

核技术利用建设项目

中国科学院长春应用化学研究所
工业 CT 核技术利用项目
环境影响报告表

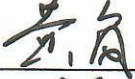
(报批版)

中国科学院长春应用化学研究所

2026 年 6 月

生态环境部监制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	vice07		
建设项目名称	中国科学院长春应用化学研究所工业CT核技术利用项目		
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)	中国科学院长春应用化学研究所		
统一社会信用代码	121000006051000987		
法定代表人 (签章)	刘俊 		
主要负责人 (签字)	黄岗 		
直接负责的主管人员 (签字)	于洋 		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	吉林省恒春环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91220102MA1771N37R		
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
王立成	06352243506220257	BH019012	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
马铭杰	项目基本情况、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状	BH069344	
王立成	项目工程分项与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH019012	

《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响
报告表》依据专家意见内容修改单

会议纪要意见：

序号	专家意见	修改页码
1	细化项目调查，补充项目原有房间情况和环境现状；	P2
2	完善项目排风设置情况；	P7、P27、P30、 P40
3	优化完善项目日常管理措施。	P25、P41

王笑晗专家意见：

序号	专家意见	修改页码
1	细化项目调查，补充说明项目原房间情况和环境现状。	P2、P25、附图 5
2	进一步细化项目工艺流程，说明项目运行时，探头实际位置变化情况(参数表、工艺介绍和预测参数均不一致)。	P19、P20
3	复核项目相关工作参数和相关预测结论。	P20
4	针对本项目检测间，细化项目管理措施，优化调整事故风险分析预防措施，补充细化事故后处置措施。	P25、P41
5	校核调整相关文字和表格，如：表 11-3 和续表位置颠倒；P39 处顶棚屏蔽外 30cm 处辐射剂量率最大预测值缺少单位等等。	P38、P39

王多专家意见：

序号	专家意见	修改页码
1	完善评价依据。	P8、P9
2	核实建设单位原有核技术利用情况。	P4、P5

3	细化待检工件信息及工作方式。	P31、P19
4	细化辐射场中 X 射线的照射类型。	P22

于敏专家意见：

序号	专家意见	修改页码
1	历次环评和验收明确哪些是与本地址项目有关的环评及验收项目，并提供验收材料。补充III类射线装置环境影响评价登记表，完善建设项目环境影响报告及竣工验收情况表。现有射线装置情况表明确装置地址。	P4、P5
2	项目建设规模，补充项目面积及各分区面积。	P2
3	核对产业政策符合性分析内容(机械使用还是制造)。	P4
4	表 5 废弃物，建议补充浓度及排放量，说明排风口是有组织还是无组织排放。本项目辐射防护设施设计基本情况，明确是否符合排风管道外口避免朝向人员活动密集区要求，核对工件最大长度尺寸。	P7、P27、P30、P40
5	完善本项目评价范围内保护目标情况一览表，完善环境保护目标图(列入的保护目标均图示)。	P10
6	根据环境 X 射空气吸收剂量率监测结果，核对环境现状评价结论监测值。	P15
7	建设阶段对环境的影响，补充施工期噪声排放标准。	P34
8	完善附图、附件(核对法人证书有效性)。	附件 1

核技术利用建设项目

中国科学院长春应用化学研究所 工业 CT 核技术利用项目 环境影响报告表

建设单位名称：中国科学院长春应用化学研究所

建设单位法人代表：刘俊

通讯地址：吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号

邮政编码：130022

联系人：潘菁

电子邮箱

联系电话：

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目			
建设单位		中国科学院长春应用化学研究所			
法人代表	刘俊	联系人	潘菁	联系电话	
注册地址		吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号			
项目建设地点		吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号稀土大厦 106 室			
立项审批部门		——	批准文号	——	
建设项目总投资 (万元)	544.6	项目环保 投资(万元)	11.1	投资比例(环保投 资/总投资)	2.0%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	23.36
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
项目概述					
<p>1. 项目单位情况、项目由来及建设规模</p> <p>1.1 项目单位情况</p> <p>中国科学院长春应用化学研究所位于吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号, 始建于 1948 年 12 月, 是集基础研究、应用研究和高技术研究及产业化于一体, 在中国国内外享有崇高声誉和影响的综合性化学研究所, 成为中国化学界的重要力量和创新基地。中国科学院长春应用化学研究所拥有在职职工 849 人, 劳务派遣人员 405 人; 中国科学院长春应用化学研究所拥有 8 个实验室和 2 个国家级分析测试中心, 并在外围建有 2 个平台; 拥有一级学科博士学位授权点 2 个、一级学科硕士学位授权点 2 个、二级学科博士学位授权点 8 个、二级学科硕士学位授权点 8 个。法人证书见附件 1。</p>					

本项目工业 CT 位于研究所稀土大厦 1 层 106 室东南侧，研究所稀土大厦已履行环境影响评价手续，中国科学院长春应用化学研究所委托有资质单位编制了《长春应用化学研究所稀土资源高值化利用与先进功能材料研究平台建设项目环境影响报告表》，于 2012 年 1 月，通过了吉林省生态环境厅（原吉林省环境保护厅）对该项目的审批，批复文号为：吉环审（表）字[2012]8 号，详见附件 2。中国科学院长春应用化学研究所于 2019 年 9 月 1 日对该项目进行了建设项目竣工环境保护验收。稀土大厦 106 室现为仪器存储室，不涉及与稀土相关的活动，原场所无相关环境问题。

1.2 项目由来

由于锂电池在循环过程中易产生锂枝晶，导致电池内部短路和容量衰减，严重制约其实际应用，为满足研究所对锂电池的研究需求，中国科学院长春应用化学研究所拟在稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），对锂电池进行无损检测，研究其构效关系及性能衰退规律。根据《射线装置分类》分类中相关规定，本项目拟使用的工业 CT 属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》本项目须依法履行环评手续，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中有关规定，本项目应进行环境影响报告表的编制。受中国科学院长春应用化学研究所的委托，吉林省恒春环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

1.3 项目建设规模

中国科学院长春应用化学研究所拟在研究所稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），对锂电池进行无损检测，配套建设检测间、检测办公室，检测间面积为 12m²、检测办公室面积为 11.36m²，共 23.36m²。本项目工业 CT 采用数字成像系统，不产生胶片等废物。

工业 CT（一体化屏蔽铅房）采用“钢-铅-钢”结构的六面屏蔽设计，各墙体接缝处采用焊接工艺实施拼装连接，能够保证整体结构的密闭性与良好的屏蔽性能，外部尺寸为：2.45m×1.23m×1.90m（长×宽×高），项目规模情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目工业 CT 装置规模一览表

设备名称	型号	数量	类别	管电压（kV）	管电流（mA）	主射束方向
工业 CT	nanoVoxel 3502E	1	II 类	230	1	朝南侧

1.4 劳动定员及年出束时间

本项目中国科学院长春应用化学研究所拟配备 3 名辐射工作人员，均为新增辐射工

作人员，其中 1 人为管理人员，2 人为操作人员，每天工作 8 小时。

中国科学院长春应用化学研究所对锂电池进行无损检测，本项目工业 CT 每天最多检测 60 件（次）工件，每件（次）工件曝光出束时间平均约 60s，每天累计出束 1h，年工作时间约 250d，则工业 CT 年曝光总时间约 250h。

2. 项目厂址选址及周边保护目标

中国科学院长春应用化学研究所位于吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号，项目地理位置图详见附图 1。本项目所在的稀土大厦位于研究所的东北侧，研究所平面布置及项目周边关系情况详见附图 2。

工业 CT 所在建筑主体（稀土大厦）为 7 层砖混结构。工业 CT 周围 50m 评价范围内楼内保护目标：东侧为 105 仪器间、走廊、104 仪器间、办公室；西侧为 106 室、107 仪器间、男卫生间、女卫生间、门卫室、消防控制室；北侧为检测办公室、101-103 仪器间（3 间）、108-112 仪器间（5 间）、123 仪器间、走廊、配电机房、电井、电梯（2 部）、楼梯（2 部）、设备用房、新风竖井、门厅；楼上（2 层）为 201-203 研究室（3 间）、204 办公室、205 综合办公室（秘书办公室）、206-209 研究室（4 间）、210-215 实验室（6 间）、230-233 实验室（4 间）、234-239 设备间（6 间）、男卫生间、女卫生间、电井、电梯（2 部）、楼梯（2 部）；楼上（3 层）为 3 层研究室；楼上（4 层）为 4 层实验室；楼上（5 层）为 5 层实验室；楼上（6 层）为 6 层实验室；楼上（7 层）为水箱间；楼下无建筑。

楼外保护目标：稀土大厦南侧主楼；西侧食堂。工业 CT 拟建位置周围 50m 范围内都处于研究所内，周围无居民区和学校等敏感建筑物，项目选址合理。稀土大厦 1 层平面布置详见附图 3、稀土大厦 2 层平面布置详见附图 4。

3. 项目投资

项目总投资为 544.6 万元，其中环保投资为 11.1 万元，环保投资明细见表 1-2。

表 1-2 环保投资一览表

序号	项目	投资（万元）
1	个人剂量计、个人防护用品（铅衣、铅帽、铅眼镜）	0.8
2	个人剂量报警仪	0.8
3	便携式 X- γ 辐射监测仪	利旧
4	电离辐射警告标志、视频监视装置、通风装置	1.5
5	环境评价、环保验收、应急预案、应急物资	8.0
总计		11.1

4. 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布），本项目工业 CT 装置属于国家鼓励类第十四项“机械”中的第 1 条“科学仪器和工业仪表：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家的产业政策。

5. 核技术利用许可情况

中国科学院长春应用化学研究所已取得辐射安全许可证，辐射安全许可证编号为吉环辐证[01181]，活动种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2027 年 6 月 30 日，辐射安全许可证见附件 3。截至目前为止，研究所现有射线装置工作场所运行情况良好，无辐射安全事故发生。现有射线装置如表 1-3 所示。

表 1-3 现有射线装置情况表

序号	名称	类别	数量	型号	工作场所
1	电子加速器	II 类	1	DD5.0MeV-30m A	北湖园区 4 号车间 4-13 单元
2	X 射线无损检测与数字成像系统	II 类	1	MRCH-250	北湖园区 5 号车间 5-3 单元
3	X 射线红外联用原位测试系统	III 类	1	saxspoint2.0	南湖园区 7 号楼 104 室
4	X 射线光电子能谱仪	III 类	1	ESCALABMKII-250	南湖园区实验主楼 107 室
5	粉末 X 射线衍射仪	III 类	1	D8 ADVANCE	南湖园区实验主楼 115 室
6	粉末 X 射线衍射仪	III 类	1	D8 ADVANCE	南湖园区实验主楼 115 室
7	小角 X 射线衍射仪	III 类	1	NANOSTAR	南湖园区实验主楼 115 室
8	小角广角 X 射线散射仪	III 类	1	SAXSess_mc2	南湖园区实验主楼 323 室
9	X 射线薄膜衍射仪	III 类	1	D8 DISCOVER	南湖园区实验主楼 323 室
10	多功能衍射仪	III 类	1	DX2700BH	南湖园区实验主楼 323 室
11	高分辨率 X 射线衍射仪	III 类	1	DX2800	南湖园区实验主楼 323 室
12	多功能 X 射线衍射仪	III 类	1	smart_lab	南湖园区实验主楼 323 室
13	台式 X 射线衍射仪	III 类	1	DX27MINI	南湖园区实验主楼 326 室
14	微焦点 X 射线衍射仪	III 类	1	Geni X3D	南湖园区实验主楼 601 室
15	小角 X 射线衍射仪	III 类	1	XELTSS2.0	南湖园区实验主楼 601 室
16	多晶 X 射线衍射仪	III 类	1	D8 advance	南湖园区稀土大厦 101 室
17	多晶 X 射线衍射仪	III 类	1	D8 FOCUS	南湖园区稀土大厦 101 室
18	X 射线单晶衍射仪	III 类	1	D8 VENTURE	南湖园区稀土大厦 101 室
19	X 射线单晶衍射仪	III 类	1	Bruker smart APEX	南湖园区稀土大厦 101 室
20	单晶 X 射线衍射仪	III 类	1	D8 quest	南湖园区稀土大厦 103 室
21	高精度 X 射线单晶定向仪	III 类	1	YX-3	南湖园区稀土大厦 120 室
22	台式 X 射线衍射仪	III 类	1	miniflex-600 c	南湖园区稀土大厦 233 室
23	台式 X 射线衍射仪	III 类	1	mini flex600	南湖园区稀土大厦 602 室

6. 现有辐射项目环评及验收履行情况

研究所现有 23 台射线装置，其中 1 台电子加速器和 1 台 X 射线无损检测与数字成像系统属于 II 类射线装置，均已履行环境影响评价手续，建设项目环境影响报告表及竣工验收情况见表 1-4，批复详见附件 4。其余 21 台 III 类射线装置，均已填写环境影响评价登记表，建设项目环境影响登记表情况见表 1-5。截至目前为止，研究所现有射线装置工作场所运行情况良好，无辐射安全事故发生。

表 1-4 建设项目环境影响报告表及竣工验收情况

序号	项目名称	建设内容	环评批复文号	竣工验收文号
1	中国科学院长春应用化学研究所辐照射线装置系统(电子直线加速器)项目	拟在长春高新北区改建一套 5.0MeV 辐照射线装置系统(电子直线加速器)，为 II 类射线装置。	吉环审(表)字[2015]44号	自主验收
2	中国科学院长春应用化学研究所 X 射线无损检测与数字成像系统辐射项目	项目建设地点位于长春市长春新区中科大街与应化新路交汇中国科学院长春应用化学研究所北区。你单位拟在 5 号平台 5-3 单元 1 楼北侧预留位置应用 1 套 MRCH-250 型 X 射线无损检测与数字成像检测系统(最大管电压 250kV,最大管电流 2.5mA)，属于 II 类射线装置，配套安装 1 套屏蔽铅房，铅房长 2.0m、宽 1.9m、高 2.0m。	吉环审(表)字[2021]84号	自主验收

表 1-5 建设项目环境影响登记表情况

序号	项目名称	建设内容	备案号	类别
1	中国科学院长春应用化学研究所 III 类射线装置	本项目主要包括 X 衍射仪 6 台、场发射透射电镜 2 台、电子显微镜 4 台、场发射扫描电子显微镜 2 台、电子能谱仪 1 台，共计 15 台射线装置，用于科学实验研究。	201922010400000241	环境影响登记表
2	中国科学院长春应用化学研究所 X 射线装置项目	一、建设内容：研究所实验室内有 7 台 III 类射线装置，新建 III 类射线装置 14 套。总计 21 台。二、建设规模：新建 III 类射线装置 14 套。	202222010400000034	环境影响登记表
3	中国科学院长春应用化学研究所 X 射线衍射仪项目	现有稀土大厦 233 房间作为设备应用场所，安装 1 台台式 X 射线衍射仪。	202422010400000063	环境影响登记表

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度(Bq)/ 活度(Bq)×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动类别	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	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	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	nanoVoxel 3502E	230	1	无损检测	检测间	主射束朝向南侧

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	排风口通过排风管接入稀土大厦排风主管道。检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管进入排风主管道，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气；氮氧化物排放量较少，对环境影响较小。

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法律 法规 及 相 关 文 件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起修订施行； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订施行； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，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 3 月 2 日修订施行）； 6. 《生态环境监测条例》，国务院第 820 号令，2026 年 1 月 1 日起施行； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施）； 8. 《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 日起施行； 9. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（2021 年 1 月 1 日施行）； 10. 《射线装置分类》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日发布； 11. 《吉林省生态环境保护条例》（2020 年 11 月 27 日吉林省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议修订施行）。
<p>技 术 标 准 与 规 范</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），第 1

