

技术利用建设项目

重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目

环境影响报告表

建设单位：重庆大众能源设备股份有限公司

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：2025年8月

生态环境部监制



核技术利用建设项目
重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目
环境影响报告表



建设单位名称：重庆大众能源设备股份有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：赵煜

赵煜

通讯地址：重庆市南川区工业园区龙岩组团

邮政编码：408400

联系人：罗勇

电子邮箱：3*****6@qq.com 联系电话：18*****12

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	12
表 4	射线装置	13
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6	评价依据	15
表 7	保护目标与评价标准	17
表 8	环境质量现状	23
表 9	项目工程分析与源项	25
表 10	辐射安全与防护	36
表 11	环境影响分析	49
表 12	辐射安全管理	65
表 13	结论和建议	74

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目			
建设单位		重庆大众能源设备股份有限公司			
法人代表	赵煜	联系人	罗勇	联系电话	18*****12
注册地址		重庆市南川区东城街道办事处金盛路 7 号			
项目建设地点		重庆市南川区工业园区龙岩组团公司 2 号厂房西侧			
立项审批部门		重庆市南川区发展和改革委员会	批准文号	2506-500119-04-02-526630	
建设项目总投资 (万元)	25	项目环保投资 (万元)	1.2	投资比例(环保 投资/总投资)	4.8%
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 ²)	/
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	/				
1.1 建设单位简介					
<p>重庆大众能源设备股份有限公司是一家高新技术企业，地处重庆南部的南川区，交通便利，历史文化底蕴厚重。公司占地面积约 22000 平方米，建有标准生产厂房、物流中心、办公楼和员工宿舍楼。</p> <p>公司自成立以来一直专注于压缩天然气净化设备、液化天然气储存设备、局域管网供气系统的设计、制造、销售、安装。公司所生产的产品已成功在 CNG 加气站、煤层气集输站、LNG 低温液体加注站以及航天、军工、石油、化工、机械、轻工、食品、医药、电子、仪器仪表、电力等行业得到了广泛的应用，产品分布全国各地并出口多个国家。</p>					

续表 1 项目基本情况

1.2 现有探伤室概况

为提高产品焊接质量和产品安全，2014年2月，公司在2号厂房内实施“X射线探伤室及现场探伤建设项目”，具体建设内容为在2号厂房西侧新建专用探伤室一座，并配置11台探伤机在内使用（新购8台，搬迁3台），其中2台定向机（最大管电压250kV）同时用于2号厂房内现场探伤和探伤室内探伤，其余9台仅用于探伤室内探伤，现场探伤使用的探伤机主射方向朝向探伤室，探伤室内探伤与现场探伤不同时进行，该项目同年开展环评工作，并于2014年3月取得环评批复（渝环（辐）准〔2014〕10号），2014年取得竣工环境保护验收批复（渝（辐）环验〔2014〕85号），环评及验收批复见支撑性文件附件5。同年12月，公司取得了《辐射安全许可证》，包括专用探伤室、现场探伤两个场所以及使用的11台便携式X射线探伤机（II类射线装置）。

2024年，因为使用年限，公司7台便携式X射线探伤机停止使用进行了报废处理，目前在用探伤设备4台，包括XXGZ-3005型定向机1台、XX-2505型周向机1台、XXG-2505型定向机1台和XXQ-2505型定向机1台用于探伤室内探伤，其中XXG-2505型和XXQ-2505型定向机同时用于2号厂房内现场探伤。

1.3 项目由来及本次改建内容

随着公司不断发展，生产的产品壁厚变厚、体积变大，需要使用更大能量的探伤设备进行X射线无损检测，因此公司拟购入3台最大管电压为350kV的便携式X射线探伤机以满足工件无损检测的需要。为确保350kV探伤机在现有探伤室内安全运行，拟对现有探伤室进行适应性改造。在对现有探伤室进行充分调查、评估的基础上，梳理出本项目主要改造内容如下：

（1）拆除现有小防护门（人员门），将探伤室南侧过道改为迷道，迷道顶部使用混凝土200mm混凝土封闭，迷道口新建20mmPb小防护门（人员门）；

（2）拆除暗室与控制室共墙、控制室北墙，加厚暗室北墙至550mm混凝土，新建控制室北墙为200mm混凝土，将暗室和控制室合并为暗室，对暗室地面进行重点防渗，将探伤室南侧办公室改造为控制室。

（3）在暗室、迷道上方新建1间评片室（1F夹层），新建1条由控制室步行到评片室的楼梯和步行平台；

续表 1 项目基本情况

(4) 排风管道由直穿管道改为 L 形管道，排风管外设置混凝土防护罩；

(5) 封堵现有地下电缆洞，新建一条 U 形地下电缆通道连接控制室与探伤室。

(6) 改造后的小防护门（人员门）设开门按钮 1 个，小防护门（人员门）、大防护门（工件门）、急停按钮与所有探伤机连锁；

(7) 原小防护门（人员门）上方工作状态指示灯和声光报警灯拆除后安装在改造后的迷道口小防护门（人员门）上方，大防护门（工件门）、小防护门（人员门）上方以及探伤室内新增 1 个“预备”状态指示灯并有声音提示装置，状态指示灯旁设信号意义的说明并与探伤机连锁；

(8) 固定式场所辐射探测报警装置的仪表指示仪、视频监控系统显示屏移至改造后控制室内；

(9) 暗室及本项目依托的公司危废贮存点地面做重点防渗处理，废液桶下设置托盘，托盘容积不小于废液桶容积。

改建前后情况见表 1-1。

表 1-1 改建前后情况表

序号	项目	改造前	改造后情况
1	探伤室、防护门及顶棚	四周屏蔽体为 600mm 混凝土，顶棚为 120mm 混凝土，工件进出防护门为 30mmPb，人员进出防护门为 6mmPb；楼上为封闭房间，封闭房间南北墙为 240mm 实心页岩砖。	四周屏蔽体、工件进出防护门、楼上封闭房间保持不动，增加迷道（迷道口新建人员进出防护门）、拆除后新建人员进出防护门为 20mmPb、顶棚加厚为 340mm 混凝土。
2	排风管道、电缆通道	排风口位于顶棚西侧，排风管直穿顶棚，废气朝向西侧窗户排出，排风量 2000m ³ /h。地下电缆通道 U 形由探伤室穿出过道再穿越到控制室。	排风口位置、排风机风量不变，排风管道采用 L 形走向，排风管外有混凝土防护罩，地下电缆通道由探伤室南侧 U 形穿越到改造后的控制室。
3	辅助用房	探伤室南侧暗室、控制室、办公室。	探伤室南侧暗室扩大，控制室移至暗室南侧，新增评片室（1F 夹层）。
4	门机连锁	大防护门（工件门）、小防护门（人员门）均与探伤机连锁	大防护门（工件门）、改造后小防护门（人员门）均与所有探伤机连锁
5	工作状态指示灯和声光报警灯	现有大防护门（工件门）、小防护门（人员门）上方仅有“照射”状态的工作状态指示灯和声光报警灯、探伤室内有 1 个“照射”状态的声光报警灯，工作状态指示灯和声光报警灯均已探伤机连锁。	大防护门（工件门）、小防护门（人员门）上方及探伤室内设有“照射”状态的工作状态指示灯和声光报警灯、“预备”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯旁均设“照射”和“预备”信号意义的说明并与 X 射线

续表 1 项目基本情况

			探伤机联锁。
6	急停按钮	共设有 5 个急停按钮，分别在探伤室四周墙体上及南侧过道墙上，急停按钮旁设置了中文标识，急停按钮均与探伤机联锁。	共设 5 个紧停按钮，分别在探伤室四周墙体上及迷道外墙上，紧停按钮旁设置中文标识，急停按钮均与探伤机联锁。
7	开门按钮	大防护门（工件门）旁已有开门按钮。	大防护门（工件门）、新建的小防护门（人员门）旁各有 1 个开门按钮
8	固定式场所辐射探测报警装置	探伤室内已安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其中设备有 2 个探头分别安装在探伤室南墙、过道南墙上，仪表指示仪安装在控制室内。	探伤室内安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其中设备有 2 个探头分别安装在探伤室南墙、迷道外墙（原过道南墙上，位置不变），仪表指示仪安装在控制室内。
9	视频监控	探伤室内外已安装一套实时视频监控系统，探伤室配置了 2 个探头，工件进出防护门上方、过道西南角墙体各设 1 个探头，显示屏安装在控制室内，能全方位拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到防护门口的情况，不留死角。	探伤室内外安装一套实时视频监控系统，探伤室内配置 2 个探头，大防护门（工件门）上方、迷道西南角墙体各设 1 个探头，显示屏安装在控制室内，能全方位拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到防护门口的情况，不留死角。

本项目改造工程量较小，本次梳理改造前后情况后，后文评价主要针对改造后探伤室内使用新购的 3 台探伤机、辐射安全防护措施依托的可行性进行评价。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日），本项目涉及的工业用探伤机属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》《建设项目环境保护管理条例》以及《中华人民共和国环境影响评价法》，该项目的建设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》（2021 年版）中的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，使用 II 类射线装置的项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。因此，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。

为执行环境影响评价制度，了解项目建设对周围环境的影响情况，重庆大众能源设备股份有限公司特委托重庆宏伟环保工程有限公司对“重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目”进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，并按照《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

续表 1 项目基本情况

和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.4 建设规模及工程内容

(1) 项目建设规模

项目名称：重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目

建设性质：改建

建设地址：重庆市南川区工业园区龙岩组团公司 2 号厂房西侧

建设内容及规模：在现有探伤室主体结构基础上，对探伤室部分墙体、辅助用房及辐射防护措施进行改造，并新配置 3 台便携式 X 射线探伤机用于探伤室内无损检测，公司已许可的 4 台便携式 X 射线探伤机继续使用。改造部分建筑面积约 144m²。

项目投资：总投资约 25 万元，其中环保投资约 1.2 万元。

项目施工工期：3 个月。

项目组成见表 1-2。

表 1-2 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	探伤室	位于 2 号厂房西侧，混凝土结构，探伤室最小内空尺寸为长 10.8m、宽 5.8m、高 6.22m，内空面积约 71.8m ² ，探伤室大防护门（工件进出门）门洞宽 4.5m、高 5m，其铅当量为 30mmPb；新建迷道外墙东侧部分为 200mm 混凝土、并加厚西侧部分至 550mm 混凝土，迷道内空尺寸为长 5.56m、宽 1.67m、高 2.8m，面积约为 9.3m ² ，新建小防护门（人员进出门）门洞宽 1.2m、高 2m，其铅当量为 20mmPb。	改造探伤室南侧过道为迷道、改造迷道外墙西侧部分、新建迷道外墙东侧部分、小防护门
	设备（7 台）	定向机 XXG-3505 型（额定电压：350kV、额定电流：5mA）2 台	新购
		周向机 XXGHZ-3505 型（额定电压：350kV、额定电流：5mA）1 台	新购
		定向探伤机 XXGZ3005（额定电压：300kV、额定电流：5mA）1 台	利旧
		周向探伤机 XX2505（额定电压：250kV、额定电流：5mA）1 台	利旧
		定向探伤机 XXG2505（额定电压：250kV、额定电流：5mA）1 台	利旧
		定向探伤机 XXQ2505（额定电压：250kV、额定电流：5mA）1 台	利旧
辅助工程	暗室	位于探伤室南侧 1F，改造后建筑面积约 15.1m ² ，高 3m，用于洗片。	改造
	控制室	位于探伤室南侧 1F，改造后建筑面积约 27.4m ² ，高 6m，用于设备操作。	改造

续表 1 项目基本情况

	评片室	位于探伤室南侧 1F 夹层，在暗室、迷道上方隔出的房间，建筑面积约 26.3m ² ，高 3m，用于评片。控制室内新建简易楼梯和平台连接至评片室。	新建
储运工程	/	项目胶片存储在评片室内，项目胶片存放时间至少 7 年，存档过期胶片依托厂内危废贮存点收集暂存，而后统一交危废资质单位处理。 未开展探伤工作时，探伤机统一存放至探伤室内角落。	新建评片室、依托危废贮存点
拆除工程	墙体	拆除暗室与控制室共墙、控制室北墙。	拆除
	辐射防护设施	拆除小防护门（人员门）。	拆除
公用工程	供配电系统	依托公司供配电系统，用电来源于市政供电。	依托
	给水系统	依托公司给水管网供辐射工作人员生活和洗片用。	依托
	排水系统	项目工作人员生活污水依托公司排水系统处理。	依托
环保工程	废水	项目工作人员生活污水依托公司现有生化池处理后进入南川工业园区龙岩组团污水处理厂达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准后，排入凤嘴江。	依托
	一般固废	项目工作人员生活垃圾依托公司生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。	依托
	危险废物	项目产生的废显影液、定影液、清洗废液采用桶装方式收集，桶下设防渗托盘，废胶片和存档到期的胶片依托 2 号厂房西侧的危废贮存点暂存，而后统一交危废资质单位处理。	依托
	废气	探伤室顶棚西侧设有一个排风口，并配置有风机，排风量为 2000m ³ /h，探伤室容积约为 368m ³ ，通风次数约为 5 次/h。废气通过管道穿越顶棚后采用“L”形向西侧窗户排出（排放高度约 6.6m）。	改造
	辐射防护	探伤室采用足够厚的混凝土、铅门对射线进行屏蔽，保证探伤室满足辐射防护要求。	依托现有探伤室四周屏蔽体、大防护门、辐射防护措施、改造现有开门按钮、工作状态指示灯、门机联锁、灯机联锁等。

(2) 探伤室设计情况

改造后探伤室及楼上封闭房间的屏蔽设计方案见表 1-3。

表 1-3 项目探伤室及楼上封闭房间屏蔽体情况表

建筑名称	尺寸（长×宽×高）	墙体	改造后防护情况
------	-----------	----	---------

续表 1 项目基本情况

探伤室	10.8m×5.8m×6.22m (不含迷路), 有效 使用面积约 62.6m ²	四周墙体	600mm 混凝土
		顶棚	340mm 混凝土
		大防护门 (工件门)	30mmPb
		小防护门 (人员门)	20mmPb
		迷道墙	外墙 200-550mm 混凝土, 侧墙 200mm 混凝土, 长 5.56m、宽 1.67m, 高度 2.8m; 顶棚 200mm 混凝土
探伤室楼上 封闭房间	11.5m×11m×5.78m	四周墙体	240mm 实心页岩砖
		顶棚	120mm 混凝土

备注: 铅密度 11.3g/cm³, 混凝土密度为 2.35g/m³, 实心页岩砖密度 1.65g/cm³。

(3) 设备概况

本项目设备清单见表 1-4。

表 1-4 项目设备一览表

序号	名称	规格型号	数量 (台)	额定电 压	额定电 流	厂家	用途	备注	
1	工业用 X 射线探伤 装置	XXG-3505	2	350kV	5mA	丹东荣华射线仪 器仪表有限公司	无损检测	II类射线装置	拟购
		XXGH-3505	1	350kV	5mA	丹东荣华射线仪 器仪表有限公司	无损检测		拟购
		XXGZ3005	1	300kV	5mA	丹东市红星仪器 厂	无损检测	II类射线装置	利旧
		XX2505	1	250kV	5mA	丹东华日理学电 气射线有限公司	无损检测		利旧
		XXG2505	1	250kV	5mA	丹东荣华射线仪 器仪表有限公司	无损检测		利旧
		XXQ2505	1	250kV	5mA	丹东市红星仪器 厂	无损检测		利旧
2	工业洗片 机	HC430	1	/	/	泰兴市宏程影像 科技有限公司	洗片+烘干 胶片	由显影槽、定影 槽、水洗槽等构 成	利旧
3	排风机	/	1	/	/	/	废气排放	风量为 2000m ³ /h	利旧
4	固定式场 所辐射探 测报警装 置	REN300A	1	/	/	上海仁日辐射防 护设备有限公司	监测探伤 室内实时 剂量	共 2 个探头, 分 别安装在探伤室 和迷道内	利旧
5	便携式 X-γ辐射 剂量率仪	451P	1	/	/	VICTOREEN	监测工作 场所防护	定期监测	利旧
6	个人剂量	FJ2000	2	/	/	/	剂量报警	工作人员工作时	利旧

续表 1 项目基本情况

	报警仪						随身携带	
7	个人剂量计	/	6	/	/	/	监测人员工作时，工作人员受照剂量佩戴在左胸前	利旧

(4) 探伤工件情况

本项目主要对公司生产的压力容器等工件进行 X 射线无损检测，不对外开展 X 射线无损检测。检测工件的参数见表 1-5。

表 1-5 检测工件的相关参数一览表

工件名称	材质	厚度
特种设备压力容器	碳钢、不锈钢	≤58mm

(5) 计划工作量

本次新增设备后，预计公司探伤机全年曝光次数增加约 5000 次（约 1.9 万张片），单次曝光时间为 1~5min，每次探伤作业最多两台设备同时运行。探伤机工作情况见表 1-6。

表 1-6 探伤机工作负荷一览表

设备型号	单次曝光时间	年最大曝光次数（次）	年最大曝光时间（h）	胶片量（张）
定向机 XXG-3505	1~5min	2000	166.7	2000
定向机 XXG-3505	1~5min	2000	166.7	2000
周向机 XXGHZ-3505	1~5min	1000	83.3	15000
合计	/	5000	416.7	19000

