

建设项目竣工环境保护 验收监测表

JAGZYS2021006 号

项目名称：中国科学院地球化学研究所

氡氩年代学实验室项目

委托单位：中国科学院地球化学研究所

浙江君安检测技术有限公司

二〇二一年十二月



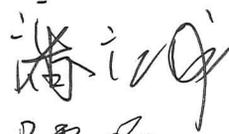
建设单位：中国科学院地球化学研究所

法人代表：冯新斌

编制单位：浙江君安检测技术有限公司

技术审核人：潘立成

签名：



报告编制人：吴雪绮

签名：



建设单位

编制单位

名称：中国科学院地球化学研究所

名称：浙江君安检测技术有限公司

电话：0851-84394680

电话：0571-85815015

传真：-

传真：0571-85383753

邮编：550081

邮编：343222

地址：贵州省贵阳市观山湖区
林城西路 99 号

地址：杭州市西湖区文一西路
西溪国际商务中心 1 幢 401 室

目 录

表 1	项目总体情况及验收检测依据、目的、标准.....	1
表 2	工程基本情况.....	7
2.1	项目概述.....	7
2.2	工程地理位置.....	8
2.3	项目内容及规模.....	10
2.4	辐射工作场所布局分区.....	13
表 3	项目工程分析与源项.....	15
3.1	工程设备和工艺分析.....	15
3.2	污染源项描述.....	20
表 4	辐射环境检测结果.....	22
4.1	检测因子及频次.....	22
4.2	检测布点.....	22
4.3	检测仪器.....	25
4.4	检测结果.....	26
表 5	剂量检测及估算.....	29
5.1	辐射工作人员附加剂量.....	29
5.2	公众成员附加剂量.....	29
表 6	环保检查结果及辐射安全管理.....	30
6.1	环境影响评价制度执行情况.....	30
6.2	防护安全、环境保护“三同时”制度执行情况.....	40
6.3	辐射安全许可制度执行情况.....	41
6.4	辐射安全防护管理.....	41
表 7	验收检测结论及建议.....	43
7.1	验收检测结论.....	43
7.2	要求与建议.....	43

表 1 项目总体情况及验收检测依据、目的、标准

建设项目名称	中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目				
建设单位名称	中国科学院地球化学研究所				
建设项目主管部门	/				
建设项目性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>				
设计生产能力	丙级非密封源工作场所一处，使用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测定岩石及矿物年龄				
实际生产能力	丙级非密封源工作场所一处，使用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测定岩石及矿物年龄				
联系人	何德锋	联系电话	0851-84394680		
环评时间	2017 年 9 月	现场检测时间	2017 年 06 月 06 日		
环评报告表审批部门	贵州省环境保护厅	环评报告表编制单位	武汉华凯环境安全技术发展有限公司		
环保设施设计单位	/	环保设施施工单位	/		
投资总概算	100 万元	环保投资总概算	20 万元	比例	20%
实际总投资	100 万元	实际环保投资	20 万元	比例	20%
验收检测依据	<p>(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), 自 2015 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(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 24 号, 2018 年), 自 2018 年 12 月 29 日起实施;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003 年), 自 2003 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(中华人民共和国国务院令第 682 号, 2017 年) 自 2017 年 10 月 1 日起实施;</p> <p>(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) 自 2005 年 12 月 1 日起实施, 2019 年 3 月 2 日部分修订;</p> <p>(6) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》, 国环规环评 [2017]4 号, 2017 年 11 月 22 日施行;</p>				

	<p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第47号)2017年修订,2017年12月20日;</p> <p>(8)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第18号,2011年),自2011年5月1日起施行;</p> <p>(9)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(中华人民共和国生态环境部令第16号),自2021年1月1日起施行;</p> <p>(10)《关于发布射线装置分类办法的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号),自2017年12月5日起施行;</p> <p>(11)《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》(国家环保总局,环发[2006]145号);</p> <p>(12)《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》(生态环境部令第7号),2017年12月20日;</p> <p>(13)《国家危险废物名录》(2021年版);</p> <p>(14)《贵州省固体废物污染环境防治条例》(2021年5月1日施行);</p> <p>(15)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(2019年11月1日起施行);</p> <p>(16)关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配套文件的公告;</p> <p>(17)《突发环境事件应急预案管理暂行办法》,环发[2010]113号;</p> <p>(18)《关于印发环评排污许可及入河排污口设置“三合一”行政审批改革试点工作方案的通知》(黔环通[2019]187号);</p> <p>(19)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-</p>
--	---

	<p>2016);</p> <p>(20)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(21)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(22)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(23)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(24)《核辐射环境质量评价一般规定》(GB11215-1989);</p> <p>(25)《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010);</p> <p>(26)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(27)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);</p> <p>(28)《关于发布建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类的公告》(生态环境部公告 2018 年第 9 号);</p> <p>(29)中国科学院地球化学研究所氡氩年代学实验室项目竣工环境保护验收的委托书;</p> <p>(30)《中国科学院地球化学研究所氡氩年代学实验室项目环境影响报告表》(武汉华凯环境安全技术发展有限公司 2017 年 9 月编制);</p> <p>(31)贵州省环境保护厅关于中国科学院地球化学研究所氡氩年代学实验室项目环境影响报告表的批复(黔环辐表[2017]47 号)。</p>
--	---

<p>验收检测目的</p>	<p>(1) 核查项目环境影响评价制度、环境保护“三同时”制度、辐射安全许可制度执行情况；</p> <p>(2) 核查环评及其批复文件要求的各项辐射防护设施的实际建设、管理、运行状况及各项辐射防护措施落实情况；</p> <p>(3) 通过现场检测及对检测结果的分析评价，明确项目是否符合辐射防护相关标准，在此基础上，分析各项辐射防护设施和措施的有效性；针对存在的问题，提出改进措施或建议；</p> <p>(4) 为生态环境行政主管部门审管提供依据；</p> <p>(5) 为中国科学院地球化学研究所日常管理提供依据。</p>
----------------------	--

<p>验收检测 标准、标 号、级别</p>	<p>GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》</p> <p>(1) 剂量限值</p> <p>第 4.3.2.1 款 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）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。</p> <p>B1 剂量限值</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 剂量限值</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量当量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取上述标准中规定的职业照射年有效剂量的 1/4 即 5mSv 作为约束限值。</p> <p>b) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；本项目取上述标准中规定的四肢年当量剂量的 1/4 即 125mSv 作为约束限值。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</p> <p>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：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；本项目取上述标准中规定的年有效剂量的 1/4 即 0.25mSv 作为约束限值。</p> <p>(2) 表面污染控制水平</p> <p>B2.1 工作场所的表面污染控制水平如表 7-2 所列。</p>
-------------------------------	---

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 (单位: Bq/cm ²)		
表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、 地面	控制区 ¹⁾	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
皮肤、手、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹
1) 该区内的高污染子区除外		
验收监测范围	调查范围原则上与环评文件的评价范围相一致，并根据项目实际情况进行适当调整。本项目将氩氩年代学实验室半径 50m 范围划分为验收范围。	

表 2 工程基本情况

2.1 项目概述

中国科学院地球化学研究所成立于 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科院贵阳化学所等单位合并组成。中国科学院地球化学研究所目前有矿床地球化学国家重点实验室、环境地球化学国家重点实验室、中科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矿产资源综合利用工程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 2 亿余元。中国科学院地球化学研究所目前在职职工 379 人，科技人员中具博士学位人员占 75%，其中中国科学院院士 2 人，国家 973 项目首席科学家 4 人，国家杰出青年基金获得者 9 人，国家千人计划学者 5 人，国家万人计划学者 3 人，国家百千万人才工程人选 3 人，中科院百人计划学者 21 人，中科院特聘核心研究员 7 人。

为了科研需要，中国科学院地球化学研究所在矿床地球化学实验楼 1 楼西南端新建氩氦年代学实验室，用于测定岩石及矿物年龄，属于丙级非密封源工作场所。

中国科学院地球化学研究所委托武汉华凯环境安全技术发展有限公司于 2017 年 9 月编制完成了《中国科学院地球化学研究所氩氦年代学实验室项目环境影响报告表》；2017 年 11 月 3 日，该项目取得贵州省环境保护厅的批复，批复文号为黔环辐表[2017]47 号。

中国科学院地球化学研究所于 2021 年 11 月 15 日取得辐射安全许可证，（证书编号：黔环辐证[00121]，有效期至 2023 年 11 月 29 日，许可种类和范围：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）。

2021 年 9 月，中国科学院地球化学研究所委托浙江君安检测技术有限公司开展该项目竣工环境保护验收检测工作，验收内容及规模为丙级非密封源工作场所一处，使用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测定岩石及矿物年龄。中国科学院地球化学研究所氩氦年代学实验室项目于 2021 年 11 月 10 日正常投入运行，浙江君安检测技术有限公司于 2021 年 11 月 18 日在该项目正常运行工况下进行了验收监测。

浙江君安检测技术有限公司在查阅丙级非密封源工作场所检测报告、核查

现场的基础上，编制该建设项目竣工环境保护验收监测表。

2.2 工程地理位置

中国科学院地球化学研究所位于贵阳市观山湖区林城西路 99 号，本项目氩氦年代学实验室位于矿床地球化学实验楼 1 楼西南端。

矿床地球化学实验楼东北侧为环境地球化学实验楼，东南侧为科研办公主楼及报告厅，南侧和西侧为内部道路，北侧为深部及月球行星实验楼。氩氦年代学实验室东侧为净化空调机房和准备间，准备间仅为辐射工作人员非实验时的办公场所，南侧和西侧为建筑外墙，墙外为内部道路，北侧为矿床地球化学实验楼 1 楼大堂，储存/操作间楼上为岩矿鉴定实验室，实验室楼上流体包裹体实验室，无地下结构。

