

南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）

核技术利用建设项目

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）（盖章）

编制单位：广州乐邦环境科技有限公司（盖章）

2025 年 7 月

建设单位法人代表:



(签字)

编制单位法人代表: 姜子

(签字)

项目负责人: 吴雅婷

填表人: 郭明 裴瑶

建设单位	南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海) (盖章)	编制单位	广州东邦环境科技有限公司 (盖章)
电话		电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	519080	邮编	511496
地址	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号	地址	广州市番禺区新造镇和平路1号19号仓101

目录

表一	项目基本情况	1
表二	项目建设情况	4
表三	辐射安全与防护设施/措施	19
表四	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	43
表五	验收监测质量保证及质量控制	50
表六	验收监测内容	51
表七	验收监测	54
表八	验收监测结论	59
附件 1	环评批复文件	61
附件 2	辐射安全许可证	65
附件 3	辐射安全管理相关制度	68
附件 4	辐射安全与防护培训合格证	69
附件 5	检测报告	72
	建设项目环境保护“三同时”竣工验收登记表	80

表一 项目基本情况

建设项目名称		南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目				
建设单位名称		南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）				
建设项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建				
建设地点		广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号				
源项		放射源		/		
		非密封放射性物质		/		
		射线装置		使用2台Ⅱ类射线装置		
建设项目环评批复时间		2024年2月21日	开工建设时间	2024年7月24日		
取得辐射安全许可证时间		2024年10月28日	项目投入运行时间	2024年12月20日		
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024年12月20日	验收现场监测时间	2025年04月21日		
环评报告表审批部门		广东省生态环境厅	环评报告表编制单位	广州乐邦环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位		/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算（万元）	3050	辐射安全与防护设施投资总概算		150	比例	4.92%
实际总概算（万元）	3024	辐射安全与防护设施实际总概算		164	比例	5.42%
验收依据	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行） (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第6号，2003年10月1日施行） (3) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院第682号令，2017年7月修订，2017年10月1日施行） (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日施行；2019年3月2日国务院第709号					

	令修改) (5)《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) (6)关于发布《射线装置分类》的公告(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号) (7)《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) (8)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号 2017 年 11 月 20 日施行) (9)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日施行) (10)HJ1326-2023《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(2024-02-01 实施) (11) HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》(2021-05-01 实施) (12)HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(2021-05-01 实施) (13) GB18871—2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(2003-04-01 实施) (14) GB5172-85 《粒子加速器辐射防护规定》(1986-01-01 实施) (15) GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》(2023-03-01 实施) (16) GBZ/T250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(2014-10-01 实施)及第 1 号修改单(国卫通(2017) 23 号, 2017 年 10 月 27 日实施)
--	---

	(17) HJ1326-2023 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（2024 年 2 月 1 日施行） (18) 《南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2023-HJSHP010，编制单位：广州乐邦环境科技有限公司） (19) 《广东省生态环境厅关于南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》（批复文号：粤环审【2024】38 号，2024 年 2 月 21 日）
验收执行标准	(1) 剂量约束 该项目根据《广东省生态环境厅关于南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》（批复文号：粤环审【2024】38 号）确定了辐射工作人员和公众的个人有效剂量约束值：即辐射工作人员的职业年照射剂量约束值为不超过 5mSv，公众的年照射剂量约束值为不超过 0.1mSv。 (2) 屏蔽体外辐射剂量率控制水平 根据《广东省生态环境厅关于南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）（参考该标准相关内容）第 6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。 确定本项目屏蔽体外剂量率控制水平为：取人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以外区域的周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h。

表二 项目建设情况

1. 项目建设内容

1.1 建设单位概况

南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）（以下简称“建设单位”）是珠海市的省级科研事业单位，实行“政府所有，大学管理”，以“共建、共享、共赢”为原则，秉承服务“国家重大需求、国际科学前沿、地方经济发展”的“三轮”驱动发展战略，联合众多境内外大学、研究机构和企事业单位，携手共进。

建设单位位于广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号，地理位置见图2-1。

为进一步提升科研实力，建设单位在海琴四号首层B111室安装使用1台GeoScan200型岩芯CT扫描仪（最大管电压为180kV，最大管电流为0.5mA，属于II类射线装置），用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；在海琴四号首层C112室安装使用1台XCAMS型加速器质谱仪（加速粒子总能量为1MeV，属于II类射线装置），用于实验样品的C、Be或Al元素的同位素比值高精度测量。

目前，建设单位已完成该项目的建设，两台设备均已调试完成，具备验收条件。



图 2-1 验收项目地理位置图

1.2 本次验收项目相关的环保手续概况

2024 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2023-HJSHPO10），报告评价的主要内容为在海琴四号首层 B111 室安装使用 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪（最大管电压为 180kV，最大管电流为 0.5mA，属于 II 类射线装置），用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；在海琴四号首层 C112 室安装使用 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪（加速粒子总能量为 1MeV，属于 II 类射线装置），用于实验样品的 C、Be 或 Al 元素的同位素比值高精度测量。该报告于 2024 年 2 月 21 日经广东省生态环境厅审批，取得批复文件《广东省生态环境厅关于南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》（粤环审[2024]38 号）（见附件 1）。

建设单位取得批复后，开始筹备项目，配备相应的辐射防护用品，并组织辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训考核。

在各项安全措施准备就绪后，建设单位于 2024 年 6 月向广东省生态环境厅申请辐射安全许可证，并于 2024 年 10 月 28 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[05164]，许可的种类和范围和使用 II 类、III 类射线装置（见附件 2）。

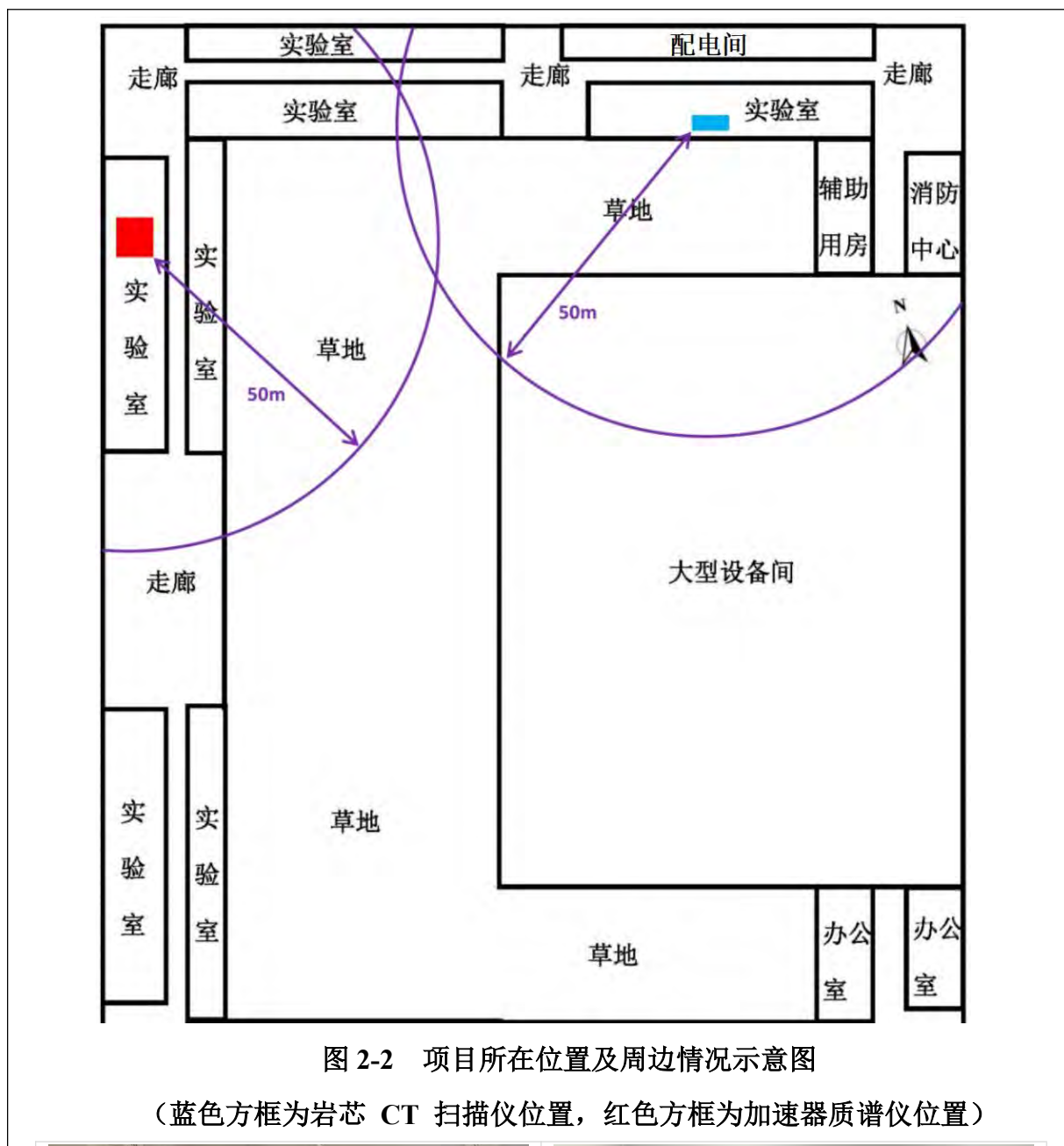
2025 年 4 月，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司对该项目进行竣工环境保护验收监测，组织实施自主验收工作。

1.3 工程建设情况

建设单位已完成该项目建设，为在海琴四号首层 B111 室安装 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪以及在海琴四号首层 C112 室安装 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪。

岩芯 CT 扫描仪位于海琴四号首层 B111 室，在海琴四号内，岩芯 CT 扫描仪外 50m 范围内主要为实验室、配电间、设备间、消防中心、辅助用房、走廊、草地等场所；加速器质谱仪所在房间的 东侧为走廊，南侧为控制室，西侧为户外空地，北侧为消防通道，楼上为实验室，楼下为停车场。两台设备安装位置周围 50m 范围环境状况见图 2-2。

通过现场调查并与环评文件对照，本次验收项目实际建设地点、验收范围与环评一致。



XCAMS 型加速器质谱仪



XCAMS 型加速器质谱仪操作位



XCAMS 型加速器质谱仪东侧走廊



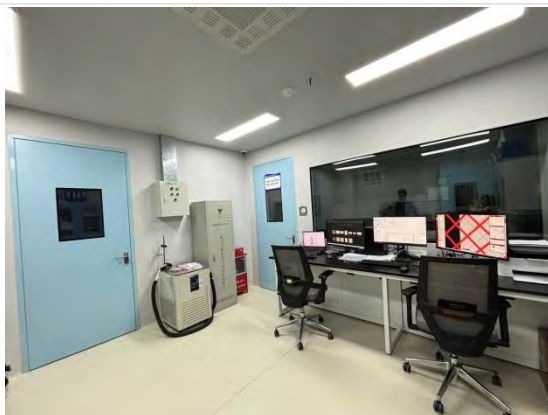
XCAMS 型加速器质谱仪西南侧设备间



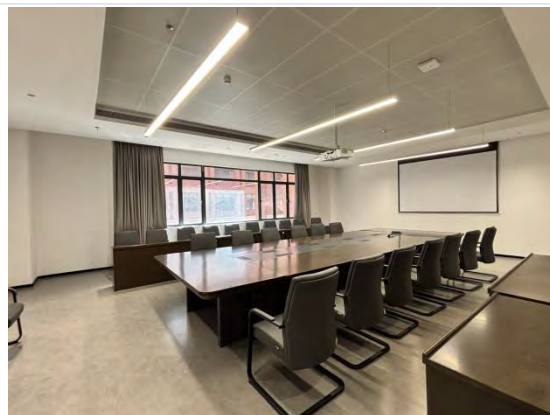
XCAMS 型加速器质谱仪北侧消防通道



XCAMS 型加速器质谱仪西侧户外空地



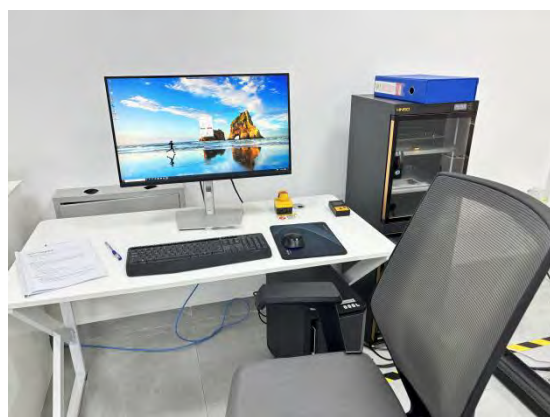
XCAMS 型加速器质谱仪楼上实验室



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪楼上会议室



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪操作位



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪西侧实验室



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪北侧走廊



GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪南侧户外空地

图 2-3 验收项目工作场所环境现状图

1.4 环境保护目标情况

本项目所涉及的环境保护目标与环评时一致，主要为建设单位射线装置操作人员，建设单位范围内的活动人员，周围道路上的行人等，具体见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 岩芯 CT 扫描仪周围环境保护目标一览表

人员类别	位置		距离*	人数	保护要求
辐射工作人员	射线装置所在房间操作位		紧邻	2 人	剂量约束值： 100 μ Sv/周，5mSv/年
公众	海琴 四号	射线装置东侧设备间	2m	约 1 人	剂量约束值： 5 μ Sv/周，0.1mSv/年
		射线装置南侧户外空地	4m	流动人员	
		射线装置西侧实验室	4m	约 2 人	
		射线装置北侧走廊	7m	流动人员	
		射线装置楼上会议室	4m	约 10 人	

		射线装置楼下停车场	4m	流动人员	
		海琴四号内其余场所	5m~50m	约 15 人	
		海琴四号外空地	21m	流动人员	

*注：此处距离为射线装置外表面与相应位置的距离。

表 2-2 加速器质谱仪周围环境保护目标一览表

人员类别	位置		距离*	人数	保护要求
辐射工作人员	射线装置南侧控制室 射线装置所在房间		紧邻	3 人	剂量约束值： 100μSv/周，5mSv/年
公众	海琴四号	射线装置东侧走廊	2m	流动人员	剂量约束值： 5μSv/周，0.1mSv/年
		射线装置西侧户外空地	2m	流动人员	
		射线装置北侧消防通道	2m	流动人员	
		射线装置楼上实验室	4m	流动人员	
		射线装置楼下停车场	4m	流动人员	
		海琴四号内其余场所	5m~50m	流动人员	
	海琴四号外空地		2m	流动人员	

*注：此处距离为射线装置所在房间与相应位置的距离。

1.5 环评及其批复文件建设内容与实际建设内容

本项目按照环评审批的建设方案进行建设，两台射线装置现已安装并调试完成，环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容对比见表 2-3。

表 2-3 验收项目与环评阶段设计的建设内容对照表

环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容	实际建设内容
在实验室首层 B111 室内安装使用 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪（最大管电压 180 千伏，最大管电流 0.5 毫安，设备自带屏蔽体，属 II 类射线装置）用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；同时在首层 C112 室内安装使用 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪（最大加速粒子总能量 1 兆电子伏，最大束流强度 50 微安，正常工作时采用距离防护，属 II 类射线装置）用于碳、铍或铝元	在实验室首层 B111 室内安装使用 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪（最大管电压 180 千伏，最大管电流 0.5 毫安，设备自带屏蔽体，属 II 类射线装置）用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；同时在首层 C112 室内安装使用 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪（最大加速粒子总能量 1 兆电子伏，最大束流强度 50 微安，属 II 类射线装置）用于碳、

素的同位素比值高精度测量。

铍或铝元素的同位素比值高精度测量。

由上表可知，本次验收项目建设内容与环评文件一致。

2. 源项情况

本次验收的 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪和 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪的各项技术参数与环评一致，具体内容见表 2-4 和表 2-5。

表 2-4 验收的岩芯 CT 扫描仪项目与环评阶段设计的主要技术参数对照表

名称	类别	型号	台数	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	用途	备注
岩芯 CT 扫描仪	II	GeoScan 200	1	180	0.5	海琴四号首层 B111 室	岩芯样品内部的宏观构造的分析测量	环评设计
	II	GeoScan 200	1	180	0.5	海琴四号首层 B111 室	岩芯样品内部的宏观构造的分析测量	验收情况

表 2-5 验收的加速器质谱仪项目与环评阶段设计的主要技术参数对照表

名称	类别	型号	台数	最大能量 (MeV)	最大束流 (mA)	工作场所	用途	备注
加速器质谱仪	II	XCAMS	1	1	加速粒子为 C ⁺ 时，最大束流为 50 μA 加速粒子为 Be ⁺ 时，最大束流为 4 μA 加速粒子为 Al ⁺ 时，最大束流为 0.3 μA	海琴四号首层 C112 室	用于碳、铍或铝元素的同位素比值高精度测量	环评设计
	II	XCAMS	1	1	加速粒子为 C ⁺ 时，最大束流为 50 μA 加速粒子为 Be ⁺ 时，最大束流为 4 μA 加速粒子为 Al ⁺ 时，最大束流为 0.3μA	海琴四号首层 C112 室	用于碳、铍或铝元素的同位素比值高精度测量	验收情况

验收项目实际安装使用的 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪和 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪的主要技术参数均与环评一致，两台射线装置的功能和类别均不变，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）对射线装置的分类，岩芯 CT 扫描仪属于非医用射线装置中工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，加速器质谱仪属于非医用射线装置中粒子能量小于 100MeV 的非医用加速器，均为 II 类射线装置。

3. 工程设备与工艺分析

3.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

(1) 工作方式

本次验收的 1 台岩芯 CT 扫描仪在使用时,被检物体处在岩芯 CT 扫描仪的屏蔽体内,操作人员位于岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外的操作位进行操作。

本次验收的岩芯 CT 扫描仪的工作方式与环评一致。

(2) 设备结构组成

本次验收的 1 台岩心 CT 扫描仪主要由射线源组、探测器组、转盘、岩芯托盘、岩芯输送组、控制电脑、图像分析处理系统、三维图像重建系统等组成,岩芯 CT 扫描仪的外观图见图 2-3,工作示意图见图 2-4。

