

核技术利用建设项目

X 射线探伤室升级改造项目

环境影响报告表

(公示本)

四川久远化工技术有限公司

二〇二〇年十月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## X 射线探伤室升级改造项目

### 环境影响报告表

建设单位名称：四川久远化工技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号

邮政编码： \*\*

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 .....	13
表 3 非密封放射性物质 .....	13
表 4 射线装置 .....	14
表 5 废弃物 .....	15
表 6 评价依据 .....	16
表 7 保护目标及评价标准 .....	18
表 8 环境质量和辐射现状 .....	20
表 9 项目工程分析和源项 .....	22
表 10 辐射安全与防护 .....	27
表 11 环境影响分析 .....	35
表 12 辐射安全管理 .....	49
表 13 结论与建议 .....	59

## 附图目录

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2-1 厂区周边外环境关系图
- 附图 2-2 探伤室周边环境外关系图
- 附图 3-1 探伤室平面布置图（现状）
- 附图 3-2 探伤室平面布置图（改造后）
- 附图 4 探伤室剖面图
- 附图 5 厂房平面布置图

## 附件目录

- 附件 1 委托书
- 附件 2 关于成立辐射安全领导小组的通知
- 附件 3 X 射线探伤室升级改造项目辐射环境现状检测报告
- 附件 4 原项目环评批复文件

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		X 射线探伤室升级改造项目			
建设单位		四川久远化工技术有限公司			
法人代表	**	联系人	**	联系电话	18990101805
注册地址		四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号			
项目建设地点		四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号四川久远化工技术有限公司现有压力容器探伤室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	80	项目环保投资 (万元)	55.6	投资比例 (环保投资/总投资)	69.5
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	25
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>					
<p>一、建设单位简介</p> <p>四川久远化工技术有限公司（以下简称“建设单位”或“公司”），统一社会信用代码 9151070075972491XB，是一家以经营输送设备为主的生产加工型企业，公司厂址位于四川省广元市，注册资本为 3000 万人民币，主要经营汽车产品及雷达配套设备制造等业务。</p> <p>二、项目由来</p> <p>四川久远化工技术有限公司现有压力容器探伤室 1 间，位于制造车间东北角。压力容器探伤室为车间内单层独立建筑，建筑面积 108.15m<sup>2</sup>，包括 1 间曝光室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室。其中，曝光室建筑面积 68.25m<sup>2</sup>，操作室建筑面积 13.689m<sup>2</sup>，暗室建筑面积 12.636m<sup>2</sup>，评片室建筑面积 16.2m<sup>2</sup>。探伤室内现配置 1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机（最高管电压 250kV，最大管电流 5mA），年设计最大探伤出束时间 498h。</p> <p>为满足公司发展的需求，提升公司产品质量，增强满足 X 射线探伤检测能力，拟在现有压力容器探伤室内新增使用 1 台 320kV 周向 X 射线探伤机、1 台 350kV 定向 X 射线探伤</p>					

机，并对现有压力容器探伤室进行辐射屏蔽升级改造。

本项目建成后，压力容器探伤室内配置的 3 台 X 射线探伤机不同时使用、不增加探伤作业时间，且本项目仅开展室内探伤，无室外探伤作业。

本项目建成后，压力容器探伤室内使用的 X 射线探伤机最高管电压由现有的 250kV 提升至 320kV，探伤室现有屏蔽条件不满足需求，建设单位拟通过屏蔽墙敷设铅层强化屏蔽、更换强化屏蔽铅门的方式，进行探伤室辐射防护升级改造。本项目涉及对已许可的射线装置工作场所屏蔽措施进行施工改造升级，不符合《关于<建设项目环境影响评价分类管理名录>中免于编制环境影响评价文件的核技术利用项目有关说明的函》（环办函〔2015〕1758 号）文件中“不应涉及施工建设”的要求，不满足免于编制环境影响评价文件条件。

同时，本项目建成后，建设单位所持有的射线装置的数量将发生变动，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》和《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）和《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境保护部令第 1 号），本项目属于名录中“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目——生产、使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

为了考察射线装置对工作人员、公众和环境造成的影响，从辐射防护的角度论证该项目的可行性，同时为现有《辐射安全许可证》申办增项工作提供支持性文本，四川久远化工技术有限公司委托四川久远环保安全咨询有限公司承担了本项目的环境影响评价工作。环评单位接受委托后，立即对该项目进行了现场踏勘和资料收集，在工程分析及环境影响分析基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，按照《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/T10.1-2016）的要求，编制完成了《四川久远化工技术有限公司 X 射线探伤室升级改造项目环境影响报告表》。

### 三、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

#### 四、项目概况

##### 1、项目名称、建设单位、建设地点及性质

**项目名称：**X 射线探伤室升级改造项目

**建设单位：**四川久远化工技术有限公司

**建设地点：**四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号四川久远化工技术有限公司现有压力容器探伤室

**建设性质：**改扩建

##### 2、建设内容及规模

四川久远化工技术有限公司拟对四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号建设单位厂区现有压力容器探伤室进行辐射屏蔽升级改造，并新增使用 2 台 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装置。项目建成后，现有探伤室不新增年曝光时间，维持原设计的 498h/a 探伤工作时间。

建设单位现有压力容器探伤室位于制造车间东北角，为车间内单层独立建筑，探伤室建筑面积 108.15m<sup>2</sup>，包括 1 间曝光室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室。其中，曝光室建筑面积 68.25m<sup>2</sup>，操作室建筑面积 13.689m<sup>2</sup>，暗室建筑面积 12.636m<sup>2</sup>，评片室建筑面积 16.2m<sup>2</sup>。现有曝光室内净空尺寸为长 9.5m×宽 5.5m×高 4.0m，四面墙体均为 500mm 厚混凝土；屋顶为 300mm 厚混凝土；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽 0.7m×高 0.7m，迷道内墙为 400mm 厚混凝土；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度 6mm；南侧工件进出门尺寸宽 3.5m×高 4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度 12mm，电动铅门尺寸宽 4.0m×高 4.4m（底部沉入地面 200mm）。

本项目拟对现有压力容器探伤室的曝光室进行辐射屏蔽升级改造。升级改造后，曝光室具体屏蔽情况如下：曝光室净空尺寸为长 9.5m×宽 5.5m×高 4.0m（无变动），四面墙体升级为 500mm 厚混凝土（现有）+6mm 铅层强化屏蔽（新增）；屋顶为 300mm 厚混凝土（现有）+4mm 铅层强化屏蔽（新增）；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽 0.7m×高 0.7m，迷道内墙为 400mm 厚混凝土（无变动）；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度 12mm（更换）；南侧工件进出门尺寸宽 3.5m×高 4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度 32mm（更换），电动铅门尺寸宽 4.0m×高 4.4m（底部沉入地面 200mm）。探伤室为一层结构，房顶无人员活动。

本项目建成后，压力容器探伤室内拟使用 3 台 X 射线探伤机，其中 XXG2505 型定向 X 射线探伤机 1 台（现有设备，最高管电压 250kV，最大管电流 5mA）、320kV 周向 X 射线探伤机 1 台（本项目新增设备，型号待定，最高管电压 320kV，最大管电流 5mA）、300kV

定向 X 射线探伤机 1 台(本项目新增设备,型号待定,最高管电压 300kV,最大管电流 5mA)。每次探伤工作仅有 1 台探伤机处于出束状态,3 台探伤机合计年最大有效出束曝光时间 498h,不新增探伤作业时间。

按照国家“射线装置分类办法”(国家卫生和计划生育委员会 环境保护部 2017 年 66 号文),本项目新增 320kV 周向 X 射线探伤机、300kV 定向 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。

本项目建成后,压力容器探伤室内配置的 3 台 X 射线探伤机不同时使用、不增加探伤作业时间,且本项目仅开展室内探伤,无室外探伤作业。

本项目探伤室为单层独立建筑,房顶无人员活动。项目建成前后,曝光室屏蔽体变更情况见下表 1-1。

表 1-1 项目建成前后曝光室屏蔽体变更情况表

	曝光室净空尺寸	屏蔽体情况(单位: mm)						工件门	迷道门
		东墙	北墙	西墙	南墙	屋顶	迷道内墙		
现有情况	9.5m×5.5m×4.0m	500mm 混凝土	500mm 混凝土	500mm 混凝土	500mm 混凝土	300mm 混凝土	400mm 混凝土	12mm 铅	6mm 铅
本项目建成后	9.5m×5.5m×4.0m	500mm 混凝土+6mm 铅	500mm 混凝土+6mm 铅	500mm 混凝土+6mm 铅	500mm 混凝土+6mm 铅	300mm 混凝土+4mm 铅	400mm 混凝土	32mm 铅	12mm 铅

注:屏蔽铅层厚度较薄,不考虑敷设改造后对曝光室净空尺寸的影响。

本项目建成后,压力容器探伤室内射线装置情况如下表 1-2 所示。

表 1-2 本项目建成后探伤室使用的射线装置情况一览表

名称	型号	主要技术参数	投射类型	射线装置种类	数量	使用场所	备注
X 射线探伤机	XXG2505 型	250kV, 5mA	定向	II 类	1 台	探伤室	现有
X 射线探伤机	待定	320kV, 5mA	周向	II 类	1 台	探伤室	新
X 射线探伤机	待定	300kV, 5mA	定向	II 类	1 台	探伤室	新增

### 3、项目组成及主要环境问题

项目组成及可能产生的环境问题见表 1-3:

表 1-3 工程项目组成及主要环境问题

名称	建设内容	主要环境问题	
		施工期	投产期
主体工程	改造现有压力容器探伤室 1 间:曝光室净空尺寸为长 9.5m×宽 5.5m×高 4.0m(无变动),四面墙体升级为 500mm 厚混凝土(现有)+6mm 铅层强化屏蔽(新增);屋顶为 300mm 厚混凝土(现有)+4mm 铅层强化屏蔽(新增);曝光室东南侧设置“L”型迷道,迷道通行尺寸宽 0.7m×高 0.7m,迷道内墙为 400mm 厚混凝土(无变动);迷道口人员进出门为手动平开铅门,内部铅层厚度 12mm(更	施工废气 施工废水 建筑垃圾 施工噪声 X 射线	X 射线 臭氧 废显(定) 影液 洗片废水 废胶片

	换); 南侧工件进出门尺寸宽 3.5m×高 4.0m, 设置电动平开铅门, 内部铅层厚度 32mm (更换), 电动铅门尺寸宽 4.0m×高 4.4m (底部沉入地面 200mm)。探伤室为一层结构, 房顶无人员活动。 本项目建成后, 压力容器探伤室内拟使用 3 台 X 射线探伤机, 其中 XXG2505 型定向 X 射线探伤机 1 台 (现有设备, 最高管电压 250kV, 最大管电流 5mA)、320kV 周向 X 射线探伤机 1 台 (本项目新增设备, 型号待定, 最高管电压 320kV, 最大管电流 5mA)、300kV 顶向 X 射线探伤机 1 台 (本项目新增设备, 型号待定, 最高管电压 300kV, 最大管电流 5mA)。每次探伤工作仅有 1 台探伤机处于出束状态, 3 台探伤机合计年最大有效出束曝光时间 498h, 不新增探伤作业时间。 本项目沿用现有探伤室警告标志、安全联锁装置、工作状态指示灯、视频监控装置等辐射防护措施。此外, 项目拟于曝光室南侧墙上增设视频监控探头 1 个, 于人员通道门处加装门机联锁装置 1 套及紧急停机/开门按钮 1 个。	臭氧 安装固废	噪声
辅助工程	依托曝光室东侧现有操作室、暗室及洗片室。曝光室建筑面积 68.25m <sup>2</sup> , 操作室建筑面积 13.689m <sup>2</sup> , 暗室建筑面积 12.636m <sup>2</sup> , 评片室建筑面积 16.2m <sup>2</sup> 。		
公用工程	依托厂区其他公用设施。		/
环保工程	探伤室内臭氧废气经机械排风系统于探伤室北侧墙外排放, 排风口朝向厂界北侧空地。 在制造车间北侧固废暂存区新建 1 个 5m <sup>2</sup> 危险废物暂存间, 用于暂存产生的废显 (定) 影液、废胶片和洗片废水, 危险废物定期委托有资质单位清运处置。	/	/
办公及生活设施	依托厂区其他办公及生活设施。 辐射工作人员每天一班操作。		生活污水 生活垃圾

#### 4、主要原辅材料

本项目探伤成像涉及洗片过程, 项目主要原辅材料及能耗情况见下表。

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

类别	数量	来源	用途	备注
定(显)影液	定影液: 100L/a	外购固体药品配制	洗片	主要成分: 硝酸银、卤化银、米吐尔、对苯二酚、菲尼酮、硫代硫酸钠
	显影液: 100L/a	外购固体药品配制	洗片	
胶片	10000 张	外购	成像	
水	100t/a	市政供水	洗片用水	
电	15000kW·h/a	市政供电	探伤机电	

#### 5、设备配置、主要技术参数及探伤工况

##### (1) 设备配置、主要技术参数

本项目压力容器探伤室使用 II 类射线装置 2 台, 射线装置参数情况见表 1-5。

表 1-5 射线装置参数情况

型号	输出		球管		穿透能力	工作温湿度	工作方式
	最大管	最大	焦点	辐射			

	电压	管电流	尺寸	角度			
XXG2505型	250kV	5mA	2. mm	40° (定向)	40mm (Fe)	温度 5~35℃, 相对湿度不大于 75%	电脑控制全自动 1: 1 间隙工作, 不切断电源时最大工作时 5min, 超过 5 min 自动分段工作, 间隙时间不少于休息时间。
新增待定	320kV	5mA	2.5mm	360° (周向)	50mm (Fe)	温度 5~35℃, 相对湿度不大于 75%	
新增待定	300kV	5mA	2.5mm	40° (定向)	45mm (Fe)	温度 5~35℃, 相对湿度不大于 75%	

## (2) 探伤部件及探伤工况

探伤部件：各类压力容器产品部件，材质为钢、铝合金等金属，最大尺寸不超过长 5m×宽 3.5m×高 2.5m，厚度一般为 5~50mm。探伤部件尺寸均小于探伤室工件门，可直接送入探伤室，不涉及野外（室外）探伤。

