

报告编号：WKFHP-23076

核技术利用建设项目

浙江蓝能氢能科技股份有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

环境影响报告表

(报批稿)

浙江蓝能氢能科技股份有限公司

2024 年 03 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

浙江蓝能氢能科技股份有限公司

X 射线固定式探伤建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江蓝能氢能科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州湾上虞经济技术开发区

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号			
建设项目名称	浙江蓝能氢能科技股份有限公司 X 射线固定式探伤建设项目		
建设项目类别	55--172 核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	浙江蓝能氢能科技股份有限公司		
统一社会信用代码	913306046938970407		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	卫康环保科技（浙江）有限公司		
统一社会信用代码	91330108MA2AXDJA8X		
三、编制人员情况			
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李昭龙	2015035430352013439901000596	BH007840	李昭龙
2.主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
周天豪	1-5 章节	BH062384	周天豪
蒲玲霞	6-8 章节	BH064815	蒲玲霞
李昭龙	9-13 章节	BH007840	李昭龙

编制主持人职业资格证书（复印件）

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection  
The People's Republic of China  
编号: HP00017214  
No.



04021744

持证人签名:  
Signature of the Bearer

姓名: 李昭龙  
Full Name  
性别: 男  
Sex  
出生年月: 1974年7月  
Date of Birth  
专业类别: /  
Professional Type  
批准日期: 2015年5月23日  
Approval Date

签发单位盖章:  
Issued by  
签发日期: 2015 年 10 月 30 日  
Issued on

管理号: 2015035430352013439901000596  
File No.

04040217

## 目 录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源 .....	7
表 3	非密封放射性物质 .....	7
表 4	射线装置 .....	7
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	8
表 6	评价依据 .....	9
表 7	保护目标与评价标准 .....	11
表 8	环境质量和辐射现状 .....	18
表 9	项目工程分析与源项 .....	22
表 10	辐射安全与防护 .....	27
表 11	环境影响分析 .....	34
表 12	辐射安全管理 .....	43
表 13	结论与建议 .....	48
表 14	审批 .....	52

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	浙江蓝能氢能科技股份有限公司 X 射线固定式探伤建设项目				
建设单位	浙江蓝能氢能科技股份有限公司				
法人代表		联系人	宋华俊	联系电话	
注册地址	浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区				
项目建设地点	浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道 5 号, 总装三车间东侧拟建探伤室				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	50	项目环保投资 (万元)	32.2	投资比例(环保投资/总投资)	64.4%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改(扩)建 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	约 31m <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	/				

**1.1 项目概述**

**1.1.1 建设单位简介**

浙江蓝能氢能科技股份有限公司（以下简称“公司”）成立于 2009 年 09 月 25 日，注册地位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区，是一家集研发、制造、销售、服务及系统集成为一体的专业化气体储存、运输装备制造企业。

公司具有辐射安全许可证（浙环辐证[D0056]），发证日期为 2024 年 01 月 15 日，有效期至 2029 年 01 月 14 日，许可种类和范围为：使用 II 类射线装置。

**1.1.2 项目建设目的和任务由来**

根据企业自身发展，公司已开展《浙江蓝能氢能科技股份有限公司年产 3500 台长管拖车及年产 20000 只低温绝热车载气瓶技改项目》，虞环建备[2023]44 号（详见附件 5）。根据建

设单位提供的资料，公司拟在总装三车间东侧建设 1 间探伤室（铅房屏蔽）及控制室、评片室和暗室，上述场所由管束集装箱改造而成，在探伤室开展固定探伤工作，对公司生产的管排进行无损探伤。探伤过程产生的危险废物依托公司现有危废仓库暂存。

对照《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），本项目涉及的设备属于 II 类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部令第 16 号），本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目中“使用 II 类射线装置的”，因此该项目应编制辐射环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江蓝能氢能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。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的辐射环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在总装三车间东侧建设 1 间探伤室（铅房屏蔽）及控制室、评片室和暗室，上述场所由管束集装箱改造而成，管束集装箱在完成屏蔽改造后固定在总装三车间内。购置 2 台 XXG-1605T 便携式 X 射线机（最大管电压：160kV，最大管电流：5mA，定向机，主射朝南，1 用 1 备），在探伤室开展固定探伤工作。探伤过程产生的危险废物依托公司现有危废仓库暂存。本项目便携式 X 射线机配置一览表见下表。

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	用途	备注
1	便携式 X 射线机	II 类	XXG-1605T	2 台(1 用 1 备)	160kV	5mA	探伤室固定探伤	定向机

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 公司地理位置及外环境关系

公司位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道 5 号。公司东侧（本报告以北稍偏西为正北方向）为浙江盛如纺织科技有限公司高档纱线、面料绿色纺织产业链技改项目（建设中）；南侧为振兴大道，隔振兴大道为绍兴市上虞众胜新材料科技有限公司和浙江干氏制冷设备有限公司；西侧为新兴一路，隔新兴一路为浙江白云浙变电气设备有限公司；北侧为空地。项目地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目地理位置及周边环境

本项目固定探伤场所位于总装三车间东侧拟建探伤室。具体位置详见附图 2 和附图 3。

表 1-2 本项目探伤室 50m 评价范围的环境特征一览表

固定探伤	方位	环境特征
总装三车间东侧拟建探伤室	东侧	拟建控制室、评片室和暗室，绿化、安全通道和 3#厂房等区域
	南侧	缠绕车间、安全通道和 2#厂房等区域
	西侧	总装三车间西侧其他工作区域
	北侧	总装三车间内绿色通道，总装三车间北侧 2#厂房其他车间（含研磨车间和缠绕车间等车间）
	顶部	顶部为不上人顶棚，再上方隔开放空间为总装三车间顶棚
	底部	底部为地面基础

### 1.2.3 环境保护目标

本项目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。评价范围内不涉及学校、居民区、医院等环境敏感区，也不涉及生态保护红线。

## 1.3 相关规划符合性

### 1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道5号，根据建设单位提供的场所证明文件（不动产权证见附件3），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。

### 1.3.2 “三线一单”符合性

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。本项目“三线一单”符合性判定情况见下表。

表 1-4 本项目所在管控单元生态环境准入清单

生态保护红线	本项目位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道5号，根据绍兴市生态保护红线分布图（附图7），本项目不涉及生态保护红线。
环境质量底线	经现场检测，本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率范围为74nGy/h~140nGy/h，室外 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为72nGy/h~109nGy/h，处于正常本底水平范围内。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。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>本项目位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道5号，对照《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》（绍市环发〔2020〕36号），项目所在地属“上虞区杭州湾经济开发区产业集聚重点管控单元（ZH33060420002）”，详见附图6，该管控单元生态环境准入清单如下：</p> <p><b>①空间布局约束</b></p> <p>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</p>

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。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。

**②污染物排放管控:**

1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。3、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。4、加强土壤和地下水污染防治与修复。

**③环境风险防控:**

1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制；加强风险防控体系建设。

**④资源开发率要求:**

1、推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。

本项目为核技术利用项目，不属于工业项目，且项目利用现有已建建筑开展工作，不改变土地现状。项目工作人员用水量较少，经营过程中污染物简单，排放量较小，“三废”污染物皆可控制和处理，故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时，公司制定了《辐射事故应急处置方案》，并设有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》的管控要求，符合生态环境准入清单的要求。

综上，本项目符合“三线一单”的建设要求。

## 1.4 选址合理性分析

本项目固定探伤评价范围内主要为公司生产车间和内部道路。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

## 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《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令第 7 号），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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益，项目带来的收益大于所付出的代价。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用 X 射线探伤机是正当可行的。

