

核技术利用建设项目

四川省理化计量无损检测有限责任公司  
新增工业 X 射线探伤室项目

环境影响报告表

(公示本)

四川省理化计量无损检测有限责任公司 (公章)

2025 年 5 月

生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 四川省理化计量无损检测有限责任公 司新增工业 X 射线探伤室项目 环境影响报告表

建设单位名称： 四川省理化计量无损检测有限责任公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南四路 965 号

邮政编码： 610100 联系人： \_\_\_\_\_

电子邮箱： \_\_\_\_\_ 联系电话： \_\_\_\_\_

## 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	9
表 3 非密封放射性物质 .....	9
表 4 射线装置 .....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	11
表 6 评价依据 .....	12
表 7 保护目标与评价标准 .....	14
表 8 环境质量和辐射现状 .....	17
表 9 项目工程分析与源项 .....	19
表 10 辐射安全与防护 .....	28
表 11 环境影响分析 .....	39
表 12 辐射安全管理 .....	52
表 13 结论与建议 .....	58

表 1 项目基本情况

建设项目名称	四川省理化计量无损检测有限责任公司 新增工业 X 射线探伤室项目				
建设单位	四川省理化计量无损检测有限责任公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南四路 965 号				
建设项目地点	四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南四路 965 号联合厂房 西南角检测区				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 （万元）		项目环保投资 （万元）		投资比例（环保 投资/总投资）	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线 装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<b>项目概述：</b>				
<b>1、建设单位基本情况及任务由来</b>					
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
四川省理化计量无损检测有限责任公司创建于 1997 年，位于从成都市龙泉驿区南四路 965 号，是一家专业从事理化检验、无损检测专业技术服务的第三方检测机构，是四川省机械工程学会理化、无损检测专业委员会秘书长单位，是中国机械工程学会授权的理化、无损检测人员的培训与资格鉴定机构。公司为四川省中、小型企业的材料和产品提供理化检测和无损检测技术服务，接受社会、行业委托的产品					

质量检测、分析、评价，为司法委托鉴定、仲裁提供科学检测数据，帮助企业发现质量问题、解决质量问题进行全寿命周期的技术服务，为企业新技术新产品提供评价服务，为企业申报省重大科研成果转化项目提供分析测试数据和结论型报告。

建设单位现租赁四川省机械设计研究院（集团）有限公司位于成都市龙泉驿区南四路 965 号的部分办公室和联合厂房部分区域作为办公场所，租赁场地占地面积约 306m<sup>2</sup>，租赁合同见附件 5。

## 1.2 项目由来

2017 年 10 月 10 日，四川省环境保护厅出具了《关于四川省理化计量无损检测有限责任公司新建工业 X 射线探伤室及野外探伤项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2017]259 号），批准建设单位在租赁场所的联合厂房内建设 1 间工业 X 射线探伤室，并在探伤室内使用 8 台 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置，8 台探伤机可用于野外探伤（室外）工作。并已完成环境保护竣工验收，取得辐射安全许可证（证书编号：川环辐证[00624]）

由于业务量增加，已建 X 射线探伤室不能满足产品探伤的需求，为公司长远发展考虑，分担原有探伤室工作负荷，提升工作效率，建设单位拟在租赁场所的联合厂房西南角检测区内拟购 1 座 X 射线探伤室（一体式铅房，下文统一称为“铅房”），拟将各类薄壁焊管、薄工件转移至铅房内进行探伤，铅房内拟购 1 台型号为 RX2005G 的 X 射线探伤机，配套设置 1 间操作室、1 间暗室。本项目只开展室内探伤，不涉及野外探伤。

本项目拟使用 1 台型号为 RX2005G 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 200kV，最大管电流 5mA。根据《射线装置分类》（环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目拟购 X 射线探伤机为 II 类射线装置中工业用 X 射线探伤装置。

依据《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《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，建设单位须对该项目进行环境影响评价。

由《关于发布<射线装置分类>的公告》（中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号）可知，本项目拟使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置；根据中华人民共和国生态环境部 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及使用“II 类射线装置”，应编制环境影响报

告表。因此受四川省理化计量无损检测有限责任公司的委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场查勘、现场监测、评价分析来编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

## 2、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据自 2024 年 2 月 1 日起施行的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

## 3、项目概况

项目名称、性质、建设地点

项目名称：四川省理化计量无损检测有限责任公司新增工业 X 射线探伤室项目

建设单位：四川省理化计量无损检测有限责任公司

建设性质：扩建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南四路 965 号联合厂房西南角检测区

本项目地理位置图见附图 1。

### 3.1 项目建设内容与建设规模

由于业务量增加，已建 X 射线探伤室已不能满足探伤需求，建设单位拟在租赁场所联合厂房西南角检测区内拟购一座 X 射线探伤室（一体式铅房），在探伤室内对薄壁焊管、薄工件进行无损检测，检测区内配套设置一间操作室（面积 12.4m<sup>2</sup>，兼职评片功能）和一间暗室（面积 6.51m<sup>2</sup>），操作室位于铅房西南侧，暗室位于铅房北侧。

本项目 X 射线探伤室（铅房）结构为钢铅钢夹层，X 射线探伤室长宽高尺寸为 3000mm×3000mm×2500mm，X 射线探伤室东、南、西、北侧、顶部及地面均采用 5mm 钢板+10mm 铅板+5mm 钢板的钢铅钢结构；东北侧拟设置一扇工件门用于工件进出，门洞尺寸为 1200mm（宽）×2200mm（高），防护门尺寸为 1300mm（宽）×2300mm（高），防护门为 5mm 钢板+10mm 铅板+5mm 钢板的钢铅钢结构。

建设单位拟在 X 射线探伤室内使用一台型号为 RX2005G 的定向 X 射线探伤机

(II类射线装置)，厂家为丹东吉时宇仪器有限公司，最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，辐射角 40°，有用线束方向涉及西北侧、西南侧、东南侧、顶部和底部，不朝工件门照射。本项目探伤对象为各类薄壁焊管、薄工件，形状不规则，材质为 316L 不锈钢材，管壁厚度范围为 5mm~10mm。

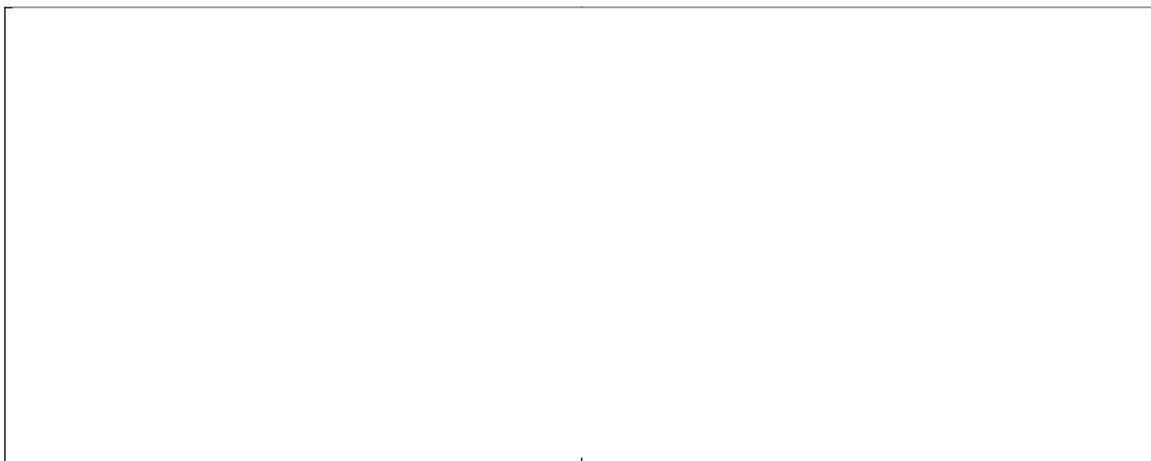


表 1-1 本项目探伤工件照片

根据建设单位提供资料，本项目预计每天检测 40 个工件，每个工件检测 3 次，单次最长出束时间为 1min，预计每天最长出束 2h，此外预计建设单位一年训机 6 次，每次 10min，年工作时间 300 天，则总计年最长出束时间为 2h/天×300 天+1h 训机=601h。建设单位拟为本项目调备 4 名原有辐射工作人员来实施本项目探伤工作。

表 1-1 本项目使用 X 射线探伤机的相关情况

射线装置名称	厂家型号	数量(台)	设备主要技术参数		每天照射最长 时间 (h)	年出束 天数(d)	年最大 出束时 间 (h)	投射 类型
			管电压 kV	管电流 mA				
X 射线探伤机	丹东吉时宇仪器有限公司 RX2005G 型	1	200	5	2	300	601	定向

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 本项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	建设内容及规模可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	四川省理化计量无损检测有限责任公司由于业务量增加，已建 X 射线探伤室已不能满足探伤需求，拟在租赁场所联合厂房西南角检测区内新增一座 X 射线探伤室（铅房），并配套设置一间操作室（面积 12.4m <sup>2</sup> ，兼职评片功能）和一间暗室（面积 6.51m <sup>2</sup> ），操作室位于 X 射	施工噪声、固体废物、施工人员产生的生活污水与生活垃圾	X 射线、臭氧、氮氧化物

	<p>线探伤室西南侧，暗室位于 X 射线探伤室北侧。本项目 X 射线探伤室（铅房）结构为钢铅钢夹层，X 射线探伤室长宽高尺寸为 3000mm×3000mm×2500mm，铅房东、南、西、北侧、顶部及地面均采用 5mm 钢板+10mm 铅板+5mm 钢板的钢铅钢结构；东北侧拟设置一扇工件门用于工件进出，门洞尺寸为 1200mm（宽）×2200mm（高），防护门尺寸为 1300mm（宽）×2300mm（高），防护门为 5mm 钢板+10mm 铅板+5mm 钢板的钢铅钢结构。</p> <p>建设单位拟在铅房内使用一台型号为 RX2005G 的定向 X 射线探伤机（II 类射线装置），厂家为丹东吉时宇仪器有限公司，最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，辐射角 40°，有用线束方向涉及西北侧、西南侧、东南侧、顶部和底部，不朝工件门照射。探伤对象为各类薄壁焊管、薄工件，材质为 316L 不锈钢材，管壁厚度范围为 5mm~10mm。每天预计最长出束时间 2h，年工作 300 天，预计年最长出束时间为 601h（包含训机时间）</p>		
辅助工程	操作室、暗室、危废暂存区		废胶片、废显（定）影剂、洗片废水
公用工程	配电、供水、给排水系统等使用租赁单位（四川省机械研究设计院（集团）有限公司）已建相应的系统；	/	/
办公及生活设施	办公用房为租赁四川省机械研究设计院（集团）有限公司办公室。		
环保工程	生活污水、洗片废水、生活垃圾均依靠租赁单位（四川省机械研究设计院（集团）有限公司）已建的污水预处理设施及垃圾收集站；废气依托本项目铅房拟建的排风系统；危废依托建联合厂房东角建设单位已建的暗室内危废暂存区进行暂存，定期交由有资质的单位处理。		