(6) 主要原辅材料

项目改造后，原辅材料新增情况见表 1-7。

表 1-7 原辅材料新增情况一览表

序号	名称	使用量	来源	主要化学成分
1	胶片	1.9 万张/a	外购	卤化银和涤纶
2	定影液	210kg/a	外购	卤化银、硫代硫酸钠
3	显影液	260kg/a	外购	米吐尔（N-甲基-对氨基苯酚硫酸盐）、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠、碳酸钠

定影液和显影液为浓缩型，使用时，以药水比 1:4 的比例兑水使用，与现有配比一致。

(7) 工作制度和劳动定员

公司年工作 260 天，每周工作 5 天，两班制，每班工作 8h。

项目将依托原有的 6 名辐射工作人员继续从事 X 射线无损检测工作，3 人一班，同时承担现场探伤工作、洗片、评片、存档等工作。本项目劳动定员情况见表 1-8。

续表 1 项目基本情况

表1-8 本项目劳动定员情况表

序号	姓名	性别	工作岗位	2024.年度剂量检测结果	辐射安全培训合格成绩单号	辐射安全培训成绩单有效期
1	陈丽君	男	无损检测	0.05mSv	FS24CQ1200334	2029.10.25
2	杨强	男	无损检测	0.44mSv	FS23CQ1200109	2028.5.26
3	郭代康	男	无损检测	1.1mSv	FS23CQ1200110	2028.5.26
4	李力	男	无损检测	0.05mSv	FS24CQ1200335	2029.10.25
5	罗勇	男	无损检测	0.29mSv	FS21CQ1200090	2026.5.28
6	杨涛	男	无损检测	0.48mSv	FS21CQ1200113	2026.5.28

1.5 项目外环境概况

项目位于公司 2 号厂房内西侧，公司平面布置图与周围环境保护目标图见附图 2，项目所在 2 号厂房周围外环境见表 1-9。

表 1-9 本项目所在 2 号厂房周围外环境一览表

序号	名称	方向	与厂房的距离	高差	基本情况
1	公司 1 号厂房	北侧	紧邻~约 42m	0m	公司用房，1F，约 130 人
2	食堂		约 27~41m	0m	公司食堂，1F，约 30 人
3	厂区周围荒地		约 42~100m	0m	厂区周围荒地
4	厂区道路	东侧	紧邻~约 9m	0m	厂区道路
5	宿舍办公大楼		约 9~40m	0m	公司宿舍办公楼，4F，约 300 人
6	金盛路		约 40~63m	0m	园区道路
7	厂区道路	南侧	紧邻~约 7m	0m	厂区道路
8	重庆海塑南邦铝业有限公司		约 7~100m	-2m	其他公司，约 500 人
9	厂区道路		西侧	紧邻~8.5m	0m
10	重庆海塑南邦铝业有限公司	西侧	约 9~120m	-2m	其他公司，约 200 人
11	重庆市南川区再生资源分拣中心	西北侧	约 27~120m	-2m	其他公司，约 30 人

项目所在 2 号厂房周围为公司内道路、其他车间、食堂、公司宿舍办公大楼、厂区周围荒地及其他公司等，项目周边保护目标主要为从事本项目设备操作的辐射工作人员以及探伤室周围活动的公众成员。

1.6 项目选址可行性

公司现有 2 号厂房总高 12m，分为西侧区域（2F，12m）、东侧区域（1F，12m），本项目探伤室位于 2 号厂房西端，探伤室层高 6.22m，探伤室北侧为焊材库、南侧为暗室、控制室等辅助用房、西侧为厂区过道、东侧为厂房内过道、楼上为封闭房间，地下

续表 1 项目基本情况

无建筑。本次改造是在探伤室原主体结构基础上的改造，不扩大探伤室内使用面积，公司实行封闭式管理，公众成员未经允许不得入内，且探伤室远离公司办公人员活动区域，周围活动人员较少，有利于减少 X 射线无损检测对公众成员的影响；探伤室大防护门（工件门）外为厂内过道区域，一般无人居留，探伤室内布置有地轨和行车，大防护门（工件门）外有地轨，有利于探伤工件的运输。因此，项目选址可行。

1.7 与项目有关的原有核技术应用及污染状况

根据调查，重庆大众能源设备股份有限公司办理了辐射安全许可证（渝环辐证[00375]，有效期至 2029 年 12 月 22 日），公司目前在用的 4 台 II 类射线装置，均在许可范围内，有辐射装置具体情况见表 1-10 所示。

表 1-10 现有辐射工作情况一览表

序号	设备名称及型号	型号	类别	数量(台)	场所	上证情况
1	工业用 X 射线探伤装置	XX2505	II	1	厂区西侧专用探伤室	已上证
2	工业用 X 射线探伤装置	XXG2505	II	1	厂区西侧的2号车间	已上证
3	工业用 X 射线探伤装置	XXQ2505	II	1	现场和专用探伤室	已上证
4	工业用 X 射线探伤装置	XXGZ3005	II	1	厂区西侧专用探伤室	已上证

备注：公司现有辐射安全许可证上的另外7台设备已做报废处理，因此上表未列出。

公司现有射线装置每年委托有资质单位监测，探伤室外周围当量剂量率满足标准要求，详见支撑性材料附件7；公司有辐射环境管理机构，制定了相关管理制度，认真落实并张贴上墙；配备了足够的辐射工作人员从事射线装置操作。根据调查，公司现有在职辐射工作人员6人，所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每3个月将个人剂量计交有资质单位进行检测，个人剂量满足管理要求，建立了个人剂量档案；定期进行职业健康体检并建立了职业健康档案；现有辐射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训，并考核成绩合格，合格证或成绩单均在有效期内；公司每年1月31日前向发证机关提交了上一年度的评估报告。经调查，公司使用射线装置至今，辐射设备运营良好，无辐射安全事故发生，相关主管部门未收到环保投诉，也未产生环保纠纷，无环保遗留问题。

1.8 依托关系及可行性

项目依托可行性分析见表 1-11。

续表 1 项目基本情况

表 1-11 项目依托可行性分析				
序号	依托工程	依托情况	可行性分析	结论
1	主体工程	依托现有探伤室、控制室、办公室、暗室等主体结构	由于本项目新购设备能量增加，因此在现有探伤室主体结构基础上，增加了探伤室迷路、加厚了顶棚、对辅助用房进行了改造，经过后文核算，探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h。	可依托
2	公用工程	供电系统、供水系统等公用工程	项目位于公司 2 号厂房内，供电、供水设施依托现有工程。厂区为园区电网供电，园区管网供水。因此，项目依托公司现有的公用设施可行。	可依托
3	辐射安全相关设施设备	现有设施设备依托	现有探伤室内已配置固定式场所辐射探测报警装置、急停按钮等，本项目将依托现有可使用设施。	可依托
4	环保工程	生活污水处理系统	项目辐射工作人员在公司总劳动定员内，故运营期厂区总体不新增生活污水，本项目可依托公司现有生化池。	可依托
		生活垃圾收运系统	项目工作人员为公司现有辐射工作人员，生活垃圾在企业预算范围内，本项目可依托。	可依托
		危废贮存点	项目产生的危险废物（洗片废液、废胶片）依托暂存于 2 号厂房的危废贮存点，依托厂内废物管理办法，交有资质的危废公司处理。	改造后依托
5	劳动定员	已有辐射工作人员	项目利用原有的 6 名辐射工作人员继续从事 X 射线无损检测工作，该 6 名工作人员在公司的劳动定员内。其已参加了辐射安全与防护知识培训，考核合格，并进行了健康体检以及个人年剂量监测。	可依托
6	辐射防护	监测仪器	已配置了个人剂量监测仪、个人剂量报警仪、便携式 X- γ 辐射剂量率仪、固定式场所辐射探测报警装置。	可依托
7	辐射管理	管理制度	已有辐射工作安全管理小组，且制定了辐射管理文件	可依托

由表 1-11 可知，本项目公用工程、废水处理、危废贮存点均可依托公司的现有设施；设备操作依托公司现有辐射工作人员，且公司已配备足够的个人防护用品并制定了相应的辐射管理制度，因此，项目依托公司现有设施和人员是可行的。

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
本项目不涉及放射源。								

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
本项目不涉及非密封放射性物质										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及加速器。										

(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	2 台	定向机 XXG-3505	350	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	拟购	
2	X 射线探伤机	II	1 台	周向机 XXGHZ-3505	350	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	拟购	
3	X 射线探伤机	II	1 台	定向机 XXGZ3005	300	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	利旧	
4	X 射线探伤机	II	1 台	周向机 XX2505	250	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	利旧	
5	X 射线探伤机	II	1 台	定向机 XXG2505	250	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	利旧	
6	X 射线探伤机	II	1 台	定向机 XXQ2505	250	5	无损检测	2 号厂房西侧探伤室内	利旧	
以下空白。										

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及中子发生器													

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
洗片废液	液态	/	/	/	约 2.52t	/	专用桶收集、2 号厂房危废贮存点内暂存	交有资质单位处理
废胶片	固态	/	/	/	约 1.88t	/	专用收纳箱收集、2 号厂房危废贮存点内暂存	交由有资质单位进行处理
氮氧化物、臭氧	气态	/	/	/	少量	/	/	废气经探伤室顶棚西侧排风口引至楼上封闭房间西侧窗口排放
报废 X 射线机	固态	/	/	/	约 0.35t	/	探伤室内暂存	对高压射线管去功能化后，按照建设单位相关要求处理，保留处理相关手续并存档
生活污水	液态	/	/	/	/	/	/	现有生化池处理后排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	/	环卫统一处置

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日修订实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，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 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日修订实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日修订实施；</p> <p>(6) 《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，2005 年 12 月 21 日施行；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日修订发布；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行。</p>
------	--

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及 2017 年修改单；</p> <p>(6) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；</p> <p>(7) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>(8) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目备案证，附件 1；</p> <p>(2) 环境影响评价委托函，附件 2</p> <p>(3) 公司现有《辐射安全许可证》，附件 3；</p> <p>(4) 本项目场所监测报告，附件 4；</p> <p>(5) 公司现有探伤室环评与验收批复，附件 5；</p> <p>(6) 公司现有辐射管理制度，附件 6；</p> <p>(7) 项目设计等相关资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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）的相关规定，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围为评价范围。因此，本项目以探伤室边界周围 50m 的范围作为项目辐射环境影响评价的范围。

7.2 环境保护目标

本项目探伤室位于 2 号厂房西端，探伤室北侧为焊材库、楼梯间、杂件库、库房、非标成品放置区、水压试验区、焊接区、厂内过道、精加工车间、1 号加工厂房等，东侧为厂内过道、现场探伤区域、设备组装区等，南侧为暗室、控制室、评片室、厂内过道、珠光砂填充区、成品放置区、油漆存放库、危废贮存点、杂物间、油漆房、喷砂房、焊接实验室、办公室、重庆海塑南邦铝业有限公司等，西侧为厂内过道、重庆海塑南邦铝业有限公司等。

探伤室 50m 评价范围内的辐射环境保护目标见表 7-1，探伤室及周围辅助用房剖面见图 7-1。

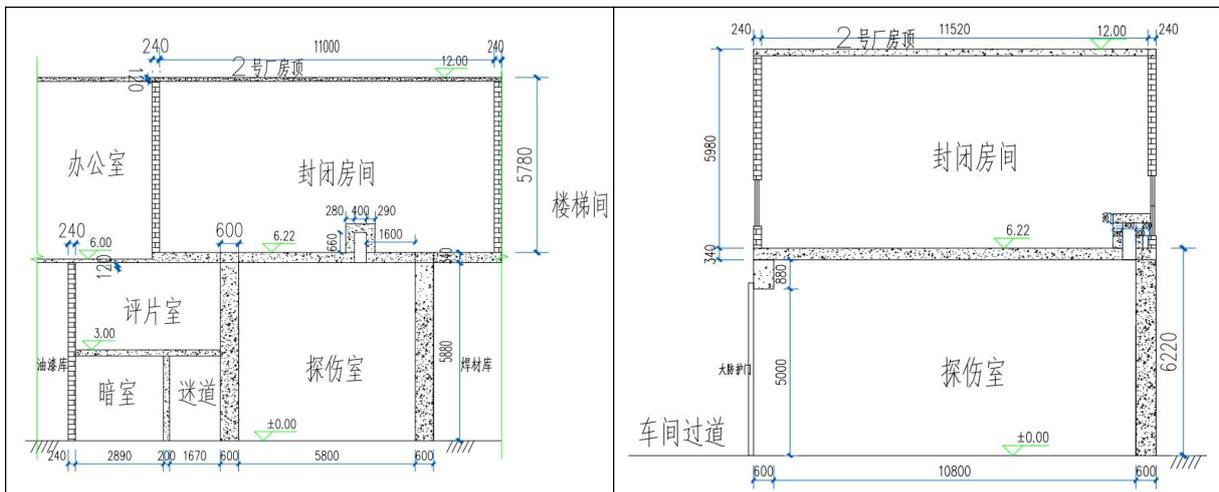


图7-1 探伤室及周围辅助用房剖面图

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 项目环境保护目标一览表							
序号	环境保护目标名称	方位	最近水平距离	高差	环境特征	保护对象	影响因子
1	焊材库、楼梯间、杂件库、厂内过道、非标成品放置区	北	紧邻~约 34m	0m	厂内辅助用房, 约 3 人	公众成员	电离 辐射
	更衣室、库房		约 4.1~13.8m	+3~6m	厂内辅助用房, 约 2 人	公众成员	
	水压试验区、焊接区		约 8.5~50m	0m	厂内加工区, 约 5 人	公众成员	
	精加工车间、1 号加工厂房		约 13.8~50m	0m	厂内加工区, 约 30 人	公众成员	
2	2 号厂房内过道、现场探伤区域	东	紧邻~37m	0m	约 3 人	公众成员	
	设备组装区		约 37~50m	0m	厂内加工区, 约 3 人	公众成员	
3	暗室、控制室	南	紧邻~约 2.9m	0m	约 2 人	辐射工作人员	
	评片室		紧邻~约 2.9m	+3m	约 2 人	辐射工作人员	
	厂内过道、油漆存放库、危废贮存点、杂物间、成品放置区		约 2.8~约 50m	0m	厂内辅助用房, 约 1 人	公众成员	
	油漆房		约 4.8~12.9m	0m	厂内加工区, 约 5 人	公众成员	
	喷砂房、珠光砂填充区		约 12.9~27.4m	0m	厂内加工区, 约 5 人	公众成员	
	焊接实验室、办公室		约 2.2~18.8m	+6m	厂内辅助用房, 约 4 人	公众成员	
	厂区道路		约 18.8~25.8m	0m	约 3 人	公众成员	
	重庆海塑南邦铝业有限公司		约 25.8~50m	-2m	重庆海塑南邦铝业有限公司, 约 60 人	公众成员	
4	厂区道路	西	紧邻~8.7m	0m	约 3 人	公众成员	
	重庆海塑南邦铝业有限公司		约 8.7~50m	-2m	重庆海塑南邦铝业有限公司, 约 30 人	公众成员	

备注：探伤室用房楼上用房已封闭，一般情况下无法到达，楼下为泥土层；“-”代表建筑 1F 地面低于探伤室地面，“+”代表房间地面高于探伤室地面；探伤室探伤与现场探伤不同时进行；环境特征中的人数主要是指在评价范围内的受影响人数。

7.3 评价标准中相关指标要求

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊

续表 7 保护目标与评价标准

情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv 作为职业照射剂量限值。

第 B1.2 款 公众照射

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，1mSv。

（2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

该标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

第 5 条 探伤机的放射防护要求

第 5.1 条 X 射线探伤机

第 5.1.1 条 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1（本报告表 7-2）的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压, kV	漏射线所致周围剂量当量率控制值, mSv/h
150~200	<2.5
>200	<5

第 6 条 固定式探伤的放射防护要求

第 6.1 条 探伤室放射防护要求

第 6.1.3 条 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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ 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 μ Sv/h。

第 6.1.4 条 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

续表 7 保护目标与评价标准

控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

第 6.1.10 条 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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

第 3.1.1 条 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($\dot{H}_{c,d}$)：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$

公众： $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$

第 3.1.2 条 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

第 3.2 条 需要屏蔽的辐射

第 3.2.2 条 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

(4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》(GBZ2.1-2019)

室内：臭氧浓度的接触限值： 0.3mg/m^3 ；氮氧化物的接触限值： 5mg/m^3 ；

(5) 评价标准及相关参数值

① 年剂量管理目标值

根据建设单位提供的资料，本项目取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为辐射工作人员的年有效剂量管理目标值，取公众照射剂量限值的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值，满足 GB18871-2002 的规定。

② 探伤机屏蔽体外控制水平核算

上述标准中《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 对探伤室屏蔽体外周围剂量当量率参考控制水平有关

