

核技术利用建设项目
中铁九桥工程有限公司云南交通科技分
公司工业探伤核技术利用项目
环境影响报告表

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司

2024 年 6 月

生态环境部监制

建设单位名称： 中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司

建设单位法人代表（签名或签章）： _____

通讯地址： 云南省楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村

邮政编码： 651200 联系人： 范苏春

电子邮箱： 584563512@qq.com 联系电话： 13870224990

目 录

表 1	项目概况	1
1.1	项目由来	1
1.2	建设项目概况	2
1.3	工作人员及工作制度	5
1.4	产业政策符合性	5
1.5	项目规划符合性	6
1.6	项目选址合理性与平面布置合理性分析	8
1.7	与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题	9
表 2	放射源	11
表 3	非密封放射性物质	11
表 4	射线装置	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6	评价依据	12
	法规文件	12
	技术标准	13
	其他	13
表 7	保护目标及评价标准	15
7.1	评价范围	15
7.2	保护目标	15
表 8	环境质量和辐射现状	23
8.1	地表水环境现状	23
8.2	环境空气现状	23
8.3	声环境质量现状	23
8.4	辐射环境现状	24
表 9	项目工程分析与源项	28
9.1	工程设备和工艺分析	28
9.2	污染源项描述	30
表 10	辐射安全与防护	35

10.1 项目安全措施	35
10.2 三废的治理	41
表 11 环境影响分析	44
11.1 建设阶段对环境的影响	44
11.2 运行阶段对环境的影响	44
11.3 事故影响分析	44
表 12 辐射安全管理	55
12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置	63
12.2 辐射安全管理规章制度	63
12.3 辐射监测	65
12.4 辐射事故应急	67
12.5 从事辐射活动能力评估结论	68
表 13 结论与建议	72
13.1 结论	73
13.2 建议	76
13.3 要求	76
13.4 项目竣工验收检查	76
附表	78
中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤机核技术利用项目竣工环 境保护验收一览表	78

附件

- 附件 1：委托书
- 附件 2：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目投资备案证
- 附件 3：关于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤机核技术利用项目环境影响报告表主要技术参数的说明；
- 附件 4：关于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤机核技术利用项目环境影响报告表主要防护参数的说明；
- 附件 5：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司关于成立辐射安全防护管理委员会的通知；
- 附件 6：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司辐射安全规章制度；
- 附件 7：楚雄州生态环境局禄丰分局关于云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目环境影响报告表的批复（禄环审〔2023〕8 号）；
- 附件 8：厂房租赁协议；
- 附件 9：云南茂业环保科技有限公司《中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤机辐射环境监测报告》（茂辐环监[2024]第 0065 号）；
- 附件 10：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房与《云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目环境影响报告表》批复的情况说明；
- 附件 11：关于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目拟建 X 射线数字成像检测系统参数的说明；
- 附件 12：云南省环境保护厅关于《禄丰工业园区总体规划修改（2012-2030）环境影响报告书》及审查意见的函（云环函〔2015〕334 号）；
- 附件 13：专家评审意见；
- 附件 14：修改清单。

附图

附图 1：本项目地理位置图；

附图 2：本项目探伤室位置及评价范围；

附图 3：厂房总平面布置图；

附图 4：本项目平面布置图

附图 5：本项目屏蔽措施示意图；

附图 6：本项目探伤室通排风、电缆布置示意图；

附图 7：本项目辐射安全防护设施分布图；

表 1 项目概况

建设项目名称		中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目					
建设单位		中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司					
法人代表		鄢**	联系人	范**	联系电话	1387****	
注册地址		云南省楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村					
项目建设地点		云南省楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村中铁九桥钢管厂厂房内					
立项审批部门		——		批准文号		——	
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	12.3	投资比例（环保投资/总投资）	6.15%	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它				占地面积（m ² ）	200.49
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V				
		☐ 使用	☐ I（医疗使用） ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II ☐ III				
		☐ 销售	☐ II ☐ III				
		☒ 使用	☒ II ☐ III				
	其它	/					
1.1 建设单位基本情况及任务由来 1、建设单位基本情况 中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司成立于 2023 年 07 月，位于云南省楚雄彝族自治州禄丰市土官镇指挥营村，公司在禄丰市土官镇指挥营村建设了中铁九桥云南钢管厂，该厂房系租赁云南银海环保科技有限公司厂房及配套设施，公司目前主要从事的业务有：建设工程施工；特种设备设计；特种设备制造；特种设备安装改造修理；施工专业作业；建设工程质量检测。金属结构制造；金属结构销售；金属材料销售；金属制品销售。 2、项目由来							

2023 年 5 月，中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司承接了滇中引水二期工程管道加工业务，为确保公司生产的管道符合滇中引水二期工程质量标准要求，需对公司生产的管道进行无损检测，因此建设单位拟将中铁九桥云南钢管厂厂房内的库房改造为 X 射线探伤室，并购置一台型号为 XYD-320 的 X 射线探伤机，为滇中引水二期工程项目用水管道提供探伤。

建设单位为加强核技术应用工业探伤设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关工业探伤设备的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》，建设方须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（2020 年 11 月 5 日由生态环境部部务会议审议通过，于 2020 年 11 月 30 日发布，自 2021 年 1 月 1 日起施行），本项目为“使用Ⅱ类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。

我公司接受中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司的委托后，委托书见附件 1，我单位通过现场勘察，收集了相关资料，并结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

1.2 建设项目概况

1.2.1 项目建设内容及规模

（1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目；

建设地点：云南省楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村中铁九桥钢管厂厂房内；

探伤地点：固定探伤，仅在探伤室内使用；

建设单位：中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司；

建设性质：新建；

（2）建设规模

在中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内新增一台 X 射线数字成像检测系统，设备型号为：XYD-320，最大管电压 320kV，最大管电流 5mA，本项目占地面积 200.49m²（尺寸：37.9m（长）×5.29m（宽）×5.5m（高）），本项目探伤机仅在曝光室使用，不涉及野外（室外）探伤。

本项目探伤机主要技术参数见表 1-1，项目已建工程内容及主要的环境问题见表 1-2。关于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表主要技术参数的说明，见附件 3；中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目环境影响报告表主要屏蔽参数的说明，见附件 4。

表 1-1 项目射线装置建设内容一览表

装置名称	型号	射线装置类别	生产厂家	数量（台）	主要技术参数		曝光方向	工作场所
					额定管电压（kV）	额定管电流（mA）		
X 射线数字成像检测系统	XYD-320	II	丹东华日理学电气有限公司	1	320	5.0	由下往上	中铁九桥钢管厂厂房内探伤机房

表 1-2 项目组成及主要的环境问题一览表

项目建设内容				施工期可能产生的环境问题	营运期可能产生的环境问题	备注
室内探伤	主体工程	工业探伤机	新增使用 1 台探伤机（型号：XYD-320，由下往上），属 II 类射线装置。 XYD-320 型 X 射线探伤机主要由 X 射线机系统、数字成像系统、图像处理系统、机械运动系统、电器控制系统、现场监视系统等部分组成。	/	X 射线、生活废水、臭氧	/
		探伤室	探伤室四周墙体： 机房东侧墙体：520mm 厚混凝土； 机房北侧（两侧墙体）：430mm 厚混凝土； 机房西侧墙体：460mm 厚混凝土； 机房南侧墙体：410mm 厚混凝土； 探伤室房顶：600mm 厚混凝土； 探伤室地面：位于 1 层，无地下室，不做防护； 进出件电动防护铅门（为双扇电动对开）尺寸：3.4m（宽）×3.9m（高），厚 15mm 铅板； 人员铅门（单扇手动平侧开）尺寸：0.8m（宽）×1.9m（高），厚 15mm 铅板 探伤室尺寸：29.7m（长）×4.3m（宽）×5.5m（高）； 迷道：为厚 240mm 砖墙 电缆布设：在探伤室南侧地面采用 U 型预埋	/	/	/

		管道穿出西侧墙体，预埋管深约 40cm； 通排风布设：设置机械通风装置，通风采用上进下排，排风管：排风量 2000m ³ /h，在探伤室东侧地面采用 U 型预埋管道穿出东侧墙体，预埋管深约 40cm，然后沿探伤室东侧墙体穿出后，最终排至钢管厂厂房外，高于厂房排放，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。进风管：进风量 2500m ³ /h，在探伤室西侧地面采用 U 型预埋管道进入西侧墙体，预埋管深约 40cm。			
	辅助工程	控制室：4.8m（长）×4.5m（宽）×3.0m（高）；	/	/	/
	公用工程	配电、供电、给排水和通讯系统等。			依托
	环保工程	生活污水：目前厂区生活污水经化粪池处理后，定期委托农户清掏用于周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。 固体废物：生活垃圾依托厂区已有的生活垃圾收集桶收集，交由环卫部门处置。			依托

1.2.2 设备配置及主要技术参数

本项目探伤机主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数

装置名称	X 射线数字成像检测系统
设备型号	XYD-320
射线类型	II类
厂家	丹东华日理学电气有限公司
数量（台）	1
管电压（kV）	30-320
管电流（mA）	5.0
射线出束方向	由下往上
辐射角度	40°×30°
焦点尺寸（mm）	EN12543 d=0.4mm（小焦点） d=1.0mm（大焦点）
控制器外形尺寸（mm）	400（长）×280（宽）×220（高）
发生器重量（kg）	50
距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量	$3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$
功率	1600W

1.2.3 生产工况

本项目 X 射线数字成像检测系统预计运行工况见表 1-4。

表 1-4 X 射线数字成像检测系统预计运行工况一览表

装置名称	型号	预计运行管电压（kV）	预计运行管电流（mA）
------	----	-------------	-------------

X 射线数字成像检测系统	XYD-320	320	5.0
--------------	---------	-----	-----

1.2.4 项目探伤工件情况

根据中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司生产规划，公司年探伤工件数量约 1400 只，每件 X 射线探伤机出束 5min，年出束 7000min，即每年出束 116.7h。本项目 X 射线探伤机工件情况表见表 1-5。

表 1-5 本项目 X 射线探伤机工件情况表

工件材质	Q355C
工件厚度范围（mm）	6~25
工件宽度范围（m）	8~12.2
工件发布高度范围（mm）	Φ 406~3020
年工件数量	1400 只
曝光时间（min/次）	3~5

1.2.5 本项目主要原辅材料

根据中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司介绍，本项目探伤成像结果使用硬盘储存，公司射线装置主要原辅材料及能耗情况见表 1-6。

表 1-6 主要原辅材料及能耗情况表

名称	年消耗（单位）	来源	备注
硬盘	100 张/a	外购	4GB/张

1.3 工作人员及工作制度

1.3.1 劳动定员

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司现无辐射工作人员，本项目建成后拟新增 2 名工作人员并定岗定责，为新增辐射工作人员。建设单位应落实好培训计划，所有新增辐射工作人员均应参加辐射安全与防护培训，取得培训合格证书后方可上岗。

1.3.2 工作制度

本项目实行单班制，每班 8h，每年工作 350 天。配置工作人员 2 人。

1.4 依托工程

本项目位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内，该厂房位于禄丰工业园区-土管片区，厂房系租赁云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目的已建厂房，该厂房已在《云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目》中进行了环评，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），《云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目》

属于：三十二、专用设备制造业 70 环保、邮政、社会公共服务及其他专用设备制造-其他。

云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目于 2023 年 3 月 13 日取得楚雄州生态环境局禄丰分局的批复（禄环审〔2023〕8 号），批复内容为：建设 1 栋 1 层钢架结构建筑，高 18.8m，总建筑面积 18971m²。生产环保设备 3600 套（一体化污水处理站 600 套/年、脉冲布袋除尘器 3000 套/年）、非标设备 600 套、起重设备 1000 套、非标钢结构 50000 吨。

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房系租赁云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目的已建厂房，中铁九桥钢管厂主营业务为：管道加工制造，年生产量为 45000 吨。属于云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目中已批复的“非标钢结构”，其生产规模、生产工艺及产排污情况与《云南银海环保科技有限公司新建智能环保设备生产项目环境影响报告表》批复的内容一致，未发生变化。

（1）废水

厂区目前仅设置化粪池，近期生活污水经化粪池处理后，定期委托农户清掏用于周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。

（2）固废

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内已设置了生活垃圾收集桶，本项目产生的少量生活垃圾依托厂区内的生活垃圾收集桶收集，生活垃圾经收集后，统一清运至环卫部门指定地点，由环卫部门处置。

1.5 产业政策符合性

本项目为使用 X 射线探伤机进行固定探伤，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 1 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的“无损检

测设备”；是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.6 项目与《禄丰工业园区总体规划》（修改）（2012-2030）》的符合性分析

本项目位于禄丰工业园区土官片区内，2013年1月14日，《禄丰工业园区总体规划》（修改）（2012-2030）》通过了原楚雄州工信委审查，2013年9月27日，原云南省工信委对《禄丰工业园区总体规划》（修改）（2012-2030）》以园区【2013】536号文件的形式出具了备案意见，土官片区规划面积20.74平方公里，产业布局为禄丰工业园区的一个重要特色片区，是禄丰推行新型工业化道路的样板片区，规划定位为：“以金属钛深加工产业主导，集饮食加工和轻制品加工为一体的工业园区”。

本项目为核技术利用项目，位于禄丰市土管镇指挥营村中铁九桥钢管厂厂房内，该厂房为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司管道加工制造场所，属于管道加工制造，因此本项目的建设符合《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012~2030）》中的片区土地利用规划。

1.7 项目与《禄丰工业工业园区总体规划（修改）（2012-2030）环境影响报告书》的符合性分析

根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）环境影响报告书》及审查意见：土官片区南片区指挥营村和中寨居民集中点位于南片区下风向，为确保该工业片区实施后不对指挥营村和中寨居民集中点产生不良影响，该片区不得引入对大气环境有明显影响的企业；勤丰片区、土官片区分布有少量基本农田，应严格按照国家相关土地政策进行调整；勤丰片区、一平浪片区、土官片区水资源缺乏是其工业发展的制约因素，片区内需提高工业用水循环利用率，加强工业废水的治理，在引进外来企业时应将耗水作为主要考核指标，并尽快制定片区内供水保障措施，确保可靠的供水水源，同时，三片区水环境容量相对较小、禄丰县应加决规划建设勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水管网及污水处理厂，为工业园区片区发展腾出更多的水环境容量；按照“雨污分流、生产废水和生活污水分流、分散与集中处理相结合”的原则，规范设计和建设各工业片区初期雨水收集系统、事故水收集系统、生活污水、生产废水的收集处理系统和回用系统，规范建设和设置各片区生产和生活排水管网，在各片区基础设施建设中，应统筹考虑园区公共绿地浇灌和工业再生水回用管网、贮存及供给问题；园区应与城镇发展规划区、村庄等环境保护目标保