## 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环保手续履行情况

公司持有有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[D0056]，种类和范围：使用II类射线装置，有效期至2029年01月14日，许可内容和规模：3套X射线数字成像检测系统，见附件3。

表 1-5 现有射线装置台账明细单

名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
X 射线数字成像检测系统	XYG-22508/3	1	II类	225kV	6mA	工业用 X 射线探伤装置	东 1 厂房 车间内	拟报废
X 射线探伤机	XYG-22508/3	1	II类	225kV	6mA	工业用 X 射线探伤装置	东 1 厂房 车间内	拟报废
X 射线数字成像检测系统	XYG-22508/3	1	II类	225kV	6mA	工业用 X 射线探伤装置	东 1 厂房 车间内	拟报废

### 1.7.2 辐射安全管理现状

#### 1. 现有辐射安全管理机构成立文件

公司已成立辐射防护安全管理小组，负责公司的辐射安全管理和防护工作，确保公司射线装置的安全运行，明确了各岗位职责，由管理小组加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。见附件7。

#### 2. 现有辐射安全规章制度的制定情况

公司已制定《设备使用、维修、保养管理制度》、《辐射事故应急处置方案》、《辐射设备使用登记管理制度》、《辐射剂量监测制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射安全防护管理制度》、《辐射人员体检及保健制度》、《人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》和《X 射线安全操作规程》等规章制度，并张贴上墙于相关辐射工作场所处。公司现有规章制度较为全面，符合相关要求。

#### 3. 现有辐射工作人员管理

根据建设单位提供的资料，公司现有 X 射线数字成像检测系统暂停使用，原有辐射工作人员部分离职。公司现有 2 名辐射工作人员， 和 持有核技术利用辐射安全与防护考核证书，符合持证上岗的要求。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有浙江杭康检测技术有限公司定期进行个人剂量检测，并建立有个人剂量档案。根据建设单位提供的连续四个季度的个人剂量档案，单名辐射工作人员年有效剂量为 0.057~0.130mSv/a，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，也符合剂量约束值的要求。根据建设单位提供的 2023 年职业健康体检报告，在岗辐射工作人员均可继续从事原放射性工作。公司现有辐射工作人员信息一览表见下表：

表 1-6 现有辐射服工作人员信息一览表

序号	姓名	培训证书 编号	个人剂量检测结果（mSv）				年有效 剂量 (mSv)	职业健 康体检 结论
			剂量计起始佩戴日期					
			2022.06.15- 2022.09.14	2022.09.15- 2022.12.14	2022.12.15-2 023.03.14	2023.03.15-2 023.06.14		
1		FS24ZJ12 00078	0.007*	0.079	0.007*	0.037	0.130	
2		FS20ZJ12 00663	0.007*	0.036	0.007*	0.007*	0.057	

注：最低探测水平（MDL）为 0.014；\*标注的检测结果小于 MDL，为便于职业照射统计，在相应的剂量档案中记录为 1/2MDL。

#### 4. 现有防护用品与辐射监测仪器

建设单位现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见下表：

表 1-7 现有辐射监测仪器与防护用品统计清单

序号	名称	数量
1	个人剂量报警仪	2
2	个人剂量计	6

#### 5. 辐射事故应急

公司已制定《辐射事故应急处置方案》，见附件 7，故应急响应小组可以及时对一般事故作出处理。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。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	便携式 X 射线机	II 类	2 台	XXG-1605T	160	5mA	固定探伤	总装三车间拟建探伤室；	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 (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	臭氧半衰期一般为20~30分钟，经通排风系统排入大气
废显（定）影液	液态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	专用容器收集后暂存于危废仓库	定期委托有资质的单位处理
洗片废液	液态	/	/	约 125kg	约 1500kg	/		
废胶片	固态	/	/	约 25.75kg	约 309kg	/	袋装暂存于危废仓库	

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) 《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>(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2月10日起施行；</p> <p>(18) 《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>(19) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省人民代表大会常务委员会第71号公告，自2022年8月1日施行；</p> <p>(20) 《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)；</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) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(7) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(8) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；</p> <p>(2) <i>NCRP REPORT No.151</i>；</p> <p>(3) 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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。

结合本项目的实际情况，固定探伤评价范围为拟建探伤室实体边界 50m 区域。

### 7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，固定探伤环境保护目标为评价范围 50m 内从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目固定探伤主要环境保护目标

环境保护目标	相对方位	与探伤室边界的距离(m)	人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
拟建控制室、评片室和暗室	东侧	紧邻	2 人	职业照射	5.0
厂内安全通道		约 13	约 50 人次/天		
3#厂房		约 30	约 10 人		
缠绕车间	南侧	约 1	约 5 人	公众照射	0.25
安全通道		约 25	约 20 人次/天		
2#厂房		约 40	约 5 人		
总装三车间西侧 其他工作区域	西侧	紧邻	约 5 人		
绿色通道	北侧	紧邻	约 10 人次/天		
总装三车间北侧 其他工作区域（含 研磨车间和缠绕 车间等车间）		约 3	约 5 人		

注：探伤室顶部为不上人顶棚，底部为地面基础。

### 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原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见下表。

表 7-2 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。

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

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

### 6.1 探伤室放射防护要求

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

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 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，在操作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 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，

应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

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

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

#### 3.2 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半值层厚度（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 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）**

本标准规定了危险废物贮存污染控制的总体要求、贮存设施选址和污染控制要求、容器和包装物污染控制要求、贮存过程污染控制要求，以及污染物排放、环境监测、环境应急、实施与监督等环境管理要求。

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

6.1.2 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等

要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

6.1.3 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

6.1.4 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少1m厚黏土层（渗透系数不大于 $10^{-7}$ cm/s），或至少2mm厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 $10^{-10}$ cm/s），或其他防渗性能等效的材料。

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、泄漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

### 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）等评价标准，确定本项目的管理目标。

#### （1）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，本次评价取相应剂量限值的四分之一作为本项目剂量约束值管理目标，具体见下表。

表7-5 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

#### （2）辐射剂量率控制值

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本项目探伤室的辐射剂量率控制值如下表所示。

表 7-6 本项目探伤室的辐射剂量率控制值

工作场所	关注点	辐射剂量率控制值（ $\mu$ Sv/h）
拟建探伤室	探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处	2.5
	探伤室顶棚 30cm 处	2.5

注：本项目探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平保守取 2.5 $\mu$ Sv/h。

### **(3) 探伤室通风**

探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目场所位置

#### 8.1.2 探伤作业场所

公司拟在总装三车间东侧建设 1 间探伤室（铅房屏蔽）及控制室、评片室和暗室，上述场所由管束集装箱改造而成，在探伤室开展固定探伤工作，拟建探伤室东侧紧邻为控制室；南侧紧邻为缠绕车间；西侧紧邻为总装三车间西侧其他工作区域；北侧紧邻为绿色通道。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

#### 8.2.1 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

#### 8.2.2 监测因子

$\gamma$  辐射空气吸收剂量率。

#### 8.2.3 监测点位

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，结合现场条件，对本项目拟探伤车间及周围进行监测布点，共布设 33 个监测点位，布点情况见图 8-1，监测报告见附件 11。

