

核技术利用建设项目
工业 X 射线探伤房建设项目
环境影响报告表

建设单位：核谷天富（重庆）智能装备有限公司

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：2026 年 5 月

生态环境部监制



核技术利用建设项目
工业 X 射线探伤房建设项目
环境影响报告表



建设单位名称：核谷天富（重庆）智能装备有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区

工业园区 B 区钢结构厂房

邮政编码：409100

联系人：蒋彬鑫

电子邮箱：93181@qq.com

联系电话：15 71

关于工业 X 射线探伤房建设项目的公示说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《工业 X 射线探伤房建设项目环境影响报告表》目前处于上报审批阶段。环评报告文本中不涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私和不涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环评报告全本公开。本单位愿意承担由该环评文件带来的一切后果和法律责任。

核谷天富（重庆）智能装备有限公司



关于同意《工业 X 射线探伤房建设项目环境影响报告表》
报批的确认函

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《工业 X 射线探伤房建设项目环境影响报告表》（报批版），我单位已对《报告表》（报批版）内容进行了审阅，同意报审并承诺在项目建设、运营中落实《报告表》（报批版）提出的环保措施。

核谷天富（重庆）智能装备有限公司

2026 年 月



编制单位和编制人员情况表

项目编号	r54n8r		
建设项目名称	工业x射线探伤房建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	核谷天富（重庆）智能装备有限公司		
统一社会信用代码	91500240MAEC774E04		
法定代表人（签章）	冉婷婷		
主要负责人（签字）	冉婷婷 		
直接负责的主管人员（签字）	冉婷婷 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
肖英	07355543507550272	BH001035	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李华	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH045435	

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	9
表 3	非密封放射性物质	9
表 4	射线装置	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6	评价依据	11
表 7	保护目标与评价标准	14
表 8	环境质量和辐射现状	20
表 9	项目工程分析与源项	23
表 10	辐射安全与防护	35
表 11	环境影响分析	51
表 12	辐射安全管理	58
表 13	结论和建议	77

表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业 X 射线探伤房建设项目			
建设单位		核谷天富（重庆）智能装备有限公司			
法人代表	冉婷婷	联系人	蒋彬鑫	联系电话	15*****71
注册地址	重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房				
项目建设地点	重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角				
立项审批部门	石柱土家族自治县经济和信 息化委员会		批准文号	2604-500240-04-01-928511	
建设项目总投资 (万元)	60	项目环保投资 (万元)	15	投资比例(环保 投资/总投资)	25%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	70
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>核谷天富（重庆）智能装备有限公司（以下简称“核谷天富公司”）是一家从事设备制造，电气安装服务，施工专业作业等业务的公司，成立于 2025 年 2 月 26 日，公司坐落在重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内；企业的经营范围为：许可项目：特种设备制造；电气安装服务；施工专业作业；建设工程施工。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：货物进出口；制药专用设备销售；制药专用设备制造；食品、酒、饮料及茶生产专用设备制造；通用设备制造（不含特种设备制造）；日用品生产专用设备制造；农林牧副渔业专业机械的制造；气体、液体分离及纯净设备制造；气体、液体分离及纯净设备销售；日用化工专用设备制造；互联网销售（除销售</p>					

续表 1 项目基本情况

需要许可的商品)；金属结构销售；金属结构制造。(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)。

1.2 项目由来

核谷天富公司租用石柱土家族自治县鸿盛经济发展有限公司(以下简称“鸿盛公司”)的部分厂房开展相关业务，为满足生产需求，核谷天富公司拟在重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角的空置区域上实施“工业 X 射线探伤房建设项目”，即拟新建一处探伤场所，主要包括探伤室及辅助用房，并新购置 1 台便携式 X 射线探伤机(定向探伤机)，在探伤室内对压力容器壳体进行无损检测。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部、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)，项目的便携式 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，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(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，核谷天富公司委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环境影响评价工作。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，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和格式》(HJ10.1-2016)的要求，编制完成了《工业 X 射线探伤房建设项目环境影响报告表》。

1.3 建设规模及工程内容

(1) 项目概况

核谷天富公司拟在重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角的空置区域上实施“工业 X 射线探伤房建设项目”，总建筑面积约 70m²，主要布置探伤室(1 间)、控制室、暗室、评片室、危险废物贮存点以及围栏内区域等，并拟配置 1 台便携式 X 射线定向探伤机(型号为 XXG2505，定向，设备最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，为 II 类射线装置)对压力容器壳体进行探伤室内 X 射线无

续表 1 项目基本情况

损检测。探伤机采用胶片成像技术，固定在探伤室内使用，不对外提供无损检测服务。
项目总投资约 60 万元，其中环保投资约 15 万元；项目建设工期预计 4 个月。
项目组成见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

分类	项目	工程组成	备注
主体工程	探伤室	探伤室位于厂房东北角的空置区域，钢筋混凝土结构，占地面积约为 14.97m ² （长×宽为：4.1m×3.65m），整体高度为 2.46m，探伤室内空长×宽×高：3.5m×2.5m×2.2m，有效使用面积约 8.75m ² 。探伤室未设置迷路。	新建
	射线装置	拟配置 1 台便携式 X 射线探伤机（II类射线装置），为定向型便携式 X 射线探伤机（最大管电压 250kV、最大管电流 5mA），设备型号为 XXG2505。采用胶片成像技术，探伤机固定安装使用，主射线方向固定朝向北侧。	拟购
辅助工程	控制室	拟依托现有空置房间改建，布置在探伤室东南侧约 12.9m 处，建筑面积约 7.8m ² ，高度约为 4m，配置操作台用于操作 X 射线探伤机。	改建
	评片室	拟依托现有空置房间改建，布置在控制室北侧，建筑面积约 5.3m ² ，高度约为 4m，配置观片灯、档案柜等用于评片以及底片存放。	改建
	暗室	拟依托现有空置房间改建，布置在控制室南侧，建筑面积约 12m ² ，高度约为 4m，内设干区、操作台、显影槽、停影槽、定影槽、清水槽等用于底片洗片。显影槽、停影槽、定影槽、清水槽均采用 304 不锈钢。暗室不设置接入下水道的排口。	改建
	危险废物贮存点	拟依托现有空置房间改建，布置在暗室南侧，建筑面积约 10m ² ，高度约为 4m，主要用于洗片废液等危险废物存放。	改建
	围栏	在探伤室东侧、北侧以及南侧外 1m 处设置实体围栏，围栏高度约为 1m，选用木质结构的围栏。	新建
公用工程	给水	依托现有厂房的供水管网。	依托
	排水	雨污分流，依托厂区内雨、污水排水设施。	依托
	供配电	依托现有厂房的供电系统。	依托
	通风系统	探伤室采用自然进风，机械排风；东南角墙角地面处拟设置 1 台风机进行通风换气。设计风量约 500m ³ /h，内部换气次数约 25 次/h。	新建
环保工程	废气	便携式 X 射线探伤机装置运行产生的废气经风机引出探伤室，而后通过废气管道引至厂房屋顶排放。	新建
	废水	工作人员生活污水依托鸿盛公司现有生化池处理后（处理能力为 200m ³ /d）满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中三级标准后排入市政污水管网，进入下路污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准后排入龙河。	依托
	固废	项目工作人员生活垃圾依托厂区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。	依托

续表 1 项目基本情况

	<p>报废的去功能化的射线装置，根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。</p> <p>洗片废液、不合格底片和存档到期的合格底片，暂存在危险废物贮存点暂存，交有资质单位处置。危险废物贮存点按照“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的环保要求规范建设。设防盗门并上锁，设专人进行管理。地面及裙脚进行防渗处理，防渗技术要求：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，防渗材料必须与危险废物相容。危险废物贮存点设置防渗托盘以及高门槛。</p>	新建
辐射防护	拟采用足够厚的混凝土、铅防护门进行防护，保证探伤室外的辐射剂量满足相应标准要求。	新建
安全措施	探伤室拟设置门机联锁、工作状态指示灯、视频监控系统、急停按钮、剂量报警系统等设施保证项目运行的安全。	新建

(2) 屏蔽防护情况

根据建设单位提供的资料，项目探伤室屏蔽设计方案见表 1-2。

表 1-2 项目探伤室屏蔽体设计方案表

名称		尺寸及屏蔽厚度
北墙（主射方向）		600mm 混凝土
南墙		550mm 混凝土
东墙		400mm 混凝土
顶棚		260mm 混凝土
西侧	墙体	200mm 混凝土
	防护门	防护门的门洞尺寸为宽×高：2.10m×2.00m，防护门为铅门，门下方设 26mm 深的滑槽，尺寸为宽×高：3.00m×2.72m，10mmPb，由专业厂家制作并安装。

备注：混凝土（砼）密度为 2.35g/cm^3 ，铅密度为 11.35g/cm^3 。

(3) 设备概况

根据核谷天富公司提供资料，项目拟配置的主要设备见表 1-3。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	用途	设备设施说明	备注
1	便携式定向 X 射线探伤机	1 套	无损检测	最大管电压 250kV，最大管电流 5.0mA	拟购
2	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	1 台	防护监测	定期监测，按要求进行校验。	拟购
3	固定式场所辐射探测报警装置	1 台	剂量报警	检测探头安装在探伤室内，显示单元安装在控制室的操作台上。	拟购
4	个人剂量报警仪	2 台	剂量报警	辐射工作人员工作时随身携带。	拟购

续表 1 项目基本情况

5	个人剂量计	2 枚	剂量检测	辐射工作人员工作时佩戴。	拟购
6	风机	1 个	通风	安装在探伤室东南侧墙角，风量为 500m ³ /h。	拟购
7	工作状态指示灯、蜂鸣器、紧急停机按钮、应急开门按钮、门机联锁、主控钥匙等	1 套	安全防护	分别安装在探伤室内外	拟购
8	升降平台	1 台	支撑探伤机	固定探伤机，仅上下移动，移动范围为 0.2m~0.7m	拟购
9	承件推车	1 台	承托和转运工件	在探伤室内水平移动，可进出探伤室，并转动工件，承件推车宽 1.2m 长 2m，离地高度为 200mm	拟购
10	废液收集桶	3 个	废液收集暂存	有效容积均为 150L	拟购
11	显影槽	1 个	显影液存放	有效使用容积为 60L，材质为 304 不锈钢	拟购
12	停影槽	1 个	清洗底片	有效使用容积为 40L，材质为 304 不锈钢	拟购
13	定影槽	1 个	定影液存放	有效使用容积为 70L，材质为 304 不锈钢	拟购
14	清水槽	1 个	清洗底片	有效使用容积为 60L，材质为 304 不锈钢	拟购
15	防渗托盘	3 个	防止废液渗漏	放置在废液收集桶下方	拟购
16	烘干机（使用电）	1 台	底片烘干	/	拟购
17	对讲机	1 套	沟通	用于探伤室外与控制室内的工作人员之间沟通	拟购
18	叉车	1 台	运输工件	将工件运输至探伤室外	依托

(4) 工件情况

根据核谷天富公司提供资料，项目探伤工件主要为焊接件，其材质主要为 Q345R 钢。项目无损检测的工件见下表。

表 1-4 无损检测的典型焊接件

序号	产品名称	主要焊接件尺寸	材料种类	工件厚度	形状
1	压力容器壳体（圆形缝和直缝）	DN≤1000mm，最长 2.5m	Q345R 钢	最大为 16mm	圆柱形

不开展对外探伤检测服务，探伤机仅在探伤室内开展工作，不进行车间及野外现场探伤作业。

(5) 计划工作量

根据核谷天富公司提供资料，本项目探伤室内年最大曝光次数约 550 次，单次最大曝光时长约 5min，详见表 1-5。

续表 1 项目基本情况

设备型号	单次最大曝光时间 (min)	最大曝光次数			最大曝光时间	
		次/日	次/周	次/年	h/周	h/年
XXG2505	5.0	3	11	550	0.92	46

(6) 工作制度和劳动定员

项目拟在内部调配培养 2 名工作人员从事 X 射线探伤机无损检测工作, 不新增总劳动定员。项目辐射工作人员仅从事 X 射线探伤机操作, 年工作 250 天, 实行 8 小时工作制。辐射工作人员上岗前均需进行 X 射线探伤辐射防护与安全知识培训, 并取得考核合格成绩单。X 射线探伤机由设备厂家维修。

(7) 主要原辅材料

项目原辅材料情况见表 1-6。

表 1-6 原辅材料一览表

序号	名称	使用量	规格	来源	主要化学成分	备注
1	工业 X 射线胶片粉剂套药显影液	18 桶/a	5L/桶	外购	无水亚硫酸钠: 5%; 碳酸钠: 0.5%; 碳酸钾: 2.25%; 对苯二酚: 2.13%; 硼酸: 0.7%; 偏重亚硫酸钠 0.85%; 溴化钾: 0.25% 菲尼酮: 0.13%; 戊二醛: 0.15%; 水: 88.04%	洗片
2	工业 X 射线胶片粉剂套药定影液	12 桶/a	5L/桶	外购	硫代硫酸铵: 27.5%; 无水亚硫酸钠: 0.15%; 硼酸: 2%; 酒石酸: 0.35%; 硫酸铝: 0.85%; 乙二胺四乙酸: 0.05%; 水: 69.1%	洗片
3	自来水	1.8m ³ /a	/	市政供水管网	水	洗片
4	胶片	550 张/a	356mm×43mm	外购	卤化银和涤纶	按每次 1 张计

备注: 1、定影粉和显影粉为浓缩型粉剂, 使用时定影液按照药水比 1:6 的比例兑水使用, 显影液按照药水比 1:3 的比例兑水使用。

2、预计洗片量约 550 张/年。

1.4 项目周边保护目标

项目位于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内

续表 1 项目基本情况

东北角，周边为其他公司厂房、道路以及停车场等。项目所在厂房及周边环境地势平坦，无明显地势高差。项目所在厂房周围环境概况见下表。

表 1-7 公司厂房周围外环境关系一览表

序号	外环境名称	方位	水平距离 (m)	备注
1	石柱县许继电气设备有限公司	南	约 0~20	建筑结构为 1F，层高 12m
2	重庆坤熠玻璃有限公司		约 20~50	建筑结构为 1F，层高 12m
3	内部道路以及停车场	东	约 0~50	道路、停车场
4	重庆渝东阀门制造有限公司	北	约 0~50	建筑结构为 1F，层高 12m

项目周边保护目标主要为从事项目 X 射线探伤机操作的辐射工作人员以及周围区域活动的公众成员。

1.5 项目选址可行性

(1) 项目建设已取得石柱土家族自治县经济和信息化委员会下发的《重庆市企业投资项目备案证》(2604-500240-04-01-928511)。

(2) 准入、规划

项目位于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区，根据《重庆市生态环境局关于重庆石柱工业园区区片 1 (本项目所在的大厂房) 规划环境影响报告书》及其审查意见函 (渝环函[2025]429 号)，本项目与相关环境准入负面清单相比，本项目为 X 射线探伤核技术利用项目，属于 M7452 检测服务，不属于工业区内禁止、限制类项目。因此，项目符合区域规划，符合园区准入条件。

(3) 项目场址的辐射剂量背景监测结果表明，本项目拟建址及周围的环境 γ 辐射剂量率在重庆市 2024 年天然辐射本底水平正常涨落范围内，本项目可以在此建设。

(4) 项目位于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角，周围环境简单，主要为公司厂房、道路、停车场等及厂外其他公司厂房。

本项目探伤室北侧为杂物区且地面以下为地理的各种管道，探伤室建设拟向下挖地基，再往北的区域不适合建设探伤室；探伤室周围 (除去防护门一侧) 外 1m 处均拟设置实体围栏，和厂房的其他区域相对独立，能有效增加探伤室周围活动人员与探伤室的距离，通过实体防护和距离衰减，能够较好地减少电离辐射对探伤室四周公众的影响，使人员所受剂量在尽可能低的水平。各辅助用房依托厂房内现有的空置房间进行改建，

续表 1 项目基本情况

可以避免重复建设，提高用房的利用率。

综上所述，项目选址可行。

1.6 与项目有关的原有核技术利用项目情况

1.6.1 项目用房环保手续情况

石柱土家族自治县鸿盛经济发展有限公司主要是进行标准厂房的建设，无需开展环境影响评价。

核谷天富公司主要是对压力容器进行铆焊，无需开展环境影响评价。

根据现场调查，铆焊生产线已经建设完成正在运行，无环保投诉。

1.6.2 核技术利用项目开展情况

项目为核谷天富公司首次涉及核技术利用领域，不存在与项目有关的原有核技术应用等污染问题。此外，项目场址的辐射剂量背景监测结果表明，本项目场址及周围环境 γ 辐射剂量率监测值在重庆市环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

