

核技术利用建设项目

成都亿纬锂能有限公司

新增工业 X 射线 CT 机项目

环境影响报告表

(公示本)

成都亿纬锂能有限公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	放射源.....	9
表 3	非密封放射性物质.....	10
表 4	射线装置.....	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6	评价依据.....	13
表 7	保护目标与评价标准.....	15
表 8	环境质量和辐射现状.....	18
表 9	项目工程分析与源项.....	22
表 10	辐射安全与防护.....	27
表 11	环境影响分析.....	35
表 12	辐射安全管理.....	49
表 13	结论与建议.....	57

表 1 项目基本情况

建设项目名称		成都亿纬锂能有限公司新增工业 X 射线 CT 机项目			
建设单位		成都亿纬锂能有限公司			
法人代表	**	联系人	**	联系电话	*****
注册地址		四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号			
项目建设地点		四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号			
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	*
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 ）	20
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		
	其他	无			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介及项目由来</p> <p>成都亿纬锂能有限公司（统一社会信用代码：91510112MA7MEYFC2C）成立于 2022 年 4 月 27 日，注册地位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号，法定代表人为刘金成。经营范围包括一般项目：电池制造；电池销售；合成材料制造（不</p>				

含危险化学品)；合成材料销售；电子专用材料制造；电子专用材料销售；电子专用设备销售；电力电子元器件销售；电子元器件与机电组件设备销售；新能源原动设备制造；新能源原动设备销售；汽车零部件及配件制造；新能源汽车电附件销售；新能源汽车换电设施销售；新能源汽车生产测试设备销售；金属材料制造；金属材料销售；新型金属功能材料销售；高性能有色金属及合金材料销售；新材料技术研发；新兴能源技术研发；电子专用材料研发；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；住房租赁；非居住房地产租赁；土地使用权租赁；机械设备租赁；蓄电池租赁；装卸搬运；货物进出口；技术进出口(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)。

为提高产品质量，提升产品市场竞争力，成都亿纬锂能有限公司根据生产需要，在厂区生产车间预留的CT室内新增1台工业CT机，设备自带屏蔽体，用于电池产品质量检测。

项目所在厂区已经进行了环境影响评价，并取得了《成都市龙泉驿生态环境局关于成都亿纬锂能有限公司21700圆柱电池产业化建设项目环境影响报告表的批复》，文号为龙环承诺环评审(2022)40号，见附件2。

按照《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第449号)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部令第18号)的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021版)》(生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行)的规定，本项目属于“第172条核技术利用建设项目”中“**生产、使用II类射线装置的**”，本项目应编制环境影响报告表，并向四川省生态环境厅申请审批，并在取得环评批复后及时申请辐射安全许可证增项。

成都亿纬锂能有限公司委托四川众投生态环境技术有限公司编制该项目的环境影响报告表(委托书见附件1)。四川众投生态环境技术有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对环境的影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，就项目对环境可能造成的影响、

项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

二、环境影响评价报告信息公开

/

三、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《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 1 月 1 日施行）的相关规定，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。

四、项目概况

（一）项目名称、性质、地点

项目名称：成都亿纬锂能有限公司新增工业 X 射线 CT 机项目

建设单位：成都亿纬锂能有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号

（二）建设内容及规模

成都亿纬锂能有限公司拟在厂区生产车间（4 层、无地下室，高约 16m，屋顶不上人）预留的 CT 室内安装使用一套型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 的一体式工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，设备自带有铅钢结构屏蔽铅房，定向式 X 射线源固定在屏蔽铅房内，主射方向投向西南侧。其最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，该设备主要用于电池产品质量检测。本项目 CT 机采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

CT 室东南侧和西北侧为 100mm 厚岩棉夹芯板外墙，东北侧和西南侧为 200mm 厚加气混凝土砌块隔墙。

本项目工业 CT 检测设备为一体式工业用无损检测设备，其主要由带铅板防护的扫描室、电气控制柜、操作软件及数据处理工作站（操作台）三部分组成，是一台集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 检测设备。设备自带铅房整体占地尺寸为：3.7m 长×1.81m

宽×2.44m 高；设备内部净空尺寸为：2.67m 长×1.66m 宽×2.232m 高；装载门（工件进出门）尺寸为：宽 1.044m×高 1.7m；维修门尺寸为：宽 0.935m×高 1.8m。操作台位于设备南侧。本项目主射方向朝向西南侧，西南侧屏蔽层厚度为 12mm 铅板+3mm 钢板；底面及防护门屏蔽层厚度为 5mm 铅板+6mm 钢板，其余方向屏蔽层厚度为 5mm 铅板+3mm 钢板。机器线缆穿孔位置位于舱内左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度为 5mm 铅+3mm 钢。防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两台风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h。

根据建设单位所提供资料，工作人员手动将检测工件放置在可旋转载物台上（距离门口约 0.7m），关闭工件门后，由电脑设置参数，载物台带动工件移动调整参数。本项目 CT 机射线源固定不可移动，射线出束方向（固定向西南）、角度（30°）不会发生变化。本项目被检工件最大尺寸为 50mm×50mm×150mm。工业 CT 的检修、定期维护等均由设备厂家负责，建设单位只负责该设备的使用和日常养护。

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	运营期
主体工程	在厂区生产车间（4 层、无地下室，高约 16m，屋顶不上人）预留的 CT 室内安装使用一套型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 的一体式工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，设备自带有铅钢结构屏蔽铅房，定向式 X 射线源固定在屏蔽铅房内，主射方向投向西南侧。其最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA。年出束时间约 1000h。	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
辅助工程	操作台位于铅房西南侧。		/
公用工程	依托市政管网、市政电网、配电系统、通讯系统等。		
办公及生活设施	依托厂区其他办公及生活设施。		生活垃圾
环保工程	依托厂区已建污水收集处理设施、固体废物收运设施等，本项目设备设置相应的排风扇（2 个，单个风量为 900m ³ /h），设备内部气体通过铅板屏蔽罩绕行后排出 CT 室外。	噪声、废水、固体废物	废水、生活垃圾

（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 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
电	CT 机用电	1000kW·h	市政电网	/
水	生活用水	120t	市政管网	H ₂ O

(四) 本项目设备装置及使用情况一览表

本项目射线装置相关参数情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年出束时间(h)	主束方向	使用场所	备注
工业计算机断层成像机	CT METROTOM 1500 225kV G3	蔡司	225kV 3mA	II 类	1000h	由东北向西南	CT 室	/

(五) 工作人员配置情况

本项目拟配置3名辐射工作人员（1名管理人员，2名操作人员）。

工作制度：实行每年工作250天，每天8小时的工作制度。

公司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。

(六) 项目依托环保设施情况：

污水处理设施：本项目辐射工作人员的生活污水依托厂区污水预处理池处理后由厂区生活污水排口排放，经市政管网排入园区污水处理厂。

固体废物处理：本项目运行过程中产生的固体废物主要为工作人员日常办公产生的生活垃圾，厂区各建筑物均设置有垃圾桶，生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。

(七) 公司环评情况及与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目所依托的建筑主体工程已在《成都亿纬锂能有限公司 21700 圆柱电池产业化建设项目环境影响报告表》中进行了评价，并取得了成都市龙泉驿生态环境局的批复（龙环承诺环评审〔2022〕40 号）。报告中明确了建设单位需落实的三废的处理设施和措施，其处理容量和处理规模包括了本项目辐射工作人员产生的生活污水和生活垃圾。厂区目前正在进行环保验收。

五、本项目外环境及选址合理性分析

(一) 项目外环境及选址合理性

1、外环境关系

本项目新增一台工业 CT 机位于生产车间 CT 室内，工业 CT 室东北侧 0~20m、20~50m 依次为厂区道路和包装车间；西南侧 0~3m、3~87m 依次为走廊、常温半成品区域；东南侧 0~7m、7~18m、18~29m、29~39m、39~50m 依次为设备进出口、中心机房和工人换装准备间、设备进出口、人员进出楼梯间及安全通道；西北侧 0~12.5m、12.5~21m、21~35m、35~50m 依次为空调机房、弱电间、厂内道路、安全测试中心。本项目外环境关系图见附图 2。

2、选址合理性分析

本项目新增工业 CT 机位于厂区生产车间西侧 CT 室内。生产车间为 4 层独立建筑，无地下室，屋面不上人，四周均为厂区道路。本项目工业 CT 机周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 机操作的辐射工作人员及周围公众。

根据厂区《建设用地规划许可证》（附件 4），本项目所在地用地性质为工业用地。本项目所在厂址合理性已在《成都亿纬锂能有限公司 21700 圆柱电池产业化建设项目环境影响报告表》中进行了论证，本项目仅为“成都亿纬锂能有限公司 21700 圆柱电池产业化建设项目”的配套建设项目，不新增用地，且项目使用的 CT 机自带铅房，具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。

因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

3、与周边环境的相容性分析

由厂区外环境及项目外环境关系可见，周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感区，无大的环境制约因素。项目所在工业 CT 室选址位于生产车间内部，非工作人员不得入内，周边人流相对较少，有效降低了公众受照的可能性。因此，本项目与周边环境相容。

六、原有核技术利用情况

（一）原有项目辐射安全许可证情况

1、目前，成都亿纬锂能有限公司已取得成都市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[28902]），许可的种类和范围：使用V类放射源、使用III类射线装置。发证日期：2024年8月8日，有效期至2029年8月7日。因注册地址变更，辐射安全许可证相应进行了变更，但使用单位名称、种类和范围、有效期、证书编号均未发生变化。辐射安全许可证正副本详见附件3。

