

报告编号：WKFHP-25009

核技术利用建设项目

浙江惠威探测科技有限公司
生产、使用、销售II类射线装置项目
环境影响报告表
(公示稿)

浙江惠威探测科技有限公司

2025 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江惠威探测科技有限公司
生产、使用、销售II类射线装置项目
环境影响报告表

建设单位名称：浙江惠威探测科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢
1-3 层

邮政编码： 联系人：

电子邮箱：/ 联系电话：

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质.....	7
表 4	射线装置.....	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6	评价依据	11
表 7	保护目标与评价标准.....	14
表 8	环境质量和辐射现状.....	19
表 9	项目工程分析与源项.....	19
表 10	辐射安全与防护.....	19
表 11	环境影响分析	36
表 12	辐射安全管理	46
表 13	结论与建议	52
表 14	审批.....	55

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江惠威探测科技有限公司生产、使用、销售II类射线装置项目				
建设单位		浙江惠威探测科技有限公司				
法人代表			联系人		联系电话	
注册地址		浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢 1-3 层				
项目建设地点		浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢一层西侧				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		300	项目环保投资 (万元)	120	投资比例（环保 投资/总投资）	40%
项目性质		■新建 □改建 □扩建 □其他			占地面积（m ² ）	120
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

浙江惠威探测科技有限公司（以下简称“公司”）创建于 2020 年 01 月，公司向杭州富春湾智能安防科技有限公司租赁浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢 1-3 层（租赁合同见附件 4）进行生产、使用、销售II类射线装置，租赁面积为 4508m²。公司主要业务为II类射线装置的生产和销售，公司主体工程《浙江惠威探测科技有限公司新建年产 400 套研发生产工业 RT 检测仪设备生产线项目》已进行赋码备案，本项目仅负责辐射环境影响评价。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

本项目主体工程为II类射线装置的生产和销售，生产工艺主要为射线装置的简单生产组装，在射线装置销售前和维修后还需要对射线装置进行调试，因此为满足工作需要，浙江惠威探测科技有限公司向杭州富春湾智能安防科技有限公司租赁浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢（租赁合同见附件 4）用于开展生产、销售II类射线装置项目。

对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类鼓励类中第十四项机械第一条科学仪器和工业仪表。因本项目的生产工序仅为简单生产组装，对照《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）

“三十七、仪器仪表制造业”大类，本项目主体工程不需要编制环境影响报告书或报告表。

由于本项目生产、使用Ⅱ类射线装置过程中，需对 X 射线探伤机进行技术参数测试，会产生辐射影响，故本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目-生产、销售和使用Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江惠威探测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辐射环境影响评价，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

1.1.3 项目建设内容与规模

本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢内，车间为双层建筑，一层层高为 5m，无地下室。公司于车间内生产、销售Ⅱ类射线装置，同时在车间西侧拟建 3 间测试间及配套暗室、危废暂存间等辅助用房，用于对自生产的Ⅱ类射线装置进行生产和维修后的调试。

射线装置参数详见表 1-1。

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	最大管电压	最大管电流	工作场所
便携式X射线机	Ⅱ	RD-1803	400套/a	180kV	3mA	测试间、客户 辐射工作场所
便携式X射线机	Ⅱ	RD-1803TH		180kV	3mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-T200		200kV	3mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-T200H		200kV	3mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-2805A		280kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-2805TH		280kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3005		300kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3005TH		300kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3505		350kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3505TH		350kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3605		360 kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-3605TH		360 kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-360LGD		360 kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-360LGP		360 kV	5mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-G300D		300kV	3mA	
便携式X射线机	Ⅱ	RD-G300H		300kV	3mA	
便携式X射线机	Ⅱ	DR系统		300kV	5mA	

1.2 相关规划符合性分析

1.2.1 与《杭州富春湾新城总体规划环境影响报告书》符合性分析

本工程位于杭州富春湾新城规划范围内，杭州富春湾新城管理委员会于 2019 年 11 月委托浙江省环境科技有限公司编制《杭州富春湾新城总体规划环境影响报告书》，于 2020 年 7 月通过环保审查（富环函[2020]17 号）。根据《杭州富春湾新城总体规划环境影响报告书》规划区域的生态空间清单、环境准入负面清单等 6 项规划环评结论清单进行符合性分析。

1、生态空间清单

本工程属于核技术利用建设项目，非工业类项目，符合国家、省和富春湾新城有关产业政策的要求。工程投运后，不产生废气，废水。因此，本工程建设富春湾新城符合生态空间清单。

2、污染物排放标准

噪声排放标准：工程施工期间，施工场界环境噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中昼间噪声排放限值≤70dB(A)，夜间≤55dB(A)。

废水排放标准：施工期间和运行期间产生的生活污水直接依托当地现有的污水处理系统处理。

固废控制标准：本工程施工期产生的废弃混凝土等建筑垃圾应遵循《杭州市工程渣土管理实施办法》进行处置。

3、污染物排放总量管控限值清单

工程投运后，无废水、废气产生，对周围环境的影响不大，不会降低区域环境质量现状，符合富春湾新城污染物排放总量管控限值。

4、行业准入标准

本项目为核技术利用建设项目，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中规定的淘汰、限制类产业，同时也不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局（2019）》中规定的淘汰、限制类产业。故本项目符合行业准入标准。

5、规划环评符合性结论

综上所述，本工程的实施符合《杭州富春湾新城总体规划环境影响报告书》生态空间清单、现有问题整改清单、污染物排放总量管控限值清单、规划方案优化调整建议清单、环境准入负面清单、环境标准清单等 6 项规划环评结论清单要求，符合规划环评的要求。

1.2.2 与《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》（杭环发[2024]49 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《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“富阳区富阳江南新城产业集聚重点管控单元（编号：ZH33011120016）”，属于重点管控单元（见附图8）。与富阳区“三区三线”图（见附图9）对比，此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，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

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入清单

根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“富阳区富阳江南新城产业集聚重点管控单元（编号：ZH33011120016）”，属于重点管控单元，该管控单元生态环境准入清单见表1-2。

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	根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。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、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	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	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。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。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。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。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目为核技术利用项目，不涉及污染物总量控制，产生的危险废物不外排，委托有资质单位定期处置。	符合
环境风险防控	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。	本项目落实防控措施，公司按规定编制环境突发事件应急预案，建立隐患排查整治监管机制。	符合

资源 开发 效率 要求	强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水标杆园区建设。	本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。	符合
----------------------	------------------------------	---	----

综上，本项目的建设能够符合杭州市生态环境分区管控动态更新方案的要求。

1.2.3 产业政策符合性分析

本项目属于国家发展改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。同时也不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局（2019）》中规定的淘汰、限制类产业，符合杭州产业政策的要求。

1.2.4 实践正当性分析

公司生产销售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。

1.3 项目选址及周边环境保护目标

1.3.1 公司地理位置

公司位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢。公司东侧为 B2 楼；南侧为第 5 幢；西侧为园区内道路；北侧为第 3 幢。B2 楼、第 3 幢和第 5 幢均为其他租赁企业。地理位置详见附图 1，周围环境情况见附图 2。

1.3.2 项目周边环境概况

本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢一层西侧，项目所属车间的建筑物为两层，上方为办公区（距测试间约 2m），无地下室。建设单位拟建 3 间测试间，测试间东侧为控制台，再东侧为柜机组装区、临时场地（距测试间约 10m）；南侧为园区道路（距测试间约 8m），隔路为第 5 幢（距测试间约 28m）；西侧为过道（距测试间约 1m）、暗室和危废暂存间（距测试间约 10m），再西侧为园区道路（距测试间约 15m）；北侧为园区道路（距测试间约 5m），隔路为第 3 幢（距测试间约 25m）。

