

宁德时代新能源科技股份有限公司
湖东厂区新增 1 台工业快速 CT 机项目

环境影响报告表

建设单位：宁德时代新能源科技股份有限公司

编制单位：闽环（福建）环境科技有限公司

二〇二三年六月

宁德时代新能源科技股份有限公司
湖东厂区新增 1 台工业快速 CT 机项目

环境影响报告表

建设单位名称：宁德时代新能源科技股份有限公司

建设单位法人代表：曾毓群

通讯地址：福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号

邮政编码：352100

联系人：王璐雯

电子邮箱：

联系电话：

表 1 项目基本情况

建设项目名称	宁德时代新能源科技股份有限公司 湖东厂区新增 1 台工业快速 CT 机项目				
建设单位	宁德时代新能源科技股份有限公司				
法人代表	曾毓群	联系人	王璐雯	联系电话	
注册地址	福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号				
项目建设地点	宁德时代新能源科技股份有限公司湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	185	项目环保投资 (万元)	13	投资比例(环保投资/总投资)	7.03%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	16.5m 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 type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
1.1 建设单位情况					
<p>宁德时代新能源科技股份有限公司（CATL）成立于 2011 年，公司总部位于福建宁德。公司致力于通过先进的电池技术，为全球绿色能源应用，提供高效的能源存储解决方案。公司建立了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。</p>					
1.2 建设内容与建设目的					
1.2.1 建设内容					
<p>为提高产品质量，提升产品市场竞争力，宁德时代新能源科技股份有限公司根据生产需要，拟在湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间内新增 1 台型号为 CNT150-ICT 的工业快速 CT 机，为 II 类射线装置，用于检测公司生产的零部件及成品的工艺和质量。</p>					

本项目新增一台工业快速 CT 机基本情况见表 1.2-1。

表 1.2-1 拟新增的工业快速 CT 机基本情况

序号	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	额定管 功率 (W)	射线管 方向	数量	类别	所在位置
1	CNT150-IC T 型	150	0.12	72	周向式	1 台	II类	湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间

1.2.2 项目由来

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号)可知,本次新增的 1 台工业快速 CT 机属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(修订本)(国务院令第 653 号)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定,生态环境部部令第 20 号)、《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)等国家辐射环境管理相关法律法规的规定,宁德时代新能源科技股份有限公司湖东厂区新增 1 台工业快速 CT 机项目应进行辐射环境影响评价并编制环境影响报告表。

宁德时代新能源科技股份有限公司于 2023 年 3 月正式委托闽环(福建)环境科技有限公司进行辐射环境影响评价(委托书详见附件 1)。闽环(福建)环境科技有限公司立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作,在此基础上编制完成本项目环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

宁德时代新能源科技股份有限公司湖东厂区位于宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号,本次新增的一台工业快速 CT 机位于湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间,中心地理坐标为:东经 118° 34' 17.46", 北纬 26° 43' 45.21"。

本项目工业快速 CT 机拟摆放于车间偏中部的的位置,工业快速 CT 机正面(操作位)朝西。CT 机南侧为一台 III 类 X 射线装置、北侧为预焊截切区、西侧为车间内过道、楼上为卷绕拉线区、楼下为仓库;车间东侧为走廊、南侧为叠片拉线区、西侧为卷绕拉线区、北侧为一次注液区。

CT 机所在位置四周情况如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 CT 机所在位置四周情况一览表

方位	湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间（CT 机所在区域占地面积约 16.5m ² ）
CT 机南侧（车间内）	III 类 X 射线装置
CT 机西侧（车间内）	车间内过道
CT 机北侧（车间内）	预焊截切区
车间东侧（车间外）	走廊
车间南侧（车间外）	叠片拉线区
车间西侧（车间外）	卷绕拉线区
车间北侧（车间外）	一次注液区
楼上（车间外）	卷绕拉线区
楼下（车间外）	仓库（阴极存放区）

本项目周边 50m 范围内为公司厂房、公司内道路，无学校等环境敏感目标，根据本项目周围环境辐射现状监测结果，本项目周围辐射环境现状质量良好，项目选址较为合理。项目地理位置见图 1.3-1，CT 机周围环境见图 1.3-2，CT 机所在车间平面布置见图 1.3-3，CT 机所在位置及 CT 机四周照片见图 1.3-4。



图 1.3-1 项目地理位置

图 1.3-2 CT 机周围环境示意图

图 1.3-3 CT 机所在位置车间布置图

CT 机四周情况见图 1.3-4:

CT 机所在位置	CT 机西侧过道（车间内）
CT 机南侧 III 类 X 射线装置（车间内）	CT 机北侧预焊截切区（车间内）
	涉密区 未公开
CT 机东侧走廊（车间外）	CT 机南侧叠片拉线区（车间外）
CT 机西侧卷绕拉线区（车间外）	CT 机北侧一次注液区（车间外）
CT 机楼上卷绕拉线区（车间外）	CT 机楼下仓库（车间外）

图 1.3-4 CT 机四周照片

1.4 现有核技术应用项目许可情况

(1) 许可情况

宁德时代新能源科技股份有限公司于 2023 年 3 月 24 日完成辐射安全许可证延续办理（许可种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置），证书编号为闽环辐证[00330]，有效期至 2026 年 5 月 18 日，辐射安全许可证见附件 2。

(2) 环保手续履行情况

宁德时代新能源科技股份有限公司原有核技术利用项目均已履行了环保手续，主要环保手续履行情况见表 1.4-1、1.4-2。

表 1.4-1 在用放射源环保手续履行情况

名称	种类	活度 (Bq)	类别	数量	使用场所	是否环评	是否验收	备注
Kr-85	放射源	$1.11 \times 10^{10} \sim 4.63 \times 10^{10}$	V	216	涂布车间、工程中心实验室	/	/	在用

表 1.4-2 在用射线设备环保手续履行情况

名称	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	数量	使用场所	是否环评	是否验收	备注
X 射线装置	15~160	0.00002~1.0	III	60	湖东厂区 (13 台)、湖西厂区 (32 台)、湖西 Z 基地 (6 台)、工程中心 (9 台)	建设项目环境影响登记表 (备案号: 202135090010100000037)	/	在用
断层扫描仪	300	3.0	II	1	材料和产品测试车间的“X 射线断层扫描检测区”	闽环辐评 [2019]12 号	已验收 (2020.05.07)	在用
工业 CT 机	450	3.3	II	1	材料和产品测试车间“X 射线断层扫描检测区”	闽环辐评 [2019]57 号	已验收 (2020.05.07)	在用
工业 CT 机	225	3.0	II	1	材料和产品测试车间“X 射线断层扫描检测区” (工程中心 S6)	闽环辐评 [2020]48 号	已验收 (2021.01.07)	在用
工业 CT 机	225	3.0	II	3	博发产业园 CT 检测室	闽环辐评 [2020]56 号	已验收 (2021.07.06)	在用
工业 CT 机	225	3.0	II	1	工程中心 C2 一楼	闽环辐评 [2022]3 号	验收中 (均已委托厦门市庚壕环境科技集团有限公司)	在用
工业 CT 机	225	3.0	II	1	湖西 Z 基地 Z2 一楼			在用
工业 CT 机	225	3.0	II	3	湖西 EV 厂区 H2 一楼			在用
无损检测设备	200	1.5	II	1	湖西厂区 H3 厂房车间一东南侧扫描室			闽环辐评 [2022]18 号

