

编号：BG-ZFFB26220010

核技术利用建设项目

浙江派铂宇航技术有限公司
X 射线探伤机及探伤室建设项目
环境影响报告表
(公示稿)

浙江派铂宇航技术有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江派铂宇航技术有限公司 X 射线探伤机及探伤室建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：浙江派铂宇航技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省湖州市吴兴区高新区外溪路 266 号主楼 1 幢 877 室

邮政编码：313000

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.....	8
表 3 非密封放射性物质.....	8
表 4 射线装置.....	9
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.....	22
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	30
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理.....	46
表 13 结论与建议.....	51

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江派铂宇航技术有限公司 X 射线探伤机及探伤室建设项目				
建设单位		浙江派铂宇航技术有限公司				
法人代表		■	联系人	■	联系电话	■
注册地址		浙江省湖州市吴兴区高新区外溪路 266 号主楼 1 幢 877 室				
项目建设地点		浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号 浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		150	项目环保投资 (万元)	50	投资比例(环保 投资/总投资)	33.3%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m²)	/
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 项目概况

1.1.1 建设单位简介

浙江派铂宇航技术有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2025 年，注册资本 1000 万元，核心团队平均 20 年以上航空航天管路制造业经验，由中航工业前研究院院长、国务院津贴专家、技术骨干、管理骨干、国际一流院校人才、商业航天管路工艺领头人、顶级焊接和无损检测专家共同组成；依托于团队在航空航天管路领域的丰富设计、制造、测试和交付经验，致力于成为世界领先的航空航天管路系统提供方。公司主导产品为航天与航空管路，主要应用于商业航天和国际民航，属于制造强国战略十大重点产业领域-航空航天装备，也是工业六基中的基础零部件。

1.1.2 建设目的和任务由来

浙江派铂宇航技术有限公司拟投资 7651 万元，租赁湖州吴兴吴盛商业运营管理股份有限公司已建 1#车间（共 1 层）和办公楼 1~2 层（共 4 层），采用国内先进技术和工艺，购置数控弯管机、液压数控两轴卷圆机、超薄壁智能数控弯管机等设备，形成年产 3 万套航天管路管道的生产能力。浙江派铂宇航技术有限公司年产 3 万件航空航天管路管道项目已于 2026 年 4 月 22 日取得环保手续，编号：湖吴环改备（2026）12 号。目前该项目正在建设中。

本项目为年产 3 万件航空航天管路管道项目的配套辐射环评项目，建设单位拟在 1#车间内建设 1 间探伤室，采用铅+钢或混凝土进行屏蔽防护，并新增 1 台 X 射线探伤机，固定在探伤室内使用。本项目新增 X 射线探伤机型号为 μ GemX-150 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 150kV，最大管电流 2mA，属于 II 类射线装置。

对照《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目 X 射线探伤机属于工业用 X 射线探伤装置，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此，浙江派铂宇航技术有限公司委托中辐环境科技有限公司开展“浙江派铂宇航技术有限公司 X 射线探伤机及探伤室建设项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作。在接受委托后，环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等规定要求编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

建设单位拟在 1#车间（地上 1 层，无地下层）内新建 1 间探伤室，尺寸为长 10m $\times$ 宽 3m $\times$ 高 3m，占地面积约为 30m²；探伤室东南西北四侧及顶棚均采用铅+钢进行屏蔽防护，地坪为混凝土；探伤室顶棚为无人到达平台，无地下层。拟建 1 间配套控制室位于探伤室北侧，占地面积约为 9m²，控制室南侧和探伤室共用墙体，东西北三侧和顶棚采用防火棉岩夹芯板，地坪为车间硬化地面。

拟新增 1 台 X 射线探伤机，固定在新建探伤室内使用；新增探伤机型号为 μ GemX-150 型定向 X 射线探伤机，设有配套平板探测器进行实时成像；X 射线探伤机最大管电

压为 150kV，最大管电流 2mA，为II类射线装置；出束方向竖直向下。

本项目探伤工件主要为不锈钢管，直径 40mm~500mm，壁厚 1mm-2.5mm，长度<10m，被检工件示意图见图 1-1。

探伤室平面布置图见附图 4，平面及剖面设计图见附图 5。本项目 X 射线探伤机主要技术参数信息见表 1-1。



图 1-1 被检工件示意图

表 1-1 本项目射线装置一览表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束照射 方向	工作场所位置
X 射线探 伤机	μGemX-150	II类	1 台	150	2	定向出束 竖直向下	1#车间 新建探伤室

1.1.4 劳动定员及工作负荷

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，每名辐射工作人员日工作 8h，年工作 50 周，每周工作 5 天，年工作 250 天。

据建设单位提供的资料，本项目待检工件为建设单位生产的不锈钢管，需要辐射工作人员进入探伤室内对被检工件进行摆放，并对 X 射线探伤机位置进行调整。本项目 X 射线探伤机一次出束时间约为 5min，每天最多检测 60 个工件焊缝，则本项目 X 射线探伤机日曝光工作时间最长为 5h（60 个/天×5min/次=5h），周曝光工作时间为 25h，年曝光工作时间为 1250h。

根据《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），在落实本项目辐射工作人员后，建设单位应尽快组织本项目辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训，并取得考核合格成绩报告单后方可上岗。建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

本项目位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司，东侧为浙江德尔法电梯有限公司车间，南侧为湖州中小微企业智能制造产业园二期，西侧为浙江绿道科技股份有限公司办公楼和集成电路装备创新孵化基地，北侧为环渚路。

项目地理位置见附图 1，周边环境关系见附图 2。

1.2.2 项目周边环境关系

本项目拟在浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间（地上 1 层，无地下层）内新建 1 间探伤室。

1#车间东侧紧邻道路（距离探伤室最近距离约 24m），隔路为浙江德尔法电梯有限公司车间（距离探伤室最近距离约 41m）；南侧紧邻道路（距离探伤室最近距离约 54m）；西侧紧邻道路（距离探伤室最近距离约 22m），隔路为集成电路装备创新孵化基地（距离探伤室最近距离约 30m）；西北侧为浙江绿道科技股份有限公司办公楼（距离探伤室最近距离约 46m）；北侧紧邻道路（距离探伤室最近距离约 20m），隔路为变电间（距离探伤室最近距离约 28m）和办公楼（距离探伤室最近距离约 40m）。

拟建探伤室位于 1#车间内偏北侧，探伤室东侧 1m 处为焊接区域，13m 处为隧道管生产区、自动焊接区和铝焊房；东南侧 14m 处为钳工区、弯管区和下料区；南侧 2m 处为检验区，33m 处为库房和吹除区；西南侧 25m 处为验收区；西侧 11m 处为清洗线和纯水机区域；西北侧 12m 处为打磨区、供气站和空压机房，17m 处为现场办公区域；北侧紧邻控制室，9m 处为预留阀门生产区；东北侧 18m 处为卫生间。

因此，本项目 50m 评价范围内主要为浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间、办公楼、道路、东侧浙江德尔法电梯有限公司车间、西侧集成电路装备创新孵化基地和西北侧浙江绿道科技股份有限公司办公楼。项目周边环境关系图见附图 2，本项目所在 1#车间平面布置图见附图 3。

1.2.3 选址合理性分析

本项目拟建探伤室位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间内，利用现有场地，不新增用地，且项目所在位置用地性质为工业用地。本项目为建设单位《年产 3 万件航空航天管路管道项目》配套无损检测，其选址符合建设单位现有生产线工艺流程便利性，且选址避开车间内人员常驻留区域；本项目评价范围

内主要为浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间、办公楼、道路、东侧浙江德尔法电梯有限公司车间、西侧集成电路装备创新孵化基地和西北侧浙江绿道科技股份有限公司办公楼，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校等环境敏感目标，周围无环境制约因素。项目运营过程产生的电离辐射，经采取辐射防护措施后对周围环境与人员的辐射影响是满足标准要求的，因此本项目选址是可行的。

1.3 产业政策符合性

本项目为核技术利用项目，拟新增使用 1 台 X 射线探伤机；根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不在限制类和淘汰类目录范围内，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

1.4 实践正当性分析

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属或其他材料内部可能产生的缺陷，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的；且使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.5 《吴兴区生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《关于印发<吴兴区生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（吴环发〔2024〕7 号），要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”约束，现分析如下：

1、生态保护红线

本项目拟建探伤室位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间，所在位置属于“湖州市吴兴区高新区产业集聚重点管控单元”（ZH33050220005），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。本项目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，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范

围。在落实本报告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

本项目水、电等公共资源由市政供水管网和电网供应，项目所在厂区用地为工业用地；且整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此本项目符合资源利用上限的要求。

4、生态环境准入清单

项目拟建探伤室位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间，根据《关于印发<吴兴区生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（吴环发〔2024〕7 号），本项目位于“湖州市吴兴区高新区产业集聚重点管控单元”（ZH33050220005）内；本项目属于核技术利用项目，不涉及空间布局约束条件中禁止的项目，且不属于高污染、高能耗工业，满足管控措施，不在环境功能区负面清单内，本项目满足生态环境准入清单的要求。