1.3.3 环境保护目标

参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）评价范围的相关规定，本项目射线装置为II类射线装置，并且设置了专门的测

试间作为射线装置的实体屏蔽。因此，本次评价从偏安全的角度考虑，以测试间边界 50m 的区域作为评价范围，本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事探伤操作的辐射工作人员及公众成员，评价范围示意图见附图 2。

1.3.4 选址合理性分析

本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢一层西侧，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。项目测试间周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。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。

1.4 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，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	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	便携式 X 射线装置	II	400 套/a	RD-1803	180kV	3mA	生产、使用、销售	客户辐射工作场所、测试间	定向机
2	便携式 X 射线装置	II		RD-1803TH	180kV	3mA			周向机
3	便携式 X 射线装置	II		RD-T200	200kV	3mA			定向机
4	便携式 X 射线装置	II		RD-T200H	200kV	3mA			周向机
5	便携式 X 射线装置	II		RD-2805A	280kV	5mA			定向机
6	便携式 X 射线装置	II		RD-2805TH	280kV	5mA			周向机
7	便携式 X 射线装置	II		RD-3005	300kV	5mA			定向机
8	便携式 X 射线装置	II		RD-3005TH	300kV	5mA			周向机
9	便携式 X 射线装置	II		RD-3505	350kV	5mA			定向机
10	便携式 X 射线装置	II		RD-3505TH	350kV	5mA			周向机
11	便携式 X 射线装置	II		RD-3605	360 kV	5mA			定向机
12	便携式 X 射线装置	II		RD-3605TH	360 kV	5mA			周向机
13	便携式 X 射线装置	II		RD-360LGD	360 kV	5mA			定向机
14	便携式 X 射线装置	II		RD-360LGP	360 kV	5mA			周向机
15	便携式 X 射线装置	II		RD-G300D	360 kV	5mA			定向机
16	便携式 X 射线装置	II		RD-G300H	300kV	3mA			周向机
17	便携式 X 射线装置	II		DR 系统	300kV	5mA			定向机

(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。
废显（定）影液	液态	/	/	/	40kg	/	废显（定）影液、洗片废液密闭置于包装桶内，废胶片置于包装袋内，分类、分区存放在危废暂存库内	委托有资质的单位处理
洗片废液	液态	/	/	/	50kg	/		
废胶片	固态	/	/	/	20.6kg	/		

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)《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； (2)《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行； (3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020 年修订）》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行； (4)《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； (5)《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； (6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (7)《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； (8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (9)《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (10)《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； (11)《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； (12)《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； (13)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部 11 令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； (14)《国家危险废物名录（2025 年版）》，2024 年 11 月 26 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令 第 36 号公布，自 2025
------	--

	年 1 月 1 日起施行； （15）《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号公布，2022 年 1 月 1 日起施行； （16）《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 9 月 1 日印发； （17）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令，2024 年 2 月 1 日起施行； （18）《浙江省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 27 日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 71 号通过，2022 年 8 月 1 日起施行； （19）《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 3 月 29 日通过，2022 年 9 月 29 日修订通过，2023 年 1 月 1 日起施行； （20）《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （21）《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （22）《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 日起施行； （23）《杭州市生态环境局关于印发<杭州市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》，杭环办[2024]49 号，杭州市生态环境局，2024 年 7 月 10 日起实施。
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)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020); (10)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023), 2023年7月1日实施; (11)《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022), 2023年7月1日实施。
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

本项目是在固定有实体边界的测试间内使用II类射线装置，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）”。结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为测试间边界外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

场所位置	环境保护目标	方位	关注点名称	与测试间边界最近距离(m)	人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
测试间	辐射工作人员	东侧	控制台	紧邻	2	职业照射	5.0
	公众人员	东侧	柜机组装区、临时场地	10	约 20 人	公众照射	0.25
		南侧	园区道路	8	约 100 人/d		
			第 5 幢	28	约 50 人		
		西侧	过道	1	约 20 人		
			暗室、危废暂存间	10	约 2 人		
			园区道路	15	约 100 人/d		
		北侧	园区道路	5	约 100 人/d		
			第 3 幢	25	约 50 人		
		上方	办公区	2	约 20 人		

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；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

(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，具体见表 7-2。

表7-2 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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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

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顶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 ($\mu\text{Sv/h}$) 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 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工作场所剂量率控制水平：本项目测试间顶棚上方为车间二层办公区，故测试间四侧墙体、顶棚及防护铅门外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

③测试间内通风要求：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

公司位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢。公司东侧为 B2 楼；南侧为第 5 幢；西侧为园区内道路；北侧为第 3 幢。地理位置详见附图 1，周围环境情况见附图 2。

8.1.2 项目场所位置

本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢一层西侧，项目所属车间的建筑物为两层，上方为办公区（距测试间约 2m），无地下室。建设单位拟建 3 间测试间，测试间东侧为控制台，再东侧为柜机组装区、临时场地（距测试间约 10m）；南侧为园区道路（距测试间约 8m），隔路为第 5 幢（距测试间约 28m）；西侧为过道（距测试间约 1m）、暗室和危废暂存间（距测试间约 10m），再西侧为园区道路（距测试间约 15m）；北侧为园区道路（距测试间约 5m），隔路为第 3 幢（距测试间约 25m）。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.3 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，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。本项目受检场所 1 处，共布设 15 个监测点位，布点情况见图 8-1、图 8-2，监测报告及监测资质见附件 9。

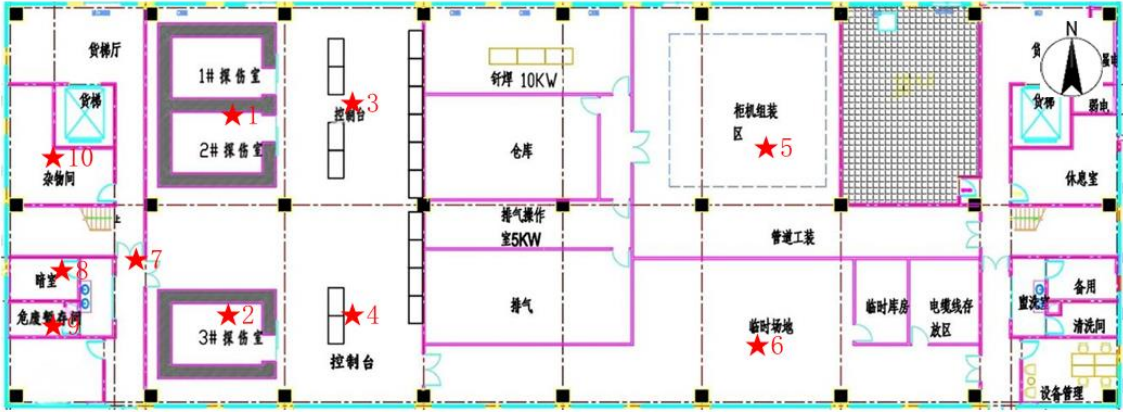


图 8-1 辐射工作场所辐射本底监测点位示意图



图 8-2 辐射工作场所辐射本底监测点位示意图

8.2.4 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 监测时间：2025 年 3 月 21 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：晴；室内温度：24℃，室外温度：26℃；相对湿度：40%。
- (7) 监测仪器：

表 8-1 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 (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定证书有效期	2025 年 2 月 28 日~2026 年 2 月 27 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

