

核技术利用建设项目

东方电气集团东方锅炉股份有限公司
新增一套 X 射线实时成像系统
核技术利用项目

环境影响报告表

(公示本)

东方电气集团东方锅炉股份有限公司

二〇二五年五月



生态环境部监制

核技术利用建设项目

东方电气集团东方锅炉股份有限公司
新增一套 X 射线实时成像系统
核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：东方电气集团东方锅炉股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号

目 录

表 1：项目基本情况	1
表 2：放射源	15
表 3：非密封放射性物质	15
表 4：射线装置	16
表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）	17
表 6：评价依据	18
表 7：保护目标与评价标准	20
表 8：环境质量和辐射现状	23
表 9：项目工程分析与源项	27
表 10：辐射安全与防护	33
表 11：环境影响分析	41
表 12：辐射安全管理	55
表 13：结论与建议	62

附件

附件 1：委托书

附件 2-1：自贡市自流井区环境保护局关于《大型清洁高效电站锅炉高温高压部件智能制造项目环境影响报告表》准予行政许可决定书（自井环准〔2018〕11 号）

附件 2-2：东方电气集团东方锅炉股份有限公司大型清洁高效电站锅炉高温高压部件智能制造项目竣工环境保护验收意见

附件 3：东方电气集团东方锅炉股份有限公司关于调整放射防护与辐射安全管理委员会成员的通知

附件 4：辐射安全许可证

附件 5：本项目拟配置工作人员辐射安全与防护考核成绩合格报告单

附件 6：本项目拟配置工作人员 2024 年度个人剂量监测报告

附件 7：辐射安全与防护培训和考试的承诺

附件 8：东方电气集团东方锅炉股份有限公司 2024 年度辐射环境现状检测报告

附件 9：本次监测报告

附件 10：技术参数确认说明

附图

附图 1：本项目地理位置图

附图 2：本项目所在厂区平面布置图

附图 3：本项目外环境关系图

附图 4：本项目平面布置及监测布点图

附图 5：本项目工作间设计示意图

附图 6：本项目铅房屏蔽设计示意图

表 1：项目基本情况

项目名称	东方电气集团东方锅炉股份有限公司 新增一套X射线实时成像系统核技术利用项目				
建设单位	东方电气集团东方锅炉股份有限公司				
法人代表	■■■■■	联系人	■■■■■	联系电话	■■■■■
注册地址	四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号				
项目建设地点	四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号102分厂蛇形管车间				
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	■新建□改建□扩建□其它			建筑面积（m ² ）	9.25
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		
	其它	/			

项目概述

一、概况

（一）建设单位简况

东方电气集团东方锅炉股份有限公司（简称“东方锅炉”，统一社会信用代码915103006207291851）是中国东方电气集团有限公司（简称“东方电气”）下属核心企业。东方锅炉诞生于四川省自贡市，始建于1966年，是国内最早从事光热发电技术开发的单位之一，拥有近50项技术专利，是塔式太阳能热发电站设计规范国家标准主要编制单位之一；聚焦制氢产业链技术集成，正在向成为国内氢能应用领域一体化解决方案的领跑者奋进。近年东方锅炉建成有四川省首批氢燃料电池客车示范应用项目——凉山州西昌加氢站，及德阳氢能试验基地项目。

东方锅炉设立有研发中心，与多所高等院校和科研院所深入开展产学研，设有博士后科研工作站、四川省院士（专家）工作站，拥有国家级“清洁高效燃烧技术工程试验中心”等一系列试验平台，具备燃料清洁燃烧和烟气净化、水务、固废处理、太阳能光热发电、生物质利用、先进碳捕集、制氢储氢及分布式能源、材料与焊接以及数值模拟计算等强大的新技术、新产品研发能力。东方锅炉是国家高新技术企业、全国文明单位，更是拥有自贡、德阳、嘉兴、焦作等多个制造基地的大型能源装备企业，已发展成能为世界能源及环境保护提供先进装备和一流服务的设计供货商和工程服务提供商，“东锅”名片已遍布全国29个省、市、自治区，国内市场占有率超过1/3，并远扬至世界30个国家和地区。

目前，东方电气集团东方锅炉股份有限公司已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00107]），许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅳ类放射源；使用Ⅱ类射线装置。辐射安全许可证有效期至2027年11月28日。

（二）项目由来

东方电气集团东方锅炉股份有限公司为逐步实施数字化车间建设，适应产品生产需要，确保产品质量，拟在自贡基地（四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号）102分厂蛇形管车间内新增一套X射线实时成像系统，属于Ⅱ类射线装置。本项目应用场所为新建，射线装置为新增。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护

法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 版），本项目为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表。因此，建设单位委托四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）开展环境影响评价工作（附件 1）。我院接受委托后，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《东方电气集团东方锅炉股份有限公司新增一套 X 射线实时成像系统核技术利用项目环境影响报告表》。

（三）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。依据国家环境保护部颁布的《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表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告表的全本信息；各级生态环境主管部门在受理建设项目环境影响报告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。

根据以上要求，建设单位于 2025 年 05 月 26 日在官方网页进行了全文公示，以征求公众意见。截止目前，建设单位及评价单位未收到任何信息反馈。

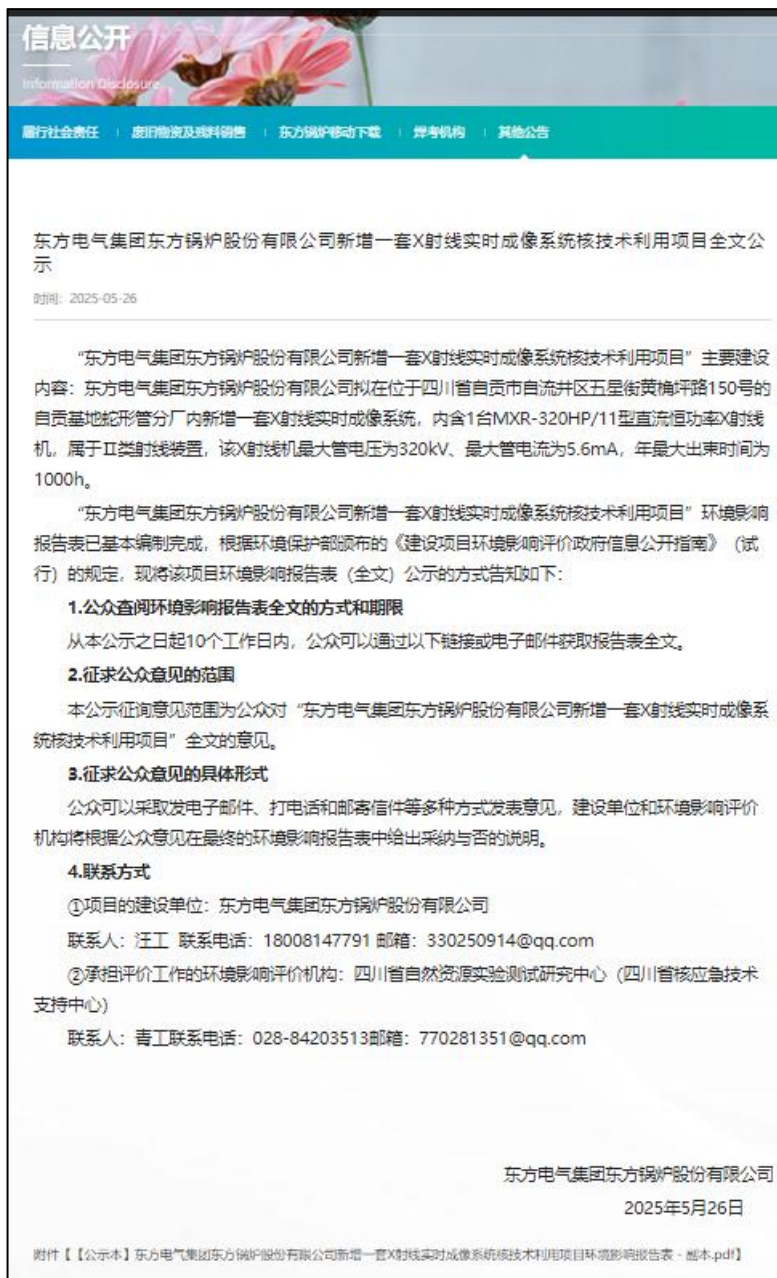


图 1-1：全文公示截图

二、项目建设内容及规模

（一）项目名称、性质、建设地点

项目名称：东方电气集团东方锅炉股份有限公司新增一套 X 射线实时成像系统核技术利用项目

建设单位：东方电气集团东方锅炉股份有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路 150 号，东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地 102 分厂蛇形管车间，项目地理位置见附图 1。

（二）项目建设内容及规模

本次拟在东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地 102 分厂蛇形管车间新增一套 X 射线实时成像系统。X 射线实时成像系统主要由 X 射线机、数字平板探测器、射线数字成像信息管理系统、辐射防护铅房、送料机械系统、电气控制与操作系统组成。

X 射线实时成像系统安装在一间整体式结构的工作间内使用，工作间由一间铅房和两侧的动力室组成，外墙为碳钢材质，外尺寸约为 3.3（长）×2.62m（宽）×2.76m（高）。拟在地面挖筑地槽将整个工作间嵌入，地槽尺寸约为 3.4m（长）×2.72m（宽）×0.2m（深），占地面积约 9.25m²。利旧一间既有的操作间（内含 RTV1 的操作台，拟新建一个供本项目使用的操作台），位于铅房南侧，操作间外尺寸约为 9.75（长）×3.6m（宽）×3.0m（高）。

X 射线实时成像系统的主要辐射防护设施为工作间内的铅房。铅房内部净空尺寸为 2.2m（长）×2.06m（宽）×2.5m（高）。铅房四周和顶部主要屏蔽体为 26mm 厚铅板，底部无铅板。铅房进出料口内侧均设有 26mm 铅当量的铅罩；进出料管孔内径 Ø129mm，孔内设置 3 层铅胶片，总厚度为 26mm 铅当量；铅房东北面下部设置一个电缆口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护；铅房顶部设置一个排风口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护。铅房西南面设置一扇尺寸为 1.48m（宽）×1.76（高）的电动双开平移维修门（常用门），铅房东北面设置一扇尺寸为 0.74m（宽）×1.76（高）的电动单开平移维修门（备用门），两扇维修门防护量均为 26mm 铅当量。

铅房内使用 1 台直流恒功率 X 射线机，型号为 MXR-320HP/11，最大管电压为 320kV、最大管电流为 5.6mA，属于 II 类射线装置，X 射线机出束方向定向朝向地面，出束角度最大为 20°，X 射线机管头能上下、左右移动。

本项目的探伤检测对象为直管对接焊缝，年最大检测焊接接头数量约 60000 个，单个焊接头最长出束检测时间为 1min，则 X 射线机年最大出束时间为 1000h。本项目不涉及野外、室外探伤。铅房两侧的动力室内部主要布设直管动力设备和配电设备，两侧动力室各有一道维修门，正常工况下为锁闭状态。

本项目的建设内容见下表。

表 1-1：项目建设内容表

	装置名称	射线装置数量	活动种类	工作场所名称	备注
射线装置	X 射线实时成像系统（内含 1 台 X 射线机，属于Ⅱ类射线装置）	1 台	使用	102 分厂 蛇形管车间 工作间铅房	新增

（三）项目组成及主要环境问题

本项目具体组成及主要的环境问题见下表。

表 1-2：项目组成及主要的环境问题表

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	本次拟在东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地 102 分厂蛇形管车间新增一套 X 射线实时成像系统。X 射线实时成像系统主要由 X 射线机、数字平板探测器、射线数字成像信息管理系统、辐射防护铅房、送料机械系统、电气控制与操作系统组成。 X 射线实时成像系统安装在一间整体式结构的工作间内使用，工作间，由一间铅房和两侧的动力室组成，外墙为碳钢材质，外尺寸约为 3.3（长）×2.62m（宽）×2.76m（高）。拟在地面挖筑地槽将整个工作间嵌入，地槽尺寸约为 3.4m（长）×2.72m（宽）×0.2m（深），占地面积约 9.25m²。 X 射线实时成像系统的主要辐射防护设施为工作间内的铅房。铅房内部净空尺寸为 2.2m（长）×2.06m（宽）×2.5m（高）。铅房四周和顶部主要屏蔽体为 26mm 厚铅板，底部无铅板。铅房进出口内侧均设有 26mm 铅当量的铅罩；进出口管孔内径Ø129mm，孔内设置 3 层铅胶片，总厚度为 26mm 铅当量；铅房东北面下部设置一个电缆口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护；铅房顶部设置一个排风口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护。铅房西南面设置一扇尺寸为 1.48m（宽）×1.76（高）的电动双开平移维修门（常用门），铅房东北面设置一扇尺寸为 0.74m（宽）×1.76（高）的电动单开平移维修门（备用门），两扇维修门防护量均为 26mm 铅当量。 铅房内使用 1 台直流恒功率 X 射线机，型号为 MXR-320HP/11，最大管电压为 320kV、最大管电流为 5.6mA，属于Ⅱ类射线装置，X 射线机出束方向定向朝向地面，出束角度最大为 20°，X 射线机管头能上下、左右移动。 本项目的探伤检测对象为直管对接焊缝，年最大检测焊接接头数量约 60000 个，单个焊接头最长出束检测时间为 1min，则 X 射线机年最大出束时间为 1000h。本项目不涉及野外、室外探伤。铅房两侧的动力室内部主要布设直管动力设备和配电设备，两侧动力室各有一道维修门，正常工况下为锁闭状态。	施工噪声、废水、建筑粉尘、固体废物、X射线、臭氧	X射线、臭氧、噪声

