

核技术利用建设项目

四川倍速检验检测有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

四川倍速检验检测有限公司 (公章)



2025年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

四川倍速检验检测有限公司

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川倍速检验检测有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号
(办公楼) 308、309 房间

邮政编码：***** 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 本项目固定储存场所所在地理位置图

附图 2 本项目固定储存场所周围环境示意图

附图 3 本项目固定储存场所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 辐射安全与环境保护管理机构文件

附件 5 本项目关于洗片方式、危废处置、存放场情况的承诺书

附件 6 本项目租赁合同及土地证

表 1 项目基本情况

建设项目名称		四川倍速检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目					
建设单位		四川倍速检验检测有限公司					
法人代表		江啸	联系人	*****	联系电话	*****	
注册地址		四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号（办公楼）308、309 房间					
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：固定储存场所——四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号（办公楼）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		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	/	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☒ IV类 ☐ V类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类				
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类				
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类				
	其他	/					
	项目概述： 1、建设单位基本情况及任务由来 1.1 建设单位基本情况 四川倍速检验检测有限公司（社会信用代码为 91510300MADKCMCHXH，营业执照见附件 3）成立于 2024 年 05 月 07 日，注册地位于四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号（办公楼）308、309 房间，法定代表人为江啸。经营范围包括许可项目：检验检测服务；建设工程质量检测；特种设备检验检测；安全生产检验检						

测；建筑劳务分包。一般项目：技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广等。

公司具有国家市场监督管理总局颁发的无损检测机构核准证书，从事依法批准的各种特种设备检验检测工作，建设工程质量检测，锅炉压力容器、压力管道、金属结构特种设备的无损检测。公司下设检测项目部、技术质量部、综合业务部三个部门。公司总人数 48 人，其中从事无损检测专业持证人员 27 人，无损检测工作经验丰富，保证公司熟悉无损检测管理程序，能够在规定时间内保质保量、按照要求完成各项检测任务。

建设单位现租赁四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号四川国立能源科技有限公司办公楼 3 楼 308 房间和 309 房间作为办公场所，租赁面积为 200 平方米，租赁合同及四川国立能源科技有限公司土地证见附件 6。

1.2 项目由来

本项目探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝，锅炉承压部件主要材质为 Q345R 钢，属于受压元件。根据《*****》（*****）：“*****无损检测、力学性能检验、水压试验等”。因此为保证锅炉承压部件的质量，需对焊接部位进行 X 射线检测。

建设单位为迎合市场需求、拓展公司业务，拟开展本次核技术利用项目，并为本项目配备 2 台 X 射线探伤机，探伤地点为委托单位厂房内，探伤时间均为夜晚（厂区内工人全部离场后）。

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。受四川倍速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境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场查勘、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。项目委托书见附件 1，射线装置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“科技服务业”中第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

3、项目概况

项目名称、性质、建设地点

项目名称：四川倍速检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川倍速检验检测有限公司

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：固定储存场所——四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号（办公楼）探伤机库房/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 XXG2505L 型定向机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；1 台 XXG3005L 型定向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，厂家均为黄石上方检测设备有限公司，用于开展本次野外探伤项目。

本项目探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝，有用线束方向为水平照射和朝地面照射。根据建设单位提供资料，本项目锅炉承压部件的厚度范围为 6mm~36mm，直径大小范围为 100mm~2000mm，长度范围为 1m~10m，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锅炉承压部件厚度选择相应的探伤机，不存在两台探伤机在同一场所同时开机探伤的情况。根据建设单位提供资料，本项目 2 台 X 射线探伤机单次最长出束时间均为 3min，建设单位每年工作 250 天，探伤任务根据委托单位情况而定，每年合计开机出束次数（包括训机时的开机出束次数）

最多 6000 次，每周 X 射线探伤机实际工作时间不超过 7h，年累计出束时间最多为 300h。

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
XXG2505L型 X射线探伤机	1台	250	5	Ⅱ类	使用	定向	300	野外 探伤	黄石上方 检测设备 有限公司	拟 购
XXG3005L型 X射线探伤机	1台	300	5	Ⅱ类	使用	定向				

建设单位拟将租赁场地内 309 房间（室内面积：44.80m²）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储存场所（探伤机库房）。探伤机库房已设置防盗门，钥匙由管理人员保管；拟在探伤机库房内设置视频监控，实时监控存放场所的情况；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，两个铁柜各设置一把门锁，钥匙由两名操作人员分开保管。在野外工作时应根据现场情况设置临时储存场所，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同一个房间不同柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由两名操作人员分开保管。本项目 X 射线探伤机只在储存场所内存放，不在探伤现场以外的地方使用 X 射线探伤机和训机。

