

核技术利用建设项目

新增工业 X 射线探伤项目

环境影响报告表

（公示本）

成都彭州京华制管有限公司

二〇二二年一月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目概况.....	1
表 2	放射源.....	8
表 3	非密封放射性物质.....	9
表 4	射线装置.....	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6	评价依据.....	12
表 7	保护目标与评价标准.....	14
表 8	环境质量和辐射现状.....	16
表 9	项目工程分析与源项.....	19
表 10	辐射安全与防护.....	23
表 11	环境影响分析.....	31
表 12	辐射安全管理.....	48
表 13	结论与建议.....	55

表 1 项目概况

建设项目名称		新增工业 X 射线探伤项目				
建设单位		成都彭州京华制管有限公司				
法人代表		***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		四川省成都市彭州市濛阳街道踏水北街 78 号				
项目建设地点		四川省成都市彭州市濛阳街道踏水北街 78 号成都彭州京华制管有限公司螺旋管车间				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		***	项目环保投资（万元）	***	投资比例（环保投资/总投资）	***
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	163.8m ²
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			
	其它	/				

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

成都彭州京华制管有限公司成立于 2003 年 3 月，原名成都彭州华岐钢管有限公司，于 2006 年 4 月 19 日办理了企业名称更名登记手续正式更名为成都彭州京华制管有限公司。公司位于四川省彭州市濛阳镇，占地面积约 149713.4 平方米，系京华日钢控股集团下属分公司。公司现有员工 800 多人，其中拥有高、中级职称管理人员 100 多名，各种技术人员 200 多名。投入固定资产 3 亿元，配套流动资金 5 亿元。公司系西南最大焊管生产基地，产品已通过 GB/T19001-2016/ISO9001：2015 质量管

理体系认证、GB/T24001-2016/ISO14001：2015 环境管理体系认证、GB/T45001-2020/ISO45001：2018 职业健康安全管理体系认证，“三证合一”管理体系认证。

公司在建厂之初，按照X射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司面临产品升级，为了确保生产的螺旋埋弧焊钢管符合公司产品升级之后的质量标准要求，需要用X射线探伤对产品进行无损检测，因此公司拟将螺旋管车间内已建的超声波探伤室进改作X射线探伤室，并在探伤室内开展X射线探伤活动，在探伤室内使用1套型号为XYG-22508/3的X射线数字成像检测系统，其中X射线探伤机最大管电压为225kV，最大管电流为8mA，属于II类射线装置。本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，只开展探伤室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。

已建X射线探伤室所在车间已进行了环境影响评价并取得了成都市彭州生态环境局《关于成都彭州京华制管有限公司热浸镀锌、型钢、螺旋焊管改造项目环境影响报告表审查批复》，批复文号为彭环审[2019]43号（见附件3）。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。

本项目涉及使用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 部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条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，向四川省生态环境厅申请审批，因此，成都彭州京华制管有限公司委托四川省中栎环保科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作。四川省中栎环保科技有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《新增工业X射线探伤项目环境影响报告表》。

二、环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，加大环境影响评价公众参与公开力度，本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在环境影响评价信息公示平台对该项目进行了全文公示。

公示网址为：

<http://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=42d9e04302261722ad93059bb952>

a8ee

公示网站截图如下：

The screenshot shows the 'Environmental Impact Assessment Information Disclosure Platform' (环境影响评价信息公示平台). The main content area displays a public notice for the 'New Industrial X-ray Inspection Project' (新增工业X射线探伤项目). The notice includes the project name, location (Panzhiyuan Street, Pengzhou City, Sichuan Province), and details about the X-ray inspection process and safety measures. It also mentions the project's status as 'Public Notice' (公示) and provides contact information for the responsible company, Chengdu Pengzhou Jinghua Pipe Co., Ltd. (成都彭州京华制管有限公司).

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

三、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业发展政策。

四、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：新增工业 X 射线探伤项目

建设单位：成都彭州京华制管有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市彭州市濛阳街道踏水北街 78 号成都彭州京华制管有限公司螺旋管车间

（二）建设内容与规模

公司在建厂之初，按照X射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司拟将螺旋管车间内已建超声波探伤室改作X射线探伤室，其中包括1间曝光室和1间操作室，均为一层建筑，屋顶为人员不可到达处。拟在探伤室内使用1套型号为XYG-22508/3的X射线数字成像检测系统，最大管电压为225kV，最大管电流为8mA，每次曝光最长时间约5min，年最大曝光时间约600h，属于II类射线装置。探伤机配备了支撑装置，实现对射线管的夹持和转动，射线装置固定在距探伤室西北墙体17.2m、东北墙体1.6m、距地0.5m的位置，探伤作业时X线束固定投向上方、不投向其他方向。

探伤室总面积约 163.8m²，其中曝光室（不含迷道）净空面积约 126m²，操作室净空面积约 14.4m²。曝光室净空尺寸为长 30m×宽 4.2m×高 3.0m，四面墙体为 420mm 厚钢筋混凝土；屋顶为 420mm 厚钢筋混凝土；曝光室西南侧“Z”型迷道长 5.4m、宽 1.4m，迷道墙均为 420mm 厚钢筋混凝土；东南侧工件进出门为 10mm 铅当量电动轨道平移铅钢防护门，西南侧人员进出门为 5mm 铅当量电动推拉铅钢防护门。防护墙体均为原有厚度，探伤室通排风为原超声波探伤室的通排风系统，防护门为原超声波探伤室修建时已建。

本项目探伤工件主要是螺旋埋弧焊钢管，年检测工件约 7200 件，探伤的工件长度约 12m，管径约 219mm~1820mm，管壁厚度约 6mm~25mm，工件探伤进出方式为平台轨道直接输送，不涉及室外探伤和野外探伤。

探伤室平面布置图见附图 4。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	占地面积	探伤室总面积约 163.8m ² ，曝光室净空面积约 126m ² ，操作室面积 14.4m ²	/	探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，换气风机产生的噪声
	探伤室结构	曝光室净空尺寸为长 30m×宽 4.2m×高 3m，四面墙体为 420mm 厚钢筋混凝土；屋顶为 420mm 厚钢筋混凝土；曝光室西南侧“Z”型迷道长 5.4m、宽 1.4m；东南侧工件进出门为 10mm 铅当量电动轨道平移铅钢防护门，西南侧人员进出门为 5mm 铅当量电动推拉铅钢防护门。		

	探伤机情况	探伤室内拟使用 1 套型号为 XYG-22508/3 的 X 射线数字成像检测系统。	/	
	探伤地点	探伤机放置在探伤室内使用，不涉及室外（野外）探伤。	/	
	曝光时间	定向 X 射线探伤机年曝光时间约 600h	/	
环保工程	依托厂区已建污水收集处理设施、固体废物收运设施等		扬尘 废水 固体废物 噪声	/
辅助工程	操作室			
公用工程	依托厂区已建的卫生间等		/	生活污水 生活垃圾
办公及生活设施	依托厂区已建办公设施			
仓储其它	厂区其他设施			

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	24000kWh	—
	气(Nm³)	—	—	—
水量	地表水	自来水	300m³	—
	地下水	—	—	—

（四）本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用的射线装置的相关情况

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	生产厂家	使用场所	辐射角度	穿透 A3 钢板厚度 (mm)	曝光时间 (min/次)	备注
XYG-22508/3	225	8	定向	奥龙	探伤室	40°×30°	100	5	拟购

（五）项目外环境关系及选址合理性分析

本项目位于成都市彭州市濠阳街道踏水北街 78 号成都彭州京华制管有限公司螺旋管车间，本项目西北侧约 18m~32m 为厂区道路，西北侧 32m~50m 为成品库房；东北侧约 17m~28m 为厂区道路，东北侧约 28m~43m 为厂区外道路，东北侧约 43m~50m 为杨安村 1 组居民；东南侧约 38m~50m 为螺旋管车间其他工位；西南侧约 6m~49m 为纵剪车间，西南侧约 49m~50m 为制管 2 车间。

