

核技术利用建设项目

浙江晶科储能有限公司
新建工业 CT 建设项目
环境影响报告表

浙江晶科储能有限公司

2023 年 11 月

生态环境部制

核技术利用建设项目

浙江晶科储能有限公司

新建工业 CT 建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江晶科储能有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：黄湾镇安江路北侧、新月路西侧

邮政编码：314400 联系人：

电子邮箱：/ 联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	6
表 3 非密封放射性物质	6
表 4 射线装置	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据	9
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	16
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	25
表 11 环境影响分析	31
表 12 辐射安全管理	39
表 13 结论与建议	44
表 14 审批	47

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图
- 附图 2 本项目周围环境关系及评价范围示意图
- 附图 3 建设单位厂区总平面布置图
- 附图 4 本项目所在生产车间 1 层平面布置图
- 附图 5 本项目所在生产车间楼上 2 层平面布置图
- 附图 6 本项目两区划分示意图
- 附图 7 浙江省生态保护红线图
- 附图 8 海宁市环境管控单元分类图
- 附图 9 工程师现场探勘照片
- 附图 10 项目周边情况照片

附件：

- 附件 1 立项文件
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 不动产权证
- 附件 4 辐射环境本底检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江晶科储能有限公司新建工业 CT 建设项目			
建设单位		浙江晶科储能有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		黄湾镇安江路北侧、新月路西侧			
项目建设地点		黄湾镇安江路北侧、新月路西侧			
立项审批部门		海宁市发展和改革局	批准文号	2303-330481-04-01-874478	
建设项目总投资 (万元)		300	项目环保投资 (万元)	50	投资比例(环保 投资/总投资) 16.67%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他(迁扩建)			占地面积(m ²) 约 7
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 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江晶科储能有限公司（以下简称为“企业”），成立于 2023 年 4 月，位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧，是一家专业从事电池制造的企业。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

为保证产品质量和生产的安全，企业拟新增 1 台 Metrotom 1500 型定向工业 CT（最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，属于II类射线装置）对厂区生产的电池进行无损检测。本项目工业 CT 装置均自配射线防护系统（铅房屏蔽体），拟建于原料仓 1F（共 3F，无地下层）南侧理化实验室。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目工业 CT 属于II类射线装置中“工业用 X 射线计算机断层扫描

（CT）装置”。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部令第16号），本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目“使用II类射线装置的”，因此该项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，浙江晶科储能有限公司正式委托浙江百诺数智环境科技股份有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.1.3 项目建设内容与规模

企业拟购置1台工业CT用于自生产电池的无损检测，本项目工业CT自带铅屏蔽，参数详见表1-1。

表1-1 本项目建设内容与规模

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压/管电流	用途	备注
1	工业CT	II类	Metrotom 1500	1台	225kV，3mA	无损检测	主束朝南

1.1.4 劳动定员及工作制度

1、劳动定员：新增2名辐射工作人员，均从外部招聘；

2、工作制度：两班制，白班12h，夜班12h，每年工作250天。根据建设单位提供的资料，本项目工业CT主要抽检电池，抽检数量约为30件次/d，每个工件平均抽检时间约10min，则每天最大出束时间为5h，年出束时间最大为1250h。

1.2 相关规划符合性

1.2.1 土地利用总体规划符合性

本项目位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧，用地性质为工业用地（见附件3），符合当地土地利用规划的要求。

1.2.2 “三线一单”符合性

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021]108号），要求加强“三线一单”生态环境分区管控制度实施和落地应用。“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

本项目“三线一单”符合性判定情况见表1-2。

表1-2 项目“三线一单”符合性分析

内容	符合性分析
生态保护红线	项目位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧原料仓一层，依据《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》（浙政发[2018]30号文），本项目不涉及生态保护区及生态红线。
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常办公，但项目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。
环境质量底线	经现场检测，本项目理化实验室拟建址及周围环境的γ辐射空气吸收剂量率本底水平未见异常。经辐射环境影响预测，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围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。本项目所产生的污染物均采取了合理的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。
生态环境准入清单	经对照《海宁市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目属于《海宁市“三线一单”生态环境分区管控方案》中的“ZH33048120003海宁市黄湾镇产业集聚重点管控单元”，该管控单元的生态环境准入清单要求如下： ①空间布局约束： 1、优化产业布局 and 结构，实施分区差别化的产业准入条件。 2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。 3、禁止新增钢铁、铸造、水泥和平板玻璃等行业产能，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求和产能置换实施办法； 提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。 4、严格限制新、扩建医药、印染、化纤、合成革、工业涂装、包装印刷、塑料和橡胶等涉 VOCs 重污染项目，新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。 5、所有改、扩建耗煤项目，严格执行相关新增燃煤和污染物排放减量替代管理要求，且排污强度、能效和碳排放水平必须达到国内先进水平。 6、合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。 ②污染物排放管控： 1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。 2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。 3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。 4、加强土壤和地下水污染防治与修复。 ③环境风险防控： 1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境 and 健康风险。 2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。 ④资源开发效率要求： 推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。 本项目为核技术利用建设项目，属于企业现有产品配套的质检服务，目的是为了提高产品质量，不属于生产类项目，且项目利用现有已建建筑开展工作，不改变土地现状。经营过程中污染物简单，排放量较小，所产生的污染物皆可控制 and 处理，故项目运营后对周围环境

	不会产生较大影响，同时，公司制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。因此，本项目符合项目海宁市“三线一单”生态环境分区管控要求。
--	--

因此，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

1.3 产业政策符合性分析

本项目属于核技术利用项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会令第49号《关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》相关规定，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

1.4 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中 4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的最终目的是为了对自生产的电池进行无损检测服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

1.5 项目选址及周边环境概况

1.5.1 企业地理位置

浙江晶科储能有限公司位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧，其地理位置见附图1。公司周边概况：东侧紧邻新月路，隔路以东为新塘河支流；南侧为空地，规划为工业用地；西侧为524国道，隔路为新塘河支流；北侧为新塘河支流，隔河为空地，规划为工业用地。

周围环境情况见附图2，厂区总平面布置见附图3。

1.5.2 本项目理化实验室周边环境概况

本项目拟建理化实验室位于原料仓 1F 南侧（该建筑共 3 层，无地下层）。理化实验室东侧紧邻为 SEM 室；理化实验室南侧紧邻为室外绿化，南侧约 22m 为厂区内道路，西南侧约 48m 为食堂；理化实验室西侧紧邻水分仪室，西侧约 36m 为厂区内道路；理化实验室北侧紧邻通道；楼上为物流辅料仓库，无地下层。本项目评价范围 50m 内主要为公司内部建筑、厂区内道路等，无居民区、医院、幼儿园、生态红线等敏感环境保护目标。

本项目理化实验室所在楼层平面布局见附图 4。

1.5.3 选址合理性分析

本项目理化实验室位于浙江晶科储能有限公司原料仓 1F 南侧，不新增土地，周围无环境制约因素。项目铅房周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，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围环境的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件 3），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。

1.5.4 布局合理性分析

本项目理化实验室位于浙江晶科储能有限公司原料仓 1F 南侧。工业 CT 控制台位于设备北侧，射线主射方向不朝控制台。工件能直接进入理化实验室，置入射线装置内部进行检测。本项目工业 CT 装置位于理化实验室东南侧，射线装置铅房门位置朝西，方便工件的出入，且射线装置主射方向朝向公众相对较少区域，布局相对合理。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，企业无原有核技术利用及许可情况。

