

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外探伤核技术利用项目

环境影响报告表

(公示本)

四川蜀工公路工程试验检测有限公司 (公章)



2023 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外探伤核技术利用项目 环境影响报告表



建设单位名称：四川蜀工公路工程试验检测有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：[Redacted]

通讯地址：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路 176 号

四川蜀工公路工程试验检测有限公司 3 栋 1 楼 1 号

邮政编码：610100 联系人：[Redacted]

电子邮箱：27[Redacted]@q.com 联系电话：13[Redacted]

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qi218z		
建设项目名称	四川蜀工公路工程试验检测有限公司新建X射线野外探伤核技术利用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	四川蜀工公路工程试验检测有限公司		
统一社会信用代码	915101125564399160		
法定代表人 (签章)	倪建军		
主要负责人 (签字)	邓华锐		
直接负责的主管人员 (签字)	金苗		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏睿源环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵凌宇	201905035320000015	BH020792	赵凌宇
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈佳慧	表1、项目基本情况表2、放射源表3、非密封放射性物质表4、射线装置表5、废弃物(重点是放射性废弃物)表6、评价依据表7、保护目标与评价标准表8、环境质量和辐射现状	BH056315	陈佳慧
赵凌宇	表9、项目工程分析与源项表10、辐射安全与防护表11、环境影响分析表12、辐射安全管理表13、结论与建议	BH020792	赵凌宇



营业执照

(副本)

编号 320114000202005150230

统一社会信用代码
91320106MA20BXME57 (1/1)

扫描二维码
登录“国家企业信用信息公示系统”
了解更多信息、
备案、许可、监管信息。



名称 江苏睿源环保科技有限公司

注册资本 1000万元整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2019年11月04日

法定代表人 曹大军

营业期限 2019年11月04日至*****

经营范围

环境技术研发、技术服务、技术咨询、技术转让；环境检测与评价；水土保持监测；生态监测；放射卫生防护检测与设计；（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

住所 南京市雨花台区花神大道23号5号楼513室

登记机关



2020年05月15日

国家企业信用信息公示系统网址:

<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

环评项目负责人职业资格证书（复印件）

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。

姓名：赵凌宇

证件号码：

性别：女

出生年月：1990年12月

批准日期：2019年05月19日

管理号：5

中华人民共和国人力资源和社会保障部
生态环境部



江苏省社会保险权益记录单（参保单位）



参保单位全称：江苏普源环境科技有限公司

现参保地：鼓楼区

统一社会信用代码：91320106MA20B3MB57

查询时间：202305-202307

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险		工伤保险		失业保险	
缴费总人数		22		22		22	
序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）		缴费起止年月		缴费月数	
1	赵波宇	32 [REDACTED]		202305 - 202307		3	
2	陈佳慧	51 [REDACTED]		202305 - 202307		3	

说明：

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期为（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



四川蜀工公路工程试验检测有限公司新建射线野

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 X 射线野外探伤核技术利用项目				
建设单位		四川蜀工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		四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路 176 号 3 栋 1 楼 1 号				
建设项目地点		探伤地点为全国各地，不固定； 建设单位办公地点/探伤机存放场所：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路 176 号四川蜀工公路工程试验检测有限公司 3 号楼				
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 四川蜀工公路工程试验检测有限公司（社会信用代码为***，营业执照见附件3）是世界500强企业蜀道集团下属四川路桥交建集团全资子公司。建设单位于2010年6月注册于成都市龙泉驿区，持有交通运输部公路工程综合甲级等级证书、桥梁隧道工程专项资质证书、检验检测机构资质认定证书、建设工程质量检测机构资质和测					

绘乙级资质，专业从事工程材料、地基基础、交通安全设施、道路、桥梁、隧道工程的试验检测以及工程测量服务。现有试验检测专业技术人员300余人，其中博士1人，研究生28人，中高级职称134人。通过了“质量、环境、职业健康安全”三体系认证，2020年被科技部火炬中心认定为“高新技术企业”，综合实力已位列四川省公路检测行业“第一方阵”。

建设单位租赁成都市龙泉驿区工业投资经营有限责任公司位于成都经济开发区（龙泉驿区）车城西二路的菁蓉·数字经济产业园内3号楼（无地下建筑，地上3层）整栋建筑及10号楼1楼西南部部分用作办公场所及实验场所，租赁合同见附件4。

1.2 项目由来

建设单位主要从事道路、桥梁、隧道工程的试验检测以及工程测量服务，因发展需求，拟开展 X 射线野外探伤项目，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁的钢结构连接对接焊缝。钢箱梁又名钢板箱形梁，是大跨径桥梁常用的结构形式，一般用在跨度较大的桥梁上，因外形为箱状故叫做钢箱梁，其实物图片见图 1-1。一座桥梁由无数的钢箱梁组成，每块钢箱梁之间均需要现场焊缝，根据各地工程验收标准需要现场对焊缝进行检测。

针对施工现场安装钢箱梁对接焊缝的无损检测方法一般为超声波及 X 射线探伤检测，本项目涉及的 X 射线探伤检测主要是对使用超声波检测过的焊缝进行抽检。

*****。*****。因此本项目探伤的照射方向为由上至下，朝向地面，不涉及其他方向照射的情况。

*

图1-1 钢箱梁图片

建设单位拟购置 3 台型号为 XXG-3005 的 X 射线探伤机：定向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，厂家：成都华光无损检测有限公司。本项目探伤范围为全国各地，X 射线探伤机无任务时存放在四川蜀工公路工程试验检测有限公司 3 号楼 3 楼。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目应编制环境影响报告表。受四川蜀工公

