

核技术利用建设项目

时代吉利（四川）动力电池有限公司

新建工业 X 射线 CT 机探伤项目

环境影响报告表

（公示本）

时代吉利（四川）动力电池有限公司

二〇二二年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

时代吉利（四川）动力电池有限公司

新建工业 X 射线 CT 机探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：时代吉利（四川）动力电池有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：四川省宜宾市三江新区产业大道28号

邮政编码：****

联系人：***

电子邮箱：***** 联系电话：183****5110

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	16
表 9 项目工程分析与源项	19
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	35
表 12 辐射安全管理	54
表 13 结论与建议	62

表 1 项目概况

建设项目名称	新建工业 X 射线 CT 机探伤项目				
建设单位	时代吉利（四川）动力电池有限公司				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	183****5110
注册地址	四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号				
项目建设地点	四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房 1 南侧 CT 室内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	***	项目环保投资（万元）	***	投资比例（环保投资/总投资）	***%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	***
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其它	/				

项目概述

一、建设单位简介及项目由来

时代吉利（四川）动力电池有限公司（社会信用代码：*****）2020年09月01日成立，经营范围包括一般项目：工程和技术研究和试验发展；电池制造；电池销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；信息技术咨询服务；新能源汽车整车销售（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）。

公司位于四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号，目前公司一期厂区正处于整体建设阶段，其所在厂区整体建设项目《时代吉利动力电池生产基地宜宾项目一期》已委托环评单位四川元坤环保科技有限公司编制完成了环境影响评价报告表，并于 7 月 13 日在宜宾市主持召开了该项目评审会议，并取得了专家评审意见（见附件 3），目前，正在走环评批复流程。

该公司为满足客户要求的产品品质，降低电芯报废成本及避免产品批量不良的情况发生，以及更好的分析客户投诉电芯的异常问题，公司拟在电芯厂房 1 南侧 CT 室内安装使用一套工业 CT 高分辨三维成像系统（简称：工业 CT、供应商：天津三英精密仪器股份有限公司、设备型号：****），属于 II 类射线装置，该系统主要由铅房、X 射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统构成，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 探伤设备。铅房内置 1 台最大管电压为***kV，最大管电流为*mA 的 X 射线机，用于储能锂离子电池电芯内部质量检测、缺陷分析等无损检测。

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。

本项目涉及使用 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）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，并向四川省生态环境厅申请审批，因此，时代吉利（四川）动力电池有限公司委托四川省中栎环保科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作。四川省中栎环保科技有限公司接受委托后，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《时代吉利（四川）动力电池有限公司新建工业 X 射线 CT 机探伤项目环境影响报告表》。

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，建设单位在环境影响评价信息公示平台对该项目进行了全文公示。公示网址为：

<http://www.js-eia.cn/project/detail?type=3&proid=ee6b3daa96b3a9545a4cc9d1c607207f> 公示网站截图如下：

项目公示情况

项目概况

信息公开

状态: 无
发布日期: 无

公参公示

状态: 无
发布日期: 无

全本公示

状态: 已发布
发布日期: 2022年7月20日

竣工公示

状态: 无
发布日期: 无

调试公示

状态: 无
发布日期: 无

时代吉利（四川）动力电池有限公司 新建工业X射线CT机探伤项目环境影响评价全本公示

[字号: 小中大]

发布日期: 2022年07月20日

浏览次数: 2次

关于时代吉利（四川）动力电池有限公司新建工业X射线CT机探伤项目环境影响报告表的公示

我司为满足客户要求的产品品质，降低电芯报废成本及避免产品批量不良的情况发生，以及更好的分析客户投诉电芯的异常问题，公司拟在电芯厂房1南侧CT室内安装使用一套工业CT高分辨三维成像系统，属于II类射线装置，该系统是集屏蔽、检测、成像为一体的工业X射线探伤设备，主要包括铅房、X射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统。铅房内置1台最大管电压为300kV，最大管电流为3mA的X射线机，用于储能锂离子电池电芯内部质量检测、缺陷分析等无损检测。本项目需要编制环境影响评价报告表。据相关要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告书（表）前，应依法主动公开建设项目环境影响报告书（表）全本信息。因此本单位现将报告表进行公示，以接受公众的监督。

项目名称: 新建工业X射线CT机探伤项目

建设地点: 四川省宜宾市三江新区产业大道28号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房1南侧CT室内

联系人: 张工

联系电话: 18323305110

邮箱: zhangbbo2@catl-geely.com

环评单位: 四川省中核环保科技有限公司

【公示本】时代吉利（四川）动力电池有限公司新建工业X射线CT机探伤项目_20220719204528.pdf

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

三、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日实施）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: 新建工业 X 射线 CT 机探伤项目

建设单位: 时代吉利（四川）动力电池有限公司

建设性质: 新建

建设地点: 四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房 1 南侧 CT 室内

（二）建设内容与规模

公司拟在电芯厂房 1 南侧 CT 室内安装使用一套型号为*****的工业 CT 高分辨三维成像系统，属于Ⅱ类射线装置，该系统主要由铅房、X 射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统构成，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 探伤设备。屏蔽体铅房内置 1 台最大管电压为***kV，最大管电流为*mA 的 X 射线机，射线机及探测器可在离铅房底部***~***mm 范围高度之间同步电动上下升降，主射方向固定投向铅房北侧。

铅房主体外形尺寸为：3819mm×1844mm×2458mm（长×宽×高），内部净空尺寸为 3600mm×1400mm×2250mm（长×宽×高），铅房东侧电动单开工件进出门尺寸为 1200mm×1980mm（宽×高），西侧手动双开检修门尺寸为 3232mm×2009mm（宽×高），铅房门体与门洞左右搭接宽度均为 100mm，门缝处间隙均≤6mm，门与门框中间接缝有搭边铅板覆盖，铅房检修门日常手动上锁，钥匙由专人保管，人员不可随意打开。

铅房占地面积约 7.04m²，四周屏蔽墙体采用“钢+铅+钢”夹层防护结构，南侧墙体防护材质及厚度为 2mm 钢板+18mm 铅板+2.5mm 钢板；西侧、东侧、顶部墙体防护材质及厚度均为 2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板；北侧主射方向墙体防护材质及厚度为 2mm 钢板+35mm 铅板+2.5mm 钢板；底部防护材质及厚度为 5mm 钢板+20mm 铅板+2mm 钢板；东侧工件进出门及西侧检修门均采用 20mm 厚铅板作为防护层；在工件进出门上设有一面观察窗（500mm×600mm），为 20mm 铅当量的铅玻璃；铅房内南侧电缆穿孔（采用迷道设计）及排风孔位置处均配备有钢铅结构防护罩，防护罩采用与相对应铅房墙体屏蔽防护厚度一致的铅板（18mm）作为防护层。

本项目探伤设备仅用于储能锂离子电池电芯内部质量检测、缺陷分析等无损检测，根据该公司厂区抽检频次和抽检产品的数量，厂区产品年抽检最大数量为****件/a，单次最长曝光时间为 5min，则年曝光时间最长为***h；被检测电芯尺寸范围：长×宽×高（含极柱）为***mm。本项目只开展铅房内探伤，不涉及室外和野外探伤，工业 CT 高分辨三维成像系统采用数字成像技术，不使用定影液、显影液和胶片。

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	公司拟在电芯厂房 1 南侧 CT 室内安装使用一套型号为 nano voxel4200 的工业 CT 高分辨三维成像系统，属于 II 类射线装置，该系统主要由铅房、X 射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统构成，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 探伤设备。		施工噪声、扬尘、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		
	铅房尺寸	外部尺寸：3819mm×1844mm×2458mm（长×宽×高）				
	铅房结构	北侧（主射方向）			2mm 钢板+35mm 铅板+2.5mm 钢板	
		西侧、东侧、顶部			2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	
		南侧			2mm 钢板+18mm 铅板+2.5mm 钢板	
		底部			5mm 钢板+20mm 铅板+2mm 钢板	
		工件进出门（东侧）			20mm 厚铅板作为防护层	
		维修门（西侧）			20mm 厚铅板作为防护层	
		观察窗			20mm 铅当量铅玻璃	
X 射线机使用情况	最大管电压***kV、最大管电流*mA，本项目只开展铅房内的探伤，不开展铅房外探伤，厂区产品最大年抽检数量为***件/a，单次最长曝光时间为 5min，年曝光时间最长为***h					
探伤工件尺寸	被检测电芯尺寸范围：长×宽×高（含极柱）为***mm					
辅助工程	操作室（40m ² ）		噪声、扬尘、固体废物	生活污水、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					
	铅房内采用风扇式机械排风，排风量约 178m ³ /h，每小时换气次数约为 15 次，排风口位于铅房南侧，其上方均覆盖有 18mm 厚的铅防护罩；在铅房外排风口处拟设置集气罩（不锈钢材质，吸气式局部密封罩），采用密封胶硬接，并通过排风管道连接至 CT 室排风系统，最终在厂房外顶部排放					
办公及生活设施	依托厂区其他办公及生活设施					
仓储其他	依托厂区其他设施					
<p>（三）本项目主要原辅材料及能耗情况</p> <p>本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。</p>						

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	2400 度	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	—	—	—
	地下水	—	—	—

(四) 本项目涉及射线装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-3。

表 1-3 本项目使用射线装置的相关情况

设备名称	设备型号	数量 (套)	最大管 电压 (kV)	最大管 电流 (mA)	投射类 型	辐射 角度	最大穿透 钢板厚度 (mm)	工作场 所	最大曝光 时间 (min/ 件)	备注
工业CT高分辨三维成像系统	*****	1	***	*	定向	*°	*	CT室 铅房内	*	拟购

