

核技术利用建设项目

曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线 探伤机核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：曲靖重型机械制造有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：云南省曲靖市麒麟区教场东路53号

邮政编码：655000

联系人：浦仕宽

电子邮箱：

联系电话：

打印编号: 1759214741000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	64k88x		
建设项目名称	曲靖重型机械制造有限公司2台X射线探伤机核技术利用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	曲靖重型机械制造有限公司		
统一社会信用代码	91530300709882119U		
法定代表人（签章）	马兴勇		
主要负责人（签字）	马兴勇		
直接负责的主管人员（签字）	浦仕宽	浦仕宽	
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	云南卓准检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91530103316282382C		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
宋晓磊	03520240553000000002	BH000664	宋晓磊
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
韩正伟	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）	BH044087	韩正伟
宋晓磊	评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、排污许可申请及入河排污口设置论证、结论与建议	BH000664	宋晓磊

现场踏勘照片

	
一号厂房及外部环境	二号厂房及外部环境
	
三号厂房及外部环境	厂房内部 1
	
厂房内部 2	拟探伤钢结构工件
	
闲置办公用房（新建暗房拟设于该建筑内）	办公楼

	
宿舍楼	厂区北侧科苑西路
	
厂区东侧科苑南路	老厂区原有探伤室
	
原有 X- γ 空气吸收剂量率仪	原有铅衣
	
危废暂存间	项目负责人现场踏勘

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	21
表 3 非密封放射性物质	21
表 4 射线装置	22
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	23
表 6 评价依据	24
表 7 保护目标与评价标准	27
表 8 环境质量和辐射现状	32
表 9 项目工程分析与源项	38
表 10 辐射安全与防护	46
表 11 环境影响分析	59
表 12 辐射安全管理	85
表 13 结论与建议	96

表 1 项目基本情况

建设项目名称		曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机核技术利用项目				
建设单位		曲靖重型机械制造有限公司				
法人代表		马兴勇	联系人	/	联系电话	/
注册地址		云南省曲靖市麒麟区教场东路 53 号				
项目建设地点		曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内				
立项审批部门		曲靖经济技术开发区行政审批局		批准文号	2508-530329-99-05-473556	
建设项目总投资（万元）		96	项目环保投资（万元）	6.3	投资比例（环保投资/总投资）	6.56%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
	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类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类			
	其他	/				

项目概述

1、建设单位基本情况

曲靖重型机械制造有限公司（以下简称建设单位）老厂区位于云南省曲靖市麒麟区教场东路 53 号，公司始建于 1958 年，其前身为曲靖地区机械厂，于 1999 年更名为曲靖重型机械制造有限公司。2003 年，公司完成了以产权制度改革为核心的国有企业改制工作，现为私营企业。经历了 58 年的历程，企业不断发展壮大，已成为云南省机械制造行业的重点骨干企业，具备较强的产品开发能力和生产制造经验。曲靖重型机械制造有限公司老厂区原有探伤室一间，配置 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机 1 台，管电压 250KV，管电流 5mA，属于 II 类射线装置，原有探伤室已办理环评手续并通过竣工环保验收，且已获得辐射安全许可，辐射安全许可证书（云环辐证[00986]）。

2016 年，曲靖重型机械制造有限公司响应政府号召，将厂区迁至曲靖市经济技术开发区西城工业园区，即曲靖重型机械制造有限公司现有新厂区。历经长时间的发展，公司内已有配套建设专业化煤矿机械产品生产线项目、褐煤提质深加工装备技术研究开发项目、数控立式加工中心机床专业化生产线项目和一条年产 9000 吨各型三管塔的生产线。

2019 年，建设单位启动转型升级，计划实施“钢结构工业转型升级重点续建项目”。该项目通过将数控立式加工中心机床专业化生产线和专业化煤矿机械产品生产线厂房进行改造，建设钢结构标准化厂房、原材料和产品成品库，形成年产 30000 吨各型钢结构产品生产线。项目于 2019 年 6 月委托环评单位针对该项目编制了《钢结构工业转型升级重点续建项目环境影响报告表》。2019 年 6 月 13 日，原曲靖经济技术开发区环境保护局对该项目环评文件进行了批复（曲开环审〔2019〕19 号）。“钢结构工业转型升级重点续建项目”于 2021 年 7 月通过竣工环境保护自主验收。2024 年，建设单位计划实施“钢结构工业转型升级重点续建产能提升技术改造项目”，编制了环评报告书并于 2024 年 12 月 23 日取得“曲靖市生态环境局曲靖经济技术开发区分局关于钢结构工业转型升级重点续建产能提升技术改造项目环境影响报告书的批复”（曲开环审〔2024〕25 号），目前本项目已建成，尚在进行竣工环保验收。

曲靖重型机械制造有限公司新厂区现状主要工程内容如下表所示。

表 1-1 公司新厂区主要工程内容一览表

工程类别		建设内容	备注
主体工程	一号厂房	位于厂区西北部，长×宽=102m×69m，建筑面积7038m ² ，为单层钢结构厂房，厂房高度19m，地面硬化，主要功能为钢结构切割、焊接、矫正等生产。内部设置多台数控切割机、H型钢翼板矫正机、半自动二氧化碳焊机、刨床、铣床、行吊起重机等设备。 与厂界距离：东180m、南100m、西28m、北17m。	本次评价项目移动探伤作业区
	二号厂房	位于厂区东北部，长×宽=108m×69m，建筑面积7452m ² ，为单层钢结构厂房，厂房高度19m，地面硬化，主要功能为钢结构切割、焊接、矫正等生产。内部设置多台数控切割机、H型钢自动埋弧焊机、车床、钻床、行吊起重机等设备。 与厂界距离：东11m、南100m、西161m、北17m。	本次评价项目移动探伤作业区
	三号厂房	位于厂区东南部，长×宽=132m×69m，建筑面积9180m ² ，为单层钢结构厂房，厂房高度19m，地面硬化，主要功能为钢结构切割、焊接、矫正等生产。内部设置H型钢翼板矫正机、H型钢自动埋弧焊机、半自动二氧化碳焊机、刨床、钻床、行吊起重机等设备。 与厂界距离：东10m、南6m、西161m、北112m。	本次评价项目移动探伤作业区
	四号厂房	位于厂区西南部，长×宽=70m×36m，建筑面积2520m ² ，为单层钢结构厂房，厂房高度19m，地面硬化。功能设置为热处理车间。	/
公用工程	办公楼	位于厂区西南部，建设1栋办公楼（5F），占地面积705.03m ² ，总建筑面积3525.13m ² ，钢混结构。	/
	宿舍楼	位于厂区西南部，建设1栋职工宿舍楼（7F），占地面积1166.8m ² ，总建筑面积8167.91m ² ，钢混结构。	/
	科技楼	位于厂区西北部，建设1栋科技楼（2F），占地面积170.12m ² ，总建筑面积340.24m ² ，钢混结构。	/
	闲置办公用房	位于厂区北部中间位置，1栋单层建筑（1F），占地面积160m ² ，总建筑面积160m ² ，钢混结构，目前闲置。	本次评价项目新建暗房、探伤机库房拟设于该建筑内
	厂区围墙	厂区四周建设了实心砖围墙，高度2~4m，厚度20cm。	/
环保工程	废水处理	生活污水经化粪池（3个，办公楼10m ³ 、宿舍楼15m ³ 、生产区公厕12m ³ ）处理后进入瑞和西路市政污水管网，最终进入西城污水处理厂处理。	本次评价项目依托生活污水处理设施
	危险废物暂存	危废暂存间位于二号厂房北侧，为独立的密闭房间，贮存面积为20m ² ，建设符合“三防”要求，地面及墙裙已采取防渗措施，贮存分区合理，已粘贴危险废物警示标志。	本次评价项目依托危废暂存间

2、项目由来

建设单位主要制造水泥回转窑、球磨机、烘干机、蓖冷机等成套设备，为保证钢制产品质量和安全，需对产品进行焊缝检测。本项目建设前，虽然老厂区已建设有固定探伤室，但因距离新厂区较远，且工件较大，无法转运至探伤室，新厂区工件均进行外委探伤。建设单位为节省经济及方便探伤检测，拟将老厂区原有探伤室 1 台 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机搬迁至新厂区，并新购 1 台 XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机，共 2 台 X 射线探伤机在新厂区车间内对焊接工件进行移动探伤。“曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机核技术利用项目”已于 2025 年 8 月 8 日取得曲靖经济技术开发区行政审批局投资项目备案证，项目代码：2508-530329-99-05-473556。

根据《射线装置分类》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目 2 台探伤机均属于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）》，本项目属于“五十五、核与辐射 172、核技术利用项目使用Ⅱ类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

2025 年 8 月建设单位委托云南卓淮检测技术有限公司（以下简称“编制单位”）开展环境影响评价工作，委托书见附件 1。我编制单位接受委托后，进行了现场踏勘和相关资料的收集，并依据《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》（HJ/T10.1—2016）的要求及国家相关技术规范要求，编制完成了《曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》，供建设单位上报审批。

3、项目建设内容及规模

本项目主要建设情况如下所示：

项目名称：曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机核技术利用项目

建设单位：曲靖重型机械制造有限公司

建设性质：改建

建设地点：曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内

建设内容：建设单位将 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机从老厂区探伤室搬迁到新厂区，由固定探伤变更为移动探伤使用，其管电压 250KV，管电流 5mA；新购置一台 XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机，在新厂区车间进行移动探伤，其管电压 300KV，管电流 5mA。2 台探伤机均属于Ⅱ类射线装置。本项目移动探

伤机仅在曲靖重型机械制造有限公司新厂区一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤。

曲靖重型机械制造有限公司新厂区一号厂房：长×宽=102m×69m、二号厂房：长×宽=108m×69m、三号厂房：长×宽=132m×69m，厂房高度 19m。

项目建设情况见下表。

表 1-2 本项目建设情况一览表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	1、从老厂区原有探伤室搬迁 1 台 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机至新厂区，由固定探伤变更为移动探伤使用，其管电压 250KV，管电流 5mA，属于 II 类射线装置； 2、新购置一台 XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机，在新厂区车间进行移动探伤，其管电压 300KV，管电流 5mA，属于 II 类射线装置。		/	X 射线、电离辐射、臭氧及氮氧化物
辅助工程	暗房	新建暗房一间，拟设于现有闲置办公用房内，建筑面积约 10m ² ，在原有的建筑物内进行改造建设。暗房地坪及有关池体做好防渗，等效黏土防渗层 1.5m（渗透系数≤10 ⁻⁷ cm/s），或其他防渗性能等效的材料。	施工废水、机械噪声、固体废物等	（定）显影液、洗片废水、废胶片等
	探伤机库房	新建探伤机库房一间，拟设于现有闲置办公用房内，建筑面积约 10m ² ，在原有的建筑物内进行改造建设。内设探伤机储存箱，箱子外上锁，钥匙由专人保管。	施工废水、机械噪声、固体废物等	/
环保工程	废气	厂房机械通风	/	/
	废水	生活污水依托厂区现有化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。	/	生活污水
	固废	①本项目洗片产生的废定（定）显影液、洗片废水经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运。 ②本项目产生的废胶片经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运。 ③生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运。	/	（定）显影液、洗片废水、废胶片、生活垃圾
依托工程	公用工程：排水、配电、供电和通讯系统均依托厂区原有设施。		/	/
	生活污水处理设施：辐射工作人员产生的少量生活污水依托厂区现有 3 个化粪池(办公楼 1 个(10m ³)、宿舍楼 1 个(15m ³)、生产区公厕 1 个(12m ³))处理后进入瑞和西路市政污水管网，最终进入西城污水处理厂处理。		/	/
	危废暂存间：本项目依托原有危废暂存间贮存危险废物，危废暂存间位于二号厂房北侧，为独立的密闭房间，贮存面积为 20m ² ，建设符合“三防”要求，		/	/

	地面及墙裙已采取防渗措施，贮存分区合理，已粘贴危险废物警示标志。		
--	----------------------------------	--	--

4、设备配置及技术参数

(1) 本项目射线装置应用情况如下表。

表 1-3 本项目射线装置应用情况一览表

装置名称	型号	额定容量	类别	台数	射线方向	工作场所	备注
工业用 X 射线探伤机	XXG-2505	250kV, 5mA	II	1 台	定向	一号、二号、三号厂房	搬迁
便携式 X 射线探伤机	XXG-3005	300kV, 5mA	II	1 台	定向	一号、二号、三号厂房	新购

(2) 本项目 X 射线探伤机主要技术参数见下表。

表 1-4 本项目 X 射线探伤机主要技术参数一览表

探伤机名称		工业用 X 射线探伤机	便携式 X 射线探伤机
探伤机型号		XXG-2505	XXG-3005
工作方式		移动探伤	移动探伤
输入	电源	单项 50Hz, 220V±10%	220V±10%, 50~60Hz
	电源容量	不小于 2.5KVA	3.0KVA
输出	X 射线管电压 (峰值 kVp)	130~250kVp	150~300kVp (波动±1%)
	X 射线管管电流 (平均值)	5mA	2~5mA (波动±1%)
X 射线管	焦点 (mm×mm)	2.0×2.0	2.5×2.5
	X 射线辐射	辐射角 D 定向: 40°	辐射角 D 定向: 40°
控制台	尺寸 (长×宽×高)	360mm×260mm×140mm	305mm×145mm×315mm
	重量	约 9.5kg	约 8kg
	定时范围	最小 0.1 分, 最大 9.9 分, 计时器误差<1%	线路: 微机控制、模块化结构、数码显示
最大穿透厚度	钢板 A3(mm)	38	50
	条件	1.焦距 60cm, 曝光 5 分钟。 2.天津Ⅲ型胶片; 双面铅箔增感。 3.暗室处理: 摄氏 20±2℃, 显影 5 分钟, 黑度≥1.5。	1.焦距 600mm, 曝光时间: 5 分钟。 2.天津Ⅲ型胶片; 双面铅箔增感。 3.暗室处理 20±2℃, 显影 5 分钟; 黑度: 1.5。
工作环境	温度	-30~+40℃	-10~+40℃
	相对湿度	不大于 85%	/
	海拔高度	不高于 3000 米	/

工作方式	电脑控制全自动 1:1 间隙工作，不切断电源时最大连续工作时间 5 分钟，超过 5 分钟自动分段工作，间隙时间不少于工作时间。	间隙工作，不切断电源时最大 5 分钟工作，5 分钟休息。
------	---	------------------------------

(3) 本项目探伤工件及对应工况一览表见下表，探伤时根据工件厚度选择不同工况进行探伤。

表 1-5 探伤机探伤工件及对应工况一览表

探伤机型号	板厚 (mm)	电压 (kV)	电流 (mA)	焦距 (mm)
XXG-3005 型	31~35	230	5	600
	36~39	250	5	600
	40~46	280	5	600
XXG-2505 型	4~10	120	5	600
	11~15	140	5	600
	16~20	160	5	600
	21~30	180	5	600

(4) 本项目 X 射线探伤辐射安全屏蔽设施情况详见下表。

表 1-6 本项目辐射安全屏蔽防护设施一览表

序号	项目	屏蔽防护设施	备注
1	铅屏风*	配备 2 扇，铅当量 3mmPb，规格：长×宽=2m×2m。	原有
2	人员防护	配备 0.5mmPb 的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 2 套。	原有
3	监测仪器	配备便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台，用于工作场所剂量监测。	原有
		配备个人剂量报警仪 2 台，辐射工作人员进入辐射工作现场均应佩戴个人剂量报警仪。	原有
		为每位辐射工作人员配备个人剂量计，辐射工作人员进入辐射工作现场均应佩戴个人剂量计。	原有

*注：本项目探伤机的主射方向辐射角为 40°，工件宽度不超过 2m，水平探伤时在 2m 处的主射方向范围：直径为 1.44m 的圆形区域，因此，本项目探伤时选取边长为 2m 的铅屏风作为屏蔽措施满足实际要求。

5、生产工况与劳动定员

生产工况：根据公司生产规划，满负荷运行时，预计每年检测 1500 件钢制产品，其中单个曝光时间约 2~5min，则按单个最大曝光时间 5min 进行估算，年出束 7500min，即年出束时间 125h。

根据设备厂家和建设单位提供相关参数说明，检测产品主要材料为钢，本项目探伤机曝光时，钢厚度与 X 射线管电压呈正相关关系，钢厚度约为 4mm~46mm，XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机出束管电压为 100kV~250kV，XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机出束管电压为 150kV~300kV，本项目使用的

最大管电流为 5mA。本项目实际运行工况见下表。

表 1-7 本项目探伤机实际运行情况一览表

设备	设备型号	工件探伤 曝光时间	年探伤总 工件数	年出束 时间*	周出束 时间	实际运行 管电压	实际运行 管电流
工业用 X 射线 探伤机	XXG-2505	2~5min	750	62.5h	1.5h	100kV~ 250kV	5mA
便携式 X 射线 探伤机	XXG-3005	2~5min	750	62.5h	1.5h	150kV~ 300kV	5mA
合计	/	/	1500	125h	3h	/	/
*注：项目两台探伤机不同时使用。							

劳动定员：根据建设单位提供的相关参数说明，本项目拟配置辐射工作人员 2 名，主要负责探伤机的操作。另设 2 名警戒人员，负责监督区边界警戒工作。2 名工作人员均为原辐射工作人员，2 名警戒人员在公司现有人员内调配，项目不新增劳动定员。本项目每年工作 300 天，施行单班制，为便于工作场所清场及人员管理，探伤工作时段选择在生产区工人下班后 18:00~21:00 期间，或在节假日进行。

项目所配置的 2 名辐射工作人员为从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员。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》（2017 年修正本）等法律法规要求，项目 2 名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全防护考核成绩单；建设单位已为辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，每 90 天将个人剂量计送有资质单位检验并建立健全档案。

6、原辅料

本项目运营期原辅料使用情况详见下表。

表 1-8 本项目原辅料使用量一览表

类别	物料名称	预计项目建设后消耗量	来源
原（辅）料	定影液	630kg/a	外购
	显影液		
	胶片	1500 张/a	

定影液、显影液理化性质详见下表。

表 1-9 本项目原辅料理化性质一览表

物料名称	组份/规格	理化性质	毒理特性
定影液	硫代硫酸钠 27.5%、醋酸 2%、硫酸铝 0.85%、酒石酸 0.35%、无水亚硫酸钠 0.15%、乙二胺四乙酸 0.05%、水 69.1%	无色液体，pH 值 4.2-4.6； 闪点：>90℃，溶于水。 正常温度和压力下储存稳定。	急性毒性：硫代硫酸铵：LD50:2890mg/kg（大鼠经口）；醋酸：50mg/24H 轻微的（Draize 测试，兔经皮）；LC50:5620ppm/1H（小鼠吸入）；LD50:3310mg/kg（大鼠经口）；LD50:1060uL/kg（兔经皮）
显影液	亚硫酸钾 10-30%、二甘醇<10%、对苯二酚<10%、碳酸钾<10%、溴化钠<10%、氢氧化钾<1%、苯基-硫醇-四唑<1%	浅黄色液体，pH 值：11.1（25GC），熔点/凝固点：<0GC，初沸点和沸程：>100GC，闪点>100GC，不易燃，蒸气压：23hPa，相对密度：1.295（20GC），正常条件下物料稳定。	急性毒性：口服产品：混合物急性毒性评估：2295.46mg/kg；皮肤产品：混合物急性毒性评估：5988.02mg/kg
胶片	聚对苯二甲酸乙二醇酯 70%~90%、明胶 1%~5%、卤化银 1%~5%、添加剂 0.1%~1%	/	/

7、项目选址及平面布置合理性分析

（1）选址合理性分析

本项目选址于曲靖重型机械制造有限公司现有新厂区内，移动探伤区域外 100m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区、学校、医院、名胜古迹等环境敏感点，曲靖重型机械制造有限公司四周厂界已建设有实心砖围墙，北侧高 4m，其余三面高 2m，厂区外四周相邻为市政道路或其他生产企业。本项目探伤机通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。

（2）平面布局合理性分析

本项目移动探伤机仅在一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤，辐射环境影响评价范围内无居民区、学校、医院等人员集中区域。一号厂房、二号厂房、三号厂房为曲靖重型机械制造有限公司主要的生产区域，拟进行探伤的钢结构工件也主要在这 3 栋厂房内，可减少工件的转运。3 栋厂房位于厂区中部区域，由西北部沿顺时针方向依次为一号厂房、二号厂房、三号厂房，厂房四周相邻区域为厂区道路、绿地。新增暗房、探伤机库房均在现有

的闲置办公用房内，距离厂房不远，依托的现有危废暂存间位于二号厂房北侧，之间均有厂区道路通达，

本项目车间平面布局图见附图。紧邻一号、二号、三号厂房部分功能如下：

①移动探伤区四周相邻为公司厂内道路、绿地：人员、车辆通道；

②移动探伤区西南侧办公生活区：人员、车辆通道；

③移动探伤区正上方、正下方：一号厂房、二号厂房、三号厂房均为单层建筑，正上方、正下方人员不可达。

为便于移动探伤现场管理，本项目控制探伤机主射方向，严格遵循“控制区不超出厂房、监督区不超出厂界”的要求，同时避开厂内办公生活区。

综上，本项目移动探伤区域远离厂区大门、办公生活区等人流集中区域，上下均无其他建筑，故本项目平面布局是合理的。

7、实践正当性分析

本项目为确保产品质量安全，拟设置 2 台探伤机进行无损检测，在检验过程中射线装置的应用可能给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，使用及管理射线装置的失误会造成一定的辐射安全事故。项目充分考虑了周围场所的防护与安全，对射线装置采取了相应的防护措施，并制定辐射安全管理制度。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，本项目实施所带来的利益远大于其危害，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。

8、产业政策符合性分析

本项目探伤机用于检测钢材制品，及时地发现焊缝缺陷，以保证成品质量，属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，本项目不属于“淘汰类”及“限制类”项目，符合国家产业政策。本项目已于 2025 年 8 月 8 日取得曲靖经济技术开发区行政审批局投资项目备案证，项目代码：2508-530329-99-05-473556。

9、项目规划符合性分析

根据《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035 年）环境影响报

告书》及审查意见的函（云环函〔2022〕523号），西城片区主要包括综合产业园、现代服务业产业园、生物医药及绿色食品产业园、新能源电池生产及配套产业园、装备制造产业园、生物医药产业园。曲靖重型机械制造有限公司为钢结构加工生产企业，本项目属于其配套工程，属于装备制造产业链的前端产业，项目用地位于《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035年）》规划的装备制造产业园，用地属于二类工业用地。因此项目与《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035年）》是相符的。

10、与《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的符合性

本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，不涉及新增用地，不涉及生态保护红线，本项目属于核技术利用项目，污染物排放小，污染物排放不触及环境质量底线，满足环境质量底线的要求，运行时消耗少量生活用水及电量，符合资源利用上线的要求。

根据“云南省生态环境分区管控公共服务查询平台”查询结果，本项目属于《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》的通知（曲环通〔2024〕36号）“曲靖市重点管控单元生态环境准入清单”中“曲靖市经开区（西城片区及南海子片区麒麟区境内部分）重点管控单元”。

