

核技术利用建设项目

四川弘业伟途项目管理有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

四川弘业伟途项目管理有限公司



2023年5月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

四川弘业伟途项目管理有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川弘业伟途项目管理有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省成都市金牛区站西桥西巷 1 号

邮政编码：610081

联系人：刘佳

电子邮箱：h**t@schywt.net

联系电话：177****3959

目 录

表 1：项目基本情况.....	1
表 2：放射源.....	9
表 3：非密封放射性物质.....	10
表 4：射线装置.....	11
表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6：评价依据.....	13
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.....	23
表 11：环境影响分析.....	35
表 12：辐射安全管理.....	50
表 13：结论与建议.....	55
表 14：审批.....	60

附图

附图 1：四川弘业伟途项目管理有限公司地理位置图；

附图 2：本项目探伤机存储设备室平面布置图。

附件

附件 1：环境影响评价委托书；

附件 2：设备参数确认表；

附件 3：辐射工作人员参加培训承诺函；

附件 4：辐射安全管理领导小组文件；

附件 5：房屋租赁合同。

表1：项目基本情况

建设项目名称		新建 X 射线野外探伤项目			
建设单位		四川弘业伟途项目管理有限公司			
法人代表	牟**	联系人	刘佳	联系电话	177****3959
注册地址		四川省成都市金牛区站西桥西巷 1 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租用的成都市金牛区站西桥西巷 1 号 1 层设备存放室内。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资） 25%
项目性质		■新建 □改建 □扩建 □其它			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类		
		□使用	□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类		
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物		
		□销售	/		
		□使用	□乙 □丙		
	射线装置	□生产	□II类 □III类		
		□销售	□II类 □III类		
		■使用	■II类 □III类		
	其他				
	项目概述 一、概况 1.1 建设单位简介 四川弘业伟途项目管理有限公司（91510106MAACFLL5XA）成立于 2021 年 1 月 28 日，是经成都市工商行政管理局依法批准成立，经四川省市场监督管理局资质认定和四川省住建厅的建设工程质量检测资质，是能承担法律责任的第三方检测机构，对其出具的检测数据、结果负责，并承担法律责任。				

表 1：项目基本情况

公司现有人员 41 人，由总经理、技术负责人、质量负责人组成管理层和其他部门负责人共同负责公司所有场所的检测活动。公司有技术质量部、材料检测部、现场检测部、客户服务部、综合部、商务部、监测部，公司体系文件中所说的生产部门包括材料检测部、现场检测部、监测部。

公司检测办公用房共 540m²，办公场所内水、电、消防、安全、防护及其相应设施齐全。公司拥有检测仪器设备近 570 台（件），价值 250 余万元，能满足工作要求。

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，四川弘业伟途项目管理有限公司准备开展 X 射线野外探伤业务，用于对架空输电线路耐张线夹和输电线路铁塔塔基焊缝进行无损探伤检测，及时发现耐张线夹和塔基焊缝内部缺陷。本项目拟新增使用 2 台定向 X 射线探伤机：FLR-270 型探伤机的探伤对象为 110kV 及以上输电线路上的耐张线夹；XXG-3005 型探伤机的探伤对象为输变电塔基焊缝。

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 2 台探伤机均属于Ⅱ类射线装置，探伤地点全国各地，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，四川弘业伟途项目管理有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（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《四川弘业伟途项目管理有限公司新建 X 射线野外探伤项目环境影响报告表》。

1.3 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。依据国家生态环境部颁布的《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；各级生态环境主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于 2023 年 4 月 14 日在在环境影响评价信息公示平台上公示了《四川弘业伟途项目管理有限公司新建 X 射线野外探伤项目环境影响报告表》全本信息，以征求公众意见。公示网址 <http://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=54383f3a264cfee875631c818ba8069c>，公示网站截图如下：



图 1-1 环境影响报告表全本公示截图

在本次公示期间，未收到来自公众的任何意见反馈。

表 1：项目基本情况

二、项目概况

2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川弘业伟途项目管理有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点位于全国范围内，不固定。用于对架空输电线路耐张线夹和塔基焊缝进行无损探伤检测，及时发现耐张线夹和塔基焊缝内部缺陷。探伤机无探伤任务时存放于四川弘业伟途项目管理有限公司租用的办公地点：成都市金牛区站西桥西巷 1 号 1 层设备存放室内。

2.2 建设规模

四川弘业伟途项目管理有限公司拟新增使用 2 台定向 X 射线探伤机进行野外探伤，型号分别为 FLR-270 型和 XXG-3005 型。FLR-270 型主要用于对 110kV 以上架空输电线路耐张线夹进行无损探伤检测；XXG-3005 型用于对输电线路塔基焊缝进行无损探伤检测。FLR-270 型探伤机野外探伤单次曝光时间为最多为 13.33 秒钟，单次发射 200 个脉冲，年曝光次数最多 10000 次，年累计曝光时间最多 37 小时；XXG-3005 型探伤机野外探伤单次曝光时间从 1 分钟至 5 分钟，年曝光次数最多 3000 次，年累计曝光时间最多 250 小时。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。

无探伤任务时，探伤设备存放于四川弘业伟途项目管理有限公司租用的办公场所（成都市金牛区站西桥西巷 1 号 1 层）设备存放室内，在此租用场所不开机，暂存时射线装置机头与线缆和电池分开存放，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
FLR-270 型便携式定向探伤机	II类	1	使用	定向	野外探伤	新增
XXG-3005 型定向探伤机	II类	1	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 2 台定向探伤机（型号分别为 FLR-270 型和 XXG-3005 型），均属于 II 类射线装置，FLR-270 型探伤机年最大出束时间约为 37h，XXG-3005 型探伤机年最大出束时间约为 250h。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	无探伤任务时用于存放探伤机的设备存放室。		/
公用工程	配电、供电和通讯系统等。		/
办公及生活设施	室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

