

核技术利用建设项目

四川五环石化装备有限公司  
新建工业 X 及  $\gamma$  射线探伤项目  
环境影响报告表

(公示本)

四川五环石化装备有限公司

2024 年 7 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 四川五环石化装备有限公司 新建工业 X 及 $\gamma$ 射线探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：四川五环石化装备有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号

邮政编码：

联系人

电子邮箱：

联系电话

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		四川五环石化装备有限公司新建工业 X 及 γ 射线探伤项目				
建设单位		四川五环石化装备有限公司				
法人代表			联系人		联系电话	
注册地址		四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号				
项目建设地点		四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)			项目环保总投资 (万元)		投资比例 (环保投资/总投资)	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input checked="" 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	/					

**项目概述**

**一、建设单位简介**

四川五环石化装备有限公司（以下简称“公司”）位于成都空天产业功能区，占地面积为 110 亩，现拥有高级工程师 12 人，工程师 26 人，其中博士 2 人，省“千人计划”专家 1 人。公司已取得 ASME-U 证、A2 压力容器设计、制造许可证、GC1 管道安装许可证、A3 级空冷器安全注册证、压力管道元件制造许可证、ISO9001、ISO14001、ISO45001 三标管理体系认证、知识产权管理体系认证和环保工程专业承包等资质。

公司专业从事石油、石化、电力、煤炭、冶金、市政等领域的热能交换与利用、噪声治理与节能减排、能源装备与撬装装置的设计、制造、技术咨询和工程服务。公

司与四川大学、西南石油大学、兰州理工大学、四川省机械设计院进行产学研合作，致力于打造高端装备，引领能源环保，为客户利益而创新，为共享产业链而奋进。

## 二、项目由来

根据四川五环石化装备有限公司发展要求，为了更好的控制产品质量，加强产品检测力度，弥补其他探伤方法的不足，公司拟在厂区内 1#车间东南部新建 1 座工业探伤室，包含 1 间曝光室及其辅助配套用房，并拟于曝光室内使用 1 台 XXG-2505 定向型 X 射线探伤机、1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机、1 台 XXH-3505 周向型 X 射线探伤机及 1 台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机开展公司产品焊接焊缝及内部缺陷检测（每次探伤作业仅使用 1 台设备开机运行），检测工件主要为压力容器及空冷器等产品的结构部件，常用工件材质为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，最大工件尺寸为：长 8m×宽 3m×高 2m，厚度约为 1mm~30mm。

## 三、编制目的

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方四川五环石化装备有限公司需对该项目进行环境影响评价。

根据《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）的规定，本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“**使用Ⅱ类放射源的；使用Ⅱ类射线装置的**”应编制环境影响报告表。并根据《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号文），本项目应报四川省生态环境厅审查批准，并在取得环评批复后及时申领辐射安全许可证。

为此，四川五环石化装备有限公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

## 四、项目概况

**项目名称：**四川五环石化装备有限公司新建工业 X 及  $\gamma$  射线探伤项目

**项目性质：**新建

**建设单位：**四川五环石化装备有限公司

**建设地点：**四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号四川五环石化装备有限公司

**（一）建设内容与规模：**

四川五环石化装备有限公司拟在厂区内 1#车间（已建，地上 1 层建筑）东南部新建 1 座工业探伤室，包含 1 间曝光室及其辅助配套用房，其辅助配套用房包含 1 间操作间（面积约 11.7m<sup>2</sup>）、1 间洗片暗室（面积约 5.3m<sup>2</sup>）、1 间阅片室（面积约 5.4m<sup>2</sup>）及 1 间危险废物暂存间（面积约 2.4m<sup>2</sup>）。

本次新建曝光室面积为 104m<sup>2</sup>（不含迷道），净空尺寸为：长 13m×宽 8m×高 8m，其四周墙体、迷道内墙及外墙均为 800mm 厚混凝土，顶部为 550mm 厚混凝土（顶部无人居住），工件门为 45mm 铅当量的铅防护门，人员进出门为 10mm 铅当量的铅防护门。曝光室内东北角设置有 1 间源库（面积约 4m<sup>2</sup>），用于非探伤作业情况下含源  $\gamma$  射线探伤机的存放与保管。

公司拟在新建的曝光室内新增使用 3 台 X 射线探伤机及 1 台 <sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机开展公司产品焊接焊缝及内部缺陷检测，其中 3 台 X 射线探伤机型号分别为：1 台 XXG-2505 定向型 X 射线探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）、1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA）及 1 台 XXH-3505 周向型 X 射线探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置；其中 1 台 <sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机型号待定，内含 1 枚 <sup>192</sup>Ir 放射源，装源活度为 3.7×10<sup>12</sup>Bq（100Ci），属于 II 类放射源。

本项目 X 射线探伤机单台设备年最大拍片为 800 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，则单台设备年最大出束时间为 66.7h，3 台设备共计年最大出束时间约为 200h/a； $\gamma$  射线探伤机年最大检测工件为 1500 件，每件工件的检测时间约为 5min~10min，设备年最大曝光时间约为 250h。曝光室内每次仅使用 1 台设备开机出束，不存在同时使用 2 台及以上设备开机出束的情况。

本项目不涉及野外（室外）探伤，室内探伤过程中，X 及  $\gamma$  射线探伤机不会同时进行探伤作业。项目涉及的所有洗片及评片工作均在本次新建曝光室北侧洗片室及评片室内完成，项目运行中产生的危险废物均暂存至危险废物暂存间的专用收集桶（或暂存箱）内。

本次拟申请新增辐射项目内容见表 1-1 及表 1-2。

表 1-1 四川五环石化装备有限公司新建项目情况一览表

序号	设备名称	型号	数量(台)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	活动种类	投射类型	工作场所
1	X 射线探伤机	XXG-2505	1	250	5	II	使用	定向	1#车间 本次新建 曝光室
2	X 射线探伤机	XXH-3005	1	300	5	II	使用	周向	
3	X 射线探伤机	XXH-3505	1	350	5	II	使用	周向	

表 1-2 四川五环石化装备有限公司新建项目情况一览表

放射源							
序号	放射源名称	额定装源活度(Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点
1	<sup>192</sup> Ir	3.7×10 <sup>12</sup> ×1 枚	II类	使用	工业探伤	1#车间本次新建曝光室	放射源贮存于 γ 射线探伤机内，含源探伤机无探伤任务时贮存于曝光室东北角源库内

(二) 项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-3。

表 1-3 项目组成内容及主要环境问题

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	曝光室	施工废气、 施工噪声、 施工废水、 固体废物、 生活污水、 生活垃圾	X 射线、 $\gamma$ 射线、退役放射源、噪声、臭氧、生活污水、生活垃圾、危险废物
	源库		
	射线装置		
	含源探伤机		
辅助工程			
环保工程		\	
公用工程		\	\
办公生活设施		\	生活垃圾 生活污水

### （三）项目依托设施

①依托办公设施：办公依托公司内已有办公室。

②依托环保设施：本项目工作人员在公司内产生的生活污水依托已有污水处理设施处理。本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾集中分类暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目运行期间产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物均集中收集暂存至危险废物暂存间，并交由有危废处理资质的单位处理；项目产生的洗片废水经公司已有污水处理设施处理后通过园区污水管网排入简阳工业集中发展区域城南工业园污水处理厂处理后排放。

### （四）主要原辅材料

本项目主要的原辅材料及能耗见表 1-4。

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片			
	显影液			
	定影液			
能源	探伤用电			
水	洗片用水及活用水			

### （五）工作制度及人员配置

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，实行 8 小时工作制；辐射工作人员最大年受照时间与探伤设备实际年出束时间一致。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员 4 人，其中 2 名操作人员，2 名源库管理人员，4 名工作人员均为新增辐射工作人员，配置至本项目后，不从事其他辐射工作。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部，公告 2021 年 第 9 号），本项目新增辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核。

## 五、项目周边保护目标以及场址选址情况

四川五环石化装备有限公司位于四川省成都市简阳市简城龙辉路8号（地理位置见附图1），公司用地性质为工业用地，从周边外环境关系可知，公司周边主要为市政道路及其他生产性企业厂区。公司地理位置示意图及周围环境示意图见附图1~附图2。公司已于2023年完成了《空冷器、压力容器生产线项目》环境影响评价工作，并已取得了成都市简阳生态环境局的批复，公司选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为1#车间内部建设，不新增用地。

本次拟建的探伤曝光室位于厂区内1#车间，其东侧50m范围内依次为室外通道、配电房、电工房及四川省简阳空冷器制造有限公司厂房（部分区域）；南侧50m范围内依次为喷砂房及室外道路；西侧50m范围内依次为安全通道、撬装组、制作区、构架焊接区、构架部件组合区及安全通道等1#车间其他部分区域；北侧50m范围内依次为胀管区、热处理区、清渣上丝堵区胀管区、试压区、产品制作区及安全通道等1#车间其他区域及室外道路，下方为土层，上方无建筑。

本项目50m评价范围除东侧及北侧部分位于公司厂界外，其余方向均位于公司厂区内，50m评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点，详见附图3。

本项目仅为1#车间内部建设，不新增用地，且拟建的辐射工作场所具有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施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、项目产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《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“质量认证和检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

## 七、实践正当性

射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类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。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的，由于射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。

由于在探伤过程中射线装置及放射源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，同时射线装置及放射源的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。

为确保工作人员及周围公众安全，建设单位将建立相应的探伤装置使用及安全管理规章制度，对探伤装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求进行，并采取相应的屏蔽防护措施。在采取各种屏蔽措施和管理措施后，其产生的辐射影响可得到有效的控制，对辐射工作人员和公众的影响在剂量约束值和剂量限值范围内，本项目的建设和运行所产生的社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术利用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)“实践正当性”的原则。

#### 八、项目单位核技术应用现状

四川五环石化装备有限公司目前无 X、 $\gamma$  射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务。因此，四川五环石化装备有限公司须完善本项目的环评及相关手续后，及时向四川省生态环境厅申请辐射安全许可证。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	<sup>192</sup> Ir	3.7×10 <sup>12</sup> ×1 枚	II	使用	工业探伤	1#车间本次新建曝光室内	放射源贮存于 γ 射线探伤机内，含源探伤机无探伤任务时贮存于曝光室东北角源库内	本次环评

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II	1	XXG-2505	250	5	无损探伤	1#车间本次新建 曝光室内	本次环评
2	X 射线探伤机	II	1	XXH-3005	300	5	无损探伤		本次环评
3	X 射线探伤机	II	1	XXH-3505	350	5	无损探伤		本次环评

(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 (μA)	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
退役的放射源								
废显影/定影废液								
废胶片								
洗片废水								
臭氧和氮氧化物								

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

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

表 6 评价依据

法规 文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日发布施行；2014 年 4 月 24 日修订，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 年修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修正，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017 年修订版），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《放射源分类办法》，国家环保总局公告 2005 年第 62 号，2015 年 12 月 23 日起施行；</p> <p>(11) 《放射性废物安全管理条例》，中华人民共和国国务院令 612 号，2012 年 3 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;的公告》（环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告，2017 年公告第 65 号公布，2018 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《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）2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《四川省辐射污染防治条例》，2016 年 6 月 1 日起实施；</p>
----------	--

	<p>(15) 《国家危险废物名录(2021年版)》，2021年1月1日起施行。</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</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》(GB 18871-2002)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014/)及其第1号修改单；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；</p> <p>(10) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)；</p> <p>(11) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)；</p> <p>(12) 《环境保护图形标志 固体废物贮存(处置)场》(GB 15562.2-1995)(2023年修改单)。</p>
其他	<p>(1) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(2) 《关于<math>\gamma</math>射线探伤装置的辐射安全要求》，环发[2007]8号，2007年1月15日施行；</p> <p>(3) 《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>(4) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》生态环境部公告2019年第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(6) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部，公告2019年</p>

