

编号：24DLFSHP025

核技术利用建设项目
广东新型储能国家研究院有限公司
核技术利用建设项目
环境影响报告表
(送审版)

广东新型储能国家研究院有限公司(盖章)

2024年12月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
广东新型储能国家研究院有限公司
核技术利用建设项目
环境影响报告表



建设单位名称：广东新型储能国家研究院有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

姜延红

通讯地址：广州市白云区云城街道储云街8号

邮政编码：



联系人：钟国彬

电子邮箱：



联系电话：



编制单位和编制人员情况表

项目编号	e606jh		
建设项目名称	广东新型储能国家研究院有限公司核技术利用建设项目		
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）	广东新型储能国家研究院有限公司		
统一社会信用代码	91440112MACFHGQ47X		
法定代表人（签章）	姜海龙		
主要负责人（签字）	李义涛		
直接负责的主管人员（签字）	钟国彬		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广东智环创新环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59CHG40J		
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
谢平展	2017035440352013449914000229	BH002510	谢平展
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
曹宏宝	项目基本情况、评价依据及评价标准、项目工程分析与源项、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH065782	曹宏宝

环评项目编制主持人职业资格证书



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



中华人民共和国人力资源和社会保障部
中华人民共和国环境保护部

姓名：_____谢平展_____
证件号码：_____ _____
性 别：_____男_____
出生年月：_____1987年01月_____
批准日期：_____2017年05月21日_____
管 理 号：2017035440352013449914000229



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量现状	18
表 9 项目工程分析与源项	25
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析	45
表 12 辐射安全管理	58
表 13 结论与建议	64
表 14 审批	67
附件 1 项目委托书	68
附件 2 营业执照	69
附件 3 项目环评批复	70
附件 4 设备源项参数	72
附件 5 设备出厂检测报告	73
附件 6 环境 γ 辐射剂量率检测报告	76
附件 7 辐射安全管理制度及辐射事故应急预案	82

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广东新型储能国家研究院有限公司核技术利用建设项目			
建设单位		广东新型储能国家研究院有限公司			
法人代表	姜海龙	联系人	钟国彬	联系电话	
注册地址		广州市白云区云城街萧岗荔园南路 15 号 701 室			
项目地点		广州市白云区云城街萧岗荔园南路 15 号（现市政道路改名为：广州市白云区云城街道储云街 8 号）国家储能大厦负二层 CT 实验室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	850	项目环保投资 (万元)	150	投资比例（环保 投资、总投资）	17.6%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） /
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		
	其它	/			

1.1 建设单位概况及项目建设概述

1.1.1 单位概况

广东新型储能国家研究院有限公司（以下简称“建设单位”）是在工信部与中国南方电网支持下，于 2023 年 4 月成立。公司于 2023 年 11 月 21 日获得工信部的正式批复，成功组建了“国家地方共建新型储能创新中心”。建设单位营业执照见附件 2。本期建设项目拟使用 1 台 II 类射线装置（具有工业 CT 功能），为核技术利用扩建项目。建设项目地理位置详见图 1-1。



图 1-1 建设单位地理位置图

1.1.2 建设项目规模

建设单位拟在国家储能大厦电化学储能研究所负二层设置 1 间 CT 实验室，拟在 CT 实验室内安装使用 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜（具有工业 CT 功能），简称“工业 CT”，装置自带屏蔽，主要用于 X 射线研究电池电极极片、软包电池等的孔隙结构和化学组成，本项目工业 CT 为整机从国外进口的一体化设备。

建设单位至今还没有核技术利用设备在运行使用，未持有《辐射安全许可证》。建设单位于 2024 年 11 月 7 日向广州市生态环境局申报在广州市番禺区启业路 10 号 4 栋一楼 CT 室（建设单位分地点）使用 1 台工业 CT，于 2024 年 12 月 13 日获得环评批复（粤环穗审[2024]121 号），目前该核技术利用项目在建设过程中，还未办理《辐射安全许可证》。本期建设单位核技术利用建设项目属于核技术利用扩建项目，拟安装使用的是 1 台 II 类射线装置，设备具体参数见表 1-1。

表 1-1 拟使用 X 射线装置参数表

装置名称 型号	厂家	类别	数量	最大管电压、 最大管电流	额定 功率	用途	使用地址	备注
Xradia 515 Versa 型 X 射 线显微镜	蔡司	II类	1 台	160kV、90μA	10W	用于研究电池电 极极片、软包电 池等的孔隙结构 和化学组成	国家储能 大厦负二 层 CT 实 验	自带 屏蔽

1.1.3 项目目的和任务

为满足业务发展需要，支持公司产品研究与检测的需求，2024 年 10 月，建设单位委

托广东智环创新环境科技有限公司对其核技术利用建设项目进行环境影响评价，委托书见附件 1。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）的分类办法，本评价项目中拟使用的 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜属 II 类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部第 16 号）中规定，本项目属于“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”类别中“使用 II 类射线装置的”的项目，该项目评价应编制环境影响报告表。

1.2 项目周边环境概述以及选址合理性分析

建设项目地点位于广东省广州市白云区云城街道储云街 8 号国家储能大厦，大厦为一栋地上 8 层、地下 2 层的大楼，地面以上楼高 34.2m。设备拟安装位置位于国家储能大厦负二层 CT 实验室，拟建的 CT 检测室东侧距离恒盛萧岗仓库和萧岗经济发展区约 60m，南侧距离云珠园住宅楼约 93m，西侧距离云城天地交易中心约 87m，北侧距离国化广场约 56m，东北侧距离广东粤宝汽车销售服务有限公司约 93m。CT 检测室四周 200 米范围内主要二手汽车交易中心、厂房、住宅和道路等，无中小学、幼儿园等环境敏感点。CT 检测室的周边环境关系图详见图 1-2 和图 1-3。



注：红色虚线为拟建项目 200m 范围。

图 1-2 拟建项目周围环境平面图及 200 米范围示意图

拟建项目 CT 实验室位于大楼最底层（负二层），东侧为土层，南侧为 UPS 电源间，西侧为光谱房、过道，北侧为过道，正上方为水冷房、高低温房、过道，正下无建筑。本项目拟建的 1 间 CT 实验室与周围场所毗邻关系见表 1-2，建筑平面布置见图 1-4 和图 1-5。

表 1-2 机房与周围场所毗邻关系

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
CT 实验室	土层	UPS 电源间	光谱房、过道	过道	水冷房、高低温房、过道	无建筑



注：红色虚线为本项目 50m 范围。

图 1-3 拟建项目周围环境平面图

项目设备拟安装位置 50 米范围内主要是大厦楼内其它实验区域、办公室、停车场、过道等和大厦楼外通道等区域，200 米范围内无中小学、幼儿园等敏感目标，本评价项目选址合理。

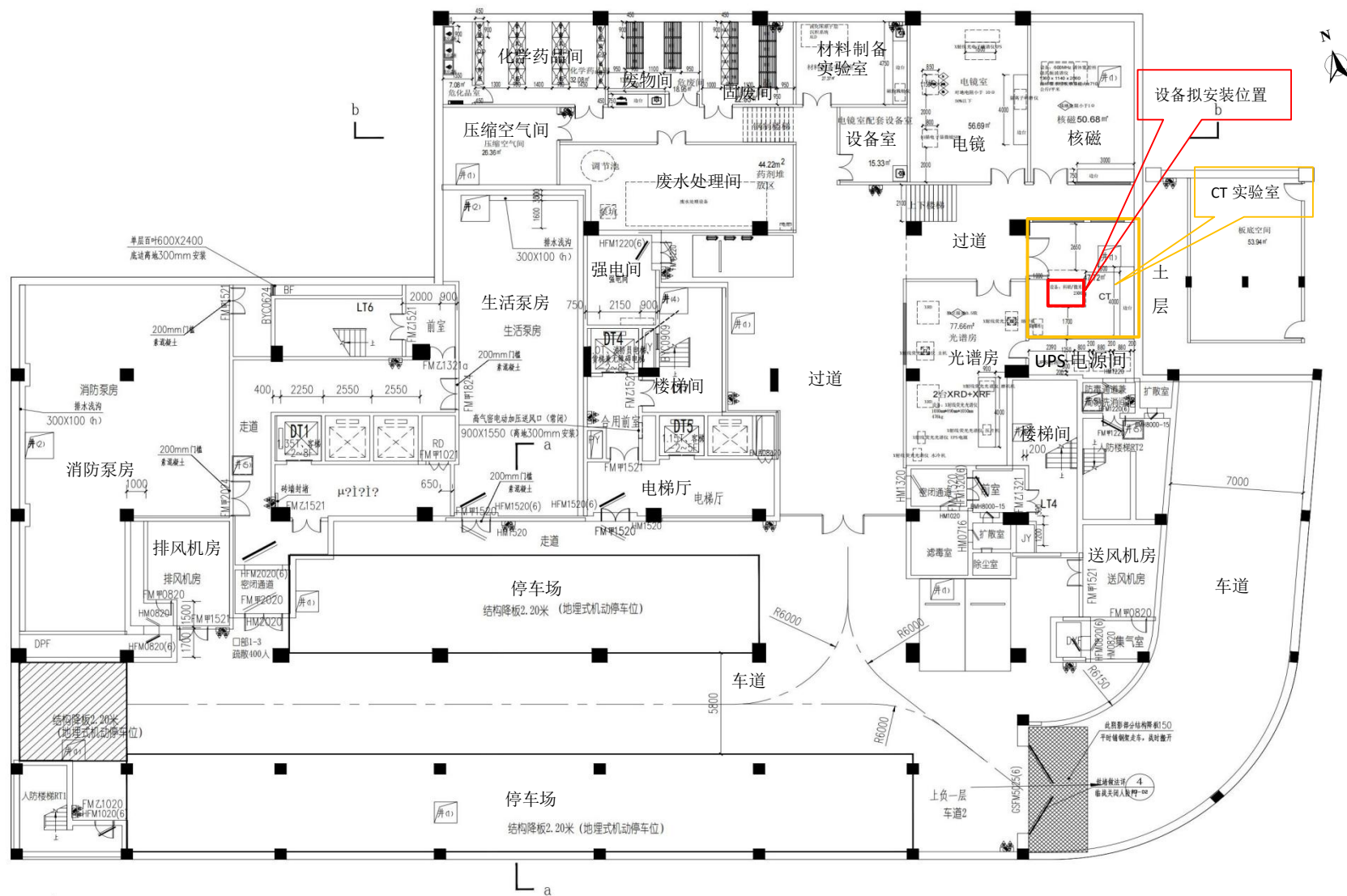


图 1-4 国家储能大厦负二层平面布置图

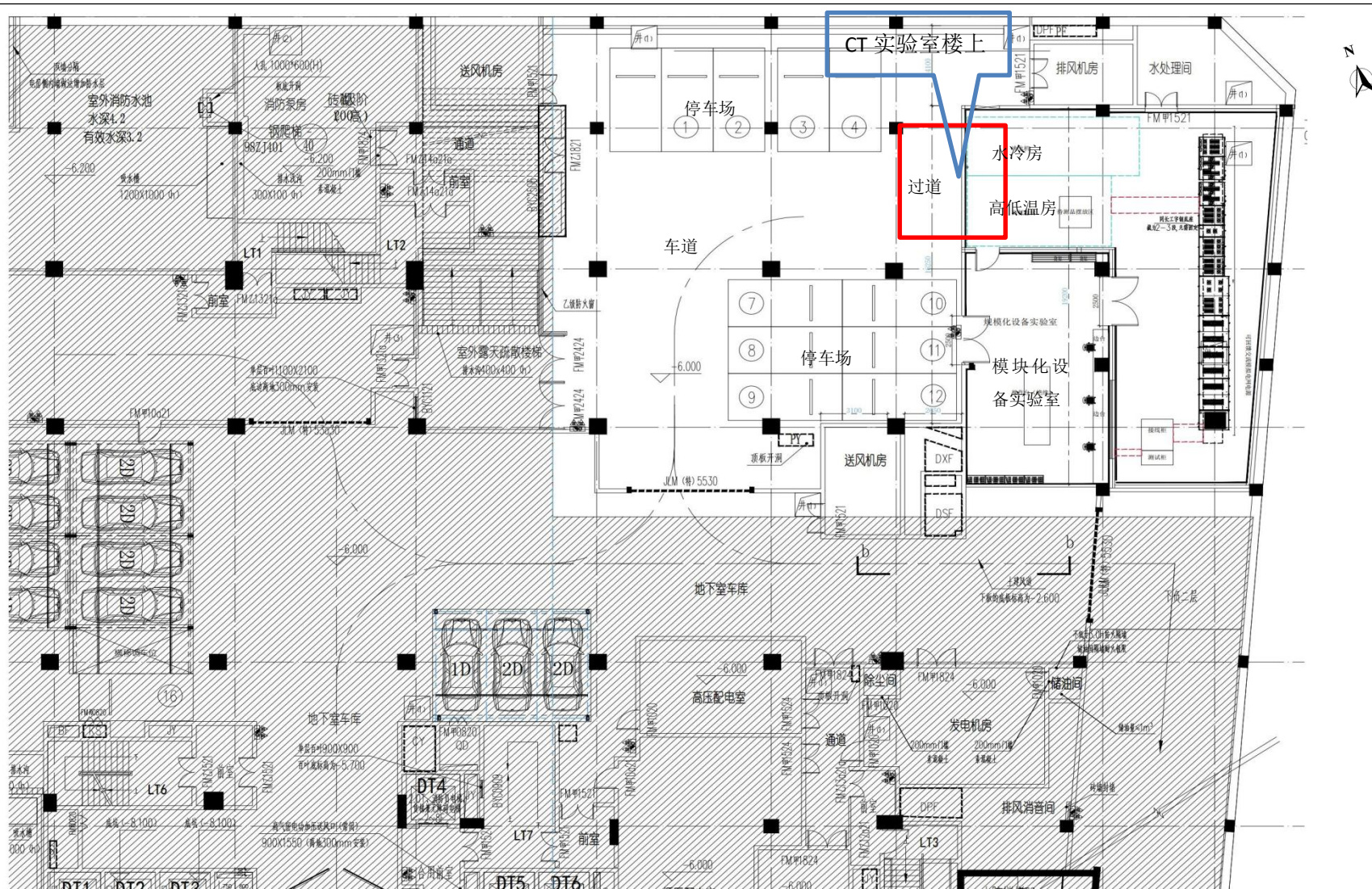


图 1-5 国家储能大厦负一层平面布置图

1.3 建设单位原核技术应用项目许可情况

建设单位至今还没有核技术利用设备在运行使用，未持有《辐射安全许可证》。建设单位于 2024 年 11 月 7 日向广州市生态环境局申报的在广州市番禺区启业路 10 号 4 栋一楼 CT 室使用 1 台工业 CT 核技术利用建设项目，于 2024 年 12 月 13 日获得环评批复（粤环穗审[2024]121 号），项目现在建设过程中，还未办理《辐射安全许可证》。

建设单位核技术利用建设项目履行环保审批许可程序情况见表 1-4。

表 1-4 建设单位核技术利用项目环保手续情况一览表

序号	厂家、名称	类别	数量	使用场所	环评批复文号	竣工验收文号	辐射安全许可证
1	YXLON FF 35 型工业 CT	II 类	1	广州市番禺区启业路 10 号 4 栋一楼 CT 室	粤环穗审〔2024〕121 号		建设中

1.4 建设单位原有核技术利用项目的运行情况

建设单位至今还没有核技术利用设备在运行使用。2024 年 11 月 7 日申报使用 1 台工业 CT，于 2024 年 12 月 13 日获得环评批复（粤环穗审[2024]121 号），项目在建设过程中。建设单位为加强对辐射安全和防护的管理工作，已建立辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，成立了辐射安全防护管理小组，已制定了相应的岗位职责、辐射防护和安全保卫、操作规程、辐射工作人员培训、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理、监测方案、射线装置维修维护、辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。建设项目建成后，建设单位将严格按照规章制度执行，并在辐射实践中不断总结和完善辐射安全管理，进一步细化辐射安全管理制度。

1.5 本项目与原有核技术项目的依托关系

建设单位建设单位至今还没有核技术利用设备在运行使用。本期扩建项目为新增使用 1 台工业 CT II 类射线装置，依托关系具体如下：

（1）辐射工作人员：建设单位针对本核技术利用建设项目，计划新增 2 名辐射工作人员，专门负责使用本项目工业 CT，不操作其它的核技术利用项目，本项目新增的 2 名辐射工作人员将按照要求参加生态环境部组织的网上辐射安全与防护考核，考核类型为 X 射线探伤，并通过考核合格后方可上岗。

(2) 管理机构和相关规章制度：建设单位已成立的专门辐射安全防护管理小组，明确相关人员的分工职责，制定相应的操作规程、辐射防护和安全保卫、监测方案和辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。本期扩建项目建设单位沿用原有管理机构和相关规章制度，并将严格按照规章制度执行。

(3) 辐射环境监测：建设单位拟为本项目配置 1 台辐射剂量率巡测仪，用于核技术利用项目辐射工作场所的日常检测。

(4) 建设项目竣工后，建设单位拟对核技术项目实现全面、综合性的运行和管理。统一对新增辐射工作人员上岗培训、个人剂量检测、职业健康和相关的辐射安全综合管理。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作 量 (Bq)	日等效最大操作 量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：日等效最大操作和操作方式见《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)	额度电流 (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	Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜	II类	1	Xradia 515 Versa	160kV	90μA	用于研究电池电 极极片、软包电池 等的孔隙结构和 化学组成	CT 实验室	自带屏 蔽
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(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	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
少量臭氧、 氮氧化物	气态	-	-	-	-	-	-	排向楼外空旷场 所

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行） (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日施行，2018 年 12 月 29 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）。 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行） (4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布，根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订） (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令第 449 号公布，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修正） (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；根据 2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正；根据 2021 年 01 月 04 日生态环境部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》） (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日施行) (8) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行） (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行） (10) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告（生态环境部公告 2018 年第 9 号 2018 年 5 月 16 日实施）
------	--

法规文件	(11) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（环境保护部国环规环评[2017]4 号 2017 年 11 月 20 日起实施） (12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）
技术标准	(1) HJ2.1-2016《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（2017 年 1 月 1 日实施） (2) HJ 10.1-2016《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》(2016 年 4 月 1 日施行) (3) GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（2003 年 4 月 1 日实施） (4) GBZ 117-2022《工业探伤放射防护要求》（2023 年 3 月 1 日实施） (5) GBZ/T250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT 250—2014）第 1 号修改单（国卫通[2017]23 号） (7) HJ 1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (8) HJ 61-2021《辐射环境监测技术规范》 (9) GB 22448-2008《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》 (10) GBZ 128-2019《职业性外照射个人监测规范》（2020-04-01 实施） (11) HJ 1326-2023《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》
其他	《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护总局 1995 年） 《辐射安全手册》（潘自强 2014 年） 建设单位提供项目委托书、设计资料、设备技术参数等其它相关材料

表 7 保护目标与评价标准

7.1.评价范围

本评价项目为使用 1 台Ⅱ类射线装置，拟建位置为国家储能大厦负二层 1 间 CT 实验室，参照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)对核技术利用建设项目环境影响报告报的评价范围和保护目标的相关规定，以 CT 实验室设备屏蔽体外 50m 的范围作为本项目的评价范围。



7-1 评价范围示意图（红色虚线为 50m 范围）

7.2.保护目标

结合本项目的评价范围，确定项目环境保护目标是评价项目周围（50m 范围内）环境中活动的辐射工作人员和公众（包括非辐射工作人员）。

选取评价项目 50m 范围内有人员居留的位置环境保护目标进行重点分析，以此来预测项目运行后对其他距离相对较远的环境保护目标造成的影响。选取环境保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标关系