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
本项目不涉及								

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）	年最大操作量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业CT	Ⅱ类	1 台	Metrotom 1500	225	3	无损检测	原料仓 1F 南 侧理化实验室	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）	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	
本项目不涉及													

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	少量	不暂存	臭氧半衰期一般为20~30分钟，经通排风系统排入大气

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；年排放总量为 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）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法(2014 年修订)》(中华人民共和国主席令第 9 号), 2015 年 1 月 1 日起施行; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法(2018 年修订)》(中华人民共和国主席令第 24 号), 2018 年 12 月 29 日起施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号), 2003 年 10 月 1 日起施行; (4) 《建设项目环境保护管理条例》, 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行; (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019 年修改)》, 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行; (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021 年修正本)》生态环境部令第 20 号, 2021 年 1 月 4 日起施行; (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行; (8) 《关于发布射线装置分类的公告》, 原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行; (9) 《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》, 原国家环境保护总局环发(2006)145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行; (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共和国生态环境部令第 16 号), 自 2021 年 1 月 1 日起施行; (12)关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2023 年本)》的通知, 浙环发[2023]33号, 浙江省生态环境厅, 2023年9月9日起施行; (13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2021 年省政府令第 388 号), 2021 年 2 月 10 日修订; (14) 《浙江省辐射环境管理办法》(2021 年省政府令第 388 号), 2021 年 2 月 10 日修订; (15) 《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 10 月 24 日施行; (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 日施行； （17）《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 日施行； （18）《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行； （19）《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，环环评〔2021〕108 号，生态环境部办公厅，2021 年 11 月 19 日印发； （20）《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 71 号，2022 年 8 月 1 日起施行。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （8）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （9）《辐射事故应急监测技术规范》（HJ 1155-2020）。
其他	（1）环评委托书； （2）建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，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）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为射线装置铅房边界外50m的区域，评价范围示意图见附图2。

7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目评价范围50m内主要为公司内部建筑、厂区内道路等，无居民区、医院、幼儿园、生态红线等敏感环境保护目标。因此，本项目环境保护目标为该公司评价范围50m内从事射线装置操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

表7-1 本项目环境保护目标基本情况表

场所位置	环境保护目标		方位	关注点名称	与理化实验室最近距离（m）	人数	受照类型	年剂量约束值（mSv）
理化实验室	职业	射线装置操作人员	理化实验室内	操作位	紧邻	2人	职业照射	5.0
	公众		东侧	SEM室	紧邻	约10人次/d	公众照射	0.25
			南侧	室外绿化	紧邻	约2人次/d		
				厂区内道路	22	约50人次/d		
			西南侧	食堂	48	约200人次/d		
			西侧	水分仪室	紧邻	约10人次/d		
				厂区内道路	36	约50人次/d		
			北侧	通道	紧邻	约50人次/d		
	楼上	物流辅料仓库	紧邻	约50人次/d				
注：本项目理化实验室所在建筑为3层建筑，无地下室。								

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合

理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

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。

6.4.2 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。

B1.1 职业照射

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；

本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量管理约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中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；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量管理约束值。

2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和γ射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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；

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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.8 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。

6.1.10 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。

6.2 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/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4、项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）等评价标准，确定本项目的管理目标。

- ①工作场所剂量率控制水平：铅房顶部、表面外 30cm 处剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100μSv/周；
公众年有效剂量不超过 0.25mSv，周有效剂量不超过 5μSv/周。

③臭氧与氮氧化物浓度限值

按照《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019）及第 1 号修改单，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m³；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m³。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

浙江晶科储能有限公司位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧，东侧紧邻新月路，隔路以东为新塘河支流；南侧为空地，规划为工业用地；西侧为524国道，隔路为新塘河支流；北侧为新塘河支流，隔河为空地，规划为工业用地。

本项目拟建理化实验室位于原料仓 1F 南侧（该建筑共 3 层，无地下层）。理化实验室东侧紧邻为 SEM 室；理化实验室南侧紧邻为室外绿化，南侧约 22m 为厂区内道路，西南侧约 48m 为食堂；理化实验室西侧紧邻水分仪室，西侧约 36m 为厂区内道路；理化实验室北侧紧邻通道；楼上为物流辅料仓库，无地下层。原料仓 1F 局部平面布局见附图 4。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

本项目辐射工作场所及周边环境。

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据《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》（HJ61-2021）要求，结合现场条件，对本项目理化实验室拟建址及周围进行监测布点，共布设 6 个监测点位，监测点位图详见图 8-1~8-2，监测报告见附件 5。

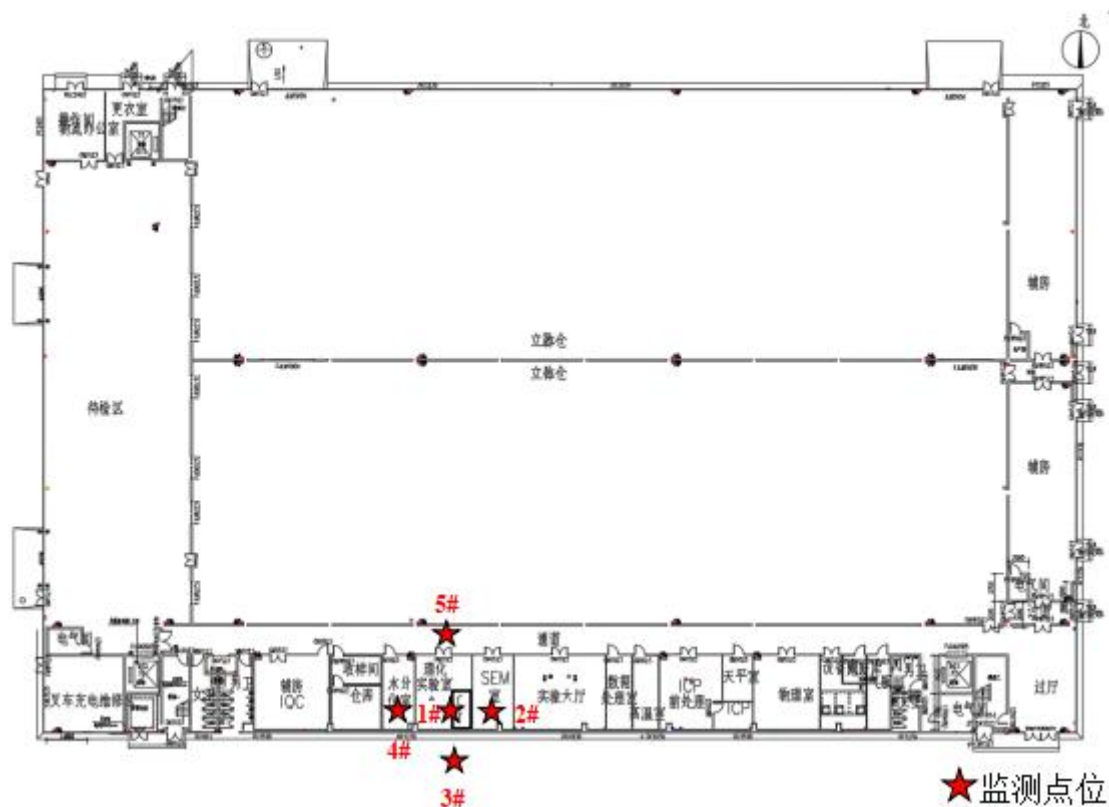


图 8-1 原料仓监测点位图



■本项目工业 CT 所在位置 ★监测点位

图 8-1 厂区内其他监测点位图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：杭州旭辐检测技术有限公司
- (2) 监测时间：2023 年 11 月 9 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等
- (5) 监测频次：依据 HJ1157-2021 标准予以确定
- (6) 监测工况：本项目为新建项目，无现有核技术利用项目运行状态下进行辐射环境本底监测
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：13~19℃；相对湿度：72~78%
- (8) 监测报告编号：HZXFHJ230678
- (9) 监测仪器

