

核技术利用建设项目

新建探伤室内

工业 X 射线探伤应用项目

环境影响报告表

(公示本)

四川德质检测技术有限责任公司

二〇二四年二月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

新建探伤室内

工业 X 射线探伤应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川德质检测技术有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：谢强

通讯地址：四川省德阳市区庐山南路三段 32 号 1 号楼

邮政编码：618000

联系人：银希军

电子邮箱：251128674@qq.com 联系电话：13778406139



目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	15
表 9	项目工程分析与源项	20
表 10	辐射安全与防护	26
表 11	环境影响分析	36
表 12	辐射安全管理	54
表 13	结论与建议	61

附件：

附件 1 环评委托书；

附件 2 《关于德阳立达机电设备有限公司年加工冶金备件、基础件、电液锤 3500 吨等项目竣工环保验收意见》；

附件 3 探伤室及其附属设施租赁合同

附件 4 公司成立辐射安全事故应急管理领导小组的通知；

附件 5 本项目辐射环境监测报告；

附件 6 危废处置承诺书；

附件 7 本项目资料确认清单。

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 本项目外环境关系及厂区平面布置图；

附图 3 本项目探伤室平面布置图；

附图 4 本项目探伤室剖面图；

附图 5 本项目两区划分图；

附图 6 本项目人流、物流路径图；

附图 7 本项目探伤室安全装置、监控系统示意图

附图 8 本项目防渗分区图。

表 1 项目概况

建设项目名称		新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目				
建设单位		四川德质检测技术有限责任公司				
法人代表		谢强	联系人	银希军	联系电话	13778406139
注册地址		四川省德阳市区庐山南路三段 32 号 1 号楼				
项目建设地点		四川省德阳市区庐山南路三段 32 号德阳立达冶金设备有限公司厂区内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	5.6	投资比例（环保投资/总投资）	5.6%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）	192.4m ²
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

四川德质检测技术有限责任公司成立于 2023 年，社会信用代码：91510600MACJA2DGX4，经营范围：检验检测服务；国防计量服务；认证服务；技术服务等。四川德质检测技术有限责任公司基于业务开展需要，经与德阳立达冶金设备有限公司友好协商，租赁该公司闲置工业 X 射线探伤室及其附属设备设施。

德阳立达冶金设备有限公司的工业 X 射线探伤室及探伤室内现有的一台

XXQ-3505 型定向探伤机已于 2009 年履行了相关环保手续(原四川省环保局川环审批[2009]411 号)。设备于 2013 年报停,直至 2023 年德阳立达冶金设备有限公司在将探伤室及其附属设备整体租赁给四川德质检测技术有限责任公司。租赁的工业 X 射线探伤室及其附属设备实施由四川德质检测技术有限责任公司投入资金恢复检测能力,在满足环保和检测工作开展的基础上,取得相应资质后对客户开展 X 射线探伤技术服务,主要用于开展对钢制焊接件和铸造件的无损检测业务。

四川德质检测技术有限责任公司拟在探伤室内使用 2 台探伤机,一台为租赁的 XXQ-3505 型定向探伤机,其最大管电压为 350kV、最大管电流为 5mA;一台为新购买的 ERESO 42 MF4 定向探伤机,其最大管电压为 200kV、最大管电流为 10mA,属于 II 类射线装置。项目建成后公司只开展探伤室内的探伤,不涉及野外(室外)探伤项目。

本项目涉及使用 II 类射线装置,根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令第 18 号)及《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)的相关规定,本项目属于“第五十五—172 条核技术利用建设项目中生产、使用 II 类射线装置”的规定,本项目应编制环境影响报告表,同时向四川省生态环境厅申请审批,因此,四川德质检测技术有限责任公司委托四川同佳检测有限责任公司对该项目开展环境影响评价工作。四川同佳检测有限责任公司接受委托后,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《新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目环境影响报告表》。

报告编制完成后,建设单位对该项目进行了全文公示,公示后未收到任何单位和个人有关项目情况的反馈意见。

公示网址:

<https://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=f31d663741654e4ae4b8094099786361>

[首页](#)

其他公示：

报告资料

供需对接

危废管理评估

关于我们 -

[首页](#) / [项目公示](#) / [公示信息](#)

项目公示情况

 项目概况

信息公开

发布日期：无

 公参公示

发布日期:

全本公示

发布日期：2023年12月18日

 竣工公示

发布日期:

新建探伤室内工业X射线探伤应用项目环境影响评价全本公示

[字号: 小中大]

发布日期：2023年12月18日

浏览次数: 0次

项目名称：新建探伤室内工业X射线探伤应用项目

项目地址:德阳市区庐山南路三酸32号德阳立达冶金设备有限公司厂区内

项目概况：公司拟在探伤室内使用2台探伤机，型号分别为：XXQ-3505型定向探伤机（额定管电压350kV，额定管电流5mA）和ERESCO 42 MF4定向探伤机（额定管电压200kV，额定管电流10mA），均属于Ⅱ类射线装置。主要用于开展对钢制焊接件和铸造件的无损检测业务。项目建成后公司只开展探伤室室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

联系方式(电话或邮箱等): 根老师 13778406139

项目环境影响报告书及公参说明详见附件。公示时间不少于5个工作日。公示期间,对项目建设有异议、疑问或建议的公众可以联系建设单位、环评单位、主管部门提出意见或建议。

四川德质检测技术有限责任公司

2023 年 12 月 18 日

附件：

《新建探伤室内工业X射线探伤应用项目（公示本）》

【公示本】新建探伤室内工业x射线探伤应用项目 - 副本.pdf

曝光室尺寸为长 13.8m×宽 8.94m×高 7.1m，四面墙体均为 600mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 300mm 厚钢筋混凝土；南侧“L”型迷道长 6.6m，宽 1.5m，迷道墙为 600mm 厚钢筋混凝土；人员进出门为 10mm 铅当量平推铅钢防护门；东侧工件进出门为 23mm 铅当量地轨式平移铅钢推拉门，门宽 4.3m，检测钢制焊接件、铸造件最大直径约 3m、长度约 8m、壁厚约 60mm，工件进出方式为平车轨道直接输送，曝光室内尺寸能满足工件探伤要求，故公司只开展探伤室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

拟在探伤室内使用 2 台探伤机，型号分别为：XXQ-3505 型定向探伤机（额定管电压 350kV，额定管电流 5mA）和 ERESO 42 MF4 定向探伤机（额定管电压 200kV，额定管电流 10mA），均属于 II 类射线装置，探伤时主射方向朝向北侧或南侧。2 台探伤机年检测工件数量约 2400 件，单次曝光最大时间约为 10min，年总曝光时间共为 400h。

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	运营期
主体工程	占地面积	本项目总占地面积约 192.4m ² ，其中曝光室面积为 123.4m ² ，控制室（兼评片室）面积为 23m ² ，洗片室面积约 20m ² 、晾片室面积为 23m ² 。	无	探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，换气风机产生的噪声
	曝光室结构	曝光室尺寸为长 13.8m×宽 8.94m×高 7.1m，四面墙体均为 600mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 300mm 厚钢筋混凝土；南侧“L”型迷道长 6.6m，宽 1.5m，迷道墙为 600mm 厚钢筋混凝土；人员进出门为 10mm 铅当量平推铅钢防护门；东侧工件进出门为 23mm 铅当量地轨式平移铅钢推拉门		
	探伤机情况	使用 2 台探伤机（XXQ-3505 定向、ERESCO 42 MF4 定向）	/	
	探伤地点	探伤机放置在曝光室内使用，不涉及室外（野外）探伤。	/	
	曝光时间	2 台探伤机合计曝光 400h/年	/	
环保工程	危废暂存间（位于洗片室内西南角）		/	废显、定影液，废胶片及洗片废水
辅助	控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室			

工程			
公用工程	依托厂区已建的卫生间等		/
办公及生活设施	依托厂区已建办公设施、污水收集处理设施、固体废物收运设施等	/	生活污水、生活垃圾
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	胶片	约 6000 张	外购	卤化银
	显影液	350kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	300kg/a	外购	硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)、无水亚硫酸钠
能源	电(度)	—	1200 度	—
水量	水	—	300m ³	—

