

核技术利用建设项目
管道加工生产项目（辐射部分）

环境影响报告表

（公示版）

建设单位：重庆宏润清朗金属结构有限公司

编制单位：重庆雅城环保科技有限公司

二〇二二年四月

生态环境部监制

管道加工生产项目（辐射部分）
环境影响报告表

建设项目名称：重庆宏润清朗金属结构有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

张坤

通讯地址：重庆市永川区永川高新区三教产业园

邮政编码：402160


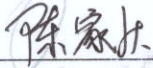
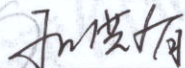

联系人：陈家庆

电子邮箱：

联系电话：186*****35

打印编号: 1642405912000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	139yk1		
建设项目名称	管道加工生产项目 (辐射部分)		
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)	重庆宏润清朗金属结构有限公司		
统一社会信用代码	91500118MAABNETR44		
法定代表人 (签章)	张坤 		
主要负责人 (签字)	陈家庆 		
直接负责的主管人员 (签字)	孙洪有 		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆雅城环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91500112MA60BN9K1W		
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
夏飞	2015035550350000003512550225	BH007065	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
田渺	项目建设情况、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	BH043012	
夏飞	辐射安全管理、结论与建议	BH007065	

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 重庆雅城环保科技有限公司（统一社会信用代码 91500112MA60BN9K1W）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 管道加工生产项目（辐射部分） 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 夏飞（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2015035550350000003512550225，信用编号 BH007065），主要编制人员包括 田渺（信用编号 BH043012）、夏飞（信用编号 BH007065）（依次全部列出）等 2 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位（公章）：

2022年1月17日



重庆宏润清朗金属结构有限公司关于同意《管道加工生产项目（辐射部分）》报审的确认函

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆雅城环保科技有限公司编制的《管道加工生产项目（辐射部分）环境影响报告表》（报审版）。全文我公司已阅读，报告表中描述的建设内容及与实际一致，我公司认可该报告提出的各项环保措施。现向贵局报审环评文件。

重庆宏润清朗金属结构有限公司（盖章）

2022年4月18日



重庆宏润清朗金属结构有限公司关于同意《管道加工生产项目（辐射部分）》的公示说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆雅城环保科技有限公司编制的《管道加工生产项目（辐射部分）环境影响报告表》（公示版），我单位已对报告表（公示版）内容进行了审阅，无涉密内容，我单位同意对报告表（公示版）全文进行公示，并对公开的环评文件全文负责。

重庆宏润清朗金属结构有限公司（盖章）

2022年4月18日



表 1 项目基本情况

建设项目名称	管道加工生产项目（辐射部分）				
建设单位	重庆宏润清朗金属结构有限公司 (统一社会信用代码: 91500118MAABNETR44)				
法人代表	张坤	联系人	陈家庆	联系电话	18*****35
注册地址	重庆永川国家高新区三教产业园区内				
项目建设地点	重庆永川国家高新区三教产业园区重庆宏润清朗金属结构有限公司 3#厂房内				
立项审批部门	重庆市永川区发展和改革委员会		批准文号	2105-500118-04-05-405733	
建设项目总投资（万元）	50	项目环保投资（万元）	5.5	投资比例（环保投资/总投资）	11%
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 ）	201
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	/				
项目概述					
1.1 建设单位概况					
重庆宏润清朗金属结构有限公司（以下简称“宏润清朗公司”），成立于 2021 年 4 月 15 日，位于重庆市永川国家高新区三教产业园区内（D03-02-1/02-07 地块），					

续表 1 项目基本情况

地理位置详见附图 1。

根据市场发展需求,宏润清朗公司在重庆市永川国家高新区三教产业园区内(D03-02-1/02-07 地块)建设“管道加工生产项目”。建设 1 条螺旋钢管生产线、1 条直缝钢管生产线、1 条全自动钢管防腐喷涂生产线,年产钢管 12 万吨。项目总投资 10000 万元,其中环保投资 300 万元。

2021 年 5 月 24 日,重庆市永川区发展和改革委员会对该项目予以备案,备案编码 2105-500118-04-05-405733,详见附件 2。2022 年 2 月 17 日,重庆市永川区生态环境局以渝(永)环准[2022]006 号《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》对《重庆宏润清朗金属结构有限公司管道加工生产项目环境影响报告表》予以批复,详见附件 3。

1.2 项目由来

重庆宏润清朗金属结构有限公司为保障产品质量,在 3#厂房内投资 50 万元,建设一座 X 射线专用探伤室,并配置一套 X 射线辐射数字成像检测系统(的 X 射线机为定向型,II类射线装置,型号为 XY-225 型,额定电压 225kV、额定电流 8mA),开展公司生产的螺旋钢管的无损检测工作。

重庆宏润清朗金属结构有限公司管道加工生产项目于 2021 年 10 月开始建设(其中包括探伤室及配套的 X 射线辐射数字成像检测系统)。目前,该项目已建成厂房及部分生产线,但整个生产线及探伤室均未运行。该项目建设中的探伤室及配套的 X 射线辐射数字成像检测系统属于未批先建项目。重庆市永川区生态环境局组织召开了 2022 年第 1 次环境违法案件调处会(调处会纪要详见附件 5),根据《环境行政处罚办法》第七条“违法行为轻微并及时纠正,没有造成危害后果的,不予行政处罚”的规定,鉴于重庆宏润清朗金属结构有限公司管道加工生产项目主动中止违法行为,且违法行为轻微并及时纠正,没有造成危害后果,会议决定不予处罚,责令尽快完善环保手续。目前,企业正在积极办理环保手续。

根据关于发布《射线装置分类》的公告(环境保护部、国家卫生计生委公告,公告 2017 年第 66 号,2017 年 12 月 5 日施行)的相关规定,工业用 X 射线探伤装置属于 II 类射线装置。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年

续表 1 项目基本情况

版)中第五十五项:核与辐射中第 172 条、核技术利用建设项目中的“生产、使用II类射线装置的”应编制环境影响报告表,并在取得环评批复后及时申领辐射安全许可证。

为此,重庆宏润清朗金属结构有限公司委托重庆雅城环保科技有限公司对“管道加工生产项目(辐射部分)”(以下简称“本项目”)开展环境影响评价工作。重庆雅城环保科技有限公司接受委托后,通过现场踏勘、收集资料并结合现场监测等工作的基础上,结合项目特点,按照核技术利用项目环境影响评价技术规范的要求,编制了《管道加工生产项目(辐射部分)环境影响报告表》。

1.3 项目建设规模

(1) 项目概况

本项目在重庆宏润清朗金属结构有限公司 3#厂房内建设一座 X 射线专用探伤室,配置一套 X 射线辐射数字成像检测系统(X 射线机为定向型,型号 XY-225,额定电压 225kV、额定电流 8mA),对公司生产的螺旋钢管进行 X 射线无损检测。本项目仅开展专用探伤室内探伤,无现场探伤作业。

项目的建设内容一览表见表 1-1。探伤室平面及剖面示意图 1-1 至图 1-3。

表 1-1 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	探伤室	探伤室作为 X 射线机的工作场所,布置在 3#厂房内东南侧,单层混凝土结构,内空间尺寸长 29.6m×宽 4.5m×高 4.45m,室内水平面以下挖有一个凹槽,布设有两条行车运行轨道,凹槽尺寸长 26m×宽 3.4m×深 1.13m(距水平面),凹槽内还设有一条浅沟,尺寸为长 22m×宽 0.6m×深 1.93m(距水平面)。探伤室内空间面积为 100.64m ² ,内空间体积约 700m ³ 。	已建成
	配置的设备	购置 1 套 X 射线辐射数字成像检测系统,由 XY-225 型 X 射线机系统(定向型,主射方向为竖直向上,由控制器、X 射线管(型号 MXR-225HP/11)、高压电缆、高频阴极高压发生器、冷却器组成)、数字成像系统(型号 VXTF-1515)、图像处理系统(计算机、显示器、图像处理软件)、电气控制系统、机械传动系统(X 射线管探臂总成、成像板架车总成、运管车等组成)、射线防护系统等组成。	已建成
辅助工程	控制室	控制室 1 间,建筑面积 21.85m ² ,为辐射工作人员工作场所。	已建成
	空置房间	空置房间 1 间,与控制室紧邻,建筑面积约 2m ² ,为预留的房间,暂无功能用途,后续拟作为资料室,存放探伤工作相关的档案资料。	已建成
	动力室	动力室 1 间,建筑面积 13.25m ² ,用于放置为系统提供	已建成

续表 1 项目基本情况

		动力的相关设备。	
公用工程	供水	来自市政供水管网。	依托
	排水	工作人员生活污水依托厂区生化池处理。	依托
	供电	由区域供电线网供电，不另设备用电源。	依托
环保工程	辐射防护	探伤室四周墙体混凝土厚度为 500mm，顶棚墙体厚度为 550mm，工件进出铅门和人员进出铅门屏蔽效能均为 6mm 铅当量，防护门与墙体有一定的搭接宽度。	已建成
		穿越防护墙的管道拟在线管出口设置 3mmPb 铅屏蔽盖板，对管道穿墙处的屏蔽效能进行补偿；探伤室排风管拟采用 3mmPb 铅板包裹，包裹长度不小于 1m（沿管道进风口至出顶棚防护墙后的距离），补充排风系统对墙体屏蔽效果的削弱。	新建
	废水处理	工作人员生活污水依托厂区生化池处理。	依托
	废气处理	探伤室顶棚南侧设置一个排风口，抽风量为 2800m ³ /h，抽风换气次数为 4 次/h，废气通过管道引至 3#厂房楼顶 15m 高排气筒排放。	新建
	固废处理措施	工作人员产生的生活垃圾依托厂区生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一处理。X 射线机去功能化后交物资回收单位处置。废阴极射线管交有资质单位处置。	依托

