

核技术利用建设项目
重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区
(专用探伤室项目)

环境影响报告表

(公示版)

建设单位：重庆翔源制冷设备股份有限公司
编制单位：重庆昌步环保科技有限公司
编制时间：2022年9月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区
(专用探伤室项目)
环境影响报告表

建设单位:重庆翔源制冷设备股份有限公司
编制单位:重庆昌步环保科技有限公司
编制日期:二〇二二年九月



重庆翔源制冷设备股份有限公司
001001165929

重庆昌步环保科技有限公司
001087150137

生态环境部监制

核技术利用建设项目
重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区
(专用探伤室项目)
环境影响报告表

建设单位名称: 重庆翔源制冷设备股份有限公司

建设单位法人代表(签名或签章): 周道军 周道军

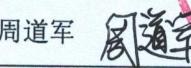
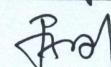
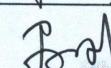
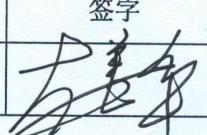
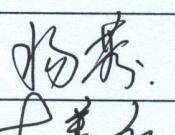
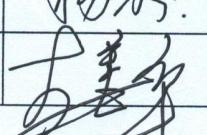
通讯地址: 重庆市渝北区双龙湖街道祥和路 18 号 2 幢 1-1

邮政编码: 401120 联系人: 陈刚 陈刚

电子邮箱: / 联系电话: 15023304537

打印编号: 1663299677000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ed9i4x		
建设项目名称	重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区(专用探伤室项目)		
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)	重庆翔源制冷设备股份有限公司		
统一社会信用代码	91500112203514124M		
法定代表人(签章)	周道军 		
主要负责人(签字)	陈刚 		
直接负责的主管人员(签字)	陈刚 		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	重庆昌步环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91500108MA60BX7TX9		
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
李姜华	201403555035000003507550187	BH 004055	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨蓉	评价依据、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	BH 031757	
李姜华	项目基本情况、保护目标与评价标准、结论及建议	BH 004055	

重庆翔源制冷设备股份有限公司关于报送《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》的确认函

重庆市生态环境局：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，我公司委托重庆昌步环保科技有限公司编制了《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》（评估版），我公司已认真审阅并同意报告内容及附图附件，确认无误，现将《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》（评估版）呈送贵局，望尽快组织审查。



关于《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》的公示说明

重庆市生态环境局：

我公司委托重庆昌步环保科技有限公司编制的《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》目前处于上报审批阶段。环境影响报告表（公示版）中不涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私，不涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意环境影响报告表（公示版）全文公开，并愿意承担相关法律责任。



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封性放射物质	8
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	12
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 9 项目工程分析与源项	21
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	43
表 12 辐射安全管理	61
表 13 结论与建议	70

表 1 项目基本情况

建设项目名称	重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）							
建设单位	重庆翔源制冷设备股份有限公司							
法人代表	周道军	联系人	陈*	联系电话	150*****37			
注册地址	重庆市渝北区双龙湖街道祥和路 18 号 2 幢 1-1							
项目建设地点	渝北区唐家沱组团 N 标准分区（重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房项目生产厂房内）							
立项审批部门	重庆市渝北区发展和改革委员会	批准文号	2020-500112-33-03-152290					
建设项目总投资(万元)	50	项目环保投资(万元)	20	投资比例(环保投资/总投资)	40%			
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它	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 建设单位概况

重庆翔源制冷设备股份有限公司专业从事一二类压力容器（非标压力容器和常压容器）的设计、制造及大、中、小型制冷成套设备的设计、制造、安装、调试，冷库、工艺冷源、管道安装，公司产品主要包括储罐设备、换热设备、搅拌设备、塔设备。

1.2 项目由来

重庆翔源制冷设备股份有限公司在渝北区唐家沱组团 N 标准分区 N2-1-3 地块（西侧部分）建设重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区项目，已于 2021 年委托重庆昌步环保科技有限公司编制完成了《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区环境影响报告表》，并取得了《重庆市建设项目环境影响评价批准书》（渝（北）环准（2021）082 号）。重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区占地面积 13333m²，总建筑面积 8200.12m²，主要建设内容包括生产厂房、探伤室、危险化学品库房、办公楼、食堂、危险废物

续表 1 项目基本情况

暂存间等，年产碳钢容器和不锈钢容器 322 台。根据现场调查可知，新厂区土建工程已施工完成，尚未开展设备安装工作。

为了确保产品的使用安全，重庆翔源制冷设备股份有限公司拟配置 1 台 XXQ-3005 型定向 X 射线探伤机和 1 台 XXH-3005 型周向 X 射线探伤机，在该厂区新建生产厂房内实施“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）”（以下简称“拟建项目”或“本项目”），开展产品的无损检测工作。

根据《射线装置分类》（原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年 12 月 5 日颁布施行）的相关规定，拟建项目 X 射线探伤装置属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）等的相关规定，拟建项目应开展环境影响评价工作。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中第五十五项：核与辐射中第 172 条：使用 II 类射线装置的项目应编制环境影响报告表。因此，拟建项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响评价报告表。

重庆翔源制冷设备股份有限公司（以下简称“翔源公司”）委托重庆昌步环保科技有限公司对“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）”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之上，结合项目特点、性质、规模和环境状况，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）及国家对核技术利用项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）环境影响报告表》（评估版）。

1.3 建设规模及工程内容

（1）项目概况

拟建项目是“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区”项目的配套项目，主要使用定向 X 射线探伤机及周向 X 射线探伤机对公司生产工件进行无损检测，不对外承接无损检测业务。拟建项目探伤室用房土建工程与厂区建设同步实施，本评价主要针对项目

续表 1 项目基本情况

探伤室的辐射屏蔽效能以及运营期对周围辐射环境的影响进行分析。

拟建项目包括 X 射线曝光室及操作室、暗室等辅助用房，曝光室及辅助用房总建筑面积约 86.26m²，项目建设工期约 3 个月。项拟建项目组成情况见下表。

表 1-1 项目组成一览表

序号	项目组成		建设内容	备注
1	主体工程	曝光室	布置在公司生产厂房东北角预留的探伤室，曝光室建筑面积 60.32m ² （内空尺寸（不含迷道）长×宽×高：10.4m×5.8m×4.9m），存放探伤机，设专人管理，设备进出建立档案。	依托已建厂房
		设备	1 台 XXQ-3005 型定向 X 射线探伤机（II 类射线装置，最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），仅在探伤室内使用，不用于现场探伤。	拟购
			1 台 XXH-3005 型周向 X 射线探伤机（II 类射线装置，最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），仅在探伤室内使用，不用于现场探伤。	拟购
2	辅助工程	操作室、暗室	依托公司生产厂房预留的辅助用房，建筑面积约 25.94m ² ，档案室、操作室、暗室紧邻布置在曝光室东侧。	依托已建厂房
3	储运工程	胶片存放及运输	档案室紧邻布置在曝光室东侧，放置档案柜，用于存放项目胶片。	依托已建厂房
		废定影液、显影液、清洗废水储存和运输	洗片过程中产生的废液包括废定影液、显影液、清洗废水盛装在专门塑料桶内，在暗室收集桶内暂存，下设防渗托盘，暗室地面为混凝土，并拟进行防渗，废液拟定期交有资质单位收运处理。	新建
4	公用工程	供电	由市政电网供电，依托公司供配电系统。	依托
		供水	由城市供水管网提供，依托公司已有供水管网。	依托
		排水	工作人员生活污水依托厂区污水处理站处理后排入市政污水管网。	依托
5	环保工程	辐射防护	迷路墙东侧外墙、内墙为 400mm 厚混凝土，其余迷路墙体及曝光室墙体、顶棚均为 600mm 厚混凝土；辐射工作人员专用通道小铅门和工件专用通道大铅门厚度分别为 10mmPb 和 25mmPb。	新建
		废气	探伤室拟设置机械排风系统，拟设置 1 根排气筒，风量约 1800m ³ /h。	新建
		废水	拟建项目无生产废水产生，人员生活污水依托厂区污水处理站处理。	依托
		噪声	拟建项目无高噪声设备，通风系统风机拟安装在探伤室北侧夹缝内。	新建
	固废	生活垃圾	收集后交市政环卫部门处理。	/
		一般固废	报废探伤机去功能化后交由物资回收单位处置。	/

续表 1 项目基本情况

		危险废物	项目拟在暗室设置三个废液收集桶，废显影液、定影液、清洗废液在暗室收集桶内暂存，下设防渗透托盘，暗室地面为混凝土，并拟进行防渗透。胶片长期存放在公司档案室内，存档到期后成为危废，废胶片和存档到期的胶片拟在档案室内收纳箱暂存。危险废物拟定期交有资质单位收运处理。	新建
--	--	------	---	----

(2) 屏蔽防护情况

表1-2 项目主要生产设备一览表

设备名称	尺寸(长×宽×高)	建设情况	
探伤室	曝光室内空(不含迷道): 10.4m×5.8m×4.9m 迷路内空: 3.8m×0.6m×1.9m	四周墙体	600mm 混凝土
		迷路墙	600mm 混凝土
		顶棚	700mm 混凝土
		防护门	工件进出大铅门: 25mmPb, 人员进出小铅门: 10mmPb

注: ①铅密度 11.3g/cm³, 混凝土 2.35g/cm³。
②定向机主射方向朝向南墙, 周向机主射方向为北墙、南墙、顶棚和地面。

(3) 设备配置

拟建项目拟配置的主要设备情况见表 1-3 所示。

表1-3 项目主要生产设备一览表

设备名称		规格、型号	额定参数	数量(台)	备注
1	X 射线探伤机	XXQ-3005	300kV, 5mA	1	焊缝 X 射线检测用
2	X 射线探伤机	XXH-3005	300kV, 5mA	1	
3	风机	待定	1800m ³ /h	1	通风换气

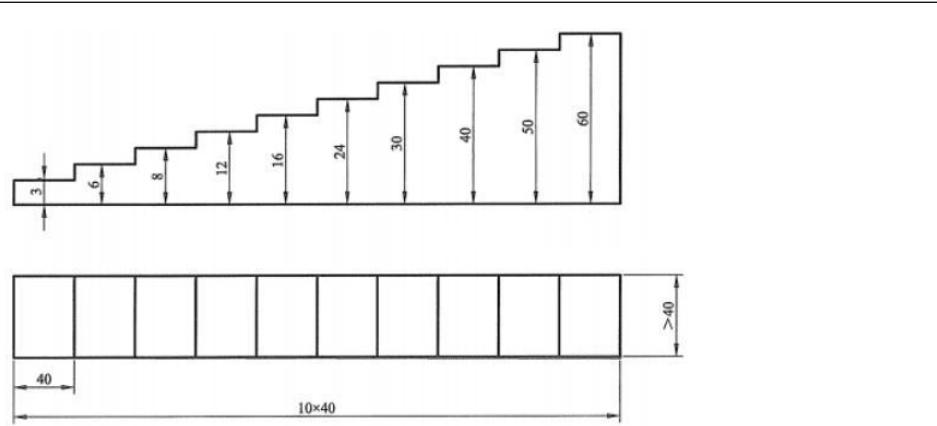
(4) 探伤工件情况

拟建项目探伤对象为压力容器外壳接头焊缝, 常用探伤工作条件见表 1-4。

表1-4 常用探伤工作一览表

工作类型		工件类型	尺寸(m)	厚度范围(mm)	材质	最大工作电压(kV)	工作电流(mA)
无损检测	定向机	压力容器	Φ0.426m~Φ0.8m 长 0.6m~5.3m	4~24	钢	300	5
	周向机		Φ0.8m~Φ2.4m 长 0.6m~5.3m	4~24		300	5
设备调试	定向机	阶梯试块	长 40mm×10, 宽 40mm~120mm	10 种阶梯厚度, 3~60mm	钢	300	5
	周向机	压力容器	Φ1m	4~24		300	5

续表 1 项目基本情况



阶梯试块示意图

(5) 计划工作量

根据建设单位提供资料，拟建项目均为室内探伤，共 2 台探伤机，每台探伤机每年应调试一次，每次调试曝光 3~5 次，每年调试曝光最多约 10 次；探伤室内的无损检测每年曝光约 9990 次。因此，拟建项目探伤室内年曝光约 1 万次（其中定向 2500 次，周向 7500 次），普通工件每次透照时间 1~3min，较厚工件每次透照时间 3~5min。

探伤工作负荷见表 1-5。

表 1-5 探伤室内探伤工作负荷一览表

设备	单次曝光时间 (min)	年最大曝光次数 (次)	年最长曝光时间 (h/a)	周最大曝光 次数(次)	周最长曝光时间 (h/a)
定向机	1~3	2500	125	50	2.5
周向机	1~3	5000	250	100	5
	3~5	2500	125	50	2.5
	小计	7500	375	150	7.5
合计		10000	500	200	10

注：表中的工作负荷已包含探伤机调试工作。

(6) 主要原辅材料

拟建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	理化性质	毒理性质
1	胶片	4750 张/a	380mm×80mm	外购	卤化银和涤纶	不易燃、难溶于水、热稳定性好、机械强度高、收缩性低	基本无毒

续表 1 项目基本情况

2	显影粉	200 袋	0.5kg/袋	外购	无水亚硫酸钠: 50%、无水碳酸钠: 36.5%、溴化钾: 5.32%、对苯二酚: 8%、菲尼酮: 0.18%	固态、易溶于水	有毒、不可接触皮肤、会严重腐蚀
3	定影粉	200 袋	0.5kg/袋	外购	无水硫代硫酸钠: 72.5%、无水亚硫酸钠: 9.8%、硼酸: 9.8%、酒石酸: 2%、硫酸铝钾: 5.9%	固态、易溶于水	可能引发皮肤过敏、吞服可能有害

注: ①显影、定影按照 1kg:8L 水进行配比
②定影粉和显影粉的消耗量为调试和无损检测总的消耗量。

(7) 劳动定员和工作制度

祥源制冷公司年工作 300 天, 每日 1 班, 每班 8 小时。

祥源制冷公司劳动定员约 80 人, 本项目拟从公司员工中调配 2 人从事探伤室无损检测工作, 同时承担洗片、评片等工作, 不新增劳动定员。

1.4 项目依托可行性分析

项目依托可行性分析见表 1-7。

表 1-7 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析
主体工程	探伤室、操作室、暗室	土建工程已建成, 装修后依托可行。
公用工程	项目供电、供水依托已有设施	项目供电、供水设施依托“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房”项目, 厂区为市政供电, 市政管网供水。因此, 项目依托现有公用设施可行。

