核技术利用项目

宁德福宁时代新能源有限公司

6台工业CT机项目

环境影响报告表

（公示本）

建设单位（盖章）：宁德福宁时代新能源有限公司

编　制　单　位：福建省冶金工业设计院有限公司

2025年6月

核技术利用项目

宁德福宁时代新能源有限公司

6台工业CT机项目

环境影响报告表

（公示本）

建设单位名称：宁德福宁时代新能源有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：福建省宁德市东侨经济开发区新港路2号

邮政编码：362100　　联系人：***

电子邮箱：**********　　联系电话：**********

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源基本情况 22
表 3 非密封放射性物质 22
表 4 射线装置 23
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 24
表 6 评价依据 25
表 7 保护目标与评价标准 27
表 8 环境质量和辐射现状 35
表 9 项目工程分析与源项 44
表 10 辐射安全与防护 49
表 11 环境影响分析 57
表 12 辐射安全管理 72
表 13 结论与建议 79

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="8">宁德福宁时代新能源有限公司 6 台工业 CT 机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="8">宁德福宁时代新能源有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>张乐</td><td>联 系 人</td><td colspan="2">***</td><td>联系电话</td><td colspan="2">***</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="8">福建省宁德市东侨经济开发区新港路 2 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="8">宁德福宁时代新能源有限公司储能工厂 Q1 厂房 4 层，工程中心 C2 厂房 2 层和 4 层</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="3">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td colspan="2">557</td><td>环保投资（万元）</td><td>90.4</td><td>投资比例</td><td>16.2%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td colspan="2">Q1 厂房：16
C2 厂房：32</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="7">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="7">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="7">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="7">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="7">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="7">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="7">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="7">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="8">/</td></tr>
</table>

1.1 建设单位情况

宁德时代新能源科技股份有限公司（CATL）（以下简称“宁德时代”）成立于 2011 年，主要从事动力和储能电池领域完整的研发、制造能力，拥有材料、电芯、电池系统、电池回收的全产业链核心技术，是全球顶级的电动汽车电池供应商。为了更好地进行公司管理，宁德时代于 2020 年成立了全资子公司宁德福宁时代新能源有限公司（以下简称“福宁时代”），位于福建省宁德市东侨经济开发区新港路 2 号，主要从事电池制造、电池销售、能源技术研发等业务。

2025年1月15日，宁德时代将HD基地（湖东厂区）、HX基地（湖西厂区）、HZ基地（湖西Z基地）、E+区域（工程中心）、ESS基地（储能工厂）产线的运营主体以及对应的放射源、射线装置等均变更为福宁时代，变更说明见附件二，福宁时代营业执照见附件三，不动产权证见附件四。福宁时代作为宁德时代全资子公司，其个人剂量监测、辐射工作人员职业健康检查、辐射工作场所监测等均由宁德时代统筹安排，委托有资质单位进行监测。

1.2 项目由来

福宁时代根据生产需要，新增6台型号为“SDX-LCT-150型”X射线检测设备，分别位于储能工厂Q1厂房4层2台、工程中心C2厂房2层2台、工程中心C2厂房4层2台。6台工业CT机设备均为II类自屏蔽式X射线探伤装置，用于电池产品质量检测，出厂辐射检测报告见附件五，射线装置参数一览表见表1.2-1。

表1.2-1　拟建项目射线装置参数一览表

型号	管电压（kV）	管电流（mA）	类别	数量（台）	设备位置	用途
SDX-LCT-150型	***	***	II	2	Q1厂房4层	电池产品质量检测
	***	***		2	C2厂房2层	电池产品质量检测
	***	***		2	C2厂房4层	电池产品质量检测

根据环境保护部、国家卫生健康委员会的公告（2017年第66号）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》规定及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号），拟建项目6台工业CT机为II类射线装置，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号）中的“五十五、核与辐射172核技术利用建设项目”，应编制环境影响报告表。福宁时代于2025年3月委托我司（见附件一）对福宁时代6台工业CT机项目进行环境影响评价工作。

我司接受委托后，对福宁时代6台工业CT机项目工作场所防护情况和辐射工作人员拟采取的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求编制完成了《宁德福宁时代新能源有限公司6台工业CT机项目环境影响报告表》。

1.3 项目地理位置及周边环境

拟建项目新增 6 台工业 CT 机，分别位于储能工厂 Q1 厂房和工程中心 C2 厂房，项目地理位置详见图 1.3-1，车间平面布置图（局部）见图 1.3-2～图 1.3-4。

图 1.3-1　项目地理位置图

涉密，不公示

图 1.3-2　储能工厂 Q1 厂房 4 层 2 台工业 CT 机车间布置（局部）图

涉密，不公示

图 1.3-3　工程中心 C1 厂房 2 层 2 台工业 CT 机车间布置（局部）图

涉密，不公示

图 1.3-4　工程中心 C1 厂房 4 层 2 台工业 CT 机车间布置（局部）图

储能工厂 Q1 厂房共 4 层，新增的 2 台工业 CT 机（分别为 Q1#、Q2#）位于 4 层，每台工业 CT 机用地面积均为 8m^2。Q1#工业 CT 机位于 L88 卷绕线后端，南侧为前氦检区，东侧和西侧均为通道，北侧为通道和干燥房，上方为屋顶，下方为备料区；Q2#工业 CT 机位于 L86 叠片线后端，南侧为前氦检和激光器，东侧为通道，西侧为走廊，北侧为通道和干燥房，上方为屋顶，下方为倍速链区。储能工厂 Q1 厂房工业 CT 机周边环境现状见图 1.3-5。

涉密，不公示

图 1.3-5　储能工厂 Q1 厂房工业 CT 机周边环境现状图

工程中心 C2 厂房共 4 层，2 层新增 2 台工业 CT 机（分别为 C1#、C2#），4 层新

增 2 台工业 CT 机（分别为 C3#、C4#），每台工业 CT 机用地面积均为 8m^2。工程中心 C2 厂房 2 层 2 台工业 CT 机（C1#、C2#）东侧为通道和化成房，东北侧依次为实验区、工具房/隔膜放置区和刻码房，北侧、南侧、西侧均为通道，上方为走廊，下方为通道，C1#工业 CT 机位于 C2#工业 CT 机西侧；4 层 C3#工业 CT 机位于 L4 线中间，北侧为 LPD 房，南侧为通道，东侧为工位，西侧为刻板机，上方为屋顶，下方为通道；工程中心 C2 厂房 4 层 C4#工业 CT 机位于 L6 线中间，北侧为通道，南侧为料架，东侧为复合机和泰青量仪，西侧为绕卷和备料区，上方为屋顶，下方为走廊。工程中心 C2 厂房工业 CT 机周边环境现状见图 1.3-6。

图 1.3-6　工程中心 C2 厂房工业 CT 机周边环境现状

项目 50 米范围内均在厂界内，无学校、居民等环境影响敏感点，为公司厂房和道

路，因此该项目的选址是合理的。储能工厂辐射环境影响评价范围见图 1.3-7，工程中心辐射环境影响评价范围见图 1.3-8。

涉密，不公示

图 1.3-7　储能工厂辐射环境影响评价范围图

涉密，不公示

图 1.3-8　工程中心辐射环境影响评价范围图

1.4 可行性分析

（1）实践正当性分析

拟建项目 6 台工业 CT 机主要用于公司电池产品质量检测，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性，拟建项目的建设创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

（2）产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，拟建项目属于鼓励类中第六类“核能”中的第 6 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家当前产业政策。

（3）生态环境分区管控符合性分析

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）、《宁德市生态环境准入清单（2023 年 11 月报批稿）》及《宁德市生态环境局关于印发宁德市生态环境分区管控动态更新成果（2023 年）的通知》（宁市环规〔2024〕2 号），项目环境管控单元编码：ZH35090220004（东侨经济技术开发区），其所在管控单元见图 1.4-1，与管控要求符合性分析见表 1.4-1。

表 1.4-1 项目与管控单元生态环境准入符合性分析

环境管控单元名称	环境管控要求		拟建项目	符合性
东侨经济技术开发区	空间布局约束	1、塔南片区内不符合产业定位的项目逐步关停并转	拟建项目位于东侨工业集中区，不属于塔南园区	符合
		2、东侨工业集中区禁止引进化学原料药项目，机械制造产业禁止引进电镀项目，电子产业禁止引进《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中限制	拟建项目属于核技术利用建设项目，属于国家鼓励类	

		类、淘汰类项目及《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010年本）》中的淘汰类机械和工艺项目		
		3、居住用地周边禁止布局不符合大气防护距离、卫生防护距离和环境风险不可控的废气扰民的建设项目	拟建项目评价范围（工业CT机实体屏蔽体外周边50m）内无学校、居民区等环境敏感区域，项目臭氧和氮氧化物排放量极少经通风系统排到大气环境，对环境基本无影响	
	污染物排放管控	1.新建涉VOCs项目，VOCs排放按照福建省相关政策要求落实。2.包装印刷业、工业涂装业有机废气排放及控制应符合国家和地方相关标准和规范要求	拟建项目不涉及VOCs排放	符合
	环境风险防控	建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建立完善有效的环境风险防控设施和拦截、降污、导流等措施，防止泄漏物和事故废水污染地表水、地下水和土壤环境	公司已建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建立完善有效的环境风险防控设施和拦截、降污、导流等措施，环境风险可控	符合
	资源开发效率要求	禁止使用高污染燃料，禁止新建、扩建高污染燃料的设备，已建成使用高污染燃料的各类设备应拆除或改用管道天然气、液化石油气、电、生物质成型燃料等清洁能源	拟建项目不涉及高污染燃料，仅使用的电属于清洁能源	符合

因此，拟建项目符合东侨经济技术开发区的管控要求。

图 1.4-1　项目所在管控单元判定图

1.5 评价目的

（1）对拟建项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

（2）通过环境影响评价，预测拟建项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为拟建项目的辐射环境管理提供科学依据；

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求和减少到“可合理达到的尽量低的水平”；

（4）提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 现有核技术应用项目许可情况

（1）许可情况

福宁时代已于 2025 年 6 月 10 日取得了辐射安全许可证（闽环辐证〔00538〕），种类和范围为使用V类放射源、使用II类、III类射线装置，见附件六。

福宁时代工程中心及储能工厂现用的射线设备及环保手续履行情况见表 1.6-1~表 1.6-2。

表 1.6-1　福宁时代储能工厂及工程中心在用的II类射线设备环保手续履行情况

装置名称	设备型号	类别	数量	使用场所	是否环评	环评批复	是否验收	验收时间	装置状态	备注
一、	**工程中心**									
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	是	**	**	
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	是	**	**	
注：工程中心**台Ⅱ类射线设备不属于福宁时代，在宁德时代辐射许可证内，本次仅针对福宁时代现有Ⅱ类设备环保手续履行情况进行说明。										
二、	**储能工厂**									
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	是	**	**	
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	是	**	**	
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	是	**	**	
工业 CT 机	**	II类	**	**	是	**	否	**	**	