注：X 射线辐射数字成像检测系统无贴片、洗片等工序。因此，不产生洗片废水、废旧胶片等废物。

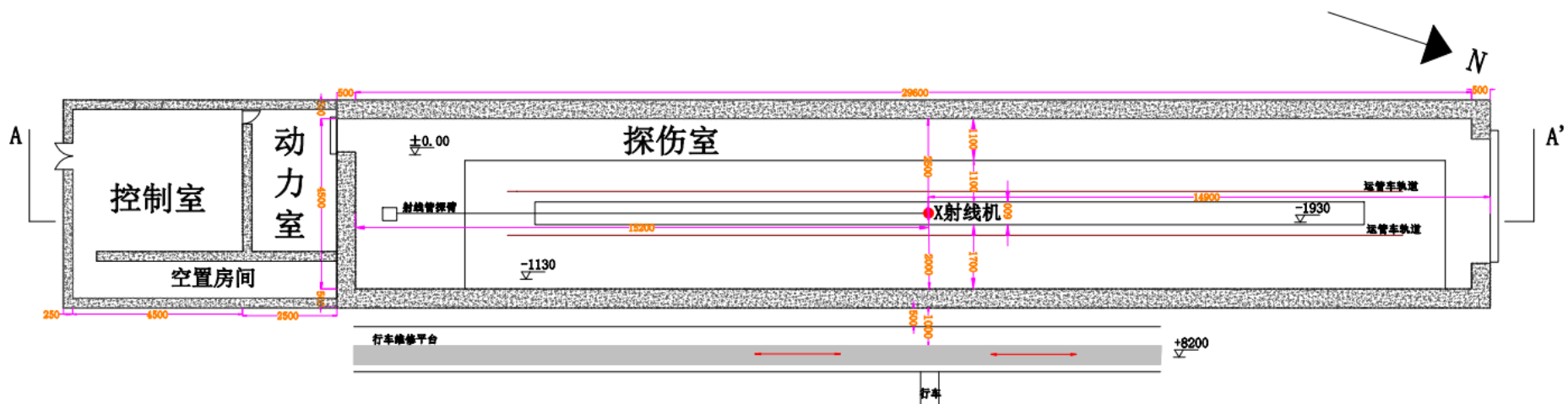


图 1-1 探伤室平面示意图（俯视图） 单位：mm

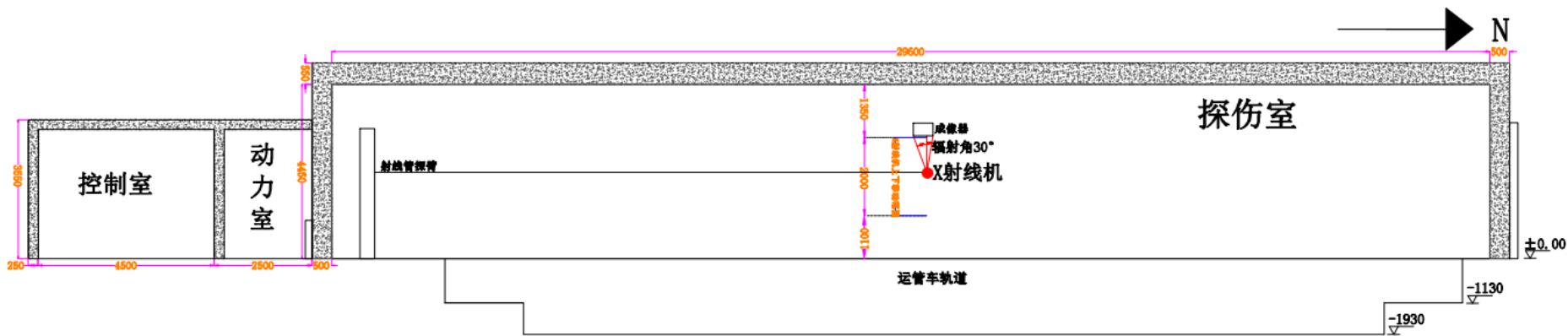


图 1-2 探伤室剖面示意图（A-A' 剖面） 单位：mm

续表 1 项目基本情况

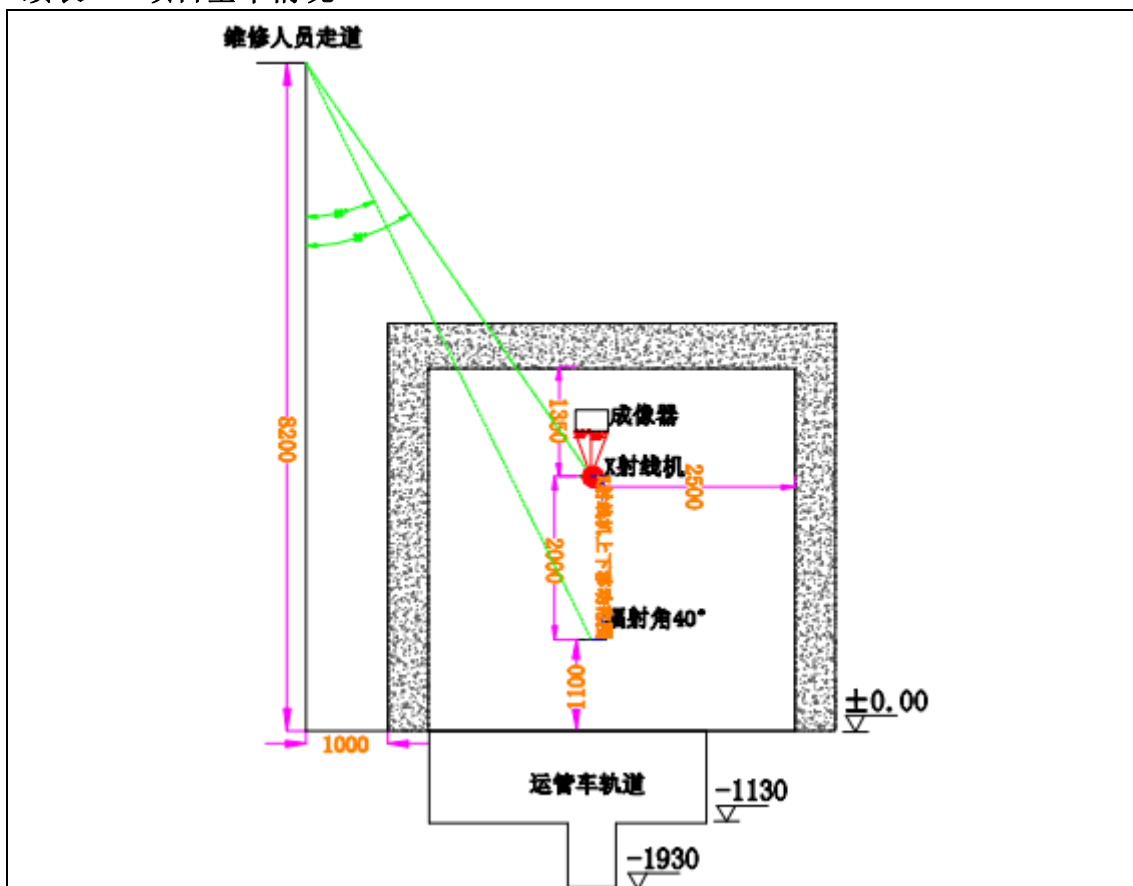


图 1-3 探伤室剖面示意图（正视图） 单位：mm

(2) 项目屏蔽设计方案

本项目探伤室的屏蔽设计方案如下表所示。

表1-2 本项目探伤室屏蔽设计情况表

建筑名称	内空尺寸（长×宽×高）	设计情况	
探伤室	29.6m×4.5m×4.45m	顶棚（主射墙体）	550mm混凝土
		四周墙体	500mm混凝土
		防护门	工件出入门：6mm铅当量 人员出入门：6mm铅当量

注：铅密度11.3g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³。

(3) 设备概况

本项目购置 1 套 X 射线辐射数字成像检测系统，其具体组成见表 1-3。

表1-3 X 射线辐射数字成像检测系统设备组成一览表

序号	名称	规格	数量
1	X射线机系统（定向型）	XY-225	1套
1.1	X射线管	MXR-225HP/11	1支
1.2	高压电缆	P3/250-R24SL-R28SL-20m	1根
1.3	高频阴极高压发生器	HS-225C	1台

续表 1 项目基本情况

1.4	冷却系统	RJS-3	1台
2	数字成像系统	VXTF-1515	1套
3	图像处理系统	/	1套
4	电气控制系统	/	1套
5	机械传动系统	/	1套
5.1	X射线管悬臂机构	/	1套
5.2	成像板固定机构	/	1套
5.3	运管平车	载重20t	1台
5.4	打标器	/	1套

本项目 X 射线装置主要技术参数见表 1-4。

表1-4 X 射线装置主要技术参数一览表

射线装置名称及型号	数量	设备主要技术参数		射线管			照射方向
		最大管电压	最大管电流	焦点尺寸	辐射角度	连续功率	
XY-225型X射线机系统	1台	225kV	8mA	0.4mm/ 1.0mm	40°×30°	800W/ 1800W	固定，竖 直向上

注：过滤条件：0.8mm铍+1.0mm铜

(4) 探伤工件情况

本项目主要对宏润清朗公司生产的螺旋钢管进行 X 射线无损检测，不对外开展 X 射线无损检测。检测工件的参数见表 1-5。

表 1-5 检测工件的相关参数一览表

工件名称	材质	尺寸	厚度
螺旋钢管	不锈钢	内径 DN600-DN2600mm，长度 6-12m	8-22mm

本项目探伤室内宽 4.5m、高 4.45m，工件进出口宽 3.0m、高 3.5m，能够满足本项目最大螺旋钢管尺寸（内径 2600mm，长度 12m，厚度 22mm）进出检测的要求。

本项目所探伤的螺旋钢管及探伤机照片详见图 1-4。

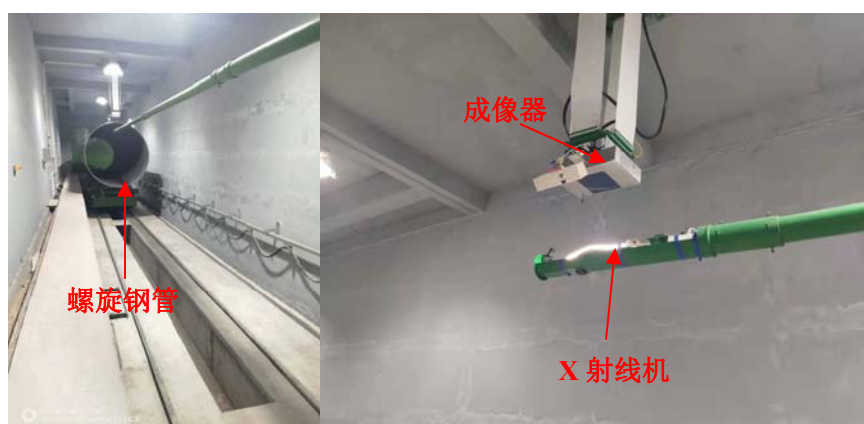


图 1-4 所探伤的螺旋钢管及探伤机照片

续表 1 项目基本情况

(5) 计划工作量

项目 XY-225 型 X 射线机单次最长照射时间为 12min，全年照射次数约 6300 次。X 射线机工作情况见表 1-6。

表 1-6 X 射线机工作负荷一览表

设备型号	单次最长照射时间	年最大照射次数	年最长照射时间	周最大照射次数	周最长照射时间
XY-225型（定向型）	12min	6300次	1260h	126次	25.2h

(6) 工作制度和劳动定员

①工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 300 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

②人员配置：本项目建设单位拟配置 2 名辐射工作人员和 1 名辐射安全管理人员（辐射安全管理人员纳入辐射安全管理，但不纳入职业照射人员管理）。

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
公用工程	项目供电、供水等共用工程依托厂区公用设施。	项目供电、供水设施依托厂区设施。厂区为市政供电、市政管网供水。因此，项目依托厂区公用设施可行。
环保工程	依托厂区生化池	宏润清朗公司建设1座生化池（处理能力20m³/d），本项目配置的工作人员已纳入公司劳动定员内，生活污水在企业预算范围内，本项目可依托。
	依托危废暂存间	企业设有危废暂存间，位于3#厂房的西侧，面积约6m²。产生的废阴极射线管暂存于危废暂存间，交有资质单位处置。
	依托生活垃圾收集系统	厂区设有生活垃圾收集系统，工作人员产生的生活垃圾依托收集后交环卫部门统一处理。

1.5 环境保护目标

本项目配置的 X 射线机为II类射线装置，污染因子为 X 射线。本项目探伤工作场所固定，场所为宏润清朗公司 3#厂房内部指定区域，影响范围为探伤室周边工作人员及公众人员。

根据现场勘查，探伤室划定区域位于宏润清朗公司 3#厂房内东南侧。宏润清朗公司 3#厂房外西侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为重庆军特机械有

续表 1 项目基本情况

限公司；南侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为路瑞特科技有限公司；北侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为宏润清朗公司厂区出入口；东侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为宏润清朗公司 1#厂房和 2#堆场。

探伤室东侧为行车区、直缝钢管生产线（焊接区、卷板区和成品堆场等），西侧为直行传送区、超声波检查区、修补区等，南侧为动力室、控制室、空置房间，北侧为直行传送、螺旋钢管生产线（焊接、成型、开卷等）。

探伤室东侧和西侧均设有维修平台，探伤室西侧维修平台距探伤室水平距离约 23m，维修平台上维修人员的通道距离探伤室水平距离 23.5m，离地高度 8.2m；探伤室东侧维修平台距探伤室水平距离 0.5m，维修平台维修人员的通道距离探伤室水平距离 1.0m，离地高度 8.2m。

故本项目的�主要环境保护目标为探伤室周边 50m 范围内的辐射工作人员和公众人员，包括操作射线装置的辐射工作人员和监督区外的公众成员（3#厂房内宏润清朗公司的员工及 3#厂房外南侧、东侧的流动人员）。

1.6 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

重庆宏润清朗金属结构有限公司为首次开展核技术利用工作。根据现场监测，本项目建址的环境 γ 辐射剂量率与重庆市的环境 γ 辐射剂量率无明显差异。

根据调查，本项目探伤室已建设完成，施工期已结束。施工期无环境遗留问题。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及放射源								

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及非密封放射性物质										

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线机	II类	1	XY-225 型	225	8	无损检测	探伤室	定向型
以下空白									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
报废 X 射线机	固态	/	/	/	/	/	/	去功能化后交物资回收单位处理
废阴极射线管	固态	/	/	/	/	/	/	交有危废处理资质单位处理
(以下空白)								

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 日施行（修订版）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</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) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行（修订版）；</p> <p>(5) 《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；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2019 年 8 月 22 日修订；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部 部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号；</p> <p>(10) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部、国家卫生计生委公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行（修订版）；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，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》，部令第 23 号，2022 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 关于发布《危险废物产生单位管理计划制定指南》的公告，环境保护部公告 2016 年第 7 号，2016 年 1 月 26 日印发；</p> <p>(14) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(15) 《重庆市辐射污染防治办法》（重庆市人民政府令第 338 号），2021 年 1 月 1 日施行；</p>
------	---

续表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(16) 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。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及 2017 年修改单； (4) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (6) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； (7) 《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>其他</p>	<p>(1) 项目探伤设备相关参数信息； (2) 《医用外照射源的辐射防护（ICRP33 号）》，国际放射防护委员会第 33 号出版物； (3) 项目辐射环境监测报告； (4) 建设单位提供的其他资料。</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，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围为评价范围。因此，本项目以探伤室边界周围 50m 的范围作为项目辐射环境影响评价的范围，项目评价范围及环境保护目标分布见附图 5。

7.2 项目环境敏感目标

(1) 项目所在厂房周围环境状况

本项目探伤室位于重庆市永川区永川高新区三教产业园内（D03-02-1/02-07 地块）重庆宏润清朗金属结构有限公司 3#厂房内。宏润清朗公司 3#厂房外西侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为重庆军特机械有限公司；南侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为路瑞特科技有限公司；北侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为宏润清朗公司厂区出入口；东侧为宏润清朗公司厂区内道路，更远处为宏润清朗公司 1#厂房和 2#堆场。

(2) 项目探伤室周围环境状况

探伤室**东侧**为行车区、直缝钢管生产线（焊接区、卷板区和成品堆场等），**西侧**为直行传送区、超声波检查区、修补区等，**南侧**为动力室、控制室、空置房间，**北侧**为直行传送、螺旋钢管生产线（焊接、成型、开卷等）。

本项目 3#厂房为 1 层地上建筑，探伤室地下无建筑。探伤室西侧有一维修平台距探伤室水平距离约 23m，维修平台上维修人员的通道距离探伤室水平距离 23.5m，离地高度 8.2m，较探伤室顶部高 3.2m；探伤室东侧有一行车维修平台，距离探伤室水平距离 0.5m，维修平台上维修人员的通道距离探伤室水平距离 1.0m，离地高度 8.2m，较探伤室顶部高 3.2m，处于自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，但不位于射线主射范围内。

项目所在厂房周围环境见附图 2，项目所在厂房内布置见附图 3，项目评价范围及环境保护目标分布见附图 5。本项目环境保护目标汇总见表 7-1。

表 7-1 项目探伤室环境保护目标汇总表

环境保护目标	相对探伤室方位	与探伤室水平距离	与探伤室垂直距离	人数
（控制室、动力室、空置房间）辐射工作人员	南侧	紧邻	/	工作人员 2 人

续表 7 保护目标与评价标准

3#厂房内南侧通道公众成员	南侧	7.25~22m	/	流动人员
3#厂房外南侧宏润清朗公司道路公众成员	南侧	22m~35m	/	流动人员
南侧路瑞特科技有限公司内道路公众成员	南侧	≥35m	/	流动人员
行车区公众成员	东侧	1~2m	/	流动人员
行车维修平台公众成员	东侧	1~2m	3.2m	1~2 人
直缝钢管生产线公众成员	东侧	2~29m	/	约 15 人
3#厂房外东侧宏润清朗公司道路公众成员	东侧	≥29m	/	流动人员
直行传送区公众成员	西侧	1~2m	/	流动人员
超声波检查区、修补区等公众成员	西侧	≥2m	/	约 10 人
行车维修平台公众成员	西侧	23.5~24.5m	3.2m	1~2 人
直行传送区公众成员	北侧	1~3m	/	流动人员
螺旋钢管生产线公众成员	北侧	≥3m	/	约 10 人

7.3 评价标准

(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。

B1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 应对工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述控制值。

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv 作为职业照射剂量限值。

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

第 B1.2 款 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过下述控制值: 年有效剂量 1mSv。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

该标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、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。

第 4 条 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

第 4.1.3 条 X 射线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 μ Sv/

续表 7 保护目标与评价标准

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；

b) 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

第 4.1.11 条 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)

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

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

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： $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

第 3.1.2 条 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

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 和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和传出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(4) 标准汇总

续表 7 保护目标与评价标准

建设单位综合考虑本项目辐射工作人员工作负荷及周围公众成员居留环境情况，从辐射防护最优化原则，确定本项目涉及的辐射工作人员及公众成员中关键人群的年有效剂量管理目标值分别为：辐射工作人员职业照射5mSv/a、公众照射0.25mSv/a。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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0.1mSv/a-0.3mSv/a），本项目公众成员年辐射剂量控制目标值均取GB18871-2002中年剂量限值的25%，在第11.4.3.2款规定的范围之内，满足GB18871-2002要求。综上所述，确定本项目的辐射剂量水平控制值等相关要求汇总见表7-2所示。

