

报告编号：WKFHP-23081

核技术利用建设项目

浙江固特气动科技股份有限公司

X 射线固定式探伤迁扩建项目

环境影响报告表

(公示稿)

浙江固特气动科技股份有限公司

2024 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江固特气动科技股份有限公司

X 射线固定式探伤迁扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江固特气动科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省龙游县湖镇镇大路邵 18 号

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 .....	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 .....	13
表 8	环境质量和辐射现状 .....	19
表 9	项目工程分析与源项 .....	22
表 10	辐射安全与防护 .....	29
表 11	环境影响分析.....	37
表 12	辐射安全管理 .....	54
表 13	结论与建议 .....	59
表 14	审批 .....	63

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江固特气动科技股份有限公司 X 射线固定式探伤迁扩建项目			
建设单位		浙江固特气动科技股份有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省龙游县湖镇镇大路邵 18 号			
项目建设地点		浙江龙游经济开发区（城北）永泰路以东，启明路以南M230地块			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		600	项目环保投资（万元）	60	投资比例（环保投资/总投资） 10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 迁扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ） /
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><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位简介</b></p> <p>浙江固特气动科技股份有限公司（以下简称“公司”），成立于 1997 年 9 月 1 日，曾用名：龙游县固特气动机械有限公司（1997-2004）、浙江固特气动机械有限公司（2004-2015）。公司注册地址位于浙江省龙游县湖镇镇大路邵 18 号，现有两个厂区，总部位于公司注册地址，容器部位于浙江省龙游县城南工业区鼎新东路 8 号（该厂区为公司收购的浙江莱德桑机械有限公司）。公司主营业务是阀门的研发、生产、销售；压力容器设计、生产、销售。主要产品和服务为蝶阀系列、闸阀系列、圆顶阀系列、圆盘阀系列等。</p> <p><b>1.1.2 项目建设目的和任务由来</b></p> <p>浙江固特气动科技股份有限公司原建有 2 间 X 射线探伤室，使用 1 台 XXH-2505 型 X 射线探伤机和 1 台 XXH-3005 型 X 射线探伤机对公司生产的阀门、压力容器等进行固定探伤。</p>				

该项目主体原为浙江莱德桑机械有限公司，该公司于 2015 年 8 月委托编制《浙江莱德桑机械有限公司 X 射线室内探伤项目（扩建）环境影响报告表》，由原衢州市环境保护局审查通过（衢环辐[2015]5 号，见附件 5），于 2017 年 8 月完成竣工验收（衢环辐验[2017]12 号，见附件 5）。2018 年，浙江固特气动科技股份有限公司收购浙江莱德桑机械有限公司，因此辐射安全许可证变更至浙江固特气动科技股份有限公司名下，并于 2023 年 11 月重新申领：浙环辐证[H2226]，许可种类和范围为使用 II 类射线装置（见附件 6）。

为响应龙游县人民政府腾笼换鸟号召，满足政府规划需要，企业积极配合，于 2022 年 7 月 29 日和浙江龙游经济开发区管理委员会签订土地置换协议，所以公司重新购置龙游县经济开发区 M230 地块（土地 100 亩），建设厂房及配套附属用房，拟将现有两个厂区的生产设备整体搬迁至新厂房，搬迁后原厂房不再实施生产，原有探伤室停止使用，且原厂房废水、固废均应按相关要求落实处置。公司已于 2023 年 10 月委托编制《浙江固特气动科技股份有限公司年产 3 万台阀门、2 万吨压力容器、1 万吨粉料输送装备、100 万套天线的生产项目环境影响报告书》，由衢州市生态环境局龙游分局审查通过（衢环龙建[2023]90 号）。由于公司不同区域生产的阀门、压力容器尺寸与厚度不同，为满足阀门、压力容器无损检测的需要，公司计划整体搬迁至新厂房后，在新厂房南侧建设 3 间 X 射线探伤室（自西向东依次编号为 1 号、2 号、3 号），分别对应不同生产区域中不同尺寸与厚度的工件，沿用原有 2 台 X 射线探伤机的同时新增 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机。

根据原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目 X 射线探伤机归入到“工业用 X 射线探伤装置”的范畴，属于 II 类射线装置。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目，“生产、使用 II 类射线装置的”。因此本项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江固特气动科技股份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、监测、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》（HJ10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在厂房南侧建设 3 间 X 射线探伤室，并配套建设控制室、暗室、评片室、危废暂存

间、胶片存档室等辅助用房。探伤室内配套公司原有的 2 台和新增的 1 台 X 射线探伤机。射线装置参数详见表 1-1。

**表1-1 本项目探伤室射线装置配置一览表**

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
1	X 射线探伤机	II类	XXH-2505	1 台	250kV	5mA	1 号探伤室
2	X 射线探伤机	II类	XXH-3005	1 台	300kV	5mA	2 号探伤室
3	X 射线探伤机	II类	XXH-3505	1 台	350kV	5mA	3 号探伤室

注：XXH-2505型X射线探伤机射线主射方向为南、北、地坪及顶棚垂直周向；其它探伤机射线主射方向为东、西、地坪及顶棚垂直周向；X射线探伤机出束张角均为40°。

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 公司地理位置

浙江固特气动科技股份有限公司现有两个厂区拟搬迁至浙江龙游经济开发区（城北）永泰路以东，启明路以南 M230 地块。西侧为浙江州工智能装备有限公司和浙江瑞柏新材料有限公司，北侧为中浙高铁轴承有限公司，东侧为空地（规划为工业用地），南侧为浙江鑫佳硕科技有限公司和空地（规划为工业用地）。地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境概况

本项目拟建探伤室位于厂房南侧，自西向东依次为 1 号、2 号、3 号，其中 1 号探伤室与 2 号探伤室紧邻，2 号探伤室与 1 号探伤室南侧墙平齐，北侧比 1 号探伤室长 6.5m；2 号探伤室与 3 号探伤室相距 30m，中间为酸洗和不锈钢抛光区域。项目西侧 50m 内有水压实验区、抛丸机、干喷砂设备；项目北侧 50m 内有吸附筒生产区、仓泵生产车间、大型不锈钢压力容器生产车间、大型碳钢压力容器生产车间、模具场地；项目东侧为退火炉、封头切边周转区、废料堆放区；项目南侧为厂区道路和浙江鑫佳硕科技有限公司宿舍楼（楼高约 25m）。本项目环境保护目标关注点均与探伤室位于同一平面，与探伤室的水平距离详见表 7-1。项目周围环境关系见附图 2，项目周边环境实景图见附图 3，厂房平面布置图见附图 4。

### 1.2.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事固定式探伤操作的辐射工作人员及公众成员。

## 1.3 相关规划符合性分析

### 1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江龙游经济开发区（城北）永泰路以东，启明路以南 M230 地块，用地性质为工业用地（见附件 7），项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

### 1.3.2 “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”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

**(1) 生态保护红线**

根据《龙游县“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33082520054 浙江省衢州市龙游县龙北产业集聚重点管控区”，属于重点管控单元。与龙游县“三区三线”全国二上划定方案（见附图9）对比，本项目位于城镇开发边界内不涉及生态保护红线和永久基本农田。

**(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 $\gamma$ 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，项目电能主要依托工业园区电力管网，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《龙游县“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33082520054 浙江省衢州市龙游县龙北产业集聚重点管控区”，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	严格执行项目准入机制，控制三类工业项目数量和排污总量。优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对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、生活绿地等隔离带。	本项目为 X 射线固定式探伤项目，不属于三类工业建设项目，也不属于一类重金属排放的专业表面处理项目。所在地在居住区和工业企业间有隔离带，可确保人居环境安全。	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。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。	本项目不涉及污染总量控制，项目各污染物经污染防治措施处理均可达标排放，不会改变当地环境质量现状，项目不涉及土壤和地下水污。	符合

续表 1-2

环境 风险 防控	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。	要求公司制定相关应急预案,并向所在生态环境主管部门备案。	符合
资源 开发 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。	企业不使用煤炭等高污染燃料,且在设备选型过程中均选取了节电节水设备,有效提高了资源能源利用效率。	符合

综上,本项目的建设符合“三线一单”的要求。

## 1.4 选址合理性分析

本项目位于浙江固特气动科技股份有限公司南侧,不新增土地。同时,本项目用地性质属于工业用地(见附件5),周围无环境制约因素。项目探伤室周围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。

## 1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用,根据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)》相关规定,本项目不属于限制类、淘汰类项目,符合国家当前的产业政策。

## 1.6 实践正当性分析

X射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践,对保证产品质量方面有十分重要的作用。项目拟建3间X射线探伤室,并配备3台X射线探伤机,目的是对公司生产的阀门、压力容器进行拍片,将有效的提升企业的产品质量和产品的合格率。本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的,同时对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全要求,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践的正当性”原则。因此,该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

## 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许可及环保手续履行情况

浙江固特气动科技股份有限公司现持有辐射安全许可证(见附件6),证书编号:浙环辐证[H2226],许可种类和范围:使用II类射线装置;发证日期:2023年11月15日;有效日期至



2028年11月14日。许可使用的II类射线装置2台：XXH-2505和XXH-3005。由于建设单位近期整体搬迁，按照《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和防护管理办法》相关要求，应尽快向原发证机关重新申领辐射安全许可证。

### 1.7.2 原有核技术利用项目管理情况

(1) 公司已成立辐射防护管理领导小组，并制定《辐射防护和安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X射线探伤机安全操作规程及检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《事故应急措施》、《自行检查及年度监测制度》、《放射工作人员培训、体检及保健制度》、《放射工作监测制度》、《X射线探伤机使用登记制度》、《辐射安全许可证变更及注销制度》等一系列辐射安全管理规章制度，且辐射防护管理机构 and 制度于2023年10月全面更新。在原有核技术利用项目中，并未出现异常情况，公司迁扩建后只要针对性修订、完善，在日常工作中仍严格落实制度，能够满足核技术利用项目的管理需求。

(2) 公司现有2名辐射工作人员，均配备了个人剂量计，根据最新提供的最近1年职业外照射个人剂量监测报告，现有辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值5mSv。现有辐射工作人员均参加了生态环境部组织的辐射安全与防护培训且考核合格。公司已组织现有辐射工作人员进行了职业健康复检，根据体检报告结果，可继续从事放射工作。

表 1-3 现有辐射工作人员情况一览表

序号	姓名	辐射安全与防护 培训证书编号	培训 结果	个人剂量监测结果 (mSv)				职业健康 检查时间	体检结果
				2022 年第4 季度	2023 年第1 季度	2023 年第2 季度	2023 年第3 季度		
1	吕江	FS20ZJ1100109	合格	0.036	0.005*	0.005*	0.148	2022.5.26	未见职业健康 损害，可继续 原放射工作
2	吕伟星	FS21ZJ1100418	合格	0.005*	0.005*	0.055	0.139	2023.8.31	

注：上述个人剂量监测数据均已扣除本底值，检测结果低于最低探测水平时，以“1/2M”表示。

#### (3) 辐射工作场所检测情况

根据建设单位提供的2023年探伤室检测报告报告（见附件15），原有探伤室周围的辐射剂量率满足《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2.5μSv/h”的要求。

#### (4) 现有“三废”处理情况

探伤室产生少量的臭氧和氮氧化物经排风系统排至车间外环境，废（显）定影液、废胶片等危险废物暂存于洗片室，现有2023年产生的废（显）定影液约50kg、废胶片约5kg尚未处理，需尽快处理，已与龙游一达环保科技有限公司签订处置协议（危废处置协议见附件10）。

(5) 原探伤场地退役的辐射环境管理要求

本项目实施后，原有探伤场所将不再使用，因此应委托有资质的单位完成“三废”处理，将所有辐射源移除，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

**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	X 射线探伤机	II类	1 台	XXH-2505	250kV	5mA	无损探伤	1 号探伤室	搬迁
2	X 射线探伤机	II类	1 台	XXH-3005	300kV	5mA	无损探伤	2 号探伤室	搬迁
3	X 射线探伤机	II类	1 台	XXH-3505	350kV	5mA	无损探伤	3 号探伤室	拟购设备

(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	由机械排风系统引至探伤室外，直接排放于大气环境。
废显（定）影液	液态	/	/	12.5kg	150kg	/	专用容器收集后暂存于危废暂存间	委托有资质的单位处理
废胶片	固态	/	/	12.5kg	150kg	/		
洗片废液	液态	/	/	31.25kg	375kg	/		

