**贵州省科学技术奖推荐公示**

**一、项目名称**：**环境金属地球化学行为与过程的同位素解析**

**二、推荐单位：中国科学院地球化学研究所**

**三、推荐等级：自然科学奖一等奖**

**四、项目简介**：

重金属污染是重要的环境问题。由于重金属种类和来源复杂，空间分布异质性强，易和环境介质相互作用，传统的浓度和形态研究难以精准解析其污染来源和迁移转化过程。金属稳定同位素方法为环境金属来源和行为研究提供了新的手段。**稳定同位素就如同环境样品特有的条形码，可用来全链条追踪环境金属从源到汇的迁移转化过程，提供更直接可靠甚至排他性的源解析信息。**

项目组长期从事环境金属稳定同位素源解析和重金属迁移转化过程研究，注重开展从**方法建立、理论发展再到前沿问题解决的系统性研究工作**，取得了一系列开创性研究成果，为重金属污染治理和修复提供了科技支撑。**原创性成果被收录到多部具有教科书性质的英文专著中，并被苏黎世联邦理工学院等高校用作研究生上课典型分析案例，成为后期同类工作的指南**。基于此，第一申请人陈玖斌研究员得到国家杰出青年基金资助，任科技部重点研发计划“大气污染成因与控制技术研究”总体专家组成员，及生态环境部环境损害鉴定评估专家委员会委员，并获得2018年国际地球化学学会（IAGC）Kharaka奖、2017年中组部“万人计划”领军人才等荣誉。团队在*Geochim. Cosmochim. Acta.*，*Environ. Sci. Technol.*等权威期刊发表80余篇SCI文章。

**（1）在国际上率先建立了多个金属（汞、锌、镓等）同位素分析方法，开辟了新的同位素体系和研究领域，奠定了我国在这几方面的国际引领地位。**

项目组建立了**高精度水体痕量汞、淡水微量锌、火山热液锌、大气颗粒汞以及地质样品镓同位素分析方法**（代表性论文3），开辟了多个新的同位素体系和地球化学研究领域。成果发表在地球化学和分析化学领域顶级期刊*Anal. Chem.*，*Geochim. Cosmochim. Acta.*，*Chem. Geol.*，*J. Anal. Atom. Spectrom.*，等，被法国巴黎大学、德国不来梅大学等顶尖实验室采用，并纳入国际最权威的化学命名和标准评价机构——国际理论与应用化学联合会（IUPAC）技术报告。

**（2）判定了特定过程金属稳定同位素分馏机制，构建了地表环境汞、锌等同位素分馏理论框架，为金属同位素应用研究奠定了基础。**

项目组最重要的研究成果之一是发现了异常高的**偶数汞同位素非质量分馏**，并提出其成因假说，使汞成为迄今唯一具有“三维”同位素示踪体系（质量分馏MDF、奇数非质量分馏MIF和偶数非质量分馏MIF）的重金属，开辟了同位素研究新方向。首次发现矿物表面吸附过程中明显的**镓同位素分馏**，判定了相态转变是其产生机制，这是首个镓同位素分馏理论研究，奠定了镓同位素研究领域的第一块理论基石。在国际上率先报道了水-岩作用中明显的**锌同位素分馏**，发现二次矿物沉淀造成重的锌同位素在液体富集，打破了传统的理论认识，该工作还解答了海水轻的锌同位素亏损的难题，完善了全球尺度锌同位素质量平衡。成果全部发表在SCI一区期刊*Geochim. Cosmochim. Acta.*（代表性论文1），并被选为Geochemical Society的Geochemical news加以报导。

**（3）开展了大气-土壤-河流-湖泊的重金属溯源及生物地球化学过程的系统研究，完成了指南性的金属同位素源解析案例，成果被收录到具有教科书性质的英文专著中，为重金属污染治理和修复提供了科技支撑。**

**率先开展了大气汞同位素溯源研究。**完成雾霾颗粒金属来源的同位素指纹判定的首个工作（其他附件），判定了四季雾霾颗粒汞的主要贡献源；首次发现了单次降雨过程中较大的汞同位素分馏，判定了汞同位素随气象条件改变而变化的机制；同时结合铅、硼等同位素共同判定了大气物质的来源和归趋，展示了金属同位素在雾霾防治甚至气象和气候变化研究中的巨大潜力。成果发表在SCI一区权威期刊*Geochim. Cosmochim. Acta.，Atmos. Chem. Phys*等。