第 39 号，2019 年 11 月 1 日起启用；

(7) 生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函，辐射函〔2023〕20 号，2023 年 9 月 11 日；

(8) 生态环境部核技术利用监督检查技术程序（2020 版）；

(9) 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（2016）》的通知，川环函[2016]1400 号；

(10) 《辐射防护导论》（原子能出版社，1988）；

(11) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>根据本项目的特点并参照《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“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：<u>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</u>”，确定为四川五环石化装备有限公司本次新建项目所在工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，详见附图 3。</p>					
保护目标					
<p>本项目 50m 评价范围除东侧及北侧部分位于公司厂界外，其余方向均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。</p> <p>因此，本项目辐射环境保护目标为公司辐射工作人员、公司厂区内的其他工作人员及厂区外公众，详见表 7-1。</p>					
表 7-1 本项目评价范围内辐射环境保护目标一览表					
保护目标名称		方位	与屏蔽体最近距离	规模	
新建 X 及 γ 射线探伤项目	公司内	辐射工作人员	北侧操作间、评片室及洗片室等	/	4 人
		公众	东侧室外走道、配电房及电工房	6m	约 10 人
	南侧喷砂房、室外道路等		紧邻	约 5 人	
	西侧安全通道、撬装组、制作区、构架焊接区、构架部件组合区及安全通道等 1#车间其他部分区域		5.2m	约 50 人	
	北侧胀管区、热处理区、清渣上丝堵区胀管区、试压区、产品制作区及安全通道等 1#车间其他区域		3.5m	约 20 人	
	50m 范围内室外道路等区域公众				
	公司外	公众	东侧四川省简阳空冷器制造有限公司厂房（部分区域）	8m	约 50 人
		北侧室外道路	32m	约 20 人，流动人员	

## 评价标准

### 一、执行标准

本项目执行标准如下：

#### 1、环境质量标准

地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类水域标准；

大气环境：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单中的二级标准；

声环境：执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的3类标准。

#### 2、污染物排放标准

废水：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）二级标准。

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中相关标准，营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准。

固体废物：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》（GB 18599-2020）中相应标准；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中相应标准。

#### 3、辐射防护标准

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的相关规定。

### 二、辐射环境影响评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

##### 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
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，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： 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。

## 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

## 2、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

引自“3.2 需要屏蔽的辐射”如下：

### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

## 3、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

引自“5 探伤机的放射防护要求”中“5.2  $\gamma$  射线探伤机”内容，如下：

### 5.2.1 源容器及其传输导管

5.2.1.1 当源容器装载最大活度值的密封源并处于锁定状态且装配好保护盖(若有)时,源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率应不超过表2 规定的控制值,随机文件中应有该指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T 14058 的要求。

表2 源容器外表面一定距离处周围剂量当量率控制值

探伤机类别	探伤机代号	最大周围剂量率 mSv/h	
		离源容器表面 5cm 处	离源容器表面 100cm 处
便携式	P	0.5	0.02
移动式	M	1	0.05
固定式	F	1	0.1

引自“6 固定式探伤的放射防护要求”内容，如下：

### 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，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见

GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室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 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

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

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

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 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。

### 三、辐射环境评价标准限值

#### 1、个人剂量约束值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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。本项目取辐射工作人员个人年有效剂量约束值为 5mSv/a。

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。本项目取公众个人年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

## 2、工作场所内外控制剂量率

辐射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 有关规定, 曝光室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h; 对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率不超过 10 $\mu$ Sv/h (本次评价保守按照 GBZ 117-2022 中 6.1.3 b) 规定的剂量率参考控制水平的 1/10 执行)。

**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

#### (一) 公司外环境关系

四川五环石化装备有限公司位于四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号（地理位置图见附图 1）。公司东侧为四川省简阳空冷器制造有限公司厂区，南侧为四川普拉恩管业有限公司厂区，西侧依次为空地、零星居民楼、室外道路及厦蓉高速，北侧为依次为龙辉路及四川简阳云海泵业有限公司。四川五环石化装备有限公司周围环境示意图详见附图 2。

本次拟建曝光室位于厂区内 1#车间，该车间为已建的地上一层建筑，其东侧为室外通道及配电房等，南侧为室外道路及预留空地，西侧为室外道路及职工宿舍楼等，北侧为室外通道及厂界围墙。四川五环石化装备有限公司总平面布置图详见附图 3。

#### (二) 辐射工作场所外环境关系

本次拟建的探伤曝光室位于厂区内 1#车间，其东侧 50m 范围内依次为室外通道、配电房、电工房及四川省简阳空冷器制造有限公司厂房（部分区域）；南侧 50m 范围内依次为喷砂房及室外道路；西侧 50m 范围内依次为安全通道、撬装组、制作区、构架焊接区、构架部件组合区及安全通道等 1#车间其他部分区域；北侧 50m 范围内依次为胀管区、热处理区、清渣上丝堵区胀管区、试压区、产品制作区及安全通道等 1#车间其他区域及室外道路，下方为土层，上方无建筑。1#车间平面布置图详见附图 4。本项目拟建址现状如图 8-1~图 8-6 所示。



图 8-1 本项目 1#车间

图 8-2 本项目 1#车间东侧



图 8-3 本项目 1#车间南侧

图 8-4 本项目 1#车间北侧



图 8-5 本项目拟建址现状

图 8-6 本项目拟建址西侧 1#车间厂房内部

## 二、辐射环境现状评价

本项目为 II 类射线装置及 II 类放射源应用项目，主要的污染因子为电离辐射，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，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测。

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川瑞迪森检测技术有限公司于 2024 年 5 月 31 日按照标准规范对本次拟建址及周边环境进行了  $\gamma$  辐射剂量率的布点监测，监测报告见附件 3。

### 1、监测因子

本项目包括新增使用射线装置及放射源，根据工程分析项目主要污染因子为各工作场所运行时产生的 X 射线及  $\gamma$  射线。为了更好反映实际情况，本项目环境监测选取  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率作为监测因子。

### 2、监测内容

对拟建项目周围环境水平进行本底调查。

### 3、监测方案

#### (1) 监测项目、方法及方法来源表

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	备注
$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

#### (2) 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中的方法布设监测点，根据本次新建项目拟建址及其周围环境现状，监测点位的选取覆盖新建项目拟建区域及周围 50m 公众人员区域。根据上述布点原则与方法，本项目监测点位布置如图 8-7 所示。



图 8-7 拟建址监测点位示意图

#### (3) 监测仪器

监测使用仪器见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率			

### 4、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy。

数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

### 5、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考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  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围：（61.9~151.8）nGy/h。

### 6、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据处理符合统计学要求；布点合理，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 拟建址  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果(nGv/h)	备注
1	曝光室拟建址内	[REDACTED]	[REDACTED]
2	曝光室拟建址东侧四川省简阳空冷器制造有限公司厂房		
3	曝光室拟建址南侧室外道路		
4	曝光室拟建址西侧 1#车间内部		
5	曝光室拟建址北侧 1#车间内部		
6	曝光室拟建址北侧室外道路		

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值。

由检测结果可知，本项目拟建位置周围环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值在 [REDACTED] nGy/h 之间，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  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围：（61.9~151.8）nGy/h 相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与四川省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备与工艺分析

### 一、施工期工艺分析

#### (一) 土建装修施工阶段

本项目施工期主要在四川五环石化装备有限公司 1#车间厂房内部, 涉及曝光室及其辅助用房的建设, 设备安装、管线敷设、防护门及其他辐射安全防护设施的安装, 施工期主要的环境影响为扬尘、噪声、废水及固体废渣等。施工期工艺流程及产污环节如图 9-1 所示。

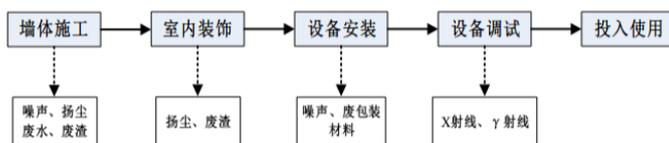


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

#### 1、扬尘

土建运输车辆装卸材料和行驶时产生的扬尘；建筑材料的现场搬运及堆放扬尘；施工垃圾的清理及堆放扬尘；人来车往造成的现场道路扬尘。由于施工范围小，施工期较短，施工扬尘对周围环境的影响较小。

#### 2、噪声

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。

#### 3、废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托公司已有环保设施处理。

#### 4、废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气一段时间后才能投入使用。

## 5、固体废物

施工中固体废物主要为施工过程中产生的建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，施工垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场进行处理，生活垃圾集中暂存于生活垃圾暂存间，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

### (二) 设备运输、安装、调试阶段

本项目涉及 X 射线探伤机及含源  $\gamma$  射线探伤机的安装调试阶段，会产生 X 及  $\gamma$  射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目 X 射线探伤机及含源  $\gamma$  射线探伤机的运输、安装和调试均由设备厂家专业工作人员进行操作。在探伤机运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和机房门外设立当心电离辐射警告标志，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，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用探伤机；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

由于本项目涉及的探伤设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

## 二、营运期工艺分析

### (一) 工程设备

四川五环石化装备有限公司拟于 1#车间内新建 1 间工业探伤曝光室及其辅助用房，并拟于该曝光室内新增使用 3 台 X 射线探伤机及 1 台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机开展工件的焊接焊缝及工件内部缺陷检测，拟配备 X 射线探伤机参数详见表 9-1，拟配备  $\gamma$  射线探伤机参数详见表 9-2。

表 9-1 本项目拟配备的 X 射线探伤机技术参数一览表

项目名称	技术参数*		
	XXG-2505	XXH-3005	XXH-3505
型号			
最大管电压 (kV)	250	300	350
最大管电流 (mA)	5	5	5
数量 (台)	1	1	1
类别	II	II	II
投射类型	定向	周向	周向





图 9-3 常见 X 射线探伤装置

## 2、 $\gamma$ 射线探伤机

$\gamma$  射线探伤机在工作过程中通过  $\gamma$  放射源产生的  $\gamma$  射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置， $\gamma$  射线探伤机据此实现探伤目的。

$\gamma$  射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置、和其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，转动快门环操作偏心轮，使偏心轮中的曝光通道和源通道对直，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端部构成照射头，操作遥控装置将放射源移出源容器至照射头，进行曝光照相检测。 $\gamma$  射线探伤机结构见图 9-4 及图 9-5，常见  $\gamma$  射线探伤机外形示意图 9-6。

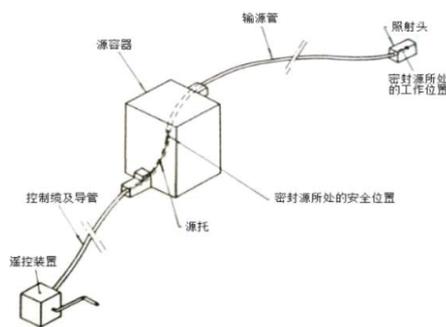


图 9-4  $\gamma$  射线探伤机外部结构示意图

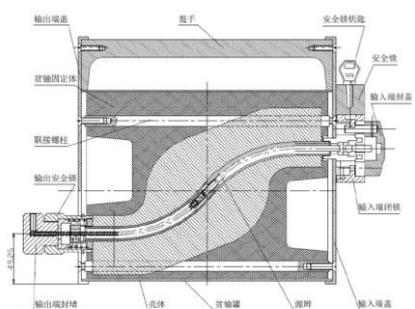


图 9-5  $\gamma$  射线探伤机内部构造示意图



图 9-6 常见  $\gamma$  射线探伤机外形示意图

### (三) 工艺流程及产污环节

#### 1、X 射线探伤

探伤作业前，辐射工作人员需随身佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，开启固定式剂量报警仪，并对曝光室进行清场，清场完毕后工作人员将被检测工件送进曝光室内，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误后由辐射工作人员负责清场并关闭防护铅门，此时门灯联锁、门机联锁启动，工作状态指示装置开启。辐射工作人员在设备操作间内对探伤机进行远程操作；工作人员根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等；检查无误后即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入曝光室，打开工件门将探伤工件送出曝光室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待洗片室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

