

编号：HP-SF-2025009

核技术利用建设项目

东莞市奥海科技股份有限公司
使用工业CT项目
环境影响报告表

(送审稿)



东莞市奥海科技股份有限公司

二〇二五年十月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
东莞市奥海科技股份有限公司
使用工业CT项目
环境影响报告表



建设单位名称：东莞市奥海科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）： 刘昊

刘昊

通讯地址：广东省东莞市塘厦镇沙新路27号

邮政编码： 523710 联系人： 叶广志

电子邮箱：

联系电话：

打印编号：1761904435000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	1tu2cr		
建设项目名称	东莞市奥海科技股份有限公司使用工业CT项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	东莞市奥海科技股份有限公司		
统一社会信用代码	91441900590133320P		
法定代表人（签章）	刘昊		
主要负责人（签字）	邹青		
直接负责的主管人员（签字）	祝伟		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	深圳市赛辐环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91440300MA5GGD9G1A		
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
孙艳	2015035320352014320702000161	BH003268	孙艳
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
孙艳	表1-表7、表13	BH003268	孙艳
盛能辉	表8-12、附件	BH064264	盛能辉



持证人签名:
Signature of the Bearer

2015035320352014320702000161

管理号:
File No.

姓名: 孙艳
Full Name _____
性别: 女
Sex _____
出生年月: 1979年07月
Date of Birth _____
专业类别: _____
Professional Type _____
批准日期: 2015年05月
Approval Date _____

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2015 年 10 月 12 日
Issued on



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00017068
No.

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	11
表 3 非密封放射性物质	11
表 4 射线装置	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6 评价依据	13
表 7 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	28
表 10 辐射安全与防护	35
表 11 环境影响分析	46
表 12 辐射安全管理	66
表 13 结论与建议	75
表 14 审批	77
附件 1 环评委托书	78
附件 2 现状检测报告	79
附件 3 规章制度	87
附件 4 辐射事故应急预案	94
附件 5 辐射工作人员和管理人员考核合格证	100
附件 6 工业 CT 参数文件	101
附件 7 东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司III类 X 射线装置检测报告	102

表1 项目基本情况

建设项目名称		东莞市奥海科技股份有限公司使用工业 CT 项目				
建设单位		东莞市奥海科技股份有限公司				
法人代表姓名		刘昊	联系人	叶广志	联系电话	
注册地址		广东省东莞市塘厦镇蛟乙塘振龙东路 6 号				
项目建设地点		广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼 CT 室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		800	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资）	1.25%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	41
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类				/

1.1 建设单位概况

东莞市奥海科技股份有限公司（以下简称“奥海科技”）成立于 2004 年，是一家全球领先的能源应用创新型企业，致力于为万物智联时代提供高效的能源应用产品和专业服务；形成了以电力电子技术为核心，以消费电子充储电、新能源汽车电控、数字能源三大业务版块融合发展的战略布局。目前，奥海科技在全球拥有 5 大研发中心，6 大智能制造基地网络（东莞、武汉、吉安、印度、印尼、越南）、16 家分支机构，覆盖了北美、欧洲、亚洲等市场，员工超 7000 人。

奥海科技开创了能源供给、应用、转换、管理一体化模式，更为万物智联时代提供了更可持续的未来。在“让能源更高效，让世界更美好”的使命指引下，奥海科技将持

续引领和探索能源应用科技，让人与地球共享美好。

1.2 项目由来和目的

为满足实际生产需求，进一步提高产品质量，建设单位拟使用 1 台工业 X 射线 CT 装置用于生产的充电器、充电宝、变压器产品的无损检测，通过计算机技术及图像重建技术测得电子产品的内部构造，为进一步改进缺陷、提高质量提供依据。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）对射线装置的分类，本次评价的工业 X 射线 CT 装置属于该公告中的“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”（以下简称“工业 CT”），为Ⅱ类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施）中“五十五、核与辐射”第 172 条“核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置的”的规定，本项目应编制环境影响报告表。

为此建设单位委托深圳市赛辐环保科技有限公司开展本项目的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目建设规模

东莞市奥海科技股份有限公司拟在广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼设置一间 CT 室，在 CT 室内使用 1 台 v|tome|x m300/180 型工业 CT（属Ⅱ类射线装置），内部配置 2 个 X 射线管，操作时可以选择不同的球管进行出束，单次只能使用 1 个射线管进行出束，设备用于生产的充电器、充电宝、变压器产品无损检测。本项目工业 CT 基本参数详见表 1-1。

表 1-1 拟使用射线装置信息一览表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	使用场所	备注
工业 CT	v tome x m300/180	300kV	3mA	1 台	2 号楼 1 楼 CT 室	自带 屏蔽
		180kV	0.88mA			

1.4 项目选址及周边情况

1.4.1 地理位置

本项目位于广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼 CT 室，公司厂区东临莆沙南路，南临东莞市维保塑胶有限公司和沙湖一路，西临新苑南路、北临沙新路。项目所在地区域图见图 1-1，厂区平面图见图 1-2。

1.4.2 项目周边保护目标

本项目拟使用的工业 CT 位于广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼 CT 室。拟放工业 CT 东侧 1.4m 处为机械性能室、22m 处为移动电源破坏性测试室、30m 处为移动电源老化室、33m 处为移动电源环境实验室、39m 处为移动电源性能测试室、44m 处为办公区；东南侧 11m 处为样品管理室、13m 处为防辐射测试室、16m 处为分析测试室和老化二室、20m 处为安规室、24m 处为自动测试室和 IOT 兼容性测试室、27m 处为温升室、32m 处为充电桩性能测试室、33m 处为老化一室、34m 处为充电器性能测试室 38m 处为环保室、41m 处为电磁兼容室、47m 处为会议室、49m 处为 EMI 实验室；南侧 4.5m 为备用室、7.3m 处为过道、10m 处为服务器电源性能测试室和阻燃测试室、33m 处为仓库；西南侧 10m 处为环境可靠性室、23m 处为卫生间；西侧 1.4m 处为通道、27m 处为 2 号楼西侧道路；北侧 1.1m 处为 2 号楼北侧道路、15m 处为 1 号楼；楼上为 1.5 楼办公室，楼下为地下停车场。本项目工业 CT 拟放位置平面布置图见图 1-3，项目所在 2 号楼 1 楼平面示意图见图 1-4，1.5 楼平面示意图见图 1-5。

1.4.3 选址合理性分析

本项目工业 CT 屏蔽体外 50m 评价范围内主要为厂区保护目标：1 号楼、2 号楼及道路，工业 CT 设置在独立的 CT 室内使用，CT 室门口拟张贴电离辐射标识，设置门禁管理系统，仅授权工作人员进出，无关人员禁止入内。

根据现场调查，本项目拟使用的工业 CT 屏蔽体外 50m 范围内无居民区，不涉及风景名胜区和自然保护区；200m 范围内无托儿所、幼儿园、中小学校等敏感点，满足《广东省未成年人保护条例》中“学校周围直线延伸二百米范围内禁止设立易燃易爆、剧毒、放射性、腐蚀性等危险物品的生产、经营、储存、使用场所或者设施”的规定。

