

核技术利用建设项目

浙江科诚暖通设备有限公司

X 射线室内探伤建设项目

环境影响报告表

(送审稿)

浙江科诚暖通设备有限公司

2022 年 9 月

生态环境部制

核技术利用建设项目

浙江科诚暖通设备有限公司

X 射线室内探伤建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江科诚暖通设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号

邮政编码：312399 联系人：

电子邮箱：/ 联系电话：

# 目录

表 1 项目基本情况 .....	0
表 2 放射源 .....	6
表 3 非密封放射性物质 .....	6
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 .....	12
表 8 环境质量和辐射现状 .....	17
表 9 项目工程分析与源项 .....	21
表 10 辐射安全与防护 .....	26
表 11 环境影响分析 .....	32
表 12 辐射安全管理 .....	40
表 13 结论与建议 .....	46
表 14 审批 .....	50

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江科诚暖通设备有限公司 X 射线室内探伤建设项目			
建设单位		浙江科诚暖通设备有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号			
项目建设地点		绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号			
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)	20	投资比例(环保 投资/总投资) 40%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建		占地面积(m <sup>2</sup> )	约 9.30
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**

浙江科诚暖通设备有限公司（以下简称为“公司”），成立于 2009 年 5 月，注册地址位于绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号。公司于 2014 年 4 月租赁上虞市春晖风冷设备有限公司 1 号厂房、2 号厂房、办公楼部分区域作为生产经营场所，建筑面积共计 6045.5m<sup>2</sup>，建有一条年产 5 万平方米不锈钢水箱及年产 500 台换热器容器的生产线。该生产线已于 2017 年 12 月 20 日取得原绍兴市上虞区环境保护局的批复（虞环审（2017）330 号，见附件 3），并于 2019 年 8 月 16 日进行了自主验收。

**1.1.2 项目建设目的和任务由来**

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在租赁的 1 号厂房内东南侧新建一间 X 射线探伤铅房，配套购置 1 台 X 射线探伤机（XXQ2005 型定向机，属于 II 类射线装置），并配置操作

室、暗室等辅助用房对自生产的容器等进行无损检测，危废仓库依托企业现有危废仓库。本次环评所涉及的探伤工作仅限于铅房内。

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 X 射线探伤机属于 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，浙江科诚暖通设备有限公司正式委托杭州卫康环保科技有限公司对本项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。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，供建设单位上报绍兴市生态环境局上虞分局审批（根据《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》（绍市环发[2020]10 号），审批权限为绍兴市生态环境局上虞分局）。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

公司拟在租赁的 1 号厂房的内东南侧新建一处 X 射线探伤工作场所，配套购置 1 台 X 射线探伤机（1 台 XXQ2005 型定向机，属于 II 类射线装置），含一间铅房，一间操作室、一间暗室等辅助用房。

经与建设单位核实，公司 5 年内辐射活动规模，即本次评价规模为：

表 1-1 本项目建设内容与规模

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压/管电流	用途	备注
1	X 射线探伤机	II 类	XXQ2005	1 台	200kV, 5mA	室内探伤	定向机

### 1.1.4 劳动定员及工作制度

1、劳动定员：本项目拟配备 2 名辐射工作人员，均从外部招聘；

2、工作制度：每天工作 8 小时，每年工作 250 天。根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线探伤机每次拍片最大曝光时间约 5min，年拍片量约 1000 张，年工作按 50 周计，则年探伤时间约 83.33h，周探伤时间 1.67h。

## 1.2 相关规划符合性、实践正当性分析

### 1.2.1 土地利用总体规划符合性

本项目位于绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号，用地性质为工业用地（见附件 4），

符合当地土地利用规划的要求。

### 1.2.2“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），建设项目环评应论证是否符合生态环境准入清单，对不符合的依法不予审批。项目“三线一单”符合性如下：

#### （1）生态保护红线

本项目位于绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道 1078 号，对照绍兴市生态保护红线分布图（附图 10），本项目不属于绍兴市生态保护红线范围内，因此，本项目不涉及生态保护红线。

#### （2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率水平属于正常本底范围。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

本项目运营过程中主要消耗一定量的电能，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备，符合资源利用上线的要求。

#### （4）生态环境准入清单

《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33060420003 上虞区上虞经济开发区产业集聚重点管控单元”。

表1-2 本项目所在管控单元分类准入清单

序号	内容	符合性分析	是否符合
1	空间布局约束 1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。 2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。 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。	本项目为工业 X 射线无损检测项目，为公司容器等制品的配套服务项目，不属于二、三类工业企业类项目；本项目周围设置绿化带，项目不属于畜禽养殖，满足该区“空间布局约束”	是
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。	本项目不涉及污染物总量控制指标排放，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小。危废在厂区内暂存，委托有资质单位处置。要求公司落实雨污分流，综合上述分析，项目实施后能满足该区“污染物排放管控”要求。	是
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。	要求公司制定相关应急预案，并报所在地生态环境主管部门备案。符合该区“环境风险防控”要求。	是
4	资源开发效率要求 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。	项目使用清洁能源，运行过程推进清洁生产理念，节约资源，提高能源有效利用。	是

综上所述，本项目不涉及生态保护红线、符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求，本项目的建设符合三线一单的要求。

### 1.2.3 产业政策符合性分析

本项目属于核技术利用项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会第49号令《关于修改<产业结构调整指导目录(2019年本)>的决定》，本项目不属于限制类、禁止类项目，符合国家当前的产业政策。

### 1.2.4 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。该项目的实施是为了对产品进行质量控制，实施后将会有效的提升公司的产品质量。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对于“剂量限值”的要求。因此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。