### 3.2 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 1-3。

表 1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片	36000 张/a	外购	卤化银
	显影液	360kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	360kg/a	外购	硫代硫酸钠、无水亚硫酸钠、

				对苯二酚
能源	探伤用电	2000kW·h	厂区电网	—
水量	洗片用水及生活用水	1000m <sup>3</sup> /a	厂内用水管网	H <sub>2</sub> O

### 3.3 劳动定员及工作分配

工作制度：本项目辐射工作人员实行白班单班制，每年工作 300 天。根据建设单位提供资料，本项目预计每天检测 40 个工件，每个工件检测 3 次，单次最长出束时间为 1min，预计每天最长出束 2h，此外预计建设单位一年训机 6 次，每次 10min，年工作时间 300 天，则总计年最长出束时间为 2h/天×300 天+1h 训机=601h。

人员配置：建设单位拟调配 4 名原有辐射工作人员，2 名人员固定搭班，分为两组，两组人员轮班开展探伤工作，建设单位原有 1 名辐射安全管理人员兼职本项目辐射安全管理工作。

## 4、项目外环境关系及选址合理性分析

### (1) 项目外环境关系

建设单位租赁四川省机械研究设计院（集团）有限公司位于成都市龙泉驿区南四路 965 号的部分办公室和联合厂房部分区域作为办公场所。四川省机械研究设计院（集团）有限公司西北侧为成都锦牛物流有限责任公司，西南侧为京东物流龙华营业部和成都美佳易佰科技有限公司，东南侧为成都秦川物联网科技股份有限公司，东北侧为经开区南四路。

本项目铅房位于联合厂房西南角检测区，联合厂房四周被厂区道路环绕，检测区内配套设置有一间操作室和暗室，分别位于铅房西北侧和北侧。铅房 50m 范围内除西北侧和西南侧部区域涉及厂区外，其他范围均位于厂区内，铅房东南侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区最近 2m；铅房东北侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室最近为 9m；铅房东北侧距离亿川科技（成都）有限责任公司最近为 18m；铅房东北侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司事业部最近为 43m；铅房西北侧距离成都锦牛物流有限责任公司最近为 27m；铅房西南侧距离成都美佳易佰科技有限公司最近 36m。本项目周边情况概况图见附图 2、本项目所在联合厂房概况图附图 3。

### (2) 选址合理性分析

本项目位于四川省机械研究设计院（集团）有限公司联合厂房内，根据已获得批复的四川省装备制造业科技服务港（研发测试及检验总装基地）项目环境影响报告表可知，本项目与厂区用地性质和院区规划相符，且周围均为工业区，远离居民区，周围没有学校、医院等环境敏感点。本项目铅房 50m 范围内固定工作人员较少，大多为流动人员且停留时间也较短。本项目铅房为专门的辐射场所，通过铅对 X 射线进行屏蔽，产生的辐射经过屏蔽措施后，对周围的影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目的选址是合理的。

## 5、实践正当性分析

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，可以直观地显示焊缝内部缺陷，是其它检验项目无法替代。

但在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。故建设单位在开展 X 射线探伤过程中，将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

## 6、原有核技术利用情况

### 6.1 辐射安全许可证审批情况

建设单位目前已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证[00624]”，种类和范围为“使用II类射线装置”，有效期至：2028年10月19日。辐射安全许可证正副本复印件见附件4。

### 6.2、原有核技术利用项目

建设单位获得许可“使用II类射线装置”。原有核技术利用项目已履行环评、许可手续，且已通过竣工环境保护验收。建设单位现有核技术利用情况见表1-4。

表 1-4 现有核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称、型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	工作场所名称	序列号	环评情况	许可情况	验收情况
1	便携式工业X射线探伤机、XXG2005	1	200	5	室内探伤（四川理化龙泉经开区探伤室）+野外（室外）探伤	1612908	川环审批[2017]259号	已许可	已验收
2	便携式工业 X 射线探伤机、XXG3005	1	300	5		12305			
3	便携式高频恒压 X 射线机、HUARI-300HP	1	300	3		83247			
4	便携式高频恒压 X 射线机、HUARI-300HP	1	300	3		83368			
5	便携式工业 X 射线探伤机、XXG3005	1	300	5		12357			
6	便携式工业X射线探伤机、XXG2005	1	200	5		1612909			
7	便携式工业X射线探伤机、XXH3205	1	320	5		10133			
8	便携式工业X射线探伤机、XXGHA2505	1	250	5		1402717			

### 6.3 辐射监测情况

2024年度建设单位委托了成都中辐环境监测测控技术有限公司对工作场所进行了辐射环境监测，根据中辐环监[2024]第RM0171号监测报告可知，X射线探伤室内射线装置正常出束时周围辐射剂量率变化范围为0.10 $\mu$ Sv/h~0.30 $\mu$ Sv/h，野外探伤时，职业人员活动区域剂量率为变化范围为0.27 $\mu$ Sv/h~3.48 $\mu$ Sv/h，公众活动区域剂量率为变化范围为0.11 $\mu$ Sv/h~2.45 $\mu$ Sv/h。

### 6.4 原有辐射工作人员情况

建设单位现有登记在册的辐射工作人员30名，所有辐射工作人员已通过辐射安全与防护培训考核。建设单位对所有辐射工作人员均组织了岗前职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均为可以从事放射工作，所有辐射工作人员最新4个季度个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值情况。辐射工作人员个人剂量统计结果和考核证明见表1-5。

表1-5 辐射工作人员个人剂量统计结果和考核证明情况

序号	姓名	性别	2024年			2025年	全年	考核证明
			二季度	三季度	四季度	一季度		
1		男	0.06	0.05	0.01	0.05	0.17	FS22SC1200060
2		男	0.09	0.06	0.09	0.08	0.32	FS21SC1200563
3		男	0.10	0.11	0.09	0.08	0.38	FS21SC1200512

4		男	0.11	0.05	0.06	0.08	0.3	FS21SC1100023	
5		男	0.03	0.05	0.01	0.08	0.17	FS21SC1100070	
6		男	0.02	0.01	0.03	0.06	0.12	FS23SC1200031	
7		男	0.04	0.02	0.02	0.05	0.13	F522SC1200036	
8		男	0.02	0.02	0.01	0.10	0.15	FS22SC1200062	
9		男	0.08	0.08	0.07	0.07	0.3	FS21SC1200507	
10		男	0.08	0.08	0.07	0.15	0.38	FS20SC1200126	
11		男	0.23	0.09	0.13	0.15	0.6	FS20SC1200125	
12		男	0.06	0.06	/	0.07	0.19	FS24SC1100016	
13		男	0.22	0.11	0.11	0.18	0.62	FS21SC1100034	
14		男	0.09	0.06	0.08	0.09	0.32	FS20SC1200089	
15		男	0.10	0.07	/	0.05	0.22	FS24SC1100015	
16		男	0.17	0.11	0.18	0.16	0.62	FS22SC1200040	
17		男	0.05	0.05	0.08	0.05	0.23	FS21SC1200062	
18		男	0.08	0.09	0.10	0.07	0.34	FS21SC1200502	
19		男	0.07	0.03	/	0.07	0.17	F524SC1200080	
20		男	0.11	0.11	0.11	0.10	0.43	FS22SC1200042	
21		男	0.34	0.10	/	0.08	0.52	FS22SC1200025	
22		男	0.08	0.07	0.07	0.08	0.3	FS23SC1200107	
23		男	0.10	0.04	0.05	0.04	0.23	FS23SC1200070	
24		男	0.09	0.03	0.08	0.09	0.29	FS23SC1200113	
25		男	0.04	0.02	0.05	0.04	0.15	FS23SC1200166	
26		男	0.04	0.02	0.08	0.04	0.18	F523SC1200063	
27		男	0.03	0.03	0.04	0.08	0.18	FS23SC1200089	
28		男	/	/	/	0.18	0.18	FS24SC1200390	
29		男	/	/	/	0.06	0.06	FS24SC1200358	
30		女	辐射安全管理岗						FS24SC2200289

### 1.6.5 辐射安全管理情况

建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，成立了辐射安全领导小组，制定了辐射安全管理制度，包括《辐射安全管理规定》、《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》、《放射源与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，且已在各辐射场所内张贴悬挂《辐射安全管理规定》《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》。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，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度后，可满足防护实际需要。公司应根据本次项目建设内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际情况及时对各项规章制度补充修改。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，建设单位已编制《2024年度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》并上交发证机关，且已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作。

#### **7、本项目环保设施依托情况**

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水、洗片废水需依托厂区已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入陡沟河污水处理厂；辐射工作人员产生的少量生活垃圾装袋收集，生活垃圾通过厂区生活垃圾收集房统一收集后交由环卫部门处理。洗片过程中产生的废显影液、废定影液、少量废胶片经收集后暂存于联合厂房东南角已建暗室中的危废暂存区内，定期交由有资质的单位处理。

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)	年最大操作量 (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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

## (一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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 射线探伤机	II	1 台	丹东吉时宇仪器有限公司 RX2005G型	200	5	无损检测	联合厂房西南角检测区X射线探 伤室内	定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## (三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气
废胶片	固态	/	/	约 0.5kg	约 6kg	/	暂存	收集贮存后，委托有危险废物经营资质的单位回收处理
废显影、定影液	液态	/	/	约 30kg	约 360kg	/	暂存	收集贮存后，委托有危险废物经营资质的单位回收处理
洗片废水	液态	/	/	30m <sup>3</sup>	360m <sup>3</sup> /a	/	不暂存	洗片废水需依托厂区已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入陡沟河污水处理厂
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经过袋装收集后，由租赁场所的环卫部门统一运送到垃圾处理场集中处理
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	生活污水需依托厂区已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入陡沟河污水处理厂
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>)和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订本），中华人民共和国 2020 年主席令第 43 号，自 2020 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>8) 《国家危险废物名录》（2025 年版），于 2024 年 11 月 8 日由生态环境部 2024 年第 5 次部务会议审议通过，自 2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第 18 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>11) 《核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局），2017 年 9 月 26 日发布；</p> <p>12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>13) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行；</p>
------	--

