115°4′22.82″ N 23°3′37.62″

坡度：59°　　坡向：南坡　　海拔：110m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
78	乔木层	马尾松	4	5.5	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
78	乔木层	马尾松	5	4.8	1.5×2
78	乔木层	马尾松	5	4.9	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3.5	4.5	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4	4	1.5×2
78	乔木层	马尾松	4	6	2×1.5
78	乔木层	马尾松	5.5	7.8	1.5×2
78	乔木层	马尾松	4.5	4.4	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3.5	4.1	1.5×2
78	乔木层	马尾松	4	5.4	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3.5	4.5	1×2.5
78	乔木层	马尾松	4.5	4.8	1.5×2
78	乔木层	马尾松	5	5.6	2×1.5
78	乔木层	马尾松	5	8	2×2
78	乔木层	马尾松	5.5	7.7	2×2
78	乔木层	马尾松	5	6.5	2×2
78	乔木层	马尾松	5	4.8	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4.5	4.9	2×1.5
78	乔木层	马尾松	5	4.5	1.5×2
78	乔木层	马尾松	4	4	2×1.5
78	乔木层	马尾松	5	6	2×2
78	乔木层	马尾松	5	7.8	2×2
78	乔木层	马尾松	4.5	4.4	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4	4.1	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4	5.4	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3.5	4.5	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3.5	4.8	2×1.5
78	乔木层	马尾松	3	5.6	2×1.5
78	乔木层	马尾松	6	8	2×2.
78	乔木层	马尾松	5.5	7.7	2×2
78	乔木层	马尾松	5	6.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
78	乔木层	马尾松	4.5	5.6	2×2
78	乔木层	马尾松	5.5	8	2×2
78	乔木层	马尾松	5	7.7	2×2
78	乔木层	马尾松	4.5	4.8	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4	4.9	2×1.5
78	乔木层	马尾松	4	4.5	2×1.5
78	乔木层	木荷	6	4	2×1.5
78	乔木层	木荷	5.5	6	2×
78	乔木层	木荷	5.5	7	2×2
78	乔木层	木荷	5	4.4	2×1.5
78	乔木层	木荷	5	4.1	2×1.5
78	乔木层	木荷	5.5	5.4	1.5×2
78	乔木层	木荷	6	4.5	1.5×2
78	乔木层	木荷	4	4.8	1.5×2
78	乔木层	木荷	4.5	5.6	1.5×2
78	乔木层	木荷	6	8	2×2
78	乔木层	木荷	5.5	7	2×2
78	乔木层	木荷	5.5	6.5	2×2
78	乔木层	木荷	4.5	5.8	2×2
78	乔木层	木荷	5.5	7	2×5
78	乔木层	木荷	6	5.4	2×1.5
78	乔木层	木荷	6	5.5	2×1.5
78	乔木层	木荷	4.5	5.2	2×1.5
78	乔木层	木荷	4.5	5.5	2×1.5
78	乔木层	木荷	5.5	4.5	2×1.5
78	乔木层	杉木	6	4.8	1.5×2
78	乔木层	杉木	6.5	5.6	1.5×2
78	乔木层	杉木	7	8	2×2
78	乔木层	杉木	5.5	7	2×2
78	乔木层	杉木	5	6.5	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
78	乔木层	杉木	5	6.5	2×2
78	乔木层	山乌桕	6	5.5	2×1.5
78	乔木层	山乌桕	5	8.6	2×2
78	乔木层	枫香	6	7.5	2×2
78	灌木层	桃金娘	1	20	20%
78	灌木层	野牡丹	0.8	11	10%
78	灌木层	岗松	0.6	25	20%
78	灌木层	鼠刺	0.5	5	3%
78	灌木层	山鸡椒	0.5	1	1%
78	草本层	芒萁	0.6	150+	70%
78	草本层	黑莎草	1.5	9	15%
78	草本层	乌毛蕨	1.2	8	10%
78	草本层	山菅	0.3	1	1%

样地编号：样方 79　地点：输水线路及受水区评价范围 S356 旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.12.26

群落名称：马尾松+木荷群系　经纬度坐标：E 115°3′59.72″ N 23°3′29.35″

坡度：43°　坡向：东北坡　海拔：31m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
79	乔木层	马尾松	5.5	7.8	2×2
79	乔木层	马尾松	4.5	4.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	3.5	4.1	2×1.5
79	乔木层	马尾松	3	5.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	3.5	4.5	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	4.8	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	5.6	2×1.5
79	乔木层	马尾松	6	8	2×2
79	乔木层	马尾松	4.5	7.7	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
79	乔木层	马尾松	5	6.5	2×2
79	乔木层	马尾松	5	4.8	1.5×2
79	乔木层	马尾松	4.5	4.9	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	4.5	1.5×2
79	乔木层	马尾松	4.5	4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	6	1.5×2
79	乔木层	马尾松	5.5	7.8	2×2
79	乔木层	马尾松	3	4.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	3.5	4.1	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	5.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	4.5	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	4.8	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	5.6	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5.5	7.8	2×2
79	乔木层	马尾松	4.5	4.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	4.1	1.5×2
79	乔木层	马尾松	3.5	5.4	2×1.5
79	乔木层	马尾松	3	4.5	1.5×2
79	乔木层	马尾松	3.5	4.8	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	5.6	1.5×2
79	乔木层	马尾松	5.5	8	2×2
79	乔木层	马尾松	5	7.7	2×2
79	乔木层	马尾松	4.5	6.5	2×2
79	乔木层	马尾松	5	4.8	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	4.9	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	4.5	2×1.5
79	乔木层	马尾松	5	4.8	2×1.5
79	乔木层	马尾松	4.5	6	2×2
79	乔木层	马尾松	5	7.8	2×2
79	乔木层	马尾松	5	4.4	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
79	乔木层	马尾松	4.5	4.1	1.5×2
79	乔木层	木荷	6	6.3	2×2
79	乔木层	木荷	5	5.7	2×1.5
79	乔木层	木荷	5	5.5	2×1.5
79	乔木层	木荷	4.5	4.9	2×1.5
79	乔木层	木荷	4	4.5	2×1.5
79	乔木层	木荷	5	5.5	2×1.5
79	乔木层	木荷	6	6.9	2×2
79	乔木层	木荷	5	6.3	2×2
79	乔木层	木荷	5	5.7	2×2
79	乔木层	木荷	4.5	6.3	2×2
79	乔木层	木荷	4	5.7	2×2
79	乔木层	木荷	5	5.5	2×2
79	乔木层	木荷	6	5.9	2×1.5
79	乔木层	木荷	5	4.5	2×1.5
79	乔木层	木荷	5	5.5	2×1.5
79	乔木层	木荷	5	6.9	2×2
79	乔木层	木荷	4	5.5	2×2
79	乔木层	木荷	4.5	6	2×2
79	乔木层	木荷	5	7	2×2
79	乔木层	鹅掌柴	6	11.5	2.5×2.5
79	乔木层	鹅掌柴	7	10.8	2.5×2.5
79	乔木层	山乌桕	6	8.6	2×2
79	灌木层	桃金娘	1.5	20	25%
79	灌木层	红鳞蒲桃	1.5	4	8%
79	灌木层	野牡丹	1.2	10	15%
79	灌木层	三桠苦	0.8	6	8%
79	草本层	芒萁	0.5	150+	70%
79	草本层	黑莎草	1.8	13	15%
79	草本层	乌毛蕨	1.1	10	10%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
79	草本层	海金沙	2.0	4	8%
79	草本层	芒	1.2	5	5%

样地编号：样方 80　地点：凤河水厂永久检修道路旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.12.26

群落名称：马尾松+相思群系　经纬度坐标：E 115°3′36.99″ N 22°52′54.54″

坡度：30°　坡向：东南坡　海拔：85m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
80	乔木层	马尾松	9	23	3×3.5
80	乔木层	马尾松	9	24.5	4×4
80	乔木层	马尾松	10	20	3×3
80	乔木层	马尾松	9	19.5	2.5×3
80	乔木层	马尾松	8	18.6	2.5×2.5
80	乔木层	马尾松	8	21.5	3.5×3.5
80	乔木层	马尾松	9	21	3×3.5
80	乔木层	马尾松	8	14.5	2.5×2.5
80	乔木层	马尾松	8	15.5	3×3.5
80	乔木层	马尾松	8	16.5	4×4
80	乔木层	马尾松	10	24.5	3×3
80	乔木层	马尾松	8	13.5	2.5×3
80	乔木层	马尾松	9	15.5	2.5×2.5
80	乔木层	鹅掌柴	7	10.6	3.5×3.5
80	乔木层	假苹婆	8	9.8	3×3.5
80	乔木层	台湾相思	7	11.4	2.5×2.5
80	乔木层	台湾相思	7	16.5	2.5×3
80	乔木层	台湾相思	8	8.5	4×4
80	乔木层	台湾相思	8	11.5	3×3
80	乔木层	台湾相思	9	27.4	2.5×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
80	乔木层	台湾相思	7	14.2	2.5×2.5
80	乔木层	台湾相思	7	26.5	3.5×3.5
80	乔木层	台湾相思	6	17.5	3×3.5
80	乔木层	台湾相思	8	16.5	2.5×2.5
80	乔木层	台湾相思	7	18.2	2.5×3
80	乔木层	台湾相思	7	19.3	2.5×3
80	乔木层	台湾相思	6	14.5	4×4
80	乔木层	台湾相思	7	16.2	3×3
80	乔木层	台湾相思	8	11.2	2.5×3
80	乔木层	山乌桕	6	10.5	2.5×2.5
80	乔木层	铁冬青	4	8.3	3.5×3.5
80	灌木层	桃金娘	1.8	25	30%
80	灌木层	毛稔	1.8	4	8%
80	灌木层	野牡丹	1.2	5	10%
80	灌木层	银柴	1.5	5	8%
80	草本层	芒萁	0.4	160+	70%
80	草本层	乌毛蕨	0.6	15	25%
80	草本层	粽叶芦	1.5	12	10%
80	草本层	垂穗石松	0.3	5	3%

样地编号：样方 81　　地点：干线 2#YBM 工区 GQ4 旁

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.27

群落名称：马尾松+相思群系　　经纬度坐标：E 115°4′37.18″ N 22°55′40.34″

坡度：29°　　坡向：东坡　　海拔：79m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
81	乔木层	台湾相思	6	5.5	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6	5.9	1×1
81	乔木层	台湾相思	7.5	6.2	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
81	乔木层	台湾相思	7	6.4	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	8	6.8	2×2
81	乔木层	台湾相思	6	7	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6.5	7.2	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	8	7	1×1
81	乔木层	台湾相思	8	7.1	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	7.5	7.5	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	7.5	5.5	2×2
81	乔木层	台湾相思	7	5.8	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6	6.1	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	6.5	6.3	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6.5	6.4	1×1
81	乔木层	台湾相思	7	6.5	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	6.5	7.2	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	7.5	7	2×2
81	乔木层	台湾相思	8	7.5	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	8	7.5	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	7	7	1×1
81	乔木层	台湾相思	7	5.5	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	7	6	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	6	6.5	2×2
81	乔木层	台湾相思	6	6	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6.5	6	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	6	7	1×1
81	乔木层	台湾相思	6	7.5	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	6.5	7	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	6	6.5	2×2
81	乔木层	台湾相思	7.5	7.2	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	7	7	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	8	7.1	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
81	乔木层	台湾相思	6	7.5	1.5×2
81	乔木层	台湾相思	6.5	5.5	2×1.5
81	乔木层	台湾相思	8	5.8	2×2
81	乔木层	台湾相思	8	6.1	1.5×1.5
81	乔木层	台湾相思	7.5	6.3	1.5×2
81	乔木层	马尾松	4	6.4	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	6.5	1×1
81	乔木层	马尾松	5	7.2	1.5×2
81	乔木层	马尾松	5	7	2×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	7.5	2×2
81	乔木层	马尾松	4	7.5	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	7.2	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4	7.2	1×1
81	乔木层	马尾松	4	7	1.5×2
81	乔木层	马尾松	5	7.1	2×1.5
81	乔木层	马尾松	4	7.5	2×2
81	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	5.8	1.5×2
81	乔木层	马尾松	5	6.1	2×2
81	乔木层	马尾松	5	6.3	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	6.4	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	6.5	1×1
81	乔木层	马尾松	4	7.2	1.5×2
81	乔木层	马尾松	4	7	2×1.5
81	乔木层	马尾松	4	7.5	2×2
81	乔木层	马尾松	4.5	7.5	1.5×1.5
81	乔木层	马尾松	4.5	6.2	1.5×2
81	灌木层	毛稔	1.3	4	6%
81	灌木层	野牡丹	1.2	15	25%
81	灌木层	三桠苦	0.8	4	8%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
81	灌木层	桃金娘	1.1	7	12%
81	草本层	芒萁	0.5	60+	50%
81	草本层	狗脊	0.9	3	8%
81	草本层	芒	1.5	45	20%
81	草本层	海金沙	2.0	4	8%

样地编号：样方 82　　地点：2#施工支洞永久检修路旁

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.27

群落名称：马尾松+相思群系　　经纬度坐标：E 115°4′15.96″ N 23°3′4.66″

坡度：40°　　坡向：西北坡　　海拔：88m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
82	乔木层	马尾松	6	8	2×3
82	乔木层	马尾松	4	4.2	1×1.5
82	乔木层	马尾松	5	4.5	1×1.5
82	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1×1
82	乔木层	马尾松	5	5.2	1.5×2
82	乔木层	马尾松	4	5.3	2×2
82	乔木层	马尾松	4	5.4	2×2.5
82	乔木层	马尾松	4.5	5.9	2×3
82	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×2
82	乔木层	马尾松	5.5	4.5	2×2.5
82	乔木层	马尾松	6	4.3	1.5×2
82	乔木层	马尾松	5.5	5	1.5×2
82	乔木层	马尾松	5	4.2	2×2
82	乔木层	马尾松	5	5.5	2.5×2.5
82	乔木层	马尾松	5	5.6	2.5×2.5
82	乔木层	马尾松	6	5.9	2.5×2.5
82	乔木层	马尾松	6	5.2	2×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
82	乔木层	马尾松	6	5.3	2×2.5
82	乔木层	马尾松	5.5	5.5	2×2.5
82	乔木层	马尾松	5.5	5.8	2×2
82	乔木层	马尾松	5.5	6	2.5×2.5
82	乔木层	马尾松	5	4.2	1.5×2
82	乔木层	马尾松	4.5	4.8	2×3
82	乔木层	马尾松	5	4.9	2×2
82	乔木层	马尾松	5	5.3	2×3
82	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×2
82	乔木层	台湾相思	8	13.3	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	14	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	14.5	2.5×2.5
82	乔木层	台湾相思	7.5	11.9	2×3
82	乔木层	台湾相思	7.5	12.6	3×3
82	乔木层	台湾相思	7	12.5	3×2.5
82	乔木层	台湾相思	7	13.5	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	13.4	2.5×2.5
82	乔木层	台湾相思	8.5	13.8	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	13.9	3×3
82	乔木层	台湾相思	8.5	13.5	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	13	2.5×2.5
82	乔木层	台湾相思	7	13	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	12.5	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	12.9	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	12.7	3×3
82	乔木层	台湾相思	8	12.5	3×3
82	乔木层	鹅掌柴	4.5	4.8	1×1.5
82	乔木层	山乌桕	5	6.5	2×2
82	灌木层	桃金娘	1.2	6	10%
82	灌木层	鼠刺	1.2	3	5%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
82	灌木层	野牡丹	1.3	8	18%
82	灌木层	菝葜	1.8	3	8%
82	灌木层	三桠苦	0.9	6	5%
82	草本层	乌毛蕨	0.8	11	15%
82	草本层	山菅兰	0.9	5	5%
82	草本层	芒萁	0.4	180+	70%
82	草本层	芒	1.5	25	10%

样地编号：样方 83　　地点：堆渣场 ZC1-1 旁

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.28

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°3′18.77″ N 23°2′57.73″

坡度：37°　　坡向：西北坡　　海拔：112m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
83	乔木层	马尾松	6	14.7	2×2
83	乔木层	马尾松	7	16.5	2×2
83	乔木层	马尾松	8	19.2	2×2
83	乔木层	马尾松	7	17.4	2×2
83	乔木层	马尾松	8	16.3	2×2
83	乔木层	马尾松	6	20.1	2×2
83	乔木层	马尾松	8	22.3	2×2
83	乔木层	马尾松	6	17.4	2×2
83	乔木层	马尾松	7	12.3	2×2
83	乔木层	马尾松	6	14.2	2×2
83	乔木层	马尾松	7	15.3	2×2
83	乔木层	马尾松	8	14.3	2×2
83	乔木层	马尾松	5	8.9	1×1
83	乔木层	马尾松	8	16.7	2×2
83	乔木层	马尾松	6	10.3	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
83	乔木层	马尾松	6	11.2	2×2
83	乔木层	马尾松	6	13.7	2×2
83	乔木层	马尾松	6	14.5	2×2
83	乔木层	马尾松	6	12.3	2×2
83	乔木层	马尾松	7	14.5	2×2
83	乔木层	马尾松	12	11.6	2×2
83	乔木层	马尾松	11	11.4	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	13.4	2×2
83	乔木层	马尾松	9	12.8	2×2
83	乔木层	马尾松	8	10.7	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	11.6	2×2
83	乔木层	马尾松	11.5	10.2	2×2
83	乔木层	马尾松	12	10.5	2×2
83	乔木层	马尾松	11	11.7	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	12.3	2×2
83	乔木层	马尾松	9	13.8	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	14.5	2×2
83	乔木层	马尾松	9	10.6	2×2
83	乔木层	马尾松	8	11.4	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	12.6	2×2
83	乔木层	马尾松	11.5	13.7	2×2
83	乔木层	马尾松	12	14	2×2
83	乔木层	马尾松	11	13.6	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	12.8	2×2
83	乔木层	马尾松	9	12.9	2×2
83	乔木层	马尾松	10.5	11.1	2×2
83	乔木层	马尾松	9	12.5	2×2
83	乔木层	马尾松	8	23.6	2×2
83	乔木层	马尾松	11.5	12.5	2×2
83	乔木层	马尾松	9.5	16.8	2.5×3.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
83	乔木层	马尾松	11.5	18.3	2.5×3.5
83	乔木层	马尾松	13.5	20.1	2.5×3.5
83	乔木层	马尾松	13	21.4	2.5×3.5
83	乔木层	马尾松	7	10.7	2×2
83	乔木层	马尾松	6	11.7	2×2
83	乔木层	马尾松	7	12	2×2
83	乔木层	马尾松	7	13.5	2×2
83	乔木层	马尾松	7	17.8	2×2
83	乔木层	马尾松	7	16.3	2×2
83	乔木层	马尾松	7	16	2×2
83	乔木层	马尾松	7	15.8	2×2
83	乔木层	马尾松	7	15.5	2×2
83	乔木层	马尾松	7	16.7	2×2
83	乔木层	马尾松	6	14.3	2×2
83	乔木层	马尾松	6.5	6.4	1.5×2.5
83	乔木层	马尾松	6	8	1.5×2.5
83	乔木层	马尾松	8	7.6	1.5×2.5
83	乔木层	马尾松	7	7.2	1.5×2.5
83	乔木层	马尾松	8	6.3	1.5×2.5
83	灌木层	山黄麻	2.0	4	5%
83	灌木层	野漆	2.0	3	5%
83	灌木层	白花灯笼	1.2	17	15%
83	灌木层	潺槁木姜子	1.2	3	5%
83	灌木层	山鸡椒	1.8	4	5%
83	草本层	海金沙	1.5	18	10%
83	草本层	芒萁	0.7	110+	60%
83	草本层	乌毛蕨	1.5	9	15%
83	草本层	芒	1.5	7	5%
83	草本层	鬼针草	0.3	11	5%
83	草本层	微甘菊	1.2	7	5%