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 ³ /a	——

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 FLR-270 型 X 射线探伤机的主要技术参数表

设备名称	FLR-270
数量	1
最高管电压(kV)	270
最高管电流(mA)	0.25
最大穿透厚 A3 钢厚度 (mm)	25.4
射线管辐射角	40°
照射方式	定向
输出量(uGy·m ² ·((mA·h) ⁻¹)	仪器正前方 30cm 处, 0.026~0.04mSv/脉冲
每秒脉冲数量	15 个
工作负荷	连续发射 200 脉冲, 间歇 4 分钟
随机电池	锂离子电池
充电时间	1 小时
每次充电后可发射脉冲数	4000 次
X 射线泄漏率	仪器侧方 30cm 处, 17.8μSv/100 脉冲 仪器后方 30cm 处, 0.56μSv /100 脉冲

注：表中参数均由建设单位提供。

表 1-5 本项目 XXG-3005 型 X 射线探伤机的主要技术参数表

设备名称		XXG-3005 型
数量		1
最高管电压(kV)		300
最高管电流(mA)		5
单次最长照射时间 (min)		5
年最大出束时间 (h)		250
射线管	焦点尺寸 (mm)	3.5×3.5
	辐射角	40°
最大穿透厚 A3 钢 (mm)		50
过滤片		3mm 铝
靶材料		钨反射靶
照射方式		定向
输出量($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot((\text{mA}\cdot\text{h})^{-1})$)		1.25×10^6
发射率常数 ($\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$)		20.9

注：表中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 4 名，包括 1 名大学本科以上学历专职负责辐射安全的管理人员。本项目探伤工作人员分为两个小组，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，本项目每个小组配置 2 名辐射工作人员负责探伤机操作，其中一人同时担任现场安全员，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，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》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架空输电线路耐张线夹和输电线铁塔塔基焊缝

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弘业伟途项目管理有限公司租用的办公场所设置的设备存放间内，在此租用场所**不开机**，暂存时射线装置机头与线缆和电池分开存放，分别置于专用便携箱内。四川弘业伟途项目管理有限公司租用的办公场所位于成都市金牛区站西桥西巷1号1层，四川弘业伟途项目管理有限公司全体员工均在此办公，设备存放室位于该楼层的北侧靠近外墙处，周围活动人员少，设备室西侧和南侧为公司办公区域，东侧为卫生间。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。

四川弘业伟途项目管理有限公司租用的办公地点定位为办公使用，公司四周均为居民房，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、电池分开存放，并不得开机。



图 1-2 本项目设备存放室外环境关系示意图

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作业，只

表 1：项目基本情况

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室是合理的。

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，可以直观的显示耐张线夹或焊缝内部缺陷，是其它检验项目无法替代的，此外本项目的 FLR-270 型探伤机探伤对象为 110kV 输电线路上的耐张线夹，需在输电线路上进行探伤，无法将工件转移至探伤室内；XXG-3005 型探伤机探伤对象为焊接好运至现场的输变电塔基，塔基体积较大，长度一般超过 10m，无法将工件转移至探伤室内，只能在野外进行探伤。

由于射线检验的方法效果显著，是其它检验项目无法替代的，且本项目探伤对象无法转移至探伤室内，因此本项目的实践是必要的。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

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

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	X 射线探伤机	II	1	FLR-270	270	0.25	无损检测	全国各地野外探伤场地	新增
2	X 射线探伤机	II	1	XXG-3005	300	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（μA）	中子强 度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 （Bq）	贮存方式	数量	
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

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

表6：评价依据

法规文件	(1)《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日实施); (2)《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日实施); (3)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日实施); (4)《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院第 682 号令, 2017 年 10 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》(国务院令第 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); (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); (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); (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); (9)《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); (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); (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); (12)《关于印发<四川省生态环境厅(四川省核安全局)辐射事故应急预案(2020 版)>的通知》(川环发[2020]2 号);
------	---

表 6：评价依据

技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008); (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); (4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); (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); (6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022); (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。 (8) 《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);
其他	(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); (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; (3) 《辐射防护导论》, 方杰主编, 原子能出版社; (4) 《电离辐射剂量学》, 李士骏编, 原子能出版社; (5) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017); (6) 《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)。

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 100m 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	2	5
安全员	非主射方向	控制区外，监督区内	2	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 μ 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 μ 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 μ 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 μ 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《2021 年全国辐射环境质量报告》，2021 年我国 251 个自动站环境 γ 辐射剂量率自动监测年均值范围为（49.3~195.2）nGy/h，主要分布区间为（66.5~100.9）nGy/h。

根据《2021 年四川省生态环境状况公报》，2021 年四川省环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。实时连续空气吸收剂量率和累积剂量处于当地天然本底涨落范围内。空气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 射线探伤机的设备存放室已建成，仅需安装实时监控系 统，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 1 台 FLR-270 型和 1 台 XXG-3005 型定向探伤机实施野外探 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 射线和 臭氧。本项目探伤机均采用先进的计算机实时成像技术，不使用显影液，定影 液和胶片。 1、工作原理 （1）FLR-270 型探伤机 FLR-270 型探伤机采用 XRS3 脉冲式 X 射线单元，是利用高压毫微秒脉 冲，加到冷阴极 X 光管上产生 X 射线。冷阴极 X 光管由阴极、阳极、绝缘体 三个部分组成；在阴、阳极间加上脉冲高压，引起阴极等离子体发射，产生 大量电子，在电场作用下打到阳极上产生 X 射线；在毫微秒脉冲高压下，绝 缘体和真空的电场强度有很大提高，从而使光管可做得很小；阳极采用钨针， 阴极是一片带孔的钢片，其设备照片见图 9-1。 图 9-1 XRS3 型脉冲式射线单元 （2）XXG-3005 型探伤机 XXG-3005 型探伤机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。