续表 7 保护目标与评价标准

规定，本评价按照其相关要求保守计算屏蔽体外周围剂量当量率控制水平核算如下：

A:居留因子

根据 GBZ/T250-2014 附录 A，不同场所的居留因子选取如表 7-3 所示。

表 7-3 不同场所的居留因子

场所	居留因子	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

备注：后文计算中的居留因子参照本表取值，后文不再提及。

B:探伤室屏蔽体外周围剂量当量率控制水平核算

本项目新购探伤机预计每年检测约8000次，根据建设单位资料现有探伤机每年检测约2200次，每次设备出束时间最多5min，年工作时间约600h，则周工作时间约11.5h。探伤机屏蔽体外周围剂量当量率控制水平核算结果见表7-4，导出剂量率参考控制水平按照GBZ/T250-2014条款3的计算要求进行。

关注点剂量率控制水平计算公式：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

H_c —周剂量参考控制水平（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）

t —探伤装置周照射时间，h

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

剂量率参考控制水平核算表见表 7-4。

表 7-4 剂量率参考控制水平核算表

屏蔽体	U	T	t	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
西墙（厂区道路）	1	1/40	11.5	5	2.5	17.3	2.5
北墙（焊材库）	1	1/40	11.5	5	2.5	17.3	2.5
东墙（厂内过道）	1	1/40	11.5	5	2.5	17.3	2.5
南墙（控制室）	1	1	11.5	100	2.5	8.7	2.5
顶棚	1	1/40	11.5	5	2.5	17.3	2.5

③项目剂量限值与污染物排放指标

续表 7 保护目标与评价标准

综上所述，结合本项目实际情况，确定本项目的主要评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 项目主要评价标准及相关参数汇总表

序号	项目	控制限值	采用的标准
1	年剂量管理目标限值	辐射工作人员：5mSv； 公众成员：0.1mSv。	GB18871-2002、公司 管理要求
2	周剂量管理目标限值	职业工作人员周剂量：≤100μSv/周； 公众成员周剂量：≤5μSv/周。	GBZ/T250—2014
3	探伤室外剂量要求	探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h。	GBZ117—2022、 GBZ/T250—2014
4	通风要求	有效通风换气次数应不小于 3 次/h。	GBZ117—2022

表 8 环境质量现状

本项目位于重庆市南川区工业园区龙岩组团重庆大众能源设备股份有限公司 2 号厂房西侧探伤室内，为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，2025 年 6 月 9 日重庆泓天环境监测有限公司对项目所在位置的辐射环境质量进行了现状监测（监测时厂内探伤机未开展探伤工作），监测结果见渝泓环(监)[2025]799 号（见附件 4）。

(1) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率（未扣除宇宙射线）

(2) 监测方法和依据：

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021

(3) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况

监测仪器名称及型号	仪器编号	资产编号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
环境级 γ 、 γ 辐射巡检仪 RGM5200	1222203004005	HT20221201	2024112106273	2025.12.2	1.12

测量范围：10nSv/h-100 μ Sv/h。

(4) 监测点位：共设 8 个点。监测布点示意图见图 8-1。

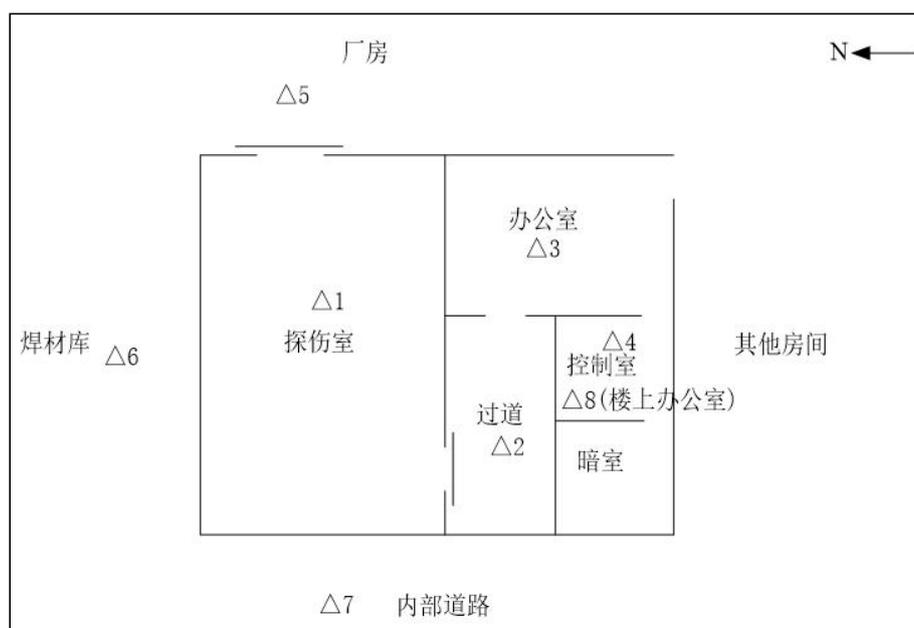


图 8-1 监测布点示意图

监测布点合理性分析：监测点位分别布设在项目探伤室内、探伤室旁过道内（改造后为探伤室迷路）、办公室内（改造后为控制室）、控制室内（改造后为暗室）、西侧厂区道路上、北侧焊材库内、东侧厂房内和斜上方办公室处。监测布点较全面地考虑了项目所在位置及其周围辐射环境水平，总体上可以反映项目所在地辐射环境水平。

（5）质量保证措施

监测单位具备所监测项目的资质；合理布设监测点位；监测方法采用国家有关部门颁布的标准；监测人员经过培训后上岗，监测仪器每年送剂量部门检定合格后在有效期内使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；监测时由专业人员按操作规程操作仪器，获取足够的数量，并做好记录；监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核、审定，最后由授权签字人签发。

（6）监测结果统计：

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 拟建项目辐射环境监测结果统计

监测点位	监测点位描述	γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
△1	探伤室	0.072
△2	过道（拟建迷道位置）	0.074
△3	办公室（探伤室南侧改造后控制室位置）	0.085
△4	控制室（探伤室南侧改造后暗室位置）	0.073
△5	探伤室东侧厂房	0.068
△6	焊材库（探伤室北侧）	0.072
△7	探伤室西侧内部道路	0.065
△8	探伤室斜上方办公室	0.071

根据监测统计结果可知，本项目建设位置及周围的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 $0.065\mu\text{Gy/h}\sim 0.085\mu\text{Gy/h}$ （ $65\text{nGy/h}\sim 85\text{nGy/h}$ ）之间（未扣除宇宙射线）。根据《2023年重庆市辐射环境质量报告书》（简化版），累积剂量测得的辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 $76.8\sim 93.3\text{nGy/h}$ ，平均值 87nGy/h （均未扣除宇宙射线响应值）相比较，项目所在地的环境辐射剂量率监测值在重庆市环境辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程及产污环节

本项目用房在现有房间基础上进行改造，施工期主要为墙体及铅门的拆除、新建和改造、装修等，设备的安装等工作，不新增用地。

施工期的工艺流程及产污环节见图 9-1 所示。

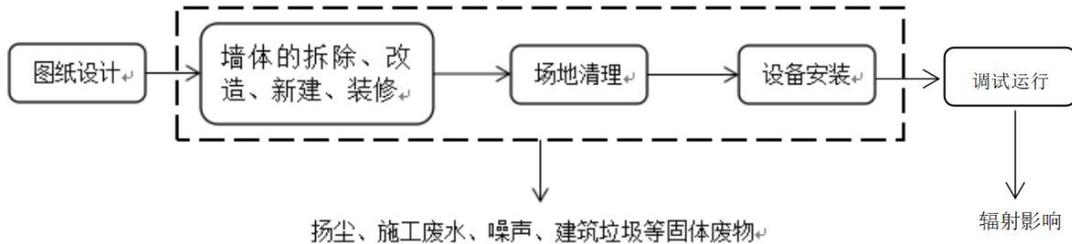


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

项目施工期建设产生的污染因子有：扬尘、废水、噪声、固体废物等。

(1) 扬尘：主要为改造现有墙体和新建墙体时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

(2) 噪声：施工噪声主要体现在装修过程中装修设备和现场处理噪声，各施工设备噪声源强约为 70~80dB (A)；

(3) 废水：施工期废水主要为施工人员生活污水，项目施工期每天最大约 5 人在施工现场作业，生活用水量约为 50L/人·d 计，污水产生系数按用水量的 0.9 计，则生活污水排放量为 0.23m³/d；

(4) 固体废物：主要为墙体拆除、改造、新建、装修过程产生的建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾、拆除的铅门等。

(5) 设备调试产生的辐射影响同运营期，具体见后文。

本项目产生少量建筑垃圾运至市政指定的合法的建筑垃圾堆放场处置；施工期产生的生活垃圾按每天 5 人计，每人每天产生生活垃圾 0.5kg，则每天产生 2.5kg。依托周围现有生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一收运处理；项目场地施工及设备安装调试期间，会产生一定的废包装材料，废包装材料交物资回收单位回收处置；拆除的铅门交有资质单位处理。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 设备基本情况

(1) 设备组成

探伤机由控制器、X 射线发生器、低压连接电缆等组成。

①控制器

便携式工业 X 射线探伤机控制器为手提箱式结构，所有操作均由面板上的轻触开关进行。控制器的主要作用是将交流电变换成管头所需的脉冲电压，按照设定参数调节 X 射线管的工作电压和工作电流，保证产生稳定的射线，并自动控制曝光时间。

控制器面板上显示有时间及电压显示装置，训机、延时曝光、工作状态指示灯、开高压、停高压的按钮。控制器面板具有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线才能出束。停机或待机时钥匙才能拔出。按下停止高压，探伤机停止出束。另外面板上给出了操作注意事项及参考曝光曲线图，延时曝光可设置在 0~9.9min 后曝光。

②X 射线发生器

X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、连接电缆插座、警示灯、X 射线管冷却风扇、充、放气阀等部件构成。X 射线发生器为组合式结构，高压电压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）和 X 射线管安装在同一管桶内，管桶用铝加工而成，而且是密封的，内部充有六氟化硫气体，它对于高电压有良好的电绝缘性能。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。

③低压连接电缆等附件

设备电源电缆线长 25m。

典型探伤机照片见图 9-2，本项目探伤机主要性能参数见表 9-1。



图 9-2 典型探伤机照片

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 探伤机主要性能参数

序号	设备型号	数量 (台)	管电压	管电 流	冷却 方式	X 射线束 辐射角	过滤板 材质	最大穿 透钢板	厂家
1	XXG3505	2	350kV	5mA	风冷	40°	3mm 铜	58mm	丹东荣华射线仪器 仪表有限公司
2	XXGHZ3505	1	350kV	5mA	风冷	30°×360°	3mm 铜	49mm	
3	XXGZ3005	1	300kV	5mA	风冷	40°	3mm 铝	50mm	丹东市红星仪器厂
4	XX2505	1	250kV	5mA	风冷	30°×360°	3mm 铝	39mm	丹东华日理学电气 射线有限公司
5	XXG2505	1	250kV	5mA	风冷	40°	3mm 铝	39mm	丹东荣华射线仪器 仪表有限公司
6	XXQ2505	1	250kV	5mA	风冷	40°	3mm 铝	40mm	丹东市红星仪器厂

(2) 工作方式

本项目工作方式为探伤室内的 X 射线探伤，探伤工作时将 X 射线探伤机出束窗口朝向待测工件，工件的另一端贴胶片，利用连接线缆将控制器与探伤机连接，辐射工作人员隔室操作，在控制室内使用控制器控制 X 射线探伤机产生 X 射线照射工件，X 射线透过工件在对面的胶片上成像，洗出胶片后观察焊缝。

(3) 工作原理及工艺流程

1) 工作原理

A、X 射线产生原理

探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。X 射线管结构及原理示意图见图 9-2。

B、胶片成像原理

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，当 X 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫作射线的照相作用。把这种曝光过的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观灯片上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，从而达到 X 射线无损检测的目的。

续表 9 项目工程分析与源项

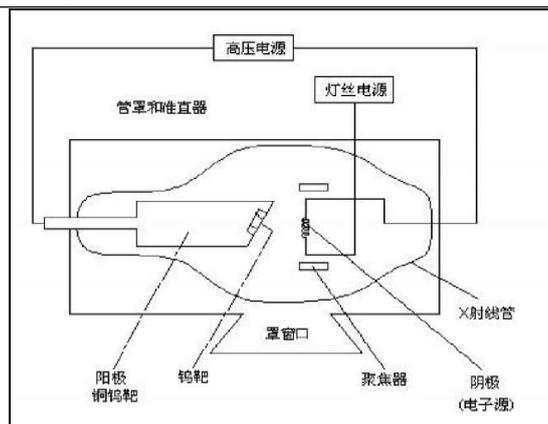


图 9-3 X 射线管原理示意图

2) 工艺流程

探伤机的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。探伤机 X 射线无损检测工作如下，工作流程图见图 9-4。

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。

①大件工件使用探伤室内行车将工件放置于运输台上，小件工件由辐射工作人员搬运放置于探伤室内运输台上；

②根据探伤工件大小、尺寸，确定探伤机的位置布置；如大件工件放置于探伤室中部运输台上，周向机固定放置于工件内部，定向机固定放置于工件内部或使用载物台放置于工件外（轨道至南侧外 1.3m 范围内、主射朝向北墙）；

③贴片：选择合适的位置，在工件上贴片；

④根据探伤规范要求，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；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；

⑤确认探伤室内无人后，关闭防护门，按下探伤机高压按钮并持续 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；当数码管显示“0.0”时，曝光结束，仪器自动切断高压，并进入休息，此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

⑥探伤结束时，关闭 X 射线探伤机，取下胶片；两台探伤机同时使用时，在探伤室内摆放好探伤机后，辐射工作人员在控制室分别开启其控制器电源、调节千伏选择按钮

续表 9 项目工程分析与源项

和时间按钮，确认探伤室无人后关闭防护门，分别按下探伤机高压按钮，待设备高压均结束后，探伤机控制器“准备”灯均亮起，方可进入探伤室关闭探伤机取下胶片。

⑦取下的胶片在暗室内洗片，本项目采用洗烘一体的全自动洗片机冲洗胶片，全自动洗片机使用方便，配有药液循环系统，使槽中药液在不断的循环过程中得到过滤、调温和补充，无需专人看管，避免了洗片时化学药液对人体的伤害。洗片过程主要由显影、定影、冲洗和烘干四部分组成，洗片完成后在评片室中进行评片，工艺流程如下：

①显影：首先将胶片送入全自动洗片机，胶片经胶片辊传送，先在装有显影药液的显影槽中放置一定时间。显影槽中的药剂定期更换，产生废显影液。

②定影：胶片经胶片辊传送，在装有定影药液的定影槽中放置一定时间。定影槽中的药剂定期更换，产生废定影液。

③冲洗：胶片经胶片辊传送，在冲洗槽中用清水冲洗。冲洗槽中的水循环利用，定期更换，产生清洗废液。

④烘干：胶片经胶片辊传送，在烘干箱内完成烘干，以上洗片过程均自动完成。

⑤评片：进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，评定不合格的产品，返修检测。

续表 9 项目工程分析与源项

以上洗片过程产生废显影液、废定影液、清洗废液，评片过程会产生废胶片（因过度曝光、曝光不足、底片未对正探伤位置等因素），洗片、评片工艺流程及产污环节示意图见下图。

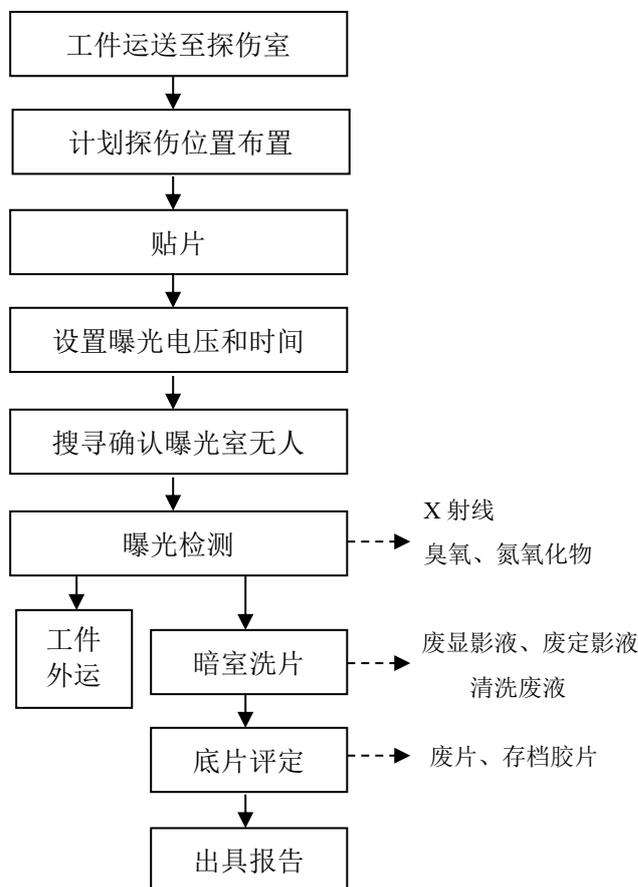


图 9-4 项目 X 射线无损检测工艺流程及产排污简图

(4) 人流物流路径规划

物流路径：待检工件由普通工作人员放置于探伤室外，使用厂房内吊机或搬运至载物台上，载有工件的载物台在地轨上被推入探伤室并通过探伤室内吊机被调整位置，工件检测完成后，载有工件的载物台在地轨上被推出探伤室。

