

核技术利用建设项目

搬迁 X 射线数字成像（DR）项目

环境影响报告表

（公示本）

东方电气集团东方汽轮机有限公司
二〇二三年十月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

搬迁 X 射线数字成像（DR）项目 环境影响报告表

建设单位名称：东方电气集团东方汽轮机有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：刘■

通讯地址：四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路 666 号

邮政编码：618000

联系人：陈■

电子邮箱：■

联系电话：■

目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	13
表 4	射线装置	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据	16
表 7	保护目标与评价标准	18
表 8	环境质量和辐射现状	21
表 9	项目工程分析与源项	24
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	38
表 12	辐射安全管理	58
表 13	结论与建议	66

表 1 项目概况

建设项目名称		搬迁 X 射线数字成像（DR）项目			
建设单位		东方电气集团东方汽轮机有限公司			
法人代表	刘辉	联系人	陈雨	联系电话	13778221460
注册地址		四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路 666 号			
项目建设地点		四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路666号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂			
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) 不新增
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	/			

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

东方电气集团东方汽轮机有限公司，统一社会信用代码：■，位于四川省德阳市高新技术产业园区，中国东方电气集团成员单位，是从事各类电站动力设备和新能源领域开发与制造的国有大型高科技骨干企业，中国最大的发电设备制造企业之一和四川省重大技术装备龙头企业，名列全国机械工业企业百强。

公司自1966年创建至今，历经从无到有、由弱变强，最终成长壮大为年工业总产值超过百亿元的中国电力设备制造业领军企业，产品种类涵盖燃煤发电、核能发电、燃气发电、节能环保发电、电站服务、新材料、军工、分布式能源、表面工程、

电站辅机、支吊架等多个领域。截至目前，东汽生产基地包括：东汽德阳八角新基地、德阳重型二分厂（原东汽德阳分部）、德阳辅机生产基地等。其中东汽主要生产基地——八角生产基地占地2600余亩，拥有行业一流的多层次研发平台。拥有总装、大件加工、隔板制造、叶片加工、焊接、工业汽轮机等制造单元，依托新一代信息技术与先进制造技术深度融合，集成高端数控加工设备、智能物流设备、智能检测设备，生产管理系统采集分析海量数据，实现自感知、自决策、自执行，有效代替人工操作。建立了完备的质量管控信息化体系和现代化的测试仪器和配备精良的计量检测系统，为各型产品质量提供了坚实保障。

为对制造的产品内部结构进行无损检测，目前公司在已建的5处探伤场所共计使用8台X射线探伤机（含本项目拟搬迁X射线数字成像系统）、2台加速器和9台 γ 射线探伤机（含9枚放射源），以上探伤机及其辐射工作场所均已进行了环评，取得了环评批复，取得了《辐射安全许可证》，并完成了验收。

东方电气集团东方汽轮机有限公司已取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00136]），有效期至2028年6月13日，许可的种类和范围为：使用II类放射源，使用II类射线装置。

公司拟利用现有机修分厂进行改造，将材料研究中心燃机高温透平叶片精铸产线整体搬迁至机修分厂，在充分利用厂内现有生产设备前提下，完善关键部件的制造工艺手段，克服现有精铸部分生产设备自动化程度较低、产品质量稳定性差、检测手段滞后等不足，建设先进、高效的叶片精铸生产线。本项目X射线数字成像作为生产线配套检测设备，拟随生产线一起搬迁至机修分厂。公司拟在机修分厂预留场所修建1间检测室和1间操作室，将材料研究中心X射线数字成像系统搬迁至机修分厂检测室内，该X射线数字成像系统使用1座铅房作为屏蔽，在铅房内使用1台XSD225型X射线机，最大管电压为225kV，最大管电流为8mA，属于II类射线装置，用于对公司生产的蜡模、陶瓷芯等非金属制件进行无损检测。本项目采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，只开展室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。

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，东方电气集团东方汽轮机有限公司委托四川同佳检测有限责任公司对该项目开展环境影响评价工作。四川同佳检测有限责任公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《搬迁X射线数字成像（DR）项目环境影响报告表》。

本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位东方电气集团东方汽轮机有限公司在全国建设项目环境信息公示平台上对该项目进行了全文公示。

公示网址为：<https://www.eiacloud.com/gs/detail/1?id=30914vsBTn>，公示网站截图如下：



公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

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 日起实施）、《国家发展和改革委员会关于修改<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 号令，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、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：搬迁 X 射线数字成像（DR）项目

建设单位：东方电气集团东方汽轮机有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路 666 号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂

（二）建设内容与规模

项目建设内容主要为：东方电气集团东方汽轮机有限公司拟在机修分厂预留场所修建 1 间检测室和 1 间操作室，将材料研究中心 X 射线数字成像系统（DR）搬迁至机修分厂检测室，该 X 射线数字成像使用 1 座铅房作为屏蔽，在铅房内机械臂上安装 1 台 XSD225 型 X 射线机，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，属于 II 类射线装置，用于对公司压制的蜡模、陶瓷芯等非金属制件进行无损检测。

本项目铅房防护结构为钢板+铅层+钢板，铅房净空尺寸为长 3.5m×宽 3m×高 3.1m，门洞尺寸为宽 1450mm×高 2250mm。铅房四周墙体及底部均采用 17mm 铅板作为防护层，顶部采用 13mm 铅板作为防护层；南侧安装 1 扇电动铅门，采用 17mm 铅板作为防护层，铅门尺寸为宽 1800mm×高 2520mm。铅房排风口位于铅房顶部，采用管道覆盖铅帽形式进行屏蔽（管道先用 3mm 后钢板加工成管道，外面排风口上覆盖一层 3cm 厚的铅帽）；铅房西侧墙体下方及东侧墙体下方各设 1 个电缆孔，均采用 3cm 铅当量铅罩进行屏蔽。配套操作室（约 21m²）位于铅房西侧。

本项目被探工件主要为蜡模、陶瓷芯等非金属制件，预计年探伤工件数量最大 600 件，每个工件探伤出束时间为 0.5min~3min，保守考虑按每个工件探伤出束时间 3min 计算，年最大曝光时间为 300h。本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，只开展室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。探伤机的检修等均委托专业第三方公司负责，本项目只负责探伤机的使用。

项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设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	营运期	
主体工程	X 射线数字成像检测系统	尺寸	净空尺寸为长 3.5m×宽 3m×高 3.1m		施工噪声、固体废物、生活污水、射线装置调试阶段产生 X 射线等。	X 射线、臭氧、噪声
		结构	钢板+铅层+钢板			
		厚度	四周墙体及底部	钢板+铅板+钢板三层防护结构，其内层铅板厚 17mm		
			顶部	钢板+铅板+钢板三层防护结构，其内层铅板厚 13mm		
			防护门	钢板+铅板+钢板三层防护结构，其内层铅板厚 17mm，防护铅门宽 1800mm×高 2520mm		
			排风口	位于铅房顶部，采用 3cm 厚的铅帽进行屏蔽		
			电缆孔	铅房西侧墙体下方和东侧墙体下方各 1 个，均采用 3cm 铅当量铅罩进行屏蔽		
探伤机使用情况	1 台 XSD225 型 X 射线机，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，属于Ⅱ类射线装置，探伤作业时，射线源定向投向东侧墙面，年最大曝光时间为 300h。只开展室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。					
辅助工程		操作室（约 21m ² ）			/	
环保工程		铅房设置有排风系统；生活废水依托厂区污水处理站处理后排入市政污水管网；生活垃圾依托厂区现有垃圾桶收集后由环卫部门统一清运。		/	/	
公用工程		通风、配电、供电和通讯系统等		/	/	
办公及生活设施		依托厂区已建办公设施		/	生活污水 生活垃圾	

（三）本项目环保设施依托情况

（1）项目生活废水依托厂区污水处理站处理达到《污水综合排放标准》

(GB8978-1996)一级标准后排入市政污水管网，再进入城市污水处理厂处理达标后最终排入绵远河，城市污水处理厂能同时接纳生产污水和生活污水。

(2) 产生的生活垃圾依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运，安全处理。

(四) 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 1-2。

表 1-2 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	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	5000kWh	市政供电
	气(Nm³)	—	—	—
水量	地表水	自来水	400m³	市政供水
	地下水	—	—	—

(五) 本项目涉及射线装置

本项目射线装置配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本次环评涉及射线装置情况一览表

序号	射线装置名称	使用场所	型号	投射方向	活动种类	主要参数	数量	管理类别	备注
1	X 射线机	铅房	XSD225	定向	使用	225kV/8mA	1 台	II	搬迁

(六) 项目外环境关系、选址合理性及实践正当性分析

1、外环境关系

(1) 厂区外环境

本项目位于四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路666号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂，该厂房四周均为厂区道路，北侧道路对侧为核控制棒驱动装置事业部，东侧及南侧道路对侧均为厂区预留厂房用地，西侧道路对侧为厂区围墙。

本项目铅房位于机修分厂北二跨预留检测室内，检测室西侧临操作室，约4m~15m范围为模具放置区，约15m~35m范围为陶瓷型芯打磨/打包区，约35m~46m范围为压芯机工作区，约46m~58m范围为自动混料区；检测室南侧8m范围内为压

蜡机工作区，约8m~12m范围为厂房内安全通道，约12m~20m范围为厂房内库房，约20m~60m范围为厂房预留的3、4跨车间；检测室东侧6m范围内为厂房内安全通道，约6m~15m范围为厂房辅助办公区，约15m~50m范围为厂区道路；检测室北侧4m范围为厂房内安全通道，约4m~18m范围为厂房1跨组模工作区，约18m~55m范围为厂区道路；检测室顶部以上为车间上空，无地下室。

2、选址合理性分析

本项目拟迁入的机修分厂取得了原中华人民共和国环境保护部《关于东方电气（集团）东方汽轮机有限公司汉旺生产基地灾后异地重建项目环境影响报告书的批复》，批复文号为：环审[2009]114号，选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地。项目建设的X射线数字成像系统为专用辐射工作场所，且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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束限值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

3、实践正当性分析

公司拟利用现有机修分厂进行改造，将材料研究中心燃机高温透平叶片精铸生产线整体搬迁至机修分厂，在充分利用厂内现有生产设备前提下，完善关键部件的制造工艺手段，克服现有精铸部分生产设备自动化程度较低、产品质量稳定性差、检测手段滞后等不足，建设先进、高效的叶片精铸生产线。本项目 X 射线数字成像作为生产线配套检测设备，拟随生产线一起搬迁至机修分厂。同时，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十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，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。但是，由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求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。

（七）劳动定员及工作制度

本项目配备辐射工作人员 3 人，均为公司八角探伤室既有辐射工作人员，当本项目 X 射线数字成像有探伤任务时，抽调该 3 名人员到数字成像进行探伤作业，其余时间均在公司八角探伤室工作。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 200 天。建设单位今后可根据开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

公司应该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（<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。

四、原有核技术利用情况

1、东方电气集团东方汽轮机有限公司已取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00136]），有效期至2028年6月13日，许可的种类和范围为：使用II类放射源，使用II类射线装置。

目前公司在已建的5处辐射工作场所内共计使用8台X射线探伤机、2台加速器和9台γ射线探伤机（含9枚放射源），均已进行了环评，取得了环评批复，取得了《辐射安全许可证》，并完成了验收。具体情况见表1-4。

