

报告编号: WKFHP-26092

核技术利用建设项目

嘉兴澄元科技有限公司

生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目

生态环境影响报告表

(报批稿)



嘉兴澄元科技有限公司

2026年09月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

嘉兴澄元科技有限公司

生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目

生态环境影响报告表



建设单位名称：嘉兴澄元科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚太路 705 号创新大厦 A

座 2 层 2FA26-006

邮政编码：314006

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：1

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	15
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	45
表 11 生态环境影响分析	53
表 12 辐射安全管理	64
表 13 结论与建议	70
表 14 审批	74

表1 项目基本情况

建设项目名称		嘉兴澄元科技有限公司生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目				
建设单位		嘉兴澄元科技有限公司				
法人代表		李*	联系人	瞿*松	联系电话	130****2100
注册地址		浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚太路 705 号创新大厦 A 座 2 层 2FA26-006				
项目建设地点		浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号 2 号楼一层 110 室				
立项审批部门		南湖区数据局（行政审批局）		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		1000	项目环保投资（万元）	70	投资比例（环保投资/总投资）	7%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	约 450
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	/				
	1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位简介						
嘉兴澄元科技有限公司（以下简称“公司”）成立于 2026 年 3 月 19 日，公司主营电子专用设备、工业无损检测仪器研发制造，核心开展工业 X 射线实时成像系统、工业 CT 等无损探伤装备研发、生产与销售，是一家专注工业 X 射线实时成像系统、工业 CT 等射线装置相关装备研发、制造与技术服务的科技型小微企业。						
1.1.2 项目建设目的和任务由来						
本项目位于浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号，该厂区不动产权归属嘉兴凯瑞时装有限公司，产权方将厂区内 2 号楼等物业租赁、运营等与经营管理有关活动委托授权于浙江佳铭控股集团有限公司。公司租赁位于浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号嘉兴凯瑞时装有限公司的 2 号楼一层 110 室，拟开展生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目，包含射线装置的生产组装工艺环节、射线装置销售前和维修后的调试环节。通过购买射线管（已封装完整）、计算机系统（PC）、屏蔽体（整体铅房）、管线等部件，自行组装生产 X 射线实时成像检测系统和工业 CT，并在指定的						

调试区对其进行整机调试，调试时工作人员隔室操作，不涉及 X 射线管老化处理。该产品主要用于精密机械零部件、新能源构件、金属铸件的内部缺陷检测、结构分析与三维尺寸测量，为制造业产品无损质量筛查提供专业检测设备。租赁面积约 450m²，不动产权证见附件 4，各方均已签订完整租赁、委托等协议（见附件 5）。

依据车间装配工位、屏蔽调试工位、人员配置、检验周期、厂房空间综合核算，公司合计每年共生产 40 台射线装置。本项目 X 射线实时成像检测系统的生产型号共 2 种：10 台 XO 1000 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 5mA），5 台 XO 2000 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 10mA）；工业 CT 的生产型号共 4 种：5 台 ICT-PC 5000 型相衬 CT 设备（最大管电压为 180kV，最大管电流为 3mA），5 台 ICT-NF 3000 型纳焦点 CT 设备（最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA），5 台 ICT-ON 2000 型在线工业 CT 设备（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），10 台 ICT 1000 型离线工业 CT 设备（最大管电压为 225kV，最大管电流为 10mA）。射线装置厂内调试完毕后由嘉兴澄元科技有限公司工作人员对其进行销售，并负责购买方单位Ⅱ类射线装置的安装调试、培训和售后维修工作。射线装置从建设单位厂区到购买方单位之间的运输拟委托第三方公司负责，并由其承担运输过程中所有的辐射安全责任，建设单位不自行运输。射线装置年销售、使用（射线装置厂内调试、购买方单位安装调试、培训、售后维修）的型号和数量与生产的型号和数量均一致。

本项目已取得了浙江省企业投资项目备案（赋码）信息表，项目代码为 2608-330402-89-01-518300，见附件 7。根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）及第 1 号修改单，本项目主体工程所属行业为 C3569 其他电子专用设备制造。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目主体工程非放射性内容属于“三十二、专用设备制造业 35”中“70、电子和电工机械专用设备制造 356”，基于生产工艺仅为简易的组装，所有组装件均为直接外购，不涉及切割、打磨、焊接、喷漆等相对复杂工艺，该部分非放射性内容不在管理名录要求开展环评的范畴内，故本项目对此仅作简要分析。

根据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）及第 1 号修改单，本项目 X 射线实时成像检测系统和工业 CT 生产属于 C4015 试验机制造。根据关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号），本项

目 X 射线数字成像检测系统归类到“工业用 X 射线探伤装置”的范畴。根据原环境保护部对放射装置分类中对自屏蔽工业探伤结构理解的回复（原环境部 2018 年 2 月 12 日）：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”，本项目 X 射线数字成像检测系统具备人员进入和滞留自带屏蔽防护铅房的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置，应归类为Ⅱ类射线装置中“其他工业用 X 射线探伤装置”。根据关于发布《射线装置分类》的公告（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号），本项目工业 CT 属于Ⅱ类射线装置中“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”。故本项目射线装置的生产、销售及活动均应按Ⅱ类射线装置管理，对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目中的“生产和使用Ⅱ类射线装置”应编制生态环境影响报告表，“销售Ⅱ类射线装置”应编制生态环境影响登记表。对于建设内容涉及名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定。因此，本项目应编制生态环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，嘉兴澄元科技有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行生态环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《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）的相关要求，编制完成了本项目的生态环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在现有 2 号楼一层 110 室新建原材料库、装配区、调试区、不合格产品区和成品仓库等，用于开展生产、销售和使用Ⅱ类射线装置建设项目，最终形成年生产、销售和使用 40 台Ⅱ类射线装置项目的规模，评价内容和规模见下表。

表 1-1 本项目射线装置配置一览表

设备名称	类别	规格型号	数量 (台/年)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	工作场所
X 射线实时成像检测系统	Ⅱ	XO 1000	10	160	5	调试区、客户的工作场所
X 射线实时成像检测系统	Ⅱ	XO 2000	5	225	10	
相衬 CT 设备	Ⅱ	ICT-PC 5000	5	180	3	
纳焦点 CT 设备	Ⅱ	ICT-NF 3000	5	225	3	

在线工业 CT 设备	II	ICT-ON 2000	5	225	8	
离线工业 CT 设备	II	ICT 1000	10	225	10	

1.2 相关规划符合性分析

1.2.1 用地规划符合性分析

本项目位于嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号 2 号楼，根据业主提供的不动产权证（见附件 4）和嘉兴市区国土空间总体规划（2021-2035 年）——市区国土空间用地现状图（见附图 10），用地性质为工业用地。因此，本项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.2.2 与《嘉兴市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

1、规划范围

嘉兴全市市域（南湖区、秀洲区、嘉善、平湖、海盐、海宁、桐乡，含嘉兴港区）；陆域 4237km²，海域 1523km²。

2、规划期限

近期：2021—2025 年，远期：2026—2035 年，远景展望至 2050 年。

3、核心实施战略

全面融入长三角一体化首位战略，打造浙江接轨上海桥头堡；强城区战略，提升中心城区辐射力；城乡融合全域统筹战略；生态优先、水乡特色空间塑造战略；存量更新、节约集约用地战略。

4、国土空间总体格局

构建“一核引领、三廊提升、一体发展”的市域国土空间总体格局。

规划符合性分析：本项目位于嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号 2 号楼 1F，实施生产、销售、使用II类射线装置，本项目各项污染物在落实本评价提出的各项环保措施后，废气能达标排放，废水和固废可以得到妥善处置，因此，本项目的建设符合《嘉兴市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求。

1.2.3 与《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》（嘉环发〔2024〕39 号），生态环境分区管控是以改善生态环境质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

（1）生态保护红线

根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于浙江省嘉兴市嘉兴市区嘉兴科技城产业集聚重点管控单元（编号：ZH33040220006），见附图 8。与南湖区三区三线划定成果图（见附图 9）对比，本项目所在区域不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果（见附件 8），本项目拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目营运过程中会消耗一定量的电源和水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于浙江省嘉兴市嘉兴市区嘉兴科技城产业集聚重点管控单元（编号：ZH33040220006），该管控单元生态环境准入清单见下表。

表 1-2 本项目所在管控单元生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目状况	符合性分析
空间布局约束	1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模。严格控制新建三类工业项目，提高三类工业项目准入门槛，新建三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平；加快现有三类工业项目关停淘汰或提升改造，废气、废水污染物总量不得增加。3、合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、有污染和干扰的工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。	本项目不属于三类工业项目。企业现有厂区周边已设置隔离带，确保居住环境安全和群众身体健康。	符合
污染物排放管控	1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。3、新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。4、加快落实污水处理厂建	本项目为核技术利用项目，无生产废水、工艺废气排放；仅探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体及工作人员生活污水，生活污水依托厂区现有纳管，不新增区域工业污染物总量指标。不涉及“两高”行业，不	符合

	设及提升改造项目，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。5、加强土壤和地下水污染防治与修复 6、重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	涉及碳排放。	
环境 风险 防控	1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境健康风险。2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。	公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组，具备完善的风险防范措施。	符合
资源 开发 效率 要求	1、推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目仅消耗少量水资源和电力资源，不存在高耗水、高耗电、难处理的水污染项目。	符合

综上，本项目的建设符合《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.3 产业政策符合性分析

根据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）》，本项目X射线实时成像检测系统属于核技术在工业领域内的运用，不属于限制类和淘汰类项目，工业CT的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第1条“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”，符合国家产业政策的要求。

1.4 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，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其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

公司生产、销售和使用II类射线装置项目，市场前景广阔，将会为公司带来良好的经济收益和显著的社会效益。本项目对射线装置的生产和调试将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能

小。本项目产生的经济收益与社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，该技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.5 项目选址及周边环境保护目标

1.5.1 项目地理位置

本项目位于嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号 2 号楼一层 110 室，项目地理位置见附图 1。本项目所在 2 号楼一层 110 室东侧为 2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司和浙江易全汽车科技有限公司嘉兴分公司；东南侧隔厂区内道路为 4 号楼理想小居；南侧隔厂区内道路为 5 号楼；西侧隔厂区内道路为 1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司和 3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司；北侧隔横港路为英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司、王海英食品店和嘉兴华权纺织有限公司。本项目周围环境关系及评价范围示意图见附图 2，项目周围环境实景见附图 3。

1.5.2 项目周边环境概况

本项目调试区位于 2 号楼一层 110 室北侧区域，项目所属 2 号楼为地上四层建筑，无地下室。射线装置组装好后移至调试区左上角固定位置进行生产调试，探伤铅房东侧紧邻调试区内工作区域，约 10m 处为 2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司；南侧紧邻调试区，约 5m 处为装配区和原材料库，约 8m 处为不合格产品区，约 13m 处为成品仓库，约 15m 处为卫生间，约 24m 处为厂区内道路，约 37m 处为 4 号楼理想小居（园区配套公寓）；西侧紧邻调试区，约 1m 处为厂区内道路，约 13m 处为 1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司，约 47m 处为 3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司；北侧紧邻调试区，约 1m 处为厂区内道路，约 4m 处为横港路，约 30m 处为英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司，约 38m 处为王海英食品店，约 48m 处为嘉兴华权纺织有限公司；正上方隔开放空间约 1.5m 处为二层闲置车间（拟对外出租），约 5.5m 处为三层嘉兴斗合家居有限公司，约 9.5m 处为四层嘉兴永安消防器材商行。厂区总平面布置图见附图 4，本项目调试区所在 2 号楼一层（部分）平面图见附图 5。

1.5.3 生态环境保护目标

本项目生态环境保护目标为评价范围 50m 内厂内负责生产调试及购买方处安装调试、技术培训和售后维修等工作的辐射工作人员及公众成员。

1.5.4 选址合理性分析

公司租赁位于浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路308号嘉兴凯瑞时装有限公司的2号楼一层110室，不新增土地。同时，根据业主提供的不动产权证（见附件4）和嘉兴市区国土空间总体规划（2021-2035年）——市区国土空间用地现状图（见附图10），本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目评价范围50m内主要为1号楼嘉兴吉派人力资源有限公司和3号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司、2号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司、4号楼理想小居（园区配套公寓）、厂区内道路、英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司、王海英食品店和嘉兴华权纺织有限公司，无国家公园、自然保护区、风景名胜区及饮用水水源保护区等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，企业无原有核技术利用及许可情况。

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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(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/年)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像检测系统	II	10	XO 1000	160	5	生产、使用、销售	调试区、客户的工作场所	本次评价
2	X 射线实时成像检测系统	II	5	XO 2000	225	10			
3	相衬 CT 设备	II	5	ICT-PC 5000	180	3			
4	纳焦点 CT 设备	II	5	ICT-NF 3000	225	3			
5	在线工业 CT 设备	II	5	ICT-ON 2000	225	8			
6	离线工业 CT 设备	II	10	ICT 1000	225	10			

(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	
本项目不涉及													

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	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气。
废 X 射线管	固态	/	/	/	1 个	/	不暂存	由 X 射线管生产厂家回收处置

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

法律文件	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，主席令第十七号，2026 年 3 月 12 日通过，自 2026 年 8 月 15 日起施行； (2) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日国务院令 449 号公布，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； (4) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2005 年 12 月 30 日会议通过，2006 年 3 月 1 日起施行；2008 年 12 月 6 日修改，2017 年 12 月 20 日修改，2021 年 1 月 4 日修改； (7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (8) 《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》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日； (9) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日； (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； (12) 《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 日印发； (13) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2080 号，2022 年 9 月 30 日印发；
------	--