综合以上可以判断本项目选址合理可行。

东莞市地图



图 1-1 项目所在地区域图

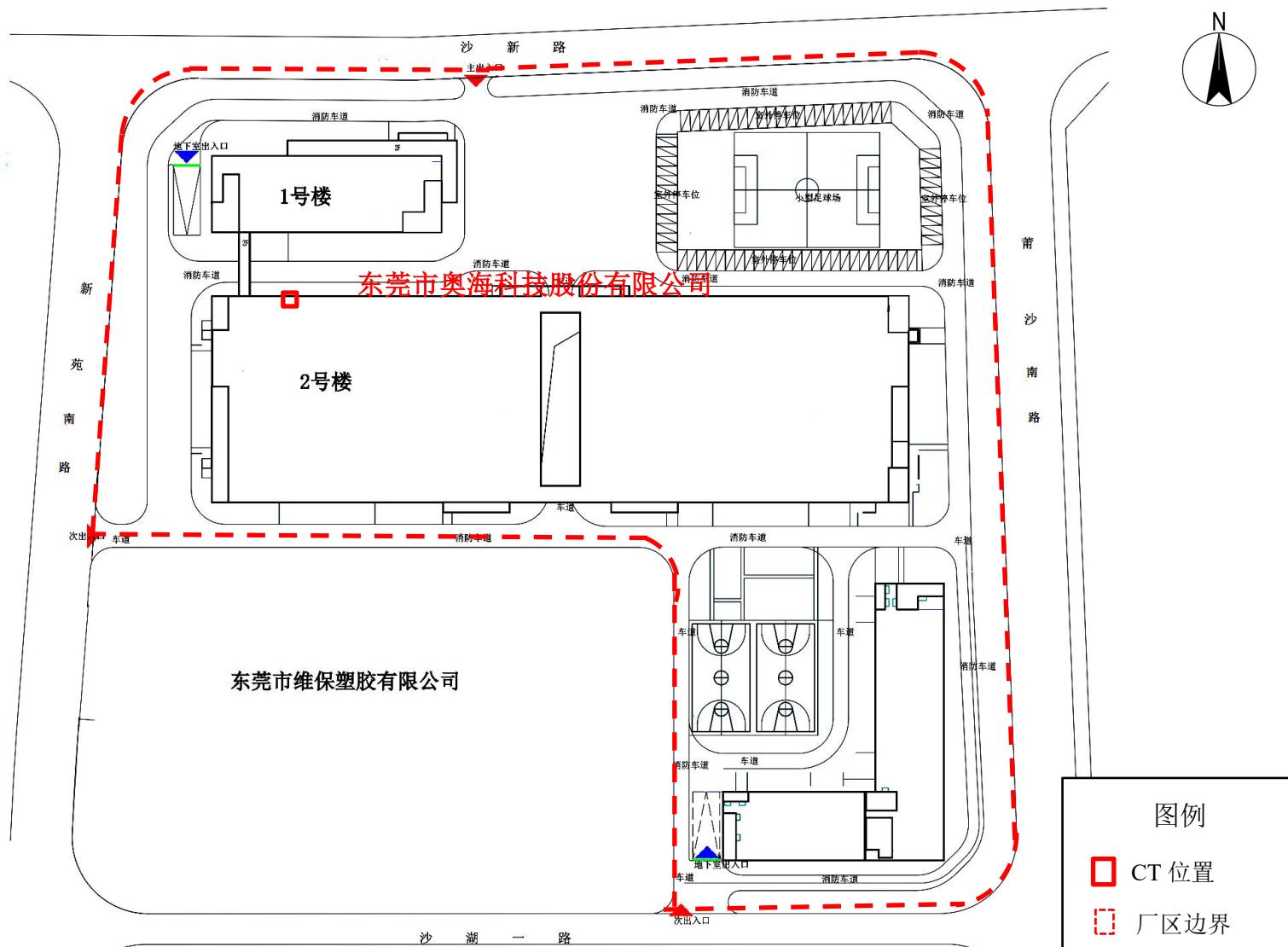


图 1-2 建设单位厂区平面图

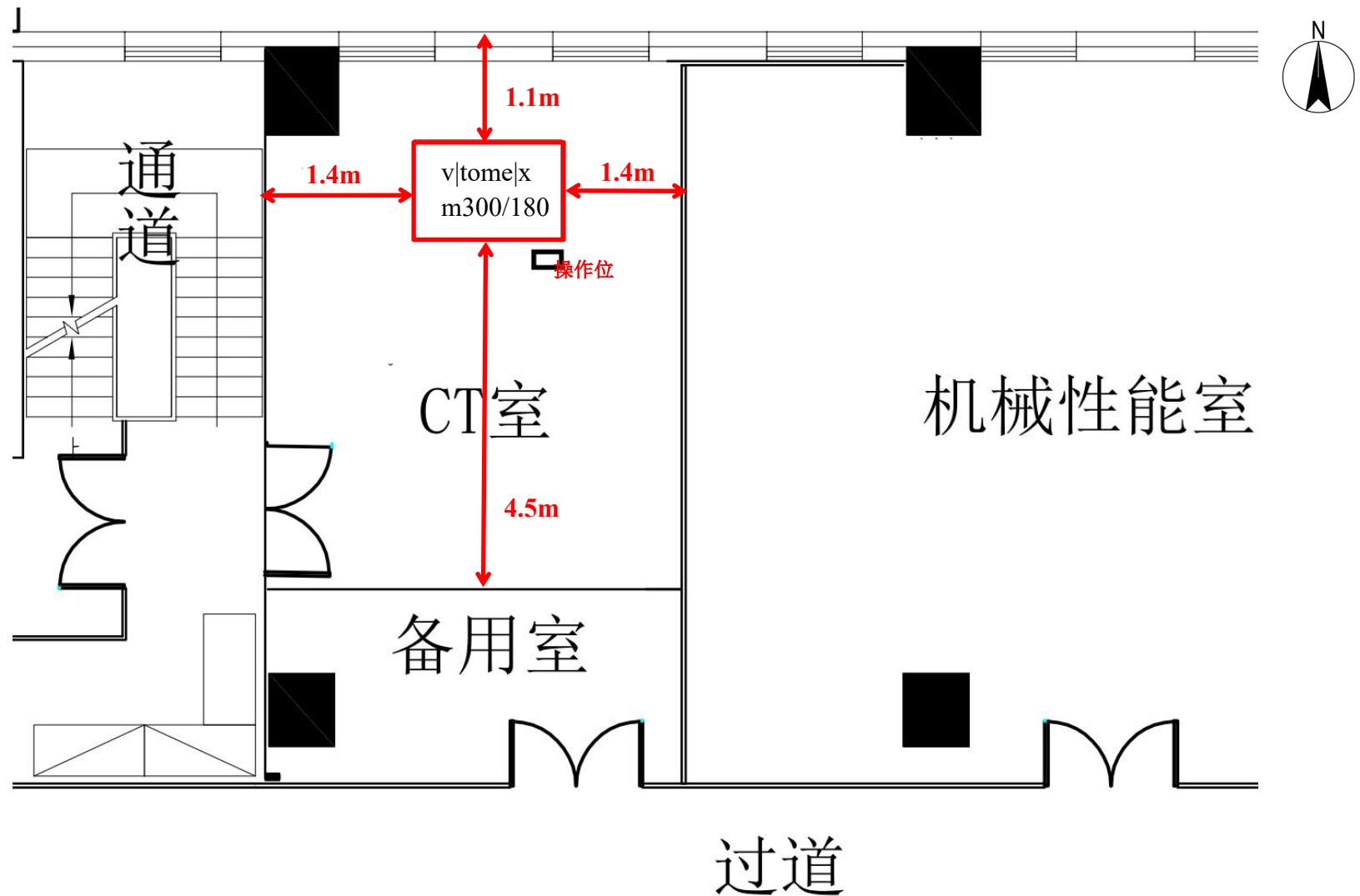


图 1-3 本项目工业 CT 四至平面图

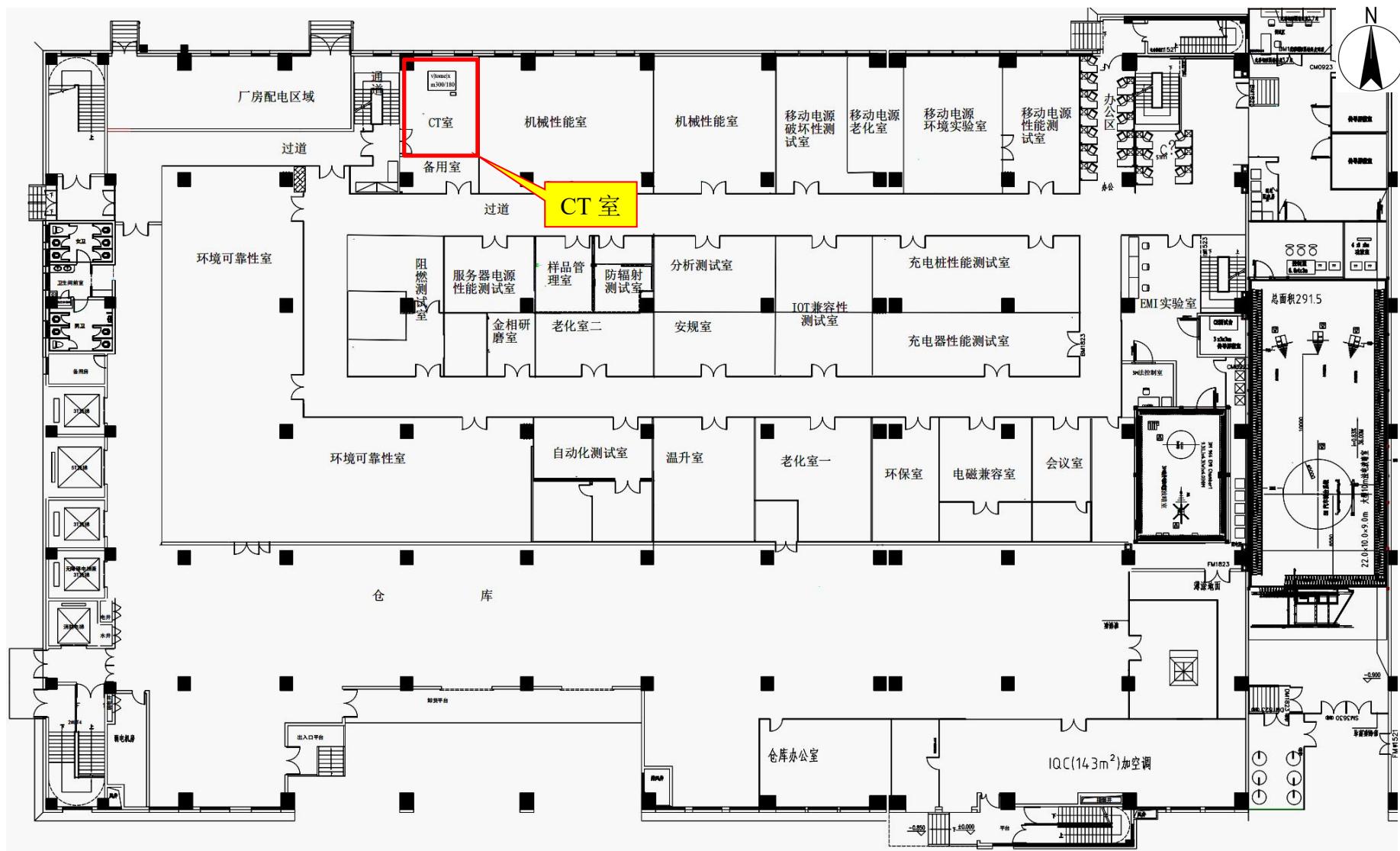


图 1-4 2 号楼 1 楼西侧部分（项目所在层）平面示意图

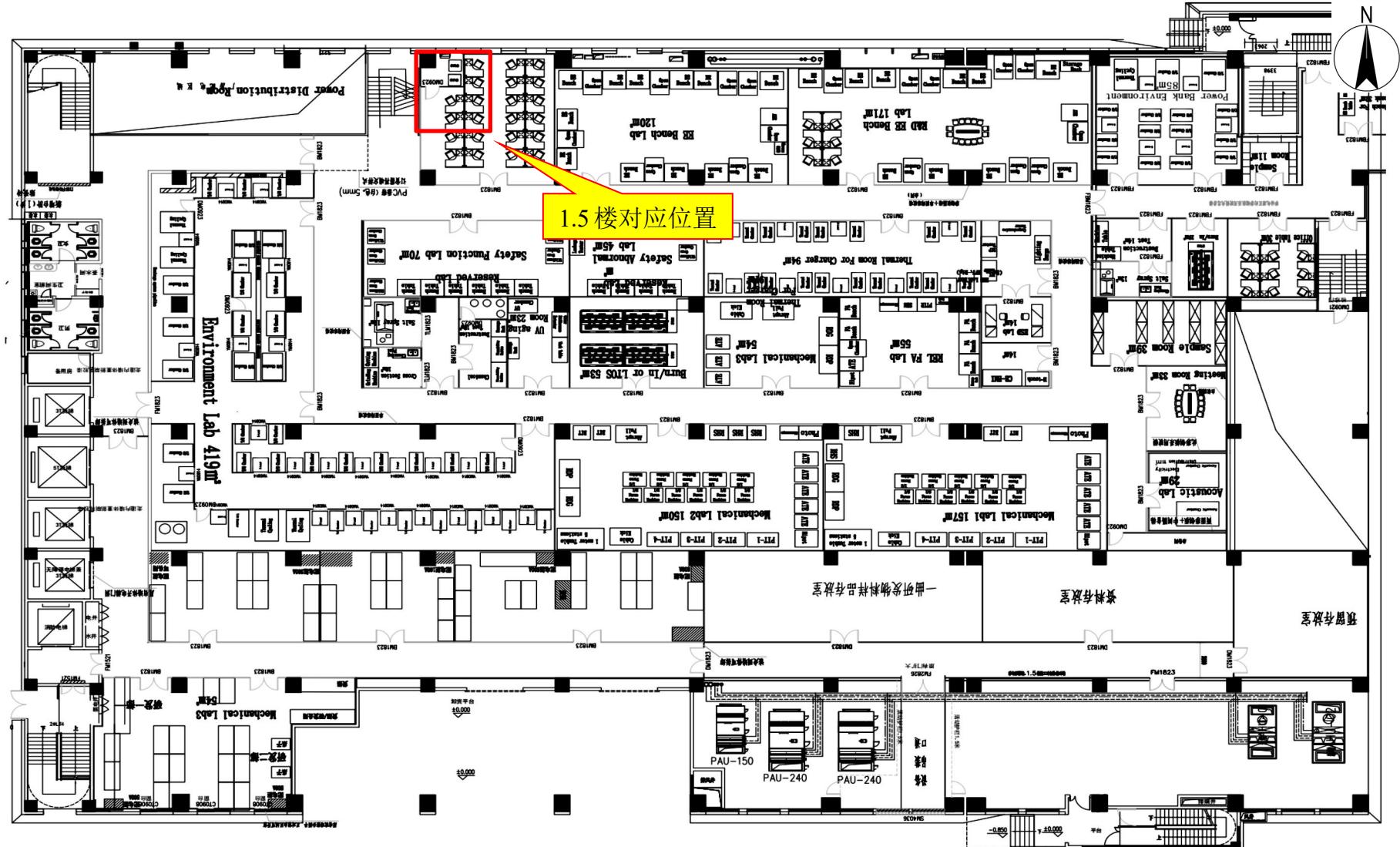


图 1-5 2 号楼 1.5 楼西侧部分平面示意图

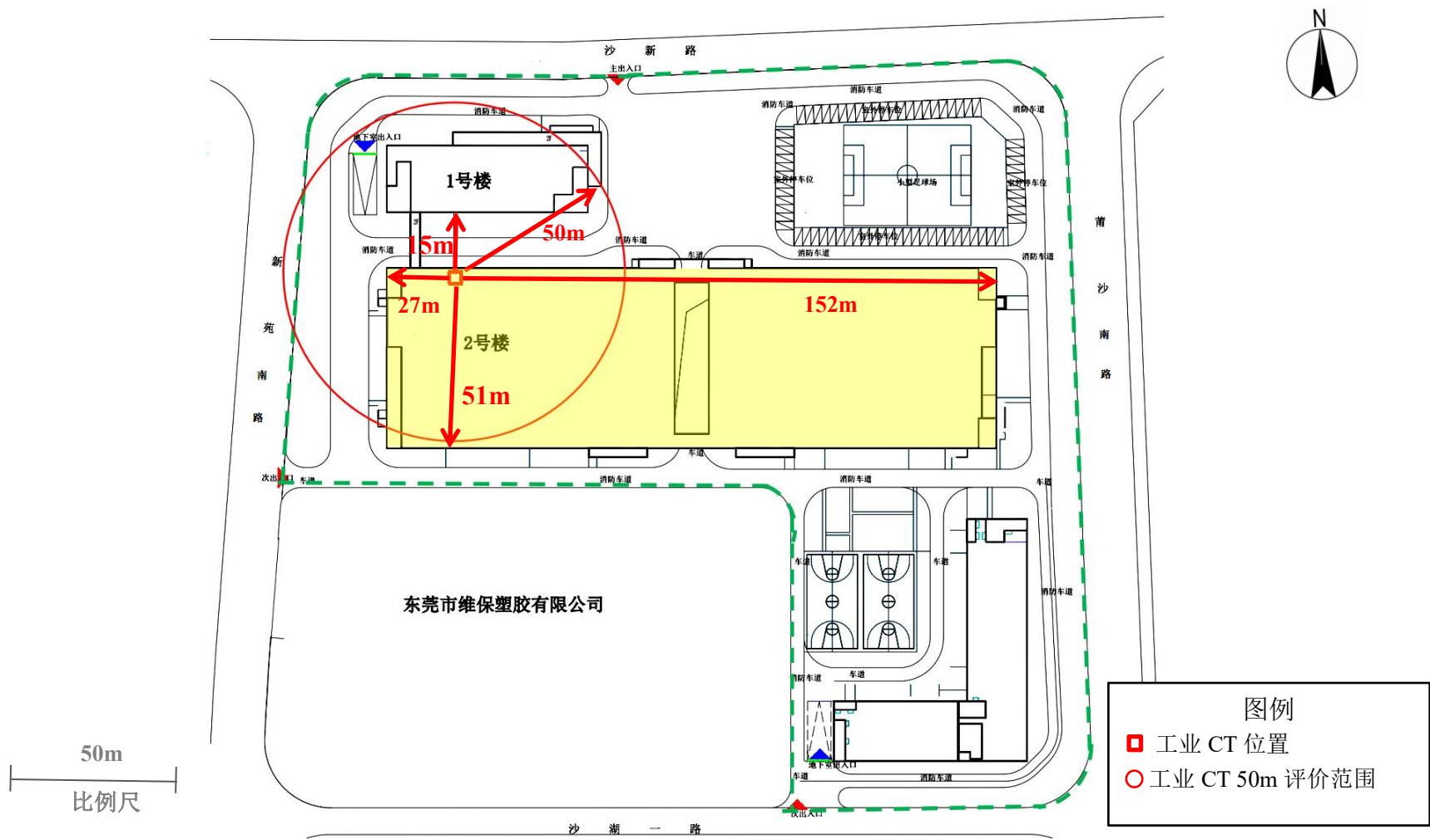


图 1-6 评价项目周边 50m 范围示意图

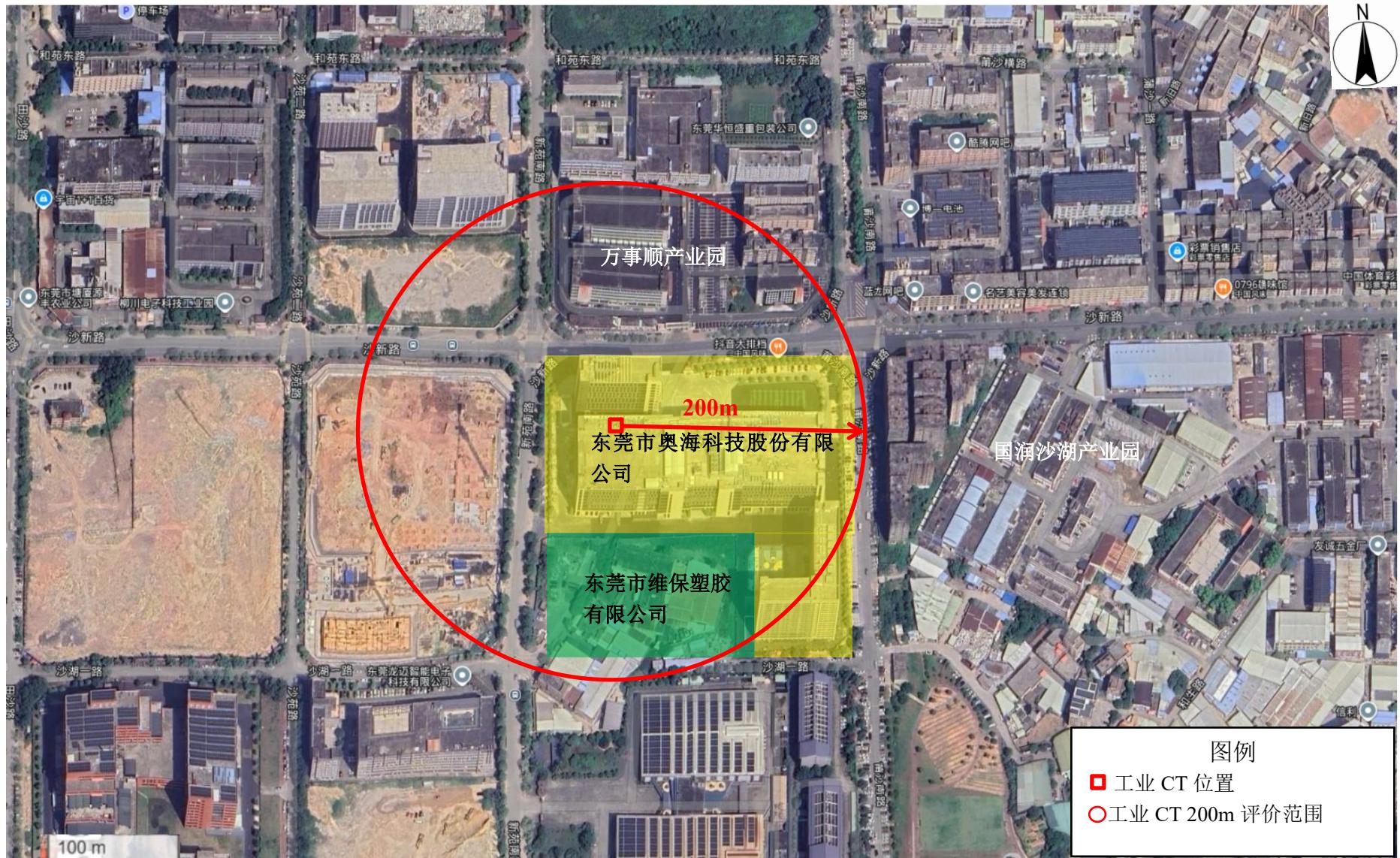


图 1-7 评价项目周边 200m 范围示意图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) X 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等各种类型加速器

序号	名称	类型	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类型	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II 类	1 台	v tome x m300/180	300kV	3mA	充电器、充 电宝、变压 器无损检 测	2 号楼 1 楼 CT 室	自带屏蔽
					180kV	0.88mA			

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (uA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	贮存方 式	数 量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	-	-	微量	微量	-	-	经排风系统排入大气

注: 1. 常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m³; 年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废弃物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg, 或 Bq/m³) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2014年4月24日中华人民共和国主席令第九号公布，自2015年1月1日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过；根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正；根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年6月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2003年6月28日中华人民共和国主席令第6号公布，自2003年10月1日起施行）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年8月31日国务院第104次常务会议通过 2005年9月14日国务院令第449号公布自2005年12月1日起施行，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011年4月18日环境保护部令第18号公布 自2011年5月1日起施行）；</p> <p>(6) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017年第66号）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日环境保护总局令第31号公布；2008年12月6日环境保护部令第3号第一次修正；根据2017年12月20日《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；根据2019年8月22日《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正；根据2021年1月4日《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正）；</p> <p>(8) 《建设项目环境保护管理条例》，（1998年11月29日中华人民共和国国务院</p>
------------------	---

	<p>院令第 253 号发布；根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订。国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>（9）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2020 年 11 月 30 日生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>（10）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年 第 57 号）；</p> <p>（11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号。2019 年 8 月 19 日由生态环境部务会议审议通过，自 2019 年 11 月 1 日起施行）；</p> <p>（12）关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部公告，国环规环评〔2017〕4 号，自 2017 年 11 月 20 日发布并施行）；</p> <p>（13）《广东省未成年人保护条例》（1989 年 2 月 24 日广东省第七届人民代表大会常务委员会第六次会议通过 根据 1997 年 7 月 26 日广东省第八届人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈广东省青少年保护条例〉的决定》修正 2008 年 11 月 28 日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第七次会议修订）（2009 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>（14）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）；</p> <p>（15）《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）；</p> <p>（16）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>（17）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）（2017 年 1 月 1 日实施）。</p>
技术标准	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>（4）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p>

	<ul style="list-style-type: none">(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；(6) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250—2014)及第1号修改单(国卫通〔2017〕23号)；(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)；(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ1326-2023)。
其他	<ul style="list-style-type: none">(1) 《中国环境天然放射性水平》(原子能出版社2015年)；(2) 《辐射防护导论》(原子能出版社1991年)；(3) 《辐射安全手册》(科学出版社2011年)；(4) 委托书。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目建设内容为拟使用 1 台工业 CT（自带屏蔽体），参照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定，“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围，本项目以工业 CT 自屏蔽体外 50m 的范围为评价范围，50m 评价范围图见图 1-6。”

7.2 保护目标

根据评价范围，结合本项目周边环境情况，确定本项目的保护目标是在评价范围内活动的辐射工作人员和公众，故本项目主要考虑的保护目标是在辐射工作场所内的辐射工作人员，以及与辐射工作场所相邻环境中的公众，具体保护目标见表 7-1。

表 7-1 评价项目与 50m 评价范围内保护目标关系

方位	场所描述	居留因子	与 CT 自屏蔽体距离	保护目标类型	影响人数	剂量约束值
南侧	操作位	1	/	辐射工作人员	2 人	$\leq 5\text{mSv/a}$
东侧	机械性能室	1	1.4m	公众	14 人	$\leq 0.25\text{mSv/a}$
	移动电源破坏性测试室	1	22m	公众	3 人	
	移动电源老化室	1/5	30m	公众	2 人	
	移动电源环境实验室	1	33m	公众	2 人	
	移动电源性能测试室	1	39m	公众	6 人	
	办公区	1	44m	公众	20 人	
东南侧	样品管理室	1	11m	公众	1 人	$\leq 0.25\text{mSv/a}$
	防辐射测试室	1	13m	公众	2 人	
	分析测试室	1	16m	公众	4 人	
	老化二室	1/5	16m	公众	2 人	

东南侧	安规室	1	20m	公众	4人	$\leq 0.25\text{mSv/a}$
	自动测试室	1/2	24m	公众	2人	
	IOT 兼容性测试室	1	24m	公众	2人	
	温升室	1/2	27m	公众	2人	
	充电桩性能测试室	1	32m	公众	2人	
	老化一室	1/5	33m	公众	2人	
	充电器性能测试室	1	34m	公众	10人	
	环保室	1	38m	公众	2人	
	电磁兼容室	1	41m	公众	2人	
	会议室	1/5	47m	公众	8人	
南侧	EMI 实验室	1	49m	公众	5人	
	备用室	1/4	4.5m	公众	2人	
	过道	1/5	7.3m	公众	流动	
	服务器电源性能测试室	1	10m	公众	2人	
	阻燃测试室	1	10m	公众	4人	
西南侧	仓库	1/5	33m	公众	5人	
	环境可靠性室	1	10m	公众	10人	
西侧	卫生间	1/8	23m	公众	流动	
	通道	1/5	1.4m	公众	流动	
	2号楼西侧道路	1/16	27m	公众	流动	

北侧	2 号楼北侧道路	1/16	1.1m	公众	流动	$\leq 0.25\text{mSv/a}$
	1 号楼	1	15m	公众	20 人	
正上方	1.5 楼办公室	1	1.9m	公众	18 人	
正下方	地下停车场	1/16	2m	公众	流动	

注：以上距离均为保护目标与工业 CT 自屏蔽体的最近距离；

7.3 评价标准

7.3.1《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

(一) 第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的 特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录) 中规定的相应剂量限值。不应将剂量限 值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），
20mSv；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量， 1mSv；

根据防护与安全最优化原则，结合本项目实际情况，取上述剂量限值的四分之一作为剂量约束值，确定本项目辐射工作人员的年有效受照剂量不大于 5mSv，公众的年有效受照剂量不大于 0.25mSv。

(二) 第 6.4 款 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区,以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）（参考）

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

结合以上屏蔽体外控制水平及表 11-1 本项目关注点辐射剂量率控制水平，本项目设备操作位和设备屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼 CT 室，项目环境现状见图 8-1。

	
CT 室现状	CT 室外南侧备用室
	
过道	CT 室东侧机械性能室



图 8-1 环境现状图

8.2 环境现状评价的对象、监测因子

为调查本项目所在地区域及周围环境辐射水平现状，深圳市赛辐环保科技有限公司于 2025 年 9 月 22 日对项目场址周围进行环境 γ 辐射剂量率现状检测。

(1) 检测因子

环境 γ 辐射空气吸收剂量率

(2) 监测依据和方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

8.3 监测点位

本次检测参照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中的方法布设监测点，结合本项目，本次主要在工业CT周围50m评价范围内有代表性建筑物室内、室外道路等处布设监测点位，开展道路测量时点位设置在道路中心线，开展室内测量时，点位设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置，共布设36个监测点。检测点位示意图见图8-2~图8-3。

8.4 检测仪器

表8-1 检测仪器相关信息

监测机构	深圳市赛辐环保科技有限公司		
仪器名称	环境监测用X、 γ 辐射空气比释动能率仪	仪器型号/编号	NT6101(N50)/5023102
检定日期	2025年8月5日	有效期	2026年8月4日
测量范围	1nGy/h-150 μ Gy/h	能量范围	48keV-3MeV
检定单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心	证书编号	2025H21-20-6048256001-01

8.5 质量保证措施

①、承担本项目环境辐射现状检测的检测机构具备检验检测机构资质认定证书(CMA资质证书编号：202119115732)，检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，充分了解环境 γ 辐射的特点，掌握辐射检测技术和标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位质量管理体系；

②、实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量响应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少1分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。待读数稳定后，约10s间隔读取10个值，并经校正后求出平均值和标准偏差；

③、检测人员经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格；环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少1次送计量检定机构检定，确保在有效期内使用；

④、环境 γ 辐射剂量率测量应选用相对固有误差小的仪器($<\pm 15\%$)；

⑤、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求；

⑥、每次测量前、后均检查仪器，确保处于正常工作状态；

⑦、检测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

8.6 监测结果

建设项目场所环境 γ 辐射空气吸收剂量率现状检测结果见表8-2。

表8-2 建设项目场所环境 γ 辐射空气吸收剂量率现状检测结果

测点 编号	测量 场所	测量点位	测量结果 (nGy/h)	地面 介质	场所 性质
1	拟建 CT 室及周 围环境	拟建 CT 室	127±2	地胶	楼房
2		通道 (CT 西侧 1.4m)	124±2	地胶	楼房
3		备用房 (CT 北侧 4.5m)	137±2	地胶	楼房
4		机械性能室 (CT 东侧 1.4m)	132±2	地胶	楼房
5		移动电源破坏性测试室(CT 东侧 22m)	129±2	地胶	楼房
6		移动电源老化室 (CT 东侧 30m)	132±2	地胶	楼房
7		移动电源环境实验室 (CT 东侧 33m)	128±2	地胶	楼房
8		移动电源性能测试室 (CT 东侧 39m)	128±2	地胶	楼房
9		办公区 (CT 东侧 44m)	134±1	地胶	楼房
10		过道 (CT 南侧 7.3m)	133±1	地胶	楼房
11		阻燃测试室 (CT 南侧 10m)	128±1	地胶	楼房
12		服务器电源性能测试室(CT 南侧 10m)	126±2	地胶	楼房
13		样品管理室 (CT 东南侧 11m)	131±2	地胶	楼房
14		防辐射测试室 (CT 东南侧 13m)	114±2	地胶	楼房
15		分析测试室 (CT 东南侧 16m)	128±2	地胶	楼房
16		IOT 兼容性测试室 (CT 东南侧 24m)	127±2	地胶	楼房

17	拟建 CT 室及周 围环境	充电桩性能测试室 (CT 东南侧 32m)	131±2	地胶	楼房
18		充电器性能测试室 (CT 东南侧 34m)	132±2	地胶	楼房
19		安规室 (CT 东南侧 20m)	125±2	地胶	楼房
20		老化室二 (CT 东南侧 16m)	132±2	地胶	楼房
21		金相切割研磨室 (CT 南侧 15m)	126±2	地胶	楼房
22		环境可靠性室 (CT 西南侧 10m)	125±2	地胶	楼房
23		自动化测试室 (CT 东南侧 24m)	126±2	地胶	楼房
24		温升室 (CT 东南侧 27m)	128±2	地胶	楼房
25		老化室一 (CT 东南侧 33m)	124±1	地胶	楼房
26		环保室 (CT 东南侧 38)	129±1	地胶	楼房
27		电磁兼容室 (CT 东南侧 41m)	134±1	地胶	楼房
28		会议室 (CT 东南侧 47m)	125±2	地胶	楼房
29		EMI 实验室 (CT 东南侧 49m)	128±2	地胶	楼房
30		卫生间 (CT 西南侧 23m)	129±2	瓷砖	楼房
31		仓库 (CT 南侧 33m)	133±2	水泥	楼房
32		1.5 楼办公室 (CT 室正上方)	128±2	地胶	楼房
33		地下停车场 (CT 室正下方)	133±2	地胶	楼房
34		2 号楼西侧道路 (CT 西侧 27m)	120±2	沥青	道路
35		2 号楼北侧道路 (CT 北侧 1.1m)	121±1	地砖	道路
36		1 号楼 (CT 北侧 15m)	136±2	瓷砖	楼房

备注：1、测量时仪器探头朝向地面，距离地面高度为 1m；
 2、表中计算结果已扣除了仪器对宇宙射线的响应值；
 3、现场检测时周围设备处于关机状态；
 4、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 $C_{J\times}$ （仪器检验源效率因子 $E_{J\times}$ ×读数平均值 X -屏蔽因子 $\mu_{c\times}$ ×测点处仪器对宇宙射线的响应值），校准因子为 0.98，仪器检验源效率因子取 1(仪器无检验源)，屏蔽因子楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。

注 1：我公司在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底测量，读取了 60 个数据进行计算，结果为 32nGy/h，保留两位有效数字。

注 2： a、项目经纬度：东经 114°03'43"北纬 22°46'20"海拔 47.3m。

b、万绿湖的经纬度：东经 114°35'39" 北纬 23°47'22"海拔 99.5m。

依据 HJ61-2021 海拔高度 \leq 200m, 经度差别 \leq 5°, 纬度 \leq 2°, 可以不进行测量点的仪器对宇宙射线的响应值修正。

8.7 监测结果评价

从表 8-2 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 114~137nGy/h 之间，室外道路环境 γ 辐射空气吸收剂量率值为 120~121nGy/h 之间。

对照《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社 2015 年）中惠州地区室内和室外的天然贯穿辐射剂量率的调查研究结果（东莞市当时隶属于惠州市管辖）：东莞市室内辐射剂量率范围为 77.4~264.1nGy/h；室外道路辐射剂量率范围为 50~176.8nGy/h。可见本评价项目拟建区域环境 γ 辐射剂量率与《中国环境天然放射性水平》辐射剂量率本底基本处于同一水平，未见异常。