1.5 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

宁德时代新能源科技股份有限公司已成立了辐射安全与环境管理机构 (见附件 3) 并明确了相应的职责。辐射防护管理领导小组以种晋为主要负责人, 成员有刘子华、张宏、张晓峰等。共同协作负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导; 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案, 制定相关工作制度并组织实施; 建立辐射工作人员的

辐射防护档案与健康监护档案；定期对辐射安全与防护工作进行督查，确保不发生辐射安全事故。

2、辐射安全防护管理制度

公司已根据现有核技术应用情况制定了辐射安全防护管理制度，所制定的制度包括：

(1) 综合管理制度：制订了《辐射防护和安全保卫制度》（见附件4），主要对从事辐射设备操作应持证上岗，对射线装置所在的车间管理要求等；

(2) 操作规程：制订了《X射线检测系统操作指导书》（见附件5），详细指导射线装置的操作，避免不规范操作；

(3) 人员职责：制订了《放射工作人员岗位职责》（见附件6），完善射线及辐射装置作业人员的岗位要求，并落实作业人员的健康管理制度。

(4) 设备管理制度：制订了《放射性同位素与射线装置管理规定》（见附件7），对各放射性装置严格管理。

(5) 事故管理制度：制订了《突发事件应急措施管理规定》（见附件8）、《辐射事故应急预案》（见附件9），为使一旦发生放射事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应措施，保护工作人员、公众及环境的安全。公司还根据现有核技术应用情况制定《辐射监测方案》（见附件10）等管理规章制度，对工作场所进行定期监测。

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：宁德时代新能源科技股份有限公司目前取得辐射安全培训合格证人数为119人，现阶段均在有效期内，最快到期时间为2023年12月10日。公司操作II类射线装置的人员均为持证人员，操作III类射线装置和V类放射源的人员部分为企业自行培训并考试通过的人员。

宁德时代新能源科技股份有限公司制定了《辐射工作人员个人剂量管理制度》（见附件11），已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，目前委托厦门亿特检测技术有限公司对辐射操作人员进行了个人剂量检测，监测频度为90天1次；间隔不超过2年安排辐射工作人员进行职业健康检查。2022年个人剂量检测报告见附件13。

根据建设单位提供的个人剂量监测报告，2022年辐射工作人员个人剂量结果最大年有效剂量为0.4mSv/a，均小于5mSv/a。

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。根据已提交的 2022 年度辐射工作场所检测报告（见附件 12），辐射场所监测未出现超标情况。

5、辐射工作管理情况

宁德时代新能源科技股份有限公司已制定辐射事故应急预案，并制定辐射应急演练计划，定期开展演练。据调查，宁德时代新能源科技股份有限公司使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

综上所述，宁德时代新能源科技股份有限公司已根据《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，现有在用核技术利用项目无存在环保问题。

1.6 辐射工作人员情况

本次新增的一台工业快速 CT 机与南侧距离约 2m 的 III 类 X 射线装置共用同一名操作人员，该台 III 类 X 射线装置自 2023 年 2 月份启用，操作人员为葛红霞，已获得辐射安全与防护培训合格证书（见附件 14）。该名操作人员工作期间均佩戴个人剂量片，2022 年度于湖东厂区 N1 栋 4 层洁净车间从事 III 类 X 射线装置的操作，依据 2022 年个人剂量年度检测报告（附件 13），葛红霞年的辐射有效剂量为 0.13mSv，远低于 5mSv/a 的管理限制要求。截至本报告编制日期，葛红霞 2023 年第一季度的个人剂量片已送检，但尚未出具检测结果。

表 1.4-1 本项目 CT 机辐射工作人员分配情况

项目名称	操作人员	证书编号	备注
湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间	葛红霞	1910029	与同一车间的三类射线装置共用同一名操作人员

1.7 可行性分析

本项目的建设有利于保障公司所生产的产品质量以及竞争力，在保障产品质量的同时也将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。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过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。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本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。

根据《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日起施行）及《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日起施行），本项目属于“第十四条机械”中“第六款：工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.8 评价目的

（1）对本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，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本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。

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	工业快速 CT 机	II 类	1	CNT150-ICT 型	150	0.12	产品质量检测	湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间	周向式

(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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	通风排放	排放到大气中，臭氧在50min后自动分解
阴极射线管	固态	/	/	/	/	/	/	送有资质的单位处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 日修订；</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) 《中华人民共和国职业病防治法》，2018 年 12 月 29 日修正；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令，2019 年修订版）；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 3 号，2021 年修订；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（原国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日实施；</p> <p>(11) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(12) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》，环办函 [2006] 629 号，2006 年 9 月；</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部第 55 号令，2007 年）；</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>(15) 福建省环境保护条例（2012 年修订）；</p> <p>(16) 关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知（环办辐射函 [2016]430 号）；</p> <p>(17) 《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）；</p> <p>(18) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务</p>
------	--

	<p>委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行）；</p> <p>（12）《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日起施行）。</p>
<p>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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>（2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（4）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>（5）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>（6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》及第 1 号修改单（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。</p>
<p>其他</p>	<p>（1）《委托书》，宁德时代新能源科技股份有限公司，2023年3月；</p> <p>（2）《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年）；</p> <p>（3）《国家危险废物名录》（2021年版 生态环境部部令第15号）；</p> <p>（4）现状监测报告；</p> <p>（5）其他技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目内容为在公司湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间新增一台工业快速 CT 机，CT 机运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。依据《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 10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告的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。本项目 CT 机设备自带铅防护，位于生产车间内，无单独的 CT 室，本次的辐射环境影响评价范围取 CT 机边界外 50m 以内范围。评价范围分布见图 1.3-2。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标是 CT 机周围的辐射工作人员及评价范围内的公众人员。经现场调查，结合图 1.3-2，周边评价范围（50m）内无以居住、医疗卫生、文化教育、科研等为主要功能的环境影响敏感区域，CT 机周边环境保护目标见表 7.2-1。

表 7.2-1 工业快速 CT 机工作场所周边环境及保护目标

相对场所	环境保护对象	相对于 CT 机的距离	规模	年有效剂量约束值 (mSv/a)
CT 机操作工位（车间内）	CT 机操作人员	约 1m	1 人	5
CT 机西侧过道（车间内）	公众人员	2~5m	约 10 人	0.25
CT 机北侧预焊截切区（车间内）		3~10m	约 5 人	
车间东侧走廊（车间外）		5~10m	约 15 人	
车间南侧叠片拉线区（车间外）		5~10m	约 10 人	
车间西侧卷绕拉线区（车间外）		5~15m	约 10 人	
车间北侧一次注液区（车间外）		5~15m	约 20 人	
楼上卷绕拉线区（车间外）		3~5m	约 15 人	
楼下仓库（车间外）		3~5m	约 5 人	

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

4.3.2.1 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。

6.4 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。

6.4.1 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。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

6.4.1.4 注册者、许可证持有者应：

a)采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；

b)在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下，采用与主导情况相适应的方法划定控制区，并对照射时间加以规定；

c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F(标准的附录)规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

d)制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

e)运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障(包括门锁和联锁装置)限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；

f)按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；

g)按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；

h)定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 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，但需要经常以职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

a)采用适当的手段划出监督区的边界；

b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

c)定期审查该区的条件，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。

附录 B

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取其四分之一即 5mSv 作为剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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：

年有效剂量，1mSv；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为剂量约束值。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

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。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 GB 18871 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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》第 1 号修改单(GBZ/T 250-2014)

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。探伤室屏蔽要求如下：

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

a) 周剂量参考控制水平 H_e 和导出剂量率参考控制水平 (H_e-d)：

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： $H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$

公众: $He \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 He 的导出剂量率参考控制水平 He-d ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算

$$He-d = He / (t * \mu * T) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

He——周剂量参考控制水平, 单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)

