

核技术利用建设项目

四川省建筑工程质量检测中心有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

四川省建筑工程质量检测中心有限公司

2024年8月

生态环境部监制



# 核技术利用建设项目

四川省建筑工程质量检测中心有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川省建筑工程质量检测中心有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：成都市金牛区一环路北三段 55 号

邮政编码：610000

联系人：罗焱

电子邮箱：\*\*\*

联系电话：\*\*\*



## 目 录

表 1： 项目基本情况 .....	1
表 2： 放射源 .....	8
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 .....	15
表 8： 环境质量和辐射现状 .....	17
表 9： 项目工程分析与源项 .....	18
表 10： 辐射安全与防护 .....	24
表 11： 环境影响分析 .....	36
表 12： 辐射安全管理 .....	52
表 13： 结论与建议 .....	57
表 14： 审批 .....	63

## **附图**

附图 1：项目地理位置图；

附图 2：本项目大车间二层平面布置图；

附图 3：设备间与洗片室平面布置图。

## **附件**

附件 1：环境影响评价委托书；

附件 2：本项目技术参数情况确认说明；

附件 3：关于落实辐射安全与防护培训和考核的承诺；

附件 4：成立辐射安全防护与环境保护领导小组的通知。

表 1：项目基本情况

建设项目名称		四川省建筑工程质量检测中心有限公司新建 X 射线野外探伤项目			
建设单位		四川省建筑工程质量检测中心有限公司			
法人代表		***	联系人	罗焱	联系电话 ***
注册地址		成都市金牛区一环路北三段 55 号			
项目建设地点		探伤地点位于全国范围，不固定。探伤机无探伤任务时存放于成都市金牛区一环路北三段 55 号大车间 2 楼设备间内。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		60	项目环保投资（万元）	24	投资比例（环保投资/总投资） 40%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ） /
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他					
项目概述					
一、概况					
1.1 建设单位简介					
四川省建筑工程质量检测中心有限公司（统一社会信用代码：91510000727441149E）前身是四川省建筑工程质量监督检验站，1994 年四川省建委决定，在执行行业检测任务时更名为“四川省建筑工程质量检测中					

表 1：项目基本情况

心”，于 2001 年 8 月 31 日在四川省工商行政管理局注册为独立法人的检测机构，由四川省建筑科学研究院投资设立，其后于 2018 年 12 月 27 日更名为“四川省建筑工程质量检测中心有限公司”。业务范围主要包括：建设工程质量检测（地基基础、建筑材料、钢结构、建筑机械、幕墙材料、室内环境污染、管材管件、电线电缆、开关插座、建筑节能、暖通空调、市政道路桥梁、主体结构等检测项目 300 余项，参数 3000 余个。）、工程诊断与鉴定、工程监测、专项技术咨询、绿色建材标识评价。

该公司目前未曾申领过《辐射安全许可证》。

## 1.2 项目由来

为了更好的服务于广大客户，满足对桥梁钢制构件焊缝无损检测的需求，四川省建筑工程质量检测中心有限公司拟新购 8 台便携式定向 X 射线探伤机（分别为 3 台 XXG-2005 型、3 台 XXQ-2505 型、2 台 XXQ-3005 型）开展 X 射线野外探伤业务，均用于对桥梁钢制焊缝进行无损检测，及时发现焊缝内部缺陷。

根据《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），本项目 8 台探伤机均属于 II 类射线装置，探伤地点遍布全国各地，不固定。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《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。因此，四川省建筑工程质量检测中心有限公司委托四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）开展环境影响评价工作（附件 1）。我单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川省建筑工程质量检测中心有限公司新建 X 射线野外探伤项目环境影响报告表》。

## 二、项目概况

### 2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：四川省建筑工程质量检测中心有限公司新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川省建筑工程质量检测中心有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点位于全国范围内，不固定。用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损探伤检测，及时发现焊缝内部缺陷。探伤机无探伤任务时存放于成都市金牛区一环路北三段 55 号四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间 2 楼设备间内。

### 2.2 建设规模

四川省建筑工程质量检测中心有限公司拟新增使用 8 台便携式定向 X 射线探伤机进行野外探伤，分别为 3 台 XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机、3 台 XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机、2 台 XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机。XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA。8 台探伤机均用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损检测，建设单位根据工作计划及钢制构件厚度选择不同型号探伤机进行野外探伤。探伤时主射方向朝下或四周，不存在朝向天空照射的情况。野外探伤单次曝光时间均为从 1min~5min，XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机 2 台总曝光次数最多 2000 次，累计总曝光时间最多 167 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时。8 台便携式定向 X 射线探伤机年总曝光时间约 667h，均属于 II 类射线装置。本项目 2 台野外探伤设备的检修均由设备厂家负责，建设单位只负责探伤机的使用。

表 1：项目基本情况

无探伤任务时，探伤机存放于四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车  
间 2 楼设备间内，并由专人进行探伤机台账的管理以及探伤机领用归还登记，  
做到账物相同，在此场所不开机和训机，暂存时射线装置机头与线缆分开存  
放，分别置于专用便携箱内。本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容表

射线装置名称	类别	数量 (台)	活动 种类	投射 类型	工作方式	备注
XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机	II类	3	使用	定向	野外探伤	新增
XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机	II类	3	使用	定向	野外探伤	新增
XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机	II类	2	使用	定向	野外探伤	新增

### 2.3 项目组成及主要环境问题

本项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

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	使用 8 台便携式定向 X 射线探伤机进行野外探伤，分别为 3 台 XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机、3 台 XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机、2 台 XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机。XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA。野外探伤单次曝光时间均为从 1min~5min，XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机 2 台总曝光次数最多 2000 次，累计总曝光时间最多 167 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时。8 台便携式定向 X 射线探伤机年总曝光时间约 667h，均属于 II 类射线装置。探伤地点分布于国内各地（具体使用地点不固定）。	/	X 射线、臭氧

辅助工程	洗片暗室：当探伤地点距离成都市较近时，现场探伤作业完毕后将胶片带公司，在公司设置的洗片室进行洗片作业，洗片室建筑面积 22.75m <sup>2</sup> 。当探伤地点距离成都市较远时，探伤作业完毕后，可委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片。		废显影液、废定影液、废胶片
环保工程	设置 1 间危废暂存间，建筑面积 6m <sup>2</sup> 。		
公用工程	配电、供电和通讯系统等。		/
办公及生活设施	野外探伤依托工程施工区办公及生活设施。		生活污水、生活垃圾
仓储及其它	无探伤任务时用于存放探伤机的设备间，建筑面积 4.44m <sup>2</sup>		/

## 2.4 主要原辅材料

本项目主要的原辅材料及能耗见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源
能源	电	1500kW·h/a	——
水	生活用水	500m <sup>3</sup> /a	——
主（辅）料	胶片	16000 张	外购
	显影液	300kg/a	外购
	定影液	300kg/a	外购

## 2.5 主要设备配置及主要技术参数

本项目主要的设备配置见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 本项目探伤机的主要技术参数表

型号		XXG-2005 型	XXQ-2505	XXQ-3005
数量		3	3	2
输出	最大管电压 (kV)	200	250	300
	最大管电流 (mA)	5	5	5
	辐射角	***	***	***
	焦点尺寸 (m)	***	***	***
最大穿透	厚度钢 A3	***	***	***
过滤片		***	***	***
照射方式		***	***	***
输出量 ( $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{mA} \cdot \text{h})^{-1}$ ) *		***	***	***
工作方式		单次最长连续曝光时间 5min		
单台探伤机年最大出束时间		83.4h	83.4h	83.4h

\*注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）查得，其他参数均由建设单位提供。

## 2.6 工作人员及工作制度

工作人员：拟配备辐射工作人员 19 名，包括 1 名大学本科以上学历专职

表 1：项目基本情况

负责辐射安全的管理人员。本项目探伤工作人员分为 3 个小组，每组 6 人，根据建设单位实际情况，本项目不存在同个型号 2 台探伤机同时外出探伤作业的情况，根据野外探伤参照《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）》（四川省环境保护厅，川环办发[2016]149 号）文件要求，本项目每组配置 6 名辐射工作人员负责探伤机操作，其中 3 人担任现场安全员，负责探伤期间的安保巡逻工作，防止人员误入造成误照射。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

## 2.7 产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据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“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

## 三、项目布局合理性及实践正当性分析

### 3.1 项目布局合理性分析

本项目野外探伤主要用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损探伤检测，探伤现场为全国各地，不固定。当本项目探伤机野外作业时，将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征、周围设施等进行防护，探伤过程中将通过清场、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严格管理，禁止无关人员出入。采取以上措施后，本项目的野外探伤选址是合理的。

本项目探伤机无探伤任务时存放于四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间设备间内，在此场所**不能开机和训机**，暂存时射线装置机头与线缆分开存放，分别置于专用便携箱内。四川省建筑工程质量检测中心有限公司办公场所位于成都市金牛区一环路北三段 55 号，设备间位于大车间 2 层的中部，周围活动人员少，设备间北侧为电井及楼梯，西侧为楼梯，南侧为照明检测实验室、东侧为电气检测室。设备室安装防盗门，室内安装摄像头，钥匙由设备管理员管理，设备管理员在其专属电脑上能实时看到室内情况。

四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间共计 3 层，大车间北侧 24m

范围内为建设单位绿化用地，东侧30m范围内为建设单位绿化用地，西侧50m范围为停车场，南侧14m为城北体育宿舍，本项目探伤机无探伤任务在此存放时必须严格按照管理要求将探伤机机头和线缆分开存放，并不得开机。

\*\*\*

图 1-2 本项目设备仓库外环境关系示意图

建设单位需做好射线装置的台帐工作、并且不会在此处进行开机和训机作业，只用作仓储，不会对周围环境产生不良影响，周围环境也对该设备室无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。

### 3.2 实践正当性

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。但是，由于在检验过程中射线装置的应用可能会造成如下环境问题：

- (1) 给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；
- (2) 射线装置的使用及管理的失误会造成一定的辐射安全事故。

建设单位在开展射线检验过程中，对射线装置的使用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。因此，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，因此该核技术应用的实践具有正当性。

## 四、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目为新建，本次为首次申请辐射安全许可证，不存在原有核技术利用情况和辐射污染源的问题。

表 2：放射源

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)	年最大用量 (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，包括工业检验、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

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	便携式定向 X 射线探伤机	II	2	XXQ-3505 型	350	5.0	无损检测	全国各地野外探伤场地	新增
2	便携式定向 X 射线探伤机	II	3	XXQ-2505 型	250	5.0	无损检测	全国各地野外探伤场地	新增
3	便携式定向 X 射线探伤机	II	3	XXG-2005 型	200	5.0	无损检测	全国各地野外探伤场地	新增
—	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(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 ( $\mu$ A)	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	气态	---	---	---	---	---	---	直接排放
废胶片	固态	---	---	---	约 2kg	---	暂存于移动集装箱危废暂存间	委托有资质单位收集贮存后交由有资质单位进行处置
废（定）显影液	液态	---	---	---	约 200kg	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6：评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第四 449 号）（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令 第 709 号）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《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）；</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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）；</p> <p>(10) 《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）；</p> <p>(11) 《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 日施行）；</p> <p>(12) 《生态环境部（国家核安全局）辐射事故应急预案》（NNSA/HQ-00-YJ-MP-010）；</p>
------	---