本项目主要环境影响因素为探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧及少量氮氧化物，胶片处理过程中产生废显定影液、废胶片、洗片废水。本项目 X 射线探伤工作流程及产物环节示意图见图 9-7。



图 9-7 本项目 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

#### 2、 $\gamma$ 射线探伤

$^{192}\text{Ir}$  密封源在探伤机出厂时就已安装在探伤机内。探伤机不工作时，放射源位于探伤机内贮存位置，密封源发射的  $\gamma$  射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。放射源的装源及换源均由设备厂家负责。

**本项目主要工作流程如下：**

①探伤作业前，辐射工作人员需随身佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，开启固定式剂量报警仪，并对曝光室进行清场；

②辐射工作人员将被检工件通过地面导轨及电动平板车经工件门送入曝光室内，并对待检工件进行定位，在其拟探伤部位布设胶片并加以编号；

③辐射工作人员携带任务单至源库领取探伤装置，使用 X- $\gamma$  辐射巡检仪检查放射源是否在探伤机机体内，并检查探伤装置的安全性能；

④设备检查合格后再次对曝光室进行清场，确保曝光室内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，将 $\gamma$ 射线探伤装置转移至曝光室内工作位置，并按照操作规程连接好控制部件和输源管，并开启探伤机闭锁装置；

⑤辐射工作人员清场后退出曝光室，并关闭曝光室工件门及迷道口出人员进出防护门；

⑥辐射工作人员在操作间内再次确认各项工作准备就绪后，连接探伤机电源，通过设备控制面板或遥控器驱动源鞭，将放射源推送至曝光位置进行照射；

⑦待曝光结束后，通过控制装置将放射源收回探伤机贮源位，放射源回位后关闭安全锁；

⑧辐射工作人员携带个人剂量计、个人剂量报警仪及X- $\gamma$ 辐射巡检仪，打开防护门进入曝光室，使用X- $\gamma$ 辐射巡检仪检查放射源是否在探伤机机体内，确认完毕后，将探伤机转移至源库内贮存；

⑨工作人员收取工件上的贴片，经洗片、评片，给出无损检测结果。

本项目主要环境影响因素为探伤机工作时产生的 $\gamma$ 射线、臭氧及少量氮氧化物，胶片处理过程中产生废显定影液、废胶片、洗片废水。本项目 $\gamma$ 射线探伤机工作流程及产污环节示意图见图9-8。



图9-8 本项目 $\gamma$ 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

#### （四）人流、物流路径规划

本项目曝光室位于1#车间东南部，开展射线探伤项目的人流及物流路径规划具体如下：

##### 1、工作人员路径：

探伤工作人员经曝光室北侧进入操作间进行隔室操作；经曝光室迷道入口处人员进出防护门进入到操作室进行探伤机领取、安装及返还等操作。

##### 2、物流路径：

被探伤工件由电动平板车或其他辅助设施经西侧工件门转移至曝光室内，在完成探伤检测后原路返回。

含源  $\gamma$  射线探伤机无探伤检测任务时贮存在曝光室东北侧源库内，探伤检测前由工作人员转移至曝光室内，检测结束后原路返回至源库内贮存，源库设置双人双锁及红外报警装置。

上述人流及物流路径如图 9-9 所示。



图 9-9 本项目曝光室人流及物流路径示意图

#### （五）探伤工况及工件情况

##### 1、X 射线探伤机

正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最大管电压和管电流。

本项目 X 射线探伤机单台设备年最大拍片为 800 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，则单台设备年最大出束时间为 66.7h，3 台设备共计年最大出束时间约为 200h/a。

曝光室内每次仅使用 1 台设备开机出束，不存在同时使用 2 台及以上设备开机出束的情况，当 X 射线探伤机探伤作业时， $\gamma$  射线探伤机暂存在源库内，不存在 X 及  $\gamma$  射线探伤机同时作业的情况。

##### 2、 $\gamma$ 射线探伤机

本项目单台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机年最大检测工件为 1500 件，每件工件的检测时间约为 5min~10min，则单台设备年最大曝光时间约为 250h。

曝光室内每次仅使用 1 台设备开机出束， $\gamma$  射线探伤机探伤作业时，X 射线探伤机均不开机出束，不存在 X 及  $\gamma$  射线探伤机同时作业的情况。

##### 3、工件情况

本项目检测对象主要为压力容器及各类产品部件（例如空冷器管箱）等，常用工件材质为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，最大工件尺寸为：长 8m×宽 3m×高 2m，厚度约为 1mm~30mm，厚度约为 1mm~30mm。

本项目常用检测工件如图 9-10 所示。



图 9-10 本项目检测工件示意图

## 污染源项描述

### 一、施工期污染源

#### 1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：

①施工场地废水；②施工人员生活污水。

#### 2、扬尘

施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面，一是墙体装修扬尘；二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘；三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

#### 3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及各种建筑装饰材料等建筑垃圾。

#### 4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

### 二、营运期污染源

#### 1、电离辐射

##### （1）X 射线探伤机

X 射线探伤设备开机工作时，将产生 X 射线，不开机状态不产生辐射。由 X 射线机工作原理可知，系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，

对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射，因此设备在开机曝光期间，X射线是本项目主要污染物。本项目X射线探伤设备技术参数详见表9-1。

## (2) $\gamma$ 射线探伤机

$\gamma$ 射线探伤机利用 $^{192}\text{Ir}$ 衰变时发射的 $\gamma$ 射线， $\gamma$ 射线具有较强贯穿能力，虽然贮源容器对放射源产生的 $\gamma$ 射线有很好的屏蔽作用，但一般的贮源容器不可能将各种射线完全屏蔽，在其表面有着合理的符合国家规定要求的表面剂量率。

当 $\gamma$ 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，必须将放射源从贮源容器中顶出，对被检工件进行照射。在此过程中， $\gamma$ 射线经透射和反射，对作业场所及其周围环境将产生辐射影响。因此 $\gamma$ 射线探伤机运行时的主要污染因子是 $\gamma$ 射线。本项目 $\gamma$ 射线探伤设备技术参数详见表9-2。

## 2、废气

X及 $\gamma$ 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，本项目在曝光室设置了通排风系统，经通排风管道输送到厂房屋顶进行排放，对周围环境影响较小。

## 3、废水

本项目工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理。

本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，洗片废水经公司已有污水处理设施处理后通过园区污水管网排入简阳工业集中发展区城南工业园污水处理厂处理后排放。

## 4、噪声

本项目噪声主要来源于曝光室内通排风系统运行所产生的噪声，该系统采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，噪声较小。

## 5、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾及办公垃圾，依托厂区既有垃圾收集设施收集。

随着核素的自然衰变， $^{192}\text{Ir}$ 放射源的活度不断降低，当 $^{192}\text{Ir}$ 放射源使用到一定年限后，会产生退役的 $^{192}\text{Ir}$ 放射源。

## 6、危险废物

本项目在洗片过程中将产生废显影液、废显影液及废胶片等危险废物，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废

定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自 2021 年 1 月 1 日起施行）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16）。

本项目每年产生的废定影液约\*L，废显影液约\*L，统一用专用容器收集并暂存于危废暂存间设置的专用收集桶内，建设单位拟委托有危险废物处置资质单位对其进行回收、处置。本项目进行探伤作业每年产生的废胶片约\*张，废胶片将统一收集并暂存于危废暂存间内设置的暂存箱和储存设施中，建设单位拟委托有危险废物处置资质单位对其进行回收、处置。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**一、工作场所布局与分区**

**(一) 工作场所布局合理性**

本项目曝光室位于 1#车间东南部，其东侧为室外通道，南侧为喷砂房，西侧为工件通道及 1#车间厂房区域，北侧为操作间、洗片室、评片室及其他辅助用房，下方为土层，上方无建筑。

本次新建曝光室设置有单独的人员进出门及工件门，并已设置迷道；设备操作间位于曝光室北侧，源库位于其室内东北角。本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，满足国家和地方相关法律法规的要求。

综上所述，本项目曝光室平面布局满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)等相关标准要求，布局合理。

**(二) 两区划分**

**1、分区原则**

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区—把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

**2、区域划分**

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1~图 10-4 上进行了标识。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

项目名称	控制区	监督区
新建工业 X 及 γ 射线探伤项目	曝光室 (含源库、迷道)	工件进出门外 1m 处、操作间、评片室、洗片室、危险废物暂存间



图 10-1 本项目辐射防护两区划分示意图

### 3、控制区的防护手段与安全措施：

- ①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（如图 10-2）。
- ②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。



a. 电离辐射标志



b. 当心电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

### 4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区的边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

## 二、辐射安全及防护措施

### （一）工作场所的屏蔽措施

本次新建项目屏蔽设计见表 10-2，各工作场所的机房详图详见附图 9~附图 12。

表 10-2 工业 X 及 γ 射线曝光室防护屏蔽设计一览表

类别	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数（厚度及材质）
工业 X 及 γ 射线曝光室	四周墙体		
	迷道	迷道内墙	
		迷道外墙	

	屋顶
	工件门
	人员进出防护门
源库	四周墙体
	顶部
	门

注：本项目拟使用的混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅的密度不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>。

本项目排风装置的排风口位于曝光室南墙底端，排风管采用倒 45° 穿墙（穿墙处距地面约 6.6m），外置 5mmPb 铅百叶；本项目探伤室内电缆井地下预埋穿线管，埋深 200mm，避免射线直接照射线缆管道口，利用散射降低线缆管道口的辐射水平。

## （二）辐射安全装置

### 1、设备固有安全性

#### （1）X 射线探伤机

本项目 X 射线探伤机设备购置于正规厂家，设备自身采取以下安全防护措施：

1) 设备带有控制器，可以持续监控高压工作状态以及各种安全联锁功能的状态，最大限度保证系统的安全性和可靠性。

2) 设备具有内嵌式诊断系统，能对系统全面监控，能快速诊断和故障判断功能。并提供一系列的关于射线管、冷却装置、内部锁和高压发生器性能的信息，为诊断系统错误提供重要的诊断依据。同时具备过压和过流保护功能，还具备对管头电流实时反馈监控，防止管头打火。

3) 安全钥匙锁开关：当控制台插入钥匙时设备才能被启动，拔出钥匙设备停止运行；

4) 曝光室具备独立的安全回路，并设置有门-机联锁装置，且只有在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

#### （2）γ 射线探伤机

1) 探伤装置设有安全锁，并配置专用钥匙。

2) 安全联锁装置：①安装或拆卸驱动装置时，源辫不能移离源容器；②非工作状态时，源辫锁闭在源容器内；③工作状态时，驱动装置保持与源容器连接，随时可将源辫收回源容器内。

3) 输源管、控制缆等配件：①采用输源管和远距离操作的探伤装置，输源管和控

制缆必须进行性能试验，并满足标准要求；②更换输源管、控制缆和源辫等配件时，必须使用原生产厂家的合格配件。

4) 源辫位置指示系统：探伤装置具有源辫位置指示系统，具有如下功能：①用不同灯光颜色显示源辫在源容器内或外；②用数字显示源辫离开容器的位置；③音响提示源辫已离开源容器。

5) 标志和标识：在探伤装置的放射源容器表面固定金属铭牌上刻下列内容：电离辐射警告标志、探伤装置生产厂名称、产品名称、出厂编号、出厂日期、放射源名称、设计的最大装源活度、放射源编码卡。放射源编码卡与探伤装置可靠联接，且便于更换，更换放射源时，放射源编码卡应随之更换，确保与容器内的放射源一一对应。