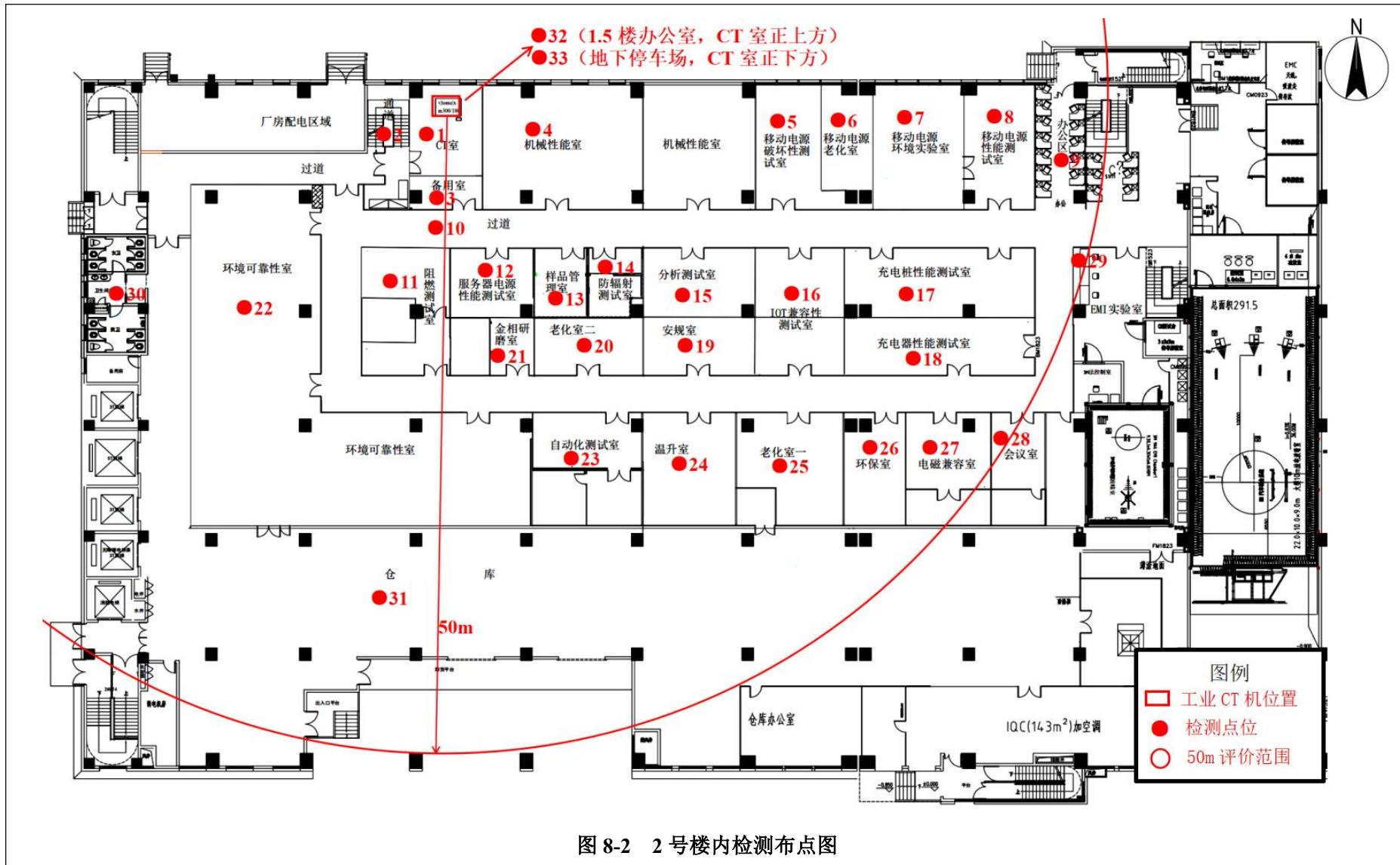


图 8-2 2 号楼内检测布点图

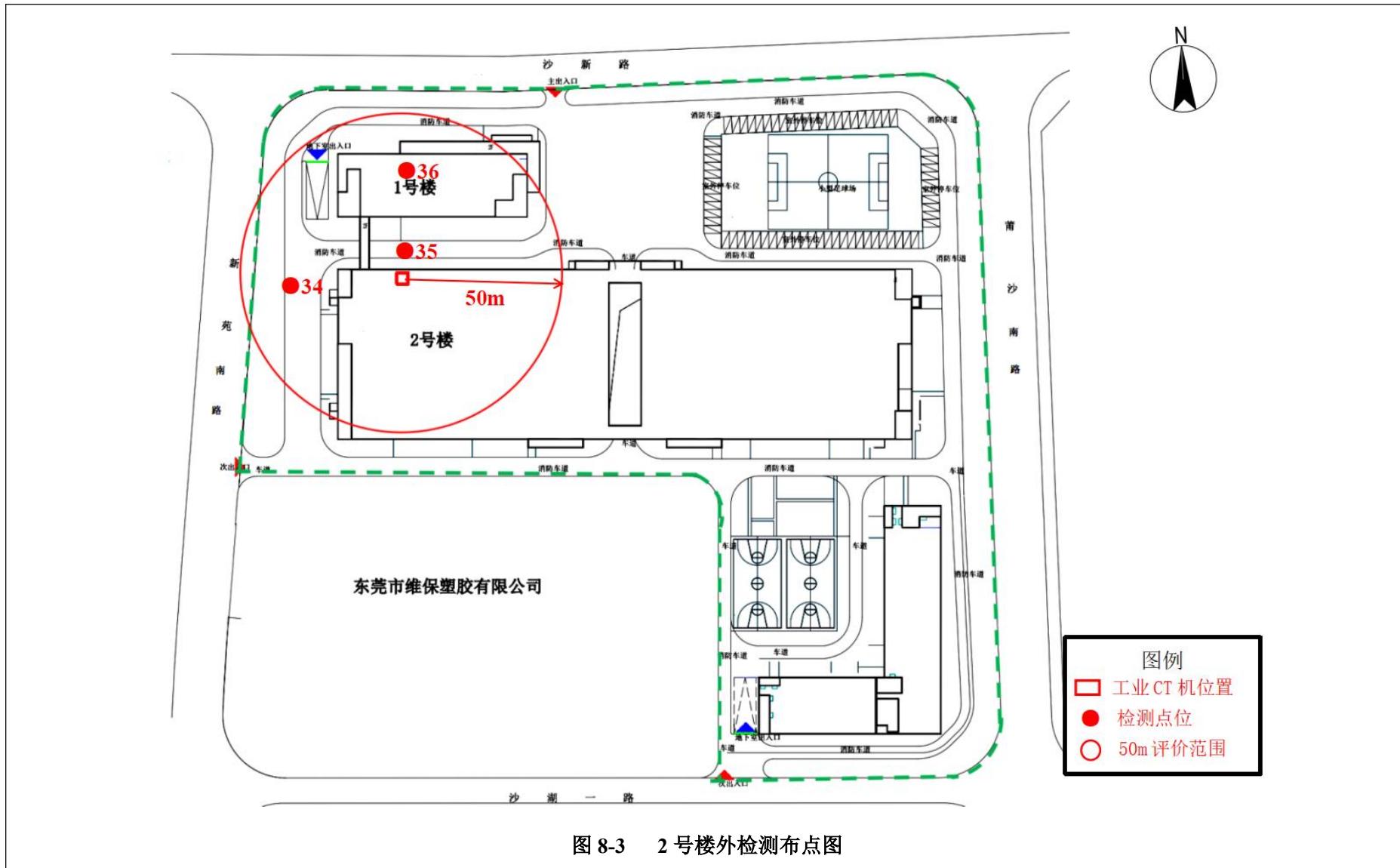


表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

(1) X 射线产生原理

X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷。其中 X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出光子，形成 X 光谱中的特征辐射。

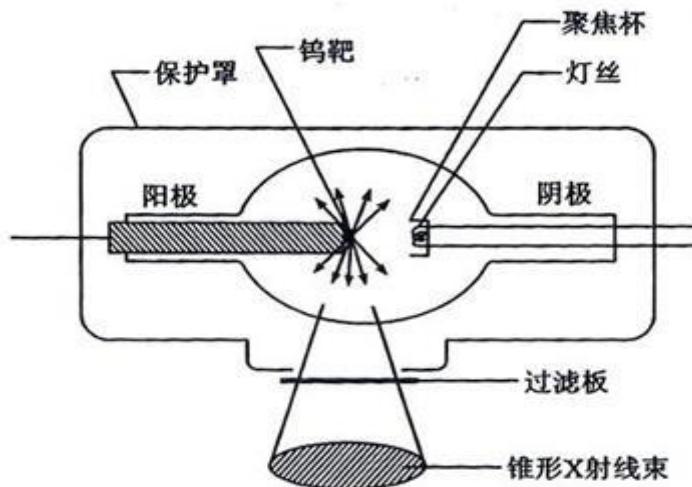


图 9-1 X 射线管示意图

从 X 射线管阴极上射在钨靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压，产生的 X 射线最高能量等于电子的动能。X 射线管产生的 X 射线的强度与靶物质的原子序数 Z 成正比，与电子流强度 I 成正比，与电子加速电压（管电压）U 的平方成正比。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。一般 X 射线机的管电压（峰值）从几十千伏至几百千伏。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射

线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

(2) 工业 CT 工作原理

电子计算机断层摄影(Computedtomography，简称 CT)是电子计算机和 X 射线相结合的一项无损检测新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面(被检测对象的薄层，或称为切片)的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 一般由射线源、扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。与射线源紧密相关的准直器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。

探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

9.1.2 设备组成

本项目工业 CT 主要由辐射防护舱、电器装置箱、两个 X 射线管、试样操作器、探测器、真空系统、高电压发生器、操作台和控制系统构成，其中 X 射线管由阳极和阴极组成，设备 X 射线管和探测器均为固定位置，主射线朝向左侧探测器，载物台可前后移动范围 300mm，左右移动 600mm，上下移动 400mm。连通电源，打开装载门后，放置工件于载物台，关闭装载门，当装载门关闭后打开 X 射线，进行扫描得到图像，载物台 360° 旋转，以获得每个位置的 3D 图像。本项目工业 CT 外观图示意图如图 9-2 所示，后部示意图如图 9-3，内部构造示意图如图 9-4 所示。

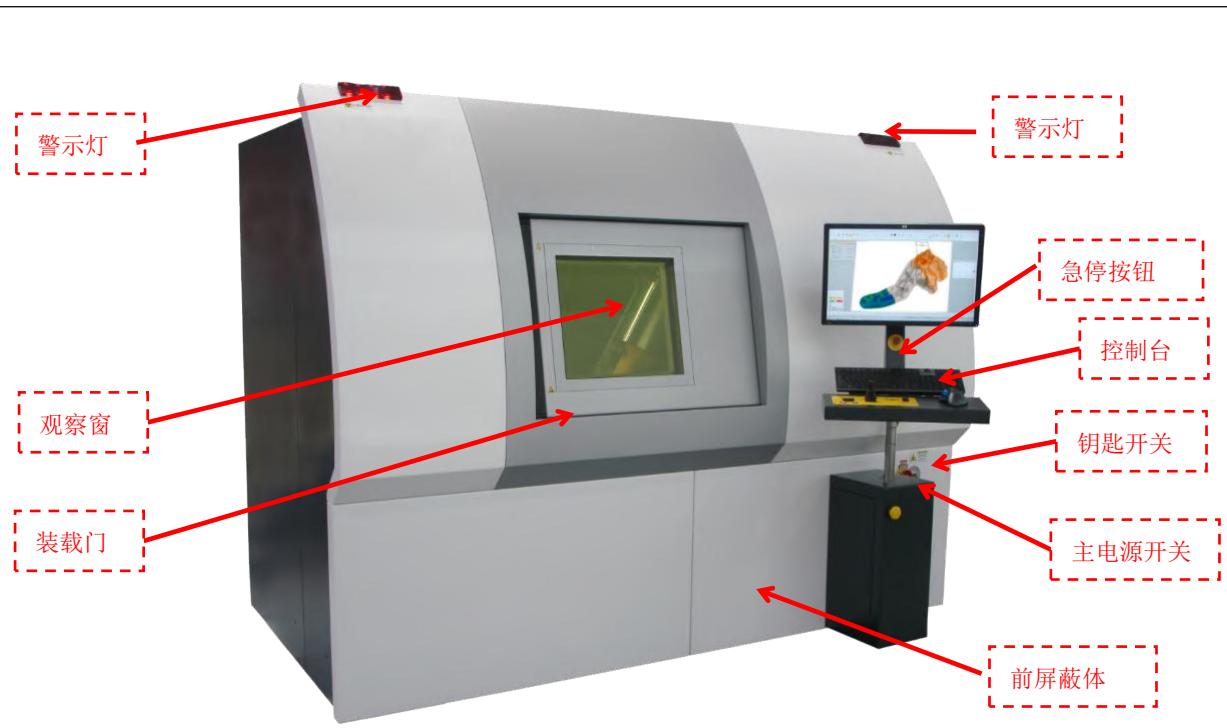


图 9-2 本项目工业 CT 外观示意图（正面）



图 9-3 本项目工业 CT 后部示意图（背面）



图 9-4 本项目工业 CT 内部结构示意图

本项目工业 CT 内部配置 2 套 X 射线管出束系统, 但外接高压电缆单次只能接入一套高压系统, 需要通过按钮实现 X 射线管之间的切换, 工业 CT 单次只能一个 X 射线管出束, 只能选择 300kV 或 180kV 一种能量档, 工作人员根据待检工件的密度和厚度可选择不同能量档球管进行无损检测, 一般密度大或者较厚的工件, 且不需要特别高的分辨率时, 选用 300kV 球管, 而产品密度较小或厚度较薄时, 选用 180kV 球管。X 射线管均安装在固定位置, 不可移动, 主射线朝向左侧探测器。

9.1.3 工艺流程和产污环节

本项目工业 CT 为双射线管配置, 自带屏蔽体, 待检工件通过打开装载门放入屏蔽体内进行检测, 装载门采用手动方式关闭, 关闭后无法直接打开, 可通过辐射屏蔽舱前面的一个开关阀及操作面板解锁后才能打开, 人员不能进入屏蔽体内部。操作人员放置好工件、关闭好装载门、设置好检测参数后, 设备可自动完成分析测试工作, 自动保存分析数据。X 射线出束期间, 操作人员一般位于设备正面外侧的操作位, 出束期间无需人员干预。检测工艺流程及产污环节见图 9-5。

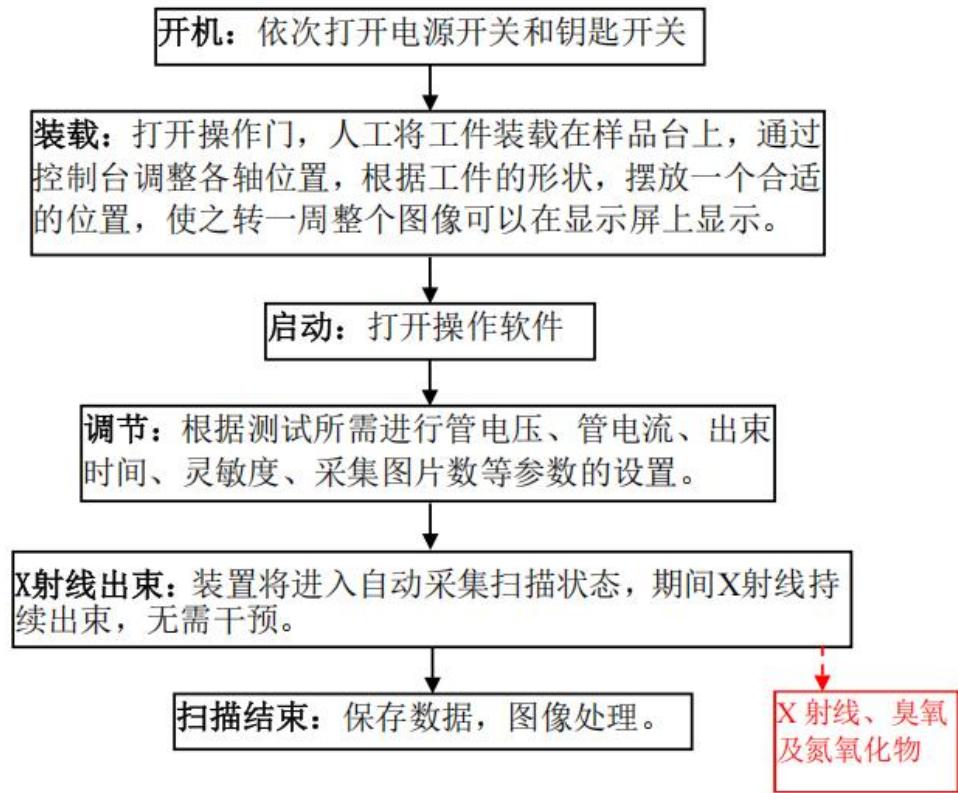


图 9-5 本项目工业 CT 工艺流程图及产污环节示意图

结合本项目的操作流程，可分析得出本项目的涉源环节、污染源、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-1。

表 9-1 产污环节分析一览表

产污环节	X 射线出束，样品检测和分析环节
污染源	X 射线、臭氧、氮氧化物
受本项目污染源影响的主要人群	操作该装置的工程师（辐射工作人员）

9.1.4 人员配置和工作负荷

本项目工业 CT 拟配备 2 名辐射工作人员，1 名辐射工作人员已通过生态环境部辐射安全与培训平台辐射安全与防护培训和考核，取得了合格证；另外 1 名辐射工作人员尚未确定，项目投入使用前，未取得证书的辐射工作人员需通过生态环境部辐射安全与培训平台辐射安全与防护培训和考核，取得合格证后方可从事 II 类射线装置操作。

根据建设单位提供信息，本项目工业 CT 正式投入使用后，每个样品检测分析时间约 30min，每天最多 16 个样品，每日最大出束时间 8h，每周工作 5 天，每周最大出束时间约 40h，一年 50 周，每年工作 250 天，则年最大出束时间约为 2000h。

9.2 污染源项描述

1、污染因子

工业 CT 在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线及少量臭氧。因此，本项目营运期产生的主要污染物为：①工业 CT 工作时产生的 X 射线；②工业 CT 工作过程中产生少量的臭氧和氮氧化物。

2、正常工况

本项目工业 CT 的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

3、事故工况

本项目使用的设备在事故工况下，可能产生辐射影响的情形有以下几点：

- (1) 装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
- (2) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射；
- (3) 设备屏蔽体破损引起辐射泄漏，导致周围活动人员受到意外照射。

9.3 源强分析和参数

本项目工业 CT 配置两套 X 射线管，单次只能接入一个 X 射线管出束。距辐射源点（靶点）1m 处输出量根据《辐射防护导论》附图 3 查出，距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 查出，其余参数信息均由设备厂商提供，源强参数见表 9-2。

表 9-2 本项目工业 CT 源强参数

参数	300kV 射线管	180kV 射线管
X 射线管最大管电压	300kV	180kV
X 射线管最大管电流	3mA	0.88mA
滤过条件	0.5mmBe+0.5mmCu	0.4mmBe+0.5mmCu
距辐射源点（靶点）1m 处输出量	24mGy·m ² /(mA·min)	8.4mGy·m ² /(mA·min)
距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$

有用线束角度	25°	180°
辐射源至工件的距离	8mm-600mm	8mm-600mm

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射工作场所分区管理

(1) 工作场所布局

本项目工业 CT 拟在广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼 CT 室使用, 便于辐射防护和安全管理, 切实做好辐射安全防护工作, CT 室设置专门的门禁管理系统, 只有授权人员方可进入, 工业 CT 为自带屏蔽体的 X 射线装置, 工业 CT 相邻区域无敏感人群聚集区, 辐射工作人员操作位不在有用线束方向, 工业 CT 场所布局合理。

(2) 分区依据和原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 相应的要求, 对辐照工作场所划分为控制区、监督区, 并实行两区管理制度。

控制区: 在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散, 以及在一定程度上预防或限制潜在照射, 要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的适当位置处设立醒目的警告标志, 并给出相应的辐射水平和污染水平指示。

确定控制区的边界时, 应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小, 以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

对于范围比较大的控制区, 如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大需要实施不同的专门防护手段或安全措施, 则可根据需要再划分出不同的子区, 以方便管理。

监督区: 未被确定为控制区, 正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施, 但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记; 并定期检查工作状况, 确认是否需要防护措施和安全条件。

(3) 本项目分区管理情况

根据控制区和监督区的定义, 本项目工业 CT 自带屏蔽体, 按防护要求, 将工业 CT 屏蔽体内部区域划为控制区, 该区域密封在设备结构材料内部, 人员无法到达, 在控制区边界适当位置处设置警戒线、并设立醒目的符合相关规定的警告标志(禁止进入标识), 运用行政管理程序, 如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障(包括门锁和联锁装置)限制进出控制区。

根据辐射防护与安全最优化的原则, 将控制区外, CT 室内的其他区域划为监督区, 该区域无需专门的防护手段或安全设施, 但需要对职业照射条件进行监督, 正常工况下, 辐射工作人员佩戴个人剂量计, 本项目 CT 室拟设置门禁系统, 监督区边界设置当心电