设备	方位	场所名称	距离	环境保护目标	人数	剂量约束值	备注
	/	CT 实验室	/	辐射工作人员	2 人	5mSv/a	全居留

X 射线 显微镜	东侧	楼外道路和草地	3-50m	公众	流动人员	0.25 mSv/a	偶然居留
	南侧	UPS 电源间	紧邻	公众	约 1 人		部分居留
		楼梯间	4-17m	公众	约 2 人		部分居留
		一楼前台大堂	27-38m	公众	流动人员		部分居留
		楼外广场	38-50m	公众	流动人员		偶然居留
	西侧	光谱房	紧邻	公众	约 3 人		全居留
		过道	2-12m	公众	流动人员		部分居留
		楼梯间、停车场	18-50m	公众	流动人员		偶然居留
	北侧	过道	紧邻	公众	流动人员		部分居留
		核磁、电镜室	6-14m	公众	约 3 人		全居留
		楼外道路	15-50m	公众	流动人员		偶然居留
	上一层	水冷房、高低温房、 过道	紧邻	公众	约 3 人		部分居留

7.3.评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证该标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。并且不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限制

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限制：

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。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限制

实践使公众中有关关键人群组的成员所得到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

对于一项实践中的特定的源，本评价项目辐射工作人员取其剂量限值的四分之一作为剂量约束值：即辐射工作人员的职业年照射剂量约束值为 5mSv；公众取其剂量限值的四分之一作为剂量约束值：公众的年照射剂量约束值为 0.25mSv。

(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。由本项目拟建位置上方人员可达，故上方周围剂量当量率参考控制水平取不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

综上所述，本项目根据标准和表 11-4 确定屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(3) 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 5.1.1 表 1：对于管电压在 150kV~200kV 的 X 射线探伤机，在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率 $<2.5\text{mSv}/\text{h}$ 。

(4) 参考工业 X 射线探伤室的放射防护要求

《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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。

6.1.5 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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立即停止出束。

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

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

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

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小

时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

(5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ/T 250-2014)

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: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

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

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式(1)计算:

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (1)$$

式中:

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

U ——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;

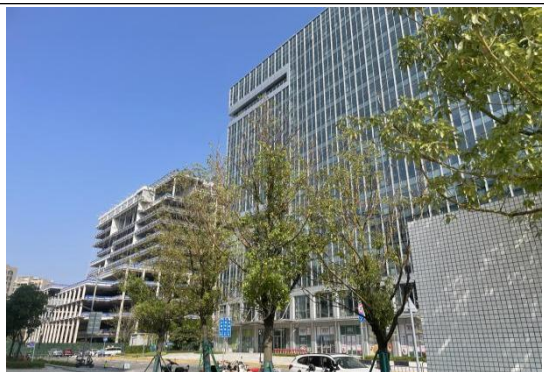
t ——装置周照射时间,单位为小时每周($\text{h}/\text{周}$)。

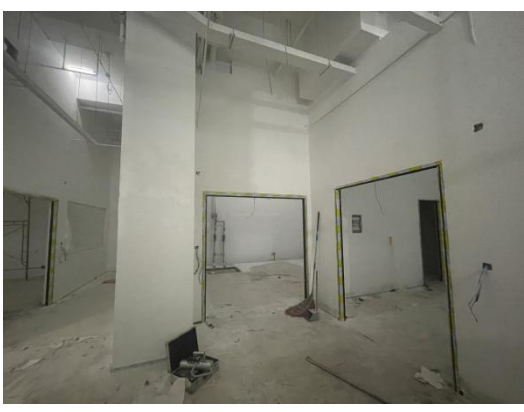
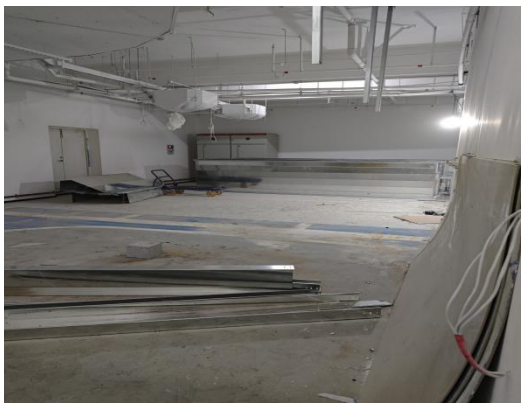
表 8 环境质量现状

8.1 项目地理和场所位置

建设项目位于广东省广州市白云区云城街道储云街 8 号国家储能大厦负二层 CT 实验室，项目所在地的地理位置图及项目周边关系图见前图 1-1 和图 1-2。建设单位拟在 CT 实验室内安装 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜用于研究电池电极极片、软包电池等的孔隙结构和化学组成。为了调查评价项目及周围的环境质量现状，我司技术人员于 2024 年 11 月 6 日到建设项目现场进行资料收集、环境现状调查，建设项目拟建位置及周围环境现状见图 8-1。

表 8-1 拟建项目周边环境现状

	
建设项目拟建地理位置（国家储能大厦）	拟建 CT 实验室大厦东侧
	
拟建 CT 实验室大厦南侧	拟建 CT 实验室大厦西侧
	
拟建 CT 实验室大厦北侧	设备拟安装 CT 实验室

	
拟建 CT 实验室南侧（UPS 电源间）	拟建 CT 实验室西侧（过道）
	
拟建 CT 实验室北侧（过道）	拟建 CT 实验室上层（水冷房、高低温房、过道）

8.2 环境现状评价对象、监测因子

为调查本次评价项目的及周围环境辐射水平现状，对拟建区域及周围环境进行环境 γ 辐射剂量率水平监测。现场监测情况见表 8-2 所示。

表 8-2 现场监测情况一览表

检测因子		环境 γ 辐射剂量率		
检测仪器	仪器名称	辐射剂量率检测仪（6150AD-5/h+b/H）		
	仪器编号	161258（主机）+162214（探头）		
	检定单位	广东省辐射剂量计量检定站		
	证书编号	GRD（1）20240049 （检定日期：2024 年 2 月 20 日有效期至：2025 年 2 月 19 日）		
	测量范围	1nSv/h~99.9 μ Sv/h		
	能量响应范围	38keV~7MeV		
	校准因子	校准证书选定为 0.99		
检测方法		HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
现场检测时间		2024 年 11 月 6 日		
检测时环境状况		天气：晴	温度：27℃	相对湿度：51%

8.3 监测点位

现场监测参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》中布点规则，开展道路测量时点位设置在道路中心线，开展室内测量时，点位设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置，并结合现场实际情况，共布设选取代表性检测点位 21 个，布点图见图 8-1、图 8-2 和图 8-3。

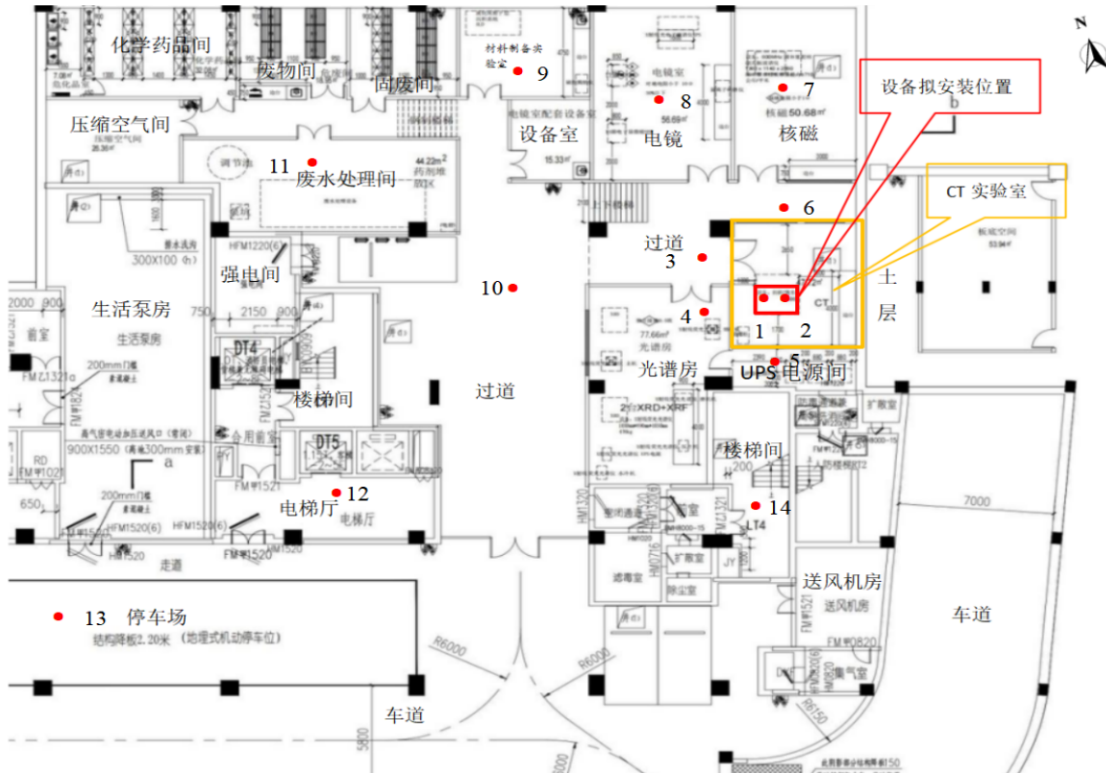


图 8-1 负二层拟安装位置周围环境 γ 辐射剂量率检测布点图

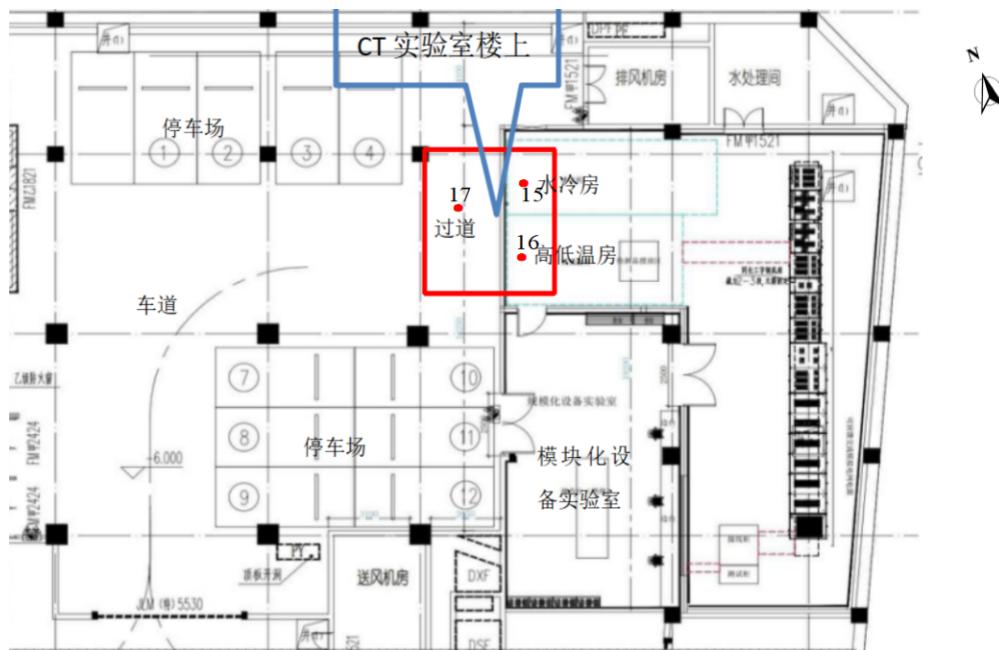


图 8-2 拟安装位置上一层周围环境 γ 辐射剂量率检测布点图



图 8-3 拟安装位置所在楼外环境 γ 辐射剂量率检测布点图

8.4 监测方案

(1) 测量项目概述

项目名称：广东新型储能国家研究院有限公司核技术利用建设项目环境 γ 辐射剂量率检测；

建设地点：广州市白云区云城街道储云街 8 号负二层 CT 实验室；

测量位置：X 射线检测系统拟安装位置及周围环境；

测量目的：获得环境 γ 辐射天然本底和人为活动所引起环境 γ 辐射水平变化的资料；

规模和范围：以评价项目设备屏蔽体为中心，周边 50m 范围左右；

辐射源类型：陆地 γ 辐射；

监测因子：环境辐射 γ 剂量率。

(2) 测量要求

测量频次：1 次。

使用仪器：X- γ 辐射剂量率仪（6150AD-5/h+b/H）。

测量方法：即时测量。

测量程序：a) 开机预热；

b) 手持仪器，保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m；

c) 仪器读数稳定后，通常以约 10 s 时间间隔读取 10 个数据，记录在

测量原始记录表中。

(3) 数据处理

按照公式 8-1 进行数据处理：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c \quad (8-1)$$

其中， $\dot{D}_\gamma$ ——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子，0.99；

k_2 ——仪器检验源效率因子，1；

R_γ ——仪器测量读数值均值，根据 HJ1157-2021，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用 ^{137}Cs 作为校准参考辐射源时，换算系数取 1.20 Sv/Gy 进行转换；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，本项目中均按照原野、道路取 1，楼房取 0.8，平房取 0.9；

$\dot{D}_c$ ——测点处宇宙射线响应值，Gy/h。本次测点与万绿湖水面测点的海拔高度、经纬度与湖面相差不大：海拔高度差别 $\leq 200\text{m}$ ，经度差别 ≤ 50 ，纬度差别 ≤ 20 ，可以不进行修正，即可直接采用辐射仪（6150AD-5/h+b/H）广东省河源市万绿湖（经纬度：114° 34'42"E，23° 47'23"N；海拔高度为 109m）的宇宙射线的响应值为 29nGy/h，测量时间为 2024 年 7 月 25 日，该值在宇宙射线响应值检测报告数据处理中已考虑了仪器校准因子、仪器检验源效率因子的影响。

8.5 质量保证

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测机构通过了计量认证；
- ②监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ③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；
- ④监测工作在气候条件良好的条件下开展；

⑤监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得

准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑥监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗；

⑦每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑧现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照科学方法处理异常数据和监测数据；

⑨建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑩监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.6 监测结果

现场监测拟建项目周围检测结果见表 8-3，检测布点见图 8-1、图 8-2 和图 8-3，检测报告见附件 6。

表 8-3 环境 γ 辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	测量值 (nGy/h)		地面 介质	场所 性质
		平均值	标准差		
1	拟安装设备位置	213	3	水泥	楼房
2	拟安装设备位置	213	2	水泥	
3	拟建 CT 实验室西侧（过道）	190	3	水泥	
4	拟建 CT 实验室西侧（光谱房）	207	3	水泥	
5	拟建 CT 实验室南侧（UPS 电源间）	186	3	水泥	
6	拟建 CT 实验室北侧（过道）	215	4	水泥	
7	拟建 CT 实验室北侧约 9m（核磁室）	196	2	水泥	
8	拟建 CT 实验室北侧约 10m（电镜室）	202	2	水泥	
9	拟建 CT 实验室北侧约 16m（材料制作实验室）	213	3	水泥	
10	拟建 CT 实验室西侧约 8m（过道）	221	2	水泥	
11	拟建 CT 实验室西侧约 21m（废水处理间）	212	2	水泥	
12	拟建 CT 实验室西侧约 22m（电梯间）	196	1	水泥	
13	拟建 CT 实验室西侧约 35m（停车场）	203	2	水泥	
14	拟建 CT 实验室南侧约 15m（楼梯间）	199	4	水泥	

15	拟建 CT 实验室正对楼上（水冷房）	236	3	水泥	
16	拟建 CT 实验室正对楼上（高低温房）	229	2	水泥	
17	拟建 CT 实验室正对楼上（过道）	232	2	水泥	
18	拟建 CT 实验室南侧约 28m（一楼大堂）	103	2	瓷砖	
19	拟建 CT 实验室南侧约 42m（楼外广场）	128	3	瓷砖	道路
20	拟建 CT 实验室东侧约 10m（楼外道路）	120	2	水泥	
21	拟建 CT 实验室南侧约 35m（楼外道路）	121	3	水泥	

注：（1）测量时仪器探头垂直向下，距离地面 1m 高；
（2）所有测量值均已扣除仪器对宇宙射线的响应，每个测量点测量 10 个读数；
（3）所有测量值经刻度及校正系数修正，仪器使用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源，
换算系数取 1.20Sv/Gy。

8.7 监测结果评价

现场检测共布设了 21 个点位，根据检测结果，拟建项目位置及周边环境室内 γ 辐射剂量率监测结果为 186nGy/h~236nGy/h，道路 γ 辐射剂量率监测结果为 120nGy/h~128nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版）对广州市环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：道路 γ 辐射剂量率调查范围为 52.5~165.7 nGy/h，室内辐射剂量率调查范围 104.6~264.1nGy/h。与本次检测结果进行对比可知，本次评价项目建设场所以及周围环境 γ 辐射剂量率监测结果在《中国环境天然放射性水平》的调查水平范围之内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

(1) X 射线产生原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，其中 X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-1 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能(其中的 1%)会以光子(X 射线)形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

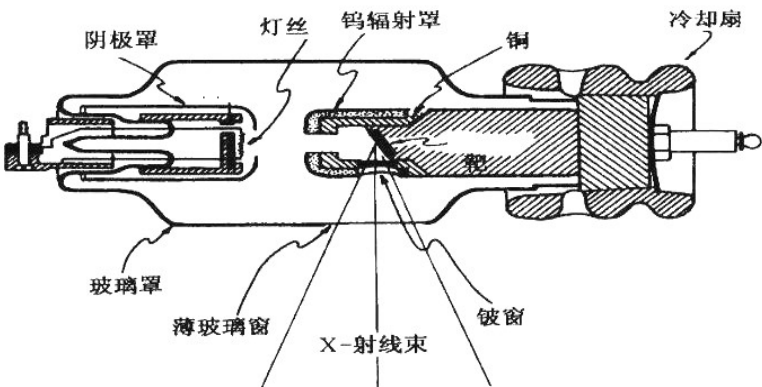


图 9-1 典型 X 射线管结构图

从 X 射线管阴极上射在钨靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压，产生的 X 射线最高能量等于管电压值。X 射线管产生的 X 射线的强度与靶物质的原子序数 Z 成正比，与电子流强度成正比，与电子加速电压(管电压) U 的平方成正比。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。一般 X 射线机的管电压(峰值)从几十千伏至几百千伏。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉，准直性较高。

(2) 具有工业 CT 功能 X 射线检测系统工作原理

电子计算机断层摄影(Computedtomography, 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。

9.1.2 设备组成

本次评价项目拟使用 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜, X 射线显微镜基于透过样品的 X 射线形成图像, 如果较多 X 射线被样品吸收, 则图像较暗, 如果较多 X 射线透过样品, 则图像较亮。X 射线的吸收随密度和厚度的增加而增加, 并且在通常情况下, 元素周期表中原子序数较高的元素吸收 X 射线的能力也较强。X 射线显微镜的放大倍数通常通过利用由点源照射形成的投影几何结构来获得, 或者通过利用与常规可见光显微镜类似的光学元件来获得。有效成像的关键能够通过依次增加的分辨率与越来越小的视场“缩放”至特定的感兴趣区域。

X 射线显微镜主要部件有带铅板防护测量室、系统控制柜、数据处理工作站, 设备规格为 2088mm×1192mm×2405mm。防护测量室内部为运动定位系统、X 射线源及成像系统等, X 射线源由三个主要部件组成: 六硼化镧晶体构成的阴极灯丝, 收敛电子束的磁透镜偏转线圈, 电子束轰击产生 X 射线的阳极钨靶, 这些部件安装在精密工程外壳中, 并保持在超低真空水平下, 以实现长寿命性能。

本项目设备安装在固定位置使用, 设备源项参数见表 9-1。

表 9-1 本项目设备的源强参数

设备型号	最大管电压	最大管电流	滤过条件	最大发射角	距靶点 1m 处剂量率	距靶点 1m 处泄漏剂量率
Xradia 515 Versa	160kV	90μA	0.2mm Carbon	30°	365mGy/h	≤2.5mSv/h

