

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）

四川捷晨瑞达工程检测有限公司（公章）

2024 年 5 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：四川捷晨瑞达工程检测有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：四川省成都市龙泉驿区大面街道驿都大道中路

337 号 1 栋 3 单元 6 楼 1、2 号

邮政编码：610100 联 系 人：****

电子邮箱：**** 联系电话：****

目录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 11

表 3 非密封放射性物质 11

表 4 射线装置 12

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 13

表 6 评价依据 14

表 7 保护目标与评价标准 17

表 8 环境质量和辐射现状 22

表 9 项目工程分析与源项 24

表 10 辐射安全与防护 32

表 11 环境影响分析 41

表 12 辐射安全管理 52

表 13 结论与建议 60

表 14 审批 65

附图：

附图 1 本项目固定场所所在地理位置图

附图 2 本项目探伤机存放场所周围环境示意图

附图 3 本项目四川捷晨瑞达工程检测有限公司 9 楼示意图

附图 4 本项目四川捷晨瑞达工程检测有限公司 8 楼示意图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 建设单位营业执照

附件 4 辐射安全与防护考核承诺书

附件 5 危险废物处置承诺书

附件 6 建设单位租房合同

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		四川捷晨瑞达工程检测有限公司				
法人代表		张志利	联系人	****	联系电话	****
注册地址		四川省成都市龙泉驿区大面街道驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 6 楼 1、2 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：成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 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（m²）	/
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 四川捷晨瑞达工程检测有限公司（社会信用代码为****，营业执照见附件 3）成立于 1999 年 10 月 18 日，注册地位于四川省成都市龙泉驿区大面街道驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 6 楼 1、2 号，法定代表人为张志利，是一家专业从事建筑工程、市政工程、公路工程、钢结构工程质量检测和建设工程质量（事故）鉴定的大型综					

合性技术服务机构。

公司现有员工 110 余人，其中高级工程师 10 余人，工程师 20 余人，助理工程师 30 余人，注册一级结构工程师 1 人，注册二级结构工程师 1 人，注册岩土工程师 1 人，持公路试验检测资格证 24 人。公司现有检测资质参数达 1000 余项，业务范围涉及建筑工程材料、建筑防雷、主体结构工程、建设工程勘察、公路水运工程试验检测服务、钢结构工程、建设工程质量检测、岩土工程与地基基础、检验检测服务、市政道路工程、公路工程、交安设施等领域。

建设单位现租赁四川圣亿汇投资有限公司位于成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 6 楼一整层，8 楼一整层，9 楼一整层，11 楼一整层，作为办公场所，租赁场地建筑面积为 2997.09 平方米，租赁合同见附件 6。租赁场地的土地性质为工业用地，房屋用途为科研、办公。

1.2 项目由来

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，因外形为箱状故叫作钢箱梁，其实物图片见图 1-1。根据《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》（JTG/T3651-2022）和《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205），提出了需用 X 射线对桥梁钢箱梁的钢结构焊缝进行抽检检测。建设单位主要从事公路水运工程试验检测服务、检验检测服务、建设工程质量检测，因此为符合规范要求，且为拓展公司业务发展，建设单位拟开展桥梁的 X 射线野外探伤项目。



图 1-1 钢箱梁图片

在用户单位厂区内组装焊接完成一节钢箱梁，一节钢箱梁长 3m~10m、宽 1m~3m、高 1.5m~3m，建设单位对组装完成后钢箱梁钢结构上焊缝进行抽检，检测均达标后运送至桥梁施工现场进行钢箱梁与钢箱梁的组装焊接，因此建设单位拟开展用户单位厂区内的野外探伤；现场焊接完成后，建设单位会再次对钢箱梁与钢箱梁之间的钢结构焊缝进行抽检，因此建设单位同时拟开展桥梁施工现场的野外探伤。

施工安装现场钢箱梁对接焊缝无损检测一般为超声波及 X 射线探伤检测，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，抽检范围为长度较长的顶板及底板，抽检比例为 10%，即每 10 条焊缝抽检 1 条。焊缝长度小于 1.2m 探伤焊缝两端，长度超过 1.2m 的焊缝在中间增加检测点。由于侧板的焊缝长度较小，使用超声波等其他探伤方式，不对其进行 X 射线探伤抽检。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

建设单位拟购置 1 台型号为 HG-XXG2505 的定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，厂家为成都华光无损检测有限公司，探伤出束方向为由上至下。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捷晨瑞达工程检测有限公司租赁场地 9 楼最东部探伤设备储存室内。

根据《射线装置分类》（环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目拟购 X 射线探伤机为 II 类射线装置中工业用 X 射线探伤装置。根据《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。同时根据中华人民共和国生态环境部 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目涉及使用“II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。受四川捷晨瑞达工程检测有限公司的委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场查勘、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。项目委托书见附件 1，射线装置承诺书见附件 2。

2、产业政策符合性

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

第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

3、项目概况

项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建 X 射线野外探伤核技术利用项目

建设单位：四川捷晨瑞达工程检测有限公司

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：成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 楼