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成像板；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，将现场工作区域划分为控制区和监督区，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正确，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^2 ，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 2 名操作人员同时在场，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；

①本项目 FLR-270 型定向 X 射线机高空探伤作业流程如下：

a.工作人员穿戴防护用品，登高人员将 X 射线机、固定架、数字平板探测器用绳索拉到塔上，设置和固定探伤机（将探伤机固定到专用工装上，螺丝拧到位）；贴置数字平板探测器（数字平板探测器加装保护套后再放入机械工装，螺丝拧到位）；机械工装上面必须加装保险绳，作为塔上作业时的安全保证。

b.划出控制区与监督区，设置警示标志、操作人员设置电压和曝光时间。

c.准备就绪后，登高人员下塔撤离至控制区外。

d.地面人员在确认登高人员撤离到位后，对设备进行调试，确认设备功能正常及摆放到位。

e.启动 X 射线进行曝光，曝光结束后，关闭 X 射线探伤机，将探伤设备用拉绳缓慢下降到地面。

f.高空检测时，在 5 级及以上的大风以及雨、雷电、冰雹、大雾、沙尘暴等天气下，应停止作业。

②本项目 XXG-3005 型定向 X 射线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、贴置数字平板探测器（数字平板探测器通过布袋保护，紧贴 GIS 壳体放置）。

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；本项目 2 台射线装置均采用先进的实时成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

（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库存放。

（6）设备入库并进行台帐登记。

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、O₃ 产生。同时射线装置均采用先进的实时成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

野外探伤工作程序及产污环节如图 9-2 所示：

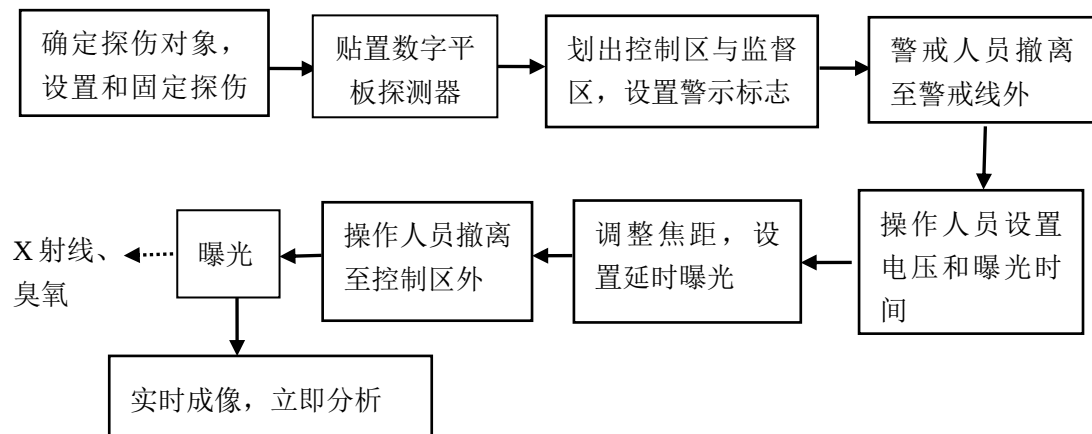


图 9-2 野外探伤工作程序及产污位置图

4、X 射线装置的探伤工况及工件情况

（1）FLR-270 型脉冲式定向 X 射线探伤机

FLR-270 型脉冲式定向 X 射线探伤机探伤对象为户外架空输电线路耐张线夹，耐张线夹主要材质为钢和铝，钢锚厚度 20mm，铝管直径 40mm 壁厚 4mm，长度约 1m 左右，探伤作业一般在输电线路检修期间进行。单次探伤作业脉冲照射时间为 13.33s（200 个脉冲），年累计探伤次数约 10000 次，探伤机年累计曝光时间约 37h。进行探伤作业时，探伤机位于高空（6~40m 左右），探伤机被固定在专用的高压发生器支架上，金属支架采用绳索和卡扣与输电线路固定，设备出束方向竖直向上，本项目配套使用 1 块非晶硅面阵列平板数字探测器（DR），采用先进的计算机实时成像检测技术。

本项目 FLR-270 型探伤机典型探伤工件及探伤机工作时照片见图 9-3。

图 9-3 项目 FLR-270 型探伤机安装示意图

（2）XXG-3005 型定向 X 射线探伤机

本项目 XXG-3005 型定向 X 射线探伤机探伤对象为输变电塔基，每次塔基运至安装位置后由弘业伟图项目管理有限公司安排探伤人员在野外进行探伤，设备单次最长曝光时间为 5 分钟，探伤机年曝光次数约为 3000 次，野外探伤累计曝光时间最多 250 小时。正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最高管电压和管电流。本项目典型探伤工件见图 9-4。

图 9-4 项目 XXG-3005 型探伤机典型探伤工件及探伤机工作时照片
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

本项目采用实时成像检测技术，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生；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

本项目采用实时成像检测技术，探伤结果直接反映到数字平板探测器，连接存入电脑，实时进行分析，不需洗片，不会产生废胶片；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；FLR-270 型探伤机使用可充电锂离子电池，当电池不满足设备使用要求后，由设备厂家进行回收更换。

五、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		控制区	监督区
设备型号	射线方向	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。
FLR-270 型	主射方向	探伤机前方 114m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域	探伤机前方 114m~279m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	非主射方向侧方	以探伤机为圆心，半径 8m 的环形区域	以探伤机为圆心，半径 8~19m 的环形区域
	非主射方向后方	以探伤机为圆心，半径 2m 的环形区域	以探伤机为圆心，半径 2~4m 的环形区域
XXG-3005 型	主射方向 (在主射方向设置 5mm 铅当量铅帘 (1m×1m) 情况下)	探伤机前方 65m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 65m~159m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆扇形区域
	非主射方向 (在非主射方向设置 2.5mm 铅当量铅帘 (1m×1m) 条件下)	距离探伤机 18m 范围	距离探伤机 18m~40m 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，边界上悬挂清晰可见的“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，边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视。

