

目 录

表 1	项目概况.....	1
表 2	放射源.....	17
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置.....	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6	评价依据.....	20
表 7	保护目标与评价标准	22
表 8	环境质量和辐射现状	25
表 9	项目工程分析与源项	30
表 10	辐射安全与防护	39
表 11	环境影响分析.....	53
表 12	辐射安全管理	84
表 13	结论与建议	93

附件：

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 无辐射事故发生情况说明；
- 附件 3 辐射安全许可证；
- 附件 4 辐射安全与环境保护管理机构
- 附件 5 厂房租赁合同；
- 附件 6 不动产证；
- 附件 7 资料确认清单；
- 附件 8 本底监测报告。

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 本项目 50m 评价范围外环境示意图；
- 附图 3 本项目所在厂区总平面布局图；
- 附图 4-1 本项目所在电芯车间三平面布局及功能分区图；
- 附图 4-2 本项目 50m 评价范围图；
- 附图 5-1 在线 CT 两区划分示意图；
- 附图 5-2 离线 CT 两区划分示意图；
- 附图 6-1 在线 CT 人流物流路径示意图；
- 附图 6-2 离线 CT 人流物流路径示意图；
- 附图 7-1 在线 CT 辐射安全防护措施安装示意图；
- 附图 7-2 离线 CT 辐射安全防护措施安装示意图；
- 附图 8 现场照片；
- 附图 9-1 本项目在线 CT 三维图；
- 附图 9-2 本项目离线 CT 三维图；

表 1 项目概况

建设项目名称		C05 线新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目			
建设单位		德阳欣旺达新能源有限公司			
法人代表	韦杰宏	联系人	王俊财	联系电话	18875233287
注册地址		四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号			
项目建设地点		德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号 德阳欣旺达新能源有限公司电芯车间三 C05 线处			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	2500	项目环保投资 (万元)	6.5	投资比例 (环保投资/总投资)	0.26%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其它	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> III类		
/					
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介及项目由来</p> <p>(一) 建设单位简介</p> <p>德阳欣旺达新能源有限公司 (统一社会信用代码: 91510682MABLPYHW5K, 后文简称: 公司) 成立于 2022 年, 位于四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号, 是一家以从事电气机械和器材制造业为主的企业, 经营范围包括新兴能源技术研发; 电池制造; 电池销售; 电动汽车充电基础设施运营; 集中式快速充电站; 输配电及控制设备制造; 智能输配电及控制设备销售; 新材料技术研发; 软件开发;</p>					

电子产品销售；其他电子器件制造；光伏设备及元器件销售；光伏发电设备租赁；货物进出口；技术进出口；物业管理。

公司于 2022 年 11 月 15 日租赁了什邡市恒新建设投资有限公司位于四川什邡经济开发区（北区）昌平大道南段 12 号什邡市通航产业园区标准厂房（租赁合同见附件），2022 年至今德阳欣旺达共开展建设了三个项目，分别为“什邡动力电池和储能产业生产基地项目”、“什邡动力电池和储能产业生产基地（二期）项目”以及“德阳欣旺达高比能锂电池 C04 线项目”。为了迎合市场需求，抢占市场份额，公司于 2025 年在现有用地范围内拟扩建《德阳欣旺达高比能锂电池 C05 线项目》，建设高效智能电芯产线，达到年产 13GWh 高比能锂电池的生产能力。该项目目前已通过环评评审，正在批复前的公示期中。本项目建设地点位于该项目电芯车间三 C05 线处。本项目所在厂区已取得什邡市自然资源和规划局不动产权证（川（2022）什邡市不动产权证第 002357 号），土地用途为工业用地，其用地符合国土规划和用途管制要求。

（二）项目由来

为了优化产品性能，迎合市场需求，抢占市场份额，公司拟于 2026 年新建一条电芯生产线（C05 线）。公司拟在电芯车间三 C05 线新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目，分别为：2 套在线工业 CT 检测项目（每套含 4 台工业 CT 射线装置，该 4 台工业 CT 可同时曝光）；1 套离线工业 CT 检测项目（含 1 台工业 CT 射线装置）。

拟新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目包含 3 间铅房（工业 CT 设备自带铅房）。在车间 17-18 跨处拟新增的铅房（以下简称“铅房 1”）内安装使用 1 套离线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03）；在车间 23 跨处拟新增的铅房（以下简称“铅房 2”）内安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03）；在车间 24 跨处拟新增的铅房（以下简称“铅房 3”）内安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03）。所使用的 X 射线工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，出束类型为周向，辐射角为 43°，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 X 射线 CT 扫描检测系统。铅房 2 和铅房 3 内工业 CT 用于电芯极片质量检测、缺陷分析，铅房 1 内离线 CT 用于电芯极片的首件测试以及对经铅房 2 和铅房 3 在线 CT 检测过的电芯极片进行筛选复测。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关

法律法规要求，需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名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行）的相关规定，本项目属于“第五十五—172条核技术利用建设项目中使用II类射线装置”的规定，本项目应编制环境影响报告表，并向德阳市生态环境局申请审批，因此，德阳欣旺达新能源有限公司委托四川同佳检测有限责任公司对本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《C05线新增3套X射线工业CT检测项目环境影响报告表》。

二、产业政策符合性

本项目系核与辐射技术用于工业探伤检测领域，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（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令，2024年2月1日起施行）相关规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第1条“检验检测服务”，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：C05线新增3套X射线工业CT检测项目

建设单位：德阳欣旺达新能源有限公司

建设性质：新建

建设地点：德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段12号德阳欣旺达新能源有限公司电芯车间三C05线处。

（二）建设内容与规模

1、建设地点

铅房1位于电芯车间三17-18跨处；铅房2位于电芯车间三24跨处；铅房3位于电芯车间三23跨处。工业CT检测设备安装在铅房内，操作台设置在铅房外；本项目只开展屏蔽体铅房内X射线检测作业，不涉及野外（室外）探伤，采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

2、工业CT检测设备：

本项目 X 射线工业 CT 检测项目主要由工业 CT 和配套铅房构成。工业 CT 检测设备主要由 X 射线源、平板探测器、计算机图像工作站、机械运动系统、电气控制系统、防护系统、安全防护警示系统组成，是一套集屏蔽、检测、成像为一体的工业 X 射线 CT 扫描检测系统；防护系统采用一体式全封闭铅房设计，日常上锁常闭；在铅房内机械运动系统采用高精度运动平台设计，由射线机支撑机构、探测器支撑机构和工件载台运动机构组成，主要负责被检测工件的旋转、平移和 X 射线源-探测器平移等扫描运动轴的立式扫描运动，采用伺服电机驱动，运动机构均设置有限位器，便于自动扫描时的控制和精准定位。

在车间 17-18 跨处拟新增的铅房 1 内（长 2460mm×宽 2434mm×高 2180mm）安装使用 1 套离线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03），在铅房 1 内拟设置 1 台 X 射线工业 CT，所使用的 X 射线工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，照射类型为周向。在车间 24 跨处拟新增的铅房 2 内（长 19200mm×宽 6200mm×高 2600mm）安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03），在铅房 2 内拟设置 4 台 X 射线工业 CT，所使用的 X 射线工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，照射类型为周向。在车间 23 跨处拟新增的铅房 3 内（长 20000mm×宽 6500mm×高 2600mm）安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备（型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03），在铅房 3 内拟设置 4 台 X 射线工业 CT，所使用的 X 射线工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，照射类型为周向。

3、屏蔽结构设计：

设备防护系统铅房采用钢-铅-钢结构。铅房 1 的设备防护系统设计见下表 1-1；铅房 2 和铅房 3 的设备防护系统设计见下表 1-2。

表1-1 铅房1的工业CT检测设备防护系统铅房设计一览表

名称		防护设施
铅房屏蔽体	尺寸	长2460mm×宽2434mm×高2180mm
	上侧、下侧、东北侧、西南侧（主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
	东南侧、西北侧（非主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
铅防护门		2个手动铅门，侧、后墙各1个。后防护门宽1600mm，高1760mm；侧防护门宽1802mm，高2060mm，四边搭接80mm，防护结构采用8mm铅板+4mm钢板。铅防护门具备门机联锁功能。

通排风孔（铅房上方）	1个通排风孔，采用排风扇进行通风换气，通风口上设有8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。
走线口（铅房下方）	1个走线口，均采用8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。

表1-2 铅房2和铅房3的工业CT检测设备防护系统铅房设计一览表

名称		防护设施
铅房屏蔽体	尺寸	长20000mm×宽6500mm×高2702mm
	上侧、下侧、东南侧、西北侧（主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
	西南侧、东北侧（非主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
铅防护门		采用手动铅门，铅房2和铅房3左右各10扇，门体尺寸：1700mm高×1202mm宽。四边搭接48mm，防护结构采用8mm铅板+4mm钢板。铅防护门具备门机联锁功能。
通排风孔（铅房上方）		采用排风扇进行通风换气，铅房2和铅房3共16个，每个通风口上都设有8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。
走线口		铅房2和铅房3各有38个走线口，均采用8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。

4、探伤工件及曝光时间：

本项目铅房2和铅房3内的X射线工业CT用于多层叠片型动力电芯的检测判断，电芯是否缺层、多层、极片损伤，检测工件电芯最大尺寸为：484.5mm高×169.5mm宽×24.78mm厚；年约共检测14002560件。本项目铅房1内X射线工业CT用于首件测试和对铅房2和3内经X射线工业CT检测的多层叠片型动力电芯的抽样复测，年最大检测数量约为年检测总数量的2%，即280051件。

铅房2和3内的X射线工业CT检测方式采用工件平移、旋转立式扫描，按8台工业CT均摊检测电芯叠片。工业CT单次扫描2件电芯叠片，单次扫描时间约25s，单台工业CT年总扫描出束时间为6077.5h。此外，根据厂家提供资料，设备每天开机使用时需先进行训机，训机时间约20分钟/天，年工作312天，则年训机时间约104h。综上，铅房2和3内单台工业CT检测设备总出束时间6181.5h/年。

铅房1内X射线工业CT单次可检测1件电芯叠片，单次扫描时间约60s，单台年约检测280051件，该台工业CT年总扫描出束时间为4667.5h，再加年训机时间约104h，综上，铅房1内该台工业CT检测设备总出束时间4771.5h/年。

项目组成及主要环境问题见表1-3。

表 1-3 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 (铅房 2 和铅房 3)	尺寸	长 20000mm×宽 6500mm×高 2702mm		噪声、 扬尘、 生活污水、 设备包装 固废、 射线装置 安装调试 阶段产生 X 射线等	X 射线、 臭氧、 换气风机 产生的 噪声	
	防护系统 (铅房)	上侧、下侧、东南侧、西北侧(主射方向)	8mm铅板+4mm钢板			
		西南侧、东北侧(非主射方向)	8mm铅板+4mm钢板			
		铅防护门	采用手动铅门，左右各10个，门体尺寸：1700m高×1202mm宽。四边搭接48mm，防护结构采用8mm铅板+4mm钢板。铅防护门具备门机联锁功能。			
		通排风孔(铅房上面)	采用排风扇进行通风换气，共16个，每个通风口上都设有8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。			
		走线口(铅房上面)	铅房2和铅房3各有38个走线口，均采用8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。			
	使用工况	铅房 2 和铅房 3 内拟分别使用 4 台 X 射线工业 CT，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA；4 台 X 射线工业 CT 可同时曝光，单台在线工业 CT 检测设备总出束时间约 6189.5h/年。				
主体工程 (铅房 1)	尺寸	长 2460mm×宽 2434mm×高 2180mm				
	防护系统 (铅房)	上侧、下侧、东北侧、西南侧(主射方向)	8mm铅板+4mm钢板			
		东南侧、西北侧(非主射方向)	8mm铅板+4mm钢板			
		铅防护门	2 个手动铅门，侧、后墙各 1 个。后防护门宽 1600mm，高 1760mm；侧防护门宽 1802mm，高 2060mm，四边搭接 80mm，防护结构采用 8mm 铅板+4mm 钢板。铅防护门具备门机联锁功能。			
		通排风孔(铅房上面)	1 个通排风孔，采用排风扇进行通风换气，通风口上设有 8mm 铅板+4mm 钢板防护罩防护。			
	走线口(铅房上面)	1 个走线口，均采用 8mm 铅板+4mm 钢板防护罩防护。				

使用 工况	铅房 1 内拟使用 1 台 X 射线工业 CT，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA；该台工业 CT 检测设备总出束时间约 4779.5h/年。			
环保工程	本设备采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。生活污水均依托厂区污水预处理系统处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准后，排入市政污水管网；生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。		噪声、 扬尘、 固体废物	生活污 水、生 活垃圾
	铅房 1 顶部设置有 1 个排风口，配置有排气扇通风，每个排风扇排风量为 990m ³ /h；铅房 2、3 顶部各设置有 8 个排风口，配置有排气扇通风，每个排风扇排风量为 990m ³ /h。			
公用工程	电芯车间三通风系统、配电、供电和通讯系统等。			
办公及生 活设施	依托厂区其他办公室及生活设施			

(三) 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-4。

表 1-4 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)	探伤检测 用电	3600 度/a	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	水(H ₂ O)	生活用水	390m ³	—

(四) 本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-5。

表 1-5 本项目使用的射线装置的相关情况

设备名称	类别	设备型号	数量 (套)	最大管电 压 (kV)	最大管电 流 (mA)	投射 类型	活动 种类	使用 场所	辐射 角度	单次最大 扫描时间 (秒)
X 射线 工业 CT	II类	DY-BEV- OHLXCT- 1-C05-S03	1 (1 个 射线 源)	150	0.5	周向	无损 检测	铅房 1	43°	60

X 射线 工业 CT	II类	DY-BEV-Z XCT-17-C 05-S03	1 (4 个 射线 源)	150	0.5	周向	无损 检测	铅房 2	43°	25
X 射线 工业 CT	II类	DY-BEV-Z XCT-17-C 05-S03	1 (4 个 射线 源)	150	0.5	周向	无损 检测	铅房 3	43°	25

(五) 劳动定员及工作制度

本项目拟新增辐射工作人员 6 人，辐射工作人员均定岗定责，拟分别设置 2 人作为 3 间铅房的辐射工作人员，3 间铅房的辐射工作人员不交叉作业，另外该 6 名辐射工作人员不兼岗其他辐射类工作，不存在剂量叠加；实行每班 11 小时工作制度，年工作时间为 312 天。建设单位已配置辐射管理人员 1 名。根据前文曝光时间内容：离线 CT 项目和在线 CT 项目年曝光时间；由于辐射工作人员实行两班工作制，因此铅房 1 辐射工作人员年受照时间约 2385.75h；铅房 2 和铅房 3 的辐射工作人员年受照时间约 3090.75h。

建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 上进行辐射安全与防护专业知识的学习和考核，根据辐射工作人员不同岗位职责，其中操作人员需选取“X射线探伤”辐射安全与防护考核，管理人员选取“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，并均考核通过后方可上岗。

(六) 项目依托环保设施情况

1、生活污水：本项目工业 CT 检测设备采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片，检测作业期间仅排放生活污水，生活污水依托厂区内已建的生活污水预处理池处理后进入园区污水处理厂，最后经园区废水总排口排入灵江污水处理厂处理。

2、生活垃圾：本项目产生的生活垃圾依托公司现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

(七) 实践正当性分析

通常确定物体内的缺陷、空隙和裂缝需要进行破坏性测试，而工业 CT 扫描可以检测内部特征和缺陷，并以 3D 形式显示此信息，而不会损坏零件；使用工业 CT 检测设备，用于多层叠片型动力电芯的检测判断，极片是否开裂、褶皱，壳体焊接质量，

内部有无异常金属颗粒等质量检测和缺陷分析。

工业CT是应用于工业领域的计算机断层扫描技术，它是以不损伤被检测对象的性能为前提的一种无损检测技术，与传统的X射线探伤、超声等常规无损检测方法对比，工业CT具有检测速度快、分辨率高、不受被测对象几何结构限制等优点，广泛应用于工业设备、产品的无损检测及质量评估中，能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障建设单位生产的储能锂离子电池电芯起了十分重要的作用。本项目核技术应用项目的开展，可达到其余无损检测方法所不能及的效果，是其他检测方法无法替代的，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展X射线检测过程中，对工业CT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，对工业CT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。

（八）项目外环境及选址的合理性分析

1、项目外环境关系

（1）厂区外环境关系

该公司选址于四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号什邡市通航产业园区，公司厂区东北临昌平大道，西南临灵江路，东南临通惠路，西北临朝阳大道。厂区东北侧约 200m 为步阳科技园，西南侧约 42m 为中小企业孵化园及嘉寓门窗，东南侧约 42m 为车管所，西北侧约 42m 为新工金属及柜族部落科技有限公司。本项目所在厂区外环境示意图，见附图 2。

（2）电芯车间三外环境关系

本项目工业 CT 设备位于电芯车间三内，电芯车间三北侧为停车场，西北侧紧邻电芯车间四，西侧 50m 为综合仓库一，西南侧 50m 依次为电池车间和综合仓库二，东南侧 80m 为综合站房，东侧 100m 为电极车间二，东北侧 70m 为职工宿舍。本项目所在厂区总平面布局图，见附图。

（3）设备铅房外环境关系

本项目在线工业 CT 检测设备和离线工业 CT 检测设备位于电芯车间三内。以在线工业 CT 检测设备屏蔽铅房实体边界为中心，距离南侧约 3.5~13m 为极耳超声波预

焊工区，10m 处为除尘机房，18m 外为卷绕区，31~63m 为入壳区；距离东侧约 5~13m 为极耳翻折检测工区，16~149m 为叠片区；东北侧外 6~14m 为品质间，15m 外为车间外厂区道路；北侧为配电室；距离西北侧约 3.2~10m 为拟建 III 类射线装置 X-ray 机房，10~35m 为极耳超声波终焊+连接片焊接+包膜工区，35~47m 为入壳机工区；距离西南侧约 4~30m 为顶盖焊接工区，31~60m 为化成工区；距离西侧 13~62m 为真空烘烤工区；铅房中部人流通道设置在线 CT 辐射工作人员操作区，距离铅房实体边界约 0~1.2m。

以离线工业 CT 检测设备屏蔽铅房实体边界为中心，距离西南侧约 1~24m 为卷绕区，24~54m 为极耳超声波焊接工区；距离西侧 29~60m 为连接片焊接工区，31~58m 为入壳区，40~85m 为化成工区；距离西北侧 20m 处为除尘机房，29~58m 为顶盖焊接工区；距离东南侧约 0~1.2m 为离线 CT 辐射工作人员操作区，5m 外为极片运输通道；距离东北侧约 1.5~28m 为叠片区，42m 外为车间外厂区道路；距离西北侧约 0.9m 为生产辅助房；距离北侧 24~36m 为极耳超声波预焊工区，30~41m 为极耳翻折检测工区。

电芯车间三为一层建筑，上方为厂房屋顶。本项目地理位置图见附图 1，本项目外环境关系图见附图 2。

通过设备铅房外环境关系可知，建设单位拟新增铅房 1 位于电芯车间三东南侧，铅房 2 和铅房 3 均位于电芯车间三东北侧，所处位置均相对独立，在 50m 评价范围内作业岗位数量及公众人员活动较少，通过实体防护和距离衰减，能够较好地减少电离辐射对探伤室四周公众的影响，使人员所受剂量在尽可能低的水平。

2、项目选址合理性

德阳欣旺达新能源有限公司位于四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号什邡市通航产业园区，本项目拟建于公司电芯车间三，根据公司与什邡市恒新建设投资有限公司签订的厂房租赁合同（见附件）可知，本项目所在园区规划用地性质为工业用地。为了迎合市场需求，抢占市场份额，公司于 2025 年在现有用地范围内拟扩建《德阳欣旺达高比能锂电池 C05 线项目》，建设高效智能电芯产线，达到年产 13GWh 高比能锂电池的生产能力。该项目目前已通过环评评审，正在批复前的公示期中。本项目建设地点位于该项目电芯车间三 C05 线处，仅为配套建设项目，不新增用地，且本项目使用的设备屏蔽体铅房为专用辐射工作场所，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、原有核技术利用情况

（一）原有核技术利用项目环保手续履行情况

公司现持有德阳市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（许可证号：川环辐证【24374】），许可的种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用V类放射源；发证日期：2026年1月21日，有效期至2027年11月17日。具体情况见下表1-6、表1-7。