校准因子 C_f	1.06
探测限值	10nSv/h
注：检测期间使用外置探头	

8.2.5 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。

8.2.6 监测结果及评价

表 8-2 本项目测试间区域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#	拟建探伤室 1 和 2	120	2	室内
2#	拟建探伤室 3	124	4	室内
3#	拟建控制台 1 和 2	107	2	室内
4#	拟建控制台 3	105	2	室内
5#	柜机组装区	117	2	室内
6#	临时场地	115	2	室内
7#	过道	119	1	室内
8#	拟建暗室	117	2	室内
9#	拟建危废暂存间	120	2	室内
10#	杂物间	116	3	室内
11#	北侧园区道路	98	3	室外
12#	北侧 3 号楼	121	2	室内
13#	西侧园区道路	87	2	室外
14#	南侧园区道路	87	2	室外
15#	南侧 5 号楼	124	2	室内

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 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~10#、12#、15#点位取 0.8，11#、13#~14#点位取 1；
- 4、监测点位见图 8-1~图 8-2。

由表 8-2 可知：本项目探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围

83nGy/h~120nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 122nGy/h~128nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州市室内的 γ 辐射(空气吸收)剂量率范围为 56nGy/h~443nGy/h，杭州市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 28nGy/h~220nGy/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

9.1.1 建设阶段工艺流程

本项目拟在车间内新建 3 间测试间及配套用房，故本环评对建设阶段污染源强进行简要分析。

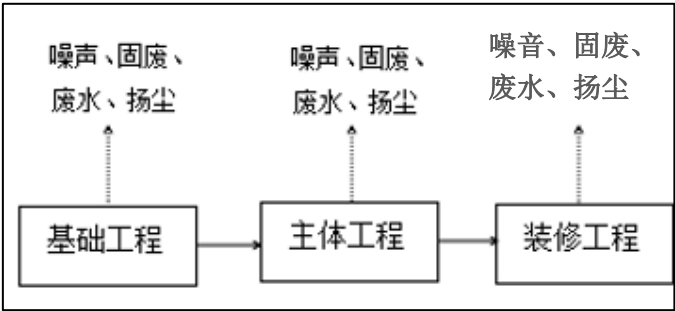


图 9-1 建设阶段工艺流程及污染物产生环节图

项目建设阶段产生的污染物主要包括：

（1）扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

（2）噪声

施工期噪声包括各类机械和运输车辆的噪声以及装修改造产生的噪声，由于施工范围小，工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。

（3）固体废物

施工中产生的废弃物（如废材料、建筑垃圾等）以及施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

（4）废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，依托企业现有的生活污水处理设施处理。

9.1.2 建设阶段污染源项

本项目建设阶段污染源项主要为扬尘、噪声、固废、废水。

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 探伤机的特点及作业方式

公司生产的射线装置主要由控制器、专用电缆、高压变压器、发生器外壳组成。

工业 X 射线探伤机，包括 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部结构进

行 X 射线摄影或断层检查的设备总称。公司生产的 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、自动化程度高等特点。



图 9-2 典型的 X 射线探伤外观示意图

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 射线管结构图见图 9-2。

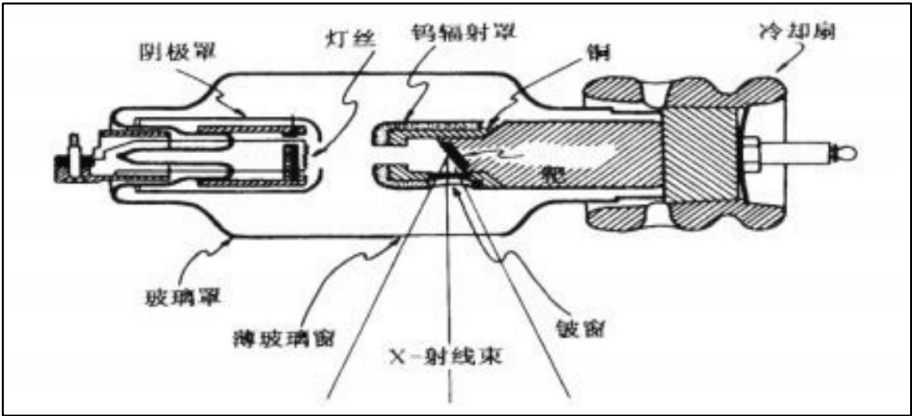


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 工艺流程及产污环节

(1) 生产流程

本项目主体生产工程工艺流程及产污环节见图 9-4，控制器、专用电缆、高压变压器、发生器外壳均外购。高压变压器、发生器外壳经烘干后，进行装配，再抽气烘干，与经模拟调试后的

控制器及专用电缆组装成成品设备，经测试后包装入库。根据建设单位提供的资料，主体生产工程不涉及电镀、喷漆等工艺，仅进行组装生产。

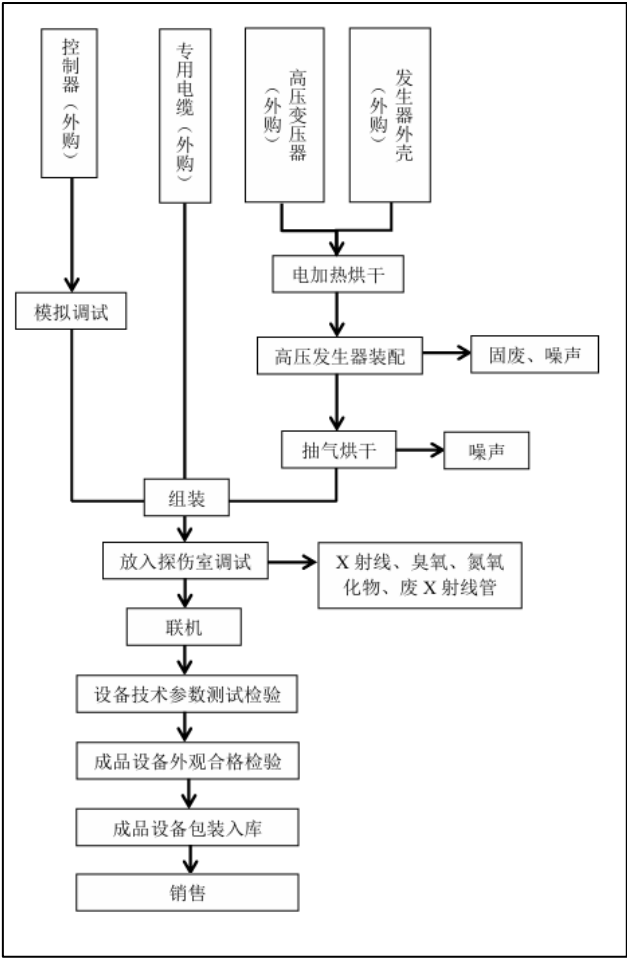


图 9-4 项目主体生产工艺流程及产污环节示意图

(2) 调试流程

将需要进行测试 X 射线探伤机的工件送入测试房内，设置适当位置，摆放好探伤机；进行测试前期准备，包括接电缆等；前期准备工作完成后，经检查无误，辐射工作人员撤离测试房进入控制台，并将防护铅门关闭；首先检测线包静态电流，然后输入高压，检测总电流、波形、mA 值并进行适当的调整，一切正常后，进行训机、老练；结束后，关闭电源；开启防护门，辐射工作人员移出探伤机，若要测试下一台探伤机，则可按上述方法进行下一次操作。调试工艺流程及产污环节见图 9-5。