(五) 项目外环境、总平面布局及选址的合理性分析

1、本项目外环境关系

时代吉利（四川）动力电池有限公司位于四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号，其本项目所在厂区周围均为待建、在建及已建工业企业，该厂区目前处于整体建设阶段，本项目建设于电芯厂房 1 南侧 CT 室内。根据现场勘察，本项目外环境关系如下：以 CT 室内铅房实体边界为中心，东、西、北侧 50m 范围均处于电芯厂房 1 内，北侧 50m 范围内自南向北依次为 IE 调配房、极片拆解房、电芯生产线；西侧 50m 范围内自东向西依次为后工序 MRB 房间、男/女卫、茶水间、吸烟室、报警阀间、工具室、外拆包间、内拆包间；东侧 50m 范围内自西向东依次为操作室、切割房、金相房、拉爆房、废电解液体存放间、运营商机房、强电间、报警阀间、气瓶间、中控室、调配房；南侧 50m 范围内自北向南依次为厂区道路（10m）、模组厂房（24m）。本项目设备铅房所在电芯厂房局部平面布置图见附图 3。

2、选址合理性分析

本项目所在电芯厂房 1 用地已经取得了宜宾市自然资源和规划局颁发的《建设用地规划许可证》【宜府资源函（2021）138 号】（见附件 2），用地性质为一类

工业用地，本项目所在厂区整体建设项目《时代吉利动力电池生产基地宜宾项目一期》已委托环评单位四川元坤环保科技有限公司编制完成了环境影响评价报告表，并于7月13日在宜宾市主持召开了该项目评审会议，并取得了专家评审意见（见附件3），目前，正在走环评批复流程。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，该铅房设计满足屏蔽防护要求，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。

（六）劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员3人（2人操作，1人管理），实行8小时工作制度，周工作日为6天，年工作时间为315天。建设单位今后可根据开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（<http://fushe.mec.gov.cn>）上进行辐射安全与防护专业知识的学习和考核，考核通过后方可上岗。

五、原有核技术利用情况

本项目为新建项目，该公司未从事过任何核技术应用类项目活动，本次为首次申请辐射安全许可证开展的环境影响评价，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

六、本项目依托情况

本项目依托的主要环保设施有：

（1）项目产生的生活污水依托公司厂区污水处理池预处理后进入市政污水管网，并经港东污水处理厂进一步处理达标后排入黄沙河。

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

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度(Bq)/ 活度(Bq)×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器。

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业CT高分辨三维成像系统	II类	1	*****	***	*	无损检测	CT室铅房内	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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	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) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）。</p>
------------------	--

<p 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 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)。</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) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400 号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）对辐射监测技术要求，确定本项目辐射评价范围为铅房实体边界外 50m 范围。

保护目标

根据本项目工作场所的平面布局和周围的外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为铅房放置房间CT室内的辐射工作人员以及铅房附近的其他岗位工作人员等。保护目标情况详见表7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

保护目标		相对方位	距离 (m)	人流量 (人次/d)	照射类型	年剂量约束值 (mSv)
电芯 厂房 1 内	CT 室内工作人员	/	*	3	职业照射	5.0
	操作位的工作人员	东侧	*			
	IE 调配房的工作人员	北侧	*	约 20	公众照射	0.1
	后工序 MRB 房的工作人员	西侧	*	约 30	公众照射	0.1
	拉爆房、金相房、切割房的工作人员	东侧	*	约 30	公众照射	0.1
	废电解液体存放间、运营商机房、强电间、报警阀间、气瓶间、中控室、调配房的工作人员	东侧	*	约 50	公众照射	0.1
	男/女卫、吸烟室、茶水间、工具室、报警阀间的工作人员	西侧	*	约 100	公众照射	0.1
	外拆包间、内拆包间的工作人员	西侧	*	约 100	公众照射	0.1
	电芯生产线的工作人员	北侧	*	约 400	公众照射	0.1
	极片拆解房工作人员	北侧	*	约 100	公众照射	0.1
厂区 内	厂区道路流动人群	南侧	*	约 300	公众照射	0.1
	模组厂房的工作人员	南侧	*	约 100	公众照射	0.1
	评价范围内的其他工作人员	周围	*	约 300	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）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：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准；
- (4) 一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

（一）剂量限值

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

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

（二）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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 Gy/h。

四、臭氧浓度限值

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表 1 中臭氧小时平均标准值浓度符合 0.16mg/m³ 的要求；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。

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

时代吉利（四川）动力电池有限公司位于四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号，该厂区目前处于整体建设阶段，本项目建设于电芯厂房 1 南侧 CT 室内，根据现场勘察，本项目外环境关系如下：以 CT 室内铅房实体边界为中心，东、西、北侧 50m 范围均处于电芯厂房 1 内，北侧 50m 范围内自南向北依次为 IE 调配房、极片拆解房、电芯生产线；西侧 50m 范围内自东向西依次为后工序 MRB 房间、男/女卫、茶水间、吸烟室、报警阀间、工具室、外拆包间、内拆包间；东侧 50m 范围内自西向东依次为操作室、切割房、金相房、拉爆房、废电解液体存放间、运营商机房、强电间、报警阀间、气瓶间、中控室、调配房；南侧 50m 范围内自北向南依次为厂区道路（10m）、模组厂房（24m）。本项目设备铅房所在电芯厂房 1 平面布局见附图 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辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2022 年 05 月 8 日按照委托单位要求对本项目进行了辐射现状监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号： YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 上海市计量测试技术研究院 检定/校准有效期： 2022.01.07~2023.01.06 校准因子： 1.06（使用 ¹³⁷ Cs辐射源）	天气：晴 温度：31.6℃ 湿度：48.5%

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

三、质量保证

该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的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，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。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

(1) 资质认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于2018年1月通过了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050067，有效期至2024年1月28日。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

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

四、监测结果

表 8-2 拟建 X 射线探伤项目周围 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	拟建 CT 室地面	*	*	电芯厂房 1 内
2	拟建 CT 室北侧 IE 调配房	*	*	
3	拟建 CT 室西侧后工序 MRB 房	*	*	
4	拟建 CT 室东侧切割房	*	*	
5	拟建 CT 室南侧厂区道路	*	*	厂区内
6	拟建 CT 室南侧模组厂房	*	*	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

根据监测报告可知，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 61 ~76nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5nGy/h~121.3 nGy/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、施工期污染源项分析

本项目所在位置电芯厂房1北侧工业CT检测室建设阶段产生的施工扬尘、噪声、废水、固废等均已在《时代吉利动力电池生产基地宜宾项目一期》环境影响报告表中进行了环境影响评价；该工业CT是集屏蔽、检测、成像为一体的探伤设备，安装和调试均由设备厂家完成，施工期工艺流程及产物环节见下图9-1。

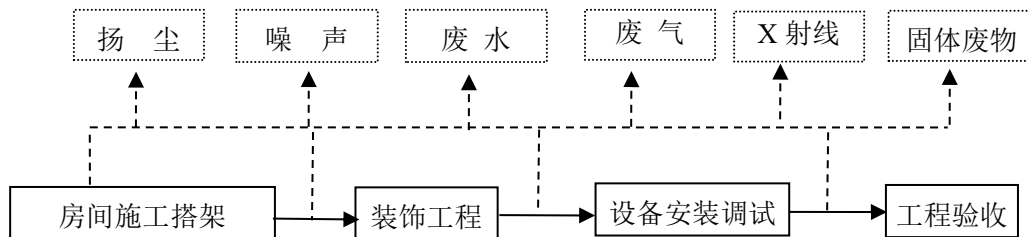


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

本项目工业CT为公司购买的一体式成品探伤设备，出厂前已由生产厂家完成了设计制造，建设单位仅需购买后搬运放置在CT室内即可，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。

二、运营期污染源项分析

1、工业 CT 高分辨三维成像系统

(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），工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置，本项目一体式工业 CT 探伤设备具备有以下特征：

- ①屏蔽体与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；
- ②屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；
- ③在探伤工作模式下，人员无需进入屏蔽体铅房内，只需在工件进出门外将被检工件固定放置在铅房内样品台上，实现探伤工件的机外装夹；
- ④设备西侧设置有检修门，检修时人员需通过检修门需进入屏蔽体铅房内部

进行设备检修；该设备铅房的门体设计尺寸可使人员进入屏蔽体内，在特定模式下，可能会造成人员滞留在屏蔽体内事故的发生；

根据该设备以上特点，结合《射线装置分类》可知，本项目工业 CT 虽为一体式探伤设备，但人员在特定模式下可进入或滞留在屏蔽体内部，因此不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围，应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”，需按照 II 类射线装置进行管理、使用。

(2) 设备概括及组成

****工业 CT，是具有超高分辨率的无损伤三维全息显微成像设备，采用独特的 X 光光学显微成像技术，利用不同角度的 X 射线透视图像，结合计算机三维数字重构技术，提供样品内部复杂结构的高分辨率三维数字图像，对样品内部的微观结构进行亚微米尺度上的数字化三维表征，以及对构成样品的物质属性进行分析；该系统主要由铅房、X 射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统构成，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 探伤设备，该设备主要构成部件情况介绍如下所示，设备示意图见下图 9-2。

*

图9-2 工业CT高分辨三维成像系统示意图

①X 射线机

X 射线机采用开管设计，该管可提供高品质高分辨率 X 射线，低噪声，射线稳定，满足各类复杂应用的要求。该射线机采用封闭式自循环水冷却系统，结合涡轮真空泵确保出束的真空环境。配备有独立的发生器及高压电缆，系统整体稳定可靠，保证射线机工作时焦点的稳定性，射线机暂载率不低于 100%；射线机管电压范围 20~***kV，最大发射电流*mA，最大发射功率 500W。

②探测器

配备高对比度实时平板探测器（平板探测器像素数量/像素尺寸(μm)为 3072 × 3072 × 139），具有自动校准功能，该探测器有效面积 427mm（长）×427mm（宽），动态范围：16bit，探测器具有有效防护，配置有高效冷却控温系统，当测试图像质量降低时，软件会自动提示。