本项目与吴兴区生态环境管控单元准入清单符合性分析详见表 1-2。

表 1-2 本项目与吴兴区生态环境管控单元准入清单符合性分析表

生态环境准入清单		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，除从管控单元周边迁入的三类企业之外，严格控制新建其他三类重污染企业数量和排污总量。单元内距太湖岸线 5000 米范围内，禁止设置剧毒物质、危险化学品的贮存、输送设施和废物回收场、垃圾场，已设置的，相关责任政府应当责令拆除或者关闭。加强“两高”项目源头防控。综合条件较好的重点行业率先开展节能降碳技术改造。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。土壤污染重点监管单位新（改、扩）建项目用地应当符合国家或地方有关建设用地土壤风险管控标准。以循环经济和绿色制造为重点，构建区域发展低碳转型发展细胞。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目属于核技术利用项目，不属于三类工业项目，且不涉及剧毒物质和危险化学品；项目评价范围内无居住区；不涉及土壤污染。	符合
污染物排放管控	实施污染物总量控制制度，严格执行地区削减目标。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。推进工业集聚区“零直排区”建设，所有企业实现雨污分流，现有工业集聚区内工业企业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。对于污染物超标排放或者污染物排放总量超过规定限额的污染严重企业，以及生产中使用或排放有毒有害物质的企业必须进行清洁生产审核；对于存在较多废气排放的重点企业须安装在线监测设备，控制废气排放总量。	本项目为核技术利用项目，不属于新建二类、三类工业项目，主要影响因子为电离辐射，不涉及污染物排放总量。企业排水采用清污分流、雨污分流，本项目生活污水经化粪池收集后达标后排入市政污水管网。不涉及污染物排放	符合

		总量或超标排放。	
环境 风险 防控	严格控制石油加工、化学原料和化学制品制造、医药制造、化学纤维制造、有色金属冶炼、纺织印染等项目环境风险。重点管控新污染物环境风险。定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境与健康风险，落实防控措施。强化工业集聚区应急预案和风险防控体系建设，防范重点企业环境风险。	本项目为核技术利用项目，不属于上述项目。建设单位拟制定辐射事故应急预案。	符合
资源 开发 效率 要求	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、节水标杆园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目运营过程中主要消耗一定量的电能，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备。	符合

综上所述，本项目不涉及生态保护红线，不触及环境质量底线和资源利用上线，符合吴兴区生态环境分区管控动态更新方案的要求。

1.6 原有核技术利用项目情况

建设单位暂无核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 （kV）	最大管电流 （mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	μGemX-150	150	2	工业探伤	1#车间 1 层 新建探伤室	新增

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压（kV）	最大靶电 流（μA）	中子强 度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	通过机械通风装置排入大气环境	排入大气后可自然分解

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过; 2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 自 2015 年 1 月 1 日起施行修订版; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 自 2003 年 9 月 1 日起施行; 2016 年 7 月 2 日第一次修正; 2018 年 12 月 29 日第二次修正), 自 2018 年 12 月 29 日起施行修正版; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 自 2003 年 10 月 1 日起施行; (4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令 253 号发布施行; 2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订), 自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版; (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令 449 号公布, 2014 年 7 月 29 日经中华人民共和国国务院令 653 号修订, 2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令 709 号修订), 自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版; (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 3 号修正, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 47 号修正, 2019 年 7 月 11 日经生态环境部令 7 号修改, 2020 年 12 月 25 日经生态环境部令 20 号修改), 自 2021 年 1 月 4 日起施行修改版; (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部令 18 号), 自 2011 年 5 月 1 日起施行; (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号), 自 2017 年 12 月 5 日起施行; (9) 《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 16 号, 2021 年), 自 2021 年 1 月 1 日起施行;
------	--

	(10) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号公布), 自 2024 年 2 月 1 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), 自 2020 年 1 月 1 日起施行; (12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号), 自 2017 年 11 月 20 日起施行; (13) 《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), 自 2006 年 9 月 26 日起施行; (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, 根据 2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令第 321 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省林地管理办法〉等 9 件规章的决定》第一次修正, 根据 2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令第 364 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》第二次修正, 根据 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等 9 件规章的决定》第三次修正); (15) 《浙江省辐射环境管理办法》(2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令第 289 号公布, 2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令第 388 号修订), 自 2021 年 2 月 1 日起施行; (16) 《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), 自 2025 年 2 月 2 日起实施; (17) 《浙江省生态环境保护条例》(浙江省第十三届人民代表大会公告 2022 年第 71 号), 自 2022 年 8 月 1 日起施行; (18) 《关于印发<吴兴区生态环境分区管控动态更新方案>的通知》(吴环发〔2024〕7 号), 自 2024 年 6 月 20 日起施行。
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016); (2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016); (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);

	(4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) ; (5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ; (6) 《电离辐射监测质量保证通用要求》 (GB8999-2021) ; (7) 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022) ; (8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单; (9) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) ; (10) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》 (GB 22448-2008) 。 (11) 《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) 。
其他	(1) 环境影响评价委托书; (2) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》; (3) 建设单位提供的其它相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用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》（HJ10.1-2016）中规定的“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，确定以新建探伤室实体边界 50m 范围内作为本项目的评价范围。本项目评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

根据附图 2 和附图 3 可知，本项目 50m 评价范围内主要为浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间、办公楼、道路、东侧浙江德尔法电梯有限公司车间、西侧集成电路装备创新孵化基地和西北侧浙江绿道科技股份有限公司办公楼；环境保护目标为从事本项目辐射活动的职业人员及评价范围内活动的公众人员，如表 7-1 所示。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标		方位	与探伤室距离 m		规模	年剂量约束值 mSv
			水平	垂直		
1#车间内	控制室辐射工作人员	北侧	紧邻	/	2 人	职业人员 5.0 公众 0.25
	焊接区域其他工作人员	东侧	1	/	4 人	
	隧道管生产区、自动焊接区和铝焊房其他工作人员	东侧	13	/	4 人	
	钳工区、弯管区和下料区其他工作人员	东南侧	14	/	2 人	
	检验区其他工作人员	南侧	2	/	4 人	
	库房和吹除区其他工作人员	南侧	33	/	2 人	
	验收区其他工作人员	西南侧	25	/	4 人	
	清洗线和纯水机区域其他工作人员	西侧	11	/	2 人	
	打磨区、供气站和空压机房其他工作人员	西北侧	12	/	2 人	
	现场办公区域其他工作人员	西北侧	17	/	10 人	
	预留阀门生产区其他工作人员	北侧	9	/	4 人	
卫生间公众	东北侧	18	/	流动人员		
1#车间外	东侧道路公众	东侧	24	/	流动人员	
	浙江德尔法电梯有限公司车间公众	东侧	41	/	约 100 人	
	西侧道路公众	西侧	22	/	流动人员	
	集成电路装备创新孵化基地公众	西侧	30	/	约 200 人	
	浙江绿道科技股份有限公司办公楼公众	西北侧	46	/	(目前废弃)	
	北侧道路公众	北侧	20	/	流动人员	
	办公楼其他工作人员和公众	北侧	40	/	约 30 人	

注：北侧变电间无人员居留，因此不作为本项目保护目标。

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值 and 剂量约束值

(1) 剂量限值及剂量约束值

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。

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

附录 B

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。

本项目取其四分之一，即不超过 **5mSv** 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值。

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。

本项目取其四分之一，即不超过 **0.25mSv** 作为公众的年有效剂量约束值。

(2) 辐射分区

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 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。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室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。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并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。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行； γ 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 14058 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后, 应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.3 探伤室放射防护检测

8.3.1 检测条件

检测条件应符合如下要求:

a) X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置, 如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态; 主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行, 副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

8.3.2 辐射水平巡测

探伤室的放射防护检测, 特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测, 用便携式 X- γ 剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平, 以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意:

a) 巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定, 并关注天空反散射对周围的剂量影响;

b) 无固定照射方向的探伤室在有用线束照射四面屏蔽墙时, 应巡测墙上不同位置及门、门四周的辐射水平; 探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能, 应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。

c) 设有窗户的探伤室, 应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。

8.3.3 辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点:

a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置;

b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处, 门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点;

c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处, 每个墙面至少测 3 个点;

d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层(方)外 30cm 处, 至少包括主射束到达范围的 5 个检测点;

e) 人员经常活动的位置;

f) 每次探伤结束后, 检测探伤室的入口, 以确保探伤机已经停止工作。

8.3.4 检测周期

探伤室建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。当 γ 射线探伤放射源的活度增加时，或者 X 射线探伤机额定电压增大时，应重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

8.3.5 结果评价

探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c ，如下：

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

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

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

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

式中：

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

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

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

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

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

值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物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 3.1.2 a)的条件外,应考虑下列情况:

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

2)对不需要人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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,不需要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。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室,可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外,控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中,应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时,按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间,常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司，东侧为浙江德尔法电梯有限公司车间，南侧为湖州中小微企业智能制造产业园二期，西侧为浙江绿道科技股份有限公司办公楼和集成电路装备创新孵化基地，北侧为环渚路。项目地理位置见附图 1，周边环境关系见附图 2。

本项目拟在浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间（地上 1 层，无地下层）内新建 1 间探伤室。