1、FLR-270 型探伤机两区划分示意图：**图 10-1 FLR-270 型探伤机野外探伤两区划分示意图**

若 FLR-270 型探伤机野外探伤时周边有居民楼、写字楼、工厂等可能有人员流动的建筑物，建设单位在清场时还应考虑对建筑物内人员的影响，在周边有建筑物时，现场两区划分示意图如下：

图 10-2 FLR-270 型探伤机两区划分与周边建筑物的关系示意图

根据上图可知，当非主射监督区边界（距探伤机直线距离 19m 处）有一建筑物时，若建筑物高度超过 58m，则该建筑物 58m 及以上区域进入了主射方向控制区范围，必须严格清场，在探伤机工作时不能有任何人停留。

周边建筑物与探伤机直线距离较近时，高于某一高度的区域则会进入本项目探伤机主射控制区，详见下表：

表 10-2 探伤机周边建筑物进入主射控制区的高度范围

建筑物与探伤机水平直线距离	建筑物高于下表高度的区域则会进入主射控制区
19m	58m
20m	61m
25m	75m
30m	88m
35m	102m

建设单位在清场时必须考虑对周边较近建筑物内人员的影响，可以参照上表对两区范围内的人员进行清场。

2、XXG-3005 型探伤机两区划分示意图：**图 10-3 XXG-3005 型探伤机野外探伤两区划分示意图****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租用的厂房（成都市金牛区站西桥西巷 1 号）一楼设备存放间内，探伤设备与电源线、电池分开存放，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。

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) FLR-270 型设备固有安全性

①设备存放在配套设备箱体内部；

②当电池连接到控制器上时，绿色电源指示灯亮；

③X射线装置配置有300m无线控制系统，可以实现远距离无线控制，按下延迟或远程控制按钮后，红色X射线警示灯闪烁，表示设备等待发射脉冲，当设备在工作时，红色X射线警示灯持续常亮；

④X射线装置触动开关具有15~60秒的延迟时间，以便人员在开机检测前有足够的时间离开现场；

⑤液晶显示屏在灯光黑暗的环境也能看清楚数据；

⑥X射线脉冲数达到预设的数值时自动停止发射；

⑦设备的最大工作周期是每4分钟200脉冲，每小时3000脉冲，不能一直连续发射脉冲；

⑧如果高压脉冲发生器管头被损坏或者玻璃破裂，则管的输出会立即停止；

⑨控制箱配置有急停按钮，当出现紧急情况时，可立即停止照射。

(2) XXG-3005 型设备固有安全性

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（SF₆）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协调沟通工作，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。本项目野外探伤组拟配备 2 名专职辐射工作人员作为一个探伤小组，每个探伤小组其中 1 人同时担任安全员，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、辐射应急方案（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^2 ，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 $0.8\sim 1.0\text{m}$ 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安排 2 个小组，每个小组 2 名操作人员（其中 1 名兼做安全警戒人员），至少保证每个探伤作业小组开展作业时有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪、2 个声光个人剂量报警仪、2 套防护 0.5mm 铅当量防护铅服、2 个个人剂量计、2 台对讲机、2 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。至少保证每个野外探伤作业小组开展作业时有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪和若干警示标志、警戒绳、2 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，探伤机送回建设单位设备室内，做好出库入库、使用等台账，探伤设备与线缆、电池分开存放，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。



图 10-4 设备室内拟存放探伤机处

(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，建设方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，以减小不必要的照射。

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 10-5 示。

表 10：辐射安全与防护

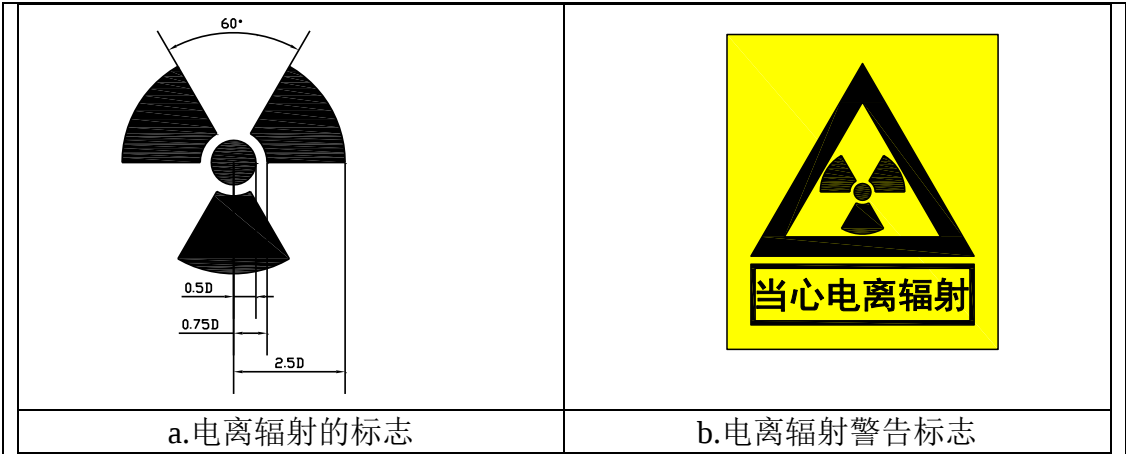


图 10-5 电离辐射标志和电离辐射警告标志

③时间防护

在确保产品质量的前提下，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、电池分开单独储存，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

本项目不产生放射性废水，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。FLR-270 型探伤机使用可充电锂电池，当电池不满足设备使