	<p>号修改单，2017年10月27日修改施行；</p> <p>7. 《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GBZ41476. 3-2022）</p> <p>8. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>9. 《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年）；</p> <p>10. 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>11. 《无损检测人员资格鉴定与认证》（GB/T9445-2015）；</p> <p>12. 《<u>建筑施工噪声排放标准</u>》（GB12523—2025）。</p>
其他	<p>1. 《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年出版）；</p> <p>2. 《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，2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>3. 《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》吉林省生态环境厅，2020. 5. 13；</p> <p>4. 《吉林省生态环境厅关于开展全省生态环境监测技术服务机构备案的公告》（吉林省生态环境厅，2026 年 1 月 16 日）；</p> <p>5. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布 自 2024 年 2 月 1 日起施行）</p> <p>6. 中国科学院长春应用化学研究所与吉林省恒春环保科技有限公司签订的环境影响评价技术咨询合同；</p> <p>7. 中国科学院长春应用化学研究所提供的与本项目相关其他资料。</p>

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》（HJ10.1-2016）的规定，射线装置应用项目的评价范围取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围，根据本项目的实际情况，确定本项目评价范围为射线装置应用实体屏蔽铅房外 50m 范围。

保护目标

本项目环境保护目标主要为工业 CT 辐射工作人员及工业 CT 周围活动的公众成员，本项目评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

场所	敏感目标	人员类别	方位/位置	与工业 CT 相对距离	人员数量
工业 CT 拟建位置	检测间、操作台	职业人员	二	紧邻	2-3 人
	检测办公室	职业、公众	北侧	2-6m	4-5 人
	105 仪器间、走廊、104 仪器间、办公室	公众	东侧	3-25m	15-30 人
	106 室、107 仪器间、男卫生间、女卫生间、门卫室、消防控制室	公众	西侧	3-25m	30-50 人
	101-103 仪器间（3 间）、108-112 仪器间（5 间）、123 仪器间、走廊、配电机房、电井、电梯（2 部）、楼梯（2 部）、设备用房、新风竖井、门厅	公众	北侧	5-50m	70-100 人
	201-203 研究室（3 间）、204 办公室、205 综合办公室（秘书办公室）、206-209 研究室（4 间）、210-215 实验室（6 间）、230-233 实验室（4 间）、234-239 设备间（6 间）、男卫生间、女卫生间、电井、电梯（2 部）、楼梯（2 部）；	公众	楼上（2 层）	4-10m	100-150 人
	3 层研究室	公众	楼上（3 层）	10-14m	50-70 人
	4 层实验室	公众	楼上（4 层）	14-18m	30-50 人
	5 层实验室	公众	楼上（5 层）	18-22m	20-30 人
	6 层实验室	公众	楼上（6 层）	22-26m	10-20 人
稀土大厦	水箱间	公众	楼上（7 层）	26-31m	2-3 人
	室外环境	公众	东侧、南侧	1-50m	偶然居留
	主楼	公众	南侧	20-50m	500-800 人
	食堂	公众	西侧	45-50m	2500-3000 人次/日

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 B 部分规定：

①第 B1.1.1.1 款：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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第 B1.2.1 款：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：年有效剂量，1mSv。

1.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）11.4.3.2 中规定：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。

本项目选取工作人员、公众评价标准如下：

工作人员：采用年有效剂量限值的 25%为约束剂量，即 5mSv/a。

公众：采用公众照射剂量限值的 10%为约束剂量，即 0.10mSv/a。

2. 空气 γ 辐射剂量率

本项目 γ 辐射剂量率本底水平参考原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》（1995 年）中吉林省和长春地区陆地、室内 γ 辐射剂量率，摘录列于表 7-2。

表 7-2 环境本底 γ 辐射空气吸收剂量率范围 单位：nGy/h

地 市	陆地 γ 辐射空气吸收剂量率范围	室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围
吉林省	18.9~128.6	30.8~208.6
长春地区	39.3~115.9	55.6~144.4

3. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），摘录如下：

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。

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 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单摘录如下：

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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_c)和导出剂量率参考控制水平($\dot{H}_{c,d}$)：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

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

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周(Sv/周)；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周(h/周)。

本项目工业 CT 关注点方向照射使用因子 U 保守取 1；屏蔽铅房四周职业人员居留因子 T 保守取 1；每天累计曝光时间约 1h，每周工作 5d，每周约 5h，即 t 取 5h/周；通过计算，对职业工作人员导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d} = 100 / (5 \cdot 1 \cdot 1) = 20 \mu\text{Sv/h}$ ；屏蔽铅房相邻房间（如东侧 105 仪器间）及室外环境公众居留因子 T 保守取 1；对公众导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d} = 5 / (5 \cdot 1 \cdot 1) = 1.0 \mu\text{Sv/h}$ ；

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c, \max}$

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c :

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

本项目工作场所关注点剂量当量率 \dot{H}_c 值取 a) $\dot{H}_{c, d}$ 和 b) 中 $\dot{H}_{c, \max}$ 二者的较小值作为参考控制水平, 即 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 公众场所关注点剂量当量率 \dot{H}_c 值取 a) $\dot{H}_{c, d}$ 和 b) 中 $\dot{H}_{c, \max}$ 二者的较小值作为参考控制水平, 即 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

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, 距探伤室顶外表面 30cm 处和 (或) 在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关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$) 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 30 cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

本项目工业 CT 屏蔽铅房顶不需要人员到达, 本项目屏蔽铅房顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 $100 \mu\text{Sv/h}$; 本项目工业 CT 拟建位置楼上为 206 研究室, 考虑到 206 研究室内有人员进行工作, 按严格标准要求, 本项目工业 CT 装置楼上周围剂量当量率参考控制水平取 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

项目位于吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号，长春市位于吉林省中部，地处松辽平原腹地，地质结构较为稳定。地理位置见附图 1。

研究所拟在稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），工业 CT 在厂区位置见附图 2。

2. 环境现状评价对象

项目运营过程中会产生少量废气（主要为臭氧、氮氧化物），无生产废水产生，运营期主要环境影响为工业 CT 装置运行产生的辐射影响，故本项目环境现状评价对象主要为评价范围内辐射环境质量现状。

3. 辐射环境质量现状调查与评价

根据本项目所在位置周围环境状况，对本项目所在区域 γ 辐射剂量率进行本底水平监测，监测报告见附件 5。

3.1 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

3.2 监测点位

为了解本项目工业 CT 拟建位置周围环境状况，本次监测在厂区陆地环境、工业 CT 拟建位置及周围环境保护目标共布设 13 个 γ 辐射剂量率监测点位，监测布点情况详见附图 2、附图 3。

3.3 监测方案

为了解本项目使用地点周围区域辐射环境质量现状，委托黑龙江源宁环境检测有限公司（已在吉林省生态环境厅完成生态环境监测技术服务机构报备）对该区域进行辐射环境监测，并出具监测报告，报告编号为[2026]0521-01。

3.3.1 监测时间及监测条件

2026 年 4 月 15 日，阴，室外温度：10℃；监测湿度：31%，天气情况满足检测仪器使用要求。

3.3.2 监测仪器

仪器名称：便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪

检测仪型号：RS-1121

测量范围：10nSv/h~10Sv/h

检定有效期至 2027 年 1 月 18 日

检定单位：上海市计量测试技术研究院

检定证书编号：2026H21-20-6329943001

3.3.3 监测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中相关规定，测量 γ 辐射剂量率时，手持探测仪器，探头灵敏体距地面 1m 高，每个测点连续测量 10 个数值，每个数值的时间间隔为 10 秒。

3.4 质量保证措施

- (1) 测量人员经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训，考核合格后上岗；
- (2) 环境 γ 辐射剂量率测量仪器每年检定一次，定期参加环境 γ 辐射剂量率测量比对；
- (3) 在能够保持稳定的室外环境中定期开展测量，绘制质量控制图，以检验环境 γ 辐射剂量率测量仪器工作状态的稳定性；
- (4) 环境 γ 辐射剂量率测量选用相对固有误差小的仪器，环境 γ 辐射剂量率测量扩展不确定度应不超过 20%；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

3.5 监测结果

监测结果见表 8-1，表中监测数值均已扣除仪器宇宙射线响应值。

表 8-1 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果（单位 nGy/h）

序号	监测点位	X- γ 辐射空气吸收剂量率		备注	
		监测结果	标准差		
1	厂区	1*陆地环境	68	1.56	陆地
2		2*陆地环境	65	1.42	陆地
3		3*陆地环境	69	1.37	陆地
4		4*陆地环境	66	1.85	陆地
5		5*食堂（室内）	83	1.49	室内
6		6*主楼（室内）	79	1.62	室内
7	工业 CT 拟建位置	7*工业 CT 拟建位置	80	1.58	室内
8		8*106 仪器间	86	1.62	室内
9		9*北侧走廊	77	1.75	室内
10		10*东侧 105 仪器间	79	1.52	室内
11		11*南侧室外环境	67	1.68	陆地
12		12*西侧 107 仪器间	81	1.82	室内
13		13*楼上 206 研究室	85	1.73	室内

注：上述数值已进行修正，已扣除宇宙射线响应值

3.6 环境现状评价

由表 8-1 中监测数值可以看出，本项目厂区陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 65~69nGy/h，工业 CT 拟建位置室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围 77~86nGy/h，均在长春地区陆地及室内 γ 辐射剂量率变化范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 设备组成及工作方式

本项目拟应用 1 台工业 CT 属于 II 类射线装置，主要由射线源、探测器系统、计算机系统、样品台、基底平台、屏蔽设施和电源设备等部分组成，样式及尺寸外观图如图 9-1。

中国科学院长春应用化学研究所拟在稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），本项目工业 CT 主要对锂电池进行无损检测，每天最多检测 60 件（次）工件，每件（次）工件曝光出束时间平均约 60s，年工作 250d，年曝光最大时长约 250 小时。



图 9-1 本项目 nanoVoxel 3502E 型工业 CT 样式外观图

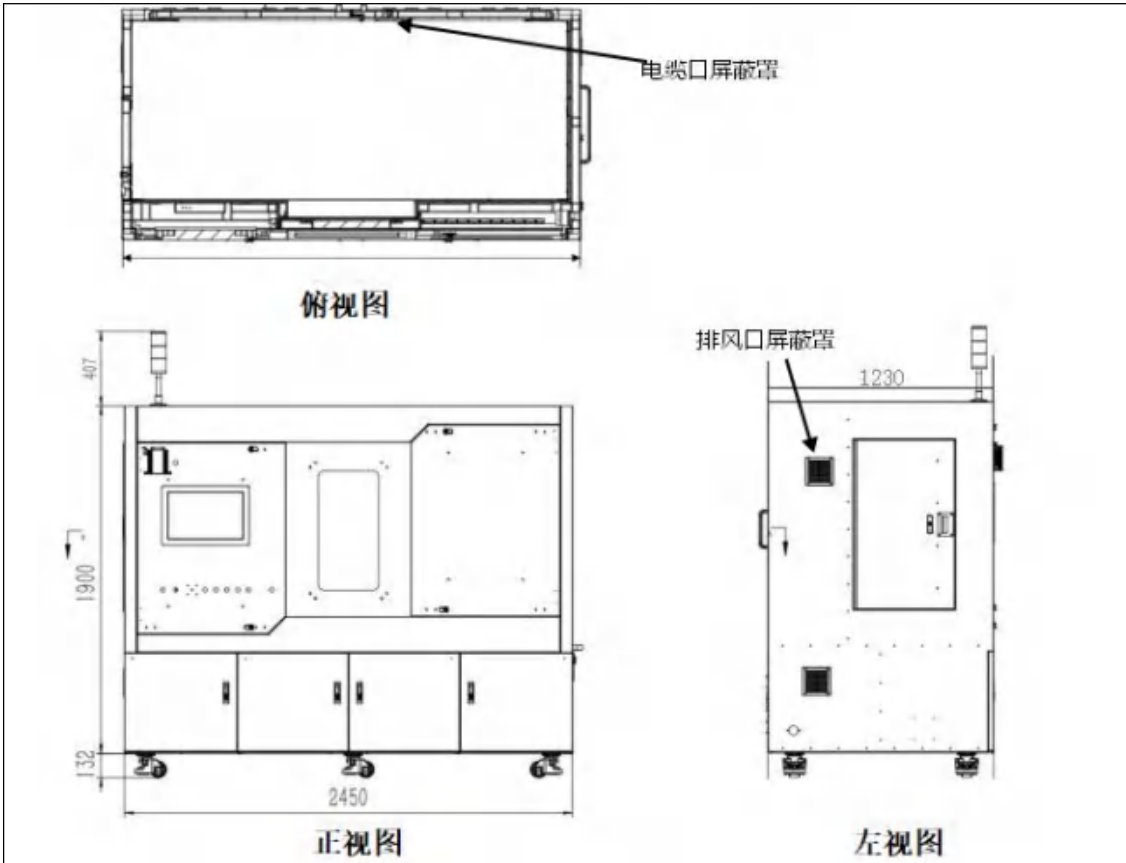


图 9-2 工业 CT 尺寸外观图

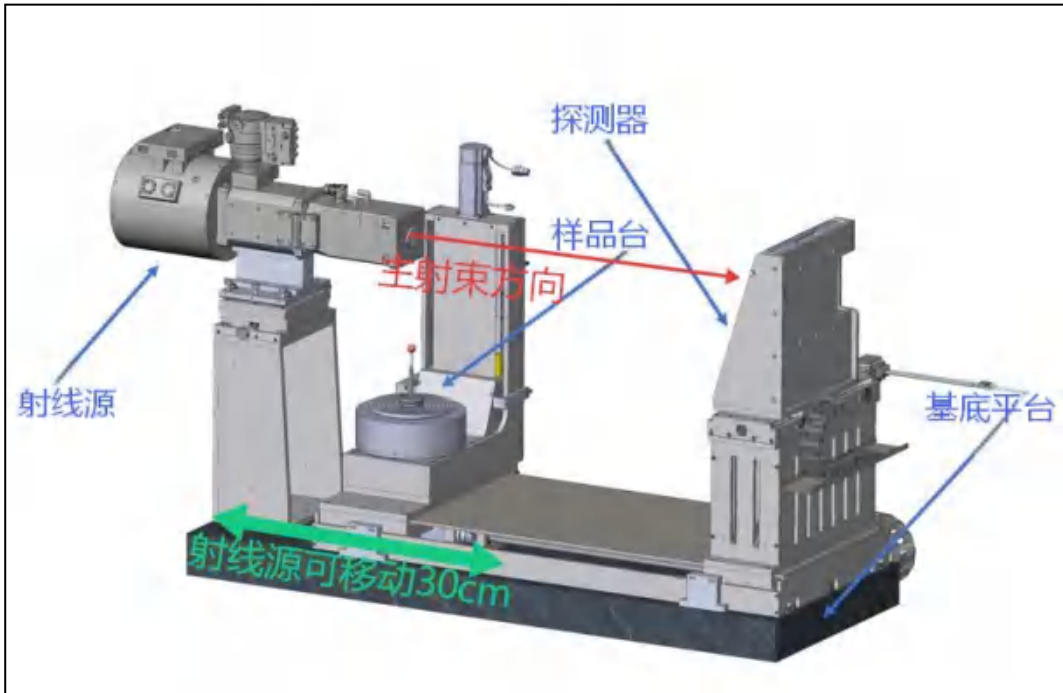


图 9-3 本项目 nanoVoxel 3502E 型工业 CT 内部结构示意图

本项目拟应用 1 台工业 CT 装置主要参数如表 9-1 所示：

表 9-1 本项目工业 CT 主要设备参数

项目	参数
名称	工业 CT
型号	nanoVoxel 3502E
类别	II
最大管电压 (kV)	230
最大管电流 (mA)	1
距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	9.9×10^{5①}
主射线辐射角 ($^\circ$)	30°
设备尺寸	2.45m × 1.23m × 1.90m (长 × 宽 × 高)
探伤工件材料	锂电池
本项目工件尺寸	长 173mm、宽 140mm、厚 40mm
工件移动方式	样品台 360° 自转
射线源移动方式	射线源仅可沿履带进行南北方向移动 (移动距离为 300mm)，不能进行其他方向的移动
工作方式	间歇式工作 1: 1，每次监测工作 1 分钟，休息 1 分钟。

