**拟提名重庆市科技进步奖公示**

**1.项目名称：**矿区土壤生态环境地质地球化学评价与生态修复技术及应用

**2.提名单位（专家）及提名意见**

提名单位：重庆市教育委员会

矿区土壤生态环境地质地球化学评价与生态修复技术及应用，主要聚焦重庆市矿山土壤生态环境质量的地质地球化学评价方法、生态修复技术集成，以及相关技术的转化应用，研究制订了地质地球化学评价方法相关标准，基本查清了重庆及周边120余个矿山（包括煤矿山55个、铅锌矿山6个、锰矿山11个、钡矿山7个、锶矿山4个、铁矿山5个、贵州锑矿山4个）及周边土壤的有益有害元素空间分布特征并作出生态风险评价，系统集成了污染土壤相关修复技术，在重庆市相关区县、贵州省等地得到了推广应用，本研究为矿区土地污染防治、特色农业与生态农业开发等社会迫切需求方面提出了相关解决方案或建议，推动了地方社会经济的发展。**该成果是团队历时12年（2008-2019）取得的系列研究成果的集成、提炼与应用实践，其技术水平达到了国内先进水平，取得了显著经济社会效益。**

**该成果授权国家发明专利5项、实用新型专利2项**；出版学术专著 1 部；发表 SCI论文24篇、发表EI和核心期刊以上论文43篇；培养了博士3名、硕士 25名。**成果的规模应用，支撑了重庆市农业地质调查、重庆市重点区域土壤污染调查及污染防治的相关地质地球化学技术的应用**，推动了重庆市土地质量调查、农业地质调查及区域地质等公益性项目投资23亿元以上；支持了重庆重要矿山开发中对Cd-Pb-Mn-Ti-Tl等重金属的安全管控；指导了矿山Cd污染土壤的修复治理的实施；促进了Se-Zn-B等有益元素富集土地的开发利用，助推特色农业的发展，为特色农业开发企业增收 2.5亿元以上，取得了显著的社会经济效益。

经审查核实，申报的各项内容及材料符合重庆市科技进步奖的提名条件。

综上所述，同意提名该项目为**重庆市科技进步奖二等奖**。

**3.项目简介**

生态文明是实现人与自然和谐发展的必然要求，生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计。矿区土壤环境承载力差，尤为脆弱，矿区土壤污染是土壤污染防治的重中之重。本成果顺应时代需要，主要聚焦重庆市矿区土壤生态环境质量的地质地球化学评价方法、生态修复技术集成，以及相关技术的转化应用，基本厘清了全市矿区土壤有害元素空间分布特征，并科学评价了矿区土壤的生态风险，研究制订了矿区污染土壤修复相关标准，系统集成了污染土壤相关修复技术并在我市相关区县、贵州省等地得到了推广应用。该成果是团队历时12年（2008-2019）取得的系列成果集成、提炼与应用实践，其技术水平达到了国内先进水平，取得了显著经济社会效益。

（1）主要技术内容

1）开展全市120余个主要矿山及矿区周边土壤中的有益有害元素丰度与分布特征研究，揭示其与岩石、水、作物的内在关系。利用逐级提取化学分析方法和能谱微区观测技术，揭示了有益有害元素在的地球化学赋存形态，研究元素在岩石、土壤、农作物中的赋存形态和主要载体，阐明地质体中元素在表生环境中的释放、迁移与富集规律。

2）开展典型金属/非金属矿区污染土壤性质和浸出毒性研究，全面归纳了全球18个国家19个土壤质量标准中关注的重金属、无机物和有机污染物指标，筛查了污染土壤修复及用作回填土的技术指标体系和风险评价方法，明确了矿区污染土壤修复质量及作为回填土环境质量标准与风险管控“四原则”思路。研发了煤矿、锑矿等废水处理装置和净化系统，消除或降低了矿区生态环境的破坏，为矿区污染耕地治理修复提供了更经济、有效、友好的治理技术。

3）深入总结了矿区及周边Se、Zn等有益元素的时空分布特征，揭示土壤与作物中Se、Zn的内在协同关系和高效吸收机制，促进了富硒土地的高效生态绿色开发利用。

（2）科技创新点

（1）系统调查研究矿区及周边元素的空间分布特征，并评价有害元素的生态风险。**首次利用全球领先的镉Cd同位素技术（已发表SCI论文6篇）在全市主要矿区及周边开展Cd同位素示踪**，揭示Cd等污染元素的来源、迁移、分配和富集机制；同时结合地质构造、岩性特征、土壤类型对比研究污染元素的空间分布特征，这为污染元素的迁移条件、路径提供了进一步佐证。采用地累积指数法、综合指数法评价有害元素的生态风险。