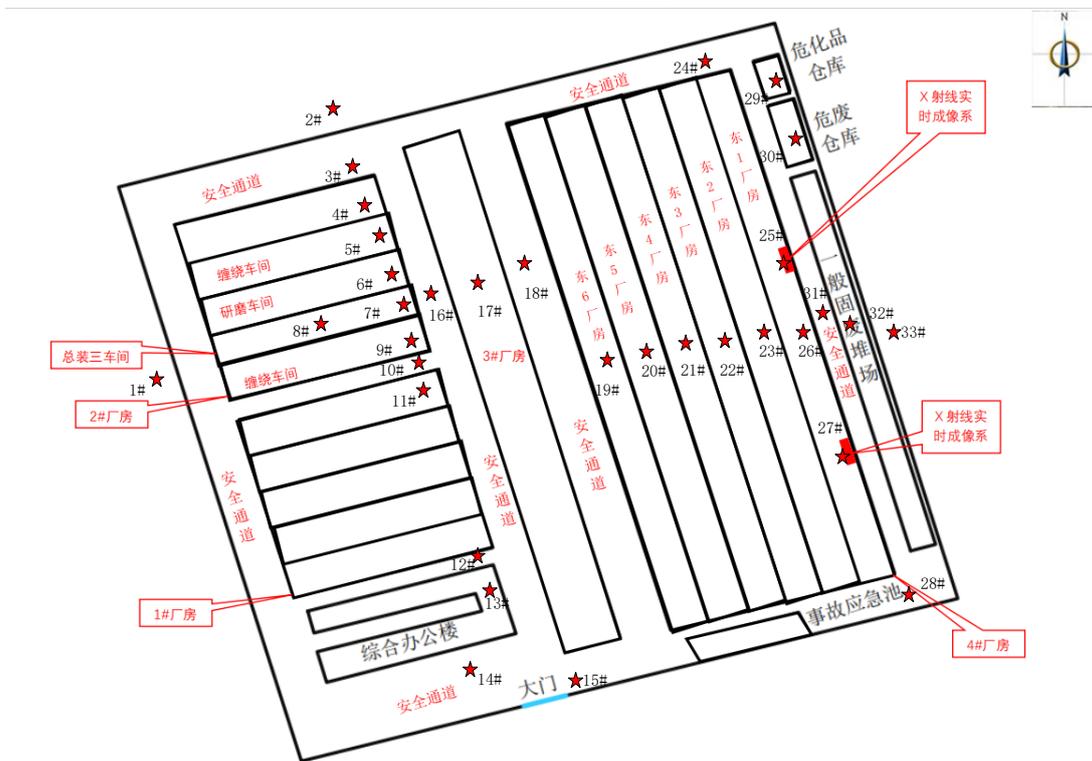


图 8-1 监测点位图

## 8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

### 8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司
- (2) 监测时间：2023年12月07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）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等
- (5) 监测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定
- (6) 监测工况：本项目为扩建项目，现有射线装置暂停使用。
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室内温度：19℃，室外温度：21℃；相对湿度：45%
- (8) 监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ 2023 第 0411 号
- (9) 监测仪器

表 8-1 监测仪器的参数

检测仪器	x、 $\gamma$ 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 $\mu$ 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
检定证书有效期	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	10nSv/h

### 8.3.2 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，监测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

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

### 8.3.3 监测结果

监测结果见表 8-2。

**表8-2 探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果**

监测点号	监测点位置	$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	
1#	新兴一路	80	室外
2#	空地	79	室外
3#	安全通道	90	室外
4#	2#厂房北侧车间	116	室内
5#	缠绕车间	134	室内
6#	研磨车间	115	室内
7#	探伤室拟建址	128	室内
8#	车间移动探伤场所	124	室内
9#	缠绕车间	136	室内
10#	安全通道	94	室外
11#	2#厂房	124	室内
12#	安全通道	73	室外
13#	综合办公楼	115	室内
14#	安全通道	76	室外
15#	门卫室	74	室内
16#	安全通道	72	室外
17#	3#厂房	136	室内
18#	安全通道	97	室外
19#	东6厂房	137	室内
20#	东5厂房	140	室内
21#	东4厂房	135	室内
22#	东3厂房	137	室内
23#	东2厂房	139	室内
24#	安全通道	88	室外
25#	X射线实时成像系统探伤室	129	室内
26#	车间移动探伤场所	136	室内
27#	X射线实时成像系统探伤室	137	室内
28#	安全通道	89	室外
29#	危化品仓库	114	室内
30#	危废仓库	125	室内
31#	安全通道	89	室外
32#	一般固废堆场	109	室外
33#	空地	83	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、 $\gamma$  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。13#点位取 0.8；4#~9#、11#、15#、17#、19#~23#、25#~27#、29#~30# 点位取 0.9；1#~3#、10#、12#、14#、16#、18#、24#、28#、31#~33# 点位取 1。

4、监测点位见图 8-1。

## 8.4 辐射环境质量现状评价

由监测结果可知，本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围为 74nGy/h~140nGy/h，室外  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率为 72nGy/h~109nGy/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  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率在 61nGy/h~335nGy/h 之间，道路的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率在 51nGy/h~154nGy/h 之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于正常本底水平范围内，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

根据建设单位提供的资料，本项目固定探伤为利用现有管束箱进行屏蔽防护改造，建设探伤室、控制室、评片室和暗室，在屏蔽防护施工单位完成改造后整体拉回公司。因此，本次评价对施工期不予评价，仅重点关注工艺设备和工艺分析。

### 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。X 射线探伤机外观情况见下图。



图 9-1 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 射线管结构图见下图。

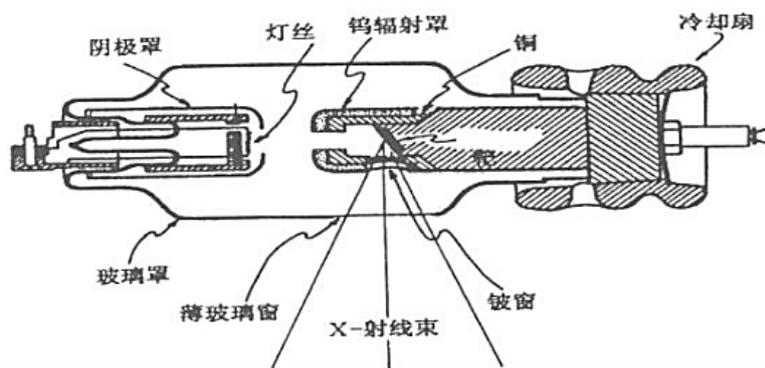


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 固定探伤过程及产污环节

工作人员通过探伤室的防护门将工件送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，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，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，打开工件门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。本项目曝光胶片采用自动洗片机进行洗片，在暗室外东侧设废显（定）影液废液桶和洗片废液桶暂存洗片产生的废显（定）影液和洗片废液，每个废液桶底部设置防渗漏托盘，防止废显（定）影液和洗片废液渗漏。废显（定）影液废液桶和洗片废液桶中废液每天转移至危废暂存间暂存。探伤工艺流程及产污环节见图 9-4。

