

核技术利用建设项目

使用丙级非密封放射性物质  
工作场所项目  
环境影响报告表

中国科学院地质与地球物理研究所

2018年05月

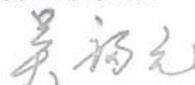
环境保护部监制

核技术利用建设项目

使用丙级非密封放射性物质  
工作场所项目  
环境影响报告表

建设单位名称：中国科学院地质与地球物理研究所

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：北京市朝阳区北土城西路19号

邮政编码：100029

联系人：王镇远

电子邮箱：zhychu@mail.igcas.ac.cn 联系电话：010-82998244

资质编号：环 W2017056



项目名称：使用丙级非密封放射性物质工作场所项目

评价单位：四川省科学城环境安全职业卫生检测与评价中心

法人代表：彭述明

环评项目负责人：张骏

编制人员情况

姓名	职称	专业类别	证书编号	负责章节	签名
王科慧	工程师	输变电及广电通讯	0011958/A321202610	表 1~表 7	王科慧
李勇先	高工	核工业	HP00000445/ A321202711	表 8~表 13	李勇先
		核安全工程师	0002086		
张骏	高工	核工业	0007536/A321202311	审核	张骏

# 目 录

表1 项目基本情况.....	1
表2 放射源.....	8
表3 非密封放射性物质.....	8
表4 射线装置.....	9
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	10
表6 评价依据.....	11
表7 保护目标与评价标准.....	12
表8 环境质量和辐射现状.....	16
表9 项目工程分析与源项.....	17
表10 辐射安全与防护.....	20
表11 环境影响分析.....	24
表12 辐射安全管理.....	27
表13 结论与建议.....	28
表14 审批.....	30
附图1 项目地理位置图.....	31
附图2 研究所周边关系图及院区示意图.....	32

### 表1 项目基本情况

建设项目名称		使用丙级非密封放射性物质工作场所项目				
建设单位		中国科学院地质与地球物理研究所				
法人代表	吴福元	联系人	王镇远	联系电话	010-82998244	
注册地址		北京市朝阳区北土城西路 19 号				
项目建设地点		北京市朝阳区北土城西路 19 号地 7 楼 2 层 206 室				
立项审批部门				批准文号		
建设项目总投资 (万元)	20	项目环保投资 (万元)	2	投资比例 (环保投资/总投资)	10%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	25	
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	制备PET用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其它					

#### 1.1 单位概况

中国科学院地质与地球物理研究所（以下简称“研究所”），是1999年6月由中国科学院地质研究所（1951年在南京成立，其前身为1928年成立的中央研究院地质研究所和1913年成立的中央地质调查所）和中国科学院地球物理研究所（1950年在南京成立，其前身为1928年在南京成立的中央研究院气象研究所和1929年在北京成立的国立北平研究院物理研究所）整合而成。2004年中国科学院武汉物理与数学研究所电离层研究室整体调整到本所，整合后的地质与地球物理研究所是目前中国最重要和最知名的地学研究机构之一。事业单位法人证书见附件1。研究所战略定位是“面向科学前沿，以固体地球和空间科学为主攻方向，建设具有研发

能力、可持续发展的基础研究与技术创新相结合的国际化研究中心”。

研究所现有职工 830 人，其中具有高级专业技术职务 294 人，中国科学院院士 15 人，中国工程院院士 1 人，国家杰出青年基金获得者 36 人，“千人计划”入选者 11 人，中国科学院“百人计划”19 人，国家重点基础研究发展计划（973）项目首席科学家 7 人，6 个国家自然科学基金委创新研究群体。研究所是国家最早确定的硕士、博士研究生培养基地和博士后流动站单位，是中国科学院首批博士生重点培养基地。近期有博士后 140 人，博士研究生 382 人，硕士研究生 194 人。

研究所（北京本部）设有岩石圈演化国家重点实验室和北京空间环境国家野外科学观测研究站，以及工程地质力学、矿产资源研究、地球深部研究、油气资源研究、新生代地质与环境和电离层空间环境等 6 个中国科学院重点实验室。

近年来，研究所承担了国家科技重大专项、国家重大科研仪器设备研制专项、国家重点基础研究发展计划（973 计划）、国家高技术研究发展计划（863 计划）和国家科技支撑计划项目（课题）、国家自然科学基金重大研究计划、重大项目课题及中国科学院战略性先导专项、知识创新工程重大、重点项目等国家级重要项目 200 余项。研究所通过促进优秀人才成长、研发独具特色的技术方法、培育创新思想，大大增强了研究所开展大科学研究和解决国家重大需求的能力，在固体地球科学领域做出了一批富有创新的成果。研究所高度重视知识产权工作，目前已获得授权发明专利 173 项、实用新型专利 16 项、登记软件著作权 260 余个。近年来，其研究成果以第一排名单位获得国家自然科学二等奖 9 项、国家科学技术进步二等奖 1 项，2003 年刘东生院士获得国家最高科学技术奖。此外，研究所还主持了大量其他省部级重要项目，以及产业部门委托的科研和生产项目。

## **1.2 核技术利用及辐射安全管理现状**

### **1.2.1 核技术利用现状情况**

研究所现有核技术应用实践活动已于 2017 年 11 月 29 日取得了北京市环保局颁发的辐射安全许可证（京环辐证[E0122]，见附件 2），有效期至 2022 年 11 月 28 日，许可范围为：使用 V 类放射源、使用 II 类、III 类射线装置。研究所现已许可使用 1 枚<sup>90</sup>Sr 放射源用于刻度/校准，见表 1.1；已获许可使用射线装置情况见表 1.2。

表1.1 已获许可使用放射源情况

核素	出厂日期	出厂活度	类别	用途	工作场所	备注
Sr-90	2001-2-20	单枚1.48E+08Bq, 1枚	V类	刻度/校准源	热释光/光释光 测年实验室	丹麦

表1.2 已获许可使用/批复射线装置情况

序号	设备名称	型号	类别	用途	工作场所	备注
1	X 荧光光谱分析仪	荷兰帕纳科Axios	III	科研	X 荧光光谱分析实验室	已许可
2	X 射线衍射仪	荷兰帕纳科X'pert Pro	III	科研	X 衍射分析实验室	已许可
3	X 荧光光谱分析仪	荷兰帕纳科Axios	III	科研	X 荧光光谱分析实验室	已许可
4	X 荧光光谱分析仪	荷兰帕纳克 XRF/1500	III	科研	X 射线荧光光谱分析实验室	已许可
5	X 射线衍射仪	日本理学D/max 2400	III	科研	转靶 X 射线衍射实验室	已许可
6	电子加速器工业CT	6MeV电子加速器	II	科研	新建实验楼地下三层 CT 检测间	已许可
7	X 射线工业CT	Comet XRS-450	II	科研	新建实验楼地下三层 CT 检测间	已许可

