

核技术利用建设项目  
成都煜侧安检测科技有限公司  
新建野外（室外）X 射线探伤项目  
环境影响报告表  
(公示本)

成都煜侧安检测科技有限公司  
2023 年 11 月  
生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 成都煜侧安检测科技有限公司 新建野外（室外）X 射线探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：成都煜侧安检测科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

# 编制单位和编制人员情况表

项目编号			
建设项目名称	成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X射线探伤项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	成都煜侧安检测科技有限公司		
统一社会信用代码			
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	四川瑞迪森检测技术有限公司		
统一社会信用代码			
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字

## 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 .....	- 14 -
表 8 环境质量和辐射现状 .....	- 18 -
表 9 项目工程分析与源项 .....	- 19 -
表 10 辐射安全与防护 .....	- 25 -
表 11 环境影响分析 .....	- 33 -
表 12 辐射安全管理 .....	- 46 -
表 13 结论与建议 .....	- 52 -

**表1 项目基本情况**

建设项目名称	成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X射线探伤项目				
建设单位	成都煜侧安检测科技有限公司				
法人代表	段虎	联系人	*	联系电话	*
注册地址	四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号				
项目建设地点	办公地点位于四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号办公楼 3 层；探伤地点位于客户指定的野外（室外）场地，不固定；X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司内的专用 X 射线探伤机设备间				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	*	项目环保总投资（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 type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

## 项目概述

### 一、建设单位简介

成都煜侧安检测科技有限公司（统一社会信用代码：91510112MA6CWARC0D，以下简称“公司”）成立于 2019 年 10 月，是具有独立法人资格的第三方检验检测机构。公司是专业从事电力电网、桥梁、市政、钢结构、军工、化工、石油石化、加气站等工程的金属、结构、材料的检测服务的机构。可提供来样检测、施工现场检测、驻厂检测服务。

## 二、任务由来

近年来，随着各行业对 X 射线无损检测需求的增加，成都煜侧安检测科技有限公司的业务发展需求也在同步上升，为拓展业务范围，满足客户需求以及弥补超声波探伤法及其他检测方法的不足，成都煜侧安检测科技有限公司拟新增 X 射线探伤类检测委托业务，为客户提供探伤检测技术服务。

成都煜侧安检测科技有限公司拟新增使用 1 台 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机、4 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机及 1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（均属于 II 类射线装置）用于开展客户委托的野外（室外）X 射线探伤业务，上述 6 台 X 射线探伤机主要用于客户委托的油气运输管道及压力容器等工件结构的焊缝检测，常用工件材质为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，管道工件直径范围约为 20mm~1500mm，工件厚度约为 1mm~40mm，探伤作业场所均为新建施工现场或已建成现场。

## 三、编制目的

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，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防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目建设进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“第 172 条核技术利用建设项目”中“生产、使用 II 类射线装置的”应编制环境影响报告表。并根据《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号文），本项目应报四川省生态环境厅审查批准，并在取得环评批复后及时办理辐射安全许可证。

为此，成都煜侧安检测科技有限公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书详见附件 1）。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

**成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X 射线探伤项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：**

- 1、对新建野外（室外）X 射线探伤项目施工期和运行期的环境影响进行评价分析。
- 2、提出污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。
- 3、满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

#### 四、项目概况

**项目名称：**成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X 射线探伤项目

**建设单位：**成都煜侧安检测科技有限公司

**建设性质：**新建

**建设地点：**探伤地点位于客户指定的野外（室外）现场，不固定；X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司专用设备间内。

#### 1、建设内容与规模：

成都煜侧安检测科技有限公司拟在客户委托的野外（室外）施工现场使用 6 台 X 射线探伤机进行油气运输管道及压力容器等工件结构的焊缝检测，其中包含 1 台 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、4 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA），均属于Ⅱ类射线装置。本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，单台设备年最大出束时间约为 83.3h，6 台设备年总出束时间约 500h，X 射线探伤机无固定主射方向。

成都煜侧安检测科技有限公司办公区位于四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号，其办公区为租用华气厚普科技园已有场所建立（租赁协议详见附件 2）。本项目 X 射线探伤机均涉及洗片操作，故公司拟将办公区东侧 2 间空置房间改建为 1 间设备间（面积约 10m<sup>2</sup>）用于 X 射线探伤机的储存，1 间洗片暗室（面积约 10m<sup>2</sup>）及 1 间评片室（面积约 10m<sup>2</sup>）用于洗片及评片作业。由于洗片作业过程中会产生废胶片、显/定影液等危险废物及洗片废水，故本次拟于洗片室内设置一处危险废物暂存点（面积约 2m<sup>2</sup>），项目产生的危险废物及洗片废水均暂存至危险废物暂存点的专用收集桶及暂存箱。

在实施探伤过程中，公司承诺不在同一工作场所同时使用 2 台及以上探伤机进行探伤作业。本次拟申请辐射项目内容见表 1-1。

表 1-1 新建野外（室外）X 射线探伤项目情况一览表

序号	射线装置名称及型号	数量(台)	技术参数	类别	工作场所	使用情况	环评情况及审批时间
1	XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机	1	200kV /5mA	II	客户委托野外（室外）探伤作业现场	新增	本次环评
2	XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机	4	250kV /5mA	II			
3	XXG-3505 型定向 X 射线探伤机	1	350kV /5mA	II			

## 2、项目组成及主要环境问题

本项目组成内容及主要的环境问题见表 1-2。

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	射线装置	成都煜侧安检测科技有限公司拟在野外（室外）使用 6 台 X 射线探伤机提供探伤检测服务，其中 1 台 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、4 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA），均属于 II 类射线装置。本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，单台设备年最大出束时间约为 83.3h，6 台设备年总出束时间约 500h。	/	X 射线、臭氧、氮氧化物、噪声、废显影液、废定影液、废胶片、洗片废水等
	探伤地点	探伤地点为全国各地，不固定。		/
	设备存放	X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于公司 X 射线探伤机专用设备间（面积约 10m <sup>2</sup> ）。		/
环保工程	本项目危险废物暂存点设置于洗片室内，面积约 2m <sup>2</sup> ，危险废物暂存点拟配备 3 个收集桶（每个容积约 40L），用于收集废显影液、废定影液及洗片废水等，拟配备 1 个废胶片暂存箱用于废胶片的暂存。相关危险废物均交由有资质单位回收、转运、处置。		施工噪声、施工废渣、施工废水等	废显影液、废定影液、废胶片、洗片废水等
辅助工程	本项目公司拟改建 1 间洗片室（面积约 10m <sup>2</sup> ）及 1 间评片室（面积约 10m <sup>2</sup> ）分别用于洗片及评片作业，并在洗片室内新建一处危险废物暂存点用于危险废物及洗片废水的暂存。			
公用工程	配电、供电和通讯系统等		/	/
办公生活设施	野外（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

### 3、项目依托设施

①依托办公设施：工作人员办公室依托公司既有办公室，不涉及新建。

②依托环保设施：本项目工作人员在公司内产生的生活污水依托已有污水处理设施处理。本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾集中分类暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

本项目工作人员野外（室外）探伤现场产生的生活污水和生活垃圾均依托野外（室外）探伤现场工程区已有的环保设施进行处理。

本项目产生的废胶片、废显影液、废定影液及洗片废水等均由建设单位集中收集暂存至洗片室内的危险废物暂存点，其中废胶片、废显影液及废定影液等危险废物均交由有危废处理资质的单位处理，洗片废水集中收集后交由有资质的单位定期处理。