表 7-2 本项目辐射剂量水平控制值等相关要求汇总表

序号	项目	相关要求	采用的标准
1	辐射剂量控制目标	对职业工作人员 $\leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众 $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。 辐射工作人员年剂量： $\leq 5\text{mSv}/\text{a}$ 公众成员年剂量： $\leq 0.25\text{mSv}/\text{a}$	GB 18871-2002、GBZ 117-2015、GBZ/T 250-2014
2	探伤室外剂量率要求	根据后文计算，探伤室南侧和顶棚屏蔽体外30cm处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；东侧、北侧和西侧屏蔽体外30cm处周围剂量当量率不大于 $0.2\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	GBZ/T 250-2014、GBZ117-2015
3	通风要求	有效通风换气次数应不小于3次/h	GBZ 117-2015

(6) 其他标准

本项目生活污水依托厂区生化池处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入市政污水管网；探伤室产生的臭氧和氮氧化物应满足《工业场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中限值要求；厂界噪声应满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中3类标准要求。

表 7-3 其他污染物排放标准

序号	污染物种类	控制值	采用的标准
1	废气（臭氧、氮氧化物）	臭氧： $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 氮氧化物： $5\text{mg}/\text{m}^3$	《工业场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）
2	生活污水（COD、NH ₃ -N、SS、BOD ₅ ）	COD:500mg/L NH ₃ -N:45mg/L SS:400mg/L BOD ₅ :300mg/L	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准
3	噪声	昼间65dB（A）	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中3类标准

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

永川区地处重庆西部，距重庆主城区 55km，位于长江上游北岸，地处东经 105°38'~106°05'、北纬 28°56'~29°34'之间。重庆永川国家高新区三教产业园区位于永川区三教镇，三教产业园紧邻重庆三环高速，位于成渝经济区腹地，东临铜梁、璧山，北接大足、安岳，西临泸州、荣昌，南毗江津、合江，处成渝、渝蓉高速公路“工”字型核心，距永川城区约 20 公里。

重庆宏润清朗金属结构有限公司位于重庆永川国家高新区三教产业园区 D03-02-1/02-07 地块。本项目探伤室位于重庆宏润清朗金属结构有限公司的 3# 厂房内东南侧。

本项目地理位置见附图 1，项目 3#厂房周围环境见附图 2，项目 3#厂房内平面布置见附图 3，本项目现场照片详见附图 6，本项目探伤室及 3#厂房周围环境现状见图 8-1。



续表 8 环境质量和辐射现状



图8-1 本项目探伤室及3#厂房周围环境现状图

8.2 辐射水平现状

为掌握本项目所在地辐射环境质量现状,重庆宏润清朗金属结构有限公司委托重庆市辐射技术服务中心有限公司于2021年12月21日对本项目地的环境 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。

(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	《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

(3) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况表

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

续表 8 环境质量和辐射现状

X-γ辐射监测仪 FH40G-L10+FHZ672E	030923+10814	2021091400564	20220924	1.17
-------------------------------	--------------	---------------	----------	------

(4) 监测点位：共设8个点。具体监测布点见表8-3，监测点位示意图8-2。

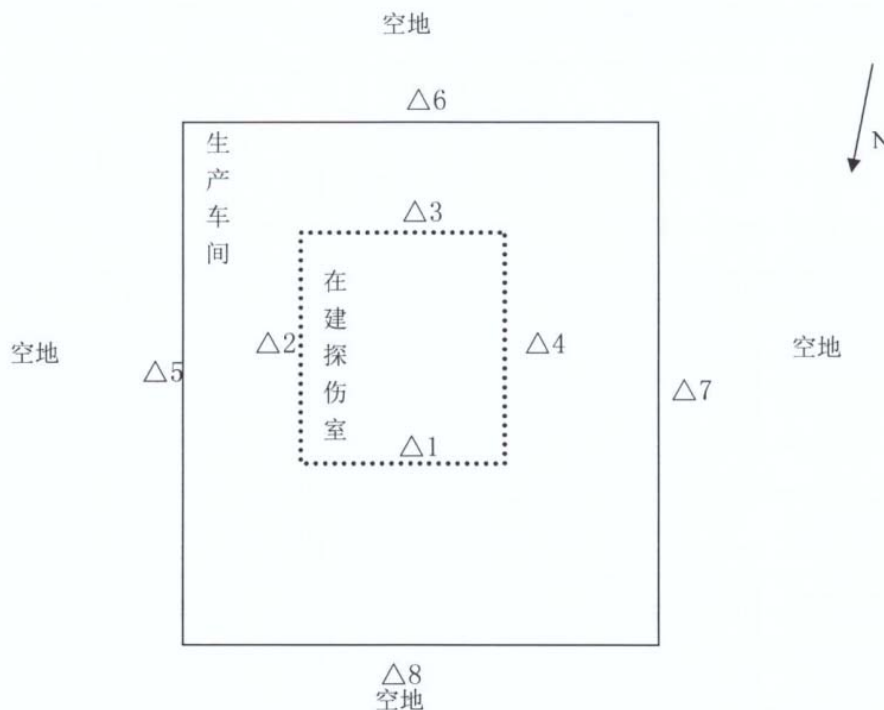


图 8-2 本项目监测点位示意图

监测布点合理性分析：

本项目监测点位分别布设在探伤室内、探伤室外东侧、南侧和西侧、3#厂房外东侧、南侧、西侧和北侧，即探伤室所在地内外均布设了监测点位。监测布点较全面地考虑了项目所在厂址及其周围辐射环境水平，总体上可以反映项目所在地辐射环境水平。

(5) 质量保证措施

监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度；检测人员持证上岗规范操作；监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。因此，监测结果有效。

(6) 监测结果统计：

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 本项目辐射环境监测结果统计

监测点位编号	监测点位描述	环境γ辐射剂量率 (nGy/h)
--------	--------	------------------

续表 8 环境质量和辐射现状

Δ1	探伤室内	62.2
Δ2	探伤室外东侧	48.4
Δ3	探伤室外南侧	76.9
Δ4	探伤室外西侧	57.3
Δ5	生产车间外东侧	80.2
Δ6	生产车间外南侧	83.8
Δ7	生产车间外西侧	63.8
Δ8	生产车间外北侧	61.7

根据监测统计结果可知,本项目所在厂址及周围环境 γ 辐射剂量率的监测值在 48.4nGy/h~83.8nGy/h 之间(未扣除宇宙射线)。根据《2020 年重庆市生态环境状况公报》(重庆市生态环境局),重庆市环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值为 95.9nGy/h(未扣除宇宙射线)。与之相比,本项目所在厂址及周围环境 γ 辐射剂量率在其本底正常涨落范围内。

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

本项目施工期主要工作为：探伤室地基开挖、探伤室、控制室和空置房间的主体工程建设、室内装修、设备安装及调试。施工过程中主要产生有少量的施工机械噪声、施工粉尘、建筑垃圾等。施工期污染随着施工期结束而结束。

根据现场调查，本项目探伤室、控制室和空置房间均已建设完毕，设备也已安装到位，施工期已结束。本次评价直接引用《重庆宏润清朗均属结构有限公司管道加工生产项目环境影响报告表》中施工期的结论：施工期企业认真落实了相关环境保护措施要求，加强了施工过程中粉尘、噪声、废水和建筑垃圾等的管理，施工过程没有对周边环境造成不良影响，且施工期较短，施工期产生的污染物随着施工期的结束而消失，施工期无遗留环境问题。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 工作原理

X 射线机是 X 射线装置通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线，通过 X 射线对工件进行透射拍片的检测装置。

(1) X 射线产生原理

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，本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到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻止从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-1。

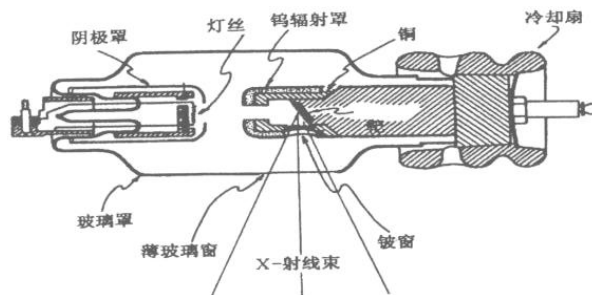


图9-1 典型X射线管结构图

续表 9 项目工程分析与源项

(2) 数字成像原理

本项目选用的是X射线辐射数字成像检测系统取代传统的拍片方式。通过X射线管产生的X射线透过被检物体后衰减，由成像板接受并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级判定，从而达到无损检测的目的。X射线辐射数字成像检测系统由X射线机系统（包括控制器、高频阴极高压发生器、X射线管、冷却器、高压电缆）、数字成像系统、图像处理系统、机械传动系统等组成。X射线数字成像装置原理示意图见9-2。

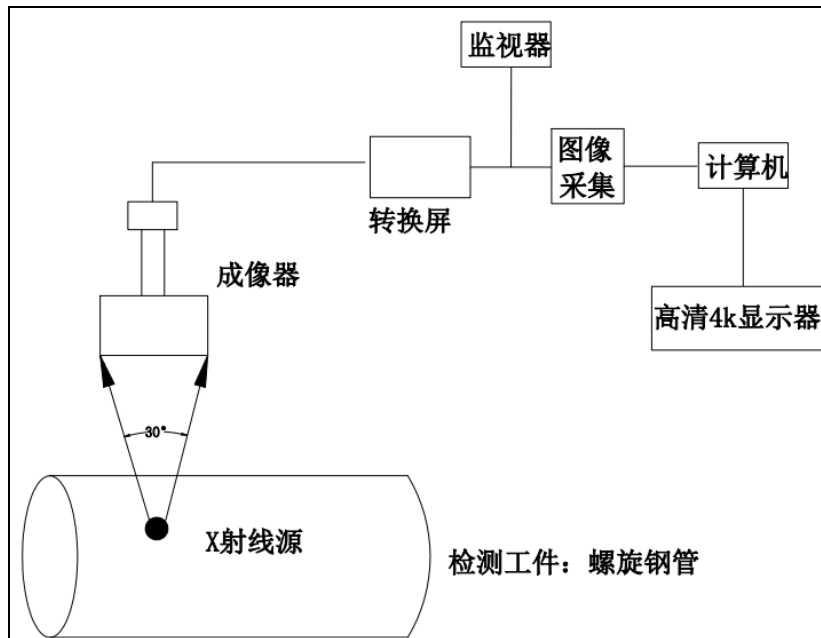


图9-2 X射线数字成像装置原理示意图

9.2.2X 射线辐射数字成像检测系统结构

本项目 X 射线辐射数字成像检测系统由 X 射线机系统、数字成像系统、图像处理系统、电器控制系统、机械传动系统、视频监控系统、射线防护系统组成。

(1) X 射线机系统主要参数如下：

表9-1 X射线机系统主要参数一览表

序号	组成	技术参数	
		频率	40kHz
1	控制器	kV调节范围	20-225kV
		最小步长	0.1kV
		管电流调节范围	0.5-8mA

续表 9 项目工程分析与源项

		(大焦点) 步长	0.01mA
		(小焦点) 管电流调节范围	0.5-4.0mA
2	X射线管	型号	MXR-225HP/11
		设备厂商	瑞士COMET
		管电压	225kV
		焦点尺寸	d=0.4mm/1.0mm
		连续功率	800W/1800W
		放射角	40°×30°
		过滤条件	0.8mm铍+1mm铜
3	高压电缆	型号	PE/250-R24SL-R28SL-20m
		连接方式	法兰连接
4	高频阴极高压发生器	型号	HS-225C
		高压输出	0-225kV
		电流输出	0-20mA
5	冷却器	型号	RJS-3
		流量	≥4L/min
		冷却方式	水冷

(2) 数字成像系统主要参数如下:

表9-2 数字成像系统主要参数一览表

型号	VXTF-1515
接收器类型	非晶硅
转换屏	CsI
像元面积	152×152mm ²
像元矩阵总数	1280×1280
像元尺寸	119μm ²
极限分辨率	4.2LP/mm
能量范围	40-450kVp
扫描方式	逐行扫描
A/D转换	16bit
帧速率	34帧 (1×1)、67帧 (2×2)
数据接口	千兆以太网
工作温度	10-35°C
机械尺寸	196×181×50mm

(3) 图像处理系统主要配置: CPU (Intel-i7处理器)、高清4k显示器 (型号U27P1U)、图像处理软件 (图像实时显示模块、数字通讯通信模块、数据报表模块)。

(4) 电器控制系统主要配置: 总控制台、低压配电柜、现场控制箱、控制电缆、动力电缆、控制系统。

续表 9 项目工程分析与源项

(5) 机械传动系统主要组成：X射线管探臂总成、成像板架车总成、运管车等组成。射线管探臂及成像器升降示意图9-3。

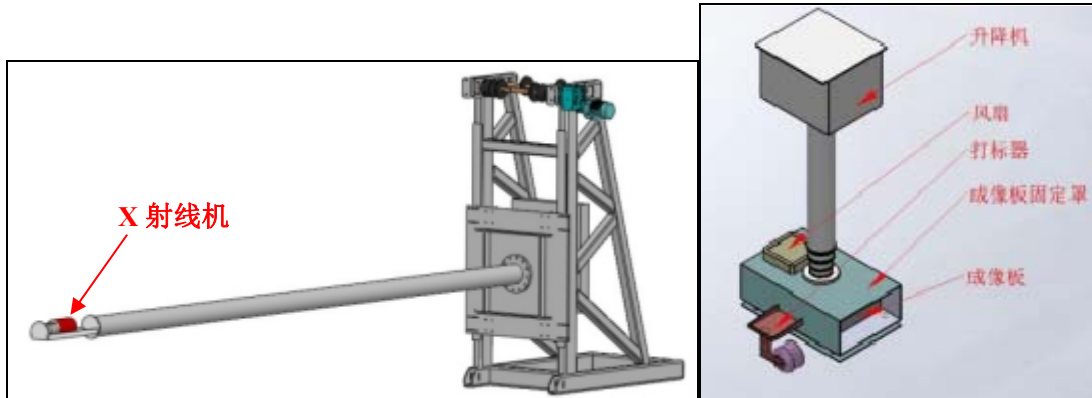


图9-3 射线管探臂及成像器升降示意图

(6) 射线防护系统：X射线管固有过滤为0.8mm铍，在此基础上增设1个1mm厚度的铜遮光罩；警示及报警系统。

9.2.3 X射线数字成像系统工作方式

本项目X射线机固定在X射线管探臂上，可随射线管探臂上下方向移动，但不能水平方向移动。探伤工作开始时，根据受检工件（螺旋钢管）内径的不同，调整X射线管探臂的高度；探伤工作进行时，受检工件随运管平车移动，而X射线管探臂保持不动。