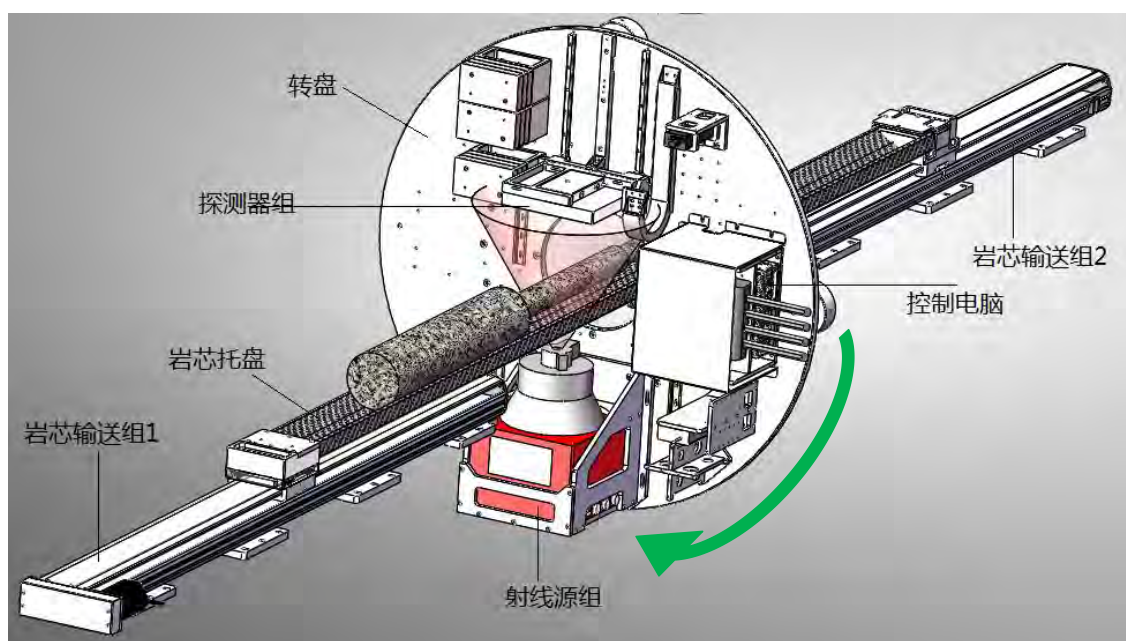


图 2-4 GeoScan200 型岩芯CT 扫描仪工作示意图

射线源组是产生 X 射线的装置;探测器组位于射线源组相对的位置,用于探测透过岩芯样品后的 X 射线强度,并将其转换为电信号;转盘是用来固定射线源组和探测器组,确保他们处于相对位置,通过转盘在竖直平面上的转动,可以使得射线源组和探测器组在竖直平面上进行 360 旋转。岩芯托盘是用于放置岩芯样品的,岩芯托盘位于岩芯输送组上,自动控制系统通过控制岩芯托盘的水平位置,可以将感兴趣的岩芯样品位置输送至射线源组和探测器组中间,从而进行扫描。探测器组将探测数据传输

至电脑终端，通过图像分析处理系统、三维图像重建系统等，就可以得到最终的断层图像。

本次验收的岩芯 CT 扫描仪，可以分为放样防护箱体前面级、主体防护箱体和放样防护箱体后面级。在进行岩芯样品扫描前，需打开放样防护箱体前面级，将岩芯样品置于放样防护箱体前面级内的岩芯托盘中。

关闭放样箱体前面级和后面级后，进行扫描作业。扫描作业期间，射线源组和探测器组在主体防护箱体内，围绕着岩芯样品在竖直平面上进行 360 旋转；岩芯样品在岩芯托盘上沿着水平方向，由放样防护箱体前面级，全自动移动至放样防护箱体后面级。扫描结束后，打开放样防护箱体后面级，将岩芯托盘中的岩芯样品取出。

（3）操作流程及产污环节

本次验收的岩芯 CT 扫描仪操作流程及产污环节均与环评一致，使用岩芯 CT 扫描仪的操作流程主要内容如下：

（1）设备预热

为确保射线管的使用寿命，每天使用岩芯 CT 扫描仪前，设备需要进行预热。

① 辐射工作人员佩戴个人剂量报警仪，确认岩芯 CT 扫描仪自带的屏蔽体已闭合到位，联锁检查无异常情况。

② 在电脑控制终端，点击预热按钮。自动控制系统会根据自有程序进行预热，无需手动操作。在进行预热时，射线源组会产生 X 射线。根据设备停用时间的长短，自动预热程序所需时间有所不同，自动预热程序耗时最长为 0.5 小时。

③ 预热完成，设备预热流程结束。

（2）岩芯扫描作业

① 辐射工作人员佩戴个人剂量报警仪，在确认岩芯 CT 扫描仪没有出束的情况下，打开放样防护箱体前面级的屏蔽体，放入岩芯样品至岩芯托盘，并闭合屏蔽体。

② 在确认无异常情况后，调节设备的管电压、管电流，并输入其它参数（如样品起始位置、扫描长度、扫描帧数等）。

③ 按下“开启”按钮，设备自动将岩芯样品传输至 X 射线扫描位置，然后设备

将出束发射 X 射线，进行 X 射线扫描工作。此时，岩芯 CT 扫描仪将全自动的对岩芯样品进行扫描，直到扫描作业完成。

④ 扫描结束，岩芯 CT 扫描仪自动停止出束。辐射工作人员在确认停止出束后，打开放样防护箱体后面级的屏蔽体，取出岩芯样品，完成一个岩芯样品的扫描作业。

岩芯 CT 扫描仪操作流程及产污环节见下图。

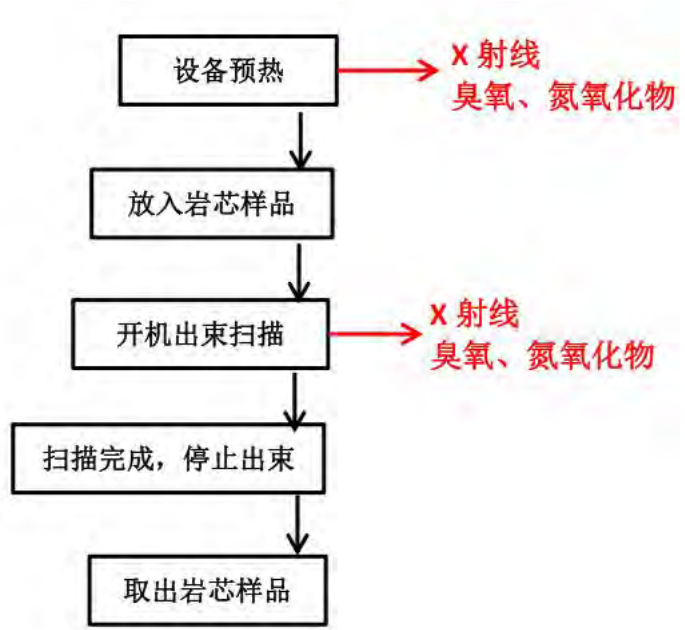


图 2-5 岩芯 CT 扫描仪工作流程及产污环节示意图

3.2 XCAMS 型加速器质谱仪

(1) 工作方式

本次验收的 1 台加速器质谱仪在使用时，被检样品在加速器质谱仪内，辐射工作人员位于控制室操作加速器。在进行测量时，同一时间只能对一个样品的一种核素进行同位素比值测量。在测量完某个样品中的一种核素的同位素比值后，才能进行该样品的其余核素或其他样品的某种核素的同位素比值测量。

本次验收的加速器质谱仪的工作方式与环评一致。

(2) 设备结构组成

本次验收的 1 台加速器质谱仪主要由离子源、注入磁铁、两级串列加速器、分析磁铁、多法拉第杯腔室、静电分析器、稀有同位素磁铁和气体电离室组成。XCAMS

型加速器质谱仪的设备组成示意图见图 2-6。

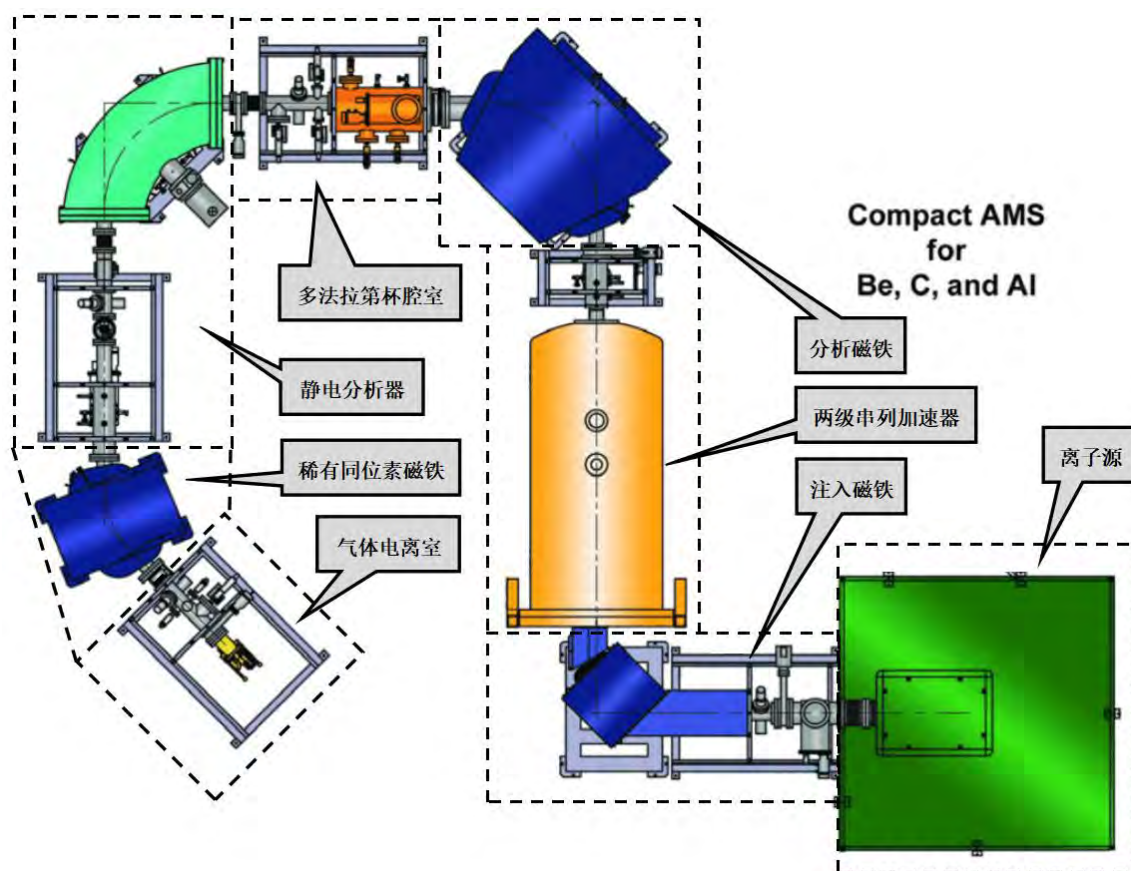


图 2-6 XCAMS 型加速器质谱仪的设备组成示意图

(1) 离子源

离子源是用来产生待测核素分子或原子的负离子的装置。本项目加速器质谱仪的离子源可同时装载 40 个待测样品，加速器质谱仪装载的待测样品为固体物质。在加速器质谱仪运行时，样品间的切换时间小于 5 秒。本项目加速器质谱仪具有维护周期长的特点，在最大束流情况下，维护周期大于 4000 小时。

(2) 注入磁铁

注入磁铁是对离子源产生的离子进行质量选择，排除绝大多数质量数不同的干扰离子的装置。磁铁偏转角度为 90° ，磁极间隙 48.2 mm，弧度半径 304.8 mm。注入离子质量能够通过偏压选择而不用改变磁场，电流稳定度达到 0.0005%，电流能通过控制面板从 5%到 100%进行远程调节。注入磁场提供的质量分辨率 ($M/\Delta M$)，最高可以达到 130。

根据上述内容可知，当注入磁铁的偏压设定值不同时，可以选择不同的注入离子质量，进而选择出不同的加速器粒子（C、Be 或 Al）。

（3）两级串行加速器

串行加速器为两级，每级加速器的端电压为 0.5 MV，电压波动不大于 500 V，主要由钢桶、加速管、稳压装置、输电装置、绝缘装置、远程控制、支撑装置等部分构成。串行加速器钢桶长 2.10 米，直径 0.92 米，内充 80 psig 的六氟化硫气体作为绝缘保护。当入射粒子带一个单位的正电荷时，经两级串行加速器的加速，出射粒子能量变为 1 MeV。

（4）分析磁铁

分析磁铁是对经串行加速器加速后的高能粒子，进行动量选择，进一步排除散射过来的同位素干扰。分析磁铁仅允许选定电荷态、质能积（ ME/Z^2 ）的粒子通过，进入后面的束流管道。分析磁铁偏转角度为 90° ，磁极间隙 50.8 mm，弧度半径 750 mm。电流稳定度达到 0.001%，电流能通过控制面板从 5%到 100%进行远程调节。分析磁铁提供的质量分辨率（ $M/\Delta M$ ），最高可以达到 190。

（5）多法拉第杯腔室

多法拉第杯腔室是用于测量束流值的装置，主要由 3 个法拉第杯和高精度的束流积分仪组成，其中 2 个法拉第杯用于测量低质量数粒子（C 或 Be 粒子）的束流，1 个用于测量高质量数粒子（Al 粒子）的束流，测量精度 $>0.1\%$ 。高精度的束流积分仪通过测量粒子在磁场中的偏转角度和时间，可以计算出粒子束流的强度和分布。

（6）静电分析器

静电分析器的作用是对束流管道中的稀有同位素进行能量分析，进一步排除散射过来相邻质量数的同位素的干扰。静电分析器的偏转角度为 90° ，电极间隙 40 mm，弧度半径 750 mm。

（7）稀有同位素磁铁

稀有同位素磁铁对于排除产生的质能积比较接近的干扰离子具有至关重要的作用。与测量 C 同位素相比，当测量 Be 或 Al 同位素时，稀有同位素磁铁的作用更加明

显。稀有同位素磁铁偏转角度为 45° ，磁极间隙为 50.8 mm，弧度半径为 610 mm。电流稳定度达到 0.001%，电流能通过控制面板从 5%到 100%进行远程调节。

(8) 气体电离室

气体电离室是粒子的鉴别与探测的装置。气体电离室有 2 阳极、1 阴极，采用氮化硅薄膜作为粒子入射窗，内部充入一定气压的丙烷气体(测量不同元素时压力不同)。带电粒子与探测器中气体分子碰撞后，产生电子，损失能量。根据粒子损失的能量与原子序数的平方成正比(Bethe-Block 公式)，可以对同量异位素进行鉴别，同时，根据探测到的电子微电流，可确定入射带电粒子的数量，从而实现 C、Be 或 Al 元素的同位素比值的高精度测量。

(3) 操作流程及产污环节

本次验收的加速器质谱仪操作流程及产污环节均与环评一致，使用加速器质谱仪的操作流程主要内容如下：

(1) 测量前准备。在接受待测样品后，将样品进行处理，制备成加速器质谱仪测量所需的靶样。

(2) 辐射工作人员将靶样放置到加速器质谱仪离子源中的进样装置，巡视现场，清理无关人员，确认无异常情况。

(3) 再次确认无异常情况后，主电源柜上电，按照操作流程，根据本次测量的靶样和所需进行同位素比值测量的核素种类，调节相关参数，进行测量。

加速器质谱仪开机出束进行测量时，从束流前端的离子源到末端的气体电离室，均会由于韧致辐射产生 X 射线。正常情况下，射线与空气作用会产生微量臭氧和氮氧化物。由于本项目加速器质谱仪内部空间为真空环境，在正常运行情况下，加速器质谱仪不进行通风操作，因此，本项目无需考虑臭氧和氮氧化物的影响。

(4) 测量结束后，辐射工作人员在控制室关闭加速器质谱仪。辐射工作人员在确认加速器质谱仪停止出束后，将靶样取出，完成一个靶样的测量工作。

加速器质谱仪操作流程及产污环节见下图。

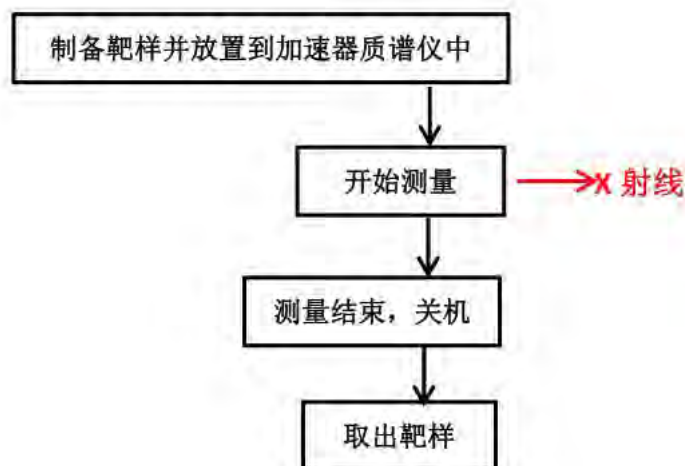


图 2-7 加速器质谱仪操作流程及产污环境示意图

3.3 人员配置及工作负荷

(1) 岩芯 CT 扫描仪

环评情况：预计岩芯 CT 扫描仪每天预热时间最多为 0.5 小时，每天出束测量时间最多为 4 小时，每天出束总计最多为 4.5 小时，每周最多使用 5 天，全年最多使用 200 天，累计出束时间不超过 900h。

建设单位拟为岩芯 CT 扫描仪新配备 2 名辐射工作人员。建设单位预计，单名辐射工作人员操作岩芯 CT 扫描仪的最大出束时间不超过 150 天，累计出束时间不超过 675h。

验收情况：建设单位已为岩芯 CT 扫描仪项目配备了 2 名辐射工作人员，单名辐射工作人员最大出束时间不超过 150 天，预计全年累计出束时间不超过 675h。

(2) 加速器质谱仪

环评情况：预计加速器质谱仪每天出束测量时间最多为 4 小时，每周最多使用 5 天，全年最多使用 200 天，累计出束时间不超过 800h。

建设单位拟为加速器质谱仪新配备 2 名辐射工作人员。建设单位预计，单名辐射工作人员操作加速器质谱仪的最大出束时间不超过 150 天，累计出束时间不超过 600h。

验收情况：建设单位已为加速器质谱仪项目配备了 3 名辐射工作人员，单名辐射工作人员出束时间不超过 150 天，预计全年累计出束时间不超过 600h。

3.5 主要污染源

(1) 岩芯 CT 扫描仪

通过环评论证，本项目是使用岩芯 CT 扫描仪产生的 X 射线，对岩芯样品进行扫描。X 射线经过岩芯 CT 扫描仪自带的屏蔽体的辐射防护屏蔽后，基本被屏蔽在岩芯 CT 扫描仪自带屏蔽体内，可能仍有一定的 X 射线透射到屏蔽体外。出束时 X 射线电离空气还会产生微量臭氧和氮氧化物。

(2) 加速器质谱仪

通过环评论证，本项目是使用加速器质谱仪产生的高能重离子束，进行同位素分析。本项目串列加速器加速粒子为 Be、C 和 Al。高能重离子束与物质相互作用导致韧致辐射，产生 X 射线。由于本项目加速器质谱仪内部空间为真空环境，在正常运行情况下，加速器质谱仪不进行通风操作，因此，本项目无需考虑臭氧和氮氧化物的影响。