	<p>14) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部 2019 年部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部 2019 年公告第 38 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>15) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函〔2016〕1400 号；</p> <p>16) 《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第 63 号公告，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>17) 《射线装置分类》，中华人民共和国原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>18) 《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)，自 2024 年 2 月 1 日起施行。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>4) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>9) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。</p>
<p><b>其他</b></p>	<p><b>参考资料：</b></p> <p>1) 《2023 年四川省生态环境状况公报》四川省生态环境厅</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围						
<p>本项目为使用II类射线装置项目。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目曝光室边界外50m区域。</p>						
保护目标						
<p>本项目的�主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目的�评价范围、辐射工作场所布局、总平布置以及外环境特征，本项目50m内环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、本项目操作探伤机的辐射工作人员；</li> <li>2、本项目所在联合厂房其他区域、厂区道路、四川省机械设计研究院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室、四川省机械设计研究院（集团）有限公司预留区、亿川科技（成都）有限责任公司、成都锦牛物流有限责任公司、京东物流龙华营业部、成都美佳易佰科技有限公司的公众。</li> </ol>						
表7-1 本项目环境保护目标情况一览表						
序号	保护目标名称及所在位置		方位	距铅房最近距离	人员数量	年剂量约束值（mSv）
1	辐射工作人员	铅房内	/	/	4 人	5.0
		操作室、暗室	探伤室西南侧、北侧	紧邻		
2	周围公众	四川省机械设计研究院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室	铅房东北侧	9m	约 6 人/d	0.1
3		四川省机械设计研究院（集团）有限公司预留区	铅房东南侧	2m	约 2 人/d	0.1
4		亿川科技(成都)有限责任公司	铅房东北侧	18m	约 20 人/d	0.1
5		四川省机械设计研究院（集团）有限公司事业部	铅房东北侧	43m	约 10 人/d	0.1
6		其他区域	/	/	约 50 人/d	0.1

7	周围公众	厂区道路	铅房西南侧、西北侧	4m	流动人群约 40 人/d	0.1
8		成都锦牛物流有限责任公司	西北侧	27m	1 栋, 地上 1 层 50m 范围内约 50 人/d	0.1
9		京东物流龙华营业部	西南侧	29m	1 栋, 地上 1 层 50m 范围内约 50 人/d	0.1
10		成都美佳易佰科技有限公司	西南侧	36m	1 栋, 地上 1 层 50m 范围内约 50 人/d	0.1

## 评价标准

### 电离辐射剂量限值和剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的标准限值。

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）评价标准对本项目设定的管理目标为：

#### ●辐射剂量率控制水平：

铅房四周屏蔽体外30cm处剂量率不超过**2.5μSv/h**；

铅房顶部表面外30cm处剂量率不超过**100μSv/h**（人员不可达，且根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中要求，本项目曝光室旁邻近建筑物未在自辐射源点到曝光室顶内表面边缘所张立体角区域内）。

#### ●辐射剂量控制水平：

职业人员年有效剂量不超过**5mSv**；

公众年有效剂量不超过**0.1mSv**。

**(1) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）**

**4.使用单位放射防护要求**

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

**6. 固定式探伤的放射防护要求**

**6.1 探伤室放射防护要求**

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 $30\text{cm}$ 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的

人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## **(2) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）**

### **3.3 其他要求**

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

**(3) 根据建设单位租赁甲方（四川省机械设计研究院（集团）有限公司）已获**

得成都市龙泉驿区环境保护局《关于四川省机械设计研究院四川省装备制造科技服务岗（研发测试及检验总装基地）项目环境影响报告表审批批复》（龙环审批〔2016〕复字82号）的环境影响报告表中的内容，并结合现行的环境保护标准，本项目应执行的环境保护标准如下：

### 1、环境质量标准

- （1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- （2）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；
- （3）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类区标准。

### 2、污染物排放标准

- （1）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；
- （2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；
- （3）噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准；
- （4）固废：一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）及《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改清单相应标准要求。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**1. 地理位置和场所位置**

建设单位租赁四川省机械研究设计院（集团）有限公司位于成都市龙泉驿区南四路 965 号的部分办公室和联合厂房部分区域作为办公场所。四川省机械研究设计院（集团）有限公司西北侧为成都锦牛物流有限责任公司，西南侧为京东物流龙华营业部和成都美佳易佰科技有限公司，东南侧为成都秦川物联网科技股份有限公司，东北侧为经开区南四路。

本项目铅房位于联合厂房西南角检测区内，联合厂房四周被厂区道路环绕，检测区内配套设置有一间操作室和暗室，分别位于铅房西北侧和北侧，检测区东北侧为物流通道，检测区东南侧为四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区，检测区西南侧和西北侧为厂区道路。本项目所在车间为1层建筑，铅房上方无建筑，下方为土质层。本项目地理位置图见附图1，周围环境概况图见附图2，本项目所在联合厂房概况图见附图3。

检测区及铅房拟建址现状



检测区拟建址西南侧厂区道路

已建暗室内危废暂存区

图8-1 本项目拟建址周围环境现状

## 2.本项目铅房环境监测

### 2.1 曝光室环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目铅房拟建址周围及内部辐射环境。
- 监测因子：本项目铅房拟建址周围及内部天然辐射剂量率。

- 监测点位：在铅房拟建址周围及内部布置监测点位，共计 5 个监测点位；在厂区道路、四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区、亿川科技(成都)有限责任公司、四川省机械研究设计院（集团）有限公司事业部、成都锦牛物流有限责任公司、京东物流龙华营业部、成都美佳易佰科技有限公司布置监测点位，共计 7 个监测点位。

## 2.2 质量保证措施

四川致胜创科环境监测有限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的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，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。

四川致胜创科环境监测有限公司质量管理体系：

### （一）资质认证

从事监测的单位，四川致胜创科环境监测有限公司于 2021 年 8 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：212312050163，有效期至 2027 年 8 月 15 日。

### （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。

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。

## 2.3 监测结果与环境现状调查结果评价

四川省生态环境监测业务系统项目编号：SCZSCKHJJCYXGS252-0001

表 8-1 监测仪器及监测环境

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
X-γ辐射剂量率	名称：X/γ剂量率仪 型号：XH-3512E 编号：H01	能量响应范围： 30keV~7MeV 测量范围： 10nSv/h~100μSv/h	证书编号：校字第 2024-D1212 号 校准因子：1.07 校检有效期：2025.12.30	天气：阴 温度：23.6℃ 湿度：65.1%

监测结果：本项目铅房拟建址周围γ辐射剂量率监测结果见表 8-2，铅房拟建址周围辐射环境检测点位图见图 8-2（报告见附件 8）。

表 8-2 本项目拟建址周围环境γ辐射空气吸收剂量率水平 单位：nGy/h

点位号	监测位置	X-γ辐射剂量率 (nSv/h)		γ空气吸收剂量率换算值 (nGy/h)	备注
		平均值	标准差		
1	X 射线探伤室拟建址中央	105.3	0.6	87.8	厂房
2	X 射线探伤室拟建址东侧	105.0	0.3	87.5	
3	X 射线探伤室拟建址南侧	105.5	0.2	87.9	
4	X 射线探伤室拟建址西侧	104.8	0.2	87.3	
5	X 射线探伤室拟建址北侧	104.0	0.4	86.7	
6	X 射线探伤室拟建址东南侧（四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区）	105.2	0.2	87.7	
7	X 射线探伤室拟建址东北侧（亿川科技(成都)有限责任公司）	104.0	0	87	厂区
8	X 射线探伤室拟建址东北侧（四川省机械研究设计院（集团）有限公司事业部）	105	0	88	
9	X 射线探伤室拟建址西南侧（厂区道路）	112	1	93	
10	X 射线探伤室拟建址西北侧（成都锦牛物流有限责任公司）	110	1	92	厂区外
11	X 射线探伤室拟建址西侧（京东物流龙华营业部）	114	1	95	
12	X 射线探伤室拟建址西南侧（成都美佳易佰科技有限公司）	112	1	93	

\*检测结果未扣除宇宙辐射响应值。

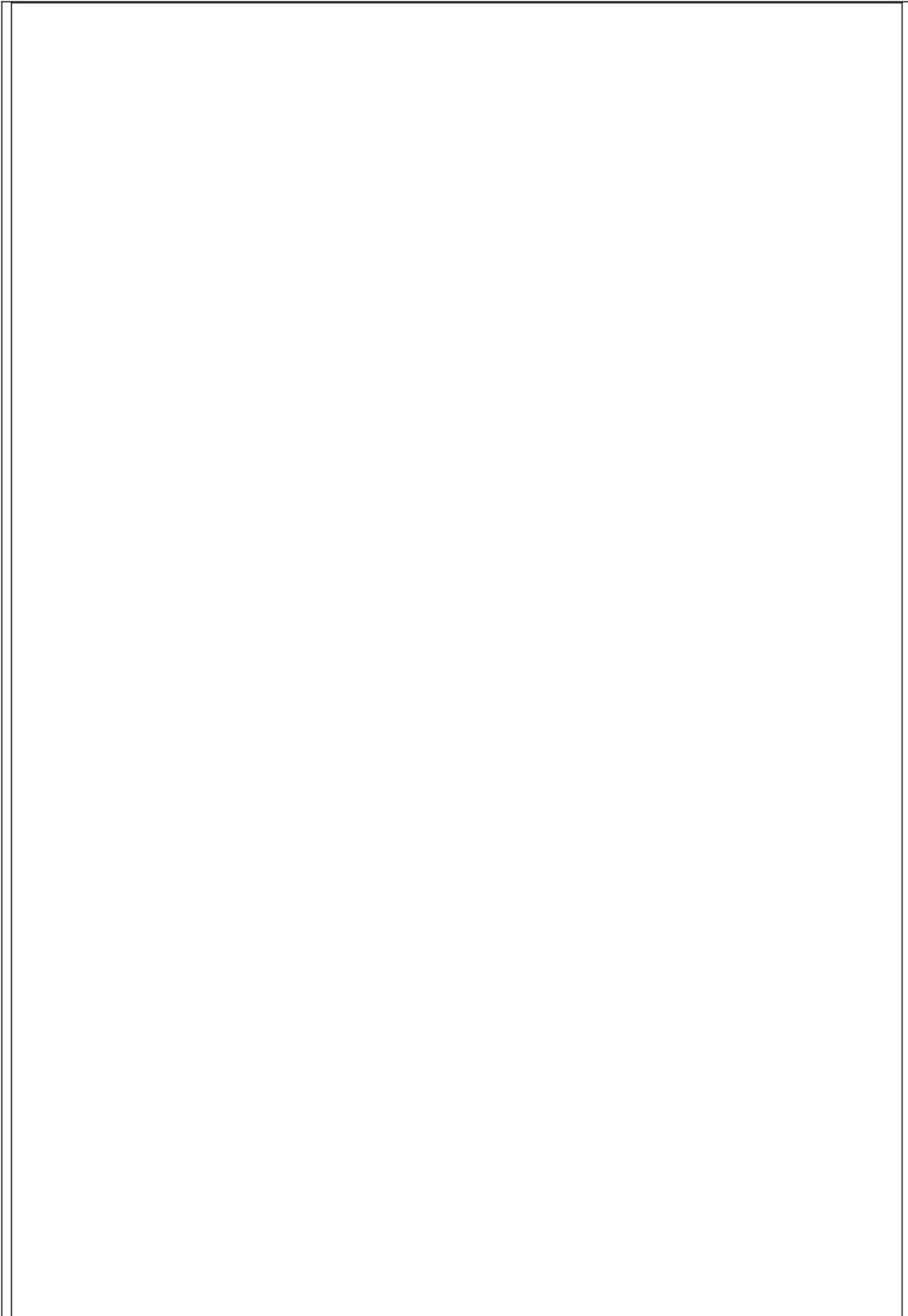


图 8-2 本项目曝光室拟建址周围辐射环境检测点位示意图

由表 8-2 监测结果可知：在当前检测工况下（本底检测），四川省理化计量无损检测有限责任公司新增工业 X 射线探伤室项目拟建址及周围环境空气吸收

剂量率为 87nGy/h ~95nGy/h，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状况公报》中四川省空气吸收剂量率监测结果 $\leq 160\text{nGy/h}$  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