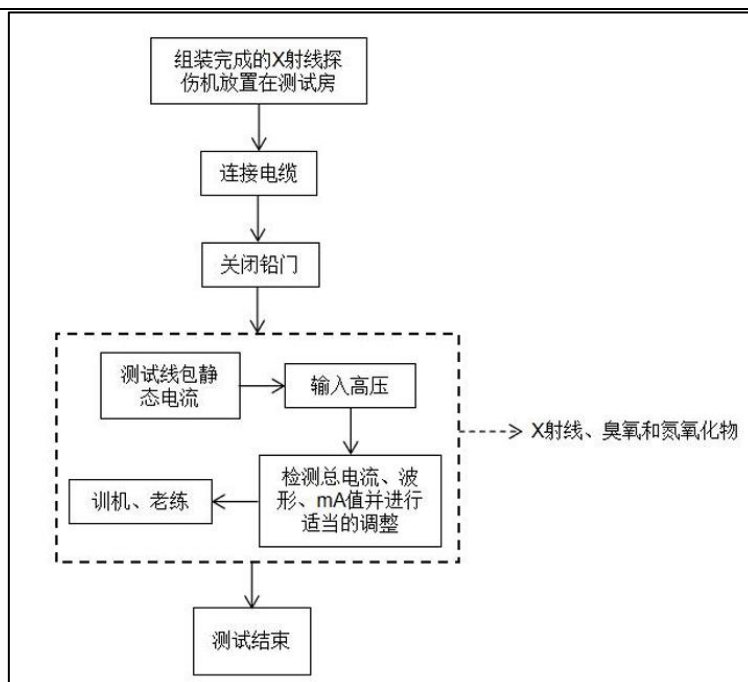


图 9-5 射线装置调试工艺流程及产污环节示意图

(3) 销售流程

若客户尚未获得环评批复文件则不予销售，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，公司在外购原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 and 人员造成外照射影响。

(4) 维修流程

客户涉及售后维修服务的，由公司辐射工作人员将射线装置带入测试间进行维修。本项目 X 射线探伤机维修流程及主要产污环节图见图 9-6。维修完成后，将射线装置和配件发往客户。

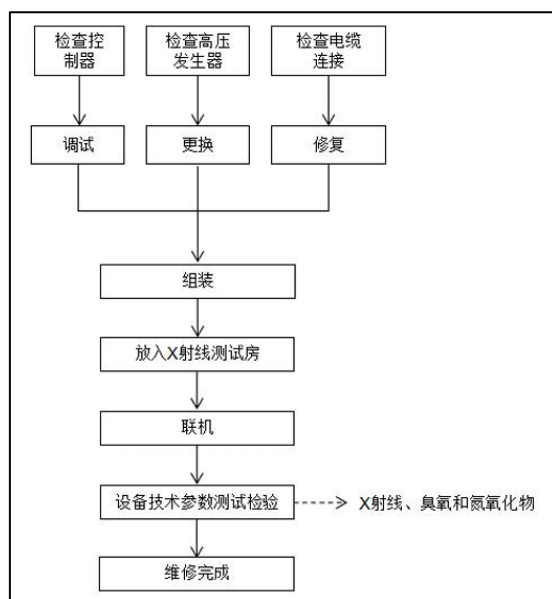


图 9-6 射线装置维修工艺流程及产污环节示意图

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 2 名，在测试间内进行射线装置的生产和维修后调试以及射线装置的销售。2 名辐射工作人员除本项目外不从事其他辐射类工作。本项目射线装置年产量共 400 台，出束调试一台设备平均需要 5min，而维修后调试时辐射工作人员受照时间据出售数量与维修数量而定，每台设备排除故障出束的时间 5min/台，每年维修射线装置约为 150 台。调试时使用射线阶梯试块，材质为碳钢和不锈钢，厚度为 10mm~60mm。

按照 2 名辐射工作人员每日都参与调试的工况计保守计算，年出束工况时间=调试出束时间+维修出束时间=5min/台×400 台+5min/台×150 台=45.8h/年。按照一年工作 50 周计算，折后每周出束时间约为 0.9h/周。

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，在开机调试期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

查 GBZ/T 250-2014 表 B.1, 150kV 管电压在 2mmAl 滤过条件下 X 射线输出量为 18.3mGy•m²/（mA•min），200kV 管电压在 2mmAl 滤过条件下 X 射线输出量为 28.7mGy•m²/（mA•min），250kV 管电压在 0.5mmGu 滤过条件下 X 射线输出量为 16.5mGy•m²/（mA•min），300kV 管电压在 3mmAl 滤过条件下 X 射线输出量为 20.9mGy•m²/（mA•min），400kV 管电压在 3mmCu 滤过条件下 X 射线输出量为 23.5mGy•m²/（mA•min），内插得 180kV 管电压时 X 射线输出量为 24.5mGy•m²/（mA•min），280kV 管电压时 X 射线输出量为 19.1mGy•m²/（mA•min），350kV 管电压时 X 射线输出量为 22.2mGy•m²/（mA•min），360kV 管电压时 X 射线输出量为 22.5mGy•m²/（mA•min）。

项目 X 射线探伤机源项分析汇总表见表 9-3。

表 9-3 项目 X 射线探伤机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 (距辐射源点 1m 处输出量)	漏射线源项 (辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率)	数据来源
1	RD-1803	测试间	180kV/3mA	24.5mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h	主射线或散射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 中表 B.1; 漏射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1。
2	RD-1803TH		180kV/3mA	24.5mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h	
3	RD-T200		200kV/3mA	28.7mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h	
4	RD-T200H		200kV/3mA	28.7mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h	
5	RD-2805A		280kV/5mA	19.1mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
6	RD-2805TH		280kV/5mA	19.1mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
7	RD-3005		300kV/5mA	20.9mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
8	RD-3005TH		300kV/5mA	20.9mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
9	RD-3505		350kV/5mA	22.2mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
10	RD-3505TH		350kV/5mA	22.2mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
11	RD-3605		360kV/5mA	22.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
12	RD-3605TH		360kV/5mA	22.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
13	RD-360LGD		360kV/5mA	22.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
14	RD-360LGP		360kV/5mA	22.5 mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
15	RD-G300D		300kV/3mA	20.9mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
16	RD-G300H		300kV/3mA	20.9mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	
17	DR 系统		300kV/5mA	20.9mGy·m ² / (mA·min)	5000μSv/h	

(2) 臭氧和氮氧化物

射线装置调试时产生射线, 会造成测试间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。

(3) 废显(定)影液、洗片废液与废胶片

调试作业完成后, 需对拍摄的底片进行显(定)影, 在此过程产生的一定数量的废显(定)影液与废胶片, 属于《国家危险废物名录(2025 年版)》中感光材料废物, 危废代码为 HW16: 900-019-16, 并无放射性。根据建设单位提供的资料, 射线装置拍片量每年不超过 2000 张, 洗

片采用洗片机进行洗片。按洗 100 张片用 2L 显（定）影液，冲洗用水约 2.5L，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 40L（密度按 1g/cm³ 计算，约 0.04t），冲洗废水约 50L（密度按 1g/cm³ 计算，约 0.05t）；每年产生废胶片约 60 张（废片率按 3%计算。一张废胶片 10g，共约 0.6kg），该部分危险废物定期委托有资质单位处置，完好的胶片由公司定期建档备查（存档过期后的胶片作为危险废物委托有资质单位处置，按存档 3 年，第 4 年开始，每年 2000 张，则废胶片约 20kg）。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-4。