项目依托公司新建的给排水及供配电工程是可行的。

1.5 环境保护目标

拟建项目拟配置的 X 射线探伤机为 II 类射线装置, 主要污染因子为 X 射线。拟建项目拟配置的 X 射线探伤机放置于“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房”项目生产厂房东北角, 探伤室 50m 范围内主要是公司办公楼 (3F)、生产场所 (1F)、厂区道路、园区道路及重庆凌峰食品有限公司在建办公楼 (5F)。曝光室为 1F (屋顶人员可达) 建筑, 地下无其他建筑。因此, 项目环境保护目标主要为从事拟建项目射线设备操作的辐射工作人员以及周围活动的其他工作人员和公众成员。

1.6 选址合理性

续表 1 项目基本情况

本项目位于“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房”项目新建生产厂房东北角，曝光室为 1F（屋顶人员可达）建筑；地下无其他建筑。公司实行封闭式管理，非厂内工作人员未经允许不得入内，且曝光室单独设置工件进出大门，曝光室位于生产厂房一端，周围活动人员较少，有利于减少无损检测对公众成员的影响。此外，根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。

因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

1.7 原有环保手续情况及原有环境保护问题

2021 年 11 月，重庆昌步环保科技有限公司编制完成了《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区环境影响报告表》，并于 2021 年 11 月 25 日取得了重庆市渝北区下发的《重庆市渝北区建设项目环境影响评价文件批准书》，文号：渝（北）环准〔2021〕082 号，目前该项目基本建设完成，尚未竣工环保验收，无环境污染事件。

公司建设期间未发生环境污染事故和环保投诉。无环保遗留问题。

1.8 与项目有关的原有核技术应用及污染状况

拟建项目所在地为“重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房”项目新建生产厂房内，拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率为 $64\text{--}66\mu\text{Gy/h}$ ，与重庆市的地表 γ 辐射剂量率无明显差异。

本项目为新建项目，不涉及与项目有关的原有核技术应用及污染状况。

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
拟建项目不涉及放射源。								

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 非密封性放射物质

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
拟建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》（GB18871-2002）

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各类型加速器

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
拟建项目不涉及加速器。										

（二）X 射线，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类	1 台	XXQ-3005	300	5	无损检测	探伤室	定向机
2	X 射线探伤机	II类	1 台	XXH-3005	300	5	无损检测	探伤室	周向机
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 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
拟建项目不涉及中子发生器。													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/l，固态为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日实施修订本；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日实施修订本；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日修订实施；</p> <p>(6) 《重庆市环境保护条例》（2021年第二次修正）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第709号，2019年3月2日修订实施；</p> <p>(8) 《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日施行修订版；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日起实施；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起实施；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021年版）》，生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(12) 《危险废物转移环境管理办法》，生态环境部令第23号，2022年1月1日起施行；</p> <p>(13) 关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告2017年第66号，2017年12月5日修订实施；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》（渝府令〔2020〕338号），2021年1月1日实施；</p> <p>(15) 《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》（渝环〔2017〕242号），2017年12月14日施行。</p>
------	--

续表 6 评价依据

技术 标准 技术 规范	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</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) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《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>(6) 《工业探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250—2014)及2017年第1号修改单；</p> <p>(7) 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117—2015)；</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2001)(2013年修订)；</p> <p>(9) 《职业性外照射慢性放射病诊断》(GBZ 105-2017)。</p>
其他	<p>(1) 企业项目环评批准书；</p> <p>(2) 项目辐射环境监测报告；</p> <p>(3) 项目设计等相关资料；</p> <p>(4) 公司提供的其他资料。</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, 通常取射线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, 拟建项目以曝光室边界周围 50m 的范围作为项目辐射环境影响的评价范围。

7.2 环境保护目标

拟建曝光室位于生产厂房内东北角, 曝光室东侧依次为配套的辅助用房、标件库(2F)、厂区通道、重庆凌峰食品有限公司在建办公楼(5F); 南侧依次为车间通道、机加工区域及更衣室; 西侧为生产区域、厂区通道、园区道路; 北侧为办公楼(3F)、杂物间; 西北侧设有食堂和门卫室; 曝光室 1F(屋顶人员可达)。项目评价范围(50m)内周围环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 项目环评范围内主要关注对象一览表

序号	环境保护目标名称		方位	水平最近距离/m	高差/m	基本情况	影响人群	影响因子	
1	暗室、操作室		E	0~2.9	0	拟建项目辅助用房, 2人	辐射工作人员	X射线	
2	标件库	1F	E	2.9~9	0	库房, 约 2 人	公众成员		
		2F	E	0~9	2				
3	厂区通道		E	9~14.8	0	厂区通道	公众成员		
4	凌峰厂区通道		E	14.8~28	0	凌峰厂区通道	公众成员		
5	重庆凌峰食品有限公司在建办公楼		E	28~42.1	0	在建, 5F	公众成员		
6	车间通道		S	0~2	0	车间通道, 约 2 人	公众成员		
7	车间机加工区域		S	2~16	0	生产区, 约 5 人	公众成员		
8	预留区		S	16~50	0	暂未使用	公众成员		
9	轨道区		W	0~12.6	0	轨道区, 约 2 人	公众成员		
10	压力容器组装区、车间通道、原材料库区、划线下料区		W	12.6~15	0	库房、通道、生产区, 约 15 人	公众成员		
11	厂区通道		W	15~26	0	厂区通道	公众成员		
12	门卫、食堂		NW	40~50	0	门卫、食堂, 约 50 人	公众成员		
13	本公司办公楼		N	0~27.6	0	办公楼, 3F, 约 30 人	公众成员		
14	杂物间		N	28.8~34	0	杂物堆场, 约 1 人	公众成员		
15	楼顶		楼上	/	楼上	屋顶人员可达, 约 1 人	公众成员		

备注: 高差列中“+”表示高于拟建项目, 数值为与拟建项目探伤室地面高差。

续表 7 保护目标与评价标准

7.3 评价标准

7.3.1 《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。

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。

7.3.2 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

本标准规定了工业探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

3 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

3.1.1.5 X 射线管头组裝体漏射线空气比释动能率

X 射线探伤装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 1（本报告表 7-2）的要求。

表 7-2 X 射线管头组裝体漏射线空气比释动能率控制值

管电压，kV	漏射线空气比释动能率，mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

续表 7 保护目标与评价标准

4 工业探伤室探伤的放射防护要求

4.1 防护安全要求

4.1.3 探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3。

4.1.11 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。

7.3.3 《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业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。

3.2 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。

3.2.2 辐散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

工作场所空气中化学因素的职业接触限值为：

臭氧最高容许浓度（MAC）接触限值： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ；

氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的时间加权平均容许浓度（PC-TWA）接触限值： $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

7.3.5 评价标准及相关参数值

（1）探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

根据《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要

续表 7 保护目标与评价标准

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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算：

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

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 (2) 计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad \text{式 (2)}$$

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“mA · 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 $\dot{H}_{c,d}$ 与 b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

建设单位确定的管理目标值为：职业工作人员年剂量管理目标值 5mSv ，公众成员年剂量管理目标值 0.1mSv 。根据 GB18871-2002 的 11.4.3.2 规定：剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%-30% (即 $0.1 \text{mSv}/\text{a}-0.3 \text{mSv}/\text{a}$)，拟建项目建设单位的公众照射剂量管理取值为 10% (即 $0.1 \text{mSv}/\text{a}$)，在上述取值范围内，满足 GB18871-2002 要求。

续表 7 保护目标与评价标准

(2) 剂量率参考控制水平的确定

X 射线探伤机周工作负荷见表 7-3。

表 7-3 X 射线探伤装置工作负荷

设备	额定电流	年最大曝光次数	单次曝光	年最大照射时间
定向机	5mA	2500 次	1~3min	125min
周向机	5mA	5000 次	1~3min	250min
		2500 次	3~5min	125min

根据 GBZ/T250-2014 附录 A, 居留因子取值原则见表 7-4。

根据 GBZ/T250-2014 中周剂量参考控制水平(职业工作人员 100 μ Sv/周、公众 5 μ Sv/周)。剂量率参考控制水平核算表见表 7-5。

表 7-4 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、楼顶
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

表 7-5 相关参数和辐射屏蔽参数

探伤机类型	方向		U	T	$\dot{H}_c \cdot d$ (μ Sv/h)	本评价剂量率控制水平	需屏蔽的辐射源
定向机	南	车间通道	1	1/4	9.6	2.5	有用线束
	北	本公司办公楼	1	1	2.4	2.4	泄漏辐射 散射辐射
		夹缝	1	1/40	96	2.5	
	西	轨道区	1	1/2	4.8	2.5	
	东	控制室	1	1	2.4	2.4	
周向机	顶	楼顶	1	1/40	12	2.5	有用线束
	顶	楼顶	1	1/40	3	2.5	
	南	车间通道	1	1/4	2.4	2.4	
	北	本公司办公楼	1	1	0.6	0.6	
		夹缝	1	1/40	24	2.5	
	西	轨道区	1	1/2	1.2	1.2	泄漏辐射
	东	控制室	1	1	0.6	0.6	散射辐射

注: U 为利用因子, T 为居留因子。

综上所述, 结合拟建项目实际情况, 确定拟建项目的主要评价标准要求见表 7-3 所示。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-6 项目主要评价标准及相关要求汇总表			
序号	项目	控制限值	执行标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员: 5mSv 公众成员: 0.1mSv	GB18871-2002 公司管理要求
2	X 射线探伤机性能要求	距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率: $<5\text{mGy/h}$ (管电压 $>200\text{kV}$)	GBZ117—2015
3	剂量率参考控制水平	探伤室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率: 见表 7-5	GBZ117—2015 GBZ/T250—2014
4	通风要求	有效通风换气次数应不小于 3 次/h	GBZ117—2015

表 8 环境质量和辐射现状**8.1 地理位置和场所位置**

拟建项目位于渝北区唐家沱组团 N 标准分区 N2-1-3 地块（西侧部分），项目所在建筑为重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房项目生产厂房，地理位置见附图 1。拟建项目拟建探伤室位于生产厂房，拟建项目下方为实土层、曝光室楼上为杂物堆场、探伤室东侧为配套的暗室、操作室，操作室东侧为标件库；南侧为车间机加工区域；西侧为探伤室外轨道区域；北侧为公司办公楼；项目外环境关系见附图 3。

8.2 环境质量和辐射现状

拟建项目位于公司生产厂房一层，为了掌握拟建项目拟建辐射装置安装场地的辐射环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司对拟建项目区域的环境（辐射环境剂量率）进行了监测。

- (1) 监测时间：2021 年 5 月 8 日
- (2) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率
- (3) 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)

- (4) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况

仪器名称	仪器型号	仪器编号	有效期至	校准因子
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率 JB4010	09031	2021H21-20-3220801001	2022.4.25	0.93

- (5) 监测点位

本次监测共 4 个点，监测点位分别布设在拟建项目曝光室、操作室内、厂房办公楼等区域，监测期间，探伤室所在厂房尚未建设。

监测布点合理性分析：本次监测在拟建探伤室内及其四周相邻区域均设置了监测点位，监测布点较全面，可以反应项目拟建址及其周围环境的辐射环境水平，项目监测布

续表 8 环境质量和辐射现状

点合理可行。具体监测布点见图 8-1。

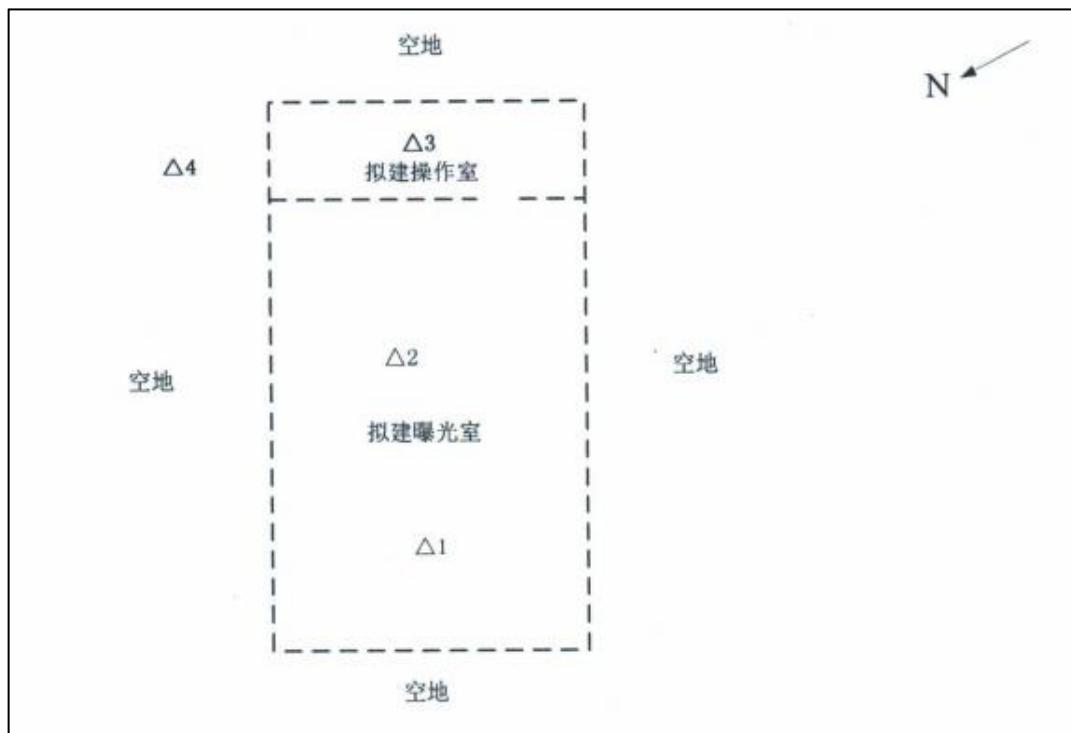


图 8-1 监测布点图

(6) 质量保证措施

监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发，因此，监测结果有效。

(7) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-3

表 8-3 拟建项目区域环境 γ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	环境 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
△1	拟建曝光室	64
△2	拟建曝光室	64
△3	拟建操作室	66
△4	拟建办公楼	65

备注：结果=平均值 \times 校准因子，以上监测结果未扣除宇宙射线响应值。

根据监测统计结果可知，拟建项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 $64\text{nGy}/\text{h} \sim 66\text{nGy}/\text{h}$ 之间（未扣除宇宙射线），根据《2021 年重庆市生态环境状况公报》，