持必要的环境防护距离，入园企业应严格按照建设项目环境影响评价文件明确的环境防护距离要求进行选址，防止对居民集中区等环境保护目标产生污染影响；工业固体废物禁止进入城镇生活垃圾填埋场。

本项目位于土官片区南片区，为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥云南钢管厂配套的核技术利用项目，符合《禄丰工业工业园区总体规划（修改）（2012-2030）环境影响报告书》的要求。本项目运行期仅产生的少量臭氧和微量的氮氧化物，不属于禁止入园的重污染型企业，项目用地为工业用地，不涉及基本农田；项目不涉及生产用水，生活污水近期经化粪池处理后，定期委托农户清掏用于周围农田施肥；根据《禄丰工业园区总体规划（修（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，建成后厂区的生活污水经化粪池处理排入工业园区的生活污水处理厂。因此本项目建设符合《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）环境影响报告书》及其审查意见要求。

1.8 项目选址合理性与平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥云南钢管厂厂房内，厂址位于楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村，厂房北侧为昌飞钢构厂房，南侧为园区道路、阿车铺村，西侧为山体，东侧为云钦道路；项目位于中铁九桥云南钢管厂已建厂房内，探伤室四周为管道加工作业区，项目地理位置图见附图1，本项目评价范围图见附图2，项目总平面布置见附图3。

综上，本项目探伤室及所在厂房周围无自然保护区、风景名胜区等敏感区，探伤室 50m 评价范围内不涉及周围小区居民住户，本项目探伤机房通过采取辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

（2）平面布局合理性分析

本项目探伤室位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥云南钢管厂厂房内，探伤室四周为管道加工作业区，四周区域均为流动人员，探伤室为一层混凝土结构，屋顶为厂房内部上空，无建筑，未安装楼梯，仅探伤室检修时有工作人员活动，项目在一层且无地下室，周围无环境制约因素，探伤室四邻区域及正上方区域均不涉及经常有人工作和生活区域。故本项目平面布置是合理的。

1.9 实践正当性分析

本项目为确保产品的质量安全，使用 X 射线探伤机（Ⅱ类射线装置）进行无损检测。项目充分考虑了周围场所的防护与安全，经分析可知，本项目运营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于项目管理限值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

1.10 与《云南省主体功能区规划》的符合性分析

根据云南省不同区域的资源环境承载力、现有开发密度和未来发展潜力，2014 年 1 月云南省人民政府批复的《云南省主体功能区规划》，将云南省国土空间按照开发方式分为重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域 3 类主体功能区。根据云南省主体功能区划分总图，本工程所涉及的禄丰市属于国家重点开发区域，该区域的功能定位为：我国面向西南开放重要桥头堡建设的核心区，连接东南亚、南亚国家的陆路交通枢纽，面向东南亚、南亚对外开放的重要门户；全国重要的烟草、旅游、文化、能源和商贸物流基地，以化工、有色冶炼加工、生物为重点的区域性资源深加工基地，承接产业转移基地和外向型特色优势产业基地；我国城市化发展格局中特色鲜明的高原生态宜居城市群；全省跨越发展的引擎，我国西南地区重要的经济增长极。

本项目中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内，该厂房位于禄丰工业园区内，属于已规划的建设用地，项目的建设不会影响本项目所在地禄丰市作为国家重点开发区域主要功能的发挥；且本项目只有进行探伤作业时会产生 X 射线，经过屏蔽措施屏蔽后可有效防护其对周围环境的影响，对周围环境不会造成污染，故符合云南省主体环境功能区划。

1.11 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.11.1 目前公司核技术利用情况

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司目前无射线装置和放射源等核技术利用设备。

1.11.2 公司现有辐射工作人员情况

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司目前无射线装置和放射源等核技术利用设备。因此现阶段无辐射工作人员，本项目为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司新增的第一台Ⅱ类射线装置，拟新增的工作人员均为新增，且拟新

增的工作人员均未从事过相关 X 射线机的工作，环评要求：所有工作人员均应参加生态环境部门的辐射安全与防护培训，考试（核）合格后取得辐射安全与防护培训合格证后才能上岗。

1.11.3 项目周围区域辐射环境现状情况

经对本项目拟建探伤室周围及外环境辐射环境现状的现场监测，拟建探伤室内 X- γ 空气吸收剂量率范围为： $(1.9\sim4.0)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室外各监测点 X- γ 空气吸收剂量率范围为： $(2.8\sim7.2)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 2 放射源

序号	核素名称	类别	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 射线工业探伤机	II	1	XYD-320	320	5.0	工业探伤	探伤室	拟购
2									-

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
	本项目不涉及							

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

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m²) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订版，第十三届全国人大常委会第二十一次会议通过，2018 年 12 月 29 日起实施； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》1988 年 6 月 1 日起施行，2018 年 10 月 26 日全国人民代表大会常务委员会修正并施行； (5) 《中华人民共和国水污染防治法》2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正，自 2018 年 1 月 1 日起施行； (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》1996 年 10 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，自 1997 年 3 月 1 日起施行；2021 年 12 月 24 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议修改； (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 04 月 29 日修订版，国家主席令第 43 号，2020 年 9 月 01 日实施）； (8) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日实施； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 709 号令，2019 年 3 月 2 日实施； (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 版)》，2021 年 1 月 1 日起实施； (11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日修订； (12) 《关于发布射线装置分类的公告》，中华人民共和国原环境保护部 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日发布； (13) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (14) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，
------	--

	原国家环保总局，环发[2006]145 号； （15）《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，2007 年 11 月 1 日起施行； （16）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日实施）； （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管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727 号，2006 年 12 月）。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）； （2）《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）； （5）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （8）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （10）《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）； （11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）； （12）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； （13）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； （14）《声环境质量标准》（GB3096-2008）； （15）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）； （16）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
其他	（1）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）； （2）《X 射线和γ射线防护手册》（苏森龄著）； （3）《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）； （4）《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（2021 年版）；

	(5) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》(2022 年修订)； (6) 项目委托书及建设单位提供的其他相关材料。
--	--

表 7 保护目标及评价标准

7.1 评价范围

本项目为工业探伤核技术应用的环境影响评价，项目主要影响人员是射线装置操作人员及探伤室周围公众，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：以探伤室边界向外延伸 50m 的范围。本项目探伤室位置及评价范围见附图 2。

7.2 保护目标

本项目位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥云南钢管厂厂房内，厂址位于楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村，探伤室四周为管道加工作业区，探伤室顶部为厂房内部上空，无建筑，未安装楼梯，仅探伤室检修时有工作人员活动；项目在一层，且无地下室；探伤室西侧水平距离 60m 处有一民房，与探伤室垂直距离约 8m，本次环评将其列为关注点，不做为环境保护目标；本次本项目探伤室及所在厂房周围无自然保护区、风景名胜区等敏感区，本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目工作场所布局、总平面布置及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 本项目探伤室周围主要环境保护目标

保 护 名 单			方 位	位 置	人 数	距离射线装置最近距离		保护要求
						水平（m）	垂直（m）	
辐 射 环 境	职业	探伤机操作人员	探伤室 南侧	控制室	2 人	18.0	0	年受照剂 量不大于 5mSv/年
	公众	探伤室附近其他人员	探伤室 西侧	管道加工作业区工 作人员	约 20 人	2.7	0	年受照剂 量不大于 0.25mSv/ 年
			探伤室 东侧	管道加工作业区工 作人员	约 20 人	3.2	0	
				云钦道路上流动人 员	流动人群	40.0	0	
			探伤室 南侧	管道加工作业区工 作人员	约 20 人	22.7	0	
			探伤室 北侧	管道加工作业区工 作人员	约 20 人	15.6	0	
				厂区变电站工作人 员	约 2 人	45.0	0	
	探伤室 顶部	检修人员	约 2 人	4.9	0			
备注：1、表中以探伤室所在楼层高度作为水平高度 0m，低于该水平高度作为“-”，高于该水平高度为“+”。 2、流动人群停留时间比较短。 3、本项目探伤室地面为土层，且无地下室。								

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）

B1 剂量限值

本附录所规定的剂量限值适用于实践所引起的照射，不适用于医疗照射，也不适用于无任何主要责任方负责的天然源的照射。

本附录所规定的剂量限值与潜在照射的控制无关，也与决定是否和如何实施干预无关，但实施干预的工作人员应遵循第 11 章中的有关要求。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.1.2 特殊情况

在特殊情况下，可依据第 6 章 6.2.2 所规定的要求对剂量限值进行如下临时变更：

依照审管部门的规定，可将 B1.1.1.1 中 a)项指出的剂量平均期破例延长到 10 个连续年；并且，在此期间内，任何工作人员所接受的年平均有效剂量不应超过 20mSv，任何单一年份不应超过 50mSv；此外，当任何一个工作人员自此延长平均期开始以来所接受的剂量累计达到 100mSv 时，应对这种情况进行审查；

剂量限制的临时变更应遵循审管部门的规定，但任何一年内不得超过 50mSv，临时变更的期限不得超过 5 年。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

年有效剂量，1mSv；

特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

眼晶体的年当量剂量，15mSv；

皮肤的年当量剂量，50mSv。

本项目管理限值：

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）中的规定，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：职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2002）

6.1 探伤室放射防护要求

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

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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。

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- 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。

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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

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_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 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）按下式进行计算：

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

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 按下式计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I}$$

式中： W ——X 射线探伤的周工作负荷（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——小时与分钟的换算系数；

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

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

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

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

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 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$) 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以取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时, 通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射, 当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度(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。

4.环境质量标准

(1) 地表水环境质量

水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中IV类水域标准。

表 7-2 地表水环境质量标准限值 单位: mg/L (pH 无量纲)

项目	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	总磷	NH ₃ -N	石油类	粪大肠菌群
IV类	6~9	30	6	0.3	1.5	0.5	20000 (个/L)

(2) 大气环境质量

项目所在区域环境空气执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

表 7-3 环境空气质量标准

因子	二级浓度限值 (μg/m ³)			标准来源
	1 小时平均	24 小时平均	年平均	
SO ₂	500	150	60	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
NO ₂	200	80	40	
TSP	—	300	200	
PM ₁₀	—	150	70	
PM _{2.5}	—	75	35	
CO	10mg/m ³	4mg/m ³	—	
O ₃	200	160 (日均最大 8h)	—	

(3) 声环境质量

项目所在区域声环境执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)3 类标准; 声环境标准限值见下表。

表 7-4 环境噪声限值 单位: dB(A)

执行类别	标准限值	
	昼间	夜间
《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类	≤65	≤55

5.污染物排放标准

(1) 施工噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011), 见表 7-5。

表 7-5 建筑施工场界环境噪声排放限值

阶段	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011)	
施工期	昼间	夜间
	70	55

(2) 运营期噪声

本项目位于禄丰工业园区-土管片区，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，见表7-6。

表 7-6 本项目噪声排放执行标准 单位：Leq[dB(A)]

阶段	工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准	
	昼间	夜间
运营期	65	55

（2）固体废物排放标准

一般固体废弃物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的相关规定。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状：

本项目工作场所为中铁九桥钢管厂厂房内，由于项目投运后主要污染因子为 X 射线电离辐射污染，对环境空气、地表水质量、声环境影响较小，本次只对区域环境空气、地表水和噪声进行简单的现状调查。

8.1 地表水环境现状

本项目位于楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村，距离项目最近地表水为禄脰河，禄脰河发源于禄脰镇北冲的黑泥凹，由北向南流经禄丰县老丫关水库后，在经土官村转北流入禄脰镇，最后由青龙镇的和尚庄汇入螳螂川，禄脰河全长 41km，流域面积 201km²，根据《云南省水功能区划(2014 年修订)》，本项目属于螳螂川安宁-富民过渡区，水环境功能为：过渡，规划水平年水质目标为Ⅳ类，根据楚雄州生态环境局网站公布的“2024 年 4 月楚雄州长江流域、红河流域国控及省控地表水监测断面（点位）监测结果：“黑井（所在河流为龙川江）监测断面 2024 年 1 月至 4 月水质监测结果为Ⅲ类”，因此禄脰河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类水质标准，因此可判定本项目所在区域地表水环境质量现状较好。

8.2 环境空气现状

根据楚雄州生态环境局 2023 年 7 月 6 日公开发布的《2022 年生态环境状况公报》：“2022 年全州环境空气质量总体优良率为 99.97%，较 2021 年的 99.80% 上升 0.17 个百分点，PM_{2.5} 浓度降至 12 微克/立方米，创有监测数据以来最好水平。其中，禄丰市出现 1 天轻度污染，超标污染物为细颗粒物，优良率为 99.7%，与上年相比上升 0.3 个百分点；楚雄市、牟定县、元谋县、姚安县 4 个县的优良率达到 100%，与上年相比上升 0.3 个百分点；双柏县、永仁县、南华县、大姚县、武定县 5 个县的优良率为 100%，与上年一致，持续保持优良。”。故项目所在地 2022 年度环境空气质量总体达标，属于优良。

8.3 声环境质量现状

根据楚雄州生态环境局 2023 年 7 月 6 日公开发布的《2022 年生态环境状况公报》：2022 年，楚雄州城市区域声环境昼间平均等效声级值为：50.5 分贝，总体水平为二级，评级结果为较好。本项目位于禄丰市，故区域环境噪声较好。

8.4 辐射环境现状

8.4.1 环境现状监测方案

本次环评在进行现场调查期间，评价人员首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目拟建地及周边环境状况，确立了本项目的监测方案。

根据现场踏勘，本项目探伤室位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内，本次监测时对探伤室四周、所在厂房四周及附近居民点分别进行了环境本底监测。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

监测对象：本项目探伤室周围辐射环境监测。

监测因子：X- γ 空气吸收剂量率。

监测布点：在探伤机工作场所及周围进行布点，共计布设 14 个监测点；确保设立的监测点位能够反映本项目工作场所辐射环境现状及探伤室辐射防护情况。

监测点位：监测点位见表 8-1，监测点位示意图见图 8-1~8-2。

表 8-1 监测布点一览表

序号	点位描述		监测内容
1	拟建区域	1#探伤室	X- γ 辐射剂量率
		2#迷道	
		3#控制室	
2	拟建探伤室四周	4#探伤室东侧墙体	
		5#探伤室南侧墙体	
		6#探伤室西侧墙体	
		7#探伤室北侧墙体	
3	探伤室所在厂房四周	8#探伤室所在厂房东侧	
		9#探伤室所在厂房南侧	
		10#探伤室所在厂房西侧	
		11#探伤室所在厂房北侧	
		12#厂区变电站	
		13#阿车铺村（距离探伤室约 280m）	
		14#厂房西侧居民点（距离探伤室约 60m）	