③系统控制部分

屏蔽体内部射线机及探测器安装有移动系统，可同步电动上下升降；射线机

Z轴 $\geq 600\text{mm}$ ；探测器 Z 轴行程 $\geq 600\text{mm}$ ；转台 X 轴行程 $\geq 1000\text{mm}$ ；转台 Y 轴行程 $\geq 250\text{mm}$ ；转台承重 $\geq 100\text{kg}$ ；最大 SDD $\geq 1200\text{mm}$ ；探测器 Y 轴（抖动）行程： $\geq 250\text{mm}$ ；根据需求配置样品专用夹具系统。扫描系统有效扫描面积 $\geq 400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，可放置样品高度方向 $\geq 1000\text{mm}$ ，单次检测样品的高度为 600mm 。系统可自动机械定位并进行电池各个位置的自动化扫描，机械运动行程需满足系统有效扫描面积的需要。

*

图 9-3 铅房内部结构图

*

图 9-4 工业 CT 高分辨三维成像系统探伤扫描工作示意图

④屏蔽体铅房

该工业 CT 高分辨三维成像系统自带铅钢结构的全封闭铅房一座，主射方向采用 35mm 厚铅板作为防护层，其他非主射方向除南侧墙体采用 18mm 厚铅板作为防护层外，其他方位均采用 20mm 厚铅板作为防护层；周围防护板具备高可靠性，可靠的 X 射线防护措施及门禁控制系统，防护铅房内具有通风和照明系统，配置有联锁安全门、辐射警示标识及警示灯等辐射安全防护系统，全方位保证操作使用人员的安全。

⑤样品台

样品台可沿三个轴向在铅房内部运动，分别为 X、Y 轴向和转轴 θ ，样品台可沿转轴旋转 360° ，实现对探伤工件进行全面扫描，再将每个面扫描的图像合成一个 3D 模型，一个立体的检测模型出来后就可以直接在显示屏上看各个面的情况。如图 9-5 所示，图中标明了样品台各运动轴向名称及正方向。

*

图 9-5 “样品台”坐标系示意图

⑥扫描模式

根据探伤工件可选择不同模式进行探伤扫描，具体如下：①快速扫描模式：此模式下样品快速扫描成像在 2 分钟内完成；②抖动扫描模式：系统探测器具有左右移动的轴，具备抖动扫描和快速扫描两种扫描模式，抖动模式扫描配合探测器左右抖动，可有效去除环状伪影和大幅改善边缘硬化对图像质量的影响，保持良好的图像质量；③螺旋扫描模式：系统具备螺旋扫描模式，可在不降低最优分辨

率的情况下样品高度多圈扫描，不用多次扫描然后进行拼接；④偏置扫描模式：可拓展成像视野；⑤超分辨扫描模式：通过半个像素机械位移控制实现超分辨扫描，保证图像完整性的基础上提高分辨率；⑥有限角扫描模式：采集有限角度实现三维重构，针对板状样品实现高分辨成像。

(1) 工业 CT 工作原理

工业 CT 高分辨三维成像系统即工业计算机断层扫描成像系统，它能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内部结构、组成、材质及缺损状况。其核心部件为 X 射线源，X 射线源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，阴极的灯丝加热致发热电子。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，产生大量的 X 射线。工业 CT 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。

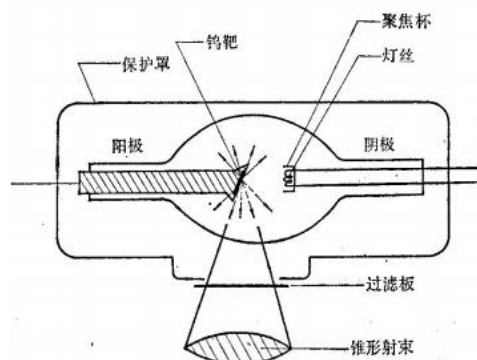


图 9-6 *****工业 CT 工作原理图

2、工艺流程及产污环节

①在进行 X 射线探伤检测工作时，首先接通电源，打开前端机工作站，打开

扫描软件 VoxelStudio Scan 进入软件操作界面。弹出仪器自检对话框，点击“一键自检”按钮，仪器开始自检功能；

②本项目探伤工件均为电芯产品，采用平板车运输至 CT 室内，放置在货物架上，探伤人员将工件固定在选择好的样品夹持器上，打开铅房防护门，工作人员此时位于铅房工件进出门外，将工件夹持器置于样品台上，确保工件夹持器放置牢固，工件安装摆放完成；

③工件摆放完成后，工作人员退回至操作台，关闭工件进出门，打开工业 CT 设备，此时几何校准器及轴校准器快速自校准 X 射线机、旋转中心及探测器相对几何关系以及转台轴，射线出束进行扫描检测；

④停止检测，此时计算机将探伤工件每个面扫描到的图像合成一个 3D 模型，工作人员可直接在计算机显示屏上看工件各个面的情况；

⑤检测结束后，关闭 X 射线出束的钥匙开关，开启工件进出门，取出该检测工件归类放置在一旁货架上，并更换新的被检工件。

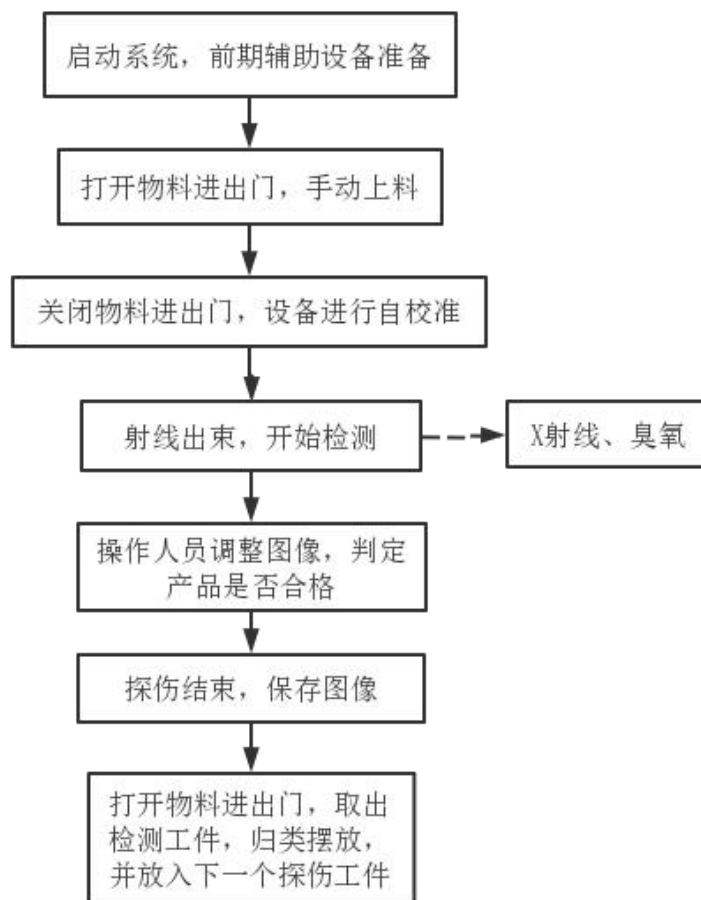


图 9-7 ****工业 CT 工艺流程及产污位置图

由图 9-7 可知，本项目营运中产生的主要污染物为 X 射线机出束检测过程中产生的 X 射线、噪声、臭氧，工业 CT 高分辨三维成像系统采用数字成像技术，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

本项目工业CT铅房布置在电芯厂房1南侧CT室内，结合本项目的工艺流程，本次项目的人流、物流路径规划具体如下：

(1) 工作人员路径：工作人员从东侧员工进出门进入操作室，由操作室进入CT室内进行探伤工件摆放，完成后原路返回操作室进行探伤作业。

(2) 工件路径：探伤工件由平板小车或其他辅助设施转运至CT室/操作室货架上，工作人员不进入铅房内，在工件进出门外将探伤工件固定放置在样品台上，在完成探伤检测后将探伤工件取出归类放置在一旁货架上。

*

图9-8 人流、物流路径示意图

4、工况分析

本项目工业 CT 高分辨三维成像系统为一体式探伤设备，自带铅钢结构全封闭铅房一座，铅房净空尺寸为 3600mm×1400mm×2250mm（长×宽×高），东侧工件进出门尺寸为 1200mm×1980mm（宽×高），西侧检修门尺寸为 3232mm×2009mm（宽×高）；铅房内置 1 台最大管电压为***kV，最大管电流为*mA 的 X 射线机，射线机及探测器可在离铅房底部***~***mm 范围高度之间同步电动上下升降，主射方向固定投向铅房北侧；X 射线机在铅房内实施探伤作业，仅用于储能锂离子电池电芯内部质量检测、缺陷分析等无损检测，厂区产品最大年抽检数量为****件/a，单次曝光时间约 2~5min，年曝光时间最长为***h；铅房内部可放置扫描样品的最大直径 600mm、最大高度 1000mm，本项目被检测电芯尺寸范围：长×宽×高（含极柱）为***mm。

本项目探伤工件尺寸较小，铅房内尺寸能满足被检测工件探伤要求，采取外照法进行探伤检测。铅房内样品台可沿三个（X、Y 轴向和转轴 θ ）轴向运动，探伤作业时，工作人员将工件固定在选择好的样品夹持器上，打开铅房防护门，工作人员此时位于铅房工件进出门外，将工件夹持器置于样品台上，确保工件夹持器放置牢固，工件安装摆放完成，关闭工件进出门，开机进行探伤作业。本项目只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

本项目探伤工况见下表：

表 9-1 本项目射线装置运行工况预览表

设备名称	最大管电压 (kV)	最大管电 流 (mA)	投射类型	辐射角度	穿透钢板 厚度(mm)	滤过条件	发射率常数 mGy·m ² / mA·min)
工业 CT 高分 辨三维成像 系统	***	*	定向	*°	*	3mmAl	*

