

核技术利用建设项目

厦门思泰克智能科技股份有限公司
工业 CT 检测设备生产销售项目

环境影响报告表

(公示版)

厦门思泰克智能科技股份有限公司

2026 年 6 月

目 录

表 1 项目基本情况.....	4
表 2 放射源.....	12
表 3 非密封放射性物质.....	12
表 4 射线装置.....	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据.....	15
表 7 保护目标与评价标准.....	17
表 8 环境质量和辐射现状.....	24
表 9 项目工程分析与源项.....	27
表 10 辐射安全与防护.....	38
表 11 环境影响分析.....	48
表 12 辐射安全管理.....	65
表 13 结论与建议.....	68
表 14 审批.....	71

附件：

附件 1：委托书

附件 2：辐射安全许可证

附件 3：辐射安全管理领导小组

附件 4：辐射事故应急预案

附件 5：辐射管理制度

附件 6：2025 年度辐射事故应急演练

附件 7：现有辐射工作人员核技术利用辐射安全许可证名单

附件 8：现有辐射工作人员个人剂量检测报告

附件 9：现有环保资料

附件 10：2025 年年度评估报告

附件 11：监测报告、资质认定证书、检定证书、宇宙射线响应值监测报告

附件 12：土地房屋权证

附件 13：福建省生态环境分区管控综合查询报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		厦门思泰克智能科技股份有限公司工业 CT 检测设备生产销售项目			
建设单位		厦门思泰克智能科技股份有限公司			
法人代表	陈志忠	联系人	**	联系电话	**
注册地址		厦门火炬高新区同翔高新城市头东一路 273 号			
项目建设地址		厦门火炬高新区同翔高新城市头东一路 273 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	600	项目环保投资 (万元)	28	投资比例 (环保投资/总投资)	4.67%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	95
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	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 销售	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

项目概况

1.1 建设单位基本情况

厦门思泰克智能科技股份有限公司成立于 2024 年 1 月 22 日，位于厦门火炬高新区同翔高新城市头东一路 273 号，公司占地 11213.88m²，有 3 栋建筑物，分别为 1#办公楼、2-1#生产厂房、2-2#生产厂房，总建筑面积 3.231 万 m²。厦门思泰克智能科技股份有限公司主营业务是机器视觉检测设备的研发、生产、销售及增值服务，主要产品包括 3D 锡膏印刷检测设备、3D 自动光学检测设备和在线 X-Ray 检测设备，产品应用于航空、航天、汽车电子、半导体、工业控制、消费电子及 LED 等行业。

1.2 项目建设内容

根据公司发展需要，建设单位拟在 2-1#生产厂房 1 层和 2-2#生产厂房 1 层增加生产、调试工业 CT 检测设备项目，年生产工业 CT 检测设备 50 台，用于电子元器件检测。2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房为辐射工作场所（现有及本次核技术利用项目均在此辐射工作场所）。2-1#生产厂房 1 层其他区域为其它非核

技术利用产品生产场所、仓库和卸货平台，2-4层和7层为其它非核技术利用产品生产场所，5层为研发中心、实验室、检测区、仓库，6层为办公区。2-2#生产厂房1层其他区域为其它非核技术利用产品生产场所，2-4层为厦门创实智造科技有限公司 PCB 生产车间，5-7层为空置状态。

项目拟生产、销售的工业 CT 检测设备属于 II 类射线装置，具体参数见表 1.1。

表 1.1 射线装置参数

名称	类别	最大数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	辐射工作场所
工业 CT 检测设备	II 类	50 台/年	XR500-3D	130	0.5	电子元器件检测	2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房
			XR600-3D	130	0.5		
			XR1500-3D	130	0.5		
			XR2000-3D	130	0.5		
			XR2500-3D	130	0.5		

1.3 任务由来

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，为切实做好该项目的环境保护工作，厦门思泰克智能科技股份有限公司委托福建省环安检测评价有限公司对拟建项目进行环境影响评价（委托书见附件 1）。本次环评主要针对厦门思泰克智能科技股份有限公司工业 CT 检测设备生产销售项目进行环境影响评价。

根据《关于发布射线装置分类办法的公告》《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关规定和厦门思泰克智能科技股份有限公司提供的资料，项目应编制环境影响报告表。

1.4 项目地理位置及周围环境

项目位于 2-1#、2-2#生产厂房 1 层，2-1#、2-2#生产厂房由连廊相连，2-1#、2-2#生产厂房北侧为内部道路、停车区、市政污水泵站和绿地，东侧为内部道路、绿化带和舫山南二路，西侧为内部道路、根岭北路和空置厂房，南侧为内部道路、停车区和 1#办公楼。

2-1#生产厂房为地上 7 层建筑物，项目位于 2-1#生产厂房 1 层东北侧 AXI 调试区；

AXI 调试区北侧、东侧为 2-1#生产厂房外部，西侧为大机台车间调试区，南侧为走廊、茶水间、卫生间，上方为 2 层小机台车间调试区和茶水区，下方为地面。

2-2#生产厂房为地上 7 层建筑物，项目位于 2-2#生产厂房 1 层西北侧测试铅房；测试铅房北侧、西侧为配电室，东北侧为发电机房、卫生间、茶水间等，东侧为测试机周转区、打包周转区，南侧为机台组装调试车间，上方为 2 层 PBC 生产车间通道，下方为地面。

项目地理位置及周边情况见图 1.1-图 1.10。

表 1.2 项目周围场所一览表

位置	北侧	东侧	西侧	南侧	上方	下方
2-1#、2-2#生产厂房	内部道路、停车区、市政污水泵站和绿地	内部道路、绿化带和舫山南二路	内部道路、根岭北路和空置厂房	内部道路、停车区和 1# 办公楼	/	/
AXI 调试区			大机台车间调试区	走廊、茶水间、卫生间	小机台车间调试区和茶水区	地面
测试铅房	配电室	机台组装调试车间	配电室	机台组装调试车间	PBC 生产车间通道	地面

1.5 项目选址及合理性分析

1.5.1 项目选址

项目位于厦门思泰克智能科技股份有限公司 2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房，根据不动产权证书，见附件 12，项目所在厂房属于工业厂房。

1.5.2 合理性分析

项目评价范围(2-1#生产厂房 AXI 调试区和 2-2#生产厂房 1 层测试铅房边界外 50m 范围)环境保护目标主要为厦门思泰克智能科技股份有限公司辐射工作人员、其他工作人员和周边流动人员，评价范围内现状无居民区、学校等环境敏感点。项目在严格采取设计及环评要求防护措施的条件下，对周围环境辐射影响较小。

1.5.3 生态环境分区管控符合性分析

(1) 生态保护红线

根据《厦门市生态环境管控单元索引图》(图 1.8)，项目不位于厦门市生态保护红线范围内。

(2) 环境质量底线

根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质

量下降。

(3) 资源利用上线

项目运营过程中消耗一定的水、电等资源，项目资源消耗量占区域资源利用总量较少，不会突破区域资源利用上线。

(4) 生态环境准入清单

根据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 13），本项目涉及 1 个生态环境管控单元——同翔高新城（翔安片区）（ZH35021320005），项目符合厦门市生态环境分区管控的要求，具体见表 1.3。

因此，项目周围无环境制约因素，项目符合土地利用规划要求，项目符合厦门市生态环境分区管控的要求，项目选址合理。

1.6 产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于“鼓励类”中“十四、机械”“1. 科学仪器和工业仪表：……工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备……”，项目建设符合国家产业政策。

1.7 代价利益分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践是正当的。项目的建设可以更好地满足企业的发展需求，具有良好的社会效益和经济效益。根据报告分析，项目经辐射防护和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 1.3 项目与环境管控单元准入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	项目情况	符合性	
同翔高新城（翔安片区） （ZH35021320005）	重点管控单元	空间布局约束	1.主导产业限制准入高耗水、高排水项目，单位产品水耗应至少达到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
			3.禁止建设除平板显示、计算机与通讯设备、半导体和集成电路外的其他需增加重点重金属废水污染物指标的产业项目；禁止建设电镀行业项目(片区重点发展的确需配套电镀工艺的先进电子、电气产业等项目除外)；禁止新(改、扩)建增加重点重金属废水污染物排放的电镀行业项目。	项目不涉及重点重金属排放。	符合
			4.严格限制控制包装印刷、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
			5.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，禁止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，具体见厦门市总体准入要求中陆域-空间布局约束-重点管控单元-第 7 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。	项目周边 100m 范围内无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，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
			6.同翔高新城（翔安东寮片区）内翔安北水厂红线外 50m 范围内不得准入可能影响水厂供水安全的生产项目(含有毒有害物料仓储物流项目)，可布置为道路、道路绿化带、水厂或企业防护绿地、企业办公或内部道路等。	项目不在水厂红线外 50m 范围内。	符合
			7.同翔高新城（翔安东寮片区）内生物医药组团除符合本单元统一规定外，还应符合：(1)禁止准入纯发酵类生物医药项目，其他没有显著不良环境影响的生物反应项目，在具体项目环评论证可行后准入。(2)禁止准入化学原料药生产项目(含中试项目)。(3)限制合成制药类项目准入，经项目环评论证可行后方可准入。	项目不在生物医药组团范围内。	符合
			8.区域内分布的永久基本农田根据永久基本农田的相关法律法规、管理规章管理，从严管控非农建设占用永久基本农田。一般建设项目不得占用永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法	项目不涉及占用基本农田	符合

		<p>依规办理，落实最严格的节约集约用地制度，并按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求进行补划。临时用地一般不得占用永久基本农田，建设项目施工和地质勘查需要临时用地、选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。对各类未经批准或不符合规定要求的建设项目、临时用地、农村基础设施、设施农用地，以及人工湿地、景观绿化工程等占用永久基本农田的，责令限期恢复原种植条件。申请新设矿业权，应避让永久基本农田。无变动，与调整前一致。</p>		
污 染 物 排 放 管 控	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	
	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。	项目不涉及 VOCs 排放。	符合	
	3.单元内生产生活污水实现 100%收集和处置，依托的翔安水质净化厂执行 DB35/322《厦门市水污染物排放标准》中表 2 中的 A 级排放限值。	项目所在厂区配套化粪池，生活污水实现 100%收集和处置。	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。	项目按要求制定《辐射事故应急预案》，成立辐射应急领导小组，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。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。	项目不涉及土壤污染环境风险。	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国家法律法规要求，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。	项目不涉及新污染物。	符合	

1.8 现有核技术利用项目许可

厦门思泰克智能科技股份有限公司目前持有的辐射安全许可证书编号为：闽环辐证[D0664]，许可种类和范围：生产、销售III类射线装置，发证日期：2023年4月4日，许可有效期至：2028年4月3日，现有辐射安全许可证见附件2。公司现有核技术利用情况见表1.5，均已履行了相关环保手续，无遗留环保问题。现有核技术利用项目生产、调试车间为AXI调试区、调试铅房。

表 1.5 已许可射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	活动种类	装置数量	管电压 管电流	环评/验收情况
1	AXI	XR2500	III类	生产、销售	80	最大管电压 160kV、最 大管电流 0.4mA	已备案，备案号： 20233505021300000006
2	AXI	XR2000					
3	AXI	XR1500					
4	AXI	XR600					

1.9 现有辐射安全管理情况

（1）辐射安全与防护管理机构

厦门思泰克智能科技股份有限公司已成立辐射安全与环境管理机构（见附件3），并明确了相应的职责。辐射安全管理领导小组以林福凌为组长，丘尚平和张望雄为副组长，成员有谢劲松、伍文辉、沈坪坦等，能够满足公司的管理需要。

（2）辐射安全管理规章制度

厦门思泰克智能科技股份有限公司已针对现有核技术利用项目制定《辐射事故应急预案》（附件4）和相关辐射管理制度（附件5）（包括X射线装置安全操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、工作场所和环境辐射监测方案、个人剂量监测管理制度、射线装置台账管理制度、监测仪器使用与检验刻度管理制度、辐射工作人员培训与档案管理制度）。厦门思泰克智能科技股份有限公司已制定本年度辐射应急演练计划，并开展辐射应急演练，详见附件6。

厦门思泰克智能科技股份有限公司制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。厦门思泰克智能科技股份有限公司能够按照辐射安全管理规章制度进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展工作，满足环保相关管理要求。

（3）辐射监测和年度评估

厦门思泰克智能科技股份有限公司每年均委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，监测结果满足相关标准要求；每年对本单位辐射工作场所的安全和防护状况进行年度评估，2025 年年度评估报告（附件 10）已提交，满足环保相关管理要求。