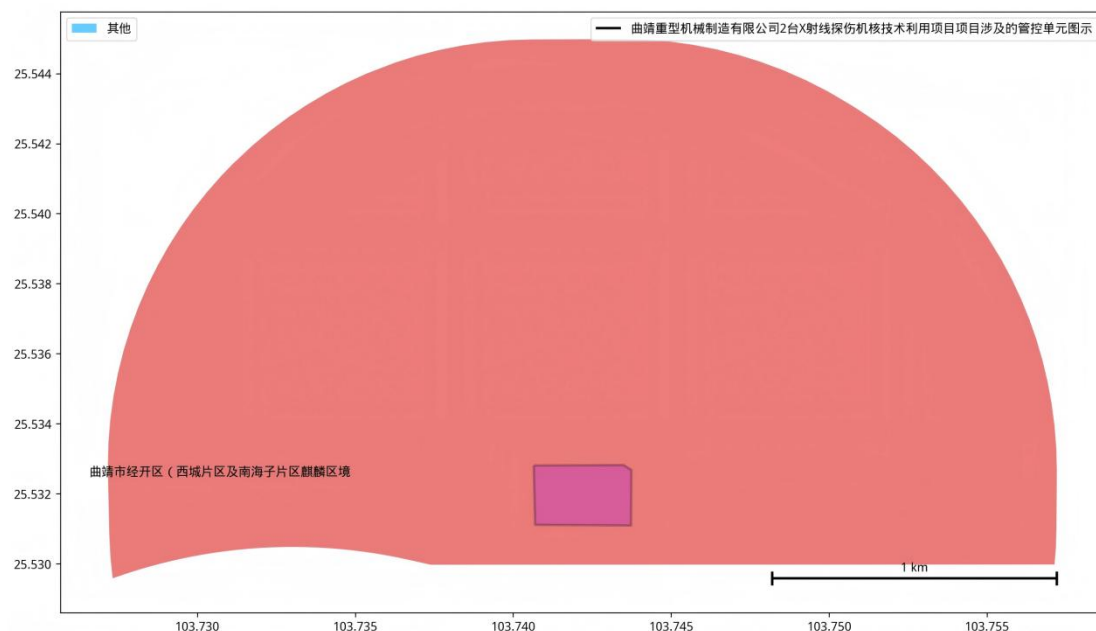


图 1-1 项目生态环境分区管控单元查询结果

本项目与《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023年）》曲靖市生态环境分区管控总体要求、曲靖市重点管控单元生态环境准入清单符合性分析见

表 1-10、表 1-11。

表 1-10 项目与生态环境分区管控总体要求（与项目有关的）符合性分析一览表

管控领域	更新管控要求	本项目情况	符合性
空间布局约束	1.严格执行《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。	本项目为核技术利用项目，项目建设符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则（试行）》等产业准入有关要求。	符合
	2.严格实施化解过剩产能和淘汰落后产能，制定产能过剩行业淘汰计划，确保国家、省下达的淘汰落后产能目标任务全面完成。	本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，属于核技术利用项目，不涉及过剩产能和淘汰落后产能。	符合
	6.禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色行业中的高污染项目。	本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，产业园区属于合法合规的园区，项目不涉及炼钢产能，不属于高污染项目。	符合
	8.各县（市、区）产业园区重点管控单元、曲靖经济开发区重点管控单元、曲靖高新技术产业开发区重点管控单元、宣威市经济技术开发区重点管控单元空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率四个维度严格执行现行有效的园区规划、规划环评及其审查意见。	本项目符合《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》及审查意见的函（云环函（2022）523 号）有关要求，本项目在现有厂区建设使用，不新增用地，故本项目建设符合要求。	符合
污染物排放管控	13.到 2025 年，全市化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量等重点工程减排量分别达到 7984 吨、496 吨、3611 吨、1181 吨。	本项目运营期产生少量生活污水，产排量较少；生活污水依托厂内化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理，废水总量已纳入西城污水处理厂，不新增废水排放总量。	符合
环境风险防控	1.以南盘江、北盘江、牛栏江流域为重点，按规范开展流域工业企业、工业集聚区环境风险评估，落实防控措施。	本项目已按要求编制辐射事故应急预案，待项目运营后，建设单位将定期开展演练工作，定期对应急物资进行更新维护，严格落实环境风险防范措施。	符合
	6.加强环境风险防控和应急管理，制定和完善突发环境事件和集中式饮用水水源地突发环境事件应急预案，加强风险防控和突发环境事件应急处理处置能力。		符合
资源利用效率	10.加强南盘江、牛栏江等岸线保护，强化九龙河（麒麟段、罗平段、陆良段、富源段）、牛栏江	本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，不在水源保护区核心区；生活污水依托厂内化	符合

	(会泽段、沾益段、宣威段)、清水江(罗平段、师宗段),宣城市窑上海子、北盘江、可渡河、拖长江、西泽河、以那河,马龙区马龙河,师宗县甸溪河、篆长河,富源县、小黄泥河,会泽县以礼河、硝厂河、小江等河湖岸线保护与管控。	粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理,不会对南盘江、牛栏江河湖岸线造成破坏和污染。	
	11.在禁燃区内,禁止销售、燃用高污染燃料;禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施,已建成的,应当在规定的期限内改用天然气、液化石油气、电或者其他清洁能源。	本项目主要使用清洁能源为电能,不使用高污染燃料。	符合

表 1-11 项目与曲靖市重点管控单元生态环境准入清单符合性分析

单元名称		曲环通(2024)36号要求	项目情况	符合性
曲靖市经开区(西城片区及南海子片区麒麟区境内部分)重点管控单元	空间布局约束	1.禁止新增以铅锌有色金属矿、固体废物为原料的有色金属、黑色金属冶炼产能,鼓励发展有色金属、黑色金属深加工产业。 2.禁止引入燃烧、使用石油焦、煤炭、焦炭等高污染燃料的新、改、扩建项目,限制液相法(硝酸工艺)磷酸盐系正极材料产业发展。 3.禁止新、改、扩建产生或排放重金属、产生涉重金属固体废物的项目入驻。 4.新增二类工业用地与行政办公、教育科研、居住用地间应设置绿化隔离带,园区边界设置防护绿地,居民区附近不得布局排放异味及重金属等污染物的企业。 5.西城片区结合主导风向、环境保护距离等因素优化调整产业布局及行政用地,严格控制区域用地规模,禁止新增三类工业用地。 6.西城片区靠近瑞和西路一侧不应布局液相法(硝酸工艺)生产磷酸盐系正极材料的项目,综合产业园不应布局食品加工产业。 7.西城片区液相法(硝酸工艺)生产磷酸盐系正极材料规模宜控制	1.本项目为核技术利用项目,不涉及铅锌有色金属矿、固体废物为原料的有色金属、黑色金属冶炼产能,鼓励发展有色金属、黑色金属深加工产业。 2.本项目为核技术利用项目,使用清洁能源为电能,不涉及燃烧、使用石油焦、煤炭、焦炭等高污染燃料的新、改、扩建项目。不涉及液相法(硝酸工艺)磷酸盐系正极材料产业。 3.本项目为核技术利用项目,不涉及新、改、扩建产生或排放重金属、产生涉重金属固体废物的项目入驻。 4.本项目不新增用地,不涉新增及二类工业用地与行政办公、教育科研、居住用地间应设置绿化隔离带,园区边界设置防护绿地,居民区附近不得布局排放异味及重金属等污染物的企业。 5.本项目为核技术利用项目,不新增用地。 6.本项目为核技术利用项目,不涉及液相法(硝酸工艺)生产磷酸盐系正极材料的项目,不属于	符合

		在 34.5 万吨以内，南海子片区磷酸盐系正极材料产业发展规模应当控制在 80 万吨以内。 8.南海子片区规划及发展应严格按照《云南省牛栏江保护条例》和《牛栏江流域（云南省部分）水环境保护规划》及中期评估中不得扩建工业园区等相关要求，优化调整园区产业及规划范围，禁止在重要河湖岸线一千米范围内新建、扩建化工项目。	食品加工产业。 7.本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，本项目为核技术利用项目，不属于液相法（硝酸工艺）生产磷酸盐系正极材料产业。 8.本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，不属于南海子片区。	
	污 染 物 排 放 管 控	1.入驻企业应采用先进的生产工艺路线、装备、清洁能源与原料，从源头上控制污染物的产生。 2.采用先进高效的污染防治措施，重点做好外排废气中颗粒物削减、脱硫脱硝，挥发性有机物、异味等特征污染物的减排工作，大气污染物排放水平应达到国内先进水平。 3.积极推动钢铁行业超低排放改造及有色金属冶炼等重污染行业原有企业环保提升改造，“两高”行业建设项目应严格落实主要污染物区域削减要求，实现区域环境质量改善的总体要求。 4.全面实施“雨污分流”，建设初期雨水收集处理系统，加快污水处理厂建设和提标改造，制定园区中水回用方案并加快实施。 5.现有企业应积极进行环保升级改造，产业发展以废水主要污染物总量减排为前提，在接纳水体白石江水环境质量达标前，新建、扩建项目实现超标污染物倍量削减。 6.加快建设西城污水处理厂二期工程，调整南海子污水处理厂、西城污水处理厂规划规模，其扩建进度和规模应与产业发展规模相匹配。 7.实施单晶硅、新能源材料、有色金属冶炼等行业动态清洁生产审核。	1.本项目为核技术利用项目，清洁能源为电能，本项目依托建设单位危废暂存间，产生的洗片产生的废定（定）显影液、洗片废水经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运。生活污水依托化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。 2.本项目主要产生 X 射线及少量的 O₃ 及 NO_x。不涉及颗粒物、脱硫脱硝，挥发性有机物、异味等特征污染物的产生。 3.本项目为核技术利用项目，不属于钢铁行业、有色金属冶炼等重污染行业，不属于“两高”行业。 4.本项目为核技术利用项目，本项目依托建设单位危废暂存间，产生的洗片产生的废定（定）显影液、洗片废水经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运。生活污水依托化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。 5.本项目依托建设单位危废暂存间，产生的洗片产生的废定（定）显影液、洗片废水经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运。生活污水依托化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。总量纳入西城污水处理厂处理考核。 6.本项目生活污水依托化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。产生的生活污水量少。 7.本项目为核技术利用项目，不	符合

		8.西城片区钢铁、有色等重污染产业应实现生产废水循环利用不外排。 9.南海子片区企业产生的污废水及初期雨水预处理达到纳管标准后送园区污水处理厂处理达标后由白石江排放。 10.积极申报国家级绿色低碳示范产业园区试点建设。	属于单晶硅、新能源材料、有色金属冶炼等行业。 8.本项目为核技术利用项目，不属于钢铁、有色等重污染产业。 9.本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，不属于南海子片区。 10.本项目使用清洁能源为电能。	
	环境风险防控	1.禁止新、改、扩建环境风险潜势为IV、IV+的环境风险源。 2.南海子片区、西城片区雨水总排口处应分别设置切断阀、初期雨水收集池及应急事故池。 3.开展云南驰宏资源综合利用有限公司等产排重金属的企业污染土壤环境质量隐患排查与限期治理，推进云南驰宏资源综合利用有限公司超净排放试点，严控重金属排放对区域土壤环境质量的影响。 4.冶金类项目应充分考虑对地下水环境的影响，严格水文地质、工程地质勘察。项目选址时须避开岩溶洼地、落水洞、天窗、漏斗等区域；项目设计中应结合区域水文地质条件，优化布局，按相关规范要求采取针对性分区防渗措施，做好地下水污染防治和监控。 5.采取有效预防措施，防止、减少土壤污染，重视污染物通过大气—土壤—地下水等环境介质跨相输送、迁移和累积过程及影响，确保满足土壤环境管控要求。 6.危险废物须按规定严格管控，积极推进工业固体废物综合利用，确实需要暂存或安全填埋处置的，暂存（处置）场的选址、建设必须按照相关要求严格落实污染防治措施，严禁乱堆乱放。 7.禁止在牛栏江流域上游保护区的重点污染控制区范围建设永久性危废填埋处置场。	1.本项目为核技术利用项目，属于一般风险。 2.本项目生活污水依托化粪池处理达标后经污水管网进入西城污水处理厂处理。产生的生活污水量少。建设单位建设有应急事故池。 3.本项目为核技术利用项目，不涉及重金属的污染土壤，不会对区域土壤环境质量的影响。 4.本项目为核技术利用项目，不属于冶金类项目。 5.本项目为核技术利用项目，主要产生X射线，产生少量的O₃及NO_x对环境影响小。 6.本项目产生的洗片产生的废定（定）显影液、洗片废水、废胶片经收集后贮存在危险废物暂存间内，定期交由有资质的单位清运，严禁乱堆乱放。 7.本项目为核技术利用项目，不属于永久性危废填埋处置场建设。 8.建设单位制定了应急预案，与麒麟区建立汇报机制。	符合

		8.与麒麟区、马龙区、沾益区建立区域大气污染联防联控机制，实现信息互通。		
	资源开发效率	1.严格产业环境准入，将单位新鲜水用量经济强度、单位排污经济强度、中水回用率等指标作为入园企业核心考核指标。 2.有色金属精深加工、黑色金属冶炼及深加工等产业实现废水零排放。	1.本项目为核技术利用项目，新鲜水用为生活用水，使用量少。用水量纳入建设单位总体考核指标。 2.本项目为核技术利用项目，不属于有色金属精深加工、黑色金属冶炼及深加工等产业。	符合

综上，本项目符合《曲靖市生态环境分区管控动态更新方案（2023 年）》的通知（曲环通〔2024〕36 号）曲靖市生态环境分区管控总体要求、曲靖市重点管控单元生态环境准入清单有关要求。

11、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

（1）原有核技术利用项目许可情况

①环保手续情况

建设单位目前现有 1 台射线装置，即 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机，位于曲靖市麒麟区教场东路 53 号的老厂区探伤室，属于Ⅱ类射线装置，原有探伤室已办理环评手续并通过竣工环保验收，于 2008 年 12 月编制了环境影响报告表，并取得云南省环境保护厅审批意见，相关文件详见附件。

②原有辐射安全设施内容

建设单位原有探伤室一间，建筑面积 10m²，其他辅助工程包括控制室、暗房各一间。原有探伤室及其辅助工程均位于曲靖市麒麟区教场东路 53 号的老厂区，1 台探伤机和辐射安全设施本次评价搬迁后，其相关原有建构筑物进行保留，与老厂区整体作为文化创意园进行开发，不纳入本次评价范围。

原有探伤室已设置的辐射安全设施如下表所示。原有辐射安全设施中能在本次设备搬迁后沿用的，将随探伤机一台搬迁至新厂区。

表 1-12 原有探伤室已设辐射安全设施一览表

类别	辐射安全设施内容	备注
辐射安全管理制度	公司辐射安全管理制度制定完善，符合法律法规要求和公司核技术应用现状，制度得到落实。	/
探伤室屏蔽防护	探伤室 1 间，面积约为：10m ² ，高 2.5m。 四周墙体：右面为主射面 36cm 厚混凝土+3mm 铅板，综合铅当量 23mmPb；其余各面 36cm 厚混凝土，综合铅当量	其中铅屏风搬迁沿用

	20mmPb。 顶面：32cm 厚混凝土，综合铅当量 18mmPb。 地面：10cm 厚混凝土，以下无构筑物，人员不可达。 工件进出门：3m×3m，防护为 6mmPb+4mm 钢板。 电缆线：电缆线走线口位于探伤室背面，电缆线口外部罩有铅防护罩，防护罩厚度为 10mmPb。 铅屏风：探伤室右面为主射面设置铅屏风 2 扇，铅当量 3mmPb，规格：长×宽=2m×2m。	
安全装置	①探伤室设置门-机联锁装置；探伤室设有显示“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； ②探伤房内安装监控装置，监视探伤室内探伤设备运行情况；探伤室出入口设置 1 套监控装置，监视探伤室工作情况； ③安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，按钮带有标签，标明使用方法； ④配置固定式场所辐射探测报警装置 1 台。	/
监测仪器	个人剂量报警仪 2 个。	搬迁沿用
	个人剂量计 2 个。	搬迁沿用
	便携式 X-γ空气吸收剂量率仪 1 台。	搬迁沿用
个人防护用品	配备 0.5mmPb 的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 2 套。	搬迁沿用
机械通风	探伤室机械通风装置，无组织排放。	/
工作区域管理	对控制区和监督区进行分区管理，建立相关制度并安装警示标志。	/

③辐射安全许可情况

建设单位原有探伤室已获得辐射安全许可，辐射安全许可证书（云环辐证[00986]），许可种类和范围：使用Ⅱ类射线装置，有效期为 2025 年 1 月 2 日至 2030 年 1 月 1 日。

建设单位现有射线装置情况详见下表。

表 1-13 现有射线装置一览表

序号	装置分类名称	规格型号	类别	工作场所	辐射安全许可情况	备注
1	工业用 X 射线探伤装置	XXG-2505 型	Ⅱ类	教场东路 53 号老厂区探伤室	已许可	本次环评拟搬迁

(2) 原有辐射安全管理情况

①辐射安全与环境保护管理机构

2024 年 2 月 22 日，曲靖重型机械制造有限公司印发了《关于调整环境保护管理工作领导小组的决定》（曲重发〔2024〕2 号），并明确了领导小组职责。

②辐射安全管理规章制度

建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定了相关的管理制度，包括：无损探伤人员岗位职责、无损探伤操作规程、设备检修维护制度、辐射工作场所及环境监测方案、辐射防护和安全保卫制度、辐射工作人员健康及个人剂量管理制度、X射线装置使用登记和台账管理制度等制度。制定的辐射安全管理规章制度具有一定的可行性，能够按照规章制度对辐射工作进行管理。

原有辐射项目至今未发生过辐射事故及环保投诉及环保处罚。

③现有设备辐射环境情况

①2024年10月9日，建设单位委托云南卓准检测技术有限公司对曲靖重型机械制造有限公司使用的1台XXG-2505型工业用X射线探伤装置进行X- γ 辐射剂量率监测。根据监测结果可知（报告编号：YNZH-BG-FSHJ-【2024】-第0984号），在未出束状态，曲靖重型机械制造有限公司1台工业射线装置工作场所X- γ 辐射剂量率测量值在0.119~0.124 μ Sv/h之间；在出束状态，曲靖重型机械制造有限公司1台工业射线装置工作场所X- γ 辐射剂量率测量值在0.125~0.307 μ Sv/h之间。

④个人剂量监测

建设单位辐射工作人员已进行个人剂量监测。根据建设单位提供的2025年辐射工作人员个人剂量监测数据，个人剂量检测结果为0.039~0.1495mSv/a，监测结果均满足《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；没有个人剂量超标情况。

⑤辐射安全和防护知识培训

根据建设单位提供资料。建设单位现有从事辐射工作职业人员2人，取得核技术利用辐射安全与防护考核合格证书人员2人。符合《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）的规定。

⑥年度评估报告情况

建设单位编制了《2024 年度辐射安全评估报告》（附件 7），评估结果均满足管理要求。年度评估报告包括基本信息、射线装置台账及年度增减情况、辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度的制定与落实情况、辐射工作人员变动、培训情况、工作场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目本年度新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况。辐射安全管理情况如下：

①辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变。在用射线装置未超出现有辐射安全许可证。

②个人剂量档案和职业健康档案齐全。

③放射防护设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。

④按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量监测。

⑤建设单位严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

⑥环保部门检查过程发现安全隐患如下：

a 国家核技术利用辐射安全申报系统中辐射工作人员培训证书过期，未参加云南省生态环境厅组织的集中考试。

b 未配置有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。

c 探伤室出入口未安装监视装置，控制室操作台无监视器。

d 探伤室内未安装紧急停机按钮，未配置固定式场所辐射探测报警装置

e 未规范开展自主检测。

f 未及时修订辐射事故应急预案及相关辐射安全管理制度。

建设单位整改情况：

a 已对国家核辐射技术利用辐射安全申报系统进行维护更新并报名参加云南省生态环境厅组织的集中考核。

b 配置有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。

c 探伤室出入口安装监视装置，控制室操作台安装监视器。

d 探伤室内安装紧急停机按钮，配置固定式场所辐射探测报警装置。

e 进一步修订自主监测方案，明确自主监测点位、频次等内容，规范开展自主监测并做好记录。

f 进一步完善辐射安全管理制度，修订辐射事故应急预案。

g 加强探伤机安全管理，防止丢失被盗。

12、项目的依托情况

①项目依托公辅设施情况

项目用水、用电均由厂区供水、供电系统提供，本项目不新增相关设施设备。厂区用水均由当地供水管网供给。

②项目依托污水处理、固废处理设施情况

本项目运营期无生产废水产生，2 名辐射工作人员产生的少量生活污水依托厂区已经建设 3 个化粪池(办公楼 1 个(10m³)、宿舍楼 1 个(15m³)、生产区公厕 1 个(12m³))，处理后进入瑞和西路市政污水管网，最终进入西城污水处理厂处理。

本项目洗片产生的废定(定)显影液、洗片废水经收集后贮存在危废暂存间内，定期交由有资质的单位清运。本项目产生的废胶片经收集后贮存在危废暂存间内，定期交由有资质的单位清运。本项目依托原有危废暂存间贮存危险废物，危废暂存间位于二号厂房北侧，为独立的密闭房间，贮存面积为 20m²，建设符合“三防”要求，地面及墙裙已采取防渗措施，贮存分区合理，已粘贴危险废物警示标志。

生活垃圾经集中收集后，由环卫部门统一清运。

13、存在的问题及整改措施

(1) 存在问题：

①老厂区探伤室 XG-2505 型 X 射线工业探伤机搬迁后遗留的防护设施。

②制度不完善。

(2) 整改措施：

①老厂区探伤室 XXG-2505 型 X 射线工业探伤机搬迁后，固定探伤室里面的防护铅皮可用于新厂区防护设施。

②建设单位应制定《监测仪器检验与刻度管理制度》《辐射工作人员资质管理制度》《辐射工作人员培训制度》等。

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》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(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	工业用 X 射线探 伤机	II	1	XXG-2505	250	5	探伤	一号、二号、 三号车间移 动探伤	搬迁
2	便携式 X 射线探 伤机	II	1	XXG-3005	300	5	探伤	一号、二号、 三号车间移 动探伤	新购

(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
无	/	/	/	/	/	/	/	/

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

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/ m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修改实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《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令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日实施； (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； (6) 国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令），2011 年 5 月 1 日施行； (8) 关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）； (10) 《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》（环发〔2006〕145 号）； (11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发〔2008〕13 号）； (12) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）； (13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； (14) 《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）； (15) 《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）；
------	---

	(16) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）； (17) 《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），自 2020 年 1 月 1 日起施行； (18) 《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），自 2021 年 3 月 15 日起施行。
技术标准	(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》（HJ 10.1—2016）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）； (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）及其第 1 号修改单； (4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）； (5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）； (6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）； (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）； (8) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448—2008）； (9) 《环境空气质量标准》（GB 3095—2012）； (10) 《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）； (11) 《声环境质量标准》（GB 3096—2008）； (12) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348—2008）； (13) 《污水综合排放标准》（GB8979-1996）； (14) 《污水排入城镇下水道水质标准》（G3/T31962-2015）； (15) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GB Z2.1-2019）； (16) 关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办辐射函〔2025〕313 号）； (17) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326—2023）。

其他	(1) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编； (2) 《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，刁仁平、李广通等，辐射防护，1995 年 1 月，第 15 卷第 1 期； (3) 《X 射线和 γ 射线防护手册》（苏森龄 著）； (4) 《辐射防护手册》（第三册）； (5) 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）》； (6)《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）； (7) 云南省生态环境厅关于发布《云南省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2024 年本）》的通知（2024 年 11 月 14 日）； (8) 《云南省水功能区划》（2014 年修订）； (9) 曲靖重型机械制造有限公司《钢结构工业转型升级重点续建产能提升技术改造项目环境影响报告书》及其批复（曲开环审〔2024〕25 号）； (10) 项目委托书及建设单位提供的其他相关材料。
----	--

表 7 保护目标与评价标准

一、评价范围

本项目为使用 II 类射线装置项目，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）第1.5条中“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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围）”的要求。本项目为移动探伤，仅在曲靖重型机械制造有限公司新厂区一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，结合项目的具体情况，确定本项目评价范围为：一号厂房、二号厂房、三号厂房及厂房外延100m的区域。

