

核技术利用建设项目

四川卓越检验检测有限公司

新建 X 射线野外探伤核技术利用项目

环境影响报告表

(公示本)

四川卓越检验检测有限公司 (公章)



2025 年 1 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 四川卓越检验检测有限公司

### 新建 X 射线野外探伤核技术利用项目

#### 环境影响报告表

建设单位名称： 四川卓越检验检测有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 四川省德阳市旌阳区岷江西路 550 号  
凯旋国际广场 1 栋 1-20-18 号

邮政编码： 61800 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 .....	8
表 3 非密封放射性物质 .....	8
表 4 射线装置 .....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	10
表 6 评价依据 .....	11
表 7 保护目标与评价标准 .....	13
表 8 环境质量和辐射现状 .....	16
表 9 项目工程分析与源项 .....	18
表 10 辐射安全与防护 .....	27
表 11 环境影响分析 .....	37
表 12 辐射安全管理 .....	47
表 13 结论与建议 .....	53
表 14 审批 .....	58

**附图：**

附图 1 本项目固定场所所在地理位置图

附图 2 本项目探伤机库房场所周围环境示意图

附图 3 本项目探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图

**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 本项目委托洗片协议承诺书

附件 6 建设单位租房合同

附件 7 关于本项目相关承诺书

附件 8 辐射安全与环境保护管理机构文件

附件 9 本项目 X 射线探伤机参数说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		四川卓越检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤核技术利用项目				
建设单位		四川卓越检验检测有限公司				
法人代表		朱剑波	联系人	朱剑波	联系电话 *****	
注册地址		四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-18 号				
建设项目地点		探伤场所：探伤地点为全国各地，不固定； 储存场所：四川省德阳市旌阳区岷江西路 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17 探伤机库房/临时储存场所				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		*****	项目环保投资 (万元)	*****	投资比例（环保 投资/总投资） *****	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线 装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				
	<b>项目概述：</b>					
<b>1、建设单位基本情况及任务由来</b>						
<b>1.1 建设单位基本情况</b>						
四川卓越检验检测有限公司（社会信用代码为****，营业执照见附件 3）成立于 2024 年 02 月 05 日，注册地位于四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-18 号，法定代表人为朱剑波。经营范围包括许可项目：检验检测服务；特种设备检验检测。（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，						

具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准)一般项目:技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。

建设单位现租赁四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17、1-20-18 作为办公场所,租赁面积为 91.09 平方米,租赁合同见附件 6。

## 1.2 项目由来

天然气管道是指将天然气(包括油田生产的伴生气)从开采地或处理厂输送到城市配气中心或工业企业用户的管道,管道主要材质为 Q345R 钢。天然气管道线路形式有\*\*\*\*\*三种;管道类型分为\*\*\*\*\*。委托探伤单位在施工安装现场将单根管道逐根焊接组装起来,焊接组装长度取决于从开采地或处理厂到运输目的地的距离,为保证焊接的质量,需对焊接部位进行 X 射线检测,检测方式采用抽检,抽检率在 5%~20%之间,一条管道 10m~12m 长度位置有一条焊缝。

建设单位为迎合市场需求、拓展公司业务,开展本次核技术利用项目,并拟为本项目配备 2 台 X 射线探伤机,探伤的天然气管道线路为埋地管道、地面管道,不涉及空中架空管道,探伤的天然气管道类型为野外的输气管道,城市配气中心等地的配气管道采用其他检测方式。

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 射线探伤机。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《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 16 号令),本项目涉及使用“II 类射线装置”,应编制环境影响报告表。受四川卓越检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评工作。我公司通过资料调研、现场查勘、评价分析,在此基础上编制该项目环境影响报告表。项目委托书见附件 1,射线装置使用情况承诺书见附件 2。

## 2、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用,根据自 2024 年 2 月 1 日起施行的中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录(2024 年本)》相关规定,本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“\*\*\*\*\*”,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：四川卓越检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤核技术利用项目

建设单位：四川卓越检验检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤场所：探伤地点为全国各地，不固定；储存场所：四川省德阳市旌阳区岷江西路 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17 探伤机房/临时储存场所

本项目固定场所所在地理位置图见附图 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 2 台 X 射线探伤机，1 台 XXG-3005 型定向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，厂家为黄石波特检测设备有限公司；1 台 XXGH-3005Z 型周向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，厂家为黄石泰福检测设备有限公司，用于开展本次野外探伤项目。XXG-3005 型定向机有用线束方向为输气管道两侧、地面及天空，XXGH-3005Z 型周向机有用线束方向为输气管道两侧、天空及地面，非有用线束方向为输气管道两端口方向。

本项目探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝，输气管道的厚度范围为 10mm~40mm，直径大小范围为 400mm~1600mm，材质为 Q345R 钢。