辅助工程	利旧一间既有的操作间（内含 RTV1 的操作台，拟新建一个供本项目使用的操作台），位于铅房南侧，操作间外尺寸约为 9.75（长）×3.6m（宽）×3.0m（高）。		
环保工程	废水： 本项目既有工作人员产生的生活污水依托建设单位已建成的生活污水预处理池处理后，经市政污水管网排入自贡市污水处理厂。	依托厂区已建设设施	生活污水、生活垃圾
	废气： 铅房自带风机，产生的臭氧排出铅房后经通风稀释无组织排放。		
	固体废物： 办公、生活垃圾依托厂区收集系统进行收集，由市环卫部门统一清运处理。		
公用工程	通风、配电、供电和通讯系统等依托厂区已建设设施	/	/
办公及生活设施	办公用房、卫生间等依托厂区已建设设施	/	生活污水、生活垃圾

（四）主要设备配置及主要技术参数

本项目新增的一套 X 射线实时成像系统内含 1 台直流恒功率 X 射线机，属于 II 类射线装置，主要的设备配置及主要参数见下表。

表 1-3：射线装置主要设备配置、主要技术参数及使用情况

设备名称	直流恒功率 X 射线机
型号	MXR-320HP/11
射线装置类别	II 类
数量	1 台
最大管电压（kV）	320
最大管电流（mA）	5.6
出束角度	±20°
过滤片	3mmBe
照射方向	从上往下，朝向地面

（五）主要能耗

本项目为无损检测，采用电脑成像，无需定影液、显影液，因此无原辅材料。本项目主要能耗情况见下表。

表 1-4：主要能耗情况一览表

名称	使用量	来源	主要化学成分
电	700kWh/a	市政电网	/

（六）依托工程

本项目依托大型清洁高效电站锅炉高温高压部件智能制造项目建设，该项目已在

《大型清洁高效电站锅炉高温高压部件智能制造项目环境影响报告表》中进行了环境影响评价，并于 2018 年 10 月 29 日取得了原自贡市自流井环境保护局下发的批复，批复文号为：（自井环准〔2018〕11 号）；该项目于 2023 年 7 月 30 日完成了建设项目竣工环境保护验收。

1、废水处理依托工程

本项目无生产废水产生，拟配置的辐射工作人员均为既有辐射工作人员，无新增生活污水。辐射工作人员产生的生活污水通过生活污水预处理池处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，通过市政污水管网排入自贡市污水处理厂，处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准后纳入釜溪河。故本项目废水处理具有依托可行性。

2、废气处理依托工程

本项目会产生一定量的臭氧。臭氧从铅房排出后，通过蛇形管车间既有的机械通风风装置可快速扩散、稀释，对大气环境影响较小，故本项目废气处理具有依托可行性。

3、固体废物依托工程

本项目无生产固体废物产生，拟配置的辐射工作人员均为既有辐射工作人员，无新增生活垃圾。辐射工作人员产生的生活垃圾依托车间的生活垃圾收集点暂存后，由环卫部门统一转运处理。故本项目固体废物具有依托可行性。

三、工作人员及工作制度

（一）劳动定员

本项目拟配置曾娟、黄然、李智勇和王振宇共计 4 名辐射工作人员，均为建设单位既有辐射工作人员，之前负责操作过蛇形管车间其它的 X 射线实时成像系统。四位辐射工作人员除操作本次评价的射线装置外，还有可能会继续操作建设单位的其它的 X 射线实时成像系统。本项目人员配置情况见下表。

表 1-5：本项目人员配置情况一览表

序号	姓名	备注	2024 年个人年受照剂量（mSv）					辐射安全与防护考核成绩合格报告单编号	有效期至
			1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	合计		
1	曾娟	既有	0.16	0.27	0.29	0.24	0.96	FS23SC1200266	2028.4.4
2	黄然		0.14	0.19	0.31	0.12	0.76	FS23SC1200295	2028.4.4

3	李智勇		0.11	/	0.17	0.24	0.52	FS23SC1200286	2028.4.4
4	王振宇		0.22	<MDL	0.17	0.06	0.45	FS23SC1200244	2028.4.4

（二）工作制度

本项目辐射工作人员每年工作 300 天，实行三班/日连续工作制，每班工作 8 小时。

四、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损检测领域内的应用，根据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，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”中第 1 条“质量认证和检验检测服务”，符合国家产业发展政策。

五、实践正当性分析

本项目新增的一套 X 射线实时成像系统主要用于对建设单位生产的直管对接焊缝处进行无损探伤。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、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重要的作用；磁粉探伤是针对工件外部的探伤，用于查看工件外部是否存在缺陷，不适用于本项目；超声波探伤比 X 射线探伤具有较高的探伤灵敏度，具备周期短、成本低、灵活方便、效率高、对人体无害等优点，但具有对工作表面要求平滑、需要富有经验的检验人员才能辨别缺陷种类、对缺陷没有直观性等缺点，一般适用于厚度较大和缺陷较大的工件检验。因此本项目采用 X 射线探伤，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的效果，是其它探伤项目无法替代的。

在探伤过程中，射线装置的应用可能会造成以下放射性环境问题：

- （1）给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；
- （2）射线装置的使用及管理的失误可能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，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、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

（一）建设单位外环境关系

本项目建设单位为东方电气集团东方锅炉股份有限公司，项目位于东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地（四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路 150 号）内，建设单位周边主要为城市道路、工业厂房和居民楼等。

（二）项目外环境关系

本项目位于东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地联合厂房 102 分厂蛇形管车间内。

蛇形管车间东侧为水冷壁车间；南侧为厂界，厂界外侧为创新路；西侧为厂界，厂界外侧为高山井路；北侧为厂界，厂界外侧为废弃厂房。

本次新增的一套 X 射线实时成像系统位于蛇形管车间西北部，靠近车间西侧墙体；以 X 射线实时成像系统所在的工作间为中心，半径 50m 范围内涉及蛇形管车间内部和厂界外，具体为：东北侧 50m 范围内由近到远依次为管屏堆场 D、焊接平台、管屏堆场 C、激光放样平台、管子堆放场地 B、管子堆放场地 A 等；东南侧 50m 范围内由近到远依次为进料区、中间智能料库、RTV1 工业电视、既有操作间等；西南侧 50m 范围内由近到远依次为厂界内空地、厂界外高山井路、废弃厂房（无人活动）等；西北侧 50m 范围内由近到远依次为出料区、合格缓冲台、返修缓冲区、车间内空地等。本项目铅房上方和下方均无房间和人员停留，铅房上方也无行车路线。

项目拟建东南侧约 49m 有一处 RTV1 工业电视，内有一套 iXRS-320 型 X 射线机，属于 II 类射线装置；东侧约 79m 有一处 RTV2 工业电视，内有一套 MG325 型 X 射线机，属于 II 类射线装置；东侧约 63m 有一处 RTV3 工业电视，内有一套 iXRS-320 型 X 射线机，属于 II 类射线装置；北侧约 79m 有一处 102X 探伤室，内有一套 HSXY-320/26 型 X 射线机，属于 II 类射线装置。

项目辐射工作场所 50m 范围内不存在自然保护区、保护文物、风景名胜区、饮用水源保护区、学校、集中居民小区等环境敏感目标，周围无明显环境制约因素。项目环境关系图见附图 3。

（三）选址合理性分析

本项目位于东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地 102 分厂蛇形管车间内，蛇形管车间的选址合理性已在《大型清洁高效电站锅炉高温高压部件智能制造项目环

境影响报告表》（批复文号：自井环准〔2018〕11号）中进行了论述，厂区建设符合规划要求和土地利用总体规划。本项目仅为蛇形管车间的配套建设项目，不新增用地，本项目各辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（四）与周边环境的相容性分析

本项目利用厂内现有完善的水资源供给系统，生活污水依托建设单位已建的生活污水预处理池处理达标后排入自贡市污水处理厂，不会对当地水质产生明显影响；本项目噪声较小且为间歇性噪声，不会改变区域声环境功能区规划。本项目运行阶段产生的电离辐射经铅房有效屏蔽后对周围环境影响较小，与厂内原有布置及周围环境相容。

七、原有核技术利用项目许可情况

（一）原有辐射安全许可情况

东方电气集团东方锅炉股份有限公司已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00107]），许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅳ类放射源；使用Ⅱ类射线装置。辐射安全许可证有效期至 2027 年 11 月 28 日。

具体放射源和射线装置清单见下表，表中放射源和射线装置均已上证。

表 1-6：东方电气集团东方锅炉股份有限公司被许可使用放射性辐射工作场所一览表

放射源使用台账						
序号	核素名称	出厂活度（贝可）	放射源编码	类别	工作场所	所在地
1	Co-60	3.7E+12	0314CO001052	Ⅱ	重容重型跨探伤室	自贡
2	Co-60	1.11E+12	0315CO003112	Ⅱ	德阳辅机联六探伤室	德阳
3	Co-60	3.7E+12	0118CO000062	Ⅱ	重容重型跨探伤室	自贡
4	Co-60	7.4E+12	0321CO001442	Ⅱ	德阳辅机联六探伤室	德阳
5	Se-75	3.7E+12	0321SE002902	Ⅱ	德阳辅机联六探伤室	德阳
6	Co-60	7.4E+12	0321CO006222	Ⅱ	德阳辅机联六探伤室	德阳
7	Ir-192	1.48E+12	0322IR008622	Ⅱ	重容核 1 探伤室	自贡
8	Ir-192	1.48E+12	0322IR008632	Ⅱ	重容核 1 探伤室	自贡
9	Ir-192	3.7E+12	0322IR010282	Ⅱ	重容核 1 探伤室	自贡
10	Ir-192	3.7E+12	0322IR011982	Ⅱ	重容核 1 探伤室	自贡
11	Ir-192	3.7E+12	0322IR011992	Ⅱ	重容核 1 探伤室	自贡
12	Ir-192	7.4E+10	0122IR100044	Ⅳ	重容核 1 探伤室	自贡

13	Ir-192	3.7E+12	0322IR014602	II	重容核 1 探伤室	自贡
14	Ir-192	3.7E+12	0322IR016302	II	重容核 1 探伤室	自贡
15	Ir-192	3.7E+12	0322IR016292	II	重容核 1 探伤室	自贡
16	Se-75	3.7E+12	0322SE004712	II	德阳辅机探伤室 2	德阳
17	Ir-192	3.7E+12	0322IR017472	II	重容核 1 探伤室	自贡
18	Ir-192	7.4E+10	0322IR018944	II	重容核 1 探伤室	自贡
射线装置使用台账						
序号	装置名称	规格型号	类别	场所		备注
1	直线加速器	DZ-9/3000	II类	德阳辅机联六探伤室：联六		德阳
2	直线加速器	DZ-4/500	II类	德阳辅机探伤室 1：104DX		德阳
3	X 光探伤机	MG325	II类	蛇形管车间：RTV-2		自贡
4	X 光探伤机	MG325	II类	蛇形管车间：RTV-1		自贡
5	X 光探伤机	MG325	II类	蛇形管车间：RTV-3		自贡
6	X 光探伤机	MG325	II类	蛇形管车间：RTV-4		自贡
7	X 光探伤机	MG452	II类	德阳辅机联六探伤室：联六		德阳
8	X 光探伤机	XXG-3005	II类	德阳辅机探伤室 2：新 104DX		德阳
9	X 光探伤机	HY-HY-450	II类	德阳辅机探伤室 2：新 104DX		德阳
10	X 光探伤机	XRS320	II类	德阳水冷壁车间 103DX		德阳
11	X 光探伤机	XRS320	II类	德阳水冷壁车间 103DX		德阳
12	X 光探伤机	XRS320	II类	德阳水冷壁车间 103DX		德阳
13	X 光探伤机	XRS320	II类	德阳水冷壁车间 103DX		德阳
14	X 光探伤机	XXG-3005	II类	维修组		自贡
15	X 光探伤机	HY-HY-225	II类	重容核 1 探伤室：新 104DX		自贡
16	直线加速器	DZ-4/500	II类	重容重型跨探伤室：201x 重		自贡
17	直线加速器	DZ-4/500	II类	重容装配探伤室：201X		自贡
18	X 光探伤机	XXG-2505	II类	德阳辅机联六探伤室		德阳
19	X 光探伤机	XMB225	II类	德阳辅机探伤室 2：201X 核 2		德阳
20	X 光探伤机	MG452	II类	联籍轻容车间七块桥探伤室：105X		自贡
21	X 光探伤机	MG325	II类	联籍轻容车间营盘山探伤室：202X		自贡
22	X 光探伤机	XXH-3005	II类	维修组：维修组		自贡
23	X 光探伤机	MG452	II类	重容核 1 探伤室：201X 核		自贡
24	X 光探伤机	HS-HY-450	II类	重容核 2 探伤室：201X 核 2		自贡
25	X 光探伤机	HS-HY-450	II类	重容重型跨探伤室：201X 重		自贡
26	X 光探伤机	MG452	II类	德阳辅机探伤室 1:104DX		德阳
27	X 射线机	XRS320	II类	德阳水冷壁车间 103DR		德阳

