

报告编号：WKFHP-23047

核技术利用建设项目
浙江锋龙电气股份有限公司
X 射线实时成像检测系统迁建项目
环境影响报告表
(报批稿)

浙江锋龙电气股份有限公司

2023 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江锋龙电气股份有限公司

X 射线实时成像检测系统迁建项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江锋龙电气股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省绍兴市上虞区梁湖工业园区倪禄路 5 号

邮政编码：312300

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	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	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	35
表 12 辐射安全管理	44
表 13 结论与建议	49
表 14 审批	52

附图：

- 附图1 项目地理位置图
- 附图2 周围环境关系与评价范围示意图
- 附图3 厂区周围环境实景图
- 附图4 探伤工作场所周围环境实景图
- 附图5 厂区平面布置示意图
- 附图6 探伤铅房所在车间层平面布置示意图
- 附图7 探伤铅房所在车间架空层平面布置示意图
- 附图8 探伤铅房所在车间二层平面布置示意图
- 附图9 土地利用规划图
- 附图10 绍兴市生态保护红线图
- 附图11 绍兴市上虞区环境管控单元分类图
- 附图12 探伤工作场所平面设计及分区管理示意图
- 附图13 探伤铅房剖面设计示意图
- 附图14 探伤工作场所辐射安全设施布置示意图
- 附图15 建设项目公示图

附件：

- 附件1 环评委托书
- 附件2 营业执照
- 附件3 法定代表人身份证件
- 附件4 原辐射项目环评批复及验收意见
- 附件5 主体工程备案表
- 附件6 不动产权证书
- 附件7 辐射安全许可证
- 附件8 辐射防护规章制度
- 附件9 放射防护培训证书、个人剂量检测报告、职业健康检查报告
- 附件10 辐射场所检测报告
- 附件11 建设项目公示内容及公示证明文件
- 附件12 辐射环境本底检测报告及检测资质证书
- 附件 13 建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江锋龙电气股份有限公司 X 射线实时成像检测系统迁建项目				
建设单位		浙江锋龙电气股份有限公司				
法人代表		联系人		联系电话		
注册地址		浙江省绍兴市上虞区梁湖工业园区倪禄路 5 号				
项目建设地点		浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区点火器及逆变器车间				
立项审批部门		/	批准文号	/		
建设项目总投资 (万元)		60	项目环保投资 (万元)	10	投资比例 (环保投资/总投资) 16.7%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 (迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	无新增	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/					
<p>1.1 项目建设单位情况</p> <p>浙江锋龙电气股份有限公司 (以下简称“公司”) 成立于 2003 年 6 月 17 日, 注册地址为浙江省绍兴市上虞区梁湖工业园区倪禄路 5 号, 主要从事园林机械关键零部件及精密汽车铝压铸零部件的生产。公司原设两个厂区从事生产活动, 分别位于绍兴市上虞区梁湖工业园区倪禄路 5 号与晾网山路 6 号。为了对自生产的磁机电飞轮进行无损检测, 公司于晾网山路 6 号厂区北侧车间内配置一台 XYG-1610/5 型 X 射线实时成像检测系统从事固定式探伤, 该项目已于 2017 年 11 月取得环评批复, 文号: 绍市环审[2017]37 号, 于 2017 年 12 月取得辐射安全许可证, 编号: 浙环辐证[D2324], 于 2020 年完成竣工环境保护验收, 于 2022 年 11 月重新领证。</p> <p>由于发展规划, 公司现购置位于浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高</p>						

端装备智造产业集聚区的浙江省上虞经济开发区(2019)G7号国有建设用地(产权证见附件6)从事生产活动,原有两个厂区将不再使用。新厂区内设有一幢综合楼、一幢科研车间与4幢厂房,厂房分别为铝压铸及机加工车间、液压零部件加工车间、点火器及逆变器车间与预留储备车间,厂区总平面布置图见附图5。公司于新厂区内实施三项主体工程项目,主体工程详情见表1-1。

表 1-1 主体工程项目详情

序号	项目名称	批复及日期	验收情况
1	浙江锋龙电气股份有限公司研发中心新建项目	2020年8月20日,虞环建备[2020]34号	在建
2	浙江锋龙电气股份有限公司年产740万套液压零部件及70万套发电机逆变器新建项目	2020年9月21日,虞环审(2020)157号	
3	浙江锋龙电气股份有限公司年产1600万件园林机械关键零部件新建项目	2020年12月4日,虞环建备[2020]57号	

1.2 项目建设目的和任务由来

现因发展需要,浙江锋龙电气股份有限公司拟将浙江省绍兴市上虞区梁湖工业园区晾网山路6号厂区北侧车间内的X射线实时成像检测系统(该系统属于一体化设计和制造的成套设备,具有自屏蔽探伤铅房,最大管电压为160kV,最大管电流为10mA)迁建至浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区(现厂址)点火器及逆变器车间检测室内,对自生产的磁机电飞轮进行无损检测。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号关于《发布射线装置分类的公告》:“工业用X射线探伤装置分为自屏蔽式X射线探伤装置和其他工业用X射线探伤装置,其中自屏蔽式X射线探伤装置的使用活动按III类射线装置管理”。结合原环境保护部关于放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复:“自屏蔽式X射线探伤装置,应同时具备以下特征:一是屏蔽体应与X射线探伤装置主体结构一体设计和制造,具有制式型号和尺寸;二是屏蔽体能将装置产生的X射线剂量减少到规定的剂量限值以下,人员接近时无需额外屏蔽;三是在任何工作模式下,人体无法进入和滞留在X射线探伤装置屏蔽体内”。基于上述规定,本项目XYG-1610/5型X射线实时成像检测系统具备人员进入自带屏蔽体内部的条件,不属于自屏蔽式X射线探伤装置的范围,应界定为“其他工业用X射线探伤装置”,其使用活动按照II类射线装置管理。对照生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》,本项目属于五十五、核与辐射:172、核技术利用建设项目。

本次评价内容为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，浙江锋龙电气股份有限公司委托卫康环保科技有限公司（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和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环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

浙江锋龙电气股份有限公司拟在浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区点火器及逆变器车间检测室内利用原有 XYG-1610/5 型 X 射线实时成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、1 间自屏蔽探伤铅房与显示控制系统组成，控制台位于探伤铅房东侧，最大管电压为 160kV，最大管电流为 10mA）对自生产的磁机电飞轮进行无损检测。原辐射工作人员继续从事辐射工作；原辐射监测仪器与防护用品仍继续使用。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动式探伤。

射线装置具体应用情况见表 1-2。

表 1-2 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	出束类型及方向
1	X 射线实时成像检测系统	II类	XYG-1610/5	1台	160kV	10mA	点火器及逆变器车间检测室	定向，主射朝向铅房东北侧

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境关系

浙江锋龙电气股份有限公司位于浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区，项目地理位置见附图 1。厂区东北侧隔一号路为晶盛机电联合创新中心，东南侧隔永盛路为空地，西南侧隔厂区道路为无名公园，西北侧隔科七路为晶盛机电产业园，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

1.4.2 探伤工作场所位置及外环境关系

本项目 X 射线实时成像检测系统位于点火器及逆变器车间检测室内，所属车间为二层建筑，一层设有架空层，下层为土层，无地下室。探伤铅房四侧均紧

邻检测室内过道，东南侧约 3m 为过程检验室，约 12m 为来料检验室，约 16m 为设备运行间，约 22m 为 ROHS 检测室，约 25m 为品控办公室，约 31m 为车间过道，约 39m 为测试分析室，约 49m 为振动测试间；西南侧约 1m 为耐压检测室，约 7m 为厂区道路，约 25m 为无名公园；西北侧约 1m 为楼梯间，约 3m 为厂区道路，约 20m 为铝压铸及机加工车间；东侧约 5m 为点火器半成品仓库，约 48m 为毅诚电机车间；东北侧约 2m 为车间过道，约 30m 为点火器测试包装，约 45m 为车间过道；正上方架空层为发动机测试房，二层为装卸货平台；正下方为土层，无地下室，所在车间平面布置图见附图 6。