污染源项描述

一、电离辐射

X 射线机开机工作时，通过高压机和X光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的X射线，本项目产生的 X 射线能量最大为***kV。不开机状态不产生 X 射线。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧。

三、废水

本项目共涉及工作人员3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0.288m³/d，生活污水依托公司厂区污水处理池预处理后进入市政污水管网，并经港东污水处理厂进一步处理达标后排入黄沙河。

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。

本项目共涉及工作人员 3 人，产生量以 0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾 1.5kg/d，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

五、噪声

本项目噪声源主要有 X 射线机及铅房内的通风设备，建设单位拟采用低噪声风机，源强低于 65dB(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。

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

本项目位于四川省宜宾市三江新区产业大道28号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房1南侧CT室内。根据现场勘察，本项目外环境关系如下：以CT室内铅房实体边界为中心，东、西、北侧50m范围均处于电芯厂房1内，北侧50m范围内自南向北依次为IE调配房、极片拆解房、电芯生产线；西侧50m范围内自东向西依次为后工序MRB房间、男/女卫、茶水间、吸烟室、报警阀间、工具室、外拆包间、内拆包间；东侧50m范围内自西向东依次为操作室、切割房、金相房、拉爆房、废电解液体存放间、运营商机房、强电间、报警阀间、气瓶间、中控室、调配房；南侧50m范围内自北向南依次为厂区道路（10m）、模组厂房（24m）。

通过本项目外环境分析结合现场勘察可知，本项目设备铅房布置在电芯厂房1南侧CT室内，紧邻厂区道路，便于探伤工件运输；铅房布置区域相对独立，距离厂房电芯生产线较远，周围人流量较少；检测过程中产生的X射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，铅房所在CT室的平面布置既能满足工件检测的需要，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，其总平布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

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

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴

辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评将铅房内部实体区域划定为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入；CT室内除铅房实体以外的区域、操作室划为监督区，禁止非辐射工作人员进入，操作室门口用醒目的黄线标识进行划定。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1。

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
新建工业 X 射线 CT 机探伤项目	铅房内部实体区域为控制区，曝光过程中严禁任何人员进入	CT 室内除铅房实体以外的区域、操作室为监督区
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，工业 CT 高分辨三维成像系统在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《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”字样

两区划分示意图见下图：

*

图 10-1 本项目两区划分示意图

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以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；
- ③定期检查该区的条件，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、工作场所实体辐射防护情况及设备固有安全性分析

1、工作场所实体辐射防护情况

表 10-2 工业 CT 高分辨三维成像系统铅房实体防护设施表

名称		防护设施
铅房 墙体	北侧（主射方向）	防护材质及厚度为 2mm 钢板+35mm 铅板+2.5mm 钢板
	西侧、东侧、顶部	防护材质及厚度均为 2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板
	南侧	防护材质及厚度为 2mm 钢板+18mm 铅板+2.5mm 钢板
	底部	防护材质及厚度为 5mm 钢板+20mm 铅板+2mm 钢板
东侧工件进出门		单开电动铅防护门，防护材质及厚度为2mm钢板+20mm铅板+2.5mm钢板
西侧维修门		手动双开检修门，防护材质及厚度为2mm钢板+20mm铅板+2.5mm钢板
通排风		铅房内南侧采用风扇式机械排风（排风量约178m ³ /h），排风口上方均覆盖有18mm厚铅防护罩
电缆穿孔		电缆穿孔位于铅房内南侧，其上方覆盖有18mm厚铅防护罩
观察窗		在工件进出门上设有一面观察窗（500mm×600mm），为20mm铅当量的铅玻璃

本项目工业CT高分辨三维成像系统自带铅钢结构全封闭铅房一座，该防护铅房的制作选用标准型号的8#槽钢和8#角钢并配加强钢板焊接而成，以保证防护铅房牢固度，整体铅房骨架焊接完成经平面处理后，在铅房骨架的内侧墙面铺设辐射防护铅板，再用铆钉把钢板固定在防护铅板表面，形成钢板+铅板+钢板的屏蔽结构。钉眼处用相同厚度的铅条或铅块进行二次补铅防护，铅板与铅板之间的接缝采用铅特种焊接技术进行焊接，铅房四周和顶部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。

本项目铅房主射方向（北侧）采用35mm厚铅板作为防护层，其他非主射方向除南侧墙体采用18mm厚铅板作为防护层外，其他方位均采用20mm厚铅板作为防护层，铅房门体与门洞左右搭接宽度均为100mm，门缝处间隙均≤6mm，门与门框中间接缝有搭边铅板覆盖，铅房内通排风口和线缆穿孔处均配备有钢铅结构防护罩，防护罩采用铅板厚度与相对应铅房墙体屏蔽防护厚度一致，因此，该铅房辐射防护设计符合辐射防护要求。

2、固有安全性分析

(1) 仪器硬件介绍

****工业CT铅房示意图如图10-2所示，工业CT各部分名称及功能介绍见表10-3。

*

图 10-2 ****工业 CT 铅房示意图

表 10-3 ****工业 CT 各部件的名称及功能介绍

*

(3) 设备自带安全性

本项目设备购买于天津三英精密仪器股份有限公司，各项安全措施齐备，设备本身采取了多种安全防护措施：

①钥匙控制：钥匙控制开关：铅房正面控制原件上自带有 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 CT 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工业 CT。

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，该工业CT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舱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本项目工业CT高分辨三维成像系统自带铅钢结构全封闭铅房，X射线泄漏率 $<0.5\mu\text{Sv/h}$ ；泄漏量超标时具有报警功能。

⑥该工业CT高分辨三维成像系统采用双门锁开关，只有防护门完全关闭后，射线才被允许打开。

⑦铅房内部、铅房外正面控制原件上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。

⑧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。

⑨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。

⑩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本项目铅房拟安装位置CT室为一层建筑，下方无地下室和地下车库，地

面经过混凝土硬化，具有一定的承重强度，不会造成地面塌陷。

3、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。

现场探伤作业时，为控制辐射对人体（主要是操作人员）的照射，综合采取屏蔽防护、时间防护和距离防护措施。

①屏蔽防护

本项目工业CT自带铅钢结构的全封闭铅房一座，主射方向采用35mm厚铅板作为防护层，其他非主射方向除南侧墙体采用18mm厚铅板作为防护层外，其他方位均采用20mm厚铅板作为防护层，探伤作业通过有效实体对射线进行屏蔽，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进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，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

CT室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时尽量不要在控制区边界内停留，以减少不必要的照射。根据 GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入X射线区”字样的警告标志；监督区为工作人员操作仪器时的工作场所，非相关人员也禁止进入，避免受到不必要的照射。

4、配备的安全装置

工件进出门与 X 射线机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，在 CT 机铅房控制元件上粘贴有中文标识的电离辐射警示标志，在铅房顶部左侧设置有工作状态指示灯，并在铅房内及铅房外控制原件和操作台上方各安装有紧急止动装置，避免工作人员和公众受到误照射。

①门机联锁：铅房工件进出门与X射线机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

②工作状态指示灯（门灯联锁）：铅房顶部左侧设置工作状态指示灯，并与

防护门连锁，仪器处于关闭状态时绿、黄、红灯都不亮；仪器处于上电状态时绿灯亮；箱体防护门（前工件进出门、后维护门）处于关闭状态时黄灯亮，可安全开启射线机；射线机处于发射X射线状态时红灯闪亮；工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③带中文标识的紧急止动装置：铅房内部、铅房外部正面控制原件上及操作台各设置有紧急止动按钮，且相互串联，按下任意按钮，X射线机高压电源立即被切断，X射线停止出束，防护门可以手动打开。

④紧急开门按钮：本项目拟在铅房内工件进出门旁安装1个紧急开门按钮，防止人员误入铅房受到辐射照射时可迅速逃离铅房。

⑤观察窗：铅房工件进出门上设有一面观察窗（500mm×600mm），为20mm铅当量的铅玻璃，铅房内部射线机发射X射线进行探伤作业时，工作人员通过观察窗观察铅房内的探伤情况。

由于铅房内部空间较小，除维修情况下，人员不可进入，且设置有观察窗用于观察铅房内探伤情况，因此根据设备实际情况，铅房内部未安装摄像监控系统。

⑥警告标志：工业CT铅房箱体上贴有警示标识，具体见表10-4。

表10-4 工业CT铅房箱体警示标识

*

⑦铅房固有安全性：铅房门洞与防护门之间有足够的搭接宽度，通排风口和线缆穿孔处均有铅罩进行屏蔽，铅房采用钢+铅+钢结构进行搭接，铅房四周和顶部边框具有较高的结构强度，不会造成铅房坍塌和顶部下坠的现象。

⑧剂量监测设备：建设单位拟配制1台便携式 X-γ 检测仪，用于日常辐射剂量监测巡检管理，该设备具有自动报警功能，及时提醒工作人员及相关公众迅速采取必要的措施，保护人身安全。建设单位拟为每名辐射工作人员配置个人剂量计，人均两个，一备一用，辐射工作人员探伤作业期间必须佩带个人剂量计。建设单位拟配备1台个人剂量报警仪。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据环保部《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）、《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令第31号）、《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》，原四川省环境保

护局《关于X射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发【2007】42号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函【2016】1400号）相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表10-5。