	<p>(13) 《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）》（四川省环境保护厅，川环办发[2016]149号）；</p> <p>(14) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知（川环函[2016]1400号）；</p> <p>(15) 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）》。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(5) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(7) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第1号修改单；</p> <p>(10) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p>

表 6：评价依据

其他	<p>(1) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》（第一分册、第三分册），李德平、潘自强主编，原子能出版社；</p> <p>(3) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社；</p> <p>(4) 《电离辐射剂量学》，李士骏编，原子能出版社；</p>
----	---

表 7：保护目标与评价标准

**评价范围：**

本项目为新增使用II类射线装置野外探伤项目，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，并根据本类项目特点，结合本项目实际，本项目评价范围重点关注以 X 射线探伤机为中心周围 200m 的区域内。

**保护目标：**

**野外探伤：**根据《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）》（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。

本项目的探伤地点位于全国各地，不固定，应尽量选择在周围人员活动较少的地点进行探伤，探伤时在划定的控制区内禁止任何人员停留，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；当探伤工作在周围有敏感目标的场所进行，建设单位需先进行清场，确保两区内无公众的情况下方可进行探伤工作，监督区边界处放置“当心电离辐射”的警示牌。

表 7-1 主要环境保护目标

保护目标	相对探伤机方位	与探伤机的距离（m）	人数（人）	年剂量约束值（mSv）
操作人员	非主射方向	控制区外，监督区内	3	5
安全员	非主射方向	控制区外，监督区内	3	5
公众	不定	监督区外，评价范围内	不定	0.1

**评价标准**

本项目探伤地点遍布全国各地，应执行的环境保护标准如下。

**1、环境质量标准**

（1）地表水：执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相关

标准要求；

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

(3) 噪声：执行国家《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：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准；直接排入地表水体的执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

(2) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）中的相关标准要求；

(3) 噪声：执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的相关标准要求。

## 3、剂量约束

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。项目剂量约束值按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。项目剂量约束值按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

## 4、场所周围控制剂量率

根据《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）》（四川省环境保护厅，川环办发[2016]149号）：控制区边界外空气比释动能率应低于 15 $\mu$ Gy/h，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 $\mu$ Gy/h。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022），一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区，控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区。

表 8：环境质量和辐射现状

**环境质量和辐射现状**

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很小，主要影响为对周围的电离辐射影响。因本项目工程区域不确定，不固定，因此本次环评未进行环境现状监测。

根据中华人民共和国生态环境部《2023年中国生态环境状况公报》，2016-2023年，全国环境电离辐射水平处于本底涨落范围内，环境 $\gamma$ 辐射剂量率自动监测结果保持稳定，年均值范围为85.5~88.5nGy/h。土壤中天然放射性核素活度浓度处于本底水平，人工放射性核素活度浓度未见异常。

表 9：项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

## 一、施工期工艺分析

本项目存放 X 射线探伤机的设备间已建成，仅需在现有房间基础上安装防盗门与实时监控系统，安装施工对周围环境影响非常小。野外探伤不存在土建工程，不存在施工期环境影响。

## 二、营运期工艺分析

本项目拟使用 3 台 XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机、3 台 XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机、2 台 XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机施野外探伤作业。在运营过程中，主要环境影响因素为探伤机探伤时产生的 X 射线和臭氧。本项目野外探伤机野外探伤均要进行洗片，在洗片过程中有显影液、定影液、洗片废水和废胶片产生。

## 1、工作原理

X 射线探伤的工作原理是 X 射线装置通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。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。

## 2、操作流程

(1) 接受现场探伤任务后，制定现场探伤作业方案，该作业方案应包括工况、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、运输人员的职责和分工等。

(2) 到达现场后，在现场探伤曝光开始前应做好探伤作业前的各项准备工作，主要包括以下几个方面：

①辐射工作人员对被探伤工件贴置胶片；准备就绪后，现场工作人员进行撤离。

②应根据探伤规范要求，预测曝光时间、焦距、确定焦点位置，根据现场情况依据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全与防护要求》的规定，将现场工作区域划定为控制区和监督区，并在相应边界设置警

示标识。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合理，必要时调整控制区的范围和边界。

③需对探伤作业的具体情况进行公示，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、单位法人、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。其中，安全信息公示牌面积应不小于 2m<sup>2</sup>，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。夜间进行探伤作业时，必须在控制区和监督区边界设立灯光警示和相应的警告牌，并且设专人警戒。

④在现场探伤作业前必须进行清场，采用预先公示，开始前广播，划定监督区、控制区后安排专人检查相结合的清场方式，做到监督区范围内无公众，控制区内无任何人员。设置警戒线（离地 0.8m-1.0m 左右）、“探伤作业禁止入内”、“当心电离辐射”等警示标识。

⑤安排 1 名专职人员负责辐射安全管理工作。安排专人巡查，确保探伤作业期间无人员误入作业区。每台探伤装置须配备 3 名操作人员同时在场，同时配备 3 人担任现场安全员，每名操作人员配备 1 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。

（3）确保探伤作业前的各项准备工作完成后，操作人员设置电压和曝光时间、调整焦距、启动延时曝光按钮、人员撤离至警戒线外进行曝光；

**本项目探伤机探伤作业流程如下：**

a.工作人员穿戴防护用品，设置和固定探伤机、贴置胶片，将贴好胶片的工件固定位置；准备就绪后，现场工作人员进行撤离。

b.划出控制区与监督区，设置警示标志。

c.操作人员设置电压和曝光时间、调整焦距、启动延时曝光按钮、人员撤离至警戒线外、曝光、曝光结束后，关闭 X 射线探伤机。

d.地面检测时，遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况，工作人员能见度低于 100m 时，应停止作业。

(4) 曝光结束后关闭 X 射线探伤机，取下胶片，带回公司洗片室进行洗片作业。洗片完成后进行评片、审片，完毕后出签发报告。

(5) 探伤作业结束后，清理现场，撤除警戒，采用公司车辆将设备运送回公司设备间存放。

(6) 设备入库并进行台帐登记。

(7) 本项目探伤机无探伤任务时将射线装置与线缆分开存放。此外，本项目 X 射线探伤机不会在设备间调试或使用，探伤机设备间只用作仓储。

在四川省境内进行野外探伤时，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）环境保护主管部门提交使用计划和作业方案。按照步骤（1）~（6）开展探伤作业。在作业结束后 10 个工作日内，应当向转入地市（州）环境保护主管部门提交辐射安全评估报告。

在四川省外进行野外探伤时，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、产污环节及污染因子

X 射线探伤机曝光时，出束方向固定。在打开 X 射线探伤机进行探伤曝光时，有 X 射线、O<sub>3</sub> 产生。在洗片过程中，有废显影液、废定影液、洗片废水和拍片过程中的报废胶片产生。

野外探伤工作程序及产污环节如图 9-1 所示：

②本项目探伤机野外探伤工作程序及产污环节如下：

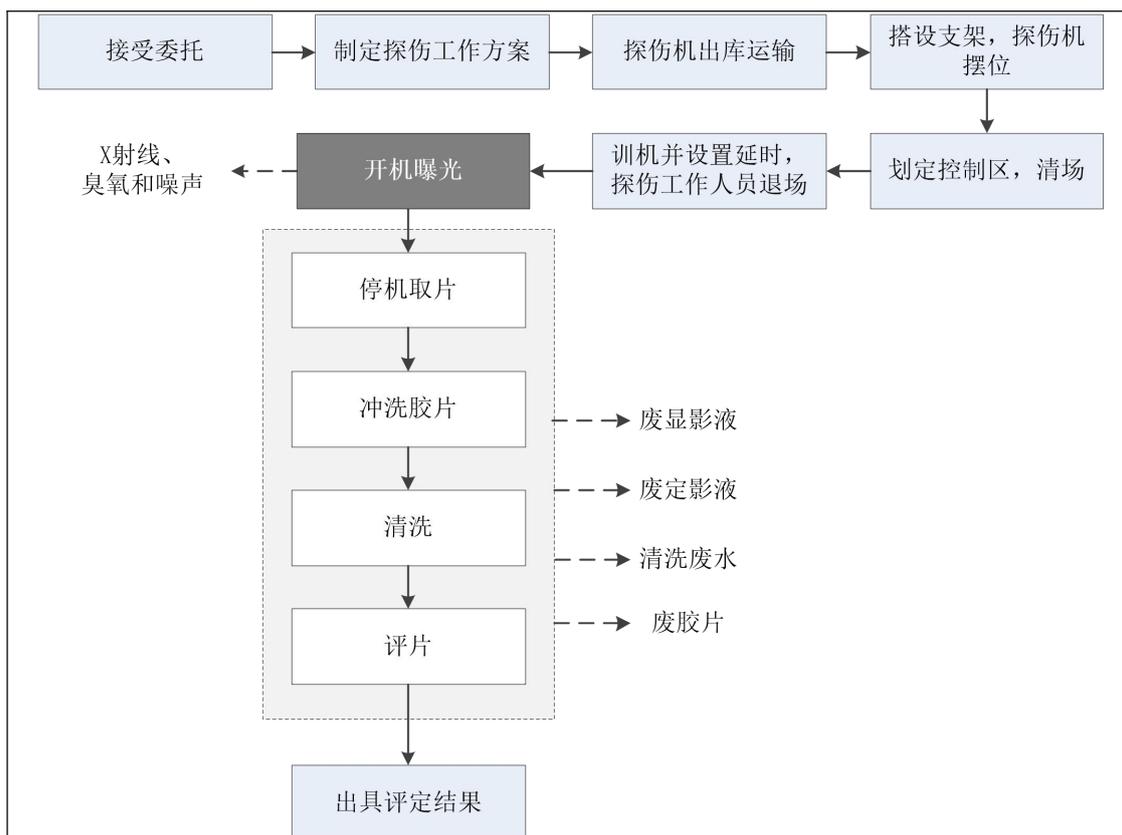


图 9-1 本项目探伤机野外探伤工作程序及产污位置图

#### 4、X 射线装置的探伤工况及工件情况

本项目 8 台探伤机野外探伤地点位于全国各地。8 台探伤机均用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损检测。桥梁钢制构件主要材质为钢，厚度最大约 50mm。XXG-2005 型探伤机主要对厚度范围为 10mm~30mm 的构件进行无损检测，XXQ-2505 型探伤机主要对厚度范围为 30mm~40mm 的构件进行无损检测，XXQ-3505 型探伤机主要对厚度范围为 40mm~50mm 的构件进行无损检测，建设单位根据工作计划及构件厚度选择不同型号探伤机进行野外探伤。当对桥面钢制构件焊缝进行探伤时，探伤机固定于桥梁上方，主射方向朝下；当焊缝位于立面时，探伤机固定于焊缝侧面，主射方向朝向水平方向。两种探伤情形均将探伤机固定到专用工装上，螺丝拧到位，机械工装必须加装保险绳，确保探伤机为固定状态，本项目探伤机探伤时不存在朝向天空照射的情况。本项目探伤机根据本项目工件实际情况，一般照射时间为 10 秒至 5 分钟即可满足探伤要求，探伤机单次曝光时间最多 5 分钟。本项目典型探伤工件及探伤机工作时照片见图 9-2。