### 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	主要化学成分
主（辅）料	显影液	*	外购	米吐尔、无水亚硫酸钠等
	定影液	*		硫代硫酸钠、无水亚硫酸钠等
	胶片	*		AgBr 感光药膜
能源	电	*	探伤场地电网	/
水	洗片用水及生活用水	/	探伤场地用水管网	H <sub>2</sub> O

### 5、工作制度及人员配置

**工作制度：**本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，实行 8 小时工作制；辐射工作人员最大年受照时间与 X 射线探伤设备实际年出束时间一致。

**工作人员：**本项目拟新增配备辐射工作人员 4 人，共分为 2 组，每组 2 人，各组辐射工作人员不交叉，每组 2 名辐射工作人员均为操作人员，其中 1 名操作人员同时兼任现场安全员。本项目辐射工作人员均为新增人员，成都煜侧安检测科技有限公司可根据今后开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制，在持续引进技术熟练的操作人员的同时，建设单位应做好辐射工作人员管理工作。

本项目辐射工作人员的配备满足《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“探伤作业时至少有 2 名操作人员在场，探伤作业时应配备现场安全员（可以为现场

的两名操作人员之一）”的要求及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员”的要求。

根据《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）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。成都煜侧安检测科技有限公司应组织本项目新增辐射工作人员在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核。

## 五、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）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”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

## 六、实践的正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类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。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。

由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求，并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。本项目产生的社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术利用项目符合实践正当性要求。

## 七、项目周边保护目标以及场址选址情况

本项目探伤地点位于客户指定的野外（室外）现场，不固定，大部分为野外（室外）周围人口稀少的地方，本项目保护目标主要为控制区外监督区内的辐射工作人员及监督区外评价范围内的邻近公众。X 射线探伤机在野外（室外）作业时，将采取有效屏蔽，且将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征及周围设施防护。建设单位将通过清场、张贴公告、拉警戒线及调整探伤作业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，禁止其他人员出入。本项目产生的辐射影响通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，对周围环境的辐射影响是可以接受的。

成都煜侧安检测科技有限公司办公区位于四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号（地理位置示意图见附图 1），X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司专用设备间内，该设备间位于公司办公区东侧，为确保 X 射线探伤机和环境保护目标的安全，建设单位拟采取相应防盗防破坏措施以保证设备安全。本项目 X 射线探伤机不会在设备间及公司内其他区域进行调试和使用，该设备间只用作仓储，X 射线探伤机暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该 X 射线探伤机设备间无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。

## 八、项目单位核技术应用现状

成都煜侧安检测科技有限公司目前无 X 射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务，此次系首次开展核技术利用项目。因此，成都煜侧安检测科技有限公司须完善本项目的环评及相关手续后，及时向发证机关申请辐射安全许可证。

**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》（GB18871-2002）。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器: 包括医用、工农业、科研、教学等各种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 射线探伤机	II	1	XXG-2005D (定向型)	200	5	无损检测	探伤地点位于客户指定的野外 (室外) 现场, 不固定		本次环评
2	X 射线探伤机	II	4	XXG-2505D (定向型)	250	5				
3	X 射线探伤机	II	1	XXG-3505 (定向型)	350	5				

(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）

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，臭氧在常温下50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小
显影/定影废液	液态	/	/	/	*	/	暂存于危险废物暂存点	交由有危废处理资质的单位回收、处置
废胶片	固态	/	/	/	*	/		
洗片废水	液态	/	/	/	*	/		委托有资质的单位处理

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/m<sup>3</sup>；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/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》，1989年12月26日发布施行；2014年4月24日修订，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年修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022年6月5日起实施；</p> <p>(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，2005年12月1日起施行；2019年修正，国务院令709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，2016年6月1日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021年修改，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第15号公布，2021年1月1日起施行；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》，生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改，国家发展和改革委员会2021年令第49号）2021年12月30日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(15) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行。</p>
------	--

技术 标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《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>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014/)及其第1号修改单；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；</p> <p>(10) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)；</p> <p>(11) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ2025-2012)；</p> <p>(12) 《环境保护图形标志 固体废物贮存(处置)场》(GB 15562.2-1995)(2023年修改单)。</p>
其他	<p>(1) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局,环发(2006)145号,2006年9月26日起施行;</p> <p>(2) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函(2016)430号),2016年3月7日起施行;</p> <p>(3) 《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》,四川省生态环境厅,2023年第7号文,2023年实施;</p> <p>(4) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部,公告2019年第39号,2019年11月1日起启用。</p> <p>(5) 《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>(6) 《生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告》,生态环境部,公告2021年第9号,2021年3月15日起施行。</p> <p>(7) 生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序;</p> <p>(8) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大</p>

- 纲（2016）》的通知，川环函（2016）1400号；
- （9）《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）；
- （10）工程设计图纸及相关技术资料。
- （11）《辐射防护导论》（原子能出版社，1988）；
- （12）《医用外照射源的辐射防护—国际放射防护委员会第33号出版物》；
- （13）建设单位提供的相关资料。

## 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》(HJ 10.1-2016)中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：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（无实体边界项目视情况而定，应不低于 100m 范围）”，并结合本项目特点及表 11 估算结果（主射线水平朝向四周，有铅屏（板）屏蔽时监督区边界距离最大为 99m），确定本项目评价范围为以 X 射线探伤机作业点为中心的 150m 范围区域。

### 保护目标

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)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)》(川环办发〔2016〕149 号)中相关要求，本项目在进行野外（室外）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。

本项目的探伤地点主要为野外（室外），大部分为周围人口稀少的地方，控制区外监督区内的辐射工作人员及监督区外评价范围内的公众均应划定为环境保护目标；当探伤工作区域有敏感目标的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。

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/a)
职业人员	非主射方向	控制区外，监督区内	6	5
公众	不定	监督区外，评价范围内	不定（监督区外评价范围内的公众）	0.1

### 评价标准

#### 一、执行标准

本项目执行标准如下：

##### 1、环境质量标准

- (1) 地表水：执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中相应标准；
- (2) 大气环境：执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应标准；

(3) 声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准。

## 2、污染物排放标准

(1) 废水：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中相应标准。

(2) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的排放限值。

(3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中相应标准，营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中相应标准。

(4) 固废：一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中相应标准；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中相应标准。

(5) 辐射：执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关规定。

## 3、其他标准按照国家有关规定执行。

## 二、辐射环境评价标准

### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值（摘录部分）

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，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
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、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

引自“7 移动式探伤的放射防护要求”中“7.2 分区设置”内容，如下：

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

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

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

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

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式  $X-\gamma$  剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

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

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

7.2.10 探伤机控制台（ $X$  射线发生器控制面板或  $\gamma$  射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

## 三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

### 1、年有效剂量约束值

**(1) 职业照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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） $20\text{mSv}$ 。本项目辐射工作人员评价标准按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即  $5\text{mSv/a}$ ）作为职业人员的年剂量约束值。

**(2) 公众照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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  $1\text{mSv}$ 。本项目环评按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10（即  $0.1\text{mSv/a}$ ）作为公众的年剂量约束值。

### 2、工作场所剂量率控制水平

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)》（川环办发〔2016〕

149 号) 及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 等相关要求, 确定本项目控制区边界外周围剂量当量率应不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ; 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  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

**一、项目地理和场所位置**

成都煜侧安检测科技有限公司办公区位于四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号（地理位置示意图见附图 1），其办公区为租用华气厚普科技园已有场所建立。

