

核技术利用建设项目

中国科学院地球化学研究所

使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目

环境影响报告表

(报批版)

中国科学院地球化学研究所

二〇二五年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中国科学院地球化学研究所 使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目 环境影响报告表



建设单位名称：中国科学院地球化学研究所

建设单位法人代表（签名或签章）：

冯江斌

通讯地址：贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号

邮政编码：563000

联系人：杨尧

电子邮箱：yao

cn 联系电话：15

编制单位和编制人员情况表

项目编号	72e57z		
建设项目名称	中国科学院地球化学研究所使用1台1MV串列加速器质谱仪项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中国科学院地球化学研究所		
统一社会信用代码	12100000429205124H		
法定代表人（签章）	冯新斌		
主要负责人（签字）	俞楠		
直接负责的主管人员（签字）	杨宪林		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	12100000448853430		
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
赵振坤	2013.....J7	BH007638	赵振坤
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵振坤	全文本	BH007638	赵振坤

中华人民共和国
事业单位法人证书
(副本)

统一社会信用代码 121000004448853130

名称 核工业二一〇研究所

宗旨 和

业务范围

住所

法定代表人 曾豪杰

经费来源

开办资金

举办单位

登记管理机关

开展地质矿产调查、促进国家建设、地质学研究、地质矿产勘查与研究、地质资源测试(岩矿测试)、地质物理勘查、建设项目环境影响评价、矿产资源开发利用、相关技术开发、仪器研制与会议接待、服务、相关职业卫生技术服务、建设工程质量检测、相关检验检测服务

湖南省长沙市雨花区桂花路34号



gjsy.gov.cn



有效期 自2023年04月16日至2029年04月16日



国家事业单位登记管理局监制



持证人签名:
Signature of the Bearer

赵振坤

管理号:201303
File No.

10167

姓名:
Full Name 赵振坤

性别:
Sex 男

出生年月:
Date of Birth 1964-11-12

专业类别:
Professional Type

批准日期:
Approval Date 2013年5月25日

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2013 年 10 月 14 日

Issued on



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。该持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the holder of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



编号: HP 00013596
No.

个人参保证明（实缴明细）

当前单位名称		核工业二三〇研究所-湖南中核环保科技有限公司		当前单位编号		43610000000000023499		
姓名	赵振坤	建账时间	201207	身份证号码	4306.....314			
性别	男	经办机构名称	湖南省社会保险经办机构	有效期至	2026-05-11 10:17			
		1.本证明系参保对象自主打印，使用者须通过以下2种途径验证真实性： (1) 登陆单位网厅公共服务平台(2) 下载安装“智慧人社”APP，使用参保证明验证功能扫描本证明的二维码 2.本证明的在线验证码的有效期为3个月 3.本证明涉及参保对象的权益信息，请妥善保管，依法使用 4.对权益记录有争议的，请咨询争议期间参保缴费经办机构						
用途		本人查询						
统一社会信用代码		单位名称		险种		起止时间		
RS0000439900503101		核工业二三〇研究所		机关事业单位工作人员基本养老保险		202411-202501		
				工伤保险		202411-202501		
				失业保险		202411-202501		
缴费明细								
费款所属期	险种类型	缴费基数	单位应缴	个人应缴	缴费标志	到账日期	缴费类型	经办机构
202501	机关事业单位工作人员基本养老保险	10448	1671.68	835.84	正常	20250123	正常应缴	湖南省省本级
	工伤保险	20133	181.2	0	正常	20250123	正常应缴	湖南省省本级
	失业保险	20133	140.93	60.4	正常	20250123	正常应缴	湖南省省本级
202412	机关事业单位工作人员基本养老保险	10448	1671.68	835.84	正常	20241212	正常应缴	湖南省省本级
	工伤保险	20133	144.96	0	正常	20241212	正常应缴	湖南省省本级



202412	失业保险	20133	140.93	60.4	正常	20241212	正常应缴	湖南省本级
202411	机关事业单位工作人员基本养老保险	10448	1671.68	835.84	正常	20241119	正常应缴	湖南省本级
	工伤保险	20133	144.96	0	正常	20241119	正常应缴	湖南省本级
	失业保险	20133	140.93	60.4	正常	20241119	正常应缴	湖南省本级



编制单位承诺书

本单 位 核工业二三〇研究所（统一社会信用代码
121000004448853130）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告
书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所
列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境
影响评价信用平台提交的下列第 2 项相关情况信息真实准确、完整有
效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管部门或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第 3 项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编
制监督管理办法》第九条规定的符合性发生变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第 5 项所列情形，全职情况发生变更、不再属于
本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位（公章）：

2025年2月28日



编制人员承诺书

本人赵振坤(身份证件号码 430)郑重承诺:
本人在核工业二三〇研究所单位(统一社会信用代码
121000004448853130)全职工作,本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字): 赵振坤

2025年2月28日

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位核工业二三〇研究所（统一社会信用代码
121000004448853130）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境
影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，
无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位；本次
在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的中国科学院地球化学研究所使用1台1MV串列加速器质谱仪项目环
境影响报告表基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家
秘密；该项目环境影响报告表的编制主持人为赵振坤（环境影
响评价工程师职业资格证书管理号
201303.....J60167，信用编号BH007638），
主要编制人员包括赵振坤（信用编号BH007638）（依次
全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位
和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编
制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑
名单”。

承诺单位(公章):

2025年2月28日

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	11
表 3 非密封放射性物质	11
表 4 射线装置	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	13
表 6 评价依据	14
表 7 保护目标与评价标准	16
表 8 环境质量和辐射现状	22
表 9 项目工程分析与源项	28
表 10 辐射安全与防护	37
表 11 环境影响分析	53
表 12 辐射安全管理	61
表 13 结论与建议	67
表 14 审批	71
附图	72
附件	78

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目			
建设单位		中国科学院地球化学研究所			
法人代表	冯新斌	联系人	杨	联系电话	1
注册地址		贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号			
项目建设地点		贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号——中国科学院地球化学研究所（经纬度：26.651453°N，106.609269°E）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		1850	项目环保投资(万元)	41.1	投资比例（环保投资/总投资） 2.22%
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		
	其他	/			
	1.1 建设单位情况 中国科学院地球化学研究所（以下简称“地化所”）成立于1966年2月，由中国科学院地质研究所地球化学研究室、昆明地质工作站和中国科学院贵阳化学所等单位合并组成。 地化所重视学科建设，在我国建立和发展了以矿床地球化学、环境地球化学、第四纪地球化学、天体化学、实验地球化学、有机地球化学、同位素地球化学、元素地球化学、构造地球化学、流体包裹体地球化学为主的地球化学学科体系；重视队伍建设，是我国首批硕士、博士学位授权单位和首批博士后流动站建站单位，在所学习和工作的16位科学家先后当选院士；重视实验室建设，是全国建立了两个以上国家重点实验室的少数科研机构之一；重视学术交流，创建了全国学会——中国矿物岩石地球化学学会，为推				

动全国同行的学术活动发挥了重要作用；重视科技创新，取得了包括获国家科技进步奖特等奖和国家自然科学一等奖在内的一系列重大成果，为地球科学的发展和国民经济建设做出了重要贡献。

地化所目前有环境地球化学国家重点实验室、矿床地球化学国家重点实验室、中国科学院地球内部物质高温高压重点实验室、月球与行星科学研究中心和生态环境与资源利用研究中心五个研究机构，具有一流且配套的仪器设备和实验研究设施，仪器设备资产总值3.5亿余元。截至2022年底，地化所承担项目主要包括国家重点研发计划项目3项，国家基金重点项目5项，院战略先导专项项目2项，院战略先导课题5项，院战略先导专项子课题3项，STS项目2项，扶贫项目4项，重点研发项目3项，重点研发计划课题8项，国家自然科学基金项目147项等。为国民经济、国防建设和国家地球科学事业的发展做出了重要贡献。

地化所现有在职职工398人，其中，中国科学院院士4人，杰出青年基金获得者7人，优秀青年基金获得者8人，国家高层次人才计划17人，中国科学院高层次人才计划入选者28人，“中国科学院青年创新促进会”会员24人。

地化所现有在学研究生400人（其中博士生196人、硕士生204人），博士后71人。迄今，地化所共培养博士生890余人、硕士生1050余人、博士后250余人。招生规模基本稳定，目前每年招收硕士生60人，博士生45人左右。为地方经济建设和地球化学学科的发展及人才培养做出了重要贡献。

本项目所在的主体楼是中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目建设内容，该项目于2020年7月取得了贵阳市生态环境局《中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目环境影响报告表》的审批意见（筑环表〔2020〕88号），见附件3；于2023年5月进行了整体验收，验收意见见附件4。

1.2 建设单位现有核技术利用项目情况

1.2.1 现有核技术项目情况

中国科学院地球化学研究所已于2023年11月09日取得了贵州省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（黔环辐证[00121]，有效期至2028年11月08日），许可类别包括使用V类放射源；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，辐射安全许可证见附件2。

地化所共有2个涉源部门，分别为穆斯实验室和氩氦年代学实验室，地化所已履行

环保手续的放射源及非密封放射性物质见表 1-1，表 1-2。

表 1-1 已履行环保手续的放射源一览表

序号	核素名称	类别	总活度（贝可）/ 活度（贝可）	工作场所	活动种类	许可情况	备注
1	Co-57	V类	1.85E+9	/	使用	已许可	在用

表 1-2 已履行环保手续的非密封放射性物质一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	工作场所等级	工作场所名称	活动种类	许可情况	验收情况	备注
1	Fe-59	1.484E+4	7.717E+5	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
2	Co-58	9.766E+3	5.078E+5	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
3	Cs-134	6.446E+3	3.352E+5	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
4	Cs-137	1.740E+2	9.048E+3	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
5	Sc-48	6.785E+5	3.528E+7	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
6	Mn-54	4.585E+5	2.384E+7	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
7	Zr-95	1.630E+3	8.476E+4	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用
8	Co-60	4.583E+6	2.383E+7	丙级	氩氩年代学实验室	使用	已许可	已验收	在用

1.2.2 辐射安全管理现状

（1）地化所严格遵守了《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》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（2）已制定了《中国科学院地球化学研究所辐射事故应急预案》、《中国科学院地球化学研究所辐射安全管理规定》、《辐射工作场所监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射安全与防护管理大纲》、《辐射防护管理制度》、《加速器质谱实验室规章制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射环境监测管理办法》等制度，并严格按照规章制度执行。

（3）为加强辐射安全和防护管理工作，建设单位成立了辐射安全领导小组，明确

辐射防护责任，并加强了对放射源及非密封放射性物质的监督和管理。

(4) 现有放射工作人员情况

截止 2025 年 1 月，地化所现有放射工作人员共 8 人，均按照生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）参加了辐射安全与防护知识的培训，并取得了考核合格证书；现记录的放射工作人员按照 GBZ 128-2019 的要求佩戴了个人剂量计，进行了个人剂量监测及职业健康检查，个人剂量档案和职业健康档案齐全。根据建设单位提供的 2024 年度个人剂量检测结果，辐射工作人员年度个人剂量均满足 GB18871-2002 中职业照射剂量限值的要求。

表 1-3 现有辐射工作人员情况一览表

人员数量	地化所现有放射工作人员 8 人。
辐射安全与防护培训	均按照生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》参加了辐射安全与防护知识的培训，并取得了考核合格证书。
个人剂量监测情况	均按要求配备了个人剂量计，并按每季度一次、每年四次要求进行检测。
职业健康检查情况	现有放射工作人员均定期开展职业健康检查。

(5) 根据《核技术利用单位辐射安全与防护年度评估报告（2024 年度）》可知：2024 年度地化所严格按照国家相关辐射管理法律法规的要求进行辐射环境管理，建设项目严格执行环境影响评价制度和“三同时”制度，建立健全辐射管理制度、操作规程、应急预案、监测档案等，现场采取有效的防护措施。辐射环境日常监测和年度监测均符合相关标准规定的要求，未发生过辐射事故。

(6) 根据建设单位提供的资料：①串列加速器质谱仪于 2022 年建成投运存在“未批先建”的情况；②部分辐射工作人员未进行个人剂量监测等。

整改情况：①针对串列加速器质谱仪“未批先建”情况，正在进行环评工作；②已委托有资质的单位对未进行个人剂量监测的辐射工作人员开展个人剂量监测工作。

由现场调查情况可知，地化所已成立了辐射安全领导小组等辐射安全与环境管理机构，制定了辐射管理制度，并对需要整改的项目进行了整改工作，本次环评认为：地化所对相关内容整改完成后，辐射防护措施以及管理制度能够满足辐射防护要求。

1.3 核技术利用项目的任务和由来

加速器质谱（AMS）是一种现代化的放射性碳定年法，被认为是衡量样品的放射性碳含量更为有效的方法。该方法不计算β粒子，而是计算样品中存在的碳原子数量以及同位素的比例，因此更为精确可靠，是目前最为流行的测量方法。为满足地化所研究需要，地化所专门采购 1 台串列加速器质谱仪用于地质年代学测定。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》、《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）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，本项目在实施前须进行环境影响评价。

地化所串列加速器质谱仪核技术利用项目已于 2022 年建成投运，但未履行环评手续。根据原环境保护部办公厅 2018 年 2 月 24 日发布的《关于加强“未批先建”建设项目环境影响评价管理工作的通知》（环办环评〔2018〕18 号）第一条“‘未批先建’违法行为是指，建设单位未依法报批建设项目环境影响报告书（表），擅自开工建设的违法行为，以及建设项目环境影响报告书（表）未经批准或者未经原审批部门重新审核同意，建设单位擅自开工建设的违法行为”。地化所串列加速器质谱仪属于“未批先建”，现地化所主动报批环境影响报告表。

按照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）中对射线装置的分类，本项目从美国 NEC 进口的型号为 3SDH-1 Pelletron 的小型串列加速器质谱仪，加速粒子能量小于 100MeV，属于 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 年版）》的规定，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 核技术利用建设项目 生产、使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响评价报告表，根据《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录》（黔环综合〔2024〕56 号）的要求，报贵州省生态环境厅审查批准。

为此，建设单位于 2024 年 12 月委托核工业二三 0 研究所（以下简称环评单位）进行使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件 1。环评单位接受委托后，立即组织专业技术人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析及预测估算等工作，并与建设单位进行多方交流沟通核实，在进行项目分析的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并按照《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）的要求，编制了本建设项目环境影响报告表。评价主要考虑串列加速器质谱仪在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

1.4 本期建设项目概况

1、项目名称：中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目

2、建设单位：中国科学院地球化学研究所

3、建设地点：贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号中国科学院地球化学研究所

4、项目性质：新建

5、建设内容及规模：中国科学院地球化学研究所在大型设备用房楼（地上 2 层，无地下建筑，建筑高度为 9.9m，总占地面积约为 386.24m²）一楼北侧 AMS 机实验室内安装 1 台由美国 NEC 公司设计生产的串列加速器质谱仪（1.0MV AMS，型号 3SDH-1 Pelletron）。属于 II 类射线装置，用于地质年代学测定。AMS 机实验室占地面积约为 104.92m²（长 12.2m×宽 8.6m×高 6.0m）。目前，AMS 机实验室主体工程已完成，设备自带屏蔽，不需进行辐射防护工程施工。

本项目的建设内容及规模见表 1-4。

表 1-4 项目组成一览表

名称	建设内容及规模		主要环境影响因素		备注
			施工期	运行期	
主体工程	项目建设 1 间 AMS 机实验室（长 12.2m×宽 8.6m，面积 104.92m ² ）及数据处理间（18.6m ² ）。使用 1MV 串列加速器质谱仪（AMS，属于 II 类射线装置）用于地质年代学测定。		噪声、固废、扬尘、废水	X 射线、O ₃ 、NO _x	已建
辅助工程	办公及生活设施依托建设单位大型设备用房楼现有设施。		/	/	依托
公用工程	依托现有的配电、供电、通讯系统等公用工程。		/	/	依托
环保工程	废水、固废处理设施	废水、生活垃圾等依托建设单位现有设施。	/		依托
	废气处理设施	AMS 机实验室采用机械排风与空调通风 2 种方式进行空气交换。	/		已建
	防护工程	依托设备自屏蔽。	/		设备自带

6、本项目辐射工作人员配置情况

经与建设单位核实，本项目拟配备辐射工作人员 2 人，只从事本项目辐射工作。

表 1-5 本项目拟配备辐射工作人员

序号	姓名	上岗证	职业健康检查情况	个人剂量情况	备注
1	杨宪林	FS24GZ2300056	可以从事放射工作	拟开展	现有
2	杨海全	FS24GZ2300002	可以从事放射工作	拟开展	现有

（1）本项目辐射工作人员已取得上岗证，拟安排取得辐射安全培训合格证书的人员每五年接受一次再培训、考核。

(2) 建设单位已委托有资质的单位对相关放射工作人员开展个人剂量监测工作，工作人员工作期间按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求佩戴个人剂量计，监测周期为三个月测定一次，一年 4 次。

(3) 按照国家相关法律规定，放射工作人员必须进行岗前、岗中、离岗职业健康检查。建设单位已安排本项目配备的放射工作人员进行岗前职业健康检查，在今后放射工作中，职业健康检查周期应不超过 2 年。

1.5 地理位置及项目选址、平面布置合理性分析

1、地理位置及周边关系

中国科学院地球化学研究所位于贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号，项目地理位置见图 1-1。地化所已建设有配套用房、风雨操场、餐厅、办公楼、公寓、科研楼、实验楼等，三期计划建设 2 栋科研楼，地化所总平面布置图见图 1-2。地化所北侧为中国航发贵阳发动机研究所和贵州省烟草科学研究院，东侧为龙滩坝路、盘江集团写字楼、黔贵国际商务中心和北科综合细胞库，南侧为林城西路、汽车 4S 店，西侧为云潭北路、天田智慧产业园等，地化所外环境位置关系图见图 1-3。



图 1-1 项目地理位置图

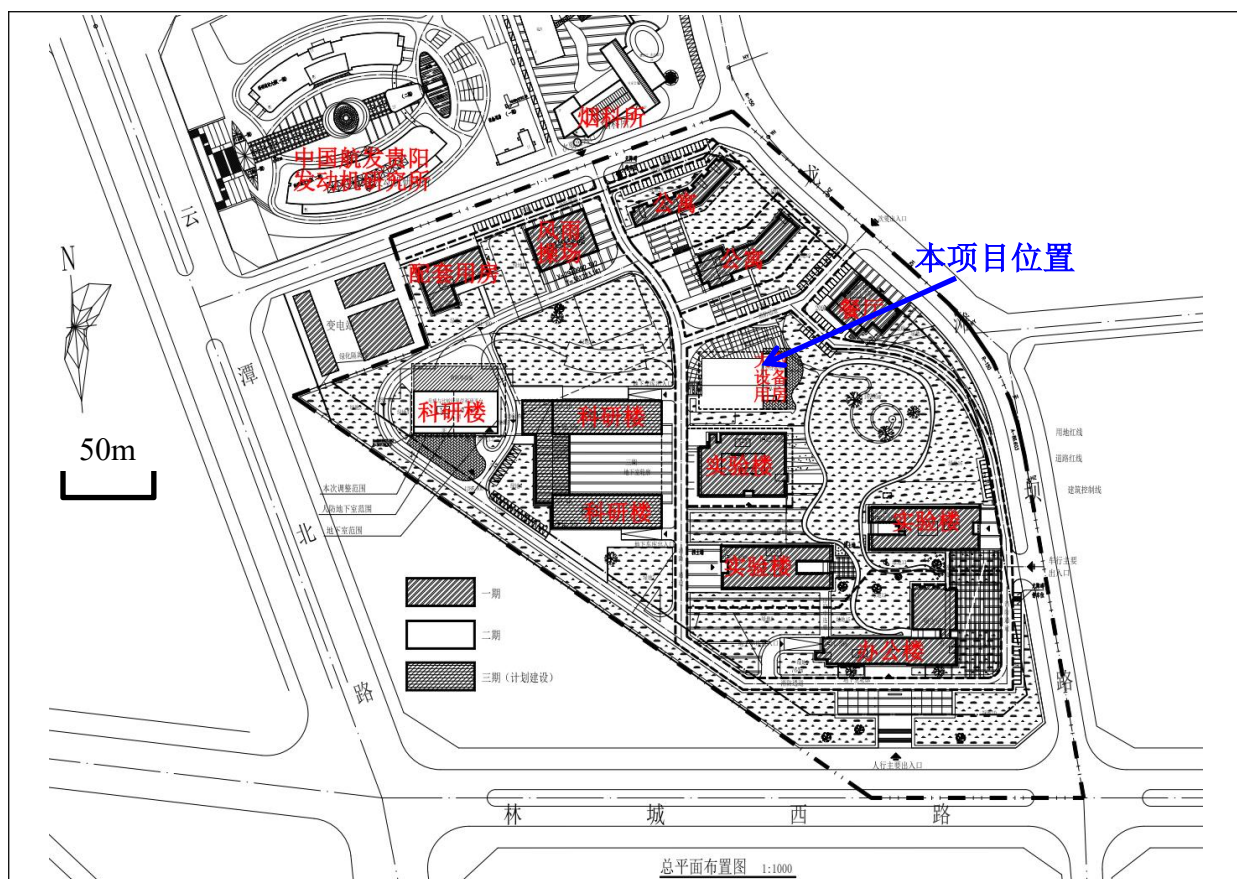


图 1-2 地化所总平面布置图

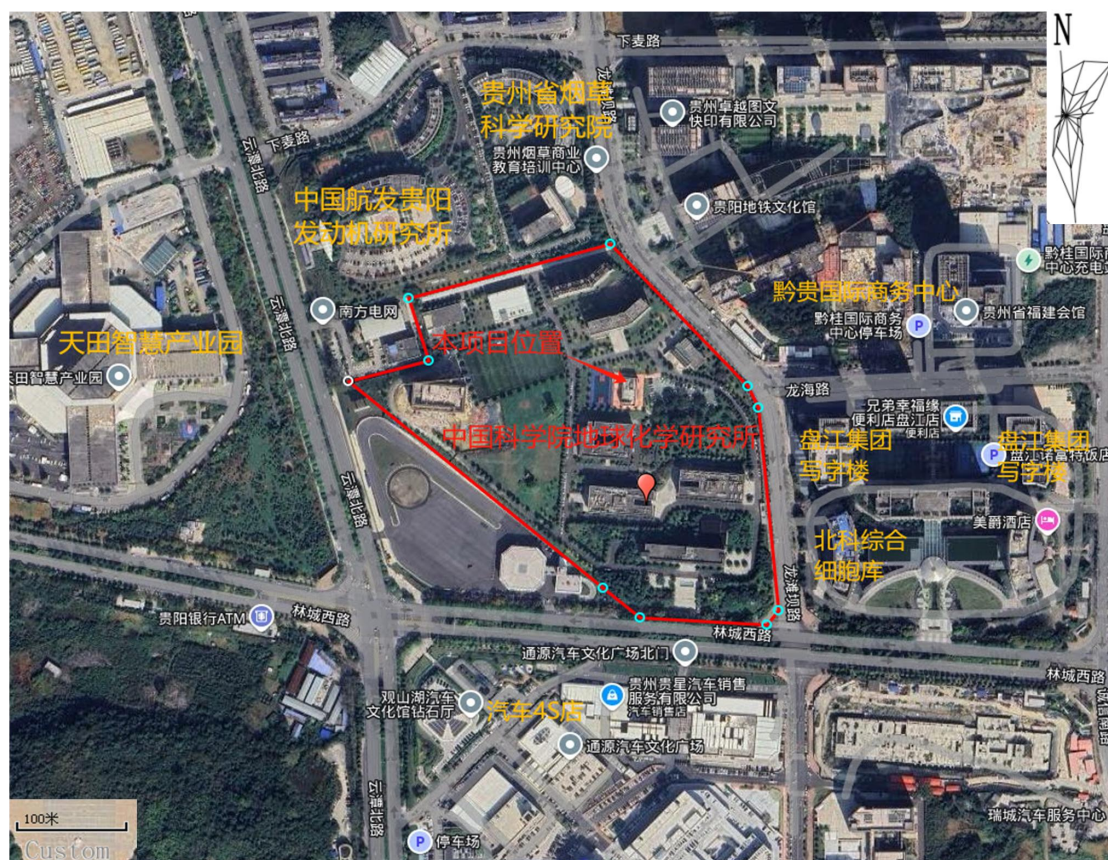


图 1-3 地化所外环境位置关系示意图

2、选址合理性分析

本项目位于地化所大型设备用房楼一楼北侧，大型设备用房北侧为公寓，东北侧为餐厅，东侧为停车场，南侧为实验楼，西侧为篮球场。大型设备用房楼1楼进出口设置门禁系统，整个区域内各个独立房间均有门锁。本项目50m评价范围内均为地化所用地范围，经调查，本次评价范围50m内无学校、自然保护区、文物保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区、集中居民区等环境敏感点和生态敏感点，周围没有项目建设的制约因素，且本项目串列加速器质谱仪（AMS）自带屏蔽，通过屏蔽体屏蔽和距离衰减后周围环境影响较小，因此选址是合理的。

3、平面布局合理性分析

地化所本项目位于大型设备用房楼一楼北侧，大型设备用房楼为2层建筑，无地下建筑。本项目串列加速器质谱仪自带屏蔽，即设备已经设计和配置了屏蔽结构，不需要单独设计和建设射线屏蔽机房，普通房间即可安装使用。

本项目辐射工作场所的周边环境见表1-6。

表 1-6 装置周边环境一览表

场所名称	北侧	东侧	南侧	西侧	上方	下方
AMS 机实验室	楼外空地	楼内走道	数据处理间（控制室）、气瓶间	篮球场	14C 纯化和合成室、14C 前处理制靶间	土壤

经调查，本项目辐射工作场所位置相对独立，工作区域专人管理，各功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰；大型设备用房楼进出口设有门禁系统，除工作人员外无关人员不得入内，减少了无关公众受照射的概率，同时也降低了其他工作人员受照射的概率；辐射工作场所按规范要求设置了电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入；本报告根据设备厂家提供的剂量监测数据和串列加速器质谱仪开机状态下设备周围剂量实测结果，显示在工作过程中产生的电离辐射经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。综上，本项目平面布局能够满足工作要求，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其平面布置是合理的。

1.6 实践的正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对

受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的社会危害时，该实践才是正当的。

建设单位在作业过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。设备各屏蔽和防护措施符合要求，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小，对环境的影响也在可接受范围内，符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》(GB18871-2002)中实践的内容：“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”，并且“在考虑了社会、经济和其他因素之后，其对照射个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害”，符合“实践正当性”的要求。

1.7 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目中的“六 核能 4 核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业政策。

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）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	串列加速器质谱仪 (AMS)	II类	1	3SDH-1 Pelletron	$^{14}\text{C}^+$ 、 $^{10}\text{Be}^+$ 、 $^{26}\text{Al}^+$ 、 $^{41}\text{Ca}^+$	2.0	50 μA	地质年代学测定	大型设备用房 楼一楼 AMS 机 实验室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 48 号，2018 年 12 月 29 日修订实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日施行）； (4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，1998 年 11 月 29 日发布施行，2017 年 10 月 1 日修改施行）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2005 年 8 月 13 日公布，2005 年 12 月 1 日施行，2019 年 3 月 2 日修正）； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日施行，2021 年 1 月 4 日经生态环境令第 20 号修订）； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（生态环境部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日施行）； (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号于 2006 年 5 月 30 日公布施行，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号修订）； (10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日施行）； (11) 《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）； (12) 《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 22 日施行）； (13) 《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录（2024 年本）》（黔环综合〔2024〕56 号，2024 年 12 月 20 日实施）；
------	--

	(14) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》（国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令）。
技术标准	(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》（HJ 10.1—2016）； (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (3)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； (4)《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）； (5)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (6)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (7)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (8)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）； (9)《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）。
其他	(1)《辐射防护导论》（方杰主编）； (2)《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编，原子能出版社，1990 年）； (3)《中国环境天然放射性水平》（1995 年）； (4)《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）； (5)《委托书》（见附件 1）； (6)《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）； (7) 其他技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为 AMS 机实验室外 50m 范围，评价范围均在地化所用地范围内。项目评价范围见图 7-1。

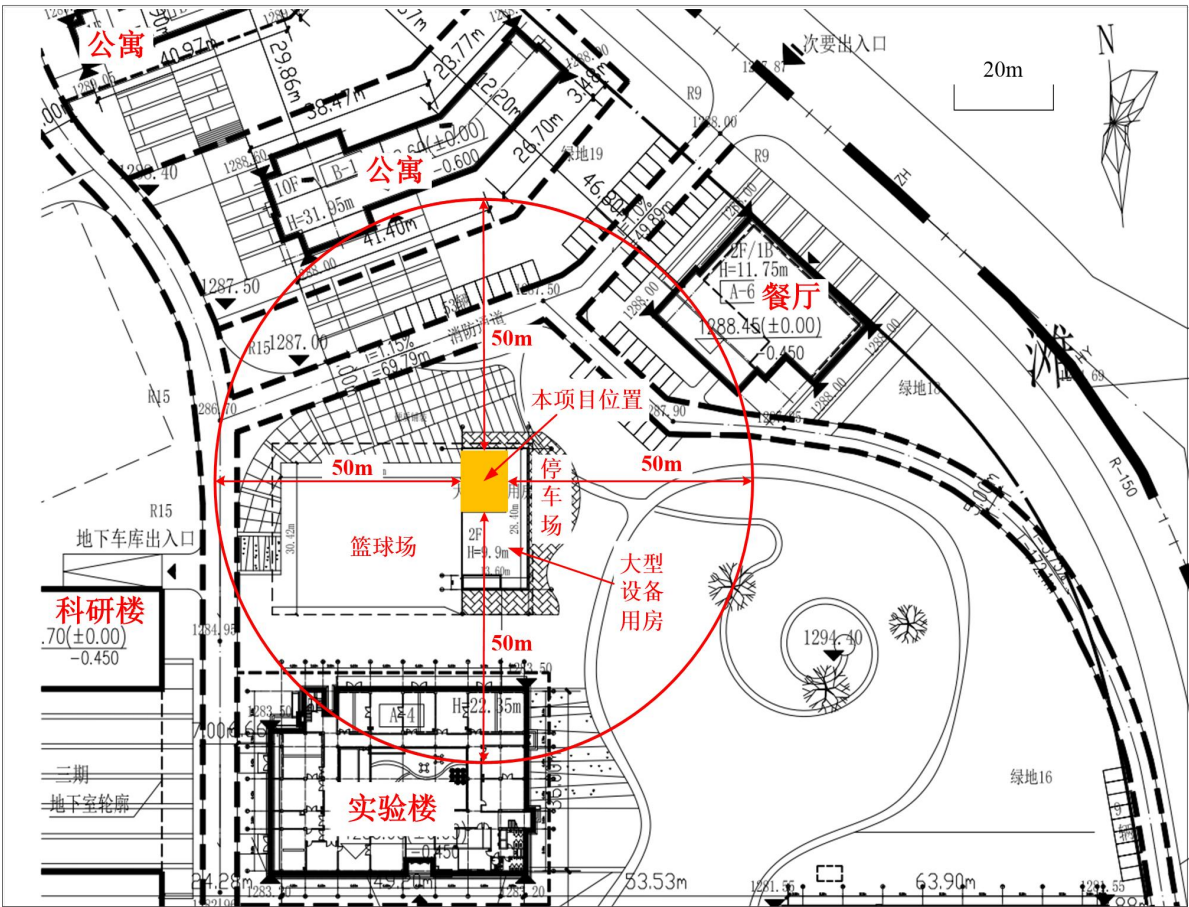


图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目评价范围为 AMS 机实验室外 50m 范围，评价范围均在地化所用地范围内。根据评价范围确定本项目环境保护目标为操作装置的辐射工作人员以及与机房边界外 50m 范围内的一般公众人员及其他非辐射工作人员。