1.工程设备

建设单位由于检测需要，拟在联合厂房西南角检测区内新增一座铅房（检测区内配套设置1间操作室和暗室），并拟在铅房内使用1台X射线探伤机（丹东吉时宇仪器有限公司RX2005G型X射线探伤机），用于开展固定式X射线探伤作业。

表 9-1 X 射线探伤机主要设备配置及主要技术参数

型号	类别	射线管的焦点尺寸	最大管电压	最大管电流	辐射角	最大穿透厚度	工作方式
RX2005G型X射线探伤机	II类	1.5×1.5	200kV	5mA	40°	30mm 钢	间歇式工作 1:1, 工作 1 分钟休息 1 分钟。

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。



图 9-1 常见 X 射线探伤机及控制箱

## 2.工艺分析

### 2.1施工期工艺分析

本项目新增的 X 射线探伤室为外购的一体式铅房，仅需进行现场安装。本项目施工期不涉及到土建施工，施工期主要为通风系统和辅助用房的建设。

本项目铅房安装完成后在顶部排风口处外接直径 160mm 通风管到延伸至联合厂房外排放，厂房外排口距地 4.5m，朝向厂区道路。建设单位需外购机制玻镁板搭建操作室和暗室等辅助用房，施工人员将机制玻镁板裁切成设计的尺寸后，再进行组装。在项目施工过程中，会产生一定的噪声、固体废物、施工人员产生的生活污水和生活垃圾。

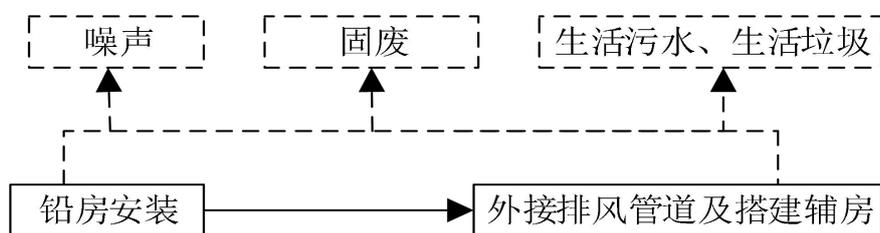


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

### 2.2运营期工艺分析

#### 2.2.1 X 射线探伤机工作原理

X射线探伤机的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成，X射线管结构示意图见图9-2。X射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生X射线，对于便携式X射线探伤机，当X射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位，达到检测目的。

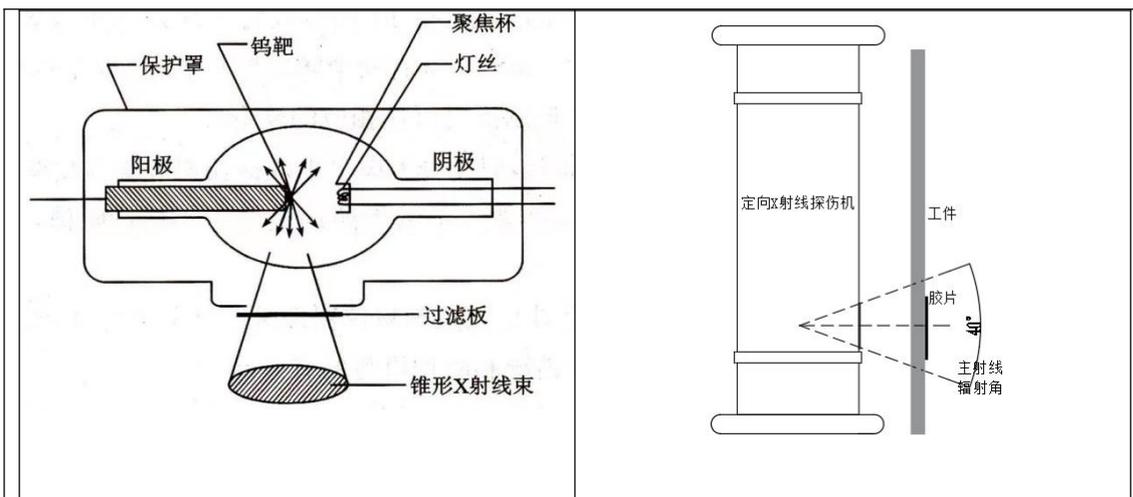


图 9-2 典型的 X 射线管结构图及常见 X 射线探伤机照射工件示意图

### 2.2.2. X 射线无损检测原理

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把 X 射线探伤机器固定在距工件合适位置，把胶片紧贴在被检工件背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定工件的质量，从而防止由于工件缺陷引起的事故。

### 2.2.3 工件信息及工作方式

本项目探伤对象为各类薄壁焊管、薄工件，形状不规则，材质为 316L 不锈钢材，管壁厚度范围为 5mm~10mm，探伤对象最大尺寸为 1200mm×1200mm×1000mm。本项目铅房尺寸长 3000mm，宽 3000mm，高 2500mm，曝光室及门宽尺寸与工件能够匹配。本项目建设单位只开展室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

本项目定向机采用外照法，曝光时间与探伤物件厚度成正比，根据公司提供的信息，本项目主射方向涉及铅房西北侧、西南侧、东南侧、顶部及底部，不朝工件门照射。本项目铅房所在的联合厂房为 1 层建筑，地下为土质层，铅房上方无可攀爬的设施，故铅房顶部人员不可达，亦不需要人员到达。

根据建设单位提供资料，本项目预计每天检测 40 个工件，每个工件检测三次，单次最长出束时间为 1min，预计每天最长出束 2h，此外预计建设单位一年

训机 6 次，每次 10min，年工作时间 300 天，则总计年最长出束时间为 2h/天×300 天+1h 训机=601h。

### 2.2.4.X 射线探伤工艺流程

X 射线探伤时辐射工作人员将工件从工件门运至铅房内，在西北侧操作室内进行远隔室操作，对工件需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- 1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入铅房内时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪；
- 2) 将工件从工件门运至铅房内，清场，无关人员撤离，辐射工作人员在铅房固定工件并在检测部位贴上感光胶片；
- 3) 将 X 射线探伤机固定到合适的位置，合理放置工件及 X 射线探伤机的位置，严禁主射方向朝向工件门；
- 4) 检查人员滞留情况，再次确定无人后辐射工作人员离开铅房，并关闭工件门；
- 5) 辐射工作人员开启 X 射线探伤机进行无损检测；
- 6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，辐射工作人员从工件门进入并取下胶片；
- 7) 完成所有检测工作后，将工件从工件门运出；
- 8) 辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

建设单位应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求中的内容严格规范操作。

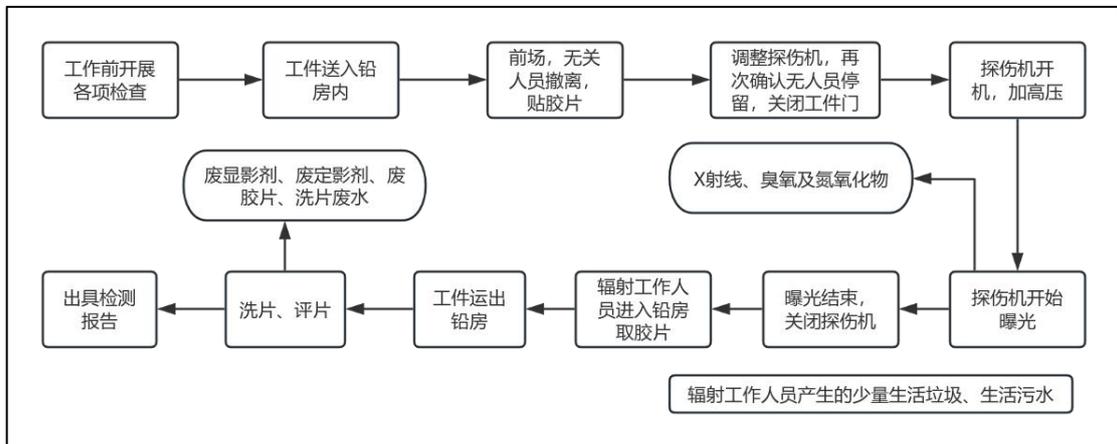


图9-3 本项工作流程及产污环节示意图

由图 9-3 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下：

- (1) 探伤机出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 当显（定）影液在使用至无法起效时产生的废显影、废定影液；
- (4) 洗片过程中产生的洗片冲洗废水；
- (5) 探伤工作中可能产生废胶片；
- (6) 工作人员日常产生的生活垃圾及生活污水。

#### 2.2.5.曝光室工作量及曝光时间

工作制度：本项目辐射工作人员实行白班单班制，每年工作 300 天。根据建设单位提供资料，本项目预计每天检测 40 个工件，每个工件检测 3 次，单次最长出束时间为 1min，预计每天最长出束 2h，此外预计建设单位一年训机 6 次，每次 10min，年工作时间 300 天，则总计年最长出束时间为  $2\text{h}/\text{天} \times 300 \text{天} + 1\text{h}$  训机 = 601h。

人员配置：建设单位拟调配 4 名原有辐射工作人员，2 名人员固定搭班，分为两组，两组人员轮班开展探伤工作，建设单位原有 1 名辐射安全管理人员兼职本项目辐射安全管理工作。

#### 2.2.6.辐射工作场所人流及物流路径

人流：

本项目两名辐射工作人员通过东北侧物流通道进入检测区，一名辐射工作人员进入操作室，另一名辐射工作人员从待检区将工件带进铅房内对工件进行摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成确认无人员停留后关闭工件门返回到操作室，开始探伤工作。探伤任务结束后，1 名辐射工作人员将工件从铅房内拿出放到已检区，另 1 名辐射工作人员将胶片取下送到暗室进行洗片工作，完成后返回操作室进行评片工作，如此往复。待一天的工作结束后，辐射工作人员原路返回退出联合厂房。

物流：

本项目检测工件经过东北侧物流通道送进检测区中待检区，由 1 名辐射工作人员通过工件门运至铅房内进行探伤检测工作，检测完成后，将完成检测的工件放到已检区。本项目产生的废显影液、废定影液和废胶片从暗室运送至联合厂房