### 1.3 项目选址及周边环境保护目标

#### 1.3.1 公司地理位置

浙江科诚暖通设备有限公司位于绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道1078号，租赁上虞市春晖风冷设备有限公司1号厂房、2号厂房1楼、办公楼1楼作为生产经营场所，（经度：120.837776，纬度30.005411），厂房呈南北走向，本项目铅房位于1号厂房内东南侧。其地理位置见附图1。1号厂房东侧7m为无名道路，隔路距铅房22m为长远货运闲置房屋；1号厂房南侧距铅房约30m为无名道路，隔路距铅房约43m为上虞通风机有限公司；1号厂房西侧相邻为绍兴市南方制冷工业有限公司等企业；1号厂房北侧距铅房35m为厂区内部道路，隔路距铅房约53m为办公楼，再北侧距铅房约约80m为新奥天然气加气站。

周围环境情况见附图2，厂区总平面布置见附图3。

#### 1.3.2 周边环境概况

本项目 X 射线铅房位于 1 号厂房车间内东南侧（所属建筑物共 1 层，无地下层）。本项目铅房东侧约 7m 为无名道路；南侧相邻为 1 号厂房内物料贮存区域，南侧约 19m 为本项目暗室；西侧相邻为 1 号厂房内焊接生产区域；北侧为操作室，隔操作室为 1 号厂房内弯管生产区域；铅房上方为不上人平顶，无地下层。

本项目铅房评价范围 50m 内主要为公司内部生产车间、道路、周边工业企业等，无居民区、医院、幼儿园等敏感保护目标。因此，本项目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。

#### 1.3.3 选址合理性分析

本项目位于上虞市春晖风冷设备有限公司 1 号厂房的内东南侧，不新增土地，周围无环境制约因素。项目铅房周围 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。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件 4），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。



#### **1.4 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及许可情况。

**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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
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	XXQ2005	200	5	室内探伤	1号生产厂房 车间铅房内	定向机

(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)	最大管电 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	排放口活度	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 1.67kg	约 20kg	—	专用容器收集后暂存于危废仓库	委托有资质的单位处理
废胶片	固态	—	—	约 0.67kg	约 8kg	—		

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>；年排放总量为 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>）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第 58 号），2020 年 9 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>(8) 《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>(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) 关于发布《建设项目危险废物环境影响评价指南》的公告，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《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>(12) 《国家危险废物名录》（2021 年版），生态环境部令第 15 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《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>(14) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公</p>
------	---

	<p>告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日施行；</p> <p>（15）《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日施行；</p> <p>（16）《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>（17）《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108 号，生态环境部办公厅，2021 年 11 月 19 日印发；</p> <p>（18）关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，原浙江省环境保护厅浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日起施行；</p> <p>（19）关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019 年本）》的通知，浙环发〔2019〕22 号，浙江省生态环境厅，2019 年 12 月 20 日起施行；</p> <p>（20）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2021 年省政府令第 388 号修订），2021 年 2 月 10 日施行；</p> <p>（21）《浙江省辐射环境管理办法》（2021 年省政府令第 388 号修订），2021 年 2 月 10 日修订。</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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</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<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</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 18597-2001）及 2013 年修改单。</p>

其他

- (1) 环评委托书，见附件1；
- (2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

## 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射线探伤铅房边界50m的区域，评价范围示意图见附图2。

### 7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目铅房评价范围50m内主要为公司内部生产车间、道路、周边工业企业等，无居民区、无医院、幼儿园、生态保护红线等环境敏感区。因此，本项目环境保护目标为该公司评价范围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 本项目环境保护目标基本情况表

场所位置	环境保护目标		方位	关注点名称	与铅房最近距离 (m)	人数	受照类型	年剂量约束值 (mSv)
铅房	职业	探伤装置操作人员	北侧	操作室	紧邻	2人	职业照射	5.0
	公众	普通公众	东侧	无名道路	7	约30人次/天	公众照射	0.25
				长远货运闲置房屋	22	约1人次/天		
			南侧	1号厂房内生产区域	紧邻	约20人次/天		
				暗室	19m	2人次/天		
				无名道路	30	约30人次/天		
			西侧	上虞通风机有限公司	43	约20人次/天		
				1号厂房内生产区域	紧邻	约20人次/天		
			北侧	1号厂房内生产区域	紧邻	约20人次/天		
				厂区道路	35	约20人次/天		

注：本项目铅房所在建筑为1层建筑，铅房顶层为不上人平顶，无地下室。

### 7.3 评价标准

#### 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。



4.3.3.1 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）。

#### 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。

#### 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；  
**本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量管理约束值。**

#### B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

**本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量管理约束值。**

## 2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

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。本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

#### 3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

#### 4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口口的辐射屏蔽应同时满足：

a) 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  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3；

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

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。

按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 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、《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 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作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。

### 4、项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《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：探伤室表面外 30cm 处剂量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；本项目铅房在自辐射源点到铅房顶内表面边缘所张立体角区域内无高层建筑，铅房上方为不上人屋面，铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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臭氧与氮氧化物浓度限值

按照《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019），臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m<sup>3</sup>；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5 mg/m<sup>3</sup>。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

浙江科诚暖通设备有限公司生产车间位于绍兴市上虞区曹娥街道亚厦大道1078号，其地理位置见附图1。厂房系租赁上虞市春晖风冷设备有限公司的闲置厂房，本项目X射线探伤工作场所位于1号生产厂房车间内东南侧（所属建筑物共1层，无地下层），由铅房、操作室、暗室组成。本项目周围环境情况见附图2，项目所在地四周照片见附图8。