本项目 X 射线探伤机均涉及洗片操作，故公司拟将办公区东侧 2 间空置房间改建为 1 间设备间（面积约  $10m^2$ ）用于 X 射线探伤机的储存，1 间洗片暗室（面积约  $10m^2$ ）及 1 间评片室（面积约  $10m^2$ ）用于洗片及评片作业。由于洗片作业过程中会产生废胶片、显/定影液等危险废物及洗片废水，故本次拟于洗片室内设置一处危险废物暂存点（面积约  $2m^2$ ），项目产生的危险废物及洗片废水均暂存至危险废物暂存点的专用收集桶及暂存箱。本项目 X 射线探伤机设备间及洗片暗室（含危险废物暂存）平面布局示意图见附图 3。

**二、辐射环境现状评价**

本项目为野外（室外）X 射线探伤项目，使用II类射线装置，在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。因本项目工程区域不确定，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

成都煜侧安检测科技有限公司 X 射线探伤机专用设备间、洗片暗室（含危险废物暂存）及评片室均为已有空置房间改造，故施工期将会产生扬尘、噪声、固体废物以及施工人员的生活垃圾和生活污水等，施工期间通过合理安排施工时间，采用低噪设备、固废集中堆放及时清理、废水依托已有环保设施处理、加强施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消失。

本项目野外（室外）探伤作业不存在施工期的环境影响。

### 二、营运期工艺分析

#### （一）工程设备

成都煜侧安检测科技有限公司拟在野外（室外）使用 6 台定向型 X 射线探伤机开展探伤作业，均属于II类射线装置，本项目拟配备的 X 射线探伤机设备技术参数见表 9-1。

**表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要设备技术参数**

项目	技术参数 <sup>*</sup>		
型号	XXG-2005D	XXG-2505D	XXG-3505
最大管电压	200kV	250kV	350kV
最大管电流	5mA	5mA	5mA
数量（台）			
类别			
投射类型			
辐射角度			
主束方向			
发射率常数			
每次拍片最长 曝光时间			
年最大拍片			
年最大曝光时 间			
工作场所			
洗片方式			
延时时间			

## （二）工作原理

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会发生轫致辐射，产生低于入射电子能量的特征 X 射线，X 射线产生原理见图 9-1。

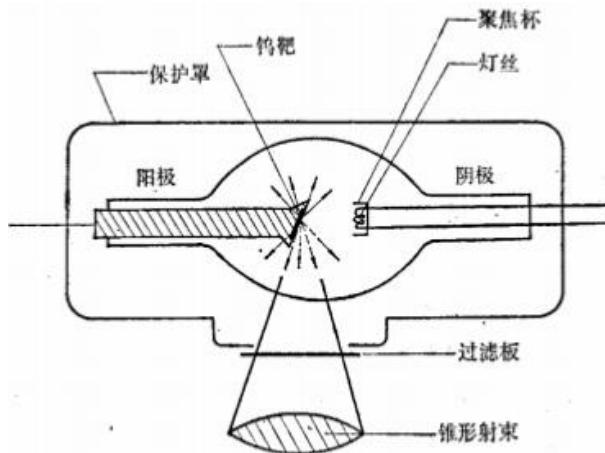


图 9-1 X 射线产生原理示意图

本项目探伤作业前一般将探伤机安装于距离被检工件 0.5m~1m 位置处，再把胶片紧贴在被检工件背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷。

## （三）设备组成

本项目拟新增使用 6 台 X 射线探伤机，型号分别为 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机、XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机及 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（均属 II 类射线装置）。

X 射线探伤机设备主要由以下各部分组成：X 射线发生器、控制器及与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆等。

## （三）工作流程

本项目 X 射线野外（室外）探伤工作流程如下：

本项目 X 射线野外（室外）探伤工作流程如下：

(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、控制区及监督区范围、监测方案及清场方式等内容, 应明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工等。

(2) 设备出库: 根据设备出入库管理制度, 工作人员持任务单, 打开库房, 在出入库台账上登记, 经过库房管理员确认后, 领取设备。

(3) 运输: 采用专用车辆运输设备至探伤地点, 确保运输过程中设备的安全。

(4) 现场准备: 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、辐射安全负责人及其联系方式、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书、生态环境部门监督举报电话、探伤作业的性质、时间、地点、控制监督区范围及辐射事故报警电话等信息进行公示, 接受公众监督。

②对探伤现场进行清场, 同时对工作场所进行分区管理, 在控制区边界设置警戒线及“禁止进入射线探伤区”的警示牌, 在监督区边界上设警戒线、“无关人员禁止入内”及“当心电离辐射”等警示标识及警示牌。

③安排 1 名以上专职人员负责辐射安全管理。安排专人巡查, 确保探伤作业期间无人员误入作业区。探伤装置进行探伤作业时需配备 2 名操作人员同时在场, 每名操作人员均佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪, 按照探伤现场实际需求穿戴好相应的防护服。

(5) 准备工作完成后, 再次对探伤现场进行清场, 由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查, 清除控制区和监督区范围内的非探伤工作人员, 确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。确保探伤作业前的各项准备工作完成后, 即可开启设备电源。

(6) 辐射工作人员远距离操作探伤机进行试曝光, 辐射工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪, 并携带 X- $\gamma$  辐射巡测仪对控制区及监督区边界进行巡测, 一旦发现辐射水平异常、分区不合理, 应立即停止射线出束, 调整控制区及监督区边界, 并调整安全警戒措施设置位置。在确保各种辐射安全措施到位后, 辐射工作人员撤离至控制区外的区域对设备进行远程操作, 开始探伤检测。

(8) 达到预定照射时间和曝光量后, 关闭机器, 辐射工作人员佩戴个人剂量计、

个人剂量报警仪，并携带 X- $\gamma$  辐射巡测仪进入控制区，收回 X 射线探伤机，解除警戒并离场。

(9) X 射线探伤机在野外（室外）探伤完毕后，需及时送回检验所设备室内进行保管，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备入库。在野外（室外）探伤任务期间，未进行探伤时，X 射线探伤机由专人进行保管。

#### （四）产污环节及污染因子

本项目 X 射线探伤机主要环境影响因素为探伤机在进行探伤时产生的 X 射线、臭氧及氮氧化物。X 射线探伤机在未通电开机时不产生 X 射线，建设单位在其设备间及办公地点区域内不使用、不调试射线装置，因此公司设备间及办公区域内的工作人员及周围的公众不会受到辐射影响。本项目洗片过程中会产生废胶片、废显影液、废定影液等危险废物及洗片废水。

#### （五）探伤工件及探伤工况分析

##### 1、探伤工件

本项目为野外（室外）探伤，本项目 X 射线探伤机主要用于油气管道及压力容器等工件结构的焊缝检测，常用工件材质为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，管道工件直径范围约为 20mm~1500mm，工件厚度约为 1mm~40mm，探伤作业场所均为新建施工现场及已建场所。

本项目在检测新建的管道或压力容器时，由于未进行油、气、水的输送或存储，因此不存在油气泄漏、残留的风险；在管道和压力容器定期检测过程中，若为输送或存储易燃易爆介质的压力管道或压力容器，检测前将使用盲板隔离被检测设备，并且对被检测设备进行放空、置换，确定被检测设备安全后再进行检测。

本项目拟配备 6 台定向型 X 射线探伤机开展探伤作业，其中包含 1 台 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、4 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA），均属于Ⅱ类射线装置。

