

核技术利用建设项目

厦门时代新能源科技有限公司

1 台工业 CT 机项目

环境影响报告表

(公示稿)

建设单位（盖章）：厦门时代新能源科技有限公司

2026 年 7 月

核技术利用建设项目

厦门时代新能源科技有限公司

1 台工业 CT 机项目

环境影响报告表

建设单位名称：厦门时代新能源科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号

邮政编码：361100

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 厦门尚岛环保科技有限公司（统一社会信用代码 913502007617351400）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 厦门时代新能源科技有限公司1台工业CT机项目 环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 陈春英（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 07353543506350137，信用编号 BH021722），主要编制人员包括 陈春英（信用编号 BH021722）、徐世勇（信用编号 BH031361）（依次全部列出）等 2 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2026年7月17日

编制单位和编制人员情况表

项目编号	p36t63		
建设项目名称	厦门时代新能源科技有限公司1台工业CT机项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	厦门时代新能源科技有限公司		
统一社会信用代码	91350200MA8UR2N24C		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	厦门尚逸环保科技有限公司		
统一社会信用代码	913502007617851400		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈春英	07353543506350137	BH 021722	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐世勇	表7、表8、表9、表10、表11、表12	BH 031361	
陈春英	表1, 表2, 表3, 表4, 表5, 表6, 表13	BH 021722	

本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



The People's Republic of China



编号: 0006617
No. :



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 07353543506350137
File No. :

姓名: 陈春英
Full Name
性别: 女
Sex
出生年月: 1978年04月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2007年5月13日
Approval Date

签发单位: 厦门时代新能源科技有限公司
Issued by
签发日期: 2007年7月30日
Issued on

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	14
表 3 非密封放射性物质	14
表 4 射线装置	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	16
表 6 评价依据	17
表 7 保护目标与评价标准	18
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	34
表 11 环境影响分析	42
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	58

表 1 项目基本情况

项目名称		厦门时代新能源科技有限公司 1 台工业 CT 机项目				
建设单位		厦门时代新能源科技有限公司				
法人代表		联系人		联系电话		
注册地址		厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号				
项目建设地址		厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号				
项目建设地点		厦门时代新能源科技有限公司厂区电芯厂房二内拆包间				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		160	项目环保投资（万元）	13.0	投资比例	8.13%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	10m²
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类			
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类			
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类			
	其他	/				

1.1 建设单位情况

厦门时代新能源科技有限公司位于厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号，成立于 2022 年，由宁德时代新能源科技股份有限公司全资持股，经营范围包括电池制造、电池销售、电子专用材料制造、电子专用材料销售、新材料技术推广服务。

1.2 项目建设内容与项目由来

1、项目由来

根据实际生产需要，厦门时代拟将设置于电芯厂房一层后工序异常返工间 CT 检测区的“SDX-LCT-150 型”断层扫描仪（共有 2 台），搬迁 1 台至电芯厂房二内拆包间 CT 检测区使用，用于检测电芯。该 CT 机于 2025 年 7 月委托编制《厦门时代新能源科技有限公司 3 台 CT 机项目环境影响报告表》，并于 2025 年 8 月 7 日通过福建省生态环境厅审批（闽环辐评〔2025〕44 号），现正在建设中，未开展竣工环保验收。

2、建设内容

建设地点：厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号厦门时代新能源科技有限公司厂区电芯厂房二内拆包间。

项目拟配置 1 台“SDX-LCT-150 型”的断层扫描仪，最大管电压 150kV，最大管电流

0.5mA，自带屏蔽体，属于Ⅱ类射线装置，其参数情况见表 1.2-1。

表 1.2-1 本项目射线装置参数一览表

射线装置	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	所在场所	数量	主束方向
CT 断层扫描仪	SDX-LCT-150 型	150	0.5	Ⅱ类	电芯厂房二内 拆包间	1 台	周向，固 定式

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017 年第 66 号）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》规定，本项目使用的 CT 断层扫描仪属于Ⅱ类射线装置。另根据《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“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”本项目应编制环境影响报告表。因此，该公司于 2026 年 6 月特委托我公司（附件 2：委托书）对厦门时代新能源科技有限公司 1 台工业 CT 机项目进行环境影响评价工作。

我公司接受委托后，对厦门时代新能源科技有限公司 1 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《厦门时代新能源科技有限公司 1 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概况

1、项目地理位置

厦门时代新能源科技有限公司位于厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号，本项目设置的 1 台工业 CT 机拟设于公司厂区电芯厂房二内拆包间内。项目地理位置详见图 1-1。

2、辐射工作场所及周边关系

厦门时代新能源科技有限公司电芯厂房二为 1 层厂房，无地下室，电芯厂房二北侧隔厂区道路（约 21.5m）为电芯容量厂房二、电芯成品仓二、模组厂房二、食堂、设施房四、极片厂房二；东侧为设施房五（约 10m）；南侧隔厂区道路（约 15.6m）为后工序原料仓一、变电站、化学品仓、设施房二、NMP 罐区、前工序原料仓一等；西侧隔厂区道路为厂区围墙。

本次拟搬迁的 CT 机原位于电芯厂房一层后工序异常返工间 CT 检测区，拟搬迁至电芯厂房二内拆包间 CT 检测区。本项目 CT 机东侧约 1m 处为内拆包间工作区；南侧约 2.7m 为走道，约 4.4m 为外拆包间工作区；西侧隔约 0.37m 为走道，约 3.7m 为厂房外走道；北侧隔约 0.86m 为物料风淋区，隔约 4.16m 为生产车间。

表 1.3-1 项目 CT 机四周情况表

项目	东侧	南侧	西侧	北侧	下方
电芯厂房二内拆包间 CT 机	内拆包工作区	内拆包间、走道、外拆包间	走道、厂房外走道	物料风淋、生产车间	无地下室（无人员到达）

厂区布置图见图 1-2，项目周边布置图见图 1-3，CT 机平面布置图见图 1-4，项目周边环境现状见图 1-5。

1.4 项目可行性分析

1、与“三线一单”生态管控符合性分析

本项目“三线一单”符合性分析见表 1.4-1。本项目位于同翔高新城（同安片区）范围内（见图 1-6），同翔高新技术产业基地（同安片区）规划总用地面积为 35.03km²，其中同安片约占 28.82km²，翔安片约占 6.21km²，由于主体用地区位于同安区，故取名为同安片区。本项目位于同安片范围内。对照《厦门市生态环境准入清单（2023 年）》，本项目生态环境准入要求符合性分析见表 1.4-2。根据分析，本项目建设符合“三线一单”管控要求。

表 1.4-1 本项目“三线一单”符合性分析一览表

生态保护红线	本项目位于厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路 1 号厦门时代新能源科技有限公司电芯厂房二内拆包间 CT 检测区。对照《厦门市人民政府关于印发生态控制线管理实施规定的通知》（厦府规〔2021〕13 号），本项目位于厦门市同翔高新技术产业基地（同安片区），为工业用地，不在生态控制线区域之内。
环境质量底线	根据现场监测，本项目拟建位置及周边环境的辐射本底水平未见异常。根据辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周边环境与公众健康的辐射影响是可接受的。项目无放射性废气、废水和固体废物产生，工业 CT 机运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过机械通风可满足相关要求，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目运营过程中主要设备会消耗一定量电能，但项目规模小，资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

