

# 核技术利用建设项目

## 通海云钢管业有限责任公司新建 螺旋管 X 射线实时成像检测系统项目 环境影响报告表

通海云钢管业有限责任公司  
二〇二六年二月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

## 通海云钢管业有限责任公司 新建螺旋管 X 射线实时成像检测系统项目 环境影响报告表

建设单位名称：通海云钢管业有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号

邮政编码：653100

联系人：曹永安

电子邮箱：139877773926@139.com 联系电话：139877773926

# 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	17
表 3 非密封放射性物质.....	17
表 4 射线装置.....	18
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	19
表 6 评价依据.....	20
表 7 保护目标与评价标准.....	23
表 8 环境质量和辐射现状.....	31
表 9 项目工程分析与源项.....	40
表 10 辐射安全与防护.....	48
表 11 环境影响分析.....	58
表 12 辐射安全管理.....	68
表 13 结论与建议.....	78

附件：

附件 1 委托书

附件 2 项目备案证

附件 3 现有项目环评批复

附件 4 现有项目排污许可

附件 5 现有项目应急预案

附件 6 现有项目验收意见

附件 7 行政处罚事决定书（玉环罚〔2025〕6-27 号）

附件 8 责令整改违法行为决定书（玉环责改〔2025〕6-25 号）

附件 9 罚款缴纳证明

附件 10 辐射环境监测报告

附件 11 引用的监测报告

附件 12 X 射线无损检测操作规程

附件 13 X 射线实时成像工艺规程

附件 14 辐射安全管理机构及职责

附件 15 辐射防护和安全保卫制度

附件 16 防止误操作、防止工作人员和公众意外照射的安全措施

附件 17 X 射线探伤辐射安全管理制度

附件 18 X 射线探伤辐射事故应急预案

附件 19 进度表及三级审核表

附件 20 技术咨询合同

附件 21 评审会专家意见

附件 22 修改对照表

**附图：**

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目评价范围示意图

附图 3 项目区总平面布置图

附图 4 车间平面图

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		通海云钢管业有限责任公司新建螺旋管 X 射线实时成像检测系统项目			
建设单位		通海云钢管业有限责任公司			
法人代表	曹永安	联系人	邓传智	联系电话	15108715950
注册地址		玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号			
项目建设地点		玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号			
立项审批部门	通海县发展和改革局	批准文号	2505-530423-04-01-471121		
建设项目总投资（万元）	65	项目环保投资（万元）	12.3	投资比例（环保投资/总投资）	18.92
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 <sup>2</sup> ）	150m <sup>2</sup> （现有厂房内建设，不新增）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I（医疗使用） <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V		
	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 <input type="checkbox"/> III		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III		
其他		/			

## 一、项目概述

### 1、建设单位简介

通海云钢管业有限责任公司成立于 2011 年 5 月 27 日，法定代表人为曹永安，原厂址位于纳古镇海埂路 127 号，现于 2023 年搬迁至云南省玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号，经营范围包括生产销售：螺旋焊管、圆型焊管、方型焊管、钢塑管、带钢；销售：钢窗料、角钢。

### 2、任务由来

通海云钢管业有限责任公司现已在玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号厂房内进行生产活动，目前生产产品为多种尺寸的螺旋焊管。根据建设单位提供资料，通海云钢管业有限责任公司于 2022 年 1 月委托玉溪民佑环境科技有限公司编制完成《通海云钢管业有限责任公司新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》，2022 年 1 月 21 日取得玉溪市生态环境局通海分局出具的《关于通海云钢管业有限责任公司新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表的批复》（通环审〔2022〕5 号）；2022 年 1 月 24 日取得固定污染源排污登记回执；2023 年 4 月 13 日，《通海云钢管业有限责任公司突发环境事件应急预案》在全国环境应急预案电子备案系统完成备案，备案号为 530423-2023-012-L。2023 年 12 月 20 日，通海云钢管业有限责任公司对《新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》中的年产 10 万吨螺旋焊管生产线及该条生产线相关工程 and 环境保护设施、措施进行了验收，目前项目为正常生产状态。

在当前的生产活动中，公司主要采取超声波检测法对螺旋焊管进行质检探伤工作，由于螺旋焊管的非对称结构可能导致轴对称导波信号散射，从而降低质检效率。因此，为了降低废品率与返工成本，提高生产效率，提升交付产品品质，计划新建一套螺旋管 X 射线实时成像检测系统，其核心功能为内部缺陷检测，可检测螺旋管内部的气孔、夹渣、未熔合、裂纹及焊缝缺陷等，通过 X 射线强度差异精准成像，缺陷识别精度达毫米级，缺陷检出率高达 99%以上，可有效减少漏检导致的成品报废或返工，同时，相比传统人工抽检，检测效率能提升 40%~60%，缩短生产周期，满足大批量订单需求。该设备建成后仅用于螺旋焊管的质检，后期根据生产需求继续建设直缝焊管后，将配套磁粉探伤机+涡流机进行直

缝焊管的探伤工作。

2025年9月24日，玉溪市生态环境局对公司厂区进行调查，发现“螺旋管X射线实时成像检测系统项目”的环境影响评价文件在未依法经审批部门审查的情况下，于2025年5月擅自开工建设，于2025年6月整体项目建设完成；建设单位违反了《中华人民共和国环境影响评价法》第二十五条|“建设项目的环境影响评价文件未依法经审批部门审查或者审查后未予批准的，建设单位不得开工建设”，经调查商议，玉溪市生态环境局出具了《玉溪市生态环境局行政处罚决定书》（玉环罚〔2025〕6-27号）及《玉溪市生态环境局责令改正违法行为决定书》（玉环责改〔2025〕6-25号），通海云钢管业有限责任公司对处罚无异议，并及时缴纳罚款，同时积极配合环评编制单位完成环境影响评价报告编制。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定。

本项目需履行环境影响评价手续。本项目拟使用的X射线数字成像检测系统属于II类射线装置。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）、《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，本项目属于“172、核技术利用建设项目”中使用II类射线装置，需编制辐射环境影响报告表。

受通海云钢管业有限责任公司委托，云南崇皓环境科技有限公司承担本项目的环评工作。经调研、现场监测、评价分析后根据《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报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求编制本项目环境影响报告表，供建设单位上报审批，委托书见附件1。

### 3、项目概况

（1）项目名称：通海云钢管业有限责任公司新建一套螺旋管X射线实时成像检测系统项目

（2）建设单位：通海云钢管业有限责任公司

（3）建设性质：新建

（4）建设地点：玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路2号，现螺旋钢管厂房内，不新增占地，探伤机房面积为150m<sup>2</sup>。

#### 4、项目建设规模及设备

##### (1) 项目建设内容

本项目在已建螺旋钢管厂房中间位置建设 1 间独立探伤机房，该建筑为单层，占地面积为 150m<sup>2</sup>，划分为探伤室及控制室，在探伤室内新增 1 套 X 射线实时成像系统，包含 XYD-225 型 X 射线探伤机、增强器 X 射线实时成像系统、机械传动及电器控制、防护系统。（最大管电压为 225kV、最大管电流为 3mA，属于 II 类射线装置，项目不涉及野外、室外探伤、不洗片。探伤机安装在探伤室内，距离西北门 18.5m，射线出束方向自下往上，出束角度最大为 40°），其余办公、生活设施依托现有主体工程项目。

本项目组成及主要的环境问题见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装明细表

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	运营期
主体工程	自建铅房	建设 1 座占地面积为 150m <sup>2</sup> 的铅房，外部尺寸 L×B×H=30m×5m×5.5m，其侧墙为 400mm 混凝土+100mm 硫酸钡，顶部为 500mm 砖混凝土+250mm 铅板，工件出入口及检修口均为 250mm 铅板防护门。铅房内设置探伤室及控制室。	施工废水、噪声、建筑垃圾	/
	探伤室	设于铅房内，室内面积约 106m <sup>2</sup> ，净空体积为 503.5m <sup>3</sup> ，安装 1 台 XYD-225 型 X 射线探伤机（最大管电压为 225kV、最大管电流为 3mA）、机械传动系统、水冷却系统（系统封闭内部循环）及通风系统	/	电离辐射、臭氧、氮氧化物、噪声
	控制室	设于铅房内，室内面积约 10m <sup>2</sup> ，放置 1 套多功能集成式控制柜，主要功能为 X 光机控制、工业电视监视、机械操作面板及 PLC 控制。	/	/
供电工程		依托厂区供电系统。	噪声	/
公用工程		通讯及防护系统。	/	/
环保工程	废气	通风装置 在探伤室内设置机械通风装置，风量为 600m <sup>3</sup> /h，每小时通风换气次数为 3 次。	施工扬尘、噪声	臭氧、氮氧化物、噪声
	废水	冷却水封闭自循环装置 X 射线实时成像检测系统内设置冷却装置，采用自循环冷却，内置阳极冷却水，为封闭自循环装置，定期增加新水（外购成品罐装阳极水），不产生废水。		/
备注：本项目工作人员均为原厂区人员转岗，不新增生活垃圾及生活污水。				

##### (2) 项目新增设备及技术参数

表 1-2 项目主要设备

装置名称	类别	数量	型号	工作场所名称	活动种类	备注
X 射线探伤机	II类	1 台	XYD-225	探伤室	使用	已安装

表 1-3 主要设备技术参数

参数类别		技术参数
射线装置		XYD-225X 射线实时成像系统
生产厂家		丹东恒隆科技有限公司
输出	最大管电压 (kV)	225
	最大管电流 (mA)	3
	最大出束角度 (°)	40
	主射方向	固定向上
焦点尺寸 (mm)		1.0×1.0 (大焦点) 0.4×0.4 (小焦点)
冷却方式		阳极水冷却
最小水流量 (L/min)		4
最大穿透力 (mm)		25
最大承重 (kg)		2000
检测 工件 参数	直径 (mm)	200-2620
	厚度 (mm)	5-22
	长度 (m)	6-12

## (3) X 射线实时成像系统设备组成

表 1-3 设备组成一览表

序号	名称	规格型号	产地	数量
一	固定式 X 射线探伤机			
1	X 射线管	MXR225	美国	1 支
2	高压电缆	225KV20m	英国	1 根
3	高频高压发生器	GT225	恒隆科技	1 台
4	控制器	K6800	恒隆科技	1 台
5	低压电缆	5 根	南洋电缆	1 套
6	冷却器	自动制冷型	恒隆科技	1 台
7	专用备品备件		恒隆科技	1 套
二	实时成像系统			
1	X 射线图像增强器	E5759	东芝	1 台
2	黑白主监视器	19 寸 1000 线	液晶	1 台
3	外景及内焊缝监视系统		知名品牌	2 套
4	1.外景摄像机	现场专用	国产品牌	1 套
5	2.彩色监视器	19 寸	国产品牌	2 套
6	辅助电源	12VDC	配套	1 台
7	视频电缆及电源电缆		配套	50M
8	辅助电源	24VDC	进口	1 台

三	计算机图像处理系统			
1	计算机		商用机	1 台
2	图像采集卡		恒隆	1 块
3	刻录机		华硕	1 台
4	打印机		佳能	1 台
5	软件		恒隆科技	1 份
四	机械及电气装置			
1	载管车	12 米管车	恒隆科技	1 套
2	探臂及调节支架		恒隆科技	1 台
3	图像接收器架车	6 寸支架	恒隆科技	1 台
4	轨道		需方	2 根
5	轨道预埋件		需方	1 套
6	墙部拖链预埋件		需方	1 套
7	电缆划线排	30 米	国产	1 套
8	各种控制电缆		南洋电缆	1 套
9	变频器		品牌	2 台
10	多功能集成式控制柜	室内 PLC 单元	恒隆科技	1 台
11	X 光室外警灯	220V20W	国产	1 套

#### (4) 屏蔽防护设施

表 1-4 屏蔽防护设施一览表

序号	类别	环保设置/措施	参数
1	屏蔽措施	铅房	外部尺寸：L×B×H=30m×5m×5.5m 主照射面（顶部）：500mm 混凝土+250mm 厚铅板 辐照射面（东北面）：400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡 辐照射面（东南侧）：250mm 铅板防护门（检修通道） 辐照射面（西北侧）：250mm 铅板防护门（工件进出口） 辐照射面（西南侧）：400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡 底部：800mm 厚混凝土
2	安全装置	门机连锁	1 套
3		准备出束声光提示	1 套
4		紧急制动装置	3 个
5		出口处紧急开门开关	1 个
6		监控摄像头	2 个
7		声光报警	4 个
8		电离辐射警告标志	4 个
9		两区划分标识	/
10		通风装置	通风装置
11	监测仪器	便携式 X 辐射监测仪	2 个
12	及警示装置	个人剂量计	2 个
13		个人剂量报警仪	2 个
14	人员培训	辐射工作人员学习考	/

		核及应急培训	
15		应急和救助的资金、物资准备	/

## 5、生产工况及年质检计划

根据调查，目前厂区内仅生产螺旋焊管，产量为 10 万吨/年，X 射线实时成像检测系统用于螺旋焊管的抽样质检。计划每天抽检工件 20 件。本次购入的 X 射线实时成像检测系统检测工件进管速度为 4m/min，根据最大管件进行计算，每日工件检测工作时间为 2 小时，每日出束时间为 1 小时。

根据 X 射线实时成像系统的使用要求，设备停用 2 天以上即需要进行训机，训机时长为 10min，而停机 5 天以上则必须进行手动低压训机，训机时长 40min。根据生产工作制度计算，项目短时间训机约 40 次/年，长时间训机约 2 次/年。则训机时长为 8 小时/年。

全年探伤机放射作业时间为 258 小时。

## 6、劳动定员及工作制度

(1) 劳动定员：项目辐射工作人员 2 人，由公司原有工作人员转岗，全厂不新增员工数量，每天工件检测时间为 2 小时，出束照射时间为 1 小时。

表 1-4 X 射线实时成像检测系统照射时间表

照射类别	探伤	短时间训机	长时间训机	合计
照射时间	60min/d	10min/次	40min/次	258h
	250 次/a	40 次/a	2 次/a	

辐射工作人员必须经过健康体检、辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，取得合格证书后，方可正式上岗工作；同时，在辐射工作期间保证安全装置正常运行，包括辐射探测报警器、监视器，工作人员必须严格服从管理要求，遵循防护规章制度，佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

(2) 工作制度：项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 2 小时，实行白班单班制。

## 二、产业政策符合性

本项目 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用 II 类射线装置。经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类第十四类机械中“科学仪器和工业仪表-工业 CT、三维超声探伤仪等无损检测设备”建设项目，符合产业政策。通海县发展和改革委员会出具了本项

目立项备案证明，项目代码：2505-530423-04-01-471121（详见附件2）。

### 三、项目与《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035）环境影响报告书》相关环保要求及规划环评审查意见符合性分析

2023年8月10日，由玉溪市生态环境局召集，在玉溪市召开了《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035年）环境影响报告书》（以下简称《报告书》）审查会，并通过审查，出具了《玉溪市生态环境局关于《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035年）环境影响报告书》审查意见的函》（玉市环函〔2023〕25号），云南通海产业园区规划用地总面积为1209.6hm<sup>2</sup>，规划期限为2021-2035年，按照“一园三片区”进行空间布局，包括里山片区940.09hm<sup>2</sup>、芭蕉片区127.43hm<sup>2</sup>、乌龙潭片区142.08hm<sup>2</sup>。云南通海产业园区里山片区以装备制造为主导产业，辅以金属冶炼加工制造、以产品研发和应用技术改造提升彩印包装、稀贵金属产业及其他消费品制造等，形成通海产业园区的核心片区；芭蕉片区以装备制造为主导产业，辅以金属冶炼及城市产业配套；乌龙潭片区以绿色食品加工和现代物流为主的绿色食品加工中心和商贸物流服务中心。