（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	穿透厚度 铝/铁 (mm)	曝光时间 (min/次)	备注
XXQ-3505	350kV	5mA	定向	成都华光	曝光室	40°	60mm	10	租赁
ERESCO42MF4	200kV	10mA	定向	GE	曝光室	40°	42mm	10	拟购

（五）项目外环境及选址合理性分析

1、本项目外环境关系

四川德质检测技术有限责任公司租赁的探伤室位于德阳立达冶金设备有限公司厂区内。根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：以探伤室四周墙体为边界，北侧9m~50m范围内为德阳立达机电设备有限公司办公楼；东侧10m~20m范围内为厂区道路、德阳立达冶金机电设备有限公司厂房；南侧0~46m范围为四川德质检测技术有限责任公司切割工位，西侧27~50m为乐福水苑，西北侧48~50m为四川省宏联

铝塑有限公司；控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室位于曝光室南侧。

项目厂区平面布置图及外环境关系图见附图2。

2、本项目选址合理性

四川德质检测技术有限责任公司租赁的探伤室位于德阳立达冶金设备有限公司厂区内，本项目所在厂区已于2006年取得环评批复，批文号为“德环建函（2006）15号”，并于2009年完成验收（见附件2），本项目为其配套建设项目，位于厂区内西南角，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周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（六）劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员 3 人，一天工作时间 8 小时，全年 300 个工作日。

公司可根据今后开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

目前已有2名辐射工作人员通过了核技术利用辐射安全与防护考核（成绩报告单见附件7），公司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（<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。

四、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，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

五、本项目依托情况

本项目所在厂区已取得原德阳市环境保护局的审查批复（德环建函【2006】15号），并于2019年完成了竣工环保验收，见附件2。

本项目依托的主要环保设施有：

（1）运营期产生的生活污水经厂区已建污水预处理池处理后，排入市政管网处理达标后排放。

（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至城市垃圾填埋场集中处理。

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	定向探伤机	Ⅱ类	1	XXQ-3505	350kV	5mA	对钢制焊接件、铸造件进行检测	曝光室内	租赁
2	定向探伤机	Ⅱ类	1	ERESCO42MF4	200kV	10mA	对钢制焊接件、铸造件进行检测	曝光室内	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	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	不暂存	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》（国务院第682号令，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，2005年12月1日实施）； (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）； (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； (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》（原国家环境保护总局第 31 号令，2021 年 1 月 4 日修订）； (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）； (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）； (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）； (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）； (14) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部令第 15 号 2021 年 1 月 1 日实施）； (15) 《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）。
------------------	--

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γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJT61-2021)； (5) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)； (7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)； (8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (9) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)； (10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。
其 他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987)； (3) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》； (4) 《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)。

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》（HJT61-2021）对辐射监测技术要求，确定辐射环境影响评价的范围：以本项目曝光室实体为边界，50m 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

保护目标	位置	距辐射源最近距离 (m)	人流量 (人次/天)	照射类型	年剂量约束值 (mSv)
本项目辐射工作人员	南	3.5	3	职业照射	5.0
四川德质检测技术有限责任公司切割工位的工作人员		10.5	约10	公众照射	0.1
德阳立达机电设备有限公司办公楼的工作人员	北	13	约20	公众照射	0.1
厂区内道路的流动人群、德阳立达机电设备有限公司厂房的工作人员	西	18	约50	公众照射	0.1
乐福水苑的人员	东	29	约200	公众照射	0.1
四川省宏联铝塑有限公司的人员	东北	48	约200	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）3 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) 危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

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 2.5 μ Sv/h。

（三）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 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 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（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

四川德质检测技术有限责任公司租赁的探伤室位于德阳立达冶金设备有限公司厂区内。根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：以探伤室四周墙体为边界，北侧9m~50m范围内为德阳立达机电设备有限公司办公楼；东侧10m~20m范围内为厂区道路、德阳立达冶金机电有限公司厂房；南侧0~46m范围为四川德质检测技术有限责任公司切割工位，西侧27~50m为乐福水苑，西北侧48~50m为四川省宏联铝塑有限公司；控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室位于曝光室南侧。

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，已建场所现状见下图。



探伤室工件进出门现状



探伤室内部



洗片室现状



探伤室东侧德阳立达机电设备有限公司

二、现状监测及评价

1、环境现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 X 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域 X-γ辐射剂量率进行了监测评价。

2、监测方法及仪器

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川德质检测技术有限公司委托四川同佳检测有限责任公司于2023年10月25日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，其监测项目、分析方法及来源见表8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-93
	《辐射环境监测技术规范》	HJ/T61-2001

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用设备及监测环境表

检测项目	检测设备			使用环境		
	名称及编号	技术指标	校准情况			
X- γ 辐 射 剂 量 率	名称:环境监测用 X-γ 辐射空气比释动能率仪 型号:NT6101 编号:TJHJ2021-49	①能量响应: 48KeV~3MeV ②测量范围: 10nGy/h~200 μGy/h ③能量响应:	校准单位:上海市计量测试技术研究院 校准字号: 2023H21-20-4893084001 校准日期: 2023 年 10 月 18 日 有效期至: 2024 年 10 月 17 日	天气: 阴 温度: 22.6℃ 湿度: 56%		
		能量响应				
		空气比释动能率 (mGy/h)			X 管电压 (kV)	校准因子 (C _f)
		0.06			60	1.24
					80	0.8
					100	1.06
					150	1.10
					200	1.10
		④剂量响应:				
		剂量响应 (使用 ¹³⁷ CS 辐射源)				
		空气比释动能率 (mGy/h)			校准因子 (C _f)	

		0.13	0.90		
		0.06	0.96		
		0.01	0.95		
		0.002	0.96		

3、质量保证

本项目环境现状监测单位四川同佳检测有限责任公司，通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川同佳检测有限责任公司质量管理体系：

（1）计量认证

从事监测的单位四川同佳检测有限责任公司通过了四川省市场监督管理局的检验检测机构资质认定证书（证书编号：222312051472），有效期至2028年11月21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。

本项目现状监测所用仪器已由计量部门年检，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。

4、环境现状监测与评价

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为工业X射线探伤机曝光时产生的X射线，由此确定本项目现状监测因子为X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括探伤室中央、工件进出门、操作室、西南墙、西北墙、邛崃配气站，监测点位均为距离探伤室周围的区域，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：



本项目现状监测布点示意图

监测所用仪器已由计量部门年检,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,能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平,可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下:

表 8-3 本项目拟建场所本底值监测结果 单位: $\mu\text{Gy/h}$

点位	测量位置	测量值	标准差(S)	备注
1	探伤室位置	100	4	见检测布点图
2	探伤室南侧	98	4	
3	探伤室东侧	103	4	
4	探伤室北侧	101	3	
5	探伤室西侧	102	3	
6	探伤室南侧四川德质检测技术有限公司切割工位	104	2	
7	探伤室东侧德阳立达机电设备有限公司	102	2	
8	探伤室北侧德阳立达机电设备有限公司办公室 1 楼	104	3	
9	探伤室西北侧四川省宏联铝业公司	105	2	
10	探伤室西侧乐福水苑	100	4	

注: 以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

监测表明: 根据现场监测报告, 本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 $98\text{nGy/h} \sim$

105nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（61.9~151.8 nGy/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

本项目租用已建探伤室，不存在施工期影响。

1、设备安装调试期间的工艺分析

本项目探伤机的安装调试阶段，会产生X射线，造成一定的辐射影响，探伤机由厂家专业人员进行调试安装。安装、调试过程中，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，在机房门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示标识，人员离开时探伤室上锁。

二、运营期

1、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 射线主射束对环境影响大。X 射线产生原理见图 9-2。