根据彭州市人民政府为业主核发的土地使用证（彭国用（2006 第 35-2802 号，彭国用（2010）第 8887 号）（见附件 4），本项目生产区域用地为工业用地。本项目所在车间已进行了环境影响评价并取得了成都市彭州生态环境局《关于成都彭州京华制管有限公司热浸镀锌、型钢、螺旋焊管改造项目环境影响报告表审查批复》，批复文号为彭环审[2019]43 号（见附件 3），本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且建设的探伤室为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

本项目总平面布置图及外环境关系见附图 2、附图 3。

（六）劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员 4 人，目前 4 人均已取得辐射安全与防护培训合格证（见附件 7），一年工作 220 天，两班制。建设单位今后可根据开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应通过辐射安全与防护的考核，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考核；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再次考核，辐射安全与防护成绩报告单有效期为五年。

五、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，该公司未从事过任何核技术应用类项目活动，本次为首次申请辐射安全许可证开展的环境影响评价，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

六、本项目依托情况

本项目所在的螺旋管车间已进行了环境影响评价，并取得了成都市彭州生态环境局《关于成都彭州京华制管有限公司热浸镀锌、型钢、螺旋焊管改造项目环境影响报告表审查批复》，批复文号为彭环审[2019]43号（见附件3）。

本项目依托的主要环保设施有：

（1）项目生活废水经厂区内一体化生活污水处理设备（主要采用 MBR 工艺）处理达到《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中冲厕标准后回用于厂区厕所冲洗。

（2）产生的生活垃圾依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运，安全处理。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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) 量率 (Gy/h)	剂	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 射线数字 成像检测系 统	II类	1	XYG-22508/3	225	8	无损检测	探伤室	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 (mA)	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	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	气态	—	—	—	—	少量	—	大气环境
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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/m³，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/m³)和活度（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》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令，2017年10月1日实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日实施）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号），2017 年 11 月 22 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局第 31 号令（2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）；</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》（环发[2006]145 号，原国家环保总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日实施）；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号，原环保部文件，2012 年 7 月 3 日）；</p> <p>(13) 《射线装置分类》（原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 66 号）；</p> <p>(14) 《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。</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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 项目情况说明；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987)；</p> <p>(4) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》(第三版)；</p> <p>(5) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1450 号)；</p> <p>(6) 《关于成都彭州京华制管有限公司热浸镀锌、型钢、螺旋焊管改造项目环境影响报告表审查批复》(彭环审[2019]43 号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

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）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对辐射监测技术要求，确定本项目以探伤室实体为边界，周围 50m 内区域作为评价范围。

保护目标

根据本项目周围的外环境关系、探伤室的平面布局及外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及探伤室附近的其他岗位工作人员等。保护目标情况详见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

保护目标	相对设备方位	距离 (m)	人流量 (人次/d)	照射类型	年剂量约束 值 (mSv)
操作室工作人员	西南侧	4.0	2	职业照射	5.0
纵剪车间工作人员	西南侧	19.7	10	公众照射	0.1
制管2车间工作人员	西南侧	37.3	10	公众照射	0.1
螺旋管车间其他工作人员	东南侧	25.5	10	公众照射	0.1
厂区道路	西北侧、东北 侧	23.2	20	公众照射	0.1
成品库工作人员	西北侧	40.6	10	公众照射	0.1
厂区外道路	东北侧	36	20	公众照射	0.1
杨安村一组村民	东北侧	43	45户	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- (2) 废水：《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）；
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准；
- (4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

（一）剂量限值

(1) 职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员的年剂量约束值。

(2) 公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。本项目环评取上述标准中规定的公众照射年剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

（二）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）相关规定，在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μGy/h。

四、臭氧浓度限值

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求；根据《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m³）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

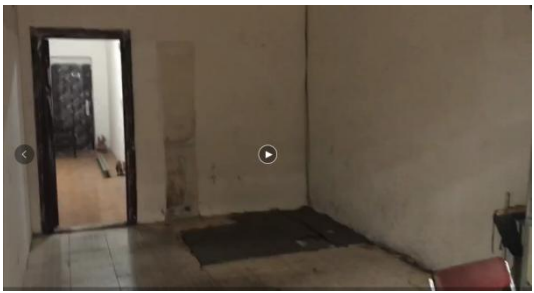
一、本项目地理位置和场所位置

本项目探伤室位于公司螺旋管车间，本项目西北侧约 18m~32m 为厂区道路，西北侧 32m~50m 为成品库；东北侧约 17m~28m 为厂区道路，东北侧约 28m~43m 为厂区外道路，东北侧约 43m~50m 为杨安村 1 组居民；东南侧约 38m~50m 为螺旋管车间其他工位；西南侧约 6m~49m 为纵剪车间，西南侧约 49m~50m 为制管 2 车间。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制人员对项目已建场所进行了勘察，已建场所现状见图8-1。



原超声波探伤室



原超声波办公室



西南侧纵剪车间



西北侧成品库



东北侧杨安村1组村民



东南侧螺旋管车间其他工位

图 8-1 现场现状图

二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量率现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司委托，四川省永坤环境监测有限公司技术人员于 2021 年 11 月 30 日按照要求对成都彭州京华制管有限公司新增工业 X 射线探伤项目已建场所进行了 X-γ辐射环境剂量率的布点监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。监测报告见附件 4。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ 辐射剂量 率	AT1123 型 X-γ剂量 率仪 编号： YKJC/YQ-36	测量范围： 50nSv/h~10Sv/h 15keV~10MeV	检定/校准单位： 中国计量科学研究院 检定/校准有效期： 2021.03.17~2022.03.16 校准因子：0.99	天气：阴 温度：11.6℃ 湿度：57.3%

辐射监测仪已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为评价电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

本项目环境现状监测单位四川省永坤环境监测有限公司，该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（1）计量认证

从事监测的单位四川省永坤环境监测有限公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：182312050067），有效期至 2024 年 1 月 28 日。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

四、监测结果

表 8-2 本项目已建场所本底值监测结果 单位： nSv/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	已建探伤室位置	138	1.2	室内
2	已建操作室位置	133	0.9	
3	已建探伤室西北侧厂区道路	108	1.1	室外
4	已建探伤室西北侧成品库厂房	104	0.8	
5	已建探伤室东北侧厂区道路	118	0.8	
6	已建探伤室东南侧螺旋管车间	123	1.3	室内
7	已建探伤室西南纵剪车间	124	0.9	
8	已建探伤室西南侧制管 2 车间	133	0.9	
9	东北侧杨安村一组 12 号	111	1.5	室外

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值；杨安村一组 12 号为距离项目最近的一户人家，具有代表性。

监测表明：由上表 8-3 数据得知，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 104~138nSv/h。本项目使用仪器检定标准依据《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪》（JJG 393-2018），由该标准可知，校准参考辐射源的空气比释动能与周围剂量当量的转换系数，在 ^{137}Cs γ 参考辐射场中，其取值为 1.20。因此本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 86.7~115nGy/h，本项目已建区域内空气吸收剂量率水平与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

公司在建厂之初，按照 X 射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司拟将螺旋管车间内已建超声波探伤室改作 X 射线探伤室，其中包括 1 间曝光室和 1 间操作室，均为一层建筑，屋顶为人员不可到达处。根据现场踏勘，本项目 X 射线探伤室已经建成，不存在施工期遗留的环境问题。

二、运营期

（一）工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 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。高速电子与靶物质发生碰撞，就会发生轫致辐射，产生低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线，X 射线产生原理见图 9-2。

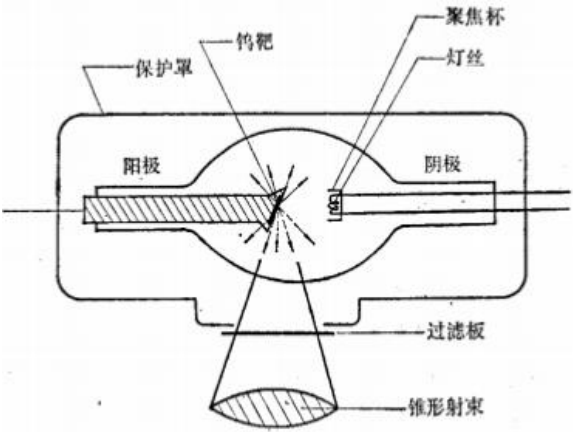


图 9-1 X 射线探伤机工作原理示意图

X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，X 射线穿透金属材料后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线监测信号转换为光学图像，称为“光电转换”，用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上，显示出材料内的缺陷性质、大小、位置信息，按照有关标准对检测结果进行等级评定，从而达到检测目的。