表 1.6-2　福宁时代储能工厂及工程中心在用的III类射线设备环保手续履行情况

装置名称	设备型号	类别	数量	使用场所	环评情况	是否验收	验收时间	装置状态	备注
一、	**工程中心**								
X 射线装置	X 射线机	III类	**	**	已备案	/	/	**	
注：工程中心研发区域（S&C）**台III类射线设备不属于福宁时代，在宁德时代辐射许可证内，本次仅针对福宁时代工程中心现有III类设备环保手续履行情况进行说明。									
二、	**储能工厂（ESS 基地）**								
X 射线装置	X 射线机	III类	**	**	已备案	/	/	**	

储能工厂及工程中心在用放射源均属于宁德时代，在宁德时代辐射许可证内，目前，福宁时代的储能工厂及工程中心无在用放射源。

1.7 辐射工作人员情况

福宁时代储能工厂 Q1 厂房拟配备 2 名 X 射线工业 CT 操作人员，工程中心 C2 厂房拟配备 4 名 X 射线工业 CT 操作人员，详细人员结构在后期项目运营期将根据实际需要再进行调整，辐射工作人员将接受辐射安全与防护培训，取得培训合格证书后持证上岗，详见附件七。

1.8 原有核技术应用项目辐射安全管理及防护情况

（1）辐射安全防护管理机构

福宁时代已成立了辐射安全与环境管理机构，并明确了相应的职责。辐射安全与环境管理机构小组以种晋为负责人，组员包括刘子华、张宏、苏育专等 18 人。领导小组负责对本公司加速器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；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；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；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；负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设，详见附件八。

（2）辐射安全防护管理制度

福宁时代已根据现有核技术应用情况制定了辐射管理制度汇编，包括了关于成立辐射安全与环境管理机构的决定、X-RAY 机操作规程、测厚仪操作规程、测厚仪（Kr-85）辐射防护和安全保卫制度、测厚仪工作人员岗位职责、辐射防护措施、辐射工作场所监测制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员培训管理制度、辐射装置检修维护制度和放射源台账管理制度，详见附件八。

（3）辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况

福宁时代辐射工作人员均接受辐射安全与防护培训，并取得培训合格证书后持证上岗，详见附件七；福宁时代为辐射工作人员配备了个人剂量计，由专人负责收集个人剂量计，目前福宁时代个人剂量检测由宁德时代委托厦门亿科特检测技术有限公司

对辐射操作人员进行个人剂量检测，监测频度为90天1次，2024年每季度辐射设备职业操作人员个人剂量检测结果见附件十；辐射工作人员职业健康检查由宁德时代统筹安排，间隔不超过2年，拟建项目操作人员健康体检报告见附件十一；根据建设单位提供的个人剂量监测和职业健康监护档案，辐射工作人员个人剂量结果和体检结果均未见异常。

（4）辐射工作场所监测情况

在设备正常运行状态下，每年委托有监测资质的单位对工作场所及周围辐射环境剂量率进行监测，监测频次为1次/年，并将监测数据记录存档，2024年12月由宁德时代委托浙江建安检测研究院有限公司对福宁时代（工程中心和Q区）工作场所进行检测，分别编制了《工程中心工作场所职业病危害因素定期检测报告》（报告编号：BG-GAJP24130123-R）和《研发Q区工作场所职业病危害因素定期检测报告（放射部分）》（报告编号：BG-GAJP24130123-4-R），辐射场所监测均未出现超标情况，见附件十二。

（5）辐射工作管理情况

福宁时代已制定《宁德福宁时代新能源有限公司辐射事故应急处置预案》（2025年1月20日发布并实施），据调查，福宁时代使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故，详见附件九。

综上所述，福宁时代已根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定，落实各项管理要求，现有在用核技术应用无存在环保问题。

1.9 环保投资

拟建项目环保投资情况见表1.9-1。

表1.9-1　环保投资情况一览表

项目	环保投资金额（万元）	
个人剂量片	2	合计：90.4
便携式辐射剂量仪	3	
辐射剂量报警仪	0.4	
个人剂量委托监测费用	7	
工业CT机周围辐射剂量率委托监测费用	16	
安排工作人员参加辐射安全防护专业知识培训费用	16	
环保设施验收费用	26	

工作状态指示灯、电离辐射警告标志、规章制度上墙等	4	
职业人员体检	16	

拟建项目总投资为 557 万元（Q 区投资费用为 119 万元，C 区投资费用为 438 万元），其中环保投资为 90.4 万元，占总投资的 16.2%。今后在项目实践过程中，应根据国家发布的法规内容，结合公司实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时建设单位应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 2 放射源基本情况

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	II类	2	SDX-LCT-150 型	***	***	电池产品质量检测	储能工厂 Q1 厂房 4 层	/
2	工业 CT	II类	2	SDX-LCT-150 型	***	***	电池产品质量检测	工程中心 C2 厂房 2 层	/
3	工业 CT	II类	2	SDX-LCT-150 型	***	***	电池产品质量检测	工程中心 C2 厂房 4 层	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	/	/	/	少量	/	通风排放	排入大气
氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	通风排放	排入大气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m^3；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/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施 （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； （4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日修订； （5）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日实施； （6）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日实施； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日； （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日实施； （9）《放射工作人员职业健康管理办法》，2007 年 11 月 1 日； （10）《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》，2019 年 12 月 23 日； （11）《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射〔2013〕10 号）； （12）《关于发布射线装置分类办法的公告》，2017 年 12 月 5 日； （13）《产业结构调整指导目录》（2024 年本），2023 年 12 月 27 日发布，2024 年 2 月 1 日实施； （14）《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》（环发〔2006〕145 号）。
技术标准	（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》（HJ/T10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），2023 年 3 月 1 日实施； （4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单（GBZ/T250-2014/XG1-2017） （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （7）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；

	（8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014/XG1-2017）。
其他	（1）《委托书》； （2）《辐射防护技术与管理》（张丹枫赵兰才编著）第一卷； （3）《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年 8 月； （4）公司提供的拟建项目相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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》（HJ/T10.1-2016）评价范围和保护目标的相关规定：放射源和射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

拟建项目新增的 6 台工业 CT 机均为II类自屏蔽式 X 射线探伤装置。因此，本次的辐射环境影响评价范围以每台工业 CT 机外 50m 范围。

储能工厂 Q1 厂房 CT 机评价范围见图 1.3-7，工程中心 C2 厂房 CT 机评价范围见图 1.3-8。

7.2 保护目标

根据对拟建项目周围环境的现场踏勘和调查，本评价范围为评价范围内职业工作人员，公众人员包括周边生产人员、周边村居和偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。

根据对拟建项目周围环境的调查，拟建项目评价范围内的环境保护目标具体见表 7.2-1。

表 7.2-1　工业 CT 工作场所周边环境及保护目标

环境保护对象		相对方位	距离	规模	年有效剂量约束值（mSv/a）
职业工作人员	X 射线机操作人员	储能工厂 Q1#、Q2#工业 CT 机（4 层）	1~5m	2 人	5
		工程中心 C1#、C2#工业 CT 机（2 层）	1~5m	2 人	
		工程中心 C3#、C4#工业 CT 机（4 层）	1~5m	2 人	
公众成员	周边及其他非辐射工作人员	储能工厂 Q1 厂房（4 层）四周	5~50m	约 30 人	0.25
		工程中心 C2 厂房（2 层）四周	5~50m	约 20 人	
		工程中心 C2 厂房（4 层）四周	5~50m	约 20 人	

7.3 评价标准

7.3.1《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

表 7.3-1 拟建项目辐射环境影响评价标准

对象	剂量限值
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众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下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即取值范围在每年 0.1～0.3mSv）。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

第 6.4 款 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

表 7.3-2 辐射工作场所的分区标准

辐射工作场所的分区	要求
控制区	6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。 6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。
监督区	注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

5.1.2 工作前检查项目应包括：

a）探伤机外观是否完好；

b）电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

c）液体制冷设备是否有渗漏；

d）安全联锁是否正常工作；

e）报警设备和警示灯是否正常运行；

f）螺栓等连接件是否连接良好；

g）机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a）使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b）设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c）当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d）应做好设备维护记录

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。

X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

b）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

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 100μSv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c）X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e）当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

7.3.3《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4 工业 X 射线探伤室探伤的防护要求

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a）人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周。

b）关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

4.1.4 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邻旁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 4.1.3。

b）对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。

4.1.5 探伤室应设置门－机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门－机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预

备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰地对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区域。每小时通风换气次数应不少于 3 次。

7.3.4《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

人员在关注点的周剂量参考水平（He）如下：

职业工作人员：He≤100μSv/周；

公众：He≤5μSv/周。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a）探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物的自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 1。

b）除 2、a）的条件外，应考虑下列情况：

1）穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应的关注点的剂量率总和，应按 1、c）的剂量率参考控制水平 He（μSv/h）加以控制。

2）对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水

平通常可以取 100μSv/h。

拟建项目相关限值采用标准见表 7.3-3。

表 7.3-3　拟建项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准名称
连续 5 年的年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
年有效剂量限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续 5 年年平均有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
	非辐射工作人员	0.25mSv/a	非辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	≤2.5μSv/h	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
	对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面 30cm 处剂量率控制值	≤100μSv/h	

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握拟建项目所在地的辐射环境质量现状，福建拓普检测技术有限公司于 2025 年 3 月 28 日对拟建项目工作场所及其周围环境进行γ辐射剂量率背景水平调查。

8.1 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

拟建项目新增 6 台工业 CT 机，拟分别放置在储能工厂 Q1 厂房 4 层 2 台、工程中心 C2 厂房 2 层 2 台、工程中心 C2 厂房 4 层 2 台。故本次监测内容为工业 CT 机拟放置位置及四周的环境γ辐射剂量率。

8.1.1 评价对象

拟建项目工业 CT 装置拟放置位置周围辐射环境。

8.1.2 监测因子

γ辐射剂量率。

8.1.3 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）中“5.3.3 射线装置”的辐射环境监测内容，结合拟建项目评价范围，确定拟建项目检测点位为工业 CT 机所放置位置及周边受影响区域，储能工厂 Q1 厂房 4 层（Q1#、Q2#）具体监测点位见表 8.1-1，监测点位见图 8.1-1；工程中心 C2 厂房（C1#、C2#、C3#、C4#）具体监测点位见表 8.1-2，工程中心 C2 厂房 2 层监测点位见图 8.1-2，工程中心 C2 厂房 4 层监测点位见图 8.1-3。

表 8.1-1 储能工厂 Q1 厂房监测点位情况表

序号	楼层	监测点位		监测内容
1	4 层	▲Q1-1	Q1#CT 机北侧***	γ辐射空气吸收剂量率
2		▲Q1-2	Q1#CT 机西侧***	
3		▲Q1-3	Q1#CT 机南侧***	
4		▲Q1-4	Q1#CT 机东侧***	
5		▲Q2-1	Q2#CT 机北侧***	
6		▲Q2-2	Q2#CT 机西侧***	
7		▲Q2-3	Q2#CT 机南侧***	
8		▲Q2-4	Q2#CT 机东侧***	
9		▲Q3	Q1#、Q2#CT 机西侧***	

