

核技术利用项目

蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）环境影响报告表

蜂巢能源科技（南京）有限公司

2024 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用项目

蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）环境影响报告表

建设单位名称：蜂巢能源科技（南京）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号

邮政编码：211200

联系人：窦**

电子邮箱：

联系电话：187****2501

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 18 -
表 9 项目工程分析与源项	- 22 -
表 10 辐射安全与防护	- 27 -
表 11 环境影响分析	- 31 -
表 12 辐射安全管理	- 41 -
表 13 结论与建议	- 45 -
表 14 审批	- 49 -
附图 1 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目地理位置示意图	- 50 -
附图 2 蜂巢能源科技（南京）有限公司平面布置示意图	- 51 -
附图 3-1 本项目周围环境示意图（卫星图）	- 52 -
附图 3-2 本项目周围环境示意图（平面图）	- 53 -
附图 4 蜂巢能源科技（南京）有限公司测试车间平面布局示意图	- 54 -
附图 5-1 nanoVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽防护设计示意图（1）	- 55 -
附图 5-2 nanoVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽防护设计示意图（2）	- 56 -
附图 5-3 nanoVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽防护设计示意图（3）	- 57 -
附图 5-4 nanoVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽防护设计示意图（4）	- 58 -
附件 1 项目委托书	- 59 -
附件 2 射线装置使用承诺书	- 60 -
附件 3 辐射安全许可证	- 61 -
附件 4 原有核技术利用项目基本情况一览表	- 62 -

附件 5 江苏省投资项目备案证	- 65 -
附件 6 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目环评批复	- 66 -
附件 7 辐射环境现状监测报告及监测单位资质	- 71 -
附件 8 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书	- 79 -
附件 9 nonaVoxel 4200 型工业 CT 安全防护信息	- 83 -
附件 10 设备供应商辐射安全许可证	- 92 -
附件 11 建设单位现有辐射安全管理规章制度	- 94 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）			
建设单位		蜂巢能源科技（南京）有限公司 （统一社会信用代码：91320117MA2679R43B）			
法人代表	何胜奎	联系人	窦**	联系电话	187****2501
注册地址		南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号			
项目建设地点		南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号			
立项审批部门		南京市溧水区行政审批局	批准文号	溧审批投备（2024）252 号	
建设项目总投资（万元）		项目环保投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>蜂巢能源科技（南京）有限公司（以下简称“公司”）注册地址位于南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号（原门牌号为：新淮大道 99 号，实际位置无变动，仅门牌号变动），是一家专注于新能源汽车动力电池及储能电池系统的研发、生产和销</p>					

售的单位。公司自 2012 年起开展动力电池的预研，2018 年正式独立面向全行业发展，目前主要产品包括电芯、模组、电池包及大型储能、单元储能、中型储能、家储、便携等全序列储能产品，可根据客户需求为其提供动力电池及储能产品整体解决方案。

2021 年 6 月，公司与南京市溧水区经济开发区签约，计划投资 56 亿元分两期建设动力电池生产基地，一期规产能划原为 6.6Gwh，后追加至 8.94Gwh；二期产能规划 8Gwh。2022 年，蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（以下简称“一期项目”）启动，项目内容包括：建设 4 条磷酸铁锂动力电池生产线、6 条 CTP 生产线及其附属设施，建设降压站一座，购置 1 台工业 CT 用于对动力电池电芯进行无损检测等。一期项目已取得南京市溧水区行政审批局核准的项目备案证，备案证号：溧审批投备（2024）252 号，项目代码：2106-320117-89-01-351942，详见附件 5；2023 年 4 月 21 日，一期项目取得南京市生态环境局的环评批复文件，文号：宁环（溧）建〔2023〕27 号，详见附件 6；批复文件中明确要求：“项目涉及辐射内容，须按规定另行开展环境影响评价工作”，一期项目中新增 1 台工业 CT 用于对动力电池电芯进行无损检测（三维断层扫描）的内容属于核技术利用建设项目，须按规定另行开展环境影响评价工作。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，依照《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）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第 16 号，2021 年版），一期项目中新增 1 台工业 CT 内容属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。受蜂巢能源科技（南京）有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目中新增 1 台工业 CT 内容的环境影响评价工作。南京瑞森辐射技术有限公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了《蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）环境影响报告表》。

蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目核技术利用情况见表 1-1。

表 1-1 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目核技术利用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量(台)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	用途	备注
1	工业 CT nanoVoxel 4200	1	300	1	II	测试车间	使用	对动力电池电芯进行无损检测	新购

二、项目选址情况

蜂巢能源科技（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号，公司东侧为沂湖路，南侧为新淮大道，西侧为嵇塘路，北侧为南京格力钛新能源有限公司及公路（由于建设单位厂区非正南北方向布局，为便于理解，报告中涉及方位均以沂湖路为正南北走向进行描述）。蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 台工业 CT 拟建址位于公司二期厂房测试车间内。

二期厂房为地上三层建筑，测试车间位于二期厂房一楼东部。测试车间下方为土层，无地下室；上方为设备层（夹层），隔设备层为生产车间。测试车间东侧为走廊，走廊外为厂区道路；南侧为走廊，隔走廊为其他功能区；西侧为走廊，隔走廊为电极车间；北侧相邻为试制线车间。公司拟在测试车间内设置隔断墙体，测试车间分为 3 部分，东部为电芯 CT 测试间，中部为工业 CT 工作区，西部为 CT 设备检测室。工业 CT 设备拟安装于工业 CT 工作区北部，主射线方向朝南，工件门朝西。工业 CT 东侧为管保养区域，南侧为过道，西侧为操作位，北侧为配电柜。本项目地理位置示意图见附图 1，公司厂区平面布置示意图见附图 2，本项目周围环境示意图见附图 3，测试车间平面布局见附图 4。

本项目拟建址周围 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、项目周围其他工作人员及其他公众等。

三、实践正当性分析

本项目新增 1 台工业 CT，用于对公司生产的动力电池组进行无损检测，能够保障良品输出，提升整体产品质量，有利于公司赢得更好的市场口碑，具有良好的社会效益和经济效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、“三线一单”相符性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏溧水经济开发区重点管控单元（编码：ZH32011723075）内，不在南京市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，能满足重点管控单元的管控要求（详见附件8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。

本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

五、原有核技术利用项目履行环保手续情况

公司于2022年12月9日重新申领辐射安全许可证，证书编号：苏环辐证[A1033]，种类和范围为“使用V类放射源”，有效期至：2026年11月10日。公司辐射安全许可证复印件见附件3，公司原有核技术利用项目情况详见附件4。

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已经产生的中子流强度 (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》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II	1台	nano Voxel 4200	300	1	无损检测	测试车间	新购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	用途	工作场所	操作方式			备注
									活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过风扇式机械排风排入外环境，臭氧常温下约 50 分钟可自然分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），国家主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(6) 《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，2017 年 12 月 5 日起实施；</p> <p>(7) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日发布施行；</p> <p>(8) 《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，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令第 20 号，2021 年 1 月 8 日起施行；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修改本），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《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，2019 年 12 月 24 日发布，2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142 号，2022 年 8 月 16 日起试行；</p> <p>(14) 《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕</p>
------	---