（二）项目流程及产污染环节

本项目检测系统在进行 X 射线探伤检测工作时，首先逐一启动工业 X 射线实时成像检测系统高压电源、电气控制系统，开机预热；开机预热 5~10min 后，检测人员打开工件进出门；通过操作台控制小车到工件进出门门口，检测工件通过车间内的工件运输跑道传送至小车平台上；然后通过操作台控制小车进入探伤室内；调整固定于 C 臂上的射线管及平板探测器，以实现最佳检测位置；在操作柜前按规程检测工件的具体情况将 X 射线装置的参数调至最佳状态，然后开始进行检测；检测时 X 射线装置机头位置不变，X 射线照射方向不变，固定工件的托盘或支架旋转，从而完成对检测工件的拍片，此时产生 X 射线和少量臭氧。检测完成后调整角度和图像效果，对检测工件进行判定分析是否合格；检测结束，系统自动关闭 X 射线探伤机出束；打开铅门，取出检测工件，分类摆放。

本项目 X 射线数字成像工作流程及污染物产生环节见图 9-3。

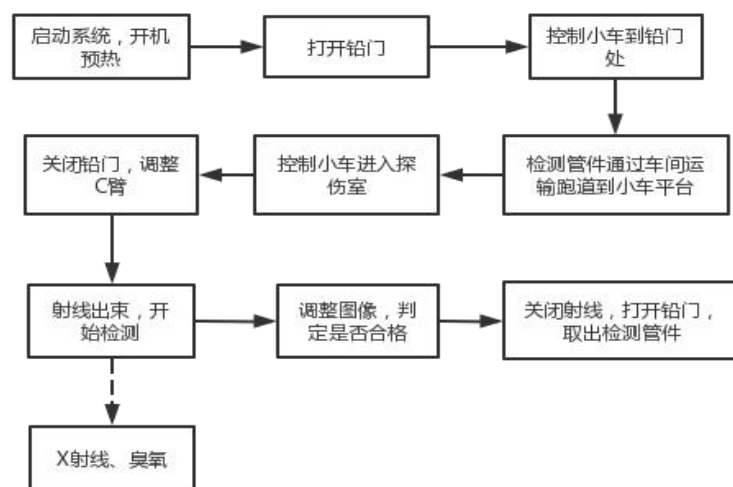


图 9-2 X 射线数字成像系统工作流程及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目运营中产生的主要污染物为探伤机出束曝光过程中产生的 X 射线、噪声和臭氧。实时成像检测系统不存在使用定、显影液的情况，所以不产生危险废物。

探伤过程中操作人员和探伤工件通道情况如下图所示：

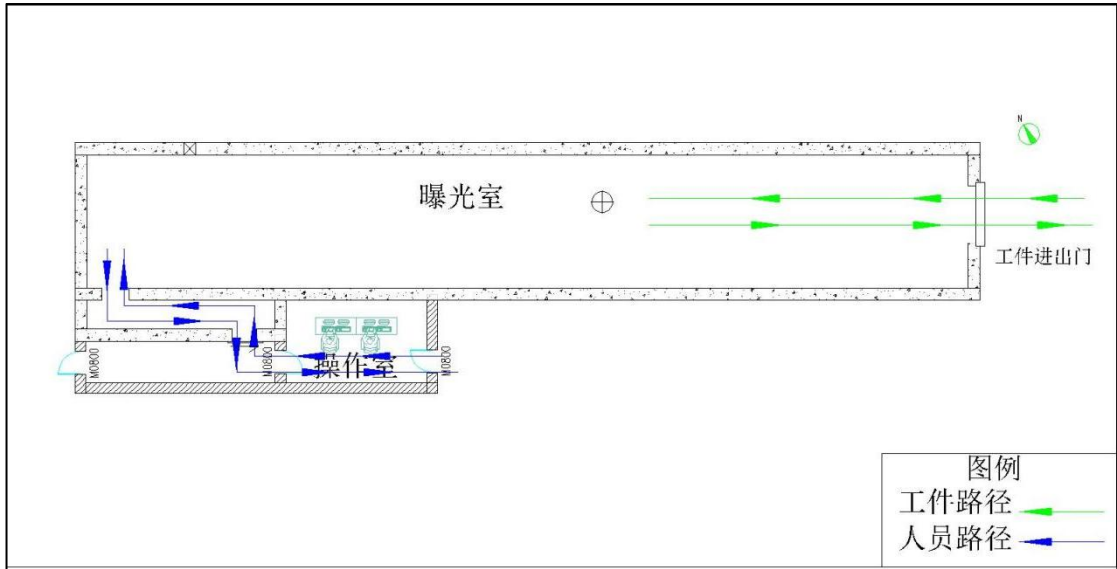


图 9-3 X 射线探伤工件及人员通道图

（三）工况分析

本项目曝光室净空尺寸为长 30m×宽 4.2m×高 3m，四面墙体和屋顶均为 420mm 厚钢筋混凝土；东南侧工件进出门宽 2.2m×高 2.5m，为 10mm 铅当量电动轨道平移铅钢防护门，探伤室主要用于螺旋埋弧焊钢管焊缝的无损检测，工件的长度约 12m，管径约 219mm~1820mm，管壁厚度 6mm~25mm。探伤室内拟使用 1 套型号为 XYG-22508/3 的 X 射线数字成像系统（额定管电压 225kV，额定管电流 8mA），定向 X 射线探伤机年曝光时间约 600h。

工件进出方式为平车轨道直接输送，探伤室内尺寸能满足件探伤要求，不涉及野外（室外）探伤项目。

探伤机具体参数如下：

表 9-1 本项目使用的射线装置的相关情况

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	穿透 A3 钢板厚度	最大曝光时间 (min/次)
XYG-22508/3	225	8	定向	探伤室	40°×30°	100mm	5

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时产生X射线，不开机状态不产生辐射。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

三、废水

项目生活废水经厂区内一体化生活污水处理设备（主要采用 MBR 工艺）处理达到《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中冲厕标准后回用于厂区厕所冲洗。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d, 依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

五、噪声

本项目噪声源主要有工业 X 射线探伤机和通风设备，建设单位采用低噪音风机，其噪声值不超过 65B（A）。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、平面布局及辐射工作场所两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目探伤室位于公司螺旋管车间，本项目西北侧约 18m~32m 为厂区道路，西北侧 32m~50m 为成品库房；东北侧约 17m~28m 为厂区道路，东北侧约 28m~43m 为厂区外道路，东北侧约 43m~50m 为杨安村 1 组居民；东南侧约 38m~50m 为螺旋管车间其他工位；西南侧约 6m~49m 为纵剪车间，西南侧约 49m~50m 为制管 2 车间。探伤室所在车间位于所需探伤的工件加工区域（螺旋制管车间），方便探伤工件进出和探伤作业的开展。在探伤室西北侧设有操作室 1 间。

通过本项目外环境分析可知，探伤室布置相对独立，检测过程中产生的 X 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，探伤室的平面布置既能满足工件检测的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评将曝光室及迷道实体区域划为控制区，将曝光室工件进出门前 1 米

内区域、操作室划为监督区，地上用醒目的红线标识进行划定，在探伤机工作期间不允许非操作人员在此范围内活动。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	控制区	监督区
新增工业 X 射线探伤项目	曝光室（含迷道）	探伤室工件进出门前 1 米内区域、操作室。
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB21848-2008）规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入”字样的警告标志。	监督区为工作人员操作仪器的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，并设置黄色“非职业人员禁入”字样。