用要求后，由设备厂家进行回收更换。

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。

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 射线探伤机场所	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； 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、电池分开存放，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 100 万元，环保投资 25.0 万元，占总投资的 25.0%。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	防护铅帘 4 个（2 个铅当量 5mm、2 个铅当量 2.5mm，长、宽均为 1m）	7.0
	防护设备	0.5mm 铅当量辐射防护铅服 4 套、大功率喊话器 4 个、安全警示线 2 盘、对讲机 4 个	3.0 需配置
	监测仪器	个人剂量计 4 个（剂量片 8 片），声光个人剂量报警仪 4，便携式辐射监测仪 2 台	4.0 需配置

表 10：辐射安全与防护

	安全装置	声光报警装置 2 个、控制区和监督区警示标志、现场公示牌若干、存储 X 射线机的公司设备库设置 24 小时监控摄像头、现场检测的云监控系统 2 套、夜间探伤灯光设备 2 套	3.0	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			25.0	/

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室已建成，仅需安装实时监控系统，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 FLR-270 型探伤机的作业范围在离地面约 6-40m 的高空，探伤机在高空需要探伤的位置（耐张线夹）固定后，无法在周围安装其他屏蔽设施（如防护铅帘等）对产生 X 射线进行屏蔽，仅可通过距离防护进行辐射防护。

本项目 XXG-3005 型探伤机为地面探伤，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 20m，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 20m 范围内。XXG-3005 型探伤现场铅帘布置如图 11-1 所示。

图 11-1 XXG-3005 型探伤机野外探伤现场布置示意图

（2）主射方向控制区和监督区划定计算**1）FLR-270 型探伤机**

由于本项目 FLR-270 型探伤机的作业范围在离地面约 6-40m 的高空，探伤机在高空需要探伤的位置（耐张线夹）固定后，无法在周围安装其他屏蔽设施（如防护铅帘等）对产生 X 射线进行屏蔽，仅可通过距离防护进行辐射防护。

根据上述探伤条件，结合有效剂量与距离成平方反比规律，可根据下列公式进行估算：

$$(r_2)^2/(r_1)^2 = (k_1)/(k_2) \dots\dots\dots \text{式 11-1}$$

k_1 ：距离 X 射线机表面 r 处的空气比释动能率，mSv/h，根据建设单位提供 FLR-270 型脉冲式探伤机设备参数，X 射线在距离射线源 30cm 处的输出剂量为 0.026mSv/脉冲~0.04mSv/脉冲，计算时保守考虑取 0.04mSv/脉冲，则探伤作业单次探伤（探伤时间为 13.33s，即 200 个脉冲）输出剂量为 8.0mSv，即 $36\text{mSv}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

k_2 ：距离 X 射线机表面 r 处的空气比释动能率，mSv/h；

r_1 ：距离 X 射线机表面的距离，m；

r_2 ：参考点距离 X 射线机表面的距离，m；根据上述，计算结果见下表：

表 11-1 FLR-270 型探伤机不同距离主射方向空气吸收剂量计算表（uSv/h）

距射线靶的距离（m）	FLR-270 型探伤机
0.3	2160000.00
1	194400.00
5	7776.00
10	1944.0
50	77.76
60	54.00
100	19.44
114	14.95（控制区）
150	8.64
200	4.86
279	2.49（监督区）
300	2.16

图 11-2 FLR-270 型探伤机主射方向两区示意图

综上，本项目 FLR-270 型定向 X 射线机作业时，主射方向划定的控制区和监督区为：

主射方向控制区：探伤机前方 114m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域；

主射方向监督区：探伤机前方 114m~279m 范围中轴线两侧各 20 度角的

圆锥形区域。

2) XXG-3005 型探伤机

在开展野外探伤时，操作人员居留于非主射方向，在探伤机主射方向设置 5mm 铅当量的铅帘进行遮挡。

根据建设单位提供资料及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）可知，XXG-3005 探伤机参数见表 11-2。

表 11-2 本项目 XXG-3005 型探伤机的主要技术参数

设备名称	数量	设备主要技术参数		单次最长照射时间	年最大出束时间 (h)	最大穿透厚 A3 钢	过滤片	发射率常数* $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\text{mA}^{-1}\text{min}^{-1}$
		最高管电压 (kV)	最高管电流 (mA)					
XXG-3005 型探伤机	1 台	300	5	5min	250	50mm	3mm 铝	20.9

注：表中参数除发射率常数取值于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）以外，其余参数均由建设单位提供。

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：

.....式 11-2

式中： D_I —未经工件屏蔽前空气吸收剂量率，mGy/min；

I —管电流，mA；

δ_X —发射率常数， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离，m。

根据式 11-2~11-3，在有铅帘遮挡和无铅帘遮挡条件下，本项目探伤机主射线在不同距离处辐射剂量率见表 11-3。

表 11-3 本项目 XXG-3005 型探伤机主射线在不同距离处的剂量表 ($\mu\text{Gy/h}$)

距射线靶距离 (m)	XXG-3005 型	
	无铅帘遮挡	有 5mm 铅当量铅帘遮挡
减弱因子 B	1	0.01
5	2.51×10^5	2.51×10^3
10	6.27×10^4	6.27×10^2
15	2.79×10^4	2.79×10^2
20	1.57×10^4	1.57×10^2
30	6.97×10^3	69.7
40	3.92×10^3	39.2
50	2.51×10^3	25.1
60	1.74×10^3	17.4
64	1.53×10^3	15.3
65	1.48×10^3	14.8 (控制区)

表 11：环境影响分析

70	1.28×10^3	12.8
80	9.80×10^2	9.80
100	6.27×10^2	6.27
120	4.35×10^2	4.35
150	2.79×10^2	2.79
158	2.51×10^2	2.51
159	2.48×10^2	2.48 (监督区)
200	1.57×10^2	1.57
300	69.7	0.697
500	25.1	0.251

图 11-3 XXG-3005 型探伤机主射方向两区示意图

综上，本项目 XXG-3005 型定向 X 射线机作业时，在主射方向设置 5mm 铅当量铅帘（1m×1m）情况下主射方向划定的控制区和监督区为：

主射方向控制区：探伤机前方 65m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域；

主射方向监督区：探伤机前方 65m～159m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆扇形区域。