表10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	本项目实际情况
铅房屏蔽设计	铅房（包括辐射防护墙、门、迷道）的防护厚度应充分考虑X射线直射、散射效应。铅房的设计应有资质的单位承担。	该铅房设计满足X射线屏蔽要求
门机联锁	铅房工件进出门应与探伤机联锁	铅房设计中已有
门灯联锁	铅房防护门外侧拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开	铅房设计中已有
紧急止动装置	在铅房内和操作间操作台上易于接触的地方应设置紧急停止开关并有中文标识，各个紧急停止开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开	铅房设计中已有
视频监控	铅房内安装1套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作间。视频探头安装于铅房内，能拍到铅房内探伤机的工作情况；视频监控屏幕位置位于操作台，工作人员能实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置	铅房工件进出门上设置有观察窗（20mm铅当量的铅玻璃）用于观察铅房内探伤情况，因此根据铅房设计情况，铅房内未安装摄像监控系统。
钥匙控制	工业CT的电源启动钥匙与操作室的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式X辐射剂量仪连在一起，随操作员进出CT室	需落实
警告标志	铅房的铅门外醒目处应张贴“当心电离辐射”警告标志。	铅房设计中已有
通风系统	根据铅房空间大小、X射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间，铅房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求	铅房设计中已有
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“正在工作”	铅房设计中已有
监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	需落实
	个人剂量计	需落实
	个人剂量报警仪	需落实
应急物资	灭火器材	需落实

建设单位按照表10-3中提出的要求进行完善后，本项目辐射防护措施合理可行。

三、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 10-6。

表 10-6 环保设施及投资估算一览表

环保设施		投资金额 (万元)	备注
工业CT高分辨三维成像系统辐射安全设施	整体铅房：主射方向厚度 35mm 铅板；非主射方向厚度：18mm 铅板（南侧）、20mm 铅板（其余方向）	/	设备自带
	工件进出门：防护厚度为 20mm 铅板		
	观察窗：20mm 铅当量的铅玻璃		
	铅房内通排风系统 1 套		
	固定的电离辐射警告标志 3 个		
	门灯连锁系统 1 套		
	紧急止动按钮 3 个		
	紧急开门按钮 1 个		
	门机连锁系统 1 套		
	工作状态指示灯 1 个		
钥匙控制 1 套			
铅房内通风系统（排风量约 178m ³ /h）			
监测仪器	便携式辐射监测仪 1 台	*	新增
	个人剂量报警仪 1 个	*	新增
防护用品	个人剂量计 3 套	*	新增
废气处理	铅房排风口处集气罩	*	新增
其他	辐射工作人员培训及考核	*	新增
	应急及救助的资金、物资准备	*	新增
	灭火器材 1 套	*	新增
合计		*	/

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***%。今后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

工业CT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，铅房内采用风扇式机械排风，排风量约178m³/h，每小时换气次数约为15次，排风口位于铅房南侧，其上方均覆盖有18mm厚的铅防护

罩；在铅房外排风口处拟设置集气罩（不锈钢材质，吸气式局部密封罩），采用密封胶硬接，并通过排风管道连接至CT室排风系统，最终在厂房外顶部排放，经自然分解和稀释，满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1室内空气质量标准中臭氧小时平均标准值浓度 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求；也能满足《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（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

二、固体废物

本项目营运期不使用胶片，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，本项目工作人员产生的生活垃圾约 $1.5\text{kg}/\text{d}$ ，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

三、废水

本项目工作人员生活污水的产生量为 $0.288\text{m}^3/\text{d}$ ，依托公司厂区污水处理池预处理后进入市政污水管网，并经港东污水处理厂进一步处理达标后排入黄河。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、施工期的环境影响分析

本项目所在位置电芯厂房1北侧工业CT检测室建设阶段产生的施工扬尘、噪声、废水、固废等均已在《时代吉利动力电池生产基地宜宾项目一期》环境影响报告中进行了环境影响评价；在建设阶段严格落实建设期污染防治措施、加强装修期间适应性改造、设备安装的污染防治措施。

施工期的环境影响是短期的，并且本项目施工工程量小，施工结束后施工的影响即可消除。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目工业CT为公司购买的一体式成品探伤设备，出厂前已由生产厂家完成了设计制造，建设单位仅需购买后搬运放置在CT室内即可，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示标志，禁止无关人员靠近。由于X射线机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、屏蔽体厚度校核

本项目使用1台天津三英精密仪器股份有限公司生产的nano voxel4200型工业CT，最大管电压为***kV，最大管电流为*mA，功率500W，探伤工件主要是储能锂离子电池电芯，被检测电芯尺寸范围：长×宽×高（含极柱）为***mm。本项目探伤采用抽样检测的方式，预计每个检测部件单次扫描时间约2~5min，最大年抽检数量为*****件/a，年最大曝光扫描时间约***h，本项目只在铅房内进行探伤，不涉及野外（室外）探伤。本项目射线装置基本工作参数见表11-1。

表 11-1 射线装置工作参数

*

本项目运营期的环境影响因素为：X射线机工作时产生的X射线、臭氧，风机

产生的噪声。

1、铅房屏蔽厚度合理性分析

本项目一体式工业CT探伤设备自带铅钢结构的全封闭铅房一座，主射方向（北侧）采用35mm厚铅板作为防护层，其他非主射方向除南侧墙体采用18mm厚铅板作为防护层外，其他方位均采用20mm厚铅板作为防护层；东侧工件进出门及西侧检修门均采用20mm厚铅板作为防护层；在工件进出门上设有一面20mm铅当量的铅玻璃观察窗（500mm×600mm），用于观察铅房内部探伤情况；铅房内通排风口和电缆穿孔处均配备有钢铅结构防护罩，防护罩采用铅板厚度均与相对应铅房墙体屏蔽防护厚度一致。

根据设备厂家提供的资料，屏蔽体铅房内部射线机及探测器可在离铅房底部***~***mm范围高度之间同步电动上下升降，主线束固定投向铅房北侧，该X射线球管的滤过材料为3mm厚的Al板，在主射束方向1m处的X射线输出量为* $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$ 。铅房内X射线机移动及照射野范围示意图如下图所示：

*

图11-1 X射线机移动及照射野范围示意图

由上图可知，射线辐射角为40°，出束口位置为：距离铅房内底面***~***mm，距离主照面2120mm，距离工件进出铅门处827mm。铅房所在CT室为一层建筑，无地下室，因此不考虑地面辐射的影响。本项目X射线机靶点距离铅房各面墙体最近距离情况详见表11-2。

表 11-2 X射线靶点距离铅房各面墙体最近距离参数表

序号	相对位置	最小距离（m）	需屏蔽的辐射源
1#	铅房北侧墙体外30cm（主射方向）	2.42	主射辐射
2#	铅房西侧墙体外30cm（非主射方向）	1.27	泄漏辐射和散射辐射
3#	铅房东侧墙体外30cm（非主射方向）	1.13	泄漏辐射和散射辐射
4#	铅房南侧墙体外30cm（非主射方向）	1.78	泄漏辐射和散射辐射
5#	铅房顶部外30cm（非主射方向）	1.01	泄漏辐射和散射辐射

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

根据表11-2可知，本项目铅房屏蔽厚度合理性分析需要考虑主射辐射、泄漏辐射和散射辐射对周围环境的影响。

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(\text{式 11-1})$$

式中:

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

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

U —— 探伤装置向关注点照射的使用因子, 此处取 1;

T —— 人员在相应关注点驻留的居留因子; 经常有人员停留的地方取 1, 部分时间有人员驻留的地方取 1/4;

t —— 探伤作业年曝光时间, 取 $***\text{h}$ 。

关注点位示意图详见图 11-2。根据式 11-1, 铅房周围关注点控制剂量水平计算结果见下表 11-3。

*

图 11-2 铅房外关注点计算点位示意图

表 11-3 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

关注点	受照类型	使用因子	居留因子	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点的最高剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	本项目剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)
铅房北侧墙体外30cm处(1#, 主射方向)	职业	1	1	12.5	2.5	2.5
铅房西侧墙体外30cm处(2#, 非主射方向)	职业	1	1/4	50	2.5	2.5
铅房东侧墙体外30cm处(3#, 非主射方向)	职业	1	1	12.5	2.5	2.5
铅房南侧墙体外30cm处(4#, 非主射方向, 厂区道路)	公众	1	1/16	4	2.5	2.5
铅房顶部上方30cm处(5#, 非主射方向)	/	/	/	/	10	10

注: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) ①关注点的最高剂量率参考控制水平 ($H_{e,max}$) 为 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 本次评价参考较小水平进行评价。②铅房顶的剂量率参考控制水平对不需要人员到达的铅房顶, 铅房外表面 30cm 处剂量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv/h}$, 本次评价取参考控制水平的 1/10 保守估计, 即 $10\mu\text{Sv/h}$ 。

2、铅房墙体屏蔽厚度核算

由于本项目铅房工件进出门、维修专用门及铅玻璃观察窗的屏蔽厚度均与之相对应的铅房墙体屏蔽防护厚度一致, 因此, 不再单独对门、窗进行屏蔽厚度核算。

(1) 主射方向屏蔽厚度核算

有用线束屏蔽投射因子 B_1 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 由式 (11-1)、(11-2)、(11-3) 计算。

$$B_1 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{I \cdot H_0} \dots\dots\dots(式11-2)$$

$$X = -TVL \cdot \lg B_1 \dots\dots\dots(式11-3)$$

式中：

B_1 —有用线束屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，最大管电流为 *mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输送量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为 $10^3 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{s})$ ，即 $3.6 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

TVL—屏蔽物的什值层；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 附录表 B.2，查得 ***kV 时铅的什值层厚度为 5.7mm；

对于估算出的屏蔽投射因子 B_1 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-3 计算，主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 有用线束辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数及结果表

关注点	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{SV/h}$)	屏蔽物的什值层厚度 (mm)	距靶点 1m 处输出量 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	辐射源点（靶点）至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)	实际设计厚度
铅房北侧墙体外 30cm 处 (1#, 主射方向)	2.5	5.7	3.6×10^6	2.42	1.35×10^{-6}	33.46	35mm 铅板

注：铅的密度为 11.3 g/m^3 。

(2) 泄漏辐射屏蔽厚度核算

泄漏辐射屏蔽射线因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 由式 (11-1)、(11-4) 计算。

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

式中：

B_2 —屏蔽透射因子；

\dot{H} —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

\dot{H}_L —距离靶点1m处X射线机组装的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，当管电压 $>200\text{kV}$ 时距靶点1m处X射线机组装体的漏射辐射剂量率取值为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