2、成都亿纬锂能有限公司现有核技术利用情况见表1-4。

表1-4 成都亿纬锂能有限公司现有核技术利用情况一览表

序号	核素/设备名称	类别	活动种类	场所	备注
1	Kr-85	V	使用	一楼负极涂布车间	1.11E+10*9
2	Kr-85	V	使用	一楼正极涂布车间	1.11E+10*9
3	其他各类X射线检测装置（测厚称重、测孔径、测密度等）	III	使用	一楼组装车间	4台
4	其他各类X射线检测装置（测厚称重、测孔径、测密度等）	III	使用	组装车间	2台

（二）是否发生过辐射安全事故

根据建设单位提供的信息，自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

（三）辐射工作人员培训情况

成都亿纬锂能有限公司严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。目前有16名辐射工作人员，其中10人操作V类放射源（ β -ray，正负极涂布车间各5人）、6人操作III类X-ray（其中组装车间2人、品质部4人）均参加了辐射安全与防护培训班的学习并取得了《辐射安全培训合格证》。本项目拟配备的2名辐射工作人员通过在“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”培训学习，于2024年11月取得了《核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单》，详见附件6。

（四）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

目前既有辐射类设备处于调试阶段，调试阶段所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立了个人剂量档案。公司有专人负责个人剂量检测管理工作。

2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，成都亿纬锂能有限公司应每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。目前既有辐射类设备处于调试阶段，还未开展工作场所辐射水平监测。

（五）辐射安全制度建设及执行情况

根据相关文件的规定，结合实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《监测仪表使用与校验管理制度》《射线装置台账管理制度》《分区管理制度》《设备运行记录及档案保存制度》《辐射安全防护设施维护维修制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《辐射事故预防措施及应急处理预案》等。辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对本项目的CT机而言，公司已具备辐射安全管理的综合能力。

（六）年度评估报告

公司于2024年8月取得辐射安全许可证，目前既有辐射类设备处于调试阶段，2025年1月提交了年度评估报告。

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
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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	工业 CT 机	II	1 台	CT METROTOM 1500 225kV G3	225	3	电池产品质量检测	生产车间 CT 室	本次新增
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃ 及氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	—	不暂存	通过排风装置排入外环境，臭氧及氮氧化物经自然分解，对环境影响较小
生活垃圾	固态	/	/	约 20.83kg	约 250kg	/	暂存	生活垃圾经收集后，由环卫部门统一清运。
生活污水	液态	/	/	约 9.0t	约 108t	/	不暂存	依托厂区污水预处理池处理后由厂区生活污水排口排放，经市政管网排入园区污水处理厂。

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，年排放总量为 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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日（修订）实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正）；</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) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令 709 号）；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）；</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 8 月 31 日颁布，2019 年 3 月 2 日修订实施）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 31 号，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 20 号修改）；</p> <p>(11) 《环境保护部关于修改部分规章的决定》（环境保护部令 47 号，2017 年 12 月 20 日起实施）；</p> <p>(12) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行）；</p> <p>(13) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施）。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p>

	<p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《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>(6) 《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>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(10) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；</p> <p>(11) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（2018 年 7 月 31 日）；</p> <p>(12) 《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）</p> <p>(13) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；</p> <p>(14) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；</p> <p>(15) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）。</p>
其他	<p>(1) 生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序；</p> <p>(2) 四川省生态环境厅关于印发《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> <p>(3) 《关于印发〈四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急预案（2020 版）〉的通知》（川环发〔2020〕2 号）；</p> <p>(4) 《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》（原子能出版社，1987）；</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围							
<p>本项目为使用II类射线装置，且射线装置所在场所均有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为工业 CT 机房边界外 50m 范围内。</p>							
保护目标							
<p>根据铅房拟建地周围的外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为 CT 室内的辐射工作人员、生产车间的其他工作人员、评价范围内厂内公众及厂外公众。本项目重点关注的环境保护目标见表 7-1 所示。</p>							
表 7-1 本项目环境保护目标一览表							
保护目标	方位及位置	距 X 射线源最近水平距离 (m)	与设备所在地面的垂直高差 (m)	人流量 (人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/a)	备注
操作台工作人员	西南侧	6.02	0	2 人	职业	5.0	室内
车间内走道工作人员	西南侧	14.7	0	流动人员	公众	0.1	室内
生产车间内工作人员	西南侧	18.5	0	约 15 人	公众	0.1	室内
设备进出口 1 工作人员	东南侧	1.2	0	流动人员	公众	0.1	室内
换鞋区工作人员	东南侧	19.2	0	流动人员	公众	0.1	室内
设备进出口 2 工作人员	东南侧	30.3	0	流动人员	公众	0.1	室内
东北侧厂区道路公众	东北侧	3.1	-0.7	流动人员	公众	0.1	户外
包装车间工作人员	东北侧	23.4	0	约 20 人	公众	0.1	室内
生产车间楼梯间工作人员	西北侧	16.7	0	流动人员	公众	0.1	室内
西北侧厂区道路公众	西北侧	23.4	-0.7	流动人员	公众	0.1	户外

安全测试中心工作 人员	西北 侧	37.7	0	约 10 人	公众	0.1	室内
生产车间机房顶部 二楼设备进出口	机房 顶部	3.5	0	流动人员	公众	0.1	室内

评价标准

1、环境质量标准

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

2、污染物排放标准

- (1) 废水：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；
- (2) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；
- (3) 噪声：执行运营期《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准；
- (4) 固体废物：一般工业固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

3、剂量约束

(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。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

(2) 公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值 1/4 取值，公众按照其年剂量限值的 1/10 取值，确定本项目剂量约束值如下：

职业照射的年剂量约束值不超过 5mSv/a；

公众照射的年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4、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》（GBZ117-2022）“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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。”以及“6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3； b 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。”的要求确定本项目关曝光室外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平如下：

A) 工业 CT 装置四周（含顶部、底部）表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

5、臭氧浓度限值

根据《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。

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）表 1 中臭氧小时平均浓度符合 0.16mg/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、项目地理和场所位置

本项目位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号成都亿纬锂能有限公司厂区生产车间预留的 CT 室，项目地理位置见附图 1。生产车间东南侧为厂区道路和甲类仓库，西南侧为厂区道路；西北侧为厂区道路和安全测试中心；北侧为厂区道路和包装车间、测试中心、原料仓、门卫室等。本项目工业 CT 机房周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目周围环境保护目标主要为从事工业 CT 机操作的辐射工作人员及周围公众。本项目工业 CT 机所在 CT 室现状见附图。

二、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业 CT 机拟建址周围辐射环境

监测因子：环境 X- γ 辐射剂量率

监测点位：在工业 CT 机拟建址周围布置 10 个监测点位。

三、监测方案

（一）监测项目

环境 X- γ 辐射剂量率

（二）监测布点

监测点位设置见下表。

表 8-1 监测点位设置表

点位编号	监测位置	备注
1	拟建 CT 机房东北侧（车间外过道）	户外
2	拟建 CT 机房东南侧（一楼设备进出口）	室内
3	拟建 CT 机房西南侧（车间内过道）	室内
4	拟建 CT 机房西北侧（空调机房）	室内
5	拟建 CT 机房内中心	室内
6	拟建 CT 机房上方（二楼设备进出口）	室内
7	拟建 CT 机房西北侧生产车间楼梯间	室内
8	拟建 CT 机房东北侧包装车间楼梯间	室内
9	拟建 CT 机房西北侧安全测试中心	室内

10	拟建 CT 机房北侧厂区内道路	户外
----	-----------------	----

监测布点示意图如下：

(三) 监测时间

2025 年 06 月 09 日

(四) 监测单位

西弗测试技术成都有限公司

(五) 监测仪器

监测仪器信息见下表。

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	测量范围	校准情况	
X-γ 辐射剂量率	一体式 X 脉冲辐射 巡测仪 型号： RJ32-3602P 编号： SV/YQ-12	测量范围： 连续辐射场： 1nSv/h~1.2mSv/h 脉冲辐射场： 10nSv/h~12mSv/h 不确定度： U=6%，k=2	检定单位：中国测试技术研究院 有效期： 2025.05.08~2026.05.07 证书编号：校准字第 202505100520 号	天气：晴 温度：18.5~19.2℃ 湿度：54.6~57.2%
温湿度	多参数测试仪（温湿度） 型号： 3000 编号： SV/YQ-30	测量范围： 温度：-20~+70℃ 湿度：5%~95% 不确定度： 温度：U=0.5℃,k=2 相对湿度：U=2%， k=2	检定单位：中国测试技术研究院 有效期： 2024.10.08~2025.10.07 证书编号：校准字第 202410100094 号	

(六) 监测方法：

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

(七) 数据记录及处理

每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》

（HJ1157-2021）中 5.5 计算结果：使用 ¹³⁷Cs 和 ⁶⁰Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy，由监测单位提供的仪器校准证书（详见附件 10）可知，本项目监测仪器使用的校准因子为 0.93（报告给出的结果已使用校准因子），检

定/校准参考辐射源为 ^{137}Cs ，因此监测报告中的辐射剂量率单位换算比值为 1.20Sv/Gy。

四、质量保证

西弗测试技术成都有限公司于 2024 年 6 月取得了四川省市场监督管理局颁发的资质认定计量认证证书，证书编号为：242312051211，有效期至 2030 年 6 月 18 日。具体质量保证措施如下：

①根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和项目实际情况制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《作业指导书》开展现场工作；

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

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑤根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），布设监测点位置和高度，兼顾监测技术规定和实际情况，监测结果具有代表性和针对性；