表 8-1 监测仪器的参数与规范

监测仪器	环境监测用 X、γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JC-5000
仪器编号	JC70-09-2019
能量响应	>25keV
量程	0~50mSv/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书	2023H21-20-4835729001 号
检定有效期	2023 年 09 月 21 日至 2024 年 09 月 20 日

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (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，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。监测结果见表8-2。

8.3.2 监测结果

表8-2 探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
▲1	工业 CT 拟建址	107	3
▲2	工业 CT 拟建址东侧 SEM 室	116	2
▲3	工业 CT 拟建址南侧室外绿化	115	2
▲4	工业 CT 拟建址西侧水分仪室	107	2
▲5	工业 CT 拟建址北侧通道	109	3
▲6	工业 CT 拟建址西南侧食堂	116	2

注：检测结果未扣除宇宙射线的响应，监测点现状均为空地。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，扣除宇宙射线响应值30nGy/h后，本项目拟建理化实验室及周围环境室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围为77nGy/h~86nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，海宁市道路的 γ 辐射剂量率在43nGy/h~117nGy/h之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的 γ 辐射剂量率处于一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目施工期仅涉及设备包装拆封及安装调试。

本项目射线装置需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段射线装置会产生 X 射线、少量的臭氧和氮氧化物，同时设备搬迁及安装完成后，会有少量的废包装材料产生。本项目射线装置有自屏蔽的铅房，射线装置所在理化实验室张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，X 射线经铅房墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响是可以接受的。

9.2 运营期工程分析

9.2.1 现有辐射项目情况

本项目为新建项目，企业无原有核技术利用及许可情况。

9.2.2 本项目情况

9.2.2.1 设备组成及作业方式

本项目射线装置（工业CT）有三个主要组成部分：数据采集系统，计算机及图像重建系统，图像显示、记录和存储系统，参见图9-1、表9-1。

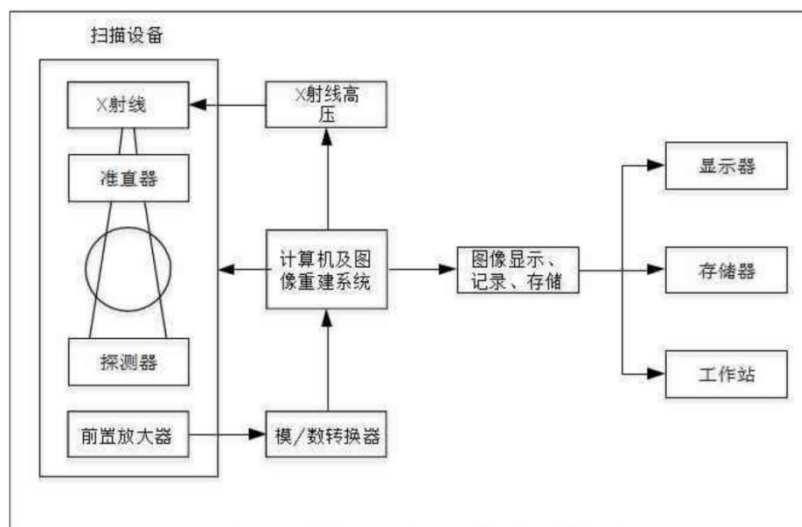


图 9-1 本项目射线装置系统组成图



图 9-2 本项目工业 CT 示意图

表 9-1 本项目射线装置主要设备组成表

系统	设备	作用
数据采集系统	X射线管	电子束轰击阳极靶产生X射线
	准直器	对X射线束进行导向和整形
	探测器	将X射线信号转变为电信号
	模/数(A/D)转换器	将探测器采集的模拟电信号转换为计算机所能识别的数字信号
	高压发生器	为X射线管提供高电压
计算机及图像重建系统	中央控制器	负责控制整个系统的运行，包括支架运动、X射线的产生、数据的产生、收集及各部件间的信息交换
	陈列处理器	负责图像重建
图像显示、记录和存储系统	显示器	显示重建的图像
	存储器	存储图像
	输出设备	打印图像

本项目工业CT为自带铅房防护，工业CT装置控制台位于设备北侧，工业CT主射方向固定朝南，主射方向不射向控制台。本项目工业CT主要抽电池，检测最大工件尺寸为71.7mm×173.9mm×207.2mm，其抽检数量约为30件次/d，平均每次抽检时间约10min，则每天出束时间为5h，年出束时间最大为1250h。

9.2.2.2 无损检测原理

(1) 工业 CT

电子计算机断层摄影(Computed tomography, 简称 CT)是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法, 现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面(被检测对象的薄层, 或称为切片)的投影数据, 用来重建该剖面的图像, 因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰, “焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强; 同时断层图像中图像强度(灰度)数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系, 发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 机成像原理示意图如图 9-3 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件, 根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。与射线源紧密相关的射线发生器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移, 以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号, 经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整, 完成图像重建、显示及处理等。