对于估算出的屏蔽投射因子 B_2 ，所需的屏蔽物质厚度X按式(11-5)计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B_2 \dots\dots\dots(\text{式11-5})$$

式中：

TVL—查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表B.2，得出 200kV 时铅的半值层厚度为5.7mm。

铅房西侧、东侧、南侧墙体、铅房顶部泄漏辐射屏蔽参数选取及计算结果见表11-5。

表 11-5 泄漏辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

关注点参数及结果	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽物的半值层厚度(mm)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	靶点至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)	设计厚度 (mm)
铅房西侧墙体外30cm处 (2#,非主射方向)	2.5	5.7	5×10^3	1.27	8.06×10^{-4}	17.63	20mm 铅板
铅房东侧墙体外30cm处 (3#,非主射方向)	2.5			1.13	6.38×10^{-4}	18.21	
铅房顶部30cm处 (5#,非主射方向)	10			1.01	2.04×10^{-3}	15.33	
铅房南侧墙体外30cm处 (4#,非主射方向)	2.5			1.78	1.58×10^{-3}	15.96	18mm 铅板

注：铅的密度为 11.3 g/m^3 。

(3) 散射辐射屏蔽厚度核算

散射辐射屏蔽射线因子根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T250-2014) 由式 (11-1)、(11-6) 计算。

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

式中：

\dot{H} —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，与 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 相比较取小值；

R_s —散射点至关注点的距离，m；

R_0 —靶点至探伤工件的距离，均取1m；

I —最大管电流，本项目最大管电流取* mA ；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为 $10^3\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$ ，即 $3.6\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F — R_0 处的辐射表面积，均取 0.20m^2 ；

α —GBZ/T250-2014查表B.3，取 1.9×10^{-3} 。

对于估算出的屏蔽投射因子 B_3 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式11-7计算：

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

式中：

TVL—查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录表B.2，得出***kV时铅的什值层厚度为5.7mm；

B_3 —达到剂量率参考控制水平时所需的屏蔽投射因子。

表 11-6 散射辐射屏蔽厚度（铅当量）计算参数表

关注点参数及结果	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{SV/h}$)	屏蔽物的什值层厚度 (mm)	距靶点 1m处输出量 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	散射因子 α	靶点至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mmPb)	设计厚度 (mm)
铅房西侧墙体 外30cm处 (2#, 非主射方向)	2.5	5.7	3.6×10^6	1.9×10^{-3}	1.27	9.83×10^{-4}	17.14	20mm 铅板
铅房东侧墙体 外30cm处 (3#, 非主射方向)	2.5				1.13	7.78×10^{-4}	17.72	
铅房顶部30cm 处 (5#,非主射)	10				1.01	2.49×10^{-3}	14.85	

方向)								
铅房南侧墙体 外30cm处(4#, 非主射方向)	2.5				1.78	1.93×10^{-3}	15.47	18mm 铅板

注：铅的密度为 11.3 g/m³。

(4) 综合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，漏射辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度相差一个什值层(TVL)厚度或更大时，采用其中较厚的屏蔽；相差不足一个什值层(TVL)厚度时，在较厚的屏蔽上增加一个半值层(HVL)厚度。由表11-7可知，本项目散射辐射的屏蔽厚度与漏射辐射的屏蔽厚度相差均小于一个什值层(TVL)厚度(5.7mm)，因此本项目屏蔽体在考虑散射辐射及漏射辐射屏蔽厚度计算时采用其中较厚的屏蔽上增加一个半值层(HVL)厚度(1.7mm)。

表 11-7 本项目铅房屏蔽厚度计算与实际设计厚度(铅当量)汇总表

关注点预测结果	有用线束 需屏蔽厚 度(mm)	泄漏辐射 需屏蔽厚 度(mm)	散射辐射 需屏蔽厚 度(mm)	理论计 算屏蔽 厚度 (mm)	设计厚 度 (mm)	是否满 足屏蔽 要求
铅房北侧墙体外30cm 处(1#,主射方向)	33.46	/	/	33.46	35mm铅 板	满足要 求
铅房西侧墙体外30cm 处(2#,非主射方向)	/	17.63	17.14	19.33	20mm铅 板	
铅房东侧墙体外30cm 处(3#,非主射方向)	/	18.21	17.72	19.91		
铅房顶部30cm处(5#, 非主射方向)	/	15.33	14.85	17.03		
铅房南侧墙体外30cm 处(4#,非主射方向)	/	15.96	15.47	17.66	18mm铅 板	

根据表11-7可知，经过校核，铅房四周设计屏蔽厚度均能满足屏蔽要求。

二、运营期正常工况环境影响分析

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。

1、正常运行辐射环境影响分析

本项目屏蔽体铅房四周及铅房顶部防护门均采用铅钢防护结构屏蔽，根据前述分析，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。铅房所在位置 CT 室为一层建筑，四周墙体为彩钢板结构，顶部为中空玻镁板，因此在对铅房周围辐射剂量计算时不考虑 CT 室四周墙体的叠加屏蔽。

(1) 周围环境各房间的功能及用途

本项目铅房东、西、北侧50m范围均处于电芯厂房1内，北侧50m范围内自南向北依次为IE调配房、极片拆解房、电芯生产线；西侧50m范围内自东向西依次为后工序MRB房间、男/女卫、茶水间、吸烟室、报警阀间、工具室、外拆包间、内拆包间；东侧50m范围内自西向东依次为操作室、切割房、金相房、拉爆房、废电解液体存放间、运营商机房、强电间、报警阀间、气瓶间、中控室、调配房；南侧50m范围内自北向南依次为厂区道路、模组厂房。

(2) 预测点选取

本项目辐射预测点位示意图见下图 11-3。

*

图11-3 本项目预测点位示意图

(3) 预测模式

①有用线束（主射）辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），由式 11-8~11-10 计算有用线束辐射影响。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-8)}$$

$$B_1 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-9)}$$

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

式中：

B₁—有用线束屏蔽透射因子；

X—屏蔽物质厚度；

TVL—查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.2，得出***kV 时铅的什值层厚度为 5.7mm；

I—最大管电流， *mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据设备厂家提供的相关数据，本项目 X 射线输出量为 $10^3\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$ ，即 $3.6\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

R—参考点离靶点的距离；

t—探伤装置年工作时间，***h；

关注点有用线束辐射年照射剂量率计算结果见表11-8。

表 11-8 有用线束照射剂量计算参数及结果表

关注点预测结果	探伤装置年工作时间 (h)	距靶点1m处输出量 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	屏蔽物的什值层(mm)	靶点至预测点的距离 (m)	屏蔽透射因子	预测点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)	受照者类型
北侧IE调配房、极片拆解房 (11#)	400	3.6×10^6	5.7	3.6	7.24×10^{-7}	6.03×10^{-1}	1/4	6.03×10^{-2}	公众照射
北侧电芯生产线 (12#)				21.4	7.24×10^{-7}	1.71×10^{-2}	1/4	1.71×10^{-3}	公众照射

②泄漏辐射影响

根据《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11-9）进行计算，由（式11-11）和（式11-12）计算泄漏辐射对周围环境的影响。

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

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

式中：

B_2 —漏射屏蔽透射因子；

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

\dot{H}_L —距离靶点1m处X射线机组装的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表1可知，当管电压>200kV时距靶点1m处X射线机组装体的漏射辐射剂量率取值为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；

R—参考点离靶点的距离，m；

H—年受照射剂量，mSv/a；

t—年受照射时间，***h；

T—居留因子。

各参数取值及各个关注点泄漏辐射年照射剂量率计算结果见表11-9。

表 11-9 泄漏照射剂量计算参数及预测结果表

关注点参数及结果	距离靶点 1m处泄漏 辐射剂量 率(μSv/h)	靶点至 预测点 的距离 (m)	屏蔽透射 因子	预测点 剂量率 (μSv/h)	居留 因子	年受照射 剂量 (mSv/a)	受照者类 型
铅房防护门处 (1#)	5×10 ³	1.5	3.10×10 ⁻⁴	6.89×10 ⁻¹	1	2.75×10 ⁻¹	职业照射
东侧操作室 (2#)		4.0	3.10×10 ⁻⁴	9.68×10 ⁻²	1	3.87×10 ⁻²	职业照射
西侧后工序 MRB 房 (3#)		2.0	3.10×10 ⁻⁴	3.87×10 ⁻¹	1/4	3.87×10 ⁻²	公众照射
西侧男女卫、茶水间、 吸烟室、工具室等 (4#)		9.6	3.10×10 ⁻⁴	1.68×10 ⁻²	1/4	1.68×10 ⁻³	公众照射
西侧外/内拆包间 (5#)		26	3.10×10 ⁻⁴	2.29×10 ⁻³	1/4	2.29×10 ⁻⁴	公众照射
东侧切割房、金相房、 拉爆房 (6#)		15	3.10×10 ⁻⁴	6.89×10 ⁻³	1/4	6.89×10 ⁻⁴	公众照射
东侧运营商机房、废电 解液体存放间等 (7#)		26	3.10×10 ⁻⁴	2.29×10 ⁻³	1/4	2.29×10 ⁻⁴	公众照射
东侧中控室、气瓶间、 调配房 (8#)		32	3.10×10 ⁻⁴	1.51×10 ⁻³	1/4	1.51×10 ⁻⁴	公众照射
南侧厂区道路 (9#)		12	6.95×10 ⁻⁴	2.41×10 ⁻²	1/16	5.79×10 ⁻⁴	公众照射
南侧模组厂房 (10#)		26	6.95×10 ⁻⁴	5.14×10 ⁻³	1/4	5.14×10 ⁻⁴	公众照射

③ 散射辐射影响

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，由(式11-13)和(式11-14)计算散射辐射影响。

