

核技术利用建设项目

厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目 生态环境影响报告表

(公示稿)



核技术利用建设项目

厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目 生态环境影响报告表

(公示稿)



建设单位名称：厦门日立能源高压开关有限公司

建设单位法人代表：赵***

通讯地址：厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号

邮政编码：361102

联系人：郭***

电子邮箱：alan-****

联系电话：181*****

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	15
表 3 非密封放射性物质	15
表 4 射线装置	16
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	17
表 6 评价依据	18
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 生态环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	36
表 11 生态环境影响分析	46
表 12 辐射安全管理	58
表 13 结论与建议	65
附件 1 委托书（已删除）	
附件 2 辐射安全许可证（已删除）	
附件 3 现有环评批复及验收批复（已删除）	
附件 4 管理制度（已删除）	
附件 5 辐射工作人员个人剂量监测报告及职业健康检验报告（已删除）	
附件 6 2025 年年度评估报告（已删除）	
附件 7 生态环境现状监测报告（已删除）	
附件 8 资质认定证书、检定证书、宇宙射线响应值监测报告（已删除）	
附件 9 X 射线相关材料（已删除）	
附件 10 应急演练记录（已删除）	
附件 11 土地房屋权证及租赁合同（已删除）	
附件 12 福建省生态环境分区管控综合查询报告（已删除）	

表 1 项目基本情况

项目名称		厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目			
建设单位		厦门日立能源高压开关有限公司			
法人代表	赵**	联系人	郭**	联系电话	181***
注册地址		厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号			
项目建设地点		厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	200	项目环保投资（万元）	12	投资比例	6.00%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积 (m ²)	66.5
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	1.建设单位情况 厦门日立能源高压开关有限公司（原名为“厦门 ABB 高压开关有限公司”）是一家从事其他输配电、控制设备制造、绝缘制品制造等业务的公司，成立于 1999 年 12 月 21 日，注册地址为厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号，全厂规模达到 HHS-GIS 车间年产开关设备产品 6000 台、GIS 高压开关模块 500 件，模块车间年产 110kV 和 220kV 高压开关模块 3500 件、550kV 及以上高压开关 1600 件、110kV 及以上高压开关断路器模块 3500 件。 2.目的和任务由来 根据企业发展需求，厦门日立能源高压开关有限公司拟在厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，新增 1 台 X 射线数字成像检测系统（自带屏蔽体，最大管电压为 225kV、最大管电流为 8mA），属于 II 类射线装置，用于对绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测。根据《中华人民共和国生态环境法典》《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）等法律法规，厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目应进行生态环境影响评价，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021				

年版），“使用Ⅱ类射线装置”应编制生态环境影响报告表。

因此，厦门日立能源高压开关有限公司于 2026 年 4 月委托厦门华和元环保科技有限公司（以下简称“我公司”）对厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目进行生态环境影响评价（委托书见附件 1）。我公司接受委托后，组织技术人员对厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目工作场所防护情况和辐射工作人员的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《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）的相关要求编制完成了《厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目生态环境影响报告表》。

3.项目建设规模

厦门日立能源高压开关有限公司拟在厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，新增 1 台 X 射线数字成像检测系统。本项目拟用 X 射线数字成像检测系统详细情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置使用情况

序号	射线装置	型号	数量 (台)	最大管电 压(kV)	最大管电 流(mA)	类别	使用场所	测试对象	备注
1	X 射线数字成 像检测系统	XYG-22508/3	1	225	8	Ⅱ类	X-Ray 物 料检验区	绝缘子工件/ 绝缘杆工件	新增

4.项目选址及周边保护目标

本次新增 X 射线数字成像检测系统位于厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，位于厦门 ABB 工业园区内。项目所在厂房（PPHV 厂房）北侧为厦门 ABB 工业园区的中压厂房，中压厂房入驻有厦门 ABB 中压电器控制设备有限公司、厦门 ABB 中压开关有限公司、ABB 中压技术中心；西侧为厦门 ABB 工业园区的低压厂房，低压厂房入驻了厦门 ABB 低压电器设备有限公司，东侧为空地绿化、厂区道路及化学品仓库/危废仓，南侧为舩山西二路。

本项目 X 射线数字成像检测系统位于 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，其北侧为三相管道/单相管道模块卸货区、园区道路等区域，南侧为小部件预装、绝缘子测试区、母线管道单元气密区等区域，东侧为现有 X 射实时成像检测系统、喷漆件收货区域、大件待配送放置区、待检区域等区域，西侧为风淋间、三相管道/单相管道模块待检配送区等区域；PPHV 厂房为一层建筑物，楼上楼下无建筑物，与其他生产区域相对独立，选址符合要求。

本项目 PPHV 厂房及 X 射线数字成像检测系统辐射场所 X-Ray 物料检验区周边环境见下

表 1-2。

表 1-2 生态环境保护目标情况一览表

场所	北侧	西侧	东侧	南侧	正上方	正下方
PPHV 厂房	厦门 ABB 工业园区的中压厂房	厦门 ABB 工业园区的低压厂房	空地绿化、厂区道路及化学品仓库/危废仓	舫山西二路	无	无
X-Ray 物料检验区	三相管道/单相管道模块卸货区、园区道路等区域	风淋间、三相管道/单相管道模块待检配送区等区域	X 射线数字成像检测系统、喷漆件收货区域、大件待配送放置区、待检区域等区域	小部件预装、绝缘子测试区、母线管道单元气密区等区域	无	无

本项目使用的 X 射线数字成像检测系统在工作过程中产生的 X 射线经其自带铅屏蔽体屏蔽并通过距离衰减，同时在该公司各项辐射安全防护措施有效的条件下，对周边环境人员造成的辐射影响较小，本项目拟建辐射工作场所周边 50m 范围内无以居住、医疗卫生、文化教育、科研等为主要功能的生态环境影响敏感区域，故项目选址可行。

本项目现状照片见图 1-1，厂区平面详见图 1-2。本项目的周边保护目标主要是操作射线装置的辐射工作人员和周边公众（包含一般工作人员）。

拟设置 X 射线数字成像检测系统位置现状	项目所在厂房（PPHV 厂房）
车间内北侧现状	车间内东侧现状

车间内南侧现状	车间内西侧现状
车间外北侧 ABB 中压厂房	车间外东侧化学品仓库/危废仓
车间外南侧舫山西二路	车间外西侧 ABB 低压厂房

图 1-1 周边现状照片

5.现有核技术利用项目许可情况

(1) 许可情况

厦门日立能源高压开关有限公司于 2026 年 1 月向厦门市生态环境局重新申请辐射安全许可证，证书编号为：闽环辐证[D0281]，许可的种类和范围和使用Ⅲ类射线装置（附件 2）。证书有效期至 2028 年 12 月 12 日。厦门日立能源高压开关有限公司现有核技术利用项目详见表 1-3。

(2) 环保手续履行情况

厦门日立能源高压开关有限公司原有核技术利用项目均已履行了相关环保手续。现有射线装置情况及环保手续履行情况见表 1-3。

表 1-3 厦门日立能源高压开关有限公司在用射线装置一览表

序号	设备名称	机器型号	分类	数量 (台)	使用场所	环评情况	验收情况	备注
1	X 射实时成像检测系统	XYD-225	Ⅲ类	1	X-Ray 物料检验区	备案号： 202535021300000062	/	正常使用

(3) 辐射防护管理制度

为保证辐射工作安全开展，厦门日立能源高压开关有限公司成立了辐射安全管理委员会，全面负责该公司的辐射防护管理工作。根据原国家环境保护总局环发〔2006〕145 号通知《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》的规定，该公司制定了《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。同时该公司依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《突发环境事件信息报告办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，并结合该公司的情况，已制定了较完善的管理制度和操作规程，《辐射防护与安全保卫制度》《辐射事故/事件应急预案》《探伤工作人员岗位职责》《人员培训计划、监测方案》《X 射线数字成像检测系统安全操作规程》《设备检修维护制度》等，并严格遵守执行，详见附件 4。

(4) 辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检情况

厦门日立能源高压开关有限公司现有辐射工作人员 3 名，Ⅲ类射线装置的辐射工作人员均已参加公司组织的自行考核。

公司为现有辐射工作人员配备了个人剂量计，由专人负责收集个人剂量计，委托深圳市源策通检测技术有限公司承担个人剂量监测工作，监测频率为 1 次/季度，每季度的个人剂量监测结果均存档备案，见表 1-4。从 2025 年 4 月 18 日—2026 年 4 月 3

日的个人剂量报告及 2025 年体检报告（附件 5）可知，个人剂量监测结果均正常，根据体检结果均可继续原放射工作。

表 1-4 现有辐射工作人员个人剂量监测结果

姓名	有效剂量（mSv）				
	2025 年 4 月 18 日— 2025 年 7 月 16 日	2025 年 7 月 17 日—2025 年 10 月 14 日	2025 年 10 月 15 日—2026 年 1 月 3 日	2026 年 1 月 4 日—2026 年 4 月 3 日	合计
陈**					
陈**					
陈**					

（5）辐射生态环境监测及年度评估情况

在设备正常运行状态下，公司每年委托有监测资质的单位对工作场所及周围辐射生态环境剂量率进行监测，监测频次为 1 次/年，并将监测数据记录存档。根据厦门日立能源高压开关有限公司 2025 年度辐射安全和防护状态评估报告（见附件 6），该公司辐射场所监测未出现超标情况。

（6）辐射监测仪器和防护用品配备情况

厦门日立能源高压开关有限公司已为相关工作人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪，具体辐射监测仪器和防护用品清单见表 1-5。

表 1-5 企业现有辐射监测仪器和防护用品一览表

序号	物资名称	数量	单位
1	辐射监测仪	1	台
2	个人剂量报警器	2	台
3	个人剂量计	3	个

（7）辐射工作管理情况

公司日常按照制定的一系列规章制度开展辐射工作管理，按时提交年度安全评估报告；建立个人剂量计档案和职业健康体检档案，并指定专人管理，定期委托有资质的单位开展个人剂量计检测、组织辐射工作人员进行职业健康体检；生态环境管理部门安排专人日常定时巡查、检测设备性能，据调查，截至目前，厦门日立能源高压开关有限公司使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

6.实践正当性分析

项目投入使用主要用于本单位绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测，保证产品合格，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律法规和标准的要求，不会给所在区域带来生态环境压力。厦门日立能源高压开关有限公司 1 台

X 射线数字成像检测系统项目实施后，对绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测可发现产品缺陷，能起到提前预防质量安全事故发生，在保证安全使用的同时，也创造了更大的经济效益和社会效益。

7.产业政策符合性分析

本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第十四类“机械”中的第 1 条“1. 科学仪器和工业仪表：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”，因此本项目符合国家产业政策。

8.项目选址及合理性分析

（1）与土地利用规划符合性分析

项目位于厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，根据建设单位提供的厦门市土地房屋权证：闽（2020）厦门市不动产权第 0038613 号（见附件 11），项目所在地批准土地用途为工业。根据《厦门市翔安区土地利用图（2024-2035）》（图 1-3），项目用地属于工业用地，因此，项目选址符合土地利用规划要求。

（2）合理性分析

项目评价范围内（X 射线数字成像检测系统铅屏蔽体外 50m 范围）主要为厦门日立能源高压开关有限公司厂区内厂房、园区道路，评价范围内现状无居民区、学校等生态环境敏感点。项目辐射工作场所四周人员停留较少，主要是 X 射线数字成像检测系统控制区内的辐射工作人员，监督区内的工作人员和周边的流动人群。项目在严格采取设计及环评要求防护措施的前提下，对生态环境辐射影响较小。

（3）规划环评及其批复符合性分析

本项目位于厦门火炬高新区（翔安）产业区舩山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，属于翔安区下潭尾光电产业集中区。建设单位主体工程主要从事高压开关设备加工，属于电气设备产业，根据《厦门市翔安区下潭尾光电产业集中区（南片）

规划环境影响跟踪评价报告书》和审查小组意见的通知（厦环评〔2018〕49号），片区功能定位：以发展光电产业为主，逐步由生产导向型向研发导向型转化，形成创新环境优越的高效率、高附加值的示范性产业区。建设单位主体工程主要从事高压开关设备加工，符合片区主导的光电产业发展定位，本项目用于公司产品绝缘子工件/绝缘杆工件的检测，为主体工程的配套项目，故与《厦门市翔安区下潭尾光电产业集中区（南片）规划环境影响跟踪评价报告书》和审查小组意见的通知（厦环评〔2018〕49号）相符。

9. “生态环境分区管控”符合性分析

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号）和《厦门市生态环境准入清单（2023年）》中的厦门市生态环境管控单元图（见**图 1-4**），并结合本项目在福建省生态环境分区管控数据应用平台导出的“福建省生态环境分区管控综合查询报告”（见**附件 12**），本项目涉及1个生态环境管控单元——火炬（翔安）产业区（ZH35021320001、重点管控），项目与厦门市生态环境分区管控要求符合性分析见**表 1-6**。

本项目为核技术利用建设项目，主要对厂区内部生产的绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测，不涉及任何生产和制造内容，不新增二氧化硫、氮氧化物和VOCs等污染物排放，符合生态环境准入清单要求。