本项目固定场所所在位置图见附图 1。

3.1 项目建设内容与建设规模

建设单位此前从未开展过核技术利用项目，此次拟购置 1 台 HG-XXG2505 型号的定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，厂家为成都华光无损检测有限公司，用于实施野外探伤。根据建设单位提供信息，探伤机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。探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对使用超声波检测过的钢箱梁钢结构焊缝进行抽检。一节钢箱梁长 3m~10m、宽 1m~3m、高 1.5m~3m，钢板材质为 Q355MC，焊缝厚度为 20mm~32mm。

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

根据建设单位提供资料，X 射线探伤机每次探伤出束时间不超过 3min，平均每天探伤次数最多不超过 50 次，每年工作 250 天，则 X 射线探伤机累计年出束时间合计不超过 625h。

表 1-1 本项目使用 X 射线探伤机情况一览表

射线装置名称、型号	数量	管电压（kV）	管电流（mA）	类别	活动种类	出束类型	年总出束时间（h）	工作方式	厂家	备注
HG-XXG2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II类	使用	定向	625	野外探伤	成都华光无损检测有限公司	拟购

建设单位拟将 9 楼最东部 1 间闲置工作用房（室内面积：27m²）作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的存放场所（探伤设备储存室），拟将 X 射线探伤机、电缆线及控制箱分别由两个铁柜分开存放，铁柜上均设置门锁，钥匙

由专人保管；探伤设备储存室拟设置防盗门及视频监控。在野外工作时应根据现场情况，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开在不同房间或铁柜内，同理房间或铁柜应设置门锁，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。

建设单位拟将 9 楼中部 2 间闲置工作用房用作本项目暗室（室内面积：4.10m²）和危废间（室内面积：15.82m²）、9 楼东部 1 间闲置工作用房用作本项目评片室（室内面积：26.16m²），暗室的建设将保证遮光性良好，有通风设施或自然通风，且需满足防倾倒、防渗漏、防流失的要求。本项目危废依托建设单位拟建设的危废间进行暂存，公司危废间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，确保做到了“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面采用防渗水泥。危废间内应设消防设施，防止出现火灾。建设单位应参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危废间内的识别标志，在危废间门上张贴标志标牌，明确危险废物种类。危废间由专人管理，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。

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	四川捷晨瑞达工程检测有限公司拟购置 1 台 HG-XXG2505 型号定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，厂家为成都华光无损检测有限公司，用于实施野外探伤。探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝。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捷晨瑞达工程检测有限公司租赁场地 9 楼最东部探伤设备储存室，X 射线探伤机与电缆线及控制箱分别存放于两个铁柜中。 建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员来实施野外探伤。根据建设单位提供资料，1 台 X 射线探伤机累计年出束时间保守估计为 625h。	/	X 射线、 臭氧、 氮氧化物、 噪声

辅助工程	建设单位拟将 9 楼中部及东部 3 间闲置工作用房用作本项目暗室（室内面积：4.10m ² ）、评片室（室内面积：26.16m ² ）、危废间（室内面积：15.82m ² ）。		废胶片、 废显（定） 影剂、洗片 废水
公用工程	利用探伤场所周围公共设施以及租赁场地内的公共设施		
办公及生活设施	依托探伤场所周围施工区办公及生活设施以及租赁办公楼的办公及生活设施		生活污水 生活垃圾

3.2 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片	6kg/a	外购	AgBr 感光药膜
	显影液	60kg/a	外购	米吐尔、无水亚硫酸钠、 对苯二酚、硼砂
	定影液	60kg/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	400kWh	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

3.3 劳动定员及工作分配

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

工作分配：2 名操作人员中 1 名操作人员负责固定、调试及操作 X 射线探伤机；1 名操作人员根据环评理论计算的两区范围初步划定控制区和监督区边界，同时在探伤位置贴好胶片，探伤过程中不断用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正；安全员负责清场，布置防护措施，在探伤过程中使用喊话器在现场巡逻，禁止无关人员靠近监督区；辐射安全管理人员统筹整个野外探伤工作，检查现场的辐射安全措施是否到位，对操作人员的操作是否规范进行监督以及定期组织相关人员进行辐射防护专业培训。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

4、项目选址、外环境关系、布局合理性

建设单位现租赁成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 楼最东部一间闲置工作用房作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的存放场所（探伤设备储存室）；拟将 9 楼东侧 3 间闲置工作用房用作本项目暗室、评片室、危废间。探伤设备储存室楼下及四周（闲置工作用房）均为建设单位租赁场地，楼上为成都众鑫汽车零部件有限公司。

本项目的探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝。桥梁修建的工程区域大部分位于室外空旷无人区域，且施工场所将进行围挡，故周围人流量较少。在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，制定不同的探伤方案。当探伤机作业时，应因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征（如拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。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，则不得使用 X 射线探伤机进行野外探伤，应采取其他检测方式。因此综上所述，经过采取相应屏蔽措施和管理措施后，对周围环境的辐射影响较小。

5、实践正当性分析

本项目探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝。在用户单位厂区内组装焊接完成后的一节钢箱梁长 3m~10m、宽 1m~3m、高 1.5m~3m，用户单位委托建设单位对组装完成后钢箱梁钢结构上焊缝进行抽检，由于钢箱梁尺寸较大，不便于在探伤房曝光室内进行 X 射线探伤，为保证钢箱梁结构的安全性，拟开展用户单位厂区内的野外探伤。

