

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

四川精衡信建设工程检测有限公司

二〇二三年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建 X 射线野外探伤项目 环境影响报告表

建设单位名称：四川精衡信建设工程检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：四川省泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号

邮政编码：*****

联系人：***

电子邮箱：*****@qq.com

联系电话：13*****158

目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	9
表 3	非密封放射性物质	10
表 4	射线装置	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6	评价依据	13
表 7	保护目标与评价标准	15
表 8	环境质量和辐射现状	17
表 9	项目工程分析与源项	17
表 10	辐射安全与防护	23
表 11	环境影响分析	32
表 12	辐射安全管理	44
表 13	结论与建议	53

表 1 项目概况

建设项目名称		新建 X 射线野外探伤项目			
建设单位		四川精衡信建设工程检测有限公司			
法人代表		***	联系人	***	联系电话 13*****158
注册地址		四川省泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号			
项目建设地点		探伤地点为全国各地，不固定；探伤机不进行野外探伤作业时，存放在四川省泸州市龙马潭区安宁大道一段218号公司办公区1楼东北侧设备间2内。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		**	项目环保投资（万元）	**	投资比例（环保投资/总投资） **%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其它	/				
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介及项目由来</p> <p>四川精衡信建设工程检测有限公司（统一社会信用代码：91510504092129820E，简称：精衡信检测公司）成立于2014年02月，注册资本金1000万元，固定资产8000万元，国家高新技术企业、天府（四川）联合股权交易中心科技金融板挂牌企业、泸州市“非公经济先进党组织”企业、四川省建设工程质量安全与监理协会检测分会理事单位、四川省建设工程质量检测机构A级信用机构、泸州市“民营经济建立现代企业制度优秀示范”企业、泸州市企业技术中心和科技型企业，川滇黔渝结合部检验检测行业领军企业和科研示范基地。</p>					

公司总部位于四川省泸州市龙马潭区安宁大道218号，目前在四川省川南片区（泸州、自贡、宜宾、古蔺、叙永）、成眉乐片区（成都、眉山、乐山）和贵州黔北片区（赤水、习水）及重庆、西藏、新疆（乌鲁木齐、图木舒克）设有十五家子分公司。总公司通过资质认定1500多个检测参数能力，具备房屋建筑和市政工程见证取样、地基基础、主体结构、钢结构、建筑幕墙、建筑节能和智能、室内环境污染控制综合类检测资质，水利水电工程岩土、混凝土、量测、金属结构、机电五甲检测资质，气象防雷乙级检测资质，四川省住建厅、新疆自治区住建厅、四川省高级人民法院备案鉴定机构。

随着业务发展和客户需求的提升，公司为进一步拓展市场，新增业务范畴，拟购1台XXG-2005的定向探伤机和1台XXG2505的定向探伤机（均属于II类射线装置），用于开展给排水、油气运输管道焊缝的野外X射线探伤检测作业，给排水管道的直径范围为89mm~1500mm、厚度为4mm-35mm，输油管道直径范围为100~1420mm、厚度为7~24mm，输气管道直径范围为21~1020mm，厚度为5~24mm，探伤对象的材质均为钢材，探伤作业场所均为新建施工现场管沟内或地面上方，不涉及架空管道。本项目2台X射线探伤机仅进行野外探伤作业使用，不涉及室内及室外探伤，未进行野外探伤作业时拟存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段218号公司办公区1楼东北侧设备间2内。

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》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。

本项目涉及使用II类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。本项目应报四川省生态环境厅申请审批。因此，四川精衡信建设工程检测有限公司委托四川省中栎环保科技有限公司对该项目开展环境影响评价工作。编制单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《新建X射线野外探伤项目环境影响报告表》。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令，2020年1月1日起施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第49号，2021年12月30日实施）相关规定，本项目第三十一项“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。

三、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：新建X射线野外探伤项目

建设单位：四川精衡信建设工程检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为全国各地，不固定；探伤机不进行野外探伤作业时存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段218号公司办公区1楼东北侧设备间2内。

（二）建设内容与规模

精衡信检测公司拟使用型号为XXG-2005的定向探伤机（最大管电压200kV、最大管电流5mA）和型号为XXG2505的定向探伤机（最大管电压250kV、最大管电流5mA）各1台，均为II类射线装置，用于开展给排水、油气运输管道焊缝的野外X射线探伤检测作业，探伤范围为全国各地，给排水管道的直径范围为89mm~1500mm、厚度为4mm-35mm，输油管道直径范围为100~1420mm、厚度为7~24mm，输气管道直径范围为21~1020mm，厚度为5~24mm。

精衡信检测公司拟在公司办公区大楼3层东部位置设置1间暗室（兼评片室，约17m²）和1间危废暂存间（约17.8m²），用于泸州附近及周边的探伤后续洗片、评片工作；拟在1层东北角设置1间设备间2（约9.5m²），用于探伤机未进行野外探伤作业时的存放。在实施探伤过程中，不存在同一地点两台探伤机同时探伤的情况，本项目X射线探伤机仅进行野外探伤作业使用，不涉及室内探伤。

根据建设单位业务规划，公司拟成立1个野外探伤小组（共4名辐射工作人员），小组预计每年外派野外探伤作业100个工作日，每个工作日平均探伤出束6次（6条焊缝），每次出束时间最长不高于5min，则本项目野外探伤年总出束时间最大

约**h。

项目组成及主要环境问题见表1-2。

表 1-2 建设项目组成及主要的环境问题表

	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	探伤机情况	精衡信检测公司拟使用型号为 XXG-2005 的定向探伤机（最大管电压 200kV、最大管电流 5mA）和型号为 XXG2505 的定向探伤机（最大管电压 250kV、最大管电流 5mA）各 1 台，均为II类射线装置，用于开展给排水、油气运输管道焊缝的野外 X 射线探伤检测作业，探伤范围为全国各地。拟在公司办公区大楼 3 层东部位置设置 1 间暗室（兼评片室，约 17m ² ）和 1 间危废暂存间（约 17.8m ² ）；拟在 1 层东北侧设置 1 间设备间 2（约 9.5m ² ）。	/	X 射线、臭氧
	探伤地点	探伤地点为全国各地，不固定		
	设备存放	未进行野外探伤作业时存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内		
	曝光时间	年总曝光时间约**h/a		
环保工程	新建危险废物暂存间，依托公司已建污水收集处理设施等			\
辅助工程	暗室（兼评片室，约 17m ² ）、设备间 2（约 9.5m ² ）等			洗片废水，废胶片，废显、定影液
公用工程	依托探伤工程区域公共设施			生活污水 生活垃圾
办公及生活设施	依托探伤工程区域办公及生活设施			/

（三）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 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	胶片	100 张/a	外购	卤化银
	显影液	80kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	65kg/a	外购	硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)、无水亚硫酸钠
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	600kWh	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	自来水	40m ³	—
	地下水	—	—	—

(四) 本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-4。

表 1-4 本项目拟使用的射线装置的相关情况

设备型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	使用场所	辐射角度	最大穿透钢板厚度 (mm)	曝光时间 (min/次)	备注
XXG-2005	1 台	200	5	定向	野外	40°+5°	29	1~5	拟购
XXG-2505	1 台	250	5	定向	野外	40°+5°	39	1~5	拟购

(五) 项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、外环境关系及选址合理性分析

本项目野外探伤地点为全国各地，探伤地点不固定，集中在新建给排水管道或油气运输管道施工现场，探伤作业场所依据管道设置场所不同而划分为地面探伤作业、沟下探伤作业两类，不涉及到架空管道，探伤地点为全国各地区城区范围外及野外。在本项目评价范围内，主要保护目标为给排水或油气运输管道施工现场的建设人员，通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，经预测分析，本项目对周围环境的辐射影响是可以接受的，所以本项目野外探伤选址和布局是合理的。

本项目探伤机无探伤任务时存放于泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。公司拟对设备间 2 采取一系列的防盗防破坏措施以保证设备安全：①拟在设备间 2 内安装监控摄像头，实行 24 小时监控，能够实时看到设备间 2 内部情况；②设备间 2 安装防盗门，将设备间 2 纳入精衡信检测公司重点警戒范围；③公司安排专人维护管理和维护，并做好射线装置台账工作；④探伤机主机、线缆分开存放，禁止 X 射线探伤机在设备间 2 内进行调试、训机和使用。

精衡信检测公司设备间 2 只用作设备存放，X 射线探伤机暂存不会对周围环境产生不良影响，周围环境对该储存间无制约因素，因此探伤机无探伤任务时存放于设备间 2 内是合理的。

2、实践正当性分析

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、锈蚀和熔合不足等，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。由于给排水或油气输运管道的组装无法在室内完成，只能在施工现场进行焊接组装，为