表 7-1 本项目环境保护目标

区域	保护对象		位置描述	方位	水平距离	高差	人数	辐射剂量约束值
监督区	操作人员	辐射工作人员	AMS 控制室	南侧	紧邻	0m	2 人	5mSv/a
非辐射工作场所	机房周边其他非辐射工作人员、一般公众人员	非辐射工作人员	水冷机房	东侧	2.2m~4.8m	0m	1 人	0.1mSv/a
			室内走道、楼梯间	东侧	紧邻~4.8m	0m	2 人	0.1mSv/a
			纳米离子探针室及其控制室	南侧	3m~13.3m	0m	2 人	0.1mSv/a
			14C 纯化和合成室、14C 前处理制靶间	上方	紧邻	6m	5 人	0.1mSv/a
			实验楼	南侧	35m~50m	0~22m	20 人	0.1mSv/a
		一般公众人员	篮球场	西侧	5m~36.7m	0m	若干	0.1mSv/a
			食堂	东北侧	43m~50m	0~12m	若干	0.1mSv/a
			停车场	东侧	10m~40m	0m	若干	0.1mSv/a
			公寓	北侧	47m~50m	0~32m	若干	0.1mSv/a
			道路	东北侧、东侧、南侧	最近距离分别为 10m、15m、20m	0m	若干	0.1mSv/a

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全性。

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 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当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。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

4.3.4.2 对任何可能向环境释放放射性物质的源，剂量约束还应确保对该源历年释放

的累积效应加以限制，使得在考虑了所有其他有关实践和源可能造成的释放累积和照射之后，任何公众成员（包括其后代）在任何一年里所受到的有效剂量均不超过相应的剂量限值。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限（见 4.3.4）。

附录 B 剂量限值和表面污染控制水平。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量：1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，50mSv。

根据项目特点，结合建设单位管理情况，保守考虑，本项目评价取剂量限值的四分之一作为辐射工作人员年剂量约束值（5mSv/a），选取剂量限值的十分之一作为公众人员年剂量约束值（0.1mSv/a）。

但辐射剂量约束值的使用不应取代最优化要求，剂量管理限值只能作为最优化值的上限。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）

本规定适用于加速粒子的单核能量低于 100MeV 的粒子加速器（不包括医疗用加速器和像密封型中子管之类的可移动加速器）设施。

2 剂量当量限值

2.1 职业放射性工作人员全身受到均匀照射的剂量当量或全身受到不均匀照射的有效剂量当量，均不得超过每年 50mSv（5rem）；公众中的个人，均不得超过每年 5mSv（0.5rem）。

2.2 职业放射性工作人员眼晶体的剂量当量不得超过每年 50mSv（5rem），其他组织或器官的剂量当量均不得超过每年 500mSv（50rem）；公众中的个人，任何器官或组织的剂最当量均不得超过每年 50mSv（5rem）。

2.3 在只受到外照射的情况下，深部剂量当量指数应低于每年 50mSv（5rem）。

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员，年人均剂最当量应低于 5mSv（0.5rem）。

2.10 加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等，对关键居民组中的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv（10mrem）。

3 辐射防护设施的设计原则

3.2 辐射屏蔽

3.2.1 加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑；按其可能的最大辐射输出进行设计。

3.2.2 加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定，使其群体的集体剂最当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并须保证个人所接受的剂量当量不得超过相应的剂量当量限值。

3.3 辐射安全系统

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点，应安装紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计、可携式监测仪、气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。

3.4 通风系统

3.4.1 为排放有毒气体(如臭氧)和气载放射性物质，加速器设施内必须设有通风装置。

3、《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）

本标准适用于能量从豁免值至 1MeV 的 X 射线衍射仪、X 射线荧光分析仪、离子注入装置、电子束焊机、静电消除器、电子显微镜和测厚、称重、测孔径、测密度用的射线装置。

本标准不适用于工业 X 射线探伤、工业 X 射线 CT 探伤、X 射线行李包检查系统。

5 防护设施要求

5.1 射线装置辐射屏蔽要求

5.1.2 射线发生装置或者高压电源的保护柜外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

5.1.3 闭束型射线装置正常使用时，任意可到达的机壳外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

4、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学因素》（GBZ2.1—2019）

工作场所空气中，臭氧：最高容许浓度：0.3mg/m³；NO_x：时间加权平均容许浓度：

5mg/m³，短时间接触容许浓度：10mg/m³。

7.4 本次核技术利用项目评价管理限值要求汇总

表 7-2 本项目相关剂量约束值要求汇总

项目	限值/要求		标准依据
	剂量限值	剂量管理约束值	
职业人员	连续 5 年的年平均有效剂量：20mSv	≤ 5mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）
公众人员	年有效剂量：1mSv	≤ 0.1mSv/a	
周围剂量当量率	射线发生装置或者高压电源的保护柜外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。		《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）
有害气体浓度	工作场所空气中,臭氧最高容许浓度:0.3mg/m ³ ; NOx: 时间加权平均容许浓度为 5mg/m ³ , 短时间接触容许浓度为 10mg/m ³ 。		《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学因素》（GBZ2.1—2019）

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

中国科学院地球化学研究所位于贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号，本次项目建设地点为中国科学院地球化学研究所大型设备用房内，项目地理位置见附图 1，本项目场址现状见图 8-1。

	
AMS机实验室内现状	
	
大型设备用房东北侧	大型设备用房西侧
	
大型设备用房东侧	大型设备用房南侧

图8-1 大型设备用房四周及AMS机实验室现状图

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 评价对象

本次评价对象为串行加速器质谱仪工作场所及周围环境陆地 γ 辐射剂量率的现状情况。

8.2.2 监测因子

本次环评辐射环境现状监测选取 X- γ 射线辐射剂量率作为监测因子。

8.2.3 监测点位

监测布点原则：

根据项目辐射源特点、工作场所布局及周围环境特征，识别照射途径和关键受照人群，制定监测布点原则如下：

- 1) 在AMS机实验室内串行加速器质谱仪表面30cm处进行布点；
- 2) 在AMS机实验室相邻区域布点；
- 3) 评价范围内人员可能活动的区域布点；
- 4) 在设备关机状态下对上述区域进行监测。

根据以上布点原则，本项目的监测点位布置详见图 8-2～图 8-3。

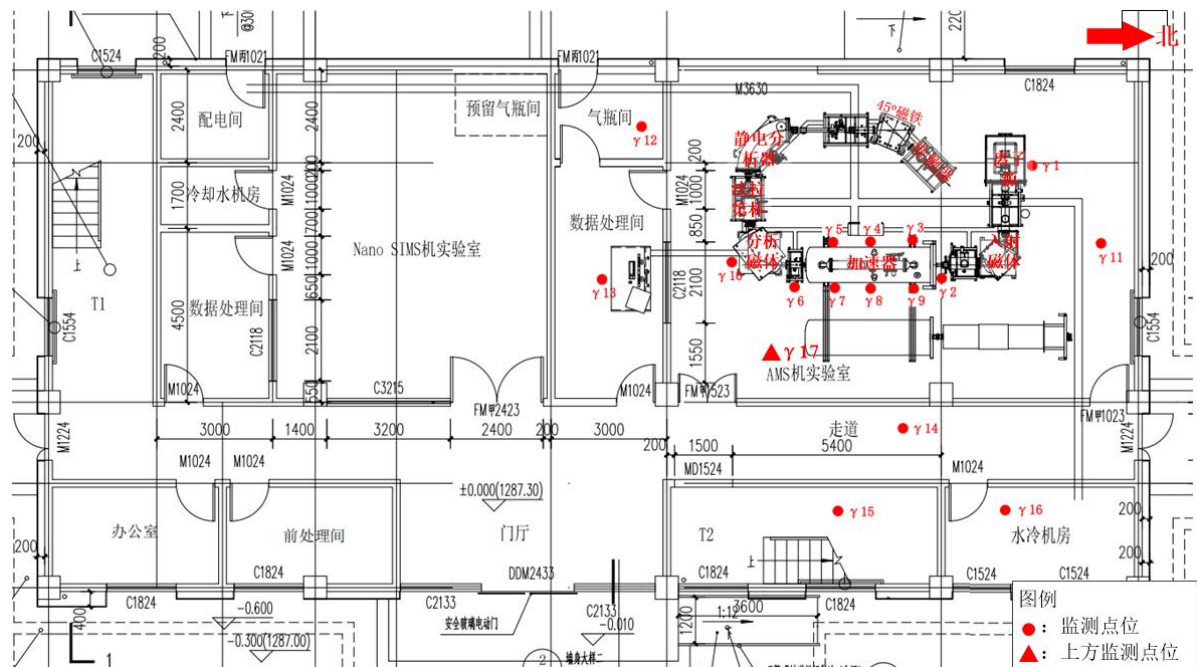


图 8-2 本项目工作场所及周围辐射环境监测布点图（1）

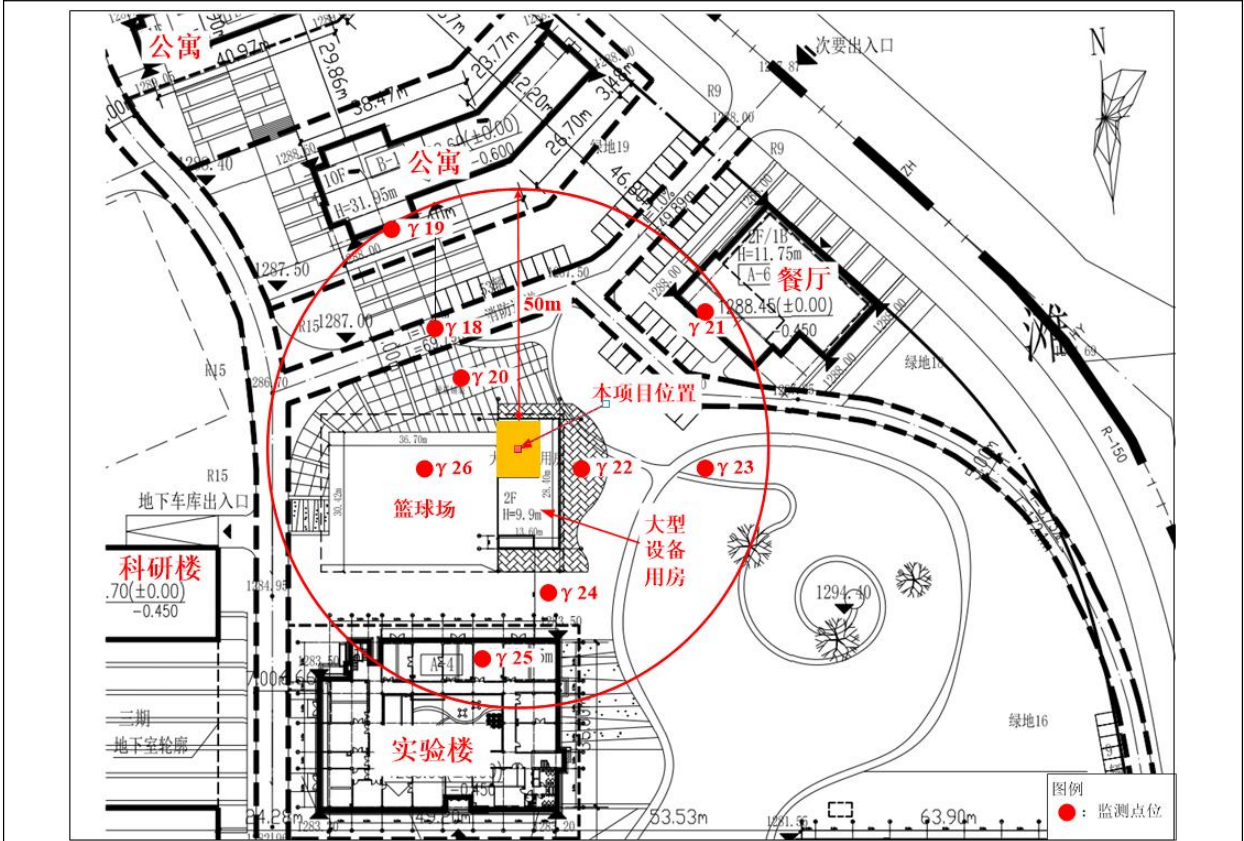


图 8-3 本项目工作场所及周围辐射环境监测布点图（2）

监测布点合理性分析：

根据上述布点原则，为更好的评价设备运行时对本项目工作人员及周围环境的影响，本项目监测点位的选取侧重于串列加速器设备四周，并覆盖项目区域及周围公众人员活动区域（项目实体边界 50m 范围内）。根据上述布点原则与方法，本次监测共设置 26 个点位监测 γ 射线辐射剂量率，从监测点位布置图（见图 8-2~图 8-3）可知：本次监测在串列加速器质谱仪场址、评价范围内敏感目标处、道路及原野均布设监测点，能够反映项目场址处、评价范围敏感目标处、道路及原野的辐射环境现状，因此监测点位布设合理。

8.3 监测方案、质量保证措施、监测结果

8.3.1 监测方案

（1）监测仪器及方法

根据污染因子分析，对串列加速器质谱仪区域及周围环境进行 X- γ 射线辐射剂量率本现状监测。监测仪器及监测方法、标准见表 8-1。

表 8-1 X- γ 射线剂量率监测仪器参数及监测方法、标准

仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
------	----------------------

型号（编号）	BH3103B（077）
生产厂家	中核控制系统工程有限公司
能量响应	25KeV~3MeV
量程	X-γ: (1~10000)×10 ⁻⁸ Gy/h
检定证书	校准证书编号：JL2409315641 有效期：2024 年 06 月 26 日~2025 年 06 月 25 日
校准因子	γ 射线（1-10）μGy/h: 1.192
监测方法	现场瞬时测量
监测规范、标准	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

（2）数据记录及处理

每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值，经校准、并扣除测点处设备对宇宙射线响应值，计算监测结果。

8.3.2 检测质量保证措施

- a 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。
- b 监测方法采用国家有关部门颁布的且本单位已通过有关部门认证过的标准，监测人员经考核合格并持有合格证书。
- c 监测仪器与所测对象能量响应范围、量程、响应时间等方面相符合，且定期经计量部门检定，检定合格后方可使用，并在有效期内，以保证获得真实有效的监测结果。
- d 监测报告严格执行贵州辐源环保科技有限公司质量管理体系的要求实行三级审核。

8.3.3 监测结果

2025 年 1 月 3 日（阴，10.2℃，56%RH）贵州辐源环保科技有限公司对仪器关机状态下工作场址及其周围环境进行了γ辐射剂量率水平现状监测，监测报告详见附件 7。建设项目区域及周围环境γ辐射比释动能率现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目仪器关机状态下周围环境γ辐射比释动能率监测结果

测点编号	测点描述	γ辐射比释动能率（单位：×10 ⁻⁸ Gy/h）			备注
		读数范围	平均读数	监测结果	
γ1	AMS 机头位置（离子源）	5.0-7.0	5.80	4.97±0.76	室内

γ_2	加速器正前方	6.0-8.0	6.90	6.28 ± 0.86	室内
γ_3	加速器右侧（前）	5.0-7.0	6.10	5.33 ± 0.86	室内
γ_4	加速器右侧（中）	5.0-7.0	5.90	5.09 ± 0.64	室内
γ_5	加速器右侧（后）	6.0-8.0	6.80	6.16 ± 0.76	室内
γ_6	加速器正后方	5.0-8.0	6.50	5.80 ± 1.07	室内
γ_7	加速器左侧（后）	6.0-8.0	6.80	6.16 ± 0.76	室内
γ_8	加速器左侧（中）	5.0-7.0	6.00	5.21 ± 0.72	室内
γ_9	加速器左侧（前）	5.0-8.0	6.60	5.92 ± 1.05	室内
γ_{10}	AMS 磁体位置	5.0-7.0	6.10	5.33 ± 0.86	室内
γ_{11}	AMS 机实验室内工作台	6.0-9.0	7.50	7.00 ± 1.07	室内
γ_{12}	AMS 机实验室南侧气瓶间	7.0-9.0	8.00	7.59 ± 0.72	室内
γ_{13}	AMS 机实验室南侧数据处理间（控制室）	6.0-8.0	7.20	6.64 ± 0.76	室内
γ_{14}	AMS 机实验室东侧走道	7.0-10.0	8.20	7.83 ± 1.00	室内
γ_{15}	AMS 机实验室东侧楼梯间	8.0-10.0	8.90	8.66 ± 0.86	室内
γ_{16}	AMS 机实验室东侧水冷机房	7.0-10.0	8.50	8.19 ± 1.07	室内
γ_{17}	AMS 机实验室上方 ^{14}C 纯化与合成室	6.0-8.0	7.10	6.52 ± 0.86	室内
γ_{18}	AMS 机实验室北侧楼外道路	5.0-7.0	6.10	4.84 ± 0.86	道路
γ_{19}	AMS 机实验室北侧楼外公寓（7 号楼）	11.0-14.0	12.50	12.96 ± 1.07	室内
γ_{20}	AMS 机实验室北侧楼外绿化带	8.0-10.0	8.90	8.18 ± 0.86	原野
γ_{21}	AMS 机实验室楼外东北侧餐厅	9.0-11.0	10.00	9.98 ± 0.72	室内
γ_{22}	AMS 机实验室楼外东侧停车场	7.0-9.0	8.00	7.11 ± 0.72	原野
γ_{23}	AMS 机实验室楼外东侧绿化带	10.0-13.0	11.30	11.04 ± 1.14	原野
γ_{24}	AMS 机实验室楼外南侧道路	5.0-7.0	6.20	4.96 ± 0.76	道路
γ_{25}	AMS 机实验室楼外南侧实验楼	6.0-8.0	7.10	6.52 ± 0.86	室内
γ_{26}	AMS 机实验室楼外西侧篮球场	5.0-8.0	6.50	5.32 ± 0.17	原野
备注：以上监测数据均已扣除监测设备测点处的宇宙射线响应值（ $2.43 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ）。					
监测仪器 BH3103B（077）于 2023 年在贵州省清镇市湖滨路红枫湖（经纬度：106.42916203°N，26.54286811°E，海拔：1217.68m）进行了宇宙射线响应值测量，结果					

为 $2.43\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。宇宙射线响应对比记录表见附件 11。

由于 2024 年度设备宇宙射线响应测量室本设备的测量时间未超过 HJ61-2021 中规定的一般每年开展一次,故 2024 年未对本设备进行宇宙射线响应测量,本次测量时 2025 年度设备宇宙射线响应测量未进行,故本次测量值扣除监测设备测点处的宇宙射线响应值沿用 2023 年的宇宙射线响应值。2025 年计划对本设备重新进行宇宙射线响应测量。

本核技术利用项目场址及其周围环境 γ 辐射空气比释动能率汇总表见表 8-3。

表 8-3 项目场址及其周围环境陆地 γ 辐射比释动能率汇总表 单位: ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测项目		建筑物内	原野	道路
γ 辐射	均值	6.91 ± 0.87	7.91 ± 0.72	4.90 ± 0.81
	范围	4.97-12.96	5.32-11.04	4.84-4.96

贵阳市陆地 γ 辐射剂量率参见《中国环境天然放射性水平》(1995 年)。

表 8-4 贵阳市陆地 γ 辐射剂量率 单位: ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测项目		建筑物内	原野	道路
γ 辐射	均值	8.13 ± 2.54	6.52 ± 2.08	3.88 ± 1.74
	范围	3.49---15.19	2.01---14.58	1.83---9.95

备注: 贵阳市陆地 γ 辐射剂量率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值

8.4 环境现状调查结果评价

串列加速器质谱仪关机状态下,本项目建筑物内 γ 辐射剂量率为 4.97~12.96 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)、原野 γ 辐射剂量率为 5.32~11.04($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)、道路 γ 辐射剂量率为 4.84~4.96 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$), 分别处于贵阳市建筑物内 3.49~15.19 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)、原野 2.01~14.58 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)、道路 1.83~9.95 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$) 的环境 γ 辐射剂量率本底范围内,项目建设场址及其周围环境的辐射环境无异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

因地质和考古等学科发展的需求，随着加速器技术和离子探测技术的发展，于上世纪七十年代末诞生了一种新的核分析技术—加速器质谱（accelerator mass spectrometry，简称 AMS）技术。AMS 是基于加速器和离子探测器的一种高能质谱，属于同位素质谱（MS），它克服了传统 MS 存在的分子本底和同量异位素本底干扰的限制，因此具有极高的同位素丰度灵敏度。目前传统 MS 的丰度灵敏度最高为 10^{-8} ，AMS 则达到了 10^{-16} 。AMS 不仅具有如此高的分析灵敏度，还有样品用量少（ng 量级）和测量时间短等优点。因此 AMS 为地质、考古、海洋、环境等许多学科研究的深入发展提供了一种强有力的测试手段。

AMS 目前主要用于分析自然界长寿命、微含量的宇宙射线成因核素与核反应堆等核设施运行生成的长寿命核素，如 ^{10}Be （ $1.5\times 10^6\text{a}$ ）、 ^{14}C （5730a）、 ^{26}Al （ $7.5\times 10^5\text{a}$ ）、 ^{32}Si （172a）、 ^{36}Cl （ $3.0\times 10^5\text{a}$ ）、 ^{41}Ca （ $1.0\times 10^5\text{a}$ ）、 ^{129}I （ $1.6\times 10^7\text{a}$ ）等等。它们的半衰期在 $10^2\sim 10^8$ 年的范围，天体和宇宙间许多感兴趣的过程正是在这个时间范围内。作为年代计和示踪剂，它们可提供自然界许多运动、变化以及相互作用等相关信息，广泛应用于地质、考古、环境、生物医学、材料等许多学科。

9.1.1 设备组成

本设备是美国 NEC 公司设计生产的串列加速器质谱仪（1.0MV AMS，型号 3SDH-1 Pelletron），可直接对放射性痕量核素 ^{10}Be 、 ^{14}C 、 ^{26}Al 和 ^{41}Ca 进行准确计数。主要由离子源系统（粒子源）、低能质谱系统（入射磁体）、串列加速器（1MV 加速器）、高能质谱系统（静电分析器和 45° 分析磁铁）、探测系统（探测器）和控制系统组成，串列加速器质谱仪 AMS 结构示意图见图 9-1，外观示意图见图 9-2。

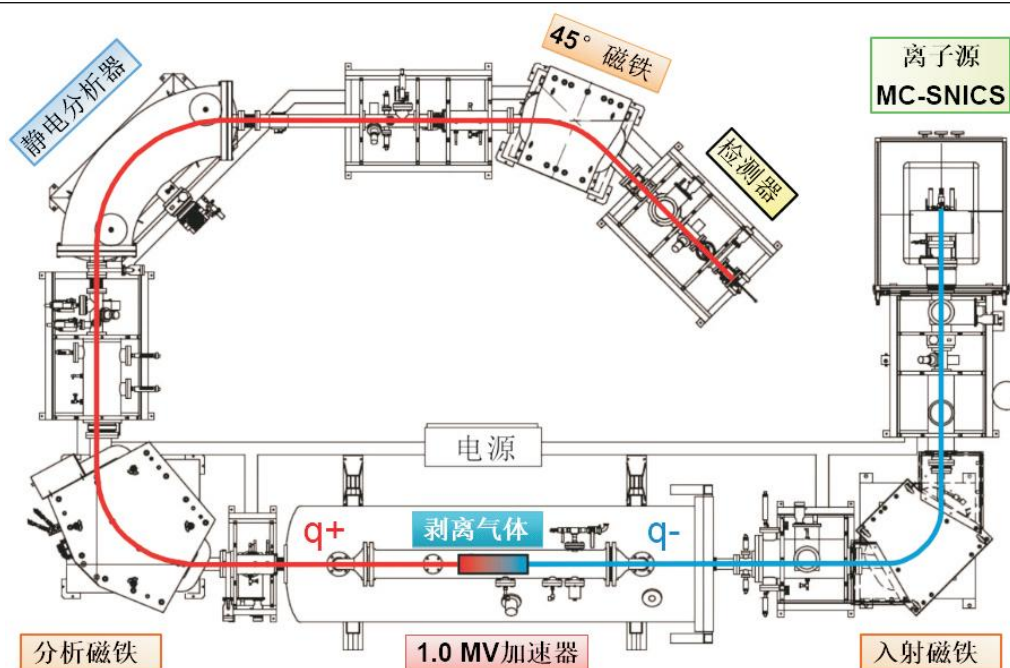


图 9-1 串联加速器质谱仪 AMS 结构示意图

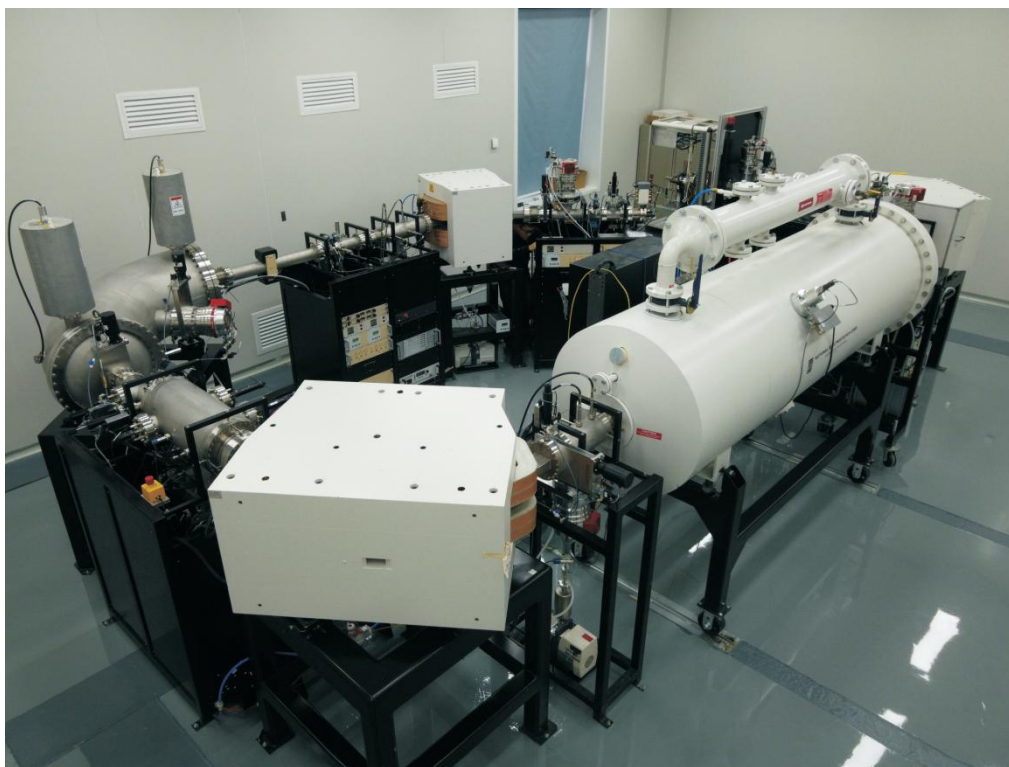


图 9-2 串联加速器质谱仪 AMS 外观示意图

(1) 离子源

离子源产生需要测量的放射性核素的带电粒子（原子或分子），在加速器质谱仪中常使用负离子源产生带负电荷的带电粒子。离子源产生的大量带电粒子，经高压电极引出形成离子束流，注入低能质谱系统。AMS 采用 Cs⁺溅射负离子源，即由铯锅产生的铯离子 Cs⁺经过加速到 7keV 并聚焦后溅射到样品的表面，样品被溅射后产生负离子流，

在 35keV 电场的作用下负离子流从离子源被引出。

（2）低能质谱系统（入射磁体）

低能质谱系统主要磁分析器组成。不同类型的带电粒子在洛伦兹力的作用下，形成不同的运行轨迹，从而可以将干扰粒子从需要测量的粒子中分离出来。低能质谱系统可以分离大部分的干扰粒子。低能质谱系统也包括必要的束流聚焦和导向元件，用于调整束流的品质。在低能质谱系统中去除大部分干扰粒子的被测粒子束流，注入到串列加速器。

（3）串列加速器（1MV 加速器）

串列加速器是质谱仪的核心部件，功能是将带电粒子加速到 MeV 量级的能量，从而在低能质谱系统中进行高分辨率的质谱分析。本项目的串列加速器由两段加速管组成，两段加速管中间由剥离器连接，剥离器的端电压最高电压可达 1MV（如图 9-3（a）所示），产生高压的模式是通过输电链产生，原理如图 9-3（b）所示。负离子经注入磁铁进入串列加速器后，在电场作用下初次加速，经过第一段加速管至剥离器，从零电位到达端电压，获得一定的能量。初次加速后的负离子与剥离气体碰撞后，失去电子而形成正离子，此时正离子高能端进行第二次加速。负离子的稳定电荷通常为 1，若剥离若干个电子后正离子的电荷数是 Q ，高压电压的端电压为 V ，则离子通过串列加速器增加的动能 W 为 $(1+Q)V$ MeV，因此在串列加速器中，带电粒子获得两次加速，获得高能量的带电粒子注入到高能质谱系统。