10		▲Q4	Q1#、Q2#CT 机北侧***	
11		▲Q5	Q1#、Q2#CT 机中间***	
12	屋顶	▲Q1-5	Q1#CT 机上方***	
13		▲Q2-5	Q2#CT 机上方***	
14	3 层	▲Q1-6	Q1#CT 机下方***	
15		▲Q2-6	Q2#CT 机下方***	

表 8.1-2　工程中心 C2 厂房监测点位情况表

序号	楼层	监测点位		监测内容
1	1 层	▲C1-5	C1#CT 机下方***	γ辐射空气吸收剂量率
2		▲C2-5	C2#CT 机下方***	
3	2 层	▲C1-1	C1#CT 机东侧***	
4		▲C1-2	C1#CT 机北侧***	
5		▲C1-3	C1#CT 机西侧***	
6		▲C1-4	C1#CT 机南侧***	
7		▲C2-1	C2#CT 机东侧***	
8		▲C2-2	C2#CT 机北侧***	
9		▲C2-3	C2#CT 机西侧***	
10		▲C2-4	C2#CT 机南侧***	
11		▲C5	C1#、C2#CT 机北侧***	
12		▲C6	C1#、C2#CT 机东北侧***	
13		▲C7	C1#、C2#CT 机南侧***	
14		▲C8	C1#、C2#CT 机东侧***	
15	3 层	▲C1-6	C1#CT 机上方***	
16		▲C2-6	C2#CT 机上方***	
17		▲C3-6	C3#CT 机下方***	
18		▲C4-6	C4#CT 机下方***	
19	4 层	▲C3-1	C3#CT 机东侧***	
20		▲C3-2	C3#CT 机北侧***	
21		▲C3-3	C3#CT 机西侧***	
22		▲C3-4	C3#CT 机南侧***	
23		▲C4-1	C4#CT 机东侧***	
24		▲C4-2	C4#CT 机北侧***	
25		▲C4-3	C4#CT 机西侧***	
26		▲C4-4	C4#CT 机南侧***	
27		▲C9	C3#CT 机东侧***	
28		▲C10	C3#CT 机北侧***	
29		▲C11	C3#CT 机南侧***	
30		▲C12	C4#CT 机北侧***	
31		▲C13	C4#CT 机南侧***	

32	屋顶	▲C3-5	C3#CT 机上方***	
33		▲C4-5	C4#CT 机上方***	

8.2 监测方案、质量保证措施

8.2.1 监测方案

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在工业 CT 装置拟建址周围布设监测点位，测量工业 CT 装置拟放置位置周围贯穿辐射剂量率。

①监测时间及环境条件监测单位：福建拓普检测技术有限公司；监测时间：2025 年 3 月 28 日；监测环境条件：温度 13.2～22.3℃，湿度 55.1%～67.6%RH。

②监测方法：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）。

③监测仪器：便携式 X、γ辐射周围剂量当量率仪。

8.2.2 质量保证措施

①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。

⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.3 监测结果与环境现状调查结果评价

8.3.1 监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8.3-1。

表 8.3-1　监测仪器与监测规范表

仪器名称	便捷式多功能射线检测仪
仪器型号	BG9512P 型（BG7030 塑料闪烁体）
生产厂家	CTP05006
量程	BG7030 塑料闪烁体：10nGy/h～200μGy/h
能量范围	25keV~3MeV
检定/校准单位	上海市计量测试技术研究院
检定/校准证书编号	2024H21-20-5392043001
检定有效期限	2024 年 07 月 29 日至 2025 年 07 月 28 日
监测规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
监测单位	福建拓普检测技术有限公司
监测时间	2025 年 3 月 28 日
监测因子	γ辐射剂量率
剂量率单位	nGy/h
探测下限	1×10^{-5}Gy/h

8.3.2 监测结果：

拟建项目储能工厂 Q1 厂房 2 台工业 CT 机周边环境辐射剂量率监测结果见表 8.3-2，工程中心 C2 厂房 4 台工业 CT 机周边环境辐射剂量率监测结果见表 8.3-3。

监测报告见附件十三，宇宙射线的响应报告见附件十四。

表 8.3-2　储能工厂 Q1 厂房周围环境γ辐射剂量率水平监测结果

序号	楼层	监测点位		监测结果（nGy/h）
1	4 层	▲Q1-1	Q1#CT 机北侧通道	**
2		▲Q1-2	Q1#CT 机西侧通道	**
3		▲Q1-3	Q1#CT 机南侧生产区	**
4		▲Q1-4	Q1#CT 机东侧通道	**
5		▲Q2-1	Q2#CT 机北侧通道	**
6		▲Q2-2	Q2#CT 机西侧通道	**
7		▲Q2-3	Q2#CT 机南侧生产区	**
8		▲Q2-4	Q2#CT 机东侧通道	**
9		▲Q3	Q1#、Q2#CT 机西侧走廊	**
10		▲Q4	Q1#、Q2#CT 机北侧干燥房	**
11		▲Q5	Q1#、Q2#CT 机中间通道	**
12	屋顶	▲Q1-5	Q1#CT 机上方屋顶	**
13		▲Q2-5	Q2#CT 机上方屋顶	**

14	3 层	▲Q1-6	Q1#CT 机下方备料区	**
15		▲Q2-6	Q2#CT 机下方生产区	**
注：1、表中检测结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值（**nGy/h）； 2、表中数据已乘以建筑物对宇宙射线的屏蔽因子，楼房取值为**，平房取值为**，道路取值为**。				

表 8.3-3　工程中心 C2 厂房周围环境γ辐射剂量率水平监测结果

序号	楼层	监测点位		监测结果（nGy/h）
1	1 层	▲C1-5	C1#CT 机下方通道	**
2		▲C2-5	C2#CT 机下方通道	**
3	2 层	▲C1-1	C1#CT 机东侧通道	**
4		▲C1-2	C1#CT 机北侧通道	**
5		▲C1-3	C1#CT 机西侧通道	**
6		▲C1-4	C1#CT 机南侧通道	**
7		▲C2-1	C2#CT 机东侧通道	**
8		▲C2-2	C2#CT 机北侧通道	**
9		▲C2-3	C2#CT 机西侧通道	**
10		▲C2-4	C2#CT 机南侧通道	**
11		▲C5	C1#、C2#CT 机北侧通道	**
12		▲C6	C1#、C2#CT 机东北侧刻板房	**
13		▲C7	C1#、C2#CT 机南侧通道	**
14		▲C8	C1#、C2#CT 机东侧化成房	**
15	3 层	▲C1-6	C1#CT 机上方走廊	**
16		▲C2-6	C2#CT 机上方走廊	**
17		▲C3-6	C3#CT 机下方通道	**
18		▲C4-6	C4#CT 机下方走廊	**
19	4 层	▲C3-1	C3#CT 机东侧通道	**
20		▲C3-2	C3#CT 机北侧通道	**
21		▲C3-3	C3#CT 机西侧生产区（刻码）	**
22		▲C3-4	C3#CT 机南侧通道	**
23		▲C9	C3#CT 机东侧工位	**
24		▲C10	C3#CT 机北侧 LPD 房	**
25		▲C11	C3#CT 机南侧通道	**
26		▲C4-1	C4#CT 机东侧生产区（复合）	**
27		▲C4-2	C4#CT 机北侧通道	**
28		▲C4-3	C4#CT 机西侧生产区（绕卷）	**
29		▲C4-4	C4#CT 机南侧料架区	**
30		▲C12	C4#CT 机北侧通道	**
31		▲C13	C4#CT 机南侧叠片软包化成房	**

32	屋顶	▲C3-5	C3#CT 机上方屋顶	**
33		▲C4-5	C4#CT 机上方屋顶	**

注：1、表中检测结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值（**nGy/h）；
2、表中数据已乘以建筑物对宇宙射线的屏蔽因子，楼房取值为**，平房取值为**，道路取值为**。

由表 8.3-2 和表 8.3-3 监测结果表明，福宁时代拟建的工业 CT 机辐射工作场所周围环境γ辐射剂量率在 91～152nGy/h 之间，参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），福建省室内辐射环境本底范围值 70.9～351.7nGy/h 之间。对比表明，拟建项目选址周围的环境γ辐射剂量率在该调查水平范围内，拟建项目场所环境γ辐射现状未见异常。

涉密，不公示

图 8.1-1　储能工厂 Q1 厂房 4 层监测点位图

涉密，不公示

图 8.1-2　工程中心 C2 厂房 2 层监测点位图

涉密，不公示

图 8.1-3　工程中心 C2 厂房 4 层监测点位图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

福宁时代因生产需要，新增 6 台型号为“SDX-LCT-150 型”X 射线检测设备，分别放置于储能工厂 Q1 厂房 4 层 2 台、工程中心 C2 厂房 2 层 2 台、工程中心 C2 厂房 4 层 2 台，用于电池产品质量检测。6 台工业 CT 机设备均为II类自屏蔽式 X 射线探伤装置，储能工厂 Q1 厂房 2 台 CT 机在厂区内具体位置见图 1.3-7，工程中心 C2 厂房 4 台 CT 机在厂区内具体位置见图 1.3-8。

9.1.1 工程设备

（1）设备结构组成

拟建项目工业 CT 机设备型号为“SDX-LCT-150 型”自屏蔽式 X 射线探伤装置，设备主要由微焦点 X 射线源、微焦点 X 射线源、数字平板探测器、扫描机械平台、安全防护外罩、上下料托盘、自校准装置、计算机工作站、扫描及重建软件、其他软件构成，设备功能和基本组件见表 9.1-1，设备基本技术参数见表 9.1-2。工业 CT 机组成示意图见图 9.1-1。

表 9.1.1 设备功能和基本组件

序号	系统名称	设备	作用
1	微焦点 X 射线源	定向式微焦点 X 射线管	提供高品质高分辨率 X 射线
2	数字平板探测器	高对比度实时平板探测器	支持探测器校正，有效确保探测器长期运行过程中图像质量的稳定及使用寿命
3	扫描机械平台	高精度转台、精密机械轴承与直线导轨	确保运动的定位精度与传动平稳准确性
4	安全防护外罩	铅－钢夹层、安全防护装置	采用全防护设计，确保设备外表面辐射剂量率≤1.0μSv/h，安全防护装置全方位保证操作使用人员的安全，集成标准隔振系统，确保系统运行稳定性
5	上下料托盘	上下料托盘	用精密定位机构，直接精准对接转台系统，实现工件的机外装夹及快速重复上下料
6	自校准装置	几何校准器及轴校准器	快速自校准 X 射线源、旋转中心及探测器相对几何关系以及转台轴，确保 CT 系统测量精度的长期稳定性及可靠性
7	计算机工作站	液晶显示器、电脑	安装扫描及重建软件、测量及分析软件，以满足 CT 扫描、图像重构、测量分析及报告输出等全方位操作要求
8	扫描及重建软件	扫描及重建软件	满足实时 CT 扫描及图像重建等多任务要求
9	其他软件	分析软件、统计分析软件	实现对测量数据的有效运用