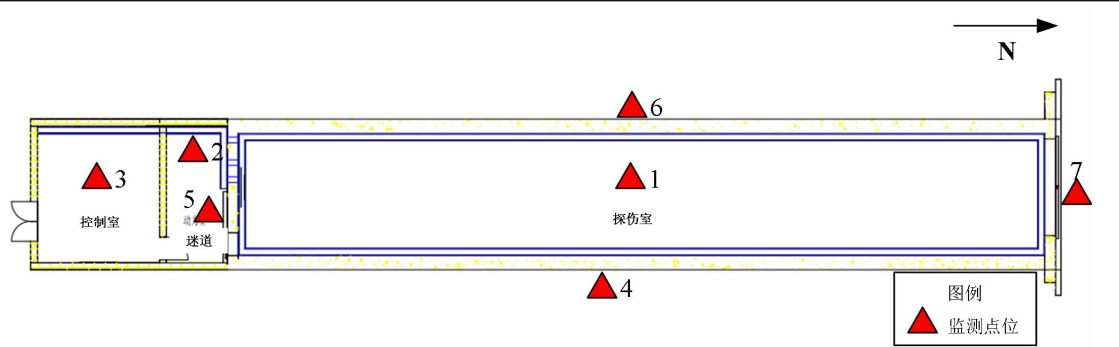


图 8-1 探伤室四周 X- γ 空气吸收剂量率监测布点示意图

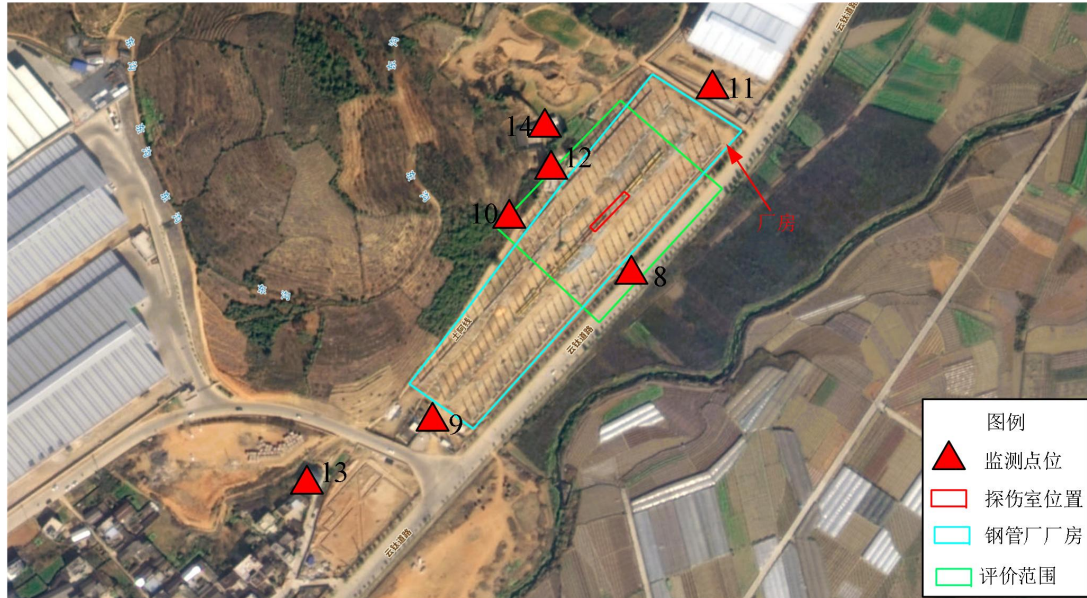


图 8-2 厂房四周 X- γ 空气吸收剂量率监测布点示意图

监测点位合理性及代表性分析：本次布点既选取了室内监测点位，也选取了室外点位，还选取距离射线装置较远的地方作为对照点，能够全面、有效的反应当地的辐射环境现状，符合《环境 γ 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）的要求，具有合理性。因此本次现状监测点位的布设即具有合理性，也具有代表性，符合国家相关标准的要求。

8.4.2 监测质量保证措施

- （1）本项目监测单位为云南茂业环保科技有限公司，取得了云南省质量技术监督局（CMA 认证）。该单位具备完整、有效的质量控制体系；
- （2）根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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) 监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；
- (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。

8.4.3 环境质量现状监测与评价

2024 年 5 月 13 日，云南茂业环保科技有限公司对本项目探伤室及探伤室所在厂房周围辐射环境进行了监测，监测报告见附件 7。使用的监测仪器见表 8-2。

表 8-2 环境质量监测方法和仪器

仪器名称及编号	仪器量程	检定/校准证书编号	检定/校准日期	检定/校准单位
BH3103B 型便携式 X-γ 剂量率仪（2015004#）	1-10000×10 ⁻⁸ Gy/h	校准字第 202308004945 号	2023.08.17	中国测试技术研究院

检测条件：天气：晴 温度：25℃ 湿度：53% 高度：距地面 1.0m。

各监测点位对应现状 X-γ 剂量率监测结果见表 8-3。

表 8-3 探伤室周围及外环境 X-γ 辐射剂量率监测测值 单位：×10⁻⁸Gy/h

序号	监测点位描述		监测数据	扣除宇宙射线响应值后环境 X-γ 辐射剂量率	备注
1	拟建区域	1#探伤室	6.7±0.37	4.0	室内
2		2#迷道	5.8±0.45	3.1	室内
3		3#控制室	6.6±0.44	3.9	室内
4	拟建探伤室四周	4#探伤室东侧墙体	4.6±0.34	1.9	室内
5		5#探伤室南侧墙体	5.0±0.27	2.3	室内
6		6#探伤室西侧墙体	5.0±0.27	2.3	室内

7		7#探伤室北侧墙体	5.0±0.32	2.3	室内
8	探伤室所在厂房四周	8#探伤室所在厂房东侧	8.6±0.36	5.9	室外
9		9#探伤室所在厂房南侧	7.4±0.32	4.7	室外
10		10#探伤室所在厂房西侧	9.9±0.53	7.2	室外
11		11#探伤室所在厂房北侧	7.8±0.33	5.1	室外
12		12#厂区变电站	9.6±0.40	6.6	室外
13		13#阿车铺村（距离探伤室约280m）	6.5±0.37	3.5	室外
14		14#厂房西侧居民点（距离探伤室约60m）	5.8±0.38	2.8	室外

注：①宇宙射线响应监测地点（E102°39'15″，N25°0'46″，海拔1888.05m）宇宙射线响应值：3.0×10⁻⁸Gy/h；

②项目地点（E102°13'41″，N24°56'40″，海拔1848m）宇宙射线响应值：3.0×10⁻⁸Gy/h；

③建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取0.8，平房取0.9，原野、道路取1（上表中监测点位1~11，屏蔽修正因子取0.9，监测点位12~14屏蔽修正因子取1）。

由表 8-3 可知：经对本项目拟建探伤室周围及外环境辐射环境现状的现场监测，拟建探伤室室内 X- γ 空气吸收剂量率范围为： $(1.9 \sim 4.0) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；室外各监测点 X- γ 空气吸收剂量率范围为： $(2.8 \sim 7.2) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，属于当地正常天然本底辐射水平。

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 设备构成

工业 X 射线探伤机主要由 X 射线机、数字成像系统、图像处理系统、机械运动系统、电气控制系统、现场监视系统组成。

9.1.2 工作原理

(1) X 射线产生原理

X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成一束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生轫致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线，X 射线产生原理见图 9-1。

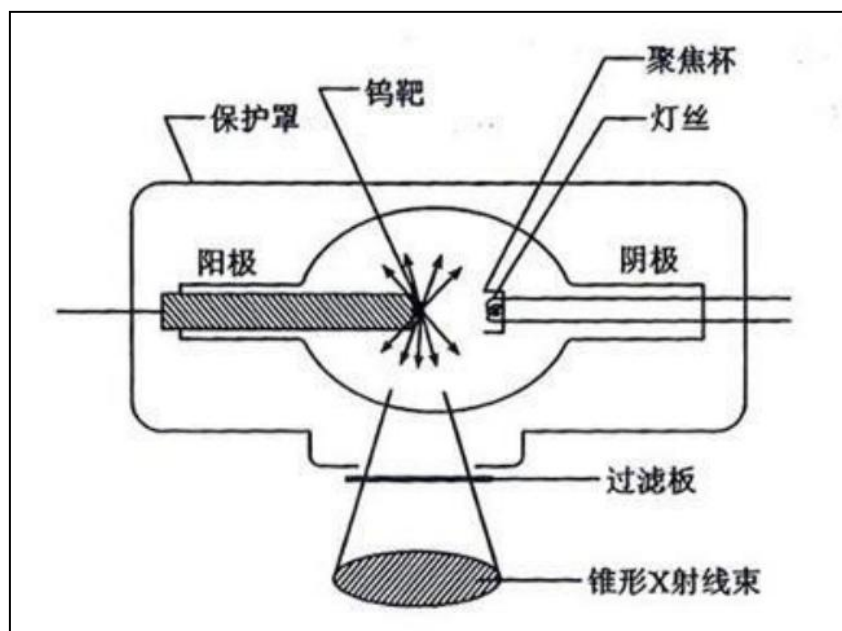


图 9-2 X 射线产生原理示意图

(2) X 射线探伤机工作原理

工业 X 射线探伤机是利用 X 射线较强的贯穿能力对工件进行断层扫描的检测

装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件进行照射，在 X 射线发生器对面有个 X 射线接收器，当射线穿过劣质工件裂缝、空洞等缺陷位置时其衰减明显减少，接收器接受的辐射照射量增大，利用辐射照射量的差别筛查缺陷位置，再将接收到的辐射转换成电信号，经电脑中转换成特定的信号(不使用显影液、定影液、胶片)，通过专用的软件将图像在显示器中显示出来，这样就可以通过肉眼观测到受检工件的内部缺陷和结构。

9.1.3 探伤工艺流程及产污环节

①打开进/出件铅门，受检件已运送至铅门外辊线上，运管平车运行至铅门口，此时输送辊在液压顶升缸同步顶升作用下与外辊线同高；受检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件同步下降至检测工位，旋转辊将受检件托起，进/出件铅门关闭；

②运管平车以 1-10m/min 的行走速度运行，当受检件首段运行至探臂 X 射线中心位置时止，准备检测；

③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，直到检测完成。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；

④检测完成后，关闭高频高压、冷却系统及成像系统，打开进出件铅门，运管平车以 8-10m/min 的行走速度反向运至铅门口，此时顶升输送辊在液压顶升缸作用下顶升至最高点，已检件被输送辊托起，与外辊线同高，已检件由运管平车输送辊输送至外辊线上，完成一个工作循环；

⑤重复上述运动，进行下一个工作循环。

本项目 X 射线探伤室内探伤工作流程图如图 9-2 所示。

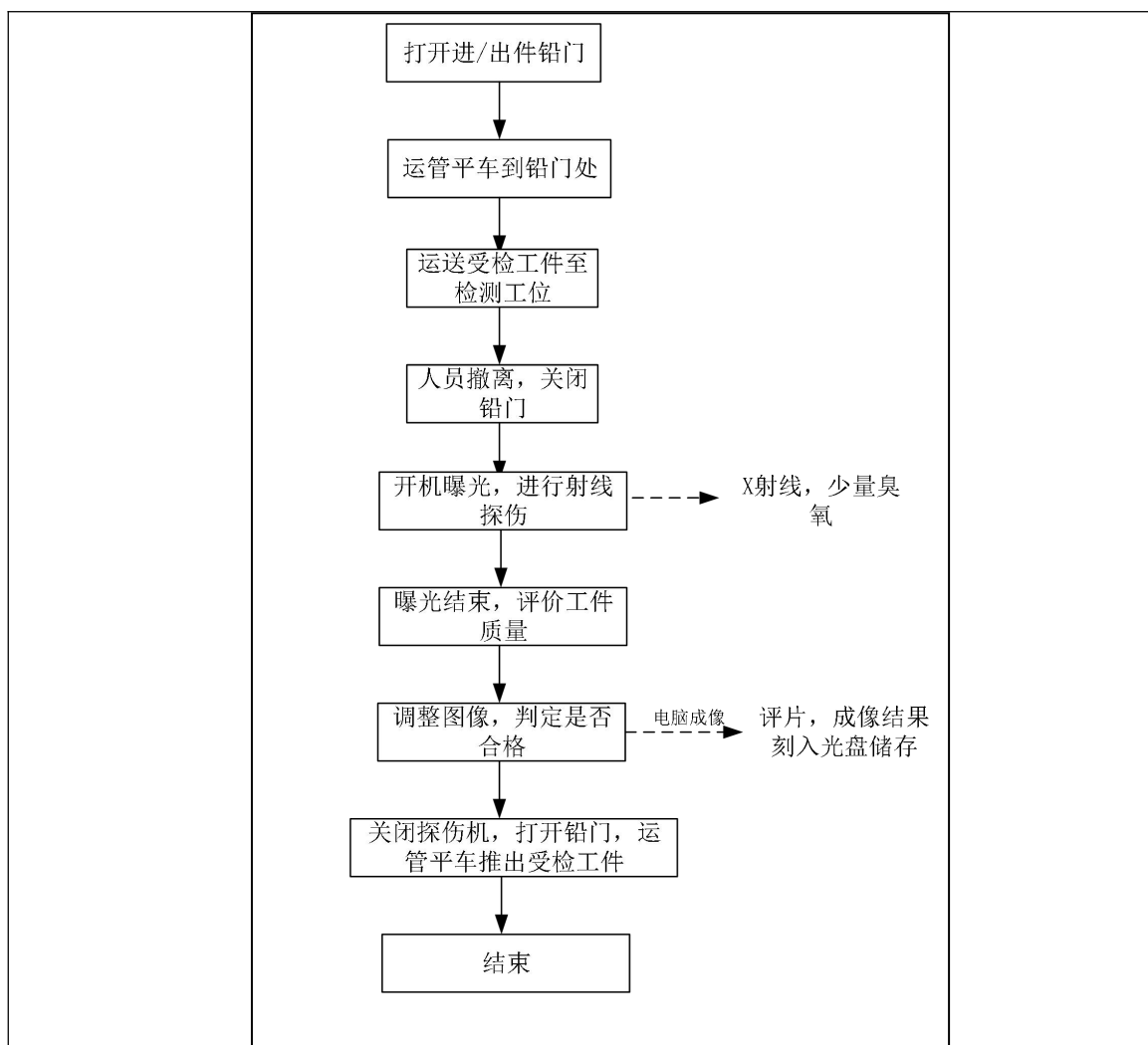


图 9-5 X 射线探伤数字成像系统工艺流程及产污位置图

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期污染源

本项目涉及的工作场所为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内，本项目在施工阶段主要为探伤室、迷道、控制室及设备安装调试。