	<p>880号，2023年10月10日发布；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》，国家发展和改革委员会令 第7号，2023年12月27日发布，2024年2月1日起施行；</p> <p>(16) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日发布；</p> <p>(17) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(18) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发；</p> <p>(19) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文件的公告》(生态环境部公告2019年第38号，2019年11月1日起施行)。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(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》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及其修改单；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>附图：</p> <p>(1) 蜂巢能源科技(南京)有限公司蜂巢能源年产8.94Gwh锂离子动力电池项目(辐射专项)地理位置示意图；</p> <p>(2) 蜂巢能源科技(南京)有限公司平面布置示意图；</p> <p>(3) 本项目周围环境示意图；</p> <p>(4) 蜂巢能源科技(南京)有限公司测试车间平面布局示意图；</p>

(5) nonaVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽防护设计示意图。

附件：

- (1) 项目委托书；
- (2) 射线装置使用承诺书；
- (3) 辐射安全许可证；
- (4) 公司原有核技术利用项目基本情况一览表；
- (5) 江苏省投资项目备案证；
- (6) 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目环评批复；
- (7) 辐射环境现状监测报告及监测单位资质；
- (8) 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书；
- (9) nonaVoxel 4200 型工业 CT 安全防护信息；
- (10) 设备供应商辐射安全许可证；
- (11) 建设单位现有辐射安全管理规章制度。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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”的要求，以及根据本项目的特点，本项目的评价范围确定为工业 CT 屏蔽体外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 3。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）和《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏溧水经济开发区重点管控单元（编码：ZH32011723075）内，不在南京市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目主要考虑工业 CT 工作时可能对周围环境产生的辐射影响。本项目拟建址周围 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、项目周围其他工作人员及公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位/位置	距离	人口规模	保护要求
1	辐射工作人员	测试车间内工业 CT 工作区	/	4 人	5mSv/a
2	公众	东侧，电芯 CT 测试间	约 2~11m	约 2 人	0.1mSv/a
		东侧，走廊	约 11~16m	流动人员	
		东侧，厂区道路	约 16~42m	流动人员	
		东侧，模组车间	约 42~50m	约 5 人	
		南侧，走廊	约 4~7m	流动人员	

	南侧，其他功能区域	约 7~15m	约 3 人
	南侧，厂区道路	约 15~27m	流动人员
	南侧，低温库	约 27~50m	约 2 人
	西侧，CT 设备检测室	约 3~14m	约 2 人
	西侧，走廊	约 14~18m	流动人员
	西侧，电极车间	约 18~50m	约 15 人
	北侧，试制线车间	约 1.5~50m	约 3 人
	楼上（隔设备层），其他车间	/	约 15 人

本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对 象	要 求
职业照射	<p>工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：</p> <p>①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；</p> <p>②任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p>
公众照射	<p>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：</p> <p>①年有效剂量，1mSv；</p> <p>②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；</p> <p>③眼晶体的年当量剂量，15mSv；</p> <p>④皮肤的年当量剂量，50mSv。</p>

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~0.3mSv）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。

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。

控制区：

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。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不

需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

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 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

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/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

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) 安全连锁是否正常工作；
- 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，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。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/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

- a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；
- b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

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

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或

拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.11 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。

6.2.3 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。

6.3 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。
- g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，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。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；

4、项目目标管理值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目的目标管理值：

（1）辐射剂量控制水平：工业 CT 四周、顶面及底面屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 **2.5 μ Sv/h**。

（2）项目辐射工作人员和公众的剂量约束值：职业人员取 GB 18871-2002 标准中规定的职业照射的 1/4 作为剂量约束值，即年有效剂量不超过 **5mSv**，公众取 GB 18871-2002 标准中规定的公众照射的 1/10 作为剂量约束值，即年有效剂量不超过 **0.1mSv**；人员在关注点的周剂量参考控制水平，按照 GBZ 117-2022 对职业工作人员不大于 **100 μ Sv/周**，对公众不大于 **5 μ Sv/周**；本项目保守取对公众不大于 **2 μ Sv/周**。

5、参考资料

- （1）《辐射防护导论》，方杰主编。
- （2）《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。
- （3）《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，

1993年3月), 江苏省环境监测站。

表5 江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射(空气吸收)剂量率(单位: nGy/h)

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差(s)	7.0	12.3	14.0
均值 $\pm 3s$	29.4~71.4	10.2~84.0	47.2~131.2

注: 1、根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》, 表5数据不含宇宙射线电离成分;
2、评价时采用“均值 $\pm 3s$ ”作为辐射环境本底参考范围。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

蜂巢能源科技（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号，公司东侧为沂湖路，南侧为新淮大道，西侧为嵇塘路，北侧为南京格力钛新能源有限公司及公路。蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 台工业 CT 拟建址位于公司测试车间。

二期厂房为地上三层建筑，测试车间位于二期厂房一楼东部。测试车间下方为土层，无地下室；上方为设备层（夹层），隔设备层为生产车间。测试车间东侧为走廊，走廊外为厂区道路；南侧为走廊，隔走廊为其他功能区；西侧为走廊，隔走廊为电极车间；北侧相邻为试制线车间。公司拟在测试车间内设置隔断墙体，测试车间分为 3 部分，东部为电芯 CT 测试间，中部为工业 CT 工作区，西部为 CT 设备检测室。工业 CT 设备拟安装于工业 CT 工作区北部，主射线方向朝南，工件门朝西。工业 CT 东侧为管保养区域，南侧为过道，西侧为操作位，北侧为配电柜。

本项目拟建址周围 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、项目周围其他工作人员及其他公众等。

本项目拟建址及其周围环境见图 8-1~图 8-6。



图 8-1 项目拟建址（测试车间内）



图 8-2 项目拟建址（测试车间）东侧走廊外
厂区道路



图 8-3 项目拟建址（测试车间）南侧走廊



图 8-4 项目拟建址（测试车间）西侧走廊



图 8-5 项目拟建址（测试车间）北侧
试制线车间



图 8-6 项目拟建址（测试车间）楼上设备层

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，在蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）拟建址及其周围环境进行布点，测量辐射现状剂量率，监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-7。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司（检测资质见附件 7）

检测仪器：6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2023 年 10 月 30 日~2024 年 10 月 29 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0173796）

能量响应：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9μSv/h

监测日期：2023年12月26日

监测因子：γ辐射剂量率

天气：多云，11℃，36%RH

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（见附件7），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用¹³⁷Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有合格证书，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然γ辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 本项目拟建址周围γ辐射剂量率检测结果

测点编号	测点描述	测量结果（nGy/h）	备注
1	测试车间东部	30	楼房室内
2	测试车间中部	36	楼房室内
3	测试车间西部	32	楼房室内
4	测试车间东侧走廊	28	楼房室内
5	测试车间南侧走廊	30	楼房室内
6	测试车间西侧走廊	33	楼房室内

7	测试车间北侧试制线车间	35	楼房室内
8	测试车间楼上其他车间	32	楼房室内
9	测试车间东侧走廊外厂区道路	78	室外道路
10	测试车间南侧走廊外其他功能区	36	楼房室内
11	测试车间西侧走廊外电极车间	36	楼房室内
12	试制线车间北侧走廊	35	楼房室内
13	试制线车间北侧走廊外其他功能区	36	楼房室内