在用户单位内组装焊接完成的一节钢箱梁，经检测均达标后运送至桥梁的施工现场。在桥梁的施工现场进行钢箱梁与钢箱梁的组装焊接，现场焊接完成后，再次对钢箱梁与钢箱梁之间的钢结构焊缝进行抽检。为保证桥梁结构的安全性，建设单位拟开展桥梁施工现场的野外探伤。

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。根据《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》（JTG/T3651-2022）和《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205），

需用 X 射线对桥梁钢箱梁的钢结构焊缝进行抽检检测，因此本项目的实践是必要且正当的。

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。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

6、原有核技术利用情况

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

7、环境影响评价信息公开

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

根据以上要求，建设单位在建设单位官方网站上公示《四川捷晨瑞达工程检测有限公司新建 X 射线野外探伤核技术利用项目环境影响报告表》全本信息，以征求公众意见。

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	1	成都华光无损检测有限公司 HG-XXG2505 型	250	5	无损检测	探伤地点为全国各地，不固定 探伤机存放场所：成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 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 0.5kg	约 6kg	/	暂存于拟建设的危废间内	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 10kg	约 120kg	/	暂存于拟建设的危废间内	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	液态	/	/	约 20m ³	约 240m ³		暂存于拟建设的危废间内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
生活污水	液态	/	/	约 30m ³	约 360m 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行处理。
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	依托探伤场所周围及租赁办公楼的环卫处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订本），中华人民共和国 2020 年主席令第 43 号，自 2020 年 9 月 1 日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行； 6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行； 8) 《国家危险废物名录》（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
------	--

	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； 20) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号），自 2024 年 2 月 1 日起施行。
--	---

技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单； 7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）； 10) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）； 11) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）； 12) 《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，属于II类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”相关规定，结合本项目特点和实际，本项目评价范围为 X 射线探伤机为中心周围 100m 的区域。

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范围，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。

表 7-1 本项目环境保护目标情况一览表

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	4	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。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜

在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

（参考）11.4.3 放射性残存物持续照射的剂量约束

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限（见 4.3.4）。

二、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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

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

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

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

3.1 野外（室外）探伤作业活动

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

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

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

四、项目管理目标

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

●本项目周围剂量当量率参考控制水平：

控制区边界外周围剂量当量率应不大于 $15\mu\text{Sv/h}$;

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

●**本项目职业人员和公众的剂量约束值：**

职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ;

公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a 。

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	
1.项目地理和场所位置	
建设单位拟将成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 楼最东部一间闲置工作用房作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的存放场所（探伤设备储存室）；拟将 9 楼中部及东部 3 间闲置工作用房用作本项目暗室、评片室、危废间。探伤设备储存室楼下及四周均为建设单位租赁场地，楼上为成都众鑫汽车零部件有限公司。现场勘查现状如图 8-1 所示。	
****	****
危废间拟建址	暗室拟建址
****	****
探伤设备储存室楼上	探伤设备储存室拟建址

图 8-1 现场踏勘图

| 2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位 | |
| 本项目为工业 X 射线野外探伤项目，使用Ⅱ类射线装置，在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。建设单位仅在委托单位的探伤现场进行移动探伤检测工作；公司探伤机储存库房内不使用、调试探伤机，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辐射水平现状监测。 | |

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析								
1、工程设备								
建设单位拟购置 1 台 HG-XXG2505 型的定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，用于实施野外探伤。本项目探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆组成。本项目 X 射线探伤机电缆线长度为 25m—35m。								
表 9-1 X 射线探伤机主要设备配置及主要技术参数								
射线装置型号及名称	数量	设备主要技术参数		射线管		厂家	靶材料	投射类型
		管电压	管电流	焦点尺寸（mm）	辐射角			
HG-XXG2505 型 X 射线探伤机	1 台	250kV	5mA	2.5×2.5	40°	成都华光无损检测有限公司	钨	定向
								
图 9-1 本项目 X 射线探伤机外观图								
2、工艺分析								
2.1 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租赁场地 9 楼探伤设备储存室内存放，野外探伤不存在土建工程。本项目拟修建危废暂存间，建设单位拟在 9 楼中部靠南侧修建危废间，危废间的建设标准应满足《危险废物贮存污染								

控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，能够防雨、防渗漏、防流失，地面采用防渗水泥建设。因此本项目暗室的建设存在短期的施工期，产生施工期扬尘、噪声、废水、固废等环境影响，随着施工期的结束，该影响也会自动消除，影响较小。

2.2 运营期工作流程及产污环节分析

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

3、X 射线探伤装置工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成，X 射线管结构示意图见图 9-2。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线，对于便携式 X 射线探伤机，当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位，达到检测目的。