28	X 光探伤机	XRS320	II类	蛇形管车间：102DR	自贡
29	X 射线探伤机	HS-HY-2607	II类	蛇形管车间：102X	自贡
30	X 射线探伤机	HS-HY-2607	II类	蛇形管车间：102X	自贡
31	X 射线探伤机	HS-HY-2607	II类	蛇形管车间：102X	自贡
32	X 射线探伤机	MG452	II类	德阳辅机探伤室 1:104X-DX	德阳
33	X 射线探伤机	XXG-3005	II类	德阳辅机探伤室 2:104DX2	德阳
34	X 射线机	MG325	II类	维修组	自贡
35	X 射线探伤机	XXG-2505	II类	德阳辅机联六探伤室	德阳
36	X 射线探伤机	XXG-3005	II类	德阳水冷壁车间 103X	德阳

（二）辐射安全管理现状

1、辐射管理规章制度管理情况

东方电气集团东方锅炉股份有限公司成立了辐（放）射安全与防护管理委员会，明确了委员会的主要职责，全面负责全厂辐（放）射安全与防护管理工作。

建设单位制定了相关辐射安全管理制度，主要包括辐射安全管理规定、辐射工作设备操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、辐射工作人员岗位职责、放射源与射线装置台账管理制度、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案等多个管理制度。建设单位辐射安全管理制度的内容符合《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）中的要求。公司制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在公司辐射安全防护领导小组的领导下，明确各部门人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度严格落实，定期组织对辐射工作场所和设备进行放射防护检测、监测和检查，制度执行情况较好。

2、辐射安全培训情况

东方电气集团东方锅炉股份有限公司严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。建设单位现有辐射工作人员共 144 人，均参加了辐射安全与防护培训知识的学习，并取得了合格证书或成绩合格单。

根据（生态环境部公告 2021 年第 9 号）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》和《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日），建设单位应根据辐射安全许可要求和实际工作情况，组织安排仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加自行考核；从事其他核技术利用活动的辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台

(<http://fushe.mee.gov.cn/>) 上的考试并取得相应的成绩报告单，申请辐射安全许可证时做到持证上岗。本项目拟配置的辐射工作人员为既有辐射工作人员，在超过培训合格证或成绩报告单有效期后应进行复训。

（三）辐射工作人员个人剂量情况

建设单位现有辐射工作人员 144 名，每名工作人员均配有个人剂量计，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。根据四川中环康源卫生技术有限公司出具的 2024 年度个人剂量检测报告检测结果，全厂辐射工作人员年度个人剂量最大值为 0.90mSv，未超过职业人员 5mSv/a 的管理限值。

（四）年度监测

建设单位每年均委托第三方单位对各个基地的辐射环境现状进行检测。2024 年底，建设单位委托四川同佳检测有限责任公司对建设单位的自贡基地辐射场所周围进行了辐射现状检测，检测结果均符合相关标准要求。

（五）年度评估

根据东方电气集团东方锅炉股份有限公司编制的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2024 年度）》，目前建设单位辐射安全管理情况如下：

- 1、本年度建设单位辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作。
- 2、本年度建设单位制定和完善了辐射安全和防护制度及措施，各项制度和措施得到了落实。
- 3、本年度建设单位辐射工作人员均参加了辐射安全和防护知识培训取证。
- 4、本年度建设单位均按要求办理放射性同位素转让（进出口、送贮）等手续，并及时更新了台账。
- 5、本年度建设单位委托有资质单位开展了辐射工作场所的辐射环境监测和对辐射工作人员的个人剂量，结果表明均满足国家标准要求。
- 6、本年度建设单位对环保部门现场检查提出的整改要求进行了整改落实，在年度评估中对发现的安全隐患及时进行了整改。
- 7、本年度建设单位未发生辐射事故。

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	备注
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

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/min）	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（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等													
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	直流恒功率 X 射线机	Ⅱ	1	MXR-320HP/11	320	5.6	无损检测	102 分厂蛇形管车间工作间铅房	新增				
（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	气态	/	/	/	/	极少量	不暂存	自然通风、自然分解，臭氧在常温条件下可电动分解为氧气。

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修改）； (6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）； (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）； (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）； (11) 《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 号文）； (12) 《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 日施行）； (13) 《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）； (14) 《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》（川环函〔2016〕1400 号）； (15) 《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)。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)； (3) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； (4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)； (5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)； (6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (9) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。
其他	(1) 《辐射防护导论》方杰主编，原子能出版社； (2) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版)； (3) 《2023 年四川省生态环境状况公报》(四川省生态环境厅)； (4) 项目委托书及建设单位提供的其它资料。

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用II类射线装置，且射线装置所在场所均有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为工作间边界外 50m 范围内。

本项目外环境关系图见附图 4。

保护目标

本项目周围 50m 评价范围主要在建设单位蛇形管车间内和西南侧厂界外，评价范围内无学校、居民区等环境敏感点。本项目辐射环境保护目标为本项目辐射工作人员、非本项目职业人员、与本项目邻近的厂内工作人员以及厂界外高山井路偶然过路人员。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1：本项目环境保护目标一览表

保护名单	人数	方位	位置	与辐射源最近距离（m）		管理限值（mSv/a）
				水平	垂直	
本项目职业人员	4 人	南侧	既有操作间	43	/	5
非本项目职业人员	2 人	南侧	既有操作间	43	/	5
厂内公众	15 人	东北侧	管屏堆场 D、焊接平台、管屏堆场 C、激光放样平台、管子堆放场地 B、管子堆放场地 A 等	4.5	/	0.1
	4 人	东南侧	进料区、中间智能料库、RTV1 工业电视等	1.28	/	0.1
	<2 人	西北侧	出料区、合格缓冲台、返修缓冲区、车间内空地等	1.28	/	0.1
	<2 人	西南侧	厂界内空地	16.0	/	0.1
厂外公众	<5 人	西南侧	厂界外高山井路、废弃厂房（无人活动）等	18.7	-1.0	0.1

评价标准

一、环境质量标准

本项目应执行的环境保护标准如下。

- 1、地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；
- 2、大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；
- 3、声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类标准。

二、污染物排放标准

1、臭氧执行《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)中 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ ；

2、废水排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准；

3、施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)相关标准；

4、运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准。

三、辐射环境影响评价标准

(一) 剂量管理限值

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。本项目按上述标准限值的 1/4 作为本项目所在厂区职业照射年有效剂量管理限值，即 5mSv/a；

2、公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。本项目按上述标准限值的 1/10 作为本项目所在厂区公众及周围公众照射年有效剂量管理限值，即 0.1mSv/a。

(二) 工作场所周围剂量率

1、参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)有关规定，结合本项目辐射防护设备的特点，规定在本项目射线装置使用场所内，距离工作间外表面 30cm 外，周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2、对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量

率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。本项目所在厂房为平房，工作间上方无建筑物和行车，无环境保护目标，屋顶不需要人员到达，且不借助工具也无法到达，本次工作间顶部保守按照 $100\mu\text{Sv/h}$ 的 $1/10$ 进行控制，即 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

3、探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求适用于本节第 1 条。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、场所现状

东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地位于四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路 150 号，本项目位于自贡基地 102 分厂蛇形管车间（项目地理位置见附图 1），根据现场踏勘。本项目拟建地现场周围环境情况见图 8-1。



图 8-1：项目拟建地现状照片

二、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为使用Ⅱ射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。为掌握项目所在地辐射水平，委托对本项目所在位置的辐射环境进行了监测，监测报告见附件9，监测结果见表8-2。

1、监测方法与标准

- （1）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- （2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

2、监测点位布设

本项目所依托的 102 分厂蛇形管车间已建设完成，根据本项目辐射工作场所布置情况及外环境关系，本次选择在本项目拟建地、利旧操作间及周围布设监测点位以反映区域辐射环境质量现状。本次共布设 10 个监测点位，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。监测布点图见附图 4。

3、监测时间及现场环境状况

2025 年 05 月 14 日，监测人员对项目拟建地及周围进行了现场监测，监测时环境温度：27.8℃~29.7℃；环境湿度：54.8%~58.4%；天气状况：晴。

4、监测因子、监测方法及监测仪器

监测因子、监测方法及监测仪器见表 8-1。

表 8-1：监测因子、监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：082 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20250206009 号 校准日期：2025-03-05 有效日期：2026-03-04 检出限：1~10000(×10 ⁻⁸ Gy/h)
环境温度、环境湿度	/	仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK5500 仪器编号：2204880 环境温度分辨率：0.1℃ 环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司 证书编号：20250224620068 号 校准日期：2025-02-24 有效日期：2026-02-23

5、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了

监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

①监测前制定监测方案，合理布设监测点位，使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

②严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

③监测仪器每年经过计量部门检定后使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

⑥监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

6、监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2：本项目拟建地及周围 X-γ辐射剂量率监测结果

序号	点位名称	监测日期	X-γ辐射剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	标准差 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	备注
1	本项目工作间拟建地	2025-05-14	6.8	0.12	/
2	本项目利旧操作间	2025-05-14	10.3	0.19	/
3	管屏堆场 C	2025-05-14	7.3	0.12	/
4	管屏堆场 D	2025-05-14	7.2	0.13	/
5	焊接平台	2025-05-14	7.0	0.15	/
6	管子堆放场地 B	2025-05-14	7.4	0.13	/
7	合格缓存台	2025-05-14	6.8	0.11	/
8	中间智能料库	2025-05-14	6.8	0.16	/
9	厂界外高山井路	2025-05-14	9.7	0.12	/
10	厂界外废弃厂房	2025-05-14	9.9	0.17	/
注：未扣除宇宙射线响应值。					

根据表 8-2，本项目拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 $6.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 10.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，即 $68\text{nGy/h} \sim 103\text{nGy/h}$ ，与四川省生态环境厅《2023

年四川省生态环境状况公报》中四川省辐射环境自动监测站关于自贡市的监测结果（70nGy/h~100nGy/h）基本一致，属当地正常天然本底辐射水平。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期

本项目施工期主要涉及工作间安装和射线装置安装调试两个工序。

（一）工作间安装工序

本项目 X 射线实时成像系统的工作间安装施工已根据使用要求进行设计，开工后按照设计组织施工。本项目的工作间为整体式机构，主要施工工序有地槽挖筑、工作间固定、线路铺设等工序。本项目施工期较短，施工量较小。在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

（二）射线装置安装调试工序

本项目射线装置的安装和调试由生产厂家专业人员进行操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房需上锁并派人看守。

本项目安装调试阶段主要污染因素为 X 射线、臭氧、噪声和少量包装废弃物。

项目施工期工艺流程及产污环节如下图所示。

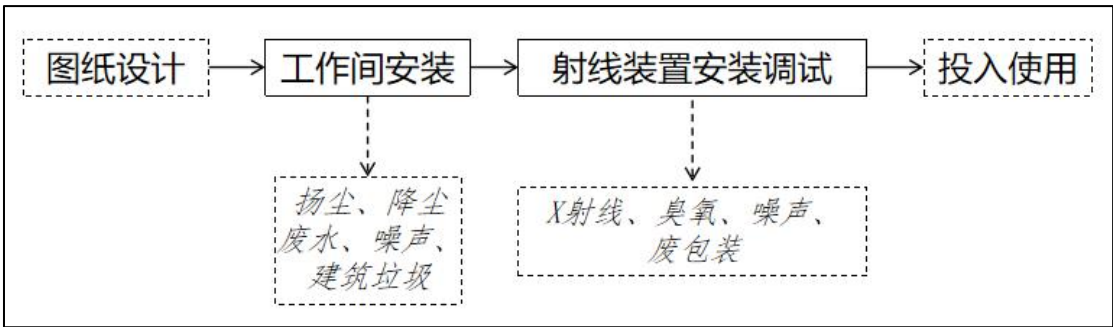


图 9-1：项目施工期工艺流程及产污环节示意图

二、营运期

（一）工作原理

X 射线实时成像系统应用于工业探伤俗称为“工业 DR”“工业电视”，其工作原理为：X 射线实时成像系统内 X 射线机发出的 X 射线穿透金属材料后被

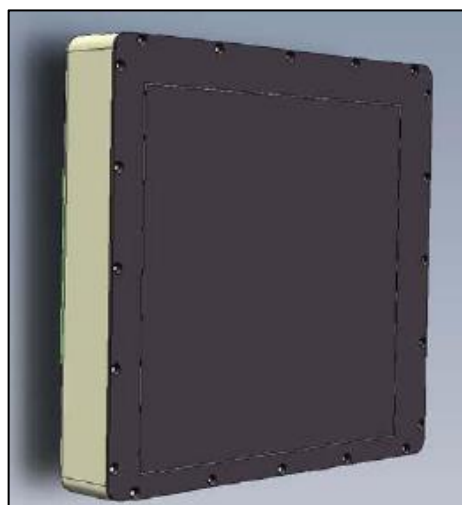
图像增强器所接受，图像增强器把不可见的 X 射线监测信号转换为光学图像，称为“光电转换”，用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，实时还原在显示器屏幕上，显示出材料内的缺陷性质、大小、位置信息，从而达到检测目的。

（二）设备组成

本项目拟购的 X 射线实时成像系统由直流恒功率 X 射线机、数字平板探测器、射线数字成像信息管理系统、辐射防护铅房、送料机械系统、电气控制与操作系统组成。常见的 X 射线机、数字平板探测器、辐射防护铅房、射线数字成像信息管理系统图片见图 9-2。