探伤送件方式：探伤室设置电动轨道平台用于输送探伤部件进出曝光室。探伤部件采用叉车、行吊或人工方式运送、固定于平台上，远距离控制平台输送探伤部件进入曝光室。采用轨道限制工件在曝光室内位置（限制范围：工件距离西墙不小于 2.25m，距离东墙不小于 3.25m，与北墙距离不小于 2.5m，与南侧工件门距离不小于 2.5m）。

正常探伤工况：X 射线是随 X 射线探伤机的开、关而产生、消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。探伤作业前，被测工件固定于轨道平台上，再由电动轨道送至曝光室内，然后调整 X 射线探伤机对准工件被检部位，并在被检部位敷设感光胶片，关闭曝光室各屏蔽门，操作员在控制台控制完成透照。接下来作业人员收回胶片，完成洗片处理并保存，规定部位的探伤工作即告完成。

探伤方式及时间：每次曝光时间 3min，每年设计探伤工件最大数量约 10000 件，每天最大曝光时间 2h，年工作时间 249 天，项目 X 射线探伤年最大曝光时间为 498h。

## 6、劳动定员及工作制度

劳动定员：建设单位现有射线装置操作人员 4 人，专门从事探伤工作。本项目不新增工作人员。2 名辐射工作人员已取得辐射安全培训证书，证书编号及有效期见下表。

表 1 本项目辐射工作人员清单

序号	姓名	性别	证书编号	证书有效期
1	**	男	CHO20215	2017.05.05-2021.05.04

2	**	男	CHO17881	2016.12.09-2020.12.08
<p>工作制度：探伤工人实行一班制，年工作日 249 天，X 射线探伤机工作方式属于间隙式作业。项目年有效出束曝光时间 498 小时。</p>				
<p>根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。</p>				
<p><b>7、项目依托的办公生活设施及环保设施情况</b></p>				
<p>本项目工作人员的日常工作生活将依托厂区的办公生活以及环保措施，根据现场调查项目所在区域有完善市政排污配套系统，生活污水经市政污水管网排入塔子坝城市生活污水处理厂，处理达标后排入涪江。</p>				
<p>厂区各建筑物内均设置有垃圾桶，员工产生的生活垃圾袋装收集，定时清理消毒，由市政环卫部门每日清运。</p>				
<p><b>四、产业政策符合性</b></p>				
<p>项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展改革委 2019 年第 29 号令），本项目属鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、<b>质量认证和检验检测服务</b>、科技普及”，项目符合国家当前的产业政策。</p>				
<p><b>五、项目外环境及选址合理性分析</b></p>				
<p>本项目位于四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号四川久远化工技术有限公司制造车间内。</p>				
<p><b>1、厂区周边环境关系</b></p>				
<p>根据现场踏勘，建设单位厂界西面紧邻塘汛东路，与禾大西普化学（四川）有限公司隔路相望，厂界最近距离约 33.1m；厂界南面紧邻洪恩东路，与四川东材科技集团股份有限公司（塘汛基地）隔路相望，厂界最近距离约 41.7m；厂界东侧紧邻四川同舟新型建材科技有限公司，双方建筑最近距离约 18.1m；厂界北面紧邻禾大西普化学(四川)有限公司远期用地（现状为空地）。</p>				

建设单位厂区外环境关系见下表

表 1-6 建设单位厂区外环境关系一览表

名称	位置	距离	性质	规模
塘汛东路	西面	紧邻	城市道路	/
禾大西普化学（四川）有限公司	西面	33.1m	工业企业	200 人
洪思东路	南面	紧邻	城市道路	/
四川东材科技集团股份有限公司（塘汛基地）	南面	41.7m	工业企业	500 人
四川同舟新型建材科技有限公司	东面	紧邻	工业企业	100 人
禾大西普化学(四川)有限公司远期用地	背面	紧邻	空地	/

## 2、探伤室周边环境关系

拟建探伤室位于建设单位厂区制造车间内东北角，紧邻车间北墙与东墙。探伤室北侧 7.7m 为厂区北围墙，围墙外为禾大西普化学（四川）有限公司远期用地；探伤室东侧为厂区道路及厂区东围墙，围墙外为四川同舟新型建材科技有限公司厂房，探伤室与厂房最近距离约 25.6m；探伤室西侧与南侧均为制造车间工艺区域，西侧 10m 处为新建危险废物暂存间。

项目探伤室周边外环境关系见附图 2-1、附图 2-2。

表 1-7 探伤室外环境关系一览表

名称	位置	距离	性质	规模
禾大西普化学（四川）有限公司远期用地	北面	7.7m	空地	/
四川同舟新型建材科技有限公司厂房	东南面	25.6m	工业企业	40 人
制造车间工艺区域	南面	紧邻	建设单位内部区域	20 人
制造车间工艺区域	西面	紧邻	建设单位内部区域	
危废暂存间	西面	10m	危险废物暂存场所	/

探伤室评价范围内无自然保护区、文物景观、居民集中居住点等环境敏感点。项目与周边环境相容。

四川久远化工技术有限公司现有厂区已取得四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）川环审批（2009）193 号文批复，厂区整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。本项目现有探伤室已取得四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）川环审批（2011）603 号文批复，探伤室作为厂区的配套建设项目，其选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。本项目为现有探伤室的改造项目，仅对现有探伤室的辐射防护措施进行强化，在完成建设后，本项目探伤室作为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

## 六、平面布置合理性分析

本项目探伤室位于位于建设单位厂区内现有制造车间东北角位置，为专门的放射性工作场所。产生电离辐射的曝光室与操作室、暗室等工作室以及探伤室外的生产厂房均由足够厚度的屏蔽墙体进行分隔。探伤室南侧为现有制造车间内部区域，工件进出门位于探伤室南侧，正对车间内工件暂存区，结合周边车间的整体布局和生产流程，有利于建设单位探伤部件由前置工序运送至探伤室开展探伤检测作业。同时该区域位于车间及厂区边界，生产加工人员活动较少，使其对其他人员的辐射环境影响尽可能降低。

探伤室东侧 25.6m 为四川同舟新型建材科技有限公司厂房，经预测，本项目通过采取有效的辐射屏蔽措施后对该区域人员的辐射影响很小。探伤室西侧建有符合规范要求的危险废物暂存间，有利于就近收集、暂存探伤作业产生的废显（定）影液、洗片废水、废胶片等危险废物。

综上，本项目建设的探伤室布置相对独立，检测过程中产生的 X 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，探伤室的平面布置既便于厂区各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总面平布置是合理的。

## 七、核技术利用现状

### 1、建设单位辐射安全许可证情况

#### (1) 已获许可使用核技术应用活动情况

目前，建设单位已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00504）），许可种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2021 年 8 月 11 日。现已获得许可的射线装置 1 台，具体情况见表 1-5。

表 1-5 已获得许可使用的射线装置情况

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
1	X 射线探伤机	II	1	XXG-2505	250	5	工业探伤	制造车间探伤室

#### (2) 近期核技术应用活动变更及履行环保审批情况

建设单位于 2011 年 12 月获得了四川省环境保护厅（现四川省生态环境厅）下发的《关于四川久远化工技术有限公司压力容器探伤室建设项目环境影响报告表的批复》（川环审批（2011）603 号），该项目建设内容包括：新建 X 射线探伤室一间，含曝光室、操作室、暗室、评片室各一间。同时，在曝光室内使用 1 台 XXQ-2505 型周向 X 射线机和 1 台 XXG-2505

型定向 X 射线机，均属 II 类射线装置。两台 X 射线探伤机曝光时间不超过 498h。

2020 年 10 月，该项目探伤室处于正常运行状态，探伤室内仅使用 1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机，该 X 射线探伤机已登记入建设单位辐射安全许可证中。

## 2、射线装置的安全和防护状况

根据调查了解，建设单位自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

## 3、辐射工作人员

劳动定员：建设单位现有射线装置操作人员 4 人，专门从事探伤工作，其中 2 名辐射工作人员已取得辐射安全培训证书。本项目依托现有人员开展，不新增辐射工作人员。

**建设单位承诺：**根据四川省辐射安全管理要求，将安排本单位为执证人员通过主管部门组织的辐射安全考试，获得合格证书并执证上岗。

### (2) 个人剂量监测情况

建设单位现有辐射工作人员均配有个人剂量计，并要求从事放射工作期间必须佩戴。单位每季度组织对个人剂量计进行检测，并将检测结果记录存档，建立个人剂量档案。

建设单位委托有资质单位对辐射工作人员 2019 年受照剂量进行了监测。经评价复核，未出现个人剂量超标情况。

## 4、辐射安全管理制度的执行情况

### (1) 辐射防护管理机构

建设单位设置了辐射安全管理领导小组，详见附件），并明确了相应职责。

### (2) 辐射安全管理制度建立和执行情况

根据相关文件的规定，结合单位实际情况，建设单位已制定有一套辐射安全管理制度和操作规程，包括《辐射安全防护管理制度》、《探伤机操作规程》、《辐射工作场所岗位职责》、《台账、档案管理制度》、《辐射安全与防护监测制度》、《辐射安全工作人员培训制度》、《个人辐射剂量管理制度》和《辐射事故应急预案》等。

建设单位现行辐射安全管理制度建立和执行情况分析见下表。

**表 1-7 建设单位现行辐射安全管理制度建立和执行情况表**

《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）要求建立的制度文件	建立情况	执行情况	环评要求
辐射安全与环境保护管理机构文件	已有	有效下发执行	/
辐射工作场所安全管理规定（综合性文件）	《辐射安全防护管理制度》	有效下发，严格执行	/

辐射工作设备操作规程	《探伤机操作规程》	有效下发,严格执行	/
辐射安全和防护设施维护维修制度	未制定	/	应补充荧光仪维修维护制度
辐射工作人员岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	有效下发,职责明确	/
台账管理制度	《台账、档案管理制度》	有效下发,已完成现有台账登记管理	/
辐射工作场所和环境 射水平监测方案	《辐射安全与防护监测制度》	有效下发,监测内容不完善	应根据本评价要求进行更新完善
监测仪器使用与校验管理制度	未制定	配置有便携式辐射监测仪器仪表	应补充制定
辐射工作人员培训制度	《辐射安全工作人员培训制度》	有效下发,辐射工作人员全部执证上岗	应根据四川省最新规定要求及时更新,并安排辐射工作人员通过相应考核,执证上岗
辐射工作人员个人剂量管理制度	《个人辐射剂量管理制度》	有效下发,严格执行	/
辐射事故应急预案	《辐射事故应急预案》	有效下发,未发生辐射事故	/

### 5、年度评估情况

建设单位已填写了《2019 年度放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并按时网络提交给生态环境主管部门。

### 6、辐射事故及应急响应情况

通过现场踏勘，建设单位现有探伤室的辐射安全及环保设施运行正常。同时，建设单位自持证以来，未发生辐射安全事故。

### 7、遗留环境问题

通过现场踏勘，建设单位现有探伤室存在以下遗留问题，将在本次项目建设中予以解决。

#### (1) 人员通道门未设置门机连锁

建设单位现有探伤室人员通道门连接曝光室与操作室为手动平开铅门，内部铅层厚度6mm。该防护门未与探伤机设置门机连锁，探伤作业过程中处于关闭状态但无闭锁开关。不符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中 4.1.5 条款要求，存在探伤作业时人员误入，导致收到不必要额外照射的风险。建设单位目前采取控制人员进入操作室的管理措施以避免辐射事故的发生。本项目将对该人员通道门进行升级改造，加装门机连锁装置，并在人员迷道内设置紧急停机/开门按钮。

#### (2) 现有探伤作业危废暂存区不符合规范要求

建设单位现有探伤室探伤作业所产生的废显影液、废定影液及废胶片约 150L/a，采用密封桶装暂存于洗片室内，洗片废水直接排入污水管网，不符合国家法规对危险废物收集、暂存的规定要求。

2020年8月，建设单位已于制造车间内北端，本项目探伤室西侧约 10m 处新建危险废物暂存间 1 处，用于暂存车间内产生的危险废物。新建危险废物暂存间中单独设置 1 个隔间，用于暂存本项目产生的废显影液、废定影液及废胶片等危险废物。同时，本项目探伤作业产生的洗片废水全部作为危险废物集中收集暂存与危险废物暂存间，与其他危险废物一并，定期交有资质单位处置，不再排入厂区污水管网。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度(Bq)/活度(Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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) 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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) X 射线探伤机，包括医用诊断和治疗 (含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

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 (定向式)	II	1	XXG-2505	250	5	探伤、检测	探伤室	现有
2	X 射线探伤机 (周向式)	II	1	待定	320	5	探伤、检测	探伤室	新增
3	X 射线探伤机 (定向式)	II	1	待定	300	5	探伤、检测	探伤室	新增

**表 5 废弃物**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	少量	少量	少量	直接排放	经通风管排向大气
显影液	液态	/	/	/	100L	/	桶装, 暂存于危废暂存间	定期交有资质单位处置
定影液	液态	/	/	/	100L	/		
洗片废水	液态	/	/	/	100m <sup>3</sup>	/		
废胶片	固态	/	/	/	100kg	/		

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**

<p><b>法规文件</b></p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日颁布, 2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日实施);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日颁布, 2018 年 12 月 29 日修订实施);;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日颁布, 2003 年 10 月 1 日实施);</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 8 月 31 日颁布, 2019 年 3 月 2 日修订实施);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部 18 号令公布实施);</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2017 年 6 月 29 日环境保护部令第 44 号公布, 2018 年 4 月 28 日修正实施);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布, 2017 年 12 月 12 日修正实施);</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告公布实施);</p> <p>(9) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函〔2016〕430 号);</p> <p>(10) 《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 3 月 29 日四川省十二届人大常委会第 63 号公告公布实施)。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则核技术应用建设项目环境影响文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014);</p> <p>(5) 《工业射线辐射探伤安全和防护分级管理要求》(DB11-T1033-2013);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>