注: 1) 距靶点 1m 处剂量率由 X 射线管距靶点 45cm 处剂量率换算而来; 2) 设备最高空间分辨率为 0.5μm, 有效焦点为 1~5 微米; 3) 设备额定功率为 10W。

设备检测过程中，X 射线球管可以左右移动 190mm，探测板可以左右移动 290mm，运动定位系统可通过升降滑台同步前后移动范围（50mm 范围，X 轴），垂直移动（100mm 范围，Y 轴），水平移动范围（50mm 范围，Z 轴），载物台可旋转 360°，设备的主射线朝向右侧探测器。从机器的正前方（操作面）来看，射线源距离防护铅房各个方向的距离为：在负限位时，距离右侧防护铅板（探测器侧）为 1133mm，距离左侧防护铅板为 742mm；在正限位时，距离右侧防护铅板（探测器侧）为 943mm，距离左侧防护铅板为 932mm，距离底部防护铅板为 471mm，距离顶部防护铅板为 352mm，距离后方防护铅板为 638mm；距离前方防护铅板为 322mm，距离载物台最近距离为 10mm。设备外观图如图 9-2 所示，设备正视图见图 9-3，侧视图见图 9-4。

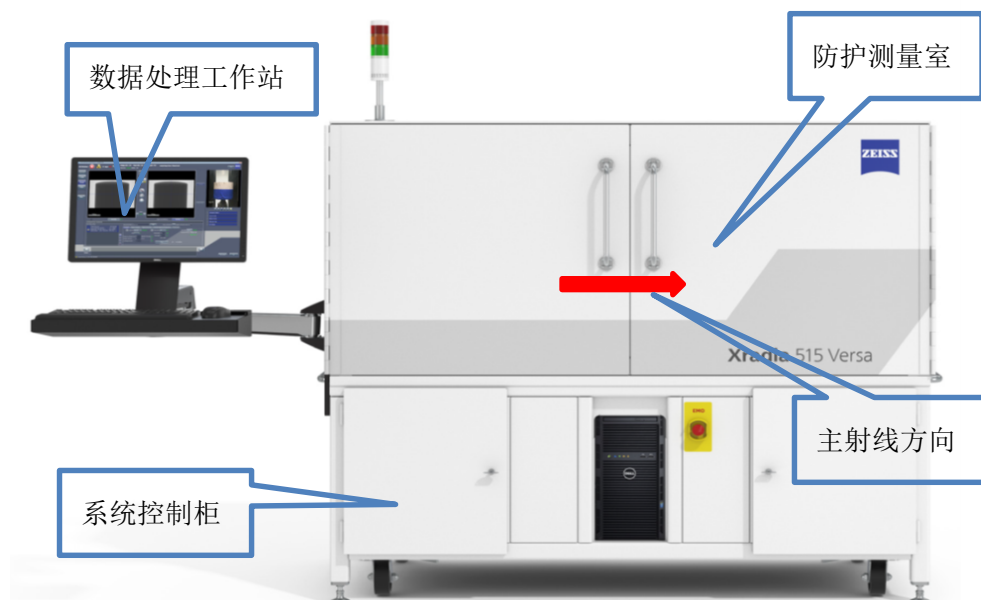


图 9-2 Xradia 515 Versa 型设备外观示意图

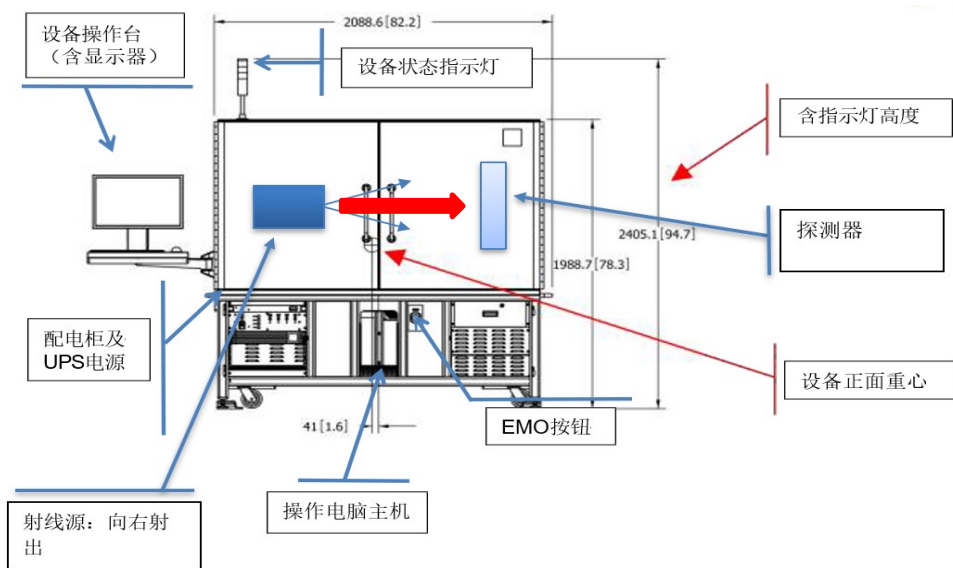


图 9-3 Xradia 515 Versa 型设备设计图纸（正视图）（单位 mm）

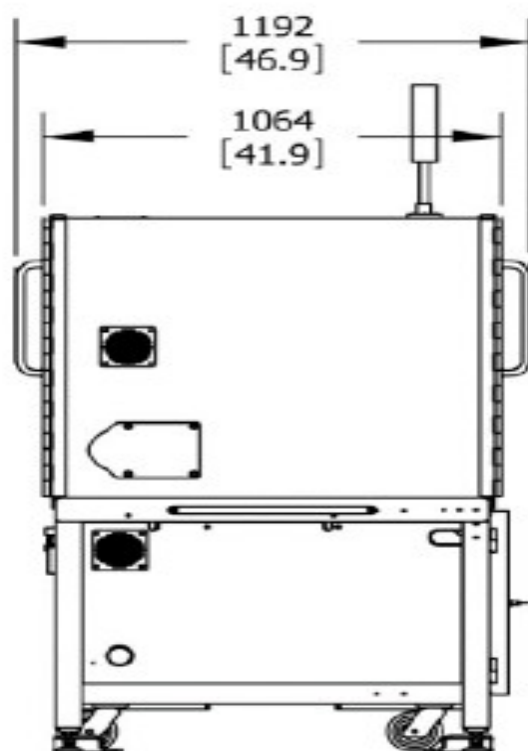


图 9-4 Xradia 515 Versa 型设备设计图纸（侧视图）（单位 mm）

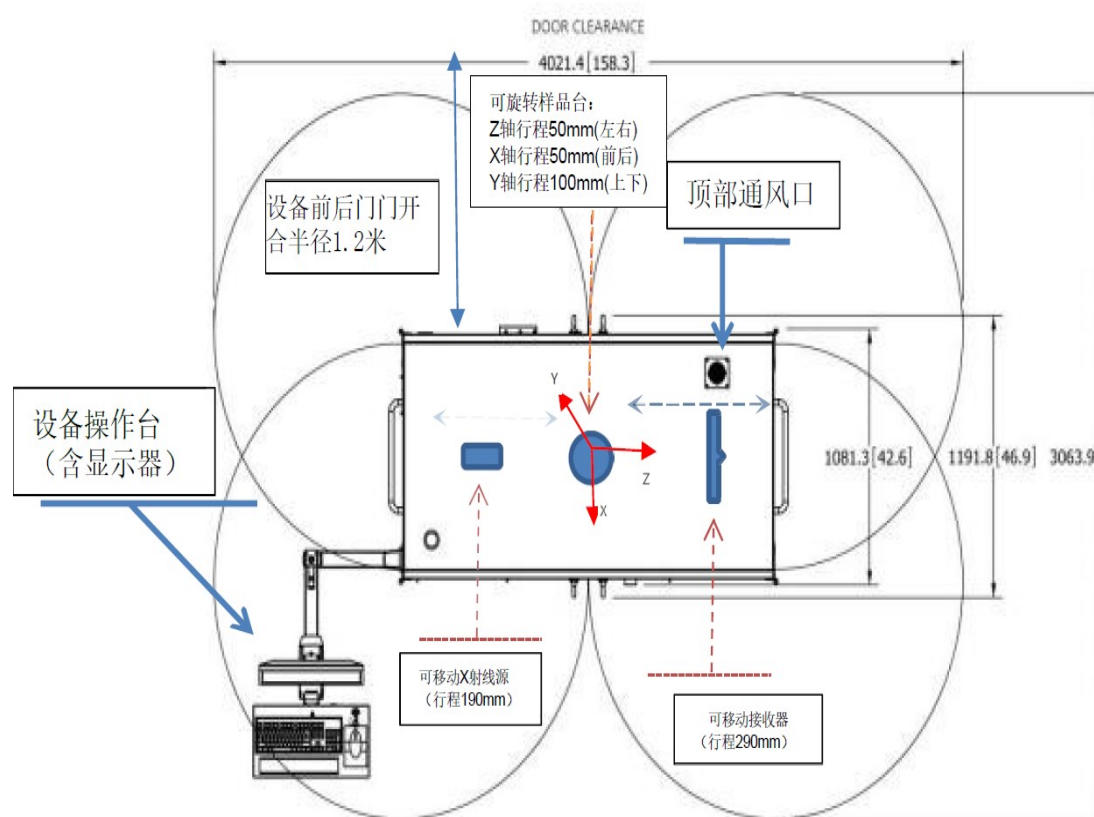


图 9-5 Xradia 515 Versa 型设备设计图纸

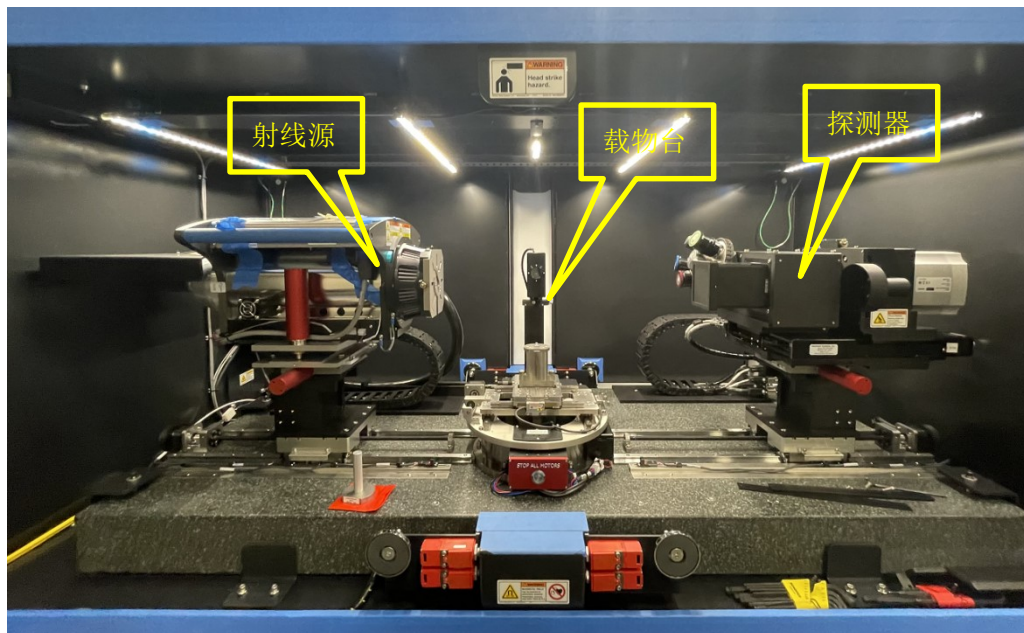


图 9-6 Xradia 515 Versa 型设备内部部件图

9.1.3 操作流程及产污环节

本项目使用的设备检测流程为：操作人员启动设备，在设备非出束状态下打开防护门，放入待检工件，将其置于转台上→防护门关闭到位后，设备接通高压电源后设备进行工作，进行曝光出束、获取图像→检测结束后，切断射线管电源→打开防护门，取出工件。待检工件的取放由人工操作，工作人员在操作台设置出束条件开始出束，球管出束检测成像的过程由设备自动进行，设备开机期间工作人员在操作台上进行监控。

本项目使用的 X 射线探伤设备检测工艺流程及产污环节如图 9-7 所示，项目运营中产生的主要污染为设备工作过程中产生的 X 射线、微量臭氧和氮氧化物。

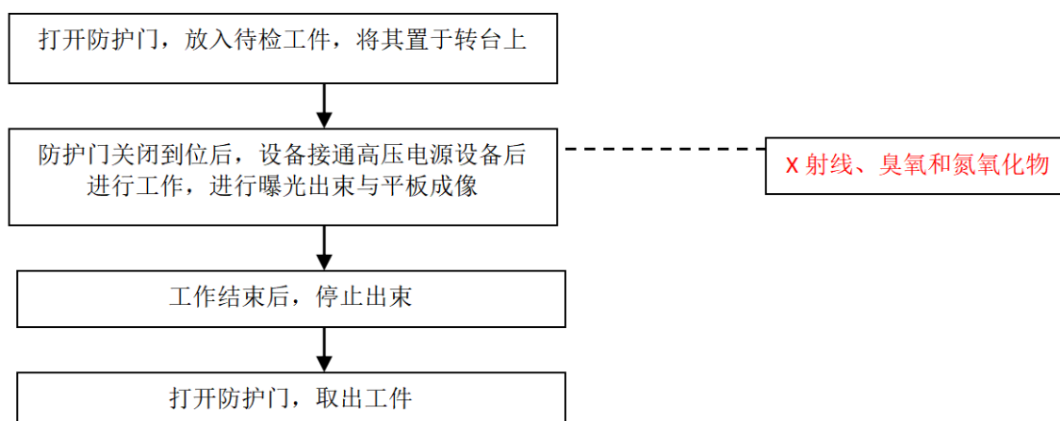


图 9-7 本项目使用的设备检测工艺流程及产污图

9.1.4 人员配备和工作负荷

根据建设单位介绍，本项目设备投入使用后，拟安排 2 名辐射工作人员，每天安排一班，每班安排 2 人负责该设备的操作。在整个工作期间，一年最多工作 250 天，每天工作 8 小时，该设备预计每年检测工件不超过 2000 件，每件工件曝光扫描 1 次，单次曝光扫描时间不超过 40 分钟，单次摆件时间约为 20 分钟，摆件时装置不出束，设备年最大出束时间为 $2000 \text{ 件} \times 40 \text{ min/件} \div 60 \text{ min/h} = 1333.3 \text{ h}$ ，辐射工作人员的操作时间最大不会超过 1333.3h/a。

表 9-2 本项目人员配置及工作负荷

工作场所	计划配备人数	工作制度	辐射工作人员年最大操作设备出束时间	辐射工作人员周最大操作设备出束时间
拟建 CT 实验室	2 名	每天一班，每天工作 8 小时，每班 2 人，每年 250 天	1333.3h	27h

本项目安排 2 名辐射工作人员上岗前拟参加辐射安全与防护培训。本项目用于 X 射线研究电池电极极片、软包电池等的孔隙结构和化学组成，人员配置能够满足日常工作需求。

9.2 污染源项描述

本项目 X 射线检测系统工作时辐射环境影响因子为 X 射线，由 X 射线检测系统工作原理及产污流程分析可见，X 射线管为本项目的辐射源。

X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，高电压加在 X 射线管的两极之间，高能量电子轰击靶体通过韧致辐射产生 X 射线，X 射线在辐射场中可分为三种射线，由 X 射线管窗口出射的用于检测的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在检测设备上产生的散射线。以及产生的 X 射线与空气电离产生的微量臭氧和氮氧化合物。

9.2.1 正常工况

该项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到自带屏蔽体设备的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产

生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

9.2.2 事故工况

对于该 X 射线检测系统项目可能发生的事故包括以下几点：

①由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射；

②设备维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。

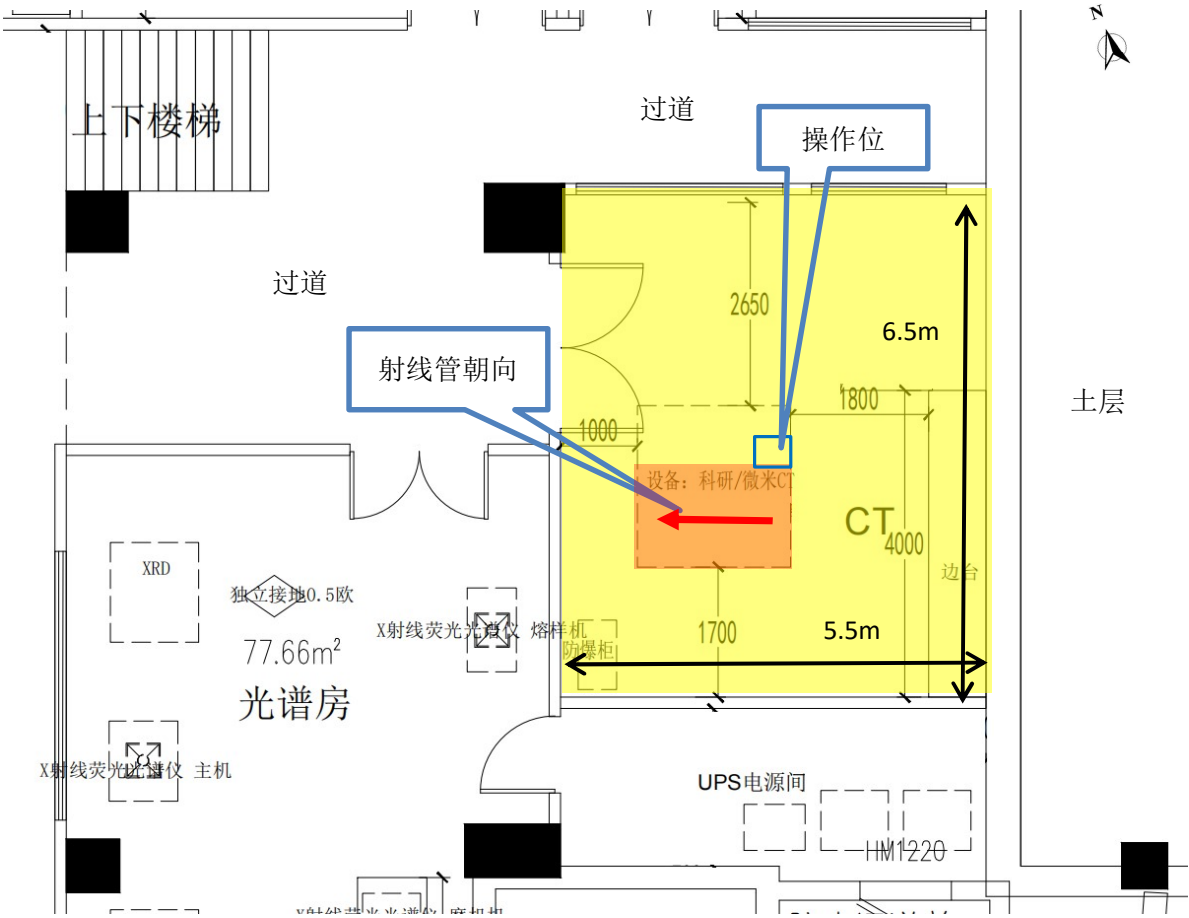
③设备维修过程中，未切断电源且导致 X 射线管控制异常持续出束，维修人员在未知情的情况下（误入或逗留设备屏蔽体内部），受到超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射防护措施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜拟安装在国家储能大厦负二层 CT 实验室，实验室东侧为土层，南侧为 UPS 电源间，西侧为光谱房、过道，北侧为过道，正上方为水冷房、高低温房、过道，正下无建筑。机房平面布局见图 10-1。



注：CT 实验室层高约为 5.6m。

图 10-1 实验室平面布置图

10.1.2 辐射场所分区管理

(1)分区依据和原则

建设单位按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相应的要求，对辐射工作场所划分为控制区、监督区，并实行两区管理制度。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上