6) 故障保护装置（自动回源装置）：当探伤机发生故障、停电或意外中断照射时，保护装置能自动使放射源回到源容器内，避免人员受到过量照射。

7) 专用源顶鞭：探伤机设计有一个专用源顶鞭，用于设备在运输、搬运及储存时防止源鞭因意外事故震动而脱落。

8) 专用止动弹簧：为了防止专用齿轮与驱动软轴啮合在意外事故状况下出现啮合状态脱开的现象，探伤机控制仪驱动软轴设计有专用止动弹簧。

## **2、辐射安全装置**

### **(1) 门机联锁**

曝光室拟设置门-机联锁装置，只有防护门（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，如关门不到位，探伤装置不能接通电源正常工作。在探伤过程中，防护门被意外打开时，探伤装置立即停止出束（或立刻回源），本项目每台探伤装置均与防护门联锁。

### **(2) 门灯联锁**

工件门及人员进出门顶部均拟设置工作状态警示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时，工作状态警示灯亮，以警示人员注意安全，工作状态警示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，以防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故；当防护门打开时，警示灯熄灭。

### **(3) 工作状态指示灯**

曝光室门口和内部拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号拟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”信号拟设置明显的区别，并与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。拟在醒目的位置设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。

#### **(4) 监视装置**

本项目拟于曝光室内和曝光室出入口安装监视装置，拟于操作间控制台设置专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

#### **(5) 警告标识**

在曝光室防护门（包括人员进出门和探伤工件进出门）外及其他醒目的位置设置“当心电离辐射警告”标志。

#### **(6) 紧急停机按钮及紧急开门按钮**

本项目拟于曝光室内墙和操作间控制台上易于接触的地方设置紧急停机按钮并有中文标识，各紧急停机按钮相互串联，按下按钮，探伤机电源立即被切断，射线装置立即停止出束，放射源通过自动回源装置立即回源。

本项目拟于曝光室人员进出防护门及工件进出防护门内设置紧急开门按钮。

#### **(7) 通风装置**

本项目曝光室拟设置通排风装置，每小时有效通风换气次数不小于3次，排风管道外口位于厂房顶部，其朝向避开了人员活动密集区。

#### **(8) 固定式场所辐射探测报警装置**

本项目曝光室拟配置固定式场所辐射探测报警装置，固定式辐射剂量监测仪与防护门连锁，若迷道内的剂量超过预设的剂量阈值，将报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

#### **(9) 辐射监测设备**

公司拟配备1台便携式X- $\gamma$ 剂量监测仪，用于场所的剂量水平监测。

(10) 公司须给辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须正常佩戴；公司拟为辐射工作人员配备4台个人剂量报警仪。

(11) 公司应每月对安全连锁装置、紧急止动装置、警示灯、监视系统等辐射安全设施设备进行检查，发现问题应及时维护、更换；每3个月应对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录；确保射线检测装置、安全措施、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

本项目曝光室拟设置多重设备安全联锁，如门机联锁、门灯联锁、急停装置，紧急开门装置等，并在满足标准要求的基础上，增加了机房内实时监控系系统，以确保探伤作业的运行安全，本项目辐射安全装置布置示意图如图 10-3 所示。



图 10-3 辐射安全装置布置示意图

### 三、危险废物暂存及管理

本项目洗片过程中将产生废显影液、废定影液及废胶片等，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自 2021 年 1 月 1 日起施行）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16）。

本项目的危险废物收集（由专人收集并及时暂存于危险废物暂存场所）、储存（暂存于规范设置危险废物暂存场所）、转运及处理（交由有资质运输及处理单位）措施合理。

### 四、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》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），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

序号	项目	具体要求	落实情况	备注
1	γ 射线探伤机	源容器电离辐射标志	设备自带	/
2		探伤机表面金属铭牌文字和标记	设备自带	/
3		放射源编码卡	设备自带	/
4		安全锁和专用钥匙	设备自带	/
5		探伤装置外观无明显缺损	本项目探伤机由有资质单位购买，拟购探伤装置均在有效期内	/
6		探伤装置在有效期内（10 年）		/
7		贮存场所保安措施	已设计 1 间源库用于含源 γ 射线探伤机的贮存，该源库设计有双人双锁防盗门、保险柜、监控系	/

			统、红外报警系统及固定式场所辐射探测报警装置等	
8	场所设施	屏蔽体防护	混凝土及铅防护门	/
		曝光室应有迷道（铅房除外）	已设计	/
		通风设施	已设计	/
9	安全措施	操作台控制：防止非工作人员操作的锁定开关、源位置显示，紧急回源装置，停机后源不能返回“贮存”位的报警	设备自带	/
		场所分区	已设计	/
		出入口工作状态显示及门灯连锁	拟设置 1 套	/
		曝光室防护门与探伤机连锁（电动，门机连锁）	每台探伤机均设置连锁	/
		曝光室内固定式辐射剂量仪与门连锁（门-剂量连锁）	拟设置 1 套	/
		紧急停止按钮	设备自带	/
		紧急开门按钮	拟设置 1 套	/
		声光警示	拟设置 1 套	/
		视频监控系统	拟设置 1 套	/
		各入口处电离辐射警告标志	拟于曝光室个出入口醒目位置张贴电离辐射警告标志若干	/
10	监测设备	固定式场所辐射探测报警装置	曝光室及源库内分别配备 1 套，共计 2 套	/
		便携式辐射剂量监测仪（高量程满足 10mSv/h）	拟配备 1 台	/
		个人剂量计	每名辐射工作人员均配备 1 套	/
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台	/
11	应急物资	个人防护用品	拟配备 1 套	/
		应急处理工具（如长柄夹具等）	拟配备 1 套	/
		放射源应急屏蔽材料	拟配备 1 套	/
		灭火器材	拟配备 1 套	/

#### 四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，公司将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目辐射安全防护与环保设施（措施）投资估算见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射安全防护与环保设施（措施）投资一览表

辐射安全防护设施	数量（套/个）	投资金额（万元）
实体防护		
安全装置		
紧急装置		
监测设备		
其他		
合计		

今后公司在核技术利用项目实践中，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。同时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、废气治理

X 及  $\gamma$  射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

为防止臭氧在曝光室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，本项目曝光室北侧顶部有 2 处新风进风口，南侧墙体距地面 50cm 处设置有 2 处出风口，排风管采用倒 45° 穿墙（穿墙处距地面约 6.6m），通排风接口均加装铅百叶以确保射线防护安全，其室外排风口位于厂房屋顶，避开了人员活动密集区。

本项目曝光室容积约为 978m<sup>3</sup>（含迷道），为满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤室每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。”的要求，本项目通

排风装置设计有效排风量应不低于 2934m<sup>3</sup>/h。

## 二、废水处理措施

本项目工作人员产生的生活污水依托公司已有的环保设施进行处理。

本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，经公司已有污水处理设施处理后通过园区污水管网排入简阳工业集中发展区城南工业园污水处理厂处理后排放。

## 三、噪声

本项目噪声源为通排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，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）中相关标准要求，对周围环境影响较小。

## 四、非放射性废物

本项目工作人员产生的生活垃圾分类收集，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

## 五、废放射源处置

随着核素的自然衰变，<sup>192</sup>Ir 放射源的活度不断降低，当 <sup>192</sup>Ir 放射源使用到一定年限后，会产生退役的 <sup>192</sup>Ir 放射源。

建设单位应与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，应按照规定将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。本项目退役放射源由厂家回收处理，在  $\gamma$  放射源达到使用期限后，建设单位将把含  $\gamma$  放射源的探伤机放置于源库中，等待回收单位处置。在放射源的暂存期间，与日常存放时一样进行安全管理，源库双人双锁，指定专人看管。

## 六、危险废物

本项目产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物由建设单位集中收集暂存至危险废物暂存间，并交由有危废处理资质的单位处理。

## 七、探伤设施的退役

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求，当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序，包括以下内容：

a) 有使用价值的  $\gamma$  放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照 GBZ 117-2022 第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。

- b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与  $\gamma$  射线源一样对待。
- c) 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。
- d) 包含低活度  $\gamma$  射线源的管道爬行器, 应按照相关要求执行。
- e) 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。
- f) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测, 以确认现场没有留下放射源, 并确认污染状况。
- g) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

表 11 环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

### 一、施工阶段的环境影响分析

本项目施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水等产生。

本项目主要的施工将在 1#车间内完成，该项目施工工艺相对简单、施工周期短，且施工期产生的少量废水和固体废物均可依托已有的环保设施进行处理，只要建设单位和施工单位在施工过程中严格落实对施工扬尘的管理和控制措施，施工期的环境影响能降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

#### 1、大气污染防治措施

- ①及时清扫施工场地，施工场地非雨天时适时洒水，并保持施工场地一定的湿度；
- ②在装修工程施工中，施工人员应配备必要的防护装备和口罩，避免人体吸入粉尘；
- ③车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- ④加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工、减少施工期的大气污染。

#### 2、噪声防治措施

整个建筑施工阶段，如混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求，尽量使用噪声低的先进设备，合理安排施工时间和施工强度，避免休息时间进行高强度高噪声施工，如需连续施工，在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

#### 3、固废防治措施

项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。工人产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

#### 4、水污染防治措施

施工期水环境影响主要为施工人员的生活污水，其产量较小，可依托公司已有的污水处理设施处理。

#### 二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目涉及 X 射线探伤机及含源  $\gamma$  射线探伤机的安装调试阶段，会产生 X 及  $\gamma$  射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目 X 射线探伤机及含源  $\gamma$  射线探伤机的运输、安装和调试均由设备厂家专业工作人员进行操作。在探伤机运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和机房门外设立当心电离辐射警告标志，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，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用探伤机；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

由于本项目涉及的探伤机的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

### 运行阶段对环境的影响

#### 一、辐射环境影响分析

四川五环石化装备有限公司拟于 1#车间内新建 1 间曝光室及其配套用房，并拟于该曝光室内新增使用 3 台 X 射线探伤机及 1 台  $^{192}\text{Ir}$ - $\gamma$  射线探伤机开展工件的焊接焊缝及工件内部缺陷检测。

本次新建曝光室具体屏蔽设计参数见表 11-1。

表 11-1 本项目曝光室辐射防护设计参数一览表

类别	屏蔽防护设计		屏蔽设计参数（厚度及材质）
曝光室	四周墙体		[REDACTED]
	迷道	迷道内墙	
		迷道外墙	
	屋顶		
	工件门		
	人员进出防护门		

### (一) X 射线探伤机探伤时辐射环境影响分析

本次拟新增使用的 X 射线探伤机参数详见表 11-2。

表 11-2 本项目拟配备的 X 射线探伤机技术参数一览表

项目名称	技术参数*		
	型号	XXG-2505	XXH-3005
最大管电压 (kV)	250	300	350
最大管电流 (mA)	5	5	5
数量 (台)	1	1	1
类别	II	II	II
投射类型	定向	周向	周向
主射方向	竖直向下、竖直向上或水平朝向四周	/	/
辐射角度	40+5°	/	/
发射率常数 <sup>①</sup> mGy.m <sup>2</sup> mA <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup>	16.5	20.9	23.5
工作场所	本次新建工业 X 及 γ 射线曝光室		
备注	/	/	/

注：①未获得厂家给出输出量，发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中各千伏 (kV) 下输出量较大值保守估计。

#### 1、曝光室屏蔽体厚度合理性分析

##### (1) 关注点剂量率参考控制水平

曝光室各侧关注点导出剂量率参考控制水平按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 式 (1) 进行计算：

$$\dot{H}_{c, d} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

式中： $\dot{H}_{c, d}$ —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  $5000\mu\text{Sv/a}$ ，公众取  $100\mu\text{Sv/a}$ ；

$t$ —探伤装置年工作时间；

$U$ —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

$T$ —人员在相应关注点驻留的居留因子。

根据公司探伤时实际使用工况，保守考虑取探伤机位于离各侧屏蔽墙体最近距离约 1m (距离源库约 1m~1.5m)，距离地面最大高度为 1m，关注点位于各屏蔽墙及屏蔽门外 30cm，本项目关注点选取如图 11-1 所示。