1.4.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员。

1.4.4 规划符合性分析

(1) 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区点火器及逆变器车间，属于上虞高新技术产业园区（原上虞经济开发区）范围内。根据建设单位提供的不动产权证书（见附件 6）与上虞高新技术产业园区（原上虞经济开发区）土地利用规划图（见附图 9），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

(2) 区域环评符合性分析

本项目属于上虞高新技术产业园区（原上虞经济开发区）内，上虞经济开发区总体规划已编制规划环评，《上虞高新技术产业园区（原上虞经济开发区）总体规划环境影响跟踪评价报告书》中生态空间清单与环境准入条件清单内容节选见表 1-3~表 1-4。

表 1-3 生态空间清单（节选）

序号	工业区内的规划区块	生态空间名称及编号	生态空间范围示意图	管控要求	现状用地类型
2	上虞区上虞经济开发区产业集聚重点管控单元	ZH33060420003		1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和	主要以工业用地

				提升改造。3、合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。	和居住用地为主
--	--	--	--	--	---------

表 1-4 环境准入条件清单（节选）

区域	分类	行业清单	工艺清单	产品清单	制定依据	
上虞区上虞经济开发区产业集聚重点管控单元 (编码: ZH33060420003)	禁止准入类	/	煤炭洗选、配煤；型煤及水煤浆生产；火力发电（燃煤）；综合利用发电；炼铁、球团、烧结；炼钢；煤气生产和供应；金属制品表面处理及热处理加工（有电镀工艺的；使用有机涂层的；有钝化工艺的热镀锌）；水泥制造；耐火材料及其制品中的石棉品；石墨及其非金属矿物制品中的石墨、碳素；原油加工、天然气加工、油母页岩提炼原油、煤制原油、生物制油及其他石油制品；基本化学原料制造；肥料制造；农药制造；涂料、染料、颜料、油墨及其类似产品制造；合成材料制造；专用化学品制造；炸药、火工及焰火产品制造；食品及饲料添加剂等制造；日用化学品制造；焦化、电石；煤炭液化、气化；化学药品制造；废旧资源（含生物质）加工再生、利用等			规划定位
		纺织服装	/	1、含合成的化学纤维制造；2、含印染的染整纺织品和服装制造	聚酯化纤（单纯纺丝除外）	
		橡胶及塑料制品制造	轮胎制造、再生橡胶制造、橡胶加工、橡胶制品翻新	人造革、发泡胶等涉及有毒原材料的塑料制品制造	/	
		工艺品制造	/	/	涉及生产废水且无纳管条件的工艺品生产	
		造纸及纸制	1、造纸（含废纸造纸）；2、纸浆、溶解浆、纤维浆等制造。	/	/	

		品				
		机械电子	/	1、涉及前道工序的集成电路生产； 2、涉及电镀、化学转化膜和化学镀工序的机械制造； 3、其中高端智 造集聚区中 涉及苯乙烯 等恶臭类溶 剂	涉及生产废 水且无纳管 条件的机械 电子生产	
		金属制品	1、铁合金制 造； 2、有色金属 冶炼（含再 生有色金属 冶炼）； 3、有色金属 合金制造； 4、锰、铬冶 炼。	1、涉及热镀 锌的金属制 品制造； 2、涉及电镀 工序的金属 制品制造	涉及生产废 水排放且无 纳管条件的 金属制品	
		食品加工	方便面制造	/	涉及生产废 水且污水无 法纳管的其 它食品生产	
	限制准入 产业	工艺品制造	/	含喷漆等表 面处理的工 艺品制造	/	涉及有 毒废气 排 放行业
		机械电子	/	1、含酸洗、 有机溶剂清 洗工艺的 电子产品 制造 2、涉及喷 漆及有机 涂层等表 面处理作 业的机械 制造	/	涉及有 毒废气 排 放行业
		金属制品	/	涉及喷漆及 有机涂层等 表面处理作 业的金属制 品	/	
		食品加工	1、规模化的 肉类加工 2、乳制 品加工	/	/	高耗水 且涉及 恶臭排 放行业

根据《浙江锋龙电气股份有限公司研发中心新建项目环境影响登记表》、《浙江锋龙电气股份有限公司年产 740 万套液压零部件及 70 万套发电机逆变器新建项目环境影响报告表》、《浙江锋龙电气股份有限公司年产 1600 万件园林机械关键零部件新建项目环境影响登记表》及相应环评批复，各项主体工程均符合区域规划环评的要求，本项目作为主体工程配套的辐射内容，为自生产的磁机电飞轮进行无损检测以确保产品质量，亦符合区域规划环评的要求。

(3) “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108 号），“三线一单”即“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”。本项目“三线一单”符合性判定情况见表 1-5。

表 1-5 本项目“三线一单”符合性分析

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《绍兴市生态保护红线图》（见附图 10）、《上虞区环境管控单元分类图》（见附图 11），本项目位于杭州湾上虞经济开发区南片高端装备智造产业集聚区，属于上虞区上虞经济开发区产业集聚重点管控单元（编码：ZH33060420003），不涉及生态保护红线。
环境质量底线	经现场检测，本项目辐射工作场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。经辐射环境影响预测，本项目运行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工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的。本项目运行中不产生废水废物，符合环境质量底线的要求。
资源利用上线	本项目运行过程会消耗一定量的电力、水资源等，主要源自工作人员的日常办公，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在地属于上虞区上虞经济开发区产业集聚重点管控单元（编码：ZH33060420003），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。严格执行畜禽养殖禁养区规定。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>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。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>三、环境风险管控</p> <p>定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。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。</p>

四、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、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。

综上所述，本项目属于核技术利用建设项目，不属于二、三类工业企业类项目，项目运行不产生废水，不会对周围水环境造成影响。本项目探伤设备运行过程中会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经机械排风系统可排出探伤铅房，再由检测室内排风装置可将气体引至室外，臭氧可在环境中自动分解。故本项目产生的废气基本不会对周围大气环境造成影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目的实施符合《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》中生态环境准入清单的管控要求。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”的要求。

1.4.5 选址合理性分析

本项目地用地性质为工业用地，探伤铅房屏蔽体外 50m 内主要为浙江锋龙电气股份有限公司点火器及逆变器车间、铝压铸及机加工车间、厂区道路、西侧无名公园，无居民点和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运行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成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，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。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对公司自生产的磁机电飞轮进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合本项目剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，该公司探伤装置的使用是符合《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”原则的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目环评、许可和验收情况

1、原辐射安全许可证许可射线装置

建设单位已取得浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[D2324]（见附件7），有效期为2022年11月11日至2027年11月9日，种类和范围：使用II类射线装置。

2、已批复环评和验收的射线装置

建设单位已经许可的现有设备为：1台II类射线装置，详见表1-

表 1-6 现有核技术利用项目情况一览表

装置名称	型号	类别	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所	环评批复	验收情况
X射线实时成像检测系统	XYG-1610/5	II	1台	160kV	10mA	飞轮车间	绍市环审(2017)37号	2020年4月7日完成自主验收