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。委托书见附件1，射线装置承诺书见附件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，根据国家发展和改革委员会2021年令49号《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改）相关规定，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：新建X射线野外探伤核技术利用项目

建设单位：四川蜀工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；建设单位办公地点/探伤机储存场所：
四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路176号四川蜀工
公路工程试验检测有限公司3号楼

本项目地理位置见附图1。

（1）项目建设内容与建设规模

四川蜀工公路工程试验检测有限公司拟购置3台型号为XXG-3005的X射线探伤机：定向机，最大管电压为300kV，最大管电流为5mA，厂家：成都华光无损检测有限公司。探伤范围为全国各地，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁顶板超声波检测过的焊缝进行抽检，钢板材质为Q355MC。根据建设单位提供资料，本项目探伤的照射方向为由上至下，朝向地面，不涉及其他方向照射的情况。

建设单位拟将3号楼3楼设备存放房间作为本项目X射线探伤机及其配套辐射安全与防护措施的存放房间，拟将X射线探伤机与电缆线及控制箱分开两个铁柜进行存放，铁柜上均设置双人双锁，钥匙由专人保管；设备存放间拟设置防盗门、视频监控；本项目X射线探伤机在野外工作时应根据现场情况，将其存放在单独房间或铁柜内，同理房间或铁柜应设置双人双锁，钥匙由专人保管。本项目X射线探伤机只在存

放场所内存放，不在其内使用及训机，建设单位承诺书见附件7。

建设单位拟将3号楼2楼东北角落2间空房用作本项目暗室、评片室，暗室的建设将保证遮光性良好，有通风设施或自然通风。建设单位已有危废暂存间，位于3号楼2楼中部，目前危废暂存间的修建要求可以满足防雨、防渗漏、防流失。建设单位将根据最新标准《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）将原有危废暂存间重新修缮，原有危险废物规范收集以及贮存，进一步做到防倾倒。根据最新标准《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023年版）、《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）（自2023年7月1日起实施）的要求完善危废暂存间内的标志标牌，在危废暂存间门上张贴标志标牌，明确危险废物种类。建设单位拟根据本项目完善危废间管理制度，危废暂存间由专人管理，做好危险废物情况的记录，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。

建设单位拟为本项目配备6名辐射工作人员来实施野外探伤工作（2组人员，均为新增辐射工作人员，其中1名操作人员兼任辐射安全管理人员）。在探伤过程中，根据建设单位工作计划，存在2组人员分别在不同场地外出作业探伤的安排，但不存在两台探伤机在同一场所同时探伤的情况。建设单位拟购置3台XXG-3005型X射线探伤机，由2组辐射工作人员交替使用（另一台备用），单台X射线探伤机每次探伤出束时间不超过1min，辐射工作人员每天探伤次数最大不超过50次，每年工作250天，则每组辐射工作人员年受照时间不超过208.4h。保守按照2组辐射工作人员同步工作（2组人员分别在不同场地外出作业探伤），则建设单位探伤设备累计年出束时间合计不超过416.67h。

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	年出束时间(h)	工作方式	厂家	备注
XXG-3005型X射线探伤机	3	300	5	II类	使用	定向	416.67	野外探伤	成都华光无损检测有限公司	拟购

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	运营期
主体工程	四川蜀工公路工程试验检测有限公司拟购置3台型	/	X射线、

	号为XXG-3005的X射线探伤机：定向机，最大管电压为300kV，最大管电流为5mA，厂家：成都华光无损检测有限公司。本项目探伤范围为全国各地，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁结构对接焊缝，照射方向为由上至下，朝向地面，不涉及其他方向照射的情况。X射线探伤机无任务时储存在四川蜀工公路工程试验检测有限公司3号楼，X射线探伤机与电缆线及控制箱分开两个铁柜进行存放。 建设单位拟为本项目配备6名辐射工作人员来实施野外探伤（均为新增辐射工作人员）。在探伤过程中，不存在两台探伤机在同一场所同时探伤的情况。根据建设单位提供资料，3台X射线探伤机累计年出束时间为416.67h。		臭氧、氮氧化物、噪声
辅助工程	建设单位拟将3号楼2楼东北角落2间空房用作本项目暗室）、评片室、沿用已有危废暂存间。		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厂区内的公共设施		
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

（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	8000 张	外购	AgBr 感光药膜
	显影液	100kg/a	外购	米吐尔、无水亚硫酸钠、对苯二酚、硼砂
	定影液	100kg/a	外购	硫代硫酸钠、无水亚硫酸钠、28%冰醋酸、硼酸、钾矾
能源	探伤用电	750kWh	探伤场地电网	—
水量	洗片用水及生活用水	600m ³ /a	探伤场地用水管网、厂内用水管网	H ₂ O

（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6名辐射工作人员（2组人员，均为新增辐射工作人员，每组人员配备2名操作人员，1名安全员。6名中1名辐射工作人员兼任辐射安全管理人员，该6名辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证明（见附件5）。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：*****。

4、项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

建设单位注册地址为四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路176号3栋1楼1号。建设单位拟将3号楼3楼设备存房间作为本项目X射线探伤机及其相关辐射安全防护设施的存放房间，设备存放间所在位置的公共走道两端均设置由门禁装置，无关人员无法进入；拟将3号楼2楼东北角落2间空房用作本项目暗室、评片室；另沿用位于3号楼2楼中部的危废暂存间。

本项目的探伤对象为施工安装现场的桥梁钢箱梁结构钢板对接焊缝，*****。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，同时联系公安或政府部门协助清场，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。