续表 8 环境质量和辐射现状

重庆市 2021 年环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，项目所在环境 γ 辐射剂量率与重庆市 2021 年环境地表 γ 空气吸收剂量率相比，无明显差异。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析
<p>9.1 施工期污染工序及污染物产生情况</p> <p>拟建项目土建工程完成，施工内容主要为曝光室及配套用房、办公用房的装修及设施设备安装等。施工过程中主要有少量的施工机械噪声、施工粉尘、建筑垃圾产生。</p> <p>扬尘：主要为房装修时产生的粉尘，均在室内施工，产生量较少；</p> <p>噪声：主要来自装修时产生的施工设备噪声，各施工设备及施工过程噪声源强约为75~110dB (A)；</p> <p>固体废物：主要为装修过程产生的建筑垃圾（约8t）以及施工人员产生的少量生活垃圾。</p> <p>9.2 营运期工艺流程及产污环节</p> <p>9.2.1 设备组成</p> <p>拟建项目的2台X射线探伤机均为便携式X射线探伤机，主要由控制器、X射线发生器、连接电缆、电源电缆组成。</p> <p>(1) 控制器</p> <p>探伤机控制器所有操作均由面板上的轻触开关进行。电缆插座、电源开关及接地端设置在接线盒内。控制器由控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT斩波模块构成。</p> <p>(2) X射线发生器</p> <p>探伤机X射线发生器为组合式，X射线管、高压发生器与绝缘气体（SF6）一起封装在桶状铝壳内。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、放气阀部件构成。</p> <p>拟建项目探伤机主要性能参数见表9-1，探伤机典型照片见图9-1。</p>

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 拟建项目探伤机主要性能参数

设备类型	定向探伤机	周向探伤机
设备型号	XXQ-3005	XXH-3005
数量	1 台	1 台
来源	拟购	拟购
额定电压	300kV	300kV
额定电流	5mA	5mA
X 射线束辐射角	40°	30°×360°
电压可调节范围	170~300kV	170~300kV
厚度	4~24mm	4~24mm
焦距	600mm	600~1000mm
成像方式	拍片成像	拍片成像
曝光时间	1~3min	1~5min



图 9-1 典型 X 射线探伤机照片

9.2.1 工作原理及工艺流程

(1) 工作原理

① X 射线产生原理

探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等，拟建项目选用钨作为靶材）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达

续表 9 项目工程分析与源项

到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生轫致 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。

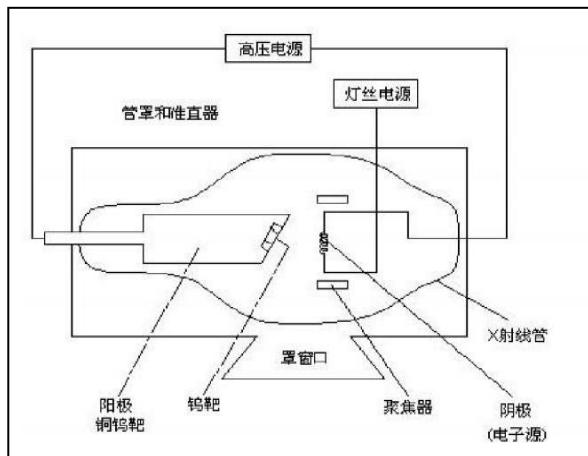


图 9-2 X 射线管原理示意图

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影中心，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，这个作用叫做射线的照相作用。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。

根据探伤机出束方式探伤机分为定向和周向两种类型，见图 9-3。

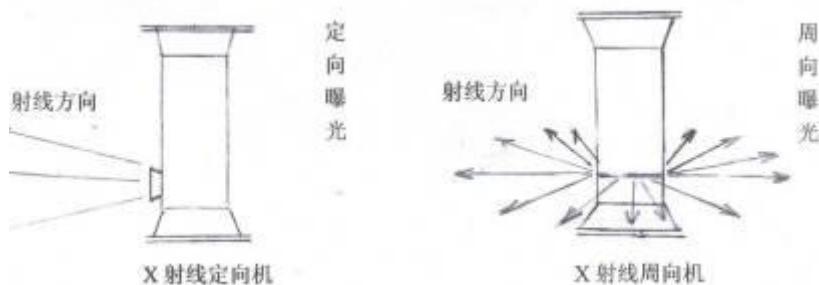


图 9-3 两种类型的探伤机

续表 9 项目工程分析与源项

(2) 工艺流程

无损检测流程可简单描述为：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，无损检测工作流程图见图 9-4。

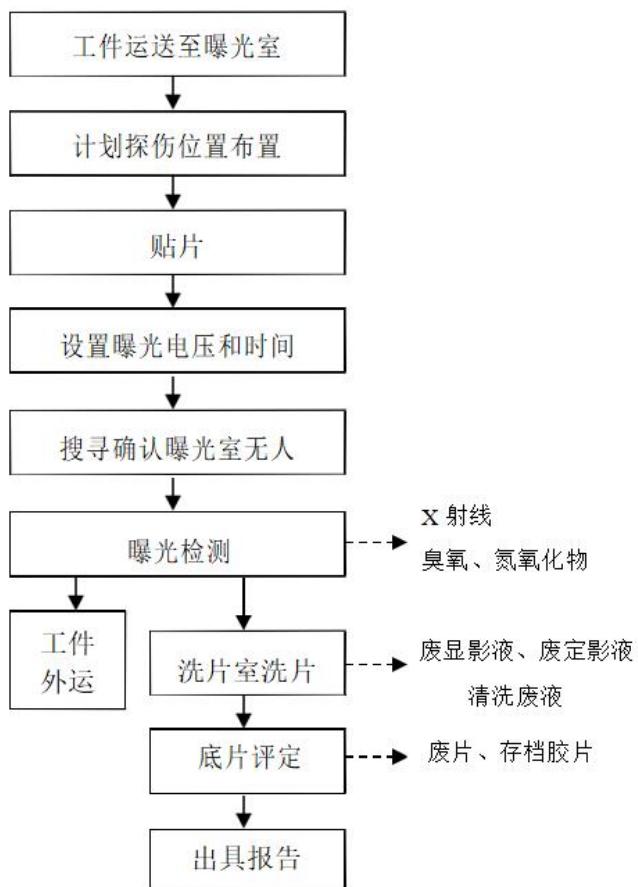


图 9-4 项目 X 射线无损检测工艺流程及产排污简图

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 将工件运送进曝光室；
- ② 根据探伤工件大小、尺寸，确定探伤机的位置布置；
- 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；

续表 9 项目工程分析与源项

⑤确认曝光室内无人后，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，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；

⑥探伤结束时，关闭 X 射线探伤机，取下胶片；

⑦取下的胶片在暗室内洗片，拟建项目采用工业洗片机洗片，工艺流程如下：

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

B 停影：将显影后的胶片从显影槽中取出，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。

C 定影：将停影后的胶片浸入定影液中，实现定影；

D 清洗：将定影后的胶片从定影槽中取出，放入装有自来水的漂洗槽中漂洗。

E 烘干：将漂洗后的胶片进行干燥处理，一般有自然晾干或烘箱烘干，拟建项目采用烘箱烘干。

⑧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。

9.3 路径规划

拟建项目路径规划分为人流路径和物流路径，具体如下：

(1) 人流路径

拟建项目辐射工作人员经暗室门进入操作室内，从操作室经小铅门、迷路即可进出曝光室，工作人员进入暗室后，暗室门即关闭。

(2) 物流路径

拟建项目拟检测的工件经探伤室西侧的专用大铅门进出。

续表 9 项目工程分析与源项

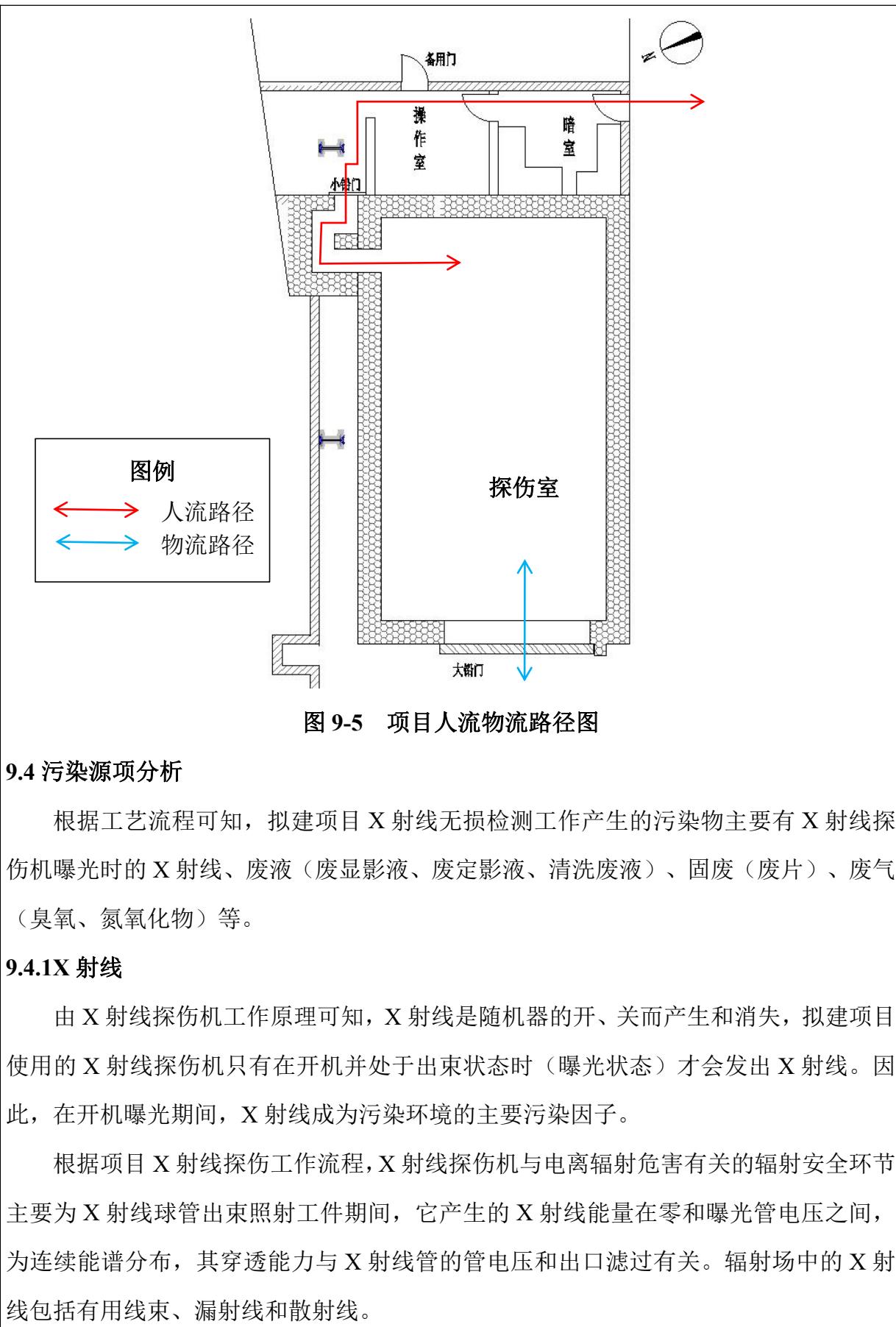


图 9-5 项目人流物流路径图

9.4 污染源项分析

根据工艺流程可知，拟建项目 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 X 射线、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。

9.4.1 X 射线

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，拟建项目使用的 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。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。根据《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，拟建项目探伤机 X 射线输出量见表 9-2。

表 9-2 探伤机 X 射线输出量

设备类型	定向 X 射线探伤机	周向 X 射线探伤机
设备型号	XXQ-3005	XXH-3005
额定电压	300kV	300kV
过滤板厚度	3mm 铝	3mm 铝
X 射线输出量 mGy · m ² / (mA · min)	20.9	20.9

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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）表 1，拟建项目 2 台探伤机（管电压>200kV）距靶点 1m 处的漏射辐射剂量率为 $5 \times 10^3 \text{mGy/h}$ 。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、地面、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。根据《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 可知，拟建项目屏蔽估算时管电压 300kV 的探伤机 90°散射辐射最高能量为 200kV。

9.4.2 “三废”产排情况

拟建项目主要是在 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（O₃）和氮氧化物（主要为 NO₂），废气经机械排风系统机引至厂房屋顶排放。

（2）废水

拟建项目不产生生产废水；不新增劳动定员，不新增生活污水。

（3）噪声

续表 9 项目工程分析与源项

拟建项目探伤室设置 1 套机械排风系统，排风系统风机噪声值约 65dB (A)，为低噪声设备，安装在探伤室北侧夹缝顶部，风机噪声经厂房外墙隔声后排放。

(4) 固体废物

①生活垃圾

不新增劳动定员，不新增生活垃圾。

②一般固废

拟建项目一般固废主要为报废的探伤机。

探伤机使用一定年限后（一般约 10 年），报废成为固体废物，建设单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，报废的探伤机交由物资回收单位处置。

③危险废物

A：废胶片

拟建项目 X 射线检测产生的胶片拟存放于档案室内，存档时间不低于 7 年，废胶片及存档到期的胶片属于危险废物，属于《国家危险废物名录》（2021 版）中感光材料废物 HW16 (900-019-16)，废胶片及存档到期的胶片预计年产生量约 0.5t/a，交由有资质的单位处理。

B：洗片废液

洗片废液分为废定影液、废显影液、清洗废液。根据建设单位提供的资料，显影粉和定影粉消耗量各 0.1t/a，显影粉和定影粉均需要按 1kg:8L 比例配水使用，则每年配制显影液、定影液各 0.9t/a。则拟建项目废定影液、废显影液年产生量共计约 1.8t/a。

洗片过程中进行两次自来水清洗，清洗水循环使用，直到不能满足清洗要求后再行更换。根据公司的洗片量，一般清洗水半个月更换一次，一次产生清洗废液约 50kg，年产生量约 1.2t/a。

洗片废液属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16 (900-019-16)，无放射性。废液单独收集后在暗室的危废收集桶内暂存，定期交由有资质单位处置。

拟建项目危险废物产排情况见表 9-3 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

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	产生周期	暂存时间	危险特性	处置措施
废显影液	HW16	900-019-16	0.90	液态	对苯二酚、 亚硫酸钠、 重金属银	2 个月	约 6 个月	T	废液单独收集后在 暗室的废液收集桶 内暂存, 定期交有 资质单位处理
废定影液	HW16	900-019-16	0.90	液态		6 个月	约 6 个月	T	
废清洗液	HW16	900-019-16	1.20	液态		1 个月	约 6 个月	T	
废胶片	HW16	900-019-16	0.5	固态	卤化银	每次探 伤	约 1 年	T	在存档区的收纳箱 存放, 定期交有资 质单位处理
存档胶片							约 7 年	T	

9.4.3 项目产排污统计

综上所述, 拟建项目产生的污染因子源强分析总体情况见表 9-4。

表 9-4 污染因子一览表

影响因素	主要污染因子	产排量
电离辐射	X 射线	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;
废气	O ₃ 、NO _x	少量 (机械排风)
固废	一般固废	报废的探伤机 2 台
	危险废物	废显影液 0.9t/a 废定影液 0.9t/a 废清洗液 1.2t/a 废胶片和存档 到期的胶片 0.5t/a
	噪声	设备噪声 65dB (A)