表 1.4-2 本项目生态环境准入要求符合性分析表

环境管控单元	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		本项目情况	符合性
ZH35021220010	同翔高新新城(同安片区)	重点管控单元	空间布局约束	1. 项目引进应符合《市场准入负面清单》要求，不得违背法律法规、国务院决定等明确设立且与市场准入相关的禁止性规定。	本项目符合《市场准入负面清单》要求，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类项目	符合
				2. 严格限制可能排放剧毒物质和持久性有机污染物的工业项目。	本项目为工业 CT 机项目，不属于排放剧毒物质和持久性有机污染物的工业项目	符合
				3. 严格限制水资源消耗大、污水排放量大的工业项目。	本项目不属于水资源消耗大、污水排放量大的工业项目	符合
				4. 禁止准入半导体产业中高污染或高风险的前工序生产、基础化工(与产业定位相符的新材料、电子专用化工材料中的低污染加工项目除外)、冶金、化工、印染、原料药制造、专业从事对外(主导行业工艺配套需要除外)开展表面处理、喷漆、电镀、热处理(热源用电除外)等项目准入，属于省、市级重点重大项目，省、市级“三高”重点企业增资扩产项目，工业园区规划定位中主导发展的新材料、新能源和节能环保产业重点项目的则按厦门市总体准入要求执行。	本项目为工业 CT 机项目，不涉及左侧所列工艺	符合
				5. 洪塘产业组团内洪塘石材园：加快洪塘园区石材、建材传统产业结构调整、整合提升，逐步引导其向省内相关产业集聚地集中发展，不得新(扩)建石材、建材及建筑渣土再利用项目，过渡期内现有企业应持续提升污染治理水平，促进粉尘等主要污染物持续削减，减少噪声、粉尘扰民。	本项目为工业 CT 机项目，不涉及左侧所列项目	符合
				6. 在现有和规划的集中居住区(包括村庄、拆迁安置区)等敏感目标外围 100m 范围内，排放挥发性有机物的工业项目准入限制要求按表 1-1 总体准入要求-陆域-空间布局约束-重点管控单元-第 7 条执行。	本项目为工业 CT 机项目，不属于排放挥发性有机物工业项目	符合
				7. 银鹭北产业组团，在现有和规划的集中居住区(包括村庄、住宅小区)、学校等敏感功能区内及外围 100m 范围禁止准入涉及有毒有害及危险品的集中仓储物流项目	本项目不属于银鹭北产业组团	符合
		污染		1. 新建、扩建项目实行区域内二氧化硫、氮氧化物、VOCs 总量控制，落实相关规定要求。	本项目为工业 CT 机项目，不排放二氧化硫、氮氧化物、VOCs、废	符合

		物 排 放 管 控	2. 推进建设集中喷涂工程中心，配备高效治污设施，替代企业独立喷涂工序；突出抓好 VOCs 排放行业等企业的治理。	水污染物排放	符合
			3. 建立区域重点 VOCs 排放企业污染管理台账，深化 VOCs 治理技术改造，推进原辅材料的水性化改造或低挥发性有机物含量原辅材料的使用。		符合
			4. 废污水实现 100%收集和处理，污水处理厂按照近远期规模情况执行 DB35/322《厦门市水污染物排放标准》中表 2 中的相关排放限值。		符合
		环 境 风 险 防 控	1. 单元的环境风险应急管理纳入同安区环境风险应急管理体系，区域突发事件应急物资储备库服务距离应覆盖本单元。	建设单位已按要求制定了环境风险应急预案，成立应急组织机构	符合
			2. 对单元内具有潜在土壤污染环境风险的企业应加强管理，实施项目环评、设计建设、拆除设施、终止经营全生命周期土壤和地下水污染防治，建立土壤和地下水污染隐患排查治理制度、风险防控体系和长效监管机制。制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。		符合
			3. 按照重点管控新污染物清单要求，禁止、限制重点管控新污染物的生产、加工使用和进出口。严格涉新污染物建设项目准入管理。排放重点管控新污染物的企事业单位和其他生产经营者应按照相关法律法规要求，对排放（污）口及其周边环境定期开展环境监测，评估环境风险，排查整治环境安全隐患，依法公开新污染物信息，采取措施防范环境风险。土壤污染重点监管单位应严格控制有毒有害物质排放，建立土壤污染隐患排查制度，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。	本项目为工业 CT 机项目，不涉及重点管控新污染物清单	符合

2、与“三区三线”管控方案符合性分析

“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间，分别对应划定的城镇开发边界线、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。

本项目位于厦门火炬高新区同翔高新城洪塘东路1号厦门时代新能源科技有限公司电芯厂房二内拆包间内，厦门时代新能源科技有限公司主体工程已依法履行环境影响评价审批手续，项目建设不新征用地，不额外占用土地资源及破坏生态环境，拟建位置及评价范围均不涉及生态保护红线及永久基本农田，符合国土空间规划管控要求。可见，本项目建设符合厦门市“三区三线”划定成果要求。

3、政策符合性分析

本项目的建设有利于提高公司所生产的产品质量以及竞争力，公司在保障其生产的零部件质量的同时，也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。本项目通过对潜在照射所致危险实时控制，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（2024 年本）》，本项目属于《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“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”，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.5 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。