本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，根据探伤对象的不同，本项目 X 射线探伤机单次拍片最长曝光时间最大不超过 5min，单台设备年最大出束时间约为 83.3h，6 台设备年总出束时间约 500h。本项目辐射工作人员共分为 2 组，故单名辐射工作人员最大年受照时间约为 250h。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大管电压和管电流。

## 污染源项描述

### 一、施工期污染源

成都煜侧安检测科技有限公司 X 射线探伤机专用设备间、洗片暗室（含危险废物暂存）及评片室涉及改造施工，故施工期将会产生扬尘、噪声、固体废物以及施工人员的生活垃圾和生活污水等。

### 二、营运期污染源

#### 1、电离辐射

X 射线探伤设备开机工作时，将产生 X 射线，不开机状态不产生辐射。由 X 射线机工作原理可知，系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射，因此设备在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。本项目 X 射线探伤设备技术参数详见表 9-1。

#### 2、废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

#### 3、废水

本项目工作人员产生的生活污水。本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，洗片废水拟集中收集暂存至洗片室的危险废物暂存点，并交由有资质单位处置。

#### 4、噪声

本项目野外（室外）探伤工作时，控制区及监督区将开启声光警报器进行报警，因此会产生一定的噪声。

#### 5、固体废物

本项目工作人员会产生少量办公垃圾及生活垃圾。

#### 6、危险废物

本项目在洗片过程中将产生废显影液、废显影液及废胶片等危险废物，废显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；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国《国家危险废物名录》（生态环境部，自 2021 年 1 月 1 日起施行）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物，其危废编号为 HW16（900-019-16）。

本项目产生的废定影液、废显影液均统一使用专用容器收集并暂存于危废暂存场所（本项目洗片室）设置的专用收集桶内，建设单位拟委托有危险废物处置资质单位对其进行回收、处置。本项目进行探伤作业产生的废胶片将统一收集并暂存于危废暂存场所（内设置的暂存箱和储存设施中，建设单位拟委托有危险废物处置资质的单位对其进行回收、处置。

## 7、射线装置退役及报废

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求，当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序，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。

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”。本项目使用的射线装置在进行报废处置时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**一、平面布局合理性分析**

本项目 X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司 X 射线探伤机专用设备间内，该设备间内拟设置视频监控系统，钥匙由专门的工作人员进行保管。在野外（室外）探伤任务期间，未进行探伤时，X 射线探伤机由专人进行保管。

本项目野外（室外）探伤作业现场主要根据探伤现场的外环境进行布置，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和被探伤工件，无任何人员居留，辐射工作人员在监督区探伤机非主束方向，整个监督区将进行清场，无任何非辐射工作人员居留。野外（室外）探伤作业现场通过采取距离控制、铅屏（板）屏蔽以及其他管控措施后对周围辐射环境影响较小，其平面布置不与施工场地布局相冲突，平面布置是合理的。

**二、工作区域两区管理**

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，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区控制区。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《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）等相关规定：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。控制区边界外周围剂量当量率应低于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，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，监督区边界外周围剂量当量率应低于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，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。

建设单位应在确保安全的原则下，因地制宜的对野外（室外）探伤工作场所划定控制区和监督区，实行“两区”管理制度，并设置警戒线，切实做好清场等工作。本项目控制区和监督区划分如下。

表 10-1 本项目野外（室外）探伤“两区”划分与管理

野外（室外）探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的区域，可根据当地实际情况设置控制区	周围剂量当量率在 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h} \sim 15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 之间的区域，根据野外（室外）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（或禁止进入射线工作区）”警示标志，探伤期间专人在边界巡逻、看守，禁止公众人员入内	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，限制公众人员入内

本项目控制区和监督区划分示意图如图 10-1~图 10-6 所示。

\*\*\*\*

图 10-1 本项目 XXG-2005D 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*\*

图 10-2 本项目 XXG-2005D 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

\*\*\*\*

图 10-3 本项目 XXG-2505D 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*\*

图 10-4 本项目 XXG-2505D 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

\*\*\*\*

图 10-5 本项目 XXG-3505 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*\*

图 10-6 本项目 XXG-3505 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

### 三、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，X 射线探伤机固有安全性如下：

（1）开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。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）训机：设备停止工作一定时数以上，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）延时启动：为了便于操作人员撤离现场免受射线辐射，设备设置有延时启动曝光的功能，系统将根据用户设定的延时时间自动延时启动曝光，延时时间设定范围为 0~3 分钟。

（4）当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发

生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

(5) 当曝光时间已到，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。

(6) 过电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

(7) 过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

### 三、辐射安全和防护措施

根据《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）及《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）等相关规定，为确保射线装置安全，避免在进行野外（室外）X射线探伤期间人员误留或误入控制区或监督区而发生误照射事故，建设单位在开展野外（室外）X射线探伤工作时拟采取以下辐射安全和防护措施：

#### 1、制定野外（室外）探伤工作方案

接受现场探伤任务后，在野外（室外）探伤作业前，按项目应制定现场探伤工作方案，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。

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

### 3、内部管理机构和规章制度

根据野外（室外）探伤作业辐射环境安全内部管理机构和规章制度，逐级落实野外（室外）探伤作业的辐射安全责任制。要制定有针对性的辐射事故应急预案，并明确项目所在地生态环境部门、公安部门及卫生健康部门联系方式。每次野外（室外）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。

### 4、探伤分组及个人防护

接受现场探伤任务后，在野外（室外）探伤作业前，按项目应制定野外（室外）探伤工作方案，该工作方案应明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。

探伤作业时，应确保开展现场探伤工作的每台探伤装置至少配备2名辐射工作人员和1台X- $\gamma$ 辐射巡检仪、若干警示标志及警戒绳，探伤作业时应配备现场安全员。每名辐射工作人员均应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并保证个人剂量报警仪和X- $\gamma$ 辐射巡检仪一直处于开机状态。

### 5、射线探伤装置管理

本项目X射线探伤机无探伤检测任务时存放于资阳市特种设备监督检验所设备室内，为确保X射线探伤机和保护目标的安全，建设单位拟采取相应防盗防破坏措施以保证设备安全。X射线探伤机在野外（室外）探伤完毕后，需及时送回检验所内设备室内进行保管。在野外（室外）探伤任务期间，未进行探伤时，X射线探伤机由专人进行保管。

### 6、探伤时辐射防护工作

**（1）探伤准备：**每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置、个人剂量计、个人剂量报警仪及X- $\gamma$ 辐射巡测仪的安全性能，并复核，严禁使用存在安全隐患或故障的装置

**（2）探伤操作：**操作人员位于非主射方向通过无线控制系统控制出束，出束时操作人员位于控制区外，控制区边界的辐射工作人员需穿戴铅防护服。

**（3）探伤结束后：**X射线探伤机在野外（室外）探伤完毕后，需及时送回检验所设备室内进行保管。在野外（室外）探伤任务期间，未进行探伤时，由专人对探伤机进行保管。

### 7、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，且该装置设置有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少主射束辐射范围。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，以减少不必要的照射。

## 8、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。

## 四、辐射工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全和危险废物暂存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3。

表 10-3 本项目安防措施一览表

场所名称	措施类别	对应措施
X 射线探伤机设备间	防盗和防破坏	
	防射线泄漏	
危废暂存场所	防盗和防破坏	
	防渗漏、防雨水和防倾倒	
	管理要求	

## 五、辐射安全防护设施对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》《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）及《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）等相关要求，将本项目的辐射安全防护设施进行对照分析，详见表 10-4 及表 10-5。