典型 X 射线机



典型数字平板探测器



典型辐射防护铅房和射线数字成像信息管理系统

图 9-2：X 射线实时成像系统组成常见照片

（三）探伤工况及探伤对象

本项目拟购的 X 射线实时成像系统探伤检测对象为直管对接焊缝，直径为 25~90mm，厚度为 3.5~20mm，最大长度为 40m。年最大检测焊接接头数量约 60000 个，单个焊接头最长出束检测时间为 1min，单台 X 射线机年最大出束时间为 1000h。



图 9-3：本项目监测工件示意图

（四）污染因子及操作流程

本项目拟购的 X 射线实时成像系统提供 X 射线用于工业探伤，最大管电压为 320kV、最大管电流为 5.6mA。在工作时主要污染因子为 X 射线、臭氧和噪声，其中 X 射线和噪声是随机器的开关而产生和消失的。

本项目 X 射线实时成像系统操作流程如下：

1、被检测工件在车间焊接台焊接后，由机械传输系统输送至料架冷却等待冷却；冷却后传输至铅房东南侧的进料区等待探伤；

2、辐射工作人员先检查辐射屏蔽体和辐射安全装置情况并进行清场，铅房的维修门应关闭（平时均常闭状态，除了厂家维修时才打开），门机联锁、紧急止动装置和工作状态指示灯等安全装置开启；

3、然后操作人员进入操作间，操作辊道系统和动力系统，将进料区的待探伤工件由工作间的进料口输入工作间内，一次送入一根，通过电动传输装置将要检测的焊缝进行电动摆位；接着操作人员对 X 射线实时成像系统进行操作，根据要求设置曝光管电压和曝光时间，并根据需检测的具体部位调整焦距。

4、准备就绪后，工作人员在操作间内开机曝光，通过电脑成像对工件的焊

缝进行探伤检测，曝光结束后，关闭 X 射线实时成像系统。设备通电期间，门机联锁、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全装置开启。

5、X 射线实时成像系统关闭后，被检测工件采用机械传输由西北侧送件孔输出。工作人员对探伤检测结果进行审核和评定，检测出焊缝的不合格工件暂存于返修缓冲区，随后转运至焊接平台，焊接后重复步骤 1 至 4，直至产品合格后。合格产品先在合格缓冲台缓冲，随后由工件传送人员控制起重机械运送至中间智能料库。

使用 X 射线实时成像系统的操作过程及其产污环节见图 9-4。

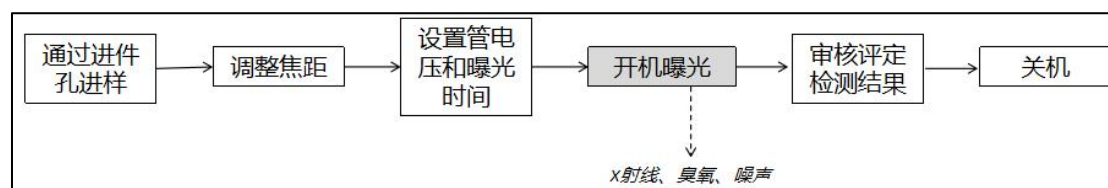


图 9-4: X 射线实时成像系统操作过程及其产污环节示意图

（五）人流、物流路径

辐射工作人员先前往铅房，检查铅房辐射屏蔽体和辐射安全装置情况并进行清场，随后进入操作间进行操作。工件从铅房东南侧进料区通过机械传输由送件口输入铅房内，经本项目探伤检测后，工件通过机械传输由出件口输出至西北侧出料区，再根据是否合格运送至车间内的不同场地。

本项目人流物流路径示意图见下图。

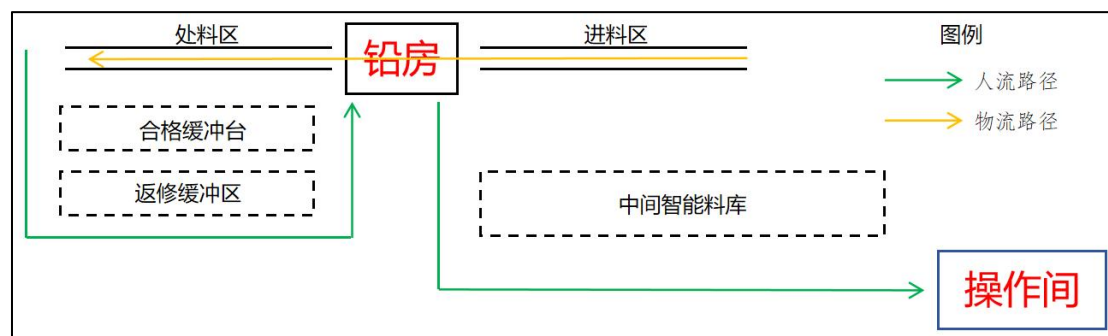


图 9-5: 本项目人流、物流路径示意图

污染源项分析

一、施工期

本项目施工期主要是工作间安装工序和射线装置安装调试工序。

（一）工作间安装工序

本项目工作间安装工序主要环境影响因素为废水、扬尘、固体废弃物和噪声等。

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：

（1）场地降尘废水：因工程量较小，故降尘废水产生量也较小；

（2）施工人员生活污水：本项目施工期施工人员最多 5 人/d，人均用水定额为 130L/人·d（来源于四川省人民政府关于印发《四川省用水定额》的通知（川府函〔2021〕8 号）），排水量按照系数 0.9 倍进行估算，则施工期施工人员产生的生活污水量约 0.585m³/d。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的扬尘主要来自地槽挖筑、物料搬运等工序产生的扬尘。

3、噪声

主要是使用施工设备产生的噪声。

4、固体废弃物

施工期产生的固体废弃物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，由于工程规模小，产生量很少。

（二）射线装置安装调试工序

射线装置安装调试工序主要污染因素为 X 射线、臭氧、噪声及少量包装废弃物。

二、运行期

（一）电离辐射

本项目拟购置的 X 射线实时成像系统（内含 1 台直流恒功率 X 射线机，属于Ⅱ类射线装置）开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目的直流恒功率 X 射线机产生的 X 射线最大能量为 320kV，不开机状态不产生辐射。

（二）废水

X 射线实时成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。本项目辐射工作人员均为既有工作人员，无新增生活污水。

（三）废气

铅房内的空气在辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。本项目 X 射线能量不高，产生的臭氧量很小。

（四）噪声

本项目铅房选用的风机产生噪声较小，电动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声。

（五）固体废物

X 射线实时成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无废胶片产生。本项目辐射工作人员均为既有工作人员，无新增生活垃圾。

表 10：辐射安全与防护

项目安全管理

通过污染源分析可知本项目 X 射线实时成像系统的主要污染物为：X 射线、臭氧、噪声等。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

一、平面布置合理性分析

本项目拟新增的 X 射线实时成像系统位于蛇形管车间西北部，工作间四周从北至南依次为管屏堆场 D、进料区、中间智能料库、返修缓冲区、合格缓存台和出料区。工作间两侧分别有送出料系统。工作间下方为地下土层，工作间上方无房间和行车。工件在车间内的焊接平台焊接后，经本项目探伤检测，然后运送至厂内的管子堆放场地。

综上所述，本项目前后各工艺区域紧邻，工件在各区域按照一定的顺序流动，便于探伤各个工艺的衔接，利于生产效率的提高，满足安全生产的需要，便于进行分区管理和辐射防护。本项目避开了人群相对集中的区域，所处位置相对独立，并采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理的。

二、工作区域管理

为加强射线装置所在区域的管理，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》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为

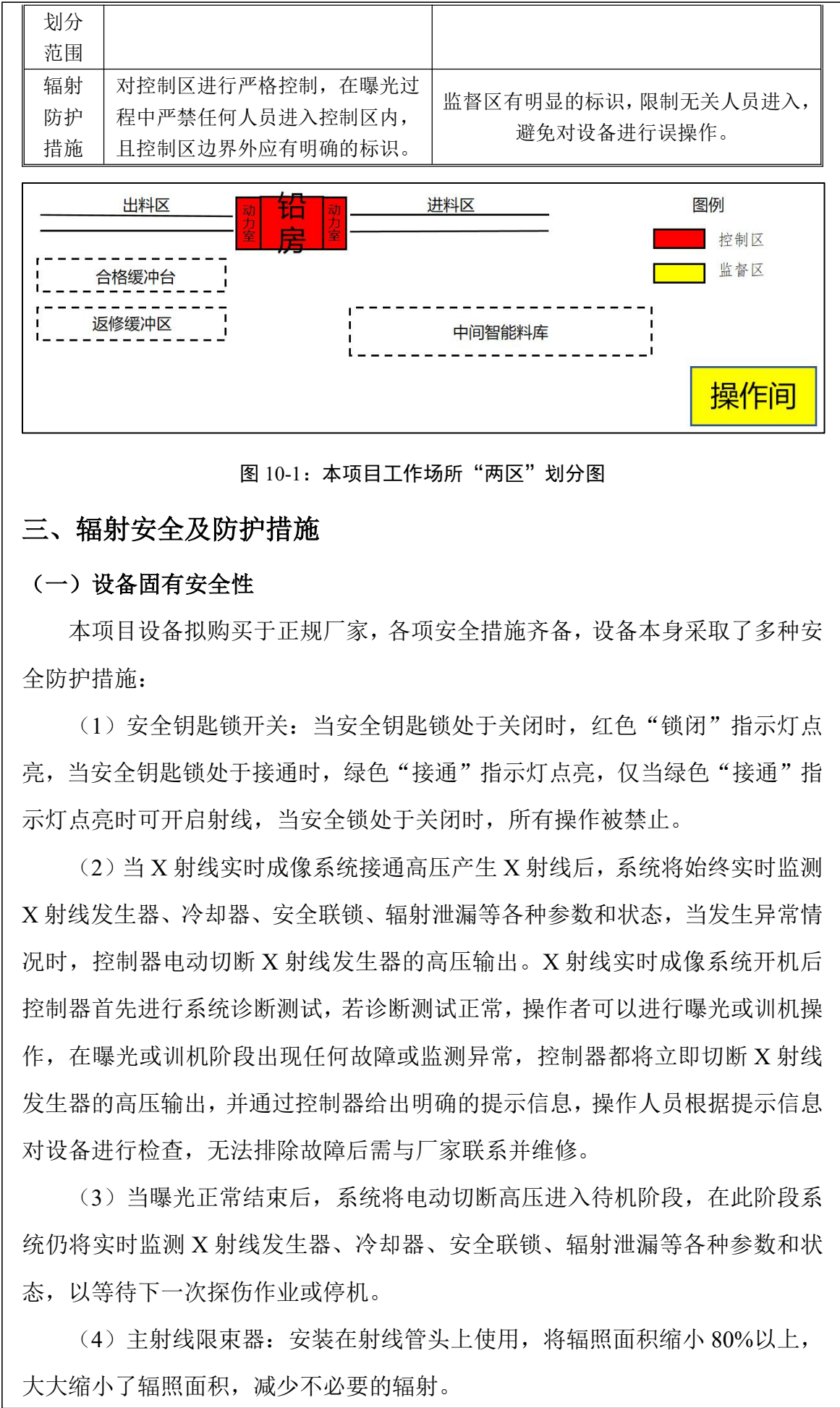
“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；

监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

本项目属固定工作场所探伤，工作场所控制区和监督区划分如下。

表 10-1：工作场所“两区”划分与管理

室内探伤	控制区	监督区
“两区”	工作间内部	操作间



（二）屏蔽防护

1、铅房屏蔽防护

本项目 X 射线实时成像系统的主要防护设施为工作间内的铅房。铅房内部净空尺寸为 2.2m（长）×2.06m（宽）×2.5m（高）。铅房四周和顶部主要屏蔽体为 26mm 厚铅板，底部无铅板。铅房进出料口内侧均设有 26mm 铅当量的铅罩；进出料管孔内径 $\varnothing 79\text{mm}$ ，孔内设置 3 层铅胶片，总厚度为 26mm 铅当量；铅房东北面下部设置一个电缆口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护；铅房顶部设置一个排风口，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护。铅房西南面设置一扇尺寸为 1.48m（宽）×1.76（高）的电动双开平移维修门（常用门），铅房东北面设置一扇尺寸为 0.74m（宽）×1.76（高）的电动单开平移维修门（备用门），两扇维修门防护量均为 26mm 铅当量。

表 10-2：本项目两间铅房屏蔽状况一览表

工作场所	X 射线实时成像系统铅房
净空尺寸	2.2m（长）×2.06m（宽）×2.5m（高）
四周及顶部屏蔽体	铅房四周屏蔽体为 26mm 厚铅板
维修门	铅房西南面设置一扇尺寸为 1.48m（宽）×1.76（高）的电动双开平移维修门（常用门），铅房东北面设置一扇尺寸为 0.74m（宽）×1.76（高）的电动单开平移维修门（备用门），两扇维修门防护量均为 26mm 铅当量
进出料口	内侧均设有 26mm 铅当量的铅罩；进出料管孔内径 $\varnothing 129\text{mm}$ ，孔内设置 3 层铅胶片，总厚度为 26mm 铅当量
排风口	位于顶部，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护
电缆口	位于东北面下部，采取直线穿墙，设有 26mm 铅当量的铅防护

2、源项控制

本项目 X 射线装置由有资质的厂家生产，泄漏辐射不会超过相应国家标准规定的限值，且 X 射线装置装有限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