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律文件	<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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</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)《国家危险废物名录(2021年版)》，生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(14)《关于发布&lt;建设项目危险废物环境影响评价指南&gt;的公告》，原环境保护部公告2017年第43号，2017年9月1日印发；</p> <p>(15)《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>(16)《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;</p> <p>(17)《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;</p> <p>(18)《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;</p> <p>(19)《浙江省生态环境厅关于发布&lt;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)&gt;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>技 术 标 准</p>	<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);</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</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;</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(6)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(8)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);</p> <p>(9)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020);</p> <p>(10)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023);</p> <p>(11)《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996);</p> <p>(12)《污水综合排放标准》(GB 8978-1996);</p> <p>(13)《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015);</p> <p>(14)《工业企业废水氨氮、磷污染物间接排放限值》(DB33/887-2013);</p> <p>(15)《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)。</p> <p>(16)《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)</p>
<p>其 他</p>	<p>(1)《辐射防护导论》,方杰主编;</p> <p>(2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。</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（无实体边界项目视具体情况而定，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 X 射线探伤室边界 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本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员，具体见表7-1，所有关注点地面均与探伤室同一平面，浙江鑫佳硕科技有限公司宿舍楼高度约25m。

**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	与探伤室边界最近距离(m)	人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
1、2号探伤室	辐射工作人员	西北侧	控制室、胶片存档室	紧邻	4人	职业照射	5.0
	公众	西侧	水压实验区、抛丸机、干喷砂设备	10.5	15人	公众照射	0.25
		北侧	吸附筒生产区、仓泵生产车间、大型不锈钢压力容器生产车间	32.7	30人		
		东侧	酸洗和不锈钢抛光区域	1.3	5人		
		南侧	厂区道路	4.2	50人次/d		
浙江鑫佳硕科技有限公司宿舍楼	35.1		50人				
3号探伤室	辐射工作人员	西侧	控制室、评片室、暗室、危废暂存间	紧邻	2人	职业照射	5.0
	公众	西侧	酸洗和不锈钢抛光区域	4.3	5人	公众照射	0.25
		北侧	仓泵生产车间、大型不锈钢压力容器生产车间、大型碳钢压力容器生产车间、模具场地	32.7	30人		
		东侧	退火炉、封头切边周转区、废料堆放区	2.2	10人		
		南侧	厂区道路	4.2	50人次/d		



## 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
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	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  $\gamma$  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  $\gamma$  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/T250。

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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周；

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

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

本标准适用于 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  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  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 施工期污染物排放标准

#### (1) 废气

施工期产生的扬尘颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2中无组织排放监控浓度限值,具体见表7-3。

表 7-3 废气污染物排放标准

污染物	周界外浓度最高点 (mg/m <sup>3</sup> )	标准依据
颗粒物	1.0	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2中无组织排放监控浓度限值

#### (2) 废水

施工期产生的油污水、泥浆水及施工人员生活污水执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)表4中三级标准要求、《工业企业废水氨氮、磷污染物间接排放限值》(DB33/887-2013)中其他企业间接排放限值要求以及《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)表1中C级水质控制项目限值。龙游城北污水处理有限公司污水出水口执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)一级标准中的A标准限值。具体见表7-4和7-5。

表 7-4 废水水污染物排放标准

污染物	排放限值 (mg/L)	执行标准
化学需氧量	500	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中三级标准要求
悬浮物	400	
石油类	20	
氨氮	35	《工业企业废水氨氮、磷污染物间接排放限值》(DB33/887-2013)中其他企业间接排放限值要求
总磷	8	
总氮	45	《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表1中C级水质控制项目限值

表 7-5 龙游城北污水处理有限公司污染物排放标准 单位:除 pH 外均为 mg/L

污染物	pH	COD	SS	氨氮	总氮
控制限值	6~9	≤50	≤10	≤5 (8.0)	≤15

#### (3) 噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中的噪声限值标准,具体见表7-6。

表 7-6 建筑施工场界环境噪声排放标准

Leq (dB(A))	
昼间	夜间
70	55

### 7.3.5 本项目管理目标

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: 探伤室四侧墙体及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5 $\mu$ Sv/h; 拟建探伤室顶棚为不上人顶棚, 且无临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, 因此探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 100 $\mu$ Sv/h。

②剂量约束限值: 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。

#### ④固体废物

固体废物的处理、处置均应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的有关要求。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023) 中的相关要求。危险废物还应按《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》(环发[2001]199号) 的规定进行分类管理、存放、运输和处理处置。

**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**

浙江固特气动科技股份有限公司现有两个厂区拟搬迁至浙江龙游经济开发区（城北）永泰路以东，启明路以南 M230 地块。西侧为浙江州工智能装备有限公司和浙江瑞柏新材料有限公司，北侧为中浙高铁轴承有限公司，东侧为空地，南侧为浙江鑫佳硕科技有限公司。

**8.1.2 项目场所位置**

本项目拟建探伤室位于厂房南侧，自西向东依次为 1 号、2 号、3 号，其中 1 号探伤室与 2 号探伤室紧邻，2 号探伤室与 3 号探伤室相距 30m，中间为酸洗和不锈钢抛光区域。项目西侧 50m 内有水压实验区、抛丸机、干喷砂设备；项目北侧 50m 内有吸附筒生产区、仓泵生产车间、大型不锈钢压力容器生产车间、大型碳钢压力容器生产车间、模具场地；项目东侧为退火炉、封头切边周转区、废料堆放区；项目南侧为厂区道路和浙江鑫佳硕科技有限公司。

**8.2 辐射环境质量现状评价**

**8.2.1 监测目的**

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

**8.2.2 环境现状评价对象**

本项目探伤工作场所及周边环境。

**8.2.3 监测因子**

根据项目污染因子特征，环境监测因子为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率。

**8.2.4 监测点位**

根据《环境  $\gamma$  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。本项目共布设 13 个监测点位，布点情况见附图 6，监测报告及监测资质见附件 7。

**8.2.5 监测方案**

- （1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- （2）监测时间：2023 年 12 月 12 日；
- （3）监测方式：现场检测；
- （4）监测依据：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；

- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：阴；室内温度：15℃；室外温度：15℃；相对湿度：67%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器设备参数**

仪器名称	x、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD 6/H+6150AD -b/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	165455+167510
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 $\mu$ Sv/h~99.99 $\mu$ Sv/h 外置探头：0.01 $\mu$ 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 2 月 15 日~2024 年 2 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	$\geq 10$ nSv/h

### 8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

### 8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表8-2 本项目拟建场所及周围环境环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	位置
		平均值	
1#	拟建 1 号探伤室	88	室内
2#	拟建 2 号探伤室	87	室内
3#	2、3 号探伤室中间	85	室内
4#	拟建 3 号探伤室	77	室内
5#	1 号探伤室西侧	97	室内
6#	2 号探伤室北侧	89	室内
7#	3 号探伤室北侧	85	室内
8#	3 号探伤室东侧	60	室内
9#	厂房中央	95	室内
10#	东侧厂区道路	95	室外
11#	3 号探伤室南侧道路	102	室外
12#	1 号探伤室南侧道路	97	室外
13#	浙江鑫佳硕科技有限公司	116	室外

注：1、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、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  $^{137}\text{Cs}$  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 28.50nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~9#点位取 0.9，10#~13#点位取 1。

由表8-2可知：本项目拟建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为60nGy/h~97nGy/h，室外γ辐射空气吸收剂量率为95nGy/h~116nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，金华地区（龙游原属金华地区）室内的γ辐射（空气吸收）剂量率范围为62nGy/h~467nGy/h，龙游县道路上γ辐射（空气吸收）剂量率范围为66nGy/h~151nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的γ辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。



## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

本项目施工期主要为依托主体工程的生产车间进行局部改造施工及设备安装调试，具体工艺流程及产污环节如下：

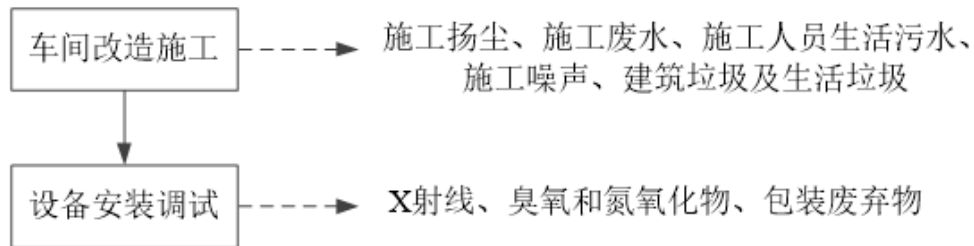


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节示意图

车间改造施工阶段主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。设备安装调试阶段主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工作业范围有限，施工期较短，因此其对周围环境的影响是短暂的。随着施工期的结束，其环境影响也将不复存在。

### 9.2 工艺设备和工艺分析

#### 9.2.1 设备组成及工作方式

本项目 X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制器、连接电缆及附件组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点。为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 射线管充分冷却，防止过热。

典型 X 射线探伤机外观情况见图 9-2。



图 9-2 典型 X 射线探伤机外观图

### 9.2.2 工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的感光片进行照射，当 X 射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体和高压电源组成。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熔金属（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。

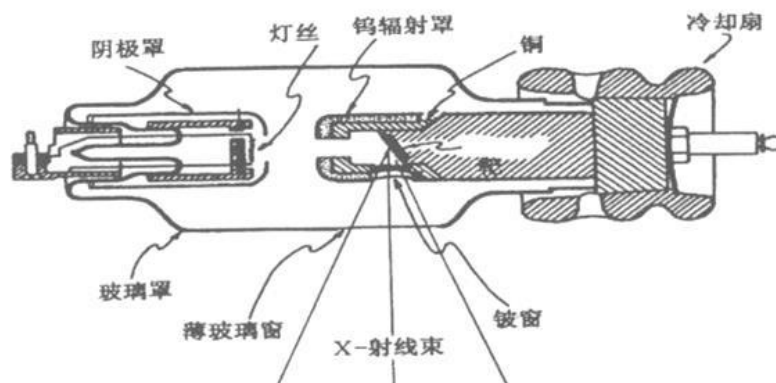


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 固定式探伤流程及产污环节

公司 X 射线探伤工作在固定的探伤室内，X 射线探伤装置拟放置在探伤室中央，需要进行射线探伤的工件由导轨送入探伤室内，探伤机由人工搬运并根据工件位置调整摆放位置。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，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，检查无误即进行曝光，曝光期间探伤机不移动。当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，打开防护门，利用推车将探伤工件送出探伤室外，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产污环节见图 9-4。

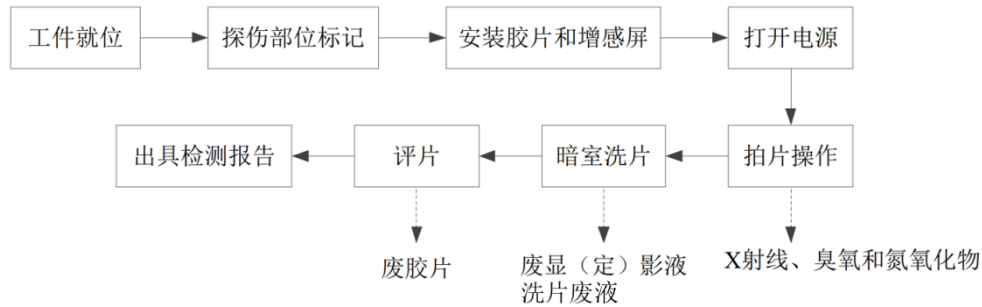


图 9-4 探伤工艺流程及产污环节示意图

#### 9.2.4 暗室洗片流程及产污环节

探伤检测后将照射过的胶片暗袋放至暗室，在无可见光只有暗室红灯的情况下拆开暗袋，取出胶片放入洗片架，从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程均必须在暗室内进行，采用手动洗片的方式。

①显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽内，视放置位置，保证胶片之间的间隔至少 12mm，不要多放，正常显影在 20℃时 5~8min。显影过程中最好是 1min 内将胶片作为水平和垂直方向搅动数秒钟。

②停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液，停影时间控制在 0.5~1min。

③定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，注意胶片之间不得互相接触，以免出现叠影。为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时以及最初的 1min，均应做上下方向的搅动约 10min，然后让其在定影中浸渍到定影结束。定影时间至少为底片通透时间的两倍。但对于刚配置不久的定影液，定影时间不得超过 15min。

④冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在可循环流动水中冲洗 20~30min，去除胶片上附着的残留定影液。

⑤干燥：冲洗完成后，将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。

⑥显影液或定影液经过一定数量的胶片处理后，其洗片性能将下降，此时应配置新液替换旧液，废液采用专用防渗容器收集后转移到危废暂存间暂存。

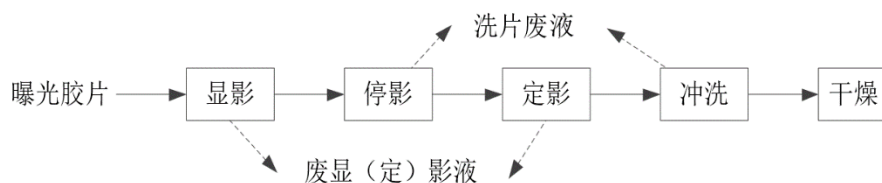


图 9-5 暗室洗片工艺流程及产污环节示意图

### 9.2.5 运行工况和人员配置计划

1号探伤室拟配置1台XXH-2505型X射线探伤机（设备属于II类射线装置），工件门设于西侧，工件由导轨送入探伤室内，探伤工件的最大尺寸为2000mm（直径）×2900mm（长），最大厚度为10mm。X射线探伤机射线照射方向为南北两侧及顶棚和地坪，最大探伤工况为：单次拍片探伤时间最大为5min，年拍片量约5000张，年工作按52周（260天）计，则年探伤时间417h，周探伤时间8h。该探伤室拟配2个辐射工作人员。

2号探伤室拟配置1台XXH-3005型X射线探伤机（设备属于II类射线装置），工件门设于北侧，工件由导轨送入探伤室内，探伤工件的最大尺寸为3000mm（直径）×8500mm（长），最大厚度为20mm。X射线探伤机射线照射方向为东西两侧及顶棚和地坪，最大探伤工况为：单次拍片探伤时间最大为5min，年拍片量约5000张，年工作按52周（260天）计，则年探伤时间417h，周探伤时间8h。该探伤室拟配2个辐射工作人员。

3号探伤室拟配置1台XXH-3505型X射线探伤机（设备属于II类射线装置），工件门设于北侧，工件由导轨送入探伤室内，探伤工件的最大尺寸为4200mm（直径）×8200mm（长），最大厚度为30mm。X射线探伤机射线照射方向为东西两侧及顶棚和地坪，最大探伤工况为：单次拍片探伤时间最大为5min，年拍片量约5000张，年工作按52周（260天）计，则年探伤时间417h，周探伤时间8h。该探伤室拟配2个辐射工作人员。

本项目X射线探伤机与探伤室一一对应，不存在探伤机在其它探伤室混用的情况。

## 9.3 污染源项描述

### 9.3.1 运行期正常工况污染源项

#### (1) X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线随探伤机器的开、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（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，在开机探伤期间，X射线是本项目的主要污染因子，源项分析见表9-1。

表 9-1 项目 X 射线探伤机源项分析结果汇总表

序号	名称	工作场所	型号	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	X射线探伤机	1号探伤室	XXH-2505	16.5 mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1
2	X射线探伤机	2号探伤室	XXH-3005	20.9 mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	
3	X射线探伤机	3号探伤室	XXH-3505	17.4 mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	

注：XXH-3505 主射线或散射线源项由内插法计算得出。

(2) 臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室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、废胶片及洗片废液

探伤作业完成后，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、废胶片及洗片废液，属于《国家危险废物名录（2021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，本项目年拍片约15000张，按洗1000张片用10L显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约150L（约0.15t），每年产生废胶片约450张（废片率按3%计算，一张废胶片10g，共约4.5kg），按洗2000张片产生50L洗片废液，经估算项目工作过程中每年产生的洗片废液（包括停影废水和冲洗废水）约375L（约0.375t）。该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理，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相关资质单位处理）。根据《承压设备无损检测 第1部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第7.3.3条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于7年。7年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约14550张，存档期限为7年，存档满7年后的胶片全部作为危废交有资质单位处理处置。基于本项目运行的第8年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即15000张（折合重量约150kg）。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-2。

表 9-2 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	0.15	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤	T	<b>贮存：</b> 密闭置于包装桶内，分类、分区存放在 3 号探伤室西侧危废暂存间内。 <b>处置：</b> 委托有资质单位处置。
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.15	胶片冲洗	固态	卤化银	卤化银	每次探伤	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	0.375	胶片冲洗	液态	硝酸、硫酸、卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每次探伤	T	

### 9.3.2 运行期事故工况污染源项

本项目运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患，可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下：

(1) X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，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。

探伤机事故状态下污染源项同正常工况。

## 9.4 迁扩建项目工艺不足及改进情况分析

### 9.4.1 现有核技术利用项目分析

公司现有 X 射线固定式探伤项目位于浙江省衢州市龙游县城南工业区鼎新东路 8 号，该项目主体原为浙江莱德桑机械有限公司，于 2015 年 8 月由原衢州市环境保护局审查通过（衢环辐[2015]5 号，见附件 5），于 2017 年 8 月完成竣工验收（衢环辐验[2017]12 号，见附件 5）。2018 年，浙江固特气动科技股份有限公司收购浙江莱德桑机械有限公司，因此辐射安全许可证变更至浙江固特气动科技股份有限公司名下。浙江固特气动科技股份有限公司于 2023 年 11 月重新申领辐射安全许可证（见附件 6）：证书编号：浙环辐证[H2226]；许可种类和范围：使用 II 类射线装置；许可使用的 II 类射线装置 2 台：1 台 XXH-2505 型，1 台 XXH-3005 型）。

公司已委托浙江鼎清环境检测技术有限公司于 2023 年 6 月 7 日对相关辐射工作场所进行了检测，探伤室的四周屏蔽墙、顶棚和防护门外 30cm 处周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。

现有项目 2 名辐射人员共配有 2 枚个人剂量计、2 台个人剂量报警仪，1 台便携式 X-γ 剂量率仪。根据公司的年度监测报告（见附件 15），原有探伤室辐射防护设施屏蔽效果满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

探伤室产生少量的臭氧和氮氧化物经排风系统排至车间外环境，对周围环境影响较小；废（显）定影液、废胶片等危险废物暂存于洗片室，现有废（显）定影液约 50kg，废胶片约 5kg，需尽快处理。

### 9.4.2 改进情况分析

为配套公司搬迁及扩大产能，本项目计划建设 3 间 X 射线探伤室，沿用原有 2 台 X 射线探伤机的同时新增 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机，对公司生产的阀门、压力容器等进行固

定探伤。

由于原有项目 2 间探伤室不同时使用，因此仅配备 2 名辐射工作人员。为保证本项目 3 间探伤室可独立运行，需新增 4 名辐射工作人员。新增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培训，考核合格后上岗，并按时每五年进行重新考核；同时公司拟组织新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案长期保存。

洗片室内现暂存有废（显）定影液、废胶片未处理，浙江固特气动科技股份有限公司已与龙游一达环保科技有限公司签订处置协议（危废处置协议见附件 10），可在搬迁前落实危废处置。

**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**

本项目探伤工作场所位于厂房南侧，由3间探伤室及其辅助用房组成。3间探伤室均拟设置1扇电动铅工件门（1号探伤室设于西侧，2、3号探伤室设于北侧），采用导轨输送工件进出探伤室，便于工件进出。3间探伤室与控制室之间均拟设“L”型迷道和电动铅人员门，便于工作人员进出探伤室，并通过迷道多次散射降低工作人员受照剂量。

1号探伤室探伤工件的最大尺寸为2.0m（直径）×2.9m（长），探伤室内尺寸为5.1m（长）×4.2m（宽）×4.5m（高），工件门的门洞尺寸为3.0m（宽）×4.0m（高）；2号探伤室探伤工件的最大尺寸为3.0m（直径）×8.5m（长），探伤室内尺寸为12.1m（长）×5.6m（宽）×6.0m（高），工件门的门洞尺寸为4.0m（宽）×5.2m（高）；3号探伤室探伤工件的最大尺寸为4.2m（直径）×8.2m（长），探伤室内尺寸为12.0m（长）×8.0m（宽）×6.0m（高），工件门的门洞尺寸为5.0m（宽）×5.5m（高）。3间探伤室均满足探伤工件进出探伤室并位于探伤室内探伤的要求。曝光后的胶片统一在3号探伤室西侧的暗室、评片室以及1、2号探伤室西北侧的胶片存档室内完成洗片、评片和胶片存档工作。产生的各类危废暂存于3号探伤室西侧的危废暂存室内，定期委托有资质的单位处理处置。探伤室的平面和剖面设计分别见附图6。

本项目3间探伤室均与控制室之间设有“L”型迷道，可避开有用线束照射的方向，并且控制室与探伤室分开，因此本项目探伤室布局设计满足《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，将分别将3间探伤室（探伤室墙壁及防护门围成的内部区域，含迷道）划为控制区，在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；将探伤室四侧墙体外1m、控制室、评片室、暗室、危废暂存间、胶片存档室等区域划为监督区，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8。



### 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，本项目各辐射工作场所的屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 新建探伤室屏蔽情况一览表

项目		屏蔽防护设计方案
1 号 探 伤 室	外尺寸	6.35m（长）×5.35m（宽）×5.05m（高）
	内尺寸	5.1m（长）×4.2m（宽）×4.5m（高）
	四侧墙体	北侧为迷道，东侧与 2 号探伤室共用为 650mm 混凝土，南侧与西侧为 600mm 混凝土
	顶棚	550mm 混凝土
	工件门 （设于西墙上）	电动移门，门洞尺寸为 3.0m（宽）×4.0m（高）；门体尺寸为 3.6m（宽）×4.5m（高），采用 15mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 300mm，下搭接为 200mm（按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
	迷道	迷道设置形式为 L 型，宽 900mm，迷道内墙为 550mm 混凝土，外墙为 650mm 混凝土
	人员门	电动移门，门洞尺寸为 0.9m（宽）×2.1m（高）；门体尺寸为 1.2m（宽）×2.3m（高），采用 7mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm（按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
	穿线管	预留 2 根，管径 100mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的北侧迷道，连接至控制室的控制台
	通风管	预留 1 根，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的南墙至室外 5m 处高空排放，风机设计风量 600m <sup>3</sup> /h
2 号 探 伤 室	外尺寸	13.4m（长）×6.9m（宽）×6.6m（高）
	内尺寸	12.1m（长）×5.6m（宽）×6.0m（高）
	四侧墙体	650mm 混凝土
	顶棚	600mm 混凝土
	工件门	电动移门，门洞尺寸为 4.0m（宽）×5.2m（高）；门体尺寸为 5.0m（宽）×5.7m（高），采用 24mm 铅防护；门与墙体左、右搭接各为 500mm，上搭接为 300mm，下搭接为 200mm（按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
	迷道	迷道设置形式为 L 型，宽 1000mm，迷道内外墙均为 650mm 混凝土
	人员门	电动移门，门洞尺寸为 0.9m（宽）×2.1m（高）；门体尺寸为 1.2m（宽）×2.3m（高），采用 11mm 铅防护；门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm（按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
	穿线管	预留 2 根，管径 100mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的西侧迷道，连接至控制室的控制台
	通风管	预留 1 根，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型埋地管道穿越探伤室的南墙至室外 5m 处高空排放，风机设计风量 2500m <sup>3</sup> /h

续表 10-1

3号探伤室	外尺寸	13.4m (长) × 9.4m (宽) × 6.65m (高)
	内尺寸	12.0m (长) × 8.0m (宽) × 6.0m (高)
	四侧墙体	700mm 混凝土
	顶棚	650mm 混凝土
	工件门	电动移门, 门洞尺寸为 5.0m (宽) × 5.5m (高); 门体尺寸为 6.0m (宽) × 6.0m (高), 采用 30mm 铅防护; 门与墙体左、右搭接各为 500mm, 上搭接为 300mm, 下搭接为 200mm (按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小)
	迷道	迷道设置形式为 L 型, 宽 1000mm, 迷道内外墙均为 650mm 混凝土
	人员门	电动移门, 门洞尺寸为 0.9m (宽) × 2.1m (高); 门体尺寸为 1.2m (宽) × 2.3m (高), 采用 14mm 铅防护; 门与墙体左、右、上搭接各为 150mm, 下搭接为 50mm (按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则, 间隙应尽量小)
	穿线管	预留 2 根, 管径 100mm, 埋深 400mm, 以“U”型埋地管道穿越探伤室的西侧迷道, 连接至控制室的控制台
	通风管	预留 1 根, 管径 300mm, 埋深 400mm, 以“U”型埋地管道穿越探伤室的南墙至室外 5m 处高空排放, 风机设计风量 3500m <sup>3</sup> /h