8.2 环境电离辐射现状

根据《浙江省生态环境状况公报（2024 年）》，全省环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。环境 γ 辐射剂量率处于当地天然本底涨落范围内。空气中天然放射性核素活度浓度处于本底水平，人工放射性核素活度浓度未见异常。钱塘江、曹娥江、甬江、椒江、瓯江、飞云江、鳌江、苕溪八大水系以及京杭运河、西湖和新安江水库中天然放射性核素活度浓度处于本底水平，人工放射性核素活度浓度未见异常。地下水天然放射性核素浓度处于本底水平，总 α 、总 β 活度浓度符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）的Ⅲ类水质标准。城市集中式饮用水水源地水中总 α 、总 β 活度浓度处于本底水平。近岸海域海水、海底沉积物和海洋生物中人工放射性核素活度浓度未见异常，海水中铯-90 和铯-137 等人工放射性核素活度浓度远低于《海水水质标准》（GB 3097-1997）。土壤中天然放射性核素活度浓度处于本底水平，人工放射性核素活度浓度未见异常。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

拟建探伤室区域及周围辐射环境本底水平。

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测方案

- （1）监测单位：浙江首信检测有限公司
- （2）监测日期：2026 年 4 月 27 日
- （3）监测方式：现场监测
- （4）监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度：23℃，湿度：61%，晴
- (8) 监测设备

表 8-1 X、γ 剂量当量率仪参数

主要检测仪器设备
仪器名称：X-γ 便携式辐射检测仪 仪器型号：AT1123 生产厂家：ATOMTEX 仪器编号：55442 测量范围：脉冲辐射 0.1μSv/h-10Sv/h 检定/校准单位：上海市计量测试技术研究院有限公司华东国家计量测试中心 检定/校准证书：2026H21-20-6317362001 检定/校准日期：2026 年 01 月 15 日~2027 年 01 月 14 日

8.2.4 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各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。

8.3 监测点位及结果

根据项目的平面布置及项目情况布设监测点。本项目辐射环境现状监测点位图见图 8-1，监测结果详见表 8-2。

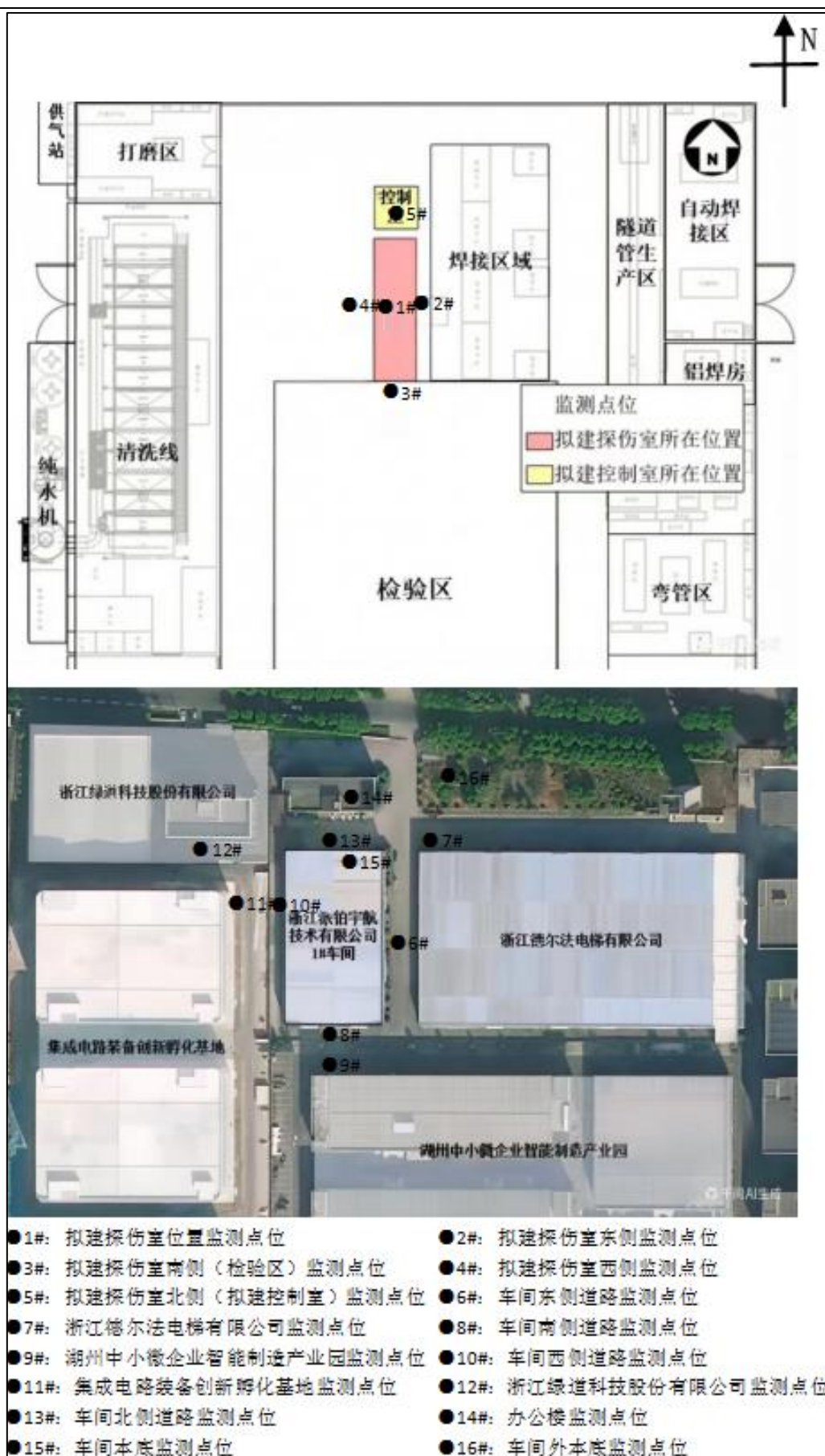


表 8-2 本项目拟建探伤室位置及周边 X- γ 辐射环境现状监测结果一览表

编号	监测点位	点位描述	平均值+标准偏差 ($\mu\text{Sv/h} \pm S$)
1#	拟建探伤室位置	探伤室中心	0.094 $\pm$ 0.004
2#	拟建探伤室东侧	探伤室东侧	0.096 $\pm$ 0.001
3#	拟建探伤室南侧（检验区）	探伤室南侧	0.079 $\pm$ 0.002
4#	拟建探伤室西侧	探伤室西侧	0.087 $\pm$ 0.001
5#	拟建探伤室北侧（拟建控制室）	控制室	0.111 $\pm$ 0.003
6#	1#车间东侧道路	车间东侧	0.097 $\pm$ 0.001
7#	浙江德尔法电梯有限公司	东侧厂房西北角	0.122 $\pm$ 0.001
8#	1#车间南侧道路	车间南侧	0.108 $\pm$ 0.003
9#	湖州中小微企业智能制造产业园	产业园北侧围墙边	0.130 $\pm$ 0.003
10#	1#车间西侧道路	车间西侧	0.117 $\pm$ 0.003
11#	集成电路装备创新孵化基地	基地东侧围墙边	0.126 $\pm$ 0.004
12#	浙江绿道科技股份有限公司	公司东侧围墙	0.130 $\pm$ 0.003
13#	1#车间北侧道路	车间北侧	0.122 $\pm$ 0.004
14#	办公楼	办公楼南侧	0.169 $\pm$ 0.003
15#	车间本底	车间北侧出入口	0.102 $\pm$ 0.01
16#	车间外本底	厂区北侧绿化带	0.095 $\pm$ 0.003

8.4 对环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目拟建探伤室位置及周边室内 γ 辐射剂量率范围为 0.079~0.169 $\mu\text{Gy/h}$ ，即 $7.9 \times 10^{-8} \sim 16.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，拟建探伤室位置周边室外 γ 辐射剂量率范围为 0.095~0.130 $\mu\text{Gy/h}$ ，即 $9.5 \times 10^{-8} \sim 13.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知湖州地区室内 γ 辐射剂量率在 $4.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 17.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间；道路 γ 辐射剂量率在 $1.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 13.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间。可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

本项目 X 射线探伤机采用实时成像的方式，由 X 射线发生器、控制器、连接电缆、探测器、实时成像系统及附件组成，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。本项目 X 射线探伤机外型见图 9-1。



图 9-1 本项目 X 射线探伤机外型图

9.1.2 工作原理及工作方式

（1）工作原理

本项目 X 射线探伤机运用计算机实时成像原理。由 X 射线机产生的 X 射线对生产的工件进行照射，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，即转换为可见图像，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。

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为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管基本结构如图 9-2 所示。