图 1-1 项目地理位置图

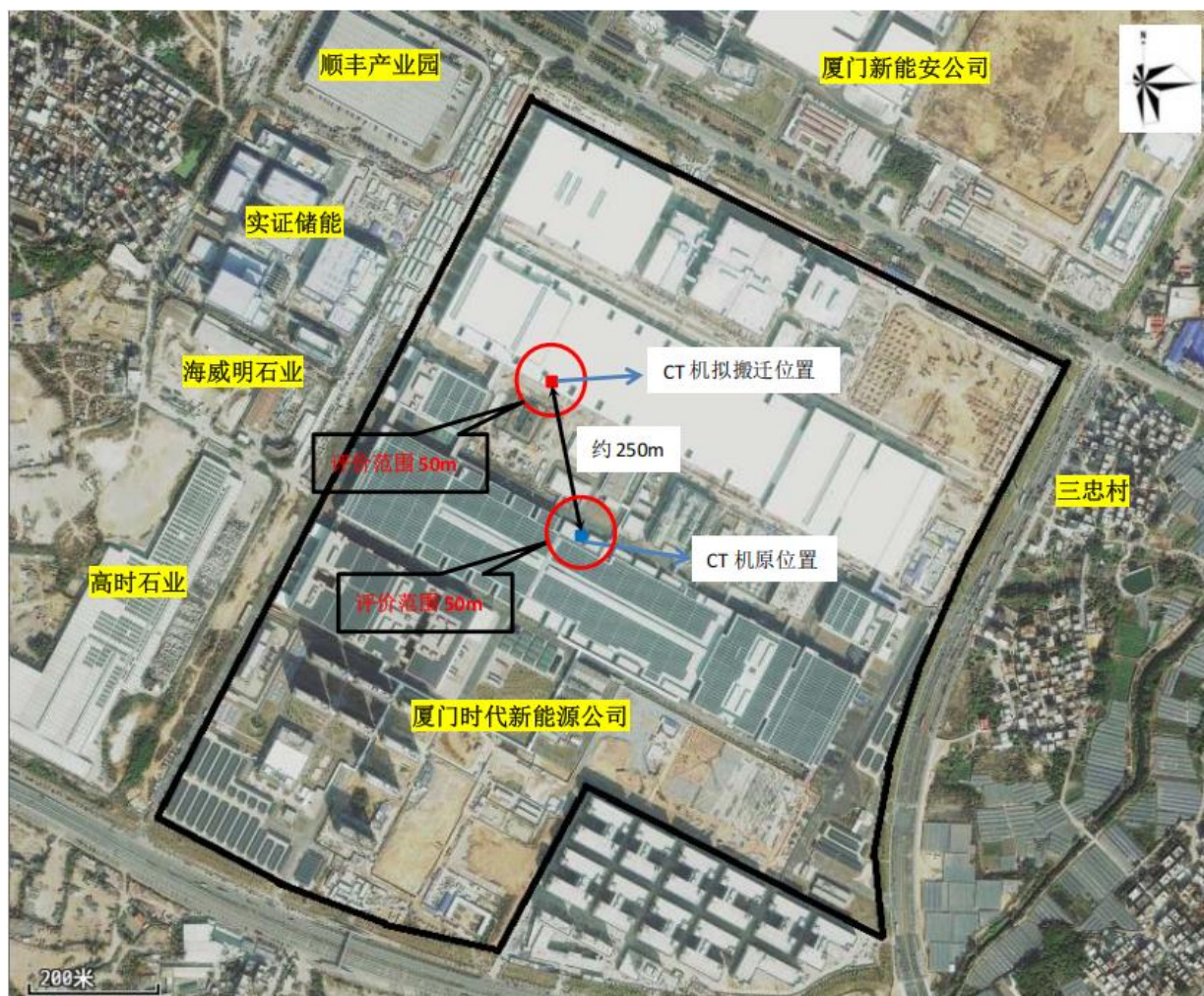


图 1-2 厂区布置图

图 1-3 项目周边布置图

图 1-4 CT 机平面布置图

图 1-5 周边环境现状照片

图 1-6 厦门市同翔高新城（同安片区）规划布局图

1.6 原有核技术应用项目许可情况

(1) 许可情况

厦门时代新能源科技有限公司于 2025 年 11 月 18 日取得辐射安全许可证（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 [00493]，有效期至 2028 年 10 月 30 日（详见附件 3：辐射安全许可证）。

(2) 环保手续履行情况

厦门时代新能源科技有限公司原有在用核技术利用项目均已履行环保手续：在用放射源见表 1.6-1，在用射线设备见表 1.6-2。

表 1.6-1 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	用途
						已备案	/	测厚
						已备案	/	/

表 1.6-2 在用射线设备环保手续履行情况

型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	数量	使用场所	是否环评	是否验收	验收时间	备注
						/	/	/	在用
						闽环辐评〔2023〕53 号	已验收	2024.5.19	在用
						/	/	/	在用
						闽环辐评〔2025〕44 号	建设中	/	本项目拟 搬迁 1 台
							建设中	/	/
						/	建设中	/	/

1.7 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

厦门时代新能源科技有限公司已成立了辐射安全与防护管理机构（附件 6），并明确了相应的职责。辐射防护管理领导小组以**为组长，组员包括***等 13 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（以下简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。

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，制度汇编详见附件 6，制度汇编主要有：包括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。

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

公司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 10；公司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，目前公司委托福建省鑫龙安检测技术有限公司对辐射操作人员进行个人剂量检测，监测频率为 90 天 1 次，公司 2025 年第二季度~2026 年第一季度辐射设备职业操作人员个人剂量检测结果见附件 11；辐射工作人员职业健康检查由厦门时代统筹安排，间隔不超过 2 年，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。厦门时代 2025 年 7 月委

托浙江建安检测研究院有限公司对厦门时代工作场所进行检测，根据 2025 年度辐射工作场所检测报告，辐射场所监测未出现超标情况。

5、辐射工作管理情况

厦门时代新能源科技有限公司已制定《厦门时代新能源科技有限公司辐射事故应急处置预案》（见附件 8），并制定辐射应急演练计划，定期开展演练。据调查，厦门时代新能源科技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，厦门时代新能源科技有限公司已根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定，已落实各项管理要求，现有在用核技术应用无存在环保问题。现有核技术应用项目辐射防护措施见图 1-7。

CT 机室外标识	相关制度上墙
固定式场所辐射探测报警装置	个人辐射计量片存放点
便携式辐射剂量仪	个人剂量报警仪
图 1-7 现有工程辐射防护措施情况	

1.8 环保投资

本项目工业 CT 机的环保设施及投资估算如下表所示：

表 1.8-1 环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量	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	1	设备自带
	辐射警告标志	1	
	工作状态指示灯	1	
	急停按钮	1	
	安全锁装置	1	
其他	固定式场所辐射探测报警装置	1	1.5
	个人剂量片	2	1
	便携式辐射剂量仪 （公司已配备，本项目依托现有）	0	0
	个人剂量片委托监测费用 （本项目无新增工作人员）	0	0
	工业 CT 机周围委托监测费用	/	1
	辐射安全培训费用	/	2
	个人体检费用	2	1
	制度上墙	/	1
	辐射安全警示牌	/	1
	环境影响评价及竣工环保验收费用	/	7.0
合计			13.0

本项目总投资 160.0 万元，其中环保投资 13.0 万元，占总投资的 8.13%。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进行相应的补充，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	CT 断层扫描仪	II 类	1	SDX-LCT-150 型	150	0.5	检测电芯	电芯厂房二内拆包间	周向，固定式

(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.含有放射性的废弃物要注明，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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起实施； (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 日起实施； (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 日起实施； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），2021 年 1 月 1 日起实施； (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 修正版）生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (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》中华人民共和国生态环境部，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〉的公告》，环境保护部，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 日起施行。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），2023 年 3 月 1 日起实施； (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》（HJ61-2021）； (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。
其他	(1) 本项目委托书； (2) 《辐射防护技术与管理》（张丹枫 赵兰才编著）第一卷； (3) 厦门时代新能源科技有限公司提供的本项目相关资料。

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》（HJ10.1-2016）中的相关要求，“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）。”本项目为使用 II 类射线装置，且本项目工业 CT 机自带屏蔽体并建有实体屏蔽物。因此，本项目评价范围为 CT 机屏蔽体外 50m 范围，评价范围见图 1-2、图 1-3。

7.2 保护目标

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目 CT 机屏蔽墙体外周边 50m 范围内无学校、居民区等环境敏感区域，职业工作人员为本项目操作人员，公众人员包括公司生产人员及偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。

根据对本项目周围环境的调查，本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 本项目主要环境保护目标一览表