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

研究所近年开展核技术利用履行环保审批情况见表1.3。

表1.3 近年履行环保审批情况

序号	环评批复文号	项目名称	类别	备注
1	京环审 [2012]7 号	使用III类射线装置项目	登记表	京环验 [2013]23 号
2	京环审 [2015]155 号	新增使用 II 类射线装置项目	报告表	已自主验收 (2018.05)

### 1.2.3 辐射安全管理情况

#### (1) 辐射安全防护领导机构

研究所成立了辐射安全与环境保护管理小组：法人为第一负责人，主管辐射安全管理工作的副书记为管理领导小组的组长，各部门负责人为管理机构的成员，并设一名辐射安全员专门负责辐射安全管理工作。辐射安全与环境保护管理小组负责对全所辐射防护管理制度执行情况的监督检查，辐射安全领导小组名单见表 1.4 。

表1.4 辐射安全与环境保护管理小组

序号	组内职务	姓名	性别	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	第一负责人	吴福元	男	所长	所务委员会	兼职
2	组长	钟华	男	党委副书记	党委	兼职
3	组员	刘德庆	男	处长	资产行政处	兼职
4	组员	李立	男	副处长	资产行政处	兼职
5	组员	王镇远	男	主管	资产行政处	专职
6	组员	李守定	男	正高级工程师	科技支撑系统	兼职
7	组员	张春霞	女	副研究员	科技支撑系统	兼职
8	组员	杨继进	男	研究员	科技支撑系统	兼职
9	组员	储著银	男	研究员	科技支撑系统	兼职
10	组员	薛丁帅	男	高级工程师	科技支撑系统	兼职

(2) 规章制度建设及落实情况

研究所依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，结合多年实践，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程，其中包括辐射安全管理体系和岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、辐射安全操作规程、辐射安全培训制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、辐射工作场所及环境监测方案、个人剂量监测计划、辐射事故应急制度等，制定的各项规章制度已在日常工作中落实，可满足工作需要。

(3) 工作人员培训情况

研究所已制定辐射工作人员培训计划，所有辐射工作人员均需接受环保部认可的相关培训机构组织的辐射防护和安全培训，取得合格证书后方可开展辐射工作。目前，研究所现有辐射工作人员 18 名，均已参加了环保部门认可的培训机构组织的辐射安全防护与安全培训，并取得合格证书，辐射工作人员培训情况见附件 3。

(4) 个人剂量监测情况

研究所委托北京市疾病预防控制中心承担辐射工作人员个人剂量监测工作，监测周期不超过三个月，并对个人剂量检测报告存档。研究所 2016 年度、2017 年度个人剂量监测情况见附件 4，工作人员年受照剂量监测情况见表 1.5。

表1.5 工作人员个人剂量监测情况

时间	年剂量约束值	最大剂量值	最小剂量值
2016年度	2 mSv	0.203 mSv	0.136 mSv
2017年度	2 mSv	0.201 mSv	0.068 mSv

(5) 工作场所及辐射环境监测情况

研究所已制定工作场所监测方案，监测方案内容包含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平日常监测。其中环境辐射水平日常监测为自行监测，监测方案中包括实施部门、监测点位、监测项目等。研究所辐射安全领导小组负责建立辐射环境自行监测记录或报告档案，并妥善保存，接受环境保护行政主管部门的监督检查。监测记录应记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息。

依照有关法规和《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》（京环发〔2011〕347号）的要求，研究所将对本单位辐射工作场所开展自行监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。自行监测人员要参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，监测仪器要按规定经计量部门检定合格，检定频率为 1 次/年。

工作场所的辐射水平自行监测频次为 1 次/半年，监测点位至少包括含放射性同位素使用场所外四周、上方和下方的人员可达位置、防护门外、操作位。如果工作场所辐射水平监测结果异常，应立即停止辐射活动，及时查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。同时每年委托有资质的监测机构进行第三方检测，检测频次为 1次/年，2017 年度全所辐射工作场所检测报告见附件 5。

环境辐射水平的监测频次为1次/年，选取地 2、地 7 楼各 1 个监测点位。研究所现有辐射监测仪器见表 1.6 所示。

表1.6 现有辐射监测仪器一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
辐射测量仪	Inspector	正常	1
多用辐射测量仪	FJ428G	正常	1
在线辐射安全报警仪	REN300A	正常	1
X/γ 剂量率仪	GH-102A	正常	1
个人剂量报警仪	Super sense-cm5002	正常	8
	MKS-05P	正常	3

(6) 辐射事故应急管理情况

研究所依据《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》等法律法规要求制定了辐射事故应急制度，确保发生辐射事故时，能准确地掌握情况、分析评价并决策，按事故等级及时采取必要和适当的响应行动。

### 1.3 本项目概况

#### 1.3.1 项目建设背景

目前，与国际上高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 高精度地质年代学的快速发展相比，中国高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 技术的发展相对滞后，为实现研究所战略定位和科研目标，深入开展造山带演化、全球变化和环环境演化、高精度年代地层学、岩浆作用精细年代学、天体化学和深空探测等方面研究工作，中国科学院地质与地球物理研究所的岩石圈演化国家重点实验室正在建立 ID-TIMS 高精度锆石 U-Pb 定年技术，该定年技术在锆石标准样品定年、地质年表研究和地层界线定年，以及重大地质事件的精确定年、斜锆石和陨石年代学等研究方面具有不可取代的技术优势。实验室现已初步解决空气净化、试剂纯化、降低实验室流程本低等技术问题，本项目极有必要购进高纯度放射性U-Pb放射性同位素稀释剂，从而深入开展高精度 ID-TIMS 单颗粒锆石 U-Pb 年代学研究工作。

#### 1.3.2 项目建设内容

U-Pb 同位素稀释剂是指  $^{233}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{236}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$  及 $^{205}\text{Pb}$  等 U、Pb 同位素稀释剂或标准物质，是高精度同位素地质年代学 U-Pb 同位素测年不可缺少的试剂。因此本项目拟通过中国同福股份有限公司从欧盟标准局 (IRMM) 和美国能源部NBL实验室购进 U-Pb 同位素稀释剂，从而在国内实现单颗粒锆石高精度 U-Pb 年代学方法，推动我国高精度地质年代学的发展。

本项目工作场所位于研究所西南处地 7 楼 2 层，地 7 楼南侧为北土城西路，西侧为办公楼，北侧隔路为地 6 楼，东侧为停车场。本项目工作场所包括两处实验室，其中地 7 楼 2 层 206 室用于同位素贮存、分装和样品制备，地 7 楼 2 层 214 室 (质谱室) 用于样品检测。

本项目拟购买 IRMM3636、CMR111-1A 及 CMR135 三种 U-Pb 同位素稀释剂放置在地 7 楼 2 层 206 室，其中 IRMM3636 里面所含放射性同位素为  $^{233}\text{U}$  和  $^{236}\text{U}$  两种核素，CMR111-1A里面所含有放射性同位素为  $^{233}\text{U}$  一种核素，CMR135里面所含有放射性同位素为  $^{235}\text{U}$  一种核素。三种 U-Pb 同位素稀释剂的规格参数详见表 1.7。