	(14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布，2011 年 12 月 1 日起施行，2014 年 3 月 13 日第一次修正，2018 年 1 月 22 日第二次修正，2021 年 2 月 10 日第三次修正； (15) 《浙江省生态环境保护条例》，2026 年 7 月 31 日浙江省第十四届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行； (16) 《浙江省辐射环境管理办法》，2021 年省政府令第 388 号修订，2021 年 2 月 10 日修订； (17) 浙江省生态环境厅关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）》的通知，浙环发〔2024〕67 号，浙江省生态环境厅，2025 年 2 月 2 日实施； (18) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙环发〔2024〕18 号，浙江省生态环境厅，2024 年 3 月 28 日起施行； (19) 关于印发《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》的通知，嘉环发〔2024〕39 号，嘉兴市生态环境局，2024 年 8 月 30 日起施行。
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； (4) 《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； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； (9) 《声环境质量标准》（GB 3098-2008）； (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）； (11) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）； (12) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）； (13) 《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》（DB33/887-2025）； (14) 《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)；

	(15) 《声环境质量标准》(GB3096-2008); (16) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002); (17) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2026)。
其他	(1) 环评委托书, 见附件1; (2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

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）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实物边界项目具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。结合本项目的实际情况，最终确定本项目评价范围如下：

1、生产：本项目在指定的调试区内进行自带屏蔽防护的 X 射线实时成像检测系统和工业 CT 调试。因此，本项目评价范围为探伤铅房外 50m 的区域，评价示意图见附图 2。

2、销售：销售过程不产生 X 射线，销售后移交至购买方作培训使用和维修的场所为生态环境主管部门批复客户使用的场所，评价范围根据使用单位的生态环境影响评价文件确定。

7.2 保护目标

1、辐射环境保护目标

本项目辐射环境保护目标为评价范围 50m 内厂内负责生产调试及购买方处安装调试、技术培训和售后维修等的辐射工作人员及公众成员，具体见下表。

表 7-1 本项目辐射环境保护目标基本情况

保护目标	方位	关注点名称	与探伤铅房最近距离(m)		人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
			水平	垂直			
调试区 50m 评价范围内							
辐射工作人员	南侧	控制台	0.5	/	2 人	职业照射	5.0
	周围	调试区内工作区域	0	/			
公众人员	东侧	2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司	10	/	约 20 人	公众照射	0.25
	南侧	装配区和原材料库	5	/	约 4 人		
		不合格产品区	8	/	约 2 人		
		成品仓库	13	/	约 2 人		
		卫生间	15	/	约 4 人		
		厂区内道路	24	/	约 50 人/d		
		4 号楼理想小居	37	/	约 50 人		
	西侧	厂区内道路	1	/	约 50 人/d		
		1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司	13	/	约 20 人		
		3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司	47	/	约 50 人		

	北侧	厂区内道路	1	/	约 50 人/d	
		横港路	4	/	约 100 人/d	
		英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司	30	/	约 50 人	
		王海英食品店	38	/	约 20 人/d	
		嘉兴华权纺织有限公司	48	/	约 50 人	
	上方	二层闲置车间（拟对外出租）	/	1.5	约 20 人	
		三层嘉兴斗合家居有限公司	/	5.5	约 10 人	
		四层嘉兴永安消防器材商行	/	9.5	约 5 人	
	无地下室					
	购买方处安装调试、技术培训和售后维修等的辐射工作人员及公众成员					

2、环境空气保护目标

根据现场勘查，本项目 50m 评价范围内不存在大气环境保护目标及其他规划保护目标。

3、地表水保护目标

根据《浙江省水功能区、水环境功能区划分方案（2015）》（见附图 12），本项目附近地表水为平塘湖，与本项目距离约 615m，该水体属于杭嘉湖 146，所属水功能区为平湖塘嘉兴农业、工业用水区（编码：F1203100413023），所属水环境功能区为农业、工业用水区（编码：330402FM220206000250），水质执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类水质，见下表。

表 7-2 地表水环境质量标准基本项目标准限值 单位：mg/L，除 pH 外

水质类别	pH	DO	COD _{Mn}	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	石油类
Ⅲ类	6~9	≥5	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤0.05

4、噪声保护目标

根据现场勘查，本项目 50m 评价范围内有 1 个声环境敏感点。

表 7-3 声环境保护目标一览表

序号	声环境保护目标名称	功能	规模	房屋结构	房屋高度	与本项目厂界位置关系	执行标准/功能区类别
1	4 号楼理想小居	住宅	1 幢	5F 平顶	约 15m	南侧约 20m	2 类

注：距离本项目厂界约 20m，距离本项目调试区约 37m。

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》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得

在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）辐射工作场所的分区

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。

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

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

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

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见下表。

表 7-4 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业人员	5.0mSv/a
公众人员	0.25mSv/a

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 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。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。

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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（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 ($H_{c,d}$)：人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述 a) 中 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,\max}$ 二者的较小者。

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、拟建建筑物或者探伤室旁邻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，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在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 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

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房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关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度 (TVL) 或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度 (HVL)。

7.3.4 废水排放标准

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水，生活污水依托厂区主体工程化粪池预处理满足《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中三级标准，其中氨氮、

总磷达到《工业企业废水氮、磷污染物间接排放标准》(DB33/887-2025)纳入市政污水管网,送至嘉兴市联合污水处理厂处理达标后排海,尾水化学需氧量(COD_{Cr})、氨氮排放标准执行《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表1 现有城镇污水处理厂主要水污染物排放限值,其他主要指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A标准,具体标准值见下表。

表 7-5 废水排放标准 单位: mg/L, 除 pH 外

污染因子	纳管标准		排放标准	
pH	6~9	GB 8978-1996	6~9	GB18918-2002
SS	400		10	
化学需氧量(COD _{Cr})	500		40	DB33/2169-2018
氨氮	35	DB33/887-2025	2 (4) *	

注: *括号内数值为每年 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行。

7.3.5 噪声排放标准

公司四侧厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的 3 类声环境功能区排放限值,即昼间: 65dB (A)、夜间 55dB (A)。

7.3.6 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)等评价标准,确定本项目的管理目标。

1、周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 6.1.3 条款要求,本项目探伤铅房的四侧屏蔽体、底部、工件门、维修门、观察窗外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h;探伤铅房正上方隔开放空间 1.5m 为二层闲置车间(拟对外出租),由于探伤铅房上方已建,且探伤铅房旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤铅房顶内表面边缘所张立体角区域内,因此顶棚处辐射屏蔽条件保守按顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不超过 2.5μSv/h 要求。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)条款 6.1.3 中 a)的要求,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。

2、个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求,本项目年有效剂量控制水平如下:

A.职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$; B.公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

3、通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 条款的要求，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。

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

本项目位于嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号 2 号楼一层 110 室，本项目所在 2 号楼一层 110 室东侧为 2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司和浙江易全汽车科技有限公司嘉兴分公司；东南侧隔厂区内道路为 4 号楼理想小居；南侧隔厂区内道路为 5 号楼；西侧隔厂区内道路为 1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司和 3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司；北侧隔横港路为英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司、王海英食品店和嘉兴华权纺织有限公司。

8.1.2 项目场所位置

本项目调试区位于 2 号楼一层 110 室北侧区域，项目所属 2 号楼为地上四层建筑，无地下室。射线装置组装好后移至调试区左上角固定位置进行生产调试，探伤铅房东侧紧邻调试区内工作区域，约 10m 处为 2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司；南侧紧邻调试区，约 5m 处为装配区和原材料库，约 8m 处为不合格产品区，约 13m 处为成品仓库，约 15m 处为卫生间，约 24m 处为厂区内道路，约 37m 处为 4 号楼理想小居（园区配套公寓）；西侧紧邻调试区，约 1m 处为厂区内道路，约 13m 处为 1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司，约 47m 处为 3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司；北侧紧邻调试区，约 1m 处为厂区内道路，约 4m 处为横港路，约 30m 处为英普瑞电子科技（嘉兴）有限公司，约 38m 处为王海英食品店，约 48m 处为嘉兴华权纺织有限公司；正上方隔开放空间约 1.5m 处为二层闲置车间（拟对外出租），约 5.5m 处为三层嘉兴斗合家居有限公司，约 9.5m 处为四层嘉兴永安消防器材商行。

8.2 项目所在区域环境质量现状评价

8.2.1 空气环境质量现状

根据《环境影响评价技术导则——大气环境》（HJ 2.2-2018），项目所在区域达标情况判定采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。

为了解项目所在区域环境空气的达标性，本评价引用 2025 年嘉兴市区国控点常规监测数据，环境质量数据汇总见下表。

表 8-1 嘉兴市区 2025 年环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	GB3095-2026（过渡阶段浓度限值）		达标 情况
			标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	
SO ₂	年平均质量浓度	7	60	11.7	达标
NO ₂	年平均质量浓度	25	40	62.5	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	51	60	85.0	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	28	30	93.3	达标
CO	百分位数（95%） 日平均质量浓度	1000	4000	25.0	达标
O ₃	百分位数（95%） 日平均质量浓度	172	160	107.5	不达标

该区域的基本污染物 O₃ 未能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）过渡阶段浓度限值二级标准，其余均能满足环境空气质量功能区要求。综上，2025 年南湖区环境空气属于不达标区。随着嘉兴市人民政府蓝天治理行动开展，推进 85 个“工程、结构、管理”三大减排项目，环境空气质量将会得到改善。

根据嘉兴市环境空气质量功能区划图（见附图 11），本工程位于环境空气功能二类区。本项目射线装置运行过程中无放射性废气产生，射线装置在工作状态时，会使铅房中的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

8.2.2 地表水环境质量现状

根据《嘉兴市南湖区生态环境状况公报（2025 年）》可知，全区 11 个市控以上断面、15 个区控断面Ⅲ类及以上水质比例均达 100%；长江经济带考核断面达到Ⅲ类要求；5 个出境断面水质稳定在Ⅲ类，跨区域交接断面考核良好。2025 年，全区 11 个市控以上断面中Ⅱ类 2 个、Ⅲ类 9 个，分别占比 18.2%、81.8%，与 2024 年同期相比，Ⅱ类断面上升 9.1%，Ⅲ类断面下降 9.1%。

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水，依托厂区现有化粪池预处理满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准，其中氨氮达到《工业企业废水氮、磷污染物间接排放标准》（DB33/887-2025）标准后纳入市政污水管网，送至嘉兴市联合污水处理厂处理达标后排海，尾水化学需氧量（COD_{Cr}）、氨氮排放执行《城镇污水处理主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表 1 现有城镇污水处理厂主要水污染物排放限值，其他主要指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准。

8.2.3 声环境质量现状

1、监测目的

为了解评价范围内声环境质量现状水平，掌握项目周边噪声背景值，分析区域声环境是否满足相应声环境功能区标准要求，为项目声环境影响预测、评价及噪声污染防治措施制定提供基础数据支撑。

2、环境现状评价对象

评价范围内声环境敏感点 4 号楼理想小居。

3、监测因子及频次

监测项目：昼间、夜间等效声级；

监测频次：昼间、夜间各 1 次。

4、监测时间及环境

2026 年 9 月 15 日，

5、监测方案及仪器

表 8-2 本工程声环境监测仪器参数一览表

声级计	
仪器名称	多功能声级计
生产厂家	杭州爱华仪器有限公司
型号/规格	AWA6228+
出厂编号	10335852
测量频率范围	10Hz~20kHz
量程	24~137dB(A)
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定有效期	2025 年 11 月 17 日~2026 年 11 月 16 日
证书编号	XZJS-20251152347
声校准器	
仪器名称	声校准器
生产厂家	杭州爱华仪器有限公司
型号/编号	AWA6021A/1008852
校准器声级值	94dB
检定结论	合格
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定有效期	2025 年 11 月 04 日~2026 年 11 月 03 日
证书编号	XZJS-20251150105

6、监测结果与分析

本项目声环境现状监测结果见下表。

表 8-3 声环境现状监测结果一览表

序号	点位描述	监测结果 (L_{eq} (dB(A)))	标准值 (L_{eq} (dB(A)))	达标情况
1	4 号楼理想小居		60 50	达标

现状监测结果表明，本项目声环境保护目标 4 号理想小居昼夜噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声环境标准。

8.2.4 辐射环境质量现状

1、监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

2、环境现状评价对象

本项目探伤铅房拟建址及周边环境。

3、监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

4、监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目辐射工作场所及周围环境进行监测布点。布点情况见附图 6 和附图 7，监测报告及监测资质见附件 8。

5、监测方案

- （1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- （2）监测时间：2026 年 8 月 18 日；
- （3）监测方式：现场检测；
- （4）监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- （5）监测工况：辐射环境本底；
- （6）天气环境条件：多云；室内温度：25℃，室外温度：32℃；相对湿度：66%。
- （7）监测仪器：

表 8-4 监测仪器设备参数

监测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H(外置探头：6150 AD-b/H 主机：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	外置探头 10nSv/h~99.99 μ Sv/h；主机：0.1 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	外置探头：20keV-7MeV；主机：60keV-1.3MeV
检定证书编号	NJYF-20260350086

检定证书有效期	2026 年 03 月 02 日~2027 年 03 月 01 日
检定单位	浙江省质量科学研究院
校准因子 C_f	1.75 μ Sv/h: 1.02

6、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，同时满足标准要求。

(2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。

(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) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

7、监测结果及评价

表 8-5 本项目辐射工作场所拟建址及周围环境辐射环境监测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	调试区	107	2	室内
2#	原材料库	116	2	
3#	不合格产品区	107	3	
4#	装配区	119	2	
5#	成品仓库	124	3	
6#	卫生间	117	1	
7#	过道	124	2	
8#	闲置车间（拟对外出租—调试区正上方二层）	116	4	
9#	嘉兴斗合家居有限公司（调试区正上方三层）	113	5	
10#	嘉兴永安消防器材商行（调试区正上方四层）	109	3	
11#	嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司	112	3	
12#	嘉兴吉派人力资源有限公司	117	3	
13#	嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司	105	3	
14#	理想小居	97	3	
15#	英普瑞电子科技嘉兴有限公司	70	2	
16#	嘉兴华权纺织有限公司	100	3	
17#	王海英食品店	89	4	室外
18#	横港路	66	1	
19#	厂区内道路	72	2	