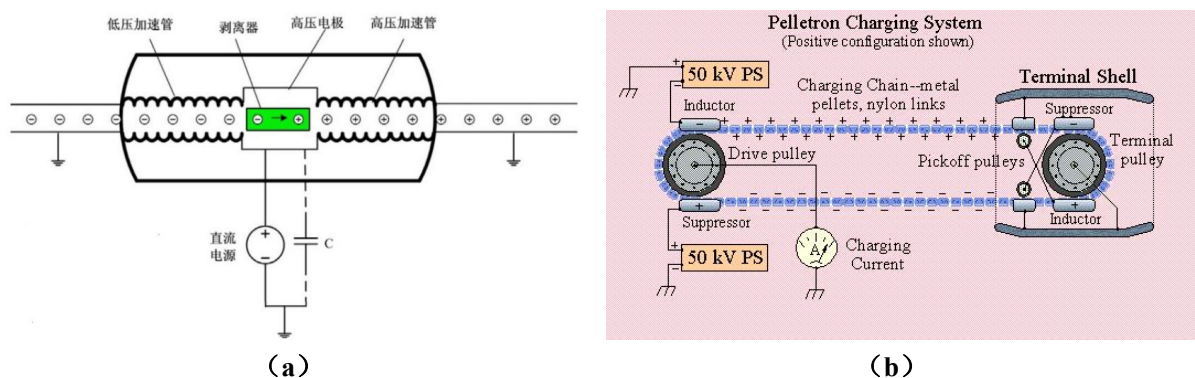


图 9-3 串列加速器工作原理示意图

（4）高能分析系统（静电分析器和 45°分析磁铁）

高能分析端主要由 90 度分析磁铁，90 度静电分析器和一个 45 度分析磁铁组成。高能分析系统与低能分析系统的原理相同，由于带电粒子具有几个 MeV 的能量，因此高能质谱系统的分析器和聚焦元件体积更大，电磁参数更高，可以分离绝大多数的干扰粒

子，高灵敏度的选择待测的微量放射性核素粒子。经高能质谱系统选择出的粒子，进入探测系统进行探测。

(5) 探测系统（探测器）

探测系统为气体电离探测器，用以探测和计量待测的微量放射性核素粒子，获得待测粒子的数据。同时探测系统也能辨别出同量异位素粒子和具有相同电荷态的相邻同位素粒子。带电粒子与探测器中气体分子碰撞后产生电子，损失能量，根据探测到的电子微电流，可以确定入射的带电粒子数量。

(6) 控制系统

控制系统用于加速器质谱仪整体系统的参数控制、流程控制、状态监测、安全联锁和数据获取和分析。

9.1.2 AMS 特点

AMS 是基于加速器和离子探测器的一种高能质谱，属于一种具有排除分子本底和同量异位素本底能力的同位素质谱。普通 MS 与 AMS 原理图如图 9-4 所示。

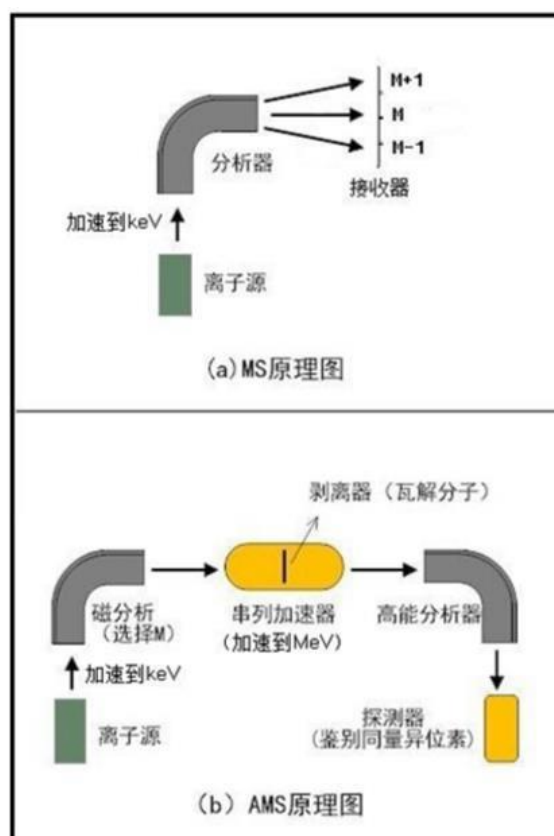


图 9-4 普通 MS 与 AMS 原理图

(a) 为普通 MS 原理图，从离子源引出的离子被加速到 keV 量级，再经过磁铁、静电分析器后，按质量大小不同经不同的轨迹进入接收器。在 MS 的接收器中，在质量

数为 M 的位置上存在三种离子：一是待测定的核素离子，二是分子离子，三是同量异位素离子。例如，测定 ^{36}Cl 时，在质量数 $M=36$ 的位置上，除了 ^{36}Cl 外，还有 ^{35}ClH 、 ^{18}O 等分子离子和 ^{36}S 同量异位素离子的干扰。

(b) 为 AMS 原理图，AMS 与普通 MS 相似，由离子源、离子加速器、分析器和探测器组成。两者的区别在于：第一，AMS 用加速器把离子加速到 MeV 的能量，而普通 MS 的离子能量仅为 keV 数量级；第二，AMS 的探测器是针对高能带电粒子具有电荷分辨本领的粒子计数器。在高能情况下，AMS 具备以下优点。

(1) 能够排除分子本底的干扰。对分子的排除是由于在加速器的中部具有一个剥离器（薄膜或气体），当分子离子穿过剥离器时由于库仑力的作用而使得分子离子被瓦解。

(2) 通过粒子鉴别消除同量异位素的干扰。对于同量异位素的排除主要是采用重离子探测器。重离子探测器是根据高能（MeV）带电粒子在介质中穿行时，具有不同核电荷离子的能量损失速率不同来进行同量异位素鉴别。根据离子能量的高低、质量数的大小，有多种不同类型的重离子探测器用于 AMS 测量。除了使用重离子探测器外，通过在离子源引出分子离子，通过高能量的串列加速器对离子全部剥离、充气磁铁、激发入射粒子 X 射线等技术来排除同量异位素。

(3) 减少散射的干扰。离子经过加速器的加速后，由于能量提高而使得散射截面下降，从而改善了束流的传输特性。由于这些优点，AMS 极大地提高了测量灵敏度，同时 AMS 还有样品用量少、测量时间短等优点。例如，用 AMS 测量地下水中的 ^{36}Cl ，只需 1L 左右的地下水样品；若 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ 原子比为 10^{-14} ，只需要几十分钟的测量时间。如果采用衰变计数法，则需处理数吨重的地下水样品；要达到与 AMS 相同的测量精度，则需要几十甚至上百小时的测量时间。

9.1.3 工作流程及产污环节

本项目由建设单位专职的化学前处理人员对环境及生物样品进行靶样制备，制备好的靶样送交给本项目辐射工作人员后，由辐射工作人员操作加速器质谱仪（AMS）进行测量及数据处理。

(1) 准备

接收靶样后，工作人员佩戴好个人剂量计，确认各项辐射安全与环境保护措施正常；检查辅助系统，确保冷却水系统、压缩空气系统、废气排放系统工作正常；检查加速器

质谱设备参数，确保气体压力、真空系统工作正常。辐射工作人员将靶样放入进样装置后，开启 AMS 外接设备（如冷却水、压缩空气、空调等）；之后辐射工作人员进入控制室开启计算机运行操作软件，开启离子源、剥离器，至待机状态；

（2）开机调试

根据测量需求调用已存档的仪器测量参数，进行微调以满足测量需求；或重新设置调整测量参数，至满足测量要求。调式过程中会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（3）正式测量

再次确认靶样已按要求放入进样装置后，点击开始按钮进行测量。测量过程会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（4）测量结束

测量结束后，工作人员在控制室运行关机程序，导出系统参数和测试数据；关闭加速器高压、关闭离子源、关闭控制系统；关闭系统电源，只保留真空系统；关闭大厅水电和照明，最后分析实验结果，整个实验结束。

串列加速器质谱仪 AMS 操作流程示意图见图 9-5。

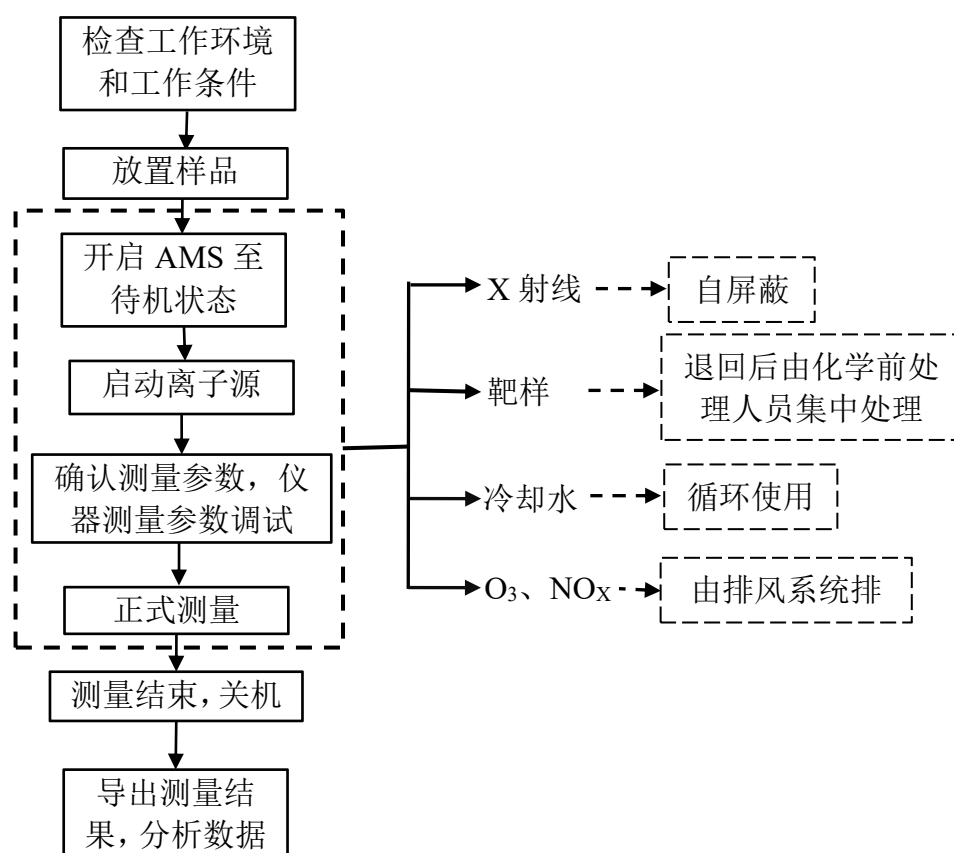


图 9-5 AMS 操作流程及产污环节示意图

9.1.4 辐射工作人员及工作负荷

依据建设单位提供的资料：本项目配备 2 名辐射工作人员，加速器质谱仪在无故障情况下一般是 24 小时开机，每周 5 天，年开机时间 25 周，年出束时间约 3000h，其余时间串列加速器进行检修维护，检修维护期间设备处于关机断电状态，不会产生辐射影响，其中加速器高压锻炼最多每个月 1 次，每次 3~4min，年累计时间不超过 0.8h。串列加速器开机运行期间人员一般不会停留在 AMS 机实验室内，在控制室内进行操作。

9.2 污染源项描述

加速器质谱分析是对环境和生物样品中的 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ 、 $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 、 $^{41}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ 等同位素比值进行测定，因此尽管串列加速器质谱仪是用于长寿命放射性核素的质谱分析，但由于所分析的样品为环境样品，用量少（ $\mu\text{g}\sim\text{mg}$ 量级），且其中放射性核素的丰度极低，与环境本底相当，因此不会对环境造成直接的辐射影响，本项目主要考虑串列加速器质谱仪设备产生的辐射。

9.2.1 辐射污染源分析

X 射线

加速器产生的辐射，需要根据所加速离子的种类、能量、束流强度和靶材料等因素进行具体分析。本项目串列加速器加速的粒子为 Be、C 等重离子，重离子射程很短，不能穿出真空束流管道，所以不能直接造成辐射危害；由于入射重离子的能量普遍远低于与加速器构件反应的库仑势垒（如 Be、C 与 Fe 反应的库仑势垒分别为 17MeV、25MeV，其它重离子随质量数增加将更高，详见表 9-1），不足以引起核反应，不需考虑中子以及感生放射性，主要考虑重离子与靶物质的库仑相互作用。

表 9-1 加速粒子与铁和铜反应的库仑势垒

加速离子种类	离子能量 (MeV)	库仑势垒 (MeV)	
		Fe	Cu
$^{10}\text{Be}^+$	1.11	17	19
$^{14}\text{C}^+$	0.8	25	27
$^{26}\text{Al}^+$	0.9	49	54
$^{41}\text{Ca}^{5+}$	1.0	72	78

注：库仑势垒高度按《原子核物理》（卢希庭主编，P122）中 5.3-4 公式计算得到。

离子源产生的负离子引入加速器时，由于与加速器中残留的气体或加速器构件碰撞时释放电子，这些电子被反向加速射向正高压端时产生的次级 X 射线。X 射线产生点位主要为离子源、加速器高压端和高能质谱系统的静电分析器部分，根据厂家提供资料，

正常工况下距离质谱仪设备表面 1m 处的 X 射线剂量率不超过 0.6 μ Sv/h，设备高压锻炼时距表面 1m 处的 X 射线剂量率不超过 20 μ Sv/h。

串列加速器质谱仪的设计端电压为 1.0MV，测量不同核素时，实际运行端电压一般低于这个电压值。由于加速器具有较高的端电压，所以必须工作在高真空环境才能避免高压击穿和加速粒子与空气粒子的撞击。在加速器长期停机后，空气粒子会吸附在真空管壁上。因此为了保证串列加速器质谱仪测试的精度和稳定性，一般在长期停机后的运行前，要在接近端电压的电压下对加速器设备进行多次短时间的高压锻炼，尽可能使设备里吸附在管壁上的少量空气粒子被释放，在此过程中会产生电离辐射。这些偶尔产生的电离辐射，就会引起比正常工作状态稍高的辐射剂量。

X 射线的水平取决于被加速的正离子数量、真空状况和被轰击材料的性质等。根据张灿哲等《HI-13 串列加速器大厅辐射剂量实验研究》（《辐射防护》1994,14(2)），当加速的粒子的原子量 $A > 30$ 时，产生的辐射可以忽略，在 $12 < A < 30$ 之间，只在加速器的高能端近辐射源处有一定的辐射，距源 1m 以外辐射很小。

9.2.2 非辐射污染源分析

（1）废气

本项目建设的串列加速器质谱仪加速粒子能量较低，远小于相应核反应的阈能，因此，不会产生感生放射性气体。加速器运行过程中，产生的 X 射线与空气作用会产生 O_3 和 NO_x ，由于本项目采用的串列加速器质谱仪能量很低，产生的 O_3 和 NO_x 量很少。

（2）废水

串列加速器质谱仪正常运行过程中冷却水主要用于冷却偏转磁铁和离子源，因加速粒子能量较低，本项目在运行过程中无放射性废水产生。串列加速器质谱仪正常运行过程中冷却水循环使用，正常情况下不外排；只有在检修过程外排，冷却水经冷却后直接排入市政污水管网。

工作人员办公及生活产生少量生活污水，依托建设单位设施处理后，排入市政污水管网。

（3）固体废物

本项目运营期间分析的样品中的核素均为生物及环境样品水平，因加速粒子能量较低，不产生放射性固体废物，样品退回后由化学前处理人员集中处理。

工作人员办公及生活产生少量办公垃圾，统一收集后交环卫部门处理。

9.2.2 正常工况时的污染途径

项目营运期的电离辐射影响主要为开机情况下，X 射线经过设备自屏蔽后对工作人员产生的辐射。

9.2.3 事故工况的污染途径

(1) 设备运行过程中，人员误入控制区范围内，设备运行导致人员受到额外照射。

(2) 真空系统故障且联锁失灵，导致在真空条件不符合运行要求时出束，重离子轰击加速器中残留的气体时释放电子，这些电子被反向加速射向正高压端时产生较多的次级 X 射线，对人员产生额外的照射。

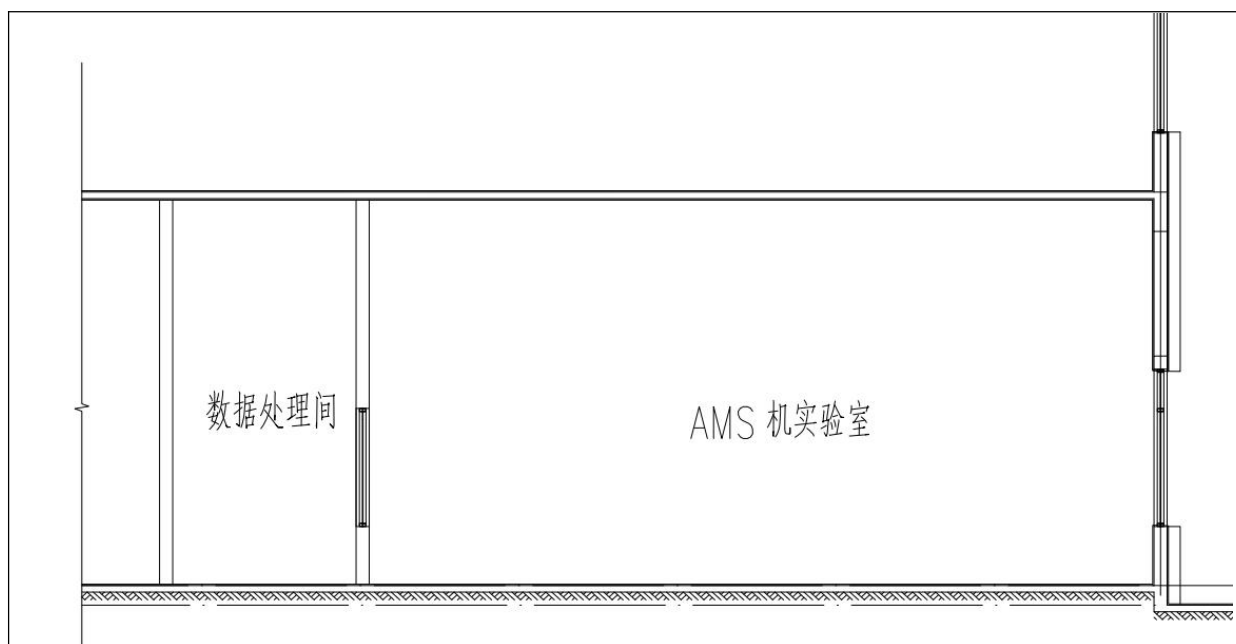


图 10-2 AMS 机实验室剖面图

从平面布局来看，AMS 机实验室位于建筑一端，辐射工作区相对独立，与该串列加速器质谱仪相关配套的房间紧密布置于周围，整体满足工艺流程要求，且平面布置紧凑，平面布局合理。

10.1.2 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

根据分区管理原则，对于控制区，设备运行时禁止人员进入控制区，串列加速器质谱仪（AMS）安装位置设置电离辐射警告标识；对于监督区，不采取专门的防护手段或安全措施，但定期对职业照射条件进行监督和评价。本项目将 AMS 机实验室划为控制区，将数据处理间、气瓶间、走道等设置为监督区，见图 10-3 所示。项目工作场所控制区、监督区分区方案，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）分区管理的原则，工作场所分区合理。为确保辐射防护的安全，建议建设单位用警戒线标示出控制区与监督区的界限，设备运行时禁止人员进入控制区。

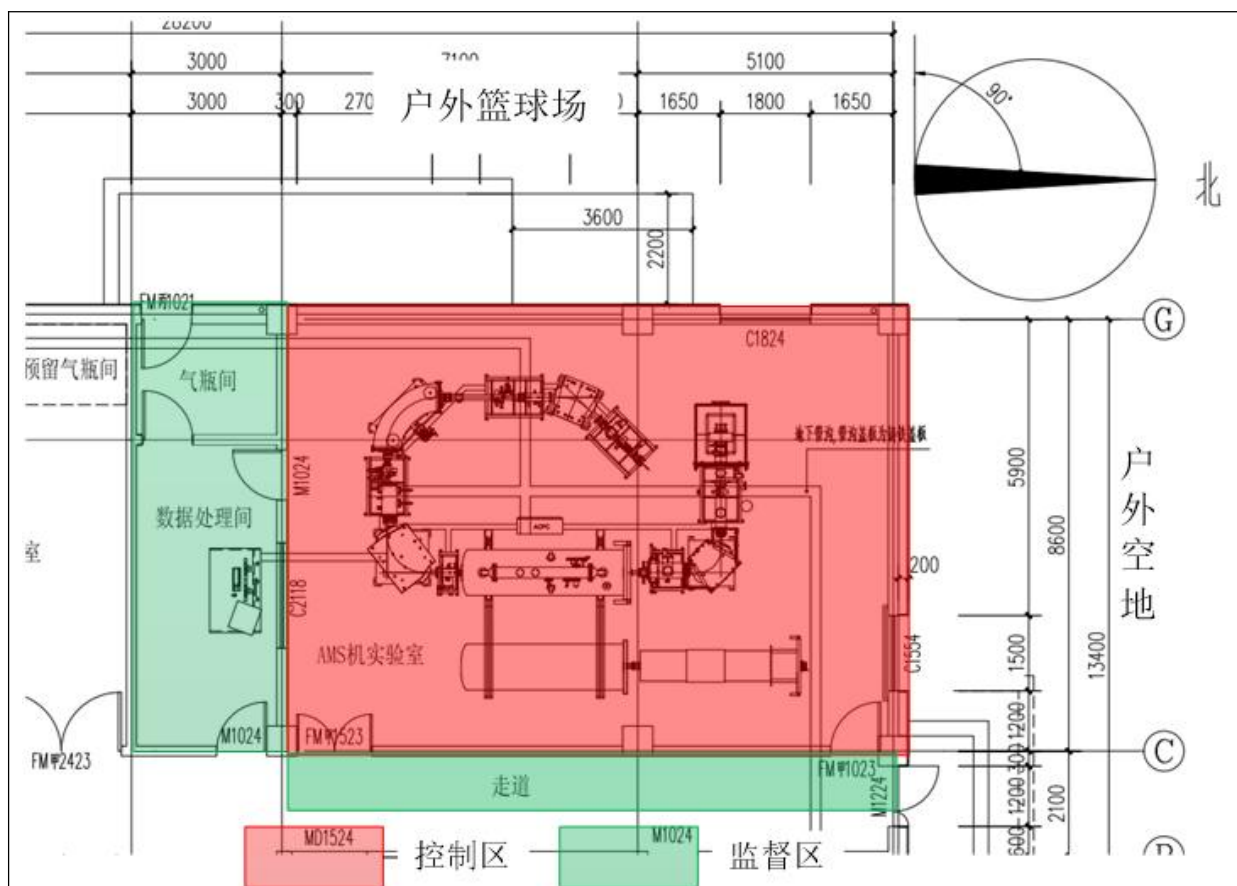


图 10-3 本项目辐射分区图

10.1.3 辐射防护屏蔽

(1) 屏蔽措施

1) AMS 机实验室

本项目串列加速器质谱仪的能量很低，且串列加速器质谱仪自带屏蔽，安装房间不需做专门的屏蔽，AMS 机实验室为普通房间，四周墙体为 240mm 混凝土砌块+20mm 水泥砂浆，室顶为 120mm 混凝土+20mm 磷石膏砂浆，观察窗为普通玻璃，门为普通门。

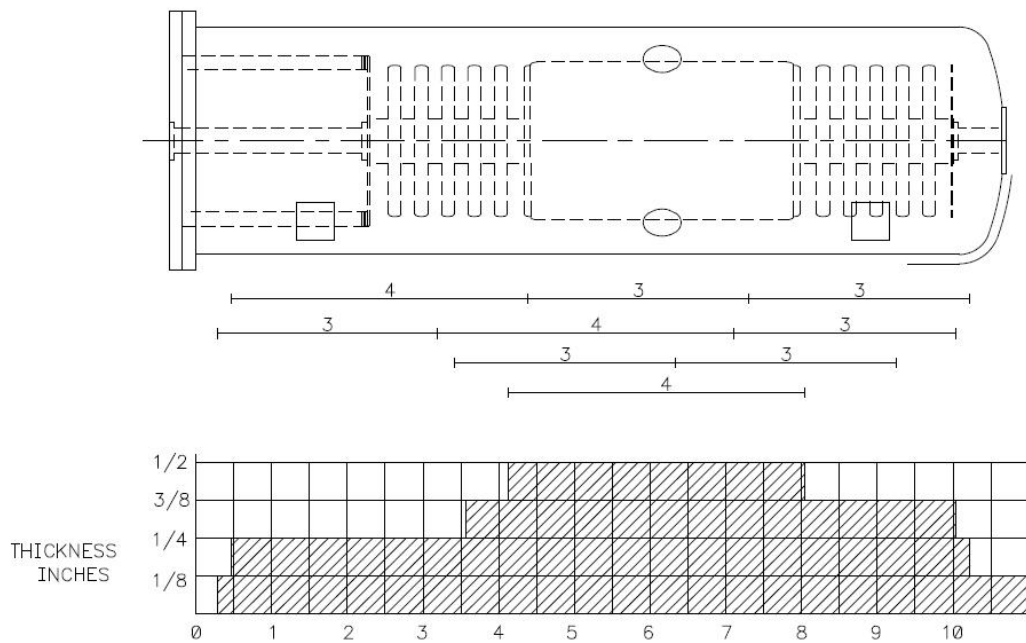
2) 设备自屏蔽

本项目串列加速器质谱仪（AMS）自带屏蔽，根据设备厂家提供的屏蔽资料，串列加速器质谱仪仅加速器部分设计了铅屏蔽，其他部位无特殊屏蔽，加速器部分屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 串列加速器质谱仪自屏蔽参数

位置	描述	屏蔽设施
加速器	全包裹，加速位置最厚，厚度以此向两端递减	12.8mm 铅板；9.6mm 铅板 6.4mm 铅板；3.2mm 铅板
	加速器外壳	12.7mm 的钨钢

串列加速器质谱仪（AMS）加速器部分铅屏蔽设计见图 10-4。由图 9-2 可知，加速器钢桶为圆柱形，屏蔽体结构图和剖面图相同。

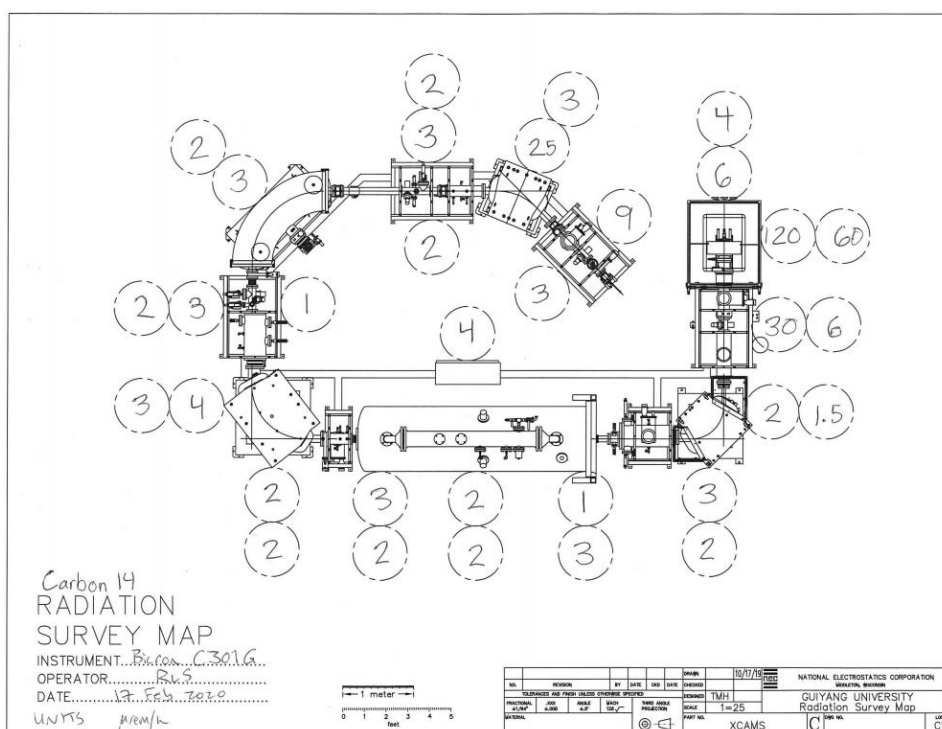
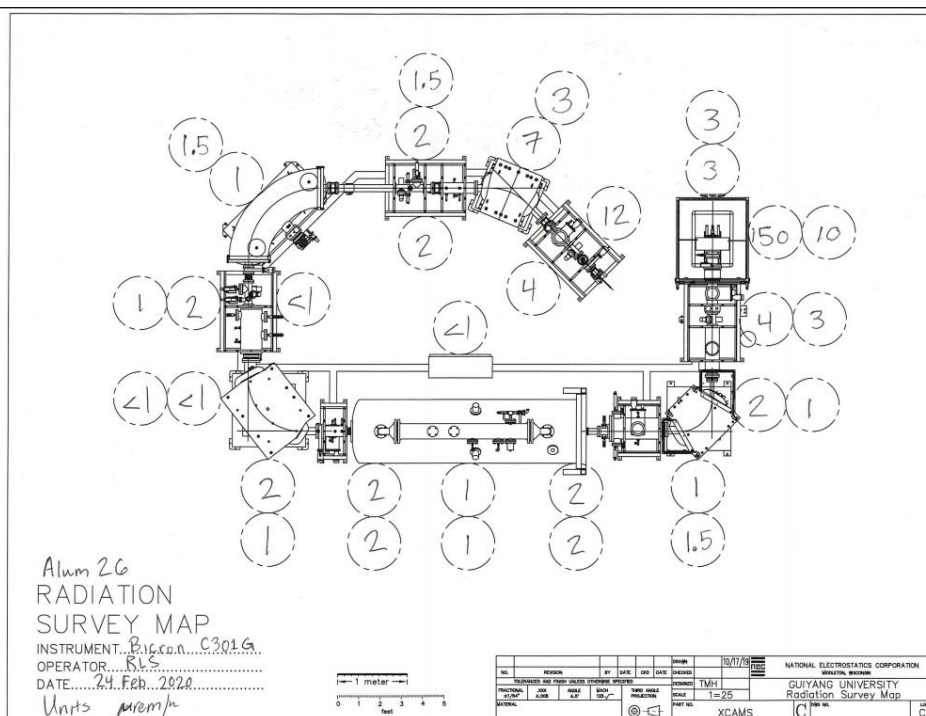


1. The lead work plan used on Guiyang is attached. The plan was developed to meet previous radiation surveys. The lead comes in 1/8" thick sheets, or 3.2 mm thick.