表 9.1-2　工业 CT 机基本技术参数

设备型号	SDX-LCT-150 型
生产厂家	宁德思客琦智能装备有限公司
用途	用于电池产品质量检测
设备尺寸	**
设备自屏蔽	**
最大管电压和最大管电流	**
成像方式	**
射线源与探测器距离	**
主束方向	**
最大扫描区域	**
X 射线辐射角	**

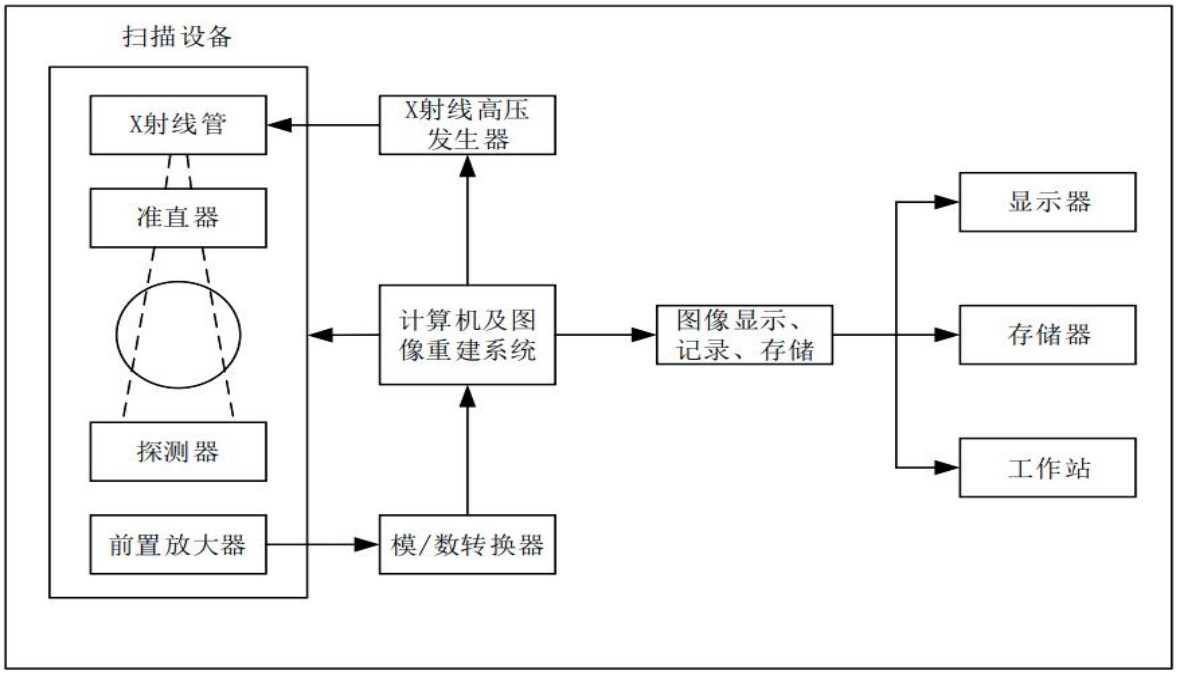

图 9.1-1　工业 CT 机组成示意图

（2）X 射线检测原理

电芯离线 CT 检测设备是一种用于检测电芯质量的专用设备。该设备采用先进的计算机断层扫描（CT）技术，可以在不破坏电芯的情况下，对其进行全面、精确的质量检测。电芯离线 CT 检测设备采用 X 射线断层扫描技术，对电芯进行多角度、高精度的扫描，并将扫描图像进行数字化处理，生成电芯的三维立体模型。通过该模型，可以清晰地看到电芯内部的各个部件和结构，从而对电芯的质量进行全面地检测。

X 射线检测原理：X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。

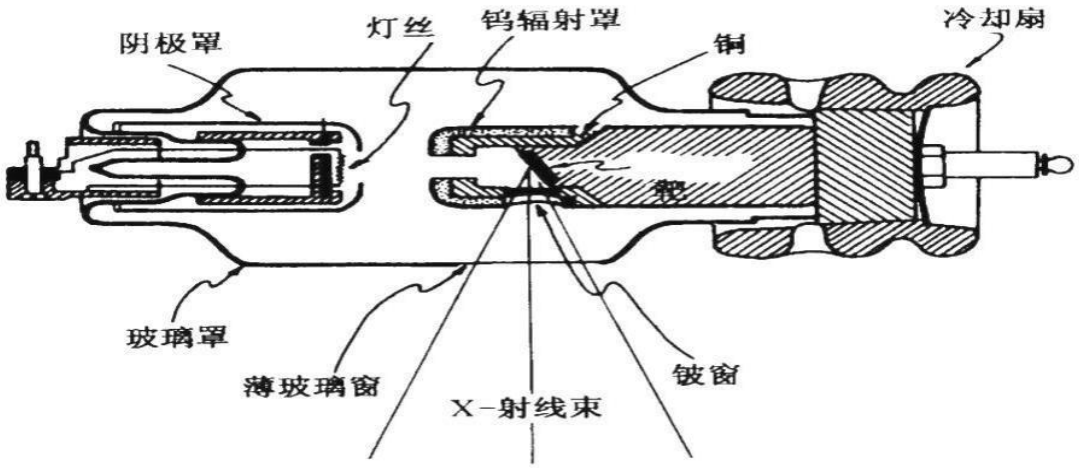

图 9.1-2　X 射线管结构示意图

（3）成像原理

X 射线源发射的 X 射线射穿过被测物体后被探测器所接收，探测器可以对 X 射线进行一系列的转化：首先通过闪烁晶体将 X 射线转换为可见光，然后通过光电转换装置将可见光转换为电信号，接着将电信号转化为数字信号，最后通过计算机处理将数字信号转换为图像。通过获取一系列不同角度的 X 射线图像后，再将图像通过一定的数学算法，重建为新的二维图像。

（4）设备特点

本设备探伤原理与常规射线探伤原理一致，不同在于本设备内射线源和探测器固定在转盘中，转盘可进行 0-360°顺时针旋转。同时设置两个载物台，可同时对两个物件进行扫描，当样品进入检测箱体后，射线源和探测器可绕样品 0-360°旋转，对样品各侧进行探测。

9.1.2 工艺流程

在进行 X 射线探伤工作时，探伤作业人员首先将工件固定于工业 X 射线 CT 机的托盘或支架上，然后操作人员退出机器的铅房，关好屏蔽门，在操作台前按规程操作 X 射线装置，先根据工件的具体情况将 X 射线装置的参数调至最佳状态，然后开始对

物体进行检测，工件检测完成后对检测结果进行分析。检测结束后，工作人员关闭 X 射线装置，进入铅室，取出工件，继续进行下一个工件的检测工作。拟建项目工业 X 射线 CT 机的工艺流程如图 9.1-3。

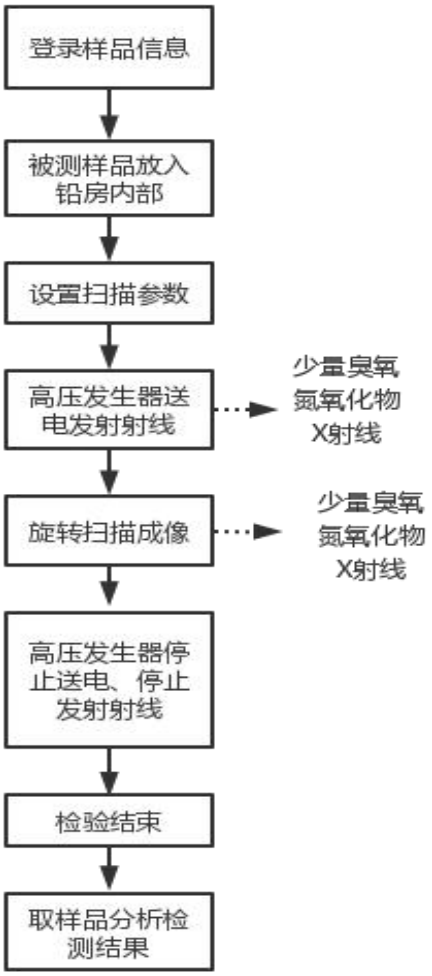

图 9.1-3　工业 X 射线 CT 机工艺流程及产污环节图

拟建项目采用数字成像技术，不产生废显（定）影液及废胶片，在工作过程中主要产生的污染物为 X 射线及极少量的臭氧和氮氧化物。

9.2 源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

拟建项目 6 台工业 CT 机分别放置于储能工厂 Q1 厂房 4 层 2 台、工程中心 C2 厂房 2 层 2 台、工程中心 C2 厂房 4 层 2 台，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运

和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。

拟建项目施工期不涉及射线装置的生产、调试和使用，因此，不会对周围环境产生电离辐射影响。

9.2.2 运营期的污染源项

（1）正常工况

①放射性污染

根据 X 射线工业 CT 工作原理可知，X 射线是随检测装置的开、关而产生、消失。在正常工况下，拟建项目所使用的 X 射线工业 CT 只有在开机并处于出线状态时，才会有 X 射线的产生，而 X 射线可以得到屏蔽室的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围公众产生辐射影响途径为 X 射线外照射。

②非放射性污染

拟建项目 6 台工业 CT 机工作时最大管电压为 150kV，依据 0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，该项目运行时室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

③其他污染

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

因此，在正常运行状态下，该项目对周围环境影响不大。

（2）事故工况

该 X 射线工业 CT 可能发生最大概率辐射事故主要有以下几个方面：

①X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

②在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射；

③设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局和分区

拟建项目使用的工业 CT 机自带屏蔽体，操作台位于铅屏蔽体外侧。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：应将下述区域设定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

由于拟建项目使用的工业 CT 机自屏蔽材料的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。

根据分区原则以及结合拟建项目情况，拟建项目分区如下：

①控制区：工业 CT 机设备自屏蔽体内部区域；

②监督区：储能工厂 Q1 厂房 4 层 Q1#、Q2#工业 CT 机，工程中心 C2 厂房 2 层 C1#、C2#工业 CT 机，工程中心 C2 厂房 4 层 C3#、C4#工业 CT 机以外 30cm 区域内划为监督区。储能工厂 Q1 厂房 CT 检测区控制区和监督区见图 1.3-2，工程中心 C2 厂房 2 层 CT 检测区控制区和监督区见图 1.3-3，工程中心 C2 厂房 4 层 CT 检测区控制区和监督区见图 1.3-4。

工业 CT 机控制区密封在钢结构材料内部，无法进入，控制区边界采用门机联锁装置并设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯；监督区无需专门的防护手段或安全设施，但需要对职业照射条件进行监督，工业 CT 机设备出束状态下禁止无关人员进入监督区，并在该入口处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置标明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对工业 X 射线探伤项目的辐射防护要求，由以上分析可知，该项目固有的辐射防护设施以及公司拟为该项目落实的防护措施较全面和完善，符合相关要求。