综上所述，项目的建设符合“生态环境分区管控”管控要求。

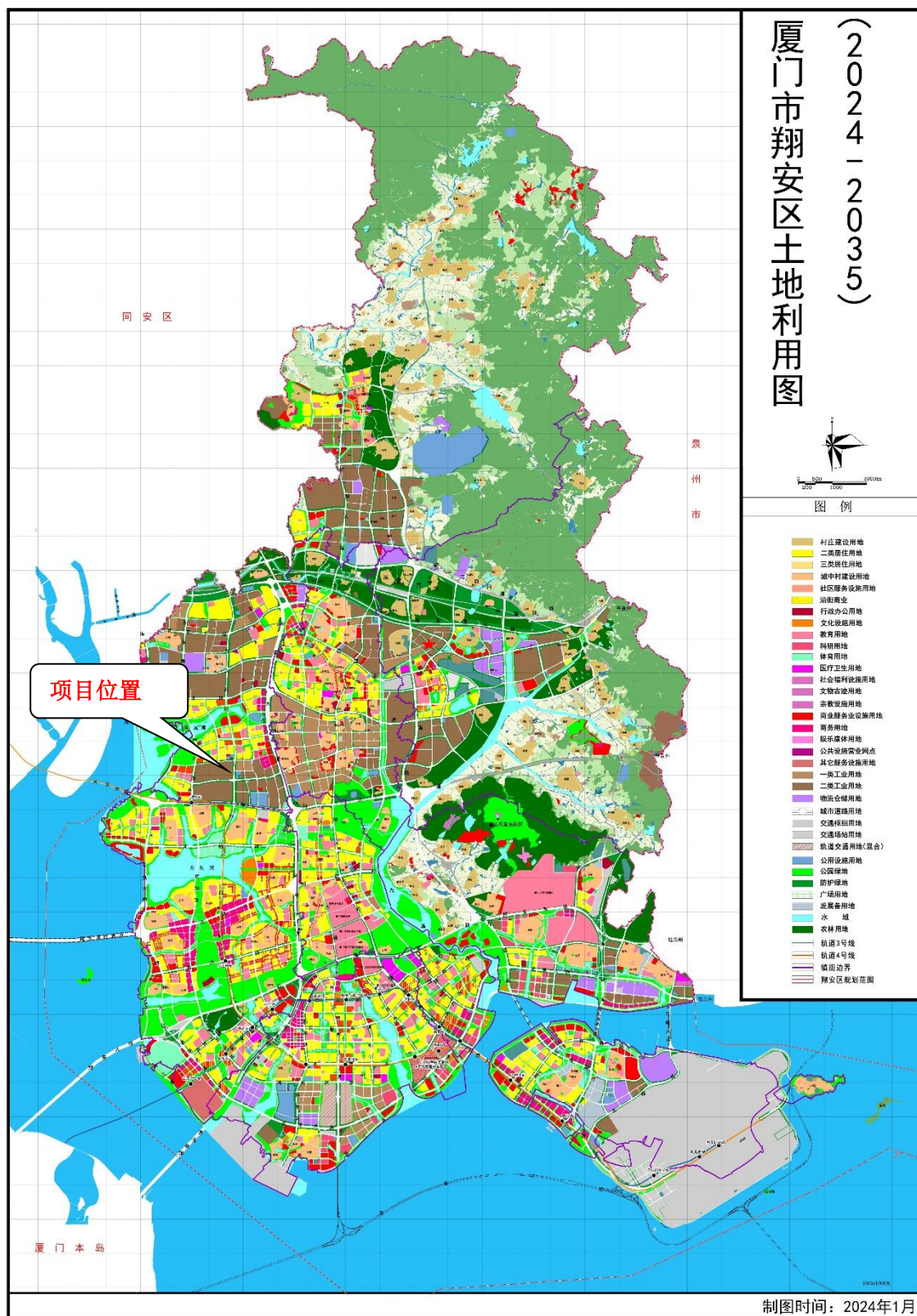
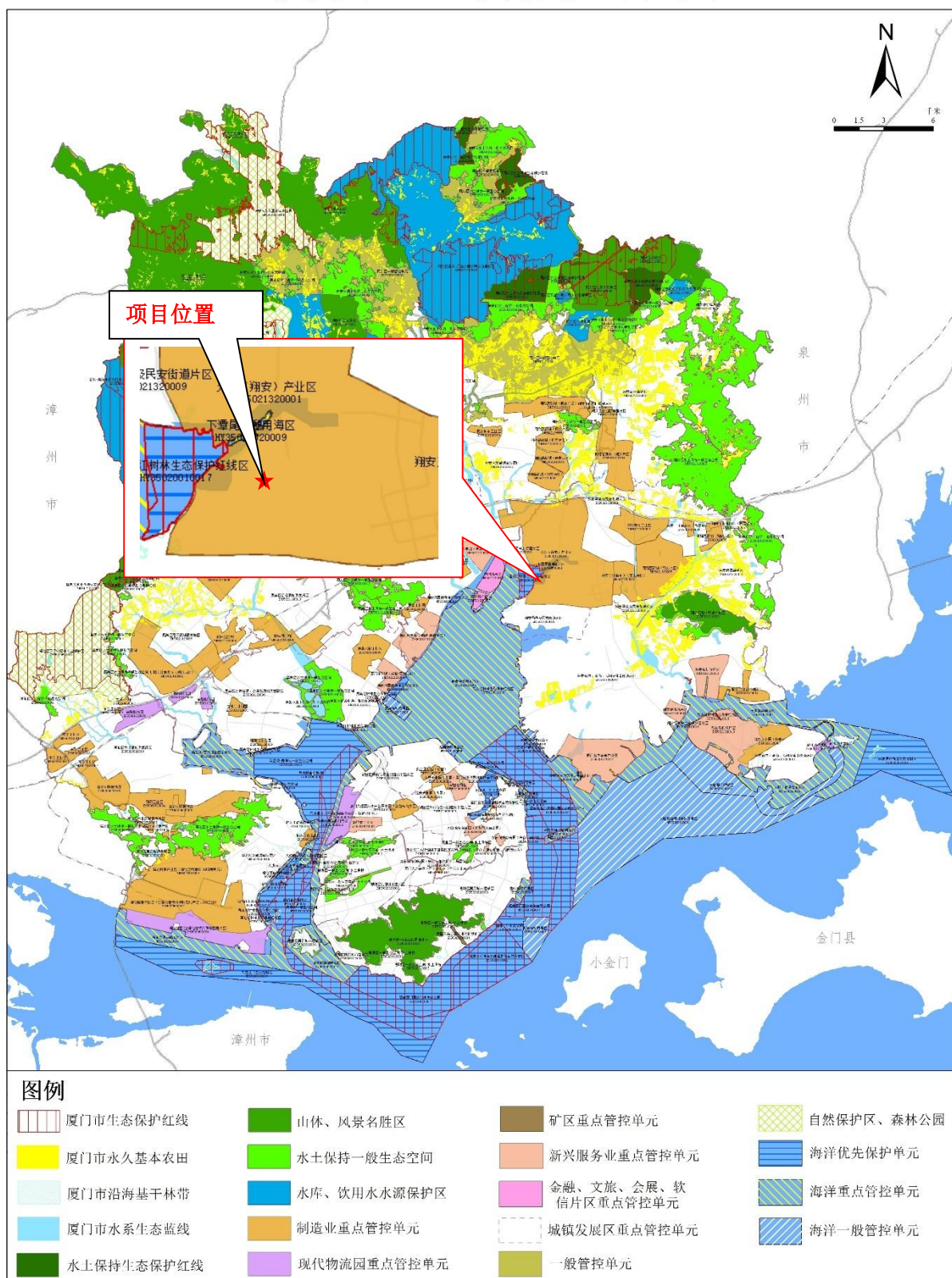


图 1-3 厦门市翔安区土地利用图 (2024-2035)

厦门市生态环境管控单元图



厦门市生态环境局 2023年 编制

厦门大学城乡规划设计研究院 制图

图 1-4 厦门市生态环境管控单元图

表 1-6 项目与厦门市生态环境分区管控要求符合性分析一览表

环境管控 单元名称	管控 单 元分 类	管控要求		符合性
ZH3502132000 1 火炬（翔安） 产业区	重点 管控 单元	空 间 布 局 约 束	1.限制准入高耗水、高排水项目，应充分论证污染可控、符合区域污染物总量控制要求、单位产品水耗应至少达到产品基准耗排量标准（如有发布）和同行业清洁生产国内先进水平。	项目不涉及废水排放，符合。
			2.限制准入与主导产业作业环境相容性差或显著交叉干扰影响的项目。	项目与主导产业不冲突，无交叉干扰影响，符合。
			3.禁止新建除电子信息产业外的其他排放废水重点重金属污染物的产业项目；禁止新（改、扩）建增加废水重点重金属污染物排放的电镀行业项目（片区主导发展的电子信息、新能源和新材料产业项目确需配套电镀工艺的除外）。	项目不涉及重点重金属排放，符合。
			4.限制不符合主导功能定位的项目准入，一定要引进的，应符合低能耗、低水耗、低污染、低风险等特性方可准入。	项目与主导产业不冲突，符合。
			5.严格限制包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的建设项目准入，原则上禁止生产、使用 VOCs 含量超过相关标准限值的涂料、油墨、胶黏剂、洗涤剂原辅材料。对于规划重点发展的主导产业项目因特殊生产工艺需要确需使用高 VOCs 含量原辅料的且采用高效 VOCs 回用或治理技术的，经环评论证可行的可予以准入。	项目不涉及 VOCs 排放，符合。
			6.采用电能、天然气等清洁能源。	项目使用的能源为电能，符合。
			7.在现有和规划的集中居住区（包括村庄、住宅小区）、学校等敏感目标外围100m范围内，严格限制准入排放挥发性有机物、异味污染物及其他列入《有毒有害大气污染物名录》污染物的新建、改（扩）建工业生产项目，具体见总体要求一览表一陆域一空间布局约束一重点管控单元一第10条；该范围内已审批的废气污染型项目不断提高工艺和污染治理水平，废气排放做到只减不增；如有新规定发布的则执行最新要求。	项目不涉及挥发性有机物、异味污染物及其他列入《有毒有害大气污染物名录》污染物排放，符合。
			8.区域内分布的永久基本农田按照总体要求一览表一陆域一空间布局约束一第二条永久基本农田执行。	项目位于火炬（翔安）产业区，不涉及占用基本农田，符合。
	污 染 物 排		1.新建、扩建项目，实行区域内二氧化硫、氮氧化物、VOCs总量控制，落实相关规定要求。	项目不涉及二氧化硫、VOCs 排放，氮氧化物极少，可忽略不计，符合。

	放 管 控	2.建立区域重点VOCs排放企业污染管理台账，深化VOCs治理技术改造，推进原辅材料的水性化改造或低挥发性有机物含量原辅材料的使用。	建设单位不涉及 VOCs 排放，符合。
		3.生产废水、生活污水实现100%收集和处理，鼓励企业开展污水处理回用，排入市政污水管网的应符合《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322）相应标准后再依托翔安水质净化厂、下潭尾水质净化厂等集中污水处理设施处理。	项目所在厂区配套化粪池，本项目无新增工作人员，无新增生活污水，符合。
		4.应配置VOCs处理设施的企业，须根据其废气特性配套工艺成熟、技术可靠的治理设施，治理设施去除效率不得低于50%；收集的废气中NMHC初始排放速率≥2kg/h的，治理设施去除效率不应低于80%；确保废气稳定达标排放。	建设单位不涉及 VOCs 排放，符合。
		5.所有涉及VOCs的原辅材料、中间产品、成品的储存、输送、转运、投加、生产、灌装、废弃、处置等过程应采取有效的密闭措施。所有产生VOCs的生产车间（或生产设施）应做到密闭，禁止露天或敞开式作业。不能密闭的部位要设置风幕、软帘或双重门等阻隔设施，减少废气排放。	建设单位不涉及 VOCs 的原辅材料、中间产品、成品的储存、输送、转运、投加、生产、灌装、废弃、处置等过程，符合。
	环 境 风 险 防 控	1.制定园区环境风险应急预案，成立应急组织机构，建设突发事件应急物资储备库，园区环境风险应急管理纳入属地环境风险应急管理体系。主要风险源企业应制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。建立园区、企业事故废水三级防控体系，确保有效拦截、降污和导流，防止事故废水直接排入水体。加强企业环境应急预案与园区综合环境应急预案的衔接，加强区域应急物资调配管理，组织园区范围内的环境安全隐患排查、应急培训和演练，构建区域环境风险联控机制。	项目按要求制定《辐射事故/事件应急预案》，成立厂区辐射应急领导小组，按要求落实辐射安全与防护措施，配套辐射剂量检测及报警装置，符合。
		2.对单元内具有潜在土壤污染环境风险的企业应加强管理，实施项目环评、设计建设、拆除设施、终止经营全生命周期土壤和地下水污染防治，建立土壤和地下水污染隐患排查治理制度、风险防控体系和长效监管机制。	项目不涉及土壤污染生态环境风险，符合。
		3.按照重点管控新污染物清单要求，禁止、限制重点管控新污染物的生产、加工使用和进出口。严格涉新污染物建设项目准入管理。排放重点管控新污染物的企事业单位和其他生产经营者应按照相关法律法规要求，对排放（污）口及其周边环境定期开展环境监测，评估环境风险，排查整治环境安全隐患，依法公开新污染物信息，采取措施防范环境风险。土壤污染重点监管单位应严格控制有毒有害物质排放，建立土壤污染隐患排查制度，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。	对照《重点管控新污染物清单（2023年版）》，项目排放的污染物不属于清单中提及的重点管控新污染物，符合。
		4.推动将有毒有害化学物质的替代和排放控制要求纳入绿色制造标准体系，对使用有毒有害化学物质进行生产或生产过程中排放有毒有害化学物质的企业依法实施强制性清洁生产审核，鼓励企业实施原辅材料无害化替代、生产工艺优化等清洁生产改造。	项目不涉及该条款内容，符合。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×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)	年最大用量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	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	类别	数量 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测系统	Ⅱ类	1	XYG-22508/3	225	8	对绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测	X-Ray 物料检验区	定向
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行； (2) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 253 号，2017 年 10 月 1 日起施行（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）； (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2019 年 3 月 18 日第二次修订； (4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月修订），原国家环保总局令 第 31 号，2006 年 3 月 1 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (7) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77 号文； (8) 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（公告 2017 年 第 66 号），2017 年 12 月 6 日发布； (9) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日施行； (10) 《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，国家发展改革委令 第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行； (11) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 6 日； (12) 《厦门市生态环境局关于印发厦门市建设项目环境影响评价与排污许可综合管理名录的通知》，厦环评〔2024〕7 号，2024 年 7 月 11 日。
------	---

技 术 标 准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (2) 《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)； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)； (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (7) 《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。
其 他	(1) 本项目委托书； (2) 厦门日立能源高压开关有限公司提供的本项目相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

1.评价范围

参考《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）中生态环境影响报告书相关要求，即“放射源和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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目特点，本项目的评价范围为 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体外 50m 的范围。