通海云钢管业有限责任公司位于云南通海产业园区里山片区综合服务组团，主要生产螺旋焊管，本次安装的X射线实时成像系统是作为螺旋焊管的无损检测设备在现有厂区内使用。

#### 1. 项目与《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035）环境影响报告书》相关环保要求的符合性分析

表 1-4 项目与园区规划环评符合性分析

序号	规划环评相关内容	本项目情况	符合性
一	新建项目环境管理制度		
1	严把项目准入，严格执行环境影响评价和“三同时”制度，杜绝不符合产业政策，高污染、高能耗、资源型项目上马，切实从源头上防止和控制污染，以准入制度来促进经济结构的调整和产业布局的更趋合理。	本项目为X射线实时成像系统，属于产品无损检验设备，是《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目。	符合
2	入驻项目环境影响评价要求：不符合产业定位和产业政策的项目一律不予审批		

#### 2. 项目与《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035）环境影响报告书》审查意见相关要求的符合性分析

表 1-5 项目与园区规划环评符合性分析

序号	审查意见相关内容	本项目情况	符合性
----	----------	-------	-----

1	<p><b>加强《规划》引导，坚持绿色低碳高质量发展理念，结合生态环境分区管控要求，区域统筹保护好生态空间。</b>落实国家、区域发展战略，坚持生态优先、集约高效，以生态环境质量改善为核心，做好与国土空间规划和“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单）生态环境分区管控体系的协调衔接，产业园区应与通海县“三区三线”充分衔接，符合“三区三线”规划管控要求。按国家生态工业示范园区标准推进《规划》实施，进一步优化《规划》的布局和发展规模。</p>	<p>本项目位于通海云钢管业有限责任公司，公司属于金属制品加工业，本次新增的X射线实时成像系统相关建设设施是螺旋焊管的质检设备。</p>	符合
2	<p><b>进一步优化园区空间布局，加强空间管控，加大对环境敏感区的保护力度，严禁不符合管控要求的各类开发和建设活动。</b>《规划》范围内的一般生态空间等敏感区域，严格进行保护，原则上不得进行开发建设；芭蕉片区位于通海县栉花树集中式饮用水源地地下水补给区，建议整体调出园区规划范围。加强对各片区内及周边集中居住区等生活空间防护，确保园区产业布局与生态环境保护、人居环境安全相协调。</p>	<p>本项目位于通海云钢管业有限责任公司现有厂房内，不新增占地。符合园区优化空间布局要求。</p>	符合
3	<p><b>严格执行环境准入要求，加强入园项目生态环境准入管理。</b>落实蓝天、碧水、净土保卫战有关管控要求，加强“两高”行业生态环境源头防控，引进项目的生产工艺、设备、污染物排放和资源利用等，应达到清洁生产国内先进水平；推进技术研发型、创新型产业发展，提升产业的技术水平和园区的绿色低碳化水平；园区招商引资、入园项目环评审批应严格执行生态环境准入要求，要以园区的资源环境承载能力为基础，充分论证、有序发展，严禁引进工艺装备落后，不符合污染物排放总量控制要求的企业。</p>	<p>本项目属于辐射类项目，项目工作人员为厂区现在工作人员转岗，不新增废水及固废等污染物，为减小电离辐射对周边环境的影响，项目建设1间探伤机房，主要采用铅板、砖混墙壁及硫酸钡涂料对电离辐射进行屏蔽。</p>	符合

根据上述分析，本项目的建设符合《云南通海产业园区总体规划修编（2021-2035）环境影响报告书》相关环保要求及规划环评审查意见相关要求。

#### 四、项目与玉溪生态分区管控单元符合性分析

2024年6月7日，玉溪市生态环境局分布了《玉溪市生态环境分区管控动态更新调整方案（2023年）》，本项目与其符合性分析如下表所示：

表 1-6 与生态环境管控总体要求的符合性分析

管控领域	管控要求	项目情况	符合性
空间布局约束	1.严格落实国家产业政策、国家产业结构调整指导目录。坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目发展，项目审批严格落实国家和云南省相关政策要求。严格落实钢铁、水泥、平板玻璃、电解铝等行业产能置换相关政策，严管严控新增电解铝和工业硅产能。	本项目为X射线实时成像系统，属于产品无损检验设备，是《产业结构调整指导目录（2024年本）》	符合

		中鼓励类项目。	
	2.加强河湖水域岸线空间管控，严格落实九大高原湖泊（抚仙湖、星云湖、杞麓湖）“两线三区”相关管控要求。加快推动重点区域、重点流域落后和过剩产能退出。依法加快城市建成区重污染企业搬迁改造或关闭退出。	项目位于通海云钢管业有限责任公司现有厂房内，属于云南通海产业园区里山片区企业，未新增占地，也不属于杞麓湖流域。	符合
	3.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸行业中的高污染项目。禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。禁止列入《云南省城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造名单》的搬迁改造企业在原址新建、扩建危险化学品生产项目。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。	本项目为X射线实时成像系统，属于产品无损检验设备，是《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目。	符合
	4.禁止在九大高原湖泊（抚仙湖、星云湖、杞麓湖）流域内新建、改建、扩建污染环境、高耗水、高耗能、破坏生态平衡和自然景观的项目。	本项目为X射线实时成像系统，属于产品无损检验设备，不会破坏生态平衡及自然景观。	符合
	5.落实云南省碳达峰碳中和相关要求，处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。	不涉及	/
污染物排放管控	1.严格落实强制性清洁生产审核要求，引导重点行业实施清洁生产改造，到2025年底，重点行业企业基本达到国内清洁生产先进水平。	不涉及	/
	2.加大“三湖”（抚仙湖、星云湖、杞麓湖）及“两江”（南盘江干流、红河水系玉溪段）流域的保护和治理，推进流域环湖截污治污，加强湖泊内源污染风险防范，开展污水处理提质增效、农业面源污染治理、入河排污口整治、开发区污染治理、“三磷”和重金属行业排查等专项行动，建立水环境质量管理长效机制，持续巩固治理成效。持续打好城市黑臭水体治理攻坚战，有效控制入河污染物排放，强化溯源整治，推进城镇污水管网全覆盖。	本项目为X射线实时成像系统，属于产品无损检验设备，位于云南通海产业园区里山片区，探伤工作人员为现有工作人员转岗，不新增废水固废。	符合
	3.严格保护城乡饮用水水源地，整治饮用水水源保护区内的污染源，确保饮水安全。	不涉及	/
	4.开展细颗粒物和臭氧协同控制、挥发性有机物和氮氧化物协同减排。石化、化工、包装印刷、工业涂装等VOCs排放重点源，纳入重点排污单位名录，推进挥发性有机物综合治理，实施原辅材料和产品源头替代工程，排污口安装自动监控设施。推进运输结构调整，开展清洁柴油车（机）、清洁油品、车用尿素等专项行动，开展建筑施工工地扬尘专项治理；加大餐饮	本项目射线出束过程中，会产生少量臭氧废气，项目要求建设通风装置，臭氧经空气稀释逸散后对环境的影响较小。	符合

	油烟污染、恶臭异味治理力度，强化秸秆综合利用和禁烧管控。推动有色金属、钢铁、磷化工、建材等重点行业节能降碳升级改造，淘汰落后工艺技术和生产装置，实施煤电、水泥、焦化企业超低排放改造，到 2025 年，钢铁行业全面完成超低排放改造。		
	5.加大环境污染物减排力度，到 2025 年，实现氮氧化物减排 1224 吨，挥发性有机物减排 1393 吨，化学需氧量减排 2461 吨，氨氮减排 230 吨。	不涉及	/
	6.严格管控农用地，不得在特定农产品禁止生产区域种植食用农产品；安全利用农用地，制定受污染耕地安全利用方案，降低农产品超标风险。合理规划污染地块土地用途，从严管控农药、化工、有色金属等行业企业重度污染地块开发利用，对列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块不得作为住宅、公共管理与公共服务用地，不得办理土地征收、收回、收购、土地供应以及改变土地用途等手续，应当依法开展土壤污染状况调查、治理与修复，并符合相应规划用地土壤环境质量要求后，方可进入用地程序。	项目位于云南通海产业园区里山片区，用地类型为工业用地。	符合
	7.加快“无废城市”建设，产生工业固体废物的单位应当建立健全工业固体废物产生、收集、贮存、运输、利用、处置全过程的污染防治责任制度，按照国家有关规定建立工业固体废物管理台账，加强重金属污染物排放管理，落实区域“减量替代”和“等量替代”要求，重金属污染物排放量 2025 年比 2020 年削减 4%。	本项目不新增工作人员，且项目运行过程中不产生辐射固废。	符合
	8.到 2025 年，中心城区细颗粒物（PM2.5）平均浓度控制在 21 微克/立方米以内，城市空气质量优良天数比率达到 98.5%以上，坚决防范重度及以上污染天气发生，全市地表水国控断面优良水体比例达 80%，消除城市黑臭水体，消除劣 V 类水体。	不涉及	/
环境 风险 防控	1.强化与其他滇中城市的大气、水污染防治联防联控协作机制，加强区域内重污染天气和跨界水体风险应急联动。	不涉及	/
	2.开展涉危险废物涉重金属企业、化工园区等重点领域环境风险调查评估，加强危险化学品运输全链条安全监管。完善环境应急管理体系，提升市县两级环境应急响应能力，推进应急物资库建设。开展涉铊企业排查整治行动。建立“平战结合”医疗废物应急处置体系。	不涉及	/
资源 开发 利用 效率	1.降低水、土地、能源、矿产资源消耗强度，强化约束性指标管理。	不涉及	/
	2.实行最严格的水资源管理制度，严格用水总量、强度指标管理，严格取水管控，建立重点监控取水单位名录，强化重点监控取水单位管理。全市年用水总量、万元工业增加值用水量降幅等指标达到省考考核要求。	本项目采用阳极水冷却，设备为自循环装置，增加少量阳极水。	/
	3.坚持最严格的耕地保护制度，守住耕地保护红线。坚持节约用地，严格执行耕地占补平衡等制度，提高土地投资强度和单位面积产出水平。	不涉及	/
	4.全市单位 GDP 二氧化碳排放累计下降率完成云南省下达的指	不涉及	/

	标；单位 GDP 能耗持续下降，到 2025 年，全市单位 GDP 能耗累计下降率 14%。		
	5.高污染燃料禁燃区按照《高污染燃料目录》及当地有关禁燃区管理规定执行。	不涉及	/
	6.实施高效节水灌溉工程，大力推广高效节水灌溉措施，到 2025 年，农田灌溉水有效利用系数达到 0.55。	不涉及	/
<b>表 1-7 通海县产业园区重点管控单元</b>			
管 控 领 域	管 控 要 求	项 目 情 况	符 合 性
空 间 布 局 约 束	1.合理规划产业分区和功能定位，禁止不符合产业政策、产业结构调整指导目录和园区规划要求的项目入园。园区钢铁、水泥等产业严格执行产能置换，严禁新增产能。	项目位于通海云钢管业有限责任公司现有厂房内，属于云南通海产业园区里山片区企业，是《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目。	符合
	2.在受纳水体未达标前，各片区不得入驻废水排放量大的产业。	不涉及	/
	3.里山片区重污染产业远离居民集中区布局。	本项目为 X 射线实时成像系统，不属于重污染产业。	符合
	4.开发建设活动必须符合《云南省杞麓湖保护条例》要求。	不涉及	/
污 染 物 排 放 管 控	1.现有“两高”企业应从原燃料清洁替代、节能降耗技术、余热余能利用、清洁运输方式等方面提出针对性的降碳措施与污染控制要求。新建“两高”项目依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。新建、扩建（转型升级）的“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。已出台超低排放要求的“两高”行业建设项目应满足超低排放要求。	不涉及	/
	2.加快园区雨水管网的建设，实现园区雨污分流，加快建设里山片区工业用水蓄水池并配套中水回用管网。	通海云钢管业有限责任公司已建设完善的雨水收集管网	符合
	3.里山、芭蕉片区生产废水企业处理达标后回用，不外排，生活污水由片区配套污水处理设施处理达标后回用，不外排；生活污水由片区配套污水处理设施处理达标后用作绿化及交通设施用水，不外排；乌龙潭片区统一设置废水排放口，入驻食品加工企业生产废水企业处理达《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T19923）后进入工业用水蓄水池用作里山片区入驻企业工业补水。	本项目不产生废水，不新增工作人员，生活污水经化粪池处理后进入园区污水管网，最终进入园区污水处理厂进行处理。	符合

	4.使用电能、天然气、生物质燃料等清洁能源为主要能源，逐步降低煤炭等高污染燃料的使用；乌龙潭片区建设集中供热项目，为片区食品加工企业提供能源供应。	不涉及	/
	5.不良地质条件区域重点做好地下水污染防治和监控。	不涉及	/
环境 风 险 防 控	1.靠近城区居民分布密集区周边区域不宜布置日常储量构成重大危险源的使用危险化学品的项目。	不涉及	/
	2.注重危险化学品的贮存和风险防范，其最大可信事故半致死浓度范围内不得有居民点存在。	不涉及	/
	3.对于进驻园区项目在选址布局时要充分考虑卫生防护距离和安全防护距离的要求。及时完成重污染企业周边环境防护距离内居民的搬迁工作。	不涉及	/
	4.制定突发环境事件应急预案，完善风险管理机制，加强风险控制防范。建立区域环境监测制度，加强规划实施的跟踪监测与管理。	通海云钢管业有限责任公司已编制突发环境事件应急预案，且已在玉溪市生态环境局通海分局备案，备案号为530423-2023-012-L。	/
资源 开 发 效 率 要 求	企业工业水循环利用率必须大于 80%，中水回用率指标为 100%。	不涉及	/

根据上述分析，本项目符合《玉溪市生态环境分区管控动态更新调整方案（2023 年）》相关要求。

## 五、选址合理性

项目位于云南省玉溪市通海县云南通海产业园区里山片区通海云钢管业有限责任公司螺旋钢管厂房内（地理位置图详见附图 1），为公司现有项目的配套项目，依托主体工程项目已履行相应环保手续，符合相关规划要求。

厂区西侧为仙岩路，东南侧紧邻通海通明商贸有限责任公司，西侧仙岩路对面为通海合创包装有限公司，均位于云南通海产业园区里山片区内，周边 200m 范围内无居民区等敏感保护目标。项目建设 1 座铅房，其侧墙为 400mm 混凝土+100mm 硫酸钡，顶部为 500mm 砖混凝土+250mm 铅板，工件出入口及检修口均为 250mm 铅板防护门。内顶部设置有行车，人员无法到达顶部，厂区不设置地下室。项目主射方向为向上照射，且根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）设计建设屏蔽体，探伤室下方无地下室等建筑，地下公众人员不能到达，探伤室远离办公、居民住宅等辐射环境敏感区域，探伤室四周均为厂房，设置有 2 个固定工位，距离出束点分别为 24m 及 22m，经建筑屏蔽辐射后，对其影响较小，且与周边已建、待建企业无相互制约因素，项目选址合理。

## 六、平面布置合理性

项目探伤机房整体为西北至东南方向布置，西北侧设置工件进出口，紧邻成品堆放区，有效缩减螺旋焊管探伤检测动线距离。控制室位于东南侧，控制室东北方向设有工作人员进出口，非必要检修环节人员无需进行探伤室内，减少辐射照射风险；同时为了检修方便，控制室与探伤室之间设置一道检修门。综上，探伤机房整体布置兼具缩短工件探伤动线及减少工作人员受照射风险，其平面布置合理。

## 七、实践正当性

X 射线探伤机是通过 X 射线对工业产品进行无损检测的一种装置。它是通过高速电子轰击阳极靶产生 X 射线，透照被检的部件，并在成像装置上得到部件的内部结构图像，能快速准确地判断被检部件的内部结构有无缺陷。产品质量能满足《固定式（移动式）工业 X 射线探伤机》（JB/T7412-1994）标准要求。

无损检测行业长期以来 X 射线拍片法作为检测的重要手段，在生产中得到普遍应用，但这种方法由于检测工序多、周期长、劳动强度大等，所以被 X 射线实时成像系统所取代，结合市场需要研发的实时成像检测系统，具有自动化程度高、检测效率高、检测成本低、灵敏度高、显著特点。功能齐备，采用通用化、系列化、标准化的研发理念，确保了系统操作方便、安全可靠、结构合理、外观优美。在国内工业 X 射线实时成像系统中处于领先地位。

本项目利用 X 射线实时成像检测装置对公司生产的螺旋钢管进行无损检测，在运行期间将会产生电离辐射，可能会提高拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产检测需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践