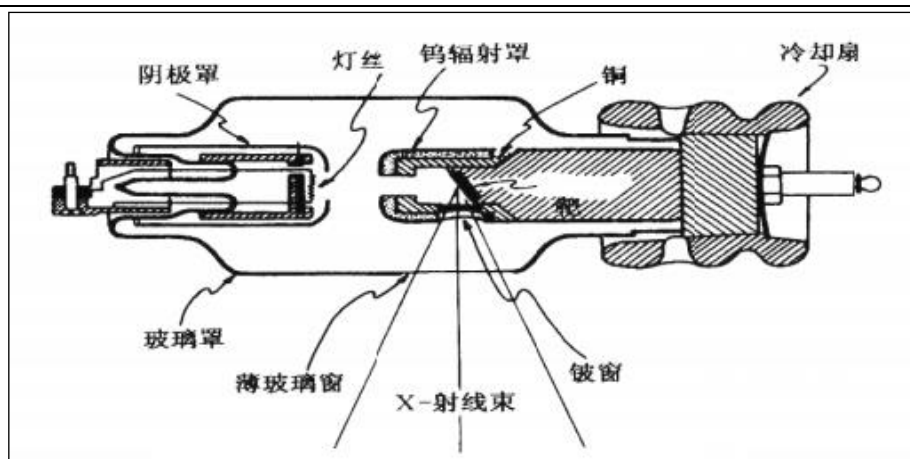


图 9-2 X 射线管基本结构图

(2) 工作方式

由于本项目被检工件尺寸及弯折形状不定，因此被检工件需由辐射工作人员运至探伤室内；本项目探伤室长度 10m，当被检工件尺寸最长为 10m 时，需按斜对角将被检工件完整放入探伤室，不得在防护门未关闭情况下开启 X 射线探伤机探伤；本项目探伤机固定在探伤室内使用，由辐射工作人员摆放探伤机位置，且出束方向固定竖直向下；任何情况下不得改变探伤机出束方向，不得将探伤机移出探伤室外使用；辐射工作人员在操作台根据工件的直径调节探伤机到被检工件的焦距，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，开启 X 射线探伤机进行扫描。X 射线管开启后，探伤室内和防护门外指示灯亮，并发出警报声。扫描完成后，指示灯熄灭；关闭 X 射线探伤机，打开防护门，辐射工作人员进入探伤室将被检工件转移出送出探伤室。

9.1.3 技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射束
X 射线探伤机	μGemX-150	II类	1 台	150	2	定向出束 竖直向下

表 9-2 本项目探伤工件主要参数

探伤工件	壁厚	规格	长度
不锈钢管件	1mm-2.5mm	直径 40mm~500mm	不超过 10m

9.1.4 工作流程及产物分析

①进行 X 射线探伤前，被检工件由辐射工作人员通过防护门运至探伤室内，并摆放好位置；当被检工件尺寸最长为 10m 时，需按斜对角将被检工件完整放入探伤室；

②辐射工作人员根据被检工件需探伤位置固定 X 射线探伤机，并确认探伤机出束方向竖直向下后，退出探伤室，关闭探伤室防护门；不得在防护门未关闭情况下开启 X 射线探伤机探伤；任何情况下不得改变探伤机出束方向，不得将探伤机移出探伤室外使用；

③辐射工作人员在操作台根据工件的直径大小调节探伤机距离被检工件的焦距；根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等；

④调整好相关参数后，辐射工作人员开启 X 射线探伤机出束进行探伤；X 射线出束时探伤室内和防护门外指示灯亮，并发出警报声。

⑤探测器按照程序设定参数开始实时成像，辐射工作人员在操作台屏幕上观察探伤情况。检测完成后，X 射线停止出束，辐射工作人员打开探伤室防护门并取出被检工件，完成一轮探伤。

⑥检测全部完成后，关闭操作台电脑、探伤室防护门和总电源。

本项目工作流程及产污环节分析图如图 9-3 所示。

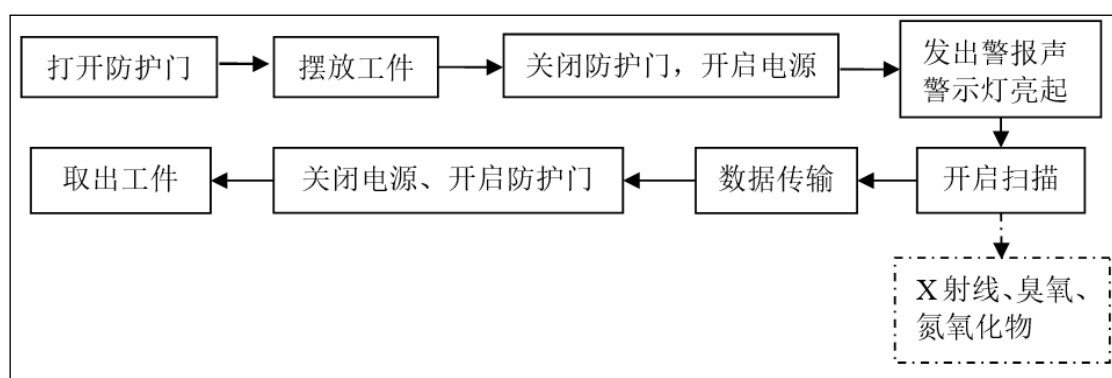


图 9-3 本项目工作流程及产污环节分析图

由图 9-3 可知，本项目 X 射线探伤机运营中产生的主要污染物为扫描工作过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。

本项目 X 射线探伤机采用实时成像检测、数字化存储的方式，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

9.1.5 人员配置及工作负荷

据建设单位提供的资料，本项目待检工件为建设单位生产的不锈钢管，需要辐射工作人员进入探伤室内对被检工件进行摆放，并对 X 射线探伤机位置进行调整。本项目 X 射线探伤机一次出束时间约为 5min，每天最多检测 60 个工件焊缝，则本项目 X 射线探伤机日曝光工作时间最长为 5h（60 个/天×5min/次=5h），周曝光工作时间为 25h，

年曝光工作时间为 1250h。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

本项目新增的 X 射线探伤机采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

(1) X 射线

本项目新增的 X 射线探伤机为Ⅱ类射线装置，由工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤机在出束状态下，X 射线会与空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

(3) 废水

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水；本项目辐射工作人员为 2 人，生活用水按每人每天 100L 计，则生活用水量 0.2m³/d，50m³/a，污水排放量按用水量的 0.8 计，则生活污水排放量为 0.16m³/d，40m³/a。

(4) 固体废物

本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾；本项目辐射工作人员为 2 人，生活垃圾每天产生量约 0.5kg/人，则生活垃圾产生量为 1kg/d，0.25t/a。

9.2.2 非正常工况

根据本项目 X 射线探伤机的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

(1) 安全联锁装置发生故障，探伤室防护门未关闭时，辐射工作人员启动 X 射线探伤机进行探伤工作，造成人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，X 射线探伤机工作时，人员打开探伤室防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

(3) 辐射工作人员还未撤离探伤室，外面人员启动探伤机进行探伤，造成误照射。

非正常工况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

本项目新建探伤室位于浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间(地上 1 层,无地下层),控制室位于探伤室北侧。探伤室所在 1#车间平面布局图见附图 3。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

探伤室				
方位	东侧	南侧	西侧	北侧
场所	焊接区域	检验区	清洗线	控制室

本项目拟建探伤室位于 1#车间,探伤室内探伤机主束方向竖直向下,控制室紧邻探伤室北侧,避开了有用线束照射的方向;本项目探伤室所在位置既促进各个工艺的衔接,满足安全生产的需要,又避开了车间内部人群较多的办公场所,减少对周围人员的辐射影响。X 射线探伤机工作过程中产生的 X 射线经探伤室屏蔽防护和距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言,该项目的平面布置是合理可行的。

10.1.2 两区划分

为加强射线装置所在区域的管理,限制无关人员受到不必要的照射,划定辐射控制区和监督区。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对防护安全的要求:应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB18871 的要求。

本项目将探伤室内部划分为控制区,控制区要设置电离辐射警告标志,X 射线探伤机出束时,任何人员不得停留/进入控制区。本项目将探伤室东、南、西三侧墙体外 1m 处及控制室围成的矩形区域划分为监督区,在监督区入口设立电离辐射警告标志或监督区边界地面划警示线表明监督区边界,无关人员不得进入监督区。本项目辐射工作场所的分区管理划分见图 10-1 与表 10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所两区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
探伤室	探伤室内部	探伤室东、南、西三侧墙体外 1m 处及控制室围成的矩形区域