序号	场所	保护目标	方位及距离	人数	管理限值 (mSv/a)
1.	CT 机操作位	辐射工作人员	本项目	2 人	5
2.	东侧内拆包工作区	公众	CT 机东侧，1m	约 3 人	0.25
3.	东侧走道	公众	CT 机东侧，31.6m	流动人群	
4.	东侧厂房外走道	公众	CT 机东侧，35.5m	流动人群	
5.	南侧走道	公众	CT 机南侧，2.7m	流动人群	
6.	南侧外拆包间	公众	CT 机东侧，4.4m	约 3 人	
7.	南侧厂区道路	公众	CT 机南侧，19.0m	流动人群	
8.	西侧走道	公众	CT 机西侧，0.37m	流动人群	
9.	西侧厂房外走道	公众	CT 机西侧，3.7m	流动人群	
10.	西侧茶水间	公众	CT 机西侧，12.0m	流动人群	
11.	西侧卫生间	公众	CT 机西侧，12.0m	流动人群	
12.	西侧 IE 辅助设备车间	公众	CT 机西侧，15.5m	流动人群	
13.	西侧 MSA 测量车间	公众	CT 机西侧，16.0m	约 2 人	
14.	西侧光纤汇聚间	公众	CT 机西侧，17.5m	约 2 人	
15.	西侧极片拆解房	公众	CT 机西侧，18.6m	约 2 人	
16.	西侧惰性粉存放间	公众	CT 机西侧，18.6m	流动人群	
17.	西侧气瓶间	公众	CT 机西侧，19.0m	流动人群	
18.	西侧金相检测间	公众	CT 机西侧，19.4m	约 2 人	

19.	西侧金相切割间	公众	CT 机西侧，20.3m	约 2 人
20.	西侧 IE 调配车间	公众	CT 机西侧，27.5m	流动人群
21.	西侧托盘清洗车间	公众	CT 机西侧，34.6m	约 2 人
22.	西侧后工序工夹具车间	公众	CT 机西侧，35.4m	约 2 人
23.	北侧物料风淋	公众	CT 机北侧，0.86m	流动人群
24.	北侧生产车间	公众	CT 机北侧，4.16m	约 4 人

7.3 评价标准

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

B1.1.1.1 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。

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv

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：

a) 年有效剂量，1mSv。

b) 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；

表 7.3-1 本项目辐射环境影响评价标准单位： mSv/a

对象	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），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的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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；

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防护措施的性质和范围。

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，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10% ~ 30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。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。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$,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 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。

3、《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。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： $H_e \leq 100 \mu\text{Sv/周}$

公众: $H_e \leq 5 \mu\text{Sv/周}$

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

$$H_{e-d} = H_e / (t * \mu * T) \dots\dots\dots (1)$$

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

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“ $\text{mA} * \text{min}$ 值”), $\text{mA} * \text{min/周}$;

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 $H_{e, \max} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_e 为上述 H_{e-d} 和 $H_{e, \max}$ 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 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 H_e ($\mu\text{Sv/h}$) 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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

本项目相关限值采用标准见表 7.3-2。

表 7.3-2 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
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	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，厦门尚岛环保科技有限公司委托***公司于 2026 年 7 月 7 日对本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 环境现状监测点位、监测因子

(1) 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中“5.3.3 射线装置”的辐射环境监测内容，结合本项目评价范围（CT 机屏蔽体外 50m 范围），确定本项目检测点位为工业 CT 机所放置位置及 CT 机周边受影响区域，具体监测点位见表 8.1-1。

(2) 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

表 8.1-1 项目环境质量现状监测点位情况表

序号	监测地点		监测内容
1	CT 机拟安装位置		γ 辐射空气吸收剂量率
2	北侧	物料风淋	
3	东侧	内拆包工作区	
4	南侧	走道	
5	南侧	外拆包间	
6	西侧	走道	
7	北侧	生产车间	
8	西侧	厂房外走道	
9	西侧	茶水间	
10	西侧	MSA 测量车间	
11	西侧	光纤汇聚间	
12	南侧	厂区道路	

8.2 监测方案、质量保证措施

1、监测方案

(1) 监测时间及环境条件监测单位：***公司；监测时间：2026 年 7 月 7 日（监测环境条件：温度 32℃，湿度 65%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 61-2021）。

(3) 监测仪器：便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪。

本次现状监测使用的仪器参数见表 8.2-1。

表 8.2-1 环境现状监测仪器及参数

项目	参数
仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6+6150AD-b/H
仪器量程	5nSv/h-99.99 μ Sv/h
能响范围	20keV-7MeV
检定/校准单位	福建省计量科学研究院
检定/校准证书编号	26R2-00281
有效期限	2026 年 3 月 17 日至 2027 年 3 月 16 日

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；
- 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监测仪器已经计量部门检定，检定合格，并在检定有效期内；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- 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

本项目使用的 CT 机所在位置及其周边监测结果见表 8.3-1，检测报告见附件 12。

表 8.3-1 CT 机位置及周边剂量当量率背景值监测结果

序号	监测地点		测量结果 $\pm$ 标准差 (单位: nGy/h)	备注
1	CT 机拟安装位置			室内无尘车间
2	北侧	物料风淋		室内无尘车间
3	东侧	内拆包工作区		室内无尘车间
4	南侧	走道		室内无尘车间
5	南侧	外拆包间		室内非无尘车间
6	西侧	走道		室内无尘车间
7	北侧	生产车间		室内无尘车间
8	西侧	厂房外走道		室外
9	西侧	茶水间		室内无尘车间
10	西侧	MSA 测量车间		室内无尘车间
11	西侧	光纤汇聚间		室内无尘车间
12	南侧	厂区道路		室外

注：1.测量结果均已根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）进行换算，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20 Sv/Gy；(^{137}Cs 作为检定参考辐射源)；
 2.以上每个点位测量十个数据，取平均值；
 3.测量结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值(29nGy/h)。

由表 8.3-1 的监测结果可知，厦门时代新能源科技有限公司电芯厂房二内拆包间 CT 机及其周边 γ 辐射空气吸收剂量率在 51~90nGy/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),厦门市室外环境 γ 辐射剂量率水平在 78.2~129.4nGy/h 之间,室内环境 γ 辐射剂量率水平在 161.9~193.5nGy/h 之间,道路 γ 辐射剂量率水平在 78.2~129.4nGy/h。对比表明,项目选址周围的环境 γ 辐射剂量率在该调查水平范围内,建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

图 8-1 项目 CT 机及其周边检测点位图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

1.设备结构组成

本项目 CT 机型号为 SDX-LCT-150 型，其设备技术参数见表 9.1-2，由宁德思客琦智能装备有限公司生产，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，有 1 个 X 射线源，为周向机，上下料为人工操作（即项目辐射工作人员上下料）。

表 9.1-1“SDX-LCT-150 型”CT 机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	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 项目设备基本技术参数

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	检测电芯
设备尺寸	长×宽×高=2337mm×2071mm×2799mm（主机）
设备自屏蔽	设备前侧（主射方向）、前侧升降防护门、后侧（主射方向）、左侧、右侧、右侧排风口、顶部（主射方向）：2mm 钢+6.5mm 铅+2mm 钢；设备底部（主射方向）：3.5mm 钢+6.5mm 铅+20mm 钢
射线源与探测器距离	430mm
射线源升降范围	固定，不移动
最大管电压和最大管电流	150kV，0.5mA
主束方向	周向，从设备正面看一周
射线锥束角	67°
通风换气量	693m ³ /h
通风换气次数	>72 次/h

图9-1 项目工业CT机外形结构示意图（一）

图9-2 项目工业CT机机构示意图(二)

