

《水产养殖尾水排放标准》

编制说明

（征求意见稿）

生态环境部华南环境科学研究所

广东省环境科学研究院

中国水产科学研究院南海水产研究所

中国水产科学研究院珠江水产研究所

2022 年 9 月

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 行业概况	2
2.1 我省池塘养殖发展概况	2
2.1.1 行业规模现状	2
2.1.2 水产养殖行业发展趋势预测	8
2.2 行业在其他国家和地区发展概况	8
3 标准制订的必要性分析	8
3.1 国家和省府的相关要求	8
3.2 国家有关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求	9
3.3 行业发展带来的主要环境问题	10
3.3.1 行业主要环境影响因子排放量占全省污染物排放总量的比例	10
3.3.2 水产养殖尾水排放已对局部水环境造成较大压力	12
3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	16
3.4.1 生态健康养殖技术和尾水治理技术	16
3.4.2 相关先进技术的指导性文件	16
3.5 现行生态环境标准存在的主要问题	16
4 行业产排污情况及污染控制技术分析	17
4.1 池塘养殖生产流程及排放特征点	17
4.2 池塘养殖排放现状	17
4.3 水产养殖排放水环境影响分析	23
4.4 污染防治技术分析	25
4.4.1 生态健康养殖技术	25
4.4.2 淡水养殖池塘尾水治理技术	28
4.4.3 海水养殖池塘尾水治理技术	32
5 标准主要技术内容	33
5.1 标准适用范围	33
5.2 标准结构框架	34
5.3 适用范围	34
5.4 术语和定义	34
5.5 一般要求	35
5.6 排放水域与排放分级规定	35
5.7 监控项目的选择	36
5.8 监控项目排放限值的确定及制定依据	37
5.8.1 标准限值确定原则	37
5.8.2 淡水池塘养殖尾水排放限值的确定	38
5.8.3 海水池塘养殖尾水排放限值的确定	41

5.8.4 排放要求	44
5.9 与现行其他标准比较	44
5.10 监测要求	45
5.10.1 采样要求	45
5.10.2 监测方法要求	46
5.10.3 结果判定	47
5.11 其它注意事项	47
6 主要国家、地区及国际组织相关标准研究	47
6.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究	47
6.2 本标准与主要国家、地区及国际组织同类标准的对比	48
7 实施本标准的环境效益及经济技术分析	48
7.1 实施本标准的环境效益分析	48
7.2 实施本标准的经济技术分析	50
8 标准实施建议	57

《水产养殖尾水排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2021年8月6日，广东省市场监督管理局发布《广东省市场监督管理局关于批准下达2021年第一批广东省地方标准制修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2021〕338号），发布2021年度第一批共71个地方标准制修订项目，其中包括第61项“水产养殖尾水排放标准”。10月29日，广东省生态环境厅在“广东省政府采购网”发布采购信息，11月22日，生态环境部华南环境科学研究所与广东省环境科学研究院、中国水产科学研究院珠江水产研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所组成联合体中标该项目，随后省生态环境厅与生态环境部华南环境科学研究所等4家单位签订项目合同。

《水产养殖尾水排放标准》制定项目的承担单位全称：生态环境部华南环境科学研究所、广东省环境科学研究院、水产科学院珠江水产科学研究所、水产科学院南海水产科学研究所。

1.2 工作过程

（1）数据收集

一是收集整理历史监测数据。一部分为编制单位监测数据，主要是在我省重点设区市近年来开展的池塘养殖水质监测数据。目前已获得了大部分重要养殖品种的尾水监测数据；

二是根据各养殖品种或模式的生产特点，于2021年10-11月对湛江、茂名、肇庆、佛山、梅州、潮州和江门开展现场调研，调研过程中广泛收集相关市县开展尾水排放监督工作时实施的监测数据和地方养殖企业开展的监测数据。

（2）对其他成果编制与实施的借鉴

一是调研了湖南、江苏等已制定并实施本项标准的省区，听取编制单位、生态环境部门、农业农村部门、养殖业者和水污染治理企业对标准实施的意见；

二是咨询调研了《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》课题组关于养殖水污染物排放控制标准的经验；

三是咨询调研了拟编制《海水养殖尾水排放标准》课题组牵头单位（国家海

洋环境监测中心)的意见。

(3) 初稿、讨论稿编制及内部征求意见

在以上工作基础上,以调研资料、历史资料、监测数据为基础,对我省池塘养殖尾水排放进行了进一步调研,对部分水产养殖场进行了实地调查和采样监测,并咨询了部分专家和企业意见,确定了本标准的水污染物控制项目、指标限值等内容,依据《标准化工作导则基本信息 第1部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1-2009)、《国家水污染物排放标准制定技术导则》(HJ 945.2-2018),编写形成了标准文本及编制说明初稿。

文本编制过程中,省生态环境厅分管领导多次召集课题组及生态处、水生态环境处、海洋生态环境处、生态环境监督执法处、生态环境监测中心等相关部门负责人讨论标准制定原则、排放要求、分区管控目标和要求等内容,丰富并完善了本标准文本内容。工作过程中,多次征求水生态环境处和海洋生态环境处对标准草案的意见,针对各处提出的意见建议经项目组论证后修改完善,形成本稿。

2 行业概况

2.1 我省水产养殖发展概况

2.1.1 行业规模现状

我省水产养殖业自改革开放以来取得了持续、快速、健康发展,已成为农业和农村经济发展的重要引擎,是农民致富发展的重要方式之一。

(1) 养殖面积情况

根据最新统计数据,我省现有水产养殖池塘总面积约470.98万亩(见表1),其中淡水池塘370.86万亩,海水池塘100.12万亩。从区域来看,泛珠三角池塘养殖面积最大,达到256.15万亩,占总面积的54.39%;其次为粤西区域,面积121.28万亩,占全省养殖池塘总面积25.75%。从各市养殖情况看,湛江、江门和佛山是广东省池塘养殖面积最大的地区,养殖面积分别为63.86、58.03和51.69万亩,分别占全省总面积的13.56%、12.32%和10.97%。

表 1 广东省池塘养殖面积分布情况 （单位：万亩）

序号	区域	池塘总面积	淡水养殖池塘	海水养殖池塘
1	广州	31.89	25.23	6.66
2	深圳	0.01	0.00	0.01
3	珠海	23.55	15.46	8.09
4	佛山	51.69	51.69	0.00
5	惠州	15.69	14.23	1.46
6	东莞	6.73	6.73	0.00
7	中山	31.06	31.06	0.00
8	江门	58.03	47.18	10.85
9	肇庆	37.49	37.49	0.00
区域小计		256.15	229.08	27.07
10	湛江	63.86	21.31	42.55
11	茂名	29.60	24.13	5.47
12	阳江	27.82	14.94	12.88
区域小计		121.28	60.38	60.90
13	汕头	11.43	6.05	5.37
14	汕尾	6.86	4.98	1.88
15	潮州	9.03	6.36	2.67
16	揭阳	9.90	7.66	2.24
17	河源	7.42	7.42	0.00
18	梅州	8.77	8.77	0.00
区域小计		53.40	41.25	12.15
19	韶关	14.39	14.39	0.00
20	清远	17.61	17.61	0.00
21	云浮	8.16	8.16	0.00
区域小计		40.15	40.15	0.00
合 计		470.98	370.86	100.12

（2）淡水养殖状况

根据《第二次全国污染源普查》，在淡水养殖重要品种中，广东省淡水养殖鱼类品种产量位居全国第一，分别是鳊鱼、鲮鱼、乌鳢、罗非鱼、鳗鲡、短盖巨脂鲤等 6 个；品种产量全国第二，分别是草鱼、鳙鱼、长吻鮠、河鲀 4 个；全国南美白对虾 591496 吨，罗氏沼虾 137360 吨，广东南美白对虾养殖产量位居全国第一，占全国养殖产量 27.06%；罗氏沼虾位居全国第二，占全国养殖产量 27.29%；两者合计产量 197543 吨，占全国虾类 9.11%。

表 2 2018 和 2019 年广东主要养殖品种产量（吨）

序号	养殖品种	年份	
		2018 年	2019 年
1	草鱼	892370	949019
2	罗非鱼	751239	744022
3	鳙鱼	354038	373412
4	鲈鱼	258421	279952
5	鲢鱼	210099	217620
6	南美白对虾	199527	215138
7	乌鳢	165236	176834
8	鲫鱼	158235	170418
9	鲤鱼	124290	118380
10	鳊鲢	106423	101844
11	鳊鱼	92363	106099
12	青鱼	51989	52688
13	罗氏沼虾	36121	46041

（3）海水养殖

广东的海水养殖业在全国具有举足轻重的地位。据 2020 广东农业统计年鉴报道，2019 年广东海水养殖总产量 329.1 万吨，总面积 165 千公顷，产值 500 亿元以上，其中海水鱼、对虾、青蟹的海水养殖产量都居全国第一位，分别占全国总产量的 41.5%、36.3%、27.6%。其中我省养殖的鲈鱼、军曹鱼、鲷鱼、美国红鱼、卵形鲳鲹等各单项品种的产量各占全国总产量的 50%以上，石斑鱼产量居全国次席，占全国总产量的 42.6%。养殖主产区主要分布在湛江市、阳江市、茂名市、汕尾市、汕头市、江门市、广州市、珠海市等地。

我省海水鱼养殖面积 29.6 千公顷，产量 66.5 万吨；虾类面积 53.6 千公顷，产量 52.5 万吨；蟹类面积 8.3 千公顷，产量 8.3 万吨；贝类面积 67.0 千公顷，产量 192.6 万吨；藻类面积 2.7 千公顷，产量 7.4 万吨。

全省各地区按海水养殖产量统计，排名前 6 位的为湛江市 84.4 万吨、阳江市 77.0 万吨、茂名市 47.6 万吨、汕尾市 33.8 万吨、汕头市为 24.7 万吨、江门市 22.6 万吨；它们的养殖面积依次分别为 56.2 千公顷、19.1 千公顷、14.6 千公顷、13.7 千公顷、11.1 千公顷、18.5 千公顷。

按主要养殖品类的产量计算，其中，海水鱼养殖产量排名前 6 位的分别为阳江市 13.8 万吨、湛江市 11.0 万吨、茂名市 7.3 万吨、汕尾市 7.2 万吨、广州市

7.1 万吨、珠海市 6.5 万吨。对虾养殖分别为：湛江市 20.1 万吨、阳江市 10.7 万吨、茂名市 6.7 万吨、汕尾市 3.5 万吨、江门市 2.8 万吨、汕头市为 2.8 万吨。贝类养殖分别为：湛江市 52.4 万吨、阳江市 51.0 万吨、茂名市 31.8 万吨、汕尾市 20.4 万吨、江门市 15.9 万吨、汕头市为 9.0 万吨。

就养殖方式而言，我省海水鱼养殖主要采用海上深水网箱、普通网箱和池塘等养殖方式，其产量分别为 3.5 万吨、12.0 万吨，49.5 万吨，养殖的主要鱼类品种包括鲈鱼 9.4 万吨、卵行鲳鲹 8.5 万吨、石斑鱼 7.8 万吨、鲷鱼 5.2 万吨、美国红鱼 3.7 万吨、军曹鱼 3.2 万吨等。对虾、青蟹、梭子蟹等则主要采用池塘养殖方式。贝类主要为海上筏式、吊笼，以及滩涂底播。其中，深水网箱养殖方式主要分布在湛江和珠海，它们的产量分别为 2.0 万吨和 1.1 万吨；普通网箱养殖主要为阳江市 3.70 万吨、湛江市 3.1 万吨、汕尾市 1.4 万吨、茂名市 1.3 万吨；海水池塘养殖主要为湛江市 22.7 万吨、阳江市 9.1 万吨、广州市 7.7 万吨、茂名市 6.3 万吨、江门市 6.0 万吨、珠海市 5.9 万吨。

（4）广东水产养殖在全国的占比情况

根据《2020 中国渔业统计年鉴》，各主要省（区、市）水产养殖品产量和养殖面积。在封闭式水产养殖方式中，广东省的池塘养殖面积和养殖产量都比较高（见表 3 和表 4），工厂化养殖体积和产量占比较小。

表 3 全国主要省份海水封闭式养殖情况

省区	池塘养殖			工厂化养殖		
	产量 (吨)	面积 (公顷)	生产力 (吨/公顷)	产量 (吨)	体积 (m ³)	生产力 (公斤/m ³)
辽宁	173738	70597	2.46	44159	2794071	15.80
河北	72654	28121	2.58	14615	3552500	4.11
天津	3655	813	4.50	1500	179400	8.36
山东	219875	97694	2.25	136777	11100994	12.32
江苏	275324	31516	8.74	17920	659920	27.15
浙江	323533	25629	12.62	6949	2233665	3.11
福建	296718	21895	13.55	37233	12627454	2.95
广东	702288	67754	10.37	10519	1451668	7.25
广西	243044	16123	15.07	499	283060	1.76
海南	192666	15969	12.07	5704	270211	21.11
全国	2503495	376091	6.66	275875	35152943	7.85

表 4 全国主要省份淡水封闭式养殖情况

省区	池塘养殖			工厂化养殖		
	产量（吨）	面积（公顷）	生产力（吨/公顷）	产量（吨）	体积（m ³ ）	生产力（公斤/m ³ ）
山东	860453	122510	7.02	50781	4427187	11.47
江苏	2488566	308712	8.06	19383	2252634	8.60
浙江	881011	94544	9.32	23332	8762935	2.66
安徽	1257003	202732	6.20	13888	874584	15.88
福建	525669	35161	14.95	86962	19430820	4.48
江西	1556650	161909	9.61	15471	1538675	10.05
湖北	3713567	531552	6.99	21089	7345000	2.87
湖南	1744188	258321	6.75	5268	426847	12.34
四川	847176	99978	8.47	2798	1339460	2.09
广东	3658489	244772	14.95	1061	69214	15.33
广西	738527	60702	12.17	845	126023	6.71
全国	22300543	2644726	8.43	266405	54579776	4.88

表 5 主要省份封闭式海水养殖面积和产量在全国的占比情况（%）

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
辽宁	6.94	18.77	16.01	7.95
河北	2.90	7.48	5.30	10.11
天津	0.15	0.22	0.54	0.51
山东	8.78	25.98	49.58	31.58
江苏	11.00	8.38	6.50	1.88
浙江	12.92	6.81	2.52	6.35
福建	11.85	5.82	13.50	35.92
广东	28.05	18.02	3.81	4.13
广西	9.71	4.29	0.18	0.81
海南	7.70	4.25	2.07	0.77

表 6 主要省份封闭式淡水养殖面积和产量在全国的占比情况（%）

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
山东	3.86	4.63	19.06	8.11

省区	池塘养殖		工厂化养殖	
	产量占比	面积占比	产量占比	体积占比
江苏	11.16	11.67	7.28	4.13
浙江	3.95	3.57	8.76	16.06
安徽	5.64	7.67	5.21	1.60
福建	2.36	1.33	32.64	35.60
江西	6.98	6.12	5.81	2.82
湖北	16.65	20.10	7.92	13.46
湖南	7.82	9.77	1.98	0.78
四川	3.80	3.78	1.05	2.45
广东	16.41	9.26	0.40	0.13
广西	3.31	2.30	0.32	0.23

广东省以全国 18.02%（见表 5、表 6）的海水池塘养殖面积（67754 公顷）提供了 28.05%的海水池塘养殖产品（702288 吨），以全国 9.26%的淡水池塘养殖面积提供了全国 16.41%的淡水池塘养殖产品。

从生产力上看，广东海水养殖池塘每公顷产出 10.37 吨，是全国平均数的 1.56 倍。淡水养殖池塘每公顷产出 14.95 吨，是全国平均数的 1.77 倍；工厂化养殖生产力为 15.33 公斤/立方米，是全国平均数的 3.14 倍。

表 7 全国主要水产养殖省份池塘养殖面积和产量情况

省区	池塘养殖				
	产量（吨）	面积（公顷）	生产力（吨/公顷）	产量占比（%）	面积占比（%）
广东	4360777	312526	13.95	17.58	10.35
湖北	3713567	531552	6.99	14.97	17.60
福建	822387	57056	14.41	3.32	1.89
安徽	1257003	202732	6.20	5.07	6.71
江苏	2763890	340228	8.12	11.14	11.26
山东	1080328	220204	4.91	4.36	7.29
广西	981571	76825	12.78	3.96	2.54
浙江	1204544	120173	10.02	4.86	3.98
海南	483657	36543	13.24	1.95	1.21
辽宁	266879	108574	2.46	1.08	3.59
全国	24804038	3020817	8.21	/	/

由表 7 可知，综合淡水和海水池塘养殖，我省以 10.35%的池塘养殖面积供应着全国 17.58%的池塘养殖水产品总产量。就单位面积的生产力而言，我省每公顷池塘生产了 13.95 吨水产品，仅次于福建（14.41 吨），是全国平均水平（8.21 吨/公顷）的 1.70 倍。

可见，我省封闭式水产养殖生产力相对较高，单位面积产出水产品较高，意味着污染物排放浓度更高、排放量将更大，处理水产养殖污染物技术要求更高，单位面积成本也将更高。

2.1.2 水产养殖行业发展趋势预测

（1）以创新、协调、绿色、开放、共享发展理念为引领，推进渔业供给侧结构性改革，创新运行机制，提升产业服务能力。

（2）积极推进绿色健康养殖相关的养殖技术、水质控制、净化处理等技术研究；进一步加强自动控制技术和设备装置研发及应用；充分发挥“数字渔业”优势，加速与传统养殖融合，推动渔业产业健康发展。

（3）传统养殖与休闲渔业等进一步融合发展。充分挖掘传统渔文化，促进观赏、餐饮、民俗、休闲等传统渔文化的保护和传承，促进传统养殖业向文化娱乐型、都市观赏型、竞技体育型、观光体验型等发展。

（4）设施渔业将是水产养殖发展方向。随着国家和公众逐渐关注水产养殖尾水排放对环境影响，设施渔业因能更好收集、处理水产养殖尾水，能更高效利用土地及单位面积产出更多养殖产品，更能满足社会需求和生态环境保护要求，更好促进水产养殖与生态环境的协调发展。

2.2 行业在其他国家和地区发展概况

欧、美、日等发达国家虽然制定了相关标准，但大部分国家的水产养殖业规模都较小，养殖品种少，养殖模式也较单一，其制定的标准不宜照搬。

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家和省府的相关要求

2018 年 6 月印发的《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17 号）提出要“严格控制海水养殖等造成的海上污染”，要“深入推进水产健康养殖，开展重点江河湖库及重点近岸海域破坏生态环境的养殖方式综合整治”。在取得阶段治理成效之后，2021

年 11 月《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2021〕32 号）提出，要求“坚持方向不变、力度不减，巩固拓展“十三五”时期污染防治攻坚成果，继续打好一批标志性战役”，要加强农业农村污染防治、要深入推进海水养殖环境治理等工作。2018 年 11 月 6 日，生态环境部、农业农村部印发了《生态环境部农业农村部关于印发农业农村污染治理攻坚战行动计划的通知》（环土壤〔2018〕143 号），《通知》提出的相关主要任务有：加强水产养殖污染防治和水生生态保护；优化水产养殖空间布局，依法科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区；推进水产生态健康养殖，积极发展大水面生态增养殖、工厂化循环水养殖、池塘工程化循环水养殖、连片池塘尾水集中处理模式等健康养殖方式，推进稻渔综合种养等生态循环农业；推动出台水产养殖尾水排放标准，加快推进水产养殖节水减排；发展不投饵滤食性、草食性鱼类增养殖，实现以渔控草、以渔抑藻、以渔净水。严控河流、近岸海域投饵网箱养殖；大力推进以长江为重点的水生生物保护行动，修复水生生态环境，加强水域环境监测。