表 1-4 现有探伤机使用情况一览表

使用地点	装置名称	型号/放射源编码	数量	备注
八角Co-60探伤室	移动式X光机	4510/10	1台	已环评、已上证、已验收
	周向X光机	52MF4-CL	1台	已环评、已上证、已验收
	Co-60 γ射线探伤机	0318CO004642	1台	已环评、已上证、已验收
	Ir-192	0323IR006942	1台	已环评、已上证、已验收
八角高能探伤室	定向X光机	65MF4	1台	已环评、已上证、已验收
	直线加速器	GT-6D/1000	1台	已环评、已上证、已验收
	Co-60 γ射线探伤机	0320CO003622	1台	已环评、已上证、已验收
	Ir-192 γ射线探伤机	0323IR006962	1台	已环评、已上证、已验收

续表 1-4 现有探伤机使用情况一览表

使用地点	装置名称	型号/放射源编码	数量	备注
天元辅机探伤室	周向X射线探伤机	52MF4-CL	1 台	已环评、已上证、已验收
	定向X光机	65MF4	1 台	已环评、已上证、已验收
	Ir-192	0323IR006952	1 台	已环评、已上证、已验收
	Se-75	0323SE002992	1 台	已环评、已上证、已验收
	Se-75	0323SE002982	1 台	已环评、已上证、已验收
重二探伤室	加速器	DZ-4/500	1 台	已环评、已上证、已验收
	定向X光机	300EGM2	2 台	已环评、已上证、已验收
	Co-60 γ 射线探伤机	0320CO003612	1 台	已环评、已上证、已验收
	Ir-192 γ 射线探伤机	0323IR006932	1 台	已环评、已上证、已验收
八角材研探伤室	定向X光机	XSD225	1 台	已环评、已上证、已验收

2、东方电气集团东方汽轮机有限公司既有 X 射线探伤项目产生的废显影液、废定影液和废胶片暂存于危废暂存间，已委托江油诺客环保科技有限公司运输和处置，得到妥善处理。其余清洗废水经厂区污水处理站处理后排入城市污水管网，生活垃圾经厂区垃圾收集桶收集后，由市政环卫部门统一清运。

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。因此本项目不产生废显影液、废定影液及废弃胶片。

3、东方电气集团东方汽轮机有限公司既有辐射工作人员20名，本项目搬迁前后工作模式不变，操作人员为原有3名操作人员。建设单位已为既有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，且每季度送有资质单位检测个人剂量，建立了个人剂量健康档案。建设单位既有辐射工作人员剂量统计见表1-5。

表 1-5 既有辐射工作人员个人剂量统计一览表

姓名	2022 年季度个人剂量 (mSv)				累计剂量 (mSv)	备注
	一季度	二季度	三季度	四季度		
姜强	■	■	■	■	■	/
刘健	■	■	■	■	■	/
聂廷海	■	■	■	■	■	本项目辐射工作人员

续表 1-5 既有辐射工作人员个人剂量统计一览表

姓名	2022 年季度个人剂量 (mSv)				累计剂量 (mSv)	备注
	一季度	二季度	三季度	四季度		
朱勇	■	■	■	■	■	退休
郑绍强	■	■	■	■	■	/
肖军	■	■	■	■	■	/
雷万兵	■	■	■	■	■	/
郑治江	■	■	■	■	■	/
车爱军	■	■	■	■	■	/
方刚	■	■	■	■	■	/
蒙军	■	■	■	■	■	/
黄贵	■	■	■	■	■	/
陈显志	■	■	■	■	■	/
沈小勇	■	■	■	■	■	/
雷华府	■	■	■	■	■	/
黄毅	■	■	■	■	■	本项目辐射工作人员
张亮	■	■	■	■	■	/
敬强	■	■	■	■	■	本项目辐射工作人员
李刚	■	■	■	■	■	/
徐高国	■	■	■	■	■	/
杨芳芳	■	■	■	■	■	/

根据表 1-5，建设单位既有辐射工作人员季度个人剂量计检测结果在 ■ mSv 之间，低于职业人员 1.25mSv/季度的约束限值，连续 4 个季度个人累计剂量在 ■ mSv 之间，低于职业人员 5mSv/年的的束限值。

4、东方电气集团东方汽轮机有限公司既有辐射工作人员均参加了辐射安全与防护考核，成绩合格。

6、东方电气集团东方汽轮机有限公司编制了《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(2022 年度)》，包括基本信息、辐射安全许可证符合性检查及变更情况、射线装置使用台帐及变更情况、辐射防护设

施设备及废物处置、辐射安全与防护制度的修订和落实情况、辐射工作人员和个人剂量情况、辐射工作人员培训情况、场所辐射环境监测及监测数据、辐射事故及应急响应、辐射安全隐患及整改。现东方电气集团东方汽轮机有限公司辐射安全管理情况如下：

(1)现单位名称、地址和法人代表未发生变更；

(2)辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；

(3)放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；

(4)公司按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测；

(5)公司自运行以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故；

(6)辐射工作人员自身防护方面:公司要求辐射工作人员在进行探伤作业时，必须做好自我防护，禁止直接暴露在照射野内，辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计，对个人所接受外照射的剂量进行准确监控，并安排辐射工作人员定期进行健康体检。

7、根据公司 2022 年度检测报告(四川鸿进达卫生技术服务有限公司检测报告：[REDACTED])，在正常工作情况下，既有辐射工作场所屏蔽体外监测点位的 X-γ射线剂量率范围为 [REDACTED] μSv/h，均小于 2.5μSv/h 的最高剂量率参考控制水平。

8、存在的问题及整改措施：无。

9、原有辐射安全管理制度落实情况:建设单位已建立了完善的辐射安全管理制度，不同的工作场所有相应的操作规程，制度按规定上墙，满足设备运行辐射安全管理的需要，合理可行，并执行较好，建设单位自开展工业探伤项目以来，未发生过辐射安全事件或者事故。

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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射线数字成像系统	II类	1台	XSD225	225	8	无损检测	八角材研探伤室	拟搬迁至机修分厂
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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
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，2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第709号）对其进行了修改）；</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>
------	--

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》(HJ 61-2021)；</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 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)。</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技术程序》生态环境部(国家核安全局)；</p> <p>(4) 《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)。</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，确定本项目辐射评价范围为铅房实体屏蔽体边界外 50m 以内的区域。

保护目标

根据本项目外环境关系、铅房的平面布局，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及铅房附近的其他岗位工作人员及行人等。保护目标情况详见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

保 护 目 标	相对设备方位	距辐射源最近距离(m)	人流量(人/天)	照射类型	年剂量约束值(mSv)
操作室辐射工作人员	西侧	1.7	3	职业照射	5.0
模具放置区工作人员		6	2	公众照射	0.1
陶瓷型芯打磨/打包区工作人员		17	4	公众照射	0.1
压芯机工作区工作人员		37	2	公众照射	0.1
自动混料区工作人员		48	2	公众照射	0.1
南侧铅房外检测室内辐射工作人员	南侧	2	3	职业照射	5.0
压蜡机工作区工作人员		4	2	公众照射	0.1
厂房内安全通道行人		12	流动人群	公众照射	0.1
厂房内库房工作人员		16	2	公众照射	0.1
厂房预留的 3、4 跨车间		24	60	公众照射	0.1
厂房内安全通道行人	东侧	2.5	流动人群	公众照射	0.1
厂房辅助办公区工作人员		9	24	公众照射	0.1
厂区道路行人		18	流动人群	公众照射	0.1

续表 7-1 本项目主要环境保护目标

保 护 目 标	相对设 备方位	距辐射源 最近距离 (m)	人流量 (人/天)	照射类型	年剂量 约束值 (mSv)
厂房内安全通道行人	北侧	1.6	流动人群	公众照射	0.1
厂房 1 跨组模工作区工作人员		5	10	公众照射	0.1
厂区道路行人		19	流动人群	公众照射	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）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- (2) 废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准；
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准；
- (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

（一）剂量限值

(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。

(二) 辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）相关规定，在距离铅房屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5μSv/h。

四、臭氧浓度限值

车间内执行《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧符合最高运行浓度 0.30mg/m³ 的要求；环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m³）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目地理位置和场所位置

本项目位于四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路666号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂北二跨预留检测室内，在项目建设区域内，检测室西侧临操作室，约4m~15m范围为模具放置区，约15m~35m范围为陶瓷型芯打磨/打包区，约35m~46m范围为压芯机工作区，约46m~58m范围为自动混料区；检测室南侧8m范围内为压蜡机工作区，约8m~12m范围为厂房内安全通道，约12m~20m范围为厂房内库房，约20m~60m范围为厂房预留的3、4跨车间；检测室东侧6m范围内为厂房内安全通道，约6m~15m范围为厂房辅助办公区，约15m~50m范围为厂区道路；检测室北侧4m范围为厂房内安全通道，约4m~18m范围为厂房1跨组模工作区，约18m~55m范围为厂区道路；检测室顶部以上为车间上空，无地下室。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制人员对项目拟建场所进行了勘察，辐射工作场所现状见图8-1。



拟搬迁铅房位置



拟搬迁铅房所在车间

图 8-1 拟建铅房及周边环境现状图

二、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量率现状监测

四川同佳检测有限责任公司技术人员于 2023 年 6 月 12 日按照要求对东方电气集团东方汽轮机有限公司拟搬迁铅房辐射工作场所进行了 X-γ辐射环境剂量率的监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
X-γ辐射剂量率	NT6101 型环境监测用 X-γ辐射空气比释动能率仪 编号： TJHJ2021-49	①能量响应： 48KeV~3MeV ②测量范围： 10nGy/h~200μGy/h	校准单位:上海市计量测试技术研究院 校准字号： 2022H21-20-4028522001 校准日期： 2022 年 07 月 28 日 有效期至： 2023 年 07 月 27 日	天气:晴 温度： 28.7℃ 湿度:58%

辐射监测仪已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作为评价电离辐射环境现状的科学依据。

三、质量保证

本项目环境现状监测单位四川同佳检测有限责任公司，该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。

四川同佳检测有限责任公司质量管理体系：

（1）计量认证

从事监测的单位四川同佳检测有限责任公司通过了原四川省质量技术监督局的计量认证（计量认证号：222312051472），有效期至 2028 年 11 月 21 日。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

四、监测结果

本项目为使用Ⅱ类射线装置，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，且本项目尚未建设运行，运行期对周围声环境的影响也较小，故本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水、声环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了检测评价。根据本项目辐射工

作场所布置情况，本次选择在本项目拟建地及周围布设检测点位以反映区域辐射环境质量本底状况，具体见表 8-2。主要监测因子为 X- γ 空气吸收剂量率，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，其检测点位布设合理。

表 8-2 本项目拟建辐射场所本底值监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	环境 γ 辐射剂量率		备注
		测量值	标准差	
1#	拟搬迁铅房所在检测室内	98	2	无
2#	检测室西侧操作室内	102	2	
3#	检测室西侧陶瓷型芯打磨/打包区	96	2	
4#	检测室南侧压蜡机工作区	94	2	
5#	检测室南侧厂房内安全通道	104	2	
6#	检测室东侧厂房内安全通道	101	1	
7#	检测室东侧厂房辅助办公区	98	2	
8#	检测室东侧厂房外厂区道路	105	2	
9#	检测室北侧厂房内安全通道	97	2	
10#	检测室北侧厂房外厂区道路	101	2	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

监测表明：根据现场监测报告，本项目拟建铅房所在区域环境的 γ 辐射剂量率为 94nGy/h~105nGy/h，与生态环境部辐射环境监测技术中心《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率年均值范围（61.9nGy/h~151.8nGy/h）处在同一水平，属于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

本项目施工期主要为原有铅房及附属设备的拆除、搬迁、安装及调试，铅房的拆除、安装、设备安装和调试等均委托专业第三方公司完成，在项目施工过程中，会产生一定的噪声、固体废物、X 射线以及施工人员产生的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及产污环节如下图所示：