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理领导小组成立情况

公司已成立以李江为组长、潘杰为副组长的放射防护安全管理小组，负责全单位的放射防护安全管理工作，督促放射防护管理制度实施，明确了各岗位具体职责，见附件8。

2、现有辐射安全规章制度制定与执行情况

公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《辐射岗位职责》、《射线装置使用登记制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训计划及监测方案》、《放射防护安全管理小组》等，公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

3、现有辐射工作人员管理情况

建设单位现有辐射工作人员2名，所有辐射工作人员均持有有效的辐射安全与防护证书（见附件9），符合持证上岗的要求。辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根

据建设单位提供的最近一年连续四个季度的个人剂量档案（见附件 9），单名辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.38mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也未超过剂量管理约束值。根据建设单位提供的 2023 年度职业健康检查报告（见附件 9），在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。公司现有辐射工作人员信息一览表见表 1-7。

表 1-7 现有辐射工作人员信息一览表

序号	姓名	辐射安全与防护培训证书 编号/发证时间	个人剂量检测结果（mSv）				职业健康 检查结论 /时间
			2022 年第三 季度	2022 年第四 季度	2023 年第一 季度	2023 年第二 季度	
1	骆岗	FS21ZJ1200926/2021.8.31	0.005	0.036	0.005	0.120	可继续原 放射工作 /2023.5.9
2	潘杰	FS21ZJ1200925/2021.8.31	0.005	0.012	0.005	0.362	

4、现有辐射安全和防护措施落实情况

（1）探伤铅房已设置门-机联锁装置，工件门完全关闭后 X 射线机才能出束照射。

（2）探伤铅房设置了警示灯，并与探伤机联锁。

（3）探伤铅房内工件防护门上方已设有监视装置。

（4）探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志。

（5）探伤铅房内与操作台均设有紧急停机按钮，在紧急情况下可停止设备工作。

（6）探伤铅房顶部设有机械排风装置，每小时通风换气次数不小于 3 次。

5、现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

建设单位现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-8。

表 1-8 现有辐射监测仪器与防护用品一览表

序号	名称	数量
1	个人剂量计	3 个（空白对照 1 个）
2	便携式辐射监测仪	1 台
3	铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜	2 套

6、现有“三废”处理情况

建设单位现有核技术利用项目为 X 射线实时成像检测系统，其在运行过程中不产生放射性废气、放射性废水与放射性固废。X 射线探伤装置在工作状态

时，会使空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，经探伤铅房顶部机械通风装置，可将气体引至室外，对周围环境空气质量影响较小。

7、现有辐射安全和防护状况年度评估情况

建设单位每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，公司2023年4月委托杭州路喜检测技术有限公司进行场所检测（检测报告见附件10），结果表明各检测点X射线外照射剂量率均符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。经与建设单位核实，公司已对本单位的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。

8、现有辐射事故应急预案执行情况

建设单位已制定《辐射事故应急预案》，见附件8。建设单位定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

1.8 项目公示情况

项目在环评公示期间（公示地点：项目地、曹娥街道）。公示时间：2023年9月25日~2023年10月12日，公示内容见附件11）未收到群众的来电、来信及来访，没有收到反对意见。

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	适用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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)	年最大操作量 (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	X 射线实时成像 检测系统	II	1	XYG-1610/5	160	10	固定式探伤	点火器及逆变器车 间检测室	本次评价

(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 (μ A)	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
臭氧与氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	微量	不暂存	由机械排风系统引出探伤铅房，经检测室内排风系统引至室外

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(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；</p> <p>(3) 《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；</p> <p>(4) 《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；</p> <p>(5) 《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；</p> <p>(6) 《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；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行；</p> <p>(11) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108号，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(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；</p> <p>(13) 《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；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；</p> <p>(16) 《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</p>
------	---

	<p>388号，2021年4月1日起施行；</p> <p>(17) 《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4月1日起施行；</p> <p>(18) 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（2023年本）》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日起施行；</p> <p>(19) 关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41号，浙江省人民政府，2020年5月14日起施行；</p> <p>(20) 关于印发《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，绍市环发〔2020〕36号，市生态环境局，2020年8月11日印发。</p> <p>(21) 《绍兴市生态环境局关于授权各分局办理部分行政许可事项的通知》，绍市环函〔2020〕10号。</p>
技术标准	<p>(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），2016年4月1日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003年4月1日实施；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），2023年03月01日实施；</p> <p>(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，2017年10月27日实施；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020年4月1日实施；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》及第 1 号修改单（GBZ 2.1-2019），2020年4月1日实施；</p> <p>(7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021年5月1日实施；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），2021年5月1日实施。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，并结合本项目的实际情况，确定本项目评价范围为 X 射线实时成像检测系统自带铅房屏蔽体外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、公众人员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与铅房边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	操作台	东侧	约 1m	2
公众人员	过程检验室	东南侧	约 3m	约 6 人
	来料检验室		约 12m	约 6 人
	设备运行间		约 16m	约 2 人
	ROHS 检测室、品控办公室、 车间过道、分析测试间等		约 22m	约 20 人
	耐压检测室	西南侧	约 1m	约 2 人
	厂区道路		约 7m	约 20 人/d
	无名公园		约 25m	约 10 人/d
	楼梯间、厂区道路等	西北侧	约 1m	约 10 人/d
	铝压铸及机加工车间		约 20m	约 30 人/d
	点火器半成品仓库	东侧	约 5m	约 10 人/d
	毅诚电机车间		约 48m	约 25 人/d
	车间过道	东北侧	约 2m	约 10 人/d
	点火器测试包装、车间过道等		约 30m	约 35 人/d
	架空层发动机测试房	正上方	紧邻	约 6 人/d
二层装卸货平台	约 4m		约 5 人/d	

备注：本项目所属车间为二层建筑，下方为土层，无地下室。

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）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，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和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 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）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。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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

B1.2.1 剂量限值

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；

（3）剂量约束值

11.4.3.2 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。

本次评价取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即职业照射剂量约束值为 5mSv/a；公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

（4）辐射工作场所的分区

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》（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，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。

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，操作室应避免有用线束照射的方向并与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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。

6.3 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。

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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）。

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的形式。

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免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，按最高管电压与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。

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）及第 1 号修改单等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）周围剂量当量率

X 射线实时成像检测系统自带探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）个人剂量约束值

职业人员年有效剂量不超过 5mSv ；公众成员年有效剂量不超过 0.25mSv 。

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 地理位置

浙江锋龙电气股份有限公司位于浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备制造产业聚集区，项目地理位置见附图 1。厂区东北侧隔一号路为晶盛机电联合创新中心，东南侧隔永盛路为空地，西南侧隔厂区道路为无名公园，西北侧隔科七路为晶盛机电产业园，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

8.1.2 场所位置

本项目 X 射线实时成像检测系统位于点火器及逆变器车间检测室内，所属车间为二层建筑，一层设有架空层，下层为土层，无地下室。探伤铅房四侧均紧邻检测室内过道，东北侧为点火器测试包装区及车间过道；东侧为仓库及电机车间；东南侧、西南侧均为各类检测室与车间或厂区道路；西北侧为铝压铸及机加工车间；正上方为架空层发动机测试房与二层装卸货平台，正下方为土层，无地下室。

8.2 环境现状评价对象

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：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为 X 射线实时成像检测系统拟建址及其周围环境。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 检测目的

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

8.3.2 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.3.3 检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，点位分布情况见图 8-1 与图 8-2，检测报告及检测资质证书见附件 12。