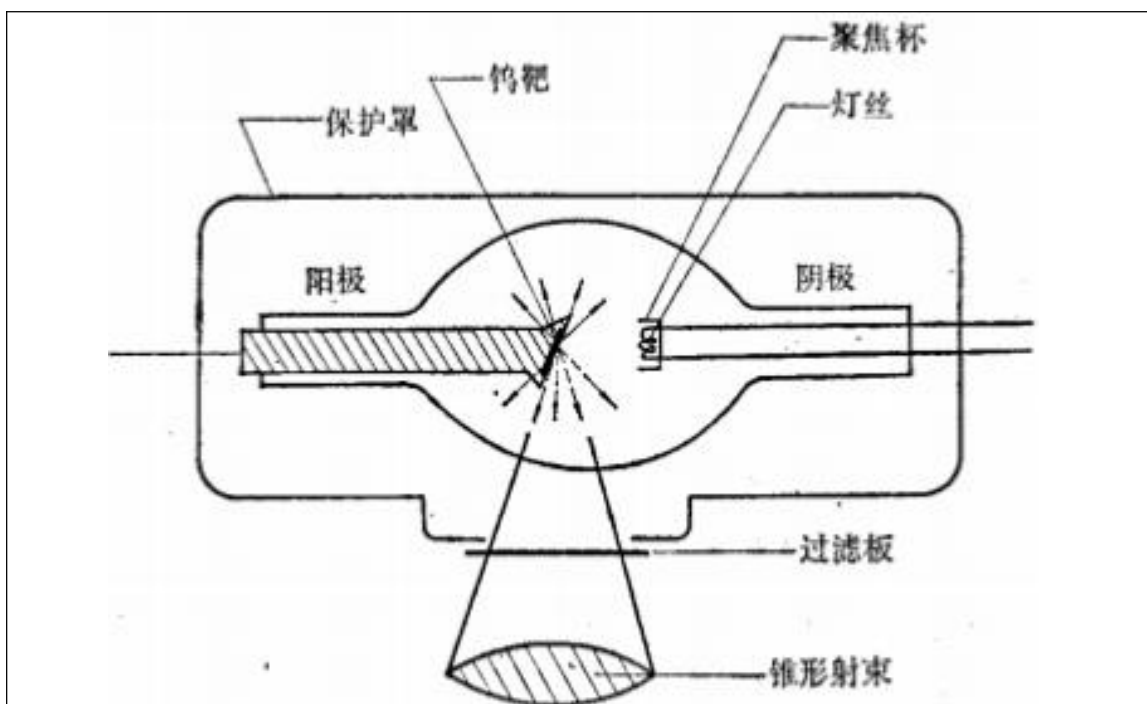


图 9-2 X 射线探伤机工作原理示意图

根据不同材料及厚度对 X 射线吸收程度的差异，通过 X 射线透视摄片，从胶片上显示出材料、零部件及焊缝的内部缺陷。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。本项目所用 X 射线装置的靶材料均为金属钨。

2、项目流程及产污染环节

X 射线探伤机探伤的工艺流程主要有：配戴个人剂量计、携带剂量报警仪、放置固定好探伤工件、待检工件准备、人员撤离并关闭工件进出门、设置电压和曝光时间、调整焦距离、贴置胶片、人员撤离、关闭铅门、曝光拍片、胶片显影、定影、清洗和评片归档等，X 射线探伤工艺流程及污染物产生环节见图 9-3。

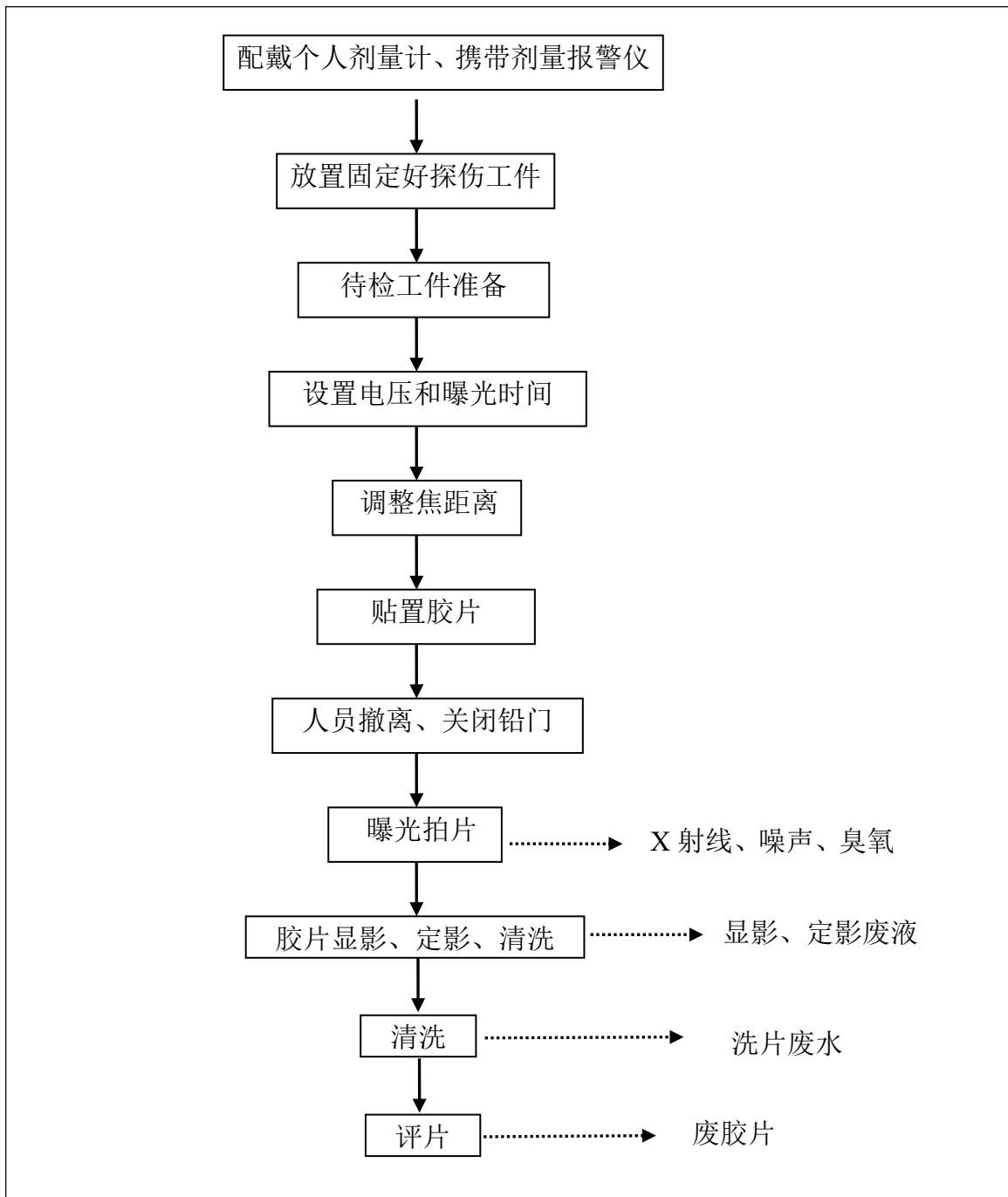


图 9-3 X 射线探伤工艺流程及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束曝光过程中产生的 X 射线和臭氧。在洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片及洗片废水；风机产生的噪声。