保障管线焊缝结构的安全性，管线管理单位拟委托本项目建设单位开展野外探伤，对施工现场的管线对接焊缝进行无损检测，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，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。

根据《压力管道定期检验规则-长输(油气)管道》(TSG D7003-2010)中 D2.3.4.2 中规定“开挖直接检验的方法和内容：(4)管道焊缝无损检测，无损检测一般采用射线或者超声方法，也可采用国家质检总局认可的其他检测方法”。汇正管道公司对油气管道开展射线探伤应严格按照《承压设备无损检测 第 2 部分:射线检测》(NB/T 47013.2-2015 及 XG1-2018)及安监主管部门的相关规定进行。因此，在严格落实相关规范和安监主管部门的前提下，使用探伤机对输送天然气和输油的管道进行射线探伤是可行的。

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环境影响，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采取相应的防护措施，尽可能利用管沟周围土壤优势进行屏蔽，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。

因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

(六) 劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员共4人，其中1名管理人员、2名操作人员，1名警戒人员，均为精衡信检测公司新增辐射工作人员，一天工作时间8小时，年工作时间为250天，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。

进行野外(室外)探伤作业时，由4名辐射工作人员组成一个探伤作业小组，1名担任探伤作业时的现场安全管理员，具备对现场辐射安全负责的权限，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还以及确认探伤远是否返回装置等工作，发现安全问题应立即停止探伤作业；2名辐射工作人员负责组装设备；另1名辐射工作人员根据初步划分的监督区控制区进行清场并布置辐射安全与防护措施。清场完

毕，防护措施到位后，辐射工作人员在探伤地点周围利用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正，按照修正的结果重新布置控制区和监督区。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、个人报警仪规范佩戴。

公司新增的辐射工作人员需要在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）对辐射安全与防护知识的学习，并通过生态环境主管部门组织的考核，取得考核通过成绩单，考核通过后方可上岗，考核成绩单有效期为五年，到期前需再次通过考核。

四、原有核技术利用情况

本项目为新建，精衡信检测公司此前从未开展过任何辐射项目，不存在与本项目有关的原有辐射污染问题。

五、本项目环保设施依托情况

本项目探伤机存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段218号公司办公区1楼东北侧设备间2内，若探伤区域离泸州市较近，则由建设单位利用公司办公场所内的暗室自行洗片，产生的废胶片、废显影液、废定影液由建设单位集中收集暂存后在危险废物暂存间内暂存，定期交由有危废处理资质的单位处理；废水经公司污水预处理设施处理后排入市政污水管网，通过市政污水管网进入泸州市龙马潭区城东污水处理厂处理，经处理后的尾水达到排放标准要求后经管道排入沱江；若探伤区域离泸州市较远，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。

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中将产生废显影液、废定影液，在评片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有溴化钾、无水亚硫酸钠等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和无水亚硫酸钠等化学物质。根据《国家危险废物名录（2021年本）》（生态环境部令第39号，2021年1月1日起实施）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为HW16，在危废储存桶外需贴上标识。

本项目拟新建的危废暂存间，位于公司办公区大楼3层东部原交安室二，面积约17.8m²，用于暂存公司产生的危险废物，本次新增废定、显影液、废胶片收集桶各一个用于暂存本项目产生的废显影液（0.08t/a）、废定影液（0.065t/a）、废胶片（100张/a）。

本项目新建暗室和危废暂存间拟采用2mmHDPE膜+防渗混凝土进行防渗，保

证等效黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$ ，渗透系数 $K \leq 1 \times 10^{-10} cm/s$ ，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求。危废暂存间拟设置警示标识、标牌，同时地面基础需全面防渗，并设置收集沟，收集池，确保事故状态下泄露液体可以得到有效的收集，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）要求。对不同类别的危险废物密封盛装，并分类编号；储存容器表面标示储存日期、名称、成分、数量级特性指标。

建设单位承诺在工作开展前与具有相应危废处置资质的企业签订危废协议，保证本项目产生的危险废物能得到有效处置。

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类	1	XXG-2005	200	5	无损检测	野外	本次拟购
2	X 射线探伤机	II类	1	XXG2505	250	5	无损检测	野外	本次拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 (mA)	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
废胶片	固态	—	—	—	100 张/a	—	暂存	交由有资质的单位回收处理
废显影液	液态	—	—	—	80kg/a	—	暂存	
废定影液	液态	—	—	—	65kg/a	—	暂存	
臭氧	气态	—	—	—	—	少量	—	大气环境

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

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

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令，2017年10月1日实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日实施）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号），2017 年 11 月 22 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局第 31 号令（2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(11) 《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》（环发[2006]145 号，原国家环保总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日实施）；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号，原环保部文件，2012 年 7 月 3 日）；</p> <p>(13) 《射线装置分类》（原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 66 号）；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(15) 《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）；</p> <p>(16) 《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</p>
------------------	--

	要求(试行)》（原四川省环境保护厅，川环办发[2016]149号）。
技 术 标 准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(8) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(9) 《危险废物识别标注设置技术规范》（HJ1276-2022）；</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。</p>
其 他	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））；</p> <p>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环办发[2016]1400号）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，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）。本项目分区管理需要满足 X 射线探伤现场控制区及监督区的要求，均严格执行控制区周围剂量当量率控制在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以下，监督区边界外周围剂量当量率控制在 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 以下的标准划分。本项目野外探伤评价范围是以 X 射线探伤机为中心周围 150m 以内的区域。

保护目标

本项目野外探伤地点不固定，野外探伤根据本次评价要求划定控制区和监督区，控制区外监督区内的辐射工作人员，监督区外评价范围的公众均为环境保护目标。

表 7-1 野外探伤环境保护目标一览表

保护目标	相对探伤机方位	与探伤机的距离 (m)	人数 (人)	年剂量约束值 (mSv)
职业人员	非主射方向	控制区外，监督区内	4	5
公众	不定	监督区外，评价范围内	不定	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中相应标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相应标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中相应标准；
- (2) 废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中相应标准；
- (3) 噪声：根据检测地点所处声功能区执行相应标准；
- (4) 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)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

(1) 职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)20mSv。本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4(即5mSv/a)作为职业人员的年剂量约束值。

(2) 公众照射：第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量1mSv。本项目环评取上述标准中规定的公众照射年剂量限值的1/10(即0.1mSv/a)作为公众的年剂量约束值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目为工业 X 射线探伤机野外探伤项目，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。因本项目野外探伤地点遍布全国各地，探伤地点不固定，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

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目无野外探伤作业时，探伤机存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内；本项目野外探伤作业场所均为新建施工现场，不涉及管道检修，本项目野外探伤作业不存在施工期工艺。

二、运营期

（一）探伤机工作原理

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，就会发生韧致辐射，产生低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线，X 射线产生原理见图 9-1。

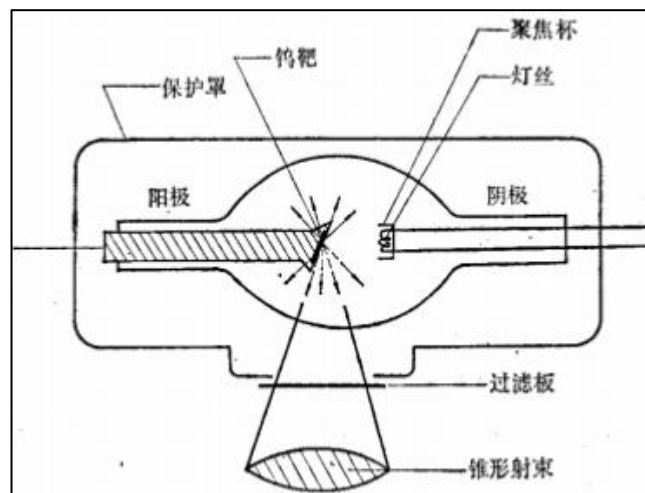


图9-1 X射线探伤机工作原理示意图

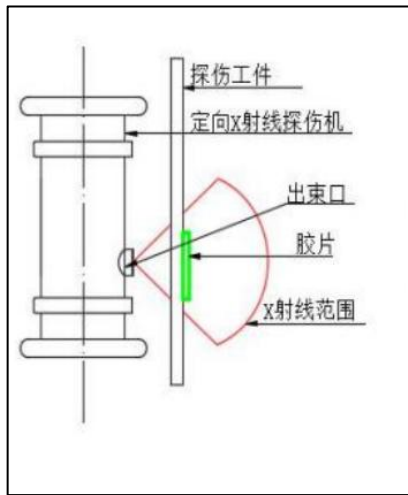


图 9-2 X 射线探伤机探照工件示意图

根据不同材料及厚度对 X 射线吸收程度的差异，通过 X 射线透视摄片，从胶片上显示出材料、零部件及焊缝的内部缺陷。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