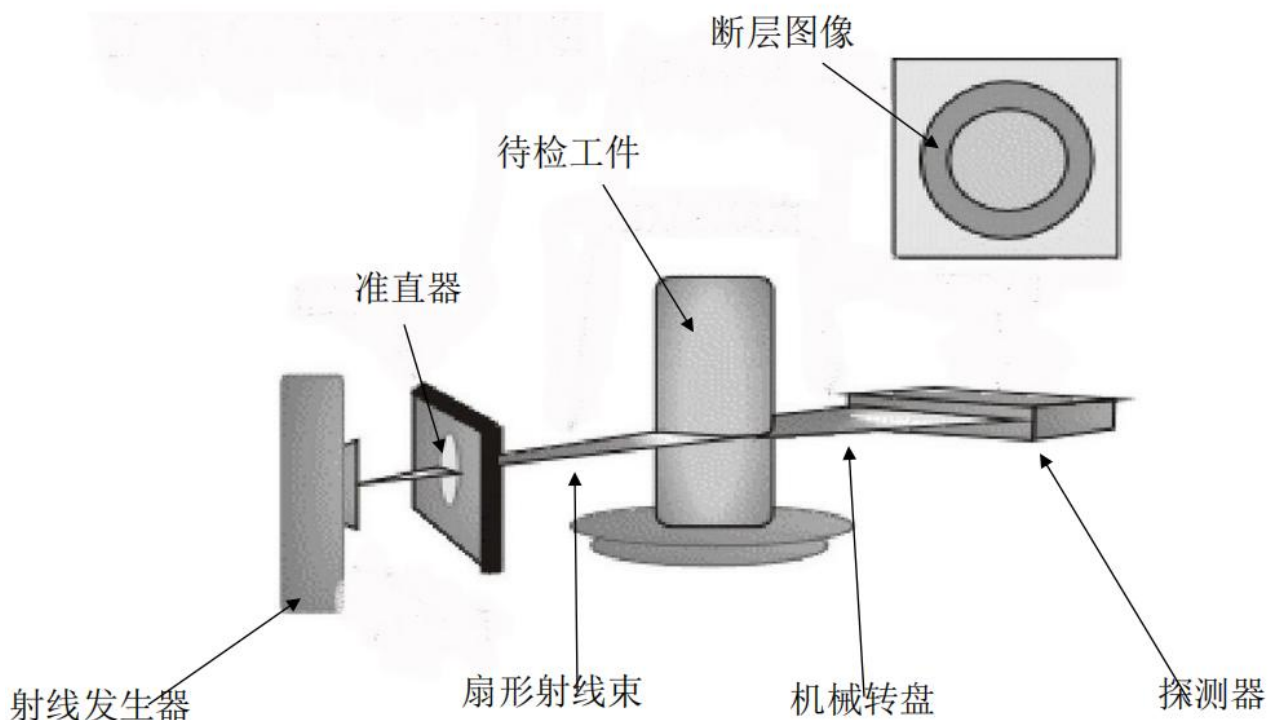


图 9-3 工业 CT 成像原理示意图

(2) X 射线管原理

典型的 X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝, 阳极靶则根据应用的需要, 由不同的材料制成各种形状, 一般用高原子序数的难熔金属 (如钨、铂、金、钽等)

制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。典型的X射线管结构图见图9-4。

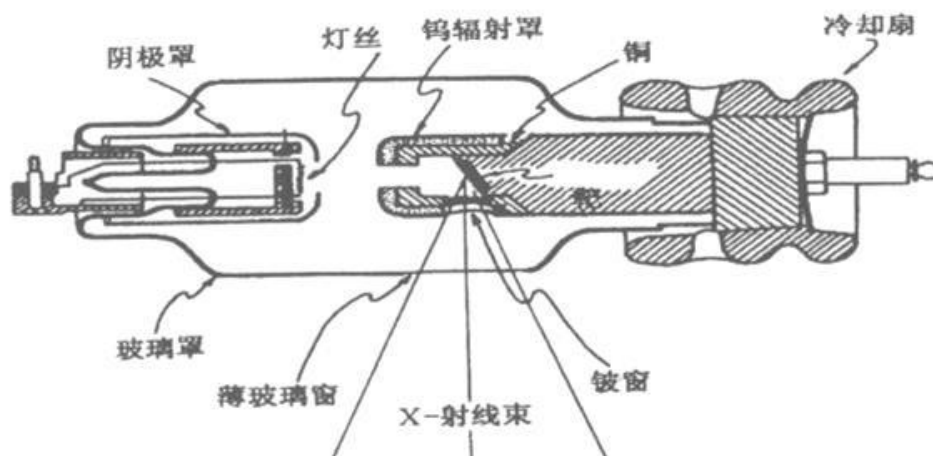


图 9-4 典型的 X 射线管结构图

9.2.2.3 无损检测过程及产污环节

在进行无损检测工作时，工作人员首先将工件放置于铅房中的检测平台上，关好铅房屏蔽门，在控制台前按规程进行操作：调整探头对准工件，根据工件的具体情况将射线装置的参数调至最佳状态，然后启动射线机，X射线束穿透工件投射到与其对应的图像接收系统上，图像系统将其传送到显示器上，工作人员在显示器上观察到工件的X射线图像。工件的检测时间平均30min左右，检测结束后，工作人员关闭射线机，取出工件，继续进行下一个工件的检测工作。

无损检测工艺流程及产污环节见图9-5。

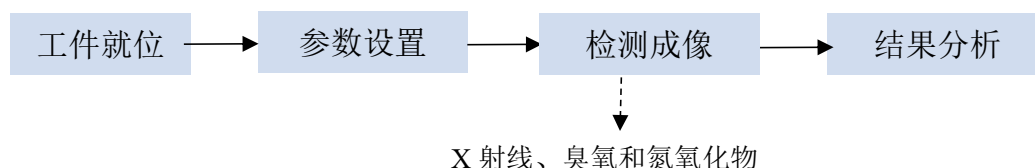


图 9-5 无损检测工艺流程及产污环节示意图

9.3 污染源项描述

9.3.1 运行期正常工况污染源项

(1) X射线

由工射线装置的工作原理可知，X射线随射线机的开、关而产生和消失。射线装置只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出X射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在

开机曝光期间，X射线是本项目的主要污染因子。

(2) 臭氧和氮氧化物

射线装置工作时产生射线，会造成铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。

(3) 固废

本项目射线装置采用计算机成像，不涉及洗片，无废（定）显影液及废胶片产生，故设备运行时无其它固体废弃物产生。

9.3.2 运行期事故工况污染源项

本项目运行期间可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下：

(1) 射线装置在对工件进行检测的工况下，门-机联锁失效，使铅房防护门未完全关闭，X射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；

(2) 在门-机联锁失效出束期间，工作人员误打开铅房防护门，使其受到额外的照射。

(3) 射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

射线装置事故状态下污染源项同正常工况。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目无损检测工作场所位于浙江晶科储能有限公司原料仓 1F 南侧理化实验室。理化实验室东侧紧邻为 SEM 室；理化实验室南侧紧邻为室外绿化，南侧约 22m 为厂区内道路，西南侧约 48m 为食堂；理化实验室西侧紧邻水分仪室，西侧约 36m 为厂区内道路；理化实验室北侧紧邻通道；楼上为物流辅料仓库，无地下层。

本项目拟建理化实验室位于原料仓 1F 南侧（该建筑共 3 层，无地下层）。本项目工业 CT 铅房门尺寸为 1000mm（宽）×1800mm（高），敷设 5mm 的铅板。探伤工件最大尺寸为 71.7mm×173.9mm×207.2mm，探伤工件可方便出入。

本项目探伤工作场所与其他车间非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立。根据表11-2和表11-4计算可知，无损检测过程中产生的X射线经铅屏蔽墙和铅防护门并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的；另本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；铅房满足工件进出要求，又便于进行分区管理和辐射防护，且主射方向不朝向控制台，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是相对合理可行的。

10.1.2 分区原则和两区划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将曝光铅房（铅房墙壁围成的内部区域）划为控制区，在铅房门和铅房正面屏蔽体显著位置设置电离辐射警告标识和中文警示说明；将理化实验室内铅房屏蔽体外区域以及铅房周围1m范围内区域划为监督区。分区管理见附图6。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