2. Our tank requirements list 1/4" (12.7 mm) thick carbon steel tank wall, or as per ASME code for pressure vessels. Our vendor produces the final design, including material thickness, and the manufacturing design is their work product, so we can't say with complete certainty what the tank wall thickness is, but I would assume 12.7 mm for the purposes of shielding calculations.

图 10-4 加速器部分铅屏蔽设计

根据建设单位提供的资料，串列加速器质谱仪 AMS 各部位表面辐射量率最大为 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ，表面 1m 处辐射量最大为 $0.6\mu\text{Sv/h}$ ，加速器高压锻炼时剂量率有所升高但不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ ，串列加速器质谱仪剂量分布图见图 10-5。



注：单位：μrem/h；靠近设备处数据为设备表面辐射剂量，另一列数据为表面外 1m 处辐射剂量。

图 10-5 串联加速器质谱仪剂量分布图

本项目 AMS 根据生产厂家文件说明，封装在钨钢外套内，用铅作为屏蔽材料包裹，工作时，加速器装置产生 X 射线，关闭电源后，不会对人员造成放射性危害。加速器有铅防护外壳，由加速器质谱仪的生产企业做好全面屏蔽防护，再交由建设单位使用，可防止漏射线的照射，根据生产厂家提供的检测结果可知：设备经自屏蔽后设备表面辐射

剂量最大为 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ，表面外 1m 处辐射剂量最大为 $0.6\mu\text{Sv/h}$ ，满足《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）中“射线发生装置或者高压电源的保护柜外表面 5cm 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

10.1.4 辐射安全及防护措施

1、项目工作场所现有辐射安全措施

（1）电离辐射标志

AMS 机实验室及数据处理间各房间门上、加速器上已设置电离辐射警示标志。

（2）钥匙开关连锁

串列加速器质谱仪设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，串列加速器质谱仪才能开机运行。

（3）安全连锁装置

本项目串列加速器系统自带各项连锁装置，其中任何一个连锁出现问题，机器将不能开机运行，同时机体自带紧急制动开关，当连锁条件没有满足时阻止高压电源产生高压，且保证无束流产生。具体包括：

①真空连锁

控制系统设计有真空连锁，当真空返回值不符合运行要求时，控制系统触发真空连锁。

②冷却水温度和流速连锁

控制系统设计有冷却水水温和流速连锁，当温度高于或低于设定温度时，流速低于设定值（ $2100\text{m}^3/\text{h}$ ）时，磁铁电源将触发连锁，控制系统显示连锁信息。

③远程控制

串列加速器质谱仪设有远程控制系统，位于串列加速器质谱仪数据处理间。远程控制系统连接在数据处理间计算机上，控制室工作人员可以通过操作计算机软件来直接关闭运行串列加速器质谱仪。

④急停按钮

串列加速器质谱仪已设置 7 个急停按钮，数据处理间操作台 1 个，电源机柜 1 个，AMS 设备上 5 个。急停按钮用于控制连锁装置电源供应，当发生故障时可主动断电，确保串列加速器质谱仪迅速停止。

（4）加速器系统用户操作控制界面，设有用户密码，只有被专门授权许可的操作

人员才能实现加速器的开机操作，同时系统需满足以下全部条件时才能启动高压系统：

- ①加速粒子的种类、加速电压与预定值一致；
- ②控制台上的数字显示装置能正常工作；
- ③联锁和警告系统能正常运行。

（5）固定式剂量监测系统

AMS 机实验室内配置一台固定式 X- γ 剂量率监测仪，可实时监测实验室内辐射剂量水平，设置报警阈值为 5.0 μ Sv/h。监测探头位于离子源北侧工作台处，工作台墙面上设置实时显示仪表。

（6）视频监控系统

本项目已在实验室内北侧墙体上方安装 2 个摄像头、南侧墙体上方安装 1 个摄像头，避免监控死角，其中 1 个监控系统显示器位于 1 号楼警卫室；两个监控系统显示器位于本项目负责人手机上，可实时查看。

（7）通排风系统

加速器运行过程中会产生少量的 O₃ 和 NO_x，AMS 机实验室设计空调通风与机械排风系统，设计排风量为 3000m³/h，排风次数不低于 4 次/h。

（8）工作状态显示灯

串列加速器质谱仪离子源位置处设有工作状态指示灯，工作状态指示灯与串列加速器质谱仪联锁，可显示串列加速器质谱仪工作状态。

（9）门-灯联锁

AMS 机实验室东侧门、数据处理间门均设置门-灯联锁，关闭时显示“射线有害，灯亮勿入”。

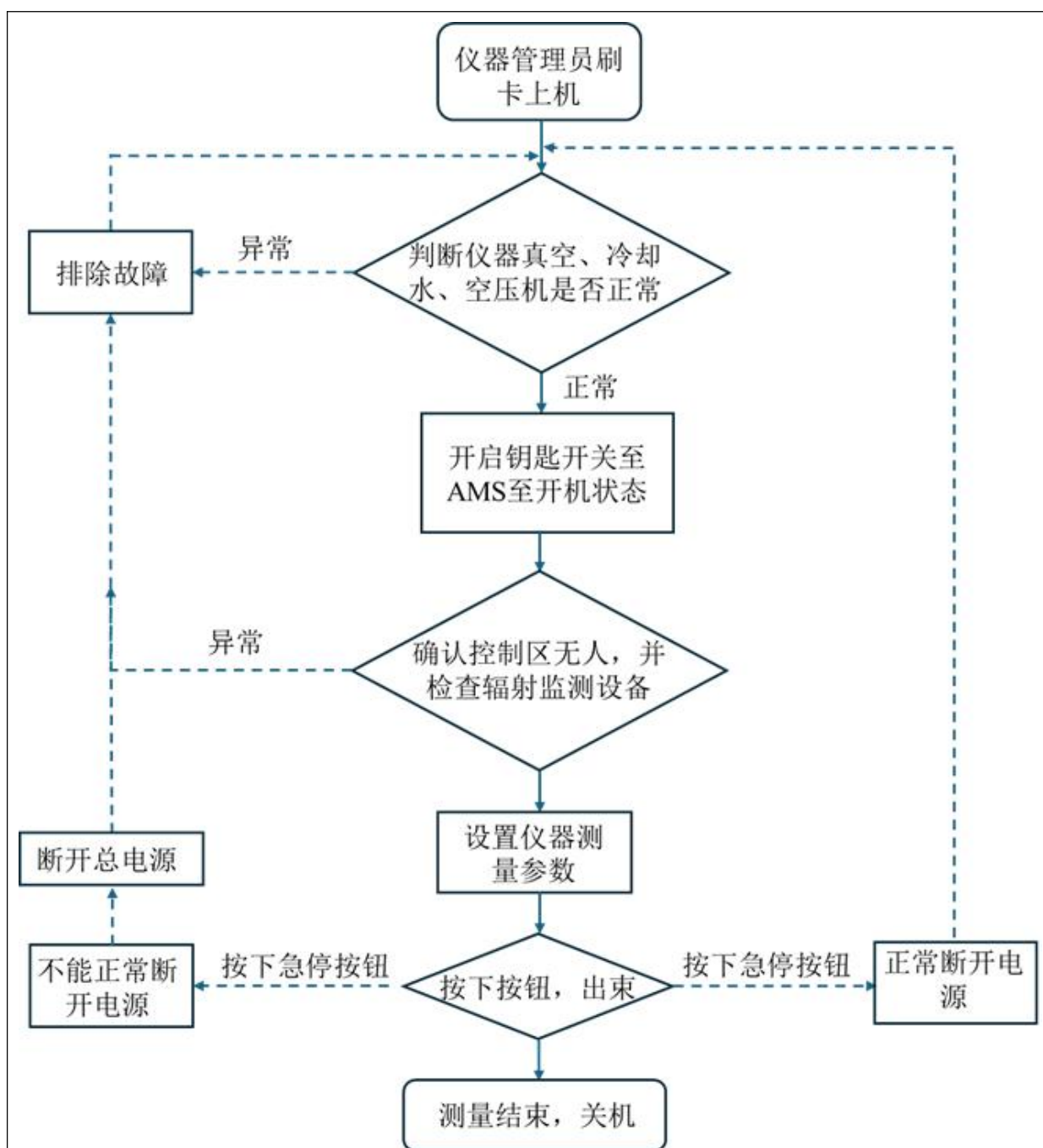


图 10-6 安全联锁逻辑示意图

根据图 10-6，仅当串列加速器质谱仪各急停按钮全部复位、水冷温度和流速正常、真空返回值正常、钥匙联锁正常等全部满足要求时，才能钥匙开关开启至待机状态，设置仪器测量参数，确认控制区内无人，并检查辐射安全措施正常，才能开启出束。当前述任一条件出现故障不满足要求时，串列加速器质谱仪不能运行出束，需返回检查，全部正常后即可出束；同时，在运行出束过程中，前述任一条件不能满足或按下任意处急停按钮时，串列加速器质谱仪自动停止出束。

(10) 监测仪器

建设单位已配备 1 台便携式剂量率仪，用于加速器质谱仪产生 X 射线的监测；每个加速器质谱仪辐射工作人员配备一个个人剂量计，并且 3 个月监测 1 次。建设单位已配备两台个人剂量报警仪。

(11) 个人防护用品

本项目已为辐射工作人员配备铅衣、铅手套等防护用品。

(12) 培训考核

本项目放射工作人员均参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训，并报名参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的考核，并已通过考核，每五年组织一次复训及考核。

(13) 其他安全措施

在 AMS 机实验室内设置应急照明系统。

项目工作场所辐射安全与防护措施分布见图 10-7，现有辐射安全措施见图 10-8。

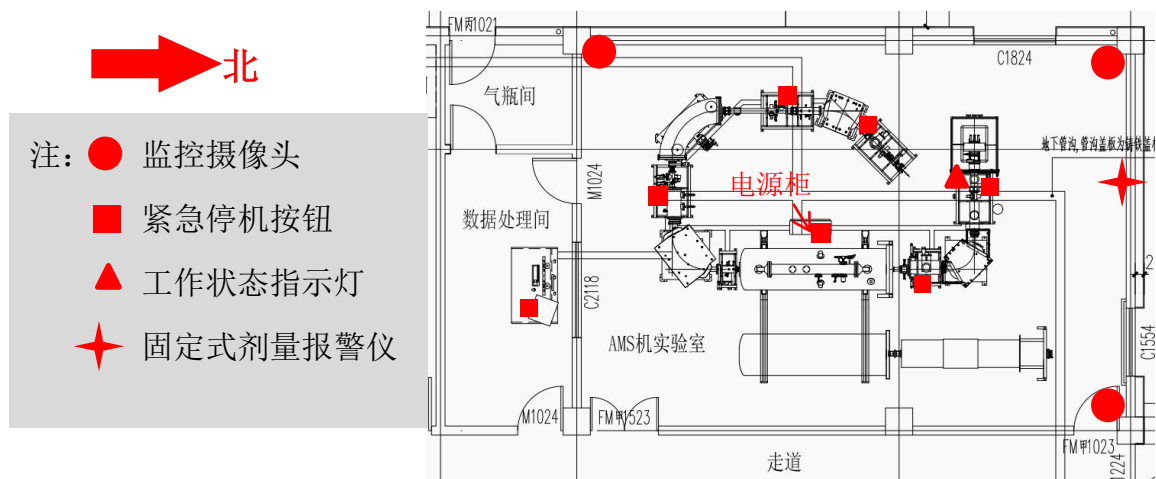
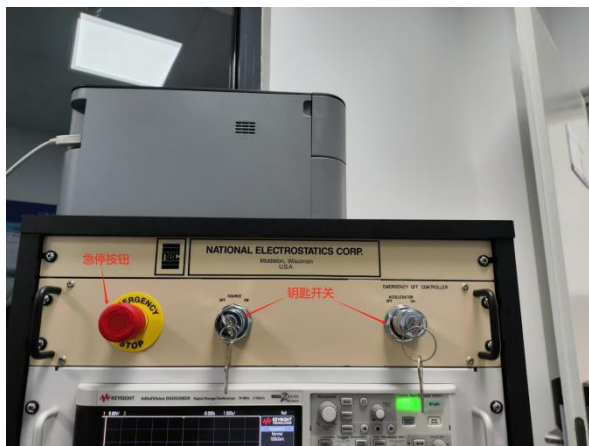


图 10-7 辐射安全与防护措施分布示意图



操作台急停按钮与钥匙开关



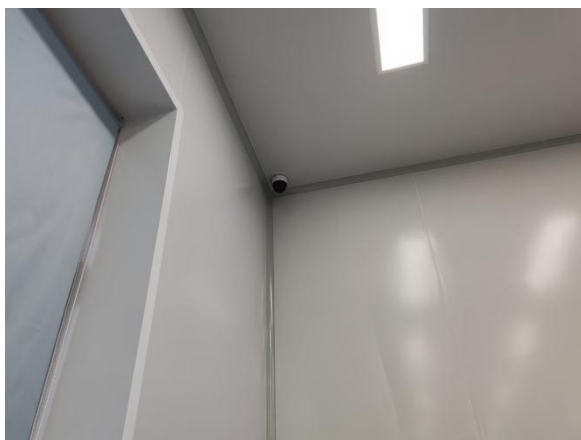
工作状态指示灯、急停按钮



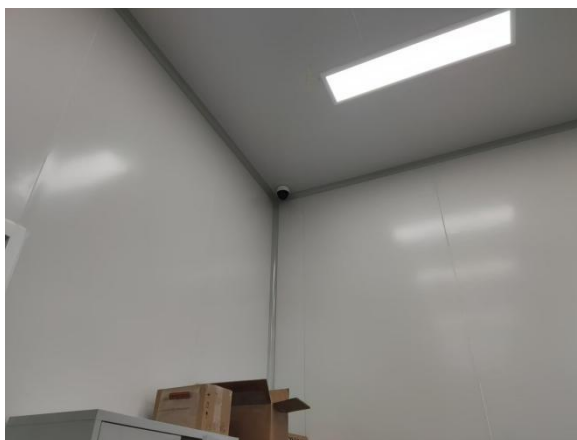
个人剂量报警仪



北侧右上角监控摄像头



北侧左上角监控摄像头



南侧右上角监控射线头



电离辐射警示标志
(AMS 机实验室东侧 (靠北) 门上)



电离辐射警示标志
(AMS 机实验室东侧 (靠南) 门上)

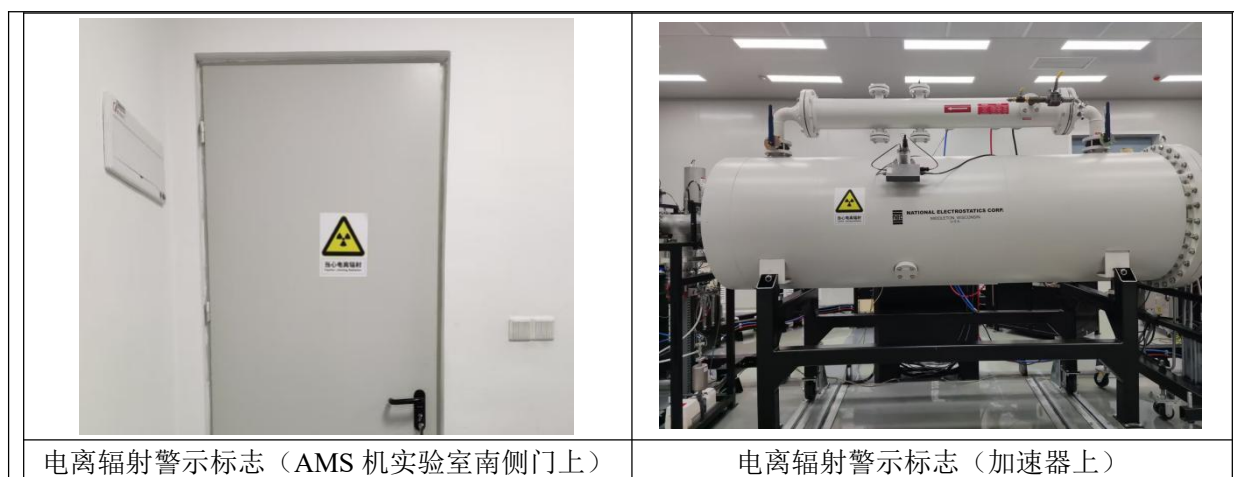


图 10-8 项目工作场所现有辐射安全措施

综上，本项目设置的辐射安全及防护措施能满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的安全与防护要求。

10.3 法规符合情况分析

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定，现对地化所从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-2 和表 10-3。

表 10-2 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》符合性分析表

序号	要求	落实情况	是否符合
1	应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设有专职管理人员。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员已取得上岗证，拟安排取得辐射安全培训合格证书的人员每五年接受一次再培训、考核。	符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及。	不涉及
4	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	射线装置及操作台处设置有急停按钮，按下任一按钮即可停止加速器工作。	/
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员已配备 2 个人剂量计，1 台便携式 γ 剂量率仪，2 台个人剂量报警仪。	符合

6	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	有健全的规章制度、操作规程、岗位职责及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。	符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	有完善的辐射事故应急措施。	符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不涉及。	不涉及

表 10-3 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合性分析表

序号	安全和防护管理办法要求	落实情况	是否符合
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	已在 AMS 机实验室门及数据处理间门上贴电离辐射警告标志。本项目 AMS 自带屏蔽，部分不适用。	符合
2	第七条 放射性同位素、被放射性污染的物品应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及
3	第九条 生产、销售、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。	拟委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行 1 次监测。	符合
4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺于每年 1 月 31 日前向生态环境部门提交年度评估报告。	符合
5	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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	本项目辐射工作人员已取得上岗证，拟安排取得辐射安全培训合格证书的人员每五年接受一次再培训、考核。	符合

	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。		
6	第二十三条 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。	已为本项目放射性工作人员配备个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度1次，一年四次）。	符合
7	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

10.4 辐射安全防护设施与标准技术要求对比分析评价

根据《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）、《核技术利用监督检查技术程序（2020年版）》中《科研用低能加速器监督检查表，检查程序文号：NNSA/HQ-08-JD-IP-021》相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，详见表10-4、10-5。

10-4 与《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）符合性分析表

项目	辐射防护要求	设计情况	是否符合
辐射屏蔽	加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度及靶材料等综合考虑，按其可能的最大辐射输出进行设计。	根据厂家提供的资料，加速器表面辐射剂量率最大值为1.5μSv/h，表面1m处辐射剂量率最大值为0.6μSv/h。	符合
辐射安全系统	决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。	已设置，项目设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，射线装置才能开机运行。	符合
	加速器厅、靶厅的门均需安装联锁装置，只有门关闭后才能产生辐射。	本项目AMS自带屏蔽，不适用。	不适用
	在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点，应安装紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应当有醒目的标志。	本项目AMS自带屏蔽，在加速器质谱仪上和操作台处安装有紧急停机按钮。	符合
	在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或旋转式红色警告灯及音响警告装置；在通往辐射区的走廊、出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。	本项目AMS自带屏蔽，在加速器质谱仪出束位置设置有工作状态指示灯。	符合

	在高辐射区和辐射区，应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和（或）灯光警告装置应当发出警告信号。	本项目 AMS 自带屏蔽，在加速器大厅内设置 1 台固定式剂量报警仪，显示装置位于操作间。	符合
	每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计、可携式监测仪、气体监测仪等。	已设置，建设单位已配备个人剂量计和便携式剂量率仪，本项目无放射性气体产生。	符合

表 10-5 本项目辐射安全防护设施与《核技术利用监督检查技术程序》标准对照分析表

序号	项目	检查内容	检查结果	备注
科研用低能加速器监督检查表，检查程序文号：NNSA/HQ-08-JD-IP-021				
1	场所设施	厅内为控制区	本项目将AMS机实验室作为控制区	/
2		入口电离辐射警告标志	已设置，入口处已设置电离辐射警示标志。	/
3		入口加速器工作状态显示	本项目AMS自带屏蔽，不适用	/
4		灯光和声音报警指示装置	本项目AMS自带屏蔽，不适用	/
5		视频监控装置	AMS机实验室内已安装视频监控装置	/
6		门内紧急开门按钮（指示、说明）	本项目AMS自带屏蔽，不适用	/
7		紧急出口标志	拟设置，在人员出入口处张贴紧急出口标志	/
8		应急照明	已设置，设置应急照明装置	/
9	安全联锁	加速器束流及控制区大门由一把独立多用途钥匙或多个串在一起的钥匙进行控制	已设置，加速器束流及控制区大门由多个串在一起的钥匙进行控制	/
10		控制区大门与束流联锁	本项目 AMS 自带屏蔽，不适用	/
11		控制区内清场巡更系统	本项目 AMS 自带屏蔽，不适用	/
12	紧急停机	控制区紧急停机按钮	本项目 AMS 自带屏蔽，不适用	/
13		控制台紧急停机按钮	已设置，在控制室控制台上设置紧急停机按钮	/
14	监测设备	控制区内固定式辐射剂量监测仪	本项目在 AMS 机实验室内设置 1 台固定式辐射剂量监测仪	/
15		γ 个人剂量计	已为本项目工作人员配备	/
16		个人剂量报警仪	已配备	/
17		便携式辐射监测仪器仪表	已配备	/
18		中子个人剂量计及便携式中子剂量测量仪	本项目无中子产生，无需配备中子剂量测量仪	/
19		其他某些情况下必要的辐射监测仪器（便携式表面沾污仪、气溶胶检测仪或装置、放射性气体检测仪或装置）	本项目不涉及	/

20	氚的防护	氚靶操作防护措施	本项目不涉及	/
21		放置氚靶贮存容器、真空泵油等的通风柜	本项目不涉及	/
22		真空泵检修防护	本项目不涉及	/
23	其他	控制区通风系统	AMS 机实验室采取机械排风与空调通风 2 种方式进行空气交换	/
24		强活化部件贮存容器有电离辐射标志并有专门的存放地点	不涉及	/

综上所述，本项目工作场所辐射防护设计情况满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）及《核技术利用监督检查技术程序 NNSA/HQ-08-JD-IP-021》（2020 年版）中的各项辐射安全与防护措施。

10.4 三废的治理

（1）废气

本项目 AMS 运行中会产生少量的臭氧及氮氧化物，对环境的影响是十分轻微的，可以忽略，实验室采取机械排风与空调通风 2 种方式进行空气交换。

（2）废水处理措施

AMS 正常运行过程中冷却水主要用于冷却偏转磁铁和离子源，由于加速器能量较低，达不到反应阈能，因此在本项目在运行过程中不产生放射性废水。

工作人员办公及生活产生的生活污水，依托建设单位现有污水设施处理后，排入市政污水管网。

（3）固废处理措施

本项目运营期间分析的样品中的核素均为环境样品水平，因此，不产生放射性固体废物。

工作人员办公及生活产生少量办公垃圾，统一收集后交环卫部门处理。

综上所述，本项目依托的废水处置设施、固体废物处置设施能够满足项目建设的要求。

10.5 本项目环保投资一览表

本项目的环境保护投资估算见表 10-6。

表 10-6 本项目环保投资一览表

序号	投资内容	投资金额（万元）
1	电离辐射警示标识、钥匙开关	0.3
2	通风系统（本项目实验室采取机械排风与空调通风 2 种	2.5

	方式进行空气交换)	
3	个人剂量报警仪、辐射监测仪器、固定式剂量报警仪	5.0
4	辐射安全规章制度上墙	0.3
5	每年委托有资质的单位对放射工作场所进行监测	1.5
6	配备个人剂量计并进行个人剂量监测，职业健康体检	2.0
7	开展工作人员辐射安全培训及应急培训	1.0
8	应急和救助的资金、物资准备	3.5
9	环境影响评价及竣工环保验收	25.0
10	环保投资合计	41.1
11	本项目总投资	1850
12	环保投占总投资比例%	2.22%

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期的主要污染因素有粉尘、噪声，以施工机械、装修和设备安装为主，但因施工期短，施工范围小，通过控制作业时间、加强施工现场的管理等手段，对周围大气环境、声环境产生较小的影响，该影响是暂时的，随着建设期的结束而消除。

本项目施工期已结束，施工期内未对周围环境造成不可恢复的影响。串列加速器质谱仪（AMS）的安装、调试由设备厂家专业人员进行。经核实，在安装调试阶段，建设单位加强辐射防护管理，在实验室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员进入实验室。调试期未发生电离辐射事故。

11.2 运行阶段对环境的影响分析

运行阶段的环境影响来自串列加速器质谱仪（AMS）运行过程中产生的辐射影响。主要污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。本次评价重点关注项目运行期间的辐射剂量率及对工作人员和公众成员的辐射影响。

11.2.1 串列加速器质谱仪周围辐射水平分析

串列加速器质谱仪（AMS）在进行测量时，最大工作电压为 1MV。根据设备厂家提供的资料，串列加速器质谱仪（AMS）各部位表面辐射量率最大为 1.5 μ Sv/h，表面 1m 处辐射量不超过 0.6 μ Sv/h，串列加速器质谱仪剂量分布图见图 10-4。

同时由表 11-2 可知，串列加速器质谱仪（AMS）正常运行状态下（端电压 0.46MV，束流强度 0.9 μ A），串列加速器质谱仪表面 30cm 处辐射剂量率（0.073~0.087） μ Sv/h 之间，周围环境及关注点处 X- γ 辐射剂量率在（0.077~0.117） μ Sv/h 之间，剂量率与本项目环境现状值相当。

通过设备厂家提供的资料和串列加速器质谱仪（AMS）实测结果分析，说明 AMS 正常工况下周围辐射很小，对人员辐射影响可控。

11.2.3 项目类比监测结果分析

由于本项目已建设投运，因此用现状监测结果进行类比分析。中国科学院地球化学研究所使用的串列加速器质谱仪（AMS）最大工作电压为 1MV，束流强度为 50 μ A；设备加速器自带屏蔽，串列加速器质谱仪自屏蔽参数见表 10-1。

贵州辐源环保科技有限公司在 2025 年 2 月 20 日（阴，8.7℃，47%RH）对仪器开机状态下（运行工况：串列加速器端电压 0.46MV，束流强度 0.9 μ A）进行了监测，监

测报告见附件 8。

本项目串列加速器质谱仪已投入运行，监测时设备运行工况即为实际工作时常用的端电压和束流强度，且辐射防护性能不变，用本项目运行时实测数据进行类比可行。

现状监测方法和监测结果见表 11-1、表 11-2。

表 11-1 监测方法、标准及设备信息

项目	方法及标准	仪器	检定证书号	能量范围
X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	BH3103B 型 X-γ剂量率仪 (047)	检定字第 JL2403937711 号	(1~10000) ×10 ⁻⁸ Gy/h

表 11-2 本项目串列加速器质谱仪周围环境 X-γ射线辐射剂量率监测结果

设备名称	监测点位描述	X-γ射线辐射剂量率	
		监测结果（单位： ×10 ⁻⁸ Gy/h）	换算结果（单位：μSv/h）
1MV 串列 加速器质谱 仪（3SDH-1 Pelletron）	AMS 机离子源	6.96	0.084
	AMS 机入射磁铁	7.16	0.086
	加速器前方	7.06	0.085
	加速器侧面（前）	6.85	0.082
	加速器侧面（中）	6.35	0.076
	加速器侧面（后）	6.45	0.077
	加速器后方	6.25	0.075
	AMS 机分析磁铁	6.55	0.079
	AMS 机法拉第杯	6.05	0.073
	AMS 机静电分析器	6.35	0.076
	AMS 机检测器	7.26	0.087
	AMS 机实验室内工作台	7.26	0.087
	AMS 机实验室南侧数据处理间门	7.26	0.087
	AMS 机 45°磁铁	6.65	0.080
	数据处理间操作位	7.06	0.085
	数据处理间观察窗	7.46	0.090
	AMS 机实验室南侧墙外 （数据处理间）	7.26	0.087
	南侧气瓶间	8.16	0.098
	AMS 机实验室东侧门（1）	7.36	0.088
	AMS 机实验室东侧玻璃窗	7.26	0.087
	AMS 机实验室东侧门（2）	7.06	0.085
	楼上 14C 纯化与合成室	6.85	0.082
	楼上 14C 前处理制靶间	6.96	0.084

	楼外南侧实验楼	8.37	0.100
	楼外南侧绿化带	9.78	0.117
	楼外北侧公寓	6.45	0.077
	楼外西侧空地	7.26	0.087
	楼外北侧空地	9.17	0.110
	楼外东北侧餐厅	8.87	0.106
	楼外东侧停车场	7.56	0.091
	机房周围本底	8.67	0.104
注：1）监测条件：加速器端电压：0.46MV，束流强度：0.9μA。 2）AMS 机设备各部位监测点位于设备表面 30cm 处。 3）以上测量结果未扣除环境本底值。 4）以上测量结果未扣除该处设备对宇宙射线的响应值。			

从监测结果可以看出：串列加速器质谱仪经过设备自带的屏蔽后，在正常运行状况下，在 AMS 机各部位表面及 AMS 机实验室周围的监测结果满足《低能射线装置放射防护标准》（GBZ 115-2023）的防护要求。

