

宁德时代新能源科技股份有限公司
5 台 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）搬迁项目

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

二〇二一年十一月

宁德时代新能源科技股份有限公司
5 台 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）搬迁项目

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：周佳

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：张盼盼

电子邮箱：zhangpp@catlbattery.com

联系电话：18342245569

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 5 台 X 射线断层检查仪 (工业 CT 机) 搬迁项目				
建设单位	宁德时代新能源科技股份有限公司				
法人代表	周佳	联系人	张盼盼	联系电话	18342245569
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工程中心 C2 厂房、湖西 EV 厂区 H2 厂房、湖西 Z 基地 Z2 厂房				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	2780	项目环保投 资(万元)	40	投资比例(环保投 资/总投资)	1.44%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	133m 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

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。公司现有 5 个主要生产厂区，分别为“湖东厂区”、“工程中心”、“湖西 EV 厂区”、“湖西 Z 基地”以及博发产业园 116 号厂房。

1.2 项目由来

宁德时代新能源科技股份有限公司于 2020 年 10 月购置了 2 台型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线断层检查仪（以下均简称“工业 CT 机”）（一台

位于工程中心 C2 四楼、一台位于工程中心 S6 一楼)、于 2021 年 5 月购置了 7 台相同型号的工业 CT 机(均位于博发产业园 116 号厂房三楼),用于检测公司生产的零部件或成品的电子线路、内部结构等的工艺和质量。工程中心 2 台工业 CT 机项目于 2020 年 10 月 15 日取得福建省生态环境厅批复(闽环辐评[2020]48 号,见附件 2),2021 年 1 月完成项目竣工环境保护验收(见附件 4);博发产业园 7 台工业 CT 机项目于 2020 年 12 月 1 日通过福建省生态环境厅的审批(闽环辐评[2020]56 号,见附件 3),其中 4 台 CT 机(1#、2#、3#、4#)于 2021 年 7 月 6 日通过竣工环境保护验收(验收意见见附件 5),3 台(5#、6#、7#)未投入使用。

现由于实际生产的需要,宁德时代新能源科技股份有限公司拟将工程中心 C2 四楼现有的一台工业 CT 机搬迁至工程中心 C2 一楼;拟将博发产业园中已验收的 2#工业 CT 机搬迁至湖西 Z 基地 Z2 一楼、未验收的 5#、6#、7#工业 CT 机搬迁至湖西 EV 厂区 H2 一楼。

宁德时代新能源科技股份有限公司在用核技术利用项目及在用的放射源及射线设备环保手续履行情况见表 1.2-1、表 1.2-2,已取得的辐射安全许可证见附件 9。

表 1.2-1 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	1.11×10 ¹⁰	V	208	涂布车间	宁市环监[2014]表 29 号	已验收	在用

表 1.2-2 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
三类射线装置	/	/	III	61	/	建设项目环境影响登记表(备案号:20213509000100000037)	/	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	在用

X 射线断层检查仪(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	在用
X 射线断层检查仪(工业 CT 机)	225	3.0	II	2	材料和产品测试车间“X 射线断层扫描检测区” (工程中心 C2、S6)	闽环辐评 [2020]48 号	已验收	本次拟搬迁位于 C2 四楼的 CT 机
X 射线断层检查仪(工业 CT 机)	225	3.0	II	7	博发产业园 CT 检测室	闽环辐评 [2020]56 号	4 台已验收, 3 台未投入使用	本次拟搬迁 1 台已验收的 CT 机以及三台未投入使用的 CT 机

原环评工程中心 C2 四楼 CT 机所在位置见图 1.2-1, 博发产业园 7 台 CT 机所在位置及实际验收的 4 台 CT 机所在位置见图 1.2-2、图 1.2-3。

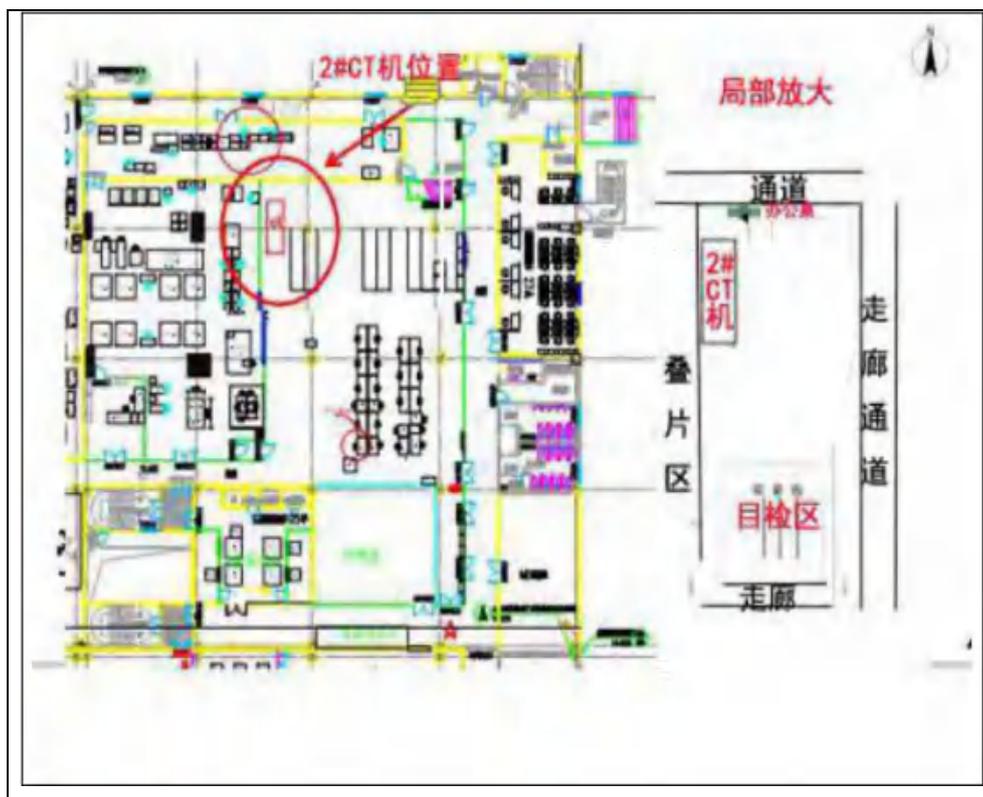


图 1.2-1 原工程中心 C2 四楼 CT 机所在位置

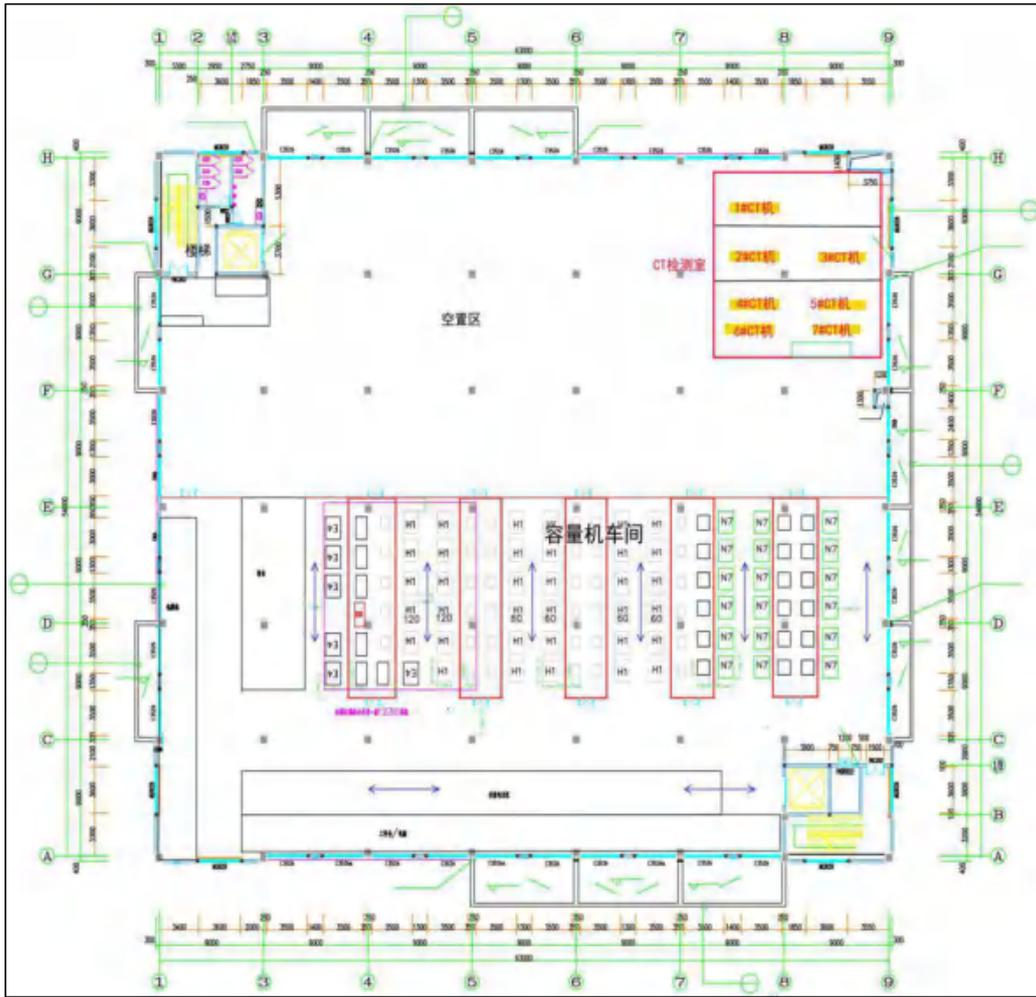


图 1.2-2 博发产业园原环评 7 台 CT 机所在位置

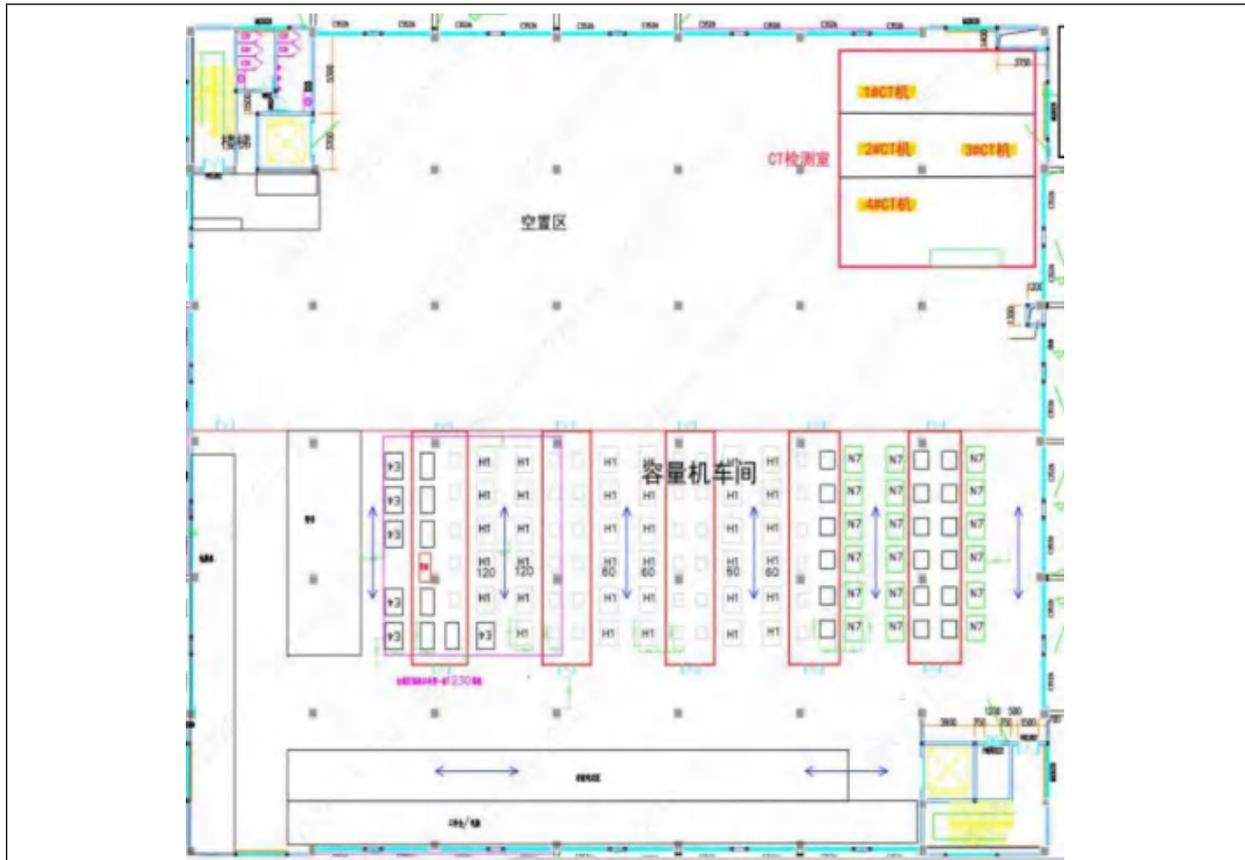


图 1.2-3 博发产业园实际验收的 4 台 CT 机所在位置

本项目拟搬迁的 5 台 X 射线工业 CT 的型号详见表 1.2-3。

表 1.2-3 拟搬迁的工业 CT 机一览表

型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	数量 (台)	设备位置	用途
CT METROTOM 1500 225kV G3 型	225	3.0	5	1 台位于工程中心 C2-1F, 1 台位于湖西 Z 基地 Z2-1F, 3 台位 于湖西 EV 厂区 H2-1F	产品质量检测