样地编号：样方 84　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.28

群落名称：马尾松群系　　经纬度坐标：E 115°2′53.57″ N 23°3′7.25″

坡度：25°　　坡向：东南坡　　海拔：30m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
84	乔木层	马尾松	8.5	10.2	2×2
84	乔木层	马尾松	9	11.3	2×2
84	乔木层	马尾松	9.5	10.5	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	13.8	2×2
84	乔木层	马尾松	11.5	14	2×2
84	乔木层	马尾松	12	11.6	2×2
84	乔木层	马尾松	11	11.4	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	13.4	2×2
84	乔木层	马尾松	9	12.8	2×2
84	乔木层	马尾松	8	10.7	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	11.6	2×2
84	乔木层	马尾松	11.5	10.2	2×2
84	乔木层	马尾松	12	10.5	2×2
84	乔木层	马尾松	11	11.7	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	12.3	2×2
84	乔木层	马尾松	9	13.8	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	14.5	2×2
84	乔木层	马尾松	9	10.6	2×2
84	乔木层	马尾松	8	11.4	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	12.6	2×2
84	乔木层	马尾松	11.5	13.7	2×2
84	乔木层	马尾松	12	14	2×2
84	乔木层	马尾松	11	13.6	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	12.8	2×2
84	乔木层	马尾松	9	12.9	2×2
84	乔木层	马尾松	10.5	11.1	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
84	乔木层	马尾松	9	12.5	2×2
84	乔木层	马尾松	8	23.6	2×2
84	乔木层	马尾松	11.5	12.5	2×2
84	乔木层	马尾松	9.5	16.8	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	11.5	18.3	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	13.5	20.1	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	13	21.4	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	12	17.6	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	11.5	18.3	2.5×3.5
84	乔木层	马尾松	7.5	6.7	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8	8.9	1.5×2
84	乔木层	马尾松	9	9	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8.5	7.5	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8.5	7.3	1.5×2
84	乔木层	马尾松	7	6.8	1.5×2
84	乔木层	马尾松	9	7.6	1.5×2
84	乔木层	马尾松	7.5	8.4	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8.5	8.6	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8.5	7.1	1.5×2
84	乔木层	马尾松	7.5	6.9	1.5×2
84	乔木层	马尾松	8	8.8	1.5×2
84	乔木层	山乌桕	8	17.6	3.5×4
84	灌木层	鹅掌柴	2.0	7	12%
84	灌木层	山鸡椒	1.5	9	13%
84	灌木层	铁冬青	1.8	3	5%
84	灌木层	银柴	1.5	5	5%
84	灌木层	菝葜	2.5	3	8%
84	灌木层	九节	1.3	3	5%
84	灌木层	白花酸藤果	1.8	1	3%
84	草本层	山菅	0.4	8	5%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
84	草本层	鬼针草	0.3	50	10%
84	草本层	黑莎草	0.6	4	5%
84	草本层	芒萁	0.4	50	25%

样地编号：样方 85　地点：堆渣场 ZC1-1 施工道路旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.12.28

群落名称：马尾松群系　经纬度坐标：E 115°2′56.04″ N 23°3′19.09″

坡度：15°　坡向：东北坡　海拔：66m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
85	乔木层	马尾松	9	23	3×3.5
85	乔木层	马尾松	9	24.5	4×4
85	乔木层	马尾松	10	20	3×3
85	乔木层	马尾松	9	19.5	2.5×3
85	乔木层	马尾松	8	18.6	2.5×2.5
85	乔木层	马尾松	8	21.5	3.5×3.5
85	乔木层	马尾松	9	21	3×3.5
85	乔木层	马尾松	8	14.5	2.5×2.5
85	乔木层	马尾松	8	15.5	3×3.5
85	乔木层	马尾松	8	16.5	4×4
85	乔木层	马尾松	10	24.5	3×3
85	乔木层	马尾松	8	13.5	2.5×3
85	乔木层	马尾松	9	15.5	2.5×2.5
85	乔木层	马尾松	4.5	6.5	1×1
85	乔木层	马尾松	5	7.2	1.5×2
85	乔木层	马尾松	5	7	2×1.5
85	乔木层	马尾松	4.5	7.5	2×2
85	乔木层	马尾松	4	7.5	1.5×1.5
85	乔木层	马尾松	4.5	7.2	1.5×1.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
85	乔木层	马尾松	4	7.2	1×1
85	乔木层	马尾松	4	7	1.5×2
85	乔木层	马尾松	5	7.1	2×1.5
85	乔木层	马尾松	4	7.5	2×2
85	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×1.5
85	乔木层	马尾松	5	4.5	1×1.5
85	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1×1
85	乔木层	马尾松	5	5.2	1.5×2
85	乔木层	马尾松	4	5.3	2×2
85	乔木层	马尾松	4	5.4	2×2.5
85	乔木层	马尾松	4.5	5.9	2×3
85	乔木层	马尾松	4.5	5.5	1.5×2
85	乔木层	马尾松	5.5	4.5	2×2.5
85	乔木层	马尾松	6	4.3	1.5×2
85	乔木层	马尾松	5.5	5	1.5×2
85	乔木层	马尾松	5	4.2	2×2
85	乔木层	马尾松	5	5.5	2.5×2.5
85	灌木层	桃金娘	1.2	6	10%
85	灌木层	鼠刺	1.2	3	5%
85	灌木层	野牡丹	1.3	8	18%
85	灌木层	菝葜	1.8	3	8%
85	灌木层	三桠苦	0.9	6	5%
85	草本层	黑莎草	1.5	7	8%
85	草本层	芒萁	0.6	200+	80%

样地编号：样方 86　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.29

群落名称：木荷+米槠群系　　经纬度坐标：E 115°1′22.52″ N 22°51′15.72″

坡度：18°　　坡向：南坡　　海拔：245m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
86	乔木层	木荷	7.5	14.1	2.5×2.5
86	乔木层	黄樟	4.5	2.9	0.8×1.2
86	乔木层	木荷	8	16.7	2.5×3
86	乔木层	米槠	7.5	11.2	2.5×2.5
86	乔木层	木荷	6.5	11.7	2.5×2.5
86	乔木层	马尾松	8.5	24.1	2×3
86	乔木层	木荷	6.5	11.2	2×2
86	乔木层	木荷	7	10.7	2×2
86	乔木层	木荷	7	11.4	2×2
86	乔木层	米槠	7.5	13.2	2.5×2
86	乔木层	米槠	9.5	14.8	2.5×2
86	乔木层	木荷	8.5	14.3	2.5×2
86	乔木层	木荷	6.5	11.7	2.5×2
86	乔木层	木荷	5.5	5.3	1.5×2
86	乔木层	木荷	7	13.3	2.5×2.5
86	乔木层	米槠	6.5	5.8	1.5×2
86	乔木层	木荷	11	17.6	2.5×2.5
86	乔木层	木荷	9.5	17.4	2.5×2.5
86	乔木层	米槠	6	5	1.5×2
86	乔木层	木荷	5.5	4.4	1.5×1.5
86	乔木层	黄樟	4.5	3	1.5×1.5
86	乔木层	木荷	10.5	11.3	1.5×2
86	乔木层	木荷	9.5	8.6	1.5×2
86	乔木层	木荷	6	4.6	1.5*1
86	乔木层	木荷	11.5	12.9	2×1.5
86	乔木层	米槠	11	16.7	2×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
86	乔木层	米槠	9.5	16.7	2×2.5
86	乔木层	米槠	10	15.1	2×2.5
86	乔木层	米槠	9	7.6	1.5×2
86	乔木层	马尾松	10.5	14.5	1.5×2
86	乔木层	木荷	9.5	9.7	1.5×2
86	乔木层	木荷	8	8.5	1.5×2
86	乔木层	米槠	7.5	12.6	1.5×2
86	乔木层	米槠	6.5	8.7	1.5×2
86	乔木层	木荷	6	4.2	1.5×1.5
86	灌木层	山血丹	0.4	3	3%
86	灌木层	罗伞树	1.3	7	15%
86	灌木层	鹅掌柴	1.4	6	10%
86	灌木层	小叶买麻藤	1.5	2	15%
86	灌木层	黄樟	1.2	2	5%
86	草本层	黑莎草	0.7	18	20%
86	草本层	芒萁	0.4	80	30%
86	草本层	扇叶铁线蕨	0.1	13	5%
86	草本层	团叶鳞始蕨	0.1	7	3%

样地编号：样方 87　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.29

群落名称：木荷+米槠群系　　经纬度坐标：E 115°1′14.63″ N 22°51′24.72″

坡度：20°　　坡向：南坡　　海拔：222m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
87	乔木层	木荷	9.5	13.5	1.5×2
87	乔木层	木荷	9.5	9.5	1.5×2
87	乔木层	木荷	9	6.2	1.2×1.5
87	乔木层	木荷	9	8.8	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
87	乔木层	米槠	7.5	7.8	1.5×2
87	乔木层	米槠	9.5	12.2	1.5×2
87	乔木层	米槠	9.5	10.2	1.5×2
87	乔木层	米槠	8	17.8	2.5×2
87	乔木层	木荷	8	12.2	1.5×2
87	乔木层	木荷	7.5	13.9	1.5×2
87	乔木层	米槠	9.5	19.6	2.5×2
87	乔木层	米槠	10.5	16.1	2.5×2
87	乔木层	米槠	10	10.3	2×2.5
87	乔木层	木荷	6	4.8	1×1.5
87	乔木层	木荷	8.5	15.2	1.5×2
87	乔木层	马尾松	9.5	16.7	1.5×2
87	乔木层	木荷	11	15.8	2.5×2
87	乔木层	木荷	10.5	14.6	1.5×2
87	乔木层	木荷	10.5	22.8	2.5×2.5
87	乔木层	木荷	10	16	1.5×2
87	乔木层	木荷	5	4.1	1×1
87	乔木层	米槠	9.5	14.7	1.5×2
87	乔木层	米槠	10.5	15.8	2.5×2
87	乔木层	米槠	8	9.2	1.5×2
87	乔木层	木荷	9.5	12.2	1.5×2
87	乔木层	木荷	8	9.8	1.5×2
87	乔木层	黄樟	6	6.8	1.5×2
87	乔木层	黄樟	4.5	5.6	1.5×1.5
87	乔木层	木荷	11	16.1	2.5×2
87	乔木层	木荷	6.5	5.2	1.5×1
87	乔木层	木荷	11.5	14.6	2.5×2
87	乔木层	米槠	7.5	4.7	1.5×1
87	乔木层	米槠	10	16.8	1.5×2
87	乔木层	马尾松	10.5	17.6	2.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
87	乔木层	米槠	9.5	15.8	2.5×2
87	乔木层	米槠	6.5	4.4	1×1.5
87	乔木层	木荷	8	4.7	1×1.5
87	乔木层	木荷	9.5	14.8	1.5×2
87	乔木层	木荷	10	20.1	2.5×2
87	乔木层	木荷	8	7.6	1.5×2
87	灌木层	罗伞树	1.8	3	15%
87	灌木层	小叶买麻藤	2	5	15%
87	灌木层	鹅掌柴	1.5	10	25%
87	灌木层	九节	1.4	3	8%
87	灌木层	黄樟	1.8	2	5%
87	灌木层	三桠苦	1.4	1	5%
87	灌木层	山血丹	0.4	7	5%
87	草本层	团叶鳞始蕨	0.3	17	15%
87	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	23	10%
87	草本层	黑莎草	0.6	19	15%
87	草本层	山菅	0.4	2	2%

样地编号：样方 88　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　调查日期：2022.12.29

群落名称：木荷+米槠群系　经纬度坐标：E 115°1′20.59″ N 22°51′43.06″

坡度：15°　坡向：北坡　海拔：194m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
88	乔木层	木荷	9	17	1.5×2.5
88	乔木层	木荷	9	12	1.5×2
88	乔木层	木荷	9	16.5	1.5×2
88	乔木层	木荷	6.5	10.5	1.5×1.5
88	乔木层	米槠	8.5	12.4	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
88	乔木层	木荷	9	16.6	1.5×2
88	乔木层	木荷	8	9.4	1.5×1.5
88	乔木层	木荷	8.5	14.4	1.5×2
88	乔木层	米槠	8.5	10	1.5×2
88	乔木层	黄樟	8	15.4	1.5×2
88	乔木层	米槠	6	7.8	1.5×1.5
88	乔木层	黄樟	5	6.7	1.5×1.5
88	乔木层	米槠	8	16.8	1.5×2.5
88	乔木层	木荷	8.5	18.4	2×2
88	乔木层	马尾松	9	19.5	1.5×2.5
88	乔木层	米槠	9	15.4	1.5×2
88	乔木层	米槠	8	8.3	1.5×1.5
88	乔木层	米槠	6	5.4	1.5×1.5
88	乔木层	木荷	10	17.5	2×2.5
88	乔木层	木荷	7	9.7	1.5×2
88	乔木层	木荷	9	17.5	2.5×2
88	乔木层	木荷	9	19.6	2.5×2
88	乔木层	木荷	8	15.6	1.5×2
88	乔木层	黄樟	5.5	7.8	1.5×1.5
88	乔木层	木荷	8.5	14.6	1.5×2
88	乔木层	木荷	9	17.6	1.5×2.5
88	乔木层	米槠	7.5	13.1	2×1.5
88	乔木层	米槠	6	6.3	1.5×1
88	乔木层	马尾松	7.5	11.2	1.5×2
88	乔木层	米槠	5	6.7	1.5×1
88	乔木层	木荷	9.5	17.5	2×2.5
88	灌木层	红鳞蒲桃	1.2	2	8%
88	灌木层	鼠刺	1.5	3	8%
88	灌木层	粗叶木	1.2	2	5%
88	灌木层	绒毛润楠	1.6	3	12%

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
88	灌木层	铁冬青	1.2	1	5%
88	草本层	芒萁	0.5	40	15%
88	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	33	10%
88	草本层	乌毛蕨	0.5	18	40%
88	草本层	淡竹叶	0.25	15	10%
88	草本层	山菅	0.4	3	2%

样地编号：样方 89　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.26

群落名称：木荷+米槠群系　　经纬度坐标：E 115°4′47.31″ N 22°58′35.36″

坡度：10°　　坡向：北坡　　海拔：236m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
89	乔木层	米槠	8	13	2.5×2.5
89	乔木层	米槠	9.5	14.5	2.5×2.5
89	乔木层	木荷	9	15.5	2.5×2
89	乔木层	木荷	8	10	2×2
89	乔木层	木荷	7	12	1.5×2
89	乔木层	马尾松	8.5	16.5	2×3
89	乔木层	米槠	6	7	1.5×2
89	乔木层	米槠	5.5	6.5	1.5×1.5
89	乔木层	米槠	8.5	9.5	2×2
89	乔木层	米槠	9	16	2.5×2.5
89	乔木层	木荷	8.5	9.4	1.5×2
89	乔木层	木荷	9.5	12.5	2.5×2.5
89	乔木层	木荷	7.5	8.5	1.5×2
89	乔木层	木荷	8	14.5	2×2
89	乔木层	木荷	7	6.5	1.5×1
89	乔木层	马尾松	8.5	15.5	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
89	乔木层	木荷	6.5	7.8	2×3
89	乔木层	米槠	7	6.7	1.5×2
89	乔木层	木荷	8.5	11.5	2.5×2
89	乔木层	木荷	9	10.9	2×2.5
89	乔木层	木荷	10.5	12.1	2×2.5
89	乔木层	木荷	11	10.1	2×2.5
89	乔木层	黄樟	7.5	16.5	3×3
89	乔木层	木荷	6.5	16	2.5×2.5
89	乔木层	米槠	9.5	12.5	2×2.5
89	乔木层	米槠	7	10.1	2×2.5
89	乔木层	黄樟	7	6.9	1.5×1.5
89	乔木层	木荷	9.5	18	2×2.5
89	乔木层	黄樟	5.5	6	1.5×1.5
89	乔木层	木荷	6.5	12.5	2×2
89	乔木层	木荷	8.5	12.5	2×2
89	乔木层	米槠	5.5	4	1.5×0.5
89	灌木层	粗叶木	1.2	2	6%
89	灌木层	山血丹	0.4	5	4%
89	灌木层	鸭公树	1.5	3	10%
89	灌木层	九节	1.5	7	15%
89	草本层	芒萁	0.6	100	60%
89	草本层	黑莎草	0.8	10	15%
89	草本层	山菅	0.3	3	2%
89	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	5	2%

样地编号：样方 90　　地点：输水干线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.26

群落名称：木荷+米槠群系　　经纬度坐标：E 115°4′33.38″ N 22°59′23.60″

坡度：10°　　坡向：北坡　　海拔：217m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
90	乔木层	罗浮柿	7	7.8	2×2
90	乔木层	米槠	7	6.2	2×2
90	乔木层	罗浮柿	8	7	2×2
90	乔木层	木荷	10	27.1	3×3
90	乔木层	米槠	11	13.3	2.5×2
90	乔木层	米槠	10	9	2×2
90	乔木层	华南蒲桃	4	2.2	1×1
90	乔木层	米槠	4	3.6	1×1
90	乔木层	木荷	12	28.5	3×3
90	乔木层	木荷	10	13.2	2.5×2
90	乔木层	枫香	9.5	9.4	2×1.5
90	乔木层	杨梅	7	10.2	2×2.5
90	乔木层	木荷	12	24.6	3×2.5
90	乔木层	枫香	8	9.1	2×2
90	乔木层	罗浮柿	8	10.2	2×2.5
90	乔木层	木荷	12	16.9	2.5×2
90	乔木层	木荷	13	19.5	2.5×2
90	乔木层	米槠	4.5	4.5	2×1.5
90	乔木层	米槠	12	16.5	2×2.5
90	乔木层	米槠	12	13.3	2×2.5
90	乔木层	木荷	12	17.2	2×2.5
90	乔木层	木荷	8	7.3	2×2
90	乔木层	木荷	7	8.9	2×2
90	乔木层	华润楠	11	14	3×2.5
90	乔木层	枫香	8	7.8	1.5×1.5
90	乔木层	米槠	9	9.2	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
90	乔木层	米槠	9	7.3	2×2
90	乔木层	木荷	10	17	2×2.5
90	乔木层	木荷	12	17.8	2×2
90	乔木层	木荷	11	20.1	2×2
90	乔木层	木荷	11	18.6	2×2
90	乔木层	木荷	13	24.4	3×2.5
90	乔木层	华润楠	9	12.3	3×3
90	灌木层	山血丹	0.4	6	3%
90	灌木层	毛棉杜鹃	1.4	3	20%
90	灌木层	华润楠	1.8	3	13%
90	灌木层	铁冬青	1.2	3	10%
90	草本层	山菅	0.4	4	3%
90	草本层	华山姜	1.4	2	12%
90	草本层	中华里白	1.2	18	15%
90	草本层	阔鳞鳞毛蕨	0.6	6	5%
90	草本层	黑莎草	1.5	10	20%
90	草本层	深绿卷柏	0.1	40	10%

样地编号：样方 91　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　调查日期：2022.09.27

群落名称：木荷+鹅掌柴群系　经纬度坐标：E 115°0′40.14″ N 22°50′54.17″

坡度：13°　坡向：东南坡　海拔：147m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
91	乔木层	木荷	11	17.8	2×2.5
91	乔木层	木荷	9	14.6	2×2.5
91	乔木层	木荷	12	17.7	2×2.5
91	乔木层	木荷	7	11.5	1.5×2
91	乔木层	木荷	10	19.6	2×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
91	乔木层	木荷	8	12.6	2×2
91	乔木层	马尾松	9	13.4	2×2
91	乔木层	马尾松	7	9.7	2×1.5
91	乔木层	木荷	10	22.7	2×3
91	乔木层	红花荷	7	8.1	2×2
91	乔木层	木荷	12	22.6	2×3
91	乔木层	木荷	10	17.8	2×3
91	乔木层	木荷	10	15.4	2×3
91	乔木层	马尾松	13	7.9	2×2
91	乔木层	马尾松	12	15.4	2×2.5
91	乔木层	木荷	10	10.4	2×2
91	乔木层	木荷	7	8.2	2×2
91	乔木层	木荷	6	7.5	2×2.5
91	乔木层	木荷	11	20.6	3×2.5
91	乔木层	木荷	4	3.2	1×1.5
91	乔木层	鹅掌柴	5	5.6	2×2
91	乔木层	鹅掌柴	7	8.4	1.5×2
91	乔木层	鹅掌柴	7	17.6	2×3
91	乔木层	鹅掌柴	7	14.6	2×3
91	乔木层	木荷	8	9.4	2×2
91	乔木层	木荷	10	12.6	3×3
91	乔木层	木荷	4	3.8	1×1
91	乔木层	马尾松	11	13.6	2.5×3
91	乔木层	鹅掌柴	9	15.6	2.5×3
91	乔木层	鹅掌柴	9	15.7	2.5×3
91	乔木层	鹅掌柴	8	14.7	2.5×3
91	乔木层	木荷	9	18.6	3×2.5
91	乔木层	木荷	10	20.6	3×3
91	乔木层	马尾松	13	19.7	3×3
91	乔木层	木荷	8	15.8	2×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
91	乔木层	木荷	8	15	2×3
91	乔木层	木荷	7	16.1	2×3
91	乔木层	马尾松	12	17.8	3×3
91	乔木层	杨梅	4	6.5	1×1.5
91	灌木层	桃金娘	1.5	7	10%
91	灌木层	岗松	2.5	18	15%
91	灌木层	白花灯笼	1.1	4	5%
91	灌木层	三桠苦	1.2	8	6%
91	灌木层	山鸡椒	2	2	5%
91	灌木层	菝葜	2	4	8%
91	灌木层	鹅掌柴	2	5	30%
91	草本层	芒萁	0.6	100+	90%
91	草本层	乌毛蕨	1.3	12	12%
91	草本层	黑莎草	0.9	18	10%