2、工作原理

常规工业 CT 机基本工作原理为：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。

“SDX-LCT-150 型”CT 机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。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。

3、操作流程

项目工业 CT 机探伤作业均为公司内部检测作业，用于检测电芯。本项目 CT 机自带屏蔽体，有 1 个 X 射线源，为周向机，上下料为人工操作（即项目辐射工作人员上下料）。

待检工件通过上料口放入屏蔽体内进行检测，上料口防护门通过电脑操作进行开合，具有门机联锁功能，人员不能进入屏蔽体内部。操作人员放置好工件、关闭防护门、设置好检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据，通过操作位置上的图像处理系统对检测图像进行进一步处理。X 射线出束期间，操作人员在操作位进行电脑操作或监控，出束期间无需人员干预。

具体过程为：

（1）开启设备

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。

（2）送样、设备自检

打开自检操作软件，自检内容包括：连接射线源、连接探测器、连接控制器、控制

器回零、射线源预热、偏移量校正。

（3）样品放置

打开上料口→用扫码枪记录样品信息→放入样品→关闭防护门→点击门锁复位。

为了确保扫描结果，样品放置时定位要准确。

（4）检测成像

曝光，打开 X 射线，工业 CT 机开始对工件进行检测，此环节产生 X 射线，少量臭氧及氮氧化物。

项目工业 CT 机为 X 射线束绕着被测工件进行 360° 旋转进行扫描，扫描被测工件各个面，单次最大曝光时间为 30s。

（5）结果分析

保存图片，分析、判断工件是否合格。

（6）结束、准备下一个工件检测

检测结束后，操作人员切断射线管电源，关闭 X 射线设备，打开下料口，取出被检工件，继续进行下一个工件的检测工作。

本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。本项目工业 CT 机工艺流程及产污环节详见图 9-3。



图 9-3 项目 X 射线数字成像系统工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

1、建设阶段的污染源项

由于电芯厂房二内拆包间场地限制，本项目 CT 机不设置独立的检测室。本项目 CT 机自带屏蔽体，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。建设期产生的包装材料废物依托厂区现有工程处理，设备安装产生的噪声为间断性的，随着设备安装的结束，噪声影响也随即结束。

2、运行阶段污染源项

(1) 正常工况

①放射性污染

根据 X 射线断层检查仪的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的工业 CT 机只有在开机出线的状态时，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，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、显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。

(2) 事故工况

工业 CT 机可能发生最大概率辐射事故主要有以下几个方面：

①工业 CT 机在工作期间，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 射线泄漏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。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。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局和分区

本项目使用的工业 CT 机自带铅屏蔽体，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。

由于本工业 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项目情况，本项目分区如下：工业 CT 机自屏蔽体内部区域划为控制区，CT 设备间内除控制区外的区域划为监督区。本项目控制区和监督区见图 10-1。

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。

图 10-1 项目 CT 检测区控制区和监督区图

10.2 辐射防护屏蔽设计

本项目“SDX-LCT-150 型”CT 机结构采用带完整铅屏蔽的全铅防护设计。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壳内，采用钢-铅-钢防护结构，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。具体各侧铅屏蔽体的屏蔽防护设

计详见表 10.1-1。设备安全防护示意图见图 10-2，设备剖面图见图 10-3。

表 10.1-1 本项目 SDX-LCT-150 型工业 CT 机自带铅屏蔽体的辐射防护屏蔽设计一览表

序号	位置		屏蔽防护设计	
			设计情况	屏蔽铅当量
1	铅屏蔽体	设备前侧（主射方向）		6.5mmPb
2		设备前侧升降防护门		6.5mmPb
3		设备后侧（主射方向）		6.5mmPb
4		设备左侧		6.5mmPb
5		设备右侧		6.5mmPb
6		设备右侧排风口		6.5mmPb
7		设备顶部（主射方向）		6.5mmPb
8		设备底部（主射方向）		6.5mmPb

（1）门—机联锁机制

自动防护门操作系统控制开关，带有安全联锁功能，防护门在打开或者没有关到位的情况下，X 射线装置无法出束进行检测作业。关上防护门后高压电源仍不会自动打开，需人工开启高压电源，再开启 X 射线。

（2）急停按钮和控制锁

工业 CT 机设有钥匙开关（钥匙由专人负责管理）、急停按钮。只有钥匙开关启动后，设备才能启动，关闭开关后设备将停止供电，停止运行。若工作时突发情况，可按下急停按钮，将立即停止 X 射线工作。按钮带有标签，标明使用方法。

本项目 SDX-LCT-150 型工业 CT 机急停按钮设置为：工业 CT 机后、左、右侧各 1 个，操作位 1 个。

（3）警告标志及工作状态指示灯

项目工业 CT 机屏蔽体外设有电离辐射警告标识和中文警示说明。设备右上方、内部各设有 1 个工作状态三色指示灯，与 X 射线机联锁，人员靠近设备时，即可看到工作状态指示灯，以警示人员注意安全。拟在醒目位置设置工作状态指示灯意义说明牌。

工作状态三色指示灯配备了红色、绿色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态：红灯常亮表示设备故障，需进行检查、维修；黄灯常亮表示设备处于待机状态，可以启动、预热；绿灯常亮表示设备处于正常工作状态，X 射线机正在对物品进行检测。

（4）通风装置

工业 CT 机自带通风设施，采取机械进风、排风，在进风和排风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄漏。本项目工业 CT 机进、排风口防护厚

度为 2mm 钢+6.5mm 铅+2mm 钢，排风量为 693m³/h，设备内部体积约 9.5m³，每小时通风换气次数 72 次。

（5）控制台

设备控制台连接屏幕设有 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。且控制台与安全联锁机制接口，当防护窗未全部关闭时不能接通 X 射线管电压。

（6）视频监控设施

设备内设有监视器，连接操作位，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。

图 10-2 设备安全防护示意图

如左图，从机器正前方来看，射线源绕旋转盘 360° 旋转扫描。逸出口距离防护铅房各个方向的距离为：

1. 距上侧防护铅板为 1290mm（出束口位于下侧）；
2. 距下侧防护铅板为 843mm（出束口位于上侧）；
3. 距前侧防护铅板为 881mm（出束口位于后侧）；
4. 距后侧防护铅板为 1013mm（出束口位于前侧）；
5. 距左侧防护铅板为 1168mm；
6. 距右侧防护铅板为 1168mm

光管参数：

1. X 射线管电压可调范围：40~150KV；
2. X 光管电流可调范围：40~150 μ A
3. 最大功率：75W
4. X 射线辐射角：67°

图 10-3 项目设备剖面示意图

10.3 工作场所辐射安全和防护

(1) 设备自带防护

该设备自带工作警示灯，舱门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示，并且警示灯串在安全回路里，如警示灯故障，射线不能启动。舱门关闭后，橙色警示灯开始闪烁。在此期间，辐射仍然保持关闭状态，一旦打开 X 射线，内部的红色警示灯就会亮起红色。

(2) 监测设备

①公司拟在本项目配备 1 台便携式剂量仪，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。并按照规定，定期对便携式辐射剂量仪进行检定/校准，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等”。

②公司拟在本项目 CT 检测区拟配置 1 台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) 人员防护

①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，应正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