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

在探伤过程中，建设单位根据工作计划及输气管道的探伤位置选择相应出束类型的探伤机，不存在两台以上探伤机在同一场所同时开机探伤的情况。本项目 2 台 X 射线探伤机每次探伤出束时间均最长为 5min，每年工作 150 天，探伤任务根据委托单位情况而来，每年合计开机出束次数（包括训机时的开机出束次数）最多 3000 次，平均每天开机出束 20 次，年累计出束时间合计为 250h。

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

XXG-3005型 X射线定向探 伤机	1台	300	5	II类	使用	定向	250	野外 探伤	黄石波特 检测设备 有限公司	拟 购
XXGH-3005Z 型X射线周向 探伤机	1台	300	5	II类	使用	周向			黄石泰福 检测设备 有限公司	

建设单位拟将租赁场地内原设备间（室内面积：12.35m<sup>2</sup>）作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房），探伤机库房拟设置防盗门及视频监控，实时监控存放场所的情况，钥匙由管理人员保管；拟在探伤机库房内设置两个铁柜，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同的柜子内，铁柜设置双人双锁，钥匙由管理人员保管。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放置在不同房间或柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由管理人员保管。本项目 X 射线探伤机只在探伤机库房内存放，不在其内使用及训机。

建设单位拟与有相应资质的单位签订委托洗片协议（委托洗片承诺书见附件 5），由被委托单位进行洗片工作，产生的废显（定）影剂、废胶片等危险废物均由被委托单位收集，由被委托单位定期交由有资质的单位进行处置。被委托洗片单位将洗片显影成功的胶片交由建设单位带回自行进行评片工作，判断工件焊接质量、缺陷等，并将胶片进行存档保存。建设单位承诺胶片存档日期到期前与有相应资质的单位签订危废处置协议（承诺书见附件 7）。

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	<p>建设单位拟购置 2 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-3005 型定向机、1 台 XXGH-3005Z 型周向机），最大管电压均为 300kV，最大管电流均为 5mA，用于开展本次野外探伤。XXG-3005 型定向机有用线束方向为输气管道两侧、地面及天空，XXGH-3005Z 型周向机有用线束方向为输气管道两侧、天空及地面，散射方向为输气管道两端口方向。</p> <p>探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝。建设单位将租赁场地内</p>	/	X 射线、臭氧、氮氧化物

	原设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房）。 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，2 台 X 射线探伤机年累计出束时间合计最多为 250h。		
辅助工程	开展评片工作的场所		/
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		生活污水、生活垃圾
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建设单位租赁场地的办公及生活设施		

### 3.2 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片	3000 张	外购	AgBr 感光药膜
能源	探伤用电	400kWh	探伤场地电网	—
水量	生活用水	600m <sup>3</sup> /a	探伤场地用水管网、租赁场地用水管网	H <sub>2</sub> O

### 3.3 劳动定员及工作分配

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

工作分配：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，同时在探伤位置贴好胶片；另 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，探伤过程中不断用便携式辐射检测仪对控制区、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，负责探伤机的运输工作；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

建设单位现租赁四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17、1-20-18 作为办公场所。公司租赁的办公楼为地上 28 层建筑，东侧为舟山街，南侧为德阳市凯旋国际广场内部道路，西侧为空地，北侧为岷江西路一段，本项目探伤机库房场所周围环境示意图见附图 2。

建设单位拟将租赁场地内设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房），拟将建设单位办公区域用作本项目开展评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为商业公司，无居民居住，东侧为 19 号德用市心合汽车服务合伙企业(有限合伙)，南侧为走道，西侧为 16 号德阳市万安科技有限公司，北侧为空中（人员不可达），且建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，只有两扇大门用于进出，大门设置有门禁，只有公司相关人员能进出。探伤机库房位于建设单位办公场所内部，只有一扇防盗门用于进出，钥匙将由管理人员保管，人流较少，普通公众靠近的可能性较小。因此本项目场所布局设计基本合理。本项目探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图见附图 3。

本项目探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝。天然气输气管道的施工安装现场位于空旷无人区域，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，建设单位将通过对外围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、使用铅屏风、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区，可能对公众造成重大影响的，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

\*\*\*\*\*因此，本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。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。

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 射线探伤机：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	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台	XXG-3005型	300	5	无损检测	探伤场所：探伤地点为全国各地，不固定； 储存场所：四川省德阳市旌阳区岷江西路 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17 探伤机库房/临时储存场所	定向机
2	X射线探伤机	II		XXGH-3005Z型	300	5	无损检测		周向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## (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 ( $\mu\text{A}$ )	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需要 50 分钟可自动分解为氧气
生活污水	液态	/	/	/	/	/	暂存	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	固态	/	/	/	/	/	暂存	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进行处理
废胶片	固态	/	/	/	少量	/	暂存	有相应资质的单位进行回收处置。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规 文件	<p>1) 《中华人民共和国环境保护法》（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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>8) 《国家危险废物名录》（2025 年版），于 2024 年 11 月 8 日由生态环境部 2024 年第 5 次部务会议审议通过，自 2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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</p>
----------	--