10.2 安全设施

10.2.1 屏蔽体构造和参数

该项目拟使用的 SDX-LCT-150 型工业 CT 设备带铅质自屏蔽体，工业 CT 机构造示意图见图 10.2-1，工业 CT 机剖面示意图见图 10.2-2，结构参数和屏蔽参数见表 10.2-1。

表 10.2-1　屏蔽体结构和屏蔽参数

项目	设计情况	屏蔽铅当量
尺寸	**	
前部（防护门）	**	6.5mmPb
后部	**	6.5mmPb
左部	**	6.5mmPb
右部	**	6.5mmPb
顶部	**	6.5mmPb
底部	**	6.5mmPb
注：取内衬铅板厚度作为屏蔽体铅当量，不计钣金和钢板屏蔽效果。		

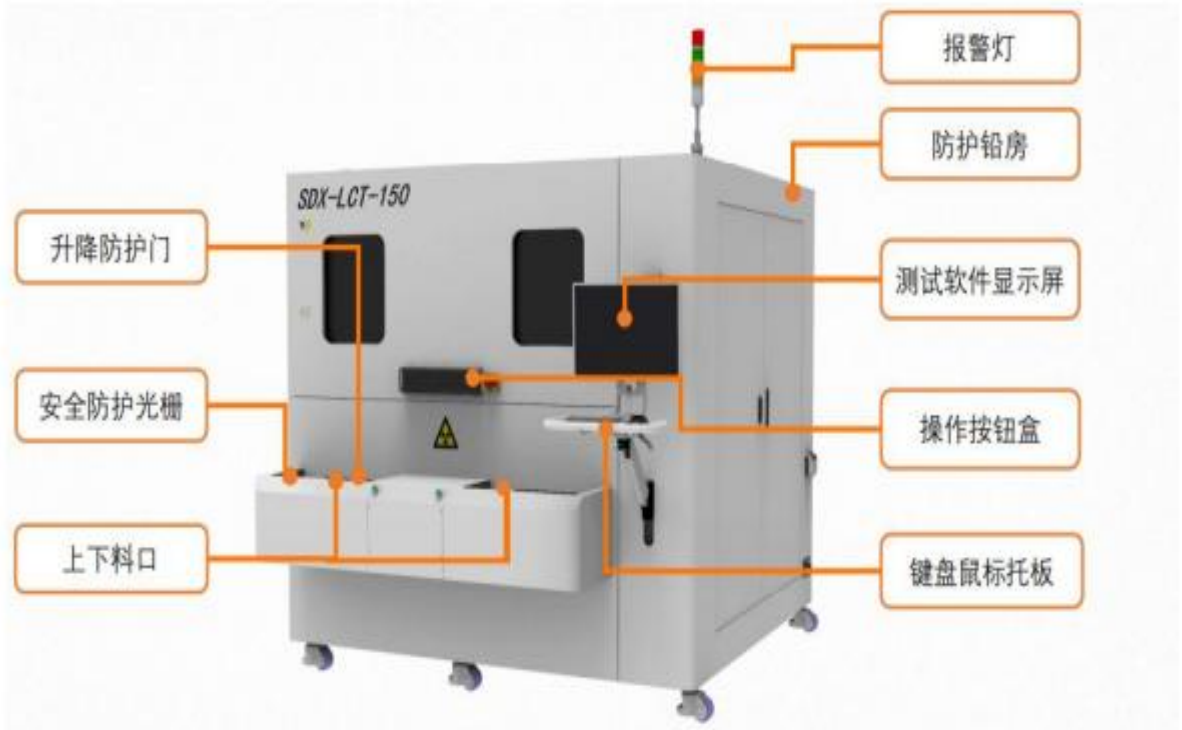

图 10.2-1　工业 CT 机构造示意图

涉密，不公示

图 10.2-2　SDX-LCT-150 型工业 CT 机剖面示意图

工业 CT 机设有一个推拉式单扇防护门，供受检测工件进出。防护门与 X 射线高压控制电路联锁，从而保证在门未关闭的情况下，无法开启射线；或在门打开情况下，立即切断射线输出。

（1）门－机联锁机制

工业 CT 机正面进料门安装 1 个门机联锁只有在上料口完全关闭到位之后，设备才能接收到高压联锁接通的信号，具备出束条件，一旦上料口未完全关闭，工业 CT 机无法出束。

（2）警告标志及工作状态指示灯

该设备设置一个工作状态三色指示灯，以警示人员注意安全。配备了红色、绿色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：红灯发光常亮表示设备 X 射线管打开，这时设备正在工作中；绿灯常亮表示设备处于正常状态，即所有的门已关好可以打开 X 射线管对物品进行检测。黄灯闪烁表示进料门未关。

（3）视频监控设施

工业 CT 机内设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。

（4）急停按钮和控制锁

工业 CT 机共设置 3 个急停开关，分别位于前侧、左侧和后侧，关闭任意一道开关设备都将停止供电停止运行，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电系统使 X 射线立即停止出束。急停按钮被按下后，必须首先将其复位，系统才可重启。

（5）通风装置

防护铅房内采取底部自然进风，后部风扇式机械排风，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，单个风扇排风量为 23m³/h，系统配置一个风扇，每小时换风 5 次。

（6）操作台设备操作台连接屏幕设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。且操作台与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压。

10.3 工作场所辐射安全和防护

（1）设备自带防护

该设备设置一个工作状态三色指示灯，以警示人员注意安全。配备了红色、绿

色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：红灯发光常亮表示设备 X 射线管打开，这时设备正在工作中；绿灯常亮表示设备处于正常状态，即所有的门已关好可以打开 X 射线管对物品进行检测。黄灯闪烁表示进料门未关。

（2）监测设备

①储能工厂和工程中心均已配备 6 台便携式剂量率测量仪，其中储能工厂 Q1 厂房内有 3 台便携式剂量率测量仪，工程中心 C2 厂房内有 3 台便携式剂量率测量仪，对正在工作的工业 CT 机进行剂量率监测，以确认工业 CT 机是否正常工作。

②储能工厂和工程中心均已配备 5 台固定式场所辐射探测报警装置，其中储能工厂 Q1 厂房内有 3 台固定式场所辐射探测报警装置，工程中心 C2 厂房内有 3 台固定式场所辐射探测报警装置，待项目建成后 CT 机所在区域需配备固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的工业 CT 机的检测区场所进行实时监测，确保检测区剂量率正常。

③必须对职业人员进行个人剂量监测，对机房进行屏蔽防护监测，对工作人员个人照射的累积剂量监测。各项规章制度、操作规程和应急处理设施应制定完善，严格按照相关规定操作。

（3）人员防护

①建设单位应为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

②必须对职业人员进行个人剂量监测，对工作人员个人照射的累积剂量进行监测。各项规章制度、操作规程和应急处理设施应制定完善，严格按照相关规定操作。

（4）工业 CT 机防护

拟在 6 台工业 CT 机工作区外设电离辐射警告标识和中文警示说明。

10.4 防护与屏蔽评估

拟建项目 6 台工业 CT 机，属于II类射线装置，采用了自带完整铅屏蔽的全钢防护设计，屏蔽体结构和屏蔽参数见表 10.1-1。该工业 CT 机的辐射源（X 射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽外壳内。外壳采用三明治结构，中间夹层为铅板，外表层为钢板，采用至少**mm 钣金+**mm 铅板+**mm 钣金进行屏蔽，在 X 射线源一侧，屏蔽铅板最厚处采用**mm 钣金+**mm 铅板+**mm 钢板，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。在进风口和出风口均有防护厚度铅板和钣金防护，气流经导向后才进入室内，最大程度上避免射线泄漏。

10.5 辐射防护措施符合性分析

根据建设单位提供的设计资料，将拟建项目工业 CT 机的主要技术参数列表分析，并与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，由表 10.5-1 可知，拟建项目 6 台工业 CT 机辐射防护措施符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

10.6 三废的治理

拟建项目 6 台工业 CT 机均自带屏蔽体。为保持实验室的空气清新，实验室安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，由工业 CT 内部产生的少量臭氧不会对室内环境造成影响。

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

表 10.5-1　工业 CT 机辐射防护措施符合性分析表

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	拟建项目情况	符合情况
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。	工业 CT 机操作位于设备右前侧，避开有用线束直射方向（主束方向为上、下、前、后）。拟建项目工业 CT 机自带屏蔽体，屏蔽铅板最厚处高达 6.5mm 铅当量，厚度符合 GBZ/T250 要求。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	拟建项目按 GB18871 的要求对工作场所进行分区管理，工业 CT 机内设为控制区，工业 CT 机外 30cm 区域内设为监督区，实行分区管理。	符合
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	工业 CT 机设备防护门设有门－机联锁装置，当防护门未全部关闭时不能开机曝光。且控制柜与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压。每台装置均有与防护门联锁。	符合
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	工业 CT 机自带有三个红色工作警示灯，设备顶部左右各一个，背面一个，X 射线出束时红色指示灯将闪动代表“照射”状态；工业 CT 机门口上设有工作状态指示灯，并在醒目的位置处有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	符合
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	设备设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	工业 CT 机外设有电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	工业 CT 机内部人员无法进入，CT 机外部于操作位及机体各设置一个急停按钮，出现紧急事故时，能立即 CT 机电源，确保停止照射。	符合
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	防护铅房内采取底部自然进风，后部风扇式机械排风，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。单个风扇排风量为 23m^3/h，系统配置一个风扇，每小时换风 5 次，换气次数不小于 3 次。	符合

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	拟建项目情况	符合情况
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	储能工厂 Q1 厂房现有 3 台固定式场所辐射探测报警装置，工程中心 C2 厂房现有 3 台固定式场所辐射探测报警装置，待项目建成后 CT 机所在区域均需配备固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的工业 CT 机的场所进行实时监测，确保剂量率正常。	符合
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	建设单位已制订详细的操作规程并进行内部培训，明确要求在使用射线装置前应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位已委托第三方检测机构对工业 CT 机周围的环境辐射水平进行每年一次年度检测。并且日常使用 X-γ辐射剂量率仪，定期（每月不少于 1 次）对设备外周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。	符合
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	建设单位已制订详细的操作规程并进行内部培训，明确交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作，如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	符合
6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	建设单位已制订详细的辐射防护制度，在工业 CT 机工作期间，现有辐射工作人员均已正确使用佩戴个人剂量计；将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	拟建项目工业 CT 机设备设有防护门，人员无法进入。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	符合

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

拟建项目 6 台工业 CT 机，分别放置于储能工厂 Q1 厂房 4 层 2 台、工程中心 C2 厂房 2 层 2 台、工程中心 C2 厂房 4 层 2 台，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。

故建设过程中对环境的影响非常小。

11.2 运行阶段对环境的影响

拟建项目 6 台工业 CT 机的主要环境污染因子是能量流形式的 X 射线，工业 CT 机型号均为“SDX-LCT-150 型”，设备基本工作参数见表 11.2-1。光管焦点与铅房内表面距离见表 11.2-2 及图 11.2-1。