的正当性”的原则。

## 八、原有核技术利用项目许可情况

本项目为首次申请辐射安全许可证，不存在与本项目有关的原有辐射污染源的问题。

## 九、依托工程

本项目为通海云钢管业有限责任公司“年产 15 万吨金属制品加工项目”中“年产 10 万吨螺旋焊管生产线”的配套项目，2022 年 1 月编制完成《通海云钢管业有限责任公司新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》于 2022 年 1 月 21 日取得玉溪市生态环境局通海分局出具的《关于通海云钢管业有限责任公司新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表的批复》（通环审〔2022〕5 号）；2022 年 1 月 24 日取得固定污染源排污登记回执；2023 年 4 月 13 日，《通海云钢管业有限责任公司突发环境事件应急预案》在全国环境应急预案电子备案系统完成备案，备案号为 530423-2023-012-L；2023 年 12 月 20 日对通海云钢管业有限责任公司《新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》中的年产 10 万吨螺旋焊管生产线及该条生产线相关工程和环境保护设施、措施进行了验收。

### 1.办公依托工程

通海云钢管业有限责任公司现实际建设 1 层办公楼，占地面积 240m<sup>2</sup>，

### 2.供电依托工程

通海云钢管业有限责任公司厂区供电来自云南通海产业园区里山片区市政电网，园区已设置完善供电系统，本项目探伤供电直接依托厂区内接电路。

### 3.废水依托工程

项目设置 1 套阳极水循环冷却装置，该装置需定期添加新水，不对外排污，因此探伤工作不产生工业废水，探伤工作人员为现有厂区人员转岗，不新增生活污水，现厂区已建设 1 座 10m<sup>3</sup>的化粪池，工作人员生活污水经过化粪池处理后进入园区污水管网。

### 4.固废依托工程

本项目探伤工作期间不产生非显影液、废定影液、废胶片等，探伤工作人员为现有厂区人员转岗，不新增生活垃圾，生活垃圾依托厂区现有垃圾桶，收集后

运至园区生活垃圾收集点，由环卫部门统一清运处置。

**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	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1	XYD-225	225	3	无损检测	探伤室	设备已安装

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性

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	
/	本项目不涉及	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>2</sup>）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》（修订版），2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日修订；</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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》2020 年 9 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</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 号修改，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月施行；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日（生态环境部令第 20 号）第四次修订；</p> <p>(11) &lt;关于发布《射线装置分类》的公告&gt;，国家环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月施行；</p> <p>(12) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，自 2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函〔2016〕430 号，原环境保护部办公厅，2016 年 3 月 7 日起施行；</p> <p>(14) 《产业结构调整指导目录（2024 年）》，国家发展和改革委员会；</p> <p>(15) 《国家危险废物名录（2025 年）》，生态环境部部令第 15 号；</p> <p>(16) 《云南省生态环境保护条例》；</p> <p>(17) 《云南省环保局关于（在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全</p>
----------	---

	<p>管理限值请示)的复函》(云环函〔2006〕727号)；</p> <p>(18)《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》(2022年修订)；</p> <p>(19)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告2019年第57号)；</p> <p>(20)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告2021年第9号)；</p>
技术标准	<p>(1)《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>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3)《500kV以下工业X射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)；</p> <p>(4)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(6)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(7)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及第1号修改单，2017年10月27日实施；</p> <p>(8)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(9)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；</p> <p>(10)《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)，2015年6月1日实施；</p> <p>(11)云南省生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲(2021版)》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序(2021版)》的通知(云环通〔2021〕227号)；</p> <p>(12)《环境空气质量标准》(GB3095-2012)；</p> <p>(13)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；</p> <p>(14)《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；</p> <p>(15)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；</p> <p>(16)《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素8》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(17)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》</p>

	(HJ1326-2023)
其他	<p>参考文献：</p> <p>(1) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编；</p> <p>(2) 委托书；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）；</p> <p>(4) 《辐射防护手册》（第三分册，原子能出版社，李德平，潘自强）；</p> <p>(5) 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）规定要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。

本项目为在探伤室内使用II类射线装置，本次评价范围为探伤室四周边界外 50m 范围内，评价范围示意图详见附图 2。

### 7.2 保护目标

根据评价范围示意图，项目 50m 内为本公司生产车间、厂区空地及北侧仓库仓房，无居民点、学校、行政办公和医院等环境保护目标。因此，确定本项目环境保护目标为 50m 评价范围内探伤室周围活动的辐射工作人员及公众成员。

（1）职业人员：探伤室东侧控制室的辐射工作人员。

（2）公众成员：公司生产车间内工人、通海云钢管业有限责任公司员工。

表 7-1 主要保护目标情况

保护目标	名称及方位	人数	位置	距离 X 射线源最近的水平距离	环境特征	管理限值
职业人员	探伤机房控制室	2 人	东南	10.5m	涉及职业人员 2 人，活动时间为 9:00-17:00（单日探伤 2 小时）	年有效剂量 ≤5mSv
公众成员	东侧固定工位	2 人	东	24m	单层建筑，高约 12m，涉及人员约 12 人；厂房内部员工活动区域，活动时间约为 8:00-18:00	年有效剂量 ≤0.25mSv
	西侧固定工位	2 人	西	22m		
	公司生产车间内	6~8 人	周围 5.0~50m	5.0m		
	空地运输人员	2~5 人	西南侧 20~50m	20m		

备注：项目场地不设置地下室，探伤机房地下及顶部人员均不可到达。

### 7.3 评价标准

#### 一. 国家标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），任何工

作人员所接受的职业照射水平不应超过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；实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过年有效剂量，1mSv。

## 二. 行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函〔2006〕727号）规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一，即职业人员年有效剂量≤5mSv，公众年有效剂量≤0.25mSv。

## 三. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

### 4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 1 X 射线罐头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<152	<1
150~200	<2.5
>200	<5

备注：本项目管电压为 225kV，周围剂量当量率应<5mSv/h

#### 5.1.2 工作前检查项目应包括

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

## **6 固定式探伤的放射防护要求**

### **6.1 探伤室放射防护要求**

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量

率参考控制水平通常可取 100uSv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

（探伤室拟配置 1 套固定式场所辐射探测报警装置，其主机设置在控制室内，探头设置在工件门和人员通道门上方。剂量监测探头与防护门联锁，当探伤室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时（ $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ），防护门无法打开，系统自动报警或停机，确保辐射工作人员及周围环境的安全。）

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，

探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人员进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。

测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

#### 四. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

##### 3.探伤室屏蔽要求

##### 3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 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）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（H<sub>c</sub>）和导出剂量率参考控制水平(H<sub>cd</sub>)：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H<sub>c</sub> 如下：

职业工作人员：H<sub>c</sub> ≤ 100 μ Sv/周；

公众：H<sub>c</sub> ≤ 5 μ Sv/周。

2) 相应 H<sub>c</sub> 的导出剂量率参考控制水平 H<sub>cd</sub>( μ Sv/h)按式(1)计算：

$$H_{cd} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

H<sub>c</sub>——周剂量参考控制水平，单位为微希每周( μ Sv/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（h/周）。

t 按式(2)计算： $t=W/60 \cdot l$

式中：

W——X 射线探伤的周工作负荷，mA·min/周；

60——小时与分钟的换算系数；

l——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  $H_{cmax}$ ：

$H_{cmax}=2.5\mu\text{Sv/h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平  $H_c$

$H_c$  为上述 a)中的  $H_{cd}$  和 b)中的  $H_{cmax}$  二者的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

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，距探伤室顶外表面 30cm 处和（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。该项辐射和穿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  $H_c(\mu\text{Sv/h})$  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  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

## 3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半

值层厚度（HVL）。

### 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。

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线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

## 五. 本项目辐射剂量管理限制

综合考虑云环函〔2006〕727号、GB18871-2002与GBZ117-2022的有关规定，本项目管理目标为：

### ①辐射剂量率控制水平：

控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ （X射线数字成像检测系统探伤室）

监督区边界周围剂量当量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ （控制室、探伤室西北侧1.0m区域、探伤室西南及东北侧0.5m区域）

### ②年有效剂量控制水平：职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$

公众年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv}$

### （5）非放射性污染物评价标准

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准。本项目运行过程中将会产生臭氧（ $\text{O}_3$ ），根据《工作场所有害因素职业接触限值-化学有害因素》（GBZ2.1-2007），工作场所空气中 $\text{O}_3$ 的浓度限值为 $0.3\text{mg/m}^3$ 。

噪声：本项目位于云南通海产业园区里山片区内，运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准限值。

废水：项目X射线实时成像检测系统配套设置1台阳极水循环冷却装置，该装置定期添加新阳极水，无废水排出；同时，探伤工作人员为厂区现有工作人员转岗，不新增人员，无新增生活废水产生。

固废：本项目为实时成像系统，不进行洗片工作，不产生废显影液、废定影液、胶片等废物。探伤工作人员为厂区现有工作人员转岗，不新增人员，无新增生活垃圾产生。

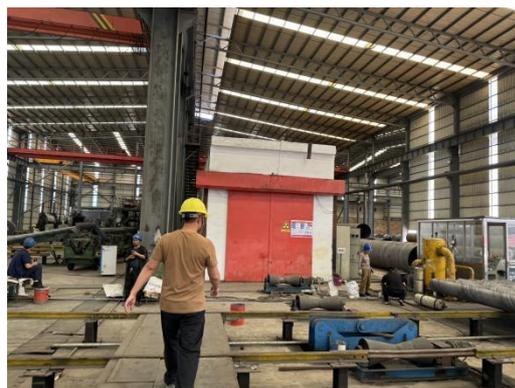
**表 8 环境质量和辐射现状**

**一、项目地理位置**

本项目位于玉溪市通海县五金产业园区（里山片区）仙岩路 2 号通海云钢管业有限责任公司现有厂房内，根据现场勘查，项目区西南侧紧邻仙岩路，东南侧为通海通明商贸有限责任公司，东北侧目前为闲置厂房，西北侧为道路及空地。现场勘查情况见图 8-1。



通海云钢管业有限责任公司（全景）



探伤室



探伤室周边车间现状（探伤室西侧 20m 位置）



探伤室周边车间现状（探伤室西南侧 5m 位置）



探伤室周边车间现状（探伤室西北侧 50m 位置）



探伤室周边车间现状（探伤室东侧固定工位 22m）

图 8-1 本项目探伤室及周围现场照片

## 二、区域环境质量现状

### (1) 大气环境

本项目位于玉溪市通海县云南通海产业园区里山片区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准，根据《2024 年玉溪市生态环境状况公报》中“2024 年，玉溪中心城区环境空气质量优良天数比率为 99.5%，其余县（市、区）空气质量优良天数比率均达 99%以上。全市 4 个酸雨监测点监测显示，未出现酸雨。”可知，通海县空气质量优良天数比率达 99%以上，项目区为环境空气达标区。

### (2) 地表水环境

本项目位于玉溪市通海县云南通海产业园区里山片区，主要地表水为探伤机房西北侧 485m 的里山大沟，里山大沟由北向南汇入库南河，最终流入曲江。根据云南省水利厅《云南省水功能区划（2014 修订）》，项目所在区域属于曲江峨山-华宁保留区，水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，里山大沟为上游水体，参照曲江大河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

表 3-4 地表水环境质量标准基本项目标准限值 单位：mg/L

污染物名称	pH（无量纲）	COD	BOD <sub>5</sub>	氨氮	总磷	总氮	石油类
III 类标准	6~9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2	≤1.0	≤0.05
污染物名称	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	挥发酚	氟化物	硫化物	砷	铅
III 类标准	≤0.2	≤10000	≤0.005	≤1.0	≤0.2	≤0.05	≤0.05

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中要求，地表水环境质量现状调查应优先采用生态环境主管部门统一发布的水环境状况信息。距离本项目最近的曲江例行监测断面为曲江大河上的马脖子电站断面（市控断面），位于项目区西南侧约 10.98km 处，本次现状评价引用通海县环境监测站 2023 年对曲江市控断面（马脖子电站）的监测数据，马脖子断面监测结果如下表所示：

表 3-5 马脖子断面例行监测结果

监测项目	断面名称	2023 年监测数据平均值	III类水标准	评价结果
pH	无量纲	7.95	6-9	达标

溶解氧	mg/L	6.84	≥5	达标
高锰酸盐指数	mg/L	3.95	≤6	达标
五日生化需氧量	mg/L	2.70	≤4	达标
氨氮	mg/L	0.40	≤1.0	达标
石油类	mg/L	0.03	≤0.05	达标
挥发酚	mg/L	0.001L	≤0.005	达标
汞	mg/L	0.00004L	≤0.0001	达标
铅	mg/L	0.00009L	≤0.05	达标
化学需氧量	mg/L	12.50	≤20	达标
总磷	mg/L	0.09	≤0.2	达标
铜	mg/L	0.006L	≤1.0	达标
锌	mg/L	0.01	≤1.0	达标
氟化物	mg/L	0.56	≤1.0	达标
硒	mg/L	0.0004L	≤0.01	达标
砷	mg/L	0.002	≤0.05	达标
镉	mg/L	0.00005L	≤0.005	达标
六价铬	mg/L	0.004L	≤0.05	达标
氰化物	mg/L	0.00050L	≤0.2	达标
阴离子表面活性剂	mg/L	0.02	≤0.2	达标
硫化物	mg/L	0.016L	≤0.2	达标

根据监测数据，曲江大河的市控断面（马脖子电站）的各监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 III 类标准。

## （2）引用监测数据

本项目地表水环境质量现状引用《云南玉溪钢铁集团振飞钢铁有限公司产能置换升级年产 75 万吨普钢项目》中的监测数据，该项目位于本项目探伤机房东北侧 450m，项目编制期间委托云南浩辰环保科技有限公司于 2024 年 5 月对周边的里山大沟进行了监测，具体如下：

监测点：1#——项目区上游 500m 里山大沟断面、2#——项目区下游 500m 里山大沟断面、3#——项目区下游 2500m 里山大沟断面，共设 3 个监测断面。

监测项目：pH、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、石油类、硫化物、铁、锰、六价铬、镉、铅、汞、砷、铜、锌、挥发酚、氰化物、氟化物、铊。

监测时间：连续采样 3 天，每天一个混合样。

表 3-6 地表水监测结果 单位：mg/L，pH：无量纲

分析项目	现状监测值	标准	标准指数	达标情况
------	-------	----	------	------

	1#断面	2#断面	3#断面		1#断面	2#断面	3#断面	
pH	7.42	7.72	7.92	6-9	0.21	0.36	0.46	达标
	7.45	7.78	7.99		0.23	0.39	0.50	达标
	7.41	7.79	7.95		0.21	0.40	0.48	达标
悬浮物	7	19	16	/	/	/	/	/
	7	18	10	/	/	/	/	/
	9	16	12	/	/	/	/	/
化学需氧量	44	38	30	20	2.20	1.90	1.50	超标
	42	37	29	20	2.10	1.85	1.45	超标
	47	34	26	20	2.35	1.70	1.30	超标
五日生化需氧量	9.8	7.1	5.8	4	2.45	1.78	1.45	超标
	9.4	7.5	6.6	4	2.35	1.88	1.65	超标
	9.5	7.4	6.3	4	2.38	1.85	1.58	超标
氨氮	1.54	1.78	1.67	1	1.54	1.78	1.67	超标
	1.52	1.75	1.65	1	1.52	1.75	1.65	超标
	1.51	1.8	1.69	1	1.51	1.80	1.69	超标
总磷	0.17	0.16	0.18	0.2	0.85	0.80	0.90	达标
	0.18	0.17	0.17	0.2	0.90	0.85	0.85	达标
	0.16	0.18	0.17	0.2	0.80	0.90	0.85	达标
石油类	0.01L	0.01	0.01	0.05	0.10	0.20	0.20	达标
	0.01L	0.01	0.01	0.05	0.10	0.20	0.20	达标
	0.01L	0.01	0.01	0.05	0.10	0.20	0.20	达标
硫化物	0.01	0.01	0.01	0.2	0.05	0.03	0.05	达标
	0.01	0.01	0.01	0.2	0.05	0.03	0.05	达标
	0.01	0.01	0.01	0.2	0.05	0.03	0.05	达标
铁	0.03L	0.03L	0.03L	0.3	0.05	0.05	0.05	达标
	0.03L	0.03L	0.03L	0.3	0.05	0.05	0.05	达标
	0.03L	0.03L	0.03L	0.3	0.05	0.05	0.05	达标
锰	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	0.05	0.05	0.05	达标
	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	0.05	0.05	0.05	达标
	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	0.05	0.05	0.05	达标
六价铬	0.004	0.004	0.004	0.05	0.08	0.08	0.08	达标
	0.005	0.004	0.005	0.05	0.10	0.08	0.10	达标
	0.005	0.004	0.004	0.05	0.10	0.08	0.08	达标
镉	0.0017	0.0033	0.003	0.005	0.34	0.66	0.60	达标
	0.0015	0.0019	0.0028	0.005	0.30	0.38	0.56	达标
	0.0017	0.0033	0.0029	0.005	0.34	0.66	0.58	达标
铅	0.005	0.001L	0.004	0.05	0.10	0.01	0.08	达标
	0.006	0.007	0.005	0.05	0.12	0.14	0.10	达标