本项目周围 50m 范围无居民区、学校等环境敏感目标。项目地理位置示意图见图 2-1，项目周围环境概况图见图 2-2、图 2-2。



图 2-1 项目地理位置示意图



图 2-2 项目周围环境概况图（一）

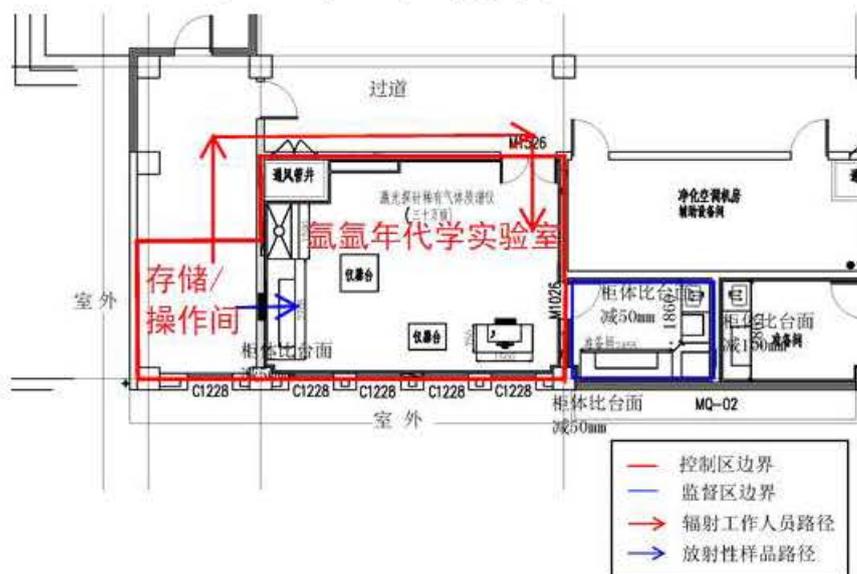


图 2-3 项目周围环境概况图（二）

2.3 项目内容及规模

本项目建设地点与环评位置一致。中国科学院地球化学研究所在矿床地球化学实验楼 1 楼西南端新建氩氦年代学实验室项目，用于测定岩石及矿物年龄。氩氦年代学实验室项目辐射工作场所包含储存/操作间，由现有建筑改造而成，储存/操作间储存、分装实验样品，实验室放置稀有气体质谱计测定样品中的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 。本项目配备 2 名辐射工作人员，每周进行一次实验且一天完成分装操作，其余时间用于样品测定，每次实验样品不超过 2g，年工作 52 周，实验样品年最大使用量为 104g。

本项目利用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定地质年龄具有其他方法无可比拟的优越性：年龄的高精度、研究地质热历史、构造活动史、岩体抬升速率等重大地质科学问题。

本项目非密封源见表 2-1。

表 2-1 本项目非密封源一览表

放射性核素	活度浓度 (Bq/mg)	日最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	贮存方式与地点	使用场所
^{134}Cs	3.223	6.446×10^3	3.352×10^5	科学研究	置于储存/操作间铅桶内	储存/操作间和实验室
^{95}Zr	0.815	1.630×10^3	8.476×10^4			
^{58}Co	4.883	9.766×10^3	5.078×10^5			
^{54}Mn	229.268	4.585×10^5	2.384×10^7			
^{46}Sc	339.250	6.785×10^5	3.528×10^7			
^{59}Fe	7.420	1.484×10^4	7.717×10^5			
^{182}Ta	30.514	6.103×10^4	3.173×10^6			
^{137}Cs	0.087	1.740×10^2	9.048×10^3			
^{60}Co	229.130	4.583×10^5	2.383×10^7			

(1) 非密封源工作场所的分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定，非密封源工作场所的分级见表 2-2，放射性核素毒性组别修正因子见表 2-3，操作方式与放射源状态修正因子见表 2-4。

表 2-2 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量 (Bq)
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

表 2-3 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 2-4 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平 较低的固体	液体、溶 液、悬浮液	表面有污染 的固体	气体, 蒸汽, 粉末, 压 力很高的液体, 固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单的操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

根据表 2-3 和表 2-4, 结合本项目样品中放射性核素的日最大操作量, 计算日等效最大操作量, 计算结果详见表 1-5。

表 2-5 放射性核素日等效最大操作量计算结果

核素	最大日操作 量 (Bq)	毒性组别	毒性组别 修正因子	操作方式与放射 源状态修正因子	日等效最大操作 量 (Bq)
^{134}Cs	6.446×10^3	中毒	0.1	0.1	6.446×10^3
^{95}Zr	1.630×10^3	中毒	0.1	0.1	1.630×10^3
^{58}Co	9.766×10^3	中毒	0.1	0.1	9.766×10^3
^{54}Mn	4.585×10^5	中毒	0.1	0.1	4.585×10^5
^{46}Sc	6.785×10^5	中毒	0.1	0.1	6.785×10^5
^{59}Fe	1.484×10^4	中毒	0.1	0.1	1.484×10^4
^{182}Ta	6.103×10^4	中毒	0.1	0.1	6.103×10^4
^{137}Cs	1.740×10^2	中毒	0.1	0.1	1.740×10^2
^{60}Co	4.583×10^5	高毒	1	0.1	4.583×10^6
合计					5.814×10^6

对照表 2-5, 本项目放射性核素的日等效最大操作量为 $5.814 \times 10^6 \text{Bq}$, 为丙级非密封源工作场所。

本项目验收阶段辐射工作场所辐射防护屏蔽参数见表 2-6, 辐射安全和防护设施配备情况见表 2-7。

表 2-6 辐射防护屏蔽一览表

辐射工作场所	屏蔽方案
储存/操作间	长×宽×高为：3.0m×3.0m×4.4m； 东侧墙体为 200mm 蒸压加气混凝土砌块+50mm 彩钢板； 南侧和西侧墙体总厚度均为 900mm，其中 200mm 蒸压加气混凝土砌块，其余为保温材料等，南侧墙体有密封的玻璃窗； 北侧墙体为 200mm 蒸压加气混凝土砌块； 顶棚为 120mm 钢筋混凝土； 地面采用瓷砖、操作台面拟采用 PVC 材料； 储存/操作间采用防盗门。
氩年代学实验室	长×宽×高为：8.1m×5.6m×4.4m； 东、西、北侧墙体均为 200mm 蒸压加气混凝土砌块+50mm 彩钢板； 南侧墙体总厚度均为 900mm，其中 200mm 蒸压加气混凝土砌块+50mm 彩钢板，其余为保温材料等，南侧墙体有密封的玻璃窗； 顶棚为 120mm 钢筋混凝土； 地面和操作台面采用采用 PVC 材料； 实验室采用防盗门。

注：50mm 彩钢板中钢板厚 0.5mm，夹芯为物岩棉。

表 2-7 本项目辐射安全防护设施

序号	环保设施	相关参数	数量
1	防护墙体	见表10-1	8面
2	防盗门	/	3扇
3	地面和操作台	见表10-1	/
4	放射性样品储存铅桶	20mmPb	1个
5	放射性固体废物储存桶	10mmPb	4个
6	长袖防辐射服、围脖、铅眼镜、防护面罩、铅帽、铅手套	0.35mmPb	1套
7	实验服及乳胶手套	/	2套
8	有机玻璃操作箱	/	1个
9	个人剂量计	/	2枚
10	个人剂量报警仪	/	1枚
11	X-γ 辐射监测仪	/	1台
12	β 表面污染监测仪	/	1台
13	电离辐射警示标志	/	4枚
14	视频监控	/	1套

注：本项目2名辐射工作人员不同时进行分装操作，故配1套防辐射服等防护用品。

①防护墙体和防盗门分别用于放射性样品的辐射防护和防盗。

②地面和操作台面拟采用光滑易清洗材料，防止放射性核素的吸收和累

积。

③放射性样品储存铅桶用于储放射样品，放射性固体废物储存桶用于收集与暂存放射性固体废物。

④为辐射工作人员配备 1 套长袖防辐射服、围脖、铅眼镜、防护面罩、铅帽、铅手套用于 X、 γ 射线的辐射防护，实验服、乳胶手套和有机玻璃操作箱用于屏蔽 β 射线。

⑤辐射工作人员配备个人剂量计用于记录受照剂量，配备个人剂量报警仪用于监测场所辐射水平。配备 1 台 X- γ 辐射监测仪和 1 台 β 表面污染监测仪用于辐射工作场所自行监测。

⑥防盗门、放射性样品储存桶和废物储存桶张贴电离辐射警示标志，提醒无关人员远离辐射工作场所。

⑦实验室内外安装视频监控系统，用于实时监控辐射工作场所，防止无关人员误入控制区。

2.4 辐射工作场所布局分区

本项目位于矿床地球化学实验楼 1 楼西南端，设有实验室、储存/操作间。储存/操作间用于放射性样品的储存和分装，实验室用于放射性样品的测定和放射性固体废物的储存。准备间仅作为辐射工作人员非实验时的办公场所。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，控制区与监督区的划分原则如下：

控制区：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；

监督区：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。

本项目将氩氩年代学实验室、储存/操作间划为控制区，将东侧的准备间划为监督区，符合监督区、控制区划分原则。氩氩年代学实验室平面布局、“两区”划分示意图见图 2-4。