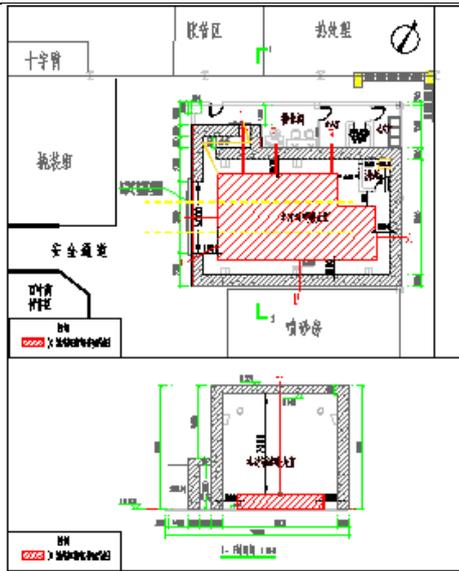


图 11-1 本项目关注点位置示意图

根据式 11-1，本项目曝光室周围关注点剂量率参考控制水平计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目 X 射线探伤机运行时曝光室周围关注点剂量率参考控制水平

工作场所	关注点 <sup>①</sup>	使用因子	居留因子	受照类型	$H_{c, d}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	关注点最高剂量率参考水平 <sup>②</sup> ( $\mu\text{Sv/h}$ )	本项目关注点剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
本次新建曝光室	东侧墙体外 30cm 处 A 点						
	南侧墙体外 30cm 处 B 点						
	西侧墙外 30cm 处 C 点						
	西侧工件门外 30cm 处 D 点						
	北侧墙体外 30cm 处 E 点						
	北侧墙体外 30cm 处 F 点						
	北侧人员进出防护门外 30cm 处 G 点						
	顶部墙体外 30cm 处 H 点						

注：①各关注点位于屏蔽体外 30cm 处；②本项目取 GBZ/T250-2014 中 3.1.1 给出关注点最高剂量率参考水平  $H_{c, max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ ；③本项目曝光室屋顶无建筑且无人员居留，保守取 GBZ/T250-2014 中 3.1.2 中  $100\mu\text{Sv/h}$  的十分之一即  $10\mu\text{Sv/h}$ ；④工件门外卸装人员及非操作间工作人员保守均按照公众考虑。

### (3) 屏蔽厚度核算

本项目使用的定向型 X 射线探伤装置主射方向为竖直向下、竖直向上或水平朝向四周，本次新建曝光室下方无建筑（为土层），故本项目保守不考虑探伤设备对曝光室底部产生的辐射环境影响，仅考虑其四周及顶部的辐射环境影响。根据探伤装置投射类型及常用主束方向，对曝光室四周及顶部产生的辐射影响保守均以主射束进行分析。

为分析预测本项目 X 射线探伤设备投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中计算方法进行理论计算。

#### 1) 主射束屏蔽厚度核算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），主线束的屏蔽透射因子由下列公式计算：



... (公式 11-2)

..... (公式 11-3)

式中： $\dot{H}$ —当量剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；屋顶无建筑且无人员居留，本项目保守取  $10\mu\text{Sv/h}$ （保守按 GBZ/T250-2014 标准中规定的剂量率控制水平的 1/10 执行）；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取各设备的最大管电流；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；本项目发射率常数见表 11-2；

$TVL$ —屏蔽物质什值层厚度，本项目选取 GBZ/T250-2014 表 B.2 中 300kV~400 kV 内插值；

$X$ —屏蔽厚度（cm）。

根据表 11-2 可知，3 台 X 射线探伤机管电流均为 5mA，但 XXH-350 型 X 射线探伤机的管电压及发射率常数均远大于 XXG-2505 型及 XXH-300 型 X 射线探伤机，故本次预测时，保守选取 XXH-3505 型 X 射线探伤机进行理论预测评价。

根据公式 1-2~式 11-3，本次新建曝光室 X 射线探伤机运行时辐射屏蔽厚度核算结果见表 11-4。

表 11-4 X 射线探伤机运行时曝光室主射束辐射屏蔽厚度核算结果

参数	东墙 (A 点)	南墙 (B 点)	西墙 (C 点)	工件门 (D 点)	北墙 (E 点)	北墙 (F 点)	顶部 (H 点)
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

## 2) 人员进出门屏蔽厚度核算

根据分析，本项目人员进出口处主要受散射辐射影响，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）4.2.2 节，散射方向的屏蔽透射因子由下列公式计算：

$$\dots\dots \text{（公式 11-4）}$$

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

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

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

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ）；按 X 射线装置圆锥束中心

轴与圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  计算，式(11-5)中的 $(\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha})$ 因子保守分别取值为 60（150kV）及 50（200~400 kV），本项目 350kV 设备保守取 50；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的  $\alpha$  值时，可以水的  $\alpha$  值保守估计，见附录 B 表 B.4。

表 11-5 X 射线探伤机运行时曝光室人员进出门散射辐射屏蔽厚度核算结果

参数	西南侧人员进出防护门外 G 点

评价	满足

注：1.关注点位于屏蔽体外 30cm 处。

综上所述，本项目新建曝光室墙体及防护门屏蔽设计厚度均满足 X 射线探伤机正常运行的屏蔽要求。

**2、曝光室周围关注点辐射剂量率分析**

本项目曝光室尚未建设，X 射线探伤机尚未购置安装，故对本次拟建曝光室周围辐射环境影响采用理论预测的方法进行影响分析。

**(1) 计算模式**

**①主射束**

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），主射线所致参考点辐射剂量率由下列公式计算：

$$\text{..... (公式 11-5)}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取各设备最大管电流；

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

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

**②散射辐射**

散射辐射所致装置外剂量率利用公式计算：

$$\text{..... (公式 11-6)}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取各设备最大管电流；

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

B—屏蔽透射因子；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

F— $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ），按 X 射线装置圆锥束中心

轴与圆锥边界的夹角为 20°计算,式(11-8)中的 $(\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha})$ 因子保守分别取值为 60 (150kV) 及 50 (200~400 kV), 本项目 350kV 设备保守取 50;

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

$R_s$ —散射体至关注点的距离,单位为米(m);

#### ④屏蔽透射因子

辐射屏蔽透射因子 B 按公式计算:

$$\dots\dots\dots \text{(公式 11-7)}$$

$$\dots\dots\dots \text{(公式 11-8)}$$

式中:  $X_e$ —有效屏蔽厚度;  
 $X$ —屏蔽物质厚度;  
 $\theta$ —斜射角;  
 $TVL$ —屏蔽物质什值层厚度。

#### (2) 预测结果

根据表 11-2 可知, 3 台 X 射线探伤机管电流均为 5mA, 但 XXH-350 型 X 射线探伤机的管电压及发射率常数均远大于 XXG-2505 型及 XXH-300 型 X 射线探伤机, 故本次预测时, 保守选取 XXH-3505 型 X 射线探伤机进行理论预测评价。

根据探伤装置投射类型及常用主束方向, 对曝光室四周及顶部产生的辐射影响保守均以主射束进行分析, 人员进出防护门保守以主射束及散射辐射进行分析。

根据给出的计算公式、预测参数, 保守计算各关注点的辐射剂量率, 本项目 X 射线探伤机运行时曝光室各关注点预测结果见表 11-6。

表 11-6 X 射线探伤机运行时曝光室各关注点辐射剂量率核算结果

点位描述	R (m)	$X_e$	有用线束辐射剂量率	散射辐射辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	辐射剂量率合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
东侧墙体外 30cm 处 A 点					0.016
南侧墙体外 30cm 处 B 点					0.016
西侧墙外 30cm 处 C 点					0.016
西侧工件门外 30cm 处 D 点					0.447
北侧墙体外 30cm 处 E 点					0.016
北侧墙体外 30cm 处 F 点					0.016

北侧人员进出防护门外 30cm 处 G 点		1.037
顶部墙体外 30cm 处 H 点		0.362

根据表 11-6 估算结果可知，本项目 X 射线探伤机正常运行时，曝光室周围辐射剂量率均满足剂量率参考控制水平，辐射工作场所边界周围剂量率满足《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/T250-2014）等相关标准要求。

### 3、其他辐射环境影响分析

根据核算本项目曝光室顶部的剂量率最大预测值为 0.362 $\mu$ Sv/h，经天空散射后在地面上的贡献值较小，本项目曝光室顶部无建筑，且无人员居留，对周围环境影响较小。根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷宫，是能保证迷宫口工作人员的安全”。本项目曝光室排风管道口设置有铅百叶屏蔽；曝光室内线缆管道均位于地下，埋地管道至少会经过 3 次以上散射到达管口和线缆口处，可推断该处的辐射剂量率能够满足标准要求，对周围环境影响较小。本项目工件门及人员进出防护门左右两侧搭接宽度均为 200mm，上部及下部搭接为 100mm，可有效防止门缝处射线泄漏，对周围环境影响较小。

### 4、辐射工作人员及公众年有效剂量分析

根据各关注点处辐射剂量率，结合工作时间，辐射工作人员和公众停留概率，采用《辐射防护导论》（方杰主编）中公式计算关注点人员的有效剂量。计算公式见公式 11-9：

$$D_{Eff} = \dot{H}_p \cdot t \cdot T \cdot U \cdot 10^{-3} \dots \dots \quad (\text{公式 11-9})$$

上式中： $D_{Eff}$ —关注点人员有效剂量（mSv）；

$\dot{H}_p$ —关注点的空气比释动能率（ $\mu$ Sv/h）；

$t$ —关注点处受核素影响的时间（h）；

$T$ —居留因子，全部居留  $T=1$ ，部分居留  $T=1/4$ ，偶尔居留  $T=1/16$ ；

$U$ —使用因子，本项目  $U$  取 1。

根据表 11-6 及 X 射线设备年最大探伤曝光时间（200h），保守计算各关注点的年有效剂量，计算结果详见表 11-7。

表 11-7 X 射线探伤机运行时曝光室各关注点年有效剂量计算结果

关注点位	辐射剂量率总计	居留	年受照时	年有效剂量 (mSv/a)	受照 类型
东侧墙体外 30cm 处 A 点				8.00E-04	公众
南侧墙体外 30cm 处 B 点				8.00E-04	公众
西侧墙外 30cm 处 C 点				8.00E-04	公众
西侧工件门外 30cm 处 D 点				2.24E-02	公众
北侧墙体外 30cm 处 E 点				3.20E-03	职业
北侧墙体外 30cm 处 F 点				8.00E-04	公众
北侧人员进出防护门外 30cm 处 G 点				5.19E-02	职业
顶部墙体外 30cm 处 H 点				无人员居留	/

由表 11-7 结果可知，本项目各 X 射线探伤设备正常运行，经曝光室墙体、门屏蔽防护后，周围关注点处辐射工作人员及公众所受年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值，均低于本报告执行的剂量约束值（职业照射：5mSv/a，公众照射：0.1 mSv/a）。

#### 5、公司外环境保护目标的环境影响分析

本项目 50m 评价范围东侧及北侧部分位于公司厂界外，其余方向均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。

由于本项目公司内四周环境保护目标距曝光室墙体相对较远（远大于表面 30cm），曝光室边界外 50m 范围内敏感点处公众所受的辐射剂量将远小于上述理论计算值，其所受年有效剂量同样可以满足本项目剂量限值要求。故本项目保守对公司外环境保护目标所受剂量进行理论预测，详见表 11-8。

表 11-8 X 射线探伤机运行时对保护目标的影响分析

位置	辐射剂量率总计	居留	年受照时	年有效剂量 (mSv/a)	结论
东侧四川省简阳空冷器制造有限公司厂房				8.61E-05	满足
北侧室外道路				1.13E-05	

综上所述，由表 11-7~表 11-8 可知，本项目 X 射线探伤设备正常运行时，曝光室周边环境保护目标处的辐射工作人员及公众所受年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值要求，均低于本报告执行的剂量约束值（职业：5 mSv/a，公众：0.1 mSv/a）。