样地编号：样方 92　　地点：输水支线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.27

群落名称：木荷+鹅掌柴群系　　经纬度坐标：E 115°0′26.63″ N 22°51′3.28″

坡度：24°　　坡向：西坡　　海拔：197m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
92	乔木层	木荷	8	15.4	2×3
92	乔木层	木荷	6	5.4	1.5×2
92	乔木层	木荷	7	16.3	2×3
92	乔木层	木荷	9	18.9	2×3
92	乔木层	木荷	10	22.4	3×2.5
92	乔木层	木荷	8	11.5	2×2.5
92	乔木层	鹅掌柴	8	11.4	2×2.5
92	乔木层	鹅掌柴	7.5	10.3	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
92	乔木层	鹅掌柴	9	13.8	2.5×2
92	乔木层	鹅掌柴	10	11.8	2×2.5
92	乔木层	木荷	9.5	17.3	2×3
92	乔木层	鹅掌柴	8.5	16.7	2×3
92	乔木层	木荷	7	9.1	2×2
92	乔木层	木荷	8	10.6	2×3
92	乔木层	木荷	8	12.6	2×3
92	灌木层	九节	1.8	9	10%
92	灌木层	鹅掌柴	2.5	13	15%
92	灌木层	油茶	2.5	3	5%
92	灌木层	铁冬青	1.5	2	8%
92	灌木层	鼠刺	1.2	2	8%
92	草本层	乌毛蕨	1.4	18	40%
92	草本层	芒	1.3	6	8%
92	草本层	芒萁	0.4	18	8%
92	草本层	黑莎草	1.2	3	5%

样地编号：样方 93　　地点：输水支线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.27

群落名称：木荷+鹅掌柴群系　　经纬度坐标：E 115°0′8.50″ N 22°50′51.97″

坡度：33°　　坡向：西坡　　海拔：155m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
93	乔木层	木荷	8	12.3	2×2
93	乔木层	木荷	7.5	11.5	2×3
93	乔木层	木荷	9	20.8	2.5×3
93	乔木层	木荷	10	14.6	2×3
93	乔木层	木荷	9.5	15.4	2.5×3
93	乔木层	木荷	8.5	12.7	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
93	乔木层	木荷	9	13.3	2×3
93	乔木层	鹅掌柴	9	13.8	2×3
93	乔木层	鹅掌柴	8.5	11.8	2×3
93	乔木层	鹅掌柴	7	12.4	2×2
93	乔木层	鹅掌柴	7.5	11.3	2×3
93	乔木层	鹅掌柴	7.5	13.5	2×3
93	乔木层	鹅掌柴	7.5	12.8	2×3
93	乔木层	木荷	8	10.6	2×3
93	灌木层	鹅掌柴	2	8	10%
93	灌木层	油茶	2.5	11	15%
93	灌木层	铁冬青	1.5	1	5%
93	灌木层	九节	1.3	3	12%
93	草本层	乌毛蕨	1.6	15	35%
93	草本层	芒萁	0.3	20	10%
93	草本层	黑莎草	1.6	3	5%
93	草本层	芒	1.4	8	8%

样地编号：样方 94　　地点：输水支线上方

样方面积：20×20m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.27

群落名称：木荷+鹅掌柴群系　　经纬度坐标：E 115°1′59.15″ N 22°52′37.38″

坡度：25°　　坡向：西坡　　海拔：156m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
94	乔木层	木荷	9.5	13.8	2.5×3
94	乔木层	木荷	9.5	12.7	2×3
94	乔木层	木荷	8.5	9.6	2×3
94	乔木层	木荷	6	4.5	2×2.5
94	乔木层	杉木	5.5	7.1	1.5×2
94	乔木层	杉木	8.5	17.3	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
94	乔木层	鹅掌柴	6	6	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	6	7.5	2×2
94	乔木层	鹅掌柴	6	8	2×2
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3	1×1
94	乔木层	鹅掌柴	4	5.5	1.5×2
94	乔木层	杉木	3.5	5	2×2
94	乔木层	鹅掌柴	4	5.5	1.5×2
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	4	5	1.5×1.5
94	乔木层	木荷	5.5	8	1.5×2
94	乔木层	木荷	5	6	1.5×2
94	乔木层	木荷	4	4	1×1.5
94	乔木层	木荷	4	5.5	1.5×2
94	乔木层	木荷	4	5	1×1
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	6	1.5×2
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	5.5	1×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	5	1.5×1.5
94	乔木层	木荷	5	6.8	1.5×2
94	乔木层	木荷	6	7.3	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	7	11.5	2.5×2.5
94	乔木层	木荷	3	3.5	2×2
94	乔木层	木荷	3	3	1×1
94	乔木层	木荷	3	4.5	2×2
94	乔木层	木荷	3	4	2×2
94	乔木层	鹅掌柴	4	4	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	4.5	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1×1
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1×1
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1×1
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1×1

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
94	乔木层	鹅掌柴	3.5	3.5	1×1
94	乔木层	木荷	4	6	1.5×1.5
94	乔木层	木荷	4	6	1.5×1.5
94	乔木层	鹅掌柴	7	9.2	2×2
94	灌木层	绒毛润楠	0.8	2	8%
94	灌木层	野牡丹	1.4	13	20%
94	灌木层	朱砂根	0.4	2	5%
94	灌木层	鹅掌柴	1.6	9	15%
94	草本层	芒萁	0.4	90	35%
94	草本层	乌毛蕨	0.8	11	15%
94	草本层	半边旗	0.4	3	3%
94	草本层	山菅	0.3	3	3%

样地编号：样方 95　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　调查日期：2022.09.28

群落名称：木荷+鹅掌柴群系　经纬度坐标：E 115°2′19.95″ N 22°52′36.34″

坡度：20°　坡向：西南坡　海拔：157m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
95	乔木层	鹅掌柴	7	16.7	2×3
95	乔木层	鹅掌柴	7.5	14.8	2×3
95	乔木层	鹅掌柴	6.5	8.9	2×2.5
95	乔木层	罗浮柿	5	8.7	2.5×2.5
95	乔木层	鹅掌柴	8.5	21.3	2.5×3
95	乔木层	鹅掌柴	8	14.2	2×2.5
95	乔木层	鹅掌柴	7.5	11.5	2.3×2.3
95	乔木层	鹅掌柴	7	12.5	2.5×2.5
95	乔木层	木荷	8	21.3	3.5×3
95	乔木层	木荷	7.5	17.6	3×3

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
95	乔木层	木荷	8	18.7	3.5×3
95	乔木层	木荷	8	13.2	2.5×2
95	乔木层	鹅掌柴	7	9.6	1.8×1.8
95	乔木层	鹅掌柴	7	11.6	1.8×1.8
95	乔木层	马尾松	8	12.4	2.2×2.2
95	乔木层	山乌桕	6.5	15.3	1.8×1.8
95	乔木层	罗浮柿	6	9.6	1.8×1.8
95	乔木层	岗柃	4.5	4.7	1.6×1.6
95	乔木层	鹅掌柴	7	12.6	1.8×1.8
95	乔木层	鹅掌柴	7	13.4	1.8×1.8
95	乔木层	马尾松	7.5	18.7	2.5×2.5
95	乔木层	鹅掌柴	6	11.5	1.5×1.5
95	乔木层	鹅掌柴	6.5	9.6	1.5×1.5
95	乔木层	罗浮柿	6.5	7.8	1.8×1.8
95	乔木层	马尾松	7.5	21.8	3×3
95	乔木层	鹅掌柴	6.5	13.9	1.8×1.8
95	乔木层	罗浮柿	5	6.9	1.8×1.8
95	乔木层	鹅掌柴	6.5	7.4	2×2
95	乔木层	鹅掌柴	7.5	8.1	1.8×1.8
95	乔木层	鹅掌柴	4	3.9	1.6×1.6
95	乔木层	岗柃	5.5	6.5	1.5×1.5
95	乔木层	木荷	9	15.2	2.5×2
95	乔木层	木荷	10.5	18.2	2.5×2
95	乔木层	木荷	10.5	16.9	2.5×2
95	乔木层	木荷	9.5	11.2	2.5×2
95	乔木层	木荷	10.5	15.7	2.5×2
95	乔木层	鹅掌柴	8.5	16.4	2.5×2
95	乔木层	鹅掌柴	7.5	14.3	2.5×2
95	乔木层	鹅掌柴	6.5	7.6	1.2×1.2
95	乔木层	鹅掌柴	8	12.1	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
95	乔木层	罗浮柿	8	12.6	2.5×2.5
95	灌木层	山乌桕	1.8	2	6%
95	灌木层	罗浮柿	1.6	6	15%
95	灌木层	牛耳枫	1.8	1	5%
95	灌木层	鹅掌柴	1.5	6	15%
95	灌木层	水团花	1.6	5	12%
95	草本层	芒萁	0.6	70	65%
95	草本层	黑莎草	1.6	17	10%
95	草本层	淡竹叶	0.2	20	5%
95	草本层	扇叶铁线蕨	0.2	5	3%

样地编号：样方 96　地点：临时堆土场 L2 旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　调查日期：2022.09.28

群落名称：湿地松群系　经纬度坐标：E 115°4′1.84″ N 23°2′33.73″

坡度：25°　坡向：西北坡　海拔：31m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
96	乔木层	湿地松	9.5	15.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	14	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	12	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	14	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	14.5	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
96	乔木层	湿地松	9	12	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	10	14	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	14.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	14.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	16	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	7	15	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	7	14	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	8	13.5	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	6	12.5	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	14	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	13.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	12.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	8	15	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	9	16	2.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
96	乔木层	湿地松	6.5	6	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	7	6	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	5.5	8.6	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	6	9.5	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	5.5	9.2	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	5	8.6	2.5×2.5
96	乔木层	湿地松	6	6	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	5	6	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	5	6	1.5×1.5
96	乔木层	湿地松	5	6.5	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.1	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.3	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2
96	乔木层	湿地松	8	6.6	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	7.8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.1	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.6	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.9	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.4	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	6.6	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.1	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.6	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	7.9	1.5×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
96	乔木层	湿地松	6	6.4	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.4	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.8	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2
96	乔木层	湿地松	6	6.6	1.5×2
96	乔木层	湿地松	7	7.8	1.5×2
96	灌木层	盐肤木	0.8	12	8%
96	灌木层	野漆	1.4	3	5%
96	灌木层	桃金娘	0.6	32	30%
96	灌木层	白花灯笼	0.4	15	10%
96	灌木层	山芝麻	0.8	3	1%
96	灌木层	野牡丹	0.5	18	20%
96	灌木层	白花酸藤果	2.5	7	8%
96	草本层	五节芒	1.5	32	20%
96	草本层	芒萁	0.5	180+	80%
96	草本层	黑莎草	0.8	6	3%

样地编号：样方 97　地点：2#施工支洞旁

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　调查日期：2022.09.28

群落名称：湿地松群系　经纬度坐标：E 115°4′18.33″ N 23°2′43.10″

坡度：30°　坡向：西坡　海拔：107m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
97	乔木层	湿地松	8	7.3	2×2
97	乔木层	湿地松	8	7.6	2×2
97	乔木层	湿地松	8	7.1	2×2
97	乔木层	湿地松	9	7.5	2×2
97	乔木层	湿地松	8	7.4	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
97	乔木层	湿地松	8	7.6	2×2
97	乔木层	湿地松	9	7.9	2×2
97	乔木层	湿地松	10	8	2×2
97	乔木层	湿地松	9	7.4	2×2
97	乔木层	湿地松	9.5	7.8	2×2
97	乔木层	湿地松	8	7.2	2×2
97	乔木层	湿地松	9	7.5	2×2
97	乔木层	湿地松	6	6.8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	6.6	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	7.8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	7.1	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6	7.2	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	7.6	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6	6.7	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	7.7	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	6.3	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6	7.8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	7.1	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	6.5	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	7.1	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	7.2	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	7.6	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	6.6	1.5×2.5

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
97	乔木层	湿地松	7	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6	7.8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	7.1	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	6.4	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6	8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	7.6	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	7.2	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	6.3	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	8	6.1	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7.5	7.9	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	7	6.8	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	6.5	7.9	1.5×2.5
97	乔木层	湿地松	5	5.3	1×2
97	乔木层	湿地松	6	4.2	1×2
97	乔木层	湿地松	5	6	1×2
97	乔木层	湿地松	4	5.5	1×2
97	乔木层	湿地松	4	4.8	1×2
97	乔木层	湿地松	5.5	4.9	1×2
97	乔木层	湿地松	6	5.6	1×2
97	乔木层	湿地松	6	4.3	1×2
97	乔木层	湿地松	5	4.1	1×2
97	乔木层	湿地松	5	5.2	1×2
97	乔木层	湿地松	5	5.7	1×2
97	乔木层	湿地松	5	4.2	1×2
97	乔木层	湿地松	5	4.9	1×2
97	乔木层	湿地松	6	5.7	1×2
97	乔木层	湿地松	4	5.8	1×2
97	乔木层	湿地松	5.5	4.6	1×2
97	乔木层	湿地松	5	6	1×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
97	乔木层	湿地松	5	4.1	1×2
97	乔木层	湿地松	5	5.2	1×2
97	乔木层	湿地松	6	5.7	1×2
97	乔木层	湿地松	4	4.2	1×2
97	乔木层	湿地松	6	4.9	1×2
97	乔木层	湿地松	5	5.1	1×2
97	灌木层	山黄麻	2.5	9	15%
97	灌木层	山乌桕	1.5	4	8%
97	灌木层	盐肤木	1.8	6	15%
97	灌木层	八角枫	2.5	1	5%
97	灌木层	细齿叶柃	3	2	6%
97	灌木层	锈毛莓	2.5	4	6%
97	草本层	粽叶芦	2	6	8%
97	草本层	乌毛蕨	1.5	8	15%
97	草本层	芒萁	0.6	160+	70%
97	草本层	芒	1.2	9	8%
97	草本层	蔓生莠竹	0.3	18	5%
97	草本层	鬼针草	0.4	7	3%

样地编号：样方 98　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：20×20m　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　调查日期：2022.09.29

群落名称：湿地松群系　经纬度坐标：E 115°4′31.48″ N 23°2′26.71″

坡度：28°　坡向：东北坡　海拔：42m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
98	乔木层	湿地松	6	14.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.5	2×2
98	乔木层	湿地松	8	19.2	2×2
98	乔木层	湿地松	7	17.4	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
98	乔木层	湿地松	8	16.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	20.1	2×2
98	乔木层	湿地松	8	22.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	17.4	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	14.2	2×2
98	乔木层	湿地松	7	15.3	2×2
98	乔木层	湿地松	8	14.3	2×2
98	乔木层	湿地松	5	8.9	1×1
98	乔木层	湿地松	8	16.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	10.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	11.2	2×2
98	乔木层	湿地松	6	13.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	14.5	2×2
98	乔木层	湿地松	6	12.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	14.5	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	11.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	13.2	2×2
98	乔木层	湿地松	6	10.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	14.5	2×2
98	乔木层	湿地松	6	12.1	2×2
98	乔木层	湿地松	7	10.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	11.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12	2×2
98	乔木层	湿地松	7	13.5	2×2
98	乔木层	湿地松	7	17.8	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16	2×2
98	乔木层	湿地松	7	15.8	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
98	乔木层	湿地松	7	15.5	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	14.3	2×2
98	乔木层	湿地松	8	19.2	2×2
98	乔木层	湿地松	8	18.7	2×2
98	乔木层	湿地松	8	16.2	2×2
98	乔木层	湿地松	8	16.8	2×2
98	乔木层	湿地松	7	15.4	2×2
98	乔木层	湿地松	6	12.4	2×2
98	乔木层	湿地松	8	17.8	2×2
98	乔木层	湿地松	8	15.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.4	2×2
98	乔木层	湿地松	8	16.8	2×2
98	乔木层	湿地松	8	16.2	2×2
98	乔木层	湿地松	7	15.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	14.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	15.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	14.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	13.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12.8	2×2
98	乔木层	湿地松	7	14.5	2×2
98	乔木层	湿地松	7	16.2	2×2
98	乔木层	湿地松	6	14.3	2×2
98	乔木层	湿地松	4	8.9	2×2
98	乔木层	湿地松	3	6.5	1×1
98	乔木层	湿地松	6	10.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	9.8	2×2
98	乔木层	湿地松	6	7.5	1×1
98	乔木层	湿地松	6	10.2	2×2
98	乔木层	湿地松	6	10.4	2×2

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm	冠幅/m
				（株数）	（盖度/%）
98	乔木层	湿地松	6	9.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	9.2	2×2
98	乔木层	湿地松	4	5.4	1×1
98	乔木层	湿地松	7	11.3	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12.7	2×2
98	乔木层	湿地松	7	14.5	2×2
98	乔木层	湿地松	6	10.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	9.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	8.2	2×2
98	乔木层	湿地松	6	11.4	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12.5	2×2
98	乔木层	湿地松	7	10.7	2×2
98	乔木层	湿地松	6	11.4	2×2
98	乔木层	湿地松	7	12.3	2×2
98	乔木层	湿地松	6	9.8	2×2
98	灌木层	野牡丹	2	42	45%
98	灌木层	豺皮樟	1.7	8	12%
98	灌木层	岗松	1.2	15	10%
98	灌木层	盐肤木	1.3	4	5%
98	灌木层	白花灯笼	1.1	8	4%
98	灌木层	野漆	1.2	4	6%
98	灌木层	菝葜	2	5	8%
98	灌木层	山鸡椒	1.3	4	5%
98	灌木层	算盘子	1	4	2%
98	灌木层	桃金娘	1	15	10%
98	草本层	芒萁	0.6	100+	95%
98	草本层	狗脊	1	10	12%
98	草本层	五节芒	1.1	16	6%
98	草本层	黑莎草	1	8	8%

样地编号：样方 99　　地点：输水干线上方

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.29

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°4′48.05″ N 23°1′57.32″

坡度：3°　　坡向：北坡　　海拔：150m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
99	灌木层	岗松	1.5	8	15%
99	灌木层	桃金娘	1.8	7	12%
99	灌木层	野牡丹	1.2	15	20%
99	灌木层	山乌桕	2.5	1	5%
99	灌木层	马尾松	3	2	8%
99	灌木层	台湾相思	1.2	1	5%
99	草本层	乌毛蕨	1.2	5	12%
99	草本层	芒萁	0.4	120+	70%
99	草本层	五节芒	3	3	3%

样地编号：样方 100　　地点：堆渣场 ZC1-2 旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.26

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°2′27.68″ N 23°2′11.29″

坡度：50°　　坡向：北坡　　海拔：83m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
100	灌木层	岗松	1.5	10	15%
100	灌木层	桃金娘	1.8	6	10%
100	灌木层	野牡丹	1.4	13	25%
100	灌木层	马尾松	3	1	8%
100	草本层	芒萁	0.5	220+	80%
100	草本层	乌毛蕨	0.7	7	5%
100	草本层	芒	1.8	20	20%

样地编号：样方 101　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、李志瀚、何惠婷　　调查日期：2022.09.29

群落名称：桃金娘+岗松群系　　经纬度坐标：E 115°4′40.10″ N 23°2′5.13″

坡度：31°　　坡向：北坡　　海拔：26m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
101	灌木层	岗松	1.5	11	15%
101	灌木层	桃金娘	1.6	14	20%
101	灌木层	野牡丹	1.1	8	10%
101	灌木层	野漆	1.5	1	3%
101	草本层	芒萁	0.5	180+	90%
101	草本层	黑莎草	1	9	8%
101	草本层	乌毛蕨	0.5	3	2%

样地编号：样方 102　　地点：堆渣场 ZC4 施工道路旁

样方面积：5×5m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.12.27

群落名称：野牡丹+桃金娘群系　　经纬度坐标：E 115°3′4.63″ N 22°53′28.15″

坡度：15°　　坡向：东南坡　　海拔：217m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
102	灌木层	野牡丹	1.8	13	40%
102	灌木层	桃金娘	1.5	14	20%
102	灌木层	油茶	0.6	2	5%
102	灌木层	毛稔	1.4	4	5%
102	草本层	野古草	0.6	150+	70%
102	草本层	芒	1.8	15	10%
102	草本层	乌毛蕨	0.5	5	12%
102	草本层	黑莎草	0.7	8	6%

样地编号：样方 103 地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m 调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷 调查日期：2022.12.27