当探伤机作业时，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。经过采取相应的屏蔽措施和管理措施后，对周围环境的辐射影响较小。

（2）实践正当性分析

本项目探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁钢结构连接对接焊缝，*****，建设单位拟开展野外探伤，对施工现场桥梁的钢结构对接焊缝进行无损检测。X射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，能较直观地显示焊缝内部缺陷的大小和形状，对保障桥梁质量起了十分重要的作用。本项目核技术应用项目的开展，可达到其余无损检测方法所不能及的探伤效果，是其他探伤方法无法替代的，因此，该项目的实践是必要的。

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。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，该核技术应用的实践具有正当性。

5.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。

6.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。

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	3	成都华光无损检测有限公司 XXG-3005型	300	5	无损检测	探伤地点为全国各地，不固定 探伤机存放场所：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路 176 号四川蜀工公路工程试验检测有限公司 3 号楼	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 (μ 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、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，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气
废胶片	固态	/	/	约 0.1kg	约 1.2kg	/	暂存于危废暂存间内	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	/	/	约 16.7kg	约 200kg	/	暂存于危废暂存间内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
洗片废液及生活污水	液态	/	/	约 50m ³	约 600m ³	/	不暂存	经厂区污水预处理系统处理后排入市政污水管网进入陡沟河污水处理厂（该污水处理厂可处理工业废水）进行处理
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（2021年版），中华人民共和国生态环境部2021年部令第15号，自2021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）》，生态环境部部令第16号公布，自2021年1月1日起实施； 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；
------	--

	15) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2021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； 16) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》，2012年3月发布实施。 17) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函(2016)1400号。《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； 18) 《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)。 19) 《射线装置分类》，中华人民共和国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
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) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； 7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)； 8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； 9) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)； 10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)； 11) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276—2022)； 12) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)； 13) 《环境保护图形标志 固体废物贮存(处置)场》(GB 15562.2-1995)(2023 年版)。

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）中的有关规定，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。

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。野外探伤时将按本次评价要求划定控制区和监督区，控制区外监督区内的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7-1。

保护目标	相对探伤装置方位	与探伤装置的距离（m）	人数（人）	年剂量约束（mSv）
辐射工作人员	非主射方向	控制区外，监督区内	6	5.0
周围公众	不定	监督区外，评价范围内	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。

	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（但不可作任何追溯性平均）， 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）

7.1 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。

7.2 分区设置

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

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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。

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。

7.3 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。

7.4 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- γ 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。

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）

2.1.1 野外（室外）作业的单位应持有《辐射安全许可证》，且许可的种类和范围内应包括开展野外（室外）作业活动。

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（对于只涉及使用Ⅲ类射线装置、Ⅳ或Ⅴ类放射源的可为兼职）负责辐射安全管理工作。

3.1 野外（室外）探伤作业活动

3.1.1 探伤作业时至少有2名操作人员在场，每名操作人员配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计及相应辐射防护用品。每个作业场所应配备一台辐射环境剂量率监测仪器。

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。

3.1.2 每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置的安全性能，并复核。严禁使用铭牌模糊不清或安全锁、联锁装置、输源管、控制缆、源辨位置指示器等存在安全隐患或故障的探伤装置。

至少每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

3.1.3 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。

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。

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。

3.1.6 建立射线装置台帐，每天检查核实，做到账物相符。射线装置的领取、使用和归还应有2人在场，当事人要签字确认。

四、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：

●**辐射剂量率控制水平：**控制区边界外周围剂量当量率应不大于15 μ 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 μ Sv/h。

●**辐射剂量控制水平：**职业人员年有效剂量不超过5mSv；

公众年有效剂量不超过0.1mSv。

五、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。

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较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。因本项目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										
一、工程设备										
建设单位拟购置3台XXG-3005型X射线探伤机：定向机，最大管电压为300kV，最大管电流为5mA，用于野外探伤。本项目探伤机均由X射线发生器、控制器、连接电缆组成。										
表9-1 X射线探伤机主要设备配置及主要技术参数										
射线装置名称及型号	数量	设备主要技术参数		射线管		最大穿透厚A3钢	厂家	射线束出口位置	靶材料	投射类型
		管电压	管电流	焦点尺寸（mm）	辐射角					
XXG-3005型X射线探伤机	3台	300kV	5mA	**	**	***	成都华光无损检测有限公司	位于探伤机一端	钨	定向
* 图9-1 本项目X射线探伤机外观图										
二、工艺分析										
（一）施工期工艺分析										
本项目为野外探伤，探伤作业完成后，X射线探伤机送回建设单位3号楼设备存放内存放，同时野外探伤不存在土建工程，因此本项目不存在施工期环境影响。										
（二）运营期工作流程及产污环节分析										
本项目拟购置 3 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评片过程中产生的废显（定）影剂和废胶片。										
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

2.X射线机的探伤工件情况及探伤时间

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会有较大余量，通常低于最高管电压和管电流。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。本项目单台X射线探伤机每次探伤出束时间不超过1min，根据厂家提供的曝光曲线可知，若XXG-3005型X射线探伤机开到最高管电压300kV，则工件厚度至少达到32mm（本项目保守取30mm）。

*

图9-3 厂家提供的曝光曲线图

本项目探伤范围为全国各地，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁顶板超声波检测过的焊缝进行抽检。在探伤过程中，不存在两台探伤机在同一场所同时探伤的情况。根据建设单位提供资料，单台X射线探伤机每次探伤出束时间不超过1min，辐射工作人员每天探伤次数最大不超过50次，每年工作250天，则每组辐射工作人员年受照时间不超过208.4h。保守按照2组辐射工作人员同步工作（2组人员分别在不同场地外出作业探伤），则建设单位探伤设备累计年出束时间合计不超过416.67h。

