

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外（室外）探伤项目
环境影响报告表

四川检正建筑质量检测有限公司

2018 年 11 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外（室外）探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：四川检正建筑质量检测有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都市青羊区琴台路 1 号

邮政编码：610072

联系人：胡**

电子邮箱：*****@qq.com

联系电话：*****

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建 X 射线野外（室外）探伤项目			
建设单位		四川检正建筑质量检测有限公司			
法人代表姓名	商**	联系人	胡**	联系电话	*****
注册地址		四川省成都市青羊区琴台路 1 号			
项目建设地点		委托方厂区内或野外工地			
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）	15	投资比例（环保投资/总投资）	15%
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 ² ）	/
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	/			
	<p>项目概述</p> <p>一、概况</p> <p>1、建设单位基本情况</p> <p>四川检正建筑质量检测有限公司，社会信用代码：91510105510732572，是一家具有 30 多年质量检测历史的专业检测机构。中心实验室于 2010 年 3 月按照建设部令第 141 号《建设工程质量检测管理办法》完成公司改制，经四川省住房和城乡建设厅批</p>				

准成为独立的第三方工程质量检测机构，从事资质许可范围内的工程质量检测任务，向客户出具客观公正、具有公信力的检测报告。

公司可进行各类建筑物、构筑物工程的主体质量检测，工程原材料质量检测。公司在钢结构工程无损检测、防腐保温材料检测、高强度钢材的物理化学分析、压力容器压力管道无损探伤、电线电缆开关插座电工性能检测、建筑防雷检测等专业的检测技术能力较为突出。

2、项目由来

随着业务的发展，为满足客户需求，四川检正建筑质量检测有限公司拟开展 X 射线野外（室外）探伤这项业务，计划配备 2 台工业 X 射线探伤机（型号分别为：定向 XXG-2005、定向 XXG-2505，属 II 类射线装置），利用委托单位在现场室外作业时，为客户提供无损检测技术服务。企业内设有办公区和射线装置库房，但不涉及辐射工作场所。

为了加强 X 射线探伤机在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用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》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对 2 台 II 类射线装置移动探伤进行环境影响评价。

本项目涉及使用 II 类 X 射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第 44 号令），本项目应编制环境影响报告表，同时向四川省环保厅申请辐射安全许可证。为此，四川检正建筑质量检测有限公司委托江苏润天环境科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。我公司接受委托后，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《四川检正建筑质量检测有限公司新建 X 射线野外（室外）探伤项目》环境影响评价报告表。

3、环境影响评价信息公开

本报告编制完成后，建设单位于 2018 年 11 月 1 日，四川检正建筑质量检测有限公司公司网站对该项目进行了全文公示，以征求公众意见。

二、项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建 X 射线野外（室外）探伤项目

建设单位：四川检正建筑质量检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点遍布全国各地的室外现场，不固定，探伤机无探伤任务时存放于四川检正建筑质量检测有限公司专门的存放仓库内。

2、建设规模

四川检正建筑质量检测有限公司拟使用 2 台型号为 XXG-2005、XXG-2505 型 X 射线探伤机，对委托方的钢结构工程、压力容器、压力管道等进行无损探伤检测，2 台 X 射线探伤机额定电压为 200kV 及 250kV，额定管电流均为 5mA，所用探伤机属于 II 类射线装置。在实施探伤过程中，不存在两台探伤机在同一场所同时探伤的情况，每台探伤机野外探伤累计曝光时间最多 20 小时，2 台探伤机年野外探伤累计曝光最多时间为 40 小时。本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术应用项目一览表

序号	射线装置型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置 类别	工作场 所名称	使用情 况	环评情况及 审批时间	许可 情况	备注
1	XXG-2505	1 台	250	5	II	客户委 托场所	新增	本次环评	未许 可	/
3	XXG-2005	1 台	200	5	II					/

3、项目组成及主要环境问题

表 1-2 项目组成内容及主要环境问题

名 称	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	使用 X 射线探伤机 XXG-2005、XXG-2505 型各 1 台，均属于 II 类射线装置，2 台探伤机年最大出束时间约为 40h。	\	X 射线 臭氧 噪声
辅助工程	库房：野外探伤使用完毕后返回公司，探伤机存放在公司仓库内		\
	暗室：野外探伤完毕将胶片带回，在公司已有暗室进行洗片操作		废显影液、废定影液、废胶片、清洗废水
公用工程	配电、供电和通讯系统等		\
办公生活设施	室外探伤依托工程施工区办公及生活设施	生活垃圾、生活污水	

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	年最大消耗量	来源	备注
----	----	--------	----	----