\*\*\*

\*\*\*

桥面钢制构件探伤

立面钢制构件探伤

图 9-2 项目典型探伤情景照片

**污染源项描述****一、电离辐射**

X射线探伤机开机工作时产生 X 射线，不开机状态不产生辐射。

**二、废气**

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧，由于本项目 X 射线能量较小，产生的臭氧量也较小。

**三、废水**

本项目探伤机拍片完成后在洗片过程中产生一定量的洗片废水，本项目洗片废水收集后交由建设单位委托的有资质单位处理；本项目工作人员产生少量生活污水，依托工程区已有的环保设施进行处理。

**四、固体废物**

本项目工作人员产生少量生活垃圾，依托工程作业区的环保设施集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

**五、危险废物**

本项目探伤机在拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（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（2021 年版）》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（900-019-16），危险特性为毒性（T）。最终的成像胶片及洗片过程中产生的废胶片也属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16），危险特性为毒性（T）。本项目每年产生的废定影液约 1000L、废显影液约 1000L、废旧成像胶片约 400 张。本项目产生的废显影液及废定影液交由建设单位委托的有危险废物处理资质单位处理。

**六、噪声**

本项目 X 射线机使用时基本不产生噪声，对周围声环境基本无影响。



表 10: 辐射安全与防护

## 项目安全设施

## 一、平面布置合理性分析

本项目野外探伤平面布置主要根据施工工地外环境进行布置，应选择在周边人员较少，较易清场的区域，现场进行探伤时将划定控制区和监督区，其中控制区仅放置探伤机和被探伤对象，无任何人员居留，探伤工作人员在监督区探伤机漏射方向居留，整个监督区将进行清场，无任何非辐射工作人员居留。野外探伤场地通过采取距离控制和其他管控措施后（详见“工作区域管理”）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，平面布置是合理的。

## 二、工作区域管理

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

根据《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）》（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，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。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。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，因地制宜的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如下。

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

野外探伤		探伤机摆放位置	控制区	监督区
设备型号	射线方向	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下；探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向。	剂量率在 15uGy/h 以上的范围，可根据当地实际情况设置控制区。	剂量率在 2.5uGy/h~15uGy/h 之间的范围，根据野外探伤的地形实际情况确定。
XXG-2005 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 7m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 7m~16m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 11m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 11m~27m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）条件下		距离探伤机 7m 范围	距离探伤机 7m~16m 范围
XXQ-2505 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 9m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 9m~21m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 24m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 24m~60m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）条件下		距离探伤机 9m 范围	距离探伤机 9m~21m 范围
XXQ-3505 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 5mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 15m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 15m~35m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 27m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形	探伤机前方 27m~65m 范围中轴线两侧各 20 度

表 10: 辐射安全与防护

	况下		区域	角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风 (1m×1m) 条件下		距离探伤机 15m 范围	距离探伤机 15m~35m 范围
辐射防护措施			任何人员不能在这些区域停留, 设置明显的警戒线, 并设置明显的电离辐射标志, 边界上悬挂清晰的“禁止进入射线区”警示标识。	该区设置电离辐射标志, 经常进行剂量监督, 需要专门防护措施, 禁止公众在该区域滞留, 边界处设置“当心, 电离辐射”警示标识, 边界上悬挂清晰的“无关人员禁止入内”警告牌, 设置专人巡视。

**1、XXG-2005 型探伤机、XXQ-2505 型探伤机、XXQ-3005 型探伤机两区划分示意图:**

\*\*\*

图 10-1 XXG-2005 型探伤机主射方向为水平作业两区划分示意图

\*\*\*

图 10-2 XXG-2005 型探伤机主射方向朝下 (探伤机高度 0.8m) 作业两区划分示意图

\*\*\*

图 10-3 XXQ-2505 型探伤机主射方向为水平作业两区划分示意图

\*\*\*

图 10-4 XXQ-2505 型探伤机主射方向朝下 (探伤机 0.8m 高) 作业两区划分示意图

\*\*\*

图 10-5 XXQ-3005 型探伤机主射方向为水平作业两区划分示意图

\*\*\*

图 10-6 XXQ-3005 型探伤机主射方向朝下 (探伤机 0.8m 高) 作业两区划分示意图

**三、辐射安全及防护措施**

**1、X 射线探伤机存放安全防护措施**

本项目探伤机无探伤任务时存放于成都市金牛区一环路北三段 55 号四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间 2 楼设备间内, 探伤设备与电源线分开存放, 该设备存放间内安装监控摄像头, 可与移动设备相连, 实施 24 小

时监控，能够实时看到库房内部情况，库房安装防盗门，钥匙由专门的辐射工作人员进行保管。探伤机在外探伤期间，由专门辐射工作人员保管。

## 2.设备固有安全性

X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生 X 射线，建设单位拟从具有《辐射安全许可证》II类射线装置销售资质的正规单位购买探伤机，设备自带安全性较高，其设备固有安全性如下：

①开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机会示意操作者可以进行训机操作，系统将根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机，停用时间不到 48 小时不进行自动训机，停用 48 小时以上、120 小时以下进行短训机，超过 120 小时进行长训机。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

②延时启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受 X 射线的辐射，在产生 X 射线之前，系统将自行延时 1 分钟，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声。这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。同时本项目使用的探伤机可以自动设置延时时间，延时设定范围在 0~3min 之间。

③当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

④X 射线发生器所用绝缘气体（SF<sub>6</sub>）对于高压有良好的介电性能，且射线机头有过滤片和屏蔽罩。

⑤探伤机在主射束出口安装有 X 射线过滤器，将对探伤检测无用的低能量射线束进行过滤，以此来减小 X 射线对环境的影响。

⑥当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

⑦设备停止工作 120 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

## 3.野外探伤辐射安全与防护措施

根据《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）》（川环办发[2016]149号）、《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）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022），本项目开展野外探伤应采取如下辐射安全与防护措施：

### （1）探伤前对工作环境的全面评估

建设单位在野外探伤作业前，应对工作环境进行全面评估及与委托单位沟通协调工作，以保证实现安全操作。建设单位在探伤工作开展前与业务委托单位协商确定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。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，同时确保作业地点满足高空作业要求，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，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。

### （2）制定野外探伤工作方案

接受现场探伤任务后，在野外探伤作业前，按项目应制定有针对性的现场探伤工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区和监督区范围、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。具体内容包

括：

①明确探伤工况：使用的探伤设备、探伤对象、时间安排（开始和结束时间节点）、探伤场所位置；

②根据探伤工况等划定安全防护区域（控制区和监督区）范围，明确对控制区、监督区采取的警戒、安全措施。并通过影像资料记录现场各类辐射安全措施的履行情况。

③确定监测方案：根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测指标及频次，预先制定监测结果记录表格。监测点位至少应考虑控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置等，应在探伤操作前测一次，操作期间测一次，并委托有资质的辐射监测单位对作业场所周围环境至少进行 1 次监

测。若发现异常情况，应当立即采取措施，同时向当地生态环境主管部门报告。

④明确清场方式：如预先公告、开始前广播、安排专人检查等，确保在探伤操作期间，在划定的监督区范围内无公众，控制区内不应有任何人员。

⑤明确职责和分工：明确工作人员的分工计划，如探伤操作人员名单及其职责等。本项目野外探伤拟配备 6 名专职辐射工作人员作为一个探伤小组，其中 3 人为操作人员，3 人担任安全员，还需负责现场控制区和监督区的划定与控制，场所辐射剂量水平监测以及警戒、监督区内人员的清场，确保本项目探伤时控制区内无任何人员、监督区内没有除本项目辐射工作人员的其他人停留。

⑥实施异地野外探伤作业备案制度在四川省内跨市（州）异地开展工业 X 射线野外探伤时，项目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（以下简称报备方案）。报备方案内容包括：I.作业所涉项目名称，时间和详细地点，作业工期，作业活动内容。II.使用射线装置的名称、型号、类别、数量。射线装置暂存及安保和辐射防护措施。配备监测设备名称、型号数量等。III.辐射安全负责人姓名、联系电话和职务，操作人员名单及其辐射安全与防护培训合格证书复印件。IV.单位制定的辐射安全与防护相关规章、制度。作业活动操作规程、人员岗位职责、辐射应急预案（包括项目所在地生态环境部门、公安部门、卫生部门联系方式）等。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。

⑦活动结束后 10 个工作日内，应当向转入地市（州）生态环境主管部门办理备案注销手续和提交辐射安全评估报告。辐射安全评估报告内容主要包括：作业活动执行情况；作业期间对各项辐射安全防护措施及管理要求的履行情况；报备方案（包括人员、射线装置数量等）是否变更及其说明；环境部门检查要求落实情况；异常情况说明；现场辐射环境监测情况；明确是否存在违规操作，是否造成环境污染。

### **（3）探伤作业前进行公示**

在探伤作业前，应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、控制范围, 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 2m<sup>2</sup>, 公告信息应采取喷绘 (印刷) 的方式制作, 应具备防水、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、污损。

#### (4) 探伤过程辐射屏蔽与个人防护

①因地制宜利用探伤具体地点地形特征及周围设施防护。

②在现场探伤作业前必须进行清场, 设置警戒线 (离地 0.8~1.0m 左右)、警报灯, 在控制区悬挂“禁止进入射线探伤区”标识, 在监督区悬挂“无关人员禁止入内”警示牌以及在警戒线边界设置“当心电离辐射”等警示标识, 并安排专人进行巡视。遇有雷雨天、大雾、照明不足等情况, 工作人员能见度低于 100m 时, 应停止作业。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。

③本项目野外探伤作业拟配备 3 个探伤小组, 每组 3 名操作人员、3 名安全警戒人员为, 本项目探伤机由 3 组探伤组根据工作安排进行操作, 本项目 8 台探伤机共 3 个型号, 不存在同个型号 2 台探伤机同时使用的情况, 本项目至少保证开展作业时每个探伤小组有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪、6 个声光个人剂量报警仪、6 套防护 0.5mm 铅当量防护铅服、6 个人剂量计、6 台对讲机、3 个大功率喊话器、若干警示标志、警戒绳、检测设备固定工装、1 套云监控设备 (可与移动设备连接, 实行实时监控, 能随时看到探伤检测现场情况, 并可对视频资料进行保留存档)。同时, 个人剂量计与个人剂量报警仪应编号并定人佩戴, 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。如后期根据业务需求, 需要增加辐射工作人员时, 建设单位应严格按照相关规范要求, 新增加的辐射工作人员应及时参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习, 通过相关考试, 持证上岗, 且应配置个人剂量计和个人剂量报警仪, 按照规范配备辐射监测仪、喊话器、警戒绳等。