μ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

T——人员在相应关注点驻留的使用因子;

t——探伤装置周照射时间, 单位为小时每周 (h/每周)。

t 按式 (2) 计算:

$$t = W / (60 * I) \dots\dots\dots (2)$$

W ——X 射线探伤的周工作负荷 (平均每周 X 射线探伤照射的累积量“mA*min 值”), mA*min/周;

60——小时与分钟的换算系数;

I——X 射线探伤装置在最高管电源线的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量参考控制水平 $He, \max = 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 He 为上述 He-d 和 He, \max 二者的较小值

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) 探伤室上分已建、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 3.1.1。

b) 除 3.1.2 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 3.1.1 c) 的剂量率参考控制水平 He ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目相关限值采用标准见表 7.3-1。

表 7.3-1 本项目相关标准限值

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
周围剂量当量率控制目标值	关注点最高周围剂量当量率参考控制水平	$\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	$\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)
	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	$\leq 100 \mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于宁德市新能源科技股份有限公司湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间，项目地理位置见图 1.3-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，福建省闽环试验检测有限公司于 2023 年 4 月 12 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

8.2 监测内容与点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对 CT 放置位置及车间周围环境 γ 辐射剂量率（考虑拟建 CT 机南侧 III 类射线装置开关机状态下的 γ 辐射剂量率）。

监测点位详见图 8.2-1（CT 机所在车间外南侧叠片拉线区为涉密区，无法到达监测）。

图 8.2-1 CT 机监测点位图

8.3 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	便携式环境 X- γ 剂量仪
仪器型号	FH40G
出厂编号	31664
制造商	德国赛默飞世尔
测量范围	10 nSv/h~1Sv/h
能力响应范围	36keV~1.3Mev
读数误差	<5%
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	2023H21-10-4358232001
检定有效期	2023 年 1 月 13 日~2024 年 1 月 12 日
监测规范	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021
监测单位	福建省闽环试验检测有限公司

监测时间

2023 年 4 月 12 日

8.5 质量保证措施

- (1) 验收监测严格按《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) 和仪器操作规程的要求进行。
- (2) 监测仪器经权威计量部门检定, 检定合格并在有效期内。
- (3) 监测人员经过上岗培训, 持证上岗。
- (4) 监测报告严格实行三级审核制度。

8.6 辐射环境质量现状监测结果及评价

本项目对工业快速 CT 机所在位置及周围辐射剂量率监测的结果见表 8.6-1, 监测报告见附件 17。

表 8.6-1 环境 γ 辐射剂量率检测结果

点位编号及名称	检测结果			
	nSv/h	nGy/h	nSv/h	nGy/h
	III 类射线装置开机时		III 类射线装置关机时	
▲1 拟建 CT 机所在位置				
▲2 拟建 CT 机操作位				
▲3 III 类射线装置北侧外表面 30cm				
▲4 III 类射线装置东侧外表面 30cm				
▲5 III 类射线装置南侧外表面 30cm				
▲6 III 类射线装置西侧外表面 30cm				
▲7 拟建 CT 机所在位置西侧过道 (车间内)				
▲8 拟建 CT 机所在位置北侧预焊截 切区 (车间内)				
▲9 拟建 CT 机所在位置西侧入口				
▲10 拟建 CT 机所在位置南侧入口				
▲11 拟建 CT 机所在位置西侧卷绕 拉线区 (车间外)				
▲12 拟建 CT 机所在位置北侧一次 注液区 (车间外)				
▲13 拟建 CT 机所在位置东侧走廊 (车间外)				

▲14 拟建 CT 机所在位置楼上卷绕拉线区（车间外）				
▲15 拟建 CT 机所在位置楼下仓库（车间外）				

表 8.6-1 的监测结果表明，宁德时代新能源科技股份有限公司 1 台 CNT150-ICT 型工业快速 CT 的工作场所周围环境 γ 辐射剂量率在 92.5~138.9nGy/h 之间，处于福建省室内辐射环境本底范围值内（注：福建省室内辐射环境本底范围值 70.9~351.7nGy/h，福建省室外辐射环境本底范围值 25.9~399.1nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）第 390 页表 5）。

距本项目拟建 CT 机南侧约 2m 处为一台 III 类 X 射线装置（管电压 85kV，管电流 85 μ A），通过 III 类 X 射线装置开机、关机的辐射剂量率监测结果可知，III 类 X 射线装置开关机产生的剂量率对周边环境的辐射影响较小。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工业快速 CT 机工作原理

本项目工业快速 CT 机的基本工作原理为：X 射线管中的电子束轰击阳极靶产生 X 射线，经准直器准直后，窄束 X 射线射向工件进行分层扫描，X 射线与探测器分别位于工件两侧的相对位置，检测时 X 射线束从各个方向对被测工件的断面进行扫描，位于对侧相对位置的探测器接收透过断面的 X 射线，然后将这些 X 射线信息转变为电信号，再由模拟/数字转换器转换为数字信号输入计算机进行处理，最后由图像显示器用不同等级的灰度等级显示出来。由于被测工件不同部位及缺陷处的原子序数及密度等均会有差异，因此 X 射线在穿过被测工件时的减弱也会有不同，X 射线断层检查仪可给出工件任一平面层的图像，可以发现平面内任何方向分布的缺陷，具有不重叠、层次分明、对比度高和分辨率高等特点，可准确定位缺陷的位置和性质。

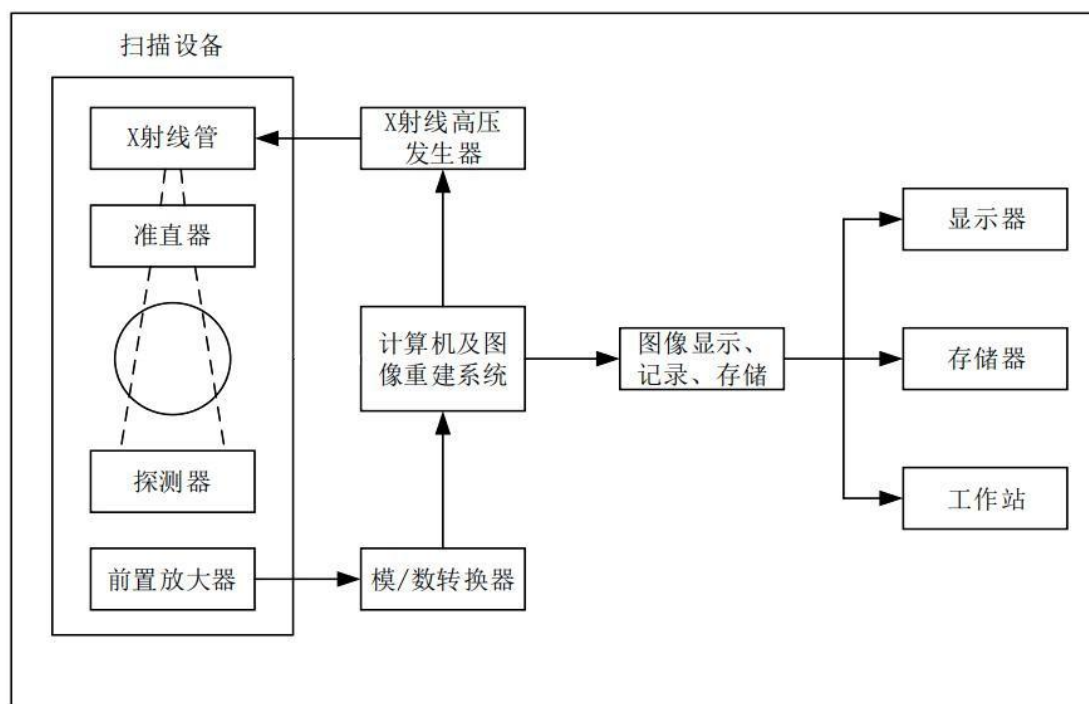


图 9.1-1 工业快速 CT 机系统组成示意图

图 9.1-2 工业快速 CT 机效果图（设备供应商提供的同类型设备图）

9.1.2 工程设备

本项目 1 台工业快速 CT 机为 CNT150-ICT 型，由广州市昊志影像科技有限公司生产，最大管电压 150kV，最大管电流 0.12mA，额定功率为 72W。设备外形长 1650mm，高 1800mm，宽 1600mm，主要组成包括：①旋转检测平台；②人工上料口；③X 射线管；④平板探测器；⑤控制电箱；⑥悬臂操作面板；配电配气口。