9.2.4 X射线数字成像系统操作流程

本项目探伤的工件全程由运管平车运送，无需人员手动运送，2名辐射工作人员均在控制室内的操作台上对X射线数字成像系统进行操作。主要操作流程为：

- (1) 检测方式为单壁透照，检测工件尺寸 $\Phi 600$ - $\Phi 2600$ mm。
- (2) 开启电源安全开关、X光安全开关、电源锁开关。根据受检工件外形尺寸，首先调整好探臂X射线管与平板成像器之间的焦距。
- (3) 打开大铅门，受检工件已运送至铅门口外辊线上；运管平车运行至铅门口，此时输送辊在推杆同步顶升作用下与外辊线同高；受检工件由外辊道输送至运管平车输送辊上，到达理想工位后，顶升输送辊通过推杆作用将受检工件同步下降至检测工位，旋转辊将受检工件托起。大铅门关闭。

续表 9 项目工程分析与源项

(4) 运管平车以1-10m/min的行车速度运行，当受检工件首端运行至探臂X射线中心位置为止，准备检测。

(5) 开启高频高压、冷却系统及成像系统，运管平车行走电机、旋转辊配合以1-4m/min检测速度进行检测，直至检测完成。在检测过程中如果发现有焊接缺陷，可开启打标记程序，在缺陷旁边打标记，以便分析、返修之需。

(6) 检测完成后，关闭高频高压、冷却系统及成像系统，大铅门开；运管平车反向运至铅门口，此时顶升输送辊在推杆作用下顶升至最高点，已检工件被输送辊托起，与外辊线同高，已检工件由运管平车输送辊输送至外辊输线上，完成一个工作循环。

(7) 重复上述运动，进行下一个工作循环。

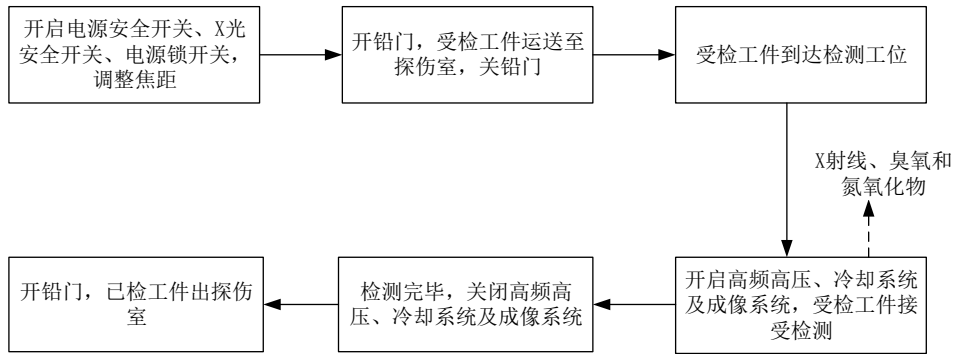


图9-4 本项目X射线数字成像装置工作程序及产污环位置示意图

9.3 项目涉及的人流和物流路径规划

本项目探伤室位于宏润清朗公司 3#厂房内的东南侧。工件进出铅门位于探伤室北侧。受检工件和已检工件均由运管平车沿探伤室北侧的直行传送轨道自动运送，直行传送轨道沿探伤室北侧、西侧与 3#厂房内的除锈等区域相连，继而与 3#厂房内其他生产区域及厂房出入口相连，形成完成的物流链。

人员进出铅门位于探伤室南侧，探伤室南侧分布有动力室、控制室和空置房间。辐射工作人员由控制室进出，然后经控制室南侧通道出入 3#厂房。

项目涉及的人流和物流路径规划见图 9-5。

续表 9 项目工程分析与源项

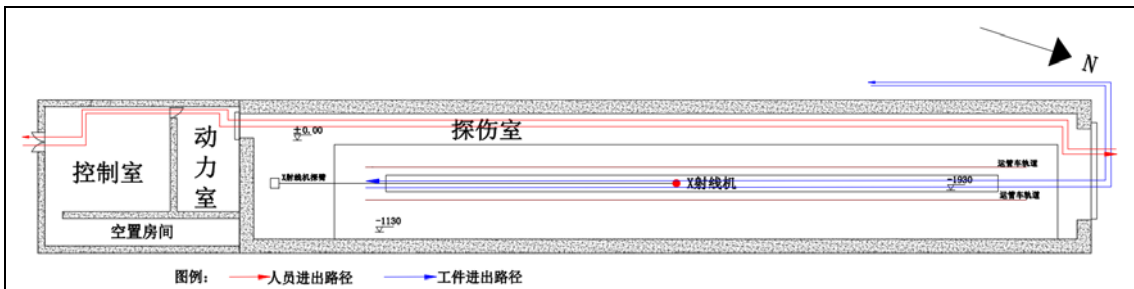


图9-5 项目涉及的人流和物流路径规划示意图

9.4 污染源项分析

根据工艺流程可知，X 射线无损探伤检测工作产生的污染物主要有 X 射线机出束时的电离辐射影响、废气（臭氧、氮氧化物）。

9.4.1 电离辐射

由 X 射线辐射数字成像检测系统工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的 X 射线机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，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 射线机与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在 0 和出束管电压之间，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。

①有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。根据设备供应商提供的资料，本项目 X 射线管采用的过滤材料为 0.8mm 铍+1mm 铜。由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中无该种组合过滤材质的相关数据。根据 ICPR33 图 3（详见图 9-6 所示）给出了 0.5mm 铜过滤条件下离靶 1m 处的发射率，本次评价保守取值，取 225kV 电压下 0.5mm 铜过滤材料的发射率约 $11\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。X 射线机射线能量、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，光子束越强。

续表 9 项目工程分析与源项

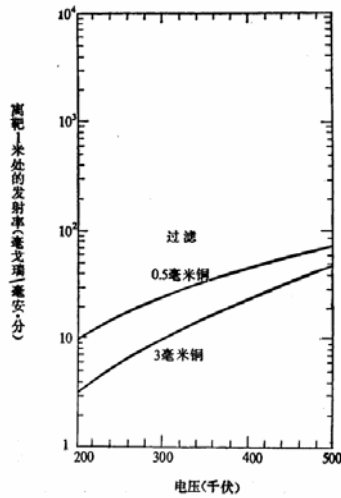


图3 在不同线束过滤情况下恒电位X线发生器在离靶1米处的发射率
曲线分别对应于具有0.5毫米和3毫米铜总过滤的漏反射靶

图9-6 ICRP33号图3

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》（GBZ 117-2015）表 1，大于 200kV 的探伤机距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h。

③散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、地面、周边建构物等）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。

考虑最不利原则，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，本项目 X 射线机散射能量按 200kV 计。

9.4.2“三废”排放情况

本项目主要是在 X 射线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

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。

根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（中国辐射卫生 1998 年第 7 卷第 3 期，郝海鹰、刘容、王玉海），在 20 间自然通风的探伤室内（工作电压 200~300kV）下射线装置正常工作 1 小时后，机房内的臭氧浓度为 $0.058 \pm 0.032 \text{mg/m}^3$ ，氮氧化物的浓度为 $0.040 \pm 0.021 \text{mg/m}^3$ ，远小于《工作场所有

续表 9 项目工程分析与源项

害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素（一）》（GBZ 2.1-2019）的标准限值要求（臭氧 0.3mg/m³、氮氧化物 5mg/m³）。本项目探伤室配备有排风系统，排风量保证探伤室每小时换气不低于 3 次，可确保探伤室内有良好的通风。

(2) 废水

本项目无生产废水。废水主要为辐射工作人员产生的少量生活污水。生活污水一般约 100L/d，30t/a，依托建设单位厂区生化池处理后进入市政污水管网。本项目辐射工作人员已纳入公司劳动定员内。因此，建设单位设计生化池处理能力时已考虑该部分废水。

(3) 噪声

探伤室设置一台风机，工作时将产生一定的噪声，建设单位采用低噪声设备，距风机 1m 处的噪声值约 65dB（A）。

(4) 固体废物

① 一般固废

本项目一般固体废物主要为，生活垃圾和报废的 X 射线机。

生活垃圾产生量约 0.3t/a，交环卫部门统一处理。

射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的阴极射线管进行拆解和去功能化，报废的 X 射线机交回收单位处置。

② 危险废物

报废的 X 射线机上的废旧阴极射线管属于危险废物。根据《国家危险废物名录》(2021 年版)，废旧阴极射线管属于 HW49 其他废物，废物代码为 900-044-49 废弃的镉镍电池、荧光粉和阴极射线管，产生的废阴极射线管依托暂存于厂区的危废暂存间（位于 3#厂房的西侧，面积约 6m²），交有资质的单位处理。

表 9-3 危险废物统计表

危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量	形态	主要成分	有害成分	产生周期	暂存时间	危险特性	处置措施
废阴极射线管	HW49	900-044-49	1 根	固态	电子管、荧光屏等	重金属铅、汞等	10 年	约 6 个月	T	依托暂存厂区危废暂存间，定期交有资质单位处置

续表 9 项目工程分析与源项

9.4.3 项目产排污统计

本项目污染物产生排放情况见表 9-4 所示。

表 9-4 项目污染物产排情况统计表

污染物	污染因子		产生量
电离辐射	X 射线		能量 225kV，距靶 1m 处主射束的输出量不大于 11mGy·m ² /(mA·min)，漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h。
废气	O ₃ 、NO _x		少量
废水	生活污水 (COD、SS、NH ₃ -N)		少量
噪声	风机噪声		65dB (A)
固废	一般固废	报废的 X 射线机	1 台 (约 10 年报废一次)
		生活垃圾	0.3t/a
	危险废物	废阴极射线管	1 根 (约 10 年报废一次)

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 选址可行性及布局合理性分析

本项目探伤室位于宏润清朗公司的 3#厂房内东南侧，探伤室靠近钢管生产线，探伤室外有直行传送轨道运送螺旋钢管，能有效避免探伤工件的远距离运输；同时，探伤室周边人员活动较少，且探伤室远离了宏润清朗公司办公人员的活动区域，有利于减少无损检测对公众成员的影响；此外，本项目所在厂址及周围环境 γ 辐射剂量率处于重庆市的本底值正常涨落范围内；最后，本项目探伤室实行封闭式管理，公众成员未经允许不得入内。因此，项目选址是可行的。

本项目探伤室与控制室分开。探伤室共设置 2 道防护门，1 道防护门为工件进出口，设置在探伤室北侧位置，便于工件运输；另外 1 道防护门为辐射工作人员出入专用门，设置在探伤室南侧位置，便于工作人员出入。人员进出门处未设置迷路，但有动力室隔开。本项目 X 射线有用线束照射方向为竖直向上，探伤室共 1 层，地下无建筑，探伤室东侧的行车维修平台，其处于自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，但不位于射线主射范围内。探伤室四周的生产区域及动力室、控制室和空置房间均不位于射线主射范围内。因此，总平面布局是合理的。

10.1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”。

宏润清朗对项目分区见表 10-1，分区布局示意图 10-1。

表 10-1 项目探伤室两区管理

类别	用房
控制区	探伤室
监督区	动力室、控制室、空置房间的全部区域，探伤室顶棚、北侧防护门、西侧墙体、东侧墙体外 30cm 的区域

续表 10 辐射安全与防护

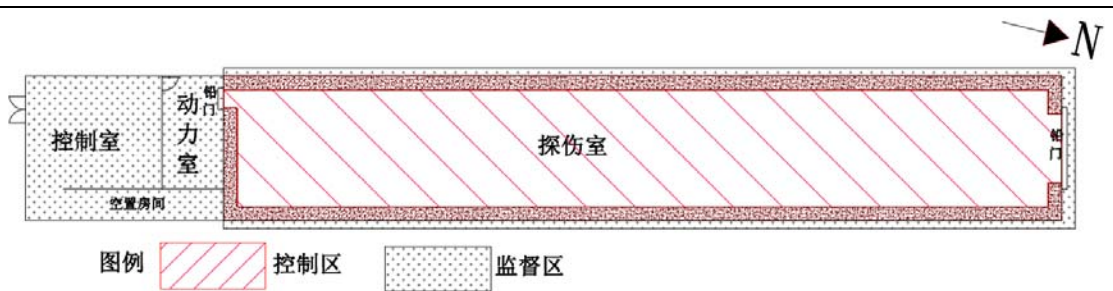


图 10-1 探伤室工作场所分区布局示意图

还采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①控制区：对控制区进行严格控制，探伤室四周和顶棚建有屏蔽体，设置有机联锁、灯机联锁、紧急停机等辐射防护措施。

②监督区：在控制室、动力室内设置电离辐射警示标识，探伤室北侧、西侧、东侧墙体外 30cm 监督区边界设置电离辐射警示标识。

③在监督区边界、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 辐射安全与防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。

10.2.1 设备固有安全性分析

(1) 设备控制台，能对系统全部监控，并提供一系列的关于射线管、冷却装置、内部锁和高频阴极高压发生器性能的信息。能够显示管电压、管电流和照射时间选取及设定值。

(2) 设备控制台设置有高压接通时的外部指示装置。

(3) 设备控制台设置有与探伤室防护门联锁的接口，工件进出门和人员进出门没有全部关闭到位，X 射线装置不能启动；X 射线装置在启动状态下，门不能从外面打开。

(4) 设备控制台设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线装置才会启动；钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。

(5) 设备控制台设置有紧急停机开关。

10.2.2 企业已采取的辐射防护措施

(1) 辐射屏蔽防护

根据建设单位提供的资料，本项目探伤室墙体采用混凝土结构，以屏蔽防护

续表 10 辐射安全与防护

X 射线，防护厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射效应。探伤室各屏蔽体的建设情况见表 10-2，项目屏蔽防护设施设计见图 10-2 和 10-3。

表 10-2 探伤室屏蔽情况一览表

项目	内容	备注
长×宽×高	30.6m×5.5m×5.0m (内空尺寸：29.6m×4.5m×4.45m)	已建
四周屏蔽墙厚度	500mm厚混凝土	已建
顶棚厚度	550mm厚混凝土	已建
人员进出门洞尺寸	宽0.8m×高1.8m	已建
人员进出防护门	宽1.1m×高2.1m，6mmPb的防护门	单扇手动平开门，已建
工件进出门洞尺寸	宽3.0m×高3.5m	已建
工件进出防护门	宽3.3m×高3.7m，6mmPb的防护门	双扇电动对开门，已建

备注：混凝土密度为 2.35g/cm³。

根据后文计算可知，探伤室南侧和顶棚屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，东侧、北侧和西侧屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 0.2μSv/h，满足辐射防护要求。