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots(式11-13)$$

$$H = \dot{H}_{散} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(式11-14)$$

式中：

B₃—散射屏蔽透射因子，散射屏蔽透射因子可根据(式11-9)进行计算；

$\dot{H}_{散}$ —预测点剂量率(μSv/h)；

R_s—散射体至关注点的距离，m；

R₀—靶点至探伤工件的距离，均取1m；

I—最大管电流，*mA；

H₀—距辐射源点(靶点)1m处输出量，根据设备厂家提供的相关数据，本项

目X射线输出量为 $10^3\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$ ，即 $3.6\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

F— R_0 处的辐射野面积，均取 0.2m^2 ；

α —散射因子，GBZ/T250-2014查表B.3，取 1.9×10^{-3} ；

t—年受照射时间，***h；

T—居留因子。

表 11-10 散射照射剂量计算参数及预测结果表

关注点参数及结果	散射因子a	距靶点1m处输出量 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	靶点至预测点的距离 (m)	屏蔽透射因子	预测点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)	受照类型
铅房防护门处 (1#)	1.9×10^{-3}	3.6×10^6	1.5	3.10×10^{-4}	5.65×10^{-1}	1	2.26×10^{-1}	职业照射
东侧操作室 (2#)			4.0	3.10×10^{-4}	7.95×10^{-2}	1	3.18×10^{-2}	职业照射
西侧后工序 MRB 房 (3#)			2.0	3.10×10^{-4}	3.18×10^{-1}	1/4	3.18×10^{-2}	公众照射
西侧男女卫、茶水间、吸烟室、工具室等 (4#)			9.6	3.10×10^{-4}	1.38×10^{-2}	1/4	1.38×10^{-3}	公众照射
西侧外/内拆包间 (5#)			26	3.10×10^{-4}	1.88×10^{-3}	1/4	1.88×10^{-4}	公众照射
东侧切割房、金相房、拉爆房 (6#)			15	3.10×10^{-4}	5.65×10^{-3}	1/4	5.65×10^{-4}	公众照射
东侧运营商机房、废电解液体存放间等 (7#)			26	3.10×10^{-4}	1.88×10^{-3}	1/4	1.88×10^{-4}	公众照射
东侧中控室、气瓶间、调配房 (8#)			32	3.10×10^{-4}	1.24×10^{-3}	1/4	1.24×10^{-4}	公众照射
南侧厂区道路 (9#)			12	6.95×10^{-4}	1.98×10^{-2}	1/16	4.76×10^{-4}	公众照射
南侧模组厂房 (10#)			26	6.95×10^{-4}	4.22×10^{-3}	1/4	4.22×10^{-4}	公众照射

④对关注点的综合分析

对处于有用线束照射范围内的关注点，年照射剂量需考虑有用线束、散射照射产生的辐射量，对处于泄漏照射及散射照射范围内关注点年照射剂量考虑此两种照射剂量的叠加值。

表 11-11 本项目铅房外关注点处年照射剂量计算结果表

关注点参数及结果	年受有用线束照射剂量 (mSv/a)	年受泄漏照射剂量 (mSv/a)	年受散射照射剂量 (mSv/a)	年受照射剂量 (mSv/a)	受照者类型
铅房防护门处 (1#)	/	2.75×10^{-1}	2.26×10^{-1}	5.02×10^{-1}	职业照射
东侧操作室 (2#)	/	3.87×10^{-2}	3.18×10^{-2}	7.05×10^{-2}	职业照射
西侧后工序 MRB 房 (3#)	/	3.87×10^{-2}	3.18×10^{-2}	7.05×10^{-2}	公众照射
西侧男女卫、茶水间、吸烟室、工具室等 (4#)	/	1.68×10^{-3}	1.38×10^{-3}	3.06×10^{-3}	公众照射
西侧外/内拆包间 (5#)	/	2.29×10^{-4}	1.88×10^{-4}	4.17×10^{-4}	公众照射
东侧切割房、金相房、拉爆房 (6#)	/	6.89×10^{-4}	5.65×10^{-4}	1.25×10^{-3}	公众照射
东侧运营商机房、废电解液体存放间等 (7#)	/	2.29×10^{-4}	1.88×10^{-4}	4.17×10^{-4}	公众照射
东侧中控室、气瓶间、调配房 (8#)	/	1.51×10^{-4}	1.24×10^{-4}	2.76×10^{-4}	公众照射
南侧厂区道路 (9#)	/	5.79×10^{-4}	4.76×10^{-4}	1.05×10^{-3}	公众照射
南侧模组厂房 (10#)	/	5.14×10^{-4}	4.22×10^{-4}	9.36×10^{-4}	公众照射
北侧IE调配房、极片拆解房 (11#)	6.03×10^{-2}	/	/	6.03×10^{-2}	公众照射
北侧电芯生产线 (12#)	1.71×10^{-3}	/	/	1.71×10^{-3}	公众照射

综上，本项目建成投用后，所致职业人员受年附加有效剂量最大为 $5.02 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，所致公众受年附加有效剂量最大为 $7.05 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，分别远低于职业人员 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。

根据建设单位反馈，该公司周围评价范围内无其他电离辐射源。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。在本项目投入运行后，实际管电压、管电流均低于预测工况，X射线机产生的X射线经铅房墙体屏蔽、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。

2、臭氧的环境影响分析

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

臭氧产额的计算公式：

$$Q_0 = 6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_0 \cdot R \cdot g \dots\dots\dots \text{(式 11-15)}$$

式中：

Q_0 ——臭氧产额，mg/h；

G ——离辐射源1m处的辐射剂量率，本项目取值为3.6Gy/h；

S_0 ——射束在离源点 1m 处的照射面积，本项目中取值为 0.2m²；

R ——射束径迹长度，m，本项目中取值为2.1；

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

铅房内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C = Q_0 \cdot T_v / V \dots\dots\dots \text{(式 11-16)}$$

式中：

C ——室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_0 ——臭氧产额 mg/h；

T_v ——臭气有效清除时间，h；

V ——铅房空间体积，取 11.34m³；

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots\dots\dots \text{(式 11-17)}$$

t_v ——每次换气时间，0.06h；

t_a ——臭氧分解时间，取值为 0.83h。

据以上公式可计算出使用工业CT进行探伤作业时，臭氧产额为9.83×10⁻²mg/h，铅房内O₃的平衡浓度为5.20×10⁻⁴mg/m³。上述臭氧平衡浓度均低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表1中臭氧小时平均标准值浓度0.16mg/m³的要求。

本项目 X 射线机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，铅房内采用风扇式机械排风，排风量约 178m³/h，每小时换气次数约为 15 次，排风口位于铅房南侧，其上方均覆盖有 18mm 厚的铅防护罩；在铅房外排风口处拟设置集气罩（不锈钢材质，吸气式局部密封罩），采用密封胶硬接，并通过排风管道连接至 CT 室排风系统，最终在厂房外顶部排放，经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的 0.20mg/m³ 的二级标准限值要求，不会对环境空气造成明显影响。

3、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。

4、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探伤装置报废时，必须进行去功能化处理，使X射线机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。按照中华人民共和国国务院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，报废的射线装置应实施退役。

在射线装置退役后应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）上对信息进行更新，并到发证机关更换辐射安全许可证。

5、声环境影响分析

本项目 X 射线机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）2 类标准限值要求。

6、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3人，产生量以0.5kg/人·天计，则每天产生生活垃圾1.5kg/d，依托该公司厂区垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

7、废水

本项目使用数字成像系统，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3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0.288m³/d，依托公司厂区污水处理池预处理后进入市政污水管网，并经港东污水处理厂进一步处理达标后排入黄沙河。

辐射事故影响分析

1、事故风险识别

本项目所用工业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	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性

故	同位素和射线装置失控导致3人以上(含3人)急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控,或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下(含2人)急性死亡或者10人以上(含10人)急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控,或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下(含9人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控,或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《实用辐射安全手册》(丛慧玲,北京:原子能出版社,2006.2,P114~115),急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表11-13。

表 11-13 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

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

2、源项分析及最大可能性事故分析

根据污染源分析,本项目环境风险因子为X射线,危害因素为X射线超剂量照射,本项目只有在开机状态下才会产生X射线,一旦切断电源便不会再有射线产生;本项目工业CT为一体式探伤设备,自带有屏蔽结构铅房,X射线机固定在铅房内部,人员在铅房外进行探伤作业,只有在维修情况下工作人员才进入铅房内部,本项目可能发生的辐射事故如下:

①门机联锁装置失效,防护门未关闭,屏蔽体铅房周围活动人员受到误照射:此时X射线探伤机以最大参数运行,公众位于X射线主射线方向,无任何屏蔽措施。

②检修人员在设备未断电的情况下进行检修,射线装置因误操作或其他原因开机开束,导致检修人员受到误照射;工业CT以额定参数运行;检修人员位于X射线主射方向,距靶0.5m的地方,无任何屏蔽措施。

③辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识,安全观念淡薄等,违反操作规

程和有关规定，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

3、辐射事故影响分析

(1) 剂量估算

假定在以上最大可能事故情况下，检修人员位于或滞留在铅房内，X射线直接照射到该名人员，人员受到的有效剂量与X射线机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关。因此偏安全分析，事故情况下，本项目铅房内探伤时，X射线机按其最大参数运行，人员在距探伤机主射方向不同距离上X射线剂量率按下式估算。

$$D = I\delta_x/r^2 \dots\dots\dots \text{(式11-18)}$$

式中：

D—空气吸收剂量率，mGy·min⁻¹；

I—管电流，mA，本项目取*mA；

δ_x —发射率常数，本项目为60mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；

r—参考点距X射线机焦斑的距离，m。

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{(式11-19)}$$

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。

根据式11-18及11-19，X射线机管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。由于本项目均在铅房内实施探伤作业，因此事故情况下，只会局限在铅房内。铅房外部控制元件及操作位、铅房内均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时，相关人员可以立即通过紧急止动装置中断电源，单次辐射事故受照射剂量估算按最不利情况曝光5min（单次最长曝光时间）来计算，计算结果见下表11-14。