表 1-6 公司已获许可使用的放射源

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度 (贝可)	数量	放射源编码	类别	用途	工作场所	备注
1	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002405	V类	测厚仪	电极车间一	已上 证、 在用
2	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002425	V类		电极车间一	
3	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002415	V类		电极车间一	
4	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002455	V类		电极车间一	
5	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002445	V类		电极车间一	
6	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0 22KR002435	V类		电极车间一	
7	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002475	V类		电极车间一	
8	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002465	V类		电极车间一	
9	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002495	V类		电极车间一	
10	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002485	V类		电极车间一	
11	Kr-85	20 2-12-2 1	1.11E+10	1	0122KR002515	V类		电极车间一	
12	Kr-85	2022-12-21	1.11E+10	1	0122KR002505	V类		电极车间一	
13	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017635	V类		电极车间一	
14	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017625	V类		电极车间一	
15	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017665	V类		电极车间一	
16	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017655	V类		电极车间一	
17	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017645	V类		电极车间一	
18	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017685	V类		电极车间一	
19	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017675	V类		电极车间一	
20	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017705	V类		电极车间一	
21	Kr-85	2022-10-13	1.11E+10	1	DE22KR017695	V类		电极车间一	

22	Kr-85	2024-04-03	1.11E+10	1	DE24KR003685	V类		电极车间一	
23	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000595	V类		电极车间一	
24	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000585	V类		电极车间一	
25	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000575	V类		电极车间一	
26	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000615	V类		电极车间一	
27	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000605	V类		电极车间一	
28	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000655	V类		电极车间一	
29	Kr-85	2025-01-13	1.11E+1	1	DE25KR000635	V类		电极车间一	
30	Kr-85	2025-01-13	1.11E+10	1	DE25KR000625	V类		电极车间一	

表 1-7 公司已获许可使用的射线装置

序号	名称	规格型号	产品序列号	类别	管电压 (kV)	管电流 (mA)	用途	工作场所	备注			
1	3架式 X射 线激 光一 体机	3-RXLG1000L	F11XL1056	III类	20	1	其他 各类X 射线 检测 装置 (测 厚、 称重 、测 孔径 、测 密度 等)	电极 车间 三	已 上 证 ， 在 用			
2		3-RXLG1000L	F11XL1053	III类	20	1						
3		3-RXLG1000L	F11XL1052	III类	20	1						
4		3-RXLG1000L	F11XL1048	III类	20	1						
5		3-RXLG1000L	F11XL1050	III类	20	1						
6		3-RXLG1000L	F11XL1049	III类	20	1						
7		3-RXLG1000L	F11XL1054	III类	20	1						
8		3-RXLG1000L	F11XL1055	III类	20	1						
9		3-RXLG1000L	F11XL1051	III类	20	1						
10	X-ray	RXG1150W	J05X3351	III类	20	1				其他 各类X 射线 检测 装置 (测 厚、 称重 、测 孔径 、测 密度 等)	电极 车间 三	已 上 证 ， 在 用
11		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 54	III类	20	1						
12		RXG1150W	J05X3350	III类	20	1						
13		RXG1150W	J05X3349	III类	20	1						
14		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 52	III类	20	1						
15		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 53	III类	20	1						
16		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 56	III类	20	1						
17		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 55	III类	20	1						
18		OC-RXLG1150 W	05XLOC33 57	III类	20	1						
19	电芯	ALCT-225/4	SL2401888	II类	150	0.5	工业	测试				

	极片缺陷检测设备						用X射线计算机断层扫描(CT)装置	中心	
20	X-ray机	DY-BEV-XRAY-28PPM-S03	/	III类	200	2.5	自屏蔽式X射线探伤装置	电芯车间一	
21		DY-BEV-XRAY-28PPM-S02	/	III类	200	2.5			
22		BEV-XRAY-24	X2211D527	III类	130	0.3			
23	在线X射线数字成像系统	DY-BEV-X-14P-PM-S03	SLM25007-02-01	II类	150	0.5	工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	电芯车间一	
24	离线X射线数字成像系统	DY-BEV-X-1PP-M-S03	SLM25006-01-01	II类	150	0.5			
25	在线X射线数字成像系统	DY-BEV-X-14P-PM-S03	SLM25007-01-01	II类	150	0.5			
26	X射线装置	/	/	III类	/	/	其他不能被豁免的X射线装置	电芯车间三	已上 证, 在 用
27	X-ray机	RX1200	J12X4083	III类	20	1	其他各类X射线检测装置	电极车间二	
28		RXL1200	J12XL4092	III类	20	1			
29		RXL1200	J12XL4099	III类	20	1			
30		RXL1200	J12XL4096	III类	20	1			
31		RX1200	J12X4084	III类	20	1			

32	RXL1200	J12XL4095	III类	20	1	(测厚、称重、测孔径、测密度等)
33	RXL1200	J12XL4098	III类	20	1	
34	RXL900	K01XL5255	III类	20	1	
35	RX900	K01X4253	III类	20	1	
36	RXL1200	J12XL4100	III类	20	1	
37	RXL1200	J12XL4097	III类	20	1	
38	RXL900	K01XL5254	III类	20	1	
39	RXL1200	J12XL4090	III类	20	1	
40	RXL1200	J12XL4091	III类	20	1	
41	RX1200	J12X4088	III类	20	1	
42	RXL1200	J12XL4093	III类	20	1	
43	RXL1200	J12XL4094	III类	20	1	
44	RXL1200	J12XL4089	III类	20	1	
45	RX1200	J12X4087	III类	20	1	
46	RX1200	J12X4086	III类	20	1	
47	RX1200	J12X4085	III类	20	1	

该建设单位于2026年1月4日对其新增使用的30枚V类放射源及40台III类射线装置进行了备案（备案号：202651068200000002），目前均正常使用，与建设单位取得的《辐射安全许可证》中的活动种类和范围一致与许可证台账一致。

（二）人员培训及职业健康体检情况

公司应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。公司目前共有辐射工作人员8人，均参加了国家核技术利用辐射安全与防护学习平台的考试，并取得《辐射安全培训合格证》，辐射工作人员均持证上岗。建设单位对于所有入职、在职、离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理；建设单位为每名辐射工作人员配备有个人剂量计并且编号定人佩戴，定期交由有资质的检测部门进行检测，建立有个人剂量档案；目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检及个人剂量检测结果均合格。

根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年9号）的相关规定，仅从事III类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。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，从事II类射线装置活动以及放射性同位素工作人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护学习平

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。

（三）辐射监测开展情况

1、个人剂量检测

公司有专人负责个人剂量档案管理工作。公司目前共有 8 名在编辐射工作人员，公司为每一名辐射工作操作人员配备了个人剂量计，并委托了深圳市源策通检测技术有限公司进行个人剂量检测工作，提供了最新 2025 年连续四个季度辐射工作人员个人剂量检测报告，经统计计算，连续四个季度辐射工作人员单季度个人剂量最大值为 0.14mSv，年剂量值最大为 0.401mSv，均未超过单季度个人剂量 1.25mSv 和年剂量 5mSv 的剂量限值。

2、场所年度监测

公司委托四川同佳检测有限责任公司对 2025 年度辐射工作场所进行了辐射环境现状监测，根据 2025 年度监测报告（同环(辐)检字(2025)第 0281 号）监测结果数据表明，辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处最大辐射剂量率为 0.267uSv/h，无超过 2.5uSv/h 的情况发生，辐射场所周围检测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)剂量约束值，机器符合仪器相关质控评价标准。建设单位原核技术利用项目配备有便携式辐射监测仪。

（四）年度评估报告

公司向四川省生态环境厅提交了“2025 年度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”，包括基本信息、辐射安全许可证符合性检查及变更情况、本年度放射性同位素与射线装置使用台账及变更情况、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、场所辐射环境监测及监测数据、辐射事故及应急响应情况、辐射安全隐患及整改情况等，对公司 2025 年度的辐射场所安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

（五）辐射管理规章制度管理情况

根据相关文件的规定，结合公司原有实际情况，公司已调整了辐射安全与环境保护管理机构（附件4），并制定有相对完善的管理制度，包括《辐射安全与环境保护

管理机构文件》、《辐射安全管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作设备操作规程》、《放射源与射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》以及上墙制度等。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，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度后，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。公司应根据本次项目建设内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际情况及时对各项规章制度补充修改。

（六）辐射事故及应急相应情况

建设单位已制定有《辐射事故应急预案》并开展应急演练，经建设单位核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

（七）与本项目有关的原有主要环境问题

根据建设单位《2025 年度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》：现有 30 枚 V 类放射源（Kr85）、21 套 III 类射线装置和 4 台 II 类射线正常使用；年度监测满足相应控制目标值要求；辐射工作人员个人剂量监测满足要求剂量约束值；危险废物均交由有资质单位处置；开展了辐射事故应急演练。经与建设单位核实，没有发生过辐射事故，故无遗留环境问题。

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 射线源，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	工业 CT 检测设备	II类	1套	DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03	150	0.5	无损检测	电芯车间三铅房1内	拟购离线工业CT
2	工业 CT 检测设备	II类	1套	DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03	150	0.5	无损检测	电芯车间三铅房2内	拟购在线工业CT
3	工业 CT 检测设备	II类	1套	DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03	150	0.5	无损检测	电芯车间三铅房3内	拟购在线工业CT

(三) 中子机，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、氮氧化物	气态	—	—	—	—	少量	不暂存	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》（中华人民共和国国务院第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》（中华人民共和国国务院第449号令，2005年12月1日实施，2019 年3月2日部分修改）；</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) 《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。</p>
------------------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)；</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(8) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局）；</p> <p>(4) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》（川环函〔2025〕616 号，2025 年 11 月 3 日）；</p> <p>(5) 四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急专项实施方案（2020 年 2 月 14 日印发）；</p> <p>(6) 建设单位提供的项目有关设计资料及相关技术参数。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。本次评价范围选取工业 CT 检测设备屏蔽铅房实体边界外 50m 以内。

保护目标

本项目环境保护目标为铅房的辐射工作人员，以及距射线装置铅房实体屏蔽物为边界向外延伸50m范围内的工作人员及公众。主要考虑射线装置运行过程中对辐射工作人员和在铅房周围的公众的影响，使其受照剂量低于本报告提出的剂量约束值，确保射线装置运行时工作人员和公众的安全。在线CT项目保护目标情况详见表7-1、离线CT项目保护目标情况详见表7-2。

表 7-1 铅房 2 铅房 3 在线 CT 项目主要环境保护目标

序号	保护目标	与设备相对位置	距辐射源最近距离 (m)	人流量/人/d	照射类型
1	在线 CT 辐射工作人员	中部人流通道	2.2	4	职业照射
2	C05 极耳超声波预焊工区	南侧	3.5	3	公众照射
3	C04 卷绕区	南侧	18	6	公众照射
4	C04 入壳区	南侧	31	3	公众照射
5	离线 CT 辐射工作人员	南侧	40	2	职业照射
6	C05 极耳翻折检测工区	东侧	5	4	公众照射
7	C05 叠片区	东侧	16	5	公众照射
8	品质间	东北侧	6	1	公众照射
9	厂区道路行人	东北侧	15	30	公众照射
10	C05 拟建 X-ray 机房	西北侧	3.2	2	职业照射

11	C05 极耳超声波终焊+连接片焊接+包膜工区	西北侧	10	6	公众照射
12	C05 入壳机工区	西北侧	35	2	公众照射
13	C04 顶盖焊接工区	西南侧	4	3	公众照射
14	C04 化成工区	西南侧	31	3	公众照射
15	C04 真空烘烤工区	西侧	13	1	公众照射

表 7-2 离线 CT 项目主要环境保护目标

序号	保护目标	与设备相对位置	距辐射源最近距离(m)	人流量/人/d	照射类型
1	离线 CT 辐射工作人员	东南侧	1.4	2	职业照射
2	C04 卷绕区	西南侧	3.5	6	公众照射
3	C04 极耳超声波焊接工区	西南侧	25	3	公众照射
4	C04 连接片焊接工区	西侧	30	4	公众照射
5	C04 入壳区	西侧	32	2	公众照射
6	C04 化成工区	西侧	41	3	公众照射
7	C04 顶盖焊接工区	西北侧	30	3	公众照射
8	C05 叠片区	东北侧	4.3	5	公众照射
9	厂区道路行人	东北侧	43	30	公众照射
10	C05 极耳超声波预焊工区	北侧	25	3	公众照射
11	C05 极耳翻折检测工区	北侧	31	4	公众照射
12	在线 CT 辐射工作人员	北侧	40	2	职业照射

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2026）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）3 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）三级标准；
- (3) 噪声：①施工期：《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关规定，在距离曝光室屏蔽体外表面30cm处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

德阳欣旺达新能源有限公司选址于四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号什邡市通航产业园区，公司厂区东北临昌平大道，西南临灵江路，东南临通惠路，西北临朝阳大道。

本项目在线工业 CT 检测设备和离线工业 CT 检测设备位于电芯车间三内。以在线工业 CT 检测设备屏蔽铅房实体边界为中心，距离南侧约 3.5~13m 为极耳超声波预焊工区，10m 处为除尘机房，18m 外为卷绕区，31~63m 为入壳区；距离东侧约 5~13m 为极耳翻折检测工区，16~149m 为叠片区；东北侧外 6~14m 为品质间，15m 外为车间外厂区道路；北侧为配电室；距离西北侧约 3.2~10m 为拟建 III 类射线装置 X-ray 机房，10~35m 为极耳超声波终焊+连接片焊接+包膜工区，35~47m 为入壳机工区；距离西南侧约 4~30m 为顶盖焊接工区，31~60m 为化成工区；距离西侧 13~62m 为真空烘烤工区；铅房中部人流通道设置在线 CT 辐射工作人员操作区，距离铅房实体边界约 0~1.2m。

以离线工业 CT 检测设备屏蔽铅房实体边界为中心，距离西南侧约 1~24m 为卷绕区，24~54m 为极耳超声波焊接工区；距离西侧 29~60m 为连接片焊接工区，31~58m 为入壳区，40~85m 为化成工区；距离西北侧 20m 处为除尘机房，29~58m 为顶盖焊接工区；距离东南侧约 0~1.2m 为离线 CT 辐射工作人员操作区，5m 外为极片运输通道；距离东北侧约 1.5~28m 为叠片区，42m 外为车间外厂区道路；距离西北侧约 0.9m 为生产辅助房；距离北侧 24~36m 为极耳超声波预焊工区，30~41m 为极耳翻折检测工区。

电芯车间三为一层建筑，上方为厂房屋顶。本项目地理位置图见附图 1，本项目外环境关系图见附图 2。本项目与保护目标的位置关系图见附图 3。

在接受本项目环境影响评价委托后，我公司技术人员对项目拟建场所进行了踏勘，拟建场所现状见图 8-1。



图8-1 拟建区域现状图

二、本项目所在地 X-γ 辐射剂量率现状监测

受德阳欣旺达新能源有限公司的委托，四川同佳检测有限公司于 2026 年 4 月 9 日对本项目进行了现状监测，其监测项目、分析及来源见表 8-1。监测使用仪器及环境条件见表 8-2。监测报告见附件 9。

表8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测方法	方法来源
环境 X-γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

表8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境												
	名称及编号	技术指标	校准情况													
X-γ 辐射剂量率	名称： 环境监测用 X-γ 辐射空气比释动能率仪 型号：NT6101 编号： TJHJ2021-49	①能量响应：48KeV~3MeV ②测量范围： 10nGy/h~200 μ Gy/h ③校准结果： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">量程 (μ Gy/h)</th> <th style="width: 20%;">校准因子</th> <th style="width: 60%;">不确定度 $U_{rel}(k=2)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1~10</td> <td style="text-align: center;">1.019</td> <td style="text-align: center;">5.9%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10~30</td> <td style="text-align: center;">1.077</td> <td style="text-align: center;">5.3%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30~100</td> <td style="text-align: center;">1.015</td> <td style="text-align: center;">5.3%</td> </tr> </tbody> </table>	量程 (μ Gy/h)	校准因子	不确定度 $U_{rel}(k=2)$	1~10	1.019	5.9%	10~30	1.077	5.3%	30~100	1.015	5.3%	校准单位：深圳市 计量质量检测研究院 证书编号： JL2519263701 校准日期： 2025 年 11 月 7 日 有效期至： 2026 年 11 月 6 日	天气：晴 温度：26.7℃ 湿度：63%
量程 (μ Gy/h)	校准因子	不确定度 $U_{rel}(k=2)$														
1~10	1.019	5.9%														
10~30	1.077	5.3%														
30~100	1.015	5.3%														

辐射监测仪器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

四川同佳检测有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川同佳检测有限责任公司质量管理体系：

（一）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四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：222312051472），有效期至2028年11月21日。

（二）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。

（三）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、监测布点

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子主要为工业CT检测设备曝光时高压射线管发出的X射线，由此确定本项目现状监测因子为X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况结合建设单位提供的设计图纸，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括本项目铅房1、铅房2以及铅房3检测设备拟安装位置及周围评价范围内的环境敏感点。本项目监测布点示意图见下图8-2。

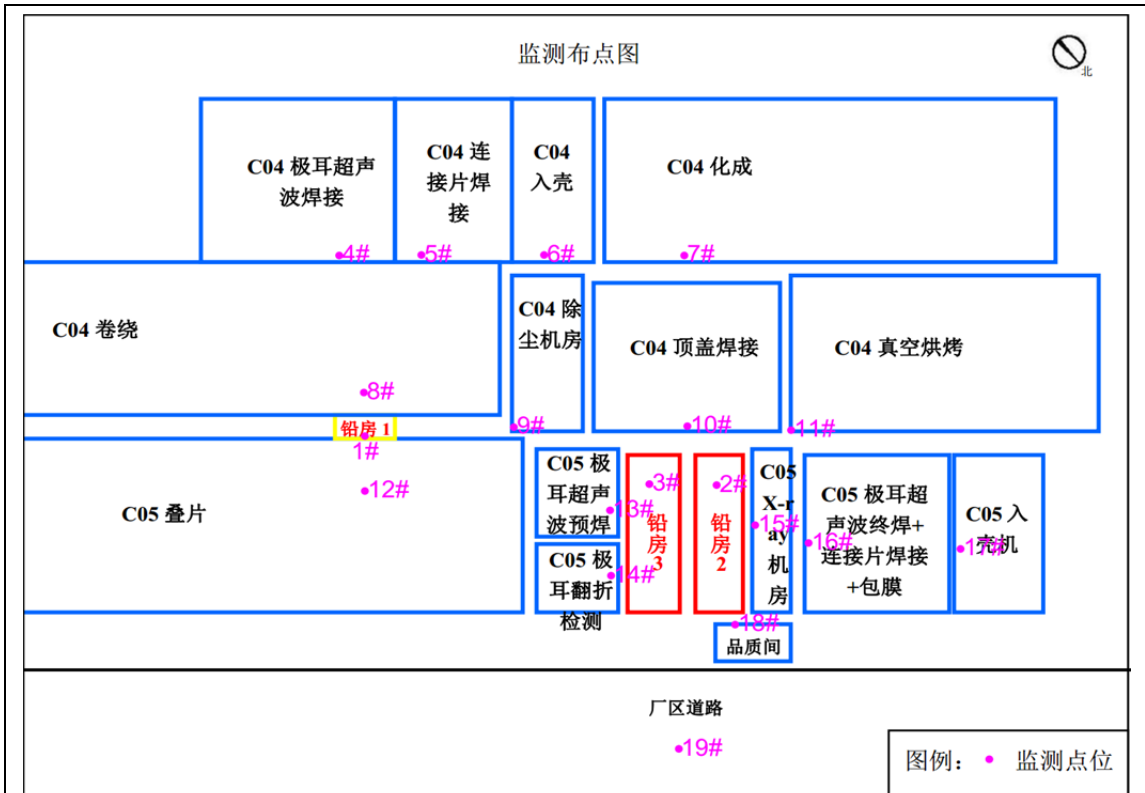


图 8-2 本项目 CT 检测设备拟建址周围辐射环境监测点位图

五、监测结果

本项目监测所用仪器已由计量部门年检，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，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。本项目工业 CT 检测设备拟建址周围 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 8-3，

表 8-3 拟新增工业 CT 检测设备周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	测量位置	X- γ 辐射剂量率		备注
		测量值	标准差(S)	
1#	拟建铅房 1 位置	79	3	见监测布点图
2#	拟建铅房 2 位置	85	3	
3#	拟建铅房 3 位置	92	2	
4#	C04 极耳超声波焊接区	88	3	
5#	C04 连接片焊接区	86	2	
6#	C04 入壳区	104	3	
7#	C04 化成区	78	3	
8#	C04 卷绕区	88	2	
9#	C04 除尘机房外	85	3	
10#	C04 顶盖焊接区	77	2	

11#	C04 真空烘烤区	86	3	
12#	拟建 C05 叠片区	94	2	
13#	拟建 C05 极耳超声波预焊区	87	3	
14#	拟建 C05 极耳翻折检测区	78	3	
15#	拟建 C05X-ray 机房处	84	2	
16#	拟建 C05 极耳超声波终焊+连接片焊接+包膜区	103	3	
17#	拟建 C05 入壳机处	85	3	
18#	拟建品质间	93	2	
19#	厂区道路	91	2	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