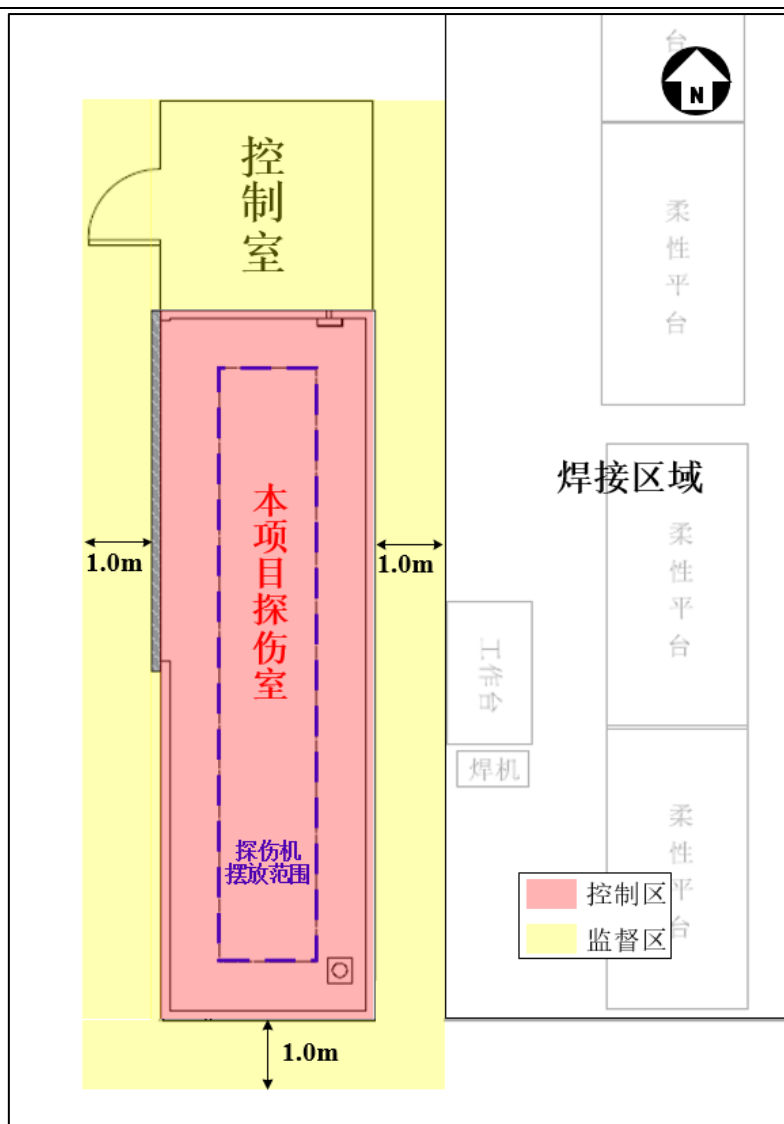


图 10-1 本项目两区划分图

10.1.3 辐射安全防护及环保设施

(1) 屏蔽设计采取措施

根据建设单位提供资料可知，新建的探伤室为一层建筑，探伤室尺寸为长 10m×宽 3m×高 3m，占地面积约为 30m²；探伤室东南西北四侧及顶棚均采用铅+钢进行屏蔽防护，地坪为地面混凝土；探伤室顶棚为无人到达平台，无地下层。探伤室设有 1 扇电动平移式防护门，门洞尺寸宽 4.8m×高 2.5m，防护门尺寸宽 5.1m×高 2.8m，门体与墙面的左、右搭接各为 150mm，上搭 200mm，下搭接 100mm（按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）。

根据探伤室施工单位提供的资料，探伤室四侧墙面和顶棚墙面选用标准型号的 10# 槽钢配钢板等焊接而成，形成“井”字形防护骨架，以保证每个防护模块的结构牢固度；墙面骨架焊接完成后经过平面调整后，在骨架的一侧面用 10mmpb/5mmpb 防护铅板铺

设，再用铆钉把表面 3mm 钢板与 10mmPb/5mmPb 防护铅板固定于骨架槽钢上，钉眼处再用相同厚度 10mmPb/5mmPb 的铅条或铅罐进行二次补铅防护；墙体之间缝隙用同厚于墙面的铅条在探伤室内侧用铅条补缝，铅条处用钢板折成 U 字形槽口对补铅处进行表面装饰。

探伤室四侧墙面从内至外的结构为：3mm 钢板+10mm 铅板+10#槽钢+3mm 钢板；顶部墙面从内至外的结构为：3mm 钢板+5mm 铅板+10#槽钢+3mm 钢板。

探伤室四侧墙体安装在车间地面以上；探伤室墙体安装完成后，在探伤室内浇筑 100mm 高的混凝土，形成探伤室四侧墙体底部与地面的搭接，以防射线泄漏。

表 10-2 拟建探伤室设计屏蔽情况一览表

项目	内容
探伤室尺寸	长 10m×宽 3m×高 3m
东、南、西、北四侧屏蔽防护	10mm 铅板+6mm 钢板防护
顶棚屏蔽防护	5mm 铅板+6mm 钢板防护
地坪屏蔽防护	100mm 混凝土+土层
防护门屏蔽防护	防护门尺寸宽 5.1m×高 2.8m，门洞尺寸宽 4.8m×高 2.5m，10mm 铅板
通风口屏蔽防护	配备机械通风装置，设计排风量 600m ³ /h，通风口采用 5mm 铅板+6mm 钢板防护
电缆管线屏蔽防护	采用 10mm 铅板+6mm 钢板防护

(2) 安全装置及污染防治措施

①实体屏蔽：本项目探伤室采用铅+钢进行屏蔽防护，可保证 X 射线探伤机运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外操作，可保障工作人员在操作 X 射线探伤机过程中的安全。

②人员防护措施：工作人员进行探伤工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

③门-机联锁装置：本项目探伤室设有 1 扇防护门，防护门设有门-机联锁装置，只有在防护门关闭的情况下 X 射线探伤机才能出束；防护门未关闭或关闭不到位时探伤机无法出束，若在出束过程中防护门被误打开，则探伤机立即停止出束。

④声光报警装置：本项目探伤室门口及内部均设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁。“预备”和“照射”状态有明显区别，且设有对应的信号说明，“预备”信号持续时间足够长，以确保无人员停留在探伤室内。探伤室外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

⑤视频监控系统：本项目探伤室内设置有实时视频监控系统，并连接到操作台，工作人员能在操作台监视探伤室内人员的活动和 X 射线探伤机运行情况。

⑥警告标志：本项目探伤室外醒目处张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

⑦急停装置：本项目探伤室内外共设置 6 个紧急停机按钮分别位于探伤室内各侧墙面和操作台处；急停按钮相互串联，按下按钮后，探伤机可立即停止出束。本项目 X 射线探伤机有用线束竖直向下，因此探伤室内急停按钮设置位置能够使人员在探伤室内任何位置都不需要穿过主射线束就能够使用。急停按钮旁设置中文标识和相关说明。

⑧紧急开门装置：探伤室内防护门处设置紧急开关门装置。

⑨通风装置：本项目探伤室体积 90m^3 ，探伤室内顶部设有机械通风装置，排风量 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室每小时最小通风换气次数约为 6 次/h；排风口位于探伤室顶部，排风口处设有 5mm 铅板+6mm 钢板防护罩。

⑩电缆穿墙屏蔽防护：本项目探伤室北侧设有 1 处电缆穿墙位置，采用直穿方式，并在探伤室侧设置“U”型防护罩进行屏蔽防护，防护罩厚度为 10mm 铅板+6mm 钢板。

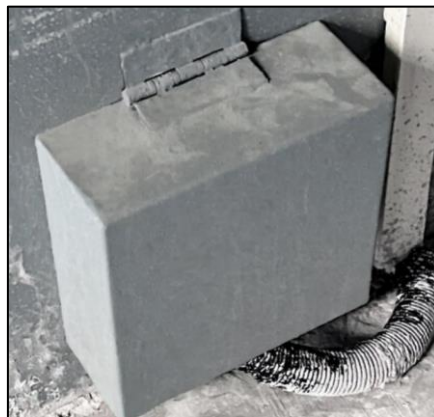


图 10-2 “U”型防护罩示意图

⑪固定式场所辐射探测报警装置：本项目拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，并在探伤室内墙体处安装探头，显示屏安装于控制室操作台处。



图 10-3 本项目探伤室防护措施位置示意图

根据上文介绍，本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求对比情况见表 10-4 所示。

表 10-4 本项目工作场所辐射安全与防护措施符合性分析

标准要求	项目情况	符合性
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。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。	本项目探伤机在探伤室内竖直向下照射，控制室位于探伤室外北侧，避免了有用线束的直接照射；本项目探伤室采用铅+钢或混凝土进行屏蔽，可保证探伤机运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求；人员在屏蔽体外操作，可保障工作人员在操作 X 射线探伤机过程中的安全。经计算四周屏蔽措施均符合要求。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	本项目将探伤室内部划分为控制区，探伤机出束时，任何人员不得停留/进入控制区；本项目将探伤室东、南、西三侧墙体外 1m 处及控制室围成的矩形区域划分为监督区，在监督区入口设立电离辐射警告标志或监督区边界地面划警示线表明监督区边界，无关人员不得进入监督区。	符合

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目探伤室设有 1 扇防护门，防护门设有门-机联锁装置，只有在防护门关闭的情况下 X 射线探伤机才能出束；防护门未关闭或关闭不到位时探伤机无法出束，若在出束过程中防护门被误打开，则探伤机立即停止出束。	符合
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目探伤室门口及内部均设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁。“预备”和“照射”状态有明显区别，且设有对应的信号说明，“预备”信号持续时间足够长，以确保无人员停留在探伤室内。探伤室外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	符合
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目探伤室内设置有实时视频监控系统，并连接到操作台，工作人员能在操作台监视探伤室内人员的活动和 X 射线探伤机运行情况。	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目探伤室外醒目处张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目探伤室内外共设置 6 个紧急停机按钮分别位于探伤室内各侧墙面和操作台处；急停按钮相互串联，按下按钮后，探伤机可立即停止出束。本项目 X 射线探伤机有用线束竖直向下，因此探伤室内急停按钮设置位置能够使人员在探伤室内任何位置都不需要穿过主射线束就能够使用。急停按钮旁设置中文标识和相关说明。	符合
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目探伤室体积 90m ³ ，探伤室内顶部设有机械通风装置，排风量 600m ³ /h，则探伤室每小时最小通风换气次数约为 6 次/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；排风口位于探伤室顶部，避开了人员活动密集区；排风口处设有 5mm 铅板+6mm 钢板防护罩。	符合
6.1.11 探伤室应配备固定式场所辐射探测报警装置。	本项目拟安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，配备 2 个探头，探头分别安装于探伤室防护门外上方和探伤室内墙体处，显示屏安装于控制室操作台处。	符合
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。	工作人员进行探伤工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。建设单位拟配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡测仪，拟每季度使用便携式辐射巡测仪对探伤室各侧屏蔽体外进行巡测，如有异常，将立即切断 X 射线探伤机电源，停止使用 X 射线探伤机，并立即向辐射防护负责人报告，对探伤室进行维修维护，并委托有资质的机构对维	符合