注：本项目距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量选取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1 中数据。

①230kV 由于没有数据，偏安全考虑，参考 250kV 数据。

2. 工作原理及工艺流程

2.1 工作原理

2.1.1 X 射线产生原理

工业 CT 装置核心部件主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。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，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-4。

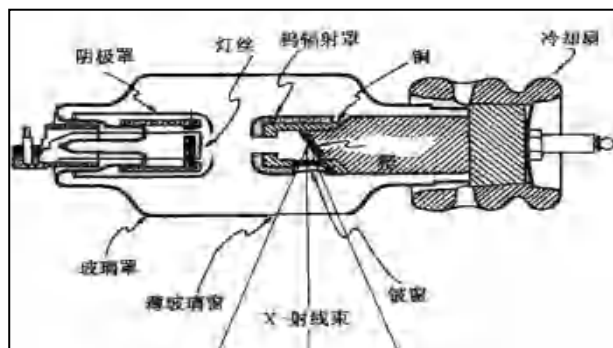


图 9-4 X 射线管结构原理图

2.1.2 工业 CT 工作原理

工业 CT 是工业用计算机断层成像技术的简称，它能在对检测物体无损伤条件下，利用 X 射线透过被检测物体后衰减减弱规律，将工件局部区域存在缺陷或结构差异，以二维断层图像或三维立体图像的形式清晰、准确、直观地展示出来，便于操作人员了解被检测工件的内部结构、材质及缺损等质量状况，从而达到无损检测目的。

本项目工业 CT 的基本结构包括射线源、机械扫描系统、探测器系统、控制系统、数据采集系统、防护系统以及用于图像重建的计算机系统。装置工作流程见图 9-5。

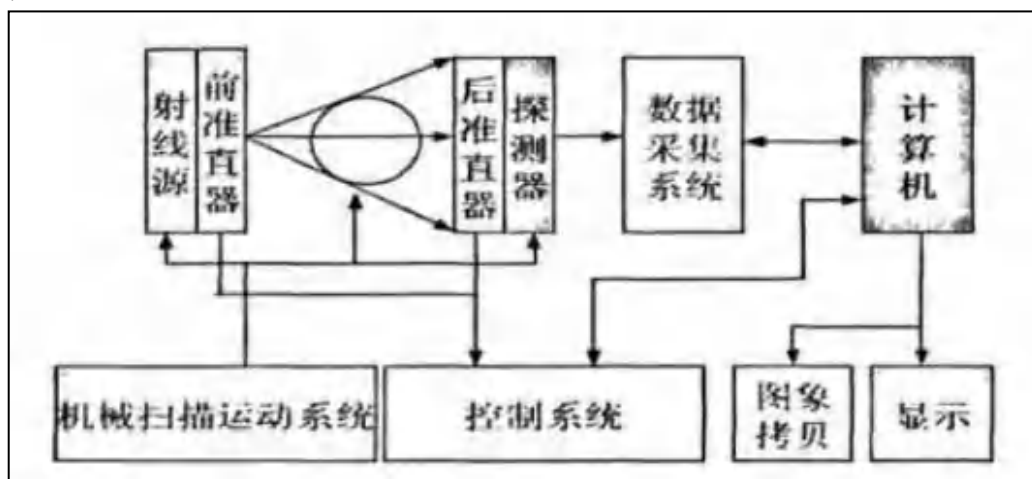


图 9-5 装置工作流程图

本项目应用的工业 CT 射线主射束的夹角为 30° （使用准直器后）的锥型，主射束朝向南侧；本项目待检工件（锂电池）经人工送至样品台，射线源仅可南北方向移动（移动距离为 300mm，距南侧屏蔽墙体最近为 1190mm，最远为 1490mm），样品台可以围绕圆心进行 360° 自转，生成的图像经过 CPU 重建，可以得到被称为 3DCT 的三维图像，可根据三维图像查看图像上的差异判断工件的焊接质量、缺陷位置和内部的细微结构等。可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。本项目工业 CT 工作原理见图 9-6。

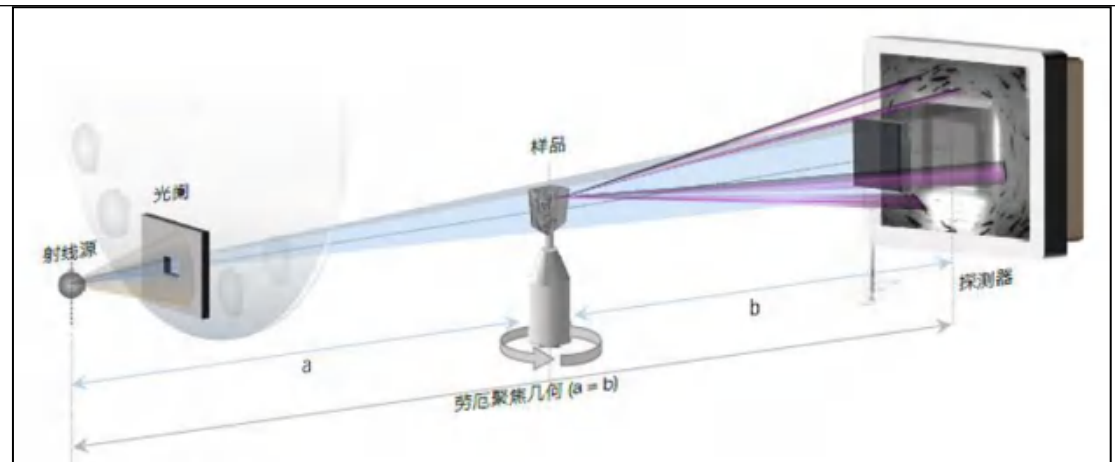


图 9-6 本项目工业 CT 工作原理示意图

2.2 工艺流程

项目工艺流程简述如下：

(1) 准备：工业 CT 操作人员巡视设备周围情况，检查设备安全装置情况，须所有辐射安全措施均有效情况下才能进行工件检测，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数；

(2) 放置工件：打开工件门，辐射工作人员位于工业 CT 工件门外，人工将被检工件（锂电池）置于样品台上，关闭工件门，操作人员返回操作台处通过控制系统调节探测器，使被检工件处在合适的检测位置；

(3) 曝光检测：设置管电压、管电流、曝光时间等参数后，打开 X 射线出束开关，进行无损检测，检测期间，X 射线管发出 X 射线电离空气产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）；达到预定的曝光时间后，停止出束，完成曝光作业；

(4) 读片：检测过程中，数字探测器接收 X 射线图像，工作人员根据实时数字图像进行分析，判断样品状况；

(5) 工件取出：检测完成后，关闭 X 射线出束开关，打开工件门，人工将工件取出。

本项目工业 X 射线计算机断层扫描装置工作流程及产污环节如图 9-7。

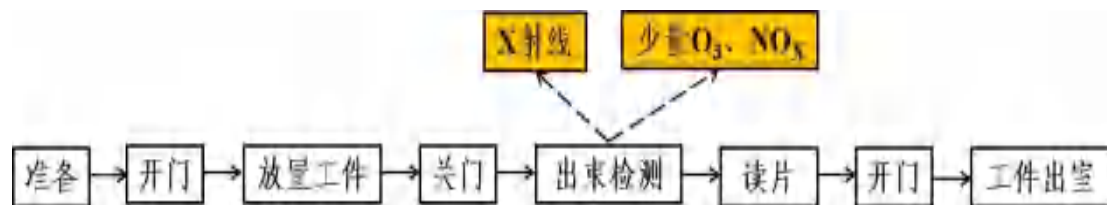


图 9-7 本项目工业 CT 工作流程及产污环节

由图 9-7 可知，本项目 X 射线探伤营运中产生的主要污染物如下：

- (1) 工业 CT 出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线与空气作用，产生的臭氧及氮氧化物。

2.3 待检工件信息

本项目工业 CT 主要用于对锂电池进行无损检测，锂电池长 173mm、宽 140mm、厚 40mm，工业 CT 操作人员将待检工件放至样品台上，关闭工件防护门后，返回操作台处进行曝光操作。

2.4 人员配置及工作制度

人员配置：本项目拟配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名管理人员、2 名操作人员，均为新增辐射工作人员。

工作制度：本项目工业 CT 辐射工作人员实行白班单班制，每天最多检测 60 件（次）工件，每件（次）工件曝光出束时间平均约 60s，每天累计出束 1h，年工作时间约 250d，则工业 CT 装置年曝光总时间约 250h。

污染源项描述

1. 污染因子分析

1.1 放射性污染

由工业 CT 的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生轫致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题，因此本项目的主要污染因子是 X 射线，X 射线可按产生及传播路径划分为有用线束、散射辐射及漏射辐射。

1.2 废气

工业 CT 产生的 X 射线使空气电离，会产生少量 O_3 和 NO_x ，因此本项目工业 CT 在正常运行时会产生一定量的 O_3 和 NO_x 。

2. 源项

本项目拟应用 1 台工业 CT，根据设备生产厂家提供的参数、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及 1 号修改清单，本项目源项信息如表 9-2 所示：

表 9-2 本项目源项信息

项目	源项信息
型号	nanoVoxel 3502E
最大管电压 (kV)	230
最大管电流 (mA)	1
主射线源强 (距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量) ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	9.9×10^{5①}
泄漏射线源强 (距靶点 1m 处泄漏辐射剂量率) $\mu\text{Sv/h}$	5×10^3

注：本项目距辐射源点（靶点）1m 处输出量选取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 中数据。

①230kV 由于没有数据，偏安全考虑，参考 250kV 数据。

3. 污染途径分析

3.1 正常工况

项目拟使用的工业 CT 装置在正常工况下，曝光出束时产生贯穿能力较强的 X 射线，对工作人员及邻近工作人员产生一定剂量的辐射照射。

3.2 事故工况

本项目可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

- （1）工业 CT 门机联锁失效或工作状态指示灯故障，防护门未完全关闭，工业 CT 装置在对工件进行曝光的工况下对射线装置周围人员造成意外照射；
- （2）机器调试、检修时误照。设备在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；
- （3）工业 CT 屏蔽铅房或防护门受损有漏射线对周围人员造成意外照射；

表 10 辐射安全与防护

辐射防护原则

辐射防护的目的是为了防止发生对健康有害的非随机效应，并将随机效应的发生率降至可以接受的水平。为了达到这一目的，必须遵从以下辐射防护原则。

1. 实践的正当性

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。

本项目拟应用 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房）对锂电池进行无损检测，其运行时产生贯穿能力较强的 X 射线，但经过设置合理的屏蔽可使其影响达到可接受水平。X 射线探伤用于对锂电池进行无损检测，可以研究其构效关系及性能衰退规律，其利益大于可能引起的辐射危害，因此，符合实践的正当性原则。

2. 辐射防护的最优化

在辐射实践中所使用的辐射源（包括射线装置）所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束的前提下，在充分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的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

本项目工业 CT 一体化屏蔽铅房的屏蔽能力可满足辐射防护要求，对项目采取分区管理、设置警示标志和指示灯等安全防护措施，可以使个人受照剂量的大小、受照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的水平，因此，本项目基本符合防护与安全最优化的原则。

3. 个人剂量的限制

由于利益和代价在人类群体中分配的不一致性，虽然辐射实践满足了正当性要求，防护与安全亦达到了最优化，但还不一定能够对每个人提供足够的防护。因此，必须对个人受到的正常照射加以限制，以保证来自各项得到批准辐射实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过国家标准中规定的相应剂量限值。

为控制辐射工作人员及公众所受照射剂量在尽可能低的水平，本项目在环境影响评价过程中采用较为严格的标准，对职业人员的职业照射，取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的 25%即 5mSv/a 作为本项目剂量约束限值，对公众中有关关键人群组的成员，10%即 0.10mSv/a 作为剂量约束，符合剂量限制和潜在照射危害限制的原则。

项目安全设施

1. 工作场所布局

中国科学院长春应用化学研究所拟在研究所稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），对锂电池进行无损检测，配套建设检测间、检测办公室。稀土大厦为 7 层砖混结构。探伤时主射束朝南侧，工件防护门位于屏蔽铅房的西侧，操作台位于射线装置北侧，避开主射束方向，项目平面布局合理。

2. 分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相关要求，应对探伤工作场所实行分区管理。一般将铅房屏蔽墙围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区，本项目分区情况如下。

控制区：将屏蔽铅房划为控制区，并在射线装置的防护门外及其他适当位置设立醒目的、符合要求的警告标志。

监督区：将工业 CT 所在的检测间除控制区以外区域划分为监督区，在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识，并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，检测间非本课题组的辐射工作人员不得进入。分区情况见附图 5。

3. 辐射防护屏蔽

本项目屏蔽铅房长 2.45m、宽 1.23m、高 1.90m，探伤时主射束朝南侧。本项目屏蔽铅房采用钢—铅—钢结构，北侧墙体铅板厚度为 10mm；南侧墙体（主射束方向）铅板厚度为 15mm；东侧墙体、西侧墙体、顶棚、底部及工件防护门铅板厚度为 12mm；观察窗采用铅玻璃做屏蔽，长 0.34m、高 0.67m、厚度为 5.5cm（12mmPb），屏蔽设计参数见表 10-1，屏蔽设计图如图 10-1。

表 10-1 射线装置屏蔽铅房屏蔽设计情况一览表

项目	屏蔽体		屏蔽材料	设计厚度 (mmPb)
屏蔽铅房	东侧	散射、漏射	铅板 ^①	12
	南侧	主射束	铅板	15
	西侧	散射、漏射	铅板	12
	北侧	散射、漏射	铅板	10
	顶棚	散射、漏射	铅板	12
	底部 ^②	散射、漏射	铅板	12
	铅防护门	散射、漏射	铅板	12
	观察窗	散射、漏射	铅玻璃	12

注：①铅板的密度为 11.34g/cm³。②由于本项目工业 CT 底部无地下建筑物且人员无法到达，因此本项目不对设备底部进行预测分析。

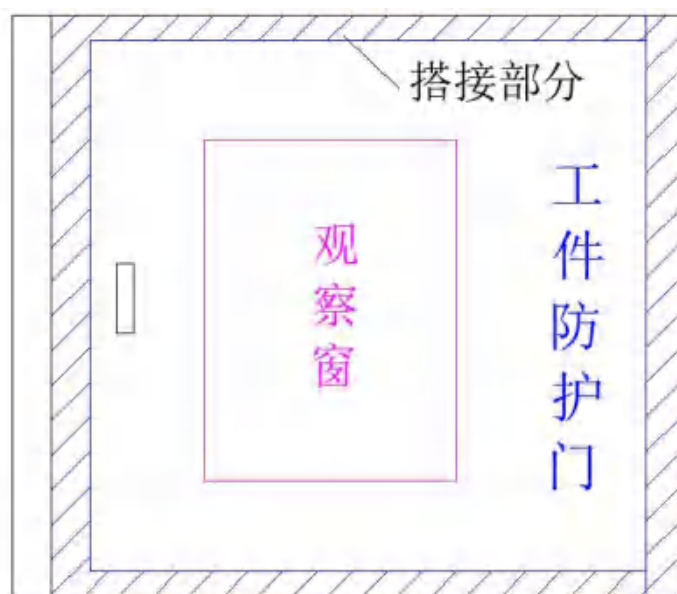


图 10-1 工件防护门搭接图

本项目工业 CT 有 3 个电缆口均位于屏蔽铅房东侧下方。电缆口加装铅板防护罩（12mm 铅当量）作为开口地方的屏蔽补偿，屏蔽保护罩将电缆孔完全遮蔽，电缆孔远离射线源避开射线源直照面，确保电缆口不破坏检测室的整体防护效果，屏蔽设计如下图所示：