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

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

⑧检测报告严格实行三级审核制度。

五、监测结果与评价

监测结果见下表。

表 8-3 拟建址周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果

点位编号	监测位置	测量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准差 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	拟建 CT 机房东北侧（车间外过道）	0.094	0.006	户外
2	拟建 CT 机房东南侧（一楼设备进出口）	0.097	0.004	室内
3	拟建 CT 机房西南侧（车间内过道）	0.099	0.002	室内
4	拟建 CT 机房西北侧（空调机房）	0.102	0.003	室内
5	拟建 CT 机房内中心	0.091	0.005	室内
6	拟建 CT 机房上方（二楼设备进出口）	0.096	0.003	室内
7	拟建 CT 机房西北侧生产车间楼梯间	0.095	0.005	室内

8	拟建 CT 机房东北侧包装车间楼梯间	0.088	0.004	室内
9	拟建 CT 机房西北侧安全测试中心	0.089	0.005	室内
10	拟建 CT 机房北侧厂区内道路	0.092	0.004	户外

注：1. 监测点位置距墙体、门表面 30cm，离地上方 100cm；

2. 上表辐射剂量率未扣除宇宙射线响应。

由上表可知，本项目所在区拟建 CT 机房周围监测点位的 X- γ 射线辐射剂量率为 0.088 μ Sv/h~0.102 μ Sv/h，88nGy/h~102nGy/h，根据成都市生态环境局发布的《2023 成都生态环境质量公报》，成都市环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围为(67.0~119) nGy/h。由此可知，本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率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

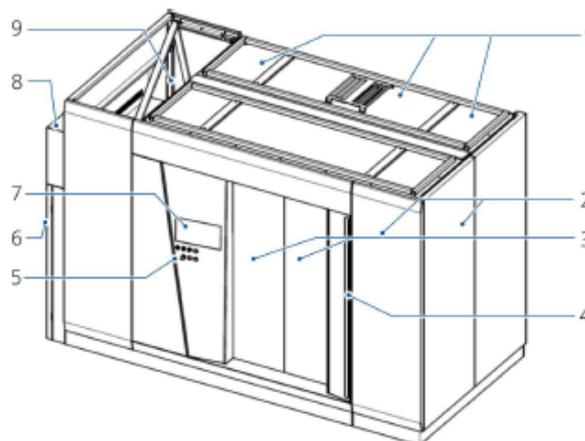
一、工程设备

本项目工业 CT 机设备型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3（装置样式见图 9-1，结构图见图 9-2），最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，工作时射线朝西南照射，装置防护门朝西北摆放在 CT 室内，用于开展电池产品的质量检测工作。

拟为本项目配备 3 名辐射工作人员（1 名管理人员，2 名操作人员），设备年开机曝光时间约为 1000 小时（单个样品扫描时间 16min，每天扫描 15 个样品，一周扫描时长 1200min，年度扫描总时长 60000min）。



图 9-1 本项目工业 CT 机样式图



- 1—辐射防护外壳，2—CT 设备的外壳，3—装载门，4—X 射线的指示面板(橙色警示灯)
5—操作原件，6—主开关，7—X 射线柜的摄像机视图，8—控制柜，9—X 射线管的冷却单元

图 9-2 本项目工业 CT 机结构图

二、工业 CT 机组成及工作原理

本项目工业 CT 机主要是由 X 射线系统、实时成像系统、计算机图像处理系统、机械传动系统、电气控制系统、X 射线防护系统组成。工业 CT 机核心是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

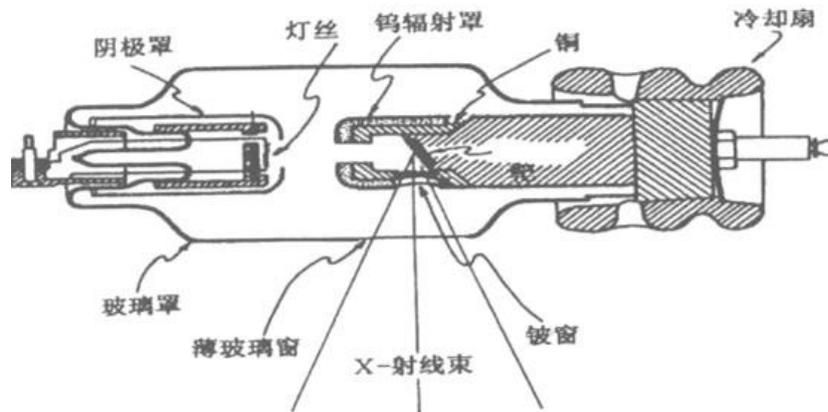


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

在使用工业 CT 机进行无损检测过程中，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，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，投射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

三、工业 CT 机工作流程及产污环节

检测时辐射工作人员将被测工件放置在工件测试台上，关闭防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对检测物体无损伤条件下，以三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员将被检测工件放入工件测试台上；
- (2) 关闭防护门，辐射工作人员首先在操作台处控制工件测试平台按钮，将工件

测试平台调整到合适位置，然后开启工业 CT 机进行检测；

(3) 通过操作台处的显像器对被检工件的缺损状况进行辨别；

本项目工业 CT 机工作流程及产污环节示意图见下图。

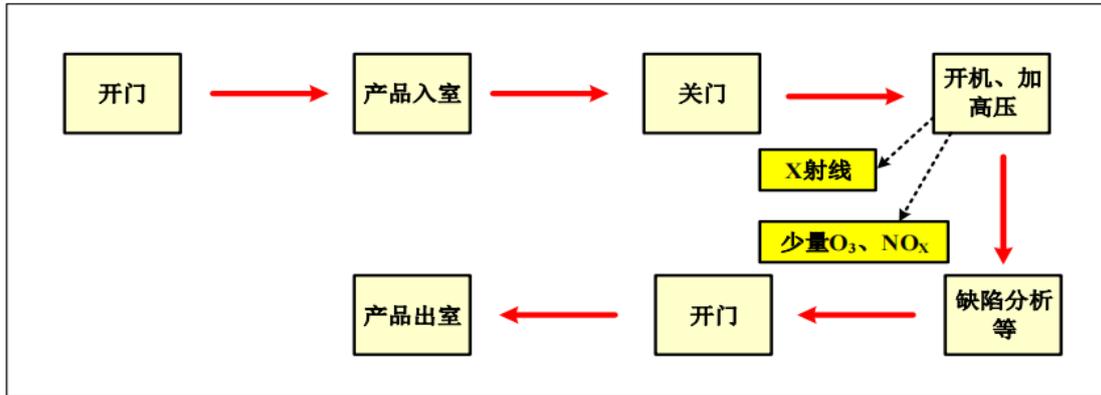


图 9-4 本项目工业 CT 机工作流程及产污环节分析示意图

四、本项目人流、物流路径

本项目属新建项目，新增工业 CT 设备位于 CT 室内。辐射工作人员手动将检测工件放置在可旋转载物台上（距离门口约 0.7m），关闭工件门后，由电脑设置参数，载物台带动工件移动调整参数。其工作场所“人、物”流动路径划分如下图。

(1) 物流路径合理性分析

工件由工作人员人工拖车运输放置工业 CT 室，进行检测时，辐射工作人员手动将检测工件放置在可旋转载物台上（距离门口约 0.7m），关闭工件门后，由电脑设置参数，载物台带动工件移动调整参数，可以有效避免无关人员由工件进出门直接进入曝光室，进行误操作、受到误照射的风险。

(2) 人流路径合理性分析

本项目辐射工作人员在探伤检测时，停留在工业 CT 室内，需要检测时，手动将被检测工件放至载物台上，人不进入铅房内，无关人员不进入 CT 室。

污染源项描述

一、放射性污染源分析

由工业 CT 机工作原理可知，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 机在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据设备生产厂家提供的说明（见附件 8），装置在射线口处使用了 2mmSn 作为过滤材料，在 2mmSn 过滤条件下距辐射源点 1m 处输出量实测值为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据设备生产厂家提供的说明（见附件 8），装置的射线管四周带有铅防护罩，在距离射线管 35cm 处四周的实测值均 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中 225kV X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 200kV。

详细参数见下表。

设备型号	CT METROTOM 1500 225kV G3
最大管电压	225kV
最大管电流	3mA
工作管电压	220kV
工作管电流	820 μ A
锥束角	30°
滤过条件	2mmSn
有用线束辐射输出量	$3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
距辐射源点 1m 处输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	2.20×10^5
泄漏辐射剂量率	$2.33\mu\text{Sv/h}$
90° 散射后能量	200kV

注：Metrotom 1500 225kV G3 滤过为 2mm Sn，根据厂家说明取得有用线束辐射输出量，泄漏辐射 1m 处输出量；其中泄漏辐射根据厂家说明，在射线管防护外壳安装条件下，距离射线管 35cm 四周泄漏射线值 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$ ，本项目按照距离衰减后 1m 处的泄漏辐射剂量率约为 $2.33\mu\text{Sv/h}$ 进行预测计算。

二、非放射性污染源分析

工业 CT 机在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对周围环境空气质量影响较小。

本项目采用实时成像，在检测过程中无生产废水产生。本项目工作人员会产生少量的生活污水，工作人员生活污水产生量约 0.432t/d。

本项目在检测工程中采用实时电脑成像，在检测过程中无定影液、显影液及清洗废水产生，工作人员会产生少量的生活垃圾，约为 1kg/d。

本项目防护铅房内采取底部中间自然进风，顶部风扇式机械排风，选用低噪声设备，源强小于 70dB(A)，且设备处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对 CT 室外界噪声的贡献很小，项目对周边声环境影响很小。