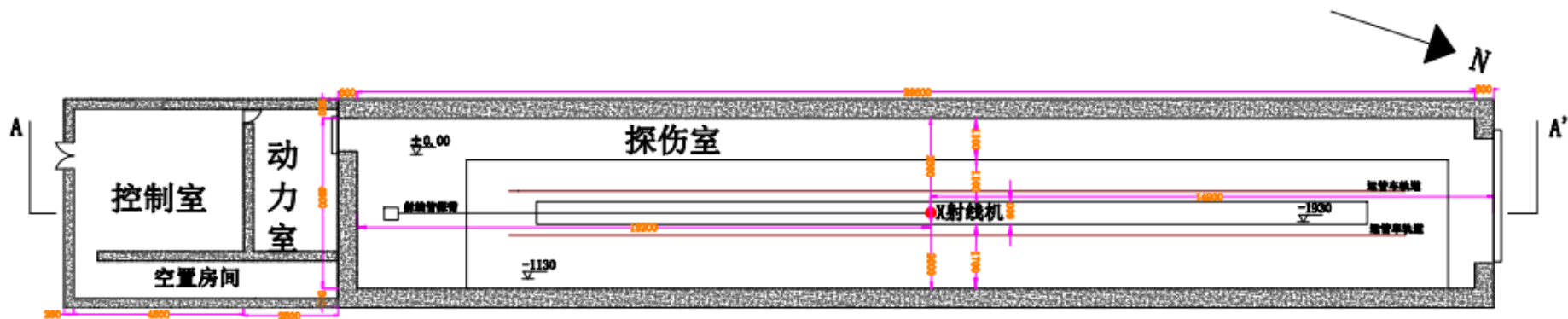


图10-2 探伤室屏蔽防护设计平面示意图（俯视图） 单位：mm

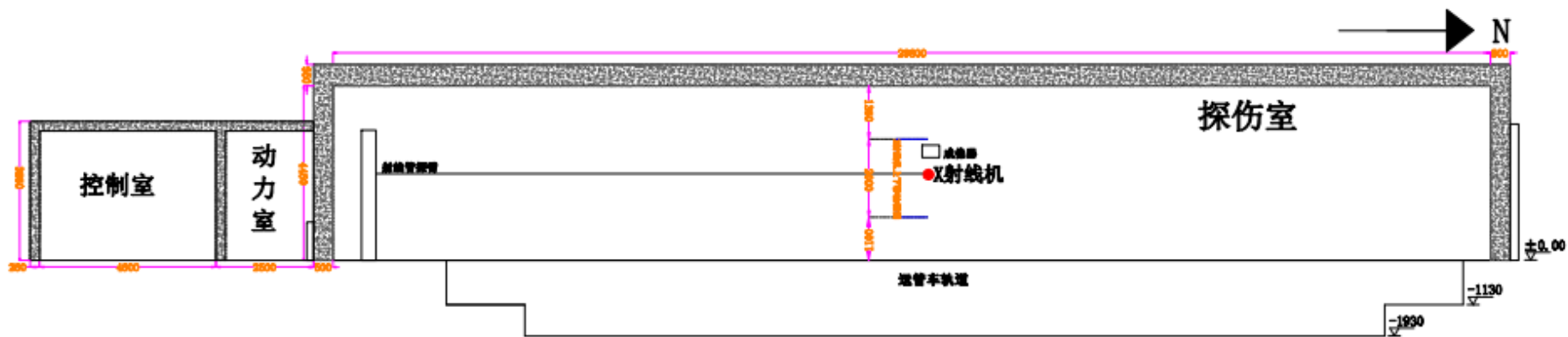


图10-3 探伤室屏蔽防护设计剖面示意图（A-A'剖面） 单位：mm

续表 10 辐射安全与防护

(2) 防护门与墙体有一定的搭接宽度。项目防护门的安装、搭接等由有资质的生产厂商承担。

(3) 门机联锁

本项目设有门机联锁装置。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) 灯机联锁

本项目设有灯机联锁装置。两道铅门外均设有工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线装置联锁。

(5) 紧急停机

在探伤室内墙和控制室操作台上易于接触的地方设置紧急停止开关，其中探伤室内紧急停止开关设置在探伤室西侧墙体每间隔 4~6m 设置 1 个，距离地面 1.2m 处，共设置 6 个紧急停止按钮。紧急停止开关相互串联，按下按钮，X 射线机高压电源立即被切断，X 射线机停止出束，防护门可从内侧打开。紧急停止开关旁设置中文标识。

(6) 视频监视系统

探伤内安装有一套实时视频监控系统（配备 4 个视频探头）和对讲装置，并连接到控制室。视频探头分别安装于探伤室内（分别位于探伤室西侧、探伤室东南角、探伤室西北角）、探伤室外（北侧墙体），能全方位拍到探伤室内 X 射线机的工作情况，并能看到防护门处的情况，不留死角；视频监控屏幕位置设置在控制室内，工作人员能在控制室内实时监控探伤过程，如果出现异常，能迅速启动紧急止动装置。

(7) 警告标志

探伤室防护门上醒目处张贴有“当心电离辐射”警告标志，并配有中文警示说明，电离辐射警告标志见图 10-4。

续表 10 辐射安全与防护

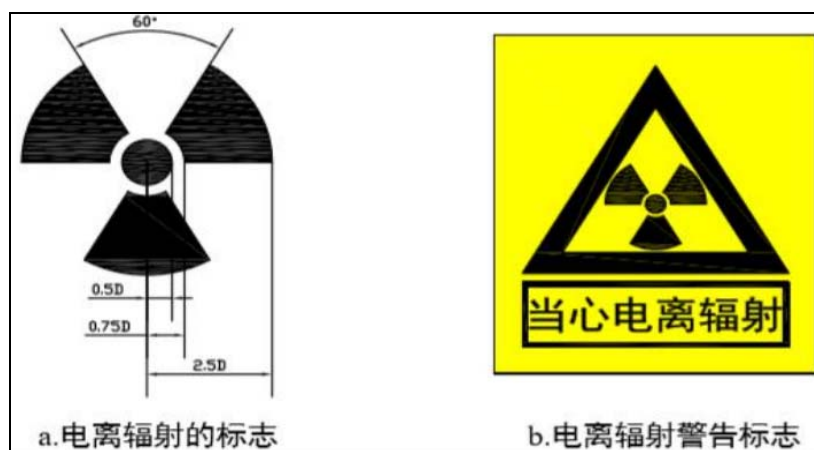


图10-4 电离辐射警示标志图

10.2.3 辐射安全联锁逻辑

当门机联锁正常、灯机联锁正常以及紧急停机开关复位同时满足的情况下，项目辐射防护安全系统正常；当 X 射线机自检正常和紧急停机开关复位同时满足的情况下，项目 X 射线机运行系统正常；在辐射防护安全系统和 X 射线机运行系统均正常情况下，启动 X 射线机，警示灯灯亮，正常出束。当 X 射线机运行时，铅门被打开、工作状态指示灯无法亮起或紧急停机开关启动，X 射线机自动停止 X 射线照射。本项目辐射安全联锁逻辑见图 10-5。

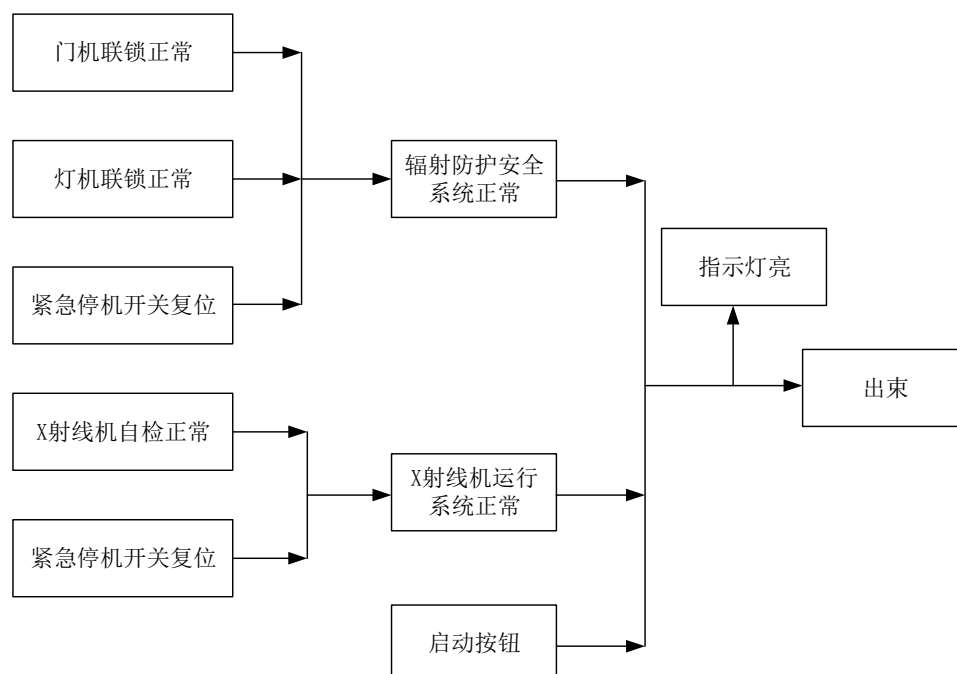


图10-5 项目辐射安全联锁逻辑图

10.2.4 拟采取的辐射防护措施

本项目已建设完成。根据现场踏勘可知，企业已采取了一定的辐射防护措施，

续表 10 辐射安全与防护

本次评价提出在此基础上，需进一步完善的辐射防护措施如下：

(1) 指示灯和声音提示装置

在探伤室内应设置工作状态指示灯和声音提示装置，能显示 X 射线装置的工作状态，并与 X 射线装置联锁。探伤室内、外醒目位置处应设有清晰的对指示灯信号意义的说明。

(2) 紧急停机开关

在探伤室东侧墙体上应设置紧急停机开关，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机开关的安装，应使人员在探伤室靠近东侧墙体的任何位置都能够使用，紧急停机开关应设置中文说明，并标明使用方法。

(3) 应急开关

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。

(4) 警告标识

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。

(5) 穿越防护墙的线缆管道，应在线管出口设有 3mmPb 铅屏蔽盖板，对管道穿墙处的屏蔽效能进行补偿。穿越防护墙的管道分布及管线开口位置等参数详见表 10-3。防护墙内管道穿越情况（以急停开关和摄像头的线缆管道为例）如图 10-6 所示，其他防护墙内管道穿越情况示意图详见附图 4。

表10-3 穿越防护墙的管道分布及管线开口位置等参数一览表

管道位置	内管线用途	数量	管线的开口位置	内径 (mm)
北侧防护墙内	铅门控制	1根	从地面以下的地沟槽引至墙体距离地面高1.2m	67
	电机及限位	2根	从内墙体距地面高1.2m处引至外墙距地面高4.2m处	67
西侧防护墙内	布带机控制	2根	从地面以下的地沟槽引至内墙体距地面高1.2m	67
	急停	6根	从内墙体地面下引至内墙体距地面高1.35m	67
	摄像头	1根	从内墙体地面下引至内墙体距地面高3.47m	67
西侧防护墙-顶棚防护墙	连接布带机	2根	从内墙体距地面1.2m处引至顶棚悬吊中心	67
东侧防护墙内	预留管线	2根	从地面以下的地沟槽引至内墙体距地面高0.355m	67
	摄像头	1根	从地面以下的地沟槽引至内墙体距离地面3.5m	67
南侧防护	报警灯	1根	从地面以下的地沟槽处引至外墙体（动力室）距地	67

续表 10 辐射安全与防护

墙内			面高2.5m	
	铅门控制	1根	从地面以下的地沟槽引至墙体距离地面高1.2m	67

注：穿越防护墙的线缆管道管径均为2寸，折算后约67mm。

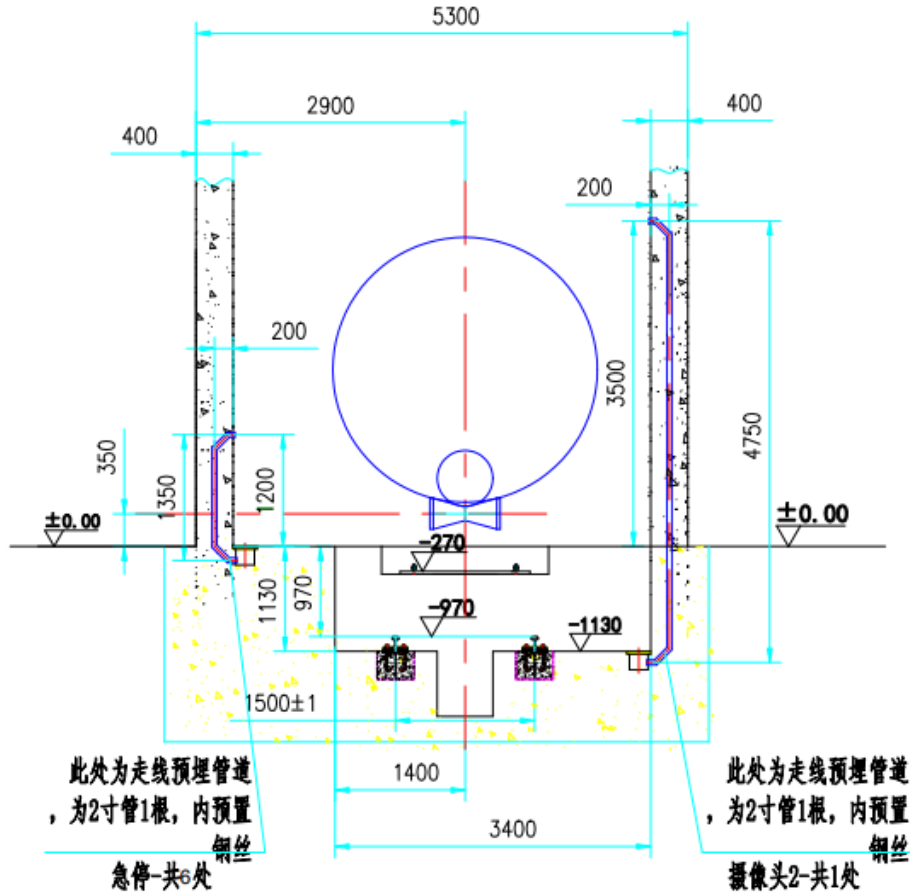


图 10-6 防护墙内管道穿越情况（以急停开关和摄像头为例）示意图

(5) 探伤室排风口设置于顶棚（探伤室南侧）上，排风口风管应采用 3mmPb 铅板包裹，包裹长度不小于 1m（沿管道进风口至出顶棚防护墙的距离），补充排风系统对墙体屏蔽效果的削弱。通风管道布置如图 10-7 所示。