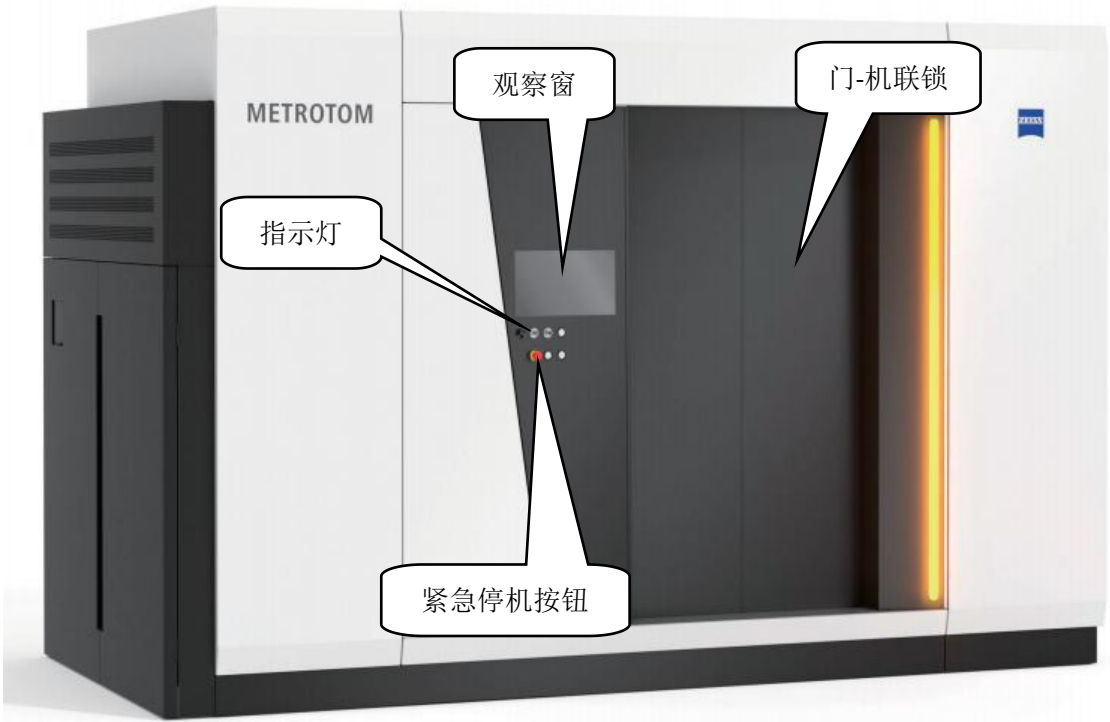
表 10-1 铅房屏蔽情况一览表

设备名称	项目	设计情况
工业 CT	正面（西侧）	钢铅结构，5mm 厚铅板
	背面（东侧）	钢铅结构，5mm 厚铅板
	左面（北侧）	钢铅结构，5mm 厚铅板
	右面（南侧，主射面）	钢铅结构，12mm 厚铅板
	顶部	钢铅结构，5mm 厚铅板
	底部	钢铅结构，5mm 厚铅板
	防护门	钢铅结构，内衬 5mm 厚铅板
	观察窗	5mmPb 铅玻璃
	电缆孔	5mm 厚铅板屏蔽补偿
	通风口	5mm 厚铅板屏蔽补偿

根据环境影响分析章节的计算结果，工业 CT 在最大工况运行时，四周屏蔽体及防护门外关注点辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。工作人员和公众人员受照年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 5mSv/a 的剂量约束值以及公众有关关键人群组的成员所受的年有效剂量不应超过 0.25mSv/a 的剂量约束值。本项目铅房屏蔽防护措施合理。

10.1.4 辐射安全和防护

（1）射线装置的防护措施



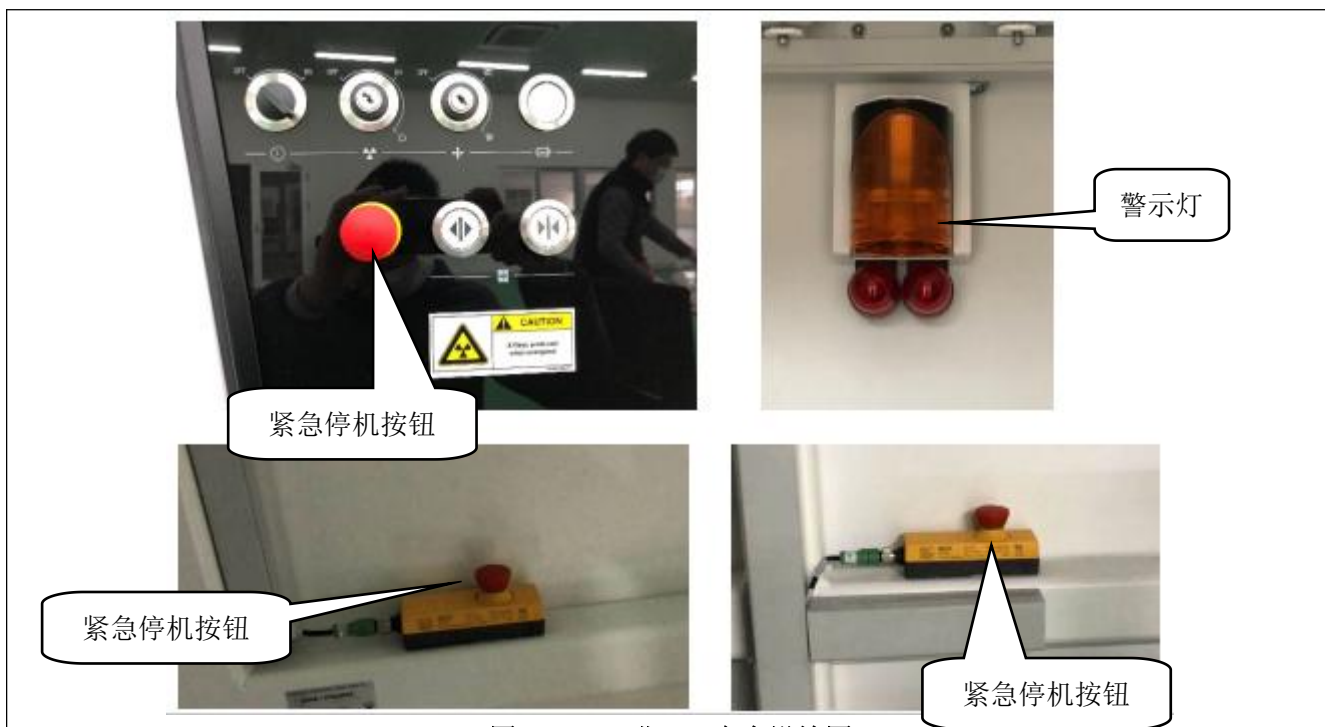


图 10-1 工业 CT 安全设施图

①安全联锁系统

本项目的射线装置设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮、防护门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，一旦其中有一道设施未到位，射线装置不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束，安全联锁逻辑图如图 10-2 所示。