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,本次拟搬迁的 4 台工业 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 5 台工业 CT 机搬迁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 2021 年 8 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位于宁德市高新技术产业园，本次 CT 机迁入地工程中心位于宁德市蕉城区西陂塘路；湖西 Z 基地位于 104 国道以东、奉御塘路以北、工业路以西、衢宁铁路南北两侧；湖西 EV 厂区位于中科路北侧、西陂塘路南侧、西陂塘水域西侧、104 国道东侧，项目地理位置图见图 1.3-1，迁入厂区具体位置见图 1.3-2。

本次工程中心 CT 机迁入地为阴极备料车间，CT 机及 CT 及操作工位占地面积约为 9m²，CT 机四周有其他生产区，CT 机四周情况如表 1.3-1 所示；湖西 Z 基地 CT 室位于 Z2 生产厂房 1 楼西侧（Z2-1F），CT 室面积约为 24m²，CT 室内无其他生产区，CT 室墙外四周情况如表 1.3-1 所示；湖西 EV 厂区 CT 室位于 H2 生产厂房 1 楼南侧方向(H2-1F)，CT 室面积约为 100m²，CT 室内无其他生产区，CT 室墙外四周情况如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 CT 室墙外四周情况一览表

方位	工程中心 CT 机	湖西 Z 基地 CT 室	湖西 EV 厂区 CT 室
东侧	阴极备料区域	阴极溶液房	托盘仓库
南侧	阳极备料车间	原辅料仓库	卷筒放置区
西侧	走廊	仪器仓库	走廊
北侧	模切区域	空压机房	托盘仓库
楼上	仓库	房顶（无人员到达）	卷绕车间
楼下	无地下室（无人员到达）	无地下室（无人员到达）	无地下室（无人员到达）

本项目周边 50m 范围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。

CT 机周围环境见图 1.3-3、图 1.3-4、图 1.3-5，搬迁项目 CT 机所在车间平面布置见图 1.3-6、图 1.3-7、图 1.3-8，CT 机所在位置及 CT 机四周照片见图 1.3-9、图 1.3-10、图 1.3-11。



图 1.3-1 项目地理位置



图 1.3-2 三个厂区及 CT 机所在厂房地理位置图



图 1.3-3 工程中心 CT 机周围环境示意图



图 1.3-4 湖西 Z 基地 CT 检测室周围环境示意图



图 1.3-5 湖西 EV 厂区 CT 检测室周围环境示意图



图 1.3-6 工程中心 CT 机所在位置 (阴极备料车间)



图 1.3-7 湖西 Z 基地 CT 室所在位置

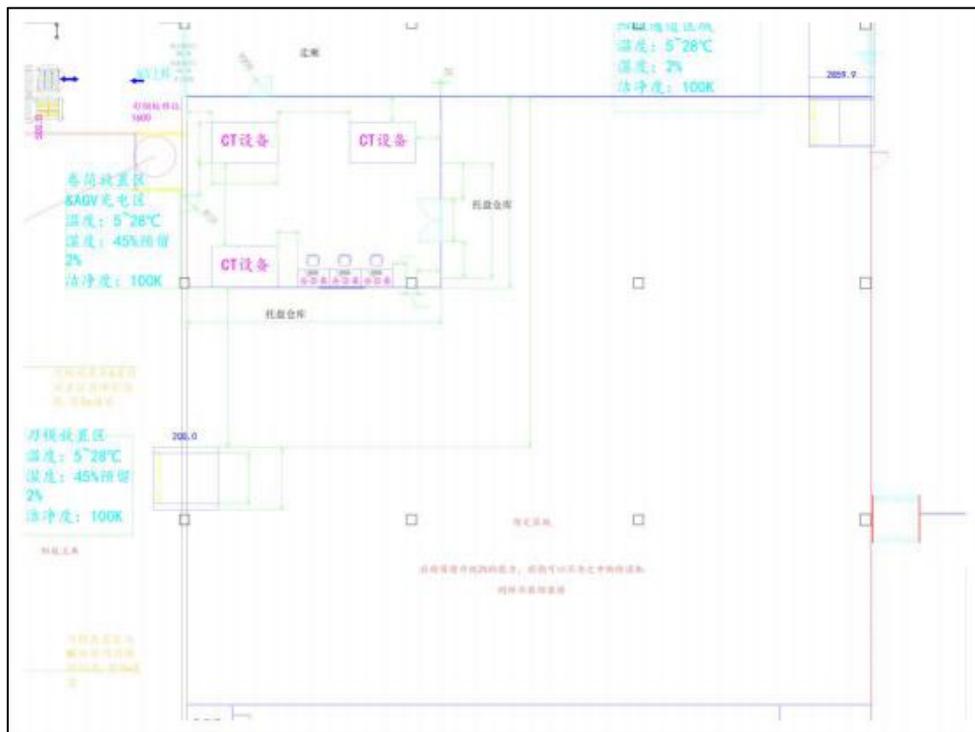


图 1.3-8 湖西 EV 厂区 CT 室所在位置



CT 机迁入位置



CT 机北侧模切区域 (CT 机所在车间内)



CT 机东侧阴极备料区域 (CT 机所在车间内)



CT 机南侧模切区域 (CT 机所在车间内)



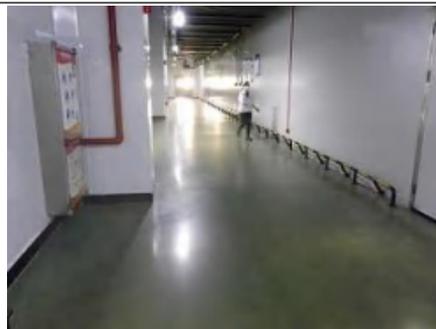
CT 机南侧阳极备料车间 (CT 机所在车间外)



CT 机东侧涂布车间 (CT 机所在车间外)



CT 机西侧走道 (CT 机所在车间内)



CT 机西侧走廊 (CT 机所在车间外)



图 1.3-9 工程中心 CT 机四周照片



图 1.3-10 湖西 Z 基地 CT 检测室及四周照片

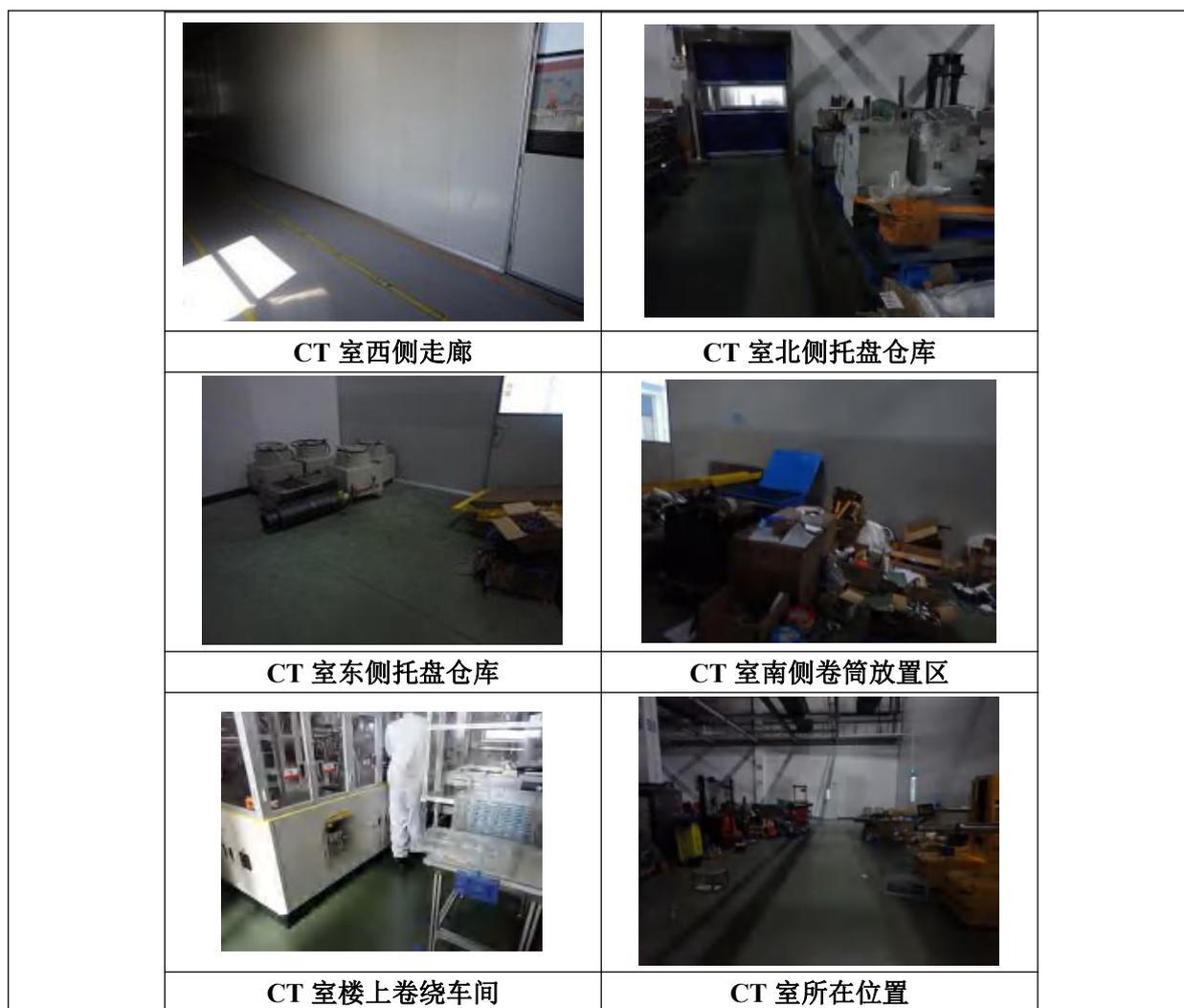


图 1.3-11 湖西 EV 园区 CT 检测室及四周照片

1.4 辐射工作人员情况

宁德时代新能源科技股份有限公司现有约 270 名员工持有辐射安全与防护培训合格证书，辐射工作人员数量足以并超过了公司辐射工作岗位的人员需求，本次搬迁的 4 台 X 射线断层检查仪工作人员分配情况见表 1.4-1。

表 1.4-1 X 射线断层检查仪工作人员分配情况

项目名称	操作人员	证书编号
工程中心 1 台 CT 机 (本次搬迁)	包亮	FJ1911091
	李信国	FJ1811007
	闵腊梅	FJ1911086
	王亚娟	FJ1911132
湖西 Z 基地 1 台 CT 机 (本次搬迁)	郭玉刚	FJ1811073
	屈维	FJ1811042
湖西 EV 厂区 3 台 CT 机 (本次	蒋晶晶	FJ1911097

搬迁)	潘超	FJ1910060
	沈永飞	FJ1911025
	王志强	FJ1910044
	詹龙	FJ1911045
	张国栋	FJ1911058
	张鹏	FJ1911046
	张汪阳	FJ1911017
	赵建林	FJ1911020

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	X 射线断层检查仪 (工业 CT)	II类	5	CT METROTOM 1500 225kV G3 型	225	3.0	产品质量检测	1 台位于宁德时代湖西 Z 基地 Z2 一楼 CT 检测室, 3 台位于宁德时代湖西 EV 厂区 H2 一楼 CT 检测室	/

(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/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

<p style="text-align: center;">法 规 文 件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施</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 style="text-align: center;">技 术</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</p>