3.工作方式

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。将X射线探伤机放置在专用固定支架上，X射线探伤机距焊缝钢板约0.3m，把胶片贴在焊缝的另一侧，用X射线对焊缝照射后，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焊缝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.野外探伤操作流程

4.1 人员配置

建设单位拟为本项目配备6名辐射工作人员（分为两个小组）来实施野外探伤工作。*****。

在开展探伤作业前，建设单位拟在操作位前布置好铅屏风，操作人员位于非主射方向上监督区内进行操作。本项目X射线探伤机设有延时功能，最长时长为5分钟，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。

4.2 本项目探伤机固定方式及铅屏风布置示例

本项目拟购置3台X射线探伤机进行野外探伤作业，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁顶板超声波检测过的焊缝进行抽检，照射方向为由上至下，朝向地面，不涉及其他方向照射的情况。

建设单位拟为*****。由于本项目为野外探伤项目，为安全考虑，建设单位拟在辐射工作人员操作位前配置1扇1mm铅当量铅屏风，铅屏风为钢-铅-钢结构，面积应不低于2.00m²（高2m×宽1m）。本项目辐射工作人员操作位位于非主射方向监督区内，距探伤机距离最远为40m。

本项目探伤机工作布置示意图如图9-4所示。

*

探伤机工作布置示意图

4.3 主要的操作流程

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。

2) 跨市州备案：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）》，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；

3) 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帐登记，领取设备。

4) 第一次清场：在现场探伤作业前必须进行清场，尤其是主射方向下的桥下地面，采用预先公示、开始前广播、安排专人检查的清场方式；

5) 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；

6) 初步划定两区边界、设置安全警戒措施：根据经验初步划定控制区和监督区边界，设置警戒线（离地 0.8m-1.0m 左右），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；

7) 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；

8) 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；

9) 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；

10) 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 射线机，取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场；

11) 洗片、评片工作：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、洗片废液。

12) 出具报告：辐射工作人员出具检测报告。

13) 一事一档资料：探伤工作结束后，本次探伤作业时间、地点、清场记录、两区划分记录（影像资料及文字形式）、探伤期间相关记录和日志等一系列档案材料应做好归档，做到有迹可循。

建设单位移动探伤作业流程具体见图9-5。

*

图9-5 本项目X射线探伤机工作程序及产污环节示意图

污染源污染源项描述

一、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。本项目拟购置的 X 射线机最大管电压为 300kV，最大管电流 5mA。不开机的状态下不产生辐射。

二、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：本项目不产生放射性废水，会产生项目的洗片废水以及少量辐射工作人员的生活污水（共计 50m³/月）。

3、固体废物：本项目不产生放射性固体废物，会产生辐射工作人员的少量生活垃圾。

4、危险废物：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（含重金属）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。每月预计产生显影、定影废液 16.7kg，废胶片 0.1kg。

5、噪声：本项目探伤机在运行时噪声较小，对周围环境影响较小。

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**

建设单位拟将3号楼3楼设备存房间作为本项目X射线探伤机及其相关辐射安全防护设施的存放房间，设备存放间所在位置的公共走道两端均设置由门禁装置，无关人员无法进入；拟将3号楼2楼东北角落2间空房用作本项目暗室、评片室；另沿用位于3号楼2楼中部的危废暂存间。

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，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，其中控制区仅放置探伤机，无任何人员居留，辐射工作人员在监督区探伤机非主射方向居留操作。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 3 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(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）：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与管理见表 10-1（计算过程见表 11）。

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

	对应桥下地面和桥面 控制区 管控范围	对应桥下地面和桥面 监督区 管控范围
XXG-3005 型 X 射线探 伤机	距离探伤机（探伤机桥下地面投影） 0m-40m 范围区域内	距离探伤机（探伤机桥下地面投影） 40m-96m 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。

注：人员操作位前设置1mm铅当量铅屏风。

根据表10-1，本项目不同型号探伤机的两区划分示意图见图10-1。

*

图10-1 本项目桥面及桥下地面控制区监督区划分示意图（俯视图）

2.工作场所污染防治措施

（1）X 射线探伤机存放安全防护措施

建设单位拟将3号楼3楼设备存房间作为本项目X射线探伤机及其相关辐射安全防护设施的存放房间，拟将X射线探伤机与电缆线及控制箱分开两个铁柜进行存放，铁柜上均设置双人双锁，钥匙由专人保管。设备存放间拟设置防盗门、视频监控，设备存放间所在位置的公共走道两端均设置有门禁装置，无关人员无法进入。存放场所内严禁使用、调试X射线探伤机，设备存放间能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求。本项目X射线探伤机在野外工作时应根据现场情况，将其存放在单独房间或铁柜内，房间或铁柜设置双人双锁，钥匙由专人保管，同时电缆线与X射线探伤机分开单独存放。

（2）X 射线探伤机固有安全防护措施

①本项目探伤机控制箱上设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示。

②本项目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。

③延时启动功能：本项目探伤机均设置有延时按钮，延时时长最长为5min，能延

时启动曝光系统。辐射工作人员有足够的时间可快速离开，以减轻X射线的吸收剂量，防止X射线损害身体健康，尽可能降低操作人员的受照剂量。

④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，蜂鸣器会持续报警，提醒操作人员发生了故障。

⑤当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

⑥探伤机自带有辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

⑦探伤机控制箱上自带急停按钮，当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探伤机出束。

(3) 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，在控制区的所有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0.8m-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、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、污损。