主（辅）料	显影液	38kg	外购	/
	定影液	38kg		/
	胶片	500 张		/
能源	电	150kW·h/a	/	/
水	生活用水	250m ³ /a	/	/

5、主要设备配置及主要技术参数

本项目拟使用的射线装置技术参数见表 1-4

表 1-4 本项目拟使用的射线装置技术参数

设备名称	数量	设备主要技术参数		单次最长照射时间	单台探伤机年最大出束时间 (h)	射线管辐射角	过滤片	投射类型
		最高管电压 (kV)	最高管电流 (mA)					
XXG-2005	1	200	5	5min	20	40°+5°	3mm 铝	定向
XXG-2505	1	250	5	5min	20	40°+5°	3mm 铝	定向

6、工作人员及工作制度

工作人员：公司拟配备辐射工作人员 7 名，年工作时间 250 天。每台探伤机至少需要两名操作人员和 1 名警戒人员同时在场。野外（室外）探伤参照《关于进一步加强野外（室外）工业射线探伤辐射安全监督管理的通知》（川环函[2013]909 号）文件，工作人员应负责控制区和监督区的划定、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，并承担探伤机的领取、归还。

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。辐射工作有效时间约 40h/a。

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第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相关规定，属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、项目选址合理性、布局合理性及实践正当性分析

1、项目选址和布局合理性分析

本项目野外探伤主要选择在野外空旷处，人流量很少，建设单位确保控制区和监督区范围内没有学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点及其他需要特殊保护的区域，方可进行探伤工作。在评价范围内主要为工程区施工人员。并且经过采取相应的屏蔽措施和管

理措施后，对周围环境的辐射影响是可以接受的。所以野外探伤选址和布局是基本合理的。

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，是其它检验项目无法替代的，由于射线检验的方法效果显著，因此，该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放射性环境问题：

- (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

1、本项目为新建，探伤机不进行探伤作业时存放在四川检正建筑质量检测有限公司已建成的仓库中，该仓库所在大楼的性质为写字楼，周围无居民区，且探伤机不开机时不产生辐射影响。四川检正建筑质量检测有限公司不存在与本项目有关的原有辐射污染源的问题。

环评要求：在任何情况下建设单位都不得在探伤机存储区域启动探伤机。

2、四川检正建筑质量检测有限公司目前无射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的任何业务。因此，四川检正建筑质量检测有限公司须完善本项目的环评和验收手续之后，及时向四川省环保厅申请辐射安全许可证，方能开展野外探伤业务。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	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已经产生的中子流强度 (n/s)

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量 率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、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 射线探伤检测装置	II	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测	客户委托场所	/
2	X 射线探伤检测装置	II	1 台	XXG-2005	200	5	无损检测		
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	微量	微量	不暂存	直接进入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气
显影定影废液	液态	/	/	/	38kg	/	/	统一收集，委托有资质单位处理。
洗片废水	液态	/	/	/	0.1m ³	/	/	统一收集，委托有资质单位处理。
废胶片	固态	/	/	/	50 张	/	/	统一收集，委托有资质单位处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修订版），2016 年 9 月 1 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《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，2005 年 12 月 1 日施行；国务院令 第 653 号修正，2014 年 7 月 9 日公布施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局第 31 号令，2006 年 3 月 1 日起施行；环境保护部第 47 号令修正，2017 年 12 月 20 日施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2018 年修正本），生态环境部第 1 号公布，自 2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《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》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起实施；</p> <p>(11) 《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二十四次会议通过，2016 年 6 月 1 日起实施；</p> <p>(12) 《国家危险废物名录》，环境保护部令 第 39 号，自 2016 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《关于 X 射线探伤装置辐射安全要求》，川环发〔2007〕42 号；</p> <p>(14) 《关于进一步将强野外（室外）工业射线探伤辐射安全监督管理的通知》，川环函〔2013〕909 号；</p> <p>(15) 《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；</p>
----------	--

	<p>(16) 《关于印发<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)>的通知》，川环办发〔2016〕149号。</p>
技术标准	<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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。</p>
其他	<p>附件：</p> <p>(1) 项目委托书（见附件 1）；</p> <p>(2) 核技术利用项目使用承诺书（见附件 2）；</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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）的规定、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）的要求，以及本项目辐射特性，本项目评价范围确定为移动式 X 射线探伤工作场所及周围环境。

保护目标

野外探伤：根据《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发【2016】149 号）中有关标准执行，在进行野外（室外）探伤作业时，应设定控制区和监督区：控制区边界外 X 射线空气吸收剂量率不大于 15 μ Gy/h，并设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守；监督区位于控制区外，允许与探伤活动有关的人员在此活动，公众人员不得入内，其边界剂量率不大于 2.5 μ Gy/h。