	0.006	0.005	0.006	0.05	0.12	0.10	0.12	达标
汞	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.0001	0.20	0.20	0.20	达标
	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.0001	0.20	0.20	0.20	达标
	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.0001	0.20	0.20	0.20	达标
砷	0.0027	0.0028	0.0029	0.05	0.05	0.06	0.06	达标
	0.0028	0.0028	0.0024	0.05	0.06	0.06	0.05	达标
	0.0024	0.0022	0.0026	0.05	0.05	0.04	0.05	达标
铜	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
锌	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
	0.05L	0.05L	0.05L	1	0.03	0.03	0.03	达标
挥发酚	0.001	0.0003L	0.0003L	0.005	0.20	0.03	0.03	达标
	0.0009	0.0003L	0.0003L	0.005	0.18	0.03	0.03	达标
	0.001	0.0003L	0.0003L	0.005	0.20	0.03	0.03	达标
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	0.01	0.01	0.01	达标
	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	0.01	0.01	0.01	达标
	0.004L	0.004L	0.004L	0.2	0.01	0.01	0.01	达标
氟化物	0.73	0.9	0.83	1	0.73	0.90	0.83	达标
	0.79	0.96	0.79	1	0.79	0.96	0.79	达标
	0.76	0.83	0.81	1	0.76	0.83	0.81	达标
铊	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.0001	0.05	0.05	0.05	达标
	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.0001	0.05	0.05	0.05	达标
	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.0001	0.05	0.05	0.05	达标

由上表可知，监测断面监测指标中的化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮均超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求，其余因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。超标的主要原因为监测断面周边存在村庄，村落污水排放较集中，排放后污染物大部分直接进入里山大沟，对其水质造成不利影响，因此里山大沟现状水质超标主要是由于农业面源污染和城镇生活污水未设置集中治理措施，随意排放导致，本项目生产过程中废水全部回用不外排，生活污水进入园区污水管网，因此不会对周边地表水体水质造成影响，故地表水质超标与本项目无关，主要原因为周边农村面源污染影响。

### （3）声环境

本项目位于玉溪市通海县云南通海产业园区里山片区，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类区标准要求，周边50m内无声环境敏感目

标，根据通海县人民政府于 2025 年 11 月 7 日公布的《声环境质量状况》，2025 年，通海县城区 113 个点位的区域昼间环境噪声平均等效声级为 48.2 分贝，区域环境噪声总体水平等级为一级（好）；20 个点位的城市道路交通噪声昼间平均等效声级为 67.8 分贝，城市道路交通噪声强度等级为一级（好）；7 个点位的功能区噪声每季度监测 1 次，监测结果均符合相应功能区要求，达标率 100%。

### 三、辐射现状

为了了解项目区辐射现状，本次环评委托云南正毅环境监测对项目区环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率进行补充监测。

#### 1.监测方案

经现场勘查，本项目探伤室已建设完成。本次对探伤室拟建区域及周围的环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率进行检测。监测方案如下所示：

##### （1）环境现状评价对象

探伤室拟建位置、50m 评价范围内环境保护目标及周围辐射现状。

##### （2）检测因子

环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率

##### （3）检测点位

本次评价按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）检测布点原则，于探伤室拟建位置及周围布设 8 个检测点，分别为铅房四周 4 个检测点（1 号~4 号），射线出束点 1 个检测点（5 号），铅房周边固定工位 2 个检测点（6 号和 7 号）及院内 1 个检测点（8 号）。

检测布点见图 8-2。

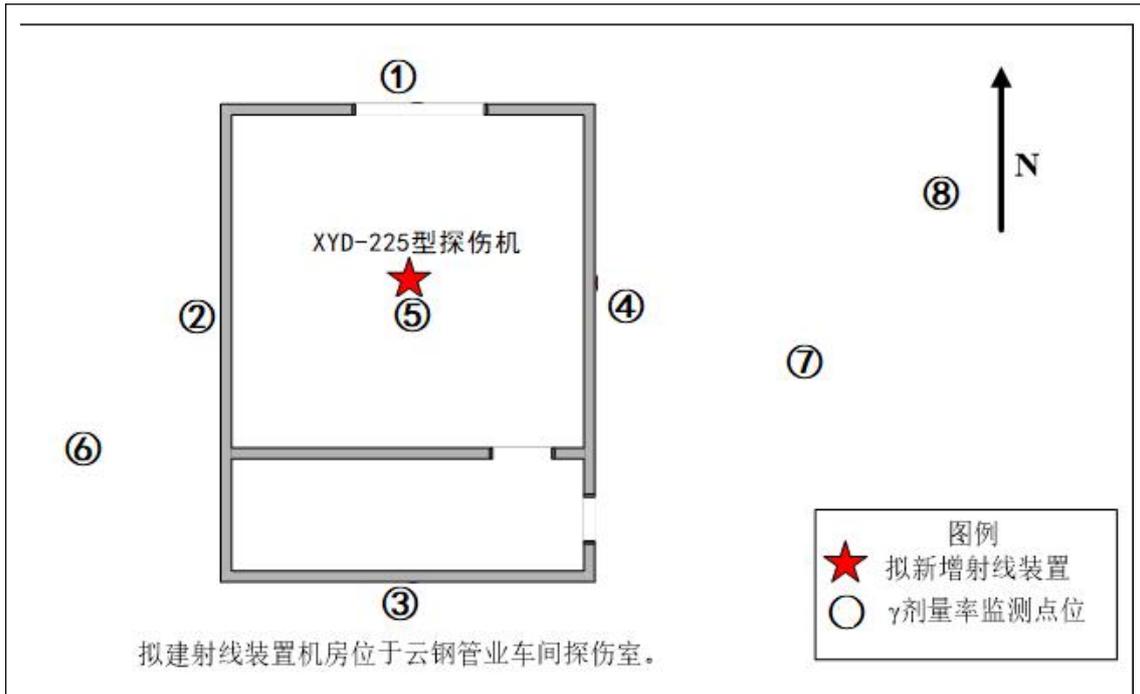


图 8-2 监测布点示意图

## 2.质量保证措施

### (1) 检测单位

云南正毅环境监测有限公司

### (2) 检测仪器

表 8-1 监测仪器参数一览表

仪器名称及编号	BG9521 型便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪 (2020005#)				
出厂编号	1UNDAQHM				
仪器量程	0.01-2500 $\mu$ Sv/h				
仪器响应时间	1s				
检定/校准证书编号	2025H21-20-5833732001				
检定/校准日期	2025 年 4 月 8 日				
检定/校准有效期	2026 年 4 月 7 日				
检定/校准单位	上海市计量测试技术研究院				
剂量响应	周围剂量当量率 mSv/h	0.20	0.08	0.01	0.003
	校准因子 Cf	1.05	1.00	0.97	0.98
能量响应范围	35keV~3MeV 能量响应特性 $\leq\pm 20\%$ (相对于 137Cs)				
使用温度	-10 $^{\circ}$ C~+50 $^{\circ}$ C				
相对湿度	$\leq 90\%$ RH (40 $^{\circ}$ C)				

### (3) 检测方法

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

#### （4）检测人员及其他质量保证措施

①本项目监测单位为云南正毅环境监测有限公司，已通过云南省质量技术监督局（CMA 认证），证书编号：202512050115。该公司具有完整、有效的质量控制体系。

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），监测高度为 1m，合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 5 次，每次测量时间不小于 15 秒，并读取稳定状态的最大值；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧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。

### 3.检测时间与条件

2025 年 05 月 20 日，天气：晴，温度：27°C，湿度：53%。

### 4.检测结果

表 8-2 监测结果一览表

监测对象	点位编号	监测点位描述	监测数据 (校正值 $\pm$ 标准差)	备注
			本底值	
拟新增II类射线装置机房区域周围	1	拟建机房北侧	0.05 $\pm$ 0.01	/
	2	拟建机房西侧	0.05 $\pm$ 0.01	/
	3	拟建机房东侧	0.05 $\pm$ 0.01	/
	4	拟建机房南侧	0.05 $\pm$ 0.01	/

	5	拟建机房内	0.05±0.01	/
	6	固定工位 1	0.06±0.01	/
	7	固定工位 2	0.06±0.01	/
/	8	周围环境值（院内中）	0.06±0.01	/

## 5.结果评价

由辐射环境本地监测结果可知，本项目 X 射线探伤机拟建周围环境（1-4 号监测点）的 X-γ 辐射剂量率为 0.05μSv/h，探伤室机房内 X-γ 辐射剂量率为 0.05μSv/h，周边固定工位 X-γ 辐射剂量率为 0.06μSv/h，与本次监测的背景值（8 号监测点）的 X-γ 辐射剂量率为 0.06μSv/h 水平相当。根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（第 15 卷，第一期，云南省环境监测中心站刁仁平等编制，1995 年 1 月），昆明市道路 γ 辐射剂量率在 0.0351 μ Gy/h~0.0752 μ Gy/h 之间，昆明市房屋室内 γ 辐射剂量率在 0.0641 μ Gy/h~0.1266 μ Gy/h 之间，由此可知，本项目拟建场所及周围环境的 X-γ 辐射剂量率与区域正常水平相当。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 施工期污染源项描述

##### 一、施工期工艺流程简述

根据调查，本项目依托的《新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》中的年产 10 万吨螺旋焊管生产线及该条生产线相关工程 and 环境保护设施、措施已进行了验收，目前项目为正常生产状态。本次建设内容为在生产车间内建设 1 座独立探伤检测室，由探伤室、控制室构成，并新增 1 套螺旋管 X 射线实时成像检测系统，环评介入时，已建设部分相关防护工程，且设备已购入进厂，未进行电路接入及设备调试工作。目前计划取得环保审批手续后继续开展相关工作。

根据施工现状，后续需根据本次环评对防护工程进行补充建设及整改，同时进行电路布线及设备调试工作。施工流程及产污环节如下图所示：

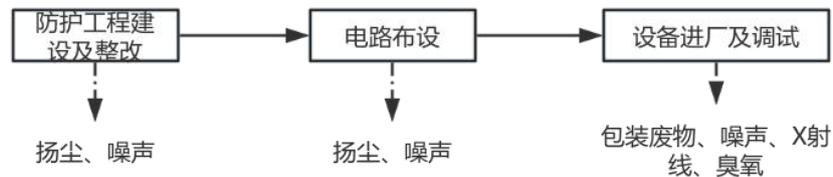


图 9-1 施工流程及产污环节

##### 二、施工期污染源项分析

###### (1) 废气

本项目在施工阶段进行电路布线及设备进场，其中粉尘主要由凿电缆沟及打孔产生，根据建设单位提供资料，电缆沟埋地深度为 30cm，由于工程量较小，粉尘产生量较小，且凿电缆沟及打孔时采用喷雾抑尘，一方面给切割机、电钻降温，一方面减少粉尘产生量，产生的少量扬尘通过门窗自然通风排出。

###### (2) 废水

项目后期仅涉及电路布线及设备进厂工作，不产生废水，工作人员生活污水依托厂区现场项目中卫生间等设施，不单独设施少量生活污水处理设施。

###### (3) 固体废物

### ①建筑垃圾

建筑固废产生量与施工水平、建筑类型等多种因素有关。项目已完成主体建筑建设，因此建筑垃圾主要来自装修材料，后续开孔、凿沟、边角料等，根据项目工程特点，项目建筑垃圾产生量较少，均由施工方统一收集后，能回收利用的尽量回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点。

### ②生活垃圾

本项目施工人员较少，且均为当地居民，不在施工场地内食宿，故生活垃圾产生量很少。施工人员生活垃圾由厂区设置的垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运。

### (4) 施工噪声

机房装修时的噪声源主要有电锯、电钻、角磨机、电焊及切割机等，产生的噪声在 70dB (A) ~95dB (A) 之间，项目装修施工均在室内进行，墙体可起到衰减噪声的作用。主要施工机械的噪声源强见表 9-1。

表 9-1 主要施工机械设备的噪声声级

序号	施工机械	声级[dB (A) ]
1	电锯	70~88
2	电钻	80~85
3	角磨机	90~95
4	电焊机	80~85
5	切割机	90~95

### (5) 设备安装及调试

本项目 X 射线实时成像系统安装及调试由设备供货方专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护施工完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生噪声、废包装纸/袋、X 射线、微量臭氧及氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。

## 9.1.2 运营期工艺及污染源项描述

### 一、运营期设备及工艺分析

#### 1、X 射线探伤机简介

### (1) X 射线探伤机结构

X 射线实时成像系统主要包括四部分，主要为 X 射线机系统、图像显示及处理系统、冷却装置、机械检测装置、射线防护系统、中央控制系统。

#### A. X 射线机系统

X 射线机有 X 射线管、高压发生器、高压电缆、T5018 触摸式控制台、低压控制电缆等五部分组成；X 射线管分为单机射线和双机射线管；高压发生器为阴极高压发生器，阴极高压发生器适用于 50KV~225KV 型的 X 射线机；高压电缆两端压上橡胶接头构成完整的高压电缆，将 X 射线管和高压发生器连接起来，使 X 射线管得到所需要的高压（千伏）和灯丝的加热电压、电流值；T5018 型控制器是台式结构，前面装有彩色触摸屏、指示灯、钥匙开关及应急开关、电源锁等；低压控制电缆由电源电缆、阴极电缆、水冷却电缆、铅门电缆、报警等电缆。

#### B. 冷却装置

为了更好的使该设备正常工作，发挥应有的性能。单极 X 射线管配备水冷却系统；该冷却系统采用自循环冷却，可预置温度，当实际温度超过预定温度，压缩机启动，强迫制冷，内部装有流量保护开关，当流量低于 4L/min 时，流量保护开关动作，强迫 X 射线机关闭高压，以保护 X 射线管，当射线管体温度超过 45°C 时，X 射线机进入保护状态，可对射线管起到双重的保护。

### (2) X 射线探伤机工作原理

X 射线机主要由 X 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）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作用的韧致辐射即为 X 射线。

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。X 射线管产生的 X 射线穿透被检测工件的焊缝，当射线在穿过焊缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个黑度差显示焊缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。典型的 X 射线管结构示意图如下图所示：