拟建项目人员拟从公司工作人员中调配 2 名, 不新增劳动定员, 《重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区环境影响报告表》(2021) 已对其产生的生活污水和生活垃圾做了预测分析和评价, 本次环评不再对辐射工作人员生活污水和生活垃圾进行评价。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 工作场所布局

拟建项目探伤室位于生产厂房东北角，具体位置情况详见附图 2。

拟建项目探伤室包括曝光室及操作室、暗室等辅助用房，其中辅助用房位于曝光室东侧，辅助用房东侧为车间标件库；曝光室南侧为车间通道及机加工区；曝光室北侧为厂房办公楼；曝光室西北侧为空坝、门卫室及食堂；曝光室西侧为工件轨道区；曝光室共 1 层（楼顶可上人），地下无建筑；辅助用房为 2 层，地下无建筑，辅助用房楼上设置标件库。

根据业主提供资料，拟建项目曝光室内定向探伤机主射方向朝向南侧，周向探伤机主射方向为南墙、北墙、顶棚和地面，拟建项目周向探伤机拟在曝光室中央区域使用，根据周向探伤机的最大辐射角（30°）可知，操作室的设置位置已避开有用线束照射的方向。

拟建项目不对外探伤，仅对该公司内部工件进行探伤检测，探伤室拟设置工作人员专用迷道和工件专用进出铅门，工作人员进出铅门拟设置在探伤室东侧且采用有迷路型式，已避开有用线束照射的方向，工件进出铅门拟设置在探伤室西侧，也已避开有用线束照射的方向，且靠近货物出入口，便于工件运输。

因此，拟建项目探伤室平面布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，布局合理。

10.1.2 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。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第 4.1.2 款规定，应对探

续表 10 辐射安全与防护

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。

10.1.3 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，公司拟对拟建项目探伤工作场所实行分区管理，探伤室墙壁围成的内部区域为控制区，与探伤室墙壁外部相邻区域为监督区。项目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 拟建项目控制区、监督区划分表

分区类型	划分区域
控制区范围	探伤室（包括曝光室和迷路）
监督区范围	曝光室紧邻的操作室、暗室、轨道区、曝光室与车间北侧外墙之间的夹缝及曝光室南侧的车间通道。

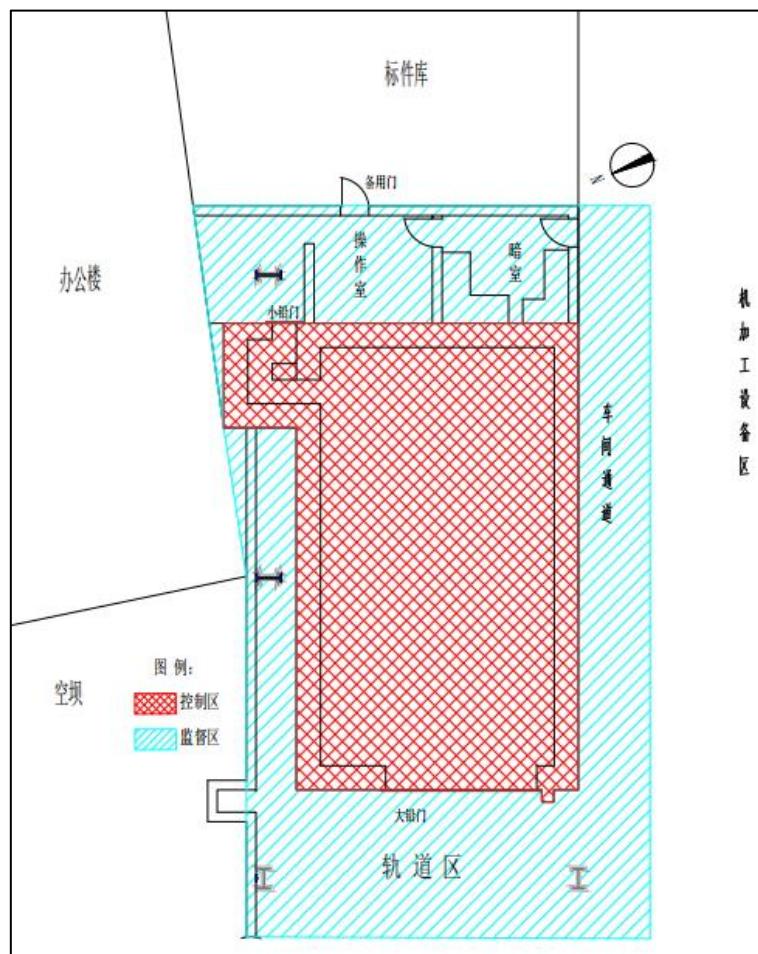


图 10-1 项目分区图

续表 10 辐射安全与防护

企业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，探伤机在运行中严禁任何人进入。拟在探伤室内、外同时设置工作状态指示灯，拟在出入口设置电离辐射警示标识，警告人员远离探伤室区域。

②监督区：监督区一般不设置专门管控设施，但需加强周边活动人员管理，操作室为工作人员操作仪器的工作场所，禁止非辐射工作人员进入。

③在控制区边界、控制区与监督区之间的穿墙管线等处开展定期监测工作。

10.2 辐射安全设施

拟建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，该探伤机会示意操作者可以进行曝光或训机操作；若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

（2）延时启动功能

按下开高压按钮启动曝光后，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。

（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（X 线球管过热、设备绝缘层击穿等），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）设备停止工作规定时间（一般不超过 48h），再使用时要进行训机操作后才可

续表 10 辐射安全与防护

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，拟建项目探伤室主体结构采用混凝土，防护门采用铅防护门，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。

曝光室内空尺寸为 10.4m×5.8m×4.9m（长×宽×高），面积约 60.32 m²；迷路尺寸 3.8m×0.6m×1.9m（长×宽×高）。探伤室四周墙体、顶棚和迷路墙均为 600mm 厚混凝土，人员门和工件门厚度分别为 10mmPb 和 25mmPb。

(2) 探伤室墙体为混凝土浇筑，防护门的生产、安装由有资质的生产厂家承担，防护门与探伤室墙体间有约 10 cm 以上的搭接宽度，以保证探伤室的整体屏蔽能力。

(3) 穿越防护墙的排风管道（DN300）从曝光室距北墙约 0.75m 处地下“U”型穿越出曝光室北墙外约 0.35m，引至屋顶排放；电缆等管线（DN159）从曝光室距东墙约 0.37m 处地下“U”型穿越入操作室，距曝光室东墙约 0.27m，具体见图 10.2-1~图 10.2-3 所示。

续表 10 辐射安全与防护

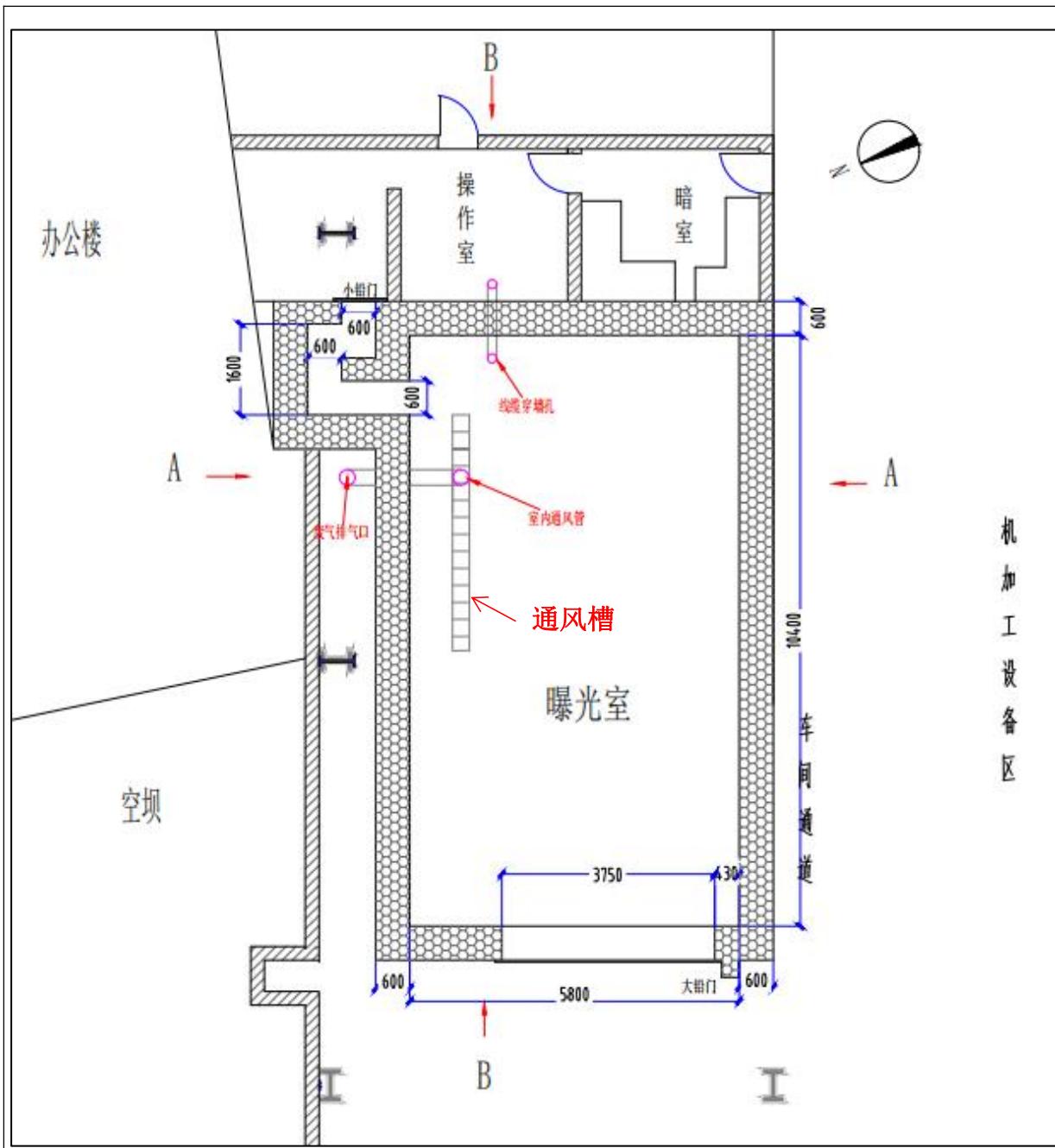


图 10-2 项目穿墙管线平面示意图 (线缆管、排风管)

续表 10 辐射安全与防护

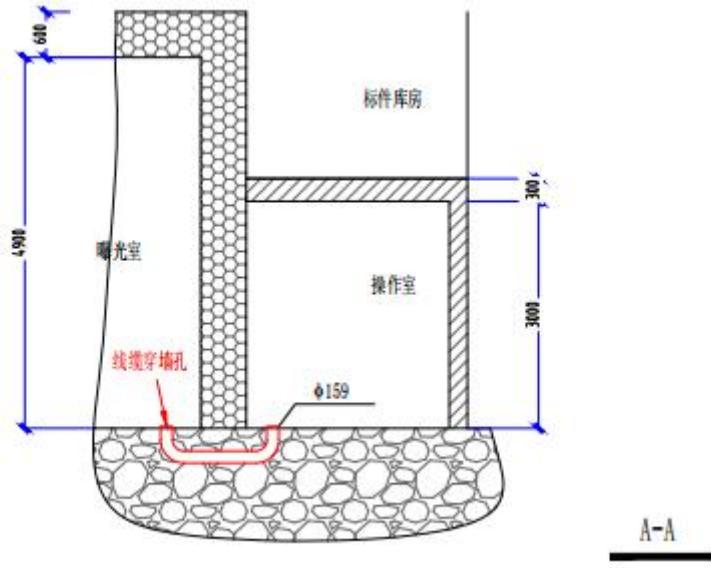


图 10-3 项目穿墙管线剖面示意图 (线缆管)

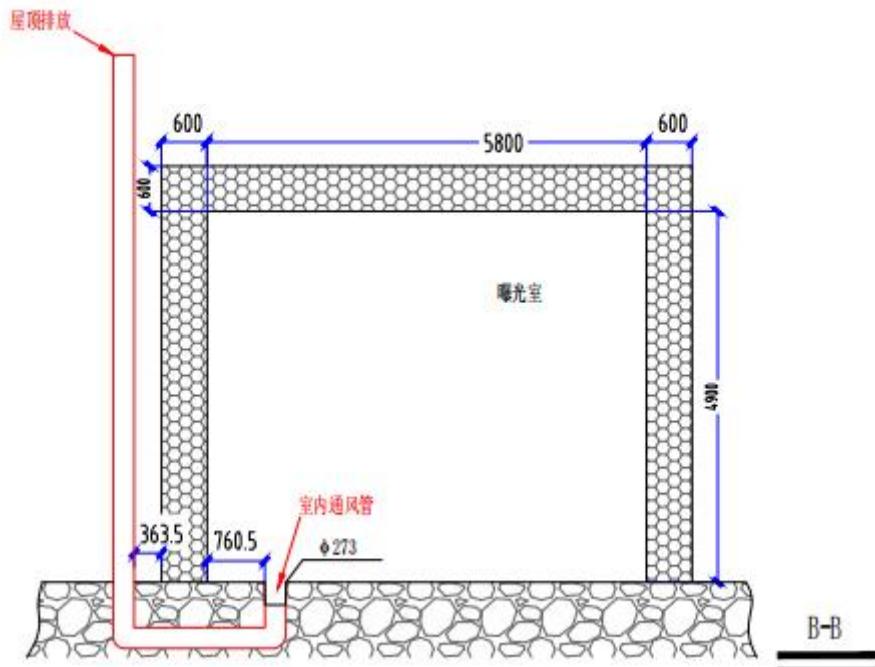


图 10-4 项目穿墙管线剖面示意图 (通风管)

10.2.3 辐射安全与防护措施

(1) 门机联锁

拟建项目探伤室拟设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和工件门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X

续表 10 辐射安全与防护

射线照射。

(2) 声光警示

拟建项目探伤室内、外拟同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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”信号拟分别采用有明显区别的黄色和红色指示，该工作场所内无其他报警信号。照射状态指示灯拟与 X 射线探伤装置联锁。探伤室内、外醒目位置处拟张贴清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(3) 警告标志

在控制室的控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。探伤室防护门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明，电离辐射警告标识规范图见图 10-5 所示。