人流路径：辐射工作人员由控制室进入探伤室，通过地轨将载物台推入探伤室，使用探伤室内吊机调整工件位置、摆放好探伤机以及贴好胶片后进入控制室，在控制器上设置好需要的参数、确定探伤室内无人后，关闭大防护门和小防护门，对工件进行检测，检测后辐射工作人员通过小防护门进入探伤室关闭探伤机、再开启大防护门，辐射工作人员同样通过地轨将载物台推出探伤室。

公司对工作人员进行统一培训：检测前将待检工件放置于探伤室外地轨载物台上做

续表 9 项目工程分析与源项

好检测准备，检测期间普通工作人员不得进入探伤室、控制室内。本项目人流物流路径规划图见图 9-5。

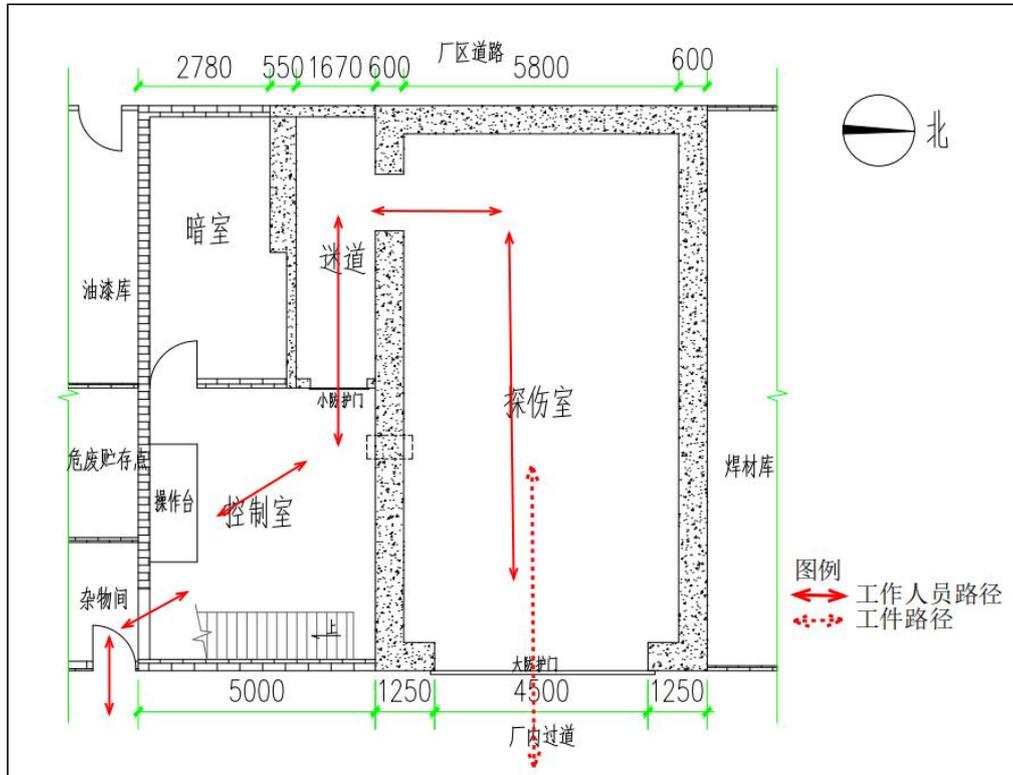


图 9-5 探伤室内人流物流路径规划示意图

9.3 污染源项分析

根据工艺流程可知，X 射线无损检测工作产生的污染物主要有 X 射线探伤机曝光时的电离辐射影响、废液（废显影液、废定影液、清洗废液）、固废（废片）、废气（臭氧、氮氧化物）等。

9.3.1 电离辐射

由 X 射线探伤机工作原理可知，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。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目 X 射线探伤工作流程，X 射线探伤机与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

续表 9 项目工程分析与源项

①有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。根据项目所用探伤机参数并结合《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 X 射线输出量可知，350kV 的 X 射线机距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线输出量以 3mm 铜为过滤板，则值为 $17.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，300kV 的 X 射线机距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线输出量以 3mm 铝为过滤板，则值为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，250kV 的 X 射线机距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线输出量以 3mm 铝为过滤板，则值为 $13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。探伤机射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。各探伤设备 1m 处发射率见表 9-3。

表9-3 各探伤设备1m处发射率一览表

设备型号	额定电压	过滤板材质	1m 处的发射率
定向 XXG-3505	350kV	3mm 铜	$17.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
周向探伤机 XXGHZ3505	350kV	3mm 铜	$17.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
定向机 XXG-3005	300kV	3mm 铝	$20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
周向机 XX-2505	250kV	3mm 铝	$13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
定向机 XXG-2505	250kV	3mm 铝	$13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
定向机 XXQ-2505	250kV	3mm 铝	$13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$

②漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）表 3.1，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h 。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地板、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。 90° 散射线能量最高，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，原始射线能量 350kV 对应的散射线能量取 250kV、原始射线能量 300kV、250kV 对应的散射线能量取 200kV。

9.3.2 “三废”产排情况

本项目主要是在 X 射线探伤机无损检测作业过程中产生的 X 射线，不产生放射性“三废”。

（1）废气

在 X 射线无损检测作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（主

续表 9 项目工程分析与源项

要为 NO₂)。废气经抽风机引至楼上房间，经楼上房间窗口排至车间外、排放口离地高度约 6.6m 处排放。

(2) 废水

本项目无生产废水产生。本项目废水主要为工作人员产生的少量生活污水，依托建设单位现有生化池处理达标后排入市政污水管网。

(3) 噪声

探伤室排风管内设置一台排风机，工作时将产生一定的噪声，建设单位采用低噪声设备，噪声值约 65dB(A)。

(4) 固体废物

①一般固废

本项目一般固废主要为辐射工作人员产生的生活垃圾及报废的探伤机。

少量生活垃圾依托现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

探伤机使用一定年限后（一般约 10 年），射线装置可能不能正常工作，报废成为固体废物，拟对高压射线管去功能化后，按照建设单位相关要求处理，保留处理相关手续并存档。

②危险废物

A: 废胶片

探伤机曝光时产生的废片和存档到期的胶片成为危险废物，胶片暂存于专用收纳箱内，其要求存档时间不定，最短存档时间不低于 7 年。本项目建成后废片新增产生量约 19000 张/年，每张片子平均约 10g，则每年新增产生量（约 0.19t），7 年共存档胶片约 1.33t，废胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，无放射性，后期暂存于 2 号厂房的危废贮存点内，后交由有危废资质单位处理。

B: 洗片废液

洗片过程产生冲洗废水，经胶片显影冲洗废水循环处理设备处理后循环使用，最终产生含高浓度定（显）影液的洗片废水，本项目建成后全年洗片量新增约 19000 张，平均每张胶片冲洗约产生 0.1L 的洗片废水，则废液年产生量约 1900L（约 1.9t）。

洗片废液主要成分为对苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，无放射性。废液使用专用桶收集，暂存于 2 号厂房的危废贮存

续表 9 项目工程分析与源项

点内，后交由有危废资质单位处理。

本项目新增危险废物产排情况见表 9-3 所示。

表 9-3 危废产生量及处理处置措施

危废名称	危废类别	危废代码	产生量 (t/a)	形态	主要成分	有害成分	产生周期	暂存时间	危险特性	处置措施
洗片废液	HW16	900-019-16	1.9	液态	对苯二酚 亚硫酸钠 重金属银	重金属银	1 个月	约 6 个月	T	专用桶收集后暂存于危废贮存点，定期交由有资质单位收运处理
废胶片	HW16	900-019-16	1.33	固态	明胶 卤化银	重金属银	每次探伤	约 1 年	T	专用收纳箱收集后暂存于危废贮存点，定期交由有资质单位收运处理
存档到期胶片							7 年	≥7 年		

现有项目与改造后项目三本账情况见表 9-4。

表 9-4 项目污染物产排情况统计表

污染物	现有产生量	新增产生量	改造后产生量
废胶片	0.55t/a	1.33t/a	1.88t/a
洗片废液	0.62t/a	1.9t/a	2.52t/a

备注：根据建设单位资料，公司现有探伤机每年产生废片约 0.078t，则 7 年共约 0.55t。

9.3.3 项目产排污统计

项目产生的污染因子源强分析总体情况见表 9-5 所示。

表 9-5 项目污染物产排情况统计表

污染物	污染因子	产生量	
电离辐射	X 射线	能量 350kV，距靶 1m 处主射束的输出量不大于 17.4mGy·m ² /mA·min，漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h； 能量 300kV，距靶 1m 处主射束的输出量不大于 20.9mGy·m ² /mA·min，漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h； 能量 250kV，距靶 1m 处主射束的输出量不大于 13.9mGy·m ² /mA·min，漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h。	
废气	O ₃ 、NO _x	少量	
废水	生活污水	少量	
噪声	设备噪声	65dB (A)	
固废	生活垃圾	少量	
	危险废物	洗片废液	2.52t/a，暂存于危废贮存点，定期交危废资质单位处理
		废胶片和存档到期的胶片	1.88t/a，暂存于危废贮存点，定期交危废资质单位处理

续表 9 项目工程分析与源项

9.3.4 原有工艺不足及改进情况

原有工艺不足情况：新购探伤机能量增加，导致原有探伤室屏蔽防护不足，探伤室无迷道导致射线直接穿透墙体，增加工作人员和周围环境的辐射风险；排风管道直穿墙体可能破坏墙体的整体防护结构，导致射线泄漏。

本次改进情况：改造后增加迷道，不改变探伤室有效使用面积，顶棚厚度增加，将探伤室南侧过道改造为探伤室迷道，排风管道以 L 形将废气引出探伤室，朝向室外排放。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 布局合理性分析

公司现有 2 号厂房总高 12m，分为西侧区域（2F，12m）、东侧区域（1F，12m），本项目探伤室位于 2 号厂房西端，探伤室层高 6.22m，探伤室地下无建筑，楼上为封闭房间（人员无法到达），探伤室内设迷道，控制室独立设置在探伤室外（位于探伤室南侧），探伤室南侧相邻还布置有暗室、评片室（位于暗室及迷道上方，1F 夹层），房间布置紧凑，功能齐全，方便探伤工作操作及后续洗片工作，定向机主射方向朝向顶棚和北墙，主射束避开了控制室，控制室操作台位于远离周向机主射墙（南墙）的一侧，探伤机穿墙电缆为地下 U 形穿越，避开了探伤机主射方向，探伤室内布局单一，人流、物流路径清晰，经核算，探伤室屏蔽体厚度能有效屏蔽 X 射线，因此，本项目平面布局合理。

10.1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.2 要求：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。

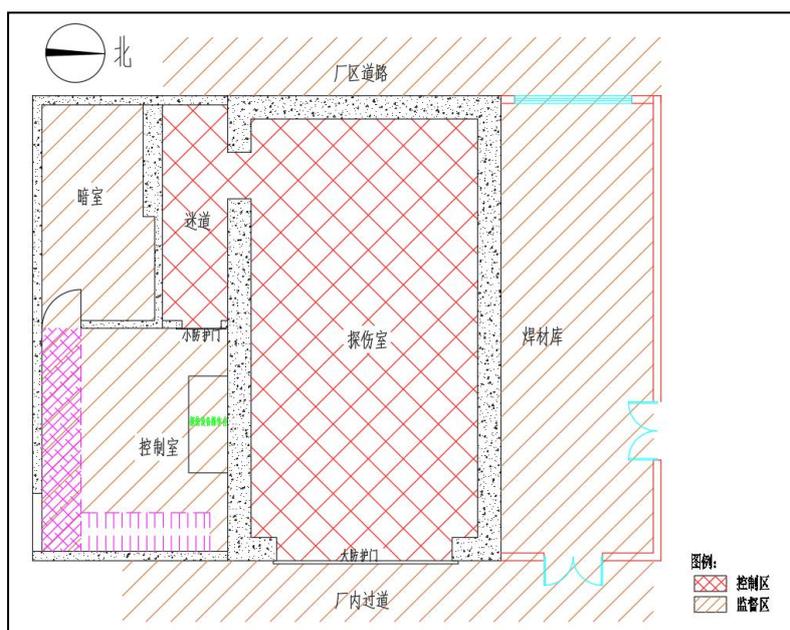
控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

根据上述要求，拟对项目工作区域进行分区管理，项目用房具体分区情况如下表 10-1，分区布局示意图见图 10-1。

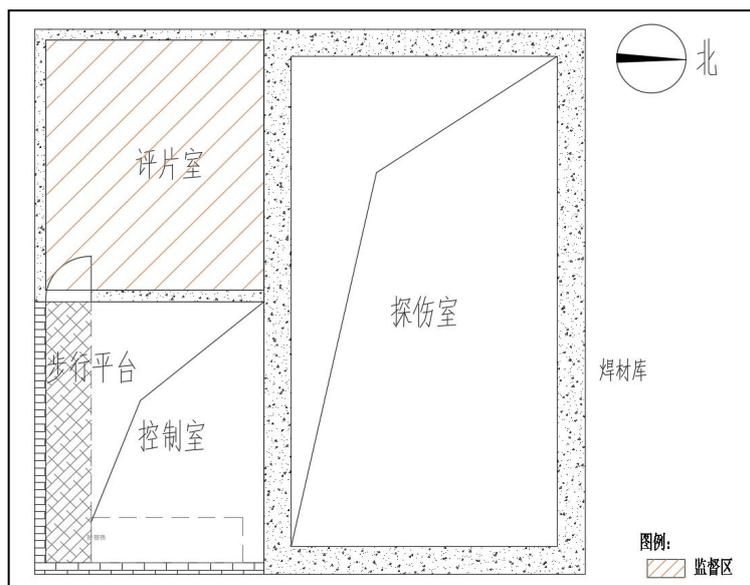
表 10-1 项目分区管理情况表

类别	用房
控制区	探伤室（含迷道）、楼上封闭房间
监督区	暗室、控制室、评片室、焊材库、探伤室相邻车间过道及厂区道路、楼上封闭房间旁的办公室和楼梯间

续表 10 辐射安全与防护



0.00m处



3.00m处

续表 10 辐射安全与防护

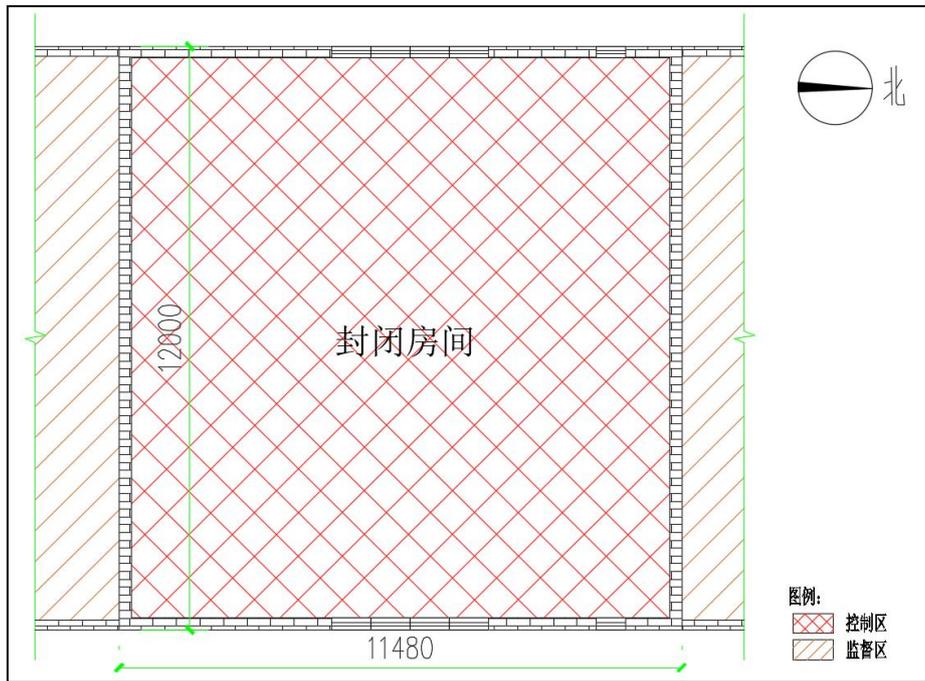


图 10-1 分区布局示意图

目前公司已采取的分區管理措施：

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。在控制区入口设置规范的电离辐射警告标识、门机联锁（大防护门与设备）、灯机联锁等设施，有效限制无关人员随意进入，限制无关人员随意进入，并按要求定期检查辐射剂量水平，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射。

后期还应根据本次分区情况设置分区标识，按要求定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

10.2 辐射安全与防护措施

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。

10.2.1 X 射线探伤机固有安全性

X 射线探伤机的固有安全性包括以下几个部分：

(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

续表 10 辐射安全与防护

系并维修。

(2) 延时启动功能

按下高压按钮启动曝光后，在产生 X 射线之前，操作人员可以设置延时时间，则设备进入延时阶段，这时用户也可以按下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，在休息阶段将任何按键不可用，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