本项目评价范围示意图如下。

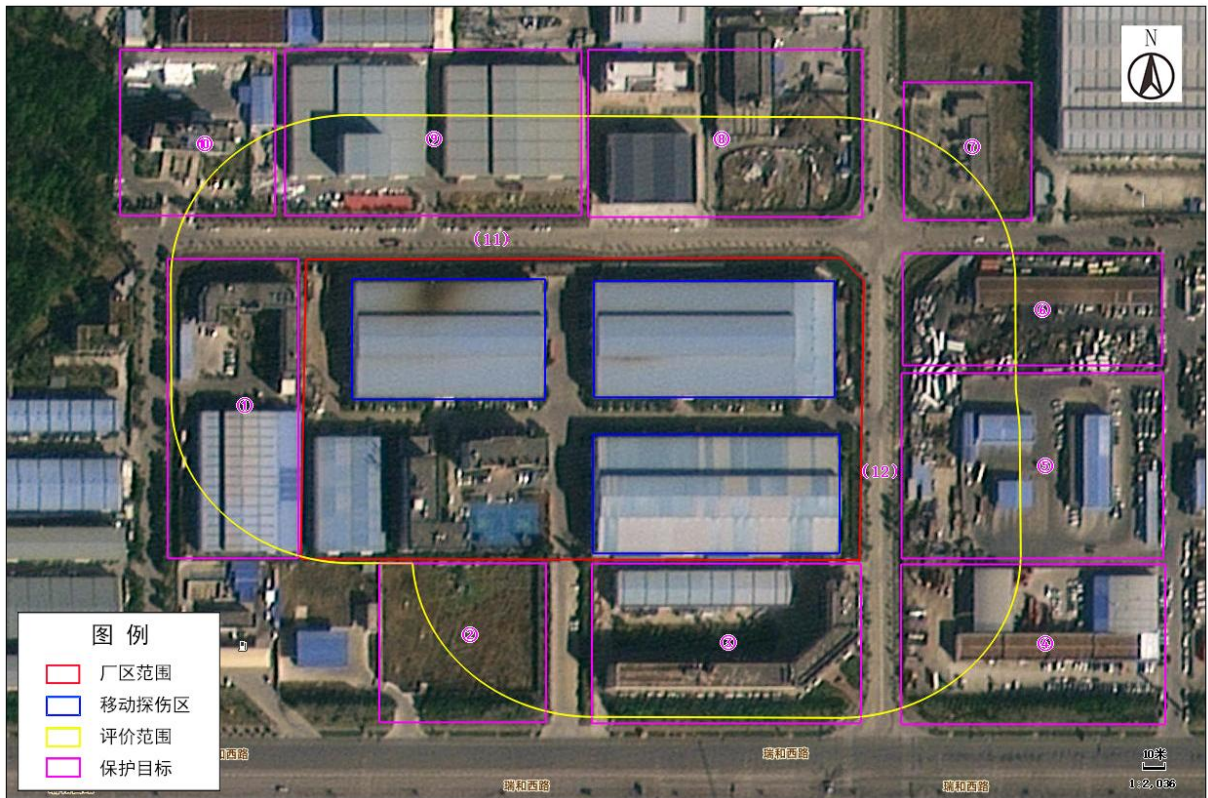


图 7-1 项目评价范围示意图

二、保护目标

本项目探伤地点主要为曲靖重型机械制造有限公司一号厂房、二号厂房、三号厂房，在探伤作业时，监督区内不得有任何公众停留，控制区内不得有任何人员停留。控制区外监督区内的探伤机操作人员、安全员、监督区外的公众均应划定为保护目标；当探伤

地点周边和主射方向无法避开敏感目标时，建设单位需要做好清场工作，确保“两区”内无公众时方可进行探伤工作，监督区边界处放置“当心电离辐射”的警示牌。

本项目环境保护目标具体详见下表。

表 7-1 本项目周围环境保护目标分布情况

主要环境保护目标	保护对象	位置	人数(人)	最近探伤作业厂房及距离(m)	与射线装置最近距离(m)	管理限值
职业人员	操作人员	操作位	2	/ (在厂房内)	14	5mSv/a
公众	警戒人员	监督区边界处	2	不定/8	14	0.25mSv/a
	厂房外道路、绿地流动人员	厂房四周监督区边界外	不定	不定/8	14	
	办公楼	厂区内西南部	约 60	一号厂房/25	31	
	宿舍楼	厂区内西南部	约 80	一号厂房/38	44	
	科技楼	厂区内西南部	约 10	一号厂房/25	31	
	四号厂房	厂区内西南部	约 20	一号厂房/25	31	
	云煤输送设备制造有限公司	厂区西侧	约 29	一号厂房/29	35	
	空地(人员可达)	厂区南侧	流动人员	三号厂房/26	32	
	云南中变电器有限公司	厂区南侧	约 40	三号厂房/7	15	
	汽车 4S 店	厂区东南侧	约 1	三号厂房/39	45	
	曲靖瑞通机动车检测有限公司	厂区东侧	约 57	三号厂房/39	45	
	黄记水箱厂	厂区东侧	约 31	二号厂房/39	45	
	西城工业园区变电站	厂区东北侧	约 5	二号厂房/70	76	
	曲靖市福麟彩印包装有限公司	厂区北侧	约 52	二号厂房/40	46	
	曲靖塑料集团有限公司	厂区北侧	约 50	一号厂房/40	46	
	云南科地塑胶有限公司	厂区西北侧	约 45	一号厂房/61	67	
	科苑西路	厂区北侧	通行流动人员	一号厂房/15	21	
	科苑南路	厂区东侧	通行流动人员	三号厂房/12	18	

三、评价标准

（一）电离辐射剂量限值和剂量约束值

1、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，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。

2、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。

3、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2002）

5 探伤机的放射防护要求

5.1.1X 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下表的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂当量率控制值

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

7 移动式探伤的放射防护要求

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式计算。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

4、《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448—2008）

（1）关于移动式工作的控制区的相关规定

标准 4.2.2 节中明确：在用移动式 X 射线机进行检测工作时，按每周总接通时间 75 小时计，控制区内有效剂量率不应大于 $40\mu\text{Sv/h}$ ，大于 $40\mu\text{Sv/h}$ 应取得监管部门的同意。控制区的边界要有标志，并进行监控。工作人员应在外界外操作，否则应采取防护措施。应采取措施如利用铅屏蔽，使移动式 X 射线仪器的工作控制区应限制在尽可能小且适度的范围内。在设立控制区时，应按下列步骤：

- 1) 估计控制区的范围；
- 2) 确定控制区的边界；
- 3) 标明控制区。

不允许在接通 X 射线机后用测得的剂量率来确定控制区边界。在第一次工作开始前要根据估计和经验划定并标志出控制区边界。在第一次工作期间要借助剂量率测量仪进行检测或修正。应用绳索或条带来隔离或由保安人员阻止非工作人员进入控制区。所有入口应用警戒牌标明，现场的监视人员应配备有射线监测仪器。应委托专门人员在 X 射线辐射场前指路。

(2) 关于移动工作场所的监督区的相关规定

标准 4.3.2 节中明确在控制区外漏射线空气比释动能率大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的区域为移动工作场所的监督区。

5、本项目辐射剂量管理限值

(1) 职业照射和公众照射

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》（GB 18871—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) 辐射剂量率控制水平

本项目两台探伤机每周实际开机时间为 3h，不高于 7h，则本项目控制区边界周围剂量当量率无需进行计算取值。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022），控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(二) 环境质量及污染物排放标准

本次评价环境质量及污染物排放标准如下。

1、环境质量标准

(1) 环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准;

(2) 本项目所在区域地表水体为厂区南面 2.1km 处的白石江。根据《云南省水功能区划(2014 年)》,白石江 2030 年水质目标为Ⅲ类,执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准;

(3) 本项目位于曲靖经开区西城片区,根据《曲靖经济技术开发区城市区域声环境功能区划分技术报告(2019-2029)》,声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类标准。

2、污染物排放标准

(1) 废气:运营期主要产生的氮氧化物执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)表 2 中无组织排放监控浓度限值浓度;

(2) 废水:本项目生活污水经处理达到《污水综合排放标准》(GB8979-1996)三级标准与《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表 1 中 A 级标准;

(3) 噪声:施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523—2011)(昼间≤70dB(A),夜间≤55dB(A));运营期项目区执行《工业企业厂界噪声排放标准》(GB 12348—2008)中的 3 类标准(昼间≤65dB(A),夜间≤55dB(A))。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目为使用 II 类射线探伤机建设项目，主要的环境污染因子为 X 射线电离辐射，对环境空气、地表水质量、声环境影响较小。因此，本次评价重点对评价区域开展了辐射环境现状调查及监测。

一、环境空气质量现状

本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，属于环境空气二类区，项目区执行《环境空气质量标准》（GB3095—2012）二级标准。

根据曲靖市生态环境局公布的《曲靖市环境质量年报（2024 年）》可知，曲靖市经开区环境空气质量综合指数为 2.74，有效天数 350 天，优 180 天，良 162 天，轻度污染 8 天，环境空气质量优良率 97.7%，曲靖市经开区 SO₂ 年均浓度为 11μg/m³、NO₂ 年均浓度为 15μg/m³、PM₁₀ 年均浓度为 33μg/m³、PM_{2.5} 年均浓度为 22μg/m³、CO₂₄ 小时平均浓度第 95 百分位数为 900μg/m³、O₃ 日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 138μg/m³，具体详见下表。

表 8-1 2024 年经开区环境空气基本污染物现状

污染物	年评价指标	现状浓度 (μg/m ³)	标准值 (μg/m ³)	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	11	60	达标
NO ₂	年平均质量浓度	15	40	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	33	70	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	22	35	达标
CO	24h 平均第 95 百分位数	900	4000	达标
O ₃	日最大 8h 平均值第 90 百分位数	138	160	达标

根据上表，SO₂、NO₂、PM₁₀ 及 PM_{2.5} 年平均质量浓度、CO 第 95 百分位数、O_{3-8h} 第 90 百分位数均能满足《环境空气质量标准》（GB3095—2012）二级标准。根据经开区提供的空气质量日报（2024 年），经开区 2024 年环境空气中 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度，CO₂₄ 小时平均第 95 百分位数浓度及 O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度均小于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。因此，本项目所在区域为达标区域。

二、地表水环境质量现状

本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，所在区域地表水体为厂区南面 2.1km 处的白石江。根据《云南省水功能区划（2014 年）》，白石江 2030 年水质目标为Ⅲ类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

根据曲靖经济技术开发区环境保护局 2023 年季度例行监测数据显示，白石江下中屯断面（市控断面）水质部分指标不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准限值要求。

曲靖经济技术开发区制定了《白石江（经开区段）综合治理方案》，制定了 2025 年地表水水质目标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅳ类标准，2030 年地表水水质目标达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准。

三、声环境质量现状

1、声环境功能区

本项目位于曲靖经开区西城片区曲靖重型机械制造有限公司内，根据《曲靖经济技术开发区城市区域声环境功能区划分技术报告（2019-2029）》，园区内工业集中区声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准，即昼间 ≤65dB（A），夜间 ≤55dB（A）。

2、声环境质量现状

本次评价引用曲靖重型机械制造有限公司“钢结构工业转型升级重点续建产能提升技术改造项目验收监测报告”（YNZKBG20250611005）中噪声监测数据，监测时间 2025 年 5 月 29 日~2025 年 5 月 30 日，监测结果及达标情况详见下表。

表 8-2 公司厂界噪声监测结果一览表

监测日期	监测点位	昼间噪声监测值 /dB（A）	夜间噪声监测值 /dB（A）
2025 年 5 月 29 日	厂界东 1#	54	45
	厂界南 2#	57	47
	厂界西 3#	55	44
	厂界北 4#	54	43
2025 年 5 月 30 日	厂界东 1#	53	43
	厂界南 2#	56	46
	厂界西 3#	56	45
	厂界北 4#	52	44
《工业企业厂界环境噪声排放标准》		65	55

(GB12348-2008) 3 类标准		
达标情况	达标	达标

由监测结果可知，公司厂界噪声小于（GB12348-2008）《工业企业厂界环境噪声排放标准》3 类标准要求。

四、辐射环境现状

1、监测方案

本项目评价人员根据现场调查及建设单位人员的情况介绍，了解本项目建设地及周边环境状况，按相关规范和要求确定本项目监测方案。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、湿度、天气状况等信息。

监测对象：本项目移动探伤场所及周边辐射环境本底监测。

监测因子：X-γ辐射空气吸收剂量率。

监测布点：拟使用移动探伤机的厂房内部及四周各设 1 个监测点位，办公生活区（环境保护目标）设 1 个监测点位，公司厂界四周各设置 1 个监测点位，共 19 个。

监测布点详见下图。

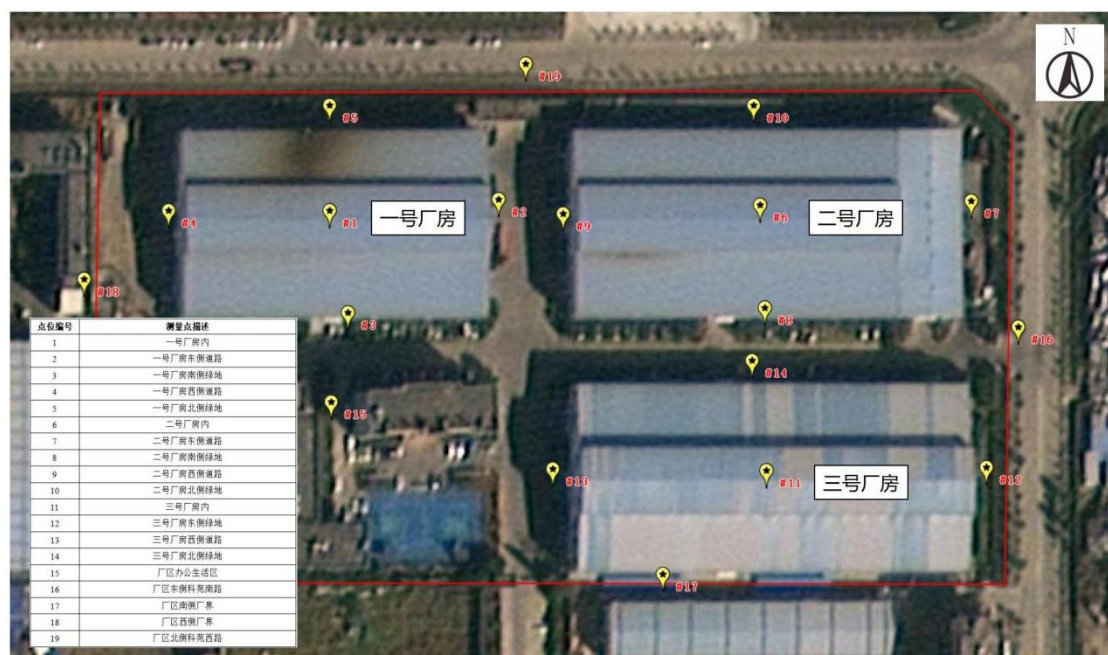


图 8-1 项目辐射环境监测布点示意图

2、监测条件及仪器

1) 监测条件

日期	天气	温度	湿度
----	----	----	----

2025 年 9 月 17 日	晴	25℃	60%
本项目	经度	纬度	海拔
	103°44'31.36"	25°31'50"	1896m
宇宙射线测量点	102°39'0"	24°57'36"	1897m
宇宙射线响应值		0.015μGy/h	

2) 监测仪器

检测仪器名称	设备型号	设备自编号	主要参数
X-γ剂量率仪	BG9680	ZH-61	量程范围：10nGy/h ~ 200μGy/h 能量响应：50keV ~ 3MeV 响应时间：≤10s

3) 监测仪器校准

BG9680 (ZH-61)	证书编号	DLjl2025-03546	检定/校准有效期	2026 年 3 月 13 日
----------------	------	----------------	----------	-----------------

4) 监测仪器校准因子：

校准点 (μSv/h)	0.50	3.06	11.0
校准因子 (C _f)	1.01	1.00	1.00

3、监测质量保证措施

①本项目监测单位为云南卓准检测技术有限公司，公司取得了昆明市市场监督管理局颁发的资质证书（CMA 认证），证书编号为：152521340112。公司具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），并参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质量手册》《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《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021），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 10 次，取平均值校正，校正值已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

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，最后由授权签字人审定。

4、辐射环境质量现状监测与评价

为了解项目所在地 X- γ 辐射剂量率，云南卓淮检测技术有限公司于 2025 年 9 月 17 日对本项目建设工作场所及周围辐射环境进行了监测。移动探伤机拟使用场所及周围环境 γ 辐射剂量率结果见下表。

表 8-3 移动探伤机拟使用场所及周围环境 γ 辐射剂量率（单位： $\mu\text{Gy/h}$ ）

序号	监测点位描述	校正值 $\pm$ 标准差
1	一号厂房内	0.042 $\pm$ 0.003
2	一号厂房东侧道路	0.040 $\pm$ 0.002
3	一号厂房南侧绿地	0.039 $\pm$ 0.002
4	一号厂房西侧道路	0.038 $\pm$ 0.002
5	一号厂房北侧绿地	0.036 $\pm$ 0.002
6	二号厂房内	0.039 $\pm$ 0.004
7	二号厂房东侧道路	0.042 $\pm$ 0.002
8	二号厂房南侧绿地	0.032 $\pm$ 0.002
9	二号厂房西侧道路	0.033 $\pm$ 0.001
10	二号厂房北侧绿地	0.034 $\pm$ 0.003
11	三号厂房内	0.039 $\pm$ 0.002
12	三号厂房东侧绿地	0.036 $\pm$ 0.002
13	三号厂房西侧道路	0.037 $\pm$ 0.002
14	三号厂房北侧绿地	0.037 $\pm$ 0.002
15	厂区办公生活区	0.042 $\pm$ 0.002
16	厂区东侧科苑南路	0.041 $\pm$ 0.002
17	厂区南侧厂界	0.034 $\pm$ 0.002
18	厂区西侧厂界	0.033 $\pm$ 0.001
19	厂区北侧科苑西路	0.036 $\pm$ 0.001

注：①本次监测结果已扣除宇宙射线响应值。

②点位 1~15 为拟使用 X 射线探伤机场所本底监测，点位 16~19 为厂区周围本底监测。

由上表数据显示，曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机拟使用场

所及周围的 X- γ 辐射剂量率测量值在 0.032~0.042 μ Gy/h 之间，厂区周围的 X- γ 辐射剂量率测量值在 0.033~0.041 μ Gy/h 之间。本项目移动探伤机使用场所环境 X- γ 辐射剂量率属于所在区域正常辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项

本项目为移动探伤，探伤区厂房均为现有工程，危废暂存间依托曲靖重型机械制造有限公司现有的构筑物，本项目新增暗房、探伤机库房均在现有建筑内部进行改造，施工期不涉及土建施工，施工期具体工艺流程见图 9-1。

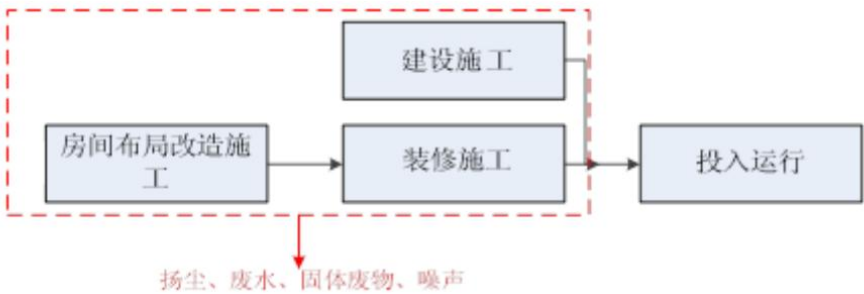


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目施工期产污环节主要集中在暗房、探伤机库房建设阶段，主要污染因子为施工噪声、扬尘、固体废物及施工人员产生的生活污水。

本项目施工过程中会对周围声环境质量产生一定影响，但项目工程量小，施工期短，通过控制作业时间，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，及时清扫建筑过程中产生的边角料，加强施工现场的管理等手段减少对环境造成的影响；施工人员产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区市政污水管网，进入西城污水处理厂处理，对周围环境产生较小的影响。该环境影响是短暂的，随施工期的结束而消除。

本项目设备的调试及后期设备检修均由设备供货方专业人员进行，建设单位不得自行调试及检修设备。在设备调试阶段，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，在设备外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

施工进度：

本项目预计 2026 年 1 月进行动工建设，2026 年 2 月竣工。

二、运营期工艺分析

2.1 设备组成

X 射线机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于

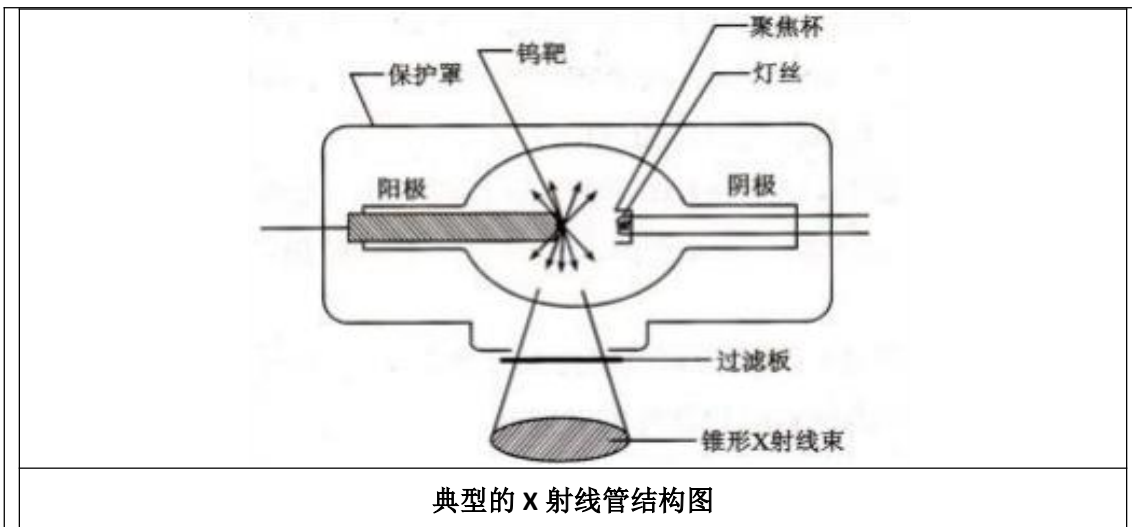
调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件下进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。X 射线探伤机各部分组成详见下图。



x 射线探伤装置控制箱



x 射线机外观图及连接电缆



2.2 工作原理

①X 射线产生原理

X 射线的产生是利用 X 射线管中高速电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。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，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，当电子到达靶原子核附近时，在原子核库仑场的作用下，运动突然受阻，其能量以电磁波（X 射线）的形式释放。为减少无用的低能光子的照射，常用适当厚度的过滤片把低能光子滤掉。