（二）探伤条件

本项目 X 射线探伤机主要用于野外新建的长距离油气输送管道、给排水输送管道对接焊缝的无损检测，按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和沟下探伤作业两类，不涉及架空管道，检测对象均为新建的管道，未进行油、气、水的输送，因此，不存在油气泄漏、残留的风险。甲方确定需要对给排水或油气输送管道进行 X 射线探伤检测的位置，按照相关要求办理手续后，委托有资质的单位开展探伤活动，我公司仅在满足探伤条件的情况下进行探伤检测。本项目探伤对象给排水管道的直径范围为 89mm~1500mm、厚度为 4mm-35mm，输油管道直径范围为 100~1420mm、厚度为 7~24mm，输气管道直径范围为 21~1020mm，厚度为 5~24mm，本项目野外探伤两种典型探伤场景分析如下：

（1）地下管沟：根据现场实际情况分析，探伤地点管沟较深且沟内一般无人员停留，探伤检测时，甲方按照《埋地钢质管道外防腐层保温层修复技术规范》（SY/T 5918-2017）的要求，将拟探伤管道周围覆土采用人工开挖或机械开挖结合的形式进行清除，形成管道两侧宽约 50~80cm，管道下方约 30~50cm、管道上方 ≥ 80 cm 的管沟作业坑。沟内探伤作业时，探伤机主射方向主要竖直向下、斜向下或朝向天空，在管沟底部和两侧均为大地，因此主要考虑漏射线和散射线的影响，在探伤机周围采用 4 块不小于“1m \times 1m”2mm 铅当量的移动式铅屏风进行漏射

线和散射线的遮挡，优先利用大地屏蔽。本项目沟内探伤现场示意图见下图 9-3，
管沟内探伤机典型探伤现场布置见下图 9-4：

*

图9-3 探伤作业场景（坑管沟）截面示意图

*

图9-4 本项目管沟内典型探伤现场布置图

(2) 地面上方：本项目给排水工程在取水口到水处理厂段输水管道可能在地面上方，油气运输工程在场站内会涉及到地面管道；地面探伤作业时，对周围无关人员进行疏散，在探伤机四周拟设置 4 块不小于“1m×1m”的移动式铅屏风进行主射线、漏射线和散射线的遮挡，主射方向拟采用 1 块 5mm 铅当量，非主射方向拟采用 3 块 2mm 铅当量的移动式铅屏风对 X 射线进行防护。地面上方探伤机典型探伤现场布置见下图 9-5。

*

图9-5 典型探伤作业场景（地面上方）截面示意图

(三) 项目工艺流程及产污环节

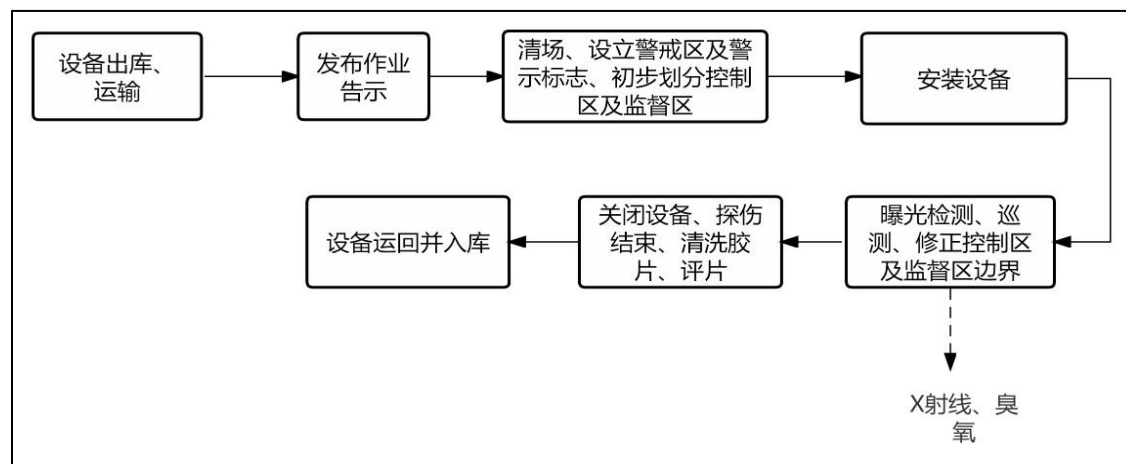


图9-6 X射线探伤机野外探伤工艺流程及产污环节示意图

(1) 作业前准备。在实施探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。

(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) 探伤作业前需要进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制监督区范围、探伤单位名称、负责人、联系电话、辐射事故报警电话等

内容。同时对工作场所进行分区管理，在控制区边界拉起临时警戒线并设“禁止进入 X 射线区”，在监督区边界上设警戒线、“无关人员禁止入内”的警示牌，由辐射工作人员负责现场警戒及监督检查，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。

(5) 设备操作人员检查设备，确认无误后，精衡信检测公司技术人员将探伤机固定在需要探伤的管道焊缝处，根据管道所在位置开展探伤：当位于管沟内时，在探伤机周围采用 4 块不小于“1m×1m”的铅屏风进行屏蔽，优先利用大地屏蔽，探伤方向主要竖直向下、斜向下或朝向天空；当位于地面上方时，管道焊缝两端进行堆土支撑，焊缝位置安装探伤机，主射方向拟采用 1 块 5mm 铅当量，非主射方向拟采用 3 块 2mm 铅当量的移动式铅屏风对 X 射线进行防护。

(6) 曝光检测。项目现场作业时，工作人员将设备安装固定好之后撤离至控制区外的区域，设备操作人员则位于控制区外远程操作设备。现场作业人员均佩戴个人剂量计和剂量警报仪，监护人员确认场内及周边无其他人员且各种辐射安全措施到位后，通知设备操作和数据采集人员开机进行曝光，现场监护人员使用便携式辐射监测仪进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整分区。对划定的非主射方向的控制区和监督区进行修正，保障工作人员操作现场的空气比释动能率小于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，公众位于空气比释动能率小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的区域之外。

(7) 关闭设备，探伤检测结束，取下胶片，野外探伤作业洗片、评片依托公司暗室、评片室进行。

(8) 探伤结束，整理设备，清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

(9) 设备运输回并入库，专用车辆运输设备至泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内，做好相关记录（影像、照片和现场记录资料等），与现场探伤作业方案一并按“野外探伤一事一档”要求存档备查。

（四）工况分析

本项目使用 1 台型号为 XXG-2005 的定向探伤机（最大管电压 200kV、最大管电流 5mA）和 1 台型号为 XXG2505 的定向探伤机（最大管电压 250kV、最大管电流 5mA）进行野外探伤作业。探伤对象主要为给排水、油气运输管道，按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和沟下探伤作业两类，不涉及架空管道，

探伤作业场所均为新建施工现场，探伤管道均未进行油、气、水的输送，不存在油气泄漏、残留的风险。沟内探伤作业时，探伤机主射方向主要竖直向下、斜向下或朝向天空，在管沟底部和两侧均为大地，因此主要考虑漏射线和散射线的影响；地面探伤作业时，出束方向朝向焊缝，探伤时尽可能采用铅板进行防护，主要考虑主射线、漏射线和散射线的影响。

探伤作业时操作人员均位于非主射方向上，铅屏风屏蔽能力（厚度）根据所操作的 X 射线的剂量及探伤场所的地理条件等确定，根据探伤对象的不同，本项目 X 射线探伤机单条焊缝拍片最长曝光时间最大不超过 5min，工作小组年野外探伤累计曝光时间最多**h。操作人员位于线缆末端操作台，设置曝光参数和延迟曝光时间后撤离至控制区外的区域，安全管控措施到位后才进行曝光探伤；操作人员位于非主射方向监督区内，距探伤机距离最远为 18m，本项目探伤机电缆线长 25m，能够满足要求。

污染源项描述

一、电离辐射

X射线探伤机开机工作时产生X射线，不开机状态不产生辐射。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

三、废水

清洗胶片时产生洗片废水约 0.5m³/a，工作人员生活用水按每人每天 100L 计，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.34m³/d，85m³/a。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 4kg/d。

五、危险废物

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中最多产生废显影液 80kg/a、废定影液约 65kg/a，在评片过程中将产生废弃胶片约 100 张/a。该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，建设单位应将其分类收集，暂存在危险废物暂存间内，并在危废储存桶外粘贴危险废物标识，与有相应处理资质的单位签订危险废物处置合同，不外排。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、平面布局合理性分析

精衡信检测公司拟在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 3 楼东部设暗室（兼评片室）和危险废物暂存间，无野外探伤作业时，2 台 X 射线探伤机均存放在公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。

本项目野外探伤平面布置主要根据安装施工场地外环境进行布置，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对象，无任何人员居留，探伤工作人员在监督区探伤机漏射方向居留，整个监督区将进行清场，无任何非辐射工作人员居留。野外探伤场地通过采取距离控制、铅屏风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现场布局相冲突，平面布置是合理的。