<b>其他</b>	<p>(1)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发〔2006〕145号);</p> <p>(2)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函〔2016〕430号);</p> <p>(3)《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》第三版);</p> <p>(4)《关于加强辐射工作人员剂量管理的通知》(川环办〔2010〕49号);</p> <p>(5)《四川省环境保护厅关于印发&lt;四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)&gt;的通知》(川环函〔2016〕1400号);</p> <p>(6)环评委托书。</p>
-----------	--

## 表 7 保护目标及评价标准

### 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的规定，本项目评价范围为探伤室实体屏蔽物边界外 50m 的范围。

### 保护目标

根据 X 射线探伤探伤室外环境关系图可知，探伤探伤室所处位置偏僻，周围半径 50m 范围内主要存在建设单位厂房及东侧四川同舟新型建材科技有限公司厂房，常驻人员较少，主要为建设单位的工人、办公室办公人员及部分四川同舟新型建材科技有限公司员工。

根据本项目的特点，确定评价范围为探伤室周围 50m 以内区域，主要保护目标为操作 X 射线探伤成像的职业人员和距射线装置 50m 以内的其他工作人员。

由于本项目新增的 X 射线探伤机仅在探伤室内使用，探伤室设置有完善的电离辐射防护设施与辐射安全管理措施，电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近，有代表性的环境保护目标进行分析。

本项目主要环境保护目标主要包括探伤机辐射工作人员和周边其他工作岗位的公众等。

根据附图 2-1、附图 2-2，本项目探伤室周边环境保护目标分布见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

辐射场所	保护目标	相对位置	与探伤机最近距离 (m)	与探伤机高差 (m)	备注
探伤室	操作人员	曝光室东侧操作室	>3.75	0	职业人员
	其他工人	曝光室外南侧工件门外	>3	0	公众
	临时通过人员	曝光室外西侧，制造车间内区域	>2.75	0	
	临时通过人员	曝光室外北侧，制造车间外空地	>3	0	
	临时通过人员	曝光室顶部	>2.8	0	
	周边公众	曝光室东侧四川同舟新型建材科技有限公司厂房	>28	0	

### 评价标准

本项目执行以下标准：

#### 一、环境质量标准

1、大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准(臭氧小时均值  $0.2 \text{ mg/m}^3$ )。

2、地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水域标准。

3、声学环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2类标准。

## 二、污染物排放标准

1、废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。

2、废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准。

3、噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准限值；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 2 类标准。

## 三、辐射防护标准

### 1、职业照射和公众照射

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

**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)附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）， $20\text{mSv}$ 。

结合本项目所在地审管部门的要求，本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)职业照射剂量限值  $20\text{mSv}$  的四分之一执行，即  $5\text{mSv/a}$  作为职业工作人员的剂量管理值。

**公众照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值：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下述限值：年有效剂量， $1\text{mSv}$ 。

结合本项目所在地审管部门的要求，本项目公众照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)公众照射剂量限值的十分之一执行，即  $0.1\text{mSv/a}$  作为剂量管理值。

### 2、辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)要求，屏蔽室屏蔽体外  $0.3\text{m}$  处的空气比释动能率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**一、监测项目和监测方法**

**1、监测内容**

本次评价委托绵阳市辐射环境监测站于 2020 年 8 月 4 日对建设单位现有探伤室进行了辐射环境质量现状监测。辐射环境监测情况和结果如下：

**2、监测项目**

监测项目和监测仪器技术指标及鉴定情况见下表 8-1。

**表 8-1 监测项目及使用设备一览表**

仪器名称及编号	仪器参数	校准单位	校准日期	校准号
6150AD-b 型 X-γ 辐射仪 039	检出限：50nSv/h 测量范围：50nSv/h ~99.99μSv/h;	中国测试技术研究院	2019.10.16	校准字第 201910002738 号

**3、监测方法**

监测方法和方法来源表 8-2

**表 8-2 监测方法、方法来源一览表**

项目	监测方法及方法来源
X-γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)
	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)

**4、射线装置相关参数**

设备型号 XXG-2505，额定参数：250kV/5mA，实测参数 230kV/5mA。

**二、质量保证**

本项目环境监测单位绵阳市辐射环境监测站通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

**1、人员管理**

从事监测的单位通过了中国国家认证认可监督管理委员会组织进行的国家级计量认证。

**2、仪器设备管理**

(1) 管理与标准化；(2) 计量器具的标准化；(3) 计量器具、仪器设备的检定

**3、记录与报告**

(1) 数据记录制度；(2) 报告质量控制。

### 三、监测结果

表 8-3 拟建厂址周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果单位: nSv/h

点位	监测点位	未出束	未出束	出束	出束	备注
		监测值	标准差	监测值	标准差	
1	探伤室内中心点	64	4.9	/	/	
2	探伤室东侧操作室防护门外 30cm 处	78	6.9	86	3.7	控制台位置
3	探伤室东侧墙外 30cm 处	93	2.3	97	2.5	评片室内位置
4	探伤室北侧墙外 30cm 处	60	3.6	65	2.7	厂房外空地位置
5	探伤室西侧墙外 30cm 处	88	5.4	109	4.0	厂房内位置
6	探伤室南侧工件防护门外 30cm 处	74	6.9	78	3.6	厂房内位置
7	探伤室东侧厂区道路	65	3.6	67	2.2	

说明: 以上数据均未扣除宇宙射线响应值。

### 四、辐射现状监测结果分析

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。

由监测结果可知:拟建场址环境  $\gamma$  辐射剂量率经换算后为 65~109nGy/h,与《2019 年四川省生态环境状况公报》发布的监测数据相比较 ( $\gamma$  辐射空气吸收剂量率小时均值范围 76.8~163nGy/h) 相比较,在天然贯穿辐射水平波动范围内,属正常环境本底水平。

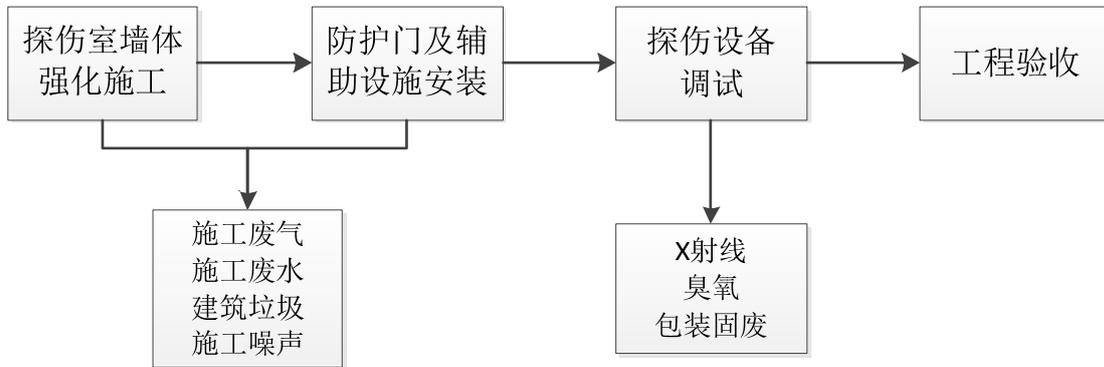
综上,可得出以下初步结论:本项目探伤室周边辐射环境处于本底状态。

**表 9 项目工程分析和源项**

**工程设备和工艺分析**

**一、施工期工艺分析**

本项目施工期工艺流程及污染物产生环节见下图：



**图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图**

本项目为改造项目，主要为探伤室内装饰装修及设备（防护门、辅助设备等）安装工作。在施工过程中有施工机械噪声、施工废气、建筑垃圾及施工废水产生，但由于项目工程量少，施工期短，施工期对项目所在周围环境质量的影响较小，主要为设备安装调试阶段对周边环境的辐射影响。

本项目新增探伤机设备由建设单位委托专业辐射工作人员调试，最后工程验收完毕即可投入使用。本项目施工期产污环节主要在设备的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响，同时设备调试完成后，会有少量的废包装材料等固废产生。

为确保本项目探伤室工程屏蔽防护设施满足环保要求和辐射防护安全，环评要求：

①曝光室的辐射防护强化工程施工必须符合其设计要求。屏蔽墙强化铅层应完整无裂缝，墙体与地面之间、墙体与顶板之间以及四面墙体之间等屏蔽层拼接处应做好搭接或覆盖工作，保障强化屏蔽层不留缝隙，以防出现局部屏蔽不足的情况。

②升级改造或更新的工件进出防护门、人员进出防护门的尺寸应大于门洞尺寸，防护门与屏蔽墙搭接部分的宽度不小于 10 倍门与屏蔽墙之间的缝隙，工件进出防护门、人员进出门门槛下端应嵌入地面以下或采用屏蔽门槛等强化措施。

③凡涉及射线装置和后装机的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证设备的固有安全性完好，安装调试阶段屏蔽体应屏蔽到位，关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时探伤室必须上锁并派人看守。设备调试阶段，应严格执行辐

射安全管理制度，不允许其他无关人员进入探伤室所在区域，防止辐射事故发生。

④项目危废暂存间应满足防雨、防晒、防火、防渗和防腐要求，洗片室、危废暂存间均应划分为重点防渗区，地面应进行防渗处理（2mmHDPE 防渗膜防渗（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$  cm/s））。

## 二、营运期设备和工艺分析

### 1、工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空管中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，被设计安置在聚焦杯中。当灯丝通电加热以后，电子被“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束装，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。由于在 X 射线管的两极之间加油高压电场，在电场作用之下，使得电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，在 X 射线管内高速运动的电子与靶原子碰撞时，与原子核的库仑场相互作用，由于电子急剧减速而产生电磁辐射。电子与靶相撞之前初速度各不相同，相撞是减速过程又各不相同，少量电子经一次撞击就全部失去动能，而大部分电子经过多次制动以后逐渐失去动能，这就使得能量转换过程中所发出的电磁辐射具有各种波长，从而形成连续 X 射线。X 射线管简图如下：

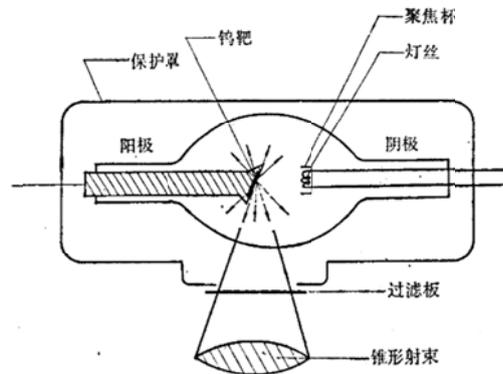


图 9-2X 射线管示意图

### 2、项目探伤工艺流程

本项目探伤室原有 1 台 X 射线探伤机，本项目拟新增 2 台 X 射线探伤机。X 射线探伤机的探伤工艺流程基本相同。典型探伤工况操作流程可简单描述为：确定曝光时间和曝光位置；铺设胶片于需探伤工件或部件；曝光照片；冲洗胶片及评片。

(1) 在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，算出曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入探伤室区域，以免发生误照事故。

(2) 开启控制器电源，确认数码管显示与拨号盘一致、初级电压指示表指针在一半位置上，否则严禁开启高压；

(3) 当电源电压正常时，调节千伏选择按钮，调整到需要的值；调节时间按钮，选择需要的曝光时间，准备进行下一步骤；

(4) 确认探伤室内无人后，关闭防护门，启动高压，按下开高压按钮并持续 1 秒钟，即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，X 射线发生器开始工作，向外辐射 X 射线；

(5) 当数码管显示“0.0”时，曝光结束。仪器自动切断高压，喇叭“嘟..嘟..嘟..”鸣叫三声，并进入 1: 1 休息，数码管显示预选值，准备下一次曝光。此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

(5) 若连续曝光，再次按下开高压按钮。否则，开启防护门，进行取片、洗片、评片等工作。

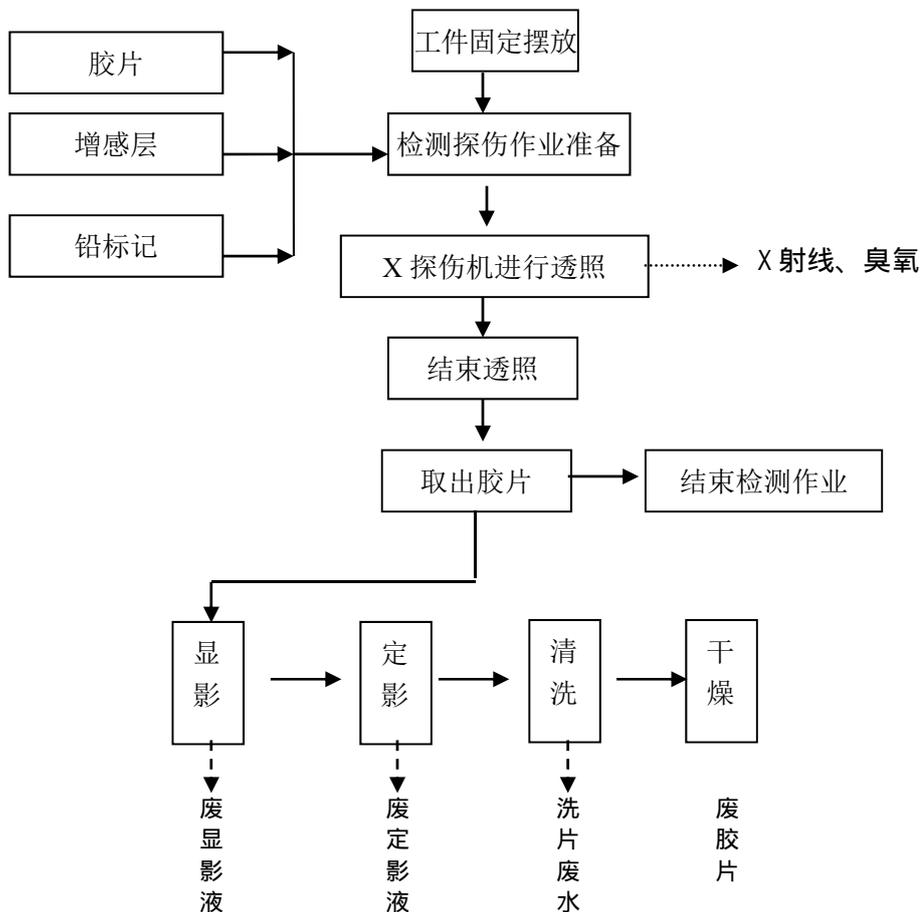


图 9-3 X 射线探伤机工艺流程及产污图

### 3、主要污染工序：

由图 9-2 可知，本项目营运中产生的主要污染物为探伤机出束过程中产生的 X 射线、臭

氧、噪声及洗片过程产生的废显（定）影液、洗片废水、废胶片。

由 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能力为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在非探伤出束状态下不产生射线，只有在开机并处于探伤出束状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为本项目射线装置污染环境的主要因子。