（2）研究矿区及周边土壤中硒、锌、硼等有益元素与岩石、地层、构造的时空关系，探寻一批硒、锌、硼富集土地；揭示富硒土壤与富硒农产品的关系，进而圈定优质富硒、锌、硼土地资源，推动和促进重庆富硒产业健康、有序、长效发展。

（3）形成了矿区土壤生态修复及作为回填土的质量标准和环境风险防控体系，为矿区污染耕地治理修复提供了更经济、有效、友好的治理技术。开发了一系列煤矿、锑矿等废水处理装置和净化系统，避免和减少矿区生态环境破坏。

（3）知识产权

**该成果获授权国家发明专利5项、实用新型专利2项；出版学术专著 1 部；发表学术论文67篇，其中SCI论文24篇、发表Ei和核心期刊以上论文43篇；培养了博士3名、硕士 25名。**

（4）应用推广及效益

1）应用推广：成果支撑了重庆市农业地质调查、重庆市重点区域土壤污染调查及污染防治的相关地质地球化学技术的应用，推动了重庆市土地质量调查、农业地质调查及区域地质等公益性项目投资23亿元以上；支持了重庆重要矿山开发中对Cd-Pb-Mn-Ti等重金属的安全管控；实施了矿区污染土壤的生态修复治理；促进了Se-Zn-B相关有益元素富集土地的开发利用，助推特色农业的发展，为特色农业开发企业增收 2.5亿元以上，取得了显著的社会经济效益。成果在贵州的推广。

2）效益：[重庆市超林农业开发有限公司](https://www.baidu.com/link?url=NIURK360pFyWytuHA9ZBopCV8it8ppEh_4M9a2ICHMU6QM73mim3e-cKNR8dkcmU&wd=&eqid=9583fa2000010c6b000000035c09e1a2" \t "_blank)利用本研究成果，已实施推进城口县坪坝、双河等六个乡镇10000亩富硒红心猕猴桃的种植扩能建设，2015年以来每年增加经济收益2000万元以上，累计增收1亿元以上。[重庆琳智环保科技有限公司](https://www.baidu.com/link?url=NIURK360pFyWytuHA9ZBopCV8it8ppEh_4M9a2ICHMU6QM73mim3e-cKNR8dkcmU&wd=&eqid=9583fa2000010c6b000000035c09e1a2" \t "_blank)应用本研究成果开发富硒肥料，通过施用该产品，降低作物对镉的抑制吸收和提升作物富硒水平，该公司在2017-2019年间通过产品和技术服务增加收入500万元以上。

**项目成果的经济和社会效益显著。**

（5）客观评价

中国工程院院士，中国环境科学研究院吴丰昌研究员对本项目成果给予高度评价：该研究创新地发展了镉Cd、铊Tl同位素法，为科学掌握矿区土壤污染的来源、时空分布、迁移规律提供了方法指导，镉Cd、铊Tl同位素法在矿山土壤环境质量评价、土壤修复中的运用，**是我国矿区土壤生态环境恢复与治理重要的方法创新。该成果处于国内外领先水平**（见附件34）

重庆市国土资源和房地产学会地质矿产专委会组织的鉴定意见：该项目系统集成矿区污染土壤的生态修复技术标准、方法原理，**构建了矿区土壤生态修复及作为回填土的质量标准和环境风险防控体系，填补矿区土壤修复质量标准上的国内外空白，该技术属国内外领先水平**。开发了一系列煤矿、锑矿等废水处理装置和净化系统，为矿区土壤环境的生态重建提供了科技支撑，该技术在国内外处于先进水平。（见附件35）。

重庆市规划和自然资源局（原重庆市国土资源和房管局）给予项目验收意见：本项目系统研究了重庆典型高硒区土壤、岩石、农作物等不同环境样介质中硒等元素的含量分布规律和富集特征，探讨表生环境中硒的来源和硒的活化、释放与迁移及最终归宿的地球化学过程规律，评估重庆市典型富硒地区富硒土地的开发利用前景及风险。项目研究了重庆典型富硒区岩石中硒含量特征、矿物组成以及岩石中硒的赋存形态、典型富硒区土壤中硒等元素含量与分布特征，划分了典型富硒区、中等富硒区以及弱富硒区，并阐明其目标地层。项目还研究了土壤中硒的赋存状态以及生物可利用性和评价了农作物质量安全。研究成果为我市富硒土壤开发利用选区和特色富硒产业发展提供了科学的建议。（见附件36）