东南角建设单位已建暗室中的危废暂存区内暂存，定期交由有资质的单位处理。

本项目人流物流示意图见图 9-4。

图 9-4 人流物流示意图

### 3、原有工艺不足及改进

四川省理化计量无损检测有限责任公司核技术利用项目原有工艺不存在不足和需要改进的地方，由于业务量增加，已建 X 射线探伤室不能满足产品探伤的需求，为公司长远发展考虑，分担原有探伤室工作负荷，提升工作效率，建设单位拟在租赁场所的联合厂房西南角检测区内新增 1 座 X 射线探伤室（铅房），拟将各类薄壁焊管、薄工件转移至铅房内进行探伤，铅房内拟购 1 台型号为 RX2005G 的 X 射线探伤机，配套设置 1 间操作室、1 间暗室。本项目只开展室内探伤，不涉及野外探伤。

## 污染源项描述

### 一、电离辐射

由探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故探伤机在开机期间，X 射线是本项目主要污染物。本项目探伤机所产生的 X 射线能量最高为 200kV。不开机时不产生辐射。

### 二、非辐射污染源分析

1、废气：曝光过程中，铅房内空气被电离产生少量的臭氧、氮氧化物。

2、废水：本项目运行期间，不产生放射性废水，辐射工作人员将产生少量的生活污水，每月预计产生 3m<sup>3</sup> 生活污水，每年预计产生 42m<sup>3</sup> 生活污水。洗片过程中会产生洗片废水，每月预计产生洗片废水 30m<sup>3</sup>，每年预计产生洗片废水 360m<sup>3</sup>。

3、固体废物：本项目不产生放射性固体废物，会产生辐射工作人员的少量生活垃圾，每月预计产生 3kg 生活垃圾，每年预计产生 36kg 生活垃圾。

4、危险废物：本项目运营时会产生废显（定）影剂及废胶片，废显（定）影剂及废胶片属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16 感光材料废物，废物代码为 900-019-16。本项目每月预计产生废显（定）影剂 30kg，每年预计产生废显（定）影剂 360kg；每月预计产生废胶片 0.5kg，每年预计产生废胶片 6kg。

5、噪声：本项目噪声主要来源于铅房顶部的轴流风机，在运行时噪声较小，对周围环境的影响较小。

表 10 辐射安全与防护

<p><b>项目安全措施</b></p> <p><b>1. 工作场所布局及分区</b></p> <p><b>1.1 工作场所布局</b></p> <p>本项目铅房位于联合厂房西南角检测区内，联合厂房四周被厂区道路环绕，检测区内配套设置有一间操作室和暗室，分别位于铅房西北侧和北侧，检测区东北侧为物流通道，检测区东南侧为四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区，检测区西南侧和西北侧为厂区道路。本项目所在厂房为 1 层建筑，铅房上方无建筑，下方为土质层。铅房外无可攀爬的设施，顶部人员不可到达。</p> <p>由于铅房尺寸较小，因此本项目未设计人员门及迷道，设计有 1 扇电动工件门，满足日常探伤需求。本项目工件门为 5mm 钢板+10mm 铅板+5m 钢板，同侧墙体为 5mm 钢板+10mm 铅板+5m 钢板，满足无迷道曝光室防护门的防护性能不低于同侧墙体的防护性能，本项目工作场所布局设计基本合理。本项目铅房平面布置图及立面图见附图 4。</p> <p><b>1.2 工作场所分区</b></p> <p>本项目将铅房内作为本项目的控制区，将操作室、暗室画为本项目监督区，同时为了探伤过程中周围公众安全考虑，将工件门门外门宽×1m 区域范围内也作为本项目的监督区。在工件门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明，操作室入口张贴监督区标志。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。</p> <p style="text-align: center;">图10-1 本项目控制区监督区划分示意图</p>
---

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	铅房内	暗室、操作室、工件门门外门宽×1m 区域范围内
划分依据	①根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：6.1.2“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理符合 GB 18871”。 ②根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区：这种区域未被定位控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，X 射线实时成像装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门外粘贴电离辐射警告标识。	操作室入口门外粘贴监督区标牌。

## 2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目铅房长宽高尺寸为3000mm×3000mm×2500mm，四周、顶部、底部和工件门屏蔽均为5mm钢板+10mm铅板+5mm钢板的钢铅钢结构；工件门门洞尺寸为1200mm（宽）×2200mm（高），防护门尺寸为1300mm（宽）×2300mm（高）。

本项目排风口（180mm×180mm）设置于铅房顶部，通过顶部的轴流风机将铅房内产生的臭氧及氮氧化物抽出，并在顶部设置10mmPb铅百叶防护罩后外接通风管将臭氧及氮氧化物引至联合厂房外排放，朝向厂区道路。拟安装的轴流风机排风量约为400m<sup>3</sup>/h，探伤作业时全程开启风机。

本项目铅房西北侧底部设置尺寸为150mm×150mm的电缆孔，电缆孔外设置10mmPb防护铅罩。

## 3. X射线探伤机固有安全性分析

①本项目探伤机控制箱上设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示。

②本项目探伤机控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。本项目开关钥匙为旋转式钥匙开关。

③延时启动功能：本项目探伤机设置有延时按钮，能延时启动曝光系统。辐射工作人员有足够的时间可快速离开，以减轻X射线的吸收剂量，防止X射线损害身体健康，尽可能降低操作人员的受照剂量。

④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，蜂鸣器会持续报警，提醒操作人员发生了故障。

⑤当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

⑥探伤机自带有辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

⑦探伤机控制箱上自带急停按钮，当探伤机异常出束时或遇到突发状况时，可按下该急停按钮停止探伤机出束。

#### 4. 工作前检查及维护措施

##### (1) 工作前检查

- a) 装置外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂扭曲以及破损；
- c) 制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 声光报警仪、工作状态指示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 安装的固定辐射检测仪、便携式X-γ剂量率仪是否正常；

##### (2) 装置维护

- a) 建设单位应对装置设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括装置的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当装置有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

## 5. 工作场所辐射安全措施

**工作状态指示灯及灯机联锁、声音提示装置：**本项目工件门上方、铅房内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（共计 2 套），并与探伤机联锁。“预备”信号设置持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。同时在醒目的位置设有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

**门灯联锁：**本项目拟在工件门处设计 1 套门-灯联锁装置，电源连接，“预备”亮起，防护门关闭且 X 射线探伤机出束，“照射”亮起。

**门机联锁：**本项目曝光室工件门拟设置门-机联锁装置，防护门未关闭无法开启射线作业，在防护门关闭后才能进行探伤作业。

**紧急停机按钮：**本项目操作台及铅房内部四周墙壁上（共计 5 个）均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装位置使人员处在内部任何位置时都能够使用。按钮带有标签，标明有使用方法。

**电离辐射警告标志：**拟在工件门外表面张贴 1 张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明（如下图所示）。

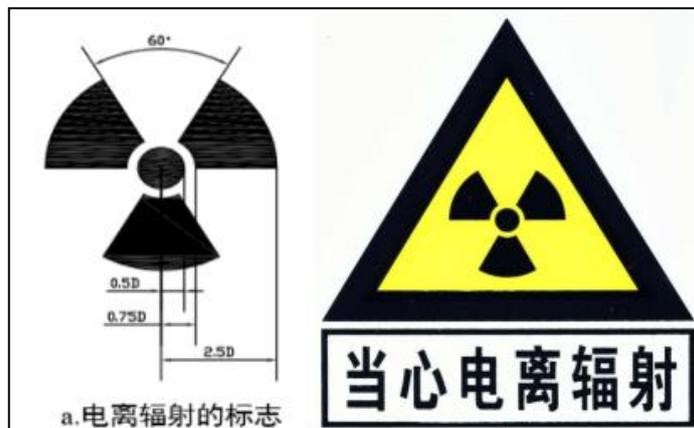


图10-2 电离辐射警告标志

**监控系统：**拟在曝光室内及工件门外安装监控摄像头，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全，监控显示器位于操作台上。

**监督区标牌及警戒线：**本项目拟在操作室门外张贴监督区标牌，铅房工件门门宽×1m区域地面拟张贴警戒线。

**通风：**本项目铅房顶部拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于3次/小时。

**个人剂量报警仪及个人剂量计：**本项目拟调配4名原有辐射工作人员，建设

单位已为拟调配的4名辐射工作人员每人配备1个人剂量计，本项目拟新增2台个人剂量报警仪。

**便携式辐射剂量监测仪：**本项目利旧使用1台便携式辐射剂量监测仪。

**固定式场所辐射探测报警装置：**本项目拟配备1套固定式场所辐射探测报警装置，用于观察 X 射线探伤机是否处于出束状态，以此保障辐射工作人员的辐射安全。

**制度：**建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，已制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，拟将本项目纳入管理，并在本项目操作室内醒目位置悬挂《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急响应程序》。上墙制度的内容应体现操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

**应急物资：**拟为本项目配备应急物资，如灭火器材等，能够及时应对现场的突发状况。

根据生态环境部（国家核安全局）《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号），公司拟设置的辐射安全与防护措施汇总对照分析如下。

表 10-2 本项目辐射安全与防护措施汇总对照分析

序号	措施要求	本项目拟设置情况	是否满足要求
<b>生态环境部（国家核安全局）《II类非医用X线装置监督检查技术程序》</b>			
1	入口处电离辐射警告标志	拟在工件门外表面张贴1张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明	是
2	入口处机器工作状态显示	本项目工件门上方拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置	是
3	隔室操作	本项目操作室设置于铅房西北侧，辐射工作人员在操作室进行隔室操作	是
4	场所设施 迷道	由于本项目曝光室尺寸较小，同时结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及后文表11计算，本项目无迷道曝光室防护门的防护性能不低于同侧墙体的防护性能，本项目工件门与同侧屏蔽均为5mm铅板+10mm铅板+5mm铅板，因此综合来说，本项目未设计人员门及迷道	是
5	防护门	本项目设计有1扇工件门，屏蔽为5mm铅板+10mm铅板+5mm铅板	是
6	控制台有钥匙控制	本项目探伤机控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。本项目开关钥匙为旋转式钥匙开关	是

7		门机连锁系统	本项目工件门拟设置门-机连锁装置，防护门未关闭无法开启射线作业，在防护门关闭后才能进行探伤作业	是
8		监控设施	拟在铅房内及工件门外安装监控摄像头，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全，监控显示器位于操作台上	是
9		通风设施	本项目铅房内拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/小时	是
10		室内紧急停机按钮	本项目铅房内部四周墙壁上（共计 4 个）拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射	是
11		控制台上紧急停机按钮	本项目操作台上（共计 1 个）拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射	是
12		准备出束声光提示	本项目工件门上方、曝光室内部及操作室内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（共计 2 套），并与探伤机连锁。“预备”信号设置持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开	是
13	监测设备	便携式辐射监测仪	本项目利旧使用 1 台便携式辐射剂量监测仪	是
		个人剂量报警仪	拟为辐射工作场所配备 2 台个人剂量报警仪	
		个人剂量计	已配备 4 套个人剂量计	
14	应急物资	灭火器材	拟为本项目配备应急物资，如灭火器材等，能够及时应对现场的突发状况	是
<b>《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》</b>				
1		操作台控制：防止非工作人员操作的锁定开关，有钥匙控制，曝光室安装视频监控系统	本项目操作室设置于铅房西北侧，辐射工作人员在操作室进行隔室操作；本项目探伤机控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。本项目开关钥匙为旋转式钥匙开关；拟在曝光室内及工件门外安装监控摄像头，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全，监控显示器位于操作台上	是
2		新建曝光室必须具备迷道（铅房除外），曝光室门要与探伤设备连锁（门机连锁），与工作状态显示连锁（门灯连锁）	本项目为铅房，拟在工件门设置门-机连锁装置、门-灯连锁装置。	是
3		曝光室内墙、控制台应设有紧急停止开关并有中文标识	本项目铅房内部四周墙壁上及操作台上（共计 5 个）拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射	是
4		曝光室工作人员和工件门出入口处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯	拟在工件门外表面张贴 1 张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明；本项目工件门上方、铅房内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（共计 2 套），并与探伤机连锁。	是
5		探伤作业时每个操作人员应正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪	已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，拟为场所配备 2 台个人剂量报警仪，要求探伤作业时，辐射工作人员规范佩戴。	是