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、项目布局及分区合理性分析

工业 CT 机位于生产车间 CT 室内，工业 CT 室东北侧依次为厂区道路和包装车间；西南侧依次为走廊、常温半成品区域；东南侧依次为设备进出口、中心机房和工人换装准备间、设备进出口、人员进出楼梯间及安全通道；西北侧依次为空调机房、弱电间、厂内道路、安全测试中心。

CT 室所在建筑为生产车间，位于厂区西南侧，临近室外厂区道路，物流方便；此外，本项目主要是检测产品内部缺陷，工业 CT 室周边房间布置有生产区域，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。通过本项目平面布局，结合现场勘查可知，本项目工业 CT 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。

从辐射安全防护的角度分析，其总平布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，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，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

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处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，辐射工作区与非辐射工作区隔开。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。

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指定区域。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。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

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 CT 机内部实体区域划为控制区，将 CT 室（不含 CT 机区域）划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

两区	控制区	监督区
范围	CT 机内部实体区域为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入	CT 室（不含 CT 机区域）
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，工业 CT 在曝光过程中严禁任何人员进入。参考《500kV 以下 X 射线探伤机防护规则》GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入”字样的警告标志	监督区为工作人员操作本检测系统的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，设置黄色“非职业人员禁入”警示字样位于监督区地面

控制区内禁止人员进入，监督区范围内应限制无关人员进入。

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见下图；

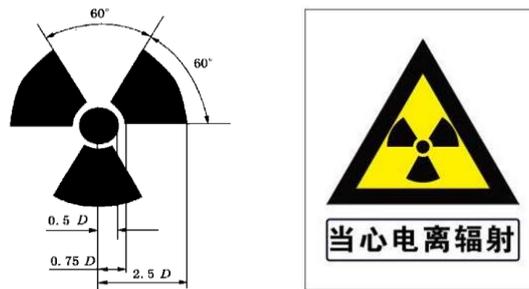


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业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制度）和实体屏障限制进出控制区；

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；本项目在监督区（铅房四周 0.3m 处、操作台区域）地面张贴黄色“非职业人员禁入”字样。

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、设备固有安全性

本项目设备购买于正规厂家，各项安全措施齐备，设备本身采取了多种安全防护措施：

(1) 安全钥匙锁开关：当安全钥匙锁处于关闭时，设备处于锁闭状态，不能进行任何操作；当安全钥匙锁处于接通时才可进行操作，开启射线，当安全锁处于关闭时，所有操作被禁止。

(2) 开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，操作者可以进行曝光或训机操作，在曝光或训机阶段出现任何故障或监测异常，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压输出，并通过控制器给出明确的提示信息，操作人员根据提示信息对设备进行检查，无法排除故障后需与厂家联系并维修。当工业 CT 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、冷却器、安全联锁、辐射泄漏等各种参数和状态，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压输出。

(3) 当检测正常结束后，系统将自动切断高压进入待机阶段，在此阶段系统仍将实时监测 X 射线发生器、冷却器、安全联锁、辐射泄漏等各种参数和状态，以等待下一次探伤作业或停机。

(4) 设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值时，或高压对地放电时，设备会自动切断高压；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。而且射线仪自带的操作系统和其中的 X 射线发生器阳极接地，发生线路连接错误时，能够对地放电，保护设备和人员。

(5) 设备开关由软件控制，管电压与管电流由软件设定，控制器自动稳定管电压和管电流。

(6) 本项目工业 CT 自带门机联锁和紧急制动装置，能有效保护检测人员，降低辐射风险。

2、设计采取防护措施

(1) 铅房蔽体设计

本项目工业 CT 机铅房屏蔽防护设计见表 10-2，屏蔽设计见附图 5。

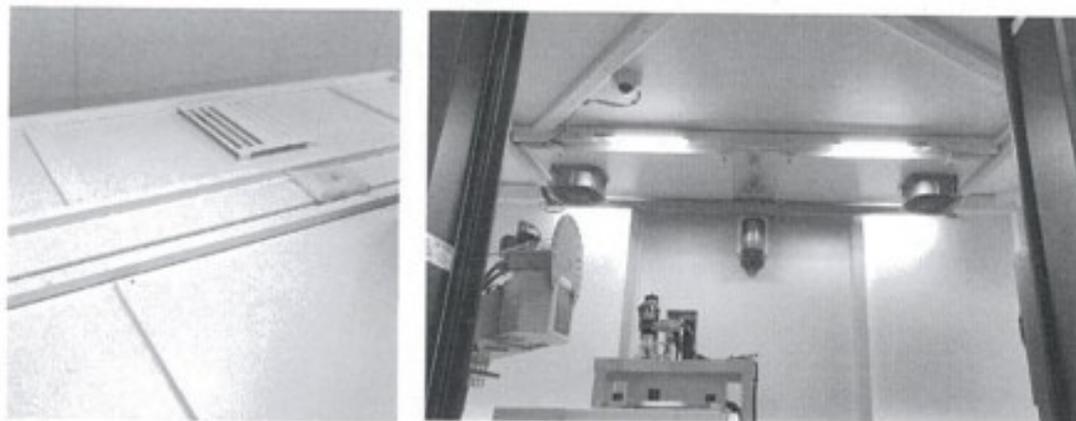
表 10-2 屏蔽防护设计表

工业 CT 机型号	曝光室屏蔽参数			尺寸	主射线方
	防护材料	厚度	折合铅当量*		

					向
CT METROTOM 1500 225kV G3	西南侧屏蔽体	12mmPb+3mmFe	12.2	3.70m (长, 含 控制柜) ×1.81m (宽) ×2.44m (高)	主射 线朝 西南 照射
	东南侧屏蔽体	5mmPb+3mmFe	5.2		
	东北侧屏蔽体	5mmPb+3mmFe	5.2		
	西北侧屏蔽体	5mmPb+3mmFe	5.2		
	顶面屏蔽体	5mmPb+3mmFe	5.2		
	底面屏蔽体	5mmPb+6mmFe	5.4		
	防护门	5mmPb+6mmFe	5.4		
	进风口	5mmPb+3mmFe	5.2		
	出风口	5mmPb+3mmFe	5.2		

*注：①根据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/z41476.3-2022）表 4，225kV 下厚度 2mm、3mm、6mm 钢的等效铅厚度分别为 0.14mm、0.2mm、0.4mm。

(2) 防护铅房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板。典型工况下单个风扇排风量为 900m³/h，系统配置两台风扇，正常情况系统通风量为 1800m³/h，出风口导风结构见图 10-3。



顶部风扇式排风，出风口有5mm铅+3mm钢的导风结构。

图 10-3 出风口导风结构图

(3) 机器线缆穿孔位置位于舱内左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度为 5mm 铅+3mm 钢。线缆屏蔽结构见图 10-4。

机器线缆穿孔位置位于舱内左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度为5mm铅+3mm钢

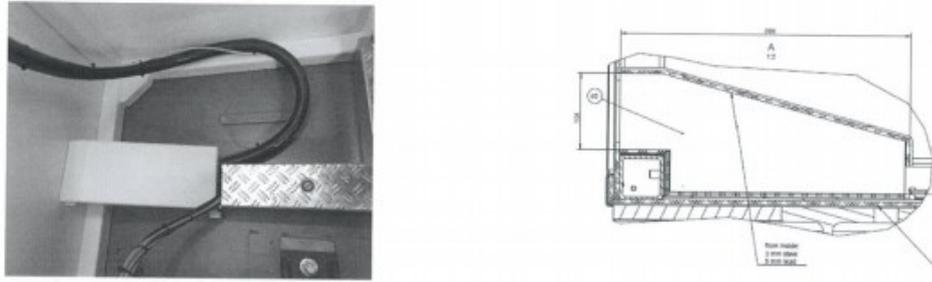


图 10-4 线缆屏蔽结构图

(4) 安全装置

本项目采用的安全防护措施主要有：

门机联锁：铅房的装载门、维修门均与 X 射线高压电源联锁，如装载门、维修门关闭不到位，高压电源不能开启。高压电源未关闭，装载门、维修门不能正常打开。各屏蔽铅门关紧后，CT 机才能启动，否则处于断电状态不能启动。工作状态下，门以任何形式被打开，则 X 射线高压电源自动断电。

工作状态指示灯：与 X 射线管联锁，装载门关闭之后，橙色的警示灯开始闪烁。在此期间，辐射尚未打开。当 X 射线打开以后，红色的警示灯立刻亮起，提醒人员勿靠近。

信号喇叭：装载门关闭之后，信号喇叭响起。提醒人员勿靠近。

急停按钮：本项目在操作台上（1 个）、操作面板上（1 个）和铅房外（2 个，左边和右边）装了设置了急停按钮。按了一个急停按钮以后，X 射线管关闭、所有移动被禁止、所有驱动装置关闭。