二、两区管理

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。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离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌，公众不得进入该区域。依据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全与防护要求》的规定，将现场工作区域划定为控制区和监督区。应在确保安全的原则下，因地制宜的划定控制区和监督区，并设置警戒线，应切实做好清场工作。

建设方对每个野外探伤工作场所划分为控制区、监督区，并实行“两区”管理制度。本项目野外探伤控制区和监督区划分如表 10-1，两区划分示意图见图 10-1~

图 10-4。

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

野外探伤		控制区	监督区
“两区”划分范围		剂量率在 $15\mu\text{Gy/h}$ 以上的范围，可根据当地实际情况设置控制区	剂量率在 $2.5\mu\text{Gy/h}\sim 15\mu\text{Gy/h}$ 之间的范围，根据野外探伤的地形实际情况确定
管沟内	XXG-2005 型定向探伤机	非主射方向 $0\sim 11\text{m}$ ，周围有 2mm 铅屏风防护	非主射方向 $11\text{m}\sim 26\text{m}$ ，有 2mm 铅屏风防护
	XXG2505 型定向探伤机	非主射方向 $0\sim 18\text{m}$ ，周围有 2mm 铅屏风防护	非主射方向 $18\text{m}\sim 44\text{m}$ ，有 2mm 铅屏风防护
地面上方	XXG-2005 型定向探伤机	主射方向 $0\sim 5\text{m}$ ，有 5mm 铅屏风防护 非主射方向 $0\sim 11\text{m}$ ，有 2mm 铅屏风防护	主射方向 $5\sim 14\text{m}$ ，有 5mm 铅屏风防护 非主射方向 $11\text{m}\sim 26\text{m}$ ，有 2mm 铅屏风防护
	XXG2505 型定向探伤机	主射方向 $0\sim 24\text{m}$ ，有 5mm 铅屏风防护 非主射方向 $0\sim 18\text{m}$ ，周围有 2mm 铅屏风防护	主射方向 $24\sim 59\text{m}$ ，有 5mm 铅屏风防护 非主射方向 $18\text{m}\sim 44\text{m}$ ，有 2mm 铅屏风防护
辐射防护措施		其它人员不能在这些区域停留，设置明显的警戒线，并设置明显的电离辐射标志，边界上悬挂清晰可见的“禁止进入射线区”警示标识。	该区设置电离辐射标志，经常进行剂量监督，需要专门防护措施，限制公众在该区域长期滞留，边界处设置“当心，电离辐射”警示标识，边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置专人警戒。

1、探伤地点在管沟内：

*

图10-1 本项目野外探伤两区划分示意图（XXG-2005型定向探伤机，管沟内）

*

图10-2 本项目野外探伤两区划分示意图（XXG2505型定向探伤机，管沟内）

2、探伤地点在地面上方：

*

图 10-3 本项目野外探伤两区划分示意图（XXG2505 型定向探伤机，地面上方）

*

图 10-4 本项目野外探伤两区划分示意图（XXG2505 型定向探伤机，地面上方）

三、辐射防护情况及设备固有安全性分析

(1) X 射线探伤机存放安全防护措施

无野外探伤作业时，本项目 X 射线探伤机存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。设备储存间内拟设视频监控，设

备间 2 钥匙由两名工作人员共同进行保管,实行双人双锁。在野外探伤任务期间,未进行探伤时,临时暂存在专用的运输车辆内,并由专人负责保管。

(2) 设备固有安全性分析

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。

③当曝光阶段正常结束后,系统将自动切断高压,进入休息阶段,在休息阶段将不理睬任何按键,所有指示灯均熄灭,停止探伤作业。

④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。

⑤过流保护: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。

⑥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。

(3) 野外探伤安全防护措施

根据《四川省野外(室外)使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》(原四川省环境保护厅,川环办发[2016]149号)和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》,进行野外探伤时主要采取以下措施进行辐射安全防护:

①制定野外探伤工作方案

接受现场探伤任务后,在野外探伤作业前,按项目应制定现场探伤工作方案,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。具体内容包括:

a.明确探伤工况:使用的探伤设备、探伤对象、时间安排(开始和结束时间

节点)、探伤场所位置。

b.根据探伤工况等划定安全防护区域(控制区和监督区)范围,明确对控制区、监督区采取的警戒、安全措施。并通过影像资料记录现场各类辐射安全措施的履行情况。

c.确定监测方案:根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测指标及频次,预先制定监测结果记录表格。监测点位至少应考虑控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置等,应在探伤操作前测一次,操作期间测一次。

d.明确清场方式:如预先公告、开始前广播、安排专人检查等,确保在探伤操作期间,在划定的监督区范围内无公众,控制区内不应有任何人员。

e.明确职责和分工:明确工作人员的分工计划,如探伤操作人员名单及其职责等。警戒人员主要负责控制区和监督区的划定与控制,场所限制区域的人员管理,场所辐射剂量水平监测以及警戒等安全相关工作。

f.实施异地野外探伤作业备案制度,跨省、市(州)异地开展工业 X 射线野外(室外)探伤时,项目单位应当于放射性同位素与射线装置转移前 5 个工作日,持有效的辐射安全许可证正本、副本复印件,向转入地市(州)环境保护主管部门提交使用计划和作业方案(以下简称报备方案),报备方案内容包括: I.作业所涉项目名称,时间和详细地点,作业工期,作业活动内容; II.使用射线装置的名称、型号、类别、数量,射线装置暂存及安保和辐射防护措施,配备监测设备名称、型号数量等; III.辐射安全负责人姓名、联系电话和职务,操作人员名单及其辐射安全与防护培训合格证书复印件; IV.单位制定的辐射安全与防护相关规章、制度,作业活动操作规程、人员岗位职责、辐射应急方案(包括项目所在地环保部门、公安部门、卫生部门联系方式)等。

g.在活动结束后 10 个工作日内,应当向转入地市(州)生态环境主管部门办理备案注销手续和提交辐射安全评估报告。辐射安全评估报告内容主要包括:作业活动执行情况;作业期间对各项辐射安全防护措施及管理要求的履行情况;报备方案(包括人员、射线装置数量等)是否变更及其说明;生态环境部门检查要求落实情况;异常情况说明;现场辐射环境监测情况;明确是否存在违规操作,是否造成环境污染。

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告牌。公告牌中应包括辐射安全许可证，公司法人代表，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，当地生态环境主管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，公告信息应采取喷绘（印刷）的方式制作，应具备防水、防风等抵御外界影响的能力，确保信息的清晰辨识。公告信息如发生变化应重新制作，禁止对安全信息公告牌进行涂改、污损。

③内部管理机构和规章制度

本野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主管部门、公安部门、卫生部门联系方式。每次野外探伤作业完成后，要按照“一事一档”的要求建立辐射安全与防护档案，需要归档的材料应包括以下内容：

- a.作业活动开始前报备方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；
- b.环保部门现场检查记录及整改要求落实情况；
- c.作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及帐务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；
- d.作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。

④探伤分组及个人防护

建设单位的在探伤作业前开展制定探伤工作方案、张贴探伤作业公告、划定控制区和监督区、清场、个人防护等准备工作。至少保证每个野外探伤作业组开展作业时有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪、若干警示标志、警戒绳。同时，还要为每名操作人员配备一台个人剂量计，个人剂量计应编号并定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

⑤探伤机从存放设备间 2 出库进行野外（室外）作业、野外（室外）探伤完毕送回设备间 2 时都需进行登记，严格做好记录管理工作，探伤机出库作业前辐射工作人员需报相关领导批准后方可出库开展探伤作业，探伤机在野外探伤完毕

后，探伤机需及时送回公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 进行保管。

⑥探伤时辐射防护工作

探伤准备：探伤机架设安装完毕后，再一次对探伤区和防护区进行清场；除探伤机操作人员外，其余工作人员与安全检查员一道分别在监督区边界指定位置放置警示牌，严禁无关人员进入该区域。

边界巡查与检测：在第一次曝光期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。开始探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪，两者均应使用。

探伤操作：进行探伤时，如果探伤机连接线长度不够，采取设定时间后自动开机曝光操作，一般最长可设定 3min 待定时间，操作人员可在该段时间内退至控制区距离外或屏蔽体内，位于控制区边界的辐射工作人员需穿戴铅防护服。

四、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》（环保部第 18 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号）、《生态环境部（国家核安全局）核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2020 年）》，《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发[2007]42 号）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）相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射安全防护设施对照分析表

具体要求	本项目实际情况
作业公告：作业时间、作业地点、作业内容、拟采取辐射防护措施	拟实施
场所分区	拟实施
警戒线及警示标志	拟实施
场所边界文字说明、声音、光电等警示（野外探伤）	拟实施
专人看守、巡查	拟实施
移动屏蔽措施（铅屏风等）	拟实施
便携式辐射剂量监测仪	拟实施
个人剂量报警仪	拟实施
个人剂量计	拟实施