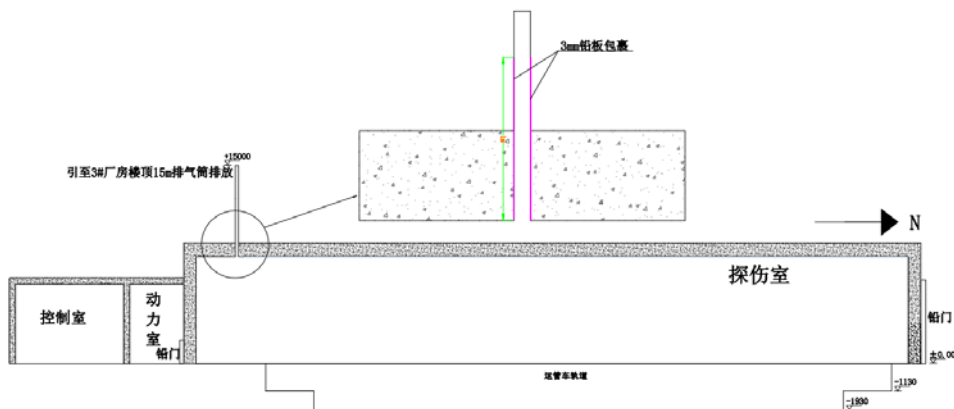


图 10-7 通风管道布置示意图

续表 10 辐射安全与防护

经过完善后的探伤室安全装置布置见图 10-8 所示。

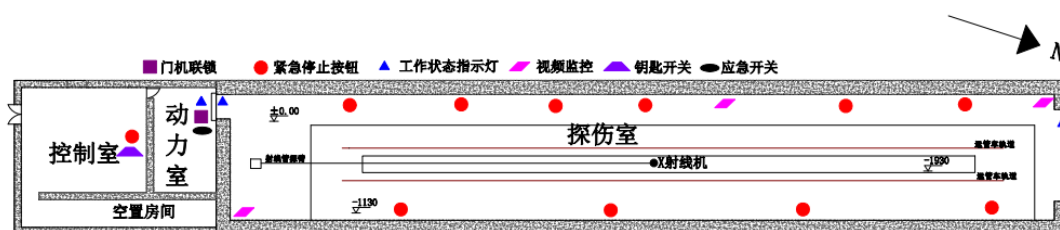


图 10-8 安全装置布置示意图

10.2.4 通风

本项目探伤室采用自然进风、机械排风的方式。废气通过管道引至 3# 厂房楼顶 15m 高排气筒排放。安装一个风机，风机风量为 $2800\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数为 4 次/h。

10.3 防护用品及工作人员情况

拟配置的个人防护用品及监测仪器如下表所示。

表 10-4 个人防护用品及监测仪器一览表

序号	名称	数量	用途
1	个人剂量计	2 个	工作期间辐射工作人员佩戴，对个人受到的剂量进行记录。
2	剂量报警仪	2 个	辐射工作人员佩戴，实时显示结果和超阈值报警功能。
3	便携式 X-γ 辐射剂量率仪	1 台	探伤室屏蔽体外定期剂量监测，保证屏蔽体的屏蔽效果。

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

10.4 项目措施与相关要求的符合性分析

本项目采取的辐射安全与防护措施与相关标准符合性对比情况见下表 10-5。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-5 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
《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117—2015)	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。	设备控制台, 能对系统全部监控, 并提供一系列的关于射线管、冷却装置、内部锁和高频阴极高压发生器性能的信息。能够显示管电压、管电流和照射时间选取及设定值。
		3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	设备控制台上设置有高压接通时的外部指示装置。
		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。	设备控制台设置有与探伤室防护门联锁的接口, 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; X 射线装置在启动状态下, 门不能从外面打开。
		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。	设备控制台设有安全钥匙开关, 只有在打开控制台钥匙开关后, X 射线装置才能出束; 钥匙停机或待机状态下才能拔出。
		3.1.2.5 应设置紧急停机开关。	设备控制台上设有紧急停机开关。
		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。	设备拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。
	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。本项目 X 射线机主射线方向竖直向上, 避开控制室(南侧)、铅门(南侧、北侧)。
		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。	项目已在两道铅门外均设有工作状态指示灯和声音提示装置; 拟在探伤室内增设工作状态指示灯和声音提示装置。

续表 10 辐射安全与防护

		4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	两道铅门外的工作状态指示灯与 X 射线装置联锁；拟对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示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能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。	探伤室内已安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射；紧急停机按钮沿探伤室内西侧墙体每隔 4~6m 安装一个，共安装 6 个，在探伤机出束时，滞留在探伤室内的人员均可绕行不穿过主射线束就能够使用。急停按钮设置中文说明，并标明使用方法。同时拟在探伤室东侧墙体增设紧急停机开关，开关旁设置中文标识，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活动密集区。每小时换气次数应不小于 3 次。	探伤室设置机械排风装置，废气排放口远离人员活动的密集区，每小时有效通风换气次数为 4 次/h，符合要求。
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T 250-2014)	3.3 其他要求	3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。	项目探伤室设置有单独的人员和工件进出门。防护门未设置迷路，但防护门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；穿越防护墙的管道拟在线管出口设置 3mmPb 铅屏蔽盖板，对管道穿墙处的屏蔽效能进行补偿；探伤室排风管拟采用 3mmPb 铅板包裹，包裹长度不小于 1m，补充排风系统对墙体屏蔽效果的削弱。

根据表 10-5 可知，本项目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》（GBZ 117-2015）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求。

10.5 三废的治理

本项目不产生放射性“三废”。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期对环境的影响

根据《重庆宏润清朗均属结构有限公司管道加工生产项目环境影响报告表》中施工期的结论：施工期企业认真落实了相关环境保护措施要求，加强了施工过程中粉尘、噪声、废水和建筑垃圾等的管理，施工过程没有对周边环境造成不良影响，且施工期较短，施工期产生的污染物随着施工期的结束而消失，施工期无遗留环境问题。

根据现场调查及走访，企业在建设期间也无周边公众投诉等问题出现。总体而言，本项目施工期环境影响可接受。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 探伤室屏蔽能力核算

(1) 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）可知：

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“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”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 ）。

续表 11 环境影响分析

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, \max}$:

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

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。

3) 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。

(2) 探伤室相关估算使用到的公式

公式使用《工业 X 射线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。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad \text{式 (3)}$$

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

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 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (4) 计算:

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

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

续表 11 环境影响分析

(mA) ;

H_0 —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；

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：

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

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：

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

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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

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（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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

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

续表 11 环境影响分析

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

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。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_o^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{式 (9)}$$

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（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

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_0 —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 ）；

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。

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

2) 主要核算参数

① 核算距离的确定

本项目配置XY-225型X射线机1台，X射线机电流随电压变化自动调节。项

续表11 环境影响分析

目探伤室内布置运管车轨道（双轨），配置的X射线机固定在射线管探臂上，根据检测工件（螺旋钢管）的管径不同，需调整X射线机与成像板之间的焦距。因此，X射线机可随射线管探臂上下方向移动，但不能水平方向移动。探伤室屏蔽防护设计见图10-2和图10-3。

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，确定X射线机主射方向为顶棚。因此，探伤室四周墙壁、防护门均考虑漏射、散射进行核算，顶棚考虑主射进行核算。

表11-1 各墙体核算距离一览表

考察点				距离m	核算距离m
顶棚	屏蔽体外30cm	顶棚	主射	2.2	1.35+0.55+0.3=2.2
南侧（控制室）	控制室墙体外30cm	墙体	散射漏射	18.5	15.2+0.5+2.5+0.3=18.5
南侧（空置房间）	屏蔽体外30cm	墙体		16	15.2+0.5+0.3=16
南侧（动力室）	屏蔽体外30cm	防护门		16.006	15.2+0.5+0.006+0.3=16.006
东侧（行车区）	屏蔽体外30cm	墙体		2.8	2+0.5+0.3=2.8
北侧（直行传送区）	屏蔽体外30cm	防护门		15.306	14.9+0.006+0.3=15.306
西侧（直行传送区）	屏蔽体外30cm	墙体		3.3	2.5+0.5+0.3=3.3

注：由于探伤室无地下层，故探伤室地板不做效能核算。X射线机可上下移动，距离顶棚墙体最近距离为1.35m。南面动力室、北面均以防护门外30cm作为考察点。

②剂量率参考控制水平的确定

X射线机周工作负荷见表11-2，居留因子取值见表11-3.，剂量率参考控制水平核算见表11-4。

表11-2 X射线机工作负荷

额定电压	额定电流	周最大照射次数	单次照射最长时间	周最大照射时间
225kV	8mA	126次	12min	25.2h

表11-3 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、楼道、人行道

表11-4 关注点剂量率参考控制水平核算表

方向	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射源
顶棚	/	/	/	2.5	2.5	有用线束

续表11 环境影响分析

南侧（控制室）	1	1	3.97	2.5	2.5	泄漏辐射 散射辐射
南侧（空置房间）	1	1/2	7.94	2.5	2.5	
南侧（动力室）	1	1/2	7.94	2.5	2.5	
南侧（3#厂房内南侧通道）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	
南侧（3#厂房外南侧宏润 晴朗公司内通道）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	
南侧（路瑞特科技有限公 司内通道）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	
西侧（直行传送区）	1	1/2	0.4	2.5	0.4	
西侧（行车维修平台）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	
西侧（超声波检查区、修 补区）	1	1	0.2	2.5	0.2	
北侧（直行传送区）	1	1/2	0.4	2.5	0.4	
北侧（螺旋钢管生产线）	1	1	0.2	2.5	0.2	
东侧（行车区）	1	1/2	0.4	2.5	0.4	
东侧（行车维修平台）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	
东侧（直缝钢管生产线）	1	1	0.2	2.5	0.2	
东侧（3#厂房外东侧宏润 晴朗公司内道路）	1	1/8	1.6	2.5	1.6	

注：由于行车维修平台处于自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内（但不位于主射范围内），因此顶棚剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h。

③其他计算参数

表11-5 相关参数计算表

参数	数值			来源
电流（mA）	8			设备参数
电压（kV）	225			
G（mGy·m ² /（mA·min））	11（按0.5mm铜过滤条件下考虑）			ICRP33号
转换系数	6×10 ⁴			（GBZ/T 250-2014）4.1 a）
H ₀ （μSv·m ² /（mA·min））	6.6×10 ⁵			
$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	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）	5×10 ³			（GBZ 117-2015）表1
X射线90° 散射辐射最高能量相应的kV值	200			（GBZ/T 250-2014）表2
什值层（TVL） 半值层（HVL）	铅			（GBZ/T 250-2014）表B.2
	电压等级kV	TVL（mm）	HVL（mm）	
	200	1.4	0.42	
	225	2.2	0.64	
	250	2.9	0.86	

续表11 环境影响分析

	混凝土		
	电压等级kV	TVL (mm)	HVL (mm)
	200	86	26
	225	88	27
250	90	28	

备注：225kV电压下的TVL、HVL是由200kV和250kV下TVL和HVL通过内插法得到。

(4) 探伤室防护核算结果

本项目探伤室的屏蔽体屏蔽能力核算结果见表 11-6。

续表 11 环境影响分析

表11-6 探伤室屏蔽效能核算表											
考察点		剂量率参考控制水平H _c (μSv/h)	距离 (m)	计算厚度		工程厚度	参考实际厚度*	参考实际厚度下屏蔽透射因子B	参考实际厚度下瞬时剂量(μSv/h)	是否达到屏蔽要求	
顶棚	主射	2.5	2.2	480mm混凝土		550mm混凝土	483mm混凝土	2.2×10 ⁻⁶	2.5	是	
南侧(空置房间)	墙体	漏射	2.5	16	79mm混凝土	191mm混凝土	500mm混凝土	433mm混凝土	1.20×10 ⁻⁵	4.05×10 ⁻³	是
		散射			191mm混凝土				9.23×10 ⁻⁶		
南侧(动力室)	墙体	漏射	2.5	16.006	79mm混凝土	191mm混凝土	500mm混凝土	433mm混凝土	1.20×10 ⁻⁵	4.04×10 ⁻³	是
		散射			191mm混凝土				9.23×10 ⁻⁶		
	防护门	漏射	2.5	16.006	2.0mmPb	4mmPb	6mmPb	6mmPb	1.87×10 ⁻³	5.80×10 ⁻²	是
		散射			3.1mmPb				5.18×10 ⁻⁵		
西侧(直行传送区等)	墙体	漏射	0.2	3.3	270mm混凝土	378mm混凝土	500mm混凝土	433mm混凝土	1.20×10 ⁻⁵	0.0950	是
		散射			378mm混凝土				9.23×10 ⁻⁶		
北侧(直行传送区等)	墙体	漏射	0.2	15.306	152mm混凝土	263mm混凝土	500mm混凝土	433mm混凝土	1.20×10 ⁻⁵	4.42×10 ⁻³	是
		散射			263mm混凝土				9.23×10 ⁻⁶		
	防护门	漏射	0.2	15.306	3.9mmPb	5mmPb	6mmPb	6mmPb	1.87×10 ⁻³	6.34×10 ⁻²	是
		散射			4.3mmPb				5.18×10 ⁻⁵		
东侧(行车等)	墙体	漏射	0.2	2.8	282mm混凝土	390mm混凝土	500mm混凝土	433mm混凝土	1.20×10 ⁻⁵	0.132	是
		散射			390mm混凝土				9.23×10 ⁻⁶		

注：考虑到穿越防护墙的管道会一定程度的削弱防护墙的屏蔽效果，本次评价保守计算，探伤室屏蔽体参考实际厚度取施工厚度减去穿越防护墙管线的管径。

根据表 11-6 计算结果可知，XY-225 型 X 射线机工作时，探伤室的四周屏蔽体、顶棚、防护门设计厚度均能满足《工业 X 射线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》（GBZ 117-2015）屏蔽防护的要求。

续表11 环境影响分析

(5) 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照下列公式计算：

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

式中：H_{Er}—X 或 γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H₍₁₀₎—X 或 γ 射线周围剂量当量率，μSv/h；

T—居留因子；

t—X 或 γ 射线照射时间，小时。

2) 估算结果

探伤室外剂量估算见表 11-7。

表 11-7 X 射线机工作时剂量估算表

估算人员	外环境	方位	距探伤室最近水平距离 (m)	设计厚度下剂量率 (μSv/h)	年最大照射时间 (h)	居留因子	年有效剂量 mSv/a	周有效剂量 μSv/周
辐射工作人员	动力室	南侧	紧邻	5.80×10 ⁻²	1260	1/2	0.0366	0.7308
	空置房间		紧邻	4.05×10 ⁻³	1260	1/2	0.0026	0.0511
	控制室		2.5	4.34×10 ⁻²	1260	1	0.0547	1.0937
公众成员	3#厂房内南侧通道公众	南侧	7.25	2.75×10 ⁻²	1260	1/8	0.0044	0.0867
	3#厂房外南侧宏润清朗公司内道路公众		22	1.03×10 ⁻²	1260	1/8	0.0017	0.033
	南侧路瑞特科技有限公司内道路公众		35	5.71×10 ⁻³	1260	1/8	0.0010	0.0183
	行车区公众	东侧	1	7.17×10 ⁻²	1260	1/2	0.0452	0.9035
	行车维修平台公众		1 (高差 3.2m)	2.38×10 ⁻²	1260	1/8	0.0008	0.0143
	直缝钢管生产线公众		2	4.49×10 ⁻²	1260	1	0.0095	0.1888
	3#厂房外东侧宏润清朗公司内道路公		29	1.03×10 ⁻³	1260	1/8	0.0001	0.0006