注: 表中混凝土的密度不小于 2.35g/cm<sup>3</sup>, 铅的密度不小于 11.3g/cm<sup>3</sup>。

本项目探伤室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, 经理论预测, 探伤室的四侧墙体、防护门和顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 GBZ 117-2022 中 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 中剂量限值和本项目剂量约束值的要求。因此, 本项目探伤室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, 本项目探伤室投入使用前, 拟具备以下辐射安全和防护措施:

##### 1、探伤装置固有安全属性

本项目 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小于 5mSv/h, 在随机文件中有这些指标的说明。其他放射防护性能符合 GB/T 26837 的要求。

##### 2、探伤工作场所安全防护措施

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022), 本项目探伤工作场所应满足辐射防护要求。对照一览表详见表 10-2。根据表 10-2 对照, 本项目探伤工作场所在落实相应的设施后能满足相关要求。

**表 10-2 探伤工作场所安全防护措施对照一览表**

序号	标准要求的措施	落实情况	符合性分析
1	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。	探伤工作场所已进行控制区、监督区划分，监督区外划定黄色警戒线。	符合
2	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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	3 间探伤室均拟设置门-机联锁装置，并保证在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，能立刻停止出束。	符合
2	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。	3 间探伤室门口和内部均拟同时设有显示“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。在醒目的位置处拟有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	符合
3	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。	3 间探伤室各拟安装 4 个视频监控装置，其中 2 个位于探伤室内，1 个位于工件门外 1 个位于迷道内，在相应的控制台上均拟设专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	符合
4	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。	3 间探伤室的人员门和探伤工件进出门上均拟设符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
5	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。	3 间探伤室各拟设置个 5 紧急停机按钮（探伤室西南、西北、东南、东北侧及控制室各设 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装应使人员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。按钮应带有标签，标明使用方法。	符合
6	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。	3 间探伤室均拟设置机械通风装置，1 号、2 号、3 号探伤室风机设计风量分别为 600m <sup>3</sup> /h、2500m <sup>3</sup> /h、3500m <sup>3</sup> /h，每小时有效通风换气次数均不小于 3 次。排风管道外口位于南侧室外 5m 高空，避免朝向人员活动密集区。	符合
7	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	3 间探伤室内均拟配置固定式场所辐射探测报警装置。	符合

为进一步保证射线装置的安全使用，建设单位计划在标准 GBZ 117-2022 的基础上增加下列辐射安全和防护措施：

①探伤室的工件门和工作人员门均采用电动门，为了应对突发情况，拟在探伤室内靠防护

门一侧设置室内紧急开门装置和防夹装置；

②探伤室工件门外 1m 处拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近；

③探伤工作场所周围应张贴相关制度。

探伤工作场所辐射安全设施布置方案见附图 8。

### 3、安全操作放射防护措施

(1) 建设单位放射防护措施

a) 建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任；

b) 建设单位已建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施，制定辐射事故应急预案；

c) 建设单位拟为新增辐射工作人员配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)的要求进行个人剂量监测，按《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)的要求进行职业健康监护；辐射工作人员需参加放射防护培训考核并获得合格成绩单，取得符合《无损检测 人员资格鉴定与认证》(GB/T 9445-2015)要求的无损探伤人员资格方可上岗。

(2) 探伤室探伤操作放射防护措施

a) 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；

b) 探伤工作人员工作期间除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪；当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告；

c) 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。测量值应当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；

d) 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如在检查过程中发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作；

e) 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。

### 4、探伤装置的检查和维护

(1) 建设单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- a) 探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；螺栓等连接件是否连接良好。
- b) 安全连锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。
- c) 探伤室内安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) 设备维护

- a) 建设单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次；
- b) 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。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

**5、探伤设施的退役**

(1) 本项目投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，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。

**6、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	本项目新增数量	现有数量	本项目实施后全厂总数量
1	个人剂量计	4 枚	2 枚	6 枚
2	个人剂量报警仪	4 台	2 台	6 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	0 台	1 台	1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	3 台	0 台	3 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。

**7、危险废物环境管理要求**

本项目危险废物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液及废胶片，根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物转移管理办法》（生态环境部令第 23 号）等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处

置等环节拟采取如下环境管理措施：

(1) 危废的贮存

本项目危废暂存间位于3号探伤室西侧，设计面积约7m<sup>2</sup>，一次性最大贮存能力为3t，可满足本次辐射项目产生的危废暂存空间需求。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（原环境保护部公告2017年第43号）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，具体见表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号探伤室西侧	7m <sup>2</sup>	专用防渗容器	3t	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		
3		洗片废液	HW16	900-019-16			专用防渗容器		

(2) 危废的转移

对于厂内运输，本项目危废从厂区内产生环节运输到危废暂存间，应由专人负责，专用容器或废物袋收集转移，避免可能引起的散落、滴漏。对于厂外运输，危废由有资质单位定期到厂内收集并运输转移，采用专用车辆。危废转移过程中应严格执行转移联单管理制度，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。

(3) 危废的委托处置

本项目已与龙游一达环保科技有限公司签订危废委托处置协议。

## 10.2 三废的治理

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目X射线探伤室在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。探伤室内拟设机械排风系统，该部分废气通过排风管道排至探伤室外，对环境影响较小。

(2) 废显（定）影液、废胶片及洗片废液

本项目探伤洗片和评片过程中会产生一定量的废显（定）影液及废胶片，属于危险废物。本次评价要求将其集中收集后存放在危废暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处理处置，建立相关危废台账。

### 10.3 污染防治措施汇总

污染防治措施汇总表见表 10-5。

表 10-5 污染防治措施汇总一览表

项目	污染物	防治措施
施工期		
废气	扬尘	施工单位在施工过程中应文明施工，道路进行硬化和管理，边界围挡，裸露地面覆盖，运输途中加盖苫布，以及对运输车辆进行机械冲洗等方式以减少扬尘的产生，尽量降低施工活动对区域空气质量受到的不良影响。
废水	油污水、泥浆水、生活污水	油污水可集中至集油池；通过移动式油处理设备处理；泥浆水应集中经沉淀池处理；生活污水应经化粪池处理。以上污水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）以及《工业企业废水氨氮、磷污染物间接排放限值》（DB33/887-2013）相关限值标准后，一并纳管进入园区污水管网，经龙游城北污水处理有限公司处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002)一级 A 标准后排入衢江。
噪声		应尽量使用低噪设备；合理安排施工工序和施工时间，夜间禁止高噪声作业；利用施工围墙阻隔减小施工噪声影响。
固体废物	建筑垃圾、生活垃圾	建筑垃圾等尽量回收利用，不能利用的集中收集后运至政府主管部门指定地点处理处置；生活垃圾应当按照地方管理规定进行分类后，由环卫部门或施工单位送入环卫系统处理。
运营期		
辐射	X 射线	探伤室设置混凝土屏蔽墙以及铅防护门，经理论计算，3 间探伤室的四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率均满足《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。
废气	臭氧和氮氧化物	通过机械排风系统排出探伤室，不会形成局部聚集，可在空气中短时间内自动分解。
废水	生活污水	辐射工作人员均来自公司现有人员，不涉及新增生活污水，现有人员生活污水经化粪池处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）相关要求后纳管进入园区污水管网，经龙游城北污水处理有限公司处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002)一级 A 标准后排入衢江。
噪声		本项目运行不产生噪声。
固体废物	生活垃圾	辐射工作人员均来自公司现有人员，不会产生额外的生活垃圾，现有人员生活垃圾经公司收集后交由当地环卫部门统一清运。
危险废物	废显（定）影液、废胶片及洗片废液	用专用容器收集后暂存于危废暂存间，委托有资质的单位处理。

## 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

建设阶段主要影响为拟将生产车间内部的部分空间改造为探伤室，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响，本报告仅作简要分析。

(1) 大气：本项目在施工期产生少量地面扬尘，施工单位在施工过程中应文明施工，道路进行硬化和管理，边界围挡，裸露地面覆盖，运输途中加盖苫布，以及对运输车辆进行机械冲洗等方式以减少扬尘的产生，尽量降低施工活动对区域空气质量受到的不良影响。由于工程量不大，涉及的施工作业面较小，因此采取相应措施后能很大程度的降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间，施工机械维修过程中产生的油污水可集中至集油池，通过移动式油处理设备处理；施工过程中产生得泥浆水应集中经沉淀池处理；施工人员生活污水应经化粪池处理。以上污水经处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)、《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)以及《工业企业废水氨氮、磷污染物间接排放限值》(DB33/887-2013)相关限值标准后，一并纳管进入园区污水管网，经龙游城北污水处理有限公司处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准后排入衢江。在落实相关措施后，施工废水对周围环境影响较小。

(3) 噪声：施工机械在运行中会产生噪声，为减缓施工噪声对声环境保护目标的影响，应尽量使用低噪设备；合理安排施工工序和施工时间，夜间禁止高噪声作业；利用施工围墙阻隔减小施工噪声影响。随着施工期的结束，施工噪声的影响也随之消失。

(4) 固体废物：整个施工过程中产生少量以建筑垃圾为主的固体废物及施工人员生活垃圾。建筑垃圾等尽量回收利用，不能利用的集中收集后运至政府主管部门指定地点处理处置；生活垃圾应当按照地方管理规定进行分类后，由环卫部门或施工单位送入环卫系统处理。在采取了上述措施后，施工过程中产生的固体废弃物对周边环境影响可得到有效控制。

#### 11.1.2 设备安装调试阶段

本项目 X 射线探伤机购置和搬迁到位后，需安装调试后方可使用，安装调试期对于环境主要影响为 X 射线、微量的臭氧及氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装调试均要求在本项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行，浙江固特气动科技股份有限公司不得自行安装和调试设备。在设备安装调试阶段，建设单位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，关闭防护门，在机房门外设置电离辐射警告标志，禁止无



关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体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，建设单位应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。

## 11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线探伤室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，预测背景为单台 X 射线探伤机在探伤室内运行。

1 号探伤室配置 1 台 XXH-2505 型 X 射线探伤机（周向机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）。经与建设单位核实，按最不利情况考虑，探伤机与四侧墙体最近距离均为 1.1m，与西侧防护门最近距离为 1.7m，离地最大高度约 1.0m。在实际探伤过程中，1 号探伤室北侧、南侧屏蔽墙以及顶棚、地坪位于主射线范围内。

2 号探伤室配置 1 台 XXH-3005 型 X 射线探伤机（周向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA）。经与建设单位核实，按最不利情况考虑，探伤机与东、西侧墙体最近距离均为 1.3m，与南、北侧墙体最近距离为 1.8m，与北侧防护门最近距离为 2.45m，离地最大高度约 2.0m。在实际探伤过程中，2 号探伤室东侧、西侧屏蔽墙以及顶棚、地坪位于主射线范围内。

3 号探伤室配置 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机（周向机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA）。经与建设单位核实，按最不利情况考虑，探伤机与东、西侧墙体最近距离均为 1.9m，与南、北侧墙体最近距离为 1.0m，与北侧防护门最近距离为 1.7m，离地最大高度约 2.0m。在实际探伤过程中，3 号探伤室东侧、西侧屏蔽墙以及顶棚、地坪位于主射线范围内。当探伤机位于探伤区域南、北边界时，由于出束张角为  $40^\circ$ ，则 3 号探伤室南侧、北侧屏蔽墙及防护门也位于主射线范围内。

X 射线探伤机在探伤室内的移动范围边界与各屏蔽体的距离如表 11-1 所示。

表 11-1 X 射线探伤机与各侧屏蔽体最近距离一览表

探伤机型号	所在探伤室	最近距离 (m)					
		东侧墙体	南侧墙体	西侧墙体	北侧墙体	工件门	顶棚
XXH-2505	1 号探伤室	1.1	1.1	1.1	1.1	1.7	3.5
XXH-3005	2 号探伤室	1.3	1.8	1.3	1.8	2.45	4.0
XXH-3505	3 号探伤室	1.9	1.0	1.9	1.0	1.7	4.0