应急开门：按了一个急停按钮以后，这将切断门驱动装置与移动单元电源，铅房内和铅房外均可人工推开装载门（即使在停电状态下）。

视频监控系统：其中一台摄像机安装在辐射防护外壳内部，摄像机朝向定位系统，摄像机视图显示在操作元件旁边的屏幕上；另一台安装在 CT 室内对出入口处。

警告标志：CT 室出入口处、铅房的装载门、操作区醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

固定式场所辐射探测报警装置：环境辐射超标时会触发出告警及时提醒工作人员注意安全。

维修门平时均处于锁闭状态，仅有厂家进行维修作业时才可开启。

本项目安全装置布置如图 10-5 所示，安全联锁逻辑图见图 10-6。

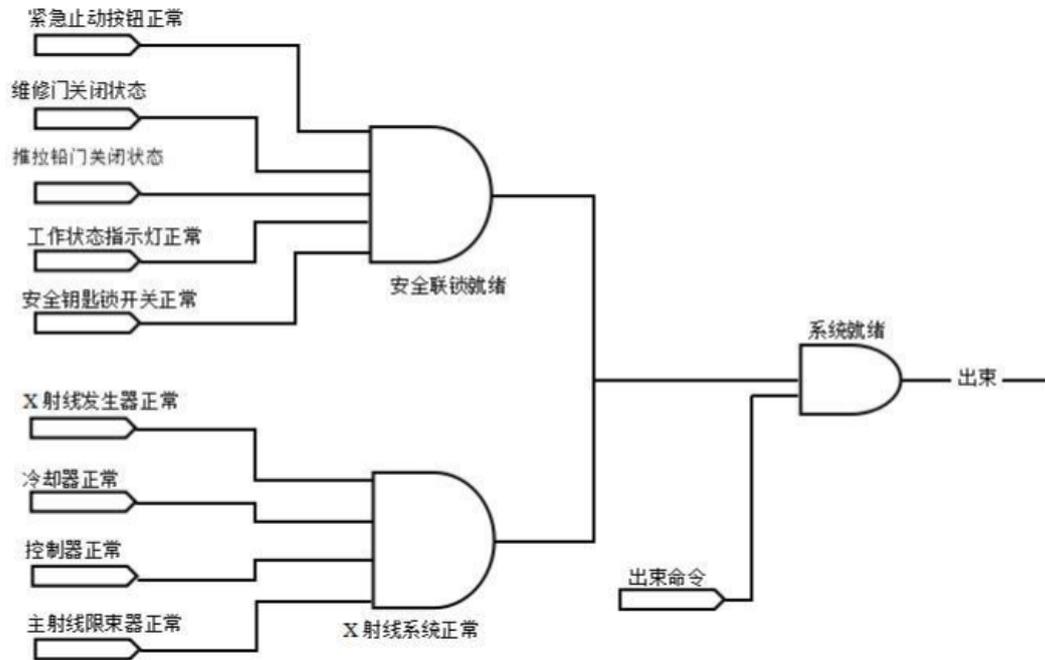


图 10-6 安全联锁逻辑图

3、源项控制

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

4、距离防护

本项目严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控制，在曝光过程中严禁任何人员进入控制区内，且控制区边界外应有明确的标识，设置红色的“禁止进入电离辐射区”字样的警告标志。监督区为除铅房以外 30cm 区域，非相关人员不得进入，避免对设备进行误操作。

5、时间防护

在满足生产要求的前提下，在每次使用射线装置进行检测前，根据生产要求和工件实际情况制定最优化的照射方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

6、辐射防护措施对比

根据《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函（2016）1400 号）等相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，结果满足上述要求。具体情况见表 10-3。

表 10-3 辐射安全措施对照分析表

序号	检查项目		落实情况	备注
1	A 场所设施	入口处电离辐射警告标志	拟配备	操作台位于铅房外
2		入口处机器工作状态显示	设备自带	
3		隔室操作	已设计	
4		防护门	铅房自带	
5		控制台有钥匙控制	设备自带	
6		门机联锁系统	设备自带	
7		照射室内监控设施	设备自带	
8		通风设施	设备自带	
9		照射室内紧急停机按钮并有中文标识	设备自带紧急停机按钮，拟配备中文标识	
10		操作台上紧急停机按钮并有中文标识	拟配备	
11		准备出束声光提示	设备自带	
12		工作人员出入口处应设置固定的电离辐射警告标志	拟配备	
13		固定式场所辐射探测报警装置	拟配备	
14	B 监测设备	便携式辐射监测仪	拟配备	/
15		个人剂量报警仪	拟配备	
16		个人剂量计	拟配备	
17	C 应急物资	灭火器材	拟配备	/

三、环保设施及投资

本项目总投资*万元，其中环保投资*万元，占总投资约*%。具体环保设施及投资见表 10-4。

表 10-4 环保设施及投资一览表

项目		环保设施	数量	投资(万元)	备注
铅房	辐射屏蔽措施	铅房	1 座	*	CT 机自带
	安全装置	门机联锁装置	1 套	*	CT 机自带
		门灯联锁装置	1 套	*	CT 机自带
		准备出束声光提示	1 套	*	CT 机自带
		紧急止动装置（有中文标识）	4 个	*	CT 机自带 3 个，1 个新增，同时新增 4 个中文标识
		视频监控	2 套	*	CT 机自带 1 套，CT 室新增 1 套
		电离辐射警告标志	3 个	*	CT 机自带 2 个，CT 室人员出入口新增 1 个

		钥匙控制	1套	*	CT机自带
		固定式场所辐射探测报警装置	1套	*	新增
其他	监测仪器及警示装置	便携式X辐射监测仪	1套	*	新增
		个人剂量计	4个	*	新增
		个人剂量报警仪	2台	*	新增
	通风	通排风系统	1套	*	CT机自带
		铅房排风口处集气罩	2个	*	新增
灭火器材	灭火器	2个	*	厂区已配备	
合计					/

三废的治理

一、固体废物

本项目运营期间，无危险废物产生。项目涉及的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾。辐射工作人员产生的生活垃圾为1kg/d，经收集后，由环卫部门统一清运。

二、废水

本项目采用实时成像，不涉及洗片，在检测过程中无废水产生；项目主要废水为工作人员日常工作产生的生活污水。工作人员生活污水产生量约0.432t/d。本项目辐射工作人员的生活污水依托厂区污水预处理池处理后由厂区生活污水排口排放，经市政管网排入园区污水处理厂。

三、噪声

本项目防护铅房内采取底部中间自然进风，顶部风扇式机械排风，选用低噪声设备，源强小于70dB(A)，且设备处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对CT室外界噪声的贡献很小，项目对周边声环境影响很小。

四、废气

本项目的工业CT机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过风机排出CT室，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目铅房容积约为10m³，排风装置的排风量为1800m³/h（2台风机，单个为900m³/h），其排风换气次数约为180次/h，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“每小时有效排风换气次数应不小于3次”的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目工业 CT 机是由曝光室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目工业 CT 机投入运行后每周平均开机曝光时间约 20 小时，年曝光时间为 1000 小时，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，主射线朝西南照射，锥束角 30°。本次评价选取最大的管电压和电流进行预测。因工业 CT 机运行时主射线朝西南照射，故计算时将曝光室西南侧按照有用线束照射进行预测计算，将东南侧、西北侧、东北侧、顶部、底部及防护门均按照非有用线束照射进行预测计算。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。本项目工业 CT 机计算示意图见图 11-1、图 11-2，屏蔽参数计算信息见表 11-1。