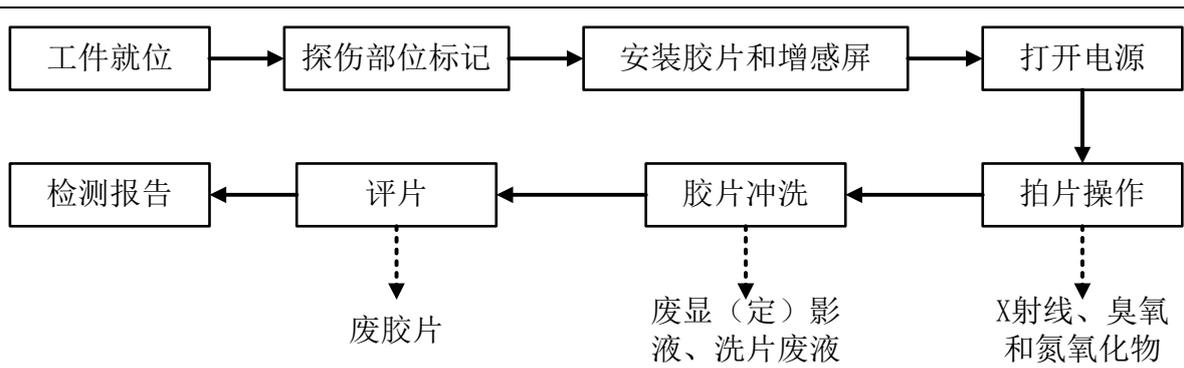


图9-3 探伤工艺流程及产污环节示意图

### 9.2.4 人员配备与工作负荷

本项目拟配备辐射工作人员 2 人，均为公司现有辐射工作人员。公司辐射工作人员不承担检修工作，且不兼职其他辐射工作岗位；设备检修均由设备生产厂家承担。辐射工作人员每天工作 8 小时，每年工作 300 天（每周工作 6 天，共 50 周）。

表 9-1 探伤工件基本情况

序号	名称	材质	尺寸	厚度	检测方式（抽查/全部检测）	备注
1	管排	316L	1500mm×1700mm	5mm	全检	拟建探伤室固定探伤

本项目辐射工作场所的工作负荷情况见下表。

表9-2 本项目辐射工作场所的工作负荷情况

工作场所	工作时间	年拍片张数	单次拍片出束时间（min）	工作场所周出束总时间（h）	工作场所年出束总时间（h）
总装三车间固定探伤	每天工作8小时，每年工作300天（50周）	30000	3	30	1500

### 9.3 现有核技术利用项目工程分析

公司已开展固定式探伤，厂区建有 2 间探伤室（3 套 X 射线数字成像检测系统），探伤装置已通过环评审批、辐射安全许可和竣工环保验收。目前持有 3 套 X 射线数字成像检测系统。公司现有 3 套 X 射线数字成像系统拟作报废处理。

对拟报废的 3 套 X 射线数字成像系统，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。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。

### 9.4 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（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。X射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

**表 9-3 本项目 X 射线探伤机的源项数据**

X 射线探伤机或 X 射线机	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）	备注
XXG-1605T	28.7mGy · m <sup>2</sup> /(mA · min)①	2.5×10 <sup>3</sup> μSv/h	主射线或散射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1；漏射线源项根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1。

注：①XXG-1605T 型 X 射线探伤机的有用线束 X 射线输出量保守取 200kV，2mm 铝滤过条件下 X 射线输出量 28.7mGy · m<sup>2</sup>/(mA · min)。

**(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，由于产量小且作业场地为开放式，对周围环境影响较小。

**(3) 废显（定）影液、废胶片及洗片废液**

曝光完成后，需将拍摄的底片运回进行显（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30000张。按洗1000张片用20L显（定）影液，经估算项目工作过程中废显（定）影液年产生量约600kg（密度按1g/cm<sup>3</sup>计算）。参考同企业现有的实际产污经验值，按洗1000张片产生50kg洗片废液，经估算项目工作过程中每年产生的洗片废液约1500kg。每年产生废胶片约900张（废片率按3%计算，一张废胶片10g，共约9.0kg），该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理，完好的胶片约30900张由公司定期建档备查。

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30900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30900张（一张废胶片10g，折合重量约309kg）。

项目危险固体废物分析汇总表见下表。

表 9-4 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量 (kg/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	600	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、分区存放在厂房东南侧危废暂存库内 <b>处置:</b> 委托有资质单位处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	309	评片、胶片存档	固态	卤化银	卤化银	每次探伤、存档期满	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	1500	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	

## 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

本项目探伤室的六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 辐射工作场所布局一览表

所在区域	东侧	南侧	西侧	北侧	上层	下层
探伤室	控制室	缠绕车间	装三车间西侧其他工作区域	绿色通道	上方为探伤室顶棚	地下土层

本项目工件门洞的尺寸为 1600mm（宽）×2000mm（高），探伤工件最大尺寸小于探伤室防护门洞尺寸，可方便出入。

本项目固定探伤有探伤室屏蔽，探伤室辐射工作场所位于公司总装三车间内东侧，控制室与探伤室分开，防护门位于探伤室北侧，控制室位于探伤室东侧，探伤机主射方向朝南，避免了主射线照射到控制室操作台、防护门等区域，布局合理，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

#### 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，但需要对职业照射条件进行监督和评价的区域。

本项目辐射工作场所分区情况详见表10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所分区表

工作场所	控制区	监督区
拟建探伤室	探伤室内部	控制室和评片室、探伤室北侧墙体外 1m 范围、探伤室西侧墙体外 1m 范围和探伤室南侧墙体外 1m 范围。

本项目以探伤室为控制区边界，在探伤室表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明。本项目固定探伤辐射工作场所两区划分图见附图 5。

#### 10.1.3 固定探伤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，本项目探伤室的屏蔽防护设计方案见表 10-3。

表 10-3 探伤室屏蔽防护设计方案

项目	屏蔽防护设计方案
探伤室规格	4000mm（长）×2418mm（宽）×2400mm（高）
四侧墙体	8mm 铅板
顶棚	8mm 铅板

地坪	8mm 铅板
工件门	工件门采用 8mm 铅板铅防护门，位于探伤室北侧，门洞 1600mm（宽）×2000mm（高），工件门 1800mm（宽）×2100mm（高）。上下各搭接约 50mm，左右各搭接约 100mm。
电缆孔	位于探伤室东侧墙体下部，出口处设 8mmPb 防护罩。
通风设施	探伤室设机械排放装置，通风口位于探伤室顶部，出口处设 8mmPb 防护罩，排风机风量 525m <sup>3</sup> /h。
注：铅的密度不小于 11.34g/cm <sup>3</sup> 。	

本项目探伤室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，探伤室的四侧屏蔽体、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探伤辐射安全和防护措施

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，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

探伤装置固有安全属性的要求见下表。

表 10-4 探伤装置固有安全属性基本要求

装置名称	设备技术要求	
X 射线探伤机	X 射线管头组装体	X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.1 款表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。
	操作台	a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。b) 应设置紧急停机开关。

##### 2、探伤工作场所安全防护措施

(1) 本项目拟建控制室避开有用线束照射的方向且与探伤室分开。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。屏蔽设计方案见表 10-3，设计图纸见附图 4。

(2) 本项目探伤室拟按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 探伤室的北侧设置防护门。防护门拟安装门-机联锁装置，探伤机与防护门实现联锁，且只有在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

(4) 探伤室防护门门口和探伤室内部东侧拟设有显示“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，醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 探伤室内和防护门外均拟设置视频监控系统，显示屏设置在操作台上，视频探头设置在探伤室内和防护门外。在操作台设专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(6) 探伤室防护门上拟设置符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(7) 探伤室内拟设置紧急停机按钮（探伤室内东侧、西侧、南侧、北侧及操作台各设 1 个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，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。按钮拟设置标签，标明使用方法。

(8) 探伤室拟设置机械通风装置，排风通向探伤室外，且通风管外口避免了朝向人员活动密集区。通风孔位于探伤室顶部，出口处设 8mmPb 防护罩。探伤室的通风管道穿墙示意图见图 10-1。