修后探伤室的辐射防护性能进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。

综上所述，本项目 X 射线探伤机固有安全特性、探伤室各项安全措施均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

10.1.4 设备的检查和维护

（1）工作前检查项目应包括：

- ①探伤机外观是否完好；
- ②电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；
- ③安全联锁是否正常工作；
- ④报警设备和警示灯是否正常运行；
- ⑤螺栓等连接件是否连接良好；
- ⑥探伤室内安装的固定辐射检测仪是否正常。

（2）设备维护应符合下列要求：

- ①建设单位应对本项目探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- ②设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- ③当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- ④应做好设备维护记录。

10.2 三废的治理

本项目新增的 X 射线探伤机采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

（1）臭氧和氮氧化物

根据 X 射线的工作原理，本项目 X 射线探伤机在出束状态下，X 射线会与空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

本项目探伤室体积 90m³，探伤室内顶部设有机械通风装置，排风量 600m³/h，则探伤室每小时最小通风换气次数约为 6 次/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；排风口位于探伤室顶部，避开了人员活动密集区。臭氧及氮氧化物通过探伤室机械通风装置排放至 1#车间内，再通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境的影响是可接受的。

(2) 废水

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水，生活污水排放量为40m³/a，经化粪池预处理后纳管进湖州中环水务有限责任公司处理。

(3) 固体废物

本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾，生活垃圾产生量为0.25t/a，依托厂区内设置的垃圾桶收集，收集后委托环卫部门清运。

10.3 服务期满后的环境保护措施

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射”中“173、核技术利用项目退役—使用I类、II类射线装置（X射线装置和粒子能量不高于10兆电子伏的电子加速器除外）存在污染的”，应编制项目退役环境影响报告表，并取得生态环境主管部门审批后才能正式按照方案实施退役活动。

由于本项目工业X射线探伤机为II类X射线装置，且不存在污染，故无需开展退役环境影响评价。按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目X射线探伤机需要报废处理时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目拟在浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间新建 1 间探伤室。有关主体工程施工期环境影响内容详见《年产 3 万件航空航天管路管道项目》有关章节，本次评价不再做相关的环境影响评价。

11.1.2 设备安装调试期环境影响分析

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在探伤室外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，禁止其他无关人员靠近，防止辐射事故发生。

本项目 X 射线探伤机在安装调试过程中，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

本项目新建 1 间探伤室，并在探伤室新增 1 台 $\mu\text{GemX-150}$ 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 150kV，最大管电流 2mA；探伤室内探伤机主射方向竖直向下，因此探伤室地面为有用线束照射区域；其他方向均以探伤机泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）照射进行预测分析，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。

（1）有用线束照射范围确定及关注点设置

本项目新增 $\mu\text{GemX-150}$ 型 X 射线探伤机定向出束，主射方向竖直向下；本项目探伤机出束角度为 $45^\circ \times 45^\circ$ ，探伤机靶点距地高度不超过 1.5m，则有用线束在地面的投射半径最大为 $\tan(22.5^\circ) \times 1.5\text{m} \approx 0.62\text{m}$ ；根据探伤室平面布局图可知，探伤机摆放位置与四侧墙体最小距离均为 0.7m，因此本项目探伤机有用线束不会照向四侧墙体，仅向地面照射。由于本项目所在 1#车间无地下层，因此不再对主束方向剂量率进行预测分析。

本项目关注点设置在探伤室四侧、顶部及控制室位置处，关注点分布及探伤机靶点距关注点距离见图 11-1。

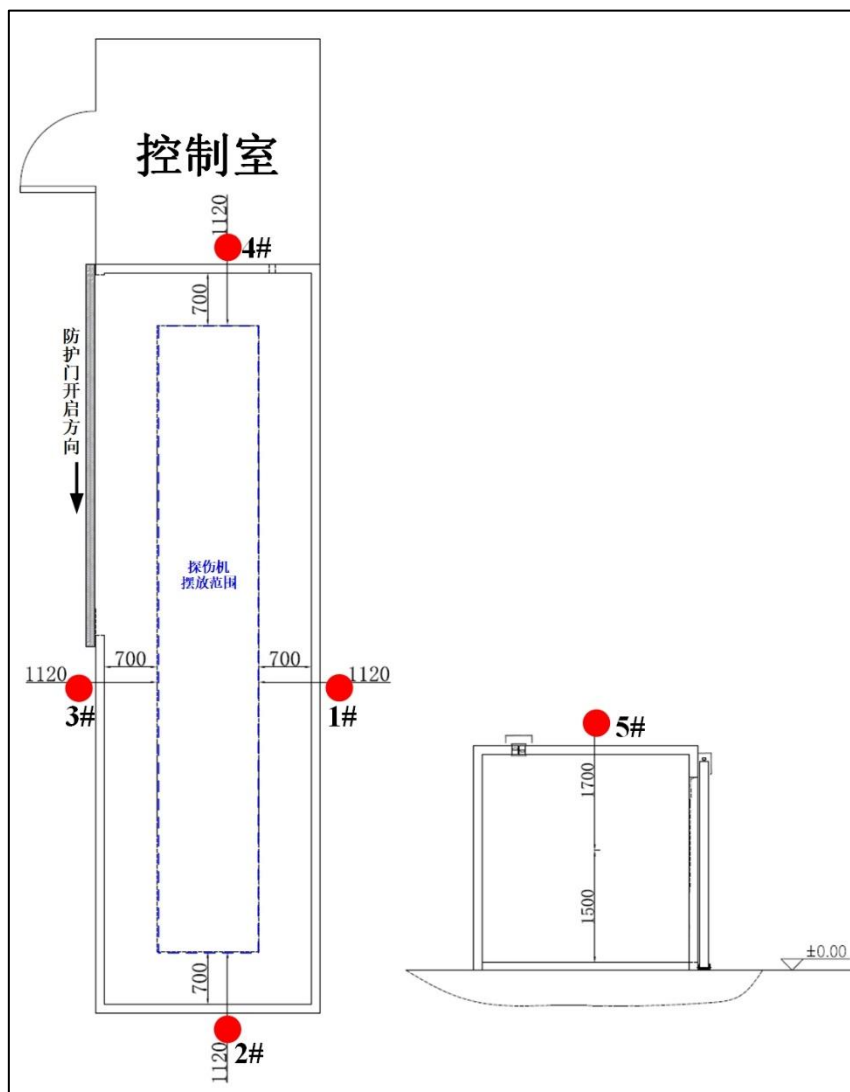


图 11-1 本项目关注点示意图

(2) 公式及参数选取

①泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

按式 (11-1) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 $\dot{H}$ ，单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)：

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

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/T250-2014) 附录 B 表 B.2 中 150kV 下，X 射线束在铅中的什值层厚度 TVL 为 0.96mm，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式 (11-2) 计算；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米 (m)；

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 $\mu\text{Sv/h}$ 。本项目两台 X 射线探伤机最大管电压为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

对于给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式（11-2）计算，

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

式中：

X ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL ——半值层厚度。

②散射辐射屏蔽的估算方法如下：

关注点的散射辐射剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-3）计算：

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

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）；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ；本项目 X 射线探伤机最大管电压为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，150kV 据表查得 90° 散射辐射为 150kV；根据表 B.1，保守取管电压 150kV、过滤条件 2mm 铝，输出量 $H_0 = 18.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.10 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 进行计算；

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 2，150kV 据表查得 90° 散射辐射为 150kV，再根据附录 B 表 B.2 查得：150kV 的 X 射线 $TVL_{\text{铝}} = 0.96 \text{mm}$ ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式（11-2）计算；

F —— R_0 处的辐射野面积，为平方米（ m^2 ）；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

（3）屏蔽计算

根据公式（11-1）、（11-2）计算本项目探伤室周边泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

场所	关注点	编号	H_L $\mu\text{Sv/h}$	R m	X mm	TVL mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
探伤室	探伤室东侧外表面 30cm 处	1#	2.50E+03	1.12	10	0.96	3.83E-11	7.64E-08
	探伤室南侧外表面 30cm 处	2#	2.50E+03	1.12	10	0.96	3.83E-11	7.64E-08
	探伤室西侧外表面 30cm 处	3#	2.50E+03	1.12	10	0.96	3.83E-11	7.64E-08
	探伤室北侧外表面 30cm 处 (控制室)	4#	2.50E+03	1.12	10	0.96	3.83E-11	7.64E-08
	探伤室顶棚外表面 30cm 处	5#	2.50E+03	1.70	5	0.96	6.19E-06	5.35E-03
注：本项目保守不考虑钢的屏蔽效果。								