CT 机设备组成示意图见图 9.1-3。

X 射线发射方向：

本项目工业快速 CT 机 X 射线发射的方向为周向式，光管（X 射线管）和平板探测器可以进行 360°旋转，有用线束方向会根据光管转向改变（有用线束会朝向 CT 机的底部、左侧、顶部、右侧，不会朝向前方和后方），被测工件位置不动，光管示意图见图 9.1-4，光管偏转角度与有用线束的朝向关系见表 9.1-1。

图 9.1-3 CNT150-ICT 型 CT 机设备组成图

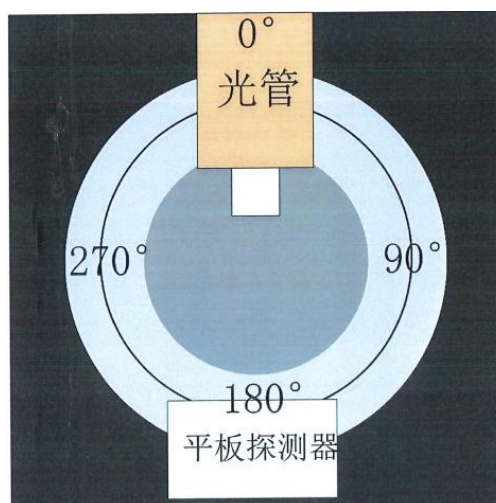


图 9.1-4 光管示意图

表 9.1-1 光管偏转角度与有用线束的朝向关系

序号	光管偏转角度	有用线束方向
1	0°	有用线束中心轴竖直向底部
2	90°	有用线束中心轴竖直向左侧

3	180°	有用线束中心轴竖直向顶部
4	270°	有用线束中心轴竖直向右侧

9.1.3 工艺流程

本项目工业快速 CT 机检测流程如下：

1、人工上料到治具托盘后，通过模组将电芯运动移动到交接位，封闭闸门，并与 X/Y/Z/上料平台交接治具，完成抽屉式上料过程。

2、在与抽屉式上料机构交接治具托盘后，通过 X/Y/Z/R 轴将电芯旋转到不同的检测角，然后移动到检测位，检测完成后又移动到交接位交接治具托盘。

3、旋转检测平台由大理石组成，平面度高，材质稳定不变形，确保精密运动，安装支座采用焊接机架，与大理石平台通过柔性连接在一起。

4、微焦点 X 射线源（球管）和平板探测器成像系统硬件采用手动调整与检测物体的距离，并配有读数器，换型方便，检测时对产品进行 x-ray 发射，采图接收，软件判断处理。

本项目工艺流程如图 9.1-4。

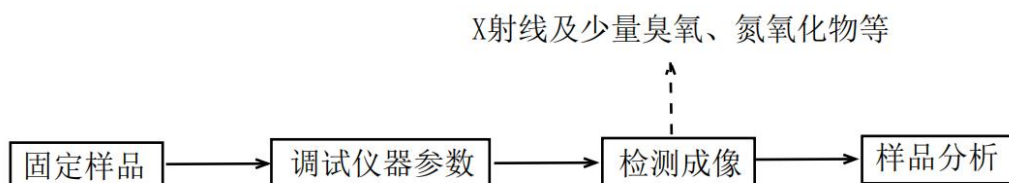


图 9.1-4 工艺流程图

本项目工业快速 CT 机设备技术参数见表 9.1-2。

表 9.1-2 工业快速 CT 机设备参数

设备型号	CNT150-ICT 型
生产厂家	广州市昊志影像科技有限公司
用途	无损检测
设备尺寸	长×宽×高=1650mm×1800mm×1600mm
铅房屏蔽	防护门：6mm 铅板+4mm 钢板 前方：6mm 铅板+4mm 钢板 左侧：7mm 铅板+4mm 钢板 右侧：7mm 铅板+4mm 钢板 后方：6mm 铅板+4mm 钢板 顶部：7mm 铅板+4mm 钢板 底部：3mm 铅板+17mm 钢板

最大管电压和最大管电流	150kV, 0.12mA
成像方式	数字实时成像
射线管类型	旋转扫描
最大工件负载	10kg
主束方向	以防护门所在侧为前方, 光管 (X 射线管) 和平板探测器可以进行 360° 旋转, 有用线束方向会根据光管转向改变 (有用线束会朝向 CT 机的底部、左侧、顶部、右侧, 不会朝向前方和后方)

9.2 源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

本项目 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机为成套设备, 由生产厂家搬运至现有车间内固定位置即可, 无建造独立的机房, 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。本项目主要环境影响因子是设备搬运和安装时产生的噪声、固体废物。

(1) 噪声

本项目噪声污染源主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动。噪声值一般在 65~80dB (A) 之间, 搬运和安装工作对周围环境有一定的影响, 但随着工作的结束而结束。

(2) 固体废物

本项目固体废物主要为: 包装箱、防震泡沫等。

9.2.2 运营期的污染源项

(1) 正常工况

①放射性污染

根据工业快速 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, 本项目所使用的 X 射线工业快速 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, 影响途径为 X 射线外照射。

②非放射性污染

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。

本项目 CT 机工作时最大管电压为 150KV，0.6KV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此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。

本项目 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家危险废物名录》废物代码为 900-044-49）应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的工业快速 CT 机在任何情况下均不会再产生 X 射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

（2）事故工况

工业快速 CT 的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

①X 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由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。

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。

因此，在事故工况下，可能发生人员超剂量事故，途径为直接外照射。

注：1.工艺分析主要包括：人员以及物质（含废弃物）在工作场所内的流向、涉源环节的布局、辐射安全的相关设施及其功能；其中涉源环节的的布局需给出项目的平面布局图和剖面图、安全设施位置应标于平面布局图上。

2.源项描述应包括对环境影响的辐射相关数据。

表 10 辐射安全与防护

10.1 安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区管理

本项目新增一台工业快速 CT 机位于宁德时代新能源科技股份有限公司湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间。

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。

由于工业快速 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。本项目无单独设置 CT 室，CT 机位于湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间，根据分区原则以及结合本次建设情况，本项目分区为：将 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区；将 CT 机所在车间内部作为监督区。本项目分区情况见图 11.2-1。

本项目 CT 机控制区密封在钢结构材料内部，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，工业快速 CT 机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。

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

该项目 1 台 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机属于 II 类射线装置，由广州市昊志影像科技有限公司生产，针对 X 射线源的最大能量和最大功率均作了 X 射线

