

李军旗教授凭借在冶金领域卓越贡献荣获2024年度省最高科学技术奖

“我的每一项成果都用于贵州企业发展”

贵州日报天眼新闻记者 张凌

“我的每一项课题都源于贵州资源特点，每一项成果都用于贵州企业发展。”这是李军旗科研工作的真实写照，也是他扎根贵州四十载、服务地方发展的初心写照。

2024年度贵州省科学技术奖日前揭晓，贵州大学李军旗教授凭借在冶金领域的卓越贡献，荣获省最高科学技术奖。从锰矿资源的高效利用，到汞污染防治技术的突破，再到高硫铝土矿的开发应用，李军旗的科研之路始终紧扣贵州资源禀赋，与贵州产业发展紧密相连。

扎根贵州 破解“多贫细杂”资源密码

谈及与冶金工程的结缘，李军旗坦言“没有太多机缘巧合”，从本科到博士，他一直在这一领域深耕。“大学时读到徐采栋院士的《锌冶金物理化学》，这本书从理论到实践讲得非常透彻，让我对这个专业产生了浓厚兴趣。”正是这种朴素的兴趣，让李军旗在冶金工程领域坚守了40年。

贵州作为矿产资源大省，已探明49种矿产储量位居全国前十。其中锰矿、汞矿储量全国第一，铝土矿和磷矿全国第二。然而，这里的矿产资源普遍具有“多贫细杂、杂质含量高”特征：储量大但品位低、颗粒细小、杂质含量高。

面对这一现实瓶颈，李军旗将科研方向聚焦三大领域：锰矿资源开发、汞资源利用与环保技术、高硫铝土矿应用。“这些都是贵州产业发展面临的现实问题。”

李军旗在科研中遇到的最大瓶颈，并非技术本身，而是如何将实验室成果转化成为经济可行的产业化路径。“很多技术只是在实验室可行，我们不仅要解决技术问题，更要找到产业化路径。”他举例，“比如高硫铝土矿的应用，技术上早就有，但如何经济高效地实现工业化生产才是关键。”



李军旗教授（右三）在实验室，指导课题组教师与研究生开展烟气脱硫制备硫酸锰的实验研究。（受访者供图）

三大创新 打通转化“最后一公里”

获得贵州省最高科学技术奖，是对李军旗科研工作的全面肯定。他主持了47项科研项目，其中国家级项目7项，到账经费达3377万元，实现了三大创新成果。

一是新能源汽车动力电池用高纯硫酸锰制备新技术，解决了锰矿资源高效利用问题。这项技术首创“选择性分离+纳滤膜纯化”的硫酸锰溶液深度净化技术，跳过电解锰中间产物，实现了低品位锰矿的高效利用。

该技术已在贵州大龙汇成新材料有限公司建成年产12万吨的电池用硫酸锰生产线，产品国内市场占有率达70%，国际市场份额达60%，使硫酸锰价格从每吨12万元降至五六千元。

二是新型乙炔氯化均相络合催化剂的绿色制造技术，应对了汞资源利用的环保挑战。这项技术首创高温旋转焙烧多元含汞危险固废回收工艺、高价锰催化氧化烟气脱硫脱汞技术和四氯合汞酸钾触媒催化技术，将汞含量从传统的12.5%降至6%，并且正在向“超低汞”方向迈进。同时通过从冶金废渣和烟道灰中回收汞，解决了PVC生产中汞资源短缺和环保问题。该技术已在贵州重力科技环保科技有限公司建成年处理56万吨含汞固废物生产线。

三是高硫铝土矿的开发应用研究，为贵州8亿吨难利用资源的开发奠定了基础，相关脱硫新技术在贵州平坝宏大氧化铝厂完成工业化试验。李军旗与贵阳铝镁设计院、西安建大合作开发的脱硫新技术在国电投务川氧

►基于李军旗教授新能源汽车动力电池用高纯硫酸锰制备新技术的生产线，已在贵州大龙汇成新材料有限公司建成投产。（受访者供图）



化铝厂成功应用，成为我国首家焙烧脱硫氧化铝生产企业。

赋能产业 在坚守中传承科研精神

荣誉背后，是长期坚守与系统耕耘。自2000年起，李军旗已培养博士13名、硕士69名，这些人才正活跃在贵州省乃至全国的冶金工程领域。

他领衔推进贵州大学冶金工程学科建设：2019年通过国家工程教育专业认证，2020年入选国家级一流本科专业，2023年中国软科专业排名进入B+，2024年领衔申报的“冶金工程”“材料与化工”博士点获得批准。