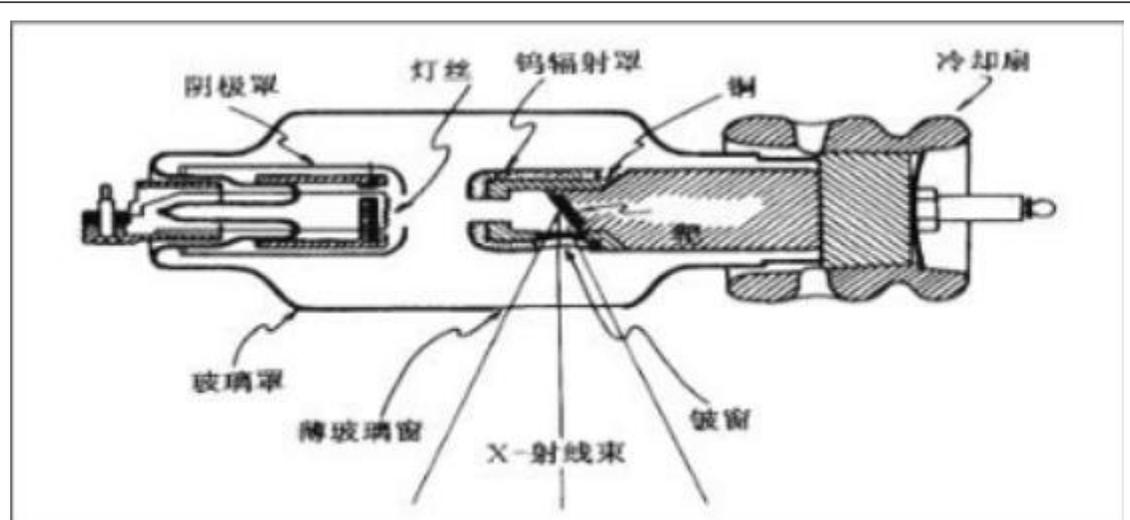


图 9-2 典型 X 射线管结构图

## 2、X 射线探伤机工作流程

管件上车后，载管车正行至检测位置，到位信号传至操作室，检验师关铅门，启动 X 射线高压，通过调整载管车的行走及车载徊转轮的旋转捕获到焊缝再调节 X 射线 KV、mA 值，以获得最佳检验图像，通常的检验速度（线速度）是 1~3 米/分，管子全部检完后，关闭 X 射线高压，开铅门，载管车高速回车至反行限位处，管件下车，一个检验周期结束。在检验过程中，如发现明显超标缺欠则记录标识以备下工序处理。如发现缺欠又不好确定是否超标，可启用图像处理系统对该图像进行多种处理以获得清晰明确的图像供检验者判定，还可通过图像处理系统的辅助判定功能直接测量缺欠尺寸协助判定。现场监控系统可根据检验师的需要随时提供各部位的工作状态，协助检验师的操作及工作。工作流程及产污环节图详见下图：

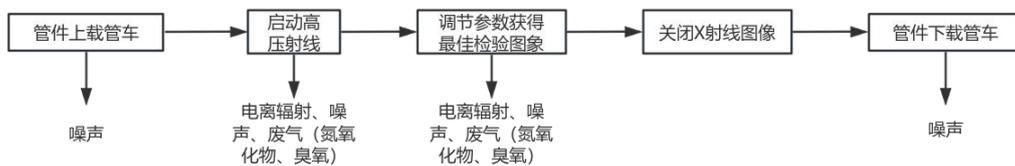


图 9-3 本项目工作流程及产污环节图

## 3、工件及人员走向说明

项目分别设置人员出入口及工件出入口，根据探伤机房示意图所示，探伤机房于西北侧设置工件出入口，采用 250mm 铅板作为防护门；人员由东北侧进入控制室，探伤室与控制室之间设备检修及检查通道，采用 250mm 铅板作为防护

门；因此，项目运营期间工件与人员走向不交叉，可降低人员受电离辐射影响风险。

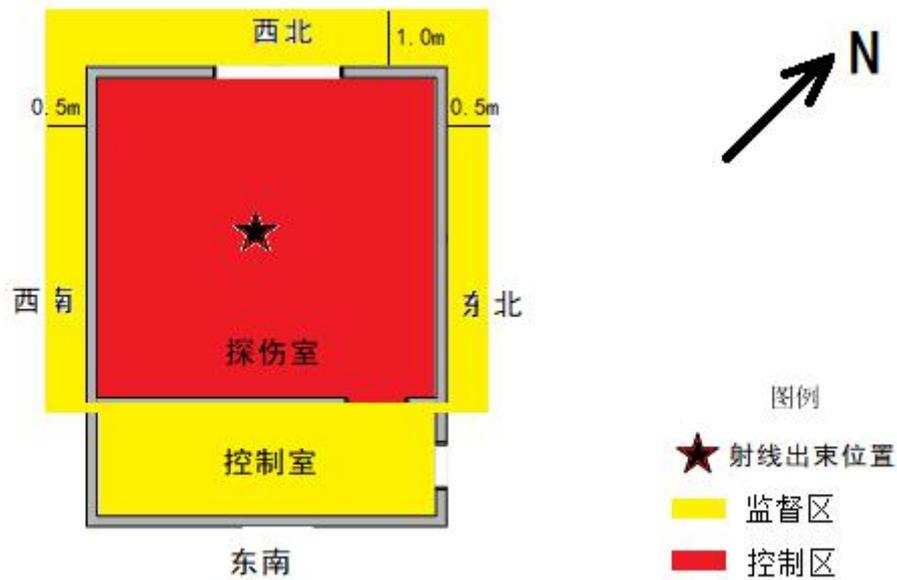


图 9-4 探伤机房示意图

## 二、运营期污染项描述

### 1、放射性污染因素分析

#### (1) 放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

#### (2) X 射线

X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线。X 射线机开机后产生电离辐射，对周围环境产生辐射影响，关机后电离辐射随之消失。

### 2、非放射性污染因素分析

#### (1) 废气

X 射线机曝光状态下，X 射线在穿透空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



臭氧是强氧化剂，浓度大时对人的呼吸道有损伤作用。

探伤机工作时臭氧的产生量（ $Q_u$ ）可以通过以下公式计算：

$$Q_u = G \times S_o \times R \times \delta。$$

其中：

$Q_u$ ：臭氧的产生量（g/h）

$G$ ：是离辐射源 1 米处的辐射剂量率（Gy/h）（管电压高于 200kV 的工业 X 射线探伤机，其漏射线比释动能率应不大于 5mGy/h，本次环评计算臭氧产生量时，取  $G=0.005\text{Gy/h}$ ）

$S_o$ ：是射束在离源点 1 米处的照射面积（ $\text{m}^2$ ）（本项目探伤机固定出束角度最大为  $40^\circ$ ，则 1 米处照射面积约为  $0.36\text{m}^2$ ）

$R$ ：是射束径迹长度（m）（本次环评取 1.5m）

$\delta$ ：是空气每吸收 10eV 辐射能量产生的  $\text{O}_3$  分子数（本次环评取 6）

代入上述各参数计算，项目探伤机臭氧产额为  $0.0162\text{mg/h}$ ，根据探伤机房尺寸参数，探伤室容积为  $503.5\text{m}^3$ ，项目连续探伤作业 1h 后探伤室内臭氧浓度为  $3.217 \times 10^{-5}\text{mg/m}^3$ ，臭氧的 1 小时平均值能够满足《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） $0.3\text{mg/m}^3$  容许浓度要求，同时满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ $\leq 0.2\text{mg/m}^3$ ）的标准限值要求。

为防止臭氧累积，项目探伤室内安装通风系统，风量为  $600\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时通风换气次数为 3 次，产生的臭氧及氮氧化物可通过楼内排风管道引致楼顶排放。

## （2）废水

本项目为 X 射线实时成像检测系统，无废显、定影液产生。仅工作人员在日常工作生活中产生少量生活污水；该项目设 2 名工作人员负责螺旋钢管探伤工作，均为现有工作人员转岗，不新增人员，无新增废水。

X 射线实时成像检测系统内设置冷却装置，采用自循环冷却，内置阳极冷却水，为封闭自循环装置，日常使用不产生废水，定期补充新水，新水直接外购成品阳离子罐装水。

## （3）固体废弃物

本项目探伤机为采用数字成像，不打印胶片，无废胶片产生；项目辐射工作人员由现有员工转岗，不新增生活垃圾，厂区生活垃圾经收集后委托环卫部门清运处置。

(4) 噪声

本项目运营期噪声主要来源于通风系统的风机，机房所使用的风机均为低噪声设备，其噪声值一般低于 60dB（A）。

3、事故状态下污染因素分析

项目使用 1 台II类射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，事故情形如下表所示及危害如下表所示：

表 9-2 项目事故情形及危害情况分析

序号	事故情形	潜在危害	事故分级	备注
1	检修人员近距离检修 X 射线实时成像系统时，高压系统被误操作，导致 X 射线出束，造成检修人员被照射，引发辐射事故。	X 射线探伤机失控导致人员受到超年剂量限值的照射。	一般辐射事故	非主束方向
2	X 射线探伤机运行时，门机联锁失效，人员误打开铅门，被误照，引发辐射事故。			非主束方向
3	人员还未完全撤离机房，操作人员疏忽大意启动开关，造成室内停留人员被误照，引发辐射事故。			非主束方向

本项目 X 射线实时成像设备出束方向为固定向上，正常检修及在探伤室误照情况下不会受到有用线束照射，主要造成伤害的为漏射及散射射线，根据下文分析计算，检修情况下误照射 7.5min 及在探伤室内照射 30min 时，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射，导致一般辐射事故。

项目污染物产排情况见下表。

表 9-2 项目污染物产生及排放情况一览表

内容类型	排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量 (单位)	排放浓度及排放量 (单位)	
大气污染物	施工期	施工场地	粉尘	少量	洒水降尘、加强室内通风
	运营期	X 射线探伤设备	臭氧、氮氧化物	少量	经探伤室的排风管道引至楼顶排放
水污染物	施工期	施工场地	施工废水	/	施工过程中仅切割机、电钻降温、降尘使用少量的水，该部分水最终蒸发不产生废水
		施工人员	生活废水	少量	依托现有厂区卫生间及化粪池处理后进入园区污水管网，最终进入里山片区污水处理厂进行处理。
	运营期	工作人员	生活污水	/	工作人员由现有厂区工作人员转岗，无新增，不涉及新增生活污水，厂区生活污水经化粪池后进入园区污水管网收集至里山片区污水处理厂进行深度处理。
固	施工期	施工人员	生活垃圾	少量	经施工场地设置的垃圾桶集中收集后交由环卫部门统一清运，处置率 100%。

体废物		施工场地	建筑垃圾	少量	由主体工程施工方统一收集后，能回收利用的尽量回收利用，不能回收利用的清运至住建部门指定堆放点，处置率100%。
	运营期	医护人员	生活垃圾	/	工作人员由现有厂区工作人员转岗，无新增，生活垃圾集中收集并交由环卫部门统一清运，处置率100%
噪声	施工期	施工设备	主要的施工机械噪声，源强为70~95dB(A)		
	运营期	风机	本项目主要来源于通风系统的风机，其噪声源强一般低于60dB(A)。		
电离辐射	调试阶段	X射线探伤机	安装请专业人员进行，调试期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁。		
	运营期	X射线探伤机	按屏蔽设计方案落实本项目四周墙体、顶棚、地面、防护门的屏蔽措施。防护门处设计有工作状态指示灯，门灯能有效联动；外墙上设计有电离辐射警告标志及中文警示说明。		
		X射线探伤机事故情况	检修人员近距离检修X射线实时成像系统时，高压系统被误操作，导致X射线出束，造成检修人员被照，引发辐射事故。		
			X射线探伤机运行时，门机连锁失效，人员误打开铅门，被误照，引发辐射事故。		
人员还未完全撤离机房，操作人员疏忽大意启动开关，造成室内停留人员被误照，引发辐射事故。					

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 布局合理性分析

本项目探伤室设置于现有厂房内，位于厂房中央，控制室位于机房西南侧，通道均采用铅门作为防护门。根据现场勘查，项目区西南侧紧邻仙岩路，东南侧为通海通明商贸有限责任公司，东北侧目前为闲置厂房，西北侧为道路及空地。探伤时，将螺旋钢管置于轨道车内平拖至相应位置，关闭防护门保证屏蔽措施完成后，开启探伤工作。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GB/T250-2014）中，3.3.2 款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线束照射的方向，本项目 X 射线探伤机主射束使用方向为探伤室内向上方定向照射，探伤室室顶人员无法到达，控制室及人员均避开了有用线束的照射，满足 GBZ117-2022 中第 6.6.1 款要求，同时也满足 GB/T250-2014 中 3.3.2 款要求。

### 10.2 分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“6.4 射工作场所的分区：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。”、“6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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。”和“6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，一般将探伤检测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”。结合本项目核技术利用的特点，将 X 射线探伤系统设备自带铅房内部划分为控制区，X 射线探伤检测室内除设备自带铅房外其他区域（含操作区）划分为监督区。控制区需要最优化的辐射屏蔽和冗余的安全连锁系统，入口设置明显的电离辐射警告标志，标志图形、颜色、字体等均按照 GB18871-2002 规定要求设置，预防潜在照射及事故照射的发生。探伤机运行时，控制区内禁止有人员滞留、禁止人员进入。监督区只有辐射工作人员才能进入监督区进行操作，公众不允许进入。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，划分示意图见图 10-1。

### 10.3 区域划分情况

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分，见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 项目控制区和监督区的划分情况

分区	射线探伤检测室
控制区	X 射线数字成像检测系统探伤室
监督区	控制室、探伤室西北侧 1.0m 区域、探伤室西南及东北侧 0.5m 区域

公司拟采取的分区措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

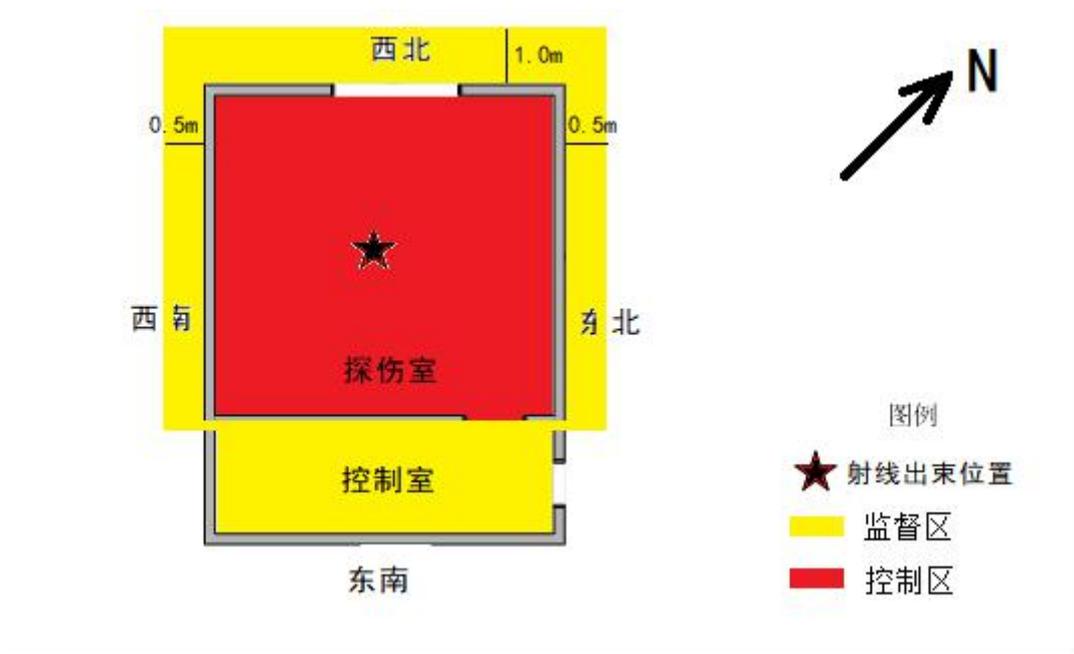


图 10-1 项目控制区和监督区的划分情况

根据环境现状监测，探伤机房外围检测值均在正常范围。机房内除控制区外的其他区域作为辐射防护监督区；即探伤室划定为控制区，控制区禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品进入控制区内。控制室及探伤室西北侧 1.0m 区域、探伤室西南及东北侧 0.5m 区域设为监督区，监督区设置警示标志。并在地面以黄色警示色进行标识，提醒无关人员不要靠近。

因此，本项目拟采取的分区措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

### 10.4 工作场所辐射防护屏蔽设计

本项目位于通海云钢管业有限责任公司现有厂房内，在厂房中间空地位置新建探伤室，拟安装 1 台 X 射线数字成像检测系统（最大管电压 225kV，最大管电流为 3mA），项目系统无自带铅房，要求建设单位自行建设。根据设计，工件入口朝西北方向，工作人员进入控制室入口朝向东北方向，控制室与检测室之间设置铅门由工作人员进入，作为检修门，操作台位于控制室内，有用线束照射方向为向上照射，操作人员可避开有用线束照射方向。建设设计提供的铅房屏蔽参数，本项目 X 射线数字成像检测系统采取的屏蔽参数见下表：