②建设单位必须对工作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) 检测室防护

拟在本项目的 CT 检测区的工作区外设电离辐射警告标识和中文警示说明。

10.4 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，根据厦门时代新能源科技有限公司提供的设计资料，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》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，具体见表 10.4-1。相关的防护装置相应位置见图 10-4。

表 10.4-1 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)	本项目方案	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	本项目操作位设置于 CT 机的右前侧，避开有用线束的直接照射（有用线束周向）。本项目工业 CT 机自带屏蔽体厚度符合 GBZ/T250 要求。	符合

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。	本项目按 GB18871 的要求对工作场所进行分区管理，工业 CT 机自屏蔽体内部区域设为控制区，CT 检测区内除控制区外的区域设为监督区，实行分区管理。（见图 10-1）	符合
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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。	本 CT 机自带铅房屏蔽体，根据预测结果，屏蔽体外 30cm 处关注点最高剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h 的要求。	符合
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内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3； b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。	本 CT 机自带铅房屏蔽体，屏蔽体上方无人员到达情况，根据预测结果，屏蔽体顶部外 30cm 处关注点最高剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h 的要求。	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。	本项目工业 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 射线管电压。	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。在醒目的位置处应对“照射”和“预备”信号意义的说明	该设备右上方、内部各设有 1 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。	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。	该设备设有监视器，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。	本项目 CT 检测区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	设备上设有 4 个急停按钮（后、左、右侧各 1 个，操作位 1 个）和主开关，只有主开关启动后，设备才能启动，关闭任意一道开关设备都将停止供电停止运行。若	符合

使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	工作时突发情况，可按下急停按钮，将立即停止 X 射线工作。	
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。	本项目 CT 机采取底部自然进风，顶部风扇式机械排风，正常情况下排风量为 693m ³ /h，每小时通风换气次数 72 次。进风和出风口均有铅板防护。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	CT 检测区拟配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，对该场所进行实时监测，确保操作室剂量率正常。	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。	建设单位已制定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
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。	建设单位已制订计划定期进行测量工业 CT 机周围区域的剂量率水平，每季度开展一次辐射工作场所自行监测，每年委托有资质的单位对辐射工作场所开展一次监测。	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。	建设单位已制定便携式 X-γ 剂量率仪检查计划，仪器每年校准一次。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。	建设单位已制定详细的辐射防护制度，在工业 CT 机工作期间，辐射工作人员必须正确使用佩戴个人剂量片。	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。	照射前，操作人员确认工业 CT 机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，开始探伤工作。	符合

图 10-4 项目相关的防护装置示意图

10.5 三废的治理

扫描过程产生少量臭氧、氮氧化物，设备配置风扇，在工作期间保持开启。因此，只要检测区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、显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 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目使用的工业 CT 机自带铅屏蔽体，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。建设期产生的包装材料废物依托厂区现有工程处理，设备安装产生的噪声为间断性的，随着设备安装的结束，噪声影响也随即结束。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目工业 CT 机，设备基本工作参数见表 11.2-1。射线管距离 CT 机各侧距离见表 11.2-2。

表 11.2-1 工业 CT 机工作参数

设备型号	SDX-LCT-150 型
最大管电压, kV	150
最大管电流, mA	0.5
X 射线机电管正常工作时的电压范围, kV	40~150
X 射线光机电管正常工作时的电流范围, mA	0.01~0.5
每次检测 X 射线的出射时间, min/次	1~5
每个工件的检测次数, 次/件	2
每天检测工件的时间, 小时/日	12
周工作天数, 天/周	6
年工作天数, 天/a	300
射线锥束角	67°

表 11.2-2 本项目工业 CT 机 X 射线管距离各侧距离一览表

序号	方位	射线出口最近距离
1	前侧（主束方向）	881mm
2	后侧（主束方向）	1013mm
3	左侧	1168mm
4	右侧	1168mm
5	上侧（主束方向）	1290mm
6	下侧（主束方向）	843mm

11.2.1 辐射环境影响分析

11.2.1.1 辐射工作场所周围关注点的辐射水平估算

本项目使用的工业 CT 机（型号为 SDX-LCT-150 型），最大管电压为 150kV，最大电流为 0.5mA，建设单位提供的每天工作的时间为 12h，12h 里面包括放置件、设备自检、X 射线出束、扫描结果分析及其他准备时间，其中 X 射线出束时间 9~10h，以 10h（最大计）。配置 2 人轮流操作，操作位设置于右前侧。

本项目 CT 机 X 射线源及探测器围绕垂直于水平面的圆旋转,故其主束方向为前侧,后侧,上侧,下侧,左侧和右侧考虑泄漏辐射和散射辐射。本项目计算取电压为 150kV,电流为 0.5mA,建设单位提供的设备每周出束时间为 60h。

本项目工业 CT 机所在检测区平面布置情况见下图:

图 11-1 项目工业 CT 机的摆放位置图

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_c 如下:

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

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

②取屏蔽体表面 30cm 处作为关注点,计算公式如下:

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中: $H_{c,d}$ —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 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$),本项目周剂量控制水平辐射工作人员取 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$,公众取 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ (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 ($\text{h}/\text{周}$)。本项目每天工作的时间以 9~10h,以 10 小时计,操作人员每周工作 6 天,计算得 $t=60$ 。

U —X 射线装置向关注点方向照射的使用因子;项目主射方向使用因子取 1,其他方向使用因子均取 1/4。

T —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;按照本项目对辐射工作人员最不利的情况分析,本工业 CT 机在放置工件后,在操作位进行操作,因此操作位辐射工作人员居留因子保守取 1;其他方向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 $H_{c, \max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

则关注点剂量率参考控制水平如下:

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	H _c (μSv/周)	t (h/周)	H _{c,d} (μSv/h)	H _c (μSv/h)	剂量率控制要求 (μSv/h)
前侧(主束方向)						2.5	2.5
后侧(主束方向)						2.5	2.5
左侧						2.5	2.5
右侧						2.5	2.5
上侧(主束方向)						2.5	2.5
下侧(主束方向)						2.5	2.5

2、工业 CT 机周围关注点的剂量率估算

本项目工业 CT 机射线源及探测器为圆旋转，因此本评价主束方向考虑前侧、后侧、上侧和下侧；左侧、右侧考虑泄漏辐射和散射辐射。

(1) 屏蔽透射因子

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 计算公式如下：

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

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—半值层厚度，mm。根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，本项目 CT 机最大管电压为 150kV，TVL=0.96mm。

表 11.2-4 屏蔽透射因子计算参数及结果

关注点	X/屏蔽物质厚度 (mmPb)	TVL/半值层厚度 (mm)	B/屏蔽透射因子
前侧及上料口(主射方向)			1.69×10^{-7}
后侧(主射方向)			1.69×10^{-7}
左侧			1.69×10^{-7}
右侧			1.69×10^{-7}
上侧(主射方向)			1.69×10^{-7}
下侧(主射方向)			1.69×10^{-7}

(3) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关心点的辐射剂量率按下式计算：

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

式中：H—关注点剂量率参考控制水平，单位是μSv/h。

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA)，本项目 CT 机最大功率为 150W，在最高管电压下电流为 0.5mA。