3、距离防护

本项目严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，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，且控制区边界外应有明确的标识，设置红色的“禁止进入电离辐射区”字样的警告标志。工作人员操作设备时的工作场所和铅房外侧的动力间设为监督区，非相关人员限制进入，避免对设备进行误操作。

4、时间防护

在满足生产要求的前提下，在每次使用射线装置进行探伤前，根据生产要求和工件实际情况制定最优化的照射方案，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。

（三）辐射防护安全装置与布置

本项目拟购的 X 射线实时成像系统辐射防护安全装置与布置如下：

1、门机联锁：铅房的维修门与 X 射线高压电源联锁，如维修门关闭不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，维修门不能正常打开。

2、工作状态指示灯：铅房维修门所在墙体外侧上部设置有工作状态指示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，警示人员注意安全，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。停止出束后，指示灯箱熄灭。

3、紧急止动装置：在铅房内设 2 个紧急止动装置，操作间内操作台上各设置了 1 个紧急止动按钮（有中文标识），X 射线实时成像系统共有 3 个紧急止动按钮且相互串联，按下按钮，高压电源立即被切断并停止出束。

4、紧急开门装置：在铅房内部两扇维修门的右侧便于触碰的位置均设有一个紧急开门装置，装置旁有明确中文标识，按下按钮既可开门离开铅房。

5、视频监控系统：在铅房内部设有 1 个监控摄像头，可以看到铅房内部的工作情况。

6、准备出束声光提示：X 射线实时成像系统在开机出束时，铅房外将启动声光提示装置，提醒人员撤离。

7、固定式剂量监测仪：在工作间外设置固定式剂量监测报警装置，实时显示设备外辐射剂量水平，当辐射剂量超过设定的报警阈值将进行报警，避免造成误照射。

8、电离辐射警告标志：铅房维修门外及醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

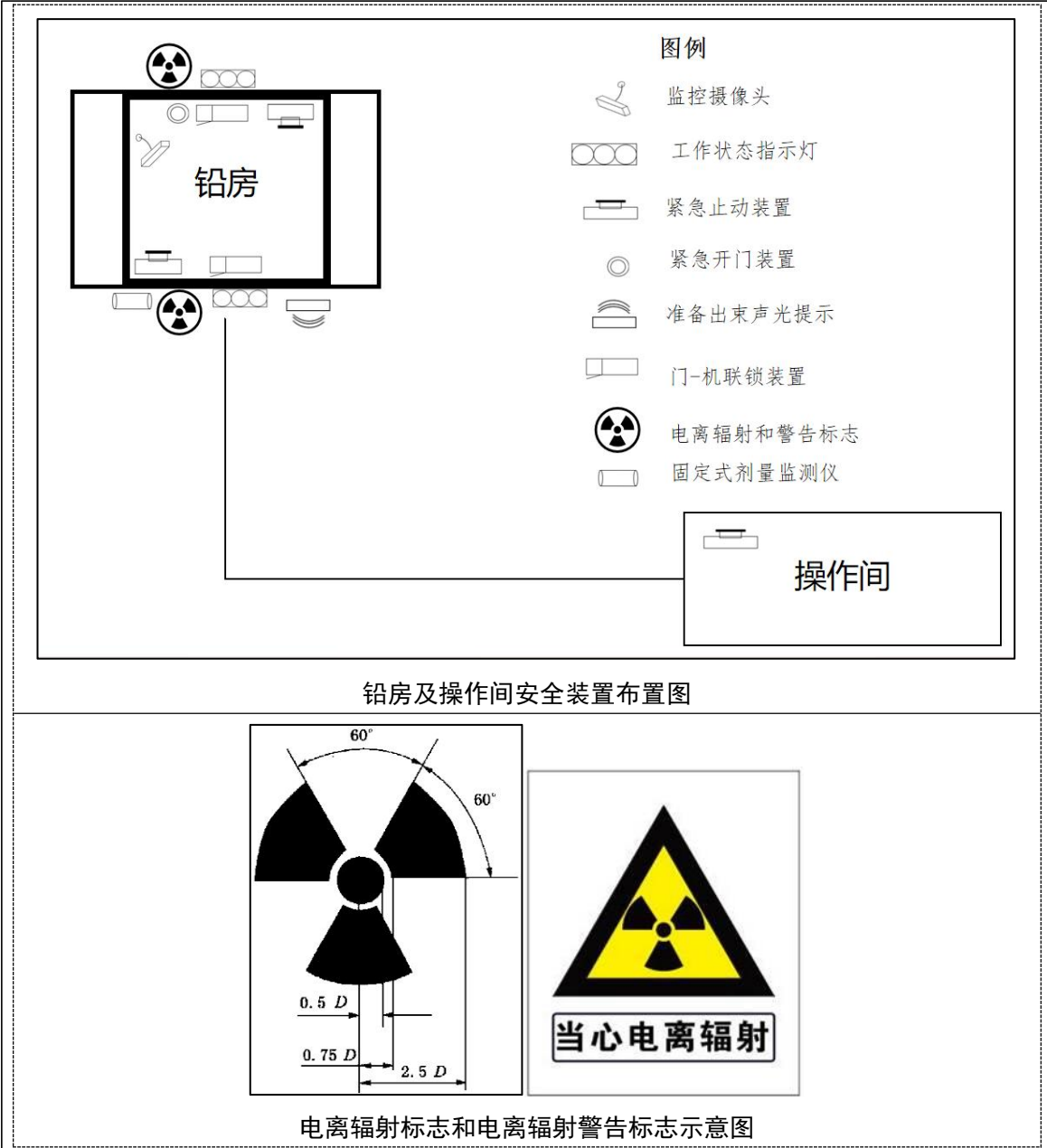


图 10-2：铅房及操作间安全装置布置图和电离辐射（警告）标志示意图

（四）小结

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2106）〉的通知》（川环函[2016]1400 号）中对铅房室内探伤的要求，再参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见下表。

表 10-3：铅房辐射安全措施对照表

序号	项目	具体要求	落实情况
1	场所设施	入口处电离辐射警示标志	已设计，X 射线实时成像系统铅房的维修门外及醒目位置，均自带明显的电离辐射警告标志。

2		入口处机器工作状态显示	已设计, X 射线实时成像系统工作间入口处安装有工作状态指示灯, 警示人员注意安全, 防止人员误入。
3		隔室操作	已设计, X 射线实时成像系统利旧 1 间专门的操作间, 该操作间已有一座控制台用于控制 RTV1, 本项目单独建设一座控制台。
4		维修门	已设计, X 射线实时成像系统铅房设置了 2 扇 26mm 厚铅的维修门。
5		控制台有钥匙控制	已设计, X 射线实时成像系统的控制台设计有安全钥匙锁开关, 红色“锁闭”指示灯点亮, 当安全钥匙锁处于接通时, 绿色“接通”指示灯点亮, 仅当绿色“接通”指示灯点亮时可开启射线, 当安全锁处于关闭时, 所有操作被禁止。
6		门机联锁系统	已设计, X 射线实时成像系统铅房的维修门均与 X 射线高压电源联锁, 如维修门关闭不到位, 高压电源不能正常启动, 高压电源未关闭, 维修门不能正常打开。
7		照射室内监控设备	已设计, X 射线实时成像系统铅房内设 1 个监控摄像头。
8		照射室内紧急停机按钮	已设计, X 射线实时成像系统铅房内设置 2 个紧急止动按钮 (有中文标识)。
9		控制台上紧急停机按钮	已设计, X 射线实时成像系统的操作台上均设置了 1 个紧急止动按钮 (有中文标识),
10		出口处紧急开门开关	已设计, 在铅房内墙上维修门旁设置紧急开门按钮 (有中文标识), 在紧急情况下, 按下此按钮, 可打开维修门。维修门平时均常闭状态, 除了厂家维修时才打开, 且工作人员在铅房内维修时, 是不会关维修门的。
11		准备出束声光提示	已设计, 在开机出束前, 铅房外将启动声光提示装置, 提醒人员撤离。
12	监测设备	固定式辐射剂量监测仪	已设计, 工作间外配置一台固定式辐射剂量监测仪, 当辐射剂量超过设定的报警阈值将进行报警
13		便携式辐射监测仪	已配置, 建设单位现有 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪
14		个人剂量报警仪	已配置, 建设单位已配置有 2 台个人剂量报警仪
15		个人剂量计	已配置, 本项目拟配置的 4 名既有辐射工作人员均已配备个人剂量计
16	应急物资	灭火器材	利旧车间既有消防灭火器材

三废的治理

(一) 施工期

1、废水

施工期产生少量用于降尘的废水, 无污染物溶解其中, 经自然蒸发后不会对

周围水环境造成影响。

施工人员产生的生活污水产生量较少，依托厂区已建成的生活污水预处理池处理达标后，通过市政污水管网排入自贡市污水处理厂处理。

2、废气

土建装修期间将会产生一定量的建筑粉尘，在施工区域内采取洒水降尘措施可有效降低施工现场扬尘污染。

3、噪声

在施工期，施工单位及建设单位应合理安排作业时间，并优先选用低噪声设备，以减少施工噪声；对高噪声设备采取隔声、隔振或消声措施，如在声源周围设置掩蔽物、加隔振垫等，可降低噪声源强；日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

4、固体废物

项目施工期产生的建筑垃圾转运至住建部门指定的建筑垃圾堆场，废包装物先回收再利用，剩余部分依托厂区已有的生活垃圾收集点和市政环保设施处理。

（二）运营期

1、废水

本项目工作人员全部为既有工作人员，不会新增生活污水，既有人员产生的生活污水依托厂区已建成的生活污水预处理池处理达标后，通过市政污水管网排入自贡市污水处理厂处理。

X射线实时成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生。

2、废气

项目运营期产生的废气主要为少量臭氧，产生的臭氧通过铅房自带的机械排风机（排风量为 150m³/h）排出铅房后无组织排放。臭氧经自然分解和稀释，不会对周围大气环境造成明显影响。

3、噪声

本项目铅房选用的风机噪声较小，电动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声，因此无需采取专门降噪措施。

4、固体废物

X 射线实时成像系统采用电脑成像，在探伤检测过程中无废胶片产生。

运营期工作人员为既有工作人员，不会新增生活垃圾，既有工作人员产生的生活垃圾收集后由环卫部门统一收集处理。

（五）射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》第二十九条“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。”因此，X 射线机等 II 类射线装置报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射。

环保投资估算

本项目总投资 万元，环保投资 万元，占总投资的 。本项目 X 射线实时成像系统辐射防护措施及其投资估算见下表。

表 10-4：X 射线实时成像系统辐射防护措施及其投资估算一览表

项目		设施（措施）	单位	数量	单价（万）	费用（万）	备注
X射线实时成像系统	辐射屏蔽措施	工作间（主要屏蔽体为内部的铅房）	间	1	■	■	纳入主体工程
	安全装置	门机联锁装置	套	1	■	■	铅房自带
		工作状态指示灯	套	1	■	■	铅房自带
		紧急止动装置（有中文标识）	个	2	■	■	/
		监控摄像头	个	1	■	■	铅房自带
		准备出束声光提示	套	1	■	■	铅房自带
		电离辐射警告标志	套	1	■	■	铅房自带
		固定式剂量监测仪	个	1	■	■	/
	个人防护用品	个人剂量计	个	4	■	■	利旧
个人剂量报警仪		个	2	■	■	利旧	
分区管理	场所控制区、监督区划分标识		套	1	■	■	/
自主监测	便携式 X-γ辐射剂量率监测仪		台	1	■	■	利旧
射线装置年度监测费			/	1	■	■	/
合计						■	/

表 11：环境影响分析

施工阶段对环境的影响

一、工作间安装阶段环境影响分析

（一）大气环境影响分析

工作间安装阶段产生的废气污染物主要是扬尘，采取湿法作业、加强通风可扬尘降低粉尘对周围环境的影响。

（二）水环境影响分析

土建装修阶段中会产生少量的降尘废水，废水产量较少且无污染物溶解，自然蒸发后对周围水环境影响较小；施工人员会排放少量的生活污水，依托建设单位已建的生活污水预处理池处理后，通过市政污水管网排入自贡市污水处理厂，不会对周围水环境产生影响。

（三）声环境影响分析

土建装修过程中会产生一定施工噪声，针对噪声影响，本项目拟采取尽量使用低噪音设备、在声源附近设置掩蔽物、注意对施工设备的保养以及使施工设备保持良好运行状态等措施，来尽量降低本项目噪声对周围的影响。

（四）固体废物

本项目土建装修过程产生的固体废弃物主要是建筑垃圾、生活垃圾和废包装物等。

1、建筑垃圾

土建装修过程中产生少量建筑垃圾，应转运至住建部门指定的建筑垃圾堆场。

2、生活垃圾和废包装物

土建装修过程中产生的少量废包装物和工作人员产生的生活垃圾由市政环卫部门统一收集处理。

本项目土建装修工程工期较短，施工量小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备安装调试阶段环境影响分析

本项目射线装置的安装和调试由生产厂家专业人员进行操作，在设备安装阶

段会产生少量废包装物，交由环卫部门统一收集处理；在射线装置调试阶段，主要污染因子为 X 射线、臭氧、噪声等，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房需上锁并派人看守。射线装置的安装和调试均在铅房内进行，经过屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目新增一套 X 射线实时成像系统，内含 1 台直流恒功率 X 射线机，型号为 MXR-320HP/11，最大管电压为 320kV、最大管电流为 5.6mA，属于 II 类射线装置，年最大出束时间为 1000h。本次采用理论预测的方法进行运行阶段辐射环境影响分析。