辐射屏蔽设计，该工业快速 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。外壳为铅钢结构，采用至少 3mm 铅板+17mm 钢板进行屏蔽，在有用线束竖直照射的左侧、右侧、顶部、底部，屏蔽铅板最厚处达 7.5mm 铅当量，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。机器铅房与电控室只留有两处通道，通道设计有 Z 型走线防护铅板，铅钢板防护厚度为 6mm 铅板+4mm 钢板，能有效防止射线通过走线孔泄漏。

广州市昊志影像科技有限公司生产的工业快速 CT 机出厂前，已由广州市昊志影像科技有限公司委托检测单位对设备表面剂量率进行检测。依据设备出厂验收监测报告（附件 15），受检的 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机检测设备以最大管电压出束时，设备外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 175~230nSv/h，即工业快速 CT 检测设备的屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的屏蔽要求。

CT 机屏蔽体结构示意图见 10.1-1，CT 机屏蔽体结构和屏蔽参数见表 10.1-1，设备厂商提供的防护参数说明见附件 16。

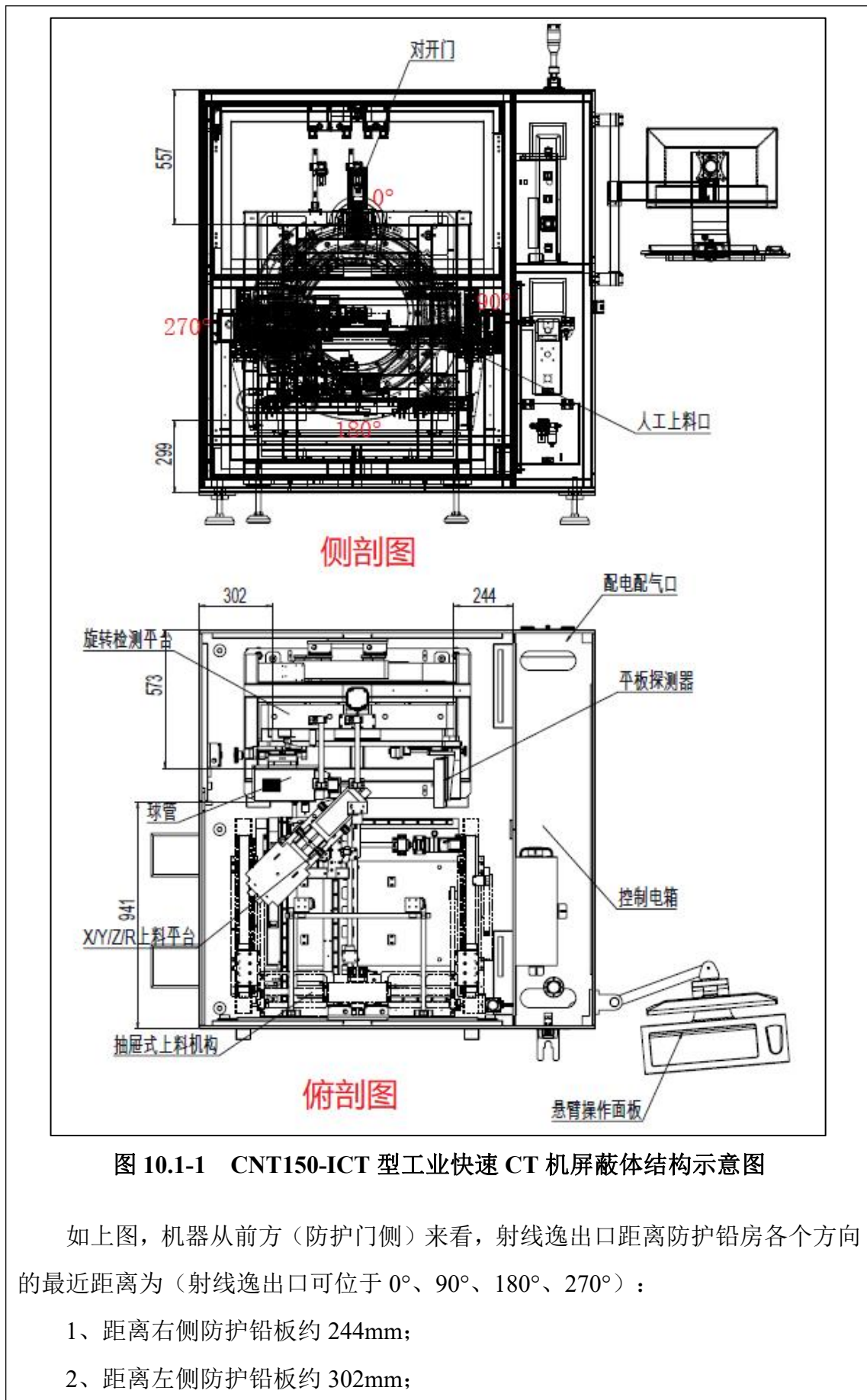


图 10.1-1 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机屏蔽体结构示意图

如上图，机器从前方（防护门侧）来看，射线逸出口距离防护铅房各个方向的最近距离为（射线逸出口可位于 0°、90°、180°、270°）：

- 1、距离右侧防护铅板约 244mm；
- 2、距离左侧防护铅板约 302mm；

- 3、距离前方防护铅板约 941mm;
- 4、距离后方防护铅板约 573mm;
- 5、距离底部防护铅板约 299mm;
- 6、距离顶部防护铅板约 557mm。

考虑有用线束朝向随光管的偏转,各偏转角度下有用线束方向的射线逸出口距离防护铅房的距离如下:

- 1、光管偏转 0°,有用线束中心轴竖直向底部,射线逸出口距离底部防护铅板约 1143mm;
- 2、光管偏转 90°,有用线束中心轴竖直向左侧,射线逸出口距离左侧防护铅板约 1146mm;
- 3、光管偏转 180°,有用线束中心轴竖直向顶部,射线逸出口距离顶部防护铅板约 1401mm;
- 4、光管偏转 270°,有用线束中心轴竖直向右侧,射线逸出口距离右侧防护铅板约 1088mm。

表 10.1-1 屏蔽体结构和屏蔽参数

项目	设计情况	屏蔽铅当量
	铅房	
尺寸	长×宽×高=1650mm×1800mm×1600mm	/
前方(防护门侧)	6mm 铅板+4mm 钢板	约 6.5mmPb
防护门	6mm 铅板+4mm 钢板	约 6.5mmPb
后方	6mm 铅板+4mm 钢板	约 6.5mmPb
左侧	7mm 铅板+4mm 钢板	约 7.5mmPb
右侧	7mm 铅板+4mm 钢板	约 7.5mmPb
顶部	7mm 铅板+4mm 钢板	约 7.5mmPb
底部	3mm 铅板+17mm 钢板	约 5mmPb

注: (1) 屏蔽铅当量数据由业主提供,并参考《辐射手册》。
(2) 表格中对方位的表述以 Z 基地的摆放为准。

10.1.3 工作场所辐射安全和防护措施分析

(1) 门-机联锁机制

本项目 CT 机带有门-机联锁设计,防护门关闭后,X 射线管才能开启;X 射线管出束过程中,无法开启防护门,避免了 X 射线误照射的风险。

(2) 急停按钮和控制锁

设备设置有紧急按钮，紧急情况下可随时切断射线。射线系统带钥匙开关，钥匙挡位在” ON” 时射线才被允许打开，钥匙由专人负责保管。

(3) 声光报警、警告标志

防护门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示，并且警示灯串在安全回路里，如警示灯报警，射线不得启动；防护门上方设置有电离辐射警告标志和中文警示说明。