表 9-4 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	0.04	胶片冲洗	液态	卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤洗片作业	T	贮存：废显（定）影液、洗片废液密闭置于包装桶内，废胶片置于包装袋内，分类、分区存放在 3 号测试间西侧危废暂存库内 处置：委托有资质单位处置
2	洗片废液	HW16	900-019-16	0.05	胶片冲洗	液态				T	
3	废胶片	HW16	900-019-16	0.0206	阅片	固态			每次探伤，存档期满	T	

（4）废射线管

本项目调试后废射线管处理时，应将射线装置阴极射线管进行拆卸并破碎处理，同时将射线装置主机的电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，并报颁发辐射安全许可证的环境保护部门核销。

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 射线球管出束时人员误入受到意外照射；
- ②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，导致检测人员误照射。

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

本项目辐射工作场所均位于生产厂区内，由测试间、控制台和暗室组成，危险废物暂存间位于 3 号测试间西侧，各功能设施完善。

本项目测试间净面积约为 15.4m²，内尺寸为 4.4m（长）×3.5m（宽）×2.5m（高）。测试间东侧设有一扇工件门（电动单开平移门），门洞的尺寸为 1.5m（宽）×2m（高），门体的尺寸为 2.2m（宽）×2.4m（高），射线阶梯试块尺寸为 1m×0.5m 满足要求，工件门敷设 40mm 铅板，门与墙体左、右各搭接 350mm，上、下各搭接 200mm。X 射线定向探伤机运行时有用线束朝向测试间北侧，X 射线周向探伤机运行时有用线束朝向测试间南、北两侧、顶棚与地坪，故控制台可避开有用线束直射，控制台与测试间分开。如图 11-1 和图 11-3，在测试间内画出探伤机作业范围，通过严格控制探伤机作业范围，控制台可避开有用线束直射。测试间西侧防护墙设有一个通风管道，尺寸为 Φ500mm，U 型穿墙管道。测试间东侧下方设有电缆管道铺设 Φ120mm，U 型穿墙管道。

因此，本项目测试间布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款要求，合理可行。

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。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将测试间（测试间墙壁围成的内部区域）划为控制区，在测试间防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；将测试间四周墙体外 1m 区域及控制台划为监督区，墙外 1m 处划黄色警戒线，禁止无关人员靠近。分区管理见附图 5。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目 3 间测试间设计图见附图 5，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 拟建混凝土结构测试间屏蔽情况一览表

项目		设计情况
测试间	外尺寸	面积: 30m ² , 尺寸为 6m (长) × 5.1m (宽) × 3.15m (高)
	内尺寸	面积: 15.4m ² , 尺寸为 4.4m (长) × 3.5m (宽) × 2.5m (高)
四侧防护墙		800mm 混凝土
顶棚		650mm 混凝土
工件门 (设于南墙上)		电动单开平移门, 门洞的尺寸为 1.5m (宽) × 2m (高), 门的尺寸为 2.2m (宽) × 2.4m (高), 工件门敷设 40mm 铅板 (门与墙体左、右各搭接 350mm, 上、下各搭接 200mm)
穿墙管道 (U 型管)		控制线缆 Φ120mm, 为地下 U 型 (地坪以下 600mm), 位于测试间东侧, 通向评片室后再接至控制台
通风管道 (U 型管)		Φ500mm, 地下 U 型 (地坪以下 1500mm), 位于测试间西侧, 风机设计风量 120m ³ /h, 排风通向测试间外, 排风口不位于人群密集处
注: 混凝土密度不低于 2.35g/cm ³ , 铅的密度不低于 11.3g/cm ³ 。		

根据表 11 的理论计算本项目测试间设计符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 测试间四侧墙体、顶棚及防护铅门外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 以及辐射管理的相关制度, 本项目测试间投入使用前, 拟具备以下辐射安全和防护措施:

10.1.4.1 射线装置固有安全属性

表 10-2 探伤装置固有安全属性基本要求

装置名称	设备技术要求	
射线装置	X 射线管头组装体	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《工业探伤放射防护标准》(GB Z117-2022) 5.1.1 款表 1 的要求, 在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。
	控制台	a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。 b) 应设置紧急停机开关。

10.1.4.2 测试间辐射安全与防护措施

调试工作场所拟设置辐射安全与防护措施如下:

(1) 测试间控制台位于测试间东侧, 已避开有用线束直射的方向且与测试间分开设置。测试间的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素, 满足使用射线装置屏蔽要求。

(2) 调试工作场所拟按 GB 18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 测试间工件防护门拟设置门-机联锁装置, 在防护门关闭后才能进行调试作业。门-机联锁装置的设置应方便测试间内部的人员在紧急情况下离开测试间。在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 应能立刻停止出束。测试间内设置紧急开关, 当人员被误关在测试间时, 可使用

紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。

(4) 测试间防护门门口设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与每台射线装置联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保测试间内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，在醒目位置张贴对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 测试间防护门外安装 1 个监控装置，测试间内安装有 1 个监控装置，监控显示屏设置在控制台，辐射工作人员在控制台可全程、无死角监控测试间内设备运行情况及人员活动情况。

(6) 测试间防护门上设置有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(7) 测试间内四侧墙体各设置有 1 个紧急停机按钮，同时操作台设置 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，每个按钮处设有标签，标明使用方法。

(8) 测试间内拟设置 1 套固定式剂量率报警装置，监测探头设置在测试间内，显示屏设置在控制台，可实时显示测试间内实时剂量率，并与防护门联锁。

(9) 测试间设置有风机机械通风装置，位于测试间西侧。

(10) 测试间内设置固定支架，以确保定向探伤机出束方向固定向北。同时制定探伤机使用管理制度，明确探伤机使用区域及主射方向，加强人员培训。

(11) 各项辐射环境管理规章制度张贴于控制室墙壁等处。

(12) 调试场所拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配个人剂量计，并定期委托资质单位进行监测。

(13) 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。

测试间辐射安全和防护设施布置方案见附图 8。

10.1.4.3 安全操作放射防护措施

1、生产、调试阶段安全操作要求

(1) 辐射工作人员应对供应商送来的零部件以及外购件进行常规检验，合格后进行组装。

(2) 射线装置首次通电调试时，辐射工作人员应按要求做好以下工作：

①佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

②辐射工作人员必须对测试间进行周围环境的辐射监测，建立监测档案。

③在进行安全性能、门机联锁等技术指标测试时，辐射工作人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，打开辐射机房的任意屏蔽门，测试射线装置内部的射线源能否立即断电并停止

照射，关上屏蔽门后不能自动开始出束。同时门机联锁等功能是否正常运行，并建立检查记录档案如实记录。不得在未检查安全联锁装置或安全联锁装置失效的情况下继续进行射线装置性能调试。

（3）每一次进行射线装置调试前，辐射工作人员都要确认测试间内无其他人员驻留，辐射监测仪表状态正常，并确认测试间屏蔽门关闭到位，所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始调试工作。

（4）每次调试工作完成后，辐射工作人员应确认关闭射线装置电源，关闭测试间屏蔽门并做安全调试记录。

2、销售阶段安全操作要求

公司将射线装置销售给已进行环境影响评价并持有辐射安全许可证的单位，未防范事故发生，公司必须严格按照销售流程开展工程，确定购买方资质齐全后，方可安排射线装置的出货。

3、维修阶段安全操作要求

客户在使用射线装置发生故障时，公司将在测试间内进行维修：

①维修时，辐射工作人员必须全程佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

②射线源无法正常出束时，辐射工作人员应先进行故障排查（软件故障、管线故障），若为软件故障则进行软件重置，完成维修；若为管线故障，则在确认射线装置电源关闭的状态下进行维修。