离辐射警示标识，射线装置出束照射状态下禁止无关人员进入监督区。

本项目辐射工作场所两区划分见图 10-1，工业 CT 身红色区域为控制区，黄色区域为监督区。

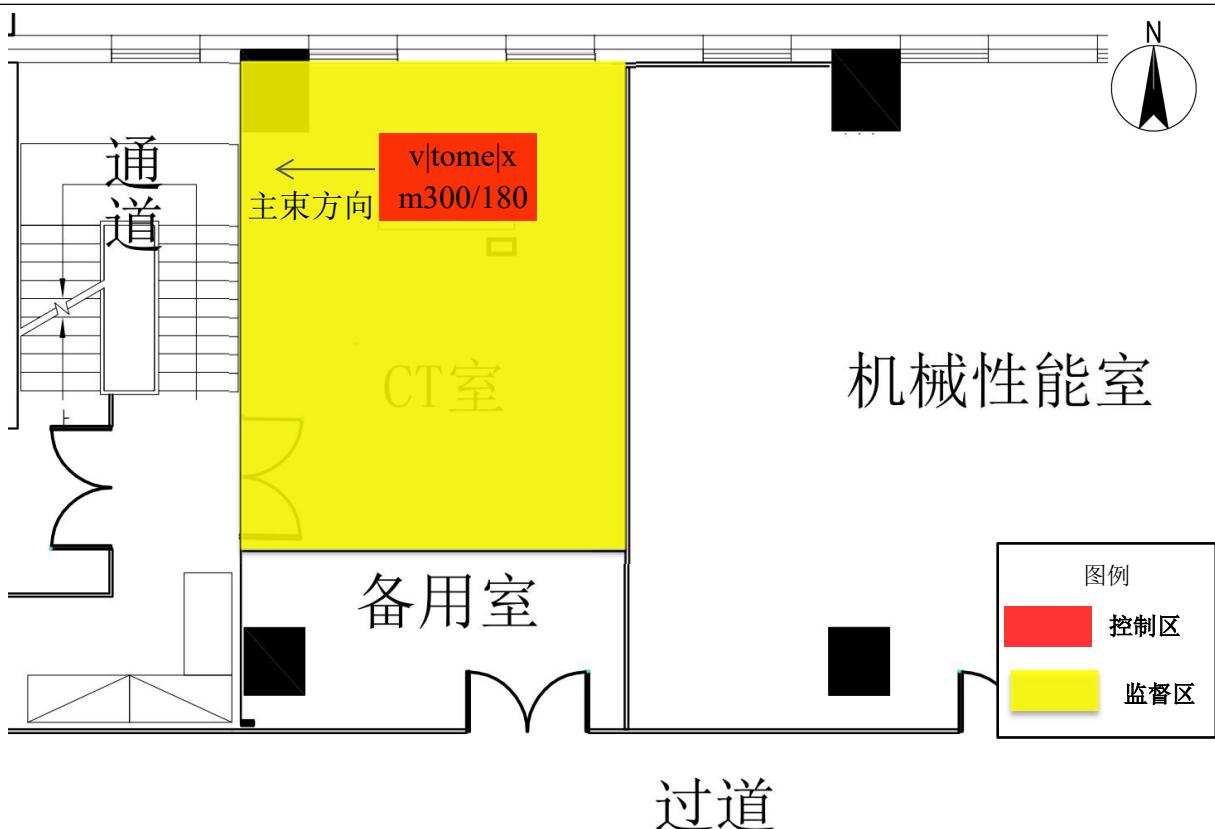


图 10-1 工业 CT 辐射工作场所分区示意图

10.2 工业 CT 自带辐射安全与防护措施

本项目工业 CT 自带屏蔽体，三视图如图 10-2 至图 10-4 所示，结构和屏蔽参数见表 10-1。

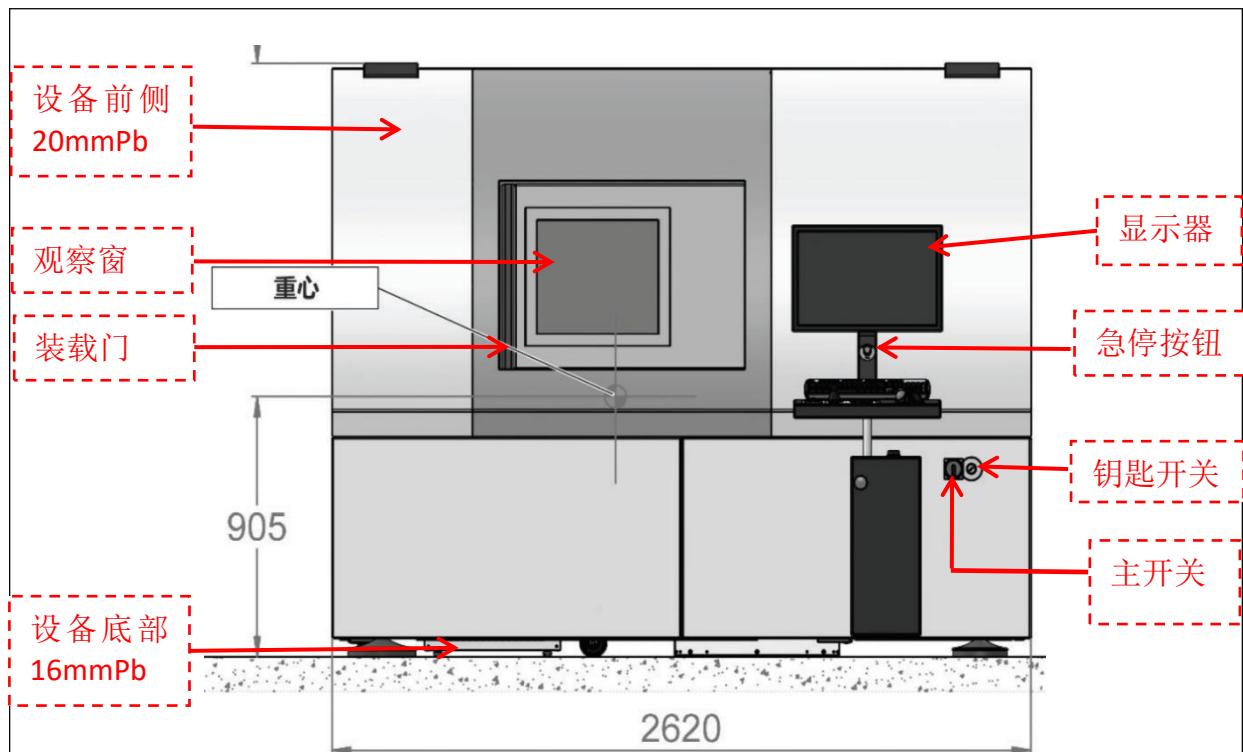


图 10-2 本项目工业 CT 正视图

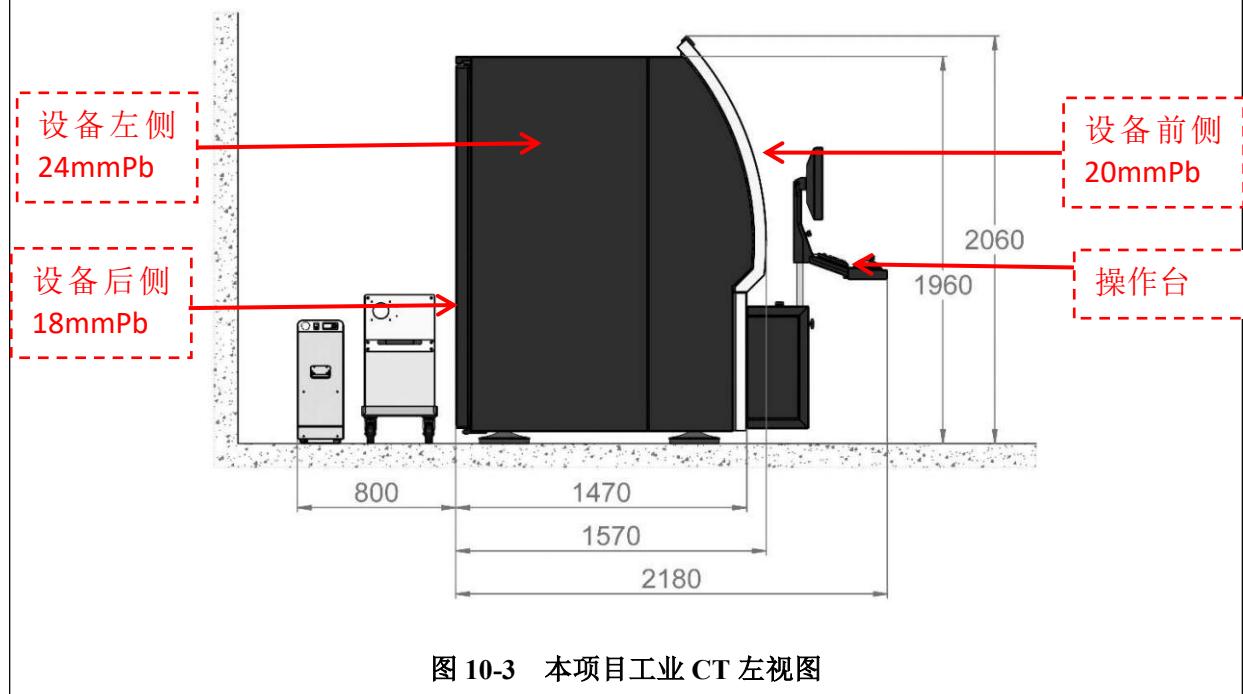


图 10-3 本项目工业 CT 左视图

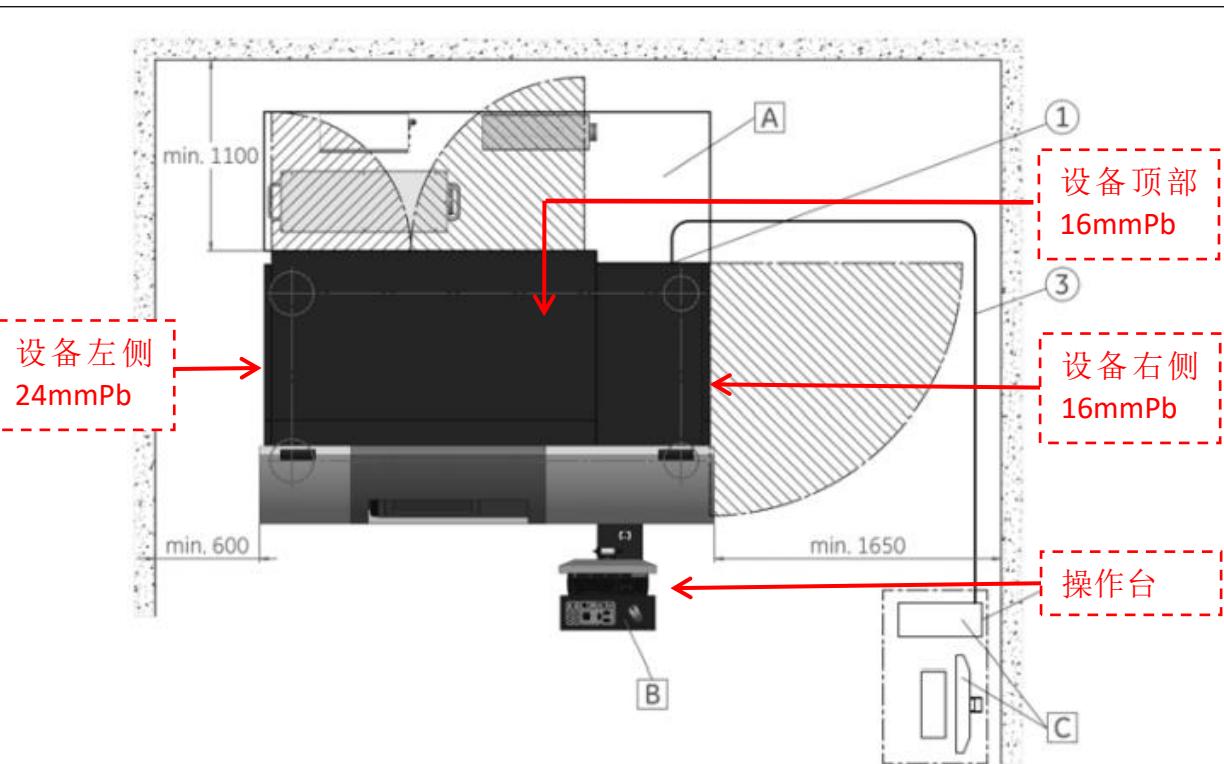


图 10-4 本项目工业 CT 俯视图

表 10-1 本项目工业 CT 防护性能参数表

项目	设计情况
设备尺寸	长×宽×高=2620mm×1570mm×2060mm
前面	钢板内嵌 20mm 铅板
后面	钢板内嵌 18mm 铅板
左侧	钢板内嵌 24mm 铅板
右侧	钢板内嵌 16mm 铅板
顶部	钢板内嵌 16mm 铅板
底部	钢板内嵌 16mm 铅板
观察窗	18mm 铅当量特种玻璃
装载门	钢板内嵌 20mm 铅板

备注：观察窗铅当量为设备最大管电压条件下转换所得。

10.3 辐射防护设施

(1) 自屏蔽设施

本项目工业 CT 自带屏蔽体，屏蔽体由厂家针对射线特征设计和制造，人员无需进入设备内操作。

(2) 安全联锁装置

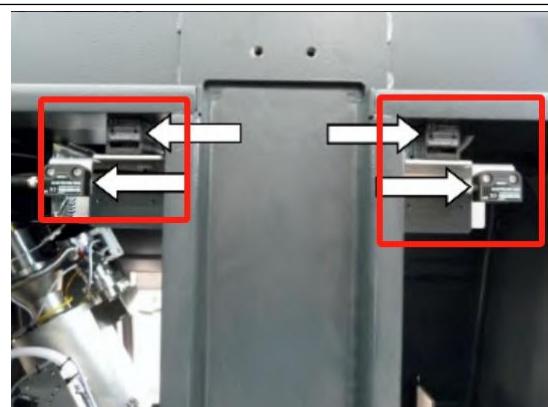
本项目工业 CT 设有安全联锁系统，装载门和两扇维护门上各自分别安装有两个安全开关，它们作用于两个相互独立的安全回路。打开门会中断高压发生器的主供电，无法再生成 X 射线，另外，还会停止试样操作器；设备运行过程中，装载门和检修门被外力开启时，会中断高压发生器的主供电，X 射线立即停止出束。



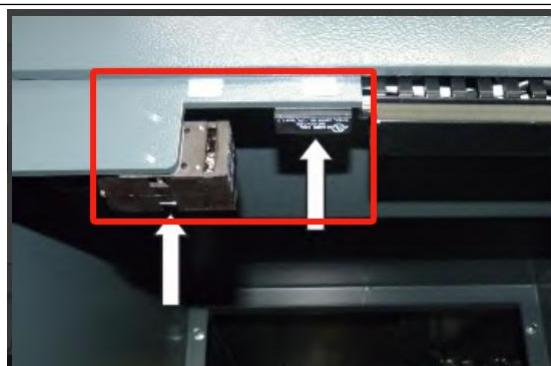
装载门安全开关（左侧）



装载门安全开关（右侧）



后部维护门安全开关



右侧维护门安全开关

图 10-5 安全联锁开关位置示意图

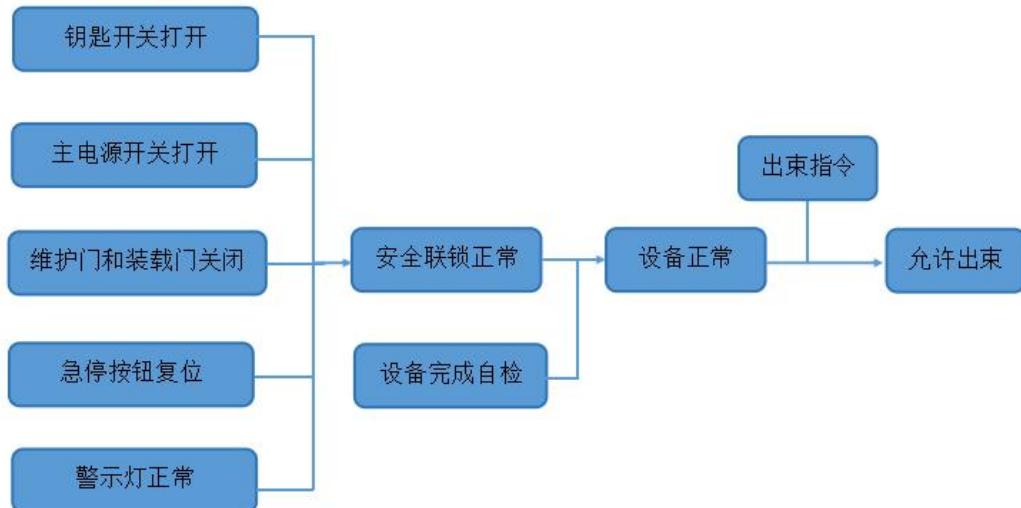


图 10-6 联锁逻辑示意图

(3) 警示设施

本项目工业 CT 自带有警示灯，在设备左前、右前方以及辐射防护舱背面左上方分别安装了一个警示灯，X 射线出束时警示灯将闪烁进行警示；

建设单位拟在设备的正面装贴电离辐射标志，在监督区边界设置“当心电离辐射”的中文工作警示牌。

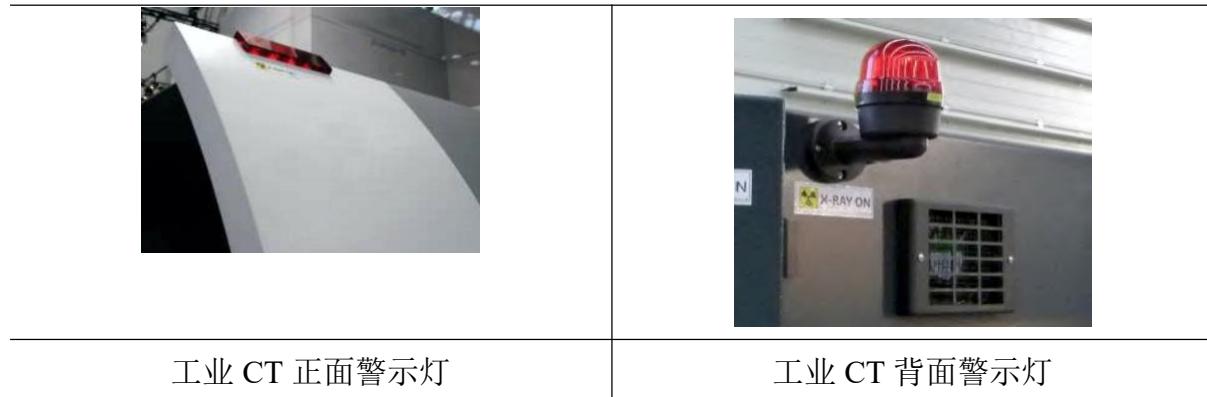


图 10-7 警示灯

(4) 多重开关

本项目工业 CT 设有钥匙开关、主电源开关，只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束。

(5) 紧急停机按钮

本项目工业 CT 急停按钮位于设备控制台处，设备内部也安装有 1 个急停按钮，急停按钮设置处计划张贴“急停按钮”中文标识，急停按钮无任何遮挡物存在，在出现紧

急情况时，按下紧急停机按钮，可以立即切断设备电源，X射线停止出束。

(6) 排风设计及管线设计

排风设计：本项目工业CT辐射防护舱内无排风装置；

管线设计：本项目工业CT管线口位于设备右侧电气装置箱内，在穿线口外侧进行18mm厚铅罩进行屏蔽补偿，射线经防护罩衰减和散射后，遮罩箱体外部的辐射剂量处于安全水平，本项目管线防漏设计合理。

(7) 监测设备

建设单位拟配置1台便携式X、 γ 剂量率仪，2台个人剂量报警仪，并配备2枚个人剂量计，可满足工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。工作期间，个人剂量报警仪保持开机状态，当个人剂量报警仪报警时，应立即切断电源，停止使用该设备，并立即向辐射工作负责人报告。

使用便携式X、 γ 剂量率仪每月对工业CT外表面进行巡测，做好监测记录，如有异常（辐射剂量率超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ），立即停止工作，查找原因，进行整改。如确定设备的屏蔽质量出现问题，应及时通知厂家对设备进行维修，并委托有资质的机构对维修后的设备的辐射安全性进行检测，确保辐射水平达标后方可继续开展工作。

(8) 视频监控

建设单位在CT室内安装视频监控，可观察CT室内人员活动情况。

10.4 辐射安全防护设施对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)对本项目的辐射安全与防护措施。安全操作各项实施计划进行分析，对照分析表见表10-2。

表 10-2 辐射安全与防护实施对照分析表

《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)	本项目情况	评价结果
4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。 4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.6 应制定辐射事故应急预案。	建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全管理，并定期组织辐射工作人员参加辐射安全防护及相关法律法规的培训工作，定期组织辐射工作人员的职业健康体检及个人剂量监测等。建设单位拟将各项辐射安全管理规章制度和设备操作规程张贴于工业CT表面醒目位置，辐射工作人员将严格按照操作规程操作，避免事故发生。建设单位《辐射	满足要求

	事故应急预案》符合辐射事故应急预案内容的要求，可满足本项目建成后辐射事故突发时的应急需求。	
4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	本项目辐射工作人员按要求进行职业健康监护，配备个人剂量计并定期送检，建设单位将配置 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，2 台个人剂量报警仪和配备 2 个个人剂量计，满足日常人员防护的需求。工作人员使用工业 CT 时，佩戴个人剂量计并确保个人剂量报警仪处于开机状态。	满足要求
6.1.1 探伤室设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目设备为成套自屏蔽工业 CT，操作台设置在屏蔽体外，设备有用线束朝向左侧照射，操作位位于设备右前侧，不在有用线束方向。	满足要求
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	建设单位将对工作场所实施分区管理，具体的分区方案见表 10 第 1 节“辐射工作场所分区管理”。	满足要求
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足： a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ； b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	根据表 11 的理论计算，射线装置屏蔽体的辐射屏蔽均满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。	满足要求
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目工业 CT 带有安全联锁装置，门在打开或者没有关闭到位的情况下，高压电源无法打开；门打开时高压电源将立即关闭，重新关闭后无法自动打开高压电源。人员无法进入设备内部。	满足要求
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持	本项目工业 CT 自带工作状态指示灯，工作状态指示灯与 X 射线出束状态联锁，X 射线出束时，警示灯闪烁；本项	满足要求

续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	目工业 CT 人员无需进入操作，故 CT 未设置声音提示装置。	
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目工业 CT 设有观察窗，可观察设备内部情况，且建设单位在 CT 室内安装视频监控，可观察 CT 室内人员活动。	满足要求
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	建设单位拟在工业 CT 正面电离辐射警告标志和中文警示说明。	满足要求
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目工业 CT 设有急停按钮。紧急停机按钮设置处无任何遮挡物存在，在出现紧急情况（如防护门安全联锁发生故障）时，按下紧急停机按钮，可以立即切断设备电源，X 射线停止出束，此时工作人员可手动打开防护门。	满足要求
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目工业 CT 使用场所设计有排风系统。能保证每小时有效通风换气次数大于 3 次（排风设计见表 10.6）。	满足要求
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟配置 1 台便携式 X、γ 剂量率仪，2 台个人剂量报警仪，可以满足实时监测和报警的要求	满足要求
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	在每次使用前，应检查射线装置防护门-机联锁装置、指示灯等防护安全措施，确保安全联锁装置在正常运作状态下进行出束操作。	满足要求
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进	建设单位要求工作人员开机前需佩戴个人剂量计，并打开个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，辐射工作人员应立即按下急停开关、切断设备物理电源，远离工业 CT。同时阻止其他人靠	满足要求

入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	近设备，并立即向辐射防护负责人报告。	
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位拟每月测量一次设备屏蔽体外及周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止工作并向辐射防护负责人报告。	满足要求
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	本项目工业 CT 属于小型自屏蔽式射线装置，人员无需进入到设备内部操作，且只有在防护门正常关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开启设备自检并正常出束。	满足要求
10.5 日常检查和维护		
10.5.1 日常检查		
设备工作前检查项目应包括：		
<ul style="list-style-type: none"> (1) 射线装置外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 装载门、检修门是否正常关闭； (4) 安全联锁是否正常工作； (5) 报警设备和警示灯是否正常运行； (6) 螺栓等连接件是否连接良好。 		
10.5.2 设备的维护		
射线装置的维护应符合下列要求：		
<ul style="list-style-type: none"> (1) 使用单位应对射线装置的维护负责，每年至少维护一次。维护应由受过专业培训并取得相应资质的设备厂商进行； (2) 维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查； (3) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； (4) 应做好设备维护记录。 		
10.6 三废的治理		
X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐		

射工作场所空气中的有害气体含量增加，浓度较高的臭氧会对人体造成危害。参照国家标准《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022) 的相关规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

本项目工业 CT 为自屏蔽射线装置，人员不能进入到设备内部操作，工作时操作人员处于辐射工作场所操作位位置，工业 CT 辐射防护舱内未设置排风装置，辐射防护舱内气体主要通过设备线缆口和人员取放工件开启装载门时进行自然通风。为保持辐射工作场所内空气流通，建设单位在 CT 室顶部安装机械排风装置，废气经管道至楼顶排风口排放，排风口无人员到达，避开人员活动密集区；

CT 室容积约 111m³，排风量设计为 1700m³/h，排风装置在工作期间保持开启，根据换气次数=排风量/区域容积，每小时有效通风换气次数约 15 次。能保证每小时有效通风换气次数大于 3 次要求。

本项目工业 CT 采用数字成像方式，在显示屏上直接显示测试结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物，无放射性三废产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目工业 CT 只有在使用过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

在安装相应的配套辅助设施时，会有一定的固废、噪声等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、施工噪声等，施工单位应按照相关规定对建设期产生的一般环境污染进行治理，如：建筑垃圾应分类堆放并及时处理；如需使用噪声较大的工具进行施工，应尽量选择在周末等人员较少的时间内短期施工，通过以上措施使本项目在施工阶段对周围环境的影响可控。

本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，周围无环境敏感点，因此对环境的影响不大。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目工业 CT 自带屏蔽体。使用过程中所有涉及 X 射线出束的操作，在固定场所中完成。本项目不需要进行洗片等工序，因此无放射性废水产生，不会对环境造成污染；工业 CT 运行工程中产生的臭氧及氮氧化物经机械排风装置及时排向大气，不会对 CT 室内工作人员产生影响。项目运行噪声小，对项目所在地声环境无影响。