#### 4、探伤工况分析

探伤部件：各类压力容器产品部件，材质为钢、铝合金等金属，最大尺寸不超过长 5m×宽 3.5m×高 2.5m，厚度一般为 5~50mm。探伤部件尺寸均小于探伤室工件门，可直接送入探伤室，不涉及野外（室外）探伤。

探伤送件方式：探伤室设置电动轨道平台用于输送探伤部件进出曝光室。探伤部件采用叉车、行吊或人工方式运送、固定于平台上，远距离控制平台输送探伤部件进入曝光室。采用轨道限制工件在曝光室内位置（限制范围：工件距离西墙不小于 2.25m，距离东墙不小于 3.25m，与北墙距离不小于 2.5m，与南侧工件门距离不小于 2.5m）。

探伤方式及时间：每次曝光时间 3min，每年设计探伤工件最大数量约 10000 件，每天最大曝光时间 2h，年工作时间 249 天，项目 X 射线探伤年最大曝光时间为 498h。

本项目探伤工况见下表。

表 9-1 探伤机参数及探伤工况

放射工作场所	使用的射线装置情况						射线装置分类
	名称	型号	额定参数	工作工况	工作方式	数量	
探伤室	X 射线探伤机	XXG2505 型	250kV 5mA	透照	单次曝光时间最长预置 3min，年总曝光时间不超过 498h	1	II 类射线装置
	周向 X 射线探伤机	待定	320kV 5mA	透照		1	II 类射线装置
	定向 X 射线探伤机	待定	300kV 5mA	透照		1	II 类射线装置

#### 污染源项描述

##### 1、电离辐射

本项目涉及 II 类射线装置的使用，在开机状态下主要电离辐射为 X 射线，未开机状态不产生 X 射线。

##### 2、废气

本项目涉及的Ⅱ类射线装置在曝光过程中将产生臭氧，经风机强制换气，由地下U型管道排出探伤室，于探伤室北侧墙外排放，排放口朝向厂界北侧空地。

### 3、噪声

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，风机配套的电机功率为 0.12kW，声压级为 60dB(A)，噪声经距离衰减后影响较小。

### 4、生产废水

本项目排放的生产废水主要是探伤胶片显影、定影过程中产生的废显（定）影液，以及完成显影、定影后，对相片进行冲洗产生的洗片废水，本项目生产废水将全部作为危废集中收集暂存与危废暂存间，由有资质单位统一回收处置，不外排。

### 5、危险废物

暗室洗片过程中将产生废显（定）影液和洗片废水，在评片过程中将产生废胶片。

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，洗片废水中含有较高浓度的银离子。根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 39 号）中的危险废物划分类别，废显（定）影液、洗片废水和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，均采用密封桶装收集后暂存于探伤室所在车间危废暂存间，由有资质单位统一回收处理，不外排。

### 6、生活污水、生活垃圾

项目营运期，辐射工作人员所产生的生活污水直接排入周边市政污水管网。辐射工作人员所产生的生活垃圾收集暂存于厂区的垃圾收集房，由环卫部门集中清运处置。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

**一、工作区域管理**

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求在放射性工作场所内划出控制区和监督区。本次环评的探伤室为改造项目，已根据国际放射防护委员会第103号出版社对控制区和监督区的定义，结合项目工业探伤、辐射防护和环境情况特点进行了辐射分区划分，见表10-1、图10-1。

**表10-1 本项目“两区”划分一览表**

设备名称	控制区	监督区
X射线探伤机	曝光室（含迷道）	操作室、暗室、评片室、探伤室周边黄线围成的区域（工件门南侧区域、操作室南侧区域）
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人进入。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定，控制区应有明确的标记，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌。	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非辐射工作人员进入。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定，应在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警示标识和“无关人员禁止入内”警告牌。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。本项目中，控制区为X射线检测间(含迷道)，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的中文警告标志。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。本项目监督区为操作室。在监督区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。

根据项目实际情况，对于本项目辐射分区管理，**环评要求：**1) 本项目应在探伤室工件门出入口均张贴醒目的辐射标志；2) 建设单位应做好工作人员辐射安全培训，并安排辐射管理人员定期巡查探伤室周边区域，防止非许可人员接近或操作探伤设备。

**二、辐射安全及防护措施**

本项目射线装置主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面：

## 1、探伤室的实体防护措施

本项目的探伤室是由专业设计单位设计的，包含了曝光室、操作室及配套的辐射安全防护系统。探伤室外设 X 射线工作状态提示，保证操作者安全。探伤室工件进出铅门及人员进出铅门外均设有明显可见的报警灯。探伤室内部设有照明及 220V 电源插座。工件进出铅门与 X 射线探伤机控制电路连接并设置为安全联锁保护，即：铅门未关好，X 射线探伤机电源箱无法通电，X 射线探伤机不能启动；X 射线探伤机运行过程中，铅门控制箱不可操作，铅门不可打开；X 射线探伤机电源箱断电后，铅门控制箱接触限制，可操作开关门；如铅门被意外打开，则 X 射线探伤机自动断电。开启其警示灯闪烁功能。

本建设项目通过对探伤室进行辐射屏蔽省级改造，使其有足够厚的屏蔽体构成封闭型曝光室，以屏蔽防护 X 射线，防护厚度充分考虑了 X 射线直射、散射、漏射效应。屏蔽指标见下表 10-2。

曝光室为整体浇筑成型建筑，曝光室净空尺寸为长 9.5m×宽 5.5m×高 4.0m（无变动），四面墙体升级为 500mm 厚混凝土（现有）+6mm 铅层强化屏蔽（新增）；屋顶为 300mm 厚混凝土（现有）+4mm 铅层强化屏蔽（新增）；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽 0.7m×高 0.7m，迷道内墙为 400mm 厚混凝土（无变动）；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度 12mm（更换）；南侧工件进出门尺寸宽 3.5m×高 4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度 32mm（更换），电动铅门尺寸宽 4.0m×高 4.4m（底部沉入地面 200mm）。探伤室为一层结构，房顶无人员活动。

屏蔽探伤室外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h，保证工作人员和周围公众受照剂量满足环评提出的剂量约束要求。

表 10-2 探伤室的防护措施表

曝光室净空尺寸	屏蔽体厚度(铅厚度)		工件防护大门厚度 (铅厚度)	迷道防护门 厚度(铅厚度)
	四周墙体	屋顶		
9.5m×5.5m×4.0m	500mm 混凝土 +6mm 铅	300mm 混凝土 +4mm 铅	32mm 铅	12mm 铅

## 2、X射线探伤机的固有安全性

本项目现有 1 台 X 射线探伤机、新增 2 台 X 射线探伤机的固有安全性均包括以下几个部分：

### （1）开机时系统自检

开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机会示意操作者可以

进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

#### (2) 延时启动功能

按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受X射线的辐射，在产生X射线之前，系统将自己延时1分钟，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声。这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

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

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

(5) 设备停止工作120小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免X射线发生器损坏。

#### (6) 过电流保护

设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值1~3mA时，或高压对地放电时，设备会自动切断高压。

#### (7) 失电流保护

设备带有失电流保护继电器，当管电压低于5mA时，自动切断高压。

#### (8) 过电压保护

设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值5~10kV时，自动切断高压。

### 3、安全联锁及紧急停机

#### (1) 门机联锁

探伤室现有工件进出铅门与X射线探伤机高压控制器联锁，本项目将增加人员进出铅门与X射线探伤机高压控制器联锁。

当各屏蔽铅门关紧后，探伤机才能启动探伤，否则处于断电状态不能启动。探伤机的高压电源未关闭，屏蔽铅门不能被打开。

#### (2) 门灯联锁

在探伤室工件进出铅门及人员进出铅门外均安装有显示工作状态的警示灯，并与探伤机的高压电源联锁。工作状态指示灯显示正在进行探伤作业。以上安全联锁装置可有效的

保护操作人员和公众，避免因人为误入造成辐射安全事故。

### (3) 紧急止动装置

在控制台上设置1个紧急止动按钮，曝光室内工件进出铅门侧、西侧墙面及人员进出铅门门口各设置1个紧急止动按钮，按下按钮，高压电源立即被切断并停止出束。工件进出铅门侧与人员进出铅门侧紧急止动按钮兼具开门按钮功能。紧急止动按钮离地高度1.5m，并设置显著的中文“紧急停机”标识。

### (4) 钥匙控制

控制台有防止非工作人员操作的锁定开关，钥匙由探伤机操作人员携带保管，换班、检修时检查钥匙交接情况，防止非工作人员误操作探伤机。

## 4、其他辐射防护措施

### (1) 警告标志

机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在探伤室的四周及防护门的醒目位置张贴有固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。



图 10-2 电离辐射警告标志

### (2) 报警及计量监测装置

为防止探伤机工作时人员误入曝光室，或人员未离开曝光室而启动探伤机等辐射事故的发生，本项目设置声（光）报警、剂量监测装置等。主要包括：

①操作室配备有 1 台便携式 X- $\gamma$  辐射剂量率仪和 3 台个人剂量报警仪，以便随时了解区域的剂量大小，防止受到高剂量误照。

②探伤室各进出铅门外设计声光报警装置，在探伤作业工作过程中正常运行，具有声、光报警功能。提醒探伤工作人员注意防护。

③探伤工作人员配备个人剂量片（2 个/人），要求在上班时必须随身佩戴。

### (3) 视频监控装置

探伤室设置1套视频监控装置，显示屏位于控制台的前方，现有监控装置探头位于曝光室内北侧墙角，本项目拟于南侧墙上及迷道拐角位置新增2个监控装置探伤，以保证曝光室及迷道内无死角观察。工作人员可通过显示屏查看曝光室内的全部情况。

### (4) 通排风

探伤室换气通风管道采用的 PVC 管道，排风管道采用“U”型管道沿地沟布设穿越北侧墙，排风管道埋地平面下 350mm，风机是安装在在探伤室外面，强制换气，风量大于  $600\text{m}^3/\text{h}$ ，将臭氧导出探伤室。排气管口位于探伤室外北侧，距地面高度约 1m，排风口朝向厂区北侧无人空地。环评认为，探伤室换气排风管道采用“U”型管道沿地沟布设可满足辐射防护所要求的屏蔽效能。

### (5) 电缆进出口

探伤成像设备控制电缆线管的洞口，是探伤室屏蔽结构薄弱处。为了减少探伤作业时 X 射线通过线缆穿越孔的外泄，穿过探伤室屏蔽墙的电缆线弯成 U 形，其开口位于曝光室与操作室之间。电缆管道采用的 PVC 管，埋地平面下 100mm 可满足辐射防护所要求的屏蔽效能。

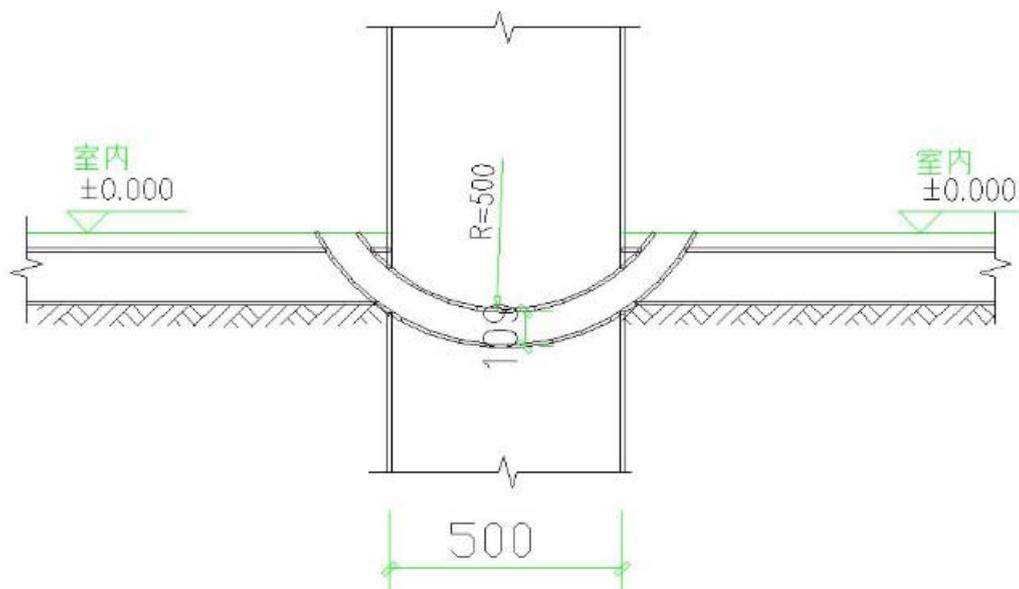


图 10-3 电缆进出口管道结构图

本项目探伤室安全设施布置见附图3-2。

## 三、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用Ⅱ类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表10-3：

**表10-3 放射性工作场所“六防”措施一览表**

工作场所	措施类别	对应措施
探伤室	防火	射线装置工作场所安装有烟气报警装置和消防栓，同时在工作人员容易触及的地方均配置有干粉式灭火器。
	防水	厂区做了较好的防水设计（厂区边界设置有排水沟），不受地下水影响。
	防盗、防抢和防破坏	①本项目射线装置集中安置于探伤室内，探伤室纳入项目建设单位日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏和遗失； ②工作场所设置有监控摄像头实行 24h 实时监控。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置均为正规厂家生产的产品，固有防护措施，X射线漏射不会超过《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的限值要求； ②建设单位制定有射线装置维修维护制度，定期对射线装置进行检修，确保射线装置正常运行。 ③建设单位每月自行开展射线装置辐射检测一次，对射线装置的运行情况 & 屏蔽设施完整情况进行检测。同时，每年委托有资质单位进行射线装置工作场所电离辐射检测。 ④规范设置辐射“两区”管理警示线、电离辐射警告标志等，并定期检查工作状况，确认是否需要调整或更改。