建设单位须将按照法律法规要求制定一系列辐射安全管理制度，在实际工作中认真执行，加强企业自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的法律法规学习，培植单位的核安全文化，防止事故发生；应安排辐射工作人员进行岗前学习及考核，持证上岗，并进行个人剂量监测及个人职业健康体检；应配备相应的辐射安全防护设施设备；应按照规定要求开展自我监测，做好相应监测数据记录并存档等，公司在落实上述各项承诺事项后，本项目野外（室外）X射线探伤的辐射安全措施将满足《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）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关辐射安全要求。

## 七、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目辐射安全防护和环保设施（措施）投资见表 10-5。

表 10-5 项目辐射安全防护与环保设施（措施）投资一览表

类别	环保设施		投资金额（万元）
洗片、评片及射线装置贮存			
野外 (室外) 探伤	防护设备		
	监测仪器		
	安全装置		
危险废物处理			
其他	设备维护		
	人员培训		
	应急		

今后在实践中，建设单位应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

## 三废的治理

### 一、施工期

#### 1、废水处理措施

施工期废水主要为建筑施工产生的生产废水及施工人员生活污水，均依托厂区已有环保设施处理。

#### 2、废气处理措施

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时产生的废气和装修材料中释放的废气。在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气一段时间后才能投入使用。

#### 3、噪声处理措施

项目施工期拟采取降噪措施如下：①合理安排施工时间，夜间禁止施工；②选用低噪施工设备；③运输车辆必须限速、严禁鸣笛。

#### 4、固体废物处理措施

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及废包装材料。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放处置。

#### 5、扬尘处理措施

本项目施工期短，拟采取扬尘治理措施包括：①安排人员在干燥天气洒水降尘；②及时清运施工场地建筑废渣，避免二次起尘；③对施工车辆进出口路面进行清扫。

### 二、营运期

#### 1、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，产生的臭氧气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

#### 2、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，对周围环境影响较小。

本项目在洗片过程中会产生洗片废水，洗片废水均集中收集暂存至洗片室内的危险废物暂存点，并拟委托有资质的单位定期处理，对周围环境影响较小。

### **3、噪声**

探伤工作时，控制区及监督区将开启声光警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围环境影响较小。

### **4、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，对周围环境影响较小。

### **5、危险废物**

由于本项目探伤地点为全国各地，范围不固定，若探伤区域位于成都市内，则由建设单位自行洗片，产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物由建设单位集中收集暂存至洗片室内的危险废物暂存点，并交由有危废处理资质的单位处理，对周围环境影响较小。若探伤区域距离成都市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，该探伤检测公司需与有资质单位签订危险废物处置协议，项目产生的危险废物及洗片废水由该单位进行集中收集，并交由有资质的单位进行处置，对周围环境影响较小。

### **6、射线装置转移及报废**

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求，当工业探伤设施不再使用时，应实施退役程序，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。

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”。本项目使用的射线装置在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。

**表 11 环境影响分析**

<p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p>成都煜侧安检测科技有限公司 X 射线探伤机专用设备间、洗片暗室（含危险废物暂存）及评片室涉及改造施工。由于施工期短，施工量小，施工期间通过合理安排施工时间，采用低噪设备、固废集中堆放及时清理、废水处理回用、加强施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消失。</p> <p>本项目野外（室外）探伤作业不存在施工期的环境影响。</p>
<p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>一、辐射环境影响分析</b></p> <p>本项目拟在野外（室外）使用 6 台 X 射线探伤机进行客户委托现场野外（室外） X 射线探伤，其中包含 1 台 XXG-2005D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 200kV，最大管电流 5mA）、4 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 250kV，最大管电流 5mA）及 1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机（最大管电压 350kV，最大管电流 5mA），均属于Ⅱ类射线装置。本项目探伤对象主要为油气管道及压力容器等工件结构，工件材质主要为钢（铁）、铜、铝等金属或其他非金属材料，工件厚度约为 1mm~40mm。</p> <p><b>（一）控制区和监督区的划分</b></p> <p>本项目探伤机在探伤过程中，无固定主射方向，主要为竖直向上、水平朝向四周或竖直向下，探伤作业时操作人员均位于非主射方向，并根据探伤场所的地理条件及使用的 X 射线探伤机型号，选用相应参数的铅屏（板）对主射方向及非主射方向进行遮挡防护。</p> <p>本项目主射方向主要受到主射线的影响，非主射方向主要受到漏射线、散射线和天空反散射的影响，其中主射方向主射线的影响最大，天空反散射的影响极小，因此，本次预测仅考虑主射线、散射线和漏射线的影响。</p> <p>本项目探伤机射线能量可根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），利用 X-<math>\gamma</math> 辐射巡检仪将作业场所中周围剂量当量率大于 <math>15\mu\text{Sv}/\text{h}</math> 的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；将控制区</p>

边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围划为监督区，严禁公众成员进入该区域。

## （二）控制区和监督区理论计算

根据本项目配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤材料的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

本次预测按照各型号 X 射线探伤机最大管电压及管电流的典型工况进行保守预测，探伤机无固定主射方向，保守以主射方向竖直向下、竖直向上或水平朝向四周 3 种典型工况进行估算。本项目 X 射线探伤机参数见表 9-1。

本项目探伤工件厚度约为 1mm~40mm，在实际探伤过程中，建设单位根据不同的工件厚度选择使用不同型号的探伤机，同时操作人员将根据工件厚度设置不同的工作管电压及管电流，工件厚度较小，选择的设备（或设置的探伤工况）管电压及管电流也随之较小。

本项目保守按照各设备最大管电压，最大管电流进行理论预测，XXG-2005D 型 X 射线探伤机在满功率运行的情况下保守考虑 10mm 厚钢工件的屏蔽作用，XXG-2505D 型 X 射线探伤机在满功率运行的情况下保守考虑 20mm 厚钢工件的屏蔽作用，XXG-3505 型 X 射线探伤机在满功率运行的情况下保守考虑 40mm 厚钢工件的屏蔽作用进行估算。

### 1、有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编，P69，式 3.1），在距离靶  $r$  (m) 处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$D_1 = I\delta_X/r^2 \cdots \cdots \text{ (公式 11-1)}$$

$$D_2 = B \times D_1 \cdots \cdots \text{ (公式 11-2)}$$

公式中：

$D_1$ —未经工件屏蔽前空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；由于在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量数值上几乎相等，因此可用公式 11-1 计算出相应的周围剂量当量率；

$D_2$ —经工件屏蔽后空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

$I$ —管电流，mA；本项目取各型号探伤机最大管电流 5mA；

$\delta_X$ —发射率常数， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\text{mA}^{-1}\text{min}^{-1}$ ；取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中值；

$r$ —参考点距焦点的距离, m;

$B$ —透射因子, 本项目保守取不同厚度铅屏(板)按照下式计算:

$$B = 10^{-(X)/TVL} \dots \dots \text{ (公式 11-3)}$$

$X$ —屏蔽体厚度 (mm);

$TVL$ —屏蔽物质什值层厚度, 本项目选取 GBZ/T 250-2014 表 B.2 中值。

本项目各型号 X 射线探伤机探伤作业时, 其不同距离主射方向周围剂量当量率计算结果如下:

表 11-2 本项目 X 射线探伤机不同距离主射方向周围剂量当量率计算表 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )

距 射 线 靶 的 距 离(m)	XXG-2005D 型		XXG-2505D 型		XXG-3505 型	
	无铅屏遮挡	有 4mmPb 铅屏遮挡	无铅屏遮挡	有 5mmPb 铅 屏遮挡	无铅屏遮挡	12mmPb 铅 屏遮挡
15						
32						
36						
41						
79						
99						
234						
293						
393						
573						
718						
963						

## 2、漏射线(非主射方向外)

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中相关要求, X 射线探伤机在

额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 11-3 要求。

表 11-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

将相关参数代入公式 11-4, 由此可以估算出不同距离漏射线的剂量率:

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots \dots \text{ (公式 11-4)}$$

式中:  $B$ —透射因子;

$\dot{H}$ —预测点剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ;

$R$ —靶点至关注点的距离,  $\text{m}$ ;

$H_L$ —距靶点 1m 处泄露辐射剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

### 3、散射线 (非主射方向外)

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014), 非主射方向上的散射辐射剂量率可根据下式计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots \dots \text{ (公式 11-5)}$$

式中:  $I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 本项目保守取最大管电流 1mA;

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

$B$ —屏蔽透射因子;

$R_0$ —辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 ( $\text{m}$ );

$R_s$ —散射体至关注点的距离, 单位为米 ( $\text{m}$ );

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积, 单位为平方米 ( $\text{m}^2$ ); 按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  计算, 式 (11-5) 中的  $(\frac{R_0}{F \cdot \alpha})^2$  因子保守取值为 50 (200~400 kV);

$\alpha$ —散射因子, 入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的  $\alpha$  值时, 可以水的  $\alpha$  值保守估计, 见附录 B 表 B.4。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 2, X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值见表 11-4。

表 11-4 X 射线 90° 散射辐射最高能量对应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤400	250

本项目各型号 X 射线探伤机探伤作业时, 其不同距离非主射方向周围剂量当量率计算结果如下:

表 11-5 XXG-2005D 型探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表 (μSv/h)

距 射 线 靶 的 距 离 (m)	无铅屏 (板) 遮挡			有铅屏 (板) 遮挡 (2mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
11						
25						
108						
265						

注: 非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

表 11-6 XXG-2505D 型探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表 (μSv/h)

距 射 线 靶 的 距 离 (m)	无铅屏 (板) 遮挡			有铅屏 (板) 遮挡 (2mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
18						
44						
84						
205						

注: 非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

表 11-7 XXG-3505 型探伤机不同距离非主射方向周围剂量当量率计算表 (μSv/h)

距 射 线 靶 的 距 离 (m)	无铅屏 (板) 遮挡			有铅屏 (板) 遮挡 (4mmPb 屏蔽)		
	漏射线	散射线	合计	漏射线	散射线	合计
20						
48						
86						
210						

注: 非主射方向周围剂量当量率估算时保守不考虑工件屏蔽。

#### 4、汇总

本项目 X 射线探伤机无固定主射方向，保守以主射方向竖直向下、竖直向上或水平朝向四周 3 种典型工况进行估算。根据表 11-2~11-4，可得出本项目控制区和监督区的边界范围，具体见表 11-8。

表 11-8 本项目野外（室外）探伤控制区与监督区边界范围估算结果表（m）

射线装置 型号	射线类型	主射线水平朝向四周		主射线竖直向上		主射线竖直向下	
		控制区范围	监督区范围	控制区范围	监督区范围	控制区范围	监督区范围
XXG- 2005D	主射方向	0~15	15~36	/	/	/	/
	非主射方向	0~11	11~25	0~11	11~25	0~11	11~25
XXG- 2505D	主射方向	0~41	41~99	/	/	/	/
	非主射方向	0~18	18~44	18	44	18	44
XXG- 3505	主射方向	0~32	32~79	/	/	/	/
	非主射方向	0~20	20~48	0~20	20~48	0~20	20~48

##### （1）XXG-2005D 型 X 射线探伤机

本项目在实际的探伤过程中，为了方便工作人员划定控制区及监督区的操作，控制区、监督区采用矩形划定。本项目 XXG-2005D 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下的控制区和监督区划分如图 11-4 及图 11-5 所示。

\*\*\*

图 11-4 本项目 XXG-2005D 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*

图 11-5 本项目 XXG-2005D 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

##### （2）XXG-2505D 型 X 射线探伤机

本项目在实际的探伤过程中，为了方便工作人员划定控制区及监督区的操作，控制区、监督区采用矩形划定。本项目 XXG-2505D 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下的控制区和监督区划分如图 11-6 及图 11-7 所示。

\*\*\*

图 11-6 本项目 XXG-2505D 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*

图 11-7 本项目 XXG-2505D 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

##### （3）XXG-3505 型 X 射线探伤机

本项目在实际的探伤过程中，为了方便工作人员划定控制区及监督区的操作，控制区、监督区采用矩形划定。本项目 XXG-3505 型 X 射线探伤机在有屏蔽情况下的控

制区和监督区划分如图 11-8 及图 11-9 所示。

\*\*\*

图 11-8 本项目 XXG-3505 型探伤机两区划分示意图（主射方向水平朝向四周）

\*\*\*

图 11-9 本项目 XXG-3505 型探伤机两区划分示意图（主射方向竖直向上/向下）

上述理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求：在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界，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，必要时应调整控制区的范围和边界，将周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

野外（室外）探伤时，职业人员需配置个人剂量报警仪，且需将报警限值设置为  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，以避免职业人员误入控制区。

### （三）辐射工作人员及公众年有效剂量分析

本项目辐射工作人员及公众年有效剂量计算按照下式进行估算：

$$H_{Er} = H_r \times T \times t \dots \dots \dots \quad (\text{公式11-6})$$

式中： $H_{Er}$ —X 射线外照射年有效剂量， $\text{mSv}/\text{a}$ ；

$H_r$ —关注点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$T$ —居留因子；

$t$ —年照射时间， $\text{h}$ 。

#### 1、辐射工作人员

本项目单台 X 射线探伤机年最大拍片约 1000 张，每次拍片最长曝光时间约 5min，单台设备年最大出束时间约为 83.3h，6 台设备年总出束时间约 500h。本项目辐射工作人员共分为 2 组，故单名辐射工作人员最大年受照时间约为 250h。

##### （1）探伤操作人员剂量计算

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求，本项目控制区边界周围剂量当量率应不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。本项目探伤机配置有无线控制系统，可以实现远距离无线控制，辐射工作人员可在退至控制区外后控制设备进行远程曝光。

本项目单名操作人员操作探伤工作时间保守取 166.7h/a, 居留因子保守取 1 计算, 则本项目辐射工作人员所受最大年有效剂量为 3.75mSv/a, 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剂量约束值要求(职业人员: 5mSv/a)。

## (2) 警戒线工作人员

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 要求, 本项目控制区边界周围剂量当量率应不大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ , 监督区边界周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

①控制区边界: 本项目保守按单名操作人员探伤工作时间 250h/a, 居留因子取 1 计算, 得出控制区边界单名警戒线工作人员所受最大年有效剂量为 3.75mSv/a, 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剂量约束值要求(职业人员: 5mSv/a)。

②监督区边界: 本项目保守按单名操作人员探伤工作时间取 250h/a, 居留因子取 1 计算, 得出监督区边界单名警戒线工作人员所受最大年有效剂量为 0.625mSv/a, 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剂量约束值要求(职业人员: 5mSv/a)。