本项目的探伤地点主要为室外空旷处或野外空地，大部分为周围人口稀少的地方，在本项目影响分析一章中划定的控制区和监督区内无固定建筑、流动车辆等，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；当探伤工作区域有敏感目标的场所进行并且主射方向无法避开敏感目标时，建设单位则需在保护目标和探伤机间增设辐射防护屏障，减小控制区和监督区的范围，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“无关人员禁止入内”的警告牌。

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)
职业人员	非主射方向	控制区外，监督区内	7	5
公众	不定	监督区外，评价范围内	不定	0.1

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
----	----

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

辐射工作场所的分区：

应把辐射工作场所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。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）：

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 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。

5.1.2 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。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots (1)$$

式中：

\dot{K} ——控制区边界周围剂量当量率,单位为微希沃特每小时（μSv/h）；

t ——每周实际开机时间,单位为小时（h）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值,即 100μSv/周。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”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。

5.1.4 现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

5.1.6 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。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时,应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前,运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划,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。委托方应给予探伤工人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。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

5.4.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

5.5.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量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。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；

综上所述：

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。项目管理要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 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。项目管理要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

③工作场所剂量控制：

依据《关于印发〈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）〉的通知》，川环办发〔2016〕149 号中的要求，探伤作业前应将无关人员清理出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 15 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。

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（室外）项目，使用 II 类射线装置，在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。因本项目工程区域不确定，不固定，因此本次环评未进行环境现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、施工期工艺分析

本项目用于存放 X 射线探伤机的库房已建成，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 2 台探伤机实施探伤作业。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，本项目探伤机采用便携式设备，探伤完毕后将胶片带回，在公司暗室进行洗片和评片。

1、工作原理

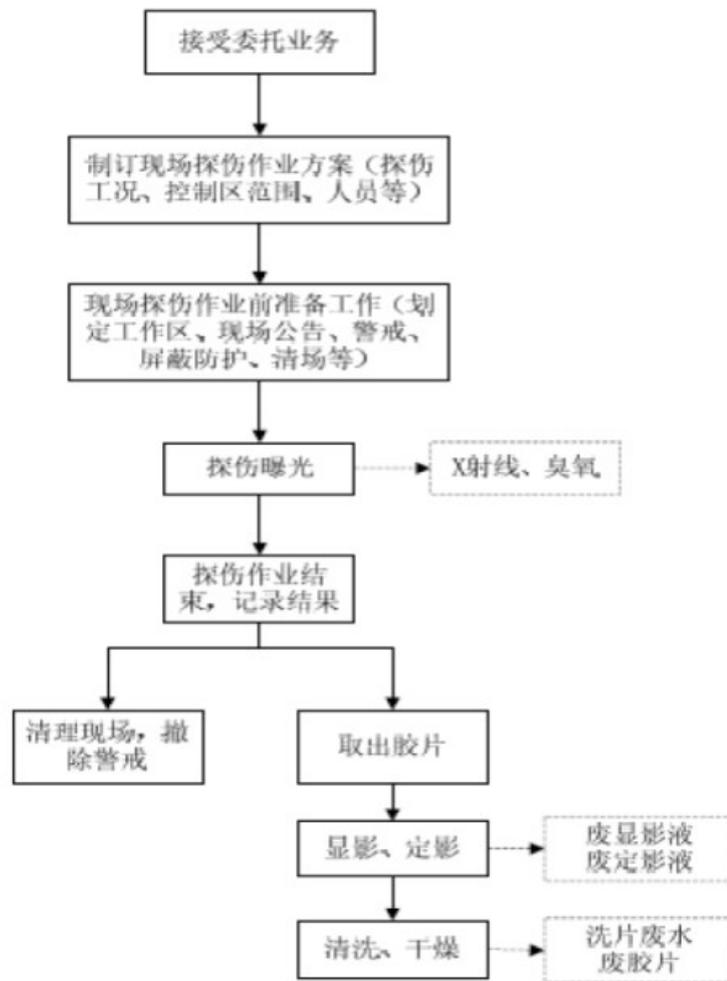
X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，将胶片放在工件的另一面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在胶片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

2、操作流程

本项目进行野外探伤时没有设置固定的探伤室，野外 X 射线探伤机探伤的工艺流程主要有任务承接、前期准备，制定野外探伤工作计划、粘贴公告，穿戴防护用品，设置和固定探伤机、贴置胶片、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、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。进行成像分析。在进行检测时，探伤机位于管道壁外的一侧，胶片位于与探伤机相对方向管道壁的外侧，对管道内的设备进行无损检测。