	<p>国生态环境部 2021 年部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>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 2019 年部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部 2019 年公告第 38 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>16) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函（2016）1400 号。</p> <p>17) 《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；</p> <p>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）；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
<p><b>技术标准</b></p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>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）；</p> <p>3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单。</p>
<p><b>其他</b></p>	<p><b>参考资料：</b></p> <p>1) *****。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

本项目使用的射线装置为工业用 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”相关规定，结合本项目特点和实际，本项目评价范围为 X 射线探伤机为中心周围 100m 的区域。

根据表 11 理论计算结果，经过铅防护设施（非有用线束方向被 1mmPb 铅帘阻挡，有用线束方向被探伤工件输气管道及 3mmPb 铅板阻挡）屏蔽后得到最大控制区距离、监督区距离及评价范围如下表。

表 7-1 野外探伤现场评价范围

探伤机型号	最大控制区半径距离 (m)	最大监督区距离半径 (m)	评价范围半径 (m)
XXG-3005型X射线定向探伤机	35	86	100
XXGH-3005Z型X射线周向探伤机	35	86	100

### 保护目标

本项目野外探伤范围为全国各地，随承接任务地点不同而不同，探伤地点不固定。野外探伤时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 7-2。

表 7-2 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	非有用线束方向	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 7-3 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

#### 4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

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

（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、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

#### 五、项目管理目标

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

●**本项目周围剂量当量率参考控制水平：**

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

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

●**本项目职业人员和公众的剂量约束值：**

职业照射的剂量约束值不超过  $5\text{mSv/a}$ ；

公众照射的剂量约束值不超过  $0.1\text{mSv/a}$ 。

#### 六、本项目应执行的环境保护标准如下：

##### 1、环境质量标准

- （1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中相关标准要求；
- （2）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相关标准要求；
- （3）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相关标准要求。

##### 2、污染物排放标准

- （1）废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中相关标准要求；
- （2）废气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相关标准要求；
- （3）噪声执行的标准根据检测地点所处的声功能区所执行的相应标准中相关标准要求。

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

## 1.项目地理和场所位置

建设单位现租赁四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17、1-20-18 作为办公场所。公司租赁的办公楼为地上 28 层建筑，东侧为舟山街，南侧为德阳市凯旋国际广场内部道路，西侧为空地，北侧为岷江西路一段，本项目探伤机库房场所周围环境示意图见附图 2。

建设单位拟将租赁场地内原设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房），拟将建设单位办公区域用作本项目开展评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为商业公司，无居民居住，东侧为 19 号德用市心合汽车服务合伙企业(有限合伙)，南侧为走道，西侧为 16 号德阳市万安科技有限公司，北侧为空中（人员不可达）。探伤机库房拟设置防盗门及视频监控，实时监控存放场所的情况，钥匙由管理人员保管；拟在探伤机库房内设置两个铁柜，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同的柜子内，铁柜设置双人双锁，钥匙由管理人员保管。本项目探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图见附图 3。现场勘查现状如图 8-1 所示。

*****	*****
探伤机库房拟建址 (存放 X 射线探伤机、电缆线、控制箱 及其配套辐射安全与防护设施)	开展评片工作的场所（办公区域）

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 2 台 X 射线探伤机(1 台 XXG-3005 型定向机、1 台 XXGH-3005Z 型周向机)，最大管电压均为 300kV，最大管电流均为 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。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数

射线装置型号及名称	数量	设备主要技术参数		射线管				厂家	投射类型
		管电压	管电流	焦点尺寸(mm)	辐射角	滤过	最大穿透厚度		
XXG-3005 型 X 射线定向探伤机	1 台	300kV	5mA	3.5×3.5	40°	3mmCu	50mm (A3 钢)	黄石波特检测设备有限公司	定向
XXGH-3005Z 型 X 射线周向探伤机	1 台	300kV	5mA	1.0×2.5	360° ×30°	3mmCu	40mm (A3 钢)	黄石泰福检测设备有限公司	周向