本项目排气风机风量为 525m<sup>3</sup>/h，探伤室容积约为 23.2m<sup>3</sup>，则每小时有效通风换气次数不低 22 次，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。

(9) 探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(10) 探伤室屏蔽体外 1m 区域拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理制度应张贴于操作台。

(11) 探伤室线缆管道位于探伤室东侧墙体下部，出口处设 8mmPb 电缆防护罩。探伤室的线缆管道穿墙示意图见图 10-1。

(12) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

(13) 防护门设防夹光幕。

探伤室辐射安全和防护设施布置方案见附图 4。

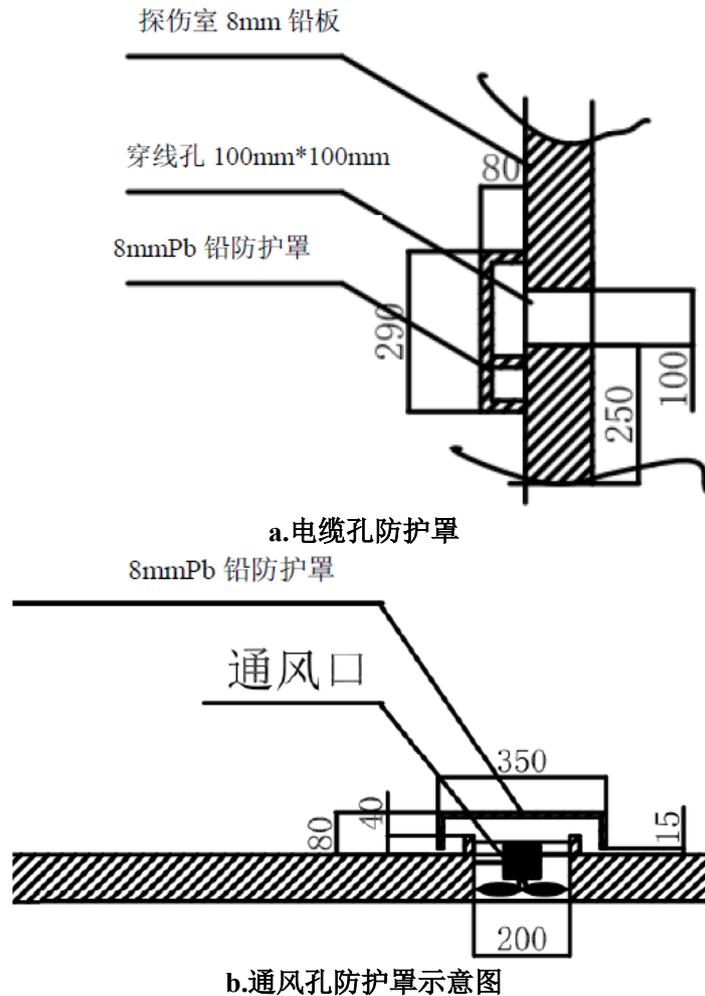


图 10-1 本项目电缆孔防护罩和通风孔防护罩示意图

### 3、安全操作放射防护措施

本项目探伤场所的安全操作防护措施要求见下表：

表 10-5 本项目的安全操作放射防护措施

措施类别	措施内容	备注
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，已建立和实施放射防护管理制度和措施，并制定辐射事故应急预案； c、拟为辐射工作人员配备便携式X-γ剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ 98的要求进行职业健康监护；拟组织辐射工作人员参加辐射防护培训考核合格并获得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格方可上岗。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第4款：使用单位放射防护要求。
探伤前检查项目	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。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第5.1.2款要求。
探伤室房	a、探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报	满足《工业探伤放射防护标准》

操作	<p>警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>b、应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。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。</p> <p>c、交接班或当班使用个人剂量报警仪前，应检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p> <p>d、探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器等，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>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。</p>	<p>（GBZ 117-2022）的第 6.2款要求。</p>
探伤机维护	<p>a、公司拟对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。</p> <p>b、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。</p> <p>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；</p> <p>d、公司拟做好设备维护记录。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第 5.1.3款要求。</p>

### 10.1.2 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。

### 10.1.3 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

本项目危废暂存拟依托公司东北角现有危废仓库，面积 100m<sup>2</sup>，具体位置见附图 3。现有危废仓库的建设满足“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求，地面做了硬化处理，四周设围堰，门上有规范的危废标识，相关制度张贴在门上，现有危废仓库的设置满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

公司现有危废量约占 77m<sup>2</sup>，危废仓库现有约 23m<sup>2</sup> 预留空间。本项目危险废物（废显（定）影液年产生量约 600kg/a，洗片废液约 1500kg/a，废胶片 309kg/a）占地约 20m<sup>2</sup>，

贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（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，具体见下表。

**表 10-7 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	危废仓库	废显（定）影液	HW16	900-019-16	公司东南角	100m <sup>2</sup>	专用防渗容器	约 23t	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）危废仓库的环境管理**

①专人管理，其他人员未经允许不得入内。

②危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。

③危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。

④建立危险废物管理台账，管理人员应做好危险废物情况的记录，记录上需注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

**（3）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仓库，应有专人负责，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。

**（4）危废的委托处置**

建设单位拟与有资质单位签订危废处置合同，对本项目产生的危废进行处置。

**10.2 三废的治理**

本项目的运行无放射性废水、放射性废气产生。

（1）本项目固定探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物。

探伤室拟设置机械通风装置，排气风机风量为 525m<sup>3</sup>/h，探伤室容积约为 23.2m<sup>3</sup>，则每小时有效通风换气次数不低 22 次，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。

(2) X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液属于危险废物，公司应定期委托有资质的单位回收处理，加强对危险废物暂存场所的日常管理。

### 10.3 环保投资估算一览表

本项目总投资预计为 50 万元，其中辐射环保投资 32.2 万元，占总投资的 64.4%。本项目环保投资一览表详见表 10-6。

表 10-6 环保投资估算一览表

项目		设施（措施）	金额（万元）
辐射屏蔽措施和辐射安全措施		探伤室 1 间（含防护门、通排风系统、工作状态指示灯 2 套、门-机联锁 1 套、视频监控系统 2 套、急停按钮 5 个、固定式场所辐射探测报警装置 1 套）	20
监测仪器及警示装置		便携式 X-γ 辐射剂量巡测仪 1 套，个人剂量报警仪 2 台	2
		电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干	0.1
其他	制度上墙	操作规程，辐射安全防护与保卫制度，辐射事故应急制度，岗位职责等	0.1
	人员管理	辐射工作人员辐射安全防护培训、职业健康检查与个人剂量监测	1
	环境监测	委托有资质单位开展各辐射工作场所辐射环境年度监测。	1
	运行维护	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等	1
	环境风险投资	购买应急物资，开展辐射事件应急演练等	1
	环评与验收	环评与验收	6
合计			32.2

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

根据建设单位提供的资料，本项目固定探伤为利用现有管束集装箱进行改造，建设探伤室和控制室、评片室和暗室，在屏蔽防护施工单位完成改造后整体拉回公司。本项目重点分析运行阶段对环境的影响。

### 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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算，采用理论计算的方法来预测本项目辐射工作场所运行过程中对周围环境的辐射影响。

本项目的辐射环境影响预测利用 XXG-1605T 探伤机最大运行工况分析：最大管电压为 160kV，最大管电流为 5mA，年出束时间为 1500h，周出束时间为 30h。