本次评价以最不利保守考虑，以 3 台 X 射线探伤机分别运行时最大额定工况运行时进行辐射影响预测，每台探伤机年探伤时间为 417h。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)“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”。故 1 号探伤室北侧、南侧屏蔽墙及顶棚; 2 号与 3 号探伤室西侧、东侧屏蔽墙及顶棚等屏蔽性能均需按有用线束进行考虑(无地下层,故不考虑地坪)。周向机有用线束向顶棚经顶棚铅板屏蔽后,穿过顶棚,与顶棚上方的空气作用发生散射,故还需考虑本项目天空反散射对周围环境的影响。

### 11.2.1 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况,选择剂量关注点为探伤室四周屏蔽墙和防护门外 30cm 处。剂量关注点情况列于表 11-2,关注点的分布情况见图 11-1~图 11-5。

表 11-2 探伤室各关注点位分布情况表

场所	关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	需屏蔽的辐射源
1 号探伤室	a1	西侧墙外 30cm 处	2.0 <sup>①</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	b1	工件门外 30cm 处	2.0 <sup>②</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	c1	人员门外 30cm 处	3.5 <sup>③</sup>	有用线束、迷道散射
	d1	北侧墙外 30cm 处	3.5 <sup>③</sup>	有用线束
	e1	东侧墙外 30cm 处	2.0 <sup>①</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	f1	南侧墙外 30cm 处	2.0 <sup>①</sup>	有用线束
	g1	顶棚上 30cm 处	4.3 <sup>①</sup>	有用线束
	h1	天空反散射点位		
2 号探伤室	a2	西侧墙外 30cm 处	2.2 <sup>①</sup>	有用线束
	b2	工件门外 30cm 处	2.7 <sup>②</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	c2	人员门外 30cm 处	3.9 <sup>③</sup>	有用线束、迷道散射
	d2	北侧墙外 30cm 处	2.7 <sup>①</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	e2	东侧墙外 30cm 处	2.2 <sup>①</sup>	有用线束
	f2	南侧墙外 30cm 处	2.7 <sup>①</sup>	泄漏辐射、散射辐射
	g2	顶棚上 30cm 处	4.9 <sup>①</sup>	有用线束
	h2	天空反散射点位		
3 号探伤室	a3	西侧墙外 30cm 处	2.9 <sup>①</sup>	有用线束
	b3	工件门外 30cm 处	2.0 <sup>②</sup>	有用线束
	c3	人员门外 30cm 处	4.6 <sup>③</sup>	有用线束、迷道散射
	d3	北侧墙外 30cm 处	2.0 <sup>①</sup>	有用线束
	e3	东侧墙外 30cm 处	2.9 <sup>①</sup>	有用线束
	f3	南侧墙外 30cm 处	2.0 <sup>①</sup>	有用线束
	g3	顶棚上 30cm 处	4.9 <sup>①</sup>	有用线束
	h3	天空反散射点位		

注: 1、R=探伤机与墙体或顶棚最近距离+顶棚厚度+0.3m (结果向下保留 1 位小数)  
 2、R=探伤机与工件防护门最近距离+0.3m (结果向下保留 1 位小数)  
 3、R=探伤机与迷道内墙最近距离+迷道内墙厚度+迷道宽度+迷道外墙厚度+0.3m

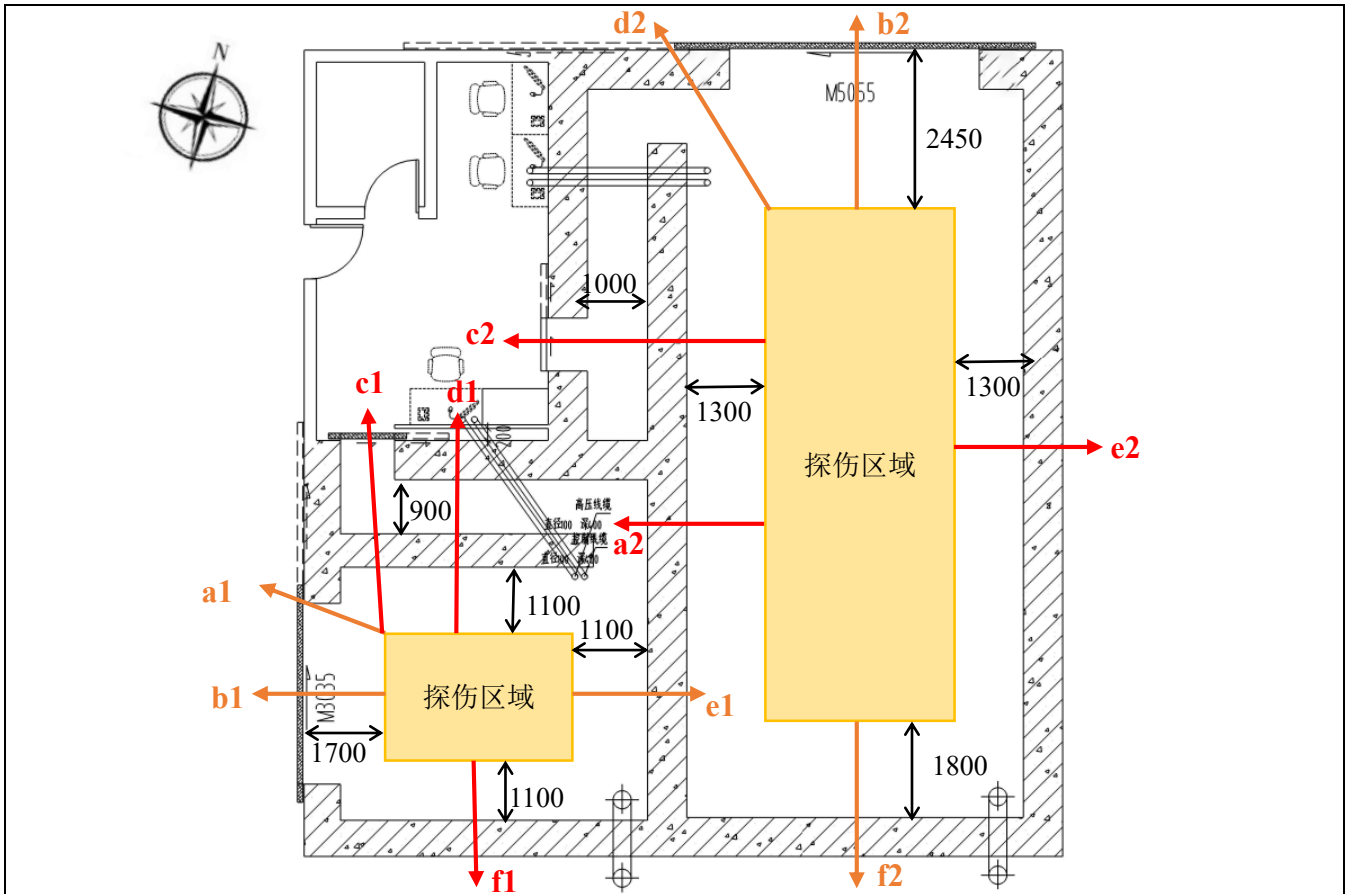


图 11-1 1 号、2 号探伤室辐射屏蔽计算预测点位平面图 (单位: mm)

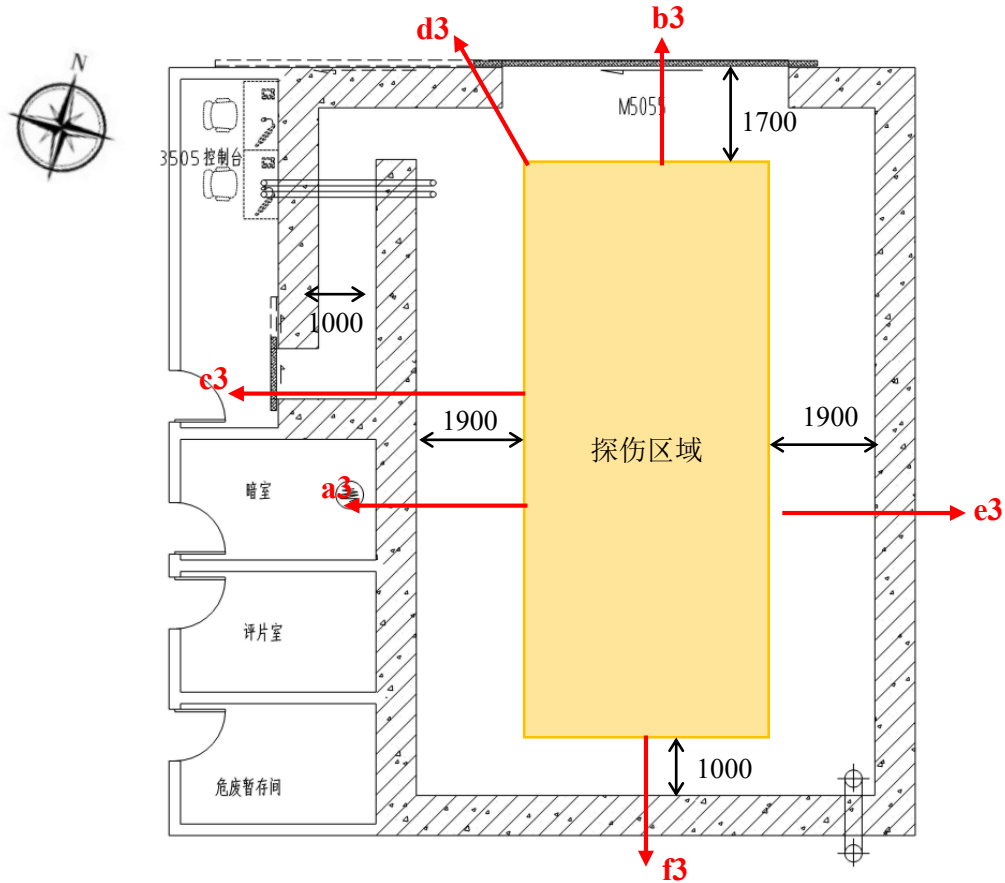


图 11-2 3 号探伤室辐射屏蔽计算预测点位平面图 (单位: mm)

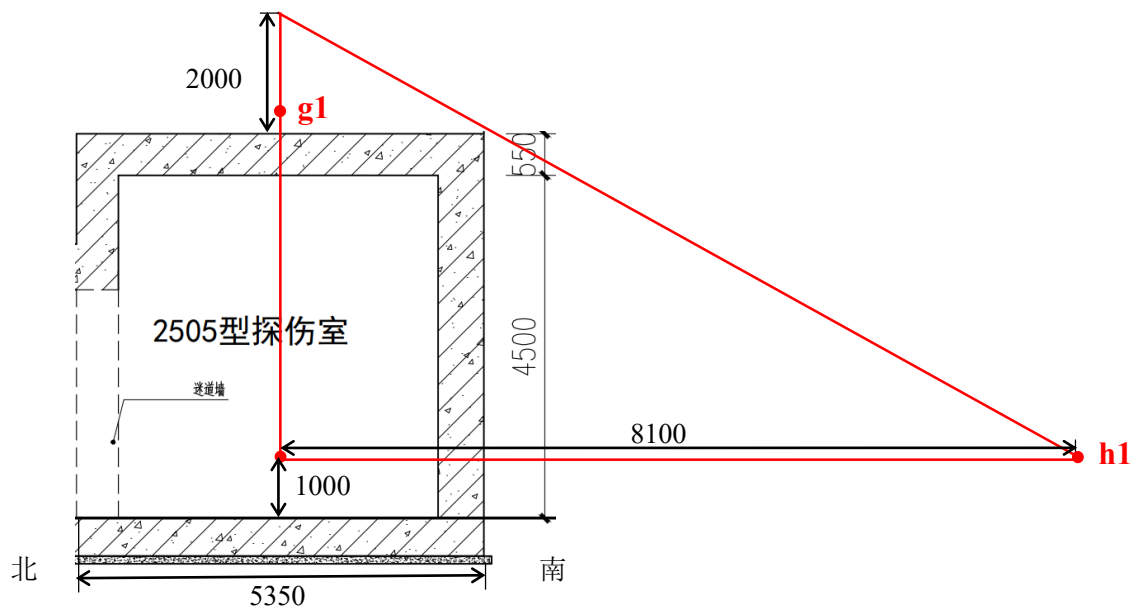


图 11-2 1号探伤室辐射屏蔽计算预测点位剖面图 (单位: mm)