H₀—距辐射源点(靶点) 1m 处输出量，单位是μSv·m²/(mA·h)。根据《工业

《X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.1，项目 CT 机最大管电压 150kV，则输出量 H_0 为 $1.098 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B—屏蔽透射因子； $B=1.69 \times 10^{-7}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是 m。取工业 CT 机曝光点到铅屏蔽体上侧、下侧、前侧、后侧表面 30cm 处作为关注点。

则设备主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果见表 11.2-5。

表 11.2-5 项目设备外表面 30cm 处有用线束辐射剂量率（主射线）

点位	I (mA)	B	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制要求/ $\mu\text{Sv/h}$	评价
前侧					6.65×10^{-2}	2.5	满足
后侧					5.38×10^{-2}	2.5	满足
上侧					3.67×10^{-2}	2.5	满足
下侧					7.10×10^{-2}	2.5	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 $\dot{H}$ 按下式计算

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

式中： $\dot{H}$ —关注点剂量率参考控制水平，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是 m。

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 1，本项目 CT 机最大管电压 150kV， $\dot{H}_L=2500 \mu\text{Sv/h}$ 。

（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（150kV），本项目保守分析，取散射后的 X 射线能量为 150kV。

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

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

$\dot{H}$ —关注点剂量率参考控制水平，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；本项目 CT 机在最高管电压下电流为 0.5mA。

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

B —屏蔽透射因子；计算参数及结果见表 11.2-4。

R_s —散射体至关注点的距离，单位是 m。

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）。

F — R_0 处辐射野面积，单位是 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/T250-2014）附录 B 表 B. 4。

根据建设单位资料，本项目 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° ，则 $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}=0.050$ 。

本项目 CT 机设备外表面 30cm 处非有用线束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 本项目 CT 机外 30cm 处非有用线束关注点剂量率估算结果

参数		左侧	右侧
屏蔽层铅当量（mm）			
泄漏辐射	B		
	$\dot{H}_L$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
	R （m）		
	$\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	1.96×10^{-4}	1.96×10^{-4}
散射辐射	散射线能量（kV）		
	B		
	I （mA）		
	H_0		
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$		
	R_s （m）		
	$\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	2.15×10^{-3}	2.15×10^{-3}
泄漏辐射和散射辐射复合作用（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		2.35×10^{-3}	2.35×10^{-3}
剂量率参考控制水平（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		2.5	2.5
评价		满足	满足

（3）小结

由表 11.2-5 预测结果可知，本项目工业 CT 机主束射线方向辐射剂量率为最大为 $7.10\times 10^{-2}\mu\text{Sv/h}$ ；由表 11.2-6 的预测结果可知，四周屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐复合作用最大剂量率为 $2.35\times 10^{-3}\mu\text{Sv/h}$ 。可见，本项目各关注点均满足《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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

3、年附加有效剂量估算

年附加有效剂量估算

$$H=Dr\cdot t\cdot T/1000 \quad (11-6)$$

式中：H—X、 γ 射线外照射人均年有效剂量当量， mSv/a ；

Dr—为参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。其中 CT 机主束方向的 Dr 值参照公式 11-3 计算；非主束方向的 Dr 值参照公式 11-4 和公式 11-5 计算之和。

t—X 射线装置周照射时间，单位为小时每周（h/a）。本项目每天工作的时间以 9~10h，以 10 小时计，配置 2 人操作，操作人员年工作 300 天，辐射工作人员在距装置 0.3m 以外进行操作，本评价保守按人均均为 3000h 工作时间计。

T—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；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）东侧内拆包工作区，南侧外拆包间，西侧 MSA 测量车间、光纤汇聚间、极片拆解房、金相检测间、金相切割间、托盘清洗车间、后工序工夹具车间，北侧生产车间居留因子取 1；西侧茶水间、IE 辅助设备车间、惰化粉存放间、气瓶间、IE 调配车间居留因子取 1/4（部分居留）；东侧走道、厂房外走道，南侧走道、厂区道路，西侧走道、厂房外走道、卫生间，北侧物料风淋居留因子取 1/8（偶然居留）（参考 IAEA47-2006）。检测区正上方、下方无人员居留，不作分析。

本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如下：

表 11.2-7 本项目 CT 机对关注点年附加有效剂量估算结果

人员	关注点位	参考点 位	与射线源距 离 (m)	参考点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)				t 时间 (h/a)	T 居留 因子	年附加剂量 (mSv/a)	约束值 (mSv/a)
				有用线束	泄漏辐射	散射辐射	合计				
职业 人员	CT 机操作位	右侧					3.71×10^{-3}			1.11×10^{-2}	5.0
公众 人员	东侧内拆包工作 区	前侧					2.62×10^{-2}			7.86×10^{-2}	0.25
	东侧走道	前侧					8.79×10^{-5}			3.30×10^{-5}	
	东侧厂房外走道	前侧					7.01×10^{-5}			2.63×10^{-5}	
	南侧走道	左侧					3.38×10^{-4}			1.27×10^{-4}	
	南侧外拆包间	左侧					1.64×10^{-4}			4.92×10^{-4}	
	南侧厂区道路	左侧					1.24×10^{-5}			4.65×10^{-6}	
	西侧走道	后侧					4.85×10^{-2}			1.82×10^{-2}	
	西侧厂房外走道	后侧					4.18×10^{-3}			1.57×10^{-3}	
	西侧茶水间	后侧					5.50×10^{-4}			4.13×10^{-4}	
	西侧卫生间	后侧					5.50×10^{-4}			2.06×10^{-4}	
	西侧 IE 辅助设备 车间	后侧					3.40×10^{-4}			2.55×10^{-4}	
	西侧 MSA 测量车 间	后侧					3.21×10^{-4}			9.63×10^{-4}	
	西侧光纤汇聚间	后侧					2.71×10^{-4}			8.13×10^{-4}	
	西侧极片拆解房	后侧					2.41×10^{-4}			7.23×10^{-4}	
	西侧脲性粉存放 间	后侧					2.41×10^{-4}			1.81×10^{-4}	
	西侧气瓶间	后侧					2.32×10^{-4}			1.74×10^{-4}	
	西侧金相检测间	后侧					2.23×10^{-4}			6.69×10^{-4}	
	西侧金相切割间	后侧					2.04×10^{-4}			6.12×10^{-4}	
	西侧 IE 调配车间	后侧					1.14×10^{-4}			8.55×10^{-5}	

	西侧托盘清洗车间	后侧					7.32×10^{-5}			2.20×10^{-4}	
	西侧后工序工夹具车间	后侧					7.00×10^{-5}			2.10×10^{-4}	
	北侧物料风淋	右侧					1.23×10^{-3}			4.61×10^{-4}	
	北侧生产车间	右侧					1.76×10^{-4}			5.28×10^{-4}	

根据表 11.2-7，本项目 CT 机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 $1.11 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，公众人员最大年附加有效剂量为 $7.86 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。可见，本项目工业 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。

11.2.1.2 三废治理措施后的环境影响分析

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，另厂房内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。

本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

(1) 根据原国家环保总局 2006 年 145 号《辐射事故分级》规定，“一般辐射事故：是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”；“较大辐射事故是指 III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。”本项目工业 CT 机若辐射安全管理不当，可能发生一般辐射事故。