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、洗片废水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 5）。

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	建设单位拟购置 2 台 X 射线探伤机,1 台 XXG2505L 型定向机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；1 台 XXG3005L 型定向机，最大管电压为 300kV，最大管	/	X 射线、臭氧、氮氧化物

	电流为 5mA，厂家均为黄石上方检测设备有限公司，用于开展本次野外探伤。 探伤范围为全国各地，不固定，探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝。建设单位拟将租赁场地内 309 房间作为存放本项目 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储存场所（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最多为 300h。		
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		
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		生活污水、生活垃圾

3.2 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
主（辅）料	胶片	6000 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	600m³/a	探伤场地用水管网、租赁场地用水管网	H ₂ O

3.3 劳动定员及工作分配

人员配置：建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 名操作人员，1 名管理人员，1 名安全员）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自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号四川国立能源科技有限公司办公楼 308、309 房间作为办公场所。四川国立能源科技有限公司整个厂区均属于工业用地，建设单位所在办公楼为地上 6 层建筑，建设单位位于 3 楼。办公楼四周均为四川国立能源科技有限公司厂区道路。本项目固定储存场所周围环境示意图见附图 2。

建设单位拟将租赁场地内 309 房间作为存放本项目 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储存场所（探伤机库房），拟将建设单位 308 房间用作开展本项目评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为四川国立能源科技有限公司办公室，东侧为走道，南侧为四川省协创动力机械设备制造有限责任公司，西侧为空中（人员不可达），北侧为卫生间，人流较少。建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，进出口设置防盗门钥匙由管理人员保管，随走随关，只有公司相关人员能进出。本项目固定储存场所探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图见附图 3。

本项目探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝。探伤地点为委托单位厂房内，探伤时间均为夜晚（厂区内工人下班后），周围人流量较少，且将在探伤机有用线束方向和非有用线束方向进行铅防护措施的围挡。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、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、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。若探伤场所两区范围涉及居民区、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

常规无损检测主要有射线检测、超声检测、液体渗透检测、磁粉检测和涡流检测五种，每种检测方法都有其优缺点，射线检测是五种方法里定性最准确、灵敏度最高、成像最直观的检测方法，可达到其余无损检测方法所不能及的探伤效果。根

据建设单位提供资料，本项目探伤对象为锅炉承压部件钢结构焊缝，探伤地点为委托单位厂房内，将两区范围控制在厂区范围内，周围没有居民、学校、医院等环境敏感目标。对于无法将两区范围控制在厂区范围内且涉及环境敏感目标的，不适用于 X 射线探伤检测，采用其他检测方式替代。本项目主要采用 X 射线对锅炉承压部件钢结构焊缝进行检测，建设单位为专业从事检测项目的公司，由用户单位委托建设单位到现场对生产出的工件进行无损检测，检测率为 100%，再由建设单位出具合格报告，对保障锅炉承压部件质量起到了十分重要的作用。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	XXG2505L型	250	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：固定储存场所——四川省自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号（办公楼）探伤机库房/临时储存场所	定向机
2	X射线探伤机	II	1台	XXG3005L型	300	5	无损检测		定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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、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	/	/	/	/	/	不暂存	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	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	由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/m³，年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订本），中华人民共和国 2020 年主席令第 43 号，自 2020 年 9 月 1 日起施行； 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行； 6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行； 8) 《国家危险废物名录》（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； 9) 《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 2021 年部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； 10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第 18 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行； 11) 《核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局），2017 年 9 月 26 日发布； 12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行； 13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； 14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国
------	--

	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； 15）《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函〔2016〕1400 号； 16）《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； 17）《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）； 18）《射线装置分类》，中华人民共和国原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； 19）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号），自 2024 年 2 月 1 日起施行。
技术标准	1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； 2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； 3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 5）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单。
其他	/

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，XXG2505L 型 X 射线探伤机非有用线束方向被 2mm 铅当量铅罩阻挡，有用线束方向被 2 扇 2mm 铅当量铅屏风阻挡；XXG3005L 型 X 射线探伤机非有用线束方向被 2mm 铅当量铅罩阻挡，有用线束方向被 2 扇 4mm 铅当量铅屏风阻挡。两台探伤机经过铅防护措施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)
XXG2505L 型 X 射线定向探伤机	29	71	100
XXG3005L 型 X 射线定向探伤机	29	69	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 and 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。

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 5mSv/a ；

公众照射的剂量约束值不超过 0.1 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。

（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）相关要求；危废执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