图 8-1 辐射环境本底检测图-1

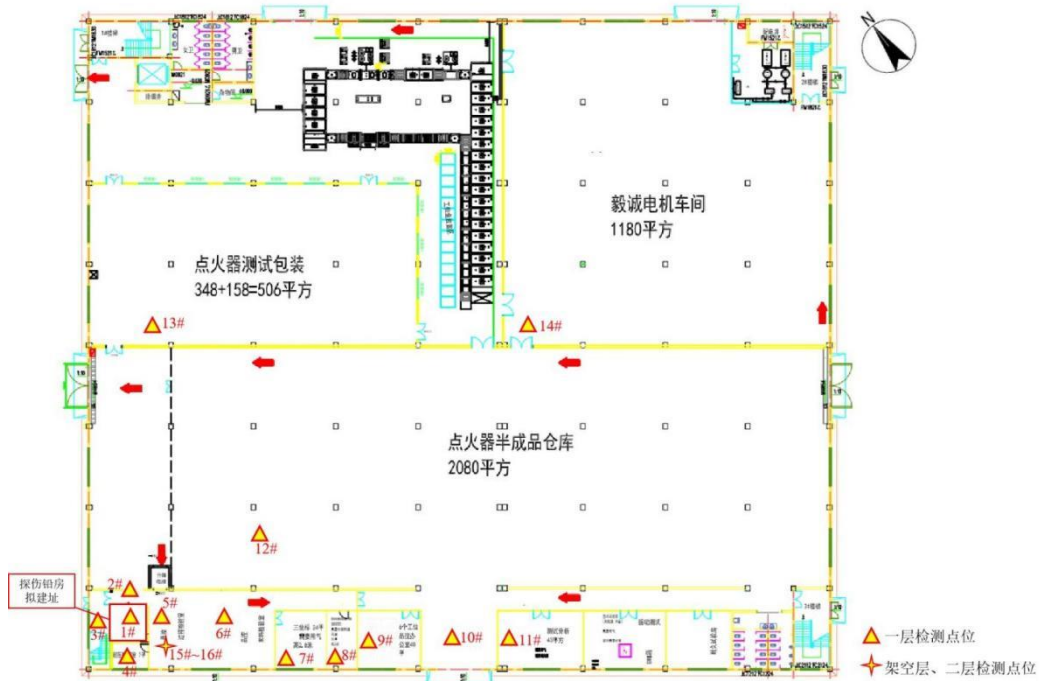


图 8-2 辐射环境本底检测图-2

8.3.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2023 年 9 月 12 日；
- (3) 检测方式：现场检测；
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据，

计算均值和标准偏差。

(6) 检测工况：辐射环境本底；

(7) 天气环境条件：天气：多云；室内温度：25℃；室外温度：28℃；相对湿度：67%；

(8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	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	2023H21-20-4419850003
检定有效期	2023 年 02 月 15 日至 2024 年 02 月 14 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	1.05
探测限	≥ 10 nSv/h

8.3.5 质量保证措施

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）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

(1) 检测机构通过了计量认证。

(2) 检测前制定了详细的检测方案及实施细则。

(3) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。

(4) 检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。

监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

(5) 检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有合格证书上岗。

(6) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(7) 现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

(8) 建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

(9) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.3.6 检测结果及分析

检测结果见表 8-2。

表 8-2 X 射线探伤铅房拟建址及周围环境辐射背景检测结果

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	
1	探伤铅房拟建址	138	室内
2	车间通道	130	室内
3	楼梯间	121	室内
4	耐压检测室	127	室内
5	过程实验室	120	室内
6	来料检验室	138	室内
7	设备运行间	114	室内
8	ROHS 检测室	120	室内
9	品控办公室	118	室内
10	车间通道	120	室内
11	测试分析	121	室内
12	点火器半成品仓库	128	室内
13	点火器测试包装	105	室内
14	毅诚电机车间	115	室内
15	架空层发动机测试房	108	室内
16	装卸货平台	102	室内
17	西南侧厂区道路	93	室外
18	西北侧厂区道路	134	室外
19	铝压铸及机加工车间	122	室内
20	无名公园	152	室外

备注：①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；

②γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.53nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，17#~18#、20#点位取 1，其余点位取 0.8；

本项目探伤铅房拟建址周围环境各室内检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 (102~138) nGy/h，道路 γ 辐射剂量率为 (93~152) nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室内的 γ 辐射剂量率范围为 61nGy/h~335nGy/h 之间，道路上 γ 辐射剂量率在 51nGy/h~154nGy/h 之间，可见本项目拟建设地址 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目施工期主要为检测室的建设、X 射线实时成像检测系统的搬迁、安装与调试。其中，仅检测室的建设需要进行土建施工，产生的主要污染因子为施工扬尘、施工废水、生活污水、施工噪声、建筑垃圾与生活垃圾。设备调试时会产生 X 射线及少量的臭氧与氮氧化物。本项目施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的，随施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

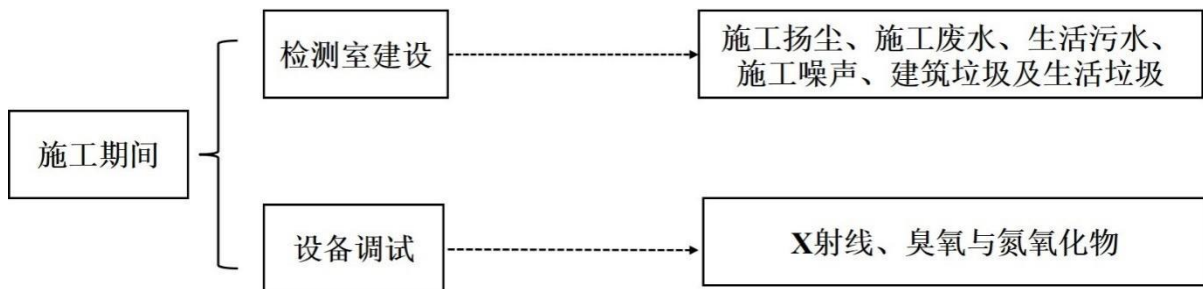


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及作业方式

本项目 X 射线实时成像检测系统主要由 X 射线机、图像增强器成像单元、计算机图像处理系统、监控系统、机械系统、电气控制系统和防护及警示系统等七部分组成，涵盖了光、机、电三大类技术领域，利用 X 射线与工业电视相配合，能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。



图 9-2 本项目 X 射线实时成像检测系统外观图

9.2.2 工作原理

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钽等）制成。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。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 射线管结构图见图 9-3。

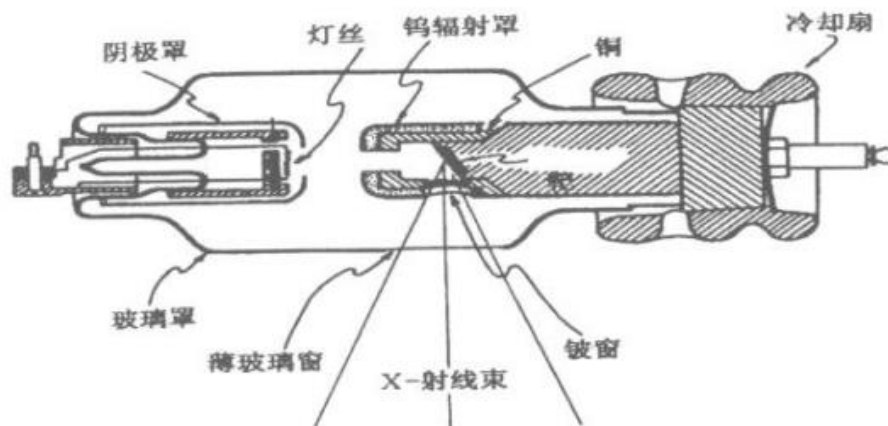


图 9-3 典型的 X 射线管结构

9.2.3 操作工艺流程及产污环节

- (1) 确认探伤设备处于非工作状态下，由辐射工作人员将待检测工件放入探伤铅房内；
- (2) 调整工件位置，使得射线主要部分能够照射在工件上；
- (3) 工件摆放合适后关闭铅门，确认安全联锁装置、“预备”与“照射”状态指示灯、声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置均能正常运行，方可开启 X 射线实时成像检测装置，开始曝光；
- (4) 经实时成像，辐射工作人员透过显示屏可观察工件质量状况，并做出判断，根据需要将数据存储；
- (5) 检测完成后关闭检测装置，关闭电源，将探伤工件取出铅房，完成一次探伤。