表三 辐射安全与防护设施/措施

1. 工作场所布局及辐射屏蔽设施建设情况

1.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

本次验收的岩芯 CT 扫描仪位于海琴四号首层 B111 室，岩芯 CT 扫描仪的外表面均设计有辐射防护屏蔽，与该射线装置固定，射线装置和屏蔽体是一个整体。岩芯 CT 扫描仪辐射防护设计参数见表 3-1，岩芯 CT 扫描仪的辐射防护设计图（俯视图）见图 3-1，岩芯 CT 扫描仪的外部尺寸图（俯视图和正视图）见图 3-2，岩芯 CT 扫描仪的扫描箱体的辐射防护设计图（剖面图）见图 3-3，岩芯 CT 扫描仪的放样防护箱体前（后）面级的辐射防护设计图（剖面图）见图 3-4。

表 3-1 岩芯 CT 扫描仪辐射防护设计参数

位置	辐射防护设计参数
扫描箱体	均为 12mmPb
放样防护箱体前面级	上面、下面、前面、后面均为 5mmPb 左面为 8mmPb
放样防护箱体后面级	上面、下面、前面、后面均为 5mmPb 右面为 8mmPb

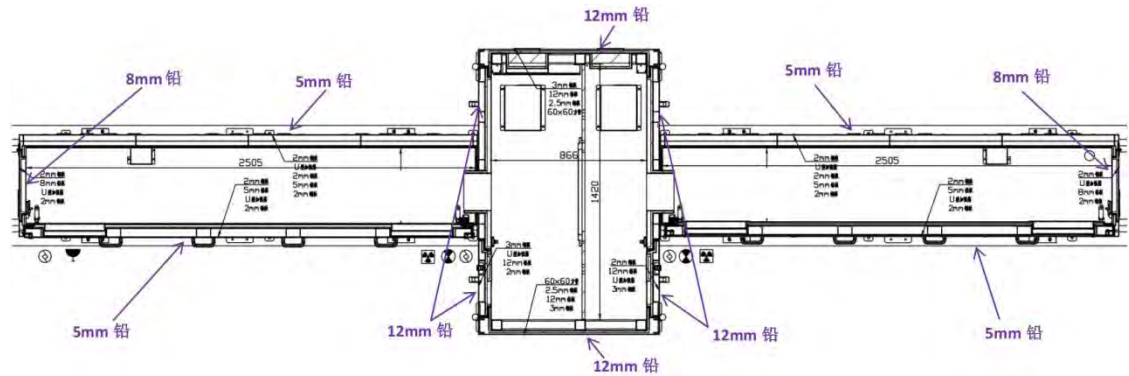


图 3-1 岩芯 CT 扫描仪的辐射防护设计图（俯视图）

注：图中标识的钢板主要用作结构支撑和外观，辐射防护主要考虑铅屏蔽层

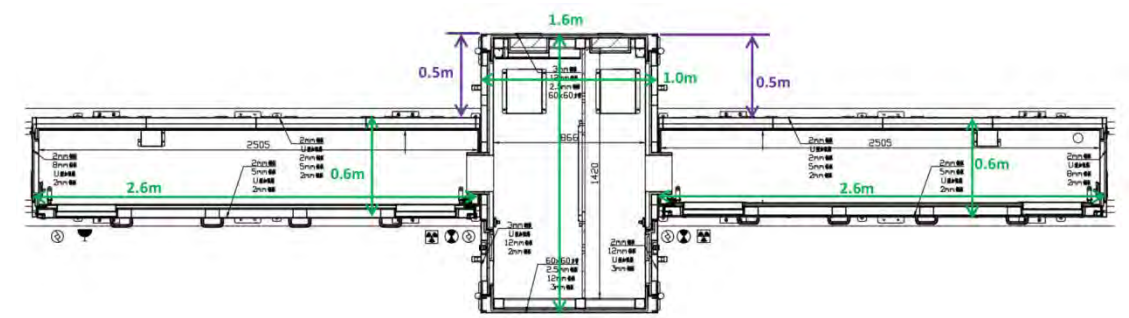


图 3-2-1 岩芯 CT 扫描仪的外部尺寸图（俯视图）

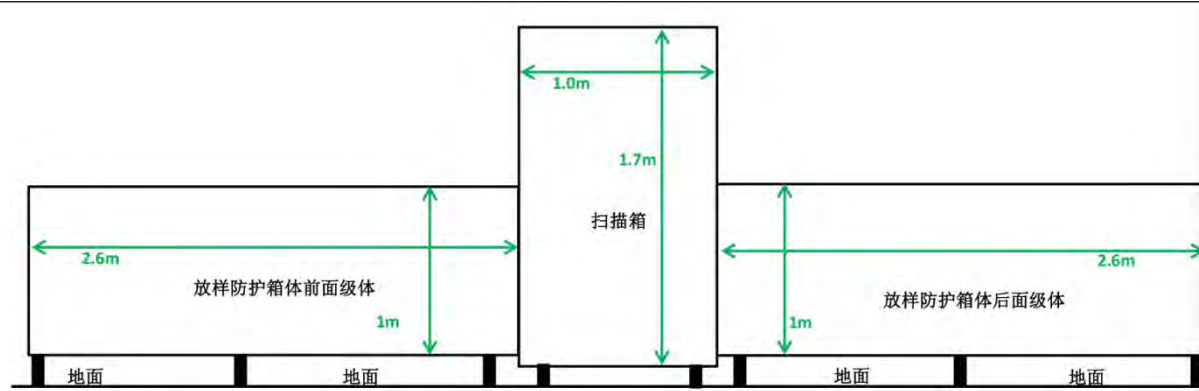


图 3-2-2 岩芯 CT 扫描仪的外部尺寸图（正视图）

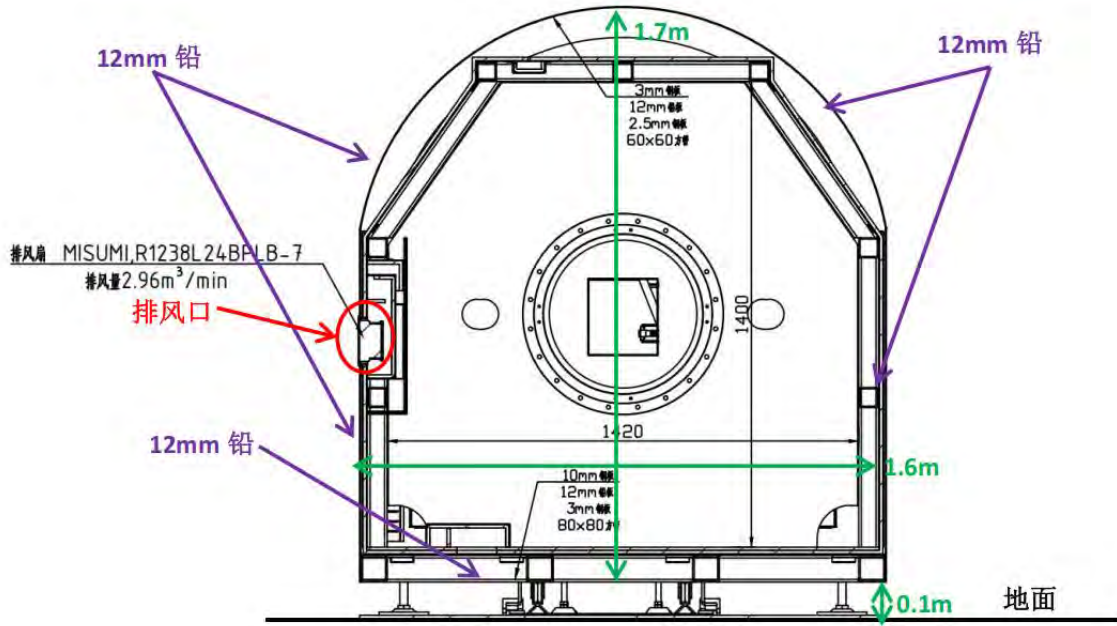


图 3-3 岩芯 CT 扫描仪的扫描箱体的辐射防护设计图（剖面图）

注：图中标识的钢板主要用作结构支撑和外观，辐射防护主要考虑铅屏蔽层

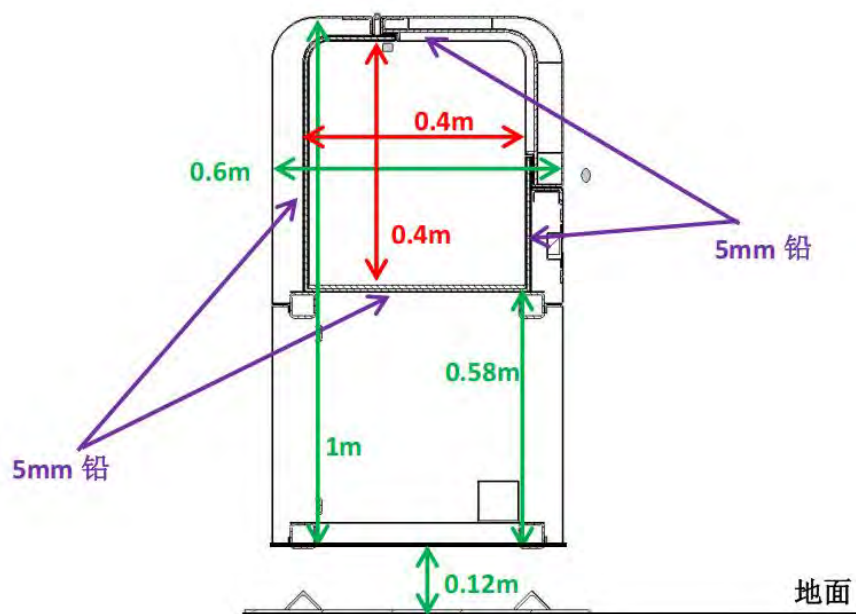


图 3-4 岩芯 CT 扫描仪的放样防护箱体前（后）面级的辐射防护设计图（剖面图）

岩芯CT 扫描仪的X 射线源点是在一个平面的圆圈上移动，有用线束为圆锥束，有用线束中心轴始终朝向X 射线源点移动圆圈的圆心，有用线束中心轴和有用线束边界夹角为36 度（即：有用线束张角为72 度）。岩芯CT 扫描仪的扫描箱体（剖面图）中X 射线源点可能出现位置见图 3-5。

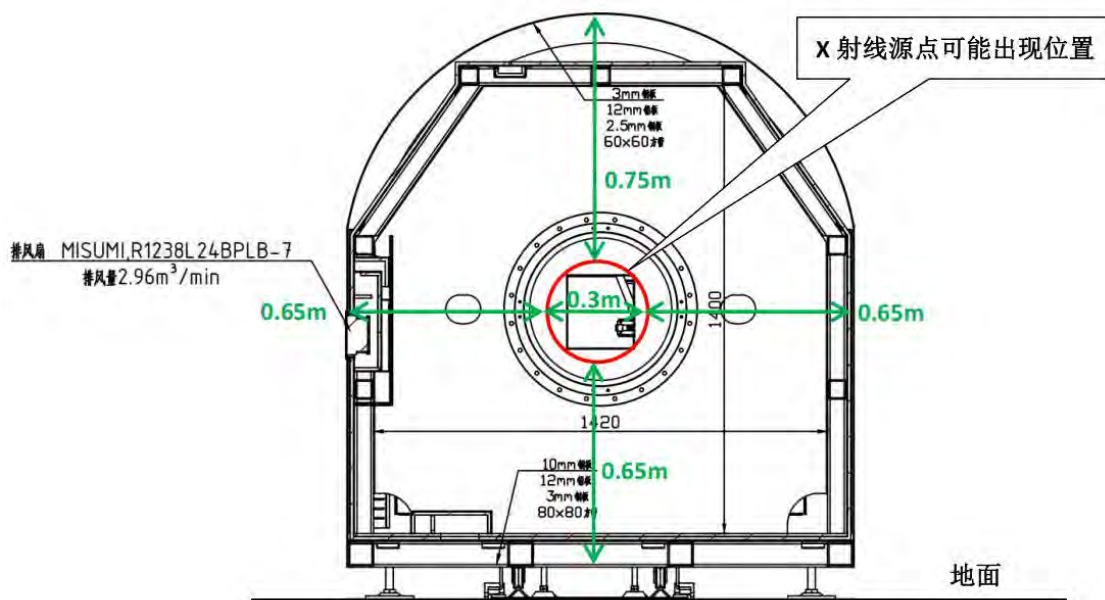


图 3-5 岩芯 CT 扫描仪的扫描箱体（剖面图）中 X 射线源点可能出现位置

由于有用线束中心轴始终朝向 X 射线源点移动圆圈的圆心，且有用线束张角为 72 度，因此岩芯CT 扫描仪的有用线束范围只可能在扫描箱体中，有用线束范围不包

括放 样防护箱体前（后）面级，岩芯CT 扫描仪的有用线束范围示意图见图 3-6。

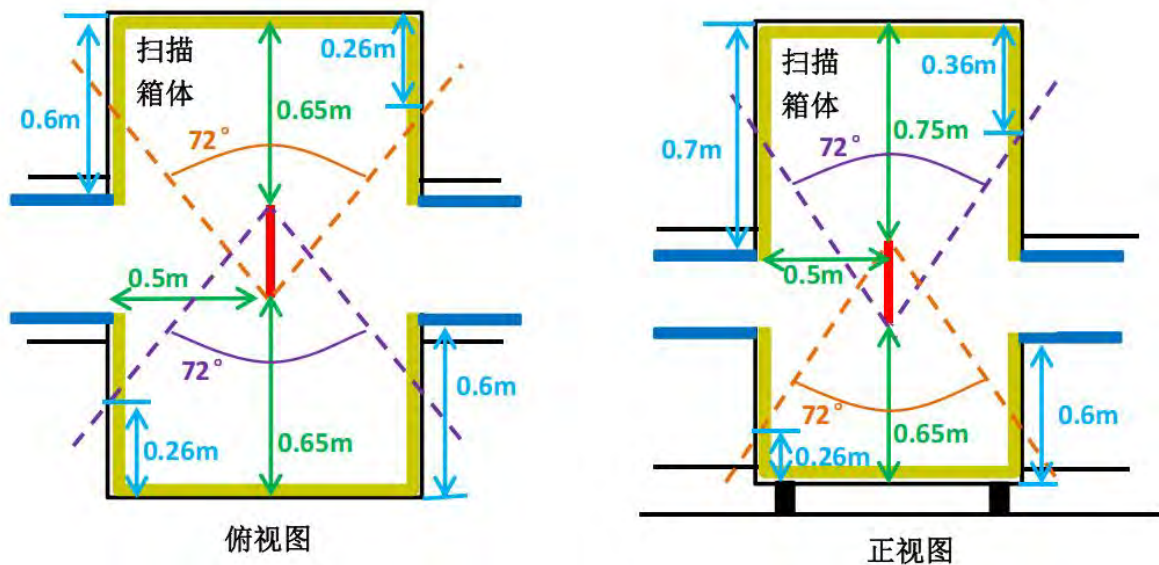


图 3-6 岩芯 CT 扫描仪的有用线束范围示意图（红色为 X 射线源点可能出现位置）

注：黄色为扫描箱体內的铅屏蔽体位置，蓝色线条为放样防护箱体內的铅屏蔽体位置

1.2 XCAMS 型加速器质谱仪

本次验收的加速器质谱仪位于海琴四号首层 C112 室,加速器质谱仪的加速粒子为 Be、C 或 Al,均为重离子,由于重离子射程很短,不能穿出真空束流管道,所以不能直接对周围环境造成影响。根据《原子核物理》(卢希庭主编)中 5.3-4 公式计算可知,Be、C 和 Al 与 Fe 反应的库仑势垒分别为 17 MeV、25 MeV 和 49 MeV。由于本项目加速器产生的高能粒子的最大总能量为 1MeV,该能量远低于与加速器构件反应的库仑势垒,不足以引起核反应,因此本项目加速器无需考虑中子以及感生放射性。

正常情况下,高能重离子束与物质相互作用导致韧致辐射,从而产生 X 射线。由于韧致辐射与靶核电荷的平方成正比,与带电粒子质量的平方成反比,因此,重的粒子产生的韧致辐射非常小,即本项目加速器韧致辐射非常小。同时,本项目加速器质谱仪设备的主要材料为钢,加速器设备可以进一步降低韧致辐射。本项目加速器质谱仪在正常运行时,根据加速器质谱仪生产厂家给出的周围剂量当量率的测量结果,在射线装置外表面 1m 处的周围剂量当量率的最大值为 0.08 μ Sv/h (即: 8 μ rem/h)。

本项目加速器质谱仪在正常运行时,根据加速器质谱仪生产厂家给出的周围剂量当量率的测量结果,在离子源外表面 1m 处的周围剂量当量率的最大值为 0.01 μ Sv/h

(即: $1\mu\text{rem/h}$)。

由于加速器质谱仪位于所在房间的中部, 距离房间的各面墙体均不小于 1m , 建设单位根据本项目的实际情况, 加速器质谱仪项目采用距离防护, 加速器质谱仪所在房间的各面均有实体墙体, 建设单位不对加速器质谱仪所在的海琴四号首层 C112 室进行辐射防护设计。

综上所述, 本次验收的 1 台岩芯 CT 扫描仪和 1 台加速器质谱仪屏蔽设计情况均与环评阶段一致。

根据表 7 中监测结果表明, 加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外周围剂量当量率最大均为 200nSv/h ; 可以满足本次验收中人员可达区域屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求, 屏蔽效能可以满足要求。

2. 辐射安全与防护设施/措施

本项目岩芯 CT 扫描仪和加速器质谱仪均已按照环评文件相关的辐射防护设计要求建成各项辐射安全与防护设施、措施, 实际建成情况见图 3-7~图 3-10 以及后续相关内容。