③若为射线源故障，联系生产厂家更换射线源，然后在测试间进行调试，确认正常后，完成维修。

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表 10-3。

表 10-3 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量
1	个人剂量计	2 枚
2	个人剂量报警仪	2 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台

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

（1）非放射性废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排风系统（风机设计风量 120m³/h，每小时通风换气 3 次），少量臭氧和氮氧化物通过通风管道排至测试间外，不位于人群密集处，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（2）废显（定）影液、洗片废液与废胶片

公司年拍片量约 2000 张，产生一定量的废显（定）影液、洗片废液及废胶片，属于危险废物，建设单位将废显（定）影液、洗片废液桶装和废胶片装袋收集后存放在危废暂存间，并由专人保管，公司定期委托有资质单位处理处置，建立相关台账。

本项目危废暂存间，占地面积约为 10m²，拟建于 3 号测试间西侧，该场所建设应按《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求建设，需满足“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求，由专人管理。危废暂存库门上设有显著的危废标识，地面需作水泥硬化并防渗防腐处理。本项目废（显）定影液年产生量为 0.04t，洗片废液年产生量为 0.05t，废胶片年产生量为 0.0206t，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，危废暂存场所贮存能力能够满足本项目危废贮存的容积要求，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，见表 10-4。

表 10-4 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	废显（定）影液	HW16	900-019-16	3 号测试间西侧	约 10m²	专用防渗容器	0.5t	一年
2		洗片废液	HW16	900-019-16					一年
3		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		一年

公司应注重对危险废物暂存场所的日常管理，具体要求如下：

- ①危废暂存间必须派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。
- ②危废暂存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物。
- ③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理。
- ④危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重

设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。

⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

⑥危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。

⑦危废暂存间管理人员须作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称；每转移一车次同类危险废物，应当填写、运行一份危险废物转移联单，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

⑧危废暂存间管理人员必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

根据生态环境部环办固体[2021]20号“关于印发《“十四五”全国危险废物规范化环境管理评估工作方案》的通知”，对危险废物规范化环境管理补充要求如下：

①建立涵盖全过程的责任制度，负责人明确，各项责任分解清晰；负责人熟悉危险废物环境管理相关法规、制度、标准、规范；制定防治工业固体废物污染环境的措施，并得以落实；

②执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息；

③制定危险废物管理计划；内容齐全，危险废物的产生环节、种类、危害特性、产生量、利用处置方式描述清晰；

④通过国家危险废物信息管理系统报所在地生态环境主管部门备案；内容发生变更时及时变更相关备案内容；

⑤按照实际转移的危险废物，如实填写、运行危险废物转移联单；

⑥制定意外事故应急预案（综合性应急预案有危险废物相关篇章或有危险废物专门应急预案），并按照预案要求定期组织环境应急演练。

（3）废射线管处理

根据《国家危险废物名录（2025年版）》，废射线管中的阴极射线管属于中的危险废物，废物类别为：HW49（其他废物），废物代码为：900-044-49。按照《浙江省辐射环境管理办法》要求：本项目废射线管处理时，应将射线装置阴极射线管进行拆卸并破碎处理，同时将射线装置主机的电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，并报颁发辐射安全许可证的环境保护部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目进行测试间基建，无大型土建施工，施工工程量较小，施工期较短，本次评价仅作简要分析。

（1）扬尘：由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

（2）噪声：施工期间会有噪声产生，但由于施工量较小，对周围环境影响较小。

（3）废水：施工人员生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网，不得随意排放。

（4）固体废物：施工期间会产生少量以建筑垃圾为主的固体废物，建设单位应妥善收集后集中处理，施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线测试间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。

本项目在测试间进行射线装置的调试，各射线装置参数与出束方向见表 11-1。测试间内每次仅开启 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

规格型号	最大管电压	最大管电流	有用线束朝向
RD-1803	180kV	3mA	定点朝向北侧/南侧
RD-1803TH	180kV	3mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-T200	200kV	3mA	定点朝向北侧/南侧
RD-T200H	200kV	3mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-2805A	280kV	5mA	定点朝向北侧/南侧
RD-2805TH	280kV	5mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-3005	300kV	5mA	定点朝向北侧/南侧
RD-3005TH	300kV	5mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-3505	350kV	5mA	定点朝向北侧/南侧
RD-3505TH	350kV	5mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-3605	360 kV	5mA	定点朝向北侧/南侧
RD-3605TH	360 kV	5mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-360LGD	360 kV	5mA	定点朝向北侧/南侧

RD-360LGP	360 kV	5mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
RD-G300D	300kV	3mA	定点朝向北侧/南侧
RD-G300H	300kV	3mA	垂直周向，朝向北侧、南侧、顶棚、地面
DR系统	300kV	5mA	朝向北侧/南侧

由于射线装置在测试间内调试位置一致，故按型号 RD-3605TH，最大管电压 360kV、最大管电流 5mA 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，射线装置（以最大额定工况运行时）进行辐射影响预测，预测点位图见图 11-1 和图 11-2。由于测试间正下方为土层，无地下室，故不作特殊防护。本项目顶棚上方为车间二层，测试间顶棚与车间二层的距离不足两米，故不考虑天空反散射对周围环境的影响。