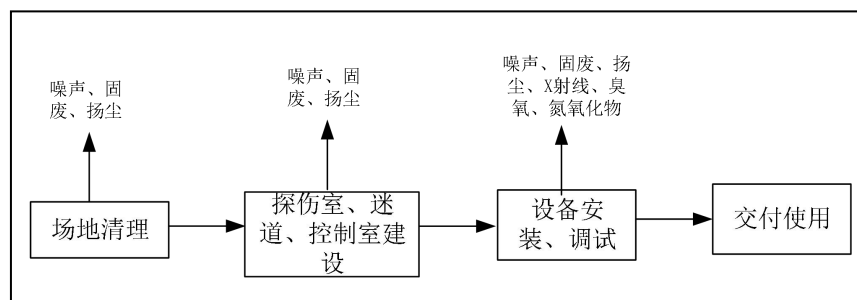


图 9-6 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目施工期产污环节主要集中在场地清理、机房建造和设备安装、调试阶段，场地清理、机房建造和设备安装阶段污染因子主要为施工噪声、施工扬尘和固体废物，不产生辐射影响，施工时采取湿法作业；设备调试阶段污染因子主要为辐射、产生少量的臭氧和微量的氮氧化物。

1、废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，依托厂区已设置的化粪池，施工期产生的生活污水经化粪池处理后，定期委托农户清掏用于周围农田施肥，对周围水环境造成影响较小。

2、扬尘

本项目施工期工程量较小，主要为主体工程的改造、装修装饰以及设备的安装，故产生扬尘量较小。施工期应对在场地四周设置围挡，采取湿法作业，并定期对施工场地进行洒水降尘，通过采取以上措施后，可将废气的影响降至最低，施工废气对周围大气环境影响较小。

3、噪声

施工单位通过选取低噪声的施工机械，加强施工管理，合理的安排施工时间等措施后，经过距离衰减到达周围敏感点后噪声已基本很小，故施工期间施工噪声对周围声环境较小。

4、固体废物

本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、包装废弃物及少量建筑垃圾。施工人员生活垃圾收集后由环卫部门定期清运；建筑垃圾定点堆放，及时外运至指定的建筑垃圾堆放场。采取以上措施后对周围环境的影响较小。

本项目设备的调试应请专业人员进行，不得自行调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在探伤室外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

9.2.2 营运期污染情况

运行期正常工况污染源

本项目探伤机运营期污染源具体分析如下：

1、电离辐射

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。不开机状态不产生辐射，X 射线机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，会对本项目的辐射工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

2、废气

X 射线装置在工作状态时，会使周围空气电离产生少量臭氧，直接进入大气中，臭氧在空气中可自动分解为氧气，因此，工作状态产生的少量臭氧和微量的氮氧化物，对周围环境影响较小。

3、废水

本项目新增 2 名工作人员，工作人员不在厂区食宿，根据《云南省地方标准 用水定额》（DB53/T2324168-2019），工作人员用水量按 30L/d 计，工作人员年工作时间为 350d，则生活用水量为 0.06m³/d，21m³/a，产污系数按 0.8 计，则产生生活污水约 0.048m³/d，16.8m³/a；工作人员产生的生活污水近期依托厂区已建化粪池处理，定期委托农户清掏用于周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。

4、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计算，则全年产生生活垃圾和办公垃圾量为 0.35t，依托厂区已配置的生活垃圾收集设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

5、噪声

项目探伤机探伤时会开启警报器进行报警，通风系统风机工作时会产生一定的噪声，但由于时间较短，经墙体屏蔽和距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

6、通排风系统

探伤室的曝光室设置了 1 个排风口，排气口设在探伤室东侧墙外，排风系统采用高效低噪声的轴流风机，采取连续通风换气。探伤机工作时，排风系统保持

通风，可及时将有害气体排出探伤室。

环评要求：（1）排气管经过曝光室的转弯处须用 3mm 铅当量的铅皮包裹；（2）排气管从探伤室东侧墙体穿出后，最终排至钢管厂厂房外，高于厂房排放，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。

9.2.3 运行期事故情况污染源

X 射线探伤机属于 II 类射线装置，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射 X 射线，因此，该项目辐射事故多为人员误留探伤室周边产生的意外照射事故，主要有：

（1）探伤工作结束后，X 射线装置没有关闭，而操作人员未能使用合适的测量仪器进行测量，发现 X 射线管还继续工作发射射线。

（2）人为解除或未安装探伤室门机联锁装置，导致 X 射线探伤机探伤时人员误入探伤室，使其受到不必要的照射。

（3）人为解除或未安装探伤室门机联锁装置，导致 X 射线探伤机探伤时防护门未关闭，致使 X 射线泄漏，使周围活动的人员受到不必要的照射。

（4）工件搬运人员等工作人员人员未撤离探伤室，工作人员开机进行探伤，导致探伤房滞留人员受照射。

从理论上讲，机房防护及安全连锁装置正常时发生上述事故的几率极小，为防止事故的发生，在设备调试时要注意安全连锁设施的可靠性与稳定性的验证，使用过程中要经常定期检查和维持联锁系统及安全保障系统，设备操作人员应严格按照操作规程进行运行操作，每次开机前必须要确认防护探伤室周围无人员滞留时，才能进行开机运行。

9.2.4 项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，本项目主要污染物的产生及预计排放情况见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型 内容	排放源	污染物 名称	产生浓度 及产生量	处理方式
辐射	射线装置曝光	X 射线	——	在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经墙体屏蔽和其他有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。
大气污染	射线装置曝光	臭氧、氮氧化物	少量	排风扇
水污染物	工作人员	生活污水	16.8m ³ /a	近期依托厂区已建化粪池处理，定期委

		水		托农户清掏用于周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。
固体废物	工作人员	生活垃圾	0.35t/a	统一收集，委托当地环卫部门定期清运处理。
噪声	排风扇	噪声	——	经距离衰减和建筑隔噪后，可达标排放。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 工作场所布局及分区

(1) 工作场所布局

本项目位于中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥钢管厂厂房内，厂址位于楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村，厂房北侧为昌飞钢构厂房，南侧为园区道路、阿车铺村，西侧为山体，东侧为云钦道路；项目位于中铁九桥云南钢管厂已建厂房内，探伤室四周为管道加工作业区。

本项目探伤室及所在厂房周围无自然保护区、风景名胜区等敏感区，探伤室 50m 评价范围内不涉及周围小区居民住户，本项目探伤机房通过采取辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。

(2) 项目分区

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）的要求，应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理规定应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区，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。

本项目属于固定工作场所探伤，控制区和监督区划分如下：

表 10-1 探伤室控制区和监督区的划分

室内探伤	控制区	监督区
划分范围	探伤室	控制室、迷道
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，在曝光过程中严禁任何人员进入控制区内，且控制区边界外应有明确的标识。	监督区有明显的标识，限制无关人员进入，避免对设备进行误操作。

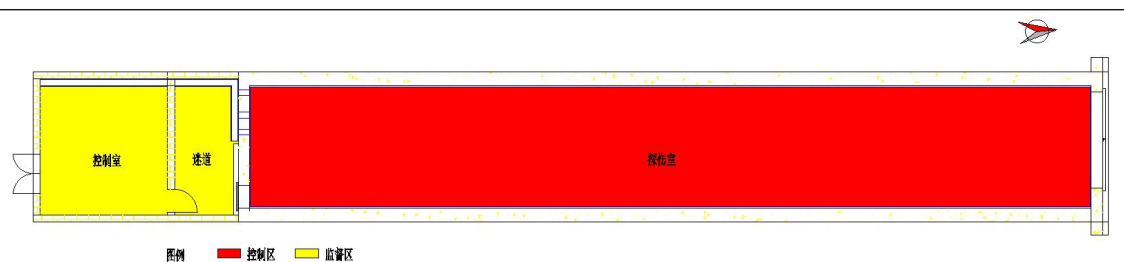


图 10-1 本项目监督区、控制区的划分情况示意图

10.2 辐射安全及防护措施

10.2.1 辐射屏蔽设施

探伤室四周墙体：

- 1) 东墙：520mm 厚混凝土；
- 2) 北墙：430mm 厚混凝土；
- 3) 西墙：460mm 厚混凝土；
- 4) 南墙：410mm 厚混凝土；
- 5) 探伤室房顶：600mm 厚混凝土；
- 6) 探伤室地面：土层；

7) 进出件电动防护铅门（为双扇电动对开）尺寸：3.4m（宽）×3.9m（高），内衬 15mm 厚铅板；人员铅门（单扇手动平侧开）：门为 0.8m（宽）×1.9m（高），内衬 15mm 厚铅板。

8) 探伤室尺寸：29.7m（长）×4.3m（宽）×5.5m（高）。

本项目屏蔽措施详见图 10-2。

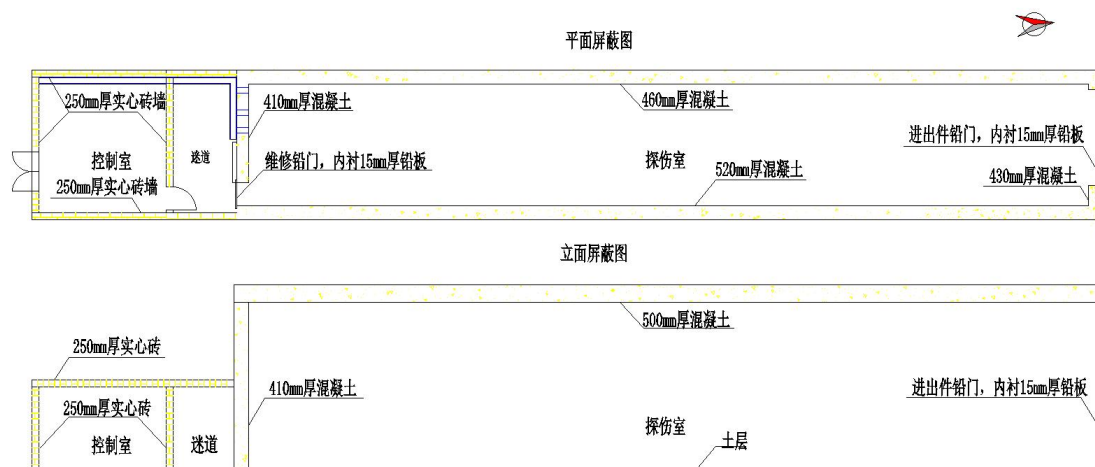


图 10-2 本项目屏蔽措施示意图

10.2.2 电缆和通排风管道设计

根据建设单位提供的技术图纸和现场勘察，探伤室的通风口从探伤室地面穿出，在东墙外排出探伤室；电缆口从探伤室南侧地面穿出接入操作室；通风口、电缆口均不在 X 射线探伤机主束照射范围内。通排风及电缆情况布置示意图见图 10-3、穿墙部分示意图见图 10-4。

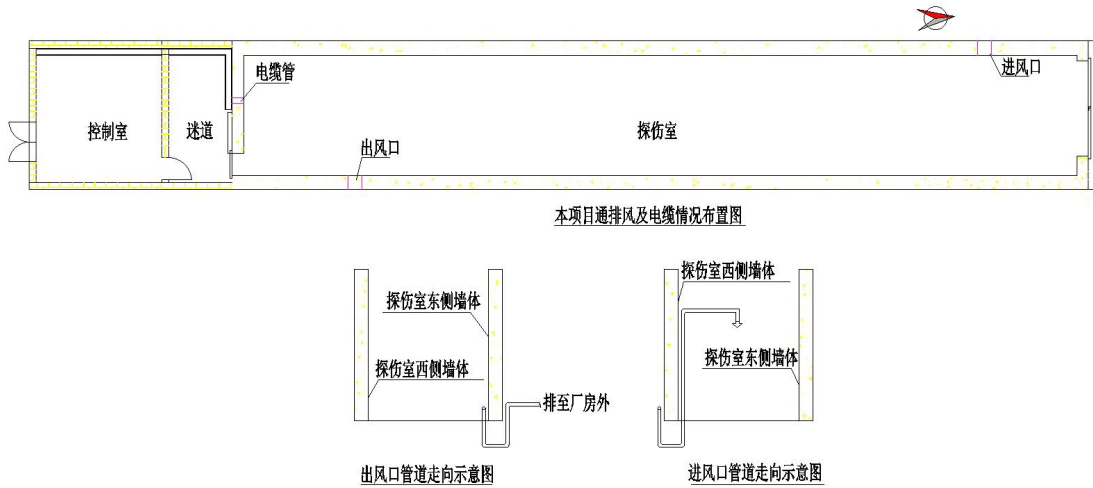


图 10-3 本项目通排风及电缆情况布置图

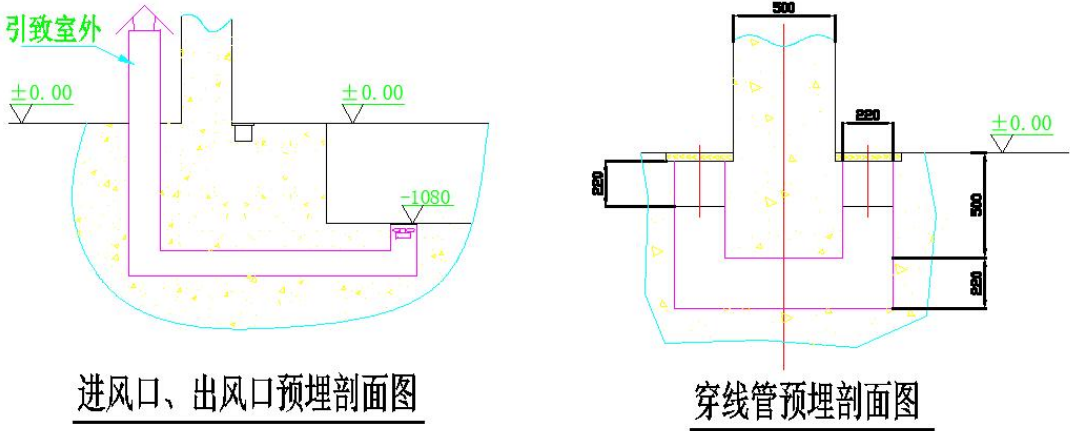


图 10-4 本项目通排风、电缆线管穿墙部分示意图

10.3 安全防护设施与措施

(1) 设备固有安全性

X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生 X 射线，在开机状态下的固有安全性如下：

a、X 射线机开启时，控制箱上有黄灯亮起时，对射线机进行训机，这是射线机自有的功能。如不进行训机，射线机不能开启高压。

b、若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏；以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏。