根据公式（11-2）、（11-3）计算本项目探伤室周边散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

场所	关注点	编号	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I mA	R_s m	X mm	TVL mm	B	$F\cdot a/R_0^2$	$\dot{H}$ $\mu\text{Sv/h}$
探伤室	探伤室东侧外表面 30cm 处	1#	1.10E+06	2	1.12	10	0.96	3.83E-11	2.16E-02	1.45E-06
	探伤室南侧外表面 30cm 处	2#	1.10E+06	2	1.12	10	0.96	3.83E-11	2.16E-02	1.45E-06
	探伤室西侧外表面 30cm 处	3#	1.10E+06	2	1.12	10	0.96	3.83E-11	2.16E-02	1.45E-06
	探伤室北侧外表面 30cm 处 (控制室)	4#	1.10E+06	2	1.12	10	0.96	3.83E-11	2.16E-02	1.45E-06
	探伤室顶棚外表面 30cm 处	5#	1.10E+06	2	1.70	5	0.96	6.19E-06	2.16E-02	1.02E-01
注：①本项目保守不考虑钢的屏蔽效果。 ② F —— R_0 处的辐射野面积取最大值为 $\pi \times (R_0 \times \tan(22.5^\circ))^2$ ； α ——散射因子，入射辐射被单位面积（1m ² ）散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比 0.04（10000/400 $\times$ 1.6E-03=0.04）； R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离；求得 $F\cdot\alpha/R_0^2 = \pi \times (R_0 \times \tan(22.5^\circ))^2 \times 0.04/R_0^2 = 2.16E-02$ 。										

本项目探伤室周边散射辐射剂量率水平与泄漏辐射剂量率水平叠加后，相关计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目探伤室周边辐射剂量率水平预测参数及结果

场所	关注点	编号	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤室	探伤室东侧外表面 30cm 处	1#	7.64E-08	1.45E-06	1.53E-06
	探伤室南侧外表面 30cm 处	2#	7.64E-08	1.45E-06	1.53E-06
	探伤室西侧外表面 30cm 处	3#	7.64E-08	1.45E-06	1.53E-06
	探伤室北侧外表面 30cm 处（控制室）	4#	7.64E-08	1.45E-06	1.53E-06
	探伤室顶棚外表面 30cm 处	5#	5.35E-03	1.02E-01	1.07E-01

由表 11-3 可知，本项目探伤室外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为 1.07E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，

满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

(1) 公式选取

各点位处公众及职业人员的年有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \quad \text{式 (11-4)}$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子。

居留因子选取参考表 11-4。

表 11-4 不同场所与环境条件下的居留因子

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

注：取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1。

(2) 人员受照剂量预测结果

根据表 11-3 计算的各个关注点辐射剂量率，结合工作时间及各预测点位居留因子，分别计算本项目 X 射线探伤机正常运行情况下对辐射工作人员和公众的年剂量，具体见表 11-5。

表 11-5 本项目 X 射线探伤机所致人员年受照剂量估算

保护目标		对应关注点	关注点辐射剂量率 μSv/h	居留因子	年受照时间 h	与探伤机靶点最近距离 m	年剂量估算值 mSv
1# 车间内	控制室辐射工作人员	4#	1.53E-06	1	1250	/	1.91E-06
	焊接区域其他工作人员	1#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+1	7.24E-07
	隧道管生产区、自动焊接区和铝焊房其他工作人员	1#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+13	1.26E-08
	钳工区、弯管区和下料区其他工作人员	2#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+14	1.09E-08
	检验区其他工作人员	2#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+2	3.02E-07
	库房和吹除区其他工作人员	2#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+33	2.10E-09

1# 车 间 外	验收区其他工作人员	2#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+25	3.60E-09
	清洗线和纯水机区域其他工作人员	3#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+11	1.72E-08
	打磨区、供气站和空压机房其他工作人员	3#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+12	1.46E-08
	现场办公区域其他工作人员	4#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+17	7.55E-09
	预留阀门生产区其他工作人员	4#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+9	2.49E-08
	卫生间公众	4#	1.53E-06	1/4	1250	1.12-0.3+18	1.69E-09
	东侧道路公众	1#	1.53E-06	1/8	1250	1.12-0.3+24	4.87E-10
	浙江德尔法电梯有限公司车间公众	1#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+41	1.37E-09
	西侧道路公众	3#	1.53E-06	1/8	1250	1.12-0.3+22	5.76E-10
	集成电路装备创新孵化基地公众	3#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+30	2.53E-09
	浙江绿道科技股份有限公司办公楼公众	4#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+46	1.09E-09
	北侧道路公众	4#	1.53E-06	1/8	1250	1.12-0.3+20	6.92E-10
	办公楼其他工作人员和公众	4#	1.53E-06	1	1250	1.12-0.3+40	1.44E-09

注：①保守不考虑墙体的屏蔽衰减；
②公众的年剂量估算值考虑距离的衰减；以焊接区域其他工作人员为例：探伤室东侧外表面 30cm 处与靶点最近距离为 1.12m，探伤室表面距东侧焊接区域距离为 1m，则探伤机靶点与东侧焊接区域其他工作人员距离为 $1.12-0.3+1=1.82\text{m}$ ，则焊接区域其他工作人员的年剂量估算值为 $(1.12)^2 \times 1.53\text{E-}06 \div (1.82)^2 \times 1250 \times 1 \div 1000 = 7.24\text{E-}07\text{mSv}$ ；其余保护目标的年剂量估算值计算方式同上。

由表 11-5 可知，本项目单名辐射工作人员年有效剂量最大为 $1.91 \times 10^{-6}\text{mSv}$ ，公众年有效剂量最大为 $7.24 \times 10^{-7}\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求，同时满足本项目年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a ，公众 0.25mSv/a ）的要求。

11.3 “三废”影响分析

本项目新增的 X 射线探伤机采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

（1）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤机能量偏低（150kV），电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，且臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生额的 1/3。本项目探伤室体积 90m^3 ，探伤室内顶部设有机械通风装置，排风量 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，则探伤室每小时最小通风换气次数约为 6 次/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；排风口位于探伤室顶部，避开了人员活动密集区。臭氧及氮氧化物通过探伤室机械通风装置排放至 1#车间内，再通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境影响是可接受的。

（2）废水

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水，经化粪池预处理后纳管进湖州中环水务有限责任公司处理。

(3) 固体废物

本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾，依托厂区内设置的垃圾桶收集，收集后委托环卫部门清运。

(4) 射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 X 射线探伤机报废时，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境保护部门核销。

11.4 辐射事故影响分析

11.4.1 可能发生的辐射事故

(1) 安全联锁装置发生故障，探伤室防护门未关闭时，辐射工作人员启动 X 射线探伤机进行探伤工作，造成人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，X 射线探伤机工作时，人员打开探伤室防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

(3) 辐射工作人员还未撤离探伤室，外面人员启动探伤机进行探伤，造成误照射。

11.4.2 事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

(1) 建设单位拟建立辐射安全与防护管理领导小组，明确领导小组人员及其职责；拟建立辐射防护管理相关制度和措施，并严格按照要求执行，对发现的安全隐患应立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 建设单位需制定《X 射线探伤机操作规程》。凡涉及对设备进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人；

(3) 对从事探伤工作的辐射工作人员应取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单后方可上岗；按要求进行个人剂量监测，定期送检；按要求进行职业健康监护；

(4) 建设单位应配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪、1 台固定式场所辐射探测报警仪和 2 台个人剂量报警仪，并为辐射工作人员配备个人剂量计；

(5) 建设单位拟制定辐射事故应急预案，应定期进行应急演练；

(6) 每日检查防护门的门机联锁装置和门灯联锁装置, 确保在防护门关闭后, X 射线探伤机才能进行照射;

(7) 探伤工作人员进入探伤室时, 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, 辐射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。

(8) 应定期测量探伤室及其周围区域的剂量率水平, 包括辐射工作人员位置和周围毗邻区域人员居留处。

(9) 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。

(10) 在每一次照射前, 辐射工作人员都应该确认探伤室内部没有人员滞留并关闭防护门。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。

(11) 定期对 X 射线探伤机进行维护、保养, 对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

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 机构的设置

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。

建设单位应设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全管理工作及相关工作，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。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 职业健康检查

本项目拟新增 2 名辐射工作人员。建设单位拟为每名辐射工作人员均配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理。

(2) 辐射工作人员培训

建设单位拟组织新增的 2 名辐射工作人员，在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训和考核，在取得考核成绩合格报告单后方可从事辐射工作。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

(3) 个人剂量监测

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。

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，并建立个人健康档案。

本项目辐射工作人员的考核合格证书、职业健康监护档案、个人剂量检测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议

纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料(或台账)、辐射工作人员培训资料、考核合格证书、体检报告、个人剂量检测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存,发现问题及时上报、解决,以满足生态环境主管部门监督检查的要求。

12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后,应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估,并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告,近一年(四个季度)个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射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。