图 10-5 电离辐射警示标志图

(4) 控制台锁定开关

拟建项目控制台拟设置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。

(5) 紧急停机开关

拟建项目拟在曝光室迷路内口和大铅门内口及操作室内设置紧急停机按钮，按下任意一个按钮探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束。因此拟建项目探伤室紧急停机按钮能确保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。紧急停机按钮旁拟设置标签标明使用方法。

(6) 应急开关

续表 10 辐射安全与防护

在人员进出铅门和工件进出铅门旁应设置应急开关按钮，方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

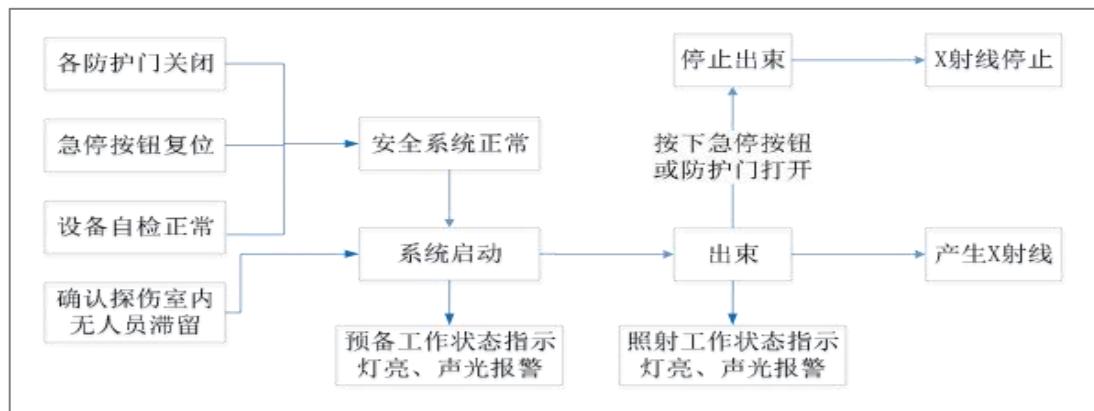


图 10-6 辐射安全联锁逻辑图

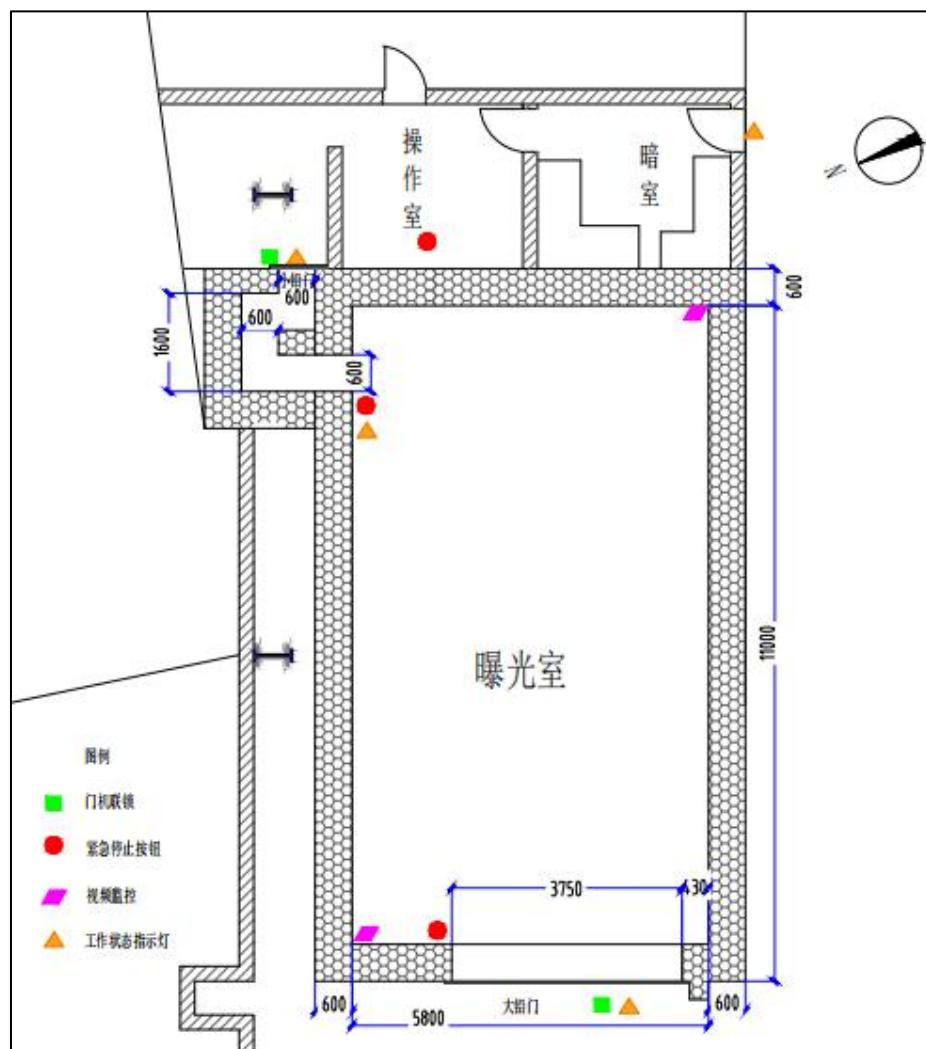


图 10-7 探伤室辐射安全与防护设施布置示意图

续表 10 辐射安全与防护

10.2.4 通风

拟建项目探伤室采用自然进风、机械排风的方式，风机风量约 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数约 6 次，穿越防护墙的排风管道（DN300）从曝光室距北墙约 0.75m 处地下“U”型穿越出曝光室北墙外约 0.35m，引至屋顶排放，避开了人员活动密集区。

10.2.5 防护用品及监测仪器

拟建项目配置个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪，详细情况如下表 10-2 所示。

表 10-2 防护用品及监测仪器

序号	名称	数量	用途	备注
1	个人剂量报警仪	2 个	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标。	每人 1 个
2	个人剂量计	2 个	工作期间辐射工作人员佩戴，记录个人受到的照射剂量。	每人 1 个

根据上表可知，拟建项目辐射工作人员 2 人，配置的个人防护用品和监测仪器能满足项目运行的需求。

10.2.6 其他辐射防护措施

(1) 视频监控系统

拟建项目探伤室内拟安装一套实时视频监控系统，并连接到控制室。拟设置 2 路视频探头，分别位于曝光室东南角和西北角，能监控曝光室和迷路口的情况，能监控探伤机的工作情况，并能监控防护门处的情况，保证曝光室内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置拟设置在操作室内，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止动装置。

(2) 主射线方向

根据业主提供资料，拟建项目定向探伤机主射方向朝向南墙，周向探伤机主射方向为南墙、北墙、顶棚和地面。拟制定探伤室内探伤操作规程，明确规定探伤机使用过程中的要求，要求探伤机主射方向不朝向防护门和迷路。

(3) 探伤机活动范围

拟建项目曝光室拟检测的工件最小直径 0.377m 、最大直径 2.4m ，其中直径 $\leq 0.8\text{m}$

续表 10 辐射安全与防护

的工件使用定向机检测，大于 0.8m 的工件使用周向机检测，工件经双轨道输送至曝光室。

拟建项目探伤室拟检测的工件最小直径 0.377m、最大直径 2.4m，经双轨道输送至探伤室，定向探伤机主射方向朝向南墙，定向机活动范围为 6.23m*0.8m 的矩形范围；周向机在工件内部探伤，主射方向为南墙、北墙、顶棚和地面，周向机最大活动范围为 6.23m 长的直线范围。

拟制定探伤室相关制度规定探伤机的使用范围不超出活动范围。

10.3 拟采取辐射安全与防护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其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 项目辐射安全与防护设施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况
《工业 X 射线探伤放射防护设备技术要求》(GBZ117-2015)	3.1.1X 射线管头组装体 3.1.1.1 移动式或固定式的 X 射线装置管头组装体应能固定在任何需要的位置上并加以锁紧。	设备自带。
	3.1.1.2X 射线管头应设有限束装置。	拟购设备自带。
	3.1.1.3X 射线管头窗口孔径不得大于额定最大有用线束射出所需尺寸。	拟购设备满足标准要求。
	3.1.1.5X 射线装置在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 1 的要求。	拟购设备满足标准要求。
	3.1.2 控制台 3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示, 以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	拟购设备自带。
	3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	拟设置高压接通时的外部报警或指示装置。
	3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口, 当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压; 已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	拟购设备自带。
	3.1.2.4 应设有钥匙开关, 只有在打开控制台钥匙开关后, 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。	拟购设备自带。
	3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	拟购设备自带。
	3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	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。
	3.1.3 连接电缆对于移动式 X 射线装置, 控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。	拟建项目移动式 X 射线装置的连接电缆长度 $\geq 20m$ 。

续表 10 辐射安全与防护

《工业 X 射线探伤 放射防护 要 求 》 (GBZ117- 2015)	4.1 防 护 安 全 要 求	4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全, 控制室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。	项目控制室与探伤室分开布置。拟建项目 X 射线机主射线方向竖直向上, 避开控制室、铅门。
		4.1.2 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。	项目划定控制区和监督区, 实行分区管理, 分区满足该条的要求。
		4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置, 并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。 门打开时应立即停止 X 射线照射, 关上门不能自动开始 X 射线照射。	设置门机联锁装置, 工件进出门和人员进出门没有关闭到位, X 射线装置不能启动; 门打开时立即停止 X 射线照射后, 关上门不能自动开始 X 射线照射。
		4.1.6 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。“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。	项目拟在探伤室内、外设置工作状态指示灯和声音提示装置。
		4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	拟对两道铅门外的工作状态指示灯和探伤室内工作状态指示灯与 X 射线装置联锁。
		4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	拟在探伤室内、外醒目位置设置清晰的对工作状态指示灯各种显示信号的意义说明。
		4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	项目探伤室防护门上设置电离辐射警告标识, 并设置中文警示说明。
		4.1.10 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。按钮或拉绳应当带有标签, 标明使用方法	探伤室内拟安装紧急停机在大铅门左侧及迷道出口右侧各安装 1 个, 共安装 2 个, 确保出现紧急事故时, 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, 能立即停止照射; 另拟在操作室设置 1 个紧急停机。急停按钮设置中文说明, 并标明使用方法。
		4.1.11 探伤室应设置机械通风装置, 排风管道外口避免朝向人员	探伤室拟设置机械排风装置, 废气排放口在楼顶排放, 每小时有效通风换气次数约 6 次/h, 符合要求。
《工业探	3.3	3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的	项目探伤室设置有单独的人员和工件进出门, 且探伤室人员

续表 10 辐射安全与防护

伤室辐射 屏 蔽 规 范 》 (GBZ/T2 50-2014)	其他 要求	小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。	门宜采用迷路形式，屏蔽能力满足相关要求。
		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。	项目控制室置于探伤室外，X 射线探伤机的有用射线束竖直向上，避开了控制室（南侧）和防护门（南侧、北侧）。
		3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	防护门与墙体有一定的搭接宽度；穿越防护墙的线缆管道及排风管道均才用“U 型”从地下穿越出曝光室，不会削弱对墙体屏蔽效果。
		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。	拟建项目探伤室按最大管电压 300kV 和最大管电流 5mA 进行的屏蔽设计。

根据上表可知，拟建项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)、《工业探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)的要求。

10.5 三废的治理

拟建项目 X 射线装置在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

施工内容主要为设备安装、项目用房及配套用房、办公用房的装修等。施工过程中主要有少量的施工机械噪声、施工粉尘、建筑垃圾产生。因拟建项目施工期短、工程量小，施工范围均位于生产厂房内，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。

11.2 营运期辐射环境影响

11.2.1 探伤室屏蔽能力核算

探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁临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，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在改立体角区域内的高层建筑物种人员驻留处，辐射屏蔽剂量参考控制水平同 3.1.1。

（1）探伤室相关估算使用到的公式

公式使用《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式。

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(3)计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot \dot{H}_L} \quad \text{式 (3)}$$

式中：

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

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)；

\dot{H}_L —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 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B 。

关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式(4)计算：

续表 11 环境影响分析

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B^2}{R^2} \quad \text{式 (4)}$$

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) 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 (5) 计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{式 (5)}$$

式中：

X —屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL—见附录 B 表 B.2。

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 (6) 计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad \text{式 (6)}$$

式中：

TVL—见附录 B 表 B.2;

B —达到剂量率参考控制水平 \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 (7) 计算, 然后按式 (6) 计算所需的屏蔽物质厚度 X 。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \text{式 (7)}$$

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 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) ;

续表 11 环境影响分析

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（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（5）计算，然后按式（8）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (8)}$$

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（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

③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（9）计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_o} \cdot \frac{R_o^2}{F \cdot a} \quad \text{式 (9)}$$

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（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

R_o ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_o ——距辐射源点距辐射源点（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；

F —— R_o 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

a ——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。

续表 11 环境影响分析

c) 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.2 的相应值, 确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按式 (4) 计算。关注点的散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (6) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式 (10)}$$

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);

A—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)。

(2) 探伤室防护核算原则及主要技术参数

1) 探伤室屏蔽防护效能核实原则

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半值层厚度 (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)。

2) 主要核算参数

①核算距离的确定

拟建项目探伤室内配置额定电压 300kV 的定向机和额定电压 300kV 的周向机各一台, 每次使用 1 台 X 射线探伤机, 不存在同时使用多台 X 射线探伤机的情况, X 射线机电流随电压变化自动调节。本评价定向 X 射线探伤机和周向 X 射线探伤机均按 300kV