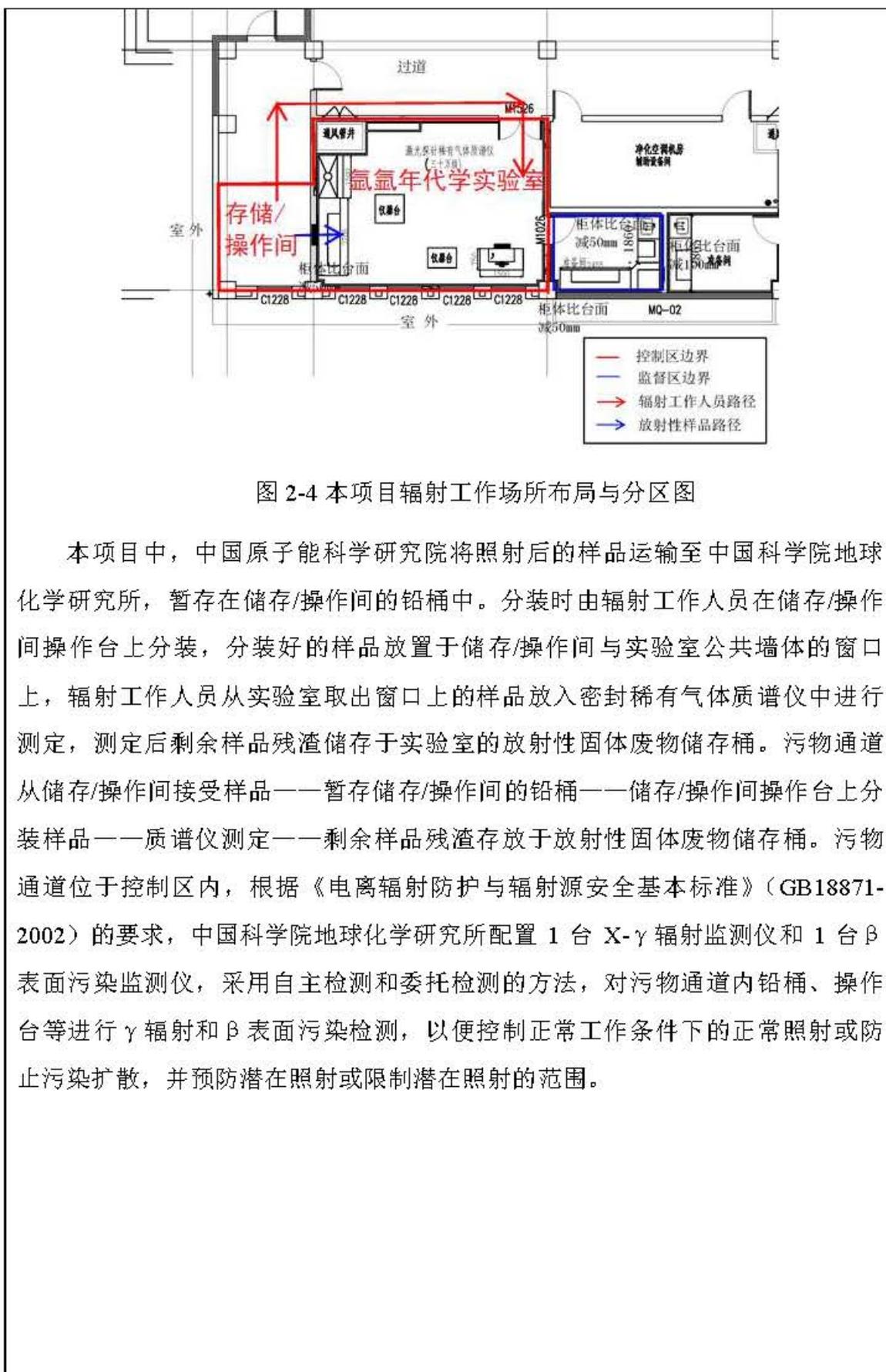


表 3 项目工程分析与源项

3.1 工程设备和工艺分析

1、设备组成及工作方式

本项目辐射工作场所包括储存/操作间和实验室，储存/操作间内有操作台、操作箱，实验室内有稀有气体质谱仪和激光器，本项目实验过程中涉及的设备、物品见表 3-1。

表 3-1 本项目涉及的设备、物品

辐射工作场所	设备、物品	数量	备注
储存/操作间	有机玻璃操作箱	1 个	用于分装时的防护
	操作台	1 个	用作样品分装台面
	石英管	若干	集中存放照射的样品
	长镊子	若干	提取储存铅桶中的样品
	塑料管	若干	盛放铝箔小球
	短镊子	若干	拆开包装样品的铝箔
	称量纸	若干	用于样品的分装
	铝箔	若干	用于样品的包装
	乳胶手套	若干	防止工作人员手部直接接触放射性样品
	不锈钢托盘	1 个	放置台面和样品盘之间，能有效控制分装时样品范围
	无尘纸	若干	擦拭台面
实验室	稀有气体质谱仪	1 台	样品测定
	激光器	1 台	样品加热
	样品盘	若干	盛放样品，并放置质谱仪中
	刷子	若干	清除固体残渣

注：上述物品中石英管、塑料管、称量纸、铝箔、乳胶手套和无尘纸为一次性使用；其余物品循环使用，仅在损坏后才会更换。

稀有气体质谱仪是地质年代学和稀有气体同位素研究的重要仪器，由离子源、叠层电磁铁、离子镜、接收器、仪器控制系统、数据采集和处理系统组成。通过接收器高精度测试不同地质体中的 He、Ne、Ar、Kr、Xe 的同位素组成。实验还配备激光器，用于常规地质样品的（阶段）加热熔样和难以分选样品的微区熔样。

2、工作原理及工艺流程

(1) 工作原理

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定地质年龄是依据元素放射性衰变的原理， $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法定年是在钾氩年代学基础上发展而来的。钾在一般岩石及矿物中是很常见的元素，在地壳中含量丰富，它有两个主要的同位素 ^{39}K 和 ^{40}K ，但只有 ^{40}K 是具有放射性的。由于自然界中 $^{40}\text{K}/^{39}\text{K}$ 是常数， ^{40}K 是一个具有两种衰变子体的分支衰变过程的同位素，其中一种衰变过程是 ^{40}K 发射出一个负电子并直接成为基态的 ^{40}Ca ，这一部分衰变占总衰变的 89.52%；另一个过程是 10.48% 的 ^{40}K 通过 K 层电子捕获衰变成稳态的 ^{40}Ar （无放射性），半衰期为 1250Ma。

矿物样品中钾的同位素 ^{39}K 在核反应堆中（在中国原子能科学研究院反应堆中照射）经快中子活化产生 ^{39}Ar （无放射性），同时在快中子辐照过程矿物样品中产生 ^{134}Cs 、 ^{95}Zr 、 ^{58}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{46}Sc 、 ^{59}Fe 、 ^{182}Ta 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 等放射性核素。矿物中的 ^{40}K 经过电子俘获（天然衰变）过程形成稳定同位素 ^{40}Ar ，所以 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 比值与年龄值成正比。因此，用质谱计测量照射后样品中的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 比值就可以计算出样品的年龄，公式如下：

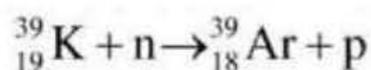
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + J \frac{{}^{40}\text{Ar}^*}{{}^{39}\text{Ar}_{\text{K}}} \right)$$

其中 J 为中子活化参数。采用已知年龄的参考标准样品与待测样品一起进行中子活化，标样 J 值为：

$$J = \frac{e^{\lambda t_{\text{rs}}} - 1}{({}^{40}\text{Ar}^* / {}^{39}\text{Ar}_{\text{K}})_{\text{rs}}}$$

下表 rs 表示标准样品，这样只要测定样品和标准样品中的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 比值，即可计算出样品的年龄。

在快中子辐照中（人工核反应堆）， ^{39}K 转变为 ^{39}Ar ，公式如下：



n: 中子捕获, p: 质子释出。

(2) 工艺流程

①中国科学院地球化学研究所收集矿物样品，并进行样品制备，需要测定

的岩石和矿物样品粒径一般粉碎到 0.4mm 左右。

②中国科学院地球化学研究所用铝箔将矿物样品进行包装放入密封石英管中，送到中国原子能科学研究院照射。用铝箔包装样品，每个铝箔小球不超过 30mg，直径不超过 4mm，每个密封石英管内铝箔小球不超过 30 个，密封石英管直径 4.2mm、高 40mm。

③中国原子能科学研究院将照射后的样品运输至中国科学院地球化学研究所，暂存在储存/操作间的铅桶中。

④分装时，辐射工作人员在储存/操作间用长镊子（长度约 40cm）取出铅桶中的石英管放置操作台上，取出石英管中的铝箔小球，将每一个铝箔小球放置在塑料管中；用短镊子（长度约 15cm）拆开包裹样品的铝箔，将铝箔中的样品倒在称量纸上；用称量纸将样品转移至样品盘的小孔中，重复上述过程将每一个铝箔中的样品转移至样品盘的小孔中；然后将样品盘放置在储存/操作间与实验室公共墙体上设置的窗口上，工作人员从实验室取出窗口上的样品盘，将样品盘放入稀有气体质谱仪中。分装过程中会产生石英管、塑料管、铝箔、乳胶手套、称量纸和无尘纸等放射性固体废物。

⑤测定过程由辐射工作人员通过电脑自动控制程序完成，辐射工作人员不与放射性样品接触。样品盘放入稀有气体质谱仪后，首先将稀有气体质谱仪密封并抽高真空，然后使用激光加热将样品变成粉末，同时分阶段释放出气态的 ^{40}Ar 和 ^{39}Ar 。

⑥稀有气体质谱仪接收器吸收并测定气态的 ^{40}Ar 和 ^{39}Ar ，通过 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定得出样品的年龄。

⑦测定完毕后，将样品盘内固体残渣（含有 ^{134}Cs 、 ^{95}Zr 等放射性核素的粉末）倒入放射性固体废物储存桶中储存，并用刷子清除样品盘中的残渣。

实验中辐射工作人员与样品近距离接触的过程包括取样、分装以及将样品盘放入稀有气体质谱仪中，且取样、分装、放样过程在一天内完成；测定过程由辐射工作人员通过电脑自动控制程序完成，辐射工作人员不与放射性样品接触。