标准	<p>内容和格式》（HJ/T10.1-2016）；</p> <p>（2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>（4）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（5）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</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/T250-2014）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。</p>
其他	<p>（1）《委托书》，宁德时代新能源科技股份有限公司，2021 年 8 月；</p> <p>（2）《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年 8 月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目内容为将位于工程中心 C2 四楼的一台 CT 机搬迁到工程中心 C2 一楼、博发产业园 116 号厂房 4 台工业 CT 机搬迁至湖西 Z 基地 Z2-1F（1 台）及湖西 EV 厂区 H2-1F（3 台），工业 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/T10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书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，该项目搬迁的 5 台设备自带铅防护，本次的辐射环境影响评价范围分别取以湖西 Z 基地 Z2-1F 的 CT 检测室、湖西 EV 厂区 H2-1F 的 CT 检测室边界外 50m 以内范围。评价范围分布见图 1.3-3、图 1.3-4、图 1.3-5。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标是 5 台 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 1.3-3~图 1.3-11，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，搬迁后周边环境保护目标见表 7.2-1。

表 7.2-1 工业 CT 机工作场所周边环境及保护目标

设备	相对场所	环境保护对象	相对于放射源的距离	规模	年有效剂量约束值 (mSv/a)
C2-1F 1 台工业 CT 机	CT 机操作工位（西侧）	CT 机操作人员	2~4m	2 人	5
	模切区域（北侧）	公众人员	10~15m	约 10 人	0.25
	阴极备料区域操作工位（东侧，主射方向）		10~15m	约 10 人	0.25
	涂布车间（东侧，主射方向）		25~35m	约 15 人	0.25
	模切区域（南侧）		4.5m	约 10 人	0.25
	阳极备料车间（南侧）		15~50m	约 20 人	0.25
	CT 机楼上仓储区域（顶侧）		5m	约 5 人	0.25

	CT 机周边道路		5~50m	约 70 人	0.25
Z2-1F 1 台工业 CT 机	CT 机操作工位	CT 机工作人员	1.5~3.5m	2 人	5
	阴极溶液房 (CT 室东侧)	公众人员	5~20m	约 5 人	0.25
	原辅料仓库 (CT 室南侧)		4~50m	约 10 人	
	仪器仓库 (CT 室西侧)		2.5~6m	约 2 人	
	空压机房 (CT 室北侧)		2.5~30m	约 5 人	
	CT 机检测室所在 厂房外道路		10~50m	约 200 人	
H2-1F 3 台工 业 CT 机	CT 机操作工位	CT 机工作人员	1~5m	3 人	5
	托盘仓库 (CT 室东侧)	公众人员	1~10m	约 2 人	0.25
	卷筒放置区 (CT 室南侧)		5~20m	约 10 人	
	走廊 (CT 室西侧)		4~50m	约 50 人	
	托盘仓库 (CT 室北侧)		2.5~6m	约 2 人	
	卷绕车间 (CT 室楼上)		2.5~30m	约 20 人	
	CT 机检测室所在 厂房外道路、消防 泵房		10~50m	约 150 人	

7.3 评价标准

(1) 《电高辐射防护 与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

第 43.2.1 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当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。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.111 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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 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 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周。

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满：

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上述 3 中的要求。

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 $100 \mu \text{Sv/h}$ 。

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高开探伤室。

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的对“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。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目委托监测单位对 5 台 CT 机迁入地工程中心、湖西 EV 厂区、湖西 Z 基地的 X 射线断层检查仪工作场所及周围环境进行了辐射剂量监测。

8.1 监测内容与点位

搬迁项目 5 台 CT METROTOM 1500 225kV G3 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）搬迁后所放置位置、设备四周。

8.2 监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8.2-1。

表 8.2-1 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	2020H21-10-287666301
检定有效期	2020 年 11 月 30 日~2021 年 11 月 29 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	2021 年 8 月 27 日（湖西 EV 厂区、工程中心）、2021 年 9 月 14 日（湖西 Z 基地）

8.3 监测因子

辐射剂量率。

8.4 监测点位

监测点位详见图 8.4-1、图 8.4-2、图 8.4-3。

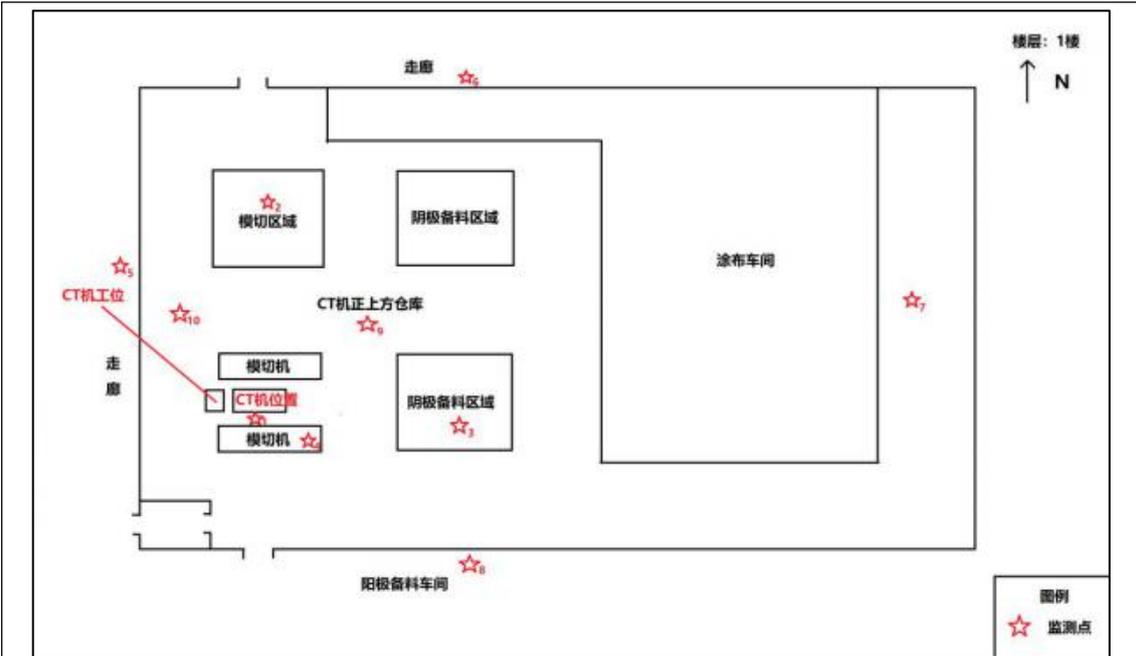


图 8.4-1 工程中心 1 台 CT 机监测点位图

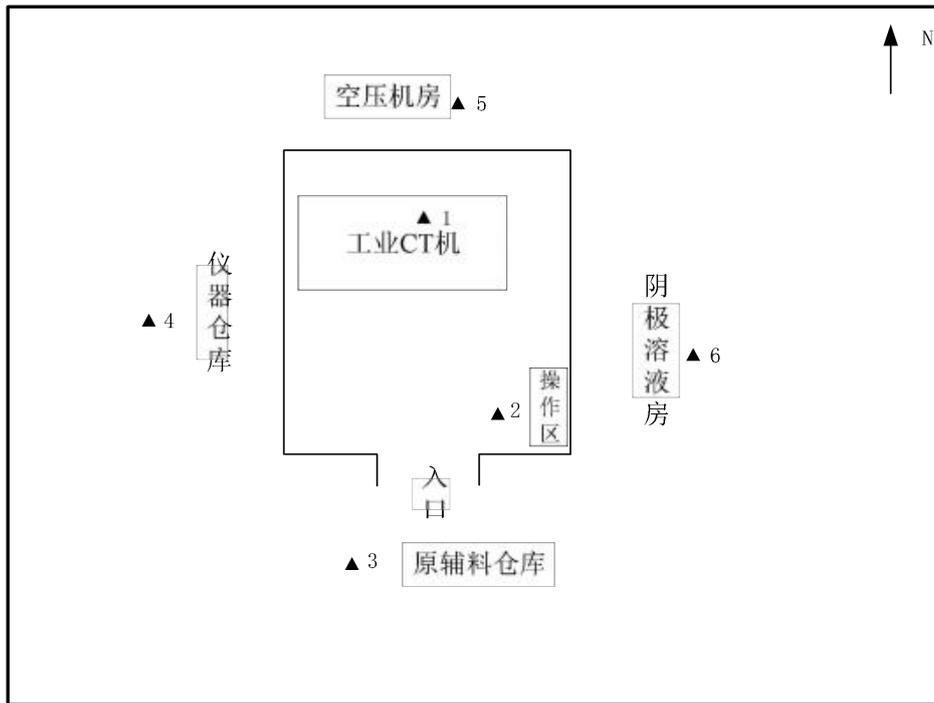


图 8.4-2 湖西 Z 基地 1 台 CT 机监测点位图

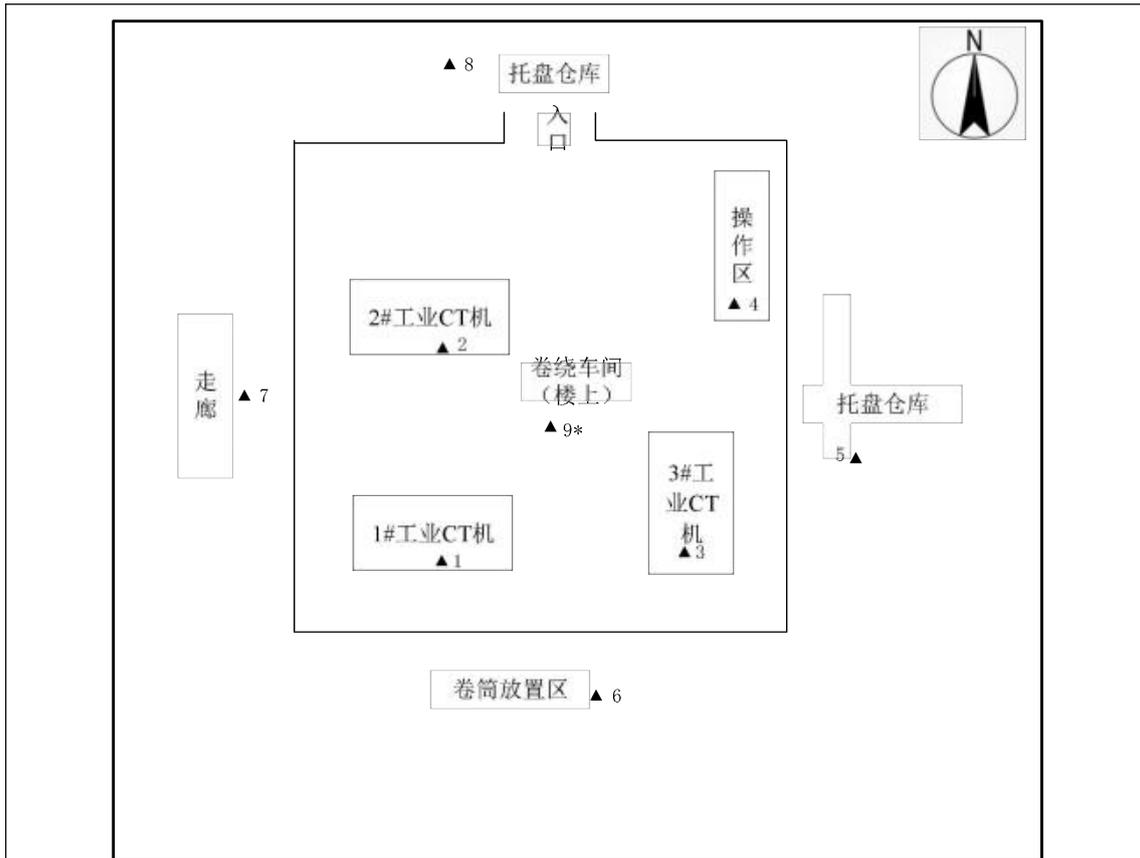


图 8.4-3 湖西 EV 厂区 3 台 CT 机监测点位图

8.5 质量保证措施

- (1) 验收监测严格按《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)、《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)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 监测结果

本项目对工程中心 1 台工业 CT 机所在位置及 CT 检测室周围辐射剂量率监测的结果见表 8.6-1, 对湖西 Z 基地 1 台工业 CT 机所在位置及 CT 检测室周围辐射剂量率监测的结果见表 8.6-2, 对湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机所在位置及 CT 检测室周围辐射剂量率监测的结果见表 8.6-3。监测报告见附件 6。

表 8.6-1 工程中心 CT 机周围 X-γ辐射剂量率

编号	监测点位描述	检测结果 (nSv/h)
★1	CT 机计划迁入位置	
★2	CT 机北侧模切区域	
★3	CT 机东侧阴极备料区域	
★4	CT 机南侧模切区域	
★5	西侧车间外走廊	
★6	北侧车间外走廊	
★7	东侧涂布车间	
★8	南侧阳极备料车间	
★9	楼上仓储区域	
★10	西侧车间内走廊	