为强化农业农村污染治理、循环利用和生态保护，深入推进农村人居环境整治和农业投入品减量化、生产清洁化、废弃物资源化、产业模式生态化，我省发布了《广东省打赢农业农村污染治理攻坚战实施方案》（粤环发〔2019〕3 号）。提出了优化水产养殖空间布局，依法科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区，依法严格养殖用地用海审批和执法。推进养殖池塘标准化改造，建立现代渔业园区。大力推进水产养殖污染防治，推动水产养殖尾水达标排放。

3.2 国家有关产业政策及行业发展规划中的生态环境要求

2016 年 5 月 4 日，原农业部印发《农业部关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》（农渔发〔2016〕1 号），提出：到 2020 年，全国水产健康养殖示范面积比重达到 65%，重点养殖区域的养殖尾水基本实现达标排放；水产品质量安全水平稳步提高，努力确保不发生重大水产品质量安全事件；科技进步贡献率超过 60%，渔业信息装备水平和组织化程度明显提高；水生生物资源养护和修复能力明显增强，渔业生态环境明显改善……

《农业部关于加快推进渔业转方式调结构的指导意见》强调：大力发展水产健康养殖；加快推进水产养殖节水减排；优化养殖品种结构；强化渔业水域生态环境保护；保护和合理利用水生生物资源；全面推进以渔净水。

为解决好水产养殖业绿色发展面临的突出问题，经国务院同意，2019 年 1 月 11 日，农业农村部会同生态环境部、自然资源部、国家发展改革委、财政部、科技部、工业和信息化部、商务部、国家市场监管总局、中国银保监会联合印发了《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农渔发〔2019〕1 号）。

《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》强调以实施乡村振兴战略为引领，以满足人民对优质水产品和优美水域生态环境的需求为目标，以推进供给侧结构性改革为主线，以减量增收、提质增效为着力点，加快构建水产养殖业绿色发展的空间格局、产业结构和生产方式，推动我国由水产养殖业大国向水产养殖业强国转变。同时提出：加快落实养殖水域滩涂规划制度；优化养殖生产布局；积极拓展养殖空间；大力发展生态健康养殖；提高养殖设施和装备水平；完善养殖生产经营体系；科学布设网箱网围；推进养殖尾水治理；加强养殖废弃物治理；发挥水产养殖生态修复功能等。

省政府办公厅转发《珠三角百万亩养殖池塘升级改造绿色发展三年行动方案》（粤办函〔2021〕305 号），《方案》明确了珠三角各城市实施池塘生态化改造过程中有关基本原则、工作目标、重点任务和主要措施等方面的要求，通过实施生态化改造，建设一定比例的尾水净化区及配套相关尾水处理设施等，促进池塘养殖尾水达标排放。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

池塘养殖过程中，投入的饲料被养殖动物摄食、吸收、利用后，会产生残饵、粪便、代谢物等，这些物质降解过程中，造成池塘养殖水体中有机物含量升高，氮磷总量相应增加。有机物含量过高的养殖水排入外部环境中将产生一定的不利影响。目前，池塘养殖根据投入品来源，产生的主要特征污染物为：化学需氧量、氨氮、总氮、总磷等富营养化指标。

3.3.1 行业主要环境影响因子排放量占全省污染物排放总量的比例

根据 2020 年《广东省第二次全国污染源普查公报》中对农业源、生活源和工业源主要污染物的排放量进行的汇总分析，显示全省主要污染物排放总量：化学需氧量 166.027 万吨，氨氮 9.894 万吨，总氮 30.141 万吨，总磷排放量 3.153 万吨；农业源主要水污染物排放（流失）量：化学需氧量为 67.102 万吨，氨氮为 1.659 万吨，总氮为 11.649 万吨，总磷为 1.992 万吨。

水产养殖业主要水污染物排放量：化学需氧量 6.921 万吨，氨氮 0.238 万吨，总氮 1.382 万吨，总磷 0.268 万吨，其化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放量分别占全省总排放量的 4.17%、2.41%、4.59%和 8.50%，分别占农业源化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放总量的 10.31%、14.35%、11.86%和 13.45%。

水产养殖业最主要的污染因子为化学需氧量，其次为总氮、总磷和氨氮。水产养殖业排放量位居前 5 位的地市依次为江门、珠海、汕头、茂名、广州，分别占全省水产养殖业水污染物排放当量的 21.50%、16.79%、13.24%、10.94%、9.12%。

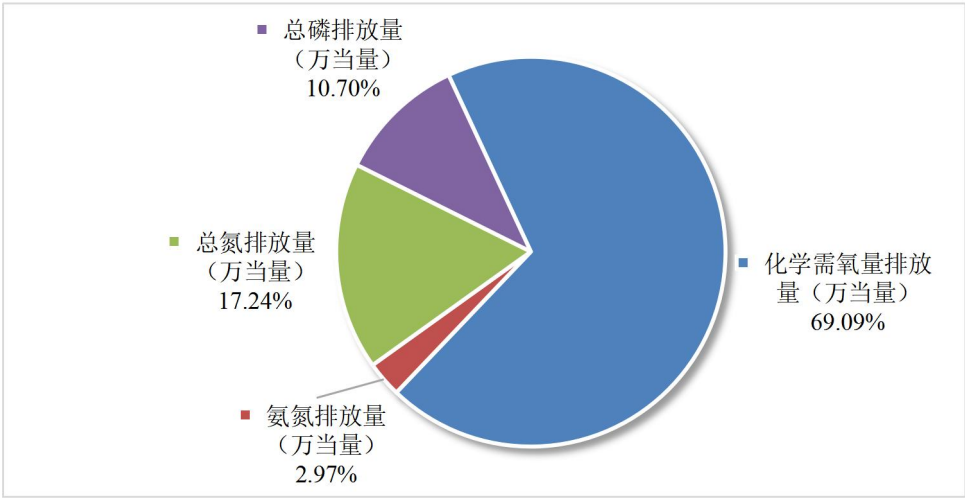


图 1 水产养殖业主要水污染排放当量

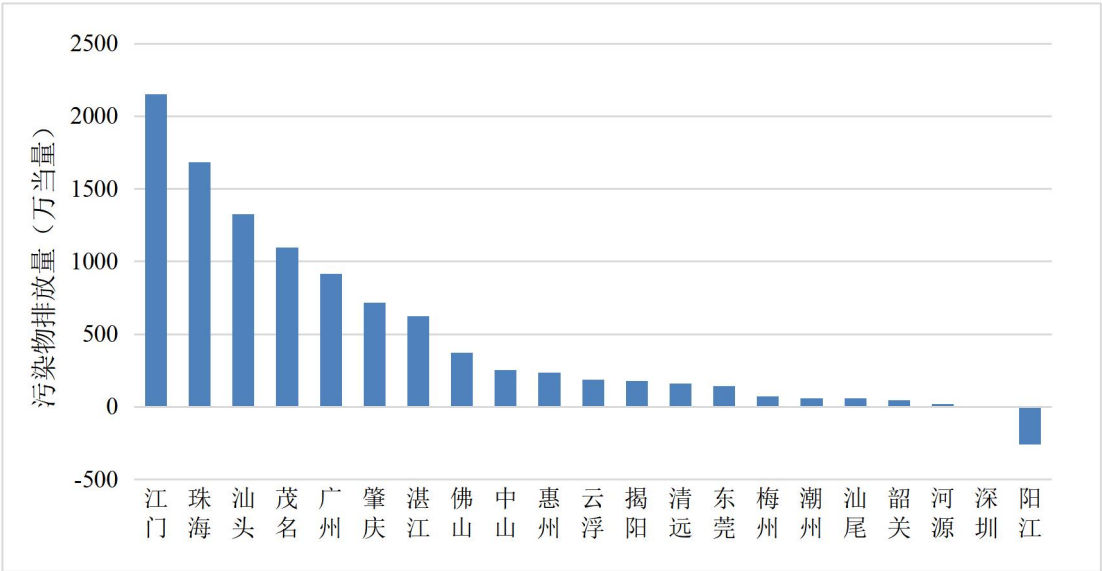


图 2 各地级以上市水产养殖业主要水污染排放当量

表 8 水产养殖业水污染物排放当量

单位：万吨当量

地区	化学需氧量排放量	氨氮排放量	总氮排放量	总磷排放量	合计
全省	6921	297.5	1727.5	1072	10018
广州	712	20	113.75	68	913.75
韶关	38	1.25	6.25	0.12	45.62
深圳	-9	0.0375	0	0.24	-8.7225
珠海	1255	32.5	226.25	168	1681.75
汕头	1068	32.5	130	96	1326.5
佛山	269	8.75	60	36	373.75
江门	1516	93.75	320	224	2153.75
湛江	366	15	145	100	626
茂名	816	22.5	157.5	100	1096
肇庆	559	17.5	105	36	717.5
惠州	171	8.75	35	20	234.75
梅州	2	0.25	37.5	32	71.75
汕尾	28	1.25	16.25	12	57.5
河源	13	0.5	3.75	1.2	18.45
阳江	-598	8.75	227.5	104	-257.75
清远	108	5	30	16	159
东莞	116	3.75	17.5	4	141.25
中山	188	8.75	30	28	254.75
潮州	20	5	21.25	12	58.25
揭阳	144	5	16.25	12	177.25
云浮	140	5	28.75	12	185.75

由此可见，池塘水产养殖造成的环境影响对总体环境污染的贡献率处于较低水平，但与当前生态环境治理要求仍有一定差距，特别是部分单产高的养殖品种（模式），需要进一步完善技术和管理措施减少对环境的影响。

3.3.2 水产养殖尾水排放已对局部水环境造成较大压力

从3.3.1节可知，水产养殖尾水排放占农业源总体比例不高，分别占农业源化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放总量的10.31%、14.35%、11.86%和13.45%。但是在局部区域，水产养殖尾水已对地表水和近岸环境造成较大压力。

根据现场排查情况，结合调度相关工作进展的基础上，发现部分重点流域水产养殖污染问题突出，部分国考断面上游及支流沿岸分布大量水产养殖池塘，养殖尾水未经处理直排严重影响断面水质，问题较突出的断面有：汕头练江海门湾

桥闸、汕尾黄江河海丰西闸和东溪水闸、中山前山河南沙湾断面、阳江寿长河寿长和织箕河大泉、湛江九州江排里和鹤地水库渠首、茂名小东江石碧、湛江-茂名袂花江黄竹尾水闸国考断面以及清远漫水河噉咀省考断面（表9）。

按照《广东省养殖水域滩涂规划（2020-2030年）》养殖水域滩涂规划图中养殖区分布，经与国考断面分布比对，发现部分国考断面水质将受附近养殖尾水排放影响，包括：广州蕉门水道蕉门、珠江西航道鸦岗断面，珠海鸡啼门水道尖峰大桥断面，珠海-中山磨刀门水道珠海大桥断面，珠海-江门虎跳门水道西炮台断面，汕头韩江北溪东里桥闸断面，佛山西江古劳、顺德水道乌洲、容桂水道顺德港、西南涌断面，佛山-江门西江下东断面，梅州榕江北河龙溪断面，汕尾螺河半湾水闸、乌坎河乌坎断面，中山横门水道中山港码头断面，江门潭江牛湾断面，江门-中山磨刀门水道布洲断面，阳江寿长河寿长、漠阳江埠场断面，湛江雷州青年运河塘口、鉴江黄坡、九州江营仔断面，茂名罗江桥、鉴江江口门断面，肇庆绥江五马岗、北江梁村断面，清远北江石角断面，潮州黄冈河凤江桥断面，揭阳榕江地都、榕江南河龟山塔断面。

表9 重点流域水产养殖污染存在问题

序号	地市	断面	重点问题	重点区域	影响重点支流	排查发现问题
1	汕头	练江海门湾桥闸	水产养殖尾水影响断面水质	海门镇	-	海门湾桥闸断面附近水产养殖面积较大，养殖尾水排放影响断面水质
2	汕尾	黄江河海丰西闸	水产养殖尾水直排问题突出。	断面以上流域范围	平龙水 竹仔河 黄江河	竹仔河一体化设施旁鱼塘水体溢流至黄江河；平龙水流域内后山村(潮莞高速下)和公平灌渠交汇处附近鱼塘排水仍持续直排平龙水或经一级支流汇入河道，其中公平灌渠鱼塘排水 COD 浓度约 70mg/L。
3		陶河镇、可塘镇、赤坑镇		埔陇内溪、杨埔排洪、长沙河等	现场调研发现，埔陇内溪、杨埔排洪、陇东排洪和长沙河等支流汇入口附近存在大片鱼塘。	
4		星都经济开发区、潭西镇		白沙河、新埔灌渠、崎沟排洪等	现场调研发现，白沙河、新埔灌渠汇入口和崎沟排洪沿岸水产养殖面积占比较大。	
5		星都经		白沙河	现场调研发现，白沙河自 G324 下游约 1	

				济开 发 区		公里右岸临河坑塘仍存在 3~5 处鸭鹅养殖，养殖数量较多，大量鸭禽直接养殖在河道两岸坑塘或鱼塘，养殖废水入河风险较大。
6	湛江、茂名	袂花江黄竹尾水闸	水产养殖面积较大，尾水直排影响断面水质。	博铺街道、长岐镇	小东江、袂花江	博铺街道万亩坡、长岐镇大郭口等区域水产养殖面积超过 2.5 万亩。
7				电白区小良镇、吴川市覃巴镇	秦村河	秦村河流域分布较多水产养殖，尾水通过排水闸进入秦村河，现场监测多个鱼塘水质在Ⅳ类~劣Ⅴ类之间。
8	湛江	九州江排里	水处养殖污染问题突出	和寮镇、塘蓬镇、石岭镇、石颈镇、新民镇、横山镇、河唇镇等	九洲江干流及武陵河、沙铲河、塘蓬河、陀村河、塘蓬河等支流	2019 年，九洲江流域内水产养殖面积 73460.32 亩，其中规模化养殖场及养殖专业户配有 165 处养殖鱼塘，近 32 万头（猪当量）产生的污水入塘消纳。
9		鹤地水库渠首		鹤地水库库区	鹤地水库	库岸鱼塘养殖面积 8900 亩，尚无配套的环保设施，大量鱼塘养殖废水直排水库。
10	茂名	小东江石碧	水产养殖污染问题较为突出	分界、石鼓、金公馆、山阁镇	白沙河、泗水河	流域内水产养殖面积近 5200 亩，养殖密度高。
11	中山	前山河南沙湾（石角咀关联断面）	水产养殖面积较大			鱼塘养殖业分布广且面积大，养殖业尾水排放将对前山河水质带来巨大挑战。
12	阳江	寿长河寿长	水产养殖污染问题较为突出	大沟镇、新洲镇、东平镇	寿长河	寿长河干流中下游及其支流（赤坎河、大沟河）沿岸分布大量的海水产养殖场（户），寿长断面上游水产养殖面积近万亩。
13		织箕河大泉		织箕镇、程村镇	织箕河	大泉断面上游岸边仍有约 300 亩水产养殖。
14	清远	漫水河噉咀	水产养殖污染影响北江干流水质	太平、三坑、山塘镇	漫水河	山塘水流域内清远市太平、三坑、山塘三镇 4.36 万亩淡水鱼塘中，主要涉及桂花鱼养殖（约 3 万亩），其中桂花鱼 0.6 万亩、饲料鱼 2.4 万亩。

以清远市漫水河黄坎桥断面为例，该断面受水产养殖尾水排放污染物影响显著。2020 年的水质监测结果显示，黄坎桥断面达Ⅴ类，定类项目为总磷，超标月份为 4 月和 6 月，超标倍数分别为 0.1 和 0.025，年均值除总磷（超Ⅳ类 0.07

倍)外其他指标均达Ⅳ类。根据省内专业机构 2020 年 7 月 28 日至 8 月 4 日、11 月 10 日至 16 日对漫水河流域丰、枯水期的通量监测结果,噶咀断面水量、总磷污染物主要来源于黄坎桥断面,丰水期、枯水期水量分别约占 69.0%、60.4%,总磷通量分别约占 89.6%、86.4%。黄坎桥断面上游太平、三坑和山塘三个镇共有 43618 亩的淡水鱼塘,其中山塘镇 18473 亩,太平镇 10490 亩,三坑镇 14655 亩。根据省内专业机构 2021 年对黄坎桥断面控制单元污染源的分析,水产养殖是黄坎桥断面总磷最主要的污染来源,其贡献率达到 49.40%,其次为农业面源和畜禽养殖面源,贡献率分别为 22.80%和 17.11%,其余污染源占比均较小。

从主要污染物入河(入海)总量来看,珠江流域(表 10)农业源总氮排放量在珠海和中山的占比超过九成,分别达到 94.67%和 93.86%;深圳和佛山的占比超过八成,分别为 80.14%和 83.73%;广州、东莞和江门的占比也超过六成,分别为 63.99%、67.37%和 61.56%。由于水产养殖业大多集中分布,在集中排放时将对部分河段、局部海域造成较大影响。

表 10 珠江流域各市水产养殖污染物总氮排放在农业源中的占比

排放量:吨;占比:%

序号	城市	种植业	水产养殖业	畜禽养殖业	农业源汇总	水产占比 (%)
1	广州市	276.21	817.51	183.94	1277.66	63.99
2	深圳市	14.87	121.94	15.34	152.15	80.14
3	珠海市	20.50	530.32	9.37	560.19	94.67
4	佛山市	60.97	1214.18	175.01	1450.16	83.73
5	惠州市	309.45	253.64	302.39	865.47	29.31
6	东莞市	34.72	79.74	3.91	118.36	67.37
7	中山市	27.02	564.90	9.96	601.88	93.86
8	江门市	319.48	1323.44	506.95	2149.86	61.56
9	肇庆市	430.54	834.97	640.52	1906.04	43.81
10	清远市	420.23	222.02	657.78	1300.03	17.08
11	韶关市	289.85	134.62	439.81	864.29	15.58
12	河源市	238.76	74.52	269.20	582.48	12.79
13	云浮市	215.44	164.61	488.43	868.48	18.95

3.4 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

3.4.1 生态健康养殖技术和尾水治理技术

对于水产养殖行业来说,清洁生产技术通常理解为生态健康养殖技术或措施,污染防治技术主要指尾水治理技术。近年来,全国各地围绕“提质增效、减量增收、绿色发展、富裕渔民”目标,在提高投入品的转化利用、增加产出等方面积极探索,建立了多种因地制宜、各具特色的节能减排技术、模式或措施,如:多品种生态混养、鱼菜共生、池塘底排污、池塘内循环生态养殖、稻渔综合种养、浮性饲料投喂、生物絮团、微生态制剂调水以及在线监测控制等,这些成果的取得为渔业绿色发展提供了强有力的支撑服务,在我省大多都有一定规模的推广应用。