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。

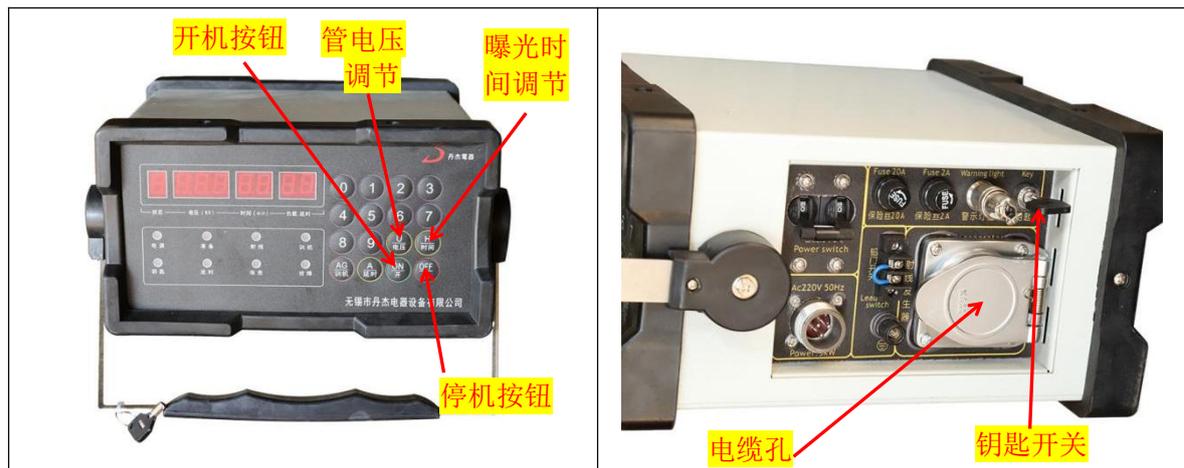


图9-1 常见X射线探伤装置控制箱

\*\*\*\*\*

图 9-2 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，探伤作业完成后拟将 X 射线探伤机与电缆线及控制箱送回建设单位探伤机库房，分开放置在不同的柜子内，拟使用的设备间为现有房间，无需进一步装修，本项目仅需购入设备及相应措施，不存在土建工程。

### 2.2 运营期工作流程及产污环节分析

本项目拟购置 2 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。

## 3、X 射线探伤机工作原理

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 9-3。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9-3 典型的X射线管结构图

\*\*\*\*\*

图9-4 常见X射线探伤机照射工件示意图

## 4、射线无损检测原理

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。把X射线探伤机器固定在管道焊缝合适位置，把胶片紧贴在管道焊缝背后，用X射线对管道焊缝照射后，透过管道焊缝的射线使胶片感光，同时管道焊缝内部真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，

将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断管道焊缝有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定管道焊缝的质量，从而防止由于管道焊缝缺陷引起的事故。

## 5、工作方式

本探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝，输气管道的厚度范围为 10mm~40mm，直径大小范围为 400mm~1600mm，材质为 Q345R 钢。根据公司提供资料，本项目探伤涉及的输气管道为埋地管道及地面管道，不涉及高空管道。

本项目使用 X 射线探伤机类型包含定向机、周向机，工作时定向机置于输气管道外部一侧，使用捆绑带固定探伤机，防止掉落，胶片固定在管道外部另一侧。根据双臂单影成像原理，定向机穿过两层工件壁后，将紧挨着胶片侧的管壁成像在胶片上。周向机通过管道爬行器置于管道内部指定焊缝检测位置，胶片固定在管道外部。管道爬行器配套有视频监控器，可以实时观察探伤机在管道内的情况。

**埋地管道：**埋地管道是输气管道中最常见的铺设方式，一般采用埋地敷设的方式，需要进行管沟开挖工序，管沟深度一般在 3 米-5 米之间，沟底宽度一般小于 3 米。探伤埋地管道时，辐射工作人员在管沟内布置好 X 射线探伤机、胶片，曝光时，管沟内的人员将撤离至地面安全区域，土层将极大减少 X 射线探伤机对周围环境的辐射影响。但为进一步减小辐射影响，建设单位可根据实际情况在非有用线束方向使用 1mmPb 铅帘以减小散射射线的影响（定向探伤机通过铅帘包裹住整个探伤机减小非有用线束影响，周向机通过铅帘吸附在管道内壁减小非有用线束影响），有用线束方向使用 3mmPb 铅板以减小辐射影响，管道下方为土质层，管道与地面极为贴近，射线被土质层屏蔽，不再进行防护，铅防护设施搭配固定支架使用，使其高度与 X 射线探伤机匹配。

\*\*\*\*\*

图 9-5 定向机埋地管道探伤布置示意图（剖面图）

\*\*\*\*\*

图 9-6 周向机埋地管道探伤布置示意图（俯视图）

**地面管道：**地面管道一般直接铺设在地面上，也有一些架设在地面上，离地约 0.5m 左右。探伤地面管道时，辐射工作人员在地面布置 X 射线探伤机、胶片，同时

为减小辐射影响，拟在有用线束方向使用 3mmPb 铅板进行遮挡，拟在非有用线束方向使用 1mmPb 铅帘进行遮挡（定向探伤机通过铅帘包裹住整个探伤机减小非有用线束影响，周向机通过铅帘吸附在管道内壁减小非有用线束影响）。管道下方为土质层，管道与地面极为贴近，射线被土质层屏蔽，不再进行防护，铅防护设施搭配固定支架使用，使其高度与 X 射线探伤机匹配。