表 8.6-2 湖西 Z 基地 CT 检测室周围 X-γ辐射剂量率

编号	监测点位描述	检测结果 (nSv/h)
▲1	工业 CT 机所在位置 (CT 室内)	
▲2	CT 机房操作台 (CT 室内)	
▲3	CT 机房南侧原辅料仓库 (CT 室外)	
▲4	CT 机房西侧仪器仓库 (CT 室外)	
▲5	CT 机房北侧空压机房 (CT 室外)	
▲6	CT 机房东侧阴极溶液房 (CT 室外)	

表 8.6-3 湖 EV 厂区 CT 检测室周围 X-γ辐射剂量率

编号	监测点位描述	检测结果 (nSv/h)
▲1	1#工业 CT 机所在位置 (CT 室内)	
▲2	2#工业 CT 机所在位置 (CT 室内)	
▲3	3#工业 CT 机所在位置 (CT 室内)	
▲4	CT 机房操作区 (CT 室内)	
▲5	CT 机房东侧托盘仓库 (CT 室外)	
▲6	CT 机房南侧卷筒放置区 (CT 室外)	
▲7	CT 机房西侧走廊 (CT 室外)	
▲8	CT 机房北侧托盘仓库 (CT 室外)	
▲9	CT 机房楼上卷绕车间 (CT 室外)	

表 8.6-1、表 8.6-2、表 8.6-3 的监测结果表明，宁德时代新能源科技股份有限公司 5 台 METROTOM 1500 225kV G3 型断层扫描仪搬迁后的工作场所工程中心周围环境 X- γ 辐射剂量率在 (***) nSv/h (换算后为***nGy/h) 之间、湖西 Z 基地周围环境 X- γ 辐射剂量率在***nSv/h (换算后为***nGy/h) 之间、湖西 E V 厂区周围环境 X- γ 辐射剂量率在***nSv/h (换算后为***nGy/h) 之间。处于福建省室外、室内辐射环境本底范围值内 (注：福建室外辐射环境本底范围值 39.4~399.1nGy/h，室内辐射环境本底范围值 70.9~351.7nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》)，辐射环境现状质量较好，基本未受到辐射污染的影响。

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 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）工作原理

X 射线断层检查仪基本工作原理为：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。

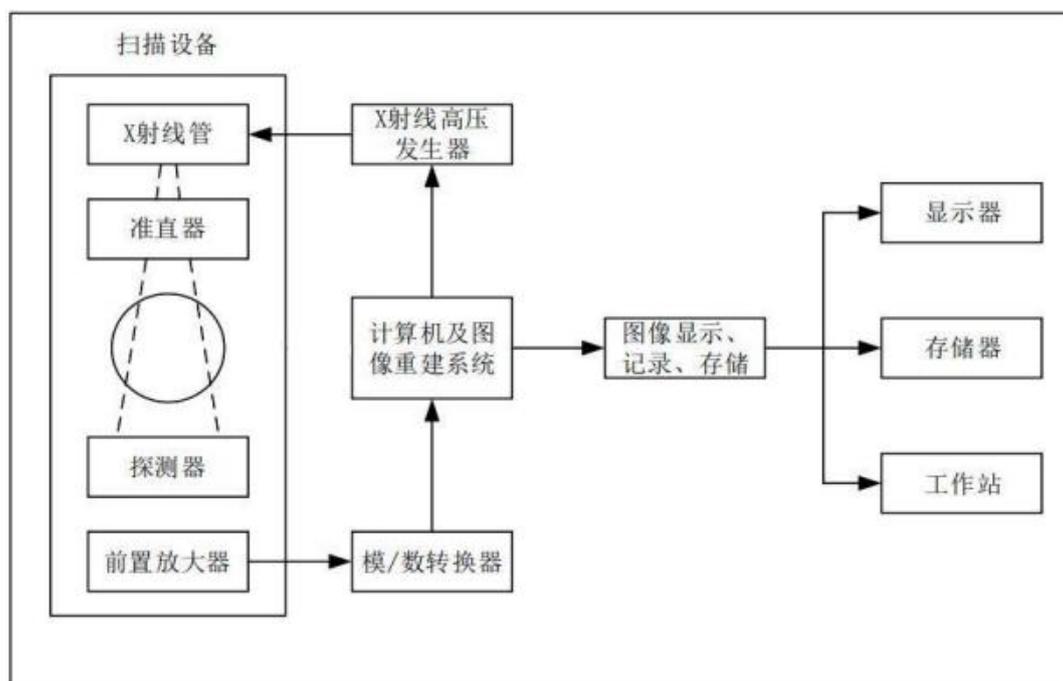


图 9.1-1 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）系统组成示意图

9.1.2 工程设备

本项目搬迁的 5 台设备型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 型，由德国卡尔蔡司公司生产，最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，最大功率为 500W。

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，外形设备长 2900mm，高 2440mm，宽 1810mm，设备组成见表 9.1-1。

表 9.1-1 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）主要设备组成表

系统	设备	作用
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
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
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
安全防护外罩（铅房）	钢-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 $\leq 1.0\mu\text{Sv/h}$ ，安全防护装置全方位保证操作人员的安全，集成标准隔振系统，确保系统运行稳定性
上下料托盘	上下料托盘	用精密定位机构，直接精确对接转台系统，实现工件的机外装夹及快速重复上下料
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
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
扫描及重建软件	扫描及重建软件	METROTOM OS 软件满足实时 CT 扫描及图像重建等多任务要求
其他软件	无损分析软件、统计分析软件	实现对测量数据的有效运用

9.1.3 工艺流程

本项目工业 CT 机检测流程如下：

①开机。进行产品检测前，操作人员需检查电源连接是否正常、检查所有屏蔽设施是否正常，确认无异常后依次打开电源开关和钥匙开关。

②设备初始化。

③放入受检工件。探伤作业人员打开防护门，将待检工件固定于工业 CT 的转台托盘内关好屏蔽门。

④在操作台前按操作规程操作工业 CT 机，先根据工件的具体情况对 X 射线

装置的各项参数进行设置，移动待检工件到检测位置。

⑤曝光，打开 X 射线，工业 CT 机开始对工件进行检测，X 射线束从固定方向对被测工件的断面进行扫描，被测工件可旋转各个角度，检测时间大约 5min~15min。

⑥保存图片。

⑦检测结束后，操作人员切断电源，关闭 X 射线设备，打开防护门，取出被检工件，继续进行下一个工件的检测工作。

本项目整个无损探伤检测过程由设备自动进行，设备开机期间工作人员在设备操作台上进行监控。本项目工艺流程如图 9.1-2。

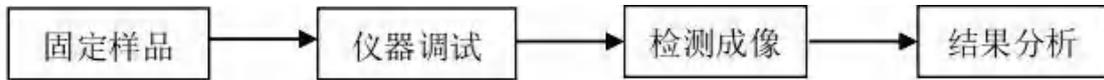


图 9.1-2 工艺流程图

X 射线断层检查仪（工业 CT 机）设备技术参数见表 9.1-2。

表 9.1-2 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）设备参数

设备型号	CT METROTOM 1500 225kV G3 型
生产厂家	德国卡尔蔡司公司
用途	无损检测
设备尺寸	长×宽×高=2900mm×1810mm×2440mm（主机）
防护门尺寸	宽 1.0m×高 1.9m
铅房屏蔽	设备底部和门采用三明治结构，以湖西 Z 基地的摆放为例，中间夹层为铅板、外表二层为钢板（3mm 钢板+5mmPb+3mm 钢板）；南侧板、北侧板、顶板和西侧板为 5mmPb+3mm 钢板；东侧（主射面）为 12mmPb+3mm 钢板。
最大管电压和最大管电流	225kV，3.0mA
成像方式	数字实时成像
射线源与探测器距离(mm)	1500
运动行程范围(mm)	X=1150Y=300Z=600
标准扫描测量范围（mm）	直径=330 高=270
主束方向	以湖西 Z 基地的摆放为例，主束方向为自西向东

9.2 源项描述

9.2.1 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，本项目所使用的 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，影响途径为 X 射线外照射。

(2) 非放射性污染

本项目 4 台 CT 机工作时最大管电压为 225KV，依据 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。

(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。

9.2.2 事故工况

工业 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：

(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。因此，工作人员应每次检查门-机联锁装置，防止事故的发生。当发生事故时工作人员应立即关闭电源减小事故的影响。

(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。此时工作人员应立即关闭电源，防止事故的发生。

(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

建设单位搬迁后的 5 台 CT 机分别位于工程中心 C2 一楼阴极备料车间（1 台）、湖西 Z 基地 Z2 生产厂房 1 楼 CT 检测室（1 台）、湖西 EV 厂区 H2 生产厂房 1 楼 CT 检测室（3 台）。

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。

由于这 5 台工业 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本次搬迁情况，搬迁项目分区如下：

工程中心 C2 一楼 1 台 CT 机：将 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区；将 CT 机外壳外 30cm 作为监督区边界。

湖西 Z 基地 Z2 一楼 1 台 CT 机以及湖西 EV 厂区 H2 一楼 3 台 CT 机：将 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区；将 CT 机室作为监督区边界。

本次搬迁的工业 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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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。

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

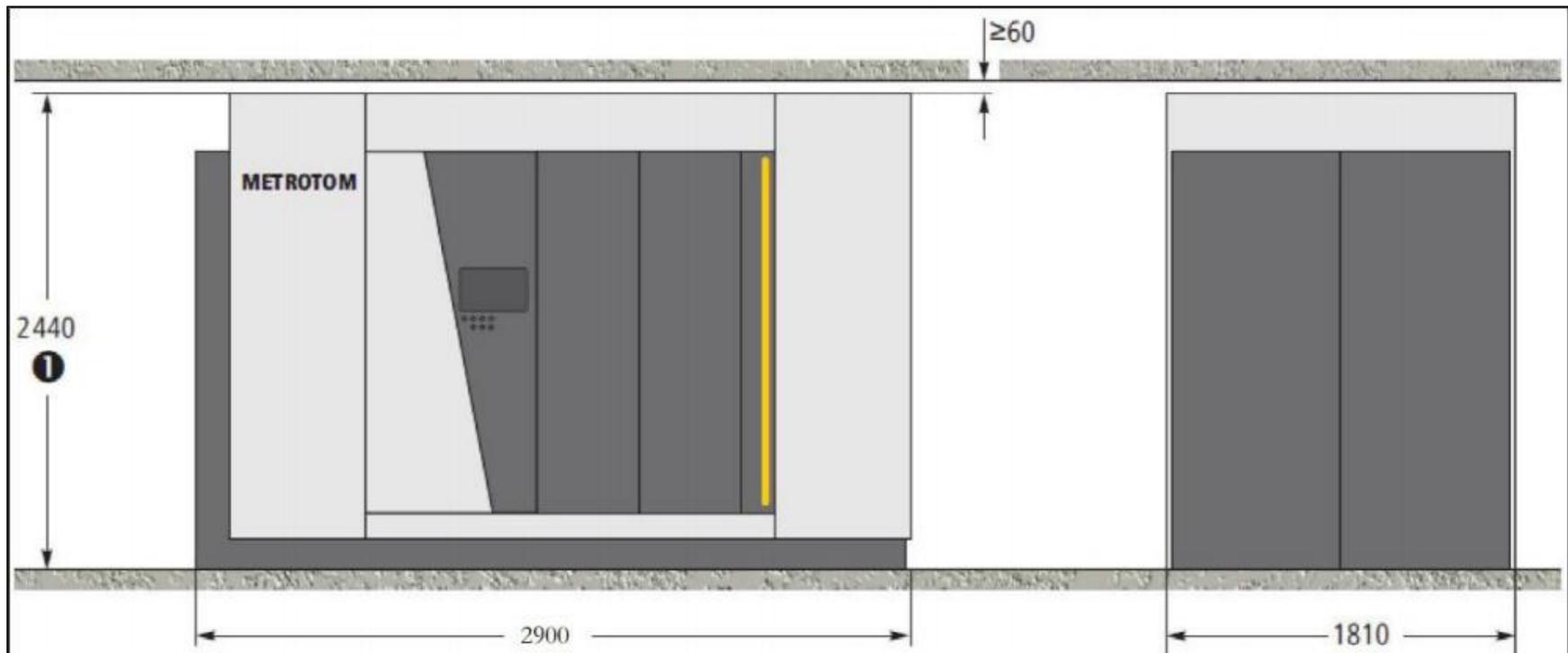
该项目拟搬迁的 5 台 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线断层检查仪属于 II 类射线装置，由蔡司公司生产，针对 X 射线源的最大能量和最大功率均作了 X 射线辐射屏蔽设计，该工业 CT 机的辐射源（X 射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽外壳内。外壳采用三明治结构，中间夹层为铅板，外表层为钢板，采用至少 5mm 铅板+3mm 钢板进行屏蔽，在 X 射线源一侧，屏蔽铅板最厚处高达 12.5mm 铅当量，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。屏蔽体结构和屏蔽参数见表 10.1-1。在进风口和出风口均有防护厚度均为 5mm 铅板+3mm 钢板防护，气流以导向后才进入室内，最大程度上避免射线泄漏。