表 1.7 U-Pb 同位素稀释剂的规格参数

名称	核素	活度 (Bq)	物理性质	包装方式
IRMM3636	$^{233}\text{U}$ , 0.5mg/瓶	1.80E+05	液态	瓶装, 1mL
	$^{236}\text{U}$ , 0.5mg/瓶	1.20E+03		
CMR111-1A	$^{233}\text{U}$ , 5mg/瓶	1.80E+06	液态	瓶装, 10mL
CRM 135	$^{235}\text{U}$ , 100mg/瓶	8.0E+03	液态	瓶装, 15mL

本项目中，高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 定年实验包括锆石溶样与化学分离、Pb、U同位

素质谱测定和数据处理。实验过程中，每件样品需要  $^{233}\text{U}$ 、 $^{236}\text{U}$  或  $^{235}\text{U}$  最大加入量为 5ng，单日最大样品操作量为 18 个，使用放射性同位素为 90ng，实验过程中放射性同位素使用情况见表 1.8。

表 1.8 实验过程中放射性同位素使用情况

核素	规划工作量	日最大操作活度 (Bq)	活动种类	GB18871-2002 豁免活度 (Bq)
$^{233}\text{U}$	样品日最大制备数为18个, 单日使用核素为 90ng	3.21E+01	使用	1.00E+04
$^{235}\text{U}$	样品日最大制备数为18个, 单日使用核素为 90ng	7.2E-03	使用	1.00E+04
$^{236}\text{U}$	样品日最大制备数为18个, 单日使用核素为 90ng	2.16E-01	使用	1.00E+04

根据 GB 18871-2002 中提出的要求：附录A2.1 中 b) “符合以下要求的放射性物质任何时间段内在进行实践的场所存在的给定核素的总活度或在实践中使用的给定核素的活度浓度不超过表 A1 所给出的或审管部门所规定的豁免水平；” 附录A2.2 中 c) “如果存在一种以上的放射性核素，仅当各种放射性核素活度或活度浓度与其对应的豁免活度或豁免活度浓度之比之和小于 1 时，才可能考虑给予豁免。” 本项目实际实验过程单日使用放射性核素的浓度低于豁免活度，且日操作量与豁免活度之比之和小于 1，所以本项目实际实验操作过程属于豁免水平。本项目拟使用 3 种放射性同位素及其使用量见表 1.9。

表 1.9 实验室使用放射性同位素情况

核素名称	规划工作量	日等效最大操作量	活动种类	用途	工作场所
$^{233}\text{U}$	药物外购，IRMM3636试剂购买1瓶，核素含量0.5mg/瓶	1.80E+04Bq	贮存	科研实验	实验室
	药物外购，CMR111-1A试剂购买1瓶，核素含量5mg/瓶	1.80E+05Bq			
$^{235}\text{U}$	药物外购，CMR135试剂购买1瓶，核素含量100mg/瓶	8.00E-01Bq	贮存	科研实验	实验室
$^{236}\text{U}$	药物外购，IRMM3636试剂购买1瓶，核素含量0.5mg/瓶	1.20E+01Bq	贮存	科研实验	实验室

注：1、 $^{233}\text{U}$ 毒性组别为极毒组（毒性组别修正因子为10）， $^{236}\text{U}$ 毒性组别为高毒组（毒性组别修正因子为1）， $^{235}\text{U}$ 毒性组别为低毒组（毒性组别修正因子为0.01）；  
2、操作方式修正因子：源的贮存选100。

根据 GB 18871-2002的规定，日等效最大操作量在豁免活度值以上~ $2\text{E}+07\text{Bq}$ 的范围内为丙级非密封放射性物质工作场所。对于贮存 U-Pb 同位素稀释剂的工作场所（206室），以购买药品的初始活度计算场所等级，该场所的日等效最大操作量可达  $1.98\text{E}+05\text{Bq}$ ，因此本项目的贮存场所（206室）为丙级非密封放射性物质工作场所。

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
	无							

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
1	<sup>233</sup> U	液态	使用	1.98E+06	1.98E+05	1.98E+06	科研实验	贮存	地 7 楼 2 层 206 室	206室内具有屏蔽功能的冰箱内
2	<sup>236</sup> U	液态	使用	1.20E+03	1.20E+01	1.20E+03	科研实验	贮存		
3	<sup>235</sup> U	液态	使用	8.00E+03	8.00E-01	8.00E+03	科研实验	贮存		

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），操作方式修正因子：源的贮存选100。

### 表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	无									

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
	无								

(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 (mA)	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	
	无												

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
无								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>2</sup>；年排放总量用kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年修订版；                  (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年；                  (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016年修订版；                  (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005年；                  (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2017年修订；                  (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年；                  (7) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院1998年第253号令。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，（GB18871-2002）；                  (2) 《辐射环境监测技术规范》，（HJ/T61-2001）；                  (3) 《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）；                  (4) 《职业性外照射个人监测规范》，（GBZ128-2016）；                  (5) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》，（GBZ117-2015）；                  (6) 《操作非密封源的辐射防护规定》，（GB11930-2010）；                  (7) 《放射性废物分类》，2018年1月1日施行；</p>
<p>其他</p>	<p>中国科学院地质与地球物理研究所提供的相关技术资料。</p>

表7 保护目标与评价标准

**7.1 评价范围**

**7.1.1 评价内容**

本项目主要就放射性同位素使用过程中对周围环境以及工作人员、公众等产生的影响进行分析。

**7.1.2 评价因子**

主要评价因子为放射性同位素使用过程中产生的  $\alpha$ 、 $\gamma$  射线。

**7.1.3 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) 规定, 以及本项目的辐射环境影响特点, 本项目评价范围为辐射工作场所屏蔽墙外周围 50m 范围内的区域。

**7.2 保护目标**

本项目周围 50m 区域内没有居民区, 故环境保护目标为从事本项目的辐射工作人员和周围其他公众, 主要考虑放射性同位素使用过程中对工作人员、周围公众及周围环境的影响, 使其受照剂量低于本报告提出的剂量约束值, 确保工作人员和公众的安全。

**7.3 评价标准**

**7.3.1 剂量限值**

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的规定:

表7.1 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续5年的年平均有效剂量不超出20mSv, 且任何一年中的年有效剂量不超出50mSv。	年有效剂量不超出1 mSv, 特殊情况下, 如果5个连续年的年平均剂量不超过1 mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到5 mSv。
眼晶体的当量剂量150 mSv/a; 四肢或皮肤的当量剂量500/mSv/a。	眼睛体的当量剂量15mSv/a; 皮肤的当量剂量50 mSv/a。

《GB18871-2002》第 11.4.3.2 条款还规定了年剂量约束值，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数，公众剂量约束值通常应在 0.1~0.3 mSv/a 范围内。