表 10-2 项目区铅房设计参数

类别	尺寸及参数
外部尺寸	L×B×H=30m×5m×5.5m
主照射面（顶部）	500mm 混凝土+250mm 厚铅板
辐照射面（东北面）	400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡
辐照射面（东南侧）	250mm 铅板防护门（检修通道）
辐照射面（西北侧）	250mm 铅板防护门（工件进出口）
辐照射面（西南侧）	400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡
底部	800mm 厚混凝土

备注：项目探伤机主射方向为固定向上

根据企业提供资料，项目探伤室防护参数详见下表

表 10-3 探伤室防护参数一览表

项目	内容
尺寸	L×B×H=30m×5m×5.5m
四面墙体	新建，详见表 10-2
布局	有用线束照射项目向上，控制室与探伤室分开，控制室位于东南侧
防护门	<p>（1）设防护门 2 个</p> <p>西北侧整体为防护门，用于工件进出，开闭式，铅钢复合结构，屏蔽能力 250mmPb，满足 GBZ117-2022 中“无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性的要求”门洞宽度 4m，防护门宽 4.2m，高为 4.75m；防护门左、右与墙体搭接量均为 20cm，上下与墙体搭接量均为 20cm，防护门与墙体之间缝隙≤1cm，搭接宽度与缝隙比例大于 10:1，满足防护要求。</p> <p>（2）东南侧整体为防护门，设有检修通道，开闭式，铅钢复合结构，屏蔽能力 250mmPb，满足 GBZ117-2022 中“无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性的要求”门洞宽度 4m，防护门宽 4.2m，高为 4.75；防护门左、右与墙体搭接量均为 20cm，上下与墙体搭接量均为 20cm，防护门与墙体之间缝隙≤1cm，搭接宽度与缝隙比例大于 10:1，满足防护要求。</p>
门-机联锁装置	防护门上方设置门-机联锁装置并保证关闭门后 X 射线探伤机才能进行探伤作业，在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源；探伤室内部的人员设紧急开门按钮，可在紧急情况下离开探伤室。
声光报警装置	探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别并在门口张贴信号意义的说明。
监控装置	拟于探伤室东北角安装监控摄像头 2 个，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视

置	探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。
警示标志	防护门中间位置张贴符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志
紧急停机按钮	拟于探伤室内设置 3 处紧急停机按钮（探伤室内西墙、东南墙、控制室各设置一处），X 射线探伤机控制台自带紧急停机按钮，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。按钮或拉绳带有标签，标明使用方法。
机械排风装置	设通风口 1 个，通风口尺寸为 40×40cm。通风口外部设置 8mmPb 的铅防护罩，排风口外拟设置引风管道，将废气排至外过道，该区域螺旋钢管成品堆存区，无人员活动，考虑排风管道阻尼效应后，设计有效通风换气量不低于 600m <sup>3</sup> /h，探伤室体积约 503.5m <sup>3</sup> ，有效通风换气次数 3 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.10 款的管理要求
报警装置	探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置 1 个
电缆管线口	电缆管线口位于探伤室北墙，地下 U 形穿管，埋地深度为 30cm，可避免 X 射线照射
照明	探伤室设置 4 盏 LED 照明灯，距地高度为 2.8m，照度不小于 150Lx

综上所述，本项目安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.1 探伤室放射防护各项要求。

### 10.5 其他管理

为保证项目正常、安全运行，公司根据相关条例制定以下管理要求：

1.探伤工作人员在每日开机前需进行工作前检查，包括探伤机外观是否完好、电缆是否有断裂、扭曲以及破损、液体制冷设备是否有渗漏、安全连锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行、螺栓等连接件是否连接良好、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常等。

2.定期进行探伤机维护。规定自主维护时限为半年/次。探伤工作人员需对日常维护工作进行培训，后期维护由专人进行。设备维护需进行探伤机彻底检查及详细检测，发现零件损坏及时更换，并做好维护记录。

3.探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人员进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

4.在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

5.严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作人员进行个人剂量监测（不超过3个月）和职业健康检查（不得超过2年），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，辐射工作人员进行上岗前体检和离岗时体检。

6.探伤机应严格执行退役要求，X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构，当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续同时清除所有电离辐射警告标志和安全告知，对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

2.本项目与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）符合性分析。具体如下表所示：

表 10-4 管理条例符合性分析

序号	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求	项目规定	符合性
一	<b>X射线探伤机防护要求</b>		
1	X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表1的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T26837的要求。	X射线实时成像设备随机文件中明确漏射线所致周围剂量当量率<5mSv/h。	符合
2	工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全连锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好； g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	已制定工作前检查要求，检查项目符合标准要求，详见管理要求第一条。	符合
3	X射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； d) 应做好设备维护记录。	已制定探伤机维护要求，详见管理要求第二条。	符合
二	<b>固定式放射防护要求</b>		
1	<b>探伤室放射防护要求</b>		

(1)	探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。	项目有用线束照射方向为固定向上，操作室位于探伤室东南侧。项目探伤室各屏蔽墙根据有用线束方向、源项大小等因素设置，西北及东南侧墙采用 400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡进行防护，东南墙及西北墙设置 250mm 铅板防护。	符合
(2)	应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	项目将探伤室作为控制区，控制室、探伤室西北侧 1.0m 区域、探伤室西南及东北侧 0.5m 区域设置为监督区，监督区分别进行标识。	符合
(3)	探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足： a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周； b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	根据计算，项目周围剂量当量远小于标准限值要求。	符合
(4)	探伤室顶的辐射屏蔽应满足： a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3； b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。	项目探伤室顶人员不可到达，经计算器剂量当量率远小于 100 $\mu$ Sv/h。	符合
(5)	探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	项目目前已建设门-机联锁装置，同时设置紧急停止按钮。	符合
(6)	探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	项目已设置准备出束声光提示装置，且与探伤机联锁，安装于醒目位置用于进行厂区工作人员。	符合
(7)	探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	项目设置 2 个监控摄像头。	符合

(8)	探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	探伤室内已根据要求设置辐射警示标志和中文警示说明。	符合
(9)	探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	项目在不同位置设置紧急制动装置，共 3 个。	符合
(10)	探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	探伤室内设置 1 套通风装置，通风风量为 600m <sup>3</sup> /h，每小时换气次数为 3 次。	符合
<b>2</b>	<b>探伤室探伤操作的放射防护要求</b>		
(1)	对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	已制定工作前检查要求，检查项目符合标准要求，详见管理要求第一条。	符合
(2)	探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	已制定探伤工作人员佩戴剂量率仪器要求，详见管理要求第三条。	符合
(3)	应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	本次环评已对探伤室四周及周边固定工位位置检测其剂量率水平。	符合
(4)	交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	管理要求中已明确检查便携式 X-γ 剂量率，确保其正常使用，若不能正常使用，不能开始探伤工作。	符合
(5)	探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	本次评价已提出要求探伤工作人员佩戴个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。	符合
(6)	在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	管理要求已制定照射前检查原则。	符合
(7)	开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。	本项目探伤室根据厂区生产工件建设，不存在开门探伤情况。	符合
<b>3</b>	<b>探伤设施的退役</b>		
	当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本	管理规定汇总已明确 X 射线探伤机退役要求，详见管理规定第六条。	符合

	<p>标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。</p> <p>b)掺入贫铀的屏蔽装置应与<math>\gamma</math>射线源一样对待。</p> <p>c)X 射线发生器应处置至无法使用,或经监管机构批准后,转移给其他已获许可机构。</p> <p>d)包含低活度<math>\gamma</math>射线源的管道爬行器,应按照相关要求执行。</p> <p>e)当所有辐射源从现场移走后,使用单位按监管机构要求办理相关手续。</p> <p>f)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> <p>g)对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测,以确认现场没有留下放射源,并确认污染状况。</p>		
--	--	--	--

综上,本项目防护设施及要求满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中相关规定。

## 10.6 日常检查与维护

### 10.6.1 日常检查

射线装置使用时应检查铅房防护门门-机联锁装置以及出束信号指示灯等辐射安全与防护措施,若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射工作,排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括:

- (1) 铅房外观是否完好;
- (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损;
- (3) 防护门是否正常关闭;
- (4) 安全联锁是否正常工作;
- (5) 钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常;
- (6) 报警设备和警示灯是否正常运行;
- (7) 螺栓等连接件是否连接良好;

### 10.6.2 设备维护

(1) 建设单位应对射线装置维护负责,每年至少维护一次。装置的检修和维护工作应由装置厂家的售后工作人员来进行。

(2) 设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

(3) 当设备有故障或损坏,需更换零部件时,应保证所更换的零部件为合格产品。

(4) 做好设备维护记录。

## 三废的治理

## 1、废气

X 射线数字成像检测系统在曝光过程中会产生有害气体臭氧和氮氧化物，X 射线检测系统铅房设置机械通风，X 射线检测系统铅房产生的少量的臭氧、氮氧化物等气体，通过机械通风装置排风机排出，并通过管道向西引出室外，排入大气环境。项目 X 射线检测系统铅房设置机械通风装置，X 射线检测系统铅房容积为 503.5m<sup>3</sup>，X 射线检测系统铅房排风机风量为 600m<sup>3</sup>/h，通风换气次数为 3 次/h。产生的少量的臭氧、氮氧化物等气体，通过机械通风装置排风机排入大气环境，臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

## 2、固体废物

本项目运营期不新增工作人员，工作人员生活垃圾经厂区内现有垃圾箱收集后，委托环卫部门清运，做到日产日清。本项目不涉及洗片，不产生工业固废。

## 3、废水

本次拟新增 X 射线探伤机应用项目为实时成像的技术，无废显影液和定影液产生，因此不产生洗片废液。

项目设置 1 套阳极水循环冷却装置，该装置需定期添加新水，不对外排污，因此探伤工作不产生工业废水，本项目运营期不新增工作人员，不新增废水。根据《通海云钢管业有限责任公司新建年产 15 万吨金属制品加工项目环境影响报告表》项目产生的生活污水经化粪池处理后排入里山工业园区污水管网进入园区污水处理厂进行深度处理。

## 4、噪声

项目探伤检测室设置机械通风装置，运行时会产生噪声。项目减轻风机噪声对厂界影响的主要控制措施为选取低噪声设备及距离衰减等。

## 环保投资

根据项目建设和运行情况，本项目总投资 65 万元，主要用于探伤室屏蔽防护工程建设和防护用品采购，其中安排用于环境保护方面的投资约 12.3 万元，占项目总投资的 18.92%，详细投资见下表。

表 10-4 环保投资估算见下表

类别	环保设置/措施	数量	投资金额（万元）	备注
屏蔽措施	探伤机房	1 座	/	设计已含
安全装置	门机联锁	1 套	1.0	已设置

		准备出束声光提示	1 套	0.8	已设置
		紧急制动装置	3 个	1.2	已设置
		出口处紧急开门开关	1 个	0.3	已设置
		监控摄像头	2 个	0.8	新增
		声光报警	4 个	0.2	已设置
		电离辐射警告标志	4 个	0.05	新增
		两区划分标识	/	0.05	新增
	通风装置	通风装置	1 个	0.8	新增
其他	监测仪器及 警示装置	便携式 X 辐射监测仪	2 个	1.5	新增
		个人剂量计	2 个	0.4	新增
		个人剂量报警仪	2 个	1.0	新增
	人员培训	辐射工作人员学习考核及应急 培训	/	1.2	新增
		应急和救助的资金、物资准备	/	2.0	新增
	辐射监测	射线装置年度监测费	/	1.0	新增
合计				12.3	/

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建筑物为探伤机房，由探伤室及控制室组成，单层建筑，砖混结构。目前主体建筑已建成，设备已进场，暂未进行电路搭接及设备调试工作。项目施工期间的建设内容主要包括探伤室及控制室的主体建设、防护施工、轨道安装、防护门、紧急停机按钮等辐射安全防护设备的安装等，施工期可能的污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响，施工期时间较短，环境影响小，根据现场勘探，无施工期环境遗留问题，因此不再对施工期开展环境影响分析。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 辐射剂量率理论计算

##### 1. 估算公式及相关参数取值

##### (1) 有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

式中：

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA，本项目为 3mA；

H<sub>0</sub>：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），以 mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>。查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，XYD-225 保守取滤过条件为 0.5mm 铜，可得出本项目辐射源点（靶点）1m 处输出量 H<sub>0</sub> 为 9.9×10<sup>5</sup>μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h）

B：屏蔽透射因子；由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

##### (2) 漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算考察点处的辐射剂量率

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2}$$

式中：

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

H<sub>L</sub>：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，单位为 μSv/h，根据 GBZ/T250-2014 表 1，>200kV 的取 5000μSv/h。

### （3）散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的公式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$$

式中：

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA，本项目为 5mA；

H<sub>0</sub>：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），以 mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）为单位的值乘以 6×10<sup>4</sup>。查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，XYD-225 保守取滤过条件为 0.5mm 铜，可得出本项目辐射源点（靶点）1m 处输出量 H<sub>0</sub> 为 9.9×10<sup>5</sup>μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h）

B：屏蔽透射因子；查 GBZ/T250-2014 表 2，250kV 散射辐射的能量为 200kV，查

GBZ/T250-2014 中附录 B，表 B.2，200kV 对应铅的 TVL 为 1.4mm；

F：R<sub>0</sub> 处的辐射野面积，m<sup>2</sup>；

α：入射辐射剂量率的比；根据 GBZ/T250-2014 中 B.4.2，本项目 R<sub>02</sub>/F·a 因子的值可以取 50（200kV~400kV）；

R<sub>0</sub>：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

R<sub>s</sub>：散射体至关注点的距离，m。本次评价为保守计，取辐射源点至关注点的距离。

其中屏蔽透射因子采用以下公式计算：

$$B = 10^{-X/TVL}$$

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，查 GBZ/T250-2014 附表 B.2，250kV 对应铅的什值层厚度为 2.9mm。

## 2.屏蔽厚度及距离计算

根据项目主体建设资料，探伤机房整体外部尺寸为 30m×5m，高 5.5m。根据《辐射防护手册 第三分册》第 63 页表 3.4，在管电压 250kV 条件下，200mm 厚红砖折算铅当量为 4mm，300mm 厚红砖折算铅当量为 6mm，15mm 厚的硫酸钡板大约相当于 1 个铅当量（1mmPb）。这个比例关系源于硫酸钡的密度（约 4.5g/cm<sup>3</sup>）约为铅（11.34g/cm<sup>3</sup>）的 40%，因此其单位厚度的辐射屏蔽能力也相应为铅的 40%左右。

本项目折算混凝土铅当量为保守取值，具体折算值详见下表：

表 11-1 探伤室折算铅当量厚度一览表

类别	尺寸及参数	折算铅当量厚度 mmPb
外部尺寸	L×B×H=30m×5m×5.5m	/
主照射面（顶部）（位置 A）	500mm 混凝土+250mm 厚铅板	260
辐照射面（东北面）（位置 B）	400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡	14.7
辐照射面（东南侧）（位置 C）	250mm 铅板防护门（检修通道）	250
辐照射面（西南侧）（位置 D）	400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡	14.7
辐照射面（西北侧）（位置 E）	250mm 铅板防护门（工件进出口）	250
底部	800mm 厚混凝土	16