### 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，对本项目探伤室拟建址及周围进行监测布点，共布设7个监测点位，监测报告见附件8。

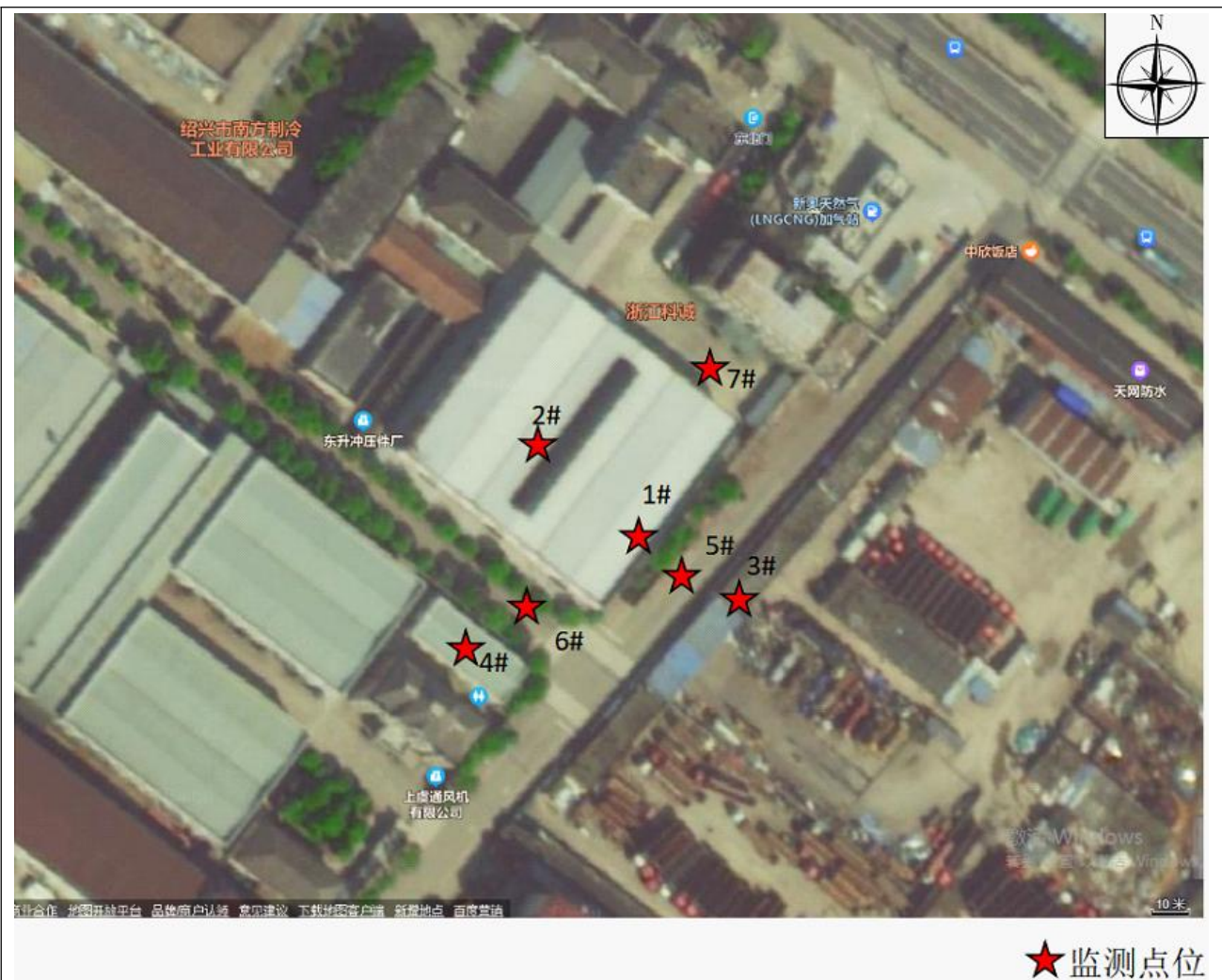


图 8-1 探伤工作场所拟建址辐射环境背景监测布点示意图

### 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（资质证书编号：211112051235）
- (2) 监测时间：2022 年 5 月 11 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》（HJ1157-2021）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：本项目为新建项目，无现有核技术利用项目运行状态下进行辐射环境本底监测

(7) 天气环境条件：天气：阴；温度：20℃；相对湿度：90%

(8) 监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ 2022 第 0063 号

(9) 监测仪器

表 8-1 监测仪器的参数与规范

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	2022H21-20-3813605002
检定证书有效期	2022 年 02 月 18 日至 2023 年 02 月 17 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 $C_f$	1.09
探测限	$\geq 10$ nSv/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。

### 8.3.2 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

监测的环境条件	天气：阴	环境温度：20°C	相对湿度：90%	
点位编号	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率(nGy/h)		
		平均值	标准差	
1#	探伤室拟建地点（室内）	130	8	
2#	1号厂房内生产区域（室内）	139	4	
3#	长远货运闲置房屋（室内）	125	2	
4#	上虞通风机有限公司（室内）	110	7	
5#	东侧无名道路（室外）	89	5	
6#	南侧无名道路（室外）	90	3	
7#	厂区道路（室外）	140	4	

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<sup>137</sup>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宇宙射线响应值30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~4#点位取0.8，5#~7#点位取1。

#### 8.4 环境现状调查结果的评价

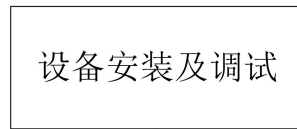
本项目拟建铅房及周围环境室内γ辐射剂量率范围为（110~139）nGy/h，道路上γ辐射剂量率范围为（89~140）nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，绍兴市室内的γ辐射剂量率在（61~335）nGy/h之间，绍兴市道路上γ辐射剂量率在（51~154）nGy/h之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的γ辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。



## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

本项目施工期不涉及土建施工，施工期工艺流程及产污环节如下：



包装废物及X射线

图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

本项目探伤机需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段 X 射线机会产生 X 射线，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段在已经做好辐射防护的铅房内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

### 9.2 运营期工程分析

#### 9.2.1 探伤机的特点及作业方式

浙江科诚暖通设备有限公司配置的X射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、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。