### 7.3.2 剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定职业照射连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv；公众照射中关键人群组的成员所受的年有效剂量不超过 1mSv。

本项目评价中根据研究所的实际情况，本项目实施后，职业人员所受照射剂量约束值设定为 2mSv/a；公众人员受照剂量约束值设定为 0.1mSv/a。

### 7.3.3 放射性表面污染控制水平

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定了非密封放射性物质工作场所表面污染控制水平，见表 7.2。

表 7.2 工作场所放射性表面污染控制水平（单位 Bq/cm<sup>2</sup>）

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、 地面	控制区	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	0.4	0.4	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4

### 7.3.4 非密封放射性工作场所分级

参照《电离辐射防护与辐射源安全防护基本标准》，非密封放射性物质工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级，分级情况见表 7.3。

表7.3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲级	$4 \times 10^9$
乙级	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙级	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

### 7.3.5 豁免准则与豁免水平

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定:

#### 4.2.4 豁免

4.2.4.1 如果源符合下列条件之一,并经审管部门确认和同意,则该源或利用该源的实践可以被本标准的要求所豁免:

- a) 符合本标准附录A(标准的附录)中所规定的豁免要求;
- b) 符合审管部门根据本标准附录A(标准的附录)规定的豁免准则所确定的豁免水平。

#### 附录A(标准的附录)

#### 豁免

#### A1 豁免准则

A1.2 豁免的一般准则是:

- a) 被豁免实践或源对个人造成的辐射危险足够低,以至于再对它们加以管理是不必要的;
- b) 被豁免实践或源所引起的群体辐射危险足够低,在通常情况下再对它们进行管理控制是不值得的;
- c) 被豁免实践和源具有固有安全性,能确保上述准则 a)和 b)始终得到满足。

#### A2 可豁免的源与豁免水平

b) 符合以下要求的放射性物质,即任何时间段内在进行实践的场所存在的给定核素的总活度或在实践中使用的给定核素的活度浓度不超过表 A1 所给出的或审管部门所规定的豁免水平;

表A1 作为申报豁免基础的豁免水平:放射性核素的豁免活度浓度与豁免活度

核素	活度浓度(Bq/g)	活度/Bq
<sup>233</sup> U	1E+01	1E+04
<sup>236</sup> U	1E+01	1E+04
<sup>235</sup> U	1E+01	1E+04

注:表格中只给出本报告所涉及核素的豁免活度浓度与豁免活度

### 7.3.6 《放射性废物分类》的相关规定

第五条 豁免废物或解控废物不属于放射性废物。

第七条 豁免或者解控的剂量准则:在合理预见的一切情况下,被豁免的实践或源(或者被解控的物质)使任何个人一年内所受到的有效剂量在 10μSv 量级或更小,而且即使在发生低概率的意外不利情况下,所受到的年有效剂量不超过 1mSv。

第八条 含多种人工放射性核素的废物,每种放射性核素的活度浓度与其对应活度浓度上

限值的比值之和，应满足下列公式：

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{i0}} \leq 1$$

式中， $C_i$ 为废物中第  $i$  种放射性核素的活度浓度， $C_{i0}$ 为第  $i$  种放射性核素的活度浓度上限值， $n$  是废物中放射性核素种类的数目。

第九条 豁免废物或解控废物：废物中放射性核素的活度浓度极低，满足豁免水平或解控水平，不需要采取或者不需要进一步采取 辐射防护控制措施。豁免或解控废物的处理、处置应当满足国家固体废物管理规定。

### 7.3.7 评价目的

(1) 评价放射性同位素使用过程中对周边环境的影响以及对职业、公众人员所造成的辐射危害；

(2) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门的管理提供依据，为使用单位保护环境和公众利益给予技术支持；

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

### 7.3.8 评价原则

本评价依据国家相关法律、法规及部门规章展开，严格执行国家和北京市的有关标准，要求辐射防护设计和安全措施必须满足相关标准的规定，并保证各类人员受照剂量在规定的限值以内，满足辐射实践的正当性、辐射防护与安全的最优化原则。

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 地理位置和场所位置

#### 8.1.1 地理位置

研究所位于北京市朝阳区北土城西路 19 号，地理位置图见附图 1，研究所南临北土城西路，北靠华严里小区，西临八达岭高速，东面为华严里 40 号和元大都 7 号，周边关系图和研究所园区示意图见附图 2。

#### 8.1.2 场所位置

本项目的辐射工作场所位于研究所内地 7 楼 2 层 206 室和地 7 楼 2 层 214 室(质谱室)，研究所园区示意图见附图 3。其中 206 室属于丙级非密封放射性物质工作场所，主要进行同位素贮存、分装和样品制备；214 室(质谱室)进行样品检测。本项目实际实验过程单日使用放射性核素的浓度低于豁免活度，且日操作量与豁免活度之比的小于 1，所以本项目实际实验操作过程属于豁免水平。工作场所周围及上下楼层均为普通实验室。地 7 楼 1~3 层平面布局图见附图 4。

### 8.2 辐射环境现状监测

环评单位于 2017 年 08 月 17 日对研究所辐射工作场所及周围进行了环境辐射本底水平现状监测，采用 Inspector Exp<sup>+</sup>型辐射监测仪(检定编号为：DD17H-CA010022，检定有效期至 2018 年 06 月 25 日)，工作场所现状监测结果见表 8.1，监测点位见附图 3。

表8.1 实验室展厅及其周边环境本底的空气比释动能率监测结果

监测点位	监测点位置说明	空气比释动能率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
1	206房间西侧，离地面1m	0.08~0.12
2	206房间内，离地面1m	0.09~0.11
3	206房间南侧，离地面1m	0.07~0.11
4	质谱室房间南侧，离地面1m	0.08~0.09
5	质谱室房间西侧，离地面1m	0.08~0.11
6	质谱室房间北侧，离地面1m	0.10~0.12
7	质谱室房间内，离地面1m	0.06~0.09

\*监测数据未扣除对宇宙射线的响应。

环境现状监测结果表明：实验室周围环境监测点的空气比释动能率均在北京市环境辐射本底平均值范围以内，未发现环境辐射水平异常。

表9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 实验概述

锆石 U-Pb 定年是确定地质事件时代最理想的方法之一。现代锆石 U-Pb 地质年代学正在向高空间分辨率 (high-spatial-resolution) 和高时间分辨率 (high-precision geochronology) 两个方向发展。前者利用微区原位分析技术, 如 SIMS (二次离子质谱: CAMECA 1280, CAMECA 1280HR; SHRIMP-I, SHRIMP-II) 和 LA-ICP-MS (激光剥蚀等离子质谱), 基于标样校正, 实现对锆石不同区域 U-Pb 年龄的测定, 准确度分别约为 1% 和 3%。后者则利用 ID-TIMS (同位素稀释-热电离质谱) 技术, 对单颗粒锆石或部分颗粒进行 U-Pb 同位素组成分析, 其优势是不依赖于标样校正, 准确度高, 一般优于 0.1%。近十几年来, 离子探针和 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年技术发展迅速, 它们具有微区、高效等明显技术优势, 在常规样品锆石 U-Pb 定年方面已经取代了 ID-TIMS 技术。但是, 由于离子探针和 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年技术的精度有限, 高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 定年技术在锆石标准样品定年、地质年表研究和地层界线定年、以及重大地质事件的精确定年、斜锆石和陨石年代学等研究方面仍具有不可取代的技术优势。因此, 在离子探针和 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年技术广泛应用的今天, 国际上许多一流同位素地球化学实验室仍然致力于发展和提升 ID-TIMS 高精度锆石 U-Pb 定年技术。