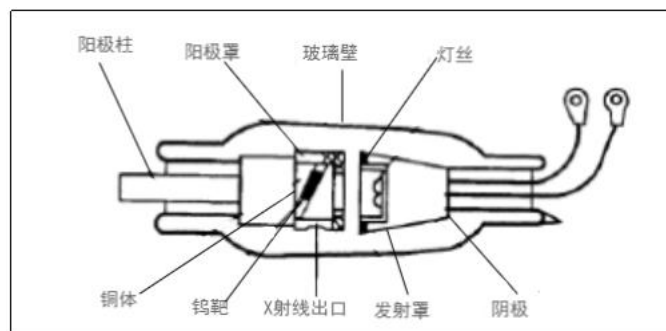


图 9-2 X 射线管结构示意图

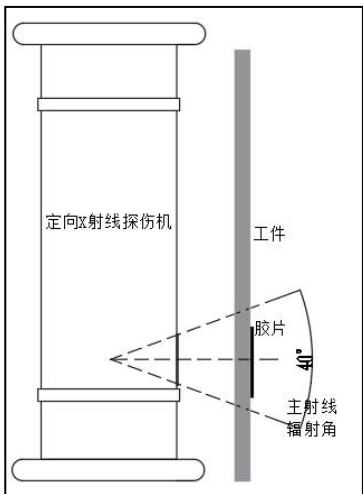


图 9-3 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

4、X 射线机的探伤工件情况及探伤时间

建设单位探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁钢结构焊缝进行抽检。一节钢箱梁长 3m~10m、宽 1m~3m、高 1.5m~3m，钢板材质为 Q355MC，焊缝厚度为 20mm~32mm。

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，通常低于最大管电压和最大管电流。同时根据不同的工件厚度，操作人员会设置不同的管电压以及管电流。本项目单台 X 射线探伤机每次探伤出束时间不超过 3min，根据厂家提供的定向 X 射线探伤机曝光曲线图 9-4，若 HG-XXG2505 型 X 射线探伤机开到最高管电压 250kV，则可探最大厚度约为 33mm 的工件，本项目探伤机能够满足建设单位工作开展的需求。计算有用线束方向周围剂量率时保守考虑最大管电压及管电压下最小的工件屏蔽厚度 20mm。

图 9-4 定向 X 射线探伤机曝光曲线图

本项目探伤范围为全国各地，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝。根据建设单位提供资料，X 射线探伤机每次探伤出束时间不超过 3min，平均每天探伤次数最多不超过 10 次，每年工作 250 天，则 X 射线探伤机累计年出束时间合计不超过 625h。

5、工作方式

X 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 0.5m，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。

6、野外探伤操作流程

6.1 人员配置

建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名巡逻人员）来实施野外探伤工作，分为 1 组人员，共同实施野外探伤工作。2 名操作人员中 1 名操作人员负责固定、调试及操作 X 射线探伤机；1 名操作人员根据环评理论计算的两区范围初步划定控制区和监督区边界，同时在探伤位置贴好胶片，探伤过程中不断用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正；安全员负责清场，布置防护措施，在探伤过程中使用喊话器在现场巡逻，禁止无关人员靠近监督区；辐射安全管理人员统筹整个野外探伤工作，检查现场的辐射安全措施是否到位，对操作人员的操作是否规范进行监督以及定期组织相关人员进行辐射防护专业培训。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

操作人员位于非主射方向上的监督区内进行操作。本项目 X 射线探伤机设有延时功能，辐射工作人员准备工作完成后，清场及防护措施到位后，按下延时开关，并迅速撤离至安全位置。

6.2 本项目探伤机固定方式示例

本项目拟购置 1 台 X 射线探伤机进行野外探伤作业，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝，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。

探伤机拟使用专用的支架固定（支架样式见下图），距探伤对象 0.5m。将 X 射线探伤机放进支架圆筒内，转动右侧手柄，直至筒口将 X 射线探伤机紧紧固定，同时筒口两端内有防滑胶垫，增加其摩擦力，保证 X 射线探伤机不会滑落或者掉落。支架两端与地面形成最稳固的三角形，同时支架四角底部有防滑胶垫，使 X 射线探

伤机在探伤工作的过程中不会发生倾倒的情况。

由于本项目为野外探伤项目，为安全考虑，建设单位辐射工作人员开展野外探伤工作时均穿戴一套 0.5mm 铅衣。本项目辐射工作人员操作位于非主射方向监督区内。

本项目探伤机工作布置示意图如图 9-5 所示。



图 9-5 本项目探伤机固定支架及工作布置示意图

6.3 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，根据现场情况，制定相应的探伤作业方案，该作业方案包括：

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；
- ②明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工；
- ③对探伤人员的要求，包括：检测作业人员、检测防护培训要求；
- ④检测准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；
- ⑤检测实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；
- ⑥图像评定，包括：评定条件及要求；
- ⑦检测记录及报告要求；
- ⑧质量检查的要求、方法等；
- ⑨职业健康安全和环境管理等内容。

（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) 确定开展探伤具体事宜：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。委托单位（业主单位）应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生；

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

(5) 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；

(6) 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；

(7) 初步划定两区边界、设置安全警戒措施：根据环评理论计算的两区范围初步划定控制区和监督区边界，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；