②探伤机工作原理

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。X 射线探伤装置结构工作原理见下图。

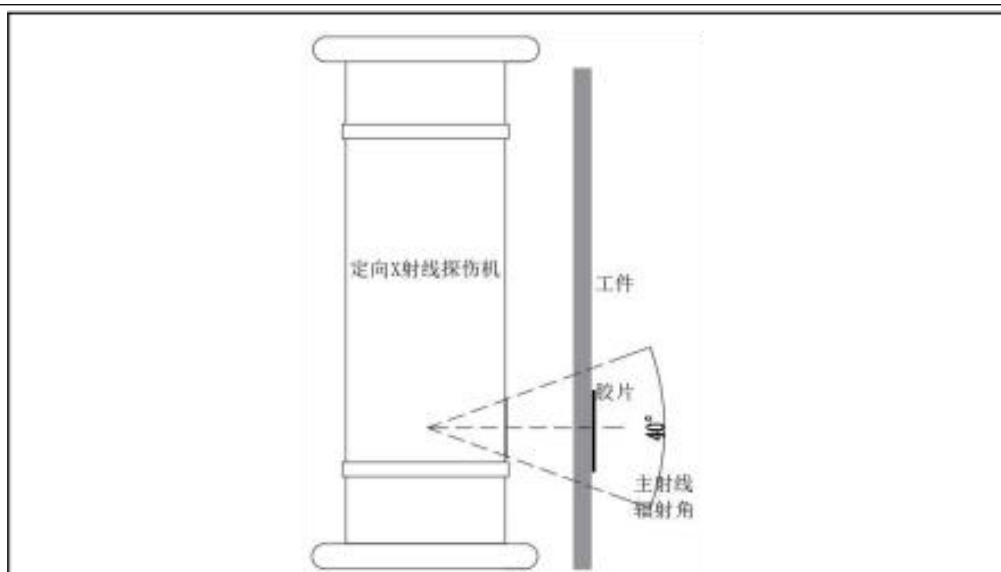


图 9-2 X 射线探伤装置结构工作原理简图

2.3 操作流程

(1) 准备工作：确保探伤机设备处于正常工作状态，无障碍；核对探伤要求和工件信息；

(2) 安全措施：遵守辐射安全操作规程，限制辐射剂量在安全范围内；

(3) 工件准备：清洁工件表面，确保无杂质和污垢影响探伤效果，固定工件位置，调整角度和方向，使得探伤区域对准探测器；

(4) 参数设置：根据探伤要求设置探伤参数，根据工件材质和厚度选择合适的探伤参数；

(5) 划分控制区和监督区：在移动探伤时，需参考本环评得出的控制区和监督区范围，提前对探伤现场划定的控制区、监督区进行清场，并注意监督区边界附近不停留无关人员。

(6) 训机：X 射线探伤机训机的目的是提高射线管真空度。如果真空度不良，会烧了阳极或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。训机电压需达到当日使用值，并启动 X 射线发生装置；

(7) 根据探伤机出束时的辐射剂量率巡检结果，如有必要对控制区和监督区边界进行调整，设立警示标志，安排警戒人员在监督区外巡视，防止无关人员误入；

(8) 探伤操作：启动探伤设备，进行探伤作业，记录异常信号和缺陷信息；

(9) 操作结束：结束探伤操作，关闭设备，清理工作区域；

(10) 洗片、评片：进行洗片、评片，出具评定结果，项目产生的危险废物定期交由有资质单位处置。

在探伤作业、巡检划分控制区和监督区（移动探伤）、训机时，射线装置只有在开机时才会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，在冲洗胶片过程中产生废显影液、废定影液、废胶片和洗片废水等危险废物。探伤机工艺流程图如下图所示。

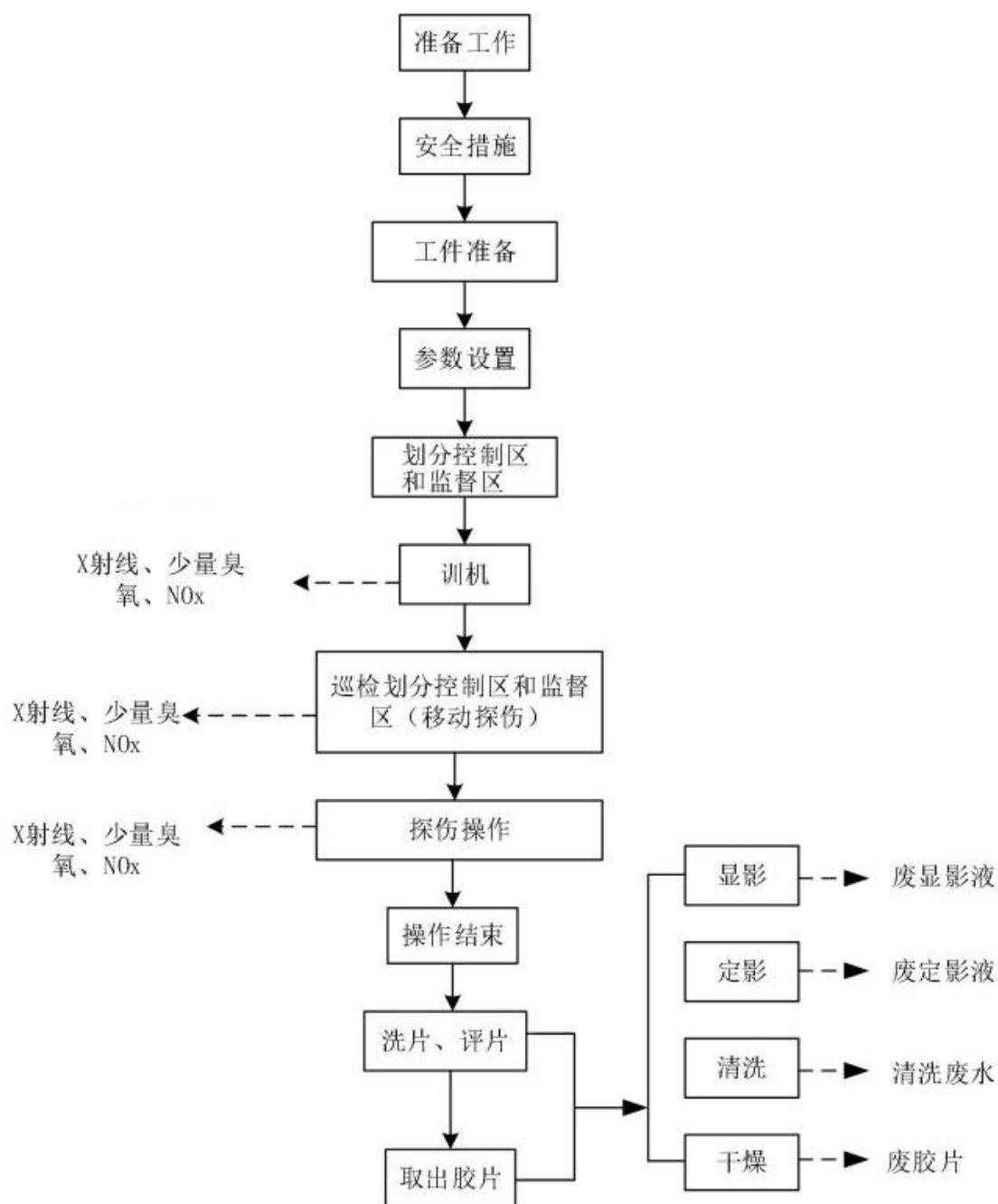


图 9-3 X 射线探伤工作流程图及产污环节

污染源项描述

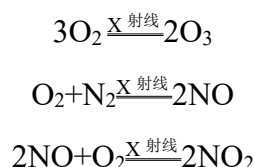
1、正常工况下污染源分析

(1) 辐射污染因子分析

由探伤机的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的工业 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射 X 射线，X 射线经漏射、散射对周围环境产生的电离辐射。因此，在开机曝光期间，电离辐射是污染环境的主要污染因子。

(2) 废气

项目运行期在 X 射线装置开机及曝光过程中，X 射线穿过空气会导致空气中的 O₂、N₂ 发生一系列化学反应，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



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

本项目辐射工作人员在公司现有人员内调配，不新增劳动定员。工作人员产生的生活污水依托公司整体生活污水处置方案，生活污水经化粪池收集预处理后，排入厂区南侧瑞和西路市政污水管网，最终进入西城污水处理厂处理。

(4) 噪声

本项目探伤机运行时不产生噪声，仅在探伤机启动前会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于探伤地点均位于厂房内部，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和距离衰减后，对周边声环境影响较小。

(5) 固体废物

本项目工作人员在公司现有人员内部调配，不新增劳动定员，产生的生活垃圾依托厂区的现有环保设施，集中收集并交由环卫部门统一处理。

(6) 危险废物

本项目拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废显影液中含有对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或

铬矾等化学物质。根据《国家危险废物名录》（2025 版）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液属于危险废物，其危废编号为 HW16“感光材料废物”，废物代码为 900-019-16“其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”。清洗胶片时有清洗废水产生，废水中含有少量的 AgBr 和显影剂，故按危险废物进行处置，由于《国家危险废物名录》（2025 版）中无对应类别划分，清洗废水中主要污染物为 AgBr 和显影剂，故也划分为 HW16 感光材料废物；在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，废胶片附着少量的 AgBr 和显影剂，属于我国《国家危险废物名录》（2025 版）中规定的危险废物，其危废编号为 HW16，废物代码为 900-019-16“其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”。

根据建设单位历史生产情况统计，每张片子约产生废显影液、废定影液各 210mL，每张片子清洗废水 0.5L。本项目建成后年拍片约 1500 张，则每年约产生废显影液、废定影液各 315L/a(共 630L/a)，胶片清洗废水产生量约为 0.75m³/a，废胶片年产生量为 1500 张。

2、事故情况污染源分析

（1）事故识别

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，可能发生的辐射事故主要为：探伤时用较大工况探伤较薄的工件；没有进行现场分区且没有管控措施，操作人员无安全保护意识，随意开机；探伤时无防护措施，即探伤机运行时，无工件遮挡且无防护的情况。因此，建设方运营过程中必须严格执行相关规章制度、工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

（2）源项分析

根据《射线装置分类》，本项目所用 X 射线探伤机属 II 类射线装置，事故时可能使受照人员产生超年剂量限值的照射。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条的规定，结合本项目的具体情况，将项目的环境风险因子、潜在危害和事故等级列于下表中。

表 9-1 项目潜在危害与事故分级

事故情形	潜在危害	事故分级
职业人员、公众误入	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

3、主要污染物产生及预计排放情况

根据污染源分析，本项目主要污染物产生及预计排放见下表。

表 9-2 项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源	污染物名称	产生量	处理方式
电离辐射	探伤机	X 射线	/	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 X 射线经有效防护屏蔽后，所致职业和公众照射剂量当量可达到评价标准。
大气污染物	探伤机、通风设施	臭氧、氮氧化物	微量	移动探伤的厂房均设置机械通风设施。
水污染物	辐射工作人员	生活污水	少量	不新增，依托公司污水处理设施处理。
固体废物	辐射工作人员	生活垃圾	少量	不新增，依托公司现有处理设施处理。
	暗房	废显影液及废定影液	630L/a	收集后暂存于危废暂存间，交由有资质单位定期清运处置。
		胶片清洗废水	0.75m³/a	收集后暂存于危废暂存间，交由有资质单位定期清运处置。
		废胶片	1500 张/a	收集后暂存于危废暂存间，交由有资质单位定期清运处置。
噪声	探伤机设备运行、机械通风装置	噪声	/	经墙体隔噪和距离衰减后，可达标排放。

表 10 辐射安全与防护

一、项目安全设施

1、工作场所布局

本项目涉及的探伤用房包括移动探伤的一号厂房、二号厂房、三号厂房、暗房和危废暂存间等组成。移动探伤场所 3 栋厂房为建设单位原有厂房，厂房均为独栋一层建筑，厂房外围相邻为厂区道路或绿地。危废暂存间位于二号厂房北侧，均为建设单位原有设施，本次不新建。新增暗房一间，位于厂区北部原有闲置办公用房内，建筑面积约 10m²，在原有建筑内进行改造。曲靖重型机械制造有限公司四周厂界已建设有实心砖围墙，北侧高 4m，其余三面高 2m，厂区外四周相邻为市政道路或其他生产企业。因项目部分工况下两区的范围较大，为便于实际运行期间的管理，减轻对周围环境的辐射影响，本项目通过控制探伤机主射方向（详见下文“表 11-18”），尽量避开了评价范围内的保护目标。同时，限定各厂房内的移动探伤作业范围，不同工况下探伤机退让厂房边界距离如下表所示，移动探伤作业范围示意图详见附图 8~13。

表 10-1 不同工况下探伤机退让厂房边界距离一览表

探伤机 型号	探伤机工况 (kV)	与厂房边界退距 (m)											
		一号厂房				二号厂房				三号厂房			
		东	南	西	北	东	南	西	北	东	南	西	北
XXG-3 005	230	25	11	11	11	15	25	25	11	16	20	11	25
	250	37	12.5	11	13.25	19.25	37	37	13.25	20.25	21	12.5	37
	280	31	12	12	12	16	31	31	12	17	21	12	31
XXG-2 505	120	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	6	6
	140	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	6	6
	160	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	6
	180	10	10	10	10	14	10	10	10	15	19	10	10

2、辐射工作场所两区划分

(1) 分区原则

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，本项目将作业场所周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划分为控制区，控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划分为监督区。

(2) 本项目辐射工作场所分区

根据表 11 中计算结果,经 3mmPb 铅屏风防护后,本项目 XXG-3005 型探伤机在实际探伤过程中非主射方向控制区范围为 12m, 监督区范围为 12m~27m, 主射控制区范围为探伤机周围 37m 范围内, 监督区范围为 37m~89m 范围; XXG-2505 型探伤机在实际探伤过程中非主射方向控制区范围为 6m, 监督区范围为 6m~15m 范围, 主射控制区范围为探伤机周围 10m 范围内, 监督区范围为 10m~25m 范围。实际探伤作业中, 需依据现场实际工况的监测结果, 划定控制区与监督区的范围。若探伤机工作电压较高导致两区范围偏大时, 应将探伤机优先布置在厂房、厂区的中间位置, 同时控制主射方向避开周围保护目标, 严格遵循“控制区不超出厂房、监督区不超出厂界”的要求。

两台设备在各种工况时移动探伤分区示意图见图 10-1~10-5。

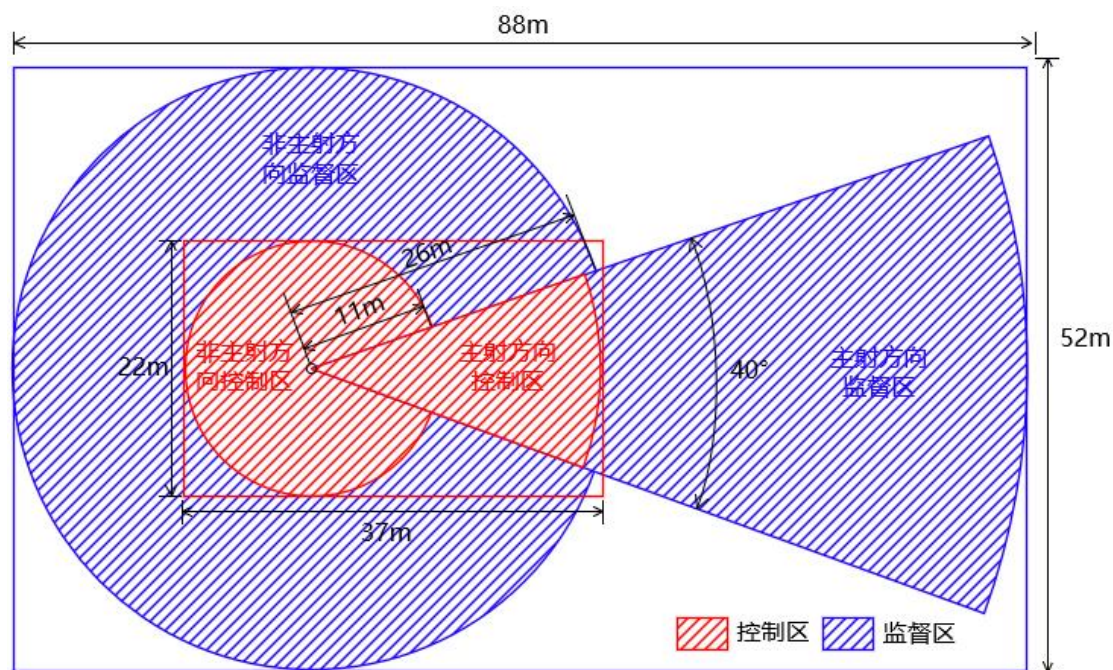


图 10-1 XXG-3005 型探伤机 230kV 工况时两区划分示意图

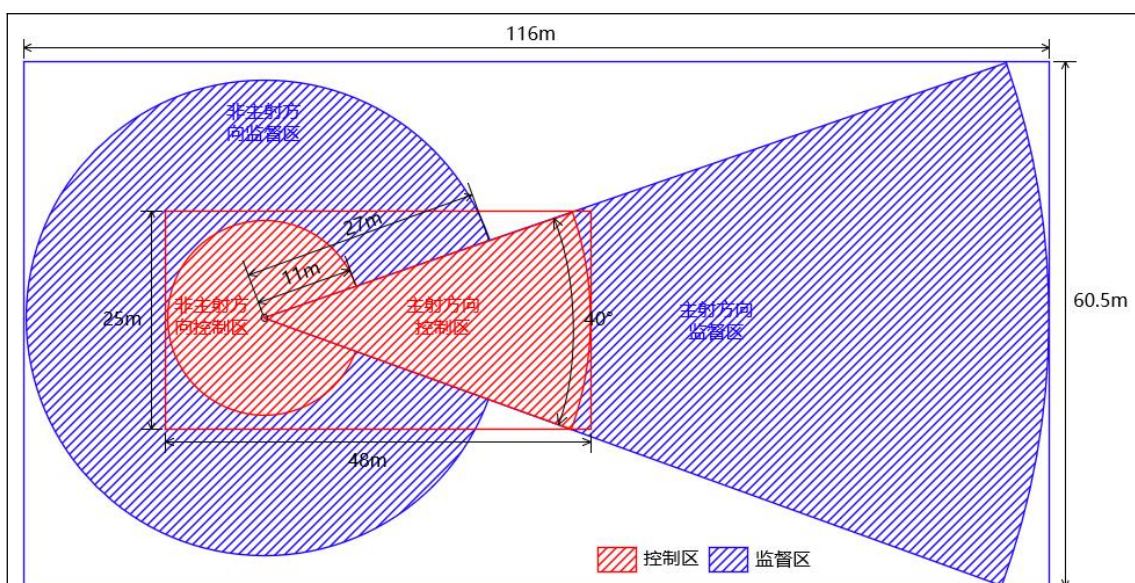


图 10-2 XXG-3005 型探伤机 250kV 工况时两区划分示意图

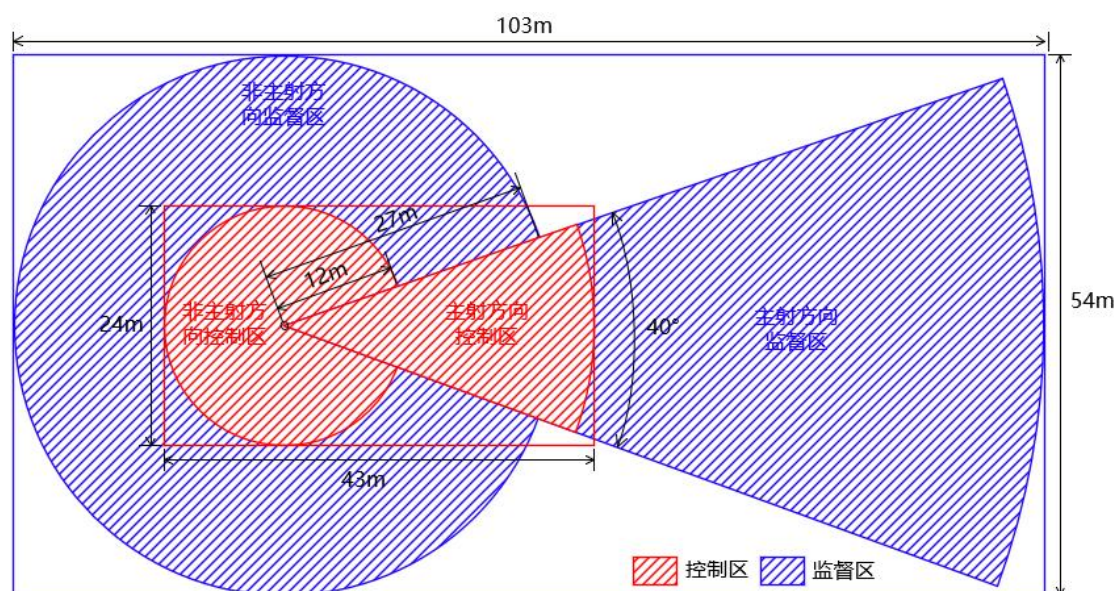


图 10-3 XXG-3005 型探伤机 280kV 工况时两区划分示意图

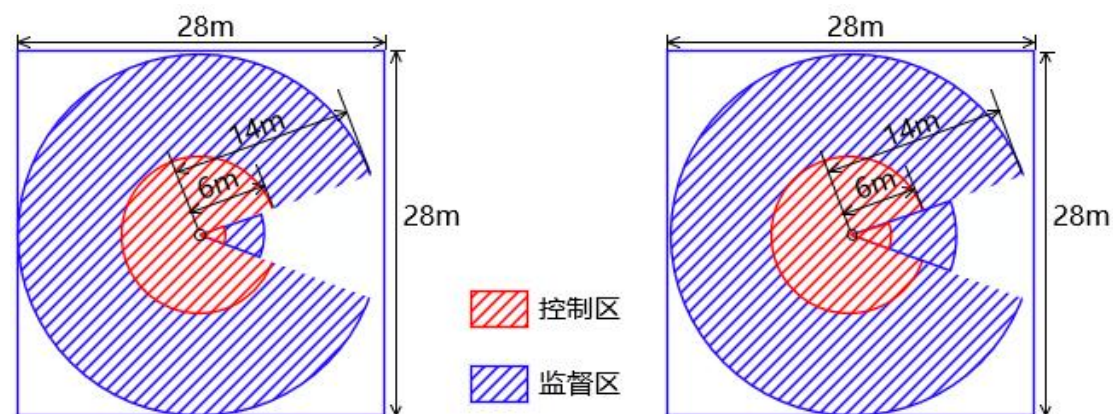


图 10-4 XXG-2505 型探伤机 120kV(左)/140kV(右)工况时两区划分示意图

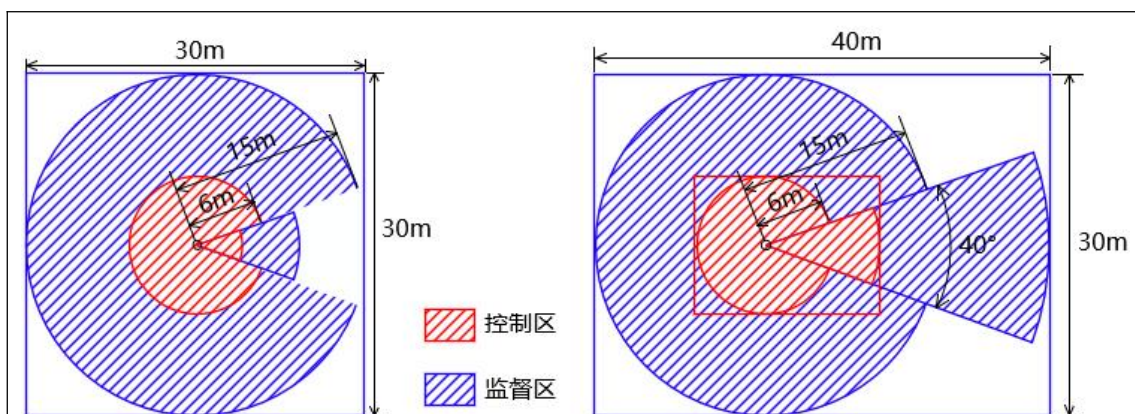


图 10-5 XXG-2505 型探伤机 160kV(左)/180kV(右)工况时两区划分示意图

本项目移动探伤机仅在一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤。一号厂房、二号厂房、三号厂房四周均有实体边界，厂房的净空尺寸分别为一号厂房：长×宽=102m×69m、二号厂房：长×宽=108m×69m、三号厂房：长×宽=132m×69m。为便于移动探伤现场管理，在一号厂房、二号厂房、三号厂房内移动作业时，本项目控制区限定在厂房范围内，即确保厂房边界处辐射剂量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ （控制区边界限值）。