(5) 设备停止工作 48h 后，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，当管电流低于 0.25mA 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，当高压超过额定值时，自动切断高压。

(9) 继电保护

冷却循环油流量继电器、温度继电器及射线屏蔽室门开关的触点均为串联，在正常时均接通；若有一个没接通，不能达到高压。

10.2.2 实体屏蔽防护措施

(1) 屏蔽体设计情况

根据建设单位提供的资料，本项目探伤室采用混凝土结构，以屏蔽防护 X 射线，防护厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射影响。

探伤室净空尺寸长 10.8m×宽 5.8m×高 6.22m（不含迷道）。探伤室四周墙体采用

续表 10 辐射安全与防护

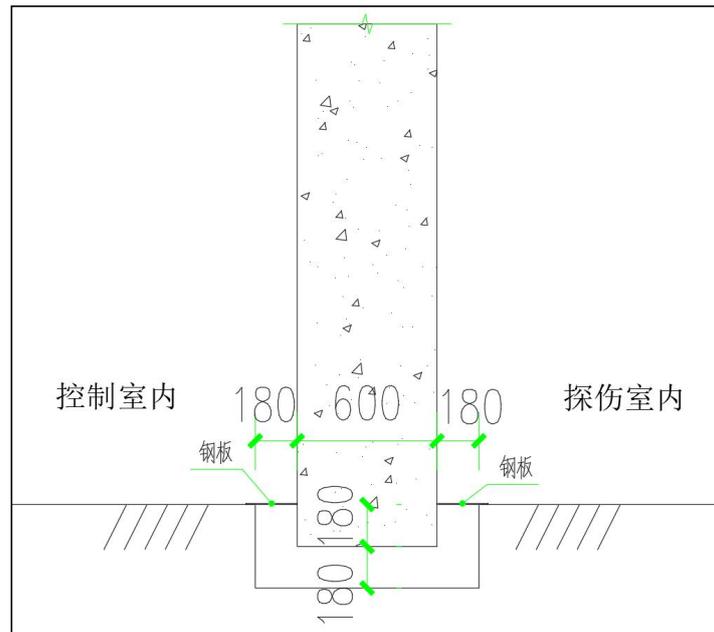


图 10-3 项目穿墙电缆大样图

10.2.3 安全联锁及紧急停机

(1) 门机联锁

本项目探伤室大防护门（工件门）、小防护门（人员门）均拟设门机联锁装置，保证在门关闭后 X 射线探伤机才能出束进行探伤作业，门打开时探伤机立即停止 X 射线照射，关上门 X 射线探伤机不能自动开始 X 射线照射。

(2) 灯机联锁

拟在探伤室大防护门、小防护门外上方及探伤室内西墙上安装“照射”状态的工作状态指示灯及声光报警灯、安装“预备”状态的工作状态指示灯及声音提示装置；预备状态下，“预备”工作状态指示灯亮、声音提示装置响起；照射状态下，“照射”工作状态指示灯亮、声光报警灯报警，工作状态指示灯旁均设“照射”和“预备”信号意义的说明并与 X 射线探伤机联锁。

(3) 控制台锁定开关

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) 急停开关

在探伤室四周墙体上、控制室操作台上、迷道内均设置急停开关 1 个，急停开关相

续表 10 辐射安全与防护

互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，急停开关旁设置中文标识，且所有探伤设备与急停按钮联锁。

(5) 开门按钮

拟在探伤室内大防护门（工件门）、小防护门（人员门）旁均设一个开门按钮，紧急情况下按下开门按钮探伤机立即停止 X 射线照射，防护门打开。

(6) 固定式场所辐射探测报警装置

探伤室内安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其中设备探头安装在探伤室南墙、迷道外墙上，仪表指示仪安装在控制室内。探伤室内探头能够实时监测探伤室内周围剂量当量率，控制室内仪表指示仪能够实时显示探伤室内周围剂量当量率读数，当装置检测到周围剂量当量率超过预设限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，探头及仪表指示仪进行光报警。

(7) 电离辐射警告标志

探伤室严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，拟在进入探伤场所（大防护门上、小防护门上）张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

(8) 视频监控系统

探伤室内外安装一套实时视频监控系统（4 个视频探头），并连接到控制室。视频探头安装于探伤室、迷道内和工件进出门口，能全方位拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到防护门口的情况，不留死角；视频监控屏幕位置拟设置在控制室内，工作人员能在控制室内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急制动装置。

本项目辐射防护安全措施图见图 10-4。

续表 10 辐射安全与防护

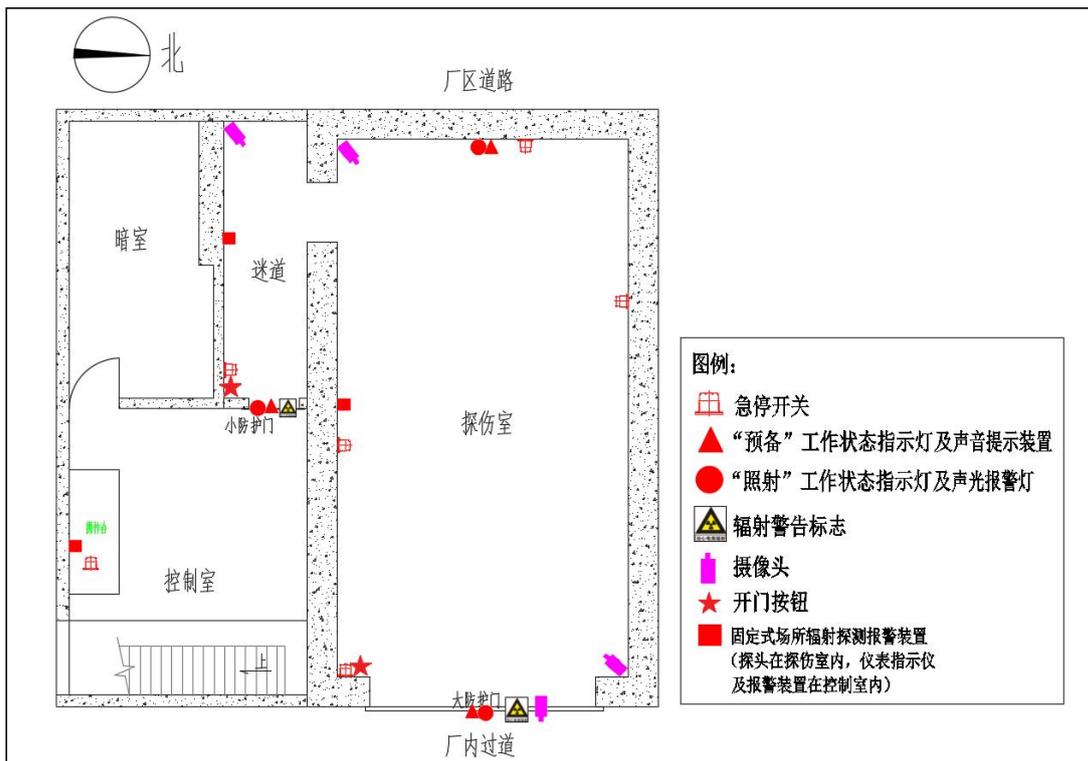


图10-4 项目辐射防护安全措施图

本项目辐射安全联锁逻辑见图 10-5。只有在各防护门关闭、急停按钮复位和系统自检正常的情况下，设备才能启动，同时操作台上固定式场所辐射探测报警装置的仪表指示仪上显示读数，当探头检测到周围剂量当量率超过预设限值时，探头及仪表指示仪进行光报警，同理，设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行，同时进入预备状态，探伤室内外“预备”工作状态指示灯亮、声音提示装置响起，固定式场所辐射探测报警装置的仪表警示仪无读数。

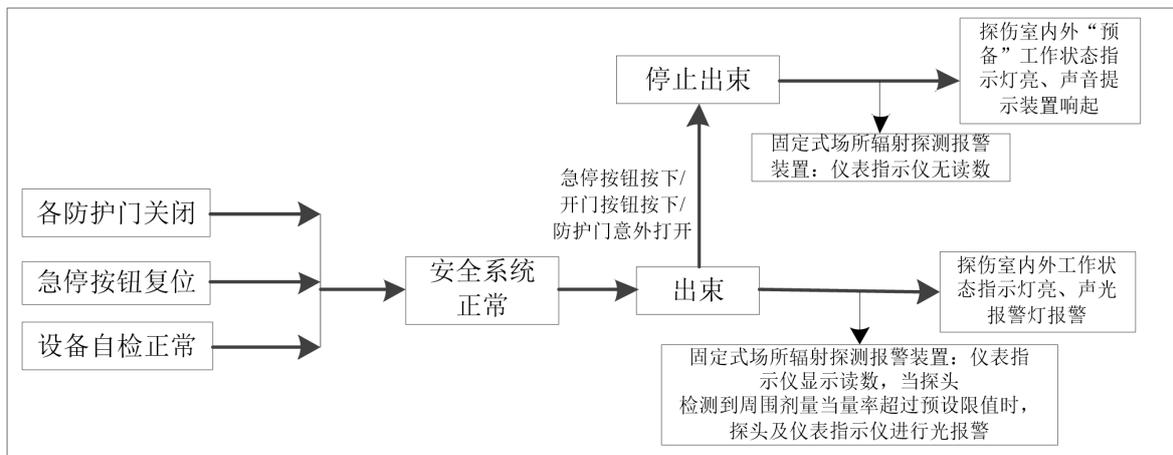


图 10-5 辐射安全联锁逻辑图

续表 10 辐射安全与防护

(9) 其他

探伤室探伤机活动范围（详见图 11-1）设置警示线，严禁探伤机在范围线外进行探伤作业。

建设单位对现有墙体防护材料厚度及密度负责，因本项目部分墙体需在原墙面厚度上加厚、新旧墙体拼接等情况，建设单位对项目施工质量负责。

10.2.4 通风

本项目探伤室采用自然进风、机械排风的方式。废气由探伤室西侧引至顶棚上方封闭房间西侧（外为厂区户外道路）窗户处排出，排风机风量为 2000m³/h，通风次数约为 5 次/h。

10.3 个人防护用品及监测仪器

建设单位已配置的个人防护用品及监测仪器如下表 10-2 所示。

表 10-2 个人防护用品及监测仪器

序号	名称	数量	型号	用途
1	个人剂量报警仪	2 个	FJ2000	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标
2	个人剂量计	6 个	/	工作期间辐射工作人员佩戴，对个人受到的附加剂量进行记录
3	便携式 X-γ辐射剂量率仪	1 台	451P	探伤室屏蔽体外定期监测，检查屏蔽体的屏蔽效果。
4	固定式剂量报警仪	1 套	REN300A	监测探伤室内实时剂量

根据上表可知，本项目劳动定员 6 人，公司已配置的个人防护用品和监测仪器能满足项目运行的需求。

10.4 放射性“三废”的处理

根据工程分析，本项目不涉及放射性“三废”。

10.5 项目措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍，项目拟采取的辐射防护措施与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-3 所示。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表		
标准名称	标准要求	项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.1 探伤室放射防护要求	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。
	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	项目拟对工作区域进行分区管理，分区满足该条的要求。
	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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/h。	经核算，人员在关注点的周剂量参考控制水平能满足职业工作人员不大于 100μSv/周，公众不大于 5μSv/周，项目探伤室各屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，且项目建成后，将委托资质单位对探伤室各关注点进行监测。
	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 100μSv/h。	本项目探伤室上方为封闭房间，一般情况下人员无法到达，经后文核算，探伤室楼上封闭房间顶部外表面 30cm 处的剂量率不大于 2.5μSv/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，	本项目探伤室各防护门均拟设置门机联锁装置，铅门未关闭的情况下不能打开高压产生射线；门关闭后，在打开高压产生射线的情况下，铅门不能打开；门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

续表 10 辐射安全与防护

		<p>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连锁。</p>	
		<p>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，并与探伤机连锁。“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。</p>	<p>拟在探伤室大防护门、小防护门外上方及探伤室内西墙上安装“照射”状态的工作状态指示灯及声光报警灯、安装“预备”状态的工作状态指示灯及声音提示装置；预备状态下，“预备”工作状态指示灯亮、声音提示装置响起；照射状态下，“照射”工作状态指示灯亮、声光报警灯报警，工作状态指示灯旁均设“照射”和“预备”信号意义的说明并与 X 射线探伤机连锁。</p>
		<p>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。</p>	<p>本项目探伤室内外拟安装一套实时视频监控系统（4 个视频探头），并连接到控制室。视频探头安装于探伤室、迷道内和工件进出门门口，能全方位拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到防护门口的情况，不留死角；视频监控屏幕位置设置在控制室内，工作人员能在控制室内实时监控探伤过程。</p>
		<p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>各防护门上均拟设置电离辐射警告标识，并设置中文警示说明。</p>
		<p>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。</p>	<p>拟在探伤室四周墙体上、控制室操作台上、迷道内均设置急停开关 1 个，急停开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，急停开关旁设置中文标识。</p>
		<p>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。</p>	<p>探伤室内设有机械通风装置，排放口远离人员活动的密集区，小时通风次数约 5 次/h，符合要求。</p>
		<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>拟在探伤室内安装 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其中设备探头安装在探伤室南墙、迷道外墙上，仪表指示仪安装在控制室内。探伤室内探头能够实时监测探伤室内周围剂量当量率，控制室内仪表指示仪能够实时显示探伤室内周围剂量当量率读数，当装置检测到周围剂量当量率超过预设限值时，探头及仪表指示仪进行光报警。</p>

续表 10 辐射安全与防护

	6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求	6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	拟制定制度每日对各防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施检查一次，确保门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施正常后，方可开展检测工作。
		6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	从事本项目的探伤工作人员均已佩戴个人剂量计（共 6 个）和个人剂量报警仪（共 2 个），制定相关制度，规定当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向公司应急小组人员报告。
		6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	拟定期对本项目各防护门外周围区域、包括操作位、周围毗邻区域人员居留处的剂量率水平进行监测，并制定相关制度，当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。
		6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	拟制定交接班制度。工作人员交接班时按照要求检查便携式 X-γ辐射剂量率仪是否正常工作，发现不能正常工作时将暂停检测工作。
		6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	拟制定相关制度，操作人员每次检测工作前确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门，且只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。
		6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。	本项目不开展开门探伤工作。
		《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》	3.3 其他要求
3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用射线束照射方向	项目控制室与探伤室（有迷道）分开布置，控制室位于探伤室南侧，本项目 X 射线探伤机为便携式，定向机主射线方向为顶棚、北墙，周向		

续表 10 辐射安全与防护

(GBZ/T250-2014)		机主射方向为北侧、南侧、顶棚和地板，定向机主射方向朝向顶棚和北墙，避开了控制室方向，控制室操作台位于远离周向机主射方向（南墙）的一侧，且四周墙体均按主射线进行屏蔽防护，设计厚度远大于需要的屏蔽厚度，操作位处经距离衰减后的周围剂量当量率很小。
	3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽	本项目探伤室主体结构密闭，开设铅防护门，在防护门搭接处设置足够长的铅防护门对左右两边进行搭接防护，不影响屏蔽体的屏蔽能力，设置的 U 形地下电缆通道、L 形排风管道，射线经多次散射后能量小，对探伤室外环境的影响很小。
	3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽	根据后文计算，本项目探伤室能满足额定工况下的辐射防护要求。
<p>根据表 10-4 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。</p>		

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期的环境影响主要是探伤室的建设。施工过程中主要有施工机械噪声、施工粉尘、建筑垃圾产生。因本项目施工期短、工程量小，施工范围小，且随着施工期的结束而结束，因此施工对环境产生的影响小。

运行阶段对环境的影响

11.1 探伤室屏蔽能力理论预测

11.1.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

估算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中估算公式。

(1) 有用线束

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式(1)计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X_c 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad \text{式 (1)}$$

式中：

\dot{H}_c —按 (1) 式确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)；

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，单位为毫安 (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 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按 (2) 计算：

$$\dot{H}_c = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (2)}$$

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，单位为毫安 (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 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$

续表 11 环境影响分析

为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

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) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（3）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{式（3）}$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——查表。

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B，所需的屏蔽物质厚度 X 按式（4）计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad \text{式（4）}$$

式中：

TVL——查表；

B——达到剂量参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

(3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子 B 按式（5）计算，然后按式（6）计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \text{式（5）}$$

式中：

\dot{H}_c ——按 3.1 确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（3）计算，然后

续表 11 环境影响分析

按式 (6) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$) :

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (6)}$$

式中:

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);

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$)。

(4) 散射辐射屏蔽

关注点达到剂量率参考水平 \dot{H}_c 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (7) 计算。然后按式 (4) 计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{式 (7)}$$

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, 单位为毫安 (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 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1;

B—屏蔽透射因子;

F— R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2);

α —散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 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;

R_0 —辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 (m);