由监测报告得知，项目场所周围 X- γ 辐射剂量率背景值为即 77nGy/h~104nGy/h，该值与四川省生态环境厅《2024 年四川省生态环境状态公报》中德阳市区域环境 γ 辐射剂量率自动监测结果（70~100nGy/h）基本一致，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、工程设备

本项目拟新增使用的 3 套工业 CT 检测设备（2 套在线工业 CT 型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03 ， 1 套 离 线 工 业 CT 型 号 ：DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03），属于 II 类射线装置，是一套集屏蔽、检测、成像为一体的工业 X 射线 CT 扫描检测系统，屏蔽防护铅房采用一体式全封闭箱体设计。铅房 1 尺寸为：长 2460mm×宽 2434mm×高 2180mm；铅房 2 和铅房 3 尺寸为：长 20000mm×宽 6500mm×高 2702mm；工业 CT 最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，出束类型为周向（朝铅房上下左右），X 射线管可 360° 旋转，辐射角为 43°，射线源至探测器的距离为 500mm。

二、工艺分析

（一）施工期污染源项分析

本项目拟新增使用的工业CT检测设备出厂前已由设备厂家完成了设计制造，是一体式成品设备，公司只需购买后由设备厂家运输至现场进行安装调试，不涉及工业CT检测的组装；因此本项目施工期主要为铅房安装及设备安装、调试过程中产生的环境影响，施工期工艺流程及产污环节见下图9-1。

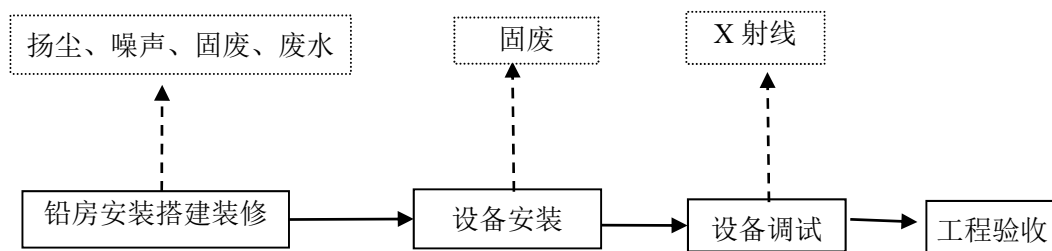


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

1、施工期扬尘

铅房安装过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，主要是通过施工管理和采取局部洒水等措施来进行控制。

2、施工期噪声

施工期噪声包括铅房安装装修以及设备安装过程中机械产生的噪声，由于

本项目位于厂房内部，施工期较短，施工噪声经过厂房建筑隔声后对周围环境的影响较小。

3、施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水，依托厂区预处理池处理后排入园区污水管网。

4、施工期固废

施工期固废主要为铅房建设过程中产生的固体废物和施工人员的生活垃圾，施工固体废物为一般固废，部分回收利用，部分与生活垃圾一同依托厂区垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

5、射线装置安装、调试

本项目工业CT检测设备为建设单位购买的一体式工业X射线CT扫描检测系统，自带有产品型号，出厂前已由设备厂家完成了设计制造，设备整体均由设备厂家进行生产、运输，组装，建设单位仅需购买后由设备厂家运输安装在铅房内即可，首次调试工作由厂家专业人员进行操作，在设备厂家安装调试阶段，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。

三、运营期污染源项分析

1、工业 CT 检测设备

(1) 设备特征及管理类别介绍

根据《射线装置分类》（原环境保护部公告 2017 年第 66 号），本项目使用的工业 CT 检测设备属于II类射线装置工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，使用活动按照II类射线装置进行管理、使用。

(2) 系统组成

本项目 3 套工业 CT 检测设备（2 套在线工业 CT 型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03 ， 1 套离线工业 CT 型号：DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03）主要由 X 射线源、平板探测器、计算机图像工作站、机械运动系统、电气控制系统、防护系统、安全防护警示系统组成。

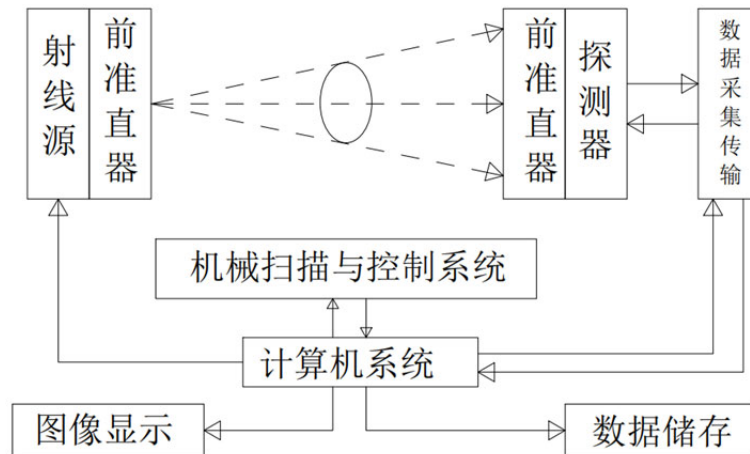


图 9-2 工业 CT 系统组成

1) X 射线源

- 1) 检测光管：电压：150KV，电流：500 μ A，焦斑：5 μ m-50 μ m；
- 2) 分辨率 \leq 15 μ m（30W 管功率检测条件下）；
- 3) 质保时间 \geq 8000h 或 1 年；
- 4) 品牌：待定；
- 5) 最大功率：75W；
- 6) 射线管冷却方式：封闭式自循环风冷；
- 7) 射线管参数调节：管电压、管电流支持输入和连续调节，管功率支持定功率模式，设定管电压，管电流自动调节或设定管电流，管电压自动调节；
- 8) 射线源可 24 小时连续工作不停机，并保证射线源连续工作时焦点的稳定性，射线源暂载率不低于 100%；
- 9) 射线源可满足 7*24h 运转（射线管无需定时进行休息）；

2) 平板探测器

- 1) 品牌：iRay/Varex /Dalsa/Rayence；
- 2) 平板探测器有效成像范围： \geq 300mm \times 250mm；
- 3) 像素尺寸 \leq 100 μ m；
- 4) AD 转换精度：16bit；
- 5) 帧率： \geq 30Fps（1 \times 1），局部可提高帧率 0

3) 计算机图像工作站

主要由计算机硬件和图像处理软件两部分组成。计算机硬件包含计算机系

统 1 套（含计算机主机及显示器）；图像软件采用全菜单操作模式，其软件功能主要包括：图像采集及处理、图像分析及处理、实时成像显示及记录（成像显示和测量及标记）、数据保存备份。

4) 电气控制系统

电器控制单位主要由：①计算机处理系统，PLC 和计算机系统组成通讯网络，数据相互通讯调用，可在软件界面实现对各运动轴的控制，完成全自动检测；②安全连锁单元，维修或紧急情况下，切断安全连锁单元，可断开射线源，各运动轴停止运动，为设备及人生安全提供保障措施；③安全报警单元，铅门上方安装有声光报警器，当射线开启时，声光提醒工作人员注意辐射安全；④高压使能单元：通过硬件钥匙开关，切断高压系统输出，使设备更加安全可靠。

5) 防护系统（铅房）

本项目设备铅房屏蔽体外侧为钢-铅-钢夹层结构；内壁为方管焊接而成的框架；主射方向墙体均采用 8mm 铅板+4mm 钢板防护，非主射方向墙体采用 8mm 铅板+4mm 钢板防护。铅房顶部设有明显可见的指示灯，内部设有照明及摄像机和紧急停止按钮，按下该停止按钮设备停止运行，保证维修时安全。

6) 安全防护警示系统

每套工业 CT 检测设备由铅门连锁装置、安全警示灯和监控系统组成。配有 3 套高清晰度监控系统，能监视到铅房内的影像，确保设备运行时的安全性。铅门连锁装置用于铅门与 X 射线源进行连锁控制，铅门未关闭到位，X 射线源不能启动工作；在 X 射线源工作时，如果铅门被误操作打开，X 射线源将立即切断高压，保护人身安全。

(3) 工作原理

工业 CT 设备工作原理是依据由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大，X 射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可以利用 CT 重建软件将二维图像重建出三维图像，最终利用分析软件对测得的三维模型进行处理解析，从而获取全面的产品内外质

量数据，有效地反映出内部结构，缺陷形状、尺寸及分布位置情况等信息，达到无损检测的目的。

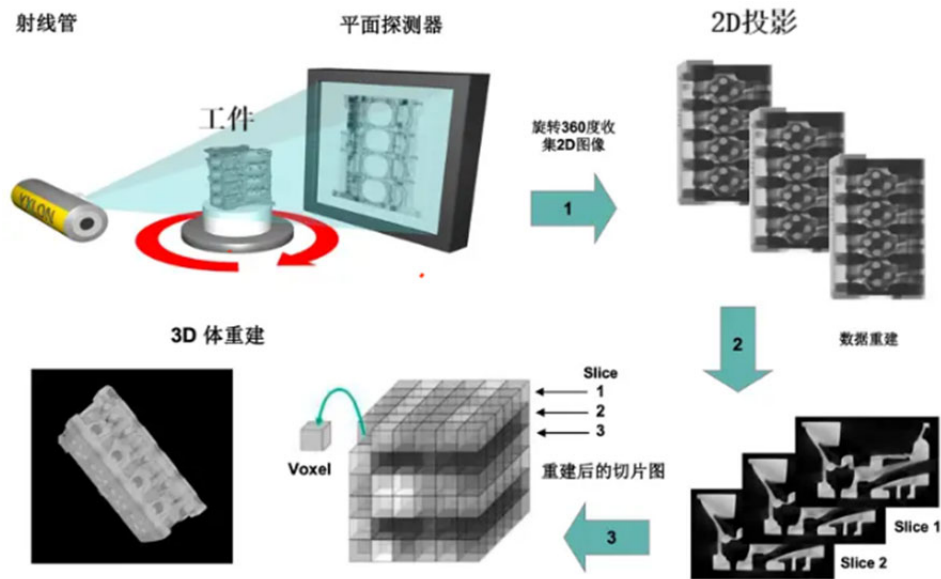


图9-3 工业CT扫描系统工作原理示意图

2、工艺流程及产污环节

2.1 在线 CT 检测工艺流程

在线 CT 检测工艺流程，见图 9-4。

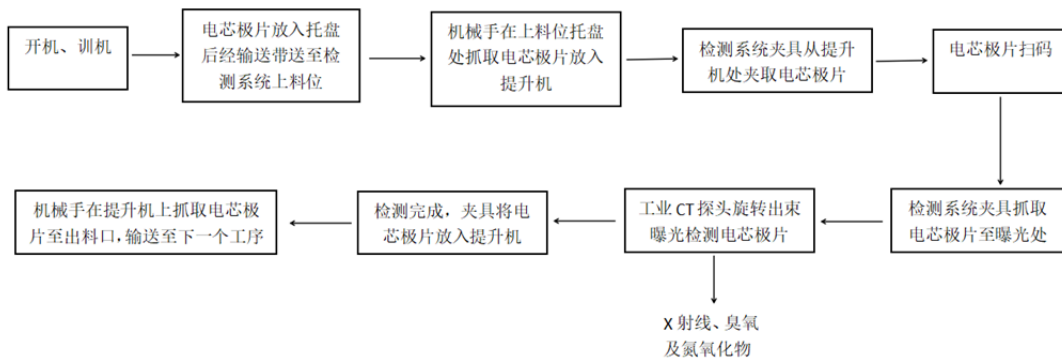


图 9-4 在线 CT 检测工艺流程

2.2 离线 CT 检测工艺流程

离线 CT 检测工艺流程，见图 9-5。

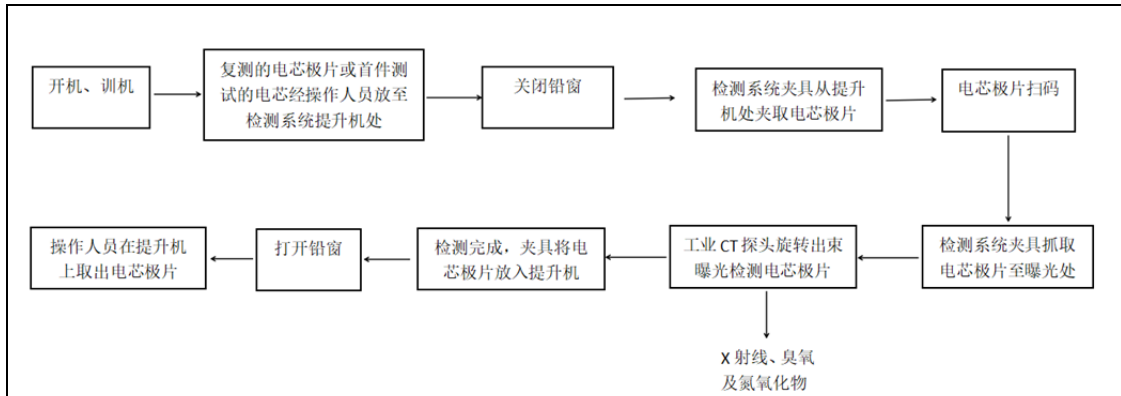


图 9-5 离线 CT 检测工艺流程

由图 9-4 和图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物为 X 射线源出束检测过程中产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物及噪声。设备采用数字成像技术，不存在使用定、显影液和胶片的情况，所以不产生危险废物。

3、本项目人流、物流路径

(1) 在线CT检测项目人流路径、物流路径

人流路径：操作人员在铅房外操作区查看检测作业。

物流路径：本项目2套工业CT检测设备固定摆放铅房2和铅房3内，待测电芯极片由输送带传送至进料电芯极片托盘上，再转移至提升机由机械手抓取电芯极片至检测系统定位夹上进行检测，检测完毕后开启出料口由出料口输送至物料输送带上，进入下一工序。

在线CT检测项目人流路径及物流路径见图9-6。



图 9-6 在线 CT 检测项目人流、物流路径示意图

(2) 离线 CT 检测项目人流路径、物流路径

人流路径：操作人员在铅房外操作台位置处完成检测作业。

物流路径：本项目1套工业CT检测设备固定摆放铅房1内，待测电芯极片运输至铅房1出操作台，由操作人员将电芯极片放入进出料电芯极片托盘上，再转移至提升机由机械手抓取电芯极片至检测系统定位夹上关闭进出料口进行检测，检测完毕后开启进出料口由进出料口输送至电芯极片托盘上，进入下一工序。离线CT检测项目人流路径及物流路径见图9-7。

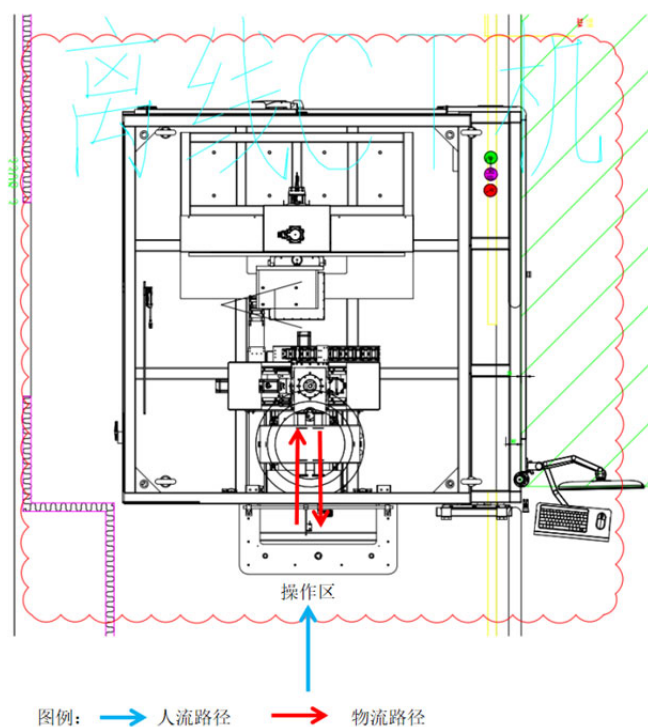


图 9-7 离线 CT 检测项目人流、物流路径示意图

4、工况分析及探伤对象

(1) 工况分析

本项目 3 套工业 CT 检测设备（2 套在线工业 CT 型号：DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03，1 套离线工业 CT 型号：DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03）是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 X 射线 CT 扫描检测系统，根据设备厂家提供的设备技术方案资料，本项目射线装置主要技术指标见表 9-1。

表 9-1 本项目工业 CT 检测设备主要技术指标一览表

设备型号	DY-BEV-ZXCT-17-C05-S03	DY-BEV-OHLXCT-1-C05-S03
设备数量	2 套	1 套

设备名称	工业 CT 检测设备	工业 CT 检测设备
射线源数量	4 台/套	1 台/套
用途	无损检测	无损检测
功率	75KW/台	75KW/台
X 射线管	采用一体射线源，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA	采用一体射线源，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA
照射类型	周向照射	周向照射
移动机械手行程范围 (mm)	1) 水平方向采用直线模组移栽机械手移送电芯； 2) 垂直方向采用 Z 轴丝杆模组驱动，Z 轴根据节拍安全系数要求 $S \geq 2$ ； 3) 重复定位精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ； 4) 机械手增加外置加油回路，防止内部物品掉落； 5) Z 轴拖链优先选用无尘拖链；	1) 水平方向采用直线模组移栽机械手移送电芯； 2) 垂直方向采用 Z 轴丝杆模组驱动，Z 轴根据节拍安全系数要求 $S \geq 2$ ； 3) 重复定位精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ； 4) 机械手增加外置加油回路，防止内部物品掉落； 5) Z 轴拖链优先选用无尘拖链；
X 射线辐射角度	43°	43°
射线源与探测器距离	500mm	500mm
主束方向	上侧、下侧、东南侧、西北侧	上侧、下侧、东北侧、西南侧

(2) 探伤工件及工况分析

本项目铅房 2 和铅房 3 内的 X 射线工业 CT 用于多层叠片型动力电芯的检测判断，电芯是否缺层、多层、极片损伤，检测工件电芯最大尺寸为：484.5mm 高×169.5mm 宽×24.78mm 厚；年约共检测 14002560 件。本项目铅房 1 内 X 射线工业 CT 用于首件测试和对铅房 2 和 3 内经 X 射线工业 CT 检测的多层叠片型动力电芯的抽样复测，年最大检测数量约为年检测总数量的 2%，即 280051 件。

铅房 2 和 3 内的 X 射线工业 CT 检测方式采用工件平移、旋转立式扫描，按 8 台工业 CT 均摊检测电芯叠片。工业 CT 单次扫描 2 件电芯叠片，单次扫描时间约 25s，单台工业 CT 年总扫描出束时间为 6077.5h。此外，根据厂家提供资料，设备每天开机使用时需先进行训机，训机时间约 20 分钟/天，年工作 312 天，则年训机时间约 104h。综上，铅房 2 和 3 内单台工业 CT 检测设备总出束时间 6181.5h/年。

铅房 1 内 X 射线工业 CT 单次可检测 1 件电芯叠片，单次扫描时间约 60s，单台年约检测 280051 件，该台工业 CT 年总扫描出束时间为 4667.5h，再加年训机时间约 104h，综上，铅房 1 内该台工业 CT 检测设备总出束时间 4771.5h/

年。

污染源项描述

一、电离辐射

由工业 CT 设备工作原理可知设备只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，故 X 射线实时成像装置在开机期间，X 射线是本项目主要污染物。本项目 X 射线实时成像装置所产生的 X 射线最高管电压为 150kV，不开机时不产生辐射。

二、废气

本项目工业CT检测设备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

本项目运营期废水主要为工作人员的生活污水，依托厂区内已建的生活污水预处理池处理后进入园区污水处理厂，最后经园区废水总排口排入灵江污水处理厂处理。

四、固体废物

本项目采用数字成像技术，利用X射线穿过被检测工件投射到平板探测器上成像，不使用定、显影液和胶片，不产生危险废物。

本项目固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

五、噪声

本项目噪声源主要有工业 CT 和通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，源强低于 65dB(A)，且所有设备均处于厂房内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对生产车间外界噪声的贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、平面布局及辐射工作场所两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目在线 CT 检测设备拟安装于电芯车间三铅房 2、铅房 3 内，铅房 2 位于车间 23 跨处，铅房 3 位于 24 跨处，两铅房相距约 2m，因此将铅房 2 和铅房 3 距离设备屏蔽铅房实体边界中心 50 米的包络线范围，作为铅房 2 和铅房 3 的评价范围，50m 评价范围内场所布局情况如下所示：