c、射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用；在射线机延时启动期间，警戒人员再次确认控制区及周围无人逗留。如果有人，必须立刻关闭射线机。

d、远程控制曝光功能，即布置好射线机和被检对象后，人员撤离到安全区域，通过 X 射线装置配备的远程控制器，按下曝光开关。并且曝光按钮仅在控制器上设置，射线机侧无曝光按钮，确保了人员的安全。

e、保险管烧坏时射线机自动停止高压运行并自行断电。

f、接头接触不良时，射线机显示故障功能，且不能开启高压运行。

g、控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机自动断电。

h、探伤机在主射束出口安装有 X 射线过滤片，对探伤检测无用的低能量射线束进行过滤，以此来减小 X 射线对环境的影响。

（2）辐射安全防护设施对照分析

根据《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）》相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	本项目实际情况
场所设施 (固定式)	入口处电离辐射警告标志	拟实施
	入口处机器工作状态显示	拟实施
	工作场所分区管理及标识	拟实施
	隔室操作	拟实施
	迷道	已设计，拟实施
	防护门	拟实施
	控制台有钥匙控制	拟实施
	门机联锁系统	拟实施
	照射室内监控设施	拟实施
	通风设施	拟实施
	照射室内紧急停机按钮	拟实施
	控制台上紧急停机按钮	拟实施
	出口处紧急开门开关	拟实施
	准备出束声光提示	拟实施
监测设备	便携式辐射剂量监测仪	拟实施
	个人剂量计	拟实施
	个人剂量报警仪	拟实施
应急物资	灭火器材	拟实施

10.4 本项目与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的符合性分析

表 10-3 项目与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）符合性分析

序号	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	本项目设置情况	是否符合
1	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	本项目拟新增探伤机主射方向为探伤室室顶，控制室位于探伤室南侧，探伤室地下为土层，人员不可达；本项目探伤室的屏蔽墙厚度已考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等因素，根据预测分析，探伤室外各关注点的剂量率均满足《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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求；本项目已设置迷路。	符合
2	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	本项目按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，将探伤室划定为控制区，控制室、迷道以及整个机房四周 1m 范围内划定为监督区	符合
3	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	本项目探伤室内仅有 1 台探伤机；安装门机联锁，在防护门关闭后才能出束，在门打开时会立即停止出束	符合
4	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。	本项目拟在探伤室门口和内部安装“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。运行期建设单位应定期检查“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置是否有效，两种信号灯是否有明显区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号是否有明显区别，在醒目的位置处设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。	符合
5	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	本项目拟在探伤室内及探伤室出入口安装监视装置，在控制室内装有专用监视器，用于监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况	符合

		室内人员的活动和探伤设备的运行情况。		
6		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。	本项目拟在探伤室防护门上安装符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
7		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。	本项目拟在探伤室内安装紧急停机按钮，并带有标签。操作人员在出现装置失控或其他紧急事件时应立即按下紧急停机按钮。	符合
8		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。	本项目拟在探伤室设置机械通排风装置，排风量：2000m ³ /h，进风量：2500m ³ /h，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次；排风管出风口设置于探伤室室顶，探伤室室顶为厂房内部上空，无建筑，无人员活动。	符合
9		6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置	本项目拟配置固定式场所辐射探测报警装置	符合
10		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。	本项目定期检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
11	探伤室探伤操作的放射防护要求	6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	本项目工作人员工作期间均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，工作现场配置便携式 X-γ 剂量率仪，发生事故时，立即向辐射防护负责人报告。	符合
12		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。	本项目工作现场配置便携式 X-γ 剂量率仪，定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平进行测量，当测量值高于参考控制水平时，终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	符合
13		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	本项目工作人员当班及交接班期间，均会对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查。	符合

		率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作		
14		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	工作人员正确使用配备的辐射防护装置	符合
15		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。	工作人员均按照探伤工作流程进行，每次曝光前均会确认探伤室内部没有人员驻留后，才开始曝光；探伤室安装了门-机联锁，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	符合
16		6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的	本项目不需开门探伤	符合

综上可知，本项目探伤室工作场所设计安全与防护布置以及探伤室探伤操作的放射防护符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

10.5 事故预防措施

辐射工作人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即修理，恢复正常。

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司已制定《中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司辐射事故应急处理预案》，应急预案中成立了辐射事故应急处理领导小组，规定了辐射事故应急处理领导小组工作职责和分工，明确了辐射事故应急处理预案的适用范围、辐射事故应急处理原则，规定了辐射事故的预防措施和应急处理措施。辐射事故应急处理预案详见附件 6。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发【2006】145 号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

10.6 三废的治理

1、废气

X 射线装置在工作状态时，会使周围空气电离产生少量臭氧，直接进入大气中，臭氧在空气中可自动分解为氧气，因此，工作状态产生的少量臭氧和微量的氮氧化物，对周围环境影响较小。

2、废水

本项目新增 2 名工作人员，工作人员不在厂区食宿，根据《云南省地方标准用水定额》（DB53/T2324168-2019），工作人员用水量按 30L/d 计，工作人员年工作时间为 350d，则生活用水量为 0.06m³/d，21m³/a，产污系数按 0.8 计，则产生生活污水约 0.048m³/d，16.8m³/a；工作人员产生的生活污水近期依托厂区已建化粪池处理，经化粪池处理后定期委托农户清掏用于周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。

3、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计算，则全年产生生活垃圾和办公垃圾量为 0.35t，依托厂区已配置的生活垃圾收集设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

4、噪声

项目探伤机探伤时会开启警报器进行报警，通风系统风机工作时会产生一定的噪声，但由于时间较短，经墙体屏蔽和距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

综上所述，公司针对本项目产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

5、环保措施及其投资估算

本项目总投资 200 万元，其中辐射环境保护投资 12.3 万元，占总投资的 6.15%。项目环保投资估算见表 10-2。

表 10-2 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

类 别	环保设施（措施）	投资金额 （万元）	备注
废气处理	通排风系统（排风扇）	1.0	新增
电离辐射 防护	进出件电动防护铅门（为双扇电动对开）尺寸：3.4m（宽）×3.9m（高），厚 15mm 铅板；人员铅门（单扇手动平侧开）：门为 0.8m（宽）×1.9m（高），厚 15mm 铅板	5.0	新增
	探伤室 1 间	40.0	新增，计入土建

			投资
个人防护用品	铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品各 2 套	0.5	新增
监测仪器	个人剂量计 2 个, 个人剂量报警仪 2 个	0.5	新增
	便携式 X- γ 辐射监测仪器 1 台	0.5	新增
	固定式场所辐射探测报警装置	1.0	
警示标志	探伤室入口处电离辐射警示牌, 控制区与监督区标识牌	0.5	新增
安全装置	门-机联锁装置 1 套、照射信号指示灯 1 套, 紧急停止按钮 1 套	1.5	新增
监控及对讲系统	监控 5 套	1.0	新增
废水处理	依托厂区现有	--	依托厂区已有废水处理设施
固废处理	依托厂区现有	--	依托厂区已有固废措施
核技术利用辐射安全与防护合格证书培训	参与本项目辐射工作的 2 名工作人员均须进行培训, 并取得核技术利用辐射安全与防护合格证书后, 方能上岗	0.5	新增
其它	辐射相关规章制度上墙	0.3	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

本项目施工期产污环节主要集中在场地清理、探伤机室墙体施工和设备调试阶段，场地清理和探伤机室墙体施工阶段污染因子主要为施工噪声、施工扬尘和固体废物，不产生辐射影响；本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，场地内及时清扫、建筑过程中产生的边角料及时清理，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工期间施工人员生活污水依托厂区已建设施收集处理。

11.2 设备安装调试的环境影响

本项目设备的调试应请专业人员进行，不得自行调试设备。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在探伤室外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，设备调试阶段污染因子主要为辐射、产生少量的臭氧和微量的氮氧化物。

11.3 运行阶段对环境的影响

11.3.1 辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是探伤机运行时产生的 X 射线污染，可能会对工作人员和公众的身体健康造成影响。

1、本项目 X 射线探伤机的相关参数

本项目探伤机为丹东华日理学电气有限公司生产的 X 射线机，根据中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司提供的资料，本项目射线装置及屏蔽参数设计如下表所示。

表 11-1 射线装置技术参数

装置名称	X 射线数字成像检测系统
设备型号	XYD-320
射线类型	II类
厂家	丹东华日理学电气有限公司
数量（台）	1
管电压（kv）	30-320
管电流（mA）	5.0
射线出束方向	由下往上
辐射角度	40°×30°

焦点尺寸 (mm)	EN12543 d=0.4mm (小焦点) d=1.0mm (大焦)
控制器外形尺寸 (mm)	400 (长) × 280 (宽) × 220 (高)
发生器重量 (kg)	50

本项目探伤室使用XYD-320（最高管电压320kV、最高管电流5.0mA）型X射线探伤机对探伤室四周墙壁、顶部及地面均考虑受到X射线直接照射的影响，其屏蔽合理性分析和辐射环境影响分析参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）的要求进行计算。

2、探伤室屏蔽厚度合理性分析

（1）关注点剂量控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：

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

①人员在关注点的周参考控制水平

职业人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$

②导出的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{cd}$ 按式（11-1）计算

$$\dot{H}_{cd} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

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

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，2.33h/周。

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

探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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。

②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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。”

本项目探伤机照射方向为由下往上，关注点设置及居留因子取值见表11-2，平面图及剖面图见图11-1、11-2。

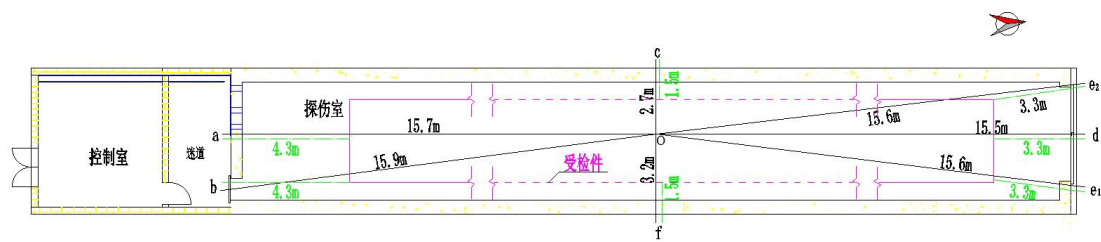


图11-1 探伤室探伤平面布置图

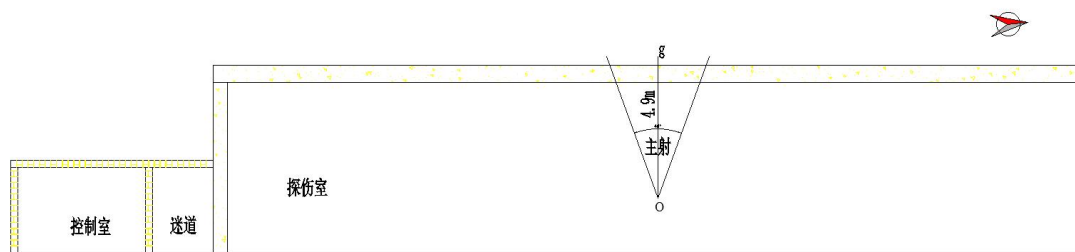


图11-2 探伤室探伤剖面图

表11-2 本项目关注点设置及居留因子

参数 方向	距辐射源点最近距离	居留因子	备注
机房南侧（墙体）（a）	15.7	1	机房南侧为迷道，控制室，居留因子取 1
机房南侧（人员铅门）（b）	15.9	1	机房南侧为迷道，控制室，居留因子取 1
机房西侧（c）	2.7	1/2	机房西侧为管道加工作业区走廊，居留因子取 1/2
机房北侧（进/出件防护铅门）（d）	15.5	1/2	机房北侧为管道加工作业区走廊，居留因子取 1/2
机房北侧（墙体）（e1、e2）	15.6	1/2	机房北侧为管道加工作业区走廊，居留因子取 1/2
机房东侧（f）	3.2	1/2	机房东侧为管道加工作业区走廊，居留因子取 1/2
机房顶部（g）	4.9	1/2	探伤室检修期间偶有人停留，居留因子取 1/2
地下（位于 1 层，无人员到达）	/	/	机房下方为土层，不设置关注点

本项目年工作时间为350天，总检测工件数量约为1400个，检测每个工件的单次最长曝光时间为5min，则周出束时间约为2.33h。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）计算得到关注点的周围剂量当量率参考控制水平见表11-3。

表 11-3 曝光室周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

参数 方向	使用 因子	居留 因子	受照 类型	t (h/ 周)	周剂量 参考控 制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/$ 周)	导出的周围 剂量当量率 参考控制水 平 $\dot{H}_{cd}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	规定的剂 量率参考 控制水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	确定的关 注点控制 剂量水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
机房南 侧（墙 体）（a）	1	1	职业	2.33	100	42.92	2.5	2.5
机房南 侧（人员 铅门） （b）	1	1	职业	2.33	100	42.92	2.5	2.5
机房西 侧（c）	1	1/2	公众	2.33	5	4.29	2.5	2.5
机房北 侧（进/ 出件防 护铅门） （d）	1	1/2	公众	2.33	5	4.29	2.5	2.5
机房北 侧（墙 体）（e1、 e2）	1	1/2	公众	2.33	5	4.29	2.5	2.5
机房东 侧（f）	1	1/2	公众	2.33	5	4.29	2.5	2.5
机房顶 部（g）	1	1/2	公众	2.33	5	4.29	100	100
备注	（1）根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{cd\max}$ 为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。 （2）对不需要人员到达的探伤室顶、地面，探伤室顶表面外 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，且本项目探伤室为平房，屋顶无特殊情况无人员活动。 （3）地下为土层，人员无法到达。							

（2）辐射屏蔽厚度核算

本项目所使用 X 射线探伤机运行时最大管电压为 320kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）计算各侧屏蔽体所需的理论厚度。