本项目探伤工件路径：探伤工件从地轨式平移推拉的铅钢工件进出门进出，采用平车轨道直接输送。

本项目探伤工作人员路径：工作人员从电动推拉式的铅钢防护门进出迷道，

经过迷道进出曝光室。

探伤过程中操作人员和探伤工件通道情况如下图所示：

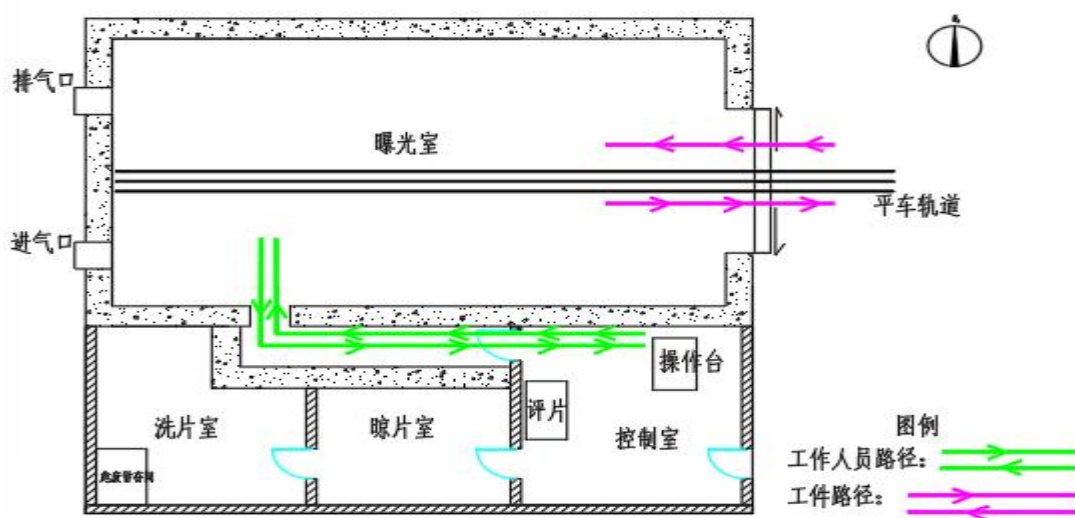


图 9-4 X 射线探伤工件及人员通道图

3、工况分析

本项目拟在探伤室内使用 2 台探伤机（XXQ-3505 定向、ERESCO42MF4 定向）实施探伤作业，用来检测钢制焊接件、铸造件。曝光室长 13.8m、宽 8.94m、净空高 7.1m，工件进出门宽 4.3m，检测的工件最大直径约 3m、长度约 8m、壁厚约 60mm，年总曝光时间共为 400h。工件进出方式为平车轨道直接输送，曝光室内尺寸能满足工件探伤要求，故公司只开展探伤室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。探伤时，采取外照法，曝光时间与探伤物件厚度成正比。定向 X 射线探伤机照射时，主射束不投向工件进出门。

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和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，本项目探伤机产生的 X 射线能量最大为 350kV。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

本项目共涉及工作人员 3 人，用水量按 120L/人·天计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 0.288m³/d，生活废水依托厂区已建污水预处理池处理后，排入城市污水处理厂处理达标后排放；本项目探伤作业产生的洗片废水全部作为危险废物集中收集暂存于危险废物暂存间，与其他危险废物一并定期交有资质单位处置，不排入厂区污水管网。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1.5kg/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

本项目所有设备选用低噪声的风机设备，噪声主要为风机噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

六、危险废物

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中将产生废显影液、废定影液和洗片废水，在评片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有溴化钾、无水亚硫酸钠等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和无水亚硫酸钠等化学物质。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其废物类别为 HW16。由于洗片废水中含有较高浓度的 AgBr、显影剂及强氧化物，亦按危险废物进行管理。

危废暂存间位于洗片室内西南侧，面积约 2.5m²。设计有专门的废显影液、定影液收集贮存容器且分开存放，存放容器及暂存间设计有设置危险识别标志；废显影液、废定影液贮存容器使用符合标准的容器盛装，容器及材质要满足相应的强度要求。危废暂存间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废暂存间为可密闭房间，具有防雨措施，采用防渗混凝土+HDPE膜（2.0mm厚、渗透系

数不高于 1.0×10^{-10} cm/s的HDPE膜作为防渗层)防渗,暂存间设置围堰,防止危废流失。

本项目产生的危险废物暂存于贴有危废标识的专用容器里,放置于危废暂存间内,将与有相应处理资质的单位签订回收合同,不外排。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布局和两区划分

1、项目平面布局合理性分析

已建探伤室位于厂区西南角，较为独立，设计为1层，屋顶人员不可到达，其控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室位于曝光室南侧，方便工件探伤、评片工作的展开，利于工作人员的辐射防护。且与其他非辐射工作人员活动区避开一定距离，探伤机工作过程产生的X射线经混凝土和铅防护门的屏蔽并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。

综上，本项目平面布置既便于探伤各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，该项目平面布置是合理可行的。

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、评片室、暗室、危废暂存间划为监督区（见附图 8），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
新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目	曝光室及迷道实体区域内。	曝光室工件进出门前 1 米内区域、控制室(兼评片室)、洗片室、晾片室。
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、洗片和评片的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，并设置黄色“非职业人员禁止进入”字样。

两区划分示意图见下图：

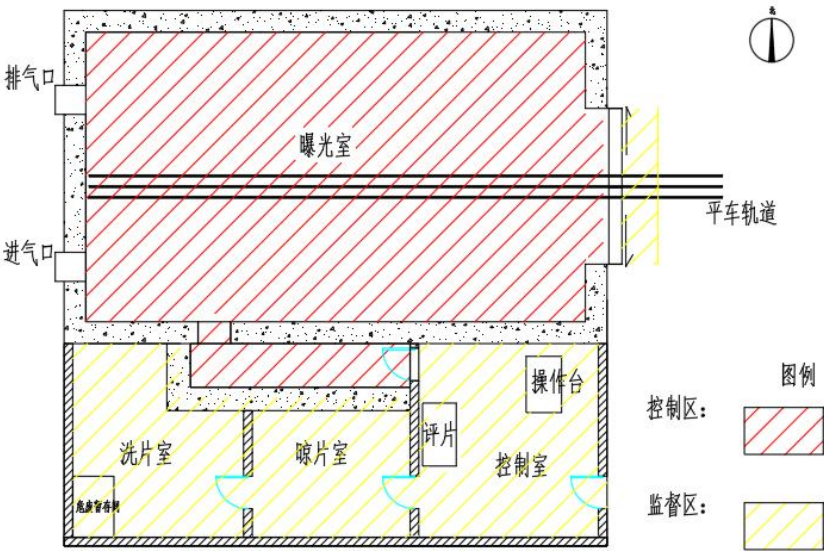


图 10-1 本项目两区划分示意图

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 探伤室实体防护设施表

防护措施							
曝光室墙体	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

四面墙均为 600mm 厚钢筋混凝土	为 23mm 铅当量铅门	为 10mm 铅当量铅门	西侧墙底部设置有排气通道,排向室外,排放口距地面 3m 以上	电缆预埋通道 (L 形线缆孔)	600mm 厚钢筋混凝土	进气风量设计为 4830m ³ /h, 排气风量设计为 6440m ³ /h	300mm 厚钢筋混凝土
--------------------	--------------	--------------	--------------------------------	-----------------	--------------	--	--------------

通排风系统: 本项目设计了进气管道和排气管道, 分别安装风机, 进气风量设计为 4830m³/h, 排气风量设计为 6440m³/h (风机每小时换气约 7 次), 排气管道采用地下弯道形式, 从曝光室内地下通向外侧并沿墙壁向上升到 3m 以上高度 (排放口尺寸约 50mm×50mm, 位于曝光室西侧墙体), 通过弯折式的管道换气可阻止 X 射线辐射, 噪声源强小于 65dB (A)。

2、设备固有安全性分析

X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线, 关机状态下不会产生 X 射线。

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过流电流保护: 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

曝光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, 曝光室

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，并在曝光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：曝光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：在曝光室内墙和控制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，曝光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，防护门可从内侧打开，以便工作人员紧急逃离事故现场。

④视频监控系统：探伤室内安装 1 套（5 个）实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室。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，保证探伤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。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。

⑦探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

⑧危险废物暂存设施：废显、定影液应有单独的暂存设施，暂存设施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作。

（4）施工辐射防护措施

为保证曝光室满足辐射防护要求，曝光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》，关于印发《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》的通知（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]1450 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。	设计中具备
门机联锁	探伤室工件进出大门和人员通道门应与探伤机联锁。	设计中具备
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，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业	设计中具备

	时，防护门不能被打开。	
紧急制动装置	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，防护门可从内侧打开。	设计中具备
视频监控 系统	探伤室内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室。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，保证探伤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停机装置。	设计中具备
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，随操作人员进出探伤室。
警告标志	探伤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。	设计中具备
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，探伤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。	设计中具备
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“正在工作”	设计中具备
危废暂存设施	废显、定影液暂存设施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作。	设计中具备
监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	需配备
	个人剂量计	需配备
	个人剂量报警仪	需配备