## 2、公众

本项目保护目标主要为控制区外监督区内的探伤机操作人员、安全员及监督区外的邻近公众。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 要求, 本项目监督区边界周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目公众受照时间按照 X 射线探伤机年出束时间 500h 保守计算, 本项目主要用于油气管道的野外(室外)探伤, 其探伤地点大部分为周围人口稀少的区域, 人员活动较少, 且每次探伤前均需要进行彻底清场(无关人员禁止靠近), 故本项目公众居留因子取 1/16, 得出监督区边界公众受照射的年有效剂量约为 0.078mSv, 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剂量约束值要求。

## 二、非放射性环境影响分析

### (一) 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, 产生的臭氧气体经自然分解和稀释后, 对周围大气环境的影响较小。

## （二）废水环境影响分析

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，对环境影响较小。

本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，洗片废水均集中收集暂存至洗片室内的危险废物暂存点，并拟委托有资质的单位定期处理，对环境影响较小。

## （三）声环境影响分析

探伤工作时，控制区及监督区将开启声光警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围环境影响较小。

## （四）固体废物环境影响分析

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾均依托工程作业区的环保设施，集中分类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。

## （五）危险废物环境影响分析

由于本项目探伤地点为全国各地，范围不固定，若探伤区域位于成都市内，则由建设单位自行洗片，产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物由建设单位集中收集暂存至洗片室内的危险废物暂存点，并交由有危废处理资质的单位处理，对周围环境影响较小。

若探伤区域距离成都市较远，则由建设单位委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行洗片作业，该探伤检测公司需与有资质单位签订危险废物处置协议，项目产生的危险废物及洗片废水由该单位进行集中收集，并交由有资质的单位进行处置，对周围环境影响较小。

## 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，详见表 11-9。

表 11-9 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，见下表。

表 11-10 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

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下表。

## 二、辐射事故识别

本项目使用的 X 射线探伤机属II类射线装置，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。

### （一）可能发生的辐射事故

根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）野外（室外）探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射；

（2）在现场探伤作业时，铅屏（板）未架设稳定而滑落或者出现偏移，辐射工作人员误入或滞留于主射方向的控制区内，周围公众意外进入主射方向的监督区内；

(3) 探伤机摆置不当, 机头未投射于工件位置, 而直接射向人员居留位置, 而导致误照射;

(4) 探伤机检修时, 工作人员意外开机, 造成检修人员被误照射。

## (二) 事故工况估算

### (1) 事故假设

①野外(室外)探伤现场, X射线探伤机探伤时用较大工况探伤较薄的工件(或无工件遮挡)、无铅屏(板)防护;

②人员误操作致使工作人员或公众误入控制区和监督区, 保守考虑受误照射人员处于主束方向;

③当发生辐射事故时候, 相关人员可以立即通过控制系统内紧急止动开关中断电源。

### (2) 剂量估算

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, 在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量率可用公式 11-1 计算, 人员受到的有效剂量可用公式 11-6 进行计算。

### (3) 事故后果

由表 11-12 可知, 在上述事故情景假设条件下, 受 X 射线源误照人员所受剂量可能超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中的剂量限值要求(职业照射: 20mSv/a, 公众照射: 1mSv/a), 属于一般辐射事故, 随着受误照人员受照时间的增加, 其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中的剂量限值, 也可能造成更严重的辐射事故。

综上所述, 本项目一旦发生辐射事故, 周围人员较容易受到超剂量照射, 应立即停止射线装置(切断电源), 严禁公众在警戒区内停留。在 X 射线直接照射情况下, 应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射, 在探伤工作开始之前, 必须在所有控制区周边和监督区周边张贴告示, 在监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场, 在警戒区范围内严禁无关人员进入。因此, 建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度, 严格杜绝此类事故的发生。

## (三) 事故工况辐射影响分析

本次评价事故状态主要考虑 X 射线误照射: X 射线探伤机探伤时用较大工况探伤

较薄的工件、探伤时无工件遮挡和探伤时无铅屏（板）（板）防护的情况。此时，主要考虑可能发生的辐射事故，即探伤机最大工况运行时，无工件遮挡且无防护的情况，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 11-13。

表 11-13 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 射线探伤机	X 射线	超剂量照射	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，但是随着受误照人员受照时间的增加，其所受剂量可能将远超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值，也可能造成更严重的辐射事故。

### 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（室外）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（室外）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，必须严格按照操作规程执行。探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，并配备现场安全员。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、根据《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），本项目辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“X 射线探伤”辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

#### **四、应急措施**

若发生辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

1、事故发生时，设备操作人员应立即切断 X 射线探伤机的工作电源。

2、一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至探伤作业现场当地生态环境主管部门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健康行政部门报告。

3、事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，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，不得隐瞒事故的真实情况。

4、迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

5、事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

**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、关于辐射安全与环境保护管理机构**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

成都煜侧安检测科技有限公司系首次开展核技术利用项目，公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，建设单位应根据本次新建野外（室外）X射线探伤项目制定相关文件，明确相关辐射项目的管理人员及其职责，并将本项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作。

### **二、辐射工作人员配置和能力分析**

本项目拟配备4名辐射工作人员，4名辐射工作人员均定岗定责，辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后持证上岗。

在辐射工作人员上岗前，建设单位应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。在此基础上，环评认为，本项目辐射工作人员的配置满足相关要求。

### **三、设备管理**

本项目建成投运后，辐射安全管控措施包括：定期对本项目设备安全装置的有效性进行检查，对辐射工作人员剂量进行归档管理，组织辐射工作人员辐射防护上岗培训，监督辐射工作人员执行相关操作规程等。

本项目X射线探伤装置在进行报废处理时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断），确保装置无法再次通电使用，并按相应要求执行报废程序，将设备处理去向记录备案。

## 辐射安全管理规章制度

### 一、辐射安全综合管理要求

本项目建设单位涉及使用II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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）等。

### 二、辐射安全管理规章制度及落实情况

#### 1、规章制度

根据《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）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理制度制定要求

序号	《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求		制定情况
	制度	具体制度要求	
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	需制定
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需制定
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需制定
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任	需制定
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度	需制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	应明确野外（室外）探伤前对控制区和监督区边界的巡测和修正	需制定
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	需制定
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	需制定
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。建设单位应定期将个人剂量计送交有资质的检测部	需制定

		门进行测量，并建立个人剂量档案	
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	需制定
12	野外（室外）探伤工作方案	在确定要进行现场探伤作业前，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。	需制定

成都煜侧安检测科技有限公司系首次开展核技术利用项目，根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况制定相应的辐射规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合公司实际情况及时对各项规章制度进行补充完善，使之更能符合实际需要。

## 2、制度上墙

建设单位应按照《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）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

## 三、档案管理

成都煜侧安检测科技有限公司应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- (1) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- (2) 设备使用期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下几类：“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”。

## 四、年度辐射安全评估制度

成都煜侧安检测科技有限公司应建立年度辐射安全评估制度，应根据《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格式》的要求，每年根据实际工作情况编制《安全和防护状况年度评估报告》并上传至全国核技术利

用辐射安全申报系统。

## 辐射监测

为了保证本项目运行过程的安全，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》（GB 18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关规定，本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测和工作场所检查。

### 一、个人剂量监测

#### 1、个人剂量监测管理要求

辐射工作人员均配有人个人剂量计，并要求在开展工作期间必须佩戴个人剂量计。建设单位应按每季度1次（一年4次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

（1）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，要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。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

（3）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终生。

### 二、工作场所及环境监测

#### 1、年度监测

成都煜侧安检测科技有限公司目前无X射线装置，之前未涉及过与电离辐射有关的业务，尚未开展过核技术利用项目，故暂未开展辐射工作场所的剂量监测工作。

待本项目建成后，成都煜侧安检测科技有限公司应按照相关标准要求委托有监测资质单位对工作场所至少每年监测1次，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度