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自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号四川国立能源科技有限公司办公楼 308、309 房间作为办公场所。四川国立能源科技有限公司整个厂区均属于工业用地，建设单位所在办公楼为地上 6 层建筑，建设单位位于 3 楼。办公楼四周均为四川国立能源科技有限公司厂区道路。本项目固定储存场所周围环境示意图见附图 2。 建设单位拟将租赁场地内 309 房间作为存放本项目 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储存场所（探伤机库房），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，两个铁柜各设置一把门锁，钥匙由两名操作人员分开保管。拟将建设单位 308 房间用作开展本项目评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为四川国立能源科技有限公司办公室，东侧为走道，南侧为四川省协创动力机械设备制造有限责任公司，西侧为空中（人员不可达），北侧为卫生间。本项目固定储存场所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（308 房间）
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，不在探伤现场以外的地方使用 X 射线探伤机和训机，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 XXG2505L 型定向机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；1 台 XXG3005L 型定向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，用于实施野外探伤。

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		
XXG2505L 型 X 射线定向探伤机	1 台	250kV	5mA	1.8×1.8	40°	3mmAl	40mm 钢	黄石上 方检测 设备有 限公司	定向
XXG3005L 型 X 射线定向探伤机	1 台	300kV	5mA	2.3×2.3	40°	3mmAl	50mm 钢		定向

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器电源电缆和连接电缆等部件构成。

X 射线发生器：X 射线发生器为组合式结构，X 射线管、高压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）与绝缘气体一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，作为冷却之用。X 射线发生器主要包括下列部件：X 射线管、高压变压器（包括灯丝绕组）、温度继电器、气体压力表和低压电缆插座、报警灯插座、散热器及冷却风扇。

控制箱：控制箱的主要作用是自动控制管头工作，调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置，在用户设定的千伏电压条件下，保证 X 射线发生器产生稳定的 X 射线。

连接电缆：用于连接控制器与 X 射线发生器。本项目两台 X 射线探伤机厂家提供电缆线均为 25m 长，可根据实际需要向厂家定制电缆线长度。



图9-1 常见X射线探伤装置控制箱



图 9-2 常见 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，用于放置 X 射线探伤机的固定储存场所为现有房间，临时储存场所为现有房间或带锁铁柜，均不存在土建工程。本项目仅需购入设备及相应措施，施工期将在已有房间内进行视频监控、柜子门锁等辐射安全与防护措施的安裝。

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、存档期满的废胶片。

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工件焊缝合适位置，把胶片紧贴在工件焊缝背后，用X射线对工件焊缝照射后，透过工件焊缝的射线使胶片感光，同时工件焊缝内部的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工件焊缝有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定工件焊缝的质量，从而防止由于工件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，探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝，本项目锅炉承压部件的厚度范围为 6mm~36mm，直径大小范围为 100mm~2000mm，长度范围为 1m~10m，材质为 Q345R 钢。本项目主要探伤工件示意图如下图 9-5 所示。

*****	*****
-------	-------

图 9-5 本项目主要探伤工件示意图

本项目使用 2 台 X 射线探伤机类型均为定向机，有用线束方向均为水平照射，和朝地面照射。根据工件尺寸的差异，采用不同的工作方式，因此将本项目工作方式简要分为两类：

- ① 当工件较小时，*****探伤机非有用线束方向采用铅防护措施对 X 射线进行

屏蔽，有用线束方向为地面，下方为土层，不做额外屏蔽防护措施。本项目小工件探伤布置示意图如图 9-6、9-7 所示。

*****图 9-6 本项目探伤小工件时探伤机布置剖面示意图

图 9-7 本项目探伤小工件时探伤机布置侧面示意图

②当工件较大时，通过*****。探伤机非有用线束方向及有用线束方向均采用铅防护措施对 X 射线进行屏蔽。本项目小工件探伤布置示意图如图 9-8 所示。

图 9-8 本项目探伤大工件时探伤机布置示意图

根据建设单位提供资料，*****，则本项目 2 台定向机非有用线束方向保守采用 $0.50\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ 的铅罩对 X 射线进行屏蔽。本项目*****，此时投射在铅屏风上圆的直径为 $2 \times (0.3\text{m} + 2\text{m} + 0.3\text{m}) \times \tan 20^\circ = 1.89\text{m}$ ，保守取值 1.90m 作为铅屏风宽。*****探伤现场顶部为房顶人员不可达，底部为土质层，保守取值 2.30m 作为铅屏风高。

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 名操作人员负责两区确定和措施位置调整；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。

在出束期间辐射工作人员仅在控制区以外区域内开展工作。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、安全员、辐射安全管理人员的职责和分工；
- 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）预先公示：在现场探伤作业前建设单位采用预先公示告知周围公众现场将进行探伤工作，安排专人在现场进行广播通知；

（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），在建筑物进出口位置，设置电离辐射警告标志，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，监督区边界醒目位置张贴电离辐射警