11.2.1 辐射屏蔽剂量参考控制水平

参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中 6.1.3 款和 6.1.4 款，设备屏蔽体外表面的辐射屏蔽剂量率参考控制水平应同时满足：

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

- a) 关注点的周围剂量当量率参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 3.1.1 款给出的 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 计算公式：

$$H_{c,d}=H_c/(t.U.T) \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)；

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)；

U—探伤装置向关注点照射的使用因子；

T—人员在关注点驻留的居留因子。

根据关注点所在环境性质，利用公式计算导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ，确定关注点最终的周围剂量当量率控制水平，其中，设备屏蔽体体外 30cm 处作为辐射水平关注点，本项目导出剂量率参考控制水平计算参数和结果详见表 11-1。

表 11-1 关注点的导出剂量率参考控制水平及计算参数

关注点	H_C ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	使用因子 U	人员居留 因子 T	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$H_{C,\max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
周照射时间为 40h						
操作位	100	1	1	2.5	2.5	2.5
设备前侧	100	1	1	2.5	2.5	2.5
设备后侧	100	1	1/16	40	2.5	2.5
设备左侧	100	1	1/16	40	2.5	2.5
设备右侧	100	1	1/16	40	2.5	2.5
设备顶部	100	1	/	/	2.5	2.5
设备底部	100	1	/	/	2.5	2.5

11.2.2 理论计算公式

本项目工业 CT 屏蔽体的辐射防护屏蔽措施的防护性能采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其他相关计算公式进行分析评价，相关计算公式如下：

（1）有用线束的屏蔽

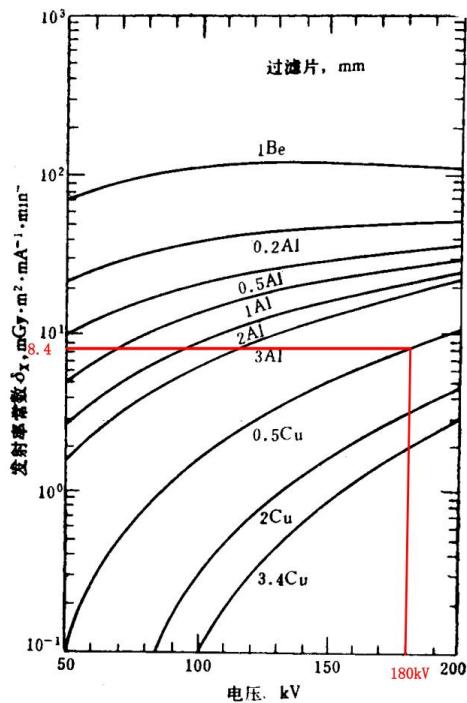
对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_1 = \frac{\dot{H}_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-2})$$

\dot{H}_1 ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

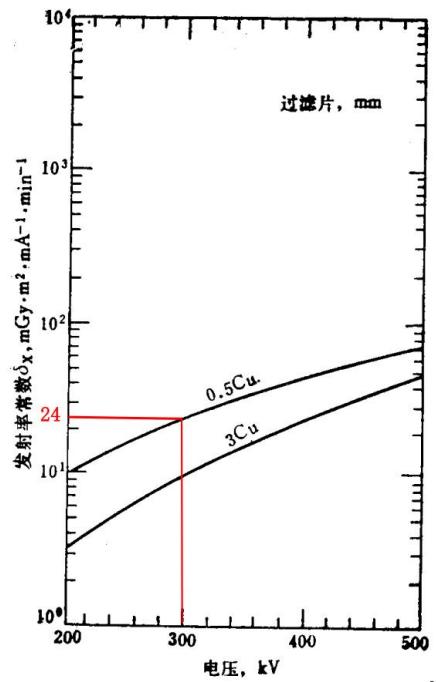
\dot{H}_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目工业 CT 滤过条件为 0.5mmBe+0.5mmCu（300kV 射线管）、0.4mmBe+0.5mmCu（180kV 射线管），参考《辐射防护导论》附图 3、附图 4 中 0.5mmCu 的曲线（见图 11-1、图 11-2），180kV 射线管距辐射源点 1m 处的输出量取 8.4 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ 、300kV 射线管距辐射源点 1m 处的输出量取 24 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ 。

由 ICRP33 可知，在进行屏蔽计算时， Sv/Gy 以等量值进行换算，本报告中换算系数取 1。



附图 3 恒定电压为 50~200kV 时 X 射线机的发射率常数 δ_x

图 11-1 不同滤过条件和电压下的距辐射源点 1m 处的输出量（选自《辐射防护导论》附图 3）



附图 4 恒定电压为 200~500kV 时 X 射线机的发射率常数 δ_x

图 11-2 不同滤过条件和电压下的距辐射源点 1m 处的输出量（选自《辐射防护导论》附图 4）

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B——辐射屏蔽透射因子。

（2）屏蔽透射因子

屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射因子 B 的关系如下：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots \text{式 (11-3)}$$

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——相关屏蔽物质半值层或什值层厚度见根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表 B.2。

给定屏蔽物质厚度 X，由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中均未给出本项目工业 CT 滤过条件和各管电压下对应铅的什值层数据，其附录 B 中也未给出在本项目条件下的透射因子 B。参考《辐射安全手册》图 6.4 中相应的屏蔽物质的什值层数据（见图 11-3），根据公式（11-3）算出屏蔽透射因子 B。

• 146 • 辐射安全手册

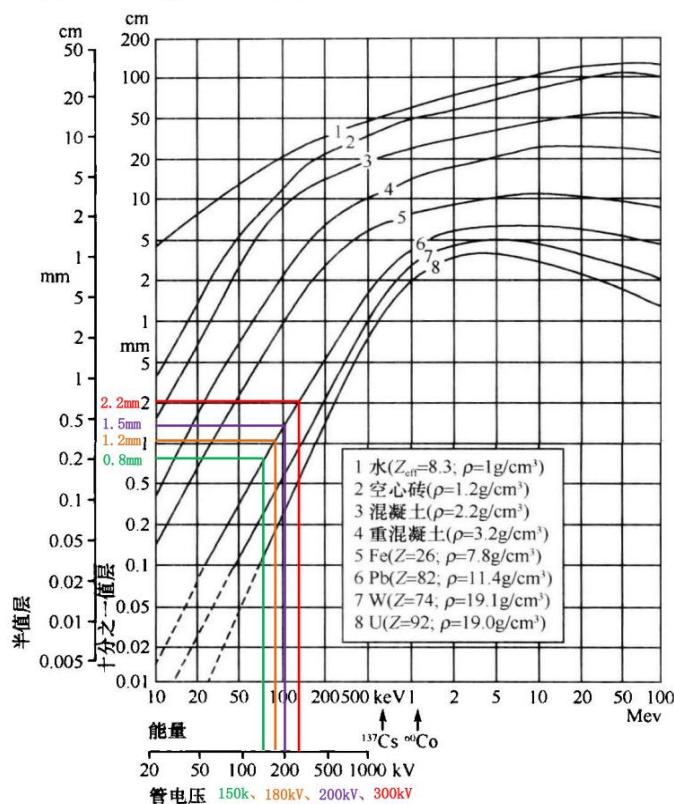


图 6.4 屏蔽材料的平均半值层和十分之一值层

图 11-3 X 射线在铅中什值层厚度（选自潘自强《辐射安全手册》图 6.4）

(3) 泄漏辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_2 = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-4})$$

\dot{H}_2 ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

\dot{H}_L ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B——辐射屏蔽透射因子；

(4) 散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_3 = \frac{\dot{H}_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-5})$$

\dot{H}_3 ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

\dot{H}_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；本项目取最近距离 0.008m；

R_s ——散射体至关注点的距离，m，与 R 近似相等；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

B——辐射屏蔽透射因子；

F—— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.3 可知（见图 11-4），本项目工业 CT 最大管电压为 300kV（300kV 射线管）、180kV（180kV 射线管保守参考 200kV 管电压取值），因此 α 取 $1.9E-03 \times 10000 / 400 = 0.0475$ 。

管电压 kV	90°散射角的 α_w
150	1.6 E-3 ^b
200	1.9 E-3 ^b
250	1.9 E-3 ^b
300	1.9 E-3 ^b
400	1.9 E-3 ^c

^a 4.2.3 中的散射因子 α 可保守地取为 $\alpha_w \cdot 10000 / 400$ 。

^b 取自 NCRP49。

^c 本标准中建议保守地取 300 kV 的 α_w 值。

图 11-4 入射辐射被面积为 400 cm^2 水模体散射至 1m 处的相对剂量比份 α_w

11.2.3 工业 CT 自屏蔽体外关注点剂量率计算

本项目工业 CT 射线管固定不可移动，射线方向朝向左侧照射，工业 CT 包含两种管电压和管电流的射线管，两个球管不能同时出束，使用 300kV 射线管时，有用线束角度为 25° ，有用线束方向为左侧，其余方向考虑泄漏和散射辐射；使用 180kV 射线管时，出束角度为 180° ，设备前侧、后侧、左侧、顶部、底部均考虑有用线束的影响，设备右侧和操作位考虑泄漏和散射辐射。本项目工业 CT 出束范围示意图见图 11-5 至图 11-8。

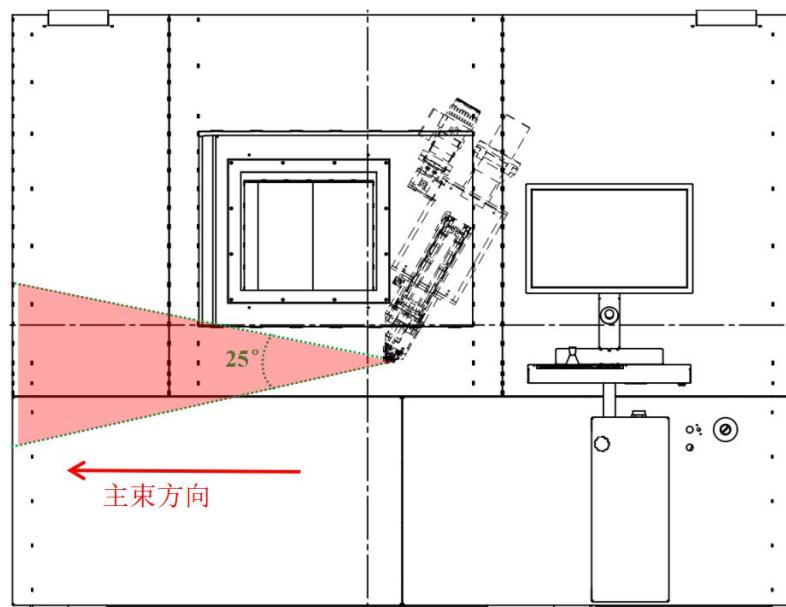


图11-5 本项目工业CT 300kV射线管出束范围示意图（正视图）

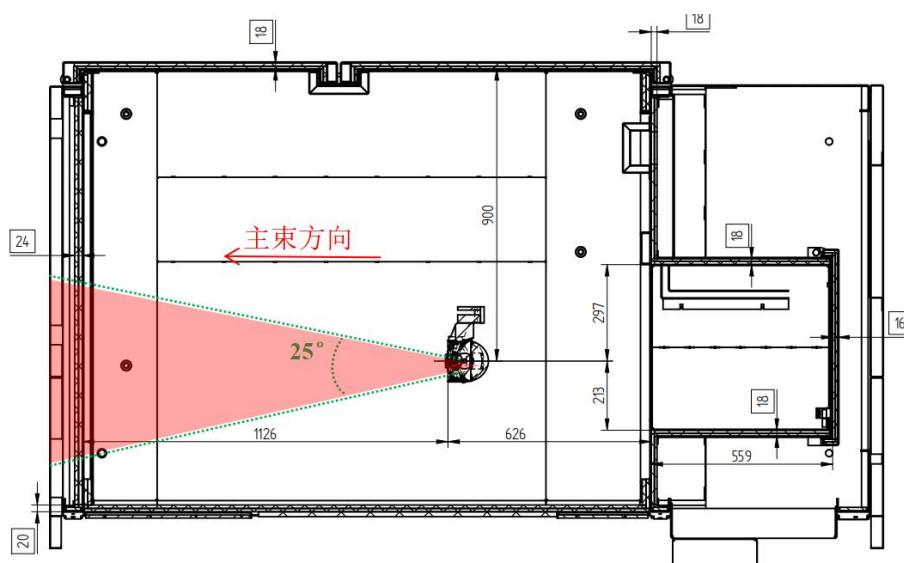


图11-6 本项目工业CT 300kV射线管出束范围示意图（俯视图）

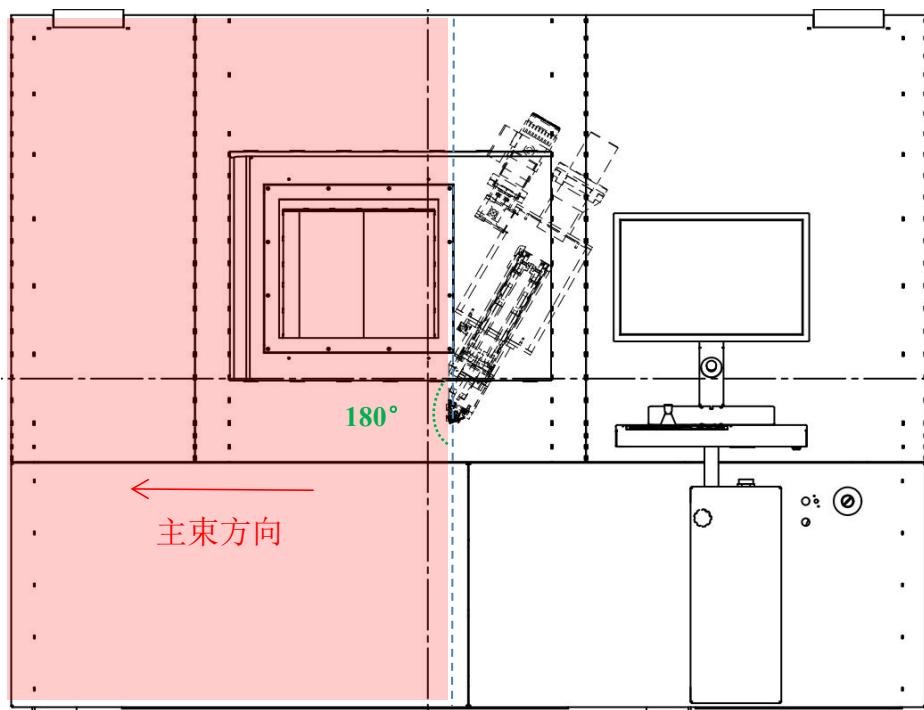


图11-7 本项目工业CT 180kV射线管出束范围示意图（正视图）

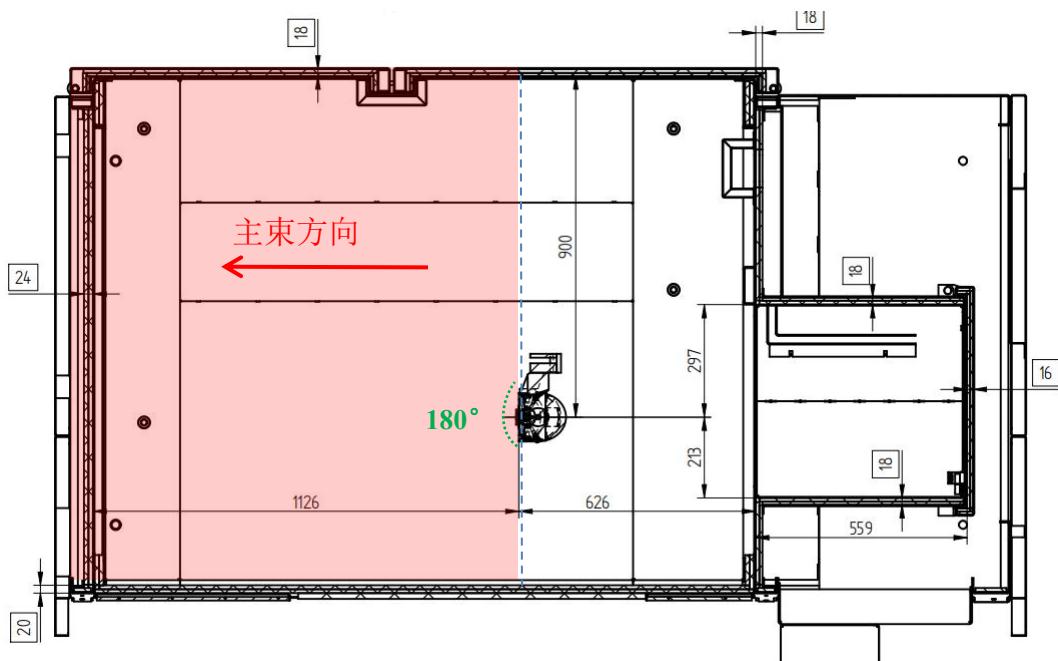


图11-8 本项目工业CT 180kV射线管出束范围示意图（俯视图）

本项目选取工业 CT 屏蔽体外 30cm 处作为关注点，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)“3.2.1 按有用线束考虑屏蔽的面，不需要考虑进入有用线束区的散射辐射”。各关注点计算参数见表 11-2。关注点分布图见图 11-9、图 11-10。

表 11-2 本项目工业 CT 各关注点计算参数

关注点	射线源至各关注点距离	屏蔽铅当量
设备南侧（A 点）	0.97m	20 mmPb
设备北侧（B 点）	1.2m	18 mmPb
设备西侧（C 点）	1.5m	24 mmPb
设备东侧（D 点）	1.7m	16 mmPb
设备顶部（E 点）	1.3m	16 mmPb
设备底部（F 点）	1.3m	16 mmPb
操作位（G 点）	1.2m	20 mmPb

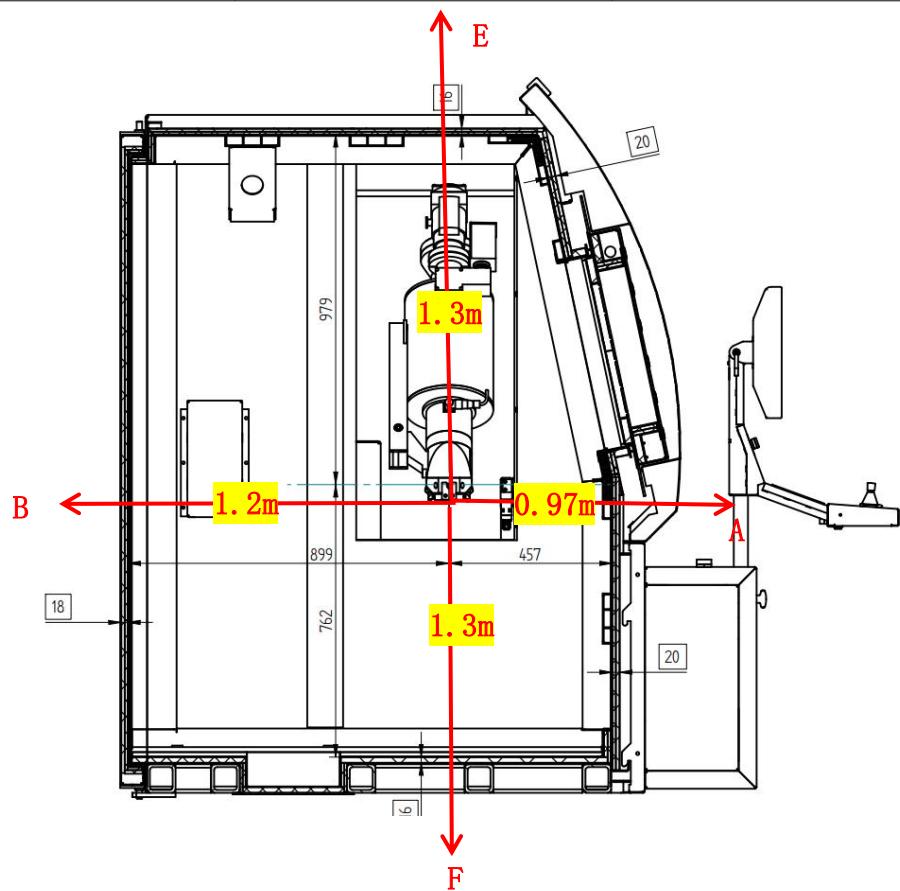


图 11-9 本项目工业 CT 关注点示意图（左视图）

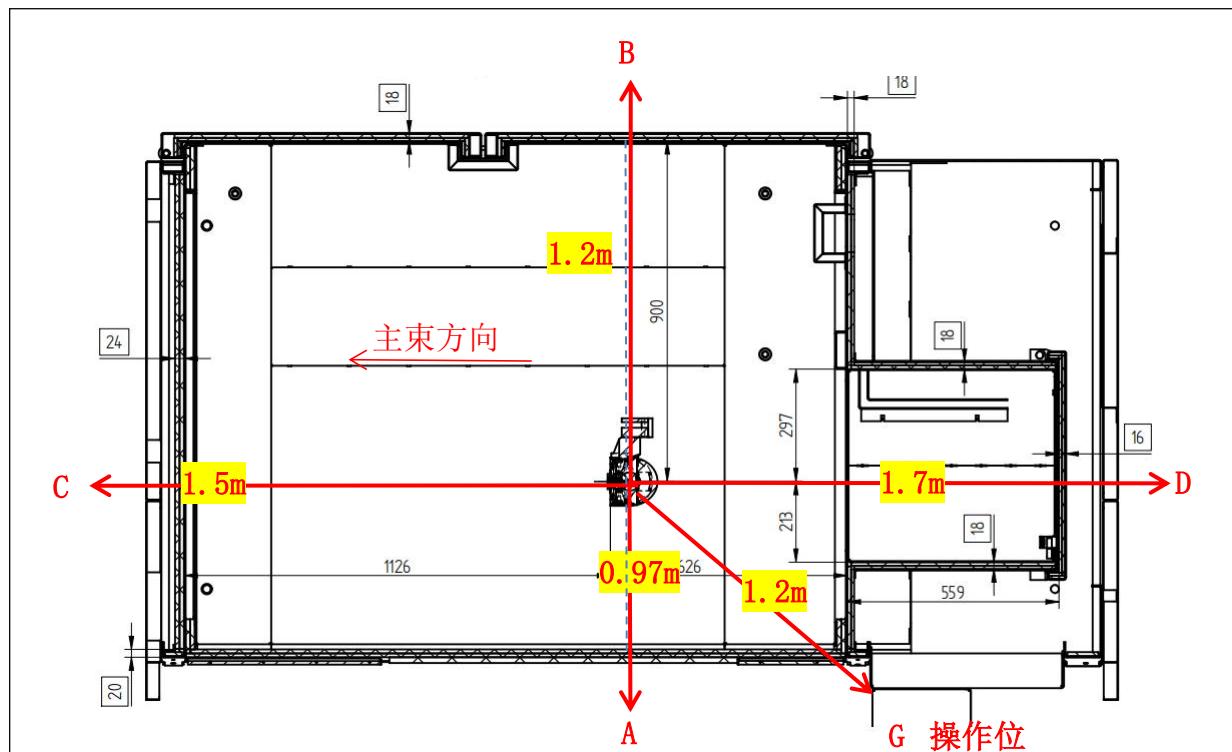


图 11-10 本项目工业 CT 关注点示意图（俯视图）

（1）有用线束关注点

根据式 (11-3) 计算得 B, 本项目工业 CT 屏蔽体外主射线方向关注点（自屏蔽体外表面 30cm 处）剂量率计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目工业 CT 有用线束方向关注点剂量率计算结果

