

LJHP-2025-0003

核技术利用建设项目

杭州七所科技有限公司X射线室内探  
伤项目环境影响报告表

杭州七所科技有限公司

2025年10月

生态环境部监制





## 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	7
表 6 评价依据.....	8
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	10
表 9 项目工程分析与源项.....	21
表 10 辐射安全与防护.....	27
表 11 环境影响分析.....	33
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论.....	47

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		杭州七所科技有限公司 X 射线室内探伤项目			
建设单位		杭州七所科技有限公司			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	192****3939
注册地址		浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村			
项目建设地点		浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	40	项目环保投资 (万元)	3.2	投资比例 (环保 投资/总投资)	8%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	约 4m <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 建设单位情况**

杭州七所科技有限公司（以下简称“公司”，营业执照见附件 2）成立于 2012 年 1 月 12 日，位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村，是一家专门从事液压设备及泵类产品的设计制造、销售的中小型科技型企业。经营范围包括：一般项目：机械设备研发；液压动力机械及元件制造；液压动力机械及元件销售，汽轮机及辅机制造，汽轮机及辅机销售；机械电气设备制造，通用设备制造（不含特种设备制造），货物进出口，终端计量设备制造，终端计量设备销售。气体、液体分离及纯净设备制造；气体、液体分离及纯净设备销售（除依法须经批准的项

目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。许可项目：特种设备制造，建设工程施工（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）。

目前，公司共有两个主体生产厂房、仓库及办公场所，1#厂房主要负责液压润滑设备、燃机模块的部分下料、不锈钢成套系统的制作、配管、总装、管路焊接、设备调试等产品的生产工艺。2#厂房主要负责设备的部分下料、试验等产品的生产工艺。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

因公司业务发展需求，需要对公司生产的各种小部件产品进行无损探伤检测工作，故本项目拟在 1#厂房一层西南角新建 1 间铅房及配套辅房（1 间操作室和 1 间洗片室），并配备 1 台 X 射线机（型号：XXG-2505），最大管电压为 250kV，最大工作管电流为 5mA，属于 II 类射线装置。

本项目的主体项目已于 2014 年 5 月 26 日取得了富阳市环境保护局《关于杭州七所科技有限公司年产液压润滑成套设备及部件 200 套扩建项目环境影响报告表审批意见的函》（富环许审（2014）242 号，见附件 3）。目前该项目已投产，2018 年 4 月 11 日，该企业完成自主验收（见附件 4）。本次项目为配套核技术利用项目，依托主体项目建设。

对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目配置的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护生态环境、保障公众健康，杭州七所科技有限公司委托浙江绿境环境工程有限公司对本项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容及规模

公司拟在 1#厂房一层西南角新建 1 间铅房及配套辅房（1 间操作室和 1 间洗片室），并配备 1 台型号为 XXG-2505 的 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA），属于 II 类射线装置。

根据建设单位所给材料，本项目 X 射线机固定在铅房内使用，检测的部件最大直径为

500mm，最大长度为 1500mm，最大厚度为 12mm。探伤作业仅限铅房内，不开展任何形式的室外探伤。

X 射线探伤机技术参数详见表 1-1。

表 1-1 X 射线探伤机技术参数

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途
1	X 射线探伤机 (定向机)	II	1	XXG-2505	250kV	5mA	无损检测

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

本项目建设地点位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，项目地理位置示意图见附图 1。1#厂房四侧均为公司内部。公司周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

本项目拟建铅房位于 1#厂房一层西南角，铅房正上方为生产部办公室，无地下层。铅房的东南侧为停车场，西南侧为仓库，西北侧为安全通道，东北侧为楼道。公司总平面布置图见附图 3-1。

### 1.2.3 选址合理性分析

本项目拟新增的 X 射线探伤机使用地点为浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，用地属于工业用地（详见附件 5），周围无环境制约因素。本项目 50m 评价范围内主要为厂区内，不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区、医院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。

## 1.3 产业政策符合性分析与实践正当性分析

### 1.3.1 产业政策符合性分析

本项目属于核技术利用项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》及《杭州市产业发展导向目录（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。

### 1.3.2 实践正当性分析

杭州七所科技有限公司拟在浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房新增 1

台 X 射线探伤机，固定在铅房内使用，用于对公司生产的各种小部件产品的无损检测，以保证产品质量，提高生产效率，使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）实践的正当性的原则。

#### 1.4 “三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号），“三区三线”是指城镇空间、农业空间、生态空间 3 种类型空间所对应的区域，以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线 3 条控制线。

符合性分析：本项目拟建地位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，属于工业用地（详见附件 5），根据富阳区“三区三线”图（见附图 5），项目位于城镇开发边界范围内，不涉及生态保护红线，不占用永久基本农田，因此本项目建设符合富阳区“三区三线”管控要求。

#### 1.5 “三线一单”符合性分析

##### （1）生态保护红线

本项目位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，根据富阳区“三区三线”图（见附图 5），本项目不在生态保护红线范围内，不涉及生态保护红线。

##### （2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果可知，本项目拟建场址周围环境 $\gamma$ 辐射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，运行过程中不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，不会突破环境质量底线。因此，本项目的建设符合环境质量底线的要求。

##### （3）资源利用上线

本项目 X 射线探伤机拟放置于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，不新增土地指标，运营过程中会消耗一定量的电能、水等，但项目资源消耗量相对于区域资源利用总量较少，不会突破该地区能源、水、土地等资源消耗上限。因此，本项目的建设符合资源利用上线的要求。

##### （4）环境准入负面清单

本项目位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，根据《杭州市生态环境局关于印发《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的通知》（杭环发〔2024〕49 号）和富阳区生态环境管控单元分类图（详见附图 4），项目所在区域属于“富阳区富阳鹿山街道产业集聚重点管控单元（ZH33011120012）”，管控要求符合性见下表 1-2。

**表 1-2 管控单元准入清单**

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。合理规划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。	本项目在居住区和工业区、工业企业之间设置生活绿地等隔离带，布局合理。	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。所有企业实现雨污分流。	本项目为核技术利用建设项目，不属于工业类项目；不需进行污染物总量控制；企业实现雨污分流。	符合
环境风险防控	强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。	本项目落实风险防范措施，公司将按规定编制辐射应急预案，并定期组织开展应急演练。	符合
资源开发效率要求	/	/	符合

综上，本项目建设能够符合“三线一单”的管控要求。

### 1.6 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，公司无原有核技术利用项目。

**表 2 放射源**

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

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (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	1	XXG-2505	250	5	无损检测	1#厂房	/

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氡靶情况			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	/	/	通过排风口直接排入大气环境
废显（定）影液	液态	/	/	/	180kg	/	暂存于危废室	交由有资质的单位处理
废胶片	固态	/	/	/	73kg	/	暂存于危废室	交由有资质的单位处理
冲洗废液	液体	/	/	/	720kg	/	暂存于危废室	交由有资质的单位处置

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9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》（中华人民共和国主席令第24号），2018年12月29日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第6号），2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》，国务院令第709号，2019年3月2日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修正本）》原环境保护部令第20号，2021年1月4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) 《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>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局环发（2006）145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号），自2021年1月1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日施行；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）。</p> <p>(13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2021年省政府令第388号），2021年2月10日修订；</p> <p>(14) 《浙江省辐射环境管理办法》（2021年省政府令第388号），2021年2月10日修订；</p>
-------------	--

	<p>(15) 《浙江省生态环境保护条例》已于2022年5月27日经浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过，现予公布，自2022年8月1日起施行；</p> <p>(16) 《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&gt;(2024年本)的通知》，浙江省生态环境厅浙环发〔2024〕67号，2025年2月2日起施行；</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) 《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) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)；</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>
其他	<p>(1) 营业执照；</p> <p>(2) 环评委托书；</p> <p>(3) 建设单位提供的与本项目有关的各种资料和项目设计图纸。</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》（HJ10.1-2016）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），本项目评价范围为铅房边界外 50m 范围，周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