告标志，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）清场：在现场探伤作业前必须进行清场，确信场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件；

（9）试曝光、修正两区边界：辐射工作人员在操作台操作 X 射线探伤机进行试曝光，辐射工作人员携带便携式 X- γ 剂量率仪对控制区、监督区边界进行修定，重新确定控制区、监督区边界；

（10）正式开机检测：辐射工作人员在工件上粘贴胶片，安全人员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- γ 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 9-8。

*****图 9-8 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 309 房间作为存放本项目 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储存场所（探伤机库房），拟将建设单位 308 房间用作开展本项目评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为四川国立能源科技有限公司办公室，东侧为走道，南侧为四川省协创动力机械设备制造有限责任公司，西侧为空中（人员不可达），北侧为卫生间，人流较少。建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，进出口设置防盗门钥匙由管理人员保管，随走随关，只有公司相关人员能进出。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用户单位厂区环境进行布置，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，在出束期间辐射工作人员仅在控制区以外区域内开展工作。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，实际操作中两区范围划分示意图见图 10-1（理论计算两区范围图见表 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	XXG2505L 型 X 射线探伤机	距探伤机最大半径 0m—29m 范围区域内。	距探伤机最大半径 0m—17m 范围区域内。	距探伤机最大半径 29m—71m 范围区域内。	距探伤机最大半径 17m—41m 范围区域内。
	XXG3005L 型 X 射线探伤机	距探伤机最大半径 0m—29m 范围区域内。	距探伤机最大半径 0m—22m 范围区域内。	距探伤机最大半径 29m—69m 范围区域内。	距探伤机最大半径 22m—53m 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 μ 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 μ Sv/h~15 μ Sv/h 之间的范围。	

*****图 10-1 本项目 XXG2505L 型 X 射线探伤机两区实际范围划分示意图

*****图 10-2 本项目 XXG3005L 型 X 射线探伤机两区实际范围划分示意图

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 309 房间作为存放本项目 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储存场所（探伤机库房）。拟在探伤机库房内设置视频监控，实时监控存放场所的情况；探伤机库房防盗门钥匙由管理人员保管，随走随关，只有公司相关人员能进出；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，两个铁柜各设置一把门锁，钥匙由两名操作人员分开保管。整个探伤机库房能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求，且办公场所内常年有人员办公，防止周围公众靠近探伤机库房。在野

外工作时应根据现场情况设置临时储存场所，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同一个房间不同柜子内，同理房间或柜子应设置门锁，钥匙由两名操作人员分开保管，加强对临时储存场所的管控。本项目 X 射线探伤机只在探伤机库房内存放，不在施工安装现场以外的地方使用 X 射线探伤机和训机。

建设单位拟建立射线装置使用台账，每次使用时记录领用时间、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) 安全联锁是否正常工作；
- 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。

(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, 并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

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, 同时在建筑物进出口位置, 设置电离辐射警告标志。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 2m², 公告信息采取喷绘(印刷)的方式制作, 具备防水、防风等抵御外界影响的能力, 确保信息的清晰辨识。公告信息如发生变化应重新制作, 禁止对安全信息公告牌进行涂改、污损。

个人剂量报警仪及个人剂量计: 拟为本项目所有辐射工作人员配备 4 套个人剂量计、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 1 个 $0.50\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.8\text{m}$ 的 2mm 铅当量铅罩, 拟为有用线束方向配备 2 个 $1.90\text{m} \times 2.30\text{m}$ 的 4mm 铅当量铅屏风。

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: 本项目野外探伤均为晚上探伤作业, 作业场地位于用户单位厂区内, 能够保证探伤场地照明需求, 为进一步保证两区范围内的照明需求, 建设单位拟准备适当的照明装置。

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。防护措施示意图如下图 10-3 所示。

*****图 10-3 本项目定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 辐射安全防护措施对照分析表

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。本项目总投资 30 万元，环保投资 12.06 万元，占总投资的 40.20%。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）
四川卓越检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目	安全装置	工作状态指示灯	*****	*****
		声音提示装置	*****	*****
		电离辐射警告标志	*****	*****
		警告牌	*****	*****
		警戒线	*****	*****
		急停按钮	*****	*****
		安全信息公告牌（面积应不小于 2m ² ）	*****	*****
		铅防护设施	*****	*****
		喊话器	*****	*****
		对讲机	*****	*****
		固定支架	*****	*****
	探伤机 储存场所	监控系统	*****	*****
		防盗门	*****	*****
		带锁铁柜	*****	*****
	辐射监测	射线装置年度监测	*****	*****
		便携式 X-γ剂量率仪	*****	*****
		个人剂量报警仪	*****	*****
		个人剂量计	*****	*****
	其他	照明装置	*****	*****
		设备维护	*****	*****
		人员培训	*****	*****
		应急物资	*****	*****
		危废处置	*****	*****
合计				12.06