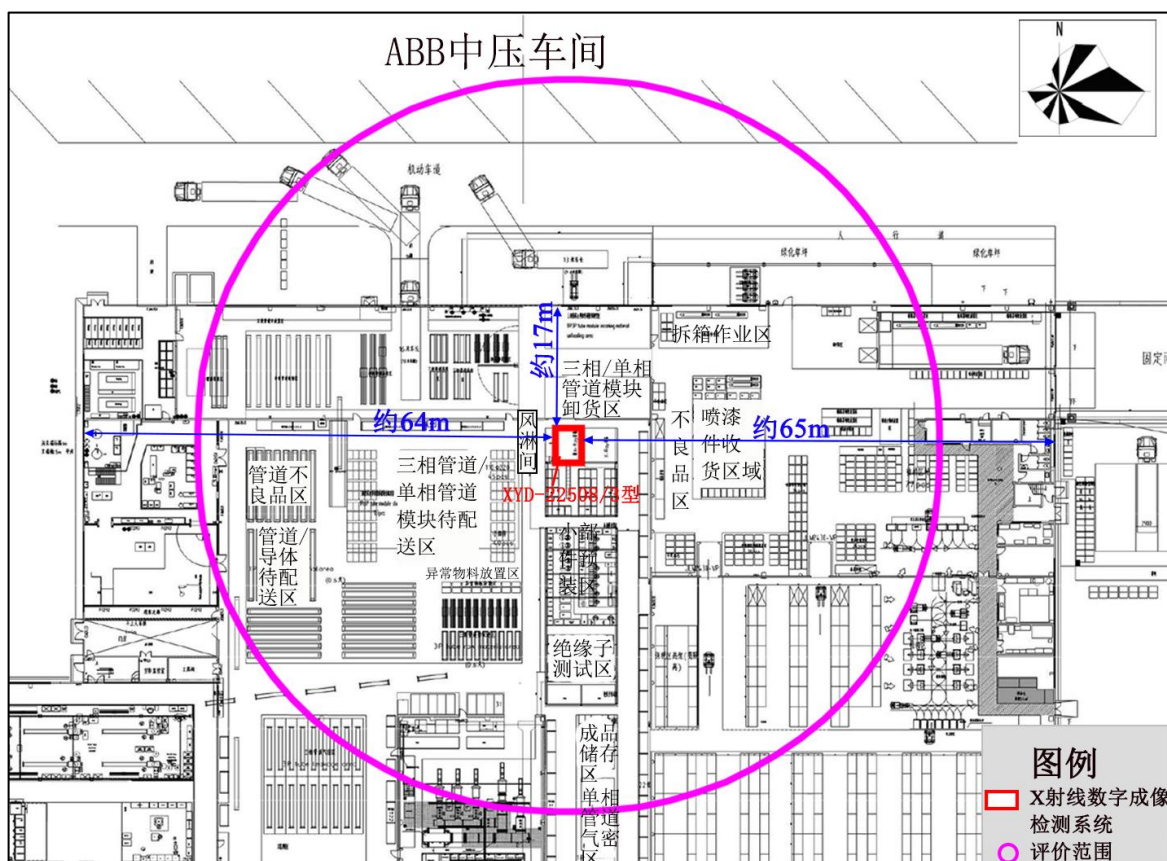


图 7-1 本项目评价范围示意图

2.保护目标

根据对本项目周围生态环境的调查，本项目拟建辐射工作场所周边评价范围（50m）为厂区内部区域，本项目周边保护目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员及周边公众。本项目辐射工作人员为 X 射线数字成像检测系统操作人员，公众成员为厂区内其他工作人员等。本项目评价范围内的生态环境保护目标具体见表 7-1。

表 7-1 主要生态环境保护目标一览表

序号	点位描述	生态环境 保护对象	方位及距离	人数	剂量约束值 (mSv/a)
1	操作位	本项目辐射工作 人员	紧邻	2 人	5
2	X-Ray 物料检验区（现 有 1 台 X 射实时成像检 测系统）		X 射线数字成像检测 系统四周区域		
3	三相管道/单相管道模块 卸货区	公众	北侧：0~17m	流动 人员	0.25
4	园区道路等区域		北侧：约 17m~50m		
5	风淋间、三相管道/单相 管道模块待检配送区等 区域		西侧：1.76m~50m	约 10 人	
6	不良品区、喷漆件收货 区域、大件待配送放置 区、待检区域等区域		东侧：4.95m~50m	流动 人员	
7	小部件预装、绝缘子测 试区、母线管道单元气 密区等区域		南侧：0~50m	约 10 人	

注：上方为屋顶，无人员到达；楼下无地下室。

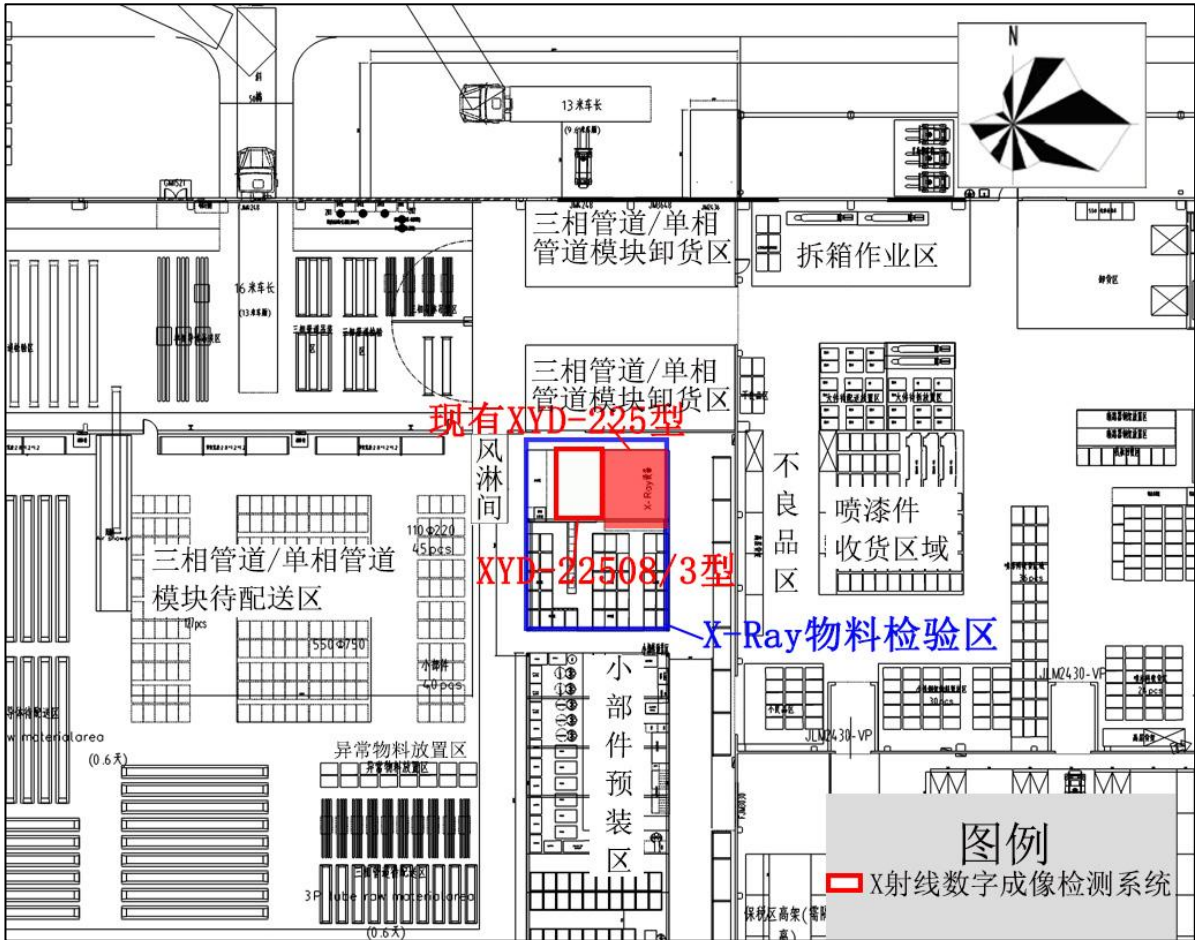


图 7-2 周边平面布置图

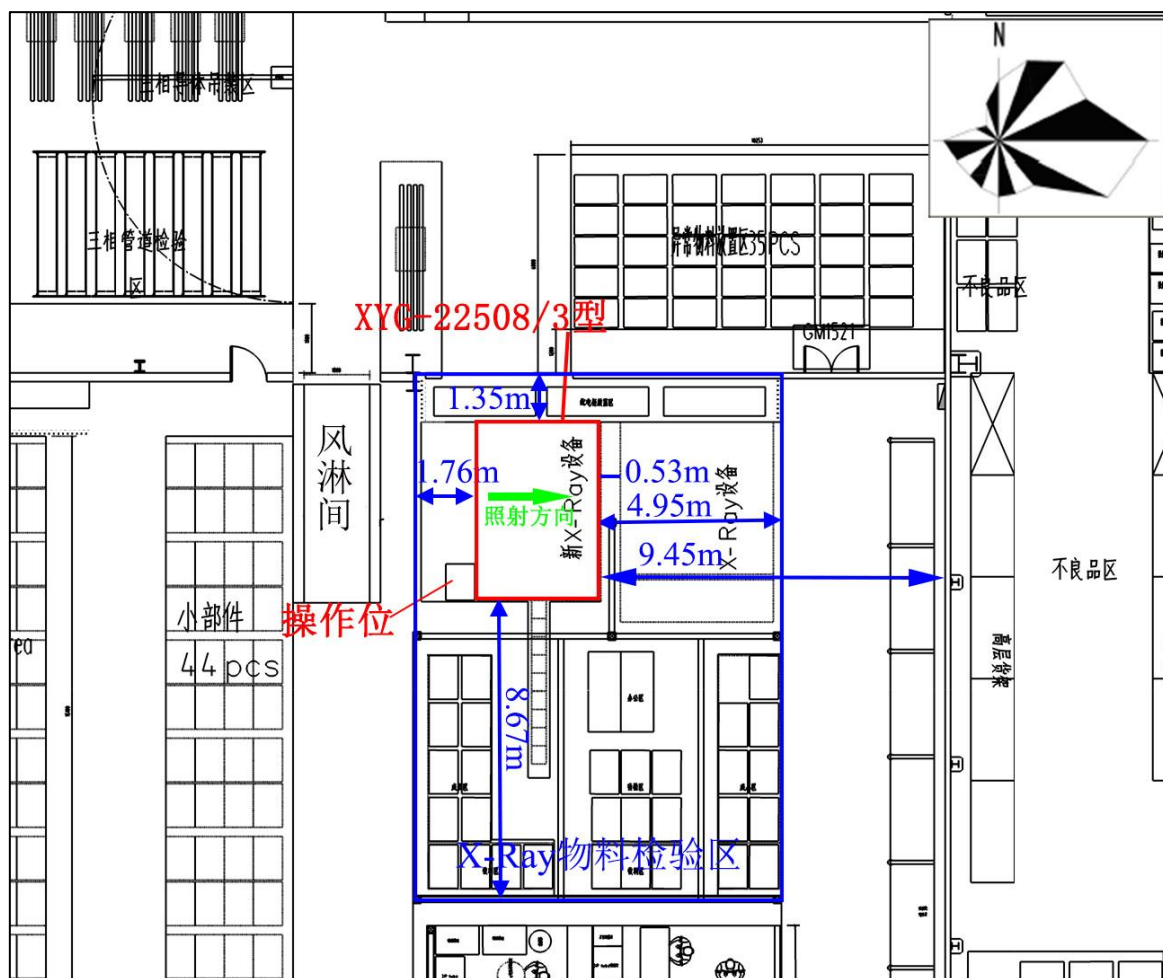


图 7-3 X-Ray 物料检验区平面布置图

3.评价标准

(1) 剂量限值和剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的要求，本项目相关限值采用标准见表 7-2。

表 7-2 本项目相关标准限值

内容	项目	剂量限值	标准名称
连续五年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
年有效剂量限值	公众	1mSv/a	
剂量约束值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值
	公众	0.25mSv/a	公众取年有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值

(2) 剂量当量率控制水平

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的要求，本项目相关剂量当量率控制水平见表 7-3。

表 7-3 本项目相关剂量当量率控制水平

内容	项目	控制水平	标准名称
周围剂量当量率控制目标值	关注点最高周围剂量当量率参考控制水平	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）
剂量率参考控制水平	关注点最高剂量率参考控制水平	$H_{c, \max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）
	关注点剂量率参考控制水平 ^注	$2.5\mu\text{Sv/h}$	

注：本项目关注点剂量率参考控制水平详见表 11-2。

(3) 辐射安全防护措施要求

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对工作场所辐射防护要求、安全装置和警示标志要求做了明确规定，见表 7-4。

表 7-4 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关内容

相关条款	具体内容（节选，不适用于本项目的条款未给出）								
4 使用单位放射防护要求	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。 4.3 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。 4.6 应制定辐射事故应急预案。								
5 探伤机的放射防护要求	5.1 X射线探伤机 5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。 表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值 <table> <tr> <th>管电压 kV</th><th>漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h</th></tr> <tr> <td><150</td><td><1</td></tr> <tr> <td>150~200</td><td><2.5</td></tr> <tr> <td>>200</td><td><5</td></tr> </table> 5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好； g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。 5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受	管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h	<150	<1	150~200	<2.5	>200	<5
管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h								
<150	<1								
150~200	<2.5								
>200	<5								

	过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 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； d) 应做好设备维护记录。
6 固定式探伤的放射防护要求	6.1 探伤室放射防护要求 6.1.1 探伤室的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。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T 250。 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。 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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/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2.5μSv/h。 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足： a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3； b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100μSv/h。 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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。 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。 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。 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。 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。 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。 6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求 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。 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，同时防止其他人进入探伤室，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。 6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。 6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把

	潜在的辐射降到最低。 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。 6.3探伤设施的退役 当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c) X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。 f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。
--	---

表 8 生态环境质量和辐射现状

1.项目的地理和场所位置

本项目新增 1 台 X 射线数字成像检测系统位于厦门火炬高新区（翔安）产业区舫山西路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区。本项目地理位置示意图见图 8-1。



图 8-1 本项目地理位置示意图

2.生态环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 生态环境现状评价的对象

本次生态环境现状评价的对象为拟建辐射工作场所周边环境。

(2) 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

(3) 监测点位

按《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中“5.3.3 射线装置”的辐射生态环境监测内容，结合本项目评价范围（X 射线数字成像检测系统外 50m 范围），确定本项目检测点位为 X 射线数字成像检测系统拟放置位置及场所周边受影响区域，本项目辐射水平背景值监测点位见图 8-2。