1.7 依托可行性

项目依托可行性分析见表 1-8。

表 1-8 项目依托可行性分析

依托工程	依托内容	可行性分析
主体工程	主体建筑	项目选址于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房，建设探伤室、X 射线探伤机以及配套设施后，即可开展无损检测工作，故项目依托可行。
公用工程	供电、供水、排水等	项目所在标准厂房具有完善的供电、供水、排水等公用设施，故项目依托可行。
环保工程	废水处理设施	项目无生产废水，且不新增生活污水产生量。项目所在园区配套有完善的污水管网以及污水处理设施。工作人员产生的生活污水可排入园区生化池处理，处理达标后可接入市政污水管网，故项目依托可行。
环保工程	固体废物处理设施	生活垃圾分类收集后交由环卫部门统一处理。项目所在厂房有完善的生活垃圾收运系统，项目可直接依托。
劳动定员	辐射工作人员	项目拟从现有工作人员中调配培养 2 人从事 X 射线探伤机检测工作，在现有总劳动定员内，依托可行。

由上表可知，项目依托厂房主体建筑可行，供水、供电等公用工程、废水处理设施、环保工程依托可行，劳动定员在原有工作人员中调配培养可行。

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
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
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
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	便携式定向 X 射线探伤机	II类	1 台	XXG2505	250	5	无损 检测	探伤室	拟购	
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	
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
臭氧、氮氧化物等废气	气态	/	/	/	/	/	/	引至厂房屋顶排放
生活污水	液态	/	/	/	/	/	/	依托鸿盛公司现有生化池处理后排入市政污水管网
生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	生活垃圾暂存点	环卫部门统一处置
报废的 X 射线探伤机	固态	/	/	/	/	/	/	报废 X 射线探伤机去功能化，而后按照相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。
废显影液	液态	/	/	/	0.36t	/	危险废物贮存点设置废液桶，废液桶下设置防渗托盘且危险废物贮存点设置高门槛。废定影液、废显影液、洗片废水分类储存在相应的废液桶内	交由有相应危险废物处置资质单位处置
废定影液	液态	/	/	/	0.42t	/		
洗片废水	液态	/	/	/	1.2t	/		
报废底片	固态	/	/	/	5.5kg	/		

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第二次修正；</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 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日施行修订版；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日第四次修正实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，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），2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告，2017 年 12 月 5 日施行；</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) 《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日起施行修正版；</p> <p>(13) 《重庆市辐射污染防治办法》，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；</p> <p>(16) 《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)。</p>
<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) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）；</p>

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》及第 1 号修改单 (GBZ/T250—2014) ;</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019) ;</p> <p>(8) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》 (GB22448-2008) ;</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021) ;</p> <p>(10) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021) 。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书 (含评价内容确认), 详见支撑性材料 1;</p> <p>(2) 项目投资备案证, 详见支撑性材料 2;</p> <p>(3) 项目用房租赁合同, 详见支撑性材料 3;</p> <p>(4) 项目辐射环境监测报告, 详见支撑性材料 4;</p> <p>(5) 设备相关资料及建设单位设计等相关资料;</p> <p>(6) 《辐射防护导论》等参考文献。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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。结合项目实际情况，确定以探伤室四周屏蔽体边界外 50m 区域作为本项目辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

X 射线探伤机拟安装在探伤区的探伤室内。项目所在厂房为单层钢结构，其层高 12m。探伤室底部与地面无缝隙，顶部人员无法到达。厂房顶部、探伤室顶部以及评价范围内均无行车。探伤室周围 50m 范围内的环境保护目标见下表。

表 7-1 探伤室周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标名称	方向	水平距离, m	基本情况	影响人群	影响因素
1	封闭围栏区域	北~东 ~南	0~1m	围栏内常规情况无人进入	公众成员	电离 辐射
2	过道	西	0~2	过道, 约 1 人	公众成员	
3	产品试压区、原材料堆放区、物流通道等		2~50	公司其他用房, 约 5 人	公众成员	
4	过道、物流通道		1~7	过道, 约 2 人	公众成员	
5	产品抛光区、产品焊接区、材料下料区等	西南~ 南	7~50	公司其他用房, 约 8 人	公众成员	
6	评片室、暗室		11~14	项目配套用房, 约 4 人	公众成员	
7	控制室		12	项目配套用房, 约 2 人	辐射工作人员	
8	过道、卫生间	东	1~5	公司其他用房, 约 3 人	公众成员	
9	杂物区	北	1~6	杂物区, 约 1 人	公众成员	
10	内部道路以及停车场	东	5~50	鸿盛厂区内道路、停车场, 约 5 人	公众成员	
11	本项目所在建筑外 石柱县许继电气设备有限公司、重庆坤熠玻璃有限公司等	南	6~50	其他厂房, 约 35 人	公众成员	

12		重庆渝东阀门制造有限公司	北	36~50	其他厂房, 约 20 人	公众成员
----	--	--------------	---	-------	--------------	------

备注：①项目所在厂房及周边环境地势平坦，无明显地势高差。

7.3 评价标准

(1) 辐射评价相关标准

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。

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除 6.2.2 条规定的特殊情况外，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）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

B1.1 职业照射

应对任何工作人员的照射水平进行控制，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。

B1.2 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）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），X 射线探伤机探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

5.1.1 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

续表 7 保护目标与评价标准

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。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

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, mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室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： $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$

续表 7 保护目标与评价标准

公众: $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (7-1) 计算:

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (7-1)$$

式中:

H_c —周剂量参考控制水平, 单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$);

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;

t —探伤装置周照射时间, 单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。 t 按式 (7-2) 计算:

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (7-2)$$

式中:

W —X 射线探伤的周围工作负荷 (平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值), $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$;

60—小时与分钟的换算关系;

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)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$:

$$\dot{H}_{c,\max} = 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c :

\dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 二者的较小值。

3.1.2 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

项目拟配置 1 台便携式 X 射线探伤机对压力容器进行 X 射线无损检测, 不对外提供无损检测服务。根据表 1-5 可知, 探伤机的周工作时间为 0.5h。

续表 7 保护目标与评价标准

根据 GBZ/T250-2014 附录 A，居留因子取值原则见表 7-3。

表 7-3 不同工作场所与环境条件下的居留因子

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

探伤室四周屏蔽体外剂量率参考控制水平核算表见表 7-4 和表 7-5。

表 7-4 探伤室四周屏蔽体外剂量率参考控制水平核算表

方位	紧邻区域 环境保护目标	辐射类型	U	T	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	$\dot{H}_{c,\text{max}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
北	围栏（之外为杂物区）	有用线束 泄漏辐射 散射辐射	1	1/5	5	2.5	27	2.5
南	围栏（之外为过道）			1/5	5		27	2.5
西	围栏（之外为过道）			1/5	5		27	2.5
东	围栏（之外为过道）			1/5	5		27	2.5
顶	无人达到			/	/	/	100	/

备注：①使用因子 U 保守考虑均取 1；②工作负荷见表 1-5，取保守值最大周工作时间（0.92h/周）。③顶棚无人到达，剂量率参考控制水平取值为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。④地板无人员可到达，不予考虑。⑤由于探伤室西侧 2m 外为产品试压区等，居留因子取 1，根据 GBZ/T250 附录 C 核算出的剂量限值为 $5.4 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，大于本项目取值 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，因此，均保守取 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行控制。⑥ \dot{H}_c 为 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,\text{max}}$ 二者的较小值。⑦探伤室的北侧、东侧和南侧均为实体围栏区（无法进入），保守按照围栏之外的杂物区和过道取居留因子。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏

续表 7 保护目标与评价标准

蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

4.2 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

4.2.3 散射辐射屏蔽

散射辐射屏蔽估算方法如下：

a) 90° 散射辐射的 TVL 散射辐射的最高能量（X 射线 90°）低于入射 X 射线的最高能量，使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线（见表 2）（本报告表 7-6）的什值层（见附录 B 表 B.2）计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。

表 7-6 散射辐射最高能量（X 射线 90°）相应的 kV 值

原始 X 射线（kV）	散射辐射（kV）
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤400	250

注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

(2) 评价标准及相关参数值

核谷天富公司取 GB18871-2002 中工作人员职业照射年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；取公众照射年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。

结合项目实际情况，确定项目主要评价标准要求见表 7-7 所示。

表 7-7 项目主要评价标准及相关要求汇总表

序号	项目	控制限值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员：5mSv 公众成员：0.1mSv	GB18871-2002 企业管理要求
2	便携式 X 射线探伤机设备性能要求	漏射线所致周围剂量当量率控制值<5mSv/h。	GBZ117-2022
3	剂量率参考控制水平	探伤室四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率 ≤2.5μSv/h；探伤室顶部外 30cm 处周围剂量当量率≤100μSv/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 环境质量和辐射现状

8.1 地理位置和场所位置

项目位于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角，地理位置见附图 1。项目场址现状及周围环境现状情况见附图 2，项目场所位置见附图 3。

8.2 辐射现状

为掌握项目拟建址辐射环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司于 2026 年 4 月 13 日对项目拟建址的环境 γ 辐射剂量率进行了监测，监测结果和监测布点见监测报告：渝泓环(监)[2026]232 号（见支撑性材料 4）。

(1) 监测因子

环境 γ 辐射剂量率。

(2) 监测方法和依据

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境 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

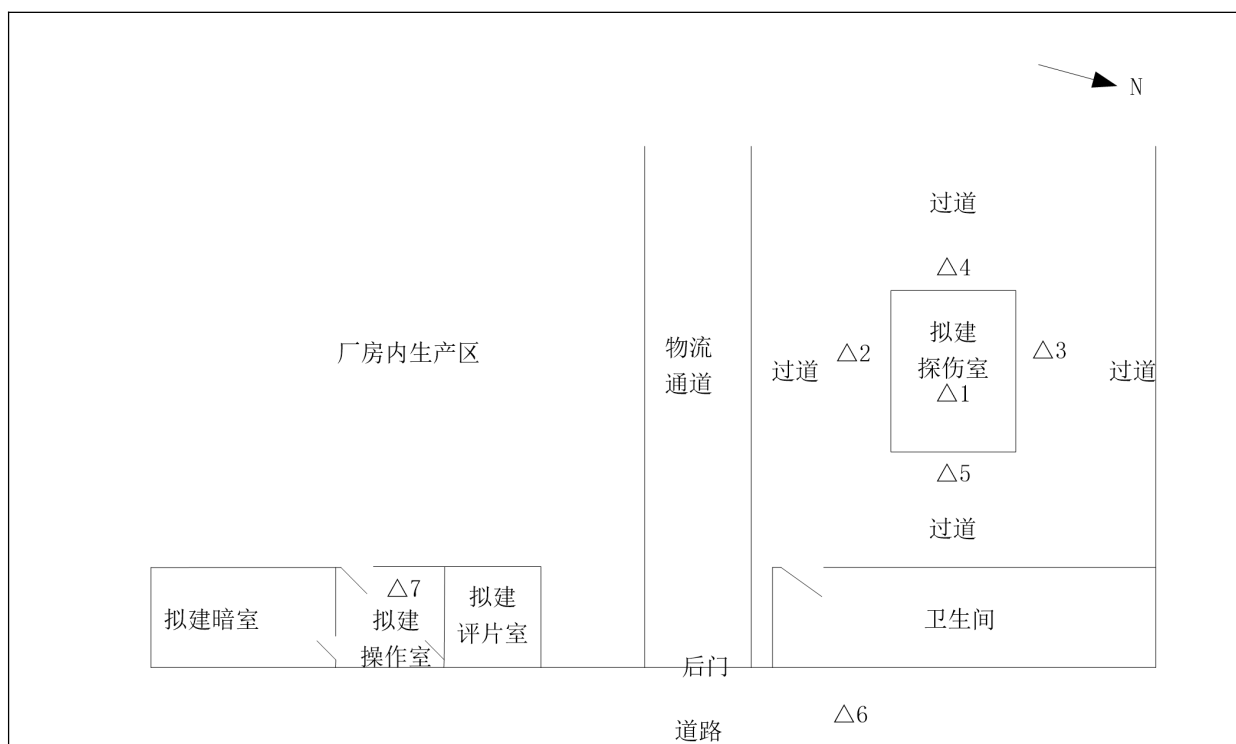
监测仪器名称及型号	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
环境级 χ 、 γ 辐射巡检仪 RGM5200	1222203004005	2025112600812	2026.11.27	0.99

测量范围：10nSv/h-100 μ Sv/h。

(4) 监测布点及合理性分析

本次监测共布设了 7 个监测点，监测点位布点示意图见图 8-1。

续表 8 环境质量现状



备注：△为监测点位，监测点位距地面 1.0m，项目拟建地现为空置厂房。

图 8-1 监测布点示意图

经现场踏勘调查，本次辐射环境监测共布设 7 个监测点位，分别位于探伤室四周、内部、拟建控制室以及厂房外。这些监测点布置包括项目拟建址和周围代表性环境保护目标，能够反映项目所在地的辐射环境背景水平，监测布点合理。

(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，监测仪器每年送计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，经过校验、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 监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率	
		$\mu\text{Gy/h}$	nGy/h

续表 8 环境质量现状

△1	拟建探伤区	0.063	63
△2	拟建探伤区南侧过道	0.06	60
△3	拟建探伤区北侧过道	0.061	61
△4	拟建探伤区西侧过道	0.062	62
△5	拟建探伤区东侧过道	0.060	60
△6	拟建探伤区东侧厂房外	0.061	61
△7	拟建控制室	0.063	63

备注：1 μ Gy/h=1000nGy/h，以上监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据监测可知，项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值范围为 61nGy/h~63nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）。根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书（简化版）》，累积剂量测得的 γ 辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 79.2~108nGy/h（未扣除宇宙射线响应值），平均值为 96.1nGy/h。对比可知，本项目场址及周围环境 γ 辐射剂量率监测值在重庆市环境 γ 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

本项目拟在现有厂房内东北角空置区域建设，不新增占地。项目施工期主要包括探伤室基础开挖、探伤室主体混凝土结构浇筑、防护门与设施设备安装、电缆沟的建设，以及项目辅助用房改建等施工内容。项目施工期工艺流程及产污环节见下图9-1。

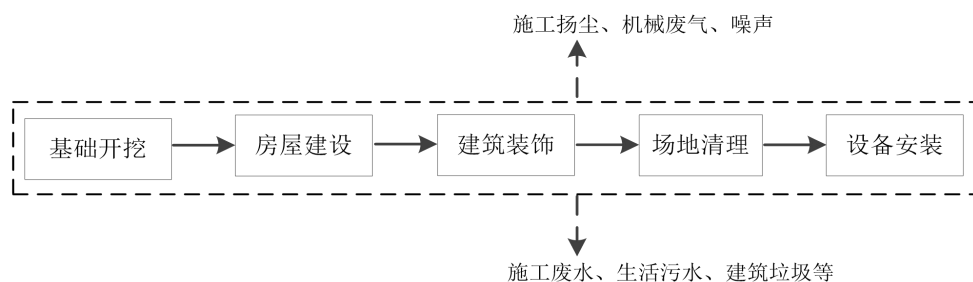


图9-1 施工期工艺流程及产污环节图

由上图可知，项目施工期主要污染因子有：废气、噪声、废水、固体废物等。

废气：主要为项目用房基础开挖、墙体新建、装修时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，机械施工过程中少量的机械废气。

废水：项目施工期废水主要为施工人员产生的生活污水和少量施工废水。项目施工期每天最多 10 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 0.45m³/d。项目采用商品混凝土，不进行混凝土现场搅拌。施工人员产生的生活污水依托园区现有生化池处理。

噪声：施工噪声主要体现在施工过程中设备和现场处理噪声，各施工设备噪声源强约为 70~110dB（A）。

固体废物：项目施工期产生的固体废物主要为施工建筑垃圾、施工人员生活垃圾及废包装材料等。

①施工建筑垃圾主要包括新建墙体产生的废材料如水泥、砂石、塑料、钢筋、铁丝、碎玻璃等。建设施工过程中将产生建筑垃圾，预计产生量约为 20t。建筑垃圾运至有合法手续的消纳场进行处置。

②生活垃圾：施工期产生的生活垃圾按每天 10 人计，每人每天产生生活垃圾 0.5kg，则每天产生 5kg。依托园区内现有生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一收运处理。

③废包装材料

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。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 设备组成及工作方式

(一) 设备组成

项目拟配置 1 套 XXG2505 型便携式定向 X 射线探伤机，主要由控制器、X 射线发生器、连接电缆、电源电缆等组成，使用场景更灵活。典型便携式定向 X 射线探伤机的照片见下图。



图 9-1 便携式定向 X 射线探伤机示意图

①控制器

拟购的便携式定向 X 射线探伤机的控制器为立式结构，所有操作均由面板上的轻触开关进行。电缆插座、电源开关及接地端子设置在右侧接线盒内。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。控制器内部主要包含控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT 斩波模块、冷却风机等部件。

续表 9 项目工程分析与源项

②X 射线发生器

X 射线发生器为组合式。X 射线管、高压变压器与绝缘气体（SF₆）一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。警示灯亮表示探伤机系统进入准备工作状态，将有 X 射线产生（在产生 X 射线期间，警示灯仍一直亮）。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。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 射线管冷却风扇以及充、放气阀部件构成。