注：1、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.4 条款，本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

2、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.5 条款，本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.0nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，18#和 19#点位取 1，17 点位取 0.9，其他所有点位取 0.8。

由表 8-2 可知：本项目辐射工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围 70nGy/h~124nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 66nGy/h~72nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，嘉兴市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 76nGy/h~271nGy/h，嘉兴市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 28nGy/h~117nGy/h。因此，本项目拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目依托现有 2 号楼一层 110 室开展生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目，主要为外购的零部件组装和普通生产设备（非放射性）安装，不涉及土建施工，故本次评价对施工期不作具体分析，重点关注辐射部分的工程设备和工艺分析。

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 射线装置的组成

本项目实时成像检测系统和工业 CT 均统一设计，主要是由高频固定式 X 射线探伤装置、数字式高分辨率平板实时成像系统、计算机图像处理系统、机械电气系统、探伤铅房（钢铅复合屏蔽体）五部分组成。设备外观情况及内部结构见下图。



图 9-1 XO 1000 型 X 射线实时成像检测系统设备外观图



图 9-2 XO 1000 型 X 射线实时成像检测系统设备内部结构图

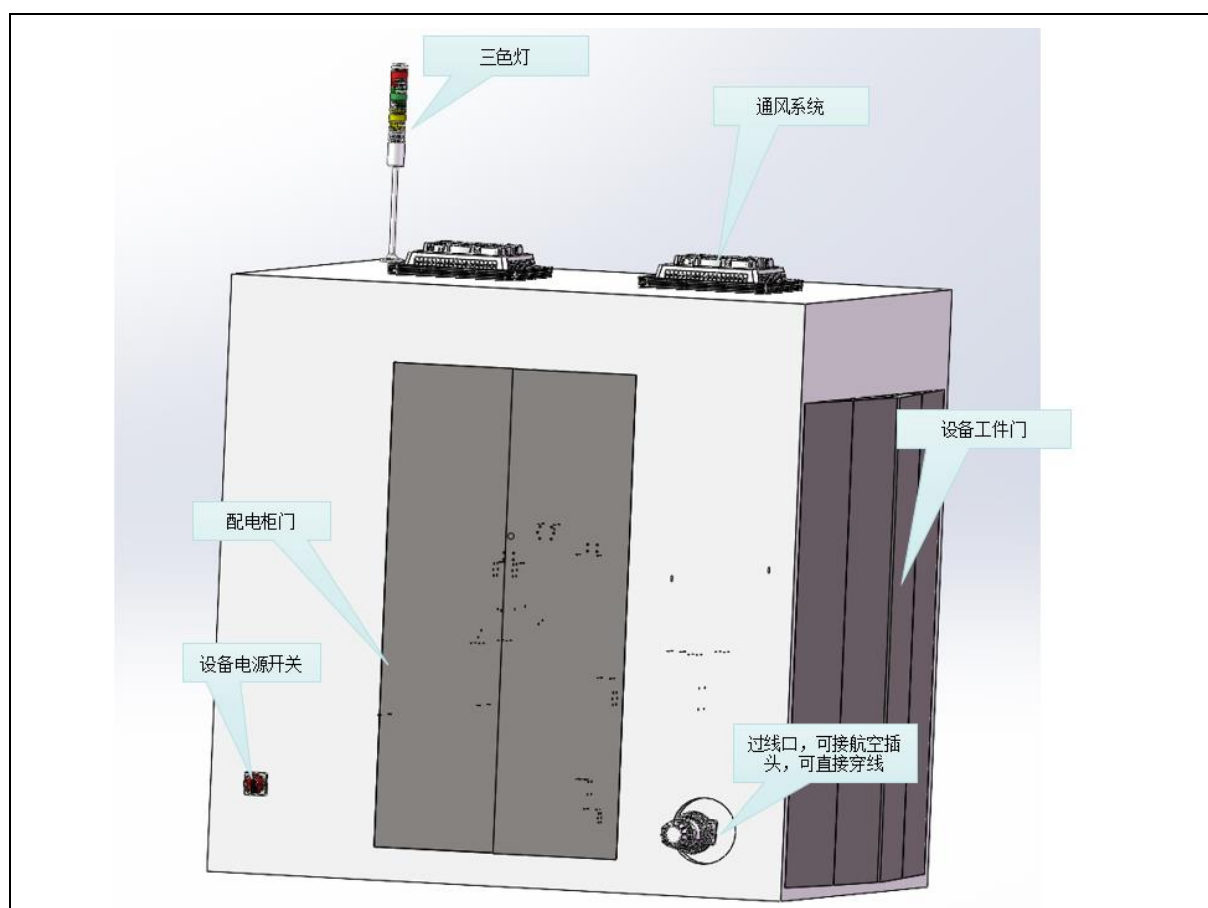


图 9-3 XO 2000 型 X 射线实时成像检测系统设备外观图 (1)

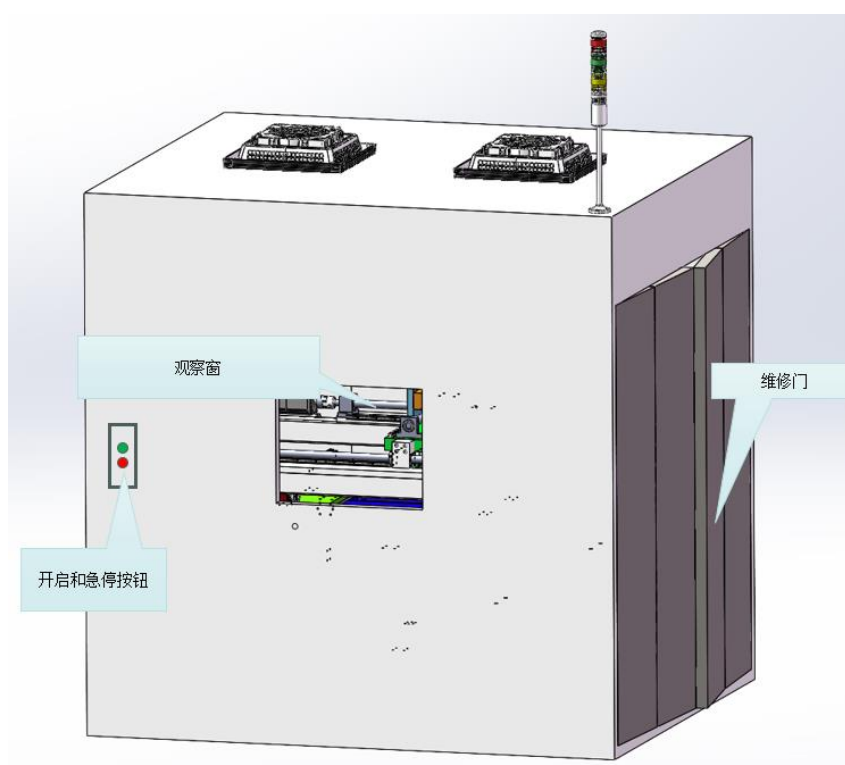


图 9-4 XO 2000 型 X 射线实时成像检测系统设备外观图 (2)