距离南侧约 3.5~13m 为极耳超声波预焊工区，10m 处为除尘机房，18m 外为卷绕区，31~63m 为入壳区；距离东侧约 5~13m 为极耳翻折检测工区，16~149m 为叠片区；东北侧外 6~14m 为品质间，15m 外为车间外厂区道路；北侧为配电室；距离西北侧约 3.2~10m 为拟建 III 类射线装置 X-ray 机房，10~35m 为极耳超声波终焊+连接片焊接+包膜工区，35~47m 为入壳机工区；距离西南侧约 4~30m 为顶盖焊接工区，31~60m 为化成工区；距离西侧 13~62m 为真空烘烤工区；铅房中部人流通道设置在线 CT 辐射工作人员操作区，距离铅房实体边界约 0~1.2m。

本项目离线 CT 检测设备拟安装于电芯车间三铅房 1 内，铅房 1 位于车间 17-18 跨处，距离设备屏蔽铅房 1 实体边界中心 50 米范围，作为铅房 1 的评价范围；距离西南侧约 1~24m 为卷绕区，24~54m 为极耳超声波焊接工区；距离西侧 29~60m 为连接片焊接工区，31~58m 为入壳区，40~85m 为化成工区；距离西北侧 20m 处为除尘机房，29~58m 为顶盖焊接工区；距离东南侧约 0~1.2m 为离线 CT 辐射工作人员操作区，5m 外为极片运输通道；距离东北侧约 1.5~28m 为叠片区，42m 外为车间外厂区道路；距离西北侧约 0.9m 为生产辅助房；距离北侧 24~36m 为极耳超声波预焊工区，30~41m 为极耳翻折检测工区。

电芯车间三为一层建筑，上方为厂房屋顶。

合理性分析：工业 CT 检测设备包含设备铅房和操作台等，工作时主射线方向不朝向操作台方向照射，工业 CT 检测设备布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置及操作位应避免开有用

线束照射方向的要求，铅房内布局设计合理。

通过本项目外环境分析结合现场勘察可知，铅房 2 和 3 位于电芯车间三东北侧，为车间一角落处，该角落有实体墙作为屏蔽，该区域不属于作业密集区。同时所处位置为电芯极片生产加工出料处，便于电芯极片的质量检测。铅房 1 位于电芯车间三中部，所处位置除相关就近区域工作人员经过，其他公众进入此区域的概率较小。铅房 1 工业 CT 用于铅房 2 和铅房 3 工业 CT 检测后的电芯极片的抽样复测。另外，铅房 1 需对电芯极片进行首件测试，因此铅房 1 应位于生产电芯极片的初始工艺处理，所检测的电芯极片经焊接、线包、除尘、氦检、卷制等加工工艺处理后运输至铅房 1。铅房 1 选择位置主要参照生产工艺布局要求，同时兼顾了选取了人员非密集区。

综上，铅房 1、铅房 2 和铅房 3 设备铅房的平面布置既能满足生产工艺要求和工件检测的需要，又便于进行分区和辐射防护管理，从辐射安全防护的角度分析，本项目平面布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

(1) 分区原则

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。

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。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。

(2) 控制区和监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。拟将设备铅房实体区域划为控制区，将铅房内铅房实体以外的区域划为监督区。本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1、两区划分示意图见下图 10-1 和图 10-2。

表10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	控制区	监督区
两区划分范围	工业 CT 检测设备铅房实体区域为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入	在线 CT 铅房、离线 CT 铅房外操作区、铅房之间相邻区划为监督区；在线 CT 输送带进出料处划为监督区。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，X 射线实时成像装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c) 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。	监督区为辐射工作人员操作设备时的工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。
辐射防护措施	设备工件进出门外粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	铅房门设置安全锁，由辐射工作人员保管，在铅房门外粘贴监督区标牌。

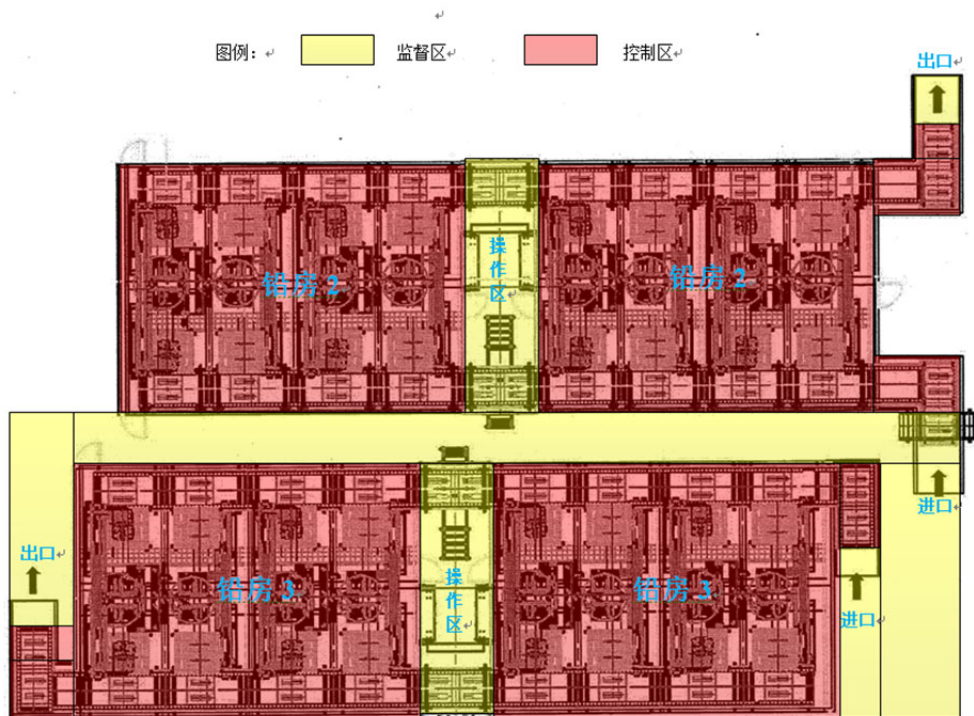


图 10-1 本项目铅房 2 和铅房 3 两区划分示意图

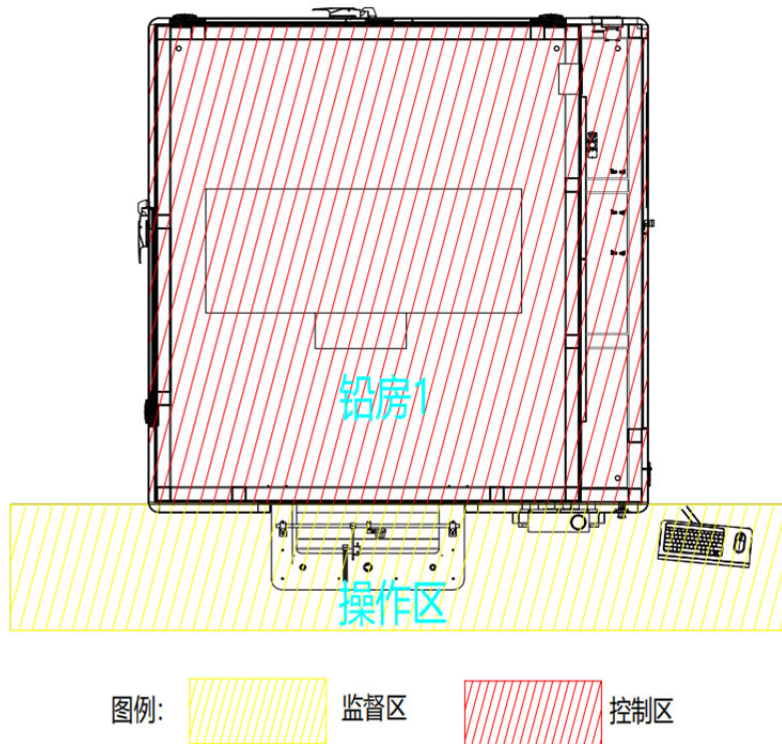


图 10-2 本项目铅房 1 两区划分示意图

3、控制区防护手段及安全措施

- ①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；
- ②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③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；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

4、监督区防护手段与安全措施

- ①在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警告标志；
- ②人员离开时，设备铅房控制面板上的 X 射线钥匙开关上锁，钥匙由专人保管，防止其他人员误操作。
- ③定期检查该区域的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

1、工业 CT 检测设备辐射防护屏蔽设计分析

本项目设备防护系统铅房采用铅-钢结构，铅房1的屏蔽防护系统设计见下

表10-2。铅房2和3的屏蔽防护系统设计见下表10-3。

表10-2 铅房1实体防护设施一览表

名称		防护设施
铅房屏蔽体	上侧、下侧、东北侧、西南侧（主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
	东南侧、西北侧（非主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
铅防护门		2个手动铅门，侧、后墙各1个。后防护门宽1600mm，高1760mm；侧防护门宽1802mm，高2060mm，四边搭接80mm，防护层铅当量为8mmPb，防护结构采用8mm铅板+4mm钢板。铅防护门具备门机连锁功能。
通排风孔（铅房上方）		1个通排风孔，采用排风扇进行通风换气，通风口上设有8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。
走线口（铅房下方）		1个走线口，均采用8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。

表10-2 铅房2和3的屏蔽防护系统设计一览表

名称		防护设施
铅房屏蔽体	上侧、下侧、东南侧、西北侧（主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
	西南侧、东北侧（非主射方向）	8mm铅板+4mm钢板
铅防护门		采用手动铅门，左右各10个，门体尺寸：1700mm高×1202mm宽。四边搭接48mm，防护层铅当量为8mmPb，防护结构采用8mm铅板+4mm钢板。铅防护门具备门机连锁功能。
通排风孔（铅房上方）		采用排风扇进行通风换气，共16个，每个通风口上都设有8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。
走线口（铅房下方）		共38个走线口，均采用8mm铅板+4mm钢板防护罩防护。
铅挡板		在进出料口处分别设置1个8mmPb的迷宫耳房；同时在两工业CT之间各设置1块8mmPb的铅挡板，用于遮挡散射线。

2、设备系统固有安全性分析

本项目设备购置与正规厂家，满足质检要求，机头泄漏辐射满足国家《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。设备自带安全性如下：

①钥匙控制：钥匙控制开关：铅房正面控制面板上自带有 X 射线辐射钥匙开关及运行方式选择钥匙开关，当 X 射线辐射钥匙挡位在“ON”时射线才被允许打开，该串钥匙由设备操作人员携带保管，换班、检修时检查钥匙交接情况，防止非工作人员误操作设备。

②开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该检测设备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。

③延时启动功能：按下高压按钮启动曝光后，在产生X射线之前，在延时阶段，会听到“嘀---嘀”警报声，这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

④铅门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示，并且警示灯串连在安全回路里，如警示灯故障，射线不能启动。

⑤该工业CT检测设备采用双门锁开关，只有防护门完全关闭后，射线才被允许打开。

⑥铅房内部、铅房外控制面板及操作台各设置有紧急停机按钮，紧急情况下可随时切断射线。

⑦本项目铅房自带工作状态指示灯、声光报警装置、门机联锁、门灯联锁和紧急止动装置，能有效保护检测人员，降低辐射风险。

⑧过失电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

⑨过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

⑩本项目工业CT检测设备铅房拟安装位置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、设备辐射安全装置

本项目工业CT检测设备出厂时已设置有辐射安全装置，其中设备X射线源与铅防护门实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，在设备屏蔽铅房上粘贴有中文标识的电离辐射警告标志，并在铅房内安装有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。

铅房 2 和铅房 3 辐射安全装置如下：

①门机联锁：铅房2和铅房3各有24扇双开门，每扇双开门上设置有1个门机联锁；因此铅房2和铅房3各有24套门机联锁。铅门开启时系统将自动终止X射线

出束，如关门不到位，则高压电源也不能正常启动。

②**工作状态指示灯（门灯联锁）**：铅房2和铅房3各有24扇双开门，每扇双开门上设置有1个工作状态指示灯；铅房前后两侧墙体上各有3个工作状态指示灯，因此铅房2和铅房3各有30个工作状态指示灯。当铅门关闭，预备阶段时，指示灯带亮黄光，可安全开启射线机；当射线出束检测时，指示灯带亮红光，此时铅门不能被打开，防止检测作业期间人员误入发生辐射事故；当停止出束结束作业时，指示灯带亮绿光；当指示灯故障时，X射线将无法出束。

③**声光报警器（警示灯）**：在铅房2和铅房3铅房上方各设置有24个声光报警器；在铅房前后两侧墙体上各有3个声光报警器，铅房2和铅房3内各有30个声光报警器。在设备开机出束时，声光报警装置启动，发出红色警示灯光，提醒人员勿靠近。

④**带中文标识的紧急停机装置**：在铅房2和铅房3内屏蔽墙以及铅房外控制面板上均安装有急停按钮，铅房2和铅房3两侧墙体外各有24个紧急停机装置；每扇铅房内设置1个紧急停机装置；铅房前侧有3个紧急停机装置、后侧有2个紧急停机装置。因此铅房2和铅房3各有53个紧急停机装置。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，此时防护门可手动打开。

⑤**视频监控系统**：铅房2和铅房3内分别在顶部安装有4个红外高清摄像头，保证了视频探头对铅房内进行全覆盖，视频图像可连接到铅房控制面板旁边的摄像机视图屏幕上以及操作台工作人员电脑屏幕上方，以便于工作人员在操作台作业或铅房四周巡视时针对铅房内部工件检测运动情况的实时监控。

⑥**固定式辐射报警仪**：建设单位拟在铅房2和铅房3操作区铅房墙壁外部上方分别设置1台固定式辐射检测仪探头，剂量报警仪主机（带剂量显示功能）安装在操作台电脑旁边，只要铅房屏蔽体外30cm处的剂量超过预设的剂量阈值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，就会报警。

⑦**铅挡板**：铅房3和铅房2在进出料口处分别设置1个8mmPb的迷宫耳房；同时在两工业CT之间各设置1块8mmPb的铅挡板，用于遮挡散射线。

铅房1辐射安全装置如下：

①**门机联锁**：铅房1有2扇防护门，每个防护门上设置2个门机联锁；铅门开启时系统将自动终止X射线出束，如关门不到位，则高压电源也不能正常启动。

②**工作状态指示灯（门灯联锁）**：铅房1上方设置1个工作状态指示灯。当铅门关闭，预备阶段时，指示灯带亮黄光，可安全开启射线机；当射线出束检测时，指示灯带亮红光，此时铅门不能被打开，防止检测作业期间人员误入发生辐射事故；当停止出束结束作业时，指示灯带亮绿光；当指示灯故障时，X射线将无法出束。

③**声光报警器（警示灯）**：铅房1上方设置设置1个声光报警器。在设备开机出束时，声光报警装置启动，发出红色警示灯光，提醒人员勿靠近。

④**带中文标识的紧急停机装置**：在铅房1两扇门上各设置1个紧急停机装置；在操作人员操作区设置1个紧急停机装置，共有3个紧急停机装置。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，此时防护门可手动打开。

⑤**视频监控系统**：铅房1内在顶部安装有3个红外高清摄像头，保证了视频探头对铅房内进行全面覆盖，视频图像可连接到铅房控制面板旁边的摄像机视图屏幕上以及操作台工作人员电脑屏幕上方，以便于工作人员在操作台作业或铅房四周巡视时针对铅房内部工件检测运动情况的实时监控。

⑥**固定式辐射报警仪**：拟在铅房1操作区右侧铅房上方设置1台固定式辐射检测仪探头，剂量报警仪主机（带剂量显示功能）安装在操作台电脑旁边，只要铅房屏蔽体外30cm处的剂量超过预设的剂量阈值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，就会报警。

其他辐射安全防护设置：

⑦**警告标志**：在铅房防护门外及左右两侧醒目位置处均张贴有“当心电离辐射”警告标志，电离辐射警告标志如图10-3所示。



图10-3 电离辐射警告标志

⑧**铅房固有安全性：**防护系统采用一体式全封闭铅房设计，采用钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接而成的框架，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。

⑨公司应每月对设备安全联锁装置、急停装置、工作状态显示、声光报警装置、监控系统等辐射安全设施设备进行检查，发现问题及时处理，确保系统有效运行。本项目工业 CT 辐射安全措施布置示意图见附图 7，安全联锁关系示意图见下图 10-4 所示。

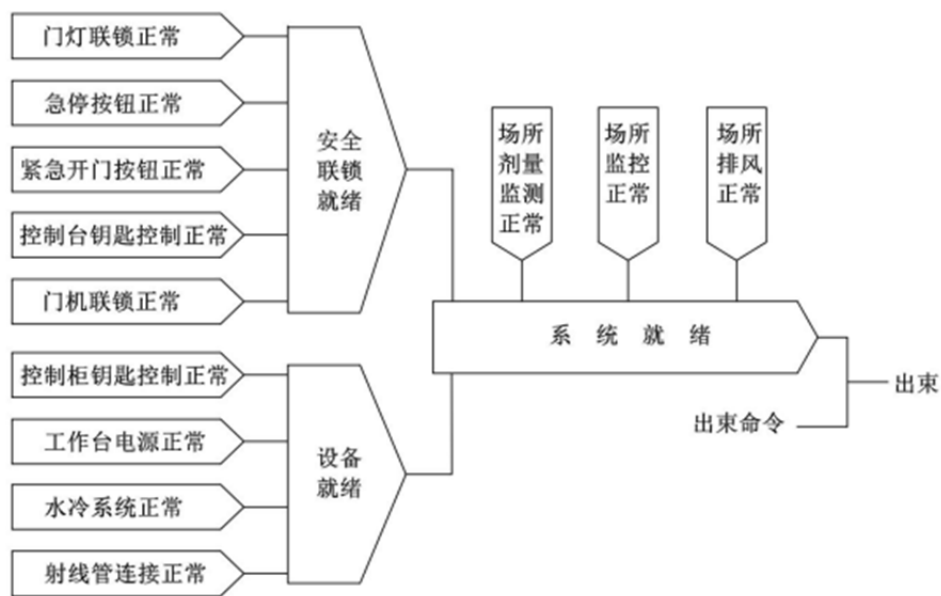


图 10-4 设备安全联锁关系示意图

4、人员的防护与安全措施

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。

现场检测作业时，为控制辐射对人体（主要是设备操作人员）的照射，综合采取源项控制、时间防护和距离防护措施。

①屏蔽防护

本项目工业 CT 出厂时设计有一体式铅钢结构全封闭铅房，X 射线泄漏率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；检测时通过有效实体防护对射线进行屏蔽，使现场操作人员受照剂量最小。

②时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用工业CT进行产品检测之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的检测程序，选择合理可行尽量低的射线照射参数及扫描模式，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。

③距离防护

检测作业区域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，禁止非相关人员的进入，职业工作人员在进行日常工作尽量不要在控制区边界内停留，以减少不必要的照射。监督区为工作人员操作设备的工作场所，非相关人员禁止进入，避免误开机导致设备射线出束。

三、辐射安全防护设施对照分析

为分析本项目工业CT辐射防护性能，将本项目设备主要技术参数列表分析，并与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的技术要求进行对照，具体情况见表10-3。

表10-3 工业CT检测设备辐射安全防护设施对照分析表

《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	工业CT设计方案	符合情况
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目X射线源沿行程轴上下运动时保证X射线主射束一直投向铅房上下左右，操作台设置在铅房外前面，位于非主射方向。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	拟将设备铅房实体内划为控制区，将铅房除屏蔽体铅房实体以外的区域划为监督区。	符合
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足： a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/h/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/h/周； b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。	经环评预测，本项目工业CT屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平均小于 2.5 μ Sv/h。	符合
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。	铅防护门设置联锁装置，用于将铅门与X射线源进行联锁控制，铅门未关闭到位，X射线源不能启动工作；在工业CT出束扫描时，如果铅门被误操作打开，X射线源将立即切断高压。	符合
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示	铅门上方均设置设置有工作状态指示灯带，并与防护门及射线机联锁；预备阶段	符合

灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。	时，指示灯带亮黄光、射线出束检测时，指示灯带亮红光、停止出束结束作业时，指示灯带亮绿光；当指示灯故障时，X射线将无法出束。	
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	设备铅房内顶部自带有3个高清摄像机，图像连接到控制面板旁边的摄像机视图屏幕上和操作台电脑屏幕，操作人员可实时监控观看。	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	辐射防护铅房外醒目位置处粘贴有警告标识。	符合
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	铅房1安装有紧急停机按钮3个；铅房2、铅房3各安装有紧急停机按钮29个，紧急情况下可随时切断射线。	符合
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	铅房内配置有排风扇机械排风，排风量为990m ³ /h，每小时有效通风换气次数远大于3次。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟在铅房2和铅房3操作区铅房墙壁外部上方、铅房1操作区右侧铅房上方位置分别安装1台固定式辐射检测仪探头，剂量报警仪主机（带剂量显示功能）安装在操作台电脑旁边，只要铅房屏蔽体外30cm处的剂量超过预设的剂量阈值2.5 μ Sv/h，就会报警。	配置后符合