一号厂房西侧、三号厂房南侧均为其他企业，一号厂房、二号厂房北侧为市政道路，二号厂房、三号厂房东侧为市政道路，厂区四周建设有实体围墙，为便于移动探伤现场管理，本项目监督区限定在厂界范围内，同时避开厂内办公生活区，即确保下图中“监督区控制范围”边界处辐射剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ （监督区边界限值）。

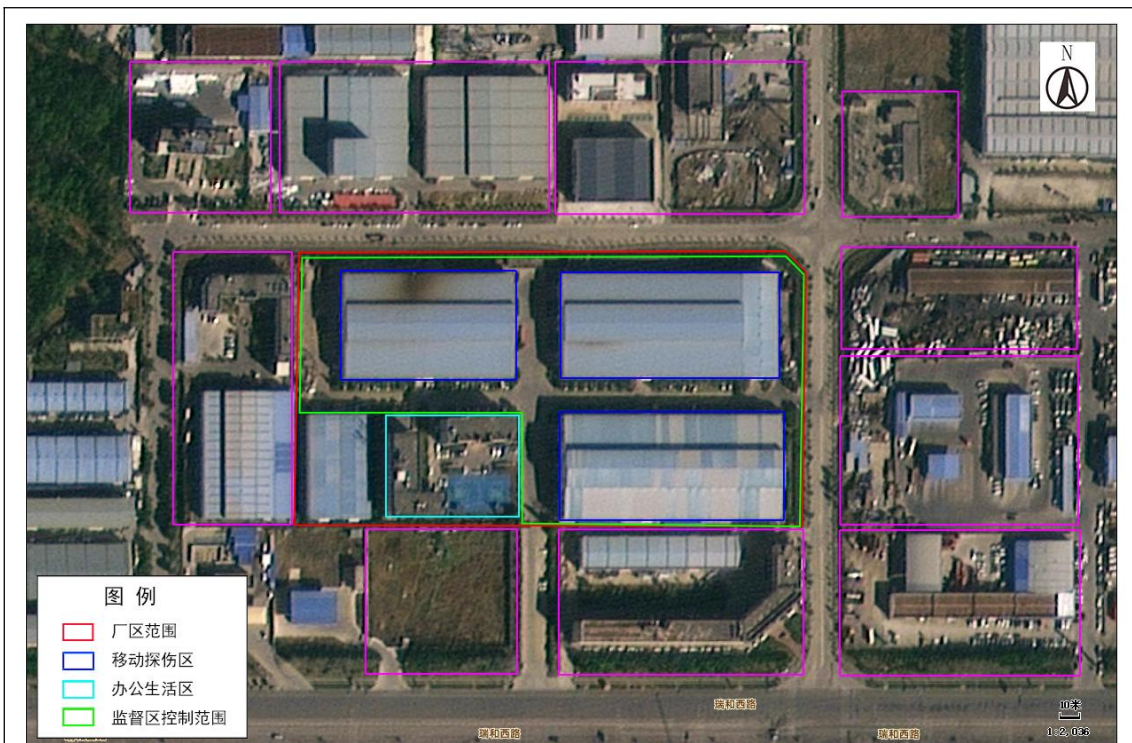


图 10-6 监督区控制范围示意图

(3) 分区的管理措施

探伤机控制台（X 射线发生器控制面板）应设置在合适位置，应尽量选择有实体边界的区域，或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。在探伤机非出束口加铅屏风屏蔽非有用线束方向，使用铅屏风遮挡操作位，控制区边界上合适位置设置有工作状态指示灯和声音提示装置，在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见信号指示，夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。在监督区边界和工件进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息，必要时可设置专人警戒。

(4) 屏蔽防护

根据业主提供的资料，本项目探伤机水平探伤时，工件宽度不会超过 2m，且本项目探伤机的主射方向辐射角为 40° （在 2m 处的主射方向范围：直径为 1.44m 的圆形区域），因此，保守考虑，本项目探伤时选取边长为 2m 的方形铅屏风作为屏蔽措施。建设单位老厂区探伤室 XXG-2505 型 X 射线工业探伤机搬迁后，固定探伤室里面的铅防护材料可用于新厂区防护设施。

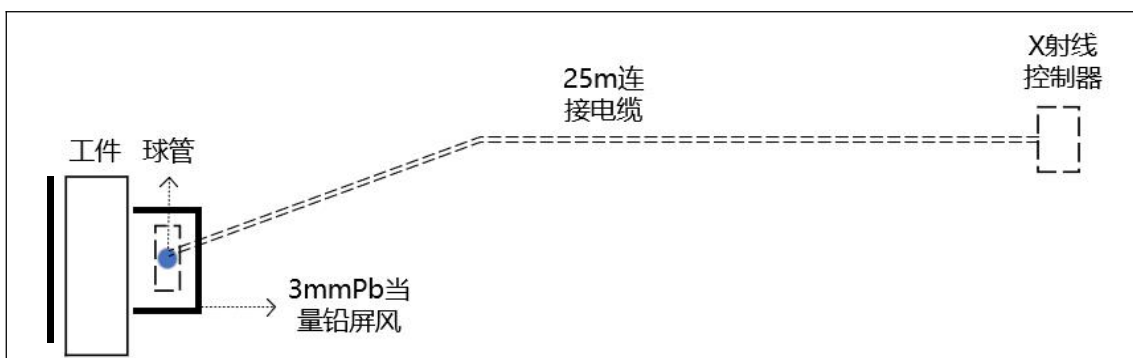


图 10-7 X 射线探伤屏蔽防护示意图

3、探伤机贮存

项目涉及的 2 台探伤机不使用时，放置在对应的储存箱内，箱子外上锁放置在探伤机库房内，钥匙由专人保管。

4、探伤现场管理

进行移动探伤时，工作人员及警戒人员对工作场所进行清场，必要时安排警戒人员在监督区边界巡视。在厂房内探伤时，工作人员将制定工作计划，合理安排探伤时间，尽量将作业时间安排在其他人员方便撤离的时段，工作人员穿戴个人防护用品并佩戴好个人剂量报警仪。正式探伤前工作人员将进行试曝光，使用便携式 X-γ 剂量率仪巡测明确分区边界，如遇监督区内包含有人员无法撤离的工作岗位场所时，可采取更换场地、临时设置隔离墙、防护隔板等各种防护措施，设置铅屏风屏蔽非有用线束，缩小分区范围，以降低人员活动地的辐射剂量，确保公众的辐射剂量在国家规定的约束限值之内。

5、工作场所安防措施

(1) 本项目 X 射线探伤机存放于探伤机库房内，探伤机库房纳入厂区安保巡逻范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防探伤机丢失或损坏。

(2) 探伤机库房内拟设置监控摄像头，可实现 24h 实时监控。

(3) 制定探伤机使用记录、出入库记录，探伤机的使用、出入库均实行登记。

(5) 为便于工作场所清场及人员管理，本项目探伤工作时段选择在生产区工人下班后 18:00~21:00 期间，或在节假日进行。

(5) 本次评价要求建设单位完善厂区人员进出管理制度，所有进入人员须登记打卡，实现全厂人员的实时动态监控，并利用厂区现有监控设备，确保作业

期间现场无关人员全部清场，必要时增加厂区内监控设备，作为控制无关人员进入探伤作业现场的措施。

（6）移动探伤时，有警戒人员巡视，可避免作业过程中出现探伤机丢失或被盗的情况发生。

（7）探伤人员工位应避开射线主射方向，设置在主射方向的背面或侧面作业，距焦点 25m 处（电缆长 25m）用铅屏风防护进行控制操作，并尽量利用现场实体物屏蔽。

6、辐射安全防护设施对照分析

（1）根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和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）中对移动探伤射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见下表。

表10-2 移动探伤辐射安全措施对照表

序号	检查项目	落实情况	备注
1	B 场所设 施（移 动式）	控制台有钥匙控制	控制台未安装钥匙控制。
2		控制台上紧急停机按钮	控制台未安装紧急停机按钮。
3		声光报警	/
4		警戒线及警示标志	已设置移动探伤警戒线及警示标志。
5	C监测 设备	便携式辐射监测仪	/
6		个人剂量报警仪	环评已要求配置
7		个人剂量计	/
8	D应急 物资	灭火器材	已配置

（2）对照《工业探伤放射防护要求》（GBZ117—2022），本项目放射防护措施落实情况如下：

表10-3 项目放射防护要求符合性分析

序号	GBZ 117-2022 的放射防护要求	项目情况	符合性
第 7.1.1 条	在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作	已制定在厂区内进行移动探伤作业制度，进行移动探伤时，应对探伤现场进行评估，制定合适的工作方	符合

	地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。	案，合理安排探伤时间，根据受照对象应合理选择探伤场所，探伤前应先确认好工作场所无其他辐射探测系统。	
第 7.1.2 条	使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。	项目共配备 2 名专职工作人员，2 人一组操作探伤机开展移动作业，2 台探伤机不同时使用，必要时增加警戒人员。	符合
第 7.1.3 条	移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	本项目探伤机仅在厂区使用，无其他单位委托建设单位进行探伤，不存在需前往委托单位指定地点进行移动探伤的情形。	符合
第 7.2.1 条	探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定控制区的区域内进行。	探伤作业时，依据后文中的分区边界预测结果对工作场所划分控制区和监督区，并进行试曝光，使用便携式 X-γ 剂量率仪测量控制区边界的剂量率，明确分区边界，在相应的边界设置警示标识，现场射线探伤工作在控制区内的区域进行。	符合
第 7.2.2 条	一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式计算。	本项目新增探伤机及原有搬迁探伤机共 2 台，均用于移动探伤，平均每年拍片量为 1500 张，按每台装置曝光时间为 5min 计算，每周实际工作时间为 3h，不高于 7h，则本项目控制区边界周围剂量当量率控制水平取 $15\mu\text{Sv/h}$ 。	符合
第 7.2.3 条	控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。	拟在控制区边界上设置电离辐射警示标志及“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤机电缆线长度为 25m 处，无法在控制区边界设置控制台，已为工作人员配备个人防护用品，配备有铅屏风遮挡探伤机非有用线束方向，减少人员受到的射线量。	符合
第 7.2.4 条	控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。	项目拟定探伤区域均位于厂房内，在选择探伤作业地点时，尽可能选择有实体墙或其他屏障的地点，作业时可设置临时屏障或者拉起警戒绳。	符合
第 7.2.5 条	移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区	移动探伤作业过程中，控制区内只开展探伤作业，不同时进行其他工	符合

	的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。	作，根据受照物体选择合适的照射距离、照射方向和照射时间。项目拟设置 3mm 铅当量铅屏风，用于探伤作业时的局部屏蔽。	
第 7.2.6 条	每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。	建设单位已配置有 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，已按照要求进行校准，并已配置 2 台个人剂量报警仪。	符合
第 7.2.7 条、第 7.4.3 条	探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。	依据后文预测结果，项目 XXG-2505 型探伤机的有用线束的控制区为 50m、非有用线束方向控制区为 10m，XXG-3005 型探伤机的有用线束的控制区为 30m、非有用线束方向控制区为 12m，探伤期间，实际探伤作业开始前对控制区边界上代表点的剂量率进行监测，并适时调整边界距离。	符合
第 7.2.8 条	应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。	依据后文预测结果，项目 XXG-2505 型探伤机的有用线束方向监督区边界为 110m、非有用线束方向监督区边界为 21m，XXG-3005 型探伤机的有用线束方向监督区边界为 65m、非有用线束方向监督区边界为 30m，探伤作业时拟在监督区边界设置警告牌，并设置警戒人员巡视。	符合
第 7.2.9 条	移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。	本项目移动式探伤仅在 3 栋厂房内工作，厂房均为一层建筑，不存在多楼层情况。	符合
第 7.2.10 条	探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	移动探伤时，拟将控制台设置在合适位置，工作人员穿戴好个人防护用品后进行操作，本项目探伤机均有延时曝光功能。	符合
第 7.3.1 条	委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。	开始移动探伤工作前，将提前制定探伤工作方案及现场公告，在选定好工作场所后将公告设置在醒目位置，并通知工作场所周围所有相关人员，建设单位已为工作人员配置有个人防护用品。	符合
第 7.3.2 条	应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。夜晚作业时控制区边界应设置警示	建设单位未配置便于携带的“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置及夜晚警示灯，拟配置区别于其他警示信号的工作状态指示灯和声音提示装置，进行探伤工作时设	符合

	灯。	置在合适位置。	
第 7.3.3 条	X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。	建设单位拟将警示信号灯与探伤机电路连通。	符合
第 7.3.4 条	在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。	将工作状态指示灯及声音提示装置设置在合适位置，在控制区的所有边界都能清楚地听见语音提示或看到警示灯。	符合
第 7.3.5 条	应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	建设单位已配置警告标志，设置在监督区和建筑物进出口位置。	符合
第 7.4.1 条	开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。	在探伤作业开始前，工作人员将对工作场所进行巡查清场，确保控制区内没有任何人员停留，在控制区边界设置警戒线，并在边界设置警示标识。	符合
第 7.4.2 条	控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。	移动探伤现场拟配置良好的照明灯，当控制区范围太大或某些地方不能清晰地看到时，将安排人员进行巡查。	符合
第 7.4.4 条	开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤机工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。	建设单位已配置有 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，已按照要求进行校准，在移动式探伤机工作期间将一直处于开机状态。	符合
第 7.4.3 条	在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。	在移动探伤正式开始作业前工作人员将进行第一次曝光，用便携式 X- γ 剂量率仪明确控制区边界，当射线装置摆放位置及有用线束方向改变时及时调整控制区的范围和边界。	符合
第 7.4.4 条	开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤机工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。	建设单位已配置 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，该设备处于正常工作状态，在校准有效期内。进行移动探伤时剂量率仪持续保持在开机状态，探伤开始前及结束后工作人员检查该设备状态，定期对剂量率仪进行维护保养。	符合
第 7.4.5 条	移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。	工作人员在探伤作业前正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，建设单位已为 2 名工作人员分别配置 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。	符合
第 7.5.1.2 条	应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当	根据电缆线长度、焦距、工作现场情况、屏蔽条件等因素放置探伤机及控制台，合理选择探伤机照射方	符合

	的防护措施。	向，根据探伤机额定参数、受照工件厚度合理设置探伤工作电压，工作人员需穿戴个人防护用品，同时使用铅屏风对非有用线束方向进行防护。	
--	--------	---	--

由上表可知，本项目放射防护措施符合《工业探伤放射防护要求》（GBZ117—2022）要求。

二、“三废”的治理

1、废气治理措施

探伤机在工作状态产生的 X 射线经漏射、散射对周围环境产生的电离辐射，X 射线与空气电离作用产生少量 O₃ 和微量 NO_x，其中氮氧化物的产量仅为臭氧产率的十分之一，废气无组织排入大气中，臭氧在空气中可自动分解为氧气。本项目进行移动探伤时，臭氧、氮氧化物为无组织排放，移动探伤场所一号厂房、二号厂房、三号厂房均设置有机机械通风设施，探伤工作期间开启排风机将作业中产生的臭氧、氮氧化物排出。

2、废水治理措施

本项目辐射工作人员在公司现有人员内调配，不新增劳动定员。工作人员产生的生活污水依托公司整体生活污水处置方案，生活污水经化粪池收集预处理后，排入厂区南侧瑞和西路市政污水管网，最终进入西城污水处理厂处理。

3、噪声治理措施

本项目探伤机运行时不产生噪声，仅在探伤机启动前会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于探伤地点均位于厂房内部，探伤过程规范操作，噪声经厂房的隔声和距离衰减后，对周边声环境影响较小。

4、固体废物治理措施

本项目工作人员在公司现有人员内部调配，不新增劳动定员，本项目工作人员产生的少量生活垃圾依托厂区现有的环保设施，集中收集并交由环卫部门统一处理。

5、危险废物治理措施

本项目运营期产生的危险废物包括在洗片过程中产生的废显影液及废定影液，清洗胶片时的清洗废水，在洗片过程中及评片后产生的废弃的胶片。本项目建成后每年约产生废显影液、废定影液共 630L/a，胶片清洗废水产生量约为

0.75m³/a，废胶片年产生量为 1500 张。废显影液、废定影液、胶片清洗废水、废胶片经收集后使用贴有标识的专用收集桶进行贮存，收集桶分区放置在危废暂存间内，委托有危废处理资质的单位定期清运处置。

本项目利用原有危废暂存间贮存危险废物，危废暂存间位于二号厂房北侧，为独立的密闭房间，贮存面积为 20m²，以堆高 2m 计，有效容纳体积为 40m³。危废暂存间贮存区已进行分区，危险废物按照类别分类分区贮存。危废暂存间建设符合“三防”要求，地面及墙裙已采取防渗措施，贮存分区合理，已粘贴危险废物警示标志。现状贮存危险废物包括废矿物油、废矿物油桶、废活性炭、废过滤棉、油漆桶、油漆渣，最大贮存重量 6.5t、体积约 8.2m³，危险特性包括 C（腐蚀性）、T（毒性）。本项目新增危废种类包括废显影液、废定影液、胶片清洗废水、废胶片，仅涉及 T（毒性）1 种危险特性，经专有容器收集后分区放置，与危废暂存间现存废物的属性相容。本项目新增废显影液、废定影液共 630L/a，胶片清洗废水 0.75m³/a，废胶片 1500 张/a，总计堆存体积约 2.38m³，远小于危废暂存间剩余空间。本项目建成后，运营期新增危险废物拟贮存于危废暂存间西部，对现有危废暂存间西部贮存区进行整理后重新进行分区，可满足依托使用的要求。

6、环保设施及投资

本项目环保投资估算费用见下表。

表 10-4 环保投资估算一览表

序号	项目	环保设施（措施） 已有设施	投资金额 （万元）	备注
1	探伤机屏蔽	铅屏风：2 扇，铅当量 3mmPb，规格：长×宽=2m×2m	/	利旧
2	辐射安全措施	控制区和监督区警示标识、探伤现场公示牌、安全警示牌 2 套，安全警示线 2 盘，大功率喊话器 1 个	0.2	新增
3		声光报警装置、紧急停机按钮、控制台有钥匙控制	0.3	新增
4	辐射工作人员防护	0.5mmPb 的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 2 套	/	利旧
5		辐射安全与防护考核、健康体检	1.3	新增
6		个人剂量报警仪 2 个	/	利旧
7		个人剂量计 2 个	/	利旧

8		便携式 X-γ空气吸收剂量率仪 1 台	/	利旧
9	探伤区通风	厂房机械通风装置，无组织排放。	/	利旧
10	固体废物	设置符合规范的危废暂存间，新增废液收集桶 3 个、危险废物（固体）收集桶 1 个	0.1	危废暂存间利旧，收集桶新增
11		危险废物清运处置费用	0.8	新增
12	设备监控	探伤机库房远程监控系统 1 套	0.4	新增
13	自行监测	设备性能及辐射工作场所防护监测	1.5	新增
14	设备维护	每个月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护，及时更换部件	1	新增
15	人员培训	辐射工作人员参加辐射安全与防护培训考核	0.5	新增
16	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	0.2	新增
合计			6.3 万元	

本项目总投资96万元，环保投资约6.3万元，环保投资占比6.56%，今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合公司实际及时对需要增加的设施、设备做补充，使之更能满足实际需要。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为移动探伤，建设于曲靖重型机械制造有限公司新厂区内部，探伤区厂房均为现有工程，危废暂存间依托曲靖重型机械制造有限公司现有建筑，本项目新增暗房、探伤机库房均在现有建筑内部进行改造，施工期不涉及土建施工。本次评价对新增暗房、探伤机库房建设阶段污染影响进行简单分析。

(1) 大气环境影响分析

本项目新增暗房、探伤机库房建设阶段会产生少量扬尘及废气等。本项目施工期间产生的扬尘量较小，通过建设施工中采取湿法作业、加强通风等措施，尽量降低粉尘对周围环境的影响，施工期产生的少量扬尘对项目周围大气环境影响较小。

(2) 水环境影响分析

本项目施工期主要进行新增暗房、探伤机库房建设、装修等，施工量小，施工期短，主要为施工人员所产生的生活污水，施工人员产生的生活污水依托厂区化粪池处理后排入园区市政污水管网，进入西城污水处理厂处理，对周围环境产生较小的影响。

(3) 声环境影响分析

本项目进行新增暗房、探伤机库房建设、装修时使用器械可能会产生的噪声，通过控制作业时间，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，噪声经墙体阻隔及距离衰减后，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物

本项目固体废物主要为材料包装物及工作人员的生活垃圾。通过及时清扫，能回用的回用，不能回收利用的统一清运至垃圾房。本项目施工量少，施工期短，施工人员数量少，故生活垃圾产生量也很少，集中收集后交由公司环卫工作人员统一清运。本项目不涉及土建工程，施工产生极少量的建筑垃圾，按照当地管理部门要求进行规范处置，不得随意倾倒。

综上，本项目工程量小，施工时间短，环境影响较小，项目施工期的环境影响会随施工期的结束而消除，对环境的影响可接受。

运行阶段对环境的影响

一、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。为了能更真实地反映探伤机运行时对周围辐射环境影响，本次评价采用理论计算的方法进行分析。本项目两台探伤机不同时使用，本次评价不考虑叠加影响。

1、探伤机运行工况

根据建设单位提供资料可知，本项目探伤工件及对应工况一览表见下表，探伤时根据工件厚度不同选择不同工况电压进行探伤。

表 11-1 探伤机探伤工件及对应工况一览表

探伤机型号	板厚 (mm)	电压 (kV)	电流 (mA)	焦距 (mm)
XXG-3005 型	31~35	230	5	600
	36~39	250	5	600
	40~46	280	5	600
XXG-2505 型	4~10	120	5	600
	11~15	140	5	600
	16~20	160	5	600
	21~30	180	5	600

*注：项目两台探伤机不同时使用。

由上表可知，XXG-3005 型探伤机有 31mm 工件-230kV 电压、36mm 工件-250kV 电压、40mm 工件-280kV 电压共 3 种工况，XXG-2505 型探伤机有 4mm 工件-120kV 电压、11mm 工件-140kV 电压、16mm 工件-160kV 电压、21mm 工件-180kV 电压共 4 种工况，本次评价以两台设备共 7 种工况做为代表分别进行辐射环境影响分析。

2、非主射线方向（除主射方向以外或者辐射角 40° 以外的区域）控制区与监督区划分

（1）泄漏辐射预测

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求：当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 5mSv/h。本项目 XXG-3005 型探伤机最大管电压为 300kV，XXG-2505 型探伤机最大管电压为 250kV，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当

量率均保守取 5mSv/h。

在给定屏蔽物质厚度时，泄漏辐射在关注点的剂量率采用如下式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{公式一}$$

式中：

B——屏蔽透射因子。

对于给定的屏蔽物质厚度 X，透射因子 B 计算公式如下：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{公式二}$$

X——为屏蔽体厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——屏蔽物质的什值厚度，根据 GBZ/T250—2014 附录 B 表 B.2，300kV 条件下 X 射线束在铅中的什值层厚度为 5.7mm，250kV 条件下 X 射线束在铅中的什值层厚度为 2.9mm。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1 米处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）中表 1，X 射线管电压 $> 200\text{kV}$ 时，距靶点 1m 处 X 射线管的泄漏辐射剂量率的典型值为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；本项目探伤机管电压为 300kV、250kV， $\dot{H}_L$ 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