注：1.测量结果已扣除宇宙射线响应值；

2.新增 1 台工业 CT 项目拟建址下方为土层；

3.上表数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值（本次检测所用仪器宇响值为 30nGy/h）。环境 γ 辐射剂量率测量结果按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 中公式 $\dot{D}_v = k_1 \times k_2 \times R_v - k_3 \times \dot{D}_c$ 计算，其中， k_1 为仪器检定/校准因子； k_2 为仪器检验源效率因子； k_3 为建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；本次计算楼房室内取 0.8，道路取 1。

由表 8-1 监测结果可知，蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 工业 CT 拟建址及其周围环境室内 γ 辐射剂量率为 28nGy/h~36nGy/h，略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率本底水平；道路 γ 辐射剂量率为 78nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量率水平涨落范围内，属江苏省道路环境天然 γ 辐射剂量率本底水平。

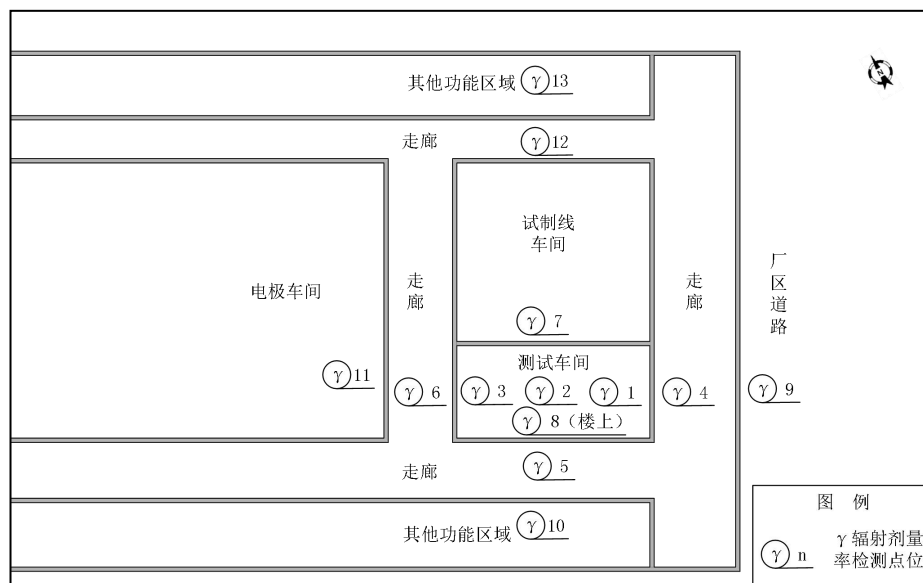


图 8-10 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 台工业 CT 拟建址及其周围环境 γ 辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

蜂巢能源科技（南京）有限公司拟购置 1 台 nanoVoxel 4200 型工业 CT 用于对动力电池电芯进行无损探伤（三维断层扫描）。nanoVoxel 4200 型工业 CT 的内部检测装置与外壳屏蔽体（铅房）为一体式设计、制造，具有制式型号与尺寸；设备制造商以铅房外辐射剂量率不能大于 $1\mu\text{Sv/h}$ 的屏蔽目标进行铅房的防护设计，并经理论预测计算（详见本报告表 11）可知，nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房外的 X 射线剂量率满足相关标准的剂量限值要求。

本项目 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房四侧、防护门、顶部及底部均采用铅板+铁板进行辐射防护。如图 9-1 所示，设备正面设一工件门，工件门上设铅玻璃观察窗；左面、背面各设一检修门。设备正面设置操作按钮，用于控制工件门的开、关和设备出束。计算机控制系统与设备为分体式设计，工作人员也可在计算机上控制设备运行并实时查看成像或回看储存的检测结果。X 射线源设于铅房内部左侧，有用线束方向固定向右，射线张角为 30° ，接收 X 射线的探测器设于铅房内部右侧，检测平台设于 X 射线管与探测器之间，位于铅房中部，正对工件门位置。X 射线源在铅房内可沿垂直方向上下移动，到达上限位置时，距离铅房顶面内壁为 578mm；到达下限位置时，距离铅房底面内壁为 974mm，移动范围为 600mm。nanoVoxel 4200 型工业 CT 内部结构如图 9-2 所示。