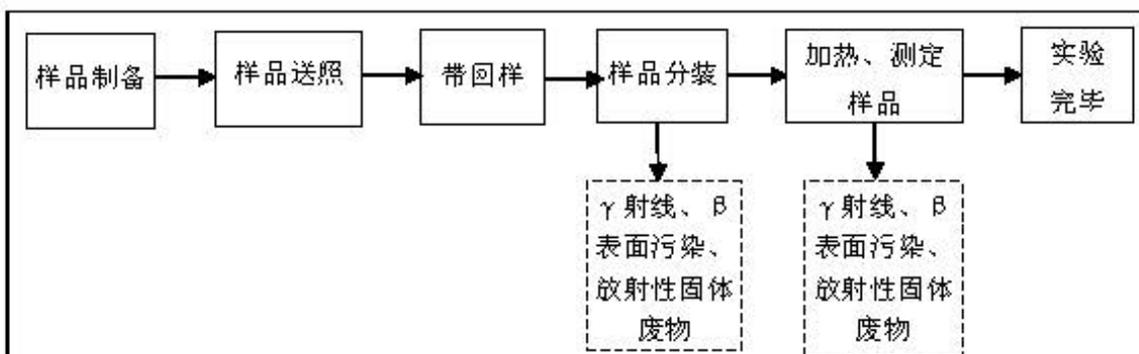


图 3-1 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法定年工艺流程及产污环节

本项目中样品流转程序如下：中国科学院地球化学研究所收集、制备矿物样品；中国科学院地球化学研究所将矿物样品送至中国原子能科学研究院，在反应堆中照射矿物样品；中国原子能科学研究院将照射后的矿物样品运输至中国科学院地球化学研究所，暂存在储存/操作间的铅桶中，待进一步分析照射后的矿物样品（中国科学院地球化学研究所利用质谱仪分析照射后的矿物样品，测定岩石及矿物年龄）。

本项目无放射性液体废物和放射性气载废物产生，产生的放射性固体废物包括石英管、塑料管、铝箔、乳胶手套、称量纸、无尘纸和样品残渣等，每年产生量 5kg。放射性固体废物分类收集、临时贮存于放射性固体废物储存桶内专用塑料袋中，标记和登记存放日期，储存桶外张贴电离辐射警告标志。经过贮存衰变，监测后进一步处置，废物的放射性活度浓度达到豁免水平后，经审管部门批准，按豁免废物或极低放废物进行处理或处置。经必要时送省城市放射性废物暂存库进行贮存。

3、人流和物流路径

(1) 辐射工作人员路径

辐射工作人员经储存/操作间防盗门进入储存/操作间内操作，操作完经表面污染监测合格后退出储存/操作间，进入实验室进行样品的测定。本项目辐射工作场所不包含实验室东侧的准备间，准备间仅作为辐射工作人员非实验时的办公场所。

(2) 放射性样品路径

中国原子能科学研究院将照射后的样品运输至中国科学院地球化学研究所，暂存在储存/操作间的铅桶中。分装时由辐射工作人员在储存/操作间操作台

上分装，分装好的样品放置于储存/操作间与实验室公共墙体的窗口上，辐射工作人员从实验室取出窗口上的样品放入密封稀有气体质谱仪中进行测定，测定后剩余样品残渣储存于实验室的放射性固体废物储存桶。

氡年代学实验室人流物流路径规划如图 3-2 所示。

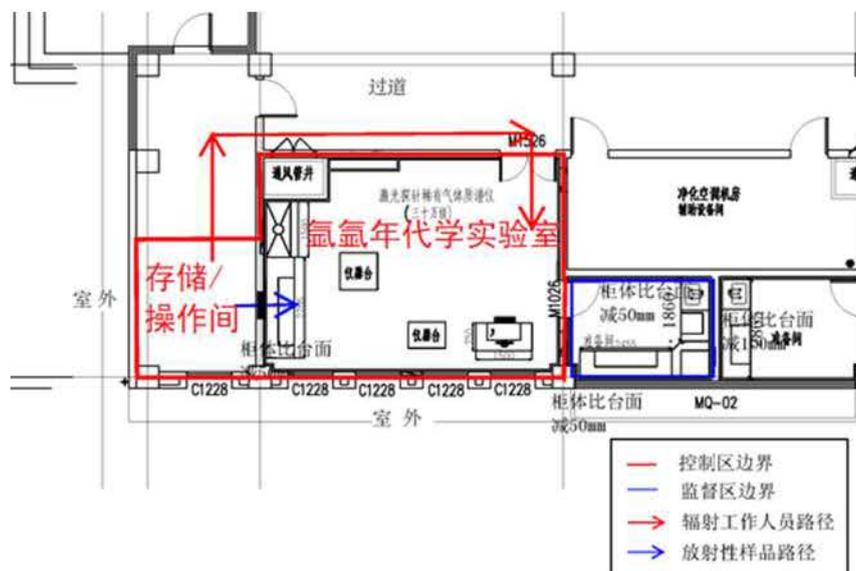


图 3-2 人流物流路径规划及分区

3.2 污染源项描述

1. 主要污染因子

本项目氩氦年代学实验室在测定样品时主要污染因子为 X 射线、 γ 射线和 β 表面污染。此外，实验过程中还会产生放射性固体废物。

2、污染途径

(1) 正常工况

①X 射线和 γ 射线

本项目测定的气态 ^{40}Ar 和 ^{39}Ar 无放射性，矿物样品经快中子照射会产生放射性核素，在正常实验过程中放射性核素衰变产生 γ 射线和 β 射线。 β 射线在有机玻璃、金属铝和铁中的射程较短，有机玻璃操作箱完全能够阻挡 β 射线。但当 β 粒子被源周围物质阻止时，会产生韧致辐射，即 X 射线，X 射线与 γ 射线一样，有较强的贯穿能力，需采用一定的防护措施。

② β 表面污染

辐射工作人员在分装等过程中，不可避免地会引起工作服、手套等放射性沾污，造成 β 表面污染。

③放射性固体废物

由于本项目样品为照射后的固体颗粒，所以在分装过程中没有放射性废水和放射性废气产生。实验过程中会产生石英管、塑料管、铝箔、乳胶手套、称量纸和无尘纸等放射性固体废物，预计每周产生量 0.1kg，每年产生量 5.2kg（按 52 周/年计）。实验过程中所用的镊子、样品盘和刷子循环使用，若损坏则作为放射性固体废物处理。实验测定完成后，样品残渣为放射性固体废物，预计每周产生量 2g，每年产生 0.104kg（按 52 周/年计）。由于实验后的样品残渣的活度浓度基本未发生变化，根据本次环评非密封源（表 1-1），样品残渣的核素组成和活度浓度见表 3-2。

表 3-2 样品残渣的核素组成和活度浓度

核素组成	^{134}Cs	^{95}Zr	^{58}Co	^{54}Mn	^{46}Sc	^{59}Fe	^{182}Ta	^{137}Cs	^{60}Co
活度浓度 (Bq/mg)	3.22 3	0.81 5	4.883	229.2 68	339.2 50	7.420	30.51 4	0.087	229.1 30

(2) 事故工况

非密封源的可能发生的辐射事故如下：

①由于管理不善，发生放射性样品失窃或人员误入实验室，造成额外照射。

②分装时辐射工作人员违反操作规程或误操作，发生放射性样品洒落或包装碎等意外事件造成表面沾污和额外照射。

③放射性样品输送时发生放射性样品洒落或包装容器破碎等意外事件造成表面沾污和额外照射。

表 4 辐射环境检测结果

4.1 检测因子及频次

为掌握本项目非密封放射源工作场所辐射水平，中国科学院地球化学研究所委托浙江君安检测技术有限公司对该项目进行辐射水平（ γ 射线剂量率、 β 表面污染）监测。

检测因子： γ 射线剂量率、 β 表面污染。

检测地点：矿床地球化学实验楼 1 楼西南端氡氩年代学实验室、储存/操作间。

检测时间：2021 年 11 月 18 日

4.2 检测布点

结合本项目非密封放射源工作场所特点及周围环境状况布置检测点。先用检测仪器对本项目周围的辐射水平进行巡测，以发现可能出现的高辐射水平区。

本项目非密封放射源工作场所验收检测布点原则如下：

（1）根据该非密封放射源工作场所项目布局情况，选取工作场所及周边人员可能受照位置作为该项目 γ 射线剂量率监测关注点；

（2）选择氡氩年代学实验室操作台表面 5cm 处、测试架表面 5cm 处、传递窗表面 5cm 处以及储存/操作间通风橱表面 5cm 处、污物桶表面 5cm 处、储源罐表面 5cm 处、操作台表面 5cm 处位置作为 β 表面污染监测关注点；