续表11 环境影响分析

众								
直行传送区公众	西侧	1	5.60×10^{-2}	1260	1/2	0.0353	0.7056	
行车维修平台		23.5(高差3.2m)	1.39×10^{-3}	1260	1/8	0.0003	0.0044	
超声波检查区、修补区等公众		2	3.69×10^{-2}	1260	1	0.0078	0.1548	
直行传送区公众	北侧	1	5.59×10^{-2}	1260	1/2	0.0353	0.7044	
螺旋钢管生产线公众		3	4.43×10^{-2}	1260	1	0.0559	1.1164	

根据表11-7可得出以下结论:

①辐射工作人员

该公司共配置2名工作人员共同承担探伤工作,但每名辐射工作人员工作时间不均分。因此,辐射工作人员所受的周有效剂量不大于 $1.0937 \mu\text{Sv}$ 、年有效剂量不大于 0.0547mSv ,低于标准值 $100 \mu\text{Sv/周}$ 和 5mSv/a ,满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求。

②公众成员

项目X射线机开展X射线无损检测工作时,在探伤室周围活动的公众成员所受的最大周有效剂量为 $1.1164 \mu\text{Sv}$ 、最大年附加有效剂量为 0.0559mSv ,低于标准值 $5 \mu\text{Sv/周}$ 和 0.25mSv/a ,满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求。

(6)对周围环境保护目标影响分析

根据前文计算可知,探伤室各屏蔽体外 0.3m 处的瞬时剂量率满足国家相关标准要求,根据X射线随距离的增加而快速减弱的特性可知,距离X射线探伤室更远的各环境保护目标的辐射影响也应满足相应标准和要求。本项目探伤室周围环境保护目标预测结果见表11-8。

表11-8 本项目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	最近水平距离(m)	预测结果($\mu\text{Sv/h}$)
1	动力室、控制室、空置房间辐射工作人员	南侧	紧邻	5.80×10^{-2}

续表11 环境影响分析

2	3#厂房内南侧通道公众		7.25	2.75×10^{-2}
3	3#厂房外南侧宏润清朗公司内道路公众		22	1.03×10^{-2}
4	南侧路瑞特科技有限公司内道路公众		35	5.71×10^{-3}
5	行车区公众	东侧	1	7.17×10^{-2}
6	行车维修平台公众		1 (高差3.2m)	2.38×10^{-2}
7	直缝钢管生产线公众		2	4.49×10^{-2}
8	3#厂房外东侧宏润清朗公司内道路公众		29	1.03×10^{-3}
9	直行传送区公众	西侧	1	5.60×10^{-2}
10	行车维修平台公众		23.5 (高差3.2m)	1.39×10^{-3}
11	超声波检查区、修补区等公众		2	3.69×10^{-2}
12	直行传送区公众	北侧	1	5.59×10^{-2}
13	螺旋钢管生产线公众		3	4.43×10^{-2}

注：本次评价保守估算，探伤室南侧的控制室及3#厂房内外的各预测点均未考虑控制室墙体的屏蔽。

根据上表可知，探伤室周边各环境保护目标周围剂量当量率均低于 $0.2\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室周围50m范围内环境保护目标影响极小，本项目建设对环境的辐射影响可以接受。

11.2.2 三废环境影响分析

(1) 废气环境影响分析

在探伤作业时，X射线使空气电离产生少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，探伤室设有1个排风口，位于探伤室顶棚靠南面墙。探伤室安装抽风机，换气次数为4次/h，能保证室内空气的流通，使少量的 O_3 、 NO_x 得以扩散。

建设单位将探伤室废气通过排风管引至3#厂房楼顶高空排放，废气不会在厂房内聚集，产生的臭氧和氮氧化物的浓度远小于《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）》(GBZ 2.1-2019)中的标准限值要求“臭氧 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ”的要求，探伤时产生的废气不会对厂房内工作人员造成影响。

同时，产生的臭氧和氮氧化物的浓度也远低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准“臭氧小时平均限值 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物小时平均限值 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ”的要求，故项目产生的废气对周围环境影响也极小。

(2) 废水环境影响分析

辐射工作人员产生的生活污水依托厂区生化池处理达标后排入市政污水管

续表11 环境影响分析

网。对地表水环境影响较小。

(3) 噪声影响

本项目采用的通排风系统为低噪声排风机，距风机 1m 处的噪声值约 65dB (A)，风机距宏润清朗公司各厂界的距离见表 11-9。宏润清朗公司噪声源厂界贡献值见表 11-10。

表11-9 风机距宏润清朗公司厂界距离一览表

声源	噪声源强 (dB (A))	到厂界距离 (m)			
		东侧	西侧	南侧	北侧
风机	65	75	61	33	93

表11-10 宏润清朗公司噪声源厂界贡献值一览表 单位: dB (A)

项目	东厂界	西厂界	南厂界	北厂界
本项目风机在厂界噪声贡献值	28	29	35	26
宏润清朗公司其他设备在厂界噪声贡献值*	44	55	46	46
宏润清朗公司所有设备在厂界噪声贡献值	44	55	46	46
达标分析	达标	达标	达标	达标
标准限值	昼间65			

注：本项目风机夜间不运行；宏润清朗公司其他设备在厂界噪声的贡献值引用《重庆宏润清朗均属结构有限公司管道加工生产项目环境影响报告表》中的噪声预测结果。

根据表 11-10 预测结果可知，本项目风机对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响轻微。运行期，宏润清朗公司厂界昼间噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

(4) 固废环境影响分析

项目工作人员产生的生活垃圾产生量 0.3t/a，依托厂区生活垃圾收集系统收集后交环卫部门统一处理。

X 射线机约 10 年报废一次，产生报废 X 射线机 1 台，报废后对其去功能化后交物资回收单位处置。废阴极射线管（约 10 年产生 1 根）交有危废资质单位处理。

11.2.3 事故影响分析

(1) 风险事故类型

X 射线机产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因为 X 射线装置在探伤室内使用，探伤室采用固定性的屏蔽体（防护门、防护墙等），基本不会发生固定性屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故。因此，辐射事故是人

续表11 环境影响分析

员违反操作规程或门机联锁损坏等情况下发生，辐射事故主要体现在以下几个方面：

- 1) 装置在运行时，人员误入或滞留在探伤室内而造成误照射；
- 2) 装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；
- 3) 由于门机联锁装置发生故障或门机联锁维修未恢复，X 射线装置工作时，无关人员打开铅门并误入，造成有关人员误照射；
- 4) 辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

(2) 事故后果计算

1) 事故假设

人员误入探伤室内，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射。

2) 事故计算

假定在事故情况下，人员误入探伤室内，由于 X 射线装置主射方向为竖直向上，误入人员受到来自 X 射线装置的散射线和漏射线的照射，人员受到的有效剂量与离 X 射线装置的远近以及受照射时长有关。

本项目探伤室内安装有紧急停机开关，当发生辐射事故时，误入人员可以通过探伤室墙上的紧急停机开关中断电源，按最不利情况单次工件探伤最长时间 12min 来计算，辐射事故受照射剂量结果见表 11-11。

表11-11 事故情况下误入人员受到的照射剂量

距离m 受照射剂量 (mSv/次) 时间min	1	2	3	4	5
1	1.844	0.461	0.205	0.116	0.074
2	3.687	0.922	0.410	0.231	0.148
5	9.217	2.305	1.025	0.576	0.369
8	14.747	3.687	1.639	0.922	0.590
10	18.434	4.609	2.049	1.153	0.738
12	22.120	5.530	2.458	1.383	0.885

根据表 11-9，在辐射事故状态下，可造成误入人员单次受到的照射剂量最大为 22.12mSv (mGy)。

续表11 环境影响分析

(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段进行的。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 11-12。

表11-12 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，1h~2h后呕吐，白细胞数短暂上升后下降。
	4.0~6.0	重度：1h后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降。
	6.0~10.0	极重度：1h内多次呕吐和腹泻，休克，腮腺肿大，白细胞数急剧下降。
肠型急性放射病	10~20	轻度：1h内出现严重恶心、呕吐；1d~3d出现腹泻稀便、血水便；经3d~6d，假愈期后上述症状加重为极期开始，可伴有水样便或血水便，发热。
	20~50	重度：1d内出现频繁呕吐，难以忍受的腹痛，严重血水便，脱水，全身衰竭，低体温。继之剧烈呕吐胆汁样或咖啡样物，严重者于第二周在血水便或便中混有脱落的肠黏膜组织，大便失禁，高热。
脑型急性放射病	> 50	受照射剂量为50Gy~100Gy，病程为2d左右，受照射后出现站立不稳、步态蹒跚等共济失调

续表11 环境影响分析

	<p>现象,定向力和判断力障碍,肢体或眼球震颤,强直抽搐,角弓反张等征象。如受照剂量>100Gy,则受照射后意识丧失,瞳孔散大,大小便失禁,休克,昏迷,很快死亡,病程经过仅为数小时。</p>
<p>备注:来自《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。</p> <p>本项目 X 射线机属于II类放射装置,在没有防护的情况下,人员受到这类射线装置照射,会造成辐射损伤。</p> <p>根据表 11-10 不同照射剂量对人体损伤的估计,结合上述后果分析可知,单次误照射不会达到发生确定性效应阈值,但多次照射极端情况下会带来严重的辐射损伤。</p> <p>(4) 事故分级</p> <p>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及公众成员的年剂量限值。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版)规定“一般辐射事故:是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控,或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年限值的照射”。因此,假若本项目发生事故,事故等级通常为一般辐射事故以上级别。</p> <p>(5) 辐射事故防范措施</p> <p>1) 检修、调试应由专业技术人员进行,绝不允许随便拆走 X 射线机及机架上的屏蔽材料,不允许加大照射面积。完好的便携式 X-γ 辐射剂量率仪和个人剂量报警仪、联锁装置等,可提供纵深防御。不得擅自改变、削弱或破坏 X 射线探伤室的屏蔽体和铅防护门,如开孔洞、挖沟、取土等。</p> <p>2) 撤离探伤室时应清点人数,辐射工作人员用视频监测系统对探伤室内进行扫视,按搜寻程序进行查找,确认无人停留在内后才能开始进行操作。同时,如遇 X 射线出束情况下人员滞留探伤室内,控制室人员、滞留人员应立即按下急停按钮,停止照射。</p> <p>3) 配置便携式 X-γ 辐射剂量率仪,定期巡查探伤室屏蔽体的屏蔽效能,做好记录。若发现问题,应及时解决,不得在屏蔽体出现问题后继续探伤作业。</p> <p>4) 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</p>	

续表11 环境影响分析

人员应强化管理，保证按照要求进行探伤工作。

11.3 实践正当性分析

本项目 X 射线探伤为无损探伤检测技术，对产品的无损检测有其他技术无法替代的特点，对保障产品质量、生产安全起到十分重要的作用。本项目的目的是开展螺旋钢管生产无损质量检验，确保产品质量安全；项目将为生产环节提供一个更加先进的检测手段，具有明显的社会效益，在保证生产质量安全的同时，也将为企业创造更大的经济效益。项目采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。

项目对受电离辐射照射个人、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》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

11.4 产业政策分析

项目主要是配置 X 射线机用于对工件无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“第一类 鼓励类”中的“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”，属于鼓励类。因此，项目符合国家产业政策。

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

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订版）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，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

宏润清朗公司为首次开展核技术利用项目，建设单位拟配置 1 名辐射安全管理人员，从事辐射安全与环境保护管理工作，辐射安全管理人员是具有本科以上学历的技术人员专职负责，且获得辐射安全与防护培训合格证书。具体负责内容包括：①全面负责辐射安全防护管理工作。②负责环保手续办理及相关事项，如许可证申领、验收、人员培训、个人剂量送检、体检和辐射安全年度评估等。

12.1.2 辐射工作人员

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，均包含在公司总劳动定员内。

（1）配置数量合理可行性

根据本项目探伤装置的操作需求，进行 X 射线无损检测时，至少应保证 2 名工作人员同时在场。本项目仅配置 1 台 X 射线机，年工作时间较短，因此，项目拟配置 2 名辐射工作人员是可行的。

（2）辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订版）及《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）。从事辐射活动的人员应当按要求开展培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书。

根据建设单位资料，本项目人员拟从公司员工中培养 2 名辐射工作人员，建设单位已承诺在项目运营前，安排 2 名的拟定辐射工作人员集中学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件，并报名机考获得辐射安全与防护培训合格证书。

（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

续表 12 辐射安全管理

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。

辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互传借，不允许将个人剂量计带出项目建设单位。

(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。

从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 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》（GB 18871-2002）等相关法规和标准要求，宏润清朗公司必须培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，公司应按照规定制定相应的管理制度，包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急预案等，相关制度见附件 8。

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、辐射事故应急预案等制作后悬挂于辐射工作场所。并对相关人员进行培训，让其知晓挂墙相关制度的内容。

12.2.2 档案管理

建设单位应按照相关要求建立健全档案制度，对资料的档案进行分类归档。

公司辐射类档案主要分为：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”等。

建设单位项目建成后，应及时组织验收并办理辐射安全许可证，在许可证范围内从事辐射活动。

续表 12 辐射安全管理

12.2.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部部令第 18 号）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。

宏润清朗公司应建立“年度评估”制度，按照规定向生态环境主管部门提交《年度评估》文件，年度评估报告包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度及措施的指定与落实情况、辐射工作人员变动与接受辐射安全和防护知识教育培训情况、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、存在的安全隐患及其整改情况等。建设单位应在规定时间内完成《年度评估》文件的编制和上报工作。

12.2.4 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感，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辐射防护与安全知识。建设单位应建立安全管理体系，明确探伤各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正，并将辐射安全纳入公司安全生产体系。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。

主要要求如下：

①在公司内开展核安全文化宣贯推进专项培训，严格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。

②建设单位应不断总结、汲取经验教训，培植核技术利用项目领导及员工的全员核安全文化素养。

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（2019 年修订版）》第十六条规定，建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，对建设单位从事的辐射活动能力评估如表 12-1。