个人防护用品（如铅衣、铅帽和铅眼镜等）

拟实施

建设单位按照表 10-2 中提出的要求落实，本项目辐射防护措施合理可行。

五、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，精衡信检测公司需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 环保设施及投资估算一览表

	环保设施	数量	投资金额（万元）
			本次新增
新建 X 射 线野 外探 伤项 目	暗室（兼评片室）	1 间	**
	危险废物暂存间	1 间	**
	设备间 2	1 间	**
	便携式 X 射线辐射剂量仪	1 台	**
	个人剂量计	4 套	**
	个人剂量报警仪	4 个	**
	废定、显影液、废胶片收集桶	各 1 个	**
	废显、定影液及废胶片处理费用	---	**
	2mmPb 铅屏风	4 个	**
	5mmpb 铅屏风	1 个	**
	铅防护服	1 套	**
	控制台急停装置	设备自带	**
	控制台钥匙控制	设备自带	**
	现场警示标志若干	---	**
	安全信息公告牌	2 个	**
	大功率喊话器	1 个	**
	对讲机	3 个	**
	灭火器材	1 套	**
辐射安全培训费用	---	**	
合计			13.13

本项目总投**万元，环保投资**万元，占总投资的**%。今后精衡信检测公司在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。精衡信检测公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、 废气

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，项目探伤地点周围为较开

放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

二、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 4.0kg/d，依托工程作业区域环保设施进行处理。

三、废水

本项目工作人员产生的废水主要为生活污水和清洗胶片产生的废水。本项目产生的废水经公司污水预处理设施处理后排入市政污水管网，通过市政污水管网进入泸州市龙马潭区城东污水处理厂处理，经处理后的尾水达到排放标准要求后经管道排入沱江，对周围环境产生的影响小。

四、危险废物

本项目产生的废显影液约 80kg/a、定影液约 65kg/a，废胶片约 100 张/a，根据生态环境部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名录（2021 年版）》中的危险废物划分类别，废显影液、定影液及胶片属于编号为 HW16 的危险废物。进行野外（室外）探伤作业时，若探伤区域位于泸州市境内，则由建设单位利用公司新建暗室自行洗片，产生的废胶片、废显影液、废定影液由建设单位集中收集暂存于公司设置的危废暂存间内，定期交由资质的单位处置；若探伤区域位于泸州市境外，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，产生的危废由被委托单位负责处置。

本项目拟建危废暂存间及危废处置应做好以下几点：

①危废暂存间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废暂存间应具采取防雨和防渗措施，暂存间应设置围堰，采用防渗混凝土+HDPE 膜（2.0mm 厚、渗透系数不高于 $1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 的 HDPE 膜作为防渗层）防渗，防止危废流失。

②危险废物贮存设施应按环境保护图形标志《固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的规定设置警示标志。



图 10-5 危险废物警告标志牌、危险废物标签

③危险废物转移应按照《危险废物转移联单管理办法》的有关要求规定填写五联单。同时，要求建设单位加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、随意倾倒和将危险固废混入一般固废中，以避免污染周边环境和防止发生泄漏污染地下水。

本项目产生的危险废物在收集、暂存过程中，应严格遵守下列要求：

①危险废物贮存可分为产生单位内部贮存、中转贮存及集中性贮存。所对应的贮存设施分别为：产生危险废物的单位用于暂时贮存的设施；拥有危险废物收集经营许可证的单位用于临时贮存的设施；以及危险废物经营单位所配置的贮存设施。

②危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ1 和 GBZ2 的有关要求。

③危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施和消防设施。

④贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

⑤危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。

⑥危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接需进行记录。

⑦危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性按照 GB18597 附录 A 设置标志。

⑧危险废物贮存设施的关闭应按照 GB18597 和《危险废物经营许可证管理办法》的有关规定执行。

表 11 环境影响分析

施工期环境影响分析

本项目无野外探伤作业时，探伤机存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。

本项目野外探伤场所一般为新建给排水管道的施工现场，可能极少数情况下会涉及到场所土层开挖（沟下探伤作业）工程，相应工程的施工作业均由探伤作业委托单位开展，相应施工环境影响较小且均由探伤作业委托单位另行开展环境影响评价。故，本项目野外探伤作业不存在施工期环境影响。

运行期环境影响分析

本项目拟使用 1 台 XXG-2005 型定向探伤机和 1 台 XXG2505 型定向探伤机实施野外探伤作业，年野外探伤最大曝光时间为**h。在探伤机探伤作业过程中，主要环境影响为 X 射线、臭氧、危险废物、废水。

一、辐射环境影响分析

本项目探伤对象主要为给排水、油气运输管道，按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和沟下探伤作业两类。①沟内探伤作业时，探伤机主射方向主要竖直向下、斜向下或朝向天空，在管沟底部和两侧均为大地，因此主要考虑漏射线和散射线的影响，在探伤机周围采用 4 块不小于“1m×1m”2mm 铅当量的移动式铅屏风进行漏射线和散射线的遮挡，优先利用大地屏蔽。②地面探伤作业时，出束方向朝向焊缝，探伤时尽可能采用铅板进行防护，主要考虑主射线、漏射线和散射线的影响，主射方向拟采用 1 块 5mm 铅当量，非主射方向拟采用 3 块 2mm 铅当量的移动式铅屏风对 X 射线进行防护。本项目操作人员位于非主射方向监督区内，距探伤机距离最远为 18m，本项目探伤机电缆线长 25m，能够满足要求。

1、野外探伤控制区和监督区的理论划分

在实际探伤过程中，定向探伤机的主束射向管道焊缝。射线能量根据被检管道的厚度进行调节，有用射束被管道所屏蔽，射线经管道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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），利用辐射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；将控制区边界外、作业时周围剂

量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区，严禁公众成员进入该区域。

根据建设单位提供的资料，探伤机控制电缆长度约为 25m，具备延时功能，根据计算结果，本项目控制区长度最大为 18m，因此控制线缆长度能够满足本项目需求。本项目按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和沟下探伤作业两类，地下管沟探伤时，探伤机出束方向竖直向下、斜向下或朝向天空，周围保护目标主要受到散射、漏射和天空反散射线的影响；地面探伤作业时，出束方向朝向焊缝，周围保护目标主要受到主射线、漏射线和散射线的影响，因此，综合考虑本次预测考虑主射线、散射线和漏射线的影响。

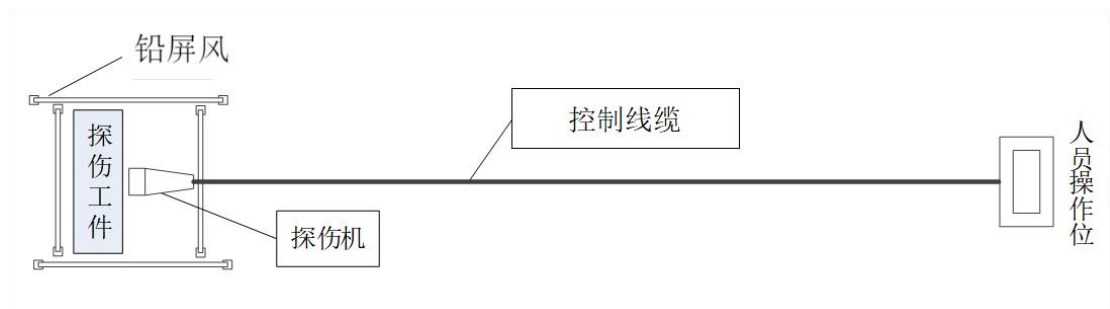


图 11-1 野外探伤现场布置示意图

2、理论计算

(1) 有用线束

(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：

$$D_1 = I\delta_X / r^2 \dots\dots\dots \text{(式 1)}$$

$$D_2 = B \times D_1 \dots\dots\dots \text{(式 2)}$$

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

D_1 —未经工件屏蔽前空气吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

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，本项目野外探伤机的管电流均为 5mA；

δ_X —发射率常数， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 和表 B.1，本项目 XXG-2005 型探伤机过滤片材料保守按照为 2mmAl，管电压为 200kV 的探伤机 X 射线输出量取 28.7 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 1.72 $\times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；本项目 XXG2505 型探伤机

过滤片材料保守按照为 0.5mmCu，管电压为 250kV 的探伤机 X 射线输出量取 16.5mGy·m²/(mA·min)，即 9.9×10⁵μGy·m²/(mA·h)；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离 m；