预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

(2)本项目分区管理情况

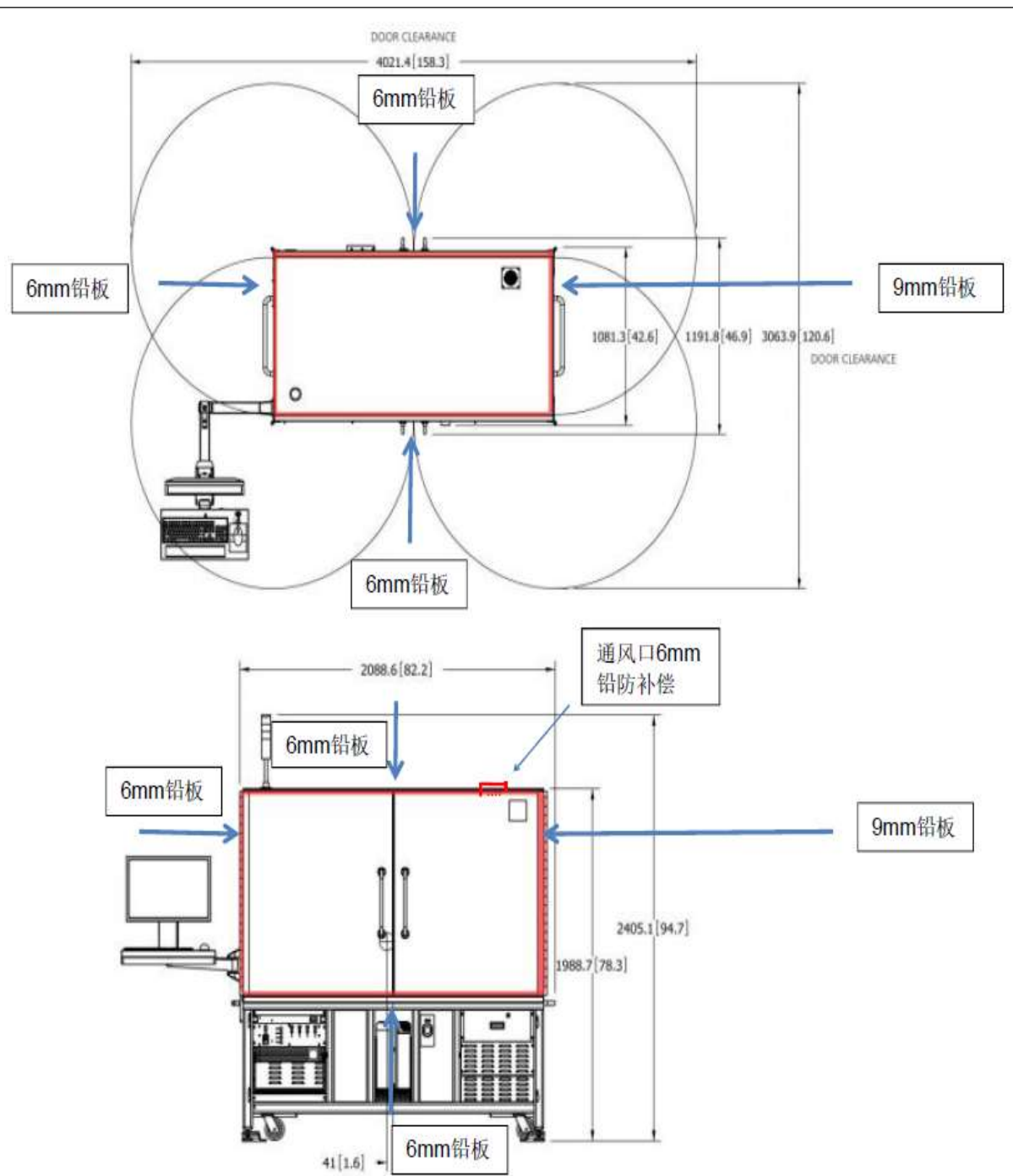
由于本次评价项目拟使用的 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜配套有防护屏蔽体，按防护要求，将 X 射线显微镜配套屏蔽体内部划为控制区，该区域用钢板和铅结构材料屏蔽，并在相地方设置电离辐射标志和中文警示说明。将 CT 实验室内除 X 射线显微镜屏蔽体外的区域划为监督区，该区域通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监查和评价。因此，工业 CT 实验室红色区域为控制区，黄色区域为监督区。本项目辐射工作场所分区划分见图 10-1。

10.1.3 自带屏蔽体设备屏蔽设计

Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜（主射线朝向设备右侧探测板）带屏蔽 X 射线的功能，整个设备的防护测量室屏蔽体为四周外壳、顶部及底部共六面整体式设计制造，整个防护测量室射线防护系统为钢铅钢结构。该设备拟安装在 CT 实验室中，该实验室不考虑防护屏蔽功能，四周墙体均为普通结构材料。设备的屏蔽体防护设计具体参数见表 10-1，设备防护设计见图 10-1~图 10-2。

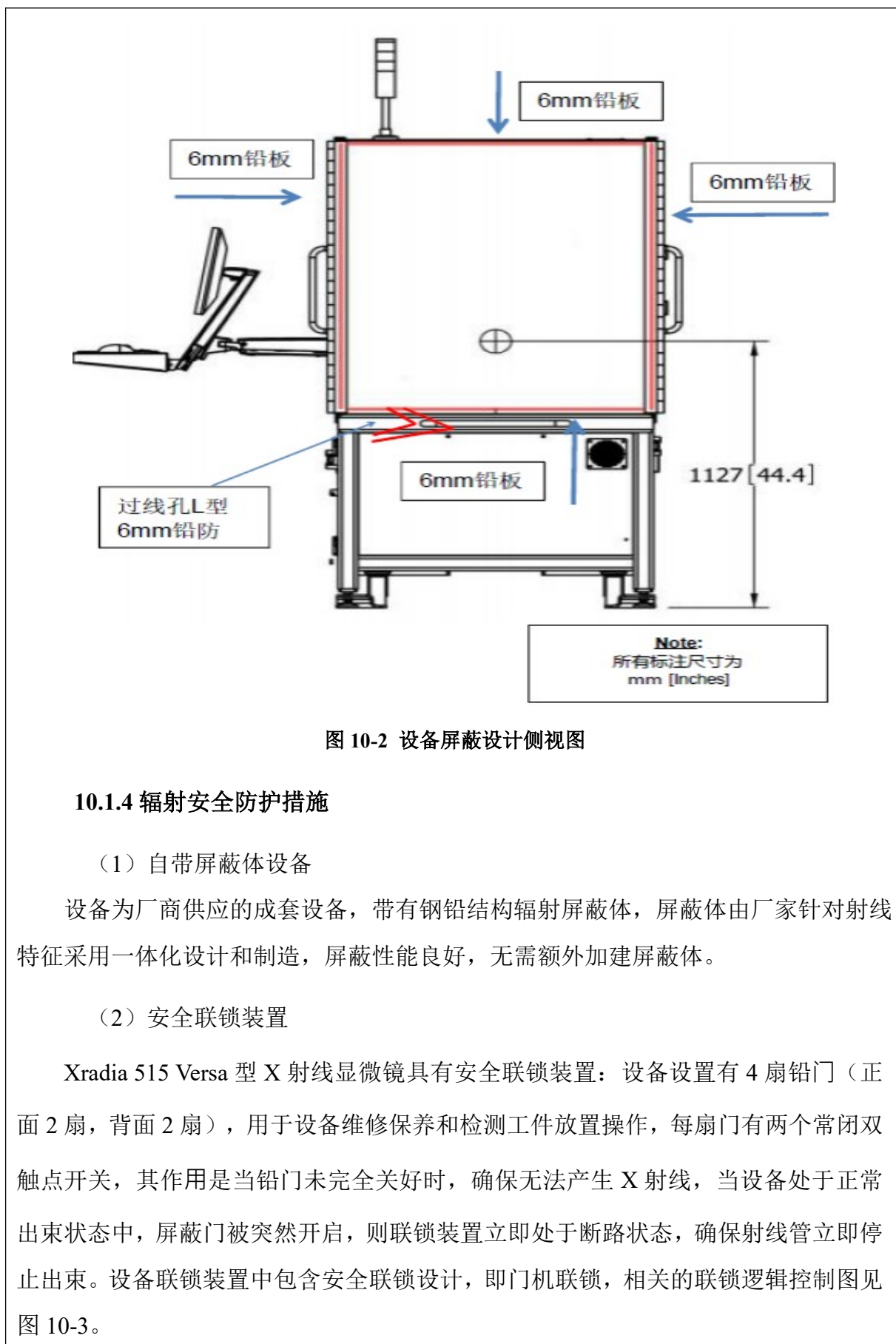
表 10-1 设备的辐射屏蔽参数

设备名称	位置	参数
Xradia 515 Versa 型 X 射线显微 镜	正面	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板
	左面	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板
	右面	4mm 钢板+9mm 铅板+1.2mm 钢板（主照射）
	背面	4mm 钢板+6mm 铅板+1.2mm 钢板
	顶面	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板
	底面	6mm 钢板+6mm 铅板+6mm 钢板
	排风口	6mm 铅板
	管线口	6mm 铅板
	观察窗	未配置观察窗



注：偏保守不考虑内外钢结构，防护只考虑铅板。

图 10-1 设备屏蔽设计俯视图和主视图



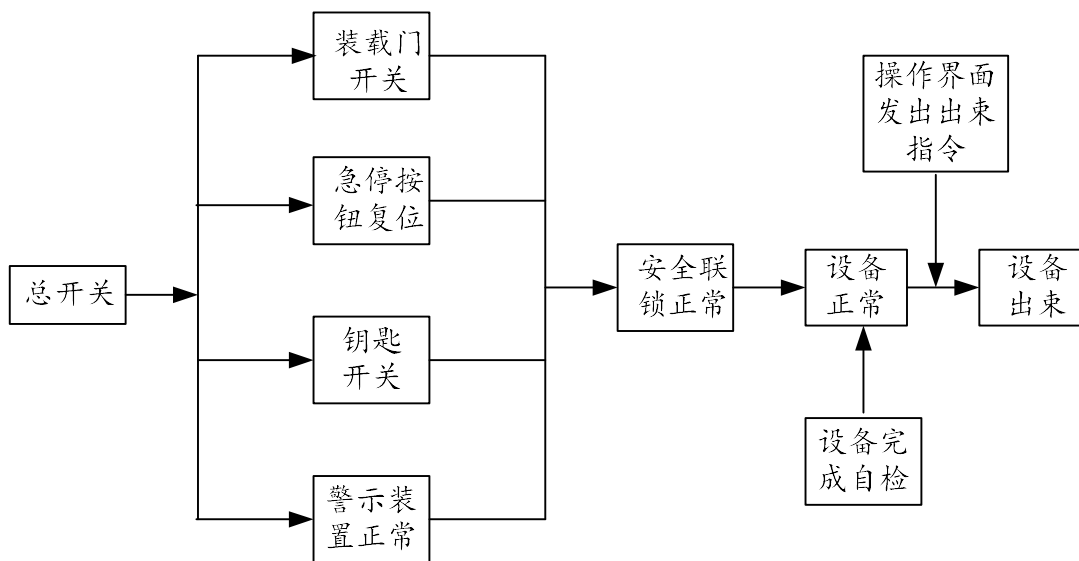


图 10-3 安全联锁逻辑图

(3)工作指示灯和电离辐射警示标志

设备在顶上安装了一个三色的 X 射线装置指示灯（红色、琥珀色、绿色），该指示灯与辐射装置联锁，红色灯亮起，代表 X 射线源打开，机箱内存在 X 射线，琥珀色灯亮起，代表检修门关闭，绿色灯亮起，代表 Xradia Versa 的电源打开，指示灯串在安全回路里，如指示灯故障，射线不能启动，工作指示灯见图 10-4。

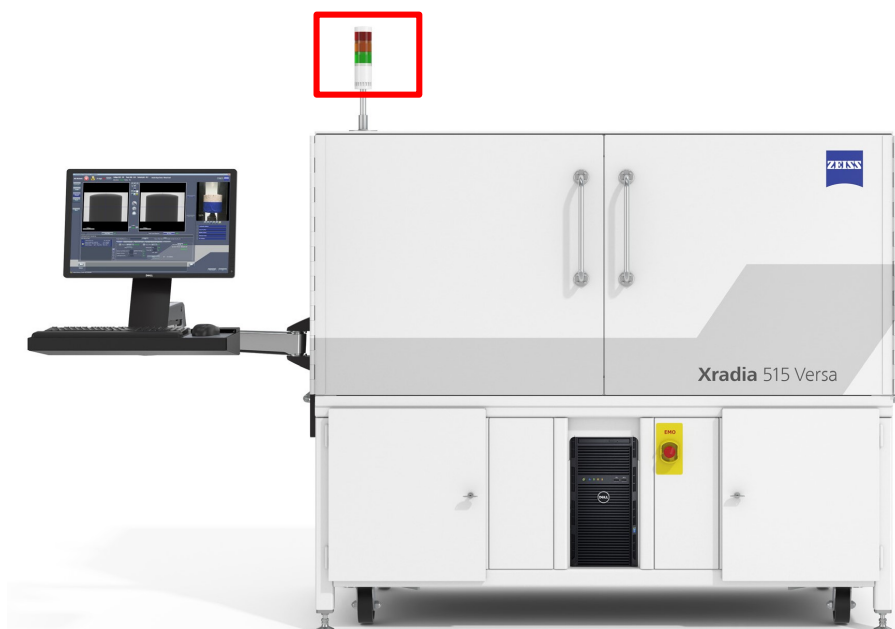


图 10-4 工作指示状态图

建设单位拟按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求在设备正面和 CT 实验室门口设置电离辐射警告标示。CT 实验室门拟张贴电

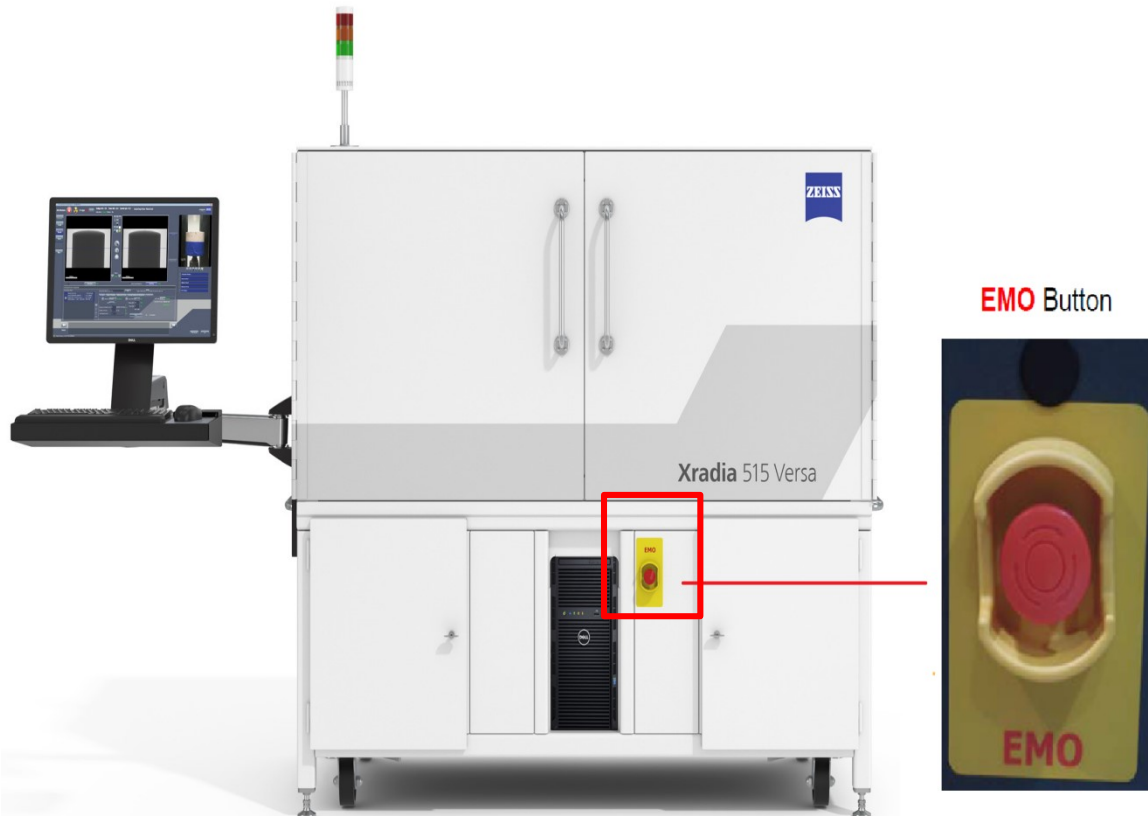
离辐射警示标志见图 10-5。



图 10-5 CT 实验室门拟张贴警示标志图

(4)紧急停机按键

设备上有 2 个紧急停机按键（设备正面防护门下方 1 个、设备背面防护门下方 1 个），当发生紧急情况时，可以按下“急停按钮”，快速断开设备电源。断开电源后，X 射线源系统立即停止工作。顺时针扭转重新“急停按钮”弹出，需重按电源开关，以启动设备。



a) 设备正面防护门下方



b) 设备背面防护门下方

图 10-6 紧急停机按键图

(5)辐射监测设施

建设单位拟为本项目配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪用于本期设备的日常自检；拟在铅门外侧、操作位分别配备 1 台个人剂量报警仪用于对设备固定式场所辐射探测报警，并且定期对仪器进行校准，保证设备检测参数及检测范围可以满足常规检测需要。

建设单位拟定期对 X 射线装置的各个面进行巡测，如有异常将立即切断电源，停止使用该设备。如确定设备的屏蔽质量出现问题，应及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修后的设备的辐射安全性进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。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，当个人剂量报警仪超过设定值报警时，辐射工作人员应立即停止射线出束，同时阻止其他人进入辐射工作区域，立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟为每名辐射工作人员分别配备 1 枚个人剂量计，每个季度送相关检测机构进行个人剂量监测，建立个人剂量健康档案。

(6)通风措施

设备防护铅房内采取左侧自然进风，顶部风扇式机械排风，在进风和出风口均有

铅板防护，气流经导向后，通过顶面中部的排风口排出，最大程度上避免射线泄漏。防护厚度均为 6mm 铅板，从而保证不减弱屏蔽效果。排风口设计见图 10-7。

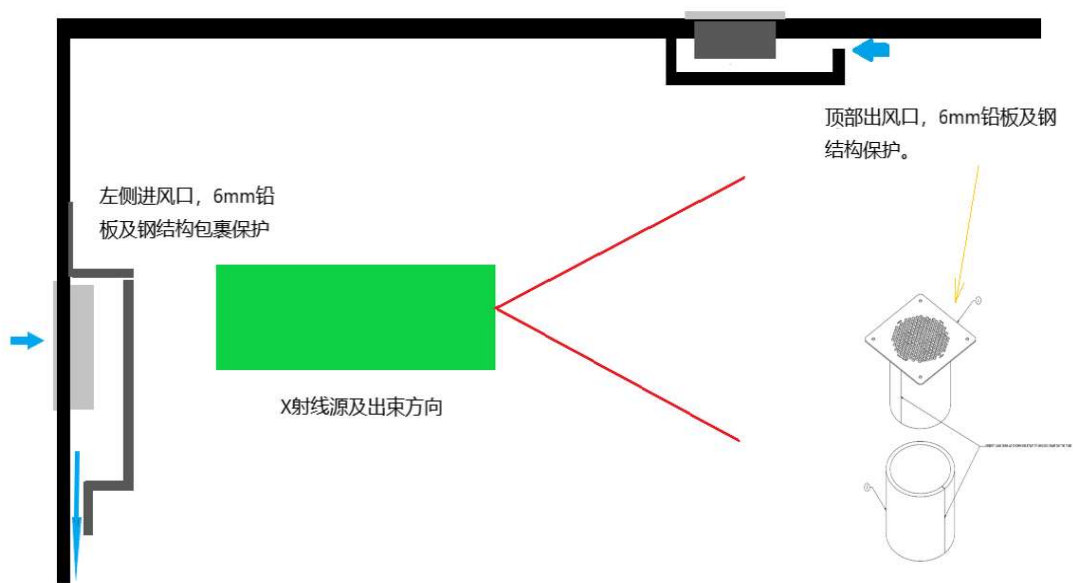


图 10-7 排风口铅防护设计图

设备为自带屏蔽室，设备内部空间较小，人员无需进入屏蔽室内部操作，只有在设备维修期间，维修人员拆卸相关结构后才能进入铅屏蔽室进行维修。为保持工作场所的空气清新，建设单位拟在 CT 检测室安装排风系统，在实验室内部上方离地约 4.5m 处设置 2 个排口扇，排风通过排风管，排至一楼楼外道路，该场所无人员逗留，能够及时通风换气将废气排至室外。由于检测系统是成套进口设备，不改变其屏蔽性能时，建设单位采取室内通风排风的方式，保持室内空气流通，排风走向见图 10-8。