1) 有用线束方向屏蔽厚度计算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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。

有用线束屏蔽体厚度按式（11-2）、式（11-3）计算。

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

式中：B 为屏蔽透射因子；

$\dot{H}_c$ 为确定的周围剂量当量率控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

R 为辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

I 为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, 本项目为 5mA;

H_0 为距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量, 根据厂家提供的数据, 本项目探伤机距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量为 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$

对于估算出的屏蔽透视因子 B, 所需屏蔽物质厚度 X 按下式计算:

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (11-3)$$

式中: X 为屏蔽层的厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL 为什值层厚度;

2) 泄露辐射

泄露辐射屏蔽厚度按式 (11-3)、式 (11-4) 计算:

$$B = (\dot{H}_c \cdot R^2) / (H_L) \quad (11-4)$$

式中: $\dot{H}_c$ 为确定的周围剂量当量率控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

R 为辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

H_L 为距离辐射源点(靶点)1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, X 射线距辐射源点 1m 处的漏射辐射剂量率为 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

3) 散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 3.2.2, 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。散射辐射的屏蔽体厚度按式 (11-3)、式 (11-5) 计算。

屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算:

$$B = (\dot{H}_c \cdot R_s^2 / I \cdot H_0) \cdot (R_0^2 / F \cdot a) \quad (11-5)$$

式中: $\dot{H}_c$ 为确定的周围剂量当量率控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

R_s 为散射体至关注点的距离, m;

R_0 为辐射源点至探伤工件的距离, m;

I 为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

H_0 为距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 根据厂家提供的数据, 本项目探伤机距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量为 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

F为R₀处的辐射野面积，m²；

a为散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其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。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B4.2，R₀²/F·a因子的值为50（200kV~400kV）。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中4.2.3的表2，90°散射辐射的TVL X射线90°散射辐射的最高能量低于入射X射线的最高能量，使用该散射X射线最高能量相应的X射线的什值层计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。

表11-3 X射线散射辐射最高能量相应的kV值

原始X射线kV	散射辐射kV
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤400	250
注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减	

本项目所使用X射线探伤机运行时最大管电压为320kV，对照表11-3，本项目散射时对应的电压为250kV。

4) 泄露辐射和散射辐射的复合作用

分别估算泄露辐射和散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差1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1个TVL时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度(HVL)。

表 11-5 X 射线在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度

电压	屏蔽物质	TVL (mm)	HVL (mm)
200kV	铅	1.4	0.42
	混凝土	86	26
250kV	铅	2.9	0.86
	混凝土	90	28
300kV	铅	5.7	1.7
	混凝土	100	30
400kV	铅	8.2	2.5
	混凝土	100	30

备注：本项目新增X射线探伤机运行时最高管电压为320kV，泄露辐射半值层厚度和什值层厚度保守按照400kV电压下进行取值；散射辐射半值层厚度和什值层厚度按照250kV电压下进行取值

5) 探伤室防护能力核算

新增X射线探伤机运行时最高管电压为320kV、最高管电流5.0mA，出束方向为定向朝上，探伤工作时长为116.7h/a。相关计算参数如下：

表 11-4 辐射屏蔽参数

参数 拍片室	与参考点距离 (m)	管电流 (mA)	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射源
机房南侧（墙体） (a)	15.7	5.0	2.5	散射、漏射
机房南侧（人员铅门） (b)	15.9	5.0	2.5	散射、漏射
机房西侧（墙体） (c)	2.7	5.0	2.5	散射、漏射
机房北侧（进/出件防护铅门） (d)	15.5	5.0	2.5	散射、漏射
机房北侧（墙体） (e1、e2)	15.6	5.0	2.5	散射、漏射
机房东侧（墙体） (f)	3.2	5.0	2.5	散射、漏射
机房顶部（g）	4.9	5.0	100	有用线束

根据上述参数和预测公式，各关注点屏蔽透射因子如下：

表11-5 泄露辐射各关注点屏蔽厚度计算

泄露辐射各关注点	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	R(m)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	TVL	计算厚度 (mm)
机房南侧（墙体）（a）	2.5	15.7	5000	1.23×10^{-1}	100	90.92
机房南侧（人员铅门）（b）	2.5	15.9	5000	1.26×10^{-1}	8.2	7.37
机房西侧（墙体）（c）	2.5	2.7	5000	3.65×10^{-3}	100	243.83
机房北侧（进/出件防护铅门）（d）	2.5	15.5	5000	1.20×10^{-1}	8.2	7.55
机房北侧（墙体）（e1、e2）	2.5	15.6	5000	1.22×10^{-1}	100	91.48
机房东侧（墙体）（f）	2.5	3.2	5000	5.12×10^{-3}	100	229.07

表11-6 散射辐射各关注点屏蔽厚度计算

散射辐射各关注点	$\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$)	R_s (m)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	$R_0^2/F \cdot a$	B	TVL	计算厚度 (mm)
机房南侧（墙体）（a）	2.5	4.3	5	3.96×10^6	50	1.17×10^{-4}	90	353.95
机房南侧（人员铅门）（b）	2.5	4.3	5	3.96×10^6	50	1.17×10^{-4}	2.9	11.41
机房西侧（墙体）（c）	2.5	1.5	5	3.96×10^6	50	1.42×10^{-5}	90	436.28
机房北侧（进/出件防护铅门）	2.5	3.3	5	3.96×10^6	50	6.88×10^{-5}	2.9	12.07

(d)								
机房北侧（墙体）（e1、e2）	2.5	3.3	5	3.96×10^6	50	6.88×10^{-5}	90	374.65
机房东侧（墙体）（f）	2.5	1.5	5	3.96×10^6	50	1.42×10^{-5}	90	436.28

表11-7 机房顶部屏蔽厚度计算（有用线束）

散射辐射各关注点	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	TVL	计算厚度 (mm)
机房顶部（g）	100	4.9	5	3.96×10^6	1.21×10^{-4}	100	391.63

根据表11-5~11-7，探伤室各关注点复核屏蔽效果分析见表11-8。

表 11-8 探伤室 X 射线装置复核屏蔽效果分析

位置	辐射类别	计算厚度（mm）	复合分析计算屏蔽厚度（mm）	设计厚度（mm）	是否满足辐射屏蔽要求
机房南侧（墙体）（a）	散射	353.95mm混凝土	353.95mm混凝土	410mm厚混凝土	满足
	漏射	90.92mm混凝土			
机房南侧（人员铅门）（b）	散射	11.41mm铅	13.91mm铅	15mm厚铅	满足
	漏射	7.37mm铅			
机房西侧（墙体）（c）	散射	436.28mm混凝土	436.28mm混凝土	460mm厚混凝土	满足
	漏射	243.83mm混凝土			
机房北侧（进/出件防护铅门）（d）	散射	12.07mm铅	14.57mm铅	15mm厚铅	满足
	漏射	7.55mm铅			
机房北侧（墙体）（e1、e2）	散射	374.65mm混凝土	374.65mm混凝土	430mm厚混凝土	满足
	漏射	91.48mm混凝土			
机房东侧（墙体）（f）	散射	436.28mm混凝土	436.28mm混凝土	520mm厚混凝土	满足
	漏射	229.07mm混凝土			
机房顶部	有用线束	391.63mm混凝土	391.63mm混凝土	600mm厚混凝土	满足

由表 11-7 可知，探伤室机房南侧、西侧、北侧和东侧墙体、机房北侧进/出铅门、南侧人员铅门，机房顶部设计厚度的屏蔽防护能力均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求。

3、辐射工作人员及公众年有效剂量估算

本项目采用理论计算年照射剂量，参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）的要求进行计算。X射线外照射造成人员年受照剂量计算公式如下：

（1）对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式进行计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-6)$$

式中：X 为屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL 为什值层厚度；

（2）在给定屏蔽物质厚度时，**泄露辐射**在关注点的剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-7)$$

式中： $\dot{H}$ 为关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B 为屏蔽透射因子，按（11-6）计算；

R 为辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$ 为距离辐射源点(靶点)1m处X射线管组装体的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$

（3）在给定屏蔽物质厚度时，**散射辐射**在关注点的剂量率按下式计算：

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

式中： $\dot{H}$ 为关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I 为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H_0 为距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量，根据厂家提供的数据，本项目探伤机距离辐射源点(靶点)1m 处的输出量为 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B 为屏蔽透射因子，按（11-6）计算；

F 为 R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

a 为散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 为辐射源点至探伤工件的距离，m；

R_s 为散射体至关注点的距离，m；

（4）在给定屏蔽物质厚度时，有用线束在关注点的剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-9)$$

式中： $\dot{H}$ 为关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I 为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 为距离辐射源点(靶点)1m处的输出量，根据厂家提供的数据，本项目探伤机距离辐射源点(靶点)1m处的输出量为 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B 为屏蔽透射因子，按（11-6）计算；

R 为辐射源点至关注点的距离，m；

根据公式（11-6）~（11-9），工作人员和公众剂量计算结果见表11-9~11-13。

表11-9 泄露辐射各关注点剂量率

泄露辐射各关注点	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	X	TVL	B	关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
机房南侧（墙体外 0.3m） (a)	5000	15.7	410	100	7.94×10^{-5}	1.61×10^{-3}
机房南侧（人员铅门外 0.3m） (b)	5000	15.9	15	8.2	1.48×10^{-2}	0.293
机房西侧（墙体外 0.3m） (c)	5000	2.7	460	100	2.51×10^{-5}	1.72×10^{-2}
机房北侧（进/出件防护铅门外 0.3m） (d)	5000	15.5	15	8.2	1.48×10^{-2}	0.308
机房北侧（墙体外 0.3m） (e1、e2)	5000	15.6	430	100	5.01×10^{-5}	1.03×10^{-3}
机房东侧（墙体外 0.3m） (f)	5000	3.2	520	100	6.31×10^{-6}	3.08×10^{-3}

表11-10 散射辐射各关注点剂量率

散射辐射各关注点	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R_s (m)	I (mA)	$F \cdot a / R_0^2$	X	TVL	B	关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
机房南侧（墙体外 0.3m） (a)	3.96×10^6	4.3	5	0.02	410	90	2.78×10^{-5}	0.596
机房南侧（人员铅门外 0.3m） (b)	3.96×10^6	4.3	5	0.02	15	2.9	6.72×10^{-6}	0.144
机房西侧（墙体外 0.3m） (c)	3.96×10^6	1.5	5	0.02	460	90	7.74×10^{-6}	1.363
机房北侧（进/出件防护铅门外 0.3m） (d)	3.96×10^6	3.3	5	0.02	15	2.9	6.72×10^{-6}	0.244
机房北侧（墙体外 0.3m） (e1、e2)	3.96×10^6	3.3	5	0.02	430	90	1.67×10^{-5}	0.607

机房东侧（墙体 外 0.3m）（f）	3.96×10^6	1.5	5	0.02	520	90	1.67×10^{-6}	0.294
-----------------------	--------------------	-----	---	------	-----	----	-----------------------	-------

表11-11 机房顶部剂量率（有用线束）

有用线束关注点	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	I (mA)	TVL	X	B	关注点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
机房顶部（g）	3.96×10^6	4.9	5	100	600	1.00×10^{-6}	0.825

表 11-12 各关注点剂量当量率汇总表

位置	辐射类别	预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预测点复合剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
机房南侧墙体外0.3m	散射	0.596	0.598
	漏射	1.61×10^{-3}	
机房南侧（人员铅门）外 0.3m	散射	0.144	0.437
	漏射	0.293	
机房西侧墙体外0.3m	散射	1.363	1.380
	漏射	1.72×10^{-2}	
机房北侧（进/出件防护门） 外0.3m	散射	0.244	0.553
	漏射	0.308	
机房北侧（两侧墙体）外 0.3m	散射	0.607	0.608
	漏射	1.03×10^{-3}	
机房东侧墙体0.3m	散射	0.294	0.297
	漏射	3.08×10^{-3}	
机房顶部	有用线束	0.825	0.825

根据表 11-12 计算结果，本项目探伤机在探伤室外各关注点的剂量率为 0.297~1.380 $\mu\text{Sv/h}$ ，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 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求；探伤室顶部外 0.3m 处剂量率为 0.825 $\mu\text{Sv/h}$ ，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 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表11-13 探伤室辐射工作人员及公众受照射剂量结果表

位置	受照类型	居留因子	预测点复合剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	周所致剂量				年所致剂量			
				周照射时间 (h/周)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	标准限值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	是否满足剂量值	年照射时间 (h/a)	年受照剂量 (mSv/a)	标准限值 (mSv/a)	是否满足剂量值
机房南侧墙体 外0.3m	职业	1	0.598	2.33	1.392	100	满足	116.7	0.070	5	满足
机房南侧（人员铅门）外 0.3m	职业	1	0.437	2.33	1.018	100	满足	116.7	0.051	5	满足
机房西侧墙体 外0.3m	公众	1/2	1.380	2.33	1.608	5	满足	116.7	0.081	0.25	满足
机房北侧（进/出件防护门） 外0.3m	公众	1/2	0.553	2.33	0.644	5	满足	116.7	0.032	0.25	满足
机房北侧（两侧墙体）外 0.3m	公众	1/2	0.608	2.33	0.708	5	满足	116.7	0.035	0.25	满足
机房东侧墙体 外0.3m	公众	1/2	0.297	2.33	0.346	5	满足	116.7	0.017	0.25	满足
机房顶部	公众	1/2	0.825	2.33	0.961	100	满足	116.7	0.048	0.25	满足

根据表 11-9 计算结果，辐射工作人员和公众最大周剂量率分别为 1.392 μ Sv/周和 1.608 μ Sv/周，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求；辐射工作人员和公众年最大有效剂量分别为 0.070mSv/a 和 0.081mSv/a，分别满足《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）中的规定，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（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

4、本项目评价范围内辐射环境保护目标人员剂量达标分析

根据辐射剂量的衰减规律可知，随着预测点与射线装置之间的距离的增加，辐射剂量率也将跟着衰减，本项目探伤室西侧60m处有一民房，本次环评将其列为关注点，其年所致剂量保守取探伤室西侧年受照剂量。项目探伤室对50m范围内辐射环境保护目标附加剂量估算结果如下表所示。