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，探伤机探伤流程及产污环节如图 9-2 所示：



4、X 射线装置的探伤工况及工件情况

四川检正建筑质量检测有限公司野外探伤地点主要为室外空旷处或野外空地，探伤对象主要为钢结构工程、压力容器、压力管道等。预计 2 台装置野外探伤年累计曝光时间最多为 40 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额定管电压和管电流。

污染源项描述

一、电离辐射

X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目产生的 X 射线能量最大为 250kV。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。臭氧常温下可自然分解，对周围环境影响较小。

三、废水

本项目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；工作产生的洗片废水及废定（显）影液作为危险废物处理。

四、固体废物

一般固废：本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

危险废物：洗片过程产生的废显（定）影液、清洗胶片产生的洗片废水、废胶片。

1、废定（显）影液

废定影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废显影液主要含有硫代硫酸钠等化学物质。根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液属于感光材料废物，其危废编号为 HW16。项目野外（室外）探伤活动预计产生废显影液、废定影液合约 38kg/a。

2、洗片废水

本项目预计野外（室外）探伤活动洗片废水产生量约 0.1m³/a。洗片废水含有少量的 AgBr、显影剂及氧化物。

3、废胶片

在洗片过程中及评片后将产生一定量的废胶片，废胶片属于“国家危险废物名录”中规定的危险废物，其危废编号为 HW16。本项目预计产生废胶片 50 张/年，其余有效胶片部分按合同协议交委托方保管处理，剩余有效胶片按公司规定存档一定年限后送交有资质单位处置。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工程场所布局合理性

1、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。”建设方也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
“两区”划分范围	剂量率在 15 μ Gy/h 以上的范围，可根据当地实际情况设置控制区	剂量率在 2.5 μ Gy/h~15 μ Gy/h 之间的范围，根据野外探伤的地形、建筑物实际情况确定
辐射防护措施	人员不能在该区域停留，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“禁止进入射线探伤区”警示标志	监督区，设置电离辐射警示标识和警示标语，限制公众在该区域滞留，边界处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人巡视

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，最好使用个人剂量报警仪。本项目建成后，应立即组织自主验收工作，由有验收资质单位验收监测合格后才能投入使用。运行过程中，每年应按环保要求请具有资质的监测单位对使用场所辐射情况进行实测，判断 X 射线机是否处于有效屏蔽，防止意外发生。

本项目拟设置辐射工作人员 7 人，需配备 7 台个人剂量计，设置编号、专人专戴。环评要求个人剂量计定期送检，并严格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）对个人剂量进行管理。

2、辐射安全及防护措施

2.1 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，在开机状态下的固有安全性如下：

(1) X射线机开启时，控制箱上将有黄灯亮起，此时应首先对射线机进行训机，这是射线机自有的功能。如不进行训机，射线机将不能开启高压；

(2) 若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏；其次检测SF6气体是否达标，以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏；

(3) 射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用；在射线机延时启动期间，警戒人员应再次确认控制区及周围无人逗留。如果有人，必须立刻关闭射线机；

(4) 远程控制曝光功能，即布置好射线机和被检对象后，人员撤离到安全区域，通过X射线装置配备的远程控制器，按下曝光开关。并且曝光按钮仅在控制器上设置，射线机侧无曝光按钮，确保了人员的安全；

(5) 保险管烧坏时射线机将自动停止高压运行并自行断电；

(6) 接头接触不良时，射线机将显示故障功能，且不能开启高压运行；

(7) 控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机将自动断电；

(8) X射线发生器采用阳极接地强迫风冷式并设有压力指示装置，当压力低于0.35MPa以下时自动显示故障代码，并禁止开启高压。设有温度保护装置，一旦出现超温，将自动切断高压并显示故障代码。设置有欠压、过压、欠流、过流等保护功能，如出现上述故障，将自动关断高压，故障指示灯闪烁，电压显示位置出现故障代码；

(9) 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。

2.2 辐射防护措施

X射线基本防护原则是远离X线并加以必要的屏蔽。对外照射的防护方法有源项控制法、距离防护法和屏蔽防护法。其中野外探伤主要采用距离防护。

(1) 屏蔽防护

当使用定向X射线探伤机时，根据需要在主射方向设置屏蔽铅屏风，本项目拟配备6mm铅当量的移动铅屏风4副，长、宽均为1m。

(2) 源项控制

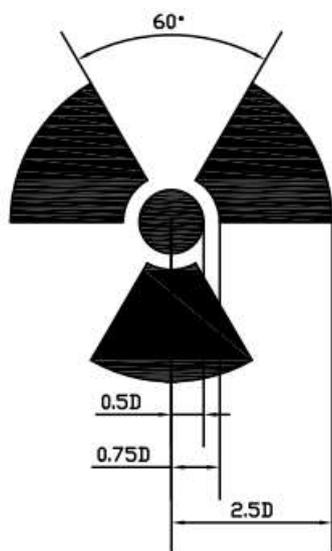
本项目的X射线探伤机对产生的X射线用屏蔽套屏蔽，射线装置泄漏辐射不会

超过相应国家标准规定的限值。且每台 X 射线装置均装有可调限束装置，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材料探伤工件，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。