（一）关注点位选取及主要考虑的辐射束

1、辐射源点位置

X 射线机位于铅房中央靠上的位置，固定向下进行出束，出束角度为 20° 。X 射线机管头能上下（0.5m）、西北-东南方向（0.74m）移动，在东北-西南方向不移动。移动过程中有用线束照射范围始终位于底面，不涉及四周墙体。

遵循最不利原则，选取 X 射线机在垂直方向能够升起的最大高度、在西北-东南方向靠近墙壁的最近距离作为射线源点（O 点）的位置。

2、关注点的选取

本项目主要屏蔽体为铅房，铅房位于工作间内，工作间的长、宽、高均大于铅房。在 X 射线机正常运行时，工作间始终处于关闭状态，包括铅房的维修门和动力室的维修门均锁闭状态，人员无法进入并停留在工作间与铅房的缝隙之中，人员能够到达的、与辐射源最近的距离为工作间表面。因此，本项目屏蔽体外的关注点位布设在工作间外表面 30cm 处。同时在有代表性的保护目标处布设了关注点。

3、主要考虑的辐射束

本项目进行探伤时，探伤工件由动力设备传送进铅房内，焊缝部分停留在 X 射线机下方，由动力系统带动探伤工件前后移动和旋转。X 射线机在确定了距离和位置后，不再移动，出束角度最大为 20° ，主射方向定向朝向底部，不会照

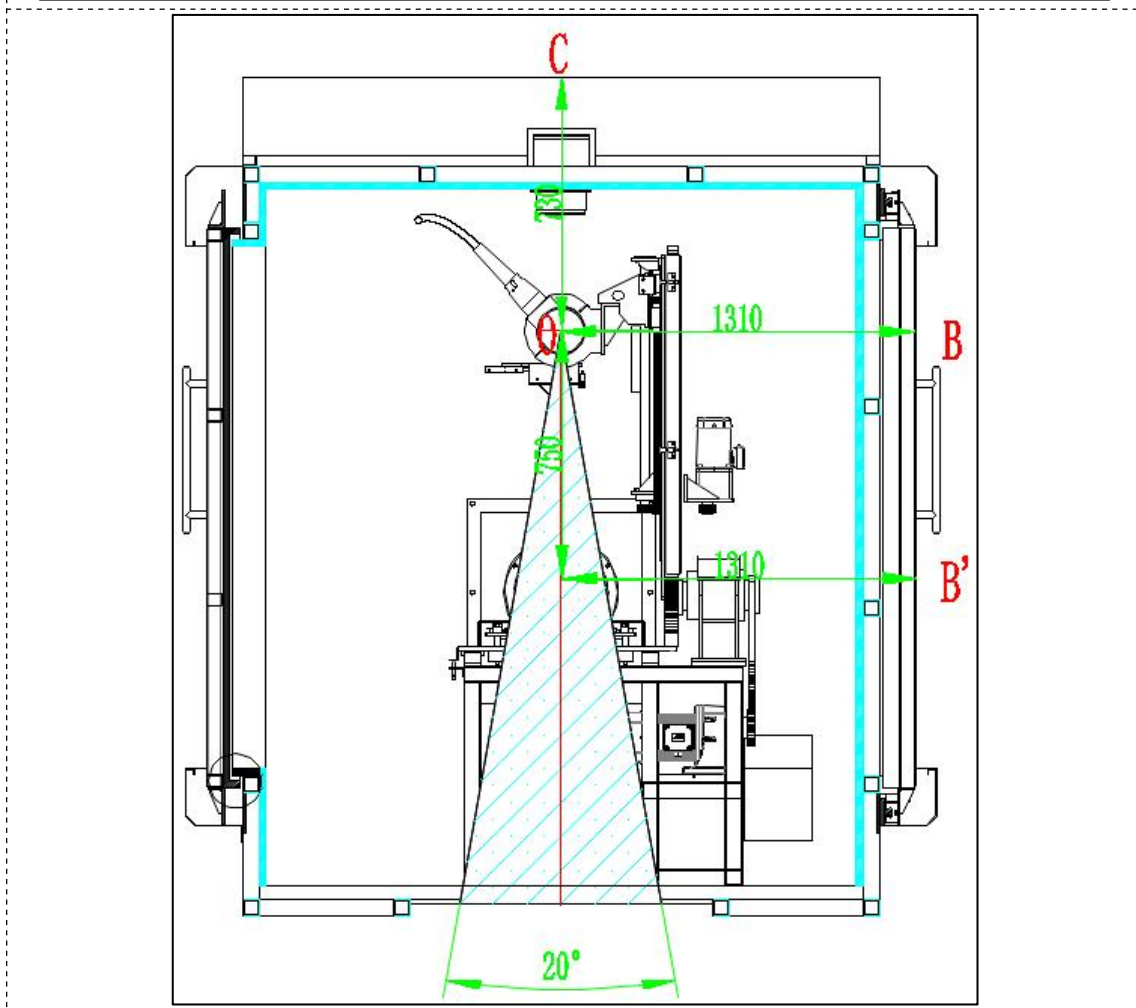
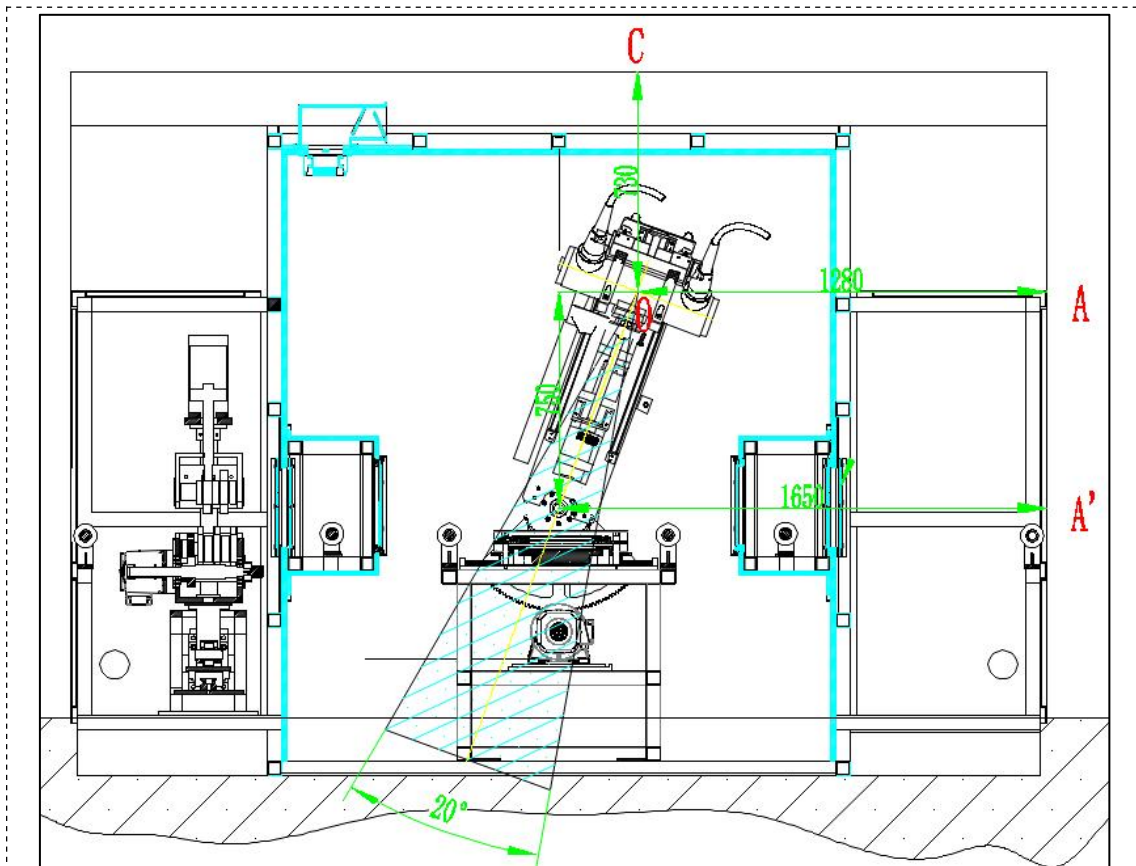
射到铅房四周的墙体。由于铅房下方无房间，不考虑主射线束的影响。本项目铅房四周和顶部均为次屏蔽体，故关注点位主要考虑漏射和散射的影响。

综上，本项目关注点位主要参数一览表见下表，点位布置图见下图：

表 11-1：本项目关注点位主要参数一览表

类型	编号	关注点名称	受照类型	使用因子	居留因子	射线类型	距离（m）		
							R	R_0	R_s
屏蔽体外	A/A'	工作间西北侧外表面 30cm 处	公众	1	1/4	漏射、散射	1.28	0.25	1.65
	B/B'	工作间东北侧外表面 30cm 处	公众	1	1/4	漏射、散射	1.31	0.25	1.31
	C	工作间顶部	公众	1	1/16	漏射、散射	0.73	0.25	1.23
保护目标	D	既有操作间	职业	1	1	漏射、散射	43	0.25	43
	E	管屏堆场 C	公众	1	1/4	漏射、散射	20.4	0.25	20.4
	F	管屏堆场 D	公众	1	1/4	漏射、散射	4.5	0.25	4.5
	G	焊接平台	公众	1	1/4	漏射、散射	9.0	0.25	9.0
	H	管子堆放场地 B	公众	1	1/4	漏射、散射	18.9	0.25	18.9
	I	合格缓冲台	公众	1	1/4	漏射、散射	6.7	0.25	6.7
	J	中间智能料库	公众	1	1/4	漏射、散射	2.9	0.25	2.9
	K	厂界外高山井路	公众	1	1/16	漏射、散射	19	0.25	19

注：①工作间的西北和东南侧、东北和西南侧的点位呈对称分布，关注点的主要参数完全一致，故不再重复设点，仅在一侧布点即可；②A/A'、B/B' 的屏蔽厚度均一致，但 A 和 B 点的 R 值更小（漏射更大），A' 和 B' 点的 R_s 值更小（散射更大），本次为便于计算，将 A/A'、B/B' 合并计算， R 和 R_s 距离均取最小值；③X 射线机与工件的直线距离范围为 0.25~0.75m；



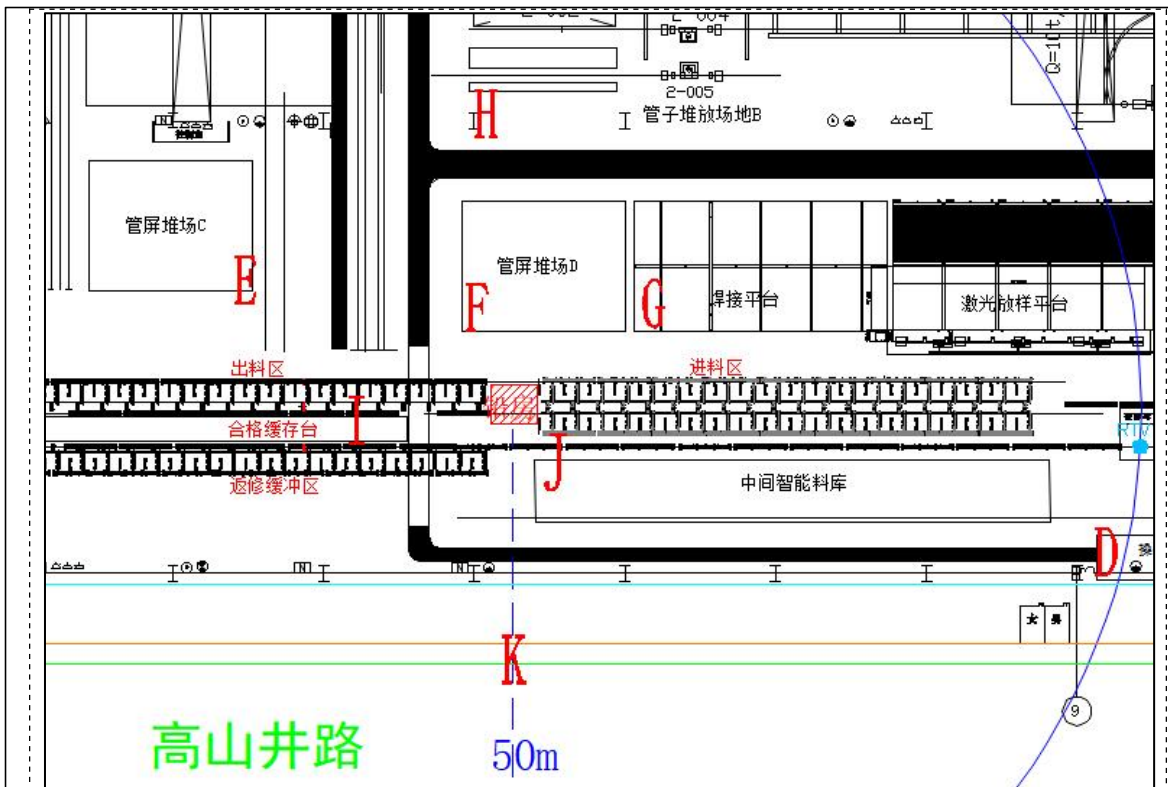


图 11-1：本项目关注点位布设示意图

(二) 理论计算方法

本项目 X 射线数字成像系统用于直管对接焊缝探伤，其理论计算参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求进行计算