（4）辐射工作人员培训、个人剂量监测和健康体检

厦门思泰克智能科技股份有限公司取得辐射安全与防护考核合格证书人数有 9 人，证书均在有效期内（现有辐射工作人员核技术利用辐射安全许可证名单见附件 7），满足环保相关管理要求。

厦门思泰克智能科技股份有限公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，已定期（每季度一次）送有资质单位（2025 年度委托福建宏邦检测技术有限公司）进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案，现有辐射工作人员的受照剂量最大为 0.26mSv，均未超过职业人员年受照剂量约束值要求（现有辐射工作人员个人剂量检测报告见附件 8）。

厦门思泰克智能科技股份有限公司定期（每两年一次）组织现有辐射工作人员进行职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案，满足环保相关管理要求。

（5）运行情况

厦门思泰克智能科技股份有限公司开展核技术利用项目至今，未发生过辐射安全事故。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活种动类	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	活种动类	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：等效操作量和操作方式见国家标准《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	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 检测设备	II 类	50 台/年	XR500-3D	130	0.5	电子元器件检测	2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区	新增
				XR600-3D	130	0.5			
				XR1500-3D	130	0.5			
				XR2000-3D	130	0.5			
				XR2500-3D	130	0.5			

(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 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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	/	排放量极少，经机械通风系统排到大气环境，对环境基本无影响
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（2014 年修订），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订），2019 年 3 月 2 日起实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订），2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），2021 年 1 月 4 日起实施；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《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》，国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145 号文；</p> <p>(10) 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 号公告，2017 年 12 月 6 日起实施；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录》（2025 年版），2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，2019 年 10 月 25 日生成；</p> <p>(15) 《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，2019 年 12 月 24 日起施行；</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；</p>
------------------	--

	<p>(17)福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》(试行)的通知(闽环保辐射〔2013〕10号)。</p>
技术标准	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(6)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及第 1 号修改单；</p> <p>(8)《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002)。</p>
其它	<p>(1)项目委托书；</p> <p>(2)厦门思泰克智能科技股份有限公司辐射安全许可证；</p> <p>(3)厦门思泰克智能科技股份有限公司提供的与本项目相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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）的相关规定，“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 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），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”，考虑项目的实际情况，本项目射线装置属于 II 类，因此本项目评价范围为（2-1#生产厂房 AXI 调试区和 2-2#生产厂房 1 层测试铅房边界外 50m 范围。

7.2 保护目标

根据对项目周围环境的现场踏勘和调查，项目 2-1#生产厂房 AXI 调试区和 2-2#生产厂房 1 层测试铅房边界外 50m 范围内无学校、居民区等环境敏感区域，评价范围内保护目标主要是辐射工作人员、其他工作人员及公众人员，详见表 7.1。

表 7.1 项目环境保护目标

保护目标	场所	方位	单位时间最大规模	距离	年剂量约束要求	
辐射工作人员	2-1#生产厂房 AXI 调试区内	AXI 调试区内	12 人（本项目 6 人、现有项目 6 人）	/	5mSv	
	2-2#生产厂房测试铅房	测试铅房东侧操作位	1 人	相邻		
其他工作人员和公众	内部道路、停车区	北侧	流动人员	1.9m-15m	0.25mSv	
	绿地、市政污水泵站*	北侧	流动人员	15m-50m		
	内部道路	东侧	流动人员	5.7m-33m		
	舫山南二路	东侧	流动人员	33m-50m		
	内部道路	南侧	流动人员	12.3m-30m		
	1#办公楼	南侧	38 人	30m-50m		
	连廊	AXI 调试区西侧、测试铅房东侧	流动人员	19m-50m		
	内部道路、停车区	西侧	流动人员	8.3m-21m		
	根岭北路	西侧	流动人员	21m-36m		
	空置厂房	西侧	流动人员	36m-50m		
	2-1#生产厂房 1 层	走廊	南侧	流动人员		相邻
		茶水间、卫生间	南侧	流动人员		4.2m-12.3m

		大机台车间调试区	西侧	10 人	相邻-44.5m
	2-1#生产 厂房 2 层	小机台车间调试区和茶水区	上方	10 人	7.5m
	2-2#生产 厂房 1 层	机台组装 调试车间	东侧	20 人	相邻-19m
			南侧		相邻-50m
		配电室	北侧、西侧	流动人员	相邻-8.3m
		发电机房	东北侧	流动人员	1.6m-11.2m
		卫生间、 茶水间	东北侧	流动人员	10m-18.8m
	2-2#生产 厂房 2 层	PBC 生产 车间通道	上方	流动人员	7.5m

备注：项目北侧市政污水泵站无人值守。

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）

（1）剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值见表 7.2。

表 7.2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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 ②任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

（2）辐射管理分区

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）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于 600kV 以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

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 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

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下表的要求，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/T26837 的要求。

表 7.3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

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) 安全连锁是否正常工作；
- 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 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，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 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机连锁装置，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-机连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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门连锁。

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，并与探伤机连锁。“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 GB18871 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。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。探伤室屏蔽要求如下：

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 H_c 和导出剂量率参考控制水平 (H_{c-d})：

1) 人员在关注点的周剂量参考水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 H_{c-d} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算

$$H_{c-d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (1)$$

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

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的使用因子；

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

t 按式 (2) 计算：

$$t = W / (60 \cdot I) \dots\dots\dots (2)$$

W —X 射线探伤的周工作负荷(平均每周 X 射线探伤照射的累积量“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ 值”)， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ 。

60 —小时与分钟的换算系数；

I —X 射线探伤装置在最高管电源线的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)。

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

c) 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。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物的自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应的关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1 c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

2) 对不需要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以取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.4 本项目管理目标

本项目相关限值采用标准见表 7.4, 相关剂量当量率控制水平见表 7.5。

表 7.4 项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准
连续 5 年的年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
年有效剂量限值	公众	1mSv	
年受照剂量约束值	辐射工作人员	5mSv/a	取年有效剂量限值的 1/4 作为职业人员的年受照剂量约束值
	公众	0.25mSv/a	取公众年剂量限值的 1/4 作为公众的年受照剂量约束值
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单
	对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率	100 $\mu\text{Sv/h}$	

表 7.5 项目相关剂量当量率控制水平

内容	项目	控制水平	标准
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	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
剂量率参考控制水平	关注点最高剂量率参考控制水平	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单
	关注点剂量率参考控制水平	2.5 $\mu\text{Sv/h}$	

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

项目位于 2-1#、2-2#生产厂房 1 层，2-1#、2-2#生产厂房由连廊相连，2-1#、2-2#生产厂房北侧为内部道路、停车区、市政污水泵站和绿地，东侧为内部道路、绿化带和舫山南二路，西侧为内部道路、根岭北路和空置厂房，南侧为内部道路、停车区和 1#办公楼。2-1#生产厂房为地上 7 层建筑物，项目位于 2-1#生产厂房 1 层东北侧 AXI 调试区；AXI 调试区北侧、东侧为 2-1#生产厂房外部，西侧为大机台车间调试区，南侧为走廊、茶水间、卫生间，上方为 2 层小机台车间调试区和茶水区，下方为地面。2-2#生产厂房为地上 7 层建筑物，项目位于 2-2#生产厂房 1 层西北侧测试铅房；测试铅房北侧、西侧为配电室，东北侧为发电机房、卫生间、茶水间等，东侧为测试机周转区、打包周转区，南侧为机台组装调试车间，上方为 2 层 PBC 生产车间通道，下方为地面。

8.2 环境现状监测

(1) 环境现状评价对象：项目拟建址及周围辐射环境现状。

(2) 监测单位：厦门亿科特检测技术有限公司（CMA：211303100262）。

(3) 监测因子：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(4) 监测时间：2026 年 6 月 16 日。

(5) 布点原则：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）“5.3.3.2 射线机的辐射环境监测 X 射线机（包括 CT 机）在运行前对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测”和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）“4.2 测量要求 开展道路测量时，点位应设置在道路中心线。开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置”有关布点原则进行布点，并结合项目评价范围（AXI 调试区和测试铅房边界外 50m 范围），在项目设备位置及周围布设代表性点。

(6) 监测点位：点位布设和监测结果见表 8.1 和图 8.1。

表 8.1 项目监测点位及监测结果

编号	监测位置	X- γ 辐射空气吸收剂量率±标准偏差 (nGy/h)	位置属性	
1#	AXI 调试区内	79.067±1.671	1 层	室内
2#	2-1#厂房北侧，内部道路	66.949±1.807	室外	
3#	2-1#厂房北侧，市政污水泵站	59.745±1.445	室外	

4#	2-1#厂房东侧，内部道路	71.462±1.618	室外	
5#	2-1#厂房东侧，舫山南二路	59.745±1.750	室外	
6#	AXI 调试区南侧，走廊	85.242±1.359	1 层	室内
7#	AXI 调试区南侧，茶水间	88.804±2.111	1 层	室内
8#	AXI 调试区南侧，卫生间	98.463±2.105	1 层	室内
9#	2-1#厂房南侧，内部道路	73.124±1.768	室外	
10#	2-1#厂房南侧，1#办公楼	70.992±2.086	1 层	室内
11#	AXI 调试区西侧，大机台车间调试区	63.313±1.661	1 层	室内
12#	AXI 调试区西侧，连廊	78.117±1.252	1 层	室内
13#	AXI 调试区上方，2 层小机台车间调试区和茶水区	96.721±1.710	2 层	室内
14#	测试铅房内	91.892±1.603	1 层	室内
15#	操作位	107.409±1.409	1 层	室内
16#	测试铅房北侧、西侧，配电室	84.846±1.975	1 层	室内
17#	测试铅房东北侧，发电机房	93.475±1.317	1 层	室内
18#	测试铅房东北侧，卫生间、茶水间	102.817±1.586	1 层	室内
19#	测试铅房东侧，机台组装调试车间	92.129±1.483	1 层	室内
20#	测试铅房南侧，机台组装调试车间	92.209±1.059	1 层	室内
21#	测试铅房北侧，内部道路	68.533±1.419	室外	
22#	2-2#厂房北侧，绿地	46.999±1.919	室外	
23#	2-2#厂房西侧，内部道路	56.183±1.875	室外	
24#	2-2#厂房西侧，根岭北路	79.853±1.718	室外	
25#	2-2#厂房西侧，空置厂房外道路	53.570±1.821	室外	
26#	2-2#厂房西侧，空置厂房	55.713±1.575	1 层	室内
27#	2-2#厂房南侧，内部道路	67.028±1.436	室外	
28#	连廊南侧，内部道路	81.278±1.282	室外	
29#	测试铅房上方，2 层 PBC 生产车间通道	85.559±1.317	2 层	室内

注：（1）监测时间：2026 年 5 月 8 日，监测环境条件：20.6℃/57.8%RH；（2）测量时探头距离地面约 1m，监测方式为每个测量点测量十次，取平均值，监测结果均扣除宇宙射线响应值；（3）根据 HJ1157-2021，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy（¹³⁷Cs 作为检定参考辐射源）；（4）根据 HJ1157-2021，X-γ 辐射空气吸收剂量率=仪器测量读数值均值*校准因子 k₁*仪器检验源效率因子 k₂÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k₃*测量点宇宙射线响应值 D_c，其中校准因子 k₁ 为 0.95（1μSv/h），仪器使用 ¹³⁷Cs 进行校准，源效率因子 k₂ 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy，屏蔽修正因子 k₃ 取 0.8（楼房）、1（原野、道路），宇宙射线响应值 D_c 为 33.99nGy/h。

（6）监测仪器参数与规范

监测仪器参数与规范见表 8.3，监测报告、资质认定证书、检定证书见附件 11，资质认定证书、检定证书均在有效期内。

表 8.3 监测仪器参数与规范

仪器设备名称	高灵敏环境级便携式多功能辐射仪
仪器设备型号	6150AD-b
设备编号	XMYKT/JLYQ-0098
生产厂家	AUTOMEES
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书编号	2025H21-20-5984897002
有效期	2025 年 7 月 2 日至 2026 年 7 月 1 日
测量范围	1nSv/h~99.9μSv/h（探头）0.1μSv/h~1Sv/h（主机）
能量响应范围	20keV~7MeV（探头）45keV~3MeV（主机）
校准因子	0.95（1μSv/h）
检测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

8.3 质量保证措施

（1）监测单位取得检验检测机构资质认定证书（CMA：211303100262，发证日期：2021 年 8 月 25 日，有效期至：2027 年 8 月 14 日），监测项目在认证范围内。

（2）监测单位有完整的组织机构且分工明确。

（3）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。

（4）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（5）本次监测仪器（设备型号：6150AD-b）于 2025 年 7 月 2 日经计量部门检定，检定有效期一年，监测期间监测仪器处于有效期内。