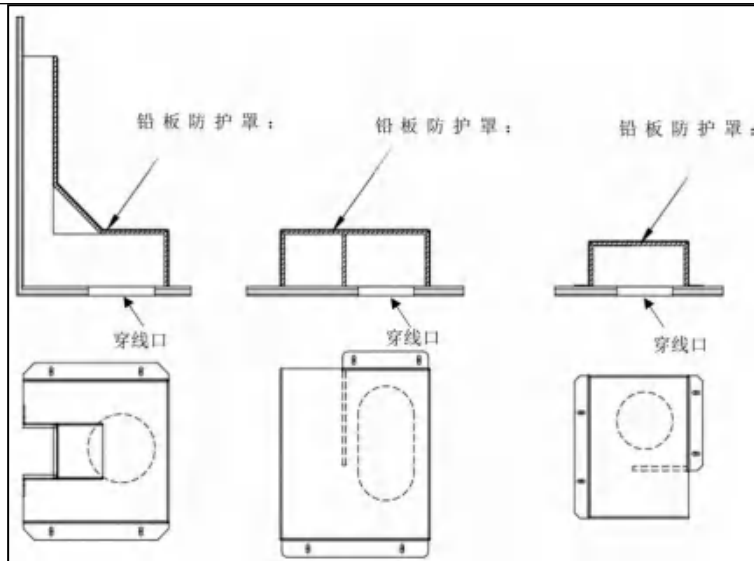


图 10-2 电缆口屏蔽设计图

本项目工业 CT 拟在屏蔽铅房南侧安装机械排风装置，设计风量为 30m³/h，排风口通过排风管接入稀土大厦排风主管道。检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管进入排风主管道，本项目工业 CT 体积约为 5.73m³，有效通风换气次数 5 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）中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 次的要求。排风口加装铅板防护罩（15mm 铅当量）作屏蔽补偿，铅板防护罩将排风口完全遮蔽，确保排风口不破坏检测室的整体防护效果，屏蔽设计见图 10-3。

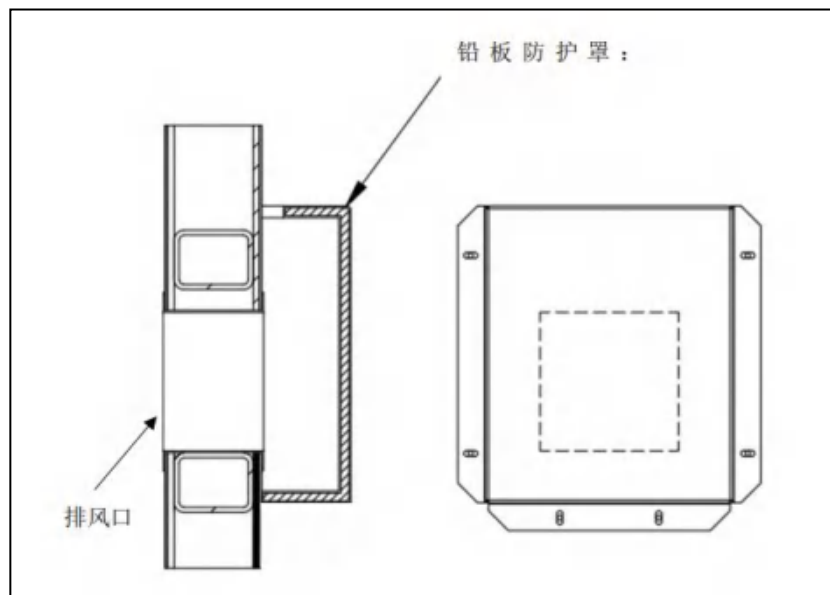


图 10-3 排风口屏蔽设计图

根据预算结果可知，在采取上述屏蔽设计后，X射线CT装置出束时，对工作场所关注点剂量当量率均低于2.5 μ Sv/h；对公众场所关注点剂量当量率均低于1 μ Sv/h，故屏蔽能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定要求。

4. 辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

为确保辐射安全，保障工业CT装置安全运行，拟为射线装置设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

表 10-2 本项目辐射防护设施设计基本情况

序号	要求	设计情况
1. 使用单位放射防护要求		
1.1	开展工业探伤工作的使用单位对辐射防护安全应负主体责任。	中国科学院长春应用化学研究所对辐射防护安全负主体责任。
1.2	应建立放射防护管理组织，明确辐射防护管理人员及其职责，建立和实施辐射防护管理制度和措施。	研究所已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，由刘俊（所长）任组长，射线装置操作人员任成员；并明确相关人员职责，开展环境保护管理工作。拟制定操作规程、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、使用台账、监测记录表和辐射事故应急预案。
1.3	应对从事探伤工作的人员按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求进行个人剂量检测，按《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）的要求进行职业健康监护。	拟配备3枚个人剂量计，由1名管理人员、2名操作人员随身佩戴，并建立工作人员个人剂量档案，个人剂量检测结果存入档案终生保存。每年为工作人员进行健康体检，建立职业健康档案。
1.4	探伤工作人员正式工作前应取得符合《无损检测 人员资格鉴定与认证》（GB/T 9445-2015）要求的无损探伤人员资格。	拟配备2名操作人员，上岗前按相关要求考取无损探伤人员资格证，或聘任持证人员进行探伤工作。
1.5	应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	利旧使用1台便携式X- γ 辐射监测仪，定期对射线装置屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果，发现异常立即停机并上报。配备3台个人剂量报警仪，由3名辐射工作人员随身佩戴。
1.6	应制定辐射事故应急预案。	中国科学院长春应用化学研究所已制定辐射事故应急预案，成立辐射事故应急处理工作领导小组，由研究所法人刘俊任组长，制定详细周密的辐射事故应急处理程序和上报程序等，每年进行辐射事故应急演练。

2. 工业 CT 装置		
2.1	工业 CT 装置在额定工作条件下，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《无损检测仪器 固定式和移动式工业工业 CT 装置》（GB/T 26837-2011）的要求。	中国科学院长春应用化学研究所采购符合标准要求的工业 CT，应用的工业 CT 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均符合 GB/T 26837 的要求，是安全联锁接口齐备的射线装置。
2.2	工作前检查项目应包括：a) 工业 X 射线装置外观是否完好；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。	拟制定工业 CT 操作规程，将工作前检查项目纳入操作规程中，制定安全检查项目清单，工作前逐条检查清单中的项目，做好检查记录，存档备查。
2.3	工业 CT 装置的维护应符合下列要求：a) 使用单位应对工业 CT 的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；b) 设备维护包括工业 CT 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。	计划委托工业 CT 设备制造商或有能力的单位每年按要求进行维护，对设备进行彻底检查，对设备所有零部件的详细检测，并更换原厂故障或损坏的零部件，做好维护记录。
3. 射线装置放射防护要求		
3.1	射线装置应设置门-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。	门-机联锁装置： 本项目拟应用的工业 CT 设置门-机联锁装置，本项目工业 CT 工件门设有门-机联锁装置，防护门关闭后才能进行探伤作业。本项目工作辐射工作人员装置工作时无法进入检测装置内部，在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。
3.2	屏蔽铅房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，并与射线装置关联。“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。	屏蔽铅房防护门外侧设计安装工作状态指示灯、警笛和清晰的指示灯信号意义的说明。工作状态指示灯与 X 射线管关联，可显示“预备”或“照射”状态，“预备”采用绿色指示灯，“照射”采用黄色指示灯，并设有信号意义的说明。

3.3	屏蔽铅房内和屏蔽铅房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。	本项目工业 CT 内部人员无法到达，计划在屏蔽铅房门口安装 1 个视频监控探头，在操作台设置视频监控器，工作人员在操作台可通过视频监控探头观察到屏蔽铅房出入口的人员活动情况和射线装置运行情况。
3.4	射线装置防护门上应有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	拟在射线装置防护门外表面粘贴“当心电离辐射”警告标志及警示说明，并保持标志清晰、醒目，以防止周围无关人员误入。
3.5	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。	本项目工业 CT 内部人员无法进入，拟在工业 CT 屏蔽铅房西侧外表面及操作台处各安装 1 处紧急停机开关，当射线装置发生故障时，按下紧急停机开关，工业 CT 立即停机。紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。
3.6	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。	本项目工业 CT 安装的排风装置设计风量为 30m ³ /h， <u>排风口通过排风管接入稀土大厦排风主管道。检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管进入排风主管道，本项目工业 CT 体积约为 5.73m³，有效通风换气次数 5 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中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 次的要求。</u>
4. 探伤室探伤操作的放射防护要求		
4.1	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。	计划制定工业 CT 装置操作规程，将工作前检查项目纳入操作规程中，制定安全检查项目清单，工作前逐条检查清单中的项目，做好检查记录，存档备查。
4.2	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。	计划为 3 名辐射工作人员配备个人剂量计，由辐射工作人员随身佩戴，并建立个人剂量档案。 利旧使用 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，定期对射线装置屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果。 拟配备 3 台个人剂量报警仪，由 3 名辐射工作人员随身佩戴。发现异常现行立即停机，同时向单位负责人报告。
4.3	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，终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	计划利旧使用 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，定期对射线装置屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果。发现异常现行立即停机并向单位负责人报告。

4.4	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。	本项目辐射工作人员实行白班单班制，便携式 X-γ 剂量率仪由工业 CT 装置负责人保管，负责人每天上岗前，检查便携式 X-γ 辐射监测仪和个人剂量报警仪是否能正常工作。如发现仪器不能正常工作，则上报单位负责人，并停止探伤工作。
4.5	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。	在每次照射前，辐射工作人员需确认射线装置各项安全联锁设施全部正常的情况下，工业 CT 才能启动、才能出束，把潜在的辐射降到最小。
4.6	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按下探伤室外墙上关门按钮，关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	本项目屏蔽铅房内人员无法到达，辐射工作人员确认防护门处于关闭状态，检查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。
4.7	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。	本项目工业 CT 装置主要用检测锂电池，工件最大厚度为 40mm，防护门关闭后辐射工作人员在操作台操作，不存在需要开门探伤作业的情况。
5. 探伤设施的退役		
5.1	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。	本项目工业 CT 退役时，建设单位拟将射线装置内 X 射线发生器拆除或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构，以保证辐射安全。
5.2	清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	本项目工业 CT 退役时，清除周围所有电离辐射警告标志和安全告知。

5. 安全联锁

本项目工业 CT 应与屏蔽铅房防护门之间设置联锁装置，并在工业 CT 屏蔽铅房西侧外表面及操作台处各安装 1 处紧急停机开关。当防护门未关闭或急停按钮未复位时，工业 CT 装置无法正常启动。门机联锁逻辑关系如图 10-4 所示：

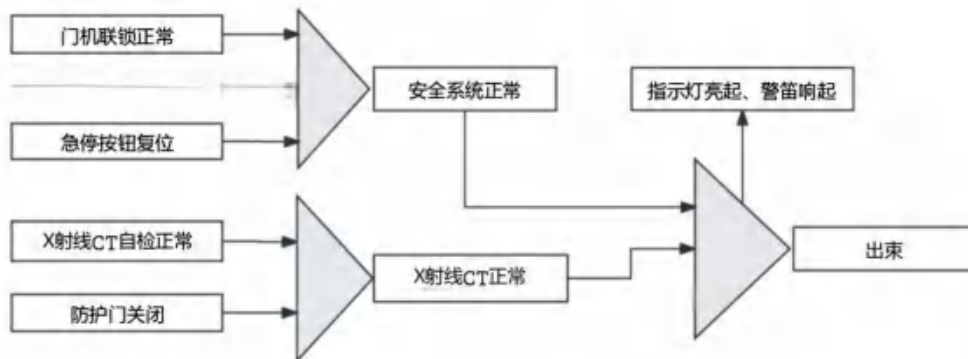


图 10-4 门机联锁逻辑图

以上措施落实后，本项目工业 CT 的辐射安全措施将满足《工业探伤放射防

护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求。

6. 辐射标志

在工业 CT 的防护门上及周围醒目位置粘贴醒目的、符合 GB18871 规定的“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。



图 10-5 电离辐射警告标志

7. 设备安装调试阶段的辐射防护措施

本项目工业 CT 在现场进行安装及调试，安装调试过程中，为保障人员安全和环境安全，应采取以下辐射防护措施：

7.1 人员安全管理

生产厂家指派本单位专业人员应进行安装调试，安装调试前进行辐射防护知识培训，使其了解射线的危害、防护措施以及应急处理方法，提高人员的防护意识和应急处理能力。安装调试人员应配备个人防护用品，如铅衣、铅帽、铅手套、铅眼镜等；应佩戴个人剂量计；佩戴个人剂量报警仪，实时监测个人受照剂量。

7.2 操作规程

设备生产厂家应建立健全的射线装置安装调试操作规程，安装调试人员应严格按照制定的探伤机安装调试操作规程，明确辐射防护的具体要求和操作步骤，避免因操作不当导致辐射泄漏。

7.3 调试过程安全联锁

在工业 CT 安装完毕后，安装调试人员须保证门-机联锁、工作状态指示灯、急停按钮有效的情况，方可进行设备调试曝光作业。

8. 设备使用过程中工作人员的辐射防护措施

8.1 设备操作人员和管理人员上岗前参加辐射安全知识考核,通过考核取得成绩报告单后上岗;

8.2 操作人员在接到工作任务后,先要检查设备工作是否正常;

8.3 在设备出束之前,要检查工作区域内的所有安全设备及安全联锁的工作情况,检查区域报警器工作是否正常,保证所有人员的安全;

8.4 操作设备时,操作人员必须严格执行安全操作规程。认真做好当班记录,严格执行交接班制度;严禁操作人员擅自离开岗位,应密切注视控制台仪表,发现异常及时处理;

8.5 检查系统发生故障而紧急停机后,在未查明原因和维修结束前,不得重新启动检查系统;

8.6 制定应急预案,发生意外,立即停止辐照,按应急预案实施;

8.7 工作人员从事工作时,需佩戴个人剂量计。

三废的治理

本项目工业 CT 安装过程中,没有放射性废水、废气及固体废物产生,工业 CT 装置在工作状态时,会使空气电离产生少量的臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。

本项目工业 CT 在工作状态时,会使屏蔽铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。工业 CT 南侧安装机械排风装置,设计风量为 $30m^3/h$,本项目工业 CT 体积约为 $5.73m^3$,有效通风换气次数 5 次/小时,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117—2022) 中有效通风换气次数不低于 3 次/小时的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在拟在研究所稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT，工业 CT 配有屏蔽铅房，仅在安装过程中会产生少量的噪声，本项目在安装时严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025），经墙体隔声及距离衰减后，对周围环境影响较小，安装结束后环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

1. 辐射环境影响预测

根据建设单位提供的相关技术资料，本次环评采用理论计算的方法验证屏蔽铅房的屏蔽防护性能及对装置周围的辐射影响进行预测。

1.1 计算模式

本项目工业 CT 装置采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出对应的管电压的相关参数进行计算。

1.1.1 有用线束方向关注点的剂量率

在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H}_c （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（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取 1mA；

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 ，见 GBZ/250-2014 附录表 B.1。230kV 由于没有数据，偏安全考虑参考 250kV 数据，本项目工业 CT 距辐射源点（靶点）1m 处输出量取 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，换算后本项目主射束源强为 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$