根据核谷天富公司提供的资料，便携式定向X射线探伤机的基本参数见下表。

表 9-1 便携式定向 X 射线探伤机的射线源基本参数一览表

型号	XXG2505型
最大管电压	250kV
最大管电流	5mA
最大输出剂量率	13.9mGy.m ² /(min·mA)
1m处的泄漏辐射剂量率	5mSv/h
焦点尺寸	2.0mm×2.0mm
内置过滤材料	3.0mmAl
射线束最大辐射角	40°
照射方式	定向照射
焦距	700mm
成像方式	拍片成像
冷却方式	风冷

③电源电缆等附件

拟购便携式定向 X 射线探伤机的控制器与 X 射线管头的电源电缆线长为 25m。

④探伤机升降平台

探伤机升降平台支架固定安装在地面，探伤机固定在支架上，探伤机辐射源点离地高度范围为 300mm~800mm。

⑤承件推车

本项目设置承件推车，将工件固定在承件推车（承件推车宽 1.2m 长 2m，手动调整工件位置）上，承件推车离地高度为 200mm。

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-2 本项目拟选择的承件推车外观图

(二) 工作方式

项目配置的便携式定向 X 射线探伤机采用胶片成像技术，在探伤室内使用，不在其他场所开展 X 射线检测作业。该探伤机出束运行期间，辐射作业人员全程在控制室操作。首先将工件放置在承件推车上，由推车送至探伤室内，工件在推车上转动并跟随推车一起平移，作业阶段，探伤机固定安置在升降平台上，探伤机只能上下移动，不能其他方向移动和转动，其有用线束朝南侧。作业前，将系统出束窗口精准对准待测压力容器，并在样品的另一侧对应位置布设胶片，保证主射线束沿压力容器样品方向出束。

9.2.2 工作负荷

根据核谷天富公司提供资料，项目拟配置的便携式定向 X 射线探伤机单次曝光时间约 0.5~5min，本次取最大曝光时间约 5min。X 射线探伤机工作负荷详见下表。

表 9-2 X 射线探伤机工作负荷一览表

设备型号	单次最大曝光时间	最大曝光次数		最大曝光时间	
便携式定向 X 射线探伤机	5min	11 次/周	550 次/年	0.92h/周	46h/年

项目配置的便携式定向 X 射线探伤机停机 48h 以上，再次使用前需进行训机，训机完成后才可以正常使用。X 射线探伤机训机遵循“低压低流→逐步升压→恒温稳定”的原则，并根据停机时长调整训机时长。项目设备常年使用，训机时间较短，纳入总曝光时间中。本次评价工作负荷核算时，不“单独”考虑 X 射线探伤机的训机负荷。

9.2.3 工作原理及工艺流程

(一) 工作原理

续表 9 项目工程分析与源项

(1) X 射线产生原理

X 射线探伤机的 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钨靶射击。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下图。

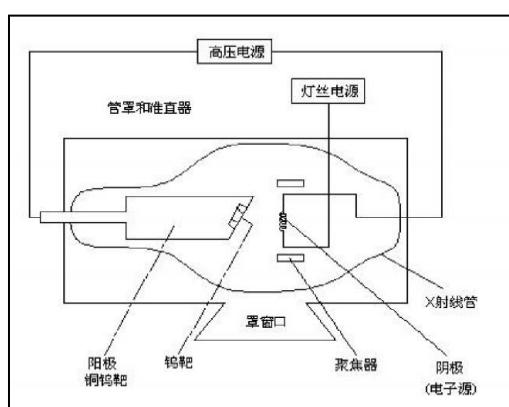


图 9-2 X 射线管原理示意图

(2) 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像中心，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。把这种曝光过的底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，从而达到无损检测的目的。

(二) 工艺流程

(1) 探伤机工艺流程

本项目便携式 X 射线探伤机在探伤室内探伤，其工艺流程如下：

1) 准备工作：工作开始前进行检查，主要包括探伤机外观是否完好、电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损、安全连锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好、个人剂量报警仪是否正常工作、X 射线探伤机与操作台的

续表 9 项目工程分析与源项

连接是否良好、电源插头是否正常、安全、可靠等。所有检查完成后辐射工作人员随身携带好个人剂量计和个人剂量报警仪，插上便携式 X 射线探伤机电源插头，开启操作台上电源开关，预热。

2) 摆放检测工件和探伤机：打开探伤室防护门，使用叉车将压力容器送至承件推车上，再由承件推车将工件送至探伤室内。根据需求调整探伤机的上下位置，将探伤机出束窗口对准待检部位。

3) 贴胶片：在待检工件的检测位置贴上胶片，根据检测位置的情况，选择合适的胶片。

4) 安全检查：工作人员巡视探伤室，清场后通过对讲机通知控制室内的工作人员关闭防护门。通过视频监控再次确认探伤室内没有人员驻留，确保所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。

5) 设置参数：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，根据曝光曲线选择合适的管电压和曝光时间。

6) 检查探伤室防护门的关闭情况，在确认防护门已关闭的情况下开机曝光。按下探伤机高压按钮并持续 1 秒钟，系统将自己延时 1 分钟，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声，延时时间到后自动启动曝光操作，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，喇叭“嘟..嘟..嘟..”鸣叫 3 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。

7) 探伤结束后，关闭探伤机电源。辐射工作人员确认固定式场所辐射探测报警装置的监测值正常，携带个人剂量计和个人剂量报警仪进入探伤室。从工件上取下已经曝光的 X 光底片，将工件送出探伤室外。所有探伤结束后，关闭电源。

8) 洗片评片：项目采用自动洗片工艺，工艺流程如下：

①显影：将曝光后的底片完全浸入显影液中，持续时间约 5~8min，实现显影；

②停影：将显影后的底片从显影槽中取出，在显影池上方停留 2~3s 使滞留的药液流离洗片夹，放入装有清水的停影槽内将其上面残留的显影液清洗干净至停显。

续表 9 项目工程分析与源项

③定影：将停影后的底片浸入定影液中，实现定影；

④清洗：将定影后的底片从定影槽中取出，放入装有自来水的清水槽中漂洗，清洗水可反复使用，直至不能满足清洗要求后再更换清洗水。

⑤烘干：将漂洗后的底片烘干至一定程度，再自然晾干。

⑥对晾干后的底片进行评片和审片。

9) 出具报告：根据检测结果出具相应的检测报告。

本项目工艺流程中工作全部由辐射工作人员操作完成。检测工件在检测完成后，返回来源处处理。

便携式 X 射线探伤机的探伤工艺流程及产污环节示意图见附图 9-3 所示。

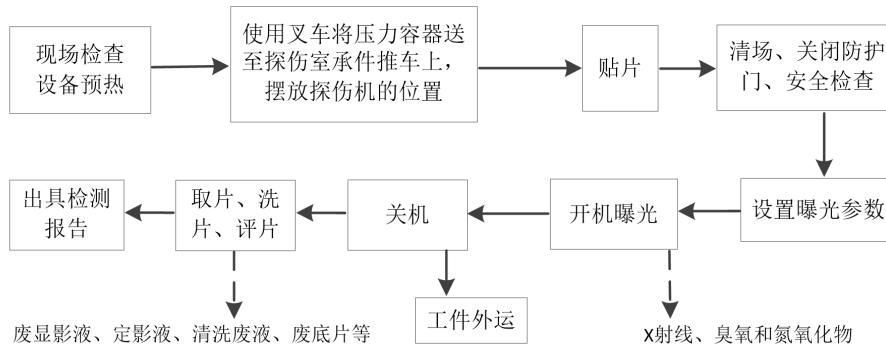
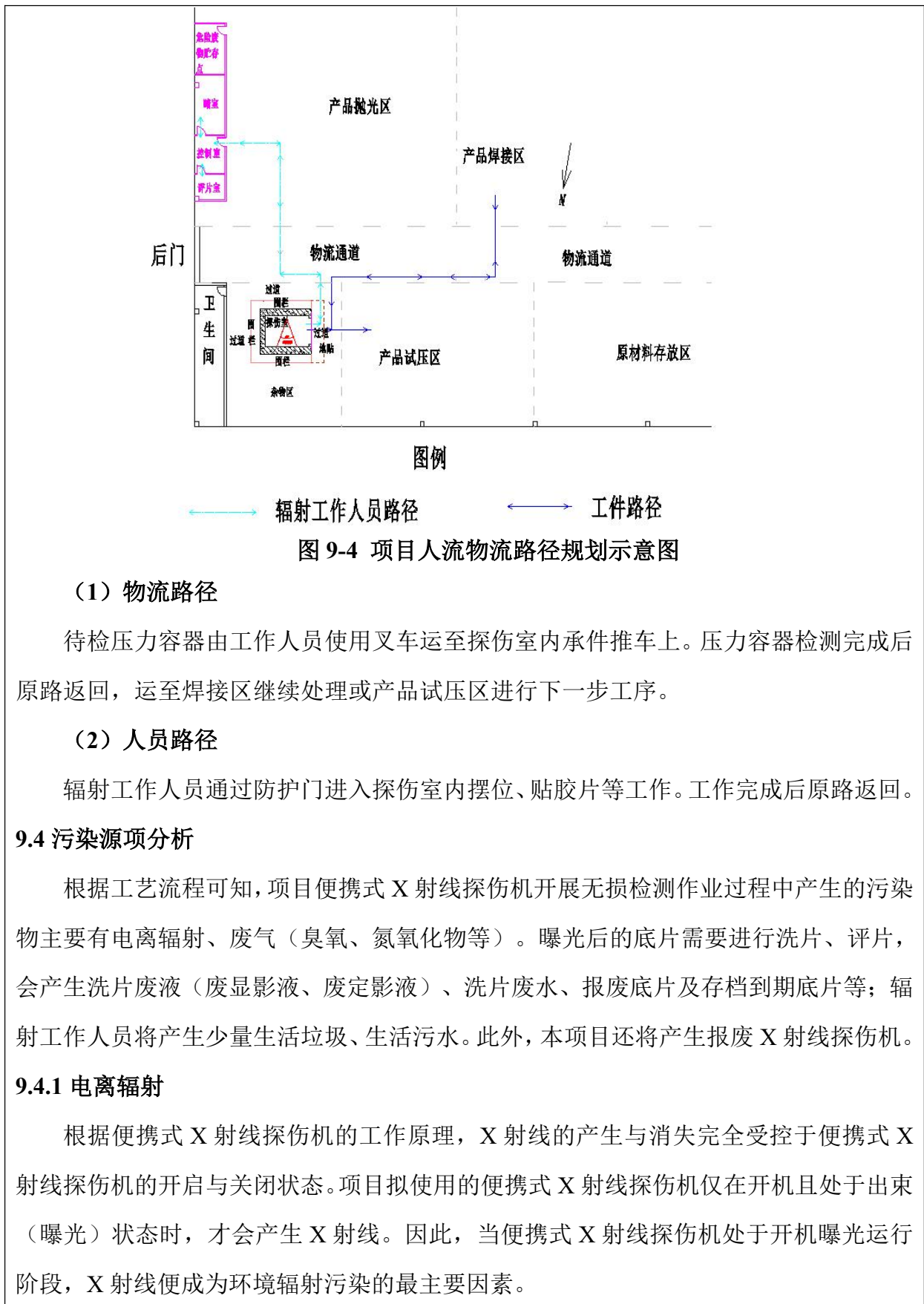


图 9-3 便携式 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

9.3 人流物流路径

项目人流物流路径规划图见图 9-4。

续表 9 项目工程分析与源项



(1) 物流路径

待检压力容器由工作人员使用叉车运至探伤室内承件推车上。压力容器检测完成后原路返回，运至焊接区继续处理或产品试压区进行下一步工序。

(2) 人员路径

辐射工作人员通过防护门进入探伤室内摆位、贴胶片等工作。工作完成后原路返回。

9.4 污染源项分析

根据工艺流程可知，项目便携式 X 射线探伤机开展无损检测作业过程中产生的污染物主要有电离辐射、废气（臭氧、氮氧化物等）。曝光后的底片需要进行洗片、评片，会产生洗片废液（废显影液、废定影液）、洗片废水、报废底片及存档到期底片等；辐射工作人员将产生少量生活垃圾、生活污水。此外，本项目还将产生报废 X 射线探伤机。

9.4.1 电离辐射

根据便携式 X 射线探伤机的工作原理，X 射线的产生与消失完全受控于便携式 X 射线探伤机的开启与关闭状态。项目拟使用的便携式 X 射线探伤机仅在开机且处于出束（曝光）状态时，才会产生 X 射线。因此，当便携式 X 射线探伤机处于开机曝光运行阶段，X 射线便成为环境辐射污染的最主要因素。

续表 9 项目工程分析与源项

从项目便携式 X 射线探伤机的工作流程来看,涉及电离辐射危害的关键辐射安全环节集中在 X 射线管出束照射过程。在此期间, X 射线的能量呈现出连续能谱分布,其能量范围从 0 延伸至曝光管电压设定值。X 射线的穿透能力则主要取决于 X 射线管的管电压参数以及出口滤过装置的设置。X 射线探伤机辐射场中的 X 射线具体可分为三个部分:直接用于检测成像的有用线束、从设备屏蔽部件泄漏出的漏射线,以及在检测过程中因散射产生的散射线。

(1) 有用线束

在工业无损检测领域,有用线束是由 X 射线管产生的电子经撞击靶材产生 X 射线,并通过辐射窗口定向投射至待检工件,进而实现对工件的无损检测。便携式 X 射线探伤机的 X 射线的能量和强度与射线管的靶物质、管电压、滤波器等密切相关。具体而言,靶物质的原子序数越高,施加于 X 射线管的管电压和管电流越大,所激发产生的 X 射线光子束流强度也就越强,能够为检测工作提供更高效率的射线源。根据核谷天富公司提供的资料及相关资料可知,项目配置的便携式 X 射线探伤机输出剂量率见下表。

表 9-3 X 射线探伤机工作负荷一览表

设备型号	最大管电压 kV	过滤条件	输出剂量率 mGy·m ² /(mA·min)
XXG2505	250	3.0mmAl	13.9

备注:便携式定向 X 射线探伤机的 X 射线输出剂量率取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 中表 B.1。

(2) 漏射线

漏射线是指从 X 射线管发射出来,并穿透 X 射线管组装体的射线。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)表 1 的规定,对于管电压大于 200kV 的 X 射线探伤机设备,在距离 X 射线管焦点 100cm 处,由漏射线产生的周围剂量当量率不得超过 5mSv/h。

(3) 散射线

由有用线束及漏射线在各种散射体(检测工件、设备箱体等)上散射产生的射线。一次散射或多次散射,其强度与 X 射线探伤机的 X 射线能量、输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。便携式 X 射线探伤机的 X 射线散射角度为 90° 时,散射线能量最大。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 2 可知,

续表 9 项目工程分析与源项

探伤机 90° 散射辐射能量最高，管电压 250kV 的 X 射线散射能量最大为 200kV。

9.4.2 “三废” 产排情况

项目 X 射线探伤机无损检测作业过程中主要产生 X 射线，不产生放射性“三废”。

(1) 废气

在便携式 X 射线探伤机开展无损检测作业过程中，X 射线与空气相互作用，致使空气发生电离，进而产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。探伤室东南侧墙角地面处拟设置 1 台风机进行通风换气。设计风量约 500m³/h，内部换气次数约 25 次/h。便携式 X 射线探伤机无损检测过程中产生的废气，经风机引出探伤室，而后通过废气管道引至厂房屋顶排放。

(2) 废水

项目无生产废水产生。项目不新增劳动人员，故不新增生活污水量。项目调配培养辐射工作人员产生的生活污水依托鸿盛公司现有污水管网、污水处理设施处理，处理满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后，经市政污水管网进入下路污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准后排入龙河。

(3) 固体废物

① 生活垃圾

项目不新增工作人员，不新增生活垃圾产生量。调配培养辐射工作人员产生的生活垃圾依托原有生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

② 报废 X 射线探伤机

报废 X 射线探伤机去功能化，而后按照相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

③ 危险废物

A. 报废底片

本项目便携式 X 射线探伤机开展无损检测工作，每年曝光片子 550 张（含不合格底片，按 10%考虑，约 50 张）。废底片属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中感光材料废物 HW16，废物代码为 900-019-16，无放射性。不合格底片和存档到期的底片暂

续表 9 项目工程分析与源项

存在危险废物贮存点暂存，交有危废处理资质的单位收集处置。

由于无损检测底片尺寸大小存在差异，单片平均重量保守按 10g 计。根据公司资料，底片存档至少 10 年，则废底片预计年产生量约为：5.5kg/a。

B.洗片废液、洗片废水

项目曝光底片的洗片将产生洗片废液、洗片废水，其中洗片废液包括废定影液、废显影液。

废显影液、废定影液：根据《国家危险废物名录》（2025 年版），废显影液、废定影液属于 HW16，废物代码为 900-019-16（其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸）。根据核谷天富公司提供资料，显影液和定影液为浓缩型剂，使用时显影液按照药水比 1:3 的比例兑水使用，显影槽的有效容积为 60L，平均 2 个月更换 1 次，则废显影液年产生量约 0.36t/a。定影液按照药水比 1:6 的比例兑水使用，定影槽的有效容积为 70L，平均 2 个月更换 1 次，废定影液年产生量约 0.42t/a。