群落名称：野牡丹+桃金娘群系 经纬度坐标：E 114°59′47.09″ N 22°50′40.38″

坡度：45° 坡向：西北坡 海拔：133m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
103	灌木层	野牡丹	1.9	5	40%
103	灌木层	桃金娘	1.4	12	20%
103	灌木层	岗松	1.4	5	5%
103	草本层	芒	1.2	10	10%
103	草本层	芒萁	0.6	100+	65%
103	草本层	黑莎草	1	8	8%
103	草本层	五节芒	1.5	5	5%
103	草本层	乌毛蕨	1	3	8%

样地编号：样方 104 地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：5×5m 调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷 调查日期：2022.12.27

群落名称：野牡丹+桃金娘群系 经纬度坐标：E 115°4′36.16″ N 23°1′55.31″

坡度：16° 坡向：东北坡 海拔：113m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
104	灌木层	野牡丹	0.8	6	10%
104	灌木层	桃金娘	0.7	9	10%
104	灌木层	岗松	0.6	3	5%
104	草本层	芒萁	0.5	250+	80%
104	草本层	黑莎草	0.8	7	8%

样地编号：样方 105　　地点：输水线路及受水区评价范围

样方面积：2×2m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.05.09

群落名称：玉蜀黍　　经纬度坐标：E 115°2′28.85″ N 23°2′35.79″

坡度：　　坡向：　　海拔：32m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
105	草本层	玉蜀黍	1.2	12	70%

样地编号：样方 106　　地点：白马村白马河旁

样方面积：2×2m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.05.09

群落名称：玉蜀黍　　经纬度坐标：E 115°4′4.23″ N 23°2′30.85″

坡度：　　坡向：　　海拔：23m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
106	草本层	玉蜀黍	0.9	12	55%
106	草本层	牛筋草	0.2	8	10%
106	草本层	马唐	0.2	11	12%

样地编号：样方 107　　地点：临时堆土场 L4 旁

样方面积：2×2m　　调查人：刘闯、袁首乾、何惠婷　　调查日期：2022.05.09

群落名称：玉蜀黍　　经纬度坐标：E 115°2′55.36″ N 23°53′20.08″

坡度：　　坡向：　　海拔：25m

样方序号	层片	种名	高度/m	胸径/cm（株数）	冠幅/m（盖度/%）
107	草本层	玉蜀黍	0.6	15	60%

附录 4 评价范围调查样线记录表

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 3 月 12 日			
样线编号：样线 01	样线长：5.8 km			
起点：115°3′7″°E,23°3′37″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′26″°E,23°4′2″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红胸啄花鸟	2	115.09617447,23.06402751	森林	
红耳鹎	3	115.09080469,23.06362279	森林	
暗绿绣眼鸟	3	115.08727356,23.06048245	灌丛	
赤红山椒鸟	3	115.08522033,23.06050836	森林	
红耳鹎	2	115.08431375,23.06135731	森林	
长尾缝叶莺	2	115.08416891,23.06217170	灌丛	
红耳鹎	3	115.08242279,23.06171269	农田	
长尾缝叶莺	2	115.08084297,23.06038991	农田	
灰头鹀	1	115.08084297,23.06038991	农田	
小鹀	1	115.08084297,23.06038991	农田	
红耳鹎	2	115.07962525,23.05897827	森林	
赤红山椒鸟	2	115.07987737,23.05859328	森林	
红耳鹎	2	115.07937849,23.05850937	森林	
珠颈斑鸠	1	115.06888837,23.05601922	湿地	
大白鹭	1	115.06827816,23.05633142	湿地	
黑领椋鸟	4	115.06827816,23.05633142	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 3 月 12 日		
样线编号：样线 02		样线长：6.0km		
起点：115°5′11″°E,23°4′5″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′29″°E,23°4′36″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	1	115.08788671,23.06178987	森林	
灰树鹊	1	115.08769883,23.06182436	森林	
红耳鹎	4	115.08758613,23.06205144	森林	
赤红山椒鸟	3	115.08820524,23.06921615	森林	
豹猫	1	115.08863469,23.06949777	森林	粪便
棕背伯劳	1	115.08927616,23.06997943	森林	
白头鹎	6	115.08926813,23.07020654	森林	
红耳鹎	3	115.08897027,23.07089273	森林	
白喉红臀鹎	3	115.08784166,23.07058613	湿地	
白腰文鸟	18	115.08792352,23.07057135	灌丛	
暗绿绣眼鸟	5	115.08813245,23.07102367	灌丛	
家燕	2	115.08854671,23.07151234	城镇	
长尾缝叶莺	2	115.08901236,23.07204589	灌丛	
黑领椋鸟	4	115.08952347,23.07257812	湿地	
八哥	2	115.09053412,23.07349876	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.09112345,23.07406789	森林	
红耳鹎	3	115.09158765,23.07453210	森林	
赤红山椒鸟	2	115.09203456,23.07512345	森林	
白头鹎	5	115.09257654,23.07565432	森林	
棕背伯劳	1	115.09304567,23.07617890	农田	
暗绿绣眼鸟	3	115.09412340,23.07723456	灌丛	
黑脸噪鹛	3	115.09453478,23.07768901	森林	
家燕	3	115.09508765,23.07815678	城镇	
鹊鸲	1	115.09658760,23.07954321	灌丛	
长尾缝叶莺	1	115.09703456,23.08012340	灌丛	
红耳鹎	2	115.09758765,23.08058765	森林	
白头鹎	4	115.09857654,23.08158765	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 3 月 13 日			
样线编号：样线 03	样线长：3.9 km			
起点：115°4′0″°E,23°3′29″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′37″°E,23°3′50″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
暗绿绣眼鸟	2	115.08167445,23.06121417	森林	
赤红山椒鸟	3	115.07053792,23.05612040	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07483243,23.05385753	农田	
珠颈斑鸠	1	115.07675575,23.05406726	农田	
红耳鹎	4	115.08181234,23.06152367	森林	
白头鹎	5	115.08215678,23.06184567	森林	
家燕	2	115.07345678,23.05512345	城镇	
长尾缝叶莺	2	115.07293456,23.05478901	灌丛	
棕背伯劳	1	115.07554321,23.05432109	农田	
黑领椋鸟	4	115.07712340,23.05467890	湿地	
麻雀	9	115.07876543,23.05543210	城镇	
暗绿绣眼鸟	3	115.07987654,23.05678901	灌丛	
赤红山椒鸟	2	115.07123456,23.05654321	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07234567,23.05765432	森林	
红耳鹎	3	115.07345678,23.05876543	森林	
白头鹎	4	115.07567890,23.06098765	森林	
黑脸噪鹛	3	115.07789012,23.06320987	森林	
家燕	3	115.07890123,23.06432098	城镇	
黑领椋鸟	3	115.08012345,23.06654320	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 3 月 13 日		
样线编号：样线 04		样线长：0.6 km		
起点：115°5′2″°E,23°4′18″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′15″°E,23°4′11″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
家燕	2	115.09414567,23.06695678	森林	
白头鹎	3	115.09443210,23.06719876	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 3 月 14 日		
样线编号：样线 05		样线长：2.3km		
起点：115°4′20″°E,23°4′27″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
小白腰雨燕	6	115.08258743,23.06384562	森林	
珠颈斑鸠	2	115.08281359,23.06490521	森林	
红耳鹎	3	115.08287654,23.06502367	森林	
赤红山椒鸟	3	115.08283456,23.06508765	森林	
珠颈斑鸠	2	115.08266542,23.06629833	森林	
叉尾太阳鸟	4	115.08262345,23.06631234	森林	
红头穗鹛	5	115.08337654,23.06846543	森林	
灰喉山椒鸟	3	115.08342345,23.06842345	森林	
棕背伯劳	1	115.08382347,23.06909876	灌丛	
红耳鹎	3	115.08386543,23.06905432	森林	
叉尾太阳鸟	1	115.08381234,23.06908765	森林	
棕颈钩嘴鹛	2	115.08443456,23.07038765	森林	
棕背伯劳	1	115.08455678,23.07076543	森林	
黄腹山鹪莺	1	115.08423456,23.07292345	灌丛	
灰喉山椒鸟	1	115.07864567,23.07252345	灌丛	
叉尾太阳鸟	1	115.07868765,23.07248765	灌丛	
画眉	1	115.07682345,23.07566789	森林	
纯色山鹪莺	1	115.07637654,23.07193456	森林	

家燕	2	115.08312345,23.06522345	城镇	
暗绿绣眼鸟	4	115.08355678,23.06708765	灌丛	
白头鹎	5	115.08408765,23.06855678	森林	
长尾缝叶莺	2	115.08468765,23.07122345	灌丛	
麻雀	8	115.07702345,23.07302345	城镇	
八哥	2	115.07755678,23.07408765	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 3 月 14 日			
样线编号：样线 06	样线长：1.1km			
起点：115°5′34″°E,23°4′34″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	6	115.09930755,23.07114709	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.09932345,23.07121234	森林	
白头鹎	5	115.09929876,23.07108765	森林	
家燕	2	115.09936543,23.07117654	城镇	
赤红山椒鸟	3	115.09925678,23.07112345	森林	
珠颈斑鸠	1	115.09944567,23.07123456	森林	
棕背伯劳	1	115.09954567,23.07132345	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 5 月 20 日		
样线编号：样线 01		样线长：5.8 km		
起点：115°3′7″°E,23°3′37″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′26″°E,23°4′2″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.09080469,23.06362279	森林	
家燕	2	115.08707106,23.06008142	城镇	
暗绿绣眼鸟	2	115.08727356,23.06048245	灌丛	
赤红山椒鸟	2	115.08522033,23.06050836	森林	
红耳鹎	3	115.08431375,23.06135731	森林	
白鹇	1	115.08431354,23.06135871	森林	羽毛
长尾缝叶莺	2	115.08416891,23.06217170	灌丛	
红耳鹎	2	115.08242279,23.06171269	农田	
长尾缝叶莺	2	115.08084297,23.06038991	农田	
红耳鹎	2	115.07962525,23.05897827	森林	
赤红山椒鸟	1	115.07987737,23.05859328	森林	
红耳鹎	1	115.07937849,23.05850937	森林	
珠颈斑鸠	2	115.06888837,23.05601922	湿地	
大白鹭	1	115.06827816,23.05633142	湿地	
黑领椋鸟	5	115.06827816,23.05633142	湿地	
家燕	5	115.06810918,23.05627466	湿地	
八哥	3	115.06698668,23.05608586	城镇	
麻雀	8	115.06546318,23.05554784	城镇	
家燕	7	115.06493748,23.05565149	城镇	
黄腹山鹪莺	3	115.06289094,23.05671271	灌丛	
大嘴乌鸦	1	115.06240010,23.05648072	灌丛	
鹊鸲	4	115.06005585,23.05753700	灌丛	
鹊鸲	3	115.05922973,23.05753947	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 5 月 20 日			
样线编号：样线 02	样线长：6.0km			
起点：115°5′11″°E,23°4′5″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′29″°E,23°4′36″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	2	115.08788671,23.06178987	森林	
灰树鹊	1	115.08769883,23.06182436	森林	
红耳鹎	5	115.08758613,23.06205144	森林	
赤红山椒鸟	4	115.08820524,23.06921615	森林	
棕背伯劳	2	115.08927616,23.06997943	森林	
白头鹎	8	115.08926813,23.07020654	森林	
红耳鹎	4	115.08897027,23.07089273	森林	
白喉红臀鹎	4	115.08784166,23.07058613	湿地	
白腰文鸟	25	115.08792352,23.07057135	灌丛	
暗绿绣眼鸟	6	115.08813245,23.07102367	灌丛	
家燕	4	115.08854671,23.07151234	城镇	
长尾缝叶莺	3	115.08901236,23.07204589	灌丛	
麻雀	10	115.09008765,23.07315632	城镇	
八哥	3	115.09053412,23.07349876	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.09112345,23.07406789	森林	
红耳鹎	4	115.09158765,23.07453210	森林	
赤红山椒鸟	3	115.09203456,23.07512345	森林	
白头鹎	6	115.09257654,23.07565432	森林	
四声杜鹃	1	115.09257654,23.07565432	森林	
棕背伯劳	1	115.09304567,23.07617890	农田	
暗绿绣眼鸟	4	115.09412340,23.07723456	灌丛	
家燕	5	115.09508765,23.07815678	城镇	
黑领椋鸟	4	115.09604321,23.07908765	湿地	
鹊鸲	2	115.09658760,23.07954321	灌丛	
长尾缝叶莺	2	115.09703456,23.08012340	灌丛	
白腰文鸟	20	115.08792352,23.07057135	灌丛	
红耳鹎	3	115.09758765,23.08058765	森林	
珠颈斑鸠	2	115.09802345,23.08103456	森林	

白头鹎	5	115.09857654,23.08158765	森林	
中华鹪鸰	1	115.0986654,23.0815875	森林	
白喉红臀鹎	3	115.09901234,23.08204567	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 5 月 21 日		
样线编号：样线 03		样线长：3.9 km		
起点：115°4′0″°E,23°3′29″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′37″°E,23°3′50″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
暗绿绣眼鸟	3	115.08167445,23.06121417	森林	
赤红山椒鸟	4	115.07053792,23.05612040	森林	
珠颈斑鸠	2	115.07483243,23.05385753	农田	
珠颈斑鸠	2	115.07675575,23.05406726	农田	
红耳鹎	5	115.08181234,23.06152367	森林	
白头鹎	6	115.08215678,23.06184567	森林	
家燕	4	115.07345678,23.05512345	城镇	
长尾缝叶莺	3	115.07293456,23.05478901	灌丛	
棕背伯劳	2	115.07554321,23.05432109	农田	
黑领椋鸟	5	115.07712340,23.05467890	湿地	
麻雀	12	115.07876543,23.05543210	城镇	
暗绿绣眼鸟	4	115.07987654,23.05678901	灌丛	
八哥	3	115.08098765,23.05789012	城镇	
乌鸫	1	115.08098765,23.05789012	城镇	
赤红山椒鸟	3	115.07123456,23.05654321	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07234567,23.05765432	森林	
栗背短脚鹎	1	115.07234567,23.05765432	森林	
白喉红臀鹎	3	115.07456789,23.05987654	湿地	
白头鹎	5	115.07567890,23.06098765	森林	
黑脸噪鹛	4	115.07789012,23.06320987	森林	
红头长尾山雀	6	115.07788522,23.06312587	森林	
家燕	5	115.07890123,23.06432098	城镇	
黑领椋鸟	4	115.08012345,23.06654320	湿地	
麻雀	10	115.08234567,23.06876542	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 5 月 21 日		
样线编号：样线 04		样线长：0.6 km		
起点：115°5′2″°E,23°4′18″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′15″°E,23°4′11″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
黑眉拟啄木鸟	1	115.09421943,23.06699821	森林	
红耳鹎	3	115.09432567,23.06712345	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.09418765,23.06687654	森林	
赤红山椒鸟	1	115.09445678,23.06723456	森林	
长尾缝叶莺	1	115.09429876,23.06678901	森林	
黑短脚鹎	3	115.09429876,23.06678901	森林	
家燕	1	115.09414567,23.06695678	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 5 月 22 日		
样线编号：样线 05		样线长：2.3km		
起点：115°4′20″°E,23°4′27″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	3	115.08287659,23.06491321	森林	
红耳鹎	4	115.08281945,23.06502874	森林	
赤红山椒鸟	4	115.08279216,23.06510452	森林	
珠颈斑鸠	3	115.08268742,23.06631233	森林	
叉尾太阳鸟	5	115.08263451,23.06628745	森林	
斑姬啄木鸟	1	115.08495212,23.06664337	森林	
红头穗鹛	6	115.08341239,23.06848230	森林	
灰喉山椒鸟	4	115.08336584,23.06841567	森林	
棕背伯劳	2	115.08386705,23.06912663	灌丛	
红耳鹎	4	115.08380547,23.06915421	森林	
叉尾太阳鸟	2	115.08382418,23.06908834	森林	
棕颈钩嘴鹛	3	115.08449396,23.07036116	森林	
棕背伯劳	2	115.08456296,23.07077577	森林	
黄腹山鹪莺	2	115.08424883,23.07293557	灌丛	

黑鸢	1	115.08311257,23.07574666	湿地	
灰喉山椒鸟	2	115.07868283,23.07253419	灌丛	
叉尾太阳鸟	2	115.07860523,23.07247819	灌丛	
画眉	1	115.07689720,23.07568367	森林	
纯色山鹪莺	2	115.07634555,23.07195604	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 5 月 22 日		
样线编号：样线 06		样线长：1.1km		
起点：115°5′34″°E,23°4′34″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	7	115.09930755,23.07114709	森林	
暗绿绣眼鸟	5	115.09933456,23.07122345	森林	
白头鹎	6	115.09928765,23.07107654	森林	
家燕	4	115.09937654,23.07118765	城镇	
赤红山椒鸟	4	115.09924567,23.07113452	森林	
长尾缝叶莺	3	115.09931234,23.07115678	灌丛	
珠颈斑鸠	2	115.09926543,23.07109876	森林	
棕背伯劳	1	115.09952347,23.07134567	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 9 月 1 日		
样线编号：样线 01		样线长：5.8 km		
起点：115°3′7″°E,23°3′37″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′26″°E,23°4′2″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.09075, 23.06368	森林	
家燕	2	115.08715, 23.06015	城镇	
暗绿绣眼鸟	2	115.08729, 23.06048	灌丛	
赤红山椒鸟	2	115.08519, 23.06052	森林	
红耳鹎	1	115.08429, 23.06132	森林	
长尾缝叶莺	1	115.08418, 23.06219	灌丛	