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）
新建探 伤室内 工业 X 射线探 伤应用 项目	墙体	---	已建
	铅防护门	2	已有
	入口处机器工作状态指示灯(LED 报警屏)	1 套	0.4
	入口处电离辐射警示标志	1 套	0.2
	联锁装置（门机、门灯联锁）	1 套	1.0
	有中文标识的紧急停止按钮	6 个	0.2
	便携式辐射监测仪	1 台	0.5
	通排风系统	1 套	已有
	摄像监控系统	1 套(5 个)	0.5
	危废暂存设施及其重点防渗措施	1 套	0.2
	个人剂量计	3 套	0.1
	个人剂量报警仪	3 个	0.5
	固定式场所辐射探测报警装置	1 套	1.0
	废显、定影液、洗片废水及废胶片处理费 用	---	1.0
	合计		5.6

本项目总投资 100 万元，环保投资 5.6 万元，占总投资的 5.6%。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，为防止臭氧在曝光室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，因此曝光室内需设置强制通风装置。

通排风系统：本项目设计了进气管道和排气管道，分别安装风机，进气风量设计为 4830m³/h，排气风量设计为 6440m³/h（风机每小时换气约 7 次），排气管道采用地下弯道形式，从曝光室内地下通向外侧并沿墙壁向上升到 3m 以上高度（排放口尺寸约 50mm×50mm，位于曝光室西侧墙体），通过弯折式的管道换气可阻止 X 射线辐射，噪声源强小于 65dB（A）。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，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。

二、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1.5kg/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

本项目产生的废显影液约 350kg/a、定影液约 300kg/a，洗片废水约 300m³/a，废胶片约 6000 张/a，属于危险废物，其危废编号为 HW16。公司承诺将与有处理资质的单位签订回收处理协议，在探伤过程中产生的所有危险废物将交由有资质的单位处理，不外排（见附件 3）。

探伤产生的废显、定影液和洗片废水、废胶片暂存在专用的、设置了危废标志的容器中，定期交由有资质的单位进行处理并填写危险废物转移联单。同时，危废暂存点及危废处置应做好以下几点：

①危废暂存间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废暂存间为可密闭房间，具有防雨措施，采用防渗混凝土+HDPE 膜（2.0mm 厚、渗透系数不高于 1.0×10^{-10} cm/s 的 HDPE 膜作为防渗层）防渗，暂存间设置围堰，防

止危废流失。

②危险废物贮存设施应按环境保护图形标志要求设置警示标志。

③危险废物转移应按照《危险废物转移联单管理办法》的有关要求规定填写五联单。同时，要求建设单位加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、随意倾倒和将危险固废混入一般固废中，以避免污染周边环境和防止发生泄漏污染地下水。

项目产生的危险废物在收集、暂存过程中，应严格遵守下列要求：

危险废物的贮存

①危险废物贮存可分为产生单位内部贮存、中转贮存及集中性贮存。所对应的贮存设施分别为：产生危险废物的单位用于暂时贮存的设施；拥有危险废物收集经营许可证的单位用于临时贮存的设施；以及危险废物经营单位所配置的贮存设施。

②危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ1 和 GBZ2 的有关要求。

③危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施和消防设施。

④贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

⑤危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。

⑥危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接需进行记录。

⑦危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性按照 GB18597 附录 A 设置标志。

⑧危险废物贮存设施的关闭应按照 GB18597 和《危险废物经营许可证管理办法》的有关规定执行。

四、废水

清洗胶片时有清洗废水产生，本项目探伤作业产生的洗片废水全部作为危险废物集中收集暂存于危险废物暂存间，与其他危险废物一并定期交有资质单位处置，不排入厂区污水管网。

本项目共涉及工作人员 3 人，用水量按 120L/人·天计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 0.288m³/d，生活废水依托厂区已建污水预处理池处理后，排入城市污水处理厂处理达标后排放。

表 11 环境影响分析

建设期环境影响分析

本项目租用已建探伤室，不存在施工期影响。

运行期环境影响分析

本项目拟在探伤室内使用 2 台探伤机（XXQ-3505 定向、ERESCO42MF4 定向）实施探伤作业，用来钢制焊接件、铸造件，检测工件最大直径约 3m、长度约 8m、壁厚约 60mm，工件进出方式为平车轨道直接输送，曝光室内尺寸能满足件探伤要求，故公司只开展探伤室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤，且不同时使用 2 台探伤机工作，年总曝光时间共为 400h。本次按照最大曝光时间以 XXQ-3505 型定向探伤机进行预测分析。采用外照法，曝光时间与探伤物件厚度成正比。采用定向 X 射线探伤机照射时主射束固定投向北侧或南侧，不投向工件进出门。

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，洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片、洗片废水，风机产生的噪声。

（一）曝光室屏蔽厚度合理性分析

本项目曝光室内使用 2 台探伤机，探伤机独立使用，无其它射线装置干扰，且不同时使用 2 台探伤机进行探伤。在讨论 X 射线曝光室屏蔽体厚度的时候，按最不利情况，将北侧、南侧当作主射方向来计算曝光室屏蔽体厚度，保守考虑按 XXQ-3505 型定向探伤机的最大工况进行讨论，曝光时间按照最大曝光时间 400 h 计算。该曝光室下方没有楼层，所以地面防护不予考虑。

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：

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

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，职业人员取 1，公众取 1/4；

t —— 探伤装置年工作时间，400 h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-1、11-2。 表 11-1 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 ($\mu\text{Sv/h}$)
曝光室北侧	公众	1	1/4	1	2.5	1
曝光室南侧	职业	1	1	12.5	2.5	2.5
曝光室东侧	公众	1	1/4	1	2.5	1
曝光室西侧	公众	1	1/4	1	2.5	1
工件进出门 (曝光室东侧)	公众	1	1/4	1	2.5	1
迷道门	职业	1	1	12.5	2.5	2.5
曝光室屋顶上方	/	/	/	100	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 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

2、曝光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 350kV 探伤机部分参数未给出，故保守以 400kV 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。

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

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

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 5mA；

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 350kV 的探伤机， H_0 保守按 400kV 取值 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.41\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

TVL——什值层厚度，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，管电压 350kV 的探伤机 X 射线束（保守取 400kV 的值）在混凝土的什值层取值 100mm，铅中保守取值 8.2mm；

B_1 ——屏蔽透射因子公式见（11-2）；

探伤室主照面屏蔽参数选取及计算结果见表 11-2。

表 11-2 各屏蔽体屏蔽理论厚度计算表

墙体	剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点至辐射源的距离 (m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mm)
曝光室北侧墙体外30cm处	1	3.8	2.05×10^{-6}	568.9
曝光室南侧墙体外30cm处	1	3.94	5.50×10^{-6}	525.9

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 5mA；

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

TVL——什值层厚度，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，管电压 350kV 的探伤机 X 射线束（保守取 400kV 的值）在混凝土的什值层取值 100mm，铅中保守取值 8.2mm；

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

墙体	剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点至辐射源的距离 (m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mm)
曝光室北侧墙体外30cm处	1	3.8	2.89×10^{-3}	253.9
曝光室西侧墙体外30cm处	1	3.5	2.45×10^{-3}	261.1
曝光室顶部上方30cm处	100	3.7	2.74×10^{-1}	56.3
曝光室东侧墙体外30cm处	1	4.1	3.36×10^{-3}	247.3
曝光室南侧墙体外30cm处	2.5	3.94	7.76×10^{-3}	211.0
曝光室东侧工件门外30cm处	1	4.1	3.36×10^{-3}	20.28

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，管电压为 350kV 的探伤机， H_0 保守按 400kV 取值 $23.5 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $1.41 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F —— R_0 处的辐射表面积，取 0.1 m^2 ；

α —— GBZ/T250-2014 查表 B.3，取 4.75×10^{-2} ；

TVL——什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 中 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值，根据表中数据，当 400kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 250kV，根据（GBZ/T250-2014）表 B.2 查得，250kV 探伤机 TVL_铅 取 2.9mm，TVL_{混凝土} 取 90mm

