

报告编号：WKFHP-24043

核技术利用建设项目

浙江迦南科技股份有限公司

X 射线探伤室建设项目

环境影响报告表

(公示稿)

浙江迦南科技股份有限公司

2024年8月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

浙江迦南科技股份有限公司

X 射线探伤室建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江迦南科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：方正

通讯地址：浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号

邮政编码：325100

联系人：缪楚平

电子邮箱：/

联系电话：18257723108

# 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） .....	9
表 6 评价依据 .....	10
表 7 保护目标与评价标准 .....	13
表 8 环境质量和辐射现状 .....	20
表 9 项目工程分析与源项 .....	24
表 10 辐射安全与防护 .....	29
表 11 环境影响分析 .....	36
表 12 辐射安全管理 .....	47
表 13 结论与建议 .....	54
表 14 审批 .....	58

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称	浙江迦南科技股份有限公司 X 射线探伤室建设项目				
建设单位	浙江迦南科技股份有限公司				
法人代表	方正	联系人	缪楚平	联系电话	18257723108
注册地址	浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号				
项目建设地点	浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号车间				
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)	12	投资比例 (环保投资/总投资)	24%
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> )	32
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**

浙江迦南科技股份有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2008 年 12 月，是一家专业从事制药设备研发、生产、销售的企业。企业因发展需求，于 2022 年 6 月委托编制了《迦南年产 4000 套高端智能医药装备生产基地项目环境影响报告表》，在永嘉县瓯北街道珠岙社区新建生产基地，总用地面积 66124.84m<sup>2</sup>，其中 6#地块 19353m<sup>2</sup>，7#地块（现为江楠大道 1188 号）46771.84m<sup>2</sup>，总建筑面积 162072.11m<sup>2</sup>，建设年产 4000 套高端智能医药装备生产线，该项目于 2022 年 7 月 4 日通过温州市生态环境局批复（温环永建[2022]126 号），于 2023 年 10 月竣工，实际建成年产 2400 套医药装备，该项目已进行固定污染源排污登记（登记编号：91330000683124669E001W），于 2024

年4月30日进行自主阶段性竣工环境保护验收，该项目正常生产。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

为满足企业生产的医药装备产品无损检测的需要，建设单位拟在位于永嘉县瓯北街道江楠大道1188号2号生产车间建设1间探伤室及配套操作室、暗室等辅助用房，并购置1台便携式X射线机（型号待定，最大管电压250kV，最大管电流5mA，定向机）对生产的医药装备的罐体焊缝进行无损检测。

根据《射线装置分类》（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），本项目便携式X射线机归类到“工业用X射线装置”，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：172、核技术利用建设项目”，本次评价内容为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江迦南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环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、委托监测、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

建设单位拟在位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道1188号2号生产车间建设1间探伤室及1间操作室（评片在操作室内完成）、1间暗室等辅助用房，面积约为32m<sup>2</sup>，购置1台便携式X射线机，型号待定，最大管电压250kV，最大管电流5mA，定向机，主射方向自北向南。探伤室为钢+铅板+钢结构，外尺寸为4000mm×4500mm×3200mm。危废暂存依托主体工程现有危废暂存间，位于厂区北侧。射线装置技术参数信息见表1-1。

表 1-1 本项目射线装置基本情况

设备名称	类别	数量	型号	设备参数	工作场所位置	主射线方向
便携式X射线探伤机	II类	1台	待定	最大管电压250kV 最大管电流5mA	2号生产车间北侧探伤室内	由北向南出束

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 公司地理位置

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号生产车间北侧。厂区东侧为新岙路，隔路为瓯北宝达泵阀铸造厂（保安室）和山体，南侧为瓯江大道，隔路为沁园春小区；西侧为河道和新桥路，隔路为空地，北侧为新岙路，隔路为卢氏孝佑宫。地理位置见附图 1，周围环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境概况

本项目拟建于温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号厂区内 2 号生产车间（共 3 层，无地下层），2 号生产车间现为成品仓库，拟建探伤室及辅助用房位于车间内北侧，探伤室东侧为预留车间内通道，再东侧约 8m 和约 15m 分别为厂内道路和厂外新岙路；南侧为预留车间通道，隔通道为成品堆放区，南侧约 30m 为仓库值守室，再南侧为厂内道路；西侧为成品堆放区，西侧约 36m 为 1 号生产车间（粗加工车间、仓库等）；北侧紧邻设置操作室和暗室，再北侧约 3m 为车间外非机动车停车位及厂内道路，再北侧约 16m 为厂外新岙路，东北侧约 30m 为瓯北宝达泵阀铸造厂（保安室）；二楼及三楼为成品堆放区，下方无地下室，探伤室 50m 范围周边环境情况见附图 2。

### 1.2.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及探伤室周围的公众成员。

## 1.3 相关规划符合性分析

### 1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号生产车间北侧，根据企业提供的不动产权证（浙（2023）永嘉县不动产权第 0019196 号），项目用地性质为工业用地，项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

### 1.3.2 “三线一单”符合性分析

根据浙江省生态环境厅关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知（浙环发〔2024〕18 号），生态环境分区管控是以改善生态质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。本项目“三线一单”符合性判定情况如下：

#### （1）生态保护红线

项目建设地位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号，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”划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。根据项目三区三线位置图，本项目位于城市集中建设区，在现有厂区内实施建设，用地性质为工业用地，不涉及生态保护红线和永久基本农田。对照永嘉县生态保护红线图，本项目不涉及生态保护红线。

### **（2）环境质量底线**

本项目所在区域的环境质量底线为：地表水水环境质量达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准；环境空气质量达到《环境空气质量标准》二级标准；土壤环境质量达到《土壤环境质量标准》相关要求；声环境质量达到《声环境质量标准》相应评价要求。

本项目主要污染因子为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率，经现场监测，本项目辐射工作场所拟建址及周围环境的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率均处于当地本底水平，未见异常。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。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可做到达标排放，符合环境质量底线要求。

### **（3）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办公和设施用电，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。

### **（4）环境管控单元生态环境准入清单符合性分析**

本项目位于浙江省温州市永嘉沿江产业集聚重点管控区（ZH33032420001），其管控要求如下：

表 1-3 永嘉县环境管控单元生态环境准入清单符合性分析一览表

环境管控单元编码	环境管控单元名称	内容		符合性分析	是否符合
ZH33032 420001	浙江省温州市永嘉沿江产业集聚重点管控区	空间布局约束	限定三类工业布局，禁止新建、扩建不符合当地主导（传统、特色）产业的三类工业建设项目。合理规划生活区与工业区。严格执行畜禽养殖禁养区和限养区规定。	本项目为企业主体工程配套核技术利用项目，不属于三类工业项目。	符合
		污染物排放管控	新建三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。	本项目属于核技术利用建设项目，不涉及污染物排放总量。	符合
		环境风险防控	在居住区和工业园、工业企业之间设置隔离带，确保人居环境安全和群众身体健康。	企业现有厂区周边已设置隔离带，确保人居环境安全和群众身体健康。	符合
		资源开发效率要求	/	/	/