## (二) 含源 $\gamma$ 射线探伤机辐射环境影响分析

### 1、含源 $\gamma$ 射线探伤机探伤时辐射环境影响分析

#### (1) 曝光室屏蔽体厚度合理性分析

##### 1) 关注点剂量率参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)有关规定,曝光室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ;对没有人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率不超过  $10\mu\text{Sv/h}$ (保守按照 GBZ 117-2022 中 6.1.3 b)规定的剂量率参考控制水平的 1/10 执行)。

##### 2) 曝光室屏蔽体厚度核算

根据《辐射防护导论》(方杰主编)P76 公式及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)附录A公式进行推导,计算  $\gamma$  射线点源在离该点源  $r$  (m) 处的无屏蔽体情况下,关注点的周围剂量当量率:

$$\dots\dots \text{(公式 11-10)}$$

式中:

$H_0$ —无屏蔽时,关注点处周围剂量当量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$A$ —放射性活度, MBq;

$\Gamma$ —周围剂量当量率常数,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ ;根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)表 A.1,对于  $^{192}\text{Ir}$ ,  $\Gamma=0.17\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$ 。

$r$ —关注点距放射源的距离, m。

探伤作业时,有屏蔽体情况下参考点的周围剂量当量率计算公式如下:

$$\dots\dots \text{(公式 11-11)}$$

式中:

$H_0$ —无屏蔽时,关注点处周围剂量当量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{H}$ —经屏蔽体屏蔽后,关注点处周围剂量当量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$d$ —屏蔽物厚度, mm;

$HVL$ —屏蔽物的半值层厚度, mm;根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)表 A.2 不同材料在不同放射源能量下半值层厚度的近似值,  $^{192}\text{Ir}$  放射源在混凝土中半值层厚度为 50mm,在铅中的半值层厚度为 3mm。

根据上式可推导得出，有屏蔽体时，达到剂量率控制水平所需屏蔽体材料厚度计算公式如下：

$$\dots\dots\text{公式 11-12}$$

式中：

$H_0$ —无屏蔽时，关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_c$ —关注点处周围剂量当量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$d$ —屏蔽物厚度， $\text{mm}$ ；

$HVL$ —屏蔽物的半值层厚度， $\text{mm}$ 。

本项目关注点选取如图 11-2 所示。

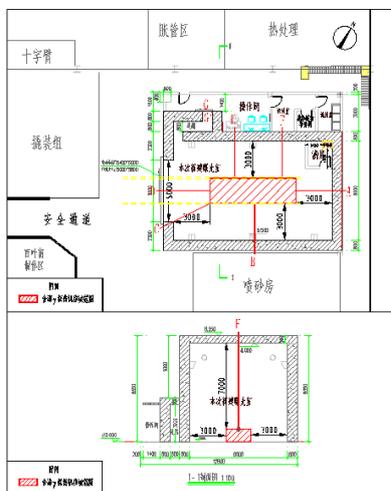


图 11-2 本项目关注点位置示意图

综上所述，根据公式 1-10~式 11-12， $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室辐射屏蔽厚度核算结果见表 11-9。

表 11-9  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室辐射屏蔽厚度核算结果

参数	东墙 (A 点)	南墙 (B 点)	西墙 (C 点)	工件门 (D 点)	北墙 (E 点)	顶部 (H 点)
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：1.关注点 F 屏蔽体核算同 E 点。

根据表 11-9 估算结果可知，本项目曝光室各屏蔽墙体、屋顶及工件门设计屏蔽厚

度，满足标准要求。

### 3) 曝光室迷道口防护门厚度校核

本项  $\gamma$  射线探伤室内设计有“Z”型迷道，迷道位于探伤室西北侧，迷道防护门为 10mmPb 的防护门，含源探伤机摆放在探伤室内探伤时距离迷道内口的最短距离约为 5.1m，本项项目迷道的散射分两种：第一种经过一次散射直接穿过迷道墙体透射出去，由于迷道墙体均为 800mm 混凝土（与探伤室四周墙体屏蔽一致），因此射线经过一次散射后能被迷道墙体屏蔽；第二种散射线至少需两次以上散射才能从迷道散射至迷道口外，探伤室迷道散射示意图见图 11-3。

根据 NCRP Report NO.51: Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities（0.1-100MeV 粒子加速器设施辐射防护设计准则）P63 页公式（13），无屏蔽防护时，经  $i$  次散射后迷道外入口的剂量率计算公式如下：

$$\text{公式 11-13}$$

式中： $H_{l, rj}$ —迷道出口处（无防护门情况下）的空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；  
 $H_0$ —对于  $\gamma$  辐射源，其值为  $A \times \Gamma$ ，关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；  
 $\alpha_1$ —入射到第一个散射体的散射系数；  
 $\alpha_2$ —从以后的物质散射出来的散射系数；  
 $A_1$ — $\gamma$  射线入射到第一散射物质的散射面积， $\text{m}^2$ ；  
 $A_2$ —迷道的截面积， $\text{m}^2$ ；  
 $d_1$ — $\gamma$  射线源与第一散射物质的距离， $\text{m}$ ；  
 $d_{r1}, d_{r2} \dots d_{rj}$ —沿着迷道长轴的中心线距离；  
 $j$ —第  $j$  个散射过程。

本项目曝光室内探伤机产生的射线散射次数为 2 次。将相关参数代入公式 11-13，可得到本项目  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室迷道入口散射剂量率为  $37.44\mu\text{Sv/h}$ ，曝光室  $\gamma$  射线经 2 次散射后（无防护门屏蔽）散射辐射剂量率高于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平，需增设防护门。

曝光室迷道防护门所需屏蔽厚度按照下式进行计算：

$$\text{公式 11-14}$$

式中： $H$ —周围剂量当量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；  
 $H_{\#}$ —关注点处散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_G$ —穿过迷道内墙到达迷道口处辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$X$ —屏蔽物厚度,  $\text{mm}$ ;

$TVL$ —屏蔽物的十分之一值层厚度,  $\text{mm}$ ;

将相关参数代入上式, 可得本项目曝光室正常探伤作业时, 迷道口人员进出防护门应不小于  $6.2\text{mmPb}$ , 本项目曝光室迷道铅防护门设计为  $10\text{mmPb}$ , 满足要求。

## (2) 曝光室周围关注点辐射剂量率分析

### 1) 屏蔽墙体及工件门外关注点辐射剂量率分析

根据公式 11-10 及公式 11-11,  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室屏蔽墙体及工件门外关注点的辐射剂量当量率核算结果下表所示:

表 11-11  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室屏蔽墙体及工件门外辐射剂量率预测结果

参数	东墙 (A 点)	南墙 (B 点)	西墙 (C 点)	工件门 (D 点)	北墙 (E 点)	迷道内墙 (G')	顶部 (H 点)
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注: 1. 关注点 F 屏蔽体核算同 E 点。

### 2) 迷道口防护门外关注点辐射剂量率分析

迷道口防护门外关注点总辐射剂量率计算公式如下:

$$\dots \text{ (公式 11-15)}$$

式中:

$H_{\text{散}}$ —关注点处散射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$H_G$ —穿过迷道内墙到达迷道口处辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$X$ —防护门厚度,  $\text{mm}$ ;

$TVL$ —屏蔽物的半值层厚度,  $\text{mm}$ 。

本项目  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室迷道口防护门外关注点总辐射剂量率计算参数和计算结果见表 11-12。

表 11-12 迷道口防护门外的辐射剂量率核算值

参数	G 点
评价结果	
满足	

综上所述，本项目  $\gamma$  射线探伤机正常运行，曝光室屏蔽墙体及防护门外关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。

## 2、含源 $\gamma$ 探伤机未探伤时辐射环境影响分析

### (1) 源容器外关注点剂量率

本项目拟配备的 1 台  $\gamma$  射线探伤机为 P 类（便携式）探伤机，当放射源处于探伤机源容器内时，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 2，便携式探伤机距离源容器表面 100cm 处最大周围当量剂量率应  $\leq 0.02\text{mSv/h}$ 。辐射剂量率与距离平方成反比，因此根据公式 11-16 可计算得出距离探伤机不同位置处的辐射水平，具体计算结果见表 11-13。

$$K_I = K_0 R_0^2 / R_I^2 \dots \dots \text{（公式 11-16）}$$

式中：

$K_I$ ：距探伤机外表面  $R_m$  处的最大周围当量剂量率， $\text{mSv/h}$ ；

$K_0$ ：距离探伤机外表面 1m 处的最大周围当量剂量率， $\text{mSv/h}$ ；

$R_0$ ：源容器表面外 1m；

$R_I$ ：参考点与源容器表面的之间的距离，m。

表 11-13 本项目距探伤机源容器外表面不同距离处的辐射水平估算结果 ( $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ )

距离 $R_I$ (m)	0.5	0.8	1.0	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0
周围当量剂量率	0.08	0.03	0.02	0.01	0.008	0.005	0.003	0.0022

注：保险柜外表面距离源库外表面最近距离约 0.8m。

根据上表计算结果可知，辐射工作人员领取探伤机、在曝光室内移动探伤机或进行其他活动的过程中近距离接触  $\gamma$  射线探伤机将受到一定的外照射。因此，实际工作过程中工作人员应注意控制与探伤机接触时间，在曝光室内进行工件调运以及胶片贴、取等其他工作时还应注意与探伤机保持一定的距离。

## (2) 源库辐射环境影响分析

本项目曝光室东北角设置有 1 间源库，用于平时在非探伤作业情况下含源  $\gamma$  射线探伤机的存放与保管，本项目源库净空尺寸长 2m×宽 2m×高 3.1m，四周墙体为 200mm 砖墙，顶部为 100mm 厚混凝土。建设单位拟于源库内设置 1 个含源  $\gamma$  射线探伤机保险柜，含源  $\gamma$  射线探伤机无探伤检测任务时存放于保险柜内，放射源位于探伤机源容器内，含源探伤设备贮存与源库时主要考虑其对曝光室外公众及曝光室内辅助操作工作人员产生的辐射影响。

$\gamma$  射线探伤机贮存状态下放射源储存于探伤机的源容器中，该装置采用贫化铀作为屏蔽材料，屏蔽形式为“S 通道”，源未开启时，可有效对放射源进行屏蔽，本项目拟购含源探伤装置均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“距离源容器表面 100cm 处最大周围当量剂量率应 $\leq$ 0.02mSv/h”要求，本次拟建曝光室四周墙体厚度均为 800mm 厚混凝土，源容器表面的  $\gamma$  射线经过至少 10 个以上半值层厚度衰减后，保险柜内存放的  $\gamma$  射线探伤机对曝光室外公众的影响可忽略不计。

保守不考虑源库保险柜、钢防盗门、南侧及西侧墙体屏蔽效果，辅助操作时工作人员距离的  $\gamma$  射线探伤机最近距离约 3m，该处最大辐射剂量率为  $2.2\times 10^{-3}$ mSv/h，根据建设单位反馈，全年最长辅助操作时间共计不超过 500h，则辅助操作时人员所受最大年有效剂量为 1.10mSv/a。

## (3) 含源探伤机转移操作期间辐射环境影响分析

本项目使用  $\gamma$  射线探伤作业前，操作人员须在放射源管理员处进行借出登记后，使用钥匙打开源库防盗门及保险柜门，待完成设备检查及外表面剂量检测后，从保险柜中取出设备并转移至探伤工件附近。探伤作业结束后，操作人员须完成设备检查及外表面剂量检测并将含源探伤机转移至源库，待放射源管理人员确认后，转移至保险柜并上锁。