(3) 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 10-2 所示。



(4) 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。

3、环保投资估算

本项目总投资 100 万元，环保投资 15 万元，占总投资的 15%。项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 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	防护设备	7	需配置
	监测仪器	2.5	需配置

	安全装置	声光报警装置 4 个、控制区和监督区警示标 牌、现场告示若干	0.5	需配置
其他	设备维护	每个月对探伤装置配件、机电设备进行检查、 维护、及时更换部件	每年投入	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	每年投入	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	5	应预留

三、废治理

一、废气处理措施

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。

二、废水处理措施

本项目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；洗片产生的洗片废水及废定（显）影液作为危险废物送交有资质单位处置。

三、固体废物

本项目工作人员产生的少量生活垃圾依托工程区已有的环保设施进行处理；洗片过程产生的废胶片送交有资质单位处置。

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。

环评要求：

本项目使用的 2 台探伤机在进行报废处理时，将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将设备主机的电源线绞断，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

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，不外排。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目探伤机存放仓库已建成，不存在建设期的环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、项目基本情况

本项目探伤作业时产生的 X 射线是主要的环境影响因子，其它的环境污染因子有臭氧、氮氧化物以及洗片产生的固体废物。

二、移动式 X 射线探伤辐射影响评价

1、设定辐射防护控制区、监督区边界

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中对现场探伤作业的有关要求，企业到达客户委托的厂区或野外现场后，将根据现场实际条件，将探伤工作场所划分控制区和监督区。各边界的辐射周围剂量当量率控制值分别是：X 射线移动探伤的控制区边界为 15 μ Sv/h，监督区边界为 2.5 μ Sv/h。

探伤时辐射工作人员在控制区边界外进行操作，控制区边界采用警戒线隔离，并设置清晰可见的中文警示标识。未经许可人员不得进入该范围。监督区在控制区之外，探伤作业人员在此区域内操作，监督区边界也用警戒线隔离，并设置“当心电离辐射”等警示标识以及警示灯等，安排专职人员进行监督管理，防止公众误入。

企业移动探伤工作均在晚上场所内无公众居留时间开展。以能量较大的 XXG-2505 型探伤机为例，适合进行 X 射线探伤的管道厚度一般为 20mm 左右。在探伤时，探伤机置于管件一侧，探伤设备的主射线朝向金属部件，对容器或管道的焊接情况进行拍片。

本项目由于探伤机的主射线方向朝向工件并被工件遮挡和吸收，其它方向考虑泄漏和散射辐射对人员的影响，并初步估算监督区、控制区边界的距离范围。

①有用线束（主射线方向）

$$R^2 = H_L \cdot B \cdot I / H \dots \dots (1)$$

式中：R：辐射源至控制区/监督区边界的距离，m；

H：控制区/监督区边界辐射周围剂量当量率限值，分别为 15 μ Sv/h 和

2.5 μ Sv/h;

H_L : 辐射源 1m 处输出量, 250kV 探伤机在 3mm 铝过滤下的输出量为 $13.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$; 200kV 探伤机在 3mm 铝过滤下的输出量为 $8.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

I : X 射线装置在最高管电压下的最大管电流, 5mA;

B : 屏蔽透射因子, 无量纲。

$$B = 10^{-X/TVL} \dots \dots (2)$$

X : 屏蔽物质厚度, 20mm 钢在 250kV 条件下相当于 1.7mm 铅当量; 20mm 钢在 200kV 条件下相当于 1.5mm 铅当量。

根据 GBZ/T250-2014 中铅的透射曲线得到 20mm 厚钢的透射比分别为 0.045 (250kV)、0.015 (200kV)。

② 散射辐射 (非主射线方向)

$$H = (I \cdot H_0 \cdot B / R_s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2) \dots \dots (3)$$

式中: H : 关注点泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

I : X 射线装置最大管电流, 5.0mA;

H_0 : 距辐射源点 1m 处输出量, 250kV 探伤机在 3mm 铝过滤下的输出量为 $13.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$; 200kV 探伤机在 3mm 铝过滤下的输出量为 $8.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

R_s : 散射体至关注点的距离, m;

$F \cdot \alpha / R_0^2$: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

B4.2 得知: 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, 其值保守取 1/50;