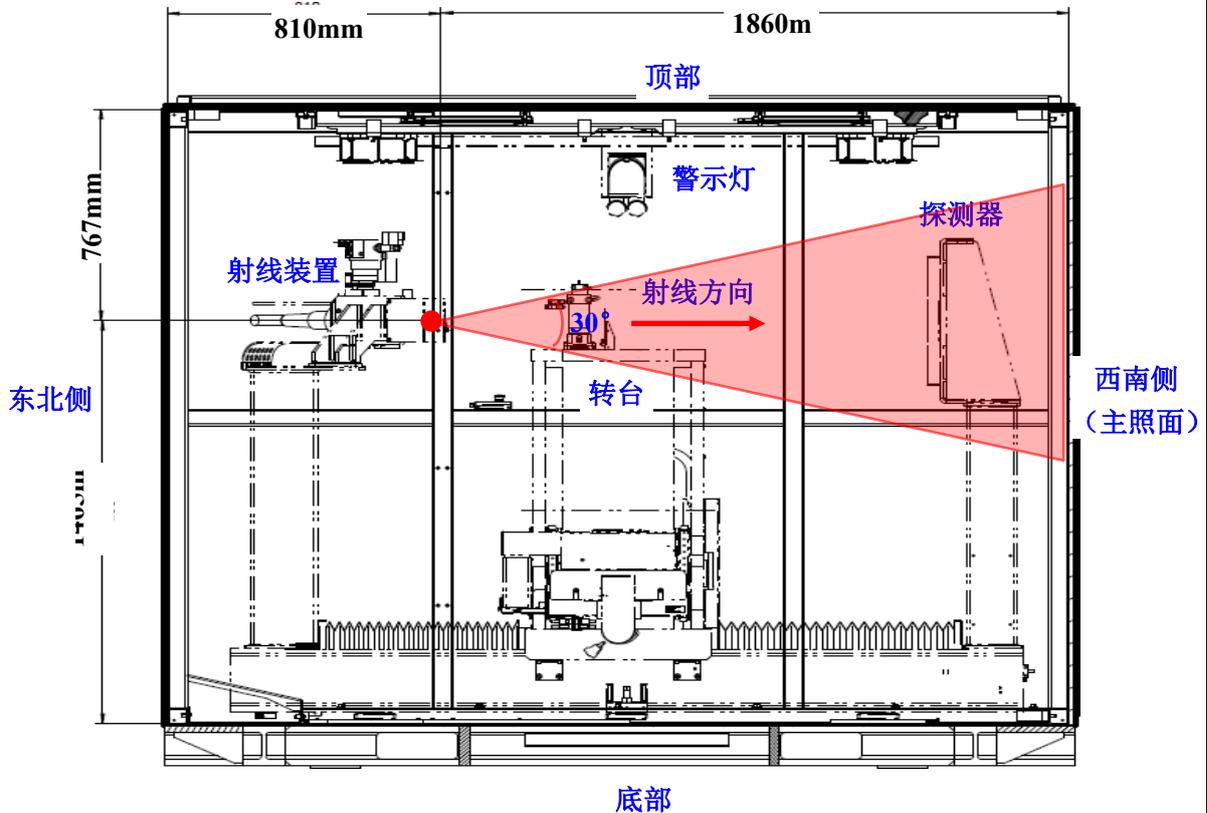


图 11-1 本项目工业 CT 机计算示意图（立面图）

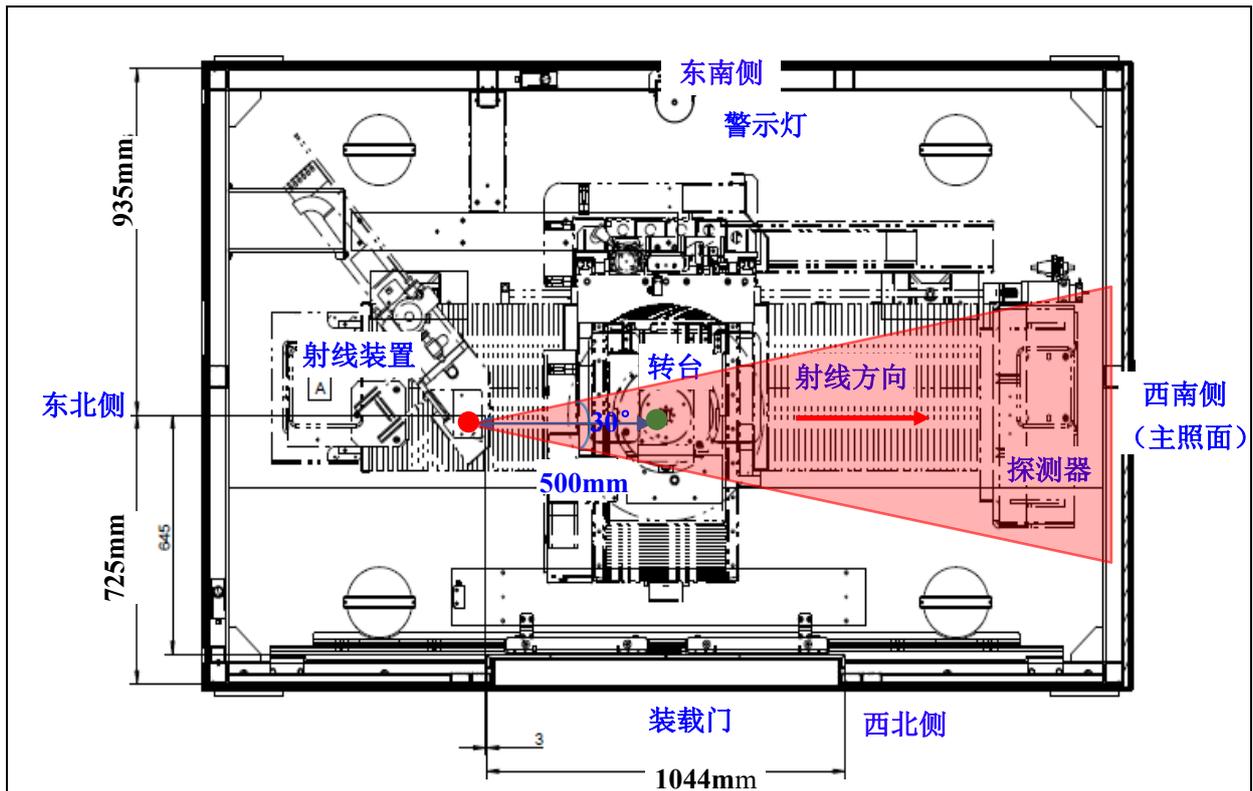


图 11-2 本项目工业 CT 机计算示意图（俯视图）

表 11-1 本项目工业 CT 机屏蔽参数计算信息表

方位	西南侧屏蔽体（有用射束方向）	西北侧屏蔽体	东北侧屏蔽体	东南侧屏蔽体	顶部屏蔽体	底部屏蔽体	防护门屏蔽体
距离（mm）	1860	725	810	935	767	1465	725
考虑的辐射类型	有用线束	泄漏辐射+散射辐射					

（一）预测模式

根据前文信息，辐射源点至西南侧屏蔽体距离为 1.86 米，锥束角为 30°，核算出在西南侧屏蔽体投影面的半径为 0.498m，根据图 11-1 和图 11-2 可知，主束在西南侧屏蔽体上照射范围不会超过西南侧屏蔽体范围，故主束方向预测仅考虑西南侧屏蔽。

1、有用射束方向屏蔽效果预测

有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射，屏蔽效果预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

式中：

\dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I : X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA;

H_0 : 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 根据设备生产厂家提供的说明 (见附件 8), 装置在射线口处使用了 2mmSn 作为滤过材料, 在 2mmSn 过滤条件下距辐射源点 1m 处输出量实测值为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 单位换算后为 $2.20\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$,

B : 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 由附录 B.1 曲线查出相应工业 CT 装置项目的屏蔽透射因子 B ; 因图 B.1 无法直接取得 B 值, 保守参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 B 中的表 B.2, 取得相应电压条件下铅的什值层后, 再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值;

R : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

2、非有用线束屏蔽效果预测

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中非有用线束屏蔽估算的计算公式, 其中散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

(1) 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2}$$

式中:

\dot{H} : 泄漏辐射在关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

\dot{H}_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$, 根据设备生产厂家提供的说明 (见附件 8), 装置的射线管四周带有铅钢防护罩, 在距离射线管 35cm 处四周的实测值均 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$, 本项目按照距离衰减后 1m 处的泄漏辐射剂量率约为 $2.33\mu\text{Sv/h}$ 进行预测计算;

B : 屏蔽透射因子, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 B 中的表 B.2, 取得相应电压条件下铅的什值层, 按 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得出;

R : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

(2) 散射辐射:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$$

式中：

H ：关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据设备生产厂家提供的说明（见附件8），装置在射线口处使用了2mmSn作为滤过材料，在2mmSn过滤条件下距辐射源点1m处输出量实测值为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，单位换算后为 $2.20\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表B.2，在200kV下铅的 TVL ，再按 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得出；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的值时，可以用水的值保守估计，取值参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录B表B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离， m ；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离， m 。

3、参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \times 10^{-3}$$

式中：

H_c ：参考点的年剂量水平， mSv/a ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：探伤装置年照射时间， h/a ，本项目为1000h/a；

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目取1；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

（二）预测点位信息

预测点位信息见下表、预测点位布置见图11-2。

表 11-2 本项目预测点位信息表

预测点编号	关注点	受照类型	受照者类型
1	东南侧屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	公众
2	西北侧屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	职业人员
3	东北侧屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	公众
4	顶部屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	/
5	底部屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	/
6	防护门屏蔽体外 30cm 处	泄漏+散射	职业人员
7	西南侧屏蔽体外 30cm 处	有用线束	职业人员
8	操作台工作人员	有用线束	职业人员
9	车间内走道工作人员	有用线束	公众
10	生产车间内工作人员	有用线束	公众
11	设备进出口 1 工作人员	泄漏+散射	公众
12	换鞋区工作人员	泄漏+散射	公众
13	设备进出口 2 工作人员	泄漏+散射	公众
14	东北侧厂区道路公众	泄漏+散射	公众
15	包装车间工作人员	泄漏+散射	公众
16	生产车间楼梯间工作人员	泄漏+散射	公众
17	西北侧厂区道路公众	泄漏+散射	公众
18	安全测试中心工作人员	泄漏+散射	公众
19	生产车间机房顶部二楼设备进出口	泄漏+散射	公众

(三) 预测结果

1、有用线束方向

本项目 Metrotom 1500 225kV G3 型工业 CT 装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，最大功率为 500W；当额定功率开机电压 225kV 时，电流最大为 2222 μ A；当额定功率开机电压 167kV 时，电流最大为 3mA；由于最大电压和最大电流无法同时达到，且高电压与低电压下 B 值相差较大，足以覆盖高电流影响，为保守估算，本项目预测计算时电流保守取 2.222mA。

有用线束方向预测结果见下表。

表 11-3 有用线束方向关注点剂量率计算结果

关注点	铅当量厚度	I (mA)	屏蔽透射因子 ^①	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	关注点处剂量率(μ Sv/h)	剂量率参考控制水平(μ Sv/h)	评价
西南侧屏蔽体外 30cm 处	12.2mm	2.222	2.12×10^{-6}	2.16 ^②	0.222	2.5	满足
操作台工作人员	12.2mm	2.222	2.12×10^{-6}	6.02	0.029	2.5	满足

车间内走道工作人员	12.2mm	2.222	2.12×10^{-6}	14.7	0.0048	2.5	满足
生产车间内工作人员	12.2mm	2.222	2.12×10^{-6}	18.5	0.003	2.5	满足

注：①B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中附录 B 中的表 B.2, 250kV 下铅什值层为 2.9mm; 200kV 下铅什值层为 1.4mm; 内插取得 225kV 下铅什值层为 2.15mm。