#### (5) 内部管理机构 and 规章制度

本野外探伤作业辐射环境安全内部管理机构 and 规章制度，逐级落实野外探伤作业的辐射安全责任制。每次野外探伤作业完成后，要按照“一事一档”的要求建立辐射安全与防护档案，需要归档的材料应包括以下内容：

①作业活动开始前报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；

②生态环境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、设备检查记录及帐务复核记录，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，以及需要记录的其它有关情况。

#### **(6) 探伤组个人防护**

建设单位在探伤作业前需开展制定探伤工作方案、张贴探伤作业公告、划定控制区和监督区、清场、个人防护等准备工作。至少保证开展作业时每个探伤小组有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪和若干警示标志、警戒绳、6 套 0.5mm 铅当量防护铅服。同时，还要为每名操作人员配备一台个人剂量计和一台声光个人剂量报警仪，个人剂量计及声光个人剂量报警仪应编号并定人佩戴，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。

#### **(7) 设备管理**

探伤机在野外探伤完毕后，探伤机送回公司设备间内，做好出库入库、使用等台账，并由专人进行探伤机台账的管理以及探伤机领取归还登记，探伤设备与线缆分开存放，该设备室具备防盗和安全等功能，设备室上锁，钥匙由专人管理，设备室内拟设置摄像头 24 小时监控。

#### **(8) 辐射事故应急救援预案**

为了加强对野外探伤工作的安全管理，建设单位需制定辐射事故应急救援预案。预案的内容包含应急组织体系及职责，应急准备、事件分级及应急响应，应急响应处置程序和应急联络电话。

#### **(9) 其他**

##### **①源项控制**

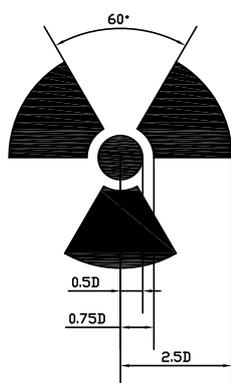
本项目的 X 射线探伤机对产生的 X 射线用屏蔽套屏蔽，射线装置泄漏辐射

不会超过相应国家标准规定的限值，且本项目X射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。同时针对不同厚度的探伤工件，建设单位将设置不同的曝光工况和曝光时间，以减少不必要的照射。

### ②距离防护

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 6.4 条要求，辐射工作场所应分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

电离辐射警告标志如图 10-7 示。



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-7 电离辐射标志和电离辐射警告标志

### ③时间防护

在确保检测质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段。

### ④探伤机的现场储存

对于野外探伤，应依托施工现场工房设置专用房间进行探伤机的暂存，并由专人进行探伤机台账的管理以及探伤机领用归还登记，做到账物相同，同时探伤机暂存期间应设置必要的防盗措施（包括：设置防盗门及 24h 实时监控摄像头等），探伤机暂存时，应将探伤机与控制线缆分开单独储存，防止工作人员误操作曝光。

## 四、三废的治理

### 1、废气处理措施

野外探伤时，由于为开放场所，大气扩散条件较好，产生的臭氧经自然分

解和稀释后，对周围大气环境影响较小，本次评价不考虑。

## 2、废水处理措施

本项目洗片废水应收集后交由建设单位委托的有资质单位处理，不得跨区运输；工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理。

## 3、固体废物

本项目探伤机在运行时无固废产生。

工作人员产生的生活垃圾依托工程作业区的环保设施，集中回收并交由环卫部门统一处理。

## 4、噪声

本项目 X 射线机使用时基本不产生噪音，对周围环境基本无影响。

## 5、危险废物处理措施

本项目每年产生的废定影液约 1000L，废显影液约 1000L，均属于危险废物。现场探伤作业完毕后在现场设置的移动集装箱洗片室进行洗片作业。

本项目探伤机拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液（1000L/a）及废定影液（1000L/a），均属于危险废物，建设单位应在洗片室内采用专用废液收集桶收集一定量后将其交有危废处理资质的单位予以妥善处理，不得跨区转移；产生废胶片约 800 张/a，属于危险废物，建设单位拟在洗片室内采用专用储存柜收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置。危险废物暂存间的建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求。对于危险废物管理，采取如下措施：

（1）洗片过程中产生的废显影液、废定影液等统一采用专用容器进行收集，并暂存于在危废暂存间内，且收集容器具有防渗、防水、防流失和防腐蚀的效果，并在收集容器外张贴危险废物标志。本项目使用不小于 100L 的加盖废液收集桶至少 4 个。

（2）本项目将废显影液及废定影液等分类收集后用收集桶密封盛装，危险废液收集容器四周设置堵截的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不小于容器最大储存量的 1/5。贮存设施内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

（3）危废暂存间地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所

接触的物料或污染物相容。

(4) 在危废暂存间内应及时清运贮存危险废物，实时贮存量不应超过 3 吨。

(5) 建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台帐，由专人进行管理，同时建设单位应与具有相应危险废物处理资质的单位签订处理协议，并按照《危险废物转移联单管理办法》的要求做好危险废物转移联单填报登记工作。

(6) 危险废物暂存室和危险废物收集桶必须按《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）的规定设置危险废物标签（如图 10-8）。危险废物标签应包含废物名称、废物类别、废物代码、废物形态、危险特性、主要成分、有害成分、注意事项、产生/收集单位名称、联系人、联系方式、产生日期、废物重量和备注。危险废物标签宜设置危险废物数字识别码和二维码。

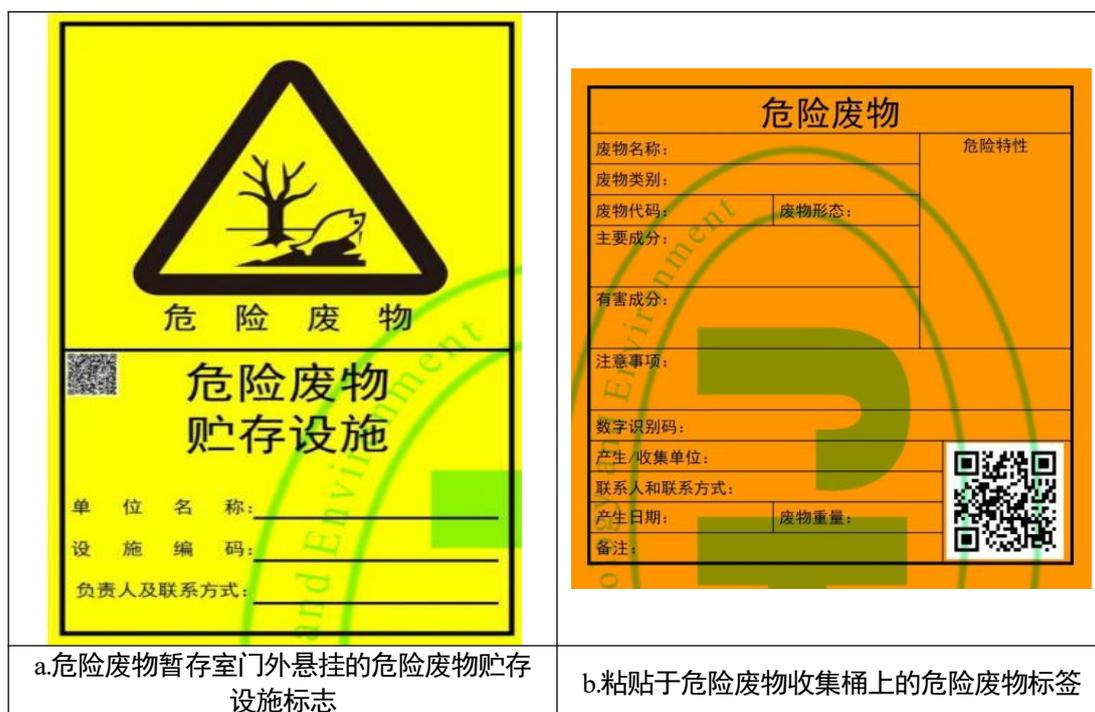


图 10-8 危险废物标志

### 五、工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3。

表 10-3 X 射线探伤机工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
X 射线探	防盗和防破坏	①本项目 X 射线探伤机储存设备室纳入单位日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏；

伤机场所		②X 射线探伤机储存设备室根据需要设置监控摄像头实行 24h 实时监控； ③安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案； ④设备室和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ⑤有野外探伤任务时，将射线装置与线缆分开存放，分别置于专用便携箱内，由探伤作业操作人员保管； ⑥运输过程中，采用公司车辆运输 X 射线探伤机，且安排至少 1 名操作人员随车押运。
	防射线泄漏	本项目所使用的 X 射线探伤机购置于正规厂家，出厂时探伤机的杂散辐射和泄漏辐射不会超过规定的限值。

## 六、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“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”。报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射，并按射线装置台账管理规定进行台账的更新。

## 七、环保投资估算

本项目总投资 60 万元，环保投资 24.0 万元，占总投资的 40%。项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 辐射安全防护和环保设施（措施）投资一览表

类别	环保设施	投资金额 (万元)	备注	
野外探伤	屏蔽防护	防护铅屏风 12 个（4 个铅当量 2mm、4 个铅当量 3mm、4 个铅当量 5mm，长、宽均为 1m）	6.0	
	防护设备	0.5mm 铅当量辐射防护铅服 18 套、大功率喊话器 9 个、安全警示线 3 盘、对讲机 18 个	5.0	需配置
	监测仪器	个人剂量计 18 个，声光个人剂量报警仪 18 台，便携式辐射监测仪 3 台	3.0	需配置
	安全装置	声光报警装置 6 个、控制区和监督区警示标志、现场公示牌 3 个、存储 X 射线机的公司设备间设置 24 小时监控摄像头、现场检测的云监控系统 3 套、夜间探伤灯光设备 6 套	2.0	需配置
其他	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。	2.0	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	3.0	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备（应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练等）	3.0	应预留
合计		24.0	/	

表 11：环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

本项目探伤机存放设备间已建成，仅需安装实时监控系统及防盗门，对周围环境影响非常小。

## 运行阶段对环境的影响

## 一、运行期正常工况环境影响分析

## 1.1 辐射环境影响分析

## 1.1.1 控制区和监督区的划分计算

## (1) 野外探伤两区划分定义

根据四川省环境保护厅《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）》“两区”划分管理及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022），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，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；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。

本项目探伤机均用于对桥梁钢制焊缝进行无损检测，典型探伤情景为以下两种：

①当对桥面钢制构件焊缝进行探伤时，探伤机固定于桥梁上方，主射方向朝下，探伤机固定高度最高为  $0.8\text{m}$ ，探伤机固定于工件上方时，可在探伤机四周非主射方向设置  $1\text{m}\times 1\text{m}$  的铅屏风进行漏射线和散射线的遮挡对产生 X 射线进行屏蔽。