探伤工艺流程及产污环节见图 9-4。

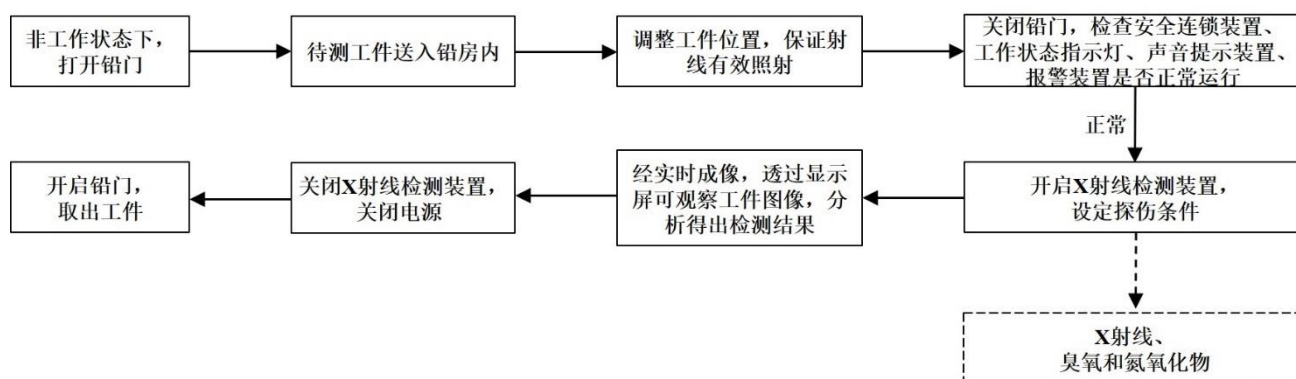


图 9-4 X 射线实时成像检测系统探伤工艺流程及产污环节

9.2.4 工作负荷

本项目探伤工件为自生产的磁机电飞轮，工件最大尺寸：厚度为（1~2）mm、直径为（15~170）mm，采用抽检的方式。每日实际曝光时间为 4h，年计 50 周共 300 天，则合计年探伤时间为 1200h，周探伤时间为 24h。

9.2.5 人员配备与工作班制

本项目计划配置 2 名辐射工作人员，轮流进行辐射操作，实行昼间一般制（8h），年工作 300 天。辐射工作人员均源自公司现有员工，经培训合格后上岗，不涉及新增人员，不新增生活污水。

9.3 污染源项描述

（1）X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

① 有用线束和散射辐射

根据《X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。本项目最大管电压为 160kV，有用线束与散射辐射源项采用内插法得管电压 160kV 以 2mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量为 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

② 泄漏辐射

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 射线实时成像检测系统在额定工作条件下，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（2）臭氧和氮氧化物

X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。铅房顶棚设有一个通风口，采用 L 型迷道形式，通风口直径约 170mm，装有排风扇，排风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，并于通风出口处装设 7mm 铅板的防护罩。铅房体积约为 4.23m^3 ，有效通风换气次数不低于 94 次/h，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

（3）危险废物

本项目为 X 射线实时成像系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物产生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性

本项目 X 射线实时成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线机、一间自屏蔽探伤铅房与操作台组成。该系统所在检测室平面布局图见附图 12，探伤铅房剖面设计示意图见附图 13。

探伤铅房净面积为 2.23m²，内尺寸为 1598mm（长）×1396mm（宽）1896mm（高）。探伤铅房东南侧设有一扇工件防护门（电动门），门洞尺寸为 0.75m（宽）×1.5m（高），门体尺寸为 0.88m（宽）×1.68m（高），防护门与屏蔽体搭建宽度上下均为 90mm、左右均为 65mm，门体为铅钢复合结构。本项目探伤工件最大尺寸厚度为(1~2)mm、直径为(15~170)mm，工件可方便出入探伤铅房且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。控制台位于探伤铅房东侧，有用线束朝向探伤铅房东北侧，可避开照向操作台的工作人员，且探伤铅房位于检测室内，由专人管理，普通公众不可进入探伤工作场所内。探伤铅房顶棚设有机械排风装置，采用 L 型迷道设计，通风口直径约 170mm，排风量为 400m³/h，于通风出口处设 7mm 铅板防护罩。探伤铅房东南侧设有电缆孔，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸约 100mm×180mm，于出口处采用 7mm 铅防护罩固定。

综上所述，本项目铅房设计可满足探伤工件进出探伤铅房并于铅房内进行探伤检测的要求；铅房的布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款的要求；根据表 11-6 预测结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤铅房屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目 X 射线实时成像检测系统所在工作场所布局具有合理性。

10.1.2 分区原则和两区划分

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。

根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将 X 射线实时成像检测系统的探伤铅房内部区域划为控制区，探伤期间禁止无关人员入内，并在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警

示说明；探伤铅房所在检测室划为监督区，探伤期间限制非辐射工作人员入内。本项目分区管理示意图见附图 12。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤铅房剖面设计示意图见附图 13，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 探伤铅房屏蔽设计情况一览表

项目		设计情况
铅房规格	外尺寸	面积：2.54m ² ；1698mm（长）×1496mm（宽）1996mm（高）
	内尺寸	面积：2.23m ² ；1598mm（长）×1396mm（宽）1896mm（高）
东北侧屏蔽体（有用线束朝向）		2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板
其余三侧屏蔽体		2mm 钢板+7mm 铅板+2mm 钢板
顶棚		2mm 钢板+7mm 铅板+2mm 钢板
地坪		2mm 钢板+7mm 铅板+2mm 钢板
工件防护门		位于东南侧屏蔽体，为电动门；门洞尺寸为 0.75m（宽）×1.5m（高）；门体尺寸为 0.88m（宽）×1.68m（高）；上、下、左、右搭接宽度分别为 90mm、90mm、65mm、65mm；采用 2mm 钢板+7mm 铅板+2mm 钢板
电缆孔		位于东南侧，U 型穿墙，开口约 100mm×180mm，出口处 7mm 铅板防护罩固定
通风口		位于顶棚，采用 L 型迷道设计，通风口直径约 170mm，设计风量为 400m ³ /h，出口处设采用 7mm 铅板防护罩

注：表中铅的密度不小于 11.3 g/cm³

本项目探伤铅房的屏蔽体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，经理论预测，探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门与顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 2.5μSv/h 的限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB 18871-2002 中“剂量限值”和剂量约束值的要求。因此，本项目探伤铅房的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护措施

10.1.4.1 设备自带辐射安全防护措施

本项目 X 射线实时成像检测系统属于设备迁建，现已具备以下辐射安全防护措施：

(1) 探伤铅房东南侧工件防护门已设置门-机联锁装置，只有在工件门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时能立刻停止出束。