（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。

（7）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。

（8）建立监测原始记录台账，确保可追溯。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。

8.4 监测结果及分析

监测结果表明，室内监测点位的 X-γ 辐射空气吸收剂量率为 55.713~107.409nGy/h，室外监测点为 46.999~81.278nGy/h，相当于厦门市辐射环境本底正常范围（室内：161.9~193.5nGy/h，室外（含原野及道路）：72.7~129.4nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）。

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 工业 CT 检测设备生产使用整体业务流程

厦门思泰克智能科技股份有限公司工业 CT 检测设备生产销售项目工程内容主要为设备组装、调试并进行销售，产品为工业 CT 检测设备。工业 CT 检测设备生产所需的零部件均委托其他专业公司进行加工生产(X 射线源拟向有相应辐射资质的单位采购)，待成品交付后，在建设单位 2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房开展后续整机组装、调试工作。工业 CT 检测设备最大生产、销售量为 50 台/年。

工业 CT 检测设备生产、调试、销售整体业务流程中，各涉及单位所负责业务及关系如图 9.1 所示，整体业务流程及产污环节如图 9.2 所示。

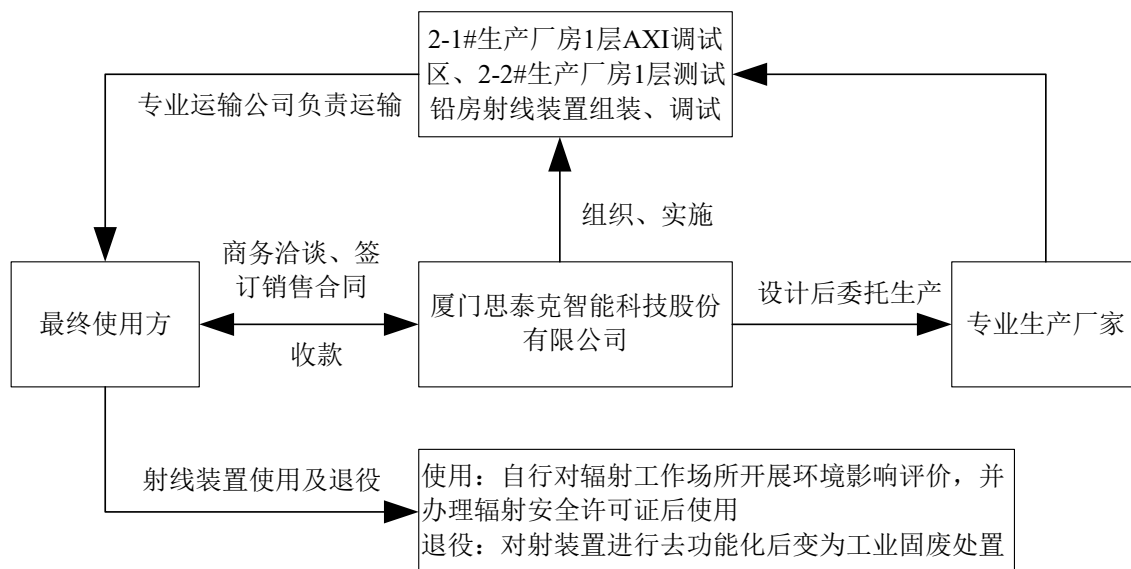


图 9.1 工业 CT 检测设备生产、调试、销售业务关系示意图

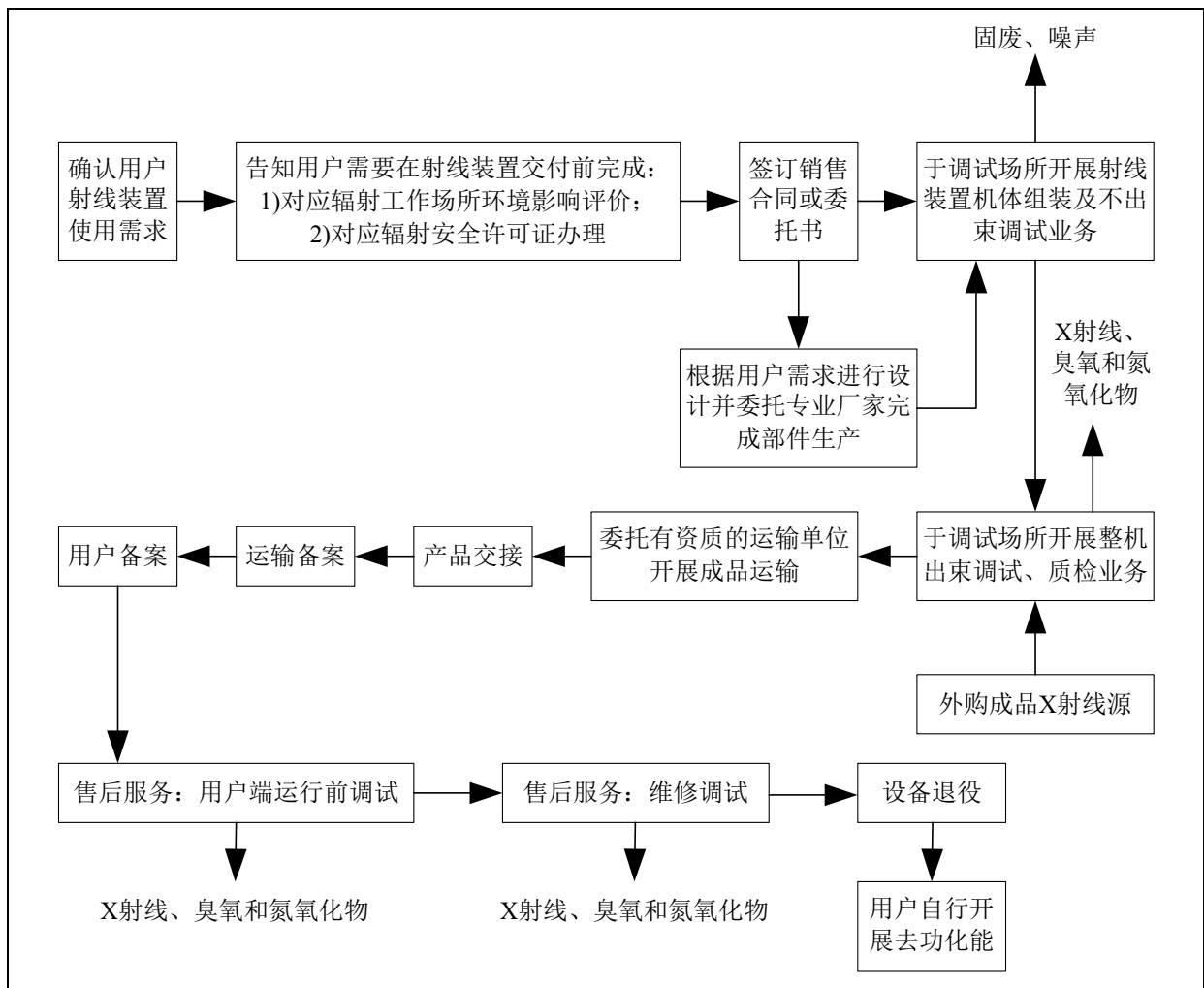


图 9.2 工业 CT 检测设备生产、调试、销售工艺流程及产污环节图

整体工艺流程介绍：

(1) 接到用户委托及询价后，确认用户对采购 II 类射线装置的要求，类别、使用数量等。

(2) 了解用户资质，告知用户开展环境影响及辐射安全许可证办理等手续的必要性。

(3) 签订销售合同或委托书。在确认客户方履行核技术利用项目环保手续和辐射安全能力后，方可发货。

(4) 根据客户需求，开展工业 CT 检测设备定制设计，委托专业生产厂家进行探测器系统、运动系统及外部壳体等非放射性部件的生产加工。

(5) 建设单位于 2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区装配委外加工的非放射性部件，并进行不出束调试及质检工作。该工序具体工艺流程及产污分析详见下述“9.1.2 工业 CT 检测设备非放射性部件组装工艺流程”。

(6) 委托有资质单位 X 射线管生产相应规格的 X 射线源，并于 2-1#生产厂房 1 层

AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房开展整机组装、调试、质检工作。该工序具体工艺流程及产污分析详见下述“9.1.3 工业 CT 检测设备出束调试工艺流程”。

(7) 委托合格运输单位对产品进行运输，并要求保障运输过程中产品的安全。

运输辐射安全措施：

①在运输前，确保设备处于断电状态，对设备进行一物一码、序列号台账绑定。入库、出库、盘点逐台核对。

②建设单位有专门合作物流公司，并与物流公司签订相关物流合同协议，合同明确货物防盗、失窃全责、理赔条款。安排使用专车直达的运输，减少中途中转。

③设备整体打木架、缠绕膜加固，并在周边包裹缓冲物质，防止其颠簸、磕碰。箱体加封一次性防拆封条、防盗铅封，破损即判定异常。

④在运输后，检查设备是否受损、缺件。

(8) 制作交接单交给用户，货物运抵用户所在地签收交接文件。

运输至交接过程，全程无通电，不会产生 X 射线。

(9) 根据用户需求，厦门思泰克智能科技股份有限公司可提供售后服务，在用户单位负责开展设备运行前调试工作以及售后维修调试工作。该工序具体工艺流程及产污分析详见下述“9.1.4 工业 CT 检测设备用户方售后服务工艺流程”。

(10) 货物交接完毕后，配合用户自主开展射线装置竣工环保验收工作。

(11) 需要对产品进行退役或报废时，用户应自行或委托专业机构对射线装置内的 X 射线管进行拆解和去功能化。

9.1.2 工业 CT 检测设备非放射性部件组装工艺流程

该工艺过程主要污染为工业 CT 检测设备非放射性部件组装、通电测试（非出束）等过程中所产生的固体废物、噪声。

(1) 一般工业固体废物：组装、通电测试（非出束）过程中，将产生少量废弃包装、废导线、废弃部件等，作为一般工业固体废物处理。

(2) 噪声：组装、通电测试（非出束）过程、机械通风系统风机运行时产生的噪声。

(3) 生活垃圾和生活污水：辐射工作人员的生活污水和生活垃圾依托建设单位现有的环保设施进行处理。

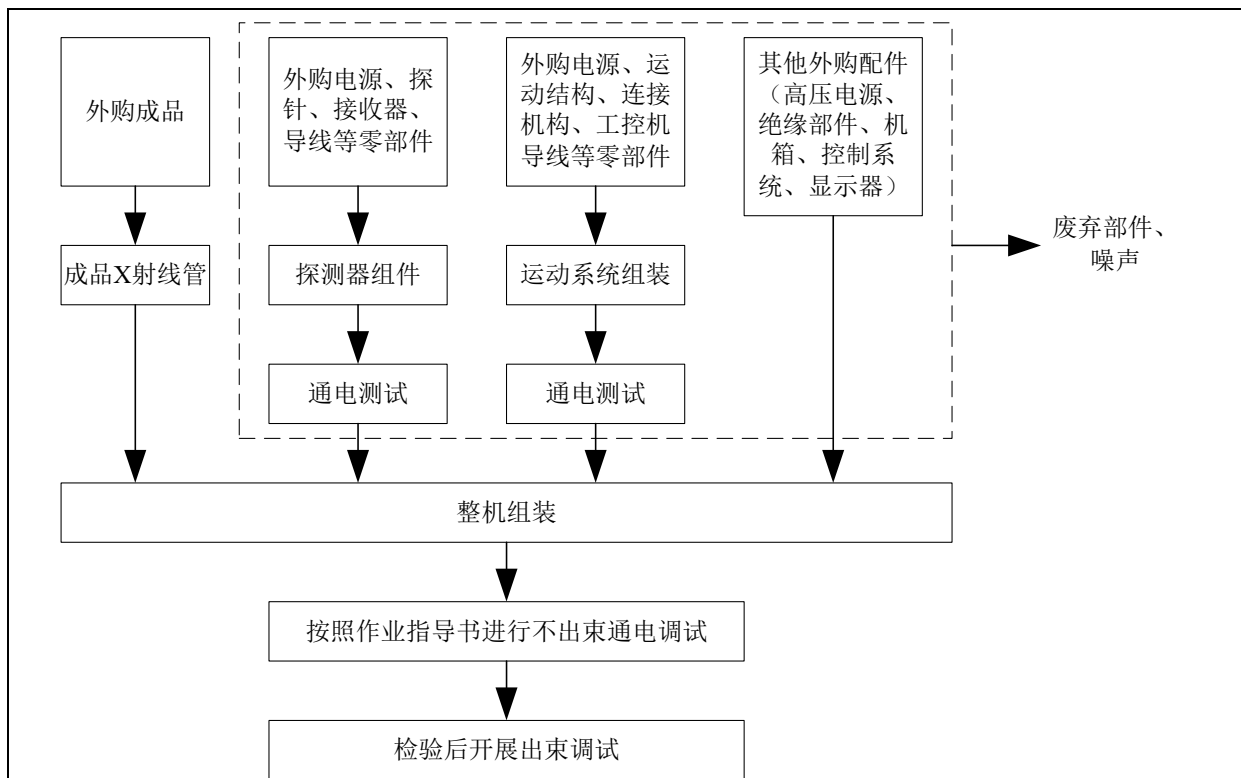


图 9.3 工业 CT 检测设备非放射性部件生产工艺流程及产污环节图

9.1.3 工业 CT 检测设备出束调试工艺流程

(1) 工业 CT 检测设备工作原理

工业 CT 检测设备主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空管中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，被设计安置在聚焦杯中。当灯丝通电加热以后，电子被“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束状，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。由于在 X 射线管的两极之间加有高压电场，在电场作用之下，使得电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，在 X 射线管内高速运动的电子与靶原子碰撞时，与原子核的库仑场相互作用，由于电子急剧减速而产生电磁辐射。电子与靶相撞之前初速度各不相同，相撞是减速过程又各不相同，少量电子经一次撞击就全部失去动能，而大部分电子经过多次止动以后逐渐失去动能，这就使得能量转换过程中所发出的电磁辐射具有各种波长，从而形成连续 X 射线。X 射线管简图如下。