图 3-7 岩芯 CT 扫描仪的急停按钮和工作状态指示灯安装位置示意图



图 3-8 岩芯 CT 扫描仪的急停按钮和工作状态指示灯现场安装位置示意图

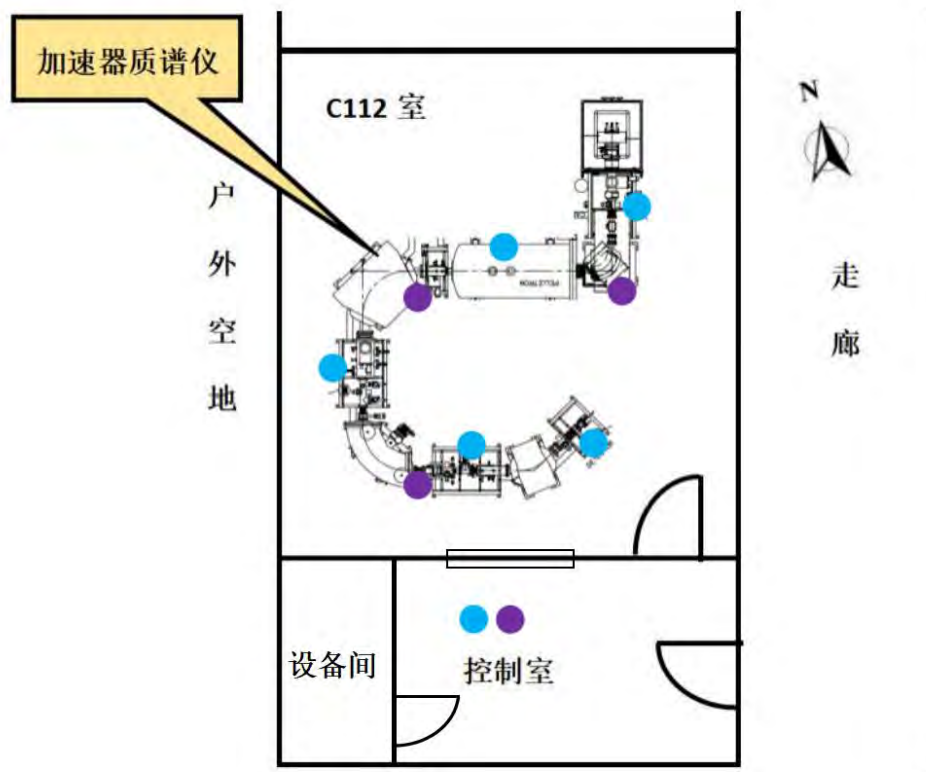


图 3-9 加速器质谱仪实时周围剂量当量率测量探头和急停按钮安装位置
(蓝色圆圈为急停按钮，紫色圆圈为实时周围剂量当量率测量探头)

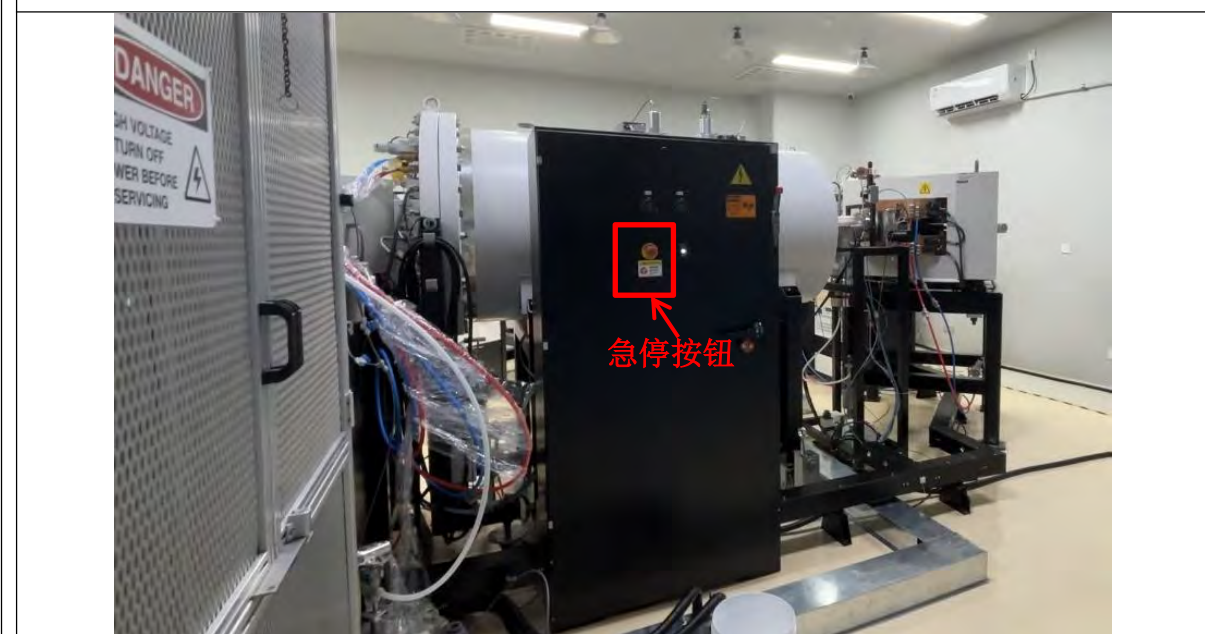
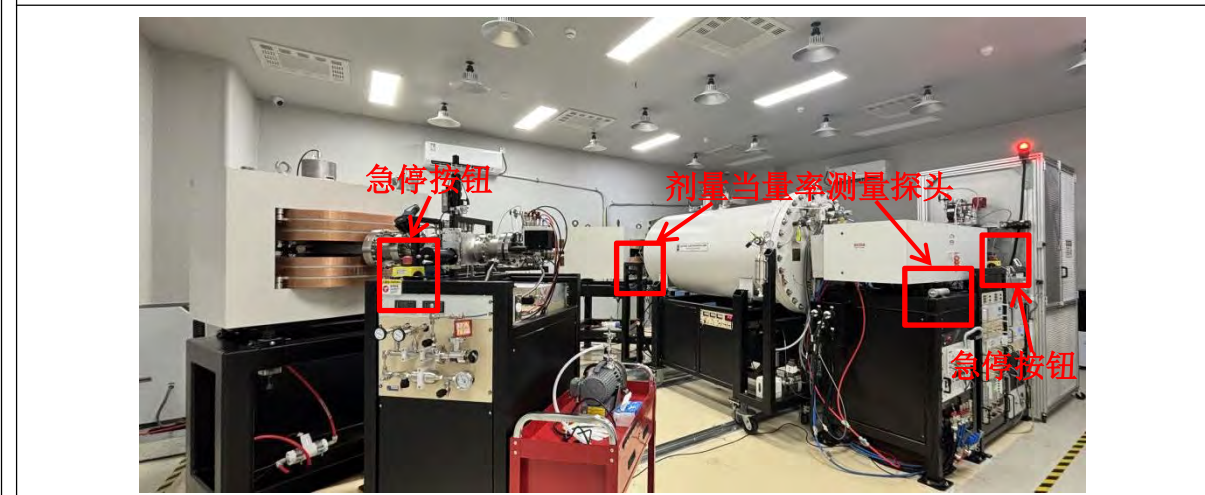




图 3-10 加速器质谱仪急停按钮现场安装位置

2.1 通风设施及其控制线缆

2.1.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

本次验收的岩芯 CT 扫描仪屏蔽体设计有机械排风装置,机械排风装置与岩芯 CT 扫描仪安装有联锁,只有在机械排风装置正常运行的情况下,岩芯 CT 扫描才能进行出束作业;当岩芯 CT 扫描出束作业时,若机械排风装置出现故障,岩芯 CT 扫描仪将立即停止出束。

通风和控制线缆穿过屏蔽体时,均采用了多次折返的路径设计。通风和控制线缆穿过屏蔽体时,通过多次折返的路径设计,增加泄漏射线的散射次数和衰减,从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果,与环评一致,通风和控制线缆穿过屏蔽体的辐射防护建设方案与环评辐射防护设计方案一致。

岩芯 CT 扫描仪屏蔽体设有机机械排风装置,通风量为 $177.6 \text{ m}^3/\text{h}$ (即 $2.96 \text{ m}^3/\text{min}$)。由于岩芯 CT 扫描仪扫描箱体的内部尺寸为: $1.42\text{m}\times 0.866\text{m}\times 1.4\text{m}$, 体积为 2.31m^3 ; 放样防护箱体前(后)面级的内部尺寸为 $2.505\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$, 体积为 0.401m^3 , 因此,岩芯 CT 扫描仪的内部体积约为 3.11m^3 , 据此可估算岩芯 CT 扫描仪每小时通风换气次数为 57.1 次。建设单位还安装了 1 个专用排风管,将岩芯 CT 扫描仪排出的气体,全部引至实验室外,最终排入大气环境(见图 3-9)。实验室外的环境性质为户外空地,避开了人员密集区。



图 3-9 岩芯 CT 扫描仪排风装置实物图

2.1.2 XCAMS 型加速器质谱仪

本项目加速器质谱仪内部空间为真空环境,在正常运行情况下,加速器质谱仪不进行通风操作。

2.2 辐射安全与防护

2.2.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

(1) 钥匙开关

在岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外，设计有钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动岩芯 CT 扫描仪进行出束作业；钥匙开关未闭合状态时，岩芯 CT 扫描仪无法出束运行。钥匙开关的现场相片见图 3-10。



图 3-10 钥匙开关实物图

(2) 门灯联锁

岩芯 CT 扫描仪的放样防护箱体前（后）面级的岩芯样品置入（取出）口，及 2 个检修门，均安装有关闭到位传感器，只有在置入（取出）口和 2 个检修门关闭到位的情况下，传感器才会向控制终端反馈关闭到位的信号，只有所有传感器均反馈关闭到位时，岩芯 CT 扫描仪才能开机出束。在置入（取出）口和 2 个检修门，打开或者没有关到位的情况下，传感器不会向控制终端反馈关闭到位的信号，只要有 1 个传感器没有反馈关闭到位的信号，岩芯 CT 扫描仪就无法进行出束作业。在出束作业时，置入口、取出口或检修门打开，传感器将立即向控制终端反馈，此时岩芯 CT 扫描仪将立即停止出束，关闭置入（取出）口或检修门后，岩芯 CT 扫描仪不会自动进行出束作业。

(3) 警示标识和警示说明

岩芯 CT 扫描仪的屏蔽体外各个侧面均张贴了醒目的电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。岩芯 CT 扫描仪的扫描箱体的外侧两端均安装了工作状态指示灯：当警示灯亮起时，表示射线装置正在进行出束作业。岩芯 CT 扫描仪的工作状态指示灯与射线装置进行了联锁。警示标识现场相片见图 3-11。



图 3-11 警示标识实物图

(4) 在线监测仪

在岩芯CT扫描仪的扫描箱体后方设置了1台伽马剂量监测仪，当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），将发出报警声音，辐射工作人员听到报警声音后，将立即按下急停按钮，切断高压停止出束。环评阶段未设计在线监测仪，实际建设情况更优于环评设计。实时在线监测现场相片见图 3-12。



图 3-12 在线监测仪实物图

(5) 急停按钮

操作位的控制面板上有 1 个急停按钮、屏蔽体外有 1 个急停按钮。在岩芯 CT 扫描仪出束作业时，按下任一急停按钮，均将停止出束。每个急停按钮均用标签表明功能和使用方法。岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外的急停按钮安装位置见图 3-7 所示。急停按钮按下后，需辐射工作人员对急停按钮进行复位后，射线装置才能进行出束作业；当任一急停按钮没有复位时，即使对岩芯 CT 扫描仪进行出束操作，岩芯 CT 扫描仪也不会进行出束作业。急停按钮现场相片见图 3-13。



图 3-13 急停按钮实物图

(6) 安全操作

辐射工作人员作业前严格检查射线装置门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护措施，发现异常立刻停止工作并查找原因、只有确保无异常、安全的情况下方可进行出束作业。

建设单位使用现有的 1 台 CM7102 型和 1 台 RG1000 型辐射实时检测报警仪以及本次新增的 1 台 RJ38-3602II 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，开展日常自行监测。具体如下：建设单位用本次新增的 1 台 RJ38-3602II 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，对本项目进行日常的监测。同时，在测量过程中，辐射工作人员将全程佩戴 CM7102 型或 RG1000 型辐射实时检测报警仪，确保自身所在位置的辐射水平处于安全范围内。当辐射水平达到设定的报警水平（报警水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）时，报警仪将发出警示声音，辐射工作人员应立即停止出束并立即向辐射防护负责人报告。辐射工作人员交接班或者使用 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪前，将检查 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪是否正常工作。如果在检查过程中发现异常，将不会使用岩芯 CT 扫描仪。



辐射监测仪器实物图

射线装置监测记录表

监测仪器型号： RJ38-360211

单位： nSv/h

日期	设备名称	X射线衍射仪	X射线光电 子能谱仪	X射线单晶 体衍射仪	X射线衍射 仪	顺序扫描式 X射线荧光 光谱仪	岩芯XRF扫 描仪	X射线荧光分 析仪	多核素低能 量小型加速 器质谱仪	岩芯CT扫描 仪
	型号	D8 ADVANCE	Escalab QXi	XtaLAB Synergy	Dmax RAPID-V	ARL PERFORMIX	Itrex FlexRay XRF Scanner	VCA	XCAMS	GeoScan200
监测结果										
2024.12.18	关机	159	152	163	163	155	178	171	169	177
	开机	156	160	146	172	156	180	186	/	188
2025.4.21	关机	163	158	147	159	160	173	177	174	180
	开机	168	164	150	162	169	176	183	174	183

日常自行监测记录表

图 3-14 安全操作落实情况

(7) 其他相关联锁

岩芯 CT 扫描仪有多重安全联锁设计，可以确保使用安全，岩芯 CT 扫描仪的安全联锁设计图见图 3-15。

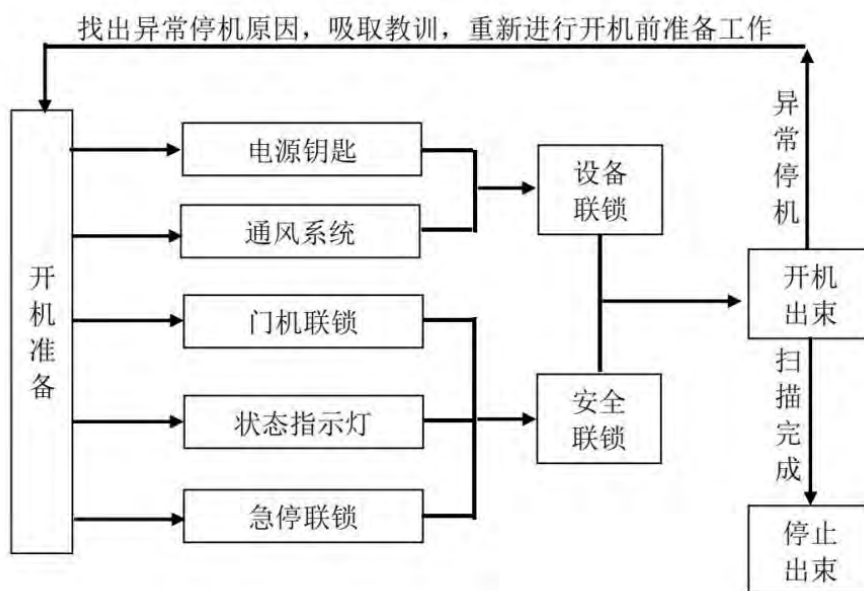


图 3-15 岩芯 CT 扫描仪的安全联锁设计图

(8) 维修

当岩芯 CT 扫描仪需要进行维修时，建设单位将委托岩芯 CT 扫描仪的生产厂家进行，建设单位不会自行对岩芯 CT 扫描仪进行维修。在维修过程中，若需进行出束，需确保置入口、取出口和检修门全部闭合。若需放入或取出岩芯样品时，需确保岩芯 CT 扫描仪没有出束，才能进行上述操作。

2.2.2 XCAMS 型加速器质谱仪

(1) 警示标识和警示说明

加速器质谱仪所在房间入口处均张贴醒目的电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿进入。加速器质谱仪安装有工作状态指示灯：当红色灯亮起时，表示射线装置正在进行出束运行。警示标识现场相片见图 3-16

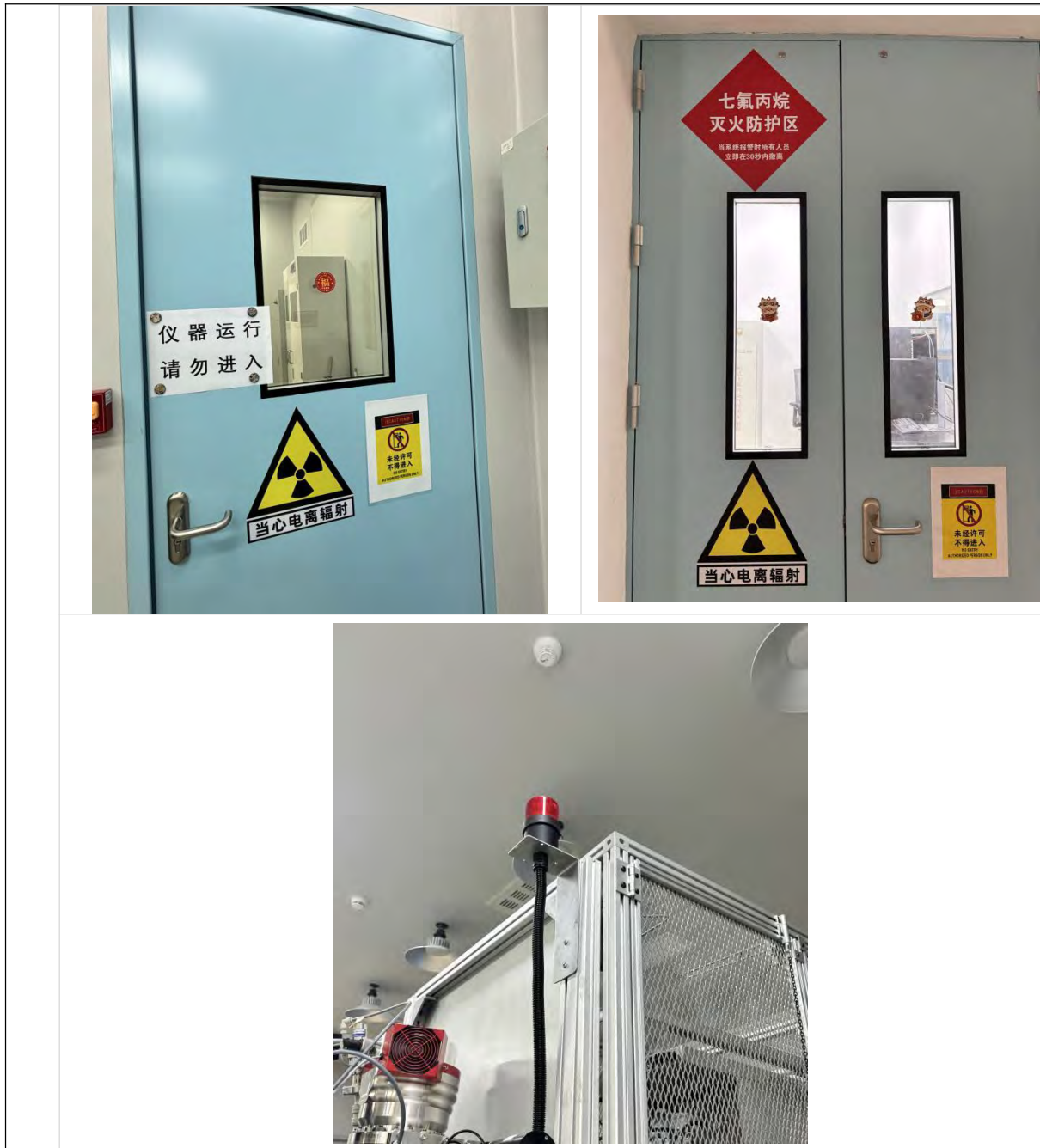
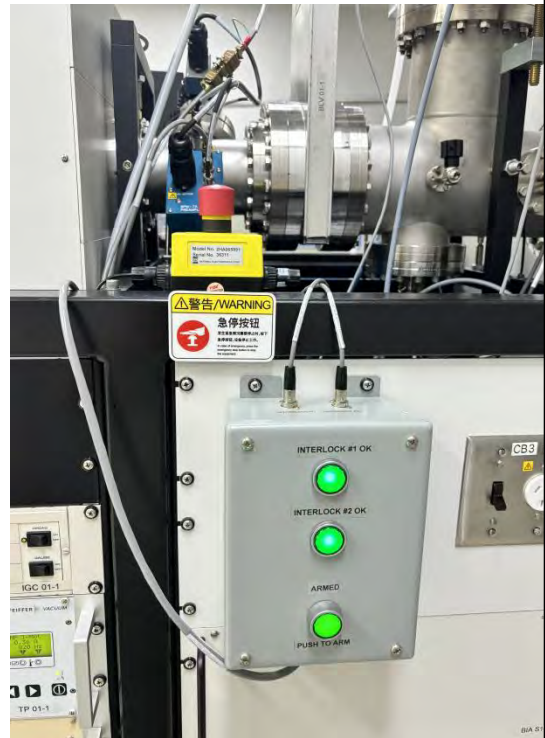