6	曝光室的各项安全措施必须定期检查，并做好记录	在今后探伤作业开展中，公司承诺铅房的各项安全措施必须定期检查，并做好记录	是
7	对场所定期开展自我监测，并做好记录	已制定场所监测方案，拟将本项目纳入监测方案，今后对场所定期开展自我监测，并做好记录	是
8	废显（定）影液、废胶片应根据危险废物管理要求妥善贮存和处置	产生的废显（定）影剂、废胶片依托建联合厂房东南角建设单位已建的暗室内危废物暂存区进行暂存，定期交由有资质的单位处理	是
9	分区管理	本项目将铅房内作为本项目的控制区边界，将操作室、暗室、工件门门外门宽×1m 区域范围内作为本项目监督区，进行合理的两区划分	是
10	场所外电离辐射警示标志	拟在工件门外表面张贴 1 张“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明	是
11	出入口工作状态显示	本项目工件门上方、铅房内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（共计 2 套），并与探伤机联锁。	是
12	声音、光电等警示		
13	屏蔽措施	本项目铅房四周、顶部、底部和工件门屏蔽均为 5mm 钢板+10 铅板+5mm 钢板	是
14	辐射设备自带安全措施	X 射线探伤机自带辐射警告标志、急停按钮等安全措施	是
15	操作台控制	本项目操作室设置于铅房西北侧，有操作台控制	是
16	钥匙控制	本项目探伤机控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出	是
17	安全联锁	本项目曝光室工件门拟设置门-机联锁装置、门灯联锁、灯机联锁	是
18	紧急停止开关	本项目铅房内部四周墙壁上及操作台上（共计 5 个）拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射	是
19	固定式辐射剂量仪	本项目拟配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置，用于观察 X 射线探伤机是否处于出束状态，以此保障辐射工作人员的辐射安全。	是
20	电视监控装置	拟在铅房内及工件门外安装监控摄像头，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全，监控显示器位于操作台上	是
21	室内通风	本项目铅房顶部拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/小时	是

本项目辐射安全与防护措施分布见图 10-4。



图 10-4 本项目辐射安全与防护措施分布示意图

#### 4、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设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，本项目环保投资估算见表 10-3。本项目总投资 \_\_\_\_\_。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合建设单位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。

表 10-3 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		数量	投资金额（万元）
新增工业 X 射线探伤室项目	辐射屏蔽措施	铅房、工件门	/	
	安全装置	工作状态指示灯及灯机联锁	拟配备 2 套	
		电离辐射警示标志及中文警示说明	拟张贴 1 张	
		急停按钮	曝光室内拟设置 4 个，操作台上拟设置 1 个	

		门-机连锁	拟设置 1 个	
		门-灯连锁	拟设置 1 个	
		声音提示装置	拟配备 1 个	
		通排风系统	拟设置 1 套	
		监督区标牌/地面警戒线	拟设置 1 个监督区标牌、地面警戒线	
		监控系统	拟设置 1 套	
	辐射监测	射线装置年度监测	/	
		便携式辐射剂量监测仪	利旧 1 台	
		固定式场所辐射探测报警装置	拟配备 1 套	
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台	
		个人剂量计	配备 4 个	
	其他	应急物资（灭火器等）	1 套	
		辐射工作人员、管理人员及应急人员的考试差旅费		
		危废处置		
	合计			

## 1、三废的治理

### 1.1 废气

本项目运行后不会产生放射性气体废物。X 射线探伤机在工作状态时，会使铅房室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目铅房拟在铅房顶部设置排风设施，通过顶部的轴流风机将铅房内产生的臭氧及氮氧化物抽出，并在顶部设置 10mmPb 铅防护罩后外接直径 160mm 通风管将臭氧及氮氧化物引至联合厂房外排放，排口距地 4.5m，朝向厂区道路。拟安装的轴流风机排风量约为 400m<sup>3</sup>/h，探伤作业时全程开启风机。

曝光室内体积约 22.5m<sup>3</sup>，如需达到每小时有效换气次数 3 次以上，需要达到的排风量为 67.5m<sup>3</sup>/h，建设单位拟安装风机的风量为 400m<sup>3</sup>/h，满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

### 1.2 废水

本项目会产生辐射工作人员少量的生活污水和洗片废水，依托厂区已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入陡沟河污水处理厂。

### 1.3 固体废物

本项目会产生辐射工作人员少量的生活垃圾，辐射工作人员产生的少量生活垃圾装袋收集，通过厂区生活垃圾收集房统一收集后交由环卫部门处理。洗片过程中产生的废显影液、废定影液、少量废胶片经收集后暂存于联合厂房东南角已建暗室中的危废暂存区内，定期交由有资质的单位处理

### 1.4 危险废物

本项目评片和洗片过程可能会产生废胶片及废显（定）影剂。每日洗片产生废显（定）影剂和废胶片用专用容器收集，并在探伤工作结束后运至联合厂房东南角已建暗室中的危废暂存区内；废胶片、废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物转移联单由有危废处置的单位转运。

本项目依托的危废暂存区建设单位已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，危废暂存区下沉，周围砌砖略高于与其他区域，地面采用防渗水泥，满足“防雨淋、防渗漏、防流失”要求。建设单位已参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定在危废暂存区设置危险废物识别标志并采取隔离措施。本项目使用耐腐蚀容器暂存废显（定）影剂。

建设单位日常将继续做好危废分类存储并做好标记标识，明确危险废物种类，不可混入其他杂物。做好危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。建设单位严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

### 1.4、噪声

本项目噪声源主要为通风设备，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围的噪声贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目施工期不涉及到土建施工，仅需进行排风管连接、辅房搭建。在项目施工过程中，会产生一定的噪声、固体废物以及施工人员产生的生活垃圾和生活污水。施工时间较短，噪声对周围环境影响较小；固体废物可回收处理部分进行回收处理，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；生活污水依托厂区已建的污水预处理系统。项目施工期结束后，环境影响将随之消除。

**运行阶段对环境的影响**

本项目运营期的主要环境影响因素为探伤机工作时产生的X射线、臭氧、氮氧化物。

**一、辐射环境影响分析**

本项目为室内探伤，采用铅板对 X 射线进行防护，探伤作业过程中，X 射线的主射线、散射线、泄漏射线对周围环境产生的辐射影响，其污染途径为外照射。本项目照射方向西北侧、西南侧、东南侧、顶部和底部，不朝工件门照射，由于铅房地下无建筑，因此地下不设计算点位。为更全面校核铅房四周及顶部的屏蔽效能，因此在计算时，铅房四周及顶部均采用主射线进行校核计算。

**(一) 计算条件**

建设单位拟使用 1 台型号为 RX2005G 的 X 射线探伤机。本项目保守以最大管电压 200kV，最大管电流 5mA 满功率运行时对铅房四周墙壁及顶部辐射环境影响进行预测。本项目铅房四周、顶部、底部及工件门防护条件均为 5mm 钢板+10mm 铅板+5mm 钢板，在计算时保守仅考虑铅板屏蔽，预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

**(1) 距辐射源点（靶点）1m处输出量：**

本项目 X 射线探伤机最大管电压为 200kV，输出量保守选取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1 中 200kV 下的较大值，取值为  $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

**(2) 透射因子**

本项目透射因子采用什值层计算，什值层取值来源《工业 X 射线探伤室辐

射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2，300kV 下铅什值层为 5.7mm，根据标准中公式（5） $B=10^{(-X/TVL)}$  计算各个透射因子，计算得到本项目对应透射因子一览表详见表 11-1。

表11-1 透射因子一览表

场所	射线类型	屏蔽厚度	什值层	透射因子
铅房	主射线（300kV）	10mmPb	5.7	3.67E-01

### （3）计算点位

根据公司提供资料，X 射线探伤机活动范围为距铅房四周最近 0.5m，距离顶部最近 1.5m。铅房紧邻四周计算点位为屏蔽体外 30cm，计算点位如下图所示。

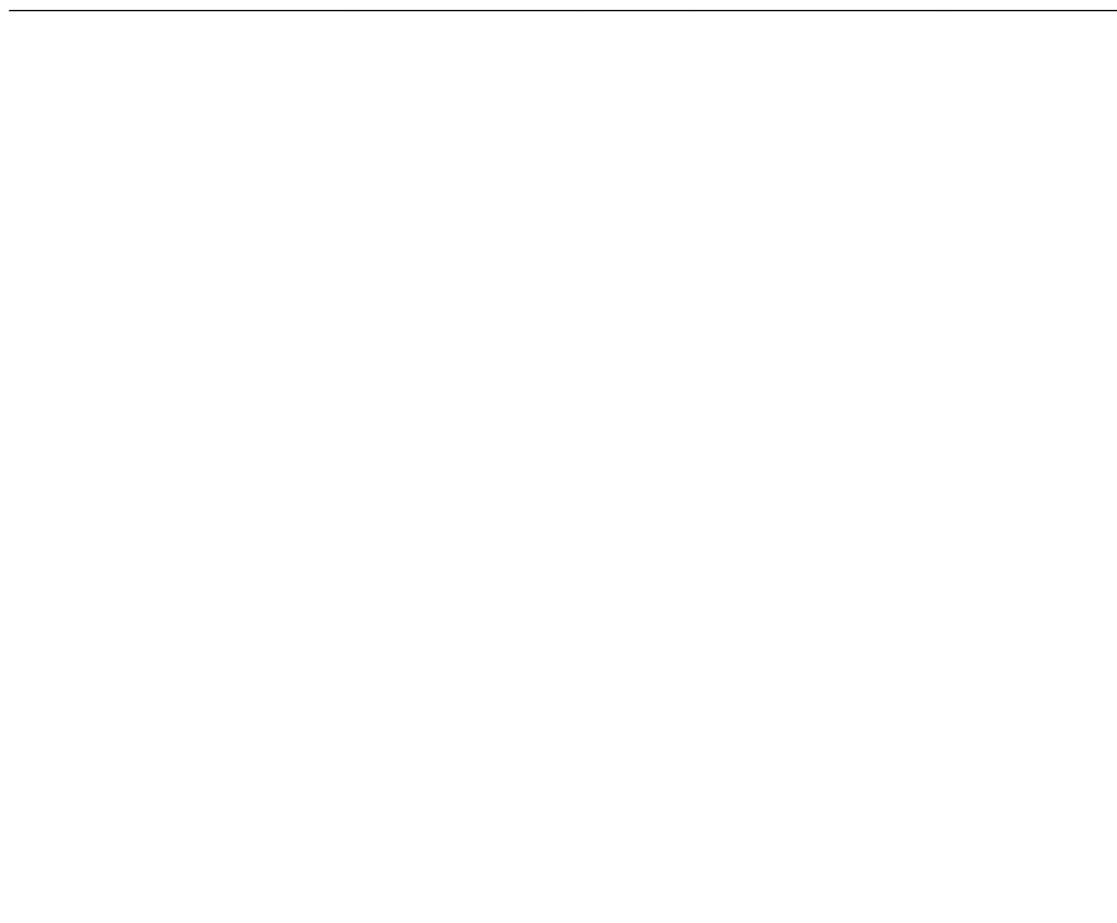


图 11-1 本项目计算点位图

### （4）计算公式

有用线束屏蔽估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ ：X 射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，本项目取最大管电