洗片废水：洗片过程中进行两次自来水清洗（停影、漂洗），清洗水循环、流动使用，直到不能满足清洗要求后再行更换。洗片废水中含有 AgBr、显影剂及氧化物。由于洗片废水可生化性较差，且产生量小，单独处理效率低且投资成本高。核谷天富公司拟将其作为危险废物管理，参照废显影液、废定影液处理，不外排。停影槽的有效容积为 40L、清水槽的有效容积为 60L。根据项目洗片量及洗片质量要求，一般洗片废水 1 个月更换 1 次，1 次产生洗片废水约 100L，年产生量约 1.2t/a。

上述废显影液、废定影液、洗片废水中的主要成分为对苯二酚、碳酸钾、硫代硫酸铵、硼酸，并含有重金属银，废显影液、废定影液属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中感光材料废物 HW16，无放射性；洗片废水参照废显影液、废定影液处理。项目危险废物贮存点配置 3 个废液桶分类收集储存，废液收集桶放置在防渗托盘上且危险废物贮存点设置高门槛，定期交由有相应危废资质的单位处置。危险废物产生及排放情况见下表。

表 9-4 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	产废周期	暂存时间	危险特性	处置措施
废显影液	HW16	900-019-16	0.36	液态	银的络合物	重金属银	20d	3 个月	T	分类收集后暂存于危险
废定影液			0.42	液态			20d	3 个月	T	

续表 9 项目工程分析与源项

洗片废水			1.2	液态			20d	3 个月	T	废物贮存点，定期交由有危废资质单位处置
报废底片（含存档到期的合格底片）	HW16	900-019-16	5.5×10^{-3}	固态	明胶卤化银	银的络合物	1 年	1 年	T	

备注：洗片废水参照废显影液、废定影液处理，按照危险废物管理和处置。

9.4.3 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下表所示。

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	处理处置方式
电离辐射	X 射线	便携式定向 X 射线探伤机的 X 射线能量最大为 250kV，其散射线能量最大为 200kV；X 射线最大输出量 $13.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ；距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 2.5mSv/h 。	混凝土以及铅门屏蔽
废气	O ₃ 、NO _x 等	少量	机械排风，引至室外排风
废水	生活污水	不新增	依托中试基地现有的生化池处理
一般固废	生活垃圾	不新增	交环卫部门处理
	报废 X 射线探伤机	1 台	报废 X 射线探伤机去功能化，而后按照相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档
危险废物	废显影液（HW16）	0.36t/a	分类暂存在危险废物贮存点，定期交由有相应危险废物处置资质单位处置
	废定影液（HW16）	0.42t/a	
	洗片废水（HW16）	1.2t/a	
	报废底片（含存档到期的合格底片）（HW16）	5.5kg/a	

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目布局与分区

10.1.1 工作场所布局

本项目探伤室所在的重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区B区钢结构厂房为单层建筑，厂房东北侧布置探伤室，探伤室东南侧约12.9m处布置相关辅助用房，从北到南依次为评片室、控制室、暗室、危险废物贮存点。项目辅助用房设置齐全，能满足项目运行的需要。

由于本项目需要探伤的工件可以通过承件拖车转运至探伤室内，可仅设一个防护门；为方便工件的检测后运至试压区或焊接区，在探伤室西侧设置防护门供工件以及辐射工作人员的进出。探伤室内空尺寸为3.5m×2.5m×2.2m，探伤室未设置迷路，根据公司提供的拟探伤的工件尺寸，探伤室能容纳最大待检工件，因此本项目不会存在开门探伤的情况。

本项目探伤室北侧为杂物区且地面以下为地理的各种管道，探伤室建设拟向下挖地基，再往北的区域不适合建设探伤室；且探伤室东南侧区域有空置的房间，各辅助用房依托空置房间进行改建，可以避免重复建设。故探伤室与控制室不可避免的分开设置，探伤室周围（除去防护门一侧）外1m的位置均拟设置实体围栏，可以减少公众人员在探伤室周围紧邻区域活动，设备操作时为隔室操作，能有效减少辐射工作人员的受照影响。探伤机主射方向朝向北侧，不朝向防护门，能有效减少辐射工作人员的受照影响。

因此，本项目探伤工作场所布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，布局合理。

10.1.2 工作场所分区

（1）分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。监督区：这种区域未被确定为控制区，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

续表 10 辐射安全与防护

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 4.1.2 款规定，应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

(2) 区域划分情况

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，核谷天富公司拟对便携式 X 射线探伤机工作场所实行分区管理。项目将探伤室内部区域划设为控制区，周围紧邻区域划设为监督区，其具体区域划分情况如下表 10-1，分区布局示意图见图 10-1。

表 10-1 X 射线探伤机工作场所划分情况表

控制区	监督区
探伤室内部	过道、实体围栏到探伤室边界位置以及探伤室顶部等

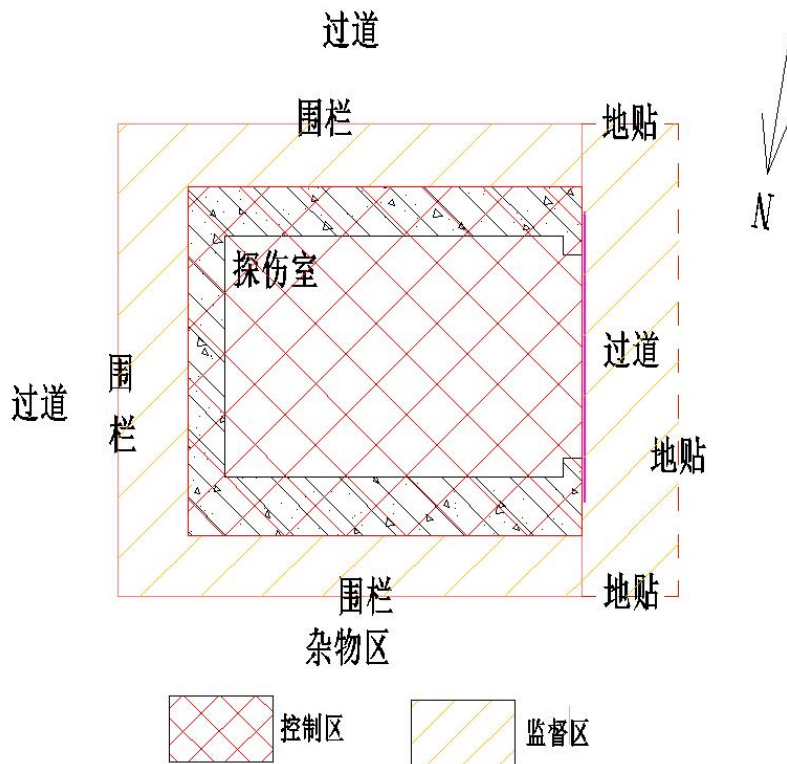


图 10-1 项目分区布置示意图

核谷天富公司还拟采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

- ①控制区：拟对控制区进行严格控制，在控制区入口设置控制区标识，严禁无关人员进入；便携式 X 射线探伤机以及探伤室设置门机联锁，便携式 X 射线探伤机在运行

续表 10 辐射安全与防护

中严禁任何人进入探伤室。拟在探伤室内部和外部均设置工作状态指示灯和声音提示装置，拟在防护门上设置电离辐射警告标志，警告人员远离探伤室。

②监督区：监督区一般不设置专门管控设施，在需要经常对职业照射条件进行监督和评价的适当位置设置监督区标识，提醒无关人员远离。但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

③在探伤室四周、操作台及穿墙管线等处开展定期监测工作。

10.2 项目安全设施

项目 X 射线探伤机运行产生的污染物主要为 X 射线，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 设备固有安全性

项目拟配置符合标准要求、具备相应安全性能且出厂合格的便携式 X 射线探伤机，其固有安全性涵盖以下几个方面：

(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，该设备会示意（控制界面显示设备正常）操作者可以进行曝光或训机操作；若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 当便携式 X 射线探伤机的 X 射线管接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线管的各种参数，当发生异常情况时，高压发生器控制器自动切断 X 射线管的高压。在曝光阶段出现任何故障，高压发生器控制器都将立即切断 X 射线管的高压，提醒操作人员发生了故障。

(3) 当便携式 X 射线探伤机的曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段。便携式 X 射线探伤机停止工作规定时间（一般不超过 48h）再使用时，要进行预热训机后才可使用，避免 X 射线管损坏。

(4) 便携式 X 射线探伤机设有温度保护装置，当发生器内温度达到 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，会自动切断高压。

(5) 便携式 X 射线探伤机设有过电流断路器、失电流保护继电器、过电压保护继电器，当管电流超过额定值时或高压对地放电时，会自动切断高压；当管电流低于 0.5mA 时，会自动切断高压；当高压超过额定值时，会自动切断高压。

续表 10 辐射安全与防护

(6) 便携式 X 射线探伤机设有继电保护器，其冷却系统流量继电器、温度继电器及防护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。

(7) 便携式 X 射线定向探伤机则配置便携式高压发生器控制器。高压发生器控制器设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，有高压接通时的指示装置、钥匙控制、有出束指示等。

(8) 延时启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，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高压按钮来停止探伤机的启动。

(9) 操作台安全措施

①操作台拟设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，拟设置高压接通时的外部报警或指示装置。

②操作台上拟设置与探伤室防护门联锁的接口，当防护门未关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在防护门开启时能立即切断。

③操作台拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

④操作台拟设置紧急停机开关，拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

10.2.2 屏蔽防护措施

(1) 探伤室屏蔽体设计

根据建设单位提供的资料，探伤室墙体、顶棚均为混凝土（密度为 2.35g/cm^3 ，下同）结构，四周墙体、顶棚和工件门的厚度在 $0.2\text{m}\sim 0.6\text{m}$ 之间，防护门为 10mmPb 。各屏蔽体的具体设计厚度情况见表 1-2 所示。

经后文核算，曝光室辐射屏蔽防护设计满足相关标准和辐射安全要求。

(2) 屏蔽体施工要求

探伤室及防护门的生产、安装、施工由有资质的生产厂家承担。防护门的门洞尺寸为宽×高： $2.10\text{m}\times 2.00\text{m}$ ，防护门尺寸（宽×高）为： $3.00\text{m}\times 2.72\text{m}$ 。防护门与墙体间缝隙较小，防护门与南北墙的搭接宽度为 45cm ，大于西侧墙体长度 20cm ；防护门与顶棚的搭接宽度为 46cm ，防护门与顶棚齐平，门下设 26mm 的沟槽，能确保搭接宽度不小

续表 10 辐射安全与防护

于缝隙的 10 倍且能够保证西墙的屏蔽能力。

为保证探伤室满足辐射防护要求，探伤室四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇筑。

(3) 穿墙管线

项目穿墙的管沟主要包括电缆管沟、排风管，穿墙管线均不在主射线范围内。穿墙管沟的设置位置及穿墙处剖面见图 10-2~图 10-4 所示。

① 电缆管沟

在探伤室内和控制室设置地埋式电缆沟，容纳各种管线。探伤室内沿西南侧建设，宽×深：400mm×400mm；穿越方式为地下“U”型穿越。

② 送排风管

本项目通过自然进风、采用机械排风系统外排至探伤室外而后引至厂房屋顶排放，设计风量 500m³/h，根据探伤室体积可知探伤室内每小时通风换气次数可达 25 次。排风口设置在东南侧墙角地面处，排风管道（DN250）从探伤室东南侧墙角距地下方约 0.4m 处“U”型穿透，具体见图 10-2~图 10-4 所示。

各穿墙管线预埋管径较小，采用“U”型穿越方式，射线经多次散射后才能穿出室外，穿墙管线不影响屏蔽体的屏蔽能力，穿墙管线对探伤室周围环境和人员的影响较小。

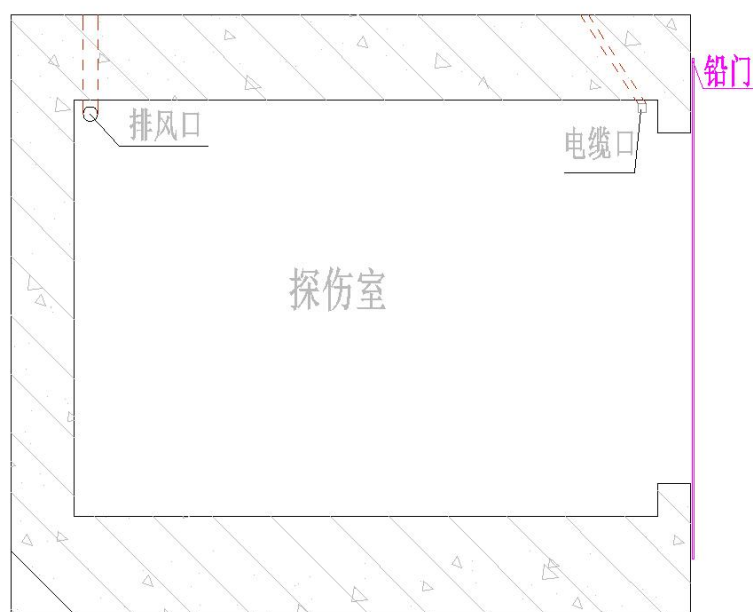


图 10-2 项目地下管线穿墙平面示意图（电缆、排风管道）

续表 10 辐射安全与防护

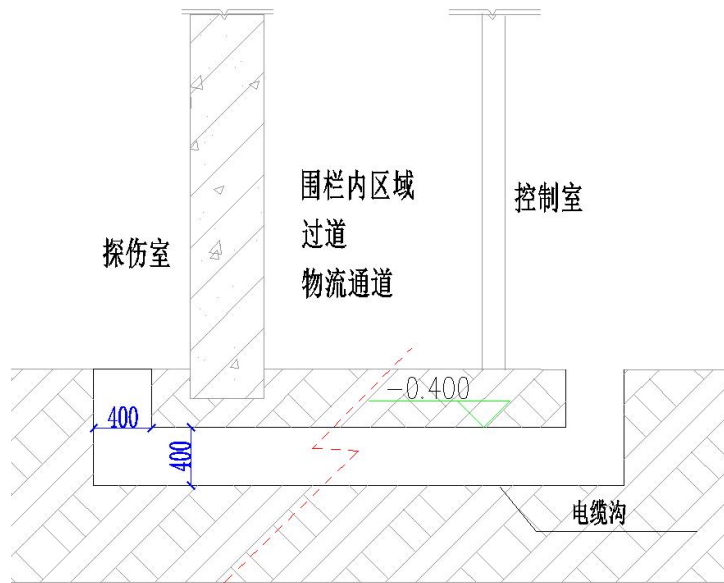


图 10-3 项目电缆穿墙大样图

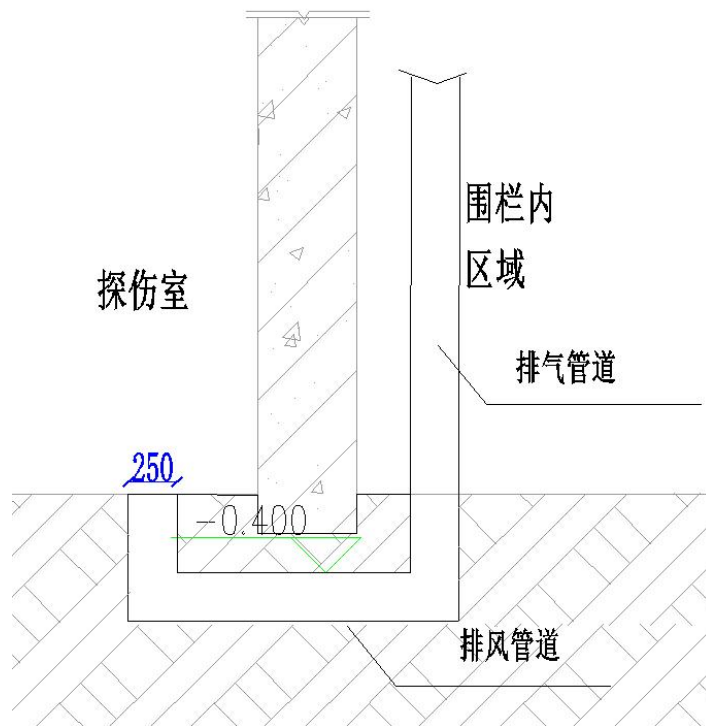


图 10-4 项目排风管道穿墙大样图

10.2.3 辐射安全与防护措施

(1) 主控钥匙

便携式 X 射线定向探伤机配置便携式高压发生器控制器，拟设置主控钥匙锁孔。主控钥匙仅可在 X 射线探伤机处于停机或待机状态时拔出，钥匙旋至指定出束档位后，对

续表 10 辐射安全与防护

应 X 射线无损检测装置方可启动并产生射线束。主控钥匙由操作人员负责保管。

(2) 防护门控制开关

探伤室的防护门控制开关安装在控制室的控制台上，通过对讲机通知控制室内的辐射工作人员控制防护门的开闭。

(3) 防护门紧急开门按钮

探伤室防护门的紧急开门按钮安装在防护门内侧旁墙体一侧，仅能控制防护门的开启，用于滞留在探伤室内部的人员开启防护门离开。

(4) 门机联锁

项目探伤室的防护门顶部两端拟设置电磁限位开关用于实现防护门与便携式 X 射线探伤机的 X 射线管联锁功能，并保证在防护门关闭后便携式 X 射线探伤机才能进行出束检测作业。在便携式 X 射线探伤机出束检测过程中，防护门被意外打开时，能立刻断高压停止出束，且意外打开的防护门再关闭后，便携式 X 射线探伤机不能自行出束。