图 3-16 警示标识实物图

(2) 急停按钮

加速器质谱仪操作台上有 1 个急停按钮，加速器质谱仪屏蔽体外表面有 5 个急停按钮。在加速器质谱仪出束运行时，按下任一急停按钮，均将切断高压停止出束。每个急停按钮用标签表明功能和使用方法，急停按钮安装位置见图 3-8 所示。急停按钮按下后，需辐射工作人员对急停按钮进行复位后，加速器质谱仪才能进行出束运行；当任一急停按钮没有复位时，即使对加速器质谱仪进行出束操作，加速器质谱仪也不会进行出束运行。急停按钮现场相片见图 3-17。



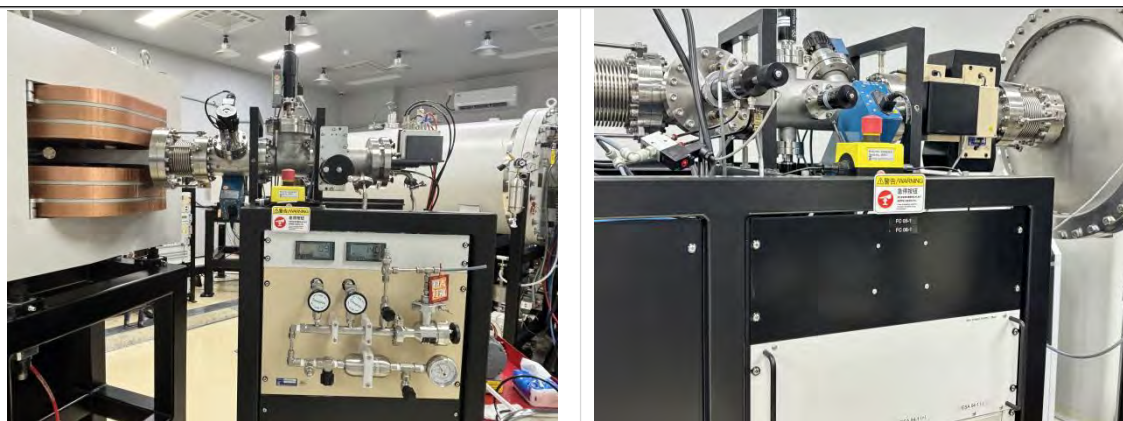


图 3-17 急停按钮实物图

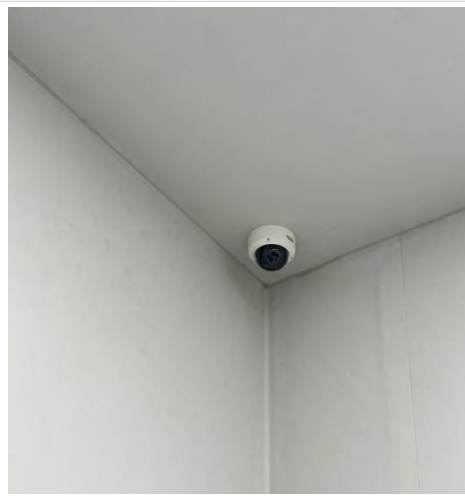
(3) 设备控制信号联锁

加速器质谱仪与该设备的各控制信号进行联锁。在加速器质谱仪未加载高压时，只有当所有控制信号均正常时，方可启动进行高压加载；在正常运行后，加速器质谱仪的控制系统将对各控制信号时时监控，若任意控制信号（如真空度等）出现异常，则系统将立即切断高压停止出束。

所有安全联锁装置均需正常使用，所有安全联锁装置不得旁路。当设备进行维修维护后，所有安全联锁必须恢复原状。

(4) 实时监视

建设单位在控制室设计了观察窗，且在控制室以及加速器质谱仪所在房间内设置了 5 个视频监控（控制室配备 1 个，加速器质谱仪所在房间的四个角落各配备 1 个），视频图像位于操作台。控制室的辐射工作人员可清楚地观察到加速器质谱仪所在房间的情况，如发生意外情况可及时处理。实时监视现场相片见图 3-18。



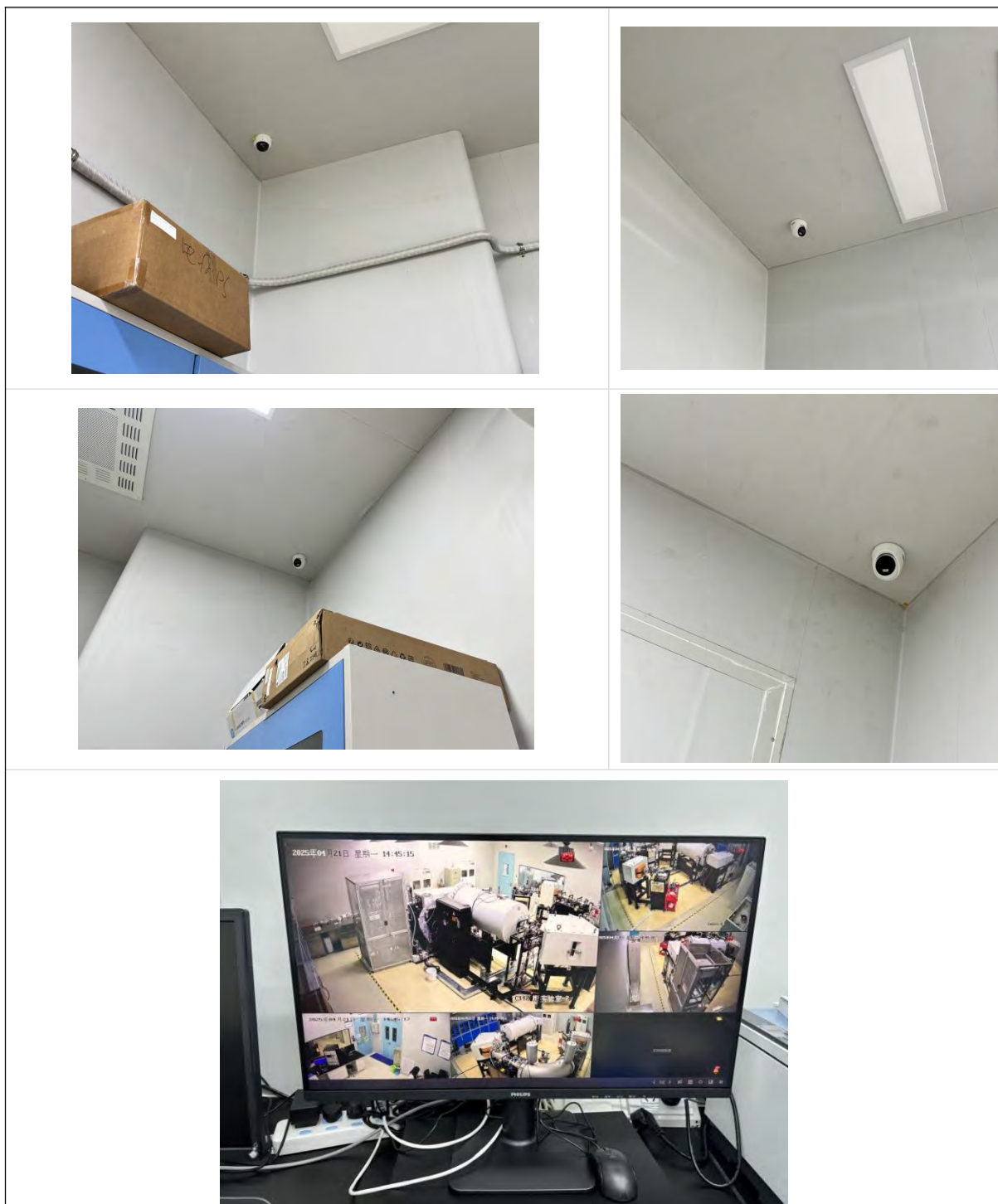


图 3-18 实时监视实物图

(5) 实时在线监测

本项目安装了 4 个固定式实时周围剂量当量率监测系统：测量探头位于加速器质谱仪所在房间和控制室（探头位置见图 3-8），显示面板位于控制室内。当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），将发出报警声音，辐射工作人员听到报警声音后，将立即按下急停按钮，切断高压停止出束。实时在线监测现

场相片见图 3-19。

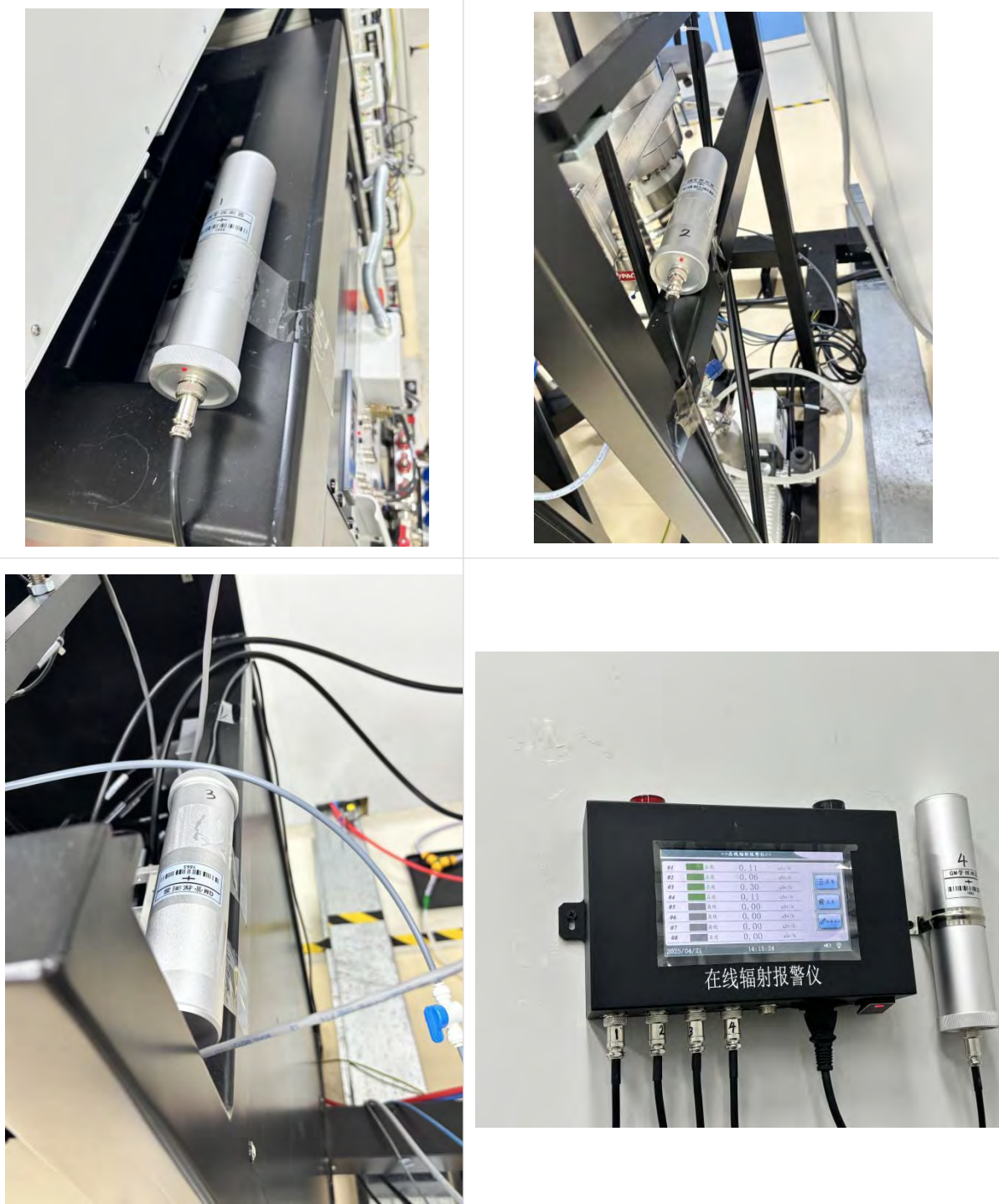


图 3-19 实时在线监测实物图

(6) 安全操作

建设单位使用现有的 1 台 CM7102 型以及本次新增的 1 台 RJ38-3602I 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，开展日常自行监测，具体如下：建设单位将使用本次新增的 1 台 RJ38-3602I 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，对本项目进行自行监测，

监测位置为加速器质谱仪屏蔽体外 30cm 处。同时，在进行加速器的日常使用过程中，辐射工作人员将全程佩戴 CM7102 型辐射实时检测报警仪，确保自身所在位置的辐射水平处于安全范围内。当辐射工作人员自身所处环境的辐射水平达到设定的报警水平（报警水平为 2.5μSv/h）时，报警仪将发出警示声音，辐射工作人员应立即停止出束并立即向辐射防护负责人报告。



辐射监测仪器实物图

射线装置监测记录表

监测仪器型号： RJ38-360211 单位： nSv/h

日期	设备名称	X射线衍射仪	X射线光电谱仪	X射线单晶体衍射仪	X射线衍射仪	顺序扫描式X射线荧光光谱仪	岩芯XRF扫描仪	X射线荧光分析仪	多核素低能量小型加速器质谱仪	岩芯CT扫描仪
	型号	D8 ADVANCE	Escalab QXi	XtaLAB Synergy	Dmax RAPID-V	ARL PERFORMX	Itrax FleXRay XRF Scanner	VCA	XCAMS	GeoScan200
监测结果										
2024.12.18	关机	159	152	163	163	155	178	171	169	177
	开机	156	160	146	172	156	180	186	/	188
2025.4.21	关机	163	158	147	159	160	173	177	174	180
	开机	168	164	150	162	169	176	183	174	183

日常自行监测记录表

图 3-20 安全操作落实情况

(7) 其他相关联锁

加速器质谱仪有多重安全联锁设计，可以确保使用安全，加速器质谱仪的安全联锁设计图见图 3-21。

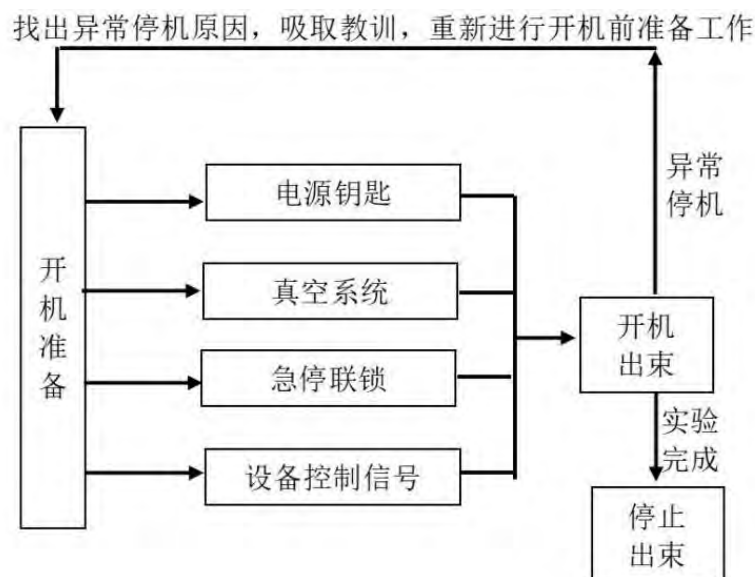


图 3-21 加速器质谱仪的安全联锁设计图

3. 辐射安全分区

3.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

该项目根据环评要求，对辐射工作场所进行分区管理。以岩芯 CT 扫描仪的屏蔽体为界，岩芯 CT 扫描仪内部划为控制区，岩芯 CT 扫描仪出束时，禁止任何人员进入或滞留在控制区。以辐射安全联锁和警示装置控制及管理制度保障此区的辐射安全。

将岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外 30cm 处和岩芯 CT 扫描仪的操作位划为监督区。建设单位在监督区边界的地面上，标示黄色警戒线，确保监督区的安全。