本项目含源  $\gamma$  射线探伤机领取、归还入库时，操作人员及源库管理人员与  $\gamma$  射线探伤机的最近距离约 1m，根据表 11-13 可知，距离探伤机源容器外表面 1m 处最大辐射剂量率不超过 0.02mSv/h；根据公司反馈，含源  $\gamma$  射线探伤机领取、归还入库时工作人员年受照时间不超过 33.33h，则含源  $\gamma$  射线探伤机领取、归还过程中操作人员所受最大年有剂量为 0.667mSv/a，源库管理人员检查及检测过程中操作人员所受最大年有剂量为 0.667mSv/a。

#### (4) 换源操作辐射环境影响分析

本项目放射源均由  $\gamma$  射线探伤机供货商提供，放射源新源的安装及运输、退役废源的回收及运输均由有资质的单位及其专业工作人员完成，本项目辐射工作人员不从事放射源更换工作，因此，换源过程中公司辐射工作人员受到的剂量可忽略不计。

### 3、辐射工作人员及周围公众年有效剂量分析

根据各关注点处辐射剂量率及公式 11-9，结合工作时间，辐射工作人员和公众停留概率，计算辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量。

#### (1) 辐射工作人员

本项目单台  $\gamma$  射线探伤机年最大曝光时间约为 250h，本项目  $\gamma$  射线探伤机工作期间，操作间辐射工作人员所受年有效剂量如表 11-14 所示：

表 11-14  $\gamma$  射线探伤机运行时操作间辐射工作人员所受年有效剂量估算结果

关注对象		年有效剂量 (mSv/a)
操作人员		0.143
		0.044

根据  $\gamma$  射线探伤机运行原理可知，含源  $\gamma$  射线探伤机的运行、转移、归还入库及贮存等过程均会对辐射工作人员产生辐射影响，本项目含源  $\gamma$  射线探伤机所致辐射工作人员所受年有效剂量汇总如下：

表 11-15 本项目  $\gamma$  射线探伤机所致辐射工作人员所受年有效剂量汇总

关注对象		年有效剂量汇总 (mSv/a)
辐射工作人员		1.910
源库管理人员		0.667

综上所述，本项目含源  $\gamma$  射线探伤机所致辐射操作人员及源库管理人员所受最大年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值要求，均低于本报告执行的剂量约束值（职业：5mSv/a）。

#### (2) 公众

本项目  $\gamma$  射线探伤机运行期间，曝光室周围公众所受年有效剂量如表 11-16 所示：

表 11-16  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室周围公众所受年有效剂量估算结果

关注对象	关注点位置	年有效剂量 (mSv/a)
公众	东侧墙外 30cm 处 过道	0.036
	南侧墙外 30cm 处 喷漆房	0.036
	西侧墙外 30cm 处 安全通道	0.028
	西侧工件门外 30cm 处安全通道	0.062
	北侧墙外 30cm 处 评片室	0.036

注：1.工件门外卸装人员及非操作间工作人员保守均按照公众考虑；

2.曝光室顶部无人员居留。

综上所述，本项目  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室周围公众所受最大年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值要求，低于本报告执行的剂量约束值（公众：0.1 mSv/a）。

#### 4、公司外环境保护目标的环境影响分析

本项目 50m 评价范围东侧及北侧部分位于公司厂界外，其余方向均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。

由于本项目公司内四周环境保护目标距曝光室墙体相对较远（远大于表面 30cm），曝光室边界外 50m 范围内敏感点处公众所受的辐射剂量将远小于上述理论计算值，其所受年有效剂量同样可以满足本项目剂量限值要求。故本项目保守对公司外环境保护目标所受剂量进行理论预测，详见表 11-17。

表 11-17 本项目  $\gamma$  射线探伤机运行时对保护目标的影响分析

位置	年有效剂量 (mSv/a)	结论
东侧四川省简阳空冷器制造有限公司厂房	0.011	满足
北侧室外道路	0.002	

综上所述，由表 11-14~表 11-17 可知，本项目  $\gamma$  射线探伤机运行时曝光室周边环境保护目标处的辐射工作人员及公众所受年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值要求，均低于本报告执行的剂量约束值（职业：5 mSv/a，公众：0.1 mSv/a）。

### (三) 人员所受年有效剂量综合分析汇总

由于本项目曝光室同时承担 X 及  $\gamma$  射线探伤任务，故对本项目辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量进行理论叠加，叠加汇总结果如表 11-18 所示：

表 11-18 本项目曝光室周围辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量汇总表

人员类别		参考位置	人员所受最大年有效剂量 (mSv/a)	
			关注点	合计
辐射工作人员	设备操作人员	[Redacted]		1.962
	源库管理人员			0.667
公众				8.44E-02
				1.11E-02
				2.01E-03

注：辐射工作人员在进行其他辅助操作时，X 射线探伤设备不出束， $\gamma$  射线探伤设备不出源，该关注点主要考虑含源  $\gamma$  射线探伤贮存过程中对曝光室内工作人员产生的辐射影响。

综上所述，本项目 X 及  $\gamma$  射线探伤项目投入运行后，辐射工作人员所受最大年有效剂量为 1.962mSv/a，工作场所周围公众所受最大年有效剂量为 (8.44E-02) mSv/a，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求(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)。

由于本项目 50m 范围内其他环境保护目标距机房墙体相对较远(远大于表面 0.3m)，故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。

## 二、非辐射环境影响分析

### (一) 废气环境影响分析

X 及  $\gamma$  射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，为防止臭氧在曝光室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，本项目曝光室北侧顶部有 2 处新风进风口，南侧墙体距地面 50cm 处设置有 2 处出风口，通排风接口均加装了铅百叶以确保射线防护安全，其室外排风口位于厂房屋顶，避开了人员活动密集区。本项目曝光室容积约为 978m<sup>3</sup> (含迷道)，为满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中

“探伤室每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。”的要求，本项目通排风装置设计有效排风量应不低于 2934m<sup>3</sup>/h。

本项目曝光室室内气体由通排风装置统一抽排至室外排放，臭氧在常温下分解为氧气，经扩散后臭氧浓度限值可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求，对周围的大气环境影响较小。

### （二）废水环境影响分析

本项目工作人员产生的生活污水依托厂区已有污水处理设施处理，对周围环境影响较小。

本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，洗片废水均经公司已有污水处理设施处理后通过园区污水管网排入简阳工业集中发展区城南工业园污水处理厂处理后排，对周围环境影响较小。

### （三）声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风装置运行所产生的噪声，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相关标准要求，对周围环境影响较小。

### （四）固体废物的环境影响分析

本项目工作人员会产生少量生活垃圾。本项目工作人员产生的生活垃圾分类收集，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境影响较小。

本项目退役放射源由厂家回收处理，对周围环境影响较小。

### （五）危险废物的环境影响分析

本项目产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物由建设单位集中收集暂存至危险废物暂存间，并交由有危废处理资质的单位处理，对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见下表。

表 11-19 辐射事故等级划分表

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

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017），急性放射病发生参考剂量见下表。

表 11-20 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（Gy）
骨髓型急性放射病	轻度	1.0~2.0
	中度	2.0~4.0
	重度	4.0~6.0
	极重度	6.0~10.0
肠型急性放射病	轻度	10~20
	重度	20~50
脑型急性放射病	轻度	50~100
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	>100

## 二、辐射事故识别

### （一）可能发生的辐射事故

#### 1、X 射线探伤机

本项目新增使用的 X 射线探伤设备属 II 类射线装置，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 射线探伤设备只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

- （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防护门并误入，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) 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。

## 2、 $\gamma$ 射线探伤机

本项目新增使用的放射源属II类放射源，根据污染源分析，本项目环境风险因子为 $\gamma$ 射线，危害因素为 $\gamma$ 射线超剂量照射。 $\gamma$ 射线探伤设备在出源及贮存状态均会产生 $\gamma$ 射线。根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

(1) 由于工作人员疏忽、失职及管理人员管理不当等原因造成 $\gamma$ 射线探伤机（含源）丢失、被盗；

(2) 探伤过程中工作人员或其他人员误留在曝光室内；机器调试、检修、贴胶片时由于联络信号传递失误而开机；探伤过程中因联锁装置失效、警告灯损坏、固定式辐射检测系统失效等原因；曝光期间防护门未能完全关闭； $\gamma$ 射线探伤结束后，由于机械故障或其他原因，在放射源未能安全收回探伤机源容器的情况下辐射工作人员误入曝光室等，以上情况工作人员或其他人员造成不必要的照射。

### (二) 事故工况估算

#### 1、X 射线探伤机

##### (1) 事故假设

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当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关中断电源。

##### (2) 剂量估算

当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关中断电源，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。本项目保守选取管电压及发射率常数最大的 XXH-3505 型 ( $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) X 射线探伤设备预测作业时发生事故时对受照人员的有效剂量，计算结果见表 11-21。

表 11-2

设备型号	
XXH-3505 型	

### (3) 事故后果

本项目曝光室内迷道内及室内墙面均设置有“急停按钮”，当发生误照射事故时，人员可立即按下“急停按钮”并至撤离至迷道内躲避，再按下“急停按钮”后设备将立即停止出束，整个操作过程约 10s~30s。

在上述事故情景假设条件下，受误照人员在 X 射线管主射束方向 0.5m 或 1m 处受照 10s~30s，其所受剂量均已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值（职业照射：20mSv），属一般辐射事故；同时，随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更大的辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在曝光室及操作间内停留。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须将监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，严禁无关人员进入。因此，建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

## 2、 $\gamma$ 射线探伤机

### (1) 放射源丢失、被盗、失控

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号）II 类放射源丢失、被盗、失控，属于重大辐射事故。

本项目涉及的放射源在  $\gamma$  射线探伤机内，在日常工作中，公司拟配专人负责设备管理，并做好设备的日常检查，拟在曝光室门口设置远程监控探头，源库设置双人双

锁、视频监控、红外报警及保险柜等，确保放射源安全。一旦发生放射源丢失或被盗事件，应立即启动事故应急预案。

## (2) 人员误入、滞留探伤工作场所

### 1) 事故假设

假设放射源出源检测时，人员误入曝光室内而造成误照射。

### 2) 剂量估算

本项目探伤机设备额定装源活度为  $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，曝光室内设置有“紧急回源”按钮，只要按下此按钮就可以紧急停机，根据公式 11-1 及 11-7 估算随着时间的推移人员与放射源不同距离下，最大可能受到的剂量，估算结果如下：

表 11-22 事故工况下人员所受有效剂量估算结果

放射源类别						
$^{192}\text{Ir}$						

在上述事故情景假设条件下，受误照人员所受剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值（职业人员 20mSv/a，公众 1 mSv/a），属于一般辐射事故。通过上述计算，在以上假设事故情景下，受误照人员所受剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值（职业人员 20mSv/a，公众 5mSv/a），属于一般辐射事故，但是若人员滞留时间较长，随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更大的辐射事故。

根据表 11-22 计算结果得知，放射源发生误照射情况下，若人员立即进入迷道中，迷道内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮即可紧急回源，受照时间保守取 30s，则事故情况下人员在迷道内受到的辐射剂量小于 0.01mSv，因此一旦发生放射源误照事故，受误照人员应立即撤离至迷道内按下“紧急停止”按钮，并尽快离开。

### 3、事故工况辐射影响分析

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-23。

表 11-23 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线探伤机	X 射线	超剂量照射	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
含源 $\gamma$ 射线探伤机	$\gamma$ 射线	超剂量照射	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
			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

根据分析，本项目可能发生的事故为一般或重大辐射事故。随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更大的辐射事故。

### 三、事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，将辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能的减小或控制事故的危害和影响，主要体现在以下几个方面：

1、制定 X 及  $\gamma$  射线探伤机操作规程和其他辐射安全规章制度，并严格落实操作规程等制度的“制度上墙”要求，将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。在放射源操作时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员须按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，随身佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

2、定期检查门机联锁及门灯联锁装置，确保安全联锁装置正常运行；定期对 X 及  $\gamma$  射线探伤机的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。探伤设备的检修应由有经验和经过培训的技术人员进行处理，技术人员应做好个人的防护。

