

核技术利用建设项目

搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增

XYD-320-2000 探伤室项目

环境影响报告表

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

二〇二〇年十月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增

XYD-320-2000 探伤室项目

环境影响报告表

建设单位名称：攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：唐历

通讯地址：攀枝花市东区桃源街90号

邮政编码：617000

联系人：罗国军

电子邮箱：792309041@qq.com

联系电话：18090417681

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	8
表 3 非密封放射性物质.....	8
表 4 射线装置.....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表 6 评价依据.....	11
表 7 保护目标与评价标准.....	13
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	17
表 10 辐射安全与防护.....	22
表 11 环境影响分析.....	28
表 12 辐射安全管理.....	45
表 13 结论与建议.....	52

附件：

附件 1 环评委托书；

附件2 辐射安全许可证；

附件 3 关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知；

附件 4 本项目辐射环境现状监测报告；

附件 5 个人剂量监测报告；

附件 6 制度清单。

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 厂区平面布置图；

附图 3 项目所在实验室平面布置图；

附图 3-1 XYD-320-1000 探伤室铅房结构图；

附图 3-2 XYD-320-2000 探伤室铅房结构图；

附图 4 项目外环境关系图；

附图 5 本项目辐射安全设施布局图；

附图 6 拟建工作场所周围现场照片。

表 1 项目概况

建设项目名称		搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增 XYD-320-2000 探伤室项目			
建设单位		攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司			
法人代表	唐历	联系人	罗国军	联系电话	18090417681
注册地址		攀枝花市东区桃源街 90 号			
项目建设地点		攀枝花市东区桃源街 90 号攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司钛铸造实验室无损检测室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	135	项目保护投资（万元）	6	投资比例（环保投资/总投资）	4.4%
项目性质		☒ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） 45
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其它	/			
	项目概述 一、建设单位简介及项目由来 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司，社会信用代码：915104004509616269，位于攀枝花市东区桃源街 90 号，属鞍钢集团三大研究院之一，是攀钢集团的核心研发机构，是中国最具影响力的以钒钛为主的国家级综合性研究开发机构。 现有员工 1000 余人，其中科技人员 560 余人，包括外聘院士、知名教授，国家有突出贡献中青年专家，新世纪百千万工程国家级人选，千人计划专家，国务院				

政府津贴专家等 50 余人；四川省有突出贡献专家和学术技术带头人 10 人；博士、硕士研究生 210 余人；高级技术职称人员 300 余人。

研究院拥有以国家级技术中心、钒钛资源综合利用国家重点实验室为核心的技术研发平台；拥有以国家钒钛质检中心、CNAS、CMA 为代表的分析检测平台；拥有以钒钛磁铁矿资源综合利用产业技术创新战略联盟、四川省院士工作站、博士后工作站为代表的智力共享平台；拥有以系列钒钛中试线为特色的工程转化及产业孵化平台。现有总资产 10.98 亿元，仪器设备 4250 余台（套）。先后建成高炉冶炼、板带冷轧、板材成型、金属热处理、腐蚀与防护、金属焊接、流态化、沸腾氯化、钛白产品研究及应用、钛冶金铸造、钒钛电化学、数值仿真等 30 多个专业实验室和 10 万 t/a 钒钛矿资源综合利用新工艺、1 万 t/a 高炉渣生产四氯化钛、5000t/a 高品质富钛料、300t/a 钛白新产品试制、涂层实验线等 6 条特色中试线。

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司为确保公司生产的钛合金管件或铸件产品符合公司质量标准要求，因原钒钛铸铁与钒钛钢实验室场地受限，且为方便统一管理，拟将原厂区北侧中部钒钛铸铁与钒钛钢实验室中XYD-320-1000探伤室搬迁至厂区东北侧已建成的钛铸造实验室无损检测室，并在钛铸造实验室无损检测室内新增一间XYD-320-2000探伤室。

该XYD-320-1000探伤室占地面积：16m²，包含1台型号为HS-XYD-320-1000的X射线实时成像检测系统（额定容量为320kV 7mA）、整体式铅房一座及配套控制成像系统，探伤机内置X射线管型号为MXR-320HP/11；

该XYD-320-2000探伤室占地面积：29m²，包含1台型号为HS-XYD-320-2000的X射线实时成像检测系统（额定容量为320kV 5mA）、整体式铅房一座及配套控制成像系统，探伤机内置X射线管型号为MXR-320HP/11。

两台 X 射线实时成像检测系统均属于 II 类射线装置，主要用来检测特种管件或铸件产品内部的对接焊缝，工厂只开展铅房内的探伤，不涉及室外或野外探伤。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》（国务院令第449号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第 18 号）、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，须对该项目进行环境影响评价。

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》

（环境保护部第44号令）和中华人民共和国生态环境部第1号令《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》中第五十项191条核技术利用建设项目中使用Ⅱ类射线装置的规定，本项目应编制环境影响报告表，并向四川省生态环境厅申请审批，因此，该公司委托四川省中栎环保科技有限公司对本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《搬迁XYD-320-1000探伤室及新增XYD-320-2000探伤室项目环境影响报告表》。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，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。

三、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增 XYD-320-2000 探伤室

建设单位：攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

建设性质：新建及改建

建设地点：攀枝花市东区桃源街 90 号攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司厂区东北侧钛铸造实验室无损检测室

（二）建设内容与规模

本项目总占地面积 45m²，总投资 135 万元，拟在厂区东北侧的钒钛铸铁与钒钛钢实验室，拟将原厂区北侧中部钒钛铸铁与钒钛钢实验室内 XYD-320-1000 探伤室搬迁至厂区东北侧的钛铸造实验室无损检测室，并在钛铸造实验室无损检测室新增一座 XYD-320-2000 探伤室。

XYD-320-1000 探伤室内使用一台 HS-XYD-320-1000 型 X 射线实时成像检测系统（额定容量为 320kV 7mA），生产厂家为丹东华日理学电气有限公司，该系统自带屏蔽系统-铅房一座，铅房建筑面积为 4.9m²，净空为 2.16m×2.27m×2.39m，并配备有一套用于检测及实时成像的控制显示系统。

XYD-320-2000探伤室内拟使用一台HS-XYD-320-2000型X射线实时成像检测系统（额定容量为320kV 5mA），生产厂家为丹东华日理学电气有限公司，该系统自带屏蔽系统-铅房一座，铅房建筑面积为7.8m²，净空为2.80m×2.80m×2.18m，并配备有一套用于检测及实时成像的控制显示系统。

本项目两探伤室铅房四周（除北侧面）及顶部均采用28mm厚铅板作为防护层，北侧主射面及底部均采用46mm厚铅板作为防护层，防护层具体结构为钢板+铅板+钢板；均配置有一个双开电动铅门，采用28mm厚铅板作为防护层，铅门闭合状态下与左、右屏蔽墙各重叠110mm，与上、下屏蔽墙各重叠150mm，两扇铅门闭合处缝隙有40mm宽8mm厚铅板屏蔽，铅房结构见附图3-1及3-2。

本项目使用的两探伤室内 X 射线实时成像检测系统使用计算机成像对产品进行无损检测，不使用定影液、显影液和胶片。均配套一台 X 射线管型号为 MXR-320HP/11 的 X 射线机，均属于 II 类射线装置（探伤作业时 X 线束均固定投向北侧，不投向其他方向），故主射方向为北面墙体。根据建设单位提供资料，本项目探伤机对待检测的产品单次最大曝光时间均为 10min，年检测产品数量分别均为 1000 件，预计本项目射线装置年曝光时间最长均为 83h。该系统配置有一台专用的控制及成像操作台，均设置于铅房右侧，因此项目未设置操作室、暗室及评片室。本项目检测对象主要为建设方自行生产的钛合金管件或铸件产品，项目不涉及野外探伤，探伤机的检修由设备厂家负责，本项目只负责探伤机使用。

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		备注
				施工期	营运期	
主体工程	XYD-320-1000 探伤室	铅房尺寸	长 2.16m×宽 2.27m ×高 2.39m	噪声、扬尘、生活污水、生活垃圾、固体废物	探伤机工作时产生 X 射线、臭氧、噪声	搬迁
		铅房结构	铅房四周（除主射面）及顶部均采用钢+铅+钢三层防护结构，其内层铅板厚 28mm；铅房北侧（主射面）及底部均采用钢+铅+钢三层防护结构，其内层铅板厚 46mm；铅房采用双开电动铅门，采用钢+铅+钢三层防护结构，铅板厚 28mm，铅门闭合状态下与左、右屏蔽墙各重叠 110mm，与上、下屏蔽墙各重叠 150mm，两扇铅门闭合处缝隙有 40mm 宽 8mm 厚铅板屏蔽。			
		通风	125FZY2-S 轴流风机，风速为 1800m ³ /h			

		X 射线探伤机情况	额定管电压为 320kV, 额定管电流为 7mA; 单次照射最长时间为 10min 的 1 台定向 X 射线探伤机。			搬迁
		探伤地点	X 射线探伤机安装在铅房内使用, 不涉及室外(野外)探伤			
		曝光时间	83h/a			
	XYD-320-2000 探伤室	铅房尺寸	长 2.80m×宽 2.80m ×高 2.18m			拟购
		铅房结构	铅房四周(除主射面)及顶部均采用钢+铅+钢三层防护结构, 其内层铅板厚 28mm; 铅房北侧(主射面)及底部均采用钢+铅+钢三层防护结构, 其内层铅板厚 46mm; 铅房采用双开电动铅门, 采用钢+铅+钢三层防护结构, 铅板厚 28mm, 铅门闭合状态下与左、右屏蔽墙各重叠 110mm, 与上、下屏蔽墙各重叠 150mm, 两扇铅门闭合处缝隙有 40mm 宽 8mm 厚铅板屏蔽。			
		通风	125FZY2-S 轴流风机, 风速为 1800m³/h			
		X 射线探伤机情况	额定管电压为 320kV, 额定管电流为 7mA; 单次照射最长时间为 10min 的 1 台定向 X 射线探伤机。			
		探伤地点	X 射线探伤机安装在铅房内使用, 不涉及室外(野外)探伤			
		曝光时间	83h/a			
	环保工程	公司内已建污水预处理设备设施、固体废物收运设施等		生活垃圾、生活污水、固体废物、噪声	/	依托
	办公及生活设施	利用该公司其他办公及生活设施			/	
	公用工程	/			/	
	辅助工程	/		/	/	