岩芯 CT 扫描仪的辐射安全分区见图 3-22~图 3-23。

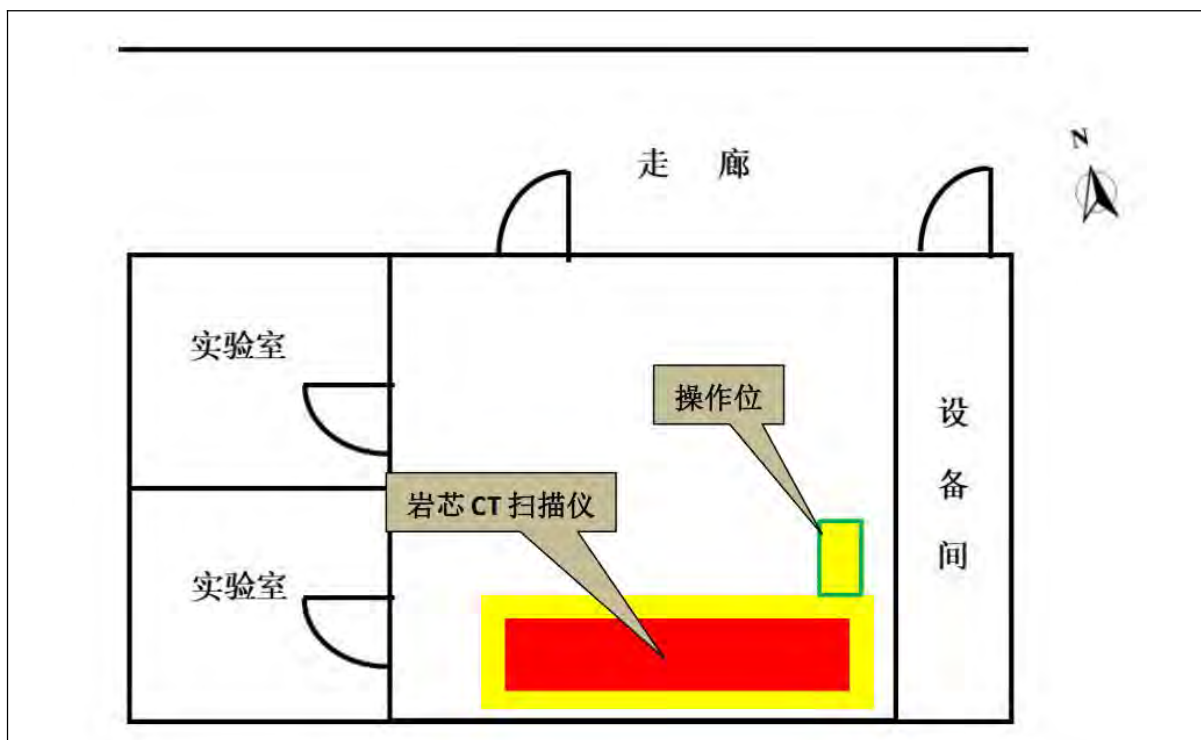


图 3-22 岩芯 CT 扫描仪辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）



图 3-23 分区现状示意图

3.2 XCAMS 型加速器质谱仪

根据现场情况，建设单位以加速器质谱仪所放置位置为界，将加速器质谱仪所占位置均划为控制区，由于加速器质谱仪内空间较小，不存在人员进入或滞留在控制区的可能。

将加速器质谱仪所在房间的其它区域和控制室划为监督区。建设单位通过实体隔断和在监督区的入口处张贴警示标志，确保监督区的安全。

加速器质谱仪辐射安全分区见图 3-24~图 3-25。

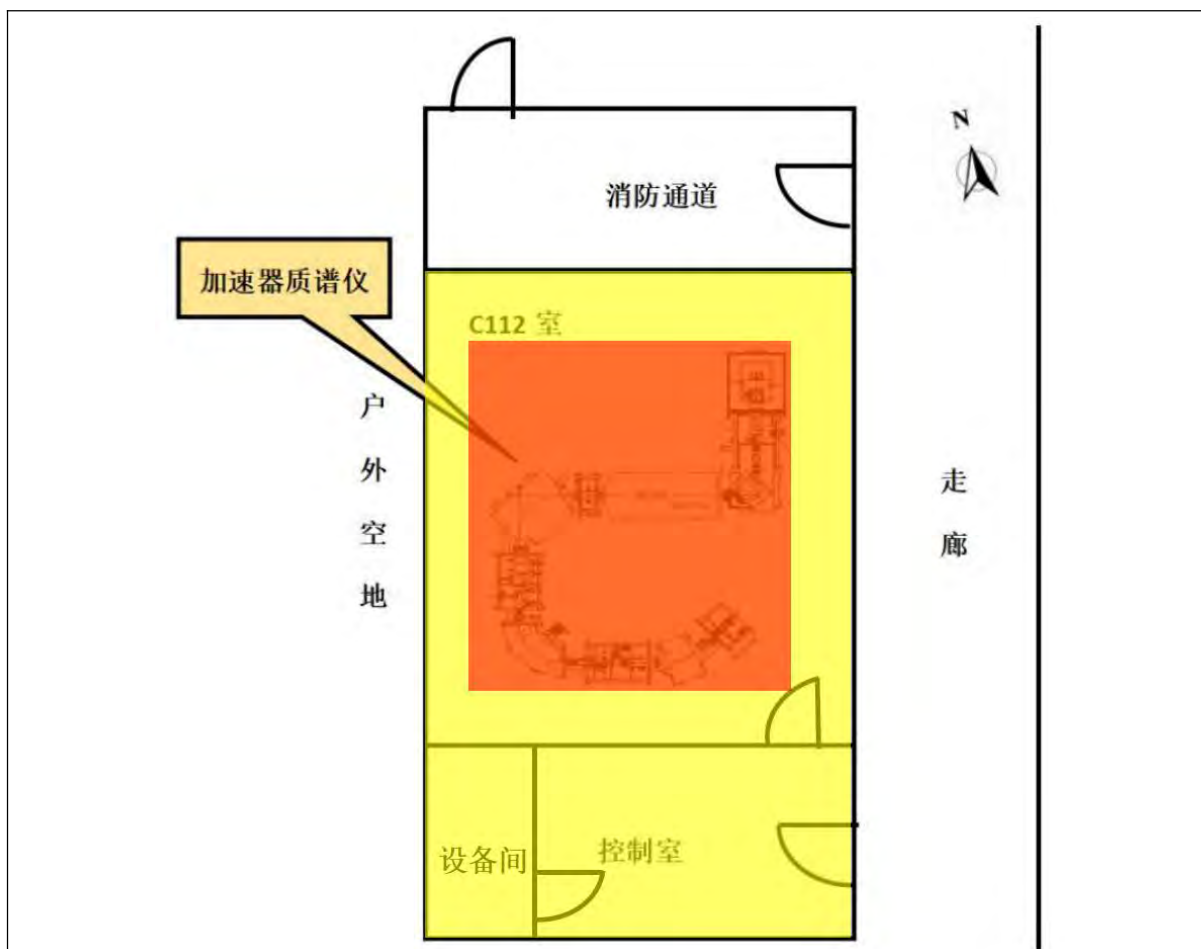


图 3-24 加速器质谱仪辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）



图 3-25 分区现状示意图

综上所述，本项目两台设备的辐射工作场所分区情况均可以满足环评文件以及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

4. 辐射安全与防护设施分析小结

通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析，可知实际建成情况相对于与环评阶段的设计方案基本一致，辐射屏蔽设施，通风设施和控制线缆与环评设计方案一致，其中岩芯CT 扫描仪的辐射安全与防护设施落实情况更优于环评阶段设计，

加速器质谱仪其他的辐射安全与防护设施的实际建成情况与环评阶段设计一致。

本项目已依法取得辐射安全许可证，纳入辐射安全监管体系进行管理，不存在重大变动的内容。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1. 环评文件中辐射防护设施的落实情况

1.1 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪

(1) 辐射屏蔽

环评要求：拟安装使用的岩芯CT 扫描仪的外表面均设计有辐射防护屏蔽，岩芯CT 扫描仪主要分为放样防护箱体前面级、扫描箱体和放样防护箱体后面级三部分，GeoScan200 型岩芯CT 扫描仪的扫描箱体的内部尺寸为 1.42m×0.866m×1.4m，外部尺寸为 1.6m×1.0m×1.7m；放样防护箱体前（后）面级的内部尺寸为2.505m×0.4m×0.4m，外部尺寸为2.6m×0.6m×1.0m。

实际落实情况：通过表三辐射屏蔽的分析，岩芯CT 扫描仪的外表面均自带有辐射防护屏蔽且屏蔽材料以及厚度与环评要求一致，可以满足本项目辐射屏蔽需求。

从表七中的监测数据和分析结果可知，岩芯CT 扫描仪正常运行时，岩芯CT 扫描仪屏蔽体外周围剂量当量率满足要求：屏蔽体外 30cm 处及以上区域的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。

(2) 通风和控制线缆

环评要求：岩芯 CT 扫描仪屏蔽体设有机械排风装置，通风量为 177.6 m³ /h（即 2.96 m³ /min）。由于岩芯 CT 扫描仪扫描箱体的内部尺寸为：1.42m×0.866m×1.4m，体积为 2.31m³；放样防护箱体前（后）面级的内部尺寸为 2.505m×0.4m×0.4m，体积为 0.401m³，因此，岩芯 CT 扫描仪的内部体积约为 3.11m³，据此可估算岩芯 CT 扫描仪每小时通风换气次数为 57.1 次。建设单位安装了 1 个专用排风管，将岩芯 CT 扫描仪排出的气体，全部引至实验室外，最终排入大气环境。

通风和控制线缆穿过屏蔽体时，通过多次折返的路径设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

实际落实情况：本项目岩芯 CT 扫描仪屏蔽体设有机械排风装置以及安装了 1 个专用排风管，且通风和控制线缆穿过屏蔽体时，均采用多次折返的路径设计，与环评设计方案一致。

(3) 辐射安全分区管理

环评要求：本项目以岩芯 CT 扫描仪的屏蔽体为界，岩芯 CT 扫描仪内部划为控

制区，岩芯 CT 扫描仪出束时，禁止任何人员进入或滞留在控制区。以辐射安全联锁和警示装置控制及管理制度保障此区的辐射安全。

将岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外 30cm 处和岩芯 CT 扫描仪的操作位划为监督区。建设单位拟在监督区边界的地面上，标示黄色警戒线，确保监督区的安全。

实际落实情况：分区与环评要求一致，严格按照环评的管理要求进行管理。

（4） 辐射安全警示设施

环评要求：岩芯 CT 扫描仪的屏蔽体外各个侧面均拟张贴醒目的电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。岩芯 CT 扫描仪的扫描箱体的外侧处安装有红绿黄三色工作状态指示灯：当绿色灯亮起时，表示射线装置未出束作业；当辐射工作人员发出出束作业指令时，黄色灯亮起，并发出嗡鸣声，提醒周围人员，此时，射线装置不会进行出束作业；当黄色灯熄灭红色灯亮起时，射线装置将进行出束作业。岩芯 CT 扫描仪的工作状态指示灯和声音提醒装置，与射线装置进行了联锁。

实际落实情况：岩芯CT 扫描仪的屏蔽体外各个侧面均张贴了醒目的电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。岩芯CT 扫描仪的扫描箱体的外侧两端均安装了工作状态指示灯：当警示灯亮起时，表示射线装置正在进行出束作业。岩芯CT 扫描仪的工作状态指示灯与射线装置进行了联锁，详见表三相关内容。

（5） 辐射安全应急设施

环评要求：操作位的控制面板上有 1 个急停按钮，屏蔽体外有 1 个急停按钮。在岩芯CT 扫描仪出束作业时，按下任一急停按钮，均将停止出束。每个急停按钮拟用标签表明功能和使用方法。急停按钮按下后，需辐射工作人员对急停按钮进行复位后，射线装置才能进行出束作业；当任一急停按钮没有复位时，即使对岩芯CT 扫描仪进行出束操作，岩芯CT 扫描仪也不会进行出束作业。

实际落实情况：岩芯CT 扫描仪的辐射安全应急设施与环评设计情况基本一致，详见表三相关内容。

（6） 辐射监测设施

环评要求：建设单位将使用现有的 1 台 CM7102 型辐射实时检测报警仪（具有周围剂量当量率的测量功能），每 6 个月对本项目进行自行监测。

实际落实情况：建设单位使用现有的 1 台 CM7102 型和 1 台 RG1000 型辐射实时检测报警仪以及本次新增的 1 台 RJ38-3602II 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率

仪，开展日常自行监测。

在岩芯CT扫描仪的扫描箱体后方设置了1台伽马剂量监测仪，当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时，将发出报警声音，辐射工作人员听到报警声音后，将立即按下急停按钮，切断高压停止出束。

(7) 安全联锁设施

环评要求：岩芯CT扫描仪有多重安全联锁设计。

实际落实情况：落实了环评设计的各项安全联锁，只有岩芯CT扫描仪各项相关安全措施都就位后，岩芯CT扫描仪才能出束，具体内容详见表三的分析。

1.2 XCAMS 型加速器质谱仪

(1) 辐射屏蔽

环评要求：加速器质谱仪位于所在房间的中部，距离房间的各面墙体均不小于1m，建设单位根据本项目的实际情况，加速器质谱仪项目采用距离防护，加速器质谱仪所在房间的各面均有实体墙体，墙体起到了物理隔离作用，建设单位不对加速器质谱仪所在的海琴四号首层C112室进行辐射防护设计。

实际落实情况：通过表三辐射屏蔽的分析，加速器质谱仪项目采用距离防护，加速器质谱仪所在房间的各面均有实体墙体，墙体起到了物理隔离作用，不对加速器质谱仪所在的房间进行辐射防护设计。

从表七中的监测数据和分析结果可知，加速器质谱仪正常运行时，加速器质谱仪所在房间及其周边环境的周围剂量当量率满足要求。

(2) 通风情况

环评要求：本项目加速器质谱仪内部空间为真空环境，在正常运行情况下，加速器质谱仪不进行通风操作。

实际落实情况：本项目加速器质谱仪运行情况与环评阶段一致，不设置通风装置。

(3) 辐射安全分区管理

环评要求：本项目以加速器质谱仪的外表面为界，加速器质谱仪内部划为控制区，由于加速器质谱仪内空间较小，不存在人员进入或滞留在控制区的可能。

将加速器质谱仪所在房间的其他区域和控制室划为监督区。建设单位通过实体隔断和拟在监督区的入口处张贴警示标志，确保监督区的安全。

实际落实情况：分区与环评要求一致，严格按照环评的管理要求进行管理。

（4） 辐射安全警示设施

环评要求：加速器质谱仪所在房间入口处拟张贴醒目的电离辐射警告标识和中文警示说明，提醒无关人员勿进入。加速器质谱仪安装有工作状态指示灯：当红色灯亮起时，表示射线装置正在进行出束运行。

实际落实情况：辐射安全警示措施与环评设计情况一致，详见表三相关内容。

（5） 辐射安全应急设施

环评要求：控制室的操作面板上有 1 个急停按钮，加速器质谱仪外表面有 5 个急停按钮。在加速器质谱仪出束运行时，按下任一急停按钮，均将切断高压停止出束。每个急停按钮拟用标签表明功能和使用方法，急停按钮安装位置见图 10-18 所示。急停按钮按下后，需辐射工作人员对急停按钮进行复位后，加速器质谱仪才能进行出束运行；当任一急停按钮没有复位时，即使对加速器质谱仪进行出束操作，加速器质谱仪也不会进行出束运行。

实际落实情况：加速器质谱仪的辐射安全应急设施与环评设计情况基本一致，详见表三相关内容。

（6） 辐射监测设施

环评要求：建设单位将使用现有的 1 台 CM7102 型和 1 台 RG1000 型辐射实时检测报警仪，开展日常自行监测工作。

实际落实情况：建设单位使用现有的 1 台 CM7102 型以及本次新增的 1 台 RJ38-3602I 型便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，开展日常自行监测。

在加速器质谱仪所在房间和控制室共安装了 4 个固定式实时周围剂量当量率监测系统，显示面板位于控制室内。当显示面板上的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），将发出报警声音，辐射工作人员听到报警声音后，将立即按下急停按钮，切断高压停止出束。

（7） 安全联锁设施

环评要求：加速器质谱仪有多重安全联锁设计。在加速器质谱仪未加载高压时，只有当所有控制信号均正常时，方可启动进行高压加载；在正常运行后，加速器质谱仪的控制系统将对各控制信号时时监控，若任意控制信号（如真空度等）出现异常，则系统将立即切断高压停止出束。

实际落实情况：落实了环评设计的各项安全联锁，只有加速器质谱仪各项相关安全措施都就位后，加速器质谱仪才能出束，具体内容详见表三的分析。

分析结论：通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射防护设施方面的要求，落实了相应的辐射防护与安全设施，且各项辐射安全与防护设施能够正常工作，满足环评文件和相关技术标准的要求。

2. 环评文件中辐射安全管理的落实情况

2.1 辐射安全与环境管理机构的设置

环评要求：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。

实际落实情况：建设单位设置了辐射安全与环境管理机构，并明确了辐射安全与环境管理机构及职责。

2.2 辐射安全管理规章制度

环评要求：初步制定了《辐射防护管理委员会及其职责》、《辐射安全培训规定》、《操作人员健康管理辦法》、《岩芯 CT 操作全流程》、《加速器质谱仪操作规程》、《辐射安全防护制度》、《安全保卫制度》、《监测方案》和《事故应急预案》等，通过管理制度规定了辐射工作人员、辐射工作场所和射线装置的管理等方案。

建设单位承诺，随着本项目的推进，相关人员的落实，建设单位将进一步修订完善相关规章制度。建设单位制定的辐射安全管理规章制度满足相关标准要求。

实际落实情况：

建设单位针对该项目制定了《辐射防护管理委员会及其职责》、《辐射安全培训规定》、《操作人员健康管理辦法》、《岩芯 CT 操作规程》、《加速器质谱仪操作规程》、《辐射安全防护制度》、《安全保卫制度》、《监测方案》、《射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划和辐射工作人员个人剂量计管理办法》和《辐射事故应急预案》，其中《辐射事故应急预案》明确了其编制目的、编制原则、辐射事故应急机构与职责、可能发生的辐射事故及事故分级、辐射事故应急处理程序、事故预防措施等内容，并给出了应急联系电话（见附件 3）。

相关辐射安全管理规章制度的制定和执行，为该项目的安全开展、辐射防护和

环境保护提供有力保障。建设单位已将相关制度张贴在控室的墙上，相关辐射安全管理规章制度上墙的照片见图 4-1。



图 4-1 辐射安全管理规章制度现场照片

2.3 辐射工作人员的培训

环评要求：建设单位将在项目落实前，组织拟配备辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加相应类别的辐射安全与防护培训，培训完成后，报名参加考试，取得合格证后才可上岗。考试合格证有效期为 5 年，期满后，将组织人员重新培训并参加考核。另外，建设单位将定期对组织内部辐射安全培训，保证辐射安全。

实际落实情况：建设单位针对本次验收项目配备了 5 名辐射工作人员，且已通过辐射培训考核，相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件 4。后期有新辐射工作人员入职后，建设单位将组织其参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并按要求在上岗前通过考核。

表 4-1 辐射工作人员情况表

序号	名字	辐射安全与防护培训合格证号	考核有效期	负责设备
1	吴嘉铭	FS25GD2300114	2025-03-16-2030.03.16	GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪
2	周美玲	FS22GD2300758	2022.10.14-2027.10.14	
3	曹梦莉	FS24GD2300119	2024.03.04-2029.03.04	XCAMS 型加速器质谱仪
4	周玮	FS23GD2300364	2023.04.23-2028.04.23	
5	王成明	FS23GD2300882	2023.07.08-2028.07.08	

2.4 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：严格按照国家关于个人剂量监测的规定，对从事辐射工作的人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。

实际落实情况：

建设单位已为 5 名辐射工作人员配置个人剂量计，并通过制定制度严格规范辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期送检，建立个人剂量档案并长期保存。

分析结论：通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和监测计划，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

3. 环评批复主要内容

该项目环评文件于 2024 年 2 月 21 日经广东省生态环境厅审批，批文号粤环审【2024】38 号。批复文件具体执行情况如下：

环评批复要求	实际落实情况
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和防护措施，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 0.1 毫希沃特/年。	本项目将严格按照环评报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，根据表 7 中人员受照剂量计算结果，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 0.1 毫希沃特/年
项目建设应严格执行配套的辐射安全与防护设施和射线装置同时设计、同时安装、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序申请辐射安全许可证。	建设单位严格执行配套的辐射安全与防护设施和“三同时”制度，已申领辐射安全许可证。