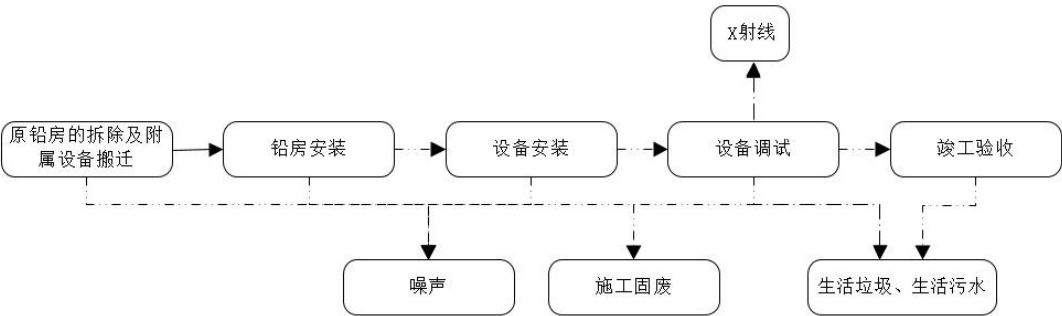


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目 X 射线探伤机的安装和调试均委托专业第三方公司专业人员进行操作，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，关闭防护门，在铅房防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房上锁并派人看守。

X 射线探伤机断电后即不会产生电离辐射，在铅房搬迁过程中无需辐射防护措施，但须注意设备及铅房的拆装和搬运过程中的操作步骤，以免造成设备及固有式辐射防护措施损坏。

二、运营期

（一）工作原理

由 X 射线管发出 X 射线，X 射线穿透被测物体，根据被测物体的不同密度及不同厚度对 X 射线的吸收和反射特性不同，成像器将穿透被测物体的 X 射线信息转换成灰度信息并传输给计算机，计算机通过图像处理软件对原始图像进行图像降噪、锐化等处理，将被检测物体内部结构状况清晰地显示出来，并根据需要进行

行数据的本地存储。对物体内部进行无损评价，是进行产品研发、失效分析、高可靠筛选、质量评价、改进工艺等工作的有效手段。

（二）设备组成

本项目使用的X射线数字成像系统主要包括数字成像系统部分和X射线机部分，其中X射线机和射线探测器独立，由控制台统一操作控制。见图9-2。

X射线机主要包括高压发生器，恒压X射线发生器，激光准直器，常规准直器，配套报警红灯，水冷却循环系统。

数字成像系统包括数字成像板，专用软件，配套电脑，透照辅助控制系统(包括工件夹具系统、射线机和成像板控制系统)和操作控制平台。

<p style="text-align: center;">* 铅房</p>	<p style="text-align: center;">* 控制台</p>
<p style="text-align: center;">* X射线机及探测器</p>	<p style="text-align: center;">* X射线发生器</p>

图 9-2 本项目铅房实景图

（三）项目流程及产污染环节

X射线探伤的工艺流程主要有，放置固定好探伤工件、待检工件准备、人员撤离并关闭铅防护门、设置电压和曝光时间、调整焦距离、射线成像、关机等。

1、探伤流程

- ①合上电源开关；
- ②打开钥匙开关，白色指示灯亮，绿色指示灯亮；焦点选择开关置小焦点；
- ③按下“铅房开”按钮，此时铅门打开；
- ④装好工件；
- ⑤按下“铅房关”按钮，铅门关闭，黄色指示灯亮，表示铅门关闭；

⑥预置电压、电流，按下“高压开”按钮，面板上高压灯(红灯)与屏蔽铅房上的警灯亮，表示高压开启，电压、电流逐渐上升，这时监视器上出现白色方形。配合光栏调节，按高压升降，适当调节电压、电流，调节电位器，直至图像最清晰为止，工件全程探伤配合机械运动来完成。

2、成像操作

- ①打开钥匙开关，白色指示灯亮，绿色指示灯亮；

②焦点选择开关置大焦点；

③关闭增强器一侧光栏；

④正确放置工件；

⑤预置管电压、管电流。按下“铅房关”按钮，铅门关闭；

⑥按下高压开按钮，面板上高压灯(红灯)与屏蔽铅房上的警示灯亮，电压、电流表头上升，表示高压开启，开始计时，计时结束后关闭高压，成像结束。

检测工序及产污流程如图9-3所示，本项目人员及工件流通图见9-4。

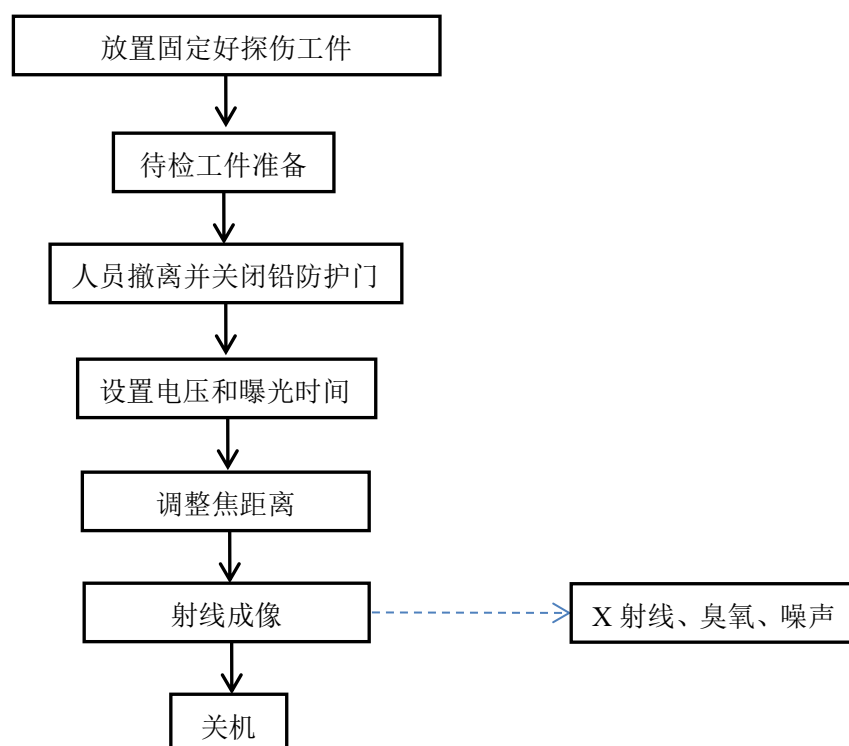


图 9-3 X 射线数字成像系统探伤工艺流程及产污位置图

由图 9-3 可知，本项目运营中产生的主要污染物为探伤机出束曝光过程中产生的 X 射线和臭氧，以及风机工作时产生的噪声。

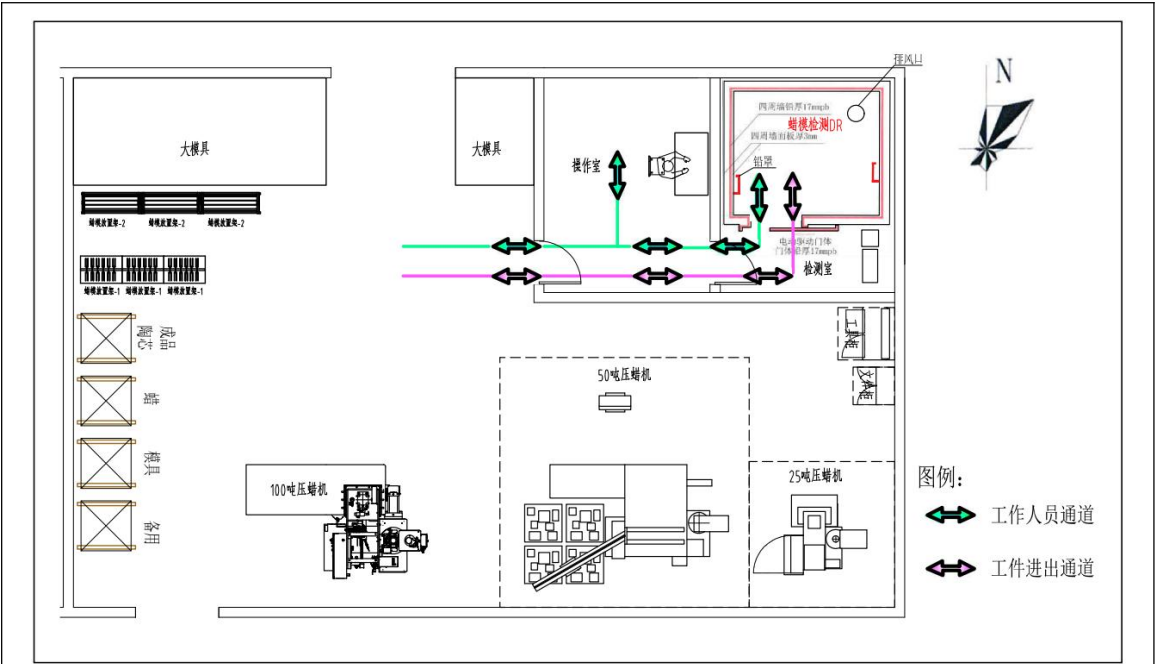


图 9-4 本项目工件及人员通道图

（四）工况分析及探伤对象

本项目检测工件主要为蜡模、陶瓷芯等非金属制件，年最大检测工件数量为 600 件，单个工件最长出束检测时间为 0.5min~3min，保守考虑，按每个工件出束检测时间均为 3min 计算，则年最大出束时间为 300h。本项目 X 射线数字成像系统的 X 射线管安装于铅房内可移动机械臂上，并向东侧进行出束，控制机械臂能使 X 射线管头上下、东西方向平移，出束角度最大为 40°。

本项目检测工件尺寸最大为 200mm×400mm，通过人工搬运或工具车运送方式将工件送入铅房。本项目 X 射线数字成像系统铅房尺寸能满足被检测工件探伤要求。

*	*
---	---

图 9-5 部分探伤工件实景图

污染源项描述

一、电离辐射

X 射线探伤机开机工作时,通过高频高压发生器和 X 射线管产生高速电子束，放出具有确定能量的 X 射线，对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射，本项目产生的 X 射线最大能量为 225kV。不开机状态不产生 X 射线。

二、废气

本项目铅房内空气在强辐射照射下，会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。

三、废水

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片；本项目运营期废水主要为工作人员的生活废水约 $0.1\text{m}^3/\text{d}$ ，依托厂区污水管网进入市政污水管网，再进入污水处理厂。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 $1\text{kg}/\text{d}$ ，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

五、噪声

本项目产生的噪声主要来自通风设备，建设单位采用低噪声设备，对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响较小。

六、危险废物

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。因此本项目不产生废显影液、废定影液及废弃胶片。

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

本项目位于四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路 666 号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂北二跨预留检测室内，在项目建设区域内，检测室西侧临操作室，约 4m~15m 范围为模具放置区，约 15m~35m 范围为陶瓷型芯打磨/打包区，约 35m~46m 范围为压芯机工作区，约 46m~58m 范围为自动混料区；检测室南侧 8m 范围内为压蜡机工作区，约 8m~12m 范围为厂房内安全通道，约 12m~20m 范围为厂房内库房，约 20m~60m 范围为厂房预留的 3、4 跨车间；检测室东侧 6m 范围内为厂房内安全通道，约 6m~15m 范围为厂房辅助办公区，约 15m~50m 范围为厂区道路；检测室北侧 4m 范围为厂房内安全通道，约 4m~18m 范围为厂房 1 跨组模工作区，约 18m~55m 范围为厂区道路；检测室顶部以上为车间上空，无地下室。见图 10-1 和图 10-2。