(5) 工作状态指示灯和声音提示装置

项目探伤室内外顶部均拟设置工作状态指示灯、蜂鸣信号器。工作状态指示灯旁醒目位置处设置其“照射中”和“预备中”信号的意义说明，红灯为“照射中”，绿灯为“预备中”；蜂鸣信号器在“照射中”状态时发出声音报警。工作状态指示灯、蜂鸣信号器均与便携式 X 射线探伤机联锁。

(6) 紧急停机按钮

项目探伤室拟配置 4 个紧急停机按钮，其中 3 个均匀安装在探伤室内部屏蔽体上；另控制室内专用操作台上设置有 1 个紧急停机按钮，由于西侧混凝土墙体很短，主要为铅防护门，故西侧不设置紧急停机按钮。紧急停机按钮覆盖全面，保障辐射工作人员能避开有用线束通过相邻的北侧和南侧墙体上的急停按钮实现应急停机的快速响应。当任意紧急停机按钮被触发后，便携式 X 射线探伤机将立即切断高压电源，便携式 X 射线探伤机终止出束，确保辐射安全。任意急停按钮触发后，需通过逆时针旋转方式复位，且每个按钮旁均将设置醒目标签，详细标注使用方法。

(7) 固定式场所辐射探测报警装置

项目拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其辐射探测探头将安装于探伤室内

续表 10 辐射安全与防护

部北侧墙体上，而显示单元则设置在操作台上。该辐射探测报警装置可对探伤室内的辐射剂量实施不间断实时监测，其结果在操作台显示器上进行显示，当检测结果超过设定阈值，剂量结果显示变为红色进行警示。

(8) 防护门防夹装置

探伤室的电动推拉门拟设置防夹装置，在防护门闭合过程中，一旦检测到人员靠近，即刻启动防护功能，防护门无法关闭，有效保障工作人员的人身安全。

(9) 应急装置

停电状态下，联锁装置失效，防护门需要从外手动开启。

探伤室内东侧墙体上设置 1 个应急照明灯，停电时自动开启。

(10) 视频监控装置

项目将配备 1 套视频监控装置，包含 6 个摄像头，分布于探伤室内部（3 个），防护门外（2 个）以及控制室内（1 个）。该装置可实现对探伤室内部工作区域、防护门开合状态进行实时监控。同时，视频监控装置的监视器将安装于操作台，便于操作人员实时查看监控画面。

(11) 机械通风

项目探伤室拟设置 1 台风机，设计风量约 500m³/h，通风换气次数分别约 25 次/h。便携式 X 射线探伤机运行产生的废气经风机引出探伤室，而后引至厂房屋顶排放。

(12) 电离辐射警告标志和中文警示说明

项目探伤室的防护门上拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明。



图 10-5 电离辐射警告标志

(13) 便携式定向 X 射线探伤机作业要求

续表 10 辐射安全与防护

便携式定向 X 射线探伤机可根据工件大小上下移动调整探伤机位置，探伤机固定安置在升降平台上，探伤机只能上下移动，不能其他方向移动和转动，其有用线束朝向北侧。为保障辐射安全，辐射工作人员操作便携式定向 X 射线探伤机时，必须严格遵循预设的主射线投射方向，严禁改变主射线方向进行探伤操作。

此外，项目拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，另配置 1 台便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪。项目拟采取的辐射防护与安全设施、拟配置的监测仪器等见表 10-2。

表 10-2 辐射防护与安全设施、监测仪器等措施一览表

项目	名称	数量、使用或安装位置
监测仪器	固定式场所辐射探测报警装置	1 套，1 个剂量探头，安装在探伤室内，显示器设置在操作台上，剂量报警
	个人剂量计	2 个，辐射工作人员每人 1 个
	个人剂量报警仪	2 台，辐射工作人员每人 1 台
	便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪	1 台，存放在控制室
安全设施	主控钥匙	1 把，设置在便携式定向 X 射线探伤机的便携式高压发生器控制器上
	防护门控制开关	1 个，安装在控制室的控制台上
	防护门紧急开门按钮	1 个，设置在防护门内一侧
	应急照明灯	1 个，设置在探伤室内
	门机联锁	1 套
	工作状态指示灯和声音提示装置	2 个，安装在探伤室内外顶部
	紧急停机按钮	4 个，安装在探伤室内部以及操作台上，与 X 射线探伤机出束联锁
	防护门防夹装置	1 套，防护门设置
	视频监控装置	1 套，6 个摄像头，安装在探伤室内墙壁、防护门外、控制室内
	机械通风	1 台风机，设置在探伤室内部东南侧墙角。
	警示标志	按需配置，包括电离辐射警告标志、分区标牌等
	对讲机	1 套，辐射工作人员随身携带

项目各辐射安全与防护设施布置如下图 10-6。

续表 10 辐射安全与防护

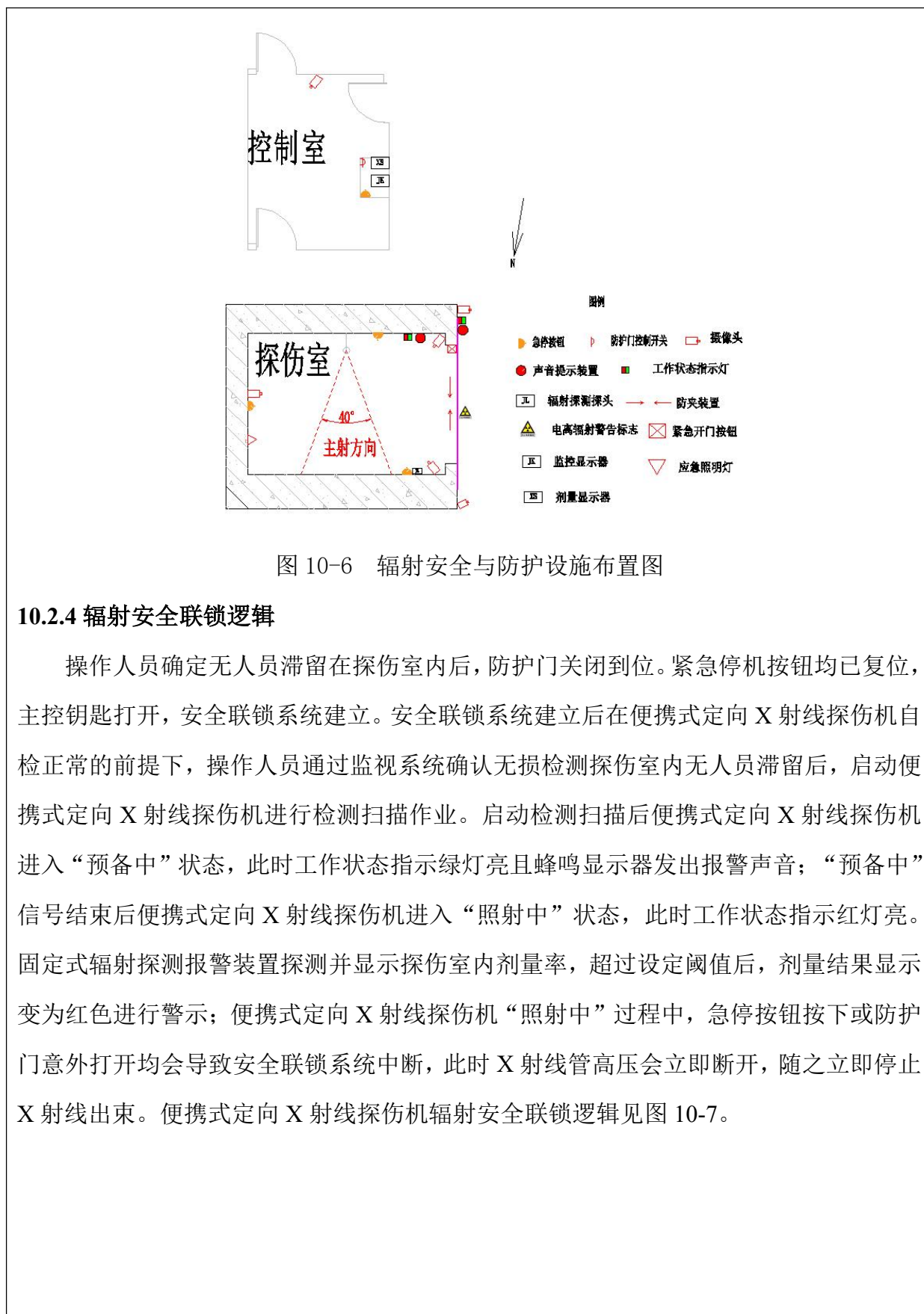


图 10-6 辐射安全与防护设施布置图

10.2.4 辐射安全联锁逻辑

操作人员确定无人员滞留在探伤室内后，防护门关闭到位。紧急停机按钮均已复位，主控钥匙打开，安全联锁系统建立。安全联锁系统建立后在便携式定向 X 射线探伤机自检正常的前提下，操作人员通过监视系统确认无损检测探伤室内无人员滞留后，启动便携式定向 X 射线探伤机进行检测扫描作业。启动检测扫描后便携式定向 X 射线探伤机进入“预备中”状态，此时工作状态指示绿灯亮且蜂鸣显示器发出报警声音；“预备中”信号结束后便携式定向 X 射线探伤机进入“照射中”状态，此时工作状态指示红灯亮。固定式辐射探测报警装置探测并显示探伤室内剂量率，超过设定阈值后，剂量结果显示变为红色进行警示；便携式定向 X 射线探伤机“照射中”过程中，急停按钮按下或防护门意外打开均会导致安全联锁系统中断，此时 X 射线管高压会立即断开，随之立即停止 X 射线出束。便携式定向 X 射线探伤机辐射安全联锁逻辑见图 10-7。

续表 10 辐射安全与防护

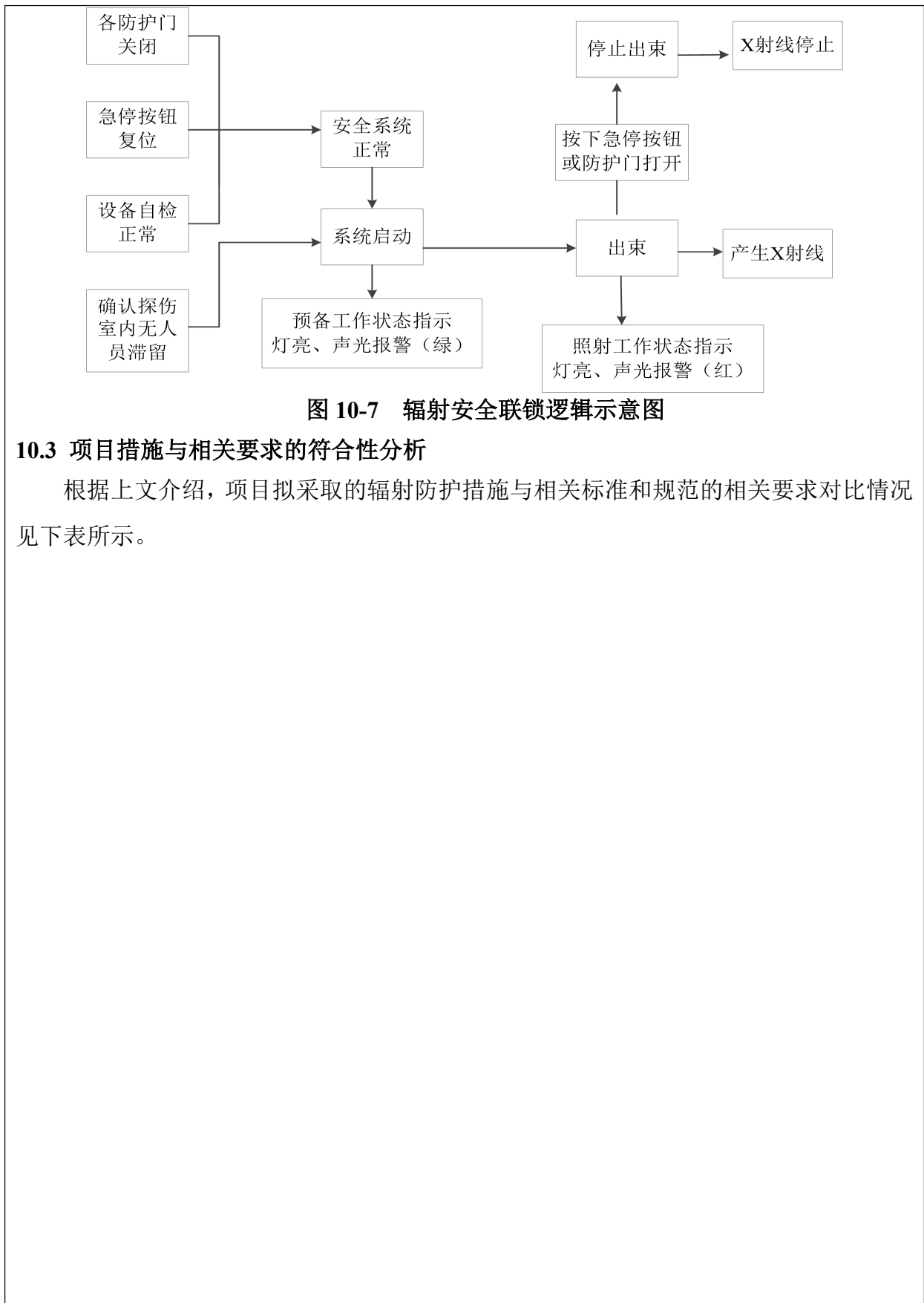


图 10-7 辐射安全联锁逻辑示意图

10.3 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下表所示。

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符合性对比一览表			
标准名称	标准要求	项目情况	
GBZ117-2022	4 使用 单位 放射 防护 要求	4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。	核谷天富公司对放射防护安全负主体责任。
		4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。	核谷天富公司拟成立辐射安全管理领导小组，并明确放射防护管理人员及其职责，建立放射防护管理制度和措施。
		4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。	核谷天富公司承诺从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。
		4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。	核谷天富公司承诺探伤工作人员正式工作前取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。
		4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	核谷天富公司拟配备 1 台辐射剂量率仪；项目另配置 2 台个人剂量报警仪。
		4.6 应制定辐射事故应急预案。	核谷天富公司拟制定辐射事故应急预案。
	5 探伤 机的 放射 防护 要求	5.1 X 射线探伤机	/
		5.1.1 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 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。	核谷天富公司拟购买符合标准要求的 X 射线探伤机，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率符合表 1 的要求。
		5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏；d) 安全连锁是否正常工作；e) 报警设备和警示灯是否正常运行；f) 螺栓等连接件是否连接良好；g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	核谷天富公司拟制定相关制度和操作规程，要求工作人员开展工作前按要求检查相关项目。
		5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；d) 应做好设备维护记录。	核谷天富公司拟按要求制定设备维护制度，并按制度规定开展设备维护工作并做好维护记录。

续表 10 辐射安全与防护

标准名称	标准要求	项目情况
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，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。	项目 X 射线探伤机的安装位置已充分考虑了周围的辐射安全，有用线束照射避开了控制室、防护门，另操作台布置在控制室内，独立在探伤室外。探伤室屏蔽厚度已充分考虑了源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，探伤室防护门防护性能与同侧墙的防护性能一致。
	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。	项目拟将探伤室内部划为控制区，将邻近区域设为监督区，分区管理符合 GB 18871 的要求。
	6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 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。	根据后文核算，探伤室各屏蔽体厚度能满足标准要求。
	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内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。	本项目无人可达到探伤室顶，根据后文核算，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平低于 100 μ Sv/h 要求。
	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	项目 X 射线探伤机与防护门设置门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。射线管与防护门联锁。
	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。	项目探伤室内外均拟设置显示“预备中”和“照射中”状态的工作状态指示灯以及蜂鸣信号器，并与探伤机联锁。探伤室所有紧急停机按钮复位，所有防护门关闭到位后，工作状态指示灯的绿灯亮，显示“预