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相应数量的个人剂量计、个人剂量报警仪（带直读剂量功能）。

便携式辐射剂量监测仪：拟为本项目配备便携式辐射剂量监测仪。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，便携式辐射剂量监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。

铅屏风、铅衣：拟为本项目辐射工作操作位置配备1扇1mm铅当量的铅屏风，拟为所有辐射工作人员配备相应数量的铅衣（0.50mm铅当量）等防护用品，保障辐射工作人员在实施探伤工作中的辐射安全。

喊话器：拟为本项目巡逻辐射工作人员配备喊话器，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对应数量的对讲机，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。

应急物资：拟为本项目配备应急物资，如灭火器材等，能够及时应对现场的突发状况。

探伤机储存场所设施：拟在设备存放间内设置监控系统，实时监控存放场所的情况。X射线探伤机与电缆线和控制箱分开两个铁柜进行存放，铁柜上均拟设置双人双锁。本项目X射线探伤机在野外工作时应根据现场情况，将其存放在单独房间或铁柜内，房间或铁柜同理设置双人双锁，钥匙由专人保管，同时电缆线与X射线探伤机分开单独存放。

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，使用X射线探伤机前进行台帐登记。本项目在探伤现场仅开启一台X射线探伤机进行探伤。

*

图10-2 电离辐射警告标志

*

图 10-3 本项目桥面上（桥面宽度足够宽）辐射安全设施布置示意图

*

图10-4 本项目桥面上（桥面宽度较小）辐射安全设施布置示意图

*

图10-5 本项目桥下地面辐射安全设施布置示意图

*

图10-6 本项目X射线探伤机存放场所内措施示意图

4、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表10-2。本项目总投资**万元，环保投资**万元，占总投资的**%。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合建设单位实际情况对环保设施做补充，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10-2 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

三废治理

一、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，其分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气，因此对周围环境产生的影响较小。

二、生活污水和生活垃圾

本项目辐射工作人员产生的生活污水和生活垃圾均依托作业场地周围已有的环保措施进行处理以及租赁厂区内的污水处理站和生活垃圾收集站。

三、危险废物及洗片废水

本项目运营时会产生显影、定影废液及废胶片，显影、定影废液及废胶片（含重金属）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。每月预计产生显影、定影废液及洗片废液共计16.7kg，评片中会产生废胶片，每月预计产生废胶片0.1kg。

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。若探伤区域位于四川省内，则由建设单位自行洗片，产生的废胶片、废显（定）影剂由建设单位集中收集暂存危废暂存间，并在项目运行前与有资质的单位签订危废处置协议，定期委托其进行处理。洗片废水经厂区污水预处理系统处理后排入市政污水管网进入陡沟河污水处理厂（该污水处理厂可处理工业废水）进行处理；若探伤区域不在四川省范围内，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）影剂由该单位进行集中收集，交由有资质的单位进行处置。（承诺书见附件6）。

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，探伤作业完成后，X 射线探伤机送回建设单位 3 号楼 3 层设备存放间内存放，野外探伤不存在土建工程，因此本项目不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

建设单位拟购置3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，探伤对象为施工现场安装的桥梁钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁顶板超声波检测过的焊缝进行抽检，钢板材质为Q355MC。本项目探伤的照射方向为由上至下，朝向地面，不涉及其他方向照射的情况。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、废显（定）影剂、废胶片、洗片废水以及辐射工作人员产生的少量生活污水和生活垃圾。

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，因此为建设单位野外作业两区的划分进行理论计算。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。

（一）本项目两区划分计算**1.焊缝钢板屏蔽条件**

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。工件厚度较小，设置的管电压管电流也随之较小。本项目保守按照最大管电压，最大管电流进行理论预测，XXG-3005型X射线探伤机在满功率运行的情况下保守考虑30mm工件厚度的屏蔽作用。

2.计算条件**（1）透射因子**

根据**中**的铅当量可知，300kV下30mm钢板对应铅当量为3.3mm。本项目透射因子取值来源于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录B图B.1，

透射因子一览表详见表11-1。

表11-1 不同型号下透射因子一览表

探伤机型号	XXG-3005型定向机
射线类型	主射方向
屏蔽材料	3.3mm铅当量钢板
透射因子	3.00E-02

**

图11-1 **的铅当量

(2) 距辐射源点（靶点）1m处输出量：

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表B.1可知X射线距辐射源点（靶点）1m处输出量为 $20.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ （选取300kV下数据最大的）。

3.计算方式

由图 11-2 可知，*****。本项目通过计算两区剂量率限值下对应的****，为本项目的两区划分提供距离参考。

*

图 11-2 本项目两区计算示意图

4.计算公式

1) 主射线方向剂量率估算：

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

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；

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，取值见详见表 11-1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

2) 泄漏方向剂量率估算：

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

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, $\mu\text{Sv/h}$;

B : 屏蔽透射因子, 无屏蔽时取值为 1;

R : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

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, 本项目最大管电流均为 5mA;

H_0 : 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量;

B : 屏蔽透射因子, 无屏蔽时取值为 1;

F : R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α : 散射因子;

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。

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 ;

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

t : 探伤机出束时间;

U : 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, 周围公众保守取值 1。

5. 计算结果

5.1 非主射方向 (桥面上) 计算结果

桥面上主要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 射线探伤机在非主射方向上不同距离处的辐射剂量率。计算结果见表 11-2。