### 9.1.2 高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 定年实验方法

本项目中, 高精度 ID-TIMS 锆石 U-Pb 定年实验包括锆石溶样与化学分离、Pb、U 同位素质谱测定和数据处理、分析三步, 具体操作方法如下:

#### (1) 锆石溶样与化学分离 (地 7 楼 2 层 206 室)

采用标准的 CA-ID-TIMS 流程进行锆石样品清洗, 采用 50 $\mu$ L 阴离子交换柱分离 U-Pb。样品溶解及化学分离步骤如下:

① 实验室环境及试剂: 实验操作位于 206 超净化实验室, 与本项目相关的主要试剂为 U-Pb 试剂;

② 器皿清洗: 所有氟塑料器皿均经过超纯水洗净, 然后依次用其他化学试剂清洗 3 次, 每次 12h 以上。锆石溶样器皿依次采用相关化学试剂加压高温清洗 4 次, 每次 12 小时以上;

③ 锆石挑选：在双目显微镜下，根据晶型、颜色、颗粒大小，挑选锆石；

④ 淬火：将挑选的锆石颗粒转入石英玻璃皿，放入马弗炉 900℃ 加热 60h 淬火，对锆石进行放射性损伤愈合；

⑤ 化学剥蚀：将淬火后的锆石转入锆石溶样器中，采用相关化学试剂溶解 12h ；

⑥ 锆石洗涤：将经过化学剥蚀的锆石，采用相关化学试剂洗涤；

⑦ 锆石的分解：将洗涤后的锆石转入溶样器中，加 U-Pb 同位素稀释剂，采用 HF 在 220℃ 下加热 48h 以上使锆石彻底溶解；

⑧ U-Pb 化学分离：将样品转化为氯化物，通过 50 $\mu$ L 阴离子交换柱分离 U-Pb ，在分离样品中加入 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ，蒸干样品，待质谱测试；

⑨ 点样：往样品杯中加入硅胶发射剂，与样品充分混合，然后用洗净的毛细管将样品加载于已预先去气的铯（Re）灯丝上。

(2) Pb、U 同位素质谱测定（地 7 楼 2 层 214 室）

质谱测定：将载有样品的灯丝转入质谱室，放入质谱仪，通过调节灯丝温度，进行样品测定，获得测试数据。

(3) 数据处理

对 Pb 和 U 的同位素分析数据通过专业软件进行分析处理。

实验操作过程流程图详见图 9.1。

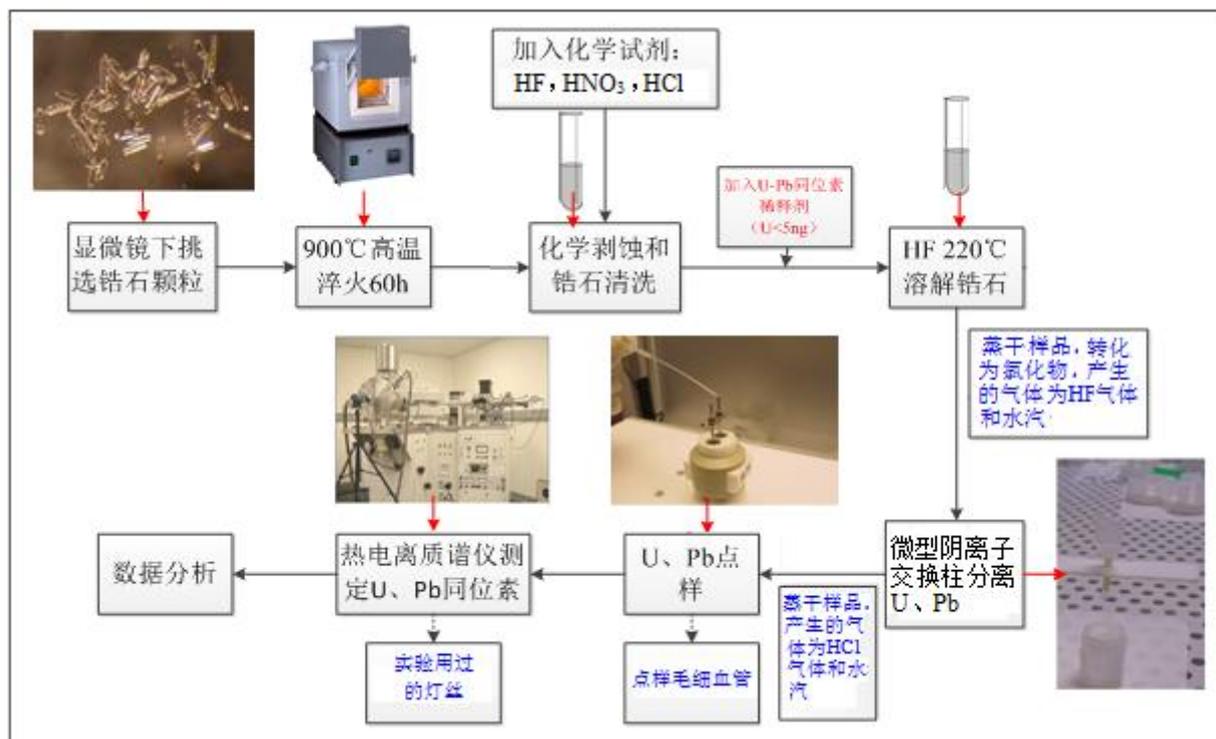


图9.1 实验操作过程流程图

本项目实验操作过程中使用放射性同位素量为 ng 级别，锆石清洗后加入放射性同位素，整个实验过程中放射性同位素的物理状态由液态→固态。地 7 楼 2 层 206 室进行同位素贮存、分装和样品制备，制备好的样品放在专用转移盒中，并转移至地 7 楼 2 层 214 室进行样品检测，实验结束后样品灯丝及点样毛细管等废物均为豁免水平，经审管部门确认后，作为非放射性废物处理。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 主要放射性污染物

研究所拟使用 U-Pb 同位素稀释剂主要有  $^{233}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$  及  $^{236}\text{U}$ ，实验过程中总活度已在豁免值以下，因此正常工况下不产生放射性污染物。

根据实验操作流程，产生的固废主要包括：实验中使用的点样毛细吸管和样品灯丝，日最大产生固废约2g，年最大产生量约50g。由于总活度在豁免值以下，经审管部门确认后，作为非放射性废物处理。