本项目采用 3mmPb 屏蔽体不同能量漏射线透射因子计算参数及结果详见下表。

表 11-2 3mmPb 屏蔽体不同能量漏射线透射因子计算一览表

序号	电压	300kV	250kV
1	屏蔽材料	3mm 铅	3mm 铅
2	什值层厚度	5.7mm	2.9mm
3	透射因子	0.30	0.09

本项目探伤机非主射方向不同距离漏射线的辐射剂量率计算结果详见下表。

表 11-3 探伤机非主射方向不同距离漏射线的辐射剂量率计算结果一览表

距源点距离 (m)	XXG-3005 型 ($\mu\text{Sv/h}$)		XXG-2505 型 ($\mu\text{Sv/h}$)	
	无铅屏风屏蔽	有 3mmPb 铅屏风屏蔽	无铅屏风屏蔽	有 3mmPb 铅屏风屏蔽
1	5000.00	1500.00	5000.00	450.00
5	200.00	60.00	200.00	18.00
10	50.00	15.00	50.00	4.50
12	34.72	10.42	34.72	3.13

15	22.22	6.67	22.22	2.00
17	17.30	5.19	17.30	1.56
20	12.50	3.75	12.50	1.13
21	11.34	3.40	11.34	1.02
25	8.00	2.40	8.00	0.72
30	5.56	1.67	5.56	0.50
35	4.08	1.22	4.08	0.37
36	3.86	1.16	3.86	0.35
40	3.13	0.94	3.13	0.28
45	2.47	0.74	2.47	0.22
50	2.00	0.60	2.00	0.18
55	1.65	0.50	1.65	0.15
60	1.39	0.42	1.39	0.13
65	1.18	0.36	1.18	0.11
66	1.15	0.34	1.15	0.10
67	1.11	0.33	1.11	0.10
68	1.08	0.32	1.08	0.10
69	1.05	0.32	1.05	0.09
70	1.02	0.31	1.02	0.09
75	0.89	0.27	0.89	0.08
80	0.78	0.23	0.78	0.07
85	0.69	0.21	0.69	0.06
86	0.68	0.20	0.68	0.06
90	0.62	0.19	0.62	0.06
120	0.35	0.10	0.35	0.03
123	0.33	0.10	0.33	0.03
125	0.32	0.10	0.32	0.03
150	0.22	0.07	0.22	0.02
160	0.20	0.06	0.20	0.02
165	0.18	0.06	0.18	0.02
170	0.17	0.05	0.17	0.02
175	0.16	0.05	0.16	0.01
180	0.15	0.05	0.15	0.01
185	0.15	0.04	0.15	0.01
190	0.14	0.04	0.14	0.01
195	0.13	0.04	0.13	0.01
200	0.13	0.04	0.13	0.01

(2) 散射辐射预测

在给定屏蔽物质厚度时，散射辐射在关注点的剂量率采用如下式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots \dots \dots \text{公式三}$$

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目各探伤机取 5mA；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；本项目 XXG-3005 型探伤机过滤片和 XXG-2505 型探伤机过滤片分别为 3mmCu 和 3mmAl，根据《辐射防护导论》（方杰主编）附图 3、附图 4 可知 X 射线不同电压下的发射率常数，经换算得到 H₀，详见下表；

表 11-4 H₀取值一览表

工况电压 (kV)	120	140	160	180	230	250	280
发射率常数 (mGy·m ² / (mA·min))	9	11	12.5	17	4.1	5.2	7.5
换算后 H ₀ μSv·m ² /(mA·h)	540000	660000	750000	1020000	246000	312000	450000

B——屏蔽透射因子，以本章节公式二计算。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，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）中 4.2.3 散射辐射屏蔽中表 2：原始 X 射线能量 200<kV≤300 时，X 射线 90° 散射辐射最高的能量相应为 200kV 的散射辐射，150≤kV≤200 时相应为 150kV 的散射辐射，查 GBZ/T250—2014 中附录 B 中表 B.2，200kV 管电压下铅 TVL 为 1.4mm，150kV 管电压下铅 TVL 为 0.96mm；120kV、140kV 时相应为 120kV 的散射辐射，根据《辐射防护导论》（方杰主编）铅 TVL 为 0.75mm。本项目采用 3mmPb 屏蔽体不同能量散射线透射因子计算参数及结果详见下表。

表 11-5 3mmPb 屏蔽体不同能量散射线透射因子计算一览表

序号	电压	120kV	140kV	160kV	180kV	230kV	250kV	280kV
1	一次散射后 X 射线能量	120kV	120kV	150kV	150kV	200kV	200kV	200kV
2	屏蔽材料	3mm 铅	3mm 铅	3mm 铅	3mm 铅	3mm	3mm	3mm

						铅	铅	铅
3	什值层厚度	0.75mm	0.75mm	0.96mm	0.96mm	1.4mm	1.4mm	1.4mm
4	透射因子 B	0.0001	0.0001	0.0007	0.0007	0.0072	0.0072	0.0072

$F-R_0$ 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；

α —散射因子，入射辐射被单位面积 ($1m^2$) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_0 —辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

R—散射体至关注点的距离，单位为米 (m)；

根据 GBZ/T250—2014 附录 B 中表 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束和圆锥边界夹角为 20° 时， $R_0^2/F \cdot \alpha$ 的取值为 60 (150kV) 和 50 (200kV~400kV)，120kV、140kV、160kV、180kV 取 60，230kV、250kV、280kV 取 50。

本项目探伤机非主射方向不同距离散射线辐射剂量率计算结果详见下表。

表 11-6 XXG-3005 型非主射方向不同距离散射线的辐射剂量率计算结果一览表

距源点距离(m)	230kV(μ Sv/h)		250kV(μ Sv/h)		280kV(μ Sv/h)	
	无铅屏风	有铅屏风	无铅屏风	有铅屏风	无铅屏风	有铅屏风
1	24600.00	177.12	31200.00	224.64	45000.00	324.00
2	6150.00	44.28	7800.00	56.16	11250.00	81.00
3	2733.33	19.68	3466.67	24.96	5000.00	36.00
4	1537.50	11.07	1950.00	14.04	2812.50	20.25
5	984.00	7.08	1248.00	8.99	1800.00	12.96
10	246.00	1.77	312.00	2.25	450.00	3.24
15	109.33	0.79	138.67	1.00	200.00	1.44
20	61.50	0.44	78.00	0.56	112.50	0.81
25	39.36	0.28	49.92	0.36	72.00	0.52
30	27.33	0.20	34.67	0.25	50.00	0.36
35	20.08	0.14	25.47	0.18	36.73	0.26
40	15.38	0.11	19.50	0.14	28.13	0.20
45	12.15	0.09	15.41	0.11	22.22	0.16
50	9.84	0.07	12.48	0.09	18.00	0.13
55	8.13	0.06	10.31	0.07	14.88	0.11
60	6.83	0.05	8.67	0.06	12.50	0.09
65	5.82	0.04	7.38	0.05	10.65	0.08
70	5.02	0.04	6.37	0.05	9.18	0.07
75	4.37	0.03	5.55	0.04	8.00	0.06

80	3.84	0.03	4.88	0.04	7.03	0.05
85	3.40	0.02	4.32	0.03	6.23	0.04
90	3.04	0.02	3.85	0.03	5.56	0.04
95	2.73	0.02	3.46	0.02	4.99	0.04
100	2.46	0.02	3.12	0.02	4.50	0.03
150	1.09	0.01	1.39	0.01	2.00	0.01
200	0.62	0.00	0.78	0.01	1.13	0.01

表 11-7 XXG-2505 型非主射方向不同距离散射线辐射剂量率计算结果一览表

距源点 距离(m)	120kV(μSv/h)		140kV(μSv/h)		160kV(μSv/h)		180kV(μSv/h)	
	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风
1	45000.00	4.50	55000.00	5.50	62500.00	43.75	85000.00	59.50
2	11250.00	1.13	13750.00	1.38	15625.00	10.94	21250.00	14.88
3	5000.00	0.50	6111.11	0.61	6944.44	4.86	9444.44	6.61
4	2812.50	0.28	3437.50	0.34	3906.25	2.73	5312.50	3.72
5	1800.00	0.18	2200.00	0.22	2500.00	1.75	3400.00	2.38
10	450.00	0.05	550.00	0.06	625.00	0.44	850.00	0.60
15	200.00	0.02	244.44	0.02	277.78	0.19	377.78	0.26
20	112.50	0.01	137.50	0.01	156.25	0.11	212.50	0.15
25	72.00	0.01	88.00	0.01	100.00	0.07	136.00	0.10
30	50.00	0.01	61.11	0.01	69.44	0.05	94.44	0.07
35	36.73	0.00	44.90	0.00	51.02	0.04	69.39	0.05
40	28.13	0.00	34.38	0.00	39.06	0.03	53.13	0.04
45	22.22	0.00	27.16	0.00	30.86	0.02	41.98	0.03
50	18.00	0.00	22.00	0.00	25.00	0.02	34.00	0.02
55	14.88	0.00	18.18	0.00	20.66	0.01	28.10	0.02
60	12.50	0.00	15.28	0.00	17.36	0.01	23.61	0.02
65	10.65	0.00	13.02	0.00	14.79	0.01	20.12	0.01
70	9.18	0.00	11.22	0.00	12.76	0.01	17.35	0.01
75	8.00	0.00	9.78	0.00	11.11	0.01	15.11	0.01
80	7.03	0.00	8.59	0.00	9.77	0.01	13.28	0.01
85	6.23	0.00	7.61	0.00	8.65	0.01	11.76	0.01
90	5.56	0.00	6.79	0.00	7.72	0.01	10.49	0.01
95	4.99	0.00	6.09	0.00	6.93	0.00	9.42	0.01
100	4.50	0.00	5.50	0.00	6.25	0.00	8.50	0.01
150	2.00	0.00	2.44	0.00	2.78	0.00	3.78	0.00
200	1.13	0.00	1.38	0.00	1.56	0.00	2.13	0.00

(3) 泄漏辐射、散射辐射叠加影响

综上，汇总各关注点需考虑的辐射影响，得到非主射方向上不同距离处的剂量率如下表所示。

表 11-8 XXG-3005 型非主射方向不同距离处漏射辐射和散射辐射叠加后的辐射剂量率表

距源点距离(m)	230kV(μSv/h)		250kV(μSv/h)		280kV(μSv/h)	
	无铅屏风	有铅屏风	无铅屏风	有铅屏风	无铅屏风	有铅屏风
1	29600.00	1677.12	36200.00	1724.64	50000.00	1824.00
5	1184.00	67.08	1448.00	68.99	2000.00	72.96
10	296.00	16.77	362.00	17.25	500.00	18.24
11	244.63	13.86	299.17	14.25	413.22	15.07
12	205.56	11.65	251.39	11.98	347.22	12.67
13	175.15	9.92	214.20	10.20	295.86	10.79
14	151.02	8.56	184.69	8.80	255.10	9.31
15	131.56	7.45	160.89	7.67	222.22	8.11
20	74.00	4.19	90.50	4.31	125.00	4.56
25	47.36	2.68	57.92	2.76	80.00	2.92
26	43.79	2.48	53.55	2.55	73.96	2.70
27	40.60	2.30	49.66	2.37	68.59	2.50
28	37.76	2.14	46.17	2.20	63.78	2.33
29	35.20	1.99	43.04	2.05	59.45	2.17
30	32.89	1.86	40.22	1.92	55.56	2.03
40	18.50	1.05	22.63	1.08	31.25	1.14
41	17.61	1.00	21.53	1.03	29.74	1.09
42	16.78	0.95	20.52	0.98	28.34	1.03
43	16.01	0.91	19.58	0.93	27.04	0.99
44	15.29	0.87	18.70	0.89	25.83	0.94
45	14.62	0.83	17.88	0.85	24.69	0.90
46	13.99	0.79	17.11	0.82	23.63	0.86
47	13.40	0.76	16.39	0.78	22.63	0.83
48	12.85	0.73	15.71	0.75	21.70	0.79
49	12.33	0.70	15.08	0.72	20.82	0.76
50	11.84	0.67	14.48	0.69	20.00	0.73
55	9.79	0.55	11.97	0.57	16.53	0.60
56	9.44	0.53	11.54	0.55	15.94	0.58
57	9.11	0.52	11.14	0.53	15.39	0.56

58	8.80	0.50	10.76	0.51	14.86	0.54
59	8.50	0.48	10.40	0.50	14.36	0.52
60	8.22	0.47	10.06	0.48	13.89	0.51
100	2.96	0.17	3.62	0.17	5.00	0.18
105	2.68	0.15	3.28	0.16	4.54	0.17
106	2.63	0.15	3.22	0.15	4.45	0.16
107	2.59	0.15	3.16	0.15	4.37	0.16
108	2.54	0.14	3.10	0.15	4.29	0.16
109	2.49	0.14	3.05	0.15	4.21	0.15
110	2.45	0.14	2.99	0.14	4.13	0.15
120	2.06	0.12	2.51	0.12	3.47	0.13
121	2.02	0.11	2.47	0.12	3.42	0.12
122	1.99	0.11	2.43	0.12	3.36	0.12
123	1.96	0.11	2.39	0.11	3.30	0.12
133	1.67	0.09	2.05	0.10	2.83	0.10
140	1.51	0.09	1.85	0.09	2.55	0.09
141	1.49	0.08	1.82	0.09	2.51	0.09
142	1.47	0.08	1.80	0.09	2.48	0.09
143	1.45	0.08	1.77	0.08	2.45	0.09
144	1.43	0.08	1.75	0.08	2.41	0.09
145	1.41	0.08	1.72	0.08	2.38	0.09
190	0.82	0.05	1.00	0.05	1.39	0.05
200	0.74	0.04	0.91	0.04	1.25	0.05

表 11-9 XXG-2505 型非主射方向不同距离处漏射辐射和散射辐射叠加后的辐射剂量率表

距源点 距离(m)	120kV(μSv/h)		140kV(μSv/h)		160kV(μSv/h)		180kV(μSv/h)	
	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风	无铅屏 风	有铅屏 风
1	50000.00	454.50	60000.00	455.50	67500.00	493.75	90000.00	509.50
5	2000.00	18.18	2400.00	18.22	2700.00	19.75	3600.00	20.38
6	1388.89	12.63	1666.67	12.65	1875.00	13.72	2500.00	14.15
7	1020.41	9.28	1224.49	9.30	1377.55	10.08	1836.73	10.40
8	781.25	7.10	937.50	7.12	1054.69	7.71	1406.25	7.96
9	617.28	5.61	740.74	5.62	833.33	6.10	1111.11	6.29
10	500.00	4.55	600.00	4.56	675.00	4.94	900.00	5.10
11	413.22	3.76	495.87	3.76	557.85	4.08	743.80	4.21
12	347.22	3.16	416.67	3.16	468.75	3.43	625.00	3.54

13	295.86	2.69	355.03	2.70	399.41	2.92	532.54	3.01
14	255.10	2.32	306.12	2.32	344.39	2.52	459.18	2.60
15	222.22	2.02	266.67	2.02	300.00	2.19	400.00	2.26
20	125.00	1.14	150.00	1.14	168.75	1.23	225.00	1.27
55	16.53	0.15	19.83	0.15	22.31	0.16	29.75	0.17
56	15.94	0.14	19.13	0.15	21.52	0.16	28.70	0.16
57	15.39	0.14	18.47	0.14	20.78	0.15	27.70	0.16
58	14.86	0.14	17.84	0.14	20.07	0.15	26.75	0.15
59	14.36	0.13	17.24	0.13	19.39	0.14	25.85	0.15
60	13.89	0.13	16.67	0.13	18.75	0.14	25.00	0.14
61	13.44	0.12	16.12	0.12	18.14	0.13	24.19	0.14
62	13.01	0.12	15.61	0.12	17.56	0.13	23.41	0.13
63	12.60	0.11	15.12	0.11	17.01	0.12	22.68	0.13
64	12.21	0.11	14.65	0.11	16.48	0.12	21.97	0.12
65	11.83	0.11	14.20	0.11	15.98	0.12	21.30	0.12
66	11.48	0.10	13.77	0.10	15.50	0.11	20.66	0.12
67	11.14	0.10	13.37	0.10	15.04	0.11	20.05	0.11
68	10.81	0.10	12.98	0.10	14.60	0.11	19.46	0.11
69	10.50	0.10	12.60	0.10	14.18	0.10	18.90	0.11
70	10.20	0.09	12.24	0.09	13.78	0.10	18.37	0.10
75	8.89	0.08	10.67	0.08	12.00	0.09	16.00	0.09
76	8.66	0.08	10.39	0.08	11.69	0.09	15.58	0.09
77	8.43	0.08	10.12	0.08	11.38	0.08	15.18	0.09
78	8.22	0.07	9.86	0.07	11.09	0.08	14.79	0.08
79	8.01	0.07	9.61	0.07	10.82	0.08	14.42	0.08
80	7.81	0.07	9.38	0.07	10.55	0.08	14.06	0.08
100	5.00	0.05	6.00	0.05	6.75	0.05	9.00	0.05
140	2.55	0.02	3.06	0.02	3.44	0.03	4.59	0.03
141	2.51	0.02	3.02	0.02	3.40	0.02	4.53	0.03
142	2.48	0.02	2.98	0.02	3.35	0.02	4.46	0.03
143	2.45	0.02	2.93	0.02	3.30	0.02	4.40	0.02
144	2.41	0.02	2.89	0.02	3.26	0.02	4.34	0.02
145	2.38	0.02	2.85	0.02	3.21	0.02	4.28	0.02
150	2.22	0.02	2.67	0.02	3.00	0.02	4.00	0.02
155	2.08	0.02	2.50	0.02	2.81	0.02	3.75	0.02
160	1.95	0.02	2.34	0.02	2.64	0.02	3.52	0.02
165	1.84	0.02	2.20	0.02	2.48	0.02	3.31	0.02

170	1.73	0.02	2.08	0.02	2.34	0.02	3.11	0.02
180	1.54	0.01	1.85	0.01	2.08	0.02	2.78	0.02
190	1.39	0.01	1.66	0.01	1.87	0.01	2.49	0.01
200	1.25	0.01	1.50	0.01	1.69	0.01	2.25	0.01

由上表可知，XXG-3005 型 X 射线机 3 种电压工况作业时，非主射方向划定的控制区和监督区分别为：**①230kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 45m 范围内，监督区范围为距离探伤机 45m~109m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 11m 范围内，监督区范围为距离探伤机 11m~26m 范围。**②250kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 50m 范围内，监督区范围为距离探伤机 50m~121m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 11m 范围内，监督区范围为距离探伤机 11m~27m 范围。**③280kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 58m 范围内，监督区范围为距离探伤机 58m~142m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 12m 范围内，监督区范围为距离探伤机 12m~27m 范围。

XXG-2505 型 X 射线机 4 种电压工况作业时，非主射方向划定的控制区和监督区分别为：**①120kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 58m 范围内，监督区范围为距离探伤机 58m~142m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 6m 范围内，监督区范围为距离探伤机 6m~14m 范围。**②140kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 64m 范围内，监督区范围为距离探伤机 64m~155m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 6m 范围内，监督区范围为距离探伤机 6m~14m 范围。**③160kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 68m 范围内，监督区范围为距离探伤机 68m~165m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 6m 范围内，监督区范围为距离探伤机 6m~15m 范围。**④180kV 电压工况：**在不采取任何屏蔽措施的情况下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 78m 范围内，监督区范围为距离探伤机 78m~190m 范围；在 3mmPb 屏蔽下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 6m 范围内，监督区范围为距离探伤机 6m~15m 范围。

3、主射线方向控制区与监督区划分

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014），有用线束在关注点处的剂量率可按下式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots \text{公式四}$$

式中：

$\dot{H}$ ——关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，取值同上文非主射方向；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，以本章节公式二计算，式中什值层厚度取值根据《辐射防护导论》（方杰主编）查阅，不同电压条件下 X 射线束在钢中的什值层厚度见下表。

表 11-10 各宽束 X 射线在钢中的什值层厚度（mm）

电压（kV）	120	140	160	180	230	250	280
什值层	8	10	12	13	18	19	20
工件厚度	4	11	16	21	31	36	40
B	0.3162	0.0794	0.0464	0.0242	0.0190	0.0127	0.0100

表 11-11 各宽束 X 射线在铅中的什值层厚度（mm）

电压（kV）	120	140	160	180	230	250	280
什值层	0.75	0.9	1	1.5	2.5	3	3.5

（1）无屏蔽措施

由公式四可以估算出本项目 X 射线探伤机探伤不同工件的工况时，在无屏蔽措施的情况下产生的 X 射线在不同距离的辐射剂量率，其计算结果见下表。

表 11-12 XXG-3005 型探伤机在不同工况的辐射剂量率（单位： $\mu\text{Sv/h}$ ）

距源点距离（m）	“31mm 工件-230kV 电压” 工况	“36mm 工件-250kV 电压” 工况	“40mm 工件-280kV 电压” 工况
1	23370.00	19812.00	22500.00
2	5842.50	4953.00	5625.00
3	2596.67	2201.33	2500.00
4	1460.63	1238.25	1406.25

5	934.80	792.48	900.00
6	649.17	550.33	625.00
7	476.94	404.33	459.18
8	365.16	309.56	351.56
9	288.52	244.59	277.78
10	233.70	198.12	225.00
15	103.87	88.05	100.00
20	58.43	49.53	56.25
25	37.39	31.70	36.00
30	25.97	22.01	25.00
35	19.08	16.17	18.37
40	14.61	12.38	14.06
45	11.54	9.78	11.11
50	9.35	7.92	9.00
55	7.73	6.55	7.44
60	6.49	5.50	6.25
65	5.53	4.69	5.33
70	4.77	4.04	4.59
75	4.15	3.52	4.00
80	3.65	3.10	3.52
85	3.23	2.74	3.11
90	2.89	2.45	2.78
95	2.59	2.20	2.49
100	2.34	1.98	2.25
110	1.93	1.64	1.86
120	1.62	1.38	1.56
130	1.38	1.17	1.33
140	1.19	1.01	1.15
150	1.04	0.88	1.00
160	0.91	0.77	0.88
170	0.81	0.69	0.78
180	0.72	0.61	0.69
190	0.65	0.55	0.62
200	0.58	0.50	0.56

表 11-13 XXG-2505 型探伤机在不同工况的辐射剂量率（单位：μSv/h）

距源点距离 (m)	“4mm 工件-120kV 电压” 工况	“11mm 工件 -140kV 电压” 工况	“16mm 工件 -160kV 电压” 工况	“21mm 工件 -180kV 电压” 工况
--------------	-------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

1	853740.00	262020.00	174000.00	123420.00
2	213435.00	65505.00	43500.00	30855.00
3	94860.00	29113.33	19333.33	13713.33
4	53358.75	16376.25	10875.00	7713.75
5	34149.60	10480.80	6960.00	4936.80
6	23715.00	7278.33	4833.33	3428.33
7	17423.27	5347.35	3551.02	2518.78
8	13339.69	4094.06	2718.75	1928.44
9	10540.00	3234.81	2148.15	1523.70
10	8537.40	2620.20	1740.00	1234.20
15	3794.40	1164.53	773.33	548.53
20	2134.35	655.05	435.00	308.55
25	1365.98	419.23	278.40	197.47
30	948.60	291.13	193.33	137.13
35	696.93	213.89	142.04	100.75
40	533.59	163.76	108.75	77.14
45	421.60	129.39	85.93	60.95
50	341.50	104.81	69.60	49.37
55	282.23	86.62	57.52	40.80
60	237.15	72.78	48.33	34.28
65	202.07	62.02	41.18	29.21
70	174.23	53.47	35.51	25.19
75	151.78	46.58	30.93	21.94
80	133.40	40.94	27.19	19.28
85	118.16	36.27	24.08	17.08
90	105.40	32.35	21.48	15.24
95	94.60	29.03	19.28	13.68
100	85.37	26.20	17.40	12.34
110	70.56	21.65	14.38	10.20
120	59.29	18.20	12.08	8.57
130	50.52	15.50	10.30	7.30
140	43.56	13.37	8.88	6.30
150	37.94	11.65	7.73	5.49
160	33.35	10.24	6.80	4.82
170	29.54	9.07	6.02	4.27
180	26.35	8.09	5.37	3.81
190	23.65	7.26	4.82	3.42