综上所述，项目建设符合“三线一单”相关要求。

### 1.4 选址合理性分析

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号生产车间北侧，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

### 1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家和当地产业政策。

### 1.6 实践正当性分析

X 射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。本项目的实施将会有效的提升企业的产品质量和产品的合格率，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。

### **1.7 原有核技术利用项目许可情况**

本项目为新建项目，为企业首次开展核技术利用项目。

**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
	此表空白							

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
	此表空白									

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、教学等用途的各类加速器

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
	此表空白									

(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 (定向机)	II类	1 台	待定	250	5	无损检测	2 号车间北侧	新增

(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	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	此表空白												

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	/	不暂存	排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气。
废胶片	固态	/	/		0.05t	/	暂存于危废暂存间	委托有资质单位处置
废显（定）影液	液态	/	/	/	0.1t	/		
洗片废水	液态	/	/	/	0.125t	/		

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）。

3、固废为产生量。

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16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《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</p>
------	--

	<p>令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>（14）《国家危险废物名录（2021 年版）》，2020 年 11 月 25 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 15 号公布，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（15）《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号公布，2022 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（16）《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>（17）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令，2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>（18）《浙江省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 27 日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 71 号通过，2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>（19）《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 3 月 29 日通过，2022 年 9 月 29 日修订通过，2023 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（20）《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>（21）《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>（22）《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>（23）《永嘉县“三线一单”生态环境分区管控方案》，温环永字〔2020〕36 号。</p>
技 术 标	<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>

准	<p>(3) 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ 117-2022) ;</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单;</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) ;</p> <p>(6) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) ;</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ;</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》 (GB 8999-2021) ;</p> <p>(9) 《辐射事故应急监测技术规范》 (HJ 1155-2020) ;</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》 (GB 18597-2023) , 2023 年 7 月 1 日实施;</p> <p>(11) 《危险废物识别标志设置技术规范》 (HJ 1276-2022) , 2023 年 7 月 1 日实施。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护导论》, 方杰主编;</p> <p>(2) 建设单位提供的其他与工程建设有关的技术资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为探伤室边界外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内从事探伤操作的辐射工作人员及探伤室周围的公众成员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况一览表

场所位置	环境保护目标	方位	关注点名称	与探伤室边界最近距离(m)	人数	受照类型	年剂量约束值(mSv)
探伤室	辐射工作人员	北侧	操作室、暗室	紧邻	2 人	职业照射	5.0
	公众	东侧	车间内通道	紧邻	5 人次/d	公众照射	0.25
			厂内道路	约 8m	20 人次/d		
			新岙路	约 15m	150 人次/d		
		南侧	车间内通道	紧邻	5 人次/d		
			成品仓库	约 3m	10 人		
			仓库值守室	约 30m	5 人		
		西侧	厂区内道路	约 38m	50 人次/d		
			成品仓库	紧邻	2 人		
			厂内道路	约 20m	50 人次/d		
		北侧	1 号生产车间	约 36m	20 人		
			非机动车停车场及厂内道路	约 3m	20 人		
		东北侧	新岙路	约 16m	150 人次/d		
			瓯北宝达泵阀铸造厂（保安室）	约 30m	2 人		
		顶上	2 号车间二楼及三楼	约 7m	10 人		



注：本项目顶棚无人员可到达，且无地下室，因此不作为环境保护目标；一层车间层高约 9.8m。

## 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

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

#### (4) 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25% 分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表 7-2 剂量约束值一览表

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

### 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

本标准规定了 X 射线和  $\gamma$  射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和  $\gamma$  射线探伤机进行的探伤工作 (包括固定式探伤和移动式探伤)，工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

#### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室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,在控制室的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 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 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率(以下简称剂量率)和每周剂量当量(以下简称周剂量)应满足下列要求:

a) 周剂量参考控制水平( $H_c$ )和导出剂量率参考控制水平( $H_{c,d}$ ): 人员在关注点的周剂量参考控制水平  $H_c$  如下: 职业工作人员:  $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ; 公众:  $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max}$ :  $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

c) 关注点剂量率参考控制水平  $H_c$ :  $H_c$  为上述 a) 中  $H_{c,d}$  和 b) 中的  $H_{c,max}$  二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻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, 距探伤室顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处, 辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外, 应考虑下列情况:

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房外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射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  $H_c$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 加以控制。

### 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免有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台X射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

## 7.3.4 《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、渗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）、《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：本项目探伤室顶棚上方为车间二层仓库，探伤室无地下层，因此探伤室四侧墙体、顶棚及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

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

④危险废物：危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求。危险废物还应按《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》（环发[2001]199 号）的规定进行分类管理、存放、运输和处理处置。

**表 8 环境质量和辐射现状**

## **8.1 项目地理位置和场所位置**

### **8.1.1 项目地理位置**

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号。厂区东侧为新岙路，隔路为瓯北宝达泵阀铸造厂和山体，南侧为瓯江大道，隔路为沁园春小区；西侧为河道和新桥路，隔路为空地，北侧为新岙路，隔路为卢氏孝佑宫。

### **8.1.2 项目场所位置**

本项目拟建探伤室位于厂区内 2 号生产车间（共 3 层，无地下层），2 号生产车间现为成品仓库，拟建探伤室及辅助用房位于车间内北侧，探伤室东侧预留车间内通道，南侧为预留车间通道，隔通道为成品堆放区；西侧为成品堆放区，北侧设置操作室和暗室，再北侧为车间外非机动车停车位，二楼为成品堆放区，下方无地下室。

## **8.2 辐射环境质量现状评价**

### **8.2.1 监测目的**

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

### **8.2.2 环境现状评价对象**

本项目探伤工作场所及周边环境。

### **8.2.3 监测因子**

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

### **8.2.4 监测点位**

根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。本项目共布设 14 个监测点位，布点情况见图 8-1 和图 8-2，监测报告及监测资质见附件 6。

### **8.2.5 监测方案**

（1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；

- (2) 监测时间：2024 年 7 月 23 日；
- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室内温度：26℃；室外温度：38℃；相对湿度：54%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器设备参数一览表**

仪器名称	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	2024H21-20-5106288001
检定有效期	2024 年 2 月 23 日~2025 年 2 月 22 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 $C_f$	1.04
探测限	10nSv/h