R_s —散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

11.1.2 探伤室防护核算原则及主要技术参数

(1) 主要技术参数

续表 11 环境影响分析

①预测思路

本项目配置 XXG3505 型定向机 2 台、XXGHZ3505 型周向机 1 台、XXG-3005 型定向机 1 台、XX-2505 型周向机 1 台、XXG-2505 型定向机 1 台和 XXQ-2505 型定向机 1 台。由于工件的不同，可能移动探伤机位置，但根据工件运输轨道，定向探伤机移动范围较小，仅限于轨道中心轴和南侧外 1.3m 范围内，探伤机位于轨道中心轴时，主射朝向顶棚、探伤机位于轨道至南侧外 1.3m 范围内时主射方向朝向北侧；周向探伤机在轨道中心线上移动，范围较小，主射方向为北墙、南墙、顶棚和地板。

根据建设单位提供资料，探伤室内最多同时使用 2 台探伤设备，探伤室内探伤与现场探伤不同时进行，因此本次核算按最不利考虑探伤室北墙、顶棚同时受 2 台 350kV 探伤机主射影响、南墙同时受 350kV 周向探伤机主射和 250kV 周向探伤机主射影响、迷道口同时受 350kV 周向探伤机主射和 350kV 定向探伤机主射影响、西墙和东墙同时受 350kV 周向探伤机和 350kV 定向探伤机散射漏射影响。

②参数取值

计算点位示意图 11-1、图 11-2。

续表 11 环境影响分析

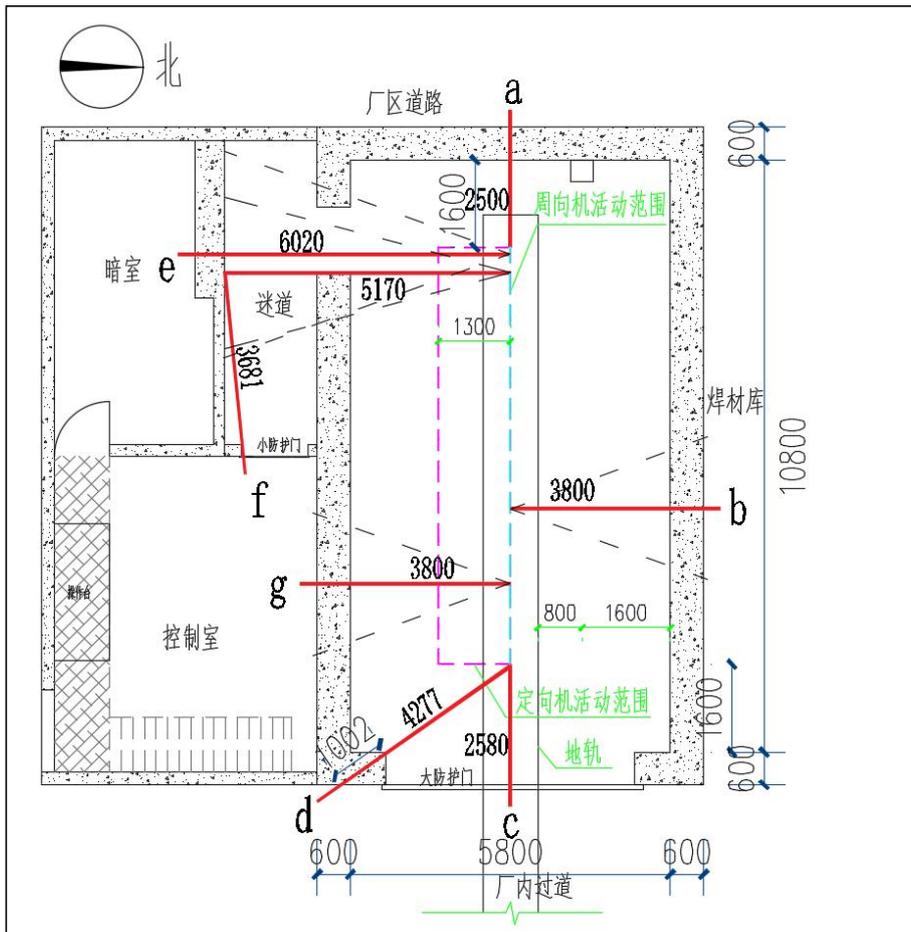
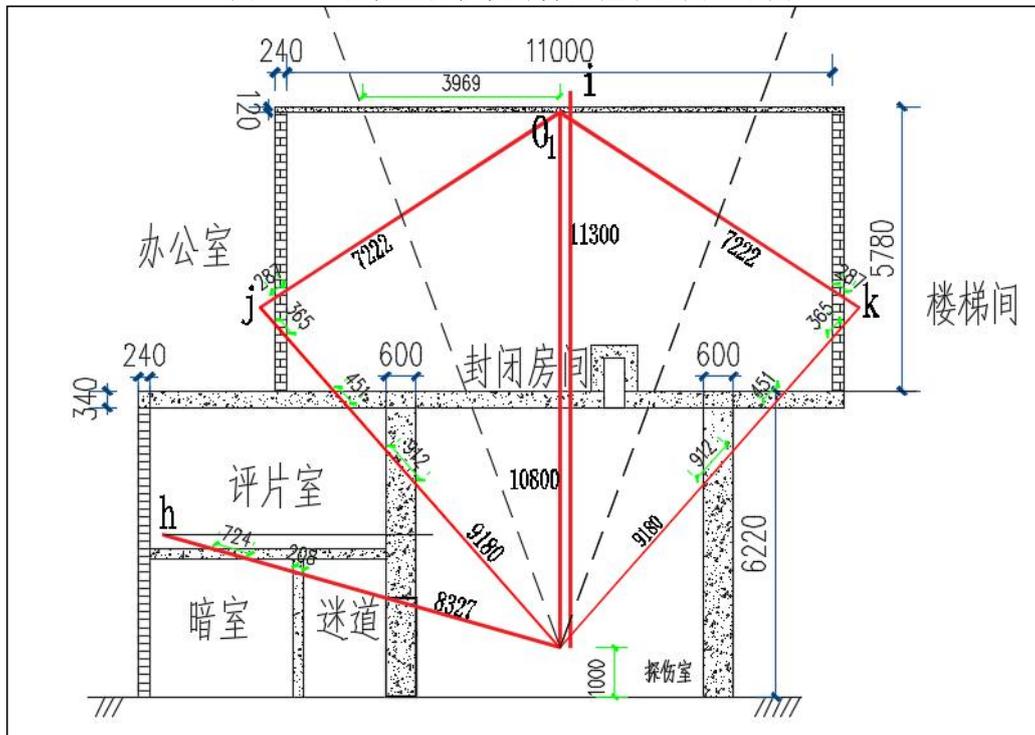


图 11-1 探伤室探伤机计算点位示意图（平面）



续表 11 环境影响分析

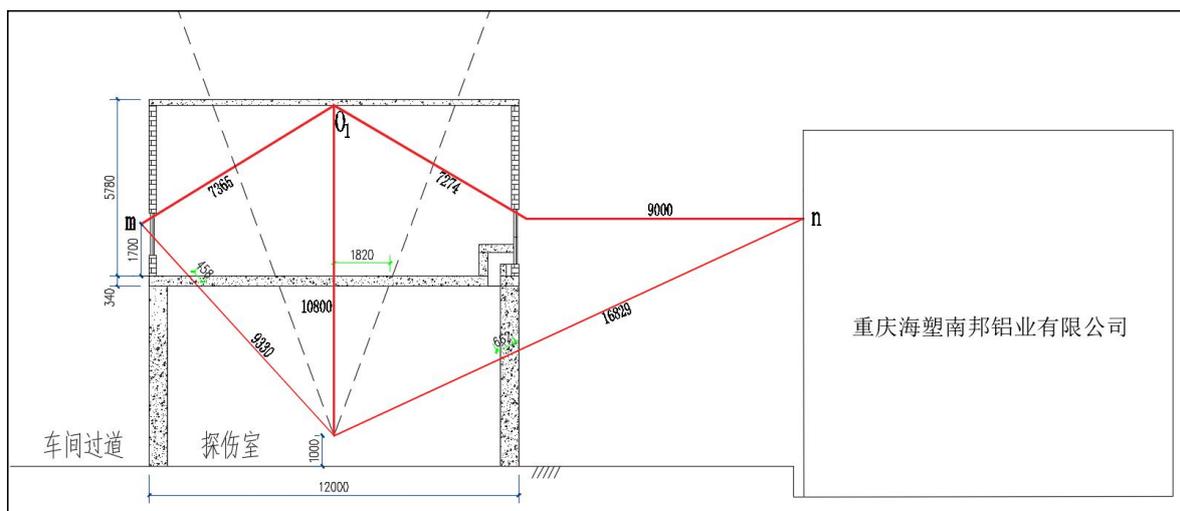


图 11-2 探伤室探伤机计算点位示意图（剖面）

表 11-1 各方向核算距离一览表

考察点		核算距离 m	
西墙（厂区道路）	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 散射、漏射	a: 2.5（图上量出）
北墙（焊材库）	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 主射	b: 3.8（图上量出）
大防护门（厂内过道）	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 散射、漏射	c: 2.58（图上量出）
东墙（厂内过道）	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 散射、漏射	d: 4.3（图上量出）
南墙（暗室）	屏蔽体外 30cm	周向机的主射	e: 主射 6.02（图上量出）
小防护门（迷道口）	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 散射、漏射	f: 8.85/7.55（图上量出）
南墙（控制室）	屏蔽体外 30cm	周向机的主射	g: 主射 3.8（图上量出）
南墙（评片室）	屏蔽体外 30cm	周向机的主射	h: 主射 8.3（图上量出）
封闭房间顶棚	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 主射	i: 11.3（图上量出）
封闭房间南侧办公室	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 侧散射	j: 侧散射 10.8+7.2=18（图上量出）；漏射 9.18（图上量出）
封闭房间北侧楼梯间	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 侧散射	k: 侧散射 10.8+7.2=18（图上量出）；漏射 9.18（图上量出）
封闭房间东侧	屏蔽体外 30cm	定向机和周向机的 侧散射	m: 侧散射 10.8+7.4=18.2（图上量出）；漏射 9.3（图上量出）
封闭房间西侧	西侧其他公司	定向机和周向机的	n: 侧散射 10.8+7.3+9=27.1（图上

续表 11 环境影响分析

处	侧散射	量出)；漏射 16.8 (图上量出)	
<p>注：探伤机离地高度按 1m 计；探伤室楼上为封闭房间，顶棚核算点以封闭房间顶棚上方 30cm 处为核算点；探伤室北墙、顶棚同时受 2 台 350kV 探伤机主射影响、南墙同时受 350kV 周向探伤机主射和 250kV 周向探伤机主射影响、迷道口同时受 350kV 周向探伤机主射和 350kV 定向探伤机主射影响、西墙和东墙同时受 350kV 周向探伤机和 350kV 定向探伤机散射漏射影响。</p>			
<p>③其他参数</p> <p>本项目屏蔽体核算过程中的相应其他参数见表 11-2 所示。</p>			
<p>表 11-2 屏蔽体核算相关参数</p>			
参数	数值		来源
设备基础参数	额定电压 350kV， 电流 5mA	额定电压 250kV， 电流 5mA	建设单位拟定
G (mGy·m ² /mA·min)	17.4	13.9	GBZ/T250-2014 表 B.1
转换系数	6×10 ⁴		GBZ/T250-2014 4.1 a)
H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))	1.04×10 ⁶ ①	8.34×10 ⁵ ①	GBZ/T250-2014 表 B.1
$\frac{R_0^2}{F \times d}$	50 ^③		GBZ/T250-2014 附录 B.4.2
距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率 (mGy/h)	5		(GBZ117-2015) 表 3.1
X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值	250	/	GBZ/T250-2014 表 2
什值层 (TVL) 半值层 (HVL)	铅		
	电压等级	TVL	HVL
	250 kV	2.9mm	0.86mm
	350 kV	6.95mm ^②	2.4mm ^②
	混凝土		
	电压等级	TVL	HVL
	250 kV	90mm	28mm
350 kV	100mm ^②	30mm ^②	GBZ/T250-2014 表 B.2
<p>备注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及 2017 年修改单中表 B.1:在本标准中以等量值的 mSv·m²/mA·min 进行屏蔽计算，因此 Sv/Gy=1，下同；②为采用内插法计算得到；③常规一次散射时按 GBZ/T250-2014 附录 B.4.2 中 50 核算，在计算二层封闭房间旁的保护目标时，$\frac{R_0^2}{F \times d}$ 按实际计算值核算。</p>			
<p>(2) 探伤室屏蔽防护效能核实原则</p> <p>墙体厚度确定原则：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、散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度 (TVL) 或更大时，采用其中较厚的屏蔽厚度，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)。</p>			
<p>11.1.3 探伤室防护核算结果</p> <p>本项目探伤室的屏蔽体屏蔽能力核实结果见表 11-3。</p>			

续表 11 环境影响分析

表 11-3 探伤室屏蔽效能核实表							
考察点		剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	设计厚度	设计厚度下瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)		是否达到屏蔽要求
a: 西墙 (厂区道路)	散射 (定向机和周向机)	2.5	2.5	600mm 混凝土	7.2×10^{-3}	8.8×10^{-3}	是
	漏射 (定向机和周向机)	2.5	2.5	600mm 混凝土	1.6×10^{-3}		
b: 北墙 (焊材库)	主射 (定向机和周向机)	2.5	3.8	600mm 混凝土	0.72		是
c: 大防护门 (厂内过道) (车间)	散射 (定向机和周向机)	2.5	2.58	30mmPb	1.4×10^{-6}	7.2×10^{-2}	是
	漏射 (定向机和周向机)		2.58		7.2×10^{-2}		
d: 东墙 (厂内过道)	散射 (定向机和周向机)	2.5	4.3	1002mm 混凝土	8.3×10^{-8}	1.3×10^{-7}	是
	漏射 (定向机和周向机)		4.3		5.2×10^{-8}		
e: 南墙 (暗室)	主射 (周向机)	2.5	6.02	550mm 混凝土	0.82		是
f: 小防护门 (暗室)	散射 (周向机)	2.5	8.85	20mmPb	1.7×10^{-4}	0.4	是
	漏射 (周向机)		8.85		0.17		
	散射 (定向机)	2.5	7.55		2.3×10^{-4}		
	漏射 (定向机)		7.55		0.23		
g: 南墙 (控制室)	主射 (周向机)	2.5	3.8	600mm 混凝土	0.65		是
h: 南墙 (评片室)	主射 (周向机)	2.5	8.3	932mm 混凝土	6.5×10^{-5}		是
i: 封闭房间顶棚	主射 (定向机和周向机)	2.5	11.3	460mm 混凝土	2.1		是
j: 封闭房间南侧办公室	侧散射 (定向机和周向机)	2.5	18	340mm 混凝土+287mm 实心页岩砖 (折合为 201.5mm 混凝土)	3.9×10^{-4}	3.9×10^{-4}	是
	漏射 (定向机和周向机)		9.18	1363mm 混凝土+365mm 实心页岩砖 (折合为 256.3mm 混凝土)	7.6×10^{-15}		
k: 封闭房间北侧楼梯间	侧散射 (定向机和周向机)	2.5	18	340mm 混凝土+287mm 实心页岩砖 (折合为 201.5mm 混凝土)	3.9×10^{-4}	3.9×10^{-4}	是
	漏射 (定向机和周向机)		9.18	1363mm 混凝土+365mm 实心页岩砖 (折合为 256.3mm 混凝土)	7.6×10^{-15}		
m: 封闭房间东侧	侧散射 (定向机和周向机)	2.5	18.2	340mm 混凝土	6.4×10^{-2}	6.7×10^{-2}	是
	漏射 (定向机和周向机)		9.3	458mm 混凝土	3×10^{-3}		
n: 封闭房间西侧	侧散射 (定向机和周向机)	2.5	27.1	340mm 混凝土	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	是

续表 11 环境影响分析

	机和周向机)					
	漏射 (定向机和周向机)		16.8	662mm 混凝土	8.5×10^{-6}	

备注：混凝土密度 2.35g/cm^3 、实心页岩砖密度 1.65g/cm^3 ；核算结果为探伤室内同时使用 2 台探伤设备的情况；因本项目探伤室内排风管穿墙位置较高，穿墙孔洞较小，穿墙口处额外进行了普通混凝土防护，X 射线多次散射后在屏蔽体外的剂量很小，因此不再核算 X 射线穿越排风管后对外环境的影响。

根据上表计算结果可知，探伤机工作时，探伤室的四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求：四周屏蔽体、防护门及楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

11.1.4 年有效剂量估算

(1) 估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 (8)}$$

式中：

H_{Er} ：X 或γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$H_{(10)}$ ：X 或γ射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T：居留因子；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

(2) 辐射工作人员剂量估算

辐射工作人员剂量估算表见表 11-4。

表 11-4 探伤机工作时剂量估算表

估算人员	外环境	方位	设计厚度下剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年最大曝光 时间 (h)	居留 因子	有效剂量 mSv/a
辐射工作人员	控制室	南面	0.64	416.7	1	1.06

本项目共配备 6 名辐射工作人员，2 人一组共同承担探伤、洗片、评片及存档工作，按每年 3 组辐射工作人员均分探伤、洗片、评片及存档工作，保守估计全部由一个人完成，则辐射工作人员所受的年有效剂量不大于 1.06mSv/a ，因本项目辐射工作人员同时