蔡司生产的工业 CT 机出厂前，均由蔡司公司作为检测单位对设备表面剂量率进行检测，外表面辐射剂量率 $<1\mu\text{Sv/h}$ 。

设备外观如图 10.1-1 所示，CT 机剖面示意图见图 10.1-2、10.1-3，CT 机屏蔽体结构示意图见图 10.1-4~图 10.1-6。设备厂商提供的防护参数说明见附件 8。



图 10.1-1 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线断层检查仪外观



正视图和侧视图/ M 1:50 /所有尺寸以 mm 为单位

图 10.1-2 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线 CT 机剖面示意图

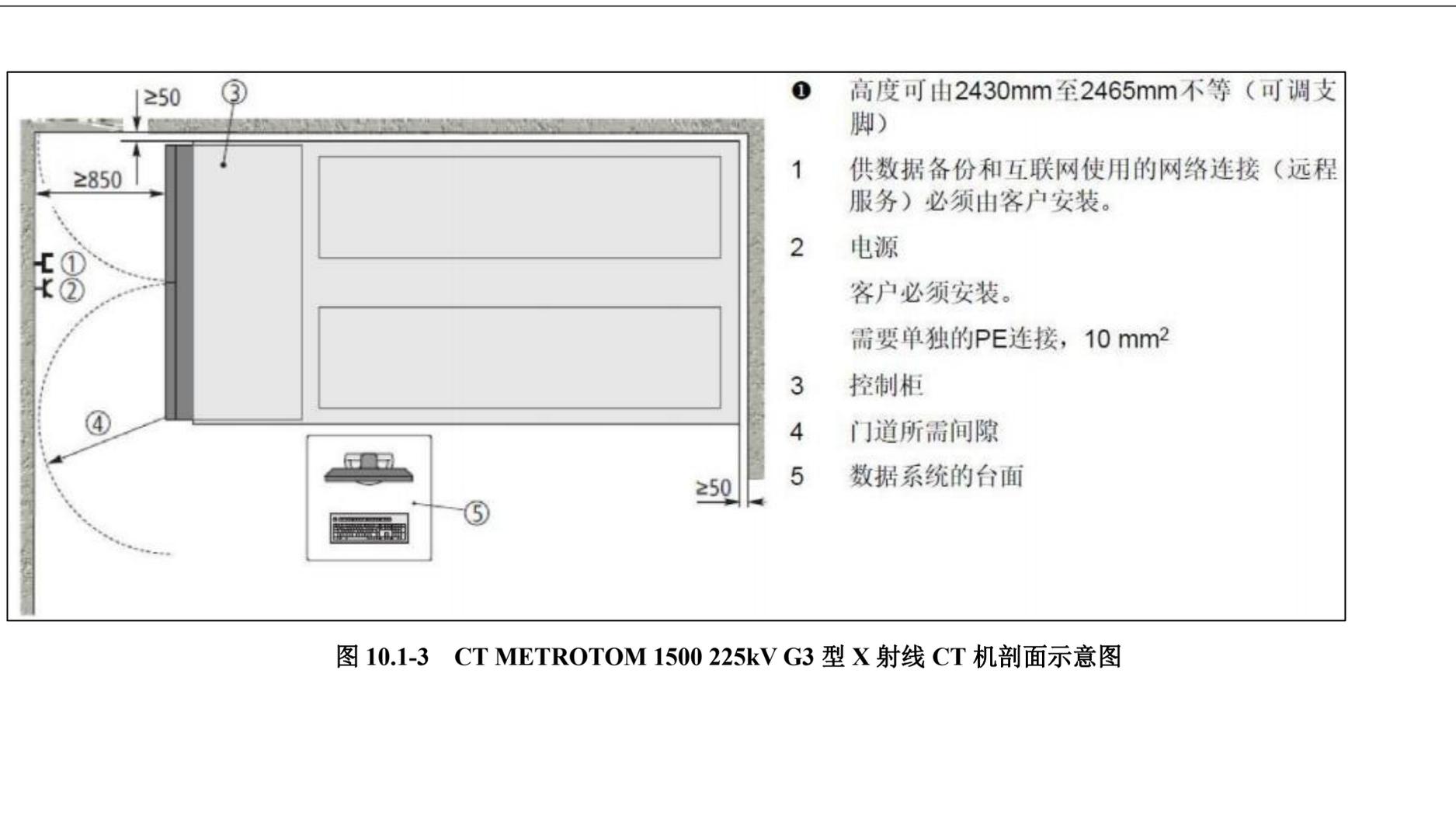


图 10.1-3 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线 CT 机剖面示意图

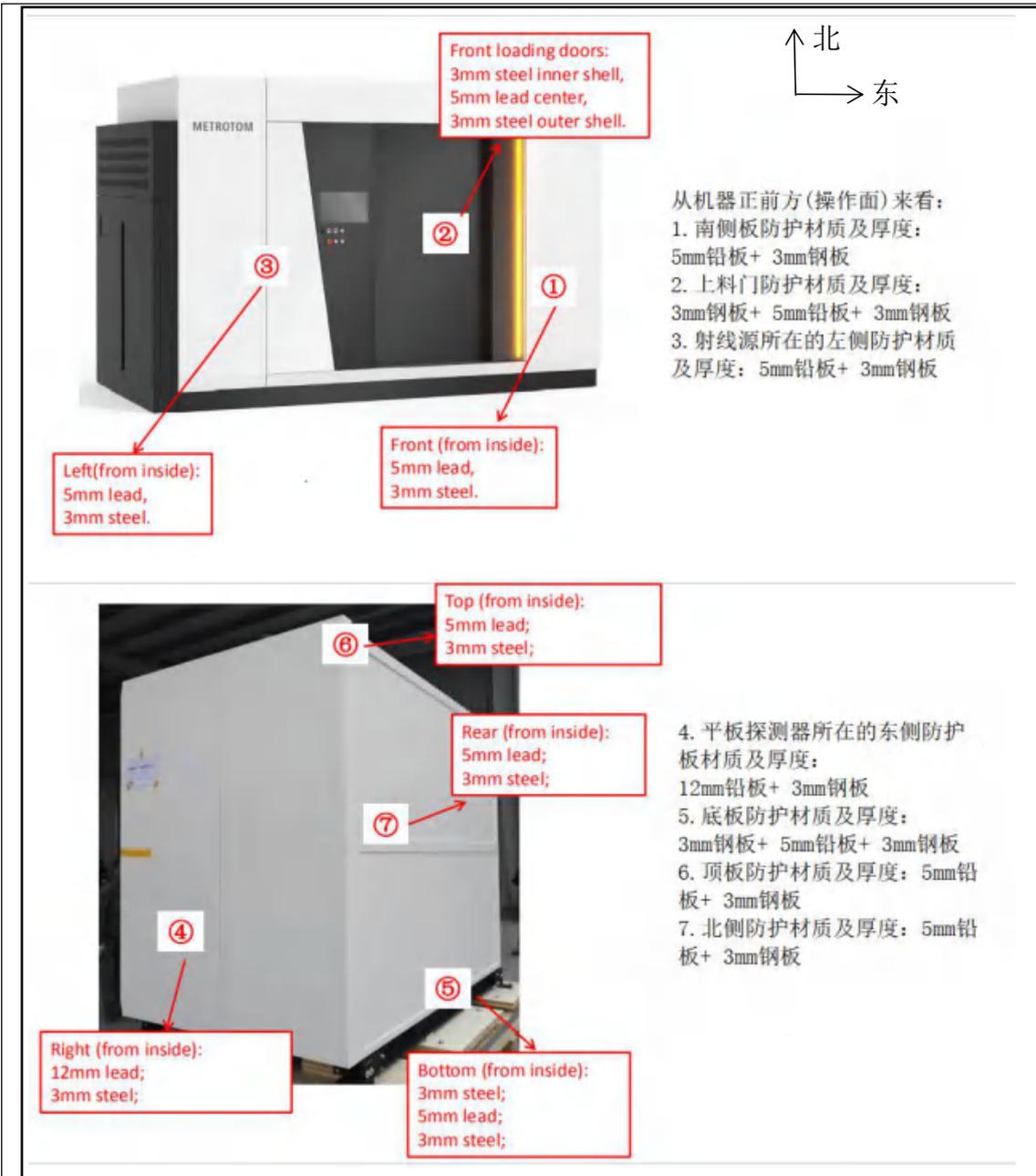
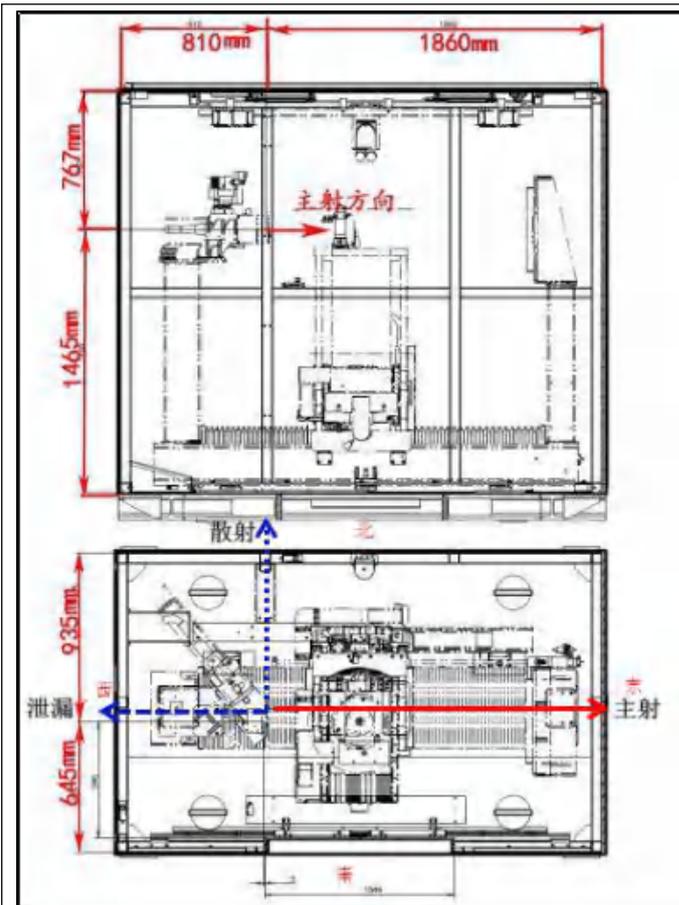


图 10.1-4 铅房各个方向屏蔽厚度示意图



图 10.1-5 X 射线舱 (铅房内) 示意图



如左图,从机器正前方(操作面)来看,射线逸出口距离防护铅房各个方向的距离为:

- 1.距右侧防护铅板(平板探测器侧)为1860mm;
- 2.距左侧防护铅板为810mm;
- 3.距底部防护铅板为1465mm;
- 4.距顶部防护铅板为767mm;
- 5.距后方防护铅板为935mm;
- 6.距前方(操作侧)防护铅板为645mm。

图 10.1-6 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 X 射线 CT 机屏蔽体结构示意图

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=2900mm×1810mm×2440mm	/
前部(防护门侧)	5mmPb+3mm 钢板	5.5mmPb
防护门	3mm 钢板+5mmPb+3mm 钢板	6mmPb
后部	5mmPb+3mm 钢板	5.5mmPb
左部	5mmPb+3mm 钢板	5.5mmPb
右部	12mmPb+3mm 钢板	12.5mmPb(主射面)
顶部	5mmPb+3mm 钢板	5.5mmPb
底部	3mm 钢板+5mmPb+3mm 钢板	6mmPb

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

本项目搬迁的的 5 台 X 射线装置均带有门-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

本项目搬迁的 5 台 X 射线装置均带有急停按钮，紧急按钮设置处无任何遮挡物存在，发生紧急情况的时候任何人可以通过快速按下此按钮来达到保护的目，同时制台的密码锁可以保证无关人员在未授权情况下，无法操作设备。



图 10.1-7 急停按钮

(3) 警告标志及工作状态指示灯

该设备自带工作指示灯，X 射线出束时红色指示灯将闪动进行警示。X 射线断层检查仪所在的 X 射线断层扫描检测室门口上设有电离辐射警告标志。



图 10.1-8 警告标志及工作状态指示灯

(4) 通风装置

防护房内采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，每台 CT 设备配置有两个风扇，单个风扇排风量为 900m³/h，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 10.1-9 通风装置