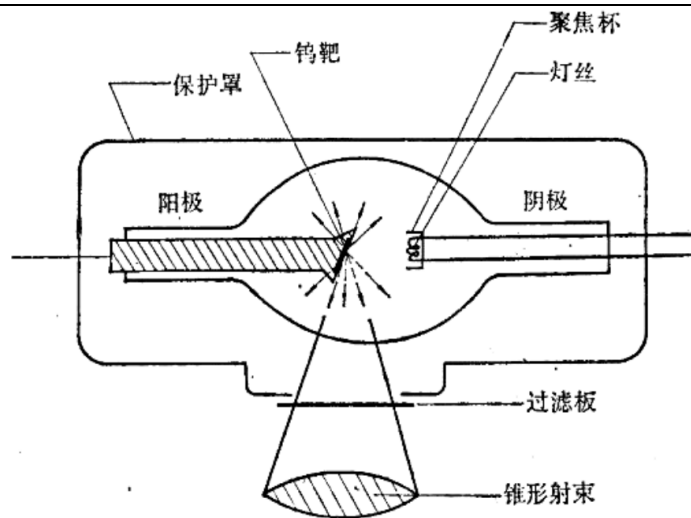


图 9.4 X 射线管示意图

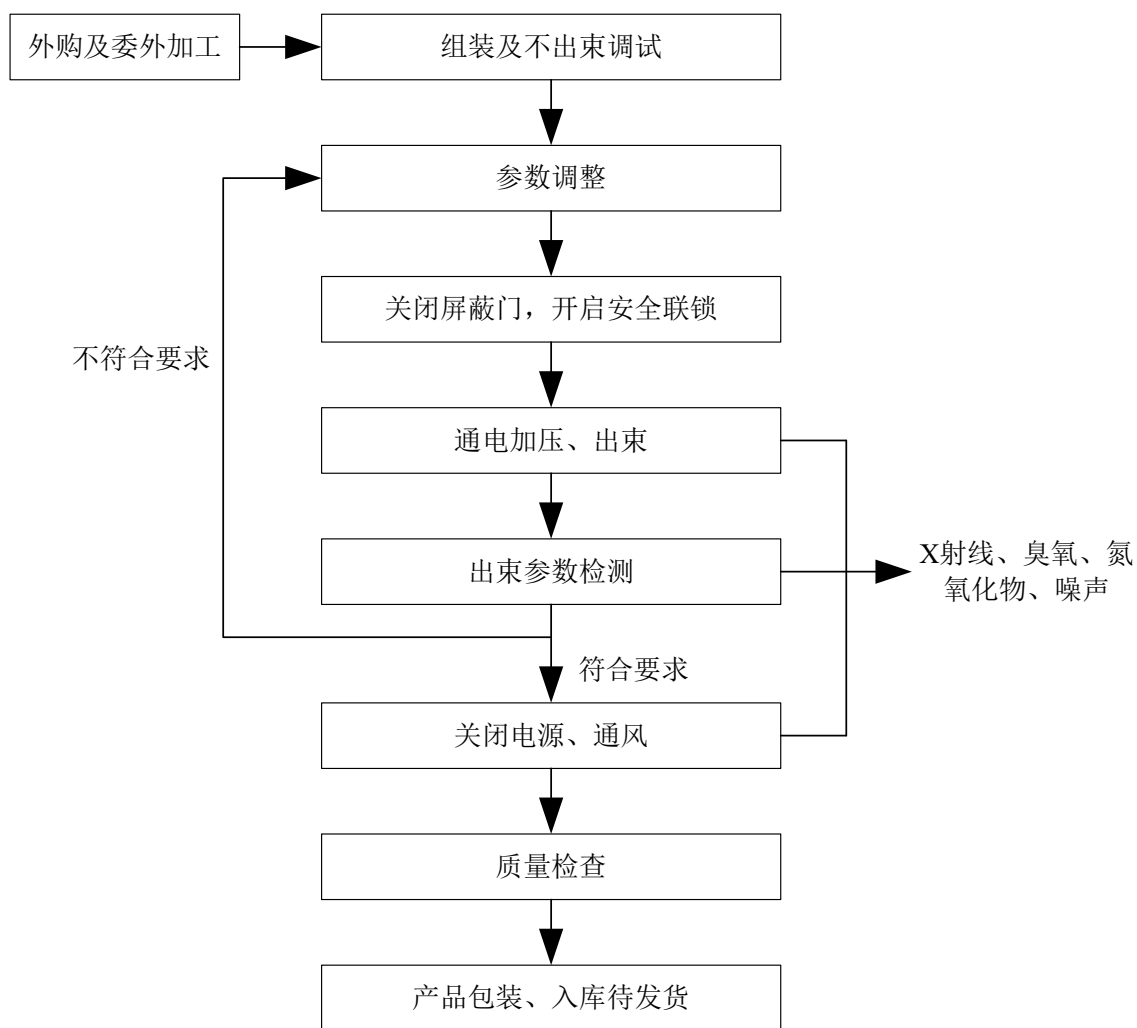


图 9.5 工业 CT 检测设备出束调试工艺流程及产污环节图

(2) 铅防护柜屏蔽体完整性调试工艺流程简介

工业 CT 检测设备组装完成后, 需要先对其防护结构完整性进行测试, 此测试在测试铅房内完成。

①工业 CT 检测设备组装完成后由 AXI 调试区通过连廊运至测试铅房。

②在测试工作前必须做好一切准备，无关人员不得进入测试铅房，以免发生误照事故。

③开启控制器电源，确认设备运行正常，否则严禁开启高压。

④确认铅防护柜中样品及探测器安装正常后，关闭防护门。将固定式射线监测报警仪放置在手推车上，手推车推至待确认的检测面。辐射工作人员退出测试铅房，关闭测试铅房防护门。

⑤辐射工作人员在铅房外确认电源电压正常，通过软件界面上的电压和电流输出窗格，输入目标运行参数；在软件界面上对曝光时间、工作模式进行设定；按下 X 射线源电源按钮，启动 X 射线源电源，在软件控制界面点击“开启高压”按钮，即可启动曝光操作。此时，测试铅房防护门外“射线有害亮灯误入”的警示灯亮起示意出束，表明工业 CT 检测设备 X 射线光源开始工作，向外辐射 X 射线。

⑥测试结束后，在软件控制界面设置管电压和电流参数为零，然后点击“关闭高压”按钮即可执行高压关闭操作，人员进入确认监测报警仪的数值是否正常，然后再依次按上述步骤，对设备的相关各个面进行测试。数值均正常则代表铅防护柜屏蔽体完整满足要求。

⑦整体实验结束后，打开测试铅房防护门、防护柜门进行取样品、设备或调整部件等工作。测试合格的设备通过连廊运至 AXI 调试区进行其他调试。

（3）出束调试工艺流程简介

①在工作前必须做好一切准备，根据规范要求，计算曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入监督区区域，以免发生误照事故。

②开启控制器电源，确认设备运行正常，否则严禁开启高压。

③当电源电压正常时，通过软件界面上的电压和电流输出窗格，输入目标运行参数；在软件界面上对曝光时间、工作模式进行设定，准备进行下一步骤。

④确认铅防护柜中样品及探测器安装正常后，关闭防护门，按下 X 射线源电源按钮，启动 X 射线源电源，在软件控制界面点击“开启高压”按钮，并设置所需的管电压和电流参数，即可启动曝光操作。此时，警示灯显示红色示意出束，表明 X 射线光源开始工作，向外辐射 X 射线。

⑤单次曝光结束后，会根据具体测试要求，进行自动关闭高压操作或待机准备进行

下一次曝光。如果执行自动关闭高压操作，那么警示灯显示绿色示意高压关闭。如果执行下一次曝光，则外部警示灯保持红色示意出束。

⑥整体实验结束后，在软件控制界面设置管电压和电流参数为零，然后点击“关闭高压”按钮即可执行高压关闭操作。然后打开防护柜门进行取样品、设备或调整部件等工作。

(4) 主要污染工序

由图 9.5 可知项目营运中产生的主要污染物为射线装置出束过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物及噪声。

由 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时产生轫致辐射，即 X 射线，其最大能力为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。项目使用的 X 射线装置在非出束状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为本项目射线装置污染环境的主要因子。

(5) 调试工况分析

样品：项目设备出束调试过程中，于铅防护柜内设置探测器，X 光源与探测器之间设置检测样品，用于检验射线装置产品性能。检测样品为电子元器件样品（含金属与非金属），最大尺寸不超过铅房入口尺寸。

调试工况：X 射线是随设备的开、关而产生、消失。项目设备只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。调试作业前，工作人员将被检测样品加装于光源和探测器之间光路的样品支架上，使射线出束口对准被检样品。随后根据实验需要调整光源到样品、样品到探测器的间距。所有实验布局就绪后，关闭屏蔽门，操作员在控制台控制完成出束及数据收集，随后拆下样品，调试作业即完成。

调试方式及时间：项目最大年产 50 台工业 CT 检测设备；射线装置年总曝光时间为 150h，AXI 调试区 120h、测试铅房 30h。

运行负荷分配：项目建成后，2-1#生产厂房 1 层东北侧 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层测试铅房作均为辐射工作场所使用。AXI 调试区每次最多开展 5 台工业 CT 检测设备生产、调试工作，测试铅房每次最多开展 1 台工业 CT 检测设备调试工作。

项目所生产工业 CT 检测设备示意图见图 9.6，项目所生产工业 CT 检测设备出束运行参数及运行工况汇总见表 9.1。

表 9.1 项目工业 CT 检测设备主要技术参数一览表

设备型号	XR500-3D	XR600-3D	XR1200-3D	XR1500-3D	XR2000-3D	XR-2500-3D
设备尺寸 (mm×mm×mm)	**	**	**	**	**	**
设备自屏蔽	设备前侧、后侧、左侧、右侧、顶部及顶部两侧排风口、底部屏蔽体为铅钢复合结构，均为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢。 无观察窗，仅在操作位设置视频监控设备内部情况。					
防护门	设有 8 个防护门，分别为前侧 1 个工件门、3 个检修门，左侧、右侧各 1 个工件门，后侧 2 个检修门；防护门铅层厚度为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢，门缝搭接比大于 10:1。					
管电压和管电流	最大管电压 130kV，最大管电流 0.5mA。					
射线源与探测器距离 (mm)	**					
射线源 距离最 近距离 (mm)	前侧	**	**	**	**	**
	后侧	**	**	**	**	**
	左侧	**	**	**	**	**
	右侧	**	**	**	**	**
	顶部	**	**	**	**	**
	底部	**	**	**	**	**
主束方向	向上	**	**	**	**	**
射线锥束角	90°-125°	**	**	**	**	**
通风换气量 (m ³ /h)	343.2	**	**	**	**	**
通风换气次数 (次/h)	57	**	**	**	**	**

9.1.4 工业 CT 检测设备用户方售后服务工艺流程

通常情况下，根据用户需求，建设单位可提供售后服务，将负责用户使用工业 CT 检测设备前，对其进行调试，确保其可以正常运行。同时，在工业 CT 检测设备出现故障后，开展维修及调试工作。