结合 1#厂房一层和二层总平面布置图（见附图 3-2）及现场勘查情况，本项目主要环境保护目标为铅房边界 50m 内活动的辐射工作人员和公众人员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目室内探伤辐射工作场所主要环境保护目标

环境保护目标		人员规模	方位	与 X 射线探伤机 边界最近距离 (m)	剂量约束值
辐射工作人员	操作位	2 人	东北侧	紧邻	5mSv/a
公众人员	安全通道、包箱区，待检区，总装区，试车区、成品堆放区、配管区	约 8~10 人	西北侧	3	0.25mSv/a
	楼道、大厅、外购件摆放区、配管区、质控办公室、生产办公室	流动人员	东北侧	2	
	洗片室、停车场	流动人员	东南侧	2	
	仓库、2#厂房	6 人	西南侧	5	
	生产部办公室等	约 10~20 人	上方	5	

### 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。

##### 4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

## B1 剂量限值（标准的附录 B）

### B1.1 职业照射

#### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

### B1.2 公众照射

#### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a)年有效剂量，1mSv；

### 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。

#### 4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应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。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 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。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

#### 5 探伤机的放射防护要求

##### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 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。

表 1 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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a)使用单位应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；

- 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；
- 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。

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。探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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。

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。

## 6.2 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 射线探伤室屏蔽要求，适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏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价值层厚度（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形式。

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应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 本项目管理目标

#### （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  $0.1\text{mSv/a}$ ～ $0.3\text{mSv/a}$ ）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	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)，本项目辐射工作场所的辐射剂量率控制值如表 7-3 所示。

表 7-3 本项目辐射工作场所的辐射剂量率控制值

设备名称	关注点	辐射剂量率控制值
X 射线探伤机	四侧屏蔽墙外 30cm 处	2.5 $\mu$ Sv/h
	工件门外 30cm 处	
	顶部屏蔽墙外 30cm 处	

注：本项目 X 射线探伤机拟放置于 1#厂房一层西南角拟建铅房内，其邻近建筑物在自辐射源点到其屏蔽体顶部内表面边缘所张立体角区域内，顶部屏蔽墙外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 2.5  $\mu$  Sv/h。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 项目地理和场所位置**

**8.1.1 地理位置**

杭州七所科技有限公司位于杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号，北侧为后山村，南侧、西侧和东侧均为绿化带。项目地理位置示意图见附图 1，公司周围环境概况图见附图 2。

**8.1.2 场所位置**

本项目拟建铅房位于杭州七所科技有限公司 1#厂房一层西南角。铅房西北侧为安全通道、包箱区，待检区，总装区，试车区、成品堆放区、配管区；东北侧为楼道、大厅、外购件摆放区、配管区、质控办公室、生产办公室；东南侧为操作室、洗片室、停车场；西南侧为仓库、2#厂房；正上方为生产部办公室，无地下层。项目周围环境现状见下图 8-1，1#厂房总平面布置图见附图 3-3。

	
<p>铅房拟建址</p>	<p>铅房拟建址正上方</p>
	
<p>铅房拟建址西北侧</p>	<p>铅房拟建址东北侧</p>



图 8-1 项目周边现状照片

## 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位及结果

### 8.2.1 环境现状评价的对象

铅房拟建址及其周边环境。

### 8.2.2 监测因子

$\gamma$ 辐射剂量率。

### 8.2.3 监测点位

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.1.1 “测量点位应依据测量目的布设，并结合源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择”。根据上述布点原则，结合本次铅房拟建址所在位置的各功能场所人员数量、居留情况以及评价范围内周围环境情况，现状监测主要在 X 射线探伤机周围相邻位置及评价范围关注点位进行布点，并在评价范围内室外设点监测，以对项目拟建场所和周围环境辐射水平进行了解。监测点位布点详见图 8-1 和图 8-2。

### 8.2.4 监测方案

- (1) 监测单位：杭州旭辐检测技术有限公司
- (2) 监测日期：2025 年 9 月 3 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
- (5) 监测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定
- (6) 天气环境条件：温度：32~33℃；相对湿度：54~56%；天气状况：晴。
- (7) 监测设备：见表 8-1

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	JC-NAI-300
能量响应	>25 keV
量程	0~50mSv/h
校准证书	上海市计量测试技术研究院 (校准证书编号: 2024H21-20-5562119001) 有效期: 2024年10月30日-2025年10月29日
检测规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021

### 8.2.5 质量保证措施

- (1) 合理布局监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采取国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 检测仪器每年定期经计量部门检定(校准), 检定(校准)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) 检测报告严格实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由授权签字人签发。

### 8.3 监测结果

本项目辐射工作场所周围的γ辐射剂量率背景水平检测结果见表 8-2, 辐射环境现状监测报告见附件 5。

表 8-2 X 射线探伤机拟建址周围辐射环境现状检测结果

点位编号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	标准差	备注
▲1	拟建铅房西南侧	87.3	3	室内
▲2	拟建铅房东南侧	95.5	3	
▲3	拟建铅房东北侧	103.7	3	
▲4	拟建铅房西北侧	79.2	3	
▲5	拟建铅房上层(生产部办公室)	95.5	3	
▲6	拟建操作室	87.3	3	
▲7	拟建洗片室	71.0	3	
▲8	2#厂房东侧	71.0	3	

注: 1、测量时探头距离地面约 1m;

2、每个检测点测量 10 个数据取平均值, 以上检测结果均已对宇宙射线的响应值修正;

3、环境γ辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k1×仪器检验源效率因子 k2÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k3×测量点宇宙射线响应值 Dc, 校准因子 k 为 0.98, 仪器使用 <sup>137</sup>Cs 进行校准, 效率因子 k2 取 1, 换算系数为 1.20Sv/Gy, k3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1, 仪器对宇宙射线的响应值为 30nGy/h。