CT 实验室尺寸及通风速率见表 10-2，每小时换气次数大于 3 次，能有效排出设备内部产生的少量臭氧和氮氧化物。

表 10-2 本项目 CT 检测室机械排风效率及通风换气情况

位置	长	宽	高	容积	排风速率	每小时换气次数
CT 实验室	6.5m	5.5m	5.6m	200.2m ³	900m ³ /h	4.0 次

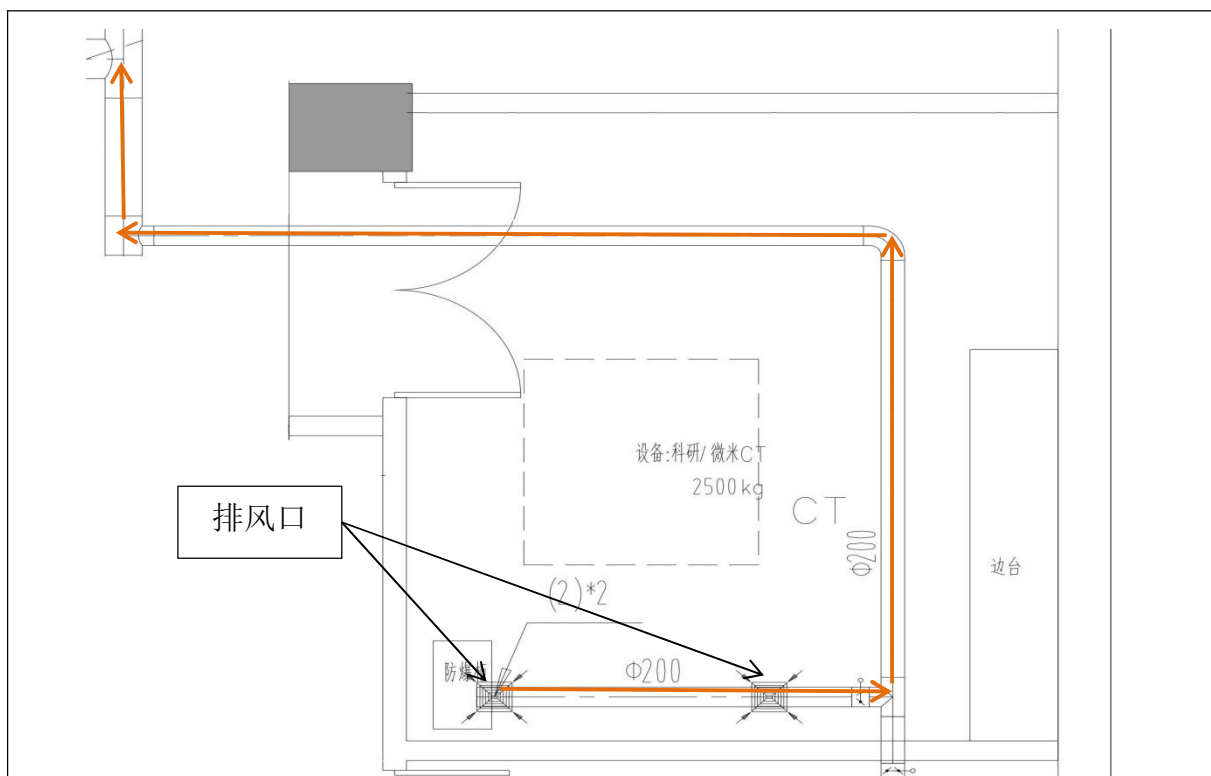


图 10-8 拟设置排风布局图（黄色箭头为排风路径）

10.2 与标准对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对本项目的各项辐射安全与防护措施、安全操作各项实施计划进行分析。各项辐射安全与防护措施对照分析表见表 10-3，安全操作要求及实施计划对照表见表 10-4。

表 10-3 辐射安全与防护措施对照分析表

序号	项目	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的防护安全要求	辐射安全与防护实施计划	评价
1	整体辐射安全	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。	本项目设备自带钢铅结构辐射屏蔽体,屏蔽体由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造,屏蔽性能良好,无需额外加建屏蔽体。设备为设备厂商供应的成套设备,操作位能避开有用线束照射的方向。	满足要求
2	工作场所分区	应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目将设备内部划为控制区,将 CT 实验室内设备外区域划为监督区,禁止无关人员进入 CT 实验室。	满足要求
3	剂量控制要求	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 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。	根据表 11 相关理论计算,本项目关注点的周围剂量当量参考控制水平不大于 100 μ Sv/周,设备各面自带屏蔽体体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。	满足要求
		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 μ Sv/h。		满足要求
4	门机联锁	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。	本项目设备除维修时人员无法进入设备内部(防护门在设备上半部分,长高约为 2.0m $\times$ 0.8m,设置门-机联锁装置,防护门被意外打开时,立刻停止出束。	满足要求
5	声光警示	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	本项目设备为自带屏蔽体设备,在设备左上方安装了一个指示灯,该指示灯与辐射装置联锁,红色灯亮起,代表 X 射线源打开,机箱内存在 X 射线,琥珀色灯亮起,代表检修门关闭,绿色灯亮起,代表 Xradia Versa	满足要求

		位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	的电源打开，指示灯串在安全回路里，如指示灯故障，射线不能启动。	
6	监视装置	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。	设备内部狭小，禁止人员进入设备屏蔽体内，操作人员能在关闭设备装载门时及时发现并令误入人员离开。本项目设备内部有可见光相机用于定位样品、探测器与X射线源，位于载物台后上方，沿机箱后壁放置。	满足要求
7	警示标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	拟在设备正面和CT实验室门上张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	满足要求
8	急停装置	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。	设备上有 2 个紧急停机按键（设备正面防护门下方 1 个、设备背面防护门下方 1 个），当发生紧急情况时，可以按下“急停按钮”，快速断开设备电源。断开电源后，X 射线源系统立即停止工作。顺时针扭转重新“急停按钮”弹出，需重按电源开关，以启动设备。其设置能满足 X 射线检测系统要求。	满足要求
9	通风设置	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。	设备为成套进口，自带通风装置，CT 检测室拟设置排气扇，每小时换气次数约为 4.0 次，能够及时将微量臭氧和氮氧化物排出工作场所。	满足要求
10	辐射探测报警装置	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目设备防护门、操作位处分别设置 1 台个人剂量报警仪用作固定式辐射剂量探测。	满足要求

表 10-4 安全操作要求实施计划对照表

序号	项目	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的安全操作要求	安全操作实施计划	评价
1	作业前准备	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。	设备使用前操作人员应检查设备防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	满足要求

2	监测仪器佩戴	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。	本项目共配备 2 个人剂量报警仪，分别在铅门外侧、操作位各放置 1 台，用于对设备固定式场所辐射探测报警，配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪为 CT 实验室日常监测所用，并为每名辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计。	满足要求
3	辐射监测要求	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。	拟使用配备的便携式 X- γ 剂量率仪定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，当测量值高于参考控制水平时，终止检测工作并向辐射防护负责人报告。	满足要求
4	监测仪器检查	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。	便携式 X- γ 剂量率仪处于正常状态时才操作设备。	满足要求
5	关门确认	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。	本项目工作时人员在门口摆放工件，使用时不能进入在屏蔽柜内，其设置能满足 X 射线检测系统要求。设备自带安全装置设有联锁，设备关闭防护门才能出束。	满足要求

10.3 三废的治理

本项目拟在 CT 实验室内部上方离地约 4.5m 处设置 2 个排口扇,排风通过排风管,排至一楼楼外侧通道,该场所无人员逗留。其中 CT 实验室容积约为 200.2m^3 , 房间最小排风量拟设计为 $800\text{m}^3/\text{h}$, 排风次数为 4.0 次/h, 每小时换气次数大于 3 次, 能有效排出设备内部产生的少量臭氧和氮氧化物。

本项目设备采用计算机信息处理,以图像形式显示,无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本项目只有在使用过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

项目在进行安装、装修过程中会有少量固废、噪声等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、扬尘、施工噪声等。施工单位应按照有关规定对建设期产生的一般环境污染进行防治，如：建筑垃圾分类堆放、及时处理；如需使用噪声较大的工具施工，应尽量选择周末等人员较少的时间短施工，通过以上措施使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，周围无环境敏感点，因此对环境的影响不大。

11.2 运行阶段对环境的影响

X 射线检测系统固定在 CT 实验室中，运行过程中不会产生工业废气、废水和固体废弃物，项目运行噪声小，不考虑声环境等环境影响，项目运行主要对 X 射线环境影响进行分析。

11.2.1 运行时源项参数

根据设备厂家提供的射线装置滤过参数和 X 射线输出量，详见表 11-1 所示。

表 11-1 本项目设备射线管出束源强的参数

设备型号	最大管电压	最大管电流	滤过条件	最大发射角	距靶点 1m 处剂量率	距靶点 1m 处泄漏剂量率
Xradia 515 Versa	160kV	90 μ A	0.2mm Carbon	30°	365mGy/h	≤ 2.5 mSv/h

注：距靶点 1m 处剂量率由 X 射线管距靶点 45cm 处剂量率换算而来。

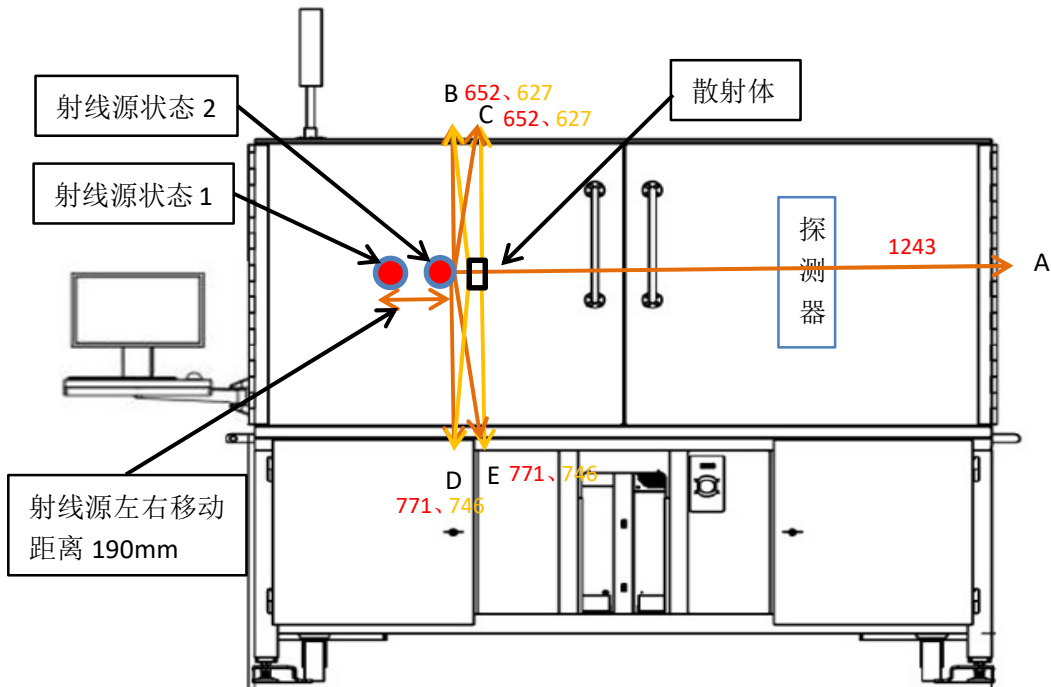
11.2.2 项目周围主要关注点

本项目设备运行对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关公式，估算 X 射线出束时，设备各面屏蔽体外关注点的周围剂量当量率水平。设备有 1 个 X 射线源和 1 个探测板，均可左右移动，不可上下前后移动，图中射线源状态 1 为射线源射线源在负限位时，距离右侧防护铅板（探测器侧）为 1133mm，距离左侧防护铅板为 742mm，状态 2 为在正限位时，距离右

侧防护铅板（探测器侧）为 943mm，距离左侧防护铅板为 932mm。辐射泄露水平分析取辐射影响最大的情况进行分析，其中主射线束方向关注点 A 取到射线源状态 2 时距离最近分析，关注点 F 取到射线源状态 1 时距离最近分析，其余关注点均辐射距离相同，按照射线源状态 2 时分析。

表 11-2 设备关注点计算参数

关注点	设备位置	X 射线出口口至关注点距离 R	散射体位置至关注点距离 R _s	屏蔽厚度（铅板）	射线类型
A	右侧屏蔽体外 30cm	1243mm	-	9mm	主射线束
B	顶部屏蔽体外 30cm	652mm	627mm	6mm	泄漏及散射线
C	顶部屏蔽体外 30cm	652mm	627mm	6mm	泄漏及散射线
D	底部屏蔽体外 30cm	771mm	746mm	6mm	泄漏及散射线
E	底部屏蔽体外 30cm	771mm	746mm	6mm	泄漏及散射线
F	左侧屏蔽体外 30cm	1042mm	1052mm	6mm	泄漏及散射线
G	前侧及铅门屏蔽体外 30cm	622mm	597mm	6mm	泄漏及散射线
H	前侧及铅门屏蔽体外 30cm	622mm	597mm	6mm	泄漏及散射线
I	后侧及铅门屏蔽体外 30cm	938mm	913mm	6mm	泄漏及散射线
J	后侧及铅门屏蔽体外 30cm	938mm	913mm	6mm	泄漏及散射线
K	操作位	1500mm	1475mm	6mm	泄漏及散射线



注：1、R 距离取值见图 11-1~11-2 中，主射线束或泄漏线束见红色部分线段和数字。

2、 R_s 距离取值见图 11-1~11-2 中，散射线束见橙色部分线段和数字，被检测工件（散射体）规格约为 $5\text{cm}\times 3\text{cm}\times 0.5\text{cm}$ ，散射距离考虑摆放的散射体表面可能至设备屏蔽体的最小距离的方式。

3、图中长度单位为 mm。

图 11-1 设备正视图平面关注点及对应屏蔽厚度(单位：mm)

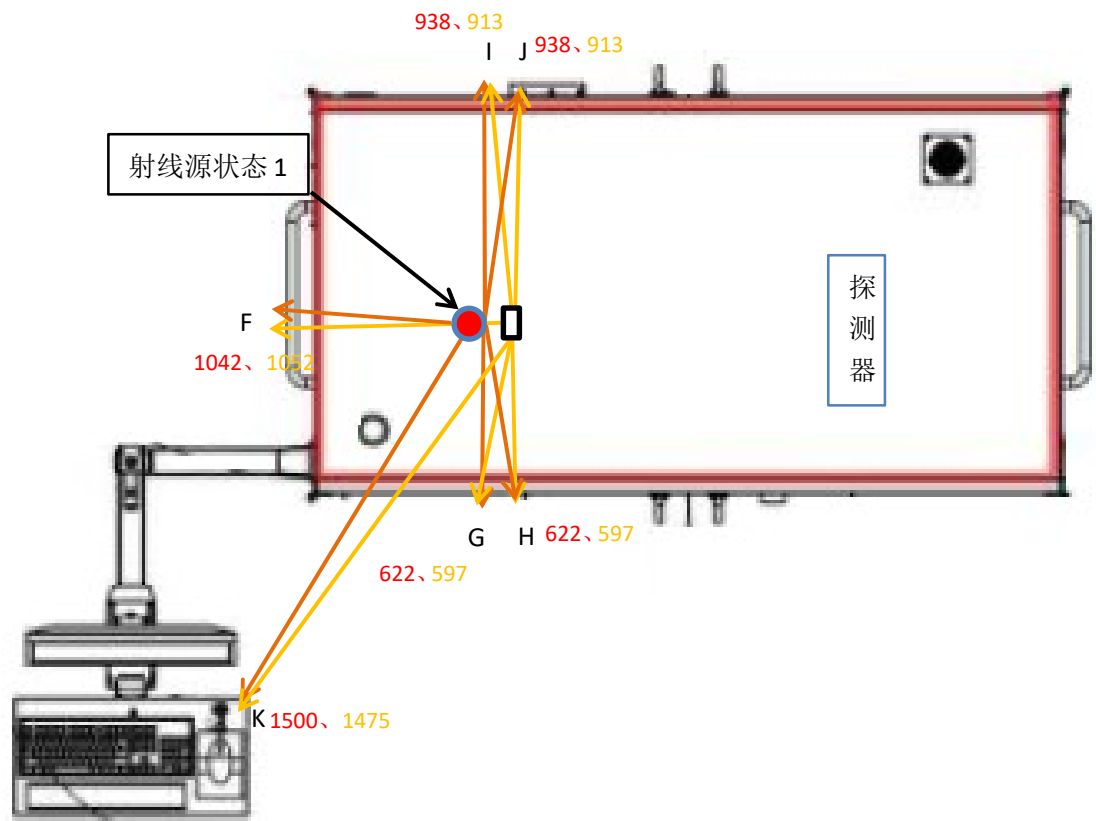


图 11-2 设备俯视图平面关注点及对应屏蔽厚度(单位：mm)

11.2.3 辐射屏蔽剂量参考控制水平

参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 6.1.3 款和 6.1.4 款，设备屏蔽体外表面的辐射屏蔽剂量率参考控制水平应同时满足：

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 100μSv/h。由本项目拟建位置上方人员可达，故上方周围剂量当量率参考控制水平取不大于 2.5μSv/h。

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)3.1.1 款给出的 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.d}$ 计算公式：

$$\dot{H}_{c.d}=H_c/(t \cdot U \cdot T) \qquad (11-1)$$

式中: H_c --周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周(μSv/周)；

t--装置周照射时间，单位为小时每周(h/周)；

U--装置向关注点照射的使用因子，本项目设备不同球管的使用因子均取 1 保守估算；

T--人员在关注点驻留的居留因子。

根据各关注点所在环境性质，利用公式计算导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.d}$ ，确定关注点最终的周围剂量当量率控制水平，其中，设备屏蔽体外部上方、下方、四周均位于 CT 实验室内，CT 实验室下方无建筑，设备屏蔽体上表面距 CT 实验室顶部高度为 3.6m，CT 实验室顶部上方为水冷房、高低温房和过道。CT 实验室专用于辐射工作人员对产品进行 X 射线检测，公众无授权一般不允许进入该专用 CT 实验室，因此实际实验室内主要为职业工作人员活动区，综合得出本项目关注点的辐射屏蔽剂量参考控制水平见表 11-3。

表 11-3 本项目关注点的辐射屏蔽剂量参考控制水平

关注点	H_c (μSv/周)	t(h/周)	U	T	导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c.d}$ (μSv/h)	$\dot{H}_{c.max}$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ (μSv/h)
A	100	20	1	1/4	20	2.50	2.50
B	100		1	1/16	80	2.50	2.50
C	100		1	1/16	80	2.50	2.50
D	100		1	-	-	2.50	2.50
E	100		1	-	-	2.50	2.50
F	100		1	1/4	20	2.50	2.50
G	100		1	1	5.0	2.50	2.50
H	100		1	1	5.0	2.50	2.50
I	100		1	1/4	20	2.50	2.50