两区划分示意图见下图：

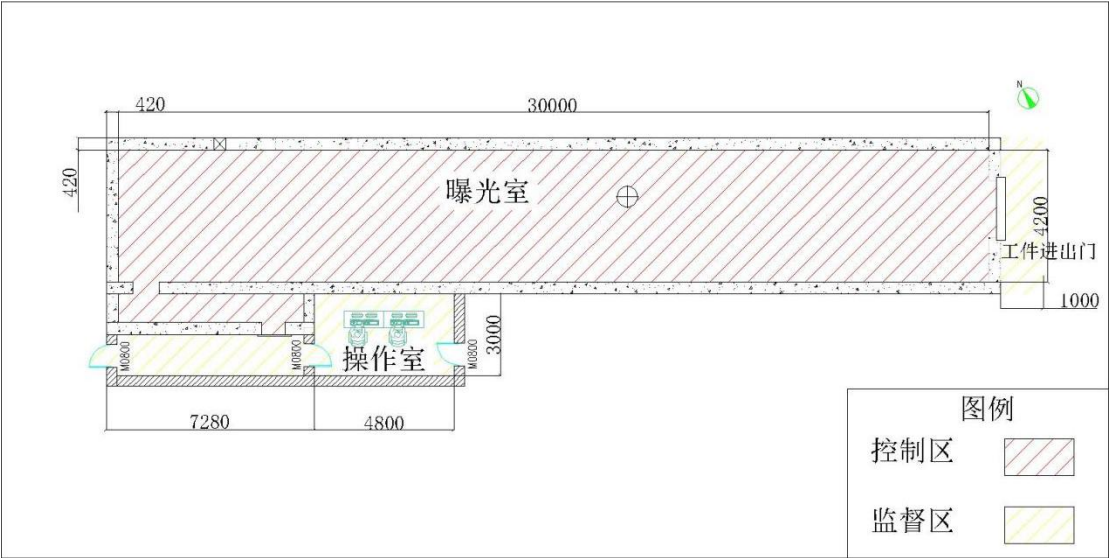


图 10-1 两区划分示意图

二、工作场所实体辐射防护情况及设备固有安全性分析

(1) 工作场所实体辐射防护情况

表 10-2 已建探伤室实体防护设施表

防护措施								
工作场所	探伤室墙体	工件进出大门	迷道屏蔽门	通风口	电缆埋管	迷道	通风系统	屋顶

探伤室	四面墙体均为420mm厚钢筋混凝土（利旧）	10mm 铅当量铅门（利旧）	5mm 铅当量铅门（利旧）	曝光室东北侧墙体上部	电缆预埋通道（U形线缆孔）（利旧）	420mm 厚钢筋混凝土（利旧）	采用轴流风机进行通风换气（利旧）	420mm 厚钢筋混凝土（利旧）
备注	满足要求	满足要求	满足要求	需增加铅防护罩	需增加铅防护罩	满足要求	满足要求	满足要求

通排风系统：本项目利用防护铅钢门门洞开启时自然进风，利用原超声波探伤室设置的排风机排风，排风洞口位于曝光室东南侧墙体顶底部，通过排风管道引至厂房顶上排放，排气洞口新增铅防护罩，风机每小时换气次数为6次，换气量为600m³/h。

本项目考虑到不削弱屏蔽墙的辐射防护效果，进出曝光室的电线、电缆，通过埋于地下350mm的U型管进出，并采用铅防护罩进行辐射防护补偿。

（2）设备固有安全性分析

①开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

②当X射线发生器接通高压产生X射线后，系统将始终实时监测X射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断X射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断X射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

③当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

④设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免X射线发生器损坏。

⑤过失电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

⑥过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

（3）应配备的安全装置

探伤室门与探伤机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，探伤室

工作人员通道门与工件进出大门入口处应设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯，并在探伤室内安装紧急止动装置和监控装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

①门机联锁：曝光室防护门（工件进出大门）与 X 射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

②门灯联锁：探伤室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与工件进出大门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③紧急止动装置：在曝光室内墙和操作室操作台上易于接触的地方应设置紧急停止按钮并有中文标识，探伤室迷道出口处设有紧急开门按钮且门内设置了紧急停止按钮并有中文标识，紧急停止按钮相互串联，如发生事故按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧的逃逸开关打开，以便工作人员紧急逃离事故现场。

④视频监控系统：曝光室内安装实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室操作台上。视频探头安装于曝光室内，能拍到曝光室内探伤机的工作情况，并能看到迷道门和工件大门处的情况，保证曝光室内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置位于操作室内，工作人员能在操作室内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑤警告标志：曝光室防护门外和迷道门旁醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示，控制区边界应设置明显可见的警告标志。电离辐射警告标志如图 10-2 所示。

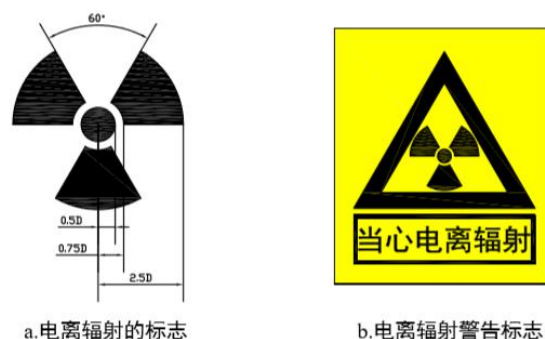


图 10-2 电离辐射警告标志

⑥钥匙控制：探伤机的电源启动钥匙与人员通道门的钥匙以及控制台上的钥匙应牢固连接。

（4）施工辐射防护措施

为保证探伤室满足辐射防护要求，探伤室四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇注，保证各屏蔽体有效衔接，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的10倍，避免各屏蔽体之间有漏缝产生；曝光室的工件大门设计为钢铅结构，在门洞前的地沟凹槽内安装一平车轨道，大门门体底部左右两侧安装主动轮箱和从动轮箱，门体上部设有导轮组，在墙体上部设有上部支撑架和上导轨，门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针轮减速机作为驱动机构，通过主动轮箱内齿轮间的啮合来实现门体的左右移动，门体上导轨防止门体的左右倾斜，使门体平稳移动，软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程，以达到门体安全精确的开启和关闭。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第31号）、《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》，《关于X射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发[2007]42号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	本项目实际情况
探伤室建筑屏蔽设计	探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、迷道）的防护厚度应充分考虑X射线直射、散射效应。	已具备
门机连锁	探伤室工件进出大门和人员通道门应与探伤机连锁。	需增加
门灯连锁	探伤室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门连锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开。	需增加
紧急止动装置	在探伤室内墙和控制室操作台上易于接触的地方应设置紧急停机开关并有中文标识，各个紧急停机开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧的逃逸开关打开。	需增加

视频监控 系统	曝光室内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置,并连接到操作室操作台。视频探头安装于曝光室内,能拍到曝光室内探伤机的工作情况,并能看到迷道门和工件大门处的情况,保证曝光室内各个地方都能拍摄到,不留死角;视频监控屏幕位置位于操作室操作台上,工作人员能在操作室内实时监控探伤过程,如果出现异常能迅速启动紧急停机装置。	需增加
钥匙控制	探伤机的电源启动钥匙与人员通道门的钥匙以及控制台上的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式 X 辐射剂量仪连在一起,随操作员进出探伤室。	该串钥匙应与便携式辐射监测仪连在一起,随操作人员进出铅门。
警告标志	曝光室工作人员入口门外和探伤工件出入大门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱,探伤作业时,应有声光警示,控制区边界应设置明显可见的警告标志。	需增加
通风系统	根据曝光室空间大小、X 射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间,曝光室内应设置相应排风量的通风系统,使臭氧浓度低于国家标准要求。	需整改(增加铅罩)
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“正在工作”	需增加
监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	拟配备
	个人剂量计	拟配备
	个人剂量报警仪	拟配备
应急物资	灭火器材	拟配备

建设单位按照表 10-3 中提出的要求落实,本项目辐射防护措施合理可行。

四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展,根据相关要求,公司需要投入一定的资金来建设必要的环保设施,配备相应的监测仪器和防护用品,本项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量	投资金额(万元)
新增 X 射线探 伤项目	墙体	---	***
	铅防护门	2 扇	***
	入口处机器工作状态指示灯(LED 报警屏)	1 套	***
	入口处电离辐射警示标志	1 套	***