②当焊缝位于立面时，探伤机固定于焊缝侧面，主射方向朝向水平方向时，为合理有效控制野外探伤两区范围，需在被探伤工件四周设置铅帘进行主射线、漏射线和散射线的遮挡，同时根据通用探伤机设备参数，一般探伤机控制电缆长度为  $20\text{m}$ ，为便于探伤人员操作，因此野外探伤控制区范围必须控制在  $20\text{m}$  范围内。探伤现场布置如图 11-1 所示。

\*\*\*

图 11-1 野外探伤现场布置示意图

（注：野外作业时，应根据现场实际情况采用铅屏风尽可能地对 X 射线进行遮挡）

**(2) 主射方向控制区和监督区划定计算**

当对桥面钢制构件焊缝进行探伤时，本项目探伤机固定于桥面上方 0.8m，主射方向朝向地面，探伤机四周采用铅屏风进行屏蔽。当焊缝位于立面时，探伤机固定于焊缝侧面，主射方向为水平照射时，主射方向与非主射方向可采用铅屏风进行屏蔽。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保守考虑各探伤机探伤工件厚度范围的最小厚度的屏蔽作用。

根据上述探伤条件，X 射线的辐射剂量可近似按下面公式计算：

\*\*\*

\*\*\*。

根据式 11-1、式 11-2，本项目各型号探伤机主射方向为水平照射时四周关注点所受主射线的辐射影响，主射线在不同距离处辐射剂量率见表 11-1。

**1、本项目 3 种型号探伤机主射方向为水平照射时控制区和监督区计算结果：**

表 11-1 本项目探伤机主射方向为水平主射线在不同距离处的剂量 ( $\mu\text{Gy/h}$ )

距射线靶距离 (m)	XXG-2005 型		XXQ-2505 型		XXQ-3005 型	
	无铅帘遮挡 (考虑 10mm 钢制工件屏蔽)	有 2mm 铅当量铅帘遮挡	无铅帘遮挡 (考虑 10mm 钢制工件屏蔽)	有 3mm 铅当量铅帘遮挡	无铅帘遮挡 (考虑 10mm 钢制工件屏蔽)	有 5mm 铅当量铅帘遮挡
减弱因子 B*	0.22	0.003	0.28	0.007	0.33	0.005
5	$2.30 \times 10^4$	69.0	$4.64 \times 10^4$	$3.25 \times 10^2$	$8.35 \times 10^4$	$4.18 \times 10^2$
10	$5.75 \times 10^3$	17.3	$1.16 \times 10^4$	81.2	$2.09 \times 10^4$	$1.04 \times 10^2$
<b>11</b>	<b><math>4.75 \times 10^3</math></b>	<b>14.3 (控制区)</b>	$9.59 \times 10^3$	67.1	$1.73 \times 10^4$	86.3
20	$1.44 \times 10^3$	4.31	$2.90 \times 10^3$	20.3	$5.22 \times 10^3$	26.1
<b>24</b>	$9.99 \times 10^2$	3.00	$2.01 \times 10^3$	<b>14.1 (控制区)</b>	$3.62 \times 10^3$	18.1
<b>27</b>	<b><math>7.89 \times 10^2</math></b>	<b>2.37 (监督区)</b>	$1.59 \times 10^3$	11.1	$2.86 \times 10^3$	<b>14.3 (控制区)</b>
45	$2.84 \times 10^2$	0.85	$5.73 \times 10^2$	40.1	$1.03 \times 10^3$	5.16
50	$2.30 \times 10^2$	0.69	$4.64 \times 10^2$	3.25	$8.35 \times 10^2$	4.18
51	$2.21 \times 10^2$	0.66	$4.46 \times 10^2$	3.12	$8.03 \times 10^2$	4.01
60	$1.60 \times 10^2$	0.48	$3.22 \times 10^2$	<b>2.26 (监督区)</b>	$5.80 \times 10^2$	2.90
65	$1.36 \times 10^2$	0.41	$2.75 \times 10^2$	1.92	$4.94 \times 10^2$	<b>2.47 (监督区)</b>
70	$1.17 \times 10^2$	0.35	$2.37 \times 10^2$	1.66	$4.26 \times 10^2$	2.13

表 11：环境影响分析

75	$1.02 \times 10^2$	0.31	$2.06 \times 10^2$	1.44	$3.71 \times 10^2$	1.86
80	89.9	0.27	$1.81 \times 10^2$	1.27	$3.26 \times 10^2$	1.63
85	79.6	0.24	$1.61 \times 10^2$	1.12	$2.89 \times 10^2$	1.44
100	57.5	0.17	$1.16 \times 10^2$	0.81	$2.09 \times 10^2$	1.04
110	47.5	0.14	9.59	0.67	$1.73 \times 10^2$	0.86
115	43.5	0.13	87.7	0.61	$1.58 \times 10^2$	0.79
120	39.9	0.12	80.6	0.56	$1.45 \times 10^2$	0.73
160	22.5	$6.74 \times 10^{-2}$	45.3	0.32	81.6	0.41
180	17.8	$5.33 \times 10^{-2}$	35.8	0.25	64.4	0.32
200	14.4	$4.31 \times 10^{-2}$	29.0	0.20	52.2	0.26
250	9.20	$2.76 \times 10^{-2}$	18.6	0.13	33.4	0.17
350	4.70	$1.41 \times 10^{-2}$	9.47	$6.63 \times 10^{-2}$	17.0	$8.52 \times 10^{-2}$
500	2.30	$6.90 \times 10^{-3}$	4.64	$3.25 \times 10^{-2}$	8.35	$4.18 \times 10^{-2}$

注：①探伤室 3 种型号探伤机均可对 10mm 钢制构件进行无损检测，因此均考虑 10mm 钢制构件屏蔽；②查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）图 10.5h，保守取 2mmPb 对 200kV X 射线的减弱因子  $f = 0.003$ ，保守取 3mmPb 对 250kV X 射线的减弱因子  $f = 0.007$ ，5mmPb 对 300kV X 射线的减弱因子  $f = 0.005$ 。

\*\*\*

图 11-2 XXG-2005 型 X 射线机主射方向朝向水平方向两区示意图

\*\*\*

图 11-3 XXQ-2505 型 X 射线机主射方向朝向水平方向两区示意图

\*\*\*

图 11-4 XXQ-3005 型 X 射线机主射方向朝向水平方向两区示意图

综上，本项目探伤机在地面探伤主射线为水平方向时，主射方向划定的控制区和监督区为：

XXG-2005 型 X 射线机：主射线为水平方向时，在主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 11m 范围，监督区范围为距离探伤机 11m~27m 范围。

XXQ-2505 型 X 射线机：主射线为水平方向时，在主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 24m 范围，监督区范围为距离探伤机 24m~60m 范围。

XXQ-3005 型 X 射线机：主射线为水平方向时，在主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 27m 范围，监督区范围为距离探伤机 27m~65m 范围。

## （2）非主射方向控制区和监督区的划定计算

在开展野外探伤时，操作人员居留于非主射方向，本项目 3 种型号探伤机

进行水平探伤作业时，在探伤机与操作人员之间根据探伤机型号分别设置不同铅当量的铅屏风进行遮挡，非主射方向主要受漏射线和工件的散射线影响。探伤机位于工件上方，主射线朝下时，在探伤机四周根据探伤机型号分别设置不同铅当量的铅屏风进行遮挡，四周辐射工作人员及公众只受到漏射和散射的影响。

**①漏射辐射**

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GB117-2015）中规定：当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时，要求距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h。根据式 11-3 进行计算。

$$B = 10^{(-X/TVL)} \dots\dots\dots \text{式 11-3}$$

式中：

*B*—透射因子；

*X*—屏蔽材料厚度，mm；

*TVL*—铅的什值层厚度，mm。

表 11-2 不同厚度铅屏风不同能量漏射线下透射因子计算表

电压	200kV	250kV	300kV
屏蔽材料	***	***	***
什值层厚度*	***	***	***
减弱因子	***	***	***

注：表中什值层厚度取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2。

表 11-3 非主射方向不同距离漏射线的辐射剂量率（μGy/h）

距射线靶距离 (m)	XXG-2005 型		XXQ2505 型		XXQ-3505 型	
	无铅屏风遮挡	有 2mm 铅当量铅屏风遮挡	无铅屏风遮挡	有 3mm 铅当量铅屏风遮挡	无铅屏风遮挡	有 5mm 铅当量铅屏风遮挡
1	5.00×10 <sup>3</sup>	1.86×10 <sup>2</sup>	5.00×10 <sup>3</sup>	4.62×10 <sup>2</sup>	5.00×10 <sup>3</sup>	6.63×10 <sup>2</sup>
5	2.00×10 <sup>2</sup>	7.46	2.00×10 <sup>2</sup>	1.85E+01	2.00×10 <sup>2</sup>	26.5
7	1.02×10 <sup>2</sup>	3.80	1.02×10 <sup>2</sup>	9.43	1.02×10 <sup>2</sup>	13.5
9	61.7	2.30	61.7	5.70	61.7	8.19
12	34.7	1.29	34.7	3.21	34.7	4.61
15	22.2	0.83	22.2	2.05	22.2	2.95
16	19.5	0.73	19.5	3.99	19.5	2.59
20	12.5	0.47	12.5	1.15	12.5	1.66
21	11.3	0.42	11.3	1.05	11.3	1.50
22	10.3	0.39	10.3	0.95	10.3	1.37
25	8.00	0.30	8.00	0.74	8.00	1.06
30	5.56	0.21	5.56	0.51	5.56	0.74
35	4.08	0.15	4.08	0.38	4.08	0.54

表 11：环境影响分析

40	3.13	0.12	3.13	0.29	3.13	0.42
43	2.70	0.10	2.70	0.25	2.70	0.36
44	2.58	$9.63 \times 10^{-2}$	2.58	0.24	2.58	0.34
45	2.47	$9.20 \times 10^{-2}$	2.47	0.23	2.47	0.33
50	2.00	$7.46 \times 10^{-2}$	2.00	0.19	2.00	0.27
54	1.71	$6.39 \times 10^{-2}$	1.71	0.16	1.71	0.23
80	0.78	$2.91 \times 10^{-2}$	0.78	$7.22 \times 10^{-2}$	0.78	0.10
84	0.71	$2.64 \times 10^{-2}$	0.71	$6.55 \times 10^{-2}$	0.71	$9.40 \times 10^{-2}$
90	0.62	$2.30 \times 10^{-2}$	0.62	$5.70 \times 10^{-2}$	0.62	$8.19 \times 10^{-2}$
94	0.57	$2.11 \times 10^{-2}$	0.57	$5.23 \times 10^{-2}$	0.57	$7.51 \times 10^{-2}$
100	0.50	$1.86 \times 10^{-2}$	0.50	$4.62 \times 10^{-2}$	0.50	$6.63 \times 10^{-2}$
108	0.43	$1.60 \times 10^{-2}$	0.43	$3.96 \times 10^{-2}$	0.43	$5.69 \times 10^{-2}$
200	0.13	$4.66 \times 10^{-3}$	0.13	$1.15 \times 10^{-2}$	0.13	$1.66 \times 10^{-2}$
204	0.12	$4.48 \times 10^{-3}$	0.12	$1.11 \times 10^{-2}$	0.12	$1.59 \times 10^{-2}$
220	0.10	$3.85 \times 10^{-3}$	0.10	$9.54 \times 10^{-3}$	0.10	$1.37 \times 10^{-2}$
243	$8.47 \times 10^{-2}$	$3.16 \times 10^{-3}$	$8.47 \times 10^{-2}$	$7.82 \times 10^{-3}$	$8.47 \times 10^{-2}$	$1.12 \times 10^{-2}$
260	$7.40 \times 10^{-2}$	$2.76 \times 10^{-3}$	$7.40 \times 10^{-2}$	$6.83 \times 10^{-3}$	$7.40 \times 10^{-2}$	$9.81 \times 10^{-3}$
264	$7.17 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$7.17 \times 10^{-2}$	$6.63 \times 10^{-3}$	$7.17 \times 10^{-2}$	$9.52 \times 10^{-3}$