(1) 辐射屏蔽透射因子

辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (式 11-1)$$

式中：

B—辐射屏蔽透射因子；计算漏射线束时，表示为 $B_{漏}$ ；计算散射线束时，表示为 $B_{散}$ ；

X—屏蔽物质厚度，mm；本次均取 26mm；

TVL—X 射线在铅中的什值层厚度，mm；①在计算漏射线束的辐射屏蔽透射因子 $B_{漏}$ 时，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 中未直接给出 320kV 电压 X 射线在铅中的什值层厚度，根据内插法算出 320kV 电压 X 射线在铅中的什值层厚度为 6.2mm；②在计算散射线束的辐射屏蔽透射因子 $B_{散}$ 时，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 查得，300kV < kV ≤ 400kV 原始 X 射线的 90° 散射辐射最高能量为 250kV。

因此本项目 320kV 额定管电压 X 射线的 90°散射辐射最高能量保守取值 250kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 查得 250kV 的 X 射线在铅中的半值层厚度约为 2.9mm。

（2）泄漏辐射

泄漏辐射所致关注点剂量率按下式计算：

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_{\text{漏}}}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-2）}$$

式中：

$\dot{H}_{\text{漏}}$ ——泄漏辐射所致关注点剂量率，μSv/h；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$ ——距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及设备厂家提供资料为5000μSv/h。

其余符号同上文。

（3）散射辐射

散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射，散射辐射所致关注点剂量率按下式计算：

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_{\text{散}}}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中：

$\dot{H}_{\text{散}}$ ——散射辐射所致关注点剂量率，μSv/h；

I——在最高管电压下的最大管电流，mA；本项目取 5.6mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m处输出量，μSv · m² · (mA · h)⁻¹；由于厂家无法给出输出量，而《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）也没有给出管电压320kV、滤过条件为3mmBe的X射线输出量值，故查阅《辐射防护导论》（方杰主编）附图4，在管电压320kV条件下，也仅有滤过条件为0.5mmCu、3.0mmCu的X射线输出量曲线，本项目保守按滤过条件为0.5mmCu的X射线输出量曲线， H_0 取27.0mGy · m² · (mA · min)⁻¹，经单位换算为1.62 × 10⁶μSv · m² · (mA · h)⁻¹；

F——R₀处的辐射野面积，m²；经计算，本项目取 0.0466m²；

α —散射因子；散射因子 $\alpha=\alpha_w\times10000/400$ ；针对 α_w ，本次保守取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.3 中管电压 300kV 的值，即 1.9×10^{-3} ；经计算， $\alpha=1.9\times10^{-3}\times10000/400=0.0475$ ；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

R_s —散射体至关注点的距离，m；

其余符号同上文。

（4）年附加有效剂量

各关注点的年附加有效剂量按下式计算：

$$H = \dot{H}_{漏} + \dot{H}_{散} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

$$E=H\times t\times\eta\times W_T\times10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：

H —关注点的总辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

E —关注点处受到的年附加有效剂量， mSv/a ；

t —年出束时间，h；

η —居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员停留的地方取 1/16；

W_T —组织权重因子，取 1。

（三）关注点辐射剂量率计算结果

1、工作间表面 30cm 处关注点

根据（式 11-1）～（式 11-4），本项目工作间表面 30cm 处关注点剂量当量率计算结果见下表。

表 11-2：工作间表面 30cm 处关注点剂量当量率计算结果一览表

参数 点 位	厚度 (mm 铅)	$B_{漏}$	$B_{散}$	漏射剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足 约束限值
A/A'	26	6.40E-05	1.08E-09				满足 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的约 束限值
B/B'	26	6.40E-05	1.08E-09				
C	26	6.40E-05	1.08E-09				满足 10 $\mu\text{Sv/h}$ 的约 束限值

2、环境保护目标处关注点

根据（式 11-1）~（式 11-4），本项目各保护目标处关注点的剂量当量率计算结果见下表。

表 11-3：各保护目标处关注点剂量当量率计算结果一览表

参数 点 位	厚度 (mm 铅)	$B_{漏}$	$B_{散}$	漏射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
D	26	6.40E-05	1.08E-09			
E	26	6.40E-05	1.08E-09			
F	26	6.40E-05	1.08E-09			
G	26	6.40E-05	1.08E-09			
H	26	6.40E-05	1.08E-09			
I	26	6.40E-05	1.08E-09			
J	26	6.40E-05	1.08E-09			
K	26	6.40E-05	1.08E-09			

（四）关注点年附加有效剂量计算

1、本项目对各关注点造成的年附加有效剂量

根据（式 11-5），计算本项目射线装置对各关注点造成的年附加有效剂量计算结果见下表：

表 11-4：本项目射线装置对各关注点造成的年附加有效剂量计算结果一览表

编号	关注点名称	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h)	η	W_T	E (mSv/h)
A/A'	工作间西北/东南 侧外表面 30cm 处	1.28E-01	1000	1/4	1	
B/B'	工作间东北/西南 侧外表面 30cm 处	1.24E-01	1000	1/4	1	
C	工作间顶部	3.02E-01	1000	1/16	1	
D	既有操作间	1.73E-04	1000	1	1	
E	管屏堆场 C	7.70E-04	1000	1/4	1	
F	管屏堆场 D	1.58E-02	1000	1/4	1	
G	焊接平台	3.96E-03	1000	1/4	1	
H	管子堆放场地 B	8.97E-04	1000	1/4	1	
I	合格缓冲台	7.14E-03	1000	1/4	1	
J	中间智能料库	3.81E-02	1000	1/4	1	
K	厂界外高山井路	8.88E-04	1000	1/16	1	

2、职业人员年附加有效剂量叠加

本项目拟配置的四名辐射工作人员除操作本项目的射线装置外，还会操作建设单位的其它射线装置，本次保守将四名辐射工作人员 2024 年个人受照剂量与本次计算出的贡献值（D 点的计算结果）叠加，得出本项目辐射工作人员的年受照量预测值。计算结果见下表：

表 11-5：本项目拟配置的四名辐射工作人员的年受照量预测值一览表

姓名	2024 年个人 受照剂量 (mSv/a)	本次计算的贡献 值 (mSv/a)	叠加值 (mSv/a)	是否满足 5mSv/a 的约束限值
曾娟	■	■	■	是
黄然	■	■	■	是
李智勇	■	■	■	是
王振宇	■	■	■	是

3、周围公众年附加有效剂量叠加

在本项目拟建设的蛇形管车间内，还有数个工业电视工作场所和探伤室，这些设备内部均正常使用 X 射线机，属于Ⅱ类射线装置；本次评价需要考虑本项目与这些 X 射线机可能对周围公众造成的共同辐射影响。根据建设单位提供资料，这些射线装置运行情况良好，辐射安全与防护措施完备有效。

2024 年 11 月，建设单位委托四川同佳检测有限责任公司对建设单位辐射环境现状进行了年度例行监测，监测报告结论显示，蛇形管车间现有工业电视对公众所致的年附加有效剂量最大为 4.99×10^{-2} mSv/a。保守取该值作为蛇形管车间现有工业电视对本项目关注点位的辐射影响。

周围公众年附加有效剂量叠加计算结果见下表：

表 11-6：本项目周围公众年附加有效剂量叠加计算结果一览表

编号	关注点名称	本项目所致 E (mSv/h)	现有工业电视所致最大年 附加有效剂量 (mSv/h)	叠加值 (mSv/h)
A/A'	工作间西北/东南侧 外表面 30cm 处	■	■	■
B/B'	工作间东北/西南侧 外表面 30cm 处	■	■	■
C	工作间顶部	■	■	■
D	既有操作间	■	■	■
E	管屏堆场 C	■	■	■
F	管屏堆场 D	■	■	■

G	焊接平台					
H	管子堆放场地 B					
I	合格缓冲台					
J	中间智能料库					
K	厂界外高山井路					

（四）小结

根据表 11-2，本项目 X 射线实时成像系统运行时，工作间四周表面 30cm 外最大剂量当量率为 $1.28 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 约束限值；工作间顶部外表面 30cm 处的剂量当量率为 $3.02 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足 $10 \mu\text{Sv/h}$ 约束限值。

根据表 11-5~11-6，本项目 X 射线实时成像系统运行时，职业人员每年所受到的最大照射剂量约为 0.96mSv/a ，满足职业人员 5mSv/a 的约束值要求；公众受到的附加有效剂量最大为 $8.20 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足公众 0.1mSv/a 的约束值要求。

（五）铅房进出料口屏蔽分析

根据 X 射线实时成像系统生产厂家提供资料，本项目铅房进出料管孔内径为 $\varnothing 129 \text{mm}$ ，探伤工件直管外径为 90mm ，在最大限度上减小了直管与管孔之间的缝隙；进出料口内侧设有 26mm 铅当量的铅罩，能够屏蔽大部分线束；同时每个进出料口管孔内均设置有 3 层铅橡胶片，总厚度为 26mm 铅当量，当直管被送入铅房内部进行探伤时，可以紧密包裹在直管外壁，起到良好的屏蔽作用。

综上，进出料口位于铅房的西北侧和东南侧，不在 X 射线机的主射线束照射范围内，仅受到漏射线束和散射线束影响；厂家在设计进出料口和防护罩尺寸时就已经从辐射防护的角度进行了考虑，能够保证从绝大部分铅房内部射入进出料口的 X 线束都会受到 26mm 铅当量铅罩的屏蔽作用，极少数与直管接近平行角度的 X 线束也会受到 26mm 铅当量铅橡胶的屏蔽作用，经屏蔽后能够满足约束要求。

两侧进出料口张贴了电离辐射标志，能够起到警示作用；进出料口外侧为直管传输履带，不涉及有人员常驻的工作区。

二、大气环境影响分析

本项目 X 射线机产生的 X 射线能量较小，故臭氧产生量较小。铅房设置有排风量为 $150 \text{m}^3/\text{h}$ 的风机，产生的臭氧经风机排至铅房外部后经自然稀释后对大气环境影响较小。

在正常情况下，本项目工作人员不会进入铅房内。工作间所在的车间空间大，

通风良好，厂房内其他工作人员活动处距离工作间有一定距离。铅房需要检修时，检修人员将会待其停止运行1h后，才会打开铅房，因此项目射线装置产生的臭氧对人员的影响很小。

三、水环境影响分析

本项目 X 射线数字成像系统在运行时无生产废水产生，本项目不新增辐射工作人员，无新增生活污水。既有辐射工作人员的生活污水经厂区已建污水处理站处理后，经市政污水管网排入污水处理厂，对周围水环境影响较小。

四、固体废物环境影响分析

本项目 X 射线实时成像系统在运营过程中不产生固体废物。工作人员产生的生活垃圾统一收集交由环卫部门处理。

五、声环境影响分析

本项目铅房选用的风机噪声较小，电动传输装置在送件过程中会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对周围声环境影响较小。

辐射事故影响分析

一、事故等级判断依据

根据《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）和《四川省生态环境厅（四川省核安全局）辐射事故应急预案（2020 版）》，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（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般辐射事故（Ⅳ级）等四级，详见下表。

表 11-7：辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故（Ⅰ级）	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 人及以上急性死亡。
重大辐射事故（Ⅱ级）	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 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故（Ⅲ级）	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故（IV级）

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。

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下表。

表 11-8：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	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

二、射线装置辐射事故影响分析

（一）可能发生的辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，本项目设备只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目使用的X射线机X射线能量不大，曝光时间比较短，采用铅房屏蔽，正常情况下人员不进入铅房内。

根据同类型项目事故总结经验，该类型项目发生的最大可信辐射事故为：工作人员在铅房内（非主射方向）检查辐射防护安全装置时，操作间内操作人员误开机；或门机连锁失效，在维修门未关闭的情况下出束，导致门外路过人员受照。该类辐射事故，人员主要受到漏射和散射线束的照射。

（二）事故工况下辐射影响分析

根据事故情形描述，当工作人员在铅房内部，而操作人员误开机；或门机连锁失效，在维修门未关闭的情况下出束，导致门外路过人员受照，此时人员在无屏蔽的情况下直接受到漏射和散射线束。工作人员距离射线管的最近距离为0.5m，本次受照距离取0.5m、1m、1.5m、2m、3m共计5个关注点计算辐射环

境影响。

铅房内部和操作间内安装有紧急止动按钮，因此当发生辐射事故时候，相关人员也可以立即通过操作间内紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 1min。因此事故情形下，本项目散射和漏射线束对人员的影响根据（式 11-1）～（式 11-4）进行计算，计算结果见下表。

表 11-9：事故工况下人员受到的辐射环境影响分析

距 X 射线管 水平距离	距离（m）			预测点漏 射剂量率 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	预测点散 射剂量率 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	预测点总 剂量率 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	受照射剂量 （ mSv/min ）
	R	R_0	R_s				
0.5	0.5	0.25	0.5	2.00E+04	1.29E+06	1.31E+06	2.18E+01
1	1	0.25	1	5.00E+03	3.21E+05	3.26E+05	5.44E+00
1.5	1.5	0.25	1.5	2.22E+03	1.43E+05	1.45E+05	2.42E+00
2	2	0.25	2	1.25E+03	8.03E+04	8.16E+04	1.36E+00
3	3	0.25	3	5.56E+02	3.57E+04	3.63E+04	6.04E-01

（三）辐射事故环境影响分析

根据表 11-9，在该类辐射事故下，受照射有效剂量最大为 21.8mSv（距放射源距离 0.5m，受照时间为 1min），未造成职业人员超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 50mSv/a 剂量限值，但可造成公众人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv/a 剂量限值，构成一般辐射事故。