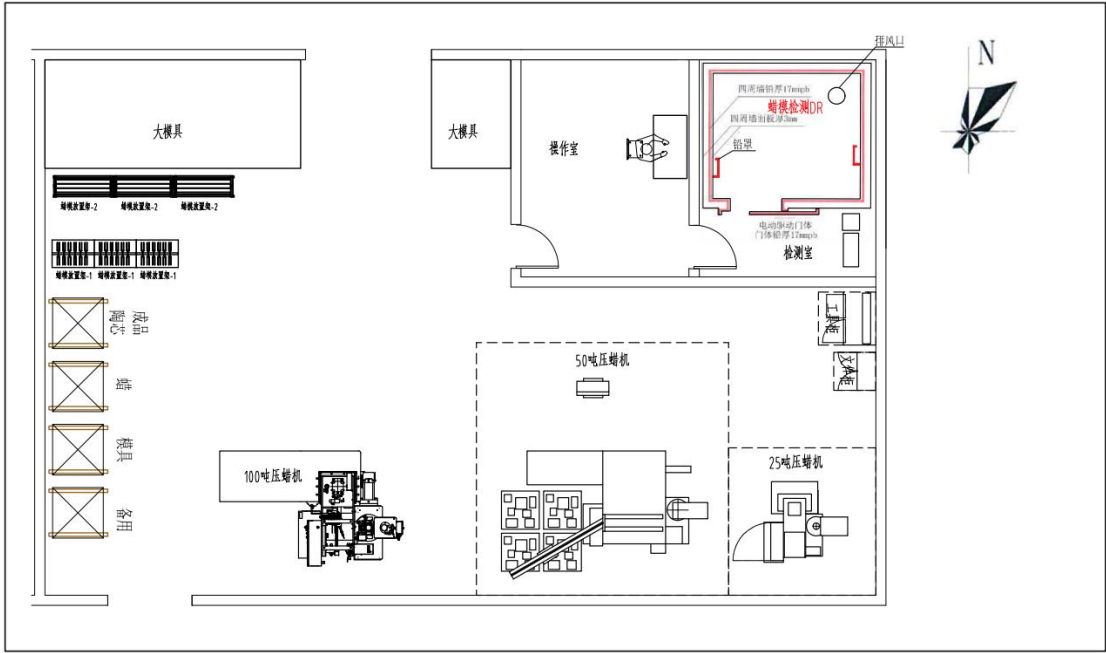


图10-1 本项目铅房平面布局示意图

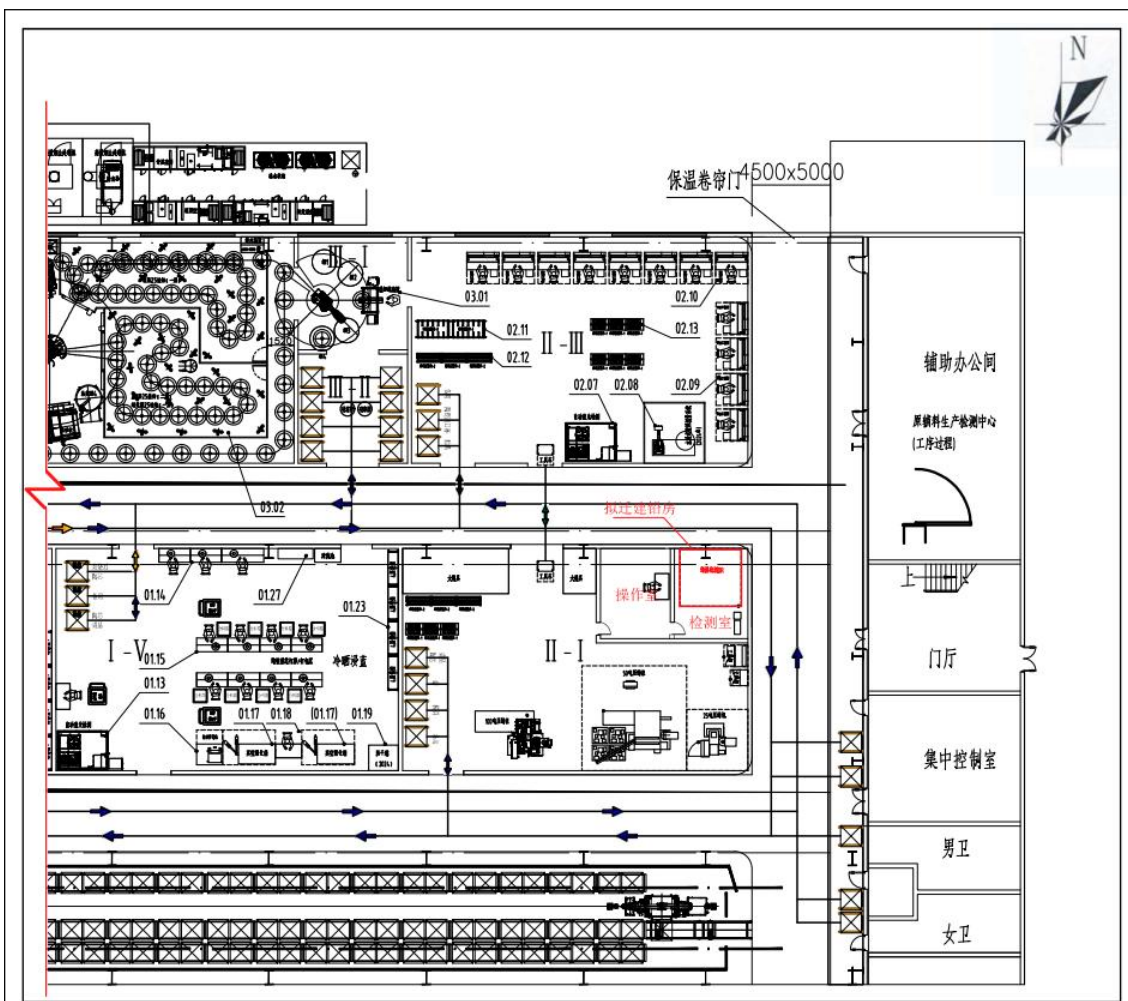


图10-2 本项目外环境关系图

通过本项目外环境分析可知，铅房布置相对独立，检测过程中产生的 X 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，铅房的平面布置既能满足被检测工件检测的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

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。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评将铅房实体区域划为控制区，将操作室及铅房外检测室内区域划为监督区，地上用醒目的黄线标识进行划定，在探伤机工作期间不允许非操作人员在此范围内活动。

本项目室内探伤辐射工作场所两区划分见表 10-1。

表 10-1 室内探伤“两区”划分与管理

项目	控制区	监督区
两区划分范围	铅房内部区域	操作室、铅房外检测室内区域
辐射防护措施	对控制区进行严格控制,探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1.4c）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的符合附录 F 规定的警告标志	监督区为工作人员操作仪器的工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.2.2b）在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

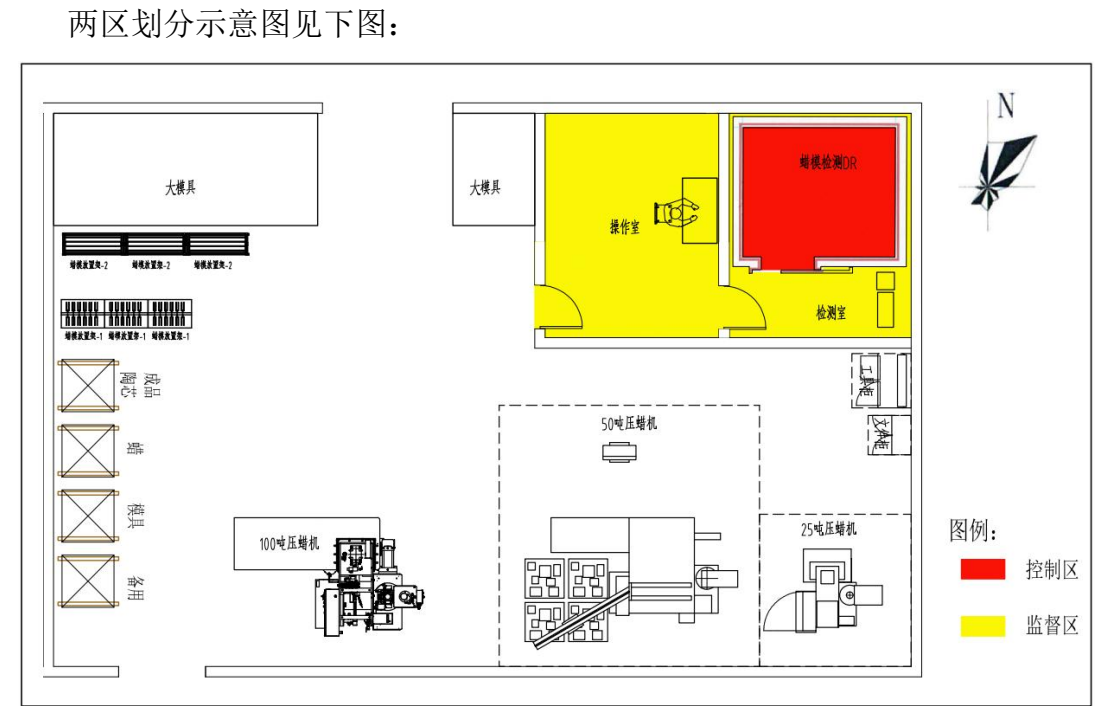


图 10-3 本项目两区划分示意图

三、辐射安全及防护措施

(1) 工作场所实体辐射防护情况

表 10-2 铅房实体防护设施表

防护措施				
工作场所	铅房墙体	防护门	通风孔	穿线孔
铅房	铅房四周墙体及底部均采用 17mm 铅板作为防护层，顶部采用 13mm 铅板作为防护层	采用 17mm 铅板作为防护层	采用管道覆盖铅帽形式进行屏蔽（管道先用 3mm 后钢板加工成管道，外面排风口上覆盖一层 3cm 厚的铅帽）	铅房西侧墙体下方及东侧墙体下方各设 1 个，均采用 3cm 铅当量铅罩进行屏蔽

通排风系统：铅房设置有排风机排风，位于铅房顶部，采用管道覆盖铅帽形式进行屏蔽（管道先用 3mm 后钢板加工成管道，外面排风口上覆盖一层 3cm 厚的铅帽），风机风量约 300m³/h，噪声源强小于 60dB（A）。

(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，该探伤机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 120 小时以上，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过电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值 1~8mA 时，或高压对地放电时，设备会自动切断高压。

⑥失电流保护：设备带有失电流保护继电器，当管电压低于 0.25mA 时，自动切断高压。

⑦过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值 5~10kV 时，

自动切断高压。

⑧继电保护：冷却循环系统继电器、温度继电器及射线屏蔽室门开关的触点均为串联，在正常时均接通；若有一个没接通，不能达到高压。

⑨本项目铅房拟安装位置为一层建筑，下方无地下室和地下车库，地面经过混凝土硬化，具有一定的承重强度，不会造成地面塌陷。

（3）应配备的安全装置

铅门与探伤机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，铅房工作人员通道门与工件进出门入口处应设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯，并在铅房内安装紧急止动装置和监控装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

①门机联锁：铅门与 X 射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

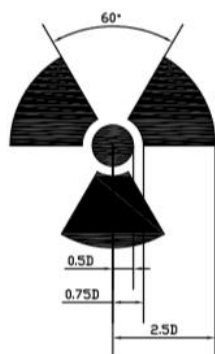
②门灯联锁：铅房防护门外设置工作状态警示灯，并与防护门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③紧急止动装置：在铅房内和操作室操作台上易于接触的地方应设置紧急停止按钮及紧急开门按钮并有中文标识，如发生事故按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，铅门可以打开。