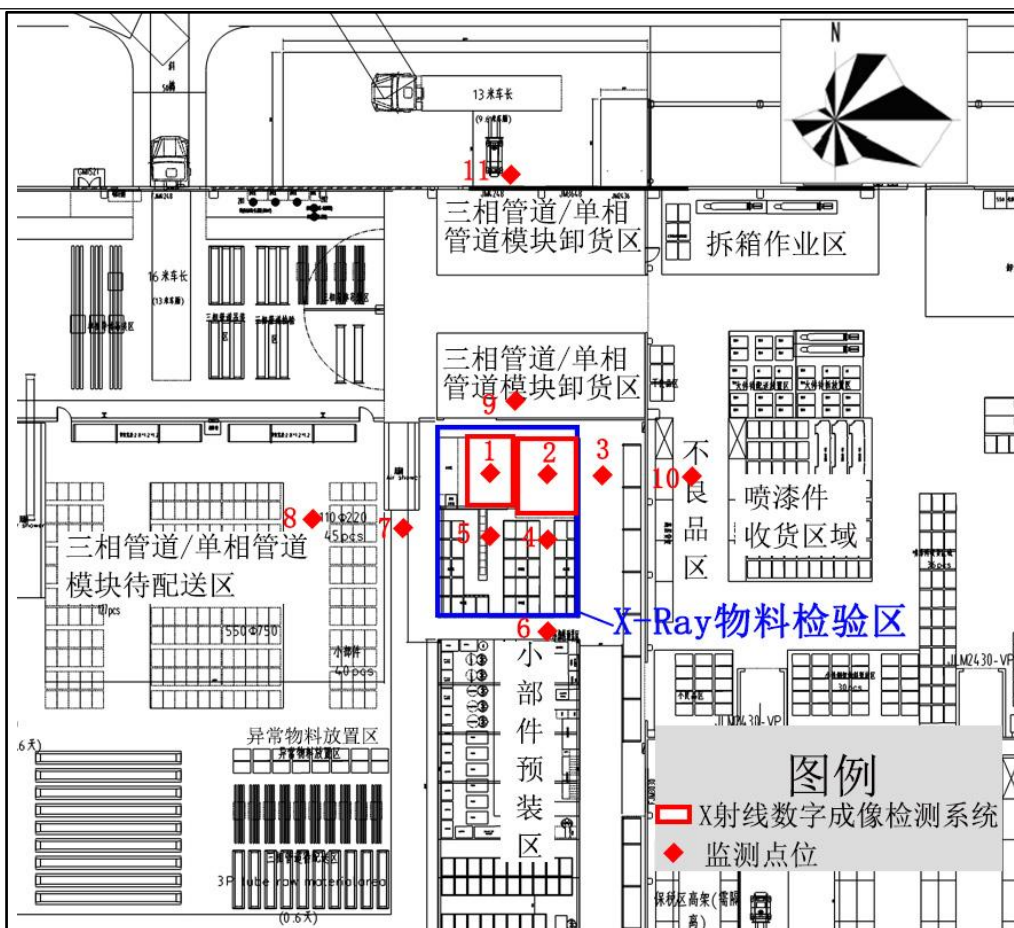


图 8-2 拟建辐射工作场所周边辐射水平背景值监测点位示意图

3.监测方案、质量保证措施和监测结果

(1) 监测方案

①监测单位

厦门亿科特检测技术有限公司（CMA：211303100262）

②监测时间及生态环境条件

监测时间：2026 年 6 月 23 日

温 度：25.9℃

相对湿度：56.1%

③监测方法及监测仪器

本次 γ 辐射空气吸收剂量率现状检测方法依据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）提供的方法。节选有关内容见表 8-1。

表 8-1 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》相关内容

仪器指标	通用要求
量程	量程下限应不高于： $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，在应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于： $1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$
相对固有误差	$< \pm 15\%$
能量响应	50keV~3MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考γ辐射源）
角响应	$0^\circ \sim 180^\circ$ 角响应平均值（ $\bar{R}$ ）与刻度方向上的响应值（ R ）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs γ辐射源）
使用温度	-10~40℃（即时测），-25~50℃（连续测量）
使用相对湿度	$< 95\%$ （35℃）

④检测仪器

本次监测仪器为环境 X、γ辐射剂量仪，该仪器由上海市计量测试技术研究院·华东国家计量测试中心检定，仪器参数见表 8-2。

表 8-2 生态环境现状监测仪器及参数一览表

仪器名称	高灵敏环境级便携式多功能辐射仪
仪器型号	6150AD-b
生产厂家	AUTOMEES
能量响应	主机能量范围：45keV-3MeV； 探头能量范围：20keV-7MeV
量程	主机测量范围：0.1μSv/h-1Sv/h； 探头测量范围：1nSv/h-99.9μSv/h
检定证书编号	2025H21-20-5984897002
仪器检定有效期限	2025 年 7 月 2 日—2026 年 7 月 1 日
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

（2）质量保证措施

- ①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。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- ④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。
- ⑥通过国家级计量认证及中国实验室国家认可委员会认可。

（3）监测结果

拟建辐射工作场所周边γ辐射空气吸收剂量率背景值监测结果见表 8-3，检测报告见附件 7。

表 8-3 拟建辐射工作场所周边 γ 辐射空气吸收剂量率背景值监测结果

序号	测点名称	γ 辐射空气吸收剂量率 ±标准偏差 (nGy/h)	监测工况
1	拟建辐射工作场所处	19.016±0.973	生态环境背景值
2	拟建辐射工作场所处	24.558±0.818	
3	拟建辐射工作场所东侧 1m 处	23.291±0.765	
4	拟建辐射工作场所南侧 1m 处	23.846±0.918	
5	拟建辐射工作场所南侧 1m 处	23.371±0.991	
6	拟建辐射工作场所南侧小部件预装区	29.387±0.918	
7	拟建辐射工作场所西侧风淋间旁	32.554±0.751	
8	拟建辐射工作场所西侧三相管道/单相管道模块待配送区处	24.796±0.855	
9	拟建辐射工作场所北侧三相管道/单相管道模块卸货区处	28.912±1.629	
10	拟建辐射工作场所东侧不良品区通道	37.304±0.918	
11	拟建辐射工作场所北侧通道	43.595±0.851	
注：检测结果已扣除仪器的宇宙射线响应值 42.38nGy/h，监测报告见附件 8。			

4.生态环境现状调查结果评价

由表 8-3 的监测结果可知，拟安装 X 射线数字成像检测系统场所及所在厂房周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果在 19.016nGy/h~43.595nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响应值），低于当地天然本底水平涨落范围内（根据《中国环境天然放射性水平》给出已扣除宇宙射线响应值的检测结果，厦门市道路 γ 辐射剂量率范围为 78.2~129.4nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 161.9~193.5nGy/h）。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工作原理

(1) 设备组成

本项目使用的 1 台 X 射线数字成像检测系统型号 XYG-22508/3。根据厂家提供资料，XYG-22508/3 型 X 射线实时成像系统主要用于产品的内部缺陷检测，具有 ADR 自动判别功能，支持气孔、缩松、夹渣、裂纹的自动识别功能；支持缺陷标记功能；支持缺陷统计功能并且射线机和平板探测器可进行适当的左右和上下对称摆角，满足用户使用要求。被检工件最大尺寸：绝缘子直径 $\leq 1.2\text{m}$ ，高 $\leq 0.6\text{m}$ ，重量 $\leq 80\text{kg}$ ；绝缘杆长度 $\leq 3.6\text{m}$ ，直径 $\leq 0.2\text{m}$ ，重量 $\leq 60\text{kg}$ ，壁厚 $\leq 30\text{mm}$ 。

设备组成主要有：防护铅房、运件车机构、射线机运动机构、平板运动机构等组成，采用多轴运动方式，伺服控制，实现产品全方位检测，

防护铅房：防护铅房采用六面，防护铅门分成 2 扇，为对开平移门，由电动控制开关门。

运件车机构：安装在地面轨道上。电动控制运件车机构沿地面轨道进出铅房，移动到铅房外上下件工位或者移动到铅房内检测位置；运件车机构上面靠中间位置安装一个转盘，可连续 360° 旋转，由伺服电机控制转盘旋转，精确控制转盘上工件各点在检测时的位置，可用于绝缘子的检测或者类似工件检测。运件车机构两侧各安装一组旋转辊机构，每组旋转辊机构由两个旋转辊组成，旋转辊外表面材料为橡胶，每组旋转辊机构其中一个旋转辊为主动旋转辊，由伺服电机控制旋转辊的旋转，将绝缘杆工件水平放到旋转辊机构上，由主动旋转辊带动绝缘杆工件沿其水平轴线连续旋转经过射线机和平板探测器组成的检测成像区域进行检测。运件车机构所在的地面轨道共分成两部分，一部分安装在铅房内部地面上，一部分安装在铅房外地面上，内外轨道在铅房铅门门口断开，运件车机构前后车轮采用双车轮结构，用于平稳跨过铅房铅门门口的轨道断开处，可沿地面轨道进出铅房。

射线机运动机构：安装在铅房内部地面轨道左侧地面上，射线机窗口朝向右侧，可沿机构水平导轨机构沿长度 X 轴方向移动，行程约 3800mm ，伺服电机控制；射线管可以沿水平 Y 轴横向移动，行程约 280mm ，伺服电机控制；可沿立柱导轨 Y 轴方向升降移动，行程约 1000mm ，射线机自身还可沿 Z 轴即射线机轴线摆动 $\pm 15^\circ$ 沿 X 轴摆动 $\pm 15^\circ$ ，沿 X 轴摆动 $\pm 15^\circ$ ，均由伺服电机控制。

平板运动机构：安装在铅房内部地面轨道右侧地面上，平板探测器窗口朝向左侧，与射线机窗口相对，可沿机构水平导轨机构沿长度 X 轴方向移动，行程约 3800mm，伺服电机控制；射线管可以沿水平 Y 轴横向移动，行程约 280mm，伺服电机控制；可沿立柱导轨 Y 轴方向升降移动，行程约 1000mm，平板探测器自身还可沿 Z 轴摆动 $\pm 15^\circ$ ，沿 X 轴摆动 $\pm 15^\circ$ ，均由伺服电机控制。



图 9-2 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统外观图

(2) X 射线成像工作原理

X 射线数字成像检测系统能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况。其原理是利用 X 射线穿透物质和物质中有衰减的特性来发现其中缺陷。X 射线具有穿透性，它能穿透可见光不能穿透的物质，X 射线透过样品时，会产生吸收现象，物质的致密度、厚度与缺陷会在透视荧光屏上出现亮与暗的差别。

X 射线数字成像检测系统在检测时，利用 X 射线发生器产生 X 射线，利用产生的 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，实现对受检物件进行无损检测和密度测量等功能。

X 射线发生器的组成和出束原理如下：

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 9-3 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，聚集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，称为韧致辐射，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芯电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特征辐射。

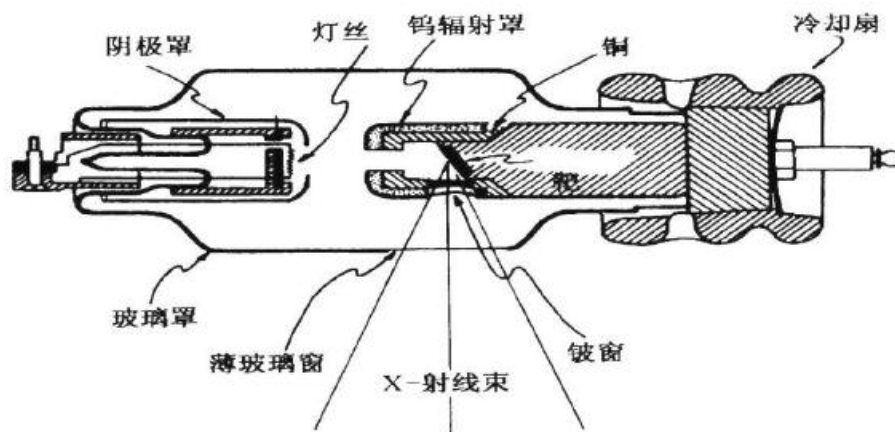


图 9-3 X 射线管结构示意图

根据 X 射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征 X 射线数字成像检测系统图像重建；通过旋转工件组件实现探伤机扫描时 X 射线源、试件、探测器空间位置的调整，检测时受检物件置于载物组件之上；计算机系统（PC）组件负责扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理。

2. 工艺流程及产污环节

XYG-22508/3 型 X 射线实时成像系统设备操作检测流程如下：

打开铅门，运件车从铅房内沿轨道运行到铅房外上下件工位。

（1）如果检测绝缘子工件，工作人员将待检工件轴线垂直圆盘，放置到运件车转盘的中心位置上，需方可根据需要加装其他辅助装置，运件车载着工件运行到铅房内待检工位，关闭铅门，射线机运动机构和平板运动机构分别载着射线机和平板探测器移动到工件中心位置，射线机窗口中心和平板探测器中心移动到工件上边缘，按照工件的大小初步调整好焦距，使射线机窗口和平板探测器窗口中心相对，开启射线管高

压，运件车上的转盘开始旋转，载着待检工件圆柱面依次逐步进入射线检测区域，根据检测需要，可将射线机和平板探测器调整好适当的角度，使被检工件一些位置有更好的检测角度，形成理想的检测图像。被检经过旋转 360° 使工件上面一部分高度的圆柱面体全部得到检测，转盘停止转动，再向下移动射线机和平板探测器到达未检测的区域停止，转盘开始转动，对下一段未检测圆柱体进行检测，如此操作直到绝缘子工件所有圆柱面检测完成。

(2) 如果检测绝缘杆工件，在铅房外工作人员将待检绝缘杆工件轴线水平，放到运件车上旋转辊机构上，绝缘杆两端在两组旋转辊外面的长度基本相同，运件车载着工件在铅房内检测工位停止，射线机运动机构和平板运动机构射线机和平板探测器横向移动到绝缘杆工件的一端工件水平中心位置，全部检测完成后，转盘车再往里运行一定的距离，将下一部分相邻的未检测圆弧面通过旋转全部经过检测区域，如果工件某些区域内有其他方向的筋隔板，可将射线管进行适当摆角，同时平板探测器在该位置通过移动与射线管中心相对，按照工件的大小初步调整好焦距，使射线机窗口和平板探测器窗口中心相对，开启射线管高压，旋转辊开始旋转，带着绝缘杆工件旋转，使绝缘杆端部开始的第一段被全部检测，检测完成后水平沿 X 轴移动射线机和平板探测器，对绝缘杆的下一段开始检测，检测完成再次水平移动射线机和平板探测器到达未检测位置进行检测，直到将工件整个长度的所有区域检测完成，关闭射线管高压，打开铅门，运件车运行到铅房外面工位上，工作人员将工件卸下，整个检测过程结束。