图 10.1-2 警示灯

图 10.1-3 电离辐射警告标志和中文警示说明

(4) 通风装置

通风口设计在电控柜，置于铅房辐射外部；为保持检测室的空气清新，作业场所安装有空调和通风装置，在工作期间保持开启。

图 10.1-4 通风装置

(5) 视频监控设施

设备内部设置有监视器，连接控制台，用于监视设备内的 X 射线工作情况。

(6) 监测设备

①本项目所在位置湖东厂区已配置有便携式剂量率仪，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测。便携式剂量率仪放置于湖东厂区物资仓库。

②本项目拟配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置，实时监测辐照室内的辐射剂量率水平。

③现场探伤期间，CT 机工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，公司应在工作人员上岗前购置足量的个人剂量计，能够确保每位员工均佩戴个人剂量计上岗操作。个人剂量报警仪不能替代便携式测量仪，两者均应使用。

④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。

(7) 工业快速 CT 机检查、维护

a) 运营单位应对工业快速 CT 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) 设备维护包括工业快速 CT 机的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏

需更换零部件时，保证所更换的零部件为合格产品。

c) 做好设备维护记录。

d) 日常检查：①工业快速 CT 机外观是否存在可见的损坏；②电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；③液体制冷设备是否有渗漏；④安全联锁是否正常工作；⑤报警设备和警示灯是否正常运行；⑥螺栓等连接件是否连接良好；⑦检查固定式辐射剂量率监测系统是否正常运行；⑧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；⑨交接班或当班使用辐射剂量率仪前，检查是否能正常工作。

e) 定期检查：①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；②所有的联锁和紧急停机开关的检查；③制造商推荐的其他常规检测项目；④应定期测量工业快速 CT 机外周围区域的辐射水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。

10.2 辐射安全和防护分析

为分析本项目工业快速 CT 机的辐射防护性能，根据宁德时代新能源科技股份有限公司提供的的设计资料，将本项目工业 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》(GBZ 117—2022)中的技术要求对照，具体见表 10.2-1。

表 10.2-1 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》(GBZ 117-2022)	本项目方案	符合情况
5.1.1: X 射线探伤机在额定工作条件下（本项目为 150kv），距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率 < 2.5mSv/h 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。	根据厂家提供的设备参数说明（附件 16），本项目 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 2.5mSv/h 的标准要求。	符合
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。	建设单位已制定工业快速 CT 机检查和维护管理措施，详见附件 4 辐射防护和安全保卫制度。	符合

<p>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。</p>		
<p>6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避免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。</p>	<p>本项目工业快速 CT 机进行曝光时,有用线束会朝向 CT 机的底部、左侧、顶部、右侧, 不会朝向前方和后方, 本项目操作位位于 CT 机的前方, 避开了有用线束的照射方向。</p>	<p>符合</p>
<p>6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB 18871 的要求。</p>	<p>本项目将 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区, 将 CT 机所在车间内部作为监督区。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>本项目操作人员无需进入 CT 室内部, 工业快速 CT 机设备设有门-机联锁装置, 当门未全部关闭时不能开机曝光。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>防护门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示, 并且警示灯串在安全回路里, 如警示灯报警, 射线不得启动。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>CT 机内部工作人员无法进入, 上料防护门入口处不需要安装监视装置。CT 机内部设置有监视器, 连接控制台, 用于监视设备内的 X 射线工作情况。</p>	<p>符合</p>
<p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>CT 机防护门上方设置有电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>符合</p>

<p>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。</p>	<p>设备设置有紧急按钮，紧急情况下可随时切断射线。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>本项目CT机通风口设计在电控柜，置于铅房辐射外部；为保持检测室的空气清新，作业场所安装有空调和通风装置，在工作期间保持开启。</p>	<p>符合</p>
<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>本项目拟配备1台固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>项目所在车间的III类射线装防护门侧贴有警告标志且设置有照射信号指示灯、门-机联锁装置，本项目CT机设置门-机联锁装置、声光报警和警示灯提示等。</p>	<p>符合</p>
<p>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，应立即向辐射防护负责人报告。</p>	<p>本项目的辐射工作人员一般不进入探伤室，若遇到需进入的情况，需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。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>宁德时代新能源科技股份有限公司已定期委托有资质的单位进行辐射工作环境的监测，见附件12。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>本项目已明确交接班或当班使用剂量率仪前，应检查剂量率仪是否正常工作，违者将进行相应处罚。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>探伤工作人员均正确佩戴个人剂量计等辐射防护装置。</p>	<p>符合</p>
<p>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。</p>	<p>本项目工业快速CT机设有门-机联锁装置，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。</p>	<p>符合</p>

10.2 三废的治理

10.2.1 臭氧及氮氧化物的治理措施

本次新增的一台工业快速 CT 机配置有两个通风口，且作业场所安装有空调和通风装置，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 CT 机内部产生的少量臭氧及氮氧化物不会对室内环境造成影响。

10.2.2 其他治理措施

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。

工业快速 CT 机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家危险废物名录》废物代码为 900-044-49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的工业快速 CT 机在任何情况下均不会再产生 X 射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

10.3 环保投资

本项目总投资 185 万元，其中环保投资 13 万元，占总投资的 7.03%。本项目新增 1 台工业快速 CT 机的环保设施及投资估算如下表所示：

表 10.3-1 环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量（套/个）	投资金额（万元）
工业快速 CT 机辐射安全设施	CT 机外壳及 X 射线舱均采用铅钢防护结构	1	仪器自带
	电离辐射警告标志	1	
	工作状态指示灯	1	
	急停按钮	1	
	门-机联锁装置	1	
其他	个人剂量片	若干	2
	便携式辐射剂量率仪	1	湖东厂区已有
	固定式场所辐射探测报警装置	1	1
	个人剂量片委托监测费用	/	1
	工业快速 CT 机周围辐射剂量率委托监测费用	/	3
	辐射安全培训费用	/	0.5
	环保设施验收费用	/	3
	制度上墙费用	/	0.5
职业人员体检	/	2	
合计	/	/	13

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

(一) 土建施工的环境影响分析

本次 CT 机所在位置为厂区现有的车间，无需对迁入场所进行施工。

(二) 设备安装期间的环境影响分析

设备安装期间不涉及 CT 机的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

设备安装过程将产生少量包装箱、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。

本工程规模较小，建设时间较短，对周边环境影响程度均仅局限在生产厂房内部。通过控制作业时间、加强施工现场管理措施，对周围环境影响较小，且该影响是暂时的，随着建设期的结束而消除。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目 1 台工业快速 CT 机的主要环境污染因子是能量流形式的 X 射线，设备基本工作参数见表 11.2-1。

表 11.2-1 工业 CT 快速 CT 机工作参数

设备型号	CNT150-ICT 型
最大管电压, kV	150
最大管电流, mA	0.12
X 射线机光电管正常工作时的电压范围, kV	100~150
X 射线光机电管正常工作时的电流范围, mA	0.08~0.12
每次检测 X 射线的出射时间, h/次	5min~15min
每个工件的检测次数, 次/件	1
每天检测工件的时间, 小时/日	4~6
周工作天数, 天/周	6
年工作天数, 天/a	288
最大工件负载	10kg

11.2.1 辐射环境影响分析

11.2.1.1 估算模式

(1) 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

a) 周剂量参考控制水平 (H_e) 和导出剂量率参考控制水平 ($\dot{H}_{e,d}$) :

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_e 如下：

职业工作人员： $H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_e \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_e 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{e,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (11-1) 计算：

$$\dot{H}_{e,d} = H_e / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

H_e —周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{e,\text{max}}$

$$\dot{H}_{e,\text{max}} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c

\dot{H}_c 为上述 a) 中 $\dot{H}_{e,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{e,\text{max}}$ 二者的较小值。