### 8.2.6 质量保证措施

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



### 8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。



图 8-1 探伤室拟建址及周边环境监测点位



图 8-2 探伤室拟建址 50m 范围环境监测点位

表 8-2 本项目拟建场所及周围环境辐射本底监测结果一览表

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
1#	拟建探伤室位置	82	1	室内
2#	拟建操作室	94	2	室内
3#	拟建暗室	95	1	室内
4#	2号车间内通道	112	2	室内
5#	2号车间内过道	106	3	室内
6#	2号车间成品放置区	90	2	室内
7#	二楼成品木箱放置区	88	2	室内
8#	北侧非机动车车位	98	2	室外
9#	2号车间东侧道路	99	1	室外
10#	2号车间仓库值守室	102	3	室内
11#	2号车间东南侧道路	113	1	室外
12#	1号车间	116	2	室内
13#	厂区内北侧道路	92	2	室外
14#	厂区外北侧新岙路	92	2	室外

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；

2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 31.30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~7#、10#、12#点位取 0.8，8#、9#、11#、13#~14#点位取 1。

由表 8-2 可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 82nGy/h~112nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 92nGy/h~113nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查总结报告》可知，经换算后，温州市室内的 γ 辐射剂量率在 73nGy/h~198nGy/h 之间，温州市道路上 γ 辐射剂量率在 36nGy/h~154nGy/h 之间，可见本项目检测室及周围环境的 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 建设阶段工程分析

本项目建设阶段主要为地面基础、探伤室安装及辅助用房建设，无大型土建施工，因此施工期仅施工人员产生生活污水、生活垃圾、施工扬尘、施工噪声等。

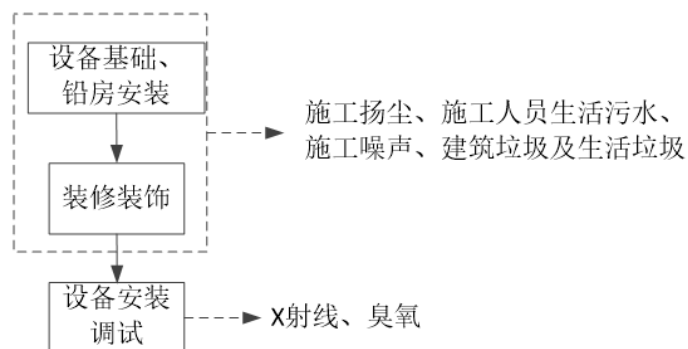


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目建设阶段污染源项为主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。本项目施工作业范围有限，施工期较短，因此其对周围环境的影响是短暂的。随着施工期的结束，其环境影响也将不复存在。

调试阶段产生的 X 射线以及少量臭氧和氮氧化物。由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过探伤室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 项目设备和工程分析

#### 9.2.1 探伤机的设备组成

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。建设单位配置的便携式 X 射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、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 X 射线探伤机外观图

### 9.2.2 X 射线探伤工作原理

X射线探伤机是由X射线管头组装体、控制箱及连接电缆构成，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一束，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。

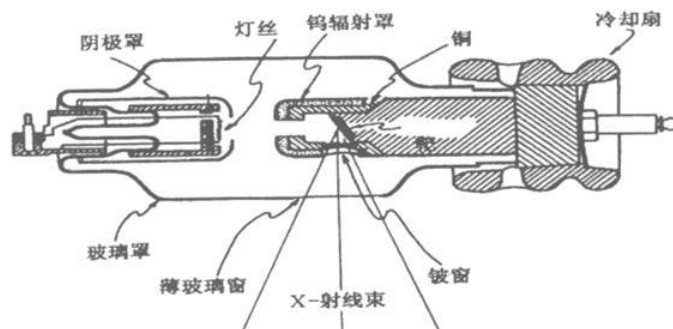


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 探伤过程及产污环节

本项目探伤工作在固定的探伤室内，X 射线定向探伤机放置在探伤室中部偏北位

置，将需要进行射线探伤的工件用由辐射工作人员人工平板车搬运送入探伤室内，探伤机位置根据工件位置调整，采用固定支架将探伤机固定，保证探伤机主射方向由北向南，同时建立相关操作规程。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光。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，打开探伤室防护门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经探伤的 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。

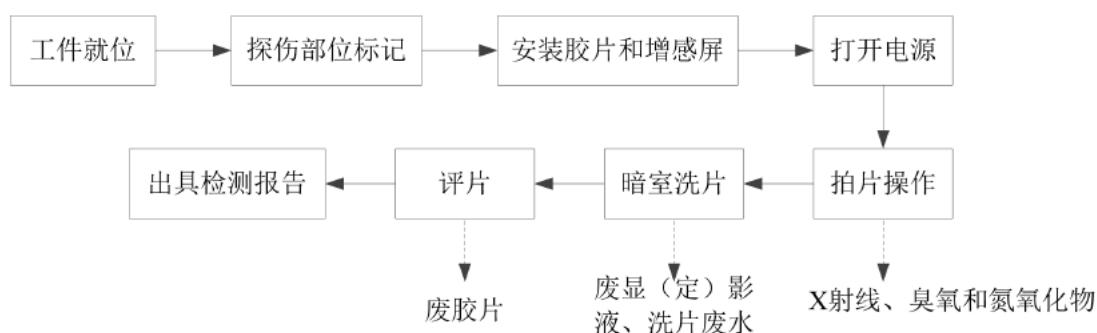


图 9-4 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

### 9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置1台便携式X射线探伤机（定向机，型号待定，最大管电压250kV，最大管电流5mA），属于II类射线装置。

探伤工件为企业自生产的医药装备的压力容器，材质为钢体，最大尺寸：直径820mm，高度1250mm，厚度8mm。本项目探伤设备只在探伤室内使用，不在探伤室外使用。根据公司介绍，产品检测模式为全检，单次曝光时间不超过3min，年拍片次数5000次。则项目探伤机预计总出束曝光时间250h，周探伤时间为5h。

本项目为室内探伤，应至少配 2 名辐射工作人员进行探伤机的辐射操作，每天工作 8h，年工作 300 天（50 周）。

## 9.3 污染源项描述

### 9.3.1 运行期正常工况污染源项

#### (1) X射线

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

项目 X 射线探伤机源项分析表见表 9-1。

**表 9-1 X 射线探伤机源项表**

序号	设备名称	最大管电压/ 最大管电流	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）
1	X 射线探伤机 （定向）	250kV/5mA	16.5mGy·m <sup>2</sup> /（mA·min）	5000μSv/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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1				

