

核技术利用建设项目

成都清正公路工程试验检测有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

成都清正公路工程试验检测有限公司(公章)



2025 年 5 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 9

表 3 非密封放射性物质 9

表 4 射线装置 10

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 11

表 6 评价依据 12

表 7 保护目标与评价标准 14

表 8 环境质量和辐射现状 17

表 9 项目工程分析与源项 19

表 10 辐射安全与防护 28

表 11 环境影响分析 39

表 12 辐射安全管理 52

表 13 结论与建议 58

表 1 项目基本情况

建设项目名称		成都清正公路工程试验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目			
建设单位		成都清正公路工程试验检测有限公司			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		成都市武侯区一环路西一段 130 号			
建设项目地点		探伤地点为全国各地，不固定； X 射线探伤机无任务时储存位置：成都市都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 成都清正公路工程试验检测有限公司钢结构检测室 2/临时储存场所			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）			项目环保投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			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、建设单位基本情况及任务由来 1.1 建设单位基本情况 成都清正公路工程试验检测有限公司成立于 2005 年 8 月，公司注册资金 2000 万元，国家高新技术企业，注册地址位于成都市武侯区一环路西一段 130 号，现位于四川省都江堰经济开发区紫金路 6 号浩旺机电园 A1-3，拥有独立的办公场所和检验检测场所，总面积达 4250m ² ，检验检测场所面积约 2600m ² 。公司现有资质证书：				

检验检测机构资质认定证书、证书编号为：212302071065；公路工程-甲级、乙级、桥隧专项资质、证书编号分别是：交检公字第 060-2025 号、川 GJC 乙 2024-009、交检桥隧川第 001-2025 号；建设工程质量检测机构资质证书。检测项目包括材料与道路工程试验检测、桥梁工程试验检测、隧道工程试验检测、交通工程试验检测、结构检测等。

建设单位现租赁成都浩旺企业管理有限公司位于都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 厂房作为办公场所，租赁场地占地面积约 8.1 亩，租赁合同见附件 4。

1.2 项目由来

根据《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）中对焊缝内部缺陷进行无损检测的相关要求，需用 X 射线对钢结构焊缝进行检测。建设单位主要从事各类道路工程与桥梁等工程检测，故开展射线探伤业务不仅是技术驱动的市场选择，更是顺应工业安全、智能化升级和全球化标准的必然趋势。随着业务发展和客户需求的提升，为了给公司提供长期增长的动力，决定拟购 1 台 X 射线探伤机，用于 X 射线野外探伤作业，探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝。

本项目拟使用 1 台型号为 RX3005GD 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 300kV，最大管电流 5mA。根据《射线装置分类》（环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目拟购 X 射线探伤机为 II 类射线装置中工业用 X 射线探伤装置。

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安全和防护条例》《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》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。同时根据中华人民共和国生态环境部 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及使用“II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。受成都清正公路工程试验检测有限公司的委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场查勘、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。项目委托书见附件 1，射线装置使用情况承诺书见附件 2。

2、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据自 2024 年 2 月 1 日起施

行的中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

3、项目概况

项目名称、性质、建设地点

项目名称：成都清正公路工程试验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：成都清正公路工程试验检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为全国各地，不固定；X 射线探伤机无任务时储存位置：
成都市都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 成都
清正公路工程试验检测有限公司钢结构检测室 2 内/临时储存场所

本项目 X 射线探伤机拟存放场所地理位置图见附图 1。

3.1 项目建设内容与建设规模

本项目拟购置 1 台 RX3005GD 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，属于 II 类射线装置，用于开展野外探伤作业。探伤范围为全国各地，不固定。根据建设单位提供信息，本项目探伤对象为铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝，铁路轨道焊缝照射方向为水平照射，桥梁工程钢结构焊缝照射方向为朝地面、朝天空和水平照射，探伤对象的材质为 Q345、Q390 钢材，焊缝厚度为 10mm~50mm。本项目野外探伤单次曝光时间最多 5 分钟，年总曝光次数不超过 3000 次（包含训次数），探伤机年累计总曝光时间不超过 250h。本项目 X 射线探伤机仅进行野外探伤作业使用，不涉及室内探伤。

表 1-1 本项目使用 X 射线探伤机情况一览表

射线装置 名称、型号	数 量	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类 别	活动 种类	出束 类型	年总出束时 间 (h)	工作 方式	厂家	备注
RX3005GD 型 X 射线探伤机	1	300	5	II 类	使用	定向	250	野外 探伤	丹东吉时宇 仪器有限公司	拟 购

建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员）来实施野外探伤工作。

建设单位拟使用公司厂房中部的 1 间钢结构检测室 2（已建，室内面积：7.6m²）作为本项目 X 射线探伤机与控制箱及电缆线的储存场所，拟将钢结构检测室 2 南侧

限闲置空房布置为暗室（已建，室内面积：7.6m²）。钢结构检测室 2 拟设置防盗门及视频监控，实时监控存放场所的情况，此外钢结构检测室 2 内拟设置 1 个动态密码锁保险柜，用于存放 X 射线探伤机，由专人进行探伤机台账管理以及领取和归还登记；拟在公司厂房内已建的危废暂存室（位于钢结构检测室 2 西南侧，室内面积：15.3m²）内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，定期交于有资质的单位处理。在野外工作时，若当天无法将 X 射线探伤机与控制箱及电缆线送回钢结构检测室 2，则应根据现场情况，在临时储存场所内将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同房间或柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由专人保管。本项目 X 射线探伤机只在钢结构检测室 2 和临时储存场所内存放，不在其内使用。

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 本项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	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	成都清正公路工程试验检测有限公司拟购置 1 台 RX3005GD 型号定向 X 射线探伤机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，厂家为丹东吉时宇仪器有限公司，用于实施野外探伤。探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝，铁路轨道焊缝照射方向为水平照射，桥梁工程钢结构焊缝照射方向为朝地面、朝天空和水平照射，本项目探伤对象的材质为 Q345、Q390 钢材，焊缝厚度为 10mm~50mm。X 射线探伤机无任务时储存位置：成都市都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 成都清正公路工程试验检测有限公司钢结构检测室 2 内/临时储存场所，钢结构检测室 2/临时储存场所仅作为存放场所，不在其内使用。 建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员来实施野外探伤。根据建设单位提供资料，本项目野外探伤单次曝光时间最多 5 分钟，年总曝光次数不超过 3000 次（包含训次数），探伤机年累计总曝光时间不超过 250h。	/	X 射线、臭氧、氮氧化物
辅助工程	1 间暗室、1 间危废暂存室、1 间钢结构检测室 2		废胶片、废显（定）影剂、洗片

			废水
公用工程	利用探伤场所周围公共设施以及租赁场地内的公共设施		
办公及生活设施	依托探伤场所周围施工区办公及生活设施以及租赁办公楼的办公及生活设施		生活污水 生活垃圾

3.2 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片	3000 张/a	外购	卤化银
	显影液	150kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	150kg/a	外购	硫代硫酸钠、无水亚硫酸钠、对苯二酚
能源	探伤用电	300kW·h	探伤场地电网	—
水量	洗片用水及生活用水	500m³/a	探伤场地用水管网、厂内用水管网	H ₂ O

3.3 劳动定员及工作分配

人员配置：建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员）来实施野外探伤工作，4 名辐射工作人员将在取得辐射安全与防护考核合格证明后方能上岗。在上岗前建设单位需为其建立职业健康档案以及个人剂量检测档案，定期进行职业健康体检和个人剂量检测。

工作分配：操作人员负责固定及操作 X 射线探伤机以及评估两区；安全员负责并主管探伤机的运输工作，作业现场清场、布置辐射安防措施以及巡逻；管理人员统筹移动探伤工作，监督探伤过程的合规性及定期组织相关人员进行辐射防护专业培训，当作业现场需要时，管理人员兼职安全员工作。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

4、项目选址、外环境关系、布局合理性

建设单位注册地位于成都市武侯区一环路西一段 130 号，现租赁成都浩旺企业经营管理有限公司位于都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 厂房作为办公场所；租赁厂房东侧为闲置厂房，南侧为消防通道，西侧为成都贝伦科技有限公司，北侧为紫金路。

建设单位拟将公司厂房中部钢结构检测室 2 作为存放本项目 X 射线探伤机、控制箱及电缆线、防护用品的存放场所，钢结构检测室 2 只有一扇防盗门用于进出，拟在钢结构检测室 2 内设置一个有动态密码的保险柜，用于存放 X 射线探伤机，由专人进行探伤机台账管理以及领取和归还登记，拟在钢结构检测室 2 内设置监控，能够实时监督室内的情况，拟在钢结构检测室 2 南侧建设本项目暗室；拟在公司厂房内已建的危废暂存室内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，定期交于有资质的单位处理。钢结构检测室 2 内设置有实时监控，配套房间均在建设单位所租赁的场所的检测区域内，检测区域入口设置有门禁，钢结构检测室 2 和配套房间均设置门锁，公众靠近的可能性较小。此外本项目 X 射线探伤机不会在钢结构检测室 2 内进行使用，该场所只用作储存，X 射线探伤机储存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对钢结构检测室 2 无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于钢结构检测室 2 是合理的。

本项目野外探伤地点为全国各地，在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，制定不同的探伤方案，当 X 射线探伤机作业时，应因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征（如拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、使用铅屏风、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区，可能对公众造成重大影响的，探伤作业前建设单位必须对周围公众进行告知，并配备防护设备，例如铅屏风，来减小控制区以及监督区的范围。若以上措施仍不能满足野外探伤的相关要求时，则不得使用 X 射线探伤机进行野外探伤，应采取其他检测方式

综上所述，通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，本项目对周围环境的辐射影响是可以接受的。

5、实践正当性分析

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，可以直观的显示焊缝内部缺陷，是其它检验项目无法替代。成都清正公路工程试验检测有

限公司拟配备 1 台 X 射线探伤机对铁路轨道和桥梁工程钢结构的拼接焊缝进行无损检测，满足《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）中对焊缝内部缺陷进行无损检测的相关要求。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

6、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，在此之前建设单位从未从事过核技术利用项目，本次为首次开展核技术利用项目。

7、本项目环保设施依托情况

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水需依托都江堰浩旺机电园已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入蒲阳镇污水处理厂；辐射工作人员产生的少量生活垃圾装袋收集，生活垃圾通过厂区生活垃圾收集房统一收集后交由环卫部门处理。探伤现场产生的生活污水和生活垃圾拟依托探伤场地周围的污水预处理系统和场地周围已有的环保措施进行处理。本项目拟配 4 名辐射工作人员，产生的生活污水及生活垃圾量极少，因此本项目依托是可行的。

8、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环保主管部门在受理建设项目环境影响报告书、表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于 2025 年 4 月 14 日~2025 年 4 月 18 日公示了《成都清正公路工程试验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目环境影响报告表》全本信