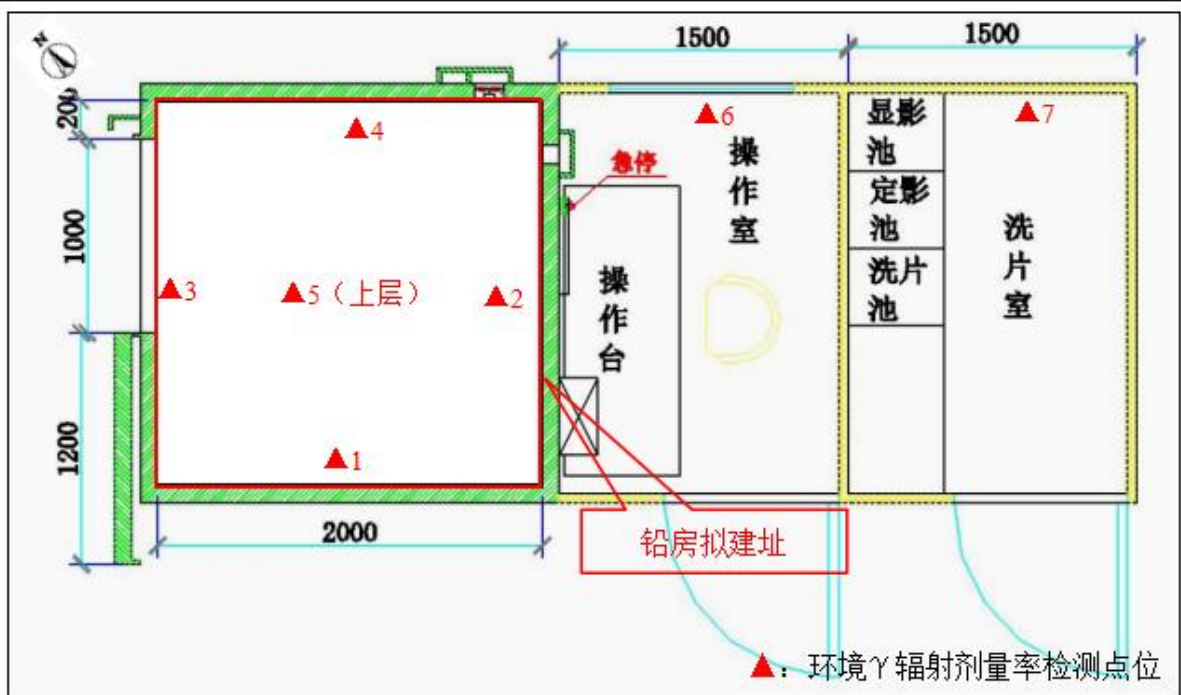


图 8-1 检测点位示意图 1



▲: 环境  $\gamma$  辐射剂量率检测点位

图 8-2 检测点位示意图 2

## 8.4 环境现状评价

由表 8-2 的检测结果可知，本项目铅房周围室内环境 $\gamma$ 辐射剂量率范围为 71.0~103.7nGy/h，室外环境 $\gamma$ 辐射剂量率为 111.1nGy/h。根据《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州富阳区道路上 $\gamma$ 辐射剂量率在 32~132nGy/h 之间，杭州建筑物室内 $\gamma$ 辐射剂量率在 56~443nGy/h 之间，可见项目所在地的辐射剂量率本底处于当地正常本底水平。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

本项目拟新建 1 间铅房及配套辅房（1 间操作室和 1 间洗片室），故本环评对施工期污染源强进行简要分析。

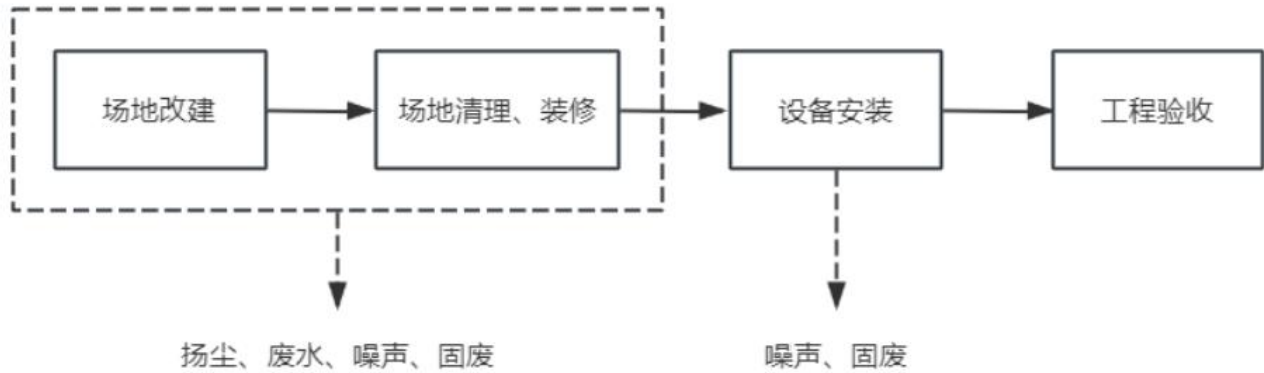


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

项目施工期产生的污染物主要包括：

#### （1）扬尘

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

#### （2）噪声

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

#### （3）固体废物

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

#### （4）废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产生量较小，可依托厂区已有市政设施收集处理。

#### （5）X 射线

设备调试阶段产生的X射线。由于设备的安装和调试均在铅房内进行，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。

## 9.2 运营期工程分析

### 9.2.1 探伤机的特点及作业方式

该公司X射线机室内探伤项目主要用于公司生产的各种部件产品的无损探伤检测工作，检测的部件最大直径为500mm，最大长度为1500mm，最大厚度为12mm。工业X射线探伤机，包括X射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部结构进行X射线摄影或断层检查的设备总称。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线管充分冷却，防止过热。

### 9.2.2 探伤机工作原理

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、钼等）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9-2。

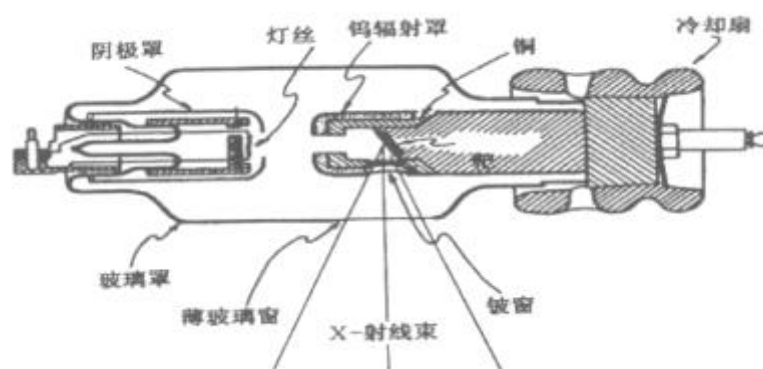


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 工艺流程及产污环节分析

本项目 X 射线机固定在铅房内使用，检测的部件最大直径为 500mm，最大长度为 1500mm，最大厚度为 12mm。探伤工艺流程如下：

- ①将需要进行 X 射线探伤的工件放置于平板小车、叉车等运送工具，送入铅房，放置于

适当位置；

②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清场退出铅房，并关闭防护门；

③工作人员在操作室内，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，检查无误后打开电源进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源；

④全部曝光摄片完成后，工作人员从员工门处进入铅房，从探伤工件上取下已经曝光的贴片；

⑤将已经曝光的贴片在洗片室冲洗处理后给予评片（曝光参数合理，底片在冲洗过程中未损坏的情况），给出无损检测结果。X 射线探伤机工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置内，辐射工作人员在操作台进行操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

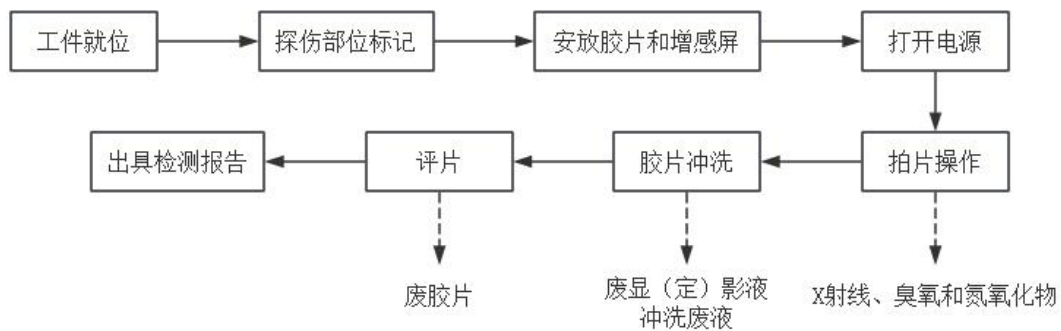


图 9-3 X 射线探伤机工作流程及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目铅房X射线探伤中产生的主要污染物为X射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液、冲洗废液和废胶片。

### 9.2.4 人员配置及工作负荷

#### （1）人员配置

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，每天工作 8h，一班制，经辐射防护及法律知识培训考核和体检合格后上岗。

#### （2）工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线探伤机的工作负荷如下：

表 9-2 本项目工作负荷

项目	时间
单次拍片最大曝光时长（min）	5
年拍片量（张）	9000
工作人员每日工作时间（h）	8

每周工作天数 (d)	6
年工作天数 (d)	300
X 射线探伤机日曝光时间 (h)	2.5
年曝光时间 (h)	750
拟配备辐射工作人员数 (名)	2

### 9.3 污染源项分析

#### 9.3.1 正常工况下污染源项描述

##### (1) X 射线

本项目 X 射线探伤机为 II 类射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线为污染环境的主要因子。

##### (2) 废气

X 射线探伤机在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经铅房通风孔排出（铅房通风换气次数不低于 3 次/h），臭氧在环境中大概经 50 分钟自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/3，故有害气体对环境的影响较小。