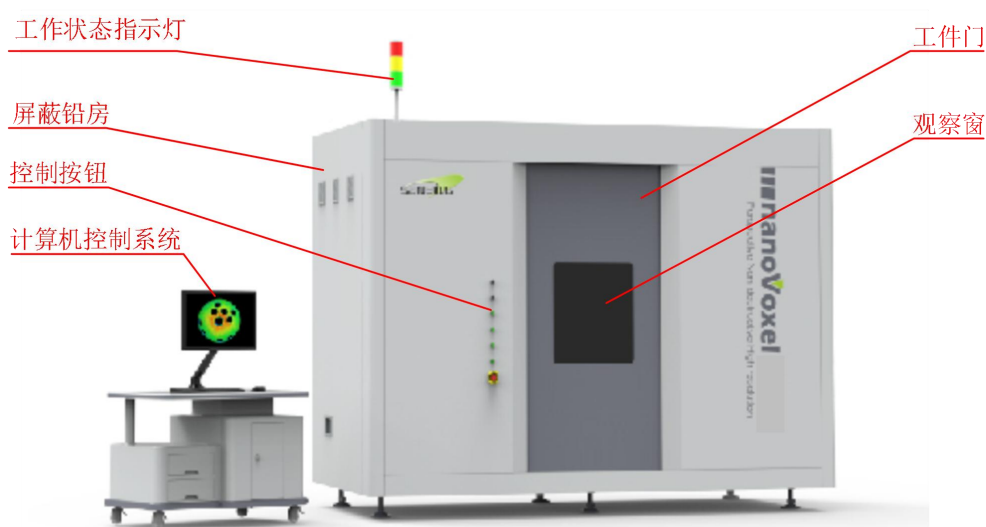


图 9-1 nanoVoxel 型工业 CT 外观示意图

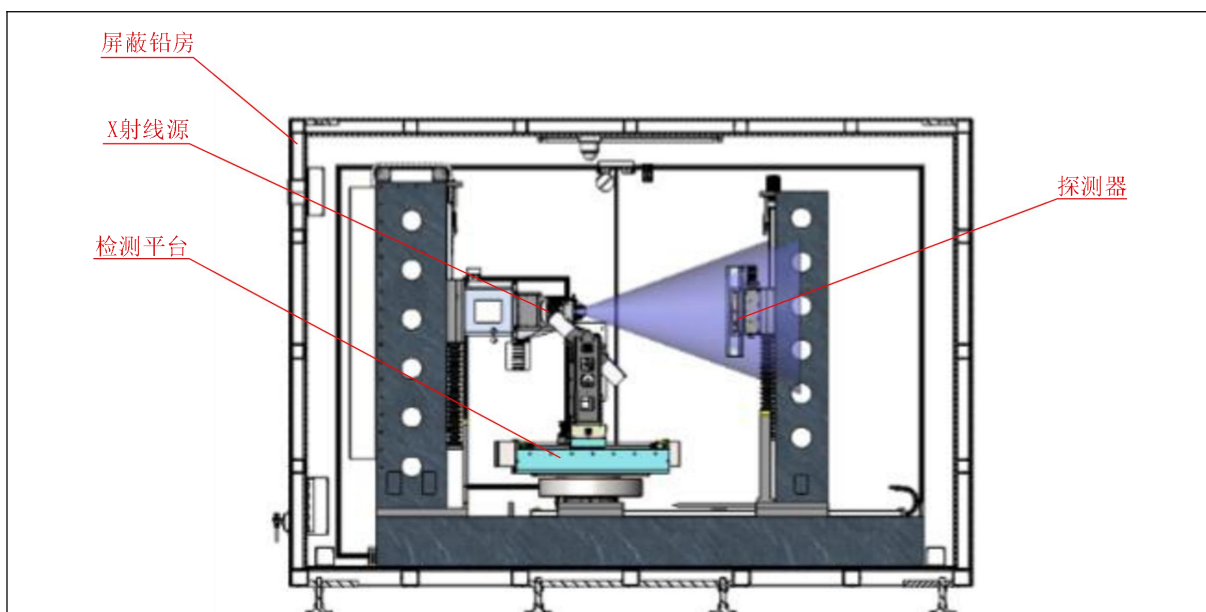


图 9-2 nanoVoxel 4200 型工业 CT 内部结构示意图

二、工作原理及工艺流程

1、工作原理

本项目 nano Voxel 4200 型工业 CT 主要应用于对公司生产的动力电池组电芯进行无损检测，可在不拆装产品的情况下检测产品内部是否存在缺陷。工业 CT 的核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的铅筒，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，在高压电场中加速，获取能量。电子向阳极运动过程中依次经过网格帽、准直线圈、聚焦线圈形成稳定且很窄的电子束，电子束撞击靶材料，产生 X 射线。本项目工业 CT 由高压发生器、X 射线管、运动定位系统、成像系统、电气控制柜、自屏蔽铅房式防护设置等部件组成，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 射线对工件进行分层扫描，X 射线与探测器分别位于工件两侧的相对位置，检测时 X 射线束固定向右对被测工件的断面进行扫描，被测电芯可以旋转各个角度，位于对侧相对位置的探测器接受透过断面的 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，工业 CT 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。本项目 X 射线管结构见图 9-3。

图 9-3 本项目 X 射线管结构示意图

2、工作流程

(1) 工作人员检查工业 CT 及周围环境，确认工业 CT 及其附属设施外观硬件无异常且周围环境安全后，打开工业 CT 电源；

(2) 工业 CT 开机后，将进入自检程序，逐一自检门机联锁（工件门、检修门关闭到位）、工作状态指示灯（无故障）、急停按钮（未被按下的状态）等辐射安全措施及附属设施（电源柜、计算机控制系统等）的连接状态，均无异常后，工业 CT 才处于准备完成的状态，可以进行下一步工作；

(3) 本项目辐射工作人员接到待测样品（即动力电池电芯）后，根据动力电池电芯规格选择检测模式，然后按动工业 CT 壳体上的控制按钮打开工件门，手动将被检测动力电池电芯送入工业 CT 内部，摆放于工件台（即检测平台）上，并根据检测需要调整摆放方式；

(3) 工作人员按动工业 CT 壳体上的控制按钮关闭工件门，在计算机控制系统上点击开始检测，工业 CT 通过门机联锁机构判别工件门关闭到位后，按照预选的检测模式自动运行检测程序；

(4) 工业 CT 出束检测期间，一名工作人员可通过工件门上的铅玻璃窗观察工业 CT 内部机构运行情况，发现异常时即刻按下工件门旁的急停按钮可立即切断 X 射线管的高压电源，停止出束；另一名工作人员在计算机控制系统上通过视频监控可实时

观察工业 CT 内部机构运行情况,当从视频中发现异常或计算机控制系统自动报错时,即刻按下操作台上的急停按钮也可立即切断 X 射线管的高压电源,停止出束。工业 CT 出束检测时会产生 X 射线,以及铅房内空气被射线电离产生少量的臭氧和氮氧化物;

(5) 工业 CT 检测程序执行完毕后,一名工作人员根据操作台计算机显示屏上的影像进行分析,以判断被检工件是否存在缺陷及缺陷性质;另一名工作人员按动工业 CT 壳体上的控制按钮打开工件门,取出被检动力电池电芯并进行区分标记、摆放,并根据生产要求决定是否需要输出检测报告;

(6) 工作人员重复以上流程,对送检动力电池电芯进行检测。

根据建设单位提供资料,不同规格的动力电池电芯,单个检测工业 CT 出束时间约为 3~5 分钟;每天最大送检动力电池电芯数量为 80 个。考虑到检测间隔时间,公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员,实行两班倒的工作制度,每班 2 名辐射工作人员,工作人员每天接触射线时间最大约为 3.33 小时。

本项目工业 CT 工作流程和产污环节如下图 9-4 中所示。

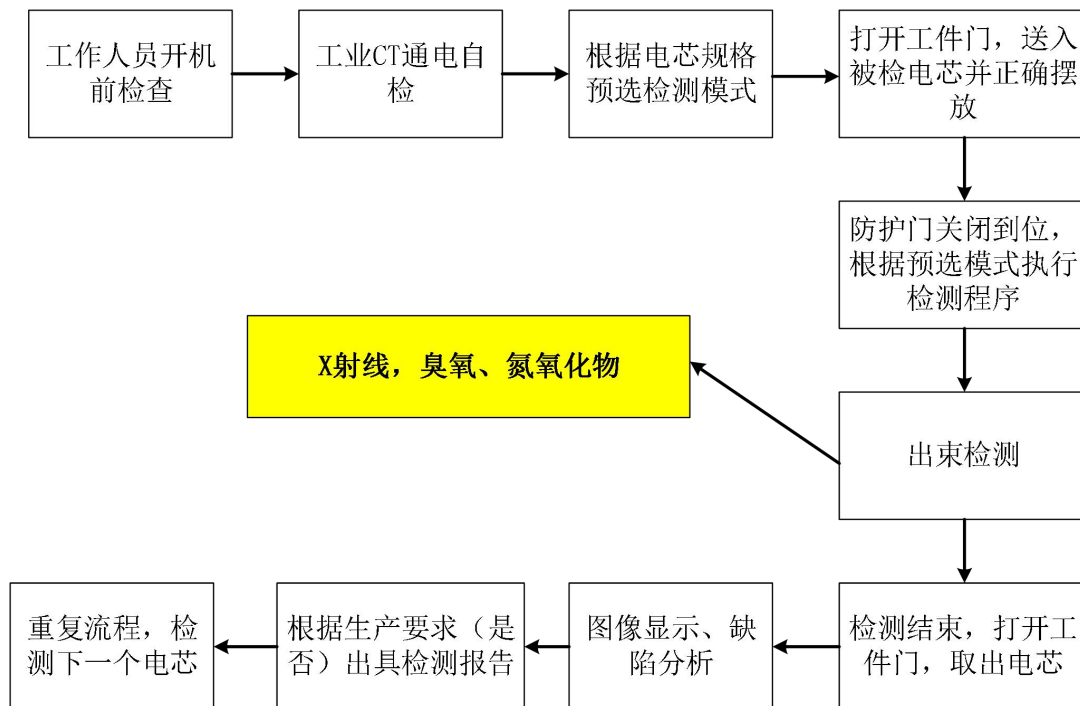


图 9-4 工业 CT 工作流程和产污环节示意图

污染源项描述

一、放射性污染

由工业 CT 工作原理可知,工业 CT 只有在开机并处于出束状态时(曝光状态)

才会发出 X 射线，对工业 CT 周围工作人员和公众产生一定外照射，因此工业 CT 在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