评估报告》的重要组成内容一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

## 2、日常自我监测

定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案。每次进行野外（室外）探伤作业时（或第一次曝光）对控制区和监督区边界自行开展辐射剂量监测，监测数据应存档备案。

## 3、监测内容和要求

（1）监测内容：X- $\gamma$  空气吸收剂量率。

（2）监测频度：

①项目正式投入运行前应进行验收监测；

②建设单位在射线装置大修后监测一次，监测数据应存档备案；

③每年委托有资质单位进行年度监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统；

④每次进行野外（室外）探伤作业时（或第一次曝光）对控制区和监督区边界自行开展辐射剂量监测，以证实边界设置正确，必要时调整控制区、监督区边界，监测数据应存档备案。

（3）监测范围：控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置，若探伤作业范围内存在其他施工人员及公众等环境保护目标，应加强相应环境保护目标处的监测。

## 4、工作场所检查

对警示标志、警戒线、声光报警装置、紧急停机按钮等在野外（室外）探伤工作前进行一次检查，避免发生故障。

# 辐射事故应急

## 一、事故应急预案

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等规定，结合本项目实际情况，制定辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应包括：

（1）应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

- (3) 应急人员的培训;
- (4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容;
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话;
- (6) 发生辐射事故时, 应当立即启动应急预案, 采取应急措施, 并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安及卫生健康等部门报告。

## 二、应急措施

若本项目发生了辐射事故, 建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施:

- (1) 发现误照射事故时, 工作人员应立即切断电源, 同时向公司主管领导报告。
- (2) 建设单位根据估算的超剂量值, 尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治; 对可能受放射损伤的人员, 应立即采取暂时隔离和应急救援措施。
- (3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》, 向当地生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的, 还应同时向当地卫生健康行政部门报告。
- (4) 最后查清事故原因, 分清责任, 消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论
<p><b>一、项目概况</b></p> <p><b>项目名称：</b>成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X射线探伤项目</p> <p><b>建设单位：</b>成都煜侧安检测科技有限公司</p> <p><b>建设性质：</b>新建</p> <p><b>建设地点：</b>探伤地点位于客户指定的野外（室外）现场，不固定；X射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司设备室内。</p> <p><b>建设内容与规模：</b>成都煜侧安检测科技有限公司拟在客户委托的野外（室外）施工现场使用6台X射线探伤机进行油气运输管道及压力容器等工件结构的焊缝检测，其中包含1台XXG-2005D型定向X射线探伤机（最大管电压200kV，最大管电流5mA）、4台XXG-2505D型定向X射线探伤机（最大管电压250kV，最大管电流5mA）及1台XXG-3505型定向X射线探伤机（最大管电压350kV，最大管电流5mA），均属于II类射线装置。本项目单台X射线探伤机年最大拍片约1000张，每次拍片最长曝光时间约5min，单台设备年最大出束时间约为83.3h，6台设备年总出束时间约500h，X射线探伤机无固定主射方向。</p> <p>成都煜侧安检测科技有限公司办公区位于四川省成都市龙泉驿车城东七路360号，其办公区为租用华气厚普科技园已有场所建立（租赁协议详见附件2）。本项目X射线探伤机均涉及洗片操作，故公司拟将办公区东侧2间空置房间改建为1间设备间（面积约10m<sup>2</sup>）用于X射线探伤机的储存，1间洗片暗室（面积约10m<sup>2</sup>）及1间评片室（面积约10m<sup>2</sup>）用于洗片及评片作业。由于洗片作业过程中会产生废胶片、显/定影液等危险废物及洗片废水，故本次拟于洗片室内设置一处危险废物暂存点（面积约2m<sup>2</sup>），项目产生的危险废物及洗片废水均暂存至危险废物暂存点的专用收集桶及暂存箱。</p> <p><b>二、项目产业政策符合性</b></p> <p>本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改）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”中第1条“检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。</p>

### 三、实践的正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各类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。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的检测效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。

由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求，并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。本项目产生的社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术利用项目符合实践正当性要求。

### 四、项目周边保护目标以及场址选址情况

本项目探伤地点位于客户指定的野外（室外）现场，不固定，大部分为野外（室外）周围人口稀少的地方，本项目保护目标主要为控制区外监督区内的辐射工作人员及监督区外评价范围内的邻近公众。X 射线探伤机在野外（室外）作业时，将采取有效屏蔽，且将因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征及周围设施防护。建设单位将通过清场、张贴公告、拉警戒线及调整探伤作业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，禁止其他人员出入。本项目产生的辐射影响通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，对周围环境的辐射影响是可以接受的。

成都煜侧安检测科技有限公司办公区位于四川省成都市龙泉驿车城东七路 360 号（地理位置示意图见附图 1），X 射线探伤机无探伤检测任务时存放于成都煜侧安检测科技有限公司专用设备间内，该设备间位于公司办公区东侧，为确保 X 射线探伤机和环境保护目标的安全，建设单位拟采取相应防盗防破坏措施以保证设备安全。本项目 X 射线探伤机不会在设备间及公司内其他区域进行调试和使用，该设备间只用作仓储，X 射线探伤机暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该 X 射线探伤机设备间无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备间是合理的。

## 五、环境影响评价分析结论

### 1、辐射环境影响分析结论

#### （1）两区划分

本项目理论计算结果仅为本项目 X 射线野外（室外）探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物等都会使辐射场的辐射剂量水平改变，因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求：在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界，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，必要时应调整控制区的范围和边界，将周围剂量当量率在  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为监督区，当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

#### （2）人员剂量

在严格落实国家相关法律法规的要求后，本项目所致职业人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射  $5\text{mSv}/\text{a}$ 、公众照射  $0.1\text{mSv}/\text{a}$ ）。

### 2、非放环境影响分析结论

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的臭氧气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

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，对环境影响较小。本项目在洗片过程中会产生一定量的洗片废水，洗片废水均集中收集暂存，并拟委托有资质的单位定期处理，对环境影响较小。

本项目所产生的噪声较小，时间短，经距离衰减后，对周围环境影响较小。

本项目工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾均依托工程作业区的环保设施，集中分类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。

本项目产生的废胶片、废显影液、废定影液等危险废物均集中收集至危险废物暂存场所（洗片暗室内）暂存，并均交由有危险废物处理资质的单位定期处理，对周围

环境影响较小。

### 3、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般辐射事故。针对本项目可能发生的辐射事故，成都煜侧安检测科技有限公司应按相关规定制定辐射事故应急预案和安全规章制度并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事故。

## 六、辐射安全管理的综合能力

建设单位拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，根据《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），辐射防护负责人及辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗；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。

## 七、项目环境可行性结论

综上所述，成都煜侧安检测科技有限公司新建野外（室外）X 射线探伤项目符合国家产业政策，项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目拟制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实本报告表提出的各项污染防治措施和管理措施后，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，其运行对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，其辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本项目提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

## 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。
- 2、建设单位应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考核，已取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台。
- 3、建设单位应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并上传。
- 4、定期检查维护各类辐射安全设施，确保始终处于正常工作状态。
- 5、建设单位须重视控制区和监督区的管理。不断提高辐射工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。
- 6、射线装置在报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。
- 7、本次环评内容日后如有变化，应另作环境影响评价。
- 8、根据原国家环境保护部（现国家生态环境部）“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4 号）文件要求：“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。
- 9、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。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。