备注：项目探伤机主射方向为固定向上

### 3.计算结果

本项目 XYD-225 型 X 射线实时成像系统定向 X 射线探伤机工作时主射束方向为向上照射，探伤室顶部受主射束的照射。

本项目探伤机为垂直向上照射，有用线束不照射四周墙面及防护门，仅顶部受到 X 射线探伤机有用线束照射。

在探伤室外 30cm 处设置参考点，X 射线探伤机参考点和示意图见下图。

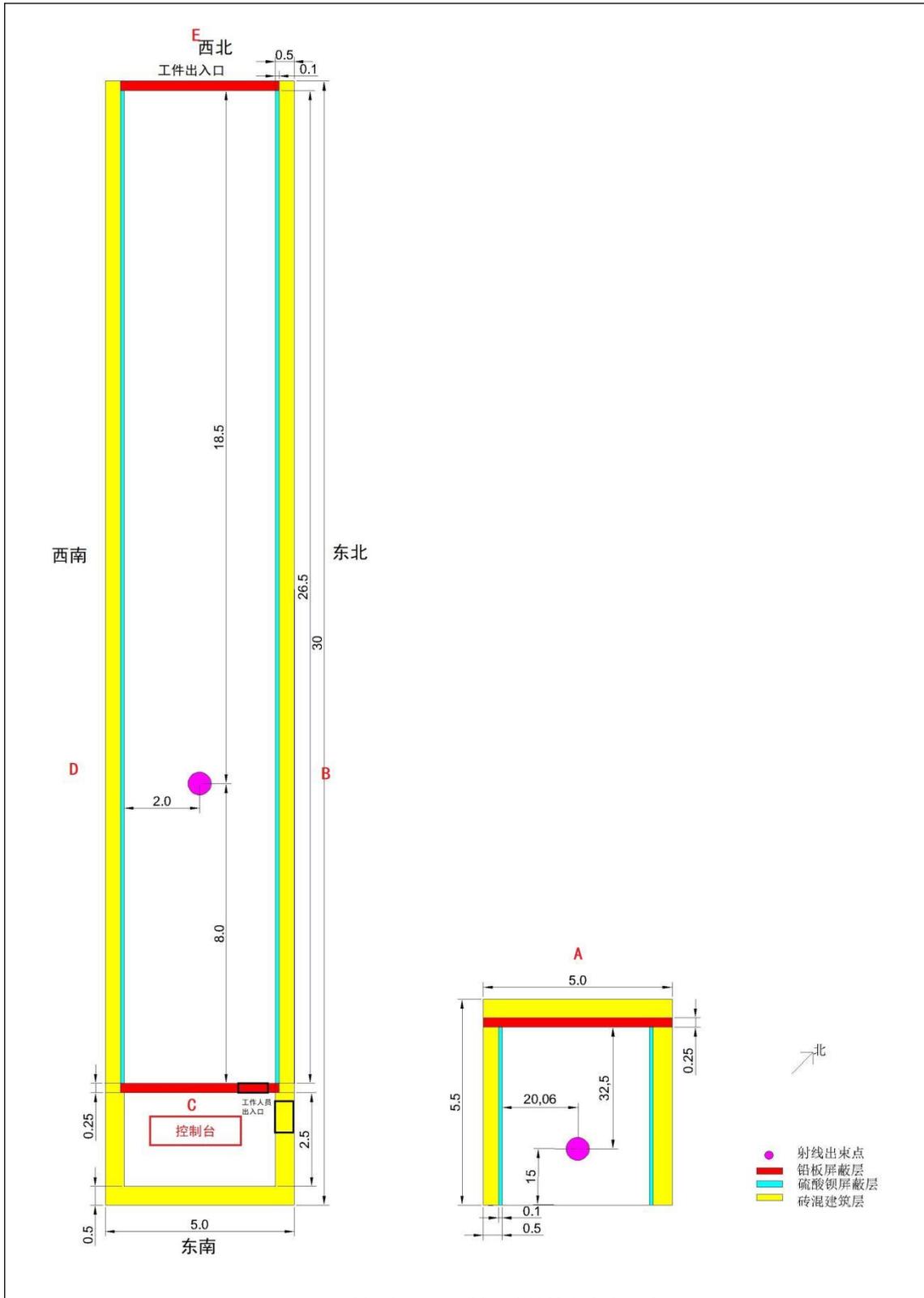


图 11-1 X 射线探伤机辐射影响核算参考点示意图

根据前文公式，在无工件屏蔽情况下，计算上图各参考点的剂量率，计算过程中，有用线束屏蔽投射因子 B 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中图 B.1 X 射线穿过铅的投射曲线取得(参考曲线为 250kV，

0.5mmCu), 泄露辐射及散射辐射屏蔽因子根据公式:  $B=10^{-X/TVL}$  进行计算, TVL: X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度, 查 GBZ/T250-2014 附表 B.2, 250kV 对应铅的什值层厚度为 2.9mm。辐射野面积的计算公式是: 面积 =  $\pi \times (\tan(\text{半张角}) \times \text{源到工件距离})^2$ 。

计算得 X 射线探伤机探伤室外参考点剂量率见下表:

表 11-2 X 射线探伤机探伤室参考点剂量率

参考点	辐射类型	屏蔽体	屏蔽能力 (mmPb)	距离 m	屏蔽透射因子 B	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	
A	有用射束	顶部	260	4.3	0.000000100	0.013531639	
B	漏射	东北	14.7	2.8	0.000002783	0.00177459	0.00177459
	散射				0.000000000	0.000000000	
C	漏射	东南	250	8.55	0.000000000	0.000000000	0.000000000
	散射				0.000000000	0.000000000	
D	漏射	西南	14.7	2.8	0.000002783	0.00177459	0.00177459
	散射				0.000000000	0.000000000	
E	漏射	西北	250	19.05	0.000000000	0.000000000	0.000000000
	散射				0.000000000	0.000000000	

注: 距离=主射束至墙壁距离+墙壁厚度+0.3m

根据表 11-2 计算结果, 探伤室外 30cm 剂量率最大为 A 点 (顶部), 为  $0.013531639\mu\text{Sv/h}$ , 四周最大剂量率为东北墙及西南墙, 均为  $0.00177459\mu\text{Sv/h}$ , 远低于《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 固定式放射防护要求中规定的  $100\mu\text{Sv/h}$  剂量率参考控制水平 (对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取  $100\mu\text{Sv/h}$ )。

### 11.2.2 年有效剂量

(1) 年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \times t$$

式中:

H: 年有效剂量, Sv/a;

$D_r$ : X 剂量率, Sv/h;

T: 居留因子;

t: 年受照时间, h。

(2) 照射时间确定

根据建设单位提供资料，探伤室年工作时间 250 天，每天 2 小时，根据质检时间及训机时长计算，全年探伤机射线出束作业时间 258 小时。

(3) 居留因子确定

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽范围》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子见下表：

表 11-3 居留因子的选取

场所	居留因子 T	停留位置
全居留	1	探伤室、控制室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	螺旋钢管厂房
偶然居留	1/8~1/40	办公楼等厂区塔器位置

(4) 职业人员的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，对职业人员的影响区域主要在探伤室东南侧的控制室，根据理论预测结果，职业人员活动区域最大辐射剂量率保守取防护门外 30cm 处 0.00000001 $\mu$ Sv/h，居留因子按照控制室取 1，本项目设置 2 名执业人员，估算的职业人员的年有效剂量为：

$$H=0.000000001 \times 258 \times 1=0.0000000258\mu\text{Sv/a}$$

由以上估算结果可以看出，职业人员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5.0mSv/a 的年管理剂量约束值。

(5) 公众成员的有效剂量

探伤室为单层建筑且高为 5.5m，X 射线为定向向上照射，人员正常情况无法到达探伤室上方，X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要为探伤室四周。

根据理论计算结果，估算公众成员年有效剂量见下表。

表 11-4 公众成员有效剂量

位置	公众成员区域	最大剂量率 $\mu$ Sv/h	居留因子	时间	年有效剂量 $\mu$ Sv/a	周有效剂量 uSv/周
东北侧	生产区（含固定工位）	0.00177459	1/2	258h/a 5.67h/	0.228922110	0.005030963

东南侧	生产区	0.03080804	1/4	周	0.000000006	0.043670397
西南侧	生产区（含固定工 位）	0.000000001	1/2		0.228922110	0.000000003
西北侧	工件进出口	0.03080804	1/4		0.000000006	0.043670397
标准	/	/	/		<0.2mSv/a	<5uSv/周

由以上估算结果可以看出，公众成员的年有效剂量最大值0.228922110 $\mu$ Sv/a，即0.0002289mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的1mSv/a的剂量限值，也低于本报告提出的0.2mSv/a的年管理剂量约束值；同时周有效剂量低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的5uSv/周。

### 11.2.3 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，在本环评的防护条件下，通海云钢管业有限责任公司在探伤室内使用1台定向X射线探伤机（XYD-225），正常运行期间：四周最大剂量率为东北墙及西南墙，均为0.00177459 $\mu$ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 $\mu$ Sv/h”的标准要求；室顶外30cm处剂量率最大为0.013531639 $\mu$ Sv/h，不需要人员到达，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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 $\mu$ Sv/h”的标准要求。

在X射线探伤机工作符合258h/a的条件下，职业人员的年有效剂量为0.0000000258 $\mu$ Sv/a，低于《电离辐射防护与辐射安全基本标准》规定的20mSv/a的剂量限值，也低于本报告提出的5.0mSv/a的年管理剂量约束值。公众成员的年有效剂量为0.0002289mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的1mSv/a的剂量限值，也低于本报告提出的0.2mSv/a的年管理剂量约束值。

综上所述，在建设单位设计的防护条件下，探伤室周围辐射剂量率、职业人员、公众成员所接受的年有效剂量均小于本报告提出的评价标准。

### 11.2.4 三废治理措施评价

#### （1）危废产生情况

本项目为实时成像系统，运行过程中不产生反射性废水、放射性固废，不进

行洗片作业，故不产生危险废物。

## (2) 臭氧和氮氧化物的治理措施

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），探伤室内拟设置机械排风系统，排风口处拟安装轴流风机进行机械通风，排风管道采用 U 型从探伤室室顶约 25cm 处穿墙，未破坏探伤室的整体屏蔽效果，排风管道外口拟设置于探伤室顶部，避免朝向人员活动密集区，通风系统有效通风量为 600m<sup>3</sup>/h，探伤室室内净体积约为 503.5m<sup>3</sup>，探伤室通风次数为 3 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

本项目采取机械通风的措施后，探伤室内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可及时排出探伤室外，后通过车间出入口及窗户自然扩散至大气环境。本项目探伤机管电压较低，开机曝光时间较短，臭氧和氮氧化物产生量较少，臭氧常温下 22~25 分钟即可分解一半，常温下可自行分解为氧气，探伤室所在车间内部空间较大，出入口及窗户较多，自然扩散条件良好，臭氧和氮氧化物经扩散、分解、稀释后，对车间内人员影响较小，对环境影响较小。

## 11.3 事故影响分析

### 1.可能的辐射事故情形

(1) 检修人员近距离检修 X 射线实时成像系统时，高压系统被误操作，导致 X 射线出束，造成检修人员被照，引发辐射事故。

(2) X 射线探伤机运行时，门机联锁失效，人员误打开铅门，被误照，引发辐射事故。

(3) 人员还未完全撤离机房，操作人员疏忽大意启动开关，造成室内停留人员被误照，引发辐射事故。

### 2.人员误照射影响分析

#### (1) 近距离检修时误照

无屏蔽状态下，X 射线探伤机的剂量率计算主要依据距离平方反比定律，公式如下：

$$D_2 = D_1 \times (R_1/R_2)^2$$

其中：

$D_1$ :已知距离  $R_1$  处的剂量率（采用 1m 处剂量率进行计算，根据上文，1m 处剂量率为 0.5mSv/h）

$D_2$ :是待求距离  $R_2$  处的剂量率，出束位置与探伤室内走廊最近距离为 0.5m， $R_2$  以 0.5 进行计算。

根据计算， $D_2=2\text{mSv/h}$ ，受照射时间为 7.5min 所致剂量即可达到 0.25mSv/a，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射，导致一般辐射事故。

### （2）工作人员在探伤机房内被误照

可能的辐射事故情形中，情形二和情形三均为工作人员因操作或设备故障原因在探伤机房内被误照。取距离出束点 1.0 处剂量率进行分析，则受照射时间满 30min 时，所致剂量即可达到 0.25mSv/a，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射，导致一般辐射事故。

本项目使用的 X 射线探伤机一旦发生辐射事故，最大可能事故为一般辐射事故。若发现 X 射线探伤机非正常出束，应立即切断电源，停止射线装置检测工作。建设单位在日常管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，严格要求职业人员按操作规程作业，并定期检查防护设施的性能和状态，强化安全管理，科学防范，杜绝此类事故发生。

### （3）辐射事故（件）防范措施

1) 防护门设计安装门-机联锁装置，探伤室内和控制台上设置紧急停机按钮等安全和应急设施。企业应经常性的检查、维护探伤室有关安全和应急设施正常运行，正常情况下可以避免误开防护门的情况发生。此外，公司应建立更严格的探伤程序，以避免人员误留或误入；

2) 本项目操作人员需定期在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行学习并报名参加考核，考核合格后方可上岗。并加强管理，禁止将探伤机移出探伤室使用，严禁未经考核合格的操作人员从事辐射工作；

3) X 射线探伤机贮存在探伤室内，建立射线装置使用登记和台账管理制度，加强对 X 射线探伤机在贮存、使用现场的管理，并在探伤室或车间内安装监控装置并由专人负责监控，防止发生射线机的被盗、丢失。一旦发生此类事件时将及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生行政部门。

4) 公司应及时编制《X 射线探伤辐射事故应急预案》，并定期组织应急演练

练。发生照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源，必要时启动应急预案，对受照人员进行剂量评估，同时要进行治疗必要的医学处理。

## 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和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位应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；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

公司已于 2025 年 7 月发文，成立了辐射安全与防护领导小组，公司法人代表曹永安担任组长，小组成员共 3 人，并明确了辐射安全与防护领导小组的成员及职责，见附件 10。

文件明确了辐射安全防护与环境保护领导小组的职责包括：

- (1) 宣传国家、省、市有关辐射环境安全的法律法规和制度。
- (2) 监督制定本公司辐射作业场所安全防护制度，辐射装置设备维护制度、辐射作业人员岗位安全操作规程。
- (3) 为辐射作业人员提供必要的安全防护用品、做好辐射作业人员健康监护。
- (4) 定期对辐射作业人员进行教育培训。
- (5) 加强辐射作业场所安全监督。
- (6) 按照国家有关规定办理辐射设施安全许可证等工作。
- (7) 研究讨论公司辐射工作重大事宜。

本项目目前无工作人员参与辐射安全培训，对拟调配于本项目的辐射工作人员，建设单位将尽快组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，满足辐射工作岗位的要求。

### 12.2 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》（2017 年修订）（生态环境部）令第 20 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）的相关管理要求，使用射线装置的单位应当具备健全的操作规程、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，并根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》、云南省

生态环境厅关于印发《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021年版）》的通知（云环通〔2021〕227号）的相关要求中，将其与公司管理制度现状列于表 12-1 中进行对照分析。

表 12-1 公司现有辐射安全管理制度汇总对照表

序号	检查项目		制定情况	备注
1	A 综合	辐射防护与安全保卫制度	已制定	附件 11
2		安全操作规程	已制定	
3		辐射安全管理机构设置	已制定	
4		射线装置管理制度	已制定	
5		安全防护设备的维护与维修制度	已制定	
6	B 监测	监测方案	已制定	
7		监测仪表使用与检验管理制度	已制定	
8	C 人员管理	辐射工作人员资质管理	已制定	
9		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	
10		辐射工作人员健康管理制度	已制定	
11		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
12		辐射工作人员培训制度	已制定	
13	D 应急	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	

根据表 12-1，公司的辐射安全管理规章制度如下：

（1）制定了辐射防护管理制度、辐射防护和安全保卫制度，加强对辐射工作场所的管理工作，防止出现辐射事故；

（2）制定了射线装置安全操作规程、射线装置管理制度、辐射工作人员岗位职责管理，保证工作人员正常使用仪器，要求操作人员严格按照操作规程进行探伤；

（3）制定了辐射防护与安全保卫制度，加强对 X 射线装置在探伤现场的保管、运行和维修时的辐射安全管理；

（4）制定了设备定期检修和监测仪表检验管理制度、监测仪表使用与检验管理制度，设备的检验、维修委托专业设备厂家进行，加强设备日常维护保养，

使之处于良好运行状态；

(5) 制定了辐射防护培训制度、辐射工作人员资质管理，辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，通过考核后方可上岗，对没有参加培训的辐射工作人员，应尽快安排参加辐射安全与防护培训；