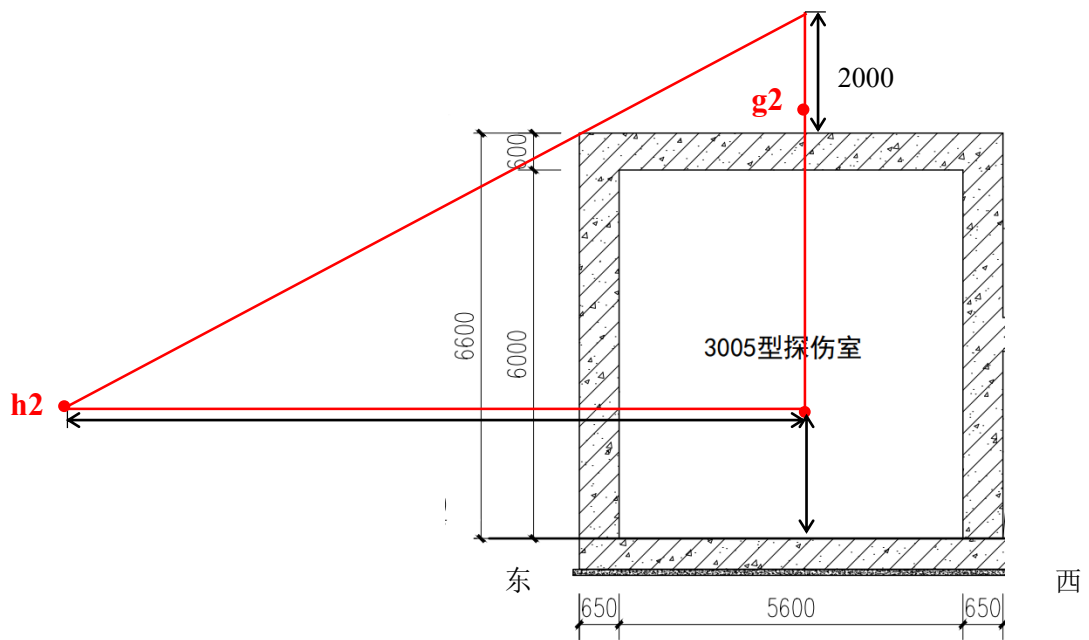


图 11-3 2号探伤室辐射屏蔽计算预测点位剖面图 (单位: mm)

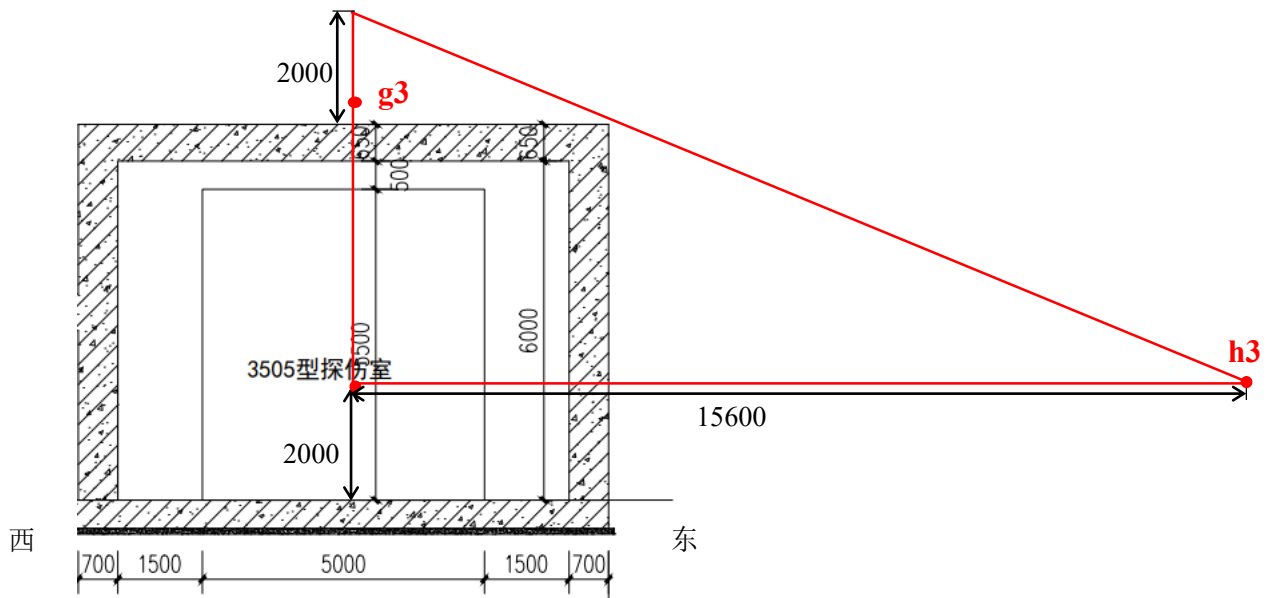


图 11-4 3号探伤室辐射屏蔽计算预测点位剖面图（单位：mm）

### 11.2.2 场所辐射水平预测

#### (1) 有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），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物质厚度：

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

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  $6\times 10^4$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 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，本次评价保守取表 B.1 中的较大值，管电压为 250kV、300kV、350kV 时，分别取  $16.5\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 、 $20.9\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 、 $17.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $H_0$  分别为  $9.90\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 、 $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 、 $1.04\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 和图 B.2，不同管电压的 X 射线穿过不同屏蔽体时的透射因子取值详见表 11-2；

$R$ ——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。

表 11-3 透射因子取值一览表

管电压 (kV)	屏蔽材料	屏蔽透射因子
250	7mm 铅板	$1.57 \times 10^{-4}$
	550mm 混凝土	$7.85 \times 10^{-7}$
	600mm 混凝土	$2.19 \times 10^{-7}$
	650mm 混凝土	$6.10 \times 10^{-8}$
300	11mm 铅板	$4.92 \times 10^{-4}$
	600mm 混凝土	$7.59 \times 10^{-7}$
	650mm 混凝土	$2.34 \times 10^{-7}$
350	14mm 铅板	$4.72 \times 10^{-4}$
	30mm 铅板	$3.03 \times 10^{-7}$
	650mm 混凝土	$4.77 \times 10^{-7}$
	700mm 混凝土	$1.38 \times 10^{-7}$

**(2) 泄漏辐射计算公式**

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

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

式中:

B——屏蔽透射因子, 根据公式  $B = 10^{-X/\text{TVL}}$  计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm; 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2, 250kV、300kV、350kV X 射线在混凝土中的什值层厚度 TVL 分别为 90mm、100mm、100mm, 在铅板中的什值层厚度 TVL 分别为 2.9mm、5.7mm、6.9mm;

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  $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

**(3) 散射辐射计算公式**

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

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

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  $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ （ $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ ）；本次评价根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1 保守取较大值，管电压为 250kV、300kV、350kV 时，分别取  $16.5\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 、 $20.9\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 、 $17.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $H_0$  分别为  $9.90\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 、 $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 、 $1.04\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子，根据公式  $B = 10^{-X/\text{TVL}}$  计算，其中  $X$  为屏蔽层厚度，mm；查询 GBZ/T 250-2014 表 2，原始 X 射线能量  $200<\text{kV}\leq 300$ ，对应的  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 200kV，原始 X 射线能量  $300<\text{kV}\leq 400$ ，对应的  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 250kV；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，200kV、250kV X 射线在混凝土中的半值层厚度 TVL 分别为 86mm、90mm，在铅中的半值层厚度 TVL 分别为 1.4mm、2.9mm

$F$ —— $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ）；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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  $\alpha$  值时，可以水的  $\alpha$  值保守估计，见附录 B 表 B.3；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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  $20^\circ$  时，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目保守取值 50；

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

#### （4）天空反散射计算公式

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{\eta_{\gamma S} \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3} \cdot 10^6}{0.67 \cdot r_1^2 \cdot r_s^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

$$\Omega = 4 \text{tg}^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中：

$\dot{H}_{L,h}$ ——参考点相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$\eta_{\gamma S}$ ——辐射减弱的透射比；

$\dot{D}_{10}$ ——离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$ ；根据公式  $\dot{D}_{10} = I \cdot \delta_\alpha$  计算；其中

$I$ 为电子束流强, mA;  $\delta_{\alpha}$ 为距辐射源点(靶点)1m处输出量, Gy·m<sup>2</sup>/(mA·min);

$\Omega$ ——辐射源对屋顶张的立体角, sr。本项目  $\Omega$  根据式 11-6 进行计算, 其中  $a$  为屋顶长度之半;  $b$  为屋顶宽度之半;  $c$  为源到屋顶表面中心的距离;  $d$  为源到屋顶边缘的距离, 且  $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ , 代入式 11-6, 可计算得  $\Omega$ ;

$r_1$ ——辐射源到屋顶上方 2m 处的距离, m;

$r_s$ ——室外参考点 Q 到源的水平距离, m。

式中 0.67 是单位换算系数。

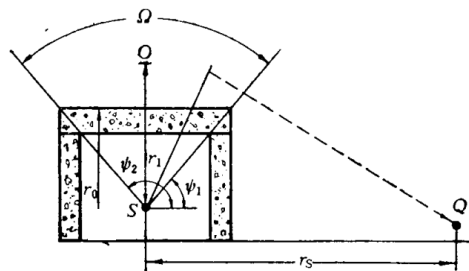


图 11-3 计算屋顶屏蔽厚度的示意图

### (5) 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-6), 代入相关参数, 本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-4~表 11-8。

表 11-4 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	$I$ (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	$B^*$	$R$ (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
c1 (人员门)	550mm 混凝土 +7mm 铅板	5	$9.90\times 10^5$	$1.23\times 10^{-10}$	3.5	$4.99\times 10^{-5}$
d1 (北侧)	550mm 混凝土 +650mm 混凝土	5	$9.90\times 10^5$	$4.79\times 10^{-14}$	3.5	$1.93\times 10^{-8}$
f1 (南侧)	600mm 混凝土	5	$9.90\times 10^5$	$2.19\times 10^{-7}$	2.0	$2.71\times 10^{-1}$
g1 (顶棚)	550mm 混凝土	5	$9.90\times 10^5$	$7.85\times 10^{-7}$	4.3	$2.10\times 10^{-1}$
a2 (西侧)	650mm 混凝土	5	$1.25\times 10^6$	$2.34\times 10^{-7}$	2.2	$3.03\times 10^{-1}$
c2 (人员门)	650mm 混凝土 +11mm 铅板	5	$1.25\times 10^6$	$1.15\times 10^{-10}$	3.9	$4.73\times 10^{-5}$
e2 (东侧)	650mm 混凝土	5	$1.25\times 10^6$	$2.34\times 10^{-7}$	2.2	$3.03\times 10^{-1}$
g2 (顶棚)	600mm 混凝土	5	$1.25\times 10^6$	$7.59\times 10^{-7}$	4.9	$1.97\times 10^{-1}$
a3 (西侧)	700mm 混凝土	5	$1.04\times 10^6$	$1.38\times 10^{-7}$	2.9	$8.54\times 10^{-2}$
b3 (工件门)	30mm 铅板	5	$1.04\times 10^6$	$3.03\times 10^{-7}$	2.0	$3.93\times 10^{-1}$
c3 (人员门)	700mm 混凝土 +14mm 铅板	5	$1.04\times 10^6$	$6.52\times 10^{-11}$	4.6	$1.60\times 10^{-5}$
e3 (东侧)	700mm 混凝土	5	$1.04\times 10^6$	$1.38\times 10^{-7}$	2.9	$8.54\times 10^{-2}$
d3 (北侧)	700mm 混凝土	5	$1.04\times 10^6$	$1.38\times 10^{-7}$	2.0	$1.79\times 10^{-1}$
f3 (南侧)	700mm 混凝土	5	$1.04\times 10^6$	$1.38\times 10^{-7}$	2.0	$1.79\times 10^{-1}$
g3 (顶棚)	650mm 混凝土	5	$1.04\times 10^6$	$4.77\times 10^{-7}$	4.9	$1.03\times 10^{-1}$