图 9-2 典型 X 射线探伤机外观图

### 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9-3。

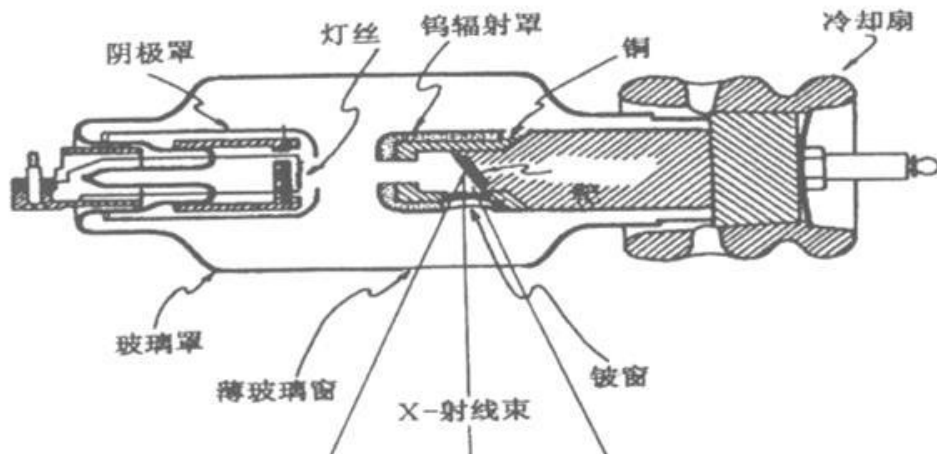


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 探伤过程及产污环节

该公司X射线探伤均在固定的探伤铅房内，铅房与车间相通，将需要进行射线探伤的工件用平板小车送入铅房内，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，工作人员撤离铅房，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，工作人员进入铅房，打开工件门将探伤工件送出铅房外，从探伤工件上取下已经曝光的X片，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。

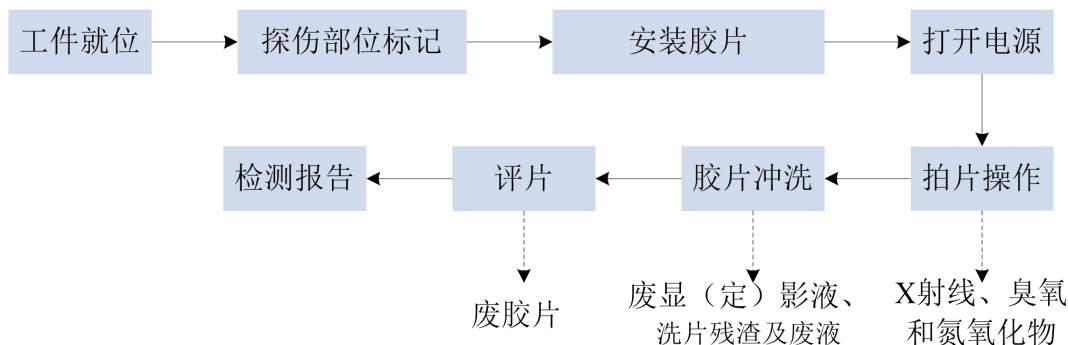


图 9-4 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

### 9.3.4 人员配置计划与工作负荷

本项目拟配置1台X射线探伤机（1台XXQ2005型定向机，属于II类射线装置）。

探伤工件为自生产的容器等，最大尺寸：直径0.5m，长度1.2m，探伤厚度最大为12mm。本项目探伤机只在铅房内使用，不在铅房外使用。根据公司介绍，铅房最大探伤工况为：每次拍片平最大曝光时间约5min，年拍片量约1000张，年工作按50周计，则年探伤时间约

83.33h，周探伤时间1.67h。项目拟配2个辐射工作人员，轮流进行辐射操作。

## 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（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。有用线束、散射辐射根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录B表B.1，保守按200kVX射线在2mm铝过滤条件下输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014，以等量值的 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 进行屏蔽计算），即取 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；泄漏辐射根据《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 $150\leq\text{kV}\leq 200$ 时，距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率取值 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

#### (2) 臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成铅房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）影液与废胶片

本项目探伤作业完成后，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）影液与废胶片。废显（定）影液与废胶片属于《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。本项目年拍片约1000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20L，每年拍片产生废胶片约10张（废片率按1%计算，约0.1kg），完好的胶片由公司定期建档备查，根据公司提供的资料，胶片存档十年，存档期满后，20%给有需要的客户，80%作为危险废物，则废胶片合计年产生约802张，约8.02kg，该部分危险废物定期委托有相关资质单位处理。X射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-1。

表 9-1 项目危险废物分析结果汇总表

序号	1	2
危废名称	废显（定）影液	废胶片
危废类别	HW16	HW16
危险废物代码	900-019-16	900-019-16
产生量（t/a）	0.02	0.008
产生工序	胶片冲洗	胶片冲洗、存档
形态	液态	固态
主要成分	显（定）影液	废胶片
有害成分	显（定）影液	废胶片
产废周期	每天	每天
危险特性	T	T
污染防治措施	<b>贮存：</b> 密闭置于包装桶内，分类、分区存放在 1 号厂房内西南侧危废仓库内 <b>处置：</b> 委托有资质单位处置	

### 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）探伤机运行时铅房内有人未撤离，或由于辐射安全措施故障无关人员误入铅房，发生超剂量照射；

（2）维修时厂家维修人员和运行单位人员管理不当，探伤机发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

探伤机事故状态下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

本项目探伤工作场所位于租赁的上虞市春晖风冷设备有限公司 1 号厂房内东南侧，本项目操作室与铅房分开。本项目探伤工作场所位于 1 号厂房的内东南侧，本项目操作室、暗室与铅房分开。操作室与铅房紧邻，方便工作人员操作。本项目主束方向朝下，避开了操作室工作人员。本项目铅房工件门位于西侧，方便工件的出入，且铅房布局于公众相对较少区域，布局相对合理。