④固定式场所辐射探测报警装置：铅房应配置固定式场所辐射探测报警装置，探测器安装在铅房内，数字显示装置安装在控制台，当辐射剂量超过预定水平时，该装置的音响或灯光警告装置发出警告信号。

⑤视频监控系统：铅房内安装 1 套实时视频监控系统，并连接到操作室操作台的屏幕上，工作人员能在摄像机视图屏幕上实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑥警告标志：铅房防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示，控制区边界应设置明显可见的警告标志。电离辐射警告标志如图 10-4 所示。



a.电离辐射的标志



b.电离辐射警告标志

图 10-4 电离辐射警告标志

⑦铅房固有安全性：铅房门洞与防护门之间有足够搭接宽度，通风孔处有钢铅防护罩进行屏蔽，铅房采用钢-铅-钢结构进行搭接，铅房四周和顶部边框具有较高的结构强度，不会造成铅房坍塌和顶部下坠的现象。

（4）人员的安全与防护

这里主要指对本项目辐射工作人员和周围相邻区域（评价范围内）的其他人员（公众）的防护。现场探伤作业时，为控制辐射对人体（主要是操作人员）的照射，综合采取屏蔽防护、时间防护和距离防护措施。

①屏蔽防护

本项目探伤通过有效实体铅房对射线进行屏蔽，使操作人员受照剂量最小。

②时间防护

在探伤操作时，必须熟练、迅速、准确，尽量缩短探伤机曝光时间。

③距离防护

在探伤机出束时，尽量增大与探伤机间的距离，以降低受照剂量。

④个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。建设单位定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

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）、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》，《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 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	本项目实际情况
铅房建筑屏蔽设计	铅房建筑（包括辐射防护墙、屋顶、门）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射效应。	利旧
门机连锁	铅房工件进出大门和人员通道门应与探伤机连锁。	利旧
门灯连锁	铅房防护门外侧及控制台上设置工作状态警示灯，并与门连锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开。	利旧
紧急止动装置	在铅房内墙和操作室操作台上易于接触的地方应设置紧急停机按钮和紧急开门按钮并有中文标识，各个紧急停机开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧的逃逸开关打开。	利旧
视频监控系统	铅房内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室操作台。视频探头安装于铅房内，能拍到铅房内探伤机的工作情况，保证铅房内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置位于操作室操作台上，工作人员能在操作室内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急停机装置。	利旧
钥匙控制	探伤机的电源启动钥匙与人员通道门的钥匙以及控制台上的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式 X 辐射剂量仪连在一起，随操作员进出铅房。	利旧
警告标志	探伤工作人员入口门外和铅房防护门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示，控制区边界应设置明显可见的警告标志。	利旧
通风系统	根据铅房空间大小、X 射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间，铅房应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	利旧
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“正在工作”	利旧
监测设备	便携式辐射监测仪器	利旧
	固定式辐射场报警仪	利旧
	个人剂量计	利旧
	个人剂量报警仪	利旧
应急物资	灭火器材	利旧

建设单位按照表 10-3 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，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 10-4。

表 10-4 环保设施及投资估算一览表

类 别		环保设施	投资金额 (万元)	备 注
X 射 线 数 字 成 像 系 统	屏蔽措施	辐射屏蔽措施（整体式铅房 1 座）	■	拆装及搬迁
		防护铅门 1 套		
	安全装置	门机联锁装置 1 套	■	利旧
		门灯联锁装置 1 套	■	利旧
		视频监控 1 套	■	利旧
		通风孔 1 个，采用铅罩屏蔽	■	利旧
		电离辐射警告标志若干	■	利旧
		紧急止动装置 1 套、紧急开门按钮 1 个	■	利旧
	安全装置	工作状态指示灯 2 个	■	利旧
		钥匙控制 1 套	■	利旧
	监测仪器	个人剂量计 3 套（每人 1 套）	■	利旧
		便携式辐射监测仪 1 台	■	利旧
		个人剂量报警仪 1 台	■	利旧
		固定式辐射场报警仪 1 台	■	利旧
	设备维护	每个月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件。	■	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	■	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	■	应预留
	其他	灭火器材 1 套	■	新增
合计			■	——

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

维护。

三废的治理

一、废气

本项目 X 射线数字成像系统运行时产生的臭氧量很少，项目运行时铅房内产生的少量臭氧通过铅房排风系统排至铅房外检测室内，再通过检测室排风扇排至机修分厂厂房内。本项目位于机修分厂厂房内，通风条件较好，产生的臭氧经自然分解和稀释，不会对周围大气环境造成影响。

二、废水

本项目废水主要为工作人员产生的少量生活污水，依托厂区污水处理站处理后排入市政污水管网，再进入城市污水处理厂。

三、噪声

本项目产生的噪声主要来自通风设备，建设单位采用低噪声设备（噪声源强低于 60dB（A）），对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响较小。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1.0kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

五、危险废物

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。因此本项目不产生废显影液、废定影液及废弃胶片。

六、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”。

本项目使用的 X 射线探伤机在进行报废处理时，应将 X 射线探伤机中的 X 射线管进行拆解并破碎处理，同时将 X 射线探伤机的电源线绞断，使 X 射线探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。在射线装置退役后应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）上对信息进行更新，并到发证机关更换辐射安全许可证。

表 11 环境影响分析

施工期环境影响分析

一、施工阶段

本项目施工主要为铅房及附属设备的拆除及安装，施工时间很短。施工期间可能产生的污染物主要为施工噪声、固体废物、以及施工期施工人员产生的生活污水等。

对于施工，环评提出如下要求：

（1）在建设施工过程中应加强施工管理，对施工时间、时段，施工进度作精心安排、系统规划，对可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）项目施工设备的选择应考虑选择低噪音设备，并在施工中防止机械噪声的超标，避免在夜间进行施工；

（3）施工中产生的废弃物应妥善保管、及时回收处理；

（4）保持施工场地清洁卫生，封闭施工；

（5）X射线探伤机断电后即不会产生电离辐射，在X射线探伤机搬迁过程无需辐射防护措施，但须注意设备及铅房的拆装和搬运过程中的操作步骤，以免造成设备及固有式辐射防护措施损坏。

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，对环境影响较小，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

二、设备安装和调试阶段

射线装置的拆装、调试均委托专业第三方公司专业人员进行，建设单位不得自行拆装及调试设备。在设备调试阶段，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，关闭防护门，在铅房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入铅房，防止辐射事故发生。同时由于射线装置的安装和调试均在已修筑好的铅房内进行，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。设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行期环境影响分析

本项目 X 射线数字成像系统的 X 射线管安装在铅房内可移动机械臂上，并向东侧进行出束，不投向其他方向，控制机械臂能使 X 射线管头上下、前后平移，出束角度最大为 40°。本项目 X 射线探伤机工作时，X 射线机靶点距离各墙面最近距离情况详见下表。

表 11-1 X 射线机靶点距离各面墙体最近距离参数表

序号	关注点处	最小距离 ^① (m)	需屏蔽的辐射源
1#	西侧墙体外 30cm 处	1.5	散射辐射、泄漏辐射
2#	南侧墙体/工件门外 30cm 处	2.05	散射辐射、泄漏辐射
3#	东侧墙体外 30cm 处	2.2	有用线束
4#	北侧墙体外 30cm 处	1.55	散射辐射、泄漏辐射
5#	上顶面上方 30cm 处	1.93	散射辐射、泄漏辐射

注①本项目靶点至关注点的距离，均保守考虑为 X 射线管头运动至各侧关注点的最近距离

本项目运营期的环境影响因素为：X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，风机产生的噪声。

一、X 射线环境影响分析

本项目使用的 X 射线探伤机相关参数见下表：

表 11-2 本项目使用探伤机相关参数

序号	射线装置名称	使用场所	型号	主要参数	投射方向	辐射角度	曝光时间	年曝光时间
1	X 射线数字成像系统	铅房	XSD225	225kV 8mA	定向	40°	3min/次	300h

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目 X 射线数字成像系统年最大出束时间为 300 小时，出束方向定向投向东侧，故铅房东侧考虑主射线束的影响，其余三侧及屋顶主要考虑漏射和散射线的影响。由于铅房下方没有楼层，所以地面防护不予考虑。在讨论铅房屏蔽体厚度的时候，按最不利情况，探伤机按最大工况进行讨论，曝光时间按照最大曝光时间 300h 计算，其屏蔽合理性分析和辐射环境影响分析参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求进行计算。

1.1 关注点剂量率参考控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），关注点剂量

率参考控制水平 \dot{H}_c 为关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ 和导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 中的较小值。

(1) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$;

(2) 导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 按下式计算:

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(式11-1)}$$

式中: $\dot{H}_{c,d}$ ——导出剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

H_c ——年剂量参考控制水平, 职业人员取 $5000\mu\text{Sv/年}$, 公众取 $100\mu\text{Sv/年}$;

U —— 探伤装置向关注点照射的使用因子, 此处取1;

T —— 人员在相应关注点驻留的居留因子;

t —— 探伤装置年工作时间, 300h 。

探伤铅房关注点剂量率参考控制水平参数 \dot{H}_c 选取计算结果见表11-3。

表11-3 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

关注点	使用因子	居留因子	受照类型	导出剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房西侧墙外 30cm	1	1	职业	16.7	2.5	2.5
铅房南侧墙外 30cm	1	1	职业	16.7	2.5	2.5
铅房东侧墙外 30cm	1	1/4	公众	1.3	2.5	1.3
铅房北侧墙外 30cm	1	1/4	公众	1.3	2.5	1.3
铅房屋顶上方30cm	1	-	公众	-	10	10

注:①根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 3.1.1, 关注点的最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,max}$) 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 本次评价参考较小水平进行评价; ②根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 3.1.2, “对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶表面外30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ ”。为保守起见, 本项目

铅房上方剂量参考控制水平取100μSv/h的1/10，即10μSv/h

1.2 铅房主射屏蔽厚度核算

根据前述分析，本项目X射线数字成像系统出束时出束方向定向投向东侧，在屏蔽厚度核算时计算铅房东侧墙体受有用线束影响，为满足关注点的辐射剂量率要求，有用线束屏蔽因子，铅房主射屏蔽层所需的厚度，由式11-2、式11-3计算。

$$B = \frac{H * R^2}{I * H_0} \dots\dots\dots (式11-2)$$

$$X_e = -TVL \times \log B \dots\dots\dots (式11-3)$$

式中：B —— 屏蔽透射因子；

H —— 剂量率参考控制水平，μSv/h；

R —— 辐射源至关注点的距离，取m；

I —— 最大管电流，取8mA；

X_e —— 屏蔽体厚度，mm；

H₀ —— 距离靶点1m处输出量，根据原环评参数，本项目取值为69.8mGy/min，即4.19×10⁶ μGy·m²/(mA·h)；

TVL —— X射线在铅中的什值层厚度，《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B表B.2中没有给出225kV电压X射线在铅中的什值层厚度，因此根据表B.2中不同电压对应的X射线在铅中的什值层厚度，作出不同电压X射线在铅中的什值层厚度的函数曲线，见图11-2。