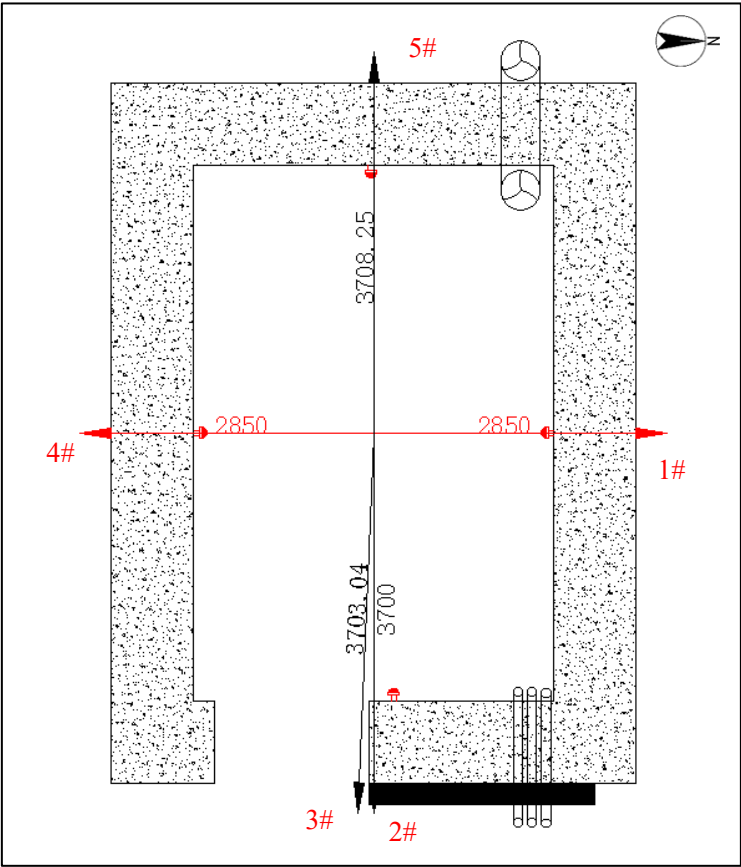


图 11-1 本项目测试间预测点位平面示意图（单位：mm）

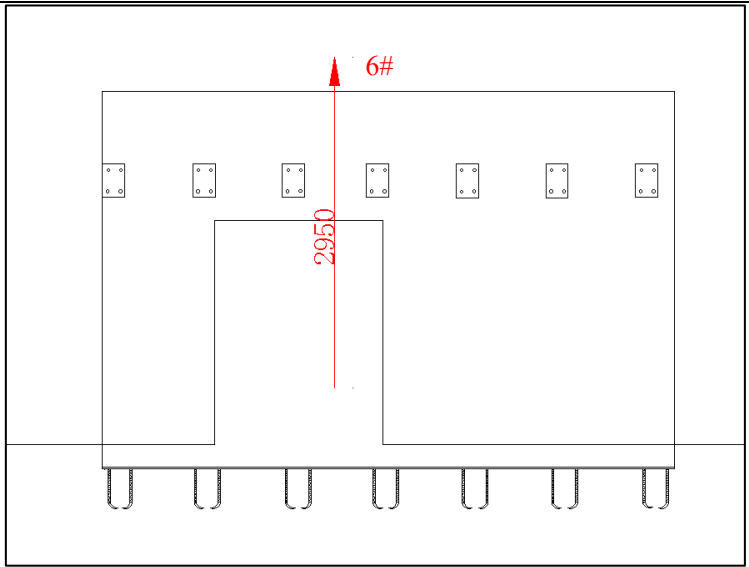


图 11-2 本项目测试间预测点位剖面示意图（单位：mm）

表 11-2 本项目测试间关注点位一览表

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#北侧屏蔽体外 30cm 处	2.85	/	有用线束
2#东侧屏蔽体外 30cm 处	3.70	3.60	泄漏辐射、散射辐射
3#防护门外 30cm 处	3.70	3.60	泄漏辐射、散射辐射
4#南侧屏蔽体外 30cm 处	2.85	/	有用线束
5#西侧屏蔽体外 30cm 处	3.71	3.61	泄漏辐射、散射辐射
6#顶棚屏蔽体外 30cm 处	2.95	/	有用线束

注：

①测试间正下方为土层，无地下室，不做特殊防护，故辐射环境影响分析未对地坪外 30cm 处设关注点预测。

②R（四面墙体）=探伤机辐射源点与墙体外侧最近距离+0.3m；R（顶棚）=探伤机辐射源点与顶棚外侧最近距离+0.3m；结果保留一位小数。

③R_s（四面墙体）=散射体与墙体外侧最近距离+0.3m。

1.2.1 计算公式选取

1、有用线束

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：

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

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 5mA；

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 ($1\text{Gy}=1\text{Sv}$)；本项目最大管电压为 350kV，保守按 400kV 进行计算。查 GBZ/T 250-2014 表 B.1，400kV 管电压在 3mmCu 滤过条件下 X 射线输出量为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $H_0=1.41\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子；查 GBZ/T 250-2014 图 B.2，当管电压为 400kV 时，外延得 800mm 混凝土的透射因子为 $1.7\text{E}-08$ ，外延得 650mm 混凝土的透射因子为 $9.7\text{E}-07$ ；

R ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

2、泄漏辐射和散射辐射

①泄漏辐射屏蔽

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：

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

式中：

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 B.2 的相应值，确定泄漏辐射的 TVL，当管电压为 400kV 时，相应的 TVL 值为：混凝土 100mm、铅 8.2mm。

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

R ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

$\dot{H}_L$ ——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 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

②散射辐射屏蔽

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 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按照式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

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 5mA；

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

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 400kV 时，X 射线 90° 散射辐射最高能量为 250kV。查附录 B 表 B.2 的相应值，此时对应的什值层厚度 TVL 为：混凝土 90mm、铅 2.9mm。

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；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——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 350kV，属于 200kV~400kV。因此 $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ 取值为 50；

11.2.2 预测结果

根据公式(11-1)~(11-4),代入相关参数,本项目测试间运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-3。

表 11-3 射线装置运行时测试间各关注点位辐射剂量率预测结果一览表

有用线束辐射剂量率预测结果						
关注点位	屏蔽材料	I (mA)	H ₀ (μSv·m ² / (mA·h))	B	R (m)	Ḣ (μSv/h)
1#北侧屏蔽 体外 30cm 处	800mm 混凝土	5	1.41E+06	1.70E-08	2.85	1.48E-02
4#南侧屏蔽 体外 30cm 处					2.85	1.48E-02
6#顶棚屏蔽 体外 30cm 处	650mm 混凝土			9.70E-07	2.95	7.86E-01
泄漏辐射剂量率预测结果						
关注点位	屏蔽材料	TVL	B	Ḣ _L (μSv/h)	R (m)	Ḣ (μSv/h)
2#东侧屏蔽 体外 30cm 处	800mm 混凝土	100	1.00E-08	5000	3.70	3.65E-06
3#防护门外 30cm 处	40mm 铅板	7	1.32E-05		3.70	4.84E-03
5#西侧屏蔽 体外 30cm 处	800mm 混凝土	100	1.00E-08		3.71	3.63E-06
散射辐射剂量率预测结果						

关注点位	屏蔽材料	TVL	B	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	R_s (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
2#东侧屏蔽体外 30cm 处	800mm 混凝土	90	1.29E-09	50	3.60	1.40E-05
3#防护门外 30cm 处	40mm 铅板	2.9	1.61E-14		3.60	1.75E-10
5#西侧屏蔽体外 30cm 处	800mm 混凝土	90	1.29E-09		3.61	1.40E-05

表 11-4 测试间各关注点位辐射剂量率预测结果汇总表

关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
1#北侧屏蔽体外 30cm 处	1.48E-02	/	/	1.48E-02	2.5	达标
2#东侧屏蔽体外 30cm 处	/	3.65E-06	1.40E-05	1.77E-05		达标
3#防护门外 30cm 处	/	4.84E-03	1.75E-10	4.84E-03		达标
4#南侧屏蔽体外 30cm 处	1.48E-02	/	/	1.48E-02		达标
5#西侧屏蔽体外 30cm 处	/	3.63E-06	1.40E-05	1.76E-05		达标
6#顶棚屏蔽体外 30cm 处	7.86E-01	/	/	7.86E-01		达标

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，测试间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。

11.2.3 测试间局部贯穿辐射影响分析

本项目测试间控制线缆和通风管道处均以地下 U 型穿越墙体。控制线缆及通风管道均有效避开了探伤装置有用线束的方向故本次评价仅考虑管道出口处的散射辐射影响。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测试间墙外，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。因此，本项目电缆、通风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.3 人员受照剂量

11.3.1 计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：

H——年受照剂量，mSv/a；

H——关注点周围辐射剂当量率，μSv/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 11-5 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 辐射工作人员年有效剂量

根据 11.2 对场所辐射水平的预测与曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了开展设备调试过程中工作人员的年有效剂量与周有效剂量，详情见表 11-6。

表 11-6 本项目探伤辐射工作人员年有效剂量

关注点	居留因子	周围剂量当量率（μSv/h）	年照射时间（h）	年有效剂量（mSv/a）	周照射时间（h）	周有效剂量（μSv/周）
控制台	1	4.84E-03	45.8	2.22E-04	0.9	4.36E-03

本项目运行后，辐射工作人员的受照剂量均满足 GBZ 117-2022 中“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”的要求；满足辐射工作人员的年剂量约束值（职业人员≤5mSv/a）的要求；满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员“剂量限值”（职业人员≤20mSv/a）的要求。

11.3.3 公众成员年有效剂量

结合本项目测试间评价范围 50m 内的环境保护目标分布情况，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，本项目测试间运行时周围公众及评价范围内其他代表性的环境保护目标年有效剂量与周有效剂量估算结果见表 11-7。