	联锁装置（门机、门灯联锁）	1 套	***
	室内紧急停止按钮	6 个	***
	逃逸开关	1 个	
	钥匙控制	1 套	
	便携式 X 射线辐射剂量仪 1 台	1 台	***
	通排风系统	1 套	***
	摄像监控系统	1 套	***
	个人剂量计	5 套	***
	个人剂量报警仪	5 个	***
	灭火器材	1 套	***
	其他	---	***
	合计	/	***

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***。今后公司在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合公司实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、 废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在探伤室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，因此探伤室内需设置强制通风装置。

通排风系统：本项目利用防护铅钢门门洞开启时自然进风，利用原超声波探伤室设置的排风机排风，排风洞口位于曝光室东南侧墙体顶底部，通过排风管道引至厂房顶上排放，排气洞口新增铅防护罩，风机每小时换气次数为 6 次，换气量为 600m³/h。

本项目考虑到不削弱屏蔽墙的辐射防护效果，进出探伤室的电线、电缆，通过埋于地下 350mm 的 U 型管进出，并采用铅防护罩进行辐射防护补偿。

由换气设施分析，该曝光室换气系统符合辐射防护要求。本项目采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，符合《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求，不会对环境空气造成明显影响。

二、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

三、危险废物

本项目是利用 X 射线穿过被探工件投射到平板探测器上通过计算机成像，所以不使用显、定影液，不使用胶片。因此本项目不产生废显影液、废定影液及废胶片。

四、废水

项目生活废水经厂区内一体化生活污水处理设备（主要采用 MBR 工艺）处理达到《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中冲厕标准后回用于厂区厕所冲洗。

表 11 环境影响分析

建设期环境影响分析

公司在建厂之初，按照 X 射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司拟将螺旋管车间内已建超声波探伤室改作 X 射线探伤室，其中包括 1 间曝光室和 1 间操作室，均为一层建筑，屋顶为人员不可到达处。根据现场踏勘，本项目 X 射线探伤室已经建成，不存在施工期遗留的环境问题。

运行期环境影响分析

本项目拟在探伤室内使用 1 套型号为 XYG-22508/3 的 X 射线实时成像系统实施探伤作业，定向探伤机年最大曝光时间为 600 h，公司只开展探伤室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。本项目探伤工件主要是螺旋埋弧焊钢管，工件长度约 12m，管径范围 219mm~1820mm，管壁厚度 6mm~25mm，工件探伤进出方式为平台轨道直接输送，不涉及室外探伤和野外探伤。

本项目运营期的环境影响因素为：X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，风机产生的噪声。

一、X 射线的环境影响分析

本项目使用的探伤机相关参数见下表：

表 11-1 本项目使用的探伤机相关参数

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	穿透 A3 钢板厚度 (mm)	曝光时间 (min/次)	年曝光时间 (h)
XYG-22508/3	225	8	定向	探伤室	40°×30°	100	5	600

1、探伤室屏蔽厚度合理性分析

本项目探伤室内安装 1 台定向探伤机，主射方向朝向顶部，管电压 225kV、管电流 8mA，年工作时间 600h，对探伤室的屏蔽体厚度进行校核，探伤室下方没有楼层，所以地面防护不予考虑。

1.1 关注点剂量控制水平

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (式 11-1)$$

式中： \dot{H} —— 导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_c —— 年剂量参考控制水平，职业人员取 $5000\mu\text{Sv/年}$ ，公众取 $100\mu\text{Sv/年}$ ；

U —— 探伤装置向关注点照射的使用因子，此处取 1；

T —— 人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —— 探伤装置年工作时间，h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-2。

表11-2 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

关注点	受照类型	使用因子	居留因子	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点的最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤室东北侧墙体30cm处	公众	1	1/4	0.67	2.5	0.67
探伤室东南侧墙体30cm处	公众	1	1/4	0.67	2.5	0.67
探伤室西北侧墙体30cm处	公众	1	1/4	0.67	2.5	0.67
探伤室西南侧墙体30cm处	职业	1	1	8.33	2.5	0.40
探伤室顶部（主射方向）30cm处	公众	1	/	/	10	10
探伤室东南侧工件进出门30cm处	公众	1	1/4	0.67	2.5	0.67
迷道门30cm处	职业	1	1	8.33	2.5	2.50

注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）①关注点的最高剂量率参考控制水平（ $H_{e,max}$ ）为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本次评价参考 \dot{H} 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 中较小水平进行评价。②探伤室上方及邻近无建筑物，屋顶不可到达，剂量率参考控制水平取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。本项目探伤室上方剂量参考控制水平取 $100\mu\text{Sv/h}$ 的 1/10，即 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

1.2 探伤室墙体及防护门屏蔽厚度核算

本次评价采用理论计算的方法进行评估本项目对周围环境的影响。由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中管电压 225kV 探伤机部分参数未给出，故保守以 250kV 管电压参数计算。

（1）主射方向屏蔽厚度核算

有用线束屏蔽因子 B_1 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T250-2014) 由式 11-1、11-2、11-3 计算。

$$B_1 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots(\text{式 11-2})$$

$$X = -TVL \cdot \lg B_1 \dots\dots\dots(\text{式 11-3})$$

式中：

\dot{H} —— 剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —— 辐射源至关注点的距离，取 m；

I —— 最大管电流，取 8mA；

H_0 —— 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，管电压为 250kV 探伤机， H_0 保守取值 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $9.9\times 10^5\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

TVL——什值层厚度，管电压 250kV 的探伤机 X 射线束在混凝土的什值层取值 90mm，铅中取值 2.9mm；可在《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 中查得；

B_1 ——有用线束屏蔽透射因子；

探伤室主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见下表 11-3。

表 11-3 探伤室主射屏蔽体屏蔽理论厚度计算表

注：混凝土密度为 2.35 g/m^3 ；铅的密度为 11.3 g/m^3 。

(2) 漏射辐射屏蔽厚度核算

漏射辐射屏蔽因子 B_2 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）由式 11-1、11-4 计算，所需的屏蔽物质厚度 X 按 11-5 计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots(\text{式 11-4})$$

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \dots\dots\dots(\text{式 11-5})$$

式中：

\dot{H} —— 剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —— 辐射源至关注点的距离，取 m；

I——最大管电流，取 8mA；

H_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希伏每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)，当管电压 $\geq 200\text{kV}$ 时距靶点 1m 处 X 射线管组装体的漏射辐射剂量率取值为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1 中可得；

TVL——什值层厚度，管电压 250kV 的探伤机 X 射线束在混凝土的什值层取值 90mm，铅中取值 2.9mm；可在《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.2 中查得；

B_2 ——漏射屏蔽透射因子；

探伤室漏射辐射屏蔽参数及计算结果见下表 11-4。

表 11-4 探伤室漏射屏蔽体屏蔽理论厚度计算表

注：混凝土密度为 2.35 g/m^3 ；铅的密度为 11.3 g/m^3 。

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽因子 B_3 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 由式 11-1、11-6 计算，所需的屏蔽物质厚度 X 按 11-7 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot a} \dots\dots\dots(\text{式 11-6})$$

$$X = -TVL \cdot \lg B_3 \dots\dots\dots(\text{式 11-7})$$

式中：

\dot{H} —— 剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_s —— 散射点至关注点的距离，取 m；

R_0 —— 靶点至探伤工件的距离，取 0.5m；

I —— 最大管电流，取 8mA；

H_0 —— 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1，探伤机正常工作下取管电压为 250kV 探伤机保守估计， H_0 保守取值 $16.5 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F —— R_0 处的辐射表面积，取 1.0 m^2 ；

α —— GBZ/T250-2014 查表 B.3，取 1.9×10^{-3} ；

TVL——什值层厚度，管电压 250kV 的探伤机 X 射线束在混凝土的什值层取值 90mm，铅中取值 2.9mm；可在《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 中查得；