续表 10 辐射安全与防护

	<p>“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>备中”。辐射工作人员再返回控制室，通过监控再次确认探伤室内无人滞留后，再触发便携式 X 射线探伤机的出束按钮，工作状态指示灯的红灯亮，显示“照射中”，蜂鸣信号器响。故工作状态指示灯的“预备中”信号持续有足够长的时间，且“预备中”信号、“照射中”信号有明显的区别，该工作场所内无其他报警信号。拟在工作状态指示灯旁边醒目的位置处设置“照射中”和“预备中”信号意义的说明。</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>项目拟安装 1 套视频监控装置，配备 6 个摄像头，分别安装在探伤室内不同角落上方，防护门外、控制室内，能实现对探伤室内部以及各防护门处的全方位监视。监视器设置在控制室的操作台，可监视探伤室内人员的活动和便携式 X 射线探伤机的运行情况。</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>项目探伤室防护门上拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明。</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>项目探伤室拟配置 4 个紧急停机按钮，其中 3 个均匀安装在探伤室内部屏蔽体上；另控制室内专用操作台上设置有 1 个紧急停机按钮，由于西侧混凝土墙体很短，主要为铅防护门，故西侧不设置紧急停机按钮。紧急停机按钮覆盖全面，保障辐射工作人员能避开有用线束通过相邻的北侧和南侧墙体上的急停按钮实现应急停机的快速响应，急停按钮旁拟设置标签标明使用方法。</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>项目探伤室拟设置 1 台风机进行通风换气，设计风量分别约 500m³/h，内部换气次数分别约 25 次/h。探伤机运行产生的废气经风机引出探伤室，而后引至厂房屋顶排放。</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>项目探伤室拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置，剂量探头安装在探伤室内，其监测结果高于设定阈值时，剂量结果显示为红色进行警示。</p>
	<p>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</p>	<p>/</p>
	<p>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。</p>	<p>核谷天富公司拟制定相关制度，要求操作人员检查 X 射线探伤机的防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p>
	<p>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</p>	<p>核谷天富公司拟制定相关制度，要求辐射工作人员工作期间佩戴常规个人剂量计外，若进入探伤室还需携带个人剂量报警仪和便携</p>

续表 10 辐射安全与防护

	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。	式 X- γ 剂量率仪，当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即退出探伤室，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。
	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。	核谷天富公司拟制定监测计划，定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括控制室和探伤室周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较，当测量值高于参考控制水平时，立即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。	核谷天富公司拟制定监测计划，规定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，则不得开始探伤工作。
	6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	项目便携式 X 射线探伤机的准直器等辐射防护装置与设备一体化设置，探伤工作人员不会随意拆除。
	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。	核谷天富公司拟制定操作规程，规定在每一次照射前，操作人员都需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。
	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。	项目探伤室的防护门和空间尺寸均能满足工件进出，不存在开门探伤情形。
	6.3 探伤设施的退役	/
	当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	报废便携式 X 射线探伤机去功能化，而后按照相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。核谷天富公司按照监管部门要求办理后续手续，清除工作场所内电离辐射警告标志和安全告知等各类说明。
3	3.3 其他要求	/
探伤室屏	3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的防护门。对于探伤可人工搬运的零星小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室	由于本项目的控制室设置在探伤室东南侧约 12.9m 处，人员可通过防护门离开，可仅设一个防护门。

续表 10 辐射安全与防护

	蔽要求	人员门宜采用迷路形式。	
		3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避免有用射线束照射方向。	本项目控制室布置在探伤室外。控制室以及防护门均根据设计，已避开有用线束照射方向。
		3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	探伤室铅门采用错位重叠搭接方式，探伤室的排风口与电缆口均为地下“U型”穿越方式，射线需经多次散射才能穿出，剂量很小。
		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管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。	后文已按 X 射线探伤机最高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。
		3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。	项目探伤室四周墙体采用的屏蔽材料为混凝土，防护门采用的屏蔽材料为铅。
GBZ128-2019	5 监测系统和 使用要求	5.3 佩戴	/
		5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。	项目工作人员主要辐射来自前方，拟为辐射工作人员配备个人剂量计，要求工作人员佩戴在胸口位置。
	7 质量 保证	7.3 实施监测过程的质量保证	/
7.3.2 个人剂量计在非工作期间避免受到任何人工辐射的照射		个人剂量计在非工作期间保管于远离 X 射线探伤机的区域。	

根据上表可知，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）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。

10.5 三废的治理

项目 X 射线探伤机在工作过程中不产生放射性三废。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

本项目施工期主要为探伤室、电缆沟建设以及辅助用房改建和设备安装等施工内容，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

本项目工程量小，施工过程中的施工扬尘产量很少，本项目施工范围主要集中在现有厂房内部，经厂房隔离并在施工现场进行洒水抑尘等措施，减少扬尘的扩散，施工扬尘对周围环境影响小。

本项目位于工业园区内且本项目施工范围主要集中在现有厂房内部，施工机械主要为小型机械设备，施工噪声较小，经厂房隔声并采取合理安排施工时间，选择低噪声设备和工艺等措施后施工噪声对周围环境影响较小。

本项目工程量小，废水产生量也很少，少量施工废水用于施工场地洒水抑尘，施工人员产生的少量生活污水依托厂区现有污水处理设施处理，废水对周围环境影响较小。

固体废物：本项目探伤室建设过程中基础开挖以及电缆沟建设产生的少量土方运至园区指定合法弃土场，少量建筑垃圾运至有合法手续的消纳场进行处置，少量生活垃圾由市政环卫部门收运处理，固体废物均能得到妥善处置，对周围环境影响小。

综上所述，本项目工程量小，施工范围位于现有厂区范围内，周围环境保护目标少，项目施工期短，施工期产生的影响随着施工结束而消失，环境可以接受。

续表 11 环境影响分析

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 屏蔽能力理论预测

(一) 辐射屏蔽核算公式

本次评价使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中核算公式。

(1) 有用线束

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 H_c 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (11-1) 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 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (11-1)$$

式中:

\dot{H}_c —按标准第 3.1 条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 (11-2) 计算:

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

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 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 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) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

续表 11 环境影响分析

①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 (11-3) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

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 (11-4) 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (11-4)$$

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。

②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 (11-5) 计算, 然后按式 (11-4) 计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad (11-5)$$

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 (11-3) 计算, 然后按式 (11-6) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$):

续表 11 环境影响分析

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-6)$$

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($\mu\text{Sv/h}$)。

③ 散射辐射屏蔽

a) 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(11-7)计算。然后按式(4)计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad (11-7)$$

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)。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时,相应的屏蔽透射因子 B 按表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值,确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按照式(11-3)计算。关注点的散射辐射剂量

率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式(11-8)计算:

续表 11 环境影响分析

$$\dot{H}_C = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-8)$$

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）；

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)，以 mSv·m²/(mA·min) 为单位的值乘以 6×10⁴，见附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

F—R₀ 处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；

α—散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）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；

R₀—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）。

（二）屏蔽防护核算原则

（1）项目所在的厂房为一层建筑，厂房下方无建筑为泥土层；探伤室的底部与地面无空隙。故本次评价不对探伤室底部进行屏蔽防护核算。

（2）便携式定向 X 射线探伤机固定安装在升降平台上，仅上下移动，不能横向移动和转动，X 射线管的射线束最大锥角为 40°，水平照射时，主射束范围全面位于探伤室北侧屏蔽体上，未辐射到东墙西墙；探伤机辐射源点移动高度范围为 0.3~0.8m，主射线未辐射到顶棚。故探伤室北侧屏蔽体在屏蔽效能核算时，需考虑有用线束直接照射影响；其余屏蔽体则主要考虑泄漏辐射与散射辐射的复合辐射影响。由于本项目探伤室顶棚不能上人，本次对顶棚进行屏蔽防护核算时按距离顶棚 30cm 考虑。

（3）在射线束斜穿屏蔽体的情形下，本次评价将依据屏蔽体被斜穿的实际厚度（图上直接测量）展开计算。

（4）探伤室的排风口与电缆口，在设计布局阶段已避开 X 射线探伤机的有用线束。且均为地下“U 型”穿越方式，射线需经多次散射才能穿出，剂量很小。因此，本次评价不再对排风口、电缆口单独开展屏蔽防护核算。

（5）考虑泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，先分别估算泄漏辐射和各项散射辐

续表 11 环境影响分析

射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

（三）探伤室防护核算主要技术参数

探伤室屏蔽效能核算相关参数见表 11-1 所示。

表 11-1 探伤室屏蔽效能核算相关参数一览表

参数		数值		来源
探伤机型号		XXG2505		设备厂家提供设备参数 GBZ/T250-2014 表 B.1
最大管电压		250kV		
G(mGy·m ² /mA·min)		13.9		
最大管电压对应的管电流		5mA		设备厂家提供设备参数
H ₀ (μSv·m ² /(mA·h))		8.34×10 ⁵		GBZ/T250-2014 4.1a)
泄漏辐射剂量率 H _L (μSv/h)		5×10 ³		GBZ117-2022 表 1
X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值		200		GBZ/T250-2014 表 2
屏蔽材料		铅	混凝土	/
主射、漏射		250kV	250kV	GBZ/T250-2014 表 B.2
其中	什值层 (mm)	2.9	90	
	半值层 (mm)	0.86	28	
屏蔽材料		铅	混凝土	/
散射		200kV	200kV	GBZ/T250-2014 表 B.2
其中	什值层 (mm)	1.4	86	
	半值层 (mm)	0.42	26	
$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$	50			GBZ/T250-2014B.4.2

本次关注点核算距离定义为从辐射源点至探伤室外表面向外延伸 30cm 处的距离。辐射源点的位置，依据核谷天富公司及设备厂家共同确认的 X 射线探伤机安装位置确定。

①预测距离

探伤室关注点详见图 11-1。

续表 11 环境影响分析

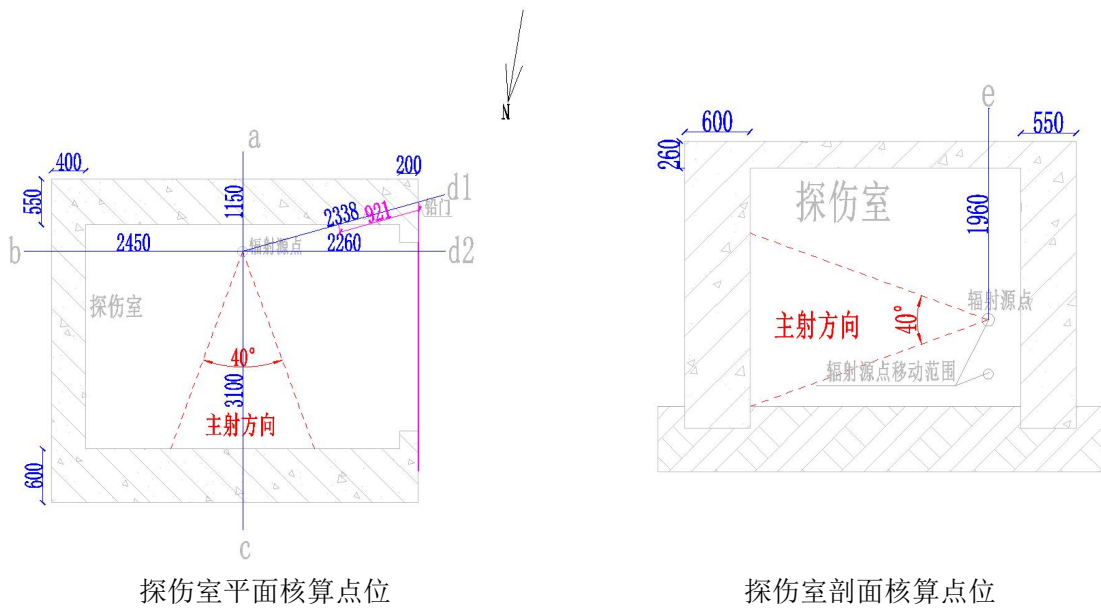


图 11-1 本次探伤室屏蔽核算点位示意图

探伤室关注点核算距离见下表。

表 11-2 探伤室屏蔽体外各关注点核算距离一览表

关注点位	方位	主要辐射类型	核算距离 mm
a	南	复合辐射（漏射+散射）	1150
b	东	复合辐射（漏射+散射）	2450
c	北	有用线束	3100
d1	西	复合辐射（漏射+散射）	2338
d2	西	复合辐射（漏射+散射）	2260
e	顶部	复合辐射（漏射+散射）	1960

备注：核算距离由图上直接测量。

续表 11 环境影响分析

(四) 防护核算结果

探伤室屏蔽效能核算结果详见表 11-3。

表 11-3 探伤室屏蔽效能核算表

关注点	方位	射线类别	距离 (mm)	计算厚度 (mm)		设计厚度 (mm)	设计厚度下关注点周围剂量当量率 (μSv/h)		剂量率参考控制水平 (μSv/h)
a	南	散射	1150	378.56	378.56	550	2.54×10^{-2}	2.68×10^{-2}	2.5
		漏射		259.07			1.46×10^{-3}		
b	东	散射	2450	322.06	322.06	400	3.10×10^{-1}	3.25×10^{-1}	2.5
		漏射		199.95			1.50×10^{-2}		
c	北	主射	3100	471.55		600	9.35×10^{-2}	9.35×10^{-2}	2.5
d1	西	散射	2338	471.67	471.67	200 (921)	2.98×10^{-7}	3.27×10^{-7}	2.5
		漏射		203.61			2.67×10^{-8}		
d2	西	散射	2260	7.72	8.14	10	1.18×10^{-3}	1.76×10^{-1}	2.5
		漏射		6.65			1.74×10^{-1}		
e	顶	散射	1960	200.95	200.95	260	2.06	2.14	100
		漏射		73.21			8.41×10^{-1}		

备注：括号内的数据为 X 射线斜穿的实际厚度，通过图上直接测量。

根据上表核算结果可知，探伤室四周各屏蔽体外的周围剂量当量率预测结果均低于剂量率参考控制水平（2.5μSv/h），顶棚屏蔽体外的周围剂量当量率预测结果低于剂量率参考控制水平（100μSv/h），满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。

此外，探伤室顶棚的剂量率小于剂量率参考控制水平（2.5μSv/h），故本评价不再考虑天空散射的影响。

11.2.2 年有效剂量估算

(一) 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。

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-9)$$

式中：

H_{Er}：X 或γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

续表 11 环境影响分析

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

t: X 或 γ 射线照射时间。

(二) 估算结果

(1) 辐射工作人员

项目便携式 X 射线探伤机工作结束时, 1 名辐射工作人员在控制室工作, 另外 1 名在探伤室外。由于本项目控制室位于探伤室东南侧约 12.9m 处, 影响小; 本评价保守考虑, 探伤室外东侧关注点 (b 点) 处的周围剂量当量率最大核算结果作为辐射工作人员受照剂量, 则辐射工作人员年受照剂量估算结果见表 11-6。

表 11-4 辐射工作人员剂量估算表

工作场所	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	最大曝光时间	居留因子	有效剂量
		h/a		mSv/a
控制室	3.25×10^{-1}	46	1	1.5×10^{-2}

根据上表估算结果可知, 项目辐射工作人员年附加有效剂量约 $1.5 \times 10^{-2} \text{mSv}$, 远低于 5mSv/a 的年有效剂量管理目标值, 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求。

(2) 公众成员

曝光室屏蔽体外公众成员 (环境保护目标) 有效剂量估算结果见下表。

表 11-5 公众成员剂量估算表

序号	环境保护目标名称	方向	与探伤室的最 近水平距离, m	居留 因子	年出束时间 (h/a)	年有效剂量, mSv/a
1	封闭围栏区域	东	0	1/40	46	1.79×10^{-2}
2	过道	西	0	1/5		2.14×10^{-3}
3	产品试压区、原材料堆放区、 物流通道等		2	1		3.20×10^{-3}
4	过道、物流通道	南~西南	1	1/5		3.34×10^{-3}
5	产品抛光区、产品焊接区、材 料下料区等		7	1		1.16×10^{-3}
6	评片室、暗室		11	1		5.23×10^{-4}
7	过道、卫生间	东	1	1/5		7.20×10^{-2}
8	杂物区	北	1	1/5		4.92×10^{-4}
9	内部道路以及停车场	东	5	1/40		1.93×10^{-3}

续表 11 环境影响分析

10	石柱县许继电气设备有限公司、重庆坤熠玻璃有限公司等	南	6	1		1.51×10^{-3}
11	重庆渝东阀门制造有限公司	北	36	1		2.75×10^{-5}

备注：①保护目标处的剂量率根据保护目标与源点的最近距离计算。②同一保护目标存在不同场所与环境条件时居留因子偏大者。③考虑屏蔽体厚度时仅考虑直穿厚度。④根据计算，探伤室东侧区域围栏内的剂量最大，保守考虑按照最大影响值进行核算。