（3）非主射方向控制区和监督区的划定计算

1) FLR-270 型探伤机

定向 X 射线探伤机在开展野外探伤时，操作人员居留于非主射方向，本项目 FLR-270 型 X 射线机仅进行高空作业，射线主射方向为空中向上发射（垂直向上发射），故需考虑天空反散射对地面关注点的剂量贡献。非主射方向主要受漏射线和天空反散射线影响。

①漏射辐射

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，由于被探伤工件厚度存在不确定性，本次评价均不考虑探伤工件的屏蔽作用。

根据建设单位 FLR-270 型脉冲式探伤机设备参数，X 射线泄露辐射在设备侧方 30cm 处的数值为 $17.8 \mu\text{Sv}/100$ 脉冲，在设备后方 30cm 处的数值为 $0.56 \mu\text{Sv}/100$ 脉冲，据此可以估算出设备不同距离处的漏射剂量率，详见表 11-4。

表 11-4 无屏蔽状态下不同距离漏射线的 X 射线空气吸收剂量计算表（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距射线靶距离（m）	X 射线机侧方空气吸收剂量率	X 射线机后方空气吸收剂量率
0.3	9612	302.4

1	865.08	27.22
2	216.27	6.80 (控制区)
3	96.12	3.02
4	54.06	1.70 (监督区)
5	34.60	1.08
8	13.51 (控制区)	0.42
10	8.65	0.27
15	3.84	0.12
19	2.40 (监督区)	0.07
20	2.16	0.06

② 散射辐射

FLR-270 型探伤机仅进行高空作业，射线主射方向为空中向上发射（垂直向上发射），故需考虑天空反散射对地面关注点的剂量贡献。地面关注点天空反散射剂量率参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中下式计算。

.....式 11-3

.....式 11-4

图 11-4 立体角计算示意图

辐射权重因子取 1，距探伤机焦点地面投影点不同距离处各关注点的天空反散射空气吸收剂量率见表 11-5。

表 11-5 地面距探伤机焦点地面投影点不同距离处天空反散射空气吸收剂量率（ μ Gy/h）

距射线靶距离（m）	FLR-270 型探伤机
1	8.76
2	2.19
3	0.97
4	0.55
5	0.35
8	0.14
10	0.09
15	0.04
19	0.04
20	0.02

③ 叠加影响

非主射方向上，FLR-270 型探伤机漏射辐射和散射辐射的叠加影响见表 11-6。

表 11-6 非主射方向不同距离处叠加后的 X 射线空气吸收剂量率（ μ Gy/h）

距射线靶距离（m）	X 射线机侧方空气吸收剂	X 射线机后方空气吸收剂
-----------	--------------	--------------

表 11：环境影响分析

	量率	量率
1	873.84	35.98
2	218.46	8.99（控制区）
3	97.09	3.99
4	54.61	2.25（监督区）
5	34.95	1.43
8	13.65（控制区）	0.56
10	8.74	0.36
15	3.88	0.16
19	2.44（监督区）	0.11
20	2.18	0.08

图 11-5 FLR-270 型探伤机非主射方向两区示意图

综上，本项目 FLR-270 型定向 X 射线机作业时，非主射方向（散射和漏射）划定的控制区和监督区为：

X 射线机侧方控制区：以探伤机为圆心，半径 8m 的环形区域；

X 射线机侧方监督区：以探伤机为圆心，半径 8~19m 的环形区域。

X 射线机后方控制区：以探伤机为圆心，半径 2m 的环形区域；

X 射线机后方监督区：以探伤机为圆心，半径 2~4m 的环形区域。

2) XXG-3005 型探伤机

①漏射辐射

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，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）标准中规定：当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时，要求漏射线 1m 处的比释动能率小于 5mGy/h，由此可以估算出 XXG-3005 型 X 射线探伤机不同距离漏射线的剂量率，见表 11-8。

根据式 11-5，在有铅帘遮挡和无铅帘遮挡条件下，计算结果见表 11-8。

.....式 11-5

表 11-7 铅帘漏射线透射因子计算表

电压	300KV
屏蔽材料	2.5MM 铅
什值层厚度	5.7MM
减弱因子	3.64E-01

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 11-8 XXG-3005 型探伤机非主射方向不同距离漏射线的 X 射线空气吸收剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距射线靶距离（m）	XXG-3005 型探伤机	
	无铅帘遮挡	有 2.5mm 铅当量铅帘遮挡
1	5.00×10^3	1.82×10^3
5	2.00×10^2	72.8
6	1.39×10^2	50.6
8	78.1	28.4
9	61.7	22.5
11	41.3	15.0
12	34.7	12.6
13	29.6	10.8
14	25.5	9.29
18	15.4	7.91
19	13.7	6.04
20	12.5	4.55
21	11.3	4.13
26	7.40	2.69
27	6.86	2.50
44	2.58	0.94
45	2.47	0.90
50	2.00	0.73
70	1.02	0.37
90	0.62	0.23
150	0.22	0.08
200	0.13	0.05
250	0.08	0.03
300	0.05	0.02

② 散射辐射

本项目 XXG-3005 型探伤机地面作业时，在主射束方向工件背后紧挨工件将采用面积为 1.0m^2 （形状为方形）、厚度为 5mm 铅当量的可升降铅帘遮挡以减少 X 射线对环境的影响。故非主射方向上的散射辐射剂量率根据式 11-5~式 11-6 计算。

.....式 11-6

经工件一次散射后根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，对应的 X 射线能量见表 11-9。

表 11-9 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
$200\text{kV} < \text{kV} \leq 300\text{kV}$	200kV