四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，单位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

环保设施		投资金额（万元）	备注
铅房 2 工业 CT 检测设备辐射安全设施	X 射线防护系统（铅房 1 个）	/	设备自带
	手动铅门 24 个（每个门宽 1202mm，门高 1700mm）		
	紧急停机按钮 53 个（每个铅门外两侧各 1 个，铅门内侧 1 个、铅房前侧有 3 个紧急停机装置、后侧有 2 个紧急停机装置）		
	工作状态指示灯 30 个（门灯联锁）		
	门机联锁装置 24 套		
	视频监控系统 1 套（4 个摄像头）		
	声光报警装置 30 套（每个铅门上方个 1 套，铅房前后两侧各 3 套）		

	通风系统1套,共8个排风扇,每个排风量990m ³ /h; 排风口用8mm铅当量铅罩防护		
	走线口38个,两侧各16个,前后各3个;走线口 用8mm铅当量铅罩防护		
铅房3工业CT检测设备辐射安全设施	X射线防护系统(铅房1个)	/	设备自带
	手动铅门24个(每个门宽1202mm,门高1700mm)		
	紧急停机按钮53个(每个铅门外两侧各1个,铅 门内侧1个、铅房前侧有3个紧急停机装置、后侧 有2个紧急停机装置)		
	工作状态指示灯30个(门灯联锁)		
	门机联锁装置24套		
	视频监控系统1套(4个摄像头)		
	声光报警装置30套(每个铅门上方个1套,铅房 前后两侧各3套)		
	通风系统1套,共8个排风扇,每个排风量990m ³ /h; 排风口用8mm铅当量铅罩防护		
走线口38个,两侧各16个,前后各3个;走线口 用8mm铅当量铅罩防护			
铅房1工业CT检测设备辐射安全设施	X射线防护系统(铅房1个)	/	设备自带
	手动侧开铅门1个,手动双开门一个(侧门宽 1802mm,门高2060mm;后门宽1600mm,门高 1760mm)		
	紧急停机按钮3个 (每个铅门各1个,操作台1个)		
	工作状态指示灯2个(门灯联锁)		
	门机联锁装置2套		
	视频监控系统1套(3个摄像头)		
	声光报警装置3套 (侧开铅门上1套、双开铅门上方2套)		
	通风系统1套,共2个排风扇,每个排风量990m ³ /h; 排风口用8mm铅当量铅罩防护		
走线口1个,走线口用8mm铅当量铅罩防护			
监测仪器	便携式辐射监测仪1台	1.5	新增
	个人剂量报警仪6个	1.0	新增
	固定式辐射报警仪3台	1.5	新增
防护用品	个人剂量计6套	0.1	新增
其他	辐射工作人员培训及考核	1.0	新增
	应急及救助的资金、物资准备	1.0	新增
	灭火器材1套	0.5	新增
合计		6.5	/
<p>本项目总投资2500万元,环保投资6.5万元,占总投资的0.26%。今后建设单位在项目实践中,应根据国家发布的法规内容,结合单位实际情况对环保</p>			

设施做补充，使之更能满足实际需要。建设单位应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、废气

本项目工业 CT 检测设备在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，铅房 1 顶上设有 1 个通风口，迷宫式防护，配置有排风扇机械排风，其中每个排风扇的排风量为 $990\text{m}^3/\text{h}$ ，铅房 1 体积约 13m^3 ，则铅房 1 每小时有效通风换气次数为 76.8 次，远大于 3 次。铅房 2 和铅房 3 顶上设有 8 个通风口，迷宫式防护，配置有排风扇机械排风，其中每个排风扇的排风量为 $990\text{m}^3/\text{h}$ ，铅房 2 和铅房 3 体积约 351m^3 ，则铅房 2 和铅房 3 每小时有效通风换气次数为 22.6 次，远大于 3 次。铅房通风孔处设置有铅钢防护罩（8mm 铅板+4mm 钢板），运营期臭氧由工业 CT 自带的机械排风系统经铅房排气扇排出，不会对周围大气环境造成影响。

二、固体废物

本项目运营期不使用胶片，因此无废胶片产生；固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

三、废水

本项目运营期废水主要为工作人员的生活污水，依托厂区内已建的生活污水预处理池处理后进入园区污水处理厂，最后经园区废水总排口排入灵江污水处理厂处理。

四、噪声

本项目噪声源主要有工业 CT 及通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，源强低于 $65\text{dB}(\text{A})$ ，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对生产车间外界噪声的贡献很小，项目对所在区域声环境影响很小。

五、危险废物

本项目采用数字成像技术，利用X射线穿过被检测工件投射到平板探测器上成像，不使用定、显影液和胶片，不产生危险废物。

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”。

本项目使用的工业 CT 在进行报废处理时，应将设备的 X 射线管进行拆解并破碎处理，同时将设备电源线绞断，使 X 射线管不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。在射线装置报废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

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

本项目施工期主要工序是铅房安装装修和设备安装调试。本项目施工简单，施工期短，施工产生的生活污水、扬尘、噪声、固体废物等污染物对周围环境影响较小。

①扬尘：铅房安装装修期间将会产生少量扬尘、固体废物、噪声及生活污水，本项目工程量小，施工期间产生的扬尘通过封闭施工管理可对其进行控制；

②废水：施工人员产生的生活污水直接通过现有管网进入厂区预处理池处理后，排入灵江污水处理厂处理；

③噪声：铅房安装装修噪声通过墙体隔声、距离衰减对环境影响较小；

④固废：铅房安装装修产生的固体废物可回收处理部分由建设单位回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，交由环卫部门收运处置。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目工业CT检测设备出厂前已由设备厂家完成了设计制造，建设单位不进行设备的安装及调试；在设备厂家安装调试阶段，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告标志，禁止无关人员靠近。由于工业CT调试在屏蔽体铅房内进行，经过铅房墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备搬运安装后，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。安装结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、X射线源与保护目标的距离

本项目工业CT射线源的最大管电压为150kV，最大管电流为0.5mA，出束类型为周向（主射束朝铅房上下左右），X射线管可360°旋转，辐射角为43°。

（1）铅房3 X射线源与各保护目标的距离

铅房2、3 X射线源与各保护目标的距离图见图11-1~11-3所示。

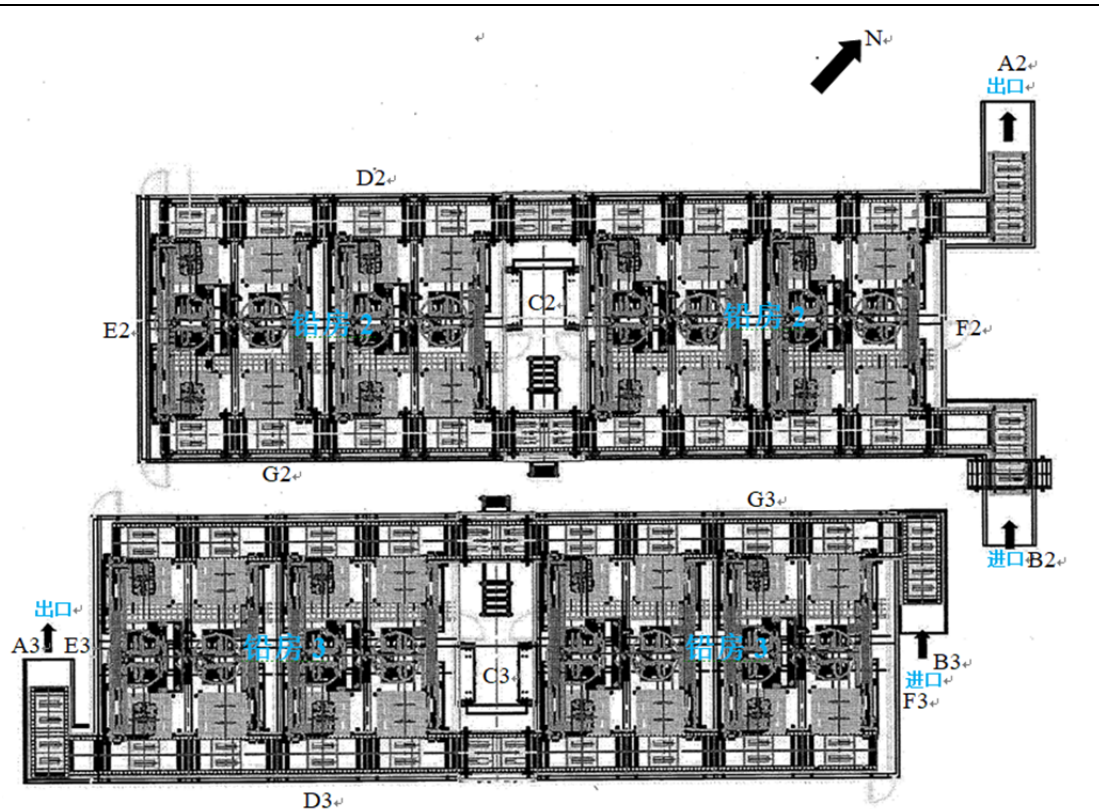


图 11-1 铅房 2、3 射线源与四周墙体外 30cm 的距离示意图（一）

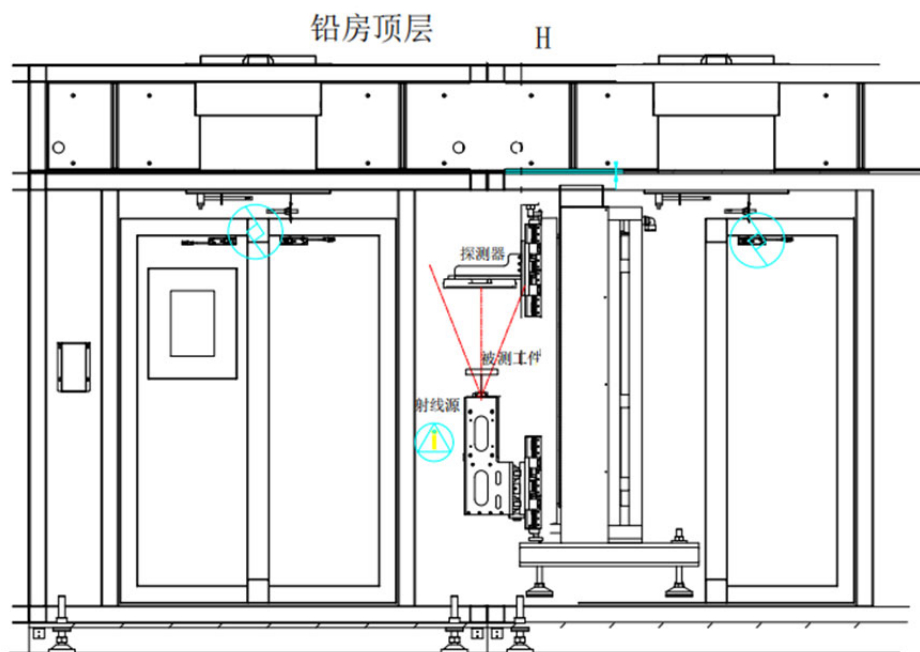


图 11-2 铅房 3、铅房 2 射线源与铅房顶层外 30cm 的距离示意图（二）

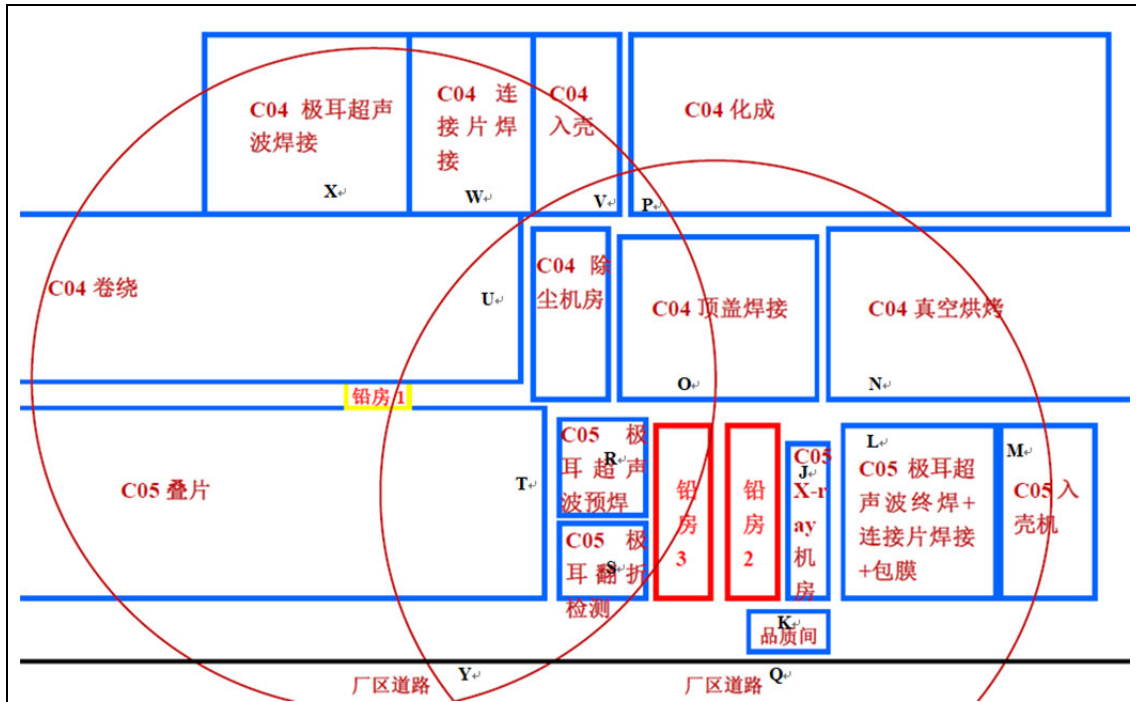


图 11-3 铅房 1、2、3 射线源与铅房外保护目标的距离示意图（三）

本项目铅房选取保护目标的合理性分析

铅房 2 与铅房 3 距离 2m，铅房 2 内的工业 CT 曝光时，X 射线经铅房 2 自身屏蔽后，还同时受铅房 3 以及拟建 X-ray 机房的屏蔽阻隔，故本项目针对铅房 2 内工业 CT 曝光时，对 J、R、S、T、L、M 处的辐射影响可忽略不计。同理铅房 3 内的工业 CT 曝光时，J、L、M 处受到的辐射影响可忽略不计。

铅房 1 与铅房 3 距离 40m，铅房 1 内的工业 CT 曝光时，X 射线经铅房 1 自身屏蔽后，还同时受铅房 2、3 的屏蔽阻隔，故本项目针对铅房 1 内工业 CT 曝光时，对铅房 2、3 处的辐射影响可忽略不计。同理铅房 2、3 内的工业 CT 曝光时，铅房 1 处受到的辐射影响可忽略不计。

表 11-1 铅房 2 保护目标参数一览表

序号	关注点	受照方式	X 射线源位置	与 X 射线源的距离 (m)	照射类型
A2	出料口	散射	铅房 2 工业 CT	/	职业
B2	进料口	散射	铅房 2 工业 CT	/	职业
C2	操作位	漏射	铅房 2 工业 CT	2.2	职业
C3	操作位	主射束	铅房 2 工业 CT	8.7	职业
D2	西北侧墙体外 30cm 处	主射束	铅房 2 工业 CT	3.36	公众

E2	西南侧墙体外 30cm 处	漏射	铅房 2 工业 CT	2.45	公众
F2	东北侧墙体外 30cm 处	漏射	铅房 2 工业 CT	2.45	公众
G2	铅房 2、3 中部过 道处	主射束	铅房 2 工业 CT	3.14	职业
H2	顶层墙体外 30cm 处	主射束	铅房 2 工业 CT	1.68	公众
K	品质间工作人员	漏射、散射	铅房 2 工业 CT	6	公众
N	C04 真空烘烤工 区工作人员	漏射	铅房 2 工业 CT	13	公众
O	C04 顶盖焊接工 区工作人员	漏射	铅房 2 工业 CT	4	公众
P	C04 化成工区工 作人员	漏射	铅房 2 工业 CT	31	公众
U	C04 卷绕区工作 人员	漏射	铅房 2 工业 CT	22	公众
V	C04 入壳区工作 人员	漏射	铅房 2 工业 CT	34	公众
Q	厂区道路行人	漏射、散射	铅房 2 工业 CT	15	公众
Y	厂区道路行人	漏射、散射	铅房 2 工业 CT	45	公众

表 11-2 铅房 3 保护目标参数一览表

序号	关注点	受照方式	X 射线源位置	与 X 射线源的 距离 (m)	照射类型
A3	出料口	散射	铅房 3 工业 CT	/	职业
B3	进料口	散射	铅房 3 工业 CT	/	职业
C3	操作位	漏射	铅房 3 工业 CT	3.38	职业
C2	操作位	主射束	铅房 3 工业 CT	8.7	职业
D3	东南侧墙体外 30cm 处	主射束	铅房 3 工业 CT	3.36	公众
E3	西南侧墙体外 30cm 处	漏射	铅房 3 工业 CT	2.45	职业
F3	东北侧墙体外 30cm 处	漏射	铅房 3 工业 CT	2.45	职业
G3	铅房 2、3 中部过 道处	主射束	铅房 3 工业 CT	3.14	职业
H3	顶层墙体外 30cm 处	主射束	铅房 3 工业 CT	1.68	公众
R	C05 极耳超声波	主射束	铅房 3 工业 CT	3.5	公众

	预焊工区工作人员				
S	C05 极耳翻折检测工区工作人员	主射束、散射	铅房3工业CT	5	公众
T	C05 叠片区工作人员	主射束、散射	铅房3工业CT	16	公众
U	C04 卷绕区工作人员	漏射	铅房3工业CT	18	公众
V	C04 入壳区工作人员	漏射	铅房3工业CT	31	公众
P	C04 化成工区工作人员	漏射	铅房3工业CT	31	公众
O	C04 顶盖焊接工区工作人员	漏射、散射	铅房3工业CT	4	公众
N	C04 真空烘烤工区工作人员	漏射、散射	铅房3工业CT	16	公众
K	品质间工作人员	漏射	铅房3工业CT	8	公众
Q	厂区道路行人	漏射	铅房3工业CT	15	公众
Y	厂区道路行人	漏射、散射	铅房3工业CT	35	公众

(2) 铅房 1 X 射线源与各保护目标的距离

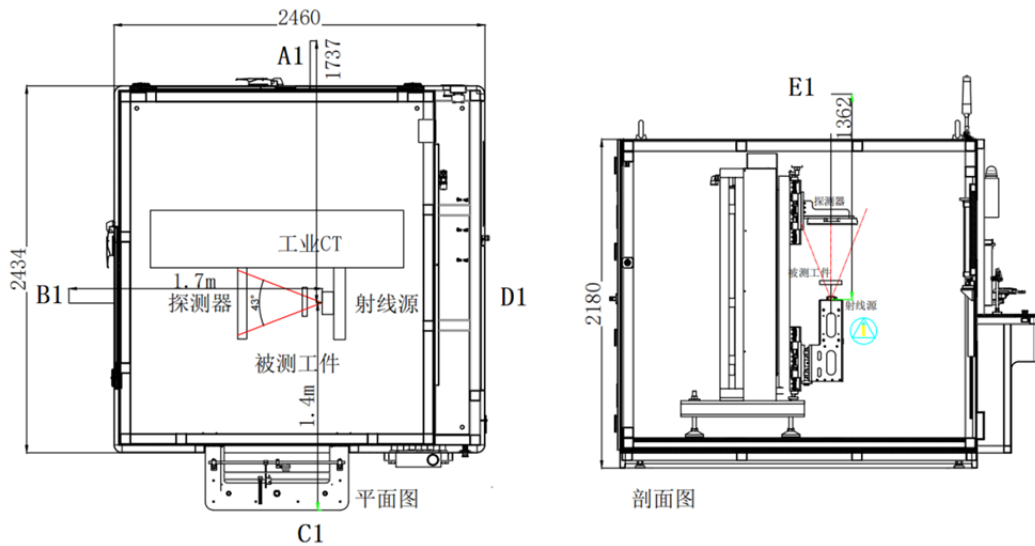


图 11-4 铅房 1 射线源与铅房 1 外保护目标的距离示意图（一）

表 11-3 铅房 1 保护目标参数一览表

序号	关注点	受照方式	X 射线源位置	与 X 射线源的距离 (m)	照射类型
C1	操作位	漏射	铅房 1	1.4	职业
B1	西南侧外过道行	主射束	铅房 1	1.7	公众