注: 当 X 射线穿过两种屏蔽体时, 屏蔽透射因子为两种屏蔽体的透射因子的乘积。



表 11-5 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	TVL (mm)	B	H <sub>L</sub> (μSv/h)	R (m)	Ĥ (μSv/h)
a1 (西侧)	600mm 混凝土	90	$2.15 \times 10^{-7}$	5000	2.0	$2.69 \times 10^{-4}$
b1 (工件门)	15mm 铅板	2.9	$6.72 \times 10^{-6}$	5000	2.0	$8.40 \times 10^{-3}$
e1 (东侧)	650mm 混凝土	90	$5.99 \times 10^{-8}$	5000	2.0	$7.49 \times 10^{-5}$
b2 (工件门)	24mm 铅板	5.7	$6.16 \times 10^{-5}$	5000	2.7	$4.22 \times 10^{-2}$
d2 (北侧)	650mm 混凝土	100	$3.16 \times 10^{-7}$	5000	2.7	$2.17 \times 10^{-4}$
f2 (南侧)	650mm 混凝土	100	$3.16 \times 10^{-7}$	5000	2.7	$2.17 \times 10^{-4}$

表 11-6 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 (X)	TVL (mm)	B	I (mA)	H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> / (mA·h))	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	R (m)	Ĥ (μSv/h)
a1 (西侧)	600mm 混凝土	86	$1.06 \times 10^{-7}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.0	$2.61 \times 10^{-3}$
b1 (工件门)	15mm 铅板	1.4	$1.93 \times 10^{-11}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.0	$4.78 \times 10^{-7}$
c1 (人员门)	7mm 铅板	1.4	$1.00 \times 10^{-5}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.0	$2.48 \times 10^{-1}$
e1 (东侧)	650mm 混凝土	86	$2.77 \times 10^{-8}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.0	$6.85 \times 10^{-4}$
b2 (工件门)	24mm 铅板	1.4	$7.20 \times 10^{-18}$	5	$1.25 \times 10^6$	50	2.7	$1.23 \times 10^{-13}$
c2 (人员门)	11mm 铅板	1.4	$1.39 \times 10^{-8}$	5	$1.25 \times 10^6$	50	2.7	$2.38 \times 10^{-4}$
d2 (北侧)	650mm 混凝土	86	$2.77 \times 10^{-8}$	5	$1.25 \times 10^6$	50	2.7	$4.74 \times 10^{-4}$
f2 (南侧)	650mm 混凝土	86	$2.77 \times 10^{-8}$	5	$1.25 \times 10^6$	50	2.7	$4.74 \times 10^{-4}$
c3 (人员门)	14mm 铅板	2.9	$1.49 \times 10^{-5}$	5	$1.04 \times 10^6$	50	2.0	$2.12 \times 10^{-1}$

注：关于 c1、c2、c3 点，本报告保守按一次散射到关注点来进行预测，且不考虑迷道内墙的作用。

表 11-7 天空反散射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	$\eta_{\gamma s}$	$\dot{D}_{10}$ (Sv·m <sup>2</sup> /min)	a(m)	b(m)	c(m)	d(m)	Ω(sr)	r <sub>1</sub> (m)	r <sub>s</sub> (m)	Ĥ <sub>L,h</sub> (μSv/h)
h1	550mm 混凝土	$7.85 \times 10^{-7}$	$8.25 \times 10^{-2}$	3.2	2.7	4.0	5.8	1.43	6.0	8.1	$6.51 \times 10^{-5}$
h2	600mm 混凝土	$7.59 \times 10^{-7}$	$1.05 \times 10^{-1}$	6.7	3.5	4.6	8.8	2.09	6.6	11.4	$5.48 \times 10^{-5}$
h3	650mm 混凝土	$4.77 \times 10^{-7}$	$8.70 \times 10^{-2}$	6.7	3.7	4.6	8.9	2.17	6.6	15.6	$1.60 \times 10^{-5}$

表 11-8 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

场所	关注点位	有用线束 (μSv/h)	泄漏辐射 (μSv/h)	散射辐射 (μSv/h)	总剂量率 (μSv/h)	GBZ117-2022 标准限值 (μSv/h)	是否达标
1 号探伤室	a1 (西侧)	/	$2.69 \times 10^{-4}$	$2.61 \times 10^{-3}$	$2.88 \times 10^{-3}$	2.5	达标
	b1 (工件门)	/	$8.40 \times 10^{-3}$	$4.78 \times 10^{-7}$	$8.40 \times 10^{-3}$	2.5	达标
	c1 (人员门)	$4.99 \times 10^{-5}$	/	$2.48 \times 10^{-1}$	$2.48 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	d1 (北侧)	$1.93 \times 10^{-8}$	/	/	$1.93 \times 10^{-8}$	2.5	达标
	e1 (东侧)	/	$7.49 \times 10^{-5}$	$6.85 \times 10^{-5}$	$7.60 \times 10^{-4}$	2.5	达标
	f1 (南侧)	$2.71 \times 10^{-1}$	/	/	$2.71 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	g1 (顶棚)	$2.10 \times 10^{-1}$	/	/	$2.10 \times 10^{-1}$	100	达标
	h1 (天空反散射)		$6.51 \times 10^{-5}$				/

续表 11-8

2 号 探 伤 室	a2 (西侧)	$3.03 \times 10^{-1}$	/	/	$3.03 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	b2 (工件门)	/	$4.22 \times 10^{-2}$	$1.23 \times 10^{-13}$	$4.22 \times 10^{-2}$	2.5	达标
	c2 (人员门)	$4.73 \times 10^{-5}$	/	$2.38 \times 10^{-4}$	$2.86 \times 10^{-4}$	2.5	达标
	d2 (北侧)	/	$2.17 \times 10^{-4}$	$4.74 \times 10^{-4}$	$6.91 \times 10^{-4}$	2.5	达标
	e2 (东侧)	$3.03 \times 10^{-1}$	/	/	$3.03 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	f2 (南侧)	/	$2.17 \times 10^{-4}$	$4.74 \times 10^{-4}$	$6.91 \times 10^{-4}$	2.5	达标
	g2 (顶棚)	$1.97 \times 10^{-1}$	/	/	$1.97 \times 10^{-1}$	100	达标
	h2 (天空反散射)	$5.48 \times 10^{-5}$				/	/
3 号 探 伤 室	a3 (西侧)	$8.54 \times 10^{-2}$	/	/	$8.54 \times 10^{-2}$	2.5	达标
	b3 (工件门)	$3.93 \times 10^{-1}$	/	/	$3.93 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	c3 (人员门)	$3.39 \times 10^{-5}$	/	$2.12 \times 10^{-1}$	$2.12 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	d3 (北侧)	$1.79 \times 10^{-1}$	/	/	$1.79 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	e3 (东侧)	$8.54 \times 10^{-2}$	/	/	$8.54 \times 10^{-2}$	2.5	达标
	f3 (南侧)	$1.79 \times 10^{-1}$	/	/	$1.79 \times 10^{-1}$	2.5	达标
	g3 (顶棚)	$1.03 \times 10^{-1}$	/	/	$1.03 \times 10^{-1}$	100	达标
	h3 (天空反散射)	$1.60 \times 10^{-5}$				/	/

由上表可知，X射线探伤机在最大工况运行时，各间探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点叠加天空反散射辐射后剂量率最大值、顶棚外辐射剂量率最大值均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 11.2.3 局部贯穿辐射分析

每间探伤室预留 2 根穿线管，管径 100mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室，连接至操作室的操作台；每间探伤室预留 1 根通风管，管径 300mm，埋深 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙，排风通向探伤室外。探伤室各类管道线路设计见附图 7，穿线管及排风管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探伤室墙外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目预埋线管和排风等的布置方式不会破坏探伤室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

### 11.2.4 屏蔽搭接处辐射分析

本项目 1 号探伤室工件门与墙体左、右、上搭接各为 300mm，下搭接为 200mm，人员门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm；2 号探伤室工件门与墙体左、右搭接各为 500mm，上搭接为 300mm，下搭接为 200mm，人员门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm；3 号探伤室工件门与墙体左、右搭接各为 500mm，上搭接为 300mm，下搭接为 200mm，人员门与墙体左、右、上搭接各为 150mm，下搭接为 50mm。且门安装时应尽量减小与墙体间的门缝，因此均能满足搭接的长度须大于等于 10 倍的间隙的原则，可以防止射线外泄，对周围辐射环境影响很小。

### 11.2.5 人员受照剂量估算

#### 1、计算公式

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

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

$H$ ——受照剂量，mSv/a；

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

$T$ ——居留因子；

$t$ ——受照时间，h/a。

#### 2、居留因子的确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 A 表 A.1，不同场所与环境条件下的居留因子见表 11-6。

表 11-6 不同场所与环境下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑中的驻留区
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 NCRP144。

在本项目保护目标中，辐射工作人员、水压实验区、仓泵生产车间、酸洗和不锈钢抛光区域、退火炉、浙江鑫佳硕科技有限公司等区域为全居留，居留因子取 1；南侧厂区道路为偶然居留，居留因子保守取 1/8。

### 3、估算结果

本项目共拟建3间X射线探伤室，其中1号探伤室与2号探伤室紧邻，2号探伤室与3号探伤室相距30m，因此需考虑多台射线装置叠加影响。根据周围剂量当量率与距离平方成反比关系，利用表11-3~11-7的相关数据，本项目保守选取相关最近关注点附近最大周围剂量当量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表11-8~11-9。

表 11-8 各探伤室周围人员受照剂量计算结果

人员属性		居留因子	源点与关注点距离 (m)	源点与保护目标距离 (m) <sup>①</sup>	保护目标处辐射剂量率取值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>②</sup>	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
1 号探伤室									
职业	辐射工作人员	1	3.5	3.5	$2.48 \times 10^{-1}$	8	1.98	417	$1.03 \times 10^{-1}$
公众	水压实验区	1	2.0	12.2	$2.28 \times 10^{-4}$	8	$1.82 \times 10^{-3}$	417	$9.49 \times 10^{-5}$
	仓泵生产车间	1	3.5	42.4	$4.44 \times 10^{-7}$	8	$3.55 \times 10^{-6}$	417	$1.85 \times 10^{-7}$
	南侧厂区道路	1/8	2.0	5.9	$3.11 \times 10^{-2}$	8	$4.98 \times 10^{-2}$	417	$2.60 \times 10^{-3}$
	浙江鑫佳硕科技有限公司	1	2.0	36.8	$8.00 \times 10^{-4}$	8	$6.40 \times 10^{-3}$	417	$3.34 \times 10^{-4}$
2 号探伤室									
职业	辐射工作人员	1	3.9	3.9	$3.40 \times 10^{-4}$	8	$2.72 \times 10^{-3}$	417	$1.42 \times 10^{-4}$
公众	水压实验区	1	2.2	18.1	$4.47 \times 10^{-3}$	8	$3.58 \times 10^{-2}$	417	$1.87 \times 10^{-3}$
	仓泵生产车间	1	2.7	35.1	$2.50 \times 10^{-4}$	8	$2.00 \times 10^{-3}$	417	$1.04 \times 10^{-4}$
	酸洗和不锈钢抛光区域	1	2.2	3.3	$1.35 \times 10^{-1}$	8	1.08	417	$5.61 \times 10^{-2}$
	南侧厂区道路	1/8	2.7	6.6	$1.25 \times 10^{-4}$	8	$2.00 \times 10^{-4}$	417	$1.04 \times 10^{-5}$
	浙江鑫佳硕科技有限公司	1	2.7	37.5	$3.87 \times 10^{-6}$	8	$3.09 \times 10^{-5}$	417	$1.61 \times 10^{-6}$
3 号探伤室									
职业	辐射工作人员	1	4.6	4.6	$2.12 \times 10^{-1}$	8	$6.83 \times 10^{-1}$	417	$3.56 \times 10^{-2}$
公众	酸洗和不锈钢抛光区域	1	2.9	6.9	$1.51 \times 10^{-2}$	8	$1.21 \times 10^{-1}$	417	$6.29 \times 10^{-3}$
	仓泵生产车间	1	2.0	34.4	$1.33 \times 10^{-3}$	8	$1.06 \times 10^{-2}$	417	$5.55 \times 10^{-4}$
	退火炉	1	2.9	4.8	$3.12 \times 10^{-2}$	8	$2.49 \times 10^{-1}$	417	$1.30 \times 10^{-2}$
	南侧厂区道路	1/8	2.0	10.2	$6.90 \times 10^{-3}$	8	$6.90 \times 10^{-3}$	417	$3.60 \times 10^{-4}$
注：1、源点与保护目标距离=探伤室边界与保护目标距离+源点与关注点距离-0.3m；									
2、叠加天空反散射后，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。									