本项目 X 射线检测系统工作流程及产污环节示意图见图 9-4。

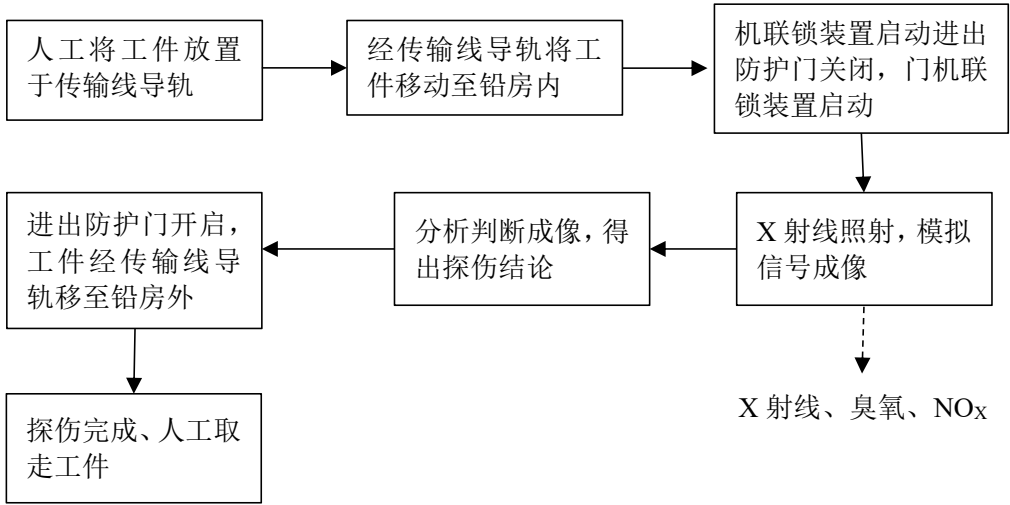


图 9-4 XYG-22508/3 型 X 射线实时成像系统工作流程及产污环节示意图

3.工作量预计

(1) 运行情况

XYG-22508/3 型 X 射线实时成像系统设备每天检测约 48 件工件，每件工件曝光平均时间约为 8min，每年工作约 300 天，则设备年曝光时间为 1920h，一年按 50 周计算，则设备每周曝光时间为 38.4h。

(2) 人员配置

项目拟配置 2 名辐射工作人员，1 名辐射管理人员。辐射工作人员上岗前应完成职业健康体检、取得核技术利用辐射安全与防护考核合格证书和委托有资质单位开展个人剂量工作。

污染源项描述

1.建设阶段的污染源项

本项目 X 射线数字成像检测系统由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。

本项目利用现有已建成 PPHV 厂房的空置场地（X-Ray 物料检验区），不涉及土建施工建设，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的生态环境影响主要为搬运和安装设备产生的噪声、设备包装材料等固体废物生态环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，由于项目安装时间短，产生的污染为暂时性，随着安装的结束而结束，其对周围环境的影响也随之消失，施工产生的废料可统一收集后，外售给具有主体资格和技术能力单位处理，设备安装阶段对周围环境的影响较小。

2.运行阶段污染源项

(1) 外照射源的强度

根据建设单位提供数据，本项目 1 台 X 射线数字成像检测系统参数见下表 9-1。

表 9-1 X 射线数字成像检测系统参数一览表

序号	参数名称	参数
1	型号	XYG-22508/3型
2	厂家	丹东奥龙射线仪器集团有限公司
3	射线管型号	MXR-225HP/11（瑞士COMET）
4	最大管电压	225kV
5	最大管电流	8mA
6	X射线管照射角度	28°
7	1m处的剂量率	12mGy•m ² /(mA•min)

8	距靶1m处泄漏辐射剂量率 ^a	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$
9	主束方向	由西向东
注：a.根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表1，X射线管电压在>200kV的X射线探伤机泄漏辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。		
（2）正常工况 ①X 射线 由 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知，X 射线随设备的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。 ②臭氧和氮氧化物 本项目 X 射线数字成像检测系统在工作时，会产生微量的臭氧和氮氧化物。 ③固废 本项目采用数字成像技术，不产生废显（定）影液及废胶片。 （3）事故工况 ①X 射线数字成像检测系统在对工件进行检测的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅屏蔽体外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。 ②在设备联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。 ③X 射线数字成像检测系统在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。 本项目 X 射线数字成像检测系统事故状态下污染源项同正常工况。		

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局和分区

(1) 工作场所布局

本项目位于厦门火炬高新区（翔安）产业区舫山西二路 883 号 PPHV 厂房 X-Ray 物料检验区，其北侧为三相管道/单相管道模块卸货区、园区道路等区域，南侧为小部件预装、绝缘子测试区、母线管道单元气密区等区域，东侧为现有 1 台 X 射实时成像检测系统、喷漆件收货区域、大件待配送放置区、待检区域等区域，西侧为风淋间、三相管道/单相管道模块待检配送区等区域；PPHV 厂房为一层建筑物，楼上楼下无建筑物，与其他生产区域相对独立，通过 X 射线数字成像检测系统自带铅屏蔽体的有效屏蔽，不会对外环境人员造成影响，该项目的辐射工作场所布局是合理可行的。

(2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“6.4 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。”“6.4.1.1 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。”和“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。”本项目控制区和监督区划分如下：

控制区：将 X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体内的区域划为控制区。

监督区：将 X 射线数字成像检测系统外 X-Ray 物料检验区域划为监督区。

本项目具体辐射工作场所分区见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	X 射线数字成像检测系统	X 射线数字成像检测系统自带的铅屏蔽体内的区域	X 射线数字成像检测系统外 X-Ray 物料检验区域

本项目 X 射线数字成像检测系统所在的区域与其四周厂房内其他区域相对较为独立，在自屏蔽体的屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成影响，从有利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的辐射工作场所布局和分区是合理可行的。

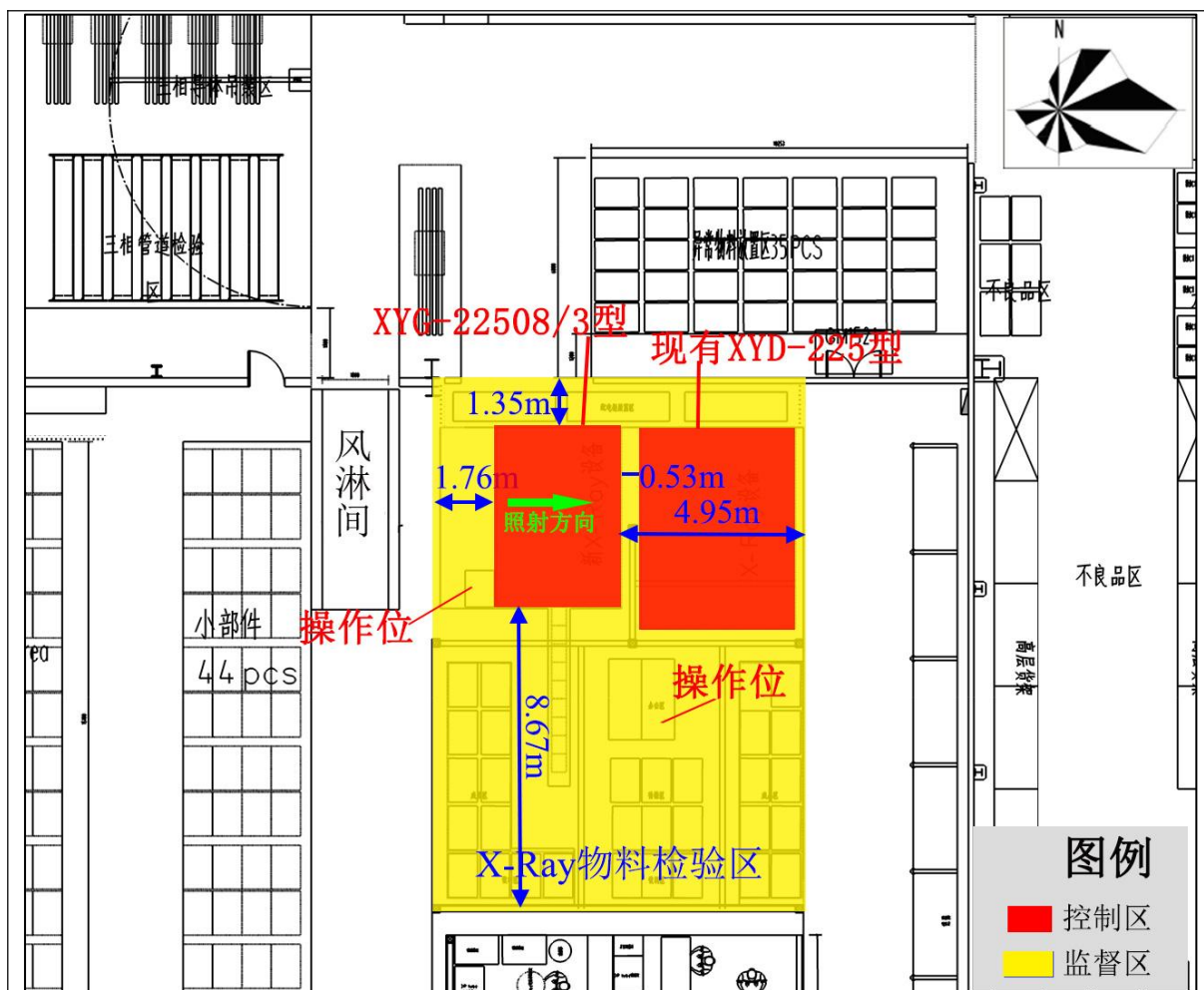


图 10-1 辐射工作场所分区图

2.工作场所辐射安全和防护

(1) 工作场所辐射屏蔽防护

项目 1 台 X 射线数字成像检测系统自带屏蔽，安全性较高，X 射线数字成像检测系统的辐射源（X 射线机）安装在一个全密封的自屏蔽壳内，采用钢—铅—钢防护结构，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。具体各侧屏蔽防护设计详见表 10-2。

表 10-2 本项目 X 射线数字成像检测系统自屏蔽体的设计

设备	位置	尺寸/屏蔽防护设计（材料及厚度）	屏蔽铅当量
XYG-22508/3 型 X 射线数 字成像检测 系统	铅房内尺寸	4730mm×2900mm×2200mm=30m ³	/
	设备前侧（南侧）	2mm 钢板+16mmPb+2mm 钢板	16mmPb
	设备前侧防护门（南侧）	2mm 钢板+16mmPb+2mm 钢板	16mmPb
	设备后侧（北侧）	2mm 钢板+16mmPb+2mm 钢板	16mmPb
	设备右侧（东侧，主射方向）	2mm 钢板+16mmPb+2mm 钢板	16mmPb
	设备左侧（西侧）	2mm 钢板+10mmPb+2mm 钢板	10mmPb

	设备顶部	2mm 钢板+16mmPb+2mm 钢板	16mmPb
	设备底部	2mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	8mmPb

注：屏蔽铅当量数据由设备方提供。

（2）辐射工作场所拟采取的辐射安全措施

为确保辐射工作人员的工作环境和铅屏蔽体外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，本项目辐射工作场所拟设置多重安全防护措施，同时根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“1 范围 X 射线探伤机探伤和非探伤目的的同辐射源范围的无损检测参考使用”，因本项目 X 射线数字成像检测系统为设备厂家批量一体化设计并建造，设备出厂时其电路、电控及屏蔽防护系统、警示灯均已建设完成，建设单位无法增加 X 射线数字成像检测系统设备上的外置设备，如设备出束时的声音提示装置等。此外，非维护保养情况下，人员不进入 X 射线数字成像检测系统内部。拟设置的辐射安全措施具体如下（见图 10-2）：

1) 操作台

设备操作台连接屏幕设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。且操作台与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管电压。

2) 警告标志及工作状态指示灯

XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统顶部设有工作状态指示灯在设备通电后预备状态和照射状态颜色不同，具有明显区别。装置表面外设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明并在醒目位置张贴对“预备”和“照射”状态信号指示灯颜色的说明。X 射线数字成像检测系统高压开启时，X 射线数字成像检测系统外提供红光警示信号，防护铅门与射线机设有联锁保护装置，只要铅门打开，系统立刻停止发生射线，保证周围环境人员的安全。X 射线数字成像检测系统顶部设有明显可见的报警灯；设备工作中高压开启和断开时，具备以声、光两种信号同时报警的功能。在条件不符合曝光要求或误操作情况下，具有安全连锁保护和报警功能。

项目拟配备 1 套固定式辐射探测报警装置，其探头安装在铅房屏蔽体检修门外，显示器安装在操作台，便于操作位工作人员观察（报警阈值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

3) 门-机-灯联锁

X 射线数字成像检测系统防护门拟设置门-机-灯联锁装置，只有当防护门完全关闭的情况下，经操作台操作后 X 射线数字成像检测系统才能出束，若防护门被意外打

开，设备立即停止出束。

4) 监视装置

设备内部设置 2 个监视器，可监视设备内部待检工件的运行情况。

5) 警告标志

拟在设备表面张贴明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。

6) 钥匙开关和紧急停机装置

设备上设有钥匙开关（钥匙由专人负责管理）、急停按钮（操作台 1 个、设备内部 3 个），只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；关闭开关后设备将停止供电，停止运行。若工作时突发情况，可按下急停按钮，将立即停止 X 射线工作。按钮带有标签，标明使用方法。

7) 监测设备

公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，配备 2 台个人剂量报警仪；已配备 1 台 X、 γ 辐射巡检仪，用于日常监测。

辐射工作人员当班使用前，拟检查监测设备是否完好，确保其能正常使用。工作人员开展检测时，应佩戴个人剂量计。

8) 通风

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统拟设置 1 个排风扇，排风量约为 200m³/h。根据设备尺寸推算内部体积约为 30m³，每小时可排气 6.67 次，符合参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，且本项目排风孔处拟设置 10mm 铅板的迷宫防护罩。

9) 辐射防护用品和监测设备配置

本项目辐射工作人员均从公司现有辐射工作人员中调配，配置的防护用品和监测仪器见表 10-3。

表 10-3 拟配置的防护用品和监测仪器一览表

序号	物资名称	单位	本项目 新增数量	现有数量	全厂总数量
1	辐射检测仪	台	0	1	1
2	X/ γ 辐射个人剂量当量Hp（10）监测仪	台	0	2	2
3	个人剂量计	个	0	3	3

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，公司拟对 X 射线数字成像检测系统进行日常检查、月检查及半年检查，做好日常检修（管理）及记录。

10) X 射线数字成像检测系统设备的退役

建设单位在后期的使用过程中,若因出现 X 射线数字成像检测系统设备的停用或退役,应将 X 射线数字成像检测系统设备中的 X 射线发生器处置至无法使用的状态,或者经监管机构批准后,转移给其他已获许可机构。当设备移走后,建设单位应办理辐射安全许可证中的 X 射线数字成像检测系统设备辐射场所注销手续,同时清除该场所的所有电离辐射警告标志和安全告知。

3.辐射安全防护措施符合性分析

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施及管理制度与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局令 第 31 号)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(中华人民共和国环境保护部令 第 18 号)中的相关要求进行了对比,均符合标准要求,符合性分析情况见表 10-4。