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

于用户单位厂房内，夜晚作业人流量较小，仅涉及少量协助探伤工作的用户单位工作人员。厂房内产生的少量废气通过设有的通风装置或门窗协助通风排出室外。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，因此拟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议。

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，用于储存 X 射线探伤机的固定储存场所为现有房间，临时储存场所为现有房间或带锁铁柜，均不存在土建工程。本项目仅需购入设备及相应措施，施工期将在已有房间内进行视频监控、柜子门锁等辐射安全与防护措施的安裝。
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，探伤范围为全国各地，探伤对象为锅炉承压部件钢结构焊缝。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 本项目拟购置 2 台 X 射线探伤机：1 台 XXG2505L 型定向机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA；1 台 XXG3005L 型定向机，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA。在两台探伤机满功率运行时对周围辐射环境影响进行预测。本项目 2 台定向 X 射线探伤机有用线束方向为水平照射和朝地面照射。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。 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 15μSv/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 2.5μSv/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，射线能量也会随之减小。 本项目在进行理论计算时对以下两种情况进行分析： ① *****； ② *****。

2.计算参数

2.1 距辐射源点（靶点）1m 处输出量：

根据厂家提供滤过，建设单位拟购两台 X 射线探伤机均采用 3mmAl 滤过，参考*****，本项目 300kV、3mmAl 下 X 射线距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，单位换算后为 $1.254\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；250kV、3mmAl 下 X 射线距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 $13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，单位换算后为 $8.34\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

2.2 散射能量：

取值来源*****，300kV 及 250kV 下 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值均为 200kV。

2.3 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率：

根据*****，300kV 及 250kV 下距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率取值均为 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

2.4 透射因子

本项目有用线束方向屏蔽透射因子参考*****1，非有用线束方向屏蔽透射因子参考*****中 300kV 下铅的什值层 $\text{TVL}=5.7$ 、250kV 下铅的什值层 $\text{TVL}=2.9$ 、200kV 下铅的什值层 $\text{TVL}=1.4$ ，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到。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
XXG2505L 型定向机	有用线束方向（250kV）	4mm 铅屏风	4mmPb	2.98E-03
	泄漏（250kV）	2mm 铅罩	2mmPb	2.04E-01
	散射（200kV）	2mm 铅罩	2mmPb	3.73E-02
XXG3005L 型定向机	有用线束方向（300kV）	8mm 铅屏风	8mmPb	1.90E-03
	泄漏（300kV）	2mm 铅罩	2mmPb	4.46E-01
	散射（200kV）	2mm 铅罩	2mmPb	3.73E-02

3.计算公式

3.1 有用线束方向剂量率估算：

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

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：

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

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：

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

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：

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

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， μSv ；

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

t ：探伤机出束时间；

U ：探伤机向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子，本项目辐射工作人员取 1，周围公众取值 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 XXG2505L 型探伤机有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率一览表

距辐射源点距离（m）	无屏蔽（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	仅考虑 4mm 铅当量铅屏风（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
*****	4.17E+06	1.24E+04
*****	4.17E+04	1.24E+02
*****	1.04E+04	3.11E+01
*****	4.96E+03	1.48E+01（控制区）
*****	4.63E+03	1.38E+01
*****	2.61E+03	7.77
*****	1.67E+03	4.97
*****	1.16E+03	3.45
*****	8.51E+02	2.54
*****	8.27E+02	2.47（监督区）
*****	6.52E+02	/
*****	4.17E+02	/
*****	1.04E+02	/
*****	4.63E+01	/
*****	2.61E+01	/
*****	1.67E+01	/
*****	1.50E+01（控制区）	/
*****	1.16E+01	/

*****	8.51	/
*****	6.52	/
*****	5.15	/
*****	4.17	/
*****	3.45	/
*****	2.90	/
*****	2.50 (监督区)	/

注：为了便于操作，确定的两区范围时保守取整数。

表 11-3 XXG3005L 型探伤机有用线束方向在不同距离处的周围剂量当量率一览表

距辐射源点距离 (m)	无屏蔽 ($\mu\text{Sv/h}$)	仅考虑 8mm 铅当量铅屏风 ($\mu\text{Sv/h}$)
*****	6.27E+06	1.19E+04
*****	6.27E+04	1.19E+02
*****	1.57E+04	2.98E+01
*****	7.46E+03	1.42E+01 (控制区)
*****	6.97E+03	1.32E+01
*****	3.92E+03	7.45
*****	2.51E+03	4.77
*****	1.74E+03	3.31
*****	1.32E+03	2.50 (监督区)
*****	1.28E+03	/
*****	9.80E+02	/
*****	6.27E+02	/
*****	6.97E+01	/
*****	2.51E+01	/
*****	1.50E+01 (控制区)	/
*****	1.28E+01	/
*****	7.74	/
*****	5.18	/
*****	3.71	/
*****	2.79	/
*****	2.50 (监督区)	/