## ② 散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），非主射方向上的散射辐射剂量率可

\*\*\*。

表 11-4 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线	散射辐射
$150\text{kV} \leq \text{kV} \leq 200\text{kV}$	150kV
$200\text{kV} < \text{kV} \leq 300\text{kV}$	200kV
$300\text{kV} < \text{kV} < 400\text{kV}$	250kV

$B_T$ —屏蔽透射因子，根据式 11-2 计算；

表 11-5 不同厚度铅屏风不同能量散射线透射因子计算表

电压	150kV	200kV	250kV
屏蔽材料	***	***	***
什值层厚度	***	***	***
减弱因子	***	***	***

$R_0^2/(F \cdot \alpha)$ —当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，值为 50（200kV~400kV）；

$R_s$ —散射点至关注点的距离，m；

由此可估算出不同距离处的空气吸收剂量率，见表 11-6。

表 11-6 非主射方向不同距离处的散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距射线 靶距离	XXG-2005 型		XXQ2505 型		XXQ-3505 型	
	无铅屏风遮	有 2mm 铅	无铅屏风遮	有 3mm 铅当	无铅屏风遮	有 5mm 铅当

(m)	挡	当量铅屏风 遮挡	挡	量铅屏风遮 挡	挡	量铅屏风遮 挡
1	$5.34 \times 10^5$	$4.41 \times 10^3$	$8.34 \times 10^5$	$6.00 \times 10^3$	$1.25 \times 10^5$	$2.36 \times 10^3$
5	$2.14 \times 10^3$	17.6	$3.34 \times 10^3$	24.0	$5.00 \times 10^3$	94.4
7	$1.09 \times 10^3$	9.00	$1.70 \times 10^3$	12.2	$2.55 \times 10^3$	48.1
9	$6.59 \times 10^2$	5.44	$1.03 \times 10^3$	7.41	$1.54 \times 10^3$	29.1
12	$3.71 \times 10^2$	3.06	$5.79 \times 10^2$	4.17	$8.68 \times 10^2$	16.4
15	$2.37 \times 10^2$	1.96	$3.71 \times 10^2$	2.67	$5.56 \times 10^2$	10.5
16	$2.09 \times 10^2$	1.72	$3.26 \times 10^2$	2.34	$4.88 \times 10^2$	9.2
20	$1.34 \times 10^2$	1.10	$2.09 \times 10^2$	1.50	$3.13 \times 10^2$	5.9
21	$1.21 \times 10^2$	1.0	$1.89 \times 10^2$	1.36	$2.83 \times 10^2$	5.3
22	$1.10 \times 10^2$	0.91	$1.72 \times 10^2$	1.24	$2.58 \times 10^2$	4.9
25	85.4	0.71	$1.33 \times 10^2$	1.0	$2.00 \times 10^2$	3.8
30	59.3	0.49	92.7	0.7	$1.39 \times 10^2$	2.6
35	43.6	0.36	68.1	0.5	$1.02 \times 10^2$	1.9
40	33.4	0.28	52.1	0.4	78.1	1.5
43	28.9	0.24	45.1	0.3	67.6	1.3
44	27.6	0.23	43.1	0.3	64.6	1.2
45	26.4	0.22	41.2	0.3	61.7	1.2
50	21.4	0.18	33.4	0.2	50.0	0.94
54	18.3	0.15	28.6	0.2	42.9	0.81
80	8.34	$6.89 \times 10^{-2}$	13.0	$9.38 \times 10^{-2}$	19.5	0.37
84	7.57	$6.25 \times 10^{-2}$	11.8	$8.51 \times 10^{-2}$	17.7	0.33
90	6.59	$5.44 \times 10^{-2}$	10.3	$7.41 \times 10^{-2}$	15.4	0.29
94	6.04	$4.99 \times 10^{-2}$	9.44	$6.79 \times 10^{-2}$	14.1	0.27
100	5.34	$4.41 \times 10^{-2}$	8.34	$6.00 \times 10^{-2}$	12.5	0.24
108	4.58	$3.78 \times 10^{-2}$	7.15	$5.15 \times 10^{-2}$	10.7	0.20
200	1.34	$1.10 \times 10^{-2}$	2.09	$1.50 \times 10^{-2}$	3.13	$5.90 \times 10^{-2}$
204	1.28	$1.06 \times 10^{-2}$	2.00	$1.44 \times 10^{-2}$	3.00	$5.67 \times 10^{-2}$
220	1.10	$9.11 \times 10^{-2}$	1.72	$1.24 \times 10^{-2}$	2.58	$4.87 \times 10^{-2}$
243	0.90	$7.46 \times 10^{-2}$	1.41	$1.02 \times 10^{-2}$	2.12	$4.00 \times 10^{-2}$
260	0.79	$6.52 \times 10^{-3}$	1.23	$8.88 \times 10^{-3}$	1.85	$3.49 \times 10^{-2}$

## ④叠加影响

非主射方向上漏射辐射和散射辐射的叠加影响见表 11-7。

表 11-7 非主射方向不同距离处叠加后的辐射剂量率表 ( $\mu\text{Gy/h}$ )

距射线 靶距离 (m)	XXG-2005 型		XXQ2505 型		XXQ-3005 型	
	无铅屏风遮 挡	有 2mm 铅 当量铅屏风 遮挡	无铅屏风遮 挡	有 3mm 铅当 量铅屏风遮 挡	无铅屏风遮 挡	有 5mm 铅 当量铅屏风 遮挡
1	$5.39 \times 10^5$	4.59E+03	$8.39 \times 10^5$	$6.46 \times 10^3$	$1.30 \times 10^5$	$3.02 \times 10^3$
5	$2.34 \times 10^3$	25.1	$3.54 \times 10^3$	42.5	$5.20 \times 10^3$	$1.21 \times 10^2$
7	$1.19 \times 10^3$	12.8 (控制区)	$1.80 \times 10^3$	21.7	$2.65 \times 10^3$	61.7
9	$7.21 \times 10^2$	7.74	$1.09 \times 10^3$	13.1 (控制区)	$1.60 \times 10^3$	37.3
12	$4.06 \times 10^2$	4.36	$6.14 \times 10^2$	7.38	$9.03 \times 10^2$	21.0
15	$2.60 \times 10^2$	2.79	$3.93 \times 10^2$	4.72	$5.78 \times 10^2$	13.4 (控制区)
16	$2.28 \times 10^2$	2.45	$3.45 \times 10^2$	6.34	$5.08 \times 10^2$	11.8

表 11：环境影响分析

		(监督区)				
20	$1.46 \times 10^2$	1.57	$2.21 \times 10^2$	2.66	$3.25 \times 10^2$	7.56
21	$1.32 \times 10^2$	1.42	$2.00 \times 10^2$	2.41 (监督区)	$2.95 \times 10^2$	6.85
22	$1.21 \times 10^2$	1.30	$1.83 \times 10^2$	2.19	$2.69 \times 10^2$	6.25
25	93.4	1.00	$1.41 \times 10^2$	1.70	$2.08 \times 10^2$	4.84
30	64.9	0.70	98.2	1.18	$1.44 \times 10^2$	3.36
35	47.7	0.51	72.2	0.87	$1.06 \times 10^2$	2.47 (监督区)
40	36.5	0.39	55.3	0.66	81.3	1.89
43	31.6	0.34	47.8	0.57	70.3	1.63
44	30.2	0.32	45.7	0.55	67.1	1.56
45	28.8	0.31	43.7	0.52	64.2	1.49
50	23.4	0.25	35.4	0.42	52.0	1.21
54	20.0	0.22	30.3	0.36	44.6	1.04
80	9.13	$9.80 \times 10^{-2}$	13.8	0.17	20.3	0.47
84	8.28	$8.89 \times 10^{-2}$	12.5	0.15	18.4	0.43
90	7.21	$7.74 \times 10^{-2}$	10.9	0.13	16.0	0.37
94	6.61	$7.10 \times 10^{-2}$	10.0	0.12	14.7	0.34
100	5.84	$6.27 \times 10^{-2}$	8.84	0.11	13.0	0.30
108	5.01	$5.38 \times 10^{-2}$	7.58	$9.11 \times 10^{-2}$	11.1	0.26
200	1.46	$1.57 \times 10^{-2}$	2.21	$2.66 \times 10^{-2}$	3.25	$7.56 \times 10^{-2}$
204	1.40	$1.51 \times 10^{-2}$	2.12	$2.55 \times 10^{-2}$	3.12	$7.26 \times 10^{-2}$
220	1.21	$1.30 \times 10^{-2}$	1.83	$2.19 \times 10^{-2}$	2.69	$6.25 \times 10^{-2}$
243	0.99	$1.06 \times 10^{-2}$	1.50	$1.80 \times 10^{-2}$	2.20	$5.12 \times 10^{-2}$
260	0.86	$9.28 \times 10^{-3}$	1.31	$1.57 \times 10^{-2}$	1.92	$4.47 \times 10^{-2}$
264	0.84	$9.00 \times 10^{-3}$	1.27	$1.52 \times 10^{-2}$	1.87	$4.34 \times 10^{-2}$
300	0.65	$6.97 \times 10^{-3}$	0.98	$1.18 \times 10^{-2}$	1.44	$3.36 \times 10^{-2}$

\*\*\*

图 11-5 XXG-2005 型 X 射线机主射方向朝向水平方向时（有 2mm 铅帘）非主射方向两区示意图

\*\*\*

图 11-6 XXQ-2505 型 X 射线机主射方向朝向水平方向时（有 3mm 铅帘）非主射方向两区示意图

\*\*\*

图 11-7 XXQ-3005 型 X 射线机主射方向朝向水平方向时（有 5mm 铅帘）非主射方向两区示意图

\*\*\*

图 11-8 XXG-2005 型 X 射线机主射方向朝下（探伤机高度 0.8m，四周设置 2mm 铅屏风）非主射方向两区示意图

\*\*\*

图 11-9 XXQ-2505 型 X 射线机主射方向朝下（探伤机高度 0.8m，四周设置 3mm 铅屏

## 风) 非主射方向两区示意图

\*\*\*

图 11-10 XXQ-3005 型 X 射线机主射方向朝向水平方向时 (探伤机高度 0.8m, 四周设置 5mm 铅屏风) 非主射方向两区示意图

综上, 本项目探伤机非主射方向划定的控制区和监督区为:

XXG-2005 型 X 射线机: 地面探伤主射线为水平方向时, 在非主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风条件下, 非主射方向控制区范围为距离探伤机 7m 范围, 监督区范围为距离探伤机 7m~16m 范围。当探伤机主射方向朝下时, 探伤机位于 0.8m 高, 非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 7m 的范围, 非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 16m 的范围。

XXQ-2505 型 X 射线机: 地面探伤主射线为水平方向时, 在非主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风条件下, 非主射方向控制区范围为距离探伤机 9m 范围, 监督区范围为距离探伤机 9m~21m 范围。当探伤机主射方向朝下时, 探伤机位于 0.8m 高, 非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 9m 的范围, 非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 21m 的范围。

XXQ-3005 型 X 射线机: 地面探伤主射线为水平方向时, 在非主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风条件下, 非主射方向控制区范围为距离探伤机 15m 范围, 监督区范围为距离探伤机 15m~35m 范围。当探伤机主射方向朝下时, 探伤机位于 0.8m 高, 非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 15m 的范围, 非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 35m 的范围。

## (4) 两区划分

根据前文计算结果, 本项目在主射方向、非主射方向和地面的控制区和监督区划分情况详见表 11-8。

表 11-8 本项目野外探伤控制区与监督区边界范围

野外探伤		探伤机摆放位置	控制区	监督区
设备型号	射线方向	探伤对象为桥面钢制构件时, 主射线朝下; 探伤对象为立面钢制构件时, 主射线为水平方向。	剂量率在 15uGy/h 以上的范围, 可根据当地实际情况设置控制区。	剂量率在 2.5uGy/h~15uGy/h 之间的范围, 根据野外探伤的地形实际情况确定。

表 11：环境影响分析

XXG-2005 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 7m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 7m~16m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 11m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 11m~27m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风（1m×1m）条件下		距离探伤机 7m 范围	距离探伤机 7m~16m 范围
XXQ-2505 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 9m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 9m~21m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 24m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 24m~60m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风（1m×1m）条件下		距离探伤机 9m 范围	距离探伤机 9m~21m 范围
XXQ-3505 型 X 射线机	探伤对象为桥面钢制构件时，主射线朝下，探伤机四周设置 5mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤机位于 0.8m 高，主射线朝下	探伤机地面投影点 15m 范围的圆形区域	探伤机地面投影点 15m~35m 范围的圆形区域
	在主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风（1m×1m）情况下	探伤对象为立面钢制构件时，主射线为水平方向	探伤机前方 27m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 27m~65m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	在非主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风（1m×1m）条件下		距离探伤机 15m 范围	距离探伤机 15m~35m 范围
辐射防护措施			任何人员不能在这些区域停留，设置	该区设置电离辐射标志，经常进行剂

	明显的警戒线，并设置明显的电离辐射标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线区”警示标识。	量监督，需要专门防护措施，禁止公众在该区域滞留，边界处设置“当心，电离辐射”警示标识，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。
--	--	--

计算时，采用设备的最大输出参数，因此，本项目理论计算结果划定的控制区、监督区相对保守，在实际探伤作业时，可结合理论计算结果并根据现场实际情况进行巡测后对控制区及监督区的划定。

根据相关要求：野外探伤时，职业人员需配置声光个人剂量报警仪，且需将报警限值设置为  $15\mu\text{Gy/h}$ ，以避免职业人员误入控制区。

### 1.1.3 操作人员剂量计算

本项目 8 台探伤机单台年累计总曝光时间最多 167 小时。其中 XXG-2005kV 型探伤机 3 台，XXQ-2505 型探伤机 3 台，XXQ-3005 型探伤机 2 台。本项目探伤工作人员分为 3 个小组，每组 6 人，每组人员负责一个型号探伤机的操作，探伤过程定向探伤机的操作人员位于非主射方向监督区处，警戒人员位于监督区范围内，公众位于监督区范围外，根据前述计算结果，本次评价按各边界区最大辐射剂量率来计算职业及公众受照射剂量，计算公式见式 11-5，计算结果见表 11-9。

\*\*\*

式中：

\*\*\*。

表 11-9 野外探伤敏感目标受照射剂量分析

探伤机型号	敏感目标	与探伤机的距离 (m)	居留位最大辐射剂量 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	居留因子	年受照射时间	年受照射剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
XXG-2005 型	警戒人员	控制区边界 (11m)	14.3	1	250h	3.58
	操作人员	非主射方向 (20m)	1.57	1	250h	0.39
	公众	监督区边界 (16m)	2.45	1	5min*	$2.04 \times 10^{-4}$
XXQ-2505 型	警戒人员	控制区边界 (24m)	14.1	1	250h	3.53
	操作人员	非主射方向	2.66		250h	0.67

表 11：环境影响分析

		(20m)				
	公众	监督区边界 (21m)	2.41	1	5min*	$2.01 \times 10^{-4}$
XXQ-3005 型	警戒人员	控制区边界 (27m)	14.3	1	167h	2.39
	操作人员	非主射方向 (20m)	7.56	1	167h	1.26
	公众	监督区边界 (35m)	2.47	1	5min*	$2.06 \times 10^{-4}$

\*注：由于本项目探伤地点不固定，公众受照剂量仅考虑单次照射所致剂量，本项目探伤机单次最长照射时间为 5min。

本项目 3 种型号探伤机野外探伤工作分别由 3 组探伤小组承担，不存在各组辐射工作人员交叉操作探伤机的情况。根据表 11-10，野外探伤职业人员最大受照剂量为 3.58mSv/a，满足职业人员 5mSv/a 约束限值；公众最大受照剂量为  $2.06 \times 10^{-4}$ mSv/a，满足公众 0.1mSv/a 约束限值。

#### 1.2 废气环境影响分析

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O<sub>3</sub> 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

#### 1.3 固体废物的环境影响分析

本项目工作人员产生少量生活垃圾，无探伤任务时，依托公司内已有垃圾收集设施进行收集；有探伤任务时，依托作业现场周围已有垃圾收集设施进行收集，由环卫部门统一清运，对周围环境影响较小。

#### 1.4 危险废物环境影响分析

本项目每年产生的废定影液约 1000L，废显影液约 1000L，均属于危险废物，建设单位拟采用专用废液收集桶收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置。本项目每年产生废胶片约 400 张，属于危险废物，建设单位拟采用专用储存桶收集一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置，对环境影响较小。

#### 1.5 废水环境影响分析

本项目洗片废水收集后定期委托工业污水处理厂或其他有资质单位处理，工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理，对环境影响较小。

### 1.6 声环境影响分析

野外探伤时会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围声环境的影响较小。

### 1.7 环境保护目标影响分析

#### (1) 野外探伤项目现场

本项目为野外探伤，探伤地点不固定，野外探伤项目现场的环境保护目标主要为监督区外的公众，本项目对于野外探伤项目现场的环境保护目标主要影响为探伤机开启时受到照射，根据表 11-9 计算结果，本项目野外探伤公众最大受照剂量为  $2.06 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，满足公众  $0.1 \text{mSv/a}$  约束限值。本项目单次探伤曝光时间较短，对周围公众的影响较小。

#### (2) 洗片暗室及危险废物贮存间

本项目在洗片过程中将产生的危险废物包含废显影液及废定影液，最终的成像胶片及洗片过程中产生的废胶片，均为危险特性为毒性（T）的危险废物。在设置符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的危险废物暂存场所，危险废物的回收、转运及处置等均应交由有相应资质的单位进行处理等措施后，不会对洗片暗室及危险废物贮存间周围的环境保护目标产生影响。

## 事故影响分析

### 一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故，详见表 11-10。

表 11-10 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	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

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 11-11。

表 11-11 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	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

### 二、辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本次评价事故状态分五种情况：

- (1) 现场探伤时，人员误入或滞留于控制区内受超剂量照射；
- (2) X 射线探伤机被误开机，X 射线直接照射到人员。
- (3) 探伤作业时，人员误入或滞留于控制区内受超剂量照射（有铅屏风防

护的情况下)；

(5) 探伤机摆置不当，机头未投射于工件位置，而直接射向人员居留位置，而导致误照射（无铅屏风的情况下）。

本次评价事故分析考虑最大可信事故，即探伤机以最大工况运行时，无工件遮挡且无防护，造成职业人员及公众被误照射。

### 三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，X 射线探伤机被误开机，X 射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关。

当发生辐射事故时，本项目 XXG-2005 型探伤机、XXQ-2505 型探伤机与 XXQ-3005 型探伤机处理时间均保守取按单次最长照射时间 1min，根据建设单位提供的资料。事故状态下，距离本项目探伤机不同距离单次辐射事故受照剂量见表 11-12。

表 11-12 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

距离 (m)	受照剂量 (mSv/次)		
	XXG-2005 型	XXQ-2505 型	XXQ-3005 型
1	44.50	69.50	104.50
2	11.13	17.38	26.13
3	4.94	7.72	11.61
4	2.78	4.34	6.53
5	1.78	2.78	4.18
6	1.24	1.93	2.90
7	0.91	1.42	2.13
8	0.70	1.09	1.63
9	0.55	0.86	1.29
10	0.45	0.70	1.05
15	0.20	0.31	0.46
20	0.11	0.17	0.26
25	0.07	0.11	0.17
30	0.05	0.08	0.12

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 X 射线探伤机被误开机，无屏蔽防护遮挡且无防护，主射方向上造成职业人员及公众被误照射。根据计算可知，本项目野外探伤在主射方向上最大可能受照剂量为 104.5mSv/次，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）规定职业人员 20mSv/a 的剂量限值，结合表 11-10、11-11 可知，构成辐射事故；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，结合表 11-10、11-11 可知，会构成一般辐射事故。

根据上述情况及其危害结果，根据分析，若本项目发生辐射事故，最大可

能为一**般辐射事故**。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置出束。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

#### 四、事故防范措施

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）野外探伤时需严格执行《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）》（川环办发[2016]149号）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（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；

（3）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，携带声光个人剂量报警仪，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（4）定期对使用探伤机和探伤室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更换，建立射线装置维护、维修台账；

（5）建设单位所有辐射工作人员应根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核合格后上岗。

（6）在任何情况下，建设单位不得在探伤机存储区域通电并启动探伤机。

**表 12：辐射安全管理**

## 辐射安全与环境保护管理机构的设置

**一、辐射安全管理机构**

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。

建设单位目前已成立了“辐射安全防护与环境保护领导小组”，其职责包括：①负责全公司辐射安全与防护管理工作；②组织对各项有关辐射安全与防护管理规章制度的制定和修订工作，并负责对全公司工业 X 射线探伤过程中相关规章制度、防护措施落实情况进行监督和检查；③组织实施辐射安全与防护相关法律法规的考核学习，并落实辐射工作人员上岗培训计划；④负责辐射工作人员个人剂量和健康管理，并组织开展辐射工作场所进行年度监测和年度评估报告的编制工作；⑤负责对全公司所有辐射安全与防护设施、设备进行定期保养，做好保养记录，如有损坏及时协同相关部门进行处理。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全防护与环境保护领导小组人员设置表