##### (3) 废液

本项目后续胶片冲洗在内完成，先把胶片放到显影液里浸泡（5-10 分钟）、沥干（约 5-10 分钟）、再把胶片放入定影液里浸泡（5-15 分钟），然后将胶片取出沥干（约 5-10 分钟）。由于胶片表面仍附着较高浓度的 AgBr、定影剂及强氧化物等化学物质，需用少量清水冲洗胶片。第一遍冲洗后间隔 10s 进行第二遍冲洗，经过两遍冲洗可基本洗去胶片表面附着的化学物质，最后将胶片晾干进行评片，完成一次检测任务，洗片工艺流程图见图 9-4。

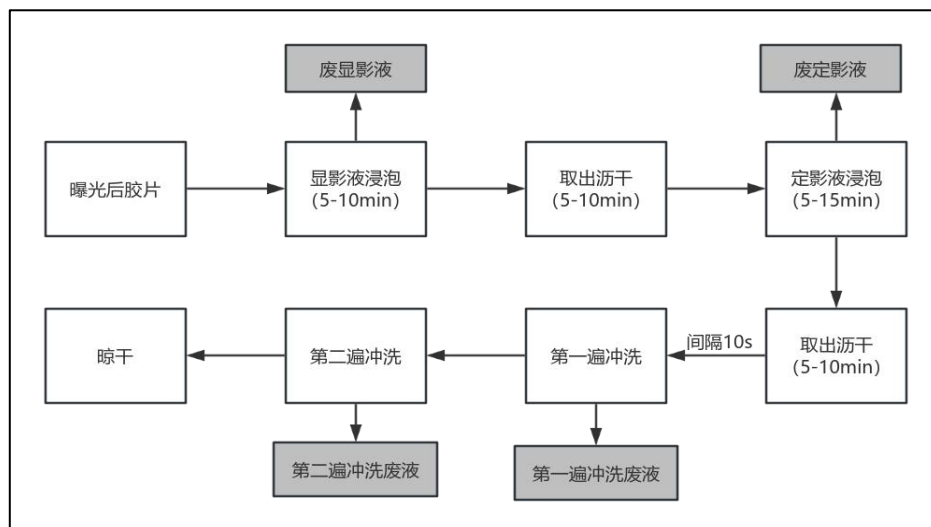


图 9-4 洗片工艺流程图

其中，主要洗片原辅材料用料成分见表 9-3。

表 9-3 主要原辅材料物料成分表

名称	规格	来源	主要化学成分
胶片	黑白，尺寸：300×100mm	外购	溴化银感光胶片
显影液	桶装	外购	二氧化钛(TiO <sub>2</sub> )、烷烃 ((C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> )、乙醇 (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH)、表面活性剂等
定影液	桶装	外购	红色染料、正己烷 (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )、邻苯二甲酸二丁酯 (C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub> )、助溶剂、表面活性剂等

参考同企业现有的实际产污经验值，按洗 1000 张片产生 80kg 洗片废水，经估算项目工作过程中每年产生的洗片废液约 720kg，由于冲洗废液含有 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需作危废处理，不得外排。

根据建设单位提供的资料，本项目最大年拍片量约 9000 张，按洗 1000 张片用 20L 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 180L（密度保守按 1g/cm<sup>3</sup>，折合重量约 180kg）。

本项目产生的冲洗废液和废显（定）影液按要求集中存放在公司现有危废室内，冲洗废液暂存应对贮存容器双重保护（防渗、防腐），由专人保管，定期委托有资质单位处理，建立台账。

#### （4）固体废物

根据建设单位提供的资料，本项目最大年拍片量约 9000 张，废片率按 1%计算，则每年产生废胶片约 90 张（一张废胶片约 10g，共约 0.9kg）。

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。除去 1%的废胶片，本项目完好的胶片约 8910 张，存档期限为 7 年。存档满 7 年后的胶片公司将 80%此类胶片作为危废交有资质单位处理处置，约 7128 张胶片。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 7218 张，约 73kg。

本项目产生的废胶片按要求集中存放在公司现有危废室内，废显影液、定影液暂存应对贮存容器双重保护（防渗、防腐），由专人保管，定期委托有资质单位处理，建立台账。

X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液、废胶片和冲洗废液均属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，废物代码为 900-019-16，危险特性为 T（生态环境和人体健康具有有害影响的毒性），并无放射性。本项目危险废物基本情况见表 9-4。

表 9-4 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	年产生量	形态	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	180kg	液态	T	暂存于公司危废室，定期交由有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	73kg	固态	T	
3	冲洗废液	HW16	900-019-16	720kg	液态	T	

### 9.3.2 非正常工况污染源项描述

（1）辐射工作人员或公众还未全部撤出铅房，外面人员启动探伤机进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（2）安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开铅房并误入，造成人员被照射，引发辐射事故。

非正常工况污染源项同正常工况。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局

本项目拟在 1#厂房一层西南角新建 1 间铅房及配套辅房（1 间操作室和 1 间洗片室），并配备 1 台 X 射线机（型号：XXG-2505）。铅房四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边最近房间及场所
铅房	西北侧	安全通道
	东北侧	楼道
	东南侧	停车场
	西南侧	仓库
	正上方	生产部办公室
	正下方	地下土层

本项目探伤机为定向机，建设单位应制定相关制度，避免主射线束朝向操作位方向，辐射场所平面布置合理，既促进各个工艺的衔接、满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。X 射线探伤机运行过程中产生的 X 射线经屏蔽体屏蔽并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

#### 10.1.2 两区划分

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《工业探伤辐射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对辐射工作场所实行分区管理，将铅房边界围成的内部区域划为控制区，铅房配套辅房（操作室、洗片室）以及铅房外 1m 区域划为监督区。在设备显著位置张贴电离辐射警告标识和中文警示说明，并在 X 射线探伤机入口处张贴监督区的标牌。本项目两区划分情况见图 10-1。