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

墙体	剂量参考 控制水平 (μSv/h)	关注点至辐射 源的距离(m)	透射 因子	理论计算屏蔽 厚度 (mm)
曝光室北侧墙体外30cm处	1	3.8	1.08×10^{-4}	357.1
曝光室西侧墙体外30cm处	1	3.5	9.15×10^{-5}	366.5
曝光室顶部上方30cm处	100	3.7	1.02×10^{-2}	179.1
曝光室东侧墙体外30cm处	1	4.1	1.25×10^{-4}	351.1
曝光室南侧墙体外30cm处	2.5	3.94	2.90×10^{-4}	318.4
曝光室东侧工件门外30cm处	1	4.1	1.25×10^{-4}	11.3

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（管电压 350kV 的探伤机 X 射线束（保守取 400kV 的值），TVL_{混凝土} 取 100mm，TVL_铅 取 8.2mm）时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层（HVL）厚度（400kV 时，HVL_{混凝土} 取 30mm，HVL_铅 取 2.5mm）。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大于一个什值层（TVL）厚度。

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
曝光室北侧墙体 外30cm处	568.9	253.9	357.1	568.9	600	满足 要求
曝光室西侧墙体 外30cm处	/	261.1	363.5	363.5	600	满足 要求

曝光室顶部上方30cm处	/	56.3	179.1	179.1	300	满足要求
曝光室东侧墙体外30cm处	/	247.3	351.1	351.1	600	满足要求
曝光室南侧墙体外30cm处	525.9	211.0	318.4	525.9	600	满足要求
曝光室东侧工件门外30cm处	/	20.28	11.3	20.28	23	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要求。

(5) 曝光室迷路入口防护门屏蔽厚度核算

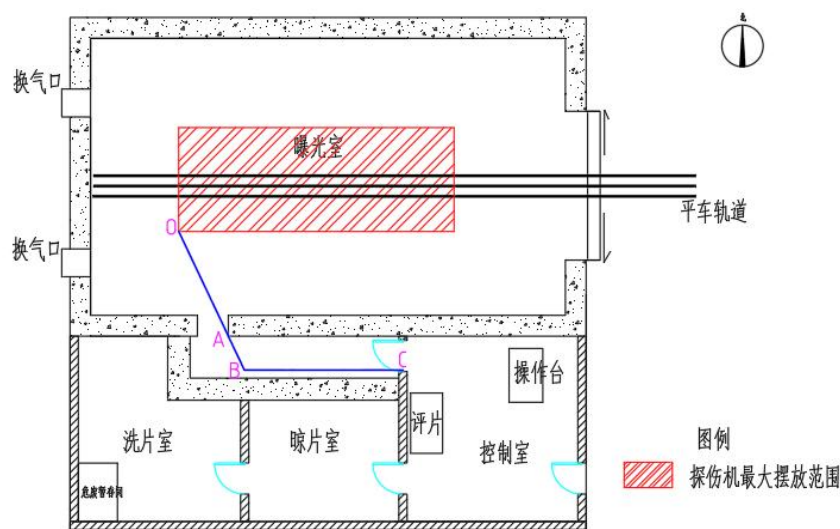


图 11-1 迷宫散射路径示意图

迷宫内O、A、B、C点的辐射剂量率主要考虑散射辐射的影响，由式11-5核算。屏蔽物质厚度X计算公式由式11-6、式11-7、式11-8计算。

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

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

式中：

TVL-什值层厚度；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 中 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值，根据表中数据，当 400kV 探伤机散射一次时对应的散射辐射为 250kV，根据（GBZ/T250-2014）表 B.2 查得， 250kV 探伤机 TVL_铅 取 2.9m，TVL_{混凝土} 取 90mm。

本项目曝光室迷道主要是受散射线影响，其迷道散射路径为 O→A→B→C，其中 O 点到 A 点的路径长度为 3.35m，A 点到 B 点的路径长度为 1.08m，B 点到 C 点的路径长度为 4.61m，合计约 9.04m。根据上述公式计算得出迷道铅门人员入口处辐射剂量率为 $4.75 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，人员通道门满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 所需的厚度用式 11-7 式 11-8 计算为 8.17mm，迷道入口防护铅门设计屏蔽厚度为 10mm 铅当量，入口处满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 防护要求。

（二）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。

1、正常运行辐射环境影响

本项目涉及 2 台 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装置。2 台探伤机在同一探伤室使用，且不会同时使用 2 台探伤机进行探伤。本次评价选取 XXQ-3505 型定向探伤机进行预测，采用理论计算方法，根据建设单位提供的相关资料，将可能朝向曝光室北侧或南侧，北侧南侧均当作是主射方向来计算对周围环境的影响，预测 X 射线探伤机运行产生的贯穿辐射影响将预测 X 射线探伤机运行产生的贯穿辐射影响。

2、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德阳立达冶金设备有限公司厂区内西南角，探伤室北侧 9m~50m 范围内为德阳立达机电设备有限公司办公楼；东侧 10m~20m 范围内为厂区道路、德阳立达冶金机电有限公司厂房；南侧 0~46m 范围为四川德质检测技术有限责任公司切割工位，西侧 27~50m 为乐福水苑，西北侧 48~50m 为四川省宏联铝塑有限公司；控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室位于曝光室南侧。

（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 11-10~11-12 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_l}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-10）}$$

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

$$H = \dot{H}_0 \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 11-12)$$

式中：

B_1 —有用线束屏蔽透射因子；

X —屏蔽物质厚度；

TVL —管电压 350kV 的探伤机 X 射线束（保守取 400kV 的值）在混凝土的半值层取值 100mm；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。

I —管电流，5mA；

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 350kV 的探伤机， H_0 保守按 400kV 取值 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.41\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

R —参考点离靶点的距离；

t —年工作时间，400h；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-3。

表11-3 有用线束照射剂量计算参数及结果表

关注点	靶点至预测点的距离 (m)	透射因子	预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)	受照者类型
德阳立达机电设备有限公司办公楼的工作人员（曝光室北侧）	13	1×10^{-6}	4.17×10^{-2}	1/4	4.17×10^{-3}	公众
四川省宏联铝塑有限公司的人员（曝光室东北侧）	48	1×10^{-6}	3.06×10^{-3}	1/4	3.06×10^{-4}	公众
本项目辐射工作人员（曝光室南侧，控制室、洗片室等）	3.5	1×10^{-6}	5.76×10^{-1}	1	2.30×10^{-1}	职业
四川德质检测技术有限责任公司切割工位的工作人员（曝光室南侧）	10.5	1×10^{-6}	6.39×10^{-2}	1/4	6.39×10^{-3}	公众

（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，漏射屏蔽透射因子可根据（式11-11）进行计算，由（式11-13）和（式11-12）计算漏射辐射对周围环境的影响。

$$\dot{H}_{漏} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots(式11-13)$$

式中：

B₂—漏射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{漏}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率，μSv/h；根据（GBZ/T250-2014），取5×10³μSv/h；

R—参考点离靶点的距离，m。

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11-4

表11-4 漏射照射剂量计算参数及预测结果表

关注点	靶点至预测点的距离（m）	屏蔽透射因子B ₂	预测点剂量率（μSv/h）	居留因子	年受照射剂量（mSv/a）	受照者类型
乐福水苑的人员（曝光室东侧）	29	1×10 ⁻⁶	5.95×10 ⁻⁶	1/4	5.95×10 ⁻⁷	公众照射
厂区内道路的流动人群、德阳立达机电设备有限公司二房的工作人员（工件进出门30cm处，曝光室西侧）	18	1.57×10 ⁻³	2.42×10 ⁻²	1/4	2.42×10 ⁻³	公众照射

（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11-14）和（式11-12）计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(式11-14)$$

式中：

B₃—散射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{散}$ —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，5mA；

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 350kV 的探伤机， H_0 保守按 400kV 取值

$23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.41\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F— R_0 处的辐射野面积；

α —散射因子，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2，X射线 90° 散射辐射最高能量对应的kV值，当原始X射线 $300<\text{kV}\leq 400\text{kV}$ 时，X射线 90° 散射辐射为250kV，因此根据（GBZ/T250-2014）中表B.3散射因子保守取值0.0475；

t—探伤装置年工作时间，400h；

T—居留因子。

各参数取值见表11-5。

表11-5 散射照射剂量计算参数及预测结果表

关注点	靶点至预测点的距离（m）	屏蔽透射因子 B_2	预测点剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	居留因子	年受照射剂量（mSv/a）	受照者类型
乐福水苑的人员（曝光室东侧）	29	1×10^{-6}	1.59×10^{-4}	1/4	1.59×10^{-5}	公众照射
厂区内道路的流动人群、德阳立达机电设备有限公司二房的工作人员（工件进出门30cm处，曝光室西侧）	18	1.57×10^{-3}	6.49×10^{-1}	1/4	6.49×10^{-2}	公众照射