B : 屏蔽透射因子; 无遮挡时取 1, 无量纲。

③ 泄漏辐射 (非主射线方向)

$$R^2 = H_L \cdot B / H \dots \dots (4)$$

式中: R : 辐射源靶点至控制区/监督区边界的距离, m;

H_L : 射线源强, 距靶点 1m 处 X 射线管泄露辐射剂量率, X 射线管电压 $> 200\text{kV}$ 时, 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$; X 射线管电压 $= 200\text{kV}$ 时, 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

B : 屏蔽透射因子, 无屏蔽取 1;

H : 控制区/监督区边界辐射周围剂量当量率限值, 分别为 $15\mu\text{Sv/h}$ 和 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

按照边界处剂量率达标限值, 估算主射线方向和非主射线方向控制区和监督区边界的距离, 理论计算结果见表 11-1。

表 11-1 控制区和监督区边界计算结果

方向	控制区边界距离 (m)		监督区边界距离 (m)	
	XXG-2505	XXG-2005	XXG-2505	XXG-2005
主射线方向	112	52	274	127
非主射线方向 (散射方向)	35	28	86	69
非主射线方向 (漏射线方向)	19	13	45	32

企业在开展移动探伤作业前, 结合巡检仪对移动探伤的控制区和监督区边界进行校准修正并记录, 以便更好的保护辐射工作人员和公众的安全。

移动探伤作业期间, 现场辐射安全员注意对控制区和监督区的管理和控制, 可对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等限制射线中的无用射线, 减少散射面积, 减少散射量, 屏蔽漏射线, 降低探伤作业现场周围的辐射水平。另外辐射工作人员现场可以利用建筑墙体遮蔽、堆放工件及铅防护屏等防护手段, 缩小控制区和监督区的范围。

2、人员受照剂量评估与分析

X 射线探伤工作人员作为受照的职业人员, 现场探伤在晚上无公众居留时间开展, 每次曝光时间不长, 每名工作人员受照时间保守估计为 40 小时/年。

探伤监督区范围内没有居民点等敏感目标, 监督区范围外人员作为公众。在对职业人员和公众的受照剂量率进行取值时, 职业人员保守取控制区边界最大值 $15\mu\text{Sv/h}$; 监督区外公众保守取监督区边界最大值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

$$W = D \cdot U \cdot T \cdots \cdots (5)$$

式中: W —年有效剂量, $\mu\text{Sv/a}$;

D — 受照点剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

U — 居留因子, 无量纲;

T — 受照时间, 40h/a 。

开展移动探伤后人员的年受照剂量计算结果：

人员	剂量率 (居留因子)	本项目年受照 剂量	国家标准 (GB18871-2002)	本项目剂量 约束值	是否 满足
职业人员 (监督区)	$\leq 15\mu\text{Sv/h}$ (1)	$\leq 0.6\text{mSv/a}$	20mSv/a	5.0mSv/a	满足
公众 (监督区)	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ (1/16)	$\leq 0.006\text{mSv/a}$	1mSv/a	0.10mSv/a	满足

根据上述理论计算，本项目移动式 X 射线探伤操作人员和周围公众受照的最大年剂量均满足国家标准（GB18871-2002，职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a）中对个人剂量限值的要求，并低于个人剂量约束限值（职业人员 5mSv/a，公众 0.10mSv/a）。

同时需要指出的是，以上针对移动式探伤人员受照剂量的计算属于理论计算，实际上探伤人员在操作时尽量远离控制区边界。公司将为工作人员配备个人剂量计，并定期进行个人剂量的检测，以了解工作人员的实际受照情况。

三、废气环境影响分析

由于探伤作业过程中产生的臭氧较少，采用机械通排风设施排入大气后，经大气稀释自然扩散后，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）相应标准要求，对周围大气环境影响轻微。

四、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。

五、固体废物的环境影响分析

本项目探伤活动洗片过程中产生废胶片，根据环境保护部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名录》（2016版）中的危险废物划分类别，废胶片属于编号为 HW16 的危险废物。

本项目野外（室外）探伤活动预计产生废胶片 50 张/年。废胶片采用专用防水塑料袋统一收集封存，依托暗室内设的专用区域暂存，定期一并送交有回收处理资质的单位进行处置，对环境的影响很小。

六、废水环境影响分析

本项目产生的废水主要是废显（定）影液，清洗胶片产生的洗片废水，以及工作人员产生的生活污水。根据环境保护部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名