(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	4000 度	—
	气(Nm³)	—	—	—

水	地表水	—	72m ³	—	—
量	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

设备名称	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	最大穿透厚度铝/铁 (mm)	单次照射最长时间 (min)	备注
X 射线实时成像检测系统	HS-XYD-320-1000	320	7	定向	丹东华日理学电气有限公司	XYD-320-1000 探伤室	40°×30°	30	10	搬迁
X 射线实时成像检测系统	HS-XYD-320-2000	320	5	定向	丹东华日理学电气有限公司	XYD-320-2000 探伤室	40°×30°	30	10	拟购

(五) 项目外环境关系

1、厂区外环境

本项目位于攀枝花市东区桃源街 90 号攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司，厂区南侧大门外 20m 正对攀西骨科医院；西面厂区外紧邻攀钢职工生活区及金苹果幼儿园，北面厂区外为金沙江大道；东面围墙外 30m 为湖光社区。

2、项目外环境

本项目位于厂区钛铸造实验室无损检测室内，该项目车间位于厂区东北侧，在本项目铅房外 50m 范围内，西南侧隔壁坎 30m 为冷轧车间；东侧 3 米墙厚位研磨室，隔厂区道路及绿化带 20m 为湖光社区；北侧 20m 隔厂区道路为炼铁工艺综合实验室；西侧 10m 为研究院 007 栋实验室（暂时空置，未命名），该车间为一层建筑，无地下室。 本项目外环境关系见附图 4。

(六) 项目选址和平面布局的合理性

1、项目选址的合理性分析

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司位于攀枝花市东区桃源街 90 号，本项目地理位置图见附图 1，项目周围均为城区环境及道路，选址尽可能地同时考虑了生产的流畅性和探伤作业的特殊性，本项目两台 X 射线实时成像检测系统均分别安装

于该公司钛铸造实验室无损检测室铅房内，该 XYD-320-1000 探伤室及 XYD-320-2000 探伤室铅房设计有满足屏蔽厚度的屏蔽防护措施，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，满足报告表确定的剂量约束限值的要求，从辐射安全防护的角度分析，不会对周围环境与公众造成危害。本项目在攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司内进行建设，不新增占地，周围无环境制约因素，其选址是合理的。

2、项目平面布局合理性分析

在该公司用地范围内，本项目位于厂区钛铸造实验室无损检测室内，由附图4可知，该车间位于厂区东北侧，在本项目铅房外50m范围内，西南侧隔堡坎30m为冷轧车间；东侧3米墙厚位研磨室，隔厂区道路及绿化带20m为湖光社区；北侧20m隔厂区道路为炼铁工艺综合实验室；西侧10m为研究院007栋实验室（暂时空置，未命名），该车间为一层建筑，无地下室，本项目远离了厂区人群较多的场所。

本项目根据厂区“分区合理、工艺流畅、物流短捷；突出环保与安全”的原则，结合场地的用地条件及生产工艺，综合考虑环保、安全及消防等要求，对选址进行了统筹安排。厂区由南向北依次为大门、办公大楼、检测研究大楼及实验大楼等。项目所在大楼位于厂区最北侧实验大楼区域，既方便了探伤作业又远离了人群密集区，该平面布局设计能够很好的防护电离辐射，避免公众不必要的照射。综上，从环境保护及辐射防护角度分析，本项目选址及平面布局可行。

（七）劳动定员及工作制度

本项目由原配置 3 名无损检测人员拟增配至 6 人，实行白班单班制，不操作其他射线装置也不存在岗位交叉，每天工作时间 8 小时，年工作 300 天。工厂应当确保探伤操作时至少有 2 名操作人员同时在场。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。

建设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生态环境部网上学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上进行辐射安全与防护专业知识的学习和考核，考核通过后方可上岗。

四、原有核技术利用情况

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司拟将现厂区北侧中部钒钛铸铁与钒钛钢实验室中 XYD-320-1000 探伤室搬迁至厂区东北侧已建成的钛铸造实验室无损检测室，并在钛铸造实验室无损检测室内拟新增一间 XYD-320-2000 探伤室。根据现场踏勘，结合环境质量现状调查报告（见环境质量现状章节），X-γ辐射剂量率属于天然本地水平，因此本报告认为拟建位置未遗留辐射环境问题。

1、公司原辐射安全许可证情况

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司因生产需要，持有四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00631]），有效期限截止 2023 年 11 月 19 日，允许使用种类和范围为：使用 II、III 类射线装置。现登记有 1 台 II 类射线装置、3 台 III 类射线装置，具体情况见表 1-4。

表 1-4 辐射安全许可证登记情况一览表

序号	射装置名称	型号	使用场所	类别
1	X射线实时成像检测系统	HS-XYD-320-1000	XYD-320-1000探伤室	II
2	X射线衍射仪	Empyeon	射线衍射检测室	III
3	X射线荧光光谱仪	ZSXprimus II	X荧光检测室	III
4	X射线荧光光谱仪	S8TIGER	X荧光检测室	III

2、近年来履行环评手续情况

2018 年 10 月攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司取得了四川省环境保护厅《关于攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司新建 X 射线实时数字成像检测系统项目环境影响评价报告表的批复》（川环审批[2018]131 号），建设内容包括：在厂区北侧中部已建成的钒钛铸铁与钒钛钢实验室一层空余场所设置 1 套 X 射线实时数字成像检测系统，该系统配套铅房一座，铅房内安装一台 X 射线机，属于 II 类射线装置。截止 2020 年 10 月，该项目已验收，已投入使用。

3、辐射安全管理现状情况

（1）辐射防护管理机构

为了加强对辐射安全和防护管理工作，建设单位按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定，成立了辐射安全与环境保护工作领导小组。

（2）辐射安全管理制度建立和执行情况

根据相关文件的规定，攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司结合自身实际情况，已制定有一套相对完善的管理制度和操作规程，包括《辐射安全管理规定》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作设备操作规程》、《监测仪表使用与效验管理

制度》、《辐射工作场所环境辐射水平监测方案》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《X 射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等。

此外，建设单位填写了《2019 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并报送给生态环境主管部门。

（3）辐射工作人员培训情况

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司现有辐射工作人员 11 人，均已取得辐射安全与防护培训合格证书。

评价要求：根据《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）：“自 2020 年 1 月 1 日起，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‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的 原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

（4）个人剂量监测情况

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司委托四川劳研科技有限公司对该单位放射工作人员受照剂量进行了监测，具体见附件。

通过数据统计，建设单位所有辐射工作人员年度个人剂量监测值均低于 5mSv/a（季度监测值均低于 1.25 mSv），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值。

（5）辐射事故及应急响应情况

通过现场踏勘，目前攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司各放射性工作场所的环保设施运行正常。同时，自持证以来，未发生辐射安全事故。

五、本项目依托情况

本项目依托的主要环保设施有：

（1）运营期产生的生活污水依托公司内的污水预处理池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，排入市政污水管网，再进入当地污水处

理厂处理。

（2）产生的生活垃圾依托公司现有厂区内垃圾桶统一收集后，交由当地环卫部门处理。

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) /剂 量率 (Gy/h)	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射线实时成像检测系统	Ⅱ类	1	HS-XYD-320-1000	320	7	工件探伤	XYD-320-1000探伤室	本次搬迁
2	X射线实时成像检测系统	Ⅱ类	1	HS-XYD-320-2000	320	5	工件探伤	XYD-320-2000探伤室	本次新增
3	X射线衍射仪	Ⅲ类	1	Empyeon	60	100	使用	射线衍射检测室	已有
4	X射线荧光光谱仪	Ⅲ类	1	ZSXprimus II	60	150	使用	X荧光检测室	已有
5	X射线荧光光谱仪	Ⅲ类	1	S8TIGER	60	170	使用	X荧光检测室	已有

（三）中子机，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	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日实施； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； (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，2019 年 3 月修订； (6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）和《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号 2018 年 4 月 28 日实施）； (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； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2019 年 8 月 22 日修改，环保部第 3 号令； (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； (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，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日）； (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)，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日； (13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》(环发[2015]162 号)； (14) 《射线装置分类办法》（原环保部 2017 年第 66 号）。
------	--

技术标准	(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）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《环境核辐射监测规定》（GB12379-90）； (4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）； (5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； (6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)； (7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； (8) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）； (9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。
其他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发【2008】13 号）； (3) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）； (4) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目为搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增 XYD-320-2000 探伤室铅房应用项目的环境影响评价，项目主要影响人员是辐射工作人员及铅房周围的工作人员。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》（HJ10.1-2006）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射评价范围为 2 座铅房边界外 50m 以内的区域。																																																																			
保护目标 根据本项目外环境关系、铅房的平面布局，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及铅房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 本项目主要环境保护目标 <table> <tr> <th>保 护 目 标</th><th>相对设备方位</th><th>距辐射源最近距离(m)</th><th>人数(人/天)</th><th>照射类型</th><th>年剂量约束值(mSv)</th></tr> <tr> <td rowspan="2">XYD-320-1000 探伤室操作位工作人员</td><td>XYD-320-1000 探伤室南侧</td><td>1.2</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">职业照射</td><td rowspan="2">5.0</td></tr> <tr> <td>XYD-320-2000 探伤室北侧</td><td>2.7</td></tr> <tr> <td>XYD-320-2000 探伤室操作位工作人员</td><td>XYD-320-2000 探伤室南侧</td><td>1.2</td><td>3</td><td>职业照射</td><td>5.0</td></tr> <tr> <td>北侧厂区道路工作人员</td><td>北侧</td><td>6</td><td>不定</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>东侧厂区道路工作人员</td><td>东侧</td><td>15</td><td>不定</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>研磨室工作人员</td><td>东侧</td><td>5</td><td>2</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>炼铁工艺综合实验室工作人员</td><td>北侧</td><td>20</td><td>2</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>冷轧车间工作人员</td><td>西南</td><td>30</td><td>2</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>东侧湖光社区公众</td><td>东侧</td><td>50</td><td>不定</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>评价范围内其他工作人员</td><td>周围</td><td>2</td><td>不定</td><td>公众照射</td><td>0.1</td></tr> </table>						保 护 目 标	相对设备方位	距辐射源最近距离(m)	人数(人/天)	照射类型	年剂量约束值(mSv)	XYD-320-1000 探伤室操作位工作人员	XYD-320-1000 探伤室南侧	1.2	3	职业照射	5.0	XYD-320-2000 探伤室北侧	2.7	XYD-320-2000 探伤室操作位工作人员	XYD-320-2000 探伤室南侧	1.2	3	职业照射	5.0	北侧厂区道路工作人员	北侧	6	不定	公众照射	0.1	东侧厂区道路工作人员	东侧	15	不定	公众照射	0.1	研磨室工作人员	东侧	5	2	公众照射	0.1	炼铁工艺综合实验室工作人员	北侧	20	2	公众照射	0.1	冷轧车间工作人员	西南	30	2	公众照射	0.1	东侧湖光社区公众	东侧	50	不定	公众照射	0.1	评价范围内其他工作人员	周围	2	不定	公众照射	0.1
保 护 目 标	相对设备方位	距辐射源最近距离(m)	人数(人/天)	照射类型	年剂量约束值(mSv)																																																														
XYD-320-1000 探伤室操作位工作人员	XYD-320-1000 探伤室南侧	1.2	3	职业照射	5.0																																																														
	XYD-320-2000 探伤室北侧	2.7																																																																	
XYD-320-2000 探伤室操作位工作人员	XYD-320-2000 探伤室南侧	1.2	3	职业照射	5.0																																																														
北侧厂区道路工作人员	北侧	6	不定	公众照射	0.1																																																														
东侧厂区道路工作人员	东侧	15	不定	公众照射	0.1																																																														
研磨室工作人员	东侧	5	2	公众照射	0.1																																																														
炼铁工艺综合实验室工作人员	北侧	20	2	公众照射	0.1																																																														
冷轧车间工作人员	西南	30	2	公众照射	0.1																																																														
东侧湖光社区公众	东侧	50	不定	公众照射	0.1																																																														
评价范围内其他工作人员	周围	2	不定	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：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