息，以征求公众意见。

公示网址为：<http://www.eiafans.com/thread-1437669-1-1.html>

公示截图如下。



公示期间，建设单位与环评单位均未收到反映情况或意见。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1	丹东吉时宇仪器 有限公司 RX3005GD 型	300	5	无损检测	探伤地点为全国各地，不固定 X 射线探伤机无任务时储存位置：成都市都江 堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电 园 A1-3 成都清正公路工程试验检测有限公司 钢结构检测室 2 内/临时储存场所	定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常压常压的空气中臭氧分解需要 50 分钟，可自动分解为氧气
废胶片	固态	/	/	/	少量	/	暂存于已建设的危废暂存室内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理
废显(定)影剂	液态	/	/	/	300kg/a	/	暂存于已建设的危废暂存室内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理
洗片废水	液态	/	/	/	300m ³ /a	/	暂存于已建设的危废暂存室内	收集贮存后委托有废物经营资质的单位回收处理
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经过袋装收集后，由租赁场所的环卫部门统一运送到垃圾处理场集中处理，探伤工作现场拟依托作业场地周围已有的环保措施进行处理
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	依托都江堰浩旺机电园已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入蒲阳镇污水处理厂；依托探伤场所周围污水预处理系统处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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.含有放射性的废弃物要注明，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》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订本），中华人民共和国 2020 年主席令第 43 号，自 2020 年 9 月 1 日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行； 6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行； 8) 《国家危险废物名录》（2025 年版），于 2024 年 11 月 8 日由生态环境部 2024 年第 5 次部务会议审议通过，自 2025 年 1 月 1 日起施行； 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 2021 年部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； 10) 《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 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行； 11) 《核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局），2017 年 9 月 26 日发布； 12) 《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》，原环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行； 13) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行； 14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国
------	--

	国生态环境部 2019 年部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部 2019 年公告第 38 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行； 15）《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函〔2016〕1400 号； 16）《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会第 63 号公告，2016 年 6 月 1 日实施； 17）《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全核防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149 号）； 18）《射线装置分类》，中华人民共和国原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日起施行； 19）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号），自 2024 年 2 月 1 日起施行。
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》（HJ 10.1-2016）； 3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单； 7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 9）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）； 10）《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）； 11）《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023 年版）。 12）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）

其他	参考资料： 1) 《辐射防护导论》，方杰主编； 2) ICRP Publication 33 Protection against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine。
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用的射线装置为工业用 X 射线探伤机，属于Ⅱ类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）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”相关规定，结合本项目特点和实际，本项目评价范围为 X 射线探伤机为中心周围 100m 的区域。

根据表 11 理论计算结果，RX3005GD 型 X 射线探伤机非有用线束方向被 2mm 铅当量铅罩阻挡，有用线束方向被 2 扇 4mm 铅当量铅屏风阻挡。探伤机经过铅防护措施屏蔽后得到最大控制区距离、监督区距离及评价范围如下表。

表7-1 野外探伤现场评价范围

探伤机型号	最大控制区半径距离 (m)	最大监督区距离半径 (m)	评价范围半径 (m)
RX3005GD型X射线探伤机	29	69	100

保护目标

本项目野外探伤范围为全国各地，随承接任务地点不同而不同，探伤地点不固定。野外探伤时按本次评价要求划定控制区和监督区范围，控制区外监督区内的 X 射线探伤机操作及管理的辐射工作人员、监督区外评价范围以内的周围公众均划定为保护目标，其中在探伤作业时控制区无任何人员居留。

具体环境保护目标见表 7-2。

表 7-2 本项目环境保护目标情况一览表

保护目标		方位	最近距离	人数（人）	年剂量约束值 (mSv)
野外探伤现场	辐射工作人员	控制区外监督区内	控制区边界	4	5.0
	周围公众	监督区外评价范围内	监督区边界	不定	0.1

评价标准

一、电离辐射剂量限值和剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的标准限值。

表 7-3 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	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下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

二、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

三、《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149 号）

3.1 野外（室外）探伤作业活动

3.1.3 探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。

控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，未经许可人员不得入内。

监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌。公众不得进入该区域。

四、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

五、项目管理目标

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）评价标准对本项目设定的管理目标为：

●本项目周围剂量当量率参考控制水平：

控制区边界外周围剂量当量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ；

监督区位于控制区外，监督区边界外周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

●本项目职业人员和公众的剂量约束值：

职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ；

公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

六、本项目应执行的环境保护标准如下：

1、环境质量标准

（1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中相关标准要求；

（2）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相关标准要求；

（3）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相关标准要求。

2、污染物排放标准

（1）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中相关标准要求；

（2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相关标准要求；

（3）噪声执行的标准根据检测地点所处的声功能区所执行的相应标准中相关标准要求。

（4）一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）相关要求；危废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状 1.项目地理和场所位置 建设单位现租赁成都浩旺企业投资管理有限公司位于都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 厂房作为办公场所。租赁厂房东侧为闲置厂房，南侧为消防通道，西侧为成都贝伦科技有限公司，北侧为紫金路。 拟将公司厂房中部钢结构检测室 2（室内面积：7.6m²）作为本项目探伤机、控制箱及电缆线、辐射安全防护用品存放场所，并在钢结构检测室 2 南侧拟设置 1 间暗室（室内面积：7.6m²）；拟在公司厂房内已建的危废暂存室（位于钢结构检测室 2 西南侧，室内面积：15.3m²）内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，定期交于有资质的单位处理。本项目钢结构检测室 2 和暗室东侧为标准物质室，南侧为预留室，西侧为钢结构检测室 1，北侧为通道。 现场勘查现状如图 8-1 所示。 钢结构检测室 2

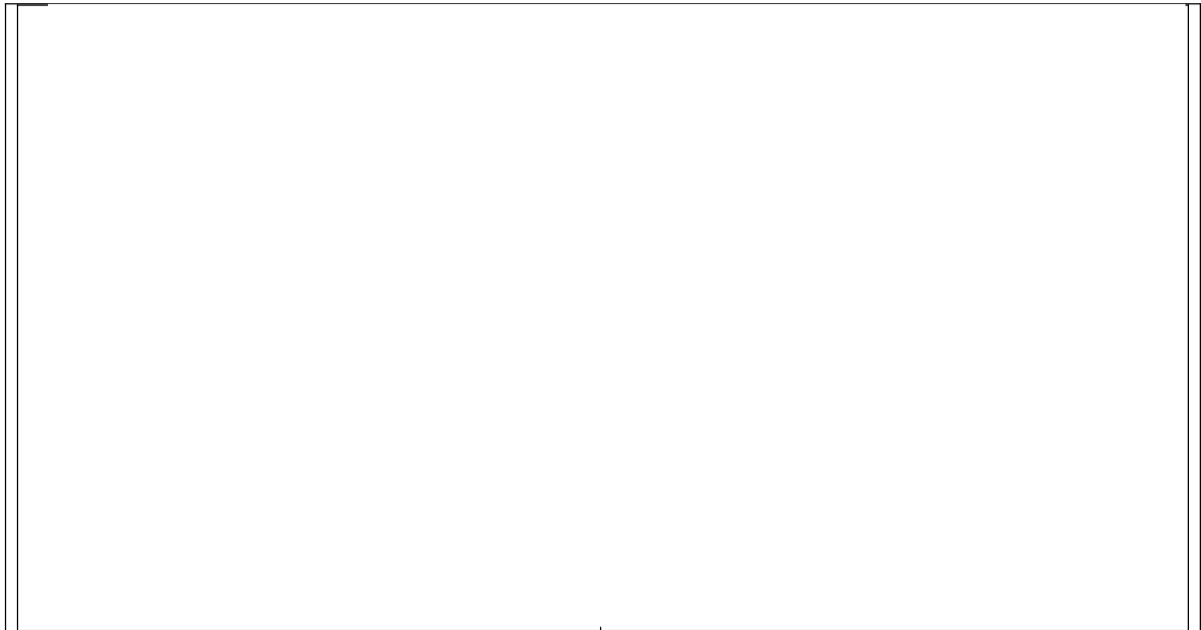


图 8-1 现场踏勘图

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

本项目为工业 X 射线野外探伤项目，使用Ⅱ类射线装置，在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。建设单位仅在委托单位的探伤现场进行野外探伤检测工作，公司的钢结构检测室 2 和临时储存场所内不使用 X 射线探伤机。本项目 X 射线探伤机存放场所内不开机且工程区域不确定，探伤地点不固定，因此本次环评未进行环境现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析								
1、工程设备								
建设单位拟购置 1 台 RX3005GD 型 X 射线探伤机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，用于实施野外探伤。								
表 9-1 X 射线探伤机主要设备配置及主要技术参数								
序号	射线装置	型号	类别	输出电压范围	最大管电流	辐射角	最大穿透厚度	工作方式
1	X 射线探伤机	RX3005GD 型 X 射线探伤机	II 类	150kV~300kV	5mA	40°	50mm 钢	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟。
X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器电源电缆和连接电缆等部件构成。								
X 射线发生器： X 射线发生器为组合式结构，X 射线管、高压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）与绝缘气体一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，作为冷却之用。X 射线发生器主要包括下列部件：X 射线管、高压变压器（包括灯丝绕组）、温度继电器、气体压力表和低压电缆插座、报警灯插座、散热器及冷却风扇。								
控制箱： 控制箱的主要作用是自动控制管头工作，调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置，在用户设定的千伏电压条件下，保证 X 射线发生器产生稳定的 X 射线。								
连接电缆： 用于连接控制器与 X 射线发生器。建设单位拟向本项目 X 射线探伤机厂家定制电缆线长度，保证控制箱位于监督区内。								



图 9-1 常见 X 射线探伤装置控制箱

2、工艺分析

（一）施工期

本项目为野外探伤，用于储存 X 射线探伤机的场所和洗片场所均为现有房间，临时场所为现有房间或带锁保险柜，均不存在土建工程。本项目仅需购入设备及相应措施，施工期将在已有房间内进行视频监控、保险柜等辐射安全与防护措施的安裝。

（二）运营期

本项目拟购置 1 台 X 射线探伤机实施野外探伤作业。在运营过程中，主要环境影响因素为 X 射线探伤机探伤时产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物以及探伤结束后洗片、评片过程中产生的洗片废水、废显（定）影剂和废胶片、辐射工作人员产生的生活垃圾和生活污水。

（1）X 射线探伤装置工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 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 射线管结构示意图见图 9-2。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。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线，对于便携式 X 射线探伤机，当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位，达到检测目的。

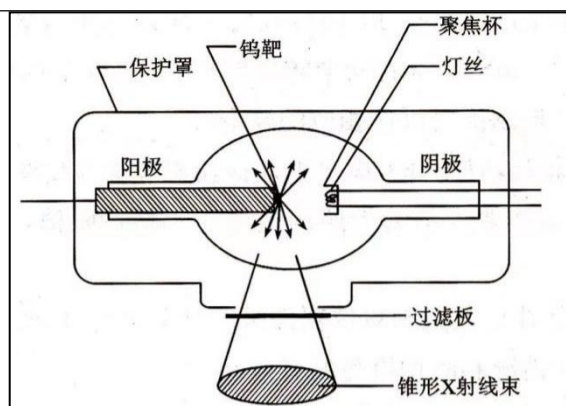


图 9-2 X 射线管结构示意图

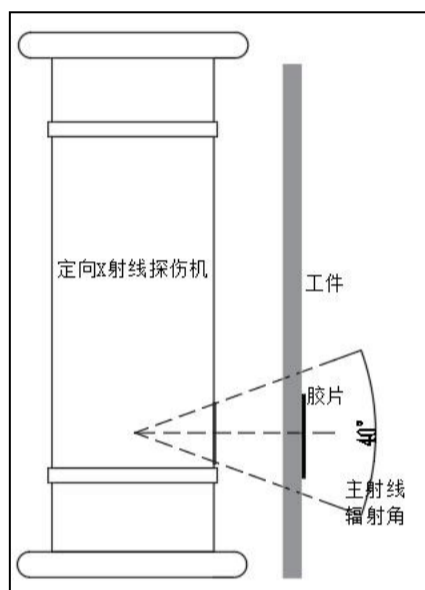


图 9-3 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

(2) 操作流程及产物环节

(1) 评估野外探伤现场：在实施野外探伤工作之前，建设单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作，根据现场情况，制定相应的探伤作业方案，该作业方案包括：