\*\*\*\*\*

图 9-7 定向机地面管道探伤布置示意图（剖面图）

\*\*\*\*\*

图 9-8 周向机地面管道探伤布置示意图（俯视图）

## 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 名安全员）来实施野外探伤工作，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，同时在探伤位置贴好胶片；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，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。

操作人员位于非有用线束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 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，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- $\gamma$ 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。

产污环节：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- $\gamma$ 剂量率仪进入控制区，收回 X 射线探伤机，取下胶片，曝光结束，探伤工作人员解除警戒并离场；

(12) 洗片、评片工作：由建设单位委托有资质的单位进行洗片，将洗片显影成功的胶片交由建设单位带回自行进行评片工作，判断工件焊接质量、缺陷等。被委托单位签有危废处置协议（废物代码为 900-019-16）。

产污环节：洗片过程中当显（定）影剂在使用至无法起效时及胶片作废时，将产生废胶片、废显（定）影剂、洗片废水。

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

建设单位移动探伤作业流程具体见图 9-9。

\*\*\*\*\*

图 9-9 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：本项目会产生少量辐射工作人员的生活污水。

(3) 固体废物：本项目固体废物涉及辐射工作人员产生的少量生活垃圾。存档胶片到期后的废胶片。

(4) 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

建设单位拟将租赁场地内原设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房），拟将建设单位办公区域用作本项目开展评片工作的场所。建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，只有两扇大门用于进出，大门设置有门禁，只有公司相关人员能进出。探伤机库房位于建设单位办公场所内部，只有一扇防盗门用于进出，钥匙将由管理人员保管，人流较少，普通公众靠近的可能性较小。因此本项目场所布局设计基本合理。

本项目野外探伤平面布置主要根据施工工地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有用线束方向居留操作。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 2 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	
	有用线束方向	非有用线束方向	有用线束方向	非有用线束方向
两区划分范围	距探伤机最大半径 0m-35m 范围区域内。	距探伤机最大半径 0m—24m 范围区域内。	距探伤机最大半径 35m—86m 范围区域内。	距探伤机最大半径 24m—59m 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	可根据野外探伤实际情况确定,现场监测剂量率在 15 $\mu$ Sv/h 以上的范围。		可根据野外探伤实际情况确定,现场监测剂量率在 2.5 $\mu$ Sv/h~15 $\mu$ 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

建设单位拟将租赁场地内原设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所(探伤机库房),探伤机库房拟设置防盗门及视频监控,实时监控存放场所的情况,整个探伤机库房只有一扇防盗门用于人员进出,钥匙由管理人员保管,能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求,且办公场所内常年有管理人员办公,防止周围公众靠近探伤机库房;同时建设单位拟设置两个铁柜,将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同的柜子内,铁柜设置双人双锁,钥匙由管理人员保管。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放置在不同房间或柜子内,同理房间或柜子应设置门锁,钥匙由管理人员保管。本项目 X 射线探伤机只在探伤机库内存放,不在其内使用、调试 X 射线探伤机。建设单位拟建立射线装置使用台账,每次使用记录领用时间、领用人、探伤地点、归还人、负责人等。

### 2.2 X 射线探伤机固有安全防护措施

①本项目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。本项目拟购买合适长度的电缆线，确保控制箱位于监督区内，辐射工作人员在启动延时曝光系统后有足够的时间可快速远离，以减轻 X 射线的吸收剂量，防止 X 射线损害身体健康，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 X 射线探伤机工作前检查及维护措施**

(1) 工作前检查项目应包括

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) X 射线探伤机的维护应符合下列要求

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

### **2.4 现场探伤前安全措施**

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

①对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地

点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、作业空间等。

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

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

## 2.5 现场探伤时安全防护措施

**工作状态指示灯、声音提示装置：**拟为本项目配置工作状态指示灯及声音提示装置，在控制区的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 2m<sup>2</sup>，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 4 个人剂量计、4 台个人剂量报警仪。

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

**铅防护设施:** 拟为非有用线束方向配备2个1mmPb铅帘, 拟为有用线束方向配备2个3mmPb铅板。

**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。

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

**应急物资:** 拟为本项目配备应急物资, 如灭火器材等, 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 本项目定向机探伤现场辐射安全设施布置示意图

\*\*\*\*\*

图 10-2 本项目周向机探伤现场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	<p>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。</p> <p>2.确保开展野外探伤工作时本项目探伤机配备有 3 名辐射工作人员，并确保现场配有安全员。</p> <p>3.野外探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，建设单位拟与业主单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。与委托单位协商给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。</p> <p>4、做好影像记录准备。</p>	满足
	分区设置	<p>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。</p> <p>2.辐射工作人员会参考环评理论数据，根据现场实际巡测数据将作业场所中周围剂量当量率大于 15<math>\mu</math>Sv/h 的区域划为控制区。</p> <p>3.辐射工作人员将在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，且操作人员将在控制区边界外操作，同时穿戴防护设备。</p> <p>4.控制区的边界将拉起临时警戒线。</p> <p>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。</p> <p>6.建设单位拟配备 1 台便携式 X-<math>\gamma</math>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。</p> <p>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。</p> <p>8.辐射工作人员会参考环评理论数据，根据现场实际巡测数据，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5<math>\mu</math>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。</p> <p>9.本项目 X 射线探伤机将购买合适长度的电缆线，保证控制台将能设置在监督区内合适的位置，且建设单位拟购设备设有延时开机装置，能够尽可能降低操作人员的受照剂量。</p>	满足
	安全警示	<p>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。</p> <p>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照明装置。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	满足
	边界巡查与检测	<p>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。</p> <p>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</p>	满足