3.4.2 相关先进技术的指导性文件

(1)《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》(农业农村部等十部委,农渔发〔2019〕1号);

(2)《农业农村部办公厅关于发布2019年农业主推技术的通知》(农业农村部,农办科〔2019〕22号);

(3)《关于印发<广东省水产养殖尾水综合处理技术推荐模式(第一版)>的通知》(粤农农办〔2021〕40号)。

3.5 现行生态环境标准存在的主要问题

现行行业标准:《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T9101-2007)、《海水养殖尾水排放要求》(SC/T9103-2007)。行业标准为2007年制定,指标限值对于当时的养殖生产模式和技术水平来说是较为合理的。但是,经过十多年的发展,目前我省各地的池塘养殖亩产量有了显著增长,主要养殖品种也发生了一定的改变,行业标准已不完全符合当前的养殖现状。在调研过程中,地方各市行业管理部门、环境监管部门及重点养殖业者普遍反映该标准限值过低,养殖场极难达标排放。

国家现行污水综合排放标准:《污水综合排放标准》(GB8978-1996),适合高污染行业,不适合池塘养殖尾水排放的管控。

4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 池塘养殖生产流程及排放特征点

池塘养殖生产周期通常为 3 个月到一周年；对于一周年养殖品种，其主要生产工艺流程如下：

1、池塘准备，晒塘、消毒等，此时可能会有少量排水，但通常不会含有过量的富营养化物质。

2、通常 3 月份前池塘进水，完成苗种投放，此阶段不存在排水行为。

3、进入养殖阶段，前期投喂量少，此后随着温度的升高，养殖对象个体增大，投喂量逐步增加，到九、十月份投喂量达到最高峰，此后逐渐减少，11 月份基本停食；在高温季节，根据管理者水平高低，会有少量的换排水行为。

4、12 月到春节前后，捕捞上市，会有陆续排水，直至排干。

对于其他短周期养殖品种，流程基本上都类似，只是在放养、捕捞时间节点以及各阶段经历的时间长短有所区别。

因此，尾水排放主要集中在清塘、夏季高温季节、收获及其它特殊需要换水的情况，此时的重点污染物包括：化学需氧量（高锰酸盐指数）、总氮、总磷、悬浮物等污染物。

当前我省池塘养殖尾水排放方式大部分采用直接排放方式，仅在部分大型养殖主体和工厂化养殖场采取间接排放方式，通常采取多级沉淀及人工湿地等对尾水进行一定的净化处理。

同时在部分地方也存在养殖水循环使用，不外排的方式，主要在外源水水质较差或者水源不够丰富的地方。因为大多养殖品种（模式）在每轮养殖投苗前完成进水，由于粤北等区域、粤西等部分池塘难以从外界公共水域取到水，只能将池塘养殖尾水循环使用；高温季节也是农业生产用药的高峰时节，导致外界公共水域常常含有对养殖对象有毒有害的物质，部分区域养殖者无法从外界公共水域补充干净水源，因此部分养殖主体此时也不向外排水，采取尾水循环使用的方式进行水质调控。

4.2 池塘养殖排放现状

共收集 2016 年以来在我省开展水产养殖环境及尾水排放口环境统计数据及项目组开展的尾水监测数据共计 438 组，其中淡水 96 组，海水 342 组（见表 11）。

需要注意的是，我省部分大型水产养殖聚集区有统一的尾水排放渠（甚至有部分区域合用进、排水渠），部分区域养殖塘众多，沟渠呈网络状，进、排水渠道混合，如在潮州饶平东风埭。因此，本处收集的部分尾水排放数据是排放渠入河/入海前的排放口监测数据，养殖区域有不同品种鱼的养殖塘，部分区域还会有鱼塘、虾塘、蟹塘同时存在的现象。如在潮州饶平，部分区域养殖鱼类、对虾的池塘及工程化养殖（对虾）排放口的尾水都通过同一个排放渠道排放。汕尾城区的部分监测数据，来自于鱼塘、虾塘和蟹塘都共存于同一个区域，共享一个尾水排放渠监测得到；在茂名电白和滨海部分区域的监测数据，是鱼塘和对虾（主要为南美白对虾）塘共同排放渠监测得到。

表 11 水产养殖及排水环境监测点位统计

养殖区域	监测地点	鱼塘（工厂化）	虾塘（工厂化）	小计
淡水	池塘排口	31	22	53
	入河排口	29（包括混排口）	14	43
海水	池塘排口	25	29	54
	入河（海）排口	133（包括混排口）	155	288
合 计		218	220	438

开展环境监测的淡水养殖水体及尾水排放口覆盖了草鱼、罗非鱼、加州鲈、鳙鱼、鳊鱼、生鱼、黄骨鱼等主要鱼类养殖品种，南美白对虾与罗氏沼虾等主要甲壳类品种及蟹等特种水产养殖品种；开展环境监测的海水养殖水体及尾水排放口覆盖了南美白对虾、鲈鱼、鲷鱼、鲳鲙、鲍鱼等主要品种。

同时，438 监测组数据充分覆盖了养殖不同养殖品种的各个养殖期，如南美白对虾养殖水体，覆盖了养殖初期、中期和后期以及清塘阶段。

重点统计了淡水养殖尾水排放口和海水养殖尾水排放口的水污染物监测数据，分析了各类数据的平均数和中位数。平均数体现的是同一类数据的整体平均状况，反映数据集中趋势。由于平均值受极端值的影响明显，故本处同时统计了中位数。中位数体现的是同一类数据中间位置的数，是该类数据所占频率的等分线。各类数据的平均值和中位数的统计情况见表 12 和图 3、图 4。

（1）pH

根据对 46 个养殖水体监测数据分析，绝大多数池塘养殖水体中 pH 值介于

6.6-8.2 之间（另有一个池塘 pH 监测值为 9.0），占总监测点位数的 97.83%，基本都符合养殖水环境质量标准《渔业水质标准（GB 11607-89）》。若以养殖水直接排放，排放尾水 pH 值也将基本处于 6.6-8.2 之间。

（2）悬浮物

1）淡水养殖

对 27 处淡水养殖（主要为对虾塘）养殖尾水悬浮物监测结果表明，悬浮物浓度最大值 197 mg/L，最小值 5 mg/L，平均值为 53.64 mg/L，中位数为 40 mg/L。监测数据显示，除一处监测点悬浮物浓度呈现异常高值（197 mg/L，清塘废水）外，其他各监测水体数值处于 5-107 mg/L 之间。在得到的 27 个监测数据中，有 24 个值低于 100，能满足《淡水池塘养殖水排放要求（SC/T 9101-2007）》二级标准。

对 20 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水悬浮物浓度介于 117-214 mg/L；对 15 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水悬浮物浓度介于 65-116 mg/L 之间。

目前大多数养殖尾水处理技术针对一般池塘的悬浮物有较好的处理效果，对尾水开展工程净化，悬浮物浓度一般下降 30-60%，但由于清塘水悬浮物普遍非常高，即使经过处理，外排尾水悬浮物仍然较高。

2）海水养殖

对 157 处海水养殖塘（主要为对虾塘）水体悬浮物监测结果表明，海水养殖塘悬浮物浓度最大值 193 mg/L，最小值 3.9 mg/L，平均值为 48.285mg/L，中位数值为 41 mg/L。监测数据显示，11 处监测点超过 100 mg/L（最大值 193 mg/L）外，其余各监测点浓度处于 3.9-99 mg/L 之间，满足《海水质量标准（GB3097-1997）》三类标准“人为增加的量≤100 mg/L”，也能够满足《海水养殖水排放要求（SC/T 9103-2007）》中关于悬浮物浓度二级标准。即现状养殖水体在未经过处理条件下，基本能满足《海水养殖水排放要求（SC/T 9103-2007）》。

对 40 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水悬浮物浓度介于 101-193 mg/L；对 26 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水悬浮物浓度介于 62-107 mg/L 之间。

根据养殖尾水对近岸海域生态环境景观的影响，悬浮物应作为重点控制指标，

但海水养殖尾水处理技术相对较落后，现有“三池两坝”等技术在对尾水开展净化处理时，一年以上运营期的示范工程极少，这些工程在处理清塘尾水的效果需要进一步检验。从尾水监测数据可知，涉及清塘尾水的悬浮物监测值普遍较高，居于 100-200 mg/L 之间，在不混合其他养殖尾水的情况下，单纯的清塘尾水悬浮物浓度将更高。因此，尾水处理工程需要对清塘尾水的悬浮物有极强的处理能力，确保能降低 75%以上的悬浮物，才能使悬浮物浓度低于 50 mg/L。

（3）总氮

1) 淡水养殖

对 88 个淡水养殖尾水样品开展总氮监测的结果显示，总氮监测值介于 1-116.200 mg/L 之间（最大值为蛙塘排水），平均值为 5.188 mg/L，中位数为 4.700 mg/L。可见，现有池塘排水总氮浓度都普遍较高，尤其是蛙类、鳊鱼、甲鱼（鳖）、罗非鱼和生鱼等品种的养殖尾水浓度更高，蛙塘尾水总氮浓度介于 20.2-116.2 mg/L，鳊鱼尾水总氮浓度介于 4.269-19.714 mg/L 之间，四大家鱼、虾类尾水介于 1-8.27 mg/L。鳊鱼、甲鱼、罗非鱼和生鱼等品种养殖塘尾水无机氮浓度占总氮浓度介于 32.62-92.28%之间，对虾（主要为南美白对虾）塘养殖尾水介于 9.56-62.46%之间，可见，鳊鱼、甲鱼、罗非鱼和生鱼等品种养殖塘尾水中要降低总氮浓度重点是降低无机氮浓度，而南美白对虾池塘尾水重点是要降低有机氮浓度，这对尾水处理原理、处理工艺和处理设施的要求都不相同。

对 31 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水总氮浓度介于 8.847-116.200 mg/L（最大值为蛙塘排水）；对 15 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水总氮浓度介于 4.972-8.284 mg/L 之间。

2) 海水养殖

对 322 个海水养殖尾水样品开展总氮监测的结果显示，海水养殖尾水中总氮浓度介于 0.159-13.100mg/L 之间，平均浓度为 3.131 mg/L，中位数浓度为 2.15 mg/L，养殖尾水总氮浓度与尾水处理设施类型有极大关系。对于仅通过自然沟渠经自然降解的养殖尾水，总氮浓度普遍偏高，而有人工处理设施，利用各种物理或化学方法处理后的尾水，总氮浓度相对较低。但对现有处理设施的处理效果予以评估，在得到较好维护的基础上，以南美白对虾养殖尾水处理为例，不同养殖阶段排放的尾水中总氮浓度介于 0.159-8.17 mg/L 之间，清塘尾水中总氮浓度

最高，普遍高于 2 mg/L。

对 40 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水总氮浓度介于 5.255-13.100 mg/L；对 26 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水总氮浓度介于 2.845-6.434 mg/L 之间。

（4）总磷

1）淡水养殖

对 88 个开展监测的淡水养殖尾水总磷浓度数据统计，结果显示，淡水养殖尾水总磷浓度介于 0.129-5.213 mg/L 之间，平均浓度 0.857 mg/L，中位数浓度 0.427 mg/L。鳊鱼、加州鲈和生鱼养殖池尾水总磷浓度相对较高，普遍在 1 mg/L 以上。

对 20 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水总磷浓度介于 1.751-5.213 mg/L；对 15 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水总磷浓度介于 1.584-4.626 mg/L 之间。

2）海水养殖

对 236 个开展监测的海水养殖尾水总磷浓度数据统计，结果显示，海水养殖尾水总磷浓度介于 0.153-2.567 mg/L 之间，平均浓度值为 0.333 mg/L，中位数浓度值为 0.276 mg/L。对于养殖集中区域的池塘尾水处理设施，当混合清塘尾水情况下，排放尾水总磷浓度普遍处于 0.5-1 mg/L 之间。

对 40 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水总磷浓度介于 1.212-2.567 mg/L；对 26 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水总磷浓度介于 0.817-2.391 mg/L 之间。

（5）COD

1）淡水养殖

对 92 处淡水养殖尾水排放口的监测结果表明，尾水 COD 浓度介于 1.08-45mg/L 之间，平均浓度为 13.571 mg/L，中位数浓度为 8.585 mg/L。一般情况下，对虾（尤其是南美白对虾）养殖尾水 COD 浓度相对更高，普遍高于 10mg/L，已监测的 38 个南美白对虾养殖尾水浓度数据中，33 个监测值高于 10 mg/L，占比达 86.84%；17 个监测值高于 20 mg/L，占比达 44.74%。

对 20 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水 COD 浓

度介于 31-45 mg/L；对 15 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水 COD 浓度介于 18-24 mg/L 之间。

2) 海水养殖

对 339 处海水池塘养殖水体 COD 浓度监测，结果表明，339 个养殖水体 COD 浓度值介于 1.27-80 mg/L，平均浓度为 48.285 mg/L，中位数为 41.000 mg/L。有 3 个异常值分别为 50、56.64 和 80，其余监测值小于 30。331 个值都低于 20，占比达到 97.64%；286 个 COD 浓度监测值低于 10 mg/L，占比达到 84.37%。

对 40 处未经处理清塘阶段尾水（池塘养殖）监测结果显示，尾水 COD 浓度介于 53-80 mg/L；对 26 个经尾水处理设施处理后的清塘尾水监测结果显示，处理后尾水 COD 浓度介于 28-46 mg/L 之间。

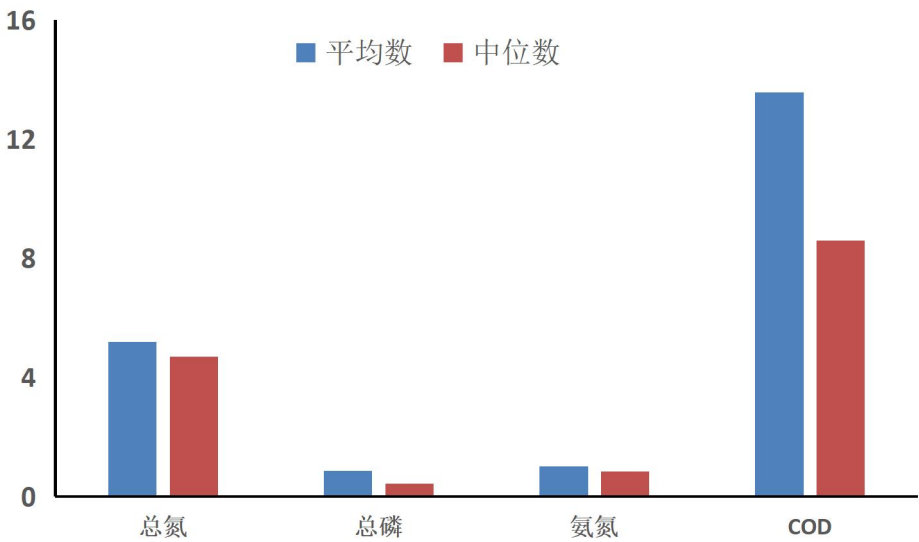


图 3 淡水养殖各监测位置不同污染物平均值和中位数对比

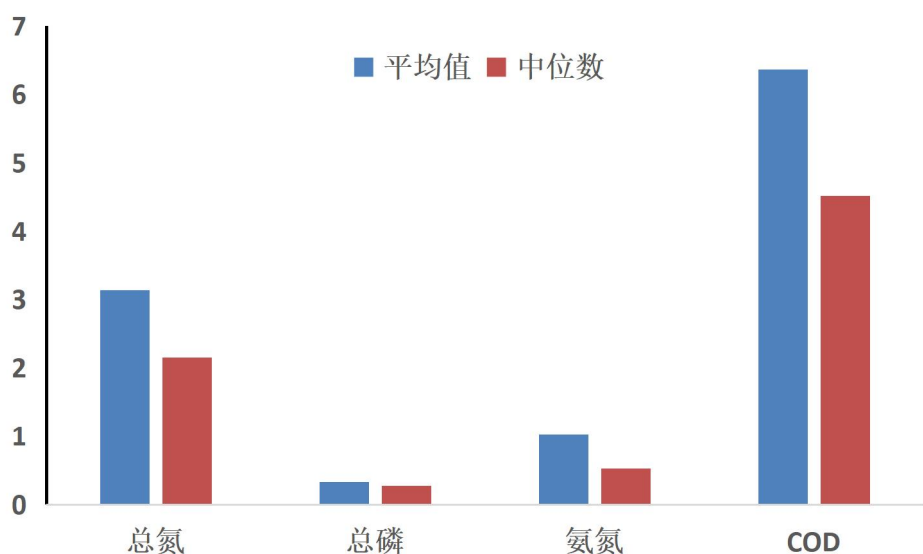


图 4 海水养殖各监测位置不同污染物平均值和中位数对比

表 12 水产养殖尾水排放口污染物浓度监测情况 (mg/L)

评价项目		总氮	总磷	氨氮	COD	SS
淡水养殖	计数	88	88	91	92	26
	平均数	5.188	0.857	1.016	13.571	52.577
	中位数	4.700	0.427	0.841	8.585	39.500
	最大值	19.714	5.213	6.659	45.000	197.000
	最小值	1.000	0.069	0.005	1.080	5.000
海水养殖	计数	322	236	144	339	157
	平均值	3.131	0.333	1.025	6.358	48.285
	中位数	2.150	0.276	0.523	4.510	41.000
	最大值	13.100	2.567	6.530	80.000	193.000
	最小值	0.032	0.003	0.005	0.040	3.900

4.3 水产养殖排放水环境影响分析

水产养殖污染指标主要有悬浮物、pH、高锰酸盐指数、总磷（以 P 计）、总氮（以 N 计）等，污染指标是造成地表水污染源之一。

1、悬浮物 悬浮物质是指悬浮于水中，不能通过 0.45 微米滤膜且易沉降的细小有机或无机颗粒物质。水域悬浮物质对光的散射与阻挡影响水色和透明度，从而降低浮游植物的光合作用，影响水生生物的呼吸和代谢，严重时会造成鱼、

虾、蟹窒息死亡。淡水养殖经过一个养殖周期后，由于饲料的投入，养殖生物的活动（游动、摄食、排泄等），气象条件（刮风、下雨等）等各种因素的作用，养殖水体中的悬浮物质会有所增加，因此必须对此要有一定的限制，如果含大量悬浮物质的养殖水排入水体，势必对受纳水体的生态环境产生影响；同时，在排水过程中，由于水流的扰动作用，会裹挟大量的底泥，也会导致水体中悬浮物上升。养殖池中悬浮物质可以通过设置沉淀池并在沉淀池中放养滤食性生物等来达到降解的目的。池塘养殖过程中，悬浮物浓度普遍不会太高，但清塘阶段因沉积物被搅动，导致悬浮物浓度爆发性升高，此阶段悬浮物的处理考验尾水处理设施工艺。