（3）在巡测的基础上，定点检测。一般检测以下各点：

1. 通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；

2. 实验室操作台表面、测试架表面、传递窗表面；工作人员操作位；人员出入门外表面；四周墙体外表面；上一层地坪表面等关注点；

3. 储存/操作间通风橱表面、污物桶表面、储源罐表面、操作台表面；工作人员操作位；人员出入门外表面；传递窗外表面；四周墙体外表面；上一层地坪表面等关注点。

该非密封放射源工作场所项目布局情况、场所布置情况与环评一致。

具体检测点位见图 4-1、图 4-2、图 4-3、图 4-4。

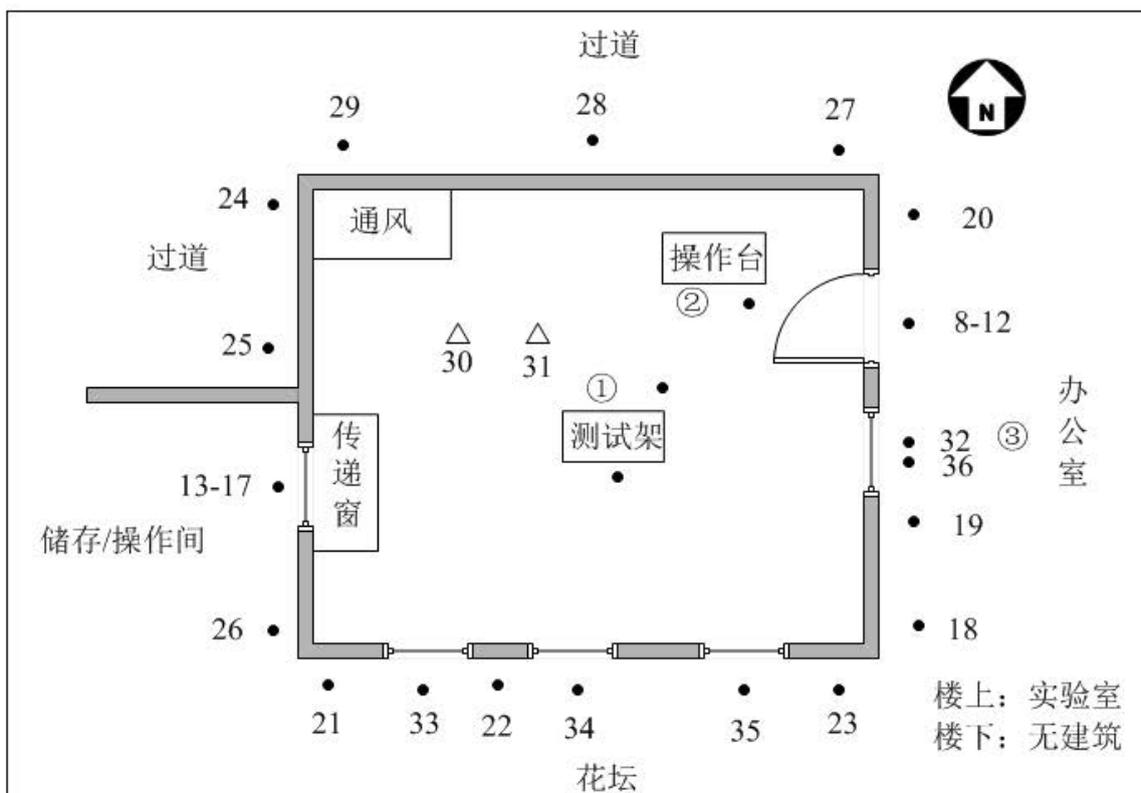


图 4-1 氡氩年代学实验室 γ 剂量率检测布点示意图

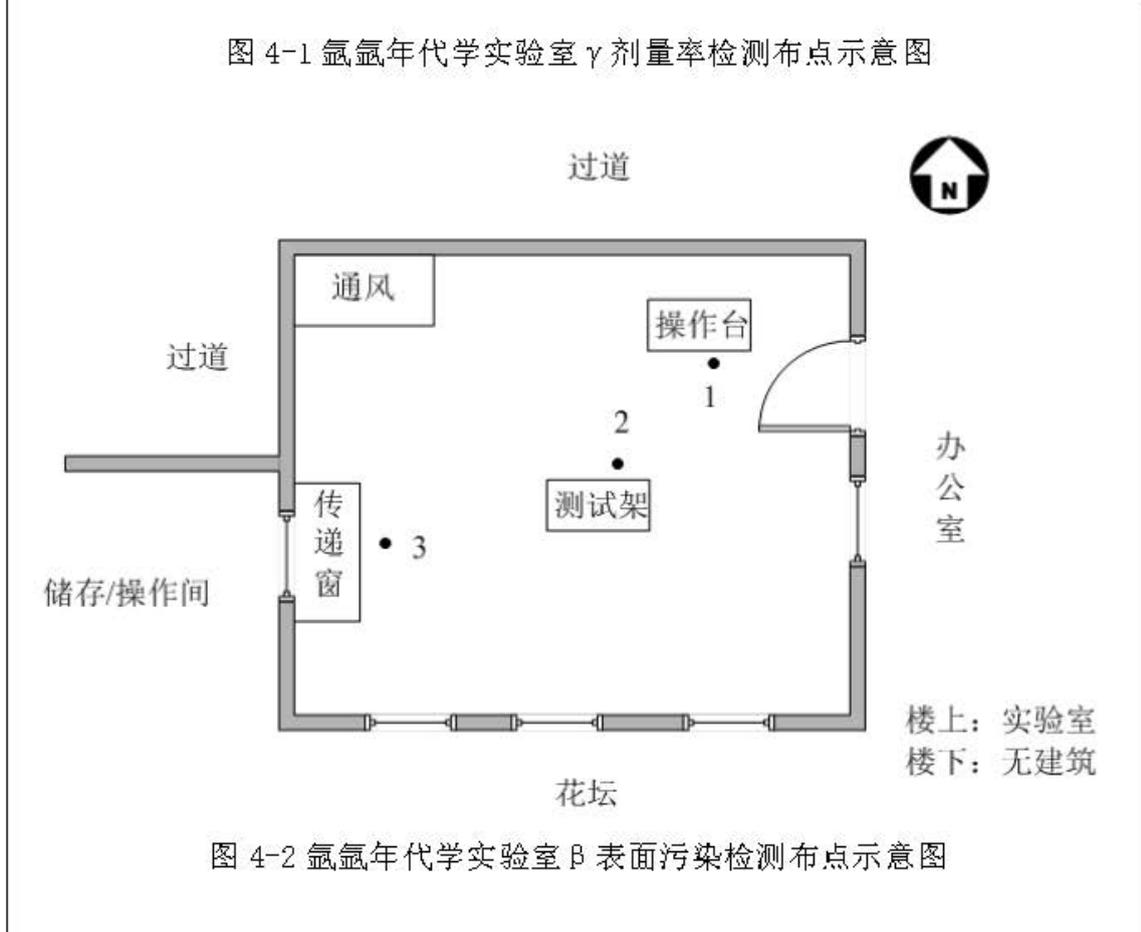


图 4-2 氡氩年代学实验室 β 表面污染检测布点示意图

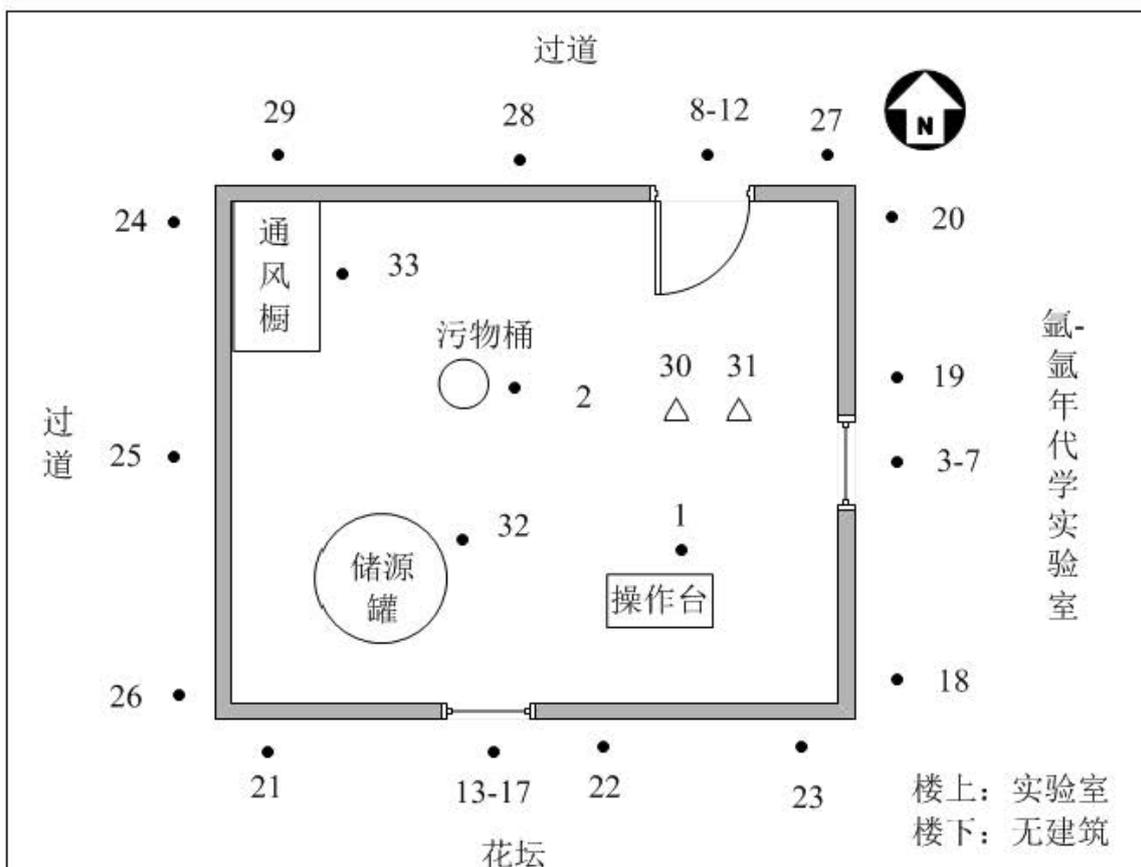


图 4-3 储存/操作间 γ 剂量率检测布点示意图

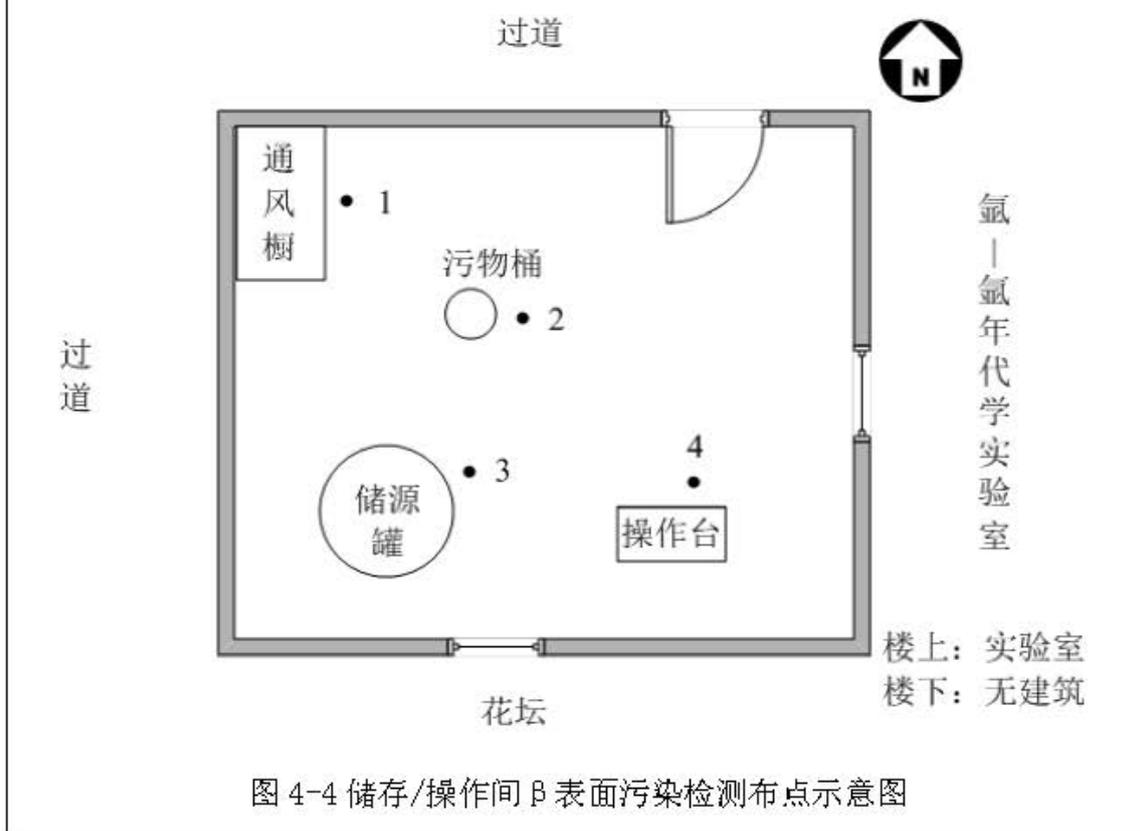


图 4-4 储存/操作间 β 表面污染检测布点示意图

4.3 检测仪器

检测仪器的参数见表 4-1、表 4-2。

表 4-1 X- γ 射线剂量当量率检测仪参数

仪器名称	BH3103B 型便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	BH3103B
生产厂家	中核控制系统工程有限公司
仪器编号	055
检定单位	中国测试技术研究院
检定证书	校准字第 20210700821 号
检定日期	2021 年 07 月 05 日

表 4-2 α 、 β 表面污染仪参数

仪器名称	α 、 β 表面污染仪
仪器型号	COMO170
生产厂家	WED
仪器编号	7838
检定单位	中国测试技术研究院
检定证书	检定字第 202106006443 号
检定日期	2021 年 06 月 30 日

4.4 检测结果

本项目非密封放射源工作场所氩氩年代学实验室、储存/操作间的 γ 射线剂量率和 β 表面污染监测辐射监测结果如表 4-3、表 4-4、表 4-5、表 4-6 所示。

表 4-3 氩氩年代学实验室 β 表面污染监测结果

监测点号	监测点位	监测结果 (Bq/cm ²)
1	操作台表面 5cm 处	<0.36
2	测试架表面 5cm 处	<0.36
3	传递窗表面 5cm 处	<0.36

注：(1) 上述结果均含当地本底值；

(2) 0.36Bq/cm²为 CoMo170 型 α 、 β 表面污染仪 JAYQ-33 的 β 放射性物质表面污染探测下限。

表 4-4 氩氩年代学实验室 X/ γ 射线剂量率监测结果

监测点号	监测点位	监测结果 (μ Sv/h)
1	工作人员操作位①	0.09±0.01
2	工作人员操作位②	0.09±0.01
3	测试架左侧外表面 10cm 处	0.19±0.01
4	测试架中部外表面 10cm 处	0.17±0.02
5	测试架右侧外表面 10cm 处	0.15±0.02
6	测试架上侧外表面 10cm 处	0.60±0.05
7	测试架下侧外表面 10cm 处	0.12±0.02
8	人员出入门左侧外表面 30cm 处	0.10±0.02
9	人员出入门中部外表面 30cm 处	0.10±0.01
10	人员出入门右侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
11	人员出入门上侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
12	人员出入门下侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
13	传递窗左侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
14	传递窗中部外表面 30cm 处	0.10±0.01
15	传递窗右侧外表面 30cm 处	0.12±0.01
16	传递窗上侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
17	传递窗下侧外表面 30cm 处	0.11±0.02
18	东墙左侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
19	东墙中部外表面 30cm 处	0.12±0.01
20	东墙右侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
21	南墙左侧外表面 30cm 处	0.12±0.01
22	南墙中部外表面 30cm 处	0.11±0.01
23	南墙右侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
24	西墙左侧外表面 30cm 处	0.12±0.02
25	西墙中部外表面 30cm 处	0.10±0.01
26	西墙右侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
27	北墙左侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
28	北墙中部外表面 30cm 处	0.10±0.02
29	北墙右侧外表面 30cm 处	0.10±0.02
30	上一层地坪左侧表面 100cm 处	0.11±0.02
31	上一层地坪右侧表面 100cm 处	0.10±0.01
32	工作人员操作位③	0.09±0.01
33	窗户 a 表面 30cm 处	0.08±0.01
34	窗户 b 表面 30cm 处	0.10±0.01

35	窗户 c 表面 30cm 处	0.10±0.02
36	观察窗表面 30cm 处	0.10±0.02
37	本底 (D ₀)	0.09~0.13