(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）3 类标准；

(4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及原环保部公告【2013】第 36 号修改单。

三、电离辐射剂量限值 and 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，在距离铅房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川同佳环境检测有限公司于 2020 年 9 月 17 日按照委托单位要求对本项目进行了环评监测，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

项目	监测方法	仪器使用	仪器参数
X-γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》GB/T14583-93	名称：加压电离室巡测仪 型号：451P-DE-SI 编号：TJHJ2012-1	①能量范围：20KeV~2MeV ②测量范围：(0.01-500)μSv/h ③校准字号：20200300 0694 校准有效期：至 2020 年 3 月 5 日 校准字号：20200300 1110 校准有效期：至 2020 年 3 月 9 日
	《辐射环境监测技术规范》HJ/T61-2001		

辐射监测仪器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，可以作为电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川同佳环境检测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位四川同佳环境检测有限公司通过了四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：162312050547）。

（二）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。

（三）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。

三、监测结果

表 8-2 拟建 X 射线探伤项目周围 X-γ辐射剂量率监测结果 单位：μSv/h

点位	测量值	标准差	监测位置	备注
1	0.19	0.053	曝光间拟安装射线设备处	见监测布点图
2	0.24	0.025	曝光间南侧房间内	
3	0.16	0.016	曝光间外东北侧过道处	
4	0.21	0.035	曝光间东侧一楼研磨室	
5	0.16	0.013	曝光间东侧二楼办公室	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

由监测结果得知，本项目所在区域的 X-γ 辐射空气吸收剂量率为 0.16~0.24μSv/h，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则拟建场所内 X-γ 辐射剂量率背景值为 160~240nGy/h，根据四川省生态环境厅发布《2019 年四川省生态环境状况公报》（2020 年 6 月），本项目拟建区域内空气吸收剂量率水平与全省 29 个电离辐射环境监测自动站测得的 γ 辐射空气吸收剂量率范围（76.8~163nGy/h）基本一致，属于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、施工期污染源项分析

本项目施工期主要为整体式铅房及附属设备的安装调试过程中产生的环境影响。铅房的安装、设备安装和调试均由设备厂家完成，施工期工艺流程及产物环节见下图9-1。

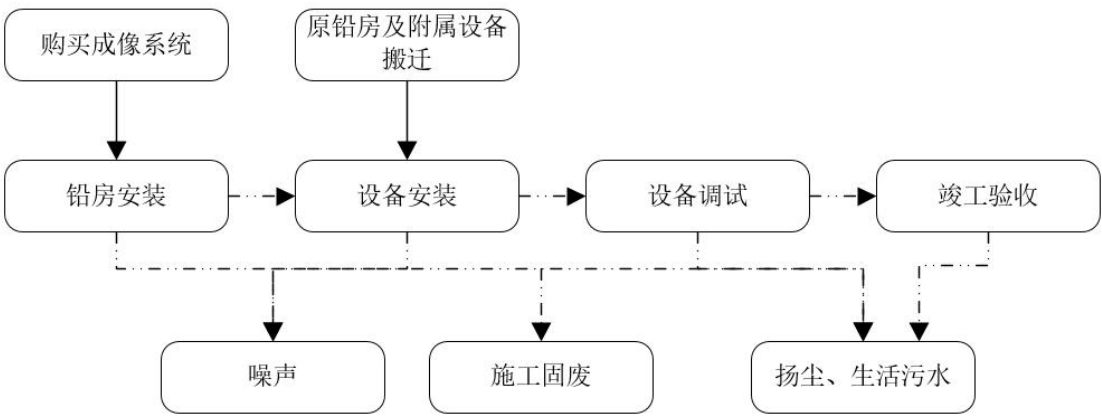


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目X射线探伤机的安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在铅房防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房上锁并派人看守。

铅房由设备厂家生产、运输，在建设单位进行组装，在组装制作期间会产生少量固体废物、噪声和少量生活污水。固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，交由环卫部门收运处置；铅房和设备安装时间较短，对周围环境影响较小；项目产生的生活污水直接通过厂区预处理设施处理后进入当地污水处理厂处理，不会对周围环境造成影响。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

工业 X 射线实时成像检测系统由 X 射线探伤机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元、X 射线防护单元组成。

(1) X 射线探伤机

X 射线探伤机主要由 X 射线管、高压发生器、冷却器组成，见图 9-2。

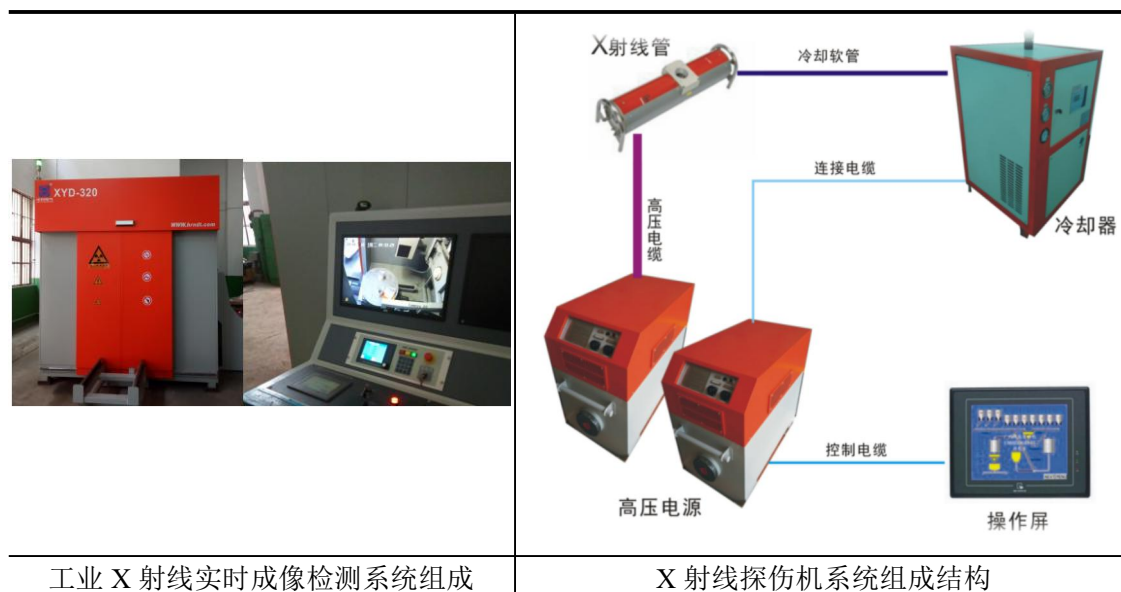


图 9-2 工业 X 射线实时成像检测系统组成示意图

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，就会产生韧致 X 射线和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 9-3。

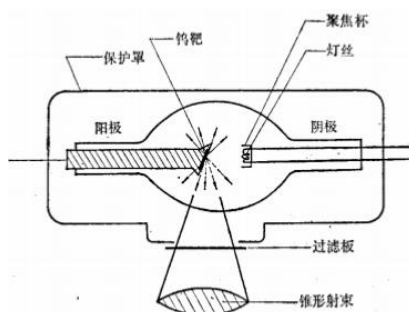


图 9-3 X 射线探伤机工作原理示意图

(2) X 射线数字成像系统的工作原理

设备机械部分由机械运动系统和射线防护系统组成。机械运动系统由移动小

车、C型臂机构构成。射线防护系统由铅防护室、电动铅门构成，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受，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。

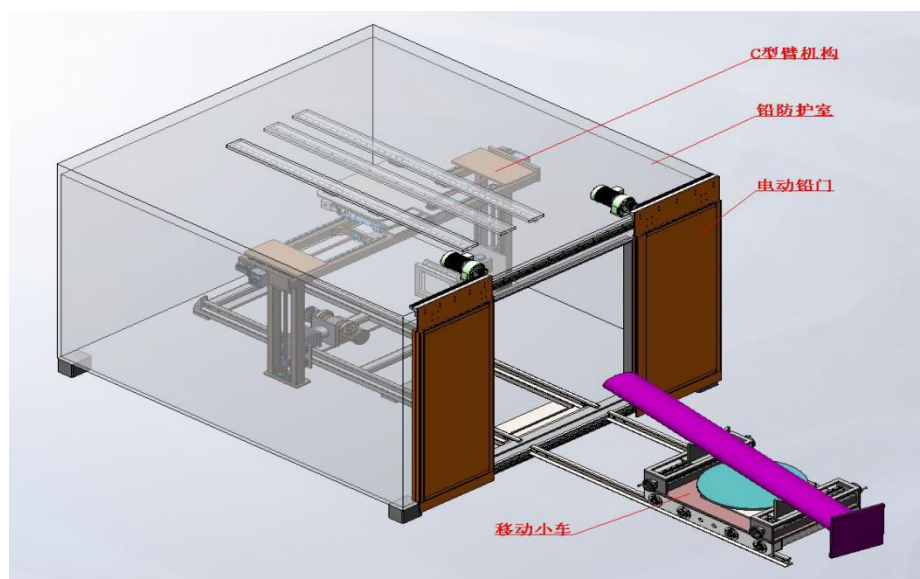


图 9-4 检测系统构成示意图

2、工艺流程及产污环节

①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，检测人员打开铅房门；

②工件检测时先将移动小车运行至铅房外，被检测汽车排气管放在小车托架上，其它被检测工件放在移动小车回转盘上；

③移动小车开至铅房内，检测前工作人员通过操纵台关闭铅门。开启高压检测系统，检测过程中通过操作台的控制按钮可以控制 C 型臂上的成像板和射线管移动调整检测位置，C 型臂可根据检测要求进行移动，射线源及成像系统可上下、左右移动，C 型臂可旋转一定角度，C 型臂整体可沿平行于小车运动方向移动，在操作台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；