200	21.34	6.55	4.35	3.09
-----	-------	------	------	------

由上表可以看出：在无屏蔽措施情况下，本项目 XXG-3005 型探伤机在实际探伤过程中主射控制区最大范围为探伤机周围 48m 范围内，监督区最大范围为 120m 范围内；XXG-2505 型探伤机在实际探伤过程中主射控制区最大范围为探伤机周围 150m 范围内，监督区最大范围为 370m 范围内。即在无屏蔽措施的情况下，本项目探伤过程中控制区、监督区范围均较大，可能超出厂界，不便于管理。因此，环评提出：探伤时，在主射束方向工件背后紧挨工件拟采用面积为 4m²（形状为方形）、厚度为 3mmPb 当量的铅屏风遮挡以减少 X 射线对环境的影响。探伤人员工位避开射线主射方向，在主射方向的背面或侧面作业，距焦点 25m 处（电缆长 25m）用铅屏风防护进行控制操作，并尽量利用现场实体物屏蔽。

（2）采用铅屏风后

探伤时，在主射束方向工件背后紧挨工件拟采用厚度为 3mmPb 当量的铅屏风遮挡以减少 X 射线对环境的影响，各工况下透射因子 B 计算过程如下表所示。

表 11-14 采用 3mmPb 铅屏风屏蔽体不同能量散射线透射因子计算一览表

序号	电压	120kV	140kV	160kV	180kV	230kV	250kV	280kV
1	工件厚度	4	11	16	21	31	36	40
2	钢（工件）的铅当量*	0.59	1	1.3	1.6	2.3	2.5	4.7
3	综合屏蔽材料	4mm 钢 +3mmPb	11mm 钢 +3mmPb	16mm 钢 +3mmPb	21mm 钢 +3mmPb	31mm 钢 +3mmPb	36mm 钢 +3mmPb	40mm 钢 +3mmPb
4	综合铅当量	3.59mm Pb	4mmPb	4.3mm Pb	4.6mm Pb	5.3mm Pb	5.5mm Pb	7.7mm Pb
5	什值层厚度	0.75mm	0.9mm	1mm	1.3mm	2.5mm	2.9mm	3.5mm
6	透射因子 B	0.0001	0.0005	0.0010	0.0049	0.0631	0.0924	0.1389
*注：根据《X 射线和 γ 射线防护手册》第 74 页表 11.A “各种建筑材料在狭束 X 射线时的铅当量”。								

由公式四可以估算出本项目 X 射线探伤机探伤不同工件时，产生的 X 射线经 3mmPb 当量的铅屏风屏蔽后在不同距离的辐射剂量率，其计算结果见下表。

表 11-15 XXG-3005 型探伤机在不同工况的辐射剂量率（单位：μSv/h）

距源点距离（m）	“31mm 工件-230kV 电压”工况	“36mm 工件-250kV 电压”工况	“40mm 工件-280kV 电压”工况
1	9335.70	19796.40	14197.50
5	373.43	791.86	567.90

10	93.36	197.96	141.98
15	41.49	87.98	63.10
20	23.34	49.49	35.49
25	14.94	31.67	22.72
26	13.81	29.28	21.00
27	12.81	27.16	19.48
28	11.91	25.25	18.11
29	11.10	23.54	16.88
30	10.37	22.00	15.78
31	9.71	20.60	14.77
32	9.12	19.33	13.86
33	8.57	18.18	13.04
34	8.08	17.12	12.28
35	7.62	16.16	11.59
36	7.20	15.28	10.95
37	6.82	14.46	10.37
40	5.83	12.37	8.87
45	4.61	9.78	7.01
50	3.73	7.92	5.68
55	3.09	6.54	4.69
60	2.59	5.50	3.94
61	2.51	5.32	3.82
62	2.43	5.15	3.69
63	2.35	4.99	3.58
64	2.28	4.83	3.47
65	2.21	4.69	3.36
70	1.91	4.04	2.90
75	1.66	3.52	2.52
76	1.62	3.43	2.46
77	1.57	3.34	2.39
78	1.53	3.25	2.33
79	1.50	3.17	2.27
80	1.46	3.09	2.22
85	1.29	2.74	1.97
86	1.26	2.68	1.92
87	1.23	2.62	1.88
88	1.21	2.56	1.83

89	1.18	2.50	1.79
90	1.15	2.44	1.75
100	0.93	1.98	1.42
150	0.41	0.88	0.63
200	0.23	0.49	0.35

表 11-16 XXG-2505 型探伤机在不同工况的辐射剂量率（单位：μSv/h）

距源点距离 (m)	“4mm 工件-120kV 电压” 工况	“11mm 工件 -140kV 电压” 工况	“16mm 工件 -160kV 电压” 工况	“21mm 工件 -180kV 电压” 工况
1	54.00	132.00	187.50	1479.00
2	13.50	33.00	46.88	369.75
3	6.00	14.67	20.83	164.33
4	3.38	8.25	11.72	92.44
5	2.16	5.28	7.50	59.16
6	1.50	3.67	5.21	41.08
7	1.10	2.69	3.83	30.18
8	0.84	2.06	2.93	23.11
9	0.67	1.63	2.31	18.26
10	0.54	1.32	1.88	14.79
11	0.45	1.09	1.55	12.22
12	0.38	0.92	1.30	10.27
13	0.32	0.78	1.11	8.75
14	0.28	0.67	0.96	7.55
15	0.24	0.59	0.83	6.57
16	0.21	0.52	0.73	5.78
17	0.19	0.46	0.65	5.12
18	0.17	0.41	0.58	4.56
19	0.15	0.37	0.52	4.10
20	0.14	0.33	0.47	3.70
21	0.12	0.30	0.43	3.35
22	0.11	0.27	0.39	3.06
23	0.10	0.25	0.35	2.80
24	0.09	0.23	0.33	2.57
25	0.09	0.21	0.30	2.37
30	0.06	0.15	0.21	1.64
35	0.04	0.11	0.15	1.21
40	0.03	0.08	0.12	0.92
50	0.02	0.05	0.08	0.59

60	0.02	0.04	0.05	0.41
100	0.01	0.01	0.02	0.15

由上表可以看出，经 3mmPb 铅屏风防护后，本项目 XXG-3005 型探伤机在实际探伤过程中主射控制区最大范围为探伤机周围 37m 范围内，监督区最大范围为 37~89m 范围内；XXG-2505 型探伤机在实际探伤过程中主射控制区最大范围为探伤机周围 10m 范围内，监督区最大范围为 10~25m 范围内。

根据控制区和监督区边界的 X 射线空气吸收剂量率应分别低于 15 μ Sv/h 和 2.5 μ Sv/h 的要求，结合上表可知，本项目两台探伤机正常工作时，分别在设置了 3mm 铅当量铅屏风遮挡主射束的情况下，对应各种工况时控制区和监督区范围划分情况如下。

表 11-17 不同工况时探伤机两区划分情况一览表

探伤机型号	探伤工件厚度（mm）	探伤机工况（kV）	控制区范围（m）		监督区范围（m）	
			主射方向（需设置 3mm 铅当量铅屏风）	非主射方向（需设置 3mm 铅当量铅屏风）	主射方向（需设置 3mm 铅当量铅屏风）	非主射方向（需设置 3mm 铅当量铅屏风）
XXG-3005	31~35	230	0~25	0~11	25~62	11~26
	36~39	250	0~37	0~11	37~89	11~27
	40~46	280	0~31	0~12	31~76	12~27
XXG-2505	4~10	120	0~2	0~6	2~5	6~14
	11~15	140	0~3	0~6	3~8	6~14
	16~20	160	0~4	0~6	4~9	6~15
	21~30	180	0~10	0~6	10~25	6~15

本项目 XXG-3005 型探伤机正常工作“36mm 工件-250kV 电压”工况时控制区和监督区范围最大，XXG-2505 型探伤机正常工作“21mm 工件-180kV 电压”工况时控制区和监督区范围最大，详见附图。为便于移动探伤现场管理，本项目控制区限定在厂房范围内，即厂房边界处辐射剂量率 $\leq 15\mu$ Sv/h（控制区边界限值）；监督区限定在厂界范围内，即厂界处辐射剂量率 $\leq 2.5\mu$ Sv/h（监督区边界限值），同时避开厂内办公生活区。

实际探伤作业中，需依据现场实际工况的监测结果，划定控制区与监督区的范围。若探伤机工作电压较高导致两区范围偏大时，应将探伤机优先布置在厂房、厂区的中间位置，同时控制主射方向避开周围保护目标，严格遵循“控制区不超出厂房、监督区不超出厂界”的要求。本项目探伤机在不同厂房作业，不同工况

时主射方向控制要求如下表所示。

表 11-18 不同工况时探伤机主射方向控制要求

探伤机型号	探伤机工况 (kV)	控制主射方向		
		一号厂房	二号厂房	三号厂房
XXG-3005	230	由西向东	由东向西/由北向南	由南向北
	250	由西向东	由东向西/由北向南	由南向北
	280	由西向东	由东向西/由北向南	由南向北
XXG-2505	120	/	/	/
	140	/	/	/
	160	/	/	/
	180	/	/	/

3、环境保护目标环境影响分析

本项目现场探伤敏感目标主要是职业人员（操作人员）和公众人员（包括警戒人员）。

（1）操作人员剂量计算

计算职业人员有效剂量时，考虑操作人员使用 3mmPb 铅屏风进行遮挡后，在探伤机后方 25m 处操作，处于非主射方向。按公式一、公式二、公式三进行计算，探伤机在非主射方向 25m 辐射剂量率见表 11-5，取大的值进行计算，即 3.16μSv/h。

根据项目基本情况章节，本项目 X 射线探伤机年出束时间为 125h。由一组人员进行操作。工作人员居留因子按 1 计算（保守考虑），按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）——2000 年报告附录 A 计算公式，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下。

$$D=qTHW_TW_R\text{.....公式五}$$

式中：D——受照的年有效剂量，mSv/a；

H——X-γ 外照射剂量率增量（即为本项目的周围剂量当量率理论计算值），mSv/h；

T——每年受照工作时间，h/a；

q——居留因子，取 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。

由公式五得出操作人员的最大年有效剂量为 0.395mSv/a, 低于本次评价确定的剂量约束值 5mSv/a。

(2) 公众人员（含警戒人员）剂量计算

本项目设置 2 名警戒工作人员，位于监督区边界负责警戒工作，分为两组轮流工作。本项目探伤时，监督区警戒线处有效剂量率保守取 2.5 μ Sv/h，由于每次探伤场所都不相同，本项目按照探伤机每年工作 125h 保守计算，每名警戒人员工作 62.5h，公众居留因子取 1，得出监督区边界公众及警戒人员受照射的年有效剂量为 0.156mSv/a，低于本次评价确定的剂量管理值 0.25mSv/a。评价范围内代表性公众人员剂量计算如下表。

表 11-18 代表性公众人员剂量计算一览表

序号	代表性公众人员	有效剂量率	工作时间	居留因子*	年有效剂量	达标情况
1	警戒人员	2.5	62.5	1	0.156	达标
2	公司办公楼	2.5	125	0.5	0.156	达标
3	西侧云煤输送设备制造有限责任公司	2.5	125	0.5	0.156	达标

*注：警戒人员负责整个探伤期间监督区外的警戒工作，居留因子取 1；其余办公人员为 8h 工作制，探伤时段在生产区工人下班后的 18:00~21:00，或节假日，居留因子取 0.5。

实际现场探伤时，在设置监督区并搞好警戒的状态下，一般情况下，除警戒人员外公众不会出现在监督区边缘，评价范围内其他保护目标如办公楼、宿舍楼、厂外其他企业等多为流动人员，距离较远，且项目探伤时段选择已避开本公司生产人员及评价范围内保护目标公众的集中活动时段，公众实际居留因子较低，可以确保公众的附加有效剂量远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 1mSv/a 剂量限值，也低于本报告提出 0.25mSv/a 的管理约束限值，在正常情况下对公众是安全的。

根据工作人员及公众成员年受照剂量估算，职业工作人员、警戒人员及公众成员的年受照剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值及本报告的评价限值。

二、非辐射环境影响分析

(1) 大气环境影响分析

项目运行期间产生的废气主要为 X 射线探伤机在开机曝光期间 X 射线与空气电离作用产生少量 O₃ 和微量 NO_x。由于本项目 X 射线探伤机工作时的管电压、

管电流较小，最大管电压仅为 300kV，最大管电流仅 5mA，因此产生的臭氧和氮氧化物极少。采用移动探伤方式，探伤区域仅在一号厂房、二号厂房、三号厂房内，每栋厂房建筑面积在 7038m²~9108m²，一号厂房：长×宽=102m×69m、二号厂房：长×宽=108m×69m、三号厂房：长×宽=132m×69m，厂房高度 19m，空间开阔，大气扩散条件良好，且设有机机械通风设施，少量臭氧和氮氧化物通过厂房的机械通风装置引出排放，对环境的影响较小。

(2) 水环境影响分析

本项目辐射工作人员在公司现有人员内调配，不新增劳动定员。工作人员产生的生活污水依托公司整体生活污水处置方案，生活污水经化粪池收集预处理后，排入厂区南侧园区市政污水管网，进入西城污水处理厂处理，对周围环境影响很小。

(3) 声环境影响分析

本项目探伤机运行时不产生噪声，仅在探伤机启动前会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于探伤地点均位于厂房内部，且项目周围无居民区、学校、医院等声敏感点分布，因此项目运营期噪声经距离衰减后，不会对周围声环境产生明显影响。

(4) 固体废物影响分析

本项目运营期工作人员产生少量的生活垃圾，依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置，对周边环境影响小。

(5) 危险废物影响分析

本项目运营期产生的危险废物包括废显影液、废定影液、洗像废水、废胶片，主要在暗房内产生，本次评价要求暗房地坪及有关池体做好防渗措施，等效黏土防渗层 1.5m（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或其他防渗性能等效的材料。

本项目每年约产生废显影液、废定影液共 630L/a，属于我国《国家危险废物名录》（2025 版）中规定的危险废物，其危废编号为 HW16“感光材料废物”，废物代码为 900-019-16“其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”。废显影液、废定影液经废液收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

洗片室清洗胶片时有清洗废水产生，产生量约为 0.75m³/a，废水中含有少量

的 AgBr 和显影剂，故按危险废物进行处置。清洗废水经废液收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，废胶片的产生量每年约为 1500 张，废胶片附着少量的 AgBr 和显影剂，属于我国《国家危险废物名录》（2025 版）中规定的危险废物，其危废编号为 HW16 “感光材料废物”，废物代码为 900-019-16 “其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”。废胶片经专用收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

通过采取以上处置措施，本项目产生的危险废物对周边环境影响较小。

事故影响分析

本项目 2 台探伤机，均属于 II 类射线装置。对于射线装置，当设备关机时不会产生射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。且其 X 射线能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

1、本项目 II 类射线装置可能发生的事故工况

（1）仪器故障

X 射线机漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的要求，或探伤机故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

（2）误照射

可能造成探伤人员和公众的误照射的情况为：探伤时用较大工况探伤较薄的工件；没有进行现场分区且没有管控措施，操作人员无安全保护意识，随意开机；探伤时无防护措施。以上工况探伤人员和公众误入或滞留于控制区，将造成有关人员被误照射。

（3）X 射线机丢失、被盗

X 射线机丢失、被盗后，不了解 X 射线机用途的人员开机可能造成周围人员受到大剂量的照射。

2、事故状况下环境影响分析

本次评价事故分析考虑可能发生的最大辐射事故（按最大管电压 300kV 进行估算）：探伤时人员滞留于控制区，造成有关人员被误照射（考虑最不利影响，

人员处于主射方向，且无工件遮挡无防护），人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的周围剂量当量率有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的周围剂量当量率可用公式四计算。

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots \text{公式四}$$

式中：

$\dot{H}$ ——关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；XXG-3005 型探伤机过滤片为 3mmCu，查阅《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）中的附录 B 中表 B.1，300kV 对应的 X 射线输出量为 $11.3\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，经换算为 $11.3\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min}) \times 60000 = 6.78 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，无防护时透射因子 $B=1$ 。

根据以上计算，事故状态下人员响应时间估算结果统计如下。

表 11-19 X 射线探伤机事故情况下人员响应时间估算结果

与焦点距离（m）	有效剂量（mSv/h）	职业人员响应时间（s）	公众响应时间（s）
1.0	3390	21.24	1.06
2.0	847.8	84.93	4.25
5.0	135.6	530.97	26.55

注：按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的年有效剂量限值（职业人员为 20mSv，公众为 1mSv）计算响应时间。

由上表可知，移动探伤的事故情况下，X射线直接照射到人员身上，职业人员在主束方向 2m 处误照时间超过 84.93s，会造成超过职业人员 20mSv/次的国家标准限值；公众在主束方向 2m 处误照时间超过 4.25s，会造成超过公众 1mSv/次的国家标准限值。

根据云南省生态环境厅文件（云环发〔2022〕4 号）中关于《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订）》的规定：根据辐射事故的性质、程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射

事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见下表。

表 11-20 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	(1) 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； (2) 放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上急性死亡； (3) 放射性物质泄漏，造成大范围辐射污染后果； (4) 对我省境内可能或已经造成较大范围辐射环境影响的航天器坠落事件。
重大辐射事故	(1) I类、II类放射源丢失、被盗、失控； (2) 放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以下急性死亡或者 10 人以上急性重度放射病、局部器官残疾的； (3) 放射性物质泄漏，造成较大范围辐射污染后果的。
较大辐射事故	(1) III类放射源丢失、被盗、失控； (2) 放射性同位素和射线装置失控导致 10 人以下急性重度放射病、局部器官残疾； (3) 放射性物质泄漏，造成小范围辐射污染后果的。
一般辐射事故	(1) IV类、V 类放射源丢失、被盗、失控； (2) 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； (3) 放射性物质泄漏，造成局部辐射污染后果的； (4) 铀矿冶、伴生矿超标排放，造成环境辐射污染后果的； (5) 测井用放射源落井，打捞不成功进行封井处理。

本项目使用类放射装置，辐射事故多为开机误照射导致人员受到超过年剂量限值，根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）中的规定，本项目可能发生的事故通常情况下属于一般辐射事故。

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。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动辐射事故应急预案，及时报警。由于本项目为现场探伤项目，因此在探伤工作开始之前，必须在所有控制区周边和监督区周边张贴告示，在监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，在监督区范围内严禁无关人员进入，避免受到意外照射。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。

3、辐射事故预防措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，要求建设方严格执行以下风险预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 在现场探伤作业前，应按项目制定工作方案，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；

(3) 现场探伤作业前需要进行公告，应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。要求在探伤现场提前两天公告，且安全信息公示牌面积不小于 2m²。

(4) 凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(5) 必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前所有人员必须全部撤离，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；

(6) 每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

(7) 建设单位所有辐射工作人员均须参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书，所有辐射工作人员均须持证上岗。

4、事故应急处置措施

建设单位已制定了《辐射事故应急处理预案》，内容包括：总则、辐射事故预防、组织机构及职能、辐射事故应急处理程序、辐射事故报告、辐射事故应急终止及事故后恢复，程序清晰、责任分工明确，具有一定可行性。本项目竣工验收前将完成《辐射事故应急处理预案》的更新、修订，对辐射事故应急预案定期进行演练并修订，明确应急人员的组织及联系方式，细化应急处置工作程序等相关内容。一旦发生辐射事故，立即启动本项目辐射事故应急预案，并及时向当地生态环境局、公安局和卫健委报告，妥善处理事故。

发生误照射时，应立即按下紧急停止开关，停止误照射的发生，并立即向辐射安全与防护管理工作领导小组报告，组织对受照人员的剂量估算。

当发生射线装置失控时，应立即向当地生态环境局、公安局和卫健委报告，调取丢失地监控，为寻找丢失射线装置提供线索。

表 12 辐射安全管理

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》（2017 年修正本）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。 目前，曲靖重型机械制造有限公司已于 2024 年 1 月 8 日发布了《关于调整公司辐射安全管理领导小组的通知》（曲〔2024〕2 号），调整了辐射安全与环境保护管理领导小组，负责日常辐射安全与环境保护管理工作，有领导分管、管理机构健全。辐射工作人员熟悉专业技术，而且对安全防护与相关法规知识也有相应了解，实际操作中须按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。辐射工作人员应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的辐射安全培训合格证书到期后应参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。 本项目探伤机周围无其他辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。公司应当确保探伤操作时有操作人员在场，应为每位操作人员配备个人剂量计。个人剂量计定人佩戴，个人剂量计每 90 天送交有资质的单位进行检测，并建立个人剂量档案，完善个人剂量监测及健康档案管理制度。 为确保曲靖重型机械制造有限公司辐射防护的各项工作落到实处，公司成立了辐射防护领导小组，其职责如下： ①全面负责公司辐射安全管理工作； ②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施； ③负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训； ④检查安全防护设施，开展辐射监测，对使用的射线装置安全防护情况进行年度评估； ⑤实施辐射工作人员的个人剂量监测并做好个人剂量的档案管理工作； ⑥编制辐射事故应急预案，并进行辐射事故应急预案演练。

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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《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、人员培训制度、辐射工作场所现场监测制度、方案等。

曲靖重型机械制造有限公司现状已持有辐射安全许可证书（云环辐证[00986]），并已多年开展 X 射线探伤工作，目前已制定了相关辐射安全管理规章制度。根据建设单位提供资料及实际调查情况，曲靖重型机械制造有限公司针对 X 射线探伤专门制定了以下制度（规章制度相关文件见附件 10）。

表 12-1 管理制度汇总对照分析表

序号	检查项目		制度制定	是否需要完善	落实情况
1	综合管理	辐射防护和安全保卫制度	已制定	不需要完善	已落实
2		安全操作规程	已制定	不需要完善	已落实
3		设备检修维护制度	已制定	不需要完善	已落实
4		辐射安全管理机构设置（设置文件）	已制定	不需要完善	已落实
5		场所设施退役（报废）管理制度	不涉及	/	/
6		放射源使用管理登记制度	不涉及	/	/
7		非密封放射性物质管理制度	不涉及	/	/
8		射线装置管理制度	已制定	不需要完善	已落实
9	监测	监测方案	已制定	需要完善	完善常规监测、日常监测以及应急监测等内容
10		监测仪器检验与刻度管理制度	未制定	/	拟制定监测仪器检验与刻度管理制度
11	人员管理	辐射工作人员资质管理	未制定	/	拟制定辐射工作人员资质管理制度
12		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	不需要完善	已落实
13		辐射工作人员健康管理制度	已制定	不需要完善	已落实
14		辐射工作人员个人剂量管理	已制定	不需要完善	已落实
15		辐射工作人员培训制度	未制定	/	拟制定切实符合本项目人员培训制度