**（2）臭氧和氮氧化物**

X射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

**（3）废显（定）影液、冲洗废水与废胶片**

X射线机探伤作业完成后，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、冲洗废水与废胶片，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。根据建设单位提供的资料，X射线机拍片量每年不超过5000张，洗片采用洗片机进行洗片。按洗100张片用2L显（定）影液，冲洗用水约2.5L，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约100L（密度按1g/cm<sup>3</sup>计算，约0.1t），冲洗废水约125L（密度按1g/cm<sup>3</sup>计算，约0.125t）；每年产生废胶片约150张（废片率按3%计算。一张废胶片10g，共约1.5kg），该部分危险废物定期委托有资质单位处置，完好的胶片由公司定期建档备查（存档过期后的胶片作为危险废物委托有资质单位处置，按存档7年，第8年开始，每年5000张，则废胶片约50kg）。项目危险废物分析汇总表见表9-2。

表 9-2 项目危险废物汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量(t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	0.1	胶片冲洗	液态	卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	一年1次	T	<b>贮存:</b> 密闭置于包装桶内, 分类、分区存放在危废暂存库内 <b>处置:</b> 委托有资质单位处置
2	洗片废水	HW16	900-019-16	0.125	胶片冲洗	液态				T	
3	废胶片	HW16	900-019-16	0.0515	阅片	固态	卤化银	卤化银		T	

### 9.3.2 运行期事故工况污染源项

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

(1) X 射线探伤机在对工件进行出束的工况下, 门-机连锁失效, 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-机连锁失效、探伤期间, 工作人员误打开防护门, 使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

(3) 维修设备时误出束, 导致人员受照。

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浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号厂区内 2 号生产车间北侧（车间为三层建筑，且无地下层）。

本项目探伤工作场所由 1 间探伤室、1 间操作室和 1 间暗室组成，危废暂存依托主体工程已建危废暂存间。操作室和暗室位于探伤室北侧，探伤室无迷道设计，工件防护门位于探伤室东侧，方便工件的出入。定向 X 射线机主射方向为由北向南侧，并避开直接照射、操作室电缆沟及通风管等位置。

本项目工件防护门门洞尺寸为 3000mm（宽）×3000mm（高），探伤室尺寸为 4500mm×4000mm×3200mm（高），探伤工件最大尺寸高 1250mm，最大直径 820mm，工件尺寸小于探伤室工件门洞尺寸，且探伤室门外接车间内部，由工作人员采用平台小车将探伤工件送入探伤室内，探伤工件可方便出入。

本项目探伤工作场所与其他非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立；探伤室门设计时已考虑尽量减小与墙体间的门缝，门洞周边做搭接设计，搭接宽度大于门缝 10 倍；根据表 11 计算结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤室屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的；本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；探伤室内尺寸及门洞尺寸满足工件进出要求，又便于进行分区管理和辐射防护，且射线朝向人员较少区域，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相对合理可行的。

#### 10.1.2 分区原则和两区划分

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

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标识和中文警示说



明；将探伤室东侧、南侧、西侧墙体外 1m、北侧操作室和暗室等区域划为监督区，墙外 1m 处划黄色警戒线，禁止无关人员靠近。分区管理见附图 6。

### 10.1.3 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 探伤室屏蔽情况一览表

项目		设计情况
探伤室	外尺寸	面积为 18.0m <sup>2</sup> ，尺寸为 4.5m（长）×4.0m（宽）×3.2m（高）
	内尺寸	面积为 16.34m <sup>2</sup> ，尺寸为 4.3m（长）×3.8m（宽）×3.1m（高）
四侧墙体		为钢+铅板+钢结构，防护当量 15mmPb
顶棚		为钢+铅板+钢结构，防护当量 10mmPb
地面		墙体嵌入地面，地面 80mm 混凝土基础
工件防护门（设于东墙上）		电动单开平移门，门洞的尺寸为 3.0m（宽）×3.0m（高），门的尺寸为 3.3m（宽）×3.3m（高），为钢+铅+钢结构，防护当量 15mmPb（门与墙体左、右各搭接 150mm，上、下各搭接 150mm）
电缆口		电缆口设置在北侧墙体距地约 10mm 处直穿，内加 15mmPb 屏蔽补偿。
通风管道		排风采样排风扇，位于顶棚西北角，顶棚外采样 10mmPb 屏蔽补偿，风机设计风量 1380m <sup>3</sup> /h。
注：混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度不低于 11.3g/cm <sup>3</sup> 。		

### 10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

#### 1、探伤装置固有安全属性

##### (1) X 射线机

探伤装置固有安全属性的要求见表 10-2。

表 10-2 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。
	操作室控制台	a) 设置有高压接通时的外部报警或指示装置。b) 设置紧急停机开关。c) X 射线发生器控制面板设置在操作室，与探伤室分开设置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。d) 操作室设有工作状态指示灯。

#### 2、探伤工作场所安全防护措施

探伤工作场所拟设置辐射安全与防护措施如下：

(1) 探伤室操作室位于探伤室北侧，已避开有用线束照射的方向且与探伤室分开设置。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，满足使用X射线机屏蔽要求。

(2) 探伤工作场所已按GB18871的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 探伤室的防护门拟安装有门-机联锁装置，并与探伤机实现联锁，且只有在防护门关闭后X射线机才能进行探伤作业。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。探伤过程中防护门意外打开，X射线机停止出束。

(4) 探伤室防护门口和内部醒目位置同时设有显示“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”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，在醒目位置张贴对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 探伤室内墙体东北和西南角落安装有2个监控摄像头，探伤室防护门外及控制室内各安装1个监控摄像头，监控显示屏设置在操作室，辐射工作人员在操作室可全程、无死角监控探伤室内设备运行情况及人员活动情况。

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

(7) 探伤室内各侧墙体各设置有1个紧急停机按钮，同时操作室操作台设置1个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，每个按钮处设有标签，标明使用方法。

(8) 探伤室工件防护门为电动移门，并设有防夹装置。探伤室内设有紧急开门装置，方便紧急情况下人员离开探伤室。

(9) 探伤室内拟设置1套固定式剂量率报警装置，监测探头设置在探伤室内，显示屏设置在操作室，可实时显示探伤室内实时剂量率，并与防护门联锁。

(10) 探伤室设置有排风扇机械通风装置，位于探伤室顶部，排风扇外部设置与

顶棚同等屏蔽防护材料。

(11) 探伤室内设置固定支架，以确保探伤机出束方向固定向南。

(12) 各项辐射环境管理规章制度张贴于操作室墙壁等处。

(13) 探伤场所拟配备1台巡测仪和1台个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配有个人剂量计，并定期委托资质单位进行监测。