根据上表估算结果可知，项目公众成员年附加有效剂量约 $7.20 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，低于 0.1mSv/a 的年有效剂量管理目标值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

11.2.3 对周围环境保护目标的影响分析

根据前文的估算结果，在项目探伤室屏蔽体周围 50m 范围内，环境保护目标处的公众成员因该项目所受到的附加年有效剂量低于 0.1mSv/a 。需要说明的是，此估算仅考量了距离导致的衰减情况，而在实际场景中，X 射线在传播过程中，还会受到墙体等各类屏蔽体的阻挡。鉴于此，该项目对周围 50m 范围内环境保护目标所产生的影响较小，对整体环境的影响处于可接受水平。

11.2.4 其他影响

（1）废气对环境的影响分析

项目探伤室拟安装风机以实现通风换气功能，其设计风量约为 $500 \text{m}^3/\text{h}$ ，换气次数分别约 25 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中规定的有效通风换气次数不小于 3 次/h 的要求。探伤室通过这样的机械排风系统，能够确保探伤室内空气持续流通，使得便携式 X 射线探伤机运行过程中产生的少量 O_3 、 NO_x 等废气迅速扩散，有效避免在探伤室内积聚。

便携式 X 射线探伤机运行产生的废气经风机引出探伤室外，而后引至厂房屋顶排放，避开了人员活动密集区域。同时，少量含有臭氧、氮氧化物废气不在探伤室内聚集，曝光时产生的废气不会对探伤室内工作的辐射工作人员造成影响。因此，项目产生的废气对周围环境影响微乎其微。

（2）废水环境影响

项目在运营过程中不产生生产废水，且不新增劳动定员，故无新增生活污水产生。

续表 11 环境影响分析

项目产生的生活污水依托鸿盛公司现有生化池进行预处理，预处理后的污水水质满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准的要求，随后排入市政污水管网，进入下路污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 中一级 A 标准后排入龙河。因此，项目对地表水环境的影响较小。

(4) 固废环境影响

①一般固废

项目不新增劳动定员，故无新增生活垃圾。调配培养的 2 名辐射工作人员所产生的生活垃圾，将依托鸿盛公司的生活垃圾收集系统进行收集，随后交由环卫部门统一处理。报废 X 射线探伤机去功能化，而后按照相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

②危险废物

项目洗片产生的洗片废液（废定影液、废显影液）、洗片废水以及报废底片分类暂存，废液单独收集后在危险废物贮存点的废液桶内暂存，定期交由有相应危险废物处置资质的单位处理。废液桶设置三个，废液单独收集和暂存，不混合暂存。因项目废液产生量少，暂存时间均不超过一年，故三个废液桶可满足暂存要求。废液桶材质不得与废液相溶。废液桶应有明显的标识，标示内容应符合要求（包含废液名称、产生时间、重量等）。

项目新建 1 处危险废物贮存点（有效使用面积约 10m²）位于暗室旁。拟按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 的要求规范建设与日常维护，规范设置危险废物识别标识，危险废物贮存点按照“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的环保要求规范建设。设防盗门并上锁，设专人进行管理。地面及裙脚进行防渗处理，防渗技术要求：防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10⁻⁷cm/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 10⁻¹⁰cm/s），或其他防渗性能等效的材料。危险废物贮存点设置防渗托盘以及高门槛。防渗托盘可以收集渗漏的废液，高门槛避免废液桶倾倒后废液漫流到外环境。建立废液的产生、暂存、移交的台账管理制度；废液的处理按照相关要求要求进行联单管理，联单存档。

综上所述，核谷天富公司按照以上措施对固体废物进行处理后，项目固废对周围环

续表 11 环境影响分析

境的影响可以接受。

11.3 实践正当性分析

依照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871 - 2002)里辐射防护中“实践的正当性”相关要求,针对某一实践活动,需综合考量社会、经济以及其他相关因素。只有当该实践为受照个人乃至社会带来的利益,能够充分抵消其可能引发的辐射危害时,方可判定这一实践具有正当性。

项目运用 X 射线探伤机技术,旨在对工件开展无损质量检测,以保障产品质量及使用安全。借助 X 射线探伤机实施工件质量检测,既能提升检测的精准度与效率,还能在不损害产品的前提下,掌握工件质量状况,具有明显的社会效益,同时也将为核谷天富公司创造更大的经济效益,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。

11.4 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》,“第一类 鼓励类”中“三十一 检验检测服务”,项目便携式 X 射线探伤机用于开展工件无损探伤检测,属于产业结构的鼓励类。项目建设符合国家相关法律法规和政策规定,符合国家的产业政策。

11.5 事故影响分析

(1) 风险事故类型

项目中可能出现最大可信的辐射事故便是人员误照射情况,这类辐射事故主要体现在以下几个方面:

①安全联锁装置失效或维修时误操作

若门机联锁装置发生失效,将引发两类辐射安全风险:其一,防护门处于开启状态时,便携式 X 射线探伤机仍可能启动并出束;其二,便携式 X 射线探伤机处于运行出束状态时,防护门发生意外开启。上述两类异常工况均会导致射线外泄,进而造成周边活动的辐射工作人员及公众受到无屏蔽防护的误照射。当探伤室的防护门打开进行维修时,辐射工作人员进行误操作,致使 X 射线探伤机曝光出束,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。

续表 11 环境影响分析

②人员滞留在探伤室内

在工作流程中，工作人员或设备维修人员经防护门进入探伤室。但在便携式 X 射线探伤机开机出束前，相关工作人员并未对探伤室内部状况予以确认，致使有人员滞留其中，进而造成滞留人员受到误照射。

③拆下探伤机在其他位置进行探伤工作

操作人员未按要求操作，拆下探伤机在其他位置进行探伤工作，探伤位置距离各侧墙体较近且各个墙体均位于主射方向，导致部分屏蔽体外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

(2) 后果分析

①安全联锁装置失效或维修时误操作

门机联锁装置失效或者维修时误操作的情况下，便携式 X 射线探伤机出束时防护门未关闭或被意外开启，X 射线外泄导致探伤室外人员受到误照射，致使探伤室外部人员遭受误照射，可在事故发生的第一时间按下急停按钮，便携式 X 射线探伤机停止出束。正常情况下，射线出束时，探伤室内声光报警装置会发出警示音，同时探伤室内设置有视频监控，工作人员或滞留人员听到声响后可就近按下探伤室内急停按钮或者系统控制室辐射工作人员发现后可按下急停按钮，该反应时间考虑为 10s~0.5min；非正常情况下，设备不发生出束警报，视频监控不显示，工作人员不能及时按下急停按钮，该受照时间考虑为单次最大检测时间 5min。

针对此类事故情景的后果估算详见下表。

表 11-6 安全联锁装置失效或维修时误操作事故后果估算表

X 射线无损检测装置	射线类型	预测距离	防护门外最大剂量率	误照射时间	吸收剂量 (mGy)
便携式定向 X 射线探伤机	散射漏射	2.26m (防护门)	$1.68 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$	10s (反应时间)	4.67×10^{-2}
				0.5min (反应时间)	0.14
				5min (单次最长照射时间)	1.4

②人员滞留在探伤室内

人员滞留在探伤室内，存在因有用线束误照射而遭受辐射的风险。此类事故一旦发生，滞留于探伤室内人员或控制室的操作人员可立即按下急停按钮，来实现停止便携式

续表 11 环境影响分析

X 射线探伤机出束的操作。便携式 X 射线探伤机出束前，探伤室内外的工作状态指示灯、蜂鸣器声音提示装置均会进行警示；便携式 X 射线探伤机出束后，工作状态指示灯、红色报警灯均会进行警示。故便携式 X 射线探伤机出束运行后，滞留人员能快速触发紧急停机按钮。极端工况下，若工作状态指示灯、蜂鸣器同步失效，本次分析按人员滞留探伤室受照时间为单次最大照射时间进行核算。假定人员在距便携式 X 射线探伤机辐射源点 1m 处受到主射线误照射，其辐射照射后果估算详见下表。

表 11-7 人员滞留无损检测铅房事故后果估算表

X 射线探伤机	X 射线探伤机主射方向上 1m 处的辐射剂量率	误照射时间	吸收剂量 mGy
便携式定向 X 射线探伤机	4.17×10 ⁶ μGy/h	10s（反应时间）	11.58
		0.5min（反应时间）	34.75
		5.0min（单次最大照射时间）	347.5

③拆下探伤机在其他位置进行探伤工作，造成人员受到不必要的照射

便携式探伤机的探伤位置、主射方向为人为设定，若辐射工作人员不按照规程要求，拆下探伤机在其他位置进行探伤工作，导致四周墙体作为主射方向。假定便携式 X 射线探伤机辐射源点距离各墙体均为 1.5m，四周墙体均考虑主射线误照射，那么此类事故情景所产生的后果估算详见下表。

表 11-8 任意改变主射方向事故后果估算表

事故情景	墙体	预测距离	屏蔽体外最大剂量率（主射方向）	日最大误照射时间	吸收剂量（mGy）
任意改变主射方向和移动位置造成人员受到不必要的照射	南	1.5m	1.4	15min	3.59×10 ⁻⁴
	东	1.5m	6.7×10 ⁻¹		1.67×10 ⁻²
	北	1.5m	4.0×10 ⁻¹		9.98×10 ⁻⁵
	西	1.5m	6.6×10 ⁻²		1.65×10 ⁻¹

备注：日最大误照射时间按照每天 3 次曝光考虑。

(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

续表 11 环境影响分析

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。

(4) 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。见表 11-9。

表 11-9 辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害后果
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾

续表 11 环境影响分析

一般辐射事故	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
<p>综上，根据估算，项目安全联锁装置失效或维修时误操作，防护门尚未关闭到位射线就已出束，导致防护门外的人员受到误照射，单次人员受到的剂量最大为$1.41 \times 10^{-3} \text{Gy}$，超过年剂量限值，即造成一般辐射事故的发生，误照人员可能引起不明显和不易察觉的病变，随机性效应发生概率增加。</p>	
<p>根据估算，人员滞留在探伤室内，辐射照射所致受照射人员的最大辐射剂量为0.35Gy（主射线照射5min），超过年剂量限值，即造成一般辐射事故的发生，误照人员可能引起不明显和不易察觉的病变，随机性效应发生概率增加。</p>	
<p>根据估算，拆下探伤机在其他位置进行探伤工作，造成人员受到不必要的照射，单次人员受到的剂量最大为$1.65 \times 10^{-1} \text{mGy}$，超过年剂量限值，即造成一般辐射事故的发生，误照人员可能引起不明显和不易察觉的病变，随机性效应发生概率增加。</p>	
<p>因此，项目运行中发生单次辐射事故，可能会造成一般辐射事故。</p>	
<p>(5) 辐射事故防范措施</p>	
<p>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，发生误照射事故时应立即切断便携式X射线探伤机的高压，确保其停止出束。核谷天富公司应采取以下措施防范风险事故发生。</p>	
<p>①定期对便携式X射线探伤机及探伤室内的各项安全设施进行检查，包括门机联锁、主控钥匙、紧急停机按钮、工作状态指示灯、蜂鸣器以及红色报警灯等，确保其有效性。一旦发现故障，需及时予以排除，严格禁止任何违规操作行为。针对项目中涉及安全控制措施的各机构与电控系统，应制定完善的定期检查及维护制度，以确保安全装置始终处于正常工作状态。若辐射安全与防护措施出现损坏，必须立即停止相关设备的使用，直至修复完毕并经检测合格后，方可再次投入使用。</p>	
<p>②在操作便携式X射线探伤机时，务必严格遵循操作规程。便携式X射线探伤机出束前，需仔细确认探伤室内无人员滞留，确认无误并关闭防护门后，方可进行出束操作。若在便携式X射线探伤机出束过程中，发现有人滞留于探伤室内，应第一时间按下急停按钮，即刻终止出束，以保障人员安全。</p>	
<p>③在日常工作以及开展设备维修作业时，辐射工作人员需严格依照要求，规范佩戴个人剂量计与个人剂量报警仪。当辐射工作人员进入无损检测铅房内部进行维修操作</p>	

续表 11 环境影响分析

时，除上述装备外，还必须额外携带便携式X- γ 辐射剂量率仪，以确保整个工作过程的安全可控。

④使用便携式X- γ 辐射剂量率仪定期对探伤室屏蔽效能展开巡查，并做好相关记录。巡查过程中，要着重针对探伤室的防护门门缝、穿墙管线孔等防护较为薄弱的环节进行重点检测。一旦发现任何问题，必须即刻予以解决，严禁在屏蔽体存在问题的情况下继续开展作业。

⑤辐射工作人员需持续深化专业知识学习，积极参与防护知识培训，坚决杜绝常识性错误。在职业道德层面，应着力提升自身修养，切实增强责任感，在工作中一丝不苟地严格遵循操作规程与规章制度。与此同时，管理人员必须强化管理力度，确保无损探伤检测工作依照相关要求开展。

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

(1) 辐射安全管理规章制度

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。

核谷天富公司拟按照上述要求成立辐射安全管理领导小组，并明确职责；设置 1 名专职辐射安全管理员，其学历在本科以上，主要负责核谷天富公司的辐射防护管理工作。

辐射安全管理领导小组的管理工作主要涉及以下几个方面：

①全面负责辐射安全防护管理工作，制定辐射防护安全管理制度。

②负责环保手续办理及相关事项，如许可证申领、人员培训、个人剂量送检、职业健康体检、探伤室监测等，并做好个人剂量计监测档案、健康体检档案、培训档案的管理。

③负责日常防护设备维护，制定辐射事故应急预案，编制并按要求报送辐射安全年度评估报告。

(2) 辐射工作人员配置

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《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》相关要求，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。

项目拟配置 2 名辐射工作人员，其数量满足项目开展的需求。辐射工作人员拟按照上述要求进行相应类别的辐射防护与安全培训，考核合格后方可上岗，并在到期前及时参加再培训以及考核。

12.2 辐射安全管理规章制度

(1) 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同

续表 12 辐射安全管理

位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：（六）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。

核谷天富公司承诺在项目建成运营前，拟根据本项目建设内容，按照相关规定制定相应的管理制度。

（2）个人剂量管理

核谷天富公司拟制定个人剂量管理制度，对辐射工作人员的个人剂量进行管理。核谷天富公司拟为辐射工作人员建立个人剂量档案，个人剂量档案包括个人基本信息、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，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。辐射工作人员个人剂量档案终身保存。另外，辐射工作人员在岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互转借，不允许将个人剂量计带出核谷天富公司。

（3）职业健康体检

核谷天富公司拟制定职业健康体检管理制度，对辐射工作人员的职业健康体检进行管理。辐射工作人员上岗前，核谷天富公司按规定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，核谷天富公司拟制定管理制度组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 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，拟按照规定脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。

（4）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。

核谷天富公司拟严格遵循国家辐射安全法规及行业标准，将年度评估纳入管理制度中，系统开展年度辐射安全评估工作，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。年度评估报告包括基本信息，核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况，射线装置台账及变更情况，辐射安全和防护设施的运行与维护情况，辐射安全

续表 12 辐射安全管理

与防护制度及措施的制定与落实情况，辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护培训考核情况，辐射工作人员个人剂量监测情况，辐射工作场所辐射环境监测情况，辐射事故及应急响应情况，存在的辐射安全隐患及整改情况，射线装置台账以及其他需要补充的内容等方面的内容。待本项目建成运行后按规定开展年度评估检查，对检查中发现的问题或不足及时整改，消除安全隐患，按规定编制并上报年度评估报告。

(5) 档案管理

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十一条规定：放射性同位素与射线装置台账、个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存。《重庆市辐射污染防治办法》第十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依法建立生产、销售、使用台账和辐射工作人员培训及个人剂量等档案，编写安全和防护状况年度评估报告，并按照规定在国家核技术利用辐射安全管理系统中及时申报和更新相关信息。

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”。

核谷天富公司拟按照上述要求建立辐射安全与防护管理档案，按照相关要求建立档案，并分类归档，确保档案信息完整、准确，并按照法规要求进行妥善保存。

(6) 核安全文化建设

核安全文化是以“安全第一”为根本方针，以维护公众健康和环境安全为最终目标；保障核安全是培育核安全文化的根本目的，而培育核安全文化是减少人因失误的有力措施，是核安全“纵深防御”体系中的重要屏障。

核安全文化是核安全的基础，是从事核技术利用活动单位及其全体工作人员的责任心。对于核技术利用项目核安全文化建设要求重庆国合树立并弘扬核安全文化，核安全文化表现在从事核技术利用活动单位的相关领导与员工及最高管理者应具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识，增强并保持核安全意识。