续表 11 环境影响分析

进行屏蔽防护核算，核算时不考虑工件对探伤机 X 射线的屏蔽作用。

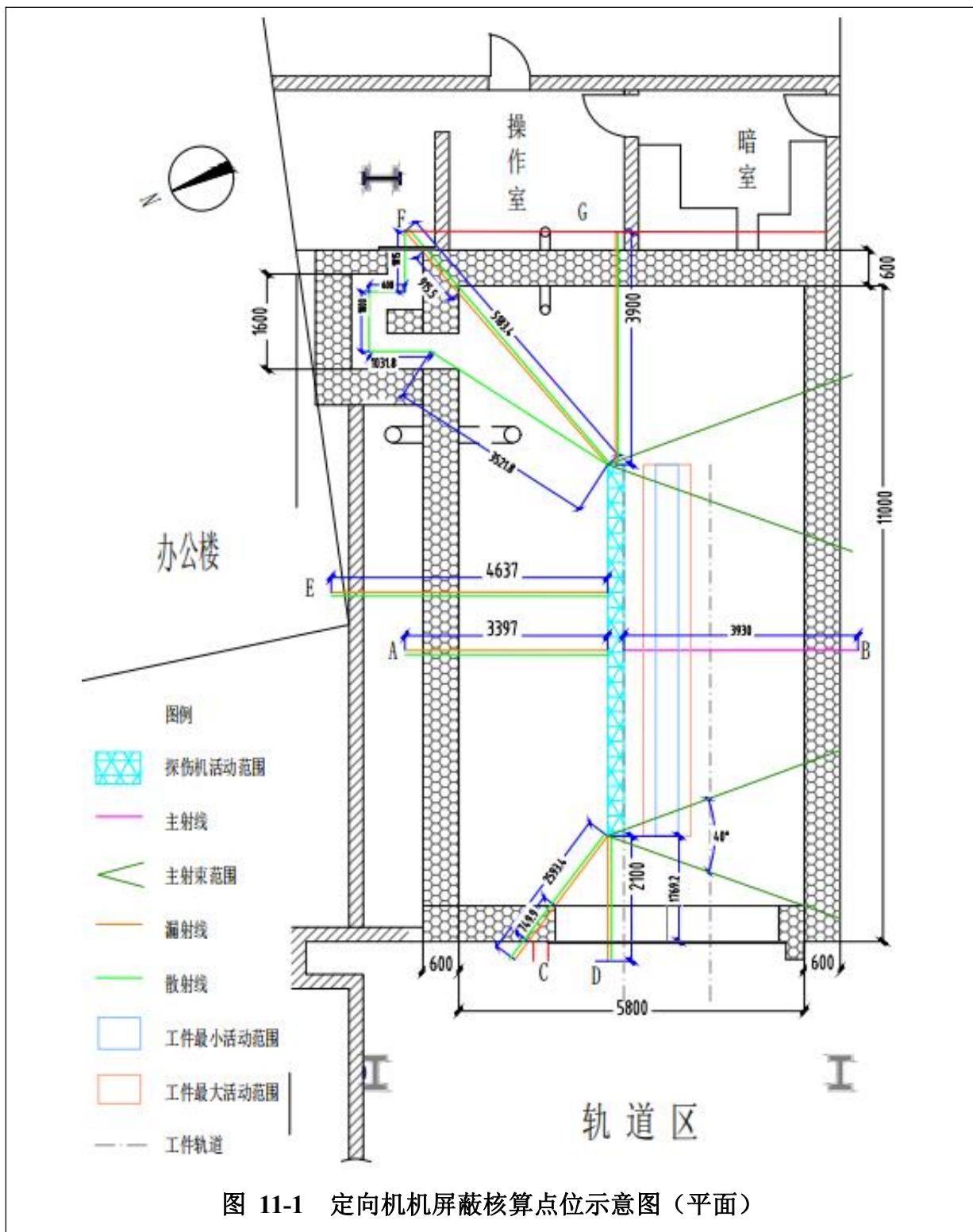
根据 X 射线机安装方式、探伤室布置情况及业主提供的资料，拟建项目定向探伤机主射方向朝向南墙，周向探伤机主射方向为南墙、北墙、顶棚和地面。

拟建项目曝光室拟检测的工件最小直径 0.377m、最大直径 2.4m，其中直径 $\leq 0.8m$ 的工件使用定向机检测，大于 0.8m 的工件使用周向机检测，工件经双轨道输送至曝光室。

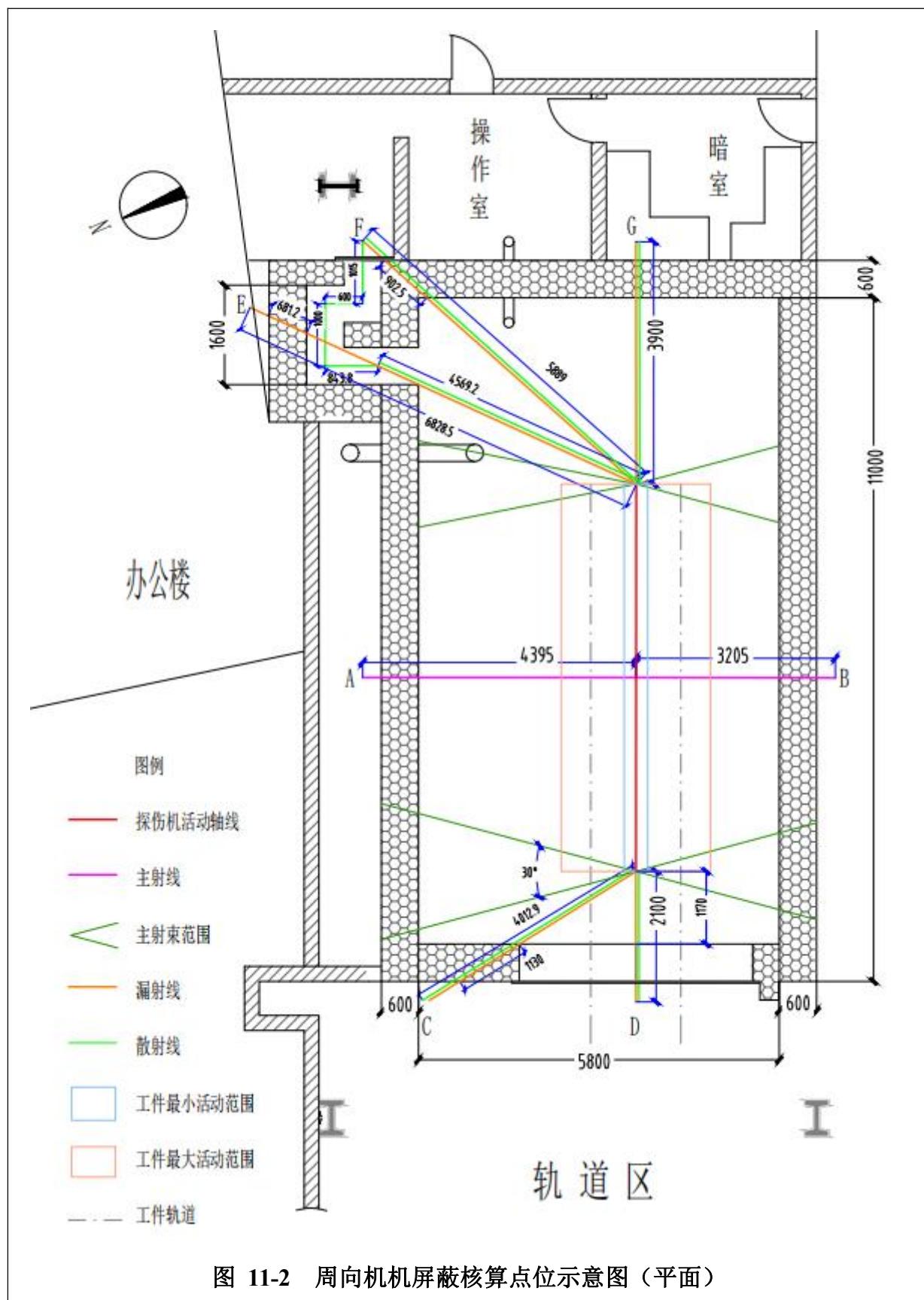
拟建项目探伤室拟检测的工件最小直径 0.377m、最大直径 2.4m，经双轨道输送至探伤室，定向探伤机主射方向朝向南墙，定向机活动范围为矩形范围（距南侧墙 3.03m、距西侧铅大门 1.77m、距北侧墙 2.50m、距东侧墙 3.00m）；周向机在工件内部探伤，主射方向为南墙、北墙、顶棚和地面，周向机最大活动范围为直线范围（距南侧墙 2.30m、距西侧铅大门 1.77m、距北侧墙 3.50m、距东侧墙 3.00m）。

各核算点位置及距离见图 11-1～图 11-4 和表 11-1。

续表 11 环境影响分析



续表 11 环境影响分析



续表 11 环境影响分析

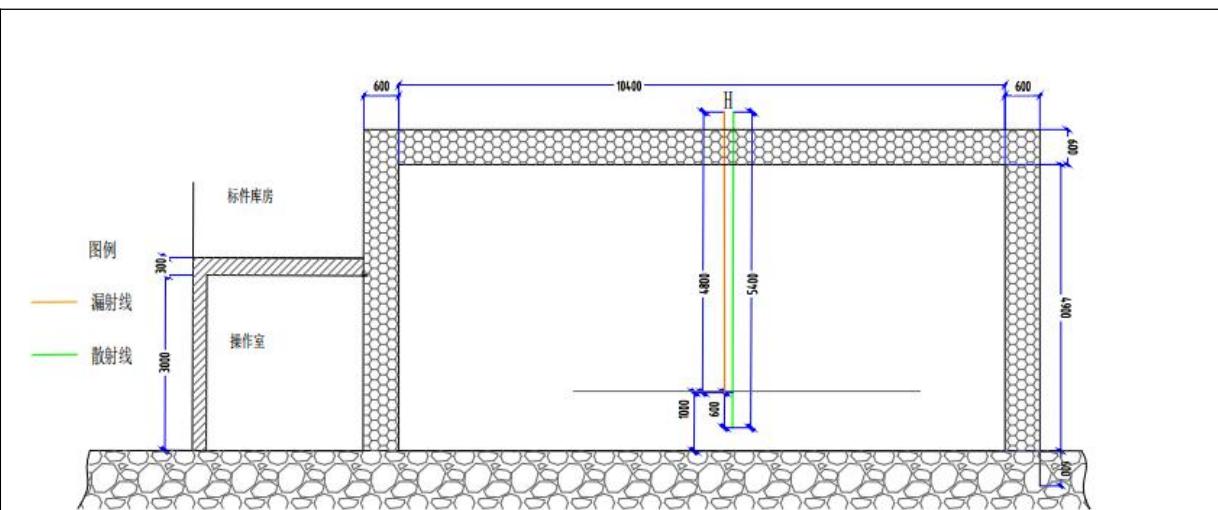


图 11-3 定向机机屏蔽核算点位示意图 (剖面)

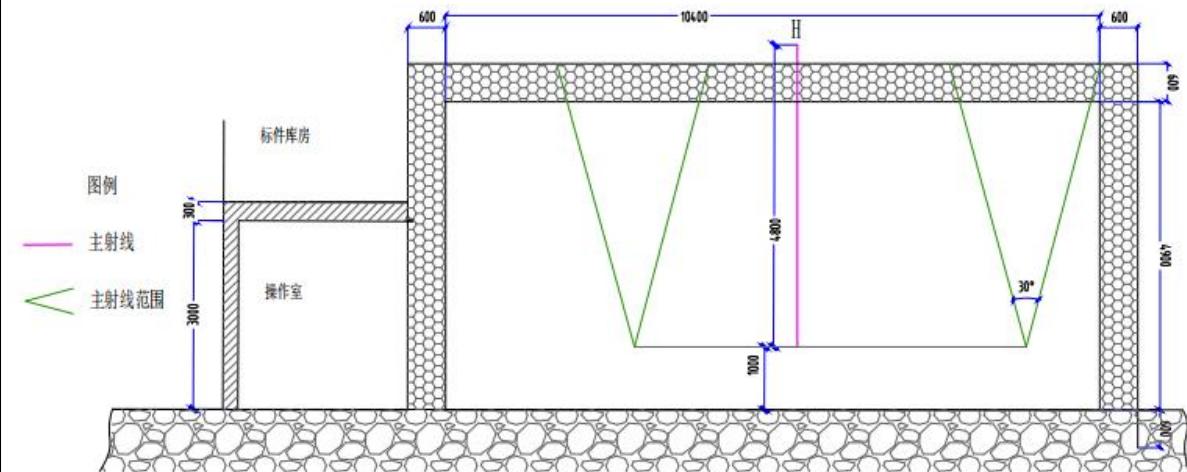


图 11-4 周向机机屏蔽核算点位示意图 (剖面)

表 11-1 各墙体核算距离一览表

探伤机类型	核算点位	屏蔽体	需要屏蔽的射线	距离/m	核算距离/m
定向机	A	北墙	主射线	2.5	3.4
	B	南墙	主射线	3.03	3.93
	C	西墙	漏射、散射	1.69	2.59
	D	铅大门 (工件门)	漏射、散射	1.77	2.1
	E	北墙	漏射、散射	3.74	4.64
	F	铅小门 (人员门)	漏射	3.81	5.18
			散射	$0.7+0.6+1+1.03+3.5=6.96$	7.27
	G	东墙	漏射	3	3.9
	H	顶棚	漏射、散射	3.9	4.8

续表 11 环境影响分析

周向机	A	北墙	主射线	3.5	4.4
	B	南墙	主射线	2.3	3.2
	C	西墙	漏射、散射	2.21	4.01
	D	铅大门(工件门)	漏射、散射	1.77	2.1
	E	北墙	漏射、散射	5.83	6.83
	F	铅小门(人员门)	漏射、散射	4.51	5.89
				$0.7+0.6+1+1.03+4.5$ $7=7.72$	8.03
	G	东墙	漏射、散射	3	3.9
	H	顶棚	主射线	3.9	4.8

②其他计算参数

表 11-2 相关参数计算表

参数	数值		来源	
设备基础参数	定向机: 额定电压 300kV, 电流 5mA		建设单位提供	
	周向机: 额定电压 300kV, 电流 5mA			
G (mGy·m ² / (mA·min))	300kV 定向机(3mm 铝过滤条件下): 20.9		ICRP33 图 3	
	300kV 周向机(3mm 铝过滤条件下): 20.9			
转换系数	6×10^4		GBZ/T250-2014 4.1a)	
H ₀ (μSv·m ² / (mA·min))	定向机: 1.254×10^6			
	周向机: 1.254×10^6			
$\frac{R_o^2}{F \cdot a}$	50		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 (μGy/h)	300kV 定向机: 5×10^3		GBZ117-2015 表 1	
	300kV 周向机: 5×10^3			
X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值	300kV 定向机: 200		GBZ/T250-2014 表 2	
	300kV 周向机: 200			
什值层 (TVL) 半值层 (HVL)	铅		GBZ/T250-2014 表 B.2	
	电压等级 kV	TVL (mm)		
	200	1.4		
	250	2.9		
	300 kV	5.7		
	混凝土			
	电压等级 kV	TVL (mm)		
	200	86		
	250	90		
	300	100		