B₃——散射屏蔽透射因子；

探伤室散射辐射屏蔽参数及计算结果见下表 11-4。

表 11-4 探伤室散射屏蔽体屏蔽理论厚度计算表

注：混凝土密度为 2.35 g/m³；铅的密度为 11.3 g/m³。

（4）综合分析

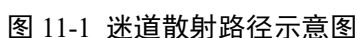
根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），漏射辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层（TVL）厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个什值层（TVL）厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度。由表 11-5 可知，本项目散射辐射的屏蔽厚度与漏射辐射的屏蔽厚度相差均小于一个什值层（TVL）厚度，因此本项目屏蔽体在考虑散射辐射及漏射辐射屏蔽厚度计算时采用其中较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度，管电压 250kV 的探伤机 X 射线束在混凝土的半值层取值 28mm，铅的半值层取值 0.86mm。

表 11-5 探伤室屏蔽体屏蔽理论厚度计算表

关注点预测结果	有用线束 需屏蔽厚 度（mm）	漏射辐射 需屏蔽厚 度（mm）	散射辐射 需屏蔽厚 度（mm）	理论计算屏 蔽厚度 （mm）	设计厚度 （mm）	备注
探伤室顶部墙体 30cm处	262.4	208.6	154.5	290.4	420	满足 要求
探伤室东北侧墙 体30cm处	/	283.4	380.7	408.7	420	满足 要求
探伤室东南侧墙 体30cm处	/	145.1	242.4	270.4	420	满足 要求
探伤室西南侧墙 体	/	275.4	372.6	400.6	420	满足 要求
探伤室西北侧墙 体30cm处	/	123.0	220.3	248.3	420	满足 要求
探伤室东南侧工 件进出门30cm处	/	4.7	7.8	8.7	10	满足 要求

由表 11-5 可以看出，经过校核，本项目探伤室已建屏蔽厚度均满足屏蔽设计

1.3 迷道入口人员通道门屏蔽厚度核算


$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R_s^2} \bullet \frac{F \bullet a}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式11-8})$$

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (式11-9)$$

$$B = \frac{H_C \bullet \overset{\bullet}{R}_S^2}{I \bullet H_0} \bullet \frac{R_0^2}{F \bullet a} \dots\dots\dots (\text{式11-10})$$

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots(\text{式}11-11)$$

$$H_C$$
—表11-1中确定的剂量率参考水平, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H} —关注点散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

R_s — 散射体至关注点的距离, m;

R_0 —靶点至探伤工件的距离, 取 0.5m;

I—最大管电流，取 8mA；

X—屏蔽体厚度, mm;

36

90°散射辐射为200kV;

TVL—查附录表B.2查出, 探伤机管电压为200kV, 铅什值层厚度为1.4mm;

H_0 —距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1, 管电压为 250kV 探伤机, H_0 保守取值 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 即 $9.9\times 10^5\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$;

F— R_0 处的辐射野面积;

α —散射因子, 可保守取值为 $\alpha_w \cdot 10000/400$, α_w 保守取 1.9×10^{-3} , 见 GBZ/T250-2014附录B中表B.3。

本项目曝光室迷道主要是受散射线影响, 曝光室迷道散射路径分别为 $O\rightarrow A\rightarrow B\rightarrow C\rightarrow D$, 其中 OA 路径长度为 17.68m, AB 路径长度为 4.4m, BC 路径长度为 1.4m; CD 路径长度为 1.42m; 根据式 11-8、式 11-9 和式 11-10 计算出曝光室迷道入口防护铅门所需厚度见下表:

表11-4 迷道入口防护铅门厚度校核

探伤室	Hc-关注点散射 辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	H_0 -距辐射源点 (靶点) 1m 处输 出量 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R_s -散射体 至关注点 的距离 (m)	B-屏蔽透 射因子	X-屏蔽体厚 度 (mm)
探伤室	2.5	9.9×10^5	24.9	4.69×10^{-3}	3.3

计算得出人员通道门满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 所需的厚度最大为 3.3mm, 迷道入口防护铅门设计屏蔽厚度为 5mm 铅当量, 入口处满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 防护要求。

2、运行阶段对环境的影响

本项目正常运行期间, 对环境的影响主要分为放射性影响和非放射性影响两个方面。其中放射性环境影响是主要的, 放射性环境影响主要是射线装置在作业过程中产生的 X 射线对辐射工作人员、公众和环境造成的辐射影响; 对其产生的非放射性污染物的环境影响只进行简单的分析。

2.1 正常运行辐射环境影响

本项目拟用的XYG-22508/3X射线实时成像系统为定向探伤, 主射方向为朝上, 不投向工件进出门及迷路门。曝光室无地下室、屋顶为人员不可达到出, 因此注射线束不会对其造成影响, 因此地面及屋顶不单独进行核算; 其他方向考虑漏射和散射辐射。

2.2.1 探伤室周围环境各房间的功能及用途

本项目探伤室设置在厂区螺旋管车间北侧。本项目西北侧约18m~32m为厂区道路，西北侧32m~50m为成品库房；东北侧约17m~28m为厂区道路，东北侧约28m~43m为厂区外道路，东北侧约43m~50m为杨安村1组居民；东南侧约38m~50m为螺旋管车间其他工位；西南侧约6m~49m为纵剪车间，西南侧约49m~50m为制管2车间。

2.2.2 预测点选取

本项目曝光室四周及曝光室屋顶采用混凝土进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑漏射辐射及散射辐射的综合影响。本项目辐射预测点位示意图见图 11-2。

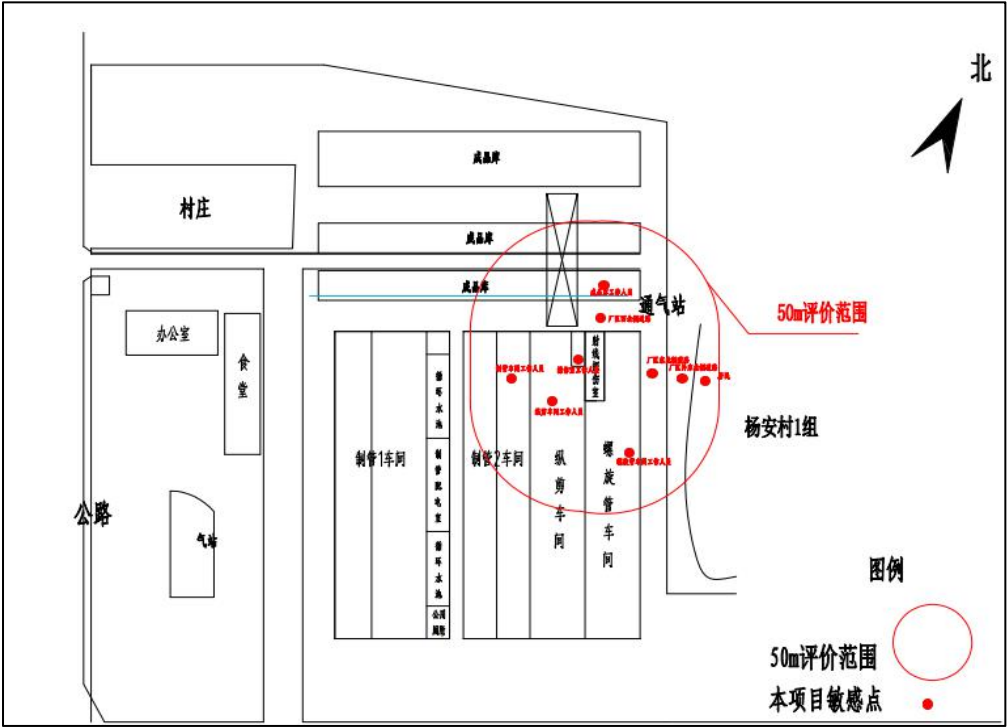


图11-2本项目预测点位示意图

2.2.3 预测模式

(1) 漏射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），已知屏蔽体厚度，漏射屏蔽透射因子可根据（式11-10）进行计算，由（式11-12）和（式11-11）计算漏射辐射对周围环境的影响。

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

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots(\text{式11-12})$$

式中：

B₂—漏射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{\text{漏}}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希伏每小时（μSv/h），当管电压≥200kV 时距靶点 1m 处 X 射线管组装体的漏射辐射剂量率取值为 5×10³μSv/h；查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1 中可得；