表 10-4 辐射防护制度对照 31 号令及 18 号令等法规要求的对照表

31 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
使用Ⅱ类射线装置,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。	建设单位已成立辐射安全管理委员会,负责管理单位的辐射安全工作,确保辐射工作场所的正常运行。	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。取得辐射安全培训合格证书的人员,应当每四年/五年接受一次再培训。	本项目配置的辐射工作人员,均需参与生态环境部门认可的辐射安全与防护培训的考核,考核合格者方可上岗。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明,入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号,有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射安全措施。	本项目拟在 X 射线数字成像检测系统设备表面拟张贴明显的电离辐射警示标识、设置视频监控及安全联锁系统,可防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计,已配备 2 台个人剂量报警仪;已配备 1 台 X、 γ 辐射巡检仪,用于日常监测。	符合
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定一套辐射管理制度文件,如有健全的操作规程、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,并严格实施。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已根据本项目实际情况制定辐射事故应急预案。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发	建设单位将在本项目正式运行后,编制辐射安全和防护状况年度评估报告,并于每年 1 月 31 日	符合

证机关提交上一年度评估报告。	前向发证机关提交上一年度评估报告。	
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，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。	建设单位已为辐射工作人员分别配备个人剂量计，并为辐射工作人员建立个人剂量和职业健康档案。	符合
生产、销售、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，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目在建成并运行后，建设单位将委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。	符合

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求进行了对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-5。

表 10-5 各项辐射安全防护措施与 GBZ 117-2022 相关要求的对照表

标准要求	本项目拟配置情况	符合性
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。	建设单位成立了辐射安全管理委员会负责辐射安全与生态环境保护管理工作。	符合
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。	建设单位成立了辐射安全管理委员会负责辐射安全与生态环境保护管理工作，并明确了人员及其职责，同时建立了放射防护管理制度和放射防护措施。	符合
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。	建设单位已为每位辐射工作人员配备个人剂量计，并开展个人剂量监测。	符合
4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，已配备 2 台个人剂量报警仪；已配备 1 台 X、γ 辐射巡检仪，用于日常监测。	符合
4.6 应制定辐射事故应急预案。	建设单位已制定辐射事故应急预案。	符合
5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好； g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	建设单位已建立射线装置使用台账管理制度，设置了射线装置使用登记表等。	符合
5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员	建设单位已建立设备维修维护制度，设置了设备维护记录等。	符合

或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 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； d) 应做好设备维护记录。			
6.1 探伤室放射防护要求	6.1.1 探伤室的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 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统的有用线束方向向东，辐射工作人员在设备西侧操作台内设置曝光参数，避开了有用线束照射的方向。	符合
	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求	本项目已根据 GB 18871 的要求，将本项目辐射工作场所划分了控制区和监督区管理。	符合
	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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目 X 射线数字成像检测系统拟设置门-机-灯联锁装置，防护门完全关闭后 X 射线才能出束，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射，若防护门被意外打开，设备立即停止出束。	符合
	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。	本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统在铅房屏蔽体防护门（顶部）设置“预备”和“照射”状态信号指示灯，并设置报警灯，声光警示装置与设备联锁，具有工作状态指示和声音提示功能。建设单位拟在 X 射线数字成像检测系统设备表面上张贴对“预警”和“照射”信号意义的说明。	符合
	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 X 射线数字成像检测系统拟在设备内部设置监视器，可监视设备内部待检工件的运行情况。	符合
	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。	在 X 射线数字成像检测系统设备表面拟张贴明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。	符合
	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。	项目 X 射线数字成像检测系统急停按钮设置如下： XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统为操作台 1 个、设备内部 3 个。急停按钮可确保出现紧急事故时，能立即停止照射，紧急停机按钮旁拟张贴说明标签及使用方法。	符合
	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	本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统屏蔽体内部	符合

	效通风换气次数应不小于3次。	体积约为 30m ³ ，拟设置 1 个排风扇，排风量均为 200m ³ /h，每小时可排气 6.67 次，符合每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。	
	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	项目拟在 X 射线数字成像检测系统设置固定式辐射探测报警装置，其探头安装在铅房屏蔽体内，显示器安装于南侧表面，便于操作位工作人员观察。	符合
6.3 探伤设施的退役	当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c) X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。 f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。	建设单位建立了射线装置停用或退役管理制度，对射线装置停用或退役作出了规定。	符合

4.环保措施投资情况

本项目总投资 200 万元，其中环保措施投资 12 万元，环保措施投资一览表见表 10-6。

表 10-6 环保措施投资一览表

序号	环保措施	投资估算（万元）
1	X 射线数字成像检测系统周围辐射剂量率委托监测费用	0.5
2	工作状态指示灯、管理制度张贴、电离辐射警示标志等设置	0.5
3	固定式场所辐射剂量报警仪	0.5
4	安排工作人员参加辐射安全防护专业知识、职业健康体检培训费用等	0.5
5	设备环评、竣工环境保护验收等经费	10
合计		12

5.项目安全设施可行性

根据本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全与防护措施可知，本项目 X 射线数字成像检测系统有固定的辐射工作场所，且场所均设有相应的辐射安全和防护措施。本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全和防护措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目 X 射线数字成像检测系统采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效

屏蔽其辐射源产生的 X 射线,对辐射工作场所采取的辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

三废的治理

(1) X 射线

根据 X 射线数字成像检测系统的工作原理可知, X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时,才会有 X 射线的产生,不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。因此,在开机曝光期间, X 射线是该项目的主要污染因子。

在 X 射线数字成像检测系统开机曝光期间,对工件进行检测时, X 射线经透射、反射,对系统及周围环境产生辐射影响,对辐射工作人员及周边其他非辐射工作人员形成外照射。设备运行期间产生的 X 射线经设备铅屏蔽体的屏蔽,对周围环境影响较小。

(2) 废气

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统拟配置 1 个排风扇,检测系统产生的微量臭氧和氮氧化物,通过排风孔排出后,依托设备所在生产车间的通风系统排出,对周围环境影响较小。

表 11 生态环境影响分析

建设阶段对生态环境的影响

本项目 X 射线数字成像检测系统由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。本项目利用现有已建成 PPHV 厂房的空置场地，不涉及土建施工建设，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的生态环境影响主要为搬运和安装设备产生的噪声、设备包装材料等固体废物生态环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，由于项目安装时间短，产生的污染为暂时性，随着安装的结束而结束，其对周围环境的影响也随之消失，施工产生的废料可统一收集后，外售给具有主体资格和技术能力单位处理，设备安装阶段对周围环境的影响较小。

运行阶段对生态环境的影响

1.辐射屏蔽设计生态环境影响分析

(1) 辐射工作场所周围关注点的辐射水平估算

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合本项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。

1) 剂量率参考控制水平的确定

①取 X 射线数字成像检测系统自屏蔽体外表面 30cm 处作为关注点进行剂量率参考控制水平的确定，关注点见图 11-1 和图 11-2，计算公式如下：

$$\dot{H}_{c,d}=H_c/(t \cdot U \cdot T) \quad (\text{公式 11-1})$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），本项目周剂量控制水平辐射工作人员取 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众取 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ （每年按 50 周计算，辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv 、 0.25mSv ）；项目设备周边 30cm 处仅辐射工作人员可到达，因此取 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

$\dot{H}_{c,d}$ ——导出剂量率参考控制水平。

t ——X 人员周受照射时间，单位为小时每周（h/周），本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统每周照射的时间为 32h。

U ——使用因子：X 射线装置向关注点方向照射的使用因子；本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统铅房顶部、南侧、北侧部分区域受到有用线束照射，因此将顶部、南侧、北侧、东侧使用因子取 1，其他方向取 1/4。

T——居留因子：人员在相应关注点驻留的居留因子，参考人员在辐射场所周围的实际驻留位置取值；按照最不利的情况分析，X 射线数字成像检测系统辐射工作人员在操作台进行操作；XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统西侧操作台辐射工作人员居留因子保守取 1；顶部人员无法到达居留因子保守取 1/16，其余各侧工作人员居留因子保守取 1/4。

②关注点最高剂量参考控制水平 $H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

③关注点剂量率参考控制水平 H_c 为上述 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

则关注点剂量率参考控制水平如下

表 11-1 关注点剂量率参考控制水平计算结果

设备	关注点描述	U	T	$H_c(\mu\text{Sv}\cdot\text{wk}^{-1})$	t(h)	$\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$	$\dot{H}_c(\mu\text{Sv/h})$
XYG-22508/3 型	西侧操作位处	1/4	1	100	38.4	10.4	2.5
	北侧屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	100		10.4	2.5
	南侧屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	100		10.4	2.5
	东侧屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	100		10.4	2.5
	顶部设备外 30cm 处	1	1/16	100		41.7	2.5

备注：（1） $\dot{H}_c$ 为关注点剂量率参考控制水平，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的“3.1.1”进行取值；（2）剂量当量率控制水平：关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，本项目 X 射线数字成像检测系统自屏蔽体外表面 30cm 处剂量率参考控制水平取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2）估算公式及相关参数取值

①有用线束

屏蔽透射因子： $\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2$ （公式 11-2）

式中：

B——屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压为 225kV，均采用的屏蔽材料主要为铅。TVL——见 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2，运用内插法计算得出 225kV 的 TVL 值，本项目不考虑钢板的屏蔽，TVL=2.15mm。

$\dot{H}$ ——关注点剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是 m。

I——X 射线探伤机在最高管电压下的最大管电流，单位为毫安（mA），本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统最大管电流均为 8mA。

H_0 ——辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

根据建设单位及设备厂家提供资料，XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统 X 射线管 1m 处的最大输出量值为 $12\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy （ ^{137}Cs 作为检定参考辐射源），则 X 射线管 1m 处的最大输出量值换算为 $8.64\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

②泄漏辐射

$$\dot{H} = (\dot{H}_L \cdot B) / R^2 \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：

B ——屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ， X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统最大管电压为 225kV，TVL——见 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2，运用内插法计算得出 225kV 的 TVL 值，本项目不考虑钢板的屏蔽，TVL=2.15mm。

$\dot{H}$ ——关注点剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是 m。

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 1 得，为 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

③散射辐射

$$\dot{H} = \{ (I \cdot H_0 \cdot B) / R_s^2 \} \cdot \{ (F \cdot \alpha) / R_0^2 \} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中：

B ——屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ， X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；TVL——见 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2，散射辐射时按 X 射线管电压为 200kV 时 TVL 取值为 1.4mm，本项目不考虑钢板的屏蔽。

$\dot{H}$ ——关注点剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位是 m，本项目关注点的取值：考虑工件大小及最不利情况， R_s 可参照公式（11-3）中的 R 取值。

R_0 ——辐射源点（靶点）至检测工件距离，单位是 m。

H_0 ——辐射源点（靶点）剂量率。

F —— R_0 处辐射野面积，单位是 m^2 ，

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统辐射角度为锥束 28°，即 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界夹角为 14°，根据 GBZ/T250-2014 表 B4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界夹角为 20°时， $R_0^2/F \cdot \alpha$ 取值为 50（200kV~400kV），则 $F \cdot \alpha/R_0^2=1/50$ 。

3）计算结果

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统 X 射线管的出束张角为圆锥形状为 28°。X 射线管可通过机械装置进行+15°（以水平方向向左（向东）方向为 0°，向上为+）范围内调整有用线束照射方向，同时还可以根据检测需求在水平方向前后（南北方向）移动 3800mm、左右方向平移（东西方向）240mm、垂直方向上下移动 1000mm。具体情况见图 10-2。

根据图 10-2 验证，运行过程中有用线束可能照向铅房顶部、底部、南侧、北侧和东侧屏蔽体，不会照向西侧。

因此，防护铅房顶部、底部、南侧、北侧和东侧屏蔽体为有用线束照射面。

表 11-2 XYG-22508/3 型 X 射线源距离屏蔽体最近距离及需要屏蔽的辐射源

序号	方位	距屏蔽体内表面最近距离	距屏蔽体外表面最近距离	需要屏蔽的辐射源
A1	北侧	/	1980mm	有用线束
A2	北侧	480mm	480+20=500mm	泄漏辐射、散射辐射
B	东侧	2010mm	2010+20=2030mm	有用线束
C1	南侧	/	1860mm	有用线束
C2	南侧	450mm	450+20=470mm	泄漏辐射、散射辐射
D	西侧	650mm	650+14=664mm	泄漏辐射、散射辐射
E1	顶部	/	2190mm	有用线束
E2	顶部	790mm	790+20=810mm	泄漏辐射、散射辐射

注：装置底部（紧贴地面、无地下室）；铅房顶部、南侧、北侧部分区域受到有用线束照射，因此将顶部、南侧、北侧分别考虑有用线束和泄漏、散射影响。

表 11-3 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统关注点距辐射源距离一览表

关注点	位置	关注点距靶点距离 (m)	关注点距散射体距离 (m)	屏蔽厚度	射线类型
A1	北侧铅房屏蔽体外 30cm	1.98+0.3=2.28	/	16mmPb	主射线束
A2	北侧铅房屏蔽体外 30cm	0.480+0.02+0.3=0.8	0.480+0.02+0.3=0.8	16mmPb	泄漏+散射
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	2.010+0.02+0.3=2.33	/	16mmPb	主射线束
C1	南侧铅房屏蔽体外	1.86+0.3=2.16	/	16mmPb	主射线束

	30cm				
C2	南侧铅房屏蔽体外 30cm	$0.450+0.02+0.3=0.77$	$0.450+0.02+0.3=0.77$	16mmPb	泄漏+散射
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm（操作位）	$0.650+0.014+0.3=0.964$	$0.650+0.014+0.3=0.964$	10mmPb	泄漏+散射
E1	顶部铅房屏蔽体外 30cm	$2.19+0.3=2.49$	/	16mmPb	主射线束
E2	顶部铅房屏蔽体外 30cm	$0.790+0.02+0.3=1.11$	$0.790+0.02+0.3=1.11$	16mmPb	泄漏+散射