射线管	关注点	透射因子 B	\dot{H}_0 mSv.m ² /(mA.min)	I (mA)	R (m)	\dot{H}_1 (μ Sv/h)
300kV 射线管	C	1.2E-11	24	3	1.5	2.3E-05
180kV 射线管	A	2.2E-17	8.4	0.88	0.97	1.0E-11
	B	1.0E-15	8.4	0.88	1.2	3.1E-10
	C	1.0E-20	8.4	0.88	1.5	2.0E-15
	E	4.6E-14	8.4	0.88	1.3	1.2E-08
	F	4.6E-14	8.4	0.88	1.3	1.2E-08

(2) 泄漏辐射及散射辐射

本项目工业 CT 屏蔽体泄漏辐射方向关注点剂量率计算结果见表 11-4, 散射辐射关注点剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-4 本项目工业 CT 泄漏辐射方向关注点剂量率计算结果

射线管	关注点	屏蔽厚度	透射因子 B	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	TVL	R (m)	\dot{H}_2 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
300kV 射线管	A	20mmPb	8.1E-10	5000	2.2	0.97	4.3E-06
	B	18mmPb	6.6E-09	5000	2.2	1.2	2.3E-05
	D	16mmPb	5.3E-08	5000	2.2	1.7	9.2E-05
	E	16mmPb	5.3E-08	5000	2.2	1.3	1.6E-04
	F	16mmPb	5.3E-08	5000	2.2	1.3	1.6E-04
	G	20mmPb	8.1E-10	5000	2.2	1.2	2.8E-06
180kV 射线管	D	16mmPb	4.6E-14	2500	1.2	1.7	4.0E-11
	G	20mmPb	2.2E-17	2500	1.2	1.2	3.8E-14

表 11-5 本项目工业 CT 屏蔽体散射辐射方向关注点剂量率计算结果

射线管	关注点	I (mA)	\dot{H}_0 ($\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$)	B	F (m^2)	α	R_0 (m)	R_s (m)	\dot{H}_3 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
300kV 射线管	A	3	24	4.6E-14	9.88E-06	0.0475	0.008	0.97	1.5E-09
	B	3	24	1.0E-12	9.88E-06	0.0475	0.008	1.2	2.2E-08
	D	3	24	2.2E-11	9.88E-06	0.0475	0.008	1.7	2.4E-07
	E	3	24	2.2E-11	9.88E-06	0.0475	0.008	1.3	4.1E-07
	F	3	24	2.2E-11	9.88E-06	0.0475	0.008	1.3	4.1E-07
	G	3	24	4.6E-14	9.88E-06	0.0475	0.008	1.2	1.0E-09
180kV 射线管	D	0.88	8.4	1.0E-20	2.16E-01	0.0475	0.008	1.7	2.5E-13
	G	0.88	8.4	1.0E-25	2.16E-01	0.0475	0.008	1.2	4.9E-18

备注: 1、300kV射线管: $F = \pi (R_0 \times \tan 12.5^\circ)^2 = 9.88E-06 \text{m}^2$, 辐射源点(靶点)至探伤工件的距离最近8mm, 圆锥束中心轴与圆锥边界夹角为12.5°。

2、180kV 射线管, 允许的样品最大尺寸为 360mm×600mm, 则辐射野面积最大为 0.216 m^2 。

(3) 复合辐射剂量率

综合以上可知, 本项目工业 CT 屏蔽体外表面 30cm 处复合辐射剂量率见表 11-6。

表 11-6 本项目工业 CT 关注点处的剂量率计算结果汇总（单位： $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）

射线管	关注点	\dot{H}_1	\dot{H}_2	\dot{H}_3	\dot{H}
300kV 射线管	A	/	4.3E-06	1.5E-09	4.3E-06
	B	/	2.3E-05	2.2E-08	2.3E-05
	C	2.3E-05	/	/	2.3E-05
	D	/	9.2E-05	2.4E-07	9.2E-05
	E	/	1.6E-04	4.1E-07	1.6E-04
	F	/	1.6E-04	4.1E-07	1.6E-04
	G	/	2.8E-06	1.0E-09	2.8E-06
180kV 射线管	A	1.0E-11	/	/	1.0E-11
	B	3.1E-10	/	/	3.1E-10
	C	2.0E-15	/	/	2.0E-15
	D	/	4.0E-11	2.5E-13	4.0E-11
	E	1.2E-08	/	/	1.2E-08
	F	1.2E-08	/	/	1.2E-08
	G	/	3.8E-14	4.9E-18	3.8E-14

综上所述，本项目工业CT关注点处的剂量率最高为 $1.6\text{E}-04\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，对设备外表面30cm处的关注点控制水平均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对辐射屏蔽剂量率的参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的要求。

11.2.4 年有效剂量分析

个人年有效剂量计算模式如下：

$$E=H \times T \times U \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-6})$$

$$H = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \times \dot{H} \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

E ——辐射外照射人均年有效剂量， mSv/a ；

\dot{H} ——设备自屏蔽体外 30cm 处关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

H ——保护目标辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

T ——年工作时间， h ；

U ——居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1，并根据各关注点实际停留情况进行取值；

r ——射线源至关注点的距离，m；

R ——射线源至保护目标的距离， $R=r+r_1-0.3$ ，m。 r_1 为保护目标与设备屏蔽体外表的距离，正下方公众保守按照身高 2m 对距离进行估算。

本项目建成后正式投入使用后，预计每日最大出束时间约 8h，每周工作 5 天，每周最大出束时间约 40h，一年 50 周，每年工作 250 天，每年最大出束时间约为 2000h。辐射工作人员为控制台操作人员，作业时，工作人员位于操作位，故工业 CT 的辐射工作人员的辐射剂量率取设备正常运行时其操作位的剂量率进行估算，公众主要为表 7-1 中列出的工业 CT 周边其他工作人员。

根据各方向的估算结果，按照“辐射水平与距离平方成反比”，估算评价范围内各方向上各保护目标（公众）的受照剂量率。本项目工业 CT 对辐射工作人员及四周相邻场所的公众的有效剂量值见表 11-7。

表 11-7 辐射工作人员和公众受照剂量估算结果

方位	关注点	保护目标	r(m)	R(m)	居留因子U	关注点剂量率(μSv/h)	保护目标剂量率(μSv/h)	周受照时间(h)	年受照时间(h)	周有效剂量(μSv)	年有效剂量(mSv)
南侧	操作位	辐射工作人员	1.2	1.2	1	2.8E-06	2.8E-06	40	2000	1.1E-04	5.6E-06
东侧	机械性能室	公众	1.7	2.8	1	9.2E-05	3.4E-05	40	2000	1.4E-03	6.8E-05
东侧	移动电源破坏性测试室	公众	1.7	23	1	9.2E-05	5.0E-07	40	2000	2.0E-05	1.0E-06
东侧	移动电源老化室	公众	1.7	31	1/5	9.2E-05	2.8E-07	40	2000	2.2E-06	1.1E-07
东侧	移动电源环境实验室	公众	1.7	34	1	9.2E-05	2.3E-07	40	2000	9.2E-06	4.6E-07
东侧	移动电源性能测试室	公众	1.7	40	1	9.2E-05	1.7E-07	40	2000	6.8E-06	3.4E-07
东侧	办公区	公众	1.7	45	1	9.2E-05	1.3E-07	40	2000	5.2E-06	2.6E-07
东南侧	样品管理室	公众	1.7	12	1	9.2E-05	1.8E-06	40	2000	7.2E-05	3.6E-06
东南侧	防辐射测试室	公众	1.7	14	1	9.2E-05	1.4E-06	40	2000	5.6E-05	2.8E-06
东南侧	分析测试室	公众	1.7	17	1	9.2E-05	9.2E-07	40	2000	3.7E-05	1.8E-06
东南侧	老化二室	公众	1.7	17	1/5	9.2E-05	9.2E-07	40	2000	7.4E-06	3.7E-07

东南侧	安规室	公众	1.7	21	1	9.2E-05	6.0E-07	40	2000	2.4E-05	1.2E-06
东南侧	自动测试室	公众	1.7	25	1/2	9.2E-05	4.3E-07	40	2000	8.6E-06	4.3E-07
东南侧	IOT 兼容性测试室	公众	1.7	25	1	9.2E-05	4.3E-07	40	2000	1.7E-05	8.6E-07
东南侧	温升室	公众	1.7	28	1/2	9.2E-05	3.4E-07	40	2000	6.8E-06	3.4E-07
东南侧	充电桩性能测试室	公众	1.7	33	1	9.2E-05	2.4E-07	40	2000	9.6E-06	4.8E-07
东南侧	老化一室	公众	1.7	34	1/5	9.2E-05	2.3E-07	40	2000	1.8E-06	9.2E-08
东南侧	充电器性能测试室	公众	1.7	35	1	9.2E-05	2.2E-07	40	2000	8.8E-06	4.4E-07
东南侧	环保室	公众	1.7	39	1	9.2E-05	1.7E-07	40	2000	6.8E-06	3.4E-07
东南侧	电磁兼容室	公众	1.7	42	1	9.2E-05	1.5E-07	40	2000	6.0E-06	3.0E-07
东南侧	会议室	公众	1.7	48	1/5	9.2E-05	1.2E-07	40	2000	9.6E-07	4.8E-08
东南侧	EMI 实验室	公众	1.7	50	1	9.2E-05	1.1E-07	40	2000	4.4E-06	2.2E-07
南侧	备用室	公众	0.97	5.2	1/4	4.3E-06	1.5E-07	40	2000	1.5E-06	7.5E-08
南侧	过道	公众	0.97	8	1/5	4.3E-06	6.3E-08	40	2000	5.0E-07	2.5E-08

南侧	服务器电源性能测试室	公众	0.97	11	1	4.3E-06	3.3E-08	40	2000	1.3E-06	6.6E-08
南侧	阻燃测试室	公众	0.97	11	1	4.3E-06	3.3E-08	40	2000	1.3E-06	6.6E-08
南侧	仓库	公众	0.97	34	1/5	4.3E-06	3.5E-09	40	2000	2.8E-08	1.4E-09
西南侧	环境可靠性室	公众	1.5	11	1	2.3E-05	4.3E-07	40	2000	1.7E-05	8.6E-07
西南侧	卫生间	公众	1.5	24	1/8	2.3E-05	9.0E-08	40	2000	4.5E-07	2.3E-08
西侧	通道	公众	1.5	2.6	1/5	2.3E-05	7.7E-06	40	2000	6.2E-05	3.1E-06
西侧	2号楼西侧道路	公众	1.5	28	1/16	2.3E-05	6.6E-08	40	2000	1.7E-07	8.3E-09
北侧	2号楼北侧道路	公众	1.2	2	1/16	2.3E-05	8.3E-06	40	2000	2.1E-05	1.0E-06
北侧	1号楼	公众	1.2	16	1	2.3E-05	1.3E-07	40	2000	5.2E-06	2.6E-07
正上方	1.5楼办公室	公众	1.3	2.9	1	1.6E-04	3.2E-05	40	2000	1.3E-03	6.4E-05
正下方	地下停车场	公众	1.3	3	1/16	1.6E-04	3.0E-05	40	2000	7.5E-05	3.8E-06

根据表 11-7 可知，本项目工业 CT 对辐射工作人员职业照射的最大周有效剂量值为 $1.1\text{E-}04\mu\text{Sv}$ ，对公众的最大周有效剂量值为 $1.4\text{E-}03\mu\text{Sv}$ ，满足“辐射工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的周剂量限值控制要求；辐射工作人员最大年有效剂量值为 $5.6\text{E-}06\text{mSv}$ ，对公众的最大年有效剂量值为 $6.8\text{E-}05\text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中的相关

要求，低于本项目设定的年有效剂量约束值（工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a）。

东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司在 2 号楼 1 楼防辐射测试室内使用 1 台 SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置（东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司已办理辐射安全许可证），本项目工业 CT 运行后，此 2 台设备可能会同时使用、同时出束，此 2 台设备配备了独立的工作人员，不交叉操作，根据辐射检测报告（报告编号 SF-202509R-11947，见附件 9），检测结果见表 11-8；对于本项目辐射工作人员及周围公众（取射线装置相邻场所）最大受照剂量根据式 11-6 和式 11-7 进行剂量叠加计算，剂量叠加结果见表 11-9。

表 11-8 SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置检测结果

测点 编号	设备名称	测量点位	开机 (nGy/h)		关机 (nGy/h)		工作 状态
			检测 结果	标准差	检测 结果	标准差	
1	SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置 (SN: 112265900074)	距设备表面 30cm 处（前）	118	3	117	3	100kV 0.1mA
2		距设备表面 30cm 处（后）	110	2	107	2	
3		距设备表面 30cm 处（左）	106	2	102	2	
4		距设备表面 30cm 处（右）	119	3	117	2	
6		操作位	130	3	128	2	

检测结果显示：该设备正常运行时（受软件限制，设备能开启的最大管电压为 100kV，能开启的最大管电流为 0.1mA），开机状态与关机状态下检测结果最大差值分别为 4nGy/h（叠加计算时，Gy/Sv 取 1），根据建设单位提供资料：III 类 X 射线装置年出束时间为 1000h。

表 11-9 年受照剂量叠加计算结果

关注点	r(m)	R1 (m)	居留 因子 U	SMX-6000SP 剂量率最 大值 (nSv/h)	SMX-6000SP 年出束时 间 (h)	年有效剂量 (mSv)		合计 (mSv/a)
						SMX-6000SP	本项目工业 CT	
老化室二	0.3	0.5	1/5	4	1000	2.9E-04	3.70E-07	2.9E-04
分析测量室	0.3	0.6	1	4	1000	1.0E-03	1.80E-06	1.0E-03
过道	0.3	3.1	1/5	4	1000	7.5E-06	2.50E-08	7.5E-06
样品管理室	0.3	0.5	1	4	1000	1.4E-03	3.60E-06	1.4E-03
备用室	0.3	10	1/4	4	1000	9.0E-07	7.50E-08	9.8E-07
机械性能室	0.3	6.1	1	4	1000	9.7E-06	6.80E-05	7.8E-05
北侧道路	0.3	16	1/16	4	1000	8.8E-08	1.00E-06	1.1E-06
通道	0.3	14	1/5	4	1000	3.7E-07	3.10E-06	3.5E-06
防辐射测试室	0.3	0.3	1	4	1000	4.0E-03	2.80E-06	4.0E-03

CT 室	0.3	12	1	4	1000	2.5E-06	5.60E-06	8.1E-06
------	-----	----	---	---	------	---------	----------	---------

根据表 11-9 计算结果可知，本项目辐射工作人员年受照剂量叠加最大值为 $8.1\text{E-}06\text{mSv}$ ，东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司辐射工作人员年受照剂量叠加最大值为 $4.0\text{E-}03\text{mSv}$ ，周围其他公众年受照剂量叠加最大值为 $1.4\text{E-}03\text{mSv}$ 。

综上所述，本项目运行时对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中的相关要求，低于本项目设定的年有效剂量约束值（工作人员剂量约束值不超过 5mSv/a ，公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a ）

11.3 事故影响分析

11.3.1 射线装置类别及风险因子

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会发布的《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年 第 66 号）对射线装置的分类，本项目拟使用的工业 CT，属于II类射线装置，风险因子为 X 射线。

11.3.2 事故的类型

本项目 X 射线装置使用过程中可能出现的辐射事故主要为：

- (1) 装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
- (2) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射；
- (3) 设备屏蔽体破损引起辐射泄漏，导致周围活动人员受到意外照射。

考虑到本项目工业 CT 假设出现以上事故工况，工业 CT 1m 处输出量为 $24\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （最大 300kV 射线管、最大管电流 3mA），计算出 1m 处剂量率为 $4.32\times 10^6\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

在进行工件检测和设备维护检修期间，建设单位要求辐射工作人员、检修维护人员佩戴个人剂量计并确保固定式剂量报警仪处于开机状态，当发生意外事件，固定式剂量报警仪报警时，立即按下设备急停按钮，动作完成时间保守约 15 秒；工业 CT 一次事故下辐射工作人员受到的剂量约为 18mSv。

以上分析是偏保守计算的，本项目单次辐射事故造成的人员受照剂量低于职业照射年剂量限值(20mSv)，说明本项目具有一定辐射事故风险，但事故等级一般不会超出“一般事故”。

11.3.3 辐射事故的预防措施

为防止辐射事故的发生，本项目设计了实体屏蔽和一系列有效的辐射安全设施，为本项目的安全运行提供了基础条件。

作为使用者和管理者，建设单位还通过安全管理进一步防止辐射事故的发生。

- ① 每次使用前检查设备的联锁装置、急停开关、指示灯等安全设施及其他各项辐射安全与防护设施，保证各项辐射安全与防护设施的正常运行。相关辐射安全与防护设施出现故障或失效时，应停止射线装置的运行并及时通知厂家维修，严禁设备带故障运

行，设备发生故障时，应报专业人员维修；

- ② 制定安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全；
- ③ 配备辐射防护检测仪器，定期对设备自屏蔽体进行自测，辐射工作人员操作时佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，个人剂量报警仪保持常开状态，发出报警时，立即关闭急停按钮和设备，待排除故障后，方可重新操作设备；人员个人剂量计应定期送检，建立个人剂量档案；
- ④ 加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。

11.3.4 辐射事故的应急措施

(1) 一旦发生辐射事故，必须立即按下急停按钮，切断总电源开关，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报。

(2) 对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

(3) 应急处置小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的辐射事故应急人员的参与下进行。

事故发生后，立即启动本单位的辐射事故应急预案，按照事故应急响应程序处理，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生健康部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

11.3.5 小结

建设单位制定了各项辐射安全规章制度和辐射事故应急预案，项目运行期间需重视辐射安全管理，严格执行上述事故的预防和事故的应急措施，保障工作人员和公众的安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第20号）修改）的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

为了进一步规范建设单位辐射安全与环境管理工作，提高建设单位辐射安全监管效能，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关规定以及公司现有条件，建设单位成立了辐射安全管理领导小组，全面负责本公司辐射安全与环境管理工作。

一、 人员配备

组 长：邹青

副组长：祝伟

成 员：李阳、柯松、魏靖槁

二、 具体职责

- (1) 负责辐射管理工作，保证辐射防护安全符合有关规定和规范的要求。
- (2) 组织制定并落实辐射防护管理制度。
- (3) 定期组织对辐射工作场所进行辐射防护检测、对辐射人员进行个人剂量监测。
- (4) 组织辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查。
- (5) 制定辐射事件应急预案并组织演练。
- (6) 发生辐射事件应及时报告主管行政部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第20号）修改），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措

施。

建设单位根据国家相关法律法规，并结合本项目内容情况，制定了《辐射防护与安全保卫制度》《岗位职责》《辐射工作人员培训制度》《安全操作规程》《设备台账和维护管理制度》《辐射监测计划》以及《辐射事故应急预案》等规章制度，并将有效落实，保障公司 X 射线装置的安全运行。在本项目运行前，各项规章制度须张贴上墙。

建设单位制定的辐射安全管理规章制度较为全面，应严格按照制度管理公司的核技术利用项目，实现安全和规范管理，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

12.3 辐射工作人员培训

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告第 57 号，2019 年）的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，1 名辐射工作人员已通过生态环境部辐射安全与培训平台辐射安全与防护培训和考核，取得了合格证；另外 1 名辐射工作人员尚未确定，项目投入使用前，未取得证书的辐射工作人员需通过生态环境部辐射安全与培训平台辐射安全与防护培训和考核，取得合格证后方可从事 II 类射线装置操作。

12.4 辐射监测计划

12.4.1 环保措施竣工环境保护验收

建设单位应根据核技术利用开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，验收工作程序主要包括验收自查、验收监测工作和后续工作，其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段；后续工作包括提出验收意见、编制其他需要说明的事项、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。若不具备编制验收监测（调查）报告能力，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，公司应当根据验收监测（调查）报

告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，公司应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，公司可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过12个月。本项目验收期限为3个月。

验收监测应由具有相应检验检测能力的机构开展，按照验收监测方案开展现场监测，做好现场监测的质量控制和质量保证工作，并对涉及的其他辐射安全防护设施/措施建设、落实及运行情况进行现场检查。

验收监测点位应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)中规定的相关点位进行监测。

验收工况应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)8.3.1 a) 在额定工作条件下、置于与测试点可能的最近位置，主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽体的检测应在有探伤工件时进行。

本项目竣工环境保护验收主要内容提出如下建议：

表12-1 验收监测及检查一览表

验收项目	主要内容及要求
项目建设情况	建设内容、建设规模及建设地点等与环评文件及其批复的内容一致。
环保手续资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、取得辐射安全许可证。
场所辐射水平	设备自屏蔽体外30cm处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。
人员剂量限值	满足辐射工作人员 $5\text{mSv}/\text{a}$ 、公众人员 $0.25\text{mSv}/\text{a}$ 的年剂量管理目标限值，亦满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“剂量限值”的要求。
辐射安全设施	应对设备的门机联锁、急停按钮进行检查，应能确保正常工作。
其他安全设施	排风装置、电离辐射警示标识、警戒线、门禁系统

辐射防护用品	1台便携式X- γ 剂量率仪、2台个人剂量报警仪、个人剂量计每人1个，便携式X- γ 剂量率仪和个人剂量报警仪应经过检定/校准，个人剂量计定期送检。
辐射安全管理制度	制定相适应的规章制度和操作规程，并在显著位置张贴。
辐射事故应急	制定辐射事故应急预案，定期进行辐射事故演练。
人员要求	辐射工作人员上岗前取得辐射安全与防护考核，持证上岗，5年进行一次复训和考核。

12.4.2 日常自行监测、检查

制定日常监测制度，明确负责人，利用便携式 X- γ 剂量率仪定期对工业 CT 及周围环境进行辐射监测，并建立监测数据档案。

监测频率：每月监测 1 次。

监测范围：工业 CT 屏蔽体外 30cm 处、操作位、观察窗、门中部及门缝四周。

建设单位日常监测和检查计划要求如下表 12-2 所示。

表12-2 建设单位日常监测和检查计划一览表

监测项目/检查计划	监测因子/检查内容	监测频次	限值要求
通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； a)观察窗、门的中部和门缝四周； b)装置屏蔽体外 30cm 处，每个面至少测 3 个点；c)操作位；d)设备周围人员常停留区域，结合环评中现状监测点及预测关注点进行布点。	X- γ 辐射剂量率	每月一次	周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$
设备联锁	实测并检查	每天	正常
其他安全设施	实测并检查	每天	正常