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，两台探伤机计算结果见表 11-4、11-5。

表 11-4 XXG2505L 型探伤机非有用线束方向上不同距离处的剂量率一览表

距辐射源点距离 (m)	无屏蔽 ($\mu\text{Sv/h}$)			仅考虑 2mm 铅当量铅罩 ($\mu\text{Sv/h}$)		
	泄漏射线	散射射线	合计	泄漏射线	散射射线	合计
*****	5.00E+03	8.34E+04	8.84E+04	1.02E+03	3.11E+03	4.13E+03
*****	5.00E+01	8.34E+02	8.84E+02	1.02E+01	3.11E+01	4.13E+01
*****	1.73E+01	2.89E+02	3.06E+02	3.54	1.08E+01	1.43E+01 (控制区)

*****	1.25E+01	2.09E+02	2.22E+02	2.55	7.77	1.03E+01
*****	5.56	9.27E+01	9.83E+01	1.14	3.45	4.59
*****	3.13	5.21E+01	5.52E+01	6.39E-01	1.94	2.58
*****	2.97	4.96E+01	5.26E+01	6.08E-01	1.85	2.46 (监督区)
*****	2.00	3.34E+01	3.54E+01	/	/	/
*****	1.39	2.32E+01	2.46E+01	/	/	/
*****	1.02	1.70E+01	1.80E+01	/	/	/
*****	8.43E-01	1.41E+01	1.49E+01 (控制区)	/	/	/
*****	7.81E-01	1.30E+01	1.38E+01	/	/	/
*****	5.00E-01	8.34	8.84	/	/	/
*****	3.47E-01	5.79	6.14	/	/	/
*****	2.55E-01	4.26	4.52	/	/	/
*****	1.95E-01	3.26	3.46	/	/	/
*****	1.54E-01	2.57	2.72	/	/	/
*****	1.41E-01	2.36	2.50 (监督区)	/	/	/

注：为了便于操作，确定的两区范围时保守取整数。

表 11-5 XXG3005L 型探伤机非有用线束方向上不同距离处的剂量率一览表

距辐射源 点距离 (m)	无屏蔽 ($\mu\text{Sv/h}$)			仅考虑 2mm 铅当量铅罩 ($\mu\text{Sv/h}$)		
	泄漏射线	散射射线	合计	泄漏射线	散射射线	合计
*****	5.00E+03	1.25E+05	1.30E+05	2.23E+03	4.67E+03	6.90E+03
*****	5.00E+01	1.25E+03	1.30E+03	2.23E+01	4.67E+01	6.90E+01
*****	1.25E+01	3.14E+02	3.26E+02	5.57	1.17E+01	1.73E+01
*****	1.03E+01	2.59E+02	2.69E+02	4.61	9.66	1.43E+01 (控制区)
*****	5.56E+00	1.39E+02	1.45E+02	2.48	5.19	7.67
*****	3.13E+00	7.84E+01	8.15E+01	1.39	2.92	4.31
*****	2.00E+00	5.02E+01	5.22E+01	8.92E-01	1.87	2.76
*****	1.78E+00	4.46E+01	4.64E+01	7.93E-01	1.66	2.46 (监督区)
*****	1.39E+00	3.48E+01	3.62E+01	/	/	/
*****	1.02E+00	2.56E+01	2.66E+01	/	/	/
*****	7.81E-01	1.96E+01	2.04E+01	/	/	/
*****	5.66E-01	1.42E+01	1.48E+01 (控制区)	/	/	/
*****	5.00E-01	1.25E+01	1.30E+01	/	/	/
*****	3.47E-01	8.71	9.06	/	/	/

*****	2.55E-01	6.40	6.65	/	/	/
*****	1.95E-01	4.90	5.09	/	/	/
*****	1.54E-01	3.87	4.02	/	/	/
*****	1.25E-01	3.14	3.26	/	/	/
*****	1.03E-01	2.59	2.69	/	/	/
*****	9.53E-02	2.39	2.49 (监督区)	/	/	/

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 的计算结果对比两种屏蔽条件分析，

① 保守考虑最不利条件，*****

② *****。

由上述分析可知，无任何屏蔽时两区管控范围过大，不便于日常实际操作，因此本项目建设单位在按照环评要求配备铅防护措施减小两区控制范围后，本项目两台定向探伤机保守均按照最大管电压 300kV、最大管电流 5mA 的探伤机两区理论范围进行划分，最大两区理论范围划分见下图 11-1、11-2。