表 11-2 本项目探伤机在桥面上不同距离处的剂量率一览表 ($\mu\text{Sv/h}$)

序号	非主射方向			
	距离 (m) R2	XXG-3005 型 X 射线探伤机		
		泄漏射线剂量率	散射射线剂量率	叠加影响
1	1	5.00E+03	1.80E+04	2.30E+04
2	10	5.00E+01	1.80E+02	2.30E+02
3	20	1.25E+01	4.51E+01	5.76E+01
4	30	5.56E+00	2.00E+01	2.56E+01
5	39	3.29E+00	1.19E+01	1.52E+01
6	40	3.13E+00	1.13E+01	1.44E+01 (控制区)
7	50	2.00E+00	7.22E+00	9.22E+00
8	60	1.39E+00	5.01E+00	6.40E+00
9	70	1.02E+00	3.68E+00	4.70E+00
10	80	7.81E-01	2.82E+00	3.60E+00
11	90	6.17E-01	2.23E+00	2.84E+00
12	95	5.54E-01	2.00E+00	2.55E+00
13	96	5.43E-01	1.96E+00	2.50E+00 (监督区)
14	100	5.00E-01	1.80E+00	2.30E+00

5.2 主射方向（桥下地面）计算结果

对于桥下地面，保守考虑人体高度，由于人体高度绝大部分不超过 2.0m，则按照 2.0m 进行计算。采用公式 1 进行计算，计算结果见下表。

表 11-3 本项目探伤机主射方向上不同距离处的剂量率一览表 ($\mu\text{Sv/h}$)

序号	主射方向			
	探伤机距人体高度的 距离 R1 (m)	主射区域对人体高度的 水平距离 R3 (m)	主射区域对地面的 水平距离 R4 (m)	XXG-3005 型 X 射线探伤机 剂量率
1	10	3.4	4.1	1.88E+03
2	30	10.3	11.0	2.09E+02
3	50	17.1	17.8	7.52E+01
4	70	23.9	24.6	3.84E+01
5	90	30.8	31.5	2.32E+01
6	98	33.5	34.2	1.96E+01
7	111	38.0	38.7	1.53E+01
8	112	38.3	39.0	1.50E+01 控制区
9	130	44.5	45.2	1.11E+01
10	150	51.3	52.0	8.36E+00
11	170	58.1	58.8	6.51E+00
12	190	65.0	65.7	5.21E+00
13	200	68.4	69.1	4.70E+00
14	275	94.1	94.8	2.49E+00 监督区

5.3 两区划分结果

为建设单位便于管理两区范围，以及根据表 11-2、表 11-3 的计算结果，对桥下地面和桥面两区管控范围保守取其最大的距离，本项目控制区与监督区边界范围计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目控制区与监督区边界范围计算结果

型号	主射方向				非主射方向	
	探伤机距桥下地面距离 (R1)		主射区域对桥下地面的水平距离 R4 (m)		探伤机距桥面距离 (R2)	
	控制区	监督区	控制区	监督区	控制区	监督区
XXG-3005	112m	275m	39m	95m	40m	96m
结论	对应桥下地面和桥面两区管控范围：控制区为 0-40m；监督区为 40-96m					

4. 保护目标年剂量值估算

建设单位拟购置3台XXG-3005型X射线探伤机，由2组辐射工作人员交替使用（另一台备用），单台X射线探伤机每次探伤出束时间不超过1min，辐射工作人员每天探伤次数最大不超过50次，每年工作250天，则每组辐射工作人员年受照时间不超过208.4h。保守按照2组辐射工作人员同步工作（2组人员分别在不同场地外出作业探伤），则建设单位探伤设备累计年出束时间合计不超过416.67h。本项目辐射工作人员位于桥面非主射方向上的控制区外操作，安全人员主要在地面控制区外进行巡逻。根据公式4及上述计算结果，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，计算结果见下表。

表 11-5 本项目保护目标年有效剂量分析

X射线探伤机型号	保护目标		距离 (m)	该位置处最大剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	约束限值 mSv/a
XXG-3005 型定向X射线探伤机	辐射工作人员	操作人员 (非主射方向控制区外)	40	14.40	1	208.4	3.00	5.0
		安全人员 (主射方向桥下地面控制区外)	40	15.00	1	208.4	3.13	5.0
	监督区外评价范围内的周围公众		96	2.49	1	10	2.49E-02	0.1

注：由于本项目探伤地点不固定，公众受照时间保守估计为10h；计算操作人员剂量时保守不考虑铅屏风屏蔽效果。

根据表 11-5 可知，本项目辐射工作人员每年最大受照剂量为 3.13mSv；周围公众每年最大受照剂量为 2.49E-02mSv。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故的风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-6 中。

表 11-6 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

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表 1 的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值 4.0~6.0Gy 界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表 2-13 急性效应与剂量关系中以 4Gy 作为重度放射病的阈值，以及表后“对低 LET 辐射，皮肤损伤的阈值量 3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（见表 11-7），从而以是否达到 3.5Gy 界定是否会发生较大辐射事故，以 5.5Gy 界定是否会导致人员死亡。

表 11-7 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

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，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）辐射工作人员/周围公众误入或滞留于主射方向桥下地面的控制区内受超剂量照射；

（2）当辐射工作人员还未离开桥面控制区时，另一名辐射工作人员误开机，对该辐射工作人员造成误照射。建设单位在进行野外探伤时，对桥面探伤区域清场不到位，有周围公众滞留控制区，对周围公众误照射；