12.4.3 辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射工作人员职业健康管理办法》(卫生部令第 55 号)要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的（单季度应不超过 1.25mSv ），应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。建设单位应为辐射工作人员配置

TLD 个人剂量计和个人剂量报警仪上岗，指定专人进行个人剂量计发放、回收、送检和日常管理，个人剂量计应定期送检（最长不超过 3 个月），并建立个人剂量档案，终身保存。

12.4.4 年度监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的第三方检测机构进行监测。

本项目建设完成后，建设单位应按要求严格执行监测计划，并将年度监测数据将作为公司放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.4.5 检测异常处理

年度辐射检测及日常检测时，一旦发现辐射水平异常（本项目建成后，建设单位应根据工业 CT 验收监测数据设定合适的剂量率报警阈值）应立即停止工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平正常后，方可继续开展工作。

验收检测时，一旦发现辐射水平异常（辐射剂量率超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）应查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平正常后，再进行竣工验收监测。

本项目具体监测计划见下表 12-3。

表 12-3 监测计划表

监测类别	监测点位	监测项目	监测频率	监测方式
验收监测	通过巡测，发现辐射水平异常高的位置； a) 观察窗、门的中部和门缝四周； b) 装置屏蔽体外 30cm 处，每个面至少测 3 个点； c) 操作位； d) 设备周围人员常停留区域，结合环评中现状监测点及预测关注点进行布点。	X-γ 辐射剂量率	工程竣工正式投用前	验收监测
日常监测		X-γ 辐射剂量率	每月一次	自行监测并备档
年度监测		X-γ 辐射剂量率	每年一次	委托有资质单位
个人剂量监测	辐射工作人员	个人剂量当量	每季度送检一次	委托有资质单位

监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)等相关规定执行。建设单位配备便携式X- γ 剂量率仪对装置周围的辐射水平进行监测，并对监测时间、监测点位、监测结果等进行记录存档。

12.5 辐射事故应急

为了确保发生辐射事故时，能够迅速、准确、高效地做出响应，保障辐射环境安全，控制或减缓辐射事故可能造成的后果，保护公众生命健康，财产和环境安全，建设单位根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置放射防护条例》等规定，制定了应急预案。

一、辐射事故应急领导小组及职责：

1、急领导小组的组成：

组 长：邹青（电话

副组长：祝伟（电话)

成 员：李阳（电话)、柯松（电话：)

魏靖稿（电话：)

2、应急领导小组职责

（1）贯彻落实国家和卫生健康、生态环境等主管部门制定的辐射安全与防护管理相关法规、政策；

（2）负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作；

（3）填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查；

（4）总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保办法有效的执行。

二、辐射事故分类与分级

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线

装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

三、应急救援应遵循的原则

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一原则
- 4、科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

四、应急处置程序

（一）一旦发生辐射事故，必须立即按下急停按钮，切断总电源开关，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报。

（二）发生辐射事故后，应立即启动应急预案，采取应急措施，并召集应急领导小组，根据具体情况制定事故处理预案。

应急措施应当包括：

（1）迅速控制事故现场，划定警戒区域，采取必要措施，减少人员伤亡和辐射危害；

（2）立即组织应急监测，评估事故可能造成的影响范围和发展趋势；

（3）告知可能受到辐射危害的单位和公众，要求其采取防护措施。

（三）对有可能造成人员剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告，并协助相关事故调查和处理，将可能受到大剂量照射的人员送医学处理或治疗。

五、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成责任事故，严格放射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

- 1、健全辐射防护管理规章制度，纪律要严肃，奖惩要分明。

2、组织人员进行辐射安全与防护知识培训，持证上岗，严格按照操作规程进行操作。

3、定期检查辐射安全防护设施，发现问题，及时检修。

六、辐射事故的报告

一旦发生辐射事故，单位应立即启动应急预案，采取必要措施，保护好现场，并填报《辐射事故初始报告表》，并在2小时内向生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。

广东省生态环境厅：020-87531393、12345

东莞市生态环境局：0769-23391002、12345

东莞市公安局：110

东莞市卫生健康局：0769-23281111

七、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年1次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

八、辐射事故的调查

1、调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

2、配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

九、应急物资

配备相应的应急物资，定期检查维护，使之保持正常可用状态，建立应急物资管理台账：

表 12-4 应急物资清单

序号	名称	单位	数量	存放地点	状态
1	便携式 X、γ 剂量率仪	台	1	CT 室	正常
2	个人剂量报警 仪	台	2	CT 室	正常

3	个人剂量计	个	2	CT 室	正常
4	铅衣	套	1	CT 室	正常
5	警示标识	张	1	CT 室	正常
6	警戒线	卷	1	CT 室	正常

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

东莞市奥海科技股份有限公司拟在广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号 2 号楼 1 楼设置一间 CT 室，在 CT 室内使用 1 台 v|tome|x m300/180 型工业 CT（属II类射线装置），内部配置 2 个 X 射线管，操作时可以选择不同的球管进行出束，单次只能使用 1 个射线管进行出束，设备用于生产的充电器、充电宝、变压器产品无损检测。

2、辐射安全与防护分析结论

本项目工业 CT 自带的铅屏蔽按相关要求设计，其辐射防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求，能够满足评价项目的正常使用。

3、辐射环境管理结论

建设单位已成立辐射安全管理领导小组，并以文件的形式明确各成员管理职责。建设单位制定了《辐射防护与安全保卫制度》《岗位职责》《辐射工作人员培训制度》《安全操作规程》《设备台账和维护管理制度》《辐射监测计划》以及《辐射事故应急预案》等规章制度。建设单位各项规章制度满足本项目对辐射安全管理的要求。

4、环境影响分析结论

根据理论分析，本评价项目正常运行时对环境的影响可满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的要求。通过对辐射工作人员和公众的受照剂量分析，可知辐射工作人员和公众的受照剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)而设定的本项目的约束值：工作人员的年平均有效剂量不超过 5mSv，公众的年有效剂量不超过 0.25mSv。

5、可行性分析结论

本项目的 X 射线装置在使用过程中产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程中采取了必要的防护措施，给社会带来的利益大于其可能引起的辐射影响。因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类中十四 机械科学仪

器和工业仪表类中“用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于国家鼓励发展类项目。因此，本项目与国家产业政策相符。

6、总结论

综上所述，本评价项目建设方案已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程中严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求时，并且完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本评价正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，对周围环境的影响代价小于创造的社会价值，满足辐射防护实践正当性原则；从环境保护和辐射防护角度论证，该评价项目是可行的。

13.2 建议和承诺

- (1) 本项目批复后应申领辐射安全许可证；
- (2) 项目竣工后，建设单位应及时完成竣工环境保护验收等环保手续，未经验收或验收不合格的，不得投入使用；
- (3) 每年1月31日之前应向发证机关上报辐射安全和防护年度评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日

附件 1 环评委托书

委 托 书

深圳市赛辐环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，现委托贵单位对东莞市奥海科技股份有限公司使用工业 CT 项目进行环境影响评价工作，编制项目环境影响报告表，完成后提交我单位，便于我单位报送生态环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托！



东莞市奥海科技股份有限公司

2025 年 9 月 20 日

附件 2 现状检测报告



深圳市赛辐环保科技有限公司

检 测 报 告

报 告 编 号: SF-202509R-11931

项 目 名 称: 环境 γ 辐射空气吸收剂量率

委 托 单 位: 东莞市奥海科技股份有限公司

委 托 单 位 地 址: 广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号

报 告 日 期: 2025 年 10 月 9 日

深圳市赛辐环保科技有限公司



申 明 Statements

1. 报告的检测结果只与被检测的项目有关。
The results of the testing relate only to the items that tested.
2. 报告无“检测报告专用章”及“多页报告无骑缝章”无效。
Test report is invalid without the “Special Seal of Test Report” or that of test unit on it.
3. 报告无编制、审核、签发人签章无效。
The report is invalid without preparation, review and signature of the issuer.
4. 报告随意涂改复印无效，如复印需经本公司同意并加盖公章。
Test report is invalid if randomly altered or duplicated . The consent and seal of this Center is required for any duplication.
5. 委托检验仅对检测时作业环境负责
For entrusted tests, this Center is only responsible for the delivered samples.
6. 对检验报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向检验单位提出，逾期不予受理。
For any claim of the report, just refer to the testing unit in 15 days, in case it is not in the above limited time, the claim shall be dismissed.
7. 本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测值。
The testing results would only present the datas taken at the scene within specific conditions where our clients provide.

通讯资料：

地址/ADD: 深圳市龙岗区龙城街道黄阁坑社区龙城工业园留学人员（龙岗）创业园 206
电话/Tel: 0755-89398816
传真/Fax: 0755-89399186 邮政编码/ Postal Code: 518172

检测报告

报告编号: SF-202509R-11931

第 3 页 共 8 页

项目概况:

东莞市奥海科技股份有限公司拟在广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号园区 2 号楼 1 楼使用 1 台工业 CT 机进行产品检测。

受东莞市奥海科技股份有限公司的委托, 我司对其 2 号楼 1 楼拟建 CT 室及其周围环境进行环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测。

检测项目	环境 γ 辐射空气吸收剂量率	检测地点	拟建 CT 室及其周围环境
检测人员	盛能辉、谭振铭	检测日期	2025 年 09 月 22 日
环境条件	温度 (℃)	相对湿度 (%)	
	23~31	65~67	
检测时间	14 时 28 分~15 时 56 分		

检测依据:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

NT6101(N50) 环境监测用 $x-\gamma$ 辐射空气比释动能率仪 (仪器出厂编号: 5023102)

测量范围: 1nGy/h-150 μ Gy/h 能量范围: 48keV-3MeV

检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

计量有效期: 2025 年 08 月 05 日-2026 年 08 月 04 日

检定证书编号: 2025H21-20-6048256001-01

检测过程:

1、测量时仪器探头朝向地面, 距离地面高度为 1m, 仪器读数稳定后, 以 10s 为间隔读取 10 个数据;

2、由法定计量部门给出的仪器校准因子为 0.98;

3、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 楼房取 0.8, 平房取 0.9, 原野、道路取 1。

检测报告

报告编号: SF-202509R-11931

第 4 页 共 8 页

检测结果:

检测结果见表 1。测量点见检测布点图一和图二。

检测结果显示: 东莞市奥海科技股份有限公司拟建 CT 室及其周围环境各测量点的环境 γ 辐射空气吸收剂量率在 $114\text{nGy/h} \sim 137\text{nGy/h}$ 之间。

编制: 成伟华

审核: 龙勤

签发: 徐培

签发日期: 2025.10.9

检测报告

报告编号: SF-202509R-11931

第 5 页 共 8 页

表 1: 检测结果 (测量点见检测布点图一、图二)

测点 编号	测量 场所	测量点位	测量结果 (nGy/h)	地面 介质	场所 性质
1	拟建 CT 室及周 围环境	拟建 CT 室	127±2	地胶	楼房
2		通道 (CT 机西侧 1.4m)	124±2	地胶	楼房
3		备用房 (CT 机北侧 4.5m)	137±2	地胶	楼房
4		机械性能室 (CT 机东侧 1.4m)	132±2	地胶	楼房
5		移动电源破坏性测试室 (CT 机东侧 22m)	129±2	地胶	楼房
6		移动电源老化室 (CT 机东侧 30m)	132±2	地胶	楼房
7		移动电源环境实验室 (CT 机东侧 33m)	128±2	地胶	楼房
8		移动电源性能测试室 (CT 机东侧 39m)	128±2	地胶	楼房
9		办公区 (CT 机东侧 44m)	134±1	地胶	楼房
10		过道 (CT 机南侧 7.3m)	133±1	地胶	楼房
11		阻燃测试室 (CT 机南侧 10m)	128±1	地胶	楼房
12		服务器电源性能测试室 (CT 机南侧 10m)	126±2	地胶	楼房
13		样品管理室 (CT 机东南侧 11m)	131±2	地胶	楼房
14		防辐射测试室 (CT 机东南侧 13m)	114±2	地胶	楼房
15		分析测试室 (CT 机东南侧 16m)	128±2	地胶	楼房
16		IOT 兼容性测试室 (CT 机东南侧 24m)	127±2	地胶	楼房
17		充电桩性能测试室 (CT 机东南侧 32m)	131±2	地胶	楼房
18		充电器性能测试室 (CT 机东南侧 34m)	132±2	地胶	楼房
19		安规室 (CT 机东南侧 20m)	125±2	地胶	楼房
20		老化室二 (CT 机东南侧 16m)	132±2	地胶	楼房
21		金相切割研磨室 (CT 机南侧 15m)	126±2	地胶	楼房

检测报告

报告编号: SF-202509R-11931

第 6 页 共 8 页

续表 1: 检测结果 (测量点见检测布点图一、图二)

22	拟建 CT 室及周 围环境	环境可靠性室 (CT 机西南侧 10m)	125±2	地胶	楼房
23		自动化测试室 (CT 机东南侧 24m)	126±2	地胶	楼房
24		温升室 (CT 机东南侧 27m)	128±2	地胶	楼房
25		老化室一 (CT 机东南侧 33m)	124±1	地胶	楼房
26		环保室 (CT 机东南侧 38)	129±1	地胶	楼房
27		电磁兼容室 (CT 机东南侧 41m)	134±1	地胶	楼房
28		会议室 (CT 机东南侧 47m)	125±2	地胶	楼房
29		EMI 实验室 (CT 机东南侧 49m)	128±2	地胶	楼房
30		卫生间 (CT 机西南侧 23m)	129±2	瓷砖	楼房
31		仓库 (CT 机南侧 33m)	133±2	水泥	楼房
32		1.5 楼办公室 (CT 室正上方)	128±2	地胶	楼房
33		地下停车场 (CT 室正下方)	133±2	地胶	楼房
34		2 号楼西侧道路 (CT 机西侧 27m)	120±2	沥青	道路
35		2 号楼北侧道路 (CT 机北侧 1.1m)	121±1	地砖	道路
36		1 号楼 (CT 机北侧 15m)	136±2	瓷砖	楼房

备注: 1、测量时仪器探头朝向地面, 距离地面高度为 1m;
2、表中计算结果已扣除了仪器对宇宙射线的响应值;
3、现场检测时周围设备处于关机状态;
4、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 C_{γ} \times (仪器检验源效率因子 E_{γ} \times 读数平均值 X -屏蔽因子 μ_{γ} \times 测点处仪器对宇宙射线的响应值), 校准因子为 0.98, 仪器检验源效率因子取 1(仪器无检验源), 屏蔽因子楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。

注 1: 我公司在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底测量, 读取了 60 个数据进行计算, 结果为 32nGy/h, 保留两位有效数字。

注 2: a、项目经纬度: 东经 114°03'43" 北纬 22°46'20" 海拔 47.3m。

b、万绿湖的经纬度: 东经 114°35'39" 北纬 23°47'22" 海拔 99.5m。

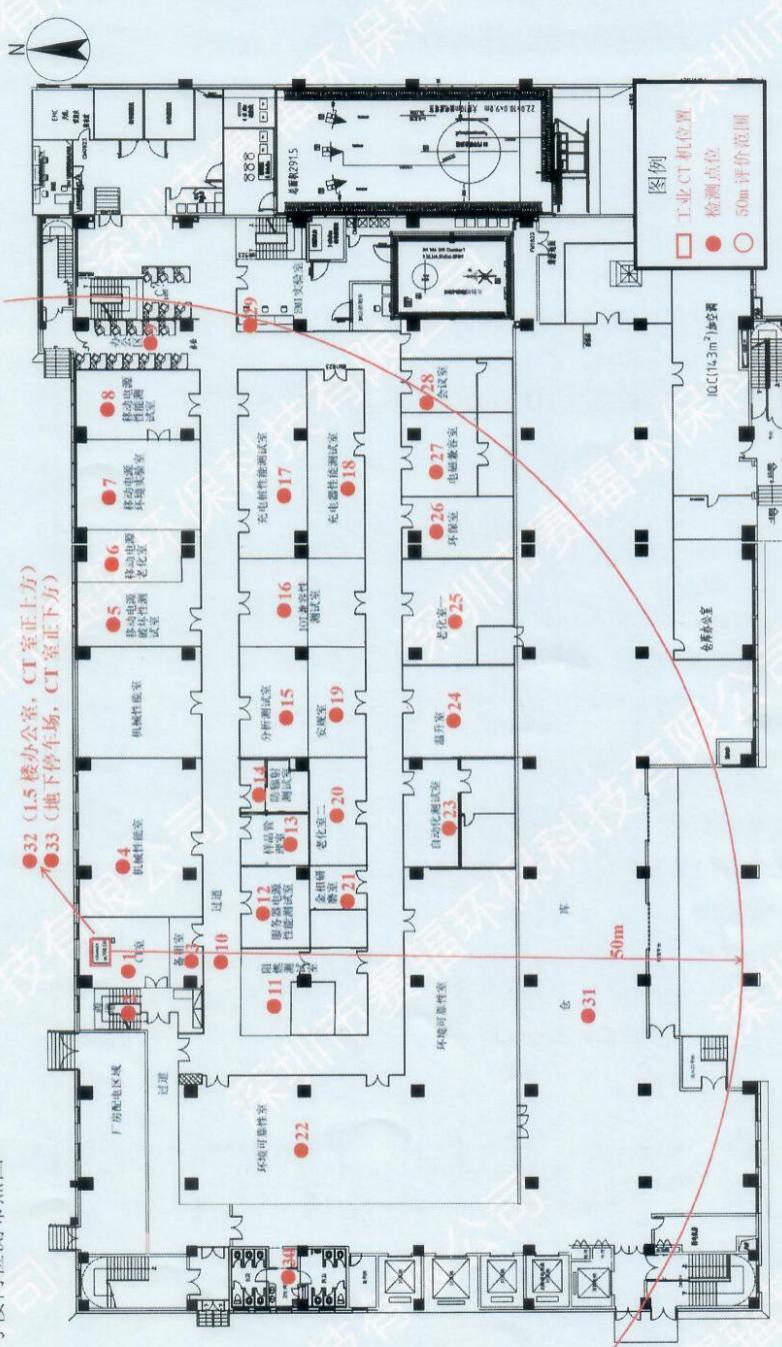
依据 HJ61-2021 海拔高度≤200m, 经度差别≤5°, 纬度≤2°, 可以不进行测量点的仪器对宇宙射线的响应值修正。

检测报告

报告编号: SF-202509R-11931

检测布点图:

图一: 2号楼内检测布点图

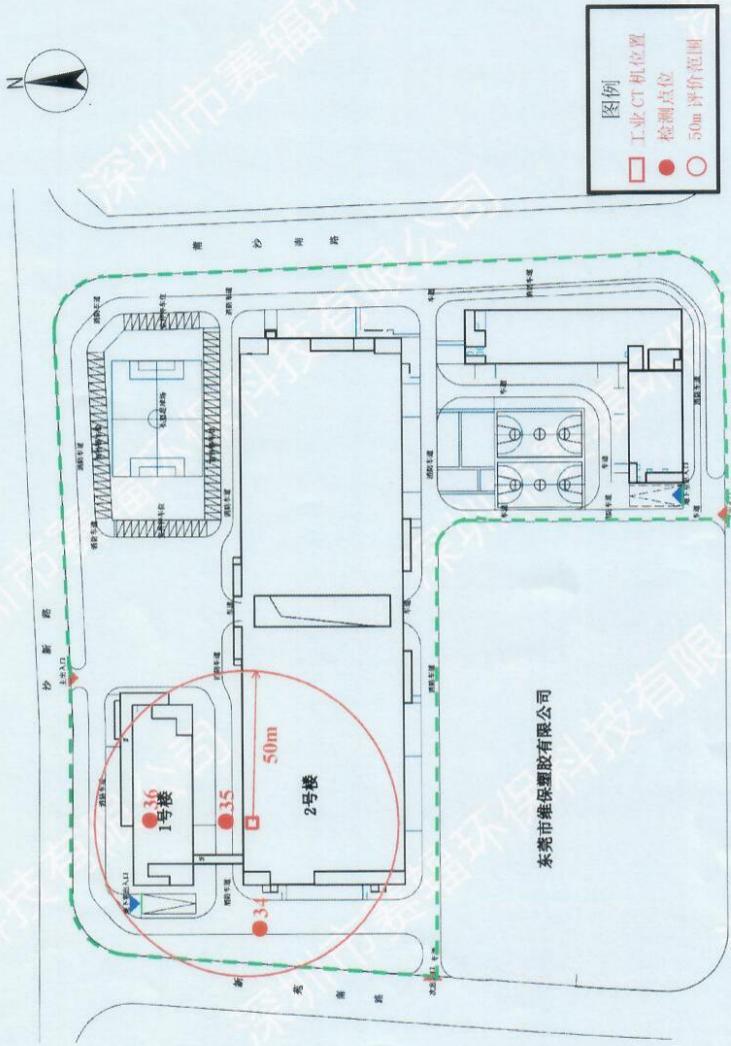


检测报告

报告编号：SF-202509R-11931

图二：2号楼外检测布点图

第 8 页 共 8 页



(本页以下空白)

附件 3 规章制度

辐射防护与安全保卫制度

- 1、辐射工作人员及辐射安全管理人应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》；
- 2、从事辐射工作的人员操作时应穿戴好防护用品，做好个人防护；佩戴个人剂量计，定期送检，建立个人剂量档案，定期进行体检；
- 3、辐射工作场所做好场所分区设置，按要求进行分区管理。
- 4、辐射工作区域只能摆放射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途。任何与辐射工作无关的人员未经辐射防护负责人同意不得以任何理由私自进入辐射区域；
- 5、辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录；
- 6、每年都要委托具有 CMA 资质的检测机构对公司的辐射工作场所进行全面的年度监测与评估。



东莞市奥海科技股份有限公司

岗位职责

一、操作人员

- 1、操作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括设备外壳、联锁装置、急停按钮、警示灯、辐射监测仪器等能否正常工作），并做好日常记录，当辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置；
- 2、按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置；
- 3、保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，操作时按要求正确佩戴；
- 4、定期对设备外表辐射剂量率进行测量，当辐射水平异常，立即通知设备管理员。

二、管理人员

- 1、定期完善与之相适应的辐射安全管理规章制度，并组织贯彻、实施；
- 2、做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- 3、定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