流 5mA;

$H_0$ : 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量,  $1.72E+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ;

$B$ : 屏蔽透射因子, 取值见表 11-1;

$R$ : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m, 取值见表 11-2。

参考点的年剂量估算:

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-2}$$

式中:  $H_c$ : 参考点的年剂量水平, mSv;

$\dot{H}_{c,d}$ : 参考点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$t$ : 年照射时间, 本项目 X 射线探伤机年最大出束时间累计为 601h;

$U$ : 关注点方向照射的使用因子, 本项目取 1;

$T$ : 人员在相应关注点驻留的居留因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中附录 A 表 A.1 取值。

### 5) 计算结果

表 11-2 铅房周围剂量率及年剂量结果一览表

点位	位置	$H_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $(\text{mA}\cdot\text{h})$	I (mA)	B	$R^*$ (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因 子 T	年剂量估 算值 (mSv)	年剂量约 束值 (mSv/年)
1	铅房西南 侧屏蔽体 外 30cm 处	1.72E+06	5	7.20E-08	1.3	3.66E-01	1	2.20E-01	5.0
2	铅房西北 侧屏蔽体 外 30cm 处	1.72E+06	5	7.20E-08	1.3	3.66E-01	1/5	4.40E-02	0.1
3	铅房东 北侧屏 蔽体外 30cm 处	1.72E+06	5	7.20E-08	1.3	3.66E-01	1/5	4.40E-02	0.1
4	铅房东 南侧屏 蔽体外 30cm 处	1.72E+06	5	7.20E-08	1.3	3.66E-01	1/5	4.40E-02	0.1
5	铅房顶 部屏蔽 体外 30cm 处	1.72E+06	5	7.20E-08	1.8	1.91E-01	/	/	/

本项目 50m 范围保护目标为联合厂房周围厂区道路、四川省机械设计研究院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室、四川省机械设计研究院（集团）有限公司预留区、亿川科技（成都）有限责任公司、四川省机械设计研究院（集团）有限公司事业部、成都锦牛物流有限责任公司、京东物流龙华营业部、成都美佳易佰科技有限公司内的公众。以曝光室屏蔽体外距离保护目标最近处作为该保护目标的剂量参考点。由于 X 射线的剂量随距离的减少呈反比衰减，因此本项目均选取各个方位最近的保护目标来计算周剂量以及年有效剂量。

表 11-3 本项目 50m 范围内周围公众剂量估算一览表

保护目标名称	距离	方位	居留因子	参考点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	保护目标处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效估算值( $\text{mSv/a}$ )	年剂量约束值( $\text{mSv/a}$ )
厂区道路	最近 4m	铅房西北侧、西南侧	1/5	3.66E-01	2.29E-02	2.75E-03	0.1
四川省机械设计研究院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室	最近 9m	铅房东北侧	1/2	3.66E-01	4.52E-03	1.36E-03	0.1
四川省机械设计研究院（集团）有限公司预留区	最近 2m	铅房东南侧	1/5	3.66E-01	9.16E-02	1.10E-02	0.1
亿川科技（成都）有限责任公司	最近 18m	铅房东北侧	1	3.66E-01	1.13E-03	6.80E-04	0.1
四川省机械设计研究院（集团）有限公司事业部	最近 43m	铅房东北侧	1	3.66E-01	1.98E-04	1.19E-04	0.1
成都锦牛物流有限责任公司	最近 27m	铅房西北侧	1	3.66E-01	5.03E-04	3.02E-04	0.1
京东物流龙华营业部	最近 29m	铅房西北侧	1	3.66E-01	4.36E-04	2.62E-04	0.1
成都美佳易佰科技有限公司	最近 36m	铅房西南侧	1	3.66E-01	2.83E-04	1.70E-04	0.1

根据以上预测结果可以看出,当本项目拟配备最大管电压的 X 射线探伤机(II 类射线装置,管电压为 200kV/管电流为 5mA)满功率运行时,曝光室四周及顶部屏蔽材料外 30cm 处剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求;本项目 X 射线探伤机工作时对于周围公众年有效剂量最

大为  $4.40E-02mSv$ ；对于辐射工作人员年有效剂量最大为  $2.20E-01mSv$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标约束值要求：职业照射的年剂量约束值不超过  $5mSv/a$ ；公众照射的年剂量约束值不超过  $0.1mSv/a$ 。

### 三、大气环境影响分析

铅房拟设置排风设施，可通过设置的轴流风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，引至室外排放。本项目排风口拟设置在铅房顶部，使用的轴流风机风量为  $400m^3/h$ ，满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小。

### 四、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，并严格执行相应报废程序。故本项目使用的 X 射线探伤机在进行报废处理时，应根据上述规定将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3：

- 1) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- 2) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- 3) 清除所有电离辐射警告标志及中文警示说明和安全告知。

### 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《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（2019 年修订本）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 11-4 中。

表 11-4 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	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

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
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

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-5。

表 11-5 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

## 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，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：

工作人员在摆放工件时，操作人员不清楚情况或因疏忽启动开关进行曝光，造成工作人员及曝光室外的周围公众被误照，引发辐射事故。

## 三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

假定在事故情况下，保守按照事故人员受到主射线影响，由于一次曝光检测最长时间为 1min，因此以 1min 为一次事故下的持续照射时间。则计算结果见表 11-6。

表 11-6 事故情况下人员受到的累计剂量结果

人员 与探 伤装 置距 离(m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (mSv)				
	1min	2min	3min	4min	5min
0.5	5.73E+02	1.15E+03	1.72E+03	2.29E+03	2.87E+03
1.0	1.43E+02	2.87E+02	4.30E+02	5.73E+02	7.17E+02
1.5	6.37E+01	1.27E+02	1.91E+02	2.55E+02	3.19E+02
2.0	3.58E+01	7.17E+01	1.08E+02	1.43E+02	1.79E+02

本项目在有用线束方向上人员最大可能受照剂量为 573mSv，对于职业人员，其值高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，会构成**一般辐射事故**。针对一般辐射事故，建设单位需进行超标原因调查，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。

#### 四、事故防范措施

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，完善各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 建设单位需制定本项目的《X 射线探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，操作人员必须按操作规程执行，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每月检查门机联锁装置和工作状态指示灯，确保相关防护设施完整并处于正常状态后，射线装置出束才能进行照射。若检查有防护设施失效，应及时维修，待维修好之后，才能正常运行；

(4) 对建设单位新招聘的辐射工作人员，应参加国家核技术利用辐射安全与防护考核的考试，取得合格证书，持证才能上岗。

(5) 辐射工作人员在进入铅房内时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出至室外，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

(6) 应定期测量铅房周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(7) 使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式

X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。辐射工作人员应正确使用配备的辐射监测仪器，把潜在的辐射危险降到最低。

(8) 在每一次照射前，操作人员都应该确认铅房内部没有人员滞留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

表 12 辐射安全管理

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应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，辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

建设单位已根据核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立了辐射安全管理领导小组负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，在框架上基本符合要求。

本项目拟调配 4 名原有辐射工作人员，辐射安全管理人员兼职本项目，建设单位已为所有辐射工作人员建立个人剂量档案，且所有辐射工作人员均已通过辐射安全于防护培训考核，持证上岗。届时若有新增辐射工作人员操作/管理本项目 X 射线探伤机，同样要求其完成学习后通过考核上岗并为其建立个人剂量监测档案。

**辐射安全管理规章制度****一、档案管理分类**

建设单位已根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的要求将相关资料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”“危废处置记录”“辐射应急资料”，拟将本项目纳入档案管理。

**二、主要规章制度**

建设单位已根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的要求制定了辐射安全与环境保护管理机构文件，并制定辐射安全相关规章制度，规章制度包括《辐射安全管理规定》《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》。

根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)要求,《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。因此,在项目开展前,建设单位将在操作室墙上显著位置张贴大小和字体都足够醒目的《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急响应程序》。上墙制度的内容应体现操作性和应用型,字体醒目,尺寸大小应不小于400mm×600mm。

本项目涉及使用II类 X 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》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号),建设单位须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	辐射管理要求	落实情况	应增加措施
1	从事使用射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	已落实,辐射安全许可证见附件4	拟为本项目重新申领辐射安全许可证
2	辐射工作人员应参加辐射安全知识和法规的考核并持证上岗	所有辐射工作人员均已通过考核,持证上岗	/
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	已落实	拟将本项目纳入管理
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	已配个人剂量报警仪、个人剂量计、辐射巡测仪和铅屏风	拟为本项目新增两台个人剂量报警仪
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	已落实	拟将本项目纳入管理
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已落实	拟在本项目操作室墙上悬挂《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急响应程序》

7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	已落实	/
8	辐射工作单位应在曝光室工件门口设置醒目的电离辐射警告标志	原有辐射工作场所已落实	本项目辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	已于 2025 年 1 月 31 日前提交	拟将本项目纳入监测范围
10	辐射信息网络	已落实	拟在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <a href="http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp">http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp</a> ）中添加本项目射线装置
11	应建立动态的台账，射线装置应做到账物相符，并及时更新	已落实	拟将本项目射线装置纳入台账管理

#### 辐射安全许可证重新申领材料

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照规定取得许可证”。在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，医院需准备以下文件并提交审管部门（四川省生态环境厅），重新申领辐射安全许可证。办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

根据国家法规和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的相关要求，将其与建设单位管理制度现状列于表 12-2 中进行对照分析。

表12-2 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	四川省理化计量无损检测有限责任公司关于《成立辐射安全与环境保护管理领导小组》的通知	已制定
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	《辐射安全管理规定》	已制定
3	辐射工作设备操作规程	《辐射工作设备操作规程》	已制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	《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	《辐射工作人员岗位职责》	已制定
6	射线装置台账管理制度	《放射源与射线装置管理台账制度》	已制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	《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	《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)	《辐射工作人员培训制度》	已制定
10	辐射工作人员个人计量管理制度	《辐射工作人员个人计量管理制度》	已制定
11	辐射事故应急预案	《辐射事故应急预案》	拟制定