该部分用户方售后服务工作均依托用户已建成的辐射工程措施，由建设单位派出技术人员，携带相应的辐射防护用品（个人剂量计、个人剂量报警仪等）开展设备调试。该部分工艺流程及产污环节如下图所示。

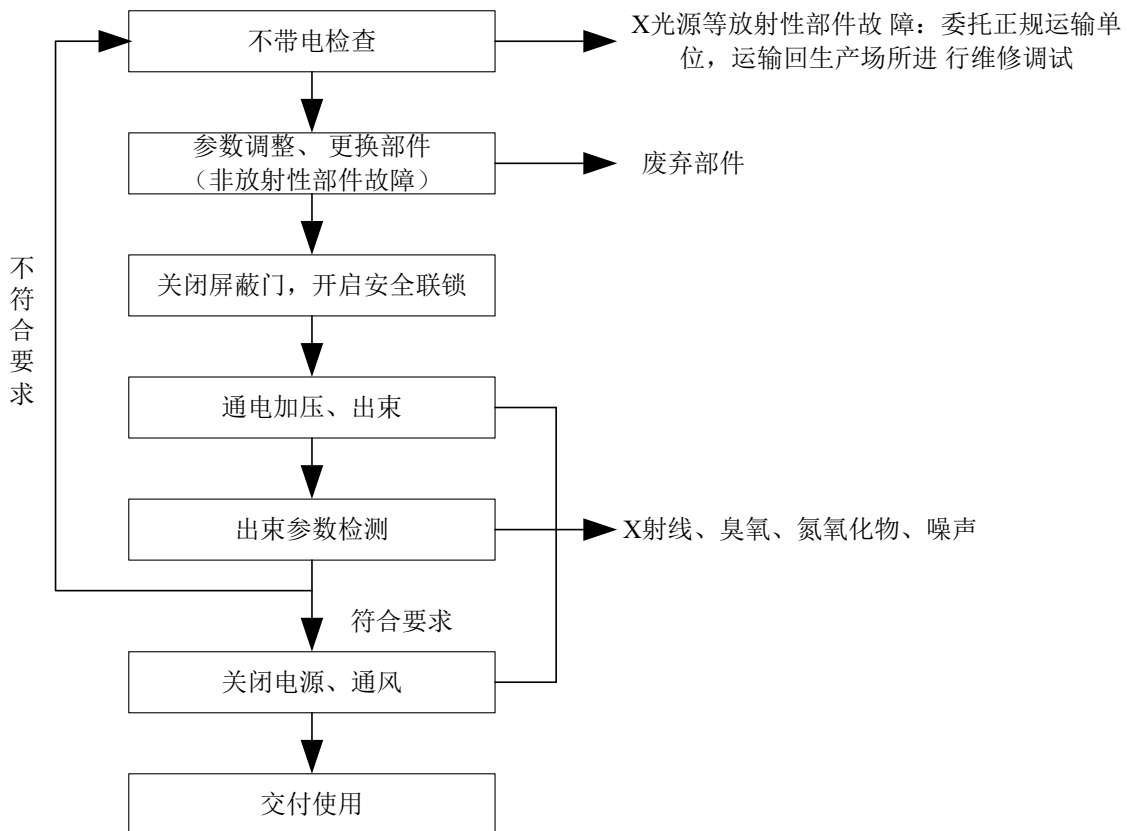


图 9.6 用户方售后服务工艺流程及产污环节图

售后服务调试方式及时间：结合本项目生产情况，用户方售后（调试/维护）服务按 10 台/年，单台调试时间以 4h 计算，售后服务年最大出束时间约 40h。

主要污染工序：

该工艺过程主要污染工序来自工业 CT 检测设备调试过程中所产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声以及售后维修过程中更换的废弃部件。

(1) X 射线：X 射线为本项目射线装置污染环境的主要因子。

(2) 臭氧：工作场所中的空气在强辐射照射下，会发生辐照分解现象，产生臭氧等分解产物。X 射线管输出的束流越强，臭氧的产生量越大。

(3) 噪声：工作场所中通排风系统工作时产生一定强度的噪声。

(4) 废弃部件：售后维修过程中，非放射性部件故障时，建设单位可在现场予以更换，将产生少量废弃部件。

对于模块化可拆卸的 X 射线管等辐射部件的故障，公司将委托合格运输单位，将故障部件运回项目生产调试场所进行处理，不在用户工作场所开展辐射部件维修工作。公司技术人员仅会在用户工作场所的屏蔽柜内，进行新射线装置或修复后射线装置的安装调试工作。

(5) 生活垃圾和生活污水：售后维修过程中，公司派出技术人员的生活污水和生活垃圾依托客户方已有的环保设施进行处理。

9.2 污染源项描述

9.2.1 辐射污染源分析

由工业 CT 检测设备工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。设备在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

9.2.2 非辐射污染源分析

(1) 工业 CT 检测设备工作状态时，会电离产生少量臭氧和氮氧化物，经通风措施及时排出扩散至大气环境，对周边大气环境基本没有影响。

(2) 项目运行期产生的固体废物主要为外购原辅材料及成品部件的废弃包装、废导线、废弃部件等，集中收集暂存于厂区现有一般固废区域，作为一般工业固废进行处置。

(3) 项目运行期辐射工作人员所产生的生活污水经厂区现有化粪池处理后，排入市政污水管网；生活垃圾收集暂存于厂区现有垃圾收集桶，由环卫部门集中清运处置。

9.2.3 事故工况的污染途径

项目涉及 X 射线机为 II 类射线装置。正常工作状态下，人员无法进入铅防护柜。屏蔽门开启时，X 射线机无法出束。在按照操作规程运行时，不会发生 X 射线机出束时，人员误照射的情景。

项目可能发生的辐射事故如下：

① X 射线机在运行时，由于门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，致使防护门

未完全关闭，X 射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②X 射线机在调试、检修、维护等过程中，辐射工作人员在设备未断电的情况下进行检修，或者因为辐射工作人员误操作打开了 X 射线发生器，使其出束照射，同时由于防护门开启，导致辐射工作人员及周围活动人员造成不必要的照射。

③人员误入测试铅房，造成不必要的照射。

④辐射工作人员年有效剂量超过管理限值的情况。

⑤销售、返厂维修运输过程，设备被盗的情况。

事故工况下的辐射污染因子与正常工况下的污染因子一致。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

项目使用现有 2-1#生产厂房 1 层东北侧 AXI 调试区、2-2#生产厂房 1 层西北侧测试铅房作为辐射工作场所使用，AXI 调试区设有 10 个组装调试区，2-1#生产厂房 1 层西侧为仓库。

进出 AXI 调试区的人流、物流均由 1 层南侧出入口——AXI 调试区西侧出入口进入，工作人员进入各组装区开展工作。组装好的设备由 AXI 调试区经过连廊运至测试铅房进行屏蔽体完整性测试，测试后再运回 AXI 调试区做其他测试。

X 光源及其他配件等原辅材料进入 2-1#生产厂房 1 层的仓库，供生产需要时取用。

项目射线装置调试、生产过程中产生的少量固废及人员生活垃圾分类收集后，通过 2-1#生产厂房 1 层南侧出入口运出。

10.1.2 控制区与监督区划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，辐射管理分区如下。

控制区：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。

监督区：应将 X 射线检测室内未被定为控制区的区域定为监督区，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。

根据分区原则以及结合项目情况，项目分区见图 10.1、图 10.2。

AXI 调试区：铅防护柜均在开放式组装调试区进行组装、调试，铅防护柜由足够厚度的屏蔽壳体造成，作为控制区；AXI 调试区内其他区域作为监督区。AXI 调试区四周均有实体墙体，并在门口悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、辐射警示标示，防止无关人员进入。射线装置出束状态下，辐射工作人员位于操作位，无关人员无法进入 AXI 调试区。

测试铅房：测试铅房内部区域为控制区，测试铅房墙体外 30cm 范围及辐射工作人员操作区域内划为监督区。测试铅房四周均为实体墙体，并在门口悬挂清晰可见的辐射

警示标示，防护门上方设置“射线有害亮灯误入”的警示灯，防止无关人员进入。射线装置出束状态下，辐射工作人员位于测试铅房外操作位，人员无法进入测试铅房。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对工业 X 射线探伤项目的辐射防护要求，由以上分析可知，项目固有的辐射防护设施以及公司拟为项目落实的防护措施较全面和完善，符合相关要求。

10.1.3 辐射安全措施

10.1.3.1 辐射防护屏蔽设计

（1）工业 CT 检测设备

项目拟生产的工业 CT 检测设备均自带屏蔽，安全性较高，X 射线机安装在全包围的自屏蔽铅防护柜内，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 10.1。

铅防护柜内部净空容积最小为 5.99m³（1.744m×2.02m×1.7m）、最大为 14.86m³（3.8m×2.3m×1.7m），所有方位（前、后、左、右侧、顶部、底部）的屏蔽体铅层厚度均为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢；防护门设置情况：前侧设置 1 个工件门、3 个检修门，左侧、右侧各设置 1 个工件门，后侧 2 个检修门，防护门铅层厚度为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢，防护门门缝搭接比大于 10:1，防止射线泄漏。

表 10.1 项目工业 CT 检测设备屏蔽设计一览表

位置	屏蔽防护设计	
	材料及厚度	屏蔽铅当量
前侧（主射方向）	**	**
前侧防护门（主射方向）	**	**
后侧（主射方向）	**	**
左侧（主射方向）	**	**
右侧（主射方向）	**	**
顶部及排风口（主射方向）	**	**
底部	**	**

注：屏蔽铅当量数据由设备方提供，并根据《辐射手册》换算钢板的铅当量。

AXI 调试区内设置一座铅屏风（6mmPb），辐射工作人员调试设备时，铅屏风设于人员和设备之间，以防止设备误照射。

铅防护柜外 30cm 处设计周围剂量当量率不大于 2.5μGy/h，保证工作人员和周围公众受照剂量满足环评提出的剂量约束要求。

项目所使用的铅防护柜经专业设计，配置了合理的工程屏蔽措施及配套的辐射安

全防护系统。铅防护柜外设 X 射线工作状态提示，保证操作者安全。防护门外设有明显可见的报警灯。防护柜内部设有照明及 220V 电源插座。防护门与 X 射线机控制电路连接并设置为安全联锁保护，即：屏蔽门未关好，X 射线高压无法加载，不能出束；X 射线机运行过程中，一旦屏蔽门被打开，X 射线机高压立即断开，不能出束。同时，外部警示灯显示红色，并伴有蜂鸣报警。

(2) 测试铅房

测试铅房墙体采用 24cm 厚实心砖+4mmPb 硫酸钡砂浆，顶棚采用 6mmPb 铅板+钢骨架，具体屏蔽情况详见表 10.2。

表 10.2 测试铅房屏蔽设计参数

测试铅房内部净尺寸	屏蔽体	屏蔽防护设计	
		材料及厚度	屏蔽铅当量
6.42m×5.97m× 2.67m (长、宽、高)	北墙、西墙、南墙、东墙	**	**
	顶棚	**	**
	防护门 (位于南侧)	**	**
	铅玻璃窗 (位于东侧，尺寸 1.2m×1m)	**	**

注：屏蔽铅当量数据由设备方提供，不考虑实心砖、钢骨架的铅当量。

测试铅房电缆管道采用地下 U 型管道，从地面下约 10cm 处穿墙，不破坏测试铅房的整体屏蔽效果。为了避免辐射泄漏过大，测试铅房防护门与屏蔽墙、地面之间的搭接宽度为门缝的十倍。

(3) 工作时间

项目建成后，AXI 调试区、测试铅房作为本项目的辐射工作场所使用，AXI 调试区每次同时开展 5 台工业 CT 检测设备生产、调试工作，测试铅房每次仅开展 1 台工业 CT 检测设备调试工作。

项目最大年产 50 台工业 CT 检测设备；AXI 调试区单台设备最大出束时间约 2.4h，合计年最大有效出束曝光时间 120h；测试铅房单台设备最大出束时间约 0.6h，合计年最大有效出束曝光时间 30h。

10.1.3.2 设备固有安全性

项目拟生产的工业 CT 检测设备的固有安全性均包括以下几个部分：

(1) 开机时系统自检

开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，设备会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示相应故障报错，提醒用户关闭电源，

与厂家联系并维修。

(2) 系统运行安全保护

在系统运行过程中，系统将始终实时监测 X 射线发生器的安全相关参数（如门机联锁、门灯联锁、超温等），当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压或光管的灯丝，强制结束出束。同时，工作状态指示灯会显示红色，并伴随蜂鸣器的鸣响，提醒操作人员发生了故障。