④检测结束后，关闭高压检测系统，开启铅门，移动小车开到铅房外，工作

人员将工件搬离检测区并更换新的被检工件；

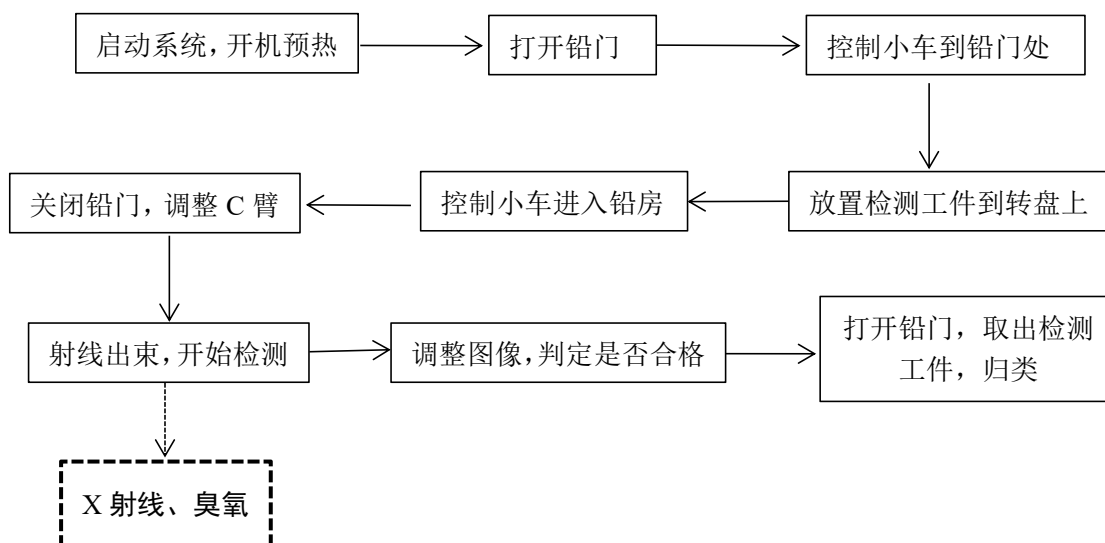


图 9-5 X 射线探伤数字成像系统工艺流程及产污位置图

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束检测过程中产生的 X 射线、噪声、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。

4、工况分析

本项目为在攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司钛铸造实验室无损检测室铅房内使用 1 台型号为 HS-XYD-320-1000 的 X 射线实时成像检测系统（额定容量为 320kV 7mA）及 1 台型号为 HS-XYD-320-2000 的 X 射线实时成像检测系统（额定容量为 320kV 5mA），来检测钛合金管件或铸件产品的焊接焊缝，2 台探伤机 X 射线管型号均为 MXR-320HP/11。公司只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目，其 2 台探伤机年探伤曝光时间最长均为 83 小时，有用线束方向均投向铅房北侧墙体。被检测工件进出方式为操作台系统控制，机械传送，人不进入铅房，探伤工件主要为钛合金管件或铸件产品的对接焊缝，管件直径 $\phi 50\text{mm}-\phi 200\text{mm}$ ，壁厚 2.5mm-20mm，铸件空间尺寸 1000mm×800mm×600mm（因项目探伤工件涉密，本次环评不多做介绍）。

X 射线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

探伤机型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	穿透铁板厚度	单次照射最长 时间 (10min)
HS-XYD-320-1000	320	7	定向	XYD-320-1000 探伤室	40°×30°	30mm	10

HS-XYD-320 -2000	320	5	定向	XYD-320-200 0 探伤室	40°×30°	30mm	10
---------------------	-----	---	----	----------------------	---------	------	----

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压机和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的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

本项目工作人员产生的生活污水约72m³/a，经该公司预处理池处理后排入市政管网，最后进入泸溪河污水处理厂处理。

四、固体废物

本项目营运期不使用胶片，因此无废胶片产生；工作人员产生的生活垃圾约1kg/d，经该公司内垃圾桶统一收集后，交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，建设单位拟采用低噪声风机，源强低于65dB(A)，且所有设备均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对生产车间外界噪声的贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

六、危险废物

本项目使用数字成像系统，利用X射线穿过被检测工件投射到平板探测器上成像，不使用定显影液，不产生危险废物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、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（包括门锁和连锁装置）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。

本次环评将铅房实体区域划为控制区，将铅房四周屏蔽体外 1m 内及操作台区域处划为监督区，地上用醒目的黄线标识进行划定，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
搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增 XYD-320-2000 探伤室项目	2 座铅房实体区域内划为控制区	铅房四周屏蔽体外 1m 内区域及操作台处区域划为监督区（地上用醒目的黄线进行划定）
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本检测系统的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，设置黄色“非职业人员禁入”字样

两区划分示意图见下图：

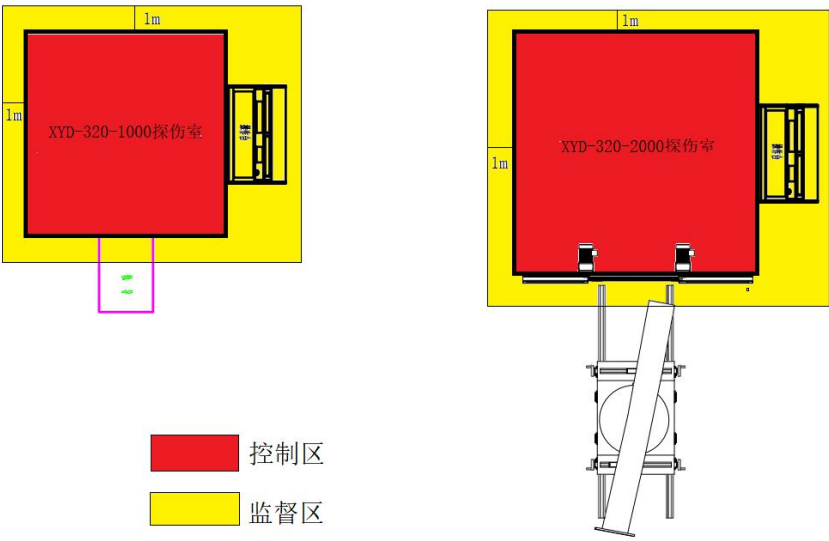


图 10-1 本项目两区划分示意图

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 铅房实体防护设施表

机房名称	铅房墙体	工件进出铅门	电缆埋管	通风系统
XYD-320-1000 探伤室	铅房东西南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	配置有一个双开电动铅门，采用 28mm 厚铅板作为防护层，铅门闭合状态下与左、右屏蔽墙各重叠 110mm，与上、下屏蔽墙各重叠 150mm，两扇铅门闭合处缝隙有 40mm 宽 8mm 厚铅板屏蔽	预留穿墙电线、电缆孔（采 U 形穿墙），进出铅房的电线、电缆等均须通过铅房东侧背面骨架厚层内的 U 形管进出	铅房南侧下部设计有一个排气气洞口。排气洞口设置有 8.6mmpb 的防护罩，采用轴流风机，风速为 1800m ³ /h
XYD-320-2000 探伤室	铅房东西南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	配置有一个双开电动铅门，采用 28mm 厚铅板作为防护层，铅门闭合状态下与左、右屏蔽墙各重叠 110mm，与上、下屏蔽墙各重叠 150mm，两扇铅门闭合处缝隙有 40mm 宽 8mm 厚铅板屏蔽	预留穿墙电线、电缆孔（采 U 形穿墙），进出铅房的电线、电缆等均须通过铅房东侧背面骨架厚层内的 U 形管进出	铅房南侧下部设计有一个排气气洞口。排气洞口设置有 8.6mmpb 的防护罩，采用轴流风机，风速为 1800m ³ /h

铅房墙体施工工艺：铅房防护层具体结构为钢板+铅板+钢板，防护铅房的制作选用标准型号的8#槽钢和8#角钢并配16mm加强钢板焊接而成，以保证防护铅房牢固度，整体铅房骨架焊接完成经平面处理后，在铅房骨架的内侧墙面铺设28mm（主射面为46mm）pb辐射防护铅板，再用铆钉把防护铅板与表面4mm铁板固定于骨架槽钢上，钉眼处再用相同厚度的铅条或铅块进行二次补铅防护，铅板与铅板之间的接缝采用铅特种焊接技术焊接，防护铅板的表层及内层各为4mm厚的钢板进行表面装饰

通排风系统：两铅房南侧下部均设计有一个排气气洞口。排气洞口设置有8.6mmpb的防护罩，采用轴流风机，便于抽排铅房内的臭氧。本项目轴流风机换气量为1800m³/h，噪声源强小于65dB（A）。由换气设施分析，该铅房换气系统符合辐射防护要求。

（2）固有安全性分析

①开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机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启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，在产生X射线之前，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声，这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

③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。

④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。

⑤设备停止工作5小时以上，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。

⑥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。

⑦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。

⑧本项目拟建在一层的生产车间内，项目拟建位置下方无地下室和地下车库，地面经过混凝土硬化，具有一定的承重强度，不会造成地面塌陷。

(3) 应配备的安全装置

铅房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，铅房物料进出大门入口处应设置有中文标识的电离辐射警示标志，在铅门上方设置工作状态指示灯，并在铅房外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：铅房防护门与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工作状态指示灯（门灯连锁）：铅房防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，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紧急止动装置及紧急逃逸装置：本项目在铅房内墙及操作台上易于接触的地方共设置5个紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，且防护门可从内侧打开，以便工作人员快速逃离事故现场。