(5) 监测设备

①公司有 CT 机的厂区应至少配备一台便携式剂量仪。CT 机开始工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在 CT 机工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

②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。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

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。

10.2 辐射安全和防护分析

为分析本项目工业 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 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117—2015)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 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)	本项目方案	符合情况
3.1.2.1 控制台应设置有 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。	本项目工业 CT 机控制台显示屏设有显示相关参数和状态的界面。	符合
3.1.2.2 控制台应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	本项目工业 CT 机控制台设有高压接通时的指示装置。	符合
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	本项目工业 CT 机设备设有门-机联锁装置，当门未全部	符合

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。	关闭时不能开机曝光。	
3.1.2.4 控制台应设有钥匙开关，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。	本项目工业 CT 机设有钥匙开关，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。	符合
3.1.2.5 控制台应设置紧急停机开关。	本项目工业 CT 机控制台处设有急停按钮。	符合
3.1.2.6 控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	检测室门口上设有电离辐射警告标志、工作状态指示灯等和禁止非授权使用的警告标识。	符合
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。	本项目工业 CT 机主射方向与操作方向不在同一侧。	符合
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。	本项目以工业 CT 机为控制区边界，以 CT 室为控制区。	符合
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。	本项目工业 CT 机设备设有门-机联锁装置	符合
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。	检测室门口上设有工作状态指示灯	符合
4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	本项目工作状态指示灯与工业 CT 机设有联锁装置。	符合
4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	检测室门口上设有工作状态指示灯	符合
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。	本项目在工件进入和离开防护门上设有电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
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。	本项目工业 CT 机控制台上设有紧急停机按钮。	符合
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。	本项目工业 CT 机每台配置两个风扇，每小时通风换气次数不少于 3 次。	符合
4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位拟为本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

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。	公司定期委托外单位对辐射设备周边区域进行检测。	符合
4.2.3 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。	建设单位拟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，违者将进行相应处罚。	符合
4.2.4 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。	探伤工作人员均正确佩戴个人剂量计等辐射防护装置。	符合
4.2.5 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。	本项目工业 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。	符合

10.2 三废的治理

本次评价搬迁的的 4 台 CT 机每台 CT 设备配置有两个风扇，单个风扇排风量为 900m³/h，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。

10.3 环保投资

搬迁项目 5 台工业 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 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	5	仪器自带
	店里辐射警告标志	5	
	工作状态指示灯	5	
	急停按钮	5	
	安全锁装置	5	
其他	个人剂量片	14 个	12

	便携式辐射剂量仪	2 套	公司现有
	个人剂量片委托监测费用	/	7
	工业 CT 机周围委托监测费用	/	7
	辐射安全培训费用	/	14
合计	/	/	40

本项目总投资 2780 元，其中环保投资 40 万元，占总投资的 1.44%。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 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

宁德时代新能源科技股份有限公司搬迁的 5 台工业 CT 机仅在运行期会产生辐射污染，无放射性废气、废水和固体废弃物产生。建设期不涉及 X 射线装置的使用，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

本项目搬迁的 5 台工业 CT 机的主要环境污染因子是能量流形式的 X 射线，型号为 CT METROTOM 1500 225kV G3 型，设备基本工作参数见表 11.2-1。

表 11.2-1 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）工作参数

设备型号	CT METROTOM 1500 225kV G3
最大管电压, kV	225
最大管电流, mA	3.0
X 射线机光电管正常工作时的电压范围, kV	190-220
X 射线机光电管正常工作时的电流范围, mA	1.8-2.5
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
最大扫描区域	330mm×870mm

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}_e

\dot{H}_e 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：

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

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 \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 工程中心工业 CT 机外关注点剂量率理论计算

(1) 有用线束

工程中心工业 CT 机主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表 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
CT 机东 侧外 30cm							

(2) 非有用线束

①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	除主射方向及底部方向外的其他方位
X (mmPb)	
TVL (mm)	
B	

②泄漏辐射

表 11.2-4 设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（泄漏辐射）

点位	B	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
CT 机西侧外 30cm				
CT 机南侧外 30cm				
CT 机北侧外 30cm				
CT 机顶侧外 30cm				

③散射辐射

表 11.2-5 设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（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} $(\mu\text{Sv/h})$
CT 机西侧外 30cm						
CT 机南侧外 30cm						

CT 机北侧外 30cm					
CT 机顶侧外 30cm					

(6) 非有用线束方向关注点处剂量率

表 11.2-6 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
CT 机西侧外 30cm (室内)					
CT 机南侧外 30cm (室内)					
CT 机北侧外 30cm (室内)					
CT 机顶部外 30cm (室内)					

结论：由表 11.2-2，表 11.2-6 的剂量率估算结果可知，关注点最大剂量率为 $***\mu\text{Sv/h}$ ($<2.5\mu\text{Sv/h}$)，因此工程中心 1 台工业 CT 机外关注点的剂量率符合剂量参考控制水平的要求。

11.2.1.3 湖西 Z 基地工业 CT 机外关注点剂量率理论计算

湖西 Z 基地一台 CT 机的摆放位置、距离、主束方向见图 11.2-1。

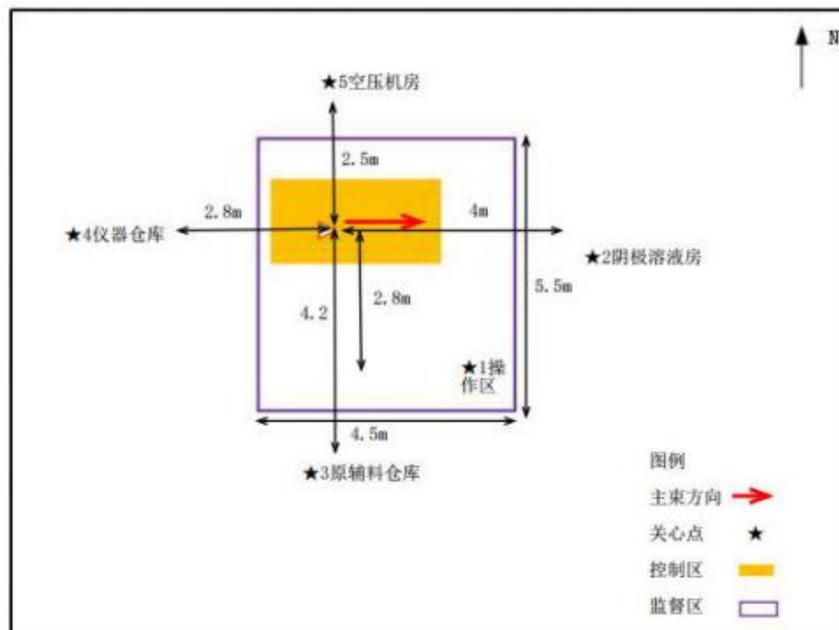


图 11.2-1 湖西 Z 基地 CT 机的摆放位置图

如图 11.2-1 所示，湖西 Z 基地工业 CT 机有用射束朝东，故理论计算时，工

业 CT 机东侧按有用线束方向计算，其余方位按散射和泄漏辐射计算。

(1) 有用线束

湖西 Z 基地工业 CT 机主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表 11.2-7。

表 11.2-7 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)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e $\mu\text{Sv/h}$	是否达标
CT 机东侧外 30cm							
CT 室东侧外 阴极溶液房							

(2) 非有用线束

①屏蔽透射因子

表 11.2-8 屏蔽透射因子计算参数及结果

参数	除主射方向及底部方向外的其他方位
X (mmPb)	
TVL (mm)	
B	

注：各因子的取值见表 11.2-2 “注”。

②泄漏辐射

表 11.2-9 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} ($\mu\text{Sv/h}$)
CT 机南侧外 30cm (室内)				
CT 机西侧外 30cm (室内)				
CT 机北侧外 30cm (室内)				
CT 机顶部外 30cm (室内)				
CT 机操作区 (室内)				
CT 室南侧外原辅料仓库 (室外)				
CT 室西侧外仪器仓库 (室外)				

CT室北侧外空压
机房（室外）

注：各因子的取值见表 11.2-4 “注”。

③散射辐射

表 11.2-10 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)	$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$	H ($\mu\text{Sv/h}$)
CT机南侧外 30cm（室内）						
CT机西侧外 30cm（室内）						
CT机北侧外 30cm（室内）						
CT机顶部外 30cm（室内）						
CT机操作区（室 内）						
CT室南侧外原 辅料仓库（室外）						
CT室西侧外仪 器仓库（室外）						
CT室北侧外空 压机房（室外）						

注：各因子的取值见表 11.2-5 “注”。

(6) 非有用线束方向关注点处剂量率

表 11.2-11 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
CT机南侧外 30cm （室内）					
CT机西侧外 30cm （室内）					
CT机北侧外 30cm （室内）					
CT机顶部外 30cm （室内）					
CT机操作区(室内)					

CT室南侧外原辅料仓库（室外）				
CT室西侧外仪器仓库（室外）				
CT室北侧外空压机房（室外）				

结论：由表 11.2-7、表 11.2-11 的剂量率估算结果可知，关注点最大剂量率为*** $\mu\text{Sv/h}$ ($<2.5\mu\text{Sv/h}$)，因此湖西 Z 基地一台工业 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 湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机外关注点剂量率理论计算

湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机的摆放位置、距离、主束方向见图 11.2-3。

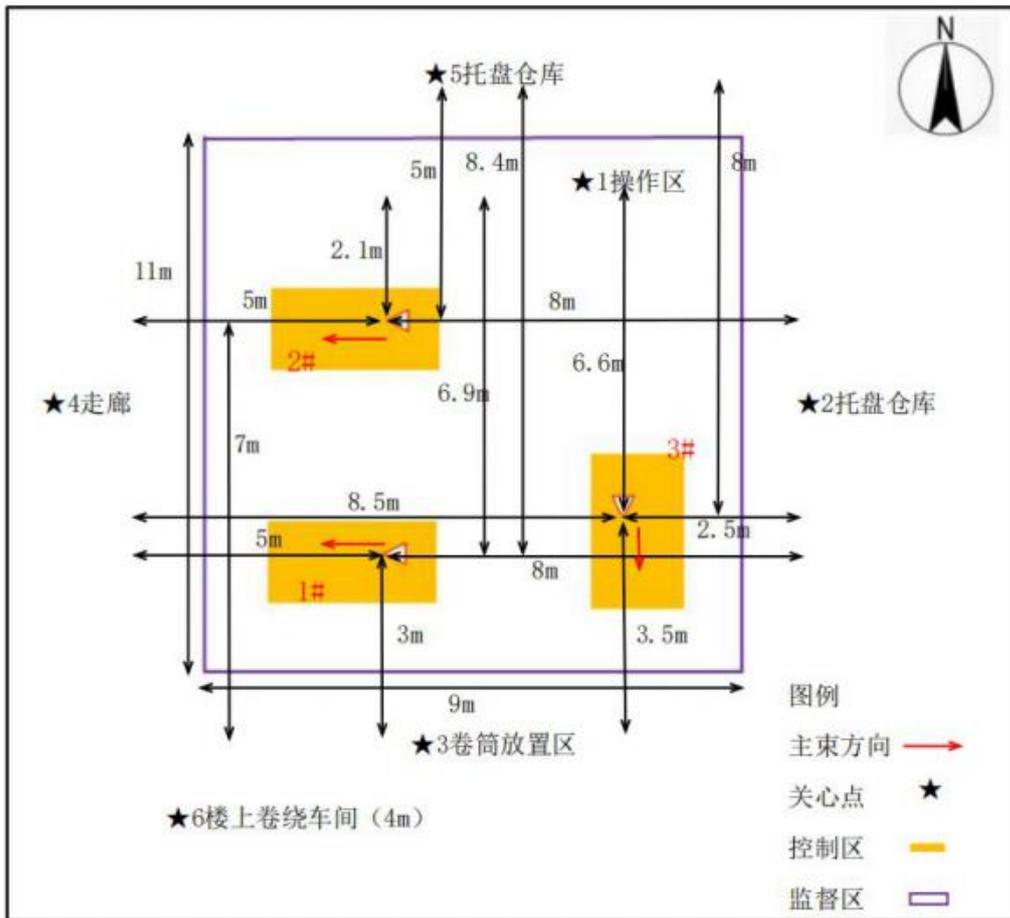


图 11.2-2 湖西 EV 厂区 CT 机的摆放位置图

如图 11.2-3 所示，1#、2#工业 CT 机有用射束朝西、3#工业 CT 机有用射束朝南。故理论计算时：

- ①1#、2#CT 机西侧外 30cm 按有用线束方向计算，1#、2#CT 机南侧、北侧、东侧外 30cm 按散射和泄漏辐射计算；

②3#CT 机南侧外 30cm 按有用线束方向计算，3#CT 机西侧、北侧、东侧外 30cm 按散射和泄漏辐射计算；

③CT 室操作区及 CT 室外关注点的辐射剂量率按照南侧、西侧为有用线束、泄漏辐射及散射辐射三者叠加计算，东侧、北侧、顶部关注点的辐射剂量率按照泄漏辐射及散射辐射叠加计算。