(2) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的有用线束辐射剂量 H 按下式 (11-2) 计算：

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

式中：

\dot{H} —关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

I — X 射线装置的常用最大管电流， mA ；

H_0 —距辐射源点（靶点） 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（3）泄漏辐射与散射辐射

①屏蔽透射因子

屏蔽厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相互计算如下：

对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-3）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

式中：

X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL —见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2。

②屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} 按式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-4)$$

式中： B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距辐射源点（靶点）1m 处射线管组装体泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，典型值查 GBZ/T250-2014 表 1 可得。

③散射辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的散射辐射剂量率按式（11-5）计算：

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

式中：

I —X 射线装置的常用最大管电流，mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散

射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。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.3。

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_S —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2.1.2 本项目 CT 机外关注点剂量率理论计算

本项目 1 台 CT 机的摆放位置、距离见图 11.2-1。

图 11.2-1 CT 机的摆放位置图

本项目 CT 机为周向机，防护门侧朝西，有用线束方向为南侧、北侧、顶部、底部，故理论计算时，CT 机南侧、北侧、顶部、底部按有用线束方向计算，其余方位（西侧、东侧）按散射和泄漏辐射计算。

项目厂房主体结构位为钢架结构，本次评价保守不考虑 CT 室的墙体屏蔽。

(1) 有用线束预测

CT 机主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果见表 11.2-2。

表 11.2-2 关心点辐射剂量率（主射线）

点位		I (mA)	B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e ($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
车 间 内	CT 机南侧外 30cm						≤ 2.5	是
	CT 机北侧外 30cm						≤ 2.5	是
	CT 机顶部外 30cm						≤ 2.5	是
	CT 机底部外 30cm						≤ 2.5	是
	CT 机北侧预焊截切区						≤ 2.5	是
车 间 外	CT 机北侧一次注液区						≤ 2.5	是
	CT 机南侧叠片拉线区						≤ 2.5	是
	CT 机顶部卷绕拉线区						≤ 2.5	是
	CT 机底部仓库						≤ 2.5	是

(2) 非有用线束

① 泄漏辐射屏蔽透射因子

表 11.2-3 屏蔽透射因子计算参数及结果

参数	CT 机西侧（防护门侧）、东侧
X (mmPb)	
TVL (mm)	
B	

② 泄漏辐射预测

表 11.2-4 关心点辐射剂量率（泄漏辐射）

点位		B	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
车间内	CT 机西侧外 30cm				
	CT 机东侧外 30cm				
	CT 机西侧操作工位				
	CT 机西侧过道				
车间外	CT 机西侧卷绕拉线区				
	CT 机东侧走廊				

③ 散射辐射屏蔽透射因子

表 11.2-5 屏蔽透射因子计算参数及结果

参数	CT 机南侧（前方）、北侧（后方）
X (mmPb)	
TVL (mm)	
B	

注：

④ 散射辐射预测

表 11.2-6 关心点辐射剂量率（散射辐射）

点位		I (mA)	B	\dot{H}_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$)	R_s (m)	$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
车间内	CT 机西侧外 30cm						
	CT 机东侧外 30cm						
	CT 机西侧操作工位						
	CT 机西侧过道						
车间外	CT 机西侧卷绕拉线区						
	CT 机东侧走廊						

(6) 非有用线束方向关注点处剂量率

表 11.2-7 非有用线束方向关注点处剂量率（泄漏辐射+散射辐射）

点位		泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e $\mu\text{Sv/h}$	是否达标
车间内	CT 机西侧外 30cm				≤ 2.5	是
	CT 机东侧外 30cm					是
	CT 机西侧操作工位					是
	CT 机西侧过道					是
车间外	CT 机西侧卷绕拉线区					是
	CT 机东侧走廊					是

结论：由表 11.2-2、表 11.2-7 的剂量率估算结果可知，关注点最大剂量率为 $0.127\mu\text{Sv/h}$ ($<2.5\mu\text{Sv/h}$)，因此本项目 CT 机外关注点的剂量率符合剂量参考控制水平的要求。

11.2.1.4 人员受照剂量估算

(1) 剂量估算公式

$$H_e = \dot{H}_{e,d} \cdot (t \cdot U \cdot T) \quad (11-6)$$

式中： H_e 为参考点的年剂量水平， mSv/a ；

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

t：探伤装置年照射时间， h/a ；

U：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子。

(2) CT 机操作人员受照剂量估算

根据宁德时代新能源科技股份有限公司提供资料可知，本项目一台 CT 机操作人员为 1 人，本项目运行后该装置每天运行时间约为 6 小时，操作人员每周工作 6 天，年工作 288 天，共 1728h，放射工作人员在距装置 0.3m 以外进行操作。根据人员在不同场所逗留的时间长短，取不同的居留因子，其中辐射工作人员居留因子取 1，非辐射工作人员（公众人员）居留因子取 1/8（偶然居留）（参考

IAEA47-2006)。

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，非辐射工作人员（公众人员）主要为工业快速 CT 装置 50m 范围内其他工位操作人员。选取各参考点处最大辐射剂量率值进行年剂量估算，本项目工作人员和公众成员个人年附加有效剂量估算结果见表 11.2-8。

表 11.2-8 工作人员及公众人员的年附加有效剂量估算结果表

参考点		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} ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 T	周剂量 H($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量 H (mSv/a)
车间内	CT 机西侧操作工位	辐射工作人员	36	1728	0.00067	1	0.024	0.001
	CT 机西侧过道	公众人员	36	1728	0.00024	1/8	0.001	0.0001
	CT 机北侧预焊截切区		36	1728	0.07	1/8	0.315	0.015
CT 机北侧一次注液区	36		1728	0.009	1/8	0.041	0.002	
CT 机南侧叠片拉线区	36		1728	0.004	1/8	0.018	0.001	
CT 机西侧卷绕拉线区	36		1728	0.00002	1/8	0.0001	0.000004	
CT 机东侧走廊	36		1728	0.00006	1/8	0.0003	0.000013	
CT 机顶部卷绕拉线区	36		1728	0.013	1/8	0.059	0.003	
车间外	CT 机底部仓库	36	1728	0.015	1/8	0.068	0.003	

①由表 11.2-19 可知，本项目 CT 机正常运行时，工作人员职业照射的周有效剂量叠加值最大为 $0.024\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量叠加值最大为 0.001mSv/a ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求以及本项目职业人员的目标管理限值，即 5mSv/a 。

②公众人员受照射的周有效剂量叠加值最大为 $0.315\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量叠加值为 0.015mSv/a ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ，也满足《电离

辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求以及本项目公众的目标管理限值，即 0.25mSv/a。

11.2.3 非辐射环境影响分析

（1）臭氧和氮氧化物

工业快速 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 射线工业快速 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。

（2）危险废物

本项目工业快速 CT 机采用数字成像方式，在显示屏上直接显示无损检测结果，不涉及废胶片、废显（定）影液等感光材料废物。

工业快速 CT 机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家废物危险名录》废物代码为 900-044-49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的工业快速 CT 机在任何情况下均不会再产生 X 射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险危害识别分析

本项目工业快速 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）由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。

(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 辐射事故应急措施

(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

辐射事故类别及处理措施详见表 11.3-1:

表 11.3-1 事故类别及处理措施

辐射事故	风险识别	应急措施
工业快速 CT 机 (II 类射线装置)	误照事故, 超剂量照射事故	①一旦发现有人误入或误留机房, 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带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

①建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

②加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识；

③辐射工作场所按要求设置相应的辐射安全与防护设施，定期检查各辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。