④视频监控系统：铅房内安装1个无死角高清摄像头，并连接到操作台，工作人员能在操作台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：铅房防护门外应在醒目处张贴“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。



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射警告标志

⑥铅房固有安全性：铅房门洞与铅门之间应有足够的搭接宽度，排风口和线缆空洞均应有铅罩进行屏蔽，铅房四周均应有铅层进行搭接；铅房四周和顶部边框应具有较高的结构强度，不会造成铅房坍塌和顶部下坠的现象。

三、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，单位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

环保设施			投资金额（万元）	备注
XYD-3 20-1000 探伤室	安全 装置	整体铅房一座，铅房东南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	设备自带	利旧
		双开电动铅门 1 套		利旧
		门机连锁系统 1 套		利旧
		门灯连锁系统 1 套		利旧
		铅房内监控设备 1 套		利旧
		铅房内出口处紧急开门按钮 1 个		利旧
		操作柜紧急停机按钮 1 个		利旧
	废气 处理	通风系统 1 套	设备自带	利旧
	警示 标识	入口机器工作状态显示 1 套	/	利旧
		入口电离辐射警示标志 1 套	/	利旧
		准备出束声光提示 1 个	设备自带	利旧
XYD-3 20-2000 探伤室	安全 装置	整体铅房一座，铅房东南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	设备自带	新增
		双开电动铅门 1 套		新增
		门机连锁系统 1 套		新增
		门灯连锁系统 1 套		新增
		铅房内监控设备 1 套		新增
		铅房内出口处紧急开门按钮 1 个		新增
		操作柜紧急停机按钮 1 个		新增
	废气 处理	通风系统 1 套	设备自带	新增
	警示 标识	入口机器工作状态显示 1 套	0.3	新增
		入口电离辐射警示标志 1 套	0.2	新增

		准备出束声光提示 1 个	设备自带	新增
监测仪器		便携式辐射监测仪 1 台	/	利旧
		个人剂量报警仪 3 个	/	利旧
防护用品		个人剂量计 6 套(原配 3 套,增至 6 套)	1.0	新增
监控设施		监督区视频监控装置 1 套	0.5	新增
其他		射线装置年度辐射环境监测	1.0	新增
		辐射工作人员培训及考核	1.0	新增
		应急及救助的资金、物资准备	2.0	新增
合计			6	/

本项目总投资 135 万元，环保投资 8.2 万元，占总投资的 4.4%。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合单位实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。建设单位应定期对环保设施、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，为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，因此铅房内需设置强制通风装置。

通排风系统：两铅房南侧下部均设计有一个排气气洞口。排气洞口设置有 8.6mmpb 的防护罩，采用轴流风机，便于抽排铅房内的臭氧。本项目轴流风机换气量为 1800m³/h，噪声源强小于 65dB（A）。根据辐射剂量预测分析，该铅房换气系统符合辐射防护要求。

二、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，经该公司内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。此外，本项目是利用 X 射线穿过钛合金管件或铸件产品投射到平板探测器上成像，可以直接看出产品内部是否存在缺陷，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、废定影液及废弃胶片。因此本项目无危险废物产生。

三、废水

本项目为工作人员的生活污水约 72m³/a，经厂区预处理设施处理后进入园区污水处理厂处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、施工期的环境影响分析

本项目施工期对环境有影响的因素为施工噪声、固体废弃物及施工废水等。评价提出如下要求：

- ①对施工时间、时段、施工进度作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护；
- ②施工中应防止机械噪声的超标，特别是应避免机械噪声夜间作业；
- ③施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时处理；
- ④保持施工场地清洁卫生，封闭施工。

施工期的环境影响是短期的，并且施工工程量小，施工结束后施工的影响即可消除。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不进行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在铅房主体铅门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时，工业X射线实时成像检测系统必须关机，设置开机和启动密码。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入铅房，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在铅房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。安装结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、屏蔽体厚度校核

本项目涉及2个探伤室（XYD-320-1000探伤室及XYD-320-2000探伤室）实施探伤检查作业，用于对铸件(钢、铁、铝)内部缺陷探伤检查，年最大探伤铸件数量约为1000件，探伤工件主要为钛合金管件或铸件产品的对接焊缝，管件直径 Φ 50mm- Φ 200mm，壁厚2.5mm-20mm，铸件空间尺寸1000mm $\times$ 800mm $\times$ 600mm，探伤机最长探伤时间约为10min，年最大曝光时间不超过83h。公司仅开展铅房内的探伤，没有野外（室外）探伤项目，2探伤机探伤作业时X线束均固定投向铅房北侧墙体，不投向其他方向。

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

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目XYD-320-1000探伤室铅房东南侧采用28mm厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用46mm厚铅板作为防护层；顶部采用28mm厚铅板作为防护层。在铅房内安装1台HS-XYD-320-1000型定向X射线探伤机。探伤机采取自动对焦的进行探伤，探伤时探伤机靶点距离工作台0.76m，距离铅房内主射方向北侧面内墙1.31m，X射线探伤机辐射角为 $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，C型臂最大摆动角度为 15° ，本项目探伤机辐射角按照最不利情况（ $40^{\circ} \times 40^{\circ}$ ）进行分析，本项目探伤机在探伤作业时，常用管电压110~320kV，常用管电流为3~7mA。

XYD-320-2000 探伤室铅房东南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层。在铅房内安装 1 台 HS-XYD-320-2000 型定向 X 射线探伤机。探伤机采取自动对焦的进行探伤，探伤时探伤机靶点距离工作台 0.76m，距离铅房内主射方向北侧面内墙 1.77m，X 射线探伤机辐射角为 $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，C 型臂最大摆动角度为 15° ，本项目探伤机辐射角按照最不利情况（ $40^{\circ} \times 40^{\circ}$ ）进行分析，本项目探伤机在探伤作业时，常用管电压 110~320kV，常用管电流为 3~5mA。

本次评价按探伤机的最大额定管电压、管电流工况进行预测，曝光时间按照最大曝光时间 83h 进行预测；

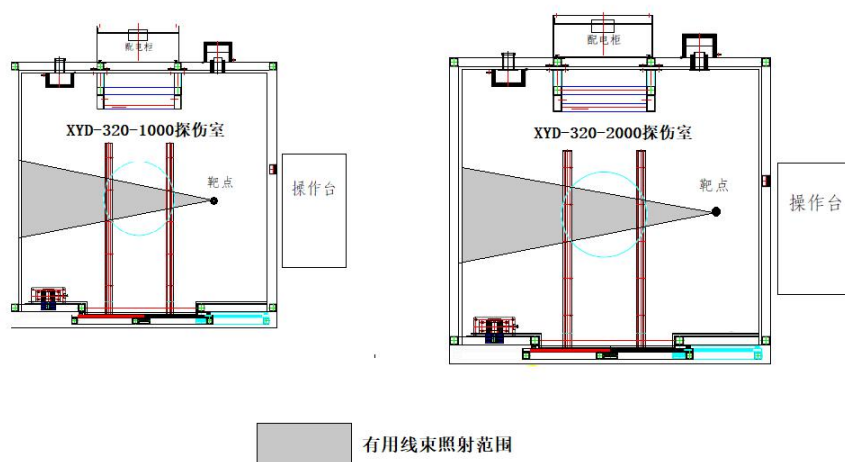


图11-1 铅房内X射线探伤机安置示意图

由上图可知，两铅房主射方向均北侧墙体，其他方向为非主射方向；本项目所在车间为一层建筑，无地下室，因此不考虑地面辐射的影响。两铅房北侧为主射方向，主要考虑主射屏蔽；其余方向为非主射方向，考虑射线源为漏射辐射和散射辐射。本项目探伤机靶点距离各墙面关注点最近距离情况详见表11-1。

表 11-1 固定式定向探伤机靶点距离各面墙体关注点最近距离参数表

场所	相对位置	最小距离（m）	需屏蔽的辐射源
XYD-320-1000 探伤室	北侧面（有用线束）	2.07	有用线束
	东侧面、西侧面	1.23	漏射辐射和散射辐射
	上顶面	1.23	漏射辐射和散射辐射
	南侧面（操作位）	0.76	漏射辐射和散射辐射
XYD-320-2000 探伤室	北侧面（有用线束）	2.75	有用线束
	东侧面、西侧面	1.53	漏射辐射和散射辐射
	上顶面	1.35	漏射辐射和散射辐射
	南侧面（操作位）	0.76	漏射辐射和散射辐射

根据表11-1可知，本项目铅房屏蔽厚度合理性分析需要考虑主射辐射、漏射辐射和散射辐射对周围环境的影响。

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

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

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；经常有人停留的地方取 1，有部分时间有人停留的地方取 1/4；

t —— 探伤作业年工作时间，83h。

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

场所	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($\mu\text{Sv/h}$)	本项目剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)
XYD-320-1000探伤室	东侧面	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	南侧面（操作位）	职业	1	1	28.5	2.5	2.5
	西侧面	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	北面侧（有用线束）	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	工件进出门（西侧）	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	上顶面	公众	1	1/16	100	/	100
XYD-320-2000探伤室	东侧面	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	南侧面（操作位）	职业	1	1	28.5	2.5	2.5
	西侧面	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	北面侧（有用线束）	公众	1	1/4	5.7	2.5	2.5
	工件进出门（西侧）	公众		1/4	5.7	2.5	2.5
	上顶面	公众	1	1/16	100	/	100

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本次评价参考较小水平进行评价。②本项目探伤室上方无建筑物，屋顶不可到达，故剂量率参考控制水平取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

（1）有用线束方向屏蔽厚度核算

有用线束屏蔽投射因子 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。

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

$$X = -TVL \bullet \lg B_1 \dots\dots\dots (式11-3)$$

式中：

B_1 ——有用线束屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，取 10mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据厂家提供的数据，本项目两探伤机均为 $9.0\text{mGy.m}^2/(\text{mA.h})$ ；

TVL——屏蔽物的 1/10 值层；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.2，推算出 320kV 时铅的近似 1/10 值层厚度为 5.7mm。

对于估算出的屏蔽投射因子 B_1 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-3 计算，主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-3。