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；
- ②明确操作人员、管理人员、安全人员的职责和分工；
- ③对探伤人员的要求，包括：检测作业人员、检测防护培训要求；
- ④检测准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；
- ⑤检测实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；
- ⑥图像评定，包括：评定条件及要求；
- ⑦检测记录及报告要求；
- ⑧质量检查的要求、方法等；

⑨职业健康安全与环境管理等内容。

(2) 跨市州备案：根据《四川省野外使用放射性同位素与射线装置辐射安全 and 防护要求（试行）》，跨市（州）使用Ⅱ类以上射线装置的单位，应当于射线装置转移前 5 个工作日，持有效的辐射安全许可证正本、副本复印件，向转入地市（州）生态环境主管部门提交使用计划和作业方案，完成相应备案手续；在四川省省外开展探伤工作时的报备方案及相关管理制度参照当地主管部门的要求执行。

(3) 确定开展探伤具体事宜：野外探伤工作在委托单位的工作场地实施准备和规划，建设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。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；

(4) 发布任务单：发布 X 射线探伤通知，库房管理人员依据辐射工作人员提供任务单进行设备使用台账登记，领取设备；

(5) 设备出库及运输：根据设备出入台账管理制度，设备管理人员依据工作人员提供任务单进行设备使用台账登记，发放动态密码并领取设备。由公司车辆将设备运送至探伤作业场所，至少 1 名操作人员随车押运。

(6) 到达移动探伤现场后，初步划分控制区及监督区，划分要求如下：根据现场情况通过理论估算值和经验在桥面划定并标志出控制区及监督区边界，并在相应边界设置警示标识。同时根据铁轨高度和桥梁高度及现场情况，判定桥下地面能否管控，若能，则按照桥面要求一致管控，若桥下为水面或桥下地面无法管控时，则选择在无船只/车辆通过时进行探伤，有船只/车辆通过时，不得进行 X 射线探伤，选用非射线方式进行检测。

(7) 第一次清场：在现场探伤作业前必须进行清场，尤其是有用线束方向涉及的区域，采用预先公示、开始前广播、安排专人检查的清场方式；

(8) 固定 X 射线探伤机：初步清场完成后，辐射工作人员将 X 射线探伤机放到指定的拍片位置，固定、摆放好 X 射线探伤机；

(9) 第二次清场、连接 X 射线探伤机：再次对探伤现场进行清场，确信场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件；

(10) 训机：若在 X 射线探伤机首次使用或超过 1 周末使用等情况下，在开始探伤工作前，需要对 X 射线探伤机进行训机。辐射工作人员操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“开始训机”，从低千伏值一点一点地往高训。当训到最高千伏值后，X 射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生臭氧及氮氧化物；

(11) 试曝光、修正两区边界：辐射工作人员在操作台操作 X 射线探伤机进行试曝光，辐射工作人员携带便携式 X- γ 剂量率仪对控制区、监督区边界进行修定，重新确定控制区、监督区边界；在控制区边界设置电离辐射警告标志和“禁止进入射线工作区”，监督区外摆放安全信息公示牌，同时悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，以及设置其他安全警戒措施；此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生臭氧及氮氧化物；

(12) 第三次清场、正式开机检测：辐射工作人员在工件上粘贴胶片，安全人员第三次清场，再次确认无人员停留后开始曝光检测，辐射工作人员位于控制区外；此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生臭氧及氮氧化物；

(13) 探伤结束：达到预定照射时间和曝光量后，关闭 X 射线探伤机，操作人员携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪进入控制区，收回 X 射线探伤机，取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场；

(14) 仪器设备运输及入库：采用公司车辆将设备运送回公司钢结构检测室 2 的动态密码保险柜内存放，至少 1 名操作人员随车押运。设备管理人员进行台账登记后，发放保险柜的动态密码，设备入库。同时探伤胶片一同运送回公司。在野外工作时，若当天无法将 X 射线探伤机与控制箱及电缆线送回钢结构检测室 2，则应根据现场情况，在临时储存场所内将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同房间或柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由专人保管。

(15) 洗片、评片工作：委托有危废处理协议的探伤公司洗片或自行洗片，辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等，洗片过程中当显（定）影剂在使用至无法起效时及胶片作废时，将产生废胶片，废显（定）影剂、洗片废水。

(16) 出具报告：辐射工作人员出具检测报告。

整个探伤过程中辐射工作人员将产生少量生活污水和生活垃圾。

一事一档资料：探伤工作结束后，作业活动开始前的报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；环保部门现场检查记录及整改要求落实情况；作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及账务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其他有关情况等一系列档案材料应做好归档，做到有迹可循。

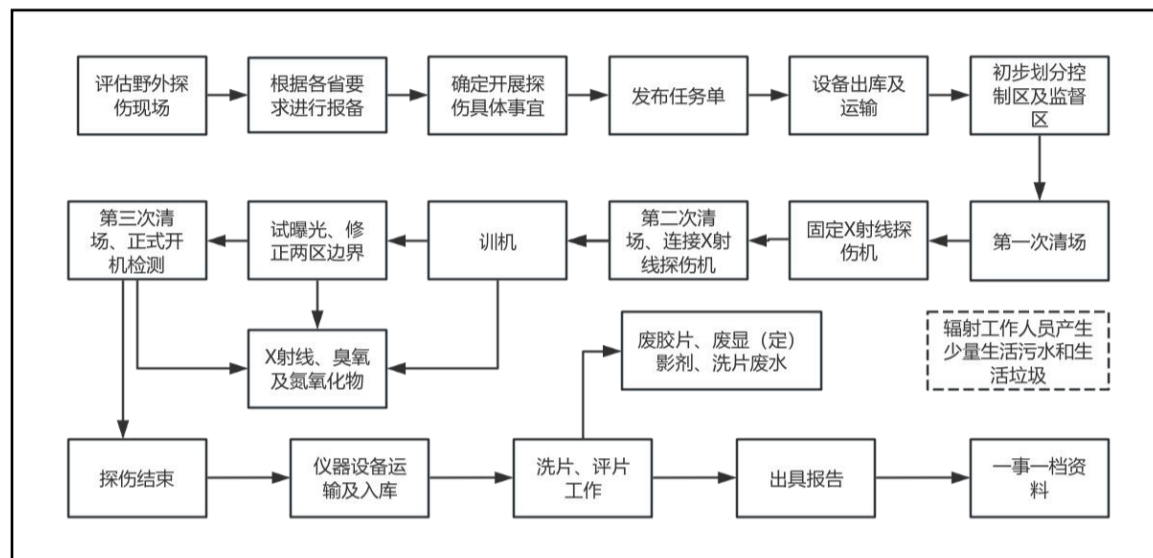


图 9-4 本项目 X 射线探伤机工作程序及产污环节示意图

（3）工况分析

1）典型探伤场景

根据建设单位提供信息，本项目 X 射线探伤机用于铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝。针对铁路轨道，主要是对铁轨的轨头和轨腰的焊缝进行探伤抽检，针对桥梁，主要是对桥梁钢结构顶板、腹板和底板焊缝进行探伤抽检，钢结构材质为 Q345、Q390 钢材，焊缝厚度为 10mm~50mm。本项目施工现场将钢结构焊接好后，使用 X 射线探伤机对焊缝进行探伤抽检，包含地面探伤（轨道贴地）与高空探伤（高空轨道和桥面）两种场景。

2）探伤时间

本项目 X 射线探伤机单次出束时间最多 5min，年曝光不超过 3000 次（包含训机次数），年出束时间不超过 250h。在正常探伤工况下，为了防止 X 射线管烧毁并延长其寿命，运行时的管电压和管电流通常低于最大管电压和最大管电流。同时根据不同的工件厚度，操作人员会设置不同的管电压以及管电流。RX3005GD 型 X 射线探

伤机可探最大厚度约为 50mm 的工件，本项目工件厚度为 10mm~50mm，因此本项目探伤机能够满足建设单位工作开展的需求。常见定向 X 射线探伤机曝光曲线图见图 9-5。

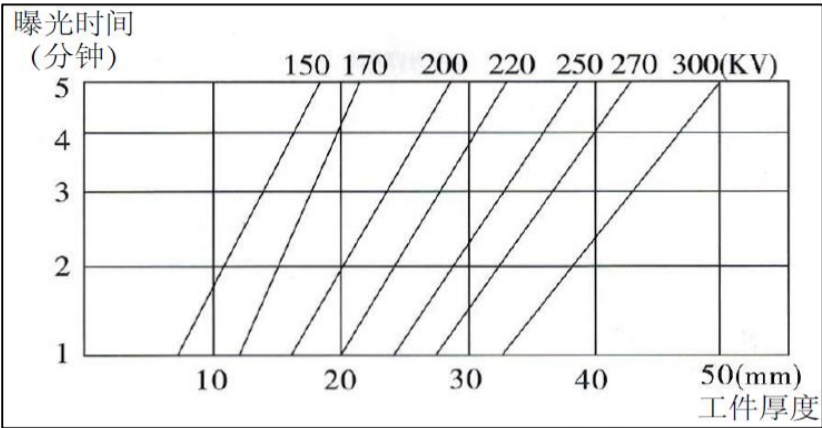


图 9-5 常见定向 X 射线探伤机曝光曲线图

3) 探伤作业方式

A.铁路轨道焊缝探伤：根据建设单位提供资料，铁轨施工现场完成焊接后，将探伤机固定放于两条铁轨之间，距探伤对象0.5m，水平照射对焊缝进行抽检（不涉及朝上和朝下照射），同时使用2mmPb铅罩将探伤机罩住，以减小非有用线束对周围环境的影响，有用线束方向采用2块4mmPb的铅屏风进行遮挡。贴地轨道和高空轨道情况一致，具体布置方式如下图所示：

图9-6 铁轨水平出束质检布置示意图

B.桥梁工程钢结构焊缝探伤：根据建设单位提供资料，桥梁探伤分为两种情况：
①工件在桥梁施工现场完成焊接后，在地面上向下照射和水平照射对焊缝进行抽检；
②在桥上进行架桥焊接安装，焊接完成后在桥面向下照射、向上照射和水平照射对焊

缝进行抽检。

①地面探伤时：

1、探伤机采用支架固定在工件上方朝向地面照射，距探伤对象0.5m，同时使用2mmPb铅罩将探伤机罩住，以减小非有用线束对周围环境的影响，有用线束方向采用升降支撑架放2块4mmPb的铅屏风进行遮挡。具体布置方式如下图所示：

图9-7 位于地面向下照射出束质检布置示意图

2、探伤机采用支架固定在工件两侧，进行水平照射，距探伤对象0.5m，同时使用2mmPb铅罩将探伤机罩住，以减小非有用线束对周围环境的影响，有用线束方向采用升降支撑架放2块4mmPb的铅屏风进行遮挡。具体布置方式如下图所示：

图9-8 位于地面水平照射出束质检布置示意图

②桥面探伤时：

1、探伤机采用支架固定在工件上方朝向下照射，距探伤对象0.5m，同时使用

2mmPb铅罩将探伤机罩住，以减小非有用线束对周围环境的影响，有用线束方向采用升降支撑架放2块4mmPb的铅屏风进行遮挡。具体布置方式如下图所示：

图9-9 位于桥面向下照射出束质检布置示意图

2、辐射工作人员通过桥检车等方式将X射线探伤机移动至合适的检测位置，随后采用支架固定。距探伤对象0.5m，辐射工作人员进入钢箱梁内部进行贴片，在胶片后使用2个4mmPb铅屏风对有用线束进行遮挡，在X射线探伤机周围使用2mmPb铅罩对非有用线束进行遮挡。具体布置方式如下图所示：