(3) 设备停止工作 120 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。如果训机流程未能正常完成，会有相应的提示。

10.1.3.3 安全联锁及紧急停机

(1) 门机联锁

铅防护柜屏蔽门与 X 射线机高压控制器联锁。当屏蔽门关紧后，X 射线机才能启动高压进行检测，否则高压处于断电状态不能启动。X 射线机的高压未关闭时（即光管有非零功率负载时），一旦屏蔽门被打开，X 射线机高压立即断开，不能出束。同时，工作状态指示灯会显示红色，并伴有蜂鸣报警。

(2) 门灯联锁

铅防护柜屏蔽门外安装有显示工作状态的警示灯，并与 X 射线机控制系统联锁。

工作状态三色指示灯设有红色、黄色、绿色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：红灯常亮表示设备处于开门状态；黄灯常亮表示设备处于待机状态，可以启动、预热；绿灯常亮表示设备处于正常工作状态，X 射线正在对物品进行检测。

以上安全联锁装置可有效的保护操作人员和公众，避免因人为误入造成辐射安全事故。

(3) 紧急停机按钮

在铅防护柜表面设置 2 个紧急停机按钮，分别位于设备前侧、后侧；测试铅房内设置 1 个紧急停机按钮，位于测试铅房东墙 1.3m 高的位置；按下按钮，高压电源立即被切断并停止出束。紧急停机按钮设置显著的中文标识。

(4) 钥匙（密码）控制

在操作台控制单元上设置钥匙开关，钥匙由 X 射线机专职操作人员保管。控制单元的控制软件或专用工控机需要密码进行登录，密码仅 X 射线机专职操作人员知晓，防止非工作人员误操作 X 射线机。

10.1.3.4 其他辐射防护措施

(1) 警告标志

项目 AXI 调试区门外、测试铅房门外和设备表面设电离辐射警告标识和中文警示说明，以警示人员注意安全，无关人员无法进入。

(2) 报警及剂量监测装置

为防止 X 射线机工作时人员误开铅防护柜屏蔽门，或屏蔽门未关闭而启动 X 射线机等辐射事故的发生，本项目设置声（光）报警、剂量监测装置等。主要包括：

①现有已配备 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪、1 台固定式场所辐射探测报警装置和 1 座铅屏风（6mmPb）。辐射工作人员调试设备时，铅屏风设于人员和设备之间，以防止设备误照射。

②建设单位拟增加配备 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪和 6 台个人剂量报警仪（每位辐射工作人员配备 1 台），每台设备销售时均配备 1 台固定式射线监测报警仪，以便随时了解区域的剂量大小，防止受到高剂量误照。

③铅防护柜设置声光报警装置，在射线装置出束作业工作过程中正常运行，具有声、光报警功能。提醒辐射工作人员注意防护。

④辐射工作人员配备个人剂量计，要求在上班时必须随身佩戴。

(3) 视频监控装置

项目 AXI 调试区出入口及内部设置 1 套实时视频监控系统，测试铅房门口及内部设置 1 套实时视频监控系统，视频监控系统均连接到安保监控平台，可保障无死角观察。

(4) 通排风

铅防护柜侧方设置通风管道及通排风机将臭氧排出铅防护柜，排风口设置屏蔽补偿措施以避免辐射泄漏。通排风机风量大于 343m³/h，可保证每小时有效通风换气次数至少 46 次。

项目在 AXI 调试区设置通风系统（中央空调）、测试铅房顶部设置通风系统（排风扇）、2-2#生产厂房 1 层车间设置通风系统（中央空调），以将臭氧尽快排出建筑物，排放至周边大气，进一步减少对辐射工作人员的影响。

(5) 电缆进出口

X 射线机控制电缆等线管的洞口，是屏蔽结构薄弱处。为了减少调试作业时的 X 射线通过线缆穿越孔的外泄，项目电缆线通过弯折孔道穿出铅防护柜，可满足辐射防护所要求的屏蔽效能。

10.1.4 辐射防护措施符合性分析

依据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，项目辐射防护设施符合性分析表见表 10.3。

表 10.3 项目辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	项目方案	符合性
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。	项目设备自带屏蔽体，厚度符合 GBZ/T250 要求。	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 GB 18871 的要求。	项目划定了控制区和监督区，①设备自屏蔽体内部区域划为控制区，AXI 调试区内其他区域划分为监督区；②测试铅房内部区域划为控制区，测试铅房墙体外 30cm 范围及辐射工作人员操作区域内划为监督区。	符合
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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。	由估算结果可知，设备主体外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.059 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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 μ Sv/h”的要求。	符合
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 100 μ Sv/h。	AXI 调试区上方为 2 层小机台车间调试区和茶水区，下方为地面；测试铅房上方为 2 层 PCB 生产车间通道，下方为地面；均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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 μ Sv/h”的要求。	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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	项目设备防护门设有门机联锁装置，当防护门未全部关闭时，设备无法出束进行检测作业。	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。	项目设备工作状态指示灯设置如下： 设备上方设有 1 个工作状态三色指示灯，红灯表示开门状态，黄灯表示待机状态，绿灯表示工作状态，X 射线正在对物品进行检测与 X 射线源联锁，以警示人员注意安全。 拟在醒目的位置设置工作状态指示灯意义说明牌。	符合

<p>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。</p>	<p>设备内部设有监视器，连接操作位，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。 AXI 调试区出入口及内部设置 1 套实时视频监控系统，测试铅房门口及内部设置 1 套实时视频监控系统，视频监控系统均连接到安保监控平台，可保障无死角观察。</p>	<p>符合</p>
<p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>项目 AXI 调试区门外、测试铅房门外和设备前侧表面设电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>项目设备前侧、后侧各设 1 个紧急停机按钮，前侧的急停按钮位于操作位附近；测试铅房内设 1 个紧急停机按钮；可确保出现紧急事故时，操作人员能立即停止照射。按钮带有标签，标明使用方法。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>项目设备设置机械通风装置，可保证每小时有效通风换气次数至少 46 次。项目在 AXI 调试区设置通风系统（中央空调）、测试铅房顶部设置通风系统（排风扇）、2-2#生产厂房 1 层车间设置通风系统（中央空调），以将臭氧尽快排出建筑物，排放至周边大气，进一步减少对辐射工作人员的影响。</p>	<p>符合</p>
<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>现有已配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置，项目每台设备销售时均配备 1 台固定式射线监测报警仪。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>建设单位已制定计划，每次开机运行前检查防护安全措施。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>建设单位已制定计划定期进行测量设备周围区域的剂量率水平，每季度开展一次辐射工作场所自行监测，每年委托有资质的单位对辐射工作场所开展一次监测。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>建设单位已制定便携式 X-γ 剂量率仪检查计划，仪器每年校准一次。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>辐射工作人员拟佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。</p>	<p>符合</p>
<p>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</p>	<p>照射前，操作人员确认设备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</p>	<p>符合</p>

都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	启动并正常运行的情况下，开始测试工作。	
------------------------	---------------------	--

10.1.5 法规符合性分析

(1) 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，项目情况见表 10.2。

表 10.2 项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

环保部 18 号令有关要求	本项目情况	符合性
第五条： 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	项目设备防护门设有门机联锁装置，当防护门未全部关闭时，设备无法出束进行检测作业。设备调试工作开始前，确保在控制区内没有任何其他人员，防止无关人员进入。	符合
第九条： 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可的环境监测机构进行监测。	建设单位计划每季度开展一次辐射工作场所自行监测，每年委托有资质的单位对辐射工作场所开展一次监测，拟配置便携式辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等设备。	符合
第十二条： 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和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 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位计划每年 1 月 31 日前向环保部门提交上一年度评估报告。	符合
第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。	项目拟配备取得辐射安全与防护考核合格证书的辐射工作人员（操作人员和辐射防护管理人员），承诺每 5 年接受再培训。	符合
第二十三条： 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。	建设单位计划每季度送检 1 次个人外照射剂量计。严格执行个人剂量监测管理规定，建立个人剂量档案。	符合

(2) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定了辐射安全许可证申请单位从事辐射活动应具备的条件，项目情况见表 10.3。

表 10.3 项目与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

应具备条件	本项目情况	符合性
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管理保护管理机构，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	建设单位已成立辐射安全与环境管理机构，并确定负责人、主要成员，负责辐射安全与环境管理保护管理工作。	符合

护管理工作。		
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。	项目拟配备取得辐射安全与防护考核合格证书的辐射工作人员，承诺每5年接受再培训。	符合
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。	项目拟配备环境监测用 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪，设备自带屏蔽体，同时设置门机联锁、急停按钮、工作指示灯、视频监控、电离辐射警告标志、警示灯、警戒线、警告牌装置。 项目拟为每名辐射工作人员配备个人剂量报警仪、个人剂量计。	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。	项目拟配备固定式场所辐射探测报警装置、便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪。	符合
有健全的操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。	项目投入运行前，所有制度已全部制定完善。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定《辐射事故应急预案》。	符合

由以上分析可知，在落实上表中相关内容后，建设单位从事辐射活动的技术能力基本符合相关法律法规的要求。

10.2 三废的治理

10.2.1 废气

项目设备组装、调试过程中，射线与空气相互作用会产生少量的臭氧及氮氧化物。项目 AXI 调试区设置 1 套中央空调、测试铅房顶部设置 2 个排风扇、2-2#生产厂房 1 层车间设置 1 套中央空调，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排入大气环境中，经扩散、分解、稀释后，对周边环境基本没有影响。

10.2.2 废水

项目运行期辐射工作人员产生生活污水，经现有污水管道进入现有三级化粪池处理，经处理满足接管要求后接入市政污水管网。

10.2.3 固体废物

项目运行期产生的生活垃圾暂存于现有垃圾桶，由当地环卫部门统一清运。组装、通电测试（非出束）过程中，将产生少量废弃包装、废导线、废弃部件等，作为一般工业固体废物处理。

10.2.4 噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为组装、通电测试（非出束）过程、机械通风系

统风机运行时产生的噪声，项目选用噪声低、振动小的风机设备，噪声经厂房隔声及距离衰减，对周边环境基本没有影响。

10.3 项目环保投资

项目环保投资见表 10.5。

表 10.5 项目环保投资 单位：万元

序号	项目	投资金额
1	辐射安全设施（全密封的自屏蔽壳，采用铅、钢-铅-钢防护结构；门机联锁、紧急停机按钮、工作指示灯、视频监控、电离辐射警告标志、辐射探测报警装置、固定式射线监测报警仪、机械通风系统）	22
2	辐射安全规章制度上墙、个人剂量报警仪、便携式 X- γ 剂量率仪	6
3	合计	28

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

项目使用现有场所，无施工期。

11.2 运行阶段对环境的影响

项目涉及工业 CT 检测设备的生产、调试作业，相关辐射工作均在辐射工作场所 AXI 调试区、测试铅房开展，射线装置年总曝光时间为 150h，AXI 调试区 120h、测试铅房 30h。

项目所涉及工业 CT 检测设备最高管电压 130kV，最大管电流 0.5mA，评价以此为辐射评价源项进行辐射影响分析。考虑到项目 X 光源的出束角度最大为 125°，保守将设备前侧、后侧、左侧、右侧、顶部均考虑有用线束，底部为地面，不考虑底部影响。

本报告对项目的辐射环境影响采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其他理论计算公式进行分析评价。

11.2.1 辐射剂量率理论计算

11.2.1.1 关注点剂量率参考控制水平的确定

取工业 CT 检测设备自屏蔽体外表面 30cm 处、测试铅房墙体外表面 30cm 处作为关注点，计算公式如下：

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

式中：

$\dot{H}_{c,d}$ —导出剂量参考控制水平。

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；职业工作人员 $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、公众 $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，项目设备周边 30cm 处仅辐射工作人员可到达，因此取 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；项目主射方向使用因子取 1，其他方向均取 1/4。

T —人员在相应关注点驻留的使用因子；项目人员在操作位进行操作，因此操作位辐射工作人员居留因子保守取 1，其他方向辐射工作人员居留因子保守取 1/4。

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/每周）；射线装置年总曝光时间为 150h，即 3h/周；AXI 调试区年总曝光时间 120h，即 2.4h/周；测试铅房年总曝光时间