B—屏蔽透射因子（查 GBZ/250-2014 附录 B.1，B.2 曲线），230kV 由于没有数据，偏安全考虑参考 250kV 数据，本项目保守取 1×10^{-6} ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

1.1.2 泄漏辐射屏蔽

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-2）计算，

然后按式（11-3）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} ，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

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

式中： X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL —见附录 B 表 B. 2，230kV 由于没有数据，偏安全考虑参考 250kV 数据，铅（密度位 11.3t/m^3 ）的 TVL 为 2.9。

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

式中： B —屏蔽透射因子，计算后北侧墙体屏蔽透射因子为 3.56×10^{-4} ；东侧、西侧墙体、顶棚屏蔽透射因子为 7.28×10^{-5}

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，由 GBZ/250-2014 中表 1，取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

1.1.3 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按 GBZ/250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B. 2 的相应值，确定 230kV X 射线 90° 散射辐射能量按 200kV 考虑，在铅中的 TVL 取 1.4mm，然后按式（11-2）计算，关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} 按式（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： \dot{H} —关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_s —辐射体至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，计算后北侧墙体屏蔽透射因子为 7.2×10^{-8} ；东侧、西侧墙体、顶棚屏蔽透射因子为 2.68×10^{-9} ；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流取 1mA；

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 ，见 GBZ/250-2014 附录表 B. 1。230kV 由于没有数据，偏安全考虑参考 250kV 数据，本项目工业 CT 距辐射源点（靶点）1m 处输出量取 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，换算后本项目主射束源强为 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$

R_0 —辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, m;

F — R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α —散射因子。可保守取值为 $\alpha_w \cdot 10000/400$, α_w 保守取 1.9×10^{-3} , 见 GBZ/T250-2014 附录 B 中表 B.3, 按 250kV 保守取值, 即 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000/400 = 0.0475$ 。

1.2 屏蔽体外辐射剂量率

本项目应用的工业 CT 射线主射束的夹角为 30° 的锥型, 主射束朝南侧, 本项目南侧墙体按主射束考虑, 其余墙体及顶棚均按非主束考虑, X 射线管距预测点及屏蔽铅房各方向外表面最小距离见表 11-1。本项目探伤时四周墙体及顶棚预测点位取距离屏蔽铅房外表面 30cm 处, 见图 11-1、11-2。

11-1 X 射线管距预测点及工业 CT 屏蔽铅房各方向外表面最小距离表

序号	预测点	方向	X 射线管与工业 CT 屏蔽铅房外表面可达最小距离 (m)	X 射线管出束时距预测点距离 (m)
1	A	东侧	0.59	0.89
2	B	南侧	1.19	1.49
3	C	西侧	0.64	0.94
4	D	北侧	0.96	1.26
5	E	顶棚	0.74	1.04

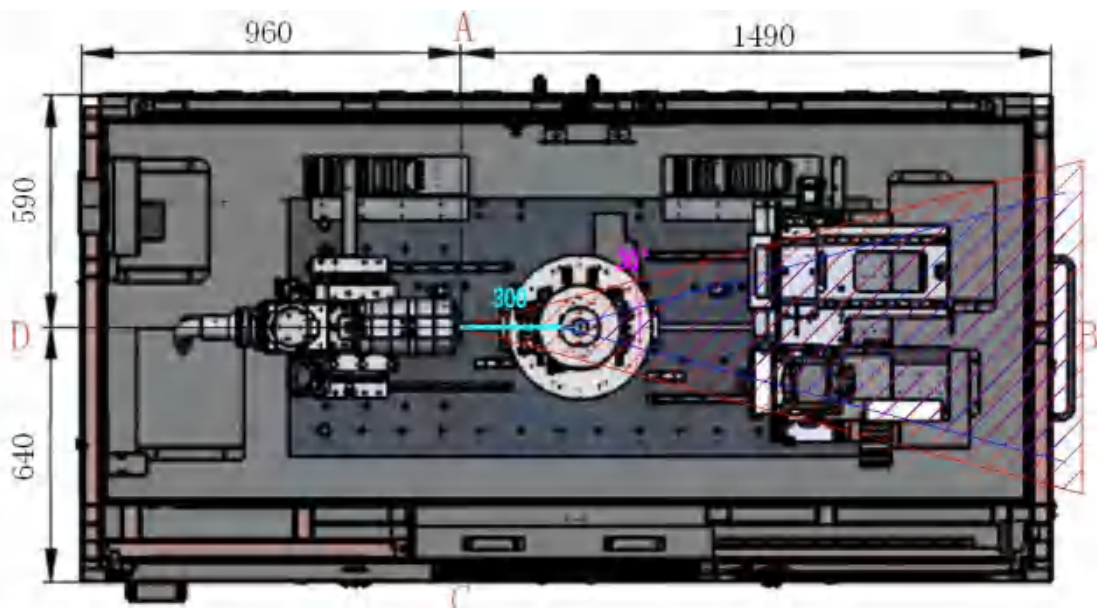


图 11-1 工业 CT 剖面示意图 (俯视)

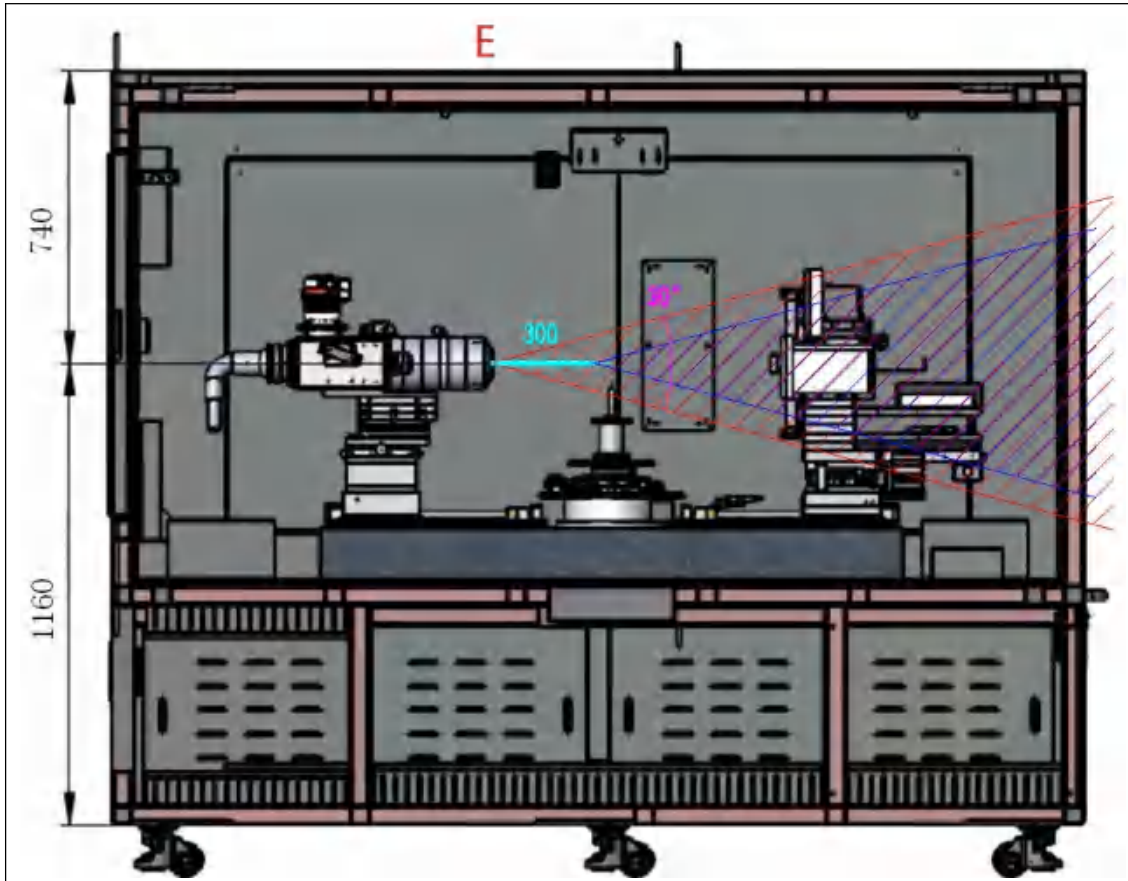


图 11-2 工业 CT 剖面示意图（正面）

本项目工业 CT 装置工作时对周围环境辐射剂量率预测结果进行计算，预测结果见表 11-2。

表 11-2 本项目工业 CT 装置屏蔽体及周围环境辐射剂量率计算结果一览表

预测点	位置	射线类型	屏蔽能力	距预测点距离 m	主束剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	散射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	漏射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	总剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
A	屏蔽铅房东侧	散射、漏射	12mm Pb	0.89	/	4.59E-01	3.59E-05	0.460
B	屏蔽铅房南侧	主射束	15mm Pb	1.49	0.446	/	/	0.446
C	屏蔽铅房西侧、工件门及观察窗	散射、漏射	12mm Pb	0.94	/	4.12E-01	3.22E-05	0.412
D	屏蔽铅房北侧	散射、漏射	10mm Pb	1.26	/	1.12E+00	4.80E-04	1.122
E	屏蔽铅房顶棚	散射、漏射	12mm Pb	1.04	/	3.36E-01	2.63E-05	0.337
F	操作台	散射、漏射	10mm Pb	1.69	/	6.24E-01	5.12E-02	0.675

续表 11-2 本项目工业 CT 装置屏蔽体及周围环境辐射剂量率计算结果一览表

预测点	位置	射线类型	屏蔽能力	距预测点距离 m	主束剂量率 μSv/h	散射剂量率 μSv/h	漏射剂量率 μSv/h	总剂量率 μSv/h
G	东侧 105 仪器间	散射、 漏射	12mm Pb	1.39	/	1.88E-01	1.47E-05	0.188
H	南侧室外环境	主射束	15mm Pb	2.14	0.216	/	/	0.216
I	西侧 106 室	散射、 漏射	12mm Pb	2.49	/	5.87E-02	4.58E-06	0.059
J	北侧检测办公室	散射、 漏射	10mm Pb	2.59	/	2.66E-01	1.14E-04	0.266
K	楼上 206 研究室	主射束	12mm Pb	5.04	/	1.43E-02	1.12E-06	0.014

由表 11-3 可知，工业 CT 屏蔽铅房四周墙体、防护门屏蔽外 30cm 处等工作场所保护目标的辐射剂量率最大预测值为 1.122 μSv/h，满足工作场所关注点剂量当量率均低于 2.5μSv/h 的要求；顶棚屏蔽外 30cm 处辐射剂量率最大预测值为 0.337 μSv/h，满足屏蔽铅房顶棚外表面 30cm 处的剂量当量率低于 100 μSv/h 的要求；50m 范围内公众场所保护目标的辐射剂量率最大预测值为 0.266 μSv/h，满足公众场所关注点剂量当量率均低于 1μSv/h 的要求；符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关标准。

同时符合《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单关注点剂量率参考控制水平。

1.3 附加照射估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = D_r \times t \times 10^{-3}$$

式中： H_{Er} — X-γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv/a；

D_r — X-γ 射线空气吸收剂量率，μSv/h；

t — X-γ 射线年照射时间，h/a。

本项目辐射工作人员实行白班单班制，本项目每天最多检测 60 件（次）工件，每件（次）工件曝光出束时间平均约 60s，每天累计出束 1h，年工作时间

约 250d，则工业 CT 装置年曝光总时间约 250h。附加剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 铅房屏蔽墙和防护门附加剂量估算

预测点	位置	成员类型	关注点瞬时总剂量率 (μ Sv/h)	居留因子	周有效剂量 (最大)			年有效剂量 (最大)		
					周工作时间 (h)	计算值 (μ Sv/周)	标准 (μ Sv/周)	年工作时间 (h)	计算值 (mSv/a)	标准 (mSv/a)
A	屏蔽铅房东侧	职业人员	0.460	1	5	2.298	100	250	0.115	5
B	屏蔽铅房南侧	职业人员	0.446	1	5	2.230	100	250	0.111	5
C	屏蔽铅房西侧、工件门及观察窗	职业人员	0.412	1	5	2.060	100	250	0.103	5
D	屏蔽铅房北侧	职业人员	1.122	1	5	5.612	100	250	0.281	5
E	屏蔽铅房顶棚	职业人员	0.337	1/16	5	0.105	100	250	0.005	5
F	操作台	职业人员	0.675	1	5	3.374	100	250	0.169	5
G	东侧 105 仪器间	公众人员	0.188	1	5	0.942	5	250	0.047	0.10
H	南侧室外环境	公众人员	0.216	1/16 ^①	5	0.068	5	250	0.003	0.10
I	西侧 106 室	公众人员	0.059	1	5	0.294	5	250	0.015	0.10
J	北侧检测办公室	职业、公众	0.266	1	5	1.328	5	250	0.066	0.10
K	楼上 206 研究室	公众人员	0.014	1	5	0.072	5	250	0.004	0.10

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250—2014) 附录 A 中“偶然居留，居留因子范围为 1/8~1/40”，本项目南侧室外环境居留因子取 1/16。

通过计算可知，本项目辐射工作人员所受附加剂量最大为 0.281mSv/a，低于 5.0mSv/a 的工作人员职业照射剂量约束值；公众所受附加剂量最大为 0.066mSv/a，低于 0.10mSv/a 的公众照射剂量约束值。

本项目辐射工作人员周所受附加剂量最大为 5.612 μ Sv/周，周围公众周所受附加剂量最大为 1.328 μ Sv/周，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 标准中“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”的要求；同时满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第 1 号修改单中“人员在关注点的周剂量参考控制水平：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu$ Sv/周；公众： $H_c \leq 5 \mu$ Sv/周”要求。

1.4 敏感点附加照射剂量分析

本项目应用的工业 CT 射线主射束的夹角为 30° 的锥型，主射束朝南侧，

工业 CT 屏蔽铅房南侧墙体及南侧敏感点所受辐射为主射束，其余方向墙体、顶棚及其他方向、楼上敏感点所受辐射为漏射、散射，由表 11-3 计算结果可知，距离射线装置最近的东侧敏感点（105 仪器间）公众所受附加照射剂量最大为 0.047mSv/a；南侧敏感点（室外环境）公众所受附加照射剂量最大为 0.003mSv/a；西侧敏感点（106 室）公众所受附加照射剂量最大为 0.015mSv/a；北侧敏感点（检测办公室）公众所受附加照射剂量最大为 0.066mSv/a；楼上敏感点（206 研究室）公众所受附加照射剂量最大为 0.004mSv/a；均低于 0.10mSv/a 的公众照射剂量约束值，可以预测各个方向距工业 CT 较远的敏感点公众人员所受辐射附加剂量小于各个方向距离射线装置最近的敏感点公众所受附加照射剂量，低于 0.10mSv/a 的公众照射剂量约束值。

1.5 辐射防护屏蔽能力分析

根据理论计算结果，工业 CT 屏蔽铅房四周墙体、防护门屏蔽外 30cm 处等工作场所保护目标的辐射剂量率最大预测值为 1.122 μ Sv/h，满足工作场所关注点剂量当量率均低于 2.5 μ Sv/h 的要求；顶棚屏蔽外 30cm 处辐射剂量率最大预测值为 0.337 μ Sv/h，满足屏蔽铅房顶棚外表面 30cm 处的剂量当量率低于 100 μ Sv/h 的要求；50m 范围内公众场所保护目标的辐射剂量率最大预测值为 0.266 μ Sv/h，满足公众场所关注点剂量当量率均低于 1 μ Sv/h 的要求；符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关规定要求。

2. 废气影响分析

本项目工业 CT 在工作状态时，会使屏蔽铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。工业 CT 南侧安装排风装置，设计风量为 30m³/h，排风口通过排风管接入稀土大厦排风主管道。检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管进入排风主管道，本项目工业 CT 体积约为 5.73m³，有效通风换气次数 5 次/小时，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）中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 次的要求。