3、辐射工作人员通过桥检车等方式将X射线探伤机移动至合适的检测位置向上照射，随后采用支架固定。距探伤对象0.5m，辐射工作人员进入内部进行贴片，在X射线探伤机周围使用2mmPb铅罩对非有用线束进行遮挡。具体布置方式如下图所示：

用 X 射线对工件照射后，透过焊缝的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上。对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定该焊缝的质量，从而防止由于焊缝缺陷引起的相关事故。

4) 铅屏风配置

本项目 X 射线探伤机辐射角为 40° ，距工件距离为 0.5m，辐射野面积为 0.104m^2 ，本项目拟配置的铅屏风尺寸为长 500mm×宽 500mm，故能完全覆盖有用线束范围，为便于摆放搬运，底部拟配置 2 组滑轮。探伤机尺寸为长 715mm×宽 340mm×高 340mm，本项目拟配备的铅罩尺寸为长 1000mm×宽 500mm×高 500mm，能将探伤机覆盖住。

本项目绝大部分探伤对象的施工现场远离城镇，施工区域周围人流量少，通过对施工现场内清场可减少对公众的辐射影响；少数施工现场为城镇，若城镇施工现场周围靠近居民区、科教文卫区等敏感区，且监督区已延伸到敏感区内，将采用超声探伤或其他方式检测，公司承诺在条件不满足情况下不会使用 X 射线探伤。

5) 工作人员配置及个人防护

建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员）来实施野外探伤工作。2 名操作人员中 1 名操作人员负责固定及操作 X 射

线探伤机；1 名操作人员根据环评理论计算的两区范围初步划定控制区和监督区边界，同时在探伤位置贴好胶片，探伤过程中不断用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正；安全员负责清场，布置防护措施，在探伤过程中使用喊话器在现场巡逻，禁止无关人员靠近监督区；辐射安全管理人员统筹整个野外探伤工作，检查现场的辐射安全措施是否到位，需要时兼职安全员工作，对操作人员的操作是否规范进行监督以及定期组织相关人员进行辐射防护专业培训。

在出束期间辐射工作人员仅在控制区以外区域内开展工作。本项目 X 射线探伤机设有延时功能，辐射工作人员准备工作完成后，清场及防护措施到位后，按下延时开关，并迅速撤离至安全位置。

污染源项描述

1、辐射污染源分析

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 X 射线探伤机在开机期间，X 射线是本项目的主要污染物。不开机的状态下不产生辐射影响。

2、非辐射污染源分析

（1）废气：X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧、氮氧化物。

（2）废水：本项目会产生项目的洗片废水（300m³/a）以及少量辐射工作人员的生活污水。

（3）固体废物：本项目固体废物涉及辐射工作人员产生的少量生活垃圾。

本项目运营时会产生废显（定）影剂及废胶片属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16 感光材料废物，废物代码为 900-019-16。每年预计产生少量废胶片，废显影剂 150kg/a，废定影剂 150kg/a。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施**1. 工作场所布局及分区****1.1 工作场所布置**

本项目所在公司厂房为地上一层建筑，厂房东侧为闲置厂房，南侧为消防通道，西侧为成都贝伦科技有限公司，北侧为紫金路。

建设单位拟将公司厂房中部钢结构检测室 2 作为存放本项目 X 射线探伤机、控制箱及电缆线、防护用品的存放场所，钢结构检测室 2 只有一扇防盗门用于进出，拟在钢结构检测室 2 内设置一个有动态密码的保险柜，用于存放 X 射线探伤机，由专人进行探伤机台账管理以及领取和归还登记，拟在钢结构检测室 2 内设置监控，能够实时监督室内的情况，拟在钢结构检测室 2 南侧建设本项目暗室；拟在公司厂房内已建的危废暂存室内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，定期交于有资质的单位处理。钢结构检测室 2 内设置有实时监控，配套房间均在建设单位所租赁的场所的检测区域内，检测区域入口设置有门禁，钢结构检测室 2 和配套房间均设置门锁，公众靠近的可能性较小。因此本项目场所布局设计基本合理。

本项目野外探伤平面布置主要根据施工工地现场环境进行布置，主要选择在非人员长期居留区域。现场进行探伤时将划定控制区和监督区，其中控制区仅放置 X 射线探伤机，无任何人员居留，辐射工作人员在监督区 X 射线探伤机非有用线束方向居留操作。野外探伤场地通过采取距离控制、铅屏风屏蔽以及其他管控措施后对周围辐射环境影响较小，其平面布置不与施工场地布局相冲突，平面布置合理。

1.2 工作场所分区

本项目拟购置 1 台 II 类射线装置——X 射线探伤机进行野外探伤作业。为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，建设单位应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

根据《四川省野外使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）：探伤作业前应将无关人员清理出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。对于一些特殊场所，如探伤作业点在地面一定高度时，应在确保安全的原则下，因地制宜地划定控制区和监督区，并设置警戒线，应切实做好清场工作。建设方对每个野外探伤工作场所划分为控制区、监督区，并实行“两区”管理制度。

本项目控制区和监督区划分与管理见表 10-1。（计算过程及两区范围示意图均见表 11）

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	距离探伤机 0m-29m 范围区域内。	距离探伤机 29m—69m 范围区域内。
管理措施	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，设置明显的警戒线、电离辐射警告标志牌，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警示标识。	监督区为工作人员操作设备时的工作场所，该区设置电离辐射警告标志牌，经常进行剂量监督，限制公众进入该区域，边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视。
备注	可根据野外探伤的地形、建筑物实际情况确定，现场监测剂量率在 15 μ Sv/h 以上的范围。	可根据野外探伤的地形、建筑物实际情况确定，现场监测剂量率在 2.5 μ Sv/h~15 μ Sv/h 之间的范围。



2.工作场所污染防治措施

2.1 X 射线探伤机存放安全防护措施

建设单位拟将公司厂房中部钢结构检测室 2 作为存放本项目 X 射线探伤机、控制箱及电缆线的场所，设备间拟设置防盗门及视频监控，实时监控存放场所的情况，整个存放场所只有一扇防盗门用于人员进出，拟在钢结构检测室 2 内设置 1 个带动态密码的保险柜，由专人进行探伤机台账管理以及领取和归还登记，且保险柜能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求，钢结构检测室 2 位于租赁厂房内部，房间设置门锁，公众靠近的可能性较小。储存场所内严禁使用 X 射线探伤机。在野外工作时应根据现场情况，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开在不同房间或柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由专人保管。X 射线探伤机存储库房内严禁使用 X 射线探伤机。拟建立射线装置使用台账，每次使用记录领用时间、领用人、探伤地点、归还人、负责人等。

2.2 X 射线探伤机固有安全防护措施

①本项目 X 射线探伤机控制箱上设置有钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。本项目开关钥匙为旋转式钥匙开关。

②延时启动功能：本项目 X 射线探伤机设置有延时按钮，能延时启动曝光系统，辐射工作人员在启动延时曝光系统后有足够的时间可快速远离，以减轻 X 射线的吸收剂量，防止 X 射线损害身体健康，且操作人员拟穿戴上铅衣，尽可能降低操作人员的受照剂量。

③X 射线探伤机设置有辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

④X 射线探伤机控制箱上设置有急停按钮，当 X 射线探伤机异常出束时或遇到突发状况时，可按下该急停按钮停止 X 射线探伤机出束。

2.3 X 射线探伤机工作前检查及维护措施

(1) 工作前检查项目应包括

- a) X 射线探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；

d) 报警设备和警示灯是否正常运行;

e) 螺栓等连接件是否连接良好。

(2) X 射线探伤机的维护应符合下列要求

a) 建设单位应对 X 射线探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行;

b) 设备维护包括 X 射线探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测;

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品;

d) 应做好设备维护记录。

2.4 现场探伤前安全措施

建设单位开展野外探伤作业, 应对防护安全应负主体责任, 委托单位应做好沟通、协调工作。在开展野外探伤作业之前, 建设单位应做好以下工作:

①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地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、作业空间等。

②与委托单位协调沟通工作, 如协商确定适当的探伤地点和探伤时间、具体的抽检率为多少、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。

③制定合理可行的野外探伤工作方案, 以保证实现安全操作。应选择在周边人员较少, 便于监督区内人员全部易疏散的地点开展野外探伤工作, 同时建设单位在探伤前还应评估天气条件, 不能选择在下雨、雷电、冰雹、大雾、沙尘暴等恶劣天气进行探伤作业。

④夜间进行探伤作业时, 必须在控制区边界设立照明装置、警示灯和相应的警告牌, 并且设专人警戒。当探伤区域涉及居民区、科教文卫等敏感区时, 不得进行探伤作业。

2.5 现场探伤时安全防护措施

工作状态指示灯、声音提示装置: 拟为本项目配置工作状态指示灯及声音提示装置, 在控制区的边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号, 并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别, 且警示信号指示装置应与 X 射线探伤机联锁。

警戒线: 拟设置警戒线圈出控制区与监督区, 警戒线需离地 1.0m 左右。

电离辐射警告标志、警告牌：拟在控制区、监督区边界醒目位置张贴电离辐射警示标识，同时在监督区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；拟在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌。在清理完现场确保场内无其他人员后，才能开机进行探伤。

安全信息公告牌：拟在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公告牌。公告牌中应包括辐射安全许可证，公司法人，辐射安全负责人，操作人员和现场安全员的姓名、照片和资质证书，探伤作业性质、时间、地点、拟采取的辐射安全防护措施，当地生态环境部门监督举报电话等内容。安全信息公告牌面积应不小于 2m²，公告信息采取喷绘（印刷）的方式制作，具备防水、防风等抵御外界影响的能力，确保信息的清晰辨识。公告信息如发生变化应重新制作，禁止对安全信息公告牌进行涂改。

个人剂量报警仪及个人剂量计：拟为本项目所有辐射工作人员配备 4 个个人剂量计，4 个个人剂量报警仪。

便携式辐射剂量巡测仪：拟为本项目配备 1 台便携式辐射剂量巡测仪。开始探伤工作之前，应对仪器进行检查，确认能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式辐射剂量巡测仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

喊话器：拟为本项目巡逻辐射工作人员配备 1 个喊话器，若无关人员进入或在两区边界外徘徊，应使用喊话器喊话，提醒其此处正在进行 X 射线探伤，立即远离。

对讲机：拟为本项目所有辐射工作人员配备 4 个对讲机，保证辐射工作人员之间的沟通及时，如遇紧急情况，巡逻辐射工作人员可通过对讲机告知操作人员，立即停止探伤工作。

铅防护设施：拟为本项目配备 1 个 2mmPb 铅罩（长 1000mm×宽 500mm×高 500mm）和 2 个 4mmPb 铅屏风（长 500mm×宽 500mm），减小射线照射范围。

照明装置：本项目为野外探伤，存在晚上探伤的情况，因此拟准备足够的照明装置和警示灯，保证现场的可见度。

应急物资：拟为本项目配备应急物资，如灭火器材和 1 套铅衣（0.5mm 铅当量）等防护用品等，能够及时应对现场的突发状况。

探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。建设单位拟建立射线装置使用台帐，X 射线探伤机出入库时间均进行台帐登记。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合《四川省野外使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）的相关要求，将其与建设单位拟设置的防护措施列于表10-2进行对照分析。本项目辐射安全设施布置图见图10-3、图10-4。