R—参考点离靶点的距离，m。

t—探伤机年工作时间，600h。

各参数取值及各个关注点漏射辐射年照射剂量率计算结果见表11-5

表11-5 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

（2）散射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由（式11-13）和（式11-11）计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式11-13})$$

式中：

B₃—散射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{\text{散}}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

R_s—散射体至关注点的距离，m；

R₀—靶点至探伤工件的距离，均取0.5m；

I—额定管电流，XYG-22508/3 最大管电流取 8mA；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，管电压为 250kV 探伤机，H₀ 保守取值 16.5mGy·m²/(mA·min)，即 9.9×10⁵μGy·m²/(mA·h)；

F—R₀处的辐射野面积；

α —散射因子，可保守取值为 $\alpha_w \cdot 10000/400$ ， α_w 保守取 1.9×10^{-3} ，见 GBZ/T250-2014附录B中表B.3；

t —探伤装置年工作时间，600h；

T —居留因子。

各参数取值见表11-6。

表11-6 散射照射剂量计算参数及预测结果表

2.2.4 职业人员、公众年有效剂量

项目投运后，按设计工作负荷计，预测点的射线利用因子、环境保护目标的居留因子取值以及环境保护目标年有效剂量的预测结果分别见表 11-7。

表 11-7 各环境保护目标辐射剂量预测结果

从预测结果可以看出，本项目建成后，探伤机在正常运行工况下，所致工作人员最大年有效剂量值为 $5.25 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足 5.0mSv/a 的剂量约束限值；所致公众最大年有效剂量值为 $2.17 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

三、臭氧的环境影响分析

X 射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，且臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。

臭氧产额的计算公式：

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \quad \dots\dots\dots (11-14)$$

式中：

Q_0 ：臭氧产额，mg/h；

G ：离辐射源 1m 处的辐射剂量率，Gy/h；

S_0 ：射束在离源点 1m 处的照射面积， m^2 ，本项目中取值为 1；

R ：射束径迹长度，m，本项目中取值为 1；

g ：空气每吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 的分子数，本项目中取值为 10。

如照射时间足够长，浓度均匀，则可根据以下公式计算探伤室内臭氧的浓度：

$$C = \frac{QT}{V} \quad \dots\dots\dots (11-15)$$

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots (11-16)$$

式中：

C：室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

Q：臭氧产额，mg/h；

T：臭氧有效清除时间，h；

V：室内体积，m³，本项目中探伤室室内体积均为 378m³；

t_v：平均每次换气时间，0.17h；

t_d：臭氧分解时间，h（0.83h）。

根据以上公式可计算出使用探伤机工作时，臭氧产额为 0.42mg/h，探伤室内 O₃ 的平衡浓度为 1.56×10⁻⁴mg/m³，均低于工作场所空气中臭氧的浓度（0.30mg/m³）限值。

通排风系统：本项目利用防护铅钢门门洞开启时自然进风，利用原超声波探伤室设置的排风机排风，排风洞口位于曝光室东南侧墙体顶底部，通过排风管道引至厂房顶上排放，排气洞口新增铅防护罩，风机每小时换气次数为 6 次，换气量为 600m³/h。

本项目考虑到不削弱屏蔽墙的辐射防护效果，进出探伤室的电线、电缆，通过埋于地下 350mm 的 U 型管进出，并采用铅防护罩进行辐射防护补偿。

由换气设施分析，该探伤室换气系统符合辐射防护要求。本项目采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，也符合《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求，不会对环境空气造成明显影响。

四、射线装置报废处理

按照国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 33 条要求“报废的射线装置应去功能化处理”和《四川省辐射污染防治条例》要求“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤机涉及报废时，必须进行去功能化（如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将探伤机主机的电源线绞断），使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

五、噪声环境影响分析

风机工作时将产生一定噪声，本项目采用低噪声设备（噪声源强低于 65dB（A）），使厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求。

六、生活污水

项目生活废水经厂区内一体化生活污水处理设备（主要采用 MBR 工艺）处理达到《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中冲厕标准后回用于厂区厕所冲洗。

七、生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用探伤机属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-9）：

表 11-9 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、源项分析及最大可能性事故分析

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源，探伤机便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

①装置在运行时，人员误入或滞留在曝光室内而造成误照射；

②辐射工作人员或公众还未全部撤离曝光室，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开铅门并误入，造成有关人员被误照射；

④在产品检测时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近，造成有关人员被误照射；

⑤射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

⑥辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，人员误入探伤室，X射线直接照射到人员，人员受到的

有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-17 计算：

$$D = I\delta_x / r^2 \quad \dots\dots\dots (11-17)$$

式中：

D ：空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

I ：管电流， mA ；本项目取 8mA ；

δ_x ：距辐射源点（靶点） 1m 处输出量；

r ：参考点距 X 射线管焦斑的距离， m 。

人员受到的有效剂量可用式 11-18 计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \quad \dots\dots\dots (11-18)$$

式中：

E ：人员受到的有效剂量率， $\text{mSv}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

W_T ：组织权重因数，全身为 1；

W_R ：辐射权重因数，X 射线为 1。

根据式 11-17 及式 11-18，探伤机管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。由于本项目均在探伤室内实施，因此事故情况下，只会局限在探伤室内。同时由于探伤室和迷道内均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过探伤室或迷道内紧急止动开关中断电源，按最不利情况曝光 3min 来计算，辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-10。

表11-10 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

距离 m 受照剂 时间 s 量 (mSv/ 次)	1	2	3	4	5
30	66	16.5	7.35	4.23	2.64
60	132	33	14.7	8.25	5.28
120	264	66	29.4	16.5	10.56
180	396	99	44.1	24.8	15.84

根据表 11-10，在辐射事故状态下，本项目职业人员最大可能受照剂量为 396mSv，可造成职业人员最大受照射剂量超过连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv 的 20 倍。参照表 11-8，本项目人员误入探伤室可造成一般辐射事故。

四、事故防范措施

项目建设单位采取的事故防范措施主要包括设备固有安全设施和辐射安全管理两方面。

1、设备固有安全设施

本项目在运行过程中，探伤室有可能出现的事故情况及处理措施：

A、探伤设备工作时，安全联锁发生故障及误操作，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

要求定期检查探伤室门机联锁装置是否能正常工作，充分保证工作警告信号（显示灯）和安全联锁装置等均正常工作，严格按照要求操作。如一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应救护措施，其次对仪器设备、设施进行检测，确定其影响状态。

B、人员误入控制区，工作人员启动曝光室进行探伤，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

要求曝光室操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝此类事故的发生，确保其他工作人员无法进入曝光室。每次开机必须确认控制区内无人员逗留；如果发生此类事故，操作人员必须马上停机，切断电源开关。其次对相关受照人员进行身体检查，确定对身体是否有损害，以便采取相应救护措施。

C、由于其他原因引起X射线意外事故。

当发生X射线意外事故，应立即关机断电，启动应急预案，同时估计事故剂量，据此判断是否实施医学监护，对可能受辐射损伤的人员立即采取救护措施。设备检测时，必须先切断电源，然后按规定程序对设备进行检测。要求探伤机操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝事故的发生。

一旦发生事故导致人员受到异常照射的事故单位，必须立即按下紧急停机按

钮，切断电源，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。根据辐射事故分级上报相应级别的生态环境部门和卫生行政部门。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故再次发生。

为了杜绝上述辐射事故的发生，本项目要求建设方严格执行以下风险预防措施：

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，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

②凡涉及对X射线数字成像系统进行操作，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每月检查曝光室的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，曝光室才能进行照射；

④必须制定 X 射线数字成像系统操作安全防护措施，X 射线数字成像系统工作运行前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外照射；

⑤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。

⑥建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并通过相关考试，持证上岗。（学习网站为<http://fushe.mee.gov.cn/>）

2、辐射安全管理

（1）建设单位已成立了辐射防护领导小组（见附件4），负责全单位辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使

个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

（2）建设单位应制定辐射事故预防措施及应急处理预案。根据中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”。

应急方案内容应包括：应急机构和职责分工，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，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故信息公开、公众宣传方案。项目建设单位应按上述要求制定辐射事故预防措施及应急处理预案。