B —透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014，图 B.1），取等效铅当量的对应值，根据《辐射防护手册》（第三分册）P63 页表 3.4，当管电压 300kV 时（无 250kV 数据，保守取 300kV），保守按照 28mm 铁（7.9g/cm³）为 3mm 铅当量厚度；当管电压 200kV 时，保守按照 12mm 铁（7.9g/cm³）为 1mm 铅当量厚度，本项目探伤工件管道的厚度在 4~35mm 范围内，建设单位依据探伤对象选择使用不同型号的探伤机；

X —屏蔽体厚度；

TVL—铅的什值层厚度，250kV 时，TVL=2.9mm；200kV 时，TVL=1.4mm。

根据上述，计算结果见下表：

表11-1 不同距离主射方向空气吸收剂量率计算表（μSv/h）

距射线靶的 距离（m）	XXG-2005 定向型探伤机		XXG-2505 型定向探伤机	
	无铅屏风遮挡	有铅屏风遮挡 (2mm)	无铅屏风遮挡	有铅屏风遮挡 (5mm)
6	46122.22	12.37（监督区）	12700.47	239.71
10	16604.00	4.45E+00	4572.17	86.29
14	8471.43	2.27E+00（控制区）	2332.74	44.03
20	4151.00	1.11E+00	1143.04	21.57
24	2882.64	7.73E-01	793.78	14.98（监督区）
30	1844.89	4.95E-01	508.02	9.59
40	1037.75	2.78E-01	285.76	5.39
50	664.16	1.78E-01	182.89	3.45
59	476.99	1.28E-01	131.35	2.48（控制区）
80	259.44	6.96E-02	71.44	1.35
100	166.04	4.45E-02	45.72	0.86
120	115.31	3.09E-02	31.75	0.60
140	84.71	2.27E-02	23.33	0.44
147	76.84	2.06E-02	21.16	0.40
160	64.86	1.74E-02	17.86	0.34
170	57.45	1.54E-02	15.82	0.30
175	54.22	1.45E-02	14.93（监督区）	0.28
180	51.25	1.37E-02	14.11	0.27
200	41.51	1.11E-02	11.43	0.22
300	18.45	4.95E-03	5.08	0.10
330	15.25	4.09E-03	4.20	0.08

333	14.97 (控制区)	4.02E-03	4.12	0.08
400	10.38	2.78E-03	2.86	0.05
420	9.41	2.53E-03	2.59	0.05
428	9.06	2.43E-03	2.50 (控制区)	0.05
600	4.61	1.24E-03	1.27	0.02
800	2.59 (监督区)	6.96E-04	0.71	0.01

(2) 漏射线 (非主射方向外)

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 标准中规定: 当 X 射线探伤机的管电压大于 200kV 时, 要求漏射线 1m 处的比释动能率小于 5mGy/h, 根据

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式 4)$$

式中:

B—屏蔽透射因子;

\dot{H} —预测点剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

R_0 —靶点至关注点的距离, m;

H_L —距靶点1m处泄露辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, 对应的 X 射线能量见表 11-2。

表 11-2 X 射线探伤机的泄露辐射剂量率

X 射线管电压 (kV)	距离靶点 1m 处的泄露辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
<150	1×10^3
$150 \leq kV \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

(3) 散射线 (非主射方向外)

本项目给排水管道探伤点位于管沟内, 保护目标位于地面非主射方向上, 保护目标受到的辐射照射为给排水管道散射至最近的地面, 本次预测保守按照《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式下式计算。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (式5)$$

式中:

B —屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{散}$ —预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —靶点至探伤工件的距离，均取0.5m；

I —额定管电流，本项目2台野外探伤机的管电流最大均为5mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2和表B.1，本项目XXG-2005型探伤机过滤片材料保守按照为2mmAl，管电压为200kV的探伤机X射线输出量取 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.72\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；本项目XXG2505型探伤机过滤片材料保守按照为0.5mmCu，管电压为250kV的探伤机X射线输出量取 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $9.9\times 10^5\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积；

α —散射因子，根据GBZ/T250-2014附录B中表B.3， α_w 保守取 1.9×10^{-3} ，根据B.4.2当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时， $R_0^2/(F\cdot\alpha)$ 因子的值为50（200kV~400kV）；

经过工件一次散射后，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2，对应的X射线能量见表11-3。

表11-3 X射线90°散射辐射最高能量相应的kV值

原始X射线 (kV)	散射辐射 (kV)
$150\leq\text{kV}\leq 200$	150
$200<\text{kV}\leq 300$	200

根据式（4）、（5）所述，计算结果见下表：

表 11-4 不同距离非主射方向空气吸收剂量计算表（无铅屏风）（ $\mu\text{Sv/h}$ ）

距射线靶的 距离 (m)	XXG-2005 定向型探伤机			XXG2505 定向型探伤机		
	漏射	散射	合计	漏射	散射	合计
5	200.00	6880.00	7080.00	200.00	3960.00	4160.00
10	50.00	1720.00	1770.00	50.00	990.00	1040.00
20	12.50	430.00	442.50	12.50	247.50	260.00
30	5.56	191.11	196.67	5.56	110.00	115.56
40	3.13	107.50	110.63	3.13	61.88	65.00
50	2.00	68.80	70.80	2.00	39.60	41.60
60	1.39	47.78	49.17	1.39	27.50	28.89
70	1.02	35.10	36.12	1.02	20.20	21.22
80	0.78	26.88	27.66	0.78	15.47	16.25

84	0.71	24.38	25.09	0.71	14.03	14.74 (控制区)
90	0.62	21.23	21.85	0.62	12.22	12.84
100	0.50	17.20	17.70	0.50	9.90	10.40
109	0.42	14.48	14.90 (控制区)	0.42	8.33	8.75
200	0.13	4.30	4.43	0.13	2.48	2.60
208	0.12	3.98	4.09	0.12	2.29	2.40 (监督区)
250	0.08	2.75	2.83	0.08	1.58	1.66
266	0.07	2.43	2.50 (监督区)	0.07	1.40	1.47

表 11-5 不同距离非主射方向空气吸收剂量计算表 (有 2mm 铅屏风) ($\mu\text{Sv/h}$)

距射线靶的距 离 (m)	XXG-2005 定向型探伤机			XXG2505 定向型探伤机		
	漏射	散射	合计	漏射	散射	合计
5	7.46	56.76	64.22	40.80	147.71	188.51
10	1.87	14.19	16.06	10.20	36.93	47.13
11	1.54	11.73	13.27 (控制区)	8.43	30.52	38.95
15	0.83	6.31	7.14	4.53	16.41	20.95
18	0.58	4.38	4.96	3.15	11.40	14.55 (控制区)
20	0.47	3.55	4.01	2.55	9.23	11.78
25	0.30	2.27	2.57	1.63	5.91	7.54
26	0.28	2.10	2.38 (监督区)	1.51	5.46	6.97
30	0.21	1.58	1.78	1.13	4.10	5.24
35	0.15	1.16	1.31	0.83	3.01	3.85
40	0.12	0.89	1.00	0.64	2.31	2.95
44	0.10	0.73	0.83	0.53	1.91	2.43 (监督区)
50	0.07	0.57	0.64	0.41	1.48	1.89
60	0.05	0.39	0.45	0.28	1.03	1.31
80	0.03	0.22	0.25	0.16	0.58	0.74
100	0.02	0.14	0.16	0.10	0.37	0.47

(4) 理论计算结果

精衡信检测公司野外探伤每次探伤作业仅限单台探伤机开机操作,将野外探伤作业设备的相关参数带入公式(1)~(5),可估算出不同管电压条件下探伤机探伤时控制区和监督区的边界范围,具体见表 11-6。

表 11-6 本项目野外探伤控制区与监督区边界范围估算结果表 (m)

射线类型	XXG-2005 定向型探伤机		XXG2505 定向型探伤机	
	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
主射方向 (5mm 铅当量铅屏风屏蔽)	0~6	6~14	0~24	24~59
非主射方向 (2mm 铅当量铅屏风屏蔽)	0~11	11~26	0~18	18~44

为方便管理,控制区、监督区采用矩形划定。

本项目使用的探伤机在探伤作业实施时，其实际使用时最大管电压低于设备设计参数，因此，本项目理论计算结果划定的控制区、监督区相对保守，实际作业时，可根据现场实际情况结合边界巡测结果进行控制区及监督区的划定。

3、保护目标受照射剂量影响分析

(1) 职业人员

本项目进行野外探伤作业时，操作人员（职业人员）位于管沟侧面，控制区边界线外，控制区警戒线处有效剂量率为 15uSv/h，本项目保守按同一组工作人员每年探伤工作时间**h，居留因子取 1 计算，得出控制区边界警戒人员受照射的年附加有效剂量为 0.75mSv/a，低于本次评价确定的剂量约束值 5mSv/a 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业人员 20mSv/a 的要求。