(14) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

探伤室辐射安全与防护设施布置方案见附图7。

### 3、安全操作放射防护措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求，探伤工作场所的安全操作防护措施要求见表10-3。

表10-3 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，并制定辐射事故应急预案。 c、为辐射工作人员配备辐射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GBZ98的要求进行职业健康监护；已组织辐射工作人员参加放射防护培训并获得符合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、机房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。
探伤室操作	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巡测仪。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。 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。 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	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第6.2款要求。

	<p>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>	
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>

#### 4、射线装置退役辐射安全管理要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的第 6.3 条款要求，本项目投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，企业将射线装置内的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

### 10.2 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。通过机械排风系统，风量1380m<sup>3</sup>/h，通风次数约27次/h，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出探伤室，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

#### （2）危险废物

本项目 X 射线机使用拍片时会产生废显（定）影液、洗片废水及废胶片。根据建设单位提供资料，X 射线机年应急拍片量约 5000 张，产生一定量的废显（定）影液、洗片废水及废胶片，属于危险废物。

本项目危废暂存间依托厂区北侧现有危废暂存间，占地面积约为 36m<sup>2</sup>，最大贮存量 36t。该场所满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，由专人管理，危废暂存库门上设有显著的危废标识，地面已作水泥硬化并防渗防腐处理，满足《危险废物

贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的基本要求，且已通过环保竣工验收。主体工程危废主要为废包装桶、废切削液等，年产生量约 11t。本项目废（显）定影液年产生量为 0.1t，洗片废水年产生量为 0.125t，废胶片年产生量为 0.0515t，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，危废暂存场所剩余贮存能力能够满足本项目危废贮存的容积要求。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》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，见表 10-4。

**表 10-4 危险废物贮存场所（设施）基本情况表**

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	废显(定)影液	HW16	900-019-16	厂区北侧	36m <sup>2</sup>	专用防渗容器	36t	一年
2		洗片废水	HW16	900-019-16					一年
3		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		一年

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危废暂存间必须派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。
- ②危废暂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危废暂存间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；每转移一车次同类危险废物，应当填写、运行一份危险废物转移联单，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。

⑧危废暂存间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。

根据生态环境部环办固体[2021]20号“关于印发《“十四五”全国危险废物规范化环境管理评估工作方案》的通知”，对危险废物规范化环境管理补充要求如下：

①建立涵盖全过程的责任制度，负责人明确，各项责任分解清晰；负责人熟悉危险废物环境管理相关法规、制度、标准、规范；制定防治工业固体废物污染环境的措施，并得以落实；

②执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息；

③制定危险废物管理计划；内容齐全，危险废物的产生环节、种类、危害特性、产生量、利用处置方式描述清晰；

④通过国家危险废物信息管理系统报所在地生态环境主管部门备案；内容发生变更时及时变更相关备案内容；

⑤按照实际转移的危险废物，如实填写、运行危险废物转移联单；

⑥制定意外事故应急预案（综合性应急预案有危险废物相关篇章或有危险废物专门应急预案），并按照预案要求定期组织环境应急演练。

### 10.3 建设项目环保投资

本项目总投资约 50 万元，其中环保投资约 12 万元，占本项目总投资的 24%。具体环保设施（措施）及投资估算一览表如下：

表 10-5 本项目环保设施与投资概算一览表

项目	环保措施主要内容		费用（万元）
废气	通风	排风扇通风	0.2
电离辐射	监测仪器	1 台巡测仪、1 台个人剂量报警仪、固定式剂量率报警装置	2.0
	辐射安全措施和设施	电离辐射警示标志、工作指示灯、紧急停机按钮、声音提示装置	2.0
		门-机联锁装置、灯-机联锁装置、监视装置等	1.5
	个人防护用品	个人剂量计	0.1
固废	危废暂存库		/
其他	环评与验收		6
	合计		12

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目进探伤室基础、探伤室安装及辅助用房的装饰装修，无大型土建施工，施工工程量较小，施工期较短，本次评价仅作简要分析。

(1) 扬尘：由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

(2) 噪声：施工期间会有噪声产生，但由于施工量较小，对周围环境影响较小。

(3) 废水：施工人员生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网，不得随意排放。

(4) 固体废物：施工期间会产生少量以建筑垃圾为主的固体废物，建设单位应妥善收集后集中处理，施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

(5) 由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，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验证，预测背景为单台 X 射线探伤机在探伤室内运行。

本项目拟配置 1 台便携式定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，管电流为 5mA。依据建设单位提供资料，在实际探伤作业中，有用线束朝南侧。本次保守考虑最不利照射条件对本项目进行评价，以定向探伤机（以最大额定工况运行时）进行辐射影响预测，屏蔽计算预测点位图见图 11-1 和图 11-2。本项目探伤机年探伤时间为 250h。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”，本次评价将探伤室南侧墙体的屏蔽性能按有用线束进行考虑，探伤室西侧、北侧、东侧墙体、工件门及顶棚均按泄漏辐射和散射辐射考虑。由于探伤室正下方为土层，无地下室，故不作特殊防护。本项目射线能量较低，主射方向朝南，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，剂量率控制水平远小于 2.5μSv/h，因此本项目不考虑天空反散射的影响。

### 11.2.1 辐射环境影响分析

#### 1.2.1.1 计算公式选取

##### 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  $\dot{H}$ （μSv/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  $B$ ：

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

式中：

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 8mA；

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），以 mGy·m<sup>2</sup>/（mA·min）为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>（1Gy=1Sv）；查 GBZ/T 250-2014 表 B.1 250kV 管电压 X 射线输出量保守取 16.5mGy·m<sup>2</sup>/（mA·min）。

$B$ ——屏蔽透射因子；查 GBZ/T 250-2014 图 B.1，15mm 铅的透射因子保守取 1.0×10<sup>-6</sup>；

$R$ ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

##### 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  $\dot{H}$ （μSv/h）按式 11-2 计算：

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

式中：

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《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 11-3 计算；

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

$R$ ——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；



$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ )，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1，当 X 射线管电压  $>200\text{kV}$  时， $\dot{H}_L$  取值  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

### 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  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按照式 (11-4) 计算：

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

式中：

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)，本项目取值 8mA；

$H_0$ ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$  ( $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ )；查 GBZ/T 250-2014 表 B.1 250kV 管电压 X 射线输出量保守取  $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

$B$ ——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  $90^\circ$  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 ( $\text{m}^2$ )；

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

$R_0$ ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  时，其值为：60 (150kV) 和 50 (200~400kV)。本项目保守取值 50；

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

### 11.2.1.2 参数选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 的要求，关注点通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射