30h，即 0.6h/周。

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

关注点	U	T	H _c (μSv/周)	t (h/周)	H _{c,d} (μSv/h)	H _c (μSv/h)	H _{c,max} (μSv/h)
设备前侧（主射方向）	1	1	100	3	33.3	2.5	2.5
设备后侧（主射方向）	1	1/4	100	3	133.3	2.5	2.5
设备左侧（主射方向）	1	1/4	100	3	133.3	2.5	2.5
设备右侧（主射方向）	1	1/4	100	3	133.3	2.5	2.5
设备顶部（主射方向）	1	1/4	100	3	133.3	2.5	2.5
测试铅房北侧 （主射方向）	1	1/4	100	0.6	666.7	2.5	2.5
测试铅房西侧 （主射方向）	1	1/4	100	0.6	666.7	2.5	2.5
测试铅房南侧 （主射方向）	1	1/4	100	0.6	666.7	2.5	2.5
测试铅房东侧 （主射方向）	1	1	100	0.6	166.7	2.5	2.5
测试铅房顶部 （主射方向）	1	1/4	100	0.6	666.7	2.5	2.5

由上表可知，项目设备自屏蔽体外表面 30cm 处、测试铅房墙体外表面 30cm 处剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h。

11.2.1.2 估算公式及相关参数取值

(1) 有用线束

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：

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

\dot{H} ——屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

\dot{H}_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量，mSv×m²/（mA×min）；

项目设备最大管电压为 130kV，参考附录 B 表 B.1，管电压 150kV 的在 2mm 铝过滤条件下 X 射线距辐射源点 1m 处的输出量为 18.3mSv×m²/（mA×min）。

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；

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

X——屏蔽物质厚度；

TVL——见附录 B 表 B.2，150kV 时，铅值层厚度 0.96mm，使用外推法可知，项目设备最大管电压为 130kV，铅值层厚度 0.72mm。

11.2.1.3 计算结果

(1) 工业 CT 检测设备

项目设备均为定向机，射线源垂直于探测器上水平面的圆旋转，射线锥束角最大为 125°，保守将设备前侧、后侧、左侧、右侧、顶部均考虑有用线束，底部为地面，不考虑底部影响。X 射线管距离各侧最近距离见表 11.2，型号 XR500-3D 和 XR600-3D 距离相同，型号 XR1200-3D、XR1500-3D、XR2000-3D 和 XR-2500-3D 距离相同，因此将距离相同设备合并预测。

表 11.2 项目工业 CT 检测设备射线管距离各侧距离一览表

方位	射线源距离最近距离 (mm)					
设备型号	XR500-3D	XR600-3D	XR1200-3D	XR1500-3D	XR2000-3D	XR-2500-3D
前侧 (主射方向)	**	**	**	**	**	**
后侧 (主射方向)	**	**	**	**	**	**
左侧及排风口 (主射方向)	**	**	**	**	**	**
右侧及排风口 (主射方向)	**	**	**	**	**	**
顶部 (主射方向)	**	**	**	**	**	**

在工业 CT 检测设备外 30cm 处设置关注点，参考点和辐射路径示意图见图 11.1。

表 11.3 型号 XR500-3D 和 XR600-3D 有用线束方向关注点处剂量率计算结果

项目	设备前侧外 30cm (a)	设备后侧外 30cm (b)	设备左侧及出风口 外 30cm (c)	设备右侧及出风口 外 30cm (d)	设备顶部外 30cm (e)	设备操作工位 (f)
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{s})$)	**	**	**	**	**	**
I (mA)	**	**	**	**	**	**
屏蔽体	**	**	**	**	**	**
TVL (mm)	**	**	**	**	**	**
B	**	**	**	**	**	**
R (m)	**	**	**	**	**	**
\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**	**
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

表 11.4 型号 XR1200-3D、XR1500-3D、XR2000-3D 和 XR-2500-3D 有用线束方向关注点处剂量率计算结果

项目	设备前侧外 30cm (a1)	设备后侧外 30cm (b1)	设备左侧及出风口 外 30cm (c1)	设备右侧及出风口 外 30cm (d1)	设备顶部外 30cm (e1)	设备操作工位 (f1)
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{s})$)	**	**	**	**	**	**
I (mA)	**	**	**	**	**	**
屏蔽体	**	**	**	**	**	**
TVL (mm)	**	**	**	**	**	**
B	**	**	**	**	**	**
R (m)	**	**	**	**	**	**
\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**	**
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

A、关注点处的辐射剂量率估算结果

根据表 11.3~表 11.4 计算结果，工业 CT 检测设备四周各关注点剂量率最大为 0.059 μ Sv/h（设备右侧）。

B、排风口外剂量率计算

工业 CT 检测设备顶部左右两侧各设置 1 处排风口，排风口外设有 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢的防护罩。经估算，排风口外剂量率最大为 0.059 μ Sv/h。

C、小结

由以上估算结果可知，项目工业 CT 检测设备四周屏蔽外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.059 μ Sv/h（设备右侧），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 μ Sv/h”的要求，故本项目工业 CT 检测设备设计合理。

(2) AXI 调试区

AXI 调试区每次同时开展 5 台 II 类设备（本项目）、5 台 III 类设备（现有项目）生产、调试工作，因此将 10 台设备合并预测。

表 11.5 5 台 II 类设备、5 台 III 类设备叠加有用线束方向关注点处剂量率计算结果

项目	1 台 II 类设备外表面 30cm	5 台 II 类设备叠加	1 台 III 类设备外表面 30cm	5 台 III 类设备叠加	5 台 II 类设备、5 台 III 类设备叠加
\dot{H} (μ Sv/h)	**	**	**	**	**
剂量率参考控制水平 (μ Sv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

在 AXI 调试区边界外 30cm 处设置关注点，参考点和辐射路径示意图见图 11.2。

根据表 11.6 计算结果，项目 AXI 调试区边界外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.315 μ Sv/h（AXI 调试区东侧），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 μ Sv/h”的要求。

表 11.6 AXI 调试区关注点处剂量率计算结果

项目	AXI 调试区北侧边界 (h)	AXI 调试区东侧边界 (i)	AXI 调试区南侧边界 (j)	AXI 调试区西侧边界 (k)	AXI 调试区上方 2 层组装车间 (l)
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv} \times$ $\text{m}^2/(\text{mA} \times \text{s})$)	**	**	**	**	**
I (mA)	**	**	**	**	**
屏蔽体	**	**	**	**	**
TVL (mm)	**	**	**	**	**
B	**	**	**	**	**
R (m)	**	**	**	**	**
单台设备 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**
5 台设备叠加 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**
现有设备辐射环 境现状检测最大 值 $\times 5$ ($\mu\text{Sv/h}$)	**				
叠加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**
剂量率参考控制 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

备注：考虑现有 5 台辐射设备的影响，取现有设备辐射环境现状检测最大值 $\times 5$ 进行叠加计算。

(3) 测试铅房

测试铅房每次仅开展 1 台设备调试工作，测试铅防护柜屏蔽体完整性。本评价以最不利情况考虑，即测试铅房内不考虑铅防护柜屏蔽体进行预测。

在测试铅房墙体外 30cm 处设置关注点，参考点和辐射路径示意图见图 11.3。

表 11.7 测试铅房关注点处剂量率计算结果

项目	测试铅房北侧 外 30cm (A)	测试铅房西侧 外 30cm (B)	测试铅房南侧 外 30cm (C)	测试铅房南侧 防护门外 30cm (C1)	测试铅房东侧 外 30cm 及操 作工位 (D)	测试铅房东侧 铅玻璃外 30cm (D1)	测试铅房顶部 外 30cm (E)	2 层 PBC 生产 车间通道 (E1)
\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv} \times$ $\text{m}^2/(\text{mA} \times \text{s})$)	**	**	**	**	**	**	**	**
I (mA)	**	**	**	**	**	**	**	**
屏蔽体	**	**	**	**	**	**	**	**
TVL (mm)	**	**	**	**	**	**	**	**
B	**	**	**	**	**	**	**	**
R (m)	**	**	**	**	**	**	**	**
\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	**	**	**	**	**	**	**	**
剂量率参考控制 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

备注：1、测试铅房考虑设备铅防护柜失效情况下最大剂量。2、以设备尺寸最大的型号进行估算。3、设备前侧朝向测试铅房东侧。

根据表 11.7 计算结果，项目测试铅房墙体外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.028 μ Sv/h（测试铅房北侧），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 μ Sv/h”的要求。

11.2.2 职业人员和公众年有效剂量分析

(1) 年有效剂量估算公式

个人年有效剂量当量计算模式如下：

$$H_{\gamma}=D_{\gamma}\times T \quad (11-6)$$

式中： H_{γ} — γ 辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

D_{γ} — γ 辐射剂量率，mGy/h；

T—一年工作时间，h。

(2) 居留因子

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），不同环境条件下的居留因子见表 11.8。

表 11.8 居留因子选取

场所	居留因子	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

(3) 工作时间

根据建设单位提供资料，项目配备 7 名辐射工作人员，为新增人员，要求 7 名人员均需取得辐射安全与防护考核合格证书（6 名 X 射线类别、1 名辐射安全管理类别），并承诺每 5 年接受再培训。新增 X 射线类别辐射工作人员不同时参与现有项目，但与现有项目在同一工作场所。

项目最大年产 50 台工业 CT 检测设备；AXI 调试区单台设备最大出束时间约 2.4h，合计年最大有效出束曝光时间 120h；测试铅房单台设备最大出束时间约 0.6h，合计年最大有效出束曝光时间 30h。辐射工作人员受照时间最长为 150h/年。

(4) 职业人员和公众年有效剂量

a 职业人员

AXI 调试区：项目设备调试工作状态下，辐射工作人员在操作位处，居留因子取 1， D_{γ} 值取设备四周屏蔽外 30cm 最大剂量率。

测试铅房：项目设备调试工作状态下，辐射工作人员在操作位处，居留因子取 1， D_{γ} 值取测试铅房外 30cm 处最大剂量率。

b 公众成员

车间走廊、通道、连廊、茶水间、卫生间、配电室、发电机房公众居留因子取 1/4（部分居留），厂内道路、停车区、厂外道路、绿地公众居留因子取 1/8（偶然居留），其他区域公众居留因子取 1， D_{γ} 值参照对应方向 AXI 调试区边界 30cm 处、测试铅房外 30cm 处剂量率。

保守不考虑距离衰减和墙体屏蔽，在 AXI 调试区边界外 50m 评价范围内和测试铅房边界外 50m 评价范围内，各保护目标处剂量率参考控制水平如下。

项目辐射工作人员还将开展射线装置售后服务调试工作，按照设备组装调试和售后服务调试人员为相同人员考虑，调试场所均为用户方已取得辐射安全许可证场所，售后服务调试所在位置所受剂量率按照 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 限值考虑，按年开展 40h 调试工作均由同一位工作人员完成估算，则售后服务所受剂量最大值约 0.1mSv/a 。同时考虑现有辐射设备的影响，取现有设备辐射环境现状检测数值最大值进行叠加计算。叠加后，项目辐射工作人员受到的照射剂量最高为 0.16mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于年受照剂量约束值 5mSv ；对公众照射的最大年有效剂量值为 0.031mSv ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于年受照剂量约束值 0.25mSv 。

表 11.9 项目 AXI 调试区周边人员最大年有效剂量估算表

保护目标	场所	方位	项目辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年曝光时间 (h/a)	居留因子	项目年有效剂量 (mSv/a)	现有设备环境检测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加年有效剂量 (mSv/a)	年剂量约束要求
辐射工作人员	AXI 调试区	设备所在位置	**	120	1	**	0.20	**	5mSv
其他工作人员和公众	内部道路、停车区	AXI 调试区北侧	**		1/8	**		**	0.25mSv
	市政污水泵站		**		1	**			
	内部道路	AXI 调试区东侧	**		1/8	**		**	
	舫山南二路		**		1/8	**			
	走廊	AXI 调试区南侧	**		1/4	**		**	
	茶水间、卫生间		**		1/4	**		**	
	内部道路		**		1/8	**		**	
	1#办公楼		**		1	**		**	
	大机台车间调试区	AXI 调试区西侧	**		1	**		**	
	连廊		**		1/4	**		**	
	小机台车间调试区和茶水区	AXI 调试区上方	**		1	**		**	

表 11.10 项目测试铅房周边人员最大年有效剂量估算表

保护目标	场所	方位	项目辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年曝光时间 (h/a)	居留因子	项目年有效剂量 (mSv/a)	年剂量约束要求
辐射工作人员	测试铅房	东侧操作位	**	30	1	**	5mSv
其他工作人员 和公众	配电室	测试铅房北侧、西侧	**		1/4	**	0.25mSv
	内部道路、停车区	测试铅房北侧	**		1/8	**	
	绿地、市政污水泵站		**		1/8	**	
	发电机房	测试铅房东北侧	**		1/4	**	
	卫生间、茶水间		**		1/4	**	
	连廊	测试铅房东侧	**		1/4	**	
	机台组装调试车间	测试铅房东侧、南侧	**		1	**	
	走廊	测试铅房南侧	**		1/4	**	
	茶水间、卫生间		**		1/4	**	
	内部道路		**		1/8	**	
	内部道路、停车区	测试铅房西侧	**		1/8	**	
	根岭北路		**		1/8	**	
	空置厂房		**		1	**	
PBC 生产车间通道	测试铅房上方		**	1	**		