录》（2016版）中的危险废物划分类别，废显影液、废定影液属于编号为HW16的危险废物。

1、废定（显）影液

本项目预计产生废显影液、废定影液合计约38kg/a。废显影液、废定影液依托租用暗室内专用收集桶分别收集暂存，定期一并送交有回收处理资质的单位进行处置。

2、洗片废水

本项目洗片废水产生量约0.1m³/a。废水中主要含有少量的AgBr、显影剂及氧化物。洗片废水中的高浓度洗片废水，按废定（显）影液的处置方式处置，依托洗片室内设的专用区域暂存，定期一并送交有回收处理资质的单位进行处置。

3、生活污水

本项目工作人员产生的少量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。

七、关于涉及危险废物的储存管理要求

①洗片池应满足防渗、防腐蚀要求，并大小足够，防止在洗片过程中造成显、定影液的渗漏和洒落；

②应将废显、定影液、高浓度洗片废水分开放置于容器内，且容器上应有醒目持久的“废显影液”标识、“废定影液”或“高浓度洗片废水”标识；

③产生的废显影液、定影液、高浓度洗片废水采用密封桶包装，包装桶的材质为高密度塑料，所装废显、定影液、高浓度洗片废水的液面须距桶盖10cm，桶重量不能超过50kg；

④废胶片可用中强度以上的塑料编制袋进行包装装袋完毕、封口严实、贴上标签；危险废物应有专门的存储间，存储间应设置双人双锁制，钥匙由专门保管，防止人为破坏，且危废间应有防渗、防腐蚀的措施；

⑤危险废物储存间地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造（建筑材料必须与危险废物相容），必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，储存间要有安全照明设施和观察窗口；

⑥应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的1/5。

八、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”。

环评要求：

本项目拟使用的 2 台探伤机在进行报废处理时，将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，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

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，详见表 11-3。

表 11-3 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-4。

表 11-4 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、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：探伤时用较大工况探伤较薄的工件、正常探伤时无工件遮挡和正常探伤时无铅帘及移动铅室防护的情况，本次评价事故分析考虑可能发生的最大辐射事故，即探伤机最大工况（250kV）运行时，无工件遮挡且无防护的情况。此时探伤人员和公众误入或滞留于控制区，造成有关人员被误照射。上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-5。

表 11-5 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线野外探伤机—II类射线装置	X 射线	超剂量照射	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和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

根据分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故。

三、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在野外探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、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、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；

③在野外作业现场应张贴公告，并将公告发给各协助部门。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；

④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，并配备 1 名现场安全员（可以为现场的两名操作人员之

一)。操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑤必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；

⑥每月对使用射线装置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进行更换；

⑦建设单位所有辐射工作人员均须参加四川省环保厅组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书，所有辐射工作人员均须持证上岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

公司应当成立辐射防护与安全的主要机构，其职责如下：

- ①全面负责公司辐射安全管理工作；
- ②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；
- ③负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- ④检查安全环保设施，开展环保监测，对公司使用的射线装置安全防护情况进行年度评估；
- ⑤实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；
- ⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；
- ⑦定期向环保和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

二、辐射工作人员配置

劳动定员：本项目建设单位拟安排 7 名辐射工作人员，本项目 7 名辐射工作人员均定岗定责，不从事其它辐射工作岗位，不存在剂量叠加的问题，此外公司有 1 名具有大专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。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案管理

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。档案资料可分以下十大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“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（室外）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，以及需要记录的其它有关情况。

二、须建立的主要规章制度

根据《四川省核技术利用及放射性物品运输辐射安全监督检查大纲》中提出了关于辐射安全管理规章制度制定的要求并结合本项目的实际情况，本项目须建立的规章制度见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	文件中关于辐射工作场所安全管理要求的内容，需悬挂于公司办公场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	需悬挂于公司办公场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等
5	辐射工作人员岗位职责	需悬挂于辐射工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	/
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/
8	监测仪表使用与校验管理制度	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	/
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	/
11	辐射事故应急预案	预案中“辐射事故应急响应程序”悬挂于辐射工作场所墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/
13	危险废物安全管理制度	包括危险废物的产生、转运、暂存、处置等环节的管理要求

环评要求：公司应当根据表 12-1 中的要求制定辐射安全管理规章制度，公司负责辐射安全管理的部门应当对于各项制度加强检查督促，认真组织实施。悬挂上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

三、其它辐射安全与防护管理要求

(1) 跨市(州)使用放射性同位素和II类以上射线装置的单位,应当于放射性同位素与射线装置转移前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。

(2) 探伤作业时应当配备现场安全员(可以为现场的两名操作人员之一),具备对现场辐射安全负责的权限,主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作,并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤源是否返回装置等工作,发现安全问题应立即停止探伤作业。

(3) 每次探伤作业前,操作人员应严格检查探伤装置的安全性能,并复核。至少每3个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护,发现问题应及时维修,并做好记录。