表 11.2-1　工业 X 射线 CT 机工作参数

名称	参数
设备型号	SDX-LCT-150 型
最大管电压，kV	**
最大管电流，mA	**
X 射线机光电管正常工作时的电压范围，kV	**
X 射线光机电管正常工作时的电流范围，mA	**
每次检测 X 射线的检测时间，每分钟/次	**
每次检测 X 射线的出射时间，秒/次	**
每个工件的检测次数，次/件	**
每天检测工件的个数，个/日	**
周工作天数，天/周	**
年工作天数，天/a	**
最大扫描区域	**

表 11.2-2　光管焦点与铅房内表面距离一览表

方向	距铅房内表面距离 mm	屏蔽体厚度 mm	距关注点的距离 mm（屏蔽体外 30cm 处）
光管垂直从上往下（下面）	**	**	1173

光管水平从后往前（前面）	**	**	1323.5
光管垂直从下往上（上面）	**	**	1600.5
光管水平从前往后（后面）	**	**	1500.5
光管水平从左往右（右面）	**	**	1467.5
光管水平从右往左（左面）	**	**	1467.5

涉密，不公示

图 11.2-1　光管焦点与铅房内表面距离图

11.2.1 辐射环境影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合拟建项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。拟建项目计算取最大电流为**mA，最大管电压为**kV，建设单位提供的设备每周工作的时间为**h，设备每周出束时间为**h。

拟建项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单中计算方法进行理论计算。拟建项目 SDX-LCT-150 型工业 CT 机为周向机，其

X 射线源及探测器围绕直径为**mm 的圆顺时针旋转，故其主束方向为上侧、下侧、前侧和后侧；左侧，右侧考虑泄漏辐射和散射辐射。

11.2.1.1 估算模式及参数选取

（1）关注点剂量率参考控制水平的确定

①人员在关注点的周剂量参考水平 H_e 如下：

职业工作人员：H_e≤100μSv/周

公众：H_e≤5μSv/周

②取屏蔽体表面 30cm 处作为关注点，计算公式如下：

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

式中：

$\dot{H}_{c,\,d}$—导出剂量率参考控制水平。

H_c—周剂量参考控制水平，单位为微希每周（μSv/周），拟建项目周剂量控制水平辐射工作人员取 100μSv/周，公众取 5μSv/周（每年按 50 周计算，辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv、0.25mSv）；

t—X 射线装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）；拟建项目 6 台工业 CT 机电压为 150kV，电流为 0.5mA，设备每周出束时间为 48～50h，保守取 50 小时。

U—使用因子：X 射线装置向关注点方向照射的使用因子；工业 CT 机射线源及探测器围绕直径为 190mm 的圆旋转，因此上侧、下侧、前侧、后侧使用因子取 1；左侧，右侧保守使用因子均取 1/4。

T—居留因子：人员在相应关注点驻留的居留因子，参考人员在辐射场所周围的实际驻留位置取值；按照拟建项目对辐射工作人员最不利的情况分析，工业 CT 机在放置工件后，在操作台进行操作；工业 CT 机前侧操作台辐射工作人员居留因子保守取 1；后侧、左侧、右侧、上侧、下侧辐射工作人员居留因子保守取 1/4。

③关注点最高剂量参考控制水平 $H_{e,\,max}$=2.5μSv/h。

④关注点剂量率参考控制水平 H_e 为上述 $H_{c,d}$ 和 $H_{e,\,max}$ 二者的较小值。

表 11.2-3　关注点剂量率参考控制水平计算结果

关注点	U	T	Hc（μSv/周）	t（h/周）	$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）	H_{emax}（μSv/h）	$\dot{H}_e$（μSv/h）/μSv/h
左侧	1/4	1/4	100	50	**	**	**
右侧	1/4	1/4	100		**	**	**
上侧	1	1/4	100		**	**	**

（主束方向）							
下侧（主束方向）	1	1/4	100		**	**	**
前侧（主束方向）	1	1	100		**	**	**
后侧（主束方向）	1	1/4	100		**	**	**

（2）屏蔽投射因子

对于给定的屏蔽物质厚度X，相应的辐射屏蔽透射因子B按（11-2）计算：

$$B=10^{-X/TVL} \qquad (11\text{-}2)$$

式中：X—屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位，mm；

TVL—什值层厚度，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B.3，mm。

每台工业 CT 机最大管电压为**kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B.2 查表知铅什值层厚度 TVL=**mm；

设备表面屏蔽透射因子计算结果见表 11.2-4。

表 11.2-4　设备表面屏蔽透射因子

名称	射线束	射线能量（kV）	屏蔽材料及厚度 X（mm）	什值层厚度 TVL（mm）	屏蔽透射因子 B
前面	主束	**	**	**	1.69×10^{-7}
后面	主束	**	**	**	1.69×10^{-7}
上面	主束	**	**	**	1.69×10^{-7}
下面	主束	**	**	**	1.69×10^{-7}
左面	泄露、散射	**	**	**	1.69×10^{-7}
右面	泄露、散射	**	**	**	1.69×10^{-7}

（3）有用线束

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R^2} \qquad (11\text{-}3)$$

式中：

$\dot{H}$—关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

I—X 射线装置的常用最大管电流，mA，拟建项目工业 CT 机取 I=**mA；

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），拟建项目工业 CT 机查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1 可得，最管电

压**kV，最大输出量 H_0=18.3mSv·m²（mA·min）=1.098×10⁶μSv·m²（mA·h）；

B—屏蔽透射因子，见表 11.2-3，B=1.69×10⁻⁷；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取工业 CT 机曝光点到铅屏蔽体表面 30cm 处作为关注点，见表 11.2-2。

则设备主射线辐射屏蔽效果预测结果见表 11.2-5。

表 11.2-5　有用线束方向屏蔽效果预测表

点位	I（mA）	B	H_0 μSv·m²（mA·h）	R（m）	$\dot{H}$（μSv/=h）	剂量率控制要求/μSv/h	评价
前面（操作位）	**	**	**	**	**	**	满足
后面	**	**	**	**	**	**	满足
上面	**	**	**	**	**	**	满足
下面	**	**	**	**	**	**	满足

（4）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量$\dot{H}$c 按下式计算

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2} \qquad (11\text{-}4)$$

式中：

$\dot{H}_L$—距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（μSv/h），根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1 中的规定，拟建项目工业 CT 机管电压**kV，取 2.5×10³μSv/h。

（5）散射辐射

射线机有用线束经过工件 90°散射后，散射线最高能量低于入射 X 射线的最高能量，拟建项目保守分析，工业 CT 机取散射后的 X 射线能量为**kV。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量$\dot{H}$按下式计算

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_S^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \qquad (11\text{-}5)$$

式中：

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），拟建项目工业 CT 机查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1 可得，最管电

压 150kV，最大输出量 H_0=**mSv·m²（mA·min）=**μSv·m²（mA·h）；

B—屏蔽透射因子，见表 11.2-3，B=**；

F—R_0处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；

α—散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率之比。与散射物质有关，在未获得相应物质的α值时，可以水的α值保守估计，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.4，α=**；

R_0—辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），拟建项目工业 CT 机取 R_0=0.43m；

R_S—散射体至关注点的距离，单位为米（m），见表 11.2-2，取**m；

$\frac{F \bullet \alpha}{R_0^2}$—储能工厂工业 CT 机最大扫描角度为 67°，即出束中心轴与扫描圆锥边界夹角为 33.5°，根据 GBZ/T250-2014 表 B4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界夹角为 33.5°时，F=Π（R_0tanθ）²=0.254，则 $\frac{F \bullet \alpha}{R_0^2}$=**。

11.2.1.2 辐射环境影响估算

辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表 11.2-6。

表 11.2-6　非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		左侧	右侧
设计厚度（mm）		**	**
泄露辐射	B	**	**
	R（m）	**	**
	$\dot{H}_L$（μSv/h）	**	
	$\dot{H}$（μSv/h）	**	**
散射辐射	散射线能量（kV）	**	**
	B	**	**
	I	**	**
	H_0 μSv·m²/（mA·h）	**	
	$\frac{F \bullet \alpha}{R_0^2}$	**	
	Rs（m）	**	**

	$\dot{H}$（μSv/h）	**	**
泄露辐射和散射辐射复合作用（μSv/h）		2.6×10^{-3}	2.6×10^{-3}
剂量率参考控制水平（μSv/h）		2.5	2.5
评价		满足	满足

注：Rs 取装置表面外 30cm 为关注点。

由表 11.2-4 和表 11.2-5 的预测结果可知，工业 CT 机主束射线方向最大辐射剂量率为 0.07μSv/h，屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐复合作用最大剂量率为 0.0026μSv/h，拟建项目 6 台工业 CT 机各关注点均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中要求的“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求，同时也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中要求的“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.2 年附加有效剂量估算

（1）剂量估算公式

《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中外照射人均年有效剂量的估算模式，X-γ射线产生的外照射人均年附加有效剂量按下列公式计算：

$H=\dot{H}\times t\times T\times10^{-3}$（mSv）　　（11-6）

其中：H：X-γ射线外照射人均年附加有效剂量，mSv；

$\dot{H}$：X-γ射线当量剂量率，μSv/h；

t：射线装置年出束时间，小时；拟建项目 6 台工业 CT 机电压为**kV，电流为**mA，设备每周出束时间为 48～50h，保守取 50 小时，年工作 50 周，辐射工作人员在距装置 0.3m 以外进行操作，本评价保守按人均年工作时间为**h 计。

T：人员居留因子，无量纲。根据人员在不同场所逗留的时间长短，取不同的居留因子，其中操作台居留因子取 1，铅房周围保守取值 1/4，通道、走廊及屋顶取值 1/16。

（2）年附加剂量的估算

因储能工厂 Q1 厂房 4 层 Q1#工业 CT 机和 Q2#工业 CT 机相距较近，工程中心 C2 厂房 2 层 C1#工业 CT 机和 C2#工业 CT 机相距较近，当两台设备同时工作时，对相同关注点存在辐射剂量叠加；工程中心 C2 厂房 4 层 C3#工业 CT 机和 C4#工业 CT 机相距较远，且中间存在装配房，当两台设备同时工作时，对相同关注点的辐射剂量影响

较小，因此不考虑辐射剂量叠加。

拟建项目保守不考虑距离衰减，在评价范围内，各敏感目标处剂量率参考控制水平见表 11.2-7，对关注点处剂量率年附加有效剂量估算表 11.2-8，储能工厂 Q1 厂房 2 台工业 CT 机（Q1#、Q2#）具体监测点位见表 8.1-1，工程中心 C2 厂房（C1#、C2#）具体监测点位见图 8.1-2，工程中心 C2 厂房 4 层（C3#、C4#）具体监测点位见图 8.1-3。