核谷天富公司拟建立辐射环境安全管理体系，设立核安全保障机构，明确单位各层级人员的职责，将良好的核安全文化融汇于运营和管理的各个环节；开展核安全文化建

续表 12 辐射安全管理

设，让其发挥的作用更加有效，做到凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人检查。在日常工作中将核安全文化建设贯彻于核技术利用活动中，不断识别单位内部核安全文化的弱项和问题并积极纠正与改进；落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。让核安全文化落实到每个从事核技术利用活动人员的工作过程中，确保核技术利用项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，核谷天富公司从事辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用II类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作	拟设立专门的辐射安全与环境保护管理领导小组
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	拟制定相关制度，要求辐射工作人员在通过辐射防护与安全考核后，方可上岗
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	拟设置主控钥匙、门机联锁、紧急停机按钮、声光报警装置、电离辐射警告标志、监视系统、剂量监测系统及设备措施
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	待项目建成运营前，制定相关制度，将按照相关规定和要求完成，并将相应制度张贴上墙
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	拟在探伤室内安装固定式场所辐射探测报警装置，配置便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪；为辐射工作人员配置个人剂量计、个人剂量警报仪等
有完善的辐射事故应急措施	拟按照相关规定和要求制定辐射事故应急预案及风险防范措施。

待核谷天富公司全部落实上述各项要求后，方能具备从事项目辐射活动的的能力，并

续表 12 辐射安全管理

取得辐射安全许可证后方可投入正式运行。

12.4 监测计划

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，必须对辐射工作人员个人剂量进行监测、X 射线探伤机工作场所外的环境监测，开展常规防护监测工作。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）以及行政管理要求，核谷天富公司拟制定监测方案，其监测内容包括：个人剂量监测、工作场所监测、竣工环境保护验收监测。

（1）个人剂量监测

按照《职业性外照射个人监测规范》相关要求，核谷天富公司委托有资质的单位定期对所有辐射工作人员进行个人剂量监测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月），并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，并对职业照射个人监测档案终身保存。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。

核谷天富公司拟对辐射工作人员进行个人剂量监测。若辐射工作人员季度个人剂量监测数据超过 1.25mSv，要开展调查，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。对于全年累计监测数值超过 5mSv 的辐射工作人员，要查明原因，采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并撰写调查报告，经本人签字确认后，上报辐射安全许可证发证机关。此外，核谷天富公司在每年上报的辐射安全和防护状况自查评估报告中应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

（2）工作场所及周围环境辐射监测

核谷天富公司根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及 X 射线探伤机的特点，拟制定以下监测方案：

①企业自检

实时监测：核谷天富公司拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置，配置 1 个 γ 辐射剂量探头，安装在探伤室内侧。 γ 辐射剂量探头的监测结果高于设定阈值，会在操作台的显示器中进行警示。

续表 12 辐射安全管理

常规定期监测：核谷天富公司拟配置 1 台便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪用于 X 射线探伤机工作场所及周围环境的辐射剂量监测。核谷天富公司拟制定的常规定期监测内容及频次见表 12-2。

表 12-2 定期监测内容一览表

监测点	监测项目	控制水平	监测频率
探伤室各屏蔽体 30cm 处以及屏蔽薄弱处	周围剂量当量率	2.5 μ Sv/h	1 次/月

(2) 委托监测

①常规定期委托监测

核谷天富公司委托有资质的单位定期对辐射工作场所的放射性水平进行监测，监测内容与定期监测内容一致，详见表 12-2，监测频率为 1 次/年。

②设备维修后委托监测

便携式 X 射线探伤机大修后，需委托有资质的单位对辐射工作场所的放射性水平进行监测，监测内容与定期监测内容一致，详见表 12-2。监测结果交生态环境主管部门存档。

(3) 竣工环境保护验收监测

项目建成投运前，核谷天富公司委托有资质的单位对辐射工作场所的放射性水平进行竣工环境保护验收监测。验收监测时，便携式 X 射线探伤机运行至最大的辐射发射率状态，并在辐射防护人员的参加下，对有关区域进行全面的辐射水平测量，做出辐射安全状况的评价。竣工环境保护验收监测内容与定期监测内容一致，详见表 12-2。

12.5 安全检查维护

核谷天富公司拟按照相关法规及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，对便携式 X 射线探伤机进行安全检查维护，建立相应的检查维护制度。安全检查维护内容详见下表。

表 12-3 安全检查维护要求

类型	对象	内容	频次
检查	便携式 X 射线探伤机	a) 外观是否存在可见的损坏； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损； c) 安全联锁是否正常工作； d) 报警设备和警示灯是否正常运行；	日检

续表 12 辐射安全管理

		e) 螺栓等连接件是否连接良好; f) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	
维护	便携式 X 射线探伤机	a) 便携式 X 射线探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。 b) 当便携式 X 射线探伤机有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品。 c) 应做好设备维护记录。	每年

12.6 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》和《重庆市辐射污染防治办法》的要求, 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。

核谷天富公司拟在项目建成运行前成立专项辐射事故应急机构, 并制定《辐射事故应急预案》, 预案应包括应急机构组织、应急准备与响应程序、应急处置保障措施、应急报告相关电话、应急能力的培训、演习和应急响应能力的保持等, 提升应急预案的针对性、可行性和可操作性。核谷天富公司还应按照《辐射事故应急预案》要求, 定期组织辐射事故应急演练, 并做好演习记录。

12.6.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。

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误照射, 导致辐射工作人员和公众成员受照剂量超过年剂量照射限值, 造成一般辐射事故的发生。

12.6.2 事故应急程序与措施

(1) 事故报告程序

根据项目的辐射事故等级, 一旦发生辐射事故, 应迅速电话向内部管理机构、生态环境主管部门报告, 并在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》, 造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应同时向卫生行政部门报告, 设备丢失被盗时应向公安部门报告。

(2) 辐射事故应急处置措施

续表 12 辐射安全管理

项目发生辐射事故时，应立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，迅速控制事故发展，消除事故源。启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场。对可能受到辐射伤害人员，核谷天富公司应当立即将其送至当地卫生行政部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求核谷天富公司立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

(3) 辐射事故后处理

核谷天富公司应配合相关部门做好事故调查处理并做好事故的善后工作，查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生、处理事故、防止事故的经验教训，杜绝事故的再次发生，据此进一步修订完善辐射事故应急方案或应急措施。

12.7 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资约 15 万元，环保投资估算表见表 12-4。

表 12-4 环保投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急预案、警告标志	制度上墙，张贴规范	1.0
辐射防护与安全措施	屏蔽墙体、防护门	计入主体
	门机联锁、工作状态指示灯和声音提示装置、紧停按钮、监控、警告标志、分区标识、防夹装置等	3
防护监测设备	个人剂量计、个人辐射报警仪、固定式场所辐射探测报警装置、便携式 X-γ 辐射巡检仪	5.0
环保手续办理	环境影响评价、竣工环境保护验收、验收监测等	6.0
合计		15

12.8 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》的要求，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，核谷天富公司应按照有关法律法规及《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）等要求进行竣工环境保护自主验收。项目竣工环境保护验收要求见表 12-5。

续表 12 辐射安全管理

表 12-5 竣工环境保护验收内容和要求一览表				
序号	验收内容	验收要求		备注
1	建设内容	1 台便携式定向 X 射线探伤机（Ⅱ类射线装置，最大管电压 250kV，固定管电流 5mA）。		不发生 重大变更
2	环保资料	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	辐射环境管理	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、年度评估等管理制度和辐射事故应急预案。		齐全
4	电离辐射	剂量管理目标值	辐射工作人员≤5mSv/a；公众成员≤0.1mSv/a	GB18871-2002 GBZ/T250-2014
		屏蔽体外剂量率控制	探伤室四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率≤2.5μSv/h；探伤室顶棚外 30cm 处周围剂量当量率≤100μSv/h	GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
5	人员要求	按照要求组织辐射工作人员参加培训，考核合格后上岗，考核成绩在有效期内。		
6	危险废物	新建危险废物贮存点，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求规范建设与日常维护，规范设置危险废物识别标识，危险废物贮存点按照“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的环保要求规范建设。设防盗门并上锁，设专人进行管理。地面及裙脚进行防渗处理，防渗技术要求：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。危险废物贮存点设置防渗托盘以及高门槛；按照危险废物交由有相应危险废物处置资质单位处置，签订相应处置协议，建立危险废物产生与处置台账。		
7	辐射安全防护措施	<p>门机连锁：便携式 X 射线探伤机与探伤室设置门—机连锁装置；</p> <p>声光警示：探伤室内外设置显示“预备”和“照射”的工作状态指示灯、声音提示装置、红色报警灯，并与便携式 X 射线探伤机连锁；</p> <p>警告标志：探伤室防护门上设置有电离辐射警告标志和中文警示说明；</p> <p>主控钥匙：便携式定向 X 射线探伤机配套的便携式高压发生器控制器上设置有防止非工作人员操作的主控钥匙；</p> <p>紧急停机：探伤室内和操作台设置紧急停机按钮，按下任意一个按钮，便携式定向 X 射线探伤高压电源立即被切断，并停止出束；</p> <p>防护门控制开关：探伤室的防护门控制开关安装在控制室的控制台上，通过对讲机通知控制室内的辐射工作人员控制防护门的开闭。</p> <p>应急开门按钮：探伤室的防护门的紧急开门按钮安装在防护门内侧旁墙体一侧，仅能控制防护门的开启，用于滞留在探伤室内部的人员开启防护门离开；</p> <p>机械通风：探伤室设置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/h；</p> <p>应急装置：手动开门装置、应急灯；</p> <p>视频监控：探伤室内设置视频监控系统，能全方位不留死角地监控探伤室内部和防护门的情况；</p> <p>监测设备：每名辐射工作人员各配置 1 枚个人剂量计、个人剂量报警仪，配置有 1 套固定式场所辐射探测报警装置，1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪。</p>		

表 13 结论

13.1 结论

13.1.1 项目概况

核谷天富公司拟在重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区钢结构厂房内东北角的空置用地上实施“工业 X 射线探伤房建设项目”，总建筑面积约 70m²，主要布置探伤室（1 间）、控制室、暗室、评片室、危险废物贮存点以及围栏内区域等，并拟配置 1 台便携式 X 射线定向探伤机（型号为 XXG2505，定向，设备最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，为 II 类射线装置）对压力容器壳体进行探伤室内 X 射线无损检测，探伤机采用胶片成像技术，固定在探伤室内使用，不对外提供无损检测服务。

项目总投资约 60 万元，其中环保投资约 15 万元；项目建设工期预计 4 个月。

13.1.2 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“三十一 检验检测服务”，项目配置的便携式 X 射线定向探伤机用于开展工件无损检测，属于产业结构的鼓励类。项目建设符合国家相关法律法规和政策规定，符合国家的产业政策。

13.1.3 实践正当性

项目使用便携式 X 射线定向探伤机开展工件的无损探伤检测作业，对核谷天富公司生产的产品质量保证起到十分重要的作用，具有明显的社会效益，其带来的综合效应远大于可能产生的辐射环境影响及潜在辐射危害，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

项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 61~63nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）之间，在重庆市环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

续表 13 结论

13.1.5 选址可行性及布局合理性

项目已取得投资项目备案证；项目位于重庆市石柱土家族自治县下路街道柏树社区工业园区 B 区，符合园区准入条件，同时具备完善的供电、供水、排水等公用工程系统，项目可直接依托。厂房周围环境简单，主要为公司厂区内厂房、道路等及厂外其他公司厂房。本项目探伤室北侧为杂物区且地面以下为地理的各种管道，探伤室建设拟向下挖地基，再往北的区域不适合建设探伤室；探伤室周围（除去防护门一侧）外 1m 处均拟设置实体围栏，和厂房的其他区域相对独立，能有效增加探伤室周围活动人员与探伤室的距离，通过实体防护和距离衰减，能够较好地减少电离辐射对探伤室四周公众的影响，使人员所受剂量在尽可能低的水平。各辅助用房依托厂房内现有的空置房间进行改建，可以避免重复建设，提高用房的利用率。项目场址的辐射剂量背景监测结果表明，其辐射环境质量现状良好，能满足项目的建设需求。因此，项目选址可行。

项目辅助用房设置齐全，能满足项目运行的需要。由于本项目需要探伤的工件可以通过承件拖车转运至探伤室内，可仅设一个防护门；为方便工件的检测后运至试压区，在探伤室西侧设置防护门供工件以及辐射工作人员的进出。探伤室内空尺寸为 2.5m×3.5m×2.2m，探伤室未设置迷路，根据公司提供的拟探伤的工件尺寸，探伤室能容纳最大待检工件，因此本项目不会存在开门探伤的情况。

本项目探伤室北侧为杂物区且地面以下为地理的各种管道，探伤室建设拟向下挖地基，再往北的区域不适合建设探伤室；且探伤室东南侧区域有空置的房间，各辅助用房依托空置房间进行改建，可以避免重复建设。故探伤室与控制室不可避免的分开设置，探伤室周围（除去防护门一侧）外 1m 的位置均拟设置实体围栏，可以减少公众人员在探伤室周围紧邻区域活动，设备操作时为隔室操作，能有效减少辐射工作人员的受照影响。探伤机主射方向朝向北侧，不朝向防护门，能有效减少辐射工作人员的受照影响。综上，项目平面布局合理。

13.1.6 辐射防护与安全措施

(1) 核谷天富公司拟对 X 射线无损检测工作场所进行分区管理，探伤室设为控制区，周围紧邻区域设为监督区，并采取相应的分区管理措施。

(2) 便携式 X 射线探伤机自带有多种固有安全性，如：开机时系统自检、温度保

续表 13 结论

护、过流保护、过电压保护、继电保护等，能很好地保证便携式 X 射线探伤机自身的稳定性和安全性。

(3) 探伤室四周屏蔽防护结构均采用混凝土整体浇筑，其中防护门采用铅门；能对便携式 X 射线探伤机运行产生的 X 射线进行有效屏蔽。北侧墙体为 600mm 混凝土，南侧墙体为 550mm 混凝土，东侧墙体为 400mm 混凝土，西侧墙体为 200mm 混凝土，顶棚为 260mm 混凝土。铅门为 10mmPb。此外，防护门与墙体接缝设置足够宽度的搭接区域避免射线泄漏。

(4) 项目便携式 X 射线探伤机拟设计建设具有冗余性、多元性与独立性的辐射防护安全连锁设施与措施，包括主控钥匙、紧急停机按钮、工作状态指示灯、声音提示装置、视频监控装置、电离辐射警告标志和中文警示说明、固定式场所辐射探测报警装置等辐射安全防护措施，并配备符合开展项目要求的个人剂量报警仪、个人剂量计以及便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪等。

(5) 探伤室拟配备机械排风系统，不低于 3 次/h，保障其内部通风状况良好。

综上所述，项目拟采取的辐射安全与防护措施能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《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 环境影响结论

根据核算，探伤室四周屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h，顶棚屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 100 μ Sv/h；辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于剂量管理目标的要求（辐射工作人员 \leq 5mSv/a，公众成员 \leq 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。此外，项目所致探伤室周围 50m 范围内环境保护目标的影响较小，对环境的影响可以接受。

项目产生的少量含有臭氧、氮氧化物废气经风机引出探伤室，而后引至厂房屋顶排放。因此，少量含有臭氧、氮氧化物废气不在检验分析单元内聚集，不会对工作人员造成影响。废气排放口避开了人员活动密集区，废气对周围环境影响小。

项目产生的危险废物主要为洗片废液、洗片废水、报废以及存档到期的底片，拟交由有相应危险废物处置资质单位收集和处置。报废 X 射线探伤机去功能化，而后按照相

续表 13 结论

关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。工作人员产生的生活污水依托园区现有污水处理站，生活垃圾依托原有收运系统收集后交环卫部门统一处置，对环境影响小。

13.1.8 辐射环境管理

核谷天富公司拟成立辐射安全防护管理领导小组负责辐射安全与环境保护管理，并建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等规章制度和辐射事故应急措施，建立辐射工作人员个人剂量监测、职业健康体检等档案，按照规定办理《辐射安全许可证》，并在许可的种类和范围内从事辐射活动。核谷天富公司拟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 辐射环境风险

项目辐射事故类型主要为：安全联锁装置失效或维修时误操作、人员滞留在探伤室内以及拆下探伤机在其他位置进行探伤工作；根据分析项目运行中发生单次辐射事故，可能会造成一般辐射事故。

核谷天富公司通过对便携式X射线探伤机的辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，要求辐射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训，正确操作设备，正确佩戴个人剂量仪、个人剂量报警仪等措施后，项目风险可控。

13.2 综合结论

核谷天富（重庆）智能装备有限公司拟建的工业 X 射线探伤房建设项目符合国家产业政策，选址可行、布局合理。在完善相应的污染防治措施和环境管理措施后，辐射环境风险可防可控。项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。因此，从环境保护的角度来看，该建设项目是可行的。

附 录

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 外环境及环境保护目标布置示意图

附图 3 核谷天富公司用房平面布置图

附图 4 项目平面布置示意图

附图 5 探伤室平剖面图

附图 6 现场照片

支撑性材料

附件一 环评委托书（含评价内容确认）

附件二 项目投资备案证

附件三 租赁合同以及产权证

附件四 项目辐射环境监测报告

附件五 屏蔽计算过程表格