（4）对关注点及保护目标的综合分析

表11-6 本项目曝光室外关注点处年照射剂量计算结果表

关注点	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）	受照者类型
德阳立达机电设备有限公司办公楼的工作人员（曝光室北侧）	4.17×10^{-3}	/	/	4.17×10^{-3}	公众
四川省宏联铝塑有限公司的人员（曝光室东侧）	3.06×10^{-4}	/	/	3.06×10^{-4}	公众
本项目辐射工作人员（曝光室南侧，控制室、洗片室等）	2.30×10^{-1}	/	/	2.30×10^{-1}	职业
四川德质检测技术有限责任公司切割工位	6.39×10^{-3}	/	/	6.39×10^{-3}	公众

的工作人员(曝光室南侧)					
乐福水苑的人员(曝光室东侧)	/	5.95×10^{-7}	1.59×10^{-5}	1.65×10^{-5}	职业
厂区内道路的流动人群、德阳立达机电设备有限公司二房的工作人员(工件进出门30cm处, 曝光室西侧)	/	2.42×10^{-3}	6.49×10^{-2}	6.73×10^{-2}	公众

从预测结果可以看出, 本项目建成后, 该探伤机在正常运行工况下, 所致职业人员受年附加有效剂量最大为 $2.30 \times 10^{-1} \text{mSv}$, 低于职业照射剂量约束值 5.0mSv/a ; 所致公众受年附加有效剂量最大为 $6.39 \times 10^{-3} \text{mSv}$, 低于公众照射剂量约束值 0.1mSv/a 。

二、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, 其中由于氮氧化合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合物。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:

$$P = 2 \times 10^{-9} D_{10} SL \quad (11-15)$$

式中:

P : 臭氧的产生率, L/s, 经计算的 $1.01 \times 10^{-5} \text{L/s}$;

D_{10} : X 射线在距靶 1 米处的周围剂量当量率, Gy/s;

S : 受辐照区域的大小, m^2 , 本项目中取值为 1;

L : X 射线在空气中路径长度, m, 本项目中取值为 1。

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:

$$C = \frac{Q_0 T_v}{V} \dots\dots\dots (11-16)$$

C : 室内臭氧平衡浓度, mg/m^3 ;

Q_0 : 臭氧产额, mg/h ; 经计算臭氧产生率为 $1.05 \times 10^{-5} \text{L/s}$, 标况下臭氧比重为 2.14g/L , 换算后, 臭氧产额为 77.8mg/h ;

T_v : 臭氧有效清除时间, h;

V：室内体积，m³，本项目中取值为 875.9m³；

$$T_v = \frac{t_v \bullet t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots (11-17)$$

$$n = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (11-18)$$

式中：

Q：风机风量，m³/h，6440m³/h；

n：换气次数，7 次；

t_v：平均每次换气时间，0.14h；

t_d：臭氧分解时间，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 77.8mg/h，曝光室内 O₃ 的平衡浓度为 1.07×10⁻²mg/m³ 低于工作场所空气中臭氧的浓度（0.30 mg/m³）限值。

通排风系统：通排风系统：本项目设计了进气管道和排气管道，分别安装风机，进气风量设计为 4830m³/h，排气风量设计为 6440m³/h（风机每小时约换气 7 次），排气管道采用地下弯道形式，从曝光室内地下通向外侧并沿墙壁向上升到 3m 以上高度（排放口尺寸约 50mm×50mm，位于曝光室西侧墙体），通过弯折式的管道换气可阻止 X 射线辐射。



曝光室内排气通道



曝光室外排气通道

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《环境

空气质量标准》（GB3095—2012）中臭氧小时平均浓度二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求，不会对环境空气造成明显影响。

三、危险废物环境影响分析

公司每年探伤作业预计产生废显影液、定影液共 $650\text{kg}/\text{a}$ 、洗片废水共 $300\text{m}^3/\text{a}$ 、废胶片 $6000\text{张}/\text{a}$ 。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》中的危险废物划分类别，废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，废物类别为 HW16。其显影废液主要成分为无水亚硫酸钠、碳酸钠（ Na_2CO_3 ），定影废液主要成分为溴化钾、无水亚硫酸钠；废胶片主要成分为卤化银。产生的废显影液、定影液及废胶片需用专用的、设置了危险识别标志的容器进行收集贮存，公司承诺将与有处理资质的单位签订回收处理协议(见附件 6)，公司须严格按照要求实施。

废显影液、定影液不得外排，废胶片不得作为一般固体废物处理。产生的废显影液、定影液采用未破损的密封桶包装，包装桶的材质为能够完全防渗漏的钢、铁和高密度塑料，选用的包装容器不能与所装的废显、定影液发生化学反应，所装废显、定影液的液面须距桶盖 10cm ，桶重量不能超过 50kg 。废胶片可用中度强度以上的不破损的塑料编制袋进行包装，装袋完毕，封口严实，每袋重量不超过 50kg 。应在废显、定影液和废胶片的包装物上粘贴包括“危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位”等相关信息标签，并醒目显示收集废液的名称。废液收集桶及废胶片暂存柜放置地点应做好防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，防止泄漏后造成二次污染，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中要求：①产生的废显影液、定影液及废胶片需用专用的容器进行收集贮存，存放容器及暂存间应当设置危险识别标志；②禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装，不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断；③危险废物贮存容器：应当使用符合标准的容器盛装，容器及材质要满足相应的强度要求，容器必须完好无损，盛装容器的材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）；④危险废物暂存间地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造（建筑材料必须与危险废物相容），必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，暂存间要有安全照明设施和观察窗口；⑤应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量。

公司需加强废显定影液、废胶片的产生、贮存、转运、处置等环节的管理，

由专人负责管理，建立完整的台帐，对产生的数量和去向进行严格登记，填报危废转移联单。

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。

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。

五、噪声环境影响分析

本项目所有设备选用低噪声的风机，噪声主要为风机噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

六、生活污水

清洗胶片时产生洗片废水约 300m³/a，本项目探伤作业产生的洗片废水全部作为危险废物集中收集暂存于危险废物暂存间，与其他危险废物一并定期交有资质单位处置，不排入厂区污水管网。

工作人员生活污水产生量为 0.288m³/d；依托厂区已建污水预处理池处理后，排入城市污水处理厂处理达标后排放。

七、生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约 1.5kg/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

辐射伤害程度	事故等级
IV类、V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人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
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	较大辐射事故
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	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	特别重大辐射事故

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表1的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值，如下表11-9：

表11-9 骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值

分度	初期表现	照射后1d~2d淋巴细胞绝对数最低值 $\times 10^9/L$	受照射剂量范围参考值Gy
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2h后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降	0.6	4.0~6.0
极重度	1h内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大、白细胞数急剧下降	0.3	6.0~10.0

另根据《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 11-10）：

表11-10 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：

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

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 5mA ；

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 11-13 计算：

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

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 ：辐射权因数，X 射线为 1。

根据式11-17及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。由于本项目均在曝光室内实施，因此事故情况下，只会局限在曝光室内。本项目曝光室和迷道内安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时，相关人员可以立即通过探伤室或迷路内紧急止动开关中断电源，按最不利情况曝光10min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 受照剂量 (mSv/ 时间 s 次)	1	2	3	4	5
30	58.75	14.69	11.53	3.67	2.35
60	117.5	29.38	13.06	7.34	4.70
120	235	58.76	26.11	14.69	9.40
240	470	117.5	52.22	29.38	18.80
300	587.5	146.9	65.28	36.72	23.50
600	1175	293.8	130.56	73.44	47

根据表 11-10，在辐射事故状态下，可造成职业人员最大受照射剂量

58.75mSv/次，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv/年剂量限制，本项目可造成一般辐射事故。