**4.主要知识产权和标准规范等目录**

（1）宁增平, 肖唐付, 肖恩宗, 赵彦龙, 吴世良. 锑矿尾矿库碱性废水人工湿地净化系统（发明专利）.专利号：ZL201510832839.6

（2）宁增平, 肖唐付, 肖恩宗. 一种处理锑矿酸性废水的装置及方法（发明专利）.专利号：ZL201410068940.4

（3）宁增平、黄正玉、赵彦龙、肖唐付、吴世良、刘意章、刘威，去除水体中五价锑的吸附剂及其制备方法（发明专利），申请号：ZL201610905407.8

（4）宁增平、肖唐付、孙旻、刘意章、黄正玉、赵彦龙. 煤矿酸性废水处理系统（发明专利），申请号：201610978802.9

（5）贾彦龙, 肖唐付, 宁增平, 杨菲, 刘意章. 微柱分离装置（实用新型）. 专利号：ZL201520481163.6

（6）黄正玉, 宁增平, 肖唐付, 孙旻, 刘意章, 赵彦龙. 去除煤矿酸性废水中总铁和亚铁的装置（实用新型）. 专利号：ZL201621202378.0

（7）贾彦龙, 孙嘉龙, 肖唐付, 宁增平, 杨菲, 姜涛, 刘意章. 植物中Tl形态的提取和分离方法（发明专利）.专利号：ZL201510832851.7

**5.主要完成人情况**

李航，排名第1，研究员、正高级工程师，全面主持重庆市典型重金属高背景区基本农田土壤污染防治与增值修复技术及示范、重庆市典型富硒地区硒的表生地球化学及富硒土地开发利用前景研究等课题的立项、可研方案、实验分析和成果报告撰写工作，参加了三峡库区高镉地质背景区镉表生地球化学过程与富集机制、典型金属矿山废弃地环境污染与生态修复研究相关工作，研究了矿区土壤环境地质地球化学调查方法，揭示了矿区土壤地球化学特征与规律，提出了生态修复措施及特色农产品开发建议，发表与本成果直接相关的论文7篇、获省级科技奖1项、软件著作权1项。对创新点1，2，3作出了创造性贡献。

肖唐付，排名第2，教授（二级）、博士生导师，本人长期从事有害元素环境地球化学、重金属污染修复治理相关科研工作，先后主持国家自然科学基金项目、973课题、国际合作等项目20余项。本项目主要依托三峡库区高镉地质背景区镉表生地球化学过程与富集机制（国家基金面上项目）、典型金属矿山废弃地环境污染与生态修复研究（中科院西部之光项目）和三峡库区重庆市巫山县建坪地方病地质背景调查与评价等课题研究成果，系统阐述了三峡库区土壤有益有害元素与矿区高元素地质背景的内在联系，揭示了矿区土壤元素地球化学特征与规律，提出了有害元素生态修复措施及减少对人体健康影响的建议，对创新点1，2作出了创造性贡献。

宁增平，排名第3，副研究员，本人长期从事矿山环境污染生态修复技术研发、矿山固体废物综合化利用相关科研工作，先后主持国家自然科学基金项目、中央重金属污染防治专项资金项目等10余项。本人主要参加三峡库区高镉地质背景区镉表生地球化学过程与富集机制、典型金属矿山废弃地环境污染与生态修复研究和三峡库区重庆市巫山县建坪地方病地质背景调查与评价等课题研究，系统分析了矿区及周边土壤污染特征，开展了矿区土壤重金属污染后植物修复技术的可行性研究，阐述了矿区土壤中有害元素的来源、迁移与富集规律，研发了一系列矿区土壤环境修复相关净化系统与装置，对创新点1，3作出了创造性贡献。

双燕，排名第4，教授，本项目主要依托巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复研究成果，和基于废弃矿山环境治理的修复后污染土壤资源化利用与示范等部分研究成果，系统分析了矿区土壤污染及元素地质高背景的关系，探讨了矿区土壤重金属污染的修复技术，阐述了矿区土壤中有害元素的来源、迁移与富集规律，完成了矿区土壤环境修复质量标准（草拟稿），对创新点1，2作出了创新性贡献。