注：(1) 上述结果均含当地本底值，该场所位于第一层，对应上一层为实验室，对应下一层为无建筑，东侧为储存/操作间，南侧为花坛，西侧为过道，北侧为过道。

表 4-5 储存/操作间 β 表面污染监测结果

监测点号	监测点位	监测结果 (Bq/cm ²)
1	通风橱表面 5cm 处	<0.36
2	污物桶表面 5cm 处	<0.36
3	储源罐表面 5cm 处	<0.36
4	操作台表面 5cm 处	<0.36

注：(1) 上述结果均含当地本底值；

(2) 0.36Bq/cm² 为 CoMo170 型 α、β 表面污染仪 JAYQ-33 的 β 放射性物质表面污染探测下限。

表 4-6 储存/操作间实验室 X/γ 射线剂量率监测结果

监测点号	监测点位	监测结果 (μSv/h)
1	工作人员操作位	0.09±0.01
2	污物桶	0.13±0.01
3	传递窗左侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
4	传递窗中部外表面 30cm 处	0.11±0.01
5	传递窗右侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
6	传递窗上侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
7	传递窗下侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
8	人员出入门左侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
9	人员出入门中部外表面 30cm 处	0.10±0.01
10	人员出入门右侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
11	人员出入门上侧外表面 30cm 处	0.12±0.01
12	人员出入门下侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
13	窗户左侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
14	窗户中部外表面 30cm 处	0.11±0.01
15	窗户右侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
16	窗户上侧外表面 30cm 处	0.11±0.02
17	窗户下侧外表面 30cm 处	0.10±0.01
18	东墙左侧外表面 30cm 处	0.11±0.01
19	东墙中部外表面 30cm 处	0.13±0.02
20	东墙右侧外表面 30cm 处	0.12±0.02
21	南墙左侧外表面 30cm 处	0.12±0.01
22	南墙中部外表面 30cm 处	0.12±0.01
23	南墙右侧外表面 30cm 处	0.12±0.02
24	西墙左侧外表面 30cm 处	0.11±0.02
25	西墙中部外表面 30cm 处	0.10±0.01
26	西墙右侧外表面 30cm 处	0.12±0.02
27	北墙左侧外表面 30cm 处	0.14±0.01
28	北墙中部外表面 30cm 处	0.13±0.02
29	北墙右侧外表面 30cm 处	0.13±0.01
30	上一层地坪左侧表面 100cm 处	0.11±0.01
31	上一层地坪右侧表面 100cm 处	0.10±0.01
32	储源罐表面 5cm 处	0.25±0.01
33	通风橱表面 30cm 处	0.11±0.01
34	本底 (D ₀)	0.09~0.13

注：（1）上述结果均含当地本底值，该场所位于第一层，对应上一层为实验室，对应下一层为无建筑，东侧为氩-氦年代学实验室，南侧为花坛，西侧为过道，北侧为过道。

（2）每年测试次数约为6次（参考数据由研究所提供）。

职业人员年最大受照时间约为18h，额外年有效剂量约为 $8.8 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ；

公众人员年最大受照时间约为1.8h，额外年有效剂量约为 $8.8 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。

（额外年有效剂量计算结果均已扣除本底，公众最大受照时间=总曝光时间 \times 0.1）

由表4-3、表4-4、表4-5、表4-6监测结果可知：

该非密封放射源工作场所的职业人员所受到的额外年有效剂量最大仅为 $8.8 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，远低于职业人员的剂量管理限值（5mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

该非密封放射源工作场所的外的公众成员所受的额外年有效剂量最大仅为 $8.8 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，远低于公众成员的剂量管理限值（0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。因此，研究所各放射工作场所外的公众不会受到超剂量的辐射照射。

该非密封放射源工作场所的 β 表面污染符合 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》要求。

该项目正常运行情况下，不会对辐射工作场所的周边区域造成明显的放射性影响。

表 5 剂量检测及估算

5.1 辐射工作人员附加剂量

5.1.1 辐射工作人员附加剂量

(1) 辐射工作人员剂量估算结果

中国科学院地球化学研究所氡氩年代学实验室所每年测试次数约为 6 次，每次测试时间 3h，对于操作人员（辐射工作人员），居留因子取 1，则操作人员每年居留时间为 18h，额外年有效剂量约为 $8.8 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