四、事故预防措施

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。

五、辐射安全管理

①建设单位已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。

六、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领导安全小组（见附件 4），其职责如下：防范突发辐射环境污染事故，做好辐射事故应急准备及响应工作，在辐射事故发生后，及时准确掌握、分析、评价事故状态，采取必要和适当的处理措施，确保辐射事故得到安全处置，减轻事故可能造成的后果，保障人员健康及环境安全。

二、辐射工作人员配置

本项目配备辐射工作人员 3 人，一天工作时间 8 小时，年工作时间为 300 天。曝光室周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

(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（<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配戴，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

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类射线装置，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”、和《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，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-1：

表12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
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	拟办理辐射安全许可证	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目涉及3名辐射工作人员，建设单位承诺相关人员参加辐射安全与防护相关学习和考核，持证上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位已成立辐射安全与防护管理领导小组	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	建设单位须按照表 10-3 进行辐射防护设施的配备，制定《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作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，特别应做好 X 射线探伤机的实体保卫及防护措施，并及时予以修订	拟制定《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	拟制定辐射安全和防护管理规章制度等	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	建设单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定

		健康检查,建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	建设单位应在工件进出门等醒目位置设置电离辐射警告标志	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案,开张辐射工作场所和环境的辐射水平监测,辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告,该监测报告应作为《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	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
10	年度评估	每年应根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

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：定期参加辐射安全防护培训和复训。

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

成内容一并提交给发证机关。

2、自主验收监测：公司在取得《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12-3 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：每月 1 次	曝光室四周墙体外、工件进出门缝处、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、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终身保存。

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

建设单位应当成立辐射安全事故应急管理领导小组，并确定领导小组的组长、副组长人选。为了加强对放射装置安全管理，确保探伤机的安全应用，保障公众健康，保护环境，根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院第 449 号令）、其他有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，结合实际，建设单位应当制定较为完善的辐射事故应急处理预案，该应急预案包括：应急救

援机构和职责分工；辐射事故分级及处置方案；辐射事故调查、报告和处理程序；应急和救助的装备、资金、物资配备。还应补充：应急人员的组织、培训；补充探伤机防盗实体保卫制度，禁止无关外来人员靠近探伤室，做好探伤室的防盗、防火、防水、防丢失、防人为破坏、防射线泄露措施。一旦发生辐射事故，防止公众进入警戒区，及时将事故情况上报使用当地生态环境行政主管部门、人员伤亡情况报卫健委，被盗情况报公安机关，并及时组织专业技术人员排除事故。除此以外，该应急预案还应增加辐射事故应急处理的责任划分。通过以上措施能有效防范和处置突发事件，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。

对突发辐射事故，坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。以行政领导为组长负责本单位辐射工作的防护与安全管理，并指定专人负责辐射管理工作。要不断完善应急反应机制，增强应急处理能力；规范业务操作，实现应急工作的科学化、规范化。辐射事故发生后，探伤装置使用、管理人员和单位要及时总结事故发生原因，引以为戒。

具体规定如下：

（1）一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向区、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）如果发生人体受超剂量照射事故时，应当迅速安排人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处理措施。

（3）如果发生工作场所辐射污染事故时，应当立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一起可能扩大污染范围的环节，迅速开展检测；对可能受辐射污染的人员，在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员彻底清除污染并根据需要实施其他医学救治及处理措施。迅速确定污染范围和污染程度。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

（4）污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。发生事故的部门或者个人，应当承担处理辐射事故的各种费用；给他人造成损害的，应当承担民事责任。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

四川德质检测技术有限责任公司租赁了德阳立达冶金设备有限公司的探伤室机器附属设备设施，主要用于开展对钢制焊接件和铸造件的无损检测业务。探伤室位于德阳立达冶金设备有限公司厂区内西南角，探伤室包括曝光室、控制室（兼评片室）、洗片室、晾片室，均为一层建筑，屋顶人员不可到达。本项目总占地面积约 192.4m²，其中曝光室面积为 123.4m²，控制室（兼评片室）面积为 23m²，洗片室面积约 20m²（危废物暂存间设置在洗片室内西南角）、晾片室面积为 23m²。

曝光室尺寸为长 13.8m×宽 8.94m×高 7.1m，四面墙体均为 600mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 300mm 厚钢筋混凝土；南侧“L”型迷道长 6.6m，宽 1.5m，迷道墙为 600mm 厚钢筋混凝土；人员进出门为 10mm 铅当量平推铅钢防护门；东侧工件进出门为 20mm 铅当量地轨式平移铅钢推拉门，门宽 4.3m，检测钢制焊接件、铸造件最大直径约 3m、长度约 8m、壁厚约 60mm，工件进出方式为平车轨道直接输送，曝光室内尺寸能满足工件探伤要求，故公司只开展探伤室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

拟在曝光室内使用 2 台探伤机，型号分别为：XXQ-3505 型定向探伤机（额定管电压 350kV，额定管电流 5mA）和 ERESO 42 MF4 定向探伤机（额定管电压 200kV，额定管电流 10mA），均属于 II 类射线装置。2 台探伤机年检测工件量约 2400 件，单次最大曝光时间 10min，年总曝光时间共为 400h。

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《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家现行产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

四川德质检测技术有限责任公司租赁的探伤室位于德阳立达冶金设备有限公司厂区内，本项目所在厂区已于2006年取得环评批复，批文号为“德环建函（2006）15号”，并于2009年完成验收（见附件2），本项目为其配套建设项目，位于厂区内西南角，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周围环境影响较小，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，项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 98nGy/h~105nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（61.9~151.8 nGy/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

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、施工废渣、施工废水，对环境存在一定影响。经过采取合理的防护措施后，对周围环境的影响较小。

2、营运期环境影响分析

（1）电离环境影响

本项目建成后，探伤机在正常运行工况下，职业人员受年附加有效剂量最大为 $2.30 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，低于职业照射剂量约束值 5.0mSv/a ；所致公众受年附加有效剂量最大为 $6.39 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于公众照射剂量约束值 0.1mSv/a ，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

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《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

清洗胶片时产生洗片废水约 $300 \text{m}^3/\text{a}$ ，本项目探伤作业产生的洗片废水全部作为危险废物集中收集暂存于危险废物暂存间，与其他危险废物一并定期交有资

质单位处置，不排入厂区污水管网。

工作人员生活污水产生量约 $0.288\text{m}^3/\text{d}$ ；均依托厂区已建污水预处理池处理后，排入城市污水处理厂处理达标后排放。

（3）固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 $1.5\text{kg}/\text{d}$ ，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。

项目产生的废显影液约 $350\text{kg}/\text{a}$ 、定影液约 $300\text{kg}/\text{a}$ ，洗片废水约 $300\text{m}^3/\text{a}$ ，废胶片约 6000 张/a，属于危险废物，其危废编号为 HW16。公司承诺将与有处理资质的单位签订回收处理协议，在探伤过程中产生的所有危险废物将交由有资质的单位处理，不外排（见附件 6）。本项目探伤产生危险废物暂存在设置了危废标志的专用容器中，放置于危废暂存间内，已与有相应处理资质的单位签订回收合同，不外排。

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。

3、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原审批环境影响保护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。

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	环保设施	
新建	辐射屏蔽	曝光室 1 间

探伤 室内 工业 X 射线 探伤 应用 项目	措施	铅防护门 2 扇
	危废暂存 设施	危废处理暂存区及危废专用容器 1 套
	安全装置	联锁装置（门机、门灯联锁 1 套）
		有中文标识的紧急停止按钮（6 个）
		钥匙控制 1 套
	通排风系 统	通排风系统 1 套
	监控设施	摄像监控系统各 1 套（5 个）
	监测仪器	便携式辐射监测仪 1 台
		固定式场所辐射探测报警装置 1 套
	防护用品	个人剂量计 3 套
		个人剂量报警仪 3 套
	警示标识	工件进出门入口、迷路门入口机器工作状态(LED 报警屏)显示 1 套
		工件进出门入口、迷路门入口电离辐射警示标志 1 套
		准备出束声光提示 1 个
	规章制度	《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《辐射安全管理规定（综合性文件）》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。 其中：《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

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、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培训与考核。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合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，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，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>）。

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。