(8) 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；

(9) 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；

(10) 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；

(11) 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；

(12) 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。

（13）出具报告：辐射工作人员出具检测报告。

（14）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 9-6。

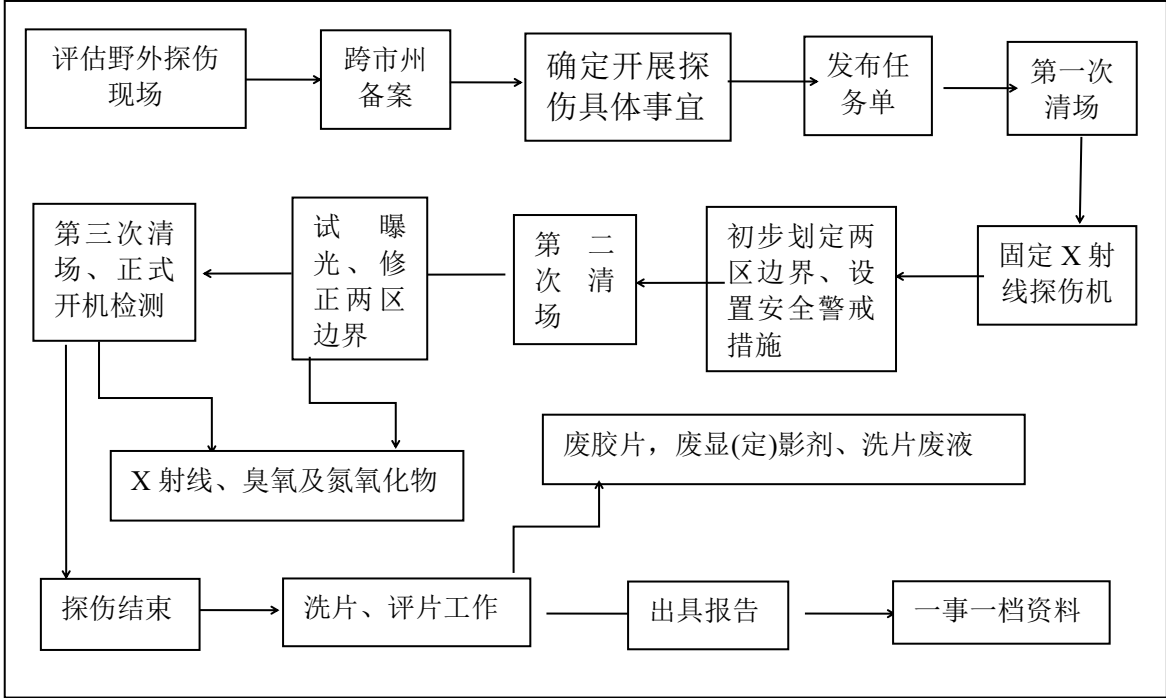


图 9-6 本项目 X 射线探伤机工作程序及产污环节示意图

污染源项描述

1、辐射污染源分析

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

2、非辐射污染源分析

（1）废气：X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧、氮氧化物。

（2）废水：本项目不产生放射性废水，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，会产生项目废弃的废胶片，以及辐射工作人员产生的少量生活垃圾。

(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 10kg，废胶片 0.5kg；每年预计产生显影、定影废液 120kg，废胶片 6kg

(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 建设单位拟将成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 楼最东部一间闲置工作用房作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的存放场所（探伤设备储存室）；拟将 9 楼中部及东侧 3 间闲置工作用房用作本项目暗室、评片室、危废间。探伤设备储存室楼下及四周均为建设单位租赁场地，楼上为成都众鑫汽车零部件有限公司。 本项目野外探伤平面布置主要根据施工工地及用户单位厂区外环境进行布置，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及用户单位厂区内布局相冲突，平面布置合理。 1.2 工作场所分区 本项目拟购置 1 台Ⅱ类射线装置——X 射线探伤机进行野外探伤作业。为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，建设单位应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/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 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。 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，因地制宜地划定控制区和监督区，并设置警戒线，应切实做好清场工作。建设方对每个野外探伤工作场所划分为控制区、
--

监督区，并实行“两区”管理制度。

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

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	距离探伤机(探伤机桥下地面投影)0m-36m 范围区域内。	距离探伤机(探伤机桥下地面投影)36m-89m 范围区域内。
管理措施	对控制区进行严格控制，在曝光过程中严禁任何人员进入控制区内，设置明显的警戒线、电离辐射警告标志牌，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警示标识。	监督区为工作人员操作设备时的工作场所，该区设置电离辐射警告标志牌，经常进行剂量监督，限制公众进入该区域，边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视。
备注	可根据野外探伤的地形、建筑物实际情况确定，现场监测剂量率在 15 μ Sv/h 以上的范围。	可根据野外探伤的地形、建筑物实际情况确定，现场监测剂量率在 2.5 μ Sv/h~15 μ Sv/h 之间的范围。

2.工作场所污染防治措施

2.1 X 射线探伤机存放安全防护措施

建设单位拟将 9 楼最东部 1 间闲置工作用房（室内面积：27m²）作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的存放场所（探伤设备储存室），拟将 X 射线探伤机、电缆线及控制箱分别由两个铁柜分开存放，铁柜上均设置门锁，钥匙由专人保管；探伤设备储存室拟设置防盗门及视频监控。实时监控存放场所的情况。存放场所内严禁使用、调试 X 射线探伤机，探伤设备储存室能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求。在野外工作时应根据现场情况，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开在不同房间或铁柜内，同理房间或铁柜应设置门锁，钥匙由专人保管。

2.2 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钥匙开关，只有在打开控制箱钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。本项目开关钥匙为旋转式钥匙开关。

②延时启动功能：本项目探伤机设置有延时按钮，能延时启动曝光系统。辐射工作人员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 射线伤害身体

健康，尽可能降低操作人员的受照剂量。

③探伤机设置有辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而避免事故发生。

④探伤机控制箱上设置有急停按钮，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。

2.3 现场探伤前安全措施

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

①对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、作业空间等。

②与委托单位协调沟通工作，如协商确定适当的探伤地点和探伤时间、具体的抽检率为多少、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