（3）项目建设单位已制定了辐射防护和安全管理、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

为了贯彻执行国家放射性污染防治的法律法规，落实国家生态环境部颁布的有关辐射安全管理文件精神，加强公司辐射安全管理工作，强化责任意识、安全意识，建设单位特于 2021 年 11 月 30 日成立了辐射安全与环境保护领导小组（见附件 5），其主要职责是严格执行公司辐射防护管理制度，督促检查各环节辐射防护工作开展情况，及时整改违规行为，机构设置如下：

组长：***

副组长：***

成员：***

后勤管理：***

设备维护：***

设备保管：***

为进一步加强公司管理，提出以下建议：

①公司应当进一步完善细化辐射安全与环境保护管理机构的职能，补充小组成员联系方式；

②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；

③负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；

④检查公司的环保设施，对公司使用 X 射线探伤机的安全防护情况进行年度评估；

⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；

⑥定期向生态环境主管部门报告辐射安全相关工作，接受监督检查和指导。

二、辐射工作人员配置

本项目拟配备辐射工作人员 4 人，目前 4 人均已取得辐射安全与防护培训合格证（见附件 7），一年工作 220 天，两班制。

(1)单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理

人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

(2)单位应当确保探伤操作时有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备个人剂量计。

(3)个人剂量计应编号定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，完善个人剂量监测及健康档案管理制度。个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

(4)辐射工作人员需熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解，实际操作中须按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、须建立的主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）“第十六条”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，建设单位制度清单分析及执行情况见表 12-1。

表12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

序号	需定制度名称	现有落实情况	本次需完善
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	需制定	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	需制定	/

3	辐射工作设备操作规程	需制定	/
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定	/
5	辐射工作人员岗位职责	需制定	/
6	射线装置台账管理制度	需制定	/
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定	/
8	监测仪表使用与校验管理制度	需制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	需制定	/
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定	/
11	辐射事故应急预案	需制定	/
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定	/
13	安全装置定期维修、维护巡查制度	需制定	/

公司应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化培训手册》（国家核安全局二零一四年十一月），重视并加强核安全文化建设。

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

（1）《辐射监测方案》中应包含：公司应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；公司定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。

（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过1.25mSv的，公司应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值5.0mSv的，公司应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查。

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

需要上墙的规章制度：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

公司应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

三、辐射安全许可证发放条件

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019 年修订，原环保部第 31 号令）中第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申领辐射安全许可证时，应当具备一些条件，具体要求见表 12-2。

表 12-2 《辐射安全许可证》发放条件对照分析

序号	原环境保护部令第 3 号要求	项目实际情况分析
1	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	建设单位成立了辐射安全管理领导小组，具有本科及以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护工作
2	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	建设单位组织辐射工作人员和管理人员参加辐射安全与防护专业知识学习和考核通过后满足
3	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	设备有电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制台上设置有紧急止动开关等
4	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，包括个人剂量计、辐射测量等仪器	建设单位须为每名辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪，并配备 1 台便携式辐射监测仪，配备后满足
5	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	建设单位需按要求制定相应的规章制度，要求上墙的规章制度需按具体要求悬挂于辐射工作场所
6	有完善的辐射事故应急措施	建设单位需制定辐射事故应急预案和事故应急响应程序，并及时修订。

建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用Ⅱ类射线装置的许可条件。建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量检测。

一、工作场所监测

1、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《安全和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、自主验收监测：项目在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

3、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监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（1）公司自我监测

建设单位定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备案。公司可通过采购便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

（2）监测内容和要求

1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

2）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（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-2 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
辐射工作场所	X- γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年；自行定期开展辐射监测	探伤室四周墙壁外
			探伤室防护门门缝处、通排风洞口处
			探伤室迷道门及缝隙处
			操作室
			探伤室四周保护目标处

3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季。

(1) 当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《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。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

(4) 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。公司应当将个人剂量档案保存终身。

公司辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。

三、年度监测报告情况

公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。公司应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、县生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委部门报告。

（2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。
- ④ 应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。
- ⑤ 事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

公司应当根据以上要求，同时结合本项目来制定应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

公司在建厂之初，按照 X 射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司拟将螺旋管车间内已建超声波探伤室改作 X 射线探伤室，其中包括 1 间曝光室和 1 间操作室，探伤室总面积约 163.8m²，其中曝光室净空面积约 126m²，操作室净空面积约 14.4m²。拟在探伤室内使用 1 套型号为 XYG-22508/3 的 X 射线数字成像检测系统，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，每次检测最长时间约 5min，年最大曝光扫描时间约 600h，属于 II 类射线装置。探伤机配备了支撑装置，实现对射线机管头夹持和转动，探伤作业时 X 线束固定投向上方、不投向其他方向。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业政策。

三、本项目选址合理性分析

根据彭州市人民政府为业主核发的土地使用证（彭国用（2006 第 35-2802 号，彭国用（2010）第 8887 号）（见附件 4），本项目生产区域用地为工业用地。本项目所在车间已进行了环境影响评价并取得了成都市彭州生态环境局《关于成都彭州京华制管有限公司热浸镀锌、型钢、螺旋焊管改造项目环境影响报告表审查批复》，批复文号为彭环审[2019]43 号（见附件 3），本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且建设的探伤室为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，从辐射安全防护的角度分

析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据现场监测报告，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 104~138nSv/h。本项目使用仪器检定标准依据《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪》(JJG 393-2018)，由该标准可知，校准参考辐射源的空气比释动能与周围剂量当量的转换系数，在 ^{137}Cs γ 参考辐射场中，其取值为 1.20。因此本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 86.7~115nGy/h，本项目已建区域内空气吸收剂量率水平与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》(2021 年 6 月)中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果(67.5~121.3nGy/h)基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

公司在建厂之初，按照 X 射线探伤室的设计修建了超声波探伤室，并在探伤室内使用超声波探伤至今。现公司拟将螺旋管车间内已建超声波探伤室改作 X 射线探伤室，其中包括 1 间曝光室和 1 间操作室，均为一层建筑，屋顶为人员不可到达处。根据现场踏勘，本项目 X 射线探伤室已经建成，不存在施工期遗留的环境问题。

2、营运期环境影响分析

(1) 电离环境影响

本项目建成后，该探伤机在正常运行工况下，所致工作人员最大年有效剂量值为 $5.25 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足 5.0mSv/a 的剂量约束限值；所致公众最大年有效剂量值为 $2.17 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

(2) 大气环境影响

采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，也符合《环境空气质量标准》(GB3095—2012)中臭氧小时平均浓度二级标准(0.20mg/m^3)的要求，不会对环境空气造成明显影响。

(3) 水环境影响

项目生活废水经厂区内一体化生活污水处理设备（主要采用 MBR 工艺）处理达到《城市污水再生 利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中冲厕标准后回用于厂区厕所冲洗。

（4）固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

六、环保设施与保护目标

按照要求落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

七、事故风险与防范

建设单位按照要求修订或制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

按照要求落实后，对本项目辐射设备和场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十一条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据生态环境部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经生态环境行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

(5) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

① 本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

② 对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③ 验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。

根据《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发〔2016〕1400号）文件，建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施	备注
新增工业 X 射线探伤项目	辐射屏蔽措施	X 射线防护屏蔽体	利旧
		防护门 2 扇	利旧
	通排风系统	通排风系统 1 套	利旧
	安全装置	工作状态指示灯 1 套	新增
		准备出束声光提示 1 套	新增
		紧急停机按钮 6 个	新增
		逃逸开关 1 个	新增

		监控系统 1 套	新增
		门机联锁装置 1 套	新增
		门灯联锁装置 1 套	新增
		钥匙控制 1 套	新增
		个人剂量计 5 套	新增
		个人剂量报警仪 5 个	新增
	警示标识	电离辐射警示标 1 套	新增
		工作状态指示灯箱 1 套	新增
	监测设备	便携式 X 辐射剂量仪 1 台	新增
	其他	灭火器材 1 套	新增
	规章制度	见表 12-1	

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训成绩合格单，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

5、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

7、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。