(4) 安全信息公示牌面积应不小于2平方米,公示信息应采取喷绘(印刷)的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要(具备防水、防风等抵御外界影响的能力),确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌,禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

(5) 开展自我监测,绘制监测布点图,做好相应监测数据记录并存档。发现异常情况的,应当立即采取措施,必要时向当地环境保护行政主管部门报告。

(6) 废显(定)影液(危险废物)暂存场所应防渗漏、防雨水和防倾倒等“三防”措施,存放容器上应有危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位等相关信息。作业中产生的危险废物应建立台账,送交有相应资质的单位处置并有危险废物转移联单。

四、辐射安全许可证发放条件

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位申领辐射安全许可证时,应当具备一些条件,具体要求见表12-2。

表12-2 《辐射安全许可证》发放条件要求

序号	要求	备注
1	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;其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作	须落实
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	须落实

3	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	须落实
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等	拟配置
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案	须落实
6	有完善的辐射事故应急措施	须落实
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	本项目不产生放射性废气、废液、固体废物

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。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

1、年度监测：每年应当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；该辐射环境监测报告将作为单位年度辐射安全评估报告的重要组成部分，一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：每次进行野外探伤前建设单位应制定与作业活动相适应的自我监测方案并认真实施，确定警戒边界，并做好监测记录。自我监测记录应包括以下内容：

- ①作业活动控制区、监督区边界巡测监测记录；
- ②作业活动期间工作位监测记录。

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片，监测周期为1次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。

环评要求：

①辐射作业活动时，辐射工作人员应当正确佩戴个人剂量计，同时还应佩戴个人剂量报警仪；

②建设单位应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。当单个季度个人剂量计超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，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；当全年个人剂量计超过 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；当单年个人剂量计超过 50mSv 时，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。

③个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度检测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

④辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。建设单位应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 周围剂量当量率。

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。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) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本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；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位应当做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据应当及报送、存档备查。

辐射事故应急

公司应当成立辐射安全事故应急管理领导小组，并确定领导小组的组长、副组长人选。为了应对辐射事故和突发事件，公司应当制订辐射事故应急预案，环评要求辐射事故应急预案应当包括下列内容：

①应急机构和职责分工；

②应急人员的组织（包括具体人员的姓名和手机号码）及分工、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

③辐射事故分级与应急响应措施；

④辐射事故调查、报告和处理程序。

预案中要写明确向当地环境保护主管部门青羊区环保局、成都市环保局和四川省环境保护厅报告事故情况的电话号码。

环评要求：公司应当根据以上要求，制订应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：新建 X 射线野外（室外）探伤项目

建设单位：四川检正建筑质量检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：野外探伤地点主要为室外空旷处，不固定，探伤机无探伤任务时存放于公司仓库内。

本次评价内容及规模为：使用 2 台便携式探伤机（1 台定向 XXG2005，1 台定向 XXG2505），均属于 II 类射线装置，2 台探伤机年最大出束时间共计为 40h。

2、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第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相关规定，属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

3、本项目选址合理性分析

本项目野外探伤位于全国范围室外空旷处，经分析评价，项目运营期对环境的影响是可以接受的。

4、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，野外使用 2 台便携式探伤机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

本项目野外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

本项目废胶片采用专用防水塑料袋统一收集封存，并设专门的暂存区域。每年定

期送有资质单位进行处置，不会对周围环境造成二次污染；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，不外排，对周围环境影响较小。

(4) 废水环境影响分析

本项目废显影液、废定影液、洗片废水设专用收集桶分别收集贮存，定期送交有回收处理资质的单位进行处置。工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理，对环境影响很小。

(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、事故风险与防范

建设单位将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。

7、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。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，拟考核合格后，持证上岗；拟制定的管理制度、应急预案和拟采用的环保设施和措施合理可行，可满足防护实际需要，经一一落实后，建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为，项目建设从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

10、项目环保竣工验收检查内容

根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4号）规定：

(1) 建设单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mpe.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

(2) 项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的

建设和调试情况，编制验收监测报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

① 本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

② 对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③ 验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

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四川省环保厅组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训与考核。

3、定期向当地环保部门报送辐射工作人员个人剂量信息。

4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，评估结果报送省环境保护厅、当地环境保护部门或者跨市（州）所在地的环境保护部门，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（网址：<http://rr.mep.gov.cn>）。

5、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

6、探伤机在报废时应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

7、公司在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mep.gov.cn>），对相关信息进行填写。

8、跨市（州）开展野外探伤时，建设单位须向转入地市（州）环境保护主管部门备案。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见

经办人

公章

年 月 日