续表 11 环境影响分析

承担利旧设备的探伤室探伤和现场探伤操作，保守叠加辐射工作人员 2024 年个人剂量检测报告中最大年剂量 1.1mSv/a，则辐射工作人员所受的年有效剂量不大于 2.16mSv/a，低于本评价管理目标值 5mSv/a，周有效剂量最高为 41.54μSv，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

(3) 公众人员剂量估算

本项目探伤室周围公众成员剂量结果见表 11-5。

表 11-5 探伤室周围公众成员剂量估算表

序号	环境保护目标名称	方向	最近水平距离	预测结果 (μSv/h)	居留因子	年最大曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
1	焊材库、楼梯间、杂件库、厂内过道、非标成品放置区	北	紧邻~约 34m	0.72	1/5	666.7	7.5×10 ⁻²
	更衣室、库房		约 4.1~13.8m	0.17	1/5	666.7	1.7×10 ⁻²
	水压试验区、焊接区		约 8.5~50m	6.9×10 ⁻²	1	666.7	2.9×10 ⁻²
	精加工车间、1 号加工厂房		约 13.8~50m	3.4×10 ⁻²	1	666.7	1.4×10 ⁻²
2	2 号厂房内过道、现场探伤区域	东	紧邻~37m	7.2×10 ⁻²	1/40	666.7	1.9×10 ⁻³
	设备组装区		约 37~50m	3.1×10 ⁻⁴	1	666.7	1.3×10 ⁻⁴
3	厂内过道、油漆存放库、危废贮存点、杂物间、成品放置区	南	约 2.8~约 50m	0.21	1/5	666.7	4×10 ⁻²
	油漆房		约 4.8~12.9m	2.8×10 ⁻²	1	666.7	3.3×10 ⁻²
	珠光砂填充区、喷砂房		约 12.9~27.4m	9.3×10 ⁻³	1	666.7	1.1×10 ⁻²
	焊接实验室、办公室		约 2.2~18.8m	3.9×10 ⁻⁴	1	666.7	1.6×10 ⁻⁴
	厂区道路		约 18.8~25.8m	5.4×10 ⁻³	1/40	666.7	1.3×10 ⁻³
	重庆海塑南邦铝业有限公司		约 25.8~50m	3.3×10 ⁻³	1	666.7	1.2×10 ⁻²
4	厂区道路	西	紧邻~8.7m	8.8×10 ⁻³	1/40	666.7	2.3×10 ⁻⁴
	重庆海塑南邦铝业有限公司		约 8.7~50m	4.4×10 ⁻⁴	1	666.7	1.8×10 ⁻⁴

备注：焊接实验室、办公室点位按照表 11-3 计算结果核算，其余核算点仅考虑水平距离，结果偏保守。

根据上表可知，项目探伤机开展 X 射线无损检测工作时，在探伤机周围活动的公众成员所受的最大年附加有效剂量约 7.5×10⁻²mSv，低于本评价管理目标值 0.1mSv/a 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。周受照剂量最高为 1.45μSv（周工作负荷 8h），满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。根据公司上一次环评报告(X 射线探伤室及现场探伤建设项目环境影响评价报告表)

续表 11 环境影响分析

中估算结果公众人员处年有效剂量非常小，叠加后仍能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

11.2 环境保护目标辐射环境影响分析

本项目探伤室各屏蔽体外 0.3m 处的瞬时剂量率均满足国家相关标准要求，根据 X 射线随距离的平方快速减弱的特性可知，距离辐射源越远，受到的影响越小，根据表 11-5 可知，各探伤室外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围公众成员受到的年有效剂量低于 0.1mSv/a 。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的影响可以接受。

11.3 其他影响

（1）废气对环境的影响分析

在探伤作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（主要为 NO_2 ）。探伤室设计有 1 个排风口，位于探伤室顶棚西侧，废气通过管道沿探伤室顶棚直穿后“L”形排出室外（排放高度约 6.6m），排风机的总风量约 $2000\text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数约 5 次/h，能保证室内空气的流通，使少量的 O_3 、 NO_x 得以快速扩散。废气不在厂房内聚集，曝光时产生的废气不会对厂房内工作人员造成影响。

（2）废水对环境的影响分析

辐射工作人员产生的生活污水依托厂区现有生化池处理后排入污水管网。

（3）噪声对环境的影响分析

本项目使用的通排风系统为低噪声节能排风机，其噪声值一般低于 $65\text{dB}(\text{A})$ ，噪声源强较小，对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响轻微。

（4）固废对环境的影响分析

①一般固废

生活垃圾依托建设单位现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

项目 X 射线装置报废后，拟对高压射线管去功能化后，按照建设单位相关要求处理，保留处理相关手续并存档。

续表 11 环境影响分析

②危险废物

曝光时产生的废片和存档到期的胶片使用专用收纳箱收集暂存在 2 号厂房的危废贮存点内，定期交由有危废资质单位处理。洗片废液使用收集桶收集暂存于厂区 2 号厂房危废贮存点内，定期交由有危废资质单位处理。在收集转运过程中，应严格控制收集运送措施，避免发生二次污染。

另外，暗室改造完成后，暗室地面要进行重点防渗处理，探伤室南侧危废贮存点地面也应进行重点防渗处理：地面防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。废液单独收集和暂存，不混合暂存，废液收集桶材质不得与废液相溶，废液桶下设置托盘，托盘容积不小于废液桶容积；废液收集桶应有明显的标识，标识内容应符合要求（包含废液名称、产生时间、重量等）；在废液收集和运送过程中，严禁出现“跑冒滴漏”的情况，严禁撒漏在厂区地面。

公司建立了危险废物（废液）暂存、移交的台账管理制度，每次转移危险废物按照《危险废物转移管理方法》进行了联单管理、联单存档。

综上所述，建设单位按照以上措施对固体废物进行处理后，对环境基本无影响。

11.4 实践正当性分析

项目使用 X 射线探伤的目的是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。该项目的建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

11.5 产业政策符合性分析

本项目配置 X 射线设备用于对工件无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

11.6 事故影响分析

（1）风险事故类型

X 射线探伤机产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。由于本项目电缆线

续表 11 环境影响分析

埋地穿墙敷设，被盗的可能性较小，仅有探伤机和控制器丢失或被盗时，无法开机工作，设备丢失、被盗产生的影响较小。

因此，本项目辐射事故主要体现在以下几个方面：

①丧失屏蔽

X 射线探伤机机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

②人员滞留在探伤室内

工作人员进入探伤室后未全部撤离，仍有人滞留在探伤室内某个不易察觉的地方，在开机前，未完全充分搜寻，从而意外地留了下来，因此受到大剂量照射。

③联锁装置失效

由于门机联锁装置失效，防护门未关闭或探伤机工作时门被开启，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

(2) 后果分析

①探伤机失去自身屏蔽能力

探伤机失去自身屏蔽能力后，可导致探伤室四周墙体均为主射墙，经计算探伤室屏蔽体外周围剂量当量率可达 $2.1\mu\text{Sv/h}$ （探伤机距离探伤室内屏蔽体 1.6m ，则核算距离为 $1.6+0.6+0.03=2.23\text{m}$ 、按主射核算），则单次照射下（ 5min ）探伤室四周墙体外停留的人员受照剂量最大约 $1.7\times 10^{-4}\text{mSv}$ （ $1.7\times 10^{-4}\text{mGy}$ ，转换系数 $\text{Sv/Gy}=1$ ，下同）。

②人员滞留探伤室内

开展探伤工作时辐射工作人员会进入探伤室，对工件进行调整，故本次评价考虑单次照射对滞留在探伤室内人员误照射造成的伤害。当探伤机工作时，因项目无损检测工件较大，则考虑人员在距离辐射源点 2m 处受到误照射（主射线）。在无屏蔽体屏蔽情况下，人员所在位置的周围剂量当量率为 $2.6\times 10^6\mu\text{Sv/h}$ （探伤机距离辐射工作人员 2m 、按主射核算），探伤室内设置有监控和工作状态指示灯及声音提示装置，探伤室及控制室内均设置急停按钮，误入探伤室的人员及控制室内工作人员发现误照射后，可通过急停按钮紧急停机，综合考虑，从设备出束到发现事故的时间为 0.5min ，单次照射下人员受照剂量最大为 22mSv 。

续表 11 环境影响分析

③联锁失效

开展探伤工作时辐射工作人员会进入探伤室，对工件进行调整，故本次评价考虑单次照射对探伤室外停留人员的误照射造成的伤害。项目防护门不在主射方向上（散射、漏射），防护门在未关闭情况下开展探伤工作，门外周围剂量当量率约为 $3.3 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ，防护门上方设置有工作状态指示灯及声光报警灯，探伤室内设置有监控和工作状态指示灯及声音提示装置，综合考虑，从设备出束到人员发现事故，紧急停机的时间为 0.5min，则单次照射下探伤室防护门外停留的人员受照剂量最大约 0.27mSv。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射作用于机体后，其能量传递给机体的分子、细胞、组织和器官等基本生命物质后，引起一系列复杂的物理、化学和生物学变化，由此造成生物体组织细胞和生命各系统功能、调节及代谢的改变，产生各种生物学效应。电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。电离辐射生物效应按照剂量与效应的关系进行分类，分为随机性效应和组织反应。

随机性效应是指电离辐射照射生物机体所产生效应的发生概率(而非其严重程度)与受照射的剂量大小成正比，而其严重程度与受照射剂量无关；随机性效应的发生不存在组织反应阈剂量。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体体细胞受损伤引发突变的结果，最终可导致受照射人员的癌症，即辐射致癌效应；受照射个体生殖细胞遗传物质的损伤，引起基因突变或染色体畸变可以传递下去并表现为受照者后代的遗传紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

组织反应定义为通常情况下存在组织反应阈剂量的一种辐射效应，受照剂量超过一定的阈值时才会发生，其效应的严重程度随超过阈值的剂量越高而越严重。组织反应是辐射照射导致器官或组织的细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果，指除了癌症、遗传和突变以外的所有躯体效应和胚胎效应及不育症等，包括血液、性腺、胚胎、眼晶体、皮肤的辐射效应及急性放射病，如放射性皮肤损伤、生育障碍。

项目产生的随机性效应是关注的重点，因其无法防护，所以尽量降低人员的受照剂量，减少随机性效应产生的概率。

续表 11 环境影响分析

根据上述后果分析可知，一般事故情况下，人员受到超过年剂量的照射，可能导致人员随机性效应几率增加，但不会有明显临床指征，但极端情况下，人员长时间受到意外辐射，可能出现更严重后果。

(4) 事故分级

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，本项目各类辐射事故中，影响最大的为人员滞留探伤室内受到意外照射，该种情况下，人员受照剂量将超过年剂量限值的要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定“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，假若人员滞留探伤室内事故发生，**事故等级为：一般辐射事故。**

(5) 辐射事故防范措施

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式是外照射，因此发生误照射事故应第一时间切断设备电源，确保设备停止出束。建设单位应采取以下措施防范风险事故发生。

①定期检查设备的门机联锁装置及钥匙开关的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对于本项目涉及的辐射安全防护措施及电控系统，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。

②撤离探伤室时应清点人数，辐射工作人员用视频监控系统对探伤室内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留在内后才能开始进行操作。同时，如遇X射线出束情况下人员滞留探伤室内，操作室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

③定期进行仪器维护，并做好记录。设备维护时，由设备厂家派专业人员进行检修和维护，维护时佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。维修时，射线装置不出束，并安排专人现场监督，禁止无关人员靠近。

④制定探伤室人员管理制度，进入探伤室的钥匙由专人保管，禁止无关人员进入探伤室。

⑤设备故障报警系统，如过压、欠压、过流报警、消除电流冲击等功能需定期检查、发现问题及时维护，辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，培植辐射工作安全文化素养，增强责任感，严格遵守

续表 11 环境影响分析

操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，保证按照要求进行无损检测工作。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，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。

公司已按照相关要求制定了相应的管理制度，成立了辐射工作安全管理领导小组，设置了专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作，明确了小组职责，并负责制定并实施辐射工作安全管理制度，采取切实有效的措施，预防和控制辐射事故发生，保障设备使用安全及工作人员、社会公众的健康与安全，公司的辐射工作安全管理领导小组满足相关要求。

12.2 辐射安全管理

(1) 辐射安全管理规章制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，重庆大众能源设备股份有限公司必须培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，公司应按照规定制定相应的管理制度，包括：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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急措施等。

目前，公司已制定了《辐射工作安全防护管理制度》《X 射线机探伤室辐射防护规章制度》《设备检修维护制度》《台账管理制度》《X 射线探伤工岗位职责》《人员培训计划》《辐射安全防护监测方案》《辐射安全事故应急预案》《X 射线探伤操作规程》《现场 X 射线探伤操作规程》。公司现有制度健全，符合公司现有辐射项目的运行管理需求。

(2) 辐射工作人员

本项目利用原有的 6 名辐射工作人员，均包含在总劳动定员内。

①配置数量合理可行性

根据本项目探伤装置的操作需求，进行 X 射线无损检测时，至少应保证 2 名工作人

表 12 辐射安全管理

员同时在场。本项目共使用 7 台探伤机，年工作时间较短且探伤最多同时使用 2 台，因此，项目配置 6 名辐射工作人员是可行的。

②辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。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》（公告 2019 年第 57 号），有辐射安全与防护培训需求的人员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（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。

公司现有辐射工作人员均取得了辐射安全培训合格证书，并定期复训，满足上述规定要求。

③个人剂量管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。另外，放射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，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。

公司现有放射工作人员均配置了个人剂量计，并按照要求进行了剂量监测，建立了个人剂量档案，满足上述规定要求。

④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。

表 12 辐射安全管理

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，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，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。建设单位应建立和保存放射工作人员的健康档案。

公司现有辐射工作人员均定期进行职业健康体检，符合辐射工作人员健康标准。

(3) 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

公司《辐射工作安全防护管理制度》中包含年度评估相关规定，并按照规定已提交过《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，年度评估报告包括射线装置及防护用品台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射工作人员管理情况、事故应急等方面的内容，符合要求。建设单位每年均在规定时间内完成《年度评估》文件的编制和上报工作，后续应继续按照规定按时提交《年度评估》文件。本项目建成后，拟将本项目纳入年度评估管理中。

(4) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。公司应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

公司认真落实了相关制度和规定，所有辐射工作人员均进行职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）、个人剂量检测、辐射安全与防护培训，并将职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案进行了保存。

表 12 辐射安全管理

本项目运营后，拟将本项目相关的档案资料建立档案，并纳入现有档案管理中，档案信息和保存等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。

(5) 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在从事企业核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱处并加以纠正。将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①建设单位应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

②建设单位应当建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

12.3 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，对建设单位从事的辐射活动能力评价如表 12-1。

表 12-1 公司从事辐射活动能力的评价

应具备条件	公司拟落实的情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或者至少有一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。	本项目辐射安全与环境保护管理机构依托公司已有辐射工作安全管理领导小组。
从事放射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目 6 名辐射工作人员均通过了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，且培训合格成绩单在有效期内。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备在探伤室内工作，探伤室有足够厚的混凝土及铅门进行屏蔽；拟完善门机联锁、灯机联锁、电离辐射警告标志以及工作状态指示灯、紧急停机按钮等。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	辐射工作人员均配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ辐射剂量率仪。
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、射线装置使用登	公司制度满足现有工作运行要求，本项目依托公司已有辐射安全管理规章制度，待

表 12 辐射安全管理

记制度、人员培训计划、监测方案等。	本项目建成运营后,将按照相关规定和要求,并将相应制度张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	公司已制定了辐射事故应急措施,项目投运前拟根据本项目进一步完善辐射事故应急预案。

从表 12-1 可知,本项目的管理公司现有的管理体系,已具备了一定的能力,但还应在本项目建设完成运营前,针对本项目完善相应辐射安全防护措施和管理规定,认真落实上述要求后,方具备从事本项目辐射活动的的能力,本项目方可投入正式运行。

12.4 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规和标准,必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、探伤工作场所外的环境监测,开展常规的防护监测工作。

根据调查,公司已制定有监测计划,包括工作场所监测及个人剂量监测等,公司每年均委托有资质单位对现有探伤室屏蔽体外辐射环境、现场探伤监督区边界及辐射工作人员个人剂量进行监测,满足相关要求,还应进一步细化监测方案。

本项目建设后,在验收及每年例行监测时应委托资质单位对探伤室及操作位进行监测,日常使用便携式 X- γ 剂量率仪,或委托有资质的单位定期对探伤室周围环境(包括监督区)进行监测,按规定要求开展各项目监测,做好监测记录,存档备查。辐射监测内容包括:

(1) 个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计,并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测单位:具有个人剂量监测资质的单位;

监测频率:一般一个月一次,最长不超过 3 个月,如发现异常可加密监测频率;

(2) 工作场所外环境监测

建设单位在项目建成后应对探伤室及探伤室外周围剂量当量率进行监测,监测包括

表 12 辐射安全管理

验收监测和日常监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

监测计划应包括以下内容：

监测频度：验收时监测一次；年度评估委托有资质单位每年监测一次；涉及设备或者防护设施维修后等也应进行监测；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：探伤室四周屏蔽体外、防护门外 30cm 处、探伤室斜上方紧邻房间内侧散射点处、屏蔽体搭接处，以及屏蔽体穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》（渝环〔2017〕242 号）要求，申领辐射安全许可证的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