表 11-9 各目标点受照剂量计算结果叠加汇总

人员属性		周受照剂量 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )				年受照剂量 ( $\text{mSv}/\text{a}$ )			
		1号探伤室	2号探伤室	3号探伤室	合计	1号探伤室	2号探伤室	3号探伤室	合计
职业	1号、2号探伤室辐射工作人员	1.98	$2.72 \times 10^{-3}$	/	1.98	$1.03 \times 10^{-1}$	$1.42 \times 10^{-4}$	/	$1.03 \times 10^{-1}$
	3号探伤室辐射工作人员	/	/	$6.83 \times 10^{-1}$	$6.83 \times 10^{-1}$	/	/	$3.56 \times 10^{-2}$	$3.56 \times 10^{-2}$
公众	水压实验区	$1.81 \times 10^{-3}$	$3.58 \times 10^{-2}$	/	$3.76 \times 10^{-2}$	$9.46 \times 10^{-5}$	$1.87 \times 10^{-3}$	/	$1.96 \times 10^{-3}$
	仓泵生产车间	$1.87 \times 10^{-6}$	$2.00 \times 10^{-3}$	$1.06 \times 10^{-2}$	$1.26 \times 10^{-2}$	$9.77 \times 10^{-8}$	$1.04 \times 10^{-4}$	$5.55 \times 10^{-4}$	$6.59 \times 10^{-4}$
	酸洗和不锈钢抛光区域	/	1.08	$1.21 \times 10^{-1}$	1.20	/	$5.61 \times 10^{-2}$	$6.29 \times 10^{-3}$	$6.24 \times 10^{-2}$
	退火炉	/	/	$2.49 \times 10^{-1}$	$2.49 \times 10^{-1}$	/	/	$1.30 \times 10^{-2}$	$1.30 \times 10^{-2}$
	南侧厂区道路	$3.11 \times 10^{-2}$	$1.25 \times 10^{-4}$	$6.90 \times 10^{-3}$	$3.81 \times 10^{-2}$	$1.62 \times 10^{-3}$	$6.51 \times 10^{-6}$	$3.60 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-3}$
	浙江鑫佳硕科技有限公司	$6.40 \times 10^{-3}$	$3.09 \times 10^{-5}$	/	$6.43 \times 10^{-3}$	$3.34 \times 10^{-4}$	$1.61 \times 10^{-6}$	/	$3.35 \times 10^{-4}$

由表 11-8~11-9 可知，本项目 X 射线探伤机运行后所致辐射工作人员最大受照年有效剂量为  $1.03 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，周有效剂量为  $1.98 \mu\text{Sv}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为  $6.24 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，周有效剂量为  $1.20 \mu\text{Sv}$ 。工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员  $\leq 5 \text{mSv}/\text{a}$ ；公众成员  $\leq 0.25 \text{mSv}/\text{a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员  $\leq 20 \text{mSv}/\text{a}$ ；公众成员  $\leq 1.0 \text{mSv}/\text{a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于  $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求。

### 11.2.6 非放射性污染环境的影响分析

#### （1）臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。3 间探伤室内均拟设机械排风系统，1 号探伤室风机风量  $600 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室总容积为  $96 \text{m}^3$ ，则可估算出每小时通风换气为 6 次；2 号探伤室风机风量  $2500 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室总容积为  $407 \text{m}^3$ ，则可估算出每小时通风换气为 6 次；3 号探伤室风机风量  $3500 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室总容积为  $576 \text{m}^3$ ，则可估算出每小时通风换气为 6 次，则 3 间探伤室均满足《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。

### (2) 废显（定）影液、废胶片及洗片废液

探伤作业完成后产生的废显（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。危废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、防雨、防晒、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。

### (3) 废水

辐射工作人员均来自公司现有人员，不涉及新增生活污水，不对水环境造成影响。

### (4) 噪声

本项目不产生噪声，不对声环境造成影响。

### (5) 固体废物

辐射工作人员均来自公司现有人员，不产生额外生活垃圾，不对周围环境造成影响。

## 11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《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）的规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

(1) 设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与控制室分开；结合理论计算结果可知：探伤室防护门防护性能、各侧墙的防护性能及顶棚的防护性能，均能满足辐射防护。

(2) 由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

(3) 该公司使用的探伤机在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤室通过机械排风系统将臭氧和氮氧化物排出探伤室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，浙江固特气动科技股份有限公司拟建 3 间探伤室的屏蔽能力均能达到对应 X 射线探伤机正常工作时的辐射防护要求。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 事故风险分析

公司拟购的 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 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，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。

### 11.4.2 辐射事故应急

#### 1、事故风险防范措施

(1) 公司已配有 1 台 X-γ 剂量率巡测仪，2 台个人剂量报警仪和 2 枚个人剂量计，且拟为新增辐射工作人员配备 4 台个人剂量报警仪和 4 枚个人剂量计。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) 拟建探伤室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。探伤室内设置紧急开关，当人员被误关在探伤室时，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。探伤室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探伤室而发生事故。

(3) 定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、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。

公司已发文成立以姜土耀为组长，吕江为副组长，罗志辉、莫双银为成员的辐射防护安全管理机构，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，具体职责如下：

- 1、组长为辐射防护管理总负责人；
- 2、副组长全面负责射线装置运行时的安全和防护工作；
- 3、成员负责现场探伤防护工作并协助吕江工作。

### **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>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增 4 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗，并按时每五年进行重新考核。

#### **(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 4 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存。

#### **(4) 现有辐射工作人员的管理情况**

本项目现有辐射工作人员已参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，且考核合格，并已按要求及时参加复训；每人配备 1 枚个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案；已进行岗前、在岗期间健康检查，在岗期间每两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

#### **12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告**

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辐射安全和防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；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；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

### **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。

公司已制定《辐射防护和安全管理制​​度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线探伤机安全操作规程及检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《事故应急措施》、《自行检查及年度监测制度》、《放射工作人员培训、体检及保健制度》、《放射工作监测制度》、《X 射线探伤机使用登记制度》、《辐射安全许可证变更及注销制度》等安全规章制度内容健全完善且规范，因此现有辐射安全管理制度及辐射事故应急预案满足现有核技术利用项目的管理需要。本项目实施的内容与公司现有从事的辐射活动基本相同，但属于迁扩建性质，

本次评价要求：

①辐射安全防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。

②公司应在新探伤工作场所周围张贴《辐射防护和安全管理制制度》、《辐射防护和安全保卫制制度》、《X射线探伤机安全操作规程及检修维护制制度》、《辐射防护和安全保卫制制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《事故应急措施》、《自行检查及年度监测制制度》、《放射工作人员培训、体检及保健制制度》、《放射工作监测制制度》、《X射线探伤机使用登记制制度》、《辐射安全许可证变更及注销制制度》，并做好使用登记和台账记录工作。

③公司应根据本项目新增射线装置和辐射工作人员情况、搬迁后新厂房布局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》的要求进行修订、完善，主要是《X射线探伤机安全操作规程及检修维护制制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《事故应急措施》的修订，以提高制度的可操作性，并严格按照制制度进行。

## 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。公司配备1台X-γ剂量率巡测仪，并为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

### 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。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制制度，对受到超剂量限值的应进行评价，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探伤室周围环境进行监测，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 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
本项目探伤室工作场所	周围剂量当量率	年度监测	探伤室顶棚、四侧墙体及防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，控制室，各预埋线管、预埋排风管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
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	一般为一个月，最长不得超过三个月

12.3.4 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《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。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 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》第四十一条的规定，辐射事故应急预案主要内容应包括：

- （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，事故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。

#### **12.4.2 建设单位应急预案制定情况**

建设单位已制定了《辐射事故应急预案》，成立了应急准备与响应领导小组。《辐射事故应急预案》与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定相对比，基本符合要求。本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

(1) 制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

(2) 公司应根据实际情况定期组织修订辐射事故应急预案，使其不断完善健全。

(3) 公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

## 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

为响应龙游县人民政府腾笼换鸟号召，满足政府规划需要，同时保证产品质量和生产的安全，浙江固特气动科技股份有限公司拟在新厂房南侧建设 3 间 X 射线探伤室（自西向东依次编号为 1 号、2 号、3 号），沿用原有 2 台 X 射线探伤机的同时新增 1 台 XXH-3505 型 X 射线探伤机，对公司生产的阀门、压力容器等进行固定探伤。

##### (2) 项目位置

浙江固特气动科技股份有限公司现有两个厂区拟搬迁至浙江龙游经济开发区（城北）永泰路以东，启明路以南 M230 地块。本项目拟建探伤室位于厂房南侧，自西向东依次为 1 号、2 号、3 号，其中 1 号探伤室与 2 号探伤室紧邻，2 号探伤室与 3 号探伤室相距 30m，中间为酸洗和不锈钢抛光区域。项目西侧 50m 内有水压实验区、抛丸机、干喷砂设备；项目北侧 50m 内有吸附筒生产区、仓泵生产车间、大型不锈钢压力容器生产车间、大型碳钢压力容器生产车间、模具场地；项目东侧为退火炉、封头切边周转区、废料堆放区；项目南侧为厂区道路和浙江鑫佳硕科技有限公司。

##### (3) 项目布局及分区

本项目拟建探伤工作场所由探伤室、控制室、评片室、暗室、危废暂存间和胶片存档室组成，拟将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将探伤室四侧墙体外 1m、控制室、评片室、暗室、危废暂存间、胶片存档室等区域划为监督区，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》（GB18871-2002）的规定。

##### (4) 辐射安全防护措施结论

本项目 3 间探伤室墙体以混凝土为屏蔽体，均拟设电动单开平移防护门（工件门和人员门），防护门拟设置门-机联锁装置和电离辐射警示标志等安全设施，探伤室内及控制台均设紧急停机按钮，室内外醒目位置设工作声音提示装置、工作状态指示灯和监控装置，探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置，探伤室辐射安全防护措施满足相关要求；本项目共配备 6 支个人剂量计和 6 台个人剂量报警仪。

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。

### （5）辐射安全管理结论

建设单位按规定已成立辐射防护管理领导小组，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 4 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，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 X 射线探伤机在最大工况运行时，1 号探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $2.71 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率最大值为  $2.10 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；2 号探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $3.03 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率最大值为  $1.97 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ；3 号探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $3.93 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率最大值为  $1.03 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，均满足《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。

#### （2）个人剂量影响预测结论

本项目所致辐射工作人员最大受照年有效剂量为  $1.03 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，周有效剂量为  $1.98 \mu\text{Sv}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为  $6.24 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，周有效剂量为  $1.20 \mu\text{Sv}$ 。工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员  $\leq 5 \text{mSv/a}$ ；公众成员  $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员  $\leq 20 \text{mSv/a}$ ；公众成员  $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于  $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

#### （3）非辐射环境影响分析结论

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤室，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。探伤产生的废显（定）影液、洗片废液及废胶片按要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃，对环境影响较小。本项目不产生噪声，辐射工作人员均来自公司现有人员，不涉及新增生活污水，也不产生额外生活垃圾不对周围环境造成影响。

### **13.1.3 可行性分析结论**

#### **（1）产业政策符合性分析结论**

根据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）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

#### **（2）实践正当性分析结论**

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用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。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核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》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

#### **（3）选址合理性分析**

本项目位于浙江固特气动科技股份有限公司南侧，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。项目探伤室周围 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，本项目选址是合理可行。

#### **（4）项目可行性**

综上所述，本项目选址合理，符合“三线一单”相关要求，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## **13.2 建议与承诺**

### **13.2.1 建议**

（1）建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射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。不得在室外开展探伤工作。

(2) 项目探伤所需时间较短，建设单位尽可能在非辐射工作人员休息时开展室内探伤工作，减少公众不必要照射。

### **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) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门重新申领辐射安全许可证。

(3) 建设单位承诺在本项目探伤机正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023），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，编制竣工环境保护验收监测报告表。

## 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