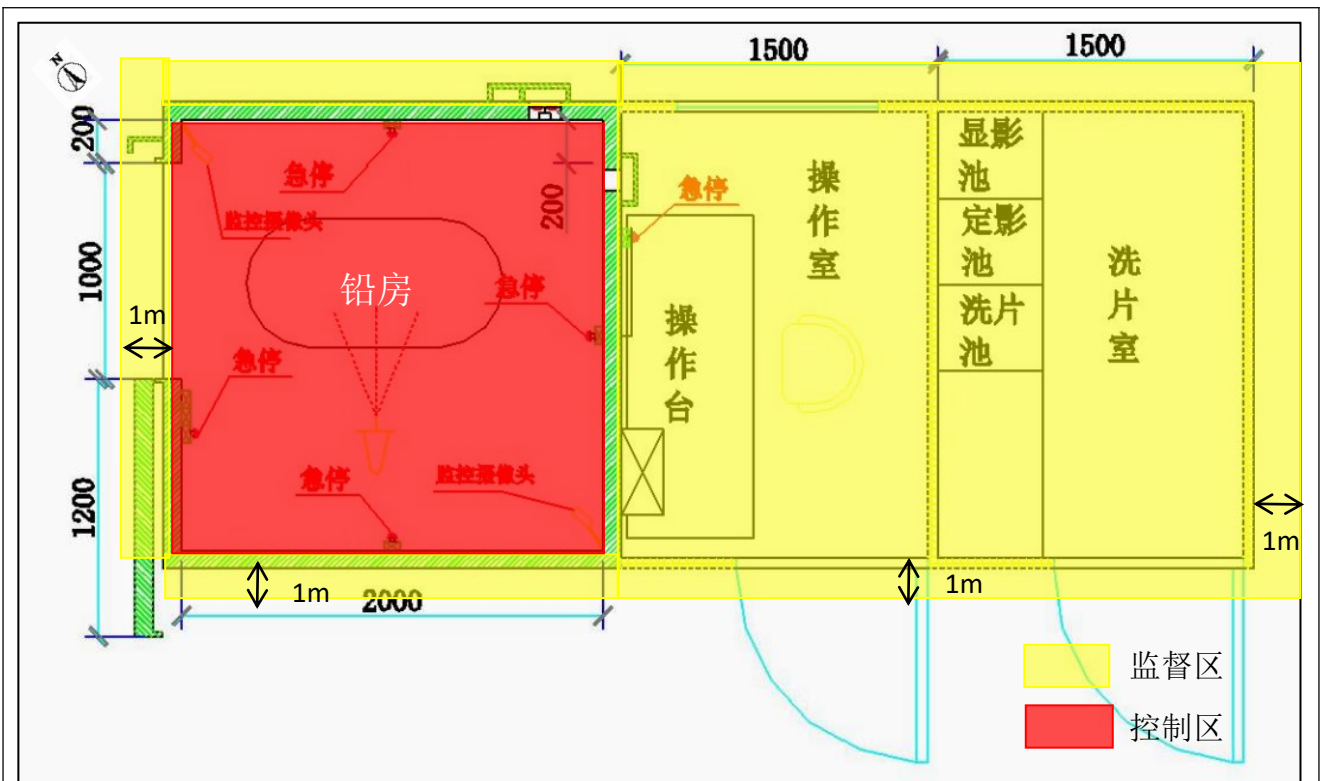


图 10-1 两区划分示意图

### 10.1.3 辐射安全及防护措施

#### (1) 铅房屏蔽防护设计

本项目拟新建铅房屏蔽设计参数见表 10-2，本项目铅房设计图详见附图 9。

表 10-2 铅房屏蔽情况一览表

名称	内容
铅房尺寸（内部）	面积约为4m <sup>2</sup> ，2m（长）×2m（宽）×2m（高）
四侧屏蔽墙	铅当量为15mm铅板
顶棚	铅当量为15mm铅板
工件门	框架钢结构工件门1.2m×2.1m，敷设15mmPb 门洞尺寸为1.0m×1.9m 门左、右搭接均为100mm，上、下搭接均为100mm（设置Z字型搭接，按照搭接长度须大于等于10倍间隙的原则，间隙应尽量小）
通风孔	Z字型速风管，管径为200mm，位于铅房东北侧墙底部，排风量为500m <sup>3</sup> /h
穿线管	Z字型线管，管径为100mm，位于铅房的东南侧墙体底部

注：①表中铅的密度不小于11.34g/cm<sup>3</sup>。②铅房正下方为土层，不做特殊防护。

#### (2) 辐射安全和防护装置及环保措施

屏蔽防护：本项目铅房采用钢-铅-钢夹层结构的防护设计对 X 射线进行防护；

联锁装置：本项目铅房防护门设计有门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时 X 射线探伤机才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射；

工作状态指示灯：本项目铅房外部和内部均设有三色指示灯，用于显示设备工作状态，红色表示曝光出束状态，绿色表示设备准备状态，黄色表示射线预警或者故障报警状态；

电离辐射警告标识：本项目铅房表面外拟设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明；在 X 射线探伤机进出门拟张贴电离辐射警告标志。

操作台：本项目操作台位于铅房东南侧，操作台设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后 X 射线探伤机才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出；本项目操作台设置高压接通或断开指示灯，当 X 射线管电压及高压接通后，指示灯亮，从而判断 X 射线探伤机是否正常通电；设置显示器，通过显示器能够知晓管电压、管电流、照射时间及设定值。

紧急停机按钮：本项目铅房内部设有 4 个紧急停机按钮，操作台设有 1 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。能使人员处在铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。

电缆线穿线管防护：本项目在铅房的东南侧底部设置穿线管，在穿线管处设置 15mmPb 防护罩进行屏蔽，能避免 X 射线直接贯穿照射线缆穿线管，利用散射降低线缆穿线管的辐射水平。

通风孔防护：本项目铅房东北侧墙外设置 Z 字型速风管，通风量为 500m<sup>3</sup>/h，在通风孔设有 15mmPb 防护罩防护，有效避免射线泄露。

辐射防护仪器设备：公司拟配备 1 台 X-γ 辐射剂量巡测仪和 1 台固定式场所辐射探测报警装置，2 名辐射工作人员均拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