(2) 探伤铅房顶部设有警示灯，并与探伤装置联锁。

(3) 探伤铅房内部工件防护门上方设有 1 个监视装置，操作台上设有专用监视器，可监视探伤铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) 探伤铅房工件防护门上已贴有电离辐射警告标志。

(5) 探伤铅房内设有一个急停按钮，出现紧急事故时能立即停止照射，人员无需穿过主射线束即可使用。

(6) 探伤铅房顶棚处已设置 1 套机械排风装置, 采用 L 型迷道形式, 通风口直径为 170mm, 排风量为 400m³/h, 于通风口处设有铅防护罩, 可满足每小时有效通风换气次数不小 3 次的要求。

(7) 探伤铅房东南侧屏蔽体处已设有电缆口, 以 U 型方式穿墙, 并于出口处设铅防护罩固定。

(8) 操作台处已设有 3 个急停按钮、电源锁、电源指示灯、铅门开/关指示灯。

10.1.4.2 场所辐射安全防护措施

(1) 对照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022), 本项目在设备自带辐射安全防护措施基础上, 建设单位需具备以下辐射安全防护措施:

① 本项目探伤铅房现仅为警示灯, 不具备“预备”与“照射”状态。建设单位拟于探伤铅房门口与内部均增设显示“预备”和“照射”状态的指示灯与声音提示装置, 并与探伤装置联锁。“预备”信号与“照射”信号应有明显的区别, 并应与工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。在醒目的位置处拟增设对“预备”与“照射”信号意义的说明。

② 探伤铅房工件防护门上拟增设符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

③ 探伤铅房内急停按钮旁拟增设标签, 标明使用方法。

④ 探伤铅房拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置。

(2) 为了更好地做好探伤工作场所辐射安全防护管理, 建设单位在 GBZ 117-2022 基础上拟新增以下辐射安全防护措施:

① 检测室内拟设监控装置、排风装置。

② 检测室入口处拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

③ 检测室拟设专用钥匙并由专人管理, 并告诫无关人员不得靠近。

④ 各项辐射环境管理规章制度拟张贴于探伤铅房所在检测室墙面上。

10.1.4.3 探伤操作放射防护措施

(1) 工作人员进入探伤铅房时, 须佩戴个人剂量计、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铅房, 同时防止其他人进入探伤铅房, 并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 探伤铅房工作人员应定期测量探伤铅房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。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责

人报告。

(3) 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。

(4) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应检查探伤铅房防护门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施是否正常；确认探伤铅房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。

10.1.4.4 探伤装置检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见表 10-2。

表 10-2 探伤工作检查与维护项目一览表

装置类型	类别	项目内容
X 射线探伤装置	工作前检查	(1) 探伤机外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (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) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； (2) 设备维护包括探伤装置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要更换零部件时，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。

10.1.4.5 探伤设施退役

(1) 本项目 X 射线实时成像检测系统后期如报废，建设单位应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，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部门核销。

(2) 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。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.1.4.6 辐射防护监测用品清单

建设单位现已有 3 支个人剂量计（1 支空白对照）、1 台便携式辐射监测仪、2 套辐射防护服（帽子、眼罩、护脖、围裙），均处于可正常使用状态。对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），建设单位还需新增以下辐射防护监测用品：

表 10-3 本项目新增辐射防护监测用品一览表

编号	名称	数量
1	个人剂量报警仪	1 台
2	固定式场所辐射探测报警装置	1 台

10.2 三废的治理

本项目 X 射线实时成像检测系统在开机过程中不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废。X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，可通过机械排风设施排出探伤铅房，再经检测室内南侧设的排风扇可将气体引至室外。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。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目 X 射线实时成像检测系统迁置于新建检测室内，项目施工量较小，施工期较短，本次评价仅作简要分析：

(1) 大气：本项目由于新建检测室，施工期间产生少量地面扬尘，由于工程量较小，施工作业范围较小，因此只要采取一定措施即可较大程度降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间会有施工人员生活污水产生，经化粪池预处理后排入市政污水管网。

(3) 噪声：施工期间会有噪声产生，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：施工期间会有少量建筑垃圾，建设单位应妥善收集后将其运至住建部指定地点统一处置。施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

11.1.2 设备安装阶段

本项目 X 射线实时成像检测系统的安装与调试均由专业人员在探伤铅房内进行。经探伤铅房与防护门的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。因此，在设备安装阶段，无放射性废气、放射性废水以及放射性固废产生，建设单位需及时回收包装材料进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目 X 射线实时成像检测系统投入运行所引起的辐射环境影响，本项目依据《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中的计算方法进行理论计算。

本项目 X 射线实时成像检测系统靶点仅可上下移动，因此按最不利情况考虑，探伤作业进行时靶点与探伤铅房东北侧屏蔽体距离约 1.5m，与西南侧屏蔽体距离约 0.2m，与东南侧屏蔽体及工件防护门距离约 0.5m，与西北侧屏蔽体距离约 1m，与顶棚距离约 0.5m，与地坪距离约 0.6m。本项目 X 射线实时成像检测系统有用线束朝向探伤铅房东北侧，根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”，故本次评价选取 XYG-1610/5 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 160kV，最大管电流为 10mA）作为预测对象，将探伤铅房东北侧屏蔽体的屏蔽性能按有用线束考虑，其他三侧屏蔽体、工件防护门、顶棚与地坪的屏蔽性能均按泄漏辐射和散射辐射考虑。

11.2.1 场所辐射水平

1、关注点位选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射水平估算选取探伤铅房屏蔽体外 30cm 处作为关注点，关注点位分布见图 11-1，关注点详情见表 11-1。

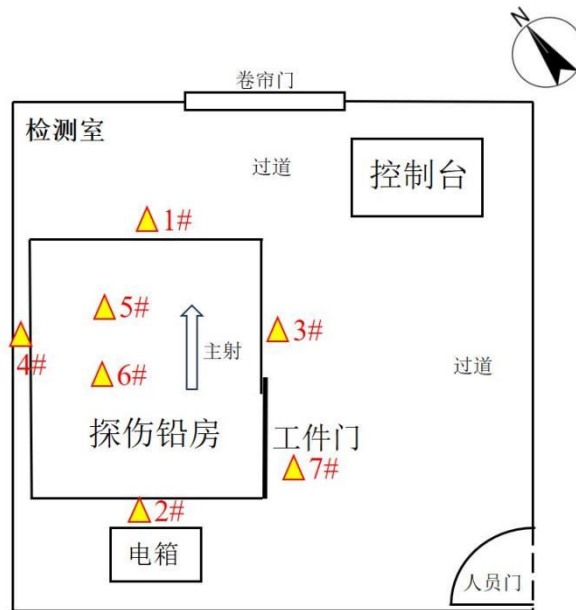


图 11-1 本项目场所辐射水平关注点位
表 11-1 本项目关注点位选取详情

编号	点位描述	屏蔽设计厚度	与关注点的距离 ^① (m)	需屏蔽的辐射类型
1#	铅房东北侧外表面 30cm 处	4mm 钢板+8mm 铅板	1.8	有用线束
2#	铅房西南侧外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	0.5	泄漏辐射+散射辐射
3#	铅房东南侧外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	0.8	泄漏辐射+散射辐射
4#	铅房西北侧外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	1.3	泄漏辐射+散射辐射
5#	铅房顶棚外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	0.8	泄漏辐射+散射辐射
6#	铅房地坪外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	0.9	泄漏辐射+散射辐射
7#	铅房工件防护门外表面 30cm 处	4mm 钢板+7mm 铅板	0.8	泄漏辐射+散射辐射