11.4 退役对环境的影响

本次评价项目退役时，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射线断层检查仪(工业快速CT机)的射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但X射线断层检查仪机屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；断层检查仪X射线发生器中含有少量气压为0.35~0.50MPa的SF₆绝缘气体，SF₆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，断层检查仪退役时，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

宁德时代新能源科技股份有限公司已成立了辐射安全与防护管理机构，并明确了相应的职责。辐射防护管理领导小组以刘子华为主要负责人，成员有种晋、张宏、林凌等。共同协作负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导；负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施；建立辐射工作人员的辐射防护档案与健康监护档案；定期对辐射安全与防护工作进行督查，确保不发生辐射安全事故。领导小组职责：

①组长职责：领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障。并向当地环保、卫生、公安等主管部门报告。

②副组长职责：配合组长工作，当组长不在时，行使组长权利。

③救护职责：当事故发生后，迅速与医疗救护单位联系，配合协助其工作。

④物质供应职责：为事故的救助提供必要的物质保障。

12.1.2 辐射工作人员配置

本次新增 1 台 CT 机共配备 1 名辐射工作人员，该名辐射工作人员均参加了有资质单位组织的辐射安全和防护知识的培训，并取得了培训合格证书（见附件 14）。

在此基础上，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

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)相关要求，宁德时代新能源科技股份有限公司已制定《X 射线检测系统操作指导书》、《放射工作人员岗位职责》、《辐射监测方案》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射事故应急预案》、《突发事件应急措施管理规定》等相关管理制度，详见附件 3~附件 10。

表 12.2-1 宁德时代新能源科技股份有限公司已建立的管理制度

序号	管理要求	单位成立的管理制度	内容
1	辐射防护和安全保卫制度	辐射防护与安全管理制度	对单位辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求。
2	操作规程	X 射线系统操作指导书	规定了辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
3	岗位职责	放射工作人员岗位职责	明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
4	设备维修维护制度，装置使用登记和台账管理制度	放射性同位素与射线装置管理规定、点检表	各扫描室均有登记册，记录每天的使用工况、维修情况。
5	事故应急预案	突发事件应急措施管理规定、辐射事故应急预案	规定了发生辐射事故时单位相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小。
6	人员培训计划	辐射工作人员培训管理制度	规定了辐射工作人员必须参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，持证上岗。
7	辐射环境监测方案	辐射监测方案	规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对检测结果存档保留。
8	个人剂量监测方案	辐射工作人员个人剂量管理制度	提出对辐射工作人员个人剂量检测和体检的要求，并要求档案终身保存。

在此基础上，项目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。

本项目在建成后，应对《辐射监测方案》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 61-2021)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等的要求，公司针对本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

公司委托相关资质的第三方辐射监测机构每季度对个人剂量计进行检测。公司建立完善的辐射人员个人剂量档案，个人剂量监测档案记录了包括辐射工作人员个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等内容并终生保存。

2、年度常规监测

按照《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 18 号部令，2011 年）的规定，公司定期委托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。监测位置包括 CT 自屏蔽铅室防护门外 30cm 处；

屏蔽体上、下、前、后、顶部 30cm 处；CT 自屏蔽铅室周围 50m 内巡测及人员经常停留位置。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，并于每年 1 月 31 日前向提交发证机关。

3、日常监测

公司配置便携式辐射剂量率仪，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

12.4 辐射事故应急预案

宁德时代新能源科技股份有限公司制定了《辐射事故应急预案》(见附件 9)，预案中明确了放射事件应急处理小组成员及应急联系电话，明确了应急小组的职责及工作要求，明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通。

在日后的运行管理过程中，宁德时代新能源科技股份有限公司应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对《辐射事故应急方案》进行更新完善。同时公司应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，公司应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据原国家环保总局《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》，以及《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》的要求，在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，并按规程处理和控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，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和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

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	①设置工作状态警示灯、电离辐射警示标志； ②配置便携式剂量率仪、固定式场所辐射探测报警装置； ③个人剂量报警仪； ④职业人员配备热释光个人剂量片。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中照射限值要求（工作人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ 、公众 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中照射限值要求（工作人员 $\leq 100\mu\text{Sv/周}$ 、公众 $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ 、关注点 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ）等相关规定。
2	管理制度	1.个人剂量片季度检定并建立个人辐射档案； 2.完善射线装置台账； 3.辐射工作人员上岗培训； 4.辐射工作人员 2 年参加一次职业体检； 5.每年 1 月 31 日前向提交发证机关提供《辐射安全和防护状况年度评估报告》； 6.建立相关规章制度，包括： ①《X 射线检测系统操作指导书》 ②《放射性同位素与射线装置管理规定》 ③《放射工作人员岗位职责》 ④《辐射监测方案》 ⑤《辐射防护和安全保卫制度》 ⑥《辐射事故应急预案》及其演练记录 ⑦《突发事件应急措施管理规定》	
3	环境监测	①年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行环境监测； ②日常监测：项目运营期，使用便捷式剂量率仪对辐射工作场所每季度进行一次环境监测； ③个人剂量监测：辐射工作人员正确佩戴个人剂量计，每季度送交有资质的单位进行监测。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

宁德时代新能源科技股份有限公司位于福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号，为提高产品质量，提升产品市场竞争力，宁德时代新能源科技股份有限公司根据生产需要，拟在湖东厂区 N1 栋 3 层 25L 车间内新增 1 台型号为 CNT150-ICT 的工业快速 CT 机，用于检测公司生产的零部件及成品的工艺和质量。

(1) 辐射安全与防护分析结论

宁德时代新能源科技股份有限公司设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定了完善的规章制度和辐射事故应急预案，辐射工作人员均配备了个人剂量计和个人剂量报警仪。本项目 CNT150-ICT 型工业快速 CT 机自带屏蔽设施及辐射安全防护措施。且经评价分析，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求，项目运行对周边辐射环境影响较小。

(2) 环境影响评价结论

由理论估算可知，本项目 1 台工业快速 CT 机对工作人员职业照射的最大周有效剂量值为 $0.024\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众照射的最大周有效剂量值为 $0.315\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，符合“《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中对职业人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”。本项目工业快速 CT 机运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 $0.001\text{mSv}/\text{a}$ ，对公众照射的最大年有效剂量值为 $0.015\text{mSv}/\text{a}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，也低于剂量约束值要求(工作人员： $5\text{mSv}/\text{a}$ ；公众人员 $0.25\text{mSv}/\text{a}$)。

(3) 可行性分析结论

① 实践正当性分析

本项目的建设有利于公司所生产的产品质量以及竞争力，在保障产品质量的同时也为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。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过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。本项目通过

对潜在照射所致危险实施控制，使本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。

②产业政策符合性分析

根据《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 日起施行）及《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 日起施行），本项目属于“第十四条机械”中“第六款：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

（4）总结论

综上所述，宁德时代新能源科技股份有限公司湖东厂区新增 1 台工业快速 CT 机项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目是可行的。

13.2 建议与承诺

（1）在项目建设同时，项目应确保辐射防护设施和管理措施的建设，必须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）建议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）成立的专门放射防护领导小组应定期开展活动，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，落实个人佩带有个人剂量片，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）应做到定期检查探伤室设置的“电离辐射”标志，工作报警装置和连锁装置，发现故障及时解决；

（6）工业快速 CT 机投入使用前，应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。

注：1.辐射监测应给出：辐射监测计划（环境、个人剂量）和辐射监测设备的情况。

2.辐射安全保证与辐射事故应急响应给出辐射安全规章制度和事故应急响应情况。