(2) 公众

本项目探伤时，公众位于监督区警戒线外，警戒线处有效剂量率为 2.5uSv/h，本项目按照探伤机每年工作**h 保守计算，公众居留因子取 1/8，得出监督区边界公众受照射的年附加有效剂量为 1.56×10^{-2} mSv/a，低于本次评价确定的剂量约束值 0.1mSv/a 的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众 1mSv/a 的剂量限值的规定。

二、臭氧

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。

三、危险废物

建设单位每年野外探伤作业预计最大产生废显影液 80kg/a、废定影液 65kg/a，废胶片 100 张/a。根据生态环境部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名录（2021 年本）》（生态环境部令 第 39 号，2021 年 1 月 1 日起实施）中的危险废物划分类别，废显影液、定影液及胶片属于编号为 HW16 的危险废物，建设单位产生的废显影液、定影液及废胶片应采用专用的、设置了危险识别标志的容器进行收集后在危废暂存间内暂存，定期交由有资质的单位处理，不外排。若探伤区域离泸州市较远，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，危废处置由被委托单位负责。

射线装置报废处理：按照国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 33 条要求“报废的射线装置应去功能化处理”和《四川省辐射污染防治条例》要求“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”。本项目涉及的需要报废的 X 射线探伤机，必须进行去功能化处理（如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将探伤机主机的电源线绞断），使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

四、废水

距离泸州市较近的野外探伤作业洗片、评片利用精衡信检测公司新建的暗室进行，清洗胶片时产生洗片废水约 $0.5\text{m}^3/\text{a}$ ，工作人员生活污水产生量为 $0.34\text{m}^3/\text{d}$ ，经公司所在大楼污水预处理设施处理后排入市政污水管网，通过市政污水管网进入泸州市龙马潭区城东污水处理厂处理，经处理后的尾水达到排放标准要求后经管道排入沱江。距离泸州市较远的野外探伤作业洗片委托当地有资质及能力的探伤检测公司进行。

五、生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约 $4\text{kg}/\text{d}$ ，经过收集后，及时转运至附近的垃圾中转站集中处置。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用探伤机属II类射线装置，其风险因子为 X 射线，按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-7 中。

表11-7 本项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故情形
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（表 11-8）：

表11-8 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、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，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在进行现场清场工作时，未清场干净，造成公众滞留在野外探伤现场，进行开机作业时，造成公众被误照射。

②在现场探伤作业时，铅屏风未架设稳定而滑落或者探伤机未进行固定而造成探伤机主射线束平行于地面，辐射工作人员误入控制区内，周围公众意外进入监督区内。

③在现场探伤作业时，辐射工作人员在有铅屏蔽的情况下，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（有铅屏风）。

根据上述事故情况分析，本次评价事故分析考虑最大可信事故，即本项目 X 射线探伤机以最大工况运行（250kV，5mA）时，无屏蔽防护遮挡且无防护，主

射方向上造成职业人员及公众被误照射。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用下式计算：

$$D = I\delta_x / r^2 \quad \dots\dots\dots \text{(式 6)}$$

式中：

D —空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

I —管电流， mA ；本项目取 5mA ；

δ_x —距辐射源点（靶点） 1m 处输出量；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离， m 。

人员受到的有效剂量可用式下式计算：

$$E = D \cdot t \cdot W_T \cdot W_R \quad \dots\dots\dots \text{(式 7)}$$

式中：

E —人员受到的有效剂量率， mSv ；

t —人员受照射时间

W_T —组织权重因数，全身为 1；

W_R —辐射权因数，X 射线为 1。

野外探伤时，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过切断探伤机电源，按最不利情况曝光 5min 来计算，当探伤机主射方向朝向地面、天空、或者其他方向人员处于非主射方向辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-9。

表11-9 事故情况下受到的剂量估算结果（无防护）

探伤机 型号	与 X 射线探伤 机的距离 (m)	受照剂量 (mSv)					
		0.5min	1min	2min	3min	5min	
XXG-2505 定向型	1	控制区	41.25	82.50	165.00	247.50	412.50
	2		10.31	20.63	41.25	61.88	103.13
	5		1.65	3.30	6.60	9.90	16.50
	10		0.41	0.83	1.65	2.48	4.13
	15		0.18	0.37	0.73	1.10	1.83
	18	监督区	0.13	0.25	0.51	0.76	1.27

	20		0.10	0.21	0.41	0.62	1.03
	25		0.07	0.13	0.26	0.40	0.66
	30		0.05	0.09	0.18	0.28	0.46
	40		0.03	0.05	0.10	0.15	0.26
	44		0.02	0.04	0.09	0.13	0.21

根据表 11-8, 本项目野外探伤在主射方向上辐射工作人员最大可能受照剂量为 412.50mSv/次, 高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871- 2002) 规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值; 主射方向公众最大受照剂量 1.03mSv/次, 高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871- 2002) 规定的公众 1mSv/a 的剂量限值。

根据上述情况及其危害结果, 根据分析, 若本项目发生辐射事故, 最大可能为**一般辐射事故**, 随着误照射时间的延长, 还可能导致更大的事故剂量。本项目射线装置一旦发生辐射事故, 应立即切断电源, 停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度, 强化安全管理, 杜绝此类事故发生。

四、事故防范措施

为杜绝上述辐射事故的发生, 建设单位需严格执行以下风险预防措施:

1、要求定期对公司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和检查, 完善各项管理制度, 并严格执行。

2、野外(室外)探伤时需严格执行《四川省野外(室外)使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》(川环办发[2016]149 号)和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中关于事前公告、安全防护区设置、探伤工作区清场、巡视等要求。

3、建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习, 并通过相关考试, 持证上岗。(学习网站为<http://fushe.mec.gov.cn/>)

4、当发生X射线意外事故, 应立即关机断电, 启动应急预案, 同时估计事故剂量, 据此判断是否实施医学监护, 对可能受辐射损伤的人员立即采取救护措施。设备检测时, 必须先切断电源, 然后按规定程序对设备进行检测。要求探伤机操作人员遵守相关操作规程, 严格细致的开展工作, 杜绝事故的发生。

5、加强辐射安全管理, 建设单位已成立了辐射防护领导小组(见附件 2),

负责全单位辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、辐射防护与安全管理机构

为了贯彻执行国家放射性污染防治的法律法规，落实国家生态环境部颁布的有关辐射安全管理文件精神，加强精衡信检测公司辐射安全管理工作，强化责任意识、安全意识，建设单位于 2023 年 7 月 5 日成立了辐射安全领导小组（见附件 2），根据领导小组文件，文件中已包含以下内容：

1、小组的人员

负责人：杨清辉

射防护负责人：解贵伟

主要成员：邹俊、邹益夫、冷开文

2、管理职责

1、负责对公司安全护作和射环境保护作(以下安与管理作)实施统一监督管理。

2、负责公司辐射工作许可证的申报以及协助相关部门进行审核;负责对公司辐射项目制度执行情况进行检查。

3、负责制定辐射环境污染事故应急预案，组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对公司一般以上辐射事故的应急响应，调查处理和定级定性工作。

4、负责公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

二、辐射工作人员配置

本项目拟配备辐射工作人员 4 人，其中 1 名管理人员、2 名操作人员、1 名警戒人员，均为精衡信检测公司新增辐射工作人员，一天工作时间 8 小时，年工作时间为 250 天。

（1）建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

(2) 建设单位应当确保探伤操作时至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备个人剂量计。

(3) 个人剂量计应编号定人佩戴，定期交由有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，完善个人剂量检测及健康档案管理制度。个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

(4) 辐射工作人员需熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解，实际操作中须按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

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。档案资料可分以下包括以下十大类：“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”、“野外探伤一事一档”和“废物处置记录”。

建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、须建立的主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，建设单位制度清单分析及执行情况见表 12-1。

表12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

序号	需定制度名称	现有落实情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	需制定	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	需制定	需将“辐射工作场所安全管理要求”上墙
3	辐射工作设备操作规程	需制定	需悬挂于墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定	/
5	辐射工作人员岗位职责	需制定	应包含“辐射工作人员应参加辐射安全与防护专业知识的学习、

			持证上岗”，并悬挂于墙上
6	射线装置台账管理制度	需制定	应包含“新增射线装置和报废射线装置的台账模板”
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定	应包含“场所的监测因子、监测内容、监测频次及布点方案等”
8	监测仪表使用与校验管理制度	需制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	需制定	应包含“学习、考核方式和考核合格成绩有效期”、“成绩单到期前需再次参加考核”
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定	应包含“个人剂量档案终生保存”，明确辐射工作人员个人剂量计佩戴位置
11	辐射事故应急预案	需制定	预案中应包含“应急物资的准备和应急责任人员、环保主管部门应急电话及射线装置发生事故时的辐射事故处理措施”，“辐射安全事故应急响应程序”需悬挂于墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定	/
13	安全装置定期维修、维护巡查制度	需制定	/