图 10-3 本项目轨道高空和桥面上辐射安全设施布置示意图



图 10-4 本项目地面辐射安全设施布置示意图

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149 号）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400 号）的相关要求，将其与建设单位拟设置的防护措施列于表 10-2 进行对照分析。

表 10-2 辐射安全防护措施对照分析表

执行标准	项目	标准要求	建设单位拟采取措施	是否满足
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	工作前检查	5.1.2 工作前检查项目应包括：a)探伤机外观是否完好；b)电缆是否有断裂、扭曲以及破损；c)液体制冷设备是否有渗漏；d)安全联锁是否正常工作；e)报警设备和警示灯是否正常运行；f)螺栓等连接件是否连接良好；	辐射工作人员拟在探伤工作前将对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 5.1.2 的要求对 X 射线探伤机进行检查。	满足
	作业前准备	7.1 作业前准备 7.1.1 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）。 7.1.2 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。 7.1.3 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。	1.在实施野外探伤工作之前，会对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。 2.确保开展野外探伤工作时本项目探伤机配备有 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员） 3.野外探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，建设单位拟与业主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。与委托单位协商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。	满足
	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。	1.探伤作业时，辐射工作人员将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。现场射线探伤工作将在指定为控制区的区域内进行。 2.辐射工作人员会参考环评理论数据及实际工作经验划分两区，并通过试曝光确定两区范围。根据现场实际巡测数据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。 3.辐射工作人员将在控制区边界上合适的位置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，且操	满足

			作人员将在控制区边界外操作，同时穿戴防护设备。 4.控制区的边界将拉起临时警戒线。	
	分区设置	7.2.3 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。 7.2.4 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。 7.2.5 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。 7.2.6 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。 7.2.7 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。 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。 7.2.9 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。 7.2.10 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。	5.野外探伤作业工作过程中，建设单位将与业主单位一起确保控制区内不同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，将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。 6.建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，并将定期对其开展检定/校准工作，且拟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。 7.探伤作业期间辐射工作人员将对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，将适时调整控制区的边界。 8.辐射工作人员会参考环评理论数据及实际工作经验划分两区，并通过试曝光结果调整两区范围，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，并在其边界醒目位置张贴电离辐射警告标志，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌及警戒线，必要时会设专人警戒。 9.本项目开展探伤工作前需对探伤场地进行评估，若涉及多层楼房或工厂时需先告知公众，并对进行清场，开展探伤工作时安全员在场所周围进行巡视，禁止公众进入控制区和监督区范围内，此外建设单位还配备铅屏风以减小控制区和监督区范围。若采取以上措施后仍不满足野外探伤相关要求，建设单位不应使用 X 射线探伤，应采取其他探伤方式进行检测。	满足

			10.本项目 X 射线探伤机将购买合适长度的电缆线，保证控制台将能设置在监督区内合适的位置，且建设单位拟购设备设有延时开机装置，能够尽可能降低操作人员的受照剂量。	
	安全 警示	7.3.1 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。 7.3.2 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灯。 7.3.3 X 和γ射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。 7.3.4 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。 7.3.5 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。	1.建设单位日常会与委托单位协商请其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，通知到所有相关人员，防止误照射发生。 2.建设单位拟配备有足够的工作状态指示灯和声音提示装置，并于探伤机联锁。夜晚作业时控制区边界会设置照明装置。 3.日常工作将确保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。 4.日常工作将在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	满足
	边界 巡查 与检 测	7.4.1 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。 7.4.2 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。 7.4.3 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。 7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-y 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，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。 7.4.5 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。	1.开始野外探伤之前，探伤工作人员会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。 2.操作规程内容包含要求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，建设单位将安排足够的人员进行巡查。 3.在试运行（或第一次曝光）期间，会测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时会调整控制区的范围和边界。 4.开始野外探伤工作之前，辐射工作人员会对便携式 X-γ剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在野外探伤工作期间，便携式 X-γ	满足

			剂量率仪会一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 5.野外探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，将佩戴个人剂量报警仪。工作人员不会用个人剂量报警仪替代便携式 X-γ 剂量率仪。	
《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）	基本要求	2.2.1(1)跨市（州）使用放射性同位素和Ⅱ类以上射线装置的单位，应当于放射性同位素与射线装置转移前5个工作日，持有效的辐射安全许可证正本、副本复印件，向转入地市（州）环境保护主管部门提交使用计划和作业方案（以下简称报备方案）。 2.1.2野外（室外）作业的操作人员应参加辐射安全培训并取得省级以上的培训合格证书，且证书在有效期内。 2.1.3 野外（室外）作业活动单位至少有 1 名专职人员负责辐射安全管理工作。 3.1.1 探伤作业时应配备现场安全员(可以为现场的两名操作人员之一)，具备对现场辐射安全负责的权限，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作，发现安全问题应立即停止探伤作业。	1.建设单位在跨市（州）进行野外探伤作业前 5 个工作日，拟向转入地市（州）的生态环境部门提交相关备案资料；探伤作业结束后拟向转入地市（州）的生态环境部门提交辐射安全评估报告。 2.建设单位拟配备的 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员）上岗前需要取得辐射安全与防护考核合格证明。	满足
	辐射安全与防护要求	2.3.1监测要求（1）野外（室外）作业活动的单位应配备辐射剂量率监测仪器，且仪器型号和数量要与辐射作业活动规模相符，并定期对辐射监测仪进行校验或刻度比对。（2）野外（室外）作业活动的单位应制定与作业活动相适应的自我监测方案并认真实施，确定警戒边界，并做好监测记录。自我监测记录应包括以下内容：1）作业活动控制区、监督区边界巡测监测记录。 2）作业活动期间工作位监测记录。（3）从事野外（室外）作业活动的单位应每年（不足1年的按1年算）委托有资质的单位根据作业活动特点对作业场所及周围环境至少进行1次辐射监测。该辐射环境监测报告将作为单位年度辐射安全评估报告的重要组成部分。 2.3.2个人剂量（1）辐射作业活动时，辐射工作人员应正确佩戴个人剂量片，对于开展X、γ射线探伤的人员还应同时佩戴个人剂量报警仪。 3.1.4探伤作业时（应急探伤作业除外），应在作业现场边界外公众可达	1.建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，拟定期送检。在野外探伤作业开启前，拟制定自我监测方案，并做好监测记录。每年拟委托有资质的单位根据作业活动特点对作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测。 2.建设单位拟为 4 名辐射工作人员配备 4 套个人剂量计、4 台个人剂量报警仪，按照要求规范佩戴，并建立个人剂量监测档案，每一季度将个人剂量片送交有资质的部门进行检测。 3.建设单位拟设置安全信息公示牌，放置在作业现场边界外公众可达地点，安全信息公示牌面积不小于 2m ² ，公示信息将采取喷	满足

		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、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。安全信息公示牌面积应不小于2平方米，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。	绘（印刷）的方式进行制作。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、资质证书和环保部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。	
《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）	许可证有效性	1.核技术利用单位应持有有效的《辐射安全许可证》，所从事的活动须与许可的种类和范围一致。 2.新（改、扩）建核技术利用项目应及时开展环评和执行“三同时”制度。 3.放射源与射线装置、工作场所以及单位法人与地址等变更后应在《辐射安全许可证》上及时变更。	建设单位领取辐射安全许可证后将严格按照许可证要求从事相关工作。	满足
	机构和人员	1.核技术利用单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，落实了部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作。 2.辐射工作人员（包括管理和操作人员）应参加与其从事活动等级相适应的辐射安全与防护培训并考核合格持证上岗， 严禁无证人员从事辐射工作活动。培训合格证书的有效期为4年，有效期届满应参加复训。	建设单位已建立辐射安全管理机构，落实部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作。辐射工作人员均取得辐射安全与防护考核合格证明后方可开展工作，并安排辐射工作人员定期参加考核。	满足
	放射性同位素和射线装置的台账	1.应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新。台账的内容应该包括：射线装置型号、管电压、管电流，购买时间，报废时间；放射性同位素与射线装置使用或保管的部门、责任人员、目前的状况（使用、检修、闲置、暂存、收贮或销售）；放射性同位素与射线装置转让单位名称及《辐射安全许可证》持证情况、有效日期等内容。	建设单位拟建立射线装置台账，制定 X 射线探伤机的领取、归还和登记制度，定期清点，做到账物相符。	满足
	管理制度和档案资料	核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。 1. 档案分类辐射安全档案资料可分以下十大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“放射源和射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”“野外探伤一事一档”和“废物处置记录”。	建设单位已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，拟根据相关制度要求制定规章制度，同时按照档案管理的要求分类归档放置，野外探伤建立一事一档，所有现场保证有视频资料影像记录。拟按照要求制定上墙制度。	满足

		2. 需建立的主要规章制度：1) 辐射安全与环境保护管理机构文件；2) 辐射安全管理规定（综合性文件）；3) 辐射工作设备操作规程；4) 辐射安全和防护设施维护维修制度；5) 辐射工作人员岗位职责；6) 放射源与射线装置台账管理制度；7) 辐射工作场所和环境辐射水平监测方案；8) 监测仪表使用与校验管理制度；9) 辐射工作人员培训制度（或培训计划）；10) 辐射工作人员个人剂量管理制度；11) 辐射事故应急预案；12) 质量保证大纲和质量控制检测计划（使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位） 3. 需上墙的规章制度：1) 《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。		
	辐射安全与防护措施	1.通过查阅年度监测报告和核技术利用单位自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。 2.辐射工作场所应设置醒目的电离辐射警示标志，出入口应具有工作状态显示、声音、光电等警示措施。 3.辐射工作场所应合理分区，并设置相应适时有效的安全联锁、视频监控和报警装置。	1.通过查阅年度监测报告和核技术利用单位自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。 2.辐射工作场所应设置醒目的电离辐射警示标志，出入口应具有工作状态显示、声音、光电等警示措施。 3.辐射工作场所应合理分区，并设置相应适时有效的安全联锁、视频监控和报警装置。	满足
	三废处置	5. 危险废物应送交有相应资质的单位处置并有危险废物转移联单。 6. 射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除加高压零部件），确保装置无法再次通电使用。	建设单位拟与有相应资质的单位签订委托洗片协议（委托洗片承诺书见附件 5），由被委托单位进行洗片工作，产生的废显（定）影剂、废胶片等危险废物均由被委托单位收集，由被委托单位定期交由有资质的单位进行处置。建设单位将在存档胶片到期前与有相应资质的单位签订协议处置废胶片。射线装置在报废前，建设单位拟采取去功能化的措施，确保装置无法再次通电使用	满足

	监测设备和防护用品	核技术利用单位应配备与其从事活动相适应的辐射剂量监测仪、个人剂量仪、个人剂量报警仪以及防护用品（如铅衣、铅帽和铅眼镜、移动铅屏风等）。核技术利用单位自行配备的辐射监测仪器应每年进行比对或刻度。	建设单位拟配备与其从事活动相适应的辐射剂量监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪以及防护用品，并拟将拟购辐射监测仪器定期进行比对或刻度。	满足
	监测和年度评估	1. 日常自我监测 1)按照环评文件要求制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，并记录备查。 2)短寿命放射性医疗固体废物经存放十个半衰期后，应监测后方可作为一般医疗垃圾进行处置。 3)核技术利用单位也可以委托有资质的单位定期开展场所的日常辐射监测。 2. 委托监测 1)核技术利用单位应于每季度将个人剂量片送交有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。 2)每年委托有资质的机构对辐射作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测。该辐射监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。 3)放射性废水排放前应委托有资质的单位开展监测。 3. 安全和防护状况年度评估报告 核技术利用单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。	1、现场作业时对工作场所的监测：建设单位每次探伤作业活动时均需要对工作场所和周围环境进行巡查与监测，巡查结果与监测结果需记录完整并进行存档。 2、每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为 1 次/季度。 3、每年委托有资质的机构对辐射作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测 4、建设单位将于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。	满足
	辐射信息网络	1. 核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 http://r.mep.gov.cn ）中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。	建设单位拟在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，维护单位基本信息。	满足
	辐射事故应急管理	1. 辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府环境保护主管部门备案，并及时予以修订。辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。	建设单位拟制定应急响应程序，定期组织演练，准备好相应应急物资。发生或发现辐射事故后，当事人将立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告。将根据法规要求，在事故发生后立即向使用地生态环境主	满足