东莞市奥海科技股份有限公司

辐射工作人员培训制度

1、辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

2、辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

3、对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

4、建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。



安全操作规程

为了确保周围正常环境，不影响他人的健康，同时也使本公司工作人员避免受辐射的伤害，结合本公司的情况特制定如下防护措施：

辐射工作人员必须经过辐射安全与防护知识培训、考核，持证上岗；

新上岗或转岗人员必须经过健康体检合格，并取得辐射安全与防护知识考核培训、考核合格方可上岗；

3、应在设备工作场所张贴电离辐射警示标识；

4、操作使用设备的工作人员要正确使用设备，对新来或不熟悉的员工需要对其操作进行培训并通过考核；

5、操作和维护仪器的工作人员必须了解仪器的性能及此仪器工作状态下产生的辐射量，场所配备辐射测试装置，随时检测工作环境的辐射剂量大小，如有意外则马上停止仪器工作或离开场所；

6、辐射工作人员操作时，需佩戴好个人防护用品（个人剂量计、个人剂量报警仪等）；

7、设备使用期间，如设备、仪表或其他安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作；

8、设备使用完毕后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关，并由专人保管好；

东莞市奥海科技股份有限公司

设备台账和维护管理制度

为了加强单位对射线装置的管理工作，随时了解射线装置的运行状态，维护正常的工作和生活秩序，特制定以下规章制度：

- 1、必须建立射线装置台帐记录表和技术档案；
- 2、操作人员操作前必须检查相关的防护联锁装置，确保设备处在安全操作控制，保证人员的人身安全；
- 3、正常使用前检查好设备状态后记录好相关参数，一旦出现参数异常及时向管理人员反映；
- 4、交接班时辐射工作人员须保持射线装置的清洁、干净，对设备运行情况进行交接并做好相关记录；
- 5、辐射安全与防护管理小组定期检查台账使用记录，检查设备使用期间是否出现异常，随时掌握设备运行动态，以便及时维修排除设备安全隐患；
- 6、射线装置的检修和维护由厂家专业人员负责，由管理员做好检修和维护记录。
- 7、维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在防护安全的情况下进行维修维护工作。
- 8、射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

东莞市奥海科技股份有限公司

辐射监测计划

为了加强辐射污染防治工作，预防和减少辐射污染事故危害，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，结合本公司实际情况，特制定辐射环境监测计划。

1、辐射监测计划

依照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，我司按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），每年会定期委托具有CMA资质的检测机构进行一次辐射监测，并将检测结果归档。

工作场所及环境定期监测：

A、监测点：设备四周和操作位置；B、监测频率：委托检测1次/1年；

自行监测：

A、监测点：设备四周和操作位置；B、监测频率：1次/月；

2、个人剂量监测

为保护公司从事辐射工作人员的身体健康，辐射工作人员应佩戴个人剂量计。个人剂量计不得擅自拆开、破坏、转借他人使用，不工作时不能将带有个人剂量计的衣服擅自挂在有X射线的地方，每季度集中送至具有CMA资质的机构检测进行个人照射量的检测，并将检测结果归档，建立个人剂量档案。



东莞市奥海科技股份有限公司

关于成立辐射安全管理领导小组的通知

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第7号 2019年8月22日起实施）的相关规定，公司特成立辐射安全管理领导小组，小组如下：

组 长：邹青

副组长：祝伟

成 员：李阳、柯松、魏靖槁

主要职责包括：

- (1) 负责辐射管理工作，保证辐射防护安全符合有关规定和规范的要求。
- (2) 组织制定并落实辐射防护管理制度。
- (3) 定期组织对辐射工作场所进行辐射防护检测、对辐射人员进行个人剂量监测。
- (4) 组织辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查。
- (5) 制定辐射事件应急预案并组织演练。
- (6) 发生辐射事件应及时报告主管行政部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。



东莞市奥海科技股份有限公司

附件 6 辐射事故应急预案

辐射事故应急预案

为了确保发生辐射事故时，能够迅速、准确、高效地做出响应，保障辐射环境安全，控制或减缓辐射事故可能造成的后果，保护公众生命健康，财产和环境安全，本单位根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置放射防护条例》等规定，制定了应急预案。

一、辐射事故应急领导小组及职责：

应急领导小组的组成：

组 长：邹青（电话

副组长：祝伟（电话

成 员：李阳（电话 、柯松（电话

魏靖稿（电话

应急领导小组职责：

（1）贯彻落实国家卫生健康、生态环境等主管部门制定的辐射安全与防护管理相关法规、政策；

（2）负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作；

（3）填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查；

（4）总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保办法有效的执行；

二、辐射事故分类与分级

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据辐射事故分类，本公司可能发生的事故类型为一般辐射事故。

三、应急救援应遵循的原则

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一原则
- 4、科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

四、应急处置程序

(一)一旦发生辐射事故，必须立即按下急停按钮，切断总电源开关，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报。

(二)发生辐射事故后，应立即启动应急预案，采取应急措施，并召集应急领导小组，根据具体情况制定事故处理预案。

应急措施应当包括：

(1)迅速控制事故现场，划定警戒区域，采取必要措施，减少人员伤亡和辐射危害；

(2)立即组织应急监测，评估事故可能造成的影响范围和发展趋势；

(3)告知可能受到辐射危害的单位和公众，要求其采取防护措施。

(三)对有可能造成人员剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告，并协助相关事故调查和处理，将可能受到大剂量照射的人员送医学处理或治疗。

五、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成责任事故，严格放射防护管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

1、健全辐射防护管理规章制度，纪律要严肃，奖惩要分明。

2、组织人员进行辐射安全与防护知识培训，持证上岗，严格按照操作规程进行操作。

3、定期检查辐射安全防护设施，发现问题，及时检修。

六、辐射事故的报告

一旦发生辐射事故，单位应立即启动应急预案，采取必要措施，保护好现场，并填报《辐射事故初始报告表》，并在2小时内向生态环境主管

部门、公安部门和卫生部门报告。

广东省生态环境厅：020-87531393、12345

东莞市生态环境局：0769-23391002、12345

东莞市公安局：110

东莞市卫生健康局：0769-23281111

七、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年1次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

八、辐射事故的调查

（一）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（二）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助生态环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

九、应急物资

拟配备相应的应急物资，定期检查维护，使之保持正常可用状态，建立应急物资管理台账：

应急物资清单

序号	名称	单位	数量	拟存放地点	状态
----	----	----	----	-------	----

1	便携式 X、 γ 剂量率仪	台	1	CT 室	正常
2	个人剂量报 警仪	台	2	CT 室	正常
3	个人剂量计	个	2	CT 室	正常
4	铅衣	套	1	CT 室	正常
5	警示标识	张	1	CT 室	正常
6	警戒线	卷	1	CT 室	正常

东莞市奥海科技股份有限公司



附件一：

辐射事故初始报告表

事故单位 名 称	(公章)					
法定代表人		地 址				
电 话			传 真			
许 可 证 号			许 可 证 审 批 机 关			
事 故 发 生 时 间			事 故 发 生 地 点			
事 故 类 型	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染		受 照 人 数	受 污 染 人 数		
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被 盗 <input type="checkbox"/> 失 控		事 故 源 数 量			
	<input type="checkbox"/> 放 射 性 污 染		污 染 面 积 (m ²)			
序号	事故源核 素名称	出 厂 活 度 (Bq)	出 厂 日 期	放 射 源 编 码	事 故 时 活 度 (Bq)	非 密 封 放 射 性 物 质 状 态 (固/液态)
序号	射线装置 名 称	型 号	生 产 厂 家	设备编号	所 在 场 所	主 要 参 数
事故经 过 情 况						
报告人签字		报告时间	年 月 日 时 分			

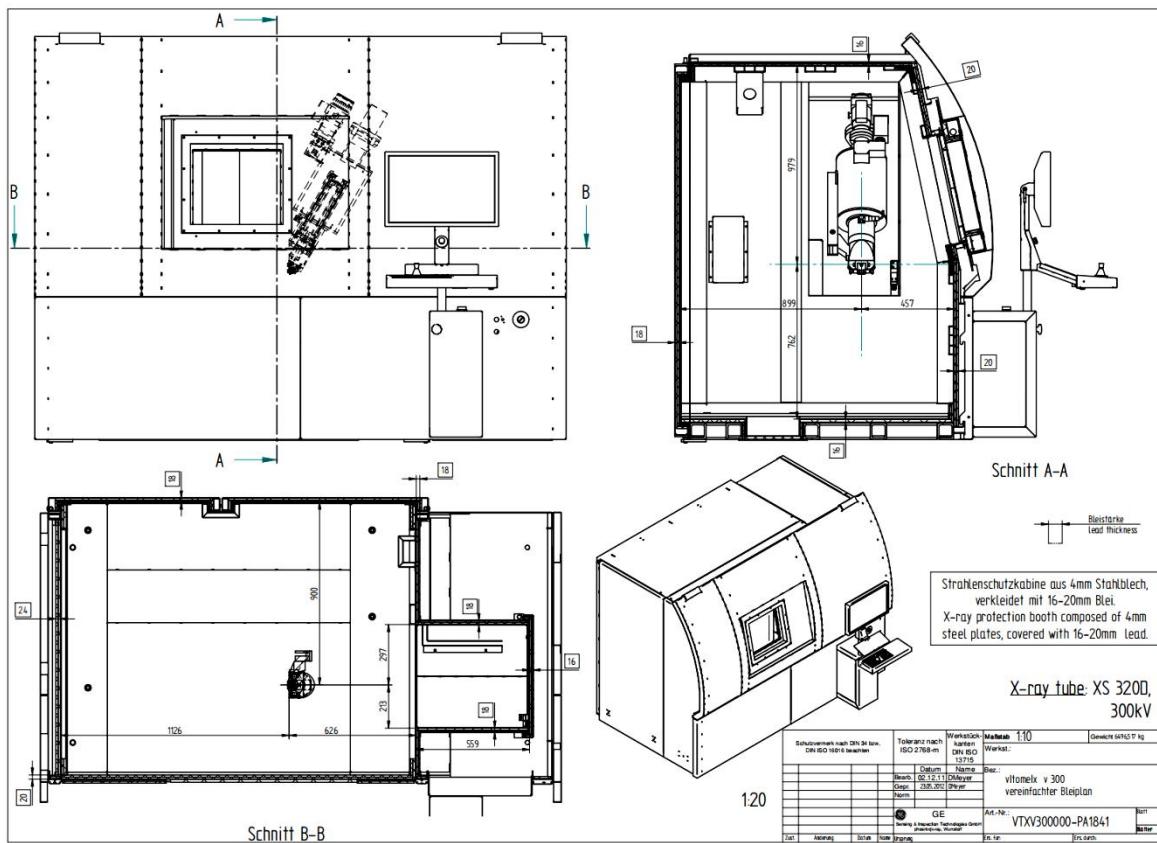
注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。

附件 5 辐射工作人员和管理人员考核合格证



附件 6 工业 CT 参数文件 (取自说明书)

技术数据																																																																																			
功率值																																																																																			
<p>10.2 一般说明</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>说明</th> <th>数值</th> <th>单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>总重量</td> <td>约 8310</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>系统的重量(无外部组件)</td> <td>约 7960</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>宽度</td> <td>2620</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高度</td> <td>2060</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>深度(无操作控制台)</td> <td>1570</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>10.3 连接值</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>说明</th> <th>数值</th> <th>单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>电气的</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>电压</td> <td>230</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>频率</td> <td>50/60</td> <td>Hz</td> </tr> <tr> <td>电源输入</td> <td>2300</td> <td>VA</td> </tr> <tr> <td>满负荷电流</td> <td>9.0</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>最大负载</td> <td>4</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>过电流保护</td> <td>10</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>短路断路能力</td> <td>10</td> <td>kA</td> </tr> <tr> <td>压缩空气(可选)</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>所需的压缩空气质量</td> <td>25</td> <td>l/min</td> </tr> <tr> <td>工作压力</td> <td>最小 6</td> <td>bar</td> </tr> <tr> <td>最大 8</td> <td>bar</td> <td></td> </tr> <tr> <td>压缩空气质量(ISO 8573-1:2010)</td> <td>等级 24.2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>10.4 功率值</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>说明</th> <th>数值</th> <th>单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>直射 X 射线管(及微焦点射线管)的 X 射线参数</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>高压</td> <td>10 - 300</td> <td>kV</td> </tr> <tr> <td>X 射线管电流</td> <td>5 - 3000</td> <td>µA</td> </tr> <tr> <td>射出窗口(壁)的厚度</td> <td>0.5</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>有效放射半径</td> <td>约 25</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>可详细识别性</td> <td>< 1</td> <td>µm</td> </tr> </tbody> </table>			说明	数值	单位	总重量	约 8310	kg	系统的重量(无外部组件)	约 7960	kg	宽度	2620	mm	高度	2060	mm	深度(无操作控制台)	1570	mm	说明	数值	单位	电气的			电压	230	V	频率	50/60	Hz	电源输入	2300	VA	满负荷电流	9.0	A	最大负载	4	A	过电流保护	10	A	短路断路能力	10	kA	压缩空气(可选)			所需的压缩空气质量	25	l/min	工作压力	最小 6	bar	最大 8	bar		压缩空气质量(ISO 8573-1:2010)	等级 24.2		说明	数值	单位	直射 X 射线管(及微焦点射线管)的 X 射线参数			高压	10 - 300	kV	X 射线管电流	5 - 3000	µA	射出窗口(壁)的厚度	0.5	mm	有效放射半径	约 25	*	可详细识别性	< 1	µm
说明	数值	单位																																																																																	
总重量	约 8310	kg																																																																																	
系统的重量(无外部组件)	约 7960	kg																																																																																	
宽度	2620	mm																																																																																	
高度	2060	mm																																																																																	
深度(无操作控制台)	1570	mm																																																																																	
说明	数值	单位																																																																																	
电气的																																																																																			
电压	230	V																																																																																	
频率	50/60	Hz																																																																																	
电源输入	2300	VA																																																																																	
满负荷电流	9.0	A																																																																																	
最大负载	4	A																																																																																	
过电流保护	10	A																																																																																	
短路断路能力	10	kA																																																																																	
压缩空气(可选)																																																																																			
所需的压缩空气质量	25	l/min																																																																																	
工作压力	最小 6	bar																																																																																	
最大 8	bar																																																																																		
压缩空气质量(ISO 8573-1:2010)	等级 24.2																																																																																		
说明	数值	单位																																																																																	
直射 X 射线管(及微焦点射线管)的 X 射线参数																																																																																			
高压	10 - 300	kV																																																																																	
X 射线管电流	5 - 3000	µA																																																																																	
射出窗口(壁)的厚度	0.5	mm																																																																																	
有效放射半径	约 25	*																																																																																	
可详细识别性	< 1	µm																																																																																	
<p>10.5 放大率和分辨率</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>说明</th> <th>数值</th> <th>单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">透射 X 射线管(纳米焦点射线管)的 X 射线参数</td> </tr> <tr> <td>高压</td> <td>10 - 180</td> <td>kV</td> </tr> <tr> <td>X 射线管电流</td> <td>5 - 880</td> <td>µA</td> </tr> <tr> <td>靶功率, 最大:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>■ 钨 + CVD - 靶</td> <td>20</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>■ 钨 - 铌</td> <td>15</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>有效靶距 + 纳米的厚度:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>■ 钨 + CVD</td> <td>0.3</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>■ 钨 - 铌</td> <td>0.4</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>有效放大率</td> <td>约 180</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>可详细识别性</td> <td>< 1</td> <td>µm</td> </tr> <tr> <td colspan="3">放大率</td> </tr> <tr> <td colspan="3">800 mm FOD 时:</td> </tr> <tr> <td>■ 黑素焦点射线管</td> <td>1.3 - 100</td> <td>倍</td> </tr> <tr> <td>■ 纳米焦点射线管</td> <td>1.3 - 400</td> <td>倍</td> </tr> <tr> <td colspan="3">600 mm FOD 时:</td> </tr> <tr> <td>■ 黑素焦点射线管</td> <td>1.5 - 75</td> <td>倍</td> </tr> <tr> <td>■ 纳米焦点射线管</td> <td>1.5 - 300</td> <td>倍</td> </tr> </tbody> </table>			说明	数值	单位	透射 X 射线管(纳米焦点射线管)的 X 射线参数			高压	10 - 180	kV	X 射线管电流	5 - 880	µA	靶功率, 最大:			■ 钨 + CVD - 靶	20	W	■ 钨 - 铌	15	W	有效靶距 + 纳米的厚度:			■ 钨 + CVD	0.3	mm	■ 钨 - 铌	0.4	mm	有效放大率	约 180	*	可详细识别性	< 1	µm	放大率			800 mm FOD 时:			■ 黑素焦点射线管	1.3 - 100	倍	■ 纳米焦点射线管	1.3 - 400	倍	600 mm FOD 时:			■ 黑素焦点射线管	1.5 - 75	倍	■ 纳米焦点射线管	1.5 - 300	倍																								
说明	数值	单位																																																																																	
透射 X 射线管(纳米焦点射线管)的 X 射线参数																																																																																			
高压	10 - 180	kV																																																																																	
X 射线管电流	5 - 880	µA																																																																																	
靶功率, 最大:																																																																																			
■ 钨 + CVD - 靶	20	W																																																																																	
■ 钨 - 铌	15	W																																																																																	
有效靶距 + 纳米的厚度:																																																																																			
■ 钨 + CVD	0.3	mm																																																																																	
■ 钨 - 铌	0.4	mm																																																																																	
有效放大率	约 180	*																																																																																	
可详细识别性	< 1	µm																																																																																	
放大率																																																																																			
800 mm FOD 时:																																																																																			
■ 黑素焦点射线管	1.3 - 100	倍																																																																																	
■ 纳米焦点射线管	1.3 - 400	倍																																																																																	
600 mm FOD 时:																																																																																			
■ 黑素焦点射线管	1.5 - 75	倍																																																																																	
■ 纳米焦点射线管	1.5 - 300	倍																																																																																	
<p>05.02.2024 X 射线检测系统 Phoenix Vtomeix M300 133</p>																																																																																			
<p>134 X 射线检测系统 Phoenix Vtomeix M300 05.02.2024</p>																																																																																			



附件7 东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司Ⅲ类X射线装置检测报告



202119115732

深圳市赛辐环保科技有限公司

检 测 报 告

报 告 编 号: SF-202509R-11947

项 目 名 称: 空气比释动能率

委 托 单 位: 东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司

委 托 单 位 地 址: 广东省东莞市塘厦镇沙新路 27 号

报 告 日 期: 2025 年 09 月 26 日

深圳市赛辐环保科技有限公司



申 明 Statements

1. 报告的检测结果只与被检测的项目有关。
The results of the testing relate only to the items that tested.
2. 报告无“检测报告专用章”及“多页报告无骑缝章”无效。
Test report is invalid without the “Special Seal of Test Report” or that of test unit on it.
3. 报告无编制、审核、签发人签章无效。
The report is invalid without preparation, review and signature of the issuer.
4. 报告随意涂改复印无效, 如复印需经本公司同意并加盖公章。
Test report is invalid if randomly altered or duplicated .The consent and seal of this Center is required for any duplication.
5. 委托检验仅对检测时作业环境负责。
For entrusted tests, this Center is only responsible for the delivered samples.
6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向检验单位提出, 逾期不予受理。
For any claim of the report, just refer to the testing unit in 15 days, in case it is not in the above limited time, the claim shall be dismissed.
7. 本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测值。
The testing results would only present the datas taken at the scene within specific conditions where our clients provide.

通讯资料:

地址/ADD: 深圳市龙岗区龙城街道黄阁坑社区龙城工业园留学人员(龙岗)创业园 206
电话/Tel: 0755-89398816 邮政编码/ Postal Code: 518172
传真/Fax: 0755-89399186

检测报告

报告编号: SF-202509R-11947

第 3 页 共 5 页

项目概况:

受东莞市奥海科技股份有限公司第三分公司的委托,我司对其使用的 1 台 SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置进行空气比释动能率检测,现场检测时,设备正常运行。

检测项目	空气比释动能率		
检测人员	谭振铭、盛能辉	检测日期	2025 年 09 月 26 日
环境条件	温度 (℃)	相对湿度 (%)	
	23	69	
检测时间	14 时 55 分-15 时 22 分		

检测依据:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

NT6101(N50) 环境监测用 $x - \gamma$ 辐射空气比释动能率仪 (仪器出厂编号: 5023102)

测量范围: 1nGy/h-150Gy/h 能量范围: 48keV-3MeV

检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

计量有效期: 2025 年 08 月 06 日-2026 年 08 月 04 日

检定证书编号: 2025H21-20-6048256001-01

检测结果:

检测结果见表 1。测量点见检测布点图。

编制: 谭振铭

审核: 九月三

签发: 盛能辉

签发日期: 2025.9.26

检测报告

报告编号: SF-202509R-11947

第 4 页 共 5 页

表 1: 检测结果 (测量点见检测布点图)

测点 编号	设备名称	测量点位	开机 (nGy/h)		关机 (nGy/h)		工作 状态
			检测 结果	标准差	检测 结果	标准差	
1	SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置 (SN: 112265900074)	距设备表面 30cm 处(前)	118	3	117	3	100kV 0.1mA
2		距设备表面 30cm 处(后)	110	2	107	2	
3		距设备表面 30cm 处(左)	106	2	102	2	
4		距设备表面 30cm 处(右)	119	3	117	2	
5		操作位	130	3	128	2	

备注: 1、各测量点为巡测后获得的空气比释动能率值最大的点;
2、检测结果均未扣除本底值, 本底测量范围: 99nGy/h~132nGy/h;
3、受软件限制, 设备能开启的最大管电压为 100kV, 能开启的最大管电流为 0.1mA。

检测布点图:

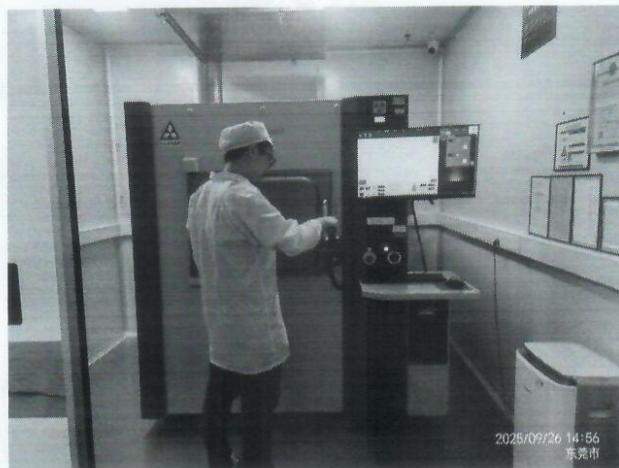


检测报告

报告编号: SF-202509R-11947

第 5 页 共 5 页

现场检测图片:



SMX-6000SP 型微焦点 X 射线透视检查装置检测图片

(本页以下空白)