根据实验操作流程，实验操作过程中产生废液过程为清洗样品杯和溶样Capsule的第一次酸清洗液，每样使用1mL，日最大产生量约20mL，年最大产生量约500mL。由于酸清洗液总活度在豁免值以下，经审管部门确认后，作为非放射性废物处理。

U 为难挥发元素，样品蒸干及溶样过程中没有 U 的挥发，因此实验过程中不产生放射性废气。

### 9.2.2 正常工况污染途径分析

射线贯穿辐射。在进行放射性同位素操作时，操作人员及周围停留的公众可能受到释放的  $\alpha$  射线、 $\gamma$  射线的影响。

### 9.2.3 事故工况污染途径分析

(1) 在实验室操作放射性同位素时发生样品溶液泼洒等意外事故，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染；

(2) 放射性同位素保管不当，发生遗失或被盗，可能造成环境放射性污染。

表10 辐射安全与防护

10.1项目安全设施

10.1.1 辐射安全与防护设施

(1) 工作场所分区情况

本项目中放射性同位素实验室工作场所包括地 7 楼 2 层 206 室（同位素贮存、分装和样品制备）和地 7 楼 2 层 214 室（样品检测），其中仅206室为丙级非密封放射性物质工作场所。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准的分区原则，辐射工作场所分为控制区和监督区，其中 206 室为控制区，214室（质谱室）、204室及走廊为监督区，详见图 10.1。



图10.1 地 7 楼地上二层辐射工作场所区域划分图

(2) 实验室辐射屏蔽设计情况：本项目中放射性同位素实验室工作场所均采用实体建筑屏蔽，均为混凝土墙体。

(3) 地 7 楼 2 楼 206 室为超净实验室（千级），实验室内超净通风柜和超净工作台级别均为百级。

(4) 实验人员进入控制区应穿工作服，涉及放射性同位素的操作佩戴乳胶手套。实验室配备多功能辐射测量仪，实验人员操作放射性同位素后应及时检测个人及操作场所的表面污染。

(5) 外照射防护：对于放射性同位素的操作，在超净通风柜和超净工作台内（10mm 厚的有机玻璃）操作，操作过程尽可能在较短的时间内完成。实验过程中需要将含有放射性同位素样品转移的操作，必须将样品放置在专用转移盒中进行转移。

(6) 内照射防护：实验人员进入控制区前首先检查手部是否存在伤口，如有伤口停止实验。按照实验室各项操作规章制度和操作规程，实验人员禁止在控制区内进食、饮水、抽烟或嚼口香糖，严格遵循所需的工作程序。

(7) 按需要量订购同位素，根据研究所需求购买 IRMM3636、CMR111-1A 及 CMR135 试剂三种 U 同位素稀释剂各 1 瓶，贮存在地 7 楼 2 层 206 室上锁的冰箱内。冰箱内 IRMM3636、CMR111-1A 及 CMR135 储存器具有屏蔽功能，并在冰箱上粘贴警告标志“当心电离辐射”。

(8) 实验室采取安保措施、安装防盗门、监视系统等。安装火灾报警器、配备灭火器材，辐射工作场所出入口设置电离辐射警告标志和中文警示说明粘贴电离辐射警告标志，防止无关人员进入。

#### 10.1.4 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修订）第十六条的规定，对使用放射性同位素和射线装置单位提出了具体条件，本项目具备的条件与法规要求的对照检查见表 10.1。

表10.1 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照检查情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	研究所落实情况	是否符合
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	已成立辐射安全领导小组，全面负责辐射安全管理工作。	符合
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共计 2 人，均已参加了清华大学组织的辐射防护培训并取得合格证书。	符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目实验室的同位素和样品贮存在实验室内具有屏蔽功能的储藏冰箱内。	符合

放射性同位素与射线装置使用场所所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在 206 室的门上安装“非工作人员请勿靠近”和“当心电离辐射”的警示标识，以防止非工作人员误闯进入实验室而造成公众受到意外的事故发生。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	监测仪器详见表 1.6。	符合
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。	制定了辐射安全管理规定、操作规程、设备维修维护制度、辐射监测计划、辐射工作人员培训管理制度、台账管理制度、辐射事故应急预案等。	符合
产生放射性废气、废液、固体废物的，应具有确保放射性废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	实验过程中不产生放射性“三废”	符合
有完善的辐射事故应急措施。	制定了辐射事故应急措施。	符合

### 10.1.5 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

环保部2011年第18号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18号令”要求的对照情况见表10.2。

表10.2 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对照检查情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求	研究所落实情况	符合情况
<b>第五条</b> 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，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。射线装置的生产和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在 206 室的门上安装“非工作人员请勿靠近”和“当心电离辐射”的警示标识，以防止非工作人员误闯进入实验室而造成公众受到意外照射的事故发生。	符合
<b>第九条</b> 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。	根据监测制度，研究所定期进行环境监测和工作场所监测。	符合

<p><b>第十二条</b> 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。</p>	<p>每年 1 月 31 日前向环保部门提交上一年度的评估报告。</p>	<p>符合</p>
<p><b>第十七条</b> 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。</p>	<p>本项目辐射工作人员共计 2 人，均已参加了清华大学组织的辐射防护培训并取得合格证书。</p>	<p>符合</p>
<p><b>第二十三条</b> 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。</p>	<p>从事辐射工作的人员均配备个人剂量计，并委托北京市疾病预防控制中心承担个人剂量监测工作。</p>	<p>符合</p>
<p><b>第二十四条</b> 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。</p>	<p>委托北京市疾病预防控制中心进行辐射工作人员个人剂量检测。</p>	<p>符合</p>

## 10.2 三废的治理

### (1) 固体废弃物处理措施

本项目不产生放射性废物。根据实验操作流程，产生的固废主要包括：实验中使用的点样毛细吸管和样品灯丝，日最大产生固废约2g。由于总活度在豁免值以下，经审管部门确认后，作为非放射性废物处理。

### (2) 废水治理措施

本项目不产生废水，根据实验操作流程，实验操作过程中产生废液过程为清洗样品杯和溶样Capsule的第一次酸清洗液，每样使用1mL，日最大产生量约20mL。由于总活度在豁免值以下，经审管部门确认后，作为非放射性废物处理。

### (3) 废气治理措施

U 为难挥发元素，样品蒸干及溶样过程中没有 U 的挥发，因此实验过程中不产生放射性废气。

表11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目工作场所使用的实验室均已建成，不存在建设或安装过程中的环境影响问题。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 放射性同位素应用内容

实验室中用的主要放射性同位素为： $^{233}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 和 $^{236}\text{U}$ ，其中 $^{233}\text{U}$ 每次使用量最大，为 $3.21\text{E}+01\text{ Bq}$ 。本项目在进行实验时，使用放射性同位素产生 $\alpha$ 、 $\gamma$ 射线。 $\alpha$ 射线的射程较短，被通风橱的有机玻璃和普通混凝土阻挡，因此 $\alpha$ 射线对工作人员和外环境的影响可以忽略，主要考虑 $\gamma$ 射线外照射对工作人员的影响。