摄像装置：本项目铅房内设 2 个高清摄像装置，通过电脑控制系统能清楚看见铅房内部情况，避免误照射情况发生。

本项目铅房辐射安全和防护措施示意图见图 10-3~10-4。

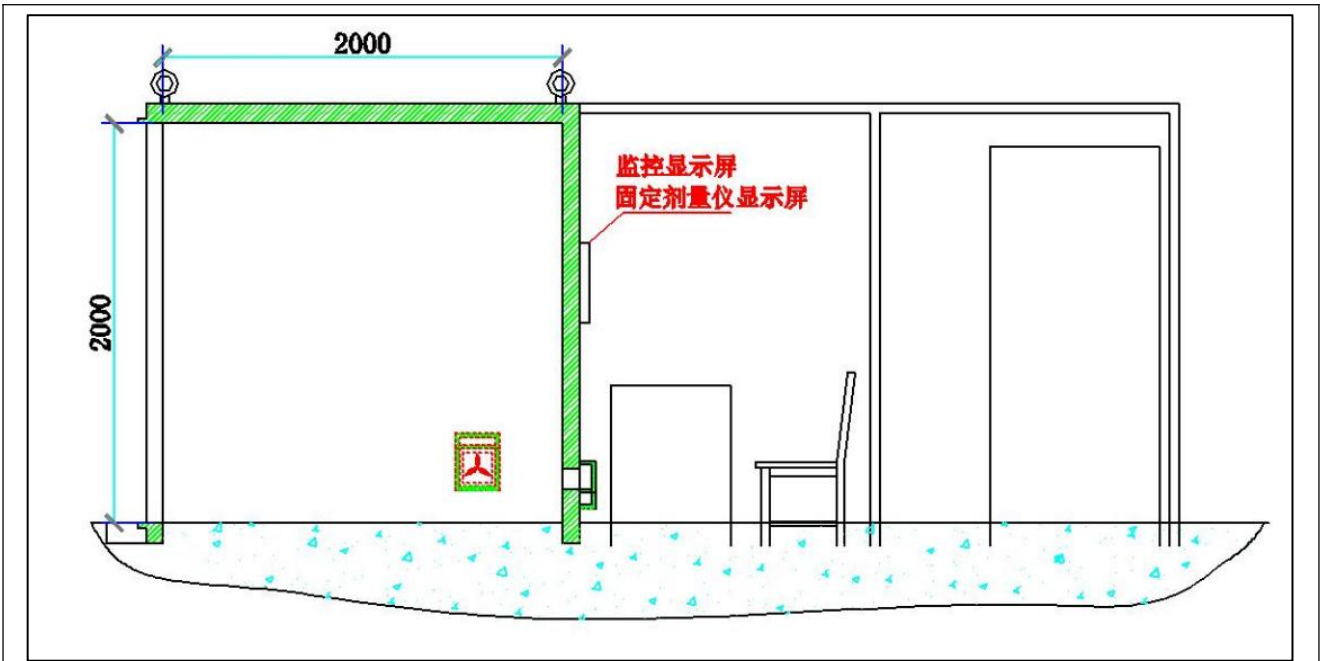


图 10-3 铅房屏蔽防护措施示意图 1

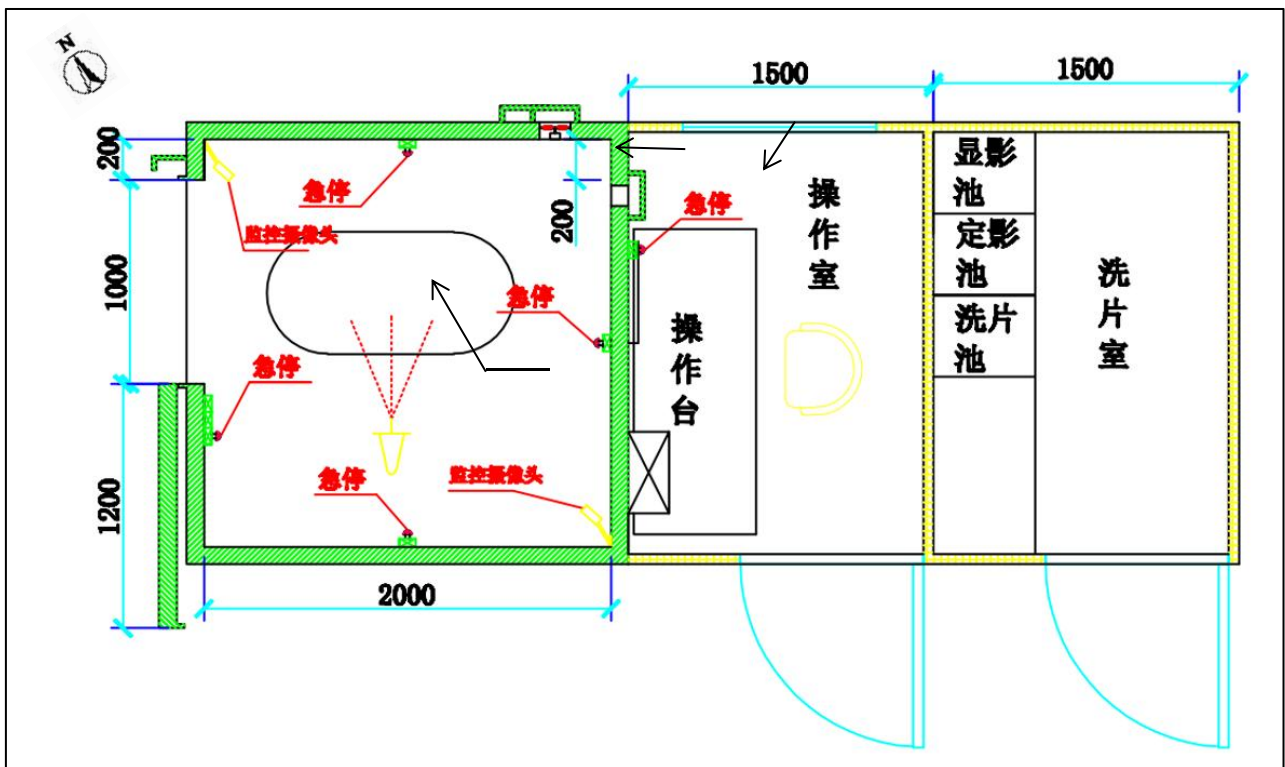


图 10-4 铅房屏蔽防护措施示意图 2

#### 10.1.4 辐射检测仪器及防护用品配置

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，以配合完成日常无损检测工作，本项目辐射检测仪器与防护用品配置计划见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射检测仪器与防护用品配置计划表

序号	防护用品名称	数量
1	个人剂量计	2
2	个人剂量报警仪	2
3	X-γ辐射剂量率仪	1
4	固定式场所辐射探测报警装置	1

### 10.1.5 X 射线探伤机的检查和维护

(1) 工作前检查项目应包括：

- ①X 射线探伤机外观是否完好；
- ②电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- ③安全连锁是否正常工作；
- ④报警设备和警示灯是否正常运行；
- ⑤螺栓等连接件是否连接良好；

(2) 设备维护应符合下列要求：

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

### 10.1.6 X 射线探伤机的处置

需要报废 X 射线装置的，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门核销（浙江省辐射环境管理办法 第十八条）。

## 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) 本项目铅房东北侧墙外设置 Z 字型速风管，管径为 200mm，已避免朝向人员活动密集区。通风量为 500m<sup>3</sup>/h，在通风孔设有 15mmPb 防护罩防护，铅房体积约为 8m<sup>3</sup>，通风换气次数为 62.5 次/h，满足探伤室通风换气次数不低于 3 次/h 的要求，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度。

(2) 本项目洗片过程中冲洗废液的产生量约 720kg，需做危废处理，同废显（定）影液、废胶片一起集中存放在公司危废室内，由专人保管，定期委托有资质单位处理，建立台账，不得向周边地表水体直接排放；

(3) 本项目每年 X 射线探伤机最大拍片数约为 9000 张，保守估计项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 180kg，每年产生废胶片约 7218 张（按一张废胶片 10g，共约 73kg），产生的废显（定）影液及胶片集中存放在公司现有危废室内。废显影液、定影液的暂存应对贮存容器进行双重保护（防腐容器和不锈钢托盘），防止泄露，由专人保管，定期委托有资质单位处理，建立台账。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

由于 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在 X 射线探伤机配备过程中，X 射线探伤机未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单中的估算方法来预测 X 射线探伤机投入使用时的辐射环境影响。

根据建设单位提供的资料，XXG-2505 型 X 射线探伤机最大工况为 250kV、5mA（定向机），保守考虑，将铅房的四侧屏蔽体（东北侧、东南侧、西南侧、西北侧）及工件门（西北侧）均以有用线束照射的主射面进行预测，顶部屏蔽体均以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）进行估算。

#### 11.2.1 计算公式选取

①有用线束的屏蔽估算公式

关注点的剂量率  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-1）计算：

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

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）；

$H_0$ ：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  $6 \times 10^4$ ，见附录表 B.1。查表可知，250kV 的 X 射线管（3mm 铝过滤条件） $H_0 = 8.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B：屏蔽透射因子（根据给定的屏蔽物质厚度，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录图 B.1 曲线所查出）。对于 250kV 的 X 射线管，15mmPb 保守取  $B = 1.0 \times 10^{-7}$ ；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

②泄漏辐射屏蔽估算公式

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

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

式中：

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），对于铅屏蔽材料，查表 B.2 可知，250kV 管电压的什值层厚度为 2.9mm。

泄漏辐射在关注点的剂量率  $\dot{H}$ ，单位为  $\mu\text{Sv/h}$  可按下面公式（11-3）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目 X 射线管电压为 250kV 取值为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

### ③ 散射辐射屏蔽估算公式

对于给定屏蔽物质厚度 X，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2，设备散射后管电压值为 200kV，并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL 为 1.4mmPb，然后按公式（11-2）计算相应的辐射屏蔽透射因子 B。关注点的散射辐射剂量率  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-4）计算：

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

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）；

B：屏蔽透射因子；

$R_s$ ：散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

$H_0$ ：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  $6 \times 10^4$ ，见附录表 B.1。设备散射后管电压值为 200kV，查表可知，200kV 的 X 射线探伤机（3mm 铝过滤条件） $H_0 = 5.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ : 本项目取 1/50。

### 11.2.2 关注点选取

本项目铅房尺寸为 2000mm（宽）×2000mm（长）×2000mm（高）。铅房尺寸较小，被测工件一般放于铅房中央位置，X 射线探伤机主射线束朝向四侧墙体，辐射源点（靶点）至四侧墙体的距离不小于 1m。铅房关注点位置见表 11-1。

表 11-1 铅房关注点位置一览表

关注点	关注点描述	R(m) <sup>①</sup>	屏蔽参数	屏蔽辐射类型
1#	四侧屏蔽体及工件门（西北侧）外 30cm 处	1.40	15mmPb	有用线束
2#	顶部屏蔽体外 30cm 处	1.80	15mmPb	泄漏辐射、散射辐射

注：①：铅房尺寸为 2m（长）×2m（宽）×2m（高），铅房四侧墙厚度均为 0.1m，射线机的出束口距地面 0.6m。各关注点到辐射原点的距离计算如下：  
四侧屏蔽体及工件门外 30cm 处：1+0.1+0.3=1.4m（不考虑工件门厚度）；顶部屏蔽体外 30cm 处：2-0.6+0.1+0.3=1.8m。

### 11.2.3 铅房四周辐射剂量水平预测

#### （1）铅房四周主射线辐射剂量率水平预测

铅房主射线辐射剂量率水平预测参数及结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H <sub>0</sub> (μSv/h)	I(mA)	R(m)	X(mmPb)	B	H(μSv/h)
1#	四侧屏蔽体及工件门（西北侧）外 30cm 处	8.34E+05	5	1.40	15	1.00E-07	2.13E-01