备注：①源点与关注点的距离=源点与屏蔽体外侧的距离+外表面 30cm。

2、计算公式

(1) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-1) 计算：

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

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)，依据设备厂家资料，本项目取值 10mA；

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目设备最大管电压为 160kV，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，采用内插法可得以 2mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，即 $H_0=1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 曲线，计算 160kV 有用线束穿过 8mm 铅时的透射因子为 1.41×10^{-8} ；

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

(2) 泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-2) 计算：

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

式中：

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，其中 X 为屏蔽层厚度，TVL 为半值层厚度，依据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，采用内插法可得当管电压为 160kV 时，则 X 射线在铅中的半值层 TVL 为 1.05mm；

R ——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 GBZ/T250-2014 表 1，本项目设备最大管电压为 160kV，管电压介于 150kV 与 200kV 之间，因此 \dot{H}_L 取 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 散射辐射

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} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照公式 (11-3) 计算：

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

式中：

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

值 10mA;

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目设备最大管电压为 160kV，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，采用内插法可得 2mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量 $20.38\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，即 $H_0=1.22\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ， X 为屏蔽层厚度，TVL 为半值层厚度。根据 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线为 160kV，则 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV，经查附录 B 表 B.2，此时 150kV 的 X 射线在铅中的半值层厚度 TVL 为 0.96mm。

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ ——根据 GBZ/T 250-2014 中 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，本项目最大管电压为 160kV， $\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ 因子保守取值为 50。

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)，取值见表 11-1。

3、预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-3)，代入相关参数，其中靶点至各关注点的距离见表 11-1。本项目 X 射线实时成像检测系统运行时关注点周围环境辐射水平预测结果见表 11-2~表 11-5。

表 11-2 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1# 铅房东北侧外表面 30cm 处	10	1.22×10^6	1.41×10^{-8}	5.44×10^{-2}

表 11-4 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	X (mm)	TVL (mm)	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2# 铅房西南侧外表面 30cm 处	7	1.05	2.09×10^{-7}	2.5×10^3	2.00×10^{-3}
3# 铅房东南侧外表面 30cm 处					8.80×10^{-4}
4# 铅房西北侧外表面 30cm 处					2.98×10^{-4}
5# 铅房顶棚外表面 30cm 处					7.72×10^{-4}

6#	铅房地坪外表面 30cm 处					6.50×10^{-4}
7#	铅房工件防护门外 表面 30cm 处					8.80×10^{-4}

表 11-5 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	X (mm)	TVL (mm)	B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2#	铅房西南侧外 表面 30cm 处	7	5.11×10^{-8}	1.22×10^6	50	4.77×10^{-2}
3#	铅房东南侧外 表面 30cm 处					2.10×10^{-2}
4#	铅房西北侧外 表面 30cm 处					7.12×10^{-3}
5#	铅房顶棚外表 面 30cm 处					1.84×10^{-2}
6#	铅房地坪外表 面 30cm 处					1.55×10^{-2}
7#	铅房工件防护 门外面 30cm 处					2.10×10^{-2}

表 11-6 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

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#	5.44×10^{-2}	/	/	5.44×10^{-2}	2.5	达标
2#	/	2.00×10^{-3}	4.77×10^{-2}	4.97×10^{-2}		达标
3#	/	8.80×10^{-4}	2.10×10^{-2}	2.19×10^{-2}		达标
4#	/	2.98×10^{-4}	7.12×10^{-3}	7.41×10^{-3}		达标
5#	/	7.72×10^{-4}	1.84×10^{-2}	1.92×10^{-2}		达标
6#	/	6.50×10^{-4}	1.55×10^{-2}	1.62×10^{-2}		达标
7#	/	8.80×10^{-4}	2.10×10^{-2}	2.19×10^{-2}		达标

根据表 11-6 预测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，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》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.2 人员受照剂量估算

(1) 计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（1），

人员受照剂量计算公式如下：

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

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——探伤装置年照射时间，h/a；

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 ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

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，具体数值见表 11-7。

表 11-7 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	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

(2) 辐射工作人员和公众剂量的计算结果

根据 11.2.1 对场所辐射水平的预测与本项目探伤设备的曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了工作人员和公众人员的年有效剂量与周有效剂量，详情见表 11-8。

表 11-8 本项目辐射工作人员和公众的有效剂量估算

关注点	人员类型	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
3#	辐射工作人员	2.19×10^{-2}	1	1200	2.63×10^{-2}	24	5.26×10^{-1}
7#					2.63×10^{-2}		5.26×10^{-1}
1#	公众成员	5.44×10^{-2}	1/4		1.63×10^{-2}		3.26×10^{-1}
2#		4.97×10^{-2}	1/12		4.97×10^{-3}		9.93×10^{-2}
4#		7.41×10^{-3}	1/16		5.56×10^{-4}		1.11×10^{-2}
5#		1.92×10^{-2}	1/16		1.44×10^{-3}		2.88×10^{-2}

备注：本项目探伤铅房所在检测室下方为土层，无地下室，将铅房地坪外表面 30cm 设为关注点 6#仅为验证探伤铅房地坪外 30cm 处剂量是否达标，故不对此关注点处公众人员有效剂量进行估算。

同时，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，对本项目评价范围内其他环境保护目标年有效剂量与周有效剂量进行了估算，见表 11-9。

表 11-9 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	对应关注点编号及关注点至源点距离 (m)	对应关注点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	对应计算点至辐射源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
1	过程检验室	3# 0.8	2.19×10^{-2}	3.8	9.15×10^{-4}	1	1200	1.10×10^{-3}	24	2.20×10^{-2}
2	来料检验室			12.8	7.98×10^{-5}	1		9.58×10^{-5}		1.92×10^{-3}
3	设备运行间			16.8	4.63×10^{-5}	1/4		1.39×10^{-5}		2.78×10^{-4}
4	ROHS 检测室			22.8	2.51×10^{-5}	1		3.01×10^{-5}		6.03×10^{-4}
5	分析测试间			39.8	8.23×10^{-6}	1		9.88×10^{-6}		1.98×10^{-4}
6	品控办公室、车间过道			25.8	1.96×10^{-5}	1/4		5.88×10^{-6}		1.18×10^{-4}
7	耐压检测室	2# 0.5	4.97×10^{-2}	1.5	5.69×10^{-3}	1		6.83×10^{-3}		1.37×10^{-1}
8	厂区道路			7.5	2.31×10^{-4}	1/8		3.46×10^{-5}		6.92×10^{-4}
9	无名公园	4# 1.3	7.41×10^{-3}	25.5	2.00×10^{-5}	1/8		3.00×10^{-6}		6.00×10^{-5}
10	楼梯间、厂区道路			2.3	2.41×10^{-3}	1/8		3.61×10^{-4}		7.22×10^{-3}
11	铝压铸及机加工车间			21.3	2.86×10^{-5}	1		3.44×10^{-5}		6.87×10^{-4}
12	车间过道			3.8	1.21×10^{-2}	1/4		3.63×10^{-3}		7.25×10^{-2}
13	点火器测试包装、车间过道	1# 1.8	5.44×10^{-2}	31.8	1.71×10^{-4}	1		2.06×10^{-4}		4.11×10^{-3}

由表 11-8 与表 11-9 可知，本项目 X 射线探伤设备运行后，辐射工作人员与公众人员的周有效剂量最大值分别为 $5.26 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/周}$ 、 $3.26 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求；辐射工作人员、公众成员的年有效剂量最大值分别是 $2.63 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 、 $1.63 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，均满足本项目对辐射工作人员、公众成员的年剂量约束值（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ）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、公众成员“剂量限值”（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）的要求。