(1) 有用线束

各台设备主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表 11.2-12。

表 11.2-12 设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（主射线）

点位	I (mA)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e $\mu\text{Sv/h}$	是否达标
1#CT 机西侧外 30cm							
2#CT 机西侧外 30cm							
3#CT 机南侧外 30cm							

注：各因子的取值见表 11.2-2 “注”。

(2) 非有用线束

①屏蔽透射因子

表 11.2-13 屏蔽透射因子计算参数及结果

参数	除主射方向及底部方向外的其他方位
X (mmPb)	
TVL (mm)	
B	

注：各因子的取值见表 11.2-3 “注”。

②泄漏辐射

表 11.2-14 设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（泄漏辐射）

点位	B	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1#、2#CT 机北侧外 30cm、 3#CT 机西侧外 30cm				
1#、2#CT 机东侧外 30cm、 3#CT 机北侧外 30cm				
1#、2#CT 机南侧外 30cm、 3#CT 机东侧外 30cm				

1#、2#、3#CT 机顶部外 30cm				
----------------------	--	--	--	--

注：各因子的取值见表 11.2-4 “注”。

③ 散射辐射

表 11.2-15 设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（散射辐射）

点位	I (mA)	B	\dot{H}_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ (mA·h)	R_s (m)	$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1#、2#CT 机北侧外 30cm、 3#CT 机西侧外 30cm						
1#、2#CT 机东侧外 30cm、 3#CT 机北侧外 30cm						
1#、2#CT 机南侧外 30cm、 3#CT 机东侧外 30cm						
1#、2#、3#CT 机顶部外 30cm						

注：各因子的取值见表 11.2-5 “注”。

④ 非有用线束方向设备外表面 30cm 处关注点处剂量率

表 11.2-16 非有用线束设备外表面 30cm 处屏蔽效果预测（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
1#、2#CT 机北侧外 30cm、 3#CT 机西侧外 30cm					
1#、2#CT 机东侧外 30cm、 3#CT 机北侧外 30cm					
1#、2#CT 机南侧外 30cm、 3#CT 机东侧外 30cm					
1#、2#、3#CT 机顶部外 30cm					

⑤ 3 台工业 CT 机同时运行时关注点的辐射剂量率预测

表 11.2-17 3 台工业 CT 机同时运行时关注点的辐射剂量率

点位	辐射源	辐射类型	辐射源点至 关注点的距 离 (m)	剂量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_e $\mu\text{Sv/h}$	是否 达标
★1 北侧操作 区（室内）	1#CT 机	泄漏、散射					
	2#CT 机						
	3#CT 机						

★2 东侧托盘 仓库（室外）	1#CT 机	泄漏、散射					
	2#CT 机						
	3#CT 机						
★3 南侧卷筒 放置区（室 外）	1#CT 机	泄漏、散射					
	2#CT 机						
	3#CT 机	有用线束					
★4 西侧走廊 （室外）	1#CT 机	有用线束					
	2#CT 机	有用线束					
	3#CT 机	泄漏、散射					
★5 北侧托盘 仓库（室外）	1#CT 机	泄漏、散射					
	2#CT 机						
	3#CT 机						
★6 楼上卷绕 车间（室外）	1#CT 机	泄漏、散射					
	2#CT 机						
	3#CT 机						

结论：由表 11.2-12、表 11.2-16 及表 11.2-17 的剂量率估算结果可知，关注点最大剂量率为*** $\mu\text{Sv/h}$ ($<2.5\mu\text{Sv/h}$)，因此湖西 EV 厂区 3 台工业 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) 工程中心 1 台工业 CT 机的人员受照剂量估算

根据宁德时代新能源科技股份有限公司提供资料可知，CT METROTOM 1500 225kV G3 型 CT 机每台操作人员为 4 人（2 人 1 班），本项目运行后该装置每天运行时间 4~6 小时，以 6 小时计，操作人员每周工作 6 天，年工作 288 天，共 1368h，放射工作人员在距装置 0.3m 以外进行操作。（根据工作制度安排，平均每人每周工作 3 天，每年工作 684 个小时）。

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 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 11.2-18。

表 11.2-18 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)
东（阴极备料区域）	公众人员						
西（操作工位）	辐射工作人员						
西（内侧走廊）	公众人员						
南（模切机）	公众人员						
北（模切区域）	公众人员						
顶侧（仓库）	公众人员						

①由表 11.2-18 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为*** $\mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量叠加值为*** mSv/a ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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*** μ Sv/周，年有效剂量叠加值为***mSv/a，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 μ 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。

（3）湖西 Z 基地 1 台工业 CT 机的人员受照剂量估算

根据宁德时代新能源科技股份有限公司提供资料可知，湖西 Z 基地 1 台工业 CT 机操作人员为 2 人，本项目运行后该装置每天运行时间约为 6h，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，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，公众人员主要为工业 CT 装置 50m 范围内其他人员。分别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 11.2-19。

表 11.2-19 湖西 Z 基地工作人员及公众成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 H (μ Sv/h)	居留因 子 (T)	周剂量 H(μ Sv/ 周)	年剂量 H (mSv/a)
东（阴极 溶液房）	公众人员						
南（原辅 料仓库）	公众人员						
南（操作 区）	辐射工作 人员						
西（仪器 仓库）	公众人员						
北（空压 机房）	公众人员						

①由表 11.2-19 可知，湖西 Z 基地 1 台 CT 机最大工况运行时，CT 室工作人员职业照射的周有效剂量为*** μ Sv/周，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中职业人员在关注点的周剂量参考控制水平不大于 100 μ Sv/

周；年有效剂量最大为***mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员的目标管理限值，即 5mSv/a。

②由表 11.2-19 可知，公众人员受照射的周有效剂量最大值位于 CT 机东侧阴极溶液房，非辐射工作人员的受辐射照射的周有效剂量为*** μ Sv/周，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中对公众在关注点的周剂量参考控制水平不大于 5 μ Sv/周的要求；年有效剂量值为***mSv/a，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对本项目公众的目标管理限值，即 0.25mSv/a。

（3）湖西 EV 厂区 3 台设备同时运行时剂量估算

根据宁德时代新能源科技股份有限公司提供资料可知，湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机操作人员共为 9 人，本项目运行后每台装置每天运行时间约为 6h，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，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，公众人员主要为工业 CT 装置 50m 范围内其他人员。分别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 11.2-20。

表 11.2-20 工作人员及公众成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 H (μSv/h)	居留 因子 T	周剂量 H(μSv/ 周)	年剂量 H (mSv/a)
北侧操作 区（室内）	辐射工作 人员						
东侧预留 区（室外）	公众人员						
南侧预留 区（室外）	公众人员						
西侧走廊 （室外）	公众人员						
北侧预留 区（室外）	公众人员						
楼上卷绕 车间（室 外）	公众人员						

①由表 11.2-20 可知，湖西 EV 厂区 3 台 CT 机最大工况运行时，CT 室工作人员职业照射的周有效剂量为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中职业人员在关注点的周剂量参考控制水平不大于 100 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；年有效剂量为*** mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员的目标管理限值，即 5 mSv/a 。

②由表 11.2-20 可知，公众人员受照射的周有效剂量最大值位于 CT 机楼上卷绕车间，公众人员的受辐射照射的周有效剂量最大为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中对公众在关注点的周剂量参考控制水平不大于 5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 的要求；年有效剂量值最大为*** mSv/a ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对本项目公众的目标管理限值，即 0.25 mSv/a 。

11.2.2 拟搬迁 CT 机验收情况

11.2.2.1 工程中心 1 台工业 CT 机验收情况

工程中心 1 台 CT 机于 2021 年 1 月通过竣工环境保护验收，验收监测结果见表 11.2-21，监测点位见图 11.2-3。

表 11.2-21 工业 CT 机周围环境 X- γ 辐射剂量率监测

点位编号	点位名称	X 射线剂量当量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		
		开机状态	关机状态	净剂量率
▲1	铅房东侧外 30cm			
▲2	铅房北侧外 30cm			
▲3	铅房西侧外 30cm			
▲4	铅房南侧外 30cm			
▲5	设备操作位			
▲6	X 射线断层扫描实验室目检区			
▲7	X 射线断层扫描实验室西侧软包车间			
▲8	X 射线断层扫描实验室东侧入口			
▲9	X 射线断层扫描实验室南侧走廊			
▲10	X 射线断层扫描实验室北侧走廊			
▲11	X 射线断层扫描实验室东侧走廊			
▲12	X 射线断层扫描实验室楼下仓库			

▲13	X 射线断层扫描实验室楼上天台		
注：开机状态下：199kv，146μA，检测点位示意图见图 11-1。			

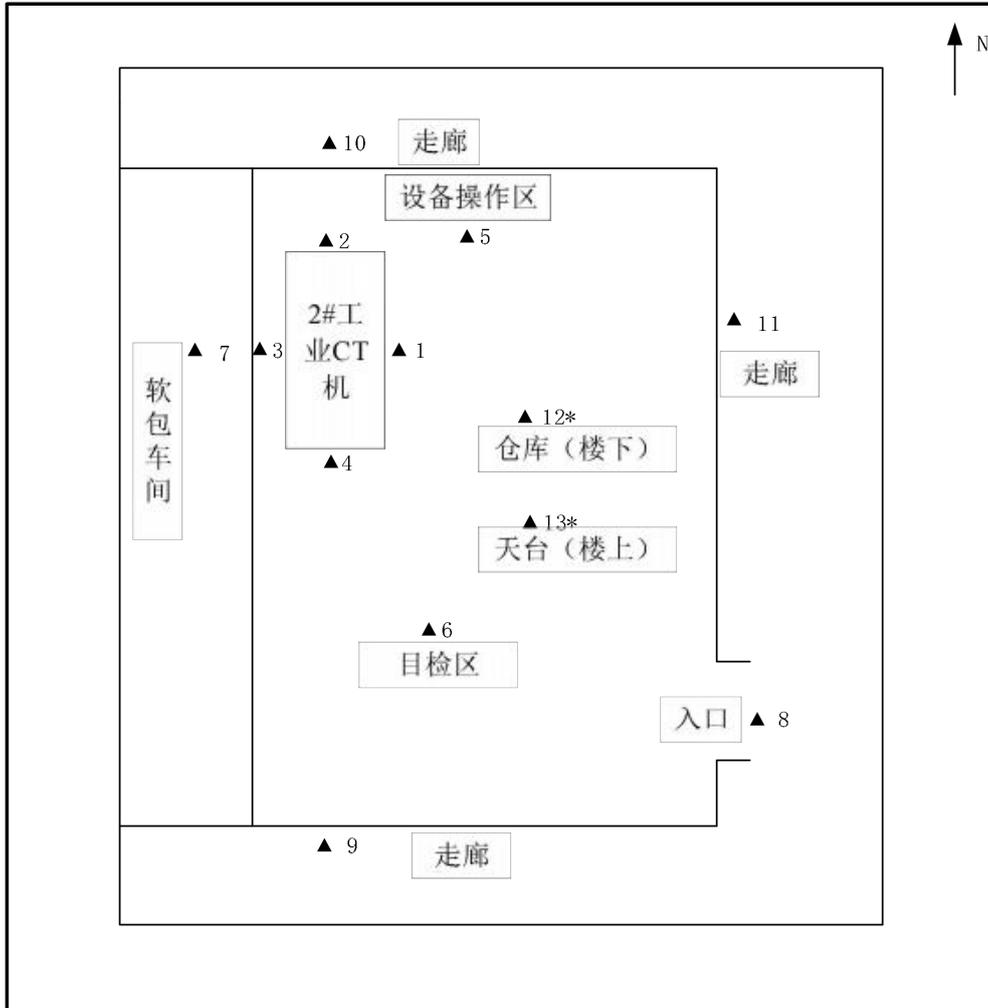


图 11.2-3 工程中心 1 台 CT 机监测点位示意图

验收数据年有效剂量分析：

根据表 11.2-21 分析可知，各点位最大净剂量率为***μSv/h，根据原先的工作制度，操作人员每周工作 6 天，年工作 288 天，共 864h，则计算得年有效剂量叠加值最大为***mSv/a，符合职业工作人员的剂量约束值的要求（≤5mSv/a）。