本项目工业 CT 最大管电压 300kV，最大管电流 1mA，设备所用 X 射线管的固有滤过为 3mmAl。根据 GBZ/T 250-2014 表 B.1，300kV 管电压下 X 射线的最大输出量取 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，单位换算为 $1254000\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

二、非放射性污染

①废气：在工业 CT 工作状态时，X 射线会使空气电离产生微量的臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局合理性分析

蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目中新增 1 台工业 CT 拟建址位于公司测试车间内中部靠北位置，主射线方向朝南，工件门朝西。为了加强管理，公司拟在工业 CT 东侧约 2.15m 处、西侧约 3m 处各设置南北方向隔断墙板（材质为彩钢硬质岩棉夹芯板），将测试车间分隔为 3 个工作区域，东部为电芯 CT 测试间，中部为工业 CT 工作区，西部为 CT 设备检测室（测试车间平面布局详见附图 4）。两个隔断墙板南部各设有门将 3 个区域连通。同时为做好辐射安全防护工作，公司按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求在辐射工作场所内（工业 CT 工作区）划定控制区和监督区。公司拟将工业 CT 自带铅房内部划为控制区，将工业 CT 工作区内其余区域划为监督区。监督区（工业 CT 工作区）边界以实体墙、门为屏障，非本项目辐射工作人员严格限制进入。

本项目辐射工作场所分区示意图见图 10-1。



图 10-1 蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）辐射工作场所分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

本项目拟使用的 nanoVoxel 4200 型工业 CT 屏蔽设计参数见表 10-1，屏蔽设计示意图见附图 5-1 至附图 5-4。

表 10-1 本项目工业 CT 屏蔽设计参数一览表

设备型号名称	屏蔽设计		备注
nanoVoxel 型	铅房正面	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	工件门所在面

工业 CT	铅房左面	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	检修门所在面
	铅房右面	2mm 钢板+30mm 铅板+2.5mm 钢板	主射线方向
	铅房顶面	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	/
	铅房底面	2mm 钢板+20mm 铅板+5mm 钢板	/
	铅房背面	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	检修门所在面
	观察窗	20mm 铅当量铅玻璃	/
	正面工件门	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	/
	左面检修门	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	/
	背面检修门	2mm 钢板+20mm 铅板+2.5mm 钢板	/
	铅房内净尺寸为 L3400mm×W1600mm×H2150mm		

注：所用屏蔽材料中，铅板密度不低于 11.3g/cm³，钢板密度不低于 7.8g/cm³。

本项目工业 CT 在左面上端设置通风口，在左面底端设置线缆孔，通风口处、线缆孔处均设计安装屏蔽罩作为补偿防护措施，屏蔽罩的材料及厚度与其所在面的屏蔽设计一致。通风口、线缆孔屏蔽罩如附图 5-3 所示。

三、辐射安全和防护措施

为确保辐射安全，保障工业 CT 安全运行，本项目工业 CT 设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

(1) 工业 CT 的 X 射线管安装在自屏蔽的检测装置内部，操作人员操作位设置在铅房外，操作人员无法直接接触到 X 射线管；装置有用线束方向向右，避开操作人员操作位方向；X 射线管不能单独被打开，只有在连接到机器内部的线路上并通过配套的控制软件才能开启。

(2) 工业 CT 的射线控制系统带物理钥匙开关，开关设置于电气柜上。只有当钥匙档位在“ON”时射线才被允许打开，钥匙由专人负责保管和使用。

(3) 门-机联锁装置。本项目工业 CT 背面、左面各设有 1 个检修门，正面设置 1 个工件门。检修门、工件门均与设备 X 射线管进行联锁，只有当检修门、工件门关闭到位后 X 射线装置才能出束，X 射线装置出束期间强行打开检修门、工件门时 X 射线管将自动切断高压停止出束。

(4) 工业 CT 顶面安装工作状态指示灯，工业 CT 在准备状态和射线开启时均有

相应的颜色的指示灯亮起。指示灯内置蜂鸣器，当设备故障时，将发出警示音。工作状态指示灯串联在 X 射线管线路中，若工作状态指示灯故障，设备将不能出束。

(5) 工业 CT 正面工件门旁、设备内部、计算机操作台上、电气柜上均设计安装紧急停机按钮并设置清晰的中文使用说明，紧急情况时按下可迅速停机，防止误照射；再次使用时，必须先将紧急停机按钮本地复位后，才能启动 X 射线管。

(6) 工业 CT 表面、工业 CT 工作区门上均拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

(7) 工业 CT 内部安装 2 个不同视角的视频监控装置，工作人员可在计算机操作台上实时监控设备运行情况。

(8) 工业 CT 配备固定式场所辐射探测报警装置，监测探头设于工业 CT 内部，辐射剂量率实时显示在工业 CT 正面工件门旁的电子屏上。固定式场所辐射探测报警装置与 X 射线进行联锁，当检测到辐射剂量率超过预设剂量阈值时，能发出警示信号，同时 X 射线管将自动切断高压停止出束。

本项目射线装置及工作场所设计安装的辐射安全设施满足本项目辐射安全的需要。

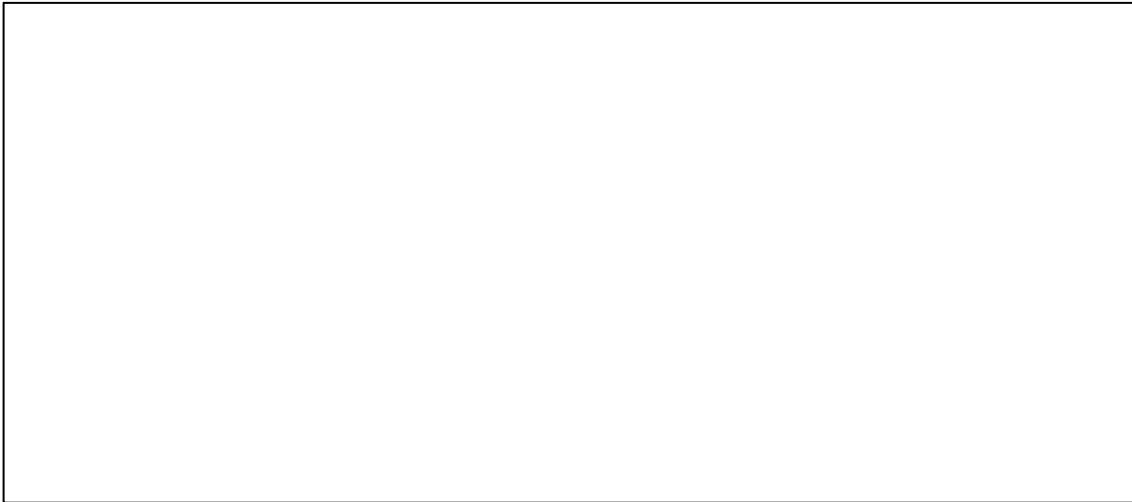


图 10-2 nanoVoxel 4200 型工业 CT 辐射安全装置示意图

四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展工业探伤的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