表 11-14 本项目评价范围内辐射环境保护目标人员剂量分析

保 护 单 名		方 位	位 置	人 数	年所致剂量 (mSv/a)
辐 射 环 境	职 业	探伤室南侧	控制室	2 人	0.070
	公 众	探伤室西侧	管道加工作业区工作人员	约 20 人	0.081
			探伤室西侧 60m 处民房	约 5 人	
		探伤室东侧	管道加工作业区工作人员、云钛道路上流动人员	约 20 名管道加工作业区员工及流动人群	0.017
		探伤室南侧	管道加工作业区工作人员	约 20 名管道加工作业区员工	0.070
		探伤室北侧	管道加工作业区工作人员、厂区变电站工作人员	约 20 名管道加工作业区员工及厂区变电站工作人员 2 人	0.035
		探伤室顶部	检修人员	约 2 人	0.048
备注：探伤室北侧两侧为墙体，中间部分为铅门，本次北侧环境保护目标年所致剂量保守取北侧两侧墙体处的年受照剂量；					

根据表 11-14 分析，本项目探伤机所致职业人员年有效剂量为 0.070mSv/a；所致公众人员年有效剂量最大值为 0.070mSv/a，分别满足《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）中的规定，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（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

本项目探伤机为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司第一台探伤

机，根据建设单位介绍，本项目工作人员均为新增，拟新增的工作人员均未从事过相关 X 射线机的工作，本项目探伤机仅在探伤室的曝光室内使用，不进行野外探伤，因此不考虑工作人员年照射剂量的叠加。

5、总结

(1) 根据核算，项目X射线探伤机所在探伤室的四周墙体设计厚度、防护门设计厚度、顶部设计厚度的屏蔽防护能力均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求；地面为土层，人员无法到达，因此地面不做防护，在合理利用资源的情况下，探伤室屏蔽防护能力能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求。

(2) 根据估算，XYD-320 型 X 射线探伤机在探伤室外各关注点的剂量率为 0.297~1.380 μ 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 μ Sv/h”的要求；探伤室屋顶外 0.3m 处剂量率为 0.825 μ Sv/h，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 μ Sv/h 的要求。

(3) 根据估算，辐射工作人员和公众最大周剂量率分别为 1.392 μ Sv/周和 1.608 μ Sv/周，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求；辐射工作人员和公众年最大有效剂量分别为 0.070mSv/a 和 0.081mSv/a，分别满足《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）中的规定，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（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

根据建设单位劳动定员和工作制度，本单位目前只有本次评价的 1 台 X 射线探伤机，拟新增的工作人员均未从事过相关 X 射线机的工作，本项目探伤机仅在探伤室的曝光室内使用，不进行野外探伤，因此不考虑工作人员年照射剂量的叠加。根据表 11-13 分析，本项目探伤机所致职业人员年有效剂量为 0.070mSv/a；所致公众人员年有效剂量最大值为 0.040mSv/a，分别满足《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) 中的规定, 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: 职业照射个人受照剂量管理限值 **5mSv/a**; 无个人剂量超标情况。

11.3.2 非辐射环境影响分析

1、废气

X 射线装置在工作状态时, 会使周围空气电离产生少量臭氧, 直接进入大气中, 臭氧在空气中可自动分解为氧气, 因此, 工作状态产生的少量臭氧和微量的氮氧化物, 对周围环境影响较小。

2、废水

本项目新增 2 名工作人员, 工作人员不在厂区食宿, 根据《云南省地方标准用水定额》(DB53/T2324168-2019), 工作人员用水量按 30L/d 计, 工作人员年工作时间为 350d, 则生活用水量为 $0.06\text{m}^3/\text{d}$, $21\text{m}^3/\text{a}$, 产污系数按 0.8 计, 则产生生活污水约 $0.048\text{m}^3/\text{d}$, $16.8\text{m}^3/\text{a}$; 近期内工作人员产生的生活污水经化粪池处理后, 委托附近农户清掏用于周围农田施肥; 远期根据《禄丰工业园区总体规划(修改)(2012-2030)》, 禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂, 集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施, 生活污水经一体化污水处理设施处理后, 排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。

3、固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾产生量按 $0.5\text{kg}/\text{人} \cdot \text{d}$ 计算, 则全年产生生活垃圾和办公垃圾量为 0.35t , 依托厂区已有的生活垃圾收集桶收集, 集中回收并交由环卫部门统一处理, 不外排。

4、噪声

项目通风系统风机工作时会产生一定的噪声, 但由于时间较短, 经墙体屏蔽和距离衰减后, 对周围声环境的影响较小。综上所述, 公司针对本项目产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。

采取上述处理措施后, 项目固体废弃物处置率达到 100%, 对周围环境影响较小。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订版）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-15。

表 11-15 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

11.4.2 辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目探伤辐射工作人员有2名，可能发生的辐射事故如下：

（1）人为解除或未安装探伤室门机联锁装置，导致 X 射线探伤机探伤时人员误入探伤室，使其受到不必要的照射。

（2）工件搬运人员等工作人员未撤离探伤室，工作人员开机进行探伤，导致探伤室滞留人员受照射。

上述两种情况下人员距离探伤机位置最大可能均为距离探伤机 1m 处，停留大约 3min，故本次针对距离探伤机 1m 处（停留 3min）人员所受照射的剂量做出分析。

事故工况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。上述事故其危害结果及其所引发的辐射事故等级见表 11-16。

表 11-16 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X射线	X射线超剂量照射	事故状态下受照射有效剂量最大为 990mSv/次（距离探伤机 1m 处，停留 3min），导致误入人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故

根据分析，本项目使用探伤机为II类射线装置，可能发生的事故为一般辐射事故。

11.4.3 辐射事故影响分析

本项目使用 1 台 X 射线探伤机，假定在事故情况下，人员误入探伤作业区，X 射线直接照射到人员。探伤机管电压越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。因此偏安全分析，事故情况下，本项目室内探伤时，探伤机按其最大参数运行，即 XYD-320 型号的最大参数，人员在距探伤机主射方向不同距离上 X 射线剂量率按下式估算。

$$D = I\delta_x / r^2 \quad (11-9)$$

式中：D—空气吸收剂量率，mGy/min；

I—管电流，取5mA；

δ_x — 发射率常数，根据厂家提供数据，本项目为 $66\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

r—参考点距X射线管焦点的距离，m。

人员受到的有效剂量可用式 11-10 进行计算：

$$E = D \bullet \sum W_T \bullet \sum W_R \quad (11-10)$$

式中：E—人员受到的有效剂量，mSv · min⁻¹；

W_T—组织权重因数，求和为1；

W_R—辐射权重因数，求和为1。

根据公式（11-9）和（11-10），将与射线装置不同距离的X射线吸收剂量的估算结果列于表11-17。

表 11-17 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

风险因子	与 X 射线机靶正面距离（m）	暴露吸收剂量率（mSv/min）
X 射线	0.5	1320.00
	1	330.00
	2	82.50
	5	13.20
	6	9.17
	10	3.30
	15	1.47
	20	0.83

	30	0.37
	40	0.21
	50	0.13
	70	0.07
	100	0.03

由于 X 射线探伤机只在开机状态下才会产生 X 射线，一旦发现有人误入，只要关闭电源即可解除辐射事故，因此，处理辐射事故的时间较短。考虑射线装置运行时可能发生的两种人员误入事故，人员在无其他屏蔽的情况下处于射线装置照射头 1m 处停留 3min，其所受有效剂量最高达 990mSv/次，远超出标准规定的限值。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员很容易受到超剂量照射。探伤工作人员在探伤过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，在探伤工作开始之前，禁止无关人员进入控制区和监督区，杜绝辐射事故的发生，在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案，及时报警。由于探伤室内设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，或者操作人员按下控制台的紧急停机按钮就可以停机；对于室外探伤活动中，一旦发现有人误入，只要关闭电源即可解除辐射事故。因此，建设方在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

11.4.4 辐射事故风险防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种防范措施：

（1）对探伤室周围划定控制区、监督区，并设置有明显的控制区、监督区警戒线；

（2）探伤室安装固定的电离辐射警示标志和工作状态指示灯；

（3）探伤室设置门机连锁；

（4）探伤室内设置监控装置；

（5）公司配备铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品；

（6）公司配备辐射剂量报警仪和辐射剂量率巡测仪等检测设备；

（7）定期检查、检测屏蔽体防护性能，定期对探伤设备进行维护、保养。

以上的各种安全装置，体现了《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）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生。

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

建设单位于 2024 年 5 月 10 日发布了《中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司关于成立辐射安全防护管理委员会的通知》（附件 5），成立了辐射安全管理机构，分公司总经理担任组长，小组成员一共 8 人，均为各科室科长或技术带头人。文件明确了管理机构负责公司射线装置的日常监督、管理工作和委员会日常工作。

领导小组全面负责研究单位放射事件应急统一协调工作，根据突发事故的实际情况，统一安排组织事故应急预案的实施，具体职责如下：

- 1.负责协调各个部门做好放射防护相关的工作，检查督促事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。
- 2.指导现场人员疏散和自救；保护现场、控制危险事故的扩大，并负责向环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作。
- 3.负责抢修因事故破坏的设备、设施；防止事故扩大；为应急行动提供设备保障（包括应急救援器材、防护器材等）。
- 4.检查应急措施是否得当和落实，提出防范措施和总结事故教训。
- 5.定期组织放射工作人员学习放射事件应急知识并进行应急演练。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）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有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护、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。根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，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 管理制度汇总对照表

序号	《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》检查项目		制度制定	执行情况
1	综合管理	辐射防护和安全保卫制度	已制定	《辐射安全管理制度》
2		安全操作规程	已制定	《安全操作规程》

3		设备检修维护制度	已制定	《装置维护维修与检查制度》
4		辐射安全管理机构设置（设置文件）	已制定	《关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知》
5		场所设施退役（报废）管理制度	已制定	《射线装置报废管理制度》
6		射线装置管理制度	已制定	《射线装置管理制度》
7	监测	监测方案	已制定	《个人剂量、现场辐射环境监测规定》
8		监测仪表使用与检验管理制度	已制定	《监测仪表使用与校检管理制度》
9	人员管理	辐射工作人员资质管理	已制定	《辐射工作人员资质管理制度》
5		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	《辐射工作人员岗位职责》
7		辐射工作人员健康管理制度	已制定	《辐射工作人员健康管理制度》
8		辐射工作人员个人剂量管理	已制定	《辐射工作人员个人剂量管理》
9		辐射工作人员培训制度	已制定	《辐射工作人员培训制度》
10	事故应急	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	《辐射事故应急响应预案》

根据表 12-1，公司的辐射安全管理规章制度（附件 6）如下：

（1）制定了 X 射线装置安全操作规程、辐射工作人员岗位职责等，保证工作人员正常使用仪器，以防止辐射事故的发生；

（2）制定了辐射安全防护和管理制度、辐射安全防护自行检查和评估制度，加强辐射安全防护工作的管理，防止出现辐射事故；

（3）制定了设备检修维护管理规定，机器的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，防止出现安全事故；

（4）制定了辐射工作人员培训计划，本项目配备的 2 名辐射工作人员，还未取得辐射安全与防护培训考核；

环评要求：本项目拟配备的 2 名辐射工作人员，应安排参加生态环境部门的

辐射安全与防护培训，考试（核）合格后取得辐射安全与防护培训合格证后才能上岗。

（5）制定了辐射工作人员职业健康管理制度和辐射工作人员个人剂量监测管理规定，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；

环评要求：项目运行后，公司应定期（一般不超过 90 天）将个人剂量计送有资质单位进行检测，个人检测剂量异常的应及时核查，并建立个人剂量档案。

（6）制定了辐射事故应急预案及辐射事故应急措施，通过完善组织、落实经费、准备物资、加强演练等措施以应对可能发生的辐射事故。

综上，公司制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在公司辐射安全管理小组领导下，明确各自责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各部门人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。此外，公司需进一步完善各项规章制度，并落实专人负责；从事辐射工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急预案进行探伤工作：应将操作规程、辐射事故应急预案、辐射安全管理制度等张贴于工作场所墙面醒目处。

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）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）及相关管理要求，公司应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时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，包括个人剂量报警仪、X-γ辐射监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。公司应建立日常辐射监测方案，定期或不定期对项目中涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受环境保护部门开展的辐射环境监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请具有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报辐射安全许可证发证机关。

建设方应为公司所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立

个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

1、个人剂量监测

为测量本项目辐射工作人员在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位为本项目原有辐射工作人员均配个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。公司设有专人负责个人剂量监测管理（每季度由有资质单位检测一次），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

评价要求：工作人员应正确佩戴个人剂量计，公司应每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

2、工作场所辐射环境监测

（1）企业自检

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，公司应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仪、便携式辐射监测仪等，定期对工作场所进行监测；同时接受生态环境部门开展的辐射环境监督(监测)检查，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

（2）年度监测

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司应委托有资质的单位定期（每年常规监测 1 次）对探伤室周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向生态环境部门上报备案。

（3）监测要求：

①监测项目：X-γ辐射剂量率；

②监测频度：年度监测请有资质的单位监测不少于 1 次/年，自主监测建议不少于 1 次/月；

③监测范围：探伤室四周墙体外 30cm 处、探伤室外管线孔洞处、操作间、探伤室防护门外及门缝外 30cm 处。

④监测设备：便携式 X-γ辐射监测仪

⑤根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）制定监测方案及实施细则；**注：**若标准和技术规范更新需根据更新后的标准制定监测方案和细则；

⑥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；

⑦监测人员需持有核技术利用培训合格证书；

⑧监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑨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，以备检查；

表 12-2 项目监测计划一览表

位置	监测内容	监测点位	监测因子	监测频率
探伤室	周围环境巡测	探伤室四周墙体外 30cm 处、探伤室外管线孔洞处、操作间、探伤室防护门外及门缝外 30cm 处	X-γ辐射剂量率	不少于 1 次/月
	个人剂量监测	放射工作人员个人剂量计	个人累计剂量	委托有资质单位每季度监测一次

建设单位应每年委托有资质的单位对其射线装置的安全和防护状况进行监测，并进行年度评估，每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。

3、年度评估报告

每年 1 月 31 日前，建设单位应向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急预案

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，中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司已制定了辐射事故应急预案。公司制定的应急预案基本可行。

针对应急预案，应完善的措施：公司应尽快核实公司辐射事故应急预案的备

案情况，对可能发生的辐射事故等级，在细化放射事故应急预案，明确放射事故的等级以及每个等级需要的物资、响应时间及发生放射事故后的具体处理流程，确保应急预案具有可操作性。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

公司需根据项目运行中可能发生的辐射事故情况和防范应对措施，从经费、物资、人员和技术方面做好准备工作，并定期进行辐射事故应急演练，演练时应采用照片、视频、文字等方式记录，并存档，形成台账，以便后期对辐射事故进行分析和学习。根据预案实施情况，结合国家发布的法规和公司实际情况，对事故应急预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