公司制定了《辐射安全事故应急预案》，具体内容包括辐射事故分级、辐射安全事故报告和辐射事故应急处理。公司应根据辐射源项不断完善应急预案，定期进行辐射事故应急演练，并做好演练记录。

12.5.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订）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。

本项目使用 II 类射线装置，可能发生的辐射事故主要为人员受到不必要的误照射，导致辐射工作人员和公众成员可能受到超过年剂量照射限值，事故等级为一般辐射事故。

12.5.2 事故应急方案与措施

（1）辐射安全事故报告

如发生或发现辐射安全事故必须立即报告公司应急小组，公司应立即向生态环境主管部门报告，2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成人员受超剂量照射应同时报

表 12 辐射安全管理

告健康委行政相关部门。

(2) 辐射事故应急处理:

为了应对可能发生的辐射安全事故，公司成立了辐射安全事故应急处理小组，具体成员如下：

组 长：张贵花（副总）

副组长：张祎、罗勇

成 员：杨涛、杨强、郭代康、李力、陈丽君

组长职责：主要是在辐射安全事故发生时能够统筹指挥及资源调配；副组长的职责是安排事故现场处理的相关专项事宜及上报；成员的职责主要是负责具体工作的应急执行及急救。

发生辐射事故时应急处置流程：一是使用部门现场应紧急停机断电，疏散探伤室及周边附近人员；二是发生事故班组立即组织将事故受照射人员撤离现场及简单急救，并向公司应急小组成员汇报事故情况；三是公司应急小组人员检查人员受危害程度，并采取急救措施，并立即联系送医检查治疗；四是保护事故现场，安全部门迅速向当地生态环境行政主管部门等相关部门报告。任何单位和个人不得拖延、隐瞒不报或者谎报；五是安全部门调查事故及纠正或配合相关部门调查。

(3) 辐射事故后处理

①发生辐射事故，立即安排受照人员送专业医院检查，并实施专业救治；对可能受到辐射伤害人员，公司应急小组人员应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

②配合相关部门做好事故调查处理，并做好事故的善后工作。

③联系厂商配合查找事故原因，排除事故隐患，总结分析事故原因、制定纠正措施并整改，杜绝事故的再次发生。

12.6 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算表见表 12-2。

表 12 辐射安全管理

内容	措施	投资 (万元)	备注
管理制度、应急措施	制作图框, 上墙	0.2	/
电离辐射警告标志	张贴正确, 有中文说明		
辐射防护与安全措施	完善探伤室门机联锁、灯机联锁、声光警示装置等 (探伤室屏蔽体主体计入项目投资)	1	/
防护监测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射剂量率仪	0	已配置
废胶片、定影液、显影液、清洗废液	定期交由有危废资质单位处理, 签订收集处理协议	0	已签订
合计	/	1.2	/

12.6 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	设备	定向机 XXG-3505 型 (额定电压: 350kV、额定电流: 5mA) 2 台 周向机 XXGHZ-3505 型 (额定电压: 350kV、额定电流: 5mA) 1 台 利旧使用定向机 XXGZ3005 型 (额定电压: 300kV、额定电流: 5mA) 1 台、周向机 XX2505 型 (额定电压: 250kV、额定电流: 5mA) 1 台、定向机 XXG2505 型 (额定电压: 250kV、额定电流: 5mA) 1 台、定向机 XXQ2505 型 (额定电压: 250kV、额定电流: 5mA) 1 台。	不发生重大变更
2	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等	齐全
3	环境管理	有辐射环境管理机构, 设专人负责, 制度上墙。制度包含操作规程、射防护和安全保卫制度、设备保养制度、人员培训计划、监测方案、应急预案等。	齐全

表 12 辐射安全管理

4	辐射安全防护措施	<p>①工作场所分区管理；</p> <p>②设置安全连锁系统，包括门机连锁、灯机连锁；探伤室内外设安装“预备”状态工作状态指示灯和声音提示装置、探伤室外安装“照射”状态工作状态指示灯和声光警示灯；探伤室内、操作台上设急停按钮，并粘贴中文标识，探伤室内大小防护门旁有开门按钮；</p> <p>③探伤室的穿墙电缆线和通风管道等管线孔分别从地下和顶棚上方穿过，通风管道穿墙区域采取混凝土防护罩作为屏蔽补偿措施，不影响探伤室的屏蔽能力；</p> <p>④探伤室外（含防护门）等醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志；</p> <p>⑤探伤室内安装摄像头，监视器设在操作台；</p> <p>⑥每名辐射工作人员均配备个人剂量计，配置 2 台个人剂量报警仪、1 台便携式 X-γ剂量率仪和 1 套固定式场所辐射探测报警装置。</p>	符合相关要求				
5	人员要求	配置 6 名辐射工作人员，持证上岗，定期复训。	原环境保护部令 第 3 号、第 18 号、 公告 2019 年第 57 号				
6	废胶片、定影液、显影液、清洗废液	废胶片使用专用收纳箱收集后存放 2 号厂房危废贮存点内，洗片废液使用专用收集桶收集后暂存在 2 号厂房危废贮存点内，定期交由有危废资质单位处理，并为之签订收集处理协议，废液不混合暂存。废液收集桶应有明显的标识，标示内容应符合要求；废液桶下方设置防漏托盘；建立废液的台账管理制度；废液的处理按照相关要求要求进行联单管理，联单存档。	/				
7	电离辐射	<table border="1" data-bbox="411 1314 1166 1489"> <tr> <td data-bbox="411 1314 628 1406">剂量管理目标限值</td> <td data-bbox="628 1314 1166 1406">辐射工作人员≤5mSv/a 公众成员≤0.1mSv/a</td> </tr> <tr> <td data-bbox="411 1406 628 1489">探伤室屏蔽体外剂量率控制</td> <td data-bbox="628 1406 1166 1489">探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h。</td> </tr> </table>	剂量管理目标限值	辐射工作人员≤5mSv/a 公众成员≤0.1mSv/a	探伤室屏蔽体外剂量率控制	探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h。	GB18871-2002、 GBZ117-2022、 GBZ/T250-2014
剂量管理目标限值	辐射工作人员≤5mSv/a 公众成员≤0.1mSv/a						
探伤室屏蔽体外剂量率控制	探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h。						

表 13 结论和建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

重庆大众能源设备股份有限公司为保障产品质量，拟在重庆市南川区工业园区龙岩组团公司 2 号厂房一层西侧建设重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目，开展 X 射线无损检测工作。项目建设内容主要为：在现有探伤室主体结构基础上，对探伤室部分墙体、辅助用房及辐射防护措施进行改造，并新配置 3 台便携式 X 射线探伤机用于探伤室内无损检测，公司已许可的 4 台便携式 X 射线探伤机继续使用。改造部分建筑面积约 144m²。

项目总投资约 25 万元，其中环保投资约 1.2 万元。

13.1.2 产业政策符合性

本项目配置 X 射线设备用于对工件无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性

项目使用 X 射线探伤的目的是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。其为企业和社会带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.4 辐射环境质量现状

本项目建设位置及周围的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 0.062 μ Gy/h~0.081 μ Gy/h（62nGy/h~81nGy/h）之间（未扣除宇宙射线）。根据《2023 年重庆市辐射环境质量报告书》（简化版），累积剂量测得的辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 76.8~93.3nGy/h，平均值 87nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）相比较，项目所在地的环境辐射剂量率监测值在重庆市环境辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

13.1.5 选址可行性及布局合理性

表 13 结论和建议

公司现有 2 号厂房总高 12m，分为西侧区域（2F，12m）、东侧区域（1F，12m），本项目探伤室位于 2 号厂房西端，探伤室层高 6.22m，探伤室北侧为焊材库、南侧为暗室、控制室等辅助用房、西侧为厂区过道、东侧为厂房内过道、楼上为封闭房间，地下无建筑。本次改造是在探伤室原主体结构基础上的改造，不扩大探伤室内使用面积，公司实行封闭式管理，公众成员未经允许不得入内，且探伤室远离公司办公人员活动区域，周围活动人员较少，有利于减少 X 射线无损检测对公众成员的影响；探伤室大防护门（工件门）外为厂内过道区域，一般无人居留，探伤室内布置有地轨和行车，大防护门（工件门）外有地轨，有利于探伤工件的运输。因此，项目选址可行。

探伤室地下无建筑，楼上为封闭房间（人员无法到达），探伤室内设迷道，控制室独立设置在探伤室外（位于探伤室南侧），探伤室南侧相邻还布置有暗室、评片室（位于暗室及迷道上方，1F 夹层），房间布置紧凑，功能齐全，方便探伤工作操作及后续洗片工作，定向机主射方向朝向顶棚和北墙，主射束避开了控制室，控制室操作台位于远离周向机主射墙（南墙）的一侧，探伤机穿墙电缆为地下 U 形穿越，避开了探伤机主射方向，探伤室内布局单一，人流、物流路径清晰，经核算，探伤室屏蔽体厚度能有效屏蔽 X 射线，因此，本项目平面布局合理。

13.1.6 辐射防护与安全措施

建设单位对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区。控制区范围为探伤室（含迷道），监督区范围为暗室、控制室、评片室、焊材库、探伤室相邻车间过道及厂区道路、楼上封闭房间。

设备自带有多种固有安全性，如：开机时系统自检、延时启动功能、高压异常报警、曝光后自动休息、长时间未用后强制训机、过电流保护、过电压保护、失电流保护、继电保护等，能很好的保证探伤机自身的稳定性和安全性。

探伤室的屏蔽体采用混凝土屏蔽墙+铅防护门。根据校核，在现有屏蔽体设计厚度下，探伤机工作时，探伤室四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《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）屏蔽防护的要求，探伤室四周屏蔽体、探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当

表 13 结论和建议

量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。防护门与探伤室屏蔽墙体之间有足够搭接宽度。穿越防护墙的管道（电缆线管、排风管）分别采用 U 形和 L 形的方式穿过屏蔽体，并根据穿墙位置进行防护补偿，不削弱探伤室的屏蔽能力。

探伤室内外安装紧急停机按钮，设置门机联锁装置、灯机联锁装置、声光警示装置、视频监控系统，在防护门外张贴电离辐射警告等标志，配备符合开展项目要求的个人防护用品及监测仪器设备。

探伤室设计有机械排风系统，具有良好的通风。

综上所述，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《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）的相关要求。

13.1.7 环境影响分析结论

（1）探伤室屏蔽能力

根据核算，探伤机工作时，探伤室的四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求：四周屏蔽体、防护门及探伤室楼上封闭房间顶棚外 30cm 处周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）剂量估算

根据核算，辐射工作人员、公众成员的年有效剂量均低于本环评的剂量管理目标的要求（辐射工作人员 5mSv/a ，公众成员 0.1mSv/a ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

（3）环境保护目标影响

本项目运行时，在周围环境保护目标处的辐射影响很小，对其产生的影响有限，满足相关要求。

（4）“三废”影响

项目运行不产生放射性废水、放射性废气。少量的臭氧和氮氧化物在机械排风下能迅速排出和扩散，不会对周围环境产生不利影响；项目工作人员产生的生活污水依托建

表 13 结论和建议

设单位现有生化池处理达标后排入市政污水管网，对地表水环境影响较小；项目噪声源主要为排风机，属于低噪声设备，噪声约 65dA(B)，且距公司厂界较远，经距离衰减及建筑隔声后，项目运行时的噪声对厂界的贡献值很小；生活垃圾依托建设单位现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理；报废的射线装置按照相关要求对高压射线管去功能化后，按照建设单位相关要求处理，保留处理相关手续并存档，不会对环境产生不利影响。

洗片废液属于危险废物，在暗室内使用专用桶收集后暂存于 2 号厂房危废贮存点内，然后定期交有危废资质单位收集和处置。废胶片和存档到期的胶片属于危险废物，使用专用收纳箱收集后暂存于 2 号厂房危废贮存点内，然后定期交由危废资质单位收集和处置。

(5) 事故风险

根据预测，人员滞留探伤室内、联锁失效事故情况下，会造成一般辐射事故发生，公司通过定期检查设备的门机联锁装置及钥匙开关的有效性，对辐射安全防护措施及电控系统制定定期检查和维护的制度；撤离探伤室时清点人数，确认无人停留在内后才能开始进行操作，遇 X 射线出束情况下人员滞留探伤室内，操作室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射；辐射工作人员必须加强专业知识学习，避免犯常识性错误；管理人员应强化管理，落实监测频率，保证按照要求进行无损检测工作等措施后，本项目风险可控。

13.1.8 辐射环境管理

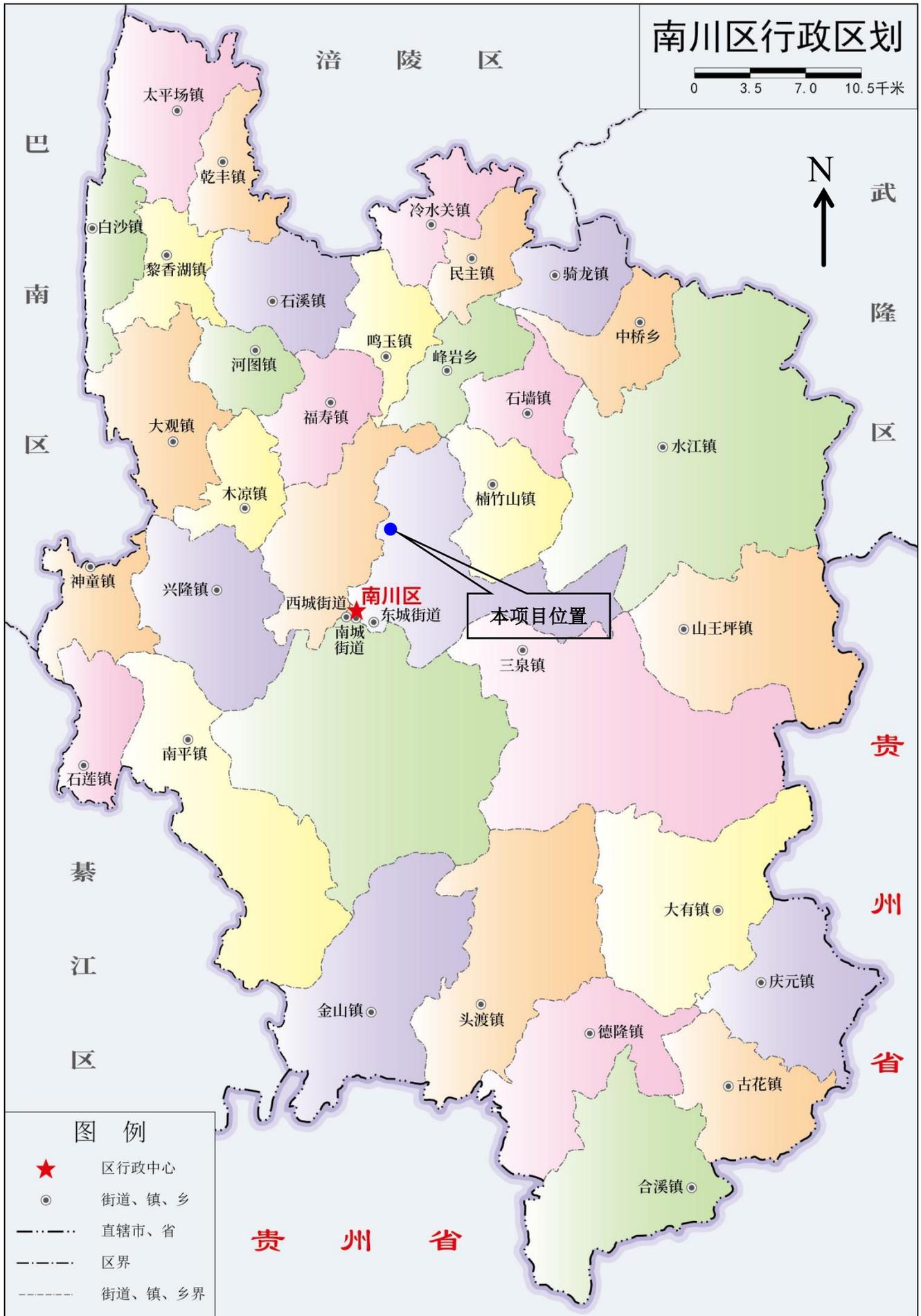
建设单位应按照相关要求建立辐射环境管理机构，配置辐射环境专职管理人员，制定相应的管理制度，保证辐射工作人员考核合格后上岗，定期复训；建立辐射工作人员健康档案、个人剂量档案、辐射环境监测档案等，并及时办理辐射安全许可证，在许可范围内从事辐射活动。在今后的工作中，建设单位还应加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力，杜绝辐射事故的发生。

13.1.9 综合结论

重庆大众能源设备股份有限公司探伤室改造项目符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在完善相应的辐射安全防护措施

表 13 结论和建议

和管理措施后，项目环境风险可防可控，能够实现辐射防护安全的目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。



审图号：渝S(2024)040号

重庆市规划和自然资源局 重庆市民政局 监制 二〇二四年六月

附图 1 项目地理位置图