注：距离=射线源距内表面最近距离+铅板、钢板厚度+30cm

参考点和辐射路径示意图见图 11-2、图 11-3。

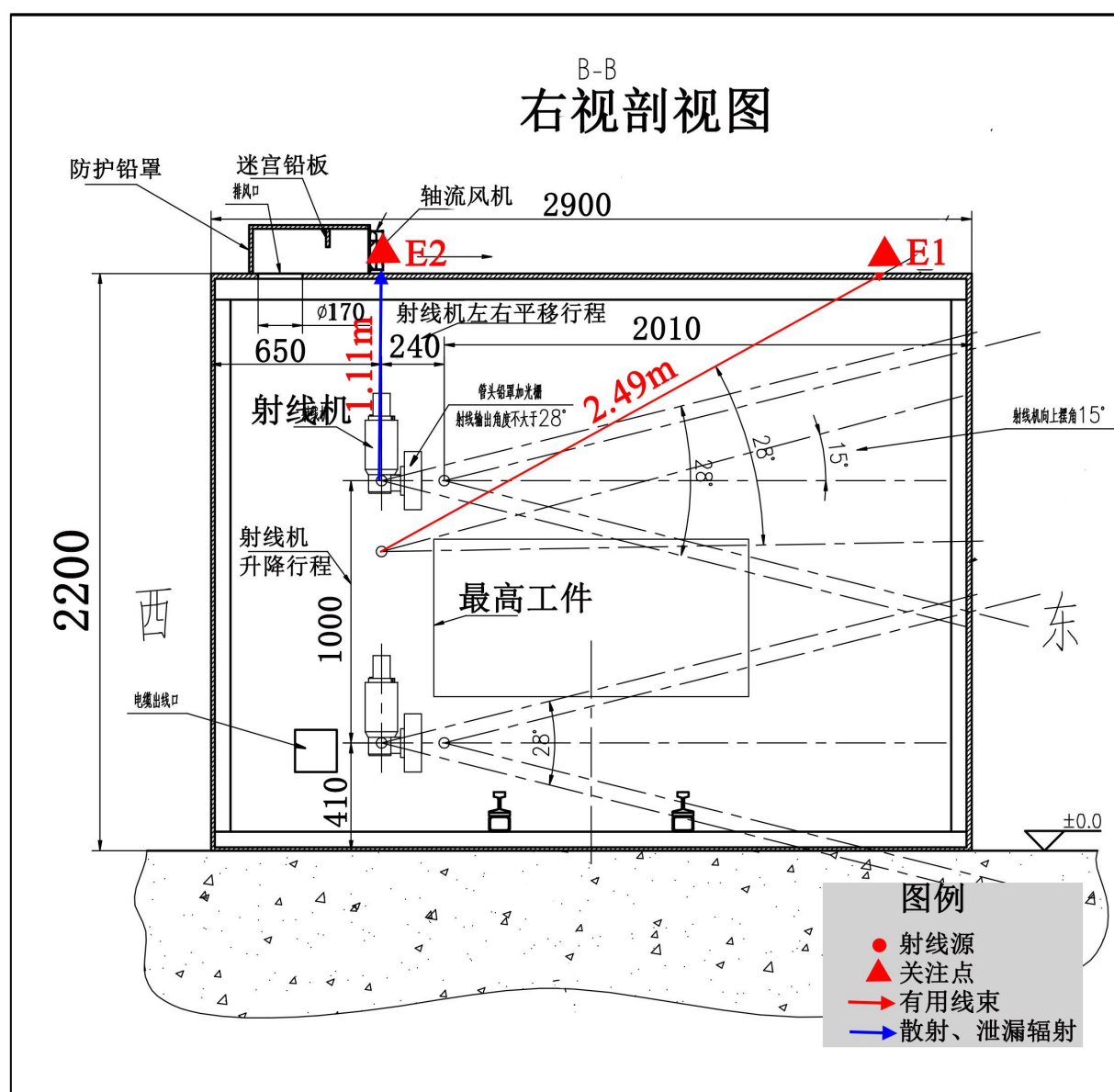


图 11-1 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统关注点位置示意图（右侧视图）

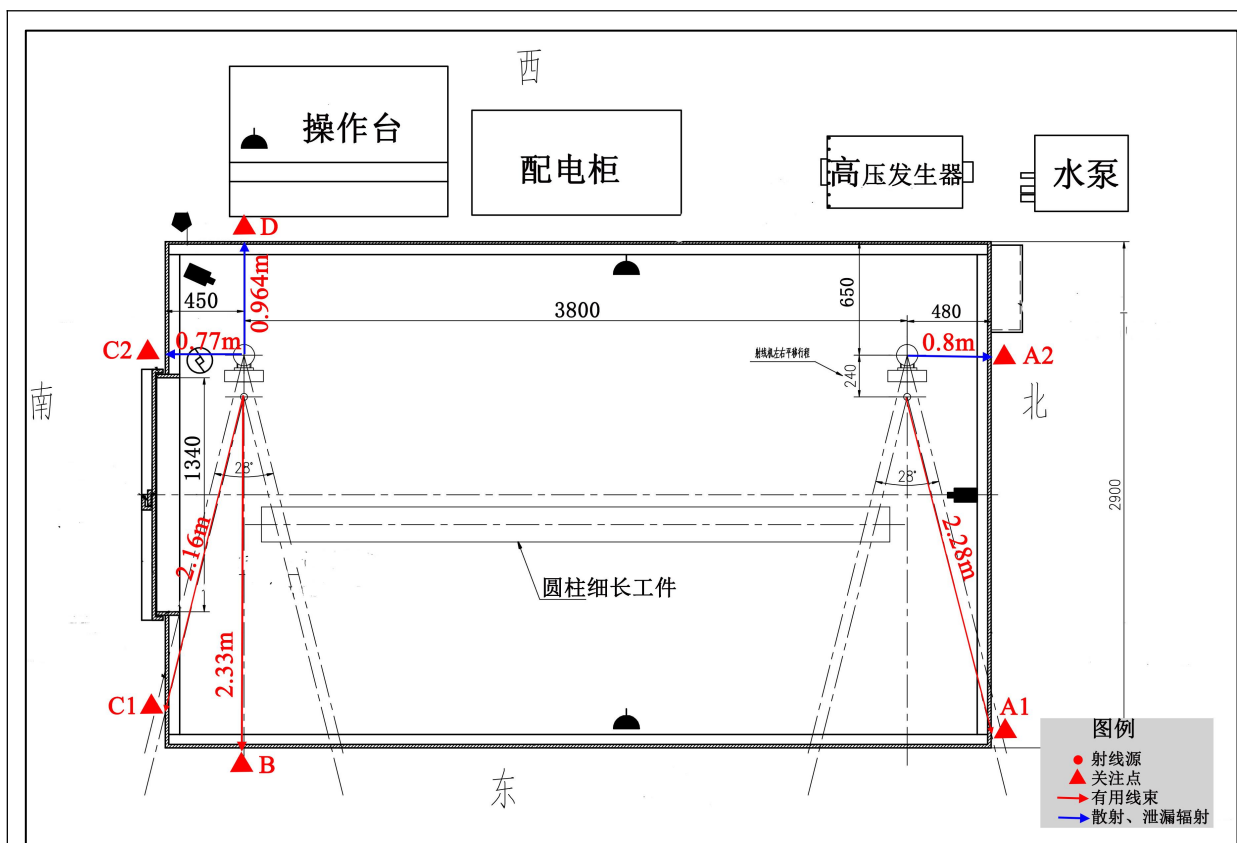


图 11-2 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统关注点位置示意图（俯视图）

表 11-4 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统有用线束的剂量率计算结果

关注点序号	关注点位置	屏蔽材料厚度	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	R (m)	B	I (mA)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
							有用线束
A	北侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	2.28	3.62E-08	8	0.0481
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	2.33	3.62E-08	8	0.0460
C1	南侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	2.16	3.62E-08	8	0.0536
E1	顶部铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	2.49	3.62E-08	8	0.0453

注：保守考虑，屏蔽体计算时不考虑防护铅房钢板屏蔽衰减，仅考虑铅的屏蔽衰减。

表 11-5 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统泄漏辐射的剂量率计算结果

关注点序号	关注点位置	屏蔽材料厚度	$H_L(\mu\text{Sv/h})$	B	R (m)	关注点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
						泄漏辐射
A2	北侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	5000	3.62E-08	0.8	2.824E-04
C2	南侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	5000	3.62E-08	0.77	3.049E-04
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm（操作位）	10mm 铅板	5000	2.23E-05	0.964	1.201E-01

E2	顶部铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	5000	3.62E-08	1.11	1.467E-04
----	------------------	---------	------	----------	------	-----------

表 11-6 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统散射辐射的剂量率估算结果

关注点 序号	关注点位置	屏蔽材料 厚度	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	I (mA)	B	R_s (m)	关注点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
							散射辐射
A2	北侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	8	3.73E-12	0.8	8.052E-07
C2	南侧铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	8	3.73E-12	0.77	8.691E-07
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm（操作位）	10mm 铅板	8.64E+05	8	7.20E-08	0.964	1.071E-02
E2	顶部铅房屏蔽体外 30cm	16mm 铅板	8.64E+05	8	3.73E-12	1.11	4.182E-07

表 11-7 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统外关注点总剂量率估算结果

关注点 序号	关注点	$H(\mu\text{Sv/h})$			总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制 要求 / $\mu\text{Sv/h}$
		有用线束	泄漏辐射	散射辐射		
A1	北侧铅房屏蔽体外 30cm	0.0481	/	/	0.0481	2.5
A2	北侧铅房屏蔽体外 30cm	/	2.824E-04	8.052E-07	0.0003	2.5
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	0.0460	/	/	0.0460	2.5
C1	南侧铅房屏蔽体外 30cm	0.0536	/	/	0.0536	2.5
C2	南侧铅房屏蔽体外 30cm	/	3.049E-04	8.691E-07	0.0003	2.5
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm（操作位）	/	1.201E-01	1.071E-02	0.1308	2.5
E1	顶部铅房屏蔽体外 30cm	0.0453	/	/	0.0453	2.5
E2	顶部铅房屏蔽体外 30cm	/	1.467E-04	4.182E-07	0.0001	2.5

根据表 11-7，XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统监测点进行监测，设备屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率监测结果在 $0.0001\mu\text{Sv/h}\sim 0.1308\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平”的要求，同时满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X 射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应满足屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

②与现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统监测同时运行时叠加的辐射影响分析

根据现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统监测进行监测，监测结果见表 11-8。

表 11-8 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统监测结果

设备名称	检测点位置			监测结果 (μSv/h)	
XYD-225 型 X 射线数字 成像检测系 统	设备正面工 件进出门	左侧门	上缝 30cm 处	0.090	
			下缝 30cm 处	0.089	
			左缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.090	
		/	中缝 30cm 处	0.090	
		右侧门	上缝 30cm 处	0.090	
			下缝 30cm 处	0.089	
			右缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.089	
		设备正面		左侧 30cm 处	0.089
				右侧 30cm 处	0.089
				开关按钮 30cm 处	0.089
	设备背面工 件进出门	左侧门	上缝 30cm 处	0.090	
			下缝 30cm 处	0.090	
			左缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.089	
		/	中缝 30cm 处	0.090	
		右侧门	上缝 30cm 处	0.089	
			下缝 30cm 处	0.090	
			右缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.089	
		设备背面		左侧 30cm 处	0.090
				右侧 30cm 处	0.089
		设备左侧面 维修门	左侧门	上缝 30cm 处	0.090
	下缝 30cm 处			0.089	
	左缝 30cm 处			0.090	
	中间 30cm 处			0.089	
	/		中缝 30cm 处	0.089	
	右侧门		上缝 30cm 处	0.089	
			下缝 30cm 处	0.089	
			右缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.090	
	设备左侧面		左侧 30cm 处	0.090	
			左侧电缆口 30cm 处	0.090	
			右侧 30cm 处	0.090	

			右侧电缆口 30cm 处	0.089	
			右侧开关箱 30cm 处	0.089	
	设备右侧面 进出门	左侧门	上缝 30cm 处	0.089	
			下缝 30cm 处	0.090	
			左缝 30cm 处	0.089	
			中间 30cm 处	0.089	
			/	中缝 30cm 处	0.089
		右侧门	上缝 30cm 处	0.090	
			下缝 30cm 处	0.090	
			右缝 30cm 处	0.090	
			中间 30cm 处	0.090	
		设备右侧面		左侧 30cm 处	0.091
				右侧 30cm 处	0.090
	操作位			0.089	

备注：1.生态环境本底值 0.084uSv/h，检测结果未扣除生态环境本底值。
2.设备外壳具备射线防护功能，设备顶部人员不接触。

由于本项目与现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统有可能同时运行，因此需要将现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统的辐射影响进行叠加；在实际使用过程中，人员受到 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统及现有 XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统辐射影响与人员活动位置、驻留时间、系统开机出束时间等有关系，在理论分析过程中无法获得精确参数，同时尽可能考虑到最不利的影响（保守条件下），现有 XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统取最大值 $0.091 - 0.084 = 0.007 \mu\text{Sv/h}$ ，因此，本次叠加估算为人员均受到 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统及现有 XYD-225 型 X 射线数字成像检测系统最大辐射影响的叠加，见表 11-9。

图 11-9 本项目与现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统同时运行时叠加结果

关注点		现有 XYD-225 型总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	XYG-22508/3 型总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加总剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控 制要求 ($\mu\text{Sv/h}$)
A1	北侧铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0481	0.0551	2.5
A2	北侧铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0003	0.0073	2.5
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0460	0.0530	2.5
C1	南侧铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0536	0.0606	2.5
C2	南侧铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0003	0.0073	2.5
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm (操作位)	0.007	0.1308	0.1378	2.5
E1	顶部铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0453	0.0523	2.5
E2	顶部铅房屏蔽体外 30cm	0.007	0.0001	0.0071	2.5

根据表 11-9 可知，本项目与现有 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统同时运行时屏蔽体外 30cm 处最大剂量率估算值不大于 0.1378μSv/h，根据 X 射线剂量率衰减原理，与辐射源距离越大剂量率越小，故本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统屏蔽体外 30cm 以外的 X 射线检测室内及四周区域剂量率远小于 0.1378μSv/h，满足表 11-1 的控制值要求，因此满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平”的要求，同时满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X 射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应满足屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”和“对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h”的要求。

（2）年有效剂量估算

本评价按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A，X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量采用下式进行计算：

$$H_{E-r}=D_r \times t \times 10^{-3} \times T \quad (\text{mSv/a}) \quad (\text{公式 11-5})$$

其中： H_{E-r} ：X—X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r ：X—X 射线空气吸收剂量率，μSv/h；

T ：居留因子；

t ：X—照射时间，小时。

照射时间选取：根据建设单位提供的资料，XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统年最大出束时间为 1920h，设备检测工件时，工作人员处于西侧操作位，其居留因子取 1，考虑到设备运行时，辐射工作人员可能会到设备旁巡查，其居留因子取 1/4。

辐射工作人员及公众成员年有效剂量见表 11-10。

表 11-10 辐射剂量计算结果

保护目标	位置	居留因子	关注点剂量率 (μSv/h)	工作时间 (h/a)	年剂量 (mSv)
辐射工作人员	操作位	1	0.1378	1920	0.2646
公众	A1 北侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.0551	1920	0.0264
	A2 北侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.0073	1920	0.0035
	B 东侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.0530	1920	0.0255
	C1 南侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.0606	1920	0.0291
	C2 南侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.0073	1920	0.0035