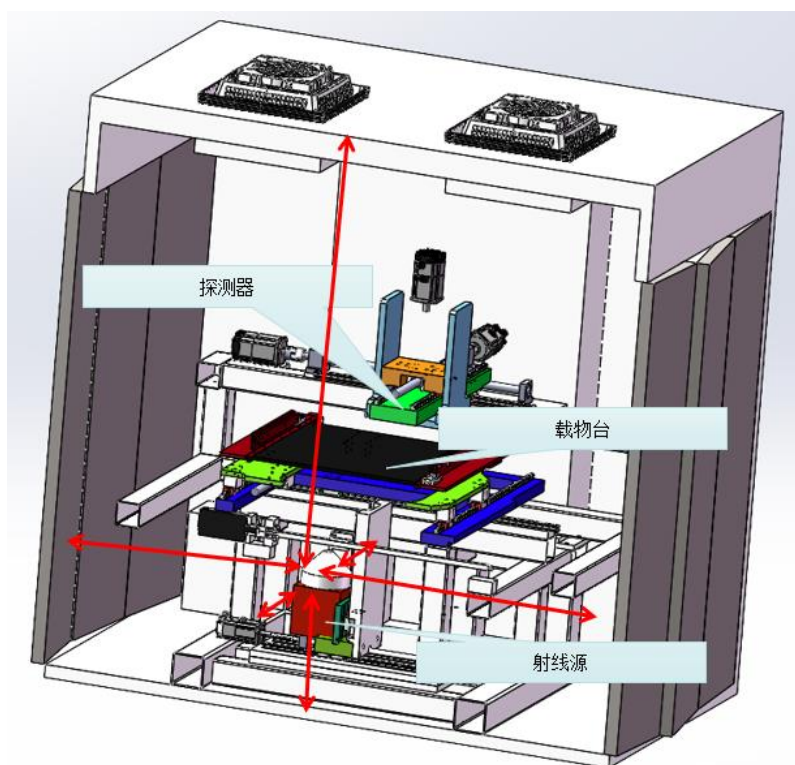


图 9-5 XO 2000 型 X 射线实时成像检测系统设备内部结构图

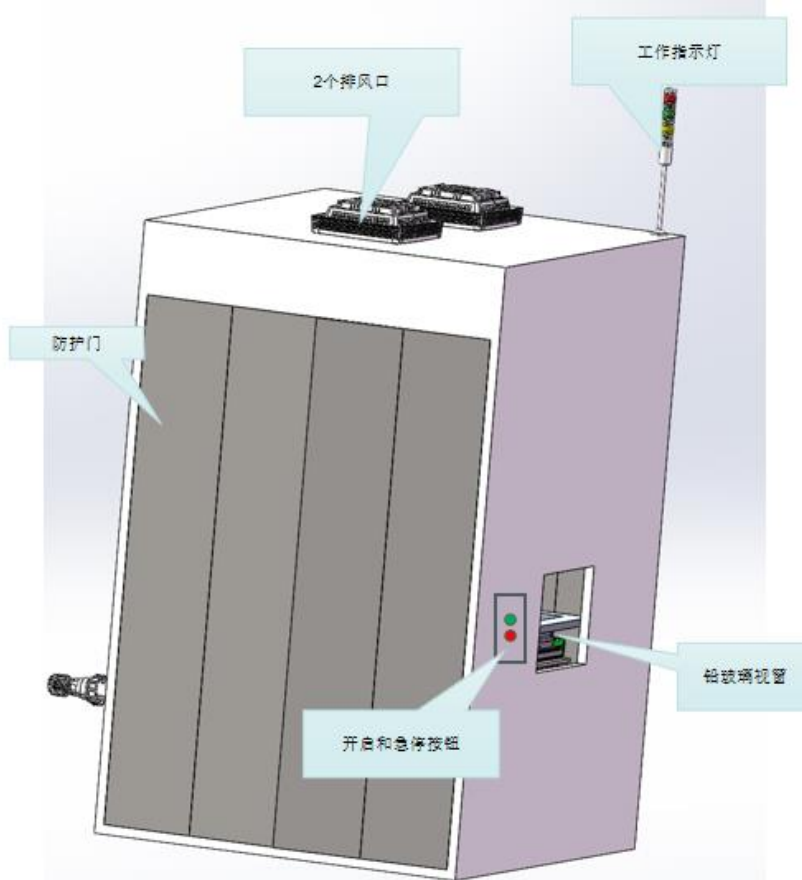


图 9-6 ICT-PC 5000 型相衬 CT 设备外观图

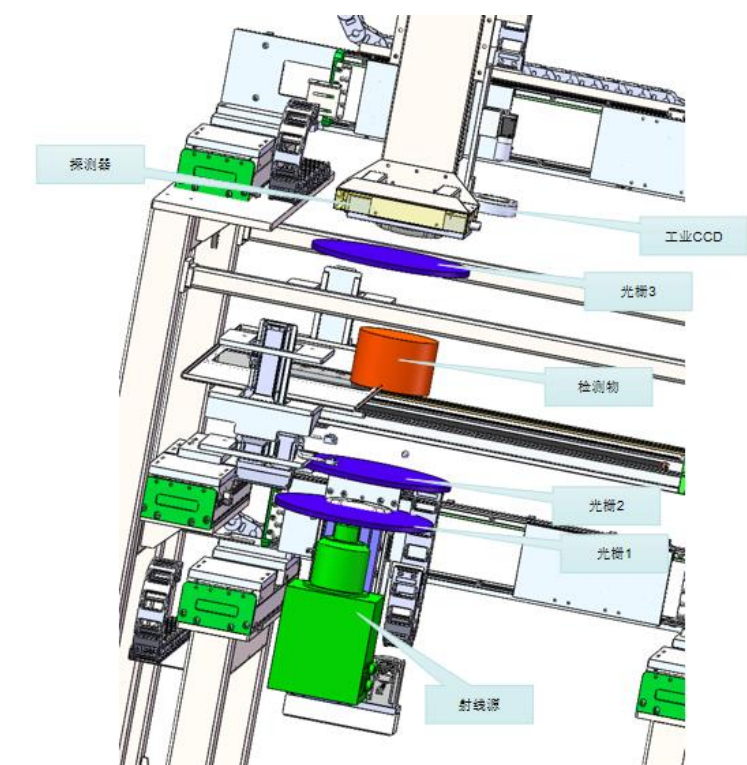


图 9-7 ICT-PC 5000 型相衬 CT 设备内部结构图

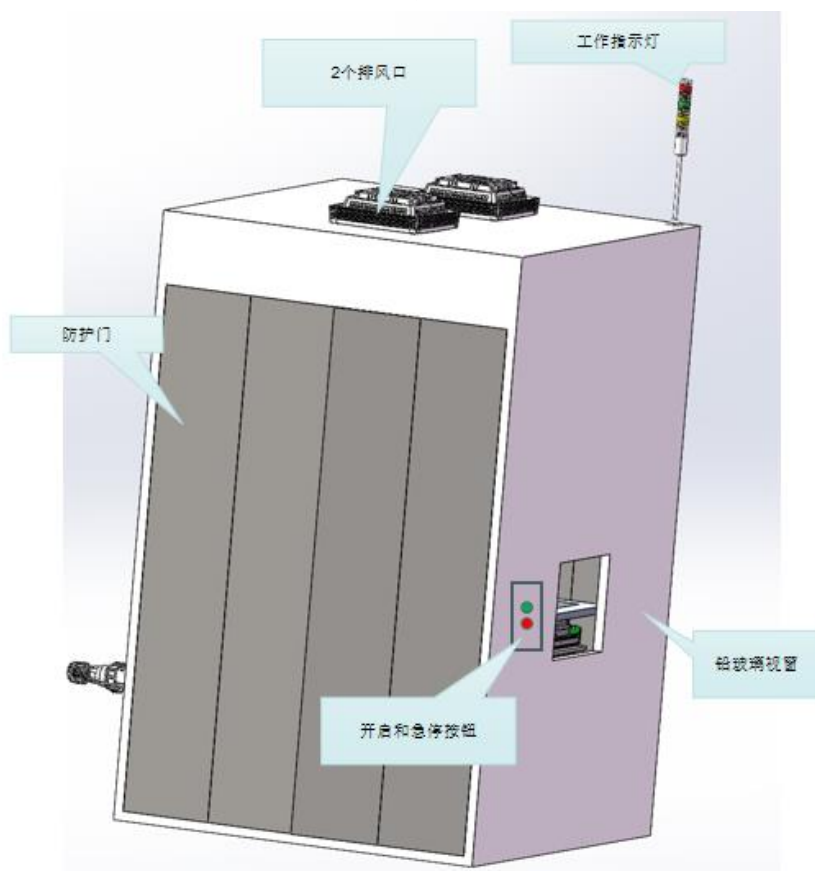


图 9-8 ICT-NF 3000 型纳焦点 CT 设备外观图

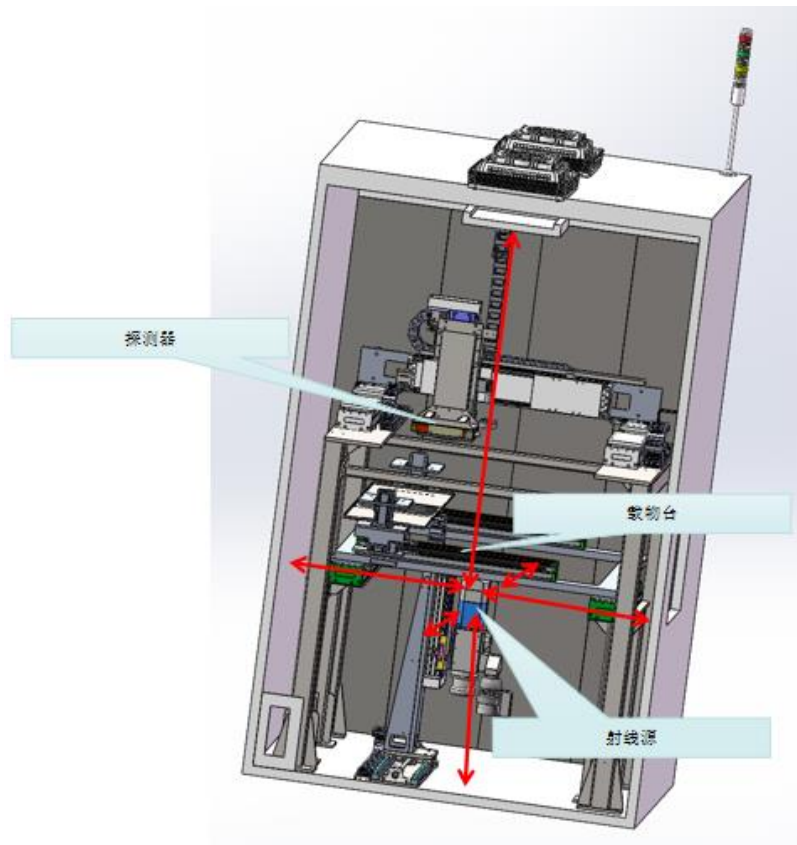


图 9-9 ICT-NF 3000 型纳焦点 CT 设备内部结构图



图 9-10 ICT-ON 2000 型在线工业 CT 设备外观图

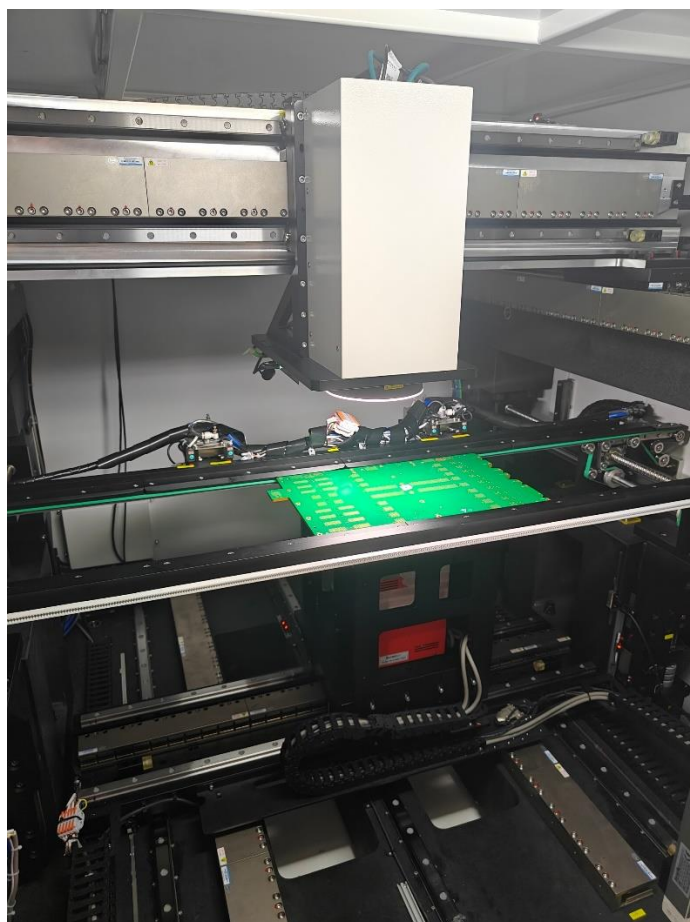


图 9-11 ICT-ON 2000 型在线工业 CT 设备内部结构图



图 9-12 ICT 1000 型离线工业 CT 设备外观图



图 9-13 ICT 1000 型离线工业 CT 设备内部结构图

9.2.2 工作原理

X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面时被靶突然阻挡，由于韧致辐射而会产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见下图。

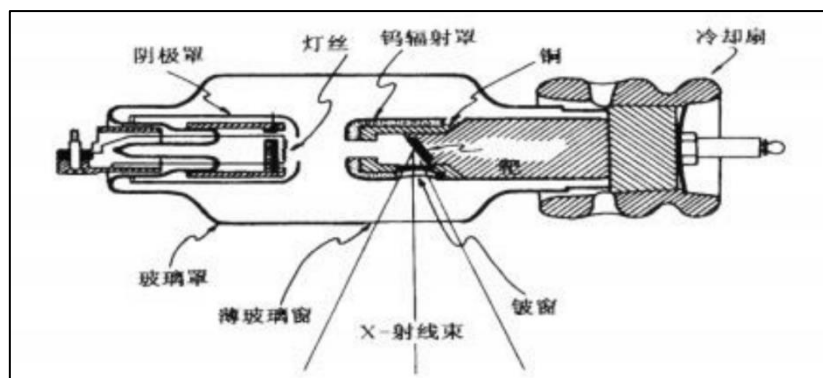


图 9-14 典型的 X 射线管结构图

本项目 X 射线探伤装置运用计算机数字成像原理。由射线装置产生的 X 射线对工件进行照射，当射线在穿透工件时，由于材料的厚薄不等或者生产质量各异，从而使 X 射线的穿透量不同。材料与其中裂缝对 X 射线吸收衰减不同而形成 X 射线强度分布的潜像，再通过图像增强器将 X 射线图像转换成标准视频图像，即转换为可见像，从而实现检测缺陷的目的，如果工件质量有问题，在成像中显示裂缝所在的位置，从而实现无损探伤的目的。

9.2.3 项目工艺流程及产污环节

一、生产组装调试流程

产品生产包括来料检验、入库、领料、装配、过程检验、调试、包装、入库等过程，具体流程如下：

1、来料检验。由质量部门根据来料检验规程对外购 X 射线发生装置、控制器、线缆、冷却组件、成像探测器、机壳等配件到货，开展外观、电气静态检查等进行验收以判定接收或退货。外购 X 射线发生装置为出厂半成品，并非完成整套屏蔽加工的成品（其仅为射线发生核心单元，本项目进行组装加工整机防护结构）。

2、入库。所有合格零部件进入原材料库并按照管理要求分类存放，并进行入库登记。

3、领料。生产人员根据相应工序的物料清单从原材料库领取零部件并进行出库登记，放置于相应工位。

4、装配。生产人员根据装配图纸和工艺文件进行设备的装配及相关的电气连接，并按要求填写相关记录，包括控制台与配电箱组装、运动部件组装及线缆连接、软件及控制系统安装、声光报警系统安装、X 射线管与高压发生器安装及线缆连接、平板探测器安装及线缆连接等。组装过程不会通电、加压。

5、过程检验。质量部门根据生产过程检验规程对组装过程进行检验，包括机械性能检测、声光报警有效性、防拆装置有效性等。

6、调试。

（1）射线装置初调和出束。

射线装置整体组装后，检测系统初调主要包括射线装置自身的门机联锁调试和射线装置自屏蔽体屏蔽效果的调试。

a、自身的门机联锁调试

射线装置的防护门打开时，射线装置内部的 X 射线球管立刻断电，并停止 X 射线照射，关上屏蔽门后不能自动开始 X 射线出束。

b、屏蔽体屏蔽效果的调试

对射线装置屏蔽体周围 30cm 处辐射剂量率进行测试：kV 设置为最小（50kV），mA 设置为最小（0.1mA），开高压产生射线，用辐射检测仪探测屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率；逐步加大 kV 到最高值，mA 到最高值；测试的过程中使用便携式 X-γ 剂量率仪实时检测射线装置外 30cm 处的辐射剂量率，用以确定射线装置的自屏蔽装置是否效、可靠。数据测试完毕后，确认自屏蔽体数据是否符合国家标准要求的剂量率，如果自屏蔽体功能不合格，则立刻整改，整改到符合国家标准为止。

（2）射线装置稳定性调试

射线装置初调后，进行射线装置的稳定性和自我保护能力及技术指标等测试：

a、若门机联锁开关失效，设备会自动关断高压，切断 X 射线；

b、当设备冷却装置工作状态出现问题，设备会自动关断高压，切断 X 射线。

c、机械偏差测试：放置校准物于载物台上，运行软件中的校准程序，软件自行控制机械运动，在此过程中会有 X 射线产生，并采集和计算相关误差，校准过程完成后会弹出偏差是否达标的信息，如果不达标，则返回机械加工与装配供应商处进行零件重新加工；如果偏差在允许范围内，即达标。

（3）成像性能测试

根据检测项目的不同，放置不同的检测样品或者产品于载物台上，运行软件中的成像性能测试程序，并采集图像和计算相关成像性能，逐项进行，进行过程中每一步骤完毕会有提示，整个测试过程完成后技术人员会判断成像性能是否达标，如果不达标则进行参数设置后并重新调试。成像性能测试会有 X 射线产生。