J	100		1	1/4	20	2.50	2.50
K	100		1	1	5.0	2.50	2.50

11.2.4 辐射剂量率水平分析

参考标准 GBZ/T 250-2014，主射线束在关注点的剂量率按公式：

$$H_1 = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (11-2)$$

初级射线的透射因子 B 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 图 B.1，有用线束方向关注点的剂量率按公式 (11-2) 计算。

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式 (11-3) 计算：

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

漏射线在关注点的剂量率按公式 (11-4) 计算：

$$H_2 = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (11-4)$$

90°散射线在关注点的辐射剂量率按公式 (11-5) 计算：

$$H_3 = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-5)$$

对于非主射面外关注点的辐射剂量率，其值由散射线和漏射线的贡献值相加。

式中：

I: X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 mA；

H₀: 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 μSv·m²/(mA·h)；

B: 屏蔽透射因子；

R: 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

R_s: 散射体至关注点的距离，单位为 m；

X: 屏蔽物质厚度，单位为 mm；

TVL: 屏蔽物质的什值层，单位为 mm；

H_L: 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h；

F: R₀ 处的辐射野面积，单位为 m²；经与设备厂家核实本项目设备圆锥束中心轴和圆锥边界夹角最大为 30°，本项目保守取 30°，R₀ 取 0.01m，F=π (0.01×tan15°)²=2.3E-5 (m²)；

a: 散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 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；参照 GBZ/T250-2014 中附录 B4.1：以水的 α 值保守取 150kV 的 α_w 值 (α_w=1.9E-3)，则 α 可保守的取为：α=α_w×10000/400=0.0475；

R_0 : 辐射源点至工件的距离, 单位为 m。

本项目参考标准 JJG 393-2003, 160kV 的 X 射线 $S_v \cdot Gy^{-1}$ 换算因子参考 150kV 取 1.58。

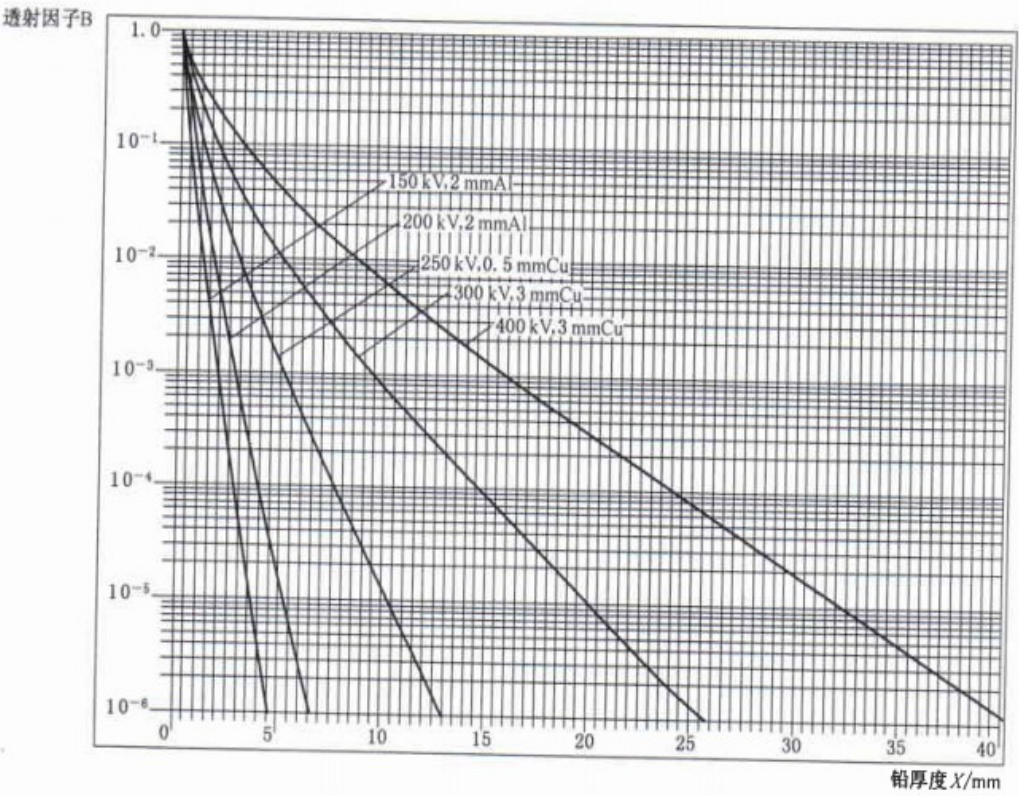


图 B.1 X 射线穿过铅的透射

图 11-3 X 射线穿过铅的透射因子

表 B.2 X 射线束在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度

X 射线管电压 kV	半值层厚度 HVL		什值层厚度 TVL	
	mm		mm	
	铅	混凝土	铅	混凝土
150	0.29	22	0.96	70
200	0.42	26	1.4	86
250	0.86	28	2.9	90
300	1.7	30	5.7	100
400	2.5	30	8.2	100

注 1: HVL 和 TVL 均为 X 射线经强衰减后的值。
注 2: 表中值取自 ICRP33, 铅的密度为 11.3 t/m³, 混凝土的密度为 2.35 t/m³。

图 11-4 X 射线束在铅和混凝土中的半值层和什值层厚度

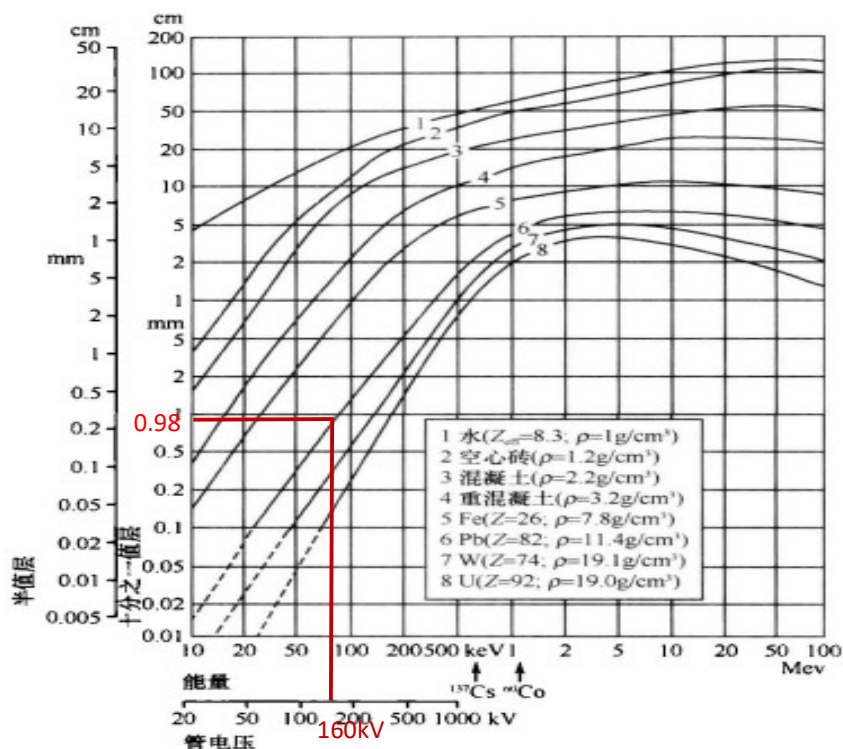


图 6.4 屏蔽材料的平均半值层和十分之一值层

资料来源: Bernard Shleien et al. 1998. Handbook of Health Physics and Radiological Health. 3rd ed

图 11-5 X 射线束在铅和混凝土中的半值层和什值层厚度（参考资料）

报告参照 GBZ/T 250-2014 中方法进行分析，相关计算如下：

①有用线束

给定屏蔽物质厚度 X ，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录 B.1 “图 B.1 X 射线穿过铅的透射”的曲线（见图 11-3）未给出 0.2mm Carbon 的透射因子曲线和附录 B.2 “表 3 X 射线束在铅和混凝土种的半值层厚度和什值层厚度”的参数（见图 11-4）未给出 160kV 条件下铅的什值层数据，本项目参考《辐射安全手册》图 6.4 中相应的屏蔽物质的什值层数据（见图 11-5），结合图 11-4、图 11-5，保守取管电压 160kV 时铅的什值层约为 0.98mm，根据公式（11-3）算出屏蔽透射因子 B ，有用线束方向关注点的剂量率按公式（11-2）计算。

有用线束方向关注点的剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-4 有用线束方向关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	H ₀ (mGy/h)	X(mmPb)	TVL(mm)	B 铅	R(m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
A	365	9	0.98	6.55E-10	1.243	2.45E-04

②泄漏辐射

给定屏蔽物质厚度 X，结合图 11-4、图 11-5，保守取管电压 160kV 时铅的半值层约为 0.98mm，根据公式（11-3）算出屏蔽透射因子 B，关注点泄漏辐射的剂量率按公式（11-4）计算，计算结果见表 11-5。

表 11-5 其余关注点泄漏辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	H _L (μSv/h)	X(mmPb)	TVL(mm)	B 铅	R(m)	H ₂ (μSv/h)
B	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.652	4.44E-03
C	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.652	4.44E-03
D	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.771	3.17E-03
E	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.771	3.17E-03
F	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	1.042	1.74E-03
G	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.622	4.87E-03
H	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.622	4.87E-03
I	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.938	2.14E-03
J	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	0.938	2.14E-03
K	2.50E+03	6	0.98	7.54E-07	1.500	8.38E-04

③散射辐射

给定屏蔽物质厚度 X，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录 B 3 “表 3 X 射线束在铅和混凝土种的半值层厚度和半值层厚度”的参数（见图 11-3）。

参照标准 GBZ/T250-2014 “第 4.2.3 款 表 2 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值”：150≤kV≤200 的 X 射线经 90° 散射辐射最高能量取 150kV，本项目设备最大管电压 160kV 的 X 射线经 90° 散射辐射最高能量取 150kV。参照标准 GBZ/T250-2014 中“表 B.2 X 射线束在铅和混凝土中的半值层和半值层厚度”数据（见图 11-3），150kV X 射线管电压的半值层厚度为 0.96mm。

关注点的散射辐射剂量率按公式（11-5）计算，计算结果见表 11-6。

表 11-6 关注点散射辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	H ₀ (mGy/h)	X/mmPb	TVL/mm	B	F/m ²	α	R ₀ /m	R _s /m	H ₃ (μSv/h)
B	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.627	9.01E-03

C	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.627	9.01E-03
D	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.746	6.37E-03
E	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.746	6.37E-03
F	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	1.052	3.20E-03
G	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.597	9.94E-03
H	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.597	9.94E-03
I	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.913	4.25E-03
J	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	0.913	4.25E-03
K	365	6	0.96	4.64E-09	2.3E-5	0.0475	0.01	1.475	1.63E-03

各关注点综合有用线束、泄漏辐射和散射辐射叠加影响结果见表 11-7。

表 11-7 关注点泄漏辐射+散射辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	射线类型	H ₁ (μSv/h)	H ₂ (μSv/h)	H ₃ (μSv/h)	综合 H (μSv/h)
A	有用线束	2.45E-04	/	/	2.45E-04
B	泄漏及散射线束	/	4.44E-03	9.01E-03	1.34E-02
C	泄漏及散射线束	/	4.44E-03	9.01E-03	1.34E-02
D	泄漏及散射线束	/	3.17E-03	6.37E-03	9.54E-03
E	泄漏及散射线束	/	3.17E-03	6.37E-03	9.54E-03
F	泄漏及散射线束	/	1.74E-03	3.20E-03	4.94E-03
G	泄漏及散射线束	/	4.87E-03	9.94E-03	1.48E-02
H	泄漏及散射线束	/	4.87E-03	9.94E-03	1.48E-02
I	泄漏及散射线束	/	2.14E-03	4.25E-03	6.39E-03
J	泄漏及散射线束	/	2.14E-03	4.25E-03	6.39E-03
K	泄漏及散射线束	/	8.38E-04	1.63E-03	2.47E-03

综上所述，本项目 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜的各面屏蔽结构能满足设备在满功率负荷运行情况下，最高为设备正面的预测值 1.48E-02μSv/h，对设备外表面 30cm 处的关注点控制水平均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对辐射屏蔽剂量率的参考控制水平应不大于 2.5μSv/h 的要求，同时，本项目关注点最终的周围剂量当量率控制水平均低于表 11-3 中确定的周围剂量当量率参考控制水平，即对于放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周。

11.2.5 年有效剂量分析

按照下式对工作人员及公众的年受照剂量进行估算。

$$H_E = D_r \times t \times T \times 1 \times 10^{-3} \quad (11-5)$$

式中：

H_E —X- γ 射线外照射人均年剂量，mSv；

D_r —X- γ 射线剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —X- γ 照射时间，h；

T —居留因子。

(1) 设备运行对辐射工作人员年有效剂量分析

本项目设备操作人员的岗位相对固定，拟定设置 2 名专职辐射工作人员固定操作 1 台设备，本项目共配备 2 人，操作人员每年操作该设备出束时间不超过 1333.3h，辐射工作人员居留因子取 1，根据表 11-7，操作位取 $2.47\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ ，则操作人员年有效剂量估算如下：

$$(2.47\text{E-}03\mu\text{Sv/h} \times 1333.3\text{h} \times 1) \times 10^{-3} = 3.29\text{E-}03\text{mSv}$$

综上所述，本项目辐射工作人员年有效剂量低于 5mSv 的剂量约束值。

(2) 本项目设备的 50m 范围内其他公众年有效剂量分析

根据建设单位提供的工作计划，结合表 11-7 的理论计算，本项目人员剂量预测结果见表 11-8。

表 11-8 机房外公众照射有效剂量估算

序号	方位	环境保护目标场所	环境保护目标至辐射源距离(m)	关注点至辐射源距离(m)	关注点剂量率预测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	总时间(h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)
1	东侧	楼外道路和草地	3+1.042-0.3	1.042	4.94E-03	1333.3	1/8	6.38E-05
2	南侧	UPS 电源间	2+0.938-0.3	0.938	6.39E-03	1333.3	1/2	5.39E-04
3		楼梯间	4+0.938-0.3	0.938	6.39E-03	1333.3	1/8	4.36E-05
4		一楼前台大堂	27+0.938-0.3	0.938	6.39E-03	1333.3	1	9.82E-06
5		楼外广场	38+0.938-0.3	0.938	6.39E-03	1333.3	1/8	6.28E-07
6	西侧	光谱房	1.3+1.243-0.3	1.243	2.45E-04	1333.3	1	1.00E-04
7		过道	2+1.243-0.3	1.243	2.45E-04	1333.3	1/2	2.91E-05
8		楼梯间、停车场	18+1.243-0.3	1.243	2.45E-04	1333.3	1/8	1.75E-07
9	北侧	过道	4+0.622-0.3	0.622	1.48E-02	1333.3	1/2	2.05E-04

10		核磁、电镜室	6+0.622-0.3	0.622	1.48E-02	1333.3	1	1.91E-04
11		楼外道路	15+0.622-0.3	0.622	1.48E-02	1333.3	1/8	4.07E-06
12	上方	水冷房、高低温房、过道	3.9+0.652-0.3	0.652	1.34E-02	1333.3	1/2	2.11E-04

根据预测结果可看出，辐射工作人员年有效剂量最大为 3.29E-03mSv，低于本评价项目确定的辐射工作人员的年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）；公众的年照射有效剂量不超过 5.39E-04mSv，低于本评价项目确定的公众的年照射剂量约束值（不超过 0.25mSv/a）。

由此可见，该 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜正常运行时，对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响均能满足相关标准要求。

11.2.6 相关污染物分析

本项目涉及的成像为 PC 处理实时成像，无显影液定影液等废液产生。

11.3 事故影响分析

11.3.1 本评价项目可能发生的辐射事故及影响

情景一：由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。

情景二：设备维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳（维修孔），X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。

情景三：设备维修过程中，未切断电源且导致 X 射线管控制异常持续出束，维修人员在未知情的情况下，误入或逗留设备屏蔽体内部，受到过量照射。

考虑到本项目 X 射线检测系统，因此假设出现以上典型的事故工况，人员近距离主要可能受到直接照射影响。距离辐射源点（靶点）1 米处的最大辐射剂量率为 365mGy/h，受照人员到辐射点的距离为 1.5m，假设人员在发现被照射后到紧急关停射线装置时间是 30s，则事故工况人员受照如下：

$$365\text{mGy/h} \times 1.58 \times 30\text{s} \div 1.5^2\text{m}^2 = 2.16\text{mSv}$$

如果出现照射辐射事故工况，受到更长时间的照射，辐射工作人员的年照射可能会超过 5mSv 剂量约束值。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 449 号)，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、

较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，具体见表 11-10。

表 11-10 辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据辐射事故分级要求，对于本项目 X 射线检测系统最大概率可能发生的辐射事故是误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射为一般辐射事故。

11.3.2 事故预防措施

该项目发生事故的风险主要在于公司的辐射安全管理，建设单位通过制定完善的管理制度、操作规程，并严格遵守，可最大程度避免发生辐射事故。针对上述可能发生的辐射事故，建设单位将采取辐射事故预防措施，防患于未然，预防措施主要包括：

(1) 建设单位辐射安全与防护工作小组定期对设备、安全联锁、急停按钮装置等进行检修和维护，保证设备防护设施的可靠性，每年委托检测机构对设备周围辐射水平进行检测，发现异常，及时停工检修。

(2) 射线装置出现异常情况时，操作人员应立即停机并向辐射安全与防护工作小组报告，由厂家派专业的维修人员进行维修，维修任务至少有 2 人承担，避免 1 个人操作失误导致误照射。维修过程要在确保设备断电的情况下进行。如需开机调试，必须使用个人剂量报警仪随时监测周围剂量当量率水平，做好个人防护。

(3) 若发生误照射等辐射事故，现场人员应立即切断电源，并报告辐射安全与防护工作小组负责人，启动应急预案，按照应急预案的程序进行后续处理。发生人

员受到过量照射的情况时，应立即将该人员送往职业病防治院进行医治，待事故处理结束后，应立即对本项目造成的辐射影响进行评估，吸取辐射事故的经验教训，以便在制度、人员培训、辐射安全管理方面进一步进行改善，避免类似辐射事故再次发生。

11.3.3 事故应急措施

一旦发生辐射事故，建设单位辐射工作人员立即切断 X 射线检测系统的电源开关，关停射线装置的出束。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。

综上分析，建设单位发生辐射事故后的处理措施已明确应急组织职责，制定了应急响应措施和保障措施，处理措施有效，处理步骤合理可行。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，使用I、II、III类放射源的单位，使用I类、II类射线装置的，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。

建设单位成立了辐射防护小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护小组成员如下：

- 组 长：李义涛
- 副组长：钟国彬、罗运松
- 成 员：王超、何诗鹏、石泉、吴思远、裴大婷、麦锱旺

建设单位制定了《广东新型储能国家研究院有限公司辐射安全防护管理制度》（附件 7），制度中明确了辐射安全管理小组成员，以及成员职责和各相关责任人职责。辐射安全防护管理领导小组的主要任务是确保本项目射线装置的安全使用，避免或减少辐射事故的发生，可满足评价项目的管理要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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。

为了保障放射性同位素和射线装置的使用安全，建设单位已建立了《广东新型储能国家研究院有限公司辐射安全防护管理制度》，内容包括岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、操作规程、设备检修维护制度、人员培训、监测方案等相关辐射安全管理制度。

建设单位已经制定了健全的制度，明确了建设单位开展核技术利用项目的管理组织及其相关职责，按拟要求配置并合理使用辐射监测仪器，辐射工作人员严格执

行辐射安全培训和个人剂量监测的制度等。

12.3 辐射工作人员的培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年）第三章——人员安全和防护，使用射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，建设单位承诺，项目正式开展前 2 名辐射工作人员将按要求参加相关辐射安全培训，并通过考核，保证本项目辐射工作人员持证上岗。