#### （2）铅房主射外方向泄漏辐射剂量率水平预测

根据公式（11-3），铅房除主射面关注点外其他关注点泄漏辐射剂量率水平计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 泄露辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	$\dot{H}_L$	R	X	TVL	B	$\dot{H}$
		(μSv/h)	(m)	(mmPb)	(mm)	/	(μSv/h)
2#	顶部屏蔽体外 30cm 处	5.00E+03	1.80	15	2.9	6.72E-06	1.04E-02

#### （3）铅房主射外方向散射辐射剂量率水平预测

根据公式（11-4），铅房除主射面关注点外其他关注点泄漏辐射剂量率水平计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H <sub>0</sub>	I	R <sub>s</sub>	X	TVL	B	$\dot{H}$
		(μSv/h)	(mA)	(m)	(mmPb)	(mm)	/	(μSv/h)
2#	顶部屏蔽体外 30cm 处	5.34E+05	5	1.80	15	1.4	1.93E-11	3.18E-07

(4) 铅房四周辐射剂量率水平汇总

叠加关注点位主射辐射剂量率水平、散射辐射剂量率水平与泄漏辐射剂量率水平，相关计算结果见表 11-5。

表 11-5 铅房四周辐射剂量率水平预测结果

关注点	关注点描述	主射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄露辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考 控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否满 足控制 要求
1#	四侧屏蔽体及工件门（西北侧）外 30cm 处	2.13E-01	/	/	2.13E-01	2.5	是
2#	顶部屏蔽体外 30cm 处	/	1.04E-02	3.18E-07	1.04E-02	2.5	是

由理论预测结果可知，本项目拟新增的 X 射线探伤机（型号：XXG-2505）在各种工况运行条件下，其屏蔽体四周辐射剂量率水平均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.4 局部贯穿辐射影响

本项目铅房室内设置 1 个穿线管位于铅房东南侧墙体；设置 1 个通风孔位于铅房东北侧墙体，均敷设 15mmPb 防护罩。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，“一般经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，其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”。本项目 X 射线探伤机穿线管和通风孔均设置铅防护罩，射线经三次以上散射才能到屏蔽体外，能够满足辐射防护要求。通风孔和穿线孔散射示意图见图 11-1 和图 11-2。

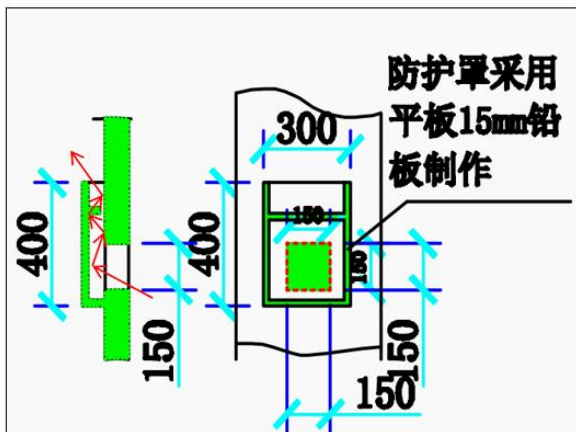


图 11-1 通风孔散射示意图

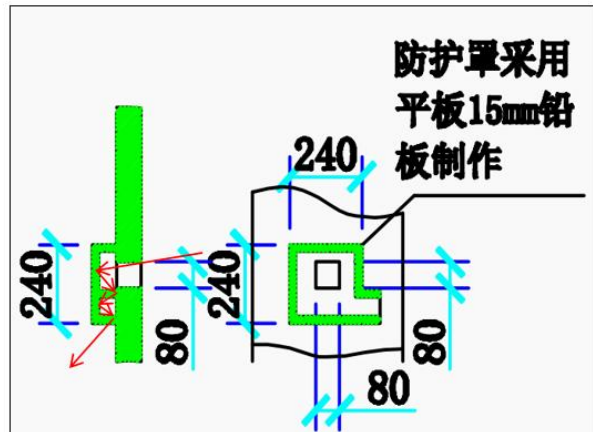


图 11-2 穿线管散射示意图

### 11.2.5 天空反散射的影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“3.1.2 b)1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1 c)的剂量率参考控制水平  $H_c(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制。”

考虑天空反散射的影响，由公式 (11-1) 计算本项目产生的 X 射线穿过铅房顶棚至 3m 处（该参考点为一层楼顶高度）的辐射剂量率为  $4.63\text{E-}02 \mu\text{Sv/h}$ 。由于 X 射线辐射剂量率的衰减与距离有关，可知由天空反散射所致的地面辐射将远小于  $4.63\text{E-}02 \mu\text{Sv/h}$ ，保守考虑该项辐射对铅房外地面的照射与穿出铅房墙的透射的辐射剂量率（最大为  $2.13\text{E-}01 \mu\text{Sv/h}$ ）在相应关注点的剂量率总和小于本项目的控制值  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，符合辐射防护的要求。

### 11.2.6 附加剂量估算

#### ① 居留因子的选取

不同场所与环境条件下的居留因子取值见表 11-6。

表 11-6 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、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

#### ② 年有效剂量估算

辐射工作人员及公众年有效剂量可通过下列公式进行估算：

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \quad (11-8)$$

式中：

H：年有效剂量当量，mSv/a；

$\dot{H}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：年工作时间，h；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子；

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备辐射工作人员 2 人，每周工作 6 天，本项目年最大拍片量约为 9000 张，单次拍片最大曝光时长为 5min，年最大出束时间为 750h。为保守计算，以 1 名探伤操作人员完成所有探伤工作进行计算，辐射工作人员和公众年出束时间均为 750h。

根据上面计算的各个关注点辐射剂量率、工作时间及居留因子计算辐射工作人员和公众的

年剂量，具体见表 11-7。

表 11-7 X 射线探伤机运行时周围工作人员和公众的年剂量估算值

环境保护目标		居留因子	对应关注点	R(m)	保护目标处辐射剂量率取值(μSv/h)	年受照时间(h/a)	年受照总剂量(mSv/a)	类型
辐射工作人员	操作位	1	1#	1.40	2.13E-01	750	1.60E-01	辐射工作人员
公众人员	楼道、大厅、外购件摆放区、配管区、质控办公室、生产办公室	1/2	1#	1.40	2.13E-01	750	7.98E-02	公众人员
	操作室、洗片室、停车场	1/2	1#	1.40	2.13E-01	750	7.98E-02	公众人员
	仓库、2#厂房	1/2	1#	1.40	2.13E-01	750	7.98E-02	公众人员
	安全通道、包箱区，待检区，总装区，试车区、成品堆放区、配管区	1/2	1#	1.40	2.13E-01	750	7.98E-02	公众人员
	生产部办公室等	1/2	2#	0.65	1.04E-02	750	3.89E-03	公众人员

注：铅房实体边界外 1#厂房 50m 评价范围内其他区域的环境保护目标，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系，本项目铅房周边最近环境保护目标所受年有效剂量皆满足剂量约束值，则铅房实体边界外 1#厂房 50m 评价范围内其他区域的人员所受年有效剂量满足剂量约束值。

由上述理论预测数据可知，本项目辐射工作人员和公众人员的年剂量估算值均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相应“剂量限值”的要求和本次评价提出的年有效剂量管理约束值（工作人员 5mSv，公众 0.25mSv）要求。

### 11.2.7 屏蔽能力分析

依据《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，结合该公司铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）本项目拟新建铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且操作位远离主射束方向；结合辐射环境影响预测分析结果可知，铅房工件门和各侧屏蔽墙的防护性能均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的“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，评价范围内距离铅房更远处更能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的“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 μSv/h”的要求。

(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辐射照射能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于“辐射剂量约束值”的要求和本次评价提出的年有效剂量管理约束值(工作人员 5mSv, 公众 0.25mSv)要求。