水平估算选取探伤室实体屏蔽体外 30cm 处作为关注点，由于探伤室正下方为土层，无地下室，不作特殊防护，故不对地坪外 30cm 设关注点预测其辐射水平。

辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1、表 11-2，预测点位图见图 11-1、图 11-2。

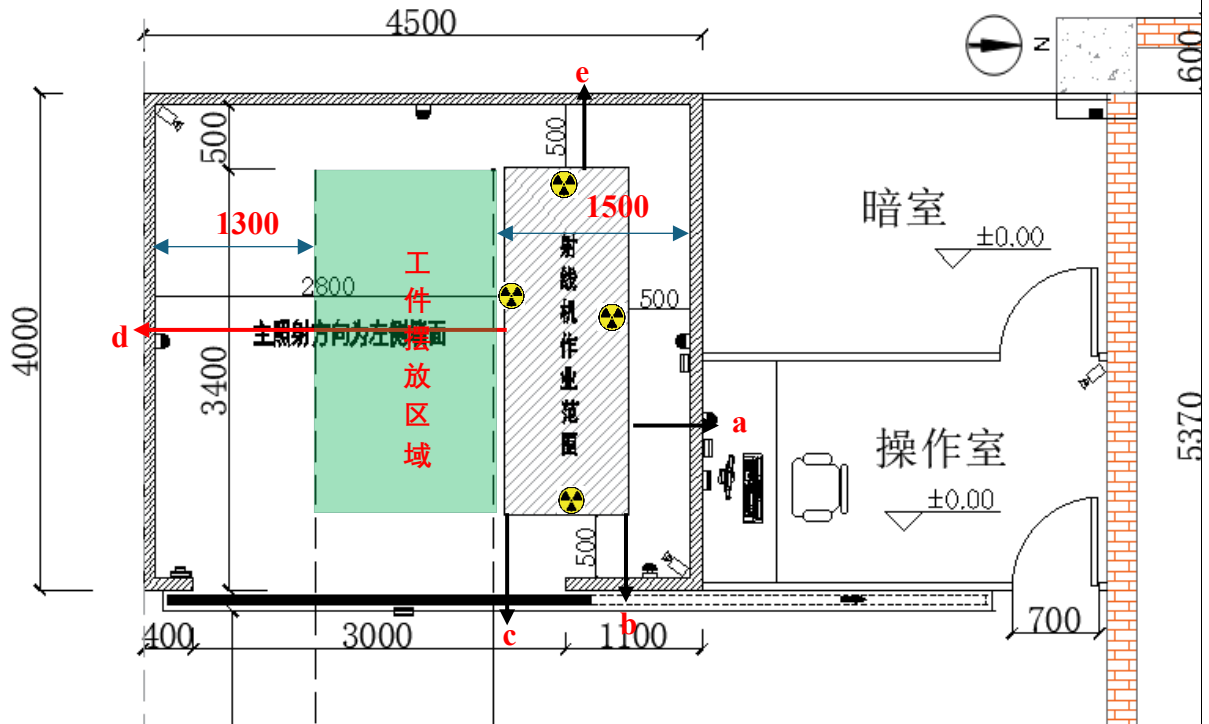


图 11-1 探伤室四侧辐射屏蔽计算预测点位图（单位：mm）

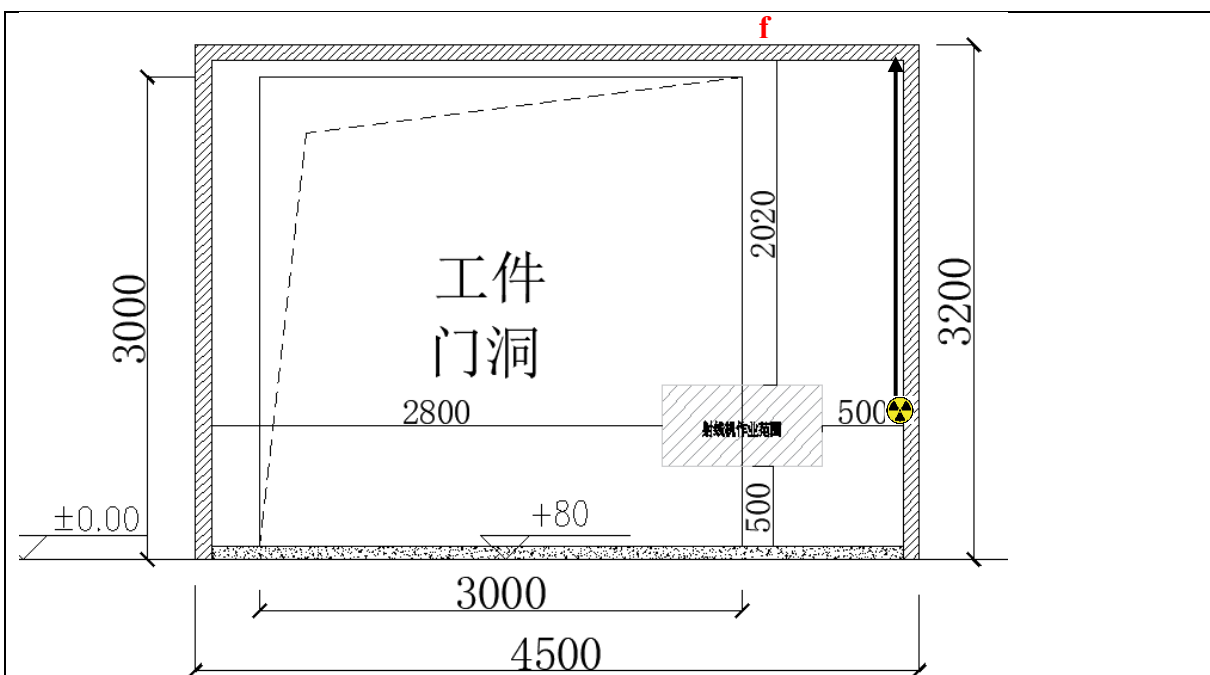


图 11-2 探伤室顶棚辐射屏蔽计算预测点位图 (f 点) (单位: mm)

表 11-1 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	I (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	B	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
d (南墙, 车间通道)	15mmPb 铅	5	$9.90 \times 10^5$	$1 \times 10^{-6}$	3.3	0.46

注:  $R=2.8\text{m}$  (源点到探伤室内壁距离)  $+0.2\text{m}$  (探伤室墙体厚度)  $+0.3\text{m}$  (墙外 30cm 处), 下同。