表 11.2-7　对关注点剂量率估算结果表　单位：（μSv/h）

CT 机	关注点位	相对 CT 机位置	有用线束	泄露辐射和散射辐射复合作用	现状监测值	关注点剂量率合计
Q1#	▲Q1-1	Q1#右面**	**	**	**	0.1016
	▲Q1-2	Q1#前面操作位**	**	**	**	0.149
	▲Q1-3	Q1#左面**	**	**	**	0.0996
	▲Q1-4	Q1#后面**	**	**	**	0.137
	▲Q1-5	Q1#上方**	**	**	**	0.136
	▲Q1-6	Q1#下方**	**	**	**	0.177
	▲Q3	Q1#、Q2#后面**	**	**	**	0.222
	▲Q4	Q1#、Q2#右面**	**	**	**	0.0992
	▲Q5	Q1#后面、Q2#前面**	**	**	**	0.193
Q2#	▲Q2-1	Q2#右面**	**	**	**	0.1106
	▲Q2-2	Q2#前面**	**	**	**	0.151
	▲Q2-3	Q2#左面**	**	**	**	0.1006
	▲Q2-4	Q2#后面**	**	**	**	0.142
	▲Q2-5	Q2#CT 机上方**	**	**	**	0.136
	▲Q2-6	Q2#CT 机下方**	**	**	**	0.189
	▲Q3	Q1#、Q2#后面**	**	**	**	0.222
	▲Q4	Q1#、Q2#右面**	**	**	**	0.0992
	▲Q5	Q1#后面、Q2#前面**	**	**	**	0.193
C1#	▲C1-1	C1#左面、C2#右面**	**	**	**	0.1382
	▲C1-2	C1#后面**	**	**	**	0.174
	▲C1-3	C1#右面**	**	**	**	0.1356
	▲C1-4	C1#前面操作位**	**	**	**	0.183
	▲C1-5	C1#下方**	**	**	**	0.213
	▲C1-6	C1#上方**	**	**	**	0.16
	▲C5	C1#、C2#后面**	**	**	**	0.199
	▲C6	C1#、C2#左面**	**	**	**	0.1222

	▲C7	C1#、C2#前面**	**	**	**	0.219
	▲C8	C1#、C2#左面**	**	**	**	0.1242
C2#	▲C2-1	C2#左面**	**	**	**	0.1356
	▲C2-2	C2#后面**	**	**	**	0.173
	▲C2-3	C2#右面、C1#左面**	**	**	**	0.1392
	▲C2-4	C2#前面操作位**	**	**	**	0.184
	▲C2-5	C2#下方**	**	**	**	0.213
	▲C2-6	C2#上方**	**	**	**	0.161
	▲C5	C1#、C2#后面**	**	**	**	0.199
	▲C6	C1#、C2#左面**	**	**	**	0.1222
	▲C7	C1#、C2#前面**	**	**	**	0.219
	▲C8	C1#、C2#左面**	**	**	**	0.1242
C3#	▲C3-1	C3#左面**	**	**	**	0.1226
	▲C3-2	C3#后面**	**	**	**	0.163
	▲C3-3	C3#右面**	**	**	**	0.1216
	▲C3-4	C3#前面操作位**	**	**	**	0.175
	▲C3-5	C3#上方**	**	**	**	0.131
	▲C3-6	C3#下方**	**	**	**	0.218
	▲C9	C3#左面**	**	**	**	0.1546
	▲C10	C3#后面**	**	**	**	0.175
	▲C11	C3#前面**	**	**	**	0.198
C4#	▲C4-1	C4#左面**	**	**	**	0.1226
	▲C4-2	C4#后面**	**	**	**	0.158
	▲C4-3	C4#右面**	**	**	**	0.1196
	▲C4-4	C4#前面操作位**	**	**	**	0.168
	▲C4-5	C4#上方**	**	**	**	0.132
	▲C4-6	C4#下方**	**	**	**	0.193
	▲C12	C4#后面**	**	**	**	0.185
	▲C13	C4#前面**	**	**	**	0.165

表 11.2-8　对工作人员及公众成员的年附加有效剂量估算结果表

对象				周操作时间 t（h/周）	年操作时间 t（h/a）	表面剂量率 $\dot{H}$（μSv/h）	居留因子 T	周剂量 H（μSv/周）		年剂量 H（mSv/a）	
								估算值	约束值	估算值	约束值
Q1#	职业人员	▲Q1-2	Q1#前面操作位**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公	▲Q1-1	Q1#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q1-3	Q1#左面**			**	**	**	5	**	0.25

	众）	▲Q1-4	Q1#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q1-5	Q1#上方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q1-6	Q1#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q3	Q1#、Q2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q4	Q1#、Q2#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q5	Q1#后面、Q2#前面**			**	**	**	5	**	0.25
Q2#	职业人员	▲Q2-2	Q2#前面操作位**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公众）	▲Q2-1	Q2#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q2-3	Q2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q2-4	Q2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q2-5	Q2#上方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q2-6	Q2#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q3	Q1#、Q2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q4	Q1#、Q2#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲Q5	Q1#后面、Q2#前面**			**	**	**	5	**	0.25
C1#	职业人员	▲C1-4	C1#前面操作位**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公众）	▲C1-1	C1#左面、C2#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C1-2	C1#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C1-3	C1#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C1-5	C1#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C1-6	C1#上方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C5	C1#、C2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C6	C1#、C2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C7	C1#、C2#前面（通道）			**	**	**	5	**	0.25
		▲C8	C1#、C2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
C2#	职业人员	▲C2-4	C2#前面操作位**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公众）	▲C2-1	C2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C2-2	C2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C2-3	C2#右面、C1#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C2-5	C2#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C2-6	C2#上方**			**	**	**	5	**	0.25

		▲C5	C1#、C2#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C6	C1#、C2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C7	C1#、C2#前面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C8	C1#、C2#左面**			**	**	**	5	**	0.25
C3#	职业人员	▲C3-4	C3#前面**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公众）	▲C3-1	C3#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C3-2	C3#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C3-3	C3#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C3-5	C3#上方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C3-6	C3#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C9	C3#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C10	C3#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C11	C3#前面**			**	**	**	5	**	0.25
C4#	职业人员	▲C4-4	C4#前面操作位**	**	**	**	**	**	100	**	5
	其他工作人员（公众）	▲C4-1	C4#左面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C4-2	C4#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C4-3	C4#右面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C4-5	C4#上方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C4-6	C4#下方**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C12	C4#后面**			**	**	**	5	**	0.25
		▲C13	C4#前面**			**	**	**	5	**	0.25

注：参考点剂量率选取 CT 机方位，不考虑距离衰减。

储能工厂 Q1 厂房（4 层）新增 2 台 CT 机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.38mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.12mSv；工程中心 C2 厂房（2 层）新增 2 台 CT 机同时运行时，对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.46mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.13mSv；工程中心 C2 厂房（4 层）新增 2 台 CT 机同时运行时，对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.42mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.14mSv。

拟建项目 6 台工业 CT 机投入使用后辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值

0.25mSv/a 的要求。

11.2.3 非辐射环境影响分析

X 射线工业 CT 机在运行过程中，X 射线管加高压轰击靶材料而产生 X 射线。在此过程中，X 射线会电离空气产生少量的臭氧和氮氧化物，从而对周边环境产生一定的影响。由于 X 射线工业 CT 检测过程中，每次检测时间较短，且铅室间断性进出被检工件而打开、关闭防护门，产生的少量臭氧和氮氧化物不会形成局部聚集，且臭氧在 50 分钟后自动分解为氧气，另 CT 房安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。拟建项目不产生放射性气体、放射性废水、放射性固体废物，无感光材料废物产生及其他废气产生。

11.3 事故影响分析

拟建项目 X 射线工业 CT 只有在通电的情况下才有 X 射线发出，断电后无射线。因此只有在铅防护门、联锁装置或 X 射线检测设备发生故障的情况下，才可能导致工作人员和周围公众接受意外的 X 射线外照射。控制室内有剂量报警装置，如果联锁失效，剂量报警装置就会报警，操作人员通过操作位急停按钮立即停机，切断高压或关闭电源，并组织有关人员进行维修，便可杜绝此类误照的事件发生。同时，应严格管理，使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作并佩戴个人剂量片，每次开机前必须确认联锁系统工作正常，才能进行开机运行。

11.3.1 可能发生的辐射事故

拟建项目工业 CT 机属于II类射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线；因此，辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故，主要有：

（1）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门－机联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

（2）在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

11.3.2 辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位的事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对拟建项目可能发生的辐射事故，拟建项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；及时处理，出现事故后应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。这样可以缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。公司对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

11.3.3 辐射事故防范措施

引起辐射事故事件的原因可分为人为因素、技术因素或其他因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其他因素如自然原因等。为加强辐射安全管理工作，公司应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，公司需做好以下工作。

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。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

向当地卫生健康部门报告。

（2）辐射事故应急措施

①一旦发现有人员误入或误留机房，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；

②误入或误留人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射标志，禁止公众人员入内；

③对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；

④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急小组，由公司辐射事故应急小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；

⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的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和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，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。

⑥以上应急响应流程公司应每年组织演练一次。

（3）事故预防措施

针对可能发生的辐射事故，拟建项目采取的预防措施见 11.3-1。

表 11.3-1　事故预防措施表

事故工况	采取措施
①X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使周边人员受到不必要的照射。	必须进行联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。每天检测作业前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、工业 CT 机完好性等项安全措施，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。

②在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。	辐射工作人员佩戴个人剂量片和个人剂量报警仪，个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警，同时为确保检测值准确，建设单位应定期将个人剂量报警仪和辐射监测仪送有资质单位检定或校准。
③设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。	调试、维修、维护作业应由专业人员按规定程序完成，作业过程中应有两名有维修资格的人员操作，拔下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌。作业完工后应确认维护门关闭，安全联锁恢复。维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

综上所述，项目拟采取的防护措施可预防事故情况发生，避免人员受到不必要的照射。

11.4 退役对环境的影响

拟建项目退役时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年）相关规定，使用I类、II类、III类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

X 射线工业 CT 机的射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但工业 CT 机 X 射线屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；工业 CT 机 X 射线发生器中含有少量气压为 0.35~0.50MPa 的 SF_6 绝缘气体，SF_6 是一种无色无味、无毒和不易燃烧的绝缘性气体，对大气层有很强破坏作用，应予以回收利用不得随意废弃。因此，工业 CT 机退役时，应送往有资质的单位回收，确保退役后的安全处置，不得随意丢弃。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

福宁时代已成立了辐射安全与环境管理机构，并明确了相应的职责。辐射安全与环境管理机构小组以种晋为负责人，组员包括刘子华、张宏、苏育专等 18 人。

领导小组具体职责：

负责对本公司加速器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；

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；

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；

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；

负责本公司辐射安全和环境管理队伍的建设。

12.1.2 辐射安全与环境保护管理机构

拟建项目新增辐射工作人员 6 人（储能工厂 Q1 厂房 2 人，工程中心 C2 厂房 4 人）操作该 CT 机进行检测工作。要求该 6 人辐射工作人员均需参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识的培训，并取得培训合格证方可进行辐射工作。