表五 验收监测质量保证及质量控制

1. 监测分析过程中的质量保证和质量控制 ①监测前制定了详细的监测方案及实施细则； ②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； ③监测工作在气候条件良好的条件下开展； ④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； ⑤监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗； ⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常； ⑦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； ⑧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； ⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。 ⑩监测过程处于受控状态。 2. 监测仪器质量保证 现场监测使用的仪器主要技术参数见表 5-1。 表 5-1 监测仪器主要参数一览表 <table><tr><td>仪器名称</td><td>X-γ辐射剂量率仪</td><td>仪器型号</td><td>AT1123</td></tr><tr><td>生产厂家</td><td>ATOMTEX</td><td>仪器编号</td><td>54928</td></tr><tr><td>测量范围</td><td>25keV~3MeV</td><td>能量范围</td><td>50nSv/h~10Sv/h</td></tr><tr><td>检定单位</td><td>深圳市计量质量检测研究院</td><td>证书编号</td><td>JL2408084641</td></tr><tr><td>检定日期</td><td>2024 年 06 月 04 日</td><td>有效期</td><td>1 年</td></tr></table> 3. 人员能力 承担该项目竣工环保验收的监测人员具备从事环境辐射监测的工作经历，充分了解电子加速器项目和环境保护领域的相关专业技术知识，掌握辐射监测技术和相应技术标准方法，具备对检测结果做出相应评价的判断能力。熟悉本单位检验检测体系管理程序。				仪器名称	X-γ辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123	生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54928	测量范围	25keV~3MeV	能量范围	50nSv/h~10Sv/h	检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	JL2408084641	检定日期	2024 年 06 月 04 日	有效期	1 年
仪器名称	X-γ辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123																				
生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54928																				
测量范围	25keV~3MeV	能量范围	50nSv/h~10Sv/h																				
检定单位	深圳市计量质量检测研究院	证书编号	JL2408084641																				
检定日期	2024 年 06 月 04 日	有效期	1 年																				

表六 验收监测内容

1. 检测方法和评价依据

HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》

GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》

2. 监测因子

为验证本项目正常运行时对周围环境的辐射影响，在加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪正常运行状态下和停机状态下分别对验收项目辐射屏蔽体外及周边环境进行周围剂量当量率监测，并通过现场监测结果与相关技术标准、环评文件及其批复文件的要求进行对比，评价该项目投入运行后，对周围环境和相关人员的辐射影响情况。

3. 监测点位

现场监测的布点参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》的相关规定，先沿加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外表面 30cm 并距地面 100cm 高度上的一切人员可以到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规关注点进行重点检测。常规关注点包括：

(1) 设备可达的各个面水平方向上的加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外表面 30cm。

(2) 房间的关注点：包括加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪所在房间各出入口、控制室和通风口等；

(3) 周边环境关注点。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，在加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪屏蔽体外及相邻工作场所共各布设了 61 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-4。



图 6-1 GeoScan200 型加速器质谱仪周围剂量当量率布点示意图

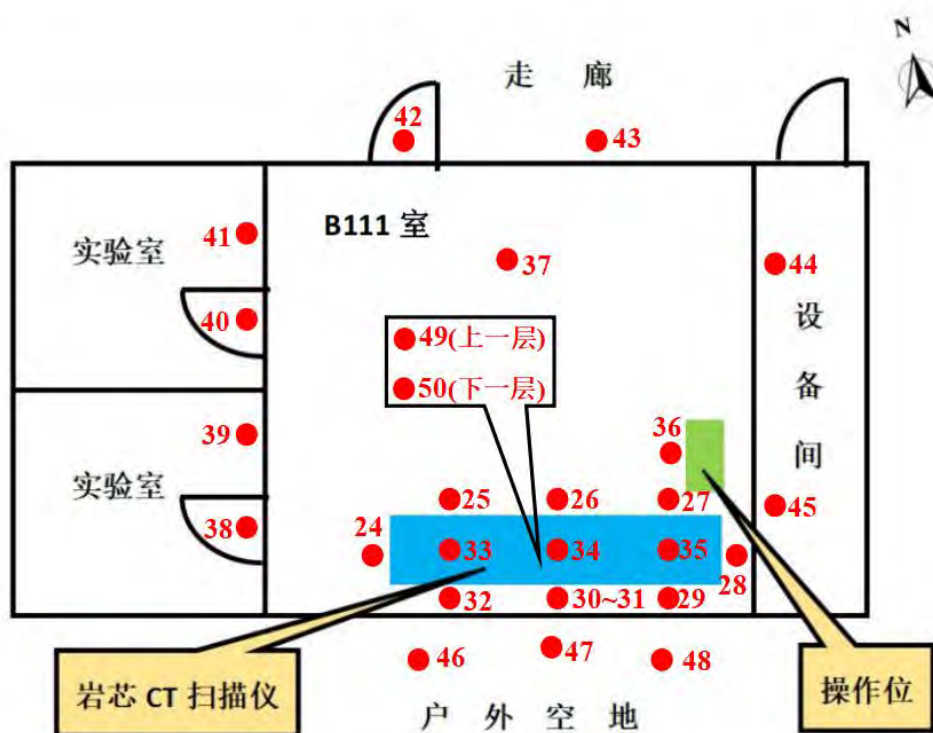


图 6-2 XCAMS 型岩芯 CT 扫描仪周围剂量当量率布点示意图

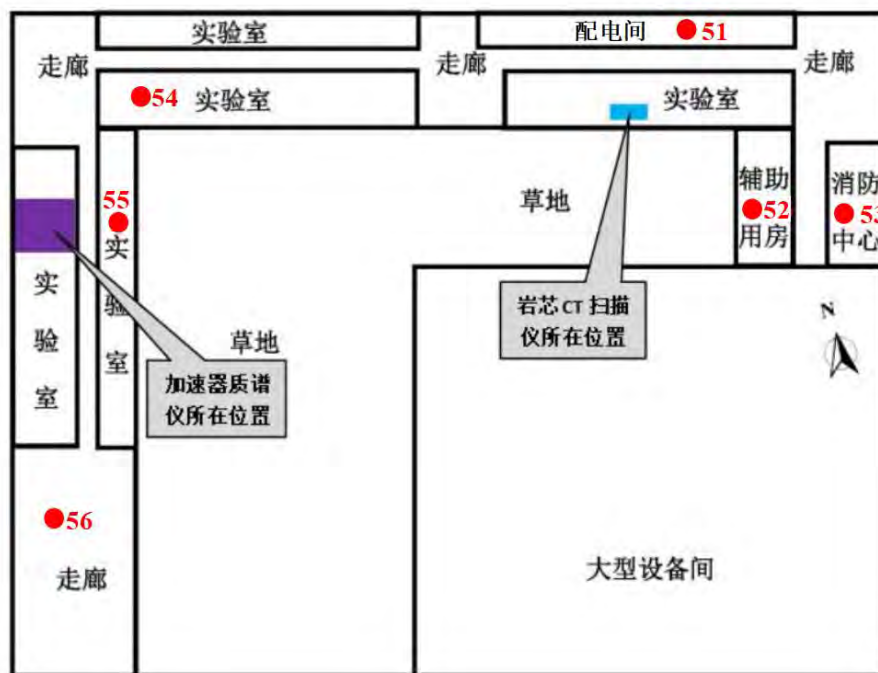


图 6-3 海琴四号首层周围剂量当量率布点示意图

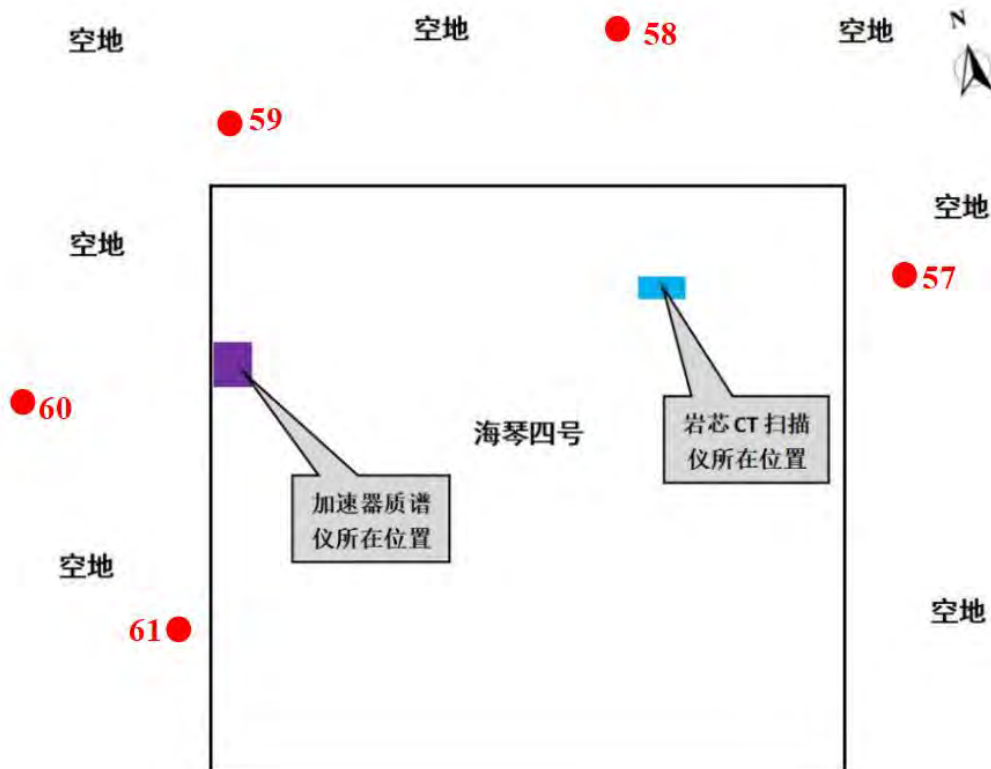


图 6-4 海琴四号外布点示意图

表七 验收监测

1. 验收监测期间生产工况

本次验收的 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪的最大管电压/最大管电流为 180kV、0.5mA；1 台 XCAMS 型加速器质谱仪的加速粒子总能量为 1MeV，2025 年 4 月 21 日现场监测时 GeoScan200 型 CT 扫描仪的开机工况为 170kV，0.32mA；XCAMS 型加速器质谱仪的开机工况为 1MeV，0.05mA，加速粒子为 C⁺。

2. 验收监测结果和数据分析

现场验收监测结果具体见表 7-1，检测报告见附件 6。

7-1 加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪验收范围内周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（nSv/h）			
		装置未出束时		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	加速器质谱仪屏蔽体外	169	1	176	1
2	加速器质谱仪屏蔽体外	171	1	174	1
3	加速器质谱仪屏蔽体外	173	1	175	1
4	加速器质谱仪屏蔽体外	178	1	200	1
5	加速器质谱仪屏蔽体外	174	1	179	1
6	加速器质谱仪所在机房	176	2	180	2
7	加速器质谱仪机房南面门外（控制室）	170	2	173	2
8	加速器质谱仪机房南面观察窗（右）	177	2	178	2
9	加速器质谱仪机房南面观察窗（上）	174	2	174	2
10	加速器质谱仪机房南面观察窗（中）	170	2	175	2
11	加速器质谱仪机房南面观察窗（下）	173	2	176	2
12	加速器质谱仪机房南面观察窗（左）	168	2	172	1
13	加速器质谱仪机房南面操作位	165	1	175	1
14	加速器质谱仪机房南面冷却水管口（设备间）	171	2	179	2
15	加速器质谱仪机房南面墙外（设备间）	173	2	174	2
16	加速器质谱仪机房东面墙外（走廊）	180	2	184	2
17	加速器质谱仪机房东面墙外（走廊）	184	1	188	1
18	加速器质谱仪机房北面墙外（消防通道）	186	2	190	2
19	加速器质谱仪机房北面墙外（消防通道）	188	2	191	2
20	加速器质谱仪机房西面墙外（户外空地）	179	1	184	1
21	加速器质谱仪机房西面墙外（户外空地）	181	1	190	1
22	加速器质谱仪楼上实验室	192	1	200	1

23	加速器质谱仪楼下停车场	194	2	197	2
24	岩芯 CT 扫描仪右侧	184	2	183	2
25	岩芯 CT 扫描仪正面（右）	180	1	182	1
26	岩芯 CT 扫描仪检修门 1	179	1	187	1
27	岩芯 CT 扫描仪正面（左）	181	1	183	1
28	岩芯 CT 扫描仪右侧	188	1	189	1
29	岩芯 CT 扫描仪背面（右）	179	2	179	2
30	岩芯 CT 扫描仪检修门 2	182	2	192	2
31	岩芯 CT 扫描仪通风管道	183	2	188	2
32	岩芯 CT 扫描仪背面（左）	174	1	176	1
33	岩芯 CT 扫描仪顶部（右）	177	2	180	2
34	岩芯 CT 扫描仪顶部（中）	175	2	176	2
35	岩芯 CT 扫描仪顶部（左）	178	1	180	1
36	岩芯 CT 扫描仪操作位	175	2	181	2
37	岩芯 CT 扫描仪所在房间	176	2	177	2
38	B111 室西面门外（实验室）	186	1	194	1
39	B111 室西面墙外（实验室）	183	1	192	1
40	B111 室西北面门外（实验室）	185	1	191	1
41	B111 室西北面墙外（实验室）	188	1	193	1
42	B111 室北面门外（走廊）	178	2	187	2
43	B111 室北面墙外（走廊）	177	2	189	2
44	B111 室东面墙外（设备间）	181	1	184	1
45	B111 室东面墙外（设备间）	183	2	188	2
46	B111 室南面墙外（户外空地）	192	2	192	2
47	B111 室南面通风口	189	1	200	1
48	B111 室南面墙外（户外空地）	190	2	191	2
49	岩芯 CT 扫描仪楼上会议室	170	2	174	2
50	岩芯 CT 扫描仪楼下停车场	191	1	192	1
51	岩芯 CT 扫描仪东北面约 18m 处配电间	170	2	175	2
52	岩芯 CT 扫描仪东南面约 29m 处辅助用房	169	2	172	2
53	岩芯 CT 扫描仪东南面约 40m 处消防中心	167	1	171	1
54	加速器质谱仪东北面约 25m 处实验室	175	2	176	2
55	加速器质谱仪东面约 8m 处实验室	172	2	179	2

56	加速器质谱仪南面约 50m 处走廊	182	2	184	2
57	岩芯 CT 扫描仪东面约 50m 处空地	181	2	180	2
58	岩芯 CT 扫描仪北面约 50m 处空地	167	1	170	1
59	加速器质谱仪北面约 50m 处空地	183	2	183	2
60	加速器质谱仪西面约 50m 处空地	174	2	175	1
61	加速器质谱仪南面约 50m 处空地	180	2	182	2

注：（1）测量时，仪器探头距离被测物体 30cm。（2）出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应部分。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，在加速器质谱仪正常出束时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 170nSv/h~200nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 175nSv/h~184nSv/h；在岩芯 CT 扫描仪正常出束时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 174nSv/h~200nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 170nSv/h~180nSv/h。

根据上述情况可知，加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪在正常运行时，周围剂量率都远低于 2.5μSv/h，满足人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以外区域的周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h 的要求。

综上所述，本项目的运行所引起周围环境关注点的周围剂量率的变化在标准要求范围以内，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

3. 人员受照剂量分析

3.1 辐射工作人员受照剂量理论估算

（1）GeoScan200 型岩芯CT 扫描仪

本项目岩芯CT 扫描仪中职业辐射工作人员主要为操作人员。目前该设备每个辐射工作人员的最大工作负荷约为每年 675h。取岩芯CT 扫描仪运行时现场检测贡献值最大处进行辐射工作人员个人受照剂量估算，贡献值最大处贡献值为 10nSv/h，具体的计算参数及结果详见表 7-2。

表 7-2 岩芯CT 扫描仪辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

环境性质	居留性质	贡献值, nSv/h	受照时间		有效剂量, mSv/a
			计算时间 h	居留因子	
辐射工作人员	全居留	10	675	1	6.8×10^{-3}

（2）XCAMS 型加速器质谱仪

本项目加速器质谱仪中职业辐射工作人员主要为操作人员。目前该设备每个辐射工作人员的最大工作负荷约为每年 600h。取加速器质谱仪运行时现场检测贡献值最大处进行辐射工作人员个人受照剂量估算，贡献值最大处贡献值为 20nSv/h，具体的计算参数及结果详见表 7-3。

表 7-3 加速器质谱仪辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

环境性质	居留性质	贡献值, nSv/h	受照时间		有效剂量, mSv/a
			计算时间 h	居留因子	
辐射工作人员	全居留	20	600	1	1.3×10^{-2}

综上所述，从表 7-2 和表 7-3 可见，辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 1.3×10^{-2} mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

3.2 公众受照剂量估算

根据辐射工作场所分区管理，公众只能在监督区以外的环境区域活动。具体的计算参数及结果详见表 7-4、表 7-5。

表 7-4 岩芯CT 扫描仪公众受照剂量估算的相关技术参数及结果

序号	环境性质	居留性质	贡献值 nSv/h	受照时间		有效剂量 mSv/a
				计算时间 h	居留因子	
1	东侧设备间	全居留	5	675	1	3.4×10^{-3}
2	南侧户外空地	偶然居留	11	675	1/4	1.9×10^{-3}
3	西侧实验室	全居留	9	675	1	6.1×10^{-3}
4	北侧走廊	偶然居留	12	675	1	8.1×10^{-3}
5	楼上会议室	全居留	4	675	1	2.7×10^{-3}
6	楼下停车场	偶然居留	1	675	1/4	1.7×10^{-4}
7	空地、道路	偶然居留	3	675	1/4	5.1×10^{-4}

表 7-5 加速器质谱仪公众受照剂量估算的相关技术参数及结果

序号	环境性质	居留性质	贡献值 nSv/h	受照时间		有效剂量 mSv/a
				计算时间 h	居留因子	
1	东侧走廊	偶然居留	4	600	1/4	0.6×10^{-3}
2	西侧户外空地	偶然居留	9	600	1/4	1.4×10^{-3}
3	北侧消防通道	偶然居留	4	600	1/4	0.6×10^{-3}
4	楼上实验室	全居留	8	600	1	4.8×10^{-3}
5	楼下停车场	偶然居留	3	600	1/4	0.5×10^{-3}
6	空地、道路	偶然居留	2	600	1/4	0.3×10^{-3}

由表 7-4 和表 7-5 可见，公众的年受照有效剂量最大不超过 $8.1 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a ）。

表八 验收监测结论

验收监测结论：

1. 验收内容

本次验收内容为南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）在实验室首层 B111 室内使用 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；同时在首层 C112 室内使用 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪用于碳、铍或铝元素的同位素比值高精度测量。