11.2.3 “三废”影响分析

本项目 X 射线实时成像检测系统只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目探伤铅房顶棚设有一个通风口，采用 L 型迷道形式，通风口直径为 170mm，于通风出口处装设铅防护罩。探伤铅房体积约 4.23m³ 排风量为 400m³/h，有效通风换气次数不低于 94 次/h，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。废气由探伤铅房内机械排风装置排出后，经检测室南侧设置的排风扇可将气体排出室外。臭氧在短时间内可自动分解成氧气，对大气环境基本没有影响。本项目为 X 射线实时成像系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、废胶片、洗片废液等危险废物产生。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别

本项目拟建 X 射线实时成像检测系统属于 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 射线实时成像检测系统在对工件进行成像的工况下，门-机联锁失效，至使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。

（2）辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤铅房，外面人员启动 X 射线实时成像检测系统进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（3）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）探伤铅房四侧屏蔽体破损导致屏蔽防护水平达不到预设屏蔽水平，导致探伤铅房屏蔽体外剂量率超标而导致人员受照。

11.3.2 风险防范措施

（1）建设单位应定期对探伤铅房屏蔽防护设计进行检查。探伤工作开始前，应检查探伤机外观是否完好，螺栓等连接件是否连接良好，探伤铅房安全联锁装置、照射信号指示灯、声音提示装置与报警装置等防护安全措施是否正常运行。定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、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) 凡涉及对 X 射线实时成像检测系统进行操作，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，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(3) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线实时成像检测系统。

11.3.3 应急处置预案

(1) 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》。

(2) 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。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。

(3) 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。

(4) 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

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II类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

12.1.1 机构设置情况

浙江锋龙电气股份有限公司对 X 射线实时成像检测系统放射防护安全负主体责任，建设单位已按照相关规定成立了放射防护安全管理小组（见附件 8），签订了辐射工作安全责任书，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作，明确规定了各成员岗位职责，由管理小组建立并切实保证各项规章制度的实施。

12.1.2 辐射工作人员管理

本项目所需辐射工作人员均源自现有辐射工作人员，其辐射安全管理现状见前文表1章节中1.7.2章节，对于现有辐射工作人员，建设单位应做好以下管理工作：

（1）辐射工作人员培训：对现有辐射工作人员，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。自 2020 年 1 月 1 日起，原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，及时完成复训工作。

（2）个人剂量检测：建设单位应及时将辐射工作人员个人剂量计需定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作 30 年。

（3）职业健康检查：现有辐射工作人员需定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。当脱离辐射工作岗位时，应进行离岗前的职业健康检查。建设单位应为辐射工作人员建立并长期保存职业健康档案。

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》规定，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、射线装置使用登记制度等。

建设单位已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射安全管理制度》、《辐

射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《辐射岗位职责》、《射线装置使用登记制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射人员培训计划》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训计划及监测方案》等，现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。

本次评价建议建设单位补充《自行检查和年度评估制度》，并根据本项目的实际情况补充优化已有相关制度。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，严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

浙江锋龙电气股份有限公司已制定《辐射监测方案》（见附件8），并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所检测和个人剂量检测。建设单位现有3支个人剂量计、1台便携式辐射监测仪、2套辐射防护服（帽子、眼罩、护脖、围裙），对照相关标准要求，监测方案还需补充完善。

12.3.2 本项目辐射监测要求

12.3.2.1 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。

建设单位拟新增1台个人剂量报警仪、1台固定式场所辐射探测报警装置。以上监测仪器按要求配备后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。同时，本次评价建议公司每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，定期对相关检测设备进行校正和维护。

12.3.2.2 个人剂量监测

建设单位应严格落实个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，应跟踪分析原因，优化实践行为。

12.3.2.3 场所环境监测

本项目正式投入使用后，公司须定期对探伤铅房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对 X 射线实时成像检测系统应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：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），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 8.3.4 条款，本项目探伤铅房投入使用后每年至少进行 1 次常规监测，为了做好场所辐射安全工作，建议建设单位对本项目辐射场所的常规监测频次为 1 次/月。

(3) 年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安装和防护评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

表 12-1 场所监测计划

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测 1 次	委托监测	(1)探伤铅房四侧屏蔽体、防护门及顶棚外 30cm 处； (2)防护门门缝四周、电缆管道、通风口表面 30cm 处； (3)操作台及人员常驻留位置	《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）
常规监测		1 次/月	自行监测		
年度监测		1 次/年	委托监测		

12.4 年度安全状况评估

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，建设单位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 日前向发证机关提交上一年的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 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；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；

- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 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。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”主要包括如下内容：

- (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；
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

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，采取必要的防范措施并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

12.5.2 现有应急预案制定及完善情况

建设单位已制定《辐射事故应急预案》（见附件8），包含如下内容：（1）组织机构及职责；（2）应急处置程序；（3）纠正和改进工作；（4）生态环境、卫生和公安部门的联系部门与电话。

本次评价建议补充如下内容：（1）应急和救助的装备、资金、物资准备；（2）辐射事故分级与应急响应措施。本项目投入运行后，建设单位应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。同时，为降低事故发生概率，必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 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验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

浙江锋龙电气股份有限公司拟在浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智能制造产业集聚区点火器及逆变器车间检测室内利用原有 XYG-1610/5 型 X 射线实时成像检测系统（该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线机、1 间自屏蔽探伤铅房与显示控制系统组成，最大管电压为 160kV，最大管电流为 10mA）对自生产的磁机电飞轮进行无损检测。所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动式探伤。本项目探伤铅房屏蔽体外 50m 内主要为浙江锋龙电气股份有限公司点火器及逆变器车间、铝压铸及机加工车间、厂区道路、西侧无名公园，无居民点和学校等环境敏感点。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目 X 射线实时成像检测系统有用线束朝向探伤铅房东北侧，探伤铅房东北侧屏蔽体采用 2mm 钢+8mm 铅板+2mm 钢；其余三侧屏蔽体、顶棚、地坪、工件防护门均采用 2mm 钢+7mm 铅板+2mm 钢。探伤铅房屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）探伤工作场所实行分区管理，探伤铅房屏蔽体内部为控制区，探伤铅房所在检测室划为监督区。本项目 X 射线实时成像检测系统配有安全联锁装置、工作状态指示灯与声音提示装置、监视装置、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置等措施，以上安全防护措施可满足辐射安全和防护要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，各关注点周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

（3）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全

基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（4）“三废”影响分析结论

本项目产生的臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤铅房，经探伤工作场所内设的排风扇可使气体排至室外，对周围环境空气质量影响较小。

13.1.4 辐射安全管理结论

（1）建设单位已按规定成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

（2）本项目所有辐射工作人员均参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并定期委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康检查，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。

（3）建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定了相关辐射安全管理规章制度，拟张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

（1）规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省绍兴市杭州湾上虞经济开发南片高端装备智造产业集聚区点火器及逆变器车间，用地性质为工业用地，符合土地利用规划要求，符合区域环评要求。本项目符合绍兴市“三线一单”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤铅房评价范围 50m 内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

（2）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用建设项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》相关规定，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

（3）实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对公司自生产的磁机电飞轮进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。本项目在规范正确运行前提下，其产生的辐射对人体健康与周围环境的影响均符合相关标准要求。因此本项目探伤装置的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。

（4）环保可行性结论

综上所述，浙江锋龙电气股份有限公司 X 射线实时成像检测系统迁建项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

（1）建设单位应加强对探伤铅房以及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）建设单位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）建设单位应及时重新申领《辐射安全许可证》。

（3）建设单位承诺在本项目 X 射线实时成像检测系统正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工验收报告。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