(2) 辐射工作人员受照剂量结论

估算结果表明，辐射工作人员年有效剂量满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员剂量约束值 5mSv/a 的要求。

5.2 公众成员附加剂量

5.2.1 公众成员附加剂量

(1) 公众剂量估算结果

该项目每年测试次数约为 6 次，每次测试时间 3h，对于公众，居留因子取辐射工作人员的十分之一，则公众居每年留时间为 1.8h。公众人员年最大受照时间约为 1.8h，额外年有效剂量约为 $8.8 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。

(2) 公众受照剂量结论

估算结果表明，公众年有效剂量满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中剂量限值要求和项目管理目标中对公众剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

表 6 环保检查结果及辐射安全管理

6.1 环境影响评价制度执行情况

中国科学院地球化学研究所委托武汉华凯环境安全技术有限公司于 2017 年 9 月编制完成了《中国科学院地球化学研究所氩氦年代学实验室项目环境影响报告表》；2017 年 11 月 3 日，贵州省环境保护厅对该项目环境影响报告表进行了批复，批复文号为“黔环辐表[2017]47 号”。建设内容为：

中国科学院地球化学研究所矿床地球化学实验楼建设氩氦年代学实验室，对经快中子活化的矿物进行 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年法测年。该测定方法本身不产生放射性物质，其测定的矿物样品在活化过程中产生有 ^{134}Cs 、 ^{95}Zr 、 ^{58}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{46}Sc 、 ^{59}Fe 、 ^{182}Ta 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 等放射性核素。实验室工作场所等级为丙级非密封放射性物质工作场所。项目地址位于贵阳市观山湖区林城西路 99 号。

针对本次验收，环评表要求及落实情况见表 6-1，环评批复文件要求及落实情况见表 6-2。由表 6-1、表 6-2 可知，环评表及其批复文件中提出的要求已落实。

图 6-1~图 6-7 为部分防护安全和环保措施落实情况。

表 6-1 环评表要求及落实情况

内容	环评表要求	环评表要求落实情况
污染 防治 措施	1、实验室防盗门和放射性样品储存容器拟张贴电离辐射警示标志和中文警示说明。	已落实。 实验室防盗门和放射性样品储存容器已张贴电离辐射警示标志和中文警示说明。
	2、放射性样品和放射性废物拟分别用铅桶单独储存，拟建立放射性同位素使用登记台账。	已落实。 放射性样品和放射性废物分别用铅桶单独储存，已建立放射性同位素使用登记台账。
	3、2 名辐射工作人员已取得了辐射安全和防护培训合格证书。	已落实。 2 名辐射工作人员已取得了辐射安全和防护培训合格证书。
	4、拟配备 1 套长袖防辐射服、围脖、铅眼镜、防护面罩、铅帽和铅手套，2 枚个人剂量计，1 台个人剂量报警仪，1 台 X-γ 辐射监测仪和 1 台 β 表面污染监测仪。	已落实。 已配备 1 套长袖防辐射服、围脖、铅眼镜、防护面罩、铅帽和铅手套，2 枚个人剂量计，1 台个人剂量报警仪，1 台 X-γ 辐射监测仪和 1 台 β 表面污染监测仪。

5、已制定了操作规程、岗位职责等辐射安全管理制度。	已落实。 已制定了操作规程、岗位职责等辐射安全管理制度。
6、实验室设置控制区和监督区，并实行严格的分区、分级管理。	已落实。 实验室设置控制区和监督区，并实行严格的分区、分级管理。
7、本项目在有机玻璃操作箱中进行分装样品。	已落实。 本项目在有机玻璃操作箱中进行分装样品。

表 6-2 环评批复文件要求及落实情况

环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
1、建立和完善各项辐射规章制度、辐射安全操作规程、事故应急预案。避免因使用不当和管理不善而造成辐射污染和额外照射。	已落实。 已建立和完善各项辐射规章制度、辐射安全操作规程、事故应急预案。避免因使用不当和管理不善而造成辐射污染和额外照射。
2、加强放射性工作场所的管理，工作场所应设置电离辐射警示标识或警示灯，限制无关人员进入。对工作场所应严格分区管理，各区应有明显标志。	已落实。 已加强放射性工作场所的管理，工作场所已设置电离辐射警示标识或警示灯，限制无关人员进入。对工作场所应严格分区管理，各区设置有明显标志。
3、加强放射性矿物样品的管理，严格执行登记和台账制度。放射性样品的储存应设置必要的安保设施，并由专人负责。	已落实。 加强放射性矿物样品的管理，严格执行登记和台账制度。放射性样品的储存应设置必要的安保设施，并由专人负责。
4、工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，做到持证上岗。	已落实。 工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，做到持证上岗。
5、加强健康管理。工作人员在操作过程中应佩戴个人剂量计和防护用品，定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康档案。	已落实。 加强健康管理。工作人员在操作过程中应佩戴个人剂量计和防护用品，定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康档案。
6、不得随意处置放射性固体废物。活动产生的放射性固体废物经专用铅制废物桶收集放入废物贮藏间，经监测后方可进一步处置，必要时送省城市放射性废物暂存库进行贮存。	已落实。 不得随意处置放射性固体废物。活动产生的放射性固体废物经专用铅制废物桶收集放入废物贮藏间，经监测后方可进一步处置，必要时送省城市放射性废物暂存库进行贮存。

<p>7、必须落实辐射监测计划并将监测结果上报备案。编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前报我厅。</p>	<p>已落实。 必须落实辐射监测计划并将监测结果上报备案。编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前报我厅。</p>
--	---

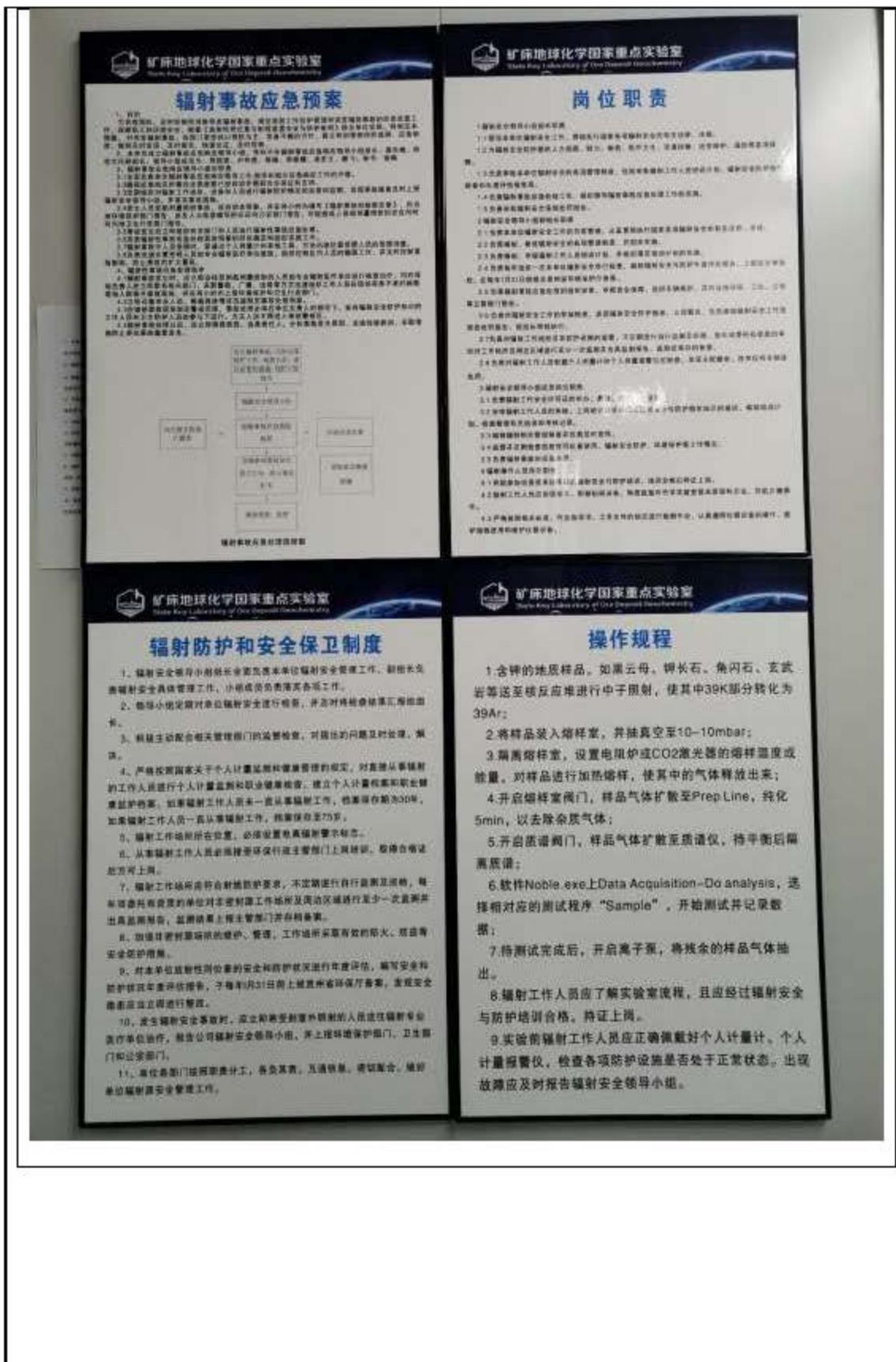
部分防护安全和环保措施落实情况



6-1 电离辐射警示标志、地面警示红线



6-2 个人剂量报警仪、辐射剂量监测仪





6-3 制度上墙



6-4 监控装置



6-5 防护用品



6-6 样品存放铅罐

6.2 防护安全、环境保护“三同时”制度执行情况

(1) 工作场所屏蔽情况

对照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的符合性分析如表6-3所示。

6-3 本项目符合性分析表

序号	防护要求	本项目分析	符合性
1	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,本项目非密封放射性物质工作场所应分为控制区和监督区。	已根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,储存/操作间和实验室划为控制区,将东侧的准备间划为监督区。	符合
2	工作场所的放射性表面污染控制水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求	根据该项目验收检测报告:浙君检(辐)字FH2021第0203号,该项目氩氦年代学实验室操作台、测试架、传递窗,以及储存/操作间通风橱、污物桶、储源罐、操作台 β 表面污染检测控制水平检测结果均符合符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求	符合
3	本项目非密封放射性物质工作场所应配备个人防护用品	配备一套个人防护用品:防辐射服、围脖、铅眼镜、防护面罩、铅帽、铅手套	符合
4	本项目非密封放射性物质工作场所应配备相关监测设备和个人剂量报警仪	配备1台X- γ 辐射监测仪、1台 β 表面污染监测仪、2枚个人剂量计、1枚个人剂量报警仪	符合
5	本项目非密封放射性物质工作场所应张贴电离辐射警示标志、安装视频监控系统、安装防盗门、设置放射性样品储存设施	工作场所已张贴电离辐射警示标志、已安装视频监控系统、已安装防盗门、已设置铅桶作为放射性样品储存设施	符合
6	设备使用痕迹化管理	已落实设备使用痕迹化管理	符合