②取值为出束口到西南侧屏蔽体的距离 1.86m+参考点 0.3m=2.16m。

2、非有用线束方向

(1) 泄漏辐射

泄漏辐射在关注点的剂量率计算结果见下表。

表 11-4 泄漏辐射在关注点的剂量率计算结果

关注点	铅当量厚度 (mm)	屏蔽透射因子	距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源点(靶点)至关注点的距离 $R^{\text{②}}$ (m)	泄漏辐射在关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
东南侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	3.81 E-03	2.33	1.235	5.83E-03
西北侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	3.81 E-03	2.33	1.025	8.46E-03
东北侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	3.81 E-03	2.33	1.11	7.21E-03
顶部屏蔽体外 30cm 处	5.2	3.81 E-03	2.33	1.067	7.81E-03
底部屏蔽体外 30cm 处	5.4	3.08 E-03	2.33	1.765	2.30E-03
防护门屏蔽体外 30cm 处	5.4	3.08 E-03	2.33	1.025	6.83E-03
设备进出口 1 工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	1.20	6.17E-03
换鞋区工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	19.2	2.41E-05
设备进出口 2 工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	30.3	9.68E-06
东北侧厂区道路公众	5.2	3.81 E-03	2.33	3.10	9.25E-04
包装车间工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	23.4	1.62E-05

生产车间楼梯间工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	16.7	3.19E-05
西北侧厂区道路公众	5.2	3.81 E-03	2.33	23.4	1.62E-05
安全测试中心工作人员	5.2	3.81 E-03	2.33	37.7	6.25E-06
生产车间机房顶部二楼设备进出口	5.2	3.81 E-03	2.33	1.767	7.25E-04

注：①B1 以射线能量为 225kV 取值，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录 B 中的表 B.2，250kV 下铅值层为 2.9mm；200kV 下铅值层为 1.4mm；内插取得 225kV 下铅值层为 2.15mm；

②取装置表面外 30cm 为关注点。装置接地，底部以装置表面距离为预测计算点。

（2）散射辐射

散射辐射在关注点的剂量率计算结果见下表。

表 11-5 散射辐射在关注点的剂量率计算结果

关注点	铅当量厚度 (mm)	屏蔽透射因子	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	散射体至关注点的距离 R_s ③ (m)	散射辐射在关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
东南侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.235	6.62E-01
西北侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.025	9.61E-01
东北侧屏蔽体外 30cm 处	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.11	8.19E-01
顶部屏蔽体外 30cm 处	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.067	8.87E-01
底部屏蔽体外 30cm 处	5.4	1.39E-04	1.07E-02	1.765	2.33E-01
防护门屏蔽体外 30cm 处	5.4	1.39E-04	1.07E-02	1.025	6.92E-01
设备进出口 1 工作人员	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.20	7.01E-01
换鞋区工作人员	5.2	1.93E-04	1.07E-02	19.2	2.74E-03
设备进出口 2 工作人员	5.2	1.93E-04	1.07E-02	30.3	1.10E-03
东北侧厂区道路公众	5.2	1.93E-04	1.07E-02	3.10	1.05E-01
包装车间工作	5.2	1.93E-04	1.07E-02	23.4	1.84E-03

人员					
生产车间楼梯间工作人员	5.2	1.93E-04	1.07E-02	16.7	3.62E-03
西北侧厂区道路公众	5.2	1.93E-04	1.07E-02	23.4	1.84E-03
安全测试中心工作人员	5.2	1.93E-04	1.07E-02	37.7	7.10E-04
生产车间机房顶部二楼设备进出口	5.2	1.93E-04	1.07E-02	1.767	3.23E-01

注：①B 值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》中表 B.2 的什值层计算得出，200kV 下铅什值层为 1.4mm；

② R_s 取值：本项目射线管固定，且固定朝右侧出束照射，转台移动会影响装置左侧散射距离 R_s 改变，不影响装置前侧、后侧、顶部及底部散射距离 R_s ，本项目 R_s 距离保守与 R 距离取值一致。

③ R_0 ：为源点至工件距离，取 0.7m。

④F：出束角为 30° ，0.7m 处的辐射野面积为 $\pi \times (0.7 \times \tan 15^\circ)^2 = 0.11 \text{ m}^2$ ， α 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录表 B.3，保守取为 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ ， $F \times \alpha / R_0^2 = 0.11 \times 0.0475 / 0.7^2 = 0.0107$ 。

（3）非有用线束方向关注点剂量率叠加结果

非有用线束方向关注点剂量率叠加结果见下表。

表 11-6 非有用线束方向关注点剂量率叠加结果

关注点	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏、散射剂量率合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东南侧屏蔽体外 30cm 处	5.83E-03	6.62E-01	6.68E-01	2.5	满足
西北侧屏蔽体外 30cm 处	8.46E-03	9.61E-01	9.69E-01	2.5	满足
东北侧屏蔽体外 30cm 处	7.21E-03	8.19E-01	8.27E-01	2.5	满足
顶部屏蔽体外 30cm 处	7.81E-03	8.87E-01	8.95E-01	2.5	满足
底部屏蔽体外 30cm 处	2.30E-03	2.33E-01	2.36E-01	2.5	满足
防护门屏蔽体外 30cm 处	6.83E-03	6.92E-01	6.99E-01	2.5	满足
设备进出口 1 工作人员	6.17E-03	7.01E-01	7.07E-01	2.5	满足
换鞋区工作人员	2.41E-05	2.74E-03	2.76E-03	2.5	满足
设备进出口 2 工作	9.68E-06	1.10E-03	1.11E-03	2.5	满足

人员					
东北侧厂区道路公众	9.25E-04	1.05E-01	1.06E-01	2.5	满足
包装车间工作人员	1.62E-05	1.84E-03	1.86E-03	2.5	满足
生产车间楼梯间工作人员	3.19E-05	3.62E-03	3.65E-03	2.5	满足
西北侧厂区道路公众	1.62E-05	1.84E-03	1.86E-03	2.5	满足
安全测试中心工作人员	6.25E-06	7.10E-04	7.17E-04	2.5	满足
生产车间机房顶部二楼设备进出口	7.25E-04	3.23E-01	3.24E-01	2.5	满足

从表 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，本项目工业 CT 机在最大管电压和最大管电流下运行时，四周屏蔽体、顶部、底部及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.969 μ Sv/h，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h”的要求。

（4）关注点处年照射剂量

本项目铅房外关注点处年照射剂量见下表。

表 11-7 关注点处年照射剂量计算结果表

关注点	受照类型	关注点处剂量率 (μ Sv/h)	居留因子	关注点的年剂量水平 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)	受照者类型
操作台工作人员	有用线束	0.029	1	0.0290	5.0	职业
车间内走道工作人员	有用线束	0.0048	1	0.0048	0.1	公众
生产车间内工作人员	有用线束	0.003	1	0.0030	0.1	公众
设备进出口 1 工作人员	泄漏+散射	0.707	1/16	0.0442	0.1	公众
换鞋区工作人员	泄漏+散射	0.00276	1/16	0.0002	0.1	公众
设备进出口 2 工作人员	泄漏+散射	1.11E-03	1/16	0.0001	0.1	公众
东北侧厂区道路公众	泄漏+散射	0.106	1/16	0.0066	0.1	公众
包装车间工作人员	泄漏+散射	0.00186	1/4	0.0005	0.1	公众
生产车间楼梯	泄漏+散射	0.00365	1/16	0.0002	0.1	公众

间工作人员						
西北侧厂区道路公众	泄漏+散射	0.00186	1/16	0.0001	0.1	公众
安全测试中心工作人员	泄漏+散射	0.000717	1/4	0.0002	0.1	公众
生产车间机房顶部二楼设备进出口	泄漏+散射	0.324	1/16	0.0203	0.1	公众

从上表中预测结果可以看出，本项目工业 CT 机室周围辐射工作人员年有效剂量为 0.029mSv，周围公众成员年有效剂量最大为 0.0442mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

二、三废影响分析

1、固体废物

本项目运营期间，无危险废物产生。项目涉及的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾。辐射工作人员产生的生活垃圾为 1kg/d，经收集后，由环卫部门统一清运。

2、废水

本项目采用实时成像，不涉及洗片，在检测过程中无废水产生；项目主要废水为工作人员日常工作产生的生活污水。工作人员生活污水产生量约 0.432t/d。本项目辐射工作人员的生活污水依托厂区污水预处理池处理后由厂区生活污水排口排放，经市政管网排入园区污水处理厂。

3、噪声

本项目防护铅房内采取底部中间自然进风，顶部风扇式机械排风，选用低噪声设备，源强小于 70dB(A)，且设备处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对 CT 室外界噪声的贡献很小，项目对周边声环境影响很小。

4、废气

本项目的工业 CT 机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过风机排出 CT 室，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目铅房空间体积约 10m³，排风装置的排风量为 1800m³/h（2 台风机，单个为

900m³/h),其排风换气次数约为 180 次/h,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“每小时有效排风换气次数应不小于 3 次”的要求。

三、射线装置报废

本项目 CT 机设备报废时,必须进行去功能化(如拆解或者拆卸球管,把球管电线插头或接头剪断),确保装置无法再次通电使用,并按相应要求执行报废程序,将设备处理去向记录备案。

事故影响分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素,以及项目在建设、运营期间可能发生的事故(一般不包括自然灾害与人为破坏),引起有毒、有害(本项目为电离辐射)物质泄漏,所造成的环境影响程度和人身安全损害程度,并提出合理可行的防范、应急与减缓措施,以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

根据原国家环境保护总局公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》规定,本项目工业 CT 机属 II 类射线装置,在运行时会产生 X 射线。本项目环境风险因子为 X 射线,根据其工作原理分析,可能发生的事故工况主要有以下几种情况:

(1) 门机联锁装置失效,防护门未关闭,设备铅房周围防护围栏处的活动人员受到误照射;