12.5 能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第 20 号（2），2021 年 01 月 04 日实施）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）要求使用射线装置的单位应具备的条件，对建设单位建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。“中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项目”辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表 12-3。

表 12-3 使用 II 类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	公司落实情况	环评要求
1	管理人员要求	使用 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。	成立了辐射安全与防护管理机构，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。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。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
2	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目拟新增 1 台探伤机，建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，目前未取得辐射安全与防护培训合格证。	本项目拟配备的 2 名辐射工作人员，应安排参加生态环境部门的辐射安全与防护培训，考试（核）合格后取得辐射安

				全与防护培训合格证后才能上岗。
3	安全措施	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	探伤室内拟安装紧急急停按钮，并带有标签。	操作人员在出现装置失控或其他紧急事件时应立即按下紧急停机按钮。
4	防护用品和监测仪器	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。	本项目为建设单位第一台射线装置，目前还未配备相应的防护用品和监测仪器	项目建成后，公司应为辐射工作人员配置个人剂量测量报警，工作场所配置辐射监测仪等
5	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	本项目制定了辐射安全管理制度、安全操作规程、装置维护维修与检查制度、辐射工作人员辐射培训制度、个人剂量、现场辐射环境监测规定等。	建设方应加强检查督促，认真组织实施。
6	辐射事故应急预案	有完善的辐射射。事故应急措施	建设方制定了较为完善的辐射事故应急处理预案，该应急预案包括：辐射事件应急处理机构与职责、可能发生的事故及危害程度、辐射事故应急救援遵循原则、辐射事故应急处理程序、辐射事故应急响应措施、保障措施、培训与演练环保部门电话等。	定期进行辐射事故应急演练并按时更新应急预案
7	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个个人剂量计。个人剂量片应编号并定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。	为辐计射及工建作立人个员人配剂备量个档人案剂量	对每名辐射工作人员配备 1 个个人剂量计，个人剂量计应按编号定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。每次探伤时应对不同探伤区周围环境进行监测，同时接受生态环境部门开展的监督（监测）检查。监测数据每年年底向当地生态环境局上报备案。
8	辐射安全许可证	必须取得生态环境行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	取得本报告环评批复后向楚雄州生态环境局申领辐射安全许可证。	须取得楚雄州生态环境局颁发的辐射安全许可证，才能投产使用。

9	安全警示装置	生产、销售、使用、贮存射线装置的场所，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联锁、报警装置或者工作信号	本项目拟安装门机联锁，在防护门关闭后才能出束，在门打开时会立即停止出束；已按照国家有关规定设置明显的放射性标志	建设单位应定期检查门机联锁装置的有效性，在其故障时应停止作业立即检修。
		在进行现场探伤时，必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。	拟在进行现场式探伤时，在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。	在进行现场探伤时，必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。
10	现场探伤工作方案	在确定要进行现场探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查	/	在确定要进行现场探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查
11	现场探伤要求	（1）探伤作业前，在探伤作业现场张贴公告，包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。 （2）在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”警告牌，在监督区边界设置场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内” （3）配置警告牌。有明显的区别提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与X射线检测设备联锁；在控制区的所有边界都能清	/	严格按照相关规定要求开展现场探伤工作

		楚地听到或看见“预备”信号和“照射”信号。 (4)工作人员现场探伤时，佩戴个人剂量计、防护服、护目镜以及个人剂量报警仪，并保证个人剂量报警仪一直处于开机状态。		
12	档案记录	必须建立探伤运行、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	已建立《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《装置维护维修与检查制度》等	按要求完善探伤运行、辐射环境监测记录并及时更新妥善保存相关档案。

根据上表所述，建设单位按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件，具备了使用本次评价 1 台 II 类射线装置的能力。

12.6 辐射环境安全管理人员的培训

此类安全管理工作对管理人员的专业技能水平要求较高，在日常工作开展中，要加强对管理人员的技能培训结合不断改进提高的辐射项目相关技术，改进相应的辐射环境安全监测和管理技术等，加强对管理人员的技术培训，提升其专业水平。

12.7 辐射安全管理的措施总结

- (1) 建立完善的辐射安全监测机构；
- (2) 完善相关的辐射环境管理规章制度；
- (3) 加强核事故紧急响应制度和应急演练；
- (4) 加强辐射监测的频率和制度的完善；
- (5) 加强辐射环境安全管理人员的培训；

12.8 建议

- (1) 定期根据国家法律法规更新公司辐射环境管理规章制度；

(2) 认真落实《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部部令第20号（2），2021年01月04日实施）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）要求使用射线装置的单位应具备的条件；

- (3) 积极组织辐射环境安全管理人员的培训和考核。

加强管理，运营单位在运营前应建立健全辐射安全管理规章制度，并落实专人负责。运营单位应明确各部门人员责任，确保各项辐射安全管理规章制度落实到位，并定期对辐射安全控制效果进行评议。从事辐射的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射工作；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工作场所墙面醒目处。所有辐射工作人员均须持证方能上岗、配备个人剂量计并建立个人剂量健康档案。防止个人剂量超过管理限值要求。制定辐射事故应急预案并备案，定期进行辐射事故应急演练，演练时应采用照片、视频、文字等方式记录存档，适时修订应急预案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司拟在其位于禄丰市土管镇指挥营村的钢管厂厂房内新增并使用工业探伤机 1 台，设备型号为：XYD-320，属于Ⅱ类射线装置；项目总投资 200 万元，其中环保投资 12.3 万元。

13.1.2 产业政策符合性及规划符合性结论

本项目为使用 X 射线探伤机进行固定探伤，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 1 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的“无损检测设备”；是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目位于云南省楚雄彝族自治州禄丰市土管镇指挥营村中铁九桥云南钢管厂已建厂房内，为中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司-中铁九桥云南钢管厂配套的核技术利用项目，项目用地属于禄丰市已规划的工业用地，本项目不新增用地，因此项目符合禄丰市城市总体规划。

13.1.3 项目选址、布局合理性结论

（1）选址合理性分析

本项目射线装置探伤室位于中铁九桥云南钢管厂已建厂房内，周围流通人群相对较少，该公司周围无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点和环境敏感点，周围没有建设的制约因素，本项目所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

（2）平面布置合理性分析

本项目射线装置探伤室位置相对独立，人流较少，探伤室四邻区域及正上方区域均不涉及经常有人工作区域。故本项目平面布置是合理的。

13.1.4 项目代价利益分析结论

本项目为确保产品的质量安全，使用 X 射线探伤机（Ⅱ类射线装置）进行无损检测。项目充分考虑了周围场所的防护与安全，经分析可知，本项目运营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于设置的项目管理目标值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

13.1.5 辐射环境质量现状结论

经对本项目拟建探伤室周围及外环境辐射环境现状的现场监测，拟建探伤室内 X-γ空气吸收剂量率范围为： $(1.9\sim4.0)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室外各监测点 X-γ空气吸收剂量率范围为： $(2.8\sim7.2)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，属于当地正常天然本底辐射水平。

13.1.6 环境影响评价结论

1、辐射环境影响评价结论

本项目在 X 射线机经过理论预测计算本项目采取的辐射安全和防护措施适当，能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的屏蔽防护要求。

预测结果表明，本项目屏蔽探伤室外各关注点剂量率均可以满足剂量率控制要求，辐射工作人员和公众人员的年附加剂量可以满足本项目剂量管理限值（辐射工作人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a）的管理要求。

2、水环境影响分析结论

①施工期：施工期产生的生活污水经化粪池处理后由周围农户清掏，用于项目周围农田施肥，未对周围水环境造成影响。建设单位应定期委托附近农户清掏化粪池。

②运营期：本项目运营期仅有少量生活污水，近期内依托厂区已建化粪池处理，经化粪池处理后委托周围农户清掏，用于项目周围农田施肥；远期根据《禄丰工业园区总体规划（修改）（2012-2030）》，禄丰工业园区内拟建一座生活污水处理厂，集中对勤丰镇、碧城镇、土官镇等城镇污水进行处理。本项目厂区范围内拟设置一体化污水处理设施，生活污水经一体化污水处理设施处理后，排放入工业园区污水管网末端的污水处理厂处理。

3、大气环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期主要为装修过程中产生的粉尘，污染物相对较少，施工单位在施工期采取湿法作业，有效降低了建筑粉尘对周围环境的影响，现场

堆积建筑原料、建筑垃圾均采取遮盖措施，有效避免了风力扬尘，在后续的施工作业中，施工单位应延续已采取的措施，建设单位应加强施工场地管理。

②运营期：本项目运营期探伤机工作时臭氧产生量较小，经机房内的排风系统排至室外经自然稀释后对环境的影响较小。

4、声环境影响分析结论

①施工期：施工期噪声包括各类机械、运输车辆的噪声以及土建施工产生的噪声，由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。施工期已选择低噪声设备，在后续的施工作业中，施工单位应继续采用低噪声设备。

②运营期：项目探伤机探伤时会开启警报器进行报警，通风系统风机工作时会产生一定的噪声，但由于时间较短，经墙体屏蔽和距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

5、固体废物影响分析结论

①施工期：施工期施工人员生活垃圾经收集后由环卫部门定期清运；建筑垃圾定点堆放，及时外运至指定的建筑垃圾堆放场，未对周围环境造成明显影响。在后续的施工作业中，施工单位应继续采取以上措施，防止固体废物流失，对周围环境造成影响。

②运营期：工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾产生量约 0.35t/a，依托厂区已配置的生活垃圾收集设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

采取以上措施后对周围环境影响较小。

13.1.7 事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，项目探伤机事故情况下可能产生的后果按国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中规定判断，属于一般辐射事故。

建设单位制定了放射事故应急处理预案，各种辐射防护设施（措施）较齐全，效能基本可满足辐射防护要求，公司制定的各种安全管理制度较全面，按评价要求完善各操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

13.1.8 核技术应用设备使用与安全管理的能力结论

建设单位成立了专门的辐射安全管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与

环境保护工作，并以文件的形式明确了辐射安全管理机构的职责；设计有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、放射事故应急处理措施；具有使用和管理本项目评价的 1 台Ⅱ类射线装置（1 台工业探伤机）的综合能力。

13.1.9 项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员及公众照射的要求，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 1 台Ⅱ类射线装置的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

13.2 建议

- 1、项目完工后应按照国家相关法律法规尽快进行验收。
- 2、不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。
- 3、定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断完善辐射事故应急预案。
- 4、根据国家及地方最新出台的法律法规，对公司相关制度进行更新完善。
- 5、在进行探伤室改造、防护过程中保留影像资料，以备验收及检查时使用。

13.3 要求

- 1、对辐射工作人员安排辐射安全与防护培训，做到持证上岗。
- 2、接受生态环境主管部门的监督检查。
- 3、定期开展场所和环境的辐射监测，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证单位提交上一年度辐射安全和防护状况年度评估报告。
- 4、一旦发生辐射安全事故，立即按公司应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态环境主管部门。
- 5、工作人员应正确佩戴个人剂量计，公司应每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理现值的情况，应及时查明原因，及时解决。

13.4 项目竣工验收检查

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位不具备验收监测报告能力的，可委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环评单位、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

验收报告公示期满后 20 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

附表

中铁九桥工程有限公司云南交通科技分公司工业探伤核技术利用项

目竣工环境保护验收一览表

项目		验收内容	备注
程序合法性	环保手续	项目环评批复	/
设备参数		使用 1 台探伤机（XYD-320 型，由下往上），属Ⅱ类射线装置。 XYD-320型X射线探伤机主要由X射线机系统、数字成像系统、图像处理系统、机械运动系统、电器控制系统、现场监视系统等部分组成。	/
辐射安全与防护	屏蔽措施	探伤室四周墙体： 机房东侧墙体：520mm 厚混凝土； 机房北侧（两侧墙体）：430mm 厚混凝土； 机房西侧墙体：460mm 厚混凝土； 机房南侧墙体：410mm 厚混凝土； 探伤室房顶：600mm 厚混凝土； 探伤室地面：土层； 进出件电动防护铅门（为双扇电动对开）尺寸：3.4m（宽）×3.9m（高），厚 15mm 铅板；人员铅门（单扇手动平侧开）尺寸：0.8m（宽）×1.9m（高），厚 15mm 铅板 探伤室尺寸：29.7m（长）×4.3m（宽）×5.5m（高）； 电缆布设：在探伤室南侧地面采用 U 型预埋管道穿出西侧墙体，预埋管深约 40cm； 通排风布设：设置机械通风装置，通风采用上进下排，排风管：排风量 2000m³/h，在探伤室东侧地面采用 U 型预埋管道穿出东侧墙体，预埋管深约 40cm，然后沿探伤室东侧墙体穿出后，最终排至钢管厂厂房外，高于厂房排放，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。进风管：进风量 2500m³/h，在探伤室西侧地面采用 U 型预埋管道进入西侧墙体，预埋管深约 40cm。	/
	安全措施	1) 探伤室应设置门-机联锁装置，保证在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员紧急情况下离开探伤室。 2) 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。 3) 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。 4) 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。 5) 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	/

		6)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束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签,标明使用方法。	
	工作区域划分	将探伤室内部划为控制区,将与探伤室相连的迷道、控制室以及探伤室东、西、南、北侧过道划为监督区。	
	废气治理	进风量: 2500m ³ /h, 排风量 2000m ³ /h	/
监测仪器和防护用品	个人防护用品	铅衣 2 件、铅帽 2 个、铅眼镜 2 副。	/
	监测用品	个人剂量计 2 个, 个人剂量报警仪 2 个, 便携式 X-γ辐射监测仪器 1 台, 固定式场所辐射探测报警装置	/
	警示标志	电离辐射警示牌, 控制区与监督区标识牌。	/
管理制度	辐射安全管理制度	辐射事故应急预案、辐射防护和安全保卫制度、射线装置操作规程、设备检修维护制度、辐射工作人员健康及个人剂量管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射安全管理规定, 并将辐射安全管理制度上墙。	/
验收监测	X-γ辐射剂量率	监测项目: X-γ辐射剂量率; 监测范围: 探伤室四周墙体外 30cm 处、探伤室外管线孔洞处、操作间、探伤室防护门外及门缝外 30cm 处。 监测设备: 便携式 X-γ辐射监测仪 (在检定有效期内); 监测标准: 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022); 监测人员: 需持有核技术利用培训合格证书; 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020), 监测高度为 1m, 距墙体、门、窗表面 30cm, 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; 监测时获取足够的数量, 以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理; 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, 以备检查。	/