12.4 其他辐射安全措施

- ①建设单位定期对设备外辐射剂量率进行监测，如发现异常，及时采取相应措施；
- ②项目运行后建设单位每年编写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。

12.5 辐射监测

（1）环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。建设单位在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中第十二条规定，除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。本次项目验收期限一般不超过 3 个月。

根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326—2023）

进行本项目核技术利用建设项目竣工环境保护设施验收的验收工作程序、验收自查、验收监测、验收监测报告编制和后续工作等要求。

建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。

本项目在环评审批通过并建设完成后，需进行验收。建设单位须按照国务院生态环境主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，本项目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。

检测方法：

本项目的监测因子：周围剂量当量率，参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的规定和本报告表 11-4，本项目 X 射线无损检测装置屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

检测布点要求及位置：

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，射线装置的放射防护检测应在额定工作条件下，主屏蔽应在没有工件时进行，副屏蔽应在有工件时进行，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。定点位置应包括：

- a)通过巡测，发现辐射水平异常高的位置；
- b)防护门外 30cm 处，上、下、左、中、右侧各 1 个点；
- c)屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；
- d)正上方离地面高 1m 处；
- e)操作位；
- f)人员经常活动的位置；
- g)本次环评确定的关注点、现场检测点位。

检测异常处理：

一旦发现辐射水平超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。

(2) 日常自行监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位，需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，建设单位拟为本项目配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪专用的辐射监测设备，用于辐射工作场所日常监测。

常规监测点位根据 GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》确定：监测点位与竣工环保验收检测点位一致，确定满足各相应点位的辐射剂量率控制水平。

根据监测标准 GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》和表 11-4 确定屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。如超过限值，应查找原因，并进行整改，保证剂量率水平满足标准要求。建设单位至少每个季度进行一次监测，为进一步做好辐射监测工作，还应将每次自行监测结果记录存档备查。

（3）年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。其中对于本评价项目辐射工作场所的监测，监测方法参照验收监测布点。

（4）辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令第 55 号）要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。建设单位应为辐射工作人员配置 TLD 个人剂量计和个人剂量报警仪上岗，TLD 个人剂量计拟每季度送

检，并建立个人剂量档案，终身保存。

评价项目投入运行后，建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计，也应为辐射管理小组人员配备个人剂量计。

（5）本项目辐射监测计划

针对本项目运行后的监测，建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查，监测计划见表 12-2。

表 12-2 本项目监测计划一览表

监测类别	监测因子	监测频率	监测设备	监测范围	剂量控制水平	超标后处理方案	监测方法
年度监测	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行记录检定	屏蔽室墙体（人员可达处）表面 30cm，周围场所	各屏蔽体外剂量率控制水平按照表 11-3 控制	及时查找原因进行整改直至监测复核要求	GBZ 117-2022
日常监测		1 次/季度	建设单位拟配备的便携式 X- γ 剂量率仪				
验收监测		安装调试正常后	按照国家规定进行剂量检定				
个人剂量监测	个人剂量当量	1 次/季度	个人剂量计，委托有资质单位监测	所有辐射关注人员	单季度不超过 1.25mSv	调查原因，规范管理	GBZ128-2019

12.6 辐射事故应急

为有效处理可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位已经制定了《广东新型储能国家研究院有限公司辐射事故应急预案》（见附件 7），评价项目将继续沿用现有辐射事故应急预案并进一步完善相关内容。

建设单位针对该项目已成立了辐射事件应急处理机构，明确各相关责任人及其职责，明确相关应急程序及应急部门的联系电话。

辐射事件应急处理领导小组将承担应急救援工作，其主要职责是定期对辐射工作场所、设备和人员的辐射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患时及时上报单位领导并落实整改；事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理；

负责向生态环境行政部门及时报告事故情况；负责制定辐射事故应急处理具体方案并组织实施；当辐射事故中出现人员受照情况时，估算受照人员的受照剂量；负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延等工作。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 工程项目概况

为满足业务发展需要，支持公司产品科研检测的要求，广东新型储能国家研究院有限公司拟在国家储能大厦电化学储能研究所负二层设置 1 间 CT 实验室，拟在 CT 实验室内使用 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜（160kV、90 μ A），主要用于研究电池电极极片、软包电池等的孔隙结构和化学组成，设备带有自屏蔽措施，属 II 类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

本项目拟采取的各项辐射防护措施和设施均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等标准对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求，能够满足评价项目的正常使用。

13.1.3 环境影响结论分析结论

根据理论分析，本评价项目正常运行时对环境的影响可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。通过对辐射工作人员和公众的受照剂量分析，可知辐射工作人员和公众的受照剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）而设定的本项目的约束值：工作人员的年平均有效剂量不超过 5mSv，公众的年有效剂量不超过 0.25mSv。

13.1.4 辐射安全管理分析结论

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，并明确管理机构各成员的分工职能。建设单位已制定相应的操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案和辐射事故应急预案等辐射安全管理制度，将落实执行。建设单位应根据本次核技术利用项目的开展情况和新的管理要求发布情况，不断完对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在后续实际工作中严格执行。在本项目的辐射工作人员确定后，建设单位应及时落实辐射工作人员的培训，保证所有辐射工作人员均参加考核、通过考核后上岗，辐射工作人员按要求正确佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送检。

综上所述，建设单位制定的管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理可满足本

项目辐射安全管理的要求。

13.1.5 可行性分析结论

（1）可行性分析

本项目在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，所投产的 X 射线检测系统可辅助建设单位产品的检查和改进，有助于企业进一步提高产品质量和经济效益，所造成的辐射影响轻微、可控，在运行时严格落实管理和监测计划，使本项目实践符合辐射实践的正当性、辐射防护的最优化、个人剂量的防护标准要求，则该项目从辐射环保角度来说说是可行的。

（2）产业政策符合性分析

本项目将核和辐射技术用于工业领域，属高新技术。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目属于“十四、机械”中的“1、科学仪器和工业仪表：科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等检测设备”，故本项目属鼓励类，符合国家产业发展政策。

（3）代价利益分析

本项目 X 射线检测系统主要用于 X 射线研究电池电极材料的孔隙结构和化学组成，能够提高检测效率和提升产品质量，为社会经济快速发展作出贡献。本项目的 X 射线检测系统在使用过程中产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程中采取了必要的防护措施，对周围环境的影响代价小于创造的社会价值，满足辐射防护实践正当性原则。

本项目建设单位用于 X 射线研究电池电极材料的孔隙结构和化学组成，有助于企业进一步提高产品研发、品质和经济效益，通过采取有效的屏蔽措施和安全管理措施后，对周围环境、工作人员、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，项目建设带来的经济和社会效益大于其产生的辐射影响和采取辐射安全防护措施所付出的代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射项目的“实践正当性”要求。

综上所述，本评价项目建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行

设计，建设过程严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求时，并且完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本评价项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该评价项目是可行的。

13.2.建议和承诺

根据对评价项目的设计方案、建设单位拟采取的各项环境保护和辐射防护措施的分析，本报告对其提出以下需要落实或进一步完善的意见：

（1）本项目竣工后，建设单位在三个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入运营；未经验收或验收不合格的，不得投入使用。

（2）落实辐射措施设施，并在项目投入运营后定期检查安全措施，保证安全措施能正常运作。

（3）落实辐射工作人员参加相关培训，保证辐射工作人员持证上岗，并佩戴个人剂量计上岗，定期送检，建立个人计量档案。

（4）每年1月31日之前应向发证机关上报本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见		
公章		
经办人	年	月 日

审批意见		
公章		
经办人	年	月 日

附件 1 项目委托书

环境影响评价委托书

广东智环创新环境科技有限公司：

我司（广东新型储能国家研究院有限公司）拟计划在国家储能大厦电化学储能研究所负二层设置 1 间 CT 实验室，拟在 CT 实验室内使用 1 台 Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜（最大管电压 160kV，最大管电流 90 μ A，额定功率 10W），主要用于研究电池电极极片、软包电池等的孔隙结构和化学组成，设备带有自屏蔽措施，属 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》等的有关规定，现委托贵单位承接核技术利用项目环境影响评价工作，并按相关规定编制环境影响报告表，完成后提交我单位，并送报有关生态环境行政主管部门，办理核技术利用建设项目的环境影响评价审批手续。

广东新型储能国家研究院有限公司
2024 年 10 月 22 日



附件 2 营业执照

编号: S1212023010836

统一社会信用代码

91440112MACFHGQ47X



营业执照

扫描二维码或
“国家企业信用信息公示系统”
了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名称 广东新型储能国家研究院有限公司

类型 其他有限责任公司

法定代表人 姜海龙

经营范围 科技推广和应用服务业（具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询，网址：<http://www.gsxt.gov.cn>）。依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

注册资本 贰亿元（人民币）

成立日期 2023年04月13日

住所 广州市白云区云城街萧岗荔园南路15号701室



登记机关

2023年08月23日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

国家市场监督管理总局监制

广东省生态环境厅

粤环穗审〔2024〕121号

广东省生态环境厅关于广东新型储能国家 研究院有限公司使用工业CT建设项目 环境影响报告表的批复

广东新型储能国家研究院有限公司：

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号为XH24EA066）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位注册地址为广州市白云区云城街萧岗荔园南路15号701室，本次核技术利用建设项目位于广州市番禺区启业路10号4栋一楼CT室，拟在CT室内安装使用1台YXLON FF35型工业CT（最大管电压为225kV、管电流为3mA，属于

— 1 —

II类射线装置),用于电池产品的科研应用和无损检测。

二、广州市环境技术中心组织专家对报告表进行了技术评审,出具的评估意见认为,报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容,以及提出的辐射安全防护措施合理可行,环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任,确保辐射工作人员有效剂量约束值低于5毫希沃特/年,公众有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后,你单位应按规定的程序申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局番禺分局负责。



公开方式:主动公开

抄送:广州市生态环境局(固辐处、番禺分局),广州市环境技术中心,广州星环科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2024年12月16日印发

附件 4 设备源项参数

设备源项参数说明

经设备厂家确认，Xradia 515 Versa 型 X 射线显微镜的源项参数如下：

设备型号	最大管电压	最大管电流	滤过条件	最大发射角	距靶点 45cm 处剂量率	距靶点 1m 处泄漏剂量率
Xradia 515 Versa	160kV	90 μ A	0.2mm Carbon	30°	1800mGy/h	≤ 2.5 mSv/h

- 1) X 射线管距靶点 45cm 处剂量率的典型值；
- 2) 设备最高空间分辨率为 0.5 μ m，有效焦点为 1~5 微米；
- 3) 设备额定功率为 10W。

广东新型储能国家研究院有限

公司 2024 年 10 月



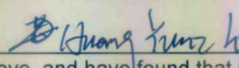
附件 5 设备出厂检测报告

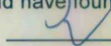


X-ray Survey Report Micro/Versa Enclosures

Summary Page

Survey Performed By:	
Date:	11.30
System Model:	Versa 5L
System Serial #:	2729 0720
X-ray Source Type:	NT100
X-ray Source Serial #:	NT2806
PS / Controller Serial #:	HVS2028423
Max Voltage (kV):	160 kV
Max Power (W):	10 W
Aperture:	
X-ray Meter Model:	Danger - ZxP
Meter Serial #:	X204808-09598
Meter Cal Expiration Date:	2024. 8.1
Background (mR/hr):	0.01

I,  certified that I have carried out the x-ray survey on the x-ray system noted above, and have found that it (check one)

PASSED  FAILED _____

Furthermore, I attest that the survey was conducted over the entire surface of the enclosure and all baffles, and that readings documented on the following pages are only a representative sample of that survey.

Signature  Date 11.30

Notes:

Reference Information

Procedure, X-ray Survey Procedure for Micro/Versa Enclosures, G001596

Radiation exposure rate is measured in mR/hr. For conversion, 1 mR = 0.01 mSV.

G001123 Rev E

Page 1 of 3

X-ray Survey Report Micro/Versa Enclosures



Survey Performed By:	<i>[Signature]</i>
Survey Date:	1/30
System Model:	VERSA 515
System Serial #:	0720
Source Position 1:	As far from scatter block as possible

Reference Document: X-ray Survey Procedure Micro/Versa Enclosures (G001596)

Step 1: Safety Check: Verify that all baffles, finger guards, and cover plates are installed and secured

Step 2: Meter Functionality Test

- Check the battery, place the meter inside the enclosure
- Close the doors, and bring the x-ray source up to full power
- Listen carefully for the extreme increase in number of ticks from the meter

Step 3: Conduct the survey

- Record the background radiation on the Summary Page
- Place a 1" dia. x 3" tall Al scatter block in beam line
- Remove source aperture (for PM, leave aperture installed)
- Move source to maximum negative position (as far from the block as possible)
- Move detector to maximum positive position (as far from block as possible)

Signature (above steps were conducted): *[Signature]*

Date: 1/30

Item	Survey Location	ZEISS Action Level > 0.05 mR/hr	Highest Reading mR/hr	Pass	Fail	Comment
FRONT						
1	Door gap top half, where doors come together		0.008	✓		
2	Door gap bottom half, where doors come together		0.01	✓		
3	Left door hinge, top half		0.012	✓		
4	Left door hinge, bottom half		0.013	✓		
5	Right door hinge, top half		0.012	✓		
6	Right door hinge, bottom half		0.022	✓		
7	Left door handle		0.002	✓		
8	Right door handle		0.001	✓		
9	Right door along the top		0.012	✓		
10	Left door along the top		0.017	✓		
11	Left door along the bottom		0.024	✓		
12	Right door along the bottom		0.02	✓		
13	Left door front		0.023	✓		
14	Right door front		0.018	✓		
REAR						
15	Door gap top half, where doors come together		0.023	✓		
16	Door gap bottom half, where doors come together		0.02	✓		
17	Left door hinge, top half		0.02	✓		
18	Left door hinge, bottom half		0.02	✓		
19	Right door hinge, top half		0.011	✓		
20	Right door hinge, bottom half		0.049	✓		
21	Left door handle		0.002	✓		
22	Right door handle		0.002	✓		
23	Right door along the top		0.02	✓		
24	Left door along the top		0.026	✓		
25	Left door along the bottom		0.027	✓		
26	Right door along the bottom		0.027	✓		
27	Left door front		0.018	✓		
28	Right door front		0.02	✓		
SIDES (left and right)						
29	Right side, right hinge		0.008	✓		
30	Right side, left hinge		0.011	✓		
31	Right side, bottom of enclosure		0.019	✓		
32	Right side, top of enclosure		0.017	✓		
33	Right side, exhaust fan		0.016	✓		
34	Right side wall		0.01	✓		
35	Left side, right hinge		0.02	✓		
36	Left side, left hinge		0.022	✓		
37	Left side, bottom of enclosure		0.022	✓		
38	Left side, top of enclosure		0.011	✓		
39	Left side, baffle at enclosure		0.018	✓		
40	Left side, labyrinth, along the seam		0.017	✓		
41	Left side wall		0.02	✓		
42	In-situ baffle		0.02	✓		
TOP						
43	Front, left door gap, where door meets enclosure		0.01	✓		
44	Front, right door gap, where door meets enclosure		0.017	✓		
45	Rear, left door gap, where door meets enclosure		0.019	✓		
46	Rear, right door gap, where door meets enclosure		0.019	✓		
47	Light tower cover		0.02	✓		
48	Exhaust fan cover		0.01	✓		
UNDERSIDE (accessible surfaces)						
49	Front door seam		0.008	✓		
50	Left door seam		0.02	✓		
51	Left underside		0.02	✓		
52	Cable pull-through baffle		0.02	✓		
53	High voltage cable baffle		0.02	✓		
54	Exhaust fan cover		0.02	✓		

X-ray Survey Report Micro/Versa Enclosures



Survey Date:	11-20
System Model:	Versa 6-05
System Serial #:	0720
Source Position 2:	as close to scatter block as possible

Reference Document: X-ray Survey Procedure Micro/Versa Enclosures (G001596)

Step 1: Safety Check: Verify that all baffles, finger guards, and cover plates are installed/secured

Step 2: Meter Functionality Test

- Check the battery, place the meter inside the enclosure
- Close the doors, and bring the x-ray source up to full power
- Listen carefully for the extreme increase in number of ticks from the meter

Step 3: Conduct the survey

- Record the background radiation on the Summary Page
- Place a 1" dia. x 3" tall Al scatter block in beam line
- Remove source aperture (for PM, leave aperture installed)
- Move source to minimum negative position (as close to the block as possible)
- Move detector to maximum positive position (as far from block as possible)

Signature (above steps were conducted):

Date:

Item	Survey Location	ZEISS Action Level > 0.05 mR/hr	Highest Reading mR/hr	Pass	Fail	Comment
FRONT						
1	Door gap top half, where doors come together		0.011	✓		
2	Door gap bottom half, where doors come together		0.011	✓		
3	Left door hinge, top half		0.011	✓		
4	Left door hinge, bottom half		0.011	✓		
5	Right door hinge, top half		0.011	✓		
6	Right door hinge, bottom half		0.011	✓		
7	Left door handle		0.011	✓		
8	Right door handle		0.011	✓		
9	Right door along the top		0.011	✓		
10	Left door along the top		0.011	✓		
11	Left door along the bottom		0.011	✓		
12	Right door along the bottom		0.011	✓		
13	Left door front		0.011	✓		
14	Right door front		0.011	✓		
REAR						
15	Door gap top half, where doors come together		0.011	✓		
16	Door gap bottom half, where doors come together		0.011	✓		
17	Left door hinge, top half		0.011	✓		
18	Left door hinge, bottom half		0.011	✓		
19	Right door hinge, top half		0.011	✓		
20	Right door hinge, bottom half		0.011	✓		
21	Left door handle		0.011	✓		
22	Right door handle		0.011	✓		
23	Right door along the top		0.011	✓		
24	Left door along the top		0.011	✓		
25	Left door along the bottom		0.011	✓		
26	Right door along the bottom		0.011	✓		
27	Left door front		0.011	✓		
28	Right door front		0.011	✓		
SIDES (left and right)						
29	Right side, right hinge		0.011	✓		
30	Right side, left hinge		0.011	✓		
31	Right side, bottom of enclosure		0.011	✓		
32	Right side, top of enclosure		0.011	✓		
33	Right side, exhaust fan		0.011	✓		
34	Right side wall		0.011	✓		
35	Left side, right hinge		0.011	✓		
36	Left side, left hinge		0.011	✓		
37	Left side, bottom of enclosure		0.011	✓		
38	Left side, top of enclosure		0.011	✓		
39	Left side, baffle at enclosure		0.011	✓		
40	Left side, labyrinth, along the seam		0.011	✓		
41	Left side wall		0.011	✓		
42	In-situ baffle		0.011	✓		
TOP						
43	Front, left door gap, where door meets enclosure		0.011	✓		
44	Front, right door gap, where door meets enclosure		0.011	✓		
45	Rear, left door gap, where door meets enclosure		0.011	✓		
46	Rear, right door gap, where door meets enclosure		0.011	✓		
47	Light tower cover		0.011	✓		
48	Exhaust fan cover		0.011	✓		
UNDERSIDE (accessible surfaces)						
49	Rear left door seam		0.011	✓		
50	Rear right door seam		0.011	✓		
51	Underside		0.011	✓		
52	Cable pull-through baffle		0.011	✓		
53	High voltage cable baffle		0.011	✓		
54	Exhaust fan cover		0.011	✓		

附件 6 环境 γ 辐射剂量率检测报告



广东智环创新环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号：ZHCXDL2411060101

项 目 名 称 : 广东新型储能国家研究院有限公司核技术
利用建设项目环境 γ 辐射剂量率检测

委 托 单 位 : 广东新型储能国家研究院有限公司

检 测 类 别 : 环评检测

编 制 日 期 : 2024 年 12 月 15 日

广东智环创新环境科技有限公司



本报告共 6 页，此页为第 1 页

说 明

- 1、本报告无本单位检测专用章、骑缝章及 CMA 章无效。
- 2、本报告无三级审核签名无效。
- 3、本报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。无法保存、复现的样品不受理申诉。