本项目不设人员门，人员进出和工件进出合用一个门。工件门门洞尺寸为 600mm（宽）×1700mm（高），门扇尺寸为 800mm（宽）×1900mm（高），敷设 12mm 的铅板，左右各搭接 100mm，上下各搭接 100mm。曝光探伤室内尺寸为 1620mm（长）×1320mm（宽）×1820mm（高），探伤工件最大尺寸为 500mm（直径）×1200mm（长），探伤工件可方便出入，辐射工作人员位于探伤室北侧的操作间。

#### 10.1.1 分区原则和两区划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将铅房划为控制区，在工件门外1m处采用黄色警戒线作为标志，禁止无关人员入内，并设置电离辐射警告标识和中文警示说明；将操作室、铅房四周1m处等其他相邻区域划为监督区，两区划分示意图见附图5。

#### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 铅房屏蔽情况一览表

项目		设计情况
铅房	外尺寸	面积约为 2.70m <sup>2</sup> ，尺寸为 1.8m（长）×1.5m（宽）×2m（高）
	内尺寸	面积约为 2.14m <sup>2</sup> ，尺寸为 1.62m（长）×1.32m（宽）×1.82m（高）
四侧墙体		12mm 铅板
顶棚		12mm 铅板
底部		12mm 铅板
工件防护门 （设于西墙上）		1 扇电动平移门，门洞的尺寸为 0.6m（宽）×1.7m（高）； 门扇的尺寸均为 0.8m（宽）×1.9m（高），敷设 12mm 厚铅板
电缆孔		Φ100mm，采用“U”型穿墙，敷设 12mm 厚铅防护罩
通风口		Φ100mm，铅房顶部东北侧，采用“U”型穿墙，敷设 12mm 厚铅防护罩，风机 设计风量 130m <sup>3</sup> /h
注：铅密度不低于 11.3t/m <sup>3</sup> 。		

### 10.1.3 辐射安全和防护及环保措施

#### 1、探伤工作场所安全防护措施

（1）铅房的工件门安装时应尽量减小与墙体间的门缝，搭接的长度须大于等于10倍的间隙，防止射线外泄；铅房工件门须安装门-机联锁装置，且只有在防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置应方便铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。

（2）工件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。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开。“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。

（3）照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。

（4）铅房内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

（5）铅房防护门上拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明。

（6）铅房内拟设置紧急停机按钮，机房内紧急停机开关拟设置于东南角，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮的安装，应使人员处在X射线铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮拟带有标签，标明使用方法。

（7）铅房拟设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。风机风量 130m<sup>3</sup>/h，本项目机房体积约3.89m<sup>3</sup>。每小时有效通风换气次数不小于3次。

（8）铅房四周1m处划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度应张贴于工作现场处。

（9）1号车间内拟设置若干灭火器材，作为应急物资使用。

(10) 加强人员管理，定向机使用支架固定，确保定向机主束方向朝下。

## 2、操作室安全防护措施

(1) 应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

(2) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

(3) 控制台或X射线管头组装体上应设置与铅房防护门联锁的接口，当所有能进入铅房的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个工件门开启时能立即切断。

(4) 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(5) 本项目操作室紧急停机开关拟设置于控制台。

(6) 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

## 3、安全操作要求

(1) 探伤工作人员进入铅房时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平，达到设定的报警水平时，如剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开铅房，同时阻止其他人进入铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 应定期测量铅房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。根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），当测量值高于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 交接班或当班使用个人剂量报警仪前，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剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(4) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，使用支架固定定向机，定向机使用准直器，把潜在的辐射降到最低。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应该确认铅房内部没有人员驻留并关闭防护门，同时确认探伤机主束方向是否朝下。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) 运营单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括：



- a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- e) 螺栓等连接件是否连接良好。

(2) 运营单位的定期检查，定期检查的项目应包括：

- a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；
- c) 制造商推荐的其他常规检测项目。

(3) 设备维护

运营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。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。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都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

#### 5、其他安全管理措施

(1) 公司须给每个辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作期间必须正常佩戴。

(2) 应建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账。

(3) 相关制度张贴上墙。

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求，本项目探伤管理辐射防护设施具体配置计划见表10-2。

**表 10-2 本项目探伤管理辐射防护设施配置计划表**

序号	辐射防护设施	数量
1	X-γ剂量监测仪	1 台
2	个人剂量报警仪	2 台
3	个人剂量计	2 个
4	电离辐射警告标识	1 个
5	工作警示灯	1 个
6	急停开关	2 个
7	声音提示装置	1 套
8	门机连锁装置	1 套

## 10.2 三废的治理

### (1) 非放射性废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排放系统，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排放设施排出铅房，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。

### (2) 固体废物

该公司年拍片量约 1000 张，产生一定量的废显（定）影液与废胶片，属于危险废物，其中废显（定）影液产生量约 20L/a，废胶片产生量约 8.02kg/a，本次环评要求将其桶装收集后存放在危废仓库，废显（定）影液储存占地约 1m<sup>2</sup>，废胶片储存占地约 1m<sup>2</sup>。并由专人保管，委托有资质的单位处理处置，建立相关台账。

本项目危废仓库依托企业现有危废仓库，面积约为 31.5 平方米，位于厂区内西南角。现有危废仓库还有约 10m<sup>2</sup> 存储空间，本项目实施后，危废储存占地约 2m<sup>2</sup>，占地较小，现有危废仓库可以满足本项目危废存储需求。现有危废仓库已采取“三防”措施，各类危废分类暂存，不同类危险废物间应有明显间隔，并做好危废台账和转移联单。公司应注重对危险废物暂存场所的日常管理，具体要求如下：