(2) 工业 CT 机铅房内有人员时,操作人员不清楚情况或因疏忽启动开关进行曝光,造成铅房内人员被误照,引发辐射事故。

三、源项分析及事故等级分析

本项目新建的 CT 机,其风险因子为 X 射线。按照国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险	潜在危害	事故等级
------	------	------	------

	因子		
CT 机	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 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	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（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	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表 11-9 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（Gy）
骨髓型急性放射病	轻度	1.0~2.0
	中度	2.0~4.0
	重度	4.0~6.0
	急重度	6.0~10.0
肠型急性放射病	轻度	10.0~20.0
	中度	/
	重度	20.0~50.0
	急重度	/
脑型急性放射病	轻度	50.0~100.0
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	>100

四、最大可能性事故分析

1、事故假设

（1）门机联锁装置失效，防护门未关闭，设备铅房周围防护围栏处的活动人员受到误照射：此时 X 射线机以最大参数运行，公众位于防护门位置（离源点约 1.0m 位置），无任何屏蔽措施，受到 X 射线机的泄漏辐射照射和散射辐射照射影响；

（2）铅房内人员在设备未断电的情况下在铅房内滞留，射线装置因误操作或其他原因开机开束，导致铅房内人员受到误照射；工业 CT 以额定参数运行；铅房内人员位于 X 射线主射方向，距靶 0.5m、1.0m、1.5m 的地方，无任何屏蔽措施。

2、剂量估算

(1) 在第 1 种事故假设条件下受到非主射方向的照射事故后果计算结果如下表所示:

表 11-10 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)
1	0.5	0.0436	0.0002	0.0438
	1	0.0872	0.0003	0.0875
	2	0.1743	0.0006	0.175
	5	0.4358	0.0016	0.437

(2) 在第 2 种事故假设条件下, 铅房内人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示:

表 11-11 事故状态下主射方向不同停留时间和距离铅房内人员受照剂量表

时间 min 剂量 mSv 距离 m	0.5	1	2
0.5	16.3	32.6	65.2
1	4.07	8.15	16.3
1.5	1.81	3.62	7.24

3、事故后果

(1) 根据表 11-10 可知, 随着时间的推移, 非主射方向上最大可能受照剂量为 0.437mSv/次, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的公众 1mSv/a 的剂量限值。

(2) 根据表 11-11 可知, 铅房内人员在不同位置随着时间的推移, 最大可能受照剂量为 65.2mSv/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, 构成一般辐射事故。

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。

五、事故防范措施

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查, 完善各项管理制度并严格按照要求执行, 对发现的安全隐患立即进行整改, 避免事故的发生;

(2) 建设单位需制定《工业 CT 操作规程》。凡涉及对工业 CT 进行操作, 操作人

员必须按操作规程执行，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每月检查工业 CT 的门机联锁装置和安全警示灯，确保防护设施完整并处于正常状态后，射线装置出束才能进行照射；

(4) 对建设单位新招聘的辐射工作人员，应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训的考试，取得了合格证书，持证才能上岗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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许可管理办法》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，并以文件形式明确管理人员职责。

成都亿纬锂能有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确了管理人员职责（详见附件 7），辐射安全与环境保护管理领导小组成员见下表。

表12-1 辐射安全与环境保护管理领导小组成员表

组长	严景斌（总经理）
副组长	谢少龙（安环经理）
成员	邬立兵、钟鑫、侯家诚

二、辐射工作人员配置和能力分析

劳动定员：本项目建设单位拟配置 3 名辐射工作人员（1 名管理人员，2 名操作人员）。2 名操作人员定岗定责，不从事其他辐射工作岗位，不存在剂量叠加的问题。

公司应当确保设备操作时至少有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备 2 套个人剂量计。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。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。自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）中辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能上岗。

辐射安全管理规章制度

一、档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

建设单位应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、规章制度

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表12-2。

表 12-2 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	具体制度要求	制定情况	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	将本项目纳入管理
2	辐射安全管理规定	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。	已制定	将本项目纳入管理
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。	已制定	将本项目纳入管理
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维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	已制定	将本项目纳入管理
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。	已制定	将本项目纳入管理
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，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。	已有	将本项目纳入管理
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已有	将本项目纳入管理
8	监测仪表的使用与校验管理制度	/	需制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	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，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	已制定	将本项目纳入管理

10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。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，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。	已制定	将本项目纳入管理
11	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订较为完善的事故应急预案或应急措施。	已制定	将本项目纳入管理

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。公司应根据本项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1、**辐射防护和安全保卫制度**：根据建设单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责 CT 机项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

2、**操作规程**：针对本项目 CT 机制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

3、**岗位职责**：明确与本次新增 CT 机相关的管理人员、射线装置操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

4、**设备维修制度**：明确 CT 机辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常新建过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线装置、安全措施（急停按钮、警告标志及门灯联动装置等）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5、**人员培训计划和健康管理制**：明确本项目的培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射

安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。公司应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于1次/2年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

6、监测方案：制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度，明确监测频次和监测项目。

7、辐射工作人员个人剂量管理制度：公司应根据本项目特点完善《辐射工作人员个人剂量管理制度》，明确所有从事辐射工作的人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

8、辐射事故应急预案：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第449号）第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令 第18号）第四十三条规定，公司应完善辐射事故应急预案，辐射事故应急预案应完善以下内容：①应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理；②应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金及物资准备；③辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施；④辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理；辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；⑤辐射事故信息公开、公众宣传方案。

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完善，使之更能符合实际需要。

三、需上墙的规章制度

公司应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（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》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

四、年度辐射安全评估制度

公司应建立年度辐射安全评估制度，根据《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格式》的要求，每年根据实际工作情况编制《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。

五、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据生态环境部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统进行网上申报。

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监测。

一、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、日常自我监测：定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1 次/月。

二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为 1 次/季度。

公司应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

1、公司应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累积剂量检测数值超过 5mSv，应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过 50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。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在每年1月31日前提交给发证机关。

3、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。公司应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存。

三、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：本项目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

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
CT 室	X-γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；定期自行开展辐射监测，频率为 1 次/月	铅房四周、走廊、厂区道路、操作台、生产车间、西北侧安全测试中心、东北侧包装车间

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公司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。

此外公司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。

年度监测报告情况

公司应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和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《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。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，辐射工作人员立即停机，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

- ①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。
- ②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。
- ③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计。
- ④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。
- ⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免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。

公司应当根据以上要求，同时结合本项目实际情况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：成都亿纬锂能有限公司新增工业 X 射线 CT 机项目

建设单位：成都亿纬锂能有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）环柏大道 189 号

本次具体建设内容及规模为：成都亿纬锂能有限公司拟在厂区内在厂区生产车间（4 层、无地下室，高约 16m，屋顶不上人）预留的 CT 室内安装使用一套型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 的一体式工业 CT 检测设备，属于 II 类射线装置，设备自带带有铅钢结构屏蔽铅房，定向式 X 射线源固定在屏蔽铅房内，主射方向投向西南侧。其最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，该设备主要用于电池产品质量检测。本项目 CT 机采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

二、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《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 1 月 1 日施行）的相关规定，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、场址选址情况

根据厂区《建设用地规划许可证》（附件 4），本项目所在地用地性质为工业用地。本项目所在厂址合理性已在《成都亿纬锂能有限公司 21700 圆柱电池产业化建设项目环境影响报告表》中进行了论证，本项目仅为“成都亿纬锂能有限公司 21700 圆柱电池产业化建设项目”的配套建设项目，不新增用地，且项目使用的 CT 机自带铅房，具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

根据西弗测试技术成都有限公司的监测报告，本项目拟建址周边环境的 γ 辐射剂量率在成都市生态环境局发布的《2023 成都生态环境质量公报》中成都市环境 γ 辐射剂量率连续自动监测年均值范围，由此可知，本项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率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、辐射环境影响分析

本项目 CT 机投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值为 0.029mSv，小于职业人员年有效剂量约束值 5.0mSv；公众所受照射的年剂量最大为 0.0442mSv，小于公众年有效剂量约束值 0.1mSv。从上述预测结果可以看出，本项目铅房的墙体、装载门满足辐射防护的要求。

2、固体废物

本项目运营期间，无危险废物产生。项目涉及的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾。辐射工作人员产生的生活垃圾为 1kg/d，经收集后，由环卫部门统一清运。

3、废水

本项目采用实时成像，不涉及洗片，在检测过程中无废水产生；项目主要废水为工作人员日常工作产生的生活污水。工作人员生活污水产生量约 0.432t/d。本项目辐射工作人员的生活污水依托厂区污水预处理池处理后由厂区生活污水排口排放，经市政管网排入园区污水处理厂。

4、噪声

本项目防护铅房内采取底部中间自然进风，顶部风扇式机械排风，选用低噪声设备，源强小于 70dB(A)，且设备处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对 CT 室外界噪声的贡献很小，项目对周边声环境影响很小。

5、废气

本项目的工业 CT 机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮

氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过风机排出 CT 室，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

六、事故风险与防范

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。针对本项目可能发生的辐射事故，成都亿纬锂能有限公司应按相关规定对已制定的辐射事故应急预案和辐射安全规章制度进行补充完善并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、辐射安全管理的综合能力

公司严格落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

八、项目环保可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效地避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 - 2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 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、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站<http://fushe.mee.gov.cn/>学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。
- 4、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报生态环境主管部门，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护

知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律法规规定的落实情况。

5、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

6、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、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。

二、项目竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》《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》（国务院令 第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

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）文件第十七条规定：

（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）规定：

（1）建设单位可登录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) 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，及时更新《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开项目竣工时间和调试的起止日期；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，应当在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台（<https://cepc.lem.org.cn>）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