3. 固体废物

本项目运行期间不产生固体废物。

事故影响分析

1. 事故风险识别分析

本项目可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

(1) 屏蔽铅房门机连锁失效，防护门未完全关闭，工业 CT 装置在对工件进行曝光的工况下对射线装置周围人员造成意外照射。

(2) 机器调试、检修时误照。设备在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(3) 屏蔽铅房的屏蔽墙或防护门受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

2. 针对上述可能出现的事故提出预防措施

(1) 研究所在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对射线装置进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查射线装置门机连锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测射线装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，制定切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，研究所应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行；

(2) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识；

(3) 辐射工作人员应经常检查门机连锁装置，确保完好。确保在防护门关闭后，工业 CT 才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，定期对射线装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(4) 工业 CT 探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

3. 辐射事故发生后的处置措施

(1) 当射线装置发生意外照射时，应立即切断电源，封锁事故现场，禁止无关人员进入，划出警戒线，以免发生误照射。通知设备生产厂家，并立即报告当地生态环境部门、卫生部门，配合上述部门进行应急调查处理。

(2) 对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应当配有 1 名具有本科以上学历的技术人员，专职。

1. 辐射安全领导小组设置

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，中国科学院长春应用化学研究所成立了辐射安全与防护工作领导小组，刘俊任组长，负责全研究所的辐射安全与防护管理日常工作小组成员如下：

组 长：刘 俊(所长)

副组长：夏云龙(办公室主任)

成 员：王树彪、刘洋、李志强、张斌、潘峰、李培涛、于洋、姜丛成。

2. 辐射防护领导小组职责

2.1 组长职责

2.1.1 组织贯彻落实有关辐射安全与防护管理工作的方针、政策。

2.1.2 每季度至少召开一次会议，听取辐射安全与防护管理工作情况汇报，讨论解决辐射安全与防护管理工作中存在的问题和采取的措施。

2.1.3 组织开展射线装置安全检查，对违反辐射安全与放射防护管理制度和操作规程的人员进行批评教育。

2.1.4 组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各项规章制度的执行落实情况，杜绝辐射事故隐患。

2.2 副组长职责

2.2.1 指导、协调研究所辐射安全与防护管理工作并进行监督检查。

2.2.2 贯彻执行国家及上级部门辐射安全与防护管理的方针、政策、法律、法规、标准、规定等。

2.2.3 按上级主管部门要求组织辐射工作人员参加培训。

2.3 组员职责

2.3.1 遵守射线装置各项管理制度，严格执行仪器操作规程，制止违章操作行为。

2.3.2 督促、检查辐射工作人员正确使用放射性安全防护用品，做好辐射安全防护设备及日常维护工作。

2.3.3 检查工作区设备及各岗位辐射安全情况，制定预防辐射安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，立即向组长报告。

2.3.4 射线装置如发生辐射安全事故，应立即向组长和副组长报告，迅速识别辐射事故现场危害因素，采取相应的辐射防护措施组织抢救并保护好现场。

辐射安全管理规章制度

1. 规章制度

中国科学院长春应用化学研究所现有23台射线装置，其中II类射线装置2台；III类射线装置21台，中国科学院长春应用化学研究所针对现有射线装置已制定了《加速器操作规程》、《探伤机操作规程》、《X射线衍射仪操作规程》、《射线装置岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射防护管理制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》等相关制度并已上墙，上述规则制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定，通过上述规章制度的落实执行，使研究所现有辐射工作场所在规范的程序下运行，避免了对环境产生危害性的影响。

本项目工业CT投运后，研究所应针对本项目工业CT的使用情况，应进一步完善工业CT相关的操作规程、岗位职责，并完善管理档案等。

2. 人员培训

据《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18号令）、《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2019年57号公告）和《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》（吉林省生态环境厅2020年5月13日通告）规定，本项目辐射工作人员需通过核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考核，考核合格后方可上岗。

中国科学院长春应用化学研究所现有辐射工作人员11人，其中II类射线装置操作4人，均已参加并通过国家核技术利用辐射安全与防护培训和考核，并取得核技术利用辐射安全与防护成绩报告单。成绩报告单详见附件6。其余III类射线装置操作人员均已参加研究所自主考核考试，并保留考试试卷，考试时影像

资料。

本项目新增 3 名辐射工作人员中, 2 名操作人员和 1 名管理人员应分别参加参加核技术利用辐射安全与防护考核中的“X 射线探伤”和“辐射安全管理”考核, 并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定: 使用放射性同位素、射线装置的单位应配备与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

1. 监测计划

针对本项目具体情况, 提出以下监测计划, 监测包括个人剂量检测、工作场所监测。

1.1 个人剂量检测

对辐射工作人员进行个人剂量检测, 要求辐射工作人员按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 中要求, 在操作仪器时正确佩戴个人剂量计, 中国科学院长春应用化学研究所已委托吉林省查德威克科技有限公司每 3 个月对现有辐射工作人员个人剂量进行检测, 并将个人剂量检测结果存入工作人员健康档案, 并终生保存, 研究所现有辐射工作人员个人剂量均未发现数据异常。计划为本项目新增的 3 名辐射工作人员配备个人剂量计, 由辐射工作人员随身佩戴, 委托有资质单位每 3 个月对个人剂量计进行检测, 并建立个人剂量档案。

1.2 工作场所监测

工作场所的监测为工业 CT 装置应用场所的 X- γ 辐射剂量率监测。为保证工作场所监测的内容和频度能够评估所有工作场所的辐射状况, 可以对工作人员受到的照射进行评价。

监测项目: X- γ 辐射剂量率。

监测条件: 工业 CT 装置应在额定工作条件下、置于与测试点可能的最近位置, 检测应在有工件时进行。

监测点位:

1) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置;

2) 屏蔽铅房门外 30cm 离地面高度为 1m 处, 门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点;

3)屏蔽铅房墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

4)人员经常活动的位置。

监测频率：企业自主日常监测为每月一次；年度监测为每年一次，委托有资质单位开展。

监测记录：应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

定期检定：辐射剂量巡检仪应每年委托有资质单位进行 1 次检定。

检测人员培训：自主监测人员应定期参加监测、检测业务培训，具备操作技能，确保检测结果准确。

中国科学院长春应用化学研究所现已配备 3 台便携式 X- γ 辐射监测仪对辐射工作场所进行监测，射线装置使用场所严格执行辐射工作场所监测制度，研究所每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，每月由辐射工作人员对辐射工作场所进行自主监测，记录监测结果并填写监测台账。

2. 仪器设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》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。

本项目设有 3 名辐射工作人员，1 名管理人员，2 名操作人员。拟配备 3 部个人剂量报警仪、3 枚个人剂量，利旧使用 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中国科学院长春应用化学研究所对现有工业加速器、X 射线探伤机、X 射线衍射仪等射线装置已制定本单位的辐射事故应急预案，明确应急机构和职责分工，建立了以刘俊为应急总指挥的组织机构，对现有辐射科室进行培训，配备应急和救助的装备、资金等物资。本项目建成后，中国科学院长春应用化学研究所应根据射线装置的使用情况，对现有辐射事故应急预案进行修改与完善，并定期组织应急演练，以保证发生辐射事故时，减轻事故影响。具体完善应急措施如下：

1. 对事故处理实行部门负责、分级管理和报告。若出现问题及时报安全防护负责人员处理，并向生态环境行政主管部门报告；

2. 如果发生人体受超剂量照射事故时，应当迅速安排人员接受医学检查或

者在指定的医疗机构救治；

3. 电气系统失控时，关掉电源，维修人员进入维修，并禁止无关人员进入控制室；

4. 操作过程中，如发现任何安全故障或其它意外，应立即中止操作，并报告本单位领导，紧急处理。

上述措施落实到位后，能够满足辐射安全的要求。

中国科学院长春应用化学研究所严格执行辐射安全制度，定期开展辐射事故应急演练；研究所运行至今未发生过辐射安全事故；每年年末编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告并上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

安全许可管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，本项目工业 CT 装置属于 II 类射线装置，因此根据安全许可管理办法中第十六条的要求，本次评价为建设单位提出符合安全许可管理的相关要求，供建设单位及辐射环境管理部门参考。具体要求见表 12-1。

表 12-1 安全许可管理要求

序号	安全许可管理要求
1	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
2	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。
3	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
4	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。
5	有健全的操作规程、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。
6	有完善的辐射事故应急措施。
7	应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并与每年 1 月 31 日前向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门提交上一年度的评估报告
8	设备安装调试阶段应由生产厂家指派本单位专业人员应进行安装调试，建设单位辐射工作人员取得在单位取得辐射安全许可证前不得私自调试、使用射线装置。

本项目环评审批后，建设单位需向吉林省生态环境厅及时重新申领辐射安全许可证。还应按照上述安全许可管理要求配备相应的个人防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、便携式 X- γ 辐射监测仪；在射线装置上张贴电离辐

射警告标志；制定操作规程、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、监测方案等规章制度；制定完善的辐射事故应急预案。

项目竣工环保验收内容

根据中华人民共和国国务院令第 682 号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》要求，由建设单位自主进行环境保护验收，编制验收报告。本项目环境保护措施竣工环保验收内容见下表。

表 12-2 环境保护竣工验收项目清单

项目	内容	措施	效果
电离辐射	辐射屏蔽	北侧墙体铅板厚度为 10mm；南侧墙体（主射束方向）铅板厚度为 15mm；东侧墙体、西侧墙体、顶棚、底部及工件防护门铅板厚度为 12mm；观察窗采用铅玻璃做屏蔽，厚度为 5.5cm（12mmPb）。	工作场所关注点剂量当量率均低于控制水平 2.5 μ Sv/h；公众场所关注点剂量当量率均低于控制水平 1 μ Sv/h 的；周围工作人员年有效剂量当量应不超过 5mSv，公众成员年有效剂量当量应不超过 0.10mSv
	时间控制	本项目每天最多检测 60 件（次）工件，每件（次）工件曝光出束时间平均约 60s，每天累计出束 1h，年工作时间约 250d，则工业 CT 装置年曝光总时间约 250h。	
	分区管理	将本项目屏蔽铅房设为控制区；将工业 CT 所在的检测间除控制区以外区域划分为监督区。	
	辐射标志	设置鲜明的“当心电离辐射”警告标志及警示说明	警告公众远离辐射工作场所
	安全防护措施	设置门机联锁、工作状态指示灯、警笛、紧急停机开关、视频监控系统等	防止误操作，避免辐射事故的发生
废气	臭氧、氮氧化物	工业 CT 安装风机的设计风量为 30m ³ /h，排风口通过排风管接入稀土大厦排风主管道。检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风管进入排风主管道。	不对周围环境造成影响
环境管理	人员培训	岗前专业培训、专项辐射培训等	做到持证上岗，防止人为因素造成事故
环境管理	规章制度	建立健全各项规章制度	严格按照规章制度执行，确保射线装置辐射安全
	辐射环境监测	制定监测计划，进行工作场所监测、个人剂量检测，配备个人剂量计、监测仪器和个人剂量报警仪	按监测计划进行监测，确保职业人员和公众成员受照低于剂量约束值
	应急预案、应急物质	制定应急预案，成立应急小组，准备好应急物质	预防事故风险、应对事故发生

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

由于锂电池在循环过程中易产生锂枝晶，导致电池内部短路和容量衰减，严重制约其实际应用，为满足研究所对锂电池的研究需求，中国科学院长春应用化学研究所拟在稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），对锂电池进行无损检测，研究其构效关系及性能衰退规律，配套建设检测间、检测办公室。

本项目工业 CT 装置所在建筑为 7 层砖混结构。一体化屏蔽铅房采用“钢板+铅板+钢板”结构，长 2.45m、宽 1.23m、高 1.90m，探伤时主射束朝南侧，操作台位于射线装置北侧。工业 CT 工作时，工作人员将待检工件放至样品台上，关闭工件防护门后，辐射工作人员返回操作台处进行曝光操作。项目规模情况详见表 13-1。

表 13-1 本项目工业 CT 装置规模一览表

序号	设备名称	型号	类型	数量	管电压 (kV)	管电流 (mA)
1	工业 CT	nanoVoxel 3502E	定向	1	230	1

2. 选址、布局合理性

本项目工业 CT 拟建位置位于研究所稀土大厦 1 层 106 室东南侧，工业 CT 拟建位置周围 50m 范围内都处于研究所内，周围无居民区和学校等敏感建筑物，项目选址合理。

探伤时主射束朝南侧，操作台位于射线装置北侧，避开主射束方向，项目布局合理。

3. 实践的正当性

本项目拟应用 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房）对锂电池进行无损检测，其运行时产生贯穿能力较强的 X 射线，但经过设置合理的屏蔽可使其影响达到可接受水平。X 射线探伤对锂电池进行无损检测，研究其构效关系及性能衰退规律，其利益大于可能引起的辐射危害，因此，符合实践的正当性原则。

4. 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发

展改革委令第7号公布)，本项目工业CT装置属于国家鼓励类第十四项“机械”中的第1条“科学仪器和工业仪表：工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家的产业政策。

5. 辐射环境现状评价

监测数值可以看出，本项目厂区陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为65~69nGy/h，工业CT拟建位置室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围77~86nGy/h，均在长春地区陆地及室内 γ 辐射剂量率变化范围内。

6. 辐射安全与防护

本项目工业CT装置采取有效的辐射防护屏蔽设计，射线装置与防护门设置门-机联锁装置；设置工作状态的指示灯并与工业CT装置关联；工业CT东侧安装紧急停机开关；对工作场所实行分区管理；对辐射工作人员进行辐射安全培训和个人剂量检测，并建立个人健康档案，建立并严格执行相关辐射安全与防护规章制度和应急预案等。符合《电离辐射与辐射源安全基本标准》、《工业探伤放射防护标准》的相关要求。

7. 辐射环境影响分析

通过理论估算结果可知，射线装置四周屏蔽、防护门和顶棚外辐射剂量率值均小于各关注点的剂量率限值，由此可知射线装置铅房屏蔽能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

通过预测计算可知，本项目辐射工作人员、周围公众及敏感点所受的年附加有效剂量当量分别低于剂量约束限值5mSv/a和0.10mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于剂量限值和剂量约束值的要求。

8. 可行性分析结论

项目在落实本环评中各项要求和环保措施后，项目建设对周围环境的影响较小，可满足环境保护要求，从环保角度项目建设可行。

建议和承诺

通过对本项目进行工程及污染分析，针对本报告提出的防护措施及管理制度，中国科学院长春应用化学研究所承诺的形式提出并立即执行。

1. 根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第三十条规定，环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

2. 射线装置须加强安全管理，保证工作指示灯和安全联锁装置正常运转，以免公众人员受到不必要的辐射照射。

3. 确保应用射线装置场所的“当心电离辐射”警告标志及警示说明醒目、清晰。

4. 建立健全的辐射防护规章制度并认真执行，加强辐射防护和安全管理，制定周密细致的应急计划，一旦发生事故要按照国家规定及时准确地将事故上报有关部门，及时采取应急措施。

5. 主动向当地辐射环境管理部门申报登记，配合监督，做好辐射防护宣传。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日