	人				
A1	西北侧墙体外 30cm 处	漏射	铅房 1	1.74	公众
D1	东北侧墙体外 30cm 处	主射束	铅房 1	1.7	公众
E1	顶层墙体外 30cm 处	主射束	铅房 1	1.36	公众
U	C04 卷绕区工作 人员	主射束	铅房 1	3.5	公众
T	C05 叠片区工作 人员	主射束	铅房 1	4.3	公众
W	C04 连接片焊接 工区工作人员	主射束	铅房 1	30	公众
Y	厂区道路行人	主射束	铅房 1	43	公众
X	C04 极耳超声波 焊接工区工作人 员	主射束	铅房 1	25	公众
V	C04 入壳区工作 人员	漏射	铅房 1	32	公众
P	C04 化成工区工 作人员	漏射	铅房 1	41	公众
O	C04 顶盖焊接工 区工作人员	漏射	铅房 1	30	公众
R	C05 极耳超声波 预焊工区工作人 员	漏射	铅房 1	25	公众
S	C05 极耳翻折检 测工区工作人员	漏射	铅房 1	31	公众

二、运行阶段辐射环境影响分析

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,主要为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。

本项目设备屏蔽铅房四周及顶部、底部、防护门均采用铅钢防护结构屏蔽,运行阶段 X 射线朝向铅房上下左右侧照射,对周围辐射影响主要考虑主射辐射、泄漏辐射及散射辐射的综合影响。

1、铅房外剂量率预测分析

1.1 预测点选取

预测点选取参照表 11-1~11-3。

1.2 剂量率参考水平

本项目工业CT铅房外周围剂量率控制水平参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)标准要求:屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。

1.3 关注点剂量率估算

1.3.1有用线束屏蔽体外剂量估算

本项目工业 CT 最大管电压为 150kV, 过滤片采用 1mmAL, 由于在《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 图 B.1 X 射线穿过铅的透射曲线图中查不到对应 150kV 在给定铅屏蔽厚度 8mm 所对应的透射因子取值, 因此, 采用 GBZ/T250-2014 标准中公式计算得出有用线束屏蔽透射因子; 由公式 11-1~11-2 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_l}{R^2} \dots\dots\dots (式 11-1)$$

$$B_l = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (式 11-2)$$

式中:

B_l—有用线束屏蔽透射因子;

X—屏蔽物质厚度; 主射方向为8mm铅板防护。

TVL—依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B.2, 150kV 时铅的什值层厚度为 0.96mm;

I—最大管电流, 0.5mA;

H₀—距辐射源点(靶点)1m处输送量, 根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录表B.1, 取150kV的最大输出量18.9mGy·m²/(mA·min)进行估算, 即1.134×10⁶μGy·m²/(mA·h);

R—参考点离靶点的距离。

铅房1、2、3内仅1台工业CT曝光情况下, 受有用线束照射下各保护目标的辐射剂量率计算结果见表11-4。

表 11-4 铅房 1、2、3 受有用线束照射下的各保护目标处的辐射剂量率

射线源	序号	关注点	距靶点1m处 输出量 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	屏蔽物的 1/10值层 (mm)	靶点至预 测点的距 离 (m)	屏蔽透射 因子	预测点剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房3	D3	东南侧墙体 外30cm处	1.134×10^6	0.96	3.36	4.64×10^{-9}	2.33×10^{-4}
	G3	铅房2、3中部 过道处	1.134×10^6	0.96	3.14	4.64×10^{-9}	2.67×10^{-4}
	H3	顶层墙体外 30cm处	1.134×10^6	0.96	1.68	4.64×10^{-9}	9.32×10^{-4}
	C2	操作位	1.134×10^6	0.96	8.7	4.64×10^{-9}	3.47×10^{-5}
	R	C05 极耳超声 波预焊工区 工作人员	1.134×10^6	0.96	3.5	4.64×10^{-9}	2.15×10^{-4}
	S	C05 极耳翻折 检测工区工 作人员	1.134×10^6	0.96	5	4.64×10^{-9}	1.05×10^{-4}
	T	C05 叠片区工 作人员	1.134×10^6	0.96	16	4.64×10^{-9}	1.03×10^{-5}
铅房2	D2	西北侧墙体 外 30cm 处	1.134×10^6	0.96	3.36	4.64×10^{-9}	2.33×10^{-4}
	G2	铅房 2、3 中 部过道处	1.134×10^6	0.96	3.14	4.64×10^{-9}	2.67×10^{-4}
	C3	操作位	1.134×10^6	0.96	8.7	4.64×10^{-9}	3.47×10^{-5}
	H2	顶层墙体外 30cm处	1.134×10^6	0.96	1.68	4.64×10^{-9}	9.32×10^{-4}
铅房1	B1	西南侧外过 道行人	1.134×10^6	0.96	1.7	4.64×10^{-9}	9.1×10^{-4}
	D1	东北侧墙体 外 30cm 处	1.134×10^6	0.96	1.7	4.64×10^{-9}	9.1×10^{-4}
	E1	顶层墙体外 30cm处	1.134×10^6	0.96	1.36	4.64×10^{-9}	1.42×10^{-3}
	U	C04 卷绕区工 作人员	1.134×10^6	0.96	3.5	4.64×10^{-9}	2.15×10^{-4}
	T	C05 叠片区工 作人员	1.134×10^6	0.96	4.3	4.64×10^{-9}	1.42×10^{-4}
	W	C04 连接片焊 接工区工作 人员	1.134×10^6	0.96	30	4.64×10^{-9}	2.92×10^{-6}
	X	C04 极耳超声 波焊接工区 工作人员	1.134×10^6	0.96	25	4.64×10^{-9}	4.21×10^{-6}

	Y	厂区道路行人	1.134×10 ⁶	0.96	43	4.64×10 ⁻⁹	1.42×10 ⁻⁶
--	---	--------	-----------------------	------	----	-----------------------	-----------------------

1.3.2 主射束方向剂量叠加

铅房 1、2、3 各保护目标受有用线束照射下的辐射剂量率叠加情况见表 11-5 所示。

表 11-5 铅房 1、2、3 各保护目标受有用线束照射下的辐射剂量率

序号	关注点	辐射源	辐射源数量 (台)	单台辐射剂量率 (μSv/h)	叠加预测点剂量 (μSv/h)
G	铅房2、3中部过道处	铅房3	4	2.67×10 ⁻⁴	2.14×10 ⁻³
	铅房2、3中部过道处	铅房2	4	2.67×10 ⁻⁴	
D3	东南侧墙体外30cm处	铅房 3	4	2.33×10 ⁻⁴	9.32×10 ⁻⁴
D2	西北侧墙体外 30cm 处	铅房 2	4	2.33×10 ⁻⁴	9.32×10 ⁻⁴
H	顶层墙体外 30cm 处	铅房3	4	9.32×10 ⁻⁴	7.45×10 ⁻³
	顶层墙体外 30cm 处	铅房2	4	9.32×10 ⁻⁴	
C2	操作位	铅房3	4	3.47×10 ⁻⁵	1.39×10 ⁻⁴
C3	操作位	铅房2	4	3.47×10 ⁻⁵	1.39×10 ⁻⁴
R	C05 极耳超声波预焊工区工作人员	铅房3	4	2.15×10 ⁻⁴	8.60×10 ⁻⁴
S	C05 极耳翻折检测工区工作人员	铅房3	4	1.05×10 ⁻⁴	2.10×10 ⁻⁴
T	C05 叠片区工作人员	铅房3	4	1.03×10 ⁻⁵	1.63×10 ⁻⁴
	C05 叠片区工作人员	铅房1	1	1.42×10 ⁻⁴	

1.3.3非主射方向屏蔽体外泄漏剂量估算

(1) 各关注点泄漏辐射剂量率

参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 已知屏蔽体厚度, 泄漏辐射屏蔽因子可根据(式11-2)进行计算, 由式11-3计算泄漏辐射对周围环境的影响。

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots(\text{式11-3})$$

式中:

B_2 —漏射屏蔽透射因子；铅房3和铅房2的非主射方向的屏蔽厚度为8mm铅板+4mm钢板构成，故屏蔽取8mmPb。铅房1的非主射方向的屏蔽厚度为一层8mm铅板+4mm钢板构成，故屏蔽取8mmPb。

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

\dot{H}_L —距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，当150kV \leq 管电压 \leq 200kV时距靶点1m处X射线探伤机组装体的漏射辐射剂量率取值为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—参考点离靶点的距离，m。

铅房3、铅房2以及铅房1内单台工业CT曝光时，各参数取值及各个关注点泄漏辐射剂量率计算结果见表11-6。

表 11-6 泄漏照射剂量计算参数及预测结果表

射线源	序号	关注点位	距离靶点1m处泄漏辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	靶点至预测点的距离 (m)	屏蔽透射因子	预测点剂量率($\mu\text{Sv/h}$)
铅房3	C3	操作位	2.5×10^3	3.38	4.64×10^{-9}	1.01×10^{-6}
	E3	西南侧墙体外30cm处	2.5×10^3	2.45	4.64×10^{-9}	1.93×10^{-6}
	F3	东北侧墙体外30cm处	2.5×10^3	2.45	4.64×10^{-9}	1.93×10^{-6}
	U	C04卷绕区工作人员	2.5×10^3	18	4.64×10^{-9}	3.58×10^{-8}
	V	C04入壳区工作人员	2.5×10^3	31	4.64×10^{-9}	1.21×10^{-8}
	P	C04化成工区工作人员	2.5×10^3	31	4.64×10^{-9}	1.21×10^{-8}
	O	C04顶盖焊接工区工作人员	2.5×10^3	4	4.64×10^{-9}	7.25×10^{-7}
	N	C04真空烘烤工区工作人员	2.5×10^3	16	4.64×10^{-9}	4.53×10^{-8}
	K	品质间工作人员	2.5×10^3	8	4.64×10^{-9}	1.81×10^{-7}

	Q	厂区道路 行人	2.5×10^3	15	4.64×10^{-9}	5.15×10^{-8}
	Y	厂区道路 行人	2.5×10^3	35	4.64×10^{-9}	9.47×10^{-9}
铅房2	C2	操作位	2.5×10^3	2.2	4.64×10^{-9}	2.40×10^{-6}
	E2	西南侧墙 体外 30cm 处	2.5×10^3	2.45	4.64×10^{-9}	1.93×10^{-6}
	F2	东北侧墙 体外 30cm 处	2.5×10^3	2.45	4.64×10^{-9}	1.93×10^{-6}
	K	品质间工 作人员	2.5×10^3	6	4.64×10^{-9}	3.22×10^{-7}
	N	C04 真空烘 烤工区工 作人员	2.5×10^3	13	4.64×10^{-9}	6.86×10^{-8}
	O	C04 顶盖焊 接工区工 作人员	2.5×10^3	4	4.64×10^{-9}	7.25×10^{-7}
	P	C04 化成工 区工作人 员	2.5×10^3	31	4.64×10^{-9}	1.21×10^{-8}
	U	C04 卷绕区 工作人员	2.5×10^3	22	4.64×10^{-9}	2.40×10^{-8}
	V	C04 入壳区 工作人员	2.5×10^3	34	4.64×10^{-9}	1.0×10^{-8}
	Q	厂区道路 行人	2.5×10^3	15	4.64×10^{-9}	5.15×10^{-8}
Y	厂区道路 行人	2.5×10^3	45	4.64×10^{-9}	5.73×10^{-9}	
铅房1	C1	操作位	2.5×10^3	1.4	4.64×10^{-9}	5.92×10^{-6}
	A1	西北侧墙 体外 30cm 处	2.5×10^3	1.74	4.64×10^{-9}	3.83×10^{-6}
	V	C04 入壳区 工作人员	2.5×10^3	32	4.64×10^{-9}	1.3×10^{-5}
	P	C04 化成工 区工作人 员	2.5×10^3	41	4.64×10^{-9}	6.9×10^{-9}
	O	C04 顶盖焊 接工区工 作人员	2.5×10^3	30	4.64×10^{-9}	1.29×10^{-8}
	R	C05 极耳超	2.5×10^3	25	4.64×10^{-9}	1.86×10^{-8}

		声波预焊工区工作人员				
	S	C05 极耳翻折检测工区工作人员	2.5×10^3	31	4.64×10^{-9}	1.21×10^{-8}

(2) 各关注点泄漏射线辐射剂量叠加

铅房1、2、3各保护目标受泄露辐射照射下的辐射剂量率叠加情况见表11-7所示。

表 11-7 铅房 1、2、3 各保护目标受泄露射线照射下的辐射剂量率

序号	关注点	辐射源	辐射源数量 (台)	单台辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加预测点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
C3	操作位	铅房3	4	1.01×10^{-6}	4.04×10^{-6}
C2	操作位	铅房2	4	2.40×10^{-6}	9.60×10^{-6}
E3	西南侧墙体外 30cm 处	铅房 3	4	1.93×10^{-6}	7.72×10^{-6}
E2	西南侧墙体外 30cm 处	铅房 2	4	1.93×10^{-6}	7.72×10^{-6}
F3	东北侧墙体外 30cm 处	铅房 3	4	1.93×10^{-6}	7.72×10^{-6}
F2	东北侧墙体外 30cm 处	铅房 2	4	1.93×10^{-6}	7.72×10^{-6}
U	C04 卷绕区工作人员	铅房 3	4	3.58×10^{-8}	2.39×10^{-7}
		铅房 2	4	2.40×10^{-8}	
V	C04 入壳区工作人员	铅房 3	4	1.21×10^{-8}	1.3×10^{-5}
		铅房 2	4	1.0×10^{-8}	
		铅房 1	1	1.3×10^{-5}	
P	C04 化成工区工作人员	铅房 3	4	1.21×10^{-8}	1.04×10^{-7}
		铅房 2	4	1.21×10^{-8}	
		铅房 1	1	6.9×10^{-9}	
O	C04 顶盖焊接工区工作人员	铅房 3	4	7.25×10^{-7}	5.93×10^{-7}
		铅房 2	4	7.25×10^{-7}	
		铅房 1	1	1.29×10^{-8}	

N	C04 真空烘烤工区工作人员	铅房 3	4	4.53×10^{-8}	4.56×10^{-7}
		铅房 2	4	6.86×10^{-8}	
K	品质间工作人员	铅房 3	4	1.81×10^{-7}	2.01×10^{-7}
		铅房 2	4	3.22×10^{-7}	
Q	厂区道路行人	铅房 3	4	5.15×10^{-8}	4.12×10^{-7}
		铅房 2	4	5.15×10^{-8}	
Y	厂区道路行人	铅房 3	4	9.47×10^{-9}	1.52×10^{-8}
		铅房 2	4	5.73×10^{-9}	

1.3.4 非主射方向屏蔽体外散射剂量估算

(1) 铅房3进出料口B处的散射辐射剂量率

参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由式11-4计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(\text{式11-4})$$

式中：

B—散射屏蔽透射因子

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

R_s —散射体至关注点的距离，m；

R_0 —靶点至检测工件的距离；

I—最大管电流；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输送量，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.1，取150kV的最大输出量 $18.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 进行估算，即 $1.134 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F— R_0 处的辐射野面积，均取 1.68m^2 ；进料口和出料口的铅挡板高度为1.5m，宽度1.12m；

α —散射因子，GBZ/T250-2014查表B.3，散射因子可保守取 $\alpha_w \cdot 10000/400$ ，即 α 取0.04。

本项目铅房3出料口为敞开状态，A点为出料口处，受射线装置O1散射照

射至 A 处的散射路径为 O1A1-A1A5-A5A6-A6A；受射线装置 O2 散射照射至 A 处的散射路径为 O2A2-A2A5-A5A6-A6A；受射线装置 O3 散射照射至 A 处的散射路径为 O3A3-A3A5-A5A6-A6A；受射线装置 O4 散射照射至 A 处的散射路径为 O4A4-A4A5-A5A6-A6A 见图 11-6。本项目 A 点处散射辐射经过，预测点处的辐射剂量率，见公示 11-5。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot F_0 \cdot \alpha_0 \cdot B_1 \cdot B_2 \cdot B_n}{R_0^2} \cdot \frac{F_1 \cdot \alpha_1}{R_1^2} \cdot \frac{F_2 \cdot \alpha_2}{R_2^2} \cdot \frac{F_n \cdot \alpha_n}{R_n^2} \dots \dots \dots (式11-5)$$

其中，B_i—散射屏蔽透射因子，铅房3进出料处为敞开状态，故B取1。

H₀为工件散射后的剂量率，F α /R² 取 1/60（按 150kV、40° 辐射角的照射条件选取）。

I—最大管电流 0.5mA；

$\dot{H}_{散}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

R_s— 散射体至关注点的距离，参照图11-6。

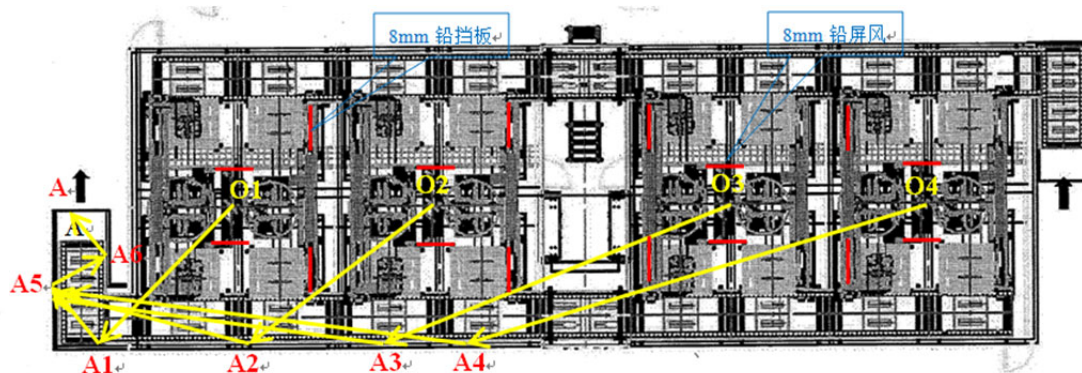


图 11-6 铅房 3 关注点进料口 B 处受散射照射路径图

经计算，受射线装置O1散射照射至A处的辐射剂量率A₀₁为7.2×10⁻³ μ Sv/h；

受射线装置O2散射照射至A处的辐射剂量率A₀₂为3.6×10⁻⁴μSv/h；

受射线装置 O3 散射照射至进料口 A 处的辐射剂量率 A₀₃ 为 5.6×10⁻⁵μSv/h；

受射线装置O4散射照射至进料口A处的辐射剂量率A₀₄为2.1×10⁻⁵μSv/h。

叠加后A点出料口处受4台射线装置同时曝光时的散射辐射剂量率为：

7.5×10⁻³ μ Sv/h。由于铅房3整体结构为前后左右对称且尺寸相同，进料口处散射路径距离亦与出料口处完全一致，故铅房3进出料口处A3、B3受4台射线装置同时曝光时的散射辐射剂量率均为7.5×10⁻³ μ Sv/h。

(2) 铅房2进出料口B处的散射辐射剂量率

本项目B点为出料口处，受射线装置O1散射照射至B处的散射路径为O1B1-B1B5-B5B6-B6A；受射线装置O2散射照射至B处的散射路径为O2B2-B2B5-B5B6-B6B；受射线装置O3散射照射至B处的散射路径为O3B3-B3B5-B5B6-B6B；受射线装置O4散射照射至B处的散射路径为O4B4-B4B5-B5B6-B6B，见图11-7。

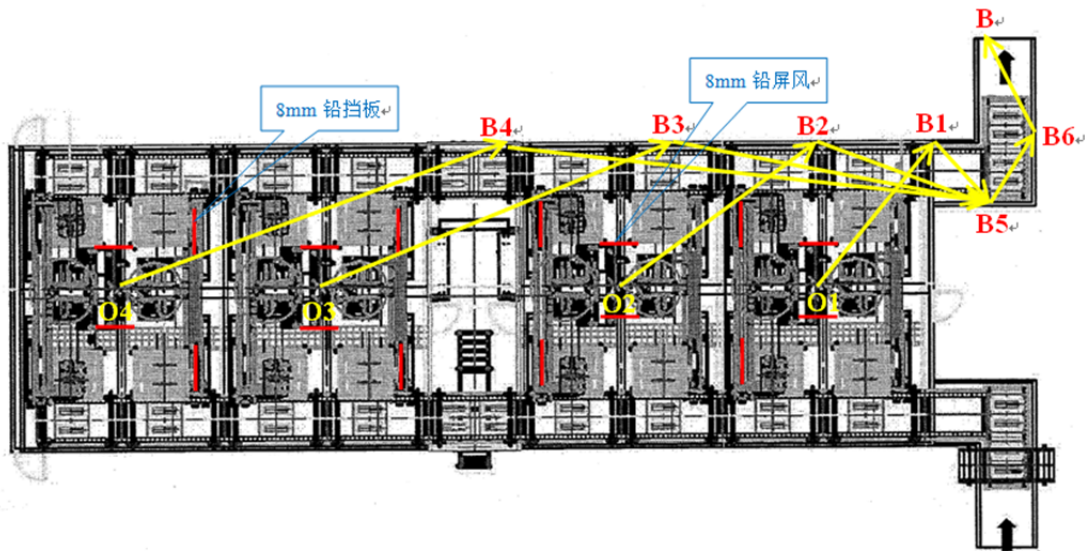


图 11-7 铅房 2 关注点出料口 B 处受散射照射路径图

根据公式11-5，经计算，受射线装置O1散射照射至B处的辐射剂量率 B_{01} 为 $3.43 \times 10^{-4} \mu \text{ Sv/h}$ ；