(2) “三同时”制度

中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目的放射防护设施、安全管理措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，项目建设执行了防护安全、环境保护“三同时”制度。

6.3 辐射安全许可制度执行情况

中国科学院地球化学研究所于 2021 年 11 月 15 日取得辐射安全许可证，（证书编号：黔环辐证[00121]，有效期至 2023 年 11 月 29 日，许可种类和范围：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）。

检查结果表明，该医院目前单位名称、地址、法定代表人、辐射工作种类和范围（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）与获得的许可情况一致。实际与许可内容明细相一致。

6.4 辐射安全防护管理

6.4.1 管理组织机构、岗位职责

中国科学院地球化学研究所成立了辐射安全管理工作领导小组，明确了管理机构和管理人员职责。由附件可知，辐射安全管理工作领导小组设置了 1 名组长、2 名副组长。满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第 20 号）修正，第十六条要求：“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。”的规定，本项目辐射安全与环境保护管理机构的配置满足上述标准要求。

6.4.2 管理制度、操作规程

中国科学院地球化学研究所制定的管理制度如下。

- (1) 《操作规程》；
- (2) 《岗位职责》；
- (3) 《辐射防护和安全保卫制度》；
- (4) 《辐射工作人员培训制度》；
- (5) 《放射性同位素使用登记制度》；

- (6) 《辐射工作场所监测方案》；
 (7) 《放射性污染处理流程》；
 (8) 《辐射工作人员个人剂量管理制度》；
 (9) 《监测仪表使用与校验管理制度》。

6.4.3 应急预案

中国科学院地球化学研究所制定了《辐射事故应急预案》，内容包括：

- 一、成立辐射事故应急响应领导小组；
- 二、辐射事故应急响应领导小组的职责；
- 三、辐射事故分级；
- 四、辐射事故应急处理程序。

6.4.4 人员管理

本项目共 2 名放射工作人员，均持有辐射安全与防护培训学习合格证书（培训时间为 2021 年 6 月）；职业健康检查结论显示 2 名放射工作人员可以从事放射工作（职业健康检查时间为 2021 年 11 月 17 日）；2 名工作人员的个人剂量已委托浙江君安检测技术有限公司进行监测，监测结果详见表 6-4。监测结果表明：监测周期内，本项目放射工作人员所受外照射剂量均在标准限值以及管理限值以内。

表 6-4 个人剂量监测结果

编号	姓名	性别	第一季度 (mSv)	第二季度 (mSv)	第三季度 (mSv)	第四季度 (mSv)	2021 年度 (mSv)	管理目 标值 (mSv/a)	是否 符合 要求
1	何德锋	男	0.113	0.031	0.082	未到期	未到期	5	是
2	肖芳	男	0.114	0.031	0.083	未到期	未到期	5	是

表 7 验收检测结论及建议

7.1 验收检测结论

(1) 中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目落实了环境影响评价制度，该项目环境影响报告表及其批复文件中要求的辐射防护和安全措施已基本落实。

(2) 该项目建设，基本落实了防护与安全和环境保护“三同时”制度。新增了氩氩年代学实验室，用于开展地质年龄测定。

(3) 该项目依照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，取得了辐射安全许可证。

(4) 检测结果表明：该项目各检测点位的辐射水平符合国家标准要求。

(5) 个人剂量估算结果表明，辐射工作人员和公众的年有效剂量满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众的剂量约束值的要求。

(6) 现场检查结果表明，中国科学院地球化学研究所辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理制度、设备操作规程基本完善；制订了监测计划、辐射事故应急预案；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备；辐射防护管理工作基本规范。

(7) 中国科学院地球化学研究所落实了辐射工作人员培训、个人剂量检测、职业健康体检，并建立个人剂量档案。

综上所述，中国科学院地球化学研究所已基本落实了新增氩氩年代学实验室项目环评表及其批复文件要求，项目运行对周围环境产生的影响符合辐射防护和环境保护要求，符合《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局第 13 号）的有关规定，具备竣工验收条件。

7.2 要求与建议

(1) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。定期做好辐射工作人员再培训，不断提高辐射工作人员防护与安全意识，确保项目正常运行。

(2) 医院应按照《放射工作人员职业健康管理辦法》卫生部第 55 号令及《放射工作人员健康要求及监护规范》GBZ 98-2020 要求，应加强对辐射工作

人员职业健康检查工作。

(3) 日常工作中应加强辐射工作档案管理。

中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目

竣工环保验收验收组意见

2021年12月28日，中国科学院地球化学研究所自行组织了该单位氩氩年代学实验室项目竣工环境保护验收会。参加验收的单位有：验收监测单位及验收报告编制和监测单位浙江君安检测技术有限公司及相关技术专家。验收组代表查看了核技术应用项目的工作场所，听取了建设单位关于项目“三同时”情况汇报和验收监测报告编制单位浙江君安检测技术有限公司关于项目验收监测情况的介绍，专家组核对了相关资料，提出验收意见如下：

一、项目基本情况

为了科研需要，中国科学院地球化学研究所在矿床地球化学实验楼1楼西南端新建氩氩年代学实验室，用于测定岩石及矿物年龄，属于丙级非密封源工作场所。

中国科学院地球化学研究所委托武汉华凯环境安全技术发展有限公司于2017年9月编制完成了《中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目环境影响报告表》；2017年11月3日，该项目取得贵州省环境保护厅的批复，批复文号为黔环辐表[2017]47号。

中国科学院地球化学研究所于2021年11月15日取得辐射安全许可证，（证书编号：黔环辐证[00121]，有效期至2023年11月29日，许可种类和范围：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）。

2021年9月，中国科学院地球化学研究所委托浙江君安检测技术有限公司开展该项目竣工环境保护验收检测工作，验收内容及规模为丙级非密封源工作场所一处，使用 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 测定岩石及矿物年龄。

浙江君安检测技术有限公司在查阅丙级非密封源工作场所检测报告、核查现场的基础上，编制该建设项目竣工环境保护验收监测表。

二、项目环保执行情况

中国科学院地球化学研究所委托武汉华凯环境安全技术发展有限公司于2017年9月编制完成了《中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目环境影响报告表》；2017年11月3日，贵州省环境保护厅对该项目环境影响报告表进行了批复，批复文号为“黔环辐表[2017]47号”。建设内容为：

中国科学院地球化学研究所矿床地球化学实验楼建设氩氩年代学实验室，对经快中子活化的矿物进行 $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ 测年法测年。该测定方法本身不产生放射性物质，其测定的矿物样品在活化过程中产生有 134Cs 、 95Zr 、 58Co 、 54Mn 、 46Sc 、 59Fe 、 182Ta 、 137Cs 、 60Co 等放射性核素。实验室工作场所等级为丙级非密封放射性物质工作场所。项目地址位于贵阳市观山湖区林城西路99号。

针对本次验收，环评表及其批复文件中提出的要求已落实。

三、验收检查和监测结果

(1) 中国科学院地球化学研究所氩氩年代学实验室项目落实了环境影响评价制度，该项目环境影响报告表及其批复文件中要求的辐射防护和安全措施已基本落实。

(2) 该项目建设，基本落实了防护与安全 and 环境保护“三同时”制度。新增了氩氩年代学实验室，用于开展地质年龄测定。

(3) 该项目依照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，取得了辐射安全许可证。

(4) 检测结果表明：该项目各检测点位的辐射水平符合国家标准要求。

(5) 个人剂量估算结果表明，辐射工作人员和公众的年有效剂量满足GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众的剂量约束值的要求。

(6) 现场检查结果表明，建设单位辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理制度、设备操作规程基本完善；制订了监测计划、辐射事故应急预案；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备；辐射防护管理工作基本规范。

(7) 建设单位落实了辐射工作人员培训、个人剂量检测、职业健康体检，并建立个人剂量档案。

四、验收意见

中国科学院地球化学研究所已基本落实了新增氡氡年代学实验室项目环评表及其批复文件要求，项目运行对周围环境产生的影响符合辐射防护和环境保护要求，符合《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局第13号）的有关规定，具备竣工验收条件。

验收组同意该核技术应用项目通过竣工环境保护验收。

五、要求与建议

(1) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。定期做好辐射工作人员再培训，不断提高辐射工作人员防护与安全意识，确保项目正常运行。

(2) 医院应按照《放射工作人员职业健康管理办法》卫生部第55号令及《放射工作人员健康要求及监护规范》GBZ 98-2020 要求，应加强对辐射工作人员职业健康检查工作

建设单位：中国科学院地球化学研究所

验收监测单位：浙江君安检测技术有限公司

技术专家：



2021年12月28日