### 三废的治理

#### 1、废气治理措施

X射线探伤机在曝光过程中产生的少量臭氧排入探伤室，然后经探伤室排风机排放至大气（连续通风），探伤室出风口位于探伤室外部北侧，排风口朝向厂区北侧空地，对周边大气环境影响轻微。

#### 2、噪声

主要噪声源是通排风系统的风机，风机配套的电机功率为0.12KW，声压级为60dB(A)，噪声通过距离的衰减后，厂界噪声排放满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准，影响较小。

#### 3、废水

##### （1）生产废水

本项目排放的生产废水主要是探伤胶片显影、定影过程中产生的废显（定）影液，以及完成显影、定影后，对相片进行冲洗产生的洗片废水，本项目生产废水将全部作为危废集中收集暂存。

##### （2）生活污水

项目营运期，辐射工作人员所产生的生活污水直接排入周边市政污水管网。

#### 4、固废

##### (1) 生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾纳入厂区生活垃圾收集系统，由环卫部门定期清运处理。

##### (2) 危险废物

暗室洗片过程中将产生废显（定）影液和洗片废水，在评片过程中将产生废胶片。按照洗片过程工作经验，本项目每张胶片产生的废显（定）影液约 0.02L，洗片耗水约 10L，本项目每年形成胶片约 10000 张（10g/张），则本项目产生的废胶片约 100kg/a，废显（定）影液约 200L/a，洗片废水约 100 m<sup>3</sup>。

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，洗片废水中含有较高浓度的银离子。根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 39 号）中的危险废物划分类别，废显（定）影液、洗片废水和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，桶装收集后有资质单位统一回收处理，不外排。

评价要求：①项目危废暂存间应满足防雨、防晒、防火、防渗和防腐要求，危废暂存间应划分为重点防渗区，地面应进行防渗处理（2mmHDPE 防渗膜防渗（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s））；②项目产生的危险废物在危废暂存间内应分类隔离存放；③危废暂存间外应粘贴危险废物标识或标牌，对容器设置有完善的防倾倒、防渗漏措施；④转移危险废物时，必须按照规定填写危险废物转移联单，并向危险废物移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告。经采取上述措施后，项目危险废物可得到有效处置。

#### 5、环保投资估算

本项目总投资80万元，辐射防护环保投资55.6万元，占总投资的69.5%。本项目环保投资估算见表10-4。

表10-4 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

工作场所	措施类别	对应措施	投资额	备注
探伤室	辐射屏蔽措施	改造探伤室1间，净空尺寸为长9.5m×宽5.5m×高4.0m(无变动)，四面墙体升级为500mm厚混凝土（现有）+6mm铅层强化屏蔽（新增）；屋顶为300mm厚混凝土（现有）+4mm铅层强化屏蔽（新增）；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽0.7m×高0.7m，迷道内墙为400mm厚混凝土（无变动）；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度12mm（更换）；南侧工件进出门尺寸宽3.5m×高4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度32mm（更换），电动铅门尺寸宽4.0m×高4.4m（底部沉入地面200mm）。	40	新增

安全装置	“两区”管理分界标示更新、增加电离辐射警告标志若干	0.5	新增
	工件进出铅门门机联锁装置1套	0	利旧
	紧急停机按钮：控制台、工件进出铅门侧、曝光室西侧墙面各1个	0	利旧
	出束声光提示装置1套	0	利旧
	增加人员进出铅门门机联锁装置1套	12.0	新增
	紧急停机按钮：曝光室人员进出铅门口增加设置1个紧急制动按钮，兼具开门功能。		
	视频监控设施1套：曝光室内南侧墙上及迷道拐角位置新增2个监控装置探头，保障探伤室及迷道内无死角观察。		
通排风系统	所在探伤室通排风系统	0	利旧
监测设备	便携式X-γ监测仪1台	0	利旧
	个人剂量计6个（人均2个，一用一备）	0	利旧
	个人剂量报警仪3台	0.6	新增
应急物资	灭火器材1套	0	利旧
管理制度	辐射工作制度上墙	0	利旧
	事故应急预案演练	0.5	新增
固废治理措施	探伤室西侧新建1个5m <sup>2</sup> 危险废物暂存间，用于暂存产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废水，危险废物定期委托有资质单位清运处置	2.0	新增
合计		55.6	

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目为改造项目，主要为探伤室内装饰装修及设备（防护门、辅助设备 etc）安装工作。在施工过程中有施工机械噪声、施工废气、建筑垃圾及施工废水产生，但由于项目工程量少，施工期短，施工期对项目所在周围环境质量的影响较小，主要为设备安装调试阶段对周边环境的辐射影响。

设备安装调试阶段应由有资质的厂家或专业技术人员进行，并加强辐射防护管理。在此过程中应保证屏蔽体防护到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过探伤室的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

同时，为确保本项目探伤室工程屏蔽防护设施满足环保要求和辐射防护安全，环评要求：

①曝光室的辐射防护强化工程施工必须符合其设计要求。屏蔽墙强化铅层应完整无裂缝，墙体与地面之间、墙体与顶板之间以及四面墙体之间等屏蔽层拼接处应做好搭接或覆盖工作，保障强化屏蔽层不留缝隙，以防出现局部屏蔽不足的情况。

②升级改造或更新的工件进出防护门、人员进出防护门的尺寸应大于门洞尺寸，防护门与屏蔽墙搭接部分的宽度不小于 10 倍门与屏蔽墙之间的缝隙，工件进出防护门、人员进出门门槛下端应嵌入地面以下或采用屏蔽门槛等强化措施。

③凡涉及射线装置和后装机的安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证设备的固有安全性完好，安装调试阶段屏蔽体应屏蔽到位，关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时探伤室必须上锁并派人看守。设备调试阶段，应严格执行辐射安全管理制度，不允许其他无关人员进入探伤室所在区域，防止辐射事故发生。

④项目危废暂存间应满足防雨、防晒、防火、防渗和防腐要求，洗片室、危废暂存间均应划分为重点防渗区，地面应进行防渗处理（2mmHDPE 防渗膜防渗（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s））。

通过采取以上环保及辐射安全措施，可以有效减小项目建设阶段对周边环境的影响并

保障项目后续运行期的辐射安全。本项目工程量少，施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、辐射影响分析

本项目涉及1台XXG-2505型定向X射线探伤机（现有，250kV/5mA）、1台300kV定向X射线探伤机（新增，型号待定，300kV/5mA），1台320kV周向X射线探伤机（新增，型号待定，320kV/5mA）均布置于本项目探伤室内，射线装置年总曝光时间为498h。考虑到3台X射线探伤机不同时开机，评价以射线能量最高且为周向照射的320kV周向X射线探伤机作为辐射评价源项进行辐射影响分析。

#### 1、剂量率参考控制水平

本项目探伤室的关注点选取见表11-1和图11-1、图11-2。本项目各关注点照射途径均以有用线束进行评价分析。

表11-1 探伤室主要关注点布置

场所	位置编号	位置	照射途径	备注
探伤室	1	曝光室东侧操作室人员进出铅门外0.3m处	有用线束	职业
	2	曝光室东侧评片室屏蔽墙外0.3m处	有用线束	职业
	3	曝光室北侧屏蔽墙外0.3m处	有用线束	公众
	4	曝光室西侧屏蔽墙外0.3m处	有用线束	公众
	5	曝光室南侧工件进出铅门外监督区边界处	有用线束	公众
	6	曝光室顶部屏蔽墙外0.3m处	有用线束	公众

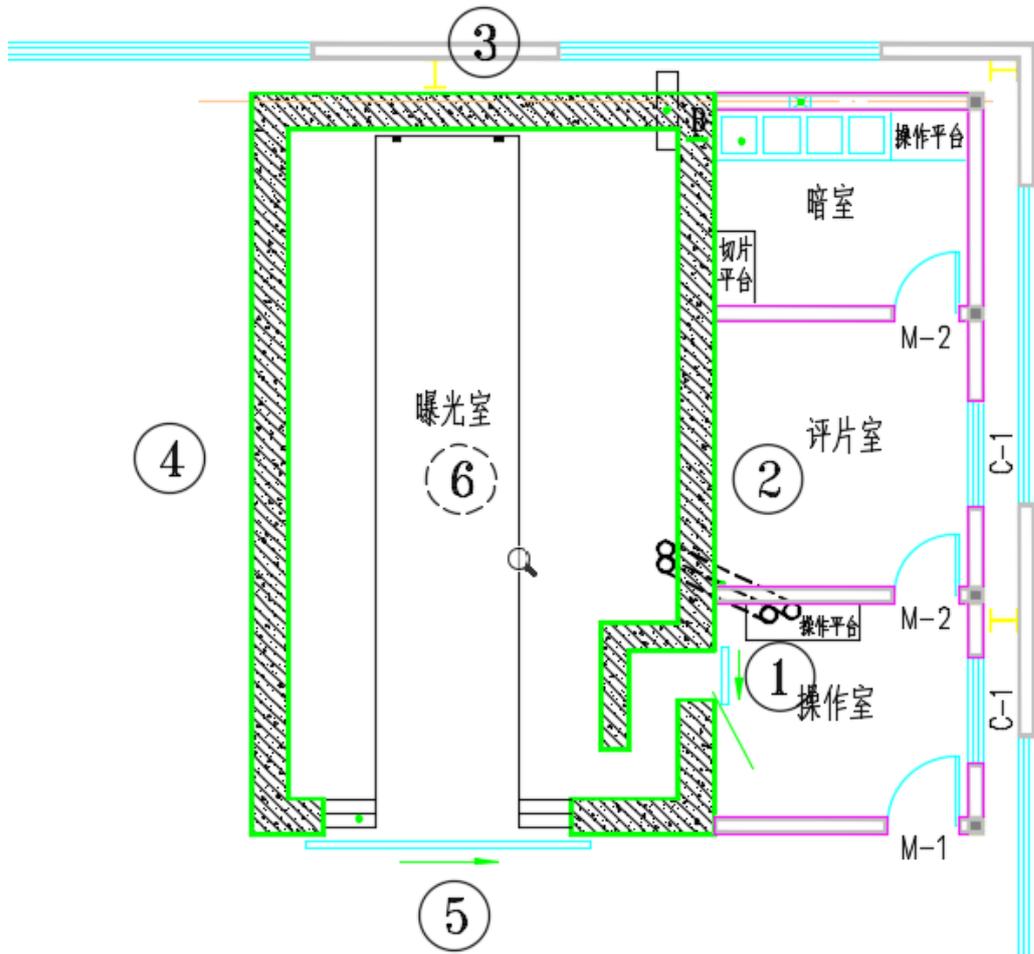
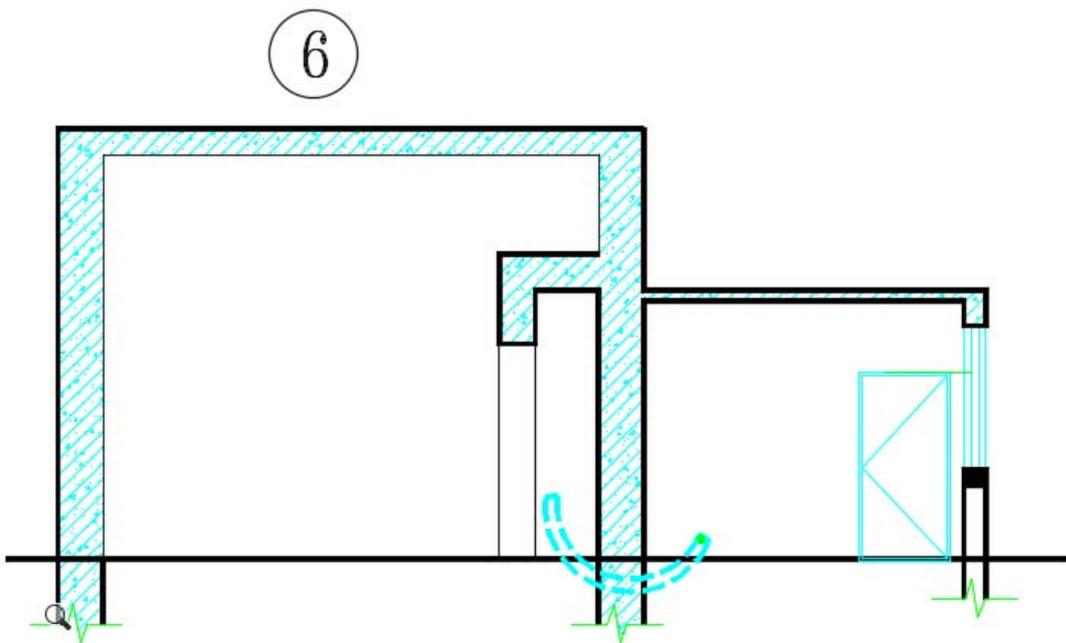


图11-1 探伤室关注点位图（平面）



探伤室关注点位图（剖面）

图11-2

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 探伤室外各关注点的剂量率参考控制水平 $H_c$ 由以下方法确定:

(1) 使用周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子, 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ :

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(\text{式11-1})$$

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

$H_c$ —周剂量参考控制水平; 本报告提出剂量管理约束值为职业人员  $5\text{mSv/a}$ 、公众  $0.1\text{mSv/a}$ , 年工作 50 周, 则职业人员  $H_c=100\mu\text{Sv/周}$ 、公众  $H_c=2\mu\text{Sv/周}$ ;

$U$ —关注位置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;

$t$ —探伤装置周照射时间,  $\text{h}$ ; 对于本项目, 年总出束时间 300h.  $t$  取值 6h.