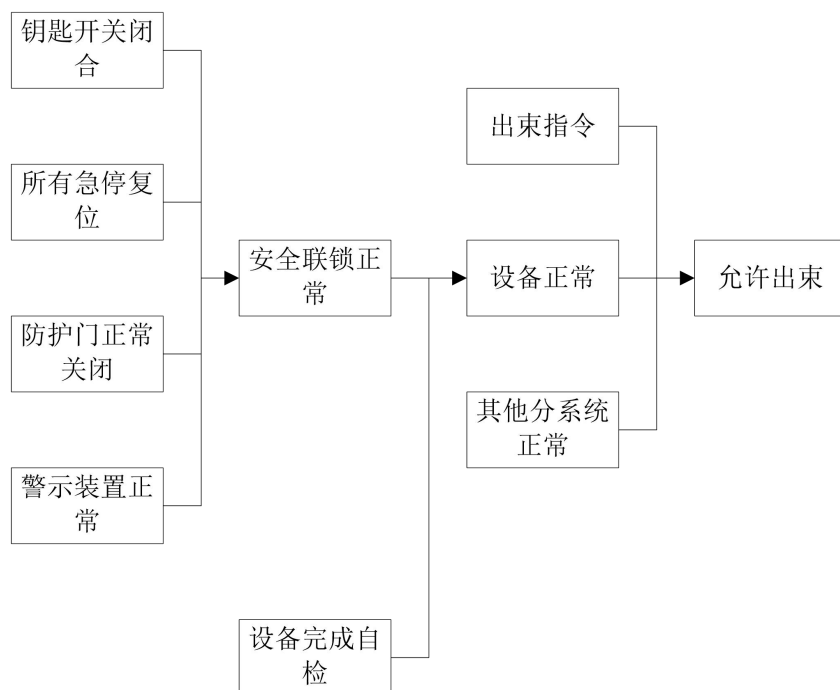


图 10-2 安全联锁逻辑图

②警示设施

建设单位将在射线装置的正面张贴电离辐射警示标志及中文说明。射线装置设置指示灯同时设置声音提示装置。

③穿线孔屏蔽

工业 CT 装置穿线孔设置铅防护罩，屏蔽厚度等于同侧铅房的厚度。

④通风设施

本项目工业 CT 装置自带通风设施，工业 CT 装置排风口位于设备顶部。工业 CT 设计风量 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时通风换气次数可达 110 次。

（2）控制台的防护措施

①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。

②设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

③控制台或 X 射线管头组装体上设置与工件门联锁的接口，铅房门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在铅房门开启时能立即切断。

④本项目射线装置控制台均避开有用射线束方向。

⑤急停按钮

本项目的工业 CT 在控制台表面显眼位置设有 1 个急停按钮，工业 CT 正面设有 1 个急停按钮，内部设有 2 个急停按钮。发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源。

（3）辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入辐射工作区域，并立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟配备 1 台辐射巡测仪，使用辐射巡测仪定期（每个季度 1 次）对射线装置周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

（4）探伤工作场所防护措施

①对探伤工作场所实行分区管理。将曝光铅房（铅房墙壁围成的内部区域）划为控制区，将理化实验室内铅房屏蔽体外区域以及铅房周围 1m 范围内区域划为监督区，SEM 室内的监督区内不得设置固定的工作位，防止人员受到误照射。

②建设单位将在理化实验室门口张贴电离辐射警示标志，告诫无关人员不得靠近。

③理化实验室内相关制度上墙。

④公司应建立相关管理制度，明确射线装置须在本次环评指定的场所位置使用，不得随意移动。

⑤理化实验室西南角拟设置监视装置，监视探伤设备的运行情况。

表10-2 辐射安全与防护措施符合性分析

《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	是否 符合	备注
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。	符合	本项目控制台均避开有用线束照射方向且与铅房分开。铅房屏蔽墙厚度满足源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素的要求。本项目铅房无迷路，防护门性能不小于同侧墙。
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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	符合	本项目铅房设置门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。本项目不涉及铅房内有多台探伤装置。
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。	符合	工业 CT 装置铅房体积较小，无迷道等，且工作人员放置工件时不进入设备内部，已设置状态的指示灯和声音提示装置。
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。	符合	本项目工业 CT 装置内部已安装监视器。
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。	符合	本项目铅房防护门上拟设置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。	符合	本项目工业 CT 装置设备内部设置 2 个紧急停机按钮。设备控制台设有 1 个紧急停机按钮。
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管	符合	本项目铅房设置机械通风装置，排风管道外口避免

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。		朝向人员活动密集区。工业 CT 设计风量 1800m ³ /h，每小时通风换气次数可达 110 次。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	不符	本项目工业 CT 装置为成套设备，未配置固定式场所辐射探测报警装置，要求企业按要求配置固定式场所辐射探测报警装置。

10.1.5 探伤设施退役

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目探伤设施退役，应实施如下退役程序：

- （1）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。
- （2）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。
- （3）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.2 三废的治理

本项目射线装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。本项目工业 CT 装置自带通风设施，排风口位于设备顶部。工业 CT 设计风量 1800m³/h，每小时通风换气次数可达 110 次。

臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期仅涉及设备包装拆封及安装调试。

本项目射线装置的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备；在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在铅房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于设备的安装和调试均在铅房内进行，经过铅房墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

11.2.1 辐射环境影响理论计算

为分析预测本项目投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算。

在预测射线装置壳体各关注点的辐射水平时，按检测装置最高管电压和相应管电压下的最大管电流（工业 CT 管电压为 225kV，管电流为 3.0mA，最大管电压工况下管电流为 2.2mA）运行工况进行预测评价。工业 CT 的射线方向固定向右（南侧，以观察窗一侧为正面），拟将工业 CT 右面（南侧）按有用线束照射、其余各面及观察窗按照非有用线束照射进行估算，理化实验室下方为土层，人员不可达，故装置底面不设关注点。

本项目射线装置的球管可在前后平面以及上下平面移动，根据厂家提供的数据，工业 CT 尺寸为 3700mm*1810mm*2440mm，工业 CT 球管距离右面（南侧）最近距离为 1.9m，正面（西侧）最近距离为 0.6m，左面（北侧）最近距离为 0.8m，背面（东侧）最近距离为 0.9m，顶面最近距离为 0.8m，底面最近距离为 1.5m。

本项目射线能量较低，工业 CT 铅房顶棚屏蔽防护为 5mm 铅板，与东、西、北侧屏蔽能力相同，本项目射线装置主射方向不朝向顶棚，且漏射线与散射线经顶棚铅板屏蔽后再经过房间屋顶阻隔，因此本项目不考虑天空反散射。

11.2.2 计算公式的选取

1、有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X

时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-1 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-1})$$

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，单位为毫安（mA），本项目取最大管电压工况下管电流为 2.2mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，根据建设单位提供的资料，225kV 管电压时的最大输出量为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （按 2mm 锡考虑），计算得 $2.20\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.2，由内插法得 225kV 管电压的相应值为 2.15mm；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

2、泄漏辐射和散射辐射

①泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-2 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-2})$$

式中：B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表 B.2，由内插法得 225kV 管电压的相应值为 2.15mm；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，根据建设单位提供的资料，在距离射线管 35cm 处四周的实测值均 $\leq 19\mu\text{Sv/h}$ ，故 $\dot{H}_L$ 取 $19\mu\text{Sv/h}$ 。

②散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-3 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-3})$$

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，单位为毫安（mA），本项目取最大管电压工况下管电流为 2.2mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据建设单位提供的资料，225kV 管电压时的最大输出量为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （按 2mm 锡考虑），计算得 $2.20\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2

并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定工业 CT90°散射铅的 TVL 为 1.4mm，然后按式 11-4 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

F——R₀ 处的辐射野面积，按射线束 30°锥角计算 0.5m 处辐射面积 0.056m²；

α——散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射在距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.3 的相应值，取 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ ；