受射线装置O2散射照射至B处的辐射剂量率 B_{02} 为 $4.81 \times 10^{-5} \mu \text{ Sv/h}$ ；

受射线装置O3散射照射至进料口B处的辐射剂量率 B_{03} 为 $5.86 \times 10^{-6} \mu \text{ Sv/h}$ ；

受射线装置 O4 散射照射至进料口 B 处的辐射剂量率 B_{04} 为 $2.50 \times 10^{-6} \mu \text{ Sv/h}$ 。

叠加后B点受4台射线装置同时曝光时的散射辐射剂量率为： $3.91 \times 10^{-4} \mu \text{ Sv/h}$ 。由于铅房2整体结构为前后左右对称且尺寸相同，进料口处散射路径距离亦与出料口处完全一致，故铅房2进出料口处A2、B2受4台射线装置同时曝光时的散射辐射剂量率均为 $3.91 \times 10^{-4} \mu \text{ Sv/h}$ 。

(3) 各个关注点散射辐射剂量率

关注点 S、T、Y 受铅房 2 和铅房 3 散射剂量叠加影响，O、N、K、Q 受铅房 2 散射剂量影响，其各关注散射辐射剂量率结果，计算如下。O、N 距离铅房 3 出料口约 4m 和 16m；K 点距离铅房 2 出料口约 6m；Q 点距离铅房 2 出料口约 15m；S、T、Y 距离铅房 3 进料口约 9m、20m 和 35m，距离铅房 2 进料口约 12.5m、

23.5m 和 45m，参见图 11-3 所示。B 点的散射辐射剂量率为 $3.91 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ 、A 点的散射辐射剂量率为 $7.5 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，根据反平方定律计算得到 S、T、O、N 的散射辐射剂量率见下表：

表 11-8 各关注散射辐射剂量率结果一览表

序号	关注点	距离 (m)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
S	C05 极耳翻折检测工区工作人员	距离铅房 3 进料口 9m, 距离铅房 2 进料口 12.5m	9.51×10^{-5}
T	C05 叠片区工作人员	距离铅房 3 进料口 20m, 距离铅房 2 进料口 23.5m	1.88×10^{-5}
Y	厂区道路行人	距离铅房 3 进料口 35m, 距离铅房 2 进料口 45m	6.31×10^{-6}
O	C04 顶盖焊接工区工作人员	距离铅房 3 出料口 4m	4.69×10^{-4}
N	C04 真空烘烤工区工作人员	距离铅房 3 出料口 16m	2.93×10^{-5}
K	品质间工作人员	距离铅房 2 出料口 6m	1.09×10^{-5}
Q	厂区道路行人	距离铅房 2 出料口 15m	1.74×10^{-6}
E3	西南侧墙体外 30cm 处	紧邻铅房 3 出料口	7.5×10^{-3}
F3	西南侧墙体外 30cm 处	紧邻铅房 3 进料口	7.5×10^{-3}

1.4 剂量汇总

综上所述，本项目工业 CT 铅房屏蔽体外辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-9。

表 11-9 本项目工业 CT 铅房屏蔽体外辐射剂量率综合汇总表

射线源	序号	关注点位	有用线束辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	综合辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
铅房 2 (主射) + 铅房 3 (主射)	G	两铅房之间	2.14×10^{-3}	/	/	2.14×10^{-3}	2.5
铅房 3 (主射)	D3	东南侧墙体外 30cm 处	9.32×10^{-4}	/	/	9.32×10^{-4}	2.5

铅房 2 (主射)	D2	西北侧 墙体外 30cm 处	9.32×10^{-4}	/	/	9.32×10^{-4}	2.5
铅房 2 (主射) + 铅房 3 (主射)	H	顶层墙 体外 30cm 处	7.45×10^{-3}	/	/	7.45×10^{-3}	2.5
铅房 2 (漏射) + 铅房 3 (主射)	C2	操作位	1.39×10^{-4}	9.60×10^{-6}	/	1.49×10^{-4}	2.5
铅房 2 (主射) + 铅房 3 (漏射)	C3	操作位	1.39×10^{-4}	4.04×10^{-6}	/	1.43×10^{-4}	2.5
铅房 1 (漏射) + 铅房 3 (主射)	R	C05 极 耳超声 波预焊 工区工 作人员	8.60×10^{-4}	1.86×10^{-8}	/	1.25×10^{-3}	2.5
铅房 3 (主射、 散射) + 铅房 2 (散射) + 铅房 1 (漏射)	S	C05 极 耳翻折 检测工 区工作 人员	2.10×10^{-4}	1.21×10^{-8}	9.51×10^{-5}	3.05×10^{-4}	2.5
铅房 1 (主射) + 铅房 3 (主射、 散射) + 铅房 2 (散射)	T	C05 叠 片区工 作人员	1.63×10^{-4}	/	1.88×10^{-5}	1.82×10^{-4}	2.5
铅房 1 (主射) + 铅房 2 (漏射) + 铅房 3 (漏射)	U	C04 卷 绕区工 作人员	2.15×10^{-4}	2.39×10^{-7}	/	2.15×10^{-4}	2.5
铅房 1 (漏射) + 铅房 2 (漏射)	V	C04 入 壳区工 作人员	/	1.3×10^{-5}	/	1.3×10^{-5}	2.5

+ 铅房 3 (漏射)								
铅房 1 (漏射) + 铅房 2 (漏射) + 铅房 3 (漏射)	P	C04 化 成工区 工作人 员	/	1.04×10^{-7}	/	1.04×10^{-7}	2.5	
铅房 1 (漏射) + 铅房 2 (漏射) + 铅房 3 (漏射、 散射)	O	C04 顶 盖焊接 工区工 作人员	/	5.93×10^{-7}	4.69×10^{-4}	4.70×10^{-4}	2.5	
铅房 2 (漏射) + 铅房 3 (漏射、 散射)	N	C04 真 空烘烤 工区工 作人员	/	4.56×10^{-7}	2.93×10^{-5}	2.98×10^{-5}	2.5	
铅房 2 (漏射、 散射)+ 铅房 3 (漏射)	K	品质间 工作人 员	/	2.01×10^{-7}	1.09×10^{-5}	1.11×10^{-5}	2.5	
铅房 2 (漏射、 散射)+ 铅房 3 (漏射)	Q	厂区道 路行人	/	4.12×10^{-7}	1.74×10^{-6}	2.15×10^{-6}	2.5	
铅房 1 (主射) + 铅房 2 (漏射、 散射)+ 铅房 3 (漏射、 散射)	Y	厂区道 路行人	1.42×10^{-6}	1.52×10^{-8}	6.31×10^{-6}	7.74×10^{-6}	2.5	
铅房 1 (主射)	B1	西南侧 外过道 行人	9.1×10^{-4}	/	/	9.1×10^{-4}	2.5	
	D1	东北侧 墙体外 30cm 处	9.1×10^{-4}	/	/	9.1×10^{-4}	2.5	

	E1	顶层墙体外30cm处	1.42×10^{-3}	/	/	1.42×10^{-3}	2.5
	W	C04连接片焊接工区工作人员	2.92×10^{-6}	/	/	2.92×10^{-6}	2.5
	X	C04极耳超声波焊接工区工作人员	4.21×10^{-6}	/	/	4.21×10^{-6}	2.5
铅房1 (漏射)	C1	操作位	/	5.92×10^{-6}	/	5.92×10^{-6}	2.5
	A1	西北侧墙体外30cm处	/	3.83×10^{-6}	/	3.83×10^{-6}	2.5
铅房2进料口	B2	辐射工作人员	/	/	3.91×10^{-4}	3.91×10^{-4}	2.5
铅房2出料口	A2	辐射工作人员	/	/	3.91×10^{-4}	3.91×10^{-4}	2.5
铅房3进料口(散射、漏射)	B3	辐射工作人员	/	7.72×10^{-6}	7.5×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.5
铅房3出料口(散射、漏射)	A3	辐射工作人员	/	7.72×10^{-6}	7.5×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.5
铅房3(散射、漏射)	E3	辐射工作人员	/	7.72×10^{-6}	7.5×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.5
铅房2(漏射)	E2	公众	/	7.72×10^{-6}	/	7.72×10^{-6}	2.5
铅房3(散射、漏射)	F3	辐射工作人员	/	7.72×10^{-6}	7.5×10^{-3}	7.5×10^{-3}	2.5
铅房2(漏射)	F2	公众	/	7.72×10^{-6}	/	7.72×10^{-6}	2.5

1.5 拟建 X-ray 机房剂量叠加

根据车间平面布局图，铅房2与拟建III类射线装置X-ray机房距离2.5m，拟建X-ray机房曝光时，X射线经机房自身屏蔽后，还同时受铅房2和铅房3的屏蔽阻隔，

故本项目针对拟建X-ray机房曝光时，50m评价范围内对C3、D3、G、R、S、T处的辐射影响可忽略不计，故本次仅考虑对评价范围内H、L、M、K、Q、N、O、P、V、U、Y以及铅房2周边A2、D2、E2、F2、B2、操作位C2以及铅房3周边B3、F3、A3、E3的剂量叠加影响。根据建设单位提供资料以及相关技术协议文件，拟建X-ray机最大管电压200Kv，最大管电流2.5mA，为自屏蔽一体化设备，全厂暂无同类已使用的设备实测数据作为类比参考，故本次引用设备技术协议中距离设备屏蔽体表面100mm处辐射剂量 $\leq 1\mu\text{Sv/h}$ 保守作为拟建X-ray机房运行中表面产生的参考辐射剂量率，然后根据反平方定律计算经不通距离衰减后叠加得到上述关注点的叠加辐射剂量率见下表：

表 11-10 各关注点叠加后辐射剂量率结果一览表

序号	关注点	距拟建 X-ray 机房距离 (m)	受拟建 X-ray 机房影响的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	本项目综合辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加后的辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射剂量率限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
A2	铅房 2 出料口	2.5	0.16	3.91×10^{-4}	0.16	2.5
D2	西北侧墙体外 30cm 处	5.6	0.032	9.32×10^{-4}	0.033	2.5
E2	西南侧墙体外 30cm 处	7.8	0.016	7.72×10^{-6}	0.016	2.5
F2	东北侧墙体外 30cm 处	7.8	0.016	7.72×10^{-6}	0.016	2.5
B2	铅房 2 进料口	13.3	5.65×10^{-3}	3.91×10^{-4}	6.04×10^{-3}	2.5
C2	操作位	7.4	0.018	1.49×10^{-4}	0.018	2.5
B3	铅房 3 进料口	15.6	4.11×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.16×10^{-2}	2.5
F3	辐射工作人员	15.6	4.11×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.16×10^{-2}	2.5
A3	铅房 3 出料口	15.6	4.11×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.16×10^{-2}	2.5
H	顶层墙体外 30cm 处	6.4	0.024	7.45×10^{-3}	0.031	2.5
E3	辐射工作人员	15.6	4.11×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.16×10^{-2}	2.5

L	C05 极耳 超声波终 焊+连接片 焊接+包膜 工区工作 人员	2.5	0.16	/	0.16	2.5
M	C05 入壳 机工区工 作人员	27	1.37×10^{-3}	/	1.37×10^{-3}	2.5
K	品质间工 作人员	6	0.028	1.11×10^{-5}	0.028	2.5
Q	厂区道路 行人	15	0.0044	2.15×10^{-6}	0.0044	2.5
N	C04 真空 烘烤工区 工作人员	7.5	0.018	2.98×10^{-5}	0.018	2.5
O	C04 顶盖 焊接工区 工作人员	7	0.02	4.70×10^{-4}	0.02	2.5
P	C04 化成 工区工作 人员	31	0.001	1.04×10^{-7}	0.001	2.5
U	C04 卷绕 区工作人 员	41	5.95×10^{-4}	2.15×10^{-4}	8.10×10^{-4}	2.5
V	C04 入壳 区工作人 员	41	5.95×10^{-4}	1.3×10^{-5}	6.08×10^{-4}	2.5
Y	厂区道路 行人	50	4×10^{-4}	7.74×10^{-6}	4.08×10^{-4}	2.5

根据表11-9、11-10可知，本项目工业CT运行铅房屏蔽体外辐射剂量率最大为0.16μSv/h，低于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中规定的距离曝光室屏蔽体外表面30cm处，周围辐射剂量率不大于2.5μSv/h的要求。

2、保护目标所受年有效剂量分析

本项目拟新增的6名辐射工作人员定岗定责，不兼岗其他辐射类工作，不存在人员剂量叠加。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离铅房最近的关注点可以代表铅房周围最大可能辐射有效剂量。

本项目工业CT检测设备仅用于储能锂离子电池电芯极片质量检测、缺陷分析以及首件测试等无损检测。铅房2和铅房3内单台工业CT检测设备年总出束

时间约 6181.5h，铅房 1 内工业 CT 检测设备年总出束时间约 4771.5h。

当工业CTX射线出束作业时，工作人员大多情况下会位于铅房钱外表面操作台长期居留，偶尔会在铅房四周进行巡视，因此铅房四周巡视居留因子取1/4，操作台处居留因子取1，关注点人员的年有效剂量由式进11-6进行估算，计算结果见表11-11。

此外，铅房2和铅房3曝光作业时，因拟建X-ray机房的屏蔽阻隔，本项目对关注点L、M处的辐射影响可忽略不计，同时根据表11-10可知，关注点L、M仅受拟建X-ray机房辐射剂量影响，故其年附加有效剂量仅与拟建X-ray机房年工作时间有关，不在本项目预测计算范畴之内，与本项目无关，故本次评价不对关注点L、M进行年附加有效剂量计算。同时，关注点H、L、M、K、Q、N、O、P、V、U、Y以及铅房2周边A2、D2、E2、F2、B2、操作位C2以及铅房3周边B3、F3、A3、E3受本项目与拟建X-ray机房剂量叠加影响，由于拟建X-ray机房属于III类射线装置，不属于本项目评价范畴，为保守起见，以上关注点的叠加剂量进行年附加有效剂量计算时均采用本项目铅房2、铅房3的年总出束时间。

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot U \cdot N \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(\text{式11-6})$$

式中：

\dot{H} —预测点综合剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

t—年受照射时间，铅房2和铅房3内单台工业CT检测设备年总出束时间约6181.5h，铅房1内工业CT检测设备年总出束时间约4771.5h。

T—居留因子。

U—使用因子。

N—班次占比。

表 11-11 本项目关注点理论预测最大年受照剂量统计表

射线源	序号	关注点位	综合辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	受照时间h	T	U	N	人员年有效剂量 (mSv/a)	照射类型
铅房1（主射）	B1	西南侧外过道行人	9.1×10^{-4}	4771.5	1/4	1	1/2	5.43×10^{-4}	公众

	D1	东北侧墙体外30cm处	9.1×10^{-4}	4771.5	1/4	1	1/2	5.43×10^{-4}	公众
	E1	顶层墙体外30cm处	1.42×10^{-3}	4771.5	1/8	1	1/2	4.23×10^{-4}	公众
	W	C04 连接片焊接工区工作人员	2.92×10^{-6}	4771.5	1	1	1/2	6.97×10^{-6}	公众
	X	C04 极耳超声波焊接工区工作人员	4.21×10^{-6}	4771.5	1	1	1/2	1.0×10^{-5}	公众
铅房1（漏射）	C1	操作位	5.92×10^{-6}	4771.5	1	1	1/2	1.41×10^{-5}	职业
	A1	西北侧墙体外30cm处	3.83×10^{-6}	4771.5	1/4	1	1/2	2.28×10^{-6}	公众
铅房2（散射）	B2	铅房2进料口	6.04×10^{-3}	6181.5	1/4	1	1/2	4.67×10^{-3}	职业
铅房2（散射）	A2	铅房2出料口	0.16	6181.5	1/4	1	1/2	0.12	职业
铅房3（散射、漏射）	B3	铅房3进料口	1.16×10^{-2}	6181.5	1/4	1	1/2	8.96×10^{-3}	职业
铅房3（散射、漏射）	A3	铅房3出料口	1.16×10^{-2}	6181.5	1/4	1	1/2	8.96×10^{-3}	职业
铅房3（散射、漏射）	E3	西南侧墙体外30cm处	1.16×10^{-2}	6181.5	1/4	1	1/2	8.96×10^{-3}	职业
铅房2（漏射）	E2	西南侧墙体外30cm处	0.016	6181.5	1/4	1	1/2	0.012	公众

铅房3（散射、漏射）	F3	西南侧墙体外 30cm 处	1.16×10^{-2}	6181.5	1/4	1	1/2	8.96×10^{-3}	职业
铅房2（漏射）	F2	东北侧墙体外 30cm 处	0.016	6181.5	1/4	1	1/2	0.012	公众
铅房2（主射）+铅房3（主射）	G	两铅房之间	2.14×10^{-3}	6181.5	1/4	1	1/2	1.65×10^{-3}	职业
铅房3（主射）	D3	东南侧墙体外 30cm 处	9.32×10^{-4}	6181.5	1/4	1	1/2	7.20×10^{-4}	公众
铅房2（主射）	D2	西北侧墙体外 30cm 处	0.033	6181.5	1/4	1	1/2	0.025	公众
铅房2（主射）+铅房3（主射）	H	顶层墙体外 30cm 处	0.031	6181.5	1/8	1	1/2	0.012	公众
铅房2（漏射）+铅房3（主射）	C2	操作位	0.018	6181.5	1	1	1/2	0.056	职业
铅房2（主射）+铅房3（漏射）	C3	操作位	1.43×10^{-4}	6181.5	1	1	1/2	4.42×10^{-4}	职业
铅房1（漏射）+铅房3（主射）	R	C05 极耳超声波预焊工区工作人员	1.25×10^{-3}	6181.5	1	1	1/2	3.86×10^{-3}	公众
铅房3（主射、散射）+铅房2（散射）+铅房1（漏射）	S	C05 极耳翻折检测工区工作人员	3.05×10^{-4}	6181.5	1	1	1/2	9.43×10^{-4}	公众
铅房1（主射）+铅房3（主射、散射）+铅房2（散射）	T	C05 叠片区工作人员	1.82×10^{-4}	6181.5	1	1	1/2	5.63×10^{-4}	公众
铅房1（主射）+铅房2（漏射）+铅房3（漏射）	U	C04 卷绕区工作人员	8.10×10^{-4}	6181.5	1	1	1/2	2.50×10^{-3}	公众
铅房1（漏射）+铅房2（漏射）+铅房3（漏射）	V	C04 入壳区工作人员	6.08×10^{-4}	6181.5	1	1	1/2	1.88×10^{-3}	公众

铅房1（漏射） +铅房2（漏射） +铅房3（漏射）	P	C04 化成 工区工作 人员	0.001	6181.5	1	1	1/2	3.09×10^{-3}	公众
铅房1（漏射） +铅房2（漏射） +铅房3（漏射、 散射）	O	C04 顶盖 焊接工区 工作人员	0.02	6181.5	1	1	1/2	0.062	公众
铅房2（漏射） +铅房3（漏射、 散射）	N	C04 真空 烘烤工区 工作人员	0.018	6181.5	1	1	1/2	0.056	公众
铅房2（漏射、 散射）+铅房3 （漏射）	K	品质间工 作人员	0.028	6181.5	1	1	1/2	0.086	公众
铅房2（漏射、 散射）+铅房3 （漏射）	Q	厂区道路 行人	0.0044	6181.5	1/2	1	1/2	6.80×10^{-3}	公众
铅房1（主射） +铅房2（漏射、 散射）+铅房3 （漏射、散射）	Y	厂区道路 行人	4.08×10^{-4}	6181.5	1/2	1	1/2	6.30×10^{-4}	公众

根据表11-10可知，本项目建成投用后，工业CT运行时，所致职业人员受年附加有效剂量最大为0.12mSv/a，所致公众受年附加有效剂量最大为0.086mSv/a，远低于职业人员20mSv/a和公众1mSv/a的剂量限值，也低于职业人员5.0mSv/a和公众0.1mSv/a的剂量约束值。在本项目投入运行后，实际管电压、管电流均低于预测工况，工业CT产生的X射线经墙体屏蔽、距离衰减后，本项目周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对铅房周围公众影响更小。