B_1 —屏蔽透射因子，根据式 11-5 计算，计算结果见表 11-10。

表 11-10 不同厚度铅帘不同能量散射线下透射因子计算表

电压	300kV
----	-------

表 11：环境影响分析

一次散射后 X 射线能量	200kV
屏蔽材料	2.5mm 铅
什值层厚度	1.4mm
减弱因子	1.64×10^{-2}

$R_0^2/(F \cdot \alpha)$ —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；

TVL —根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 查得， $TVL_{\text{铅}}=1.4\text{mm}$ 。

辐射权重因子取 1，由此可估算出不同距离处的空气吸收剂量率，见表 11-11。

表 11-11 XXG-3005 型探伤机非主射方向不同距离处的散射辐射空气吸收剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）

距射线靶距离（m）	XXG-3005 型探伤机	
	无铅帘遮挡	有 2.5mm 铅当量铅帘遮挡
1	1.25×10^5	2.05×10^3
5	5.00×10^3	82.0
11	1.03×10^3	16.9
12	8.68×10^2	14.2
14	6.38×10^2	10.5
15	5.56×10^2	9.11
18	4.33×10^2	7.09
19	3.86×10^2	6.33
28	1.59×10^2	2.61
29	1.49×10^2	2.44
35	1.02×10^2	1.67
36	96.5	1.58
43	67.6	1.11
44	64.6	1.06
60	34.7	0.57
74	22.8	0.37
75	22.2	0.36
91	15.1	0.25
92	14.8	0.24
107	10.9	0.18
108	10.7	0.18
130	7.40	0.12
150	5.56	0.09
182	3.77	0.06
183	3.73	0.06
223	2.51	0.04
224	2.49	0.04
262	1.82	0.03
263	1.81	0.03
285	1.54	0.03
300	1.39	0.02

③叠加影响

非主射方向上，XXG-3005 型探伤机漏射辐射和散射辐射的叠加影响见表 11-12。

表 11-12 非主射方向 XXG-3005 型探伤机不同距离处漏射辐射和散射辐射叠加后的辐射剂量率表 ($\mu\text{Gy/h}$)

距射线靶距离 (m)	XXG-3005 型	
	无铅帘遮挡	有 2.5mm 铅当量铅帘遮挡
1	1.30×10^5	3.87×10^3
5	5.20×10^3	1.55×10^2
10	1.30×10^3	38.7
16	5.08×10^2	17.1
17	4.50×10^2	16.4
18	4.48×10^2	15.0(控制区)
19	4.00×10^2	12.4
20	3.25×10^2	9.68
25	2.08×10^2	6.19
30	1.44×10^2	4.30
35	1.06×10^2	3.16
39	85.5	2.54
40	81.3	2.42 (监督区)
41	77.3	2.30
45	64.2	1.91
46	61.4	1.83
60	36.1	1.08
70	26.5	0.79
76	22.5	0.67
77	21.9	0.65
93	15.0	0.45
94	14.7(控制区)	0.44
108	11.1	0.33
109	10.9	0.33
130	7.69	0.23
150	5.78	0.17
170	4.50	0.13
188	3.68	0.11
189	3.64	0.11
220	2.69	0.08
228	2.50E+00 (监督区)	0.07
229	2.48	0.07
266	1.84	0.05
267	1.82	0.05
280	1.66	0.05
300	1.44	0.04

图 11-6 XXG-3005 型探伤机在 2.5mm 铅当量铅帘遮挡情况下非主射方向两区示意图

综上，本项目定向 X 射线机作业时，XXG-3005 型 X 射线机非主射方向划定的控制区和监督区为：

表 11：环境影响分析

在非主射方向设置 2.5mm 铅当量铅帘（1m×1m）条件下，

非主射方向控制区范围：距离探伤机 18m 范围；

非主射方向监督区范围：距离探伤机 18m~40m 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 11-13。

表 11-13 本项目野外探伤控制区与监督区边界范围

野外探伤		控制区	监督区
设备型号	射线方向	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。
FLR-270 型	主射方向	探伤机前方 114m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域	探伤机前方 114m~279m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域
	非主射方向侧方	以探伤机为圆心，半径 8m 的环形区域	以探伤机为圆心，半径 8~19m 的环形区域
	非主射方向后方	以探伤机为圆心，半径 2m 的环形区域	以探伤机为圆心，半径 2~4m 的环形区域
XXG-3005 型	主射方向 （在主射方向设置 5mm 铅当量铅帘（1m×1m）情况下）	探伤机前方 65m 范围中轴线两侧各 20 度角的扇形区域	探伤机前方 65m~159m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆扇形区域
	非主射方向 （在非主射方向设置 2.5mm 铅当量铅帘（1m×1m）条件下）	距离探伤机 18m 范围	距离探伤机 18m~40m 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，边界上悬挂清晰可见的“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 15μGy/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 FLR-270 型探伤机年探伤时间为 37h，XXG-3005 型探伤机年探伤时间为 250h，分别由各自对应的探伤小组操作，人员不交叉，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 11-7，计算结果见表 11-14。

.....式 11-7

表 11-14 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	年受照剂量 (mSv/a)
FLR-270 型	操作人员	8m (非主射方向)	13.65	1	37h	0.51
	警戒人员	8m (非主射方向)	13.65	1	37h	0.51
	公众	19m (非主射方向)	2.44	0.0625	13.33s	5.65×10^{-7}
XXG-3005 型	操作人员	20m (非主射方向)	9.68	1	250h	3.70
	警戒人员	65m (主射方向控制区边界处)	14.8	1	250h	3.70
	公众	159m (主射方向监督区边界处)	2.48	0.0625	5min	1.29×10^{-5}

*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。

根据表 11-14，野外探伤职业人员最大受照剂量为 3.70mSv/a ，满足职业人员 5mSv/a 约束限值；公众最大受照剂量为 $1.29 \times 10^{-5}\text{mSv/a}$ ，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_3 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

本项目不产生放射性废物和危险废物，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。

1.4 废水环境影响分析

本项目不产生放射性废水，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。

1.5 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。

1.6 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 11-14 计算结果，本项目野外探伤公众最大受照剂量为 $1.29 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，满足公众 0.1mSv/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。