附图：

附图 1 中国科学院长春应用化学研究所地理位置（区域）图

附图 2 中国科学院长春应用化学研究所平面布置图

附图 3 工业 CT 拟建位置平面布置及监测布点示意图

附图 4 工业 CT 拟建位置楼上（2 层）示意图

附图 5 工业 CT 拟建位置分区及预测点位示意图

附件：

附件 1 法人证书

附件 2 项目所在建筑环评批复

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 现有 II 类射线装置环评批复

附件 5 辐射环境监测报告

附件 6 成绩报告单



附图1 中国科学院长春应用化学研究所地理位置（区域）图



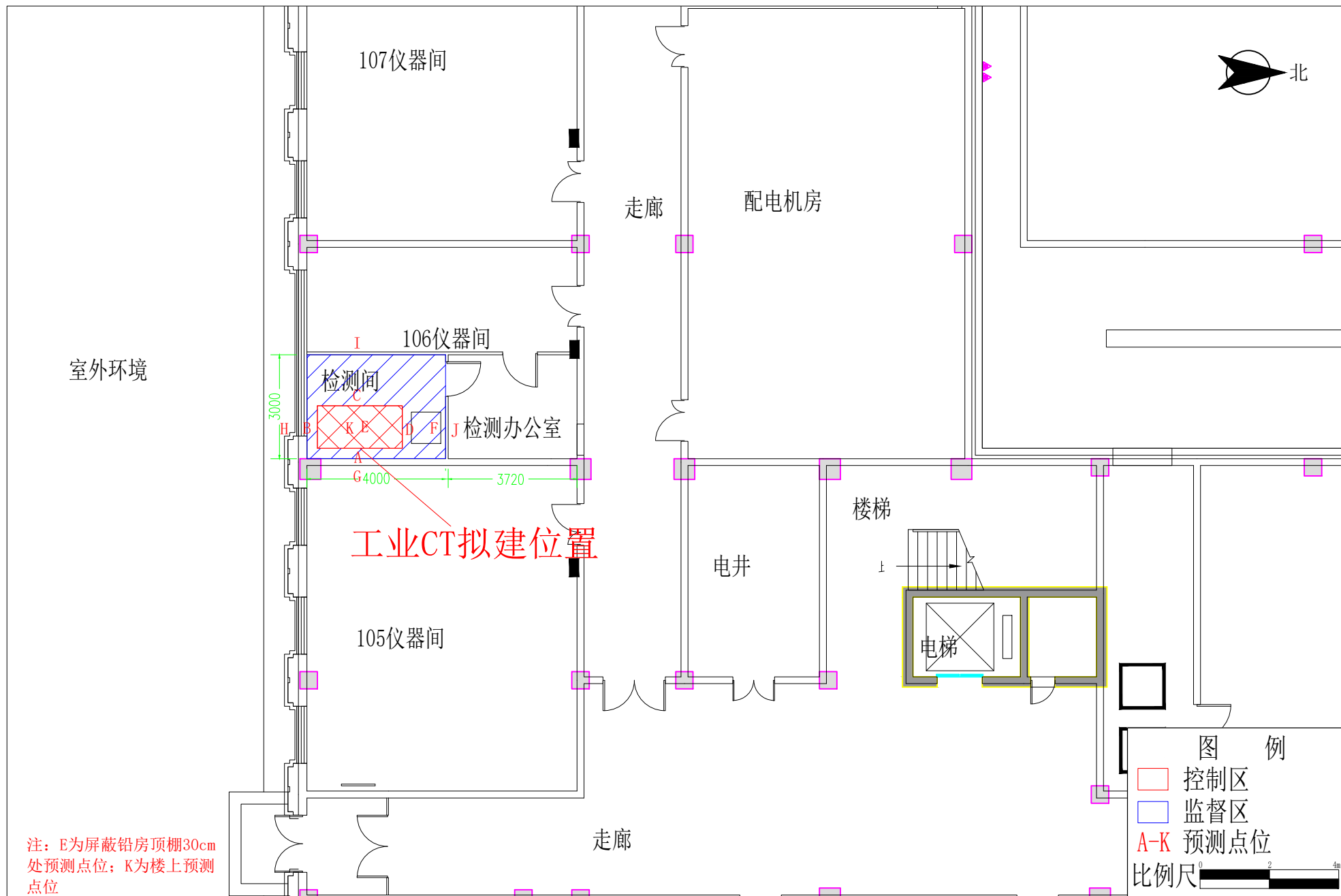
附图2 中国科学院长春应用化学研究所平面布置图



附图3 工业CT拟建位置平面布置及监测布点示意图（1F）



附图4 工业CT拟建位置楼上示意图 (2F)



附图5 工业CT拟建位置分区及预测点位示意图



事业单位法人证书

统一社会信用代码 121000006051000987

名称 中国科学院长春应用化学研究所 法定代表人 刘俊

宗旨和 研究应用化学，促进科技发展。 无机化学 经费来源 财政补助、事业、经营收入
研究 分析化学研究 有机化学研究

业务范围 物理化学研究 高分子化学与物理研究 开办资金 ¥15156万元
相关学历教育、博士后培养、学术交流与技术
服务 《应用化学》和《分析化学》出版

住所 吉林省长春市朝阳区人民大街5625号 举办单位 中国科学院

登记管理机关



有效期 自2023年06月26日 至2028年06月25日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告



吉林省环境保护厅

吉环审(表)字〔2012〕8号

关于长春应用化学研究所稀土资源 高值化利用与先进功能材料研究平台建设项目 环境影响报告表的批复

中国科学院长春应用化学研究所：

你单位委托长春天泽环保科技咨询有限公司编制的《长春应用化学研究所稀土资源高值化利用与先进功能材料研究平台建设项目环境影响报告表》收悉，经研究，现批复如下：

一、项目建设地点位于长春市人民大街5625号，长春应用化学研究所的东北侧，主要建设一栋层高7层的科研办公楼。项目总占地面积3088平方米，总建筑面积2.1万平方米，总投资5600万元。根据环境影响报告表（报批版）的结论和专家的技术审查意见，同意实施长春应用化学研究所稀土资源高值化利用与先进功能材料研究平台建设项目。

二、在严格落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施的前提下，重点做好以下工作。

1. 酸碱废液、废弃试剂、及动物尸体、组织等须按国家危险废物有关规定收集、消毒、灭活、贮存，并定期送具有危险废物处置资质单位处置。

2. 生活污水与项目排放的其他废水混合后需满足《污水综合



排放标准》(GB8979-1996)三级标准要求,经市政污水管网接入长春市北郊污水处理厂处理。

3. 实验中产生的有毒、有害气体须采取有效防治措施,满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准后,经不低于楼顶3米的排气筒排放。

4. 泵类、空压机、风机等噪声源在设备选型时要控制噪声设备限值,经采取降噪、减振等措施后,厂界噪声值要符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中1类区标准要求。

5. X射线衍射仪、透射电子显微镜、核磁共振波谱仪、等离子体质谱仪等射线装置应按国家有关规定,单独进行辐射环境影响评价,单独审批。

6. 加强施工期管理,防止扬尘、噪声、垃圾等污染周边环境。

三、项目建成后,按规定程序办理项目竣工环境保护验收手续。

请长春市环保局认真做好项目施工期的环境保护监督检查工作。

请你单位在接到本批复后20个工作日内,将批准后的环境影响报告表送至长春市环保局。

二〇一二年一月十一日

主题词: 环保 项目 报告表 批复

抄送: 长春市环保局、长春天泽环保科技咨询有限公司。





辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：中国科学院长春应用化学研究所

统一社会信用代码：121000006051000987

地址：吉林省长春市朝阳区人民大街5625号

法定代表人：刘俊

证书编号：吉环辐证[01181]

种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2027年06月30日



发证机关：



发证日期：2025年12月22日



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院长春应用化学研究所		
统一社会信用代码	121000006051000987		
地 址	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号		
法定代表人	姓 名	刘俊	联系方式 043185262201
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	稀土大厦 233 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	稀土大厦 103 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	稀土大厦 602 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	实验主楼 107 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	实验主楼 323 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	实验主楼 326 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	实验主楼 601 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	无机楼 116 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	稀土大厦 120 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	稀土大厦 101 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	7 号楼 104 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
	实验主楼 115 室	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号	刘志强
4 号车间 4-13 单元	吉林省长春市宽城区龙湖大路 5218 号	冉祥海	
证书编号	吉环辐证[011182]		
有效期至	2027 年 06 月 30 日		
发证机关	吉林省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 12 月 22 日		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院长春应用化学研究所		
统一社会信用代码	121000006051000987		
地 址	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号		
法定代表人	姓 名	刘俊	联系方式 043185262201
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	5 号车间 5-3 单元	吉林省长春市宽城区龙湖大路 5218 号	冉祥海
证书编号	吉环辐证[01181]		
有效期至	2027 年 06 月 30 日		
发证机关	吉林省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 12 月 22 日		



(三) 射线装置

证书编号: 吉环辐证[01181]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	4号车间 4-13单元	工业辐照用 加速器	II类	使用	1	电子加速器	DD5.0Me V-30mA	S2016-04	粒子能量 5.0 MeV	中广核		
2	5号车间 5-3单元	工业用 X 射线探伤装 置	II类	使用	1	X 射线无损检 测与数字成像 系统	MRCH- 250	561	管电压 250 kV 管电流 2.5 mA	河南华探		
3	7号楼 104室	X 射线衍射 仪	III 类	使用	1	x 射线红外联 用原位测试系 统	saxspoint2 .0	82759667	管电压 50 kV 管电流 1 mA	安东帕		
4	实验主楼 107室	X 射线荧光 仪	III 类	使用	1	x 射线光电子 能谱仪	ESCALA BMKII- 250	CH0502015	管电压 15 kV 管电流 10 mA	赛默飞公司		
5	实验主楼 115室	X 射线衍射 仪	III 类	使用	2	粉末 x 射线衍 射仪	D8 ADVANC E	604906	管电压 60 kV 管电流 80 mA	德国 Bruker		
						小角 x 射线衍 射仪	NANOST AR	604909	管电压 40 kV 管电流 30 mA	德国 Bruker		
6		X 射线衍射 仪	III 类	使用	1	粉末 x 射线衍 射仪	D8 ADVANC	215474	管电压 60 kV 管电流	德国 Bruker		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[01181]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
							E		80 mA			
7	实验主楼 323 室	X 射线衍射仪	III 类	使用	3	高分辨率 x 射线衍射仪	DX2800	DX20115	管电压 50 kV 管电流 0.6 mA	丹东浩元		
						多功能衍射仪	DX2700B H	DX21071	管电压 40 kV 管电流 40 mA	丹东浩元		
						多功能 X 射线衍射仪	smart lab	2080B202	管电压 40 kV 管电流 40 mA	日本理学		
8		X 射线衍射仪	III 类	使用	1	小角广角 X 射线散射仪	SAXSess mc2	80790068	管电压 40 kV 管电流 40 mA	安东帕		
9		X 射线衍射仪	III 类	使用	1	X 射线薄膜衍射仪	D8 DISCOVER	2021841	管电压 60 kV 管电流 50 mA	Bruker		
10	实验主楼 326 室	X 射线衍射仪	III 类	使用	1	台式 X 射线衍射仪	DX27MINI	DX19036	管电压 50 kV 管电流 1 mA	丹东浩元		
11	实验主楼	X 射线衍射	III	使用	1	微焦点 x 射线	Geni X3D	G09-14-70	管电压 50	xenocs		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[01181]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
12	601室	仪	类			衍射仪			kV 管电流 40 mA			
		X 射线衍射仪	III 类	使用	1	小角 x 射线衍射仪	XELTSS2 .0	G09-12-37	管电压 50 kV 管电流 40 mA	xenocs		
13	无机楼 116室	X 射线衍射仪	III 类	使用	1							
14	稀土大厦 101室	X 射线衍射仪	III 类	使用	2	多晶 X 射线衍射仪	D8 advance	213803	管电压 60 kV 管电流 80 mA	Bruker		
						多晶 x 射线衍射仪	D8 FOCUS	204002	管电压 40 kV 管电流 40 mA	BRUKE		
15	稀土大厦 101室	X 射线衍射仪	III 类	使用	2	X 射线单晶衍射仪	Bruker smart APEX	204022	管电压 50 kV 管电流 40 mA	Bruker		
						x 射线单晶衍射仪	D8 VENTUR E	213807	管电压 60 kV 管电流 30 mA	美国 Bruker		
16	稀土大厦	X 射线衍射	III	使用	1	单晶 x 射线衍	D8 quest	208152	管电压 40	德国 Bruker		



(三) 射线装置

证书编号：吉环辐证[01181]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	103室	仪	类			射仪			kV 管电流 40 mA			
17	稀土大厦 120室	X射线衍射 仪	III 类	使用	1	高精度x射线 单晶定向仪	YX-3	20011	管电压 30 kV 管电流 5 mA	丹东新东		
18	稀土大厦 233室	X射线衍射 仪	III 类	使用	1	台式X射线衍 射仪	miniflex- 600c	BD74000225 -01	管电压 40 kV 管电流 15 mA	日本理学		
19	稀土大厦 602室	X射线衍射 仪	III 类	使用	1	台式X射线 衍射仪	mini flex600	Jd312012	管电压 60 kV 管电流 1 mA	日本理学		

1. 加速器环评批复

吉林省环境保护厅文件

吉环审(表)字[2015]44号

吉林省环境保护厅关于中国科学院长春应用化学研究所辐照射线装置系统（电子直线加速器）项目环境影响报告表的批复

中国科学院长春应用化学研究所：

你单位报送的《中国科学院长春应用化学研究所辐照射线装置系统（电子直线加速器）项目环境影响报告表》和要求审批的函收悉。经研究，现批复如下：

一、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照报告表中所列的项目性质、规模、地点以及拟采取的环境保护及辐射防护措施进行项目建设。

二、项目建设内容为：你所拟在长春高新北区改建一套5.0MeV辐照射线装置系统（电子直线加速器），为II类射线装置。

三、在项目建设、运行过程中要严格执行国家有关环境保护的法律、法规，并着重做好以下工作。

(一) 建立完善的各项规章制度，严格按照环保要求和技术操作规程进行作业，保证各项屏蔽措施和安全防护系统的正常运转。制定周密操作性强的辐射事故应急预案，确保辐射项目的安全运行。

(二) 辐射项目工作场所必须设立清晰的“电离辐射”标志和中文警示说明，安要求设置迷路和安全连锁装置，确保工作状态指示灯能正常使用，防止人员误照射。

(三) 制定监测方案，定期对辐射安全状况进行自查，对辐射工作场所周围环境进行监测，发现安全隐患应立即整改。

(四) 辐射工作人员上岗前，必须接受辐射安全和防护知识培训。上岗时必须佩戴防护用品和个人剂量计，定期接受检查，建立个剂量档案和职业健康监护档案。

(五) 严格执行环境保护“三同时”制度，项目竣工后，建设单位必须按规定程序申请环境保护验收。验收合格后，方可正式使用。

四、你单位应按照规定向我厅申请辐射安全许可证变更，在许可范围内从事核技术利用相关活动，并按时报送辐射安全年度评估报告。

五、请省辐射环境监督站和长春市环保局做好该单位日常监督管理工作。

你所接此批复后 20 日内将此批复及《中国科学院长春应用化

学研究所辐照射线装置系统（电子直线加速器）项目环境影响报告表》（报批版）送省辐射环境监督站和长春市环保局备案。



抄送：吉林省辐射环境监督站，长春市环保局。

吉林省环境保护厅行政审批办公室

2015年6月9日印发

吉林省生态环境厅文件

吉环审（表）字[2021]84号

吉林省生态环境厅关于中国科学院长春应用化学研究所 X 射线无损检测与数字成像系统辐射项目环境影响报告表的批复

中国科学院长春应用化学研究所：

你单位报送的《中国科学院长春应用化学研究所 X 射线无损检测与数字成像系统辐射项目环境影响报告表》及相关材料收悉。该项目环评审批事项在我厅网站公示期满。经研究，批复如下：

一、项目概况

项目建设地点位于长春市长春新区中科大街与应化新路交汇，中国科学院长春应用化学研究所北区。你单位拟在 5 号平台 5-3 单元 1 楼北侧预留位置应用 1 套 MRCH-250 型 X 射线无损检测与数字成像检测系统（最大管电压 250kV，最大管电流 2.5mA），属于 II 类射线装置，配套安装 1 套屏蔽铅房，铅房长 2.0m、宽 1.9m、高 2.0m。项目总投资 67.1 万元，其中环保投资 6.5 万元。