表11-3 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表

场所	关注点	受照类型	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度	实际设计厚度
XYD-320-1000探伤室	北侧面30cm处	公众	2.5	2.07	1.70×10^{-4}	13mmPb	46mmPb
XYD-320-2000探伤室	北侧面30cm处	公众	2.5	2.75	5.69×10^{-4}	11mmPb	46mmPb

(2) 漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），当X射线管电压大于200kV时，距离靶点1m处漏射辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；漏射辐射屏蔽射线因子根据《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。

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

式中：

B_2 —屏蔽透射因子；

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），与 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m

对于估算出的屏蔽投射因子 B_2 ，所需的屏蔽物质厚度X按式(11-5)计算。

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

式中：

TVL—见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.2，推算出320kV时铅的近似1/10值层厚度为5.7mm；

铅房东侧、铅房南侧、铅房西侧、铅房顶部墙体及铅房进出铅门漏射辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-4。

表11-4 漏射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

场所	关注点	受照者类型	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度(mm)	实际设计厚度(mm)	是否满足屏蔽要求
XYD-320-1000 探伤室	东侧面30cm处	公众	1.23	7.56×10^{-4}	18	28	满足
	西侧面30cm处	公众	1.23	7.56×10^{-4}	18	28	满足
	南侧面30cm处 (操作位)	公众	0.76	2.89×10^{-4}	25	28	满足
	工件进出门30cm处 (西侧)	公众	1.23	7.56×10^{-4}	18	28	满足
	上顶面30cm处	公众	1.23	3.02×10^{-2}	9	28	满足
XYD-320-2000 探伤室	东侧面30cm处	公众	1.53	1.17×10^{-3}	17	28	满足
	西侧面30cm处	公众	1.53	1.17×10^{-3}	17	28	满足
	南侧面30cm处 (操作位)	公众	0.76	2.89×10^{-4}	25	28	满足
	工件进出门30cm处 (西侧)	公众	1.53	1.17×10^{-3}	17	28	满足
	上顶面30cm处	公众	1.35	3.64×10^{-2}	8	28	满足

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子根据《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。

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

式中:

- $\dot{H}$ —剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值;
- R_s —散射点至关注点的距离, m;
- R_0 —靶点至探伤工件的距离, XYD-320-1000 探伤室取 0.5m, XYD-320-2000 探伤室取 0.8m;
- I —最大管电流, XYD-320-1000 探伤室取 7mA, XYD-320-200 探伤室取 5mA;
- H_0 —距辐射源点(靶点)1m 处输出量, 根据厂家提供的数据, 本项目均为 $9.0\text{mGy.m}^2/(\text{mA.h})$;
- F — R_0 处的辐射野面积, 0.31m^2 ;
- α —散射因子, 取 0.0475, 本次评价保守取 90° 散射因子。

对于估算出的屏蔽投射因子 B_3 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式11-7计算。

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

式中：

TVL—屏蔽物的 1/10 值层；依据《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）附录 B.2 中的半值层取 300kV 铅的 1/10 值层厚度为 5.7mm；

B_3 —达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽投射因子。

表11-5 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

场所	关注点	受照者类型	辐射源点（靶点）至关注点的距离（m）	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度（mm）	实际设计厚度（mm）	是否满足屏蔽要求
XYD-320-1000 探伤室	东侧面30cm处	公众	1.23	3.30×10^{-4}	13	28	满足
	西侧面30cm处	公众	1.23	3.30×10^{-4}	13	28	满足
	南侧面30cm处（操作位）	公众	0.76	9.70×10^{-4}	15	28	满足
	工件进出门30cm处（西侧）	公众	1.23	3.30×10^{-4}	13	28	满足
	上顶面30cm处	公众	1.23	1.32×10^{-2}	6	28	满足
XYD-320-2000 探伤室	东侧面30cm处	公众	1.53	1.40×10^{-3}	9	28	满足
	西侧面30cm处	公众	1.53	1.40×10^{-3}	9	28	满足
	南侧面30cm处（操作位）	公众	0.76	4.20×10^{-3}	11	28	满足
	工件进出门30cm处（西侧）	公众	1.53	1.40×10^{-3}	9	28	满足
	上顶面30cm处	公众	1.35	3.38×10^{-2}	7	28	满足

注：根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2查得320kV X射线射线90°散射辐射最高能量为250kV。

（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半值层（TVL）厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个半值层（TVL）厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度。由表11-6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大于一个半值层（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。

表11-6 本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

场所	关注点	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)	实际设 计厚度 (mm)	是否满 足屏蔽 要求
XYD-320 -1000探 伤室	北侧面30cm处 (有用线束)	13	/	/	/	46	满足屏 蔽要求
	东侧面30cm处	/	18	13	19.7	28	
	西侧面30cm处	/	18	13	19.7	28	
	南侧面30cm处 (操作位)	/	25	15	25	28	
	工件进出门 30cm处(西侧)	/	18	13	19.7	28	
	上顶面30cm处	/	9	6	10.7	28	
XYD-320 -2000探 伤室	北侧面30cm处 (有用线束)	11	/	/	/	46	满足屏 蔽要求
	东侧面30cm处	/	17	9	17	28	
	西侧面30cm处	/	17	9	17	28	
	南侧面30cm处 (操作位)	/	25	11	25	28	
	工件进出门 30cm处(西侧)	/	17	9	17	28	
	上顶面30cm处	/	8	7	9.7	28	

根据表11-6，铅房设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

(二) 运营期正常工况环境影响分析

1、辐射环境影响分析

本项目铅房四周及铅房顶采用铅板进行屏蔽，根据前述分析，对周围辐射影响主要考虑主射辐射、漏射辐射及散射辐射的综合影响。

(1) 有用线束（主射）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 11-8~11-10 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-8})$$

$$B_1 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (\text{式 11-9})$$

$$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 11-10})$$

式中：

B₁ —有用线束屏蔽透射因子；

X—屏蔽物质厚度，46mmPb；

TVL —见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.2，推算出450kV时铅的近似1/10值层厚度为5.7mm；

I —最大管电流，XYD-320-1000探伤室取7mA，XYD-320-2000探伤室取5mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据厂家提供的数据，本项目均为9.0mGy.m²/(mA.h)；

R —参考点离靶点的距离，m；

t —探伤装置年工作时间，83h。

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-7。

表11-7 有用线束照射剂量计算参数及结果表

场所	关注点	居留因子	受照者类型	靶点至预测点的距离（m）	屏蔽透射因子 B_1	预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	年受照射剂量（mSv/a）
XYD-320-1000探伤室	北侧面30cm处	1/4	公众	2.07	1.1×10^{-7}	3.35×10^{-3}	6.95×10^{-5}
XYD-320-2000探伤室	北侧面30cm处	1/4	公众	2.75	1.1×10^{-7}	1.80×10^{-3}	3.74×10^{-5}
	北侧面	1	XYD-320-1000探伤室南侧面职业人员	4.75	1.1×10^{-7}	1.04×10^{-3}	8.65×10^{-5}

（2）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，漏射屏蔽因子可根据（式11-9）进行计算，由（式11-11）和（式11-12）计算漏射辐射对周围环境的影响。

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

$$H = \dot{H}_{\text{漏}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式11-12)$$

式中：

B_2 —漏射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{\text{漏}}$ —预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探

伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—参考点离靶点的距离，m；

H—年受照射剂量，mSv；

t—年受照射时间，取83h；

T—居留因子。

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11-8。

表11-8 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

场所	关注点	居留因子	受照者类型	靶点至预测点的距离（m）	预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	年受照射剂量（mSv/a）
XYD-320-1000 探伤室	东侧面30cm处	1/4	公众	1.23	0.258	5.35×10^{-3}
	西侧面30cm处	1/4	公众	1.23	0.258	5.35×10^{-3}
	南侧面（操作位）	1	职业	0.76	0.675	5.60×10^{-2}
	上顶面30cm处	1/16	公众	1.23	0.258	1.34×10^{-3}
	南侧面	1/4	XYD-320-2000探伤室北侧面公众	2.76	0.051	1.06×10^{-3}
XYD-320-2000 探伤室	东侧面30cm处	1/4	公众	1.53	0.167	3.46×10^{-3}
	西侧面30cm处	1/4	公众	1.53	0.167	3.46×10^{-3}
	南侧面（操作位）	1	职业	0.76	0.675	5.60×10^{-2}
	上顶面30cm处	1/16	公众	1.35	0.214	1.11×10^{-3}

（3）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11-14）计算散射辐射影响。

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

$$H = \dot{H}_{\text{散}} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(\text{式11-14})$$

式中：

B₃—散射屏蔽透射因子，散射屏蔽透射因子可根据（式11-9）进行计算；

$\dot{H}_{\text{散}}$ —预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R_s—散射体至关注点的距离，m；

R₀—靶点至探伤工件的距离，XYD-320-1000探伤室取0.5m，XYD-320-2000探伤

室取0.8mm；

I —最大管电流，XYD-320-1000探伤室取7mA，XYD-320-1000探伤室取5mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据厂家提供的数据，本项目为9.0mGy.m²/（mA.h）；

F — R_0 处的辐射野面积，0.31m²；

α —散射因子，取0.0475，本次评价保守取90°散射因子。

各参数取值见表11-9。

表11-9 散射照射剂量计算参数及预测结果表

场所	关注点	居留因子	受照者类型	靶点至预测点的距离（m）	预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	年受照射剂量（mSv/a）
XYD-320-1000探伤室	东侧面30cm处	1/4	公众	1.23	2.21×10^{-3}	4.59×10^{-5}
	西侧面30cm处	1/4	公众	1.23	2.21×10^{-3}	4.59×10^{-5}
	南侧面（操作位）	1	职业	0.76	1.72×10^{-3}	1.43×10^{-4}
	上顶面30cm处	1/16	公众	1.23	2.21×10^{-3}	1.15×10^{-5}
	南侧面	1/4	XYD-320-1000探伤室北侧面公众	2.76	1.22×10^{-4}	2.53×10^{-6}
XYD-320-2000探伤室	东侧面30cm处	1/4	公众	1.53	3.98×10^{-4}	8.26×10^{-6}
	西侧面30cm处	1/4	公众	1.53	3.98×10^{-4}	8.26×10^{-6}
	南侧面（操作位）	1	职业	0.76	1.61×10^{-3}	1.34×10^{-4}
	上顶面30cm处	1/16	公众	1.35	5.11×10^{-4}	2.65×10^{-6}