		或某些地方不能看到，建设单位将安排足够的人员进行巡查。 3.在试运行（或第一次曝光）期间，会测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时会调整控制区的范围和边界。 4.开始野外探伤工作之前，辐射工作人员会对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在野外探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪会一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。 5.野外探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，将佩戴个人剂量报警仪。工作人员不会用个人剂量报警仪替代便携式 X-γ 剂量率仪。	
《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（原四川省环境保护厅，川环办发〔2016〕149号）	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、归还运输等工作。	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 <sup>2</sup> ，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，所有现场保证有视频资料影像记录。拟按照要求制定上墙制度。	满足
	废物处置	建设单位拟与有相应资质的单位签订委托洗片协议（委托洗片承诺书见附件 5），由被委托单位进行洗片工作，产生的废显（定）影剂、废胶片等危险废物均由被委托单位收集，由被委托单位定期交由有资质的单位进行处置。	满足
	X 射线探伤机存放场所	本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施存放在探伤机库房，探伤机库房拟设置防盗门及视频监控，实时监控存放场所的情况，钥匙由管理人员保管；拟在探伤机库房内设置两个铁柜，将本项目 X 射线探伤机与电缆线及控制箱分开放置在不同的柜子内，铁柜设置双人双锁，钥匙由管理人员保管。	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	满足

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。

#### 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 10-3。本项目\*\*\*\*\*。在今后的项目实践中，建设单位应根据国家发布的法规内容，结合实际情况对环保设施进行补充完善，使之更能满足实际需要。公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 10-3 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量	投资金额(万元)	
新建 X 射线野外探伤项目	工作状态指示灯及声音提示装置	拟配备 4 个	*****	
	电离辐射警告标志	拟配备 8 个	*****	
	警告牌	8 个	*****	
	警戒线	3 卷	*****	
	急停按钮	设备自带	*****	
	安全信息公告牌(面积应不小于 2m <sup>2</sup> )	拟配置 1 个	*****	
	铅防护设施	2 个 1mmPb 铅帘; 2 个 3mmPb 铅板	*****	
	喊话器	拟配置 1 个	*****	
	对讲机	拟配置 4 个	*****	
	探伤机固定支架	拟配置 2 个	*****	
	探伤机储存场所	监控系统	拟配置 1 个	*****
		防盗门	拟配置 1 个	*****
		带锁铁柜	拟配置 2 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	*****
		照明装置	若干	*****
合计			8.21	

#### 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，其分解需要 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、废水

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。

## 3、固体废物

本项目运营时辐射工作人员会产生相应的生活垃圾，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进行处理。

由于本项目探伤地点为全国各地，范围不固定，由建设单位委托签有危废处置协议（废物代码为 900-019-16）的探伤检测公司进行洗片，产生的废胶片、废显（定）影剂及洗片废水由该单位进行集中收集，交由有资质的单位进行处置。被委托洗片单位将洗片显影成功的胶片交由建设单位带回自行进行评片工作，判断工件焊接质量、缺陷等，并将胶片进行存档保存。建设单位承诺胶片存档日期到期前与有相应资质的单位签订危废处置协。

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，探伤作业完成后拟将 X 射线探伤机与电缆线及控制箱送回建设单位探伤机库房，分开放置在不同的柜子内，拟使用的设备间为现有房间，无需进一步装修，本项目仅需购入设备及相应措施，不存在土建工程。

**运行阶段对环境的影响**

建设单位拟购置 2 台 X 射线探伤机进行野外探伤工作，2 台探伤机管电压均为 300kV、管电流均为 5mA。本项目探伤范围为全国各地，探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝。本项目定向探伤机有用线束方向为输气管道两侧、地面及天空，周向探伤机有用线束方向为输气管道两侧、天空及地面，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。

**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 $\mu$ 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 $\mu$ 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。

**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。根据建设单位提供的探伤方式，\*\*\*\*\*。本项目探伤的输气管道的厚度范围为 10mm~40mm，\*\*\*\*\*的屏蔽作用，同时公司为进一步缩小两区范围，保障工作人员及周围公众的辐射安全，拟在有用线束方向设置 3mm 铅当量的铅板。