刘意章，排名第5，副研究员，本项目主要依托西南高镉地质背景区残坡积型土壤镉的迁移富集机制研究、新型镉中毒地区土壤-植物体系镉来源与人体暴露的镉同位素示踪研究、巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复等研究成果，系统分析了矿区元素地质高背景区土壤中Cd等污染元素的分馏机制，揭示了矿区土壤中有害元素的来源、迁移与富集规律，探明了残坡积型农田重金属污染过程与控制因素，为矿区土壤修复提供了科技支撑，对创新点1，2作出了创新性贡献。。

肖恩宗，排名第6，副教授，本项目主要依托根系微生物促进尾矿中植物生长的作用机制、新型镉中毒地区土壤-植物体系镉来源与人体暴露的镉同位素示踪研究、巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复等研究成果，系统分析了地质高背景区元素的表生迁移富集机理与环境影响效应，提出了矿区污染土壤作物生长的调控机制，为矿区土壤修改提供了科技支撑，对创新点2，3作出了创新性贡献。

罗毅，排名第7，高级工程师，本项目主要依托重庆市重点区域土壤污染调查及污染防治对策研究、巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复等研究成果，系统开展了元素地质高背景区的污染监测，提出了矿区污染土壤修复技术措施，为矿区土壤修复提供了科技支撑，对创新点1，2作出了创新性贡献。

郭先华，排名第8，副教授，本项目主要依托矿区土壤植物与作物间作修复铅锌矿周边Cd、Pb污染农田的根际特征与机理、巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复等研究成果，系统开展了元素地质高背景区的作物研究，分析了植物与作物间作修复铅锌矿周边Cd、Pb污染农田的根际特征，提出了矿区土壤修复技术措施，为矿区土壤修改提供了科技支撑，对创新2、3作出了创新性贡献。

邹建华，排名第9，高级工程师，本项目主要依托煤中有害元素分布富集机理及环境污染防治、巫山－奉节一带典型镉污染土地镉的表生地球化学特征及其修复等研究成果，系统开展了煤矿区土壤地球化学研究，分析了煤矿区土壤中有害元素分布富集机理，为矿区污染土壤修复提供了科学支撑，对创新点1、2作出了创新性贡献。

**6.主要完成单位及创新推广贡献、完成人合作关系说明**

重庆三峡学院，作为本项目的牵头组织单位和重要参与单位，对创新点1，2，3作出了创造性贡献；提供了本项目第 1、8和9完成人开展各项研究工作所需的实验及办公设备和用房条件；承担了重庆市科研专项、市国土资源科技计划课题，配合完成了国家自然科学基金等相关研究任务；取得了创新点1，2，3涉及的相关成果；牵头完成了在重庆城口、巫山等地的规模应用，以及在重庆相关企业的推广应用。

广州大学，作为完成本项目的第2单位，作为本项目的第2参与单位，对创新点1，2作出了创造性贡献、对创新点3作出了创新性贡献；提供了本项目第 2和6完成人开展各项研究工作所需的实验及办公设备和用房条件；承担了国家自然科学基金、重庆市地勘基金，配合完成了重庆市国土资源科技计划项目相关研究任务；取得了创新点1，2，3涉及的相关重要成果。

长江师范学院，作为完成本项目的第3单位，对创新点1作出了创造性贡献、对创新点2、3作出了创新性贡献；提供了本项目第4完成人开展各项研究工作所需的实验及办公设备和用房条件；承担了国家自然科学基金、重庆市自然科学基金面上项目、重庆市国土资源科技计划项目、重庆市地勘基金，配合完成了重庆市科研专项、重庆市国土资源科技计划项目相关研究任务；取得了创新点1，2，3涉及的相关重要成果。

重庆市生态环境检测中心，作为完成本项目的第4单位，对创新点1作出了创造性贡献、对创新点2作出了创新性贡献；提供了本项目第6完成人开展各项研究工作所需的实验及办公设备和用房条件；承担了重庆市自然科学基金面上项目、重庆市国土资源科技计划项目，配合完成了重庆市科研专项、重庆市国土资源科技计划项目相关研究任务；取得了创新点1，2涉及的相关重要成果。

中国科学院地球化学研究所，作为完成本项目的第5单位，对创新点1，3作出了创造性贡献、对创新点2作出了创新性贡献；提供了本项目第3和5完成人开展各项研究工作所需的实验及办公设备和用房条件；承担了国家自然科学基金、重庆市地勘基金，配合完成了重庆市国土资源科技计划项目相关研究任务；取得了创新点1，2，3涉及的相关重要成果。