2、pH pH 是水体中氢离子活度的度量，天然水中的 pH 值是各种溶解的化合物所达到的酸-碱平衡值。天然水中的碳酸盐体系对 pH 起着主要调节作用，引起水域 pH 变化的重要因素是浮游植物的光合作用和生物残骸、排泄物等的分解。光合作用盛行时，吸收二氧化碳，放出氧气，pH 随之升高；当有机质分解时，消耗氧气，放出二氧化碳，pH 值降低。当 $\text{pH} < 5$ 时，水体呈酸性，会造成鱼类的酸中毒，造成蛋白变性使组织器官失去功能而造成鱼类死亡。而当 $\text{pH} > 9$ 时，水体呈碱性，对鱼有强烈的腐蚀性，使鱼体及鱼鳃损伤严重，同时，由于刺激性使鳃粘液大量分泌并凝结于鳃部，使鱼呼吸困难窒息，鱼体表面粘膜被溶解，使鱼失去控制水分渗透压的能力而死。

3、化学需氧量 化学需氧量是判断水域中有机物含量的重要指标，水体中有机物含量的高低，直接影响生物的生长。影响水体中化学需氧量的主要原因是水中含有大量还原性无机物和可被氧化的有机物，所以以化学需氧量作为水体受还原性有机、无机物污染程度的综合指标。池塘养殖水中这些污染物主要来自养殖过程中未被养殖生物利用的饲料的分解，养殖生物的排泄物，以及各种微生物的分解所产生的各种还原性无机物和有机物，但总体水平相对于其他行业仍处于较低水平，故淡水水域中一般采用高锰酸盐指数反映化学需氧量程度。

4、总氮 总氮是指水体中有机氮和无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）的总和，各种形式的氮在一定条件下可以相互转化。无机氮是浮游植物的主要营养盐之一，是浮游植物生长繁殖不可缺少的要素，是细胞原生质重要组成部分，浮游植物按一定比例从环境中摄取氮和磷，当任何一个要素的含量低于或高于一

定比例时，都会抑制生物的生长繁殖，甚至中毒死亡。池塘中氮的主要来源是投入品残留，其次是水生生物的排泄以及尸体腐解和大气降雨，因此随着养殖生产进程的推进，呈逐步增加趋势。当水体中的氮过高时，对环境会产生不利影响，严重时会导致水体富营养化，产生水华（赤潮），破坏水体中原有的生态平衡。

5、总磷 总磷包括有机磷和无机磷，它们存在于溶液、腐殖质粒子或水生生物中，各种形式的磷在一定的条件下可以相互转化。磷酸盐是水域中浮游植物的营养盐之一，其主要作用是活性磷酸盐，浮游植物在合适的氮磷比范围内且在过量提供的条件下，生长旺盛，某些藻类的个体数量还会突发增殖，更有甚者藻类的种类会减至二三种，破坏了生态结构，造成缺氧环境。然而，由于影响藻类生长的物理、化学、生物因素极其复杂多变，很难预测藻类生长的趋势，也难以定出导致突发增殖产生水华（赤潮）的指标。淡水养殖尾水中的总磷主要来源于饲料中的添加剂、饲料分解物及养殖生物的排泄产物，合理控制淡水养殖的投入品，适当使用水质调节剂是十分重要的。

4.4 污染防治技术分析

水产养殖污染防治技术包括在池塘养殖生产过程中采用的生态健康养殖措施以及对排放尾水进行净化处理的技术。

4.4.1 生态健康养殖技术

对于水产养殖行业来说，清洁生产技术通常理解为生态健康养殖技术或措施，主要包括以下几种：

（1）池塘内循环养殖技术

在水产生态养殖中，循环水式养殖技术是应用比较广泛的一种生态养殖技术。将原有池塘分隔成流水养殖池和生态净化池，利用微孔增氧的动力和导流（墙）板推动引导水体定向流动，并在流水养殖池的末端收集养殖池固形废弃物，生态净化池套养滤食性鱼类、种植水生植物等对养殖废水沉淀和净化后循环使用。通常利用占池塘面积 2%~5%的水面建设具有气提推水充气和集排污装备的系列水槽作为养殖区进行类似于“工厂化”的高密度养殖，并对其余 95%~98%的水面进行适当改造后作为净化区对残留在池塘的养殖尾水进行生物净化处理和利用，实现养殖周期内养殖尾水的零排放或达标排放。该模式是传统池塘养鱼与流水养鱼技术的结合，将传统池塘“开放式散养”模式革新为池塘循环流水“生

态式圈养”模式，具有生产效率高、占地面积少、排放少、污染少的特点，是一种高密度、高单产、高投入、高效益的养殖方式，符合现代水产养殖业结构调整的需要。它又被称为池塘工厂化养鱼、池塘工业化养鱼等。

（2）稻渔综合种养技术

运用生态学原理，在池塘中种植水稻或者在水稻田中引入水产品养殖，利用水稻与水产品种间的互利共生关系，较大限度提高水土资源利用效率，减少农药、化肥的使用，达到“一水二用，一田双收”效果，是一种“节能、节水、高效、生态”循环农业的典范模式。其互利关系主要体现在鱼虾蟹摄食虫害和杂草，减少农药使用，水稻为虾蟹提供良好的栖息环境，同时鱼虾蟹的排泄物和活动松土有效增加土壤有效养分，减少肥料使用。因此，稻渔综合种养模式具有稳粮、促渔、增效、提质、生态、节能的效果。目前主要开展的相关工作主要是集成、创新、示范和推广了稻蟹共作、稻鳖共作+轮作、稻虾连作+共作、稻鳅共作、稻鱼共作、稻鳖共作等模式。

（3）鱼菜共生种养技术

池塘鱼菜共生综合种养技术是基于共生原理，在同一水体中把水产养殖与植物种植有机结合，利用鱼类与蔬菜的共生互补，实现养鱼不换水、种菜不施肥，解决池塘换水难及水质富营养化问题，既营造了优美景观，又增加了收入。据有关研究：每生产1kg空心菜，效益消纳1.45g氮和0.3g磷，种植水上蔬菜后，水体氨氮含量降低50.6%。具体参考农业农村部2019年主推技术中的第57项技术“池塘‘鱼-水生植物’生态循环技术”。

（4）陆基集装箱式养殖技术

该技术将池塘养鱼移至集装箱，箱体与池塘形成一体化的循环系统，从池塘抽水、经臭氧杀菌后在集装箱内进行流水养鱼，养殖尾水经过固液分离后再返回池塘处理，不再向池塘投放饲料、渔药，池塘主要功能变为湿地生态池，池塘尾水零排放。该技术将养殖对象集约于箱内养殖，减少饲料浪费，饲料系数达到1.0-1.2；箱体配有增氧设备、臭氧杀菌装置等，能调控水体，降低病害发生率；养殖废水进行多级沉淀，集中收集残饵和粪便并作无害化处理，去除悬浮颗粒的尾水排入池塘，利用大面积池塘作为缓冲和水处理系统，可减少池塘淤积，促进生态修复，降低养殖自身污染；保持池塘与集装箱不间断地水体交换，平均每天

完全换水2-3次，实现流水养鱼，符合鱼类运动生长习性，成鱼品质较传统池塘明显提高。

（5）多品种生态混养技术

在同一池塘内利用养殖生态位互补的动植物，实现养殖用水的循环利用和养殖环境的生物调控。如虾蟹生态高效混养模式、多品种主混养模式、“对虾-底栖贝-杂食鱼”海水池塘多营养层次生态健康养殖模式，这些模式在养殖过程中综合采用生物防控、微生态调控、营养增强、微孔增氧及质量安全控制等关键技术。目前该技术在我省集约化养殖或高产养殖池塘使用较少。

（6）底层微孔增氧技术

该技术通过在池塘底部布设高分子橡塑微孔增氧管，构建了水体底层“人工肺叶”增氧网络，有效地改善了底层水体溶氧水平；同时高分子橡塑微孔增氧管曝气孔孔径只有20~30 μm ，可产生比表面积更大的微细化气泡，在水中可呈烟雾飘散状，与水体的接触面积更大，上浮速度更慢，增氧效率更高；池塘水体溶氧水平从表层到底层均得到有效改善，有效的促进了营养物质的循环利用。

（7）气动循环养殖技术

改造传统池塘增设附属池，改变其增氧、排污、循环、处理等布局，借助微孔增氧产生的气泡作为水循环动力，促进养殖池与附属池的水体循环，配备废水处理或污物集中处理系统，实现循环利用或达标排放的养殖技术。有关实验表明：与传统排污养虾方式相比，可节水90%以上，综合节能50%以上。

（8）浮性饲料投喂技术

采用挤压膨化加工工艺生产的水产浮性饲料是一种高转化率、低污染、高效益的优质环保饲料。在原料选取方面可以选取棉籽、油菜籽、马铃薯，降低饲料原料成本。浮性饲料的可观察性，方便了养殖户准确及时调整投喂时间和投喂量，同时可定点投饲，提高了工作效率。水产浮性饲料具有较好的粘结力，能减少水中残留，避免污染水体。

（9）微生态制剂应用技术

微生态制剂又称益生菌、益生素、利生素、活菌制剂，是有益的生物制剂或活菌制剂，有的还含有其代谢产物或(和)添加有益菌的生长促进因子。主要功能：改善养殖对象机体内外微生态平衡，提高其饲料转化率，抑制病原菌，控制水产养殖动物疾病的发生。常用的微生态制剂有光合细菌、硝化细菌、芽孢杆菌、蛭弧菌、放线菌、酵母菌、乳酸菌等。

（10）生物絮团技术

该技术通过操控水体营养结构，向水体中添加有机碳物质，调节水体中的C/N比，促进水体中异养细菌的繁殖，利用微生物同化无机氮，将水体中的氨氮等养殖代谢产物转化成细菌自身成分，并且通过细菌絮凝成颗粒物质被养殖动物所摄食，起到维持水环境稳定、减少换水量、提高养殖成活率、增加产量和降低饲料系数等作用的一项技术，它被认为是解决水产养殖产业发展所面临的环境制约和饲料成本的有效替代技术。采用该技术分解残饵、粪便，转化氨氮、亚硝酸盐为蛋白质供给养殖动物营养，抑制有害微生物生长，提高养殖动物免疫力。该技术在可控水体中应用效果明显，暂不适宜开放式水体。该技术在我省部分较大规模养殖场已得到部分应用。

（11）池塘“底排污”工程技术

在塘底最低处设置排污口、拦鱼网，通过排污口、排污管与固液分离池连通。养殖污水经物理、生物净化处理后,达到养殖用水标准后循环使用，实现养殖水体生态循环。该技术在我省沿海地区（包括海、淡水养殖）已开始逐步推广。

4.4.2 淡水养殖池塘尾水治理技术

池塘养殖末端处理技术主要为养殖尾水治理技术。通过对池塘进行标准化改造，并利用物理、化学及生物等水质净化措施，构建生态沟渠和净化池塘等净化湿地作为尾水处理设施，对池塘养殖尾水实施水质净化，实行循环水养殖，大幅减少养殖用水的排放，保护水域生态环境。通常净化区面积占到所要治理养殖区域面积的6%~20%，具体视养殖品种及产量而定。根据《广东省水产养殖尾水处理技术推荐模式（第一版）》，对于集中连片池塘污染防治技术目前大致可分为4种尾水净化处理方式。

（1）“三池两坝”模式

该模式是目前应用较多的模式，俗称“三池两坝”或“三区两坝”净化模式，属于尾水异地净化模式；该模式为农业农村部2019年主推技术中的第58项技术——淡水池塘养殖尾水生态化综合治理技术，相对较成熟，已有较广泛的应用。该模式将部分养殖池塘进行改造，用于沉淀、过滤、曝气、生物净化等，净化的水在符合排放要求后排入外部河流，或再次进入养殖池塘进行循环利用。该模式前接生态渠道（进排水管道），工艺流程图如下：

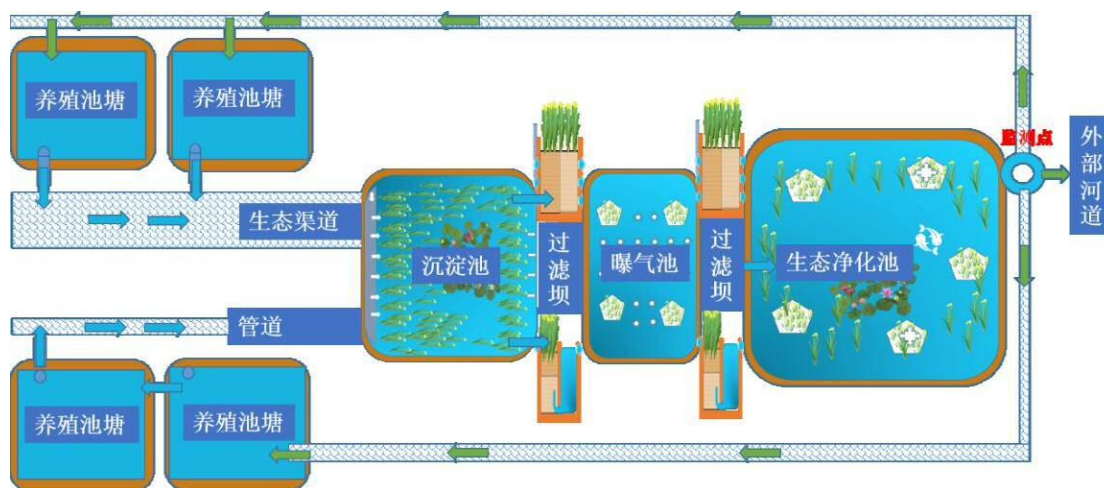


图5 “三池两坝”净化模式流程图

复杂的大规模养殖区域可选用尾水人工湿地生态净化模式，包括表面流、水平潜流、垂直潜流等人工湿地模式，该类模式通过将生态塘渠、潜流或表面流人工湿地组合成为一个生态处理系统来净化养殖尾水，净化效果明显，而且通过人工湿地等生态手段，改善了周边景观环境，通常为城镇生活污水、城镇污水处理厂出水净化处理所采用，但建设和维护成本均较高。具体建设要求可以参照国家环保部《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）、广东省农业厅《水产养殖尾水处理技术推荐模式》（粤农农办〔2021〕40号）等要求。

“三池两坝”模式已成为长江流域和珠江流域广泛推广的池塘养殖尾水处理模式。项目组实地考察发现该模式在处理“四大家鱼”等常规品种的养殖过程外排尾水能起到较好的净化效果，但对于海水高位池养殖及淡水生鱼、蛙类等高污染物浓度养殖品种或养殖模式，处理效能显著降低。同时，该模式对于清塘尾水的处理也面临极大考验，正常情况下难以处理清塘阶段的尾水。根据佛山部分地方的经验，对于连片分布的养殖区域，不同池塘清塘前应沟通协调，有序清塘排污，且应在“三池两坝”之外建设“预处理池”初步沉淀清塘尾水，经初步沉淀后的尾水再排放进入“三池两坝”系统，才可能实现较好的处理效果。

（2）人工湿地尾水处理模式

该技术是在池塘建立人工水生态系统，利用内基质、植物和微生物等协同作用，经过物理和生物两重处理，达到去除或消减水中污染物的目的。人工湿地应用于养殖尾水处理，可实现养殖尾水循环利用或达标排放。

该模式工艺主要包括：养殖尾水进入生态沟渠，经沉淀池进入人工湿地或（复

合式人工湿地），然后回到养殖池塘（外部水域）。处理后水质达标排放或循环利用。

沟渠和净化塘的改造参考“三池两坝”模式中的生物净化池构建方式，在修整的基础上，种植各类水生植物或搭建浮床，放养鲢鳙、贝类等滤食性生物，挂毛刷固着微生物等。在沟渠进入净化塘时修筑一道溢流坝，将排水沟渠与净化塘隔开。

该模式净化区面积占比控制在 10%左右。

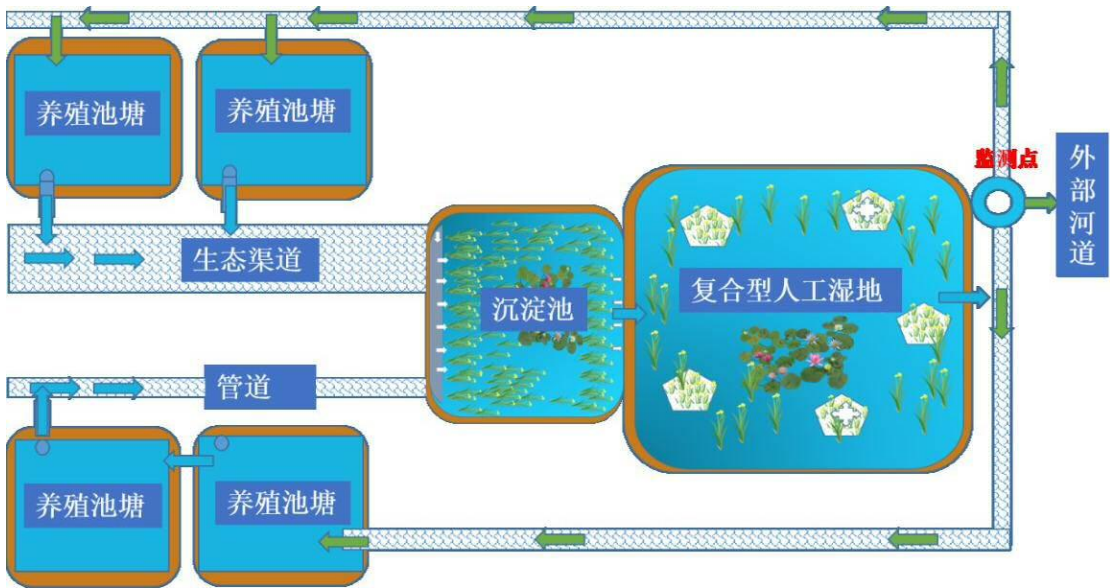


图 6 人工湿地尾水处理工艺示意图

（3）渔稻共作尾水处理模式

采用渔农综合循环利用模式，使养殖尾水处理与稻渔共作相结合。养殖尾水直接进入稻田。稻田中养殖鱼、虾、蟹等经济动物，消除田间杂草和水稻害虫，并疏松土壤；水稻吸收氮、磷等营养元素净化水体，净化后的水体再次进入养殖系统进行循环利用，形成一个闭合的“稻—渔”互利共生良性生态循环系统，实现“一水多用、生态循环”。

养殖池塘尾水进入稻田，经停留处理后再回至养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

池塘养殖条件下，每 2000-5000 公斤产量配套 10 亩~15 亩稻田。

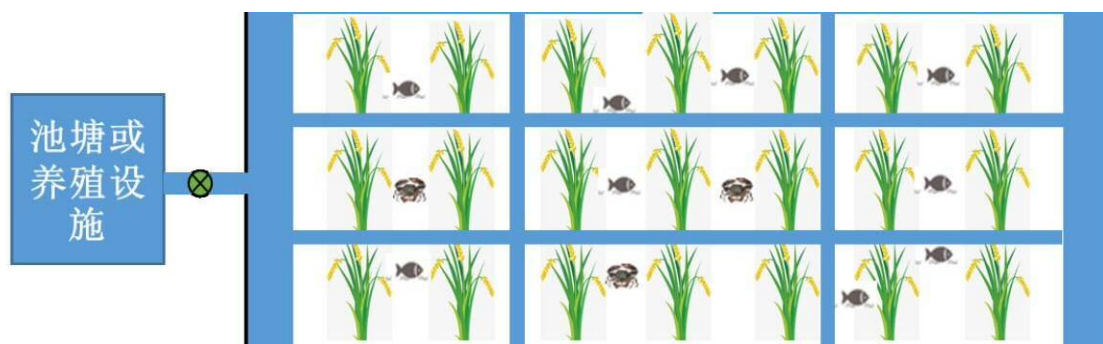


图 7 渔稻共作尾水处理工艺示意图

(4) 温室鱼菜共生处理模式

鱼菜共生是一种新型的复合农业，它把池塘养殖和作物栽培这两种原本完全不同的农耕技术，通过巧妙的生态设计，达到科学的协同共生，从而实现养鱼不换水而无水质忧患，种菜不施肥而正常生长的生态共生效应。该模式将池塘养殖中残饵和粪便等高污染物，通过底排的方式进入收集池，通过收集池沉淀后将浓缩的污染物排放到发酵池中，经过十几天发酵后，将发酵液通过管道进入温室鱼菜共生系统中，用于作物栽培，上清水回塘继续用于池塘养殖。