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》（国务院令第 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 11-15。

表 11-15 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 11-16。

表 11-16 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三种情况：

- （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）FLR-270 型探伤时探伤机主射方向与地面垂直向上方向存在角度偏差，导致实际的控制区和监督区变化，从而导致误照射；
- （3）FLR-270 型探伤机高空作业时，工装固定架紧固螺母出现松动，探伤机旋转机头朝下，主束向下照射，造成误照射；
- （4）登塔作业人员在高空固定好探伤机做好准备工作后未及时撤离至地面控制区外，即进行曝光检测，可能引起人员受照剂量超过年约束剂量限值；
- （5）X 射线探伤机被误开机，X 射线直接照射到人员。

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，FLR-270 型探伤机处理时间保守按单次按连续发射 200 脉冲，XXG-3005 型探伤机处理时间保守取按单次最长照射时间 5min，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 11-17。

表 11-17 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)	
	FLR-270 型	XXG-3005 型
1	0.72	522.50
2	0.18	130.63
3	0.08	58.06
4	4.5×10^{-2}	32.66
5	2.88×10^{-2}	20.90
6	2.00×10^{-2}	14.51
7	1.46×10^{-2}	10.66
8	1.12×10^{-2}	8.16
9	8.88×10^{-3}	6.45
10	7.20×10^{-3}	5.23
15	3.20×10^{-3}	2.32
20	1.80×10^{-3}	1.31
25	1.15×10^{-3}	0.84
30	8.00×10^{-4}	0.58

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 522.50mSv/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 11-15、11-16 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 11-15、11-16 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。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“辐射安全与环境保护管理领导小组”，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 辐射安全与环境保护管理领导小组人员设置表

职务	人员
组长	曹鑫
成员	何浪、刘佳、曾春茂、苏丽

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目拟设置 4 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
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

表 12：辐射安全管理

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 4 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- γ 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- γ 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。

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：新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川弘业伟途项目管理有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为全国各地，不固定，对架空输电线路耐张线夹耐张线夹和输电线路铁塔塔基焊缝进行无损探伤检测，及时发现耐张线夹和焊缝内部缺陷。探伤机无探伤任务时存放于租用的厂房成都市金牛区站西桥西巷 1 号 1 层设备存放室内。

本次评价内容及规模为：四川弘业伟途项目管理有限公司拟新增使用 2 台定向 X 射线探伤机进行野外探伤，型号分别为 FLR-270 型和 XXG-3005 型，探伤对象为 110KV 及以上输电线路上的耐张线夹和输变电塔基焊缝。本项目 FLR-270 型和 XXG-3005 型探伤机管电压分别为 270kV 和 300kV，最高管电流分别为 0.25mA 和 5mA，均属于Ⅱ类射线装置。FLR-270 型探伤机年累计曝光时间最多 37 小时；XXG-3005 型探伤机年累计曝光时间最多 250 小时。

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，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》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对架空输电线路耐张线夹和输电线塔基焊缝进行无损检测，探伤场地均为野外，地点不固定。本项目 X 射线探伤机在野外作业时，将采取有效屏蔽，且将因地制宜地充分利用探伤地点的地形特征、周围设施等进行防护；建设单位将采取清场、张贴公告、拉警戒线、调整探伤时间（在人流较多的现场探伤时，尽量选取下班时间或者夜间人流量较少的时段）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，本项目的野外探伤布局是合理的。

本项目探伤机无探伤任务时存放于四川弘业伟途项目管理有限公司专门的存放设备室内（成都市金牛区站西桥西巷1号1层设备存放室内），该设备库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库是合理的。

四、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

① 两区划分

FLR-270 型探伤机：主射方向控制区范围为探伤机前方 114m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域，监督区范围为探伤机前方 114m~279m 范围中轴线两侧各 20 度角的圆锥形区域；非主射方向侧方控制区范围为以探伤机为圆心，半径 8m 的环形区域，监督区范围为以探伤机为圆心，半径 8~19m 的环形区域；非主射方向后方控制区范围为以探伤机为圆心，半径 2m 的环形区域，监督区范围为以探伤机为圆心，半径 2~4m 的环形区域。

XXG-3005 型探伤机：在主射方向设置 5mm 铅当量铅帘（1m×1m）、非主射方向设置 2.5mm 铅当量铅帘（1m×1m）条件下，主射方向控制区范围为距离探伤机 65m 范围，监督区范围为距离探伤机 65m~159m 范围，非主射方向控制区范围为距离探伤机 18m 范围，监督区范围为距离探伤机 18m~40m 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 O₃ 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

本项目不产生危险废物，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）废水环境影响分析

本项目不产生放射性废水，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，对环境的影响很小。

（5）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。

（6）环境保护目标

本项目野外探伤公众最大受照剂量为 $1.29 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，满足公众 0.1mSv/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 2 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	5mm 铅当量铅帘（长 1m×宽 1m）2 个	/
		2.5mm 铅当量铅帘（长 1m×宽 1m）2 个	/
	警告标识	控制区和监督区警示标志、安全信息公告牌若干（面积应不小于 2m ² ）、安全警示线 2 盘、警告标志若干	/
		夜间作业，夜间探伤灯光设备等 2 套	/
	通讯设施	配置对讲机 4 个、大功率喊话器 4 个	/
	个人防护用品	个人剂量计 4 个（剂量片 8 片）	/
		声光个人剂量报警仪 4 个	/
		辐射防护铅服 4 套	/
	监测仪器	便携式 X-γ 剂量监测仪 2 台	/
	安全装置	声光报警装置 2 套	/
辐射安全		存储 X 射线机的公司设备库门外设置 24 小时监控摄像头	
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：	
	公章
经办人	年 月 日

审批意见：	
	公章
经办人	年 月 日