6、包装、入库：将对调试检验合格的产品进行外包装作业，完成包装后转运至成品仓库存放，等待外售。

本项目生产组装调试工程工艺流程及产污环节见下图。

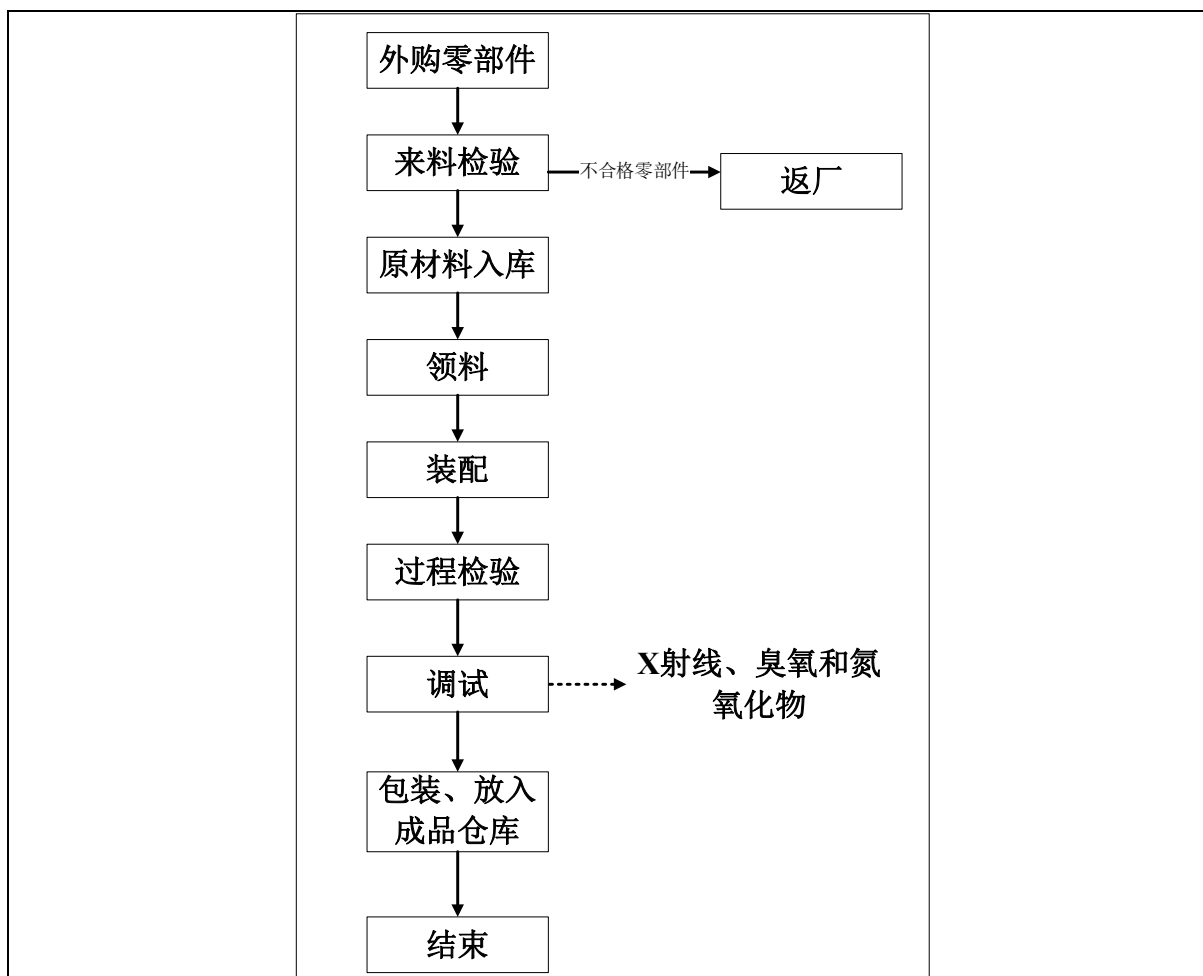


图 9-15 项目生产组装调试工艺流程及产污环节示意图

二、销售流程

若客户尚未获得环评批复文件则不予销售，但可为购买设备的客户提供设备型号参数等资料。若客户已按规定取得环评批复文件并取得辐射安全许可证后，公司在外购元器件组装测试满足要求后，将对应型号的射线装置和配件发往客户辐射工作场所。在正常的销售过程中，射线装置均处于关机断电状态，不形成污染源，不会对环境和人员造成外照射影响。

三、售后安装调试及培训流程及产污环节

射线装置送至购买方指定的使用场所后，嘉兴澄元科技有限公司工作人员对其射线装置进行安装调试工作，现场调试仅使用购买方提供的工件样品开展开机试机，用于验证设备成像、曝光等功能是否正常，调试样品由客户自备，本公司不自带测试样品。调试工作在购买方已建成并验收合格的探伤防护场所内实施，调试期间产生的污染物主要为短时开机产生的臭氧、氮氧化物，以及少量噪声。

安装调试完后，公司技术人员对购买方的辐射工作人员关于探伤设备的操作进行

专业的技术培训，培训周期根据购买方理解及学习情况而定，一般不超过 2 天。产品验收完成后，责任方转为使用方，嘉兴澄元科技有限公司对射线装置的安全责任到此结束。

培训内容包括以下几方面：

- 1) X 射线控制器的电原理图简介；
- 2) X 射线控制器的故障识别和维修技术；
- 3) 高压发生器及 X 射线管的维护和保养技术；
- 4) 设备的操作使用方法；
- 5) 其他有关技术问题。

在培训环节中，仅在培训设备的操作使用方法时会涉及到 X 射线的出束，此部分的培训流程严格按照射线装置操作规程进行指导，设备操作使用流程图及产污环节见下图。

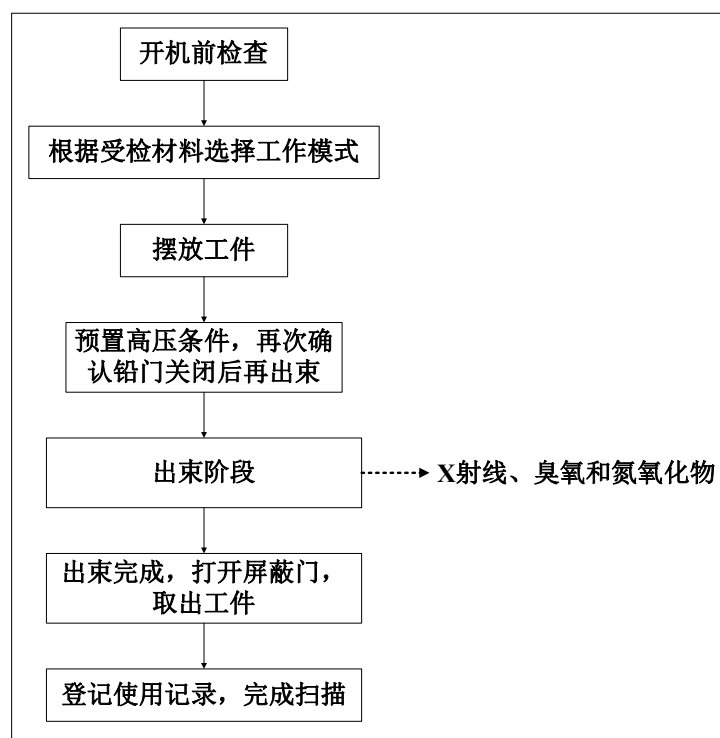


图 9-16 射线装置的操作使用流程及产污环节示意图

射线装置操作使用主要流程介绍：

- ①开机前检查：射线装置开机前，先检查整机是否完好。
- ②工作模式选择、摆放工件：根据受检材料的大小，选择射线装置的工作模式并摆放好工件。
- ③预置高压条件，再次确认铅门关闭后开始出束，此时有 X 射线产生。

④出束阶段：根据设置的参数进行扫描，扫描时警示灯闪烁，此时有 X 射线产生。

⑤出束完成后，打开工件门，取出工件，填写使用记录，完成扫描。

四、售后维修流程

购买方在使用射线装置发生故障时，建设单位将派工作人员前往故障现场进行维修。维修主要存在 X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值两种情况：

1、X 射线管不能正常出束：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场进行现场确认，若为软件故障，则可现场进行重置，完成维修；若检查软件无误，则现场进行管线诊断，确认是否为管线问题，管线问题可现场解决，若管线也没问题，则为高压发生器问题，此时将射线装置运回建设单位厂区，并联系厂家更换高压发生器，然后在调试区确认正常后返回购买单位。

2、屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值：建设单位在收到购买方提出的售后申请后，委派人员前往现场，进行现场确认，确认是偶发性事件如门机联锁故障导致的辐射泄露或自屏蔽体破裂，若确认为前者，现场进行管线维修，排除故障，若为后者，此时将射线装置运回建设单位厂区，返厂联系屏蔽体厂商进行更换屏蔽体后重新调试，完成维修。

X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值均只在排除故障过程中可能形成外照射影响，在更换的过程中不涉及 X 射线管的通电，不会产生对工作人员和公众的辐射。

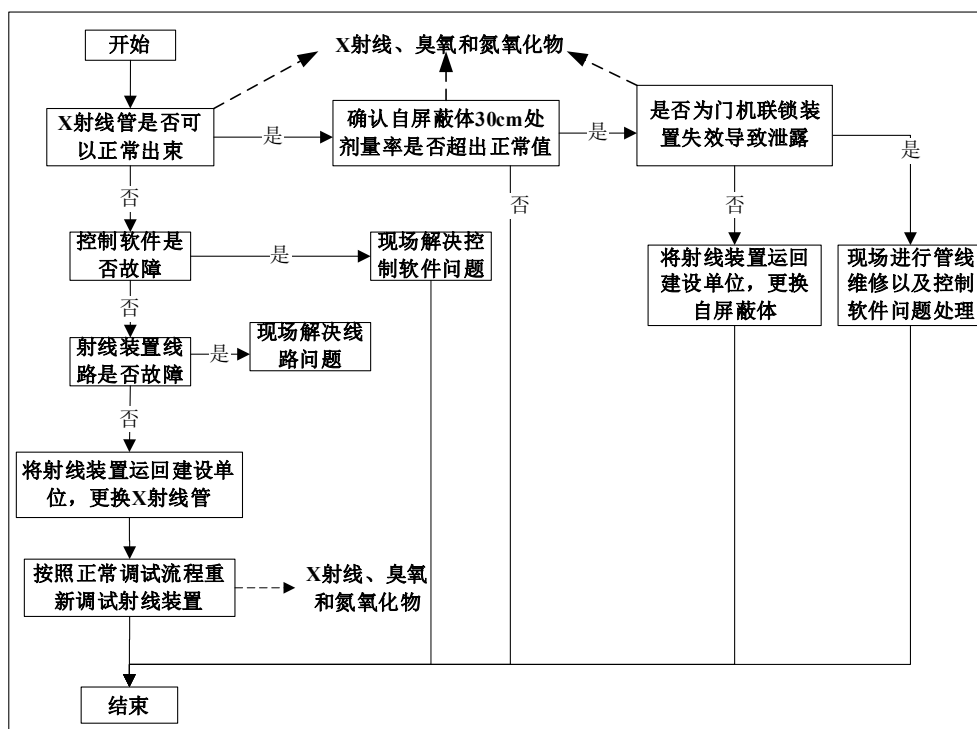


图 9-17 射线装置维修工艺流程及产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配备辐射工作人员 4 名，2 名辐射工作人员在调试区内进行射线装置的生产组装和生产调试，2 名辐射工作人员负责购买单位处设备安装调试、培训和售后维修调试服务。4 名辐射工作人员除本项目外不从事其他辐射类工作，均实行昼间一班 8 小时制，年工作按 50 周计。本项目不设置食堂、宿舍，员工就餐、住宿均在厂外自行解决。经与建设单位核实，本项目不涉及客户到厂区内针对设备开机操作进行技术培训，涉及到 X 射线出束的各环节工作负荷情况见下表。

表 9-1 本项目相关环节的工作负荷表

序号	环节		单台设备出束时间（min/台）	年设备数量（台/年）	年出束时间（h/a）	周出束时间（h/周）
1	生产	出厂前调试	30	40	20	0.4
2	销售	安装调试	15	40	10	0.2
		技术培训	15	40	10	0.2
		售后维修	12	1	0.2	0.004

注：本项目调试区每次仅开启 1 台射线装置进行调试，不存在多台射线装置同时运行的工况。

9.3 污染源项描述

9.3.1 运行期正常工况污染源项

（1）X 射线

由射线装置的工作原理可知，X 射线随射线装置的开、关而产生和消失。本项目使用的射线装置只有在开机并处于出束状态（探伤状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，正常情况下在射线装置各部件的组装等工艺流程中都不会有射线的产生，根据公司人员配置情况，最大可能同时在组装区内组装生产 2 台射线装置，只有在射线装置各部件组装完成通电后，在机器性能及防护措施等调试过程中，射线通电运行时才会产生 X 射线，受照途径为 X 射线外照射。

销售过程中，射线装置均处于关机断电状态，不形成污染源，不会对环境和人员造成外照射影响。生产调试、销售后安装调试及客户方处技术培训过程中使用射线装置，涉及 X 射线管的出束，主要为 X 射线的贯穿辐射和泄漏辐射，可能对其附近的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。售后维修过程中，X 射线管不能正常出束和屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值均只在排除故障过程中可能形成外照射影响，在更换的过程中不涉及 X 射线管的通电，不会产生对工作人员和公众的辐射。

本项目 X 射线探伤装置源项分析汇总表见下表。

表 9-2 本项目 X 射线探伤装置源项分析结果汇总表

序号	型号	工作场所	最大管电压/电流	主射线或散射线源项 ^① (距辐射源点 1m 处输出量)	漏射线源项 ^② (辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率)
1	XO 1000	调试区	160kV/5mA	20.38mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h
2	ICT-PC 5000		180kV/3mA	24.54mGy·m ² / (mA·min)	
3	ICT-NF 3000		225kV/3mA	16.5mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h
4	ICT-ON 2000		225kV/8mA		
5	XO 2000		225kV/10mA		
6	ICT 1000		225kV/10mA		

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，150kV 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量为 18.3mGy·m²/ (mA·min)，200kV 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量为 28.7mGy·m²/ (mA·min)，250kV 射线在 0.5mmAl 过滤条件下输出量为 16.5mGy·m²/ (mA·min)，由内插法可知 160kV、180kV 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量，225kV 射线的输出量保守按照 250kV 射线在 0.5mmAl 过滤条件下输出量来取值。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 4.2.2 条款表 1，150≤管电压≤200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 2.5×10³μSv/h，管电压>200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 5×10³μSv/h。

（2）臭氧和氮氧化物

射线装置调试时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。本项目射线装置均在铅房顶部安装 2 个排风口进行排风，单个风机排风量为 400m³/h，最大的探伤铅房净体积约为 12m³，每小时有效通风换气次数大于 3 次。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过调试区窗户无组织排放至室外，调试区窗户位于车间北侧，窗户外侧为绿化带，不属于人员活动密集区，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“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”的要求。

（3）固体废物

本项目客户现场处探伤装置维修期间会产生一定量的废 X 射线管，属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中危险废物，危废代码：HW49（其他废物）：900-044-49。公司年销售 40 台射线装置，X 射线管维修报废率保守按照 1%，则废 X 射线管年产生量约 1 台。维修报废的废 X 射线管由用户单位直接运到射线管生产厂家，由生产厂家回收处置。