蜂巢能源科技（南京）有限公司拟配备辐射巡测仪 1 台，拟为工作场所配备固定

式辐射监测仪 1 台，拟为辐射工作人员配备个人剂量报警仪 2 台，用于辐射监测和报警；辐射工作人员随身佩戴个人剂量计，用以监测累积受照情况。

三、三废处理

一、放射性三废

本项目运行过程中没有放射性三废产生。

二、非放射性三废

1、废气

工业 CT 在出束工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过工业 CT 铅房内排风扇排出铅房。建设单位拟在工业 CT 排风口处连接管道至厂房的通风换气系统，并在管道口设置止回阀防止气体回流，少量臭氧及氮氧化物通过厂房通风换气系统排出室外。臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

2、废水

本项目辐射工作人员产生的少量生活污水经厂区污水处理站处理后接入市政污水管网。

3、固体废物

本项目辐射工作人员产生的少量生活垃圾由公司分类收集后定期交市政环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项 nanoVoxel 4200 型工业 CT 为一体式铅房结构，项目拟建址位于厂区内已有的测试车间内，设备由供应商单位运送至指定位置后进行安装，不涉及土建或装修等工程，因此基本不存在建设阶段环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

对本次蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目中新增 1 台工业 CT 的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。

1、参考点辐射水平估算模式选取

采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式及相关参数估算装置表面外 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

1.1 有用线束

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-1 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-1}$$

式中： I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，按最大管电压从 GBZ/T 250-2014 附录表 B.1 查取 X 射线输出量；

B —屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

1.2 非有用线束

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{公式 11-2}$$

式中： X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

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

① 泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式 11-3 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

式中： B —屏蔽透射因子，使用公式 11-2 计算得到；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1。

② 散射辐射所致装置外剂量率利用公式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： B —按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按公式 11-2 计算；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量；

$R_0^2/F \cdot \alpha$ —根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“B.4.2：当 X 射线探伤装置圆锥中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，4.2.3 式（9）的 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值为：60（150kV）和 50（200kV~400kV）”；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

2、计算结果

本项目 nanoVoxel 4200 型工业 CT 最大管电压 300kV，最大管电流 1mA，射线方向固定向右，辐射防护计算参考点位示意图见图 11-1、图 11-2，剂量核算点位均取相应方向屏蔽体外 30cm，计算参数和计算结果见表 11-1 至表 11-5。

图 11-1 nanoVoxel 4200 型工业 CT 辐射防护计算参考点位示意图（正视图）

图 11-2 nanoVoxel 4200 型工业 CT 辐射防护计算参考点位示意图（俯视图）

表 11-1 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房 X 射线源距离铅房内壁距离

点位序号	点位描述	屏蔽材料及厚度 (mm)	源距内壁距离 (m)	参考点位距离 (m)
a	正面 (工件门、观察窗)	20Pb+5.5Fe	0.7	1
b	背面 (检修门)	20Pb+5.5Fe	0.9	1.2

c	左面 (检修门)	20Pb+5.5Fe	1.25	1.55
d(有用线束)	右面	30Pb+5.5Fe	2.15	2.45
e	顶面	20Pb+5.5Fe	0.58	0.88
f	底面	20Pb+5.5Fe	0.97	1.27

注：参考点位距离=源距内壁距离+屏蔽体外 30cm，保守计算考虑，忽略铅房厚度对距离的影响。

表 11-2 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房外辐射剂量率（有用线束）

点位 序号	点位 描述	屏蔽材料及 厚度 (mm)	I (mA)	屏蔽因子 B	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R (m)	H($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
d	右面	30Pb+5.5Fe	1		1254000	2.45	0.52

表 11-3 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房外辐射剂量率（泄漏辐射）

点位 序号	点位描述	屏蔽材料及厚 度 (mm)	屏蔽因子 B	H_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	R (m)	H($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
a	正面 (工件门、观察窗)	20Pb+5.5Fe		5000	1	0.70
b	背面 (检修门)	20Pb+5.5Fe		5000	1.2	0.49
c	左面 (检修门)	20Pb+5.5Fe		5000	1.55	0.29
e	顶面	20Pb+5.5Fe		5000	0.88	0.91
f	底面	20Pb+5.5Fe		5000	1.27	0.44

表 11-4 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房外辐射剂量率（散射辐射）

点位 序号	点位描述	屏蔽材料及 厚度 (mm)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$)	屏蔽因子 B	$R_0^2/F.a$	R(m)	H($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
a	正面 (工件门、 观察窗)	20Pb+5.5Fe	1	1254000			1	3.66E-11
b	背面 (检修门)	20Pb+5.5Fe	1	1254000			1.2	2.54E-11
c	左面 (检修门)	20Pb+5.5Fe	1	1254000			1.55	1.52E-11
e	顶面	20Pb+5.5Fe	1	1254000			0.88	4.73E-11

f	底面	20Pb+5.5Fe	1	1254000		1.27	2.27E-11
---	----	------------	---	---------	--	------	----------

表 11-5 nanoVoxel 4200 型工业 CT 铅房周围辐射剂量率计算结果汇总

点位序号	点位描述	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量当量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	目标管理值 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
a	正面 (工件门、 观察窗)	/	0.70	3.66E-11	0.70	2.5	满足
b	背面 (检修门)	/	0.49	2.54E-11	0.49	2.5	满足
c	左面 (检修门)	/	0.29	1.52E-11	0.29	2.5	满足
d (有用 线束)	右面	0.52	/	/	0.52	2.5	满足
e	顶面	/	0.91	1.52E-11	0.91	2.5	满足
f	底面	/	0.44	4.73E-11	0.44	2.5	满足

由表 11-5 汇总结果可知，本项目拟使用的 nanoVoxel 4200 型工业 CT 周围距机体外壁 30cm 处辐射剂量率最大为 $0.91\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的标准要求及本项目“工业 CT 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目工业 CT 预留有缆孔及通风口，缆孔设于工业 CT 左面底部，通风口设于工业 CT 左面上部，缆孔、通风口处均设置屏蔽罩作为补充防护措施，屏蔽罩材料及厚度与缆孔、通风口所在铅房左面的屏蔽材料和厚度一致。射线经被检测电芯第一次散射后，至少再经过 2 次散射才能从孔洞穿出（如图 11-3 所示）。《辐射防护导论》（方杰主编）P189 指出：“迷道的屏蔽计算是比较复杂的。一种简易的安全的估算方法，是使辐射在迷道中至少经过三次以上散射才能到达出口处”，由此推断本项目工业 CT 缆孔、通风口处的辐射剂量率也能够满足上述标准要求。



图 11-3 本项目工业 CT 线缆孔、通风口散射路径示意图

本项目工业 CT 左面、背面各设一检修门，正面设一工件门，工件门上设可视铅玻璃窗。左侧检修门为单平开门，门与铅房缝隙不大于 2mm，门与铅房搭接处重叠宽度 56mm；背面检修门为双平开门，门与铅房缝隙不大于 4mm，门与铅房搭接处重叠宽度为 56mm，两门之间缝隙不大于 6mm，两门之间搭接处重叠宽度为 80mm；正面工件门为电动平移门，门与铅房缝隙不大于 8mm，门与铅房搭接处重叠宽度为 100mm；工件门上铅玻璃与铅板之间密实、无缝隙，铅玻璃与铅板搭接处重叠宽度为 41mm。上述设计均能够达到防护门与屏蔽体重叠部分均不小于门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线需经过多次散射后才能穿出门缝隙，可有效避免 X 射线由门缝处的泄漏，由此可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。本项目检修门、工件门与铅房搭接处防护设计示意图见附图 5-2。