表 11-2 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	TVL (mm)	B	$H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	R(m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a (北墙, 操作位)	15mmPb 铅	2.9	$6.72 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^3$	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$
b (东墙, 车间通道)	15mmPb 铅	2.9	$6.72 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^3$	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$
c (防护门, 车间通道)	15mmPb 铅	2.9	$6.72 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^3$	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$
e (西侧, 成品仓库)	15mmPb 铅	2.9	$6.72 \times 10^{-6}$	$5 \times 10^3$	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$
f(顶棚)	10mmPb 铅	2.9	$3.56 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^3$	2.4	0.31

表 11-3 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料	TVL (mm)	B	I (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	$R_s$ (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a (北墙, 操作位)	15mmPb 铅	1.4	$1.93 \times 10^{-11}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.0	$4.78 \times 10^{-7}$
b (东墙, 车间通道)	15mmPb 铅	1.4	$1.93 \times 10^{-11}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	1.0	$1.91 \times 10^{-6}$

c (防护门, 车间通道)	15mmP b 铅	1.4	$1.93 \times 10^{-11}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	1.0	$1.91 \times 10^{-6}$
e (西侧, 成品仓库)	15mmP b 铅	1.4	$1.93 \times 10^{-11}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	1.0	$1.91 \times 10^{-6}$
f(顶棚)	10mmP b 铅	1.4	$7.20 \times 10^{-8}$	5	$9.90 \times 10^5$	50	2.4	$1.24 \times 10^{-3}$

表 11-4 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	GBZ117-2022 标准限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否 达标
d (南墙, 车间通道)	0.46	—	—	0.46	2.5	达标
a (北墙, 操作位)	—	$3.36 \times 10^{-2}$	$4.78 \times 10^{-7}$	$3.36 \times 10^{-2}$	2.5	达标
b (东墙, 车间通道)	—	$3.36 \times 10^{-2}$	$1.91 \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}$	2.5	达标
c (防护门, 车间通道)	—	$3.36 \times 10^{-2}$	$1.91 \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}$	2.5	达标
e (西侧, 成品仓库)	—	$3.36 \times 10^{-2}$	$1.91 \times 10^{-6}$	$3.36 \times 10^{-2}$	2.5	达标
f(顶棚)	—	0.31	$1.24 \times 10^{-3}$	0.31	2.5	达标

根据表 11-4 计算结果可知, 便携式 X 射线机以最大工况运行时, 探伤室四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $0.46\mu\text{Sv/h}$ , 顶棚外辐射剂量率最大值为  $0.31\mu\text{Sv/h}$ , 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“X 射线探伤室墙、顶棚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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 1.2.3 探伤室局部贯穿辐射影响分析

本项目探伤室 X 射线探伤机控制线缆和排风口处均以直穿墙体, 并设不低于同侧墙体同等屏蔽厚度的屏蔽补偿, 且有用线束不直接照向管洞口。根据探伤室四侧及顶棚预测结果, 可以预测探伤室控制线缆线路及排风口屏蔽体外辐射剂量率也能满足不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求。因此, 本项目电缆、通风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果, 能够满足辐射防护要求。

### 11.2.4 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:

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

式中：

$H_{E-r}$ ——年受照剂量，mSv/a；

$D_r$ ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$T$ ——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 11-4 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最近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 11-5 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	关注点辐射剂量率取值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>①</sup>	关注点与源点距离 (m) <sup>②</sup>	保护目标与源点距离 (m) <sup>③</sup>	保护目标处辐射剂量率估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>④</sup>	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	辐射工作人员	1	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$	250	$8.40 \times 10^{-3}$
公众	东侧车间通道	1/4	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$	250	$2.10 \times 10^{-3}$
	东侧厂区内道路	1/16	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	9.0	$4.15 \times 10^{-4}$	250	$6.48 \times 10^{-6}$
	东侧新岔路	1/16	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	16.0	$1.31 \times 10^{-4}$	250	$2.05 \times 10^{-6}$
	南侧车间内通道	1/4	0.46	1.0	1.0	0.46	250	$2.88 \times 10^{-2}$
	南侧成品仓库	1/2	0.46	1.0	4.0	$2.88 \times 10^{-2}$	250	$3.60 \times 10^{-3}$
	南侧办公室	1	0.46	1.0	31.0	$4.79 \times 10^{-4}$	250	$1.20 \times 10^{-4}$
	南侧厂区内道路	1/16	0.46	1.0	39.0	$3.02 \times 10^{-4}$	250	$4.72 \times 10^{-6}$
	西侧成品	1/2	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	1.0	$3.36 \times 10^{-2}$	250	$4.20 \times 10^{-3}$

仓库								
西侧厂区内道路	1/16	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	21.0	$7.62 \times 10^{-5}$	250	$1.19 \times 10^{-6}$	
西侧1号生产车间	1	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	37.0	$2.45 \times 10^{-5}$	250	$6.13 \times 10^{-6}$	
北侧非机动车停车场及厂内道路	1/16	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	4.0	$2.10 \times 10^{-3}$	250	$3.28 \times 10^{-5}$	
东北侧泵阀铸造厂（保安室）	1	$3.36 \times 10^{-2}$	1.0	31.0	$3.50 \times 10^{-5}$	250	$8.74 \times 10^{-6}$	
2号车间二楼及三楼	1/2	0.31	2.4	9.4	$2.02 \times 10^{-2}$	250	$2.53 \times 10^{-3}$	

注：①根据表 11-4 中对应关注点取值；  
 ②根据表 11-2 中保守取值；  
 ③根据表 7-1 中对应距离保守取值；  
 ④利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率，即④=①×②<sup>2</sup>/③<sup>2</sup>。

根据计算可知，本项目运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为  $8.40 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员年剂量约束不超过  $5 \text{mSv}$  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；项目年工作 50 周，则受照周有效剂量最大为  $0.17 \mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对职业工作人员不大于  $100 \mu\text{Sv/周}$  的要求。

本项目所致公众受照年有效剂量为  $2.88 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足公众人员年剂量约束值不超过  $0.25 \text{mSv}$  的要求，同时满足《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  $1 \text{mSv/a}$ ”的剂量限值要求。项目年工作 50 周，则公众最大受照周有效剂量最大为  $0.58 \mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对公众不大于  $5 \mu\text{Sv/周}$  的要求。

### 11.2.6 非放射性污染环境的影响分析

#### （1）臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室内设排风扇机械排风装置，风机风量  $1380 \text{m}^3/\text{h}$ 。由于探伤室总容积约为  $51 \text{m}^3$ ，可估算出探伤室每小时通风换气约为 27 次，则满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形

成局部聚集，且臭氧在短时间内会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

## (2) 废显（定）影液与废胶片

探伤作业产生的废显（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造成危害。企业已与浙江松茂科技发展有限公司签订了小微危废一站式收运服务协议，委托其定期进行收运；浙江松茂科技发展有限公司已在温州市生态环境局备案，为永嘉县定点小微危废集中收运单位。项目依托的危废暂存间的建设满足《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，公司应健全危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