本项目新增 4 名辐射工作人员，年工作 250d，生活垃圾定额按 0.5kg/(人·d)计，生活垃圾产生量约 0.50t/a，集中收集后交由环卫部门统一清运处置。

(4) 废水

本项目新增 4 名辐射工作人员，不设宿舍和食堂。本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水，根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），生活用水定额按 40L/(人·班)计，年工作 250d，生活用水量约 40m³/a，污水产生量按用水量的 90%计，则本项目生活污水产生量约为 36m³/a，依托厂区现有化粪池预处理满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准，其中氨氮达到《工业企业废水氮、磷污染物间接排放标准》（DB33/887-2025）标准后纳入市政污水管网，送至嘉兴市联合污水处理厂处理达标后排入海内，尾水化学需氧量（COD_{Cr}）、氨氮排放执行《城镇污水处理主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表 1 现有城镇污水处理厂主要水污染物排放限值，其他主要指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准。

生活污水水质参照一般城市生活污水水质 COD_{Cr}350mg/L、NH₃-N 35mg/L。

项目仅排放生活污水，生活污水中冲厕废水经化粪池处理后与其它生活污水一起纳入市政污水管网。

表 9-3 本项目废水污染物的产排情况

污染物名称	产生情况		纳管排放情况		纳管标准限值 (mg/L)	外排环境情况		排放标准限值
	产生浓度 (mg/L)	产生量 (m³/a)	纳管浓度 (mg/L)	纳管 m³/a)		排放浓度 (mg/L)	排放量 (m³/a)	
废水量	/	36	/	36	/	/	36	/
COD _{Cr}	350	12.6	350	12.6	500	40	1.44	40
NH ₃ -N	35	1.26	35	1.26	35	2(4)	0.072(0.144)	2(4)*

注：*括号内数值为每年 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行。

(5) 噪声

本项目噪声源主要为探伤铅房内通风装置噪声，风机为低噪声设备，源强控制在 70dB（A）以下，企业按要求合理布局设备摆放位置，加强设备的维护，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象，并且探伤铅房内通风装置采取了隔声减震措施，且通过各房间或车间的墙体的进一步隔音衰减以及距离衰减，因此运行期间产生的噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准。

9.3.2 运行期事故工况污染源项

调试期间、售后维修在意外情况下，可能出现的辐射事故有：

- ①X 射线联锁装置失效，X 射线机出束时人员误入受到意外照射；
- ②防护门未关闭情况下误启动设备，X 射线机出束，造成门外人员受到意外外照射；
- ③检修人员在设备未断电的情况下进行检修，射线装置因误操作或其他原因开机出束，导致检修人员误照射。

事故工况下污染源项同正常工况。

表10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

1、建设单位生产调试工作场所

本项目的实施主要集中于租赁的浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路 308 号嘉兴凯瑞时装有限公司 2 号楼一层 110 室，拟设置调试区、装配区、原材料库、成品仓库和不合格产品区等，生产工艺流程连续完整，功能设置齐全，放射性区域和周围非放射性生产区域设置物理隔断，可满足辐射安全管理需要。射线装置的摆放位置已充分考虑周围的辐射安全，探伤铅房和操作位均分开设置，并尽量避开有用线束照射的方向（本项目有用线束方向固定朝向顶棚），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

2、购买方单位辐射工作场所

对于销售的射线装置，由于使用位置不固定，位于购买方单位内。销售过程中应提醒用户单位将装置设置于人员接触较少区域，在装置上醒目位置张贴“当心电离辐射”标志，检测系统工作场所的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作位与探伤铅房分开并尽量避开有用线束照射的方向。同时，在售后调试维修过程中提醒公众尽可能远离射线装置。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

1、建设单位生产调试工作场所辐射分区管理

为了便于辐射防护管理和职业照射的控制，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，建设单位拟对调试工作场所和销售展示工作场所均实行分区管理，具体划分如下：

（1）控制区：本项目射线装置为自屏蔽结构，探伤铅房内部为控制区，在装置表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

（2）监督区：以探伤铅房为其边界，控制台及调试区划定为监督区，公司拟在调试

区入口处设置门禁将调试区与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域，并设置电离辐射警示标志。调试区进行设备调试时，仅有辐射工作人员能开门进入辐射工作场所，禁止其他普通公众进入调试区。本项目辐射防护分区划定情况见附图 5。

2、购买方单位使用射线装置辐射分区管理

购买方单位使用的射线装置在出厂前已在生产单位调试好，使用时自屏蔽体完好。购买方单位应根据射线装置工作场所实际情况，实行分区管理，将检测系统自屏蔽体（探伤铅房）内部划为控制区，控制台及探伤铅房处其他相邻区域等划为监督区，两区划分情况具体以购买方单位关于使用射线装置的环境评价文件及现场条件为依据。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

1、射线装置拟自带的辐射安全措施

本项目生产的射线装置自身设计有自屏蔽结构，防护措施主要分为机械、电子和软件三个方面。

(1) 机械防护

经与建设单位核实，本项目 6 种型号探伤装置的六侧屏蔽防护水平均按下表防护进行统一设计，后续根据用户使用现场的实际情况，优化探伤铅房屏蔽厚度设计。

表 10-1 本项目射线装置的机械防护设计一览表

项目		设计情况
探伤铅房	外尺寸	面积：5m ² ，典型尺寸为 2500mm（长）×2000mm（宽）×2500mm（高），根据客户需求定制
	内尺寸	面积：3m ² ，典型尺寸为 2000mm（长）×1500mm（宽）×2000mm（高），根据客户需求定制
四侧屏蔽体、底部		6mm 钢板+12mm 铅板
顶棚		6mm 钢板+15mm 铅板
工件门（设于前侧屏蔽体）		电动单开平移门，门洞的尺寸为 0.8m（宽）×1.8m（高），门的尺寸为 1.1m（宽）×2.1m（高），工件门结构为 6mm 钢板+12mm 铅板（门与墙体左、右、上、下搭接均为 150mm）
维修门（设于后侧屏蔽体）		手推门，门洞的尺寸为 0.8m（宽）×1.8m（高），门的尺寸为 1.1m（宽）×2.1m（高），维修门结构为 4mm 钢板+12mm 铅板（门与墙体左、右、上、下搭接均为 150mm）
观察窗（设于左侧屏蔽体）		观察窗的尺寸为 250mm（宽）×300mm（高），12mm 铅当量铅玻璃，铅玻璃四周采用铅框固定，与门体铅板无缝衔接，无射线散射通道
电缆口		设于右侧屏蔽体，穿墙处敷设 10mm 铅防护罩，U 型，出口直径 50mm，设置形式为下穿
通风口		设于顶部屏蔽体，共 2 个排风口，装有排风扇，最大设计风机风量为 400m ³ /h，排风口尺寸为 200×200mm，穿墙处设 10mm 铅防护罩，穿越形式为 U 型
主射方向		定向朝上

注：①钢的密度不低于 7.85g/cm³，铅的密度不低于 11.3g/cm³，铅玻璃的密度不低于 4.6g/cm³。②探伤铅房采用槽钢框架作为结构支撑，整体尺寸包含槽钢龙骨、防护层及内外衬板等构造厚度。

根据表 11 的理论计算本项目射线装置设计符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本项目射线装置探伤铅房的四侧墙体、顶棚、地坪、防护门和观察窗外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

（2）电子防护

①射线装置的铅房顶部拟设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁。射线装置工作时，警示灯开启，提醒无关人员请勿靠近。

②射线装置的铅房防护门拟设门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 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。

③射线装置拟设置控制台，控制台处拟设计多项安全设施：

a、拟设置 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。

b、拟设置有高压连通时的外部报警或指示装置。

c、控制台或 X 射线管头组装体上拟设置与探伤铅房的防护门联锁的接口，当所有能进入探伤铅房的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤铅房门开启时能立即切断。

d、拟设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

e、拟设置紧急停机开关和总电源开关。

f、拟设置电离辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

④射线装置表面明显位置拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明。

⑤射线装置的铅房外拟设 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

⑥射线装置拟设 1 个视频监控装置，显示屏设置在控制台上，视频探头设置在探伤铅房内，可以全方位监控探伤铅房内情况。

⑦射线装置的铅房内拟设 1 套机械排风系统，风量设计满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，可有效排出铅房内臭氧和氮氧化物等有害气体。

（3）软件防护

①开机需要进行自检，若自检不通过，射线装置无法运行。

②软件设置了管理员与操作员权限设置，操作员无法修改内部参数。此外，射线

装置设置了用户名及登录密码，只有知道密码的操作人员输入密码才能进入软件系统。

2、调试区综合管理措施

本项目放射性场所主要为调试区，均为固定区域管理，拟采取的辐射安全和防护措施如下：

（1）本项目所有辐射活动均在指定的区域进行，禁止在其他区域随意开展此类工作。

（2）放射性场所拟设置在相应车间的一端角落，人员活动较少。

（3）射线装置的探伤铅房必须与控制台分开，并避开有用射线束照射的方向。

（4）所有放射性区域用墙体等实体进行围蔽，仅设置 1 个唯一出入口，该出入口设置电子门禁系统，仅授权辐射工作人员持卡/指纹进入；门禁权限名单由公司辐射安全管理人员统一管理，人员变动时及时注销。该出入口保持常闭状态，非调试期间上锁，严格保证其他无关人员无法进入，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；门上设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近；并拟设置足够数量的摄像头进行监控。

（5）辐射工作人员进入放射性场所时除正确佩戴常规的个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。

（6）调试区每次调试仅限 1 台射线装置，建设单位拟制定规范的《射线装置调试规程》，严格按照规程的要求进行开机调试。

（7）每次调试前，公司拟执行清场制度，禁止任一普通公众进入调试工作场所的监督区内，仅限辐射工作人员入内。

（8）调试区出入口外 1m 处拟划定黄色警戒线，提醒无关人员请勿靠近。

（9）对于调试区，每次调试应同时测量射线装置外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；

（10）公司拟建立射线装置调试作业台账，进一步加强辐射安全管理。

4、成品库综合管理措施

X 射线装置属于射线装置（非放射源），断电关机状态下不产生 X 射线，不存在固有辐射；只有通电开机才会产生射线。成品库仅存放断电、未上电的探伤机整机，设备不会出束，库房墙体不需要做铅屏蔽。本项目调试合格的射线装置统一暂存于成

品库内，拟采取的辐射安全管理措施如下：

（1）成品库的入口处拟设置门锁，实行双人双锁管理模式，钥匙由专人保管。

（2）成品库拟用墙体围蔽，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；出入口设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近，并拟设置足够数量的摄像头进行监控。

（3）每台设备均具有唯一标识号，固定式铭牌安装于探伤设备上。同时公司拟建立射线装置出入库登记及台账管理制度。

5、销售工作辐射管理措施

在销售服务中，嘉兴澄元科技有限公司不自行运输射线装置，仅负责使用方处的设备安装调试、技术培训和售后维修。公司需严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年）》从事销售经营活动，并应做好以下安全管理工作。

（1）公司销售资格

建设单位需要取得生态环境主管部门颁发的辐射安全许可证销售资质后才能开展销售射线装置，同时确保射线装置仅销售给已办理相应环评手续的单位，核实使用单位是否具有使用此类射线装置的许可。

（2）销售产品的质量管理

建设单位需对销售产品质量进行严格把关，保证射线装置的质量要求，并委托有资质的检测机构测量射线装置外表面 30cm 处的辐射剂量率，出具出厂前检测报告。禁止将不合格的产品出厂和销售。

产品说明书应至少包括以下内容：a) X 射线装置的型号、规格和主要技术指标；b) 距 X 射线管头表面 5cm 处和距离焦点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率；c) 在典型工作条件（管电压、管电流、常用探伤工件等）下，探伤装置周围等剂量曲线示意图。

（3）销售中的安全管理

销售项目应设有操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台账管理制度等规章制度。

（4）销售场所、设施管理

建设单位需在生态环境部门批准的符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所开展销售工作。

（5）销售中的安装调试

嘉兴澄元科技有限公司专业技术人员在使用方组装完成后，开机调试开始之前，

先让使用场所内无关人员离开，调试人员穿戴铅衣等防护用品，并佩戴个人剂量计和剂量报警仪后再对射线装置进行调试。调试合格后，使用方在使用过程中可直接在操作位进行操作。

公司正常销售过程均是在与使用单位达成销售意向后直接从建设单位销售场所发货至客户单位，在符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所安装调试射线装置。

（6）技术培训和售后维修

①建设单位应制定严格的技术培训和售后维修规程，防止产生误照射。参与售后培训和维修的工程师必须进行岗前技术培训。②建设单位接到用户单位故障报修后，应做好维修记录，确认好故障类型。③用户处开展维修工作前，在探伤装置周围设定警戒线，并在控制台上设置警告牌，提醒无关人员请勿靠近。④用户处现场维修期间，确认控制台留有工作人员，并拔掉控制台钥匙，确保设备不能运行。⑤维修期间，技术人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

（7）销售台账管理

公司应建立详细的销售台账，记录射线装置的名称、型号、类别、购销数量、采购商名称、采购商的环评手续是否齐全等，接受生态环境部门的审查。

10.2 辐射监测仪器和防护用品配置

本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划见下表

表 10-2 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量	备注
1	个人剂量计	4 枚	1 名辐射工作人员 1 枚
2	个人剂量报警仪	4 台	1 名辐射工作人员 1 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	2 台	1 台用于生产调试，1 台用于销售维修
4	固定式场所辐射探测报警装置	1 台	用于生产调试区
5	铅衣、铅手套、铅眼镜	2 套	1 套用于生产调试，1 套用于销售维修

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

10.3 三废的治理

本项目射线装置运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。同时，本项目射线装置采用数字成像，非胶片成像，不涉及显/定影液和胶片的使用，不会产