二、辐射工作人员和公众剂量估算

(1) 辐射工作人员年有效剂量

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-5}$$

上式中： H_c —参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv/a}$ ；

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

t —年照射时间，单位为 h/a；根据建设单位提供资料，本项目辐射工作人员每天接触射线最长约为 3.33h，每周最长约为 16.67h，每年最长约为 833.3h；

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，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 A.1 得到；

预测计算结果如下：

表 11-6 nanoVoxel 型工业 CT 辐射工作人员剂量计算结果

参数		屏蔽体				
		正面	背面	左侧	右侧	顶面
\dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)		0.70	0.49	0.29	0.52	0.91
U 使用因子		1				
T 居留因子		1	1/4	1/4	1/4	1/40
t 照射时间	h/周	16.67				
	h/a	833.3				
\dot{H} 估算值	$\mu\text{Sv/周}$	11.71	2.03	1.22	2.16	0.38
	mSv/a	0.59	0.10	0.06	0.11	0.02
\dot{H}_c 控制值	$\mu\text{Sv/周}$	100	100	100	100	100
	mSv/a	5	5	5	5	5
保护目标类型		辐射 工作人员	辐射 工作人员	辐射 工作人员	辐射 工作人员	辐射 工作人员
评价结果		满足	满足	满足	满足	满足

注：1、工业 CT 操作位设于正面，背面及左、右两侧在工作期间需要巡视；

2、设备正常运行时，工作人员不上顶面；设备下方为土层，底面人员不可达。

由表 11-6 计算结果可知，本项目工业 CT 运行时，周围辐射工作人员周有效剂量、年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值（职业人员周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ 、年有效剂量不超过 5mSv ）。

（二）周围公众年有效剂量

本项目工业 CT 使用场所为测试车间内工业 CT 工作区，工业 CT 工作区非本项目辐射工作人员不得进入。工业 CT 工作区下方为土层，无地下室；上方为设备层，隔设备层为其他车间。工业 CT 工作区东侧为电芯 CT 测试间，南侧为走廊，西侧为 CT 设备检测室，北侧为试制线车间。

本项目工业 CT 屏蔽体内部划为控制区，工业 CT 工作区内工业 CT 外部区域划为

监督区，监督区内公众不可达。根据工业 CT 出束工作时间，结合监督区外周围公众居留情况，使用公式 11-5 对周围公众有效剂量进行预测计算，详见表 11-7。

表 11-7 测试车间周围公众周有效剂量计算结果

参数		方位	东侧电芯 CT 测试间 (背面)	南侧走廊 (右面)	西侧 CT 设备 检测室 (正面)	北侧试制线 车间 (左面)	楼上其他车 间 (顶面)
参考位置距离射线 源距离 (m)			3.35	6.75	3.96	3.09	4.78
\dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)			0.06	0.07	0.04	0.07	0.03
U 使用因子			1	1	1	1	1
T 居留因子			1	1/4	1	1	1
t 照射时间	h/周	16.67					
	h/a	833.3					
\dot{H} 估算值	$\mu\text{Sv/周}$	1.04	0.28	0.75	1.23	0.51	
	mSv/a	0.05	0.01	0.04	0.06	0.03	
\dot{H}_c 控制值	$\mu\text{Sv/周}$	2	2	2	2	2	
	mSv/a	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
保护目标类型			公众	公众	公众	公众	公众
评价结果			满足	满足	满足	满足	满足

注：1、测试车间外 30cm 处辐射剂量率计算方法同屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率计算方法，未考虑工业 CT 工作区墙体、隔断墙板的屏蔽作用，相较于屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率，工业 CT 工作区外 30cm 处辐射剂量率仅考虑了距离增加引起的剂量率衰减；

2、使用因子保守全部取 1。

由表 11-7 保守计算结果可知，本项目工业 CT 所致公众周有效剂量最大为 1.23 μSv 、年有效剂量最大为 0.06mSv。上述结果均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对公众有效剂量限值要求以及本项目剂量约束值（公众周有效剂量不超过 2 μSv ，年有效剂量不超过 0.1mSv）要求。

三、三废影响分析

1、臭氧和氮氧化物处理

X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目工业 CT 设置了机械式排风扇进行通风换气，设计排风量为

2.96m³/min。工业 CT 内部净尺寸为 3.4m×1.6m×2.15m，内部容积为 11.70m³，则每小时通风换气次数约为 15.2 次，满足 GBZ 117-2022 中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的标准要求。建设单位拟在工业 CT 排风口处连接管道至厂房的通风换气系统，并在管道口设置止回阀防止气体回流，少量臭氧及氮氧化物通过厂房通风换气系统排出室外。臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。臭氧在常温下约 50 分钟后可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

2、废水

主要是工作人员产生的生活污水，将接入市政管网，对周围环境影响较小。

3、固体废物

工作人员产生的生活垃圾将进行分类收集，统一交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故影响分析

本项目使用的工业 CT 为 II 类射线装置，发生辐射事故时可使受照人员产生较严重放射损伤。工业 CT 只有在开机出束时才产生 X 射线，因此工业 CT 多为开机误照射事故，主要有：

(1) 工业 CT 在对动力电池电芯进行出束检测时，门机联锁机构失效，工件门未关闭到位（尚有缝隙），而工作人员靠近工件门受到较大剂量照射；

(2) 工业 CT 进行检修维护时，X 射线管意外开启，导致人员受到大剂量照射；

(3) 工业 CT 系统故障，X 射线管持续大剂量照射且无法通过控制软件关闭，使工作人员受到异常照射；

(4) 工业 CT 长期使用后，检修门、工件门等接缝处矿量变大、闭合不严导致有漏射线，对周围人员造成意外照射。

本项目 nano Voxel 4200 型工业 CT 设置门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时 X 射线才能出束照射，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动停止出束；工业 CT 上设置工作状态警示灯与 X 射线管进行联锁，同时设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。上述辐射安全措施能有效防止误照射。

公司拟为辐射工作人员配备个人剂量报警仪，当发生辐射事故时，能及时发出警示信号，工作人员按下紧急停机按钮可立即关停 X 射线管、停止出束，能有效减少事

故情况下人员的受照剂量。

同时，针对以上可能发生的事故风险，公司应制定辐射事故应急方案，依照《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康部门报告。

公司在日常工作中应加强管理，并在实际工作中不断对其相关操作规程和辐射安全管理制度等进行完善和落实；定期检查各项辐射安全措施/设施，确保其正常工作、有效运行；还应加强职工辐射防护知识培训，尽可能避免辐射事故发生。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目拟新增的工业 CT 属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并对辐射防护负责人进行辐射安全培训。

蜂巢能源科技（南京）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，以文件形式明确管理人员职责。公司应根据本次新增 1 台工业 CT 项目制定相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。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》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：“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，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）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”。本项目拟配置的辐射工作人员及辐射安全管理人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“X 射线探伤”类、“辐射安全管理”类辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

辐射安全管理规章制度

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》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。蜂巢能源科技（南京）有限公司现已设立了辐射安全管理领导小组，制定了相应的辐射安全管理规章制度（详见附件 11），满足现有的核技术利用项目管理。公司应根据本次新增 1 台工业 CT 进一步完善相关制度，并在以后的实际工作中不断对各管理制度进行补充，使其具有较强的针对性和可操作性。现对各项制度提出相应的建议和要求：

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善制定辐射防护和保卫制度，重点是工业 CT 作业的辐射安全管理。