表 11-7 本项目固定式探伤公众成员年有效剂量估算

关注点	居留因子	关注点辐射剂量率取值（μSv/h） ^①	关注点与源点距离（m） ^②	保护目标与源点距离（m） ^③	保护目标处周围剂量当量率（μSv/h） ^④	年照射时间（h）	年有效剂量（mSv/a）	周照射时间（h）	周有效剂量（μSv/周）
-----	------	--------------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------------	----------	--------------	----------	--------------

柜机 组装 区、 临时 场地	1	4.84E-03	3.70	10+3.70	3.53E-04	45.8	1.62E-05	0.9	3.18E-04
南侧 园区 道路	1/8	1.48E-02	2.85	8+2.85	1.02E-03		5.85E-06		1.15E-04
第 5 幢	1	1.48E-02	2.85	28+2.85	1.26E-04		5.79E-06		1.14E-04
过道	1/2	1.76E-05	3.71	1+3.71	1.09E-05		2.50E-07		4.91E-06
暗 室、 危废 暂存 间	1/2	1.76E-05	3.71	10+3.71	1.29E-06		2.95E-08		5.80E-07
西侧 园区 道路	1/8	1.76E-05	3.71	15+3.71	6.92E-07		3.96E-09		7.79E-08
北侧 园区 道路	1/8	1.48E-02	2.85	5+2.85	1.95E-03		1.12E-05		2.19E-04
第 3 幢	1	1.48E-02	2.85	25+2.85	1.55E-04		7.10E-06		1.39E-04
二层 办公 区	1	7.86E-01	2.95	1.8+2.95	3.03E-01		1.39E-02		2.73E-01

注：

- ①根据表 11-5 中对应关注点取值；
- ②根据表 11-2 中保守取值；
- ③根据表 7-1 中对应距离保守取值；
- ④利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率，即④=①×②²/③²。

综上所述，本项目运行后，公众人员的受照剂量均满足 GBZ 117-2022 中“关注点的周围剂量当量参考控制水平，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周”的要求；满足公众成员的年剂量约束值（公众成员≤0.25mSv/a）的要求；满足 GB 18871-2002 中规定的公众成员“剂量限值”（公众成员≤1.0mSv/a）的要求。

11.4 非放射性污染环境的影响分析

11.4.1 臭氧和氮氧化物

射线装置调试时产生射线，会造成测试间内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。

测试间内设机械排风系统，测试间风机风量 120m³/h，测试间总容积约为 38.5m³，则可估算出每小时通风换气不低于 3 次，则测试间均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭氧在短时间内会

自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

11.4.2 废显（定）影液、废胶片及洗片废液

调试完成后产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液，必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。危险废物暂存间的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求，做好“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”工作。同时，公司应建立危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

11.4.3 废射线管

本项目调试完后的废射线管处理时，应将废射线管阴极射线管进行拆卸并破碎处理，同时将射线装置主机的电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，并报颁发辐射安全许可证的环境保护部门核销。

11.5 事故影响分析

11.5.1 事故风险分析

公司生产的 X 射线探伤机属于 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 射线探伤机在调试的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到测试间外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、探伤期间，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。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》。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

11.5.2 事故防范措施

1、事故风险防范措施

（1）公司拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪、2 支个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报

警；

(2) 新建测试间的防护门应与射线装置设置门-机联锁装置，当防护门没有关闭到位时，X射线机无法启动产生X射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。测试间内设置紧急开关，当人员被误关在测试间时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。控制台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。测试间防护门上方设置指示灯和声音提醒装置，可以避免检测装置工作时其他人员误入测试间而发生事故；

(3) 定期对测试间的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

2、事故应急措施

对于工业X射线探伤机发生事故处理应采取的措施：

(1) 当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

(2) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(3) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

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，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）个人剂量检测

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，个人剂量档案应当终生保存。

（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 2 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，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。

建设单位拟组织 2 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》，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、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：

辐射安全和防护保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线数字成像检测系统的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

射线装置安全操作规程：明确辐射工作人员资质条件要求、射线装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确射线装置探伤时的操作步骤，明确每次射线装置探伤工

作前，操作人员应检查射线装置的安全联锁、报警设备和指示灯等的性能，确保辐射安全措施的有效性。

辐射工作人员岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

射线装置使用登记和台账管理制度：应记载 X 射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度，制定 X 射线装置的使用登记制度。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

人员管理制度：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测制度：购置辐射监测仪器等设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测方式有公司自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：根据《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 号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，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。

自行检查和年度评估制度：定期对探伤设备的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，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。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当

包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案长期保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。公司应在工作场所醒目位置张贴《操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》等制度，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

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，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 2 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计，工作场所配置 1 台便携式 X- γ 剂量率仪。

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，个人剂量档案应当长期保存。

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测试间周围环境进行监测，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年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；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。

②日常自我监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期建议每季度 1 次。

③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 12-1 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	年度监测	测试间四侧墙体、顶棚及防护铅门外 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
		自主监测			1 次/季度
		验收监测			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。“三同时”验收一览表见表 12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	设专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
工作场所机房屏蔽防护设计	测试间的屏蔽防护设计详见本报告表 10-1。	测试间周围满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。
工作场所辐射防护措施	辐射工作场所的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1.4。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。
人员配备	本项目 2 名新增辐射工作人员均应参加辐射防护培训，取得成绩合格单，方可上岗。	满足《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）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过三个月，并建立个人剂量监测档案。2 名辐射工作人员配置个人剂量报警仪。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。

	本项目 2 名辐射工作人员拟进行岗前、在岗或离岗职业健康检查, 拟建立个人健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
辐射安全管理制度	建设单位制定一系列辐射安全管理制度, 内容包括辐射防护与安全保卫制度、自行检查和年度评估制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案、辐射安全档案管理制度、安全操作规程等辐射管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求, 使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等, 并有完善的辐射事故应急方案。

12.4 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, 应制定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。

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 本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢内，车间为双层建筑，一层层高为 5m，无地下室。公司于车间西侧拟建 3 间测试间及配套暗室、危废暂存间等辅助用房，用于对自生产的II类射线装置进行生产和维修后的调试。 (2) 项目布局及分区 根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将测试间（测试间墙壁围成的内部区域）划为控制区，在测试间防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；将测试间四周墙体外 1m 区域及控制台划为监督区，墙外 1m 处划黄色警戒线，禁止无关人员靠近，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定。 (3) 辐射安全防护措施结论 本项目探伤工作场所由测试间和控制台组成。测试间四侧墙体为混凝土结构。测试间防护门上方设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与射线装置联锁；防护门上有电离辐射警告标识，采用电动移门，并设置门-机联锁；测试间内及操作台设置紧急停机按钮，测试间内设置 1 套固定式剂量率报警装置等；本项目拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪、2 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。在落实以上辐射安全措施后，在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。 (4) 辐射安全管理结论 建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。 建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训并参加 X 射线探伤类别考核，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）辐射剂量率影响预测结论

本项目射线装置在最大工况运行时，测试间四侧及顶棚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。

（2）个人剂量影响预测结论

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 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（3）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。

本项目 X 射线固定调试作业开展时，测试间内设有机机械通风系统，该部分废气通过通风管道排至测试间外，对环境影响较小。探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，定期委托有资质的单位收集处置。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。同时也不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局（2019）》中规定的淘汰、限制类产业，符合杭州产业政策的要求。

（2）实践正当性分析结论

公司生产销售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。

(3) 选址合理性分析

本项目位于浙江省杭州市富阳区大源镇阳平山路 255 号第 4 幢一层西侧,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。项目测试间周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。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 and 运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对探伤工作场所内人员进出的管理,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》(国环规环评[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