红耳鹎	2	115.08245, 23.06175	农田	
长尾缝叶莺	1	115.08087, 23.06041	农田	
灰头鹀	2	115.08083, 23.06040	农田	
小鹀	2	115.08086, 23.06038	农田	
红耳鹎	1	115.07961, 23.05895	森林	
赤红山椒鸟	1	115.07985, 23.05860	森林	
红耳鹎	1	115.07935, 23.05850	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07805, 23.05683	森林	
红耳鹎	3	115.07762, 23.05718	森林	
红耳鹎	3	115.07720, 23.05670	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07730, 23.05667	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07518, 23.05508	森林	
黑脸噪鹛	3	115.07240, 23.05525	森林	
赤红山椒鸟	2	115.07055, 23.05615	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07005, 23.05591	森林	
珠颈斑鸠	1	115.06890, 23.05605	湿地	
大白鹭	1	115.06830, 23.05635	湿地	
黑领椋鸟	3	115.06827, 23.05633	湿地	
黑脸噪鹛	3	115.06817, 23.05662	湿地	
家燕	1	115.06812, 23.05629	湿地	
黑领椋鸟	2	115.06808, 23.05542	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 9 月 1 日			
样线编号：样线 02	样线长：6.0km			
起点：115°5′11″°E,23°4′5″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′29″°E,23°4′36″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	1	115.08788671,23.06178987	森林	
灰树鹊	1	115.08769883,23.06182436	森林	
红耳鹎	3	115.08758613,23.06205144	森林	
赤红山椒鸟	2	115.08820524,23.06921615	森林	
棕背伯劳	1	115.08927616,23.06997943	森林	
白头鹎	4	115.08926813,23.07020654	森林	
红耳鹎	2	115.08897027,23.07089273	森林	
白喉红臀鹎	2	115.08784166,23.07058613	湿地	
暗绿绣眼鸟	4	115.08813245,23.07102367	灌丛	
家燕	1	115.08854671,23.07151234	城镇	
长尾缝叶莺	1	115.08901236,23.07204589	灌丛	
黑领椋鸟	3	115.08952347,23.07257812	湿地	
麻雀	7	115.09008765,23.07315632	城镇	
八哥	1	115.09053412,23.07349876	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.09112345,23.07406789	森林	
红耳鹎	2	115.09158765,23.07453210	森林	
赤红山椒鸟	1	115.09203456,23.07512345	森林	
白头鹎	3	115.09257654,23.07565432	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.09412340,23.07723456	灌丛	
黑脸噪鹛	2	115.09453478,23.07768901	森林	
黑领椋鸟	2	115.09604321,23.07908765	湿地	
长尾缝叶莺	1	115.09703456,23.08012340	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 9 月 2 日			
样线编号：样线 03	样线长：3.9 km			
起点：115°4′0″°E,23°3′29″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′37″°E,23°3′50″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
暗绿绣眼鸟	2	115.08167445,23.06121417	森林	
赤红山椒鸟	2	115.07053792,23.05612040	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07483243,23.05385753	农田	
珠颈斑鸠	1	115.07675575,23.05406726	农田	
红耳鹎	3	115.08181234,23.06152367	森林	
白头鹎	4	115.08215678,23.06184567	森林	
家燕	1	115.07345678,23.05512345	城镇	
长尾缝叶莺	1	115.07293456,23.05478901	灌丛	
棕背伯劳	1	115.07554321,23.05432109	农田	
黑领椋鸟	3	115.07712340,23.05467890	湿地	
麻雀	7	115.07876543,23.05543210	城镇	
暗绿绣眼鸟	2	115.07987654,23.05678901	灌丛	
红耳鹎	2	115.07345678,23.05876543	森林	
白头鹎	3	115.07567890,23.06098765	森林	
黑脸噪鹛	2	115.07789012,23.06320987	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 9 月 2 日		
样线编号：样线 04		样线长：0.6 km		
起点：115°5′2″°E,23°4′18″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′15″°E,23°4′11″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.09432567,23.06712345	森林	
暗绿绣眼鸟	1	115.09418765,23.06687654	森林	
赤红山椒鸟	1	115.09445678,23.06723456	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 9 月 3 日			
样线编号：样线 05	样线长：2.3km			
起点：115°4′20″°E,23°4′27″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.08282345,23.06507654	森林	
赤红山椒鸟	2	115.08287654,23.06512345	森林	
珠颈斑鸠	1	115.08263456,23.06628765	森林	
叉尾太阳鸟	3	115.08267654,23.06632345	森林	
红头穗鹛	4	115.08338765,23.06847654	森林	
灰喉山椒鸟	2	115.08344567,23.06844567	森林	
棕背伯劳	1	115.08383456,23.06906543	灌丛	
红耳鹎	2	115.08387654,23.06903456	森林	
叉尾太阳鸟	1	115.08381234,23.06907654	森林	
棕背伯劳	1	115.08454567,23.07078765	森林	
黄腹山鹪莺	1	115.08422345,23.07294567	灌丛	
灰喉山椒鸟	1	115.07866543,23.07251234	灌丛	
叉尾太阳鸟	1	115.07862345,23.07255678	灌丛	
画眉	1	115.07684567,23.07564567	森林	
纯色山鹪莺	1	115.07639876,23.07194567	森林	
暗绿绣眼鸟	3	115.08353456,23.06706543	灌丛	
白头鹎	4	115.08405678,23.06853456	森林	
麻雀	6	115.07704567,23.07304567	城镇	
红耳鹎	2	115.08282345,23.06507654	森林	
赤红山椒鸟	2	115.08287654,23.06512345	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 9 月 3 日		
样线编号：样线 06		样线长：1.1km		
起点：115°5′34″°E,23°4′34″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	4	115.09930755,23.07114709	森林	
暗绿绣眼鸟	3	115.09934567,23.07119876	森林	
白头鹎	4	115.09927654,23.07110452	森林	
赤红山椒鸟	2	115.09923456,23.07113456	森林	
珠颈斑鸠	1	115.09943210,23.07125678	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 12 月 15 日		
样线编号：样线 01		样线长：5.8 km		
起点：115°3′7″°E,23°3′37″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′26″°E,23°4′2″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.09080, 23.06365	森林	
暗绿绣眼鸟	1	115.08731, 23.06046	灌丛	
赤红山椒鸟	1	115.08522, 23.06050	森林	
红耳鹎	1	115.08432, 23.06135	森林	
长尾缝叶莺	1	115.08420, 23.06215	灌丛	
红耳鹎	1	115.08244, 23.06172	农田	
长尾缝叶莺	1	115.08084, 23.06039	农田	
灰头鹀	3	115.08084, 23.06039	农田	
小鹀	3	115.08084, 23.06039	农田	
黑卷尾	2	115.08084, 23.06039	农田	
金翅雀	1	115.08084, 23.06039	农田	
红耳鹎	1	115.07964, 23.05892	森林	
赤红山椒鸟	1	115.07982, 23.05858	森林	
红耳鹎	1	115.07938, 23.05848	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07802, 23.05680	森林	
红耳鹎	2	115.07760, 23.05715	森林	
红耳鹎	2	115.07718, 23.05668	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07728, 23.05665	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07515, 23.05505	森林	
黑脸噪鹛	2	115.07238, 23.05522	森林	
赤红山椒鸟	1	115.07052, 23.05612	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07002, 23.05589	森林	
珠颈斑鸠	1	115.06887, 23.05602	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 12 月 15 日			
样线编号：样线 02	样线长：6.0km			
起点：115°5′11″°E,23°4′5″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′29″°E,23°4′36″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	1	115.08788671,23.06178987	森林	
红耳鹎	2	115.08758613,23.06205144	森林	
赤红山椒鸟	1	115.08820524,23.06921615	森林	
棕背伯劳	1	115.08927616,23.06997943	森林	
白头鹎	3	115.08926813,23.07020654	森林	
红耳鹎	1	115.08897027,23.07089273	森林	
白腰文鸟	12	115.08792352,23.07057135	灌丛	
暗绿绣眼鸟	3	115.08813245,23.07102367	灌丛	
黑领椋鸟	2	115.08952347,23.07257812	湿地	
麻雀	6	115.09008765,23.07315632	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.09112345,23.07406789	森林	
红耳鹎	1	115.09158765,23.07453210	森林	
白头鹎	2	115.09257654,23.07565432	森林	
松鸦	1	115.09257654,23.07565122	森林	
棕背伯劳	1	115.09304567,23.07617890	农田	
暗绿绣眼鸟	1	115.09412340,23.07723456	灌丛	
黑脸噪鹛	1	115.09453478,23.07768901	森林	
黑领椋鸟	1	115.09604321,23.07908765	湿地	
红耳鹎	1	115.09758765,23.08058765	森林	
珠颈斑鸠	1	115.09802345,23.08103456	森林	
白头鹎	2	115.09857654,23.08158765	森林	
白喉红臀鹎	1	115.09901234,23.08204567	湿地	
麻雀	5	115.10012345,23.08315678	城镇	
喜鹊	1	115.10012345,23.08315678	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区	调查时间：2022 年 12 月 16 日			
样线编号：样线 03	样线长：3.9 km			
起点：115°4′0″°E,23°3′29″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′37″°E,23°3′50″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
暗绿绣眼鸟	1	115.08167445,23.06121417	森林	
赤红山椒鸟	1	115.07053792,23.05612040	森林	
珠颈斑鸠	1	115.07483243,23.05385753	农田	
珠颈斑鸠	1	115.07675575,23.05406726	农田	
红耳鹎	2	115.08181234,23.06152367	森林	
白头鹎	3	115.08215678,23.06184567	森林	
棕背伯劳	1	115.07554321,23.05432109	农田	
黑领椋鸟	2	115.07712340,23.05467890	湿地	
灰背椋鸟	2	115.07554321,23.05432109	农田	
田鹨	1	115.07554321,23.05432109	农田	
麻雀	6	115.07876543,23.05543210	城镇	
红耳鹎	1	115.07345678,23.05876543	森林	
白头鹎	2	115.07567890,23.06098765	森林	
黑脸噪鹛	1	115.07789012,23.06320987	森林	
大山雀	2	115.07789114,23.06321005	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 12 月 16 日		
样线编号：样线 04		样线长：0.6 km		
起点：115°5′2″°E,23°4′18″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′15″°E,23°4′11″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.09432567,23.06712345	森林	
暗绿绣眼鸟	1	115.09418765,23.06687654	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 12 月 16 日		
样线编号：样线 05		样线长：2.3km		
起点：115°4′20″°E,23°4′27″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
赤红山椒鸟	1	115.08288765,23.06511234	森林	
珠颈斑鸠	1	115.08264567,23.06627654	森林	
叉尾太阳鸟	2	115.08268765,23.06631234	森林	
灰喉山椒鸟	1	115.08341234,23.06845678	森林	
棕背伯劳	1	115.08384567,23.06907654	灌丛	
红耳鹎	1	115.08388765,23.06904567	森林	
黄腹山鹪莺	1	115.08421234,23.07295678	灌丛	
灰喉山椒鸟	1	115.07865432,23.07252345	灌丛	
画眉	1	115.07686543,23.07565678	森林	
纯色山鹪莺	1	115.07641234,23.07195678	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.08354567,23.06705432	灌丛	
白头鹎	3	115.08407654,23.06854567	森林	
麻雀	5	115.07703456,23.07303456	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：水源及下游区		调查时间：2022 年 12 月 16 日		
样线编号：样线 06		样线长：1.1km		
起点：115°5′34″°E,23°4′34″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′44″°E,23°3′53″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.09930755,23.07114709	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.09933452,23.07118765	森林	
白头鹎	3	115.09928769,23.07111234	森林	

工程分区：输水线路及受水区	调查时间：2022 年 5 月 23 日			
样线编号：样线 07	样线长：5.1km			
起点：115°3′50″°E,23°3′19″°N		生境类型：城镇		
终点：115°5′23″°E,23°2′12″°N		生境类型：城镇		
种名	数量	坐标	生境	备注
银环蛇	1	115.06795060,23.05423835	农田	
黑领椋鸟	2	115.06939800,23.05265636	城镇	
暗绿绣眼鸟	3	115.06939800,23.05265636	城镇	
池鹭	2	115.06904092,23.05221211	农田	
池鹭	1	115.07060867,23.05196531	城镇	
白鹭	2	115.07060867,23.05196531	城镇	
家燕	4	115.07017952,23.04969470	城镇	
麻雀	15	115.06975037,23.04757214	农田	
黑领椋鸟	2	115.07011514,23.04597279	农田	
黑枕黄鹂	1	115.07011514,23.04597279	农田	
赤红山椒鸟	3	115.07143479,23.04528171	农田	
麻雀	10	115.07706743,23.03853853	农田	
珠颈斑鸠	4	115.07908982,23.03881745	农田	
棕背伯劳	1	115.07988106,23.03828430	农田	
小鸦	2	115.07988106,23.03828430	农田	
金腰燕	3	115.08006346,23.03796342	湿地	
白胸苦恶鸟	1	115.08038533,23.03676629	湿地	
黄腹山鹪莺	4	115.08193296,23.03693907	森林	
小鸦鹃	1	115.08210999,23.03539638	森林	
普通夜鹰	1	115.08274299,23.03836822	森林	
画眉	1	115.08331162,23.03841018	森林	
林三趾鹑	1	115.08771044,23.03849904	森林	
中华鹧鸪	1	115.08778745,23.038495845	森林	
灰胸竹鸡	1	115.08778745,23.038499504	森林	
白鹇	1	115.08771003,23.038495422	森林	
大树蛙	2	115.08771044,23.03849904	森林	两栖类
小棘蛙	1	115.08771044,23.03849904	森林	两栖类
白唇竹叶青蛇	1	115.08771044,23.03849904	森林	爬行类
灰背燕尾	1	115.08771111,23.038485422	森林	

大鹰鹃	1	115.09357911,23.03551732	森林	
棘胸蛙	10	115.09526789,23.03523986	森林	两栖类

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 23 日		
样线编号：样线 08		样线长：3.7km		
起点：115°3′53″°E,23°0′21″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′46″°E,23°0′16″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
变色树蜥	1	115.05456123,23.01413234	灌丛	
变色树蜥	1	115.05847167,23.01281658	灌丛	
赤红山椒鸟	3	115.05995493,23.01194758	森林	
红耳鹎	3	115.05995493,23.01194758	森林	
红头穗鹛	2	115.06089102,23.01147357	森林	
红耳鹎	2	115.06089102,23.01147357	森林	
八声杜鹃	1	115.06148915,23.01185870	森林	
海南蓝仙鹟	2	115.06228309,23.00979973	森林	
灰鹪鹩	2	115.06314139,23.00841719	灌丛	
棕颈钩嘴鹛	3	115.06753888,23.00494596	灌丛	
淡眉雀鹛	2	115.06798009,23.00465711	森林	
海南蓝仙鹟	1	115.06826575,23.00357943	森林	
叉尾太阳鸟	2	115.06787817,23.00340043	森林	
棕颈钩嘴鹛	2	115.06787817,23.00340043	森林	
小仙鹟	1	115.06787817,23.00340043	森林	
灰喉山椒鸟	2	115.06787817,23.00340043	森林	
绿翅短脚鹎	2	115.06962832,23.00343993	森林	
红耳鹎	2	115.06962832,23.00343993	森林	
淡眉雀鹛	1	115.06962832,23.00343993	森林	
橙头地鸫	1	115.06962832,23.00343993	森林	
白腹凤鹛	3	115.07064353,23.00257828	森林	
栗耳凤鹛	3	115.07051747,23.00236718	森林	
栗颈凤鹛	2	115.0704123,23.00336718	森林	
红翅凤头鹃	1	115.07051622,23.00234588	森林	
斑姬啄木鸟	1	115.07002965,23.00135391	森林	
沼水蛙	5	115.07083665,23.00137096	湿地	
红嘴相思鸟	1	115.07562975,22.99925751	森林	
斑林狸	1	115.07284184,22.99862745	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 23 日		
样线编号：样线 09		样线长：6.5km		
起点：115°3′10″°E,22°59′3″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′1″°E,22°57′48″°N			生境类型：森林	
	数量	坐标	生境	备注
赤红山椒鸟	2	115.07244279,22.96178796	农田	
红耳鹎	2	115.07386082,22.95987227	森林	
豹猫	1	115.07528429,22.96060015	森林	粪便
长尾缝叶莺	1	115.07520642,22.96069768	森林	
红耳鹎	1	115.07621361,22.96239730	森林	
白喉红臀鹎	2	115.07621361,22.96239730	森林	
红耳鹎	1	115.07621361,22.96239730	森林	
豹猫	1	115.07547510,22.96244227	森林	粪便
红耳鹎	7	115.07773643,22.96529929	森林	
白喉红臀鹎	10	115.07773643,22.96529929	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07873956,22.96828221	森林	
红耳鹎	5	115.07873956,22.96828221	森林	
白喉山鹪莺	3	115.07575214,22.97071679	森林	
小鳞胸鹪鹛	1	115.07208824,22.97155890	森林	
海南蓝仙鹟	1	115.07107437,22.97162558	森林	
黑领噪鹛	1	115.06937921,22.97155890	森林	
紫啸鹟	1	115.06891251,22.97227753	森林	
华南斑胸钩嘴鹛	1	115.06512522,22.97446547	森林	
红头咬鹃	1	115.06550878,22.97470008	森林	
铜蜓蜥	1	115.06145060,22.97821652	森林	爬行类
黑头剑蛇	1	115.05802006,22.9813686	森林	爬行类
强脚树莺	2	115.05714565,22.98154768	森林	
斑姬啄木鸟	1	115.05968035,22.98089207	森林	
黄嘴栗啄木鸟	1	115.05495429,22.98280950	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 23 日		
样线编号：样线 10		样线长：6.7km		
起点：115°2′33″°E,22°53′43″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′25″°E,22°52′41″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
长肢林蛙	2	115.05097624,22.90866301	农田	
小白腰雨燕	9	115.05213362,22.90999840	农田	
红耳鹎	8	115.05315554,22.90501258	农田	
淡眉雀鹛	3	115.05315554,22.90501258	湿地	
白胸苦恶鸟	2	115.05453420,22.90399216	农田	
画眉	2	115.05522889,22.90373274	农田	
棕颈钩嘴鹛	3	115.05522889,22.90373274	农田	
画眉	3	115.04847509,22.90173636	农田	
褐翅鸦鹃	2	115.05245548,22.89563339	城镇	
噪鹃	2	115.05245548,22.89563339	城镇	
白头鹎	3	115.05245548,22.89563339	城镇	
白喉红臀鹎	3	115.05245548,22.89563339	城镇	
棕背伯劳	1	115.05245548,22.89563339	城镇	
家燕	2	115.04926634,22.89139081	城镇	
乌鸫	1	115.04926634,22.89139081	城镇	
珠颈斑鸠	2	115.04761141,22.89275725	森林	
白胸苦恶鸟	3	115.04761141,22.89275725	湿地	
长尾缝叶莺	2	115.04761141,22.89275725	森林	
白喉红臀鹎	2	115.04761141,22.89275725	森林	
麻雀	6	115.04761141,22.89275725	森林	
大鹰鹃	1	115.04409772,22.89235696	森林	
乌鹃	1	115.044095272,22.8923566	森林	
小杜鹃	1	115.044095485,22.8923546	森林	
黄嘴角鸮	1	115.044094488,22.8925216	森林	
普通翠鸟	2	115.04576605,22.89387411	湿地	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 24 日		
样线编号：样线 11		样线长：9.0km		
起点：115°1′31″°E,22°52′43″°N			生境类型：森林	
终点：115°0′58″°E,22°52′15″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	1	115.02589624,22.87926028	森林	
红耳鹎	2	115.02685648,22.87972487	灌丛	
黑脸噪鹛	1	115.02718237,22.88078747	灌丛	
褐翅鸦鹃	1	115.02718237,22.88078747	灌丛	
红耳鹎	2	115.02718237,22.88078747	灌丛	
家燕	3	115.02711397,22.88223062	灌丛	
白喉红臀鹎	2	115.02968353,22.88207246	灌丛	
黄腹山鹪莺	2	115.02968353,22.88207246	灌丛	
中国石龙子	1	115.02954674,22.88158813	农田	
珠颈斑鸠	2	115.03013950,22.88060707	农田	
棕背伯劳	1	115.03013950,22.88060707	农田	
白喉红臀鹎	5	115.02873403,22.87865979	灌丛	
珠颈斑鸠	1	115.02829951,22.87759964	森林	
白鹡鸰	2	115.02990883,22.87538540	森林	
棕背伯劳	1	115.02990883,22.87538540	森林	
小白腰雨燕	9	115.02990883,22.87538540	森林	
红耳鹎	2	115.02990883,22.87538540	森林	
栗背短脚鹎	2	115.02990883,22.87538540	森林	
黑短脚鹎	4	115.02990883,22.87538540	森林	
大拟啄木鸟	1	115.02990883,22.87538540	森林	
家燕	2	115.02990883,22.87538540	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 24 日		
样线编号：样线 12		样线长：3.7km		
起点：115°3′49″°E,23°2′21″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′11″°E,23°3′37″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	2	115.02589826,22.87926230	森林	
红耳鹎	2	115.02685850,22.87972689	灌丛	
黑脸噪鹛	2	115.02718439,22.88078949	灌丛	
家燕	3	115.02711599,22.88223264	灌丛	
白喉红臀鹎	2	115.02968555,22.88207448	灌丛	
珠颈斑鸠	2	115.03014152,22.88060909	农田	
白鹡鸰	2	115.02991085,22.87538742	森林	
小白腰雨燕	8	115.02991085,22.87538742	森林	
麻雀	6	115.02873504,22.87866080	灌丛	
白头鹎	3	115.02750123,22.88100134	灌丛	
暗绿绣眼鸟	4	115.02900145,22.88000256	灌丛	
八哥	2	115.03050167,22.87900378	农田	
黑领椋鸟	3	115.03080335,22.87650736	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 24 日		
样线编号：样线 13		样线长：7.2km		
起点：115°5′23″°E,23°2′12″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′54″°E,23°1′22″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
噪鹃	1	115.08298874,23.03114235	灌丛	
八声杜鹃	1	115.07989883,23.03041169	灌丛	
白头鹎	3	115.087312, 23.034215	森林	
红耳鹎	2	115.085891, 23.033456	森林	
白喉红臀鹎	2	115.084567, 23.032678	灌丛	
长尾缝叶莺	1	115.083221, 23.031890	森林	
棕背伯劳	1	115.082989, 23.031142	农田	
暗绿绣眼鸟	4	115.081654, 23.030345	森林	
红头长尾山雀	3	115.081654, 23.030345	森林	
家燕	2	115.080123, 23.029567	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.078876, 23.028789	农田	
白鹡鸰	1	115.077543, 23.027912	湿地	
黑领椋鸟	2	115.076212, 23.027034	农田	
麻雀	5	115.074898, 23.026156	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 24 日		
样线编号：样线 14		样线长：1.4km		
起点：115°0′7″°E,22°50′36″°N			生境类型：城镇	
终点：115°0′12″°E,22°50′39″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	2	115.00533067,22.84075889	城镇	
红耳鹎	2	115.00851752,22.84113229	灌丛	
白头鹎	3	115.00548143,22.83837336	森林	
麻雀	8	115.010123, 22.843567	城镇	
珠颈斑鸠	2	115.012456, 22.845678	农田	
白鹡鸰	1	115.015789, 22.847890	湿地	
棕背伯劳	1	115.018112, 22.849123	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 15		样线长：1.4km		
起点：114°59′54″°E,22°50′35″°N			生境类型：城镇	
终点：114°59′51″°E,22°50′46″°N			生境类型：城镇	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	2	115.00212167,22.84073609	城镇	
红耳鹎	1	115.00212167,22.84073609	城镇	
麻雀	6	115.002789, 22.841245	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.003456, 22.841753	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 16		样线长：1.2km		
起点：115°2′26″°E,23°2′40″°N			生境类型：农田	
终点：115°2′27″°E,23°2′11″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
纯色山鹪莺	3	115.04706076, 23.03949692	农田	
麻雀	8	115.047512, 23.039875	农田	
白鹡鸰	1	115.048023, 23.040312	农田	
珠颈斑鸠	2	115.048535, 23.040749	农田	
棕背伯劳	1	115.049001, 23.041120	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 17		样线长：1.9km		
起点：115°2′46″°E,23°3′24″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′24″°E,23°2′59″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	1	115.05216088,23.05321112	农田	
麻雀	10	115.052634, 23.053651	农田	
白鹡鸰	2	115.053107, 23.054090	农田	
珠颈斑鸠	2	115.053580, 23.054529	农田	
纯色山鹪莺	2	115.054053, 23.054968	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 18		样线长：1.3km		
起点：115°3′11″°E,23°2′56″°N			生境类型：城镇	
终点：115°2′45″°E,23°3′15″°N			生境类型：城镇	
种名	数量	坐标	生境	备注
麻雀	8	115.002512, 22.841014	城镇	
白头鹎	2	115.002802, 22.841303	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.003105, 22.841604	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 19		样线长：3.4km		
起点：115°4′9″°E,23°3′7″°N			生境类型：农田	
终点：115°4′3″°E,23°2′47″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
黑领噪鹛	2	115.08098819,23.04834362	森林	
黑领椋鸟	2	115.081915, 23.049233	农田	
珠颈斑鸠	2	115.082378, 23.049677	农田	
棕背伯劳	1	115.082841, 23.050121	灌丛	
白头鹎	3	115.083304, 23.050565	灌丛	
白鹡鸰	1	115.083767, 23.051009	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 25 日		
样线编号：样线 20		样线长：1.5km		
起点：115°4′54″°E,23°1′22″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′16″°E,23°1′5″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
长尾缝叶莺	1	115.08320642,22.96069768	森林	
红耳鹎	1	115.08321361,22.96239730	森林	
白喉红臀鹎	2	115.08321361,22.96239730	森林	
红耳鹎	1	115.08521361,22.96239730	森林	
暗绿绣眼鸟	3	115.08120012,23.02080015	森林	
长尾缝叶莺	1	115.08400024,23.02050245	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 26 日		
样线编号：样线 21		样线长：7.5km		
起点：115°5′19″°E,22°57′9″°N			生境类型：农田	
终点：115°4′55″°E,22°59′39″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
长尾缝叶莺	1	115.08320743,22.96069869	森林	
红耳鹎	2	115.08321462,22.96239831	森林	
白喉红臀鹎	3	115.08321462,22.96239831	森林	
红耳鹎	2	115.08521462,22.96239831	森林	
白头鹎	3	115.08651234,22.96322345	森林	
棕背伯劳	1	115.08782356,22.96404567	农田	
麻雀	12	115.08913478,22.96486789	农田	
白鹡鸰	2	115.09044591,22.96569012	农田	
珠颈斑鸠	2	115.09175623,22.96651234	农田	
八哥	3	115.09306745,22.96733456	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 26 日		
样线编号：样线 22		样线长：4.7km		
起点：115°5′14″°E,22°55′17″°N			生境类型：湿地	
终点：115°4′3″°E,22°56′39″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
赤麂	1	115.07365338,22.93502418	森林	兽类
红耳鹎	3	115.07412345,22.93546789	森林	
白头鹎	2	115.07483456,22.93601234	森林	
黑脸噪鹛	2	115.07554567,22.93655678	灌丛	
白喉红臀鹎	3	115.07625678,22.93710123	灌丛	
长尾缝叶莺	1	115.07696789,22.93764567	森林	
棕背伯劳	1	115.07767890,22.93819012	灌丛	
珠颈斑鸠	1	115.07839001,22.93873456	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 26 日		
样线编号：样线 23		样线长：4.1km		
起点：115°4′13″°E,22°57′46″°N			生境类型：湿地	
终点：115°5′24″°E,22°56′42″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	5	115.07386082,22.95987227	森林	
白头鹎	4	115.07434567,22.96023456	森林	
白喉红臀鹎	3	115.07482345,22.96067890	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07531234,22.96112345	灌丛	
暗绿绣眼鸟	4	115.07578789,22.96156789	森林	
黑脸噪鹛	2	115.07625678,22.96201234	灌丛	
珠颈斑鸠	1	115.07673456,22.96245678	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 26 日		
样线编号：样线 24		样线长：2.3km		
起点：115°3′32″°E,22°54′22″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′7″°E,22°53′60″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.060123,22.907234	森林	
白头鹎	2	115.061456,22.906789	森林	
白喉红臀鹎	2	115.062789,22.906345	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.064123,22.905901	森林	
长尾缝叶莺	1	115.065456,22.905456	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 27 日		
样线编号：样线 25		样线长：1.8km		
起点：115°3′15″°E,22°53′55″°N			生境类型：森林	
终点：115°2′53″°E,22°53′16″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.054123,22.898456	森林	
白头鹎	2	115.053678,22.897890	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.053234,22.897123	森林	
长尾缝叶莺	1	115.052789,22.896567	森林	
白喉红臀鹎	2	115.052345,22.895901	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 27 日		
样线编号：样线 26		样线长：1.9km		
起点：115°2′41″°E,22°52′23″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′54″°E,22°52′42″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.04899318,22.87152371	森林	
白头鹎	2	115.04945612,22.87198765	森林	
白喉红臀鹎	2	115.04991906,22.87245159	森林	
暗绿绣眼鸟	3	115.05038200,22.87291553	森林	
长尾缝叶莺	1	115.05084494,22.87337947	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 27 日		
样线编号：样线 27		样线长：3.9km		
起点：115°1′36″°E,22°51′14″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′58″°E,22°52′11″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.027345,22.854567	森林	
白头鹎	2	115.027123,22.855234	森林	
白喉红臀鹎	2	115.027456,22.855901	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.027789,22.856567	森林	
长尾缝叶莺	1	115.028123,22.857234	森林	
黑脸噪鹛	2	115.028456,22.857901	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 27 日		
样线编号：样线 28		样线长：0.8km		
起点：115°0′58″°E,22°52′15″°N			生境类型：森林	
终点：115°0′43″°E,22°51′57″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.04371387,22.87258122	灌丛	
白喉红臀鹎	5	115.03659099,22.87529260	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 27 日		
样线编号：样线 29		样线长：3.3km		
起点：114°59′60″°E,22°50′44″°N			生境类型：城镇	
终点：115°0′26″°E,22°50′46″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	114.999456,22.846789	森林	
白头鹎	2	115.000123,22.846901	森林	
白喉红臀鹎	2	115.000789,22.847012	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.001456,22.847123	森林	
长尾缝叶莺	1	115.002123,22.847234	森林	
黑脸噪鹛	2	115.002789,22.847345	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28 日		
样线编号：样线 30		样线长：2.9km		
起点：115°4′15″°E,23°1′54″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′49″°E,23°1′30″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.071234,23.032567	森林	
白头鹎	2	115.072456,23.032123	森林	
暗绿绣眼鸟	4	115.073678,23.031789	森林	
黑脸噪鹛	2	115.074123,23.031456	灌丛	
白喉红臀鹎	3	115.074567,23.031123	灌丛	
长尾缝叶莺	1	115.075234,23.030789	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28 日		
样线编号：样线 31		样线长：1.6km		
起点：115°3′3″°E,22°53′5″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′56″°E,22°52′47″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
家燕	2	115.06840506,22.87787169	城镇	
白头鹎	2	115.069241,22.878617	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.069658,22.878990	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28 日		
样线编号：样线 32		样线长：0.9km		
起点：115°1′21″°E,22°52′46″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′28″°E,22°52′21″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
小白腰雨燕	4	115.02785325,22.87463313	森林	
小鸦	1	115.02851927,22.87279851	森林	
褐翅鸦鹃	1	115.02843307,22.87125558	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28 日		
样线编号：样线 33		样线长：0.9km		
起点：114°59′46″°E,22°50′40″°N			生境类型：森林	
终点：114°59′33″°E,22°50′47″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	4	114.995278°E, 22.845000°N	森林	
暗绿绣眼鸟	6	114.994167°E, 22.845556°N	森林	
棕背伯劳	1	114.993333°E, 22.846111°N	森林	
淡眉雀鹛	7	114.995833°E, 22.844722°N	森林	
赤红山椒鸟	2	114.994722°E, 22.845278°N	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28		
样线编号：样线 34		样线长：2.0km		
起点：115°2′41″°E,22°53′14″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′22″°E,22°52′35″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	114.995678,22.845123	森林	
白头鹎	2	114.995234,22.845456	森林	
暗绿绣眼鸟	4	114.994890,22.845789	森林	
长尾缝叶莺	1	114.994567,22.846123	灌丛	
白喉红臀鹎	2	114.994234,22.846456	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 5 月 28 日		
样线编号：样线 35		样线长：0.6km		
起点：115°3′13″°E,22°55′33″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′26″°E,22°55′28″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
黑领椋鸟	2	114°48'36.5175",23°50'22.0030"	森林	
赤红山椒鸟	2	115.05892396,22.91894078	森林	
八哥	1	115.05845726,22.91933111	森林	