(2) 可能发生的辐射事故及预防措施按照《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〔2006〕145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

针对可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如下：

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 射线泄漏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具备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 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。	

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

1、辐射安全与环境保护管理机构

厦门时代新能源科技有限公司已成立辐射安全与防护管理机构，并明确相应职责，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；负责制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）负责对本公司辐射安全与环境管理工作实施统一监督管理；

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

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

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

（5）负责本公司辐射安全和管理队伍的建设。

2、辐射工作人员配置

本项目 CT 机为公司内搬迁，不新增辐射工作人员。公司内现有的辐射工作人员均按要求取得培训合格证。可见，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

1、安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。相关制度要求见表 12.2-1。

厦门时代新能源科技有限公司已成立辐射安全与环境管理机构，已制定了《辐射安全管理制度汇编》（内含测厚仪工作人员岗位职责、辐射工作人员培训管理制度、辐射防护措施、安全记录、辐射工作人员个人剂量管理制度、测厚仪 Kr-85 辐射防护和安全保卫制度、测厚仪操作规程、X-RAY 机操作规程、X 射线检测系统操作规程、辐射装置检修维护制度、辐射工作场所监测制度和放射源台账管理制度）、《厦门时代新能源科技有限公司 CT 室辐射安全事故应急预案》。

表 12.2-1 厦门时代新能源科技有限公司建立的管理制度

管理要求	内容	相应制度
辐射防护和安全保卫制度	对单位辐射工作人员职责、工作程序和个人防护作出要求。	《关于成立辐射安全与环境管理机构的决定》
操作规程	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。	《X-RAY 机操作规程、测厚仪操作规程》
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。	《测厚仪工作人员岗位职责》
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。	《厦门时代新能源科技有限公司辐射安全事故应急预案》、《厦门时代新能源科技有限公司 CT 室辐射安全事故应急预案》
人员培训计划	规定了辐射工作人员必须参加国家核技术利用辐射安全与防护培训考核，持证上岗	《辐射工作人员培训管理制度》
辐射环境监测方案	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。	《辐射工作场所监测制度》
个人剂量监测方案	提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，并要求档案终身保存。	《辐射工作人员个人剂量管理制度》
设备检修维护制度、装置使用登记和台账管理制度	公司制订的《射线装置使用登记制度》规定了操作人员在日常操作过程中记录探伤机使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人等情况。	《辐射装置检修维护制度和放射源台账管理制度》

在此基础上，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。

本项目建成后，应对辐射安全管理制度进行及时更新。

2、辐射工作人员拟配备人数

本项目 CT 机为公司内搬迁，不新增辐射工作人员。详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

3、监测设备配置

公司已配置有 1 台便携式 X- γ 剂量率测量仪，并拟为本项目 CT 机配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置。

4、辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员和辐射防护管理人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目正式开展运营前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目涉及的辐射工作人员和辐射防护管理人员报名参加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>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。

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》（HJ61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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

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 日前上报生态环境行政主管部门。

3、工作场所和周围环境监测

公司已配置 1 台便携式 X-γ 剂量率测量仪，并拟为本项目 CT 机配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，自行定期对射线装置周围环境进行监测，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

4、竣工环保验收

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。本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 61-2021）、《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				
根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲（试行）》，建设单位根据本单位核技术利用类型和可能发生的辐射事故风险，制定了《厦门时代新能源科技有限公司辐射安全事故应急预案》。				
建设单位成立了辐射事故应急处理工作领导小组，领导小组成员名单如下：				
表 12.4-1 应急领导小组成员一览表				
机构组成		姓名	职务	联系电话
应急指挥中心	总指挥			
	副总指挥			
应急办公室	组长			
	组员			
抢险抢修组	组长			
	组员			
	组员			
	组员			
	组员			
后勤保障组	组长			
	组员			
环境监测组	组长			
	组员			
厦门时代新能源科技有限公司已制定了《厦门时代新能源科技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主管部门报告，同时向当地人民政府、公安部门 and 卫生主管部门报告。并且落实人员培训及演练情况，根据培训及演练情况及时更新预案内容。				

12.5 建设项目竣工环境保护验收要求

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12.5-1

表 12.5-1 竣工验收一览表

验收项目	验收内容	验收标准及要求
辐射防护措施	(1) 本项目 SDX-LCT-150 型 CT 机自带铅屏蔽体,各侧防护为: 各侧 6.5mm 铅板。 (2) CT 机安装摄像头, 设置紧急开门按钮, 操作台设置急停开关。 (3) CT 机设置工作指示灯、电离辐射警告标志、报警装置及设置门-机联锁安全装置; (4) CT 机拟配置 2 名辐射工作人员 (不新增, 现有人员), 均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪; (5) 公司配备了 1 台便携式剂量监测仪, 本项目 CT 检测区配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置。	符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 相关规定, 即探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$。
管理制度	(1) 公司成立辐射防护安全管理机构。制定射线装置台账。修订相应的规章制度和应急预案, 规章制度应张贴在 CT 检测区显著位置。 (2) 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。个人剂量计季度检定并建立个人辐射档案建立完善 X 射线探伤作业的台账。 (3) 辐射工作人员每 2 年应参加健康体检, 并建立个人健康档案。 (4) 委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射环境监测, 于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 相关规定, 即辐射工作人员年平均有效剂量限值 $\leq 5\text{mSv/a}$, 公众人员年平均有效剂量限值 $\leq 0.25\text{mSv/a}$。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、辐射安全与防护分析结论

(1) 项目安全设施

本项目工业 CT 机自带铅屏蔽体，有固定的辐射工作场所，且场所设有相应的辐射安全和防护措施。本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全和防护措施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》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。

综上所述，本项目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，对辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

(2) 三废的治理

本项目所使用的工业 CT 机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，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。

由于 X 射线检测过程中，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 机所在的厂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、环境影响分析结论

通过现状监测可知，本项目所在区域的环境 X- γ 剂量率水平均在环境本底范围值内。

(1) 建设阶段对环境影响

本项目 CT 机设置于已建的厂房内，建设期不涉及土建工程，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。建设期产生的包装材料废物依托厂区现有工程处理，设备安装产生的噪声为间断性的，随着设备安装的结束，噪声影响也随即结束。

(2) 运行阶段对环境影响

①辐射工作场所屏蔽防护设计

经估算可知，在本项目自带的铅屏蔽体的防护作用下 CT 机主束射线方向辐射最大剂量率为 $7.10 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，CT 机四周屏蔽体外 30cm 处的泄漏辐射与散射辐合作用最大剂量率为 $2.35 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

②年附加有效剂量估算

根据剂量估算结果，本项目 CT 机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 $1.11\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，公众人员最大年附加有效剂量为 $7.86\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ 。

本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/a 和公众人员年有效剂量限值 1mSv/a 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。

3、可行性分析结论

项目投入使用主要对公司生产的电芯进行检测，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。同时，本项目属于《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。

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，厦门时代新能源科技有限公司 1 台工业 CT 机项目是可行的。

13.2 建议与承诺

（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）公司制定辐射监测计划、购置相关辐射科室的监测仪器。

（3）对本报告提出的辐射防护措施应严格执行，辐射防护存在不足的应完善。

（4）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可能进行调整变动，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境主管部门的监督管理。

（5）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境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。