3、臭氧的环境影响分析

本项目工业CT检测设备在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，铅房1顶上设有1个通风口，迷宫式防护，配置有排风扇机械排风，其中每个排风扇的排风量为990m³/h，铅房1体积约13m³，则铅房1每小时有效通风换气次数为76.8次，远大于3次。铅房2和铅房3顶上设有8个通风口，迷宫式防护，配置有排风扇机械排风，其中每个排风扇的排风量为990m³/h，铅房2和铅房3体积约351m³，则铅房2和铅房3每小时有效通风换气次数为22.6次，远大于3次。铅房通风孔处设置有铅钢防护罩（8mm铅板+4mm钢板），运营期臭氧由工业CT自带的机械排风系统经铅房排气扇排出，不会对周围大气环境造成影响。

4、危险废物环境影响分析

由于本项目使用数字成像系统，不产生危险废物，故不予评价。

5、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线机进行拆解和去功能化”。本项目涉及的工业CT报废时，必须进行去功能化处理，使X射线源不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

6、声环境影响分析

设备工业 CT 及风机工作时将产生一定噪声，本项目拟采用低噪声设备（噪声源强低于 65dB（A）），经过距离衰减和墙体隔声后，使厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求。

7、一般固废

本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，本项目共涉及工作人员 6 人，产生量以 0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾 3.0kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

8、废水

本项目工业 CT 使用数字成像系统，不进行洗片，因此本项目废水主要为工作人员产生的生活污水，本项目共涉及工作人员 6 人，用水量按 120L/人·天计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 0.576m³/d，依托厂区内已建的生活污水预处理池处理后进入园区污水处理厂，最后经园区废水总排口排入灵江污水处理厂处理。

辐射事故影响分析

一、事故风险识别

本项目工业CT属II类射线装置，其风险因子主要为X射线，按照中华人民共和国国务院449号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表11-12中。

表 11-12 环境风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	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	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	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	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-13。

表 11-13 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	50.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	>100Gy

二、源项分析及最大可能性事故分析

本项目工业CT检测设备只有在通电的情况下才有X射线发出，断电后无射线。因此只有在设备连锁装置或工业CT检测设备发生故障的情况下，才可能导致工作人员和周围公众接受意外的X射线外照射。本项目可能发生的辐射事故为：

设备门机连锁装置失效，X射线源失控自动开机，对误入铅房内以及铅房四周的人员进行误照射，引发辐射事故。

三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

1、事故情景假设

(1) 根据工业CT铅房内部净空尺寸，人员误入或滞留在铅房内可能距离射线管的距离大约在0.5-1.5m之间，并被射线束直接照射。

(2) 本项目工业CT在最高电压150kV、最大电流0.5mA下，单次曝光扫描运行时间最长为1min；铅房内部及铅房外控制面板上均安装有急停按钮，如发生

事故按下按钮，X射线高压电源立即被切断，设备停止出束，此时铅门可手动打开，人员受照最长时间保守估计取工件最长扫描出束时间1min。

(3) 受照人员未穿戴任何个人防护用品。

2、剂量估算

人员受到的有效剂量与X射线管产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中X射线管产生的初级射线束造成的空气吸收剂量率和人员受到的有效剂量可用下面的公式计算：

$$D = I\delta_x/r^2 \dots\dots\dots \text{(式11-7)}$$

式中：

D—空气吸收剂量率，mGy·min⁻¹；

I—管电流，mA，本项目取0.5mA；

δ_x —发射率常数，本项目保守取150kV的最大输出量18.9mGy·m²/(mA·min)

进行估算：

r—参考点距X射线源焦点的距离，m。

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式11-8)}$$

式中：

E—人员受到的有效剂量，mSv·min⁻¹；

W_T —组织权重因数，求和为1；

W_R —辐射权重因数，求和为1。

表 11-13 事故情况下人员受到的累计剂量估算结果

事故人员持续受照时间 (min)	距射线靶点距离 (m)	有效剂量 (mSv)
1	0.5	37.8
	1.0	9.45
	1.5	4.2

3、事故后果

在上述事故情景假设条件下，受误照人员在辐射防护间内 0.5m 处受照 1min，其所受剂量约为 37.8mSv，已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值（职业照射：20mSv，公众照射：1mSv），为一般辐射事故。

综上所述，本项目发生人员受到误照射时，很可能出现超剂量照射发生辐射

事故。因此，必须加强辐射安全管理，认真做好运行前人员清场检查，严禁非本项目工作人员在铅房监督区停留。并在运营过程中严格执行辐射安全相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝辐射事故发生。一旦发现人员受到误照射，工作人员或误照人员应立即就近按下急停开关停止射线装置出束（切断电源），并启动辐射事故应急预案。

四、事故预防措施

建设单位采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

1、辐射安全管理

①建设单位成立辐射防护领导小组，负责全公司辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全公司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，并对辐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；

②建设单位需制定辐射事故预防措施及应急处理预案。根据中华人民共和国原环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位应急方案，做好应急准备”；

应急方案的内容应包括：应急机构和职责分工；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级与应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；辐射事故信息公开、公众宣传方案。”项目建设单位应按上述要求制定辐射事故预防措施及应急处理预案；

③项目建设单位应制定辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等；

④建设单位辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）学习并考核合格后上岗。

本项目在运行过程中，有可能出现的事故情况及处理措施：

A、工业CT工作时，安全联锁发生故障及误操作，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

要求定期检查设备门机联锁装置是否能正常工作,充分保证工作状态指示灯和安全联锁装置等均正常工作,严格按照要求操作。如一旦发生辐射事故,必须马上停机,切断总电源开关,对相关受照人员进行身体检查,确定对人身是否有损害,以便采取相应救护措施,其次对仪器设备、设施进行检测,确定其影响状态。

B、由于其他原因引起X射线意外事故。

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

一旦发生事故导致人员受到异常照射的事故单位,必须立即按下紧急停机按钮,切断电源,立即启动本单位的辐射事故应急方案,采取必要防范措施,并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》,向当地生态环境部门报告,造成或可能造成人员超剂量照射的,还应同时向当地卫生行政部门报告。根据辐射事故分级上报相应级别的生态环境部门和卫生行政部门。事故处理完成后,应查找事故原因,分清事故责任,避免该类事故再次发生。

为了杜绝上述辐射事故的发生,本项目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,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凡涉及对工业CT检测设备进行操作,必须按操作规程执行,X射线检测作业时,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严格管理,在使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统,仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作并佩戴个人剂量片,每次开机前必须要确认联锁系统工作正常,才能进行开机运行;

④每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养,对可能引起操作失灵的

关键零配件定期进行更换。

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

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。

建设单位目前已成立了“辐射安全与环境保护管理机构文件”（见附件 4），机构设置如下：

1、领导小组组成

组 长：唐浩然

副组长：石连友

成 员：徐攀、杨保成、续媛峰、卢贵芹、杨朋、杨禹、王俊财、杨飞生

2、各级职责

领导小组负责领导并共同做好放射防护各项工作。

（1）组长职责

负责贯彻执行国家放射性同位素与射线装置管理有关规定，并负责监督执行。

（2）副组长职责

①负责制定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关规章制度并组织实施；

②负责放射源和射线装置的登记、许可证办理、建档技术资料的管理和辐射工作人员的培训。

③负责辐射事故的调查分析，并按照规定上报。

④负责编制放射源和射线装置年度检测计划，并组织实施。

（3）组员职责

①对本岗位的放射源和射线装置要做到“四懂三会”即懂结构、懂原理、懂用途、懂性能，会操作、会维护保养、会处理异常故障。

②贯彻执行《条例》等具体要求，监督检查放射源和射线装置的安全合理运

行。

③负责协调有关部门对在使用的放射源和射线装置的检测工作。

④组织实施辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档；做好工作人员的辐射安全与防护培训，防护设施的采购、管理，建立辐射安全防护档案。

二、辐射工作人员配置

本项目拟新增 6 名辐射工作人员，一天工作时间 11 小时，年工作时间为 312 天。本项目辐射工作人员定岗定责，不兼岗其他辐射类工作，不存在剂量叠加。

(1)建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，及时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。根据辐射工作人员不同的岗位职责，其中操作人员需选取“X 射线探伤”辐射安全与防护考核，管理人员选取“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，并均考核通过后方可上岗。

(2)建设单位应当确保检测作业时至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备 1 套个人剂量计，管理人员也应配备 1 套个人剂量计。

(3)个人剂量计应正确配戴，定期送交有资质的检测单位进行检测。建设单位应为每一名辐射工作人员建立个人剂量档案，完善个人剂量管理制度。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，调查原因并由当事人签字确认。

(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

建设单位应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

(1)生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

(2)射线装置使用期间异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全指引工作（2025年版）》要求，档案资料应按以下八大类分类：“单位许可制度执行资料”、“项目环保手续履行资料”、“台账管理档案”、“辐射工作人员管理档案”、“工作场所档案管理”、“年度评估报告”、“整改落实资料”、“辐射事故应急管理资料”。

二、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（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《四川省核技术利用单位辐射安全指引工作（2025年版）》的相关要求中的相关规定，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证增项	拟落实
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	拟组织辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台根据不同岗位职选取相应的内容进行学习考核,并取得成绩合格单,做到持证上岗	拟落实
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	建设单位已成立“辐射安全管理领导小组”,有专人负责辐射安全管理工作	拟落实
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备案	建设单位按照表 10-4 进行辐射防护设施的配备,制定《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》等制度并严格执行监测计划	拟落实
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险,制定相应辐射事故应急预案,特别应做好工业 CT 检测设备的实体保卫和防护措施,并即使给予修订。	建设单位参照表 11 中事故分析,需制定较完整全面的《辐射事故应急预案》	拟落实
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	项目建成投运后,建设单位需按照要求制定完善辐射安全和防护管理规章制度	拟落实

7	个人计量监测、职业健康检查及档案管理	项目投入运营后，建设单位应做好辐射工作人员个人剂量检测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	拟落实
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	设备出厂时，铅房醒目位置处粘贴有电离辐射警告标志	拟落实
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《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	拟落实
10	年度评估	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》并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	拟落实

三、辐射安全管理规章制度及落实情况

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20号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））及《四川省核技术利用单位辐射安全指引工作（2025年版）》的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表12-2。

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	制度	具体制度要求	落实情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责,全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	已制定	/
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	将本次新增设备纳入其中，并将工业CT部分管理规定单独悬挂于工作场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	增加工业CT设备操作流程，并单独悬挂于工作场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	增加本项目拟新增工业CT

5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次拟新增人员，并将对应职责需悬挂于工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增工业 CT
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增工业 CT
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	已制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员须佩戴个人剂量计。公司定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次拟新增人员
11	辐射安全与防护年度评估制度	/	需完善	将本次拟新增设备纳入其中
12	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，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	需完善	将本次拟新增设备纳入其中，并将工业 CT “辐射安全事故应急响应程序”单独悬挂于工作场所墙上

根据《四川省核技术利用单位辐射安全指引工作（2025 年版）》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。

根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》的要求，核技术利用单位应根据《辐射事故应急预案》编制《辐射事故应急响应程序》，并将《辐射事故应急响应程序》悬挂于拟建辐射工作场所醒目位置。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，简单清楚，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，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容,结合公司实际情况及时对各项规章制度补充修改,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，包括辐射工作场所监测和个人剂量检测。

一、辐射工作场所监测

1、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。

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

3、日常自我监测：建设单位应结合项目实际制定辐射工作场所的自行监测制度和监测方案，定期开展自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），监测周期为1次/月，监测记录数据应存档备案。

（1）建设单位自我监测

建设单位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。公司可通过采购便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

（2）监测内容和要求

1) 监测内容：X- γ 辐射剂量率。

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
----	------	------	------

拟建工业 CT 铅房	X-γ 辐射剂 量率	年度监测：委托有资质的单位 监测，频率为 1 次/年； 自行监测：可自行开展监测或 委托有资质单位开展，频率不 低于 1 次/季度	铅房四周屏蔽体，顶层外 30cm、离地面高度 1m 处。 地面及屋顶
			铅防护门外 30cm 处、门缝四 周和门表面外 30cm 处
			进出料口外 30cm 处
			操作间操作位
			通排风孔
			走线口
			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

个人检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、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。公司应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

三、年度监测报告

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《四川省环境保护厅办公室关于印发〈放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕152 号）规定的要求编写《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

建设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，放射工作人员立即断电停机，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、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，可减少或避免放射性事故的发生率，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。

单位应当根据以上要求，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，结合单位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

1、项目名称、性质、地点

项目名称：C05 线新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目

建设单位：德阳欣旺达新能源有限公司

建设性质：新建

建设地点：德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号德阳欣旺达新能源有限公司电芯车间三 C05 线处。

2、建设内容与规模

公司拟在电芯车间三 C05 线新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目：2 套在线工业 CT 检测项目（每套含 4 台工业 CT 射线装置，该 4 台工业 CT 可同时曝光）；1 套离线工业 CT 检测项目（含 1 台工业 CT 射线装置）。新增 3 套 X 射线工业 CT 检测项目包含建设 3 间铅房（工业 CT 设备自带铅房），在车间 17-18 跨处拟新增的铅房 1，铅房 1 内安装使用 1 套离线工业 CT 检测设备；在车间 24 跨处拟新增铅房 2，在铅房 2 内安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备；在车间 23 跨处拟新增铅房 3，在铅房 3 内安装使用 1 套在线工业 CT 检测设备。所使用的 X 射线工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA，出束类型为周向，辐射角为 43°，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 X 射线 CT 扫描检测系统。

本项目只开屏蔽体铅房内 X 射线检测作业，不涉及野外（室外）探伤，采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

二、环境影响评价报告信息公开

本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位于 2026 年 4 月 18 日在全国建设项目环境信息公示平台对该项目进行了全文公示，公示截图如下：

全国建设项目环境信息公示平台
gs.eiacloud.com

189***

建设项目公示与信息公示 > 环评报告公示 > 德阳欣旺达新能源有限公司C05线新增3套X射线工业CT检测项目环境影响报告公示

发帖
复制链接
返回

编辑
删除

【一次】
德阳欣旺达新能源有限公司C05线新增3套X射线工业CT检测项目环境影响报告公示

189****5953 发表于 2026-04-18 13:54
 2
0
0
0

据国家生态环境部《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》中的相关要求，自贡东联锅炉动力设备有限公司将《新增X射线数字成像检测系统项目环境影响报告表》进行公示，公示内容为报告表全本，内容不涉及国家秘密和商业秘密，对公示内容负完全责任。基本情况如下：

一、项目概况

建设项目名称：C05线新增3套X射线工业CT检测项目

建设内容：公司拟在电芯车间三C05线新增3套X射线工业CT检测项目，分别为：2套在线工业CT检测项目（每套含4台工业CT射线装置，该4台工业CT可同时曝光）；1套离线工业CT检测项目（含1台工业CT射线装置）。工业CT检测设备安装在铅房内，操作台设置在铅房外；本项目只开展屏蔽体铅房内X射线检测作业，不涉及野外（室外）探伤，采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

环境影响报告表全文：见附件

二、建设单位名称和联系方式

单位名称：德阳欣旺达新能源有限公司

通讯地址：四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段12号

联系人：王俊财 联系电话：18875233287

三、信息发布有效期限

自本信息发布之日起5个工作日内（信函以邮戳日期为准）。

附件1：新增3套X射线工业CT检测项目环境影响报告表本.pdf 3.4 MB, 下载次数 0

回复
点赞
收藏

评论 共0条评论

4
主题

0
回复

300
云贝

项目名称 C05线新增3套X射线工业CT检测项目

报告类型 报告表

行业分类 五十五、核与辐射-172.核技术利用建设项目

项目位置 四川-德阳-什邡市

项目性质 新建（迁建）

公示状态 【一次】公示中

公示有效期 2026.04.18 - 2026.05.01

周边公示 [21] 四川-德阳-什邡市 收起

● **【公示中】** 兰成渝管道石李江穿越祠堂新建工程

● **【公示结束】** 四川宏达股份有限公司12万吨硫酸装置设备更新及配套余热发电项目环境影响评价征求意见稿...

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

三、本项目产业政策符合性分析

本项目系核与辐射技术用于工业探伤检测领域，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（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令，2024 年 2 月 1 日起施行）相关规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”第 1 条“检验检测服务”，符合国家现行产业发展政策。

四、本项目选址合理性分析

德阳欣旺达新能源有限公司位于四川省德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号什邡市通航产业园区，为了迎合市场需求，抢占市场份额，公司于 2025 年在现有用地范围内拟扩建《德阳欣旺达高比能锂电池 C05 线项目》，建设高效智能电芯产线，达到年产 13GWh 高比能锂电池的生产能力。该项目目前已通过环评评审，正在批复前的公示期中。本项目建设地点位于该项目电芯车间三 C05 线处，不新增用地，且本项目使用的设备屏蔽体铅房为专用辐射工作场所，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辐射工

作人员和公众的照射剂量满足 GB18871-2002 标准中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目施工期主要工序是铅房安装装修、设备安装调试。本项目施工简单，施工期短，施工产生的生活污水、扬尘、噪声、固体废物等污染物对周围环境影响较小。

2、营运期环境影响分析

(1) 电离环境影响

本项目建成后，在正常运行情况下，所致职业人员受年附加有效剂量最大为 0.12mSv/a，所致公众受年附加有效剂量最大为 0.086mSv/a，分别低于职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值，也低于职业人员 5.0mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。

(2) 大气环境影响

本项目工业 CT 检测设备在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在铅房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，铅房内配置有排风扇机械排风，运营期臭氧由工业 CT 自带的机械排风系统排放，不会对周围大气环境造成影响。

(3) 水环境影响

本项目工业 CT 使用数字成像系统，不进行洗片，因此本项目废水主要为工作人员产生的生活污水，产生量为 0.576m³/d，依托厂区内已建的生活污水预处理池处理后进入园区污水处理厂，最后经园区废水总排口排入灵江污水处理厂处理。

(4) 固体废物

本项目产生固体废弃物主要为生活垃圾，产生量为 3.0kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由环卫部门统一清运。

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，并认真贯彻实施后，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理综合分析

德阳欣旺达新能源有限公司拥有专业的辐射工作人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；拟建立较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在制定《辐射防护和安全管理制度》、《设备安全操作规程》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对本项目工业 CT 检测设备(II 类射线装置)的使用和管理能力。

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，本项目在德阳市什邡市经济开发区北区昌平大道南段 12 号德阳欣旺达新能源有限公司电芯车间三 C05 线处建设，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》（中华人民共和国国务院令第 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，建设单位应当按照中华人民共和国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（<https://cepc.lem.org.cn/>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	环保设施
铅房 3 检测设备 辐射安全设施	X 射线防护系统（1 个铅房）
	通风系统 1 套，共 8 个排风扇
	铅防护门 24 个
	紧急停机按钮 53 个
	工作状态指示灯 30 个（门灯连锁）
	门机连锁装置 24 套
	视频监控系统 1 套（4 个摄像头）
	声光报警装置 30 套
	走线口 38 个
铅房 2 检测设备 辐射安全设施	X 射线防护系统（1 个铅房）
	通风系统 1 套，共 8 个排风扇
	铅防护门 24 个
	紧急停机按钮 53 个
	工作状态指示灯 30 个（门灯连锁）
	门机连锁装置 24 套
	视频监控系统 1 套（4 个摄像头）
	声光报警装置 30 套

	走线口 38 个
铅房 1 检测设备 辐射安全设施	X 射线防护系统 (1 个铅房)
	手动侧开铅门 1 个, 手动双开门一个
	紧急停机按钮 3 个
	工作状态指示灯 2 个 (门灯联锁)
	门机联锁装置 2 套
	视频监控系统 1 套 (3 个摄像头)
	声光报警装置 3 套
	通风系统 1 套, 共 2 个排风扇
	走线口 1 个
监测仪器	便携式辐射监测仪 1 台
	个人剂量报警仪 6 个
	固定式辐射报警仪 3 台
防护用品	个人剂量计 6 套
其他	辐射工作人员培训及考核
	应急及救助的资金、物资准备
	灭火器材若干
	电离辐射标识

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习与考核。公司应加强管理，组织其在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上进行辐射安全与防护专业知识的学习和考核，根据辐射工作人员不同的岗位职责，其中操作人员需选取“X射线探伤”辐射安全与防护考核，管理人员选取“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，并均考核通过后方可上岗。

3、根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年 9 号）的相关规定，仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。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，从事 II 类射线装置活动以及放射性同位素工作人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（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。

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、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>）。

6、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。

7、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

8、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。