工艺流程主要包括养殖池塘尾水经底排污管道，进入收集池，上清水回塘；沉积物进入发酵池，收集发酵液，发酵液用于温室鱼菜共生系统，最后回至养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

一般要求温室鱼菜共生系统与池塘配比为 1:2-5 左右。



图 8 温室鱼菜共生尾水处理工艺示意图

4.4.3 海水养殖池塘尾水治理技术

目前海水池塘养殖尾水净化技术尚在进一步探索中，其物理净化措施和淡水池塘基本类似，但关于生物净化品种选择方面仍需要做大量工作。

(1) “预处理+三池两坝”技术

该技术主要针对高位池养殖尾水处理，采用“预处理+三池两坝”处理工艺。养殖尾水首先经排水沙井网隔进行粗过滤，分离虾壳、死虾、残饵等大颗粒污染物后，排入初沉池（一级池）进行沉淀过滤处理；再进入生物净化池（二级池）作进一步净化处理；最后进入理化净化池（三级池），经沉淀净化后排放。回收三个池的沉积物，经过干燥、集中发酵后生产有机肥料，资源化利用。

工艺流程为：生态沟渠 排水沙井网隔 初沉池（一级池） 过滤坝 生物净化池（二级池） 过滤坝 理化净化池（三级池）。

原则上要求养殖用水循环使用。

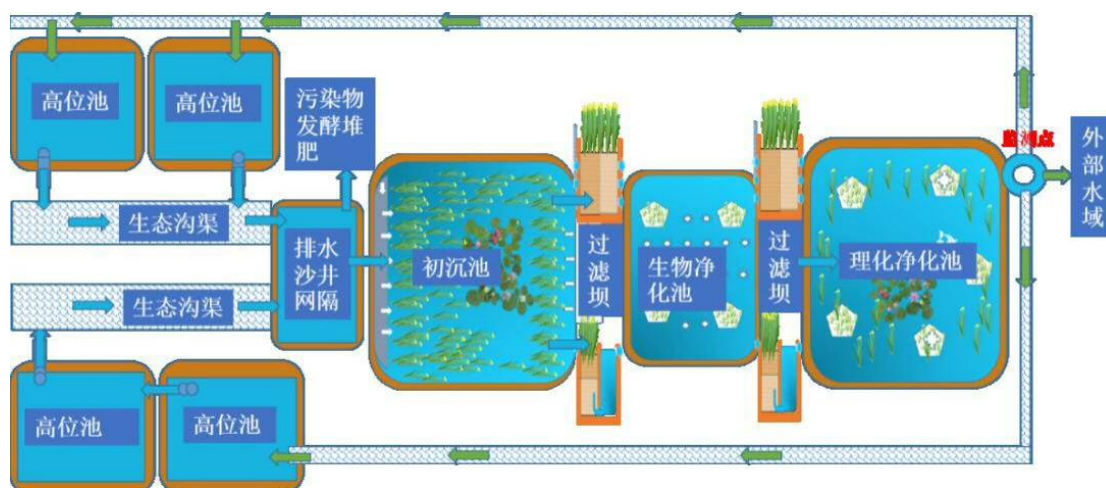


图9 海水高位池养殖尾水处理工艺示意图

(2) 三池三槽尾水处理模式

利用生物净化为主，物理化学净化为辅的方法，采用“三池三槽”生态处理工艺，形成生态多元化，结构合理，食物链丰富完整的工艺，提高污染物的去除有效率；并在传统技术基础上进行改良、创新，使养殖尾水通过综合治理得到有效净化，最终实现循环利用或达标排放。

工艺流程为：尾水经生态排水渠，进入初沉池，再进入一级过滤槽，再流入复合生物池，再进入二级过滤槽，然后进入多级生态滤池。

原则上要求养殖用水循环使用。

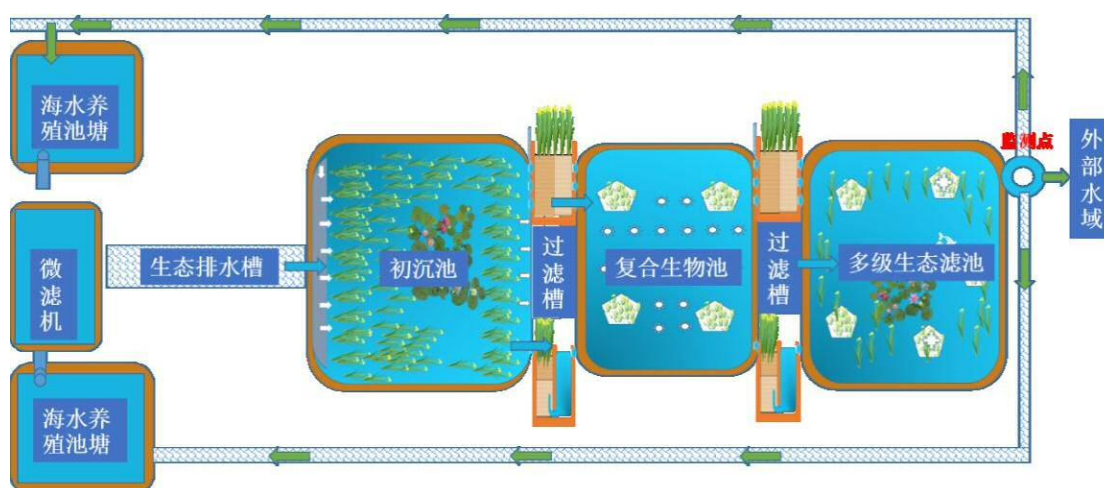


图 10 海水普通池塘养殖尾水处理工艺示意图

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本标准为强制性标准。

本标准适用于广东省封闭式池塘养殖尾水的排放，本标准规定了水产养殖尾水排放的术语和定义、分级分类、排放限值、监测方法、结果判定、监督与实施等。

《水产养殖尾水排放标准》制定的主要目的是限制池塘养殖负载过大的养殖尾水，最终达到控制高密度、高投入养殖方式，推动养殖技术革新，促进养殖尾水治理，降低甚至消除水产养殖对环境的影响，确保水产养殖业与环境和谐共生，实现科学、可持续发展。通过对我省（淡水、海水）池塘养殖模式、养殖尾水排放水质调查分析，以及受纳水体对环境的要求，同时兼顾我省实际养殖情况，制定适合各种养殖模式的排放水指标。

拟制定的《水产养殖尾水排放标准》主要控制指标是在养殖过程中可能产生对环境造成不良影响的指标；最主要的是养殖过程中由于养殖品种单位产量过高、投喂的饵料质量粗糙、利用率低以及没有进行相应尾水净化处理等措施，造成养殖排放水中有有机物含量高，氮磷总量相应增加，排入外部环境中产生不利影响，引起水体富营养化。《水产养殖尾水排放标准》将拟定控制指标限值，最终实现养殖尾水达标排放。

因开放性水体养殖产生的污染物能及时得到扩散、稀释，不存在集中排放，因此本标准不适用在开放性水体中进行养（增）殖的水域，如网箱养（增）殖、网围养（增）殖、滩涂底播养（增）殖等。

池塘养殖主体指行业通常认为属于水产养殖范畴的生产主体。

5.2 标准结构框架

标准主要包括以下内容：

- 1 适用范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 一般要求
- 5 分级分类
- 6 排放限值
- 7 监测方法
- 8 结果判定
- 9 实施与监督

5.3 适用范围

目前，行业主管部门对我省集中式分布池塘养殖的管理，主要基于 50 亩（3.33 公顷）以上连片池塘，50 亩及以上连片分布池塘面积超过 336 万亩，占我省池塘总面积的 71%以上。省外（江苏省）其他水产养殖尾水排放标准的集中连片池塘面积选取基数是单个以 50 亩（3.33 公顷）、集中连片 100 亩（6.67 公顷）。结合我省养殖池塘面积实际情况，本文件规定适用于广东省养殖水面 3.33 公顷及以上的连片池塘及工厂化等封闭式水体水产养殖单位尾水的排放。

5.4 术语和定义

依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》，对水产养殖尾水等术语进行了定义，主要术语定义如下：

“水产养殖尾水 aquaculture tailwater

水产养殖活动过程中产生的向外环境排放的废水，包括池塘水产养殖向外环境排放的清塘水。”

“污水集中处理设施 concentrated wastewater treatment facilities

为两家及两家以上排污单位提供污水处理服务的污水处理设施，包括各种规

模和类型的城镇污水集中处理设施、工业集聚区（经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等各类工业园区）污水集中处理设施，以及其他由两家及两家以上排污单位共用的污水处理设施等。”

“封闭式水产养殖 closed aquaculture

在相对封闭的池塘、育苗池（场）、工厂化养殖车间等开展的水产养殖方式。其中，池塘水产养殖指利用人工开挖或天然的露天池塘进行的水产养殖。工厂化水产养殖指利用机械、生物、化学和自动控制等现代技术装备在进行水生动植物养殖的生产方式。”

需要补充说明的是，行业内对于海、淡水养殖的区分是明确的，但这与海淡水检测分析时采用的区分标准并不一样。由于目前关于海、淡水定义尚无定论，因此本标准中未对其进行定义，二者区分依采样时的样品盐度确定，具体按本说明“5.10 其它注意事项”处理。

5.5 一般要求

本标准针对水产养殖及其尾水产生和排放特点，提出了从源头、养殖过程和末端治理等方面减少尾水排放和降低污染物浓度的一般要求。

5.6 排放水域与排放分级规定

本标准参照行业标准对养殖尾水受纳水域划分方法进行划分为三类水域，同时，结合调研资料和数据，生态环境保护工作要求以及我省水产养殖现状进行了部分调整，主要差异在于：

1、行业标准针对所有水产养殖方式的排放尾水，本标准仅针对池塘养殖；因此，原农业部发布的《<养殖水域滩涂规划>编制工作规范》所涉及的三区划分与本标准中依 GB 3838-2002 划分的三类水域存在实质性重复，故在本标准中未提及《<养殖水域滩涂规划>编制工作规范》定义三区（禁养区、限养区、养殖区）。

2、根据《广东省饮用水源水质保护条例》（2018 年 11 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈广东省环境保护条例〉》规定，“饮用水水源保护区内禁止：（二）设置排污口”，通常理解为禁养区。

3、GB 3838-2002 提及的“珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场、鱼虾类越冬场、洄游通道”等功能水域，具体水域无法确定，可操作

性不强,故以国家级水产种质资源保护区及其各区划分这一具有明确区域界限的功能水域来替代,其功能与 GB 3838-2002 提及的上述水域功能相呼应。

4、GB 3838-2002 中 I 类、II 类水域以及 GB 3097-1997 中规定的一类海域,按规定为禁养区,不存在尾水排放情况,故本标准直接列为禁止排放水域。

5.7 监控项目的选择

根据调研资料和数据,结合生态环境保护工作要求、水产养殖业特点及监测结果,以及现有行业排放标准控制指标,科学设立尾水污染物控制项目。

根据历史监测数据和调查结果,淡水养殖污染物控制项目确定为: pH、悬浮物、总氮(以 N 计)、总磷(以 P 计)、高锰酸盐指数;海水养殖污染控制项目确定为: 悬浮物、pH、化学需氧量(COD_{Mn})、总氮(以 N 计)、总磷(以 P 计)等。调查与监测结果显示,淡水池塘养殖尾水的悬浮物、pH、高锰酸盐指数、总磷(以 P 计)、总氮(以 N 计))和海水池塘养殖尾水悬浮物、pH、化学需氧量(COD_{Mn})、总氮(以 N 计)、总磷(以 P 计)超标情况常出现。其它项目未见有普遍超标情况,个别项目超标属个案,并不常见。

《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则(征求意见稿)》要求将 pH、悬浮物、化学需氧量、总氮和总磷作为地方水产养殖尾水排放标准的必选指标,其他相关因子可作为可选指标。我省池塘养殖面积大,粤东、粤西、粤北等区域养殖水平普遍较落后,且根据环境监管要求,未来将逐步推广养殖主体自行开展尾水环境质量监测,这就要求指标不能太复杂,一方面需要反映养殖尾水造成的主要环境问题,另一方面也需要自行监测成本可控,故本标准现阶段选择的指标是 pH、悬浮物、化学需氧量、总氮和总磷。

对于海水养殖尾水中的无机氮和活性磷酸盐两个指标,(1)无机氮:海水养殖尾水中其氮的来源主要和饲料的投入,蛋白质的分解和水生生物的吸收、排泄有直接关系。目前海水一般采用 0.2mg/L~0.3mg/L 作为其富营养化的评价指标,我国《海水水质标准》(二类)规定无机氮浓度 $\leq 0.30\text{mg/L}$ 、三类规定无机氮浓度 $\leq 0.40\text{mg/L}$ 、四类规定无机氮浓度 $\leq 0.50\text{mg/L}$ 。对我省海水养殖面积最大的品种南美白对虾养殖水体及排放尾水 67 组监测结果表明,总氮浓度介于 1.08-94.8 mg/L 之间,无机氮浓度介于 0.18-90.59mg/L 之间,无机氮占总氮比例介于 7.08-98.13%之间(除掉 2 组监测结果极大值特例外,总氮浓度介于

1.08-8.44 mg/L 之间，无机氮浓度介于 0.14-6.02mg/L 之间，无机氮占总氮比例介于 7.08-98.13%之间），可见南美白对虾的不同养殖阶段无机氮浓度占总氮比例差异极大，且大部分（58.21%）占比超 50%，因此，控制总氮浓度，在一定程度上即对无机氮进行了相应控制，对于无机氮占比非常低的阶段，控制无机氮意义不大。故本标准不再将无机氮作为控制指标。

（2）活性磷酸盐：对我省海水养殖面积最大的品种南美白对虾养殖水体及排放尾水 66 组（已排除 1 组异常高值）监测结果表明，总磷浓度介于 0.04-3.08 mg/L 之间（平均浓度 0.49mg/L，中位数浓度 0.35mg/L），活性磷酸盐浓度介于 0.008-1.049mg/L（平均浓度 0.11mg/L，中位数浓度 0.05mg/L）之间，活性磷酸盐占总磷比例介于 2.55-80.75%之间，平均占比 24.70%，中位数占比 19.08%。可见，在对虾（包括部分海水鱼养殖）养殖排水中活性磷酸盐占比总磷比例相对较低（平均值低于 25%，数量上总体低于 20%），且排放尾水中 50% 样品活性磷酸盐浓度不超过 0.05mg/L，将活性磷酸盐作为控制指标意义不大，重点对总磷加以控制，确保通过总磷的限制，促使养殖户通过采取物理、生态方法降低外排尾水总磷和活性磷酸盐的浓度。

此外，针对广大公众对抗生素的关注，项目组对水产养殖抗生素使用情况及养殖环境抗生素污染情况开展详细调研，认为暂不宜将抗生素纳入控制指标，主要理由是：

抗生素类药物主要用于防治水产病害或促进水产动物生长。研究表明，抗生素的来源包括喂用的饲料、养殖过程预防和治疗疾病而泼洒药物、外界水源。有关抗生素在水环境及水生态系统中的危害尚不明确，大量基础研究亟待开展，同时，因为抗生素种类多，监测技术要求高。因此，本文件未将抗生素纳入尾水排放控制指标。

5.8 监控项目排放限值的确定及制定依据

5.8.1 标准限值确定原则

1、标准限值的确定应符合国家、行业、地方水环境质量和当地经济技术条件现状，符合行业、地方水污染排放标准；

2、标准限值的确定应能推动产业结构优化调整、水产技术进步，引领绿色、

低碳、循环发展；

3、标准控制项目确定应考虑可能存在的风险，做到客观公正、体系协调、合理可行。

5.8.2 淡水池塘养殖尾水排放限值的确定

目前，国内已有相关强制标准《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002），行业推荐标准《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007），地方推荐标准海南省的《水产养殖尾水排放要求》（DB46/T 475-2019）、江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）、湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020），依据上述相关排放标准和统计、监测数据，及国家相关环境保护政策、社会经济发展条件，拟定广东省淡水池塘养殖尾水排放限值分阶段实施（详见表 13）。

表 13 淡水池塘养殖尾水排放限值

序号	项目	一级	二级	参照依据
1	悬浮物， mg/L	≤40	≤85	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准≤70、二级标准≤150、三级标准≤400； 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级标准≤20、二级标准≤30、三级标准≤50； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤50、二级标准≤100； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46 T 475-2019）一级标准≤40、二级标准≤90； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤40、二级标准≤85； 湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020）一级标准≤45、二级标准≤90。
2	pH	6.0~9.0		《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）6~9； 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）6~9； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）6.0~9.0； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）6.0~9.0 湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020）6.0~9.0。
3	总氮， mg/L	≤2.0	≤5.0	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级标准≤20；

序号	项目	一级	二级	参照依据
				《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤3、二级标准≤5； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46 T 475-2019）一级标准≤3、二级标准≤5； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤3.0、二级标准≤6.0； 湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020）一级标准≤2.5、二级标准≤5.0。
4	总磷， mg/L	≤0.4	≤1.0	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级标准≤1、二级标准≤3、三级标准≤5； 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤0.5、二级标准≤1.0； 海南《水产养殖尾水排放要求》（DB46 T 475-2019）一级标准≤0.5、二级标准≤1.0； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8； 湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020）一级标准≤0.4、二级标准≤0.8。
5	COD _{Mn} ， mg/L	≤15	≤25	《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准≤100 《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）一级标准≤15、二级标准≤25； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤15、二级标准≤25； 湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020）一级标准≤15、二级标准≤25。

1、 悬浮物

根据池塘养殖尾水调查数据和监测数据的结果，养殖尾水中的悬浮物浓度多数呈现较明显的季节变化，一般 SS 在 5mg/L~197mg/L 之间，清塘尾水 SS 介于 117-214 mg/L，其主要为浮游生物、养殖生物排泄物等物质。参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 40mg/L、二级排放浓度限值为 85mg/L。等同于《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）的一级和江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》的二级限值，严于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）。

部分养殖主体采用的尾水处理工艺，通常包括物化处理（沉淀、过滤）+生物处理等处理工序。这些处理工艺对尾水中的 SS 有良好的去除功能，尾水经处

理后 SS 一般均小于 100 mg/L，能够满足本标准中规定的排放限值要求。

2、 pH 值

在国内外大多数污水排放标准中，pH 排放限值大多在 6~9 之间。另外，根据池塘养殖尾水监测的调查结果，所抽查养殖企业的养殖水和尾水 pH 值大部分在 6~9 之间（高温季节少部分水样会短时超过 9，甚至达到 10 以上），并且 pH 值在此范围内对受纳水体和周围环境也不会造成危害，也有利于养殖生物生长。因此，本标准确定养殖主体池塘尾水排放限值均为 6~9。