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

2.4 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，操作人员和现场巡逻人员的姓名、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）。

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

铅衣：拟为本项目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。

图 10-1 本项目桥面上（桥面宽度较小）辐射安全设施布置示意图

图 10-2 本项目桥面上（桥面足够宽）及桥下地面辐射安全设施布置示意图

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

表 10-2 辐射安全防护设施对照分析表

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,建设单位拟与业主单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等,避免造成混淆。会与业主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,建设单位将与业主单位一起确保控制区内不同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小,将充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。 6.建设单位拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪,并将定期对其开展检定/校准工作,且拟配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。 7.探伤作业期间辐射工作人员将对控制区边界上代表点的剂量率进行检测,探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时,将适时调整控制区的边界。 8.辐射工作人员会将控制区边界外、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。	满足
	安全警示	1.建设单位日常会与业主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.日常工作将确保在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。 4.日常工作将在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	满足

	边界巡查与检测	1.开始野外探伤之前，探伤工作人员会确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。 2.操作规程内容包含要求控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，建设单位将安排足够的人员进行巡查。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
《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）	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 4 名辐射工作人员上岗前需要取得辐射安全与防护考核合格证明。	满足
	辐射监测	建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，拟定期送检。在野外探伤作业开启前，拟制定自我监测方案，并做好监测记录。每年拟委托有资质的单位根据作业活动特点对作业场所及周围环境至少进行 1 次辐射监测。 建设单位拟为 4 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，并建立个人剂量监测档案，每一季度将个人剂量片送交有资质的部门进行检测。	满足
	现场安全员	建设单位拟为探伤作业现场配备现场巡逻员，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 2m ² ，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、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。	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	建设单位已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，拟根据相关制度要求制定规章制度，同时按照档案管理的要求分类归档放置，野外探伤建立一事一档。拟按照要求制定上墙制度。	满足
	废物处置	建设单位拟与有危险废物处理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、控制箱分开两个房间存放，设备室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
--	------	--	----

4、环保投资

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

表 10-2 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		数量	投资金额（万元）
新建 X 射线野 外探伤 项目	安全装置	工作状态指示灯	拟配备 8 个	****
		电离辐射警告标志	拟配备 16 个	****
		警告牌	16 个	****
		警戒线	8 卷	****
		急停按钮	设备自带	****
		声音提示装置	拟配备 8 个	****
		安全信息公告牌	拟配置 2 个	****
		铅衣	拟购置 4 套 0.5mm 铅当量的铅衣	****
		喊话器	拟配置 1 个	****
		对讲机	拟配置 4 个	****
	探伤机 储存场所	监控系统	拟配置 1 个	****
	辐射监测	射线装置年度监测	/	****
		便携式辐射剂量 监测仪	本项目拟配置 1 台	****
		个人剂量报警仪	拟购置 4 个	****
		个人剂量计	拟购置 4 个	****
	其他	应急物资	1 套	****
合计				****

三废治理

1、废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目作业地一般位于空旷地带且人流量较小。臭氧在常温常压的空气中稳定性较差，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。

2、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拟依托作业场地周围已有的环保措施进行处理及租赁办公场所内污水预处理系统处理后排入市政污水管网进行处理。生活垃圾拟依托作业场地周围已有的环保措施以及租赁办公场所所在市政环卫部门。

3、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 10kg，评片中会产生废胶片，每月预计产生废胶片 0.5kg；每年预计产生显影、定影废液及洗片废液共计 120kg，评片中会产生废胶片，每月预计产生废胶片 6kg。

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。若探伤区域位于成都市内，则由建设单位自行洗片，产生的废胶片、废显（定）影剂及洗片废水由建设单位集中收集暂存危废间，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。若探伤区域不在成都市范围内，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。

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租赁场所 9 楼探伤设备储存室内存放。本项目拟使用的房间均为现有房间，无需进一步装修，本项目仅需购入设备及相应措施，因此本项目野外探伤不存在土建工程；本项目拟修建危废暂存间，建设单位拟在 9 楼中部靠南侧修建危废间，危废间的建设标准应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，能够防雨、防渗漏、防流失，地面采用防渗水泥建设。因此本项目暗室的建设存在短期的施工期，产生施工期扬尘、噪声、废水、固废等环境影响，随着施工期的结束，该影响也会自动消除，影响较小。

运行阶段对环境的影响

建设单位拟购置 1 台 X 射线探伤机进行野外探伤工作，本项目探伤范围为全国各地，探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝，对钢箱梁钢结构焊缝进行抽检，钢板材质为 Q355MC。本项目探伤的照射方向固定为由上至下，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、氮氧化物以及探伤结束后洗片、评片过程中产生的洗片废水、废显（定）影剂和废胶片。

一、辐射环境影响分析

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

本项目探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝，主射方向为由上至下，在用户单位厂区内探伤时，主射下方为土质层，可不作管控，其非主射方向（地面上）的两区与桥梁施工现场桥面上的一致，因此下文针对桥梁施工现场进行计算，计算的两区范围同样适用于用户单位厂区内。探伤作业时穿铅衣，本项目计算年有效剂量时考虑铅衣的屏蔽作用。