3、定期对各类射线装置采取的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

4、加强控制区和监督区管理，在探伤作业期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

5、当 $\gamma$ 射线探伤机出现“卡源”或“源掉出”，回源装置失效，工作人员需手动回源时，处理卡源故障的工作人员应按照厂家提供的操作规程进行，且持证上岗。在处理完故障后，尽快对处理卡源故障的工作人员个人剂量计进行监测，一旦发现个人剂量超标现象，及时采取相应的措施。建设单位应定期检查，维修设备，杜绝此类事故发生。

6、制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

7、公司应定期进行辐射事故应急演练，确保发生事故时能准确应急，将事故危害降至最低。

8、根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年第57号），本项目辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“X射线探伤”及“ $\gamma$ 射线探伤”辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

#### **四、应急措施**

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、一旦发现有其他无关人员误入曝光室内，操作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源，使射线装置停机（放射源立即回源），误入人员应在最短的时间内撤离，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向公司的放射事件应急处理领导小组及上级领导报告。辐射事件应急处理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

2、一旦发生射线装置、放射源丢失或被盗，应立即启动本单位辐射事故应急方案，并及时报告当地生态环境主管部门、公安部门以及卫生健康部门；

3、事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，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，不得隐瞒事故的真实情况；

4、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组

织专业技术人员排除事故；

5、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

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、关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

四川五环石化装备有限公司系首次开展核技术利用项目，公司目前尚未成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，应根据本次新建工业 X 及  $\gamma$  射线探伤项目制定相关文件，明确相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。

### 二、辐射工作人员配置和能力分析

本项目拟配置辐射工作人员 4 人，4 名辐射工作人员均定岗定责，此外公司拟配备有 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。辐射防护负责人及辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

在辐射工作人员上岗前，公司应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的探伤工作。在此基础上，环评认为，本项目辐射工作人员的配置可满足要求的。

## 辐射安全管理规章制度

### 一、规章制度

根据《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）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求	制定情况
	制度	
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	需制定
2	辐射工作场所安全管理规定	需制定
3	辐射工作设备操作规程	需制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	需制定
6	射线装置及放射源台账管理制度	需制定
7	放射源领用及交还制度	需制定
8	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定
9	监测仪器使用与校验管理制度	需制定
10	辐射工作人员培训制度	需制定
11	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定
12	辐射事故应急预案	需制定

四川五环石化装备有限公司系首次开展核技术利用项目，根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置：

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合公司实际情况及时对各项规章制度进行补充完善，使之更能符合实际需要。

## 2、制度上墙

建设单位应按照《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）的要求，将《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》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

## 二、档案管理分类

四川五环石化装备有限公司应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- （1）生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- （2）设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下几类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“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”。

### 三、年度辐射安全评估制度

四川五环石化装备有限公司应建立年度辐射安全评估制度，应根据《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格式》的要求，每年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。

### 四、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据生态环境部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统进行网上申报。

## 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，包括个人剂量监测和工作场所监测。

### 一、个人剂量监测

#### 1、个人剂量监测管理要求

辐射工作人员均配有个人剂量计，并要求在开展工作期间必须佩戴个人剂量计。建设单位应按每季度1次（一年4次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

（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) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存终生。

## **2、个人剂量监测现状**

四川五环石化装备有限公司系首次开展核技术利用项目，故暂未开展辐射工作人员个人剂量监测工作。

待本项目建成后，四川五环石化装备有限公司应当按照相关标准要求组织辐射工作人员进行个人剂量监测并建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。辐射工作人员剂量监测数据及安全评估应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## **二、工作场所监测**

### **1、年度监测**

四川五环石化装备有限公司系首次开展核技术利用项目，故暂未开展辐射工作场所的剂量监测工作。

待本项目曝光室建成后，四川五环石化装备有限公司应当按照相关标准要求进行验收检测；投入使用后，公司应委托有监测资质单位每年对工作场所至少监测 1 次，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上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

### **2、日常自我监测**

定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1 次/季；每次探伤结束后，检测曝光室的入口以确保机已经停止工作；每次领用及归还含源  $\gamma$  射线探伤机前均须对设备外表面进行辐射剂量率检测，确保放射源安全。

### **3、监测内容和要求**

- (1) 监测内容：X- $\gamma$  空气吸收剂量率。
- (2) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境。
- (3) 监测布点方案：

表 12-2 工作场所及环境监测计划建议

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
本次新建曝光室及其配套用房	X-γ 空气吸收剂量率	①委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年； ②自行开展辐射监测，频率为 1 次/季； ③每次领用及归还含源 γ 射线探伤机前均须对设备外表面进行辐射剂量率检测； ④每次探伤结束后，检测曝光室的入口以确保机已经停止工作。	①曝光室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； ②曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； ③人员经常活动的位置； ④含源 γ 射线探伤机设备外表面一定距离处。

(4) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

(5) 监测范围：控制和监督区域及周围环境

(6) 监测质量保证：

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位的监测数据与公司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公司应安排专人负责自行监测任务；

③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；

④制定辐射环境监测管理制度。

辐射工作场所环境监测结果应记录，并存档备案，若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。

## 辐射事故应急

### 一、事故应急预案内容

为了应对探伤作业中的事故和突发事件，公司须制订辐射事故应急预案。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急方案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③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；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

## 二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效采取以下应急措施：

(1) 一旦发现射线装置、放射源被盗或者丢失，及时向公安部门、生态环境主管部门和卫健部门报告。

(2) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，撤离曝光室，关闭机房门，同时向公司主管领导报告。

(3) 公司应根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(4) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

(5) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

## 三、其他要求

(1) 辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

(2) 在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

**项目名称：**四川五环石化装备有限公司新建工业 X 及  $\gamma$  射线探伤项目

**项目性质：**新建

**建设单位：**四川五环石化装备有限公司

**建设地点：**四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号

### **建设内容与规模：**

四川五环石化装备有限公司拟在厂区内 1#车间（已建，地上 1 层建筑）东南部新建 1 座工业探伤室，包含 1 间曝光室及其辅助配套用房，其辅助配套用房包含 1 间操作间（面积约 11.7m<sup>2</sup>）、1 间洗片暗室（面积约 5.3m<sup>2</sup>）、1 间阅片室（面积约 5.4m<sup>2</sup>）及 1 间危险废物暂存间（面积约 2.4m<sup>2</sup>）。

本次新建曝光室面积为 104m<sup>2</sup>（不含迷道），净空尺寸为：长 13m×宽 8m×高 8m，其四周墙体、迷道内墙及外墙均为 800mm 厚混凝土，顶部为 550mm 厚混凝土（顶部无人员居留），工件门为 45mm 铅当量的铅防护门，人员进出门为 10mm 铅当量的铅防护门。曝光室内东北角设置有 1 间源库（面积约 4m<sup>2</sup>），用于非探伤作业情况下含源  $\gamma$  射线探伤机的存放与保管。

公司拟在新建的曝光室内新增使用 3 台 X 射线探伤机及 1 台 <sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机开展公司产品焊接焊缝及内部缺陷检测，其中 3 台 X 射线探伤机型号分别为：1 台 XXG-2505 定向型 X 射线探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA）、1 台 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA）及 1 台 XXH-3505 周向型 X 射线探伤机（最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA），均属于 II 类射线装置；其中 1 台 <sup>192</sup>Ir- $\gamma$  射线探伤机型号待定，内含 1 枚 <sup>192</sup>Ir 放射源，装源活度为 3.7×10<sup>12</sup>Bq（100Ci），属于 II 类放射源。

本项目 X 射线探伤机单台设备年最大拍片为 800 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，则单台设备年最大出束时间为 66.7h，3 台设备共计年最大出束时间约为 200h/a； $\gamma$  射线探伤机年最大检测工件为 1500 件，每件工件的检测时间约为 5min~10min，设备年最大曝光时间约为 250h。曝光室内每次仅使用 1 台设备开机出束，不存在同时使

用 2 台及以上设备开机出束的情况。

本项目不涉及野外（室外）探伤，室内探伤过程中，X 及  $\gamma$  射线探伤机不会同时进行探伤作业。项目涉及的所有洗片及评片工作均在本次新建曝光室北侧洗片室及评片室内完成，项目运行中产生的危险废物均暂存至危险废物暂存间的专用收集桶（或暂存箱）内。

## 二、项目产业政策符合性结论

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《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“质量认证和 检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

## 三、实践正当性

四川五环石化装备有限公司新建工业 X 及  $\gamma$  射线探伤项目的目的是为了对产品工件进行无损探伤检测。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

## 四、项目选址合理性结论

四川五环石化装备有限公司位于四川省成都市简阳市简城龙辉路 8 号，公司用地性质为工业用地，从周边外环境关系可知，公司周边主要为市政道路及其他生产性企业厂区。

四川五环石化装备有限公司已于 2023 年完成了《空冷器、压力容器生产线项目》环境影响评价工作，并于 2023 年 8 月 15 日取得了成都市简阳生态环境局的批复，公司选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为 1#车间内部建设，不新增用地。

本项目 50m 评价范围除东侧及北侧部分位于公司厂界外，其余方向均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。

本项目仅为 1#车间内部建设，不新增用地，且拟建的辐射工作场所具有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施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。

## 五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值与生态环

境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率范围相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与四川省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

## 六、环境影响分析结论

### 1、施工期环境影响分析

本项目施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

### 2、营运期正常工况下辐射环境影响

#### (1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员机公众年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求(职业照射 5mSv/a、公众照射 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) 水环境影响分析

本项目工作人员产生的生活污水依托厂区已有污水处理设施处理；运行产生的洗片废水经公司已有污水处理设施处理后通过园区污水管网排入简阳工业集中发展区城南工业园污水处理厂处理后排放，对周围环境影响较小。

#### (3) 固体废物影响分析

本项目工作人员产生的生活垃圾分类收集，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境影响较小。

本项目退役放射源由厂家回收处理，对周围环境影响较小。

#### (4) 噪声影响分析

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，该装置采用低噪声设备，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可满足相关标准要求，对周围环境影响较小。

#### (5) 大气环境影响分析

本项目运行期间产生的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物经通排风装置引至室外排放，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，经扩散后臭氧浓度限值满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准的要求，对周围的大气环境影响较小。

## **(6) 危险废物影响分析**

本项目运行期间产生的废胶片、废显影液及废定影液等危险废物均由建设单位集中收集暂存至危险废物暂存间，危险废物交由有危废处理资质的单位处理，对周围环境影响较小。

## **2、事故工况下环境影响**

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故或重大辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，四川五环石化装备有限公司须按照相关法律法规要求，制定相应的辐射事故应急预案和辐射安全规章制度并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

## **七、射线装置及放射源使用与安全管理的综合能力**

四川五环石化装备有限公司拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，做到有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员合理配置，辐射工作人员考核合格后持证上岗；拟制定的管理制度、应急预案和拟采用的环保设施和措施合理可行，可满足防护实际需要，经一一落实后，建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

## **八、项目环境可行性结论**

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目拟制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

## **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、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、公司应按照《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格式》规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》，应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《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上传。

4、公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增放射性同位素、射线装置或单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

5、经常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、门机联锁及门灯联锁等安全联锁装置，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、公司须重视控制区和监督区的管理。

7、公司今后在更换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>），对相关信息进行修改。

8、退役放射源应交由厂家或其他有资质单位回收处理；当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序。

9、本次环评射线装置及放射源工作场所，日后如有重大变化，应另作环境影响评价。

10、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

（1）建设单位可登陆环境保护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（调查）报告。

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

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

- ①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，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“全国建设项目竣工环境保护验收信息系统（<https://cepc.lem.org.cn/#/login>）”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。

“三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	预期效果
辐射安全管理机构		
辐射安全和防护措施		
通排风装置		
人员配备		
监测仪器和防护用品		
辐射安全管理制度		