11.2.3 人员年附加剂量估算

在加速器质谱仪运行过程中，保守假设，加速器质谱仪操作人员全年停留在加速器质谱仪外剂量当量率最大处。根据表 11-2 监测结果可知，正常运行情况下，因设备不能达到最大端电压及最大束流强度，设备表面 30cm 处剂量率最大值为 0.087，均低于加速器质谱仪设备使用说明书中加速器质谱仪表面辐射量率最大为 1.5μSv/h，表面 1m 处辐射量最大为 0.6μSv/h，保守估算，取加速器质谱仪表面辐射剂量率最大值 1.5μSv/h 进行计算。

本项目串列加速器质谱仪（AMS）最大束流强度运行情况下，取设备厂家提供的加速器表面辐射量率最大为 1.5μSv/h。由于加速器自屏蔽后的剂量率很小，因此不再考虑加速器实验室四周墙体的屏蔽。

人员年有效剂量计算公式如下：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad (11-1)$$

式中：H_{E,r}——X-γ射线外照射人均年剂量，mSv；

D_r——X-γ射线空气吸收剂量率，uSv/h；

T——X-γ照射时间，h；

T——居留因子，无量纲，本项目取 1。

（1）工作人员有效剂量预测评价

在 AMS 运行过程中，保守假设，进行常规质谱分析时 AMS 操作人员全年停留在串列加速器质谱仪外剂量当量率最大处（根据图 10-4，保守估算，取串列加速器质谱仪外表面剂量率最大值 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ），进行高压锻炼时操作人员受到的照射剂量为 $20\mu\text{Sv/h}$ （加速器高压锻炼时剂量率有所升高但不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ ，取 $20\mu\text{Sv/h}$ 进行计算）。根据建设单位提供的资料，在无故障情况下一般是 24 小时开机，每周 5 天，年开机时间 25 周，年出束时间约 3000h，其余时间串列加速器进行检修维护，检修维护期间设备处于关机断电状态，不会产生辐射影响，其中加速器高压锻炼最多每个月 1 次，每次 3~4min，年累计时间为 0.8h。

表 11-3 辐射工作人员个人剂量估算结果

设施名称	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
串列加速器质谱仪 AMS	1.5 (常规质谱分析)	3000	4.5
	20 (高压锻炼)	0.8	0.016

由计算结果可以看出，按照串列加速器质谱仪 AMS 的自屏蔽设计，不考虑墙体屏蔽以及距离衰减的情况下，假定工作人员全年工作时间均位于串列加速器质谱仪最大剂量率处且高压锻炼时为辐射剂量率最大处，得出工作人员个人有效剂量最大为 4.516mSv/a ，低于工作人员职业照射剂量约束值 (5mSv/a)。在实际工作中，串列加速器质谱仪运行时，人员位于数据处理间（控制室）内，不会在实验室内长期停留，经距离衰减及墙体屏蔽，工作人员个人有效剂量远小于 4.516mSv/a ，估算结果偏保守。可见，串列加速器质谱仪 AMS 运行对工作人员造成的影响很小。

(2) 公众成员有效剂量预测评价

根据建设单位提供的资料，本项目串列加速器质谱仪运行时间 3000h/a，在仅考虑距离衰减（剂量与距离平方成反比）的情况下（不考虑墙体厚度及屏蔽，因实际运行时设备不能达到最大端电压及最大束流强度，根据测量结果，设备表面 30cm 处剂量率最大值为 0.087，低于加速器质谱仪设备生产厂家提供的加速器质谱仪表面辐射量率最大值 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ，保守估计取 $1.5\mu\text{Sv/h}$ 为源项），AMS 机实验室周围关注点公众人员受到的附加年有效剂量估算见表 11-4。

表 11-4 本项目公众受到的附加年有效剂量计算结果一览表

人员类型	参考位置	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	年附加有效剂量 (mSv/a)	辐射剂量约束值 (mSv/a)
非辐射工作人员	水冷机房	1.5	4.8	$9.77\text{E-}02$	0.1
	纳米离子探针控制室	1.5	11	$1.86\text{E-}02$	0.1

	上方 14C 纯化和合成室	1.5	6	6.25E-02	0.1
	上方 14C 前处理制靶间	1.5	6	6.25E-02	0.1
	实验楼	1.5	35	1.84E-03	0.1
一般公众人员	篮球场	1.5	5	9.00E-02	0.1
	食堂	1.5	43	1.22E-03	0.1
	停车场	1.5	10	2.25E-02	0.1
	公寓	1.5	47	1.02E-03	0.1
	道路	1.5	10	2.25E-02	0.1
		1.5	15	1.00E-02	0.1
		1.5	20	5.63E-03	0.1

由计算结果可知：在不考虑墙体厚度及屏蔽的情况下，非辐射工作人员附加年有效剂量最大为 $9.77\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，一般公众人员年有效剂量最大为 $9.00\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，均低于公众人员有效剂量约束值（ 0.1mSv/a ）。实际工作中，各关注点处受到的剂量照射会经过墙体的屏蔽，且部分关注点人员不是全居留，估算结果偏保守。可见，串列加速器质谱仪 AMS 运行对公众人员造成的影响非常小。

11.2.4 非放环境影响分析

（1）废气

串列加速器质谱仪（AMS）运行过程中，射线与空气作用会产生 O_3 和 NO_x ，AMS 机实验室通排风采用机械排风与空调通风 2 种方式，项目采取上进风下排风，进风口位于实验室室顶，排风口分别位于实验室东侧、南侧墙体下方，收集汇总后从西侧墙体经排气管引至楼顶西侧排放，排气筒约高出屋顶 2m。设计一个排风机，排风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风次数不低于 4 次/h，本项目采用的串列加速器质谱仪能量很低，产生的 O_3 和 NO_x 量很少，产生的 O_3 在空气中分解后对周围空气的影响很小，本项目排风能满足要求。

（2）废水

串列加速器质谱仪正常运行过程中冷却水主要用于冷却偏转磁铁和离子源，因加速粒子能量较低，本项目在运行过程中不产生放射性废水。串列加速器质谱仪冷却水循环使用，正常情况下不外排；只有在检修过程才外排，经冷却后排入实验室下水道。

工作人员办公及生活产生少量生活污水，依托建设单位设施处理后，排入市政管网。

（3）固体废物

本项目运营期间分析的样品中的核素均为环境样品水平，因加速粒子能量较低，不

产生放射性固体废物。

工作人员办公及生活产生少量办公垃圾，统一收集后交环卫部门处理，样品退回后由化学前处理人员集中处理。

(4) 噪声

本项目噪声主要来自排风机产生的噪声，风机位于楼顶，且选用低噪声风机（风机产生的噪声约为 60-65dB（A）），排风管道连接处均采用石棉板垫片进行减振降噪，产生的噪声经机房隔声和距离衰减后噪声值较小。

11.3 辐射事故影响分析

11.3.1 辐射事故类型

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 449 号)第四十条：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，详见表 11-5。

表 11-5 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	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	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	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	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《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-6。

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30

1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

11.3.2 辐射事故识别

根据其工作原理分析，本项目发生事故的风险主要为：

①设备运行过程中，操作人员进入控制区，受到不必要的照射。由于正常工况下距离设备表面辐射量率最大为 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ，表面 1m 处辐射量最大为 $0.6\mu\text{Sv/h}$ ，高压锻炼时最大剂量率不超过 $20\mu\text{Sv/h}$ 且时间短，因此人员误入或误留不会造成人员受超剂量照射事故。

②真空系统故障且联锁失灵，导致在真空条件不符合运行要求时出束，重离子轰击加速器中残留的气体时释放电子，这些电子被反向加速射向正高压端时产生较多的次级 X 射线，对人员产生高于预期的照射。

假设设备运行（常规质谱分析）时人员误入控制区，结合事故风险识别内容，考虑最不利的情况，即人员位于加速器表面剂量率最大处（剂量率取 $1.5\mu\text{Sv/h}$ ）且处于无防护措施的情况下，事故发生后人员停留超过 40000 分钟后公众剂量达到 1mSv ，超过 GB18871-2002 中公众年剂量限值（ 1mSv ），常规质谱分析时人员误入或误留不会达到如此长时间停留不被发现，因此人员误入或误留不会造成人员受超剂量照射事故。

高压锻炼时（每次锻炼时间为 3~4 分钟）人员受照剂量取 $20\mu\text{Sv/h}$ 且处于无防护措施的情况下，人员停留超过 3 分钟后剂量达到 1mSv ，超过 4 分钟后剂量达到 1.33mSv ，超过 GB18871-2002 中公众年剂量限值（ 1mSv ），每次高压锻炼时间为 4~5 分钟，高压锻炼时人员误入或误留属于一般辐射事故。

11.3.3 辐射事故防范措施

辐射安全必须依靠必要的体制和管理，良好的设施和完整的工作制度等。建设单位应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，

控制不安全行为，预防辐射意外（或事故）的发生。本项目运行期采取以下防范措施：

1) 建设单位应制定严格的串列加速器质谱仪操作规范及管理制度，必须严格按照操作规程，正确操作仪器，对违规和粗疏管理的行为必须及时纠正。

2) 操作人员需持证上岗，确保岗位责任制度的落实，严肃查处违规作业。

3) 加强职工安全和辐射防护知识的教育，并定期进行考核。对操作人员建立健康档案，定期进行体检，并对健康档案进行终身保存。

4) 串列加速器质谱仪出现故障时，联系厂家进行维修，严禁私自维修。

5) 辐射工作人员操作时佩戴个人剂量计。

6) 当发生故障异常照射时，及时主动切断电源。

7) 全体工作人员必须时刻保持高度警惕，平时练为战的思想，认真学习、掌握各项技能，做好随时应对重大事故的思想准备。

8) 每日做好设备运行记录，认真填写设备维护记录表。任何人对设备部件进行更换、升级等操作时，都必须上报主管领导，得到回复后，方可进行，操作后详细填写故障处理联络单。

9) 按要求完善辐射防护措施，防止事故发生。发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其所受到的剂量水平，并在第一时间将事故上报生态环境部门及卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据国家环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。

(1) 建设单位目前已成立了“辐射安全管理工作领导小组”，领导小组成员见下表。

表 12-1 辐射安全管理工作领导小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	李雄耀
2	副组长	俞楠、谢国栋
3	成员	南廷广、尹祚莹、郭捷、李阳、白晓永、肖轶、夏红梅
4	秘书	肖轶（兼）

其职责包括：

- ①组织贯彻落实国家、地方政府有关辐射安全与环境保护工作的方针政策；
- ②讨论决定研究所辐射安全的重大问题和措施；
- ③组织研究所辐射事故应急响应与处理；
- ④组织制定和完善研究所辐射管理制度和操作规程，监督检查相关规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备台账登记制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

地化所已制定了《中国科学院地球化学研究所辐射事故应急预案》、《中国科学院地球化学研究所辐射安全管理规定》、《辐射工作场所监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射安全与防护管理大纲》、《辐射防护管理制度》、《加速器质谱实验室规章制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射环境监测管理办

法》等制度。

地化所还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性，并在应急预案中增加对串列加速器质谱仪突发事件应急预案内容，增加《加速器工作人员岗位职责》制度等。

12.3 辐射监测

12.3.1 工作场所辐射监测及个人剂量监测

1、工作场所监测

本项目串列加速器质谱仪属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021）修订》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括辐射剂量巡测仪等仪器，用于对辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。根据相关规定建设单位配备有辐射巡测仪，可用于本项目的辐射工作场所的监测，能满足审管部门对于监测仪器的要求。

（1）年度监测：建设单位应定期委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1 次；

（2）日常监测：建设单位应定期对辐射场所周围辐射水平进行监测，并对监测结果进行记录存档备案，监测周期至少 1 次/月。

（3）监测因子：X- γ 辐射剂量率。

（4）监测范围：AMS 工作场所及周围环境。

（5）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 监测计划及方案要求一览表

监测范围	监测布点位	监测因子	监测频率		实施部门	监测方法
AMS 工作场所及周围环境	AMS 表面 30cm 处及实验室四周	X-γ辐射剂量率	验收监测	1 次	验收监测单位	现场瞬时测量
	自行监测		1 次/月	建设单位		
	委托监测		1 次/年	委托检测单位		

2、个人剂量监测

本项目辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测），此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防

护管理办法》（环保部令第18号）要求，建设单位还应做好以下工作：

（1）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

（2）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中职业照射个人剂量档案终生保存，单位应当将个人剂量档案终生保存。

12.4 项目竣工环境保护验收

本项目在通过审批取得辐射安全许可证后，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《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）的要求以及验收程序，本建设项目在建设审批有效期内建设竣工后应立即自主组织竣工环境保护验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。验收内容见表 12-3。

表 12-3 竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	AMS 带自屏蔽。	《粒子加速器辐射防护规定》 (GB5172-1985)
		AMS 机实验室门及数据处理间门上设置电离辐射警示标志。	
		设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，射线装置才能开机运行。	
		配置巡测 X-γ剂量监测仪。	
		职业人员配备个人剂量报警器、个人辐射监测剂量计。	
2	管理制度	成立辐射防护安全管理机构。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
		建立健全相应放射安全防护规章制度，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。	
		如有辐射事故的发生，严格按照《辐射事故应急预案》中规定采取应急措施，及时向环保行政部门报告，并向公安机关、卫生行政部门上报。	
		职业人员必须佩戴个人剂量计，包括仪器购买及维修、维护费用和单位项目预留防护资金，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。	
		个人剂量计检测（3 个月 1 次，每年 4 次）和职业健康体检（2 年 1 次）。	
		安排人员参加环保部门组织的辐射安全与防护培训。	
3	环境监测	项目建成后委托有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)

12.5 辐射事故应急

为有效预防、技师控制和消除突发辐射事故，强化放射性事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，将放射意外可能造成的损害降到最低限度，以保护工作人员，放射设备安全和减少财物损失，建设单位已依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）的有关规定，制定了《辐射事故应急预案》，主要包括以下几个方面内容：

1、组织机构与职责

（1）单位成立了辐射事故应急响应领导小组，具体成员见下表。

表 12-4 辐射事故应急响应领导小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	李雄耀（1 ）
2	副组长	俞楠（138 ）、谢国栋（13 58）
3	成员	蓝廷广（1 ）、尹祚莹（13 0）、单双明（13 ）、李阳（1 1）、白晓永（18 0）、肖轶（18 ）、雒飞（13 28）

（2）规定了辐射事故应急响应领导小组的职责：

- a、全面负责单位辐射事故应急响应领导工作。指导和指示应急响应工作的开展。
- b、确保应急响应所需的全部资源已经启动并得到充分保证和支持。
- c、事故发生后，应立即启动本预案，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的、放射源丢失、被盗和失控还应向公安部门报告，可能造成人员超剂量照射的还应同时向当地卫生行政部门报告。
- d、事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理。
- e、负责放射性事故应急处理具体预案的研究确定和组织实施工作。
- f、负责迅速安置受照人员到专业辐射医疗单位就医，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。
- e、负责审定辐射事故责任。

2、可能发生的事故

- （1）放射源丢失，包括放射源意外丢失和失窃；
- （2）人员的意外放射性照射，指放射性工作人员或公众受到放射源或射线装置的超剂量误照射；
- （3）放射性核素污染，包括人员体表、体内意外受到放射性核素的污染和对环境的污染。

3、辐射事故应急响应

辐射事故发生后，进行分类应急响应：

(1) 放射源丢失应急响应

当发现放射源丢失、被盗时，现场人员应立即报告公安部门（拨打 110 报警），同时报告事件处理调查小组、安全保卫小组和放射源责任实验室领导。事件处理调查小组接报后立即将事故报告应急领导响应小组和观山湖区公安局和生态局。应急领导指挥协调小组、事件处理调查小组、安全保卫小组等应立即赶往事故现场，保护现场，开展初步调查，确认事故。事件处理调查小组应于事故发生 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向观山湖区生态局报告，可能造成人员超剂量照射的还应同时向观山湖区卫生健康局报告。总之，发生上述事故时，单位应急部门接受市、区相应应急处置机构统一指挥，配合公安、生态、卫生部门开展事故处置工作。

(2) 人员意外照射应急响应

当发现有人员发生射线装置意外照射时，现场工作人员应立即停止作业，关闭射线装置（如加速器质谱仪加速器高压电源，降下加速器前法拉第筒）。立即报告事件处理调查小组、安全保卫小组和实验室领导。

接报后，事件处理调查小组、安全保卫小组、医疗救护小组应迅速赶往现场，核实事故情况，保护现场，对受伤人员进行紧急护理，将受伤人员送往有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗。核实事故情况后，事件处理调查小组立即向应急领导小组和观山湖区卫生健康局、观山湖区生态局报告。事件处理调查小组应于事故发生 2 小时内填写初始报告，向观山湖区生态局报告。

(3) 放射性核素污染应急响应

发生放射性核素污染事故时，现场人员应示警、撤离到安全位置并立即报告事件处理调查小组、安全保卫小组。接报后，事件处理调查小组立即报告应急领导小组，并会同安全保卫小组、医疗救护小组等迅速赶往现场，核实事故，组织疏散有关人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节。核实事故后，事件处理调查小组应立即向观山湖区生态局报告，并于事故发生 2 小时内填写初始报告，向观山湖区生态局报告。

事件处理调查小组到达现场后，应立即组织专家确定放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度，确定消除或减轻污染的方案。在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员清除可清除的污染，配合生态部门专业人员彻底清除污染。对可能受到放射

性同位素污染或者辐射损伤人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，根据受伤人员的伤害程度，参照人员意外照射应急响应。

（4）应急响应终止

对于市、区应急机构已经启动应急响应的辐射事故的应急响应，随市、区应急机构下达终止指令而终止。市、区未启动应急响应的辐射事故应急响应终止由单位应急领导小组下达。

4、保障措施

1、资金保障

单位应设立应急处置专项资金，其主要用于突发辐射事故防控准备，包括预防预警系统的建立、应急技术装备添置、应急救援行动处置、人员培训及日常经费开支等。

2、装备保障

各相关部门应按照工作职责要求和辐射事故处置特点，配备相应的应急监测设备与防护用品（铅衣、铅手套、铅眼镜、铅帽、铅围脖、辐射剂量监测仪等），加强应急处置能力的建设，保证在突发辐射事故时的应急行动所需。

3、宣传、培训和演习

单位应加强核与辐射环境保护知识的宣传和教育，普及核与辐射安全基本知识和预防常识，增加公众的自我防范意识和相关心理准备，提高公众防范辐射事故能力。

各有关实验室应加强应急专业人员培训，提高应急救援能力，形成一批具有较高素质的辐射事故应急处置、监测等专业人才队伍。

单位应按照预案要求，定期组织不同级别的辐射事故应急演练，提高防范和处置突发辐射事故的技能，增强实战能力，并针对辐射事故的培训和演习，做好相应的记录和总结报告。

建设单位制定的应急预案其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行。已将本项目所涉及的射线装置纳入预案应急适用范围。辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。本项目在实际运行中，一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组按辐射事故应急预案上报程序逐级上报主管单位，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

13.1 结论 13.1.1 项目概况 项目名称：中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目 性质：新建 建设地点：贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号中国科学院地球化学研究所 工程建设内容及规模：中国科学院地球化学研究所在大型设备用房楼一楼 AMS 机实验室内安装 1 台美国 NEC 公司设计生产的串列加速器质谱仪（1.0MV AMS，型号 3SDH-1 Pelletron）。属于Ⅱ类射线装置，用于地质年代学测定。 13.1.2 辐射安全与防护分析结论 （1）项目选址合理性、辐射工作场所布置合理性分析 ①项目选址合理性分析：中国科学院地球化学研究所大型设备用房楼 1 楼进出口设置门禁系统，整个区域内各个独立房间均有门锁。本项目 50m 评价范围内均为地化所用地范围，经调查，本次评价范围 50m 内无学校、自然保护区、文物保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区、集中居民区等环境敏感点和生态敏感点，周围没有项目建设的制约因素，且本项目串列加速器质谱仪（AMS）自带屏蔽，通过屏蔽体屏蔽和距离衰减后周围环境影响较小，因此选址是合理的。 ②辐射工作场所平面布局合理性分析：本项目 AMS 自带屏蔽，即设备已经设计和配置了屏蔽结构，不需要单独设计和建设射线屏蔽机房，普通机房即可安装使用。项目各功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，平面布局能够满足工作要求，又便于进行分区管理和辐射防护，通过对辐射工作场所防护进行理论计算，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求，对外环境造成辐射影响很小，从辐射安全防护的角度分析，本项目平面布置是合理的。 （2）辐射安全措施 地化所使用的串列加速器质谱仪自带屏蔽，项目在落实了环评中提出的防护措施后，能满足辐射防护的相关要求。 （3）辐射安全管理 建设单位已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。建设单位须根据相关法律、法规、条例及本环评报告提出的要求，进一步完善辐

射安全管理制度，按照《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》的要求及现行国家最新放射性基础知识与法律法规培训规定安排本项目的辐射工作人员在网上自主培训并报名参加辐射安全与防护知识考核，做到持证上岗。

建设单位已配备 1 台辐射剂量测量仪，用于对本项目日常运行辐射场所的辐射水平监测；还应定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并已委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案，并终身保存。

（4）年度评估

中国科学院地球化学研究所每年应编制辐射安全与防护年度评估报告，并于次年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上报生态环境主管部门。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）现场监测数据表明：本项目 AMS 机实验室周围环境的辐射环境现状处于贵阳市陆地 γ 辐射空气比释动能率本底范围内，项目建设场址及其周围环境的辐射环境无异常。

（2）人员剂量估算分析：根据理论估算，工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值（5mSv/a、0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

（3）本项目串列加速器质谱仪（AMS）正常运行（使用）情况下，不会产生放射性废气、放射性废水和放射性固废。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

本项目属于国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目中的“六 核能 4 核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业政策。

（2）实践的正当性分析

本项目利用串列加速器质谱仪进行地质年代学测定具有突出的优势，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，各屏蔽和防护措

施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

（3）项目环保可行性分析结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保、防护措施，特别是认真落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为：本项目在贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号中国科学院地球化学研究所大型设备用房楼内进行建设，从环境保护和辐射防护角度分析是可行的。

13.1.5 项目验收

项目经审批重新申领取得辐射安全许可证以后，必须根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《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）的要求自主组织验收，并将验收结果在网上公示，公示时间不得低于20个工作日，如果没有意见，然后在生态环境部网上备案待查。本项目竣工环境保护验收一览表见表12-3。

13.1.6 结论

综上所述，中国科学院地球化学研究所使用1台1MV串列加速器质谱仪项目，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 建议和承诺

1、该项目运行中，建设单位应严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规；认真落实各项污染防治措施和要求，认真落实岗位辐射防护制度和岗位责任制制度，落实培训计划及应急监测计划等各项规章制度。

2、建设单位对从事辐射工作的人员要经常进行辐射安全与防护知识的教育，并形成长效机制，提高辐射防护意识，提高自我防护意识，定期检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案，做到一人一档。

3、建设单位应加强对仪器、设备、设施等的日常检查、维护管理工作，确保其能够满足项目正常运行需要。

4、建设单位应根据国家及地方最新出台的法律法规，对辐射安全管理制度进行完善。

5、本项目的环评文件经批准后，建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染的措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。

6、建设单位应定期根据应急演练计划和演习培训计划进行辐射事故应急演练，检验应急预案的实用性、可操作性，并不断完善突发事件应急预案。

7、建设单位在取得本次项目环评批复后，建设单位将按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日经生态环境令第20号修订）规定的许可证申请程序，重新申请领取《辐射安全许可证》，并按《建设项目竣工验收暂行办法》及《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日施行）自主完成竣工环境保护验收工作。

8、建设单位每年应编制辐射安全与防护年度评估报告，并于次年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）上报生态环境主管部门。

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

附图

附图 1 项目地理位置图



附图 2 中国科学院地球化学研究所总平面布置图

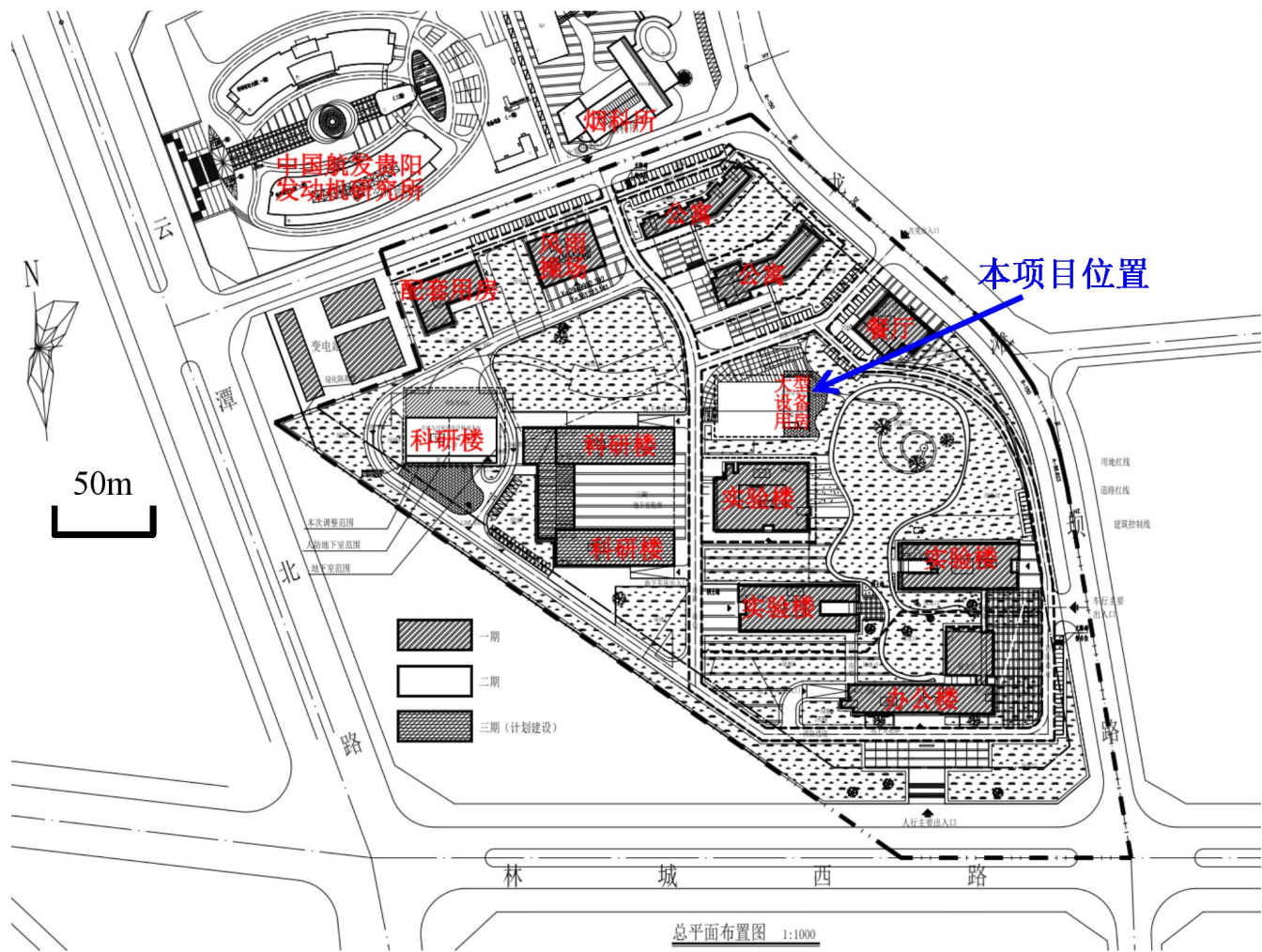
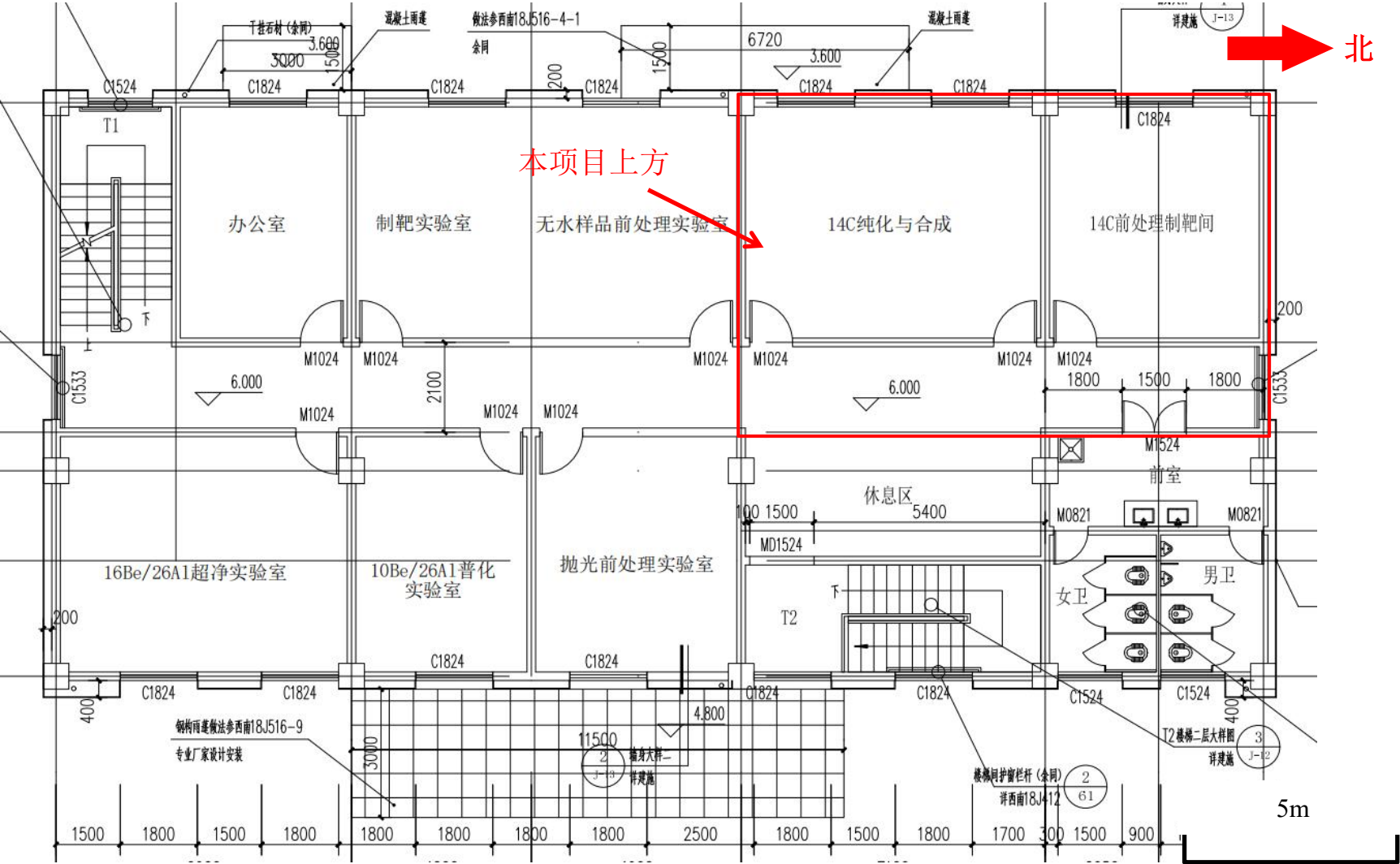
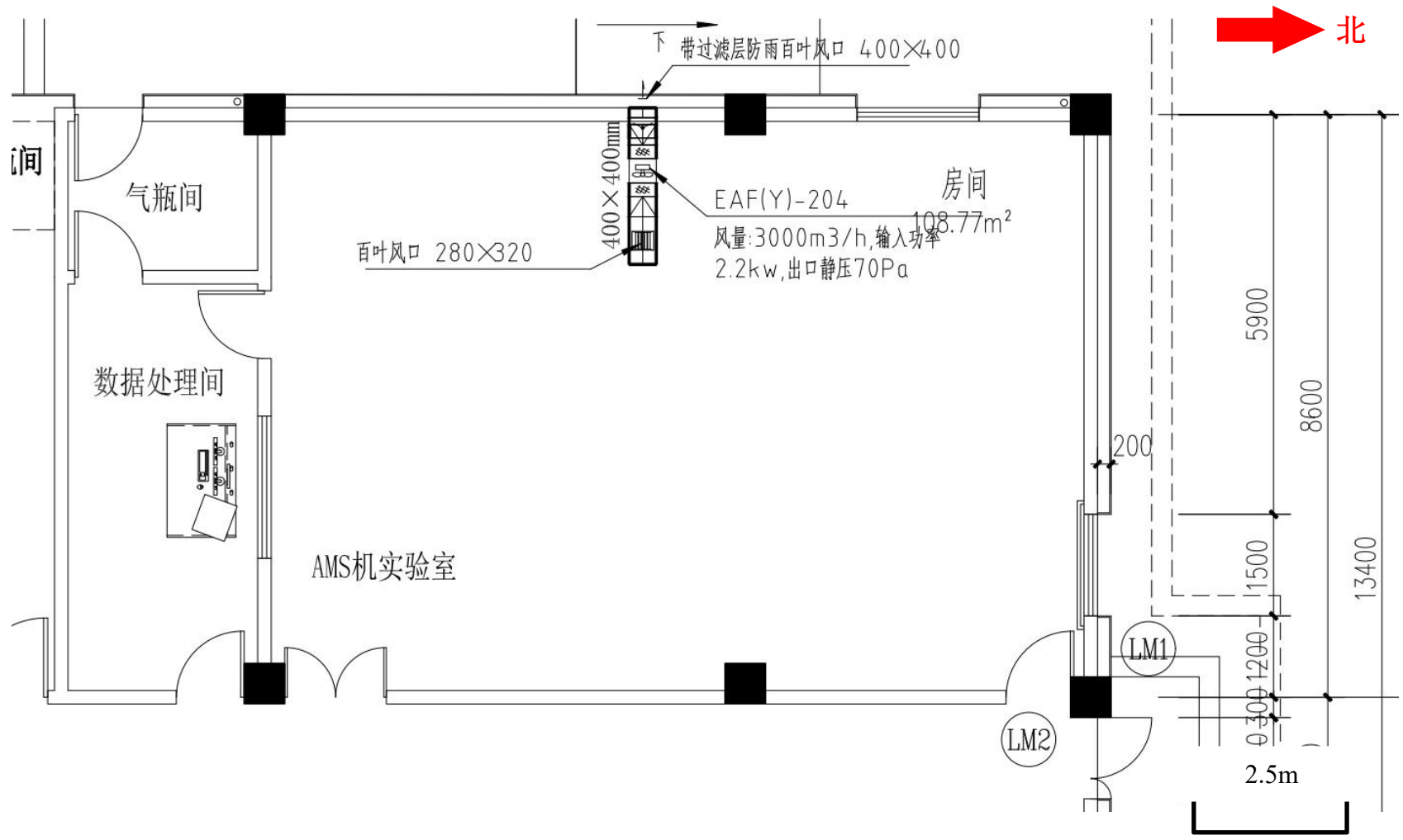