## 11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

(1) 设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与操作室分开；结合理论计算结果可知：探伤室工件防护门防护性能和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) 该公司使用的探伤装置在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤室通过机械排风装置将臭氧和氮氧化物排出探伤室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 250kV、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

公司配备的 X 射线探伤机属于II类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几

种情况：

(1) X 射线探伤装置在对工件进行出束的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

(3) 维修设备时误出束，导致人员受照。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

### **11.4.3 辐射事故应急**

#### **1、事故风险防范措施**

(1) 公司配备 1 台便携式巡测仪、2 支个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。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) 探伤室的防护门与射线装置设置门-机联锁装置，当防护门没有关闭到位时，X 射线机无法启动产生 X 射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。探伤室内设置紧急开关，当人员被误关在探伤室时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。控制台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。探伤室防护门上方设置工作状态指示灯和声音提醒装置，可以避免检测装置工作时其他人员误入探伤室而发生事故。

(3) 定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

#### **2、事故应急措施**

对于工业 X 射线探伤机发生事故处理应采取的措施：



(1) 当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

(2) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(3) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

**表 12 辐射安全管理**

## **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

### **12.1.1 机构设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

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 辐射工作人员管理**

#### **（1）个人剂量检测**

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

#### **（2）辐射工作人员培训**

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

建设单位拟新增 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，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。

建设单位拟组织 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，并长期保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

### 12.1.3 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

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 射线无损检测系统的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

**便携式 X 射线机安全操作规程：**明确辐射工作人员资质条件要求、便携式 X 射线

机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤机探伤时的操作步骤，明确每次探伤工作前，辐射工作人员应检查安全联锁、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：**明确探伤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，确保探伤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：每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每3个月对探伤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：**应记载便携式X射线机的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度，制定便携式X射线机的使用登记制度。

**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，档案应终生保存。

**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，监测方式有企业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，建设单位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：**定期对探伤机及探伤室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长期保存。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 1 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计，配备 1 台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。

### 12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量约束值和剂量评价制度，

对受到超剂量约束值的应进行评价，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，个人剂量档案应终生保存。

### 12.3.3 探伤场所环境监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤室周围环境进行监测，并建立监测技术档案，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；年度测报告应作为《安全与防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

#### ②日常自我监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期建议每年 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	探伤室顶棚、四侧墙体及防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，操作台，各穿线孔、通风孔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》（GBZ128-2019）	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）和《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。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”验收一览表见表 12-2。

表 12-2 “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	拟设专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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。	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 10-1。	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 2.5μSv/h”的要求。
工作场所辐射防护措施	辐射工作场所的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1.4。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。
人员配备	本项目 2 名新增辐射工作人员均应参加辐射防护培训，取得成绩合格单，方可上岗。	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 2 名辐射工作人员拟配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过三个月，并建立个人剂量监测档案终生保存。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟进行岗前、在岗或离岗职业健康检查，拟建立个人健康档案。	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	建设单位拟制定一系列辐射安全管理制度	满足《放射性同位素与射线装置安全和防

安全管理 制度	度，内容包括辐射防护与安全保卫制度、自行检查和年度评估制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案、辐射安全档案管理制度、安全操作规程等辐射管理制度。	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。
------------	---	--

## 12.4 辐射事故应急

公司需建立《辐射事故应急预案》，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（缪楚平 18257723108/0577-67929292）。
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。
- (5) 生态环境（12345）、卫生（120）和公安部门（110）的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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 辐射安全与防护结论**

#### **(1) 项目概况**

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号生产厂房北侧新建 1 间探伤室及操作室、暗室等辅助用房，购置 1 台便携式 X 射线机（定向机），型号待定，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，为 II 类射线装置，对公司生产的医药装备的罐体焊缝进行无损检测。

#### **(2) 项目位置**

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号。厂区东侧为新岙路，隔路工业厂房和山体，南侧为瓯江大道，隔路为沁园春小区；西侧为河道和新桥路，隔路为空地，北侧为新岙路，隔路为卢氏孝佑宫。

本项目探伤工作场所位于厂内 2 号生产车间北侧，探伤室东侧为预留车间内通道，南侧为预留车间通道，隔通道为成品堆放区；西侧为成品堆放区，北侧设置操作室和暗室，再北侧为车间外非机动车停车位，二楼为成品堆放区，下方无地下室。

#### **(3) 项目分区及布局**

建设单位拟将探伤室内部区域划为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标识和中文警示说明；将操作室、暗室及探伤室四周墙体一米内区域划分为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定。

#### **(4) 辐射安全防护措施结论**

本项目探伤工作场所由探伤室、操作室和暗室组成。探伤室外尺寸为 4500mm（长）×4000mm（宽）×3200mm（高），探伤室四侧墙体为钢+铅板+钢结构，防护当量不低于 15mmPb，顶棚不低于 10mmPb。探伤室内部和防护门上方设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁；防护门上有电离辐射警告标识和中文警示说明，采用电动移门，并设置门机联锁；探伤室内及操作台设置紧急停机按

钮，探伤室内设置 1 套固定式剂量率报警装置等；本项目拟配备 1 台便携式巡测仪、2 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全措施后，在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

#### **（5）辐射安全管理结论**

建设单位按规定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。

建设单位拟组织 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，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案并终身保存。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 射线机在最大工况运行时，探伤室四侧及顶部关注点辐射剂量率最大值为 0.46 $\mu$ Sv/h，顶棚外的辐射剂量率为 0.31 $\mu$ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

#### **（2）个人剂量影响预测结论**

本项目 X 射线探伤机正常运行后，所致辐射工作人员受照周有效剂量为 0.17 $\mu$ Sv，年有效剂量为 8.40 $\times 10^{-3}$ mSv；所致公众最大受照周有效剂量为 0.58 $\mu$ Sv，年有效剂量为 2.28 $\times 10^{-2}$ mSv。工作人员和公众周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周”的要求；年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5$ mSv/a；公众成员 $\leq 0.25$ mSv/a），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规

定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

### （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装置排出，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。

### 13.1.3 可行性分析结论

#### （1）产业政策符合性分析结论

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

#### （2）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

#### （3）选址合理性分析

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北街道江楠大道 1188 号 2 号车间，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址是合理可行。

#### （4）项目可行性

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

## **13.2 建议和承诺**

### **13.2.1 建议**

(1) 建设单位应加强对探伤室以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

### **13.2.2 承诺**

(1) 建设单位在本项目报批后，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正式运行前根据《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），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工环境保护验收监测报告表。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日