#### 11.2.2 剂量估算

##### (1) 实验室使用核素

本实验中，操作放射性同位素进行试验和标准刻度均为近距离操作，开展实验时所有核素操作时间不超过8h/天，按每年最多工作200天，则保守假设所有核素每年使用时间为1600小时。

参照辐射防护手册2002版（Radiation Protection Dosimetry Vol.98 No 1, 2002），将活度为1MBq的含放射性核素的药液看作点源，距离不同核素30cm处人的深部当量剂量率见表11.1。

表11.1 实验室使用核素30cm处人的深部当量剂量率

核素	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )/MBq	30cm处剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年操作时间 (h)	年累积剂量 ( $\mu\text{Sv}$ )
$^{233}\text{U}$	5.90 E-03	1.16 E-03 (1.98E-01 MBq)	1600	1.85 E+00
$^{235}\text{U}$	3.28 E-01	2.62 E-07 (8.0E-07 MBq)	1600	4.20 E-04
$^{236}\text{U}$	5.90 E-03	7.08 E-08 (1.20E-05 MBq)	1600	1.13 E-04

由表11.1可知，对应不同活度核素、距其30cm处的剂量率均低于本评价设定的剂量率控制值，依据距离平方反比定律，可知放射性同位素实验室运行期间对周围环境产生的附加剂量率较轻微，其辐射影响可以忽略。

## (2) 年附加剂量率估计

根据公式年附加剂量率 $H_w=H \cdot T \cdot t$  ( $H$ 为附加剂量率;  $t$  为全年辐照时间;  $T$  为人员的居留因子) 来计算职业人员和公众所接受的最大年附加剂量。

### ① 工作人员年附加有效剂量

实验室工作人员受照剂量主要来自操作放射性同位素, 每年核素最大操作时间为 1600 h, 由表 11.1 可知, 操作放射性同位素年累积剂量为  $1.85+00 \mu\text{Sv}$ , 远低于本评价设定的工作人员剂量约束值  $2.0 \text{ mSv/a}$ 。

### ② 公众年附加有效剂量

在同位素实验室周围的公众人员主要为其他普通实验室、办公室工作人员, 均经过至少 20cm 混凝土的墙体/楼板屏蔽, 经过混凝土屏蔽和距离衰减后, 公众人员可能经过的实验室周围区域的剂量率与本底水平相当, 参照工作人员年受照剂量, 保守起见, 公众人员的年附加受照剂量也视为 $1.85+00 \mu\text{Sv}$ , 低于本评价设定的公众人员剂量约束值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

## 11.3 异常事故分析与防范建议

### 11.3.1 事件(故)分析

本项目主要开展放射性同位素实验, 在正常运行情况下对公众和周围的环境是安全的。但是, 如果操作管理不善或发生异常情况时, 可能对公众和环境造成辐射危害, 可能出现的情况有:

- (1) 放射性同位素意外泼洒、泄露、丢失;
- (2) 非密封放射性物质被盗或丢失。

### 11.3.2 事件(故)防范措施建议

(1) 建立放射性同位素使用管理制度, 制定放射性同位素操作技术规程和事故应急处理预案。辐射安全管理领导小组定期检查安全规章和制度落实情况, 发现问题及时纠正;

(2) 应急预案须明确应急处理组织机构和职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等;

(3) 配备必要的个人防护用品(戴PVC手套、口罩)、表面污染检测仪器和应急器材、设备;

(4) 工作人员需熟练掌握放射性同位素操作技能和辐射防护基本知识的培训, 正确处置意外情况;

(5) 加强安全管理，落实放射性同位素和含密封源仪器安保措施；

(6) 若不小心放射性同位素洒落发生污染：

① 及时封闭污染现场和切断污染的来源，带双层一次性PVC手套和吸水纸吸取废液去污，同时使用检测仪器检查污染区域。吸水纸及污染的手套等物品放到危废收集桶中。经审管部门检查认定若未达到清洁解控水平，送北京放废中心做放废处理。经审管部门检查认定受污染区域达到清洁解控水平，解除监控。

② 对受污人员采取必要的去污措施，使用监测仪器检查污染区域，包括手、衣物和鞋等物品。若鞋、衣物等发生污染，放到危废收集桶中，经审管部门检查认定若未达到清洁解控水平，送北京放废中心做放废处理。

③ 去污原则：应视核素的种类、放射性核素的理化性质，被污染对象的特点，采取相应的去污措施。去污顺序应由外围像中心依次进行，避免污染范围扩大。

(7) 发生非密封放射性物质丢失、被盗，以及放射性污染事故时，相关人员应立即向上级主管部门报告，启动辐射事故应急预案。

## 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

研究所将依托现有的辐射安全管理领导小组开展辐射安全管理工作，现有领导小组可满足管理要求。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

本项目实施后，将根据辐射安全管理要求，将不断完善辐射安全管理制度。

### 12.3 辐射工作人员培训情况

本项目中，实验室现有 2 名工作人员，均已取得辐射安全与防护培训合格证书，培训合格证书见附件 6。研究所将严格按照要求安排工作人员定期进行复训，所有辐射工作人员均持证上岗，新增辐射工作人员需经培训后持证上岗。

### 12.4 辐射监测

#### (1) 个人剂量监测

辐射工作人员均按照规范佩戴个人剂量计，由专人收集并委托北京疾控中心承担个人剂量检测工作，每季度送检一次，每季度的个人剂量检测结果和每年度的个人剂量检测报告存档备案。

#### (2) 工作场所和辐射环境监测

研究所已制定工作场所监测方案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，辐射环境自行监测记录，随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市环保局。研究所现有的辐射监测仪器能够满足辐射防护和环境保护的要求。

### 12.5 辐射事故应急管理

研究所已制定相应辐射事故应急制度能满足要求，制定了辐射事故应急救援预案，明确了应急指挥机构的职责，人员组成和分工，规定了应急部门及人员职责要求，发生辐射事故时的报告、通讯联络方式、应急处理方法和救援管理规定。研究所规定每年至少组织一次辐射事故应急处理演练。

表13 结论与建议

### 13.1 结论

#### (1) 项目概况

本项目建设地址位于北京市朝阳区北土城西路 19 号地 7 楼 2 层 206 室和地 7 楼 2 层 214 室（质谱室），其中仅206室属于丙级非密封放射性物质工作场所。研究所拟通过中国同福股份有限公司从欧盟标准局（IRMM）购进 U-Pb 同位素稀释剂，使用U-Pb 同位素稀释剂开展单颗粒锆石高精度 U-Pb 年代学方法，本项目运行后，206 室为丙级非密封放射性物质工作场所。