本机构通讯资料:

单位名称: 广东智环创新环境科技有限公司

地 址: 广州市越秀区东风中路 341 号二楼南面

电 话: 020-83325086

邮 编: 510045

广东智环创新环境科技有限公司
检 测 报 告

项目概况: 委托单位: 广东新型储能国家研究院有限公司 项目地址: 广东省广州市白云区云城街道储云街 8 号负二层 CT 实验室 检测项目: 环境 γ 辐射剂量率 测量位置: X 射线装置拟安装位置及周围环境	
检测方法: 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	
检测仪器: 仪器名称: 辐射仪 (6150AD-5/h+b/H) 仪器编号: 161258 (主机) +162214 (探头) 生产厂家: automess 测量范围: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h 能量响应: 38keV~7MeV 检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站 证书编号: GRD(1)20240049 检定日期: 2024 年 2 月 20 日 有效期至: 2025 年 2 月 19 日	
检测概况	检测日期: 2024 年 11 月 6 日
	气象条件: 天气: 晴; 温度: 27℃; 相对湿度: 51%
检测结果: 广东新型储能国家研究院有限公司核技术利用建设项目环境 γ 辐射剂量率检测结果见表 1 (第 4 页), 检测布点图见图 1、图 2、图 3 (第 5~6 页), 现场检测图片见第 6 页。	

广东智环创新环境科技有限公司

表 1 环境 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点 编号	测量位置	测量值 (nGy/h)		地面 介质	场所 性质
		平均值	标准差		
1	拟安装设备位置	213	3	水泥	楼房
2	拟安装设备位置	213	2	水泥	
3	拟建 CT 实验室西侧 (过道)	190	3	水泥	
4	拟建 CT 实验室西侧 (光谱房)	207	3	水泥	
5	拟建 CT 实验室南侧 (UPS 电源间)	186	3	水泥	
6	拟建 CT 实验室北侧 (过道)	215	4	水泥	
7	拟建 CT 实验室北侧约 9m (核磁室)	196	2	水泥	
8	拟建 CT 实验室北侧约 10m (电镜室)	202	2	水泥	
9	拟建 CT 实验室北侧约 16m (材料制作实验室)	213	3	水泥	
10	拟建 CT 实验室西侧约 8m (过道)	221	2	水泥	
11	拟建 CT 实验室西侧约 21m (废水处理间)	212	2	水泥	
12	拟建 CT 实验室西侧约 22m (电梯间)	196	1	水泥	
13	拟建 CT 实验室西侧约 35m (停车场)	203	2	水泥	
14	拟建 CT 实验室南侧约 15m (楼梯间)	199	4	水泥	
15	拟建 CT 实验室正对楼上 (水冷房)	236	3	水泥	
16	拟建 CT 实验室正对楼上 (高低温房)	229	2	水泥	
17	拟建 CT 实验室正对楼上 (过道)	232	2	水泥	
18	拟建 CT 实验室南侧约 28m (一楼大堂)	103	2	瓷砖	道路
19	拟建 CT 实验室南侧约 42m (楼外广场)	128	3	瓷砖	
20	拟建 CT 实验室东侧约 10m (楼外道路)	120	2	水泥	
21	拟建 CT 实验室北侧约 35m (楼外道路)	121	3	水泥	

注: 1) 环境背景水平测量时仪器探头垂直向下, 距离地面 1m 高;
2) 所有测量值均已扣除仪器对宇宙射线响应值, 每个测量点测量 10 个读数;
3) 所有测量值均进行空气比释动能率和周围剂量当量的换算, 换算系数选用使用 ¹³⁷Cs 时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy。

检测布点图:

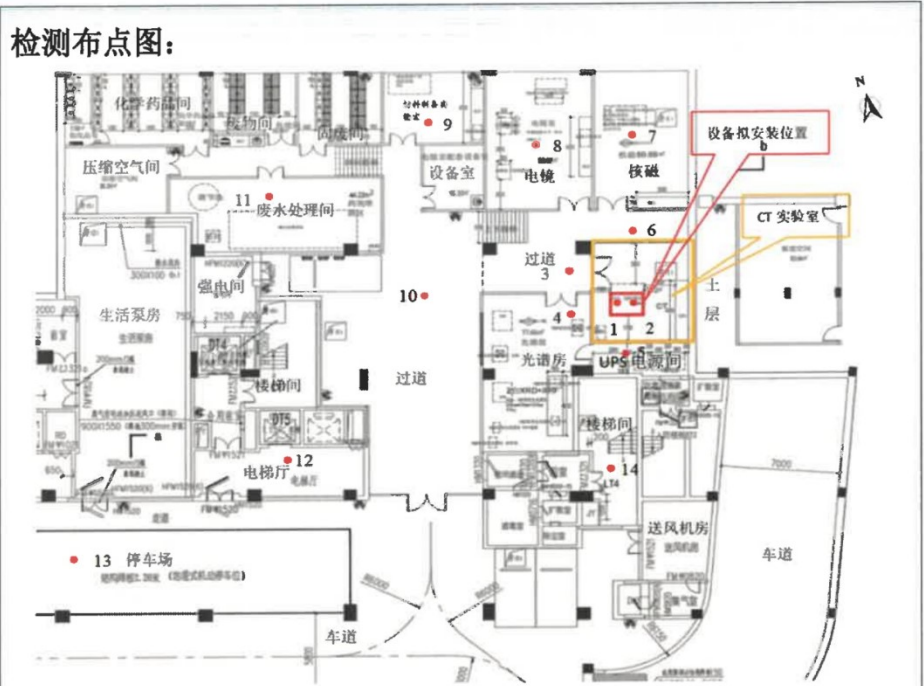


图 1 负二层拟安装位置周围环境 γ 辐射剂量率检测布点图

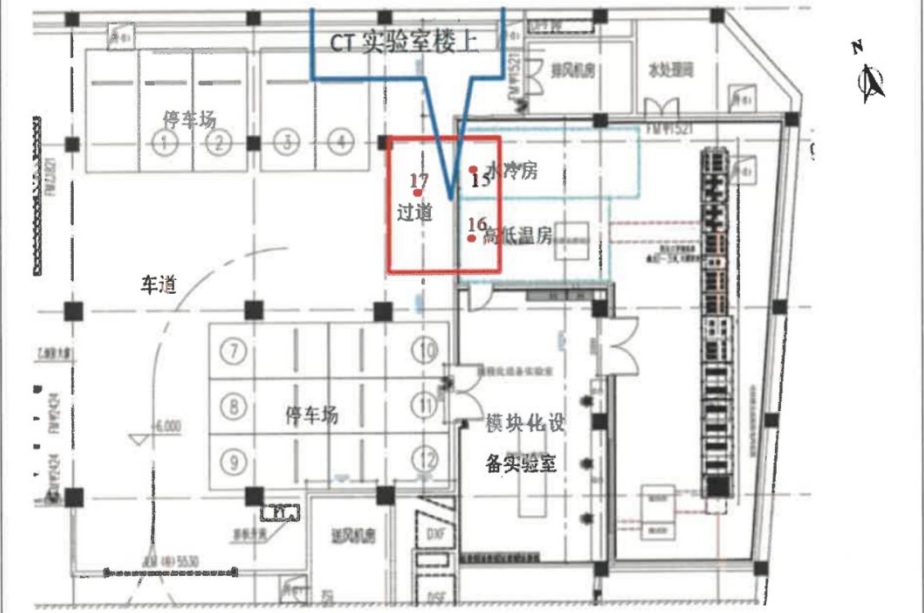


图 2 拟安装位置上一层环境 γ 辐射剂量率检测布点图



图3 拟安装位置楼外环境 γ 辐射剂量率检测布点图

现场检测照片:



拟安装设备位置

拟建 CT 实验室南侧约 28m (一楼大堂)

编制人: 张宏宇
日期: 2024.12.15

审核人: 侯如宇
日期: 2024.12.15

签发人: 李皓宇
日期: 2024.12.15

报告结束

附件 7 辐射安全管理制度及辐射事故应急预案

广东新型储能国家研究院有限公司

辐射安全防护管理制度

为贯彻上级生态环境主管部门对 X 射线装置安全管理的有关要求,根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定,为保护工作人员及场所周围公众的健康权益,结合我公司的实际情况,特制定本制度。

一、安全管理机构及其职责

1、安全管理机构人员设置:

组 长: 李义涛

副组长: 钟国彬、罗运松

成 员: 王超、何诗鹏、石泉、吴思远、裴大婷、麦锦旺

2、管理领导小组职责:

(1) 严格执行国家有关放射性同位素与射线装置安全与防护条例,及时向省生态环境厅申请辐射安全许可证,并接受指导和监督。

(2) 规范本单位射线装置的安全管理,做好射线装置的保管、使用、更换、设备维护保养,防止辐射事故,危害公众的安全和健康。

(3) 完善本单位射线装置的规章制度,检查、监督并实施。

(4) 负责辐射事故的调查、分析、处理并提出整改的安全管理措施及技术措施。

(5) 配合上级主管部门做好辐射工作人员体检、安全防护装置有效性测试及安全监测。

3、人员职责:

(1) 组长职责:检查各项防护制度的落实情况,并督促各成员及射线工作人员认真执行安全防护制度,对不听指挥或违反防护管理的人有权停止工作。

(2) 组员职责:在组长的统一领导下,做好自己分管的工作,认真检查落实安全防护措施。

二、辐射防护和安全保卫制度

1、辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗,按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训,加强理论学习,掌握基本的辐射安全防护知识,并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

2、对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育,管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

3、做好辐射工作场所分区设置，将射线装置实体屏蔽内部区域划为控制区，屏蔽体外其余整个辐射工作场所划为监督区。控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明和警戒线进行管理。

4、辐射工作区域只能摆放射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途，非辐射工作人员不应在该区域进行固定岗位作业。操作台应避开有用射线的照射方向。

5、辐射工作场所按要求张贴电离辐射警告标识，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

7、射线装置操作台宜设置紧急停机按钮，X射线出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮，可停止X射线出束。

8、射线装置屏蔽门应设置门机联锁装置，并保证在门关闭后射线装置才能出束。门打开时可立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。

9、辐射工作场所应配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

三、岗位职责

1、管理人员

(1)结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；

(2)组织落实工作场所日常辐射监测工作；

(3)做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；

(4)定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

2、操作人员

(1)每天工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态(主要包括装载门、辐射监测仪器、急停等能否正常工作)，并记录于“辐射安全日常检查表”中，任何辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置；

(2)按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置；

(3)保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并按要求正确佩戴；

(4)出现异常，如设备故障、辐射水平异常，立即通知设备管理员。

四、操作规程

(1)射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作；

(2)操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；

(3)检查安全防护装置，如装载门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作；

(4)开始工作前操作人员要做好个人防护工作，安全装载门没关好前不得开机；

(5)射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作；

(6)射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；

(7)X射线出束时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作；

(8)完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关并由专人保管好。

五、辐射工作人员培训制度

1、辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

2、根据生态环境部印发的《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》的规定，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识、报名并参加考核。

3、辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，考核通过后方可从事辐射工作。

4、参与辐射工作的辐射工作人员应当具备下列基本条件：

(1)年满18周岁，经健康检查，符合辐射工作职业的要求；

(2)经职业健康检查，符合辐射工作人员的职业健康要求；

(3)辐射防护和有关法律知识培训考核合格；

(4)遵守辐射防护法规和规章制度，接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

5、建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

六、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

1、职业健康检查

根据《放射工作人员健康要求及监护规范》的相关要求:职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时、应急照射和事故照射后的健康检查。放射工作人员上岗前,应进行上岗前职业健康检查,符合放射工作人员健康要求的,方可参加相应的放射工作。放射工作单位不得安排未经上岗前职业健康检查或者不符合放射工作人员健康要求的人员从事放射工作。放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定,不得超过2年,必要时,可适当增加检查次数,在岗期间因需要而暂时到外单位从事放射工作,应按在岗期间接受职业健康检查。

2、个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测,监测周期最长不超过90天,按要求建立个人剂量档案。发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

3、档案管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录,职业照射记录应包括:

①涉及职业照射的工作的一般资料:达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料,以及剂量评价所依据的数据资料:对于调换过工作单位的工作人员,其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料;

②因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录,这种记录应附有有关的调查报告,并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开;

③应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告,准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料:当工作人员调换工作单位时,向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件;

④当工作人员停止工作时,应按审管部门或审管部门指定部门的要求,为保存工作人员的职业照射记录做出安排:停止涉及职业照射的活动时,应按审管部门的规定,为保存工作人员记录作出安排;

⑤职业照射个人剂量档案应终身保存。

七、监测方案

1、总则

(1)为加强辐射工作场所的安全和防护管理,规范辐射工作场所辐射环境自行监测行为,根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定,制定本制度。

(2)根据辐射工作场所的辐射活动类型和水平,按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《辐射环境监测技术规范》等标准规范,制定辐射环境监测制度、监测方案和监测计划,对辐射工作场所辐

射环境定期开展自行监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

(3)委托具有国家、省《资质认定计量认证证书》(CMA)资质的辐射环境监测机构进行年度监测。

(4)监测记录或报告应记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息。

(5)若发现监测结果异常，应立即停止辐射活动，迅速查明原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患。

(6)辐射安全防护管理机构应建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受生态环境部门的监督检查。

(7)辐射环境自行监测记录或报告，应随辐射安全和防护年度评估报告一并提交辐射安全许可证发证机关。

2、辐射工作人员个人剂量监测

(1)外照射个人剂量检测周期一般为一个月，最长不应超过三个月。

(2)建立并终生保存个人剂量监测档案。

(3)允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

(4)个人剂量监测档案应当包括:常规监测的方法和结果等相关资料;应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

(5)辐射工作人员进入辐射工作场所，必须佩戴个人剂量计。

(6)个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。个人剂量监测技术服务机构的资质审定由中国疾病预防控制中心协助卫生部组织实施。个人剂量检测技术服务机构的资质审定按照《中华人民共和国职业病防治法》、《职业卫生技术服务机构管理办法》和卫生部有关规定执行。

3、辐射工作场所监测

(1)竣工验收根据国务院令第682号《国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定》(2017年10月1日起施行)，项目投入试运行之日起3个月内，按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，验收合格后方可正式投入使用，未经验收或者验收不合格，不得投入使用。

(2)常规监测制定相关辐射监测计划，在日常使用设备过程中应切实执行监测计划，监测结果定期上报生态环境部门。辐射工作场所监测和检查周期如下：

类型	内容	频率	方式	剂量率要求
年度监测	设备外周围剂量当量率	每年一次	委托监测	不应超过 2.5μSv/h
日常监测	设备外周围剂量	实时监测+定期	自行监测	

	当量率	监测		
验收监测	设备外周围剂量当量率	竣工阶段（一次）	委托监测	

八、射线装置维修维护制度

- 1、应定期对射线装置进行维护，常规维护应至少每年一次，确保机器良好的工作性能。
- 2、射线装置维护包括机器的性能评估、全面检查、易损件维护和更换，以及控制系统等的可靠性测试和维护。
- 3、日常使用当发现装置有故障或损坏时，应通知厂家进行维修，应保证所更换的零部件都来自原厂。
- 4、辐射安全管理机构负责对射线装置进行监督和管理。
- 5、射线装置的维修维护应由具备资质的厂家专业人员负责，由设备管理员做好维修维护记录。
- 6、维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在做好安全防护的情况下进行维修维护工作。
- 7、射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断设备的总电源，并经启动复查确认无电后，在总电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”的安全标志。
- 8、定期(每周一次)对辐射工作场所的警示标志、警示灯、工作指示灯、急停按钮、安全联锁等安全设施进行检查，保证良好的防护效果。

广东新型储能国家研究院有限公司

辐射事故应急预案

为了在发生辐射事故时能作出快速反应，减少危害程度，保护人员和公众健康根据《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》等相关法律法规，制定本预案。

一、辐射事故应急机构及其职责

1、事故应急机构

成立辐射事故应急处置小组，组织、开展辐射事故应急救援工作。辐射事故应急处理领导小组组成如下：

辐射事故应急处理领导小组

应急组织	姓名	职务	部门	应急联系电话
组长	李义涛	联席总裁	公司领导	
副组长	钟国彬	总经理	电化学储能研究所	
副组长	罗运松	总经理	办公室（董办）	
组员	王超	副总经理	电化学储能研究所	
组员	何诗鹏	副总经理	办公室（董办）	
组员	石泉	副总经理	检测中心	
组员	吴思远	电化学助理研究员	电化学储能研究所	
组员	裴大婷	科研综合专员	电化学储能研究所	
组员	麦鏗旺	电芯工艺开发工程师	电化学储能研究所	

广东省生态环境厅：020-87531393、12369

东莞市生态环境局：12345

公安局：110

医疗急救：120

2、应急处理领导小组职责：

辐射事故应急小组的组长为辐射事故应急第一责任人。主要职责为：

(1)贯彻执行国家和辐射事故应急处理工作的法律、法规及方针政策。

(2)负责公司辐射事故应急处理预案的审定和组织实施。

(3)组织、协调和指挥公司应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价，审定事故应急处理报告等工作。

(4)发生辐射应急处理事故时，向生态环境主管部门和卫生部门报告工作。

其他成员主要职责为：

(1)定期组织开展辐射应急培训及演练。

(2)发生辐射应急处理事故时，及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应即使安置受照人员就医检查，出现事故后应尽快有组织有计划的处理，减少事故损失。

(3)向辐射事故应急小组和公司最高主管报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保障员工安全与健康，保护环境等措施建议。

(4)协助上级应急监测组开展辐射监测和评价工作。

(5)事故处理后对于辐射事故进行记录及整理相关资料。

二、辐射事故应急处理程序及报告

(一)一旦发生辐射事故，必须马上停止使用射线装置，切断总电源，当事人应立即通知工作场所的所有人员离开，并立即上报辐射事故应急小组：

(二)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。

(三)应急小组组长应立即召集成员，根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下，在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

- 1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。
- 2、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。
- 3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

(四)发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

三、辐射事故应急处理要求

(一)发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- (1)射线装置装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线出束， α 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；
- (2)射线装置装载门安全联锁失效，工作人员在取放工件的过程中，意外开启机器产生射线，导致工作人员被意外照射；
- (3)射线装置检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启机器产生 α 射线，使检修人员受到意外照射。

(二)事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三)向环境主管部门及时报告事故情况。

(四)辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五)负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

四、辐射事故的调查和报告

- 1、调查事故原因。本单位发生辐射性事故后，应立即对事故起因进行调查。

2、调查要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

3、编写并向生态环境主管部门上报事故程度、处置结果等方面的情况和工作。发生事故后，积极配合和协助生态环境主管部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

4、发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急处理领导小组。应急处理小组成员接到报告应在两小时内填写好初始报告，向生态环境部门、公安机关报告。

五、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故(I 级)

(1)I 类、II 类放射源丢失、被盗和失控，且造成大范围严重辐射污染后果；

(2)放射性同位素或射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡；

(3)放射性物质泄漏，造成大范围(江河流域、水源等)放射性污染事故。

2、重大辐射事故(II 级)

(1)I 类、II 类放射源丢失、被盗或失控；

(2)放射性同位素或射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾；

(3)放射性物质泄漏，造成局部环境放射性污染事故。

3、较大辐射事故(III 级)

(1)III 类放射源丢失、被盗或失控；

(2)放射性同位素或射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。

境科。

4、一般辐射事故(IV 级)

(1)IV、V 类放射源丢失或被盗或失控；

(2)放射性同位素或射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据本单位的射线装置工作方式和辐射安全性，可能发生的故事情形为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射，事故等级为**一般辐射事故**。

辐射事故应急救援应遵循的原则：

1、迅速报告原则；

2、主动抢救原则；

- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

六、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

2、辐射安全事故应急处理小组须定期(每年一次)组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练完善应急预案。

七、预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市<应急救援预案>的条款为准。