## 辐射监测

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

### 一、工作场所监测

1、年度监测：拟委托有资质的单位对本项目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：建设单位制定辐射工作场所和环境辐射水平监测方案，定期自行开展辐射监测，拟将本项目辐射工作场所纳入监测范围，监测数据应存档备案，监测周期为 1 次/月。

### 二、个人剂量监测

建设单位已为本项目辐射工作人员配备个人剂量计、建立个人剂量监测档案，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，常规监测周期最长不超过 3 个月）送有资质的单位进行监测。此外，还应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》与川环办发〔2010〕49 号文中的要求，做好以下工作：

（1）公司应每一季度将个人剂量计送交有资质的单位进行检测。检测数据超过单位调查水平 1.25mSv 的，建设单位应组织调查，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，建设单位应组织调查，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。

（2）建设单位应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材料，建立并终生保存个人剂量监测档案。

（3）辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

（4）建设单位拟在每年的 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关报送本单

位射线装置安全和防护状况上一年度评估报告，个人剂量监测报告（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。

### 三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- $\gamma$ 辐射剂量率。

(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 12-3）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

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位/要求
曝光室	验收监测	X- $\gamma$ 辐射剂量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b) 工件门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 铅房墙外或邻室墙外 30 cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； d) 人员经常活动的位置；
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	职业性外照射个人监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

表 12-4 监测点位一览表

自主监测点位	验收/年度监测点位
铅房西北侧	铅房西北侧
铅房西南侧	铅房西南侧
铅房东南侧	铅房东南侧
铅房东北侧	铅房东北侧
工件门外左、中、右及四周门缝 30 cm 外	工件门外左、中、右及四周门缝 30 cm 外
曝光室西南侧厂区道路	曝光室西南侧厂区道路
管线洞口	管线洞口
操作位置	操作位置

(3) 监测范围：本项目铅房周围及周围环境。

(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。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，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措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

## 四、原有核技术利用项目辐射监测情况

建设单位2024年度建设单位委托了成都中辐环境监测测控技术有限公司对工作场所进行了辐射环境监测，根据中辐环监[2024]第RM0171号监测报告可知，X射线探伤室内射线装置正常出束时周围辐射剂量率变化范围为 $0.10\mu\text{Sv/h}\sim 0.30\mu\text{Sv/h}$ ，野外探伤时，职业人员活动区域剂量率为变化范围为 $0.27\mu\text{Sv/h}\sim 3.48\mu\text{Sv/h}$ ，公众活动区域剂量率为变化范围为 $0.11\mu\text{Sv/h}\sim 2.45\mu\text{Sv/h}$ 。

建设单位现有登记在册的辐射工作人员 30 名，所有辐射工作人员已通过辐射安全与防护培训考核。建设单位对所有辐射工作人员均组织了岗前、岗中职业健康体检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均为可以从事(继续从事)放射工作，所有辐射工作人员最新 4 个季度个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值情况。辐射工作人员个人剂量统计结果和考核证明见表 1-5。

## 辐射事故应急

建设单位应针对本项目可能发生的辐射事故风险完善辐射事故应急预案，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，辐射工作人员立即停机，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门、市生态环境部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委部门报告。

## (2) 辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计及个人剂量报警仪。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

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

建设单位应加强管理，严格执行安全操作规程。建设单位应经常监测铅房周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

### 原有应急预案执行情况

建设单位原有核技术利用项目投运以来未发生辐射事故，日常工作过程辐射工作人员遵守操作规程及岗位职责。

建设单位于2024年12月开展部分应急预案演练（事故发生后如何安顿和上报），并对应急预案演练进行了评审，演练现场人员基本到位、应急物资充分、组织协调基本顺利，并达到演练预期目标，同时也指出应急演练过程中存在的问题和提出改进措施，演练结束后根据实际情况对应急预案进行优化、补充完善。

本项目运行后应结合本项目实际情况来完善应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，建设单位应根据国家发布新的相关法规内容，结合建设单位实际，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****1、实践正当性**

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，可以直观的显示焊缝内部缺陷，是其它检验项目无法替代。

但在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。故建设单位在开展X射线探伤过程中，将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

**2、产业政策相符性**

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第 1 条“检验检测服务”，符合国家产业发展政策。

**3、选址及布局合理性分析**

建设单位租赁四川省机械研究设计院（集团）有限公司位于成都市龙泉驿区南四路 965 号的部分办公室和联合厂房部分区域作为办公场所。四川省机械研究设计院（集团）有限公司西北侧为成都锦牛物流有限责任公司，西南侧为京东物流龙华营业部和成都美佳易佰科技有限公司，东南侧为成都秦川物联网科技股份有限公司，东北侧为经开区南四路。

本项目铅房位于联合厂房西南角检测区，联合厂房四周被厂区道路环绕，检测区内配套设置有一间操作室和暗室，分别位于铅房西北侧和北侧。铅房 50m 范围内除西北侧和西南侧部区域涉及厂区外，其他范围均位于厂区内，铅房东南侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区最近 2m；铅房东北侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司三坐标及齿轮中心实验室最近为 9m；铅房东北侧距离亿川

科技（成都）有限责任公司最近为 18m；铅房东北侧距离四川省机械研究设计院（集团）有限公司事业部最近为 43m；铅房西北侧距离成都锦牛物流有限责任公司最近为 27m；铅房西南侧距离成都美佳易佰科技有限公司最近 36m。本项目铅房周边情况概况图见附图 2、附图 3。

本项目位于四川省机械研究设计院（集团）有限公司联合厂房内，根据已获得批复的四川省装备制造业科技服务港（研发测试及检验总装基地）项目环境影响报告表可知，本项目与厂区用地性质和院区规划相符，且周围均为工业区，远离居民区，周围没有学校、医院等环境敏感点。本项目铅房 50m 范围内固定工作人员较少，大多为流动人员且停留时间也较短。本项目铅房为专门的辐射场所，通过铅对 X 射线进行屏蔽，产生的辐射经过屏蔽措施后，对周围的影响较小，从辐射安全防护的角度分析，**本项目的选址是合理的。**

本项目铅房位于联合厂房西南角检测区内，联合厂房四周被厂区道路环绕，检测区内配套设置有一间操作室和暗室，分别位于铅房西北侧和北侧，检测区东北侧为物流通道，检测区东南侧为四川省机械研究设计院（集团）有限公司预留区，检测区西南侧和西北侧为厂区道路。本项目所在厂房为 1 层建筑，铅房上方无建筑，下方为土层。铅房外无可攀爬的设施，顶部人员不可到达。

由于铅房尺寸较小，因此本项目未设计人员门及迷道，设计有 1 扇电动工件门，满足日常探伤需求。本项目工件门防护条件为 5mm 钢板+10mm 铅板+5m 钢板，同侧墙体为 5mm 钢板+10mm 铅板+5m 钢板，满足无迷道曝光室防护门的防护性能不低于同侧墙体的防护性能，**本项目工作场所布局设计基本合理。**

本项目将铅房内作为本项目的控制区，将操作室、暗室及工件门外门宽×1m 的区域范围作为本项目的监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

#### **4、辐射屏蔽能力分析**

本项目铅房长宽高尺寸为3000mm×3000mm×2500mm，通过铅对X射线进行屏蔽：铅房四周、顶部及底部防护条件均为5mm钢板+10mm铅板+5mm钢板，设置1扇工件门，门洞尺寸为宽1200mm×高2200mm，工件门尺寸为宽1300mm×高2300mm，工件门防护条件为5mm钢板+10mm铅板+5m钢板。

根据理论计算，曝光室周围屏蔽体外30cm处周围当量剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

## 5、保护目标剂量

根据理论计算，本项目辐射工作人员、公众及保护目标的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量约束值和本项目管理目标的要求（职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a）。

## 6、工程所在地区环境质量现状

根据现场监测报告，本项目所在区域X- $\gamma$ 空气吸收剂量率与四川省生态环境厅《2023年四川省生态环境状况公报》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（ $\leq 160\text{nGy/h}$ ）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

## 7、辐射安全措施

建设单位拟为本项目配备2台个人剂量报警仪、利旧使用1台便携式辐射监测仪、1台固定式场所辐射探测报警装置；曝光室拟设置门-机联锁装置、门-灯联锁、灯机联锁、监控系统、紧急停机按钮、紧急开门按钮、通风装置、钥匙控制、电离辐射警告标志；拟在铅房内部、工件门上方设置工作状态指示灯、声音提示装置；拟在操作室门上张贴监督区标牌、工件门外门宽 $\times 1\text{m}$ 范围地上张贴警戒线等防护措施。

## 8、辐射环境管理

(1) 委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行监测；  
(2) 利旧使用 1 台便携式 X- $\gamma$ 剂量监测仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；  
(3) 建设单位已委托有资质的公司开展个人剂量监测，所有在职辐射工作人员已佩戴个人剂量计。如果发现个人剂量监测结果有异常情况，建设单位应及时跟监测单位核实数据原因，及时发现、解决问题。完善辐射环境监测方案。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位已制定辐射安全与环境保护管理机构文件和相关辐射安全管理制度，包括《辐射安全管理规定》、《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》、《放射源与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》。建设单位在日后工作

实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时完善相关制度。

## 9、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》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。

根据环保部《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) 建设单位可登录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。

(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，应当向所在地县级以上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		数量
新增工业 X 射线探伤室项目	辐射屏蔽措施	铅房	/
	安全装置	工作状态指示灯及灯机联锁	拟配备 2 套
		电离辐射警示标志及中文警示说明	拟张贴 1 张
		急停按钮	铅房内拟设置 4 个，操作台上拟设置 1 个
		门-机联锁	拟设置 1 个
		门-灯联锁	拟设置 1 个
		声音提示装置	拟配备 1 个
		通排风系统	拟设置 1 套
		监督区标牌/警戒线	拟设置 1 个监督区标牌、地面画出警戒线
		监控系统	拟设置 1 套
	辐射监测	便携式辐射剂量监测仪	利旧使用 1 台
		固定式场所辐射探测报警装置	拟配备 1 套
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台
		个人剂量计	/
	其他	灭火器材	1 套
		危废处置	利旧

综上所述，四川省理化计量无损检测有限责任公司新增工业 X 射线探伤室项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

#### 建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。
- 3、建设单位应当每年对本单位射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告，安全和防护状况年度评估

报告按照《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。

4、建设单位在获得本项目环评批复后且完成本项目建设后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求重新申领辐射安全许可证。

5、定期检查及维护辐射工作场所的电离辐射警告标志、工作状态指示灯及灯机连锁、门机连锁、声音提示装置、急停按钮、紧急开门按钮灯各项辐射安全措施，若出现松动、脱落、损坏或连锁失效，应及时修复或更换。