根据辐射事故危害结果及其所引发的放射性事故等级见下表。

表 11-10：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	环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线实时成像系统（内含 1 台直流恒功率 X 射线机，属于 II 类射线装置）	X 射线	X 射线超剂量照射	事故状态下受照射有效剂量最大为 21.8mSv，导致公众人员受照剂量超过年剂量限值。	一般辐射事故

根据分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故。

三、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

1、定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定完善的辐射安全规章制度并有专人监督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、凡涉及对射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，对辐射工作人员定期培训，使之熟练操作，操作人员严格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；

3、严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如果监测表明铅房外辐射水平偏高，应适当增加铅房屏蔽体厚度；

4、射线装置每次开机前检查铅房监控系统、门机联锁装置和其他安全联锁装置，确保一切正常并安全的情况下，射线装置才能进行照射；

6、定期对各射线装置铅房的安全装置有效性进行检查；

7、建设单位所有辐射工作人员均需参加辐射安全与防护考核，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗；

8、设备安装调试时必须由厂家专业人员负责完成，安装调试时关闭维修门，并在铅房门外设立辐射警示标志；

9、辐射防护管理人员要经常对辐照工作场所进行巡视，及时纠正不利于辐射安全防护的行为。

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。

目前建设单位已通过《关于调整东方锅炉辐（放）射安全与防护管理委员会的通知》明确了辐（放）射安全与防护管理委员会，由法人作为委员会主任，全面负责全厂辐射安全与环境保护监督管理工作，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该文件明确了辐（放）射安全与防护管理委员会工作职责：

1、主任职责：负责主持公司“辐（放）射安全与防护管理委员会”全面工作；负责公司辐（放）射安全与防护管理重大事项的决策；负责公司辐射事故、事件应急救援预案的批准。

2、副主任职责：负责组织公司辐射安全与防护管理规章制度的制定和审批；负责公司辐射事故、事件应急救援预案的编制审定；负责领导安排公司辐射安全与防护管理工作。

3、生产长职责：协助主任、副主任组织开展公司辐射安全与防护管理工作。

4、自贡制造中心主任职责：协助主任、副主任组织开展公司自贡基地辐射安全与防护管理工作。

5、德阳制造中心主任职责：协助主任、副主任组织开展公司德阳基地辐射安全与防护管理工作，

- 6、环境和安全管理部职责：
- 6.1 对公司放射性同位素、射线装置的安全和防护工作实施统一的监督管理；
 - 6.2 贯彻执行国家、省、市放射性同位素、射线装置的安全和防护管理的法律、法规、条例和规定，并对公司内部各相关部门的实施情况进行监督；
 - 6.3 全面掌握公司放射性同位素、射线装置的种类、数量以及在公司探伤场所的分布和防护情况；

6.4 按照《职业卫生档案管理》要求，建立和完善辐（放）射工作人员的健康档案，掌握辐（放）射工作人员的健康状况，并进行职业健康监护管理工作；

6.5 牵头组织实施公司新、改、扩建工业探伤工程建设项目的环评、职业病危害评价、劳动安全评价，公司相关部门协助提供评价所需资料；

6.6 负责牵头组织公司《辐射安全许可证》的取证和换证工作，质量检验部进行配合；

6.7 协助质量检验部办理新放射源的准购批件和废旧放射源的安全处置报批工作；

6.8 负责办理放射源异地使用，在生态环境行政主管部门的报批、备案手续。

6.9 负责公司辐（放）射作业场所辐射防护年度监测的组织实施和协调工作，质量检验部进行配合；

6.10 负责牵头组织公司辐（放）射作业人员防护知识的培训和辐（放）射安全与防护相关资质的办理，质量检验部进行配合；

6.11 负责辐射环境年度监测、作业人员个人剂量季度监测的供方管理，采购申请的发起和策划；

6.12 负责公司自贡基地、德阳基地生产（工作）过程中由于辐（放）射影响引起的辐射事故、事件的归口受理，牵头组织公司内发生的辐公司内发生的辐（放）射事故、事件的调查，并提出处理意见。

7、自贡管理部职责：负责公司自贡基地放射性同位素、射线装置的安全保卫和监控工作；负责公司自贡基地现场室外射线探伤作业过程中的安全警戒工作。

8、德阳管理部职责：负责公司德阳基地放射性同位素、射线装置的安全保卫和监控工作；负责公司德阳基地现场室外射线探伤作业过程中的安全警戒工作。

9、战略投资部职责：负责公司辐公司内发生的辐（放）射事故、事件的调查，并提出处理意见。

10、装备部职责：负责公司辐（放）射安全与防护设备设施的配置。

11、人力资源部职责：负责公司辐（放）射安全与防护管理人员、技术人员、操作人员人力资源的配置。

12、质量检验部职责：

12.1 按照职责分工和要求，负责放射性同位素、射线装置在使用过程中的安

全防护、日常维护和安全管理工作的；

12.2 对需要现场探伤作业的产品制定专门的防护技术规程；

12.3 负责放射源新源的购买、旧源的处置报批工作；

12.4 负责日常操作过程中的自我监测工作，并按要求做好相关记录备查；

12.5 负责个人剂量剂的收发工作。

辐（放）射安全与防护管理委员会成员设置如下：

表 12-1：辐（放）射安全与防护管理委员会组成表

主任	林光平、聂立
副主任	何维、李维成
成员	生产长、自贡制造中心主任、德阳制造中心主任、环境和安全管理部部长和副部长、战略投资部副部长、生产管理部部长、德阳管理部部长、自贡管理部部长、质量检验部部长、人力资源部部长、装备部部长，环境和安全管理部、质量检验部辐（放）射安全与防护专业管理人员。

辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目拟配置曾娟、黄然、李智勇和王振宇共计 4 名辐射工作人员，拟配置辐射工作人员均已取得辐射安全培训合格证书，建设单位承诺在辐射安全培训合格证书到期后，及时安排辐射工作人员参加辐射安全与防护的再培训复核。

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”。本项目涉及的 4 名辐射工作人员均已考核合格，证书到期后需接受一次再培训考核。

辐射安全管理规章制度

一、档案分类管理

建设单位应对本项目辐射相关资料分类归档，档案资料应包括以下九大类：“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”“废物处置记录”，并由专人进行管理。

二、规章制度

根据《生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）》和《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》（川环函〔2016〕1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见下表。

表 12-2：管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全管理规定	已有	将本项目纳入管理
2		操作规程	已有	将本项目纳入管理
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已有	将本项目纳入管理
4		放射源与射线装置台账管理制度	已有	将本项目纳入管理
5	监测	监测方案	已有	将本项目纳入管理
6		监测仪表使用与校验管理制度	已有	将本项目纳入管理
7	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有	将本项目纳入管理
8		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	将本项目纳入管理
9		辐射工作人员岗位职责	已有	将本项目纳入管理
10	应急	辐射事故/事件应急预案	已有	需完善，并将本项目装置纳入应急范围

建设单位应根据上表完善辐射安全管理制度，将本项目纳入管理和辐射事故应急范围，并根据具体实践过程中出现的问题对原有制度的不足之处进行及时修订，以更适应后期运行需求。同时，建设单位应规范设备操作人员和其他人员的辐射安全监管，定期对设备操作人员和其他人员进行培训，强化操作人员和其他人员的辐射安全意识。

同时根据《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》（川环函〔2016〕1400号），《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《探伤设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合建设单位实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用放射性同位素和射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行

监测，并建立相应档案”为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，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》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

一、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“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）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月，同时建设单位应建立个人剂量档案。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身。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

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；当单年个人剂量超过50mSv时，需调查超标原因，确认是辐射事故时启动应急预案。

二、辐射工作场所监测

（1）监测内容：射线装置工作场所监测因子为X- γ 辐射空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致并适当增加监测点位，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（3）监测频度：每季度监测1次；另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到

年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果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>）。

（4）监测范围：工作间四周屏蔽体外、进出料口、操作间、穿墙孔洞和维修门外。

（5）监测设备：便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪。

（6）质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与建设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。

表 12-3：个人剂量及工作场所监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	射线装置工作场所	X-γ 辐射空气吸收剂量率	工作间四周屏蔽体外、进出料口、操作间、穿墙孔洞和维修门外	每季度一次（记录监测数据存档）	便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪
委托监测	射线装置工作场所	X-γ 辐射空气吸收剂量率	工作间四周屏蔽体外、进出料口、操作间、穿墙孔洞和维修门外	（1）竣工环保验收监测；（2）编制辐射防护年度评估报告（每年）	便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次（需建立个人剂量档案）	个人剂量计

三、年度监测报告情况

建设单位应于每年 1 月 31 日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》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>），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》的重要组成部分一并提交给发证机关。建设单位应按照《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《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增、注销以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

四、辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全使用，

保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求完善现有的《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将人员远离铅房，关闭铅房维修门，同时向主管领导报告。

（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》，向当地生态环境报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

其他要求：（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

（2）在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合建设单位实际及时对预案作补充修改，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：东方电气集团东方锅炉股份有限公司新增一套 X 射线实时成像系统核技术利用项目

建设单位：东方电气集团东方锅炉股份有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路 150 号

本项目建设内容：东方电气集团东方锅炉股份有限公司拟在位于四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路 150 号的自贡基地的 102 分厂蛇形管车间内新增一套 X 射线实时成像系统，内含 1 台 MXR-320HP/11 型直流恒功率 X 射线机，属于 II 类射线装置，该 X 射线机最大管电压为 320kV、最大管电流为 5.6mA，年最大出束时间为 1000h。

二、项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在无损检测领域内的应用，根据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“质量认证和检验检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、本项目选址及平面布局合理性分析

本项目所在的自贡基地 102 分厂蛇形管车间已取得原自贡市自流井环境保护局下发的文号为自井环准〔2018〕11 号的环境批复并通过竣工环境保护验收，项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。建设单位所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；建设单位周围没有项目建设的制约因素，同时本项目辐射工作场所相对独立，建设的铅房为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施。本项目产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰；在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优

化布局，同时兼顾了探伤工作的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据监测报告，本项目 X 射线实时成像系统拟建地及周围各监测点 X- γ 辐射剂量率范围为 $6.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 10.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $68 \text{nGy/h} \sim 103 \text{nGy/h}$ ，与四川省生态环境厅《2023 年四川省生态环境状况公报》中四川省辐射环境自动监测站关于自贡市的监测结果（ $70 \text{nGy/h} \sim 100 \text{nGy/h}$ ）基本一致，属当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价结论

1、辐射环境影响分析

经现场监测和模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

2、大气的环境影响分析

本项目射线装置在运行过程中产生的臭氧经自然分解和稀释，不会对周围大气环境造成明显影响。

3、废水的环境影响分析

本项目射线装置在运行过程中无废水产生，不会对周围水环境造成影响；辐射工作人员为既有人员，不新增生活污水；辐射工作人员产生的少量生活污水依托建设单位已建的生活污水预处理池处理达标后，经市政污水管网排入自贡市污水处理厂处理，对周围环境影响较小。

4、固体废物的环境影响分析

本项目不会产生危险废物和放射性固废，对周围环境无影响。辐射工作人员为既有人员，不新增生活垃圾，产生的生活垃圾收集后由环卫部门统一收集处理

5、声环境影响分析

本项目射线装置设备运行时间短，均选用低噪声设备，噪声值较小，且为间歇噪声，对周围声环境影响较小。

6、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事

故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的环境保护目标所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，制定辐射事故、应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在东方电气集团东方锅炉股份有限公司自贡基地内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议和承诺

（一）建议

1、认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

2、不断提高工作人员素质，增强职工环保意识和安全意识，做好辐射防护设施、设备的维护保养，避免发生辐射事故。

3、建设单位变更登记辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

4、辐射工作人员证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>）参加辐射安全培训并报名参加考核。

（二）项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，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，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、

结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责,不得在验收过程中弄虚作假。

本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 13-1: 环境保护设施验收一览表

类别	环保设施/措施		数量	备注
屏蔽措施	X 射线实时成像系统铅房		1 座	纳入主体工程
安全装置	X 射线实时成像和图像处理系统	门机联锁装置	1 套	铅房自带
		工作状态指示灯	1 套	铅房自带
		紧急制动装置(有中文标识)	2 个	/
		监控摄像头	1 个	铅房自带
		准备出束声光提示	1 套	/
		电离辐射警告标志	1 套	铅房自带
监测仪器	固定式剂量监测仪		1 个	/
	便携式 X- γ 辐射剂量率监测仪		1 台	利旧
	个人剂量计		4 个	利旧
	个人剂量报警仪		2 个	利旧
台账管理	个人剂量档案		/	单季度无超过 1.25mSv 情况
规章制度	《辐射安全管理规定》《操作规程》 《安全防护设备的维护与维修制度》 《监测方案》《监测仪表施工与校验管理制度》 《辐射工作人员培训/再培训管理制度》 《辐射工作人员个人剂量管理制度》 《辐射工作人员岗位职责》 《辐射事故/事件应急预案》 《射线装置台账管理制度》		/	其中《辐射工作场所安全管理制度》 《操作规程》《辐射工作人员岗位职责》 《应急响应程序》需张贴上墙
人员培训	辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训,并取得相应的合格证书		/	/

表 14： 审批

下一级环保部门预审意见：		
		公 章
经办人	年	月 日

审批意见：		
		公 章
经办人	年	月 日