R₀——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），取 R₀=1m；

R_s——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

11.2.3 参数选取

本项目探伤工作场所无地下室，地下为厚土层，因此不考虑地下关注点。

表 11-1 工业 CT 装置辐射屏蔽计算相关参数一览表

序号	关注点位	与关注点的距离（m）*			屏蔽参数	需考虑的屏蔽辐射类型
		有用线束	泄漏辐射	散射辐射		
1	正面外表面 30cm 处	/	0.9	0.5+0.9	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
2	背面外表面 30cm 处	/	1.2	0.5+1.2	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
3	左面外表面 30cm 处	/	1.1	0.5+0.5+1.1	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
4	右面外表面 30cm 处	2.2	/	/	12mm 厚铅板	有用线束
5	顶部外表面 30cm 处	/	1.1	0.5+1.1	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
6	观察窗外 30cm 处	/	0.9	0.5+0.9	5mmPb 铅玻璃	泄漏辐射、散射辐射
7	防护门外 30cm 处	/	0.9	0.5+0.9	内衬 5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
8	操作位	/	1.8	0.5+0.5+1.8	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
9	理化实验室东墙外 30cm 处	/	1.2	0.5+1.2	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
10	理化实验室南墙外 30cm 处	2.6	/	/	12mm 厚铅板	有用线束
11	理化实验室西墙外 30cm 处	/	4.6	0.5+4.6	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
12	理化实验室北墙外 30cm 处	/	4.7	0.5+0.5+4.7	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射
13	理化实验室楼上 30cm 处	/	4.7	0.5+4.7	5mm 厚铅板	泄漏辐射、散射辐射

注：理化实验室外墙保守以无屏蔽防护计算；理化实验室东、西、北墙厚度较小，不计算东、西、北墙厚度。

11.2.4 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2 辐射屏蔽理论计算结果一览表

序号	关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	正面外表面 30cm 处	/	2.58×10^{-2}	0.18	0.21
2	背面外表面 30cm 处	/	1.45×10^{-2}	0.12	0.13
3	左面外表面 30cm 处	/	1.73×10^{-2}	7.84×10^{-2}	9.57×10^{-2}
4	右面外表面 30cm 处	0.26	/	/	0.26
5	顶部外表面 30cm 处	/	1.73×10^{-2}	0.14	0.16
6	观察窗外 30cm 处	/	2.58×10^{-2}	0.18	0.21
7	防护门外 30cm 处	/	2.58×10^{-2}	0.18	0.21
8	操作位	/	6.45×10^{-3}	4.41×10^{-2}	5.06×10^{-2}
9	理化实验室东墙外 30cm 处	/	1.45×10^{-2}	0.12	0.13
10	理化实验室南墙外 30cm 处	0.19	/	/	0.19
11	理化实验室西墙外 30cm 处	/	9.88×10^{-4}	1.33×10^{-2}	1.43×10^{-2}
12	理化实验室北墙外 30cm 处	/	9.46×10^{-4}	1.06×10^{-2}	1.15×10^{-2}
13	理化实验室楼上 30cm 处	/	9.46×10^{-4}	1.28×10^{-2}	1.37×10^{-2}

根据表 11-2 计算可知，最大工况运行时，四周屏蔽墙、顶部及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $0.26\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

11.2.6 人员受照剂量估算

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中： H_{E-r} ——年受照剂量，mSv/a；

D_r ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T ——居留因子；

t ——年受照时间，h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-3 不同场所的居留因子

场所	居留因子（T）	示例
全居留	1	操作室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目保守选取相关关注点附近最大

剂量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-4 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间 (h/周)	年受照时间 (h/a)	周受照总剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	操作位辐射工作人员	1	5.06×10^{-2}	12.5	625	0.63	3.16×10^{-2}
公众	东侧 (SEM 室)	1	0.13	25	1250	3.25	0.16
	南侧 (室外绿化)	1/8	0.19	25	1250	0.59	2.97×10^{-2}
	西侧 (水分仪室)	1	1.43×10^{-2}	25	1250	0.36	1.79×10^{-2}
	北侧 (通道)	1/2	1.15×10^{-2}	25	1250	0.14	7.19×10^{-3}
	楼上 (物流辅料仓库)	1/2	1.37×10^{-2}	25	1250	0.17	8.56×10^{-3}

根据表11-4计算可知，本项目运行后所致辐射工作人员受照周有效剂量最大为 $0.63\mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对职业工作人员不大 $100\mu\text{Sv/周}$ 的要求；年有效剂量最大为 $3.16 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求。

本项目所致公众人员受照周有效剂量最大为 $3.25\mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 的要求；受照年有效剂量最大为 0.16mSv ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离铅房越远，辐射剂量率越低，铅房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外50m范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的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 1mSv/a 的剂量限值要求，同时满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 的要求。

11.2.7 非放射性污染环境影响分析

本项目射线装置在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，由于每次扫描时长很短，铅房内产生的臭氧及氮氧化物量也比较少，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019）及其第1号修改单，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m^3 ；氮氧化物8小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m^3 的要求。根据设计方案，本项目拟在工业CT铅房内顶部设置排风孔设计风量 $1800\text{m}^3/\text{h}$ 。工业CT尺寸为 $3700\text{mm} \times 1810\text{mm} \times 2440\text{mm}$ ，体积为 16.34m^3 ，铅房内每小时通风换气次数可达110次，满足

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。

11.3 屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，结合该公司铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，本项目各铅房的设置均已充分考虑周围的放射安全，结合理论计算结果可知：各铅房防护门防护性能、各侧的防护性能及顶部的防护性能，均能满足辐射防护。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。

（3）该公司使用的射线装置在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，铅房通过机械排风系统将臭氧和氮氧化物排出铅房外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司射线装置屏蔽能力能达到正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

公司拟购的射线装置属于Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下 X 射线出束，X 射线泄漏使工作人员或公众受到不必要的照射；

（2）防护门安全联锁发生故障，辐射工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被误照射；

（3）设备维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使维护人员受到意外照射。

11.4.2 事故后果分析

当射线装置处于工作状态时，门-机联锁失效情况下，当人员与射线装置处于不同距离时，可根据以下公式进行计算：

$$X = \frac{I \times X_0}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

式中：

X——人员所受有效剂量，mSv/min；

X_0 ——X 射线装置 1m 米处的输出量， $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；

R——计算点距 X 射线装置辐射源的距离，m；

I——X 射线装置最大管电流，mA；

考虑工业 CT 产生 X 射线能量与管电压的关系，从保守角度，本次主要估算工业 CT 在无屏蔽设施情况下，管电压为 225kV，最大管电压工况下管电流为 2.2mA，不同距离、不同接触时间下的有效剂量。根据建设单位提供的资料，225kV 管电压时的最大输出量为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （按 2mm 锡考虑），代入相关公式进行估算，估算结果见表 11-5。

表 11-5 工业 CT 不同距离、不同接触时间的有效剂量（mSv）

距离（m） 时间（min）	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
0.5	4.03	1.79	1.01	0.65	0.45	0.33	0.25
1	8.07	3.59	2.02	1.29	0.90	0.66	0.50
2	16.15	7.18	4.04	2.58	1.79	1.32	1.01
3	24.22	10.77	6.06	3.88	2.69	1.98	1.51
4	32.30	14.35	8.07	5.17	3.59	2.64	2.02

由表 11-5 所计算的剂量估算结果可以看出，当工业 CT 处于工作状态，门-机联锁失效情况下，距离 X 射线机出束口较近人员将会接受大剂量辐射照射。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于辐射事故的分级可知，本项目可发生辐射事故为一般辐射事故。在射线装置在工作期间，应加强射线装置的安全维护，保证门机联锁处于良好的工作状态，杜绝辐射事故的发生。