生废显/定影液、洗片废水及废胶片等危险废物。

（1）废气

本项目射线装置在工作状态时，会使铅房中的空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目射线装置均在铅房顶部安装 2 个排风口进行排风，单个风机排风量为 400m³/h，最大的探伤铅房净体积约为 12m³，每小时有效通风换气次数大于 3 次。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过调试区窗户无组织排放至室外，调试区窗户位于车间北侧，窗户外侧为绿化带，不属于人员活动密集区，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“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”的要求。

（2）固体废物

本项目客户现场处探伤装置维修期间会产生一定量的废 X 射线管，属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中危险废物，危废代码：HW49（其他废物）：900-044-49。公司年销售 40 台射线装置，X 射线管维修报废率保守按照 1%，则废 X 射线管年产生量约 1 台。维修报废的废 X 射线管由用户单位直接运到射线管生产厂家，由生产厂家回收处置。

本项目新增 4 名辐射工作人员，年工作 250d，生活垃圾定额按 0.5kg/(人·d)计，生活垃圾产生量约 0.50t/a，集中收集后交由环卫部门统一清运处置。

（3）废水

本项目新增 4 名辐射工作人员，不设宿舍和食堂。本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水，依托厂区现有化粪池预处理满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准，其中氨氮达到《工业企业废水氮、磷污染物间接排放标准》（DB33/887-2025）标准后纳入市政污水管网，送至嘉兴市联合污水处理厂处理达标后排海，尾水化学需氧量（COD_{Cr}）、氨氮排放执行《城镇污水处理主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）中表 1 现有城镇污水处理厂主要水污染物排放限值，其他主要指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准。

（4）噪声

本项目噪声源主要为探伤铅房内通风装置噪声，风机为低噪声设备，源强控制在 70dB（A）以下，企业按要求合理布局设备摆放位置，加强设备的维护，确保设备处

于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象，并且探伤铅房内通风装置采取了隔声减震措施，且通过各房间或车间的墙体的进一步隔音衰减以及距离衰减，因此运行期间产生的噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准。

表11 生态环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目各工作场所均租用现有场所与设施，不涉及土建等施工内容。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测本项目射线装置投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算。

探伤铅房有用线束的最大张角为 40°，靶点作业区域东侧、南侧、西侧、北侧、底部、顶棚的最短距离分别为 1000mm, 1000mm, 1000mm, 1000mm, 1500mm, 500mm，本项目探伤铅房有用线束均朝向顶棚照射，无朝向底部照射的工况，当源点距离底部最近时为 2000mm, 此时 $2000\text{mm} \times \tan 20^\circ = 727\text{mm} < 1000\text{mm}$ (靶点侧最近距离)，因此，探伤铅房有用线束仅朝向顶棚照射，不涉及照射到其余侧屏蔽体。

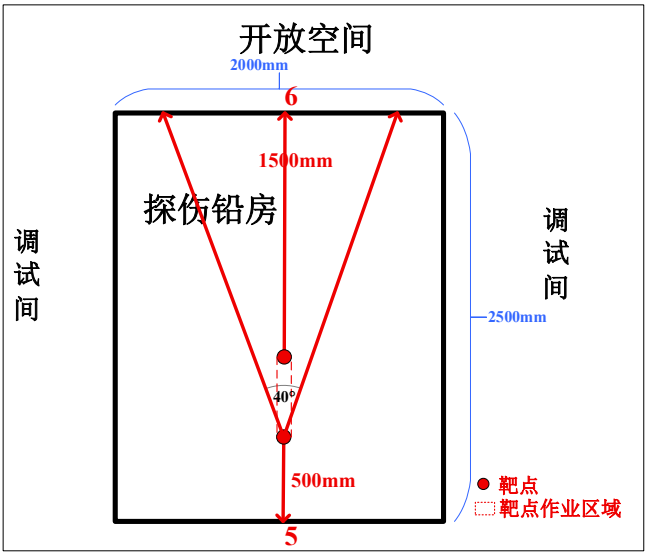


图 11-1 探伤铅房靶点剖面照射示意图

根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”。因此，本项目探伤铅房顶棚按照有用线束考虑，东、南、西、北侧屏蔽体、底部、工件门、维修门、观察窗按泄漏辐射和散射辐射考虑。

11.2.1 关注点的选取

本项目在调试区进行射线装置的调试，各射线装置参数与出束方向见下表。本项目调试区每次仅开启 1 台射线装置进行调试，不存在多台射线装置同时运行的工况。

表 11-1 本项目射线装置参数信息一览表

设备名称	规格型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	有用线束朝向
X 射线实时成像检测系统	XO 1000	160	5	固定朝向顶棚
X 射线实时成像检测系统	XO 2000	225	10	固定朝向顶棚
相衬 CT 设备	ICT-PC 5000	180	3	固定朝向顶棚
纳焦点 CT 设备	ICT-NF 3000	225	3	固定朝向顶棚
在线工业 CT 设备	ICT-ON 2000	225	8	固定朝向顶棚
离线工业 CT 设备	ICT 1000	225	10	固定朝向顶棚

由于射线装置在调试区内调试位置一致，且探伤铅房四侧屏蔽体、顶棚及地坪的防护均相同，并且设备靶点运动范围、工件扫描移动范围相同，故本次按最大管电压 225kV、最大管电流 10mA 保守计算。本次保守考虑最不利照射条件对本项目进行评价，每次调试仅限 1 台射线装置开机运行（以最大额定工况运行时）时进行辐射影响预测，预测点位图见图 11-1 和图 11-2。

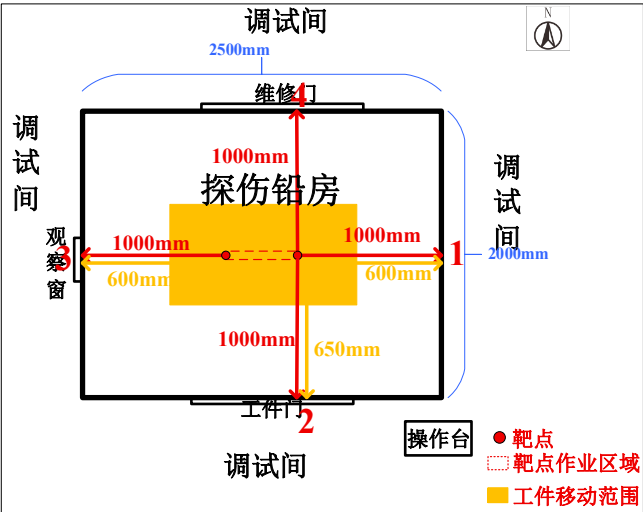


图 11-2 本项目调试区内探伤铅房预测点位平面示意图

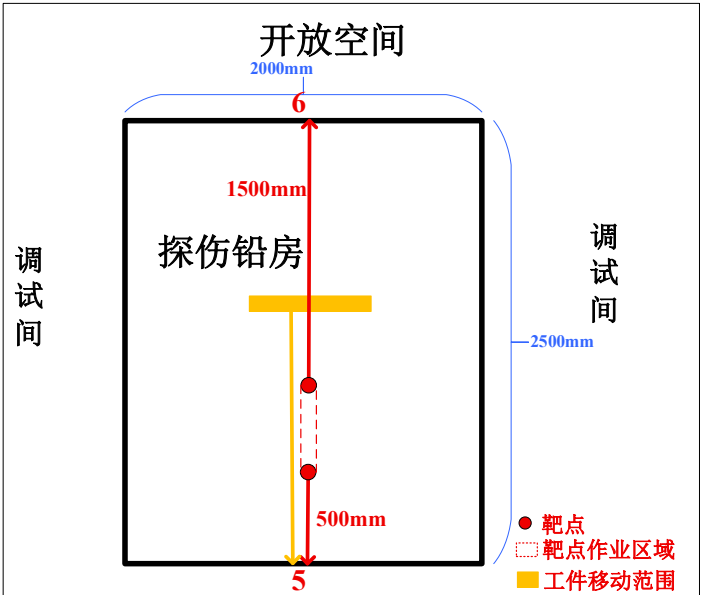


图 11-3 本项目调试区内探伤铅房预测点位剖面示意图

表 11-2 本项目探伤铅房关注点位一览表

关注点位	源点至关注点距离 R (m)	散射体至关注点的距离 R _s (m)	需屏蔽的辐射类型
1#东侧屏蔽体外 30cm 处	1.3	0.9	泄漏辐射、散射辐射
2#南侧屏蔽体外 30cm 处	1.3	1.0	泄漏辐射、散射辐射
3#西侧屏蔽体外 30cm 处	1.3	0.9	泄漏辐射、散射辐射
4#北侧屏蔽体外 30cm 处	1.3	1.0	泄漏辐射、散射辐射
5#底部屏蔽体外 30cm 处	1.7	0.8	泄漏辐射、散射辐射
6#顶棚屏蔽体外 30cm 处	1.8	/	有用线束

注：①射线装置采用钢板+铅板作为屏蔽材料，本项目仅考虑铅板的防护进行预测分析。
 ②R=探伤装置辐射源点与屏蔽体外侧最近距离+0.3m，R_s=散射体与屏蔽体外侧最近距离+0.3m，结果向下保留 1 位小数。
 ③铅房工件门、维修门和观察窗的铅防护水平均与该侧屏蔽体防护水平相同，故不单独预测。

11.2.2 计算公式选取

(1) 有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-1 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽透射因子 B：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 10mA；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 （1Gy=1Sv）；本项目最大管电压为 225kV，保守按照管电压为 250kV 保守进行估算，250kV 射线在滤过条件为 0.5mm 铜时 X 射线距辐射源点 1m 处输出量为 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；查 GBZ/T 250-2014 图 B.2，当管电压为 250kV 时，由内插法可得 15mm 铅的透射因子为 1.1E-07；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

2、泄漏辐射和散射辐射

(2) 泄漏辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-2）计算：

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

式中：

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/TVL}$ ，其中 X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，当管电压为 250kV 时，铅的 TVL 值为 2.9mm；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-3；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，当 X 射线管电压 $>200\text{kV}$ 时， $\dot{H}_L$ 取值 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-3）计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-3)$$

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 10mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 （ $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ ），取值同上；

B ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2。当管电压为 225 时，X 射线 90° 散射辐射最高能量为 200kV。查附录 B 表 B.2 的相应值，此时对应的什值层厚度 TVL 为：铅 1.4mm。

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射在距其 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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以按水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，本项目管电压为 225kV，属于 200kV~400kV。因此 $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 取值为 50；

R_S ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

11.2.3 预测结果

根据公式（11-1）～（11-3），代入相关参数，本项目射线装置运行时调试区内探伤铅房周围环境辐射水平预测结果见下表。

表 11-3 射线装置运行时调试区内探伤铅房各关注点位辐射剂量率预测结果一览表

关注点 位	射线类型	屏蔽材 料 X	I(mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$ / $H_L(\mu\text{Sv/h})$	B	$R/R_S^{①}$ (m)	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1(东侧)	泄漏辐射	12mm	/	5.00E+03	7.28E-05	1.3	2.15E-01	2.16E-01
	散射辐射	铅板	10	9.90E+05	2.68E-09	0.9	6.56E-04	
2(南侧)	泄漏辐射	12mm	/	5.00E+03	7.28E-05	1.3	2.15E-01	2.16E-01
	散射辐射	铅板	10	9.90E+05	2.68E-09	1.0	5.31E-04	
3(西侧)	泄漏辐射	12mm	/	5.00E+03	7.28E-05	1.3	2.15E-01	2.16E-01
	散射辐射	铅板	10	9.90E+05	2.68E-09	0.9	6.56E-04	
4(北侧)	泄漏辐射	12mm	/	5.00E+03	7.28E-05	1.3	2.15E-01	2.16E-01
	散射辐射	铅板	10	9.90E+05	2.68E-09	1.0	5.31E-04	
5(底部)	泄漏辐射	12mm	/	5.00E+03	7.28E-05	1.7	1.26E-01	1.27E-01
	散射辐射	铅板	10	9.90E+05	2.68E-09	0.8	8.30E-04	
6(顶棚)	有用线束	15mm 铅板	10	9.90E+05	1.10E-07	1.8	3.36E-01	3.36E-01

根据以上预测结果可知，本项目射线装置在最大工况运行时，探伤铅房各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目有用线束朝向顶棚，经表 11-2 预测结果可知，顶棚屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率为 $0.336\mu\text{Sv/h}$ 。天空反散射为 X 射线穿透顶棚后经空气散射返回地面的附加辐射，其剂量率远低于有用线束产生的辐射剂量率（通常相差数个数量级），故天空反散射贡献极小，因此本项目剂量估算不考虑天空反散射影响。

11.2.4 探伤铅房局部贯穿辐射影响分析

本项目射线装置电缆口设于右侧屏蔽体，出口处敷设 10mm 铅防护罩，U 型，出口直径 50mm，设置形式为下穿。通风口设于顶部屏蔽体，共 2 个排风口，装有排风扇，最大设计风机风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口尺寸为 $200\times 200\text{mm}$ ，出口处设 10mm 铅防护罩，穿越形式为 U 型。本项目射线装置有用线束朝向顶棚，顶棚排风口采用 U 型穿墙，且穿墙处设 10mm 铅防护罩，不存在直通孔洞，有用线束无法直线穿透管道向外泄露，有用线束不朝向电缆口所在侧屏蔽体，故本次评价仅考虑散射线对管道出口处的辐射剂量贡献值。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，经过管道的多

重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。

11.3 人员受照剂量

11.3.1 计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 3.1.1 条款中的公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (11-4)$$

式中：

E——年受照剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点周围辐射剂当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——居留因子；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

t——探伤装置年照射时间，h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-4 不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）	示例
全居留	1	控制室、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