（4）对关注点及保护目标的综合分析

对处于有用线束照射范围内关注点年照射剂量仅需考虑有用线束照射产生的辐射量，对处于漏射照射及散射照射范围内关注点年照射剂量考虑此两种照射剂量的和值。

表11-10 本项目铅房外关注点处年照射剂量计算结果表

场所	关注点	受照者类型	年受有用线束照射剂量（mSv/a）	年受漏射照射剂量（mSv/a）	年受散射照射剂量（mSv/a）	年受照射剂量（mSv/a）
XYD-320-1000探伤室	北侧面30cm处（有用线束）	公众	6.95×10^{-5}	/	/	6.95×10^{-5}
	东侧面30cm处	公众	/	5.35×10^{-3}	4.59×10^{-5}	5.35×10^{-3}
	西侧面30cm处	公众	/	5.35×10^{-3}	4.59×10^{-5}	5.35×10^{-3}
	南侧面（操作位）	职业	8.65×10^{-5}	5.60×10^{-2}	1.43×10^{-4}	5.60×10^{-2}

	上顶面30cm处	公众	/	1.34×10^{-3}	1.15×10^{-5}	1.34×10^{-3}
XYD-320-2000探伤室	北侧面30cm处(有用线束)	公众	3.74×10^{-5}	1.06×10^{-3}	2.53×10^{-6}	1.06×10^{-3}
	东侧面30cm处	公众	/	3.34×10^{-3}	8.26×10^{-6}	3.34×10^{-3}
	西侧面30cm处	公众	/	3.34×10^{-3}	8.26×10^{-6}	3.34×10^{-3}
	南侧面(操作位)	职业	/	5.60×10^{-2}	1.34×10^{-4}	5.60×10^{-2}
	上顶面30cm处	公众	/	1.11×10^{-3}	2.65×10^{-6}	1.11×10^{-3}

综上,本项目XYD-320-1000探伤室职业人员最大受照射剂量为 $5.60 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$,公众最大受照射剂量为 $5.35 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$; XYD-320-2000探伤室职业人员最大受照射剂量为 $5.60 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$,公众最大受照射剂量为 $3.34 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。两探伤室均满足职业人员 5mSv/a 的剂量约束限值,满足公众 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

根据建设单位反馈,该公司周围评价范围内无其他电离辐射源,因此,本项目辐射环境影响分析个人剂量预测不存在叠加影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律,距离探伤铅房最近的关注点可以代表探伤铅房周围最大可能辐射有效剂量。在本项目投入运行后,实际管电压、管电流低于预测工况,探伤机产生的X射线经墙体屏蔽、距离衰减后,本项目周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量,对机房周围公众影响更小。

2、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:

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \bullet S_0 \bullet R \bullet g \dots\dots\dots (\text{式 } 11-15)$$

式中:

Q_0 : 臭氧产额, mg/h ;

G : 离辐射源1m处的辐射剂量率, 本项目取值为 28.8Gy/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。

铅房内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_o \cdot T_v / V \quad \dots\dots\dots \text{(式 11-16)}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_o—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—铅房空间体积，XYD-320-1000 探伤室取 11.7m³，XYD-320-1000 探伤室取 17.1m³；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \quad \dots\dots\dots \text{(式 11-17)}$$

t_v—每次换气时间，h；

t_a—臭氧分解时间，取值为 0.83h。

根据以上公式可计算出，本项目 X 射线成像系统在探伤过程中臭氧产额为 1.872mg/h，铅房通风设计量为 1800m³/h，则 XYD-320-1000 探伤室铅房内臭氧平衡浓度为 0.044mg/m³，XYD-320-2000 探伤室铅房内臭氧平衡浓度为 0.038mg/m³；均远低于规定的工作场所空气中臭氧的浓度（0.30mg/m³）限值。

本项目探伤机曝光时间较短，臭氧产生量很低，通过铅房自带通风系统通过管道排入车间外大气环境后，再经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》

（GB3095-2012）中规定的0.20mg/m³的二级标准限值要求，故不会对周围大气环境造成明显影响。

3、危险废物环境影响分析

由于本项目使用数字成像系统，不产生危险废物，故不予评价。

4、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“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射线探伤机报废时，必须进行去功能化处理，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。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，报废的射线装置应实施退役。

在射线装置退役后应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统(网址：<http://rr.mee>。

gov.cn) 上对信息进行更新, 并到发证机关更换辐射安全许可证。

5、声环境影响分析

风机工作时将产生一定噪声, 本项目拟采用低噪声设备(噪声源强低于 65dB(A)), 经过距离衰减和墙体隔声后, 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) 3 类标准限值要求。

6、一般固废

本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾, 工作人员产生的生活垃圾约1kg/d, 依托厂区已有垃圾收集设施收集。

7、废水

本项目使用数字成像系统, 不进行洗片, 因此本项目废水主要为工作人员的生活污水, 最大产生量约 72m³/a, 经厂区预处理设施处理后进入当地污水处理厂处理。

事故影响分析

1、事故风险识别

本项目所用探伤机属II类射线装置, 其风险因子主要为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11-11中。

表11-11 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

风险因子	辐射伤害程度	事故等级
X射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
	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。	较大辐射事故
	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。	重大辐射事故

根据《实用辐射安全手册》(丛慧玲, 北京: 原子能出版社, 2006.2, P114~115), 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见表11-12。

表11-12 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

2、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在防护门未关闭的情况下即进行探伤操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

②设备检修时，人员在铅房内，射线装置误开机，造成事故照射。

3、最大可能性事故后果计算

假定在事故情况下，人员误入铅房，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11-18计算：

$$D = I\delta_x/r^2 \dots\dots\dots \text{（式11-18）}$$

式中：

D—空气吸收剂量率，mGy·min⁻¹；

I—管电流，mA，本项目取7mA；

δ_x —发射率常数，本项目为9mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；

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11-19进行计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{（式11-19）}$$

式中：

E—人员受到的有效剂量，mSv·min⁻¹；

W_T —组织权重因数，求和为1；

W_R —辐射权重因数，求和为1。

根据式11-19及11-20，探伤机管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。

由于本项目探伤方式为室内探伤,因此事故情况下,只会局限在铅房内,该XYD-320-1000探伤室净空长宽尺寸为2.16m×2.27m, XYD-320-1000探伤室净空长宽尺寸为2.80m×2.80m,同时由于铅室和操作台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铅室或操作台紧急止动开关中断电源,整个处理时间约10s,单次辐射事故受照射剂量计算结果见表11-13。

探伤机对受照人员的有效剂量计算结果见表11-13。

表 11-13 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

风险因子	与探伤机靶正面距离 (m)	暴露吸收剂量率 (mSv/min)
X 射线	0.5	252
	1	63
	2	15.75
	3	7

由表知,当数字成像系统出现事故,工作状态下人员误入铅房内部时,则在其主射束方向上距焦点1m处X射线的剂量率为63mSv/min,在这里受照0.5min,所受有效剂量为31.5mSv/次。根据GB18871-2002中特殊情况下职业和公众5个连续年的年平均剂量限值(分别为20mSv和1mSv),对于职业工作人员为年剂量限值的1.6倍,属于一般辐射事故。所以本项目铅房设备一旦发生辐射事故,应立即停止射线装置(切断电源)。

上述分析表明,本项目运营中发生事故,人员受超剂量照射的风险概率均较大。在X射线直接照射情况下,应立即启动事故应急预案,及时报警。因此在探伤中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度,强化安全管理尽可能地减少或避免人员受超剂量照射。

4、事故预防措施

项目建设单位采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

(1) 辐射安全管理

①建设单位需成立辐射防护领导小组,负责全公司辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理;负责收集、整理、分析全公司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,并对辐射工作人

员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

②建设单位需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原环境保护部令第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”。

应急方案的内容应包括：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项目建设单位应制定辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

（2）设备固有安全设施

本项目建设单位按照表10-4中各项要求落实到位后，工业X射线实时成像检测系统自身采取了多重安全措施，可以防止辐射事故的发生，如“紧急停机”按钮、门灯联锁与门机联锁等。

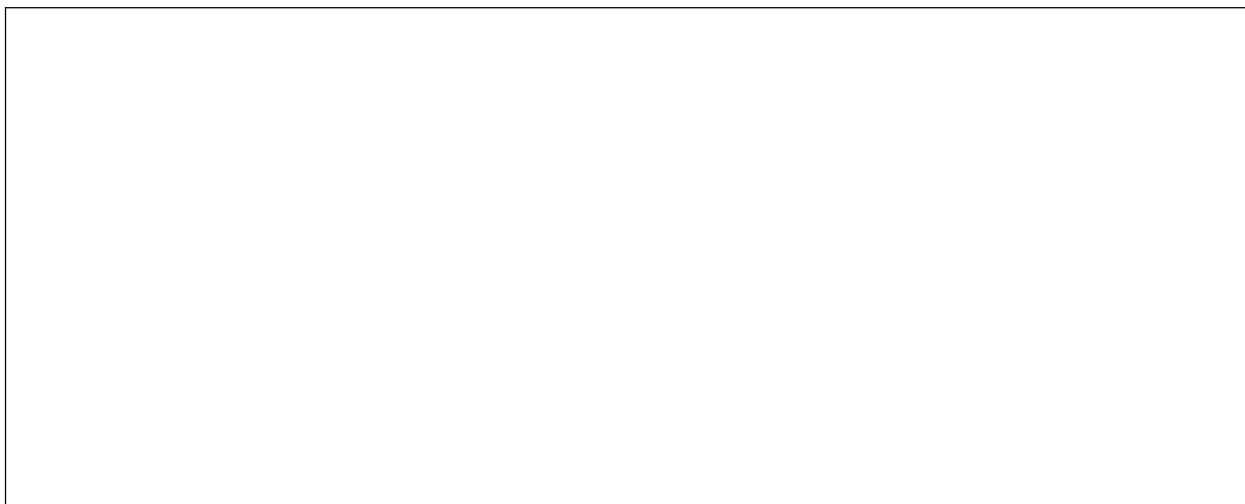


表 12 辐射安全管理

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

建设单位已成立了“辐射安全与环境保护工作领导小组”辐射防护负责人为蒋万东，领导小组下设办公室在科研管理部（安全环保部），其工作职责为：①负责公司辐射安全与环境保护管理的日常工作；②负责 X 射线辐射装置（设备）的安全保卫与日常监管工作；③负责辐射安全与环境保护法规的宣贯与执行落实，④公司规章制度的制定工作；⑤负责辐射工作人员的日常安全教育培训与职业健康工作；⑥负责规划并落实辐射安全与环境保护相关设施、设备及用品，以及辐射工作人员的安全防护用品，确保环境及人员的辐射安全与环境保护受控；⑦负责辐射工作人员的职业技能培训工作；负责作业环境辐射日常监测监管工作；⑧负责辐射污染防治与相关危险废物的管控工作。