续表 11 环境影响分析

(4) 探伤室防护核算结果

拟建项目探伤室的屏蔽体屏蔽能力核算结果见表 11-3。

表11-3 探伤室屏蔽效能核算表

考察点			本评价剂量率控制水平	距离(m)	计算厚度	关注点周围剂量当量率(μSv/h)		是否达到屏蔽要求		
定向机	A	墙体	漏射 散射	2.5	3.4	600mm 混凝土	4.33E-04	1.58E-03	是	
							1.14E-03		是	
	B	墙体	主射	2.5	3.93	600mm 混凝土	4.06E-01		是	
	C	墙体	漏射 散射	2.5	2.59	750mm 混凝土	9.35E-01	2.52E-03	是	
							1.82E-03			
	D	防护门	漏射 散射	2.5	2.1	25mmPb	4.66E-02	4.66E-02	是	
							3.95E-14			
	E	墙体	漏射 散射	2.4	4.64	600mm 混凝土 600mm 混凝土	2.32E-04	8.47E-04	是	
							6.14E-04			
	F	防护门	漏射 散射	2.4	5.18	916mm 混凝土 +10mmPb	4.53E-11	1.71E-04	是	
							1.71E-04			
周向机	G	墙体	漏射 散射	2.4	3.9	600mm 混凝土 600mm 混凝土	3.29E-04	1.20E-03	是	
							8.70E-04			
	H	楼板	漏射 散射	2.5	4.8	600mm 混凝土	2.17E-04	7.91E-04	是	
							5.74E-04			
	A	墙体	主射	2.5	4.4	600mm 混凝土	3.24E-01		是	
	B	墙体	主射	2.4	3.2	600mm 混凝土	6.12E-01		是	
	C	墙体	漏射 散射	1.2	4.01	1130mm 混凝土	5.16E-08	8.47E-08	是	
							3.31E-08			
	D	防护门	漏射 散射	1.2	2.1	25mmPb	4.66E-02	4.66E-02	是	
							3.95E-14			
	E	墙体	漏射 散射	0.6	6.83	681mm 混凝土	1.66E-05	4.90E-05	是	
							3.24E-05			
	F	防护门	漏射 散射	0.6	5.89	903mm 混凝土 +10mmPb	2.37E-09	1.40E-04	是	
							1.40E-04			
	G	墙体	漏射 散射	0.6	3.9	600mm 混凝土	3.29E-04	1.20E-03	是	
							8.70E-04			
	H	楼板	主射	2.5	4.8	600mm 混凝土	2.72E-01		是	
注: 以上参考点均设在墙体外 30cm, 混凝土密度不低于 2.35g/cm ³ , 小铅门按照最保守情况计算。										

续表 11 环境影响分析

根据表 11-6 计算结果可知, 探伤室的四周屏蔽体、顶棚、防护门设计厚度均能满足《工业探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 屏蔽防护的要求。

11.2 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:

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 (11)}$$

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, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

T: 居留因子;

t: X 或 γ 射线照射时间, 小时。

(2) 估算结果

曝光室外剂量估算表见表 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	建设厚度下瞬时剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	剂量估算 (mSv/a)
定向机	辐射工作人员	操作室	东	1.20E-03	125	1	1.50E-04
		车间通道	南	4.06E-01	125	1/4	1.27E-02
		办公楼	北	1.58E-03	125	1	1.97E-04
		夹缝		1.58E-03	125	1/40	4.93E-06
		轨道区	西	2.52E-03	125	1/2	1.57E-04
		楼顶	顶	7.91E-04	125	1/40	2.47E-06
周向机	辐射工作人员	操作室	东	1.20E-03	375	1	4.49E-04
		车间通道	南	6.12E-01	375	1/4	5.74E-02
		办公楼	北	4.90E-05	375	1	1.84E-05
		夹缝		3.24E-01	375	1/40	3.04E-03
		轨道区	西	4.66E-02	375	1/2	8.74E-03
		楼顶	顶	2.72E-01	375	1/40	2.55E-03
合计	辐射工作人员	操作室	东	/	/	/	5.99E-04
	公众成员	车间通道	南	/	/	/	7.01E-02

续表 11 环境影响分析

		办公楼	北	/	/	/	2.16E-04
		夹缝		/	/	/	3.04E-03
		轨道区	西	/	/	/	8.90E-03
		楼顶	顶	/	/	/	2.55E-03

根据表 11-7 可得出以下结论：

①辐射工作人员

该公司共配备 2 名辐射工作人员共同承担探伤、洗片、评片及存档工作，但每名辐射工作人员探伤工作时间不均分。因此，按保守情况估计，每年探伤、洗片、评片及存档工作全部由一个人完成，则辐射工作人员所受的年有效剂量不大于 $5.99 \times 10^{-4} \text{ mSv/a}$ ，低于本评价管理目标值 5 mSv/a ，满足《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众成员

项目探伤机开展无损检测工作时，在曝光室周围活动的公众成员所受的最大年附加有效剂量约为 0.07 mSv ，低于本评价管理目标值 0.1 mSv/a ，满足《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 对周围环境保护目标的影响分析

项目探伤室屏蔽体外 0.3 m 处最大的周围剂量当量率为 $0.937 \mu\text{Sv/h}$ ，探伤室各屏蔽体外 0.3 m 处的瞬时剂量率满足国家相关标准要求，根据 X 射线衰减规律，辐射影响与距离的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。

本项目探伤室周围环境保护目标预测结果见表 11-8。

表 11-5 环境保护目标处周围剂量当量率预测结果表

探伤机类型	环境保护目标名称		方位	最近水平距离/m	高差/m	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年剂量估算 (mSv/a)
定向机	暗室、操作室		E	0~2.9	0	0.012	1.50E-03
	标件库	共 2 层	E	0~9	0~1.9	0.012	3.75E-05
	厂区通道		E	9~14.8	0	1.15E-04	3.59E-06
	凌峰厂区通道		E	14.8~28	0	5.38E-05	1.68E-06
	重庆凌峰食品有限公司在建办公楼		E	28~42.1	0	1.83E-05	2.29E-06
	车间通道		S	0~2	0	4.06E-01	1.27E-02

续表 11 环境影响分析

周向机	车间机加工区域		S	2~16	0	1.98E-01	0.00E+00	
	预留区		S	16~50	0	1.63E-02	2.04E-03	
	轨道区		W	0~12.6	0	9.37E-01	5.86E-02	
	压力容器组装区、车间通道、原材料库区、划线下料区		W	12.6~15	0	2.84E-02	3.55E-03	
	厂区通道		W	15~26	0	2.10E-02	6.56E-04	
	门卫、食堂		NW	40~50	0	9.81E-06	1.23E-06	
	本公司办公楼		N	0~27.6	0	1.58E-03	1.98E-04	
	杂物间		N	28.8~34	0	1.79E-05	5.59E-07	
	楼顶		楼上	/	楼上	2.72E-01	8.50E-04	
	暗室、操作室		E	0~2.9	0	1.20E-03	4.50E-04	
	标件库	共 2 层		E	0~9	0~1.9	1.20E-03	1.13E-05
	厂区通道		E	9~14.8	0	1.15E-04	1.08E-05	
	凌峰厂区通道		E	14.8~28	0	5.38E-05	5.04E-06	
	重庆凌峰食品有限公司在建办公楼		E	28~42.1	0	1.83E-05	6.86E-06	
合计	车间通道		S	0~2	0	6.12E-01	5.74E-02	
	车间机加工区域		S	2~16	0	2.61E-01	0.00E+00	
	预留区		S	16~50	0	1.76E-02	6.60E-03	
	轨道区		W	0~12.6	0	4.66E-02	8.74E-03	
	压力容器组装区、车间通道、原材料库区、划线下料区		W	12.6~15	0	9.91E-04	3.72E-04	
	厂区通道		W	15~26	0	7.28E-04	6.83E-05	
	门卫、食堂 (保守按主射考虑)		NW	40~50	0	3.22E-03	1.21E-03	
	本公司办公楼		N	0~27.6	0	2.16E-04	8.10E-05	
	杂物间		N	28.8~34	0	5.79E-03	5.43E-04	
	楼顶		楼上	/	楼上	3.10E-01	2.91E-03	
	暗室、操作室		E	0~2.9	0	/	1.95E-03	
	标件库	共 2 层		E	0~9	0~1.9	/	4.88E-05
	厂区通道		E	9~14.8	0	/	1.44E-05	
	凌峰厂区通道		E	14.8~28	0	/	6.73E-06	
	重庆凌峰食品有限公司在建办公楼		E	28~42.1	0	/	9.15E-06	

续表 11 环境影响分析

	本公司办公楼	N	0~27.6	0	/	2.79E-04
	杂物间	N	28.8~34	0	/	5.43E-04
	楼顶	楼上	/	楼上	/	3.76E-03

11.4 其他影响

(1) 废气对环境影响分析

在探伤作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（主要为 NO₂）。曝光室设计有 1 个排风口，位于曝光室北侧地面设置一个排风口，废气通过地下管道“U”型穿越屏蔽体后，引至曝光室顶部排放。曝光室安装一台抽风机，换气次数约 6 次/h，能保证室内空气的流通，使少量的 O₃、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。故项目产生的废气对周围环境影响小。

(2) 废水环境影响

辐射工作人员产生的生活污水依托厂区新建污水处理设施处理后排入污水管网。对地表水环境影响较小。

(3) 噪声影响

拟建项目拟使用的通排风系统为低噪声节能排风机，风机风量 1800m³/h，其噪声值一般低于 65dB（A），噪声源强较小，对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声学环境影响轻微。

(4) 固废环境影响

①一般固废

生活垃圾依托建设单位新建的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

报废的探伤机去功能化后交由物资回收单位处置。

②危险废物

曝光时产生的废片和存档到期的胶片暂存在档案室内收纳箱内，交由有危废资质的单位处理。

洗片废液分为废定影液、废显影液、废清洗液。废液单独收集后在暗室内危废收集桶内暂存，然后由有资质单位外运处置。

另外，暗室地面要进行硬化，敷设环氧树脂膜进行防渗、防漏处理。设置 3 个危废

续表 11 环境影响分析

暂存桶，废液单独收集和暂存，不混合暂存。因项目废液产生周期较长，3个可满足暂存要求。废液收集桶材质不得与废液相溶。废液收集桶应有明显的标示，标示内容应符合要求（包含废液名称、产生时间、重量等）；废液桶下方设置防漏托盘，避免废液桶渗漏后废液漫流。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进行联单管理，联单存档。

综上所述，建设单位按照以上措施对产生的固体废物进行处理后，对环境基本无影响。

11.5 实践正当性分析

项目使用 X 射线探伤的目地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。

11.6 产业政策符合性分析

项目主要是配置 X 射线探伤机用于对工件无损检测，不属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）中的鼓励类、限制类和淘汰类，符合国家产业政策，属于允许类。

11.7 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。由于拟建项目电缆线埋地穿墙敷设，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，拟建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人员滞留在曝光室内

续表 11 环境影响分析

工作人员进入曝光室后未全部撤离，仍有人滞留在曝光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，射线仍然能发射，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，可导致曝光室四周墙体均为主射墙，经计算曝光室屏蔽体外周围剂量当量率 $0.8723\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，单次照射下（5min）曝光室四周墙体外停留的人员受照剂量最大约 0.07（ 0.07Gy ，转换系数 $\text{Sv}/\text{Gy}=1$ ，下同）。

②联锁失效

辐射工作人员通过防护门进出曝光室，连锁失效时，本次评价考虑单次照射（5min）对曝光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 $29.5692\text{mSv}/\text{h}$ ，则单次照射下（5min）曝光室防护门外停留的人员受照剂量最大约 2.464mSv （ 2.464mGy ）。

③人员滞留探伤室内

每次开展探伤工作前，辐射工作人员均会进入曝光室，考虑单次照射对滞留在曝光室内人员误照射造成的伤害。当探伤机工作时，考虑人员在距离辐射源点最近处（1m）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 $6270\text{mSv}/\text{h}$ ，单次照射下受照剂量最大为 522.5mSv （ 522.5mGy ）。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是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。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值

续表 11 环境影响分析

时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-5 所示。

表 11-5 不同照射剂量对人体损伤的估计

类型	受照剂量参考值 (Gy)	初期症状和损伤程度
骨髓型急性放射病	1.0~2.0	轻度：乏力，不适，食欲减退
	2.0~4.0	中度：头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
	4.0~6.0	重度：1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞明显下降
	6.0~10.0	极重度：1h 内多次呕吐和腹泻，休克、腮腺肿大，白细胞明显下降
肠型放射病	10~50	肠上皮、隐窝损伤
脑型放射病	>50	小脑、大脑损伤

备注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）。

拟建项目 X 射线探伤机属于II类放射装置，在没有防护情况下，工作人员或患者受到这类射线装置照射，会对身体造成一定的影响。

根据表 11-12 不同照射剂量对人体损伤的估计，结合上诉后果分析可知，单次误照射下受照剂量均小于 1Gy，受照人员可能会出现机能变化、血液变化，但无明显临床症状；但是在铅屏蔽体出现裂缝又长时间未发现的情况下，会造成非常大的辐射危害。

（4）事故分级

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，在上述事故情景下部分事故受照剂量已超过辐射工作人员的年剂量限值。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

续表 11 环境影响分析

装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”。因此，假若拟建项目发生事故，事故等级应为一般辐射事故。

（5）辐射事故防范措施

①检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的辐射报警仪、联锁装置等，可提供纵深防御。不得擅自改变、削弱、或破坏 X 射线曝光室的铅屏蔽体和铅防护门，如开孔洞、挖沟、取土等。

②撤离曝光室时应清点人数，辐射工作人员用视频监控系统对曝光室内进行扫视，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曝光室内，操作室人员、滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

③定期检查曝光室的门机联锁、灯机联锁装置、声光警示系统的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标示，出现问题时，应就近按下急停开关。对于拟建项目涉及的安全控制措施的各机构及电控系统，制定有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。辐射工作场地因某种原因损坏，公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

另外，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，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，保证按照要求进行探伤工作。

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防护管理工作领导小组，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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专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。

公司拟成立辐射防护管理工作领导小组，明确成员的职责。领导小组具体负责成员学历需满足上述要求。因此，公司的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

12.2 辐射安全管理规章制度、档案

(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，建设单位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，公司应按照相关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、射线置装使用登记制度、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。

各制度应健全，内容齐全；且在项目运营前，应将操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、辐射事故应急措施等制作后悬挂于辐射工作场所。

另外，建设单位应在工作中认真落实相关制度，并不断更新和完善。

(2) 辐射工作人员配置

①配置数量合理可行性

拟建项目拟利用1台定向X射线探伤机和1台周向X射线探伤机，在探伤室内开展工件的无损检测，不对外承接探伤业务，探伤室内单次曝光仅1台X射线探伤机，无损检测工作量少，合理调配2名辐射工作人员从事拟建项目探伤室的无损检测工作可行。

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》第十五条的规定：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。同时，根据生态环境部《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》（2019年

续表 12 辐射安全管理

第 57 号），各级生态环境部门不再对从事辐射安全培训的单位进行评估和推荐，不再要求从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活动的人员参加以上单位组织的辐射安全培训。有相关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。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

根据建设单位资料，拟建项目人员拟从公司工作人员中调配 2 名，辐射工作人员均应参加辐射培训并考核合格，取得合格证书后方可上岗。拟建项目运行后，公司将继续按照人员培训组织辐射工作人员进行辐射安全和防护培训。