因此, 该公司拟新建的铅房的屏蔽能力能达到管电压不大于 250kV、管电流不大于 5mA 的辐射防护要求。

### 11.3 臭氧及氮氧化物环境影响分析

X 射线探伤机在开机状态下, 空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体, 本项目铅房东北侧墙外设置 Z 字型速风管, 管径为 200mm, 通风量为 500m<sup>3</sup>/h, 在通风孔设有 15mmPb 防护罩防护, 铅房内的废气经机械排风至 1#厂房外, 再由车间自然扩散到室外。铅房体积约为 8m<sup>3</sup>, 理论有效换气次数为 62.5 次/h, 能够满足探伤室通风换气次数不低于 3 次/h 的要求。通风系统在工作期间保持开启, 降低室内臭氧和氮氧化物的浓度, 臭氧常温下可自行分解为氧气, 故本项目产生的废气对周围的环境影响很小。

### 11.4 固体废物环境影响分析

本项目运行中产生的废显(定)影液、废胶片和冲洗废液属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16(900-019-16), 并无放射性。产生的废显(定)影液、废胶片和冲洗废液集中存放在公司现有危废室内, 废显影液、定影液和冲洗废液暂存应对贮存容器双重保护, 防渗、防腐, 由专人保管, 定期委托有资质单位处理, 建立台账。故项目产生固体废物对环境影响较小。

### 11.5 事故影响分析

#### 11.5.1 事故工况

该公司拟使用的射线装置属 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, 致使铅防护门未完全关闭, X 射线泄漏到铅房外面, 给周围活动的人员造成不必要的照射; 或工作人员误入铅房, 使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射。

为了杜绝事故发生, 建设单位必须进行门机联锁装置的定期检查, 严格按照安全操作规程进行作业, 确保安全。

发生上述辐射事故时, 现场操作人员或工作人员首先须立即切断电源, 同时事故单位应当

立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《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，还应同时向当地卫生行政部门报告。如发生射线装置被盗的事故，则还须向公安部门报告。

### 11.5.2 事故后果

X 射线探伤机属于 II 类射线装置，事故可能引起急性放射性损伤。长时间、大剂量照射甚至导致死亡。

### 11.5.3 事故预防措施

为了杜绝事故发生，公司分析事故发生的原因，此类事故大部分是忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，建议企业采取以下事故预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，建设单位须制定《放射防护安全管理机构及职责》《岗位职责》《射线装置使用登记制度》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《操作规程》《事故应急预案》《人员培训计划》《监测方案》等制度。

凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每月检查铅房的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；

(4) 每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

(5) 公司所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

## 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。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，目前处于筹建阶段。建设单位承诺尽快成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

#### 12.1.2 辐射人员管理

##### （1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案将终生保存。

##### （2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加 X 射线探伤专业考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增的 2 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习，考核合格后方可上岗，并按时每五年重新进行考核。

##### （3）辐射工作人员职业健康体检

新增辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，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将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，必要时增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，公司将对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案，并长期保存。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并终生保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

### 12.1.3 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，将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。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，建设单位承诺将制定以下方面的管理制度：

**辐射安全和防护保卫制度：**根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线探伤机的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

**X 射线探伤机安全操作规程：**射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。明确辐射工作人员资质条件要求、X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线探伤机无损检测时的操作步骤，明确每次 X 射线探伤机工作前，操作人员应检查 X 射线探伤机的安全连锁、报警设备和警示灯等的性能，确保辐射安全措施的有效性。

**设备检修维护制度：**明确射线装置及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。重点是明确：每个月对射线装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对射线装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

**辐射工作人员岗位职责：**明确管理人员、辐射工作人员的岗位责任，使每一个相关的工作

人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**射线装置使用登记和台账管理制度：**应记载 X 射线探伤机的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，有健全的操作规程、岗位职责、台帐管理制度。建立台账的交接制度，制定 X 射线探伤机的使用登记制度。

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

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

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

**辐射事故应急预案：**根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的故事情节；演练参与人员等。

**自行检查和年度评估制度：**定期对射线装置的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

**辐射安全档案管理制度：**公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案终生保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且终

生保存。公司应在工作场所醒目位置张贴《操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》等制度，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。公司拟为辐射工作人员配置 2 台个人剂量报警仪和 2 枚个人剂量计，配备 1 台便携式辐射剂量率仪。

### 12.3.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时将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，最长不超过三个月）送检。公司将建立剂量约束值和剂量评价制度，对受到超剂量约束值的进行评价，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，个人剂量档案将终生保存。

### 12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司将定期（每年 1 次）委托有资质的单位对设备周围环境进行监测，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；年度监测报告将作为《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，监测数据存档备案，监测周期每季度 1 次。

#### ③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点将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	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
X 射线探伤机	周围剂量当量率	年度监测	铅房各侧屏蔽墙、工件门及缝隙处、操作位、管线洞口及评价范围内其他人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	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）	常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 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》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。要充分依托建设项目竣工环境保护验收信息平台，采取随机抽取检查对象和随机选派执法检查人员的方式，同时结合重点建设项目定点检查，对建设项目环境保护设施“三同时”落实情况、竣工验收等情况进行监督性检查，监督结果向社会公开。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

公司将制定《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，将制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- （3）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，建设单位将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，杜绝辐射安全事故的发生。

## 表 13 结论

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目工程概况

杭州七所科技有限公司拟在浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房一层西南角新建 1 间铅房及配套辅房（1 间操作室和 1 间洗片室），并配备 1 台型号为 XXG-2505 的 X 射线探伤机（最大管电压 225kV，最大管电流 5mA），用于对公司生产的各种小部件产品的无损探伤检测工作。

#### 13.1.2 辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护分析表明，本项目射线装置的辐射屏蔽设计方案、工作场所布局和分区、各项辐射安全与防护措施等均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位拟制定辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

#### 13.1.3 辐射安全管理结论

公司在从事辐射操作前，必须成立辐射防护安全管理机构，并以文件的形式明确各成员的管理职责。还须制定《辐射防护安全管理工作制度》、《操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《自行检查和年度评估制度》、《设备检修和维护制度》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员健康管理和培训制度》等相关规章制度。

公司应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。

公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。个人剂量档案和职业健康监护档案应终身保存。

公司应按本报告提出的要求更新辐射事故应急预案，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。

#### 13.1.4 环境影响分析结论

理论分析表明，本项目拟建铅房四周辐射剂量率最大为  $2.13E-01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤

放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的周围剂量当量率控制要求。

理论分析表明，本项目辐射工作人员的年有效受照剂量为  $1.60\text{E}-01\text{mSv/a}$ ，公众的年有效受照剂量为  $7.98\text{E}-02\text{mSv/a}$ ，分别低于职业照射（ $5\text{mSv/a}$ ）和公众照射（ $0.25\text{mSv/a}$ ）剂量约束值，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

### 13.1.5 可行性分析结论

#### （1）土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省杭州市富阳区鹿山街道南山村后山 185 号 1#厂房，用地性质为工业用地，符合土地利用要求。

#### （2）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。

#### （3）实践的正当性

杭州七所科技有限公司拟新增 1 台 X 射线探伤机，固定在铅房内使用，用于对公司生产的各种小部件产品的无损检测，以保证产品质量，提高生产效率。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合标准中关于“剂量限值”的要求。因而，该单位使用 X 射线探伤机符合辐射防护“正当实践”原则。

#### （4）项目可行性分析

杭州七所科技有限公司 X 射线室内探伤项目具有实践正当性，选址基本合理，符合富阳区三线一单的要求。在落实本评价报告所提出的各项污染防治和辐射环境管理措施后，该企业将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其拟新增的 X 射线探伤机在已建 1#厂房内运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境角度论证，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议和承诺

### 13.2.1 建议

- （1）应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；
- （2）应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

(1) 承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、环保验收制度、辐射安全许可制度，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

(2) 承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

(3) 承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

(4) 承诺制定各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。

(5) 承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(6) 承诺本项目环评审批后，重新申领辐射安全许可证。

(7) 承诺在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。