3、 总氮

池塘水产养殖生产过程中有较多的饵料投入，因此，尾水中含有一定的总氮。从调查和监测的情况看，尾水中总氮浓度一般在 1 mg/L~116.20mg/L 之间，平均值为 5.188 mg/L，中位数为 4.700 mg/L。清塘尾水总氮浓度介于 8.847-116.200 mg/L，处理后尾水总氮浓度介于 4.972-8.284 mg/L 之间。现有养殖主体一般都采取直排方式排出尾水，仅有少部分养殖企业尾水进行了生态化处理，去除了一部分尾水中的氮，尾水中的总氮得到一定降低。参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007）、江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）和湖南省的《水产养殖尾水污染物排放标准》（DB343/1752-2020），以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 2.0 mg/L、二级排放浓度限值为 5.0 mg/L。该限值与主要参考标准相同，这主要是考虑清塘水处理过程对处理系统会造成较大压力，导致处理效率降低。

4、 总磷

池塘水产养殖生产过程中有较多的饵料投入，因此，尾水中含有一定的总磷。从调查和监测的情况看，尾水中总磷浓度一般在 0.129-5.213 mg/L 之间，平均浓度 0.857 mg/L，中位数浓度 0.427 mg/L。清塘前的养殖阶段尾水总磷浓度相对不高，养殖末期尤其是清塘尾水总磷浓度较高，清塘尾水总磷浓度介于 1.751-5.213 mg/L，处理后尾水总磷浓度介于 1.584-4.626 mg/L 之间。现有养殖主体一般都采取直排方式排出尾水，现有大多数处理设施对尾水中总磷的去除效率相对较低，仅有少部分养殖企业尾水进行了生态化处理，去除了一部分尾水中的磷，尾水中的总磷得到一定降低，而且总磷大多附着在沉积物中，故清塘水中总磷含量较高。

参照《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 0.4mg/L、二级排放浓度限值为 1.0mg/L。与其他地区排放标准比较，本标准一级排放限值稍严。

5、 化学需氧量

调查与监测资料显示，所有的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高，部分含有一定的色度。从调查和监测的情况看，尾水中 COD 浓度一般在 1.08-45mg/L 之间，平均浓度为 13.571 mg/L，中位数浓度为 8.585 mg/L，正常养殖阶段，化学需氧量浓度基本较低，但养殖后期尤其是清塘阶段，尾水 COD 浓度处于较高状态。清塘尾水 COD 浓度介于 31-45 mg/L，处理后尾水 COD 浓度介于 18-24 mg/L 之间。参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）、《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）以及养殖主体的调查结果，确定一级排放浓度限值为 15.0mg/L、二级排放浓度限值为 25.0mg/L。二级限值等同于《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9101-2007），一级限值严于行业要求；而《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）没有高锰酸盐指数项目，而是采用评价重污染水体的化学需氧量（COD_{Mn}），其限值均在 50mg/L 以上。

6、小结

本标准针对我省水产养殖水平差异性和养殖品种多样性特征，基于尾水处理系统在处理清塘水过程中面临的较大压力，尤其是吸取已发布地方标准的相关省市经验教训，一级指标限值略严于其他地方的标准，更能保护我省地表水环境。

5.8.3 海水池塘养殖尾水排放限值的确定

目前，国内已有相关强制标准《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002），行业推荐标准《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007），地方推荐标准海南省的《水产养殖尾水排放要求》（DB46/T 475-2019）、辽宁省的《养殖海水排放标准》（DB21/T 2428-2015）、江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021），依据上述相关排放标准和统计、监测数据，及国家相关环境保护政策、社会经济发展条件拟定海水池塘养殖尾水排放限值（详见表 14）。

表 14 海水池塘养殖尾水排放限值

序号	项目	一级	二级	参照依据
1	悬浮物， mg/L	≤40	≤85	《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准≤50、二级标准≤100。 辽宁省《养殖海水排放标准》（DB21/T 2428-2015）一级标准≤40、二级标准≤100； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/T 475-2019）一级标准≤35、二级标准≤90； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤40、二级标准≤100。
2	pH	6.0-9.0		《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准 6.0~9.0； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准 7.0~8.5、二级标准≤6.5~9.0。
3	化学需氧量 COD _{Mn} ， mg/L	≤10	≤20	《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）一级标准≤10、二级标准≤20； 辽宁省《养殖海水排放标准》（DB21/T 2428-2015）一级标准≤8、二级标准≤16； 海南省《水产养殖尾水排放要求》（DB46/T 475-2019）一级标准≤10、二级标准≤20； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤10、二级标准≤20。
4	总氮（以 N 计）， mg/L	≤2.0	≤6.0	辽宁省《养殖海水排放标准》（DB21/T 2428-2015）一级标准≤1.6、二级标准≤3.0； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤3、二级标准≤5。
5	总磷（以 P 计）， mg/L	≤0.5	≤1.5	辽宁省《养殖海水排放标准》（DB21/T 2428-2015）一级标准≤0.2、二级标准≤0.5； 江苏省的《池塘养殖尾水排放标准》（DB32-4043-2021）一级标准≤0.5、二级标准≤1。

1. 悬浮物

根据池塘养殖尾水调查数据和监测数据的统计结果，一般 SS 在 7~142mg/L 之间，平均值为 38.07 mg/L，中位数值为 30.5 mg/L。其主要为浮游生物、排泄物等物质。参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）、《海水池塘养殖水排放要求》（SC/T9103-2007）以及养殖主体尾水处理的调查结果，确定一级排放浓度限值为 40mg/L、二级排放浓度限值为 85mg/L。

2. pH 值

在国内外大多数污水排放标准中，pH 排放限值均在 6~9 之间。另外，根据池塘养殖尾水监测的调查结果，所抽查养殖企业的养殖水和尾水 pH 值均在 6~9 之间，并且 pH 值在此范围内对受纳水体和周围环境也不会造成危害。因此，本标准确定养殖主体池塘尾水排放标准限值为 6.0~9.0。

3. 总氮

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高。为保持海淡水监控项目的一致性，依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（征求意见稿），将海水池塘养殖无机氮项目调整为总氮，从调查和监测的情况看，尾水中总氮浓度一般在 0.42-13.1 mg/L，经尾水处理设施后排放口监测浓度介于 0.114~8.7 mg/L 之间。清塘尾水总氮浓度介于 5.255-13.100 mg/L，处理后尾水总氮浓度介于 2.845-6.434 mg/L 之间。根据对养殖主体尾水处理的调查结果，在进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级排放浓度限值为 2.0mg/L、二级排放浓度限值为 6.0mg/L。

4. 总磷

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高。为保持海淡水监控项目的一致性，依据《地方水产养殖业水污染物排放控制标准制订技术导则》（征求意见稿），海水池塘养殖活性磷酸盐项目调整为总磷，从调查和监测的情况看，尾水中总磷浓度一般在 0.153-2.567 mg/L 之间，平均浓度值为 0.333 mg/L，中位数浓度值为 0.276 mg/L。清塘尾水总磷浓度介于 1.212-2.567 mg/L，处理后尾水总磷浓度介于 0.817-2.391 mg/L 之间。根据对养殖主体尾水处理的调查结果，在进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级、二级排放浓度限值为 0.5mg/L 和 1.5mg/L。当前我省池塘养殖尾水排放要实现二级排放要求，需加强池塘改造，残饵残渣需日产日清（或几日一清），减少清塘阶段悬浮物及由此带来的总磷浓度大幅上升导致出现超标情况。

5. 化学需氧量

调查与监测资料显示，所检测的池塘养殖主体尾水有机物浓度较高，部分含有一定的色度。从调查和监测的情况看，尾水中化学需氧量浓度一般在 3.9-193 mg/L 之间，经处理后的浓度介于 1.27-80 mg/L，平均浓度为 48.285 mg/L，中位数为 41.000 mg/L。清塘尾水 COD 浓度介于 53-80 mg/L，处理后尾水 COD 浓度

介于 28-46 mg/L 之间。依据《海水养殖尾水排放要求》（SC/T 9103-2007）以及养殖主体尾水处理的调查结果，在进一步有效提升养殖尾水污染物处理效能要求的基础上，确定一级排放浓度限值为 10.0mg/L、二级排放浓度限值为 20.0mg/L。

6. 小结

结合尾水处理设施效果及清塘水处理结果实际情况，在充分考虑绿色养殖、健康养殖及环境问题前端处理情况下，结合淡水养殖尾水和海水养殖尾水处理技术工艺发展状况，分别确定淡水和海水养殖尾水排放限值的分阶段目标，确保水产养殖健康发展，养殖尾水对地表水环境压力逐渐下降。

5.8.4 排放要求

本文件规定，对于淡水和海水特殊保护水域，严禁新建排污口，现有排污口排放养殖尾水应分别执行一级限值且不得增加污染物排放总量，饮用水水源保护区内已建的排污口应当依法拆除。

5.9 与现行其他标准比较

拟定的《水产养殖尾水排放标准》排放限值和行业标准《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）比较见下表（表 15），结合现场监测数据和达标难的生产实际，总体较行业标准较严，主要体现在总氮和总磷的排放限值比行业标准稍严；和行业标准《海水池塘养殖水排放要求》（SC/T 9103-2007）比较（见表 16），因排放尾水中铜、锌含量较低，删除了铜、锌两项指标，悬浮物不采用人为增加值作为判定标准且一级标准略严于行业标准，将活性磷酸盐、无机氮指标统一调整为总磷、总氮，其它指标限值相同。

表 15 淡水排放限值与行业标准比较

序号	项目	《水产养殖尾水排放标准》 (本标准)		《淡水池塘养殖水排放要求》 (SC/T9101-2007)	
		一级	二级	一级	二级
1	悬浮物, mg/L	≤40	≤85	≤50	≤100
2	pH	6.0~9.0		6.0~9.0	
3	总氮（以 N 计）， mg/L	≤2.0	≤5.0	≤3.0	≤5.0
4	总磷（以 P 计）， mg/L	≤0.4	≤1.0	≤0.5	≤1.0
5	化学需氧量	≤15.0	≤25.0	≤15	≤25

	COD _{Mn} , mg/L				
--	--------------------------	--	--	--	--

表 16 海水排放限值与行业标准比较

序号	项目	《水产养殖尾水排放标准》 (本标准)		《海水养殖尾水排放要求》 (SC/T9103-2007)	
		一级	二级	一级	二级
1	悬浮物, mg/L	≤40	≤85	人为增加量≤20 (有本底值的情况下执行)	≤100 人为增加量≤75 (有本底值的情况下执行)
2	pH	6.0-9.0		7.0~8.5, 同时不超过该水域正常变动范围的 0.5 单位	6.5~9.0
3	化学需氧量 COD _{Mn} , mg/L	≤10.0	≤20.0	≤10.0	≤20.0
4	总氮(以 N 计), mg/L	≤2.0	≤6.0	/	/
5	总磷(以 P 计), mg/L	≤0.5	≤1.5	/	/

本标准是在充分借鉴《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T9101-2007)《海水池塘养殖水排放要求》(SC/T9102-2007)及其他各省市发布地方标准后在实践中的经验与教训,尤其是总磷指标限值太低导致绝大部分养殖主体的清塘尾水处理后无法达标,在现场监测数据的支撑下,适当收严了总氮、总磷的一级排放限值,使之更符合行业绿色发展方向和水环境保护需要。由于本标准为强制性标准,且应用于全省池塘养殖,需要综合考虑全省养殖现状和社会经济承受能力。根据《中华人民共和国标准化法(2017 修订)》第二十一条“推荐性国家标准、行业标准、地方标准、团体标准、企业标准的技术要求不得低于强制性国家标准的相关技术要求。”同时,本标准的制定应推动产业升级,促进绿色养殖和健康养殖,促进养殖循环用水,减少污染物产生和排放总量。

5.10 监测要求

5.10.1 采样要求

本标准中对采样点的设置和采样方法等都作了规定。

水产养殖尾水水样采集在养殖主体范围出口处或集中处理设施出口处(设置

多处排水口的，应分别取样）进行。

建议：（1）对于有条件的现有养殖主体应设置固定式排污口，并标识；（2）新建池塘养殖主体应设置固定式排污口，并安装污染源监控设备；（3）对于现有养殖尾水治理设施，增加水泥底排放池，入口设有过滤设施（降低底部沉积物对排放水水质的影响）。

5.10.2 监测方法要求

本标准各项的测定淡水水质、海水水质的分析方法见下表(表 17 和表 18)，依据的标准均是现行国标（或推荐性标准）、行标（环境、海洋部门），更新后的检测标准同样适用。

表 17 淡水水质测定方法

序号	项目	分析方法*	方法标准编号
1	悬浮物质	重量法	GB/T 11901
2	pH	(1) 玻璃电极法	HJ 1147
		(2) pH计法	
3	化学需氧量（COD _{Mn} ）	酸性高锰酸钾法	GB/T 11892
4	总氮（以N计）	(1) 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636
		(2) 连续流动-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 667
		(3) 流动注射-盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 668
		(4) 气相分子吸收光谱法	HJ/T 199
5	总磷（以P计）	(1) 钼酸铵分光光度法	GB/T 11893
		(2) 连续流动-钼酸铵分光光度法	HJ 670
		(3) 流动注射-钼酸铵分光光度法	HJ 671
*注：有多种测定方法的指标，在测定结果出现争议时，以方法（1）的测定为仲裁结果。			

表 18 海水水质测定方法

序号	项目	分析方法*	方法标准编号
1	悬浮物质	重量法	GB 17378.4
2	pH	pH计法	
3	化学需氧量（COD _{mn} ）	碱性高锰酸钾法	
4	总氮（以N计）	（1）过硫酸钾氧化法	HY/T 147.1
		（2）流动分析法	
5	总磷（以P计）	（1）过硫酸钾氧化法	GB/T 12763.4
		（2）流动分析法	HY/T 147.1
*注：有多种测定方法的指标，在测定结果出现争议时，以方法（1）的测定为仲裁结果。			

5.10.3 结果判定

本文件采用单因子评价方法，判定养殖尾水排放达标情况。当任意单项指标超标即判定为不符合排放标准。

5.11 其它注意事项

全省的养殖池塘涉及淡水、海水、咸水等不同种类，测定时宜采用适当的检测方法，具体确定以采样时水样盐度确定。在盐度 $\leq 2\text{‰}$ 采用淡水方法检测；在咸水样品（盐度小于海水）测定时，于样品中添加人工盐，使样品的盐度达到 $25\text{‰}\sim 30\text{‰}$ ，采用海水方法检测；海水样品采用海水方法检测。

6 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

6.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

美国 EPA（美国环境保护署）在 1970 年代便启动了关于水产养殖排放水的污染问题研究，根据其研究结果，EPA 认为水产养殖排放物的污染治理必要性等级低，应优先处理其他工业的有毒污染物，因此一直未着手制定水产养殖的排水限制指南。直到 1989 年，两个非政府环保组织对 EPA 的一个诉讼中，声称 EPA 未能遵守清洁水法案某些条款。1992 年，EPA 签署同意法令采取行动，其中涉及了水产养殖，规定 EPA 在 2004 年 6 月之前完成对水产养殖的研究，要求制定排放水指南。（按其时间表，此工作的计划期限是 12 年。由此可见 EPA 仍认为水产养殖排水管控不甚迫切，且是指完成研究，亦可见 EPA 了解到水产养殖排放水特征有其复杂性，需科学研判。）EPA 组织了包括学术界、联邦和州机构、

行业协会与非政府组织组成的水产养殖联合委员会（JSA）研究评估排放水的规定。EPA 对水产养殖进行研究评估后，结论是：水产养殖不适合设定尾水限制指南（（FederalRegister 2004）。换言之，他们并没有对污水实行水质指标限制。相反地，EPA 建议采用许可证制度，并建议实施 BMPs（Best Management Practices，最佳管理实践）。BMP 被广泛应用于控制非点源污染，即：通过问题评估、对可选方案的鉴别和适当的公众参与所建立起来的一个或一组最有效最实用的实践，以阻止污染物进入水域或减少进入水域污染物的数量，从而达到保护水质的目的。BMP 被认为是实现负责任水产养殖的现行最有效的做法，也是减少对环境影响的最适宜且具操作性的方法。美国各州已采用 BMP 方法对水产养殖进行管理，对养殖尾水进行了资源化的利用和管理，也积累的丰富的经验，可借鉴。

6.2 本标准与主要国家、地区及国际组织同类标准的对比

我省拟定的水产养殖尾水排放标准与发达国家的管理思路不完全一致，发达国家主要注重管理模式和对养殖过程的管理，我省现拟定的标准注重结果管理，两者不完全一致。

7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

7.1 实施本标准的环境效益分析

拟定的《水产养殖尾水排放标准》排放限值，在重点保护水域较为严格，在一般水域相对适中。目前，粤东、粤西和粤北地区尾水达标治理工作进展相对缓慢，珠三角地区目前正开展池塘标准化建设，对尾水排放提出了相应要求，本标准如能正式在我省全面有效实施，必定在水产养殖行业减排环节取得较大成效，将有效改善养殖区域周边环境，最为明显的应为悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮四项控制指标。

目前，广东省正大力推进《珠三角百万亩养殖池塘升级改造绿色发展三年行动方案》（粤办函〔2021〕305号），涉及广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆市共9各市，提出要大力发展“集装箱+生态池塘”集约养殖与尾水高效处理、陆基高位圆池循环水养殖、“零排放”圈养绿色高效循环养殖、渔光一体化分区养殖、池塘小水体工程化循环流水养殖、工厂化循环水养殖等健康养殖模式，鼓励引入运用多营养层级循环利用、循环水生物絮团、渔稻综合种养、渔菜共生、渔草轮作、渔草共作、鱼虾贝藻等生态养殖模式，从而实

现从源头上减少养殖尾水产生量。同时，明确各年度要完成尾水治理的池塘面积，三年累计 100 万亩（见表 19），占 9 市池塘总面积的 39%。养殖面积大、产量高的草鱼、罗非鱼、鲈鱼、南美白对虾等的尾水治理工程量大面广，需要从全省层面整体推进；而龟、鳖、蛙类养殖污染物浓度高，处理难度大，需要从转变养殖方式和改进处理技术两方面着手，确保达标排放。

表 19 珠三角各市养殖池塘升级改造绿色发展任务表

城市	池塘 总面积 (万亩)	升级改造 池塘面积 (万亩)	美丽渔 场数量 (个)	分年度任务		
				第一年度	第二年度	第三年度
				改造池塘 (万亩)	改造池塘 (万亩)	改造池塘 (万亩)
广州市	31.9	20.0	5	7.4	5.4	7.2
深圳市 (含深汕特别 合作区)	0.28	0.14	0	0.04	0.05	0.05
珠海市	23.5	7.0	3	2.0	2.5	2.5
佛山市	51.7	20.0	6	6.0	8.0	6.0
惠州市	15.7	7.0	3	1.0	3.0	3.0
东莞市	6.7	2.86	2	0.56	1.05	1.25
中山市	31.0	12.0	3	2.0	4.0	6.0
江门市	58.0	18.0	5	2.0	8.0	8.0
肇庆市	37.5	13.0	3	2.0	6.0	5.0
合计	256.28	100.0	30	23	38	39