Figure 1 is a detailed first-floor plan of a building, scaled at 1:100. The plan shows a complex layout of rooms and corridors. A red rectangle highlights the 'Nano SIMS machine laboratory' (Nano SIMS机实验室) and the 'Data processing room' (数据处理间). A red arrow points to the 'Data processing room' with the label '本项目位置' (Project Location). The plan includes dimensions, room names, and a north arrow.

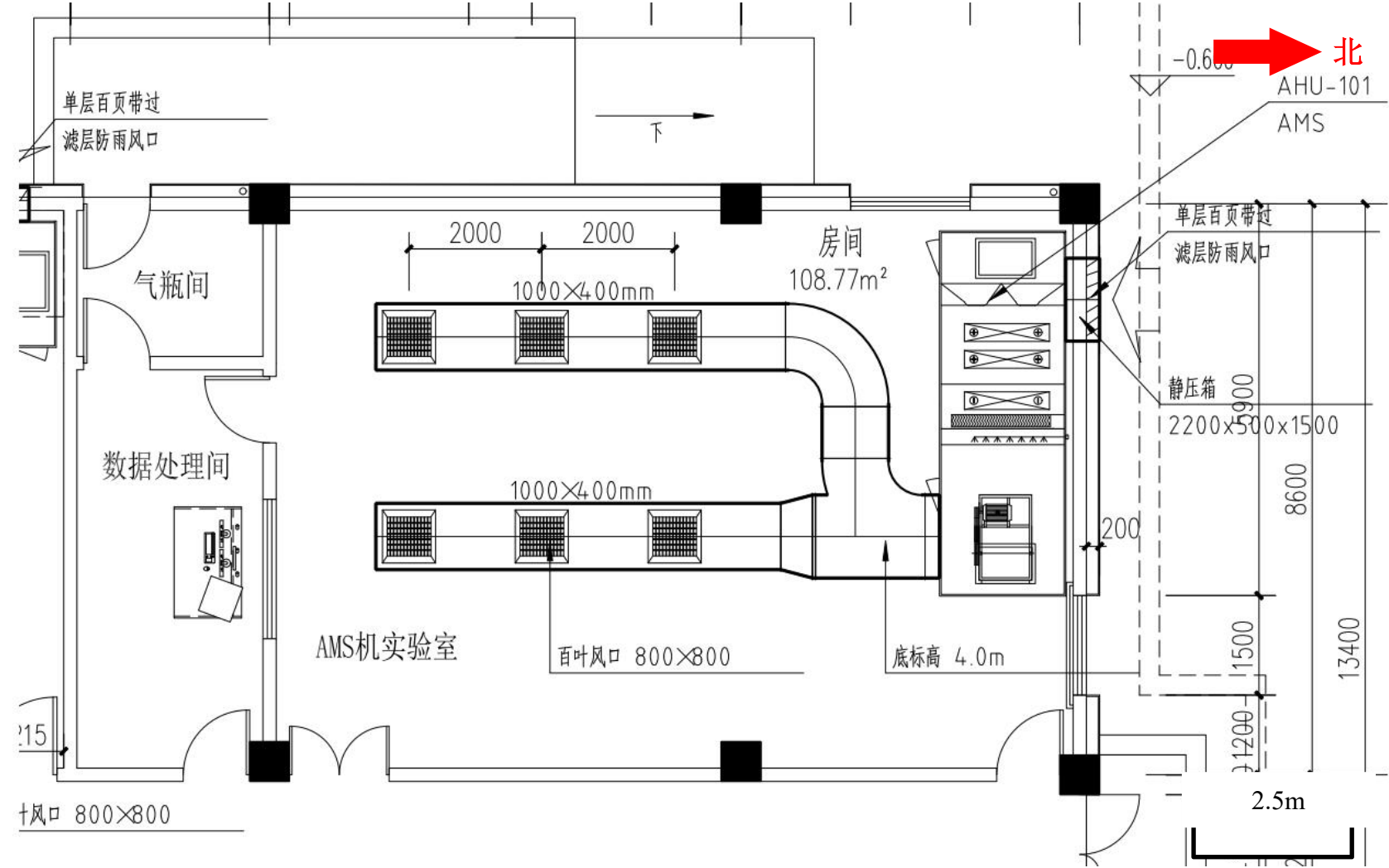
附图 4 二楼平面布置图



附图 5 AMS 机实验室排风示意图



附图 6 AMS 机实验室空调换气示意图



附件

附件 1 委托书

中国科学院地球化学研究所

委 托 书

核工业二三〇研究所：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关法律法规的规定，现委托贵单位承担“中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目”的环境影响评价工作。

请贵单位按照国家有关法律法规和技术规范的要求抓紧实施。

中国科学院地球化学研究所

二〇二四年十二月十六日



辐射安全许可证

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

单位名称：中国科学院地球化学研究所

地 址：贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号

法定代表人：冯新斌

种类和范围：使用 V 类放射源；使用非密封放射性物质，
内级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：黔环辐证[00121]

有效期至：2028 年 11 月 08 日



发证机关：贵州省生态环境厅

发证日期：2023 年 11 月 09 日



中华人民共和国生态环境部制

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

单位名称	中国科学院地球化学研究所		
地 址	贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号		
法定代表人	冯新斌	电话	13
证件类型	身份证	号码	420
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	穆谱实验室	林城西路 99 号	刘承坤
	氦氡年代学实验室	林城西路 99 号	何德峰
种类和范围	使用 V 类放射源;使用非密封放射性物质,丙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	黔环辐证[00121]		
有效期至	年 月 日	2028 11 08	
发证日期	年 月 日	2023 11 09 (发证机关章)	



辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

活动种类和范围

(一) 放射源

证书编号: 黔环辐证[00121]

[illegible]

（二）非密封放射性物质

证书编号:

[illegible]

附件 3 大型设备用房环评批复

审批意见:

筑环表[2020]88号

根据中国科学院地球化学研究所报来的《中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)及有关材料,经审查,《报告表》和贵阳市生态环境科学研究院对该项目出具评估意见(筑环科评估表(2020)85号)可以作为生态环境管理的依据。项目后续建设和运行中还须做好以下工作

一、认真落实《报告表》要求和环保“三同时”制度,环保设施建设须纳入施工合同,保证环保设施建设进度和资金。

二、该项目不需要设置入河排污口,其他排污口应严格按照排污口规范化相关要求设置,并作为项目环境保护竣工验收的重要内容。

三、《报告表》经批准后,建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的,你公司应当重新向我局报批《报告表》;本批复自下达之日起五年方决定开工建设的,须报我局重新审核《报告表》。

四、你公司应当在启动生产设施或者发生实际排污之前,须在全国排污许可证管理信息平台填报排污登记表。建设项目竣工后,你公司应自行组织环境保护竣工验收,验收结果及相关支撑材料向社会公开,并在验收平台网站上备案后,同步向属地生态环境部门及生态环境保护综合行政执法部门报送相关信息。

五、你公司应主动接受各级生态环境部门的监督检查,切实落实生态环境保护主体责任。该项目的日常环境监督管理工作由贵阳市生态环境保护综合行政执法支队和贵阳市生态环境局观山湖分局负责。



附件 4 大型设备用房验收意见及备案截图

中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目 竣工环境保护验收意见

根据《建设项目环境保护管理条例》，依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范、项目环境影响报告和审批部门审批决定等要求，以及参照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评[2017] 4 号）的要求。中国科学院地球化学研究所于 2023 年 5 月 11 日组织相关单位及专家对本项目进行竣工环境保护验收，经认真讨论质询形成以下验收意见：

一、项目建设基本情况

（1）项目建设地点、规模、主要建设内容

中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目位于贵阳市观山湖区地球化学研究所科研园区内，该项目建设性质为新建，总占地面积 386.24 m²，总建筑面积 796.80 m²，项目主体工程为地上 2 层，建设 8 个实验室房间：AMS 机实验室、Nano SIMS 机实验室、前处理间、水冷机房、实验室、10Be 前处理制靶间、24AC 前处理制靶间、14C 前处理制靶间。

（2）项目建设过程及环保手续办理情况

中国科学院地球化学研究所 2020 年 4 月委托中冶节能环保有限责任公司编制完成了《中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目“三合一”环境影响报告表》；2020 年 6 月贵阳市生态环境科学研究院出具了《关于对<中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目“三合一”环境影响报告表>的评估意见》（筑环科评估表[2020] 85 号）；2020 年 7 月 10 日取得贵阳市生态环境局关于对《中国科学院地球化学研究所

大型设备用房项目“三合一”环境影响报告表》的审批意见(筑环表[2020]88 号);该项目于 2020 年 7 月开工建设,2020 年 12 月建成并开始调试运行;2023 年 3 月委托贵州千山万水环保科技有限公司开展项目竣工环保验收相关工作;2023 年 03 月 21 日-2023 年 03 月 27 日贵州绿环科技检测有限公司对该项目展开竣工环境保护验收监测,并出具项目竣工环境保护验收监测报告。

(3) 投资情况及验收范围

该项目实际总投资 695 万元,其中环保投资 36.5 万元,占项目总投资的 5.25%;本次验收范围为“中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目”全部建设内容,主要为该工程配套设施及营运过程中产生的废气、废水、噪声、固废等达标排放情况。

二、工程变更情况

经认真对照项目环境影响报告表及批复内容进来现场核实,本项目实际工程建设内容和环保措施与环评结论和环评批复对比情况如下:

原环评及批复要求实验室中产生有毒、有害气体的实验都要求在通风橱内进行,产生的废气经通风橱引至碱液池(3m³)净化处理后,楼顶设置一个排气口排放;实际变更为实验室产生的有酸性气体和非甲烷总烃废气经通风橱收集后,采取 SDG 碱性吸附剂装置净化处理达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中二级排放标准在楼顶排放。对照《污染影响类建设项目重大变动清单(试行)》的通知(环办环评函[2020]688 号),不属于重大工程变动。

三、主要环保设施建设情况

(1) 污水水

生活污水化粪池预处理后,经科研园一期已建污水管排入林城西

路市政污水管，进入金阳污水处理厂处理；实验废水经中和池进行中和处理，调节 pH 为 6~9 后排入化粪池，经科研园一期已建污水管排入林城西路市政污水管，进入金阳污水处理厂处理。

(2) 废气

实验室中直接产生有毒、有害气体的实验都要求在通风橱内进行。实验室产生的有酸性气体(氮氧化物(NO_x)、氯化氢(HCl)和氟化氢(HF))和非甲烷总烃废气经通风橱收集后，采用 SDG 碱性吸附剂装置对各实验室产生的酸性废气进行吸收处理，废气处理达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中二级排放标准，楼顶排放。

(3) 噪声

本项目噪声主要为噪声源主要是检测设备与仪器、通风橱柜、循环冷水机、离心风机等设备运行时产生的噪声。各设备均设置在封闭的实验室内，高噪声设备基础设橡胶垫或弹簧减振器，通过墙壁隔声、距离衰减等措施，确保项目噪声对外环境影响降到最低。

(4) 固废

生活垃圾集中收集后由环卫部门统一清运；实验室一般工业固废(废纸箱、废塑料、玻璃瓶等)，收集后定期由废品回收站回收；危险废物(实验废液、实验废物、沾染有危险化学品的物品等)收集后，临时存放于前处理实验室的危险废物暂存点，每天再转移至地化所园区危废集中存储间集中暂存，定期交由贵州中佳环保有限公司处置。

四、监测结果

根据贵州绿环科技检测有限公司《中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目环境保护竣工验收监测报告》(LHJC-HJ-2023036)数据显示：本项目验收监测期间主体工程运行稳定、环境保护设施运行

正常，所有产生废水、废气、噪声的设备运行正常，具备验收监测条件，监测数据有效。

验收监测期间，项目废水处理设施出口监测指标 pH、五日生化需氧量、悬浮物、氨氮、化学需氧量等指标监测结果均满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 三级标准排放限值要求；项目有组织排放废气监测指标氮氧化物、氯化氢、氟化物、非甲烷总烃监测结果均满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 二级排放限值要求；项目场界昼、夜间噪声监测结果均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

五、验收结论

中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目较好的执行国家环境保护政策，建设过程中落实环保“三同时”制度，该项目在实施过程中，按照环境影响评价文件及其批复要求，配套建设了相应的环境保护设施，污染物排放对周围环境影响较小，工程建设内容及环境保护措施与环评及批复一致。对照《关于污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办环评函（2020）688 号），项目实验室产生的有酸性气体和非甲烷总烃废气经通风橱收集后，采取 SDG 碱性吸附剂装置净化处理达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中二级排放标准在楼顶排放，不属于重大变化。该项目验收资料基本齐全，项目基本符合环境保护验收合格条件，验收组成员一致同意通过竣工环保验收。

六、要求及建议

- (1) 建议编制突发环境事件应急预案。
- (2) 保证实验室通风换气，注意 SDG 废气净化吸附剂定期更换。

(3) 建议按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)完善暂存点防渗措施；按照《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276—2022)规范危险废物标识识别标，《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》进一步细化和完善危废台账记录和管理。

(4) 加强环保设施的定期检查及维护，确保各项污染物长期、稳定达标排放；加强相关环保管理制度的落实，注意风险防范，提高全体员工的环保意识和安全意识，把环保工作落实到工作中。

七、验收专家信息

姓名	单位名称	职称/职务	联系方式
张磊	贵州科学院	研究员	13
李敏	省环科院	高工	13
刘川	贵阳市环科院	正高	139

验收单位：中国科学院地球化学研究所

2023年5月11日

中国科学院地球化学研究所大型设备用房项目

竣工环境保护验收报告表评审会签到表

2023 年 5 月 11 日

姓名	单位	职务/职称	联系方式
张薇	贵州科学院	研究员	12
李政	省环科院	高工	
任	贵阳市环科院	正高	1
杨海全	中科院地化所	高工	18
杨国祥	南京高伟环境科技有限公司	施工	16
杨飞	中科院地球化学研究所	研究员	13
杨伟	中科院地球化学研究所		18
杨伟	中科院地球化学研究所		18
杨伟	中科院地球化学研究所		18
王俊刚	贵州中山东环保科技有限公司	工程师	11

项目环境影响评价信息平台

企业自主验收信息

项目名称:

建设单位名称:中国科学院地球化

自验信息提交时间:选择日期

建设地点:选择多个地区

搜索

序号	建设项目名称	建设地点	建设单位	公开时间段	自验信息公开具体形式及载体
1	中国科学院地球化学研究所大型...	贵州贵阳观山湖区	中国科学院地球化学研...	2023/05/19-2023/06/16	网站 https://www.eiacloud...

共 1 页, 1 个项目

1

注:系统目前仅显示近半年提交的企业自主验收信息,可根据建设项目名称、建设单位名称等关键字进行查询。若项目提交时间已超过半年,企业可自行登录自主验收系统,查看企业已提交的项目信息。

中国科学院地球化学研究所文件

科地化所字〔2024〕6 号

中国科学院地球化学研究所关于 调整“辐射安全领导小组”的通知

各处、室、中心：

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规规定，为进一步加强研究所辐射安全管理工作并做好辐射防护和监督，根据人员变动情况和工作需要，经所务会研究，决定对我所辐射安全领导小组成员调整如下：

组 长：李雄耀

副组长：俞楠、谢国栋

— 1 —

成 员：蓝廷广、尹祚莹、郭捷、李阳、白晓永、肖轶、夏红梅

秘 书：肖轶（兼）

辐射安全领导小组的职责：组织贯彻落实国家、地方政府有关辐射安全与环境保护工作的方针政策；讨论决定研究所辐射安全的重大问题和措施；组织研究所辐射事故应急响应与处理；组织制定和完善研究所辐射管理制度和操作规程，监督检查相关规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。



中国科学院地球化学研究所

2024年3月19日

中国科学院地球化学研究所

2024年3月20日印发

中国科学院地球化学研究所

辐射安全管理规定

为了保证我单位辐射环境安全，保障职工的健康和安全，根据放射性《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许可管理办法》等有关法律、法规，结合单位实际情况，特制定本规定。

一、为落实辐射安全工作主体责任，单位确定法定代表人为辐射安全工作第一责任人，签订辐射安全责任书。同时成立辐射安全与防护工作领导小组（下称 领导小组），全面负责本单位的辐射安全与防护工作。其中小组组长必须由单位中层以上领导担任。

二、单位改建、扩建放射源项目，必须严格按照法律法规要求，履行环评审批及环保验收手续并取得批复意见后方可正式运行。同时，各类辐射工作活动必须在辐射安全许可规定的种类和范围内开展。

三、建立健全单位辐射安全、保卫和防护等各项管理规章制度，制定辐射事故应急方案，采取措施防治辐射事故的发生。

四、不定期对辐射安全与防护工作落实情况的检查，发现安全隐患问题的，应要求相关部门、人员及时整改；发现重大安全隐患的，还应向环保部门报告，经整改确认安全后，辐射工作方可继续进行。

中国科学院地球化学研究所

五、建立放射源管理和放射源登记台账。做到进出本单位的放射源数量相符，放射源购买、更新、处置时，要按规定办理放射源转让批准、备案登记、许可证变更等手续。

六、加强对辐射工作人员的辐射安全与防护培训，严禁未经培训考核合格的人员上岗从事辐射工作活动。

七、配备监测设备，对放射源装置和工作场所进行经常性的巡查巡测，确保辐射防护设施完好与含源装置性能的稳定。巡查巡测记录归档保存。

八、辐射工作人员应配带报警装置和个人辐射剂量计，建立辐射工作人员个人剂量档案。

九、每年必须对放射源的安全与防护状况进行年度评估，坚持年度评估与年度监测相结合，及时发现安全问题，并立即整改。并于每年1月31日前向市、县环保部门上报上一年度的年度评估报告。

十、辐射工作场所设置明显的电离辐射警示标志，严禁存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

十一、加强放射源闲置期间的安全保卫工作，并指定专人每天进行安全保卫和巡视，建立巡查记录，并向环保部门报告。当放射源闲置超过三个月的，领导小组及其他负有辐射安全责任人有责任向单位报告，及时按法规要求进行安全送贮。

中国科学院地球化学研究所

十二、辐射工作单位应建立健全辐射安全管理制度及档案，接受环保部门、公安部门的监督检查。

十三、凡本单位辐射工作人员必须严格落实本规定及其他辐射安全与防护规章制度要求。如有违反，将根据造成不良后果情况，进行对应处罚；若造成辐射事故发生的，按法律法规要求，追究违规人员法律责任。



中国科学院地球化学研究所

辐射事故应急预案

一、目的

为有效预防、及时控制和消除突发辐射事故，规范放射工作防护管理和突发辐射事故的应急处置工作，保障单位人员和环境安全，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规，结合本单位实际，特制定本预案。

对突发辐射事故，各部门要坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。

二、适用范围

本预案适用于在本单位使用、闲置的放射源丢失、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意外的异常照射或环境放射性污染等事件的应急响应。结合本单位实际情况，具体包括：

1. 放射源丢失，包括放射源意外丢失和失窃；
 2. 人员的意外放射性照射，指放射性工作人员或公众受到放射源或射线装置的超剂量误照射；
 3. 放射性核素污染，包括人员体表、体内意外受到放射性核素的污染和对环境的污染；
-

4. 放射性实验室火灾。

三、辐射应急响应机构和职责

1. 本单位成立辐射事故应急领导小组

组长：分管技术所领导

副组长：技术中心主任/主持工作副主任

成员：技术中心协管安全副主任、所办分管安全副主任、各实验室分管安全副主任

2. 辐射事故应急响应领导小组的职责

- 1) 全面负责单位辐射事故应急响应领导工作。决定本预案的启动、实施和终止；
- 2) 确保应急响应所需的全部资源已经启动并得到充分保证和支持；
- 3) 事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；
- 4) 负责放射性事故应急处理具体预案的研究确定和组织实施工作；
- 5) 负责审定向上级相关主管部门提交的辐射事故报告；
- 6) 负责审定辐射事故责任。

3. 辐射事故各应急救援小组的职责

辐射事故应急响应领导小组组员分别牵头以下应急小组

- 1) 指挥协调小组：组织制定救援方案，现场指挥指示；协调各行动组开展工作；

- 2) 事件处理调查小组：按照事件的性质和严重程度，事件上报；联系相关部门，配合相关部门进行救援和调查；
- 3) 安全保卫小组：扑救初起事件，配合专业部门抢险救灾、疏散人员；设置警戒区域，保护事件现场，维护现场秩序；
- 4) 医疗救护小组：设立现场救护场地；对受伤人员进行初步处置；联系救护车辆和各大医院；运送伤员；
- 5) 后勤保障小组：核对应急物资；及时调配应急物资；负责水、电、气方面与当地政府的相关部门沟通联系；
- 6) 技术保障小组：协同当地环境监测站进行应急监测相关工作；并协助外部救援力量实施监测、报告监测结果等；
- 7) 舆情小组：密切关注媒体信息，做好舆情应对措施；
- 8) 预备机动组：完成现场指挥临时安排的工作。

四、辐射事故分级原则

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《国家突发环境事件应急预案》，按照辐射事故的性质、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（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般性辐射事故（Ⅳ级）。

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，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以上(含2人)急性死亡或者10人(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，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，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。

五、预防和预警

1. 预防工作

单位内各辐射工作单元负责本单元辐射安全管理工作，制定本单元辐射事故应急处置措施，落实各项应急准备工作，发现事故苗头，及时处置，预防辐射事故的发生。应急领导小组对辐射工作单元进行监督检查，预防辐射事故的发生。

2. 预警及措施

根据辐射报警仪、视频监控等监测信息，对可能发生的辐射事故进行及时预警，进入预警状态后，单位辐射事故应急领导机构应当采取以下措施：

- 1) 根据事件的类型、性质，立即启动相应的辐射事故应急预案；

- 2) 向当地生态环境、公安、卫生部门报告事故情况；
- 3) 转移、撤离或者疏散可能受到危害的人员，并进行妥善安置；
- 4) 针对辐射事故可能造成的危害，封闭、隔离或者限制使用有关场所，中止可能导致危害扩大的行为和活动；
- 5) 指令单位辐射事故应急救援小组进入应急状态，配合环保、公安、卫生部门开展事故调查处理工作；
- 6) 调集辐射事故应急所需物资和设备，做好应急保障工作。

六、辐射事故应急响

辐射事故发生后，进行分类应急响应：

1. 放射源丢失应急响应

当发现放射源丢失、被盗时，现场人员应立即报告公安部门（拨打 110 报警），同时报告事件处理调查小组、安全保卫小组和放射源责任实验室领导。事件处理调查小组接报后立即将事故报告应急领导响应小组和观山湖区公安局和生态局。应急领导指挥协调小组、事件处理调查小组、安全保卫小组等应立即赶往事故现场，保护现场，开展初步调查，确认事故。事件处理调查小组应于事故发生 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向观山湖区生态局报告，可能造成人员超剂量照射的还应同时向观山湖区卫生健康局报告。总之，发生上述事故时，单位应急部门接受市、区相应应急处置机构统一指挥，配合公安、生态、卫生部门开展事故处置工作。

2. 人员意外照射应急响应

当发现有人员发生射线装置意外照射时，现场工作人员应立即停止作业，关闭射线装置（如加速器质谱仪加速器高压电源，降下加速器前法拉第筒）。立即报告事件处理调查小组、安全保卫小组和实验室领导。

接报后，事件处理调查小组、安全保卫小组、医疗救护小组应迅速赶往现场，核实事故情况，保护现场，对受伤人员进行紧急护理，将受伤人员送往有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗。核实事故情况后，事件处理调查小组立即向应急领导小组和观山湖区卫生健康局、观山湖区生态局报告。事件处理调查小组应于事故发生 2 小时内填写初始报告，向观山湖区生态局报告。

3. 放射性核素污染应急响应

发生放射性核素污染事故时，现场人员应示警、撤离到安全位置并立即报告事件处理调查小组、安全保卫小组。接报后，事件处理调查小组立即报告应急领导小组，并会同安全保卫小组、医疗救护小组等迅速赶往现场，核实事故，组织疏散有关人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节。核实事故后，事件处理调查小组应立即向观山湖区生态局报告，并于事故发生 2 小时内填写初始报告，向观山湖区生态局报告。

事件处理调查小组到达现场后，应立即组织专家确定放射性同位素

种类、活度、污染范围和污染程度，确定消除或减轻污染的方案。在采取有效个人安全防护措施的情况下组织人员清除可清除的污染，配合生态部门专业人员彻底清除污染。对可能受到放射性同位素污染或者辐射损伤人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，根据受伤人员的伤害程度，参照人员意外照射应急响应。

4. 放射性实验室火灾应急响应

放射性实验室发生火灾时，现场人员应立即报告安全保卫小组、事件处理调查小组，火情紧急的，须同时拨打 119 报警。现场人员在确保自身能安全的情况下，迅速切断电源、气源、移走放射性物质、压力容器等，并通知附近人员撤离。事件处理调查小组接报后立即报告应急领导小组，会同安全保卫小组、医疗救护小组等迅速赶往现场，同时报告观山湖区生态局，开展灭火救灾、疏散人群、疏导交通、人员救护、保护现场工作。