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,使用射线装置的单位,应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等,还应有完善的辐射应急措施”。

在本项目建设后运行中,建设单位应根据本项目特点,制定以下方面的管理制度,以保证本项目工作安全有序开展。

- (1) 辐射防护和安全保卫制度;
- (2) X射线探伤机操作规程;
- (3) 辐射工作人员岗位职责;
- (4) 设备检修维护制度;
- (5) 辐射工作人员培训计划;
- (6) 辐射工作场所监测计划;
- (7) 辐射事故应急预案。

建设单位所有相关制度应以正式文件形式制定,并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐射工作场所。建设单位对于各项制度在日常工作中要加强检查督促,认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性,字体醒目,尺寸大小应不小于400mm×600mm。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目属于使用Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，建设单位应为辐射工作人员配备个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量报警仪等。

本项目运行期间主要污染物为 X 射线，建设单位拟配置 1 台便携式 X- γ 射线巡测仪、2 台个人剂量报警仪和 1 台固定式场所辐射探测报警装置，并为每名辐射工作人员均配备个人剂量计。项目配备的监测仪器符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对监测仪器的配置要求。

12.3.2 日常监测

日常工作中，辐射工作场所应采用自购辐射巡测仪定期监测，以确保屏蔽防护性能的良好。

12.3.3 年度常规监测

建设单位须定期（每年一次）请有资质的单位对探伤室和探伤室周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案，年度监测报告应作为《辐射安全与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。

建设单位拟制定辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表 12-1 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测方法依据	监测类型
年度监测	探伤室	周围剂量当量率	1 次/年	符合监测要求的辐射监测仪，并按要求进行计量检定或校准	探伤室屏蔽体外表面 30cm 处、控制室操作台处、探伤室周围环境等	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	委托监测
日常监测	探伤室		1 次/季度		探伤室屏蔽体外表面 30cm 处、控制室操作台处、探伤室周围环境等		自行监测
验收监测	探伤室		竣工验收时监测 1 次		探伤室屏蔽体外表面 30cm 处、控制室操作台处、探伤室周围环境等		委托监测

建设单位应严格执行辐射监测计划，做好辐射工作场所的监测，确保监测记录清晰、准确、完整，并纳入档案进行保存，同时要保留好监测记录台账资料。年度监测数据将作为本单位射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境主管部门。

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）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326—2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，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。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，建设单位应制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应当包括以下内容：

- （一）应急机构和职责分工；
- （二）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；
- （三）辐射事故分级与应急响应措施；
- （四）辐射事故调查、报告和处理程序。

本项目投入运行前，建设单位应依据本项目情况制定《辐射事故应急处理预案》，并在应急处理预案中明确应急机构组成人员和联系方式，应急机构至少有公司管理人员、本项目所属部门领导、辐射工作人员、安保人员等组成。同时建设单位应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律、法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档。在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合实际及时对预案做补充修改，使之更能符合实际需要。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，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》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位拟设立辐射安全与防护管理领导小组；
（二）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。	建设单位拟组织新增的 2 名辐射工作人员，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台考核，并考核合格。建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素；
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	建设单位拟制定相应的操作规程，拟按要求张贴电离辐射警告标志；
（五）配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位拟为 2 名新增辐射工作人员配置个人剂量计，配备 2 台个人剂量报警仪，拟配置 1 台便携式 X-γ 剂量率仪和 1 台固定式场所辐射探测报警仪；
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位拟制定操作规程，拟制定辐射防护管理、辐射工作人员岗位职责、辐射安全防护自行检查和评估、射线装置台账管理、辐射工作人员培训、辐射工作场所监测管理办法等制度；
（七）有完善的辐射事故应急措施。	建设单位拟制定《辐射事故应急预案》；
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性废气、废液和固体废物。

综上所述，浙江派铂宇航技术有限公司在严格执行相关法律法规、标准规范等文件的要求，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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

浙江派铂宇航技术有限公司拟在 1#车间（地上 1 层，无地下层）内新建 1 间探伤室（东南西北四侧及顶棚均采用铅+钢进行屏蔽防护，地坪为混凝土）；拟在新建探伤室内新增 1 台 X 射线探伤机用于不锈钢管无损探伤，新增探伤机型号为 μ GemX-150 型定向 X 射线探伤机，设有配套平板探测器进行实时成像；控制室位于探伤室北侧；X 射线探伤机最大管电压为 150kV，最大管电流 2mA，为 II 类射线装置。

13.1.2 辐射安全防护措施结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目拟建探伤室位于 1#车间内，探伤室东南西北四侧及顶棚均采用铅+钢进行屏蔽防护，地坪为混凝土，全无窗设计；探伤室设有门机联锁装置、急停按钮、声光报警装置、固定式剂量报警仪、视频监控等安全措施，并设置机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次；探伤室外表面张贴电离辐射警告标志；建设单位按要求配置必要的便携式 X- γ 射线巡测仪、个人剂量报警仪和固定式场所辐射探测报警装置，为辐射工作人员配备个人剂量计。建设单位在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

（2）辐射安全管理结论

建设单位拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并明确管理人员职责；建设单位拟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；建设单位拟组织新增的 2 名辐射工作人员参加生态环境部培训平台组织的核技术利用辐射安全与防护培训学习和考核，在取得考核成绩合格报告单后人员方可上岗；拟组织新增的 2 名辐射工作人员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。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设已采取了针对电离辐射有效的防护措施。本项目 X 射线探伤机固有安全特性、探伤室各项安全措施均满足《工业探伤

放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

经预测，X 射线探伤机正常运行时，探伤室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。项目所致辐射工作人员受照的年有效剂量最大为 $1.91\times 10^{-6}\text{mSv}$ ，所致公众受照的年有效剂量最大为 $7.24\times 10^{-7}\text{mSv}$ ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”和本项目提出的工作人员年剂量约束值不大于 5mSv、公众年剂量约束值不大于 0.25mSv 的要求。

（2）“三废”影响分析结论

本项目新增的 X 射线探伤机采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

①废气

本项目 X 射线探伤机在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，根据设计方案，拟建探伤室体积 90m^3 ，探伤室内设置机械通风装置，排风量 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，则探伤室每小时最小通风换气次数约为 6 次/h，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；排风口位于探伤室顶部，避开了人员活动密集区。臭氧及氮氧化物通过探伤室机械通风装置排放至 1#车间内，再通过车间通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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废水

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水，排放量约为 $40\text{m}^3/\text{a}$ ，产生的生活污水经化粪池预处理后纳管进湖州中环水务有限责任公司处理。因此，本项目开展后对区域水体环境影响较小。

③固体废物

本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾，产生量约为 0.25t/a ，依托车间设置的垃圾桶收集，收集后委托环卫部门清运，对周围环境影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策分析结论

本项目为核技术利用项目，拟新增使用 1 台 X 射线探伤机；根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不在限制类和淘汰类目录范围内，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目拟新增使用 1 台 X 射线探伤机,用于对生产的不锈钢管进行无损探伤工作,以提高产品的质量和性能。项目实践过程中采取了符合标准要求的辐射安全防护措施,对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求,因此,项目开展所带来的利益大于所付出的代价,符合辐射防护“实践的正当性”原则。

(3) 选址合理性分析

本项目拟建探伤室位于浙江省湖州市吴兴区环渚路 915 号浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间,根据《吴兴区生态环境分区管控动态更新方案》,本项目位于“湖州市吴兴区高新区产业集聚重点管控单元”(ZH33050220005)。

本项目新建探伤室位于建设单位 1#车间内部,本项目评价范围内主要内主要为浙江派铂宇航技术有限公司 1#车间、办公楼、道路、东侧浙江德尔法电梯有限公司车间、西侧集成电路装备创新孵化基地和西北侧浙江绿道科技股份有限公司办公楼,无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校等环境敏感目标,周围无环境制约因素,选址合理可行。

13.1.5 可行性分析结论

综上所述,浙江派铂宇航技术有限公司 X 射线探伤机及探伤室建设项目符合国家产业政策要求,具有实践正当性,选址合理,在落实本报告提出的各项污染防治和辐射安全防护措施后,该企业将具备其所从事的辐射活动的的能力,运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求,对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此,从辐射安全和环境保护角度分析,该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 加强辐射安全教育培训,提高辐射工作人员辐射防护意识,杜绝辐射事故发生。

(2) 建设单位应定期开展辐射事故应急演练,对演练结果进行总结。

(3) 应加强辐射安全教育培训,提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性,杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 在本项目取得批复后,及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

(2) 项目严格按照本次报批的设备类型、数量、设计方案建设,项目竣工后正式

运行前，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，在规定的验收期限内（一般为项目建成后 3 个月内），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（3）承诺在 X 射线探伤机正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于工作场所墙面上，并在探伤室外设立符合规范要求的电离辐射警告标志，在监督区边界划警戒线或设置警戒带。

（4）承诺本项目新增 X 射线探伤机仅在本项目探伤室内使用，且探伤机出束方向固定竖直向下。

（5）加强辐射工作人员剂量计佩戴和个人剂量监测工作的管理和监督。

（6）按要求每年 1 月 31 日前向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

（7）承诺严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对门-机安全联锁系统、工作状态指示灯等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。