③个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。

建设单位根据要求，委托重庆联尔医学研究院有限公司承担公司辐射工作人员个人剂量监测工作，监测周期为三个月，符合要求。另外，辐射工作人员上岗期间，要求必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，防止个人剂量计遗失和监测结果异常。

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。

建设单位应定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，每年至少一次体检，检查结果合格方可继续原放射工作。拟建项目运行后，公司将继续按照规定组织辐射工作人员进行职业健康检查。

（3）射线装置台账管理

续表 12 辐射安全管理

建设单位应制定射线装置台帐管理制度，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。建立射线装置使用登记制度，每次进行无损检测应进行基本信息记录。

建设单位已制定了射线装置使用和探伤管理等制度，保障探伤工作的有序开展和射线装置的正常运行。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：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》（公告 2019 年第 57 号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台免费学习相关知识。

目前，公司已制定了《辐射工作安全防护管理制度》、《X射线探伤操作规程》、《放射设备维修保养制度》，包括X射线机操作的基本要求、操作步骤和设备保养维护等内容；建设单位已制定了《辐射安全管理领导小组职责》、《X射线机探伤室辐射防护规章制度》、《人员培训计划》等，包括岗位职责、人员培训、剂量监测、探伤室探伤等内容；建设单位已制定了《X射线机台帐管理制度》，包括设备的领用、使用、归还、维护保养规定、设备档案管理规定等内容；公司已制定了《放射性事故应急预案》，包括事故分级、应急指挥系统、器材和通讯联络、应急队伍、培训和演练、预防措施、应急响应和保障措施等内容。以上辐射安全管理制度和应急预案内容全面，满足X射线探伤室探伤管理要求。建设单位应根据拟建项目探伤室探伤的运行管理要求补充探伤室相关的操作规程、岗位职责、监测方案等规章制度，进一步修订完善各项管理规章制度和《放射性事故应急预案》，增强针对性和可操作性。

（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，建立放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放射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射

续表 12 辐射安全管理

工作三十年。

拟建项目放射工作人员到位后，应认真落实相关制度，将放射工作人员的健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案保存。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。

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。

（5）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。

公司建立并落实了年度评估等制度，公司往年都对射线装置的运行和辐射防护等进行了总结，编制《放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交。

12.3 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。核安全文化表现在核技术利用单位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。公司建立了安全管理体系，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化处并加以纠正。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。

续表 12 辐射安全管理

12.4 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》，公司从事拟建项目辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事拟建项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或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。	拟按要求定员定岗。
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。	拟建项目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，培训合格方可上岗。拟建项目运行后，公司将继续按照人员培训组织辐射工作人员进行辐射安全和防护培训。
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。	设备在曝光室内工作，曝光室有足够厚的曝光室进行屏蔽；设备安装到位后，拟设置门机联锁、灯机联锁、电离辐射警示标志以及工作状态指示灯、紧急停机按钮。
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。	专职辐射工作人员均拟配备个人剂量计、辐射报警仪。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	待拟建项目建成运营前，将按照相关规定和要求完成，并将相应制度张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	待拟建项目建成运营前，将按照相关规定和要求完成。

根据上表可知，建设单位在落实上述要求后，方具备从事拟建项目辐射活动的能力，拟建项目方可投入正式运行。

12.5 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》、《工业X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

建设单位可配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对探伤室曝光室周围环境进行监测，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

续表 12 辐射安全管理

括：

（1）个人剂量监测

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，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。

监测频率：3 个月测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

（2）工作场所环境监测

建设单位在项目建成后应对探伤室的曝光室外周围剂量当量率进行监测，监测包括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；公司日常巡测每周一次，年度评估委托有资质单位每年监测一次；涉及设备大修后等也应进行监测；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：探伤室的曝光室周围屏蔽体外、防护门外 30cm 处、屏蔽体搭接处，以及屏蔽体穿墙管线、门缝等辐射防护薄弱处。

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》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。

12.4.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（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。

拟建项目使用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

续表 12 辐射安全管理

故。

12.4.2 事故应急方案与措施

(1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，并立即向上级部门报告，并根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、县生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。报告联系电话如下：

公司联系电话：023-67191982

政务服务便民热线：12345

渝北区卫生健康委员会：023-67821062

渝北区生态环境局：023-89181997

公安报警电话：110

(2) 辐射事故应急处置措施

拟建项目设备发生辐射事故时，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。

(3) 辐射事故后处理

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，配合相关部门作好事故调查处理，并作好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害人员，事故单位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。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。

12.7 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 12-2 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框，上墙	2.0

续表 12 辐射安全管理

警示标志	张贴正确, 有中文说明	
辐射防护与安全措施	曝光室门机联锁、灯机联锁、紧急停机按钮、声光警示装置等 (曝光室防护体计入项目投资)	8.0
防护监测设备	个人剂量计、辐射报警仪	6.0
废胶片、定影液、显影液、清洗废液	交有危废处理资质的单位, 签定的收集处理协议	4.0
合计	/	20.0

12.8 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程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。公司应按规定组织自主验收，编制验收报告。拟建项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 竣工环境保护验收要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	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
2	设备	定向探伤机 1 台, 额定电压≤300kV, 电流≤5mA。	不发生重大变更
		周向探伤机 1 台, 额定电压≤300kV, 电流≤5mA。	
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、年度评估制度、应急预案等。	齐全
4	环保措施	曝光室的穿墙电缆线、管线孔等均采用“U”型走向, 不影响曝光室的屏蔽能力。 曝光室和操作室之间安装有监视系统（全方位监控）、对讲设备；曝光室内和操作台上均设置急停按钮, 其中曝光室内墙体上设置急停按钮（3 个）。 探伤机与防护门联锁, 在防护门未关闭时, 探伤机不能出束。 设置灯机联锁, 工作状态指示灯能正常显示探伤机的工作状态。 曝光室外电离辐射警示标志等设置位置合理；声光警示装置（共 4 个）等正常运行。 设置视频监控系统, 能全方位观察曝光室情况。 每名辐射工作人员各配置 1 枚个人剂量计, 配置 2 个辐射报警仪。	符合相关要求
5	人员要求	配置不少于 2 名辐射工作人员, 持证上岗, 4 年进行 1 次复训。	原环保部令 3、18 号

续表 12 辐射安全管理

6	废胶片、定影液、显影液、清洗废液	废胶片存放在评片室收纳箱内，洗片废液在暗室内危废收集桶内暂存，交有危废处理资质的单位收集处置，并与之签订收集处理协议。危废收集桶3个，废液不混合暂存。废液收集桶应有明显的标示，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进行联单管理，联单存档。		/
7	电离辐射	剂量管理目标限值	辐射工作人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ 公众成员 $\leq 0.1\text{mSv/a}$	
墙体外剂量率控制 曝光室屏蔽体外30cm处周围剂量当量率不大于本评价剂量率控制水平。				

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

重庆翔源制冷设备股份有限公司在已建生产厂房内布置 X 射线探伤机, 建设重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区(专用探伤室项目), 开展重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂房项目配套的压力容器的无损检测工作。项目总建筑面积约 80.26m², 劳动定员 2 人, 全年曝光次数约 10000 次(定向机一次一张, 周向机一次 5-6 张, 本评价按最大量计算, 全年共计 47500 张)。

项目总投资 50 万元, 其中环保投资约 20 万元。

13.1.2 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》(2019 年本), 拟建项目属于“第一类 鼓励类”中“十四机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”, 项目符合国家产业政策。

13.1.3 实践正当性评价

项目使用 X 射线探伤的目地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利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害, 项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.1.4 辐射环境质量现状

根据监测统计结果可知, 拟建项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 64nGy/h~66nGy/h 之间(未扣除宇宙射线), 根据《2021 年重庆市生态环境状况公报》, 重庆市 2021 年环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h(未扣除宇宙射线的响应值)。两者相比, 项目所在环境 γ 辐射剂量率与重庆市 2021 年环境地表 γ 空气吸收剂量率相比, 无明显差异。

13.1.5 选址合理性分析及布局合理性

续表 13 结论与建议

项目位于公司内部，公众成员一般很少进入，同时，曝光室设置在生产厂房北侧，位于生产厂房一端，曝光室周围流动人员很少，有利于曝光室辐射防护的管理，项目选址合理。

拟建项目探伤室拟配套设置控制室、暗室等辅助用房，功能齐全。控制室拟设置在探伤室东侧外，避开有用线束照射的方向。探伤室拟设置人员门和单独的工件门，人员门拟设置在探伤室东侧且采用有迷路型式，避开有用线束照射的方向，工件门拟设置在探伤室西侧，也已避开有用线束照射的方向，且靠近货物出入口，便于工件运输。因此，拟建项目探伤室平面布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，布局合理。

13.1.6 辐射防护与安全措施

建设单位拟对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区。控制区范围为曝光室，监督区范围为曝光室外的操作室、暗室，曝光室北侧与办公楼之间的通道、轨道区及曝光室南侧方向屏蔽外 30cm 范围内区域。

设备自带多种固有安全性，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。

迷路墙东侧外墙、内墙为 400 墙 mm 厚混凝土，其余迷路墙体及曝光室墙体、顶棚均为 600mm 厚混凝土；人员门和工件门厚度分别为 10mmPb 和 25mmPb，根据效核，在现有屏蔽体设计厚度下，探伤机工作时，曝光室四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）屏蔽防护的要求，屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于本评价剂量率控制水平。屏蔽体的安装、搭接等均由有资质的生产厂家承担；防护门与曝光室屏蔽墙体的搭接长度需保证曝光室的整体屏蔽能力。穿越防护墙的管道（电缆线管、排风管）采用“U”型，穿墙深度低于地面 0.30m，不削弱曝光室的屏蔽能力。

曝光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

续表 13 结论与建议

护用品及监测仪器设备。

曝光室设计有机械排风系统，具有良好的通风。

综上所述，拟建项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《工业 X 射线曝光室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关要求。

13.1.7 环境影响分析结论

根据核算，辐射工作人员、公众成员的年附加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。

拟建项目运行时，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，能为环境所接受。

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。

废显影液、定影液、清洗废液属于危险废物，在暗室内危废收集桶内暂存，然后交有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，暂存在档案室的收纳箱内。

13.1.9 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，保证辐射工作人员持证上岗，并四年复训；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

综上所述，重庆翔源制冷设备股份有限公司重庆翔源制冷设备股份有限公司新厂区（专用探伤室项目）符合国家产业政策，选址和布局合理。在完善相应的污染防治措施和管理措施后，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，

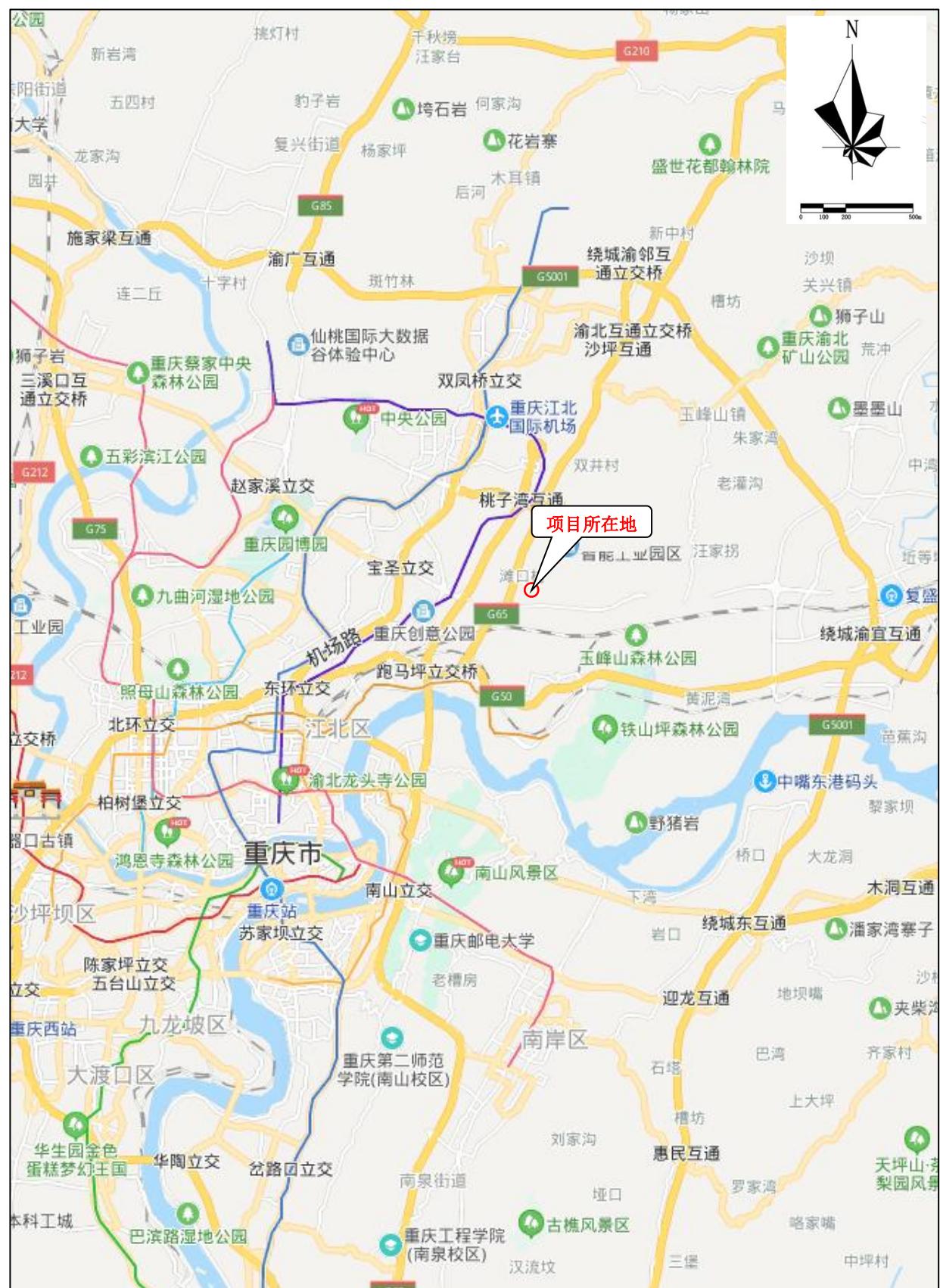
续表 13 结论与建议

从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

13.2 建议

(1) 加强对辐射工作人员专业知识和业务工作的定期培训，提高操作熟练程度，从而最大程度地降低受照剂量、避免辐射事故的发生。

(2) 根据新的法律法规和行业标准并结合实际工作，不断对规章制度进行补充完善。



附图1 项目地理位置示意图