如果火灾导致人员意外照射、放射性核素污染等辐射事故，则按相应类型辐射事故进行应急响应。

5. 应急响应终止

对于市、区应急机构已经启动应急响应的辐射事故的应急响应，随市、区应急机构下达终止指令而终止。市、区未启动应急响应的辐射事故应急响应终止由单位应急领导小组下达。

六、事故调查和信息公开

1. 辐射事故现场应急处理完毕以后，配合生态局、卫生健康局、公安局等部门联合调查事故原因，并根据调查结论和建议进行整改，杜绝隐患，避免类似事件发生。

2. 辐射事故发生后，舆情小组应积极配合有关部门做好信息公开工作

七、保障措施

1. 资金保障

单位应设立应急处置专项资金，其主要用于突发辐射事故防控准备，包括预防预警系统的建立、应急技术装备添置、应急救援行动处置、人员培训及日常经费开支等。

2. 装备保障

各相关部门应按照工作职责要求和辐射事故处置特点，配备相应的应急监测设备与防护用品（铅衣、铅手套、铅眼镜、铅帽、铅围脖、辐射剂量监测仪等），加强应急处置能力的建设，保证在突发辐射事故时的应急行动所需。

3. 宣传、培训和演习

单位应加强核与辐射环境保护知识的宣传和教育，普及核与辐射安全基本知识和预防常识，增加公众的自我防范意识和相关心理准备，提高公众防范辐射事故能力。

各有关实验室应加强应急专业人员培训，提高应急救援能力，形成一批具有较高素质的辐射事故应急处置、监测等专业人才队伍。

单位应按照预案要求，定期组织不同级别的辐射事故应急演练，提高防范和处置突发辐射事故的技能，增强实战能力，并针对辐射事故的培训和演习，做好相应的记录和总结报告。

八、联系信息

辐射事故应急响应领导小组通讯录

姓名	职务	联系方式
李雄耀	组长	18
俞楠	副组长	15
谢国栋	副组长	15
蓝廷广（矿床室）	成员	15
尹祚莹（环境室）	成员	15
单双明（高压室）	成员	15
李阳（月球中心）	成员	15
白晓永（生态中心）	成员	18
肖轶	成员	18

雏飞	成员	139 [REDACTED]
公安部门		110 0851-87989611
卫生部门		120 0851-87987314
生态部门		12369、 0851-82215087

中国科学院地球化学研究所



辐射工作场所监测方案

为了认真贯彻执行《中华人民共和国放射性污染防治法》，及时发现和处理核技术利用中出现的辐射安全隐患，保障辐射工作人员及公众的健康与安全，特制定本监测方案。

1、辐射工作场所监测

(1)监测内容：X- γ 辐射空气吸收剂量率、 β 表面污染。

(2)监测范围：本单位的辐射工作场所及周围 50m 范围内。

(3)监测频率：每年委托有资质单位对辐射工作场所及周围进行 1 次常规监测并出具监测报告；本单位辐射工作人员每天工作前后对辐射工作场所进行 X- γ 辐射监测和 β 表面污染监测，并不定期进行巡测。

(4)监测的方法：人员进入辐射工作场所时携带个人剂量报警仪，随时监测环境辐射剂量，避免辐射事故的发生；工作人员在辐射工作场所工作后，对手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽和实验室的地板，墙壁、实验台面，门窗把手处进行表面污检查。另外，要对从控制区或监测区进出的物件进行检查。

(5)单位建立监测档案，监测记录应清晰、准确、完整，并纳入档案进行保存。

2、个人剂量监测

(1)辐射环境监测工作由本单位辐射工作场所工作人员具体实施，本单位负责联系有剂量监测资质的机构对辐射工作人员进行个人剂量监测。

(2)个人剂量监测期内，个人剂量计每 90 天检测一次，由单位统一将个人剂量计送至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。

(3)剂量监测结果一般每季度通报一次；当次剂量监测结果如有异常，通知具体辐射工作人员及部门分管领导。

(4)由专人负责建立、保管辐射工作人员的个人剂量档案。



监测仪表使用与校验管理制度

1. 目的:

对检测装置进行管理和校正, 确保检测装置的精确度和准确度能满足其使用要求。

2. 范围:

适用于本单位内所有检测装置。

3. 仪器设备的使用与校验:

- (1) 我单位的监测仪器由专人负责保管, 专人使用, 不得随意拆卸重装。
- (2) 仪器设备应严格按操作规程使用。
- (3) 单位专人负责检测仪器和量具的外校, 并对校正的记录进行保管存档; 负责对检测装置使用和维护后的状况进行检查确认; 定期对检测装置、设备仪表进行管理和校正, 确保检测装置、设备仪表精确度和准确度能满足其使用要求。

4. 仪器设备的维修:

- (1) 仪器设备应有专人管理, 经常进行保养和维护。
- (2) 仪器设备一旦出现故障, 应立即停止使用, 组织维修, 不允许带“病”工作。

5. 当检测装置出现以下情况之一时, 应立即停止使用, 并送校验或处理:

- (1) 受到损伤、摔落或破坏时;
- (2) 校验标签残缺不清或遗失时;
- (3) 过载或操作失误时;
- (4) 对其准确度表示怀疑时;

6. 使用、搬运、保养及管制:

检测装置由专人负责并指定专人操作, 非相关人员不得随意使用或更改参数, 避免造成误差; 长期不用的检测装置应退回库房保管; 使用者须对检测装置进行逐项检查与保养。



辐射工作人员个人剂量管理制度

一、按照《放射工作人员职业健康管理辦法》和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守以下规定：

1. 外照射个人剂量监测周期一般不应超过 90 天，内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。
2. 建立并保存个人剂量监测档案。
3. 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

二、个人剂量监测档案主要内容

1. 常规监测方法和结果等相关资料。
2. 应急或事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料，放射工作单位应当将个人剂量监测结果及时做好记录。

三、放射工作人员进入放射工作场所，应当遵守以下规定：

1. 正确佩戴个人剂量计。
2. 操作结束离开非密封放射性物质场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的放射性污染监测，发现污染要及时处理，做好记录并存档。
3. 进入辐照装置、放射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。
4. 工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗弃在机房内，由此造成个人剂量计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。必要时，调离工作岗位。

四、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，并按照规定，将报告送达放射工作单位。



辐射工作人员培训制度

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，结合我单位实际情况，特制订本制度。

1、从事辐射工作的人员必须通过环保部门认可的有资质单位组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，取得合格证书，持证上岗。已取得辐射安全与防护培训合格证的辐射工作人员需每四年复训一次。

2、从事辐射的管理人员、操作人员因新增、调动等原因发生变动时，应在上岗前组织新管理人员、操作人员参加由环境保护部门组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训考核，取得合格证书。

3、辐射工作人员参加培训的时间应尽量错开。

4、定期组织辐射工作人员进行内部辐射防护知识培训，开展本单位辐射工作人员之间的学习交流活动，组织自我学习，强化安全意识，提高技术水平，建立辐射工作人员培训档案。



辐射工作人员培训计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，我所对辐射工作人员制定一下培训计划：

1. 定期参加市、区疾控中心举办的防护培训，考核合格上岗。
2. 定期参加省、市环保局举办的辐射安全和防护知识培训，考核合格上岗。
3. 每季度放射工作人员进行一次所内的安全和防护知识培训，主要内容为学习使用含源仪器设备的相应法律法规。
4. 每年至少组织 1 次辐射事故应急预案的培训。培训的主要内容：法律法规、应急预定、应急监测、辐射防护、应急处置和应急响应程序等



辐射安全与防护管理大纲

一、法律法规

遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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》等有关辐射防护法律、法规，接受、配合各级环保部门的监督和指导。

二、管理机构

成立辐射安全管理小组，负责辐射防护工作，并加强监督和管理。

三、相关手续

按相关规定履行辐射环境影响评价文件审批，《辐射安全许可证》申领以及环境保护竣工验收手续。领取许可证后，方可从事许可范围内的辐射工作。改变辐射工作内容或终止辐射工作时，必须办理变更或注销手续。

四、辐射工作人员培训计划

1. 从事辐射工作的人员要参加环保部门组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，培训合格方可持证上岗，并每 2 年组织复训。

2. 单位从事辐射安全管理的人员也要定期接受辐射防护安全知识和法律法规教育，加强辐射安全管理。

五、个人剂量和健康管理

1. 从事辐射工作的人员在工作期间佩戴个人剂量仪，每季度接受个人剂量监测，并将监测记录存档。

2. 组织从事辐射工作的人员每 2 年接受身体检查，并将健康档案存档。一旦发现任何健康问题，立即送有资质单位救治。

3. 加强辐射工作人员的健康管理，发放相关津贴，加强营养等。

六、辐射工作场所的监测

1. 已与签订委托监测合同，每年由该单位对我单位的辐射工作场所进行监测，并将监测结果上报当地环保部门。

2. 已配备或拟配备的监测仪器以及剂量率仪器。

七、年度评估报告

每年进行一次辐射源安全和防护状况评估，内容应包括：放射性同位素与射线装置台辐射安全和防护设施的运行和维护，辐射安全和防护制度及措施的建立和落实，事故和应急以及档案管理等方面的内容，并于每年年底前上报地方环保部门。

八、辐射事故应急处置

发生辐射事故，必须立即采取防护措施，控制事故影响，保护事故现场，并及时向环保、公安和卫生部门报告。



辐射防护管理制度

根据《中国科学院地球化学研究所放射性同位素与射线装置安全与防护管理制度》，为保护工作人员及场所公众的健康权益，特制定本制度。

一、警示告知

1. 实验室场所及其出入口处设置明显的电离辐射警示标识。
2. 实验室出入口安装警示红灯，确保警示红灯有效闪烁警报。
3. 实验室内张贴辐射安全守则与应急预案。

二、辐射防护

1. 辐射工作人员应该参加辐射防护与安全培训，并取得培训合格证后方可上岗。

2. 辐射工作人员在进行放射工作时，应随身配戴个人剂量计。剂量计应按时交相关部门检查剂量情况。

3. 启动加速器质谱仪前，对大厅及检修夹道进行巡检，检查辐射联锁是否工作正常。

4. 无关人员不能进入控制区，避免接近监督区。

中国科学院地球化学研究所

辐射安全与防护方案

根据《中国科学院地球化学研究所放射性同位素与射线装置安全与防护管理制度》，加速器质谱实验室根据设备特征及使用要求配置必要的安全防护设施，以防止人员受到意外照射。加速器质谱仪和实验室已配置的辐射安全与防护方案为：

1. 加速器质谱仪系统自带联锁：

（1）系统配置急停按钮开关，触发时紧急阻止加速器高压电源产生高压，保证无高能离子束流产生。

（2）法拉第筒联锁：急停开关或安全联锁触发，加速器入口前法拉第筒落下，阻挡低能束流进入高压加速器内。

（3）真空联锁：控制系统设计有真空联锁，当真空度不符合运行要求时，控制系统触发真空联锁，加速器停高压，法拉第筒落下阻挡束流。

（4）冷却水温度和流速联锁：控制系统设计有水温和流速联锁，当温度高于设定温度时，流速低于设定值时，高压电源和磁铁电源将触发联锁，加速器停高压。

2. 加速器质谱仪系统用户操作控制界面，设有用户密码，只有被专门授权许可的操作人员才能实现设备的开机操作。

3. 实验室安全联锁系统：

（1）门机联锁：加速器大厅各入口门以及大厅与检修夹层连通的门均设门机联锁，在启动高压条件下，如果开启任意一道门，加速器自动切断高压。

(2) 声光警示：加速器大厅内醒目位置安装出束声光警示装置，各出入口和操作间设置工作状态指示灯。设备启动时工作状态指示灯亮起，且大厅内声光警示装置启动，防止人员误入大厅内。

(3) 急停按钮：设备控制台、主电源柜以及加速器大厅内工作人员易于接触的位置设置有急停按钮且有醒目标志。

4. 固定式剂量监测系统：加速器大厅配置固定式X- γ 剂量率监测仪，可实时监测大厅内辐射剂量水平，操作间设置实时显示仪表。

5. 视频监控系统：加速器质谱大厅内安装摄像头，可通过操作间内监视器观察到大厅内状况。

6. 加速器质谱运行过程中会产生少量的O₃和NO_x，加速器大厅设排风系统，设计排风次数不低于4次/h。

中国科学院地球化学研究所

加速器质谱实验室规章制度

1. 所有人员必须严格遵守研究所、国家重点实验室的各项规章制度。
2. 加速器质谱仪属于大型精密仪器，未经专业培训的人员不得擅自操作。
3. 加速器质谱仪属于 II 类射线装置，必须由辐射安全与防护培训考核合格人员操作。
4. 外来人员参观访问需征得实验室管理人员同意，在安全和不影响实验进展和仪器性能时由专门人员引导带领，并在安全围挡外进行。
5. 加速器质谱仪大厅属恒温恒湿实验区，实验时要严格控制开门次数和时间。
6. 实验人员做实验时，需穿着实验服。
7. 实验室内禁止吸烟、进食，并严禁将各类食品饮料带入。
8. 实验室值班人员必须做好每日的例行检查及记录，以确保加速器质谱仪及配套辅助系统运转正常。
9. 实验前须做好准备工作：检查辅助系统，确保所有设备供电稳定，空调系统、新风系统、排风系统、冷却水系统、压缩空气系统正常工作；确保加速器质谱仪真空系统符合仪器启动要求。
10. 气瓶的使用严格按照《气体高压钢瓶使用方法及注意事项》进行。每次使用前检查管路是否漏气，检查压力表是否正常。
11. 遵守安全用电规则，不能使用运行状态不正常或待修的仪器设备进行实验。
12. 按照规定的实验流程操作加速器质谱仪，实验过程中，实验操作人员必须坚守岗位，做好实验记录。
13. 及时做好数据备份工作，工控机的数据导入导出须由专人在专门的计算机上进行，防止病毒感染工控机，平时须注意数据保密性。

14. 加速器质谱仪内部有大量高压元器件，操作人员必须熟悉其性能及其安全规范，并保证有 2 名以上工作人员在场时方可进行维护、检修工作。
15. 清洗离子源时必须带专用手套及口罩，离开实验室前用肥皂洗手。
16. 依据平时工作经验建立仪器设备的应急处理预案，出现任何异常问题时必须依据应急处理预案采取果断措施，并及时向实验室负责人员汇报。
17. 实验室内所有仪器备件分类存放整齐。
18. 加速器质谱仪实验室内所有工具均为专用工具，不得随意挪作他用，平时需分类摆放整齐，用完后放回原处。
19. 离开实验室前须仔细检查仪器设备状况及各类阀门、开关等，无异常时方可离开，做好记录，锁好门窗。
20. 建立实验室资料档案，一切实验都要按要求进行记录，并定期进行资料归档。

中国科学院地球化学研究所

辐射环境监测管理办法

根据《中国科学院地球化学研究所辐射环境监测方案》，结合加速器质谱实验室辐射工作实际，为了加强对实验室工作场所的辐射监测管理，保障全体师生的健康和环境安全，及时发现、处理异常情况，防止辐射事故的发生，制定本管理办法。

1. 辐射环境监测的基本内容：对加速器质谱实验室大厅、控制室和周围环境的监测，对加速器质谱仪工作状态辐射情况的监测。加速器质谱实验室大厅在运行时为实时监测，控制室的辐射剂量率监测频次为1次/月，对周围环境辐射剂量率监测运行前为1次/年，运行期间为1-2次/年。
2. 实验室安全管理人员负责执行辐射环境监测计划，做好辐射水平的监测工作，建立辐射环境监测档案，并接受上级相关部门的监督和指导。
3. 辐射环境监测人员应掌握辐射防护的基本知识，正确熟练地掌握辐射环境监测中操作技术和质量控制程序。
5. 辐射环境监测报告存在问题的地方要及时上报，积极落实整改措施，整改后再次检测。

中国科学院地球化学研究所

射线装置台账管理制度

根据《中国科学院地球化学研究所放射性同位素与射线装置安全与防护管理制度》，射线装置需进行台账管理，结合实验室实际情况，制定本制度。

1. 加速器质谱仪为II类射线装置，需进行射线装置台账管理。
2. 加速器质谱仪射线装置台账应登记射线装置名称、型号、技术参数、存放场所、首次通电运行时间、使用人、运行情况、故障信息和升级改造情况等详细内容。
3. 闲置、废弃的射线装置应按照相关规定及时处理，在办理完所有手续之后方可销账。
4. 当台账管理员发生变更时，原台账管理员应对台账和所管理的射线装置进行仔细检查，经实验室安全与设备管理处核查无误后方可将台账转交给新台账管理员，交接时由新旧台账管理员和辐射防护管理领导小组办公室人员三方签字确认。

中国科学院地球化学研究所

附件 6 本项目辐射工作人员信息

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



杨宪林，男，1989年06月16日生，身份证：41[REDACTED]，于2024年12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：FS24GZ2300056 有效期：2024年12月11日 至 2029年12月11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



杨海全，男，1987年10月05日生，身份证：6[REDACTED]，于2025年01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：FS25GZ2300002 有效期：2025年01月08日 至 2030年01月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn





2412123061



放射工作人员职业健康检查表

体检编号	2412123061		
工作单位	中国科学院地球化学研究所		
部 门	环境室		
姓 名	杨宪林		
性 别	男	年 龄	35岁
联系电话	15 [REDACTED]		
体检日期	2024年12月12日		
体检类别	上岗前		
危害因素	电离辐射		

体检机构名称：贵州省第三人民医院

地址：贵州省贵阳市云岩区百花大道34号

体检批准文号：黔卫职检备字（2020）第021号

电话：0851-84778341



职业体检结论及建议：

职业体检结论： 可以从事放射工作。	职业体检建议： 可以从事放射工作。
报告医师： 	
总检医师： 	
2024年12月26日	
2024年12月26日	

尊敬的受检者：

首先感谢您配合我们完成了这次医学检查，也衷心感谢您对我们工作的信任。职业健康监护是实现法定职业性疾病二级预防“早发现、早诊断、早治疗”的重要手段。依据国家法律法规、规范标准相关要求，针对您所接触的职业性危害因素所检项目，我们对您的职业健康状况进行了检查，在此我们需提醒您注意的是：①本报告改动无效；②报告结论只对本次查体有效；③本报告不得作为劳动关系、职业史和职业病危害接触史证明；④若检出职业性相关异常情况及其他健康异常情况请按照处理意见要求进行处理。为了您的健康，我们建议您按照相关规定定期进行职业健康检查。

注意：您只需要阅读体检结论及建议。

贵州省第三人民医院
贵州省职业病防治院
健康（职业）管理中心



放射工作人员职业健康检查表

体检编号	2412123060		
工作单位	中国科学院地球化学研究所		
部 门	环境室		
姓 名	杨海全		
性 别	男	年 龄	37岁
联系电话	185		
体检日期	2024年12月12日		
体检类别	上岗前		
危害因素	电离辐射		

体检机构名称：贵州省第三人民医院

地址：贵州省贵阳市云岩区百花大道34号

体检批准文号：黔卫职检备字（2020）第021号

电话：0851-84778341



职业体检结论及建议：

职业体检结论： 可以从事放射工作。	职业体检建议： 可以从事放射工作。
报告医师： 	
总检医师： 	
2024年12月26日	

尊敬的受检者：

首先感谢您配合我们完成了这次医学检查，也衷心感谢您对我们工作的信任。职业健康监护是实现法定职业性疾病预防“早发现、早诊断、早治疗”的重要手段。依据国家法律法规、规范标准相关要求，针对您所接触的职业性危害因素所检项目，我们对您的职业健康状况进行了检查，在此我们需提醒您注意的是：①本报告改动无效；②报告结论只对本次查体有效；③本报告不得作为劳动关系、职业史和职业病危害接触史证明；④若检出职业性相关异常情况及其他健康异常情况请按照处理意见要求进行处理。为了您的健康，我们建议您按照相关规定定期进行职业健康检查。

注意：您只需要阅读体检结论及建议。

贵州省第三人民医院
贵州省职业病防治院
健康（职业）管理中心



贵州辐源环保科技有限公司
监 测 报 告

报告编号: GZFY/HJ-FSJC2025-027

委托单位: 中国科学院地球化学研究所

项目名称: 串列加速器质谱仪项目
环境现状监测



报告日期: 2025 年 1 月 16 日



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 242412342516

名称: 贵州福源环保科技有限公司

地址: 贵州省贵阳市贵阳高新区沙文镇贵州科学城 A4 栋 16 层

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

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



242412342516

发证日期: 2024 年 04 月 23 日

有效期至: 2030 年 04 月 22 日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

监测报告说明

1. 本报告依据国家有关法律法规、标准、协议和技术文件进行。本机构保证监测工作的公正性、独立性和可靠性，对监测的数据负责；不对部分摘录或引用本报告的有关数据造成的后果负责。
2. 本报告无监测人（或编制人）、审核人、签发人签名无效；报告中有涂改或未盖本公司红色检验检测专用章、无骑缝章和无  章无效。
3. 对本监测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请，逾期不予受理。
4. 委托现场监测对委托单位现场实际状况负责；送样委托检测，仅对来样负责。
5. 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。
6. 监测结果仅对本次监测项目负责。
7. 本报告一式叁份，贰份正本发放给委托单位，壹份副本本公司留存。

检测单位：贵州辐源环保科技有限公司

联系地址：贵州省贵阳市贵阳高新区沙文镇贵州科学城 A4 栋 16 层

联系电话：0

手 机：1

联 系 人：肖

邮 箱：1

监测报告

一、基本信息

委托单位	中国科学院地球化学研究所					
单位地址	贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号					
项目名称	串列加速器质谱仪项目辐射环境现状监测					
海拔 (m)	1968.6			天气情况	阴	
监测仪器	设备名称	编号	检定/校准因子	能响范围	响应时间	有效期
	BH3103B 型 X-γ剂量率仪	077	1.192	25keV~3MeV	≤5s	2025.6.30
监测依据	1、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； 2、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。					

二、监测结果

监测项目	γ辐射剂量率	监测点数	26	
环境温湿度	10.2℃, 56%RH	监测日期	2025 年 1 月 3 日	
监测类别	委托监测	监测方式	现场瞬时测量	
监测地点	中国科学院地球化学研究所 AMS 机实验室及周围（经纬度：26°39'05"N，106°36'33"E）			
监测点号	监测位置	辐射剂量率（单位：×10 ⁻⁶ Gy/h）		
		读数范围	平均读数	监测结果
γ1	AMS 机头位置（离子源）	5.0-7.0	5.80	4.97±0.76
γ2	加速器正前方	6.0-8.0	6.90	6.28±0.86
γ3	加速器右侧（前）	5.0-7.0	6.10	5.33±0.86
γ4	加速器右侧（中）	5.0-7.0	5.90	5.09±0.64
γ5	加速器右侧（后）	6.0-8.0	6.80	6.16±0.76
γ6	加速器正后方	5.0-8.0	6.50	5.80±1.07
γ7	加速器左侧（后）	6.0-8.0	6.80	6.16±0.76
γ8	加速器左侧（中）	5.0-7.0	6.00	5.21±0.72
γ9	加速器左侧（前）	5.0-8.0	6.60	5.92±1.05
γ10	AMS 分析磁体位置	5.0-7.0	6.10	5.33±0.86

监测报告

监测结果续表:

监测点号	监测位置	辐射剂量率 (单位: $\times 10^{-4}\text{Gy/h}$)		
		读数范围	平均读数	监测结果
$\gamma 11$	AMS 机实验室内工作台	6.0-9.0	7.50	7.00 ± 1.07
$\gamma 12$	AMS 机实验室南侧气瓶间	7.0-9.0	8.00	7.59 ± 0.72
$\gamma 13$	AMS 机实验室南侧数据处理间(控制室)	6.0-8.0	7.20	6.64 ± 0.76
$\gamma 14$	AMS 机实验室东侧走道	7.0-10.0	8.20	7.83 ± 1.00
$\gamma 15$	AMS 机实验室东侧楼梯间	8.0-10.0	8.90	8.66 ± 0.86
$\gamma 16$	AMS 机实验室东侧水冷机房	7.0-10.0	8.50	8.19 ± 1.07
$\gamma 17$	AMS 机实验室上方 ^{14}C 纯化与合成室	6.0-8.0	7.10	6.52 ± 0.86
$\gamma 18$	AMS 机实验室北侧楼外道路	5.0-7.0	6.10	4.84 ± 0.86
$\gamma 19$	AMS 机实验室北侧楼外公寓(7号楼)	11.0-14.0	12.50	12.96 ± 1.07
$\gamma 20$	AMS 机实验室北侧楼外绿化带	8.0-10.0	8.90	8.18 ± 0.86
$\gamma 21$	AMS 机实验室楼外东北侧餐厅	9.0-11.0	10.00	9.98 ± 0.72
$\gamma 22$	AMS 机实验室楼外东侧停车场	7.0-9.0	8.00	7.11 ± 0.72
$\gamma 23$	AMS 机实验室楼外东侧绿化带	10.0-13.0	11.30	11.04 ± 1.14
$\gamma 24$	AMS 机实验室楼外南侧道路	5.0-7.0	6.20	4.96 ± 0.76
$\gamma 25$	AMS 机实验室楼外南侧实验楼	6.0-8.0	7.10	6.52 ± 0.86
$\gamma 26$	AMS 机实验室楼外西侧篮球场	5.0-8.0	6.50	5.32 ± 0.17
备注: 测量结果=平均读数 $\times$ 校准因子(1.192) $-k_1 \times$ 测点处宇宙射线响应值($2.43 \times 10^{-4}\text{Gy/h}$); k_1 : 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 楼房取 0.8, 平房取 0.9, 原野、道路取 1。				

监测报告

监测布点图:

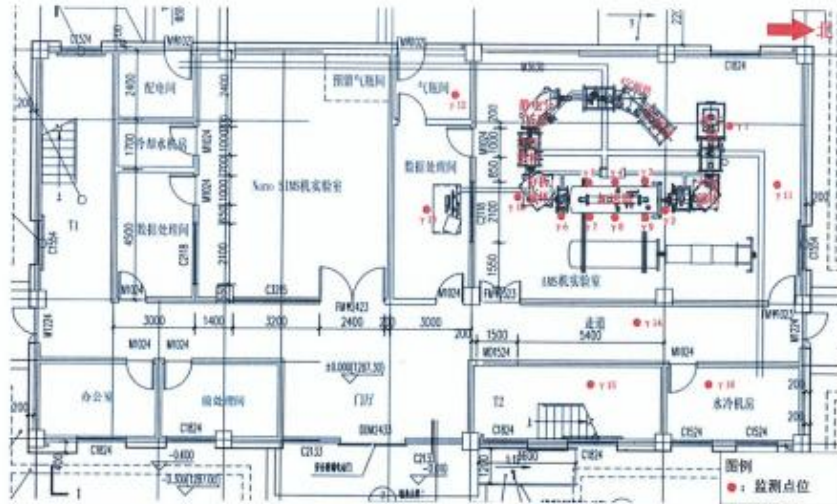


图1 项目区域现状监测点位示意图 (1)

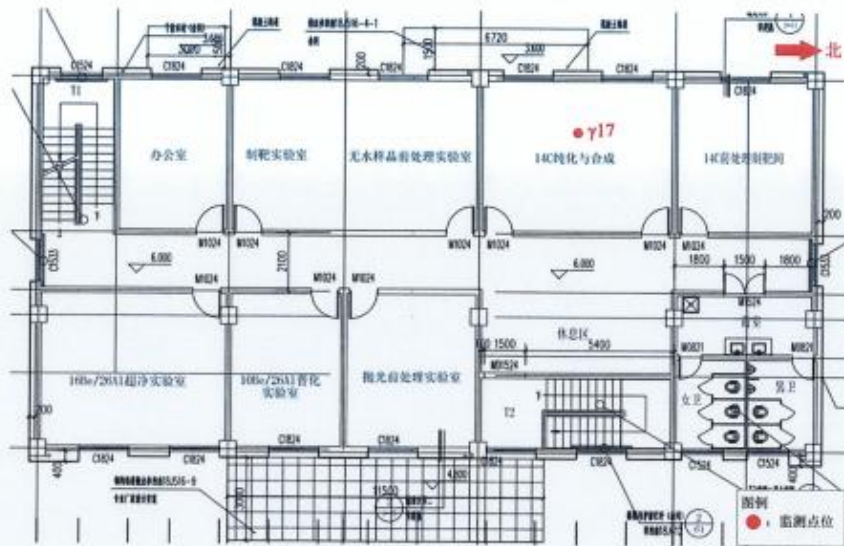


图2 项目区域现状监测点位示意图 (2)

监测报告

监测布点图:

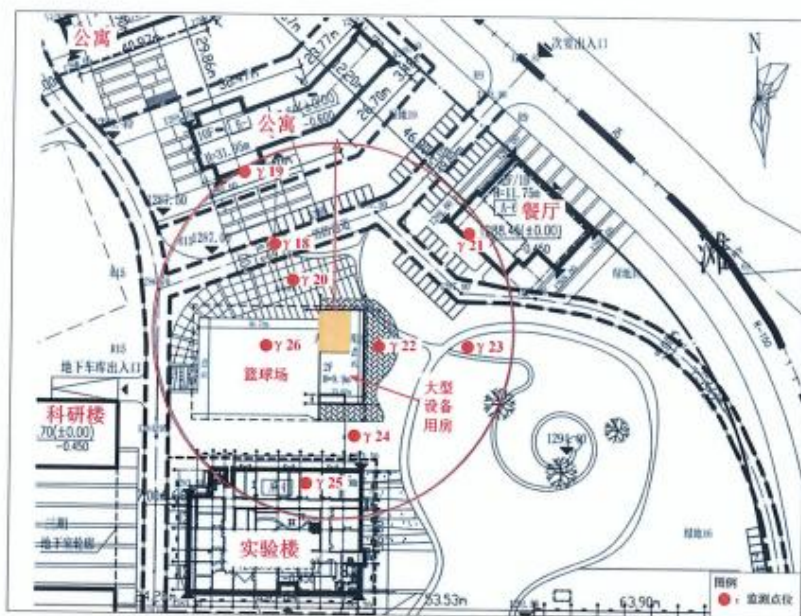


图3 项目区域现状监测点位示意图(3)

监测报告

现场监测照片:



编制人: 陈真

签发人: 高也

审核人: 陈真

签发日期: 2025 年 1 月 06 日
(加章公司档案检测专用章)