综上所述，辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.2646mSv，周边公众人员年有效剂

量为 0.0291mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

根据现场踏勘，项目评价范围均在公司厂区范围内，公司对 X 射线数字成像检测系统控制区、监督区进行区域化管理，非辐射工作人员禁止进入该区域。同时鉴于 X 射线数字成像检测系统的辐射剂量随着距离的增加迅速减小，且 X 射线数字成像检测系统的设计已预留了足够的安全量，因此距离 X 射线数字成像检测系统更远处的生产线的其他公众亦不会受到额外的辐射照射，亦能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

2.三废治理影响分析

本项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，产生的臭氧在屏蔽体内再排到屏蔽体外时，因车间通风良好空间大臭氧被稀释，可以忽略其对生态环境的影响。项目不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。

（1）X 射线

本项目所使用的 X 射线数字成像检测系统只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子，在 X 射线数字成像检测系统开机曝光期间，对工件进行照射时，X 射线经透射、反射，对系统及周围环境产生辐射影响，对辐射工作人员及周边其他非辐射工作人员形成外照射，设备运行产生的 X 射线经铅屏蔽体的屏蔽，对周围环境影响较小。

（2）废气

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统拟设置 1 个排风扇，排风量均为 200m³/h。根据设备尺寸推算内部体积约为 30m³，每小时可排气 6.67 次，符合参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，且本项目排风孔处拟设置 10mm 铅板的迷宫防护罩。X 射线数字成像检测系统设备产生的微量臭氧和氮氧化物，通过排风扇排出后，依托设备所在生产车间的通风系统排出，对周围环境影响较小。

3.事故影响分析

(1) 事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻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。

根据原国家环保总局 环发〔2006〕145 号中《辐射事故分级》规定，“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。”“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。”

本项目 X 射线数字成像检测系统若辐射安全管理不当，可能发生一般辐射事故。

(2) 可能发生的辐射事故及预防措施

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局 环发〔2006〕145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。针对可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如下表 11-12。

表 11-12 本项目辐射工作场所拟采取预防措施

序号	可能产生的辐射事故	拟采取的预防措施
1	X 射线数字成像检测系统在对工件进行检测的工况下，联锁装置失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。	必须进行联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。每天检测作业前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、X 射线数字成像检测系统完好性等各项安全措施，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。
2	在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。	辐射工作人员配备个人剂量报警仪和个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警，同时为确保检测值准确，建设单位应定期将个人剂量报警仪和辐射监测仪送有资质单位检定或校准。
3	X 射线数字成像检测系统在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。	调试、维修、维护作业应由专业人员按规定程序完成，作业过程中应有两名有维修资格的人员操作，在控制台设立维修标牌。作业完工后应确认检修门关闭，安全联锁恢复。维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.辐射安全与环境保护管理机构

厦门日立能源高压开关有限公司成立了以总经理（杨**）为组长，以部门负责人（崔**）为专职负责人，王**、陈**、郭**、蓝**、陈**、陈**等为成员的辐射安全监督领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中规定的：“使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，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”。

领导小组职责：

- （1）辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容；
- （2）射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工；
- （3）组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核；
- （4）组织辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。
- （5）定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告；
- （6）领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告；
- （7）负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年12月31日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

综上，建设单位的辐射安全管理满足相关规定及要求，此外，建设单位在X射线数字成像检测系统运行后，应注重设备安全及人员的辐射安全管理，设备安全的安全管理主要包括定期对设备安全联锁系统、警示灯等措施进行检查及记录，人员的安全管理主要包括个人剂量计的配备管理、定期进行辐射安全培训、个人剂量监测及职业健康体检等。

2.辐射工作人员配置

厦门日立能源高压开关有限公司拟配备辐射工作人员共2名，待辐射工作人员通过了核技术辐射安全与防护考核后，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

建设单位已制订计划拟安排辐射安全监督领导小组组长或副组长在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上学习“辐射安全管理”岗位相关知识，并在辐射安全与防护培训平台上网络报名参加考核，直到成绩合格；建设单位已制定考核计划。

在今后的工作中公司还应不断加强对职业人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《突发环境事件信息报告办法》（环保部令 第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，建设单位制定了《辐射防护与安全保卫制度》《辐射事故/事件应急预案》《探伤工作人员岗位职责》《人员培训计划、监测方案》《X 射线数字成像检测系统安全操作规程》《设备检修维护制度》等辐射安全管理制度，相关制度见表 12-1。

表 12-1 建设单位已建立的管理制度

序号	要求建立的管理制度	公司对应建立的管理制度内容
1	辐射防护和安全管理 制度	公司制定的《辐射防护与安全保卫制度》中对公司辐射工作人员职责、检测工作程序和个人防护作出要求。
2	应急预案	公司制定的《辐射事故/事件应急预案》中规定了发生辐射事故时公司相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小。
3	岗位职责	公司制定的《探伤工作人员岗位职责》中明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
4	监测计划	公司制定的《辐射装置安全管理办法》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对检测结果存档保留。
5	培训计划	公司制定的《人员培训计划、监测方案》中规定了辐射工作人员必须参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，持证上岗，并对内部培训做了要求。
6	操作规程	公司制定的《X 射线数字成像检测系统安全操作规程》中规定了辐射工作人员操作 X 射线数字成像检测系统的详细流程，能减少辐射事故的发生。
7	设备检修维护制度	公司制定的《设备检修维护制度》中提出了对安全防护设备和 X 射线数字成像检测系统的定期检修和维护要求，防止因设备损坏造成辐射事故。
8	使用登记、台账制度	公司制定的《探伤工作人员岗位职责》中提出了 X 射线数字成像检测系统使用情况进行登记。
9	职业健康监护制度	公司制定的《人员培训计划、监测方案》中提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，且档案终身保存。
10	辐射工作人员个人剂量档案制度	

公司应严格执行辐射安全管理规章制度，并根据公司的发展，及时对辐射安全管理规章制度进行补充完善，在此基础上公司的辐射安全管理规章制度符合《放射性同

位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

辐射监测

（1）生态环境监测

根据《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）中的相关规定，项目正常运行后，建设单位应该对辐射工作场所周围的生态环境进行背景监测，不具备自行监测能力的，可以委托具有检测机构资质认证的生态环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下：

①监测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行辐射水平监测。

②监测频度：项目正常运行后进行监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对辐射工作场所周围的环境进行监测，重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

④监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

（2）场所辐射防护监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，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，可以委托具有检测机构资质认证的生态环境监测机构进行监测。并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门，以便了解和监护防护设施的运行情况，为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测方案如下：

①检测内容：对该建设单位辐射工作场所四周环境进行常规监测。监测数据每年年底向主管部门上报备案。

②监测频度：在项目建成运行后应进行项目的验收监测，以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围：主要对 X 射线数字成像检测系统设备外 30cm 及周围进行监测，重点对设备周围、防护门及缝隙处、操作台等处进行监测。

④监测项目：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(3) 个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并进行个人剂量监测（1次/季度）和职业健康体检（1次/2年），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

表 12-2 本项目辐射监测计划

监测因子	监测项目	监测频次	监测点位	控制要求
周围剂量当量率	竣工环保验收监测	竣工后调试阶段开展竣工环保验收监测	①X射线数字成像检测系统外表面及门缝30cm处；	剂量率不大于2.5 μ Sv/h
	年度监测	1次/年	②设备操作台；	
	自主监测	1次/季度	③X射线数字成像检测系统周边人员经常活动的位置； （参考GBZ 117-2022中“8.3.3 辐射水平定点检测”的内容）	
个人剂量	个人剂量计实测	1次/季度	辐射工作人员配备1枚个人剂量计，佩戴于左胸前	5mSv/a

(4) 验收监测

建设单位应在建设项目配套建设的生态环境保护设施竣工后，公开竣工日期；对建设项目配套建设的生态环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期，并在调试期间应开展验收监测；验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 12-3 “三同时”验收一览表

类别	验收内容		验收要求
辐射防护设计及辐射安全防护设施	设备屏蔽区域墙体、底板及顶棚	XYG-22508/3型X射线数字成像检测系统： 前后：2mm钢板+16mmPb+2mm钢板； 左侧：2mm钢板+10mmPb+2mm钢板； 右：2mm钢板+16mmPb+2mm钢板； 顶部：2mm钢板+16mmPb+2mm钢板； 底部：2mm钢板+8mmPb+2mm钢板； 防护门：2mm钢板+16mmPb+2mm钢板。	本项目X射线数字成像检测系统设备外0.3m周围关注点剂量率应不大于2.5 μ Sv/h
	通风系统	XYG-22508/3型X射线数字成像检测系统设备配备了通风系统。	已配备列出的辐射安全防护措施
	监测、报警仪器	企业为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，为辐射工作场所配备1台辐射监测仪和1套固定式报警仪，并能正常使用。	
	电离辐射警告标识及视频监控	本项目X射线数字成像检测系统设备表面设置规范的电离辐射警告标识，同时X射线数字成像检测系统内部安装视频监控装置。	

	设备工作状态显示与联锁装置	设备顶部设置设备状态指示灯，并与 X 射线数字成像检测系统设备联锁。	
	紧急停机装置及钥匙开关	设备内部及操作台设有紧急停机按钮，紧急停机按钮旁张贴了说明标签及使用方法，同时操作台配置了钥匙开关。	
	个人剂量计及监测、报警仪器	为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，为辐射工作场所配备 1 台辐射监测仪和 1 套固定式报警仪，并能正常使用。	
管理制度	辐射安全管理机构	成立辐射安全领导小组并明确职责	根据建设单位实际情况制定并完善规章制度；按制度执行到位
	辐射事故应急预案	制定辐射事故应急预案	
	辐射安全与防护培训	全部辐射工作人员均需取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单	
	职业健康体检管理	全部辐射工作人员均需进行职业健康体检，约每 2 年 1 次	
	监测制度	制定《人员培训计划、监测方案》并严格执行规定的监测计划	
	台账制度	落实设备使用台账管理制度及辐射环境监测台账管理	
	年度评估报告制度	每年 1 月 31 日前提交辐射安全年度评估报告	
	操作规程、岗位职责、检修维护等制度	制定完善的操作规程、岗位职责、检修维护制度等辐射安全管理制度	

辐射事故应急

1.辐射事件应急处理机构与职责

(1) 领导小组组成

该公司成立了辐射事件应急处理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组长：杨**

专职负责人：崔**

成员：王**、陈**、郭**、蓝**、陈**、陈**等

(2) 应急处理领导小组职责

①定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护情况进行自查和监测，发

现事故隐患及时上报至公司领导层并落实整改措施；

②事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

③负责向公司及时报告事故情况；

④负责辐射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

⑤辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其他工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

⑥负责迅速安置受照人员就医，组织人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩散蔓延。

2.辐射事故应急预案和应急人员的培训演习计划

(1) 该公司制定的辐射事故应急预案

①发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；应当立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节，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，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告；

②依据应急预案，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

③事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护监测人员的允许不得进入事故区；

④各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故发生的基本情况，原因分析及处理结果的书面报告报生态环境部门，凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

(2) 应急人员的培训演习计划

①应急培训

(I) 公司辐射工作人员上岗前应参加辐射安全与防护知识的考核，通过后才能上岗。

(II) 公司将积极开展辐射安全防护知识的内部学习，增强辐射工作人员的防护意识，避免辐射事故的发生。同时将定期邀请生态环境主管部门的专家讲课，主要包括辐射安全的基础知识、核技术应用项目的防护安全、辐射事故应急等内容。

②应急演练

(I) 辐射安全防护领导小组根据需要，每年至少组织一次辐射事故应急演练，辐射事故演练分为专业性演练和综合性演练，专业性演练由辐射事故应急小组的成员参加，综合性演练除了辐射事故应急小组外，公司其他部门的相关成员也应参加。

(II) 演练过程中应注重人员救助、物资援助的演练。同时应急演练前建设单位应制定相应的方案和程序，演练完成后对演练情况作出总结，发现问题及时整改。

公司于 2025 年 12 月 20 日进行辐射事故应急演练（见附件 10 应急演练记录）。

表 13 结论与建议

结论

1.辐射安全与防护分析结论

(1) 项目安全设施

本项目所涉及的辐射工作场所，设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目各辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

(2) 三废的治理

①电离辐射

本项目 X 射线数字成像检测系统设备运行产生的 X 射线，经铅屏蔽体屏蔽后，对周围环境影响较小。

②废气

本项目 XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统拟配置 1 个排风扇，XYG-22508/3 型 X 射线数字成像检测系统产生的微量臭氧和氮氧化物，通过排风孔排出后，依托设备所在生产车间的通风系统排出，对周围环境影响较小。

2.生态环境影响分析结论

(1) 建设阶段对生态环境影响

本项目 X 射线数字成像检测系统由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。

本项目利用现有已建成 PPHV 厂房的空置场地，不涉及土建施工建设，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的生态环境影响主要为搬运和安装设备产生的噪声、设备包装材料等固体废物生态环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，由于项目安装时间短，产生的污染为暂时性，随着安装的结束而结束，其对周围环境的影响也随之消失，施工产生的废料可统一收集后，外售给具有主体资格和技术能力单位处理，设备安装阶段对周围生态环境的影响较小。

根据监测结果可知，拟安装 X 射线数字成像检测系统场所及所在厂房周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果室内在 19.016nGy/h~43.595nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响

应值)，低于当地天然本底水平涨落范围内（根据《中国环境天然放射性水平》给出已扣除宇宙射线响应值的检测结果，厦门市道路 γ 辐射剂量率范围为 78.2~129.4nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 161.9~193.5nGy/h）。

（2）运行阶段对生态环境影响

①辐射工作场所屏蔽防护设计

经计算分析可知，本项目 X 射线数字成像检测系统在正常运行时能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平”的要求，同时满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X 射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应满足屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

②年有效剂量估算

经过剂量估算，本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众的年有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众管理限值 0.25mSv/a 的要求。

3.可行性分析结论

（1）项目投入使用主要用于绝缘子工件/绝缘杆工件进行检测，保证产品合格，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律法规和标准的要求，不会给所在区域带来生态环境压力。同时，本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 21 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第十四类“机械”中的“1、科学仪器和工业仪表：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”，因此本项目符合国家产业政策。

（2）代价利益分析

厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目实施后，经过无

损检测检查可发现产品缺陷，能起到提前预防质量安全事故发生，在保证安全使用的同时，也创造了更大的经济效益和社会效益。

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，厦门日立能源高压开关有限公司 1 台 X 射线数字成像检测系统项目是可行的。

建议和承诺

（1）在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”；

（2）对本报告表提出的辐射防护措施应严格执行，辐射防护存在不足的应完善；

（3）公司若未来需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其可能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境主管部门进行申报，并按污染物排放标准采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境主管部门的监督管理；

（4）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作。