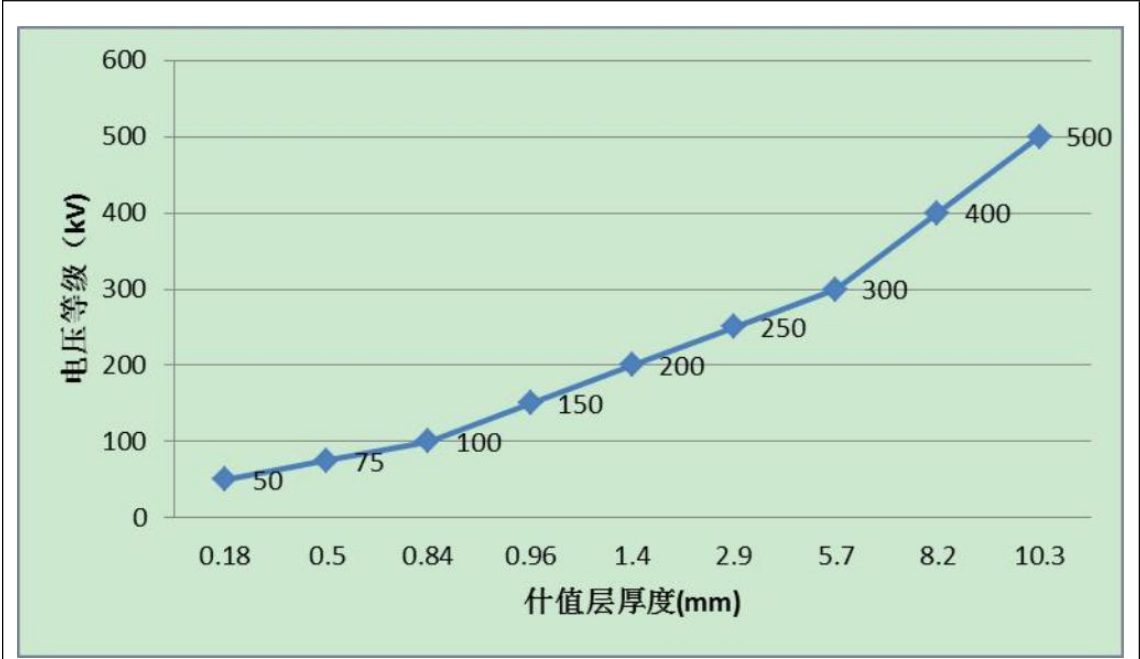


图11-1 不同电压X射线在铅中的什值层厚度相对关系

通过图11-1可知，在电压介于150kV~250kV之间，其对应的X射线在铅中的什值层厚度大致呈线性关系，因此使用内插法计算出电压为225kV的X射线在铅中的什值层厚度约为2.15mm。

铅房主射面屏蔽参数选取及计算结果见表11-4。

表11-4 铅房主射面屏蔽体屏蔽厚度计算表

关注点	剂量参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点至 辐射源的 距离(m)	透射因子	理论计算 屏蔽厚度	铅房设计 厚度	是否满 足屏蔽 要求
铅房东侧墙外 30cm	1.3	2.2	1.88×10^{-7}	14.5mmPb	17mmPb	是

由表11-3可以看出，经过校核，本项目铅房北侧主射面墙体设计屏蔽厚度满足屏蔽要求。

1.3 非主射屏蔽厚度核算

根据前述分析，本项目铅房除东侧其余三侧墙体及顶部主要受泄漏和散射辐射影响。

(1) 漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），当X射线管电压大于200kV时，距离靶点1m处漏射辐射剂量率为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；漏射辐射屏蔽透射因子由下式计算。

$$B_2 = \frac{\dot{H} \bullet R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots (式11-4)$$

$$X = -TVL \times \lg B_2 \dots\dots\dots (式11-5)$$

式中：

B_2 —漏射辐射屏蔽透射因子。

\dot{H} —剂量率参考控制水平。

\dot{H}_L —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$; 根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$;

R —辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

X —屏蔽体厚度, mm;

TVL— X射线在铅中的什值层厚度, 根据前述分析, 本项目取值2.15mm;

本项目铅房非主射面墙体漏射辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-5。

表11-5 漏射辐射屏蔽厚度计算参数表

墙体	剂量参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	关注点至辐射源的距离(m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度
铅房西侧墙外 30cm	2.5	1.5	1.13×10^{-3}	6.3mmPb
铅房南侧墙外 30cm	2.5	2.05	2.10×10^{-3}	5.8mmPb
铅房北侧墙外 30cm	1.3	1.55	6.25×10^{-4}	6.9mmPb
铅房顶上方 30cm	10	1.93	7.45×10^{-3}	4.6mmPb

(2) 散射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 散射辐射屏蔽透射因子由下式计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \bullet R_s^2}{I \bullet H_0} \bullet \frac{R_0^2}{F \bullet \alpha} \dots\dots\dots (式11-6)$$

$$X = -TVL \times \lg B_3 \dots\dots\dots (式11-7)$$

式中：

B_3 —散射辐射屏蔽透射因子;

\dot{H} —剂量率参考控制水平;

R_s —散射点至关注点的距离, m;

R_0 —靶点至探伤工件的距离, m;

I —最大管电流, 取8mA;

H_0 —距辐射源点(靶点) 1m处输出量, 本项目取值为
 $4.19 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

F — R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α —散射因子, $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 因子的值为60(150kV)和50(200kV~400kV)。

X —屏蔽体厚度, mm;

TVL — 什值层厚度, 由GBZ/T250-2014中表2查出: 原始X射线 $200 < \text{kV} \leq 300$ 时, X射线 90° 散射辐射为200kV; 查附录表B.2探伤机200kV, 铅什值层厚度为1.4mm。

本项目铅房非主射面墙体散射辐射参数选取及计算结果见表11-6。

表11-6 散射辐射屏蔽厚度计算参数表

墙体	剂量参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	关注点至辐射源的距离(m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度
铅房西侧墙外 30cm	2.5	1.5	8.39×10^{-6}	7.1mmPb
铅房南侧墙外 30cm	2.5	2.05	1.57×10^{-5}	6.7mmPb
铅房北侧墙外 30cm	1.3	1.55	4.66×10^{-6}	7.5mmPb
铅房顶上方 30cm	10	1.93	5.56×10^{-5}	6.0mmPb

(3) 复合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014), 漏射辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层(TVL)厚度或更大时, 采用其中较厚的屏蔽; 相差不足一个什值层(TVL)厚度时, 在较厚的屏蔽上增加一个半值层(HVL)厚度。根据前述分析, 本项目在铅中取 $TVL=2.15\text{mm}$ 、 $HVL=0.64\text{mm}$ 。经计算, 本项目铅房非主射面墙体漏射辐射与散射辐射的屏蔽厚度相差均小于一个什值层(TVL)厚度, 因此, 需在较厚的屏蔽上增加一个半值层(HVL)厚度, 据此最终该铅房非主射面墙体需要的屏蔽厚度见表11-7。

表11-7 铅房工件进出门屏蔽厚度计算与实际设计厚度（铅当量）汇总表

关注点	漏射辐射需屏蔽厚度（mm）	散射辐射需屏蔽厚度（mm）	理论计算屏蔽厚度（mm）	实际设计厚度（mm）	备注
铅房西侧墙外 30cm	6.3mmPb	7.1mmPb	7.74mmPb	17mmPb	满足屏蔽要求
铅房南侧墙外 30cm	5.8mmPb	6.7mmPb	7.34mmPb	17mmPb	
铅房北侧墙外 30cm	6.9mmPb	7.5mmPb	8.14mmPb	17mmPb	
铅房顶上方 30cm	4.6mmPb	6.0mmPb	6.64mmPb	13mmPb	

根据表11-7，铅房非主射面墙体设计屏蔽厚度均能满足屏蔽要求。

2、受照射剂量影响分析

本项目正常运行期间，对环境的影响主要分为放射性影响和非放射性影响两个方面。其中放射性环境影响是主要的，放射性环境影响主要是射线装置在作业过程中产生的X射线对辐射工作人员、公众和环境造成的辐射影响；对其产生的非放射性污染物的环境影响只进行简单的分析。

2.1 正常运行辐射环境影响

本项目涉及1台X射线数字成像系统，属于II类射线装置。本项目X射线探伤机定向投向铅房东侧墙面，在讨论X射线辐射环境的时候，铅房东侧墙面为主射面，周围关注点受照射剂量主要考虑有用线束辐射影响；铅房其余三侧墙体及顶部考虑泄漏、散射辐射影响。铅房下方无地下室，射线束不会对其造成影响，因此地面不单独进行核算。本次环评采用理论计算方法，预测X射线探伤机运行产生的贯穿辐射影响。

2.1.1 铅房周围环境各房间的功能及用途

本项目位于四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路666号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂北二跨预留检测室内，在项目建设区域内，检测室西侧临操作室，约4m~15m范围为模具放置区，约15m~35m范围为陶瓷型芯打磨/打包区，约35m~46m范围为压芯机工作区，约46m~58m范围为自动混料区；检测室南侧8m范围内为压蜡机工作区，约8m~12m范围为厂房内安全通道，约12m~20m范围为厂房内库房，约20m~60m范围为厂房预留的3、4跨车间；检测室东侧6m范围内为厂房内安全通道，约6m~15m范围为厂房辅助办公区，约

15m~50m范围为厂区道路；检测室北侧4m范围为厂房内安全通道，约4m~18m范围为厂房1跨组模工作区，约18m~55m范围为厂区道路；检测室顶部以上为车间上空，无地下室。

2.1.2 预测点选取

本项目铅房四周墙体及屋顶均采用铅板进行屏蔽，根据前述分析，对铅房北侧墙体外周围辐射影响考虑主射线束影响，对铅房其余三侧墙体外及顶部上方环境考虑泄漏、散射辐射影响。选取预测点包括铅房西侧操作室辐射工作人员（1#）、模具放置区工作人员（2#）、陶瓷型芯打磨/打包区工作人员（3#）、压芯机工作区工作人员（4#）、自动混料区工作人员（5#）；铅房南侧检测室内辐射工作人员（6#）、压蜡机工作区工作人员（7#）、厂房内安全通道行人（8#）、厂房内库房工作人员（9#）、厂房预留的3、4跨车间（10#）；铅房东侧厂房内安全通道行人（11#）、厂房辅助办公区工作人员（12#）、厂区道路行人（13#）；铅房北侧厂房内安全通道行人（14#）、厂房1跨组模工作区工作人员（15#）、厂区道路行人（16#）。本项目预测点位分布见图11-2。

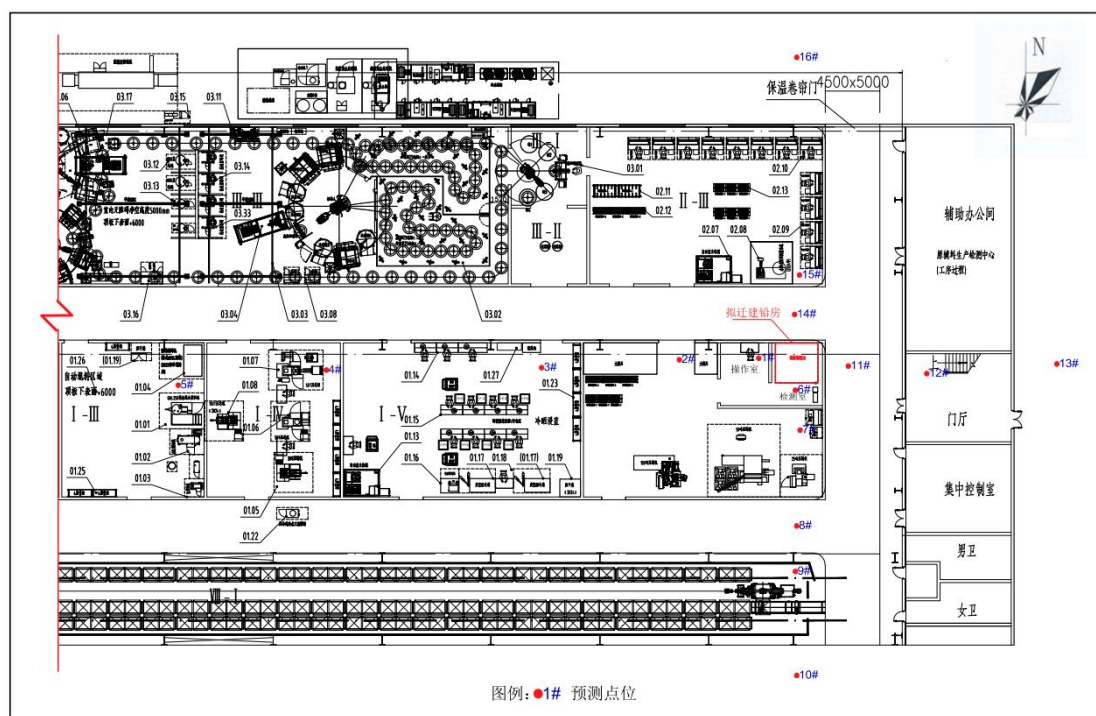


图 11-2 本项目预测点位分布图

2.1.3 预测模式

(1) 受有用线束辐射影响的屏蔽体及保护目标计算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），已知屏蔽体