（3）探伤机在桥面未放置稳固，在探伤过程中发生了倾倒，对于桥面上的操作人员及周围公众造成主射线的辐射影响。

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

在主射线方向上，对于误入或滞留于主射方向控制区内的辐射工作人员/周围公众，主要是受到主射线的影响。由于桥梁高度随工程地理情况变化，到达地面时会经过距离

衰减，计算结果见表 11-8。

表 11-8 事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

探伤机型号	辐射工作人员/周围公众与探伤机出束位置距地面的距离(m)	到达地面距离的剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (mSv)			
			0~30s	0~1min	0~2min	0~3min
XXG-3005 型定向 X 射线探伤机	5	7.52E+03	6.27E-02	1.25E-01	2.51E-01	3.76E-01
	10	1.88E+03	1.57E-02	3.14E-02	6.27E-02	9.41E-02
	20	4.70E+02	3.92E-03	7.84E-03	1.57E-02	2.35E-02
	30	2.09E+02	1.74E-03	3.48E-03	6.97E-03	1.05E-02
	40	1.18E+02	9.80E-04	1.96E-03	3.92E-03	5.88E-03
	50	7.52E+01	6.27E-04	1.25E-03	2.51E-03	3.76E-03
结论	对于辐射工作人员来说，处于该事故情况时，不会造成辐射事故；对于周围公众来说，在桥梁高度为 5m 位置停留 3min 时，所致辐射剂量最大为 3.76E-01mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对周围公众的剂量限值——1mSv/a，又由于在整个探伤过程中，均有安全人员在现场巡逻，能够在第一时间发现误入公众，并警告其迅速离开。因此不构成一般辐射事故					

当辐射工作人员还未离开桥面控制区时（非主射方向），另一名辐射工作人员误开机，对该辐射工作人员造成误照射。建设单位在进行野外探伤时，对探伤区域清场不到位，有周围公众滞留桥面上的控制区内（非主射方向），对周围公众误照射，此时周围公众主要受到非主射方向的影响。计算结果见表 11-9。

表 11-9 事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

探伤机型号	桥面上与 X 射线探伤机水平距离 (m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (mSv)			
		0~30s	0~1min	0~2min	0~3min
XXG-3005 型定向 X 射线探伤机	0.5	7.68E-01	1.54E+00	3.07E+00	4.61E+00
	5	7.68E-03	1.54E-02	3.07E-02	4.61E-02
	10	1.92E-03	1.92E-03	1.92E-03	1.92E-03
	15	8.53E-04	1.71E-03	3.41E-03	5.12E-03
	25	3.07E-04	6.14E-04	1.23E-03	1.84E-03
	40	1.20E-04	2.40E-04	4.80E-04	7.20E-04
结论	辐射工作人员/周围公众在 XXG-3005 型 X 射线探伤机曝光时的非主射方向控制区停留 3min 时，所致辐射剂量为 4.51mSv，对辐射工作人员来说未达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员的剂量限值——20mSv/a，不会发生辐射事故。对周围公众来说，小于导致较大辐射事故的剂量，但超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对周围公众的剂量限值——1mSv/a，因此构成一般辐射事故。由于在整个探伤过程中，均有安全人员在现场巡逻，能够在第一时间发现误入公众，并警告其迅速离开。发生该类的辐射事故情况较小。				

辐射工作人员放置探伤机时未固定牢固，探伤机在探伤过程中突然发生了倾倒，对桥面上的辐射工作人员与周围公众造成主射线辐射影响，此时辐射工作人员位于桥面控制区外监督区内，周围公众位于监督区外。计算结果见表 11-10。

表 11-10 该事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

探伤机型号	桥面上与X射线探伤机 水平距离 (m)		各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (mSv)			
			0~10s	0~20s	0~30s	0~60s
XXG-3005 型定向 X 射线探伤机	辐射工作人员	40	1.09E-02	2.18E-02	3.27E-02	6.53E-02
	周围公众	96	1.89E-03	3.78E-03	5.67E-03	1.13E-02
结论	对于辐射工作人员来说,处于该事故情况时,不会造成辐射事故;对于周围公众来说,监督区位置停留 1min 时,所致辐射剂量最大为 6.87E-02mSv,未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对周围公众的剂量限值——1mSv/a,因此不构成一般辐射事故。					

当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,相关人员可以立即通过控制箱上的急停按钮中断电源,关闭 X 射线探伤机,减小误照人员的受照剂量。同时应固定牢固 X 射线探伤机,防止其在探伤过程中倾倒,若发生倾倒事故,操作人员应立即按下控制箱上的紧急停机按钮,将辐射影响降低至最小。

综上所述,对于本项目来说,最大可信事故为一般辐射事故。针对一般辐射事故,建设单位需进行超标原因调查,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。

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(铅屏风安置妥当),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完整,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(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

名辐射安全管理人员，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 6 名辐射工作人员及以后新招聘辐射工作人员，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考核。 建设单位拟按照《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与环境保护委员会负责相关辐射安全监督管理工作，明确领导小组职责，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。拟按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求为新增辐射工作人员配备个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并成立职业健康档案。			
辐射安全管理规章制度			
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，建设单位拟制定辐射安全管理制度，包括《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《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（初次申领所需的材料清单见表 12-2）

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	/	新增的 6 名辐射工作人员均已获得辐射安全与防护考核证书。
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	/	拟成立
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	/	拟新增 2 台辐射监测仪，6 台个人剂量报警仪（带直读剂量功能）、6 台个人剂量计
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/rsmsreq/login.jsp ）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，放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新	/	拟制定