二、辐射工作人员配置

本项目建设单位由原配置 3 名无损检测人员拟增配至 6 名，6 名辐射工作人员均定岗定责，不从事其它辐射工作岗位。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 250 天。铅房周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

(1)建设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生态环境部网上学习考核平台（<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)建设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 1 套个人剂量计。

(3)个人剂量计应正确配戴，定期送交有资质的检测单位进行检测。建设单位应为每一名辐射工作人员建立个人剂量档案，完善个人剂量管理制度。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，调查原因并由当事人签字确认。

(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管理制度

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档案管理。档案资料可分以下包括以下八大类：“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”。

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

由于本项目为新建，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，建设单位需制定的规章制度如下：

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	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	已制定，需悬挂于辐射工作场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	已制定，内容挂于辐射工作场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定
5	辐射工作人员岗位职责	已制定，内容挂于辐射工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	已制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定，内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核，到期前再考核的内容
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定
11	辐射安全与防护年度评估制度	已制定，需包含“每年1月31日前，按照要求对上一年度辐射安全防护状况进行评估，并上传年度评估报告”
12	辐射事故应急预案	已制定，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
13	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定

建设单位应认真组织学习《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：单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；单位定期（监测周期为 1 次/月）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，单位应组织调查，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，单位应组织调查，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：所有从事辐射检测的工作人员和管理人员，自觉进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核合格成绩单超过 5 年的辐射工作人员，需进行再次参加进行学习和考核。

（4）《辐射事故应急预案》中应包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容。

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。

建设单位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，结合单位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、射线装置使用能力综合评价

结合《辐射安全许可证》发放条件、中华人民共和国环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、生态环境部核技术利用单位现场检查内容及原中华人民共和国环境保护部第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，将本项目采用的辐射安全防护措施列于下表 12-2。

表 12-2 本项目辐射安全防护设施要求表			
规定的措施和制度			现有情况
固 定 式 场 所 设 施	XYD-320 -1000 探 伤室	建筑屏蔽	有专用铅房防护
		射线仪进件门处电离辐射警示标志	已配置
		射线仪顶部机器工作状态灯显示	已配置
		隔室操作	/
		防护门	设计中有
		门机联锁	已配置
		门灯联锁系统	已配置
		射线仪内监控设施	已配置
		通风设施	自带通排风机，须增加排风管道
		紧急停机按钮	已配置
		出口处紧急开门按钮	已配置
		准备出束声光提示	已配置
	XYD-320 -1000 探 伤室	建筑屏蔽	有专用铅房防护
		射线仪进件门处电离辐射警示标志	需配置
		射线仪顶部机器工作状态灯显示	需配置
		隔室操作	/
		防护门	设计中有
		门机联锁	需配置
		门灯联锁系统	需配置
		射线仪内监控设施	需配置
		通风设施	自带通排风机，须增加排风管道
		紧急停机按钮	需配置
		出口处紧急开门按钮	需配置
		准备出束声光提示	需配置
监测设备	便携式X-γ辐射剂量监测仪	已配备	
	个人剂量片	需增加	
	个人剂量报警仪	已配备	

表 12-3 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表			
序 号	放射性同位素与射线装置安 全许可管理办法	项目实际情况分析	环评要求
1	从事生产、销售、使用放射 性 同位素与射线装置的单 位，应 持有有效的辐射安全 许可证。	持有四川省生态环境厅颁 发的辐射安全许可证：川 环辐证[00631],有效期限截 止 2023 年 11 月 19 日，允 许使用种类和范围为：使	辐射安全许可证需对 本次内容进行更新

		用 II 类放射源, 使用 II 类射线装置。	
2	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; 其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作	机构已设置, 配备专人负责 辐射安全 and 环境保护管理工作;	总结公司辐射防护管理方面的经验并改进一些管理规章制度
3	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	已全部完成辐射安全培训, 通过考核并持有证书, 且在有效期内	复训时在生态环境部平台上进行
4	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	设置电离辐射警告标志、辐照装置指示灯、门机联锁装置、紧急止动装置、视频监控等安全措施。	定期检查辐射安全措施, 以确保辐射安全系统运行良好
5	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, 包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等	按照已制定的辐射监测制度落实工作场所和个人剂量监测	按照已制定的辐射监测制度落实工作场所和个人剂量监测
6	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	已制定	符合要求
7	有完善的辐射事故应急措施	有辐射事故应急预案	符合要求
8	产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	/	/

在严格的落实执行上述措施的前提下, 建设单位申请从事辐射工作的种类、范围和场所满足辐射安全要求, 具备了 II 类射线装置的条件和管理能力。

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，包括辐射工作场所监测和个人剂量检测。

一、辐射工作场所监测

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》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/月。

（1）公司自我监测

建设单位定期（监测周期为1次/月）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；自行开展辐射监测，周期1次/月	铅房四周墙壁外
			铅房防护门门缝处
			铅房四周保护目标处

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

个人检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片，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、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。公司应将辐射工作人员的个人剂量档案保存终身。

三、年度监测报告

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。建设单位应按照《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》。建设单位必须在“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，放射工作人员立即断电停机，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、省生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健行政部门报告。

（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，可减少或避免放射性事故的发生率，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。

单位应当根据以上要求，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，结合单位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

1、项目名称、性质、地点

项目名称：搬迁 XYD-320-1000 探伤室及新增 XYD-320-2000 探伤室项目

建设单位：攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

建设性质：新建及改建

建设地点：攀枝花市东区桃源街 90 号攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司
钛铸造实验室无损检测室

2、建设内容与规模

本项目总占地面积 45m²，总投资 135 万元，拟将原厂区北侧中部钒钛铸铁与钒钛钢实验室中 XYD-320-1000 探伤室搬迁至厂区东北侧已建成的钛铸造实验室无损检测室，并在钛铸造实验室无损检测室内新增一间 XYD-320-2000 探伤室。该 XYD-320-1000 探伤室包含 1 台型号为 HS-XYD-320-1000 的 X 射线实时成像检测系统（额定容量为 320kV 7mA）、整体式铅房一座及配套控制成像系统；XYD-320-2000 探伤室包含 1 台型号为 HS-XYD-320-000 的 X 射线实时成像检测系统（额定容量为 320kV 5mA）、整体式铅房一座及配套控制成像系统。两台探伤机年最大曝光时间均为 83 小时，均属于 II 类射线装置。两台探伤机主要用来检测特种管件或铸件产品内部的对接焊缝，不涉及室外探伤，不使用定影液、显影液和胶片。

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探伤领域，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

攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司位于攀枝花市东区桃源街 90 号，项目周围均为城区环境及道路，本项目两台 X 射线实时成像检测系统均分别安装于该公司钛铸造实验室无损检测室铅房内，厂房选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，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约束限值的要求，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

根据四川同佳检测有限责任公司的监测报告，本项目周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 0.16~0.24 μ Sv/h，属于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

本项目施工期较短，通过采取相应的防治措施，对周围环境影响较小。

2、营运期环境影响分析

（1）电离环境影响

本项目XYD-320-1000探伤室职业人员最大受照射剂量为 5.60×10^{-2} mSv/a，XYD-320-2000探伤室职业人员最大受照射剂量为 5.60×10^{-2} mSv/a，满足5mSv/a的剂量约束限值；XYD-320-1000探伤室公众最大受照射剂量为 5.35×10^{-3} mSv/a，XYD-320-2000探伤室公众最大受照射剂量为 3.34×10^{-3} mSv/a，满足0.1mSv/a的剂量约束限值。

（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/m³）的要求，不会对环境空气造成明显影响。

（3）水环境影响

本项目为工作人员的生活污水约 72m³/a，经厂区预处理设施处理后进入当地污水处理厂处理。

(4) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，经该公司内垃圾桶统一收集后，交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，并认真贯彻实施后，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

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故，应急预案与安全规章制度，环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。并在项目后期运营过程中继续修订、补充和完善，以更适应后期运行需求。经过采取上述措施工厂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，本项目在攀枝花市东区桃源街 90 号攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司生产车间内建设，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

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

环保设施			数量
XYD-320-10	安全装置	整体铅房一座，铅房东西南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为	1 套

00 探 伤室		防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	
		双开电动铅门，采用 28mm 厚铅板作为防护层	1 扇
		门机连锁系统	1 套
		门灯连锁系统	1 套
		铅房内监控设备	1 套
		铅房内出口处紧急开门按钮	1 个
		铅房紧急停机按钮	2 个
		操作台上紧急停机按钮	1 个
	废气处理	通风系统	1 套
	警示标识	入口机器工作状态显示	1 套
		入口电离辐射警示标志	1 套
		准备出束声光提示报警灯	1 个
XYD-320-20 00 探 伤室	安全装置	整体铅房一座，铅房东西南侧采用 28mm 厚铅板作为防护层；北侧主射束面及底部采用 46mm 厚铅板作为防护层；顶部采用 28mm 厚铅板作为防护层	1 套
		双开电动铅门，采用 28mm 厚铅板作为防护层	1 扇
		门机连锁系统	1 套
		门灯连锁系统	1 套
		铅房内监控设备	1 套
		铅房内出口处紧急开门按钮	1 个
		铅房紧急停机按钮	2 个
		操作台上紧急停机按钮	1 个
	废气处理	通风系统	1 套
	警示标识	入口机器工作状态显示	1 套
		入口电离辐射警示标志	1 套
		准备出束声光提示报警灯	1 个
监控设施		监督区视频监控装置	1 套
监测仪器	便携式辐射监测仪		1 台
	个人剂量报警仪		3 个
	个人剂量计		6 套

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《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》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

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）文件第十七条规定：

（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环

境保护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）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://www.mee.gov.cn>）。

（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）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，需在9个月内完成项目自主验收；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；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。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/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

要求

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、组织所有辐射工作人员和相关管理人员按照生态环境部2019年第57号公告的要求，参加生态环境部网上学习考核平台（fushe.mee.gov.cn）中辐射安全与防护专业知识，考核通过后方能上岗。

3、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，评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境主管部门，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>）。

4、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。

5、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

6、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。