16	事故 应急	辐射事故应急管理制度及方案	已制定	需要完善	应明确企业 风险等级， 完善事故应 急响应程 序、核实各 单位名称及 电话等
17	废物 管理	闲置（废弃）放射源及其他放射性废物 处置管理制度	不涉及	/	/

建设单位的辐射安全管理规章制度如下：

根据上表可知，曲靖重型机械制造有限公司辐射安全管理规章制度现状情况如下：

（1）制定了《辐射防护和安全保卫制度》，包括专人负责辐射防护和安全保卫工作，定期检查落实安全防护措施，减少安全隐患；定期对射线装置外壳无损检测；加强对射线装置的维护和管理；定期对辐射工作场所监测与评估等。

（2）制定了《射线装置安全操作规程》，规定了人员经培训合格后方可上岗；探伤机工作条件及操作步骤、开关机顺序等。

（3）制定了《射线装置检修维护制度》，明确了辐射设备严格按照操作说明书及维护保养手册进行保养；逐步落实修理制度以及对检修人员安全操作等方面的要求。

（4）制定了《关于成立辐射安全与环境保护管理机构成立文件》，建立辐射安全与环境保护管理领导小组及确定各小组工作职责管理，根据相关法律要求落实环保手续，及时申报辐射安全许可证，落实辐射防护及日常监督管理工作等相关要求。

（5）制定了《射线装置使用登记和台账管理制度》，主要包括 X 射线探伤机使用登记台账制定的详细内容、目前状态（使用、检修、闲置等）、并进行监督检查等相关内容。

（6）制定了《辐射工作场所现场监测制度、方案》，主要包括辐射环境监测、个人剂量监测、配置个人剂量报警仪及人员健康检查以及制定监测方案确定监测对象、监测频次等相关内容，应完善具体常规监测、日常监测以及应急监测内容。

(7) 未制定《监测仪器检验与刻度管理制度》，拟在项目投运前制定，主要包括对监测仪器日常管理、监测仪表测量过程管理等。

(8) 未制定《辐射工作人员资质管理制度》，拟在项目投运前制定，主要包括资质分类、资质要求、资质管理（资质认定、资质维护和资质处罚）等相关内容。

(9) 制定了《辐射工作人员岗位职责》，规定了辐射工作人员必须经考核合格后方可上岗工作、按期做健康体检并合格后正常从事岗位工作，辐射人员上岗时必须佩戴个人剂量报警仪、个人剂量计、做好个人防护等，建立个人剂量和健康档案等相关内容。

(10) 制定了《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》，健康管理制度主要包括相关人员上岗前应符合职业健康检查标准，定期开展职业健康检查要求，在职、离职等情况下的相关检查要求等相关内容；个人剂量管理制度主要包括个人剂量的佩戴情况、检测周期、个人剂量监测制度、个人剂量档案管理等相关内容；职业健康管理等相关内容。

(11) 未制定《辐射工作人员培训制度》，拟在项目投运前制定，主要包括辐射工作人员上岗前必须取得考核合格证，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能，及时建立辐射工作人员培训档案等相关内容。

(12) 制定了《辐射事故应急处理预案》，主要包括辐射事故应急机构和职责分工，辐射事故报告和应急响应措施，应急指挥中心及各部门救援的程序说明，应急响应程序等相关内容。应补充明确本项目风险等级、完善事故应急响应程序、核实各单位名称及联系电话及补充应急培训与演练流程具体实施步骤等。

综上所述，建设单位虽然已制定了辐射安全管理规章制度，但仍有不足，并且随着本项目的建设，部分辐射安全管理规章制度已不再适用，因此后续应根据表 12-1 及以上要求修改完善现有辐射安全管理规章制度，针对具体实践过程中出现的问题和原有制度的不足之处及时修订，以更好地适应后期本项目运行，保障从事辐射工作人员及公众的健康与安全，保护环境，满足相应的辐射管理要求。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。待本项目投入使用后，应切实落实各项辐射安全管理制度，定期组织应急演练培训。

此外，本次评价要求建设单位完善厂区人员进出管理制度，所有进入人员须登记打卡，实现全厂人员的实时动态监控，并利用厂区现有监控设备，确保作业期间现场无关人员全部清场，必要时增加厂区内监控设备，作为控制无关人员进入探伤作业现场的措施。

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。

1、个人剂量监测

辐射工作人员在从事辐射工作时应按规定正确佩戴个人剂量计，个人剂量计每 90 天内送交有资质的单位进行检测。建设单位还应做好个人剂量档案管理工作。对于个人剂量异常情况应做到自查自纠，及时采取补救措施，自查自纠结果当事人、相关管理人员应签字、公司盖章后存档，对于个人剂量超标的情况公司还应立即向生态主管部门和卫生行政主管部门报告。

2、辐射工作场所监测

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率；

（2）监测频次：

委托有监测资质单位对工作场所至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度自查评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）；每次进行移动探伤作业时建设单位须进行活动场所的监测（操作前和操作后）。

（3）监测范围

控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置及其他人员经常活动的位置。

（4）监测设备或监测单位

公司所购买的监测仪器须按照国家规定进行计量检定，如果公司不具备监测条件的需委托有监测资质的单位进行监测。建设单位已配备 2 枚个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、1 台 X-γ剂量率巡检仪，监测设备用于公司核技术利用项目的日常监测，并做好监测台账记录，出现异常时适当增加监测频次。

本项目运营期的监测计划详见下表。

表 12-2 本项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频次	监测范围	监测设备
自主监测	X-γ空气吸收剂量率	每次进行移动探伤作业时	控制区、监督区边界	便携式 X-γ 剂量率巡检仪自主监测
委托监测	X-γ空气吸收剂量率	竣工环保验收监测 1 次	控制区、监督区边界	验收监测，委托有辐射环境监测资质的机构检测
	X-γ空气吸收剂量率	1 次/年	控制区、监督区边界	年度监测，委托有辐射环境监测资质的机构检测
	职业外照射个人剂量	1 次/90 天	本项目辐射工作人员	委托有辐射环境监测资质的机构检测

3、工作场所检查

对工作场所的警示标志、警戒线、报警装置、紧急停机按钮、射线源开关钥匙等在探伤工作之前进行一次检查，避免故障发生。

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和防护条例》等法律法规的要求，结合《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》制定辐射事故应急预案，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。建设单位制定的《辐射事故应急预案》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，明确了辐射事故应急救援应遵循的工作原则，规定了辐射事故应急处理程序。《辐射事故应急预案》制定应补充明确本项目风险等级、完善事故应急响应程序、核实各单位名称及联系电话及补充应急培训与演练流程具体实施步骤等内容。

待本项目建成投入运营后，企业应根据最新辐射事故应急响应相关要求，不断完善修订《曲靖重型机械制造有限公司辐射事故预防措施及应急处理预案》，并定期开展辐射事故应急培训及演练，并对具体实施步骤作出规定。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022年修订）（云环发〔2022〕4号）的规定判别，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。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。

在今后的运营过程中建设单位应结合公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射事故应急预案进行修订，定期开展辐射事故应急演练，完善公司辐射事故应急预案体系。

年度安全状况评估

建设单位应在每年1月31日前填报上一年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律法规规定的落实情况等方面的内容。

从事辐射活动能力的评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的相关管理要求，建设单位在本项目运营前应确保具备使用本项目Ⅱ类射线装置的条件，如设置辐射安全管理机构、制定辐射安全管理制度、满足辐射防护的场所、有效的安全防护措施、辐射安全考核通过的人员、有效的防护用品及监测仪器以及人员的个人剂量监测及健康体检等。

结合本项目拟采取的辐射安全与防护措施，对建设单位从事辐射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出相应的完善要求。建设单位使用本项目Ⅱ类射线装置应具备的能力条件与要求的符合性分析见下表。

表 12-3 建设单位从事本项目辐射活动能力的评估一览表

序号	应具备的条件	规定要求	拟采取的措施
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	已成立辐射安全与环境保护管理机构的辐射安全与环境保护管理机构，或为公司辐射安全管理领导小组，该机构

		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。	由公司法人代表担任组长,在组成上涵盖本项目核技术应用所涉及的相关生产部门和技术人员,全面负责本公司辐射安全与环境监督管理工作。
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。	本项目拟使用2台探伤机,建设方配备2名辐射工作人员,均已取得培训合格证书。
3	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备1个人剂量计。个人剂量片应编号并定人佩戴,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。	项目辐射工作人员均为原有辐射人员,每人均已配备个人剂量计,定期送检,并建立了个人剂量档案。
4	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	本项目制定了无损探伤人员岗位职责、无损探伤操作规程、设备检修维护制度、辐射工作场所及环境监测方案、辐射防护和安全保卫制度、辐射工作人员健康及个人剂量管理制度、X射线装置使用登记和台账管理制度等。
5	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	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:应急响应机构和职责、应急领导小组职责、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备;事故分级与应急响应、辐射事故应急处理等。
6	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。	建设方拟按要求落实,本次2台探伤机必须取得曲靖市生态环境局颁发的辐射安全许可证,才能投产使用。
7	安全警示装置	在进行移动式探伤时,必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。	建设方拟按要求落实此条,在进行移动式探伤时,必须在划定的探伤区设置明显的警戒线和辐射警示标志。
8	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。	建设方拟按要求落实此条,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。
9	设定监督区和控制区	进行野外探伤时,应设定控制区和监督区。控制区边界外X射线空气吸收剂量率应不大于 $15\mu\text{Gy/h}$,并设置明显的警戒线和辐射警示标识,专人看守。监督区位于控制区外,允许有关人员在此活动。其边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。边界处应有“当心,电离辐射”警示标识,公众不得进入该区域。	建设方拟按要求落实此条,进行移动探伤时,应设定控制区和监督区。控制区边界外X射线空气吸收剂量率应不大于 $15\mu\text{Gy/h}$,并设置明显的警戒线和辐射警示标识,专人看守。监督区位于控制区外,允许有关人员在此活动。其边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。边界处应有“当心,电离辐射”警示标识,公众不得进入该区域。
10	张贴探伤作业公告	在探伤作业现场应张贴公告。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、	建设方拟按要求落实此条,在探伤作业现场应张贴公告。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位

		联系电话、辐射事故报警电话等内容。	名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。
11	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。	建设方拟按要求落实此条，应及时更新妥善保存相关档案。
12	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	危险废物收集进入危废暂存间进行暂存，委托有资质的单位进行处置，并建立危险废物管理台账。

通过对照国家有关要求与本项目从事辐射活动能力的逐项分析，本项目探伤仪的防护屏蔽效果满足辐射防护要求，各种辐射安全设施设计较齐全。建设单位在落实以上各项辐射安全和防护措施以及辐射安全管理措施后，将具备使用本项目 X 射线探伤仪的综合能力。

辐射安全许可与竣工环保验收

根据《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）等法律法规，使用射线装置的单位，需取得辐射安全许可证。本项目探伤机在投入使用前建设单位应向生态环境主管部门申请核发辐射安全许可证，未取得辐射安全许可证前，不得无证运营。

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）和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326—2023）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，并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 5 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。

本项目“三同时”验收一览表如下。

表 12-4 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
环保手续履行情况	取得项目环评批复，取得辐射安全许可证。	环保手续齐全
辐射安全管理机构	辐射安全管理领导小组全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，成员涵盖公司核技术应用项目相关部门和人员。	机构职责正常履行，人员涵盖齐全
辐射安全管理制度	公司辐射安全管理制度制定完善，符合法律法规要求和公司核技术应用项目状况，制度得到落实。	辐射安全管理制度齐全，得到落实
设备信息	①搬迁 1 台 XXG-2505 型移动 X 射探伤机，额定电压 250kV，额定电流 5mA； ②新购 1 台 XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机，额定电压 300kV，额定电流 5mA。	设备与环评一致
使用场所	在曲靖重型机械制造有限公司新厂区一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤。控制 XXG-3005 型探伤机主射方向：在一号厂房内探伤作业时主射由西向东，在二号厂房内探伤作业时主射由东向西、由北向南，在三号厂房内探伤作业时主射由南向北。本项目控制区限定在厂房范围内，监督区限定在厂界范围内（同时避开厂内办公生活区）。	与环评一致
探伤机屏蔽防护	铅屏风：2 扇，铅当量 3mmPb，规格：长×宽=2m×2m。	达到 GBZ117—2022 标准要求，控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。
安全装置	控制区和监督区警示标识、探伤现场公示牌、安全警示牌 2 套，安全警示线 2 盘，大功率喊话器 1 个。 声光报警装置、紧急停机按钮、控制台有钥匙控制。 存储 X 射线机的库房设置 24 小时监控摄像头。	按要求设置并能正常运行
监测仪器	个人剂量报警仪 2 个。 个人剂量计 2 个。 便携式 X- γ 空气吸收剂量率仪 1 台。	按要求配置并使用
个人防护用品	配备 0.5mmPb 的铅衣、铅眼镜、铅围裙、铅帽等个人防护用品 2 套。	按要求落实
辐射工作人员	加强对辐射工作人员的管理，辐射工作人员参加生态环境主管部门组织的辐射安全与防护集中考核，取得考核合格证后方才安排上岗；安排本项目辐射工作人员进行上岗前、岗中和离岗职业健康体检，	按要求落实

	体检结果适宜从事辐射工作后方可安排上岗；为辐射工作人员配置个人剂量计，要求其在从事辐射工作时正确佩戴个人剂量计，并每90天将个人剂量计送有资质单位检测。	
固体废物	设置符合规范的危废暂存间，新增废液收集桶3个、危险废物（固体）收集桶1个。	按要求落实
机械通风	厂房机械通风装置，无组织排放。	厂房原有
工作区域管理	对控制区和监督区进行分区管理，建立相关制度并安装警示标志。	按要求进行分区管理，并落实相关管理措施
台账管理	建立个人剂量档案、设备进出库台账、危险废物进出库台账。	按要求落实

注：以上措施应在项目“三同时”验收时，全部落实到位。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

曲靖重型机械制造有限公司新厂区位于曲靖经开区西城片区，拟从曲靖市麒麟区教场东路 53 号的老厂区探伤室搬迁 1 台 XXG-2505 型工业用 X 射线探伤机，另新购 1 台 XXG-3005 型便携式 X 射线探伤机，在新厂区车间内对焊接钢结构工件进行移动探伤，均属于Ⅱ类射线装置。本项目移动探伤机仅在曲靖重型机械制造有限公司新厂区一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤，两台探伤机不同时使用。

本项目总投资 96 万元，环保投资约 6.3 万元，环保投资占比 6.56%。

2、产业政策符合性评价

本项目探伤机用于检测钢材制品，及时地发现焊缝缺陷，以保证成品质量，属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，本项目不属于“淘汰类”及“限制类”项目，符合国家产业政策。

3、规划的符合性

根据《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》及审查意见的函（云环函〔2022〕523 号），西城片区主要包括综合产业园、现代服务业产业园、生物医药及绿色食品产业园、新能源电池生产及配套产业园、装备制造产业园、生物医药产业园。曲靖重型机械制造有限公司为钢结构加工生产企业，本项目属于其配套工程，属于装备制造产业链的前端产业，项目用地位于《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035 年）》规划的装备制造产业园，用地属于二类工业用地。因此项目与《曲靖经济技术开发区产业园区总体规划（2021-2035 年）》是相符的。

4、选址、布局合理性评价

（1）选址合理性分析

本项目选址于曲靖重型机械制造有限公司现有新厂区内，移动探伤区域外 100m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区、学校、医院、名胜古迹

等环境敏感点，曲靖重型机械制造有限公司四周厂界已建设有实心砖围墙，北侧高 4m，其余三面高 2m，厂区外四周相邻为市政道路或其他生产企业。本项目探伤机通过采取有效屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理可行。

（2）平面布局合理性分析

本项目移动探伤机仅在一号厂房、二号厂房、三号厂房内使用，不接受其他单位的委托探伤，辐射环境影响评价范围内无居民区、学校、医院等人员集中区域。一号厂房、二号厂房、三号厂房为曲靖重型机械制造有限公司主要的生产区域，拟进行探伤的钢结构工件也主要在这 3 栋厂房内，可减少工件的转运。3 栋厂房位于厂区中部区域，由西北部沿顺时针方向依次为一号厂房、二号厂房、三号厂房，厂房四周相邻区域为厂区道路、绿地。新增暗房、探伤机库房均在现有的闲置办公用房内，距离厂房不远，依托的现有危废暂存间位于二号厂房北侧，之间均有厂区道路通达，

本项目车间平面布局图见附图。紧邻一号、二号、三号厂房部分功能如下：

①移动探伤区四周相邻为公司厂内道路、绿地：人员、车辆通道；

②移动探伤区西南侧办公生活区：人员、车辆通道；

③移动探伤区正上方、正下方：一号厂房、二号厂房、三号厂房均为单层建筑，正上方、正下方人员不可达。

为便于移动探伤现场管理，本项目控制探伤机主射方向，严格遵循“控制区不超出厂房、监督区不超出厂界”的要求，同时避开厂内办公生活区。

综上，本项目移动探伤区域远离厂区大门、办公生活区等人流集中区域，上下均无其他建筑，故本项目平面布局是合理的。

5、实践正当性分析

本项目为确保产品质量安全，拟设置 2 台探伤机进行无损检测，在检验过程中射线装置的应用可能给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，使用及管理射线装置的失误会造成一定的辐射安全事故。项目充分考虑了周围场所的防护与安全，对射线装置采取了相应的防护措施，并制定辐射安全管理制度。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。

6、辐射环境质量现状评价

2025年9月17日，云南卓淮检测技术有限公司对本项目建设工作场所及周围辐射环境进行了本底监测，曲靖重型机械制造有限公司2台X射线探伤机拟使用场所及周围的X-γ辐射剂量率测量值在0.032~0.042μGy/h之间，厂区周围的X-γ辐射剂量率测量值在0.033~0.041μGy/h之间。本项目移动探伤机使用场所环境X-γ辐射剂量率属于所在区域正常辐射水平范围内。

7、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析结论

①两区划分

根据本次环评理论计算结果，并结合运营期现场监测实际情况划分控制区和监督区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

此外，X射线探伤机工作时，其周围的X射线剂量率还有散射线的贡献，散射线的X射线剂量率与X射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，一般需要仪器直接测量，并且具体探伤时，漏射线及散射线均大部分被工件所屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。

②人员剂量

经模式预测，在正常工况下，本项目现场探伤对操作人员造成的年附加有效剂量为0.395mSv/a，低于本次评价5mSv的职业人员年剂量约束值；对公众人员造成的年附加有效剂量为0.156mSv/a，低于本次评价0.25mSv的公众人员年剂量约束值。

（2）大气环境影响分析

项目运行期间产生的废气主要为X射线探伤机在开机曝光期间X射线与空气电离作用产生少量O₃和微量NO_x。由于本项目X射线探伤机工作时的管电压、管电流较小，最大管电压仅为300kV，最大管电流仅5mA，因此产生的臭氧和氮氧化物极少。采用移动探伤方式，探伤区域仅在一号厂房、二号厂房、三号厂房内，每栋厂房建筑面积在7038m²~9108m²，一号厂房：长×宽=102m×69m、二号厂房：长×宽=108m×69m、三号厂房：长×宽=132m×69m，厂

房高度 19m，空间开阔，大气扩散条件良好，且设有机机械通风设施，少量臭氧和氮氧化物通过厂房的机械通风装置引出排放，对环境影响较小。

（3）水环境影响分析

本项目辐射工作人员在公司现有人员内调配，不新增劳动定员。工作人员产生的生活污水依托公司整体生活污水处置方案，生活污水经化粪池收集预处理后，排入厂区南侧园区市政污水管网，进入西城污水处理厂处理，对周围环境影响很小。

（4）声环境影响分析

本项目探伤机运行时不产生噪声，仅在探伤机启动前会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于探伤地点均位于厂房内部，且项目周围无居民区、学校、医院等声敏感点分布，因此项目运营期噪声经距离衰减后，不会对周围声环境产生明显影响。

（5）固体废物影响分析

本项目运营期工作人员产生少量的生活垃圾，依托公司整体生活垃圾处理处置方式，经收集后交由环卫部门统一清运处置，对周边环境影响小。

（6）危险废物影响分析

本项目运营期产生的危险废物包括废显影液、废定影液、洗像废水、废胶片，主要在暗房内产生，暗房地坪及有关池体做好防渗措施，等效黏土防渗层 1.5m（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或其他防渗性能等效的材料。

本项目每年约产生废显影液、废定影液共 630L/a，经废液收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

洗片室清洗胶片时有清洗废水产生，产生量约为 0.75m³/a，废水中含有少量的 AgBr 和显影剂，故按危险废物进行处置。清洗废水经废液收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

本项目在洗片过程中及评片后将产生废弃的胶片，废胶片的产生量每年约为 1500 张，废胶片附着少量的 AgBr 和显影剂，属于我国《国家危险废物名录》（2025 版）中规定的危险废物，其危废编号为 HW16“感光材料废物”，废物代码为 900-019-16“其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”。废胶片经专用收集桶收集后暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位定期清运处置。

通过采取以上处置措施，本项目产生的危险废物对周边环境的影响较小。

8、辐射安全管理

曲靖重型机械制造有限公司已成立辐射安全管理领导小组，以公司法人代表为第一责任人全面负责公司辐射安全管理工作，并制定了一系列辐射安全管理制度，但部分制度需要进一步完善。在今后的运营过程中拟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。建设单位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。

9、评价结论

综上所述，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施的情况下，曲靖重型机械制造有限公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的管理能力并具备相应的辐射安全防护措施。“曲靖重型机械制造有限公司 2 台 X 射线探伤机核技术利用项目”的建设运营对周围环境产生的影响能够满足辐射环境保护的要求，从辐射环境影响的角度论证，本项目的建设运营是可行的。

建议和承诺

1、建议

- (1) 落实本报告中的各项辐射防护措施和的安全管理制度。
- (2) 建设单位应加强与周边公众的沟通，做好解释协调工作。
- (3) 定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核，证书有效期满前，应组织复训。
- (4) 每年要对射线装置使用情况进行年度评估，每年 1 月 31 日前将评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境部门，年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。
- (5) 须重视控制区和监督区的管理。
- (6) 项目正式运行前，严格按照相关要求办理辐射安全许可证。
- (7) 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）规定进行验收：

- ①建设单位可登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技

术规范。

②项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326—2023）编制验收报告。

③本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

④除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开：项目竣工日期，设备调试日期，验收报告等。

（8）及时修订完善辐射事故应急预案，定期组织辐射事故应急演练及培训，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；根据国家及地方最新出台的法律法规要求，更新完善相关制度。

2、承诺

（1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。

（2）按照本环评的各项要求，探伤期间，应划定控制区和监督区。控制区边界外 X 射线空气吸收剂量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，并设置明显的警戒线和辐射警示标识。监督区位于控制区外，允许有关人员在此活动。其边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。边界处应有“当心，电离辐射”警示标识，公众不得进入该区域。

（3）控制 XXG-3005 型探伤机主射方向：在一号厂房内探伤作业时主射由西向东，在二号厂房内探伤作业时主射由东向西、由北向南，在三号厂房内探伤作业时主射由南向北。

（4）定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。

（5）根据相关要求，及时修订完善辐射事故应急预案及相关制度。定期组织开展辐射事故应急培训及演练，一旦发生辐射安全事故，立即按修订完善的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。

（6）对新增辐射工作人员及培训合格期满人员安排参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗，为所有辐射工作人员配备个人剂量计，并督促其正确佩戴，

定期送检，检测超标人员进行换岗。辐射工作人员定期体检，体检结论不适于辐射工作岗位的，应进行调岗。

（7）项目建成后，依法取得辐射安全许可证、按规定自主开展竣工环保验收并合格后，方可投入运行。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见			
		公	章
经办人	年	月	日
审批意见			
		公	章
经办人	年	月	日