厚度，由下式计算主射线束辐射对周围环境的影响。

$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式11-11)}$$

$$H = \dot{H} \bullet T \bullet t \bullet 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式11-12)}$$

式中：H—— 参考点的附加有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点的剂量率，μSv/h；

R——参考点离靶的距离，m；

H₀——距 离 靶 点 1m 处 输 出 量 ， 本 项 目 取 值 为 4.19×10⁶ μGy·m²/(mA·h)；

I—— 管电流，8mA；

t—— 年工作时间，300h；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子；

B—— 屏蔽材料对初级X射线束的屏蔽透射因子；

本项目探伤机辐射剂量率计算参数和预测结果见表11-8。

表11-8 本项目X射线探伤机辐射剂量计算参数及预测结果

预测点位置		距辐射源 直线距离 (m)	屏蔽体	受照者 类型	B 透射因子	年有效剂量 (mSv/a)
11#	铅房东侧 厂房内安全通道行人	2.5	17mmPb	公众	1.23×10 ⁻⁸	4.92×10 ⁻³
12#	铅房东侧厂房辅助办 公区工作人员	9	17mmPb	公众	1.23×10 ⁻⁸	3.80×10 ⁻⁴
13#	铅房东侧 厂区道路行人	18	17mmPb	公众	1.23×10 ⁻⁸	9.49×10 ⁻⁵

(2) 受漏射线束辐射影响的屏蔽体及保护目标计算

根据公式 $X=-TVL \times \lg B_2$ 计算17mmPb铅房屏蔽体漏射屏蔽因子B₂为1.23×10⁻⁸，由下式计算漏射辐射影响。

$$\dot{H} = \frac{H_L \bullet B_2}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式11-13)}$$

$$H = \dot{H} \bullet T \bullet t \bullet 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式11-14)}$$

式中： H ——参考点的附加有效剂量，mSv/a；

\dot{H} ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年工作时间，300h；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

R ——参考点离靶的距离，m；

H_L ——距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

B_2 ——达到剂量率参考控制水平 \dot{H} 时所需的漏射辐射屏蔽透射因子；

本项目X射线数字成像系统漏射辐射剂量率计算参数和预测结果见表11-9。

表11-9 漏射辐射剂量计算参数及预测结果

预测点位置			距辐射源 直线距离 (m)	屏蔽体	受照者 类型	B_2 透射因子	年有效剂量 (mSv/a)
1#	铅 房 西 侧	操作室辐射工作人员	1.7	17mmPb	职业	1.23×10^{-8}	6.38×10^{-6}
2#		模具放置区工作人员	6	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.28×10^{-7}
3#		陶瓷型芯打磨/打包区工作人员	17	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.60×10^{-8}
4#		压芯机工作区工作人员	37	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	3.37×10^{-9}
5#		自动混料区工作人员	48	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	2.00×10^{-9}
6#	铅 房 南 侧	检测室内辐射工作人员	2	17mmPb	职业	1.23×10^{-8}	4.61×10^{-6}
7#		压蜡机工作区工作人员	4	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	2.88×10^{-7}
8#		厂房内安全通道行人	12	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	3.20×10^{-8}
9#		厂房内库房工作人员	16	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.80×10^{-8}
10#		厂房预留的3、4跨车间	24	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	8.00×10^{-8}
14#	铅 房	厂房内安全通道行人	1.6	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.80×10^{-6}

15#	北侧	厂房1跨组模工作区工作人员	5	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.84×10^{-7}
16#		厂区道路行人	19	17mmPb	公众	1.23×10^{-8}	1.28×10^{-8}

(3) 受散射线束辐射影响的屏蔽体及保护目标计算

根据公式 $X=-TVL \times \lg B_3$ 计算17mmPb铅房屏蔽体散射屏蔽因子 B_3 为 7.24×10^{-13} 。由下式计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式11-15})$$

$$H = \dot{H}_{\text{散}} \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式11-16})$$

式中： H — 参考点的附加有效剂量，mSv/a；

\dot{H} — 剂量率参考控制水平；

R_s — 散射点至关注点的距离，m；

R_0 — 靶点至探伤工件的距离，取0.5m；

I — 最大管电流，取8mA；

H_0 — 距离靶点1m处输出量，本项目取值为 $4.19 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α — 散射因子， $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 因子的值为60(150kV)和50(200kV~400kV)。

本项目X射线数字成像系统散射辐射剂量率计算参数和预测结果见表11-10。

表11-10 X射线探伤机散射辐射剂量计算参数及预测结果

预测点位置			距辐射源 直线距离 (m)	屏蔽体	受照者 类型	B_3 透射因子	年有效剂量 (mSv/a)
1#	铅 房 西 侧	操作室辐射工作人员	1.7	17mmPb	职业	7.24×10^{-13}	5.04×10^{-8}
2#		模具放置区工作人员	6	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.01×10^{-9}
3#		陶瓷型芯打磨/打包区工作人员	17	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.26×10^{-10}
4#		压芯机工作区工作人员	37	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	2.66×10^{-11}
5#		自动混料区工作人员	48	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.58×10^{-11}

6#	铅房南侧	检测室内辐射工作人员	2	17mmPb	职业	7.24×10^{-13}	3.64×10^{-8}
7#		压蜡机工作区工作人员	4	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	2.28×10^{-9}
8#		厂房内安全通道行人	12	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	2.53×10^{-10}
9#		厂房内库房工作人员	16	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.42×10^{-10}
10#		厂房预留的3、4跨车间	24	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	6.32×10^{-11}
14#	铅房北侧	厂房内安全通道行人	1.6	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.42×10^{-8}
15#		厂房1跨组模工作区工作人员	5	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.46×10^{-9}
16#		厂区道路行人	19	17mmPb	公众	7.24×10^{-13}	1.01×10^{-10}

(4) 对关注点及保护目标的综合分析

表11-11 本项目铅房关注点处年照射剂量计算结果表

关注点参数及结果			受照者类型	年受主射照射剂量 (mSv/a)	年受漏射照射剂量 (mSv/a)	年受散射照射剂量 (mSv/a)	年受照射剂量 (mSv/a)
1#	铅房西侧	操作室辐射工作人员	职业	/	6.38×10^{-6}	5.04×10^{-8}	6.43×10^{-6}
2#		模具放置区工作人员	公众	/	1.28×10^{-7}	1.01×10^{-9}	1.29×10^{-7}
3#		陶瓷型芯打磨/打包区工作人员	公众	/	1.60×10^{-8}	1.26×10^{-10}	1.61×10^{-8}
4#		压芯机工作区工作人员	公众	/	3.37×10^{-9}	2.66×10^{-11}	3.39×10^{-9}
5#		自动混料区工作人员	公众	/	2.00×10^{-9}	1.58×10^{-11}	2.02×10^{-9}
6#	铅房南侧	检测室内辐射工作人员	职业	/	4.61×10^{-6}	3.64×10^{-8}	4.65×10^{-8}
7#		压蜡机工作区工作人员	公众	/	2.88×10^{-7}	2.28×10^{-9}	2.90×10^{-7}
8#		厂房内安全通道行人	公众	/	3.20×10^{-8}	2.53×10^{-10}	3.23×10^{-8}
9#		厂房内库房工作人员	公众	/	1.80×10^{-8}	1.42×10^{-10}	1.82×10^{-8}
10#		厂房预留的3、4跨车间	公众	/	8.00×10^{-8}	6.32×10^{-11}	8.07×10^{-9}

11#	铅房东侧	厂房内安全通道行人	公众	4.92×10^{-3}	/	/	4.92×10^{-3}
12#		厂房辅助办公区工作人员	公众	3.80×10^{-4}	/	/	3.80×10^{-4}
13#		厂区道路行人	公众	9.49×10^{-5}	/	/	9.49×10^{-5}
14#	铅房北侧	厂房内安全通道行人	公众	/	1.80×10^{-6}	1.42×10^{-8}	1.82×10^{-6}
15#		厂房1跨组模工作区工作人员	公众	/	1.84×10^{-7}	1.46×10^{-9}	1.86×10^{-7}
16#		厂区道路行人	公众	/	1.28×10^{-8}	1.01×10^{-10}	1.29×10^{-8}

从预测结果可以看出,本项目建成后,铅房内X射线探伤机在正常运行工况下,所致辐射工作人员最大年有效剂量值为 $6.43 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$,低于职业照射剂量约束值 5.0mSv/a ;所致公众最大年有效剂量值为 $4.92 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$,低于公众照射剂量约束值 0.1mSv/a 。

由于本项目辐射工作人员均从既有八角探伤室调配,搬迁前除了负责本项目辐射工作的同时会兼顾八角探伤室的辐射工作内容,故须考虑该部分辐射工作人员剂量叠加影响。该部分辐射工作人员佩戴的既有的个人剂量卡的检测结果包含了八角探伤室和本项目铅房搬迁前工作时的受照剂量。本项目搬迁后工作模式和工作时间均不发生改变,故该部分辐射工作人员的个人受照剂量与搬迁前一致。根据公司辐射工作人员2022季度的个人剂量检测报告,本项目辐射工作人员累计剂量最大为 0.26mSv/a ,因此,搬迁后本项目辐射工作人员所受到的年附加有效剂量为 0.26mSv/a ,低于本次评价确定的剂量约束值 5mSv/a 的要求。

由此可见,本项目X射线数字成像系统运行对辐射工作人员和周围公众所致附加年有效剂量满足国家相关标准要求,所产生的辐射环境影响小,是可接受的。

3、臭氧

X射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物,其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一,且臭氧是强氧化物,能使材料加速老化,与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸,标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。

臭氧产额的计算公式:

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \bullet S_0 \bullet R \bullet g \dots\dots\dots \text{(式 11-17)}$$

式中：

Q_0 ：臭氧产额，mg/h；

G ：离辐射源 1m 处的辐射剂量率，Gy/h；

S_0 ：射束在离源点 1m 处的照射面积，m²，本项目中取值为 1；

R ：射束径迹长度，m，本项目中取值为 1；

g ：空气每吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 的分子数，本项目中取值为 10。

本项目采用专用排风轴流风机，最大通风量为 300m³/h，铅房容积按照 32.6m³ 进行计算，则铅房内每次换气时间为 0.11h，每小时换气 9.2 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。如照射时间足够长，浓度均匀，则可根据以下公式计算铅房内臭氧的浓度：

$$C = \frac{QT}{V} \dots\dots\dots \text{（式 11-18）}$$

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots \text{（式 11-19）}$$

式中：

C ：室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

Q ：臭氧产额，mg/h；

T ：臭氧有效清除时间，h；

V ：室内体积，m³，本项目铅房室内体积约为 32.6m³；

t_v ：平均每次换气时间，0.11h；

t_d ：臭氧分解时间，h（0.83h）。

根据以上公式可计算出使用探伤机工作时，铅房室内 O₃ 的平衡浓度为 8.03×10⁻⁴mg/m³，远低于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中室内臭氧符合最高容许浓度 0.3mg/m³ 的要求。