工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 17 日		
样线编号：样线 07		样线长：5.1km		
起点：115°3′50″°E,23°3′19″°N			生境类型：城镇	
终点：115°5′23″°E,23°2′12″°N			生境类型：城镇	
种名	数量	坐标	生境	备注
黑领椋鸟	1	115.06939901,23.05265737	城镇	
暗绿绣眼鸟	2	115.06939901,23.05265737	城镇	
池鹭	1	115.06904193,23.05221312	农田	
白鹭	1	115.07060968,23.05196632	城镇	
家燕	2	115.07018053,23.04969571	城镇	
麻雀	8	115.06975138,23.04757315	农田	
黑枕黄鹂	1	115.07011615,23.04597380	农田	
赤红山椒鸟	1	115.07143580,23.04528272	农田	
珠颈斑鸠	2	115.07909083,23.03881846	农田	
棕背伯劳	1	115.07988207,23.03828531	农田	
小鸦	1	115.07988207,23.03828531	农田	
黑卷尾	1	115.07988207,23.03828531	农田	
金腰燕	1	115.08006447,23.03796443	湿地	
白胸苦恶鸟	1	115.08038634,23.03676730	湿地	
黄腹山鹪莺	2	115.08193397,23.03694008	森林	
小鸦鹃	1	115.08211100,23.03539739	森林	
大山雀	2	115.08211009,23.03539398	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 17 日		
样线编号：样线 08		样线长：3.7km		
起点：115°3′53″°E,23°0′21″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′46″°E,23°0′16″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
赤红山椒鸟	1	115.05995594,23.01194859	森林	
红耳鹎	2	115.05995594,23.01194859	森林	
红头穗鹛	1	115.06089203,23.01147458	森林	
八声杜鹃	1	115.06149016,23.01185971	森林	
海南蓝仙鹟	1	115.06228410,23.00980074	森林	
棕颈钩嘴鹛	1	115.06753989,23.00494597	灌丛	
淡眉雀鹛	1	115.06798110,23.00465712	森林	
叉尾太阳鸟	1	115.06787918,23.00340144	森林	
灰喉山椒鸟	1	115.06787918,23.00340144	森林	
绿翅短脚鹎	1	115.06962933,23.00344094	森林	
白腹凤鹛	1	115.07064454,23.00257929	森林	
栗耳凤鹛	1	115.07051848,23.00236819	森林	
斑姬啄木鸟	1	115.07003166,23.00135592	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 17 日		
样线编号：样线 09		样线长：6.5km		
起点：115°3′10″°E,22°59′3″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′1″°E,22°57′48″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
赤红山椒鸟	3	115.07244380,22.96178897	农田	
灰背椋鸟	3	115.07244380,22.96178897	农田	
红耳鹎	3	115.07386183,22.95987328	森林	
豹猫	1	115.07528530,22.96060116	森林	粪便
长尾缝叶莺	2	115.07520743,22.96069869	森林	
红耳鹎	2	115.07621462,22.96239831	森林	
白喉红臀鹎	3	115.07621462,22.96239831	森林	
红耳鹎	2	115.07621462,22.96239831	森林	
长尾缝叶莺	1	115.07874057,22.96828322	森林	
豹猫	1	115.07547510,22.96244227	森林	粪便
红耳鹎	6	115.07874057,22.96828322	森林	
白喉山鹪莺	4	115.07575315,22.97071780	森林	
小鳞胸鹪鹛	1	115.07208925,22.97155991	森林	
海南蓝仙鹟	2	115.07107538,22.97162659	森林	
黑领噪鹛	1	115.06938022,22.97155991	森林	
灰翅噪鹛	2	115.06938022,22.97155991	森林	
紫啸鸫	1	115.06891352,22.97227854	森林	
华南斑胸钩嘴鹛	1	115.06512623,22.97446648	森林	
红头咬鹃	1	115.06550979,22.97470109	森林	
铜蜓蜥	2	115.06145161,22.97821753	森林	爬行类
黑头剑蛇	1	115.05802107,22.98136961	森林	爬行类
强脚树莺	3	115.05714666,22.98154869	森林	
斑姬啄木鸟	1	115.05968136,22.98089308	森林	
黄嘴栗啄木鸟	1	115.05495530,22.98281051	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 17 日		
样线编号：样线 10		样线长：6.7km		
起点：115°2′33″°E,22°53′43″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′25″°E,22°52′41″°N			生境类型：湿地	
种名	数量	坐标	生境	备注
小白腰雨燕	5	115.05213463,22.90999941	农田	
红耳鹎	5	115.05315655,22.90501359	农田	
淡眉雀鹛	1	115.05315655,22.90501359	湿地	
白胸苦恶鸟	1	115.05453521,22.90399317	农田	
画眉	1	115.05522990,22.90373375	农田	
棕颈钩嘴鹛	1	115.05522990,22.90373375	农田	
噪鹛	1	115.05245649,22.89563440	城镇	
白头鹎	2	115.05245649,22.89563440	城镇	
白喉红臀鹎	2	115.05245649,22.89563440	城镇	
棕背伯劳	1	115.05245649,22.89563440	城镇	
家燕	1	115.04926735,22.89139182	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.04761242,22.89275826	森林	
长尾缝叶莺	1	115.04761242,22.89275826	森林	
麻雀	3	115.04761242,22.89275826	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 18 日		
样线编号：样线 11		样线长：9.0km		
起点：115°1′31″°E,22°52′43″°N			生境类型：森林	
终点：115°0′58″°E,22°52′15″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	1	115.02589725,22.87926129	森林	
红耳鹎	1	115.02685749,22.87972588	灌丛	
黑脸噪鹛	1	115.02718338,22.88078848	灌丛	
红耳鹎	1	115.02718338,22.88078848	灌丛	
家燕	1	115.02711498,22.88223163	灌丛	
白喉红臀鹎	1	115.02968454,22.88207347	灌丛	
黄腹山鹪莺	1	115.02968454,22.88207347	灌丛	
珠颈斑鸠	1	115.03014051,22.88060808	农田	
白鹡鸰	1	115.02990984,22.87538641	森林	
小白腰雨燕	5	115.02990984,22.87538641	森林	
红耳鹎	1	115.02990984,22.87538641	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 18 日		
样线编号：样线 12		样线长：3.7km		
起点：115°3′49″°E,23°2′21″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′11″°E,23°3′37″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	1	115.02589927,22.87926331	森林	
红耳鹎	1	115.02685951,22.87972790	灌丛	
黑脸噪鹛	1	115.02718540,22.88079050	灌丛	
家燕	1	115.02711700,22.88223365	灌丛	
珠颈斑鸠	1	115.03014253,22.88061010	农田	
白鹡鸰	1	115.02991186,22.87538843	森林	
小白腰雨燕	4	115.02991186,22.87538843	森林	
麻雀	3	115.02873605,22.87866181	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 18 日		
样线编号：样线 13		样线长：7.2km		
起点：115°5′23″°E,23°2′12″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′54″°E,23°1′22″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
白头鹎	2	115.087313, 23.034216	森林	
红耳鹎	1	115.085892, 23.033457	森林	
白喉红臀鹎	1	115.084568, 23.032679	灌丛	
棕背伯劳	1	115.082990, 23.031143	农田	
珠颈斑鸠	1	115.078877, 23.028790	农田	
白鹡鸰	1	115.077544, 23.027913	湿地	
麻雀	4	115.074899, 23.026157	城镇	
黄腹山鹪莺	1	115.073466, 23.025279	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 18 日		
样线编号：样线 14		样线长：1.4km		
起点：115°0′7″°E,22°50′36″°N			生境类型：城镇	
终点：115°0′12″°E,22°50′39″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	1	115.00533168,22.84075990	城镇	
红耳鹎	1	115.00851853,22.84113330	灌丛	
白头鹎	2	115.00548244,22.83837437	森林	
麻雀	5	115.010124, 22.843568	城镇	
珠颈斑鸠	1	115.012457, 22.845679	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 15		样线长：1.4km		
起点：114°59′54″°E,22°50′35″°N			生境类型：城镇	
终点：114°59′51″°E,22°50′46″°N			生境类型：城镇	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	1	115.00212369, 22.84073811	城镇	
红耳鹎	1	115.00212369, 22.84073811	城镇	
麻雀	4	115.002790, 22.841246	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 16		样线长：1.2km		
起点：115°2′26″°E,23°2′40″°N			生境类型：农田	
终点：115°2′27″°E,23°2′11″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
纯色山鹪莺	2	115.04705975,23.03949591	农田	
麻雀	5	115.047513, 23.039876	农田	
珠颈斑鸠	1	115.048536, 23.040750	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 17		样线长：1.9km		
起点：115°2′46″°E,23°3′24″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′24″°E,23°2′59″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
棕背伯劳	1	115.05216088,23.05321112	农田	
麻雀	6	115.052635, 23.053652	农田	
珠颈斑鸠	1	115.053581, 23.054530	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 18		样线长：1.3km		
起点：115°3′11″°E,23°2′56″°N			生境类型：城镇	
终点：115°2′45″°E,23°3′15″°N			生境类型：城镇	
种名	数量	坐标	生境	备注
珠颈斑鸠	1	115.003113, 22.841609	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 19		样线长：3.4km		
起点：115°4′9″°E,23°3′7″°N			生境类型：农田	
终点：115°4′3″°E,23°2′47″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
黑领椋鸟	1	115.081916, 23.049234	农田	
珠颈斑鸠	1	115.082379, 23.049678	农田	
白头鹎	2	115.083305, 23.050566	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 19 日		
样线编号：样线 20		样线长：1.5km		
起点：115°4′54″°E,23°1′22″°N			生境类型：森林	
终点：115°5′16″°E,23°1′5″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	1	115.08070373,23.02004474	森林	
白头鹎	2	115.08070373,23.02004474	森林	
白喉红臀鹎	1	115.08070373,23.02004474	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.08120101,23.02080101	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 20 日		
样线编号：样线 21		样线长：7.5km		
起点：115°5′19″°E,22°57′9″°N			生境类型：农田	
终点：115°4′55″°E,22°59′39″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	1	115.08321563,22.96239932	森林	
白喉红臀鹎	2	115.08321563,22.96239932	森林	
红耳鹎	1	115.08521563,22.96239932	森林	
白头鹎	2	115.08652345,22.96323456	森林	
棕背伯劳	1	115.08783457,22.96405678	农田	
麻雀	8	115.08914568,22.96487890	农田	
珠颈斑鸠	1	115.09175679,22.96651345	农田	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 20 日		
样线编号：样线 22		样线长：4.7km		
起点：115°5′14″°E,22°55′17″°N			生境类型：湿地	
终点：115°4′3″°E,22°56′39″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.07412446,22.93546890	森林	
白头鹎	1	115.07483557,22.93601345	森林	
黑脸噪鹛	1	115.07554668,22.93655789	灌丛	
白喉红臀鹎	2	115.07625779,22.93710234	灌丛	
棕背伯劳	1	115.07767991,22.93819113	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 20 日		
样线编号：样线 23		样线长：4.1km		
起点：115°4′13″°E,22°57′46″°N			生境类型：湿地	
终点：115°5′24″°E,22°56′42″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	3	115.07386284,22.95987429	森林	
白头鹎	2	115.07434678,22.96023567	森林	
白喉红臀鹎	2	115.07482456,22.96067901	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.07578890,22.96156890	森林	
黑脸噪鹛	1	115.07625789,22.96201345	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 20 日		
样线编号：样线 24		样线长：2.3km		
起点：115°3′32″°E,22°54′22″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′7″°E,22°53′60″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.060234,22.907345	森林	
白头鹎	1	115.062890,22.906456	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.064234,22.905912	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 21 日		
样线编号：样线 25		样线长：1.8km		
起点：115°3′15″°E,22°53′55″°N			生境类型：森林	
终点：115°2′53″°E,22°53′16″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.054234,22.898567	森林	
白头鹎	1	115.053789,22.897901	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.052456,22.896234	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 21 日		
样线编号：样线 26		样线长：1.9km		
起点：115°2′41″°E,22°52′23″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′54″°E,22°52′42″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.04899419,22.87152472	森林	
白头鹎	1	115.04945713,22.87198866	森林	
白喉红臀鹎	1	115.04992007,22.87245260	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 21 日		
样线编号：样线 27		样线长：3.9km		
起点：115°1′36″°E,22°51′14″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′58″°E,22°52′11″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.027456,22.854678	森林	
白头鹎	1	115.027234,22.855345	森林	
白喉红臀鹎	1	115.027567,22.856012	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.027890,22.856678	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 21 日		
样线编号：样线 28		样线长：0.8km		
起点：115°0′58″°E,22°52′15″°N			生境类型：森林	
终点：115°0′43″°E,22°51′57″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
无物种记录				