表 12-2 建设单位辐射安全许可证初次申领所需材料清单

序号	材料名称		材料要求
1	《辐射安全许可证申请表》一份		登陆全国核技术利用申报系统下载，并提交辐射安全许可证申请报告
2	拟有射线装置明细表		已盖章的台帐
3	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十三条和第十六条相应规定的证明材料	辐射安全与防护规章制度	参照川环函（2016）1400 号
		申请单位发布的成立辐射安全与环境保护管理机构的正式文件复印件	文件中需明确辐射安全专职管理人员及其职责
		辐射工作人员辐射安全与防护考核合格证明复印件	如人员太多，请附管理人员证书复印件，其余人员

以表格形式统计

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12-3进行对照分析。

表 12-3 辐射安全防护设施对照分析表

执行标准	项目	建设单位拟采取措施	是否满足要求
《工业探伤放射防护标准》 （GBZ117-2022）	工作前检查	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 5.2.1.2 的要求对 X 射线探伤机进行检查。	满足
	作业前准备	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.已确保开展野外探伤工作的每台探伤机配备两名辐射工作人员，并确保现场配有安全员。 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。会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	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。 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.控制区的边界将临时拉起警戒线。 5.野外探伤作业工作过程中，建设单位将与委托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。视情况采用铅屏风。 6.建设单位拟配备的便携式 X- γ 剂量率仪台数能够确保每一个探伤作业班组一台，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	满足

《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）		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. X 射线探伤机控制台将设置在合适位置，且建设单位拟购设备均设有延时开机装置，能够尽可能降低操作人员的受照剂量。	
	安全警示	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。夜晚作业时控制区边界会设置警示灯。 3. 工作状态指示灯能够通过探头监测瞬时剂量率，实现与 X 射线探伤机的联锁。 4. 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。 5. 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	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. 操作规程内容将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。日常管理中已在操作中落实。 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 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。	满足
	备案	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。	满足
	人员资质	建设单位拟配备的 6 名辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证明。	满足
	辐射监测	建设单位拟配备 2 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。 建设单位拟为 6 名辐射工作人员配备足够的个人剂量报警仪和个人剂量计，按照要求规范佩戴，并建立个人剂量检测档案，每一季度将个人剂量片送交有资质的部门进行检测。	满足
	现场安全员	建设单位拟为探伤作业现场配备 1 名现场安全员，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、归还等工作。	满足
	信息公示	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 2 平方米，公示信息将采取喷绘（印刷）的方式进行制作。将辐射安全许可证、	满足

		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。	
	危废暂存间	建设单位现已有 1 间危废暂存间，能够做到防雨、防渗漏、防流失。建设单位将根据最新标准《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）将原有危废暂存间重新修缮，原有危险废物规范收集以及贮存，进一步做到防倾倒。跟根据最新标准《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023 年版）、《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）（自 2023 年 7 月 1 日起实施）的要求完善危废暂存间内的标志标牌，在危废暂存间门上张贴标志标牌，明确危险废物种类。	满足
《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）	制度管理和档案资料	建设单位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。拟按照要求制定上墙制度。	满足
	废物处置	建设单位拟与有资质的单位签订危废处置协议，定期处置本项目产生的废显（定）影剂及废胶片。若建设单位无条件进行洗片，则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）影剂由该单位进行集中收集。	满足
	X 射线探伤机存放场所	建设单位拟将 X 射线探伤机与电缆线、控制箱分开两个铁柜进行存放，铁柜上均设置有双人双锁，设备存放间拟设置监控摄像头和防盗门。	满足
	台账	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
	事故应急	建设单位拟制定应急响应程序，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管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。	满足

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）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）相关要求，建设单位每次野外探伤作业活动拟建立完整的档案，做到一事一档，档案材料应包括：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。

表12-4 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) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 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送报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。建设单位应将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) 应急演练计划；
- (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、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. 产业政策相符性与代价利益分析**

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会 2021 年令 49 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）相关规定，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

建设单位注册地址为四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）车城西二路 176 号 3 栋 1 楼 1 号。建设单位拟将 3 号楼 3 楼设备存房间作为本项目 X 射线探伤机及其相关辐射安全防护设施的存放房间，设备存放间所在位置的公共走道两端均设置由门禁装置，无关人员无法进入；拟将 3 号楼 2 楼东北角落 2 间空房用作本项目暗室、评片室；另沿用位于 3 号楼 2 楼中部的危废暂存间。

本项目的探伤对象为施工安装现场的桥梁钢箱梁结构钢板对接焊缝，桥梁修建的工程区域大部分位于室外空旷处，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，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，同时联系公安或政府部门协助清场，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。

当探伤机作业时，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。经过采取相应的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。

根据计算得出，本项目 XXG-3005 型 X 射线探伤机控制区为桥面（桥下地面）距离探伤机（探伤机桥下地面投影）40m 以内的区域，监督区为桥面（桥下地面）距离探伤机（探伤机桥下地面投影）40m~96m 以内的区域。

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（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）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；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。

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2台辐射剂量巡测仪和6台个人剂量报警仪（带直读剂量功能）、6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) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 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 2 台辐射剂量监测仪，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 6 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，目前 6 名辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证书，届时有新增人员操作本项目 X 射线探伤机，也应持证上岗。

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，建设单位拟制定辐射安全管理制度，包括《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《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. 辐射安全许可证申领

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，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，建设单位需准备相应文件并提交审管部门（四川省生态环境厅核发），申领辐射安全许可证。办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

7. 竣工验收检查内容和要求

表 13-2 项目环保竣工验收检查一览表

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，四川蜀工公路工程试验检测有限公司新建 X 射线野外探伤核技术利用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。

表 14 审批

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