**2.计算参数****2.1 透射因子**

根据\*\*\*\*。本项目透射因子参考\*\*\*\*，本项目对应透射因子一览表详见表 11-1。

表 11-1 透射因子一览表

探伤机型号	射线类型	屏蔽材料	等效铅当量	透射因子
-------	------	------	-------	------

XXGH-3005Z 型 周向机	有用线束方向 (300kV)	****	3.02mmPb	3.50E-02
		****	3.02mmPb+3mmPb	5.30E-03
	泄漏 (300kV)	****	1mmPb	2.10E-01
	散射 (250kV)	****	1mmPb	1.10E-01
XXG-3005 型定 向机	有用线束方向 (300kV)	****	3.3mmPb	3.00E-02
		****	3.3mmPb+3mmPb	4.90E-03
	泄漏 (300kV)	****	1mmPb	2.10E-01
	散射 (250kV)	****	1mmPb	1.10E-01

\*\*\*\*

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：

由于厂家提供滤过，因此根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.1，均采用 300kV、3mmCu 下 X 射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量，即  $11.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，单位换算后为  $6.78\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

## 2.3 散射能量：

取值来源《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，300kV X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量相应的 kV 值为 250kV。

## 2.4 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1，300kV距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率取值为 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

## 3.计算公式

### 3.1 有用线束方向剂量率估算：

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

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

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

$H_0$ ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，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，取值见表 11-1；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

**3.2 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， $\mu\text{Sv/h}$ ，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，取值见表 11-1；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

**3.3 散射方向剂量率估算：**

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

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

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

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

$R_s$ ：散射体至关注点的距离，m；

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ ：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2 取值为 1/50，即 0.02。

**3.4 保护目标受照剂量水平估算：**

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

式中： $H_c$ ：参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：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，周围公众取值 1/16。

## 4.计算结果

### 4.1 有用线束方向

根据公式 1 对有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率进行计算, 计算结果见表 11-2、11-3。

表 11-2 XXGH-3005Z 型周向机有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率一览表  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

\*\*\*\*\*

注: 为了便于操作, 确定的两区范围时保守取整数。

表 11-3 XXG-3005 型定向机有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率一览表  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

\*\*\*\*\*

注: 为了便于操作, 确定的两区范围时保守取整数。

### 4.2 非有用线束方向

根据公式 2、公式 3 对非有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率进行计算, 计算结果见表 11-4、11-5。

表 11-4 本项目 XXGH-3005Z 型周向机非有用线束方向上不同距离处的剂量率一览表  
( $\mu\text{Sv/h}$ )

.....

注: 为了便于操作, 确定的两区范围时保守取整数。

### 4.3 两区划分结果

建设单位根据表 11-2、11-3、11-4、11-5 的计算结果, 对两区进行管控。本项目 XXG-3005 型定向机、XXGH-3005Z 型周向机在实施野外探伤工作时, 有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-35m, 非有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-24m; 有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 35m-86m, 非有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 24m-59m。XXG-3005 型定向机两区划分见下图 11-2, 两区内的具体管控措施见图 10-1; XXGH-3005Z 型周向机两区划分见下图 11-3, 两区内的具体管控措施见图 10-2。

\*\*\*\*\*

图11-2 本项目XXG-3005型定向机两区划分示意图

\*\*\*\*\*

图 11-3 本项目 XXGH-3005Z 型周向机两区划分示意图

### 4.4 保护目标年剂量值估算

本项目 2 台 X 射线探伤机每次探伤出束时间均不超过 5min，每年工作 150 天，探伤任务根据委托单位情况而来，每年合计开机出束次数（包括训机开机出束）最多 3000 次，平均每天开机出束 20 次，年累计出束时间合计最多为 250h。本项目拟配备 4 名辐射工作人员来实施野外探伤工作（2 名操作人员，1 名安全人员，1 名辐射安全管理人员），2 台 X 射线探伤机用一备一，不存在 2 台 X 射线探伤机在同一场所同时开机的情况。辐射工作人员居留因子保守取 1，周围公众居留因子保守取 1/16。本次评价按各边界区最大周围剂量当量率来计算职业及公众受照射剂量。

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

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

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

## 二、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤机报废时，必须进行去功能化（如将 X 射线探伤机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 射线探伤机不能正常通电，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 射线探伤机属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，将本项目可能存在的事实的风险因子、潜在危害及可能发生的事实的事故等级列于表 11-5 中。

表 11-5 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

\*\*\*\*\*

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

\*\*\*\*\*

## 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）当辐射工作人员还未布置好铅防护设施等屏蔽措施未离开控制区时，同时清场没有彻底的时，X 射线探伤机误开机，对辐射工作人员及周围公众造成误照射。