(2) 关注点的最高剂量率参考控制水平  $H_{c,\text{max}}=2.5\mu\text{Sv/h}$ ;

(3) 取  $H_{c,d}$ 、 $H_{c,\text{max}}$  中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 ( $H_c$ ).

由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的居留因子见表 11-2.

表 11-2 曝光室外各关注点剂量率参考控制水平

场所	关注点位	受照类型	居留因子	剂量率参考控制水平 ( $H_c$ ) $\mu\text{Sv/h}$		
				$H_{c,d}$	$H_{c,\text{max}}$	$H_c$
探伤室	1	职业	1	10.04	2.5	2.5
	2	职业	1	10.04	2.5	2.5
	3	公众	1/4	0.80	2.5	0.80
	4	公众	1/4	0.80	2.5	0.80
	5	公众	1/4	0.80	2.5	0.80
	6	/	/		100	

注: 探伤室顶部为不上人屋面, 且评价范围内探伤室周边邻近及建筑均不在自辐射源点到曝光室内表面边缘所张立体角区域内, 根据GBZ/T250-2014中3.1.2条b)款, 顶部外表面30cm处剂量率参考控制水平取值 $100\mu\text{Sv/h}$ .

## 2、探伤室屏蔽防护设计效能核实

估算公式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中相关公式:

(1) 关注点达到剂量参考控制水平 $H_c$ 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 $B$ 按下式计算:

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

式中:  $B$ —屏蔽透射因子;

$H_c$ —剂量参考控制水平,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

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

为单位时，该参数应乘以60000的换算系数；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I—X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

(2) 对于估算出的屏蔽透射因子 B，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

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

式中：B—达到剂量参考控制水平 Hc 时所需的屏蔽透射因子；

TVL—见GBZ/T250-2014附录B表B.2。

(3) 屏蔽体厚度校核结果

本项目在最不利条件下，X射线管距探伤室各侧的距离见表11-1，各预测点位见图11-1、图11-2所示。

表11-3 本项目探伤室外主要预测点布置

位置编号	位置	与靶源的距离 m	照射途径
1	曝光室东侧操作室人员进出铅门外0.3m处	2.8	有用线束
2	曝光室东侧评片室屏蔽墙外0.3m处	2.8	有用线束
3	曝光室北侧屏蔽墙外0.3m处	2.8	有用线束
4	曝光室西侧屏蔽墙外0.3m处	2.8	有用线束
5	曝光室南侧工件进出铅门外监督区边界处	6.5	有用线束
6	曝光室顶部屏蔽墙外0.3m处	3.8	有用线束

本项目320kV周向X射线探伤机相关参数见表11-4。

表11-4 相关参数（保守按最大工况300kV、5mA考虑）

参数	数值			
I (mA)	5mA			
H <sub>0</sub> (mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min))	13.74 (3mmCu过滤，查GBZ250-2014附录表B.1，插值计算得)			
什值层(TVL)和半值层(HVL)	铅	电压等级	HVL (mm)	TVL (mm)
		320kV	1.86	6.2
	混凝土	电压等级	HVL (mm)	TVL (mm)
		320kV	30	100

将上述参数代入公式，计算本项目屏蔽体屏蔽厚度结果见表11-5。

表11-5 屏蔽体厚度校核结果

预测点位	距离R (m)	H <sub>c</sub> (μSv/h)	照射途径	校核厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	核算结果
1#	2.8	2.5	有用射束	400 (混凝土) + 8.2 (铅)	400 (混凝土) + 12 (铅)	满足要求
2#	2.8	2.5	有用射束	500 (混凝土) + 2.0 (铅)	500 (混凝土) + 6 (铅)	满足要求
3#	2.8	0.80	有用射束	500 (混凝土) + 5.1 (铅)	500 (混凝土) + 6 (铅)	满足要求
4#	2.8	0.80	有用射束	500 (混凝土) + 5.1 (铅)	500 (混凝土) + 6 (铅)	满足

						要求
5#	6.5	0.80	有用射束	31.5 (铅)	32 (铅)	满足要求
6#	3.8	100	有用射束	300 (混凝土)+2.8 (铅)	300 (混凝土)+4 (铅)	满足要求

注：1#-5#关注点均设在探伤室屏蔽体外30cm处。

由上表可知，本项目探伤室屏蔽体的理论计算厚度均小于设计厚度，表明本项目探伤室屏蔽体设计厚度满足辐射防护要求。

### 3、屏蔽体外辐射剂量估算

在本项目 X 射线探伤机自屏蔽体外设定关注点，关注点位见表 11-1 和图 11-1、图 11-2。从保守角度出发，假定 X 射线探伤机以最大工况（320kV、5mA）运行。

#### (1) 预测模式

估算公式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中相关公式：

#### ➤ 有用线束辐射屏蔽估算

在给定屏蔽物质厚度X时，由附录B.1曲线查出相应的屏蔽透射因子B。关注点的剂量率  $\dot{H}$  按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(公式 11-4)$$

式中：I—X射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位时，该参数应乘以60000的换算系数；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

#### ➤ 剂量估算

X射线外照射人均年有效剂量当量按下式计算：

$$H_{Er} = H(10) \times T \times t \dots\dots\dots(公式 11-5)$$

式中： $H_{Er}$ —X射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

H (10) —X 射线周围剂量当量率；

T—居留因子；

t—照射时间，h。

#### (2) 预测参数选取及结果

本项目探伤室屏蔽体外辐射剂量预测结果见表11-6。

表11-6 X射线探伤机探伤室外辐射剂量预测结果

关注点位	距离R (m)	照射途径	H <sub>0</sub>	屏蔽体厚度 (mm)	屏蔽透射因子 B	辐射剂量率H (μSv/h)
1	2.8	有用射束	13.74mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	400(混凝土)+12(铅)	1.16E-06	6.10E-01
2	2.8			500(混凝土)+6(铅)	1.08E-06	5.66E-01
3	2.8			500(混凝土)+6(铅)	1.08E-06	5.66E-01
4	2.8			500(混凝土)+6(铅)	1.08E-06	5.66E-01
5	6.5			32(铅)	6.90E-06	6.73E-01
6	3.8			300(混凝土)+4(铅)	2.26E-04	6.46E+01

由上表可知，正常工况下，除顶部外，探伤室屏蔽体外表面30cm处剂量率为 $5.66 \times 10^{-1} \sim 6.73 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，均低于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)规定的关注点最高剂量率控制水平(2.5μSv/h)以及评价给出的各关注点剂量率参考控制水平。探伤室顶部外表面30cm处剂量率为64.6μSv/h，低于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)规定的关注点最高剂量率控制水平以及评价给出的剂量率参考控制水平(100μSv/h)。

本项目3台X射线探伤机年总出束时间498小时。则项目探伤室外各关注点处的年有效剂量计算结果见表11-5。

表11-5 项目探伤室外关注点年有效剂量预测结果

关注点			辐射剂量率 (μSv/h)	居留因子	年工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
职业人员	3#	操作室控制台	1.21E-07	1	498	3.04E-01
	4#	操作室屏蔽门外	1.14E-01	1	498	2.82E-01
公众	1#	曝光室屏蔽墙外	5.21E-01	1/4	498	7.05E-02
	2#	曝光室工件进出铅门外	1.52E-01	1/4	498	7.05E-02
	5#	曝光室屋顶上方	5.21E-01	1/4	498	8.38E-02

注：探伤室顶部为不上人屋面，不再预测关注点年有效剂量。

由上表可知，正常工况下，经X射线探伤机探伤室屏蔽后，职业人员受到的照射剂量最高为0.304mSv/a，公众最大受照射剂量为0.0705mSv/a，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值(职业照射20mSv/a、公众照射1mSv/a)，也低于本报告提出的照射剂量约束值(职业照射5mSv/a、公众照射0.1mSv/a)。

### 3、对评价范围内居民点影响分析

本项目评价范围内，存在周边企业车间，项目X射线探伤机正常运行时对该居民点的辐射影响分析见下表。

表11-6 项目探伤室外年有效剂量预测结果

关注点	距装置实体	照射	屏蔽体	辐射剂量	居留	年工作时	年有效剂量
-----	-------	----	-----	------	----	------	-------

	边界距离 (m)	途径		率( $\mu\text{Sv/h}$ )	因子	间 (h)	(mSv/a)
6#探伤室南侧居民点	25.6	有用线束	500mm 混凝土+6mm 铅	6.77E-03	1	498	3.37E-03

由于上表结果可知，正常工况下，经屏蔽后，探伤室周边主要敏感目标受到的照射剂量最高值为 $3.37 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的公众剂量限值 $1 \text{mSv/a}$ 和本报告提出的公众照射剂量约束值 $0.1 \text{mSv/a}$ ，表明本项目运行期间对周边公众的影响是可接受的。

#### 4、射线装置报废

本项目涉及的X射线探伤机涉及报废时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断）。

**评价要求：**按照国务院 709 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 33 条要求，报废的射线装置应向环保部门申报并备案，接受工作场所监测、监管等，确保不遗留放射性问题。

## 二、非放射性环境影响分析

### 1、大气环境影响分析

#### (1) 臭氧产生情况分析

由于探伤室内X射线的电离作用，在空气中产生臭氧。臭氧的产生量与辐射强度，探伤室空间大小有关。

本项目X射线探伤机在曝光过程中产生的少量臭氧排入探伤室，然后经排风机排放至大气（连续通风），对周边大气环境影响较小。探伤室出风口位于车间北面，排风口朝向厂区空地。

#### (2) 臭氧浓度预测

X射线探伤机在开机出束过程中会产生有毒气体 $\text{O}_3$ ，参考《中华放射医学与防护杂志》（1994年4月第14卷第2期，P101~103），假设在辐照期间臭氧无分解，臭氧在辐照室内均匀分布，则臭氧的浓度由下式进行计算：

$$Q_0 = 2.43 \cdot D_0(1 - \cos \theta) \cdot R \cdot G \quad (\text{公式11-6})$$

式中： $Q_0$ ——臭氧的辐射化学产额， $\text{mg/h}$ ；

$D_0$ ——距靶 $1 \text{m}$ 处的比释动能率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；以较高能量 $320 \text{kV}$ 周向X射线探伤机计算，取值为 $0.0687$ ；

R——靶与屏蔽室壁的距离，m；

G——空气每吸收100ev辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取为10；

$\theta$  —— 射线束的半张角，此处取值180°；

## (2) 臭氧饱和浓度计算

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = \frac{Q_0 \cdot T_v}{V} \quad (\text{公式3-2})$$

式中： C——室内臭氧浓度，mg/m<sup>3</sup>；

$Q_0$ ——臭氧产额，mg/h；

$T_v$ ——臭氧有效清除时间，h；

V——探伤室体积，73.2m<sup>3</sup>；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a}$$

式中：  $t_v$ ——每次换气时间，h；取值0.25h；

$t_a$ ——臭氧分解时间，0.83 h。

根据以上公式可计算出，曝光室内O<sub>3</sub>的平衡浓度为2.25×10<sup>-3</sup>mg/m<sup>3</sup>，远低于《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)中臭氧1小时均值≤0.16mg/m<sup>3</sup>的标准限值，对各辐射工作场所内工作人员影响轻微。

X射线探伤机在曝光过程中产生的臭氧经探伤室排风机排放至外界大气(连续通风)，所排放的臭氧浓度为2.25×10<sup>-3</sup>mg/m<sup>3</sup>，远低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准中臭氧1小时均值≤0.2mg/m<sup>3</sup>的标准限值，对厂房周边大气环境影响轻微。

## 2、声环境影响分析

本项目射线装置工作场所使用的设备为低噪设备，运行时基本无噪声产生；工作场所的通排风系统设备运行时产生噪声，探伤室所使用的通排风系统为低噪声节能排风机，其功率为0.12kW(对应600m<sup>3</sup>/h通风量)，其噪声源强低于60dB(A)，噪声源强较小，对厂界噪声的贡献小于60dB(A)，对项目所在区域声学环境影响轻微。

## 3、水环境影响分析

### (1) 生产废水

本项目排放的生产废水主要是探伤胶片显影、定影过程中产生的废显(定)影液，以及完成显影、定影后，对相片进行冲洗产生的洗片废水，本项目生产废水将全部作为危废

集中收集暂存，对周边水环境无影响。

#### (2) 生活污水

项目运营期，辐射工作人员所产生的生活污水直接排放入周边市政污水管网，对项目周边的地表水影响轻微。

### 4、固体废弃物影响分析

#### (1) 生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾纳入厂区生活垃圾收集、清运系统，由环卫部门清运处置。

#### (2) 危险废物。

暗室洗片过程中将产生废显（定）影液和洗片废水，在评片过程中将产生废胶片。根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 39 号）中的危险废物划分类别，废显（定）影液、洗片废水和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，桶装收集后暂存于洗片室内的危险废物暂存间，定期委托有资质单位清运处置，不外排。项目每年产生的废显（定）影液约 200L/a，废胶片约 100kg/a，洗片废水约 100m<sup>3</sup>。

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，洗片废水中含有较高浓度的银离子。根据《国家危险废物名录》（环境保护部令 39 号）中的危险废物划分类别，废显（定）影液、洗片废水和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，桶装收集后由有资质单位统一回收处理，不外排，对周边环境无影响。

评价要求：①危废暂存间应满足防雨、防晒、防火、防渗和防腐要求，危险废物收集桶（容器）的放置场所应划分为重点防渗区，地面应进行防渗处理（2mmHDPE 防渗膜防渗（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$  cm/s））；②项目产生的危险废物在危废暂存间内应单独隔离存放；③危废暂存间外应粘贴危险废物标识或标牌，对容器设置有完善的防倾倒、防渗漏措施；在洗片暗室内设地沟或围堰，防止发生泄漏污染地下水；④建设单位应与有资质单位签订危废处置协议，对方单位应具有处置HW16类危险废物的资质；⑤转移危险废物时，必须按照规定填写危险废物转移联单，并向危险废物移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告。经采取上述措施后，项目危险废物可得到有效处置。