拟建项目辐射工作人员接受辐射安全与防护培训，取得培训合格证书后持证上岗，辐射工作人员上岗证见附件七。取得辐射工作人员岗位培训合格证的工作人员，应当每四年接受一次再培训。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定，福宁时应制定《X 射线检测系统操作指导书》《X 射线装置管理组织架构》《放射工作人

员岗位职责》《人员培训计划、监测方案》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射事故应急预案》以及演练记录、《突发事故应急措施管理规定》等相关管理制度。

福宁时代已制定了《宁德福宁时代新能源有限公司辐射安全管理制度汇编》（关于成立辐射安全与环境管理机构的决定、X-RAY 机操作规程、测厚仪操作规程、测厚仪 Kr-85 辐射防护和安全保卫制度、测厚仪工作人员岗位职责、辐射防护措施、辐射工作场所监测制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员培训管理制度、辐射装置检修维护制度和放射源台账管理制度）、《宁德福宁时代新能源有限公司辐射安全事故应急预案》，详见附件八、附件九。

项目建设单位的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定，拟建项目在建成后，应对辐射安全管理制度进行及时更新。

12.3 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求，公司针对拟建项目制定相应的辐射监测计划，包括：

1、辐射工作人员个人剂量监测

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作。委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人受照剂量，监测周期为 3 个月，并按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

2、年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。公司将执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行年度监

测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前上报环保行政主管部门。

3、工作场所和周围环境监测

①储能工厂和工程中心均已配备 6 台便携式剂量率测量仪，其中储能工厂 Q1 厂房内有 3 台便携式剂量率测量仪，工程中心 C2 厂房内有 3 台便携式剂量率测量仪。待项目建成后，工业 CT 机所在区域需配备便携式剂量率测量仪，对正在工作的工业 CT 机进行剂量率监测，以确认工业 CT 机是否正常工作。

②储能工厂和工程中心均已配备 5 台固定式场所辐射探测报警装置，其中储能工厂 Q1 厂房内有 3 台固定式场所辐射探测报警装置，工程中心 C2 厂房内有 3 台固定式场所辐射探测报警装置。待项目建成后，工业 CT 机所在区域需配备固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的工业 CT 机的检测区场所进行实时监测，确保检测区剂量率正常，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

4、竣工环保验收监测

公司应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。拟建项目环保设施验收期限一般不超过 3 个月，需要对该类环保设施进行调试或者整改的，验收期限可适当延期，但最长不超过 12 个月。

具体监测计划见表 12.3-1。

表 12.3-1　辐射监测计划

监测计划	监测方案	监测项目	监测频次	监测方式
辐射工作人员个人剂量监测	佩戴个人辐射剂量计	年有效剂量	每季度一次	委托有资质单位检测
常规监测	工业 CT 机自屏蔽体前、后、左、右 30cm 处；自屏蔽体周围 50m 内的巡测及人员经常停留位置	X-γ辐射剂量率	每月 1 次	自行使用便携式 X-γ剂量率测量仪监测
工作场所和周围环境监测			每年 1 次	委托有资质单位检测

竣工环保验收			运行后监测 1 次	
监测依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）			

12.4 辐射事故应急预案

福宁时代已制定《宁德福宁时代新能源有限公司辐射事故应急处置预案》（见附件九），储能工厂应急领导小组成员见表 12.4-1，工程中心（E+）应急领导小组成员见表 12.4-2。

表 12.4-1　储能工厂应急领导小组成员一览表

序号	应急组织	应急职能	应急人员	部门	联系电话
1	应急指挥	总指挥	**	PTO 总监	**
			**	HX 基地厂长	**
			**	Z 基地厂长	**
		副总指挥	**	PTO 经理	**
			**	PTO 高级经理	**
			**	PTO 生产经理	**
			**	HX 基地运营经理	**
2	设备抢险组	组长	**	ME	**
		组员	**	FE	**
		组员	**	FE	**
		组员	**	PRD	**
3	应急救援组	组长	**	EHS	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	PRD	**
4	善后处理组	组长	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	FE	**
5	疏散隔离组	组长	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**

		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
6	物资保障组	组长	**	EHS	**
		组员	**	PRD	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	PMC	**
		组员	**	PRD	**
7	医疗救护组	组长	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**

表 12.4-2　工程中心（E+）应急领导小组成员一览表

序号	应急组织	应急职能	应急人员	部门/岗位	联系电话
1	应急指挥	PTO 总指挥	**	PTO 总监	**
		TVC 总指挥	**	TVC 总监	**
		RSD 总指挥	**	RSD 总监	**
2	设备抢险组	组长	**	PTO	**
		组员	**	PTO	**
		组员	**	TVC	**
		组员	**	RSD	**
3	应急救援组	组长	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**
		组员	**	ISD	**
4	善后处理组	组长	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
5	疏散隔离组	组长	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
6	物资保障组	组长	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
		组员	**	EHS	**
7	医疗救护组	组长	**	EHS	**
		组员	**	FE	**
		组员	**	TVC	**
		组员	**	TVC	**

《宁德福宁时代新能源有限公司辐射事故应急处置预案》明确了放射性事故应急处理机构和职责，在发生辐射事故时，能够立即启动本单位的应急预案，采取应急措施，及时向当地生态环境保护主管部门报告，同时向当地人民政府、公安部门和卫生主管部门报告。

拟建项目新增 6 台工业 CT 机应纳入公司辐射安全事故应急预案，因此还应完善《宁德福宁时代新能源有限公司辐射事故应急处置预案》。

12.5 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

建设项目竣工环境保护验收项目一览表见表 12.5-1。

表 12.5-1 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容		验收标准及要求
1	辐射防护措施	监督区及控制区边界划分	CT 机检测区划为控制区；将控制区边界外 30cm 区域内划为监督区	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
		联锁装置	①门－机联锁机制：工业 CT 机正面进料门安装 1 个门机联锁只有在上料口完全关闭到位之后，设备才能接收到高压联锁接通的信号，具备出束条件，一旦上料口未完全关闭，工业 CT 机无法出束；②视频监控设施：工业 CT 机内设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视；③急停按钮和控制锁：工业 CT 机共设置 3 个急停开关，分别位于前侧、左侧和后侧，关闭任意一道开关设备都将停止供电停止运行，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电系统使 X 射线立即停止出束。急停按钮被按下后，必须首先将其复位，系统才可重启；④操作台与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压	按要求配备辐射防护设施并正常运行
		警示装置	控制区边界拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，现场工作必要时设专人警戒 控制区边界配备有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，夜晚作业时，在控制区边界应设置警示灯 监督区边界进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语	

		台账	射线装置的领取、归还和登记制度，且做好设备台账管理	
2	监测	个人剂量计、个人剂量报警仪、辐射环境监测	为所有辐射工作人员配备个人剂量计并正常开展监测；配备 3 台固定式场所辐射探测报警装置、3 台便携式剂量率测量仪、6 台个人剂量报警仪，并按计划开展场所和人员剂量监测	个人剂量监测每年不少于 4 次，场所年度监测 1 年 1 次；有检测记录和检测报告原件存档；《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中照射限值要求，辐射工作人员年有效剂量限值 5mSv，公众年有效剂量 0.25mSv
3	管理制度	辐射安全管理机构	成立辐射防护安全管理机构	根据建设单位实际情况制定并完善相关规章制度，并按制度执行到位
		辐射事故应急预案	修订辐射事故应急预案	
		辐射安全与防护培训	辐射工作人员及辐射防护负责人取得辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗，并建立个人档案	
		职业健康体检管理	辐射工作人员每 2 年均应参加健康体检，并建立个人健康档案	
		监测制度	完善《辐射环境监测计划》并严格执行	
		年度评估报告制度	每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	
		操作规程、岗位职责、检修维护制度	建立完善射线装置台账及相关规章制度	

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、环境影响分析结论

通过现状监测可知，福宁时代拟建 6 台工业 CT 机所在区域的环境γ辐射剂量率在 91～152nGy/h 之间，参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年），福建省室内辐射环境本底范围值 70.9～351.7nGy/h 之间。

（1）建设阶段对环境影响

本次新增的 6 台工业 CT 机均自带屏蔽体，均不涉及土建工程，故建设期产生的环境影响主要是设备进厂安装时产生的噪声、包装材料废物等环境影响。拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。故建设过程中对环境的影响非常小。

（2）运行阶段对环境影响

经估算可知，在自带的铅屏蔽体的防护作用下工业 CT 机主束射线方向辐射剂量率为 0.07μSv/h，工业 CT 机四周屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐复合作用剂量率最大为 0.0026μSv/h，均满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

根据剂量估算结果，储能工厂 Q1 厂房（4 层）新增 2 台 CT 机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.38mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.12mSv；工程中心 C2 厂房（2 层）新增 2 台 CT 机同时运行时，对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.46mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.13mSv；工程中心 C2 厂房（4 层）新增 2 台 CT 机同时运行时，对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 0.42mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 0.14mSv。

拟建项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满

足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

2、辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

拟建项目工业 CT 机自带屏蔽体，拟采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装置产生的 X 射线，符合中华人民共和国环境保护部令第 1 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求，拟建项目安全设施是合理可行的。拟建项目工业 CT 机的主要技术参数与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

（2）三废的治理

拟建项目 6 台工业 CT 机均自带屏蔽体。为保持实验室的空气清新，实验室安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，由工业 CT 内部产生的少量臭氧不会对室内环境造成影响；该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

3、可行分析结论

（1）实践正当性分析

福宁时代新增 6 台工业 CT 机主要用于公司电池产品质量检测，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性，为拟建项目的建设创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

（2）产业政策符合性分析

拟建项目属于《产业结构调整指导目录 2024 年本）》鼓励类中第六类“核能”中的第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业政策。

综上，在全面落实本报告提出的各项环保对策措施的基础上，切实做到“三同时”，并在运行时严格落实管理和监测计划，从辐射环境保护角度出发，宁德福宁时代新能源有限公司 6 台工业 CT 机项目的建设是可行的。

13.2 建议

（1）在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）制订辐射监测计划、购置相关辐射科室的监测仪器。

（3）做好各项环保安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理。

（4）定期开展活动，检查放射工作场所相关的管理制度，加紧配置各种防护设备，放射工作人员一定要持证上岗，落实个人佩戴有个人射线剂量仪，定期进行放射人员的健康体检，杜绝放射事故隐患，确保核技术应用设备和人员的安全；

（5）定期检查探伤室设置的“电离辐射”标志，工作报警装置和联锁装置，发现故障及时解决；

（6）X 射线工业 CT 机投入使用前，向生态环境保护主管部门申报，经有关部门验收合格后方可运行；

（7）对本报告表提出的辐射防护措施，应严格执行，辐射防护存在不足的地方，应尽快完善；

（8）公司若未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境保护主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境保护主管部门的监督管理。

（9）拟建项目环评批复后，建设单位应及时向环保行政主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作。

预审意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日
审批意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日