图11-1 XXG2505L型探伤机两区划分示意图

图 11-2 XXG3005L 型探伤机两区划分示意图

实际探伤过程中 X 射线探伤机管电压的降低、照射角度改变、被检测工件厚度的增加以及探伤现场遮蔽物都会使辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区范围。因此在实际探伤过程中探伤人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，通过便携式 X-γ 剂量率仪实测，将辐射剂量率在 15μSv/h 以上的范围划为控制区，将辐射剂量率在 2.5μSv/h 以上的范围划为监督区。建设单位进行移动探伤时应确保将监督区边界控制在目前划分的区域内。若场地无法满足移动探伤划区要求，建设单位不能开展移动探伤作业。

4.4 保护目标年剂量值估算

本项目 2 台 X 射线探伤机单次最长出束时间均为 3min，建设单位每年工作 250 天，探伤任务根据委托单位情况而定，每年合计开机出束次数（包括训机时的开机出束次数）

最多 6000 次,每周 X 射线探伤机实际工作时间不超过 7h,年累计出束时间最多为 300h。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),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: $300\text{h} \times 15\mu\text{Svh} \times 1 \times 1/1000 = 4.50\text{mSv}$ 。

周围公众: $300\text{h} \times 2.5\mu\text{Svh} \times 1/16 \times 1/1000 = 4.69\text{E-}02\text{mSv}$ 。

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故等级列于表 11-6 中。

表 11-6 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	*****	*****
X 射线	*****	*****
	*****	*****

	*****	*****
	*****	*****
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 11-7。		
表 11-7 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值		
急性放射病	*****	*****
骨髓型急性放射病	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
肠型急性放射病	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
脑型急性放射病	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
	*****	*****
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，X 射线探伤机误开机对辐射工作人员造成误照射。		
（2）当夜间工人未及时下班离场，清场没有彻底的时，周围公众误入或滞留控制区，X 射线探伤机开机出束对周围公众进行误照射。		
（3）当铅屏蔽防护措施或探伤机固定不牢固时发生倾倒，X 射线探伤机出束对监督区内和监督区外公众造成误照射。		
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 3min, 因此按照 3min 来计算人员累计剂量。保守用有用线束计算。计算结果见表 11-8。

表 11-8 事故情况下辐射工作人员/周围公众受到的剂量计算结果

探伤机型号	辐射工作人员/周围公众与探伤机出束位置距离 (m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (Gy)				
		30s	1min	90s	2min	3min
XXG2505L 型 X 射线探伤机	*****	1.19E-01	2.38E-01	3.57E-01	4.76E-01	7.14E-01
	*****	2.98E-02	5.95E-02	8.93E-02	1.19E-01	1.79E-01
	*****	1.19E-03	2.38E-03	3.57E-03	4.76E-03	7.14E-03
	*****	2.98E-04	5.95E-04	8.93E-04	1.19E-03	1.79E-03
	*****	7.44E-05	1.49E-04	2.23E-04	2.98E-04	4.46E-04
	*****	3.54E-05	7.07E-05	1.06E-04	1.41E-04	2.12E-04
XXG3005L 型 X 射线探伤机	*****	2.09E-01	4.18E-01	6.27E-01	8.36E-01	1.25
	*****	5.23E-02	1.05E-01	1.57E-01	2.09E-01	3.14E-01
	*****	2.09E-03	4.18E-03	6.27E-03	8.36E-03	1.25E-02
	*****	5.23E-04	1.05E-03	1.57E-03	2.09E-03	3.14E-03
	*****	1.31E-04	2.61E-04	3.92E-04	5.23E-04	7.84E-04
	*****	6.21E-05	1.24E-04	1.86E-04	2.49E-04	3.73E-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 3min 时, 所致辐射剂量最大为 1.25Gy, *****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，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
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 套个人剂量计。
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	/	拟制定
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	/	拟制定
7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	/	拟建立

8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	/	拟在野外探伤地点监督区周围设置醒目的电离辐射警示标志、警告标牌、警戒线等
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	/	本项目开展以后拟提交
10	辐射信息网络	/	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp ）中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报
11	应建立动态的台帐，放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新	/	拟制定

辐射安全许可证初次申领材料

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》“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照规定取得许可证”。在本项目环境影响评价文件取得四川省生态环境厅批复后，建设单位需准备以下文件并提交审管部门(四川省生态环境厅)，申领辐射安全许可证，申领辐射安全许可证时应该提交满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条、第十八条的证明材料。办理流程:受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