**判定了土壤处于对人为释放重金属持续保存的不饱和状态。**同位素证明保留在土壤中的重金属会对流域生态造成潜在危害；揭示了吸附是土壤对重金属保存的关键过程机制，并受土壤的基本属性制约；发现风化过程改变了从基岩到土壤的重金属的分布状态；提出系列有针对性的土壤重金属污染修复建议和技术，为解决土壤污染治理难题提供科技支撑（如，代表性论文5）。相关成果发表在SCI一区期刊*Geochim. Cosmochim. Acta.*等。

**判定了河流金属的自然和人为来源及其贡献比例，奠定了河流金属同位素源解析的理论框架。**在国际上开展了首个河流金属（锌、铁）同位素溯源研究，发现河水锌的化学保守性，解析了人为和自然源的贡献，完成了具有指南意义的工作（代表性论文2）；判定了流域风化强度和阶段（代表性论文4），完成了迄今为止涵盖金属元素最多的河流颗粒物地球化学系统研究；开辟了水动力分选效应与金属同位素分馏这一新的研究方向。相关成果发表在*Geochim. Cosmochim. Acta.*，*Environ. Sci. Technol., Chem. Geol.*等领域权威刊物，并被收录到在2011年Springer出版的《环境同位素地球化学手册》（Handbook of Environmental Isotope Geochemistry）等4部具有教科书性质的英文专著中，成为后期同类研究学者的指南。

**首次发现湖泊异常的汞同位素信号。**判定了大气沉降和流域输入为汞的重要来源；探明了湿地甲基汞输入是造成我国和加拿大湖水汞同位素组成明显不同的主要因素，提出了我国水环境鱼体汞（甲基汞）较欧美明显偏低的又一关键证据，成果（*Chem. Geol.*）的原创性、新颖性和重要性得到充分肯定。

**五、代表性论文专著目录**（不超过5篇）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文专著名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月日） | 通讯作者(含共同) | 第一作者(含共同) | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Unusual fractionation of both odd and even Hg isotopes in precipitation from Peterborough, ON, Canada /***Geochemica et Cosmochemica Acta***/JiuBin Chen**\***, Holger Hintelmann, XinBin Feng, Brian Dimock | 2012年90卷33-46页 | 2012年5月2日 | 陈玖斌 | 陈玖斌 | 98 | SCI+英文专著(Springer, Elsvier, Wiley) | 是 |
| 2 | Zinc isotopes in the Seine River waters, France: a probe of anthropogenic contamination / ***Environmental science & technology*** / JiuBin Chen**\***, Jérôme Gaillardet, Pascale Louvat | 2008年42卷6494-6501页 | 2008年3月14日 | 陈玖斌 | 陈玖斌 | 75 | SCI+英文专著(Springer, Elsvier, Wiley) | 是 |
| 3 | Precise Analysis of Gallium Isotopic Composition by MC-ICP-MS / ***Analytical Chemistry*** / Wei Yuan, JiuBin Chen**\***, Jean-Louis Birck, ZuoYing Yin, ShengLiu Yuan, HongMing Cai, ZhongWei Wang, Qiang Huang, ZhuHong Wang | 2016年88卷9606-9613页 | 2016年9月4日 | 陈玖斌 | 袁玮 | 10 | SCI+英文专著(Springer, Elsvier, Wiley) | 是 |
| 4 | Behavior of lithium isotopes in the Changjiang River system: Sources eﬀects and response to weathering and erosion / ***Geochemica et Cosmochemica Acta*** / QiLian Wang, Benjamin Chetelat\*, ZhiQi Zhao\*，Hu Ding, SiLiang Li, BaoLi Wang, Jun Li, XiaoLong Liu | 2015年151卷117-132页 | 2014年12月23日 | Benjamin Chetelat，  赵志琦 | 汪齐连 | 23 | SCI+英文专著(Springer, Elsvier, Wiley) | 是 |
| 5 | Accumulation of trace elements in agricultural topsoil under different geological background / ***Plant and Soil*** / Chenglong Tu**\***, Tengbing He, Congqiang Liu**\***, Xiaohui Lu, Yunchao Lang | 2011年349卷241-251页 | 2011年6月23日 | 涂成龙，  刘丛强 | 涂成龙 | 5 | SCI+英文专著(Springer, Elsvier, Wiley) | 是 |
|  | 合计 | | | | | 211 |  |  |

补充说明（视情况填写）：相关材料见正式申报书附件材料

**六、主要完成人**

陈玖斌、赵志琦、涂成龙、何腾兵、袁玮、蔡虹明、王柱红

**七、主要完成单位**

中国科学院地球化学研究所、贵州大学