①危废仓库必须派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。

②危废贮存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物。

③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理。

④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。

⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

⑥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。

⑦危废仓库管理人员须作好危险废物情况的记录，记录上须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。危险废物记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

⑧危废仓库管理人员必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现

破损，应及时采取措施清理更换。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

项目铅房为外购成品铅房（非一体化铅房，射线管后期组装），因此无土建施工，不对施工期影响进行分析。

本项目探伤机的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备；在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在工件门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于设备的安装和调试均在铅房内进行，经过墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线铅房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 射线探伤机在铅房内运行。

本项目铅房配置 1 台探伤机（XXQ2005 型定向机），不存在 2 台或多台同时运行的工况。本项目探伤作业过程中，XXQ2005 型定向机位于铅房内。主射方向朝下，在实际曝光过程中曝光铅房下方主射线范围内，由于 1 号厂房共一层，无地下室，主束方向为人员不可达区域，故本项目不进行有用线束的相关计算，四侧墙体、顶棚及工件防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。XXQ2005 最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，年探伤时间为 83.33h，周探伤时间为 1.67h。

本项目射线能量较低，顶棚屏蔽防护与四周墙体相同，均为 12mmPb，且射线经顶棚铅板屏蔽后再经过车间屋顶阻隔，因此本项目天空反散射对周围环境影响较小，本环评不做定量分析。

#### 11.2.1 计算公式的选取

##### 1、有用线束

本项目定向机主束方向朝下，由于 1 号厂房共一层，无地下室，主束方向为人员不可达区域，故本项目不进行有用线束的相关计算。

## 2、泄漏辐射和散射辐射

### ①泄漏辐射屏蔽

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 11-1 计算：

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

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

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

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；

$\dot{H}_L$ ——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  $150 \leq kV \leq 200$  时， $\dot{H}_L$  取值  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

### ②散射辐射屏蔽

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：

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

式中：I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 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  $6 \times 10^4$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1，在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守计算，即 200kV 管电压下输出量为  $28.7 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即取  $1.72 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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 11-2 计算；

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°时，本项目取值 50。

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

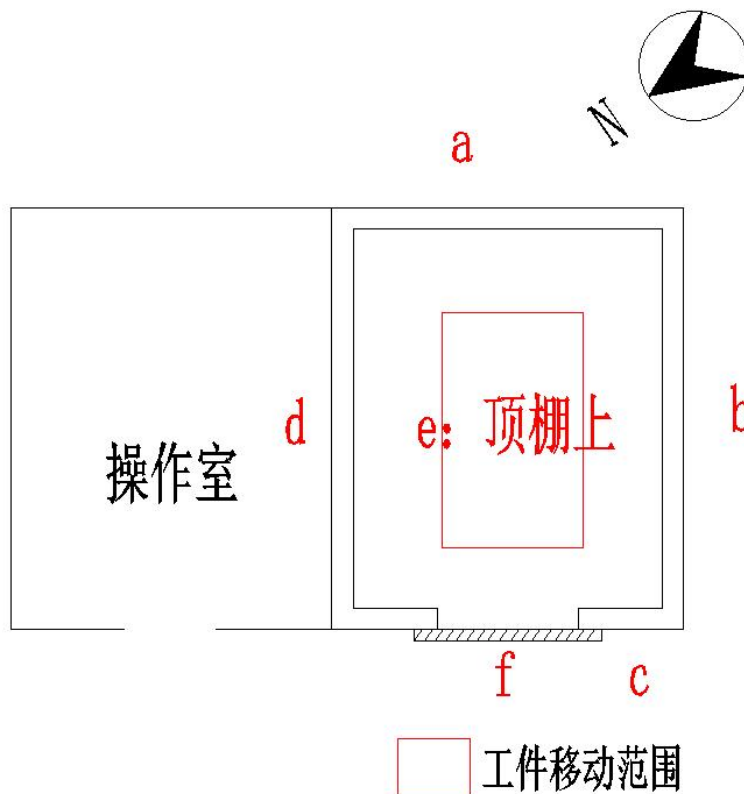
### 11.2.2 参数选取

本项目探伤工作场所无地下室，地下为厚土层，为人员不可达区域，因此不考虑地下关注点。辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1，预测点位图见图 11-1。

表 11-1 辐射屏蔽计算相关参数一览表

关注点位		与关注点的距离*		屏蔽参数	需考虑的屏蔽辐射类型
		泄漏辐射	散射辐射		
a	东墙外 30cm 处	0.9m	0.9m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射
b	南墙外 30cm 处	0.8m	0.8m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射
c	西墙外 30cm 处	0.9m	0.9m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射
d	北墙外 30cm 处	0.8m	0.8m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射
e	顶棚外 30cm 处	0.8m	0.8m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射
f	工件防护门外 30cm 处（东侧）	0.9m	0.9m	12mmPb	泄漏辐射、散射辐射

注\*：本项目泄漏辐射和散射辐射与关注点的距离保守按探伤机位于铅房内 1/3 长度计算，探伤机离地最大高度 1.5m。



单位：mm

图 11-1 辐射屏蔽计算预测点位图

### 11.2.3 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2 辐射屏蔽理论计算结果一览表

关注点位	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	GBZ117-2015 标准 限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a 东墙外 30cm 处	$8.28 \times 10^{-6}$	$6.72 \times 10^{-8}$	$8.35 \times 10^{-6}$	2.5
b 南墙外 30cm 处	$1.05 \times 10^{-5}$	$8.51 \times 10^{-8}$	$1.06 \times 10^{-5}$	2.5
c 西墙外 30cm 处	$8.28 \times 10^{-6}$	$6.72 \times 10^{-8}$	$8.35 \times 10^{-6}$	2.5
d 北墙外 30cm 处	$1.05 \times 10^{-5}$	$8.51 \times 10^{-8}$	$1.06 \times 10^{-5}$	2.5
e 顶棚外 30cm 处	$1.05 \times 10^{-5}$	$8.51 \times 10^{-8}$	$1.06 \times 10^{-5}$	100
f 工件防护门外 30cm 处 (西侧)	$8.28 \times 10^{-6}$	$6.72 \times 10^{-8}$	$8.35 \times 10^{-6}$	2.5