贵州辐源环保科技有限公司

第 5 页 共 5 页



副本

贵州辐源环保科技有限公司

监测报告

报告编号: GZFY/HJ-FSJC2025-042

委托单位: 中国科学院地球化学研究所

项目名称: 串列加速器质谱仪项目
环境现状监测

报告日期: 2025 年 2 月 24 日



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 242412342516

名称: 贵州辐源环保科技有限公司

地址: 贵州省贵阳市贵阳高新区沙文镇贵州科学城 A4 栋 16 层

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

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

许可使用标志



242412342516

发证日期: 2024 年 04 月 23 日

有效期至: 2030 年 04 月 22 日

发证机关:



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制。在中华人民共和国境内有效。

监测报告说明

1. 本报告依据国家有关法律法规、标准、协议和技术文件进行。本机构保证监测工作的公正性、独立性和可靠性，对监测的数据负责；不对部分摘录或引用本报告的有关数据造成的后果负责。
2. 本报告无监测人（或编制人）、审核人、签发人签名无效；报告中有涂改或未盖本公司红色检验检测专用章、无骑缝章和无  章无效。
3. 对本监测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请，逾期不予受理。
4. 委托现场监测对委托单位现场实际状况负责；送样委托检测，仅对来样负责。
5. 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。
6. 监测结果仅对本次监测项目负责。
7. 本报告一式叁份，贰份正本发放给委托单位，壹份副本本公司留存。

检测单位：贵州辐源环保科技有限公司

联系地址：贵州省贵阳市贵阳高新区沙文镇贵州科学城 A4 栋 16 层

联系电话：0851

手 机：181

联 系 人：肖

邮 箱：120

监测报告

一、基本信息

委托单位	中国科学院地球化学研究所					
单位地址	贵州省贵阳市观山湖区林城西路 99 号					
项目名称	串列加速器质谱仪项目环境现状监测					
监测类别	委托监测			监测方式	现场瞬时剂量率测量	
监测单位	贵州辐源环保科技有限公司			监测日期	2025 年 2 月 20 日	
监测项目	X-γ射线辐射剂量率					
监测仪器	设备名称	编号	检定/校准因子	能响范围	响应时间	有效期
	BH3103B 型 便携式 X-γ剂 量率仪	047	γ射线（1-10） μGy/h: 1.111 X 射线 （120kV）: 1.008	25keV~3MeV	≥30ms	2025.3.20
监测依据	1.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 2、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。					

二、监测结果

1、辐射环境监测结果

监测点号	监测点位描述	γ射线辐射剂量率 (单位: ×10 ⁻⁶ Gy/h)		
		读数范围	平均读数	监测结果
γ1	道路	7.0-9.0	7.8	8.67
γ2	原野	7.0-10.0	8.4	9.33
γ3	建筑物内	5.0-8.0	6.6	7.33
备注	以上监测数据监测仪器: BH3103B 型便携式 X-γ剂量率仪 (047) 道路、原野、建筑物内γ射线辐射剂量率结果未扣除宇宙射线响应值。			

监测报告

2、机房周围辐射剂量率监测结果

设备名称	串列加速器质谱仪	设备型号	3SDH-1 PELLETRON	
制造厂商	美国 NEC	设备编号	2HS07230	
环境温湿度	8.7℃, 47%RH	额定参数	1.0MV, 50μA	
监测条件	0.46MV, 0.9μA	监测点数	30	
监测地点	中国科学院地球化学研究所 AMS 机实验室及周围环境 (经纬度: 26°39'05"N, 106°36'33"E)			
监测点号	监测位置	X-γ射线辐射剂量率 (单位: ×10 ⁻⁴ Gy/h)		
		读数范围	平均读数	监测结果
X1	AMS 机离子源	6.0-8.0	6.90	6.96
X2	AMS 机入射磁铁	6.0-9.0	7.10	7.16
X3	加速器前方	6.0-8.0	7.00	7.06
X4	加速器侧面 (前)	6.0-8.0	6.80	6.85
X5	加速器侧面 (中)	5.0-8.0	6.30	6.35
X6	加速器侧面 (后)	5.0-8.0	6.40	6.45
X7	加速器后方	5.0-7.0	6.20	6.25
X8	AMS 机分析磁铁	5.0-8.0	6.50	6.55
X9	AMS 机法拉第杯	5.0-7.0	6.00	6.05
X10	AMS 机静电分析器	5.0-8.0	6.30	6.35
X11	AMS 机检测器	6.0-9.0	7.20	7.26
X12	AMS 机实验室内工作台	6.0-8.0	7.20	7.26
X13	AMS 机实验室南侧数据处理间门	6.0-8.0	7.20	7.26
X14	AMS 机 45°磁铁	5.0-8.0	6.60	6.65
X15	数据处理间操作位	6.0-8.0	7.00	7.06
X16	数据处理间观察窗	6.0-9.0	7.40	7.46
X17	AMS 机实验室南侧墙外 (数据处理间)	6.0-9.0	7.20	7.26
X18	南侧气瓶间	7.0-9.0	8.10	8.16

监测报告

监测结果续表:

监测点号	监测位置	X-γ射线辐射剂量率(单位: ×10 ⁻⁴ Gy/h)		
		读数范围	平均读数	监测结果
X19	AMS 机实验室东侧门(1)	6.0-9.0	7.30	7.36
X20	AMS 机实验室东侧玻璃窗	6.0-9.0	7.20	7.26
X21	AMS 机实验室东侧门(2)	6.0-9.0	7.00	7.06
X22	楼上 14C 纯化与合成室	6.0-8.0	6.80	6.85
X23	楼上 14C 前处理制靶间	6.0-8.0	6.90	6.96
X24	楼外南侧实验楼	7.0-9.0	8.30	8.37
X25	楼外南侧绿化带	8.0-11.0	9.70	9.78
X26	楼外北侧公寓	5.0-8.0	6.40	6.45
X27	楼外西侧空地	6.0-8.0	7.20	7.26
X28	楼外北侧空地	8.0-11.0	9.10	9.17
X29	楼外东北侧餐厅	8.0-10.0	8.80	8.87
X30	楼外东侧停车场	6.0-9.0	7.50	7.56
机房周围本底		6.0-9.0	7.8	8.67
以上监测数据监测仪器: BH3103B 型便携式 X-γ 剂量率仪 (047)				

监测报告

监测布点图:

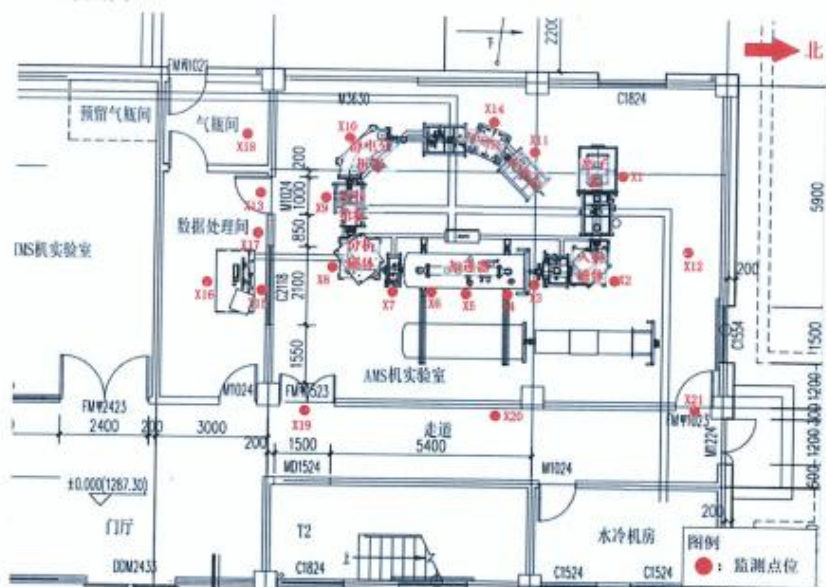


图1 项目区域现状监测点位示意图 (1)

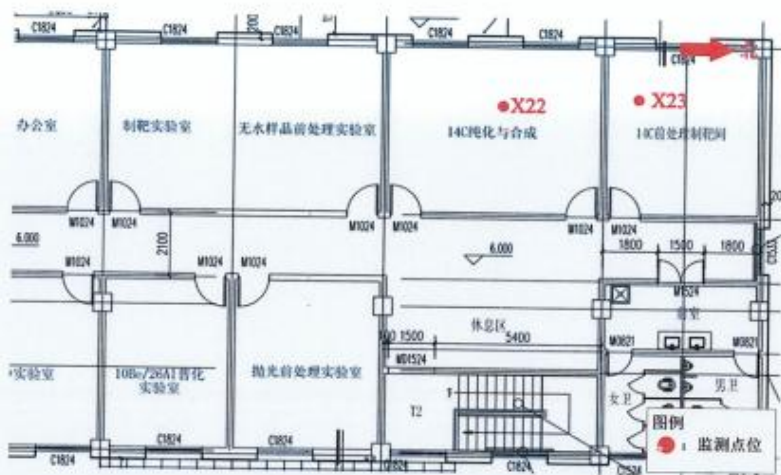


图2 项目区域现状监测点位示意图 (2)

监测报告

监测布点图:

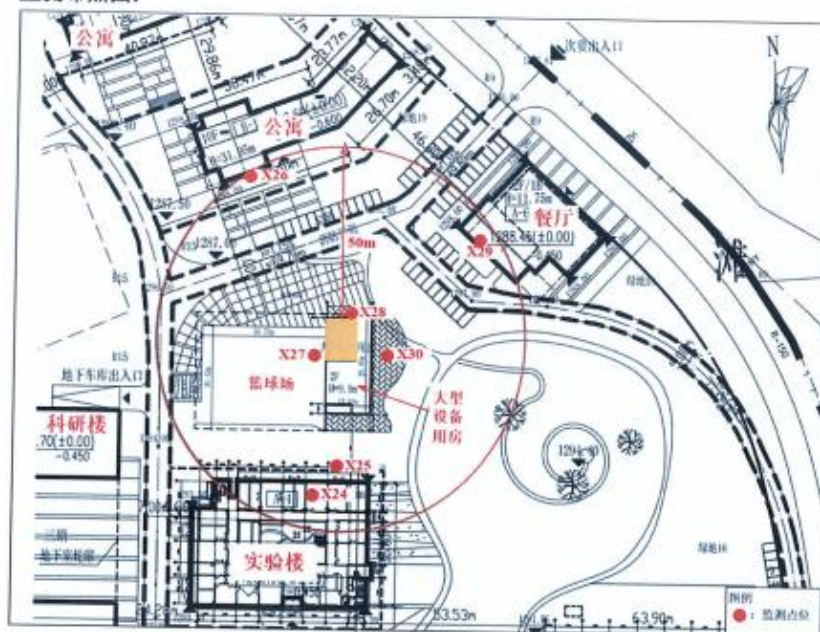


图3 项目区域现状监测点位示意图(3)

监测报告

现场监测照片:



编制人: 陈英

审核人: 王福源

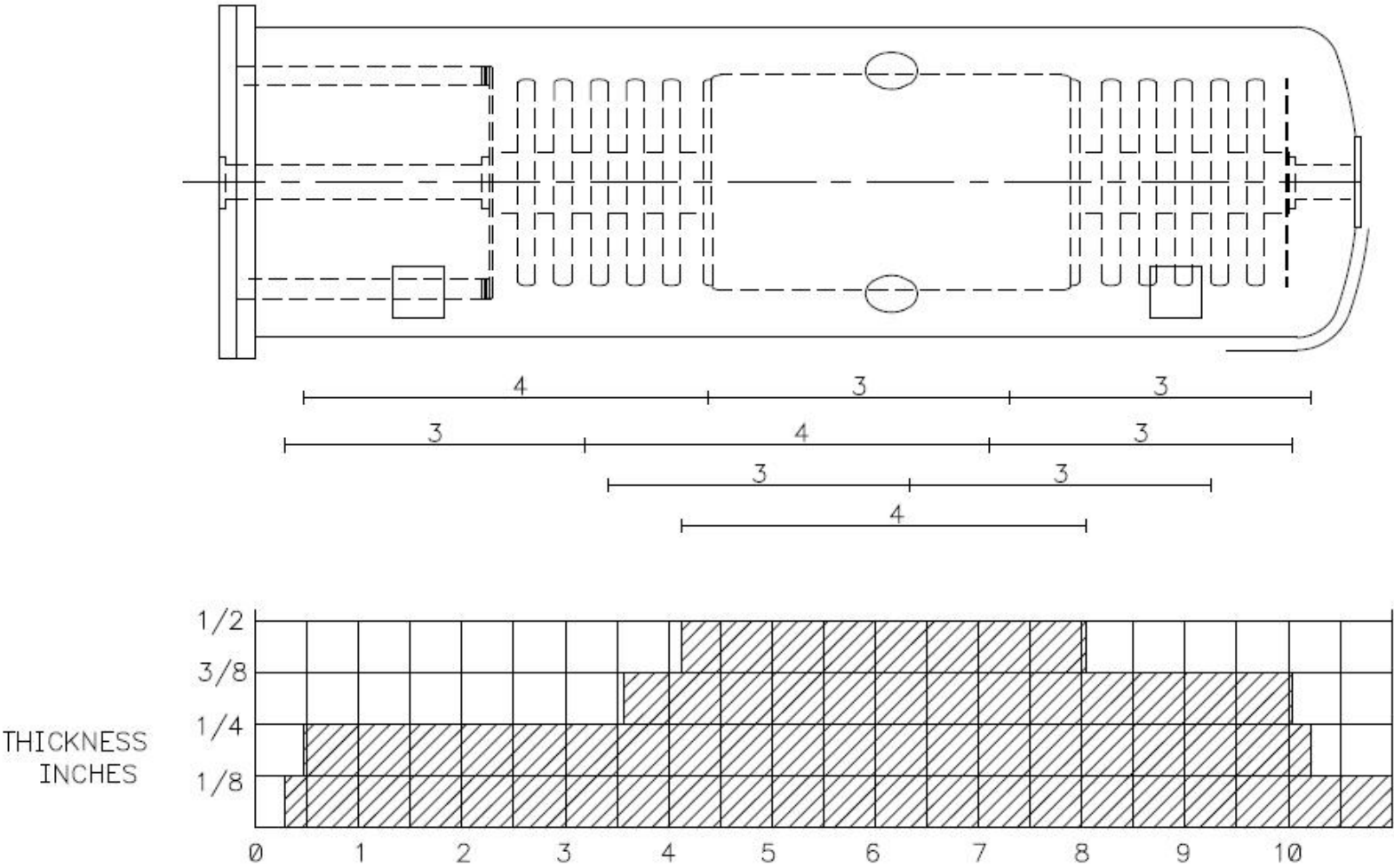
签发人: 高思

签发日期: 2025 年 2 月 20 日
(加盖公司检验校测专用章)

贵州辐源环保科技有限公司

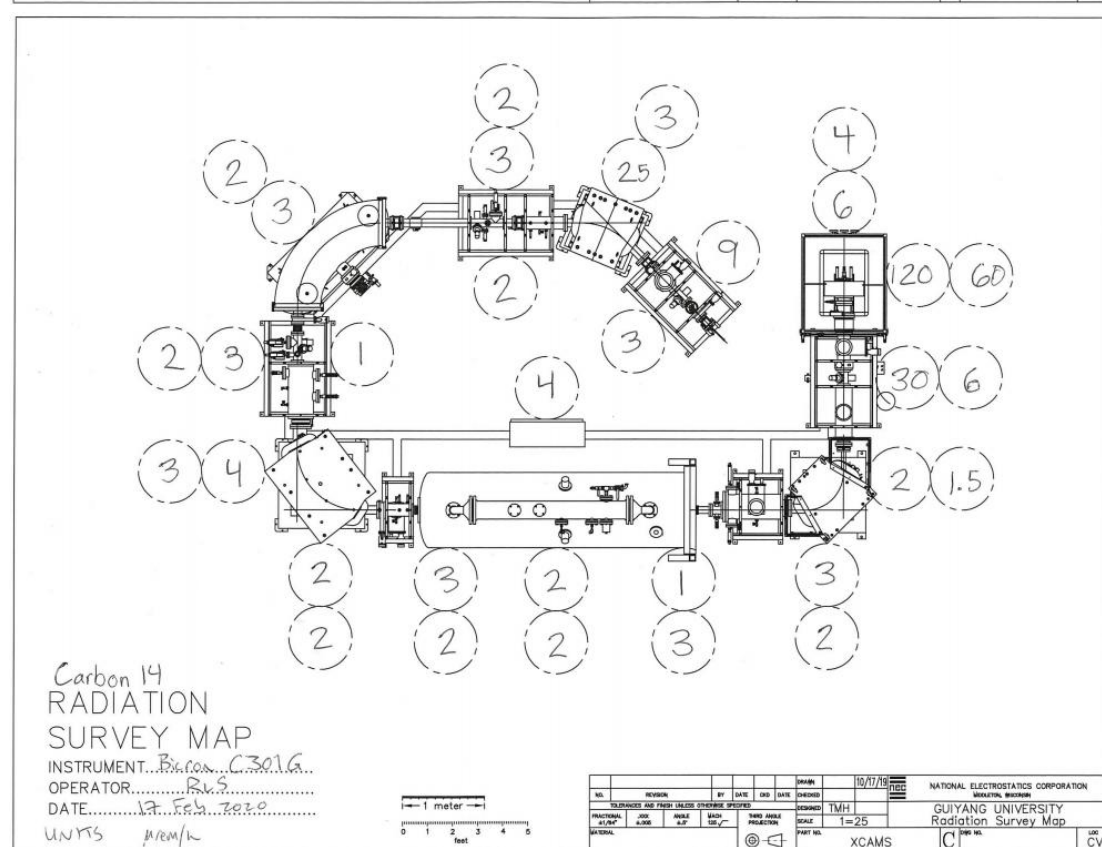
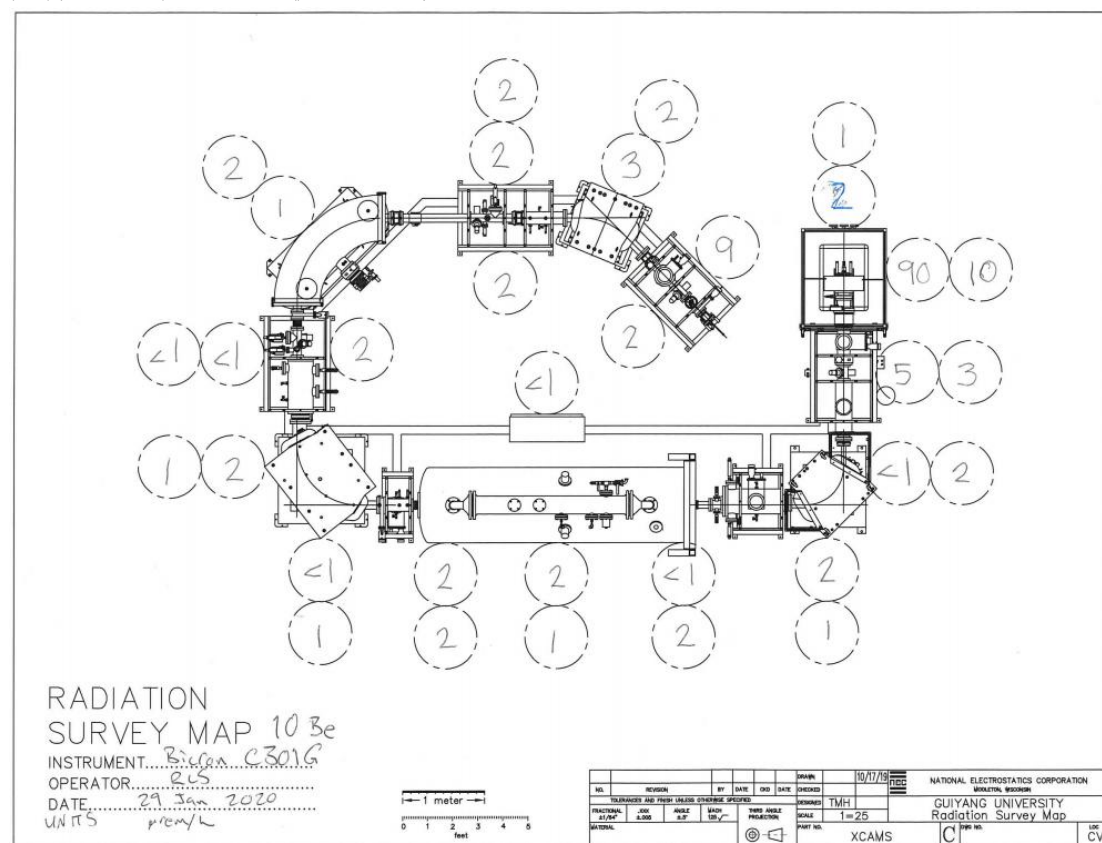
第 6 页 共 6 页

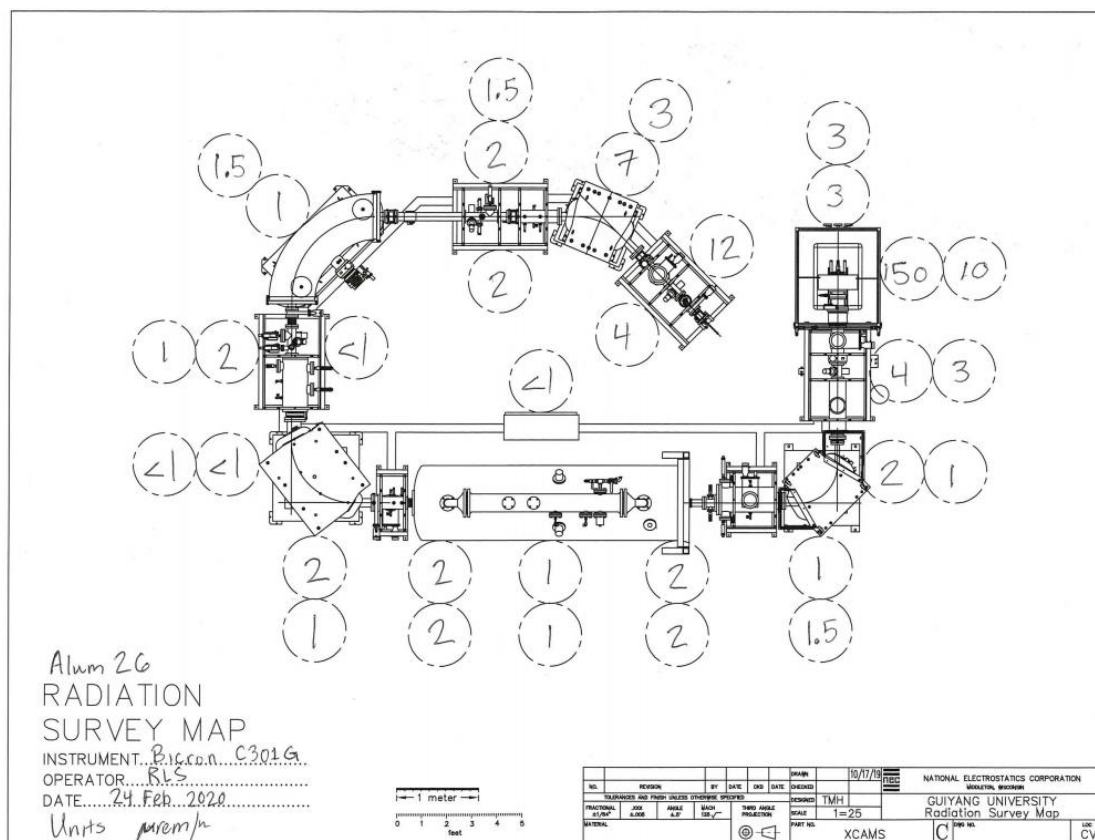
附件 9 厂家提供的屏蔽方案



1. The lead work plan used on Guiyang is attached. The plan was developed to meet previous radiation surveys. The lead comes in 1/8" thick sheets, or 3.2 mm thick.

2. Our tank requirements list 1/4" (12.7 mm) thick carbon steel tank wall, or as per ASME code for pressure vessels. Our vendor produces the final design, including material thickness, and the manufacturing design is their work product, so we can't say with complete certainty what the tank wall thickness is, but I would assume 12.7 mm for the purposes of shielding calculations.





备注：单位：µrem/h；靠近设备处数据为设备表面辐射剂量，另一列数据为表面外 1m 处辐射剂量。

附件 11 宇宙射线响应对比记录表

附表 1

宇宙射线响应及环境 γ 辐射剂量率测量比对记录表

参加单位名称	贵州福源环保科技有限公司				
测量地点	宇宙射线测量点: GPS: 106.407043°E, 26.564097°N 海拔 (m): 1203.70 环境 γ 辐射测量点: GPS: 106.407620°E, 26.562884°N 海拔 (m): 1217.68				
测量时间	2023.11.17	温度/湿度	15.9 °C / 47.6 %		
仪器名称	便携式 γ - γ 剂量仪	仪器型号	BH3103B		
仪器编号	077	测量范围	1.0 ~ 9999.0 $\times 10^{-2}$ Gy/h		
检定/校准单位	深圳万世质量检测研究院	检定/校准证书编号	JL2093575821		
有效期至	2024.11.7	检定/校准因子	1.066		
测点名称	仪器读数值 单位: 读数平均值				
宇宙射线响应测量点	2.0	3.0	2.0	3.0	1.0
	3.0	1.0	3.0	2.0	2.0
	4.0	2.0	3.0	2.0	3.0
	1.0	3.0	2.0	4.0	2.0
	1.0	2.0	1.0	3.0	2.0
	2.0	2.0	1.0	4.0	2.0
	3.0	2.0	1.0	3.0	2.0
	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0
	2.0	2.0	4.0	2.0	3.0
	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0
环境 γ 辐射剂量率测量点	8.0	8.0	9.0	7.0	8.0
	7.0	8.0	7.0	9.0	8.0
陆地测量点宇宙射线响应修正值 单位: $\times 10^{-2}$ Gy/h					2.43
环境 γ 辐射空气吸收剂量率 (扣除宇宙射线) (n Gy/h)					59.9
备注: 1. 计算公式参考《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 中 5.5 结果计算 “公式 (1)” 进行计算。 2. 测量结果转换为测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值 (扣除宇宙射线)。单位: n Gy/h。					

测量人: 李宇

校核人: 李宇

校核时间: 2023 年 11 月 17 日

中国科学院地球化学研究所

关于办理建设项目环境影响报告表 审批的申请

贵州省生态环境厅：

我单位中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目已委托核工业二三〇研究所编制了《中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目环境影响报告表》，现报你厅审批。

中国科学院地球化学研究所（盖章）

2025 年 2 月 28 日



核工业二三〇研究所

承诺函

贵州省生态环境厅：

我单位受中国科学院地球化学研究所委托编制的中国科学院地球化学研究所使用1台1MV串列加速器质谱仪项目环境影响报告表已经按照国家有关法律法规和技术导则、规范要求编制完成，现按程序将报告表报你厅审批。我单位承诺对所申请报批的报告表内容、数据及提供材料的真实性等负责。该报告表不涉及国家机密、商业机密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，可对外进行公开（公示）。

特此承诺。

单位（盖章）：核工业二三〇研究所

日期：2025年2月28日



中国科学院地球化学研究所

承诺函

贵州省生态环境厅：

由我单位建设的中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目，现已委托核工业二三〇研究所单位编制中国科学院地球化学研究所使用 1 台 1MV 串列加速器质谱仪项目环境影响报告表，该编制单位已经按照国家有关法律法规和相关技术导则、规范要求完成了报告表编制工作，现按程序将报告表报你厅审批。我单位承诺对所申请报批的报告表内容、数据及提供材料的真实性等负责。该报告表不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，可对外进行公开（公示）。

特此承诺。

单位（盖章）：中国科学院地球化学研究所

日期：2025 年 2 月 28 日



中国科学院地球化学研究所

授权委托书

贵州省生态环境厅:

由核工业二三〇研究所编制的《中国科学院地球化学研究所使用1台IMV串列加速器质谱仪项目环境影响报告表》已完成，我单位特委托朱佳琳（身份证号码：520_____，电话：_____）代为办理相关事宜，请各主管部门办理相关手续为谢！

特此委托。

中国科学院地球化学研究所

2025年2月28日

建设项目环境影响评价审批登记表（审批部门签章） 年 月 日
(适用于编制环境影响报告表的项目) 共 1 页

序号	项目名称	项目地点	总投资 (万元)	项目内容及规模	主要污染物及生态影响	环评批复日期
1	中国科学院地球化学研究所使用1台1MV串联加速器质谱仪项目	贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号中国科学院地球化学研究所	1850	中国科学院地球化学研究所大型设备用房楼一楼AMS机实验室内安装1台美国NEC公司设计生产的串联加速器质谱仪(1.0MV AMS, 型号3SDH-1 Pellettron)。属于II类射线装置,用于地质年代学测定。AMS机实验室占地面积约为104.92m ² 。	(1) X射线 本项目串联加速器加速的粒子为Be、C等重离子,重离子射程很短,不能穿出真空束流管道,所以不能直接造成辐射危害;离子源产生的负离子引入加速器时,由于与加速器中残留的气体或加速器构件碰撞时释放电子,这些电子被反向加速射向高压端时产生的次级X射线;在加速器长期停机后,运行前,要在接近端电压的电压下对加速器设备进行多次短时间的超高压预加速,尽可能使设备里吸附在管壁上的少量空气粒子被释放,在此过程中会产生电离辐射。根据厂家提供的资料,正常工况下距质谱仪设备表面1m处的X射线剂量率不超过0.1μSv/h,设备自带的屏蔽能满足要求。 (2) 废水 串联加速器质谱仪正常运行过程中冷却水主要用于冷却偏转磁铁和离子源,因加速粒子能量较低,本项目在运行过程中无放射性废水产生。串联加速器质谱仪正常运行过程中冷却水循环使用,正常情况下不外排;只有在检修过程外排,冷却水经冷却后直接排入市政污水管网。工作人员办公及生活产生少量生活污水,依托建设单位设施处理后,排入市政污水管网。 (3) 废气 加速器运行过程中,产生的X射线与空气作用会产生O₃和NO_x,由于本项目采用的串联加速器质谱仪能量很低,产生的O₃和NO_x量很少。 (4) 固废 本项目运营期间分析的样品中的核素均为生物及环境样品水平,因加速粒子能量较低,不产生放射性固体废物,样品退回后由化学前处理人员集中处理。工作人员办公及生活产生少量办公垃圾,统一收集后交环卫部门处理。	