表 11-14 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

受照时间 (s)	与探伤机靶正面距离 (m)	0.5	1.0	1.5	2.0
30	受照射剂量 (mSv/次)	360.00	90.00	40.00	22.50
60		720.00	180.00	80.00	45.00
90		1080.00	270.00	120.00	67.50

120	1440.00	360.00	160.00	90.00
180	2160.00	540.00	240.00	135.00
240	2880.00	720.00	320.00	180.00
300	3600.00	900.00	400.00	225.00

(2) 事故后果

根据表 11-14，在辐射事故状态下，本项目职业人员在不同位置随着时间的推移，在主射方向持续受照射，最大可能受照剂量为 3600mSv/次，可造成职业人员最大受照射剂量远超过连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv，参照表 11-13，引起人员急重度放射病、局部器官残疾的概率高于 1%，最大可造成较大辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射，应立即停止射线装置（切断电源），严禁公众在探伤铅房及设备操作间内停留。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须将监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，严禁无关人员进入。因此，建设单位在运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

4、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.vn>）学习并考核合格后上岗。

（2）设备固有安全设施

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、探伤设备工作时，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。

要求定期检查铅房门机联锁装置是否能正常工作，充分保证工作警告信号（显示灯）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、设备维修人员还未全部撤出铅房，操作室内的操作人员启动开关进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

要求操作室的操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝此类事故的发生。每次开机前必须确认铅房内无人员逗留；如果发生此类事故，操作人员必须马上停机，切断电源开关。其次对相关受照人员进行身体检查，确定对身体是否有损害，以便采取相应救护措施。

C、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。要求探伤机操作人员遵守相关操作规程，严格细致的开展工作，杜绝事故的发生。

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高分辨三维成像系统进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

③每月定期检查工业CT高分辨三维成像系统铅防护门的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，工业CT才能进行射线照射；

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。

⑤建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并通过相关考试，持证上岗。（学习网站为<http://fushe.mee.gov.cn/>）。

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

时代吉利（四川）动力电池有限公司已成立辐射安全与环境管理机构（见附件 4）：

负责人：钟辉

辐射防护负责人：黄吉军

主要成员：罗泽辉、杨汝安、张必波、柏玲

具体职责如下：

1、负责对本公司安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

2、负责本公司的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本公司辐射工作许可证的申报以及协助相关部门进行审核；负责对本公司辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

3、监督本公司辐射污染的防治工作；负责本公司辐照设备的日常监督管理；负责本公司辐射安全与环境管理的监察工作；负责本公司辐射污染的治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

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

5、负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

二、辐射工作人员配置

本项目拟配备辐射工作人员 3 人（2 人操作，1 人管理）。一天工作时间 8 小时，年工作时间为 315 天。铅房周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

1、建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关

管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核, 考核通过后方可上岗。

2、建设单位应当确保探伤操作时有 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

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下包括以下九大类: “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”。

建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、须建立的主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日修订) “第十六条”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400 号) 的相关要求中的相关规定, 建设单位制度清单分析及执行情况见表 12-1。

表12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

序号	需定制度名称	现有落实情况	本次需完善
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定	/
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	需制定	/
3	辐射工作设备操作规程	需制定	/
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定	/

5	辐射工作人员岗位职责	需制定	/
6	射线装置台账管理制度	需制定	/
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定	/
8	监测仪表使用与校验管理制度	需制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	需制定	/
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定	/
11	辐射事故应急预案	需制定	/
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定	/
13	安全装置定期维修、维护巡查制度	需制定	/

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

在制定规章制度时，需注意以下几个问题：

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

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

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

需要上墙的规章制度：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

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

三、辐射安全许可证发放条件

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局第31号令（2021年1月4日修订）中第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申领辐射安全许可证时，应当具备一些条件，具体要求见表12-2。

表12-2 《辐射安全许可证》发放条件对照分析

序号	国家环境保护总局令第31号要求	项目实际情况分析
1	应当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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作；依据辐射安全关键岗位名录，应当设立辐射安全关键岗位的，该岗位应当由注册核安全工程师担任。	建设单位成立了辐射安全与环境管理机构，具有本科及以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护工作
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位组织辐射工作人员和管理人员参加辐射安全与防护专业知识学习和考核通过后满足
3	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	设备有电离辐射警告标志和工作状态指示灯，操作台上有设置紧急止动开关等
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位须为每名辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪，并配备1台便携式辐射监测仪，配备后满足
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位需按要求制定相应的规章制度，要求上墙的规章制度需按具体要求悬挂于辐射工作场所
6	有完善的辐射事故应急措施。	建设单位需制定辐射事故应急预案和事故应急响应程序，并及时修订。

建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用II类射线装置的许可条件。建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括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：医院在取得《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：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定定期监测制度，监测数据应存档备案。

（1）公司自我监测

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 空气吸收剂量率。

2) 监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
辐射工作场所	x- γ 空气吸收剂量率	自主验收监测1次、委托有资质的单位监测，周期为1次/年；自行开展辐射监测	铅房实体四周、工件进出门门缝处、铅玻璃观察窗处、操作室控制台处、南侧厂区道路、西侧后工序MRB房、东侧通道，北侧IE调配房

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。

公司辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。公司需委托有资质的公司完成了每年辐射工作人员的个人剂量检测工作。所有辐射工作人员的个人剂量检测结果应达到不超过1.25mSv/季度的约束值要求。

三、年度监测报告

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。建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检

查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

辐射单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

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

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即断电停机，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：新建工业 X 射线 CT 机探伤项目

建设单位：时代吉利（四川）动力电池有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房 1 南侧 CT 室内

2、建设内容与规模

公司拟在电芯厂房 1 南侧 CT 室内安装使用一套型号为 nano voxel4200 的工业 CT 高分辨三维成像系统，属于 II 类射线装置，该系统主要由铅房、X 射线机、探测器、试件扫描系统、图像重建和分析系统构成，是集屏蔽、检测、成像为一体的工业 CT 探伤设备。屏蔽体铅房内置 1 台最大管电压为***kV，最大管电流为*mA 的 X 射线机，射线机及探测器可在离铅房底部***~***mm 范围高度之间同步电动上下升降，主射方向固定投向铅房北侧。厂区产品最大年抽检数量为****件/a，单次最长曝光时间为 5min，年曝光时间最长为***h；该探伤设备仅用于储能锂离子电池电芯内部质量检测、缺陷分析等无损检测，被检测电芯尺寸范围：长×宽×高（含极柱）为***mm。本项目只开展铅房内探伤，不涉及室外探伤和野外探伤，工业 CT 高分辨三维成像系统采用数字成像技术，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

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

二、本项目选址合理性分析

本项目所在电芯厂房 1 用地已经取得了宜宾市自然资源和规划局颁发的《建设用地规划许可证》【宜府资源函（2021）138 号】，用地性质为一类工业用地，本项目所在厂区整体建设项目《时代吉利动力电池生产基地宜宾项目一期》已委托环评单位四川元坤环保科技有限公司编制完成了环境影响评价报告表，并于 7 月 13 日在宜宾市主持召开了该项目评审会议，并取得了专家评审意见（见附件 3），目前，正在走环评批复流程。本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且项目使用的铅房为专用辐射工作场所，该铅房设计满足屏蔽防护要求，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、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目周围环境 γ 辐射剂量率为 61~76nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5nGy/h~121.3 nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目施工期较短，通过采取相应的防治措施，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

本项目职业人员受年附加有效剂量最大为 $5.02 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，公众受年附加有效剂量最大为 $7.05 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，分别远低于职业人员 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。

（2）大气环境影响

本项目 X 射线机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，铅房内采用风扇式机械排风，排风量约

178m³/h，每小时换气次数约为 15 次，排风口位于铅房南侧，其上方均覆盖有 18mm 厚的铅防护罩；在铅房外排风口处拟设置集气罩（不锈钢材质，吸气式局部密封罩），采用密封胶硬接，并通过排风管道连接至 CT 室排风系统，最终在厂房外顶部排放，经自然分解和稀释，能够低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的 0.20mg/m³ 的二级标准限值要求，不会对环境空气造成明显影响。

（3）水环境影响

本项目工作人员生活污水的产生量为 0.288m³/d，依托公司厂区污水处理池预处理后进入市政污水管网，并经港东污水处理厂进一步处理达标后排入黄河。

（4）固体废物

本项目工作人员产生的生活垃圾约 1.5kg/d，经该公司厂区内垃圾桶统一收集后，交由市政环卫部门统一清运。

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

时代吉利（四川）动力电池有限公司拥有专业的探伤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；建立了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》、《X 射线探伤机安全操作规程》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(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，本项目在四川省宜宾市三江新区产业大道 28 号时代吉利（四川）动力电池有限公司电芯厂房 1 南侧 CT 室内建设，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。

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

环保设施	
nano voxel4200 型工业 CT 高分 辨三维成像系 统安全装置	整体铅房：主射方向（北侧）厚度 35mm 铅板；非主射方向厚度：18mm 铅板（南侧）、20mm 铅板（其余方向）
	工件进出门：防护厚度为 20mm 铅板
	观察窗：20mm 铅当量的铅玻璃
	铅房内通排风系统 1 套
	固定的电离辐射警告标志 3 个
	门灯联锁系统 1 套
	紧急制动按钮 3 个
	紧急开门按钮 1 个
	门机联锁系统 1 套
	工作状态指示灯 1 台
	钥匙控制 1 套
	铅房内通风系统（排风量约 178m ³ /h）
监测仪器	便携式辐射监测仪 1 台
	个人剂量报警仪 1 个
防护用品	个人剂量计 3 套
废气处理	铅房排风口处集气罩
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 1 套

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训成绩合格单，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，安全和防护状况年度评估报告要按照《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》固定的格式进行编制；并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

5、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

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