根据表 11-2 计算可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $1.06 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为  $1.06 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）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  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 11.2.4 人员受照剂量估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中： $H_{E-r}$ ——年受照剂量，mSv/a；

$D_r$ ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 11-3 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

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目保守选取相关关注点附近最大

剂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下表。

表 11-4 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	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	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 ( $\text{mSv/a}$ )
职业	北侧操作室辐射工作人员	1	$1.06 \times 10^{-5}$	1.67	$1.77 \times 10^{-5}$	83.33	$8.83 \times 10^{-7}$
公众	东侧无名道路	1/8	$8.35 \times 10^{-6}$	1.67	$1.74 \times 10^{-6}$	83.33	$8.70 \times 10^{-8}$
	南侧 1 号厂房内生产区域	1	$1.06 \times 10^{-5}$	1.67	$1.77 \times 10^{-5}$	83.33	$8.83 \times 10^{-7}$
	西侧 1 号厂房内生产区域	1	$8.35 \times 10^{-6}$	1.67	$1.39 \times 10^{-5}$	83.33	$6.96 \times 10^{-7}$
	北侧 1 号厂房内生产区域	1	$1.06 \times 10^{-5}$	1.67	$1.77 \times 10^{-5}$	83.33	$8.83 \times 10^{-7}$

根据表11-4计算可知，本项目X射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为  $8.83 \times 10^{-7} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过  $5 \text{mSv/a}$  的要求，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  $20 \text{mSv/a}$  的剂量限值要求。辐射工作人员受照周有效剂量为  $1.77 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）对职业工作人员不大  $100 \mu\text{Sv/周}$  的要求。

本项目所致公众人员最大受照年有效剂量为  $8.83 \times 10^{-7} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过  $0.25 \text{mSv/a}$  的要求，公众人员最大受照周有效剂量为  $1.77 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/周}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过  $5 \mu\text{Sv/周}$  的要求，根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离铅房越远，辐射剂量率越低，铅房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外 50m 范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的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  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值要求，同时满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）对公众不大于  $5 \mu\text{Sv/周}$  的要求。

### 11.2.5 非放射性污染环境的影响分析

#### (1) 臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤机在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，该评价项目进行曝光出束时长约 5min，然后要对探伤工件或射线管进行重新摆位，进行下一次的探伤工作，期间间隔大约 20min。由于每次扫描时长很短，铅房内产生的臭氧量也比较少，很快通过通风口排至铅房外。本项目顶棚配排风机，设计风量  $130 \text{m}^3/\text{h}$ ，铅房内每小时通风换气次数可达 33 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。本项目产生的臭氧及氮氧化物排入工厂车间，经车间通风换气设施排入大气环境，



对周围环境空气影响很小。

## (2) 废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，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。

### 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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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) 设计中，该铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且曝光铅房与操作室分开；结合理论计算结果可知：铅房工件防护门防护性能（敷设有 12mm 厚的铅板）、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，铅房通过机械排风系统将臭氧和氮氧化物排出铅房外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司铅房屏蔽能力能达到管电压不大于 200kV（定向朝下）、管电流不大于 5mA 的 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) 探伤机运行时铅房内有人未撤离，或由于辐射安全措施故障无关人员误入铅房，发生超剂量照射。

(2) 维修时厂家维修人员和运行单位人员管理不当，探伤机发生异常出束，维修人员受到超剂量照射。

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》。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。

### 11.4.2 事故后果分析

当射线装置处于工作状态时，门-机联锁失效情况下，当人员与射线装置处于不同距离时，可根据以下公式进行计算：

$$X = \frac{I \times X_0}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-7)}$$

式中：

X——人员所受有效剂量，mSv/min；

X<sub>0</sub>——X 射线装置 1m 米处的输出量，mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）；

R——计算点距 X 射线装置辐射源的距离，m；

I——X 射线装置最大管电流，mA；

考虑工业 X 射线探伤机产生 X 射线能量与管电压的关系，从保守角度，本次主要估算工业 X 射线探伤机在无屏蔽设施情况下，管电压为 200kV，管电流为 5mA 不同距离、不同接触时间下的有效剂量。其中，工业 X 射线探伤机管电压为 200kV 的 X 射线机距靶 1m 处输出量保守取 28.7mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min），代入相关公式进行估算，估算结果见表 11-5。

表 11-5 工业 X 射线探伤机不同距离、不同接触时间的有效剂量（mSv）

距离（m） 时间（min）	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
0.5	71.75	31.89	17.94	11.48	7.97	5.86	4.48
1	143.5	63.78	35.88	22.96	15.94	11.71	8.97
2	287	127.56	71.75	45.92	31.89	23.43	17.94
3	430.5	191.33	107.63	68.88	47.83	35.14	26.91
4	574	255.11	143.5	91.84	63.78	46.86	35.88

由表 11-5 所接受的剂量估算结果可以看出，当工业 X 射线探伤机处于工作状态，门-联锁失效情况下，距离 X 射线机出束口较近人员将会接受大剂量辐射照射。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于辐射事故的分级可知，本项目可发生辐射事故为一般辐射事故。在射线装置在工作期间，应加强射线装置的安全维护，保证门机联锁处于良好的工作状态，杜绝辐射事故的发生。