11.3.2 人员受照剂量估算

1、辐射工作人员受照剂量

本项目生产调试区辐射剂量率分别取各型号射线装置自屏蔽体外 30cm 处的剂量率理论估算最大值；购买单位处调试和售后技术培训辐射剂量率分别取各型号射线装置自屏蔽体外 30cm 处的剂量率估算最大值；售后维修主要是排除设备故障情况下才会产生外照射，该情况下探伤铅房的自屏蔽体完好，保守考虑到维修调试人员在射线装置自屏蔽体 30cm 处剂量率超正常值（相对生产厂家设备出厂检测报告中的数值）时操作，但佩戴了铅衣和个人剂量报警仪，辐射剂量率保守取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。居留因子均保守取 1，则本项目辐射工作人员年有效剂量和周有效剂量（年工作按 50 周计）估算结果见下表。

表 11-5 辐射工作人员年有效剂量和周有效剂量估算结果一览表

人员属性	环节		关注点周围辐射剂当量率($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间(h/周)	周受照总剂量($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间(h/a)	年受照总剂量(mSv/a)
辐射工作人员	生产	出厂前调试	5.69E-01	0.4	2.28E-01	20	1.14E-02
	销售	安装调试	5.69E-01	0.2	1.14E-01	10	5.69E-03
		技术培训	5.69E-01	0.2	1.14E-01	10	5.69E-03
		售后维修	2.5	0.004	1.0E-02	0.2	5.0E-04

因此，本项目生产调试工作拟由 2 名辐射工作人员共同完成，其中 1 名负责操作位设备控制和记录剂量检测数据，1 名负责调试时场所周围辐射剂量检测，则单名辐射工作人员年有效剂量为 $1.14 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，周剂量为 $0.228 \mu\text{Sv}$ ；客户使用方处安装调试、技术培训、售后维修等工作均拟由 2 名辐射工作人员共同完成，则单名辐射工作人员年有效剂量为 $5.69 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，周剂量 $0.114 \mu\text{Sv}$ 。因此，本项目辐射工作人员周剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中规定的“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求；年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员年有效剂量 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ），也低于本项目剂量管理约束值要求（职业人员年有效剂量 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ）。

2、周围公众成员受照剂量

本项目调试区周围公众成员年有效剂量和周有效剂量（年工作按 50 周计）估算结果见下表。购买单位处设备的安装调试、技术培训和维修时，周围公众与用户单位的现场环境有关，存在不确定性，本次评价保守将居留因子均取 1；设备正常开机使用时，周围公众受照剂量依据使用单位关于该辐射工作场所办理的环境影响评价文件确定，本报告不做具体分析。由于射线装置产生的辐射剂量率与距离平方成反比关系，同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。利用表 11-3 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-6 本项目公众成员受照剂量计算参数及计算结果一览表

关注点		居留因子	源点与关注点距离(m)	源点与保护目标距离(m)	参考关注点处辐射剂量取值($\mu\text{Sv/h}$)	保护目标处辐射剂量率取值(Sv/h)	周受照时间(h/周)	周受照总剂量($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间(h/a)	年受照总剂量(mSv/a)
调试区周围	2 号楼嘉兴市鸿耀亚克力科技有限公司	1	1.3	11.3	2.16E-01 (关注点 1)	2.86E-03	0.4	1.14E-03	20	2.86E-05
	装配区和原材料库	1	1.3	6.3	2.16E-01 (关注点 2)	9.20E-03		3.68E-03		9.20E-05
	不合格产品区	1/8	1.3	9.3		4.22E-03		2.11E-04		5.28E-06
	成品仓库	1/8	1.3	14.3		1.79E-03		8.93E-05		2.23E-06
	卫生间	1/8	1.3	16.3		1.37E-03		6.87E-05		1.72E-06
	厂区内道路	1/16	1.3	25.3		5.70E-04		1.43E-05		3.56E-07
	4 号楼理想小居	1	1.3	38.3		2.49E-04		9.95E-05		2.49E-06
	厂区内道路	1/16	1.3	2.3	2.16E-01 (关注点 3)	6.90E-02		1.73E-03		4.31E-05
	1 号楼嘉兴吉派人力资源有限公司	1	1.3	14.3		1.79E-03		7.14E-04		1.79E-05
	3 号楼嘉兴浙友嘉装饰材料有限公司	1	1.3	48.3	2.16E-01 (关注点 4)	1.56E-04		6.26E-05		1.56E-06
	厂区内道路	1/16	1.3	2.3		6.90E-02		1.73E-03		4.31E-05
	横港路	1/16	1.3	5.3		1.30E-02		3.25E-04		8.12E-06
	英普瑞电子科技嘉兴有限公司	1	1.3	31.3		3.73E-04		1.49E-04		3.73E-06
	王海英食品店	1	1.3	39.3		2.36E-04		9.45E-05		2.36E-06
	嘉兴华权纺织有限公司	1	1.3	49.3		1.50E-04		6.01E-05		1.50E-06
	二层闲置车间（拟对外出租）	1	1.8	3.3	3.36E-01 (关注点 6)	1.09E-01		4.36E-02		1.09E-03
	三层嘉兴斗合家居有限公司	1	1.8	7.3		2.23E-02		8.90E-03		2.23E-04
	四层嘉兴永安消防器材商行	1	1.8	11.3		9.29E-03		3.71E-03		9.29E-05
安装调试		1	/	/	/	6.44E-01	0.2	1.29E-01	10	6.44E-03

					(关注点 6)				
技术培训	1	/	/	/	6.44E-01 (关注点 6)	0.2	1.29E-01	10	6.44E-03
售后维修	1	/	/	/	2.5	0.004	1.0E-02	0.2	5.0E-04

根据上表计算可知，本项目射线装置运行后所致公众成员最大受照周有效剂量为 $1.29 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $6.44 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，因此，公众成员年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

11.4 非放射性污染环境影响分析

11.4.1 臭氧和氮氧化物

射线装置调试时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，由机械排风系统排出探伤铅房后，通过调试区窗户无组织排放至室外，调试区窗户位于车间北侧，窗户外侧为绿化带，不属于人员活动密集区，不会形成局部聚集，且臭氧在短时间内会自动分解为氧气，因此对大气环境基本没有影响。

11.4.2 固体废物

本项目维修报废的废 X 射线管由用户单位直接运到射线管生产厂家，由生产厂家回收处置；本项目新增 4 名辐射工作人员产生的生活垃圾集中收集后交由环卫部门统一清运处置，对周围环境基本没有影响。

11.4.3 废水

本项目废水主要为辐射工作人员的生活污水依托厂区现有化粪池预处理达标后排海，因此对水环境基本没有影响。

11.4.4 噪声

本项目噪声源主要为探伤铅房内通风装置噪声，风机为低噪声设备，源强控制在70dB（A）以下，企业按要求合理布局设备摆放位置，加强设备的维护，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象，并且探伤铅房内通风装置采取了隔声减震措施，且通过各房间或车间的墙体的进一步隔音衰减以及距离衰减，因此对声环境基本没有影响。

11.5 事故影响分析

11.5.1 事故风险分析

公司生产的 X 射线探伤装置属于Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线探伤装置在调试的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、调试期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

（2）人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机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。

11.5.2 事故防范措施

（1）从事 X 射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好装置的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修。

（3）射线装置在调试和使用时，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，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于

发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

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

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，生产、销售和使用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，并以文件形式明确管理人员职责。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。

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，目前处于筹建阶段。建设单位承诺尽快成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量监测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条：个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

（2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函[2019]853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加 X 射线探伤类别考核，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增 4 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射

安全与防护平台自主学习并参加 X 射线探伤类别考核，考核合格后上岗，并按时每五年重新进行考核。

（3）辐射工作人员职业健康体检

新增辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。同时根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条：个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；职业健康监护档案应长期保存。

建设单位拟组织 4 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

12.1.3 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，公司应对本单位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 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生产、销售和使用射线装

置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度及台账管理制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

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》等法律法规要求，建设单位承诺将制定以下方面的管理制度：

表 12-1 建设单位拟制定的相关辐射安全规章制度目录

序号	制度名称
1	辐射防护和安全保卫制度
2	射线装置调试规程
3	射线装置销售规程
4	射线装置生产管理制度
5	射线装置销售管理制度
6	射线装置技术培训和售后维修管理制度
7	辐射防护仪器、仪表操作规程
8	射线装置生产、销售和使用登记、台帐管理制度
9	辐射工作人员岗位职责
10	辐射工作人员辐射安全培训制度
11	辐射工作人员个人剂量管理制度
12	辐射工作人员职业健康管理制
13	监测方案
14	辐射事故应急预案
15	辐射安全档案管理制度
16	射线装置及射线管头报废处理管理制度
17	场所辐射安全措施制度

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，生产、销售和使用Ⅱ类射线装置的单位应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。公司拟为辐射工作人员配置 4 台个人剂量报警仪、4 枚个人剂量计、2 台便携式 X-γ 剂量率仪和 1 台固定式场所辐射探测报警装置。

12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量约束值和剂量评价制度，对受到超剂量约束值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并

指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，加强档案管理，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条：个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤铅房周围环境进行监测，并建立监测档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

（1）验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

（2）常规监测：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 8.3.4 条款要求：本项目探伤室投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

（3）年度监测：每年委托有资质的单位对探伤工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

（4）监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 辐射监测计划

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
探伤工作场所	周围剂量当量率	验收监测	探伤铅房四侧墙体、顶棚、地坪、观察窗及防护铅门、防护门门缝四周、观察窗四周搭接处表面外 30cm 离地面高度 1m 处，控制台，各穿线孔、通风孔以及四周环境保护目标	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	1 次/年
		常规监测	探伤铅房四侧墙体、顶棚、地坪、观察窗及防护铅门、防护门门缝四周、观察窗四周搭接处表面外 30cm 离地面高度 1m 处，控制台，各穿线孔、通风孔		1 次/年

		年度监测	同验收监测布点一致		竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	一般为一个月，最长不得超过三个月

12.3.4 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

12.3.5 辐射事故应急

公司需制定《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，应制订计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- （3）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，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和公安部门报告。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。加强管

理，杜绝辐射安全事故的发生。

本项目辐射事故应急预案每 3 年至少开展一次修订更新；出现以下情况及时修订：①项目工艺、防护设施发生重大变更；②相关法律法规、标准更新；③应急演练发现重大缺陷；④发生辐射事故后。公司每年至少组织 1 次辐射应急演练。

表13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

（1）项目概况

公司拟在现有 2 号楼一层 110 室新建原材料库、装配区、调试区、不合格产品区和成品仓库等，用于开展生产、销售和使用 II 类射线装置建设项目，最终形成年生产、销售和使用 40 台 II 类射线装置项目的规模。

（2）辐射安全和防护结论

①本项目生产的射线装置自带屏蔽结构，并具备门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮等多项辐射安全设施。

②所有放射性区域均实行分区管理，划定控制区和监督区。调试区拟用墙体围蔽，且设置门禁，密度保证任何人员无法进入，与周围非放射性生产区域进行物理隔离，形成独立区域；墙体外设置电离辐射警示标志，提醒无关人员请勿靠近，拟设置足够数量的摄像头进行监控。

③公司严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年）》从事销售经营活动，落实公司销售资格、销售产品的质量管理、销售中的安全管理、销售中的安装调试、技术培训和维修、销售台账管理多方面的要求。

（3）辐射安全管理结论

①公司拟成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②公司拟组织所有辐射工作人员参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

③公司拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期为 1 次/月，最长不超过 1 次/季），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的个人健康档案。同时，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；职业健康监护档案应长期保

存。

④公司应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目的污染因子为 X 射线、非放射性气体（臭氧和氮氧化物）及废 X 射线管、固体废物、废水、噪声。

（2）场所辐射水平预测结论

本项目射线装置在最大工况运行时，探伤铅房周围环境辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（3）人员受照剂量预测结论

经剂量估算，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（4）非辐射环境影响分析结论

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。

射线装置调试时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。本项目射线装置均在铅房顶部安装 2 个排风口进行排风，单个风机排风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，典型的探伤铅房净体积为 6m^3 ，每小时有效通风换气次数大于 3 次。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过调试区窗户无组织排放至室外，调试区窗户位于车间北侧，窗户外侧为绿化带，不属于人员活动密集区，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“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”的要求。维修产生的废 X 射线管属于危险废物，由射线管生产厂家回收处置。生活垃圾集中收集后交由环卫部门统一清运处置，生活污水依托厂区现有化粪池预处理满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准，其中氨氮、总磷达到《工业企业废水氮、磷污染物间接排放标准》（DB33/887-

2025)标准后纳入市政污水管网,送至嘉兴市联合污水处理厂处理达标后排入海内,尾水化学需氧量(COD_{Cr})、氨氮排放标准执行《城镇污水处理主要水污染物排放标准》(DB33/2169-2018)中表1现有城镇污水处理厂主要水污染物排放限值,其他主要指标执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级A标准。

13.1.3 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据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)》,本项目X射线实时成像检测系统属于核技术在工业领域内的运用,不属于限制类和淘汰类项目,工业CT的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第1条“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”,符合国家产业政策的要求。

(2) 实践正当性分析结论

公司生产、销售和使用II类射线装置建设项目,市场前景广阔,将会为公司带来良好的经济收益和显著的社会效益。本项目对射线装置的生产和调试将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施,对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此,在正确使用和管理射线装置的情况下,可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的经济收益与社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害,该技术应用实践具有正当性,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中“实践的正当性”原则。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区大桥镇亚中路308号,不新增土地。同时,本项目用地性质属于工业用地,周围无环境制约因素。本项目评价周围50m范围内无国家公园、自然保护区、风景名胜区及饮用水水源保护区等环境敏感区。经辐射环境影响预测,本项目运营过程中产生的电离辐射,经采取一定的辐射防护措施后对周围环境

与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对调试区内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

13.2.2 承诺

(1) 公司承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 建设项目竣工后，公司承诺按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评[2017]4号）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日

审批意见：	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日