续表 12 辐射安全管理

表 12-1 从事辐射活动能力的评价	
应具备条件	建设单位拟落实的情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或者至少有一名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位已承诺按要求定员定岗。
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。	建设单位已承诺在项目运营前，安排 2 名辐射工作人员按照规定参加培训并考核合格。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备在探伤室内工作，探伤室有足够厚的混凝土和铅门进行屏蔽。本项目设置有门机联锁、灯机联锁、钥匙开关、电离辐射警示标志以及工作状态指示灯、紧急停机按钮。 探伤室内安装一套实时视频监控系统，并连接到控制室。
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、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射剂量率仪。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已承诺在运营前建立健全的规章制度。并将相应制度张贴上墙。
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已承诺在运行前，制定完善的辐射事故应急预案。

从表 12-1 可知，建设单位为首次开展核技术利用项目，建设单位承诺在运营前，落实上述各项要求，承诺书详见附件 7。建设单位按照上述各项要求落实后，从事辐射活动的的能力能够满足要求。

12.4 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年修订版）等相关法规和标准，建设单位应当建立辐射监测制度，制定监测计划，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、探伤工作场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

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周围环境（包括监督区）进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

续表 12 辐射安全管理

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量检测结果存入档案。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) 工作场所外环境监测

建设单位在项目建成后应对探伤室的探伤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：

监测频次：验收时监测一次；辐射剂量发生改变，辐射屏蔽设施发生改变等应进行监测；公司定期巡测，年度评估委托有资质单位每年监测一次；涉及设备或者防护设备维修后等也应进行监测。

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：探伤室的探伤室四周及顶棚屏蔽体外、防护门外 30cm 处、屏蔽体搭接处，以及屏蔽体穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.5 辐射安全检查制度要求

为确保辐射工作人员身体健康，保障 X 射线装置安全、稳定运行，应加强安全联锁装置的维护和管理，防止辐射安全事故的发生。

门机联锁、灯机联锁等安全联锁装置的检修和维护要实行严格的岗位责任制，相关维护人员负责安全联锁装置的日常巡查、检修，并建立巡检制度，做好巡检记录，确保安全联锁装置稳定运行。

12.6 辐射事故应急

12.6.1 事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部部令第 18 号）及《重庆市环境保护局关于印发〈重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定〉的通知》（渝环〔2017〕242 号）等要求，本项目建设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。

辐射事故应急预案主要内容：

续表 12 辐射安全管理

- (1) 应急机构和职责分工。
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 应急人员及联络电话。

辐射事故应急预案还应包括可能引发辐射事故的运行故障的应急响应措施及其事故报告程序。

12.6.2 应急措施

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 发生辐射事故时，应紧急停机，迅速控制事故发展，消除事故源，及时启动并组织实施方案，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，迅速向内部管理部门报告。

(2) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向区生态环境部门报告。造成或可能造成人员剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

辐射事故报告联系电话如下：

宏润清朗公司应急值班电话：18669866935

环境保护 24 小时举报热线电话：12369

重庆市辐射环境监督管理站：15998981300

重庆市卫生健康委员会电话：023-67706707

永川区卫生健康委员会电话：023-49822982

永川区生态环境局：023-49584716

(3) 对可能受到辐射伤害人员，事故单位应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。

(4) 配合相关部门做好事故调查处理，并做好事故的善后工作。

(5) 查找事故原因，分清责任，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。

同时建设单位应当加强日常事故演习及放射事故的预防工作，辐射工作管理及操作人员树立良好的辐射防护安全意识，培养良好的安全意识。包括以下几点：

续表 12 辐射安全管理

①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。

②严格执行建设项目“三同时”制度，消除潜在的事故隐患，保证辐射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

③加强辐射安全防护知识的宣传工作，开展法规教育。

12.7 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算见 12-2。

表 12-2 辐射安全与管理投资估算

序号	内容	措施	投资（万元）
1	管理制度、应急措施	制作图框、上墙	0.5
2	电离辐射警示标志	张贴正确，有中文说明	
3	辐射防护与安全措施	探伤室门机连锁、灯机连锁、钥匙开关、紧急停机按钮、视频监控等（探伤室防护体计入工程投资）	3.0
4	防护检测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射剂量率仪	2.0
合计			5.5

12.8 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收。本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 环境保护验收一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	设备	X射线辐射数字成像检测系统1套，X射线机额定电压≤225kV，电流≤8mA。	如 X 射线机型号发生变化，其额定电压、额定电流不能增大
2	环保资料和档案	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等	齐全
3	环境管理	设辐射专职管理人员，制度上墙。制度包含操作规程、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、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急预案等。	制度建立齐全，档案管理规范

续表 12 辐射安全管理

3	环保措施	<p>穿越防护墙的管道出口设置 3mmPb 铅屏蔽盖板，探伤室排风管采用 3mmPb 铅板包裹，包裹长度不小于 1m（沿管道进风口至出顶棚防护墙后的距离）；</p> <p>探伤室安装监视系统（全方位监控）、对讲设备；控制台均安装紧急停机开关。探伤室外两道铅门旁安装应急开关。</p> <p>X 射线机与防护门联锁，在防护门未关闭时，X 射线机不能出束；门打开时立即停止 X 射线机照射后，关上门不能自动开始 X 射线机照射。设置灯机联锁，工作状态指示灯能正常显示 X 射线机的工作状态。</p> <p>探伤室外电离辐射警示标志等设置位置合理。</p> <p>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，探伤室配置 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪。</p>		符合相关要求
6	人员要求	配置不少于 2 名辐射工作人员，经培训合格后上岗，定期复训		《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
8	电离辐射	辐射剂量控制目标值	辐射工作人员： $\leq 5\text{mSv}$ 公众成员： $\leq 0.25\text{mSv}$	GB18871-2002 GBZ117-2015 GBZ/T250-2014
		探伤室外剂量率控制值	探伤室南侧和顶棚屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；东侧、北侧和西侧屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $0.2\mu\text{Sv/h}$ 。	

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

重庆宏润清朗金属结构有限公司为保障产品质量,在重庆永川国家高新区三教产业园区内重庆宏润清朗金属结构有限公司 3#厂房内建设一座探伤室,配置一套 X 射线辐射数字成像检测系统(X 射线机型号 XY-225 型,II类射线装置),主射方向为竖直向上,X 射线机对本公司螺旋钢管开展 X 射线无损检测工作。

项目总建筑面积约 137.74m²,劳动定员 3 人,全年最大出束时间 1260h。

项目总投资 50 万元,其中环保投资约 5.5 万元,占总投资的 11%。

13.1.2 实践正当性结论

本项目 X 射线探伤为无损探伤检测技术,对产品的无损检测有其他技术无法替代的特点,对保障产品质量、生产安全起到十分重要的作用。本项目的目的是开展螺旋钢管生产无损质量检验,确保产品质量安全;项目将为生产环节提供一个更加先进的检测手段,具有明显的社会效益,在保证生产质量安全的同时,也将为企业创造更大的经济效益。项目采取的辐射安全与防护措施符合要求,对环境的辐射影响在可接受范围内。

项目对受电离辐射照射个人、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》(GB 18871-2002)中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.3 产业政策符合性结论

项目主要是配置 X 射线机用于对工件无损检测,属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中“第一类 鼓励类”中的“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”,属于鼓励类。因此,项目符合国家产业政策。

13.1.4 辐射环境质量现状

本项目所在厂址及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 48.4nGy/h~83.8 nGy/h(未扣除宇宙射线),与重庆市 2020 年环境地表 γ 空气吸收剂量率平均值相比较处于本底正常涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

13.1.5 选址可行性及布局合理性

续表 13 结论及建议

本项目探伤室位于宏润清朗公司的 3#厂房内东南侧，探伤室靠近钢管生产线，探伤室外有直行传送轨道运送螺旋钢管，能有效避免探伤工件的远距离运输；同时，探伤室周边人员活动较少，且探伤室远离了宏润清朗公司办公人员的活动区域，有利于减少无损检测对公众成员的影响；此外，本项目所在厂址及周围环境 γ 辐射剂量率处于重庆市的本底值正常涨落范围内；最后，本项目探伤室实行封闭式管理，公众成员未经允许不得入内。因此，项目选址是可行的。

本项目探伤室与控制室分开。探伤室共设置 2 道防护门，1 道防护门为工件进出口，设置在探伤室北侧位置，便于工件运输；另外 1 道防护门为辐射工作人员出入专用门，设置在探伤室南侧位置，便于工作人员出入。人员进出门处未设置迷路，但有动力室隔开。本项目 X 射线有用线束照射方向为竖直向上，探伤室共 1 层，地下无建筑，探伤室东侧的行车维修平台，其处于自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，但不位于射线主射范围内。探伤室四周的生产区域及动力室、控制室和空置房间均不位于射线主射范围内。因此，总平面布局是合理的。

13.1.6 辐射防护与安全措施

建设单位对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区。控制区范围为探伤室；监督区包括控制室、动力室、空置房间的全部区域，探伤室顶棚、北侧防护门、西侧墙体和东侧墙体外 30cm 的区域。

探伤室屏蔽体采用混凝土结构以及铅门。根据校核，在现有屏蔽体设计厚度下，X 射线机工作时，探伤室四周屏蔽体、顶棚、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线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，南侧和顶棚屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，东侧、北侧和西侧屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率小于 $0.2\mu\text{Sv/h}$ 。屏蔽体的安装、搭接等均由有资质的生产厂商承担。穿越防护墙的管道和墙体上方排风管道使用铅材料补充防护，以保证探伤室的整体屏蔽能力。

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

续表 13 结论及建议

探伤室是设计有机械排风系统，具有良好的通风。

综上所述，本项目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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关要求。

13.1.7 环境影响分析结论

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辐射剂量控制目标的要求（辐射工作人员和 5mSv/a，公众成员 0.25mSv/a），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

本项目运行时，在周围环境保护目标处的辐射影响很小，对其产生的影响有限，能为环境所接受。

项目运行不产生放射性废水、放射性废气、放射性固废。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。

13.1.8 辐射环境管理

建设单位应按照承诺书中所述，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，定期复训；建立辐射工作人员职业健康档案、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，重庆宏润晴朗金属结构有限公司管道加工生产项目（辐射部分）符合国家产业政策，选址和布局合理，符合“实践正当性”的原则与要求。在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，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，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

- （1）落实还未建设完成的辐射防护措施，确保辐射安全。
- （2）公司应及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

续表 13 结论及建议

(3) 公司应建立辐射安全检查制度，并督促辐射安全检查制度的落实情况；对辐射安全管理的执行情况开展年度评估，对相关人员进行考核。

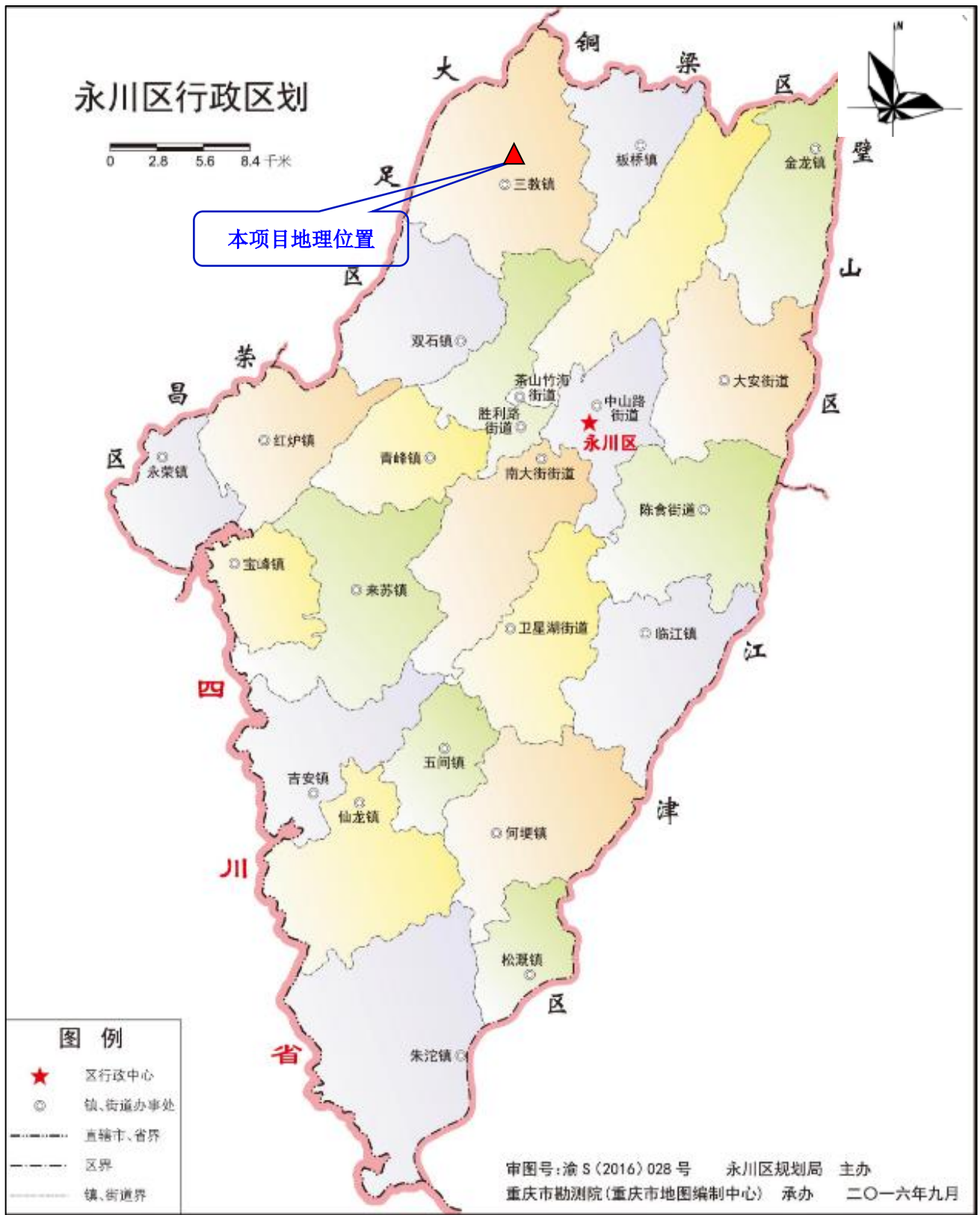
附 录

附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 项目所在厂房周围环境示意图
- 附图 3 项目所在厂房内布置示意图
- 附图 4 防护墙内管道穿越情况示意图
- 附图 5 项目评价范围及环境保护分布示意图
- 附图 6 项目现状照片图

附件

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 项目投资备案证
- 附件 3 重庆市建设项目环境影响评价文件批准书（渝（永）环准[2022]006 号）
- 附件 4 宏润清朗辐射监测报告
- 附件 5 2022 年第 1 次环境违法案件调处会纪要
- 附件 6 探伤设备情况确认表
- 附件 7 承诺书
- 附件 8 相关制度



附图 1 项目地理位置图