### 11.4.3 辐射事故应急

#### 1、事故风险防范措施

(1) 辐射工作人员每人配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计。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) 拟建铅房的防护门应与射线装置主机联锁，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。铅房内设置紧急开关，当人员被误关在铅房时，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。铅房防护门上方设置灯光报警装置，可以避免检测装置工作时其它人员误入铅房的事故。

(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。

(4) 无损检测工作必须按操作规程执行，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辐射工作人员可看到的显眼位置。

#### 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，浙江科诚暖通设备有限公司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。

主要职责：加强对员工自我防护意识教育，防止意外伤害；加强对工业X射线探伤装置的检查管理，确保保持在安全监控状态；定期对工业X射线探伤机进行巡回检查；发现射线装置损坏和丢失要立即向品管部及领导报告，对知情不报造成后果者，将追究法律责任。

#### 12.1.2 辐射人员管理

##### (1) 个人剂量检测

建设单位拟为2名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。个人剂量计每季度送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案保留时限为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。

建设单位需组织2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，经考核合格后方可上岗。

##### (3) 辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，

方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过2年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位拟组织2名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人健康档案，并长期保存。

### 12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。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

公司尚未制定辐射相关的规章制度。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，公司从事辐射操作前需制定的制度如下：

**辐射防护和安全保卫制度：**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 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

**操作规程：**针对本项目 X 射线室内探伤制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、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 射线探伤机的操作步骤，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性；明确本项目定向机主射方向固定朝下，确保避免产生额外辐射照射。

**设备检修维护制度：**对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启检测装置，待检修完毕，开启检测装置试探伤，确认检修完成。检修后主要性能未达仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

**岗位职责：**明确管理人员、本项目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帐管理制度：**建立 X 射线探伤机的档案和台帐，贮存、使用射

线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符登记内容包括射线装置的生产单位、到货日期、规格型号等，同时加强档案管理。

**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。

**个人剂量监测方案：**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。

**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放射性事故应急领导小组。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，包括演练模拟的事故事件情景；演练参与人员等。

**自行检查和年度评估制度：**定期对X射线探伤机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。如每天进行门机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。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保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年；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且长期保存。

**本环评建议：**

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合格证书，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公司应在本项目辐射工作现场张贴《射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》，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X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）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。公司拟配备1台X- $\gamma$ 剂量监测仪，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。常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月（每季度将个人剂量片送往有资质的检测单位进行检测）。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，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，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

### 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铅房周围环境进行监测，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

#### ①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；年度检测报告应作为《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

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中 6.2.1.3 检测周期“投入使用后每年至少进行 1 次常规检测”，企业根据自身的管理制度，拟增加监测频次，每季度监测 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 监测场所及监测项目建议**

场所名称	监测内容	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
本项目探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	工件门外30cm离地面高度为1m处、操作台、各屏蔽墙外外30cm离地面高度为1m处和各电缆管道口、通风口及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）	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

### 12.3.3 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

### 12.4 辐射事故应急

公司需建立《辐射事故应急预案》，并报所在地生态环境主管部门备案。制定《辐射事故应急预案》后，应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，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

浙江科诚暖通设备有限公司拟在租赁的1号厂房内东南侧新建一间X射线探伤铅房，配套购置1台X射线探伤机（XXQ2005型定向机，属于II类射线装置），并配置操作室、暗室等辅助用房对自生产的容器等进行无损检测。

##### (2) 项目位置

公司拟在上虞市春晖风冷设备有限公司1号厂房的内东南侧新建一处X射线探伤工作场所，车间系租赁上虞市春晖风冷设备有限公司的闲置厂房，由铅房、操作室、暗室组成。

地理位置见附图1，周边环境关系图见附图2。

##### (3) 项目分区及布局

建设单位拟将铅房实体墙划为控制区的边界，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将操作室等其他相邻区域作为监督区边界，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

本项目探伤铅房以铅板作为屏蔽体，曝光铅房外尺寸为1.8m（长）×1.5m（宽）×2m（高），其四侧墙体、顶棚、底部为12mm厚铅板。铅房拟设1扇工件防护安全门，位于西侧屏蔽墙，防护安全门采用电动门，并设置门机联锁装置，紧急停机按钮和警示标示等安全设施，满足相关辐射安全原则；本项目拟配备1台辐射巡测仪、2支个人剂量计和2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X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。

##### (5) 辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

本项目新增2名辐射工作人员均需参加辐射防护培训并取得合格证书或成绩报告单。建设单位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，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $1.06 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率为 $1.06 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### （2）个人剂量影响预测结论

本项目X射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $8.83 \times 10^{-7} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 $5 \text{mSv/a}$ 的要求，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 $20 \text{mSv/a}$ 的剂量限值要求。辐射工作人员受照周有效剂量为 $1.77 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）对职业工作人员不大 $100 \mu\text{Sv/周}$ 的要求。

本项目所致公众人员最大受照年有效剂量为 $8.83 \times 10^{-7} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 $0.25 \text{mSv/a}$ 的要求，公众人员最大受照周有效剂量为 $1.77 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/周}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 $5 \mu\text{Sv/周}$ 的要求，根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离铅房越远，辐射剂量率越低，铅房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外50m范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的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 $1 \text{mSv/a}$ 的剂量限值要求，同时满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）对公众不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ 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曝光铅房，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）影液与废胶片要求集中存放，由有资质的单位处置，不得随意排放或废弃，对环境的影响较小。

### 13.1.3 可行性分析结论

#### （1）产业政策符合性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于国家限制类和淘汰类产业，符合国家产业政策。

#### （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

本项目用地性质为工业用地，且铅房评价范围 50m 内主要为公司内部生产车间、道路、周边工业企业等，无居民区、无医院、幼儿园、生态保护红线等敏感区。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，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

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自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

（1）建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门申领辐射安全许可证。

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

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见

公章

经办人：

年 月 日

审批意见

公章

经办人：

年 月 日