精衡信检测公司应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化培训手册》（国家核安全局二零一四年十一月），重视并加强核安全文化建设。

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

（1）《辐射监测方案》中应包含：委托有资质的单位对野外探伤现场监督区和控制区边界的辐射剂量率进行监测，监测周期为1次/年；建设单位应随时掌握辐射两区剂量变化情况，每次探伤应自行对监督区和控制区边界进行自我监测，发现问题及时调整监督区和控制区边界。

（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过1.25mSv的，公司应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值5.0mSv的，公司应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查。

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关

规定,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培训平台(网址: <http://fushe.mee.gov.cn>) 报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

需要上墙的规章制度:《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》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性,字体醒目,尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

建设单位编制的规章制度应包含以下内容:①应在《辐射工作人员培训制度》中明确“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培训平台(网址: <http://fushe.mee.gov.cn>) 报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年”;②应在《辐射工作人员个人剂量管理制度》中包含“如果在单个季度出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行干预,并进行剂量异常原因调查,最终形成正式调查报告,并本人签字。年剂量超过 5mSv 的管理限值时,暂停该辐射工作人员继续从事探伤作业,并进行剂量异常原因调查,最终形成正式调查报告,本人签字,并上报当地生态环境主管部门。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要永久保存”;③《辐射事故应急预案》中应包含“辐射事故应急处置应急报告、应急措施和步骤、应急联络电话”等。

三、其它辐射安全和防护管理要求

(1) 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。

(2) 探伤作业时应配备现场安全员,具备对现场辐射安全负责的权限,主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作,并承担探伤装置的领取、归还等工作,发现安全问题应立即停止探伤作业。

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

做好记录。

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

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

为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，应设置相应的辐射剂量监测手段。

四、辐射安全许可证发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修订，环保部第 31 号令），将本项目采取的辐射安全防护措施列于表 12-2。

表12-2 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环保部第 3 号令要求	项目实际情况	评价结果
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	建设单位需设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，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	已设立
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	建设单位需尽快组织相关辐射工作人员通过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的学习和考核，确保持证上岗	人员通过考核后，满足要求
3	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	建设单位需在探伤场所配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	建设单位需配备便携式 X-γ 辐射监测仪、个人剂量报警仪、铅防护用品等等	配备后满足要求
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案	建设单位需按照要求制定各项规章制度	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	应按照相关要求编制辐射事故应急措施	制定后满足要求

7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	/	/
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	/	/

建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用II类射线装置的许可条件。

建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量检测。

一、工作场所监测

1、年度监测：委托有资质的单位对野外探伤现场监督区边界的辐射剂量率进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、自我监测：每次野外探伤作业时对控制区和监督区边界自行开展辐射剂量监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

3、验收监测：公司在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位对野外探伤作业现场开展1次验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

二、个人剂量检测

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，监测周期为1次/季。

(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》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将个人剂量档案终身保存。

三、公司自我监测

公司定期对野外探伤现场进行监测，随时掌握野外探伤现场剂量变化情况，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案。公司可以购买便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对野外探伤现场进行监测。

四、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）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12-3 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
野外探伤场所	X- γ 空气吸收剂量率	竣工环保验收监测 1 次； 野外探伤现场年度监测委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年； 每次野外探伤作业自行开展辐射监测	野外探伤控制区、监督区边界以及探伤操作人员位，同时对于邻近监督区边界外经常有人员活动区域

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

(4) 监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

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

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需在开展每次野外探伤作业时对野外探伤现场进行监测，随时掌握野外探伤现场剂量变化情况，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。

五、年度监测报告情况

公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《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》的重要组成部分一并提交给发证机关。公司应按照《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）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销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。

辐射事故应急

1、事故应急预案

辐射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报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

辐射事故应急预案的主要内容应包括：

（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相应措施，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，并按规定向所在地人民政府及其生态环境、公安和卫生健康等部门报告。

2、应急措施

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，放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》，向市、县生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委部门报告。

（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带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。

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

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新建 X 射线野外探伤项目

建设单位：四川精衡信建设工程检测有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为全国各地，不固定；探伤机不进行野外探伤作业时存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。

建设内容：精衡信检测公司拟使用型号为 XXG-2005 的定向探伤机（最大管电压 200kV、最大管电流 5mA）和型号为 XXG2505 的定向探伤机（最大管电压 250kV、最大管电流 5mA）各 1 台，均为 II 类射线装置，用于开展给排水、油气运输管道焊缝的野外 X 射线探伤检测作业，探伤范围为全国各地。探伤作业场所按管道设置场所的不同可分为地面探伤作业和沟下探伤作业两类，不涉及架空管道，探伤作业场所均为新建施工现场，探伤管道均未进行油、气、水的输送，不存在油气泄漏、残留的风险，年总探伤曝光时间总计约 **h。拟在公司办公区大楼 3 层东部位置设置 1 间暗室（兼评片室，约 17m²）和 1 间危废暂存间（约 17.8m²）。在实施探伤过程中，不存在同一地点两台探伤机同时探伤的情况，本项目 2 台 X 射线探伤机仅进行野外探伤作业使用，不涉及室内探伤。未进行野外探伤作业时存放在泸州市龙马潭区安宁大道一段 218 号公司办公区 1 楼东北侧设备间 2 内。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令，2020 年 1 月 1 日起施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号，2021 年 12 月 30 日实施），本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家现行产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目野外探伤地点为全国各地，探伤地点不固定，集中在新建给排水管道或油气运输管道施工现场，探伤作业场所依据管道设置场所不同而划分为地面探伤作业、沟下探伤作业两类，不涉及到架空管道。本项目主要对给排水或油气运输管道对接焊缝进行无损检测，管道施工现场的工程区域大部分位于室外空旷处，且人流量较少。在评价范围内主要为给排水或油气运输管道施工现场的建设人员，通过采取相应的屏蔽措施和管控措施后，经预测分析，本项目对周围环境的辐射影响是可以接受的，所以本项目野外探伤选址和布局是合理的。

四、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目野外探伤不存在施工期。

2、营运期环境影响分析

(1) 电离环境影响

本项目投运后，该探伤机在正常运行工况下，所致工作人员最大年有效剂量值为 0.75mSv/a，满足 5.0mSv/a 的剂量约束限值；所致公众最大年有效剂量值为 1.56×10^{-2} mSv，满足 0.1mSv/a 的剂量约束限值。

(2) 大气环境影响

臭氧产生量极少，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。

(3) 水环境影响

工作人员产生的生活污水为 0.34m³/d，清洗胶片产生的废水为 0.5m³/a，依托已有废水处理设施进行处理，对周围环境产生的影响小。

(4) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾依托工程区域环保设施统一清运。本项目预计最多产生废显影液 80kg/a、废定影液 65kg/a，废胶片 100 张/a，经采用专用的、设置了危险识别标志的容器进行收集后暂存于危废暂存间内，并与有处理资质的单位签订回收处理协议，定期交由有资质的单位处理，不外排。

六、环保设施与保护目标

按照要求落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

七、事故风险与防范

建设单位按照要求修订或制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

按照要求落实后，对本项目辐射设备和场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

综上所述，四川精衡信建设工程检测有限公司新建 X 射线野外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，项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后。评价认为，从环境保护和辐射安全防护角度分析，本项目建设是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十一条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，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，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据生态环境部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）规定：

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

(2) 项目竣工后, 建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况, 编制验收监测(调查)报告。

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

(4) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经生态环境行政主管部门验收合格后, 该建设项目方可投入生产或者使用。

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

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后, 公开竣工日期;

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前, 公开调试的起止日期;

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

根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400号)文件, 建设单位公开上述信息的同时, 应当在建设项目环境影响评价信息平台 (<http://114.251.10.205>) 中备案, 同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息, 并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		设施	备注
新建 X射线 野外探 伤项目	安全装置	暗室(兼评片室)、危废暂存间各 1 间	新增
		设备间 2 1 间	新增
		个人剂量计 4 套	新增
		个人剂量报警仪 4 个	新增
		废定、显影液、废胶片收集桶各 1 个	新增
		废显、定影液及废胶片处理费用	新增
		2mmPb 铅屏风 4 个	新增
		5mmpb 铅屏风 1 个	新增
		铅防护服 1 套	新增
		控制台急停装置 1 套	新增
		控制台钥匙控制 1 套	新增
		现场警戒线及警示标志若干套	新增
		安全信息公告牌 2 个	新增
大功率喊话器 1 个	新增		

		对讲机 3 个	新增
	应急物资	灭火器材 1 套	新增
	监测设备	便携式 X 辐射剂量仪 1 台	新增
	规章制度	见表 12-1	

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的学习与考核。公司应加强管理，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试，以取得辐射安全培训成绩合格单，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见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>）。
- 3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。
- 4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。
- 5、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。
- 6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 7、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销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。