表 11.11 项目 AXI 调试区、测试铅房周边人员最大年有效剂量估算表

保护目标	场所	方位	AXI 调试区辐射剂量率(mSv/a)	测试铅房辐射剂量率(mSv/a)	售后服务调试工作辐射剂量率(mSv/a)	叠加后年有效剂量(mSv/a)	年剂量约束要求
辐射工作人员	AXI 调试区、测试铅房	AXI 调试区、测试铅房东侧操作位	**	**	**	**	5mSv
其他工作人员和公众	内部道路、停车区	AXI 调试区、测试铅房北侧	**	**	**	**	0.25mSv
	绿地、市政污水泵站		**	**	**	**	
	内部道路	AXI 调试区东侧	**	**	**	**	
	舫山南二路		**	**	**	**	
	走廊	AXI 调试区南侧	**	**	**	**	
	茶水间、卫生间		**	**	**	**	
	内部道路		**	**	**	**	
	1#办公楼		**	**	**	**	
	大机台车间调试区	AXI 调试区西侧	**	**	**	**	
	连廊	AXI 调试区西侧、测试铅房东侧	**	**	**	**	
	小机台车间调试区和茶水区	AXI 调试区上方	**	**	**	**	
	配电室	测试铅房北侧、西侧	**	**	**	**	
	发电机房	测试铅房东北侧	**	**	**	**	
	卫生间、茶水间		**	**	**	**	
	机台组装调试车间	测试铅房东侧、南侧	**	**	**	**	
	走廊	测试铅房南侧	**	**	**	**	
	茶水间、卫生间		**	**	**	**	

	内部道路		**	**	**	**	
	内部道路、停车区	测试铅房西侧	**	**	**	**	
	根岭北路		**	**	**	**	
	空置厂房		**	**	**	**	
	PBC 生产车间通道	测试铅房上方	**	**	**	**	

11.2.5 三废环境影响分析

(1) 废气

项目运行期产生的废气主要为设备运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。项目设备自带通风设施，在进风和排风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。

项目设备排风口防护厚度为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢，根据表 9.1 各设备排风量和设备体积，可计算出设备每小时通风换气次数不小于 46 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求（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。）。

AXI 调试区设置 1 套中央空调、测试铅房顶部设置 2 个排风扇、2-2#生产厂房 1 层车间设置 1 套中央空调，产生的微量臭氧和氮氧化物可通过排风系统排至大气环境，对周边环境基本没有影响。

(2) 废水

项目运行期辐射工作人员所产生的生活污水经厂区现有化粪池处理后，排入市政污水管网，对周边环境基本没有影响。

(3) 固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为组装、通电测试（非出束）过程产生的废弃包装、废导线、废弃部件等和生活垃圾。一般工业固体废物暂存于厂区现有一般固废区域，作为一般工业固废进行处置；生活垃圾由当地环卫部门统一清运，对周边环境影响较小。

11.3 事故影响分析

工业 CT 检测设备只有在通电的情况下才有 X 射线发出，断电后无射线。因此只有在工业 CT 检测设备开机照射时，发生设备故障，导致辐射工作人员和周围公众接受意外的 X 射线外照射。及时使用 X 射线剂量率仪检查，切断高压或关闭电源，便可杜绝此类误照的事件发生。

预防措施：

- (1) 事先在公司内部通告开机调试工作时间和射线的辐射危害性；
- (2) 开机调试工作前对工作现场进行清场，确保无关人员离开工作现场；
- (3) 按照法规规定划定合格的控制区和监督区，并用警戒标志、警戒线等多种方式进行警戒，避免公众人员误闯；

(4) 开机前对设备各开关按钮、安全联锁、急停按钮、工业 CT 检测设备完好性等进行检查确认，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

应对措施：

(1) 当发现 X 射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射，操作人员立即按下急停按钮，并迅速对射线机进行断电操作；

(2) 立即将受照射人员送到当地有资质的医院进行检查治疗；

(3) 立即启动“辐射事故应急预案”，通知本公司的安全管理人员，必要时上报当地生态环境部门、卫生健康部门。

11.4 达到报废年限后对环境的影响

项目涉及的 X 射线机在达到设备使用年限时，产生的废旧 X 射线管属于危险废物，应当委托有资质的单位处置。拆除 X 射线管的设备在任何情况下均不会再产生 X 射线，可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《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》第十六条第一款的要求，使用 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。

厦门思泰克智能科技股份有限公司已成立辐射安全与环境管理机构（见附件 3），并明确了相应的职责。辐射安全管理领导小组以林福凌为组长，丘尚平和张望雄为副组长，成员有谢劲松、伍文辉、沈坪坦等。厦门思泰克智能科技股份有限公司现有辐射安全与环境管理机构能够满足本项目的管理需要。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 辐射安全管理制度

厦门思泰克智能科技股份有限公司已制定相关辐射管理制度（附件 5），包括 X 射线装置安全操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、工作场所和环境辐射监测方案、个人剂量监测管理制度、射线装置台账管理制度、监测仪器使用与检验刻度管理制度、辐射工作人员培训与档案管理制度。

厦门思泰克智能科技股份有限公司制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。厦门思泰克智能科技股份有限公司能够按照辐射安全管理制度对公司的辐射活动进行管理，满足环保相关要求。在之后的实际工作中，建设单位还应不断根据法律法规及实际情况对各项管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

12.2.2 人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关要求，辐射工作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。

厦门思泰克智能科技股份有限公司拟为本项目配备 7 名辐射工作人员，为新增人员，要求 7 名人员均需取得辐射安全与防护考核合格证书（6 名 X 射线类别、1 名辐射安全管理类别），并承诺每 5 年接受再培训。公司现有辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证书，证书均在有效期内，并承诺每 5 年接受再培训。

12.2.3 健康管理

按照国家关于健康管理的规定，厦门思泰克智能科技股份有限公司拟为本项目工作人员配备个人剂量计；对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；同时，拟为辐射工作人员终生保存个人剂量监测档案和职业健康监护档案；在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也将进行健康体检。

12.3 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求，公司针对本项目制定相应的辐射监测计划，包括：

- （1）辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检；
- （2）每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告；
- （3）配置 X- γ 剂量率测量仪，自行定期对射线装置周围环境进行监测，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

项目监测计划表见表 12.1。

表 12.1 项目辐射监测计划一览表

监测对象	监测方案	监测因子	监测时间/频次
工业 CT 检测设备	检查安全联锁	安全	每次使用前
	工业 CT 检测设备自屏蔽外壳外 30cm 处、操作位；AXI 调试区、测试铅房边界四周，及周围环境保护目标	周围剂量当量率	自行监测：每季度 1 次，委托监测：每年 1 次委托有资质单位监测
项目竣工环境保护验收监测			项目建成后 3 个月内
辐射工作人员	佩戴个人辐射剂量计	年有效剂量	每季度送检 1 次

12.4 辐射事故应急

厦门思泰克智能科技股份有限公司按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护主管部门的要求已制定《辐射事故应急预案》，事故处理流程可操作性较强，应急预案制定合理，应定期对应急预案进行演练，并列入培训计划。发生辐射事故时，建设单位立即启动应急方案，采取应急措施，必要时上报当地生态环境部门和卫生健康部门。在日后核技术利用项目运行管理过程中，建设单位应根据实际工作情况和管理要求，及时更新和完善应急预案。

同时建设单位应根据实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急

演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，建设单位应加强管理，加强人员辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12.2。

表 12.2 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	工业 CT 检测设备自带铅屏蔽体，所有方位的屏蔽体铅层厚度均为 2mm 钢+4mm 铅+3mm 钢。	符合《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）相关规定，辐射工作人员年受照剂量约束值 5mSv/a，公众年受照剂量约束值 0.25mSv/a，工业 CT 机自屏蔽体外表面 30cm 处剂量率参考控制水平低于 2.5μSv/h，周围剂量当量率控制水平低于 2.5μSv/h。
		测试铅房屏蔽防护设计：四周墙体 24cm 实心砖+4mmPb 硫酸钡砂浆，顶棚 6mmPb 铅板+钢骨架，防护门、铅玻璃窗 6mmPb。	
		设置门机联锁、急停按钮、工作指示灯、视频监控、电离辐射警告标志、警示灯、警戒线、警告牌装置。	
		配备固定式场所辐射探测报警装置、便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅屏风。	
2	管理制度	成立辐射安全与环境管理机构，并确定负责人、主要成员，负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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。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。射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。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。有健全的操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。有完善的辐射事故应急措施。
		辐射工作人员参加辐射安全与防护考核，并取得合格证书。	
		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，包括仪器购买及维修、维护费用和单位项目预留防护资金，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。	
		个人剂量计检测（3 个月 1 次）和健康体检（2 年 1 次）。	
		建立健全相应放射安全防护规章制度，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。	
制定《辐射事故应急预案》和《辐射防护和安全保卫制度》，如有辐射事故的发生，严格按照预案中规定采取应急措施，及时向生态环境部门和卫生健康部门报告。			
3	环境监测	项目建成后委托有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定
		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

厦门思泰克智能科技股份有限公司位于厦门火炬高新区同翔高新城市头东一路 273 号，在 2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区增加生产、调试工业 CT 检测设备，年生产工业 CT 检测设备 50 台（最大管电压 130kV，最大管电流 0.5mA），用于电子元器件检测，属于 II 类射线装置。

13.1.2 项目选址及合理性分析

项目位于厦门思泰克智能科技股份有限公司 2-1#生产厂房 1 层 AXI 调试区，根据不动产权证书，项目所在厂房属于工业厂房。

项目评价范围(2-1#生产厂房 AXI 调试区和 2-2#生产厂房 1 层测试铅房边界外 50m 范围)环境保护目标主要为厦门思泰克智能科技股份有限公司辐射工作人员、其他工作人员和周边流动人员，评价范围内现状无居民区、学校等环境敏感点。项目在严格采取设计及环评要求防护措施的前提下，对周围环境辐射影响较小。

项目周围无环境制约因素，项目符合土地利用规划要求，项目符合厦门市生态环境分区管控的要求，项目选址合理。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

厦门思泰克智能科技股份有限公司已成立辐射安全与环境管理机构，制定了完善的规章制度和辐射事故应急预案，拟为新增辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。项目拟生产、销售的工业 CT 检测设备自带屏蔽体，同时设置门机联锁、紧急停机按钮、工作指示灯、视频监控、电离辐射警告标志、警告牌，且经评价分析，满足《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)相关规定，项目运行对周边辐射环境影响较小。

13.1.4 环境影响分析结论

通过理论计算结果可知，项目工业 CT 检测设备四周屏蔽外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.059 μ Sv/h（设备右侧）、AXI 调试区边界外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.315 μ Sv/h（AXI 调试区东侧）、测试铅房墙体外 30cm 处周围剂量当量率最大为

0.028 μ Sv/h（测试铅房北侧），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 μ Sv/h”的要求。

通过理论计算结果可知，考虑现有辐射设备的影响，叠加现有设备辐射环境现状检测数值最大值后，项目辐射工作人员受到的照射剂量最高为 0.16mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于年受照剂量约束值 5mSv；对公众照射的最大年有效剂量值为 0.031mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于年受照剂量约束值 0.25mSv。

13.1.5 可行性分析结论

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于“鼓励类”中“十四、机械”“1. 科学仪器和工业仪表：……工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备……”，项目建设符合国家产业政策。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践是正当的。项目的建设可以更好地满足企业的发展需求，具有良好的社会效益和经济效益。根据报告分析，项目经辐射防护和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

综上所述，厦门思泰克智能科技股份有限公司工业 CT 检测设备生产销售项目严格按照国家有关辐射防护规定执行，采取切实措施做好辐射防护管理工作，保障人员安全，并落实本报告表提出的辐射防护措施，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护要求。因此，从辐射环境保护角度论证，厦门思泰克智能科技股份有限公司工业 CT 检测设备生产销售项目可行。

13.2 建议

（1）新增的辐射工作人员应及时参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，经考核合格后方可上岗，同时要做好已取得合格证书人员的复训工作。建设单位应按照相关要求给辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，建立个人剂量监测档案；应安排所有辐射工作人员参加职业健康体检，并建立职业健康档案。

(2) 本项目取得环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证；项目建成后，应及时落实竣工环保验收手续。

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