11.2.2.2 博发 4 台工业 CT 机验收情况

宁德时代博发产业园现有 7 台工业 CT 机，其中 4 台 CT 机（1#、2#、3#、4#）已通过竣工环境保护验收（验收意见见附件 5）（3 台未投入使用），验收

监测结果见表 11.2-22，验收监测点位见图 11.2-4。

表 11.2-22 检查仪周边剂量当量率监测结果

序号	监测地点	监测平均值 ($\mu\text{Sv/h}$)	监测工况
1	操作位		设备名称：X 射线断层检查仪 设备编号：1#CT 机 设备型号： CTMETROTOM1500 225kVG3 型 最大管电压：225kV 最大管电流：3mA 工作电压：220kV 工作电流：2.23mA
2	检查仪左侧屏蔽体外 5cm 处		
3	防护门左门缝 5cm 处		
4	防护门右门缝 5cm 处		
5	防护门上门缝 5cm 处		
6	防护门下门缝 5cm 处		
7	检查仪右侧屏蔽体外 5cm 处		
8	检查仪背面屏蔽体外 5cm 处		
9	检查仪楼上对应位置		
10	检查仪楼下对应位置		
11	操作位		设备名称：X 射线断层检查仪 设备编号：2#CT 机 设备型号： CTMETROTOM1500 225kVG3 型 最大管电压：225kV 最大管电流：3mA 工作电压：220kV 工作电流：2.23mA
12	检查仪左侧屏蔽体外 5cm 处		
13	防护门左门缝 5cm 处		
14	防护门右门缝 5cm 处		
15	防护门上门缝 5cm 处		
16	防护门下门缝 5cm 处		
17	检查仪右侧屏蔽体外 5cm 处		
18	检查仪背面屏蔽体外 5cm 处		
19	检查仪楼上对应位置		
20	检查仪楼下对应位置		
21	操作位		设备名称：X 射线断层检查仪 设备编号：3#CT 机 设备型号： CTMETROTOM1500 225kVG3 型 最大管电压：225kV 最大管电流：3mA 工作电压：220kV 工作电流：2.23mA
22	检查仪左侧屏蔽体外 5cm 处		
23	防护门左门缝 5cm 处		
24	防护门右门缝 5cm 处		
25	防护门上门缝 5cm 处		
26	防护门下门缝 5cm 处		
27	检查仪右侧屏蔽体外 5cm 处		
28	检查仪背面屏蔽体外 5cm 处		
29	检查仪楼上对应位置		
30	检查仪楼下对应位置		
31	操作位		设备名称：X 射线断层检查仪 设备编号：4#CT 机 设备型号： CTMETROTOM1500 225kVG3 型 最大管电压：225kV 最大管电流：3mA
32	检查仪左侧屏蔽体外 5cm 处		
33	防护门左门缝 5cm 处		
34	防护门右门缝 5cm 处		
35	防护门上门缝 5cm 处		
36	防护门下门缝 5cm 处		
37	检查仪右侧屏蔽体外 5cm 处		
38	检查仪背面屏蔽体外 5cm 处		

39	检查仪楼上对应位置	工作电压：220kV
40	检查仪楼下对应位置	工作电流：2.23mA

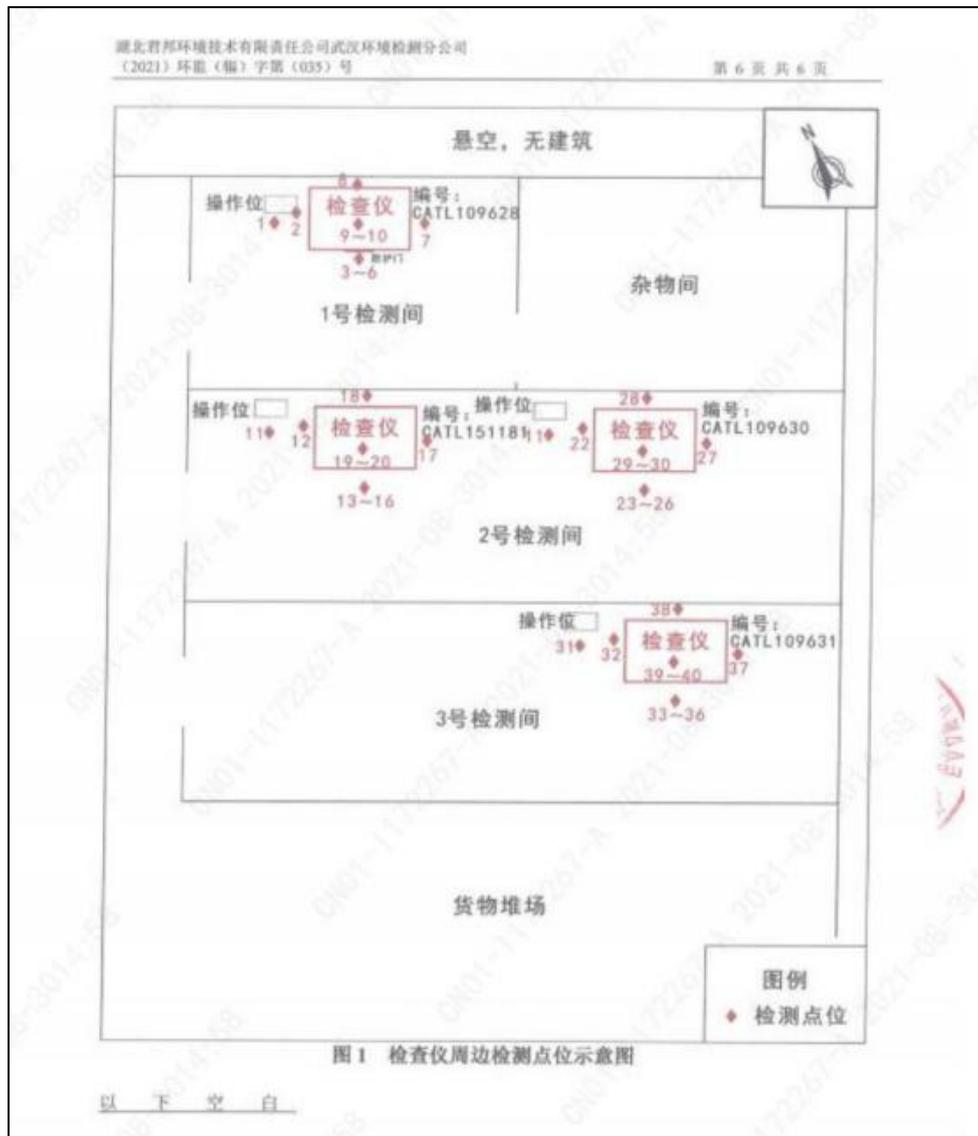


图 11.2-4 验收监测点位图

验收数据年有效剂量分析

由表 11.2-22 可知，各个点位辐射剂量率最大为*** $\mu\text{Sv/h}$ ，参考本次搬迁项目工作时间，操作人员每天工作 6h，每周工作 6 天，年工作 288 天，共 1728h/年，则计算得年有效剂量叠加值最大为*** mSv/a ，符合职业工作人员的剂量约束值的要求 ($\leq 5\text{mSv/a}$)。

11.2.3 非辐射环境影响分析

X 射线断层检查仪（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。

11.3 事故影响分析

本项目 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）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修联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作并佩戴个人剂量片，每次开机前必须要确认联锁系统工作正常，才能进行开机运行。

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 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

宁德时代新能源科技股份有限公司根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号）的有关规定，成立了辐射安全与环境保护管理领导小组（见附件 10），并明确成员和各成员的职责，加强辐射防护监督管理。

依据环境保护部 18 号部令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定，以及该项目的射线装置的分类，本项目的操作人员与辐射防护负责人应接受初级辐射安全培训，并持证上岗。宁德时代新能源科技股份有限公司 5 台 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）搬迁项目辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并已取得培训合格证书。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号）：一、自 2020 年 1 月 1 日起，各级生态环境部门不再对从事辐射安全培训的单位进行评估和推荐，不再要求从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活动的人员参加以上单位组织的辐射安全培训。有相关培训需求的人员可通过我部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。二、自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过我部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目 5 台工业 CT 机的操作人员共有 15 人，可在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行自觉与考试，并要求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，宁德时代新能源科技股份有限公司应制定《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》以及其演练记录、《突发事件应急措施管理规定》等相关管理制度。

目前宁德时代新能源科技股份有限公司已制定了《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》、《X 射线装置管理组织架构》等，详见附件 11~附件 16。

12.3 辐射监测

公司使用的工业 CT 机主要用于产品的无损检测，在利用 X 射线对产品无损检测的同时，对周围环境及人员产生电离辐射影响。根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，公司须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保辐射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。为保护环境和辐射工作人员及公众健康，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》(H/T61-2001)、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)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

公司将所有辐射工作人员配备个人剂量计，开展个人剂量监测。监测工作委托有资质的放射防护技术服务机构承担。个人剂量监测期内，个人剂量计每季度检测一次。各有关部门放射防护管理人员收齐本部门辐射工作人员的个人剂量计后交至公司更换佩戴个人剂量计，公司统一将个人剂量计送至有资质机构检测并领取新的个人剂量计，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告发放辐射安全许可证的机关。剂量监测结果一般每季度由公司向各有关部门通报一次；当剂量监测结果有异常，公司通知具体辐射工作人员及部门分管领导。公司将建立完善的辐射工作人员的个人剂量档案，个人剂量监测档案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。个人剂量监测档案终生保存。

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 号令，2011 年）的规定，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。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。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、工作场所和周围环境的监测

监测频率：每年委托有资质的单位监测一次，平时每个月自主监测一次；

监测位置：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。（详见附表一）

监测方式：首先对CT自屏蔽铅室进行周围辐射水平的巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置也应定点进行监测。

公司配置X-γ剂量率测量仪，对射线装置房周围环境进行监测，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15），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。

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X-γ剂量监测仪。 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）相关规定。
2	管理制度	①《X射线检测系统操作指导书》。 ②《X射线装置管理组织架构》。 ③《放射工作人员岗位职责》。 ④《人员培训计划、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》。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定。

3	环境监测	①工作场所及周围环境 γ 剂量率监测。 ②职业人员必须佩带个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)职业照射、公众照射限值等相关规定。符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)相关规定。
---	------	--	--

12.6 结论

本次搬迁项目为将工程中心 C2 四楼 1 台已验收的工业 CT 机搬迁至工程中心 C2 一楼；将博发产业园中已验收的 2#工业 CT 机搬迁至湖西 Z 基地 Z2 生产厂房 1 楼、未验收的 5#、6#、7#工业 CT 机搬迁至湖西 EV 厂区 H2 生产厂房 1 楼。

(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 CT METROTOM 1500 225kV G3 型 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 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)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

①工程中心 1 台工业 CT 机

由理论估算可知，工程中心 1 台工业 CT 机对工作人员职业照射的最大周有效剂量值为*** μ Sv/周，对公众照射的最大周有效剂量值为*** μ Sv/周，符合“工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中对职业人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周。本项目工业 CT 机运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为***mSv/a，对公众照射的最大年有效剂量值为***mSv/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：5mSv/a；公众人员 0.25mSv/a)。

②湖西 Z 基地 1 台工业 CT 机

由理论估算可知，湖西 Z 基地 1 台工业 CT 机对工作人员职业照射的最大周

有效剂量值为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众照射的最大周有效剂量值为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，符合“工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 CT 机运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为*** mSv/a ，对公众照射的最大年有效剂量值为*** mSv/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 mSv/a ；公众人员 0.25 mSv/a ）。

③湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机

由理论估算可知，湖西 EV 厂区 3 台工业 CT 机对工作人员职业照射的最大周有效剂量值为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众照射的最大周有效剂量值为*** $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，符合“工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 CT 机运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为*** mSv/a ，对公众照射的最大年有效剂量值为*** mSv/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 mSv/a ；公众人员 0.25 mSv/a ）。

（3）可行性分析结论

宁德时代新能源科技股份有限公司的 X 射线断层检查仪（工业 CT 机）主要用于公司产品的无损检测，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性。本次环境影响评价工作主要是为验证 CT 机搬迁的可行性，搬迁过程不涉及新的设备及污染源。

通过现状监测可知，宁德时代新能源科技股份有限公司 5 台 CT 机迁入区域工程中心、湖西 Z 基地以及湖西 EV 厂区的环境 X- γ 剂量率水平均在环境本底范围值内。

（4）总结论

综上所述，宁德时代新能源科技股份有限公司 5 台工业 CT 机搬迁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。

12.7 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) 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射线断层检查仪（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。

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。