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 21 日		
样线编号：样线 29		样线长：3.3km		
起点：114°59′60″°E,22°50′44″°N			生境类型：城镇	
终点：115°0′26″°E,22°50′46″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	114.999567,22.846890	森林	
白头鹎	1	115.000234,22.847001	森林	
白喉红臀鹎	1	115.000890,22.847112	森林	
暗绿绣眼鸟	2	115.001567,22.847223	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 30		样线长：2.9km		
起点：115°4′15″°E,23°1′54″°N			生境类型：森林	
终点：115°4′49″°E,23°1′30″°N			生境类型：灌丛	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	115.071345,23.032678	森林	
白头鹎	1	115.072567,23.032234	森林	
黑脸噪鹛	1	115.074234,23.031567	灌丛	
白喉红臀鹎	2	115.074678,23.031234	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 31		样线长：1.6km		
起点：115°3′3″°E,22°53′5″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′56″°E,22°52′47″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
白头鹎	1	115.069242,22.878618	城镇	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 32		样线长：0.9km		
起点：115°1′21″°E,22°52′46″°N			生境类型：森林	
终点：115°1′28″°E,22°52′21″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
无物种记录				

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 33		样线长：0.9km		
起点：114°59′46″°E,22°50′40″°N			生境类型：森林	
终点：114°59′33″°E,22°50′47″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
白喉红臀鹎	5	114.994722°E, 22.845278°N	森林	
暗绿绣眼鸟	3	114.993889°E, 22.845833°N	森林	
棕背伯劳	1	114.995000°E, 22.844722°N	森林	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 34		样线长：2.0km		
起点：115°2′41″°E,22°53′14″°N			生境类型：农田	
终点：115°3′22″°E,22°52′35″°N			生境类型：农田	
种名	数量	坐标	生境	备注
红耳鹎	2	114.995789,22.845234	森林	
白头鹎	1	114.995345,22.845567	森林	
白喉红臀鹎	1	114.994678,22.846234	灌丛	

动物样线调查记录表				
工程分区：输水线路及受水区		调查时间：2022 年 12 月 22 日		
样线编号：样线 35		样线长：0.6km		
起点：115°3′13″°E,22°55′33″°N			生境类型：森林	
终点：115°3′26″°E,22°55′28″°N			生境类型：森林	
种名	数量	坐标	生境	备注
蛇雕	1	115.05801201,22.92128770	森林	

附录 5 评价范围水生生物名录

附录 5-1 评价范围浮游植物名录

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
I.硅藻门																	
1	脆杆藻属	脆杆藻	*Fragilaria sp.*		+		+	+	+	+	+			+	+	+	
2	根管藻属	刚毛根管藻	*Rhizosolenia cetigera*										+			+	
3	根管藻属	中华根管藻	*Rhizosolenia sinensis*				+										
4	冠盖藻属	掌状冠盖藻	*stephanopyxis palmeriana*										+		+		
5	海毛藻属	长海毛藻	*Thalassionema longissima*										+			+	
6	角毛藻属	并基角毛藻	*Chaetoceros decipiens*										+			+	+
7	角毛藻属	并基角毛藻单胞变型	*Chaetoceros decipiens f.singularis*										+		+		
8	角毛藻属	劳氏角毛藻	*Chaetoceros lauderi*										+			+	
9	菱形藻属	菱形藻	*Nitzschia spp.*	+													+
10	拟菱形藻属	柔弱伪拟菱形藻	*P.pseudodelicatissima*										+			+	
11	桥弯藻属	近缘桥弯藻	*Cymbella affinis*				+										
12	桥弯藻属	高山桥弯藻	*Cymbella alpina*										+	+	+		

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
13	双尾藻属	布氏双尾藻	*Ditylum brightwellii*	+	+	+		+	+						+	+	+
14	小环藻属	星肋小环藻	*Cyclotella asterocoaata*							+		+	+	+	+	+	
15	小环藻属	小环藻	*Cyclotella sp.*		+			+		+	+	+		+			
16	异极藻属	小形异极藻	*Gomphonema parvulum*							+					+		
17	异极藻属	异极藻	*Gomphonema spp.*								+					+	
18	圆筛藻属	弓束圆筛藻	*Coscinodiscus curvatulus*										+		+	+	
19	圆筛藻属	具边圆筛藻	*Coscinodiscus marginatus*									+			+		
20	针杆藻属	美丽针杆藻	*Synedra pulcherrima*					+	+	+	+		+	+		+	
21	针杆藻属	针杆藻	*Synedra sp.*		+		+	+		+	+	+	+	+		+	+
22	直链藻属	颗粒直链藻	*Melosira granulata*	+	+	+				+	+	+			+		
23	直链藻属	颗粒直链藻极狭变种	*Melosira granulata var. angustissima*							+					+		
24	直链藻属	具槽直链藻	*Melosira sulcata var. sulcata*	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	
25	舟形藻属	短小舟形藻	*Navicula exigua*					+									
26	舟形藻属	简单舟形藻	*Navicula simplex*	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+	
27	舟形藻属	舟形藻	*Navicula spp.*				+		+	+	+	+	+		+		
II.黄藻门																	
28	黄丝藻属	丝状黄丝藻	*Tribonema bombycinum*	+	+				+								

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
III.甲藻门																	
29	角甲藻属	角甲藻	*Ceratium hirundinella*	+	+	+							+				
30	裸甲藻属	真蓝裸甲藻	*Gymnodinium eucyanochroum*	+	+	+				+		+	+	+			
31	原多甲藻属	微小多甲藻	*Peridinium minutum*			+			+								
IV.金藻门																	
32	鱼鳞藻属	异刺鱼鳞藻	*Mallomonas heterospina*	+	+												
33	锥囊藻属	分歧锥囊藻	*Dinobryon divergens*	+	+						+						
V.蓝藻门																	
34	颤藻属	简单颤藻	*Oscillatoria simplicissima*							+	+	+					+
35	颤藻属	断裂颤藻	*Oscillatoria fracta*	+													
36	节旋藻属	钝顶节旋藻	*Arthrospira platensis*						+								
37	蓝纤维藻属	蓝纤维藻	*Dactylococcopsis sp.*						+								
38	平裂藻属	微小平裂藻	*Microcystis aeruginosa*						+					+			+
39	腔球藻属	不定腔球藻	*Coelosphaerium dubium*						+								
40	鞘丝藻属	河口鞘丝藻	*Lyngbya aestuarii*		+		+										
41	色球藻属	微小色球藻	*Chroococcus minutes*	+	+		+	+	+	+	+						+
42	束丝藻属	水华束丝藻	*Aphanizomenon flos-aquae*	+													

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
43	微囊藻属	铜绿微囊藻	*Microcystis aeruginosa*	++	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+
44	鱼腥藻属	鱼腥藻	*Anabaena sp.*									+					+
45	鱼腥藻属	广东鱼腥藻	*Anabaena kwangtungensis*								+						
46	鱼腥藻属	环圈拟鱼腥藻	*Anabaenopsis circularis*					+									
VI.裸藻门																	
47	裸藻属	尖尾裸藻	*Euglena gasterosteus*										+	+	+		
48	裸藻属	棒形囊裸藻	*Trachelomonas clavata*										+			+	
49	囊裸藻属	圆形囊裸藻	*Trachelomonas rotunda*	+		+		+	+	+		+		+		+	
50	囊裸藻属	旋转囊裸藻	*Trachelomonas volvocina*		+	+		+	+								
VII.绿藻门																	
51	凹顶鼓藻属	小刺凹顶鼓藻	*Euastrum spinulosum*								+				+		
52	弓形藻属	螺旋弓形藻	*Schroederia spiralis*		+			+		+				+	+		
53	鼓藻属	近缘鼓藻	*Cosmarium connatum*	+													
54	喙绿藻属	喙绿藻	*Myochloris collorynohus*	+	+	+	+	+	+								
55	集星藻属	集星藻	*Actinastrum hantzschii*							+							+
56	胶网藻属	美丽胶网藻	*Dictyosphaerium pulchellum*								+					+	
57	胶网藻属	胶网藻	*Pectodictyon sp.*							+		+			+		

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
58	角星鼓藻属	六刺角星鼓藻	*Staurastrum hexacerum*	+													
59	角星鼓藻属	利氏角星鼓藻	*Staurastrum luetkemuelleri*				+										
60	卵囊藻属	单生卵囊藻	*Oocystis solitaria*	+													
61	盘星藻属	盘星藻	*Pediastrum biradiatum*								+				+	+	
62	盘星藻属	二角盘星藻	*Pediastrum duplex*				+	+	+								
63	盘星藻属	二角盘星藻纤细变种	*Pediastrum duplex*									+					+
64	十字藻属	华美十字藻	*Crucigenia lauterbornei*						+	+	+					+	
65	十字藻属	四角十字藻	*Crucigenia quadrata*	+				+									
66	十字藻属	四足十字藻	*Crucigenia tetrapedia*				+	+									
67	四角藻属	膨胀四角藻	*Tetraēdron tumidulum*								+					+	
68	四星藻属	短刺四星藻	*Tetrastrum staurogeniaeforme*								+				+		
69	蹄形藻属	蹄形藻	*Kirchneriellalunaris*									+		+	+		
70	网球藻属	网球藻	*Dictyosphaeria cavernosa*	+													
71	网球藻属	美丽网球藻	*Dictyosphaerium pulchellum*						+								
72	韦氏藻属	葡萄韦氏藻	*Westella botryoides*		+		+	+			+						+
73	纤维藻属	针形纤维藻	*Ankistrodesmus acicularis*	+		+											
74	纤维藻属	卷曲纤维藻	*Ankistrodesmus convolutus*								+						

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
75	纤维藻属	镰形纤维藻	*Ankistrodesmus falcatus*		+		+				+						
76	小球藻属	普通小球藻	*Chlorella vulgaris*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
77	小球藻属	小球藻	*Chlorella vulgaris*	+	+	+		+		+	+	+		+	+		
78	新月藻属	新月藻	*Closterium sp.*			+											
79	新月藻属	小新月藻	*Closterium venus*	+													
80	月牙藻属	纤细月牙藻	*Selenastrum gracile*						+								
81	栅藻属	丰富栅藻	*Scenedesmus abundans*						+								
82	栅藻属	四尾栅藻	*Scenedesmus bijuga*						+		+				+	+	
83	栅藻属	龙骨栅藻	*Scenedesmus carinatus*				+		+	+	+	+		+	+		
84	栅藻属	齿牙栅藻	*Scenedesmus denticulatus*					+			+			+			
85	栅藻属	二形栅藻	*Scenedesmus dimorphus*					+	+			+				+	
86	栅藻属	居间栅藻无尾变种	*Scenedesmus intermedius var. acaudatus*								+					+	+
VIII.隐藻门																	
87	蓝隐藻属	尖尾蓝隐藻	*Chroomonas acuta*					+		+	+	+	+	+	+		
88	隐藻属	啮蚀隐藻	*Cryptomons erosa*					+	+	+	+	+		+	+	+	
合计	25	22	15	**25**	**22**	**15**	**18**	**24**	**26**	20	21	22	20	21	25	25	13

注：“+”表示该采样点出现该物种，空格表示该采样点未能检到该物种

附录 5-2 评价范围浮游动物名录

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
I. 轮虫 Rotifera															+	+	+
1	臂尾轮属	萼花臂尾轮虫	*Brachionus calycilorus*		+	+	+			+	+				+		
2	臂尾轮属	壶状臂尾轮虫	*Brachionus urceus*		+		+	+					+	+			
3	臂尾轮属	花篋臂尾轮虫	*Brachionus capsuliforus*		+						+						
4	臂尾轮属	剪形臂尾轮虫	*Brachionus forficula*							+	+						
5	臂尾轮属	角突臂尾轮虫	*Brachionus angulari*	+					+		+						
6	臂尾轮属	镰状臂尾轮虫	*Brachionus falcatus*		+						+						
7	臂尾轮属	蒲达臂尾轮虫	*Brachionus budapestiensis*							+	+						
8	单趾轮属	尖趾单趾轮虫	*Monodtyla unguitata*					+	+	+						+	
9	单趾轮属	囊形单趾轮虫	*Monostyla bulla*			+	+				+	+	+		+		
10	单趾轮属	爪趾单趾轮虫	*Monostyla closterocerca*		+												
11	多肢轮属	针簇多肢轮虫	*Polyarthra trigla*	+	+				+	+	+	+	+				+
12	龟甲轮属	螺形龟甲轮虫	*Keratella cochlearis*	+				+	+		+	+	+		+	+	
13	龟甲轮属	曲腿龟甲轮虫	*Keratella valga*		+		+								+		
14	尖额溞属	奇异尖额溞	*Alona eximia*		+												
15	晶囊轮属	前节晶囊轮虫	*Asplanchna priodonta*	+	+		+	+		+	+		+	+	+	+	+

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
16	晶囊轮属	氏晶囊轮虫	*Asplanchna brightwelli*								+						
17	晶囊轮属	盖氏晶囊轮虫	*Asplanchna girooi*		+	+		+			+		+	+			
18	镜轮属	盘镜轮虫	*Testudinella patina*				+	+									
19	巨腕轮属	奇异巨腕轮虫	*Pedalia mira*			+	+	+						+			
20	裂足轮属	裂足轮虫	*Schizocerca diversionis*		+					+				+			
21	囊足轮属	多突囊足轮虫	*Asplanchnopus multiceps*	+													
22	泡轮属	沟痕泡轮虫	*Pompholyx sulcata*	+					+	+	+						+
23	平甲轮属	四角平甲轮虫	*Platyias quadricornis*							+							
24	腔轮属	蹄形腔轮虫	*Lecane ungulate*									+	+				
25	同尾轮属	对刺同尾轮虫	*Diurella stylata*		+	+	+						+		+		
26	无柄轮属	舞跃无柄轮虫	*Ascomorpha saltans*					+								+	
27	旋轮属	巨环旋轮虫	*Philodina megalotrocha*						+			+					
28	叶轮属	尖削叶轮虫	*Notholca acuminata*					+							+	+	
29	异尾轮属	刺盖异尾轮虫	*Trichocerca capucina*				+				+				+		
30	枝胃轮属	水生枝胃轮虫	*Enteroplea lacustris*		+												
31	皱甲轮属	赫氏皱甲轮虫	*Ploesoma hudsoni*						+	+	+						
32	柱头轮属	眼镜柱头轮虫	*Eosphora najas*					+								+	

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
II. 桡足类 Copepoda																	
33	大剑水蚤属	白色大剑水蚤	*Macrocyclops labidus*						+								
34	荡镖水蚤属	特异荡镖水蚤	*Neutrodiaptomus incongruens*	+					+	+							
35	湖角猛水蚤属	窄肢湖角猛水蚤	*Limnocletodes angustodes*											+			
36	华哲水蚤属	汤匙华哲水蚤	*Sinocalanus dorrii*	+		+	+										
37	剑水蚤属	近邻剑水蚤	*Cyclops vicinus*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
38	近剑水蚤属	绿色近剑水蚤	*Tropocyclops prasinus*	+		+	+	+	+					+			
39	近剑水蚤属	泽西近剑水蚤	*Tropocyclops jerseyensia*	+													
40	蒙镖水蚤属	锥肢蒙镖水蚤	*Mongolodiaptomus birulai*	+		+	+	+	+		+			+			
41	明镖水蚤属	锯齿明镖水蚤	*Heliodiaptomus serratus*	+			+	+	+		+			+	+	+	
42	拟剑水蚤属	近亲拟剑水蚤	*Paracyclops affinis*	+		+	+		+		+	+					
43	拟剑水蚤属	毛饰拟剑水蚤	*Paracyclops fimbriatus*	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
44	外剑水蚤属	胸饰外剑水蚤	*Ectocyclops phaleratus*		+	+											
45	温剑水蚤属	透明温剑水蚤	*Thermocyclops hyalinus*	+	+	+			+								
46	许水蚤属	球状许水蚤	*Schmackeria forbesi*				+							+	+		
47	叶颚猛水蚤属	沼泽叶颚猛水蚤	*Phyllognathopus paludosa*		+	+	+	+			+			+	+		
48	有爪猛水蚤属	模式有爪猛水蚤	*Onychocamptus mohammed*					+									

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
49	窄腹剑水蚤属	中华窄腹剑水蚤	*Limnoithona sincensis*			+	+	+									
50	真剑水蚤属	锯缘真剑水蚤	*Eucyclops serrulatus*	+			+	+	+		+	+	+				
51		无节幼体		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
III. 原生动物 Protozoa																	
52	表壳虫属	普通表壳虫	*Arcella vulagris*							+			+				
53	刺胞虫属	猬形刺胞虫	*Acanthocystis Schrank*	+													
54	刺胞虫属	针棘刺胞虫	*Acanthocystis aculeata*	+					+	+	+			+		+	
55	弹跳虫属	弹跳虫	*Halteria sp.*			+							+				
56	瓜形虫属	瓜形虫	*Cucurbitella sp.*	+			+		+				+		+		
57	急游虫属	急游虫	*Strombidium sp.*	+					+	+							
58	聚缩虫属	聚缩虫	*Zoothamnium spp.*			+	+			+	+				+		
59	铃壳虫属	中华似铃壳虫	*Tintinnopsis sinensis*				+				+						
60	拟砂壳虫属	细致拟砂壳虫	*Pseudodifflugia gracilis*					+						+		+	
61	砂壳虫属	冠冕沙壳虫	*Difflugia corona*	+					+								
62	砂壳虫属	壶形砂壳虫	*Difflugia lebes*	+	+	+	+		+						+		
63	砂壳虫属	尖顶砂壳虫	*Difflugia acuminata*		+		+					+		+			
64	砂壳虫属	梨形砂壳虫	*Difflugia corona*		+								+				

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
65	砂壳虫属	球形砂壳虫	*Difflugia globulosa*					+			+	+	+			+	
66	砂壳虫属	圆钵砂壳虫	*Difflugia urceolata*	+			+	+		+	+	+	+	+	+	+	
67	似铃壳虫属	似铃壳虫	*Tintinnopsis sp.*		+								+	+			
68	似铃壳虫属	王氏似铃壳虫	*Tintinnopsis wangi*	+			+	+		+	+	+					
69	似铃壳虫属	锥形似铃壳虫	*Tintinnopsis conicus*			+	+				+				+		
70	似铃壳虫属	杯状似铃壳虫	*Tintinnopsis cratera*	+									+				
71	筒壳虫属	小筒壳虫	*Tintinnidium pusillum*			+	+	+									
72	匣壳虫属	针刺匣壳虫	*Centropyxis aculeata*		+	+						+	+	+			
73	匣壳虫属	针棘匣壳虫	*Centropyxis aculeata*	+	+			+	+		+	+	+	+			+
IV. 枝角类 Cladocera																	
74	船卵溞属	平突船卵溞	*Scapholeberis mucronata*				+			+					+		
75	裸腹溞属	微型裸腹溞	*Moina micrura*					+		+	+		+				
76	基合溞属	颈沟基合溞	*Bosminopsis deitersi*	+	+				+		+	+	+	+			+
77	尖额溞属	方形尖额溞	*Alona quadrangularis*	+	+												
78	盘肠溞属	圆形盘肠溞	*Chydorus sphaericus*		+												
79	溞属	僧帽溞	*Daphnia cucullata*								+						
80	溞属	透明溞	*Daphnia hyalina*				+								+		