根据国家法规和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的相关要求，将其与建设单位管理制度现状列于表 12-2 中进行对照分析。

表 12-2 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

三、职业健康监护档案

公司应为所有辐射工作人员组织岗前的职业健康体检及建立职业健康监护档案，辐射工作人员在岗期间应每 2 年进行一次职业健康体检。职业健康监护档案应包括辐射工作人员的职业史、职业病危害接触史、职业健康检查结果、处理结果和职业病诊疗等有关个人健康资料，公司应终生保存所有辐射工作人员的职业健康监护档案。

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) 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。

三、监测内容和要求

(1) 监测因子：X- γ 辐射剂量率。

(2) 监测点位布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-4）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。

表12-4 工作场所监测计划建议

序号	类别	检测方法	检测频次	结果评价
1	验收检测	*****	*****	*****
2	年度检测		*****	
3	自主检测		*****	

(3) 监测范围：本项目 X 射线探伤机周围。

(4) 监测质量保证：

①完善监测仪表使用、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完善辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，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，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

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) 应急演练计划；
- (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自贡市沿滩区高新工业园区茂源路 59 号四川国立能源科技有限公司办公楼 308、309 房间作为办公场所。四川国立能源科技有限公司整个厂区均属于工业用地，建设单位所在办公楼为地上 6 层建筑，建设单位位于 3 楼。办公楼四周均为四川国立能源科技有限公司厂区道路。本项目固定储存场所周围环境示意图见附图 2。 建设单位拟将租赁场地内 309 房间作为存放本项目 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储存场所（探伤机库房），拟将建设单位 308 房间用作开展本项目评片工作的场所。建设单位楼上及楼下均为四川国立能源科技有限公司办公室，东侧为走道，南侧为四川省协创动力机械设备制造有限责任公司，西侧为空中（人员不可达），北侧为卫生间，人流较少。建设单位四周有实体围墙与其他公司隔离开来，进出口设置防盗门钥匙由管理人员保管，随走随关，只有公司相关人员能进出。本项目固定储存场所探伤机库房拟建址所在楼层平面布局图见附图 3。 本项目探伤对象为委托单位厂区内焊接的锅炉承压部件钢结构焊缝。探伤地点为委托单位厂房内，探伤时间均为夜晚（厂区内工人全部离场后），周围人流量较少，且探伤场所将进行铅防护措施的围挡。在探伤作业开展前，辐射工作人员应观察探伤现场情况及周边环境，制定不同的探伤方案。当探伤机作业时，应因地制宜地充分利用探伤具体地点地形特征（如拐角、坑体等有利地形）、周围设施等进行防护，建设单位将通过对周围公众进行告知、张贴公告、拉警戒线、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 XXG2505L 型定向机有用线束方向经过最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-29m，非有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-14m；有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 29m—71m，非有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 14m—41m。XXG3005L 型定向机有用线束方向经过最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-29m，非有用线束方向最大控制区半径距 X 射线探伤机 0m-22m；有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 29m—69m，非有用线束方向最大监督区半径距 X 射线探伤机 22m—53m。

3. 保护目标剂量

根据理论计算，本项目控制区边界外周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界外周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合相关要求。本项目辐射工作人员、公众及保护目标的年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（辐射工作人员附加有效剂量不超过 5mSv 、公众附加有效剂量不超过 0.1mSv ）。

4. 辐射安全防护措施

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。拟在建筑物进出口位置，设置电离辐射警告标志；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；拟在监督区边界醒目位置张贴电离辐射警告标志，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指示灯和声音提示装

置，在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见指示信号；拟在周围公众可到达的区域放置安全信息公告牌；现场拟配备照明装置、对讲机、喊话器等；拟为本项目配备 1 个 $0.50\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.80\text{m}$ 的 2mm 铅当量铅罩、2 个 $1.90\text{m} \times 2.30\text{m}$ 的 4mm 铅当量铅屏风；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 套个人剂量计，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) 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
四川倍速检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤项目	安全装置	工作状态指示灯	*****
		声音提示装置	*****
		电离辐射警告标志	*****
		警告牌	*****
		警戒线	*****
		急停按钮	*****
		安全信息公告牌（面积应不小于 2m ² ）	*****
		铅防护设施	*****
		喊话器	*****
		对讲机	*****
		固定支架	*****
	探伤机 储存场所	监控系统	*****
		防盗门	*****
		带锁铁柜	*****
	辐射监测	射线装置年度监测	*****
		便携式 X-γ 剂量率仪	*****
		个人剂量报警仪	*****
		个人剂量计	*****
	其他	照明装置	*****
		应急预案	*****

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，四川倍速检验检测有限公司新建 X 射线野外探伤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