二、批复意见

根据有关法律法规，在你单位认真落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施的前提下，原则同意按照环境影响报告表所列项目的地点、性质、规模进行建设。

三、污染防治措施要求

(一)明确辐射管理机构和职责，完善操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备维修、使用登记、辐射事故应急预案等规章制度，并严格执行。

(二)配备必要的辐射监测仪器和辅助防护用品，定期开展工作场所监测和个人剂量监测，并建立个人剂量和职业健康档案。

(三)辐射安全管理人员和辐射工作人员应按要求通过核技术利用辐射安全与防护考核。

(四)严格按照国家有关安全和防护标准的要求划分监督区、控制区，设立明显的“电离辐射”标志和中文警示说明。

四、其他要求

(一)项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染措施发生重大变动的，你单位应当重新报批该项目的环境影响评价文件。本批复有效期为5年，如逾期方开工建设，应重新编制环境影响评价文件。

(二)项目建设应严格执行环境保护设施与主体同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度，并按照规定及时重新申领辐射安全许可证。项目建成后，须按规定程序自主开展竣工环境保护验收，经验收合格后，方可正式投入运行。

(三) 接此批复后 20 个工作日内，将环境影响报告表及批复文件送至长春市生态环境局，按规定接受各级生态环境行政主管部门的日常监督检查。



抄送：长春市生态环境局。

吉林省生态环境厅行政审批办公室

2021年12月2日印发



250812050086

监 测 报 告

黑源检字【2026】0521-01 号

项目名称：中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目

委托单位：中国科学院长春应用化学研究所


监测类别：委托监测

报告日期：2026 年 05 月 21 日

黑龙江源宁环境检测有限公司



说 明

- 1、 报告无本单位测试报告专用章、骑缝章、章无效。
- 2、 复制报告未重新加盖本单位测试报告专用章无效。
- 3、 报告涂改无效。
- 4、 自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 5、 对监测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本站提出，逾期不予受理。

单位名称： 黑龙江源宁环境检测有限公司 电 话： 13204518562

单位地址： 哈尔滨市南岗区文景头道街 115 号 1-2 层 3 号

邮政编码： 150000

电子邮件： hljyuanningjc@163.com

监测报告

监测项目	X-γ 辐射空气吸收剂量率		
委托单位	中国科学院长春应用化学研究所		
委托单位地址	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2026 年 04 月 14 日		
环境条件	监测时间：2026 年 04 月 15 日 天气：阴，室外温度：10℃；监测湿度：31%		
监测地点	吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号稀土大厦 106 仪器间		
监测仪器	仪器名称	便携式 X、γ 辐射周围剂量当量率仪	
	规格型号	RS-1121	
	测量范围	10nSv/h~10Sv/h	
	仪器校准有效日期	2026 年 1 月 19 日~2027 年 1 月 18 日	
监测方法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）		
监测结果	监测结果见附表 1		
监测布点	监测布点示意图见附图 1		
监测结论	通过对厂区陆地环境及工业 CT 拟建位置所在区域周围环境进行监测可知：本项目厂区陆地环境及工业 CT 拟建位置所在区域及 X-γ 辐射空气吸收剂量率为 65nGy/h~86nGy/h。		

报告编写人：张伟 审核人：王娟娟 授权签字人：刘昊
 审核日期：2026.5.21 授权日期：2026.5.21
 （检验检测专用章）

附表 1

表 1 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位		X- γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
			监测结果	标准差	
1	厂区	1*陆地环境	68	1.56	
2		2*陆地环境	65	1.42	
3		3*陆地环境	69	1.37	
4		4*陆地环境	66	1.85	
5		5*食堂(室内)	83	1.49	
6		6*主楼(室内)	79	1.62	
7	工业 CT 拟 建位置	7*工业 CT 拟建位置	80	1.58	
8		8*106 仪器间	86	1.62	
9		9*北侧走廊	77	1.75	
10		10*东侧 105 仪器间	79	1.52	
11		11*南侧室外环境	67	1.68	
12		12*西侧 107 仪器间	81	1.82	
13		13*楼上 206 研究室	85	1.73	
注: 上述数值已进行修正, 已扣除宇宙射线响应值					

附图 1



图 1 厂区监测布点示意图



华东国家计量测试中心
National Center of Measurement and Testing for East China
上海市计量测试技术研究院
Shanghai Institute of Measurement and Testing Technology

检定证书

Verification Certificate

证书编号: 2026H21-20-6329943001

Certificate No.



送检单位

Applicant

黑龙江源宁环境检测有限公司

计量器具名称

Name of Instrument

便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪

型号/规格

Type/Specification

RS-1121

出厂编号

Series No.

46289(0.06-10)MeV

制造单位

Manufacturer

辽宁安核辐射技术有限公司

检定依据

Verification Regulation

JJG 393-2018《便携式X、γ辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程》

检定结论

Conclusion

合格



批准人

Approved by

陆小军

陆小军

核验员

Checked by

袁杰

袁杰

检定员

Verified by

白雪

白雪

检定日期

Date for Verification

2026

年

01

月

19

日

Year

Month

Day

有效期至

Valid until

2027

年

01

月

18

日

Year

Month

Day



计量检定机构授权证书号: (国)法计(2022)01039号/01019号

Authorization Certificate No.

地址: 上海市张衡路 1500 号(总部)

Address No.1500 Zhangheng Road, Shanghai (headquarter)

传真: 021-50798390

Fax

电话: 021-38839800

Telephone


邮编: 201203

Postcode

网址: www.simt.com.cn

Website



证书编号: 2026H21-20-6329943001
Certificate No. 

本次检定所使用的计量(基)标准:
Measurement standards used in this verification

名称 Name	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy class/ Maximum permissible error	证书编号 Certificate No.	有效期限 Due date
X、γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	($1 \times 10^{-6} \sim 1$) Gy/h	$U_{rel}=4.2\% (k=2)$	[1989]国量标沪证字第088号	2028-11-05

本次检定使用的主要计量器具(含标准物质):
Measurement instruments used in this verification

名称 Name	型号规格 Model	编号 Number	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy class/ Maximum permissible error	证书编号 有效期限 Certificate No. Due date
防护水平电离室剂量计(γ)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(\gamma)=3.2\% (k=2)$	DLJ12025-15411/ 2026-12-02
防护水平电离室剂量计(X)	T10022+3200 2	000459+000 565	1×10^{-6} Gy/h~ 1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel}(X)=2.6\% (k=2)$	DLJ12025-16584/ 2026-12-28
/	/	/	/	/	/



以上计量器具的量值溯源至国家计量基准/社会公用计量标准。

Quantity values of above measurement instruments are traced to the National Primary Standards of P.R. China / the Measurement Standard for Public Service.

检定地点及环境条件:

Location and environmental condition for the verification

地点: 上海市张江路1500号电离辐射楼103室

Location

温度: 20°C;
Ambient temperature

湿度: 60%RH;
Humidity

其他: 气压: 101.3kPa
Others

备注: /
Note:

收费标准可通过本公司官方网站 (www.simt.com.cn) > 客户服务 > 办事指南 > 收费标准 > 委托计量服务收费标准进行查询, 如有疑问可致电800-820-5172问询。

检定证书续页专用
Continued page of verification certificate

第 2 页 共 3 页
Page of total page



证书编号: 2026H21-20-6329943001
Certificate No.

检定结果/说明:

Results of verification and additional explanation

- 通用技术要求 符合 JJG393-2018中6.1~6.3条的技术要求。
- 剂量响应 (使用¹³⁷Cs γ参考辐射)

周围剂量当量率 mSv/h	1	0.4	0.07	0.006
校准因子 C_I	0.87	0.85	0.88	0.89
相对误差(%)	14.5	18.1	13.1	13.0

- 能量响应

周围剂量当量率 mSv/h	1			
X管电压 kV	80	100	150	200
校准因子 C_I	0.97	0.99	0.93	0.93
能量响应 R'_E	0.90	0.88	0.94	0.93

- 相对固有误差: 18.1%
- 重复性: 0.7%

$$\text{校准因子 } C_I = \frac{\text{周围剂量当量率 } \dot{H}^*(10) \text{ 参考值}}{\text{仪器示值}}$$

校准因子 C_I 测量值的相对扩展不确定度 $U_{rel}=6.5\%$ ($k=2$)

注1: 检定规程技术要求

检定项目	技术要求
通用技术要求	符合6.1~6.3条
相对固有误差	-15%~+22%
重复性	$\leq 1.255 (16-\dot{H}/\dot{H}_0) \%$
能量响应 R'_E-1	-23%~+43%

注2: 仪器相对固有误差按 I 不超过 $(-15\%-U_{rel}\sim+22\%+U_{rel})$ 作合格判定。

$U_{rel}=4.2\%$ ($k=2$) 为计量标准的相对不确定度

注3: $R'_E=R_E/R_{Cs}$, $R_E=1/C_I$, 即 R'_E 为每种能量 E 的响应 R_E 对¹³⁷Csγ参考辐射的响应 R_{Cs} 归一后的响应值。 (R'_E-1) 值须不超过注1中能量响应的限值。

检定结果内容结束



本证书提供的结果仅对本次被检的器具有效, 未经本公司/中心批准, 部分采用本证书内容无效。
The data are valid only for the instrument(s). Partly using this report will not be admitted unless allowed by SIMT.

检定证书续页专用
Continued page of verification certificate

第 3 页 共 3 页
Page of total page



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 250812050086

名称: 黑龙江源宁环境检测有限公司

地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区文景头道街115号1-2层3号

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律 responsibility 由
黑龙江源宁环境检测有限公司承担。

许可使用标志



发证日期: 2025 年 02 月 25 日

有效期至: 2031 年 02 月 24 日

发证机关: 黑龙江省市场监督管理局



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

源宁环境

附件6 成绩报告单

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



周海龙，男，1987年11月20日生，身份证：220282198711205612，于2022年07月参加 工业辐照电子加速器 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22JL1600002 有效期：2022年07月24日至 2027年07月24日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



邹宁，男，1990年05月11日生，身份证：220182199005111319，于2023年07月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23JL1200067 有效期：2023年07月08日至 2028年07月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



刘郁林, 男, 1997年06月05日生, 身份证: 220181199706053813, 于2023年03月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS23JL1200036 有效期: 2023年03月25日 至 2028年03月25日

报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



张哲源, 男, 1994年08月04日生, 身份证: 220104199408042611, 于2022年08月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS22JL1200038 有效期: 2022年08月19日 至 2027年08月19日

报告单查询网址: fushe.mee.gov.cn



关于中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术 利用项目环境影响评价工作的委托函

吉林省恒春环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的要求，我单位委托贵公司完成中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响评价工作，请按照进度要求完成相关工作，并请各相关部门配合。

特此函告。

中国科学院长春应用化学研究所



(公章)

2026年2月10日

关于《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目》环评文件的确认函

我公司（单位）委托吉林省恒春环保科技有限公司编制的《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目》已完成，经认真审核，该环评文件中采用的文件、数据和图件等资料真实可靠，我公司同意环评文件的评价内容和结论。

特此确认。

中国科学院长春应用化学研究所



(公章)

2026年6月16日

保证声明

长春市生态环境局：

根据《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的有关规定，本单位对《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目》做出如下声明：

本单位申请上报的《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响评价报告表》不含涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容。

中国科学院长春应用化学研究所



2026年6月16日

中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目 环境影响报告表评审会专家评审意见

长春市环境工程评估中心于 2026 年 6 月 12 日在长春市主持召开了《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称报告表）评审会，参加会议的有长春市核与辐射监督管理站、长春市生态环境局朝阳分局、中国科学院长春应用化学研究所（建设单位）、吉林省恒春环保科技有限公司（报告表编制单位），会议聘请 3 位专家。

在对建设项目选址及项目周边环境状况进行现场踏查的基础上，与会专家听取了建设单位对项目的概要介绍、评价单位对环境影响报告表的汇报，进行了认真的讨论，形成如下意见：

一、项目基本情况及环境可行性

（一）建设内容

中国科学院长春应用化学研究所位于吉林省长春市朝阳区人民大街 5625 号，拟在稀土大厦 1 层 106 室东南侧安装 1 台 nanoVoxel 3502E 型工业 CT（一体化屏蔽铅房），对锂电池进行无损检测，属于 II 类射线装置。工业 CT 最大输出管电压 230kV，最大输出管电流 1mA。

（二）总投资及环保投资

项目总投资 544.6 万元，环保投资 11.1 万元。

（三）建设位置、占地面积、占地类型、厂界四周情况

本项目建设地点位于稀土大厦 1 层 106 室东南侧，占地面积 23.36 m²，占地类型为科研设计用地，稀土大厦东侧为空地，南侧为主楼，西侧为食堂，北侧为停车场。

（四）现场调查及监测情况

本项目厂区陆地环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 65~69nGy/h，工业 CT 拟建位置室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围 77~86nGy/h，均在长春地区陆地及室内 γ 辐射剂量率变化范围内。

（五）施工期影响预测分析及污染防治措施

本项目施工期仅需对工业 CT 装置进行安装，不涉及土建施工，无放射性三废产生。由于工程规模较小、施工期短，所以设备安装产生的噪声污染对周围环境的影响微弱、短暂。

（六）运营期影响预测分析及污染防治措施

运营期影响预测分析:通过预测计算可知,本项目工业CT装置四面防护墙、防护门及顶棚的屏蔽效果,可以满足《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/T250-2014)及第1号修改单的相关规定要求;项目职业人员和周围公众人员受到的年有效剂量低于职业人员5mSv/a和公众成员0.1mSv/a的剂量约束值。

污染防治措施:本项目工业CT拟采取有效的辐射防护屏蔽设计,设置门-机联锁装置;设置工作状态指示灯和声音提示装置,并与工业CT关联;对辐射工作人员进行辐射安全培训和个人剂量监测,并建立个人健康档案;建立并严格执行相关辐射安全与防护规章制度和应急预案等;辐射工作场所实行分区管理,将屏蔽铅房划为控制区,将工业CT所在的检测间除控制区以外区域划分为监督区。

该项目按照本报告表中提出的要求进行建设,保证辐射防护措施正常运转,工作场所严格划分控制区和监督区、对个人剂量和辐射工作场所进行日常监测,设置明显的电离辐射警告标志、工作状态指示灯等提示装置,健全操作规程、岗位职责、安全保卫等规章制度,加强辐射安全培训并制定详细周密的辐射事故应急预案,可减少项目运行后对环境造成的影响,可以保证本项目对工作人员及公众产生的剂量影响不超过剂量约束值要求。

二、报告表质量评审意见

与会专家认为,该报告表符合我国现行《环境影响评价技术导则》的有关规定,同意该报告表通过评审。根据专家审议,该报告表质量为:合格(平均分:67.67分)。

三、报告表修改与补充完善的建议

为进一步提高该报告表的科学性与实用性,建议评价单位对报告表进行必要修改。具体修改意见如下:

- (一) 细化项目调查,补充项目原有房间情况和环境现状;
- (二) 完善项目排风设置情况;
- (三) 优化完善项目日常管理措施。

专家组组长签字:



2026年6月12日

《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目》
(报批版) 复核意见

根据 2026 年 6 月 12 日《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响报告表》评审会专家意见,对《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响报告表》(报批版)进行了复核,认为吉林省恒春环保科技有限公司提供的《中国科学院长春应用化学研究所工业 CT 核技术利用项目环境影响报告表》(报批版)按专家评审意见进行了修改和补充,同意上报长春市生态环境局。

复核人:



2026年6月17日