根据最新统计，我省淡水池塘养殖面积约 370 万亩，工厂化养殖体积 6.9 万立方米；全省海水养殖池塘 100 万亩，工厂化养殖体积 167 万立方米。预计标准实施后，工厂化养殖场（未来养殖体积将在目前 173.9 万立方米的基础上继续增长）将全部实现达标排放。对于集中连片池塘，标准发布 1 年内全省预计有 20-30% 左右的养殖面积将完成尾水处理设施建设或改造；标准发布 3 年内全省预计有约 80% 面积（约 320 万亩）完成尾水处理设施建设或改造，实现达标排放；标准发布 4 年内，全省集中连片池塘将全部完成尾水处理设施建设，全省实现水产养殖达标排放。

依据对珠三角和粤西部分地区的南美白对虾、鱼类等养殖品种的尾水净化效

果抽样检测数据，悬浮物降幅达 16.2%-76.8%，平均为 54.9%；化学需氧量降幅达 35.7%-78.1%，平均为 61.7%；总磷降幅达 32.7%-74.2%；平均为 56.6%；总氮降幅达 16.6%-63.7%，平均为 43.9%。目前，海水池塘尾水处理技术相对较为滞后，现有技术推广存在一定难处，仍需大力研发更适用技术。

7.2 实施本标准的经济技术分析

水产养殖行业的尾水特征排放因子主要有悬浮物、化学需氧量、总氮、总磷等，目前采取的主要治理方式有过滤、曝气、水生动植物吸收利用等，上述处理方式可有效降低污染，利于水体循环使用。南美白对虾、鲈鱼、罗非鱼、生鱼等品种养殖单产高，大部分需要建设尾水净化处理设施。

尾水净化设施建设可按参照“4.4 污染防治技术分析”开展。

7.2.1 处理成本分析

在前期对各区域养殖场、养殖尾水处理企业、相关科研院所及行业管理部门的调研基础上，课题组总结水产养殖尾水处理的各项主要成本构成，主要包括为适应环保需求的池塘改造费用、处理设施（设备）购置（建设）费用、处理场地租赁费用、设施（设备）运行维护费用和处理场地养殖利润损失（按产值的 20% 计）。

（1）设施（设备）购置（建设）费以 10 年平摊；

（2）场地租赁费因区域不同而差异较大，粤西区域成本约为 1500-2000 元/亩，而珠三角发达地区则达到 10000 元/亩，此处采用平均值 6000 元/亩；

（3）不同水产品价格及单位面积（体积）产量依据农业农村厅发布的不同年度《广东省水产品产销形势分析》及农业信息网关于主要水产品价格数据，采取不同时间多个数据的平均值；

（4）针对不同养殖模式和处理工艺，根据调研访谈情况，部分水产品价格及单位面积（体积）产量相应浮动；

不同处理技术条件下各养殖类型每年单位面积（体积）尾水处理成本占比统计情况见表 20，详细参数及核算表格见表 21，核算说明见附件 1。

总体而言，比较三池两坝技术、池塘岸基一体化处理技术、陆基圆桶+综合处理技术和集装箱+固液分离+三级处理模式，成本占比最高的是集装箱+固液分离+三级处理模式，统计的草鱼、罗非鱼、生鱼、加州鲈和桂花鱼共 5 种养殖品

种中，该模式环保成本占产值总比例居于 7.15-29.83%之间。生鱼占比最高，这与生鱼池塘养殖的单位面积产量最高(导致新模式下养殖产量提升不明显)有关；其次是罗非鱼，达到 29.27%，这与罗非鱼单价偏低（塘头价只有 4 元/斤）有关。

一般情况下，采用池塘岸基一体化设备措施环保成本所占养殖产出的百分比最低，其中桂花鱼养殖的环保成本占比最低，为 3.17%；罗非鱼占比最高，为 10.97%。这也与养殖产品的塘头价高低有关，塘头价越高，环保成本占比越低。

（1）草鱼养殖：因相关改造及环保设施建设等成本占产值比例介于 10.97-24.39%，集装箱养殖成本占比最高；扣除此项成本之外的亩产值介于 2.05-9.90 万元，圆桶养殖相对最为可取，产值达 9.90 万元/亩。

（2）罗非鱼养殖：由表 20 和表 21 可知，环保相关成本占比介于 22.24-29.27%之间，扣除环保成本之外的亩产值介于 0.75-4.35 万元/亩，目前还未见圆桶养殖罗非鱼的报道。相对而言，采用集装箱养殖模式效益最佳。

（3）生鱼养殖：由表 20 和表 21 可知，环保成本占比介于 3.29-29.83%之间，扣除环保成本之外的亩产值介于 10.35-22.15 万元/亩，集装箱养殖效益相对最低。这是因为集装箱养殖并不能显著提高单位水体的产量，但相关成本确显著增加。

（4）加州鲈养殖：由表 20 和表 21 可知，加州鲈养殖环保成本占比介于 6.58-13.48%之间，圆桶养殖成本相对最高；扣除环保成本之外的亩产介于 6.35-38.98 万元/亩之间，集装箱养殖效益最高。

（5）桂花鱼养殖：由表 20 和表 21 可知，目前桂花鱼主要有池塘精养和集装箱养殖两种模式，环保成本占比介于 5.32-7.15%之间，集装箱养殖成本相对较高，但该养殖模式转化为单位面积产值也更高，扣除环保成本后能达到 51.39 万元/亩。

（6）南美白对虾：南美白对虾主要是池塘养殖，包括一般土塘粗养、池塘半精养和池塘精养。在环保压力下，土塘粗养需逐步转变为池塘半精养模式，该模式采用尾水处理技术一般选用三池两坝技术。而池塘精养则可选择三池两坝技术和池塘岸基一体化设备。相对而言，池塘半精养环保成本占比最高，达到 11.67%，而池塘精养模式下采取岸基一体化设备处理尾水的环保成本占比最低，只有 2.66%，该模式下环保成本之外的亩产值最高，可达 18.03 万元/亩。

表 20 主要养殖品种采用不同养殖模式和尾水处理工艺下的环保成本统计

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	环保成本比例（%）	环保成本之外的亩产值（万元）
1	草鱼	池塘精养	三池两坝技术	12.41	2.05
2			池塘岸基一体化设备	10.97	3.49
3		圆桶养殖	综合处理	14.29	9.9
4		集装箱养殖	固液分离+三级处理	24.39	6.05
5	罗非鱼	池塘精养	三池两坝技术	26.23	0.75
6			池塘岸基一体化设备	22.24	1.48
7		集装箱养殖	固液分离+三级处理	29.27	4.35
8	生鱼	池塘精养	三池两坝技术	6.17	13.56
9			池塘岸基一体化设备	3.29	13.56
10		圆桶养殖	综合处理	15.62	22.15
11		集装箱养殖	固液分离+三级处理	29.83	10.35
12	加州鲈	池塘精养	三池两坝技术	6.58	6.35
13			池塘岸基一体化设备	5.65	11.47
14		圆桶养殖	综合处理	13.48	19.38
15		集装箱养殖	固液分离+三级处理	7.9	38.98
16	桂花鱼	池塘精养	三池两坝技术	5.32	10.94
17		集装箱养殖	固液分离+三级处理	7.15	51.39
18	南美白对虾	池塘半精养	三池两坝技术	11.67	2.25
19		池塘精养		5.97	11.99
20			池塘岸基一体化设备	2.66	18.03

7.2.2 全省尾水治理支出

根据最新统计, 我省淡水池塘养殖面积约 370 万亩, 工厂化养殖体积 6.9 万立方米; 全省海水养殖池塘 100 万亩, 工厂化养殖体积 167 万立方米。参照已经开展尾水治理试点单位的投入分析, 若全省全面开展池塘生态化改造和养殖尾水治理 (15%左右的零星分散池塘不予考虑, 治理池塘总面积以 400 万亩计) 的投资总额约为 210 亿, 若仅对未达标池塘进行改造, 则投资总额约为 182 亿, 主要养殖类别经济成本分析详见表 22。

表 21 广东省可推广尾水处理技术基本成本核算

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	尾水处理面积占比(%)	改造成本(万元)	处理塘租赁成本(万元)	建设成本(万元)	维护成本(万元)	产量(万斤)	塘头价(元/斤)	处理塘养殖损失额(万元)	环保成本比例(%)	环保成本之外的亩产值(万元)	备注
1	草鱼	池塘精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	0.5	9	2.5	5	42.5	5.5	8.25	12.41	2.05	总面积以 100 亩计
2			池塘岸基一体化设备	5%	0.5	3	13.5	20	71.25	5.5	2.75	10.97	3.49	总面积以 100 亩计
3		圆桶养殖	综合处理	20 亩处理池塘, 负责 30 个直径达 10 米的养殖圆池尾水处理	/	12	22	5	42	5.5	11	14.29	9.9	120 斤/立方米, 圆桶为镀锌板帆布
4		集装箱养殖	固液分离+三级处理	以 20 亩池塘 40 个养殖箱, 1640 立方	/	10	8	8	24.6	6.5	11	24.39	6.05	160 斤/立方米, 比市价高 20%
5	罗非鱼	池塘精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	0.5	9	2.5	5	25.5	4	6	26.23	0.75	总面积以 100 亩计
6			池塘岸基一体化设备	5%	0.5	3	13.5	20	47.5	4	2	22.24	1.48	总面积以 100 亩计
7		圆桶养殖	综合处理	20 亩处理池塘, 负责 30 个直径达 10 米的养殖圆池尾水处理	/	12	22	5	52.5	4	8	14.29	9	150 斤/立方米, 圆桶为镀锌板帆布
8		集装箱养殖	固液分离+三级处理	20 亩池塘配 40 个养殖箱, 1640 立方米	/	12	8	8	24.6	5	8	29.27	4.35	160 斤/立方米, 比市价高 20%

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	尾水处理面积占比(%)	改造成本(万元)	处理塘租赁成本(万元)	建设成本(万元)	维护成本(万元)	产量(万斤)	塘头价(元/斤)	处理塘养殖损失额(万元)	环保成本比例(%)	环保成本之外的亩产值(万元)	备注
9	生鱼	池塘精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	1	18	5	10	140.25	10	45	5.43	13.16	总面积以100亩, 环保成本增加50%计
10			池塘岸基一体化设备	5%	0.75	4.5	20.25	30	156.75	10	15	6.17	13.56	总面积以100亩计, 产量增加10%, 环保成本增加50%计
11		陆基圆桶	综合处理	20亩处理池塘, 负责30个直径达10米的养殖圆池尾水处理	/	12	22	5	35	10	60	22.86	13.4	100斤/立方米, 圆桶为镀锌板帆布
12		集装箱养殖	固液分离+三级处理	20亩池塘配40个养殖箱, 1640立方米	/	12	8	8	29.5	10	60	29.83	10.35	200斤/立方米
13	加州鲈	池塘精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	0.5	9	2.5	5	42.5	16	24	6.58	6.35	总面积以100亩计
14			池塘岸基一体化设备	5%	0.5	3	13.5	20	76	16	8.5	5.65	11.47	总面积以100亩计, 较正常增产50%
15		圆桶养殖	综合处理	20亩处理池塘, 负责30个直径达10米的养殖圆池尾水处理	/	12	22	5	52.5	16	28	13.48	19.38	150斤/立方米, 圆桶为镀锌板帆布

序号	养殖品种	养殖模式	尾水处理模式	尾水处理面积占比(%)	改造成本(万元)	处理塘租赁成本(万元)	建设成本(万元)	维护成本(万元)	产量(万斤)	塘头价(元/斤)	处理塘养殖损失额(万元)	环保成本比例(%)	环保成本之外的亩产值(万元)	备注
16		集装箱养殖	固液分离+三级处理	20亩池塘配40个养殖箱,1640立方米	/	12	8	8	24.6	18	38.4	7.9	38.98	160斤/立方米,比市价高10%
17	桂花鱼	池塘精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	0.5	9	2.5	5	28.9	40	40.8	5.32	10.94	总面积以100亩计
18			池塘岸基一体化设备	5%	0.5	3	13.5	20	42.75	40	14	3.17	16.56	总面积以100亩计,较正常增产30%
19		集装箱养殖	固液分离+三级处理	20亩池塘配40个养殖箱,1640立方米	/	12	8	8	24.6	45	51.2	7.15	51.39	160斤/立方米,比市价高10%
20	南美白对虾	池塘半精养	三池两坝技术	15%(5%的预处理、10%的塘坝面积)	0.5	9	2.5	5	8.5	30	9	11.67	2.25	总面积以100亩计
21		池塘精养			0.75	13.5	3.75	7.5	42.5	30	45	5.97	11.99	总面积以100亩计,处理成本增加50%
22			池塘岸基一体化设备	5%	0.5	3	13.5	20	61.75	30	9	2.66	18.03	总面积以100亩计,增产30%

表 22 主要养殖类别经济成本分析估算

序号	类别	单位经济成本	全面改造 (亿元)	未达标改造 (亿元)	备注
1	50 亩以上连片区域鱼类养殖塘口	用于标准化池塘改造、三池两坝、人工湿地、其他配备，改造费用预估 50 亩规模约 30 万元；另预估增加养殖成本 15%。	120	120	规模按 360 万亩计；全面改造
2	50 亩以上连片区域虾蟹类养殖塘口	用于标准化土塘改造、三池两坝、人工湿地、其他配备，改造费用预估 50 亩规模约 20 万元；另预估增加养殖成本 15%。	15	2	规模按 70 万亩计；改造面积按 10%计
3	南美白对虾等高位池养殖塘口	用于标准化池塘改造、净化区改造、其他配备，改造费用预估 50 亩规模约 50 万元；另预估增加养殖成本 10%。	60	60	规模按 120 万亩计；全面改造
4	其他高密度池塘	净化区改造，预估每亩 3000 元；另预估增加养殖成本 12%。	30		

本标准的实施将推动养殖主体和各级政府对尾水处理设施的投入和运行管理。大型养殖企业需加强管理，保障尾水处理设施运行效果；中小型养殖企业（主体）将面临更大的环保压力，尾水处理不能满足达标要求，缺少处理设施，必须进行设施改造。对于中小型养殖企业（主体），有条件的地区可以进行集中尾水处理。

总体来看，养殖主体需要采取的主要措施包括：

- （1） 结合全省广泛开展的池塘升级改造行动，加强现有池塘标准化改造，能实施底排污的池塘建议建设底排污设施；
- （2） 开展池塘水、养殖尾水监测；
- （3） 采取过滤、曝气、沉降、生物净化等措施进行尾水处理；
- （4） 符合养殖要求的尾水循环利用；
- （5） 加强尾水处理设施运行管理；
- （6） 必要时，在“三池两坝”基础上，增加预处理单元和处理能力。

对于高密度养殖主体，建议标准化池塘改造过程中采用底排污技术，以减少

集中排放尾水时养殖动物粪便、残饵等对尾水处理设施的过度冲击，保护尾水处理系统。

本标准的实施将推动大中型养殖主体和各级政府对池塘尾水在线监测监控的投入，推动养殖尾水治理相关研究，推动养殖结构调整和养殖密度降低。

8 标准实施建议

本标准的提出单位和具体归口管理是广东省生态环境厅，根据相关规定，本标准由各级生态环境保护主管部门负责监督与实施，各级生态环境监测机构负责监测工作，各级渔业行政主管部门依据本标准负责技术指导。

由于珠江三角洲、粤东、粤西、粤北等广东各地区域社会经济发展差距较大，我省养殖品种多，养殖模式多，养殖密度普遍较大，部分养殖户（企业）环保意识还有待于提升，尾水治理处于起步阶段。为配合全省池塘养殖尾水排放标准的实施，建议：

- （1） 各地应通过推动尾水处理设施建设和尾水达标排放，因地制宜，持续促进产业升级；
- （2） 进一步开展池塘尾水处理研究，强化底泥的资源化利用技术研究；
- （3） 进一步开展水产养殖尾水排放对地表水和近岸海域环境影响研究；
- （4） 加强尾水排放口监测、监管与执法技术研究；
- （5） 建立养殖尾水集中排放区域水环境监控体系；
- （6） 深入开展基于零污染排放的绿色养殖技术研究；
- （7） 对部分养殖品种、粤东和粤西池塘生态化改造和尾水治理设施建设进行政策和资金扶持。

附录：不同处理技术下经济成本核算

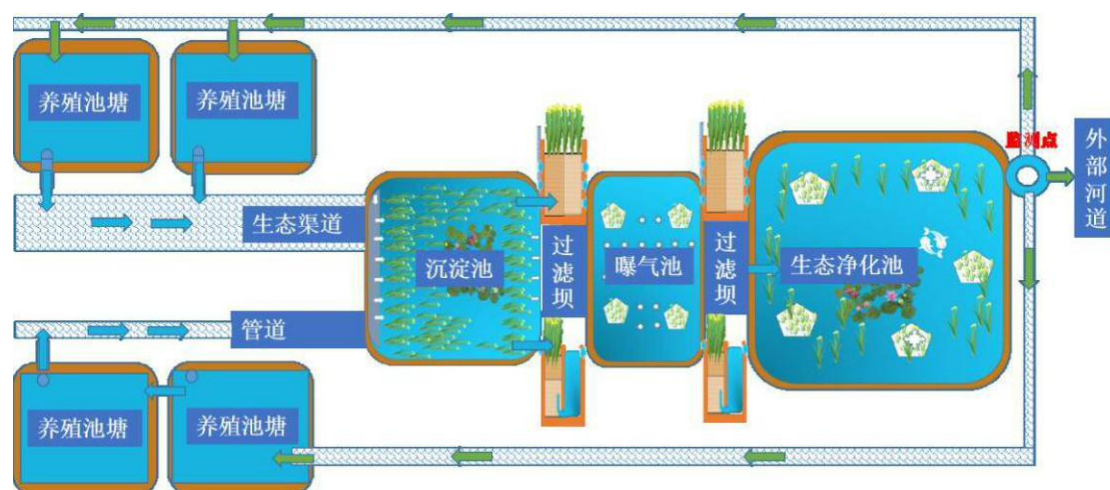
一、三池两坝尾水处理模式

1、工艺流程

生态沟渠——沉淀池——过滤坝——曝气池——过滤坝——生态净化池。

原则上鼓励养殖用水循环使用或多级利用。

2、流程图



3、适用情况

适用于面积在 50 亩以上集中连片淡水池塘养殖模式。

4、费用

费用组成（以 100 亩，养殖 10 年计）：池塘改造费用、预处理池塘租赁成本（面积约 5%）、尾水处理系统池塘租赁成本（面积约 10%，取中间值 7.5%）、尾水处理系统建设成本、尾水处理系统维护成本。

（1）改造费用：池塘 85 亩，5000 元/亩，合计 42.5 万元，每年

4.25 万元;

(2) 预处理池塘租赁成本: 5 亩, 平均 6000 元/年/亩, 即每年 3 万元;

(3) 尾水处理系统池塘租赁成本: 10 亩, 平均 6000 元/年/亩, 每年 6 万元;