操作规程：应明确辐射工作人员的资质条件要求、工业 CT 操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业 CT 操作步骤以及无损检测过程中必须采取的辐射安全措施。

设备维修制度：应明确工业 CT 和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保工业 CT、安全措施（急停按钮、门机联锁、警示标志、工作指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

岗位职责：应明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

人员培训和健康管理：应明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核；如有辐射工作人员辐射安全和防护培训证书到期，应通过培训平台再学习并通过考核。本项目辐射工作人员应配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。

台账管理制度：根据本项目情况，完善射线装置台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司使用的所有射线装置的型号、规格、数量等均需记录在台账上，做到有据可查。

监测方案：明确监测点位、频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保射线装置的辐射安全，该公司应制定监测方案，重点是：

①明确监测点位、监测项目和频次；

②对发生辐射事故处理进行全程监测；

③公司应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

④委托有资质监测单位对本公司的射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统，年度评估发现安全

隐患的，应当立即整改。

事故应急预案：针对工业 CT 作业过程中可能产生的辐射事故制定并完善辐射事故应急预案或应急措施，该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射时，还应同时报告当地卫生主管部门。

公司应将本项目纳入公司的辐射管理中，并在以后的实际工作中不断对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

根据辐射管理要求，蜂巢能源科技（南京）有限公司拟配备 1 台辐射巡测仪，为辐射工作人员配备个人剂量报警仪和个人剂量计，公司每年委托有资质的单位对环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，并根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将上一年的评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

蜂巢能源科技（南京）有限公司已制定了《辐射环境监测方案》（详见附件 11），满足公司现有的核技术利用项目辐射监测。公司根据本次新增 1 台工业 CT 的实际情况，拟补充制定如下监测计划：

1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，周期：1~2 次/年；

2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（1 次/季），建立个人剂量档案；

3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境 X- γ 辐射剂量率进行自检（不少于 1 次/季），并保留自检记录；

4) 监测关注点位包括监督区边界处、射线装置屏蔽体外 30cm 处及工作场所周围其他人员常居留位置；

5) 辐射巡测仪定期进行检定并取得相应证书，每次使用前对仪器进行检查。

公司应根据上述监测计划，明确监测项目，定期（不少于 1 次/季）使用辐射监测仪器对现有核技术利用项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，建立辐射事故应急方案，辐射事故应急方案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的还应当同时向卫生健康部门报告。在发生辐射事故时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

蜂巢能源科技（南京）有限公司现已制定了《辐射事故应急预案》（详见附件 11），满足公司现有的核技术利用项目事故应急使用。公司根据制定的《辐射事故应急预案》定期组织开展辐射事故应急演练。现有的核技术利用项目投入运行以来，未发生过辐射安全事故。公司应根据本次新增 1 台工业 CT 进一步完善《辐射事故应急预案》，将本项目纳入公司的辐射事故应急当中。

表 13 结论与建议

结论

一、实践正当性

公司为保障产品质量，拟在公司测试车间新增 1 台型号为 nanoVoxel 4200 的工业 CT（最大管电压 300kV，最大管电流 1mA），用于对公司产品进行无损检测。该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

二、产业政策相符性

蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目中新增 1 台工业 CT 内容属于“使用 II 类射线装置的”项目，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、选址合理性

蜂巢能源科技（南京）有限公司位于南京市溧水区经济开发区新淮大道 123 号，公司东侧为沂湖路，南侧为新淮大道，西侧为嵇塘路，北侧为南京格力钛新能源有限公司及公路（由于建设单位厂区非正南北方向布局，为便于理解，报告中涉及方位均以沂湖路为正南北走向进行描述）。蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 台工业 CT 拟建址位于公司测试车间。

二期厂房为地上三层建筑，测试车间位于二期厂房一楼东部。测试车间下方为土层，无地下室；上方为设备层（夹层），隔设备层为生产车间。测试车间东侧为走廊，走廊外为厂区道路；南侧为走廊，隔走廊为其他功能区；西侧为走廊，隔走廊为电极车间；北侧相邻为试制线车间。公司拟在测试车间内设置隔断墙体，测试车间分为 3 部分，东部为电芯 CT 测试间，中部为工业 CT 工作区，西部为 CT 设备检测室。工业 CT 设备拟安装于工业 CT 工作区北部，主射线方向朝南，工件门朝西。工业 CT 东侧为管保养区域，南侧为过道，西侧为操作位，北侧为配电柜。

本项目拟建址周围 50m 评价范围均位于公司厂区范围内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、项目周围其他工作人员及其他公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。本项目所在地块位于江苏溧水经济开发区重点管控单元（编码：ZH32011723075）内，不在南京市生态保护

红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目，满足重点管控单元的管控要求。本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

本项目划分了控制区及监督区，工业 CT 操作位设于铅房外，区域划分明确，布局合理。

四、辐射环境现状评价

蜂巢能源科技（南京）有限公司蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 工业 CT 拟建址及其周围环境室内 γ 辐射剂量率为 28nGy/h~36nGy/h，略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率本底水平；道路 γ 辐射剂量率为 78nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量率水平涨落范围内，属江苏省道路环境天然 γ 辐射剂量率本底水平。

五、环境影响评价

根据理论估算结果，蜂巢能源科技（南京）有限公司蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

六、辐射安全措施评价

本项目 nanoVoxel 4200 型工业 CT 上拟设置钥匙开关、门机联锁装置；工业 CT 上部设计安装工作状态指示灯，工作状态指示灯与 X 射线管进行联锁；工业 CT 表面醒目位置、测试车间出入口均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业 CT 壳体及操作台上均拟安装紧急停机按钮及中文使用说明；测试车间内拟安装视频监控装置及固定式场所辐射探测报警装置。

落实以上措施后，能够满足辐射安全的要求。

七、辐射安全管理评价

蜂巢能源科技（南京）有限公司已成立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。公司拟将本项目纳入公司的辐射管理，并针对本项目具体情况对各管理制度进行修订完善。公司还应在以后的实际工作中持续对各管理制度进行补充和完善。

蜂巢能源科技（南京）有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人职业健康监护档案。

综上所述，蜂巢能源科技（南京）有限公司蜂巢能源年产 8.94Gwh 锂离子动力电池项目（辐射专项）新增 1 台工业 CT 在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其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，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议与承诺

1、公司应定期或不定期针对工业 CT 管理、操作、安全措施的实施情况进行检查，确保设施的完好和有效。

2、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

3、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4、公司取得本项目环评批复后，应及时申请换领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月；

5、本项目工业 CT 不再使用时，应根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中 6.3 要求实施退役。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	
辐射安全和防护措施	本项目工业CT自带屏蔽铅房，铅房四面、防护门、顶部和底部均采用铅板+钢板进行屏蔽。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。	
	工业CT上拟设置钥匙开关；工业CT拟门机联锁装置；工业CT上部设计安装工作状态指示灯；工业CT表面醒目位置、调试区边界均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业CT电气柜上、操作台上、壳体上、设备内部安装紧急停机按钮；工业CT内部安装视频监控装置。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的相关要求。	
人员配备	新增4名辐射工作人员。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	
	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。		
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	
	拟配备个人剂量报警仪2台。		
辐射安全管理制度	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、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《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》有关要求。	
总计	/	/	

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字：

公章
年 月 日

审批意见：

经办人签字：

公章
年 月 日