“我培养学生时注重两方面，一是扎实的理论基础，二是科学素养的培养，包括发现问题、分析问题和解决问题的能力。”李军旗说。

对于青年科技工作者，李军旗建议遵循“四个面向”。“在贵州工作，要充分发挥本地矿产资源研究的比较优势。”他总结道，“我的经验很简单，每一项课题都源于贵州资源特点，每一项成果都用于贵州企业发展。只有真正扎根这片土地，才能做出有生命力的科研。”

目前，李军旗正在推进含氟硅渣的工业化中试研究，这是磷化工生产中的废渣利用项目。“我们已经获得4项相关专利，正在与企业合作推进产业化。此外，还在探索超低汞催化剂、高铁铝土矿等新方向。”他表示，科研工作永无止境，关键是要走通“技术上可行、经济合理、产业可用”这条路。



省自然科学一等奖 揭秘森林生态系统‘汞汇’密码

贵州日报天眼新闻记者 张凌

“传统观点认为，大气中的零价汞是惰性气体，不会直接沉降到地表，必须先氧化成二价汞，再通过雨水或颗粒物沉降。”冯新斌表示，“但我们发现，森林植被的叶片在光合作用过程中，能直接吸收大气中的零价汞，随后通过落叶将其输送到地表。”

冯新斌，现任中国科学院地球化学研究所、环境地球化学国家重点实验室主任、研究员，从事环境地球化学研究30余年。他带领团队凭借“森林生态系统是全球重要大气零价汞汇”项目，荣获2024年度贵州省自然科学一等奖。

回顾研究历程，冯新斌强调“技术创新是突破瓶颈的核心”。上世纪90年代起，欧美学者对森林汞循环开展了大量研究，但受限于技术手段，始终未能准确识别汞的来源与路径。

“汞有7种同位素，就像‘指纹’一样，可以追溯其在环境中的来源和迁移转化过程。”冯新斌解释，“大气零价汞、降水中的二价汞和土壤中的汞，同位素特征完全不同。我们通过分析叶片汞的同位素组成，明确其信号与大气零价汞一致，从而证实了叶片直接吸收的假设。”

据估算，全球森林每年通过这一过程吸收的汞高达1200多吨，相当于全球人为排放量的一半以上。这一发现对全球汞污染防治和国际履约谈判具有深远意义。冯新斌表示，欧洲、北美在工业化过程中排放的大量汞，通过大气传输沉降到发展中国家森林茂密的地区，造成跨境污染。“这在履约谈判中为发展中国家提供了重要科学依据。”

同时，研究也凸显了植树造林在汞固定方面的积极作用。“中国是全球森林覆盖率增长最快的国家，尤其是贵州等喀斯特地区，‘变绿’效果显著。这意味着我国通过森林吸收了大量的汞，既减轻了本地污染，也为全球汞减排作出贡献。”

但他也提醒，汞被固定在森林土壤中后，是否存在甲基化风险、是否会通过食物链影响鸟类等生物。这一思路，为今后的研究指明了方向。

省科学技术进步一等奖 防爆阻燃守护电网安全

贵州日报天眼新闻记者 罗秋红

由中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局、贵州大学等单位合作完成的《大型变压器防爆阻然套管关键技术及在黔电网外送中的应用》成果荣获2024年度贵州省科学技术进步一等奖。

这项技术是保障黔网外送安全稳定运行的“守护神”，它成功地让核心电力设备变得更加安全、可靠，从源头上降低了大型火灾爆炸的风险。

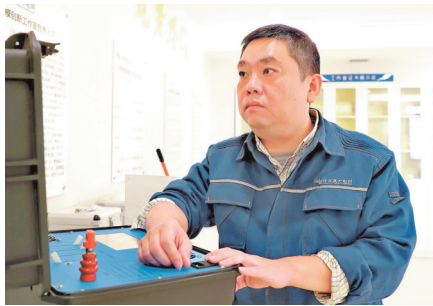
套管，是变压器上连接内部和外部线路的“咽喉要道”。此项目聚焦大规模新能源接入背景下传统套管安全运行面临的挑战，依托国家重点研发计划、国家自然科学基金等重大项目支持，攻克了适用于新型电力系统的高比例谐波下套管设计、制造、试验、运维全套关键技术，取得了集理论、技术、装备和规模化应用于一体的系列成果，经中国机械工业联合会和中国电力企业联合会鉴定达到了国际领先水平。