1.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。工件厚度减小,设置的管电压管电流也随之减小。本项目计算有用线束方向周围剂量率时保守考虑最大管电压及管电压下最小的工件屏蔽厚度 20mm,泄漏和散射方向不考虑任何屏蔽厚度。

2.计算条件

2.1 透射因子

根据****可知,250kV 下 20mm 钢板对应铅当量为 1.7mm。本项目透射因子参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 B 图 B.1, 本项目 250kV 电压下对应透射因子为 3.20E-02。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	HG-XXG2505 型定向机
射线类型	主射方向 (250kV)
屏蔽材料	20mm 钢板
等效铅当量	1.7mm
透射因子	3.20E-02

图11-1 低能X射线中各种材料的铅当量

2.2 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, 保守取 250kV 下对应的 X 射线距辐射源点(靶点) 1m 处输出量最大值 $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即为 $9.90\text{E}+05\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

3. 计算方式

由图 11-2 可知,当 X 射线探伤机距离人体顶部垂直高度为 h 时,对应桥面受到散射射线和泄漏射线影响范围半径为 R2,考虑到人体高度,对应人体受到主射线影响范围半径为 R3,对应地面受到主射线影响范围半径为 R4。本项目通过计算两区剂量率限值下对应的 R2、R4,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

4.1 主射线方向剂量率估算:

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

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

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

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 中取值；

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。

4.2 泄漏方向剂量率估算：

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

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

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

B ：屏蔽透射因子，无屏蔽时取值为 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

4.3 散射方向剂量率估算：

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

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，****；

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

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 : 辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 本项目取 0.5m。

4.4 保护目标受照剂量水平估算:

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

式中: H_c : 参考点的年剂量水平, μSv ;

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

t : 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周围剂量当量率。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周围剂量当量率一览表 ($\mu\text{Sv/h}$)

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 ($\mu\text{Sv/h}$)

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。根据两区边界范围计算结果画出本项目探伤机的两区划分示意图见图 11-3、11-4, 本项目控制区和监督区划分与管理见表 10-1。

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
	主射线区域对桥下地面的 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
HG-XXG2 505	36m	87m	36m	89m
结论	对应桥下地面和桥面两区管控范围：控制区为 0-36m；监督区为 36—89m			

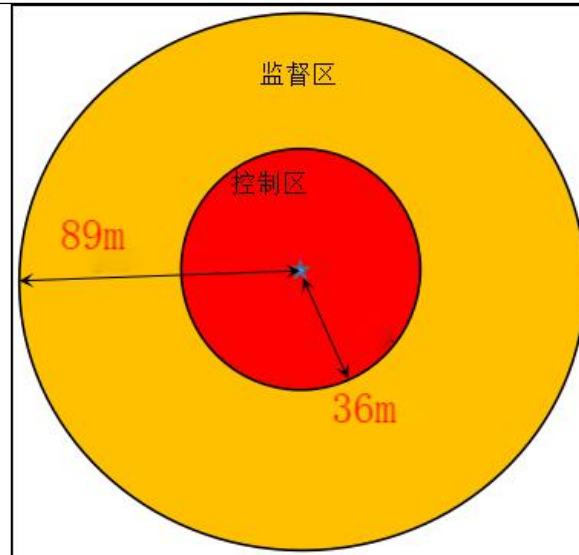


图11-3 本项目桥面及桥下地面控制区监督区划分示意图（俯视图）

图 11-4 本项目桥面及桥下地面控制区监督区划分示意图（立体图）

5.4 保护目标年剂量值估算

根据建设单位提供资料，预计 X 射线探伤机每次探伤出束时间不超过 3min，平均每天探伤次数最多不超过 10 次，每年工作 250 天，则 X 射线探伤机累计年出束时间合计不超过 625h，本项目辐射辐射工作人员现场工作时均穿戴铅衣，因此计算辐射工作人员年有效剂量时考虑 0.5mm 铅衣的屏蔽影响。由于本项目探伤地点不固定，预计同一家委托单位委托时间为 10 天，本项目探伤机保守预计每天出束时间共计 2.5h，则公众受照时间保守估计为 25h，本次评价按各边界区最大周围剂量当量率来计算职业及公众受照射剂量。

辐射工作人员： $625\text{h} \times 15\mu\text{Sv/h} \times 0.26 \times 1/1000 = 2.44\text{mSv}$ 。

周围公众： $25\text{h} \times 2.5\mu\text{Sv/h} \times 1/1000 = 0.0625\text{mSv}$ 。

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

二、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤装置报废时，必须进行去功能化（如将 X 射线探伤装置高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将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 11-5 中。

表 11-5 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-6。

表 11-6 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

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

	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

二、源项分析及最大可能性事故分析

根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线意外照射，X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，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