受建设单位委托，2025 年 4 月 21 日广州乐邦环境科技有限公司对本次验收项目进行验收监测。现场监测时运行工况如下：

GeoScan200 型 CT 扫描仪开机工况为 170kV，0.32mA；

XCAMS 型加速器质谱仪的开机工况为 1MeV，0.05mA，加速粒子为 C⁺。

2. 辐射环境监测结果

从现场监测数据可见，加速器质谱仪正常出束时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 170nSv/h~200nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 175nSv/h~184nSv/h；岩芯 CT 扫描仪正常出束时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 174nSv/h~200nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 170nSv/h~180nSv/h。均低于 2.5μSv/h，满足人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以外区域的周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h 的要求。

通过进一步对验收项目周围环境中辐射工作人员和公众受照剂量的估算，加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 1.3×10^{-2} mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）；而公众的年受照有效剂量不超过 8.1×10^{-3} mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a）。

3. 辐射安全与防护设施落实情况

通过现场调查分析，本验收项目符合环评文件论证，该项目岩芯 CT 扫描仪和加速器质谱仪电子加速器均采取了辐射屏蔽，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全设施和个人防护措施，实际情况与环评阶段基本一致，不存在重大变动。

建设单位按照环评文件和环评批复对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐射工作人员的培训和个人剂量监测制度等环评要求。

4. 结论

本次验收的南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目落实了工程设计、环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，符合国家环保相关标准，建议该项目通过竣工环境保护验收。

承诺落实的辐射安全与防护措施

针对该项目实际情况，建设单位承诺将落实以下的辐射安全与防护措施：

1. 本项目分期建设、分期投入生产或者使用，建设单位应分期对已完工的工程和设备进行验收监测。

2. 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的相关要求，落实辐射工作人员的辐射安全培训工作。培训有效期满前，或者有新辐射工作人员上岗前，做好重新培训及考核的工作安排。

3. 严格执行辐射监测计划，使用辐射监测仪做好辐射工作场所的常规辐射水平自行检测，确认其辐射水平处在合理的正常水平范围内，并将巡测应记录存档。

4. 每年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。年度监测数据将作为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报告的一部分，定期按时上报生态环境部门。

广东省生态环境厅

粤环审〔2024〕38 号

广东省生态环境厅关于南方海洋科学与工程 广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目 环境影响报告表的批复

南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）：

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 LBHJ-2023-HJSHPO10）等材料收悉。经研究，批复如下：

一，你单位核技术利用扩建项目位于珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）

— 1 —

首层内。项目主要内容为：在实验室首层 B111 室内安装使用 1 台 GeoScan200 型岩芯 CT 扫描仪（最大管电压 180 千伏，最大管电流 0.5 毫安，设备自带屏蔽体，属 II 类射线装置）用于岩芯样品内部的宏观构造的分析测量；同时在首层 C112 室内安装使用 1 台 XCAMS 型加速器质谱仪（最大加速粒子总能量 1 兆电子伏，最大束流强度 50 微安，正常工作时采用距离防护，属 II 类射线装置）用于碳、铍或铝元素的同位素比值高精度测量。以上设备工作室均不涉及辐射屏蔽设计，墙体均为物理隔离。

二、广东省环境辐射监测与核应急响应技术支持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 0.1 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射线装置同时设计，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重新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珠海市生态环境局负责。



公开方式：主动公开

抄送：珠海市生态环境局，广东省环境辐射监测与核应急响应技术支持中心，广州乐邦环境科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2024 年 2 月 21 日印发

附件 2 辐射安全许可证

	
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：	南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）
统一社会信用代码：	12440000MB2D16139Y
地 址：	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号
法定代表人：	陈大可
证书编号：	粤环辐证[05164]
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：	2028年08月15日
	发证机关：广东省生态环境厅  (公章)
发证日期：2024年10月28日	
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	南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）		
统一社会信用代码	12440000MB2D16139Y		
地 址	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号		
法定代表人	姓 名	陈大可	联系方式
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	A128	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 A128	朱志明
	B223	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 B223	俸月星
	C112	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 C112	俸月星
	C209	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 C209	俸月星
	B111	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 B111	俸月星
	D406	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 D406	边舫
	D408	广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路 2 号海琴四号 D408	边舫
证书编号	粤环辐证[05164]		
有效期至	2028 年 08 月 15 日		
发证机关	广东省生态环境厅		（盖章）
发证日期	2024 年 10 月 28 日		



(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[05164]

活动种类和范围					使用台账					备注		
序号	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	A128	其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	使用	1	X 射线单晶体衍射仪	XtaLAB Synergy	PL21190031	管电压 60 kV 管电流 65 mA	株式会社理学		
2		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	使用	1	岩芯 XRF 扫描仪	Itrax FlexRay XRF Scanner	7002	管电压 30 kV 管电流 2 mA	Cox Analytical Systems		
3	B111	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	使用	1	岩芯 CT 扫描仪	GeoScan200	TS21125	管电压 180 kV 管电流 0.5 mA	天津三英精密仪器股份有限公司		
4	B223	X 射线衍射仪	III 类	使用	1	X 射线衍射仪	Dmax RAPID-V	BD71000408-01	管电压 40 kV 管电流 30 mA	株式会社理学		
5	C112	粒子能量小于 100 兆电子伏的非医用加速器	II 类	使用	1	多核素低能量小型加速器质谱仪	XCAMS	020	粒子能量 1 MeV	National Electrostatics Corporation		

4/8

附件 3 辐射安全管理相关制度

序号	制度
1	《辐射防护管理委员会及其职责》
2	《辐射安全培训规定》
3	《操作人员健康管理办法》
4	《岩芯 CT 操作规程》
5	《加速器质谱仪操作规程》
6	《辐射安全防护制度》
7	《安全保卫制度》
8	《监测方案》
9	《射线装置检修维护制度》
10	《辐射工作人员培训计划和辐射工作人员个人剂量计管理办法》
11	《辐射事故应急预案》

附件 4 辐射安全与防护培训合格证

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



吴嘉铭，男，2001年06月03日生，身份证：[REDACTED]，于2025年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25GD2300114 有效期：2025年03月16日 至 2030年03月16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



曹梦莉，女，1990年10月15日生，身份证：[REDACTED]，于2024年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS24GD2300119 有效期：2024年03月04日 至 2029年03月04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



王成明，男，1990年02月16日生，身份证：[REDACTED] 于2023年07月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GD2300882

有效期：2023年07月08 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



周美玲，女，1993年09月17日生，身份证：[REDACTED]，于2022年10月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GD2300758

有效期：2022年10月14日 至 2027年10月14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

周玮，女，1982年10月03日生，身份证：[REDACTED]，于2023年04月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GD2300364

有效期：2023年04月23日至 2028年04月23日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn





广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号：LBDL20250418002

项目名称：	南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目
检测类别：	验收监测
委托单位：	南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）
报告日期：	2025年05月12日



说 明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、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。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地 址: 广州市番禺区新造镇和平路 1 号 19 号仓 101

电 话: 020-36298507

邮 编: 511436



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

项目概况:

单位名称: 南方海洋科学与工程广东省实验室(珠海)

项目地址: 广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号

检测因子: 周围剂量当量率

检测对象及设备参数:

序号	设备名称	型号	最大束流强度 /管电压	输出电流	所在场所
1	加速器质谱仪	GeoScan200	1MeV	0.05mA	海琴四号首层 C112室
2	岩芯CT扫描仪	XCAMS	180kV	0.5mA	海琴四号首层 B111室

检测方法和评价依据:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

检测仪器:

仪器名称: X- γ 辐射剂量率仪

仪器型号: AT1123

仪器编号: 54928

生产厂家: ATOMTEX

探头量程: 50 nSv/h~10 Sv/h

能量范围: 25 keV~3 MeV

检定单位: 深圳市计量质量检测研究院

证书编号: JL2408084641

检定日期: 2024年06月04日

有效期: 1年





检测时环境状况	天气: 多云	温度: 27℃	相对湿度: 58%
检测概况	检测人员	吴雅婷、裴瑶	
	检测日期	2025 年 04 月 21 日	

检 测 结 果:

海琴四号首层 C112 室的 GeoScan200 型加速器质谱仪正常出束时 (检测工况: 1MeV, 0.05mA, 加速粒子为 C⁺), 其屏蔽体外周围剂量当量率为 170nSv/h~200nSv/h; 周边环境关注点的周围剂量当量率为 175nSv/h~184nSv/h; 海琴四号首层 B111 室的 XCAMS 型岩芯 CT 扫描仪正常出束时 (检测工况: 170kV, 0.32mA), 其屏蔽体外周围剂量当量率为 174nSv/h~200nSv/h; 周边环境关注点的周围剂量当量率为 170nSv/h~180nSv/h。

具体检测数据和检测布点见附件。

报告签署:

编制人	吴雅婷	日期	2025.5.12
复核人	徐礼东	日期	2025.5.12
签发人	裴瑶	日期	2025.5.12

检测单位印章:

广州乐邦环境科技有限公司 (检验检测专用章)



附表 检测结果

附表 加速器质谱仪和岩芯 CT 扫描仪周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (nSv/h)			
		环境背景值		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	加速器质谱仪屏蔽体外	169	1	176	1
2	加速器质谱仪屏蔽体外	171	1	174	1
3	加速器质谱仪屏蔽体外	173	1	175	1
4	加速器质谱仪屏蔽体外	178	1	200	1
5	加速器质谱仪屏蔽体外	176	2	180	2
6	加速器质谱仪所在机房	174	1	179	1
7	加速器质谱仪机房南面门外 (控制室)	170	2	173	2
8	加速器质谱仪机房南面观察窗 (右)	177	2	178	2
9	加速器质谱仪机房南面观察窗 (上)	174	2	174	2
10	加速器质谱仪机房南面观察窗 (中)	170	2	175	2
11	加速器质谱仪机房南面观察窗 (下)	173	2	176	2
12	加速器质谱仪机房南面观察窗 (左)	168	2	172	1
13	加速器质谱仪机房南面操作位	165	1	175	1
14	加速器质谱仪机房南面冷却水管口 (设备间)	171	2	179	2
15	加速器质谱仪机房南面墙外 (设备间)	173	2	174	2
16	加速器质谱仪机房东面墙外 (走廊)	180	2	184	2
17	加速器质谱仪机房东面墙外 (走廊)	184	1	188	1
18	加速器质谱仪机房北面墙外 (消防通道)	186	2	190	2
19	加速器质谱仪机房北面墙外 (消防通道)	188	2	191	2
20	加速器质谱仪机房西面墙外 (户外空地)	179	1	184	1
21	加速器质谱仪机房西面墙外 (户外空地)	181	1	190	1
22	加速器质谱仪楼上实验室	192	1	200	1
23	加速器质谱仪楼下停车场	194	2	197	2
24	岩芯 CT 扫描仪右侧	184	2	183	2
25	岩芯 CT 扫描仪正面 (右)	180	1	182	1
26	岩芯 CT 扫描仪检修门 1	179	1	187	1
27	岩芯 CT 扫描仪正面 (左)	181	1	183	1
28	岩芯 CT 扫描仪右侧	188	1	189	1
29	岩芯 CT 扫描仪背面 (右)	179	2	179	2
30	岩芯 CT 扫描仪检修门 2	182	2	192	2
31	岩芯 CT 扫描仪通风管道	183	2	188	2
32	岩芯 CT 扫描仪背面 (左)	174	1	176	1
33	岩芯 CT 扫描仪顶部 (右)	177	2	180	2

第 5 页 共 8 页

用章



34	岩芯 CT 扫描仪顶部 (中)	175	2	176	2
35	岩芯 CT 扫描仪顶部 (左)	178	1	180	1
36	岩芯 CT 扫描仪操作位	175	2	181	2
37	岩芯 CT 扫描仪所在房间	176	2	177	2
38	B111 室西面门外 (实验室)	186	1	194	1
39	B111 室西面墙外 (实验室)	183	1	192	1
40	B111 室西北面门外 (实验室)	185	1	191	1
41	B111 室西北面墙外 (实验室)	188	1	193	1
42	B111 室北面门外 (走廊)	178	2	187	2
43	B111 室北面墙外 (走廊)	177	2	189	2
44	B111 室东面墙外 (设备间)	181	1	184	1
45	B111 室东面墙外 (设备间)	183	2	188	2
46	B111 室南面墙外 (户外空地)	192	2	192	2
47	B111 室南面通风口	189	1	200	1
48	B111 室南面墙外 (户外空地)	190	2	191	2
49	岩芯 CT 扫描仪楼上会议室	170	2	174	2
50	岩芯 CT 扫描仪楼下停车场	191	1	192	1
51	岩芯 CT 扫描仪东北面约 18m 处配电间	170	2	175	2
52	岩芯 CT 扫描仪东南面约 29m 处辅助用房	169	2	172	2
53	岩芯 CT 扫描仪东南面约 40m 处消防中心	167	1	171	1
54	加速器质谱仪东北面约 25m 处实验室	175	2	176	2
55	加速器质谱仪东面约 8m 处实验室	172	2	179	2
56	加速器质谱仪南面约 50m 处走廊	182	2	184	2
57	岩芯 CT 扫描仪东面约 50m 处空地	181	2	180	2
58	岩芯 CT 扫描仪北面约 50m 处空地	167	1	170	1
59	加速器质谱仪北面约 50m 处空地	183	2	183	2
60	加速器质谱仪西面约 50m 处空地	174	2	175	1
61	加速器质谱仪南面约 50m 处空地	180	2	182	2

注: (1) 测量时, 仪器探头距离被测物体 30cm。

(2) 出束状态测量值未扣除环境背景值, 所有测量值均未扣除检测仪器对宇宙射线的响应。

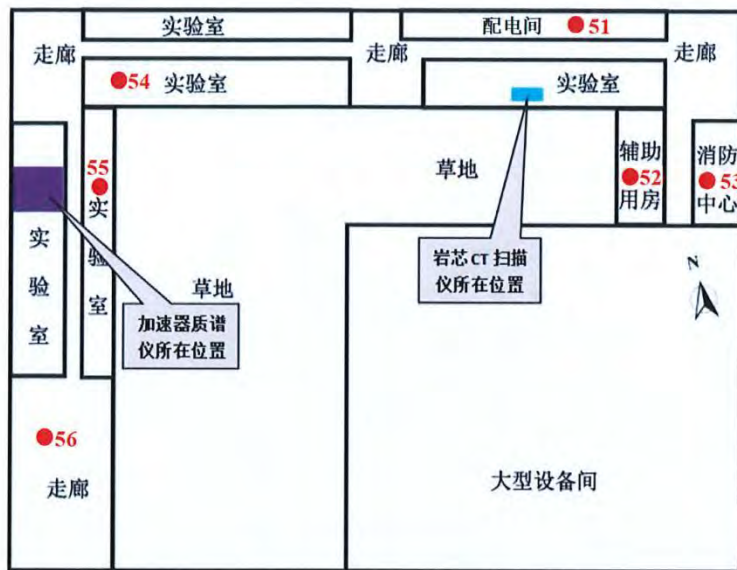
附图 检测布点图



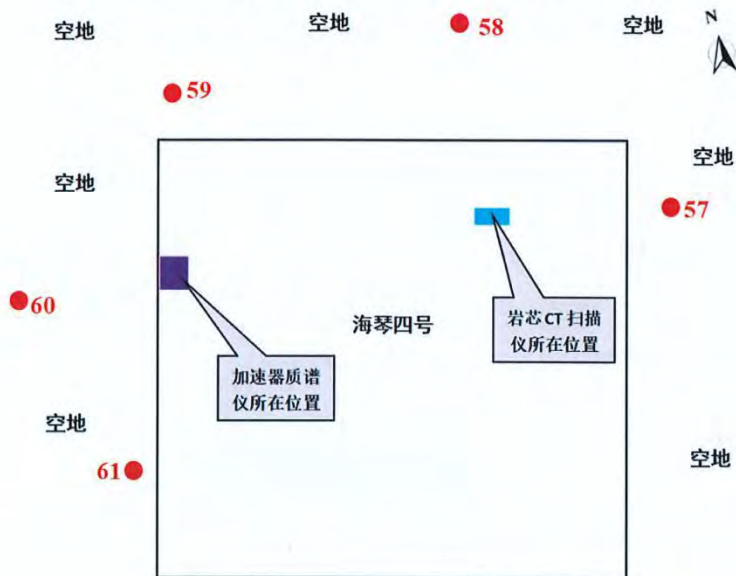
附图 1 GeoScan200 型加速器质谱仪周围剂量当量率测量布点图



附图 2 XCAMS 型岩芯 CT 扫描仪周围剂量当量率测量布点图



附图3 海琴四号首层周围剂量当量率测量布点图



附图4 海琴四号外测量布点图

报告结束

建设项目环境保护“三同时”竣工验收登记表

填表单位（盖章）：南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）

填表人（签字）：吴雅婷

项目经办人（签字）：吴雅婷

建设项目	项目名称		南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）核技术利用建设项目					项目代码		/		建设地点		广东省珠海市香洲区唐家湾镇大学路2号海琴四号	
	行业类别（分类管理名录）		核技术利用建设项目					建设性质		☐ 新建 ☒ 改扩建 ☐ 技术改造		项目厂区中心经度/纬度		113.600568 22.350646	
	设计规模		建设安装使用1台岩芯CT扫描仪和1台加速器质谱仪，均属于II类射线装置					实际规模		建设安装使用1台岩芯CT扫描仪和1台加速器质谱仪，均属于II类射线装置		环评单位		广州乐邦环境科技有限公司	
	环评文件审批机关		广东省生态环境厅					审批文号		粤环审【2024】38号		环评文件类型		环境影响报告表	
	开工日期		2024.7.24					竣工日期		2024.12.20		排污许可证申领时间		/	
	环保设施设计单位		/					环保设施施工单位		/		本工程排污许可证编号		/	
	验收单位		南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）					环保设施监测单位		/		验收监测时工况		/	
	投资总概算（万元）		3050					环保投资总概算（万元）		150		所占比例（%）		4.92%	
	实际总投资		3024					实际环保投资（万元）		164		所占比例（%）		5.42%	
	废水治理（万元）		/	废气治理（万元）	/	噪声治理（万元）	/	固体废物治理（万元）		/		绿化及生态（万元）		/	其他
新增废水处理设施能力		/					新增废气处理设施能力		/		年平均工作时		/		
运营单位		南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）				统一社会信用代码（或组织机构代码）			12440000MB2D16139Y			验收时间		2025年04月	
污染物排放达标与总控制（工业建设项目详填）	污染物		原有排放量（1）	本期工程实际排放浓度（2）	本期工程允许排放浓度（3）	本期工程产生量（4）	本期工程自身削减量（5）	本期工程实际排放量（6）	本期工程核定排放总量（7）	本期工程“以新带老”削减量（8）		全厂实际排放总量（9）	全厂核定排放总量（10）	区域平衡替代削减量（11）	排放增减量（12）
	废水														
	化学需氧量														
	氨氮														
	石油类														
	废气														
	二氧化硫														
	烟尘														
	工业粉尘														
	氮氧化物														
	工业固体废物														
与项目有关的其他特征污染物															

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、（12）=（6）-（8）-（11），（9）=（4）-（5）-（8）-（11）+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升。