#### (2) 实践的正当性

本项目使用 U-Pb 同位素稀释剂开展单颗粒锆石高精度 U-Pb 年代学方法，可真正在国内实现单颗粒锆石高精度 U-Pb 年代学方法，以推动我国高精度地质年代学的发展。本项目建设的目的明确，理由正当，符合辐射防护“正当性”原则。同时具备了技术、人员和经费等条件，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

#### (3) 选址合理性

本项目工作场所位于研究所地 7 楼 2 层 206 室和地 7 楼 2 层 214 室（质谱室），其中仅206室为丙级非密封放射性物质工作场所。周围50m范围内均为研究所实验室、办公室及院内道路，本项目选址是合理可行的。

#### (4) 主要环境问题

使用放射性同位素过程中产生的  $\alpha$ 、 $\gamma$  射线对周围环境以及工作人员、公众等产生的影响。

#### (5) 辐射防护屏蔽能力分析

本项目实验室工作人员年最大受照剂量为  $1.85E+00\mu\text{Sv}$ ，低于本评价设定的剂量约束值  $2\text{mSv}$ ；考虑距离衰减和混凝土屏蔽防护作用的衰减，周围公众人员远小于本评价设定的剂量约束值  $0.1\text{mSv}$ 。

#### (6) 辐射环境评价

① 项目建设布局及分区合理，屏蔽设计符合环保要求。

② 根据研究所提供的材料，新建放射性同位素实验室工作人员年最大受照剂量为  $1.85\text{E}+00 \mu\text{Sv}$ ，低于本评价设定的剂量约束值  $2\text{mSv}$ ；周围公众人员年最大受照剂量也为  $1.85\text{E}+00 \mu\text{Sv}$ ，低于本评价设定的剂量约束值  $0.1\text{mSv}$ 。

③ 辐射安全管理：研究所设有辐射安全与环境管理机构，负责全校的辐射安全管理和监督工作。研究所拥有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护制度，日后将不断完善。

综上所述，研究所核技术利用项目，在充分落实本报告表提出的污染防治措施和有效执行学校辐射安全管理制度后，具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行对周围环境产生的辐射影响能符合环境保护的要求，故从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

### 13.2 建议和承诺

为保护环境，促进研究所核技术利用项目的应用，保障公众和工作人员身体健康，预防事故发生，建议加强辐射安全管理，落实辐射安全与防护设施，确保辐射工作人员持证上岗，并做好辐射工作人员个人剂量监测和场所日常监测工作，并记录存档。同时，研究所承诺：

- (1) 完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，接受审批部门监督检查，及时整改检查中发现的问题；
- (2) 按要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；
- (3) 进入放射性同位素实验室的实验或工作学习的人员严格按规章制度要求；
- (4) 加强对辐射工作人员专业知识和业务工作的定期培训，提高操作熟练程度，最大程度降低受照剂量、避免辐射事故发生；
- (5) 加强内部监督管理，并接受审批部门的监督检查。

表14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公章

年 月 日

审批意见:

经办人

公章

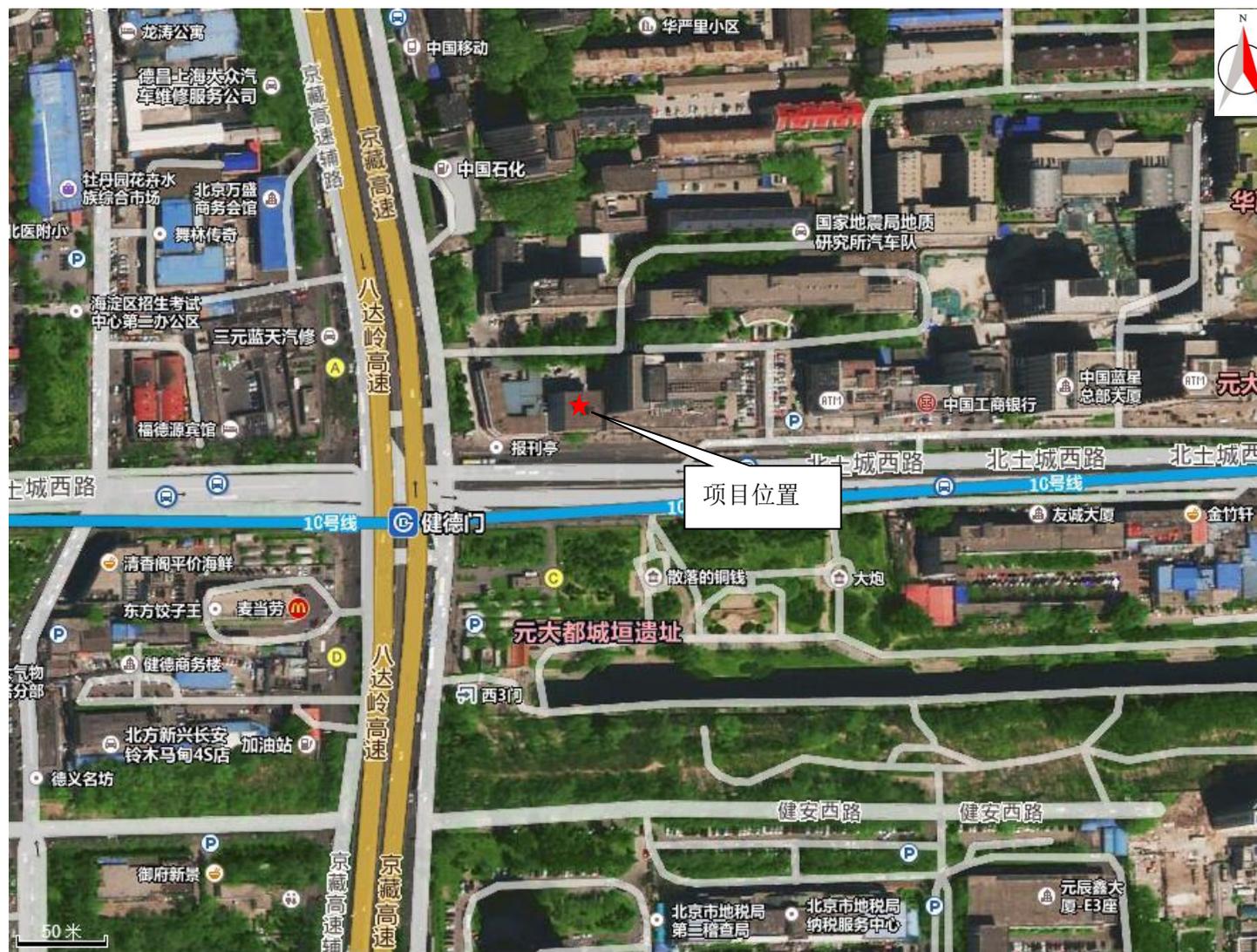
年 月 日

附图1 项目地理位置图



附图2 研究所周边关系图及院区示意图

(一) 周边关系图



(二) 园区示意图



中国科学院  
地质与地球物理研究所

# 园区示意图