	2. 辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。 3. 核技术利用单位应做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资（装备）的准备，如使用放射源应急处理工具（如长柄夹具等）、放射源应急屏蔽材料或容器、灭火器材等。	管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。	
--	--	----------------------	--

三废治理

1、废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目作业地一般位于空旷地带且人流量较小。臭氧在常温常压的空气中稳定性较差，约 50 分钟便可自动分解为氧气，因此对周围环境产生的影响较小。

2、废水

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水依托都江堰浩旺机电园已建的预处理池处理，处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后进入市政污水管网，再排入蒲阳镇污水处理厂。探伤工作现场产生的少量生活污水拟依托场地的污水处理系统进行处理。

3、固体废物

本项目运营时辐射工作人员会产生相应的生活垃圾，经过袋装收集后，由租赁场所的环卫部门统一运送到垃圾处理场集中处理，探伤工作现场拟依托作业场地周围已有的环保措施进行处理。

本项目运营时会产生废显（定）影剂及废胶片，废显（定）影剂及废胶片属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16 感光材料废物，废物代码为 900-019-16。每年预计产生废显影剂 150kg、废定影剂 150kg 及少量废胶片。

由于本项目探伤地点为全国各地，范围不固定，因此考虑该项目的特殊性，建设单位拟根据探伤地点距公司的距离分 2 种不同的洗片方式：

1) 若探伤区域位于四川省内，则由建设单位自行洗片，建设单位自行洗片。评片和洗片过程可能会产生废胶片及废显（定）影剂，产生的废显（定）影剂和洗片废水用废液桶收集，并运至危废暂存室中废显（定）影剂存放区域；废胶片在工作结束后收集运至危废暂存室中废胶片存放区域；废胶片及废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。建设单位将在项目运行前与有资质的单位签订危废处置协议，危废定期由有资质单位转运。洗片废水交由有资质的单位处理。

建设单位在公司厂房内已建有一间危废暂存室，并已参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设

置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取了隔离措施。拟在危废暂存室内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，暂存废显（定）影剂时拟使用耐腐蚀容器。

建设单位应将本项目危废分类存储并做好标记标识，不可混入其他杂物。危废暂存室门上已张贴环保标识牌，拟增加本项目危险废物种类。危废暂存室门由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。建设单位应严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中 8.2 贮存设施运行环境管理要求。

危废暂存室内划定的废胶片及废显影液定影液存放区域确保满足本项目的存放需求。建设单位拟将本项目危险废物纳入管理计划和危险废物管理台账，打印危废标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

2）若探伤区域不在四川省内范围内，则由建设单位委托签有危废处置协议（废物代码为 900-019-16）的探伤检测公司进行洗片，产生的废胶片、废显（定）影剂及洗片废水由该单位进行集中收集，交由有资质的单位进行处置。

4. 射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》：射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

本项目使用的 X 射线探伤机在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的电缆线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位需建设配备必要的环保设施，本项目环保投资估算见表 10-3。本项目总投资 12 万元，环保投资 6.5 万元，占总投资的 54.2%。在今后的项目实践中，建设单位应根据国家发布的法规内容，结合实际情况对环保设施进行补充完善，使之更能满足实际需要。公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 10-3 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		数量	投资金额（万元）
新建 X 射线野外探伤项目	安全装置及防护用品	工作状态指示灯	拟配备 8 个	
		电离辐射警告标志	拟配备 16 个	
		警告牌	14 个	
		警戒线	8 卷	
		急停按钮	设备自带	
		声音提示装置	拟配备 8 个	
		安全信息公告牌（面积应不小于 2m²）	拟配置 2 个	
		铅罩	1 个（2mmPb，1000mm×500mm×500mm）	
		铅屏风	2 个（4mmPb，500mm×500mm）	
		喊话器	拟配置 2 个	
		对讲机	拟配置 4 个	
		X 射线探伤机固定支架	拟配置 1 个	
		升降支撑架	拟配置 1 个	
	X 射线探伤机储存场所	监控系统	拟配置 1 套	
		防盗门	拟配置 1 扇	
	监测用品	射线装置年度监测	/	
		便携式辐射剂量监测仪	本项目拟配置 1 台	
		个人剂量报警仪	拟购置 4 个	
个人剂量计		拟购置 4 个		
其他	应急物资	拟购置 1 套 0.5mm 铅当量的铅衣和 1 套灭火器材		
	照明装置	8 套		
合计				

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为野外探伤,用于储存 X 射线探伤机的固定场所为现有房间钢结构检测室 2,临时场所为现有房间或带锁铁柜,均不存在土建工程。本项目仅需购入设备及相应措施,施工期将在已有房间内视频监控、保险柜等辐射安全与防护措施的安装。

运行阶段对环境的影响

建设单位拟购置 1 台 X 射线探伤机进行野外探伤工作,本项目探伤范围为全国各地,探伤对象为铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝,材质为 Q345、Q390 钢材。根据业主提供资料,本项目作业方式分为地面探伤及高空探伤,轨道探伤时,仅水平出束,桥梁探伤时,可任意方向,因此选用桥梁探伤情景作为主要场景进行计算,得到的两区结果仍可适用于轨道场景。本项目运营期的主要环境影响因素为:X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物以及探伤结束后洗片、评片过程中产生的洗片废水、废显(定)影剂和废胶片。

一、辐射环境影响分析

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中的相关要求,X 射线野外探伤作业时,应对工作场所实行分区管理,对控制区、监督区的划分原则为:控制区边界外 X 射线周围剂量当量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$;监督区位于控制区外,其边界 X 射线周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$,以此为建设单位野外作业两区的划分进行理论计算。结合本项目特点和实际,本项目评价范围为 X 射线探伤机为中心周围 100m 的区域。同时对评价范围内的辐射工作人员以及周围公众进行年有效剂量计算。

大部分钢构件在生产厂家完成基础生产、焊接和质检,部分结构需在桥梁施工现场完成焊接后,在地面朝下出束质检,在桥梁上完成组装焊接后将结合射线检测和其他检测方式进行质检。本项目绝大部分探伤对象的施工现场远离城镇,施工区域周围人流量少,通过对施工现场内清场可减少对公众的辐射影响;少数施工现场为城镇,若城镇施工现场周围靠近居民区、科教文卫区等敏感区,且监督区已延伸到敏感区内,将采用超声探伤或其他方式检测,公司承诺在条件不满足情况下不会使用 X 射线探伤。

1.计算工况

在实际探伤过程中,射线能量根据被检工件的厚度进行调节,根据不同的工件厚度,

操作人员会设置不同的管电压以及管电流。工件厚度减小，设置的管电压管电流随之减小。本项目计算有用线束方向周围剂量当量率时考虑最大管电压工况下 2 个 4mmPb 铅屏风（形成 8mmPb 铅屏蔽），非有用线束考虑 2mmPb 铅罩。

（1）距辐射源点（靶点）1m 处输出量：

本项目 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，输出量保守选取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1 中 300kV 下的较大值，取值为 20.9mGy·m²/（mA·min）。

（2）距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目距靶点 1m 处 X 射线管组装体 300kV 工况下的泄漏辐射剂量率取值为 5000μSv/h。

（3）透射因子

表 11-1 透射因子一览表

项目	工况	射线类型		屏蔽材料厚度	屏蔽材料厚度	透射因子
铅屏蔽	300kV	有用线束		4mmPb 铅屏风 +4mmPb 铅屏风	8mmPb	1.9E-03
		非有用线束	散射	2mmPb 铅罩	2mmPb	0.037
			泄漏	2mmPb 铅罩	2mmPb	0.45

2. 计算方式

本项目计算控制区范围和监督区范围时仅为理论参考值，建设单位将在实际探伤过程中根据环评理论计算的两区范围初步划定控制区和监督区边界，在进行试曝光过程中，辐射工作人员携带便携式 X-γ 剂量率仪对控制区、监督区边界进行修定，确定实际

的控制区、监督区边界。

3.计算公式

3.1 有用线束方向剂量率估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

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

I ：X 射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，本项目最大管电流为 5mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，取值见表 11-1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

3.2 泄漏射线剂量率估算：

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

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

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 可知，本项目取值为 5000 $\mu\text{Sv/h}$ ；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

3.3 散射方向剂量率估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

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

I ：X 射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，本项目最大管电流为 5mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，取值见表 11-1；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ， $F = \pi(R_0 \times \tan \frac{\theta}{2})^2$ ， θ 为辐射角，取自 X 射线探

伤机辐射角；本项目 X 射线探伤机 θ 为 40° ， $F=0.104\text{m}^2$ ；

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，取自《辐射防护导论》P187，光子在铁上的反射，为 0.018；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，本项目取 0.5m 。

经过工件一次散射后，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，本项目原始 X 射线 300kV 散射辐射为 200kV 。

3.4 保护目标受照剂量水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， μSv ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：X 射线探伤机出束时间；

U ：X 射线探伤机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，本项目辐射工作人员取 1，公众取值 $1/16$ 。

4. 计算结果

4.4 有用线束方向计算结果

对于 X 射线探伤机位于桥面朝向地面照射时，采用公式 1 进行计算，计算结果见下表。

表 11-2 本项目 X 射线探伤机有用线束方向上不同距离处的剂量率一览表（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

序号	距探伤机距离 R(m)	无屏蔽	有 8mmPb 铅屏蔽
1	5	$2.51\text{E}+05$	$4.51\text{E}+02$
2	10	$6.27\text{E}+04$	$1.13\text{E}+02$
3	15	$2.79\text{E}+04$	$5.02\text{E}+01$
4	20	$1.57\text{E}+04$	$2.82\text{E}+01$
5	29	$7.46\text{E}+03$	$1.42\text{E}+01$（控制区）
6	40	$3.92\text{E}+03$	$7.45\text{E}+00$
7	50	$2.51\text{E}+03$	$4.77\text{E}+00$

8	60	1.74E+03	3.31E+00
9	69	1.32E+03	2.50（监督区）
10	100	6.27E+02	/
11	200	1.57E+02	/
12	400	3.92E+01	/
13	600	1.74E+01	/
14	647	1.50E+01（控制区）	/
15	900	7.74	/
16	1300	3.71	/
17	1585	2.50（监督区）	/

注：R 等于 X 射线探伤机照射时的控制区和监督区距离，为了便于操作，确定的两区范围时保守取整数。

4.2 非有用线束方向计算结果

地面探伤时和桥面探伤时受到泄漏射线以及散射射线的影响，采用公式 2、公式 3 来分析本项目 X 射线探伤机在非有用线束方向上不同距离处的周围剂量当量率。计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目 300kV 条件下 X 射线探伤机在桥面上不同距离处的周围剂量当量率一览表（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