11.4.3 事故预防措施

（1）建设单位应定期对设备进行维护。维护时应采取可靠的断电措施，切断设备上的电器电源、急停按钮保持未复位状态，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在维护禁止合闸”安全标志。

（2）应定期对安全联锁装置、急停按钮等防护设施进行维护，工作人员应严格遵守操作规程。

（3）本项目发生事故的风险主要在于建设单位的辐射安全管理，建设单位应制定完善的管理制度、操作规程，并严格遵守。在维护设备前，检查设备是否已经断电。由此可最大程度避免发生辐射事故。

综上所述，建设单位如能严格采取以上事故预防措施，加强管理，让工作人员提高安全意识，可最大程度降低辐射事故的影响，避免辐射事故的发生。

11.4.4 事故应急措施

一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

事故发生后，立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生行政主管部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

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》等法律法规要求，浙江晶科储能有限公司应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构并明确主要职责，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；从事辐射工作的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。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置2支个人剂量计和1台个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为1个月，最长不超过3个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案保留时限为保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

（2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019年，第57号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗。

建设单位需组织2名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，经考核合格后方可上岗。

（3）辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过2年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位拟组织2名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人健康档案，并长期保存。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

本项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.2 辐射安全管理规章制度

企业尚未制定辐射相关的规章制度。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》等法律法规要求，企业从事辐射操作前需制定的制度如下：

辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是工业CT的运行和维修时辐射安全管理。

操作规程：针对本项目工业CT制定相应的操作规程，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的操作步骤，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性；明确本项目工业CT主射方向，确保避免产生额外辐射照射。

设备维护制度：设备维护时禁止开启检测装置，待维护完毕，开启检测装置试探伤，确认维护完成。维护后主要性能未达仪器基本参数时不准重新投入使用。

岗位职责：明确管理人员、本项目辐射工作人员的岗位责任，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。

射线装置使用登记和台账管理制度：建立工业CT的使用台账，使用射线装置时及时进行登记、检查等，同时加强台账管理。

人员培训计划：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。

个人剂量监测方案：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

事故应急预案：根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的

通知》（环发[2006]145 号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的放射性事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故事件情景；演练参与人员等。

自行检查和年度评估制度：定期对工业CT的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行门机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行职业健康档案归档及检查等。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或停止辐射工作三十年；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。

辐射安全防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。公司应在本项目辐射工作现场张贴《射线装置安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）等要求，使用II类射线装置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。公司拟配备1台辐射巡测仪器和1台个人剂量报警仪，并为每名辐射工作人员配备个人剂量计。

12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月（定期将个人剂量片送往有资质的检测单位进行检测）。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年1次）委托有资质的单位对铅房周围环境进行监测，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

②日常自我监测

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中 6.2.1.3 检测周期“投入使用后每年至少进行 1 次常规检测”，企业根据自身的管理制度，拟增加监测频次，每季度监测 1 次。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-1 监测场所及监测项目建议

场所名称	监测内容	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
本项目探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	防护门外30cm、操作台、各屏蔽墙、顶棚外30cm和电缆管道口、通风口及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）	1次/年
		自主监测			1次/季
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月

12.3.4 环保竣工验收

建设单位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, 自行或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。

12.4 辐射事故应急

企业需建立《辐射事故应急预案》, 并报所在地生态环境主管部门备案。制定《辐射事故应急预案》后, 应制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定, 结合单位的实际情况和事故工况分析, 辐射事故应急预案应当包括下列内容:

- (1) 应急机构和职责分工(具体人员和联系电话)。
- (2) 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。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。

事故发生后, 立即启动本单位的辐射事故应急方案, 采取必要的应急措施, 并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》, 向当地生态环境主管部门报告, 造成或者可能造成人员超剂量照射时, 还应同时向当地卫生行政主管部门报告。事故处理完成后, 应查找事故原因, 分清事故责任, 避免该类事故的再次发生。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

本项目位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧原料仓 1 层理化实验室，新增 1 台 Metrotom 1500 型定向工业 CT（最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，属于 II 类射线装置）对生产的电池进行无损检测。射线装置自配射线防护系统（铅房屏蔽体），拟建于原料仓 1F（共 3F，无地下层）南侧理化实验室。

(2) 项目位置

本项目位于黄湾镇安江路北侧、新月路西侧原料仓 1 层理化实验室的综合厂房内北侧，本项目拟建工作场所实体边界外 50m 评价范围无现有核技术利用项目，本项目评价范围 50m 内主要为公司内部建筑、厂区内道路等，无居民区、医院、幼儿园、生态红线等敏感环境保护目标。本项目保护目标主要为辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。本项目地理位置见附图 1，周边环境关系图见附图 2。

(3) 项目分区及布局

建设单位拟将曝光铅房（铅房墙壁围成的内部区域）划分为控制区，在控制区的进出口及适当位置处设置醒目的电离辐射警告标志和工作状态指示灯。制定放射安全防护管理制度，严格限制无关人员进出控制区，在正常工作过程中，区内不得有无关人员进入。将理化实验室内铅房屏蔽体外区域划为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。

由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目设置门机联锁装置，紧急停机按钮和警示标示等安全设施，满足相关辐射安全原则；本项目拟配备 2 台个人剂量报警仪和 1 台辐射剂量率仪，2 名辐射工作人员各配备 1 支个人剂量计。工业 CT 装置拟配置固定式场所辐射探测报警装置。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

(5) 辐射安全管理结论

建设单位应根据实际情况及本报告要求，尽快完善相应的辐射管理制度和操作规程，以

适应当前环保的管理要求；建设单位拟对新增辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。浙江晶科储能有限公司在完善相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。

13.1.2环境影响分析结论

13.1.2.1辐射环境影响分析结论

(1) 辐射剂量率影响预测结论

本项目运行过程中铅房周围辐射剂量率最大为 $0.26\mu\text{Gy/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

(2) 个人剂量影响预测结论

由估算结果可见，本项目所致辐射工作人员和公众人员受照周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求；受照年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

13.1.2.2非辐射环境影响分析结论

本项目射线装置在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，由于每次扫描时长很短，铅房内产生的臭氧及氮氧化物量也比较少，满足《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GB/Z 2.1-2019）及其第1号修改单，臭氧职业接触限值：最高容许浓度 0.3mg/m^3 ；氮氧化物 8 小时平均允许接触水平容许浓度 5mg/m^3 的要求。

13.1.3可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展改革委令第 29 号）及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改<产业结构调整指导目录(2019 年本)>的决定》，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家产业政策。

(2) 实践正当性分析结论

本项目实施的最终目的是为了对自生产的电池进行无损检测服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经采取辐射屏蔽防护和安全管理措施后，其对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则。

(3) 选址合理性分析

项目理化实验室位于浙江晶科储能有限公司原料仓 1F 南侧，不新增土地，周围无环境制约因素。项目铅房周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，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围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。

(4) “三线一单”符合性分析

根据《海宁市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在区域涉及“ZH33048120003 海宁市黄湾镇产业集聚重点管控单元”，不涉及生态保护红线，本项目建设符合《海宁市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

(5) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位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，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，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门申请辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工验收报告。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见

公章

经办人（签字）：

年 月 日