HG-XXG2505 型定向 X 射线 探伤机	5	6.34E+03	5.28E-02	1.06E-01	2.11E-01	3.17E-01
	10	1.58E+03	1.32E-02	2.64E-02	5.28E-02	7.92E-02
	20	3.96E+02	3.30E-03	6.60E-03	1.32E-02	1.98E-02
	30	1.76E+02	1.47E-03	2.93E-03	5.87E-03	8.80E-03
	40	9.90E+01	8.25E-04	1.65E-03	3.30E-03	4.95E-03
	50	6.34E+01	5.28E-04	1.06E-03	2.11E-03	3.17E-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3.17E-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,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
HG-XXG2505 型 定向 X 射线探伤 机	0.5	6.47E-01	1.29	2.59	3.88
	5	6.47E-03	1.29E-02	2.59E-02	3.88E-02
	10	1.62E-03	3.24E-03	6.47E-03	9.71E-03
	20	4.05E-04	8.09E-04	1.62E-03	2.43E-03
	30	1.80E-04	3.60E-04	7.19E-04	1.08E-03
	40	1.01E-04	2.02E-04	4.05E-04	6.07E-04
结论	辐射工作人员/周围公众在 HG-XXG2505 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 3.88mSv,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,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概率较小。				

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(无工件屏蔽),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	0~30s	0~60s	0~120s
HG-XXG2505 型 定向 X 射线探伤 机	辐射工作人员	36	1.06E-02	3.18E-02	6.37E-02	1.27E-01
	周围公众	89	1.74E-03	5.21E-03	1.04E-02	2.08E-02

结论	对于辐射工作人员来说，处于该事故情况时，监督区位置停留 2min 时，所致辐射剂量最大为 1.27E-01mSv，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。对于周围公众来说，监督区位置停留 2min 时，所致辐射剂量最大为 2.08E-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，操作人员应立即关闭 X 射线探伤机，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，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 4 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。 建设单位已按照《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。 建设单位拟按照《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》的要求为本项目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 一、档案管理分类 辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可包括以下十大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”和“废物处置记录”、“一事一档资料”。 一事一档档案材料应包括：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。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。 二、主要规章制度 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位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	/	本项目拟配备的 4 名辐射工作人员均拟获得辐射安全与防护考核证书后方可上岗。
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	已成立	/
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	/	拟配备 1 台辐射监测仪，3 台个人剂量报警仪、4 个个人剂量计。
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	/	拟制定
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	/	拟制定
7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	/	拟建立
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	/	拟在野外探伤地点监督区周围设置醒目的电离辐射警示标志、警告标牌、警戒线等
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	本项目开展以后拟提交

10	辐射信息网络	/	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 http://rr.mee.gov.cn/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		登录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	经审批的环境影响评价文件		审批通过的批复文件
4	企业营业执照及法定代表人身份证		复印件
5	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

表 12-3 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	/	已制定
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报送本单位射线装

置安全和防护状况年度评估报告。

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

辐射事故应急

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

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

1.事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即停机，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地省、市生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

2.辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计。
- ④ 应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。
- ⑤ 事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经

验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

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

表 13 结论与建议

结论

1. 产业政策相符性与代价利益分析

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

2. 选址、分区

建设单位现租赁场地为成都市龙泉驿区驿都大道中路 337 号 1 栋 3 单元 9 楼最东部一间闲置工作用房作为本项目 X 射线探伤机及其配套辐射安全与防护设施的探伤设备储存室；拟将 9 楼中部及东部 3 间闲置工作用房用作本项目暗室、评片室、危废间。探伤设备储存室楼下及四周均为建设单位租赁场地，楼上为成都众鑫汽车零部件有限公司。

本项目的探伤对象为桥梁施工现场及用户单位厂区内安装的钢箱梁钢结构连接对接焊缝。桥梁修建的工程区域大部分位于室外空旷无人区域，且施工场所将进行围挡，故周围人流量较少。在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，制定不同的探伤方案。当探伤机作业时，应因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征（如拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。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，则不得使用 X 射线探伤机进行野外探伤，应采取其他检测方式。因此综上所述，经过采取相应屏蔽措施和管理措施后，对周围环境的辐射影响较小。

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

根据计算得出,本项目 HG-XXG2505 型 X 射线探伤机桥面控制区为桥面距离探伤机 36m 以内的区域,监督区为桥面距离探伤机 36m~89m 以内的区域;桥下地面控制区为地面距离探伤机正下方投影 36m 以内的区域,监督区为地面距离探伤机正下方地面投影 36m~89m 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 1 台辐射剂量巡测仪和 4 台个人剂量报警仪(带直读剂量功能)、4 个个人剂量计,符合移动探伤监测设备的配备要求。

5. 辐射环境管理

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

a) 新开展现场射线探伤的单位;

- b) 每年抽检一次；
- c) 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 1 台辐射剂量巡测仪，在野外探伤时对工作场所辐射水平进行检测，划定监督区与控制区；

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

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

5) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位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.竣工验收检查内容和要求

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	环保设施		数量
新建 X 射线野外探伤项目	安全装置	工作状态指示灯	拟配备 8 个
		电离辐射警告标志	拟配备 16 个
		警告牌	拟配备 16 个
		警戒线	8 卷
		急停按钮	设备自带
		声音提示装置	拟配备 8 个
		安全信息公告牌	拟配置 2 个
		铅衣	拟购置 4 套 0.5mm 铅当量的铅衣
		喊话器	拟配置 1 个
		对讲机	拟配置 4 个
	探伤机存放场所	监控系统	拟配置 1 个
	辐射监测	射线装置年度监测	/

		便携式辐射剂量监测仪	本项目拟配置 1 台
		个人剂量报警仪	拟购置 4 个
		个人剂量计	拟购置 4 个
	其他	应急物资	1 套

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

综上所述，四川捷晨瑞达工程检测有限公司新建 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。