序号	距离 (m) R_2	无屏蔽			2mmPb 铅罩屏蔽		
		泄漏射线 剂量率	散射射线 剂量率	叠加影响	泄漏射线剂 量率	散射射线剂 量率	叠加影响
1	5	1.00E+03	1.88E+03	2.88E+03	9.00E+01	6.95E+01	1.59E+02
2	10	2.50E+02	4.69E+02	7.19E+02	2.25E+01	1.74E+01	3.99E+01
3	15	1.11E+02	2.09E+02	3.20E+02	1.00E+01	7.72	1.77E+01
4	17	8.65E+01	1.62E+02	2.49E+02	7.79	6.01	1.38E+01 （控制区）
5	25	4.00E+01	7.51E+01	1.15E+02	3.60	2.78	6.38
6	30	2.78E+01	5.22E+01	7.99E+01	2.50	1.93	4.43
7	35	2.04E+01	3.83E+01	5.87E+01	1.84	1.42	3.25
8	40	1.56E+01	2.93E+01	4.50E+01	1.41	1.09	2.49 （监督区）
9	50	1.00E+01	1.88E+01	2.88E+01	/	/	/
10	70	5.10	9.58	1.47E+01 （控制区）	/	/	/
11	80	3.91	7.34	1.12E+01	/	/	/
12	100	2.50	4.69	7.19	/	/	/

13	130	1.48	2.78	4.26	/	/	/
14	170	8.65E-01	1.62	2.49 (监督区)	/	/	/

注：为了便于操作，确定的两区范围时保守取整数。

4.5 两区划分结果

由以上预测计算结果可知，本项目在未使用铅屏风及铅罩遮挡情况下，控制区及监督区距离较大，从辐射安全管理角度考虑，公司承诺将使用2扇4mmPb铅屏风及1个2mmPb铅罩来缩小控制区及监督区范围，便于现场管控。

在使用防护用品后，综合有用线束及非有用线束的最大两区距离可知，朝向任意方向照射时，理论计算下本项目控制区范围最大为半径为 29m 的球形区域，监督区范围最大为半径 69m 的球形区域，保守以此作为两区最小经验距离。影响范围示意图如下。



图11-1 本项目控制区监督区划分示意图（立体图）

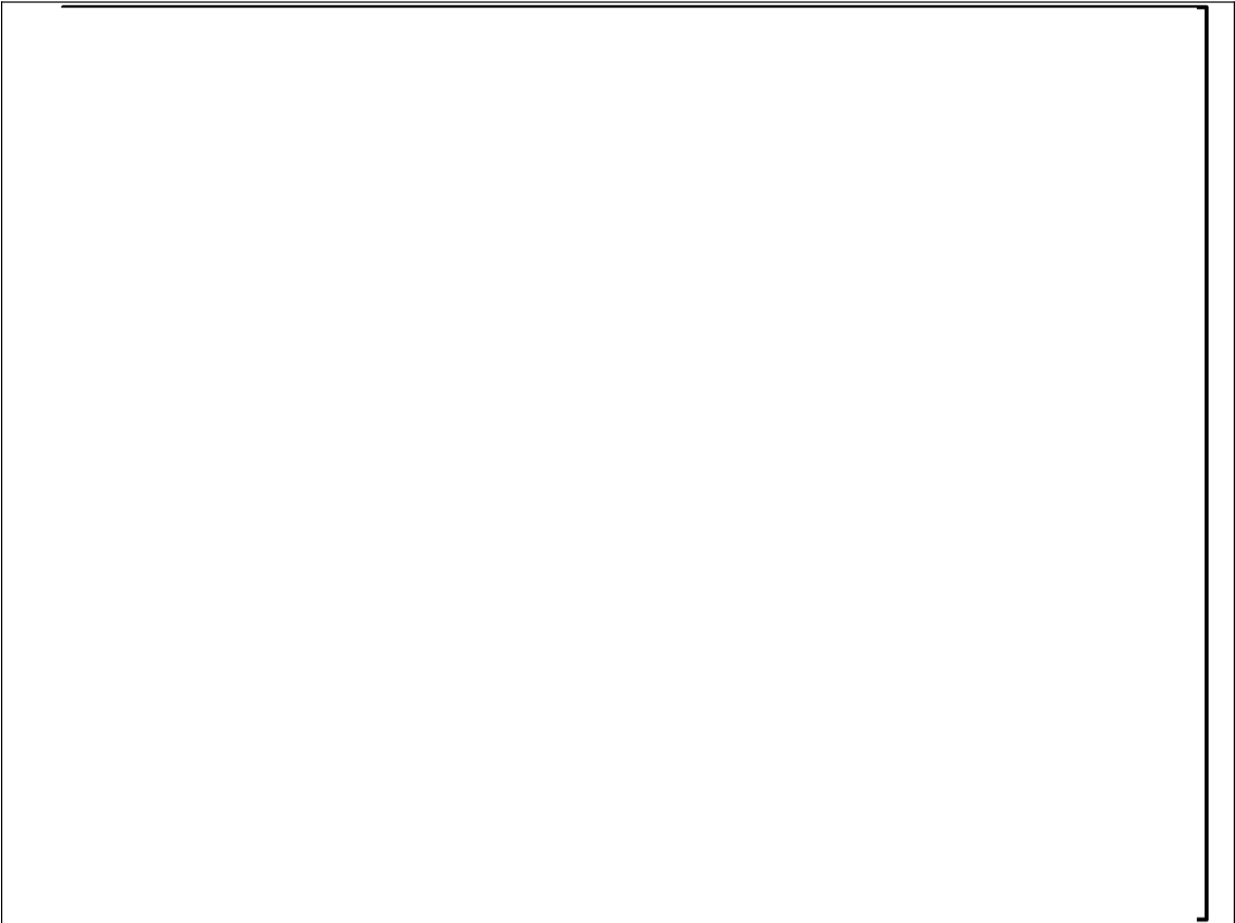


图11-2 本项目控制区监督区划分示意图（俯视图）

4.5.1 管控方式

表11-4 本项目两区管控方式一览表

高空探伤		
情况 1：当桥面或铁轨高大于 94m 时		
两区影响范围（剖面图）	管控方式	
	桥面	地面/水面
	桥面/铁轨管控方式：沿桥梁/铁轨延伸方向，以 X 射线探伤机为中心，控制区距离 X 射线探伤机 29m，监督区距离 X 射线探伤机 69m，拉	桥高/铁轨超过最大监督区距离 69m+25m 高度（94m），则地面/水面无需管控。

情况 2：桥面或铁轨高小于 94m 时

上述理论计算两区范围结果仅为本项目 X 射线探伤控制区和监督区划分提供参考。考虑最大功率限制，实际上本项目 X 射线探伤机无法同时达到最大管电压和最大管电流，探伤过程中 X 射线探伤机管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件厚度的增加等都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试曝光期间，借助便携式 X- γ 剂量率仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

以上理论计算出的距离仅是理想情况下，实际由于特殊情况存在，铅罩、铅屏风不一定能实现完全遮挡，可能存在一定的缝隙会漏射线，因此，本项目的理论计算出的距离仅供参考，现场探伤时，仍需严格落实好铅屏风、铅罩遮挡，按照实测值进行划区。

5.4 保护目标年剂量值估算

根据建设单位提供资料，预计 X 射线探伤机年曝光 3000 次（包含训机次数），每次最多曝光 5min，则 X 射线探伤机累计年出束时间合计不超过 250h。由于本项目探伤地点不固定，探伤作业地点大部分位于室外空旷无人区域，且施工场所将进行围挡，故

周围人流量较少，同时探伤工作开展前将进行清场工作，因此本项目周围公众的居留因子取 1/16。本次评价按各边界区最大周围剂量当量率来计算职业及公众受照射剂量。

辐射工作人员： $250\text{h} \times 15\mu\text{Svh} \times 1 \times 1/1000 = 3.75\text{mSv}$ 。

周围公众： $250\text{h} \times 2.5\mu\text{Svh} \times 1/16/1000 = 3.91\text{E-}02\text{mSv}$ 。

因此本项目运行后辐射工作人员和周围公众年累积受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标中对辐射工作人员和周围公众的剂量约束值要求。

二、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤装置报废时，必须进行去功能化（如将 X 射线探伤装置高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将 X 射线探伤机主机的电源线绞断），使 X 射线探伤装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。同时根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.3 相关要求，X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；当所有 X 射线探伤机从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用 X 射线探伤装置属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，将本项目可能存在的事实的风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-5 中。

表 11-5 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
	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	较大辐射事故
	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	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参

考剂量见表 11-6。

表 11-6 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

二、源项分析及最大可能性事故分析

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 射线意外照射，X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，X 射线探伤机便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

①在进行现场清场工作时，未清场干净，造成人员滞留在野外探伤现场，进行开机作业时，造成人员受到误照射。

②在现场探伤作业时，铅屏风未架设稳定而滑落或者探伤机未进行固定而造成探伤机有用线束平行于地面，周围人员受到误照射。

③在现场探伤作业时，辐射工作人员在有铅屏风蔽的情况下，辐射工作人员误入或滞留，造成人员受到误照射。

根据上述事故情况分析，本次评价事故分析考虑最大可信事故，即本项目 X 射线探伤机以最大工况运行（300kV，5mA）时，无屏蔽防护遮挡且无防护，有用线束方向上造成职业人员及公众被误照射。

三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影

响与危害。

3.1 事故情景分析及计算结果

实际操作中,对于有用线束方向控制区内的辐射工作人员/周围公众,主要是受到有用线束的影响,计算结果见表 11-7。

表 11-7 事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

X 射线探伤机型号	与 X 射线探伤机的距离 (m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (mSv)				
		1min	2min	3min	4min	5min
RX3005GD 型 X 射线探伤机	2	2.61E+01	5.23E+01	7.84E+01	1.05E+02	1.31E+02
	5	4.18E+00	8.36E+00	1.25E+01	1.67E+01	2.09E+01
	10	1.05E+00	2.09E+00	3.14E+00	4.18E+00	5.23E+00
	15	4.64E-01	9.29E-01	1.39E+00	1.86E+00	2.32E+00
	20	2.61E-01	5.23E-01	7.84E-01	1.05E+00	1.31E+00
	25	1.67E-01	3.34E-01	5.02E-01	6.69E-01	8.36E-01
	29	1.24E-01	2.49E-01	3.73E-01	4.97E-01	6.21E-01

本项目野外探伤在有用线束方向上人员最大可能受照剂量为 131mSv,对于职业人员,其值高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值,对于公众,其值高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定公众 1mSv/a 的剂量限值,会构成一般辐射事故。

当 X 射线探伤机处于工作状态时,应有 1 名辐射工作人员在探伤现场周围巡逻,禁止无关人员靠近本项目控制区、监督区,一旦发现有周围公众靠近或进入本项目控制区、监督区范围,相关人员可以立即中断电源,关闭 X 射线探伤机,减小误照人员的受照剂量。综上所述,对于本项目来说,最大可能为**一般辐射事故**。

四、事故防范措施

(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,制定各项管理制度并严格按照要求执行,对发现的安全隐患立即进行整改,避免事故的发生。

(2) 在本项目探伤作业开启前,建设单位需严格确认 X 射线探伤机固定是否牢固以及本项目的辐射屏蔽措施是否到位,清场是否彻底,警戒线、警告标志、工作状态指示灯以及声音提示装置等措施是否设置到位,确认所有的辐射安全与防护措施到位后,才可开启探伤作业。

(3) 野外探伤时需严格执行《四川省野外使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（川环办发〔2016〕149 号）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于事前公告、安全防护区设置、探伤工作区清场、巡视等要求。