(4) 建设成本: 包括配备 1 台罗茨风机和 1 台叶轮增氧机在内的总费用 25 万元, 折合每年 2.5 万元;

(5) 维护成本: 正常运行每年 4.5 万元, 但 5 年左右需大改造一次, 约需 5 万元 (折合每年 0.5 万元), 合计每年 5 万元。

因此, 100 亩养殖面积建设三池两坝尾水处理设施的每年成本: $3+4.25+6+2.5+5=20.75$ 万元。

5、环保成本占比

(1) 对虾养殖 (高位池成本增加 50%):

半精养塘每年收成 1000 斤/亩, 共计 8.5 万斤, 售价 (均价) 30 元/斤, 总产出 255 万元; 15 亩环保占用池塘产出 15000 斤 (正常养殖), 损失额 $45 \times 20\% = 9$ 万元。则环保成本占比 $(20.75+9)/255=0.1167=11.67\%$ 。环保成本之外的亩产值 2.25 万元。

高位池每年收成 5000 斤/亩, 共计 42.5 万斤, 售价 (均价) 30 元/斤, 总产出 1275 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 75000 斤 (正常养殖), 损失额 $225 \times 20\% = 45$ 万元。则环保成本占比 $=(20.75 \times 1.5+45)/1275=0.0597=5.97\%$ 。环保成本之外的亩产值 11.99 万元。

(2) 草鱼养殖 (四大家鱼): 每年收成 5000 斤/亩, 共计 42.5

万斤，售价（均价）5.5 元/斤，总产出 233.75 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 75000 斤，损失额 $41.25 \times 20\% = 8.25$ 万元。则环保成本占比 = $(20.75 + 8.25) / 233.75 = 0.1241 = 12.41\%$ 。环保成本之外的亩产值 2.05 万元。

（3）罗非鱼养殖：每年收成 3000 斤/亩（现状平均约 2000 斤/亩，增加尾水处理系统提高产量最高 50% 计），共计 25.5 万斤，售价（均价）4 元/斤，总产出 102 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 75000 斤，损失额 $30 \times 20\% = 6$ 万元。则成本收益比 = $(20.75 + 6) / 102 = 0.2623 = 26.23\%$ 。环保成本之外的亩产值 0.75 万元。

（4）生鱼养殖（产量增加 10%，环保成本增加 100% 计）：每年收成 1402500 斤（现状平均约 15000 斤/亩），售价（多年均价）10 元/斤，共计 1402.5 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 225000 斤，损失额 $225000 \times 10 \times 20\% = 45$ 万元。则成本收益比 = $(20.75 \times 2 + 45) / 1402.5 = 0.0617 = 6.17\%$ 。环保成本之外的亩产值 13.16 万元。

（5）桂花鱼养殖：每年收成 289000 斤（约 3400 斤/亩），售价（均价）约 40 元/斤，共计 1156 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 51000 斤，损失额 $51000 \times 40 \times 20\% = 40.8$ 万元。则成本收益比 = $(20.75 + 40.8) / 1156 = 0.0532 = 5.32\%$ 。环保成本之外的亩产值 10.94 万元。

（6）加州鲈养殖：每年收成 425000 斤（5000 斤/亩），售价（均价）约 16 元/斤，共计 680 万元。15 亩环保设施占用池塘产出 75000 斤，损失额 $75000 \times 16 \times 20\% = 24$ 万元。则成本收益比 = $(20.75 + 24)$

/680=0.0658=6.58%。环保成本之外的亩产值 6.35 万元。

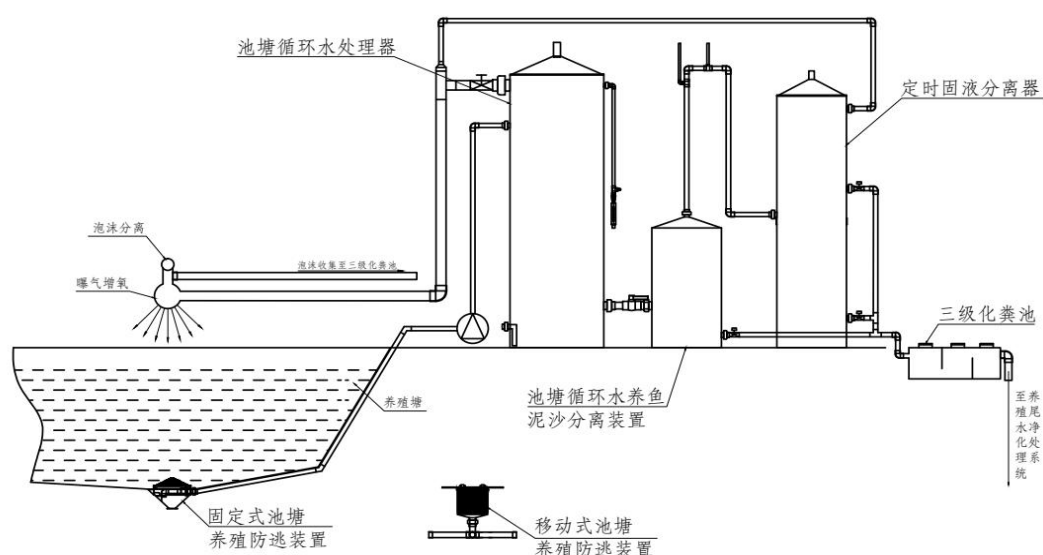
二、池塘岸基一体化设备尾水处理模式

1、工艺流程

养殖池塘——一体化尾水处理设备——快速离心固液分离——
上清水回塘；

浓缩水进入下两级固液分离装置——循环利用或达标排放。

2、流程图



池塘岸基一体化设备尾水处理工艺示意图

3、适用情况

高密度养殖池塘。

4、费用

费用组成（以 100 亩，养殖 10 年计）：池塘改造费用、尾水处理系统池塘租赁成本（面积约 5%）、尾水处理系统建设成本、尾水

处理系统维护成本。

(1) 改造费用：池塘 95 亩，5000 元/亩，合计 47.5 万元，每年 4.75 万元；

(2) 尾水处理系统池塘租赁成本：5 亩，平均 6000 元/年/亩，每年 3 万元；

(3) 建设成本：10 套池塘循环水与尾水处理系统，1 套养殖尾水净化处理系统，增配 20 套推水车，通过塘前端厌氧沉淀处理、水生植物吸收氮磷，塘末端进行泡沫分离、紫外线杀菌以净化养殖尾水。总费用 135 万元，每年 13.5 万元；

(4) 维护成本：正常运行每年 20 万元。

因此，100 亩养殖面积建设岸基一体化设备尾水处理成本每年： $4.75+3+12.5+20=40.25$ 万元。

5、环保成本占比

(1) 对虾养殖（南美白对虾，较正常增产 30%）：高位池每年收成 6500 斤/亩，共计 61.75 万斤，售价（均价）30 元/斤，总产出 1852.5 万元。5 亩环保设施占用池塘产出 15000 斤，损失额 $45 \times 20\% = 9$ 万元。则环保成本占比 = $(40.25+9) / 1852.5 = 0.0266 = 2.66\%$ 。环保成本之外的亩产值 18.03 万元。

(2) 草鱼养殖（四大家鱼，较正常增产 50%）：每年收成 7500 斤/亩，共计 71.25 万斤，售价（均价）5.5 元/斤，总产出 391.88 万元。5 亩环保占用池塘产出 25000 斤，损失额 $13.75 \times 20\% = 2.75$ 万元。则环保设施成本占比 = $(40.25+2.75) / 391.88 = 0.1097 = 10.97\%$ 。环保成本

之外的亩产值 3.49 万元。

(3) 罗非鱼养殖 (较正常增产约 150%) : 每年收成 5000 斤/亩 (现状平均约 2000/亩), 共计 47.5 万斤, 售价 (均价) 4 元/斤, 总产出 190 万元。5 亩环保设施占用池塘产出 25000 斤, 损失额 $10 \times 20\% = 2$ 万元。则成本收益比 = $(40.25 + 2) / 190 = 0.2224 = 22.24\%$ 。环保成本之外的亩产值 1.48 万元。

(4) 桂花鱼养殖 (名优特, 较正常增产 30%) : 每年收成 4500 斤/亩, 共计 42.75 万斤, 售价 (均价) 40 元/斤, 总产出 1710 万元。5 亩环保设施占用池塘产出 17500 斤, 损失额 $70 \times 20\% = 14$ 万元。则环保成本占比 = $(40.25 + 14) / 1710 = 0.0317 = 3.17\%$ 。环保成本之外的亩产值 16.56 万元。

(5) 加州鲈养殖 (较正常增产 50%) : 每年收成 8000 斤/亩, 共计 76 万斤, 售价 (均价) 16 元/斤, 总产出 1216 万元。5 亩环保设施占用池塘产出 26500 斤, 损失额 $42.4 \times 20\% = 8.5$ 万元。则环保成本占比 = $(60.25 + 8.5) / 1216 = 0.0565 = 5.65\%$ 。环保成本之外的亩产值 11.47 万元。

(6) 生鱼养殖 (产量增加 10%, 环保成本增加 50%计), 每年收成 1567500 斤 (现状平均约 15000 斤/亩), 售价 (多年均价) 10 元/斤, 共计 1567.5 万元。5 亩环保设施占用池塘产出 75000 斤, 损失额 $75000 \times 10 \times 20\% = 15$ 万元。则成本收益比 = $(20.75 \times 1.5 + 15) / 1402.5 = 0.0329 = 3.29\%$ 。环保成本之外的亩产值 13.56 万元。

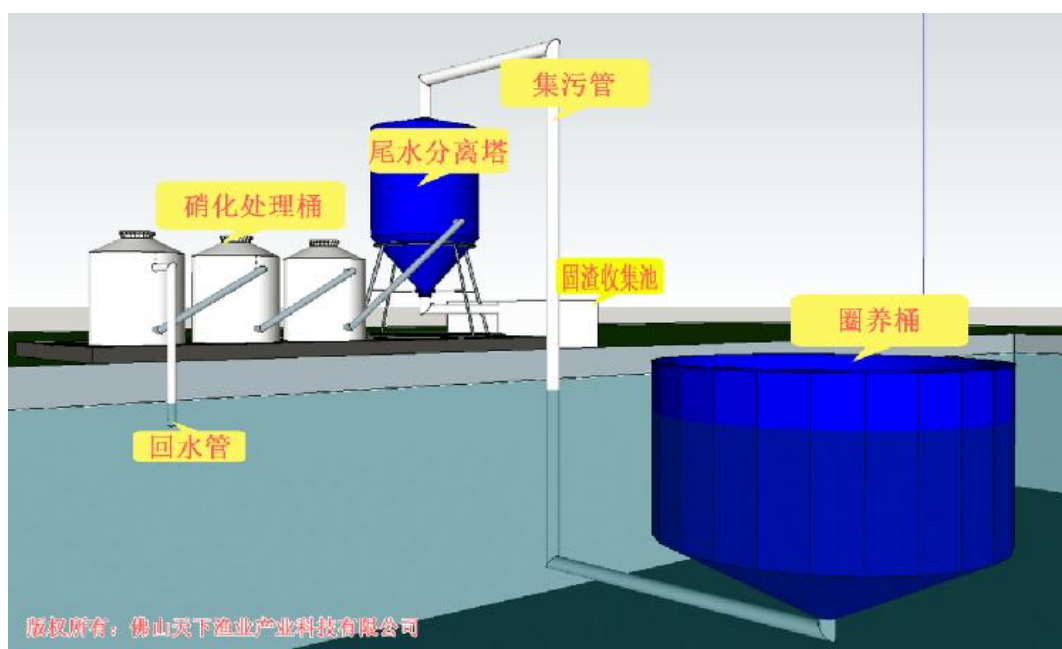
三、 陆基养殖圆桶+综合处理

1、 工艺流程

圈养桶——底排污管——尾水分离塔——消化处理桶——上清水回塘；浓缩水进入下两级固液分离装置——循环利用或达标排放。

在池塘中构建圈养装置，或者利用池塘塘间陆地建设圈养桶装置，把养殖品种圈在圈养桶内养殖，通过圈养桶特有的锥形集污装置高效率收集残饵、粪污等废弃物，废弃物经吸污泵抽排移出圈养桶、进入尾水分离塔，固废在尾水分离塔中沉淀分离、收集后进行资源化再利用。

2、 流程图



陆基养殖圆桶+综合处理尾水处理工艺示意图

3、 适用情况

高密度设施养殖，名优特养殖。

4、 费用

费用组成（以 20 亩，养殖 10 年计）：尾水处理系统建设成本、尾水处理系统池塘租赁成本、尾水处理系统维护成本。

（1）建设费用：主要建设内容有特制陆基圆形养殖池，3 个储水圆池和 30 个直径达 10 米的养殖圆池共约 3500 立方米养殖水体，还有三级污水圆池 5 个。共计 220 万元，平均每年 22 万元。

（2）尾水处理系统池塘租赁成本：20 亩，平均 6000 元/年/亩，每年 12 万元；

（3）维护成本：正常运行每年 5 万元。

因此，20 亩养殖面积建设圆桶尾水处理成本每年： $40+12+5=57$ 万元。

5、环保成本占比

（1）罗非鱼养殖：每年收成 100 斤/立方米，共计 35 万斤，售价（均价）4 元/斤，总产出 140 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 100000 斤，损失额 $40 \times 20\% = 8$ 万元。则成本收益比 = $(22+8) / 140 = 0.2143 = 21.43\%$ 。环保成本之外的亩产值 5.5 万元。

（2）草鱼养殖：每年收成 80 斤/立方米，共计 28 万斤，售价（均价）5.5 元/斤，总产出 154 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 100000 斤，损失额 $55 \times 20\% = 11$ 万元。则环保成本占比 = $(22+11) / 154 = 0.2143 = 21.43\%$ 。环保成本之外的亩产值 6.05 万元。

（3）加州鲈养殖：每年收成 80 斤/立方米，共计 28 万斤，售价（均价）16 元/斤，总产出 448 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 120000 斤，损失额 $192 \times 20\% = 38.4$ 万元。则环保成本占比 = $(22+38.4)$

$/448=0.1348=13.48\%$ 。环保成本之蛙的亩产值 19.38 万元。

(4) 生鱼养殖，每年收成 100 斤/立方米，共计 35 万斤，售价（均价）10 元/斤，共计 350 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 300000 斤，损失额 $300000 \times 10 \times 20\% = 60$ 万元。则成本收益比 = $(22+60) / 350 = 0.2286 = 22.86\%$ 。环保成本之外的亩产值 13.40 万元。

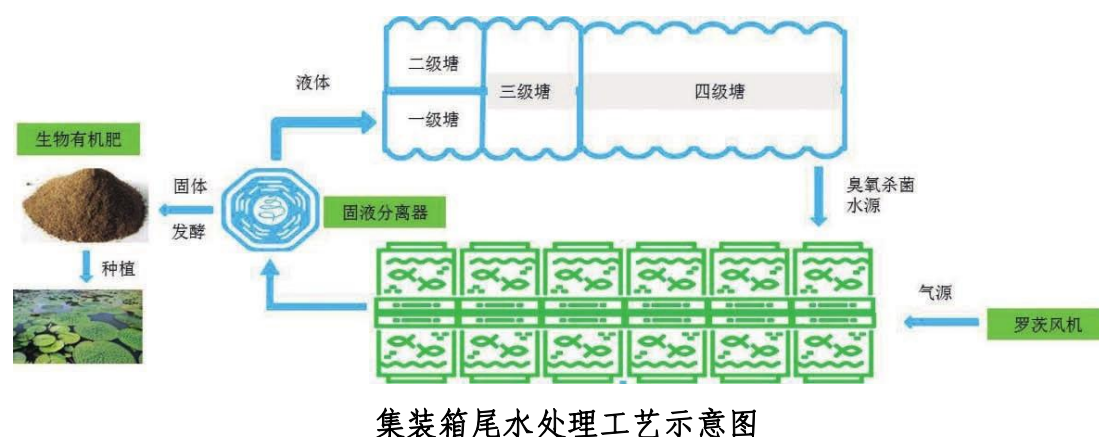
四、集装箱养殖

1、工艺流程

主要包括集装箱→固液分离器→一级沉淀池→二级净化池→三级曝气池。要求养殖用水循环使用。

养殖尾水治理设施单元面积占比：采用 20 呎定制化“集装箱”，尺寸是 $6.1\text{m} \times 2.4\text{m} \times 2.8\text{m}$ ，保持池塘与集装箱不间断地水体交换，常规 5 亩池塘配 10 个养殖箱。

2、流程图



3、适用情况

高密度设施养殖，名优特养殖。

4、费用

费用组成（以 20 亩，养殖 10 年计，支持 40 个集装箱，体积共计约 1640 立方米）：集装箱养殖设施建设成本、尾水处理系统建设成本、尾水处理系统池塘租赁成本、尾水处理系统维护成本。

（1）建设费用：40 个集装箱及其配套设施、固液分离装置、三级处理处理池等。共计 80 万元，平均每年 8 万元。

（2）尾水处理系统池塘租赁成本：20 亩，平均 6000 元/年/亩，每年 12 万元；

（3）维护成本：正常运行每年 8 万元。

因此，20 亩养殖面积建设圆桶尾水处理成本每年： $8+12+8=28$ 万元。

5、环保成本占比

（1）罗非鱼养殖：每年收成 160 斤/立方米，共计 24.6 万斤，售价（均价，一般高于市价 20%左右）5 元/斤，总产出 123 万元。20 亩池塘产出 100000 斤，损失额 $40 \times 20\% = 8$ 万元。则成本收益比 $= (28+8) / 123 = 0.2927 = 29.27\%$ 。环保成本之外的亩产值 4.35 万元。

（2）草鱼养殖：每年收成 160 斤/立方米，共计 24.6 万斤，售价（均价，一般高于市价 20%左右）6.5 元/斤，总产出 159.9 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 100000 斤，损失额 $55 \times 20\% = 11$ 万元。则环保成本占比 $= (28+11) / 159.9 = 0.2439 = 24.39\%$ 。环保成本之蛙的亩产值 6.05 万元。

（3）加州鲈养殖：每年收成 160 斤/立方米，共计 24.6 万斤，售价（均价，一般高于市价 10%左右）18 元/斤，总产出 442.8 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 120000 斤，损失额 $192 \times 20\% = 38.4$ 万元。

则环保成本占比= $(28+38.4)/840=0.079=7.90\%$ 。环保成本之外的亩产值 38.98 万元。

(4) 桂花鱼养殖：每年收成 160 斤/立方米，共计 24.6 万斤，售价（均价，一般高于市价 10%左右）45 元/斤，总产出 1107 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 64000 斤，损失额 $256\times 20\%=51.2$ 万元。则环保成本占比= $(28+51.2)/1107=0.0715=7.15\%$ 。环保成本之外的亩产值 51.39 万元。

(5) 生鱼养殖，每年收成 200 斤/立方米，共计 29.5 万斤，售价（均价）10 元/斤，共计 295 万元。20 亩环保设施占用池塘产出 300000 斤，损失额 $300000\times 10\times 20\%=60$ 万元。则成本收益比= $(28+60)/295=0.2983=29.83\%$ 。环保成本之外的亩产值 10.35 万元。