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”。因此，本项目探伤室主射方向屏蔽墙屏蔽性能均需按有用线束进行考虑，非主射方向屏蔽墙，工件防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。本项目射线能量较低，顶棚屏蔽防护与四周墙体相同，且射线主射方向不照向顶棚，泄漏辐射和散射辐射经顶棚铅板屏蔽后再经过厂房屋顶阻隔，因此本项目不考虑天空反散射。

#### 11.2.1 计算公式的选取

##### (1) 有用线束

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透射因子 B：

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

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 160kV X 射线探伤机取值 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  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ （ $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ ）；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T

250-2014)附录 B 表 B.1, 保守按 200kV X 射线在 2mm 铝滤过条件下输出量为 28.7mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min), 即取 1.722×10<sup>6</sup>μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h);

B: 屏蔽透射因子; B 取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的附录 B 中图 B.1 与图 B.2, 本项目探伤室主射束屏蔽透射因子取值见表 11-1;

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。

### (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 $\dot{H}$  (μSv/h) 按式(11-2)计算:

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

B——屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 B.2 的相应值, 确定泄漏辐射的 TVL, 见表 11-1。然后按式 11-3 计算;

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

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

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时(μSv/h), 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 1, 当 150 ≤ X 射线管电压 ≤ 200kV 时,  $\dot{H}_L$ 取值 2.5×10<sup>3</sup>μSv/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 $\dot{H}$  (μSv/h) 按式(11-4)计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot \dot{H}_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式(11-4)}$$

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 225 kV X 射线探伤机取值 13mA。

$\dot{H}_0$ : 距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, 同主射公式;

B: 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值, 确定 90°散射的 TVL, 然后按式(11-3)计算;

F:  $R_0$ 处的辐射野面积, 单位为平方米(m<sup>2</sup>);

$\alpha$ : 散射因子, 入射辐射被单位面积(1m<sup>2</sup>)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）。本项取值 50；

$R_s$ : 散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

### 11.2.2 参数的选取

本项目室内探伤的辐射剂量率计算预测点位见图 11-1 和 11-2。

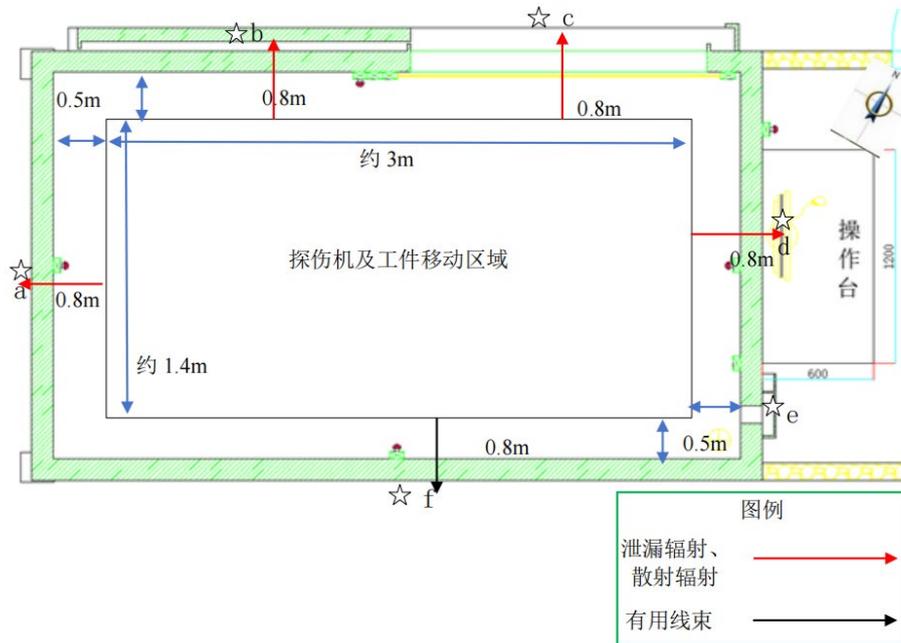


图 11-1 辐射屏蔽计算预测点位图（平面）

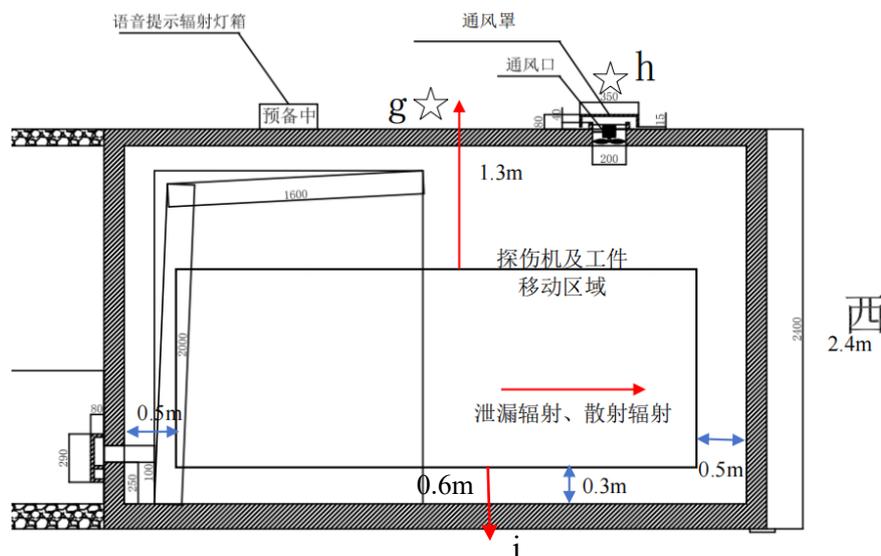


图 11-2 辐射屏蔽计算预测点位图（剖面）

表 11-1 辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位	与关注点的距离 (m) ③			屏蔽参数④	什值层厚度 TVL (mm) ⑤	透射因子 <i>B</i>	需考虑的 屏蔽辐射 类型
	有用 线束	泄漏 辐射	散射 辐射				
a 探伤室西侧防护墙 外 30cm 处	/	0.8	0.8	8mm 铅板	1.048	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					0.96	4.64E-09 ②	散射辐射
b 探伤室北侧防护墙 外 30cm 处	/	0.8	0.8	8mm 铅板	1.048	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					0.96	4.64E-09 ②	散射辐射
c 探伤室北侧防护门 外 30cm 处	/	0.8	0.8	8mm 铅板	1.048	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					0.96	4.64E-09 ②	散射辐射
d 探伤室东侧操作台 外	/	0.8	0.8	8mm 铅板	1.048	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					0.96	4.64E-09 ②	散射辐射
e 探伤室东侧电缆口 外	/	0.8	0.8	8mm 铅板	1.048	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					0.96	4.64E-09 ②	散射辐射
f 探伤室南侧防护墙 外 30cm 处	0.8	/	/	8mm 铅板	/	2.37E-08 ①	有用线束
g 探伤室顶棚外 30cm 处	/	1.3	1.3	8mm 铅板	0.96	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					1.048	4.64E-09 ②	散射辐射
h 探伤室通风口处	/	1.3	1.3	8mm 铅板	0.96	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					1.048	4.64E-09 ②	散射辐射
i 探伤室地坪外 30cm 处	/	0.6	0.6	8mm 铅板	0.96	2.32E-08 ②	泄漏辐射
					1.048	4.64E-09 ②	散射辐射

注：①查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 图 B.1 和 B.2，160kV 和 200kV 工况下曲线，通过查图、内插法和外推法计算得到；