(4) 建设单位拟制定《X 射线探伤机操作规程》。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，同时还要有 1 名安全员，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；

(5) 定期对在用 X 射线探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，建立射线装置维护、维修台帐，确保相关防护设施完整并处于正常状态后，射线装置出束才能进行照射；

(6) 对建设单位本项目拟配的 4 名辐射工作人员及以后新增辐射工作人员，均应参加国家核技术利用辐射安全与防护考核的考试，取得了合格证书，持证才能上岗。

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》等法律法规要求，使用Ⅱ类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防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位拟根据核技术利用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立辐射安全管理领导小组负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成应涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室，框架上应符合要求。

本项目拟配备 4 名辐射工作人员，建设单位已承诺在本项目开展前，将安排拟配备辐射工作人员学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件，积极报名并获得辐射安全与防护考核合格证明。届时若有非辐射工作人员操作本项目 X 射线探伤机，同样要求其完成学习后通过考核上岗并为其建立个人剂量监测档案。

辐射安全管理规章制度**一、档案管理分类**

建设单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可包括以下十大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”和“废物处置记录”“一事一档资料”。

一事一档档案资料应包括：作业活动开始前的报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况；作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及账务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其他有关情况。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位已制定《辐射安全与环境保护管理机构文件》，拟制定辐射安全管理制度，包括《辐射安全管理规定》《X 射线探伤机操作规程》《辐射防护设施设备维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台帐管理制度》《辐射工作场所辐射环境监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。在本项目运行前，建设单位应根据具体情况和实际问题，按照相关要求及时制定并在后续工作过程中完善相关制度。

本项目涉及使用Ⅱ类 X 射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400 号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事使用射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	/	初次申领辐射安全许可证
2	辐射工作人员应参加辐射安全知识和法规的考核并持证上岗	/	本项目拟配备的 4 名辐射工作人员均拟获得辐射安全与防护考核证书后上岗，辐射安全管理人员应取得“辐射安全管理”考核证书。
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	/	拟建立
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	/	拟配备 1 台辐射监测仪，4 台个人剂量报警仪、4 个个人剂量计。
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	/	拟制定
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	/	拟制定

7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	/	拟建立
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	/	拟在野外探伤地点监督区周围设置醒目的电离辐射警示标志、警告标牌、警戒线等
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	本项目开展以后拟提交
10	辐射信息网络	/	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 http://rr.mee.gov.cn/ ）中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报
11	应建立动态的台帐，射线装置应做到帐物相符，并及时更新	/	拟制定

辐射安全许可证初次申领材料

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》“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照规定取得许可证”。在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，建设单位需准备以下文件并提交审管部门（四川省生态环境厅），申领辐射安全许可证，申领辐射安全许可证时应该提交满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条、第十八条的证明材料。办理流程:受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件		拟制定
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	/	拟制定
3	辐射工作设备操作规程	/	拟制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	/	拟制定
5	辐射工作人员岗位职责	/	拟制定
6	射线装置台帐管理制度	/	拟制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	拟制定
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	拟制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	/	拟制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	/	拟制定
11	辐射事故应急预案	/	拟制定

12	已完成和正在进行的野外作业项目清单	/	拟制定
13	“一事一档”材料	/	拟制定

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。建设单位应根据实际情况，需制度辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量检测。

一、工作场所监测

现场作业时对工作场所的监测：建设单位每次探伤作业活动时均需要对工作场所和周围环境进行巡查与监测，巡查结果与监测结果需记录完整并进行存档。

每次野外探伤作业时，建设单位凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构对野外探伤现场周围环境辐射剂量率进行检测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

二、个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为 1 次/季度。此外，建设单位还应按以下要求实施：

1、按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，建设单位应做好以下工作：

（1）按照法律、行政法规以及国家环境保护标准，发现个人剂量检测结果异常的，应当立即核实和调查，并由当事人签字确认，同时将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

（2）建设单位应安排专人负责个人剂量检测管理，完善辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材料，并终生保存个人剂量监测档案。

（3）辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

2、按照《四川省环境保护厅关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知》

川环办发〔2010〕49 号文要求，建设单位应做好以下工作：

建设单位应在每年的 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关报送本单位射线装置安全和防护状况年度评估报告。

建设单位应根据个人剂量管理剂量限值的要求，结合工作实际制定本单位个人剂量干预水平和干预措施。建设单位应依规或每一季度将个人剂量片送交有资质的部门进行检测，检测数据超过单位调查水平的，单位应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认。超过个人剂量年度管理限值的，查明原因后，应采取防范措施，并报告发证机关。个人剂量超过国家标准限值的，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理。检测报告及有关调查报告应存档备查。

辐射事故应急

建设单位应根据本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）应急演习计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

1.事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即停机，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地省、市生态环境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。

2.辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计。
- ④ 应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生

防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤ 事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 13 结论与建议

结论**1. 产业政策相符性**

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据自 2024 年 2 月 1 日起施行的《中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

2. 选址、分区

建设单位注册地位于成都市武侯区一环路西一段 130 号，现租赁成都浩旺企业管理有限公司位于都江堰市经济开发区紫金路 6 号都江堰浩旺机电园 A1-3 厂房作为办公场所；场所东侧为闲置厂房；南侧为消防通道；西侧为成都贝伦科技有限公司；北侧为紫金路。

建设单位拟将公司厂房中部钢结构检测室 2 作为存放本项目 X 射线探伤机、控制箱及电缆线、防护用品的存放场所，钢结构检测室 2 只有一扇防盗门用于进出，拟在钢结构检测室 2 内设置一个有动态密码的保险柜，用于存放 X 射线探伤机，由专人进行探伤机台账管理以及领取和归还登记，拟在钢结构检测室 2 内设置监控，能够实时监督室内的情况，拟在钢结构检测室 2 南侧建设本项目暗室；拟在公司厂房内已建的危废暂存室内划分出存放本项目废胶片、洗片废水、废显（定）影剂的区域，并张贴中文标识，定期交于有资质的单位处理。钢结构检测室 2 内设置有实时监控，配套房间均在建设单位所租赁的场所的检测区域内，检测区域入口设置有门禁，钢结构检测室 2 和配套房间均设置门锁，公众靠近的可能性较小。此外本项目 X 射线探伤机不会在钢结构检测室 2 内进行使用，该场所只用作储存，X 射线探伤机储存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对钢结构检测室 2 无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于钢结构检测室 2 是合理的。

本项目的探伤对象本项目探伤对象为铁路轨道和桥梁工程所涉及的钢结构焊缝。本项目探伤对象的材质为 Q345、Q390 钢材，焊缝厚度为 10mm~50mm。本项目探伤作业场地大部分位于室外空旷无人区域，且施工场所将进行围挡，故周围人流量较少。在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，制定不同的探伤方案。当 X 射线探伤机作业时，应因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征

（如拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区，可能对公众造成重大影响的，探伤作业前建设单位必须对周围公众进行告知，并配备防护设备，例如铅屏风，来减小控制区以及监督区的范围。若以上措施仍不能满足野外探伤的相关要求时，则不得使用 X 射线探伤机进行野外探伤，应采取其他检测方式。

因此综上所述，经过采取相应屏蔽措施和管理措施后，对周围环境的辐射影响较小。

在实际探伤过程中，探伤工作人员根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，根据理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试运行或第一次曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。该分区基本满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中现场探伤分区设置要求。

3. 保护目标剂量

根据理论计算，本项目控制区边界外周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界外周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合相关要求。本项目辐射工作人员、公众及保护目标的年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（辐射工作人员附加有效剂量不超过 5mSv 、公众附加有效剂量不超过 0.1mSv ）。

4. 辐射安全措施

建设单位在进行野外探伤时需要严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《四川省野外使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）要求划定控制区和监督区。拟在控制区边界醒目位置张贴电离辐射警告标志，悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；拟在监督区悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌、必要时派专人警戒；探伤现场拟配置有明显的区别提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁，在控制区的所有边界都能清楚地听见

或看见“预备”信号和“照射”信号；拟在周围公众可到达的区域放置安全信息公告牌；拟为辐射工作人员配备 4 套铅衣、1 个喊话器、4 个对讲机，拟为本项目配备照明装置和应急物资；本项目 X 射线探伤机控制箱上自带急停按钮、设置有钥匙开关、延时按钮等固有的辐射安全防护措施，拟为 X 射线探伤机配备 1 个 2mmPb 铅罩和 2 个 4mmPb 铅屏风。

建设单位拟为本项目辐射工作人员建立剂量档案和职业健康监护档案，并定期对其进行个人剂量监测和职业健康体检。建设单位拟为本项目配置 1 台辐射剂量巡测仪和 4 台个人剂量报警仪、4 个个人剂量计，符合移动探伤监测设备的配备要求。

5. 辐射环境管理

1) 每次野外探伤作业时，建设单位凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构对野外探伤现场周围环境辐射剂量率进行检测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv；

2) 建设单位拟购买 1 台辐射剂量巡测仪，在野外探伤时对工作场所辐射水平进行检测，划定监督区与控制区；

3) 建设单位拟委托有资质的公司开展个人剂量监测，所有在职辐射工作人员均需要配备个人剂量计，建设单位应及时跟监测单位核实数据，及时发现、解决问题。

4) 建设单位拟为本项目 4 名辐射工作人员在上岗前安排职业健康体检并建立职业健康档案。

5) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位已制定《辐射安全与环境保护管理机构文件》，拟制定辐射安全管理制度，包括《辐射安全管理规定》《X 射线探伤机操作规程》《辐射防护设施设备维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台帐管理制度》《辐射工作场所辐射环境监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。环评要求运行本项目的建设单位在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时制定并完善相关制度。

6.竣工验收检查内容和要求

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	环保设施		数量
新建 X 射线野外探伤项目	安全装置和防护用品	工作状态指示灯	拟配备 8 个
		电离辐射警告标志	拟配备 16 个
		警告牌	拟配备 14 个
		警戒线	8 卷
		急停按钮	设备自带
		声音提示装置	拟配备 8 个
		安全信息公告牌（面积应不小于 2m ² ）	拟配置 2 个
		铅罩	拟配备 1 个 2mmPb， 1000mm×500mm×500mm
		铅屏风	拟配备 2 个 4mmPb， 500mm×500mm
		喊话器	拟配置 1 个
		对讲机	拟配置 4 个
		X 射线探伤机固定支架	拟配置 1 个
		升降支撑架	拟配置 1 个
	X 射线探伤机存放场所	监控系统	拟配置 1 个
		防盗门	拟配置 1 扇
	监测用品	射线装置年度监测	/
		便携式辐射剂量监测仪	本项目拟配置 1 台
		个人剂量报警仪	拟购置 4 个
		个人剂量计	拟购置 4 个
	其他	应急物资	拟购置 1 套 0.5mmPb 铅衣、1 套 灭火器材
		照明装置	8 套

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，工程建设执行污染治理设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目投入运行后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，自行或委托第三方在三个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。

综上所述，成都清正公路工程试验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所

从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、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考核。
- 3、每年对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境部门，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且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。
- 4、经常检查野外探伤辅助防护措施，例如，工作状态指示灯、声音提示装置等若出现松动、无响应或损坏，应及时修复或更换。
- 5.每次野外探伤作业活动建立完整的档案，做到一事一档，档案材料应包括以下 4 点：
 - （1）作业活动开始前的报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；
 - （2）环保部门现场检查记录及整改要求落实情况；
 - （3）作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及账务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；
 - （4）作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其他有关情况。