(6) 制定了辐射工作人员剂量管理制度、辐射工作人员健康管理制度，要求辐射工作人员正确佩戴个人剂量计并参加职业健康体检；

(7) 制定了辐射事故应急预案，通过报告登记、调查与处理、资料整理与分析以及医疗、后勤和资金保障等措施以应对可能发生的辐射事故。

综上所述，公司制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性，但仍需要按照相关要求，需根据具体实践过程中出现的问题对原有制度的不足之处进行即时修订，以更适应后期运行需求。同时，建设单位应规范设备操作人员和其他人员的辐射安全监管，定期对设备操作人员和其他人员进行培训，强化操作人员和其他人员的辐射安全意识。

此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于辐射工作人员办公场所墙面的醒目处。

### 12.3 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中的相关规定，本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测和工作场所检查。

本项目试运行前，公司应为本项目每名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，组织其进行职业健康体检，为其建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并每年委托有资质单位对项目进行监测，并每年定期向生态环境部门递交上一年的评估报告。本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测和工作场所检查。

#### **本项目监测计划如下：**

##### 1、辐射环境监测方案

###### (1) 检测因子

X ( $\gamma$ ) 空气吸收剂量率。

(2) 检测频率

定期检测：正常情况下，每年进行 1~2 次自行检测。

应急检测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急检测。

年度检测：每年一次，委托有资质的单位进行检测。

(3) 检测范围

探伤室为中心，探伤室屏蔽墙外 30cm、周围 50m 范围内。

(4) 检测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

②工件进出口位置；

③探伤室防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

④探伤室墙外 30cm 离地面高度 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

⑤人员经常活动的位置，主要包括控制室、暗室及其他人员能到达的位置；

⑥每次探伤结束后，应检测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

(5) 剂量率控制水平

以  $2.5\mu\text{Sv/h}$  作为探伤室四周剂量率控制水平，以  $100\mu\text{Sv/h}$  作为探伤室顶、通风口剂量率控制水平，如发现超过标准的情况，则应进行调查，查找原因，改善探伤室防护条件。

## 2、个人剂量

(1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

(2) 所有探伤工作人员，必须接受个人剂量检测，委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月检测一次，出具个人剂量检测报告，个人剂量档案一人一档，由专人负责保管和管理。个人剂量档案终生保存；

(3) 探伤工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

(4) 探伤工作人员的受照剂量超过年管理剂量约束值时，所在单位应查明

原因，采取改进措施。

#### **12.4 辐射事故应急**

为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障公司工作人员和公众的健康与生命安全，公司已制定了辐射事故应急预案，公司辐射事故应急预案见附件 14。

公司制定的应急预案基本可行，公司应积极开展辐射应急演练，发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训和安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度。

针对应急预案，应完善的措施：明确应急仪器、设备的负责人及存放位置、做好应急和救助的资金、物资准备、加强应急人员的组织培训等。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年版），本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案并采取必要的防范措施。事故发生时，设备操作应立即切断 X 射线机的工作电源；事故发生后，应立即向公司领导及上级政府部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，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。事故发生后，应立即安排受辐射人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员介绍情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

建设单位在开展探伤工作之前需了解清楚当地生态环境管理部门、公安部门和卫生部门的相关要求和联系方式。一旦发生辐射事故，防止公众进入警戒区，及时将事故情况上报项目所在地生态应急事故须准备的仪器和设备、应急物资的准备条件及应急终止后的行动等。环境主管部门，并及时组织专业技术人员排除事故。建设方应补充应该预案规定的应急处理措施能尽可能缩短工作人员和公众受辐射的时间，使事故危害降到最低，该预案须具备对射线装置辐射事故的应急处理能力，具有可操作性。

#### **12.5 辐射事故应急**

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全

与防护条例》等法律法规，公司已制定《X射线探伤辐射事故应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。《X射线探伤辐射事故应急预案》包括以下内容：

#### （1）辐射事故（件）应急处理机构与职责

1) 成立了辐射事故应急领导小组，组织开展风险事件的应急处理工作。明确了各成员的联系方式及紧急联系方式，并明确了当地生态环境部门、公安部门及卫生部门的联系方式。

#### 2) 应急处理领导小组职责：

a.定期组织对检测探伤现场、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b.发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c.事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d.负责向生态环境及卫生行政部门及时报告事故情况；

e.负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f.人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；

g.负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

#### （2）辐射事故（件）应急原则

a.迅速报告原则；

b.主动抢救原则；

c.生命第一的原则；

d.科学施救，防止事故扩大的原则；

e.保护现场，收集证据的原则。

#### （3）辐射事故（件）应急处理程序

a.发生事故后，立即启动辐射事故应急方案。发生一般事故后，立即封锁现场，迅速查明事故原因，凡能通过切断事故源等处理措施而消除事故的，则以自救为主；发生严重事故后，立即封锁现场，迅速安排受照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治；组织有关人员携带仪器设备赶赴现场进行检测，核实事故情况，估算受照剂量、污染范围和程度，判定事故类型级别，提出控制措施和方案。

b.发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要的应急措施，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门、公安部门和卫生主管部门报告。视事故具体情况，向上级相关管理部门报告。具体辐射事故分级处理和报告制度应严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《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》（国家环境保护总局、公安部、卫生部环发〔2006〕145 号）的相关要求。

c.在事故处理过程中，处理事故的应急人员应佩戴个人剂量计。为制止事故的扩大或进行抢救、抢修处理事故的应急人员接受超过正常剂量当量限值的应急照射，按照 GB18871-2002 的规定，一次应急事件全身照射的剂量不应超过职业人员最大单一年份剂量限值的 10 倍。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按照规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

#### （4）环境风险事故（件）培训演习计划

建设单位尚未开展 2022 年度辐射事故（件）应急演练，应根据《X 射线探伤辐射事故应急预案》及公司实际生产情况制定辐射事故（件）应急演练方案，尽快开展演练，并详细记录事故发生的经过、参演人员及演练过程中发现的问题等，演练后对演练效果作出评价。

### 12.6 建设单位辐射安全管理能力评述

根据国家相关法律、法规的要求，对建设单位从事辐射活动的能力分析如下。

1) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）之规定，射线装置场所、人员的安全和防护要求与本项目情况对照如下。

表 12-1 放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法对照分析一览表

安全和防护要求	本项目情况	符合情况
<p>第五条生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。</p>	<p>探伤室设计为门机连锁，防护门上方设计有声光报警装置，设防护门设计有警戒线，防护门上设计张贴离辐射警示标识，配有中文警示说明，操作台上设计有锁定开关，钥匙由专人保管，探伤室内设有紧急停机按钮和紧急开门开关。</p>	<p>符合</p>

第九条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	制定了辐射环境监测计划，配备了1台辐射监测仪，正常情况下，每月日常监测一次，每年委托有资质的单位监测一次，若日常监测中发现异常数据，立即委托有资质的单位开展监测。	符合
第十二条生产、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。	本项目正常运行后，建设单位应按要求每年1月31日前向生态环境主管部门提交上一年度的年度评估报告。	符合
第十七条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。第二十二条取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。	本项目操作人员均取得辐射安全与防护培训合格证书。建设单位还承诺，对于探伤人员，上岗前先进行健康体检，体检合格后，安排其参加辐射安全和防护培训，取得合格证书后，方可正式上岗工作；对于已取得培训合格证的人员，在证书有效期到期之前，安排其参加复训。	符合
第二十三条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的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。	建设单位为每位操作人员配备了个人剂量计，并要求其正确佩戴，个人剂量计每期佩戴1~3个月，最多不超过90天，统一交由有资质单位检测，若有工作人员离开放射岗位，单独委托对其个人剂量计进行检测。	符合

2) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第3号）之规定，使用射线装置的单位申请领取许可证应具备的条件与本项目情况对照如下。

表 12-2 放射性同位素与射线装置安全许可管理办法对照分析一览表

应具备条件	本项目情况	符合情况
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专业技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位成立了“辐射安全与防护领导小组”。	符合
从事辐射工作的人员，必须经过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	探伤操作工作人员均取得辐射安全与防护培训合格证书。建设单位还承诺，对于探伤人员，上岗前先进行健康体检，体检合格后，安排其参加辐射安全和防护培训，取得合格证书后，方可正式上岗工作；对于已取得培训合格证的人员，在证书有效期到期之前，安排其参加复训。	符合
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	探伤室设计安装门机联锁装置，探伤室内设有紧急停机按钮和紧急停机开关，探伤机操作器上设有锁定	符合

全措施。	开关，钥匙由专人保管。	
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	本项目已配备 X-y 辐射监测仪 1 台，个人剂量计 2 个，个人剂量报警仪 1 台。	符合
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。	已制定各项管理规章制度和操作规程。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《X 射线探伤辐射事故应急预案》	符合

由以上对照分析可知，建设单位成立了“辐射安全与环境保护小组”，制定了各项管理规章制度和操作规程，本项目在建设过程中，逐步落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理措施后，可认为建设单位从事辐射活动的的能力，能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

#### 12.6 环保投资估算及“三同时”制度

根据项目建设和运行情况，本项目总投资 65 万元，主要用于探伤室屏蔽防护工程建设和防护用品采购，其中安排用于环境保护方面的投资约 12.3 万元，占项目总投资的 18.92%。该项目具体环保投资估算详见下表。

表 12-3 环保投资估算一览表

类别	环保设置/措施	数量	投资金额（万元）	备注	
屏蔽措施	探伤机房	1 座	/	设计已含	
安全装置	门机连锁	1 套	1.0	已设置	
	准备出束声光提示	1 套	0.8	已设置	
	紧急制动装置	3 个	1.2	已设置	
	出口处紧急开门开关	1 个	0.3	已设置	
	监控摄像头	2 个	0.8	新增	
	声光报警	4 个	0.2	已设置	
	电离辐射警告标志	4 个	0.05	新增	
	两区划分标识	/	0.05	新增	
通风装置	通风装置	1 个	0.8	新增	
其他	监测仪器及警示装置	便携式 X 辐射监测仪	2 个	1.5	新增
		个人剂量计	2 个	0.4	新增
		个人剂量报警仪	2 个	1.0	新增
	人员培训	辐射工作人员学习考核及应急培训	/	1.2	新增
		应急和救助的资金、物资准备	/	2.0	新增
辐射监测	射线装置年度监测费	/	1.0	新增	

合计		12.3	/
<p>本项目严格执行和坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，“三同时”验收内容和要求见下表。</p>			
<p>表 12-4 “三同时”验收一览表</p>			
项目	“三同时”措施		“三同时”验收内容
辐射安全管理机构	辐射防护管理		建立以公司领导为第一责任人的安全管理机构
辐射安全和防护措施	防治措施	探伤机探伤室	剂量限值达标：满足工作人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的年剂量约束限值，亦满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”的要求。 屏蔽能力达标：探伤室四周 30cm 处的辐射剂量率满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）规定的不大于 2.5μSv/h 的标准限值要求；顶棚 30cm 处的辐射剂量率不大于 100μSv/h 的标准限值要求。
		通风设施	探伤室设置一台低噪音抽风机，风量：600m <sup>3</sup> /h
	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员和辐射安全负责人员参加辐射安全与防护考核，考核合格后上岗（其中辐射安全负责人应进行中级辐射安全与防护考核）。	
人员配备	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（送检周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	
监测仪器和防护用品	监测仪器	个人剂量计 2 台	
		X-γ 辐射仪 1 台	
	固定式场所辐射		
个人剂量计	个人剂量报警仪 1 台		
辐射安全管理制度	<p>公司为本项目制定的制度有：《X 射线探伤辐射安全管理制度》《X 射线探伤操作规程》《X 射线探伤辐射安全和防护设施维护维修制度》《X 射线探伤辐射监测方案》《辐射工作人员培训管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射监测仪器使用与校验管理制度》《X 射线探伤辐射事故应急预案》《自行检查和年度评估》《管理机构及职责》《X 射线探伤岗位职责》《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》《辐射防护和安全保卫制度》《危险废物管理制度》。</p>		

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

通海云钢管业有限责任公司因生产需求，新建一套螺旋管 X 射线实时成像检测系统，主体建设包括控制室及探伤室。在探伤室内新增 1 台 XYD-225 型 X 射线实时成像系统，属于 II 类射线装置，用于室内探伤作业（固定场所探伤）。经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于国家鼓励建设的项目，符合产业政策。

#### 13.1.2 选址合理性

本项目位于厂区现有的车间内，与生产区域共处同一车间，减少设备转运；公司用地为工业用地性质，符合规划。本项目建成后探伤室立体角区域内无邻近高层建筑，远离办公、居民住宅等辐射环境敏感区域，且为平层建筑，屋顶公众人员不能到达，有利于射线的辐射防护。项目选址从环境保护的角度分析是可行的。

#### 13.1.3 现状监测

现状检测结果表明，本项目探伤室拟建位置环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率现状值为 0.05~0.06 $\mu\text{Gy/h}$ ，周围环境 $\gamma$ 空气吸收剂量率为 0.06 $\mu\text{Gy/h}$ ，处于天然放射性水平波动范围内。

#### 13.1.4 辐射安全与防护

本项目探伤室东北墙和西南墙采用 400mm 砖混凝土+100mm 硫酸钡作为屏蔽层，屏蔽能力为 14.7mmPb，东南侧及西北侧均为 250mm 铅板防护门，顶部受有用线束照射，采用 250mm 铅板+500mm 红砖混凝土结构防护。防护门设置门-机联锁装置、同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，防护门处张贴电离辐射警告标志，安全防护措施可满足要求。操作位探伤机控制台自带紧急停机按钮，探伤室内拟设计紧急停机按钮。探伤区域采用分区管理，人员配有个人剂量计。

#### 13.1.5 环境影响评价分析结论

正常运行期间：四周最大剂量率为东北墙及西南墙，均为 0.00177459 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量

率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求；室顶外 30cm 处剂量率最大为  $0.013531639\mu\text{Sv/h}$ ，不需要人员到达，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

在 X 射线探伤机工作符合 258h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量为  $0.0000000258\mu\text{Sv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射安全基本标准》规定的  $20\text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $5.0\text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值。公众成员的年有效剂量为  $0.0002289\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $1\text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $0.2\text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值。

综上所述，在建设单位设计的防护条件下，探伤室周围辐射剂量率、职业人员、公众成员所接受的年有效剂量均小于本报告提出的评价标准。

#### **13.1.6 辐射安全管理结论**

公司已成立了辐射安全与防护管理小组，并制定了各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，必须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事件。

公司拟配备 2 名辐射工作人员，均应参加辐射安全与防护考核，成绩合格，并在有效期内，方可上岗。公司拟配备有 2 支个人剂量计、1 台 X- $\gamma$ 吸收剂量率仪、1 台个人剂量报警仪，并定期委托有资质单位对个人剂量及其探伤工作场所进行监测。

公司制定了一系列辐射安全与环境保护管理制度。在今后的运营过程中须根据公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射安全相关制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。公司在严格落实本报告所提出的辐射安全管理措施并加强对辐射工作人员个人剂量、辐射安全与防护考核和职业健康体检的管理的情况下，可以满足辐射安全管理要求。

综上所述，切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

#### **13.1.7 使用射线装置能力评估**

对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2017年修订）》（生态环境部令第20号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（生态环境部第18号令）、《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021年版）》的通知（云环通〔2021〕227号）中相关使用射线装置应具备的条件要求，《报告表》分析建设单位严格落实辐射安全和防护措施及辐射安全管理措施，具备使用II类射线装置的综合能力。

### **13.2 承诺和建议**

#### **13.2.1 承诺**

- 1、严格按照设计方案建设探伤室；本项目探伤机严禁开展室外或野外作业。
- 2、及时修订各项规章制度；严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）的各项探伤操作的放射防护要求开展作业。
- 3、加强对工作人员的个人剂量监督并建立工作人员个人剂量档案；
- 4、按规定操作X射线探伤机，确保探伤室内无人员滞留；
- 5、项目建成运行后，及时自行组织竣工环境保护验收工作；
- 6、建立探伤机使用记录，主要包括使用时间、操作人员、探伤内容、安全情况、安全负责人和操作人签字等。

#### **13.2.2 建议**

- 1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生；
- 2、探伤操作人员，要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”；
- 3、尽快开展主体项目竣工环境保护验收工作。
- 4、合理安排作业时间，减少作业时周围环境的居留人员。