②根据式 11-3 计算得到；

③与辐射点的距离保守按各侧距关注点最近距离取值；

④屏蔽参数详见表 10-1 本项目探伤室屏蔽情况一览表；

⑤TVL 值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 直接取得或用内插法计算取得；

表 11-2 有用线束辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位	<i>I</i> (mA)	<i>H</i> <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> / (mA·h)	<i>B</i>	<i>R</i> (m)	<i>Ḣ</i> (μSv/h)
f 探伤室南侧防护墙外 30cm 处	5	1.722 × 10 <sup>6</sup>	2.37E-08	0.8	3.19E-01

表 11-3 泄漏辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位		$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$B$	$R$ (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a	探伤室西侧防护墙外 30cm 处	2500	2.32E-08	0.8	9.06E-05
b	探伤室北侧防护墙外 30cm 处	2500	2.32E-08	0.8	9.06E-05
c	探伤室北侧防护门外 30cm 处	2500	2.32E-08	0.8	9.06E-05
d	探伤室东侧操作台外	2500	2.32E-08	0.8	9.06E-05
e	探伤室东侧电缆口外	2500	2.32E-08	0.8	9.06E-05
g	探伤室顶棚外 30cm 处	2500	2.32E-08	1.3	3.43E-05
h	探伤室通风口处	2500	2.32E-08	1.3	3.43E-05
i	探伤室地坪外 30cm 处	2500	2.32E-08	0.6	1.61E-04

表 11-4 散射辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位		$I$ (mA)	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	$B$	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	$R_S$	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a	探伤室西侧防护墙外 30cm 处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.8	1.25E-03
b	探伤室北侧防护墙外 30cm 处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.8	1.25E-03
c	探伤室北侧防护门外 30cm 处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.8	1.25E-03
d	探伤室东侧操作台外	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.8	1.25E-03
e	探伤室东侧电缆口外	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.8	1.25E-03
g	探伤室顶棚外 30cm 处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	1.3	4.73E-04
h	探伤室通风口处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	1.3	4.73E-04
i	探伤室地坪外 30cm 处	5	$1.722\times 10^6$	4.64E-09	50	0.6	2.22E-03

### 11.2.3 预测点辐射剂量率计算

辐射屏蔽影响预测结果见下表。

表 11-5 辐射屏蔽理论计算结果一览表

关注点位		有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	GBZ117-2022 标准限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a	探伤室西侧防护墙外 30cm 处	/	9.06E-05	1.25E-03	1.34E-03	2.5
b	探伤室北侧防护墙外 30cm 处					
c	探伤室北侧防护门外 30cm 处					
d	探伤室东侧操作台外					
e	探伤室东侧电缆口外					
f	探伤室南侧防护墙外 30cm 处	3.19E-01	/	/	3.19E-01	
g	探伤室顶棚外 30cm 处	/	3.43E-05	4.73E-04	5.07E-04	
h	探伤室通风口处	/	3.43E-05	4.73E-04	5.07E-04	
i	探伤室地坪外 30cm 处	/	1.61E-04	2.22E-03	2.38E-03	

探伤室四周屏蔽墙、地坪及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 0.319 $\mu$ Sv/h 满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 $\mu$ Sv/h”的要求。顶棚外辐射剂量率最大值为 1.34 $\times 10^{-3}$  $\mu$ Sv/h，也满足本项目管理目标，“探伤室顶棚外表面 30cm 处剂量率参考控制水平取 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

#### 11.2.4探伤室内穿线孔及通风口屏蔽效果分析

本项目穿线孔及通风口拟在非主射方向采用直穿型的方式穿墙，并在穿墙处设置防护罩，防护罩屏蔽防护当量与同侧防护墙防护当量一致。因此，本项目 X 射线探伤机的电缆管道及排风管道的布置方式，能够满足辐射防护要求。

#### 11.2.5人员受照剂量估算

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

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad \text{式 (11-5)}$$

式中：

$H_{E-r}$ ——年受照剂量，mSv/a；

$D_r$ ——关注点辐射剂量率， $\mu$ Sv/h；

$T$ ——居留因子；

$t$ ——年受照时间，h/a。

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

表 11-6 不同场所的居留因子

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

根据公式11-5与表11-5的辐射剂量率数据，以及各辐射工作场所的工作负荷，本项目室内探伤相关人员年有效剂量计算结果如下表所示。

表 11-7 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性	居留因子	源点与保护目标距离 (m)	源点与关注点距离 (m)	保护目标处辐射剂量率取值 ( $\mu$ Sv/h)	对应关注点位	周受照总剂量 ( $\mu$ Sv/周)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业 拟建控制室、评片室和暗室	1	0.8	0.8	1.13E-03	d	4.02E-02	2.01E-03

公众	厂内安全通道	1/2	13+0.8	0.8	1.13E-03	d	6.75E-05	3.38E-06
	3#厂房	1	30+0.8	0.8	1.13E-03	d	2.71E-05	1.36E-06
	缠绕车间	1	1.8	0.8	3.19E-01	f	1.89E+00	9.45E-02
	安全通道	1/2	25+0.8	0.8	3.19E-01	f	4.60E-03	2.30E-04
	2#厂房	1	40+0.8	0.8	3.19E-01	f	3.68E-03	1.84E-04
	总装三车间西侧 其他工作区域	1	0.8	0.8	1.13E-03	a	4.02E-02	2.01E-03
	绿色通道	1/2	0.8	0.8	1.13E-03	b	2.01E-02	1.01E-03
	总装三车间北侧 其他工作区域(含 研磨车间和缠绕 车间等车间)	1	3+0.8	0.8	1.13E-03	b	1.78E-03	8.90E-05

本项目探伤室工作场所所致辐射工作人员受照周有效剂量最大为 $4.02 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $2.01 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目职业人员剂量约束值不超过 $5 \text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 $20 \text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值要求。

本项目探伤室工作场所所致公众受照周有效剂量最大为 $1.89 \mu\text{Sv}$ 、年有效剂量最大为 $9.45 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目公众人员剂量约束值不超过 $0.25 \text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 $1 \text{mSv}/\text{a}$ ”的剂量限值要求。

### 11.3 “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。X射线固定探伤过程中主要产生的“三废”分析如下：

#### （1）臭氧和氮氧化物

固定探伤：探伤室拟设置机械通风装置，排气风机风量为 $525 \text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室容积约为 $23.2 \text{m}^3$ ，则每小时有效通风换气次数不低22次，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。

#### （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。危废仓库的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）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。

## **11.4 事故影响分析**

### **11.4.1 辐射事故风险识别**

（1）X 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，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）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，引发辐射事故。

（3）X 射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机引发辐射事故。

### **11.5.2 辐射事故防范措施**

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

（2）工作人员进入探伤室必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。

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

（4）射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

### **11.5.3 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 X 射线探伤机的工作状态（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》的法律法规要求，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，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。

公司已成立以陈凡为组长的辐射防护安全管理小组，负责公司的辐射安全管理和防护工作，确保公司射线装置的安全运行，明确了各岗位职责，由管理小组加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。见附件 7。

#### **12.1.1 辐射工作人员管理**

现有辐射工作人员辐射安全管理现状见前文表 1 章节中表 1-6。本项目拟配备的 2 名辐射工作人员，2 人均均为现有辐射工作人员。建设单位应做好以下管理工作：

##### **(1) 个人剂量检测**

建设单位已为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。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

##### **(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。

建设单位拟配置的 2 名辐射工作人员，均已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，应按时每五年进行复训。

### (3) 辐射工作人员职业健康体检

建设单位拟配置的 2 名辐射工作人员，均已参加职业健康体检。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。