职务	人员
组长	***
副组长	***
成员	***

**二、辐射工作岗位人员配置和能力分析**

本项目拟设置 19 名辐射工作人员。环评要求：本项目若涉及新增辐射工作人员应及时组织人员参加上岗学习、考核，并按按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）要求，辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.vn>）学习并考核合格后上岗。

## 辐射安全管理规章制度

**一、档案分类管理**

根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的

通知》（川环办发[2016]1400号），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。

本项目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”、“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。

其中“野外探伤一事一档”档案资料是针对每一个项目野外作业活动建立完整的辐射安全与防护档案，做到一事一档。需要归档的材料应包括以下内容：

①作业活动开始前的报备方案，每个作业活动使用计划和作业方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；

②生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况；

③作业活动期间相关记录和日志，包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及财务复核记录，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，以及需要记录的其它有关情况。

## 二、规章制度要求

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况
1	综合	辐射安全管理制度	需制定
2		X 射线探伤机操作规程	需制定
3		安全防护设备维护管理制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	需制定
4		保管管理制度	需制定
5		X 射线探伤机管理制度（转让、使用、报废）	需制定
6		野外探伤工作方案（须存档）	拟落实

表 12：辐射安全管理

7		野外作业的一事一档，包括跨区备案资料，生态环境部门现场检查记录、辐射监测报告及现场作业辐射安全措施的影像资料等。	拟落实
8		已完成和正在完成野外作业项目清单	拟落实
9		射线装置台账	拟落实
10	监测	监测方案	需制定
11		监测仪表使用与校验管理制度	需制定
12	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	需制定
13		辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定
14	应急	辐射事故/事件应急预案	需制定

建设单位需在辐射安全与环境保护管理小组组织下及时定制上述各项规章制度，明确各人员责任，并严格落实。辐射安全管理领导小组需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。同时各辐射工作场所职业人员需将所有制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于600mm×400mm。

### 辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”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）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

#### 一、个人剂量监测

本项目拟新增 19 名辐射工作人员，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“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）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月，同时建设单位应建立个人剂量档案并终生保存。

辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，属于

比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，并进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；当单年个人剂量超过 50mSv 时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

## 二、辐射工作场所自我监测要求

(1) 监测内容：X- $\gamma$ 辐射剂量率；

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应与验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；

(3) 监测频度：①每次开展野外探伤（第一次曝光）试运行前，应对控制区和监督区边界进行监测，以证实边界设置正确，必要时调整控制区、监督区边界；②建设单位在射线装置大修后监测一次，监测数据应存档备查；③每年委托有资质单位进行年度监测，并于每年 1 月 31 日前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>）；④项目正式投入运行前应进行验收监测。

(4) 监测范围：控制区、监督区边界以及探伤操作人员位，同时对于邻近监督区边界外经常有人员活动区域也需进行监测。

(5) 监测设备：便携式X- $\gamma$ 辐射剂量率监测仪

(6) 监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

## 辐射事故应急

为了加强对辐射装置安全管理，确保仪器设备的安全应用，保障公众健康，保护环境，建设方需按环评要求制定较为完善的辐射安全事故应急救援预案，该预案包括：应急组织机构、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、应急演练计划等。建设单位应定期组织员工根据应急预案开展应急演

练。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由应急领导小组按辐射事故应急程序逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

**结论****一、项目概况**

项目名称：四川省建筑工程质量检测中心有限公司新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川省建筑工程质量检测中心有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点位于全国范围内，不固定。用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损探伤检测，及时发现焊缝内部缺陷。探伤机无探伤任务时存放于成都市金牛区一环路北三段 55 号四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间 2 楼设备间内。

本次评价内容及规模为：四川省建筑工程质量检测中心有限公司拟新增使用 8 台便携式定向 X 射线探伤机进行野外探伤，分别为 3 台 XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机、3 台 XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机、2 台 XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机。XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA。8 台探伤机均用于对桥梁钢制构件焊缝进行无损检测，建设单位根据工作计划及钢制构件厚度选择不同型号探伤机进行野外探伤。探伤时主射方向朝下或四周，不存在朝向天空照射的情况。野外探伤单次曝光时间均为从 1min~5min，XXG-2005 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-2505 型便携式定向 X 射线探伤机 3 台总曝光次数最多 3000 次，累计总曝光时间最多 250 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时；XXQ-3005 型便携式定向 X 射线探伤机 2 台总曝光次数最多 2000 次，累计总曝光时间最多 167 小时，单台探伤机年累计总曝光时间最多 83.4 小时。8 台便携式定向 X 射线探伤机年总曝光时间约 667h，均属于 II 类射线装置。

**二、本项目产业政策符合性分析**

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据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，本项目属于第三十一项“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

### 三、本项目选址合理性分析

本项目野外探伤主要用于对输气管道对接焊缝进行无损探伤检测，探伤现场为全国各地，不固定。当本项目探伤机野外作业时，将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征、周围设施等进行防护，探伤过程中将通过清场、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严格管理，禁止无关人员出入。采取以上措施后，本项目的野外探伤选址是合理的。

本项目探伤机无探伤任务时存放于四川省建筑工程质量检测中心有限公司大车间 2 楼设备间内，该设备间拟采取一系列防盗防破坏等措施以保证设备安全。此外，本项目 X 射线探伤机不会在设备库调试或使用，该设备库只用作仓储，X 射线探伤机在此暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该设备库无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。

### 四、环境影响评价结论

#### （1）辐射环境影响分析

##### ① 两区划分

**XXG-2005 型 X 射线机：**主射线为水平方向时，在主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 11m 范围，监督区范围为距离探伤机 11m~27m 范围。在非主射方向设置 2mm 铅当量铅屏风条件下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 7m 范围，监督区范围为距离探伤机 7m~16m 范围。当探伤机主射方向朝下时，探伤机位于 0.8m 高，非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 7m 的范围，非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 16m 的范围。

**XXQ-2505 型 X 射线机：**主射线为水平方向时，在主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 24m 范围，监督区范围为距离探伤机 24m~60m 范围。在非主射方向设置 3mm 铅当量铅屏风条件下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 9m 范围，监督区范围为距离探伤机 9m~21m

范围。当探伤机主射方向朝下时，探伤机位于 0.8m 高，非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 9m 的范围，非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 21m 的范围。

**XXQ-3005 型 X 射线机：**主射线为水平方向时，在主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 27m 范围，监督区范围为距离探伤机 27m~65m 范围。在非主射方向设置 5mm 铅当量铅屏风条件下，非主射方向控制区范围为距离探伤机 15m 范围，监督区范围为距离探伤机 15m~35m 范围。当探伤机主射方向朝下时，探伤机位于 0.8m 高，非主射方向控制区范围为地面距探伤机投影点保守取 15m 的范围，非主射方向监督区范围为地面距探伤机投影点保守取 35m 的范围。

实际探伤过程中，应因地制宜利用探伤具体地点地形特征（如墙体、拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，控制区和监督区的范围可相应缩小。

## ②人员剂量

经模式预测，在正常工况下，野外探伤对工作人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

### （2）大气的环境影响分析

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O<sub>3</sub> 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

### （3）固体废物的环境影响分析

本项目固体废物为工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾，依托工程作业区的环保设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，对周围环境影响较小。

### （4）危险废物的环境影响分析

本项目产生的废定影液、废显影液采用专用废液收集桶收集，产生的废胶片采用储存柜收集，并统一暂存于移动集装箱洗片室内的危废暂存间，达到一定量后送交有回收处理资质的单位进行处置，对环境影响较小。

### （5）废水环境影响分析

本项目探伤机拍片完成后在洗片过程中产生一定量的洗片废水，本项目洗

片废水收集后同废定（显）影液体由建设单位委托的有危险废物处理资质单位处理；本项目工作人员产生少量生活污水，依托工程区已有的环保设施进行处理。

#### （6）噪声

本项目所产生的噪声较小，时间短，经距离衰减后对周围声环境影响较小。

#### （7）环境保护目标

本项目野外探伤公众最大受照剂量为  $2.06 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，满足公众  $0.1 \text{mSv/a}$  约束限值。本项目单次探伤曝光时间较短，对周围公众的影响较小。

### 五、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

### 六、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

### 七、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。建设单位在落实环评提出的管理要求后，具备辐射安全管理的综合能力。

### 八、项目环保可行性结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目提出的对职业人员及公众照射的约束值要求，在严格落实本报告提出的环境保护措施的情况下，建设单位具备对本项目评价的 8 台 II 类射线装置的使用和管理能力，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

### 建议和承诺

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 在本项目投运前，建设单位应委托有检定资质单位对本项目使用的 X 射线探伤机进行检定或是校验，如设备固有安全性检定或校验合格，则可正常投入使用；如设备固有安全性检定或校验不合格，则应将其送修；如送修后仍无法满足固有安全性要求，则应将其申请报废，不得使用。

(3) 项目建成投运后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，并根据《关于四川省环境保护厅关于印发<放射性同位素与射线装置安全防护状况年度评估报告格式（试行）>的通知》（川环发[2016]152 号）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 日前上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

(4) 根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号），建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）学习并考核合格后上岗。

(5) 建设单位在申领辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

(6) 建设项目正式投产运行前，建设单位应及时组织竣工环保验收。

### 项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，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使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

项目		环保设施	备注	
辐射防护	屏蔽防护	XXG-2005	2mm 铅当量铅帘（长 1m×宽 1m）4 个	
		XXQ-2505	3mm 铅当量铅帘（长 1m×宽 1m）4 个	/
		XXQ-3005	5mm 铅当量铅帘（长 1m×宽 1m）4 个	/
	警告标识	控制区和监督区警示标志、安全信息公告牌 3 个（单个面积应不小于 2m <sup>2</sup> ）、安全警示线 3 盘（100m/盘）、辐射警示牌 12 个		/
		夜间作业，夜间探伤灯光设备等 6 套		/
	通讯设施	配置对讲机 18 个、大功率喊话器 9 个		/
	个人防护用品	个人剂量计 18 个		/
		声光个人剂量报警仪 18 台		/
		辐射防护铅服 18 套		/
	监测仪器	便携式 X-γ 剂量监测仪 3 台		/
安全装置	声光报警装置 6 个		/	
辐射安全		存储 X 射线机的公司设备间门外设置 24 小时监控摄像头，现场作业监控系统 3 套		
其他	设备维护	定期对 X 射线机的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件		/
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备		/
综合管理		“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”、“野外探伤一事一档”和“废物处置记录”档案		/

**表 14： 审批**

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	年 月 日
	公章
审批意见：	
经办人	年 月 日
	公章