序号	属名	中文名	拉丁学名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
81	网纹溞属	方形网纹溞	*Ceriodaphnia quadrangula*						+		+						
82	网纹溞属	角突网纹溞	*Ceriodaphnia conuta*										+				
83	仙达溞属	晶莹仙达溞	*Sida crystallina*		+					+							
84	象鼻溞属	长额象鼻溞	*Bosmina osmina*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
85	秀体溞属	短尾秀体溞	*Diaphanosoma brachyurum*		+	+	+				+						
86	秀体溞属	多刺秀体溞	*Diaphanosoma sarsi*	+			+								+		
87	秀体溞属	长肢秀体溞	*Diaphanosoma leuchtenbergianum*			+	+		+						+		
合计				**32**	**31**	**24**	**36**	**28**	**28**	**24**	**37**	**17**	**26**	**23**	**24**	**15**	**10**

注：“+”表示该采样点出现该物种，空格表示该采样点未能检到该物种

附录 5-3 评价范围底栖动物名录

序号	目	科	种名	拉丁名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
					1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
	I. 软体动物门																	
1	胡桃蛤目	吻状蛤科	小囊蛤	*Saccella* sp.														
2	帘蛤目	帘蛤科	文蛤	*Meretrix meretrix*										+		+		
3	帘蛤目	饰贝科	沙筛贝	*False Mussel*											+		+	
4	盘足目	汇螺科	珠带拟蟹守螺	*Cerithidea cingulata*											+		+	
5	贻贝目	壳菜蛤科	翡翠贻贝	*Perna viridis*										+		+		
6	贻贝目	贻贝科	淡水壳菜	*Limnoperna fortunei*				+										
7	贻贝目	贻贝科	黑荞麦蛤	*Vignadula atrata*											+		+	
8	原始腹足目	蜑螺科	黑线蜑螺	*Nerita balteata*										+		+		
9	真瓣鳃目	蚌科	三角帆蚌	*Hyriopsis cumingii*				+	+	+								
10	真瓣鳃目	蚬科	河蚬	*Corbicula fluminea*	+	+	+	+	+	+	+	+						+
11	中腹足目	滨螺科	粗糙滨螺	*Littorina scabra*										+	+	+		
12	中腹足目	滨螺科	黑口滨螺	*Littoraria melanostoma*										+	+	+		

序号	目	科	种名	拉丁名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
					1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
13	中腹足目	跑螺科	粗糙米氏蜷	*Mieniplotia scabra*							+							
14	中腹足目	跑螺科	瘤拟黑螺	*Melanoides tuberculata*							+							
15	中腹足目	跑螺科	斜粒粒蜷	*Tarbia granifera*							+							
16	中腹足目	瓶螺科	大瓶螺	*Pomacea canaliculata*					+	+	+							+
17	中腹足目	田螺科	多棱角螺	*Angulyagra polyzonata*					+	+								
18	中腹足目	田螺科	环棱螺	*Bellamya sp.*	+	+	+	+	+									
19	中腹足目	田螺科	中国圆田螺	*Cipangopaludina chinensis*					+	+								
20	中腹足目	田螺科	中华圆田螺	*Cipangopaludina cathayensis*	+	+	+	+	+	+		+						+
21	中腹足目	锥蜷科	放逸短沟蜷	*Semisulcospira libertina*							+							
	II. 节肢动物门																	
22	口足目	虾蛄科	口虾姑	*Oratosquilla orarotia*									+	+	+	+	+	
2	十足目	对虾科	刀额新对虾	*Metapenaeus ensis*									+	+	+	+	+	

序号	目	科	种名	拉丁名	水源区			水源及下游区			输水线路及受水区							
					1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
3																		
24	十足目	方蟹科	平背蜞	*Gaetice depressus*									+					
25	十足目	弓蟹科	字纹弓蟹	*Varuna litterata*					+	+	+		+	+	+	+	+	
26	十足目	梭子蟹科	钝齿蟳	*Charybdis hellerii*										+		+		
27	十足目	梭子蟹科	钝齿长桨蟹	*Thalamita crenata*											+		+	
28	十足目	梭子蟹科	拟穴青蟹	*Scylla serrata*										+	+	+	+	
29	十足目	长臂虾科	日本沼虾	*Macrobrachium nipponense*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
合计					**4**	**4**	**4**	**6**	**9**	**8**	**8**	**3**	**5**	**11**	**11**	11	**9**	**4**

注：“+”表示该采样点出现该物种，空格表示该采样点未能检到该物种

附录 5-4 评价范围鱼类名录

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
I. 刺尾鱼目 Acanthuriformes																	
1	鳠科 Leiognathidae	短棘鳠	*Leiognathus equula*												+	+	
2	鳠科 Leiognathidae	短吻鳠	*Leiognathus brevirostris*												+		
3	鳠科 Leiognathidae	项斑项鳠	*Nuchequula nuchalis*												+	+	
4	篮子鱼科 Siganidae	黄斑篮子鱼	*Siganus canaliculatus*												+		
II. 发光鲷目 Acropomatiformes																	
5	花鲈科 Lateolabracidae	花鲈	*Lateolabrax japonicus*						+					+		+	
III. 鲱形目 Clupeiformes																	
6	鲱科 Clupeidae	斑鰶	*Konosirus punctatus*											+		+	
7	鲱科 Clupeidae	花鰶	*Clupanodon thrissa*													+	+
8	鳀科 Engraulidae	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*													+	
9	鳀科 Engraulidae	凤鲚	*Coilia mystus*						+								
10	鳀科 Engraulidae	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*												+		

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
11	鳀科 Engraulidae	七丝鲚	*Coilia grayii*					+	+								
IV. 合鳃鱼目 Synbranchiformes																	
12	刺鳅科 Mastacembelidae	大刺鳅	*Mastacembelus armatus*					+	+								
13	合鳃鱼科 Synbranchidae	黄鳝	*Monopterus albus*		+				+								
V. 鳉形目 Cyprinodontiformes																	
14	胎鳉科 Poeciliidae	食蚊鱼	*Gambusia affinis*				+			+	+						
VI. 鲤形目 Cypriniformes																	
15	鲴科 Xenocyprididae	鳊	*Parabramis pekinensis*				+	+									
16	鲴科 Xenocyprididae	鱎	*Hemiculter leucisculus*	+	+	+	+	+	+			+	+				
17	鲴科 Xenocyprididae	草鱼	*Ctenopharyngodon idella*			+			+					+	+		
18	鲴科 Xenocyprididae	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*				+		+					+			
19	鲴科 Xenocyprididae	广东鲂	*Megalobrama terminalis*			+		+	+								
20	鲴科 Xenocyprididae	海南鲌	*Culter recurviceps*		+			+									
21	鲴科 Xenocyprididae	红鳍原鲌	*Chanodichthys*						+								

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
			erythropterus														
22	鲴科 Xenocyprididae	黄尾鲴	*Xenocypris davidi*						+								
23	鲴科 Xenocyprididae	宽鳍鱲	*Zacco platypus*			+				+							+
24	鲴科 Xenocyprididae	鲢	*Hypophthalmichthys molitrix*				+		+					+	+		
25	鲴科 Xenocyprididae	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	+	+	+	+			+	+						
26	鲴科 Xenocyprididae	南方拟鲿	*Pseudohemiculter dispar*	+			+										
27	鲴科 Xenocyprididae	翘嘴鲌	*Culter alburnus*	+	+	+		+									
28	鲴科 Xenocyprididae	异鳍	*Parazacco spilurus*							+	+						+
29	鲴科 Xenocyprididae	银鲴	*Xenocypris macrolepis*						+								
30	鲴科 Xenocyprididae	鳙	*Hypophthalmichthys nobilis*		+			+	+					+	+		
31	鮈科 Gobionidae	黑鳍鲹	*Sarcocheilichthys nigripinnis*						+								
32	鮈科 Gobionidae	间鲹	*Hemibarbus medius*		+			+									
33	鮈科 Gobionidae	麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*				+		+								

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
34	鮈科 Gobionidae	银鮈	*Squalidus argentatus*						+								
35	鲤科 Cyprinidae	鲫	*Carassius auratus*	+	+	+	+	+	+		+		+				+
36	鲤科 Cyprinidae	鲤	*Cyprinus carpio*	+					+								
37	鲤科 Cyprinidae	鲮	*Cirrhinus molitorella*	+	+	+		+	+								
38	鲤科 Cyprinidae	麦瑞加拉鲮	*Cirrhinus mrigala*	+	+	+			+								
39	鲤科 Cyprinidae	条纹小鲃	*Barbodes semifasciolatus*					+	+	+	+						
40	鲤科 Cyprinidae	纹唇鱼	*Osteochilus salsburyi*		+	+	+	+									
41	鲤科 Cyprinidae	须鲫	*Carassioides acuminatus*						+								
42	平鳍鳅科 Gastromyzontidae	宽头拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon laticeps*							+							+
43	平鳍鳅科 Gastromyzontidae	麦氏拟腹吸鳅	*Pseudogastromyzon myersi*							+							
44	平鳍鳅科 Gastromyzontidae	原缨口鳅	*Vanmanenia sp.*								+						
45	鳅科 Cobitidae	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*		+			+	+	+							

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
46	条鳅科 Nemacheilidae	美丽小条鳅	*Traccatichthys pulcher*				+	+	+	+	+						
47	鱊科 Acheilognathidae	彩副鱊	*Acheilognathus imberbis*	+	+				+								
48	鱊科 Acheilognathidae	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*			+	+	+	+								
49	鱊科 Acheilognathidae	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	+	+	+	+	+	+	+	+		+				+
VII. 丽鱼目 Cichliformes																	
50	丽鱼科 Cichlidae	伽利略罗非鱼	*Sarotherodon galilaeus*		+	+		+	+							+	
51	丽鱼科 Cichlidae	马拉丽体鱼	*Parachromis managuensis*						+							+	
52	丽鱼科 Cichlidae	尼罗罗非鱼	*Oreochromis niloticus*								+	+	+				
53	丽鱼科 Cichlidae	齐氏罗非鱼	*Coptodon zillii*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
VIII. 鳗鲡目 Anguilliformes																	
54	鳗鲡科 Anguillidae	日本鳗鲡	*Anguilla japonica*						+								
IX. 鲇形目 Siluriformes																	
55	鲿科 Bagridae	大鳍鳠	*Hemibagrus macropterus*						+							+	
56	鲿科 Bagridae	黄颡鱼	*Tachysurus fulvidraco*		+			+	+			+					

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
57	鲿科 Bagridae	中间黄颡鱼	*Pelteobagrus intermedius*						+								
58	鲿科 Bagridae	纵带鮠	*Tachysurus argentivittatus*						+								
59	胡子鲇科 Clariidae	革胡子鲇	*Clarias gariepinus*					+									
60	胡子鲇科 Clariidae	胡子鲇	*Clarias fuscus*	+				+				+		+			
61	鮰科 Ictaluridae	斑点叉尾鮰	*Ictalurus punctatus*					+	+								
62	甲鲶科 Loricariidae	豹纹翼甲鲇	*Pterygoplichthys pardalis*					+	+								
63	鲇科 Siluridae	糙隐鳍鲇	*Pterocryptis anomala*							+							
X. 攀鲈目 Anabantiformes																	
64	鳢科 Channidae	斑鳢	*Channa maculata*					+						+			
65	攀鲈科 Anabantidae	攀鲈	*Anabas testudineus*	+	+	+		+							+		
66	丝足鲈科 Osphronemidae	叉尾斗鱼	*Macropodus opercularis*		+				+				+				
XI. 太阳鱼目 Centrarchiformes																	
67	鳜科 Sinipercidae	斑鳜	*Siniperca scherzeri*			+											
68	鲷科 Terapontidae	尖吻鲷	*Rhynchopelates*													+	

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
			oxyrhynchus														
69	鲈科 Terapontidae	细鳞鲈	*Terapon jarbua*											+	+	+	
XII. 鲀形目 Tetraodontiformes																	
70	鲀科 Tetraodontidae	弓斑东方鲀	*Takifugu ocellatus*											+	+	+	
XIII. 鰕虎鱼目 Gobiiformes																	
71	嵴塘鳢科 Butidae	云斑尖塘鳢	*Oxyeleotris marmorata*		+		+		+						+		
72	嵴塘鳢科 Butidae	中华乌塘鳢	*Bostrychus sinensis*											+			
73	沙塘鳢科 Odontobutidae	海丰沙塘鳢	*Odontobutis haifengensis*				+	+									
74	沙塘鳢科 Odontobutidae	萨氏华黝鱼	*Sineleotris saccharae*						+								
75	塘鳢科 Eleotridae	尖头塘鳢	*Eleotris oxycephala*					+				+		+			
76	鰕虎鱼科 Gobiidae	孔鰕虎鱼	*Trypauchen vagina*													+	
77	鰕虎鱼科 Gobiidae	青斑细棘鰕虎鱼	*Acentrogobius viridipunctatus*												+		
78	鰕虎鱼科 Gobiidae	舌鰕虎鱼	*Glossogobius giuris*									+		+	+		

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
79	鰕虎鱼科 Gobiidae	纹缟鰕虎鱼	*Tridentiger trigonocephalus*													+	
80	鰕虎鱼科 Gobiidae	溪吻鰕虎鱼	*Rhinogobius duospilus*							+							+
81	鰕虎鱼科 Gobiidae	小鳞沟鰕虎鱼	*Oxyurichthys microlepis*												+		
82	鰕虎鱼科 Gobiidae	须鳗鰕虎鱼	*Taenioides cirratus*													+	
83	鰕虎鱼科 Gobiidae	髭缟鰕虎鱼	*Tridentiger barbatus*												+	+	
84	鰕虎鱼科 Gobiidae	子陵吻鰕虎鱼	*Rhinogobius giurinus*	+			+	+	+		+						+
XIV. 鲈形目/鲉亚目 Perciformes/Scorpaenoidei																	
85	鲆科 Platycephalidae	鲆	*Platycephalus indicus*												+		
XV. 鲻形目 Mugiliformes																	
86	鲻科 Mugilidae	棱鲹	*Planiliza carinata*											+	+		
87	鲻科 Mugilidae	鲹	*Planiliza haematocheilus*											+			
88	鲻科 Mugilidae	鲻	*Mugil cephalus*											+	+	+	
XVI. 卵附系 Ovalentaria/misc																	
89	双边鱼科 Ambassidae	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*											+	+	+	

序号	科名	种	拉丁名	水源及下游区						输水线路及受水区							
				白盆珠水库			西枝江										
				1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	13#	14#
XVII. 真鲈形系 Eupercaria/misc																	
90	笛鲷科 Lutjanidae	紫红笛鲷	*Lutjanus argentimaculatus*												+		
91	鲷科 Sparidae	黄鳍棘鲷	*Acanthopagrus latus*											+	+	+	
92	鲷科 Sparidae	灰鳍棘鲷	*Acanthopagrus berda*												+		
93	鳢科 Sillaginidae	少鳞鳢	*Sillago japonica*													+	
94	银鲈科 Gerreidae	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*											+	+	+	
总种数				**14**	**20**	**16**	**17**	**29**	**42**	**13**	**11**	**7**	**6**	**20**	**24**	**22**	**8**
总种数				**33**			**56**			**62**							

注：“+”表示该采样点出现该物种，空格表示该采样点未能检到该物种

附录 6 现场调查工作照

附录 6-1 工作照



植物样方 11 调查照片



植物样方 74 调查照片



植物样方 55 调查照片



植物样方 61 调查照片



省道 356 调查样线



深汕大安村上村调查照片



3#施工支洞周边植物调查



植物样方 24 调查照片



植物样方 25 调查照片



植物样方 35 调查照片



植物样方 78 调查照片



植物样方 60 调查照片



植物样方 83 调查照片 1



植物样方 83 调查照片 2



白盆珠水库水生调查照片 1



白盆珠水库水生调查照片 2



深汕合作区赤石河水生调查照片 1



深汕合作区赤石河水生调查照片 2



深汕合作区明热河水生调查照片 1



深汕合作区明热河水生调查照片 2



西枝江水生调查照片 1



西枝江水生调查照片 2

（一）春季陆生动物调查工作照片



样线 01 调查照片



样线 05 调查照片



样线 01 夜间调查照片



样线 04 夜间调查照片

（二）夏季陆生动物调查



样线 13 调查照片



样线 32 调查照片



样线 22 夜间调查照片



样线 06 夜间调查照片

（三）秋季陆生动物调查



样线 02 调查照片



样线 04 调查照片



样线 02 调查照片



样线 04 夜间调查照片

（四）冬季陆生动物调查工作照片



样线 14 调查照片



样线 02 调查照片



样线 24 调查照片



样线 24 调查照片

附录 6-2 生境照



取水口施工道路区域



1#施工支洞区域



D0+100 至 D1+500 段



支线 TBM 始发工区 GQ11



4#施工支洞工区 GQ10



堆渣场 ZC5



支线后段盾构隧洞始发工区 GQ9



临时堆土场 L4



取水口生境



评价范围莲花山脉生境



评价范围经济林生境



评价范围经济林生境



评价区莲花山脉生境



评价区白马村



评价区阔叶林生境



评价区经济林生境

附录 6-3 物种照



白马村上围村二级古树-榕树



白马村上围村二级古树-橄榄



苏铁蕨 1



软荚红豆 1



苏铁蕨 2



软荚红豆 2



秤星树



垂穗石松



淡竹叶



岗松



红背山麻杆



猴欢喜



火炭母



鸡眼藤



黄牛木



山血丹



了哥王



芒萁



三桠苦



山鸡椒



野漆



金毛狗



白鹇羽毛



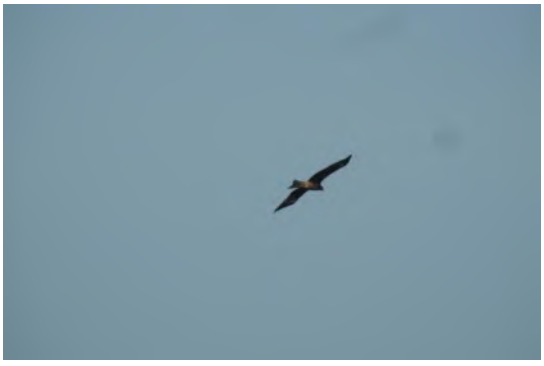
褐翅鸦鹃



小鸦鹃



蛇雕



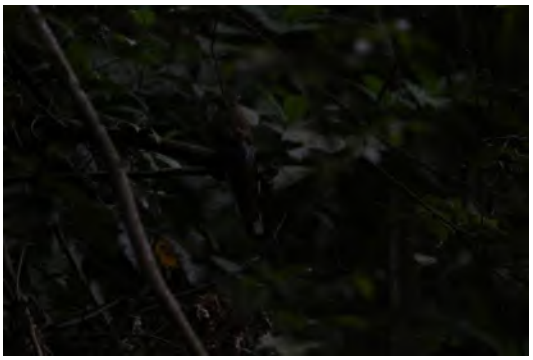
黑鸢



黄嘴角鸮



红嘴相思鸟



红头咬鹃



画眉



纯色山鹪莺



田鹨



赤红山椒鸟



灰头鹀



变色树蜥



南滑蜥



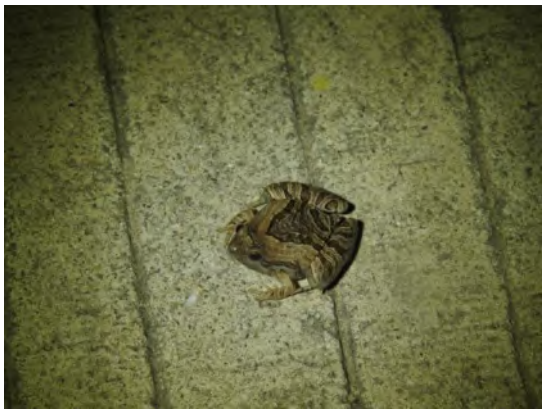
黑眶蟾蜍



棘胸蛙



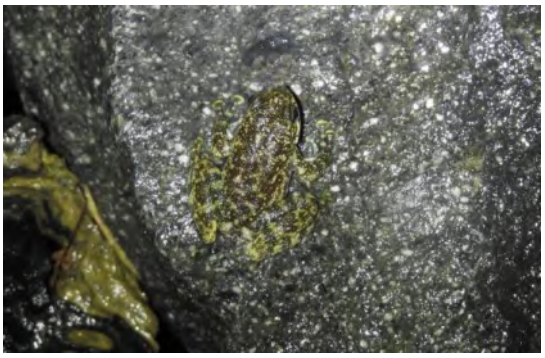
泽陆蛙



花姬蛙



饰纹姬蛙



华南湍蛙



斑林狸



豹猫-粪便



棕背伯劳



野猪粪便



倭花鼠