#### 12.1.2 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。

### 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、射线登记使用制度等，并有完善的辐射事故应急措施。

建设单位已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《设备使用、维修、保养管理制度》、《辐射事故应急处置方案》、《辐射设备使用登记管理制度》、《辐射剂量监测制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射安全防护管理制度》、《辐射人员体检及保健制度》、《人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》和《X 射线安全操作规程》，现有规章制度较为全面。

为进一步优化管理制度，本次评价建议建设单位完善、补充如下内容：

**辐射安全档案管理制度：**公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案长期保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

**建设单位应做到以下几点：**

- 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公司需组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，上岗前需取

得辐射安全培训成绩单，并进行个人剂量监测和职业健康检查。

③公司需落实年度评估制度，每年需编制《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

④公司应在探伤工作场所周围张贴《设备使用、维修、保养管理制度》、《辐射事故应急处置方案》、《辐射设备使用登记管理制度》、《辐射安全防护管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》和《X射线安全操作规程》，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目X射线探伤的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。

## 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。根据实际情况，建设单位需建立辐射工作监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

### 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。本项目相关辐射监测仪器配置计划见前文表 10 章节中表 10-6。监测仪器按要求配套齐全后，本环评认为能够满足本项目的仪器配备要求。

### 12.3.2 监测计划

#### （1）个人剂量监测和职业健康检查

本项目辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期一般为三个月。辐射工作人员职业健康检查应至少每 2 年进行 1 次，并建立职业健康监护档案且终生保存。

表12-1 个人剂量监测

监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
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）	一般为三个月

#### （2）固定辐射工作场所及周围环境监测

##### A、年度监测

建设单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/

年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

#### B、日常自行监测

建设单位应定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为每年一次。

#### C、监测内容和要求

监测内容：周围剂量当量率。

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

表12-2 固定探伤辐射监测计划

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
固定探伤室	周围剂量当量率	年度监测	探伤室四侧墙体及防护门外30cm离地面高度1m处，探伤室顶棚外30cm处，操作台，电缆管道口、通风口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/年
		验收监测			竣工环保验收监测

### 12.4 辐射事故应急预案

本项目X射线探伤机属于II类射线装置，公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定了《辐射事故应急处置方案》。经与企业核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一和四十二条之规定相比对，公司的《辐射事故应急处置方案》还需完善以下内容：

- (1) 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；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

### 12.5 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。“三同时”验收一览表见下表。

表 12-3 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	公司已成立辐射防护安全管理小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
工作场所机房屏蔽防护设计	探伤室的屏蔽防护设计详见本报告表 10-3。	探伤室周围满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。
工作场所辐射防护措施	探伤室的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1；	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。
辅助房间建设	危废仓库依托现有，危废暂存库墙体内外侧四周已设围堰，并设危废标识。	满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中的相关要求。
人员配备	本项目拟配置的辐射工作人员均已参加辐射防护培训，取得成绩合格单，可上岗。	满足《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的要求。
	本项目拟配置的辐射工作人员均已配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为三个月，并建立个人剂量监测档案。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。
	本项目拟配置辐射工作人员拟已进行岗前、在岗或离岗职业健康检查，已建立个人健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
辐射安全管理制度	公司已补充制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《设备使用、维修、保养管理制度》、《辐射事故应急处置方案》、《辐射设备使用登记管理制度》、《辐射剂量监测制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射安全防护管理制度》、《辐射人员体检及保健制度》、《人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》和《X 射线安全操作规程》等。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。

## 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

浙江蓝能氢能科技股份有限公司拟在总装三车间东侧建设 1 间探伤室（铅房屏蔽）及控制室、评片室和暗室，上述场所由管束集装箱改造而成，管束集装箱在完成屏蔽改造后固定在总装三车间内。购置 2 台 XXG-1605T 便携式 X 射线机（最大管电压：160kV，最大管电流：5mA，定向机，主射朝南，1 用 1 备），在探伤室开展固定探伤工作。探伤过程产生的危险废物依托公司现有危废仓库暂存。

##### (2) 项目位置

浙江蓝能氢能科技股份有限公司 X 射线固定式探伤建设项目位于浙江省绍兴市上虞区杭州湾上虞经济技术开发区振兴大道 5 号。公司东侧（本报告以北稍偏西为正北方向）为浙江盛如纺织科技有限公司高档纱线、面料绿色纺织产业链技改项目（建设中）；南侧为振兴大道，隔振兴大道为绍兴市上虞众胜新材料科技有限公司和浙江干氏制冷设备有限公司；西侧为新兴一路，隔新兴一路为浙江白云浙变电气设备有限公司；北侧为空地。

##### (3) 选址合理性分析

本项目固定探伤评价范围主要为公司生产车间内部和内部道路。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

##### (3) 项目布局及分区

本项目固定探伤室辐射工作场所位于公司总装三车间内东侧，本项目控制室与探伤室分开，防护门位于探伤室北侧，控制室位于探伤室东侧，探伤机主射方向朝南，避免了主射线照射到控制室操作台、防护门等区域，布局合理。

##### (5) 项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

### **(6) 辐射安全防护措施结论**

探伤室四侧墙体、顶棚与防护门均采用铅板作为屏蔽材料，根据表 11 的预测结果，探伤室的屏蔽设计合理，符合规范要求。对探伤室工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，控制区设置相应的警示标志，限制无关人员进入；探伤室拟设置门-机联锁装置、工作状态指示灯、声音提示装置、紧急停机按钮、机械排风设施等辐射安全防护措施；辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪，各项辐射环境管理规章制度拟张贴于操作台处（探伤室墙上），已建立 X 射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账等，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

### **(5) 辐射安全管理结论**

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

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

(3) 公司已为辐射工作人员配备个人剂量计，已委托有资质单位定期进行个人剂量检测和职业健康检查，并分别建立有个人剂量档案和职业健康监护档案。

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

### **13.1.2 环境影响分析结论**

#### **(1) 污染因子**

本项目的主要污染因子为X射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液、废胶片和洗片废液。

#### **(2) 辐射剂量率结论**

探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 $\mu$ Sv/h”的要求。顶棚外辐射剂量率也满足本项目管理目标，“探伤室顶棚外表面 30cm 处剂量率参考控制水平取 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

#### **(3) 保护目标有效剂量**

本项目探伤室工作场所所致辐射工作人员受照周有效剂量和年有效剂量满足《工业

探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目职业人员剂量约束值不超过 $5\text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 $20\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值要求。

本项目探伤室工作场所所致公众受照周有效剂量和年有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目公众人员剂量约束值不超过 $0.25\text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 $1\text{mSv}/\text{a}$ ”的剂量限值要求。

#### **（6）非辐射环境影响分析结论**

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

X 射线室内探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风系统排至车间外环境，对周围大气环境影响较小。

固定探伤洗片和评片过程产生的废显（定）影液、洗片废液及废胶片均属于危险废物，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。

### **13.1.3 可行性分析结论**

#### **（1）产业政策符合性分析结论**

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据《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令第 7 号），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。

#### **（2）实践正当性分析结论**

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益，项目带来的收益大于所付出的代价。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用

探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用 X 射线探伤机是正当可行的。

### **(3) 选址合理性分析**

本项目固定探伤评价范围主要为公司生产车间内部和内部道路，无居民和学校等其他环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

### **(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，符合国家产业政策，具有实践正当性，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 建议和承诺**

(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) 环评报批后，公司及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

(3) 建设项目竣工后，建设单位应当按照《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，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日