## 三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

### 3.1 事故情景分析及计算结果

（1）根据建设单位提供资料，探伤机最长出束时间为 5min，因此按照 5min 来计算人员累计剂量。保守用有用线束计算。计算结果见表 11-7。

表 11-7 事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

探伤机型号	辐射工作人员/周围公众与探伤机出束位置距离（m）	各事故持续时段的射线所致辐射剂量（Gy）				
		30s	1min	2min	3min	5min
XXG-3005型X射线探伤机、XXGH-3005Z型 X 射线探伤机	0.5	1.13E-02	2.26E-01	4.52E-01	6.78E-01	1.13
	5	1.13E-04	2.26E-03	4.52E-03	6.78E-03	1.13E-02
	10	2.83E-05	5.65E-04	1.13E-03	1.70E-03	2.83E-03
	20	7.06E-06	1.41E-04	2.83E-04	4.24E-04	7.06E-04
	30	3.14E-06	6.28E-05	1.26E-04	1.88E-04	3.14E-04
	36	2.18E-06	4.36E-05	8.72E-05	1.31E-04	2.18E-04
结论	事故人员在 X 射线探伤机事故情况下曝光有用线束方向停留 5min 时，所致辐射剂量最大为 1.13Gy，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员或周围公众的剂量限值——20mSv/a、1mSv/a，但未到达产生急性重度放射病的剂量 4Gy，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。且本项目探伤机均自带有急停按钮，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。					

建设单位在未做好安全防护措施、彻底清场及固定好 X 射线探伤机之前，不得连接 X 射线探伤机的电缆，杜绝此类事故的发生。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监督区，一旦发现有周围公众靠近或进入本项目监督区范围，应立即按下急停按钮，停止探伤工作。

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培训和考核。

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

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

**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”。

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

## 二、主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位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能上岗。
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，4 台个人剂量报警仪、4 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 <a href="http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp">http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp</a> ）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）建设单位应安排管理人员负责个人剂量检测管理，完善辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材料，并终生保存个人剂量监测档案。

（3）辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单

位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

2、按照《四川省环境保护厅关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知》川环办发〔2010〕49 号文要求，建设单位应做好以下工作：

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

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

### 辐射事故应急

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

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

#### 1.事故报告程序

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

#### 2.辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计。

④ 应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

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

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

表 13 结论与建议

## 结论

### 1. 产业政策相符性

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

### 2. 选址、分区

建设单位现租赁四川省德阳市旌阳区岷江西路一段 550 号凯旋国际广场 1 栋 1-20-17、1-20-18 作为办公场所。公司租赁的办公楼为地上 28 层建筑，东侧为舟山街，南侧为德阳市凯旋国际广场内部道路，西侧为空地，北侧为岷江西路一段，本项目探伤机库房场所周围环境示意图见附图 2。

建设单位拟将租赁场地内设备间作为存放本项目 X 射线探伤机、电缆线、控制箱及其配套辐射安全与防护设施的固定场所（探伤机库房），拟将建设单位办公区域用作本项目开展评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为商业公司，无居民居住，东侧为 19 号德用市心合汽车服务合伙企业(有限合伙)，南侧为走道，西侧为 16 号德阳市万安科技有限公司，北侧为空中（人员不可达），且建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，只有两扇大门用于进出，大门设置有门禁，只有公司相关人员能进出。探伤机库房位于建设单位办公场所内部，只有一扇防盗门用于进出，钥匙将由管理人员保管，人流较少，普通公众靠近的可能性较小。因此本项目场所布局设计基本合理。本项目探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图见附图 3。

本项目探伤对象为施工安装现场的输气管道钢结构焊缝。天然气输气管道的施工安装现场位于空旷无人区域，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，建设单位将通过对外围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、使用铅屏风、调整探伤时间等安全管理措施，按照划定的控制区和监督区进行严格管理，禁止无关人员进出。若探伤场所涉及居民区、科教文卫区等敏感区，可能对公众造成重大影响的，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 XXG-3005 型定向机、XXGH-3005Z 型周向机在实施野外探伤工作时，有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-35m，非有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-24m；有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 35m-86m，非有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 24m-59m。

### 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  $5\text{mSv}$ 、公众附加有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ）。

### 4. 辐射安全防护措施

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；拟为本项目配备两块  $3\text{mm}$  厚铅板、两块  $1\text{mm}$  厚铅帘；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、4 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	工作状态指示灯及声音提示装置	拟配备 4 个
		电离辐射警告标志	拟配备 8 个
		警告牌	8 个

		警戒线	3 卷
		急停按钮	设备自带
		安全信息公告牌（面积应不小于 2m <sup>2</sup> ）	拟配置 1 个
		铅防护设施	2 个 1mmPb 铅帘;2 个 3mmPb 铅板
		喊话器	拟配置 1 个
		对讲机	拟配置 4 个
		探伤机固定支架	拟配置 2 个
	探伤机 储存场所	监控系统	拟配置 1 个
		防盗门	拟配置 1 个
		带锁铁柜	拟配置 2 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
照明装置		若干	

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，四川卓越检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