## 事故影响分析

### 1、事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），辐射事故从

重到轻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，见表 11-7 所示；

表 11-7 国务院令第 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危险结果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡
重大辐射事故	射线装置导致 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、局部器官致残。
较大辐射事故	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。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员收到超过年剂量限值的照射

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（从慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-8：

表 11-8 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

## 2、可能发生的辐射事故

本项目涉及 3 台 X 射线探伤机，均为 II 类射线装置。

正常工作状态下，人员无法进入探伤室。工件屏蔽门或人员进入屏蔽门开启时，探伤机无法出束。在按照操作规程运行时，不会发生探伤机出束时，人员进入探伤室，导致误照射的情景。

因此，非正常工况下，本项目可能发生事故的情景为：

①X 射线探伤机在运行时，由于门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②X 射线探伤机在检修、维护等过程中，检修维护人员在设备未断电的情况下进行检修，或者因为检修维护人员误操作打开了 X 射线发生器，使其出束照射，同时由于维修时防护门开启，导致维修的人员及周围活动人员造成不必要的照射。

③X 射线探伤机在运行时，由于门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，外部人员

在探伤机运行状态误入探伤室，收到不必要的照射。

### 3、事故工况下辐射影响分析

#### 3.1 安全联锁装置失效，致使周围活动人员受意外照射

##### (1) 事故情景

- ◆ 假设 X 射线探伤机以额定参数（320kV、5mA）运行，则主射束方向上距靶 1m 处的 X 射线剂量率为 13.74mGy/（mA·min）；
- ◆ 假设门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，防护铅门未关闭，防护铅门外的人员未采取任何其它屏蔽措施。此时人员距离靶约 3m，由于本项目探伤无固定出束方向，因此人员可能处于 X 射线照射区域内；
- ◆ 鉴于设备控制台上设有“钥匙开关”，只要人员拧下此开关就可以停机，假定误照事故持续时间为 5min。

##### (2) 剂量估算结果

在上述事故情景假设条件下，根据公式（11-9）计算得单次照射下受照剂量最大为 38mSv，超过 GB18871-2002 中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv）。

#### 3.2 维修时误操作，维修人员受意外照射

##### (1) 事故情景

- ◆ 假设检修造成误照射事故时，X 射线探伤机以额定参数（320kV、5mA）运行，则主射束方向上距靶 1m 处的 X 射线剂量率为 13.74mGy/（mA·min）；
- ◆ 假设检修人员发现 X 射线探伤机处于出束状态时正位于其主射束方向 0.5m 处，期间人员无任何屏蔽措施，之后检修人员立即撤出检测间，并按下控制台上的“钥匙开关”。假定事故持续时间为 1min。

##### (2) 剂量估算结果

在上述事故情景假设条件下，根据公式（11-9）计算得单次照射下受照剂量最大为 275mSv，超过 GB18871-2002 中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv）。

#### 3.3 安全联锁装置失效，人员误入探伤室受意外照射

##### (1) 事故情景

- ◆ 假设 X 射线探伤机以额定参数（320kV、5mA）运行，则主射束方向上距靶

1m 处的 X 射线剂量率为 13.74mGy/ (mA·min);

- ◆ 假设门机联锁、门灯联锁等安全联锁装置失效，人员在探伤机运行状态误入探伤室，未采取任何其它任屏蔽措施。人员在进入探伤室后，观察到探伤机处于运行状态后，立即退入迷道。此过程中人员距离靶最近可达到 1.5m，由于本项目探伤无固定出束方向，因此人员在此过程中可能始终处于 X 射线照射区域内；
- ◆ 鉴于迷道口上设有紧急停机按钮，只要人员按下此开关就可以停机，假定人员进入探伤室至撤入迷道紧急停机的事故持续时间为 5min，且该过程中始终处于主射束范围内。

## (2) 剂量估算结果

在上述事故情景假设条件下，根据公式 (11-9) 计算得单次照射下受照剂量最大为 152mSv，超过 GB18871-2002 中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值 (1mSv)。

## 4、事故分级

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，在上述事故情景下维修人员已受到超过年剂量限值的照射。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 709 号) 第四十条“一般辐射事故：是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。”因此，**假若本项目发生事故，事故等级应为一般辐射事故。**

## 5、事故防范措施

### (1) 安全联锁装置失效

**应对措施：**①制定 X 射线探伤机操作规程，操作人员应严格遵守设备操作规程。②定期检查探伤室的门机、门灯等安全联锁装置的有效性，发现故障及时清除，确保安全联锁装置正常运行。③对本项目涉及的安全控制措施及各机构及电控系统，制定定期检查和维护的制度，确保安全装置随时处于正常工作状态。④为 X 射线探伤机操作人员配备剂量报警仪，当安全联锁装置失效或故障情况下，可以进行剂量报警，提醒操作人员及时进行防护和处理。

### (2) 维修时误操作

**应对措施：**①定期进行 X 射线探伤机维护，并做好记录。②设备维护时，建设单位应安

排专业人员进行检修和维护，检修人员在进行检修维护期间应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。③检修时，必须关闭设备所有电源，并安排专人现场监督，禁止无关人员靠近检查室。

## 6、事故预防措施

为了杜绝上述事故的发生，要求建设单位应严格执行以下风险预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，制定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《X射线探伤机操作规程》，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在无损检测作业时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员应严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查X射线探伤机的门机联锁装置和门灯连锁装置，确保安全联锁装置正常运行。每月对X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。

(4) 加强辐射工作人员的管理。所有辐射工作人员需参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗。加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 加强控制区和监督区管理，在X射线探伤机运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

(6) 制定事故应急预案，并定期组织员工培训及应急演练，提高紧急状态下应变能力。

(7) 当全年个人剂量超过 5mSv 时，应上报四川省生态环境厅。建设单位需进行调查并最终形成正式文件时，经本人签字确认后上报发证机关。

**表 12 辐射安全管理**

<b>辐射安全与环境保护管理机构的设置</b>				
<p>四川久远化工技术有限公司成立有负责单位辐射安全与防护管理的组织机构—辐射防护领导小组（详见附件）。辐射防护领导小组全面负责辐射安全防护管理工作。小组成员由项目建设单位领导和辐射工作人员组成。</p> <p>环评要求：项目建设单位就放辐射安全防护领导小组职责应涉及以下几个方面：①全面负责辐射安全防护管理工作。②负责行政许可审批，许可证申领、验收、人员培训、剂量送检、体检和辐射安全年度评估等。③负责日常防护设备维护。</p>				
<b>辐射安全管理</b>				
<b>1、规章制度及辐射安全许可证</b>				
<p>根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）要求，辐射安全管理规章制度落实情况见下表：</p>				
<b>表12-1 主要规章制度建立对照分析表</b>				
序号	要求的主要规章制度	规范具体要求	环评要求	建设单位规章制度建设情况
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。	/	已按规范制定
2	辐射工作场所安全管理规定（综合性文件）	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理。	/	已按规范制定；已实施制度上墙
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	/	已按产品说明书制定操作规程，已实施制度上墙
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	/	已按规范要求制定
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。	/	已按规范制定；已实施制度上墙
6	射线装置台账管理	应记载射线装置的名称、型号、	/	已按规范制定；

	制度	射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。		已建立台账
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	按本报告提出的环境监测方案补充制定本项目监测方案，并做好监测记录和档案保存工作。	拟按规范要求制定
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	监测仪器购入后，及时建立使用与校验制度	拟按规范要求制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	/	已按规范制定；拟组织辐射工作人员参加培训、考核并取证
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。单位定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，终身保存。	建设单位应加强辐射工作人员个人剂量的监督检查，对于单季度个人剂量检测数据超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认；对于年度内检测数值累计超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证发证机关。	已按规范制定实施；
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事事故应急预案或应急措施，预案或措施中要明确(1)应急机构和职责分工；(2)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；(3)辐射事故分级与应急响应措施；(4)辐射事故调查、报告和处理程序；(5)辐射事故信息公开、公众宣传方案。	/	已按规范制定；已实施制度上墙

根据上表分析内容，建设单位已建立起部分辐射安全规章制度，但还有待进一步完善。

因此，建设单位应当：①进一步补充完善辐射安全管理规章制度，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况；②应定期对射线装置操作人员进行培训，强化操作人员的辐射安全意识。

## 2、辐射工作人员

### （1）辐射安全培训

建设单位现有射线装置操作人员 4 人，专门从事探伤工作。其中 2 人已取得辐射安全与防护培训证书。

评价要求：根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

### （2）职业人员的个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

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报告上签字认；

2) 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文件时，经本人签字确认后上报发证机关。

项目单位应当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。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。个人剂量档案应当终生保存。

### （3）职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。

项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

综上所述，环评认为，在项目单位按要求对本项目辐射工作人员进行培训考核、职业健康检查和个人剂量监测等管理后，其配置的辐射工作人员是满足要求的。

### **3、射线装置台账管理**

项目建设单位已制定射线装置台帐制度，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。

### **4、档案资料**

项目建设单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。

**评价要求：**（1）根据《四川省环境保护厅关于印发<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），档案资料应按以下八大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。（2）放射工作人员上岗期间，必须佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量片相互传借，不允许将个人剂量片带出项目建设单位。个人剂量档案应终生保存。

### **5、辐射安全与防护措施**

本项目探伤室拟配置完善的辐射安全与防护措施，屏蔽体厚度满足国家标准规范中的剂量率要求。辐射工作场所四周拟设置醒目的电离辐射警告标志，探伤工件出入口、人员出入口均具有工作状态显示、声光报警等警示措施。

本项目辐射工作场所已合理分区为“控制区”与“监督区”，并设置相应有效的安全联锁、视频监控和报警装置。

**评价要求：**建设单位应通过查阅年度监测报告和核技术利用单位自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。同时，也应通过定时的检查、维护，确保配置的安全联锁、视频监控和报警装置的有效性。

### **6、“三废”处理**

本项目新增的射线装置所产生臭氧废气获得有效处理，对周边环境影响轻微。探伤过程产生的非放射性废水、固废均可获得有效处置。本项目无放射性“三废”产生。

**评价要求：**射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除加高压零部件），确保装置无法再次通电使用。

### **7、个人防护设备及剂量监测仪器**

辐射工作人员配置有相应的个人剂量计及个人剂量报警仪（见环保投资一览表）；剂量监测仪器配置便携式 X-γ 监测仪 1 台用于日常辐射监测管理。项目建设单位要求放射工作人员工作期间必须按照规定佩戴个人剂量计，未佩戴个人剂量计的工作人员不得上岗。

## 8、监测和年度评估

建设单位拟安排射线装置工作场所的日常辐射监测。见“辐射监测”章节。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函（2016）1400号）要求：建设单位应于每年1月31日前，网络提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

## 9、辐射事故应急管理

项目建设单位制定了辐射事故预防措施及应急处理预案，包括了应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障。环评要求项目建设单位制定的辐射事故应急预案应按照中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第四十三条辐射事故应急预案规定完善。修改后的预案应满足本项目在运行期间可能发生辐射事故的应急需要，且要具有针对性和可操作性，在此基础上，本项目的辐射事故应急预案是可行的。

## 10、辐射信息网络

项目建设单位应在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址<http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申请登记。

评价要求：建设单位申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

## 11、射线装置使用能力综合评价

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(中华人民共和国国务院第709号令)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第18号令)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部第3号令)等文件中关于使用射线装置单位条件的相关规定，对四川久远化工技术有限公司射线装置使用和安全综合管理能力逐一体现，具体情况如下表12-2、12-3。

(1) 与环保部令第 3 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 3 号)“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查指南》，建设单位需具备的辐射安全管理基本要求如下表：

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	环评要求	建设单位落实情况
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证。	应及时申请办理辐射安全许可证变更。	建设单位拟在完成环评手续后，及时申请辐射安全许可证变更，申请种类范围为：使用Ⅱ类射线装置，增加使用射线装置数量。
2	使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当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；	应在管理机构设置文件中明确相关管理职责。	机构已设置，已明确相应职责。
3	从事辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	培训考试合格，持证上岗。	拟及时安排培训考试上岗。
4	放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	定期检查辐射安全措施，以确保辐射安全系统运行良好。	已设计电离辐射警告标志、辐照装置指示灯、门机联锁装置、门灯联锁装置、紧急停机装置等安全措施。拟定期检查辐射安全措施。
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	定期对检测设备进行剂量检定	拟配备相应防护用品和监测仪器，并定期开展检定工作
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	完善相应规章制度，并根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）要求，对上述管理制度进行补充完善。 本项目新增辐射工作场所内，《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》应制度规范上墙。	制度已制定。
7	有完善的辐射事故应急措施。	根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）要求制定辐射事故应急预案。新增辐射工作场所《辐射事故应急响应程序》应制度规范上墙。	已制定辐射事故应急预案。

(2) 本项目涉及Ⅱ类射线装置的辐射防护措施，其现场应符合如下要求。

表 12-3 Ⅱ类非医用 X 线装置设施、措施和辐射管理制度对照分析表

项目	落实情况	要求
<b>辐射安全防护设施与运行</b>		
场所设施	入口处电离辐射警告标志	已设计 /
	入口处机器工作状态显示	已设计 /
	防护门	已设计 /
	控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	已设计 /
	门机联锁系统	已设计 人员进出铅门新增 1 套

	照射室内监控设施	已设计	/
	通风设施	已设计	/
	准备出束声光提示	已设计	/
监测设备	辐射水平监测仪表	已配备	/
	个人剂量计（一用一备）	已配备	/
应急物资	灭火器材	已配备	
<b>管理制度</b>			
综合	辐射安全管理规定	已制定	/
场所设施	操作规程	已制定	/
	辐射安全防护设施的维护与维修制度	已制定	/
监测	监测方案	需制定	/
	监测仪表使用与校验管理制度	需制定	/
人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	/
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
应急	辐射事故应急预案	已制定	应完善并定期演练

(3) 根据《四川省环境保护厅关于印发<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), 建设单位需具备的辐射安全管理基本要求对比分析如下表:

表 12-4 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	《四川省环境保护厅关于印发<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)	实际情况	环评要求
1	许可证有效性: 1. 核技术利用单位应持有有效的《辐射安全许可证》, 所从事的活动须与许可的种类和范围一致。 2. 新(改、扩)建核技术利用项目应及时开展环评和执行“三同时”制度。 3. 放射源与射线装置、工作场所以及单位法人与地址等变更后应在《辐射安全许可证》上及时变更。	建设单位拟申请辐射安全许可证变更, 种类范围为: 使用 II 类射线装置。	建设单位应及时申请办理辐射安全许可证变更
2	机构和人员: 1. 核技术利用单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员, 落实了部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作。 2. 辐射工作人员(包括管理和操作人员)应参加与其从事活动等级相适应的辐射安全与防护培训并考核合格持证上岗, 严禁无证人员从事辐射工作活动。培训合格证书的有效期限为 4 年, 有效期届满应参加复训。项目单位应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。 3. 项目单位应当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。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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁, 或停止辐射工作三十年。	2 名辐射工作人员未持证	培训考试合格, 持证上岗
3	放射性同位素和射线装置的台账 1. 应建立动态的台账, 放射性同位素与射线装置应做到帐物相符, 并及时更新。 2. 台账的内容应该包括: 射线装置型号、管电压、管电流, 购买时间, 报废时间; 放射性同位素与射线装置转让单位名称及《辐射安全许可证》持证情况、有效日期等内容。	已制定射线装置台账	/

4	<p>管理制度和档案资料：</p> <p>1. 档案分类 辐射安全档案资料可分以下十大类：“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”、“野外探伤一事一档”和“废物处置记录”。</p> <p>2. 需建立“辐射安全与环境保护管理机构”、“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（或培训计划）”、“辐射工作人员个人剂量管理制度”、“辐射事故应急预案”、“质量保证大纲和质量控制检测计划”等 12 项主要规章制度。</p> <p>3. 需上墙的规章制度</p> <p>1) 《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。</p> <p>2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。</p>	<p>1、拟建立并执行完善的档案分类制度。</p> <p>2、将按要求建立完善的规章制度。</p> <p>3、将严格执行规章制度上墙。</p>	/
5	<p>辐射安全与防护措施</p> <p>1. 通过查阅年度监测报告和核技术利用单位自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。</p> <p>2. 辐射工作场所应设置醒目的电离辐射警告标志，出入口应具有工作状态显示、声音、光电等警示措施。</p> <p>3. 辐射工作场所应合理分区，并设置相应适时有效的安全连锁、视频监控和报警装置。</p>	已设计完善的辐射安全与防护措施。	定期检查辐射安全措施，以确保辐射安全系统运行良好。
6	<p>“三废”处理</p> <p>妥善处置放射性废物。对废弃不用三个月以上的放射源,应按有关规定退回原生产厂家或送四川省城市放射性废物库贮存。短半衰期医用放射性废物存放衰变经监测合格后作为医疗废物处置。</p>	无放射性“三废”产生。	/
7	<p>监测设备和防护用品</p> <p>核技术利用单位应配备与其从事活动相适应的辐射剂量监测仪、个人剂量仪、个人剂量报警仪以及防护用品（如铅衣、铅帽和铅眼镜、移动铅屏风等）。</p> <p>核技术利用单位自行配备的辐射监测仪器应每年进行比对或刻度。</p>	已配备	/
8	<p>监测和年度评估</p> <p>1. 日常自我监测</p> <p>1) 按照环评文件要求制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，并记录备查。</p> <p>2) 核技术利用单位也可以委托有资质的单位定期开展场所的日常辐射监测。</p> <p>2. 委托监测</p> <p>1) 核技术利用单位应于每季度将个人剂量片送交有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。对于每季度检测数值超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证主管部门。2) 每年委托有资质的机构对辐射作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测。该辐射监测报告应作为《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。</p> <p>3. 安全和防护状况年度评估报告</p> <p>核技术利用单位应于每年 1 月 31 日前，网络提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。</p>	拟定辐射监测计划，严格进行日常自我监测及委托监测工作，及时网络提交安全和防护状况年度评估报告。	放射工作人员上岗期间，必须佩戴个人剂量计对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量片相互传借，不允许将个人剂量片带出项目建设单位。

9	<p>辐射事故应急管理：</p> <p>1. 辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府环境保护主管部门备案，并及时予以修订。</p> <p>2. 辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。</p>	已制定辐射事故应急预案	应完善的辐射事故应急预案，定期演练。
10	<p>辐射信息网络</p> <p>核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <a href="http://rr.mee.gov.cn/">http://rr.mee.gov.cn/</a>)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。</p>	建设单位将及时在“全国核技术利用辐射安全申报系统”实施变更登记工作	/

综上所述，通过完善环评要求的各项措施和补充完善相关辐射安全管理制度后，评价认为项目建设单位“四川久远化工技术有限公司”具有使用 II 类射线装置的能力。

### 辐射监测

本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所的监测。

#### (1) 个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位为本项目辐射工作人员均配个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。项目建设单位拟安排专人负责个人剂量监测管理（每季度由有资质单位检测一次），并建有辐射工作人员个人剂量档案。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。个人剂量档案应当终身保存。

根据 GB18871-2002 要求，辐射工作人员在开展放射性工作期间，必须佩带由项目建设单位配发的个人剂量计。**环评要求：对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。对于每季度检测数值超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证主管部门。**

#### (2) 工作场所监测

①监测项目：X-γ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：委托有监测资质单位至少每年监测1次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；项目建设单位应确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

③监测范围：探伤室防护门及缝隙处以及探伤室四周；

④监测设备：X-γ 辐射监测仪。

#### (3) 监测计划

具体监测计划见下表。

**表12-5 环境监测计划表**

监测项目	监测频次		监测内容
辐射工作场所X-γ 辐射剂量率	委托有资质单位每年监测1次	建设单位每月自行监测1次	曝光室进出门及缝隙处；操作室；曝光室四面墙体外。
环境保护目标X-γ 辐射剂量率			探伤室东侧其他企业车间
个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量片每季度监测 1 次		辐射工作人员进行探伤作业时佩戴个人剂量片（个人剂量片每季度送检），每次作业时个人剂量片应佩戴于胸前

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，建设单位应做好监测记录档案保存工作。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**1、项目概况**

**项目名称：**X 射线探伤室升级改造项目

**建设单位：**四川久远化工技术有限公司

**建设地点：**四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号四川久远化工技术有限公司现有压力容器探伤室

**建设性质：**改扩建

**建设内容及规模：**四川久远化工技术有限公司拟在四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号建设单位厂区现有压力容器探伤室内新增使用 1 台定向 X 射线探伤机（型号待定，最高管电压 350kV、最大管电流 5mA），属于 II 类射线装置。现有探伤室不新增年曝光时间，维持原设计的 498h/a 探伤工作时间。

建设单位现有压力容器探伤室位于制造车间东北角，为车间内单层独立建筑，探伤室建筑面积 108.15m<sup>2</sup>，包括 1 间曝光室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室。

本项目拟对现有压力容器探伤室的曝光室进行辐射屏蔽升级改造。升级改造后，曝光室具体屏蔽情况如下：曝光室净空尺寸为长 9.5m×宽 5.5m×高 4.0m（无变动），四面墙体升级为 500mm 厚混凝土（现有）+6mm 铅层强化屏蔽（新增）；屋顶为 300mm 厚混凝土（现有）+4mm 铅层强化屏蔽（新增）；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽 0.7m×高 0.7m，迷道内墙为 400mm 厚混凝土（无变动）；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度 12mm（更换）；南侧工件进出门尺寸宽 3.5m×高 4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度 32mm（更换），电动铅门尺寸宽 4.0m×高 4.4m（底部沉入地面 200mm）。探伤室为一层结构，房顶无人员活动。

本项目建成后，压力容器探伤室内拟使用 3 台 X 射线探伤机，其中 XXG2505 型定向 X 射线探伤机 1 台（现有设备，最高管电压 250kV，最大管电流 5mA）、320kV 周向 X 射线探伤机 1 台（本项目新增设备，型号待定，最高管电压 320kV，最大管电流 5mA）、300kV 定向 X 射线探伤机 1 台（本项目新增设备，型号待定，最高管电压 300kV，最大管电流 5mA）。每次探伤工作仅有 1 台探伤机处于出束状态，3 台探伤机合计年最大有效出束曝光时间 498h，不新增探伤作业时间。

本项目探伤机按照国家“射线装置分类办法”（国家卫生和计划生育委员会 环境保护

部 2017 年 66 号文)，本项目 3 台 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。

本项目 3 台 X 射线探伤机不同时使用，且本项目仅开展室内探伤，无室外探伤作业。

项目总投资 80 万元，其中环保投资 55.6 万元，占总投资 69.5%。

## 2、产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(国家发展改革委 2019 年第 29 号令)，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、**质量认证和检验检测服务**、科技普及”，项目符合国家当前的产业政策。

## 3、选址及总平面布置合理性

本项目位于四川省绵阳市经开区塘汛东路 655 号四川久远化工技术有限公司制造车间内。

四川久远化工技术有限公司现有厂区已取得四川省生态环境厅(原四川省环境保护厅)川环审批(2009)193 号文批复，厂区整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。本项目现有探伤室已取得四川省生态环境厅(原四川省环境保护厅)川环审批(2011)603 号文批复，探伤室作为厂区的配套建设项目，其选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。本项目为现有探伤室的改造项目，仅对现有探伤室的辐射防护措施进行强化，在完成建设后，本项目探伤室作为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

项目建设的探伤室布置相对独立，检测过程中产生的 X 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。探伤室的平面布置既便于厂区各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总面平布置是合理的。

## 4、区域环境质量现状评价结论

拟建场址环境 $\gamma$ 辐射剂量率经换算后为 65~109nGy/h，与《2019 年四川省生态环境状况公报》发布的监测数据相比较( $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率小时均值范围 76.8~163nGy/h)相比较，在天然贯穿辐射水平波动范围内，属正常环境本底水平。

## 5、正常运行工况下的辐射影响分析

通过对工作人员和公众辐射剂量的估算，X 射线经过探伤室屏蔽减弱后，其对工作人员和公众所致的最大辐射剂量均小于本报告表确定剂量约束值(工作人员 5mSv/a，公众

0.1mSv/a), 对工作人员和公众不会造成辐射危害, 对环境的辐射影响是可以接受的。

## 6、辐射事故影响评价分析

经预测, 假若本项目发生辐射事故, 事故等级为一般辐射事故。环评认为, 项目单位按相关规定和本环评要求, 制定具有可操作性和可行性的《辐射事故应急预案》之后, 可适用于本项目单位发生的辐射事故的应急处置。

## 7、射线装置使用与安全管理的综合能力分析

通过完善环评要求的各项措施和补充完善相关辐射安全管理制度后, 评价认为项目建设单位“四川久远化工技术有限公司”具有使用 II 类射线装置的能力。

## 8、项目环境可行性结论

本项目符合国家产业政策, 项目选址及平面布置合理, 采取辐射防护措施技术可行, 措施有效。在严格执行辐射防护的有关规定, 辐射工作人员和公众照射剂量满足国家规定的年有效剂量限值和本评价采用的剂量约束值。评价认为, 本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

## 9、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 射线装置申请活动的种类和范围

名称	型号	主要技术参数	投射类型	射线装置种类	数量	使用场所	备注
X 射线探伤机	XXG2505 型	250kV, 5mA	定向	II 类	1 台	探伤室	现有
X 射线探伤机	待定	320kV, 5mA	周向	II 类	1 台	探伤室	新
X 射线探伤机	待定	300kV, 5mA	定向	II 类	1 台	探伤室	新增

## 10、项目竣工环境保护验收要求

本项目建成后, 应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”(国环规环评〔2017〕4 号) 文件要求, 开展竣工环境保护验收工作。

建设单位四川久远化工技术有限公司是本项目竣工环境保护验收的责任主体, 应当按照相关文件规定的程序和标准, 组织对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告, 公开相关信息, 接受社会监督, 确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用, 并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责, 不得在验收过程中弄虚作假。

本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 13-2 项目竣工验收检查内容

工作场所	措施类别	验收内容
探伤	辐射屏蔽	改造探伤室1间, 净空尺寸为长9.5m×宽5.5m×高4.0m(无变动), 四面墙体升级为

室	措施	500mm厚混凝土（现有）+6mm铅层强化屏蔽（新增）；屋顶为300mm厚混凝土（现有）+4mm铅层强化屏蔽（新增）；曝光室东南侧设置“L”型迷道，迷道通行尺寸宽0.7m×高0.7m，迷道内墙为400mm厚混凝土（无变动）；迷道口人员进出门为手动平开铅门，内部铅层厚度12mm（更换）；南侧工件进出门尺寸宽3.5m×高4.0m，设置电动平开铅门，内部铅层厚度32mm（更换），电动铅门尺寸宽4.0m×高4.4m（底部沉入地面200mm）。
	安全装置	“两区”管理分界标示更新、增加电离辐射警告标志若干
		工件进出铅门门机联锁装置1套
		紧急停机按钮：控制台、工件进出铅门侧、曝光室西侧墙面各1个
		出束声光提示装置1套
		增加人员进出铅门门机联锁装置1套
		紧急停机按钮：曝光室人员进出铅门门口增加设置1个紧急止动按钮，兼具开门功能。 视频监控设施1套：曝光室内南侧墙上及迷道拐角位置新增2个监控装置探头，保障探伤室及迷道内无死角观察。
通排风系统	所在探伤室通排风系统	
监测设备	便携式X-γ监测仪1台	
	个人剂量计6个（人均2个，一用一备）	
	个人剂量报警仪3台	
应急物资	灭火器材1套	
管理制度	辐射工作制度上墙	
	事故应急预案演练	
固废治理措施	探伤室西侧新建1个5m <sup>2</sup> 危险废物暂存间，用于暂存产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废水，危险废物定期委托有资质单位清运处置	

## 建议与承诺

### 1、要求

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（2）一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级主管单位和四川省生态环境厅。

（3）企业自行监测的仪器要对有资质的单位进行比对，做好记录。

### 2、建议

定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。