铅房采用自然进风，轴流风机排风。在铅房顶部设置一个排风口，采用管道覆盖铅帽形式进行屏蔽（管道先用 3mm 后钢板加工成管道，外面排风口上覆盖一层 3cm 厚的铅帽），臭氧通过铅房排风机经铅屏蔽罩排出铅房外检测室内，再通过检测室排风扇排至机修分厂厂房内，最终排入大气，经大气自然扩散后，对周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准

(0.20mg/m³)的要求,对大气环境影响较小。

4、噪声

风机工作时将产生一定噪声,本项目采用低噪声设备(噪声源强低于 60dB(A)),对厂界噪声的贡献较小,对项目所在区域声环境影响较小。

5、废水

本项目废水主要为工作人员产生的少量生活污水约0.1m³/d,依托厂区污水处理站处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后排入市政污水管网,再进入城市污水处理厂处理达标后最终排入绵远河

6、生活垃圾

工作人员产生的生活垃圾约1kg/d,依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

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,根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版)第四十条,辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级,详见表 11-12。

表11-12 辐射事故等级划分表

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 11-13)。

表11-13 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探伤作业期间，无关人员意外闯入铅房或工作人员滞留在铅房内而造成误照射；

②探伤作业期间，安全联锁或报警系统失效，人员误入正在运行中的铅房而造成误照射；

③探伤作业期间，防护门未关闭或未关闭到位造成射线泄漏，对在附近活动的人员造成不必要的照射；

④探伤机检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

⑤操作人员违章操作造成误照射。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，人员误入铅房，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：

$$D = I\delta_x / r^2 \dots\dots\dots (式 11-12)$$

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 8mA ；
- 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：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots (式 11-13)$$

式中：

- E ：人员受到的有效剂量率， $\text{mSv}\cdot\text{min}^{-1}$ ；
- W_T ：组织权重因数，全身为 1；
- W_R ：辐射权因数，X 射线为 1。

由于本项目均在铅房内实施，因此事故情况下，只会局限在铅房内。同时由于铅房内和操作台上均安装有紧急止动按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过铅房内和操作台上均安装有的紧急止动按钮中断电源，因此，处理辐射事故的时间较短。假设考虑 X 射线机运行时人员误入，人员在无其他屏蔽的情况下处于 X 射线机主射方向，并在 1min 内发现事故并处理，则误入人员可能受照射剂量计算结果见表 11-14。

表11-14 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

探伤机型号	时间（s）		30	60
	距离（m）	受照剂量（mSv/次）		
XSD225	0.5		1116.8	2233.6
	1		279.2	558.4
	1.5		124.1	248.2
	2		69.8	139.6

根据表 11-13，本项目室内探伤在主射方向上最大可能受照剂量为

2233.6mSv/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 的剂量限值和公众 1mSv/a 的剂量限值，结合表 11-12、11-13 可知，会构成较大辐射事故。但随着时间推移，若人员未及时撤离或采取相应措施，人员受照剂量将不断累加，以至于可能构成较大甚至于更高的辐射事故等级。

根据上述情况及其危害结果分析，若本项目发生辐射事故，最大可能为较大辐射事故。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、定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

2、凡涉及对X射线探伤机进行操作，必须有明确的操作规程，探伤作业时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

3、定期检查铅房设置的门机连锁装置和门灯连锁装置，确保在门关闭后，X射线探伤机才能进行照射；

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

5、定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

6、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.mee.gov.cn/>）

7、加强辐射安全管理，建设单位已成立了安全生产委员会及其工作机构，下设有放射源防护工作组，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。

五、事故应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）事故发生时，设备操作人员应立即切断 X 射线机的工作电源。

（2）一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（3）事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

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

（5）事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、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 2020 年 4 月调整了安全生产委员会及其工作机构成员，明确成员组成及职责，下设放射源防护工作组，并根据后期实际工作情况调整安全生产委员会组成，设置如下：

1、安全生产委员会成员

主任：[REDACTED]

副主任：[REDACTED]

成员：[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]。

为进一步加强公司管理，提出以下建议：

①认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际完善安全规章制度并检查监督实施；

②负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；

③检查公司的环保设施，对公司使用 X 射线探伤机的安全防护情况进行年度评估；

④实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；

⑤定期向生态环境主管部门报告辐射安全相关工作，接受监督检查和指导。

二、辐射工作人员配置

本项目配备辐射工作人员 3 人，均为公司八角探伤室既有辐射工作人员，当本项目 X 射线数字成像有探伤任务时，抽调该 3 名人员到数字成像进行探伤作业，其余时间均在公司八角探伤室工作。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 200 天。

(1) 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 (<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) 单位应当确保探伤操作时有 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, 定期送交有资质的检测部门进行测量, 并建立个人剂量档案, 完善个人剂量监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制度

一、档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可包括以下十大类: “制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“野(室)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”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《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)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	公司制定情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	已制定, 需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中

续表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	公司制定情况	备注
3	辐射工作设备操作规程	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
5	辐射工作人员岗位职责	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
6	射线装置台账管理制度	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中
11	辐射事故应急预案	已制定，需完善	将本项目辐射工作场所及设备纳入其中

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）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

（1）《辐射防护设施设备维护维修制度》中应包含：公司需明确安全与防护设施维护维修的内容及检查频次，检查中如果发现辐射安全防护设施出现故障，须立即采取断电、等现场应急处理措施，并及时上报，待设备故障排除，方可开展辐射工作。同时做好相关维护、维修记录，完善辐射防护设施维护、维修档案。

（2）《辐射工作人员岗位职责》中应包含：辐射工作人员应参加辐射安全与防护的网上学习与考核，考核成绩合格，方可从事辐射相关工作。工作前应作好个人防护，正确佩戴个人剂量计，使用好监测仪器。对进入辐射工作场所公众的辐射安全负责，采取必要的人防和技防措施，确保辐射环境安全可控，人员不被误照。

（3）《射线装置台帐管理制度》中应包含：射线装置名称、型号、管电压、

管电流、购买时间，报废时间，使用场所；射线装置使用或保管部门、责任人员、目前的状况（使用、检修、闲置、暂存、收贮或销售）；射线装置转让单位名称及《辐射安全许可证》持证情况、有效日期等信息。

（4）《辐射监测方案》中应包含：公司应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；公司定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。

（5）《监测仪表使用与核验管理制度》中应包含：监测仪器校验方式，如果校验不合格，应对本单位监测仪器送修或是重新购置符合要求的监测仪器设备。

（6）《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。

（7）《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。

（8）《辐射事故应急预案》中应包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容。

建设单位应按照《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）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》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

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、自主验收监测：建设单位在重新取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

2、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，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。

3、日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（1）公司自我监测

公司定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备案。公司已有便携式辐射监测仪，利用监测仪器进行自行监测。

（2）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
铅房	X-γ空气吸收剂量率	竣工环保验收监测 1 次； 场所年度监测委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年； 定期自行开展辐射监测	铅房四周 30cm 离地面高度 1m 处
			铅防护门外 30cm 处、门缝四周
			操作室
			通风孔
			穿线孔
			铅房四周保护目标处

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

二、个人剂量检测

个人剂量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保存终身。

建设单位辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，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。建设单位委托四川世阳卫生技术服务有限公司进行个人剂量检测工作，经查看2022年辐射工作人员个人剂量检测报告，经统计计算，未发现单季度个人有效剂

量超过季度限值1.25mSv 的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv 的情况，符合管理要求

三、年度监测报告情况

建设单位应于每年 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。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

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：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。

（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》，向当地生态环境部门及市、省生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健行政部门报告。

（2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③ 现场处置任务的工作人员应佩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：搬迁 X 射线数字成像（DR）项目

建设单位：东方电气集团东方汽轮机有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省德阳市高新技术产业园区金沙江西路 666 号东方电气集团东方汽轮机有限公司机修分厂

本项目建设内容：东方电气集团东方汽轮机有限公司拟在机修分厂预留场所修建 1 间检测室和 1 间操作室，将材料研究中心 X 射线数字成像系统（DR）搬迁至机修分厂检测室，该 X 射线数字成像使用 1 座铅房作为屏蔽，在铅房内机械臂上安装 1 台 XSD225 型 X 射线机，最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，属于 II 类射线装置，年最大曝光时间为 300h。本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，只开展室内探伤，不涉及野外（室外）探伤。探伤机的检修等均委托专家第三方公司负责，本项目只负责探伤机的使用。

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 日起实施）、《国家发展和改革委员会关于修改〈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 号令，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

本项目所在厂房已取得原中华人民共和国环境保护部《关于东方电气（集团）东方汽轮机有限公司汉旺生产基地灾后异地重建项目环境影响报告书的批复》，批复文号为：环审[2009]114 号，该公司选址合理性已在相关环评报告中进行了

论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地。项目建设的 X 射线数字成像系统为专用辐射工作场所，且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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束限值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据现场监测报告，本项目所在区域环境的 γ 辐射剂量率为 94nGy/h~105nGy/h，与生态环境部辐射环境监测技术中心《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境 γ 辐射剂量率年均值范围（61.9nGy/h~151.8nGy/h）处在同一水平，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、施工废渣、施工废水，对环境存在一定影响。经过采取合理的防护措施后，对周围环境的影响较小。

2、营运期环境影响分析

（1）电离环境影响

本项目投运后，X 射线数字成像系统在正常运行工况下，所致工作人员最大年有效剂量值为 6.43×10^{-6} mSv，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 4.92×10^{-3} 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，采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中臭氧小时平均浓度二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求，不会对环境空气造成明显影响。

（3）水环境影响

本项目探伤采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片；本项目运营期废水主要为工作人员的生活废水约 $0.1\text{m}^3/\text{d}$ ，依托厂区污水处理站处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排入市政污水管网，再进入城市污水处理厂处理达标后最终排入绵远河。

(4) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 1kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

(5) 噪声

本项目噪声源主要为通风设备，建设单位拟采用低噪声设备（噪声源强低于 60dB（A）），对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响较小。

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

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措施，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

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。

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

类 别		环保设施	备 注
X 射线 数字成 像系统	屏蔽措施	辐射屏蔽措施（整体式铅房 1 座）	拆装及搬迁
		防护铅门 1 套	
	安全装置	门机联锁装置 1 套	利旧
		门灯联锁装置 1 套	利旧
		视频监控 1 套	利旧
		通风孔 1 个，采用铅罩屏蔽	利旧
		电离辐射警告标志若干	利旧

续表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

类 别		环保设施	备 注
X 射线 数字成 像系统	安全装置	紧急制动装置 1 个、紧急开门按钮 1 个	利旧
		工作状态指示灯 2 个	利旧
		钥匙控制 1 套	利旧
	监测仪器	个人剂量计 3 套（每人 1 套）	利旧
		便携式辐射监测仪 1 台	利旧
		个人剂量报警仪 1 台	利旧
		固定式辐射场报警仪 1 台	利旧
	设备维护	每个月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件。	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	应预留
	其他	灭火器材 1 套	新增

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全生产管理制度。

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、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>）。

4、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。

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、单位在重新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。