“项目解决了高比例谐波对套管电气和机械特性的影响规律不明确，大容量阻然抗爆套管多性能调控与制造难度大，套管耐火防爆等综合性性能试验技术空缺以及现有监测预警技术难以及时、准确识别早期潜伏性故障这四个核心问题。”项目总负责人、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局技术人员吕刚介绍。

该项目共制定了1项国际标准和5项行业标准，授权发明专利21项，形成了完整的自主知识产权体系。

这项技术成果应用于世界首个特高压多端柔直昆柳龙工程等重大工程及科研项目，在国内电网中成功应用1600多次，提前发现了78起诸如套管开裂之类的重大安全隐患，有效避免了可能发生的电网事故。

据统计，该技术突破了新能源套管设计制造与监测预警的技术瓶颈，带动了相关产业迈向高端制造，累计产生经济效益超过156亿元，减排碳氧化物515万吨/年。



省科学技术进步一等奖 肾结石术后复发率显著降低

贵州日报天眼新闻记者 陈阳

由贵州省人民医院、华中科技大学同济医学院附属同济医院等单位合作完成的《肾结石新型防治药物及微创关键技术的创新应用和推广》成果荣获2024年度贵州省科学技术进步一等奖。

项目主要完成人、贵州省人民医院泌尿外科主任医师江克华介绍，肾结石严重危害公众健康，贵州属结石高发地区。每年约25%的肾结石患者需要手术治疗，经皮肾镜取石术是目前治疗肾结石最常用的微创手术方式。但是，目前该技术的应用和普及仍存在一定的局限性，难以达到令人满意的疗效。

另外，肾结石的形成机制尚未被完全阐明，导致药物防治研究进展缓慢，预防效果不甚理想，术后5年内肾结石的复发率高达50%，给患者及社会造成了极大的经济负担。

“在项目开展过程中，我们发现了调控肾结石疾病发生发展的新型关键生物分子和病理生理过程，为肾结石的防治提供理论基础和治疗靶点。”江克华介绍，基于这些研究，研发并推广了新型肾结石防治药物，如植物多糖、草酸降解酶和酶化石复合菌粉，有效预防了肾结石的复发，使5年内肾结石的复发率下降约18%。为肾结石的药物防治提供新的选择和思路。

此外，建立肾结石微创治疗的关键新技术，如末端可弯曲的柔性电子肾镜、超声造影引导精准穿刺等，提高手术的效率 and 安全性，减少了手术相关并发症，助力患者快速康复。

项目开展期间，技术推广应用单位开展微创手术时，平均手术时间缩短了0.5小时，平均住院时间缩短了3天，术后全身炎症反应综合征的发生率从21%下降到10%。

“接下来，我们将尝试把人工智能、纳米药物等前沿科技，深度融合到肾结石的防治研究中，希望能让肾结石从一个需要反复手术的‘慢性病’，变成一个可通过精准医疗和生活方式管理有效控制甚至根治的疾病。”江克华说。

省技术发明一等奖 农产品质量安全快速检测

贵州日报天眼新闻记者 王雨

由贵州大学刘凤权教授领衔，南京农业大学、浙江大学、江苏省农业科学院、贵州省农产品质量安全检验检测中心、贵州勤邦食品安全科学技术有限公司、广东达元绿洲食品安全科技股份有限公司合作完成的“农产品质量安全快速免疫检测技术与产品”获2024年度贵州省技术发明奖一等奖。

刘凤权教授来自江苏，是贵州大学引进的国家级领军人才，长期从事水稻细菌病害、生防菌代谢产物挖掘和生物防治等方面的工作。针对农产品中农药和重金属残留快速免疫检测面临三大技术难题，刘凤权教授带领科研团队，在国家863计划等项目支持下，经过10多年的系统研

究和协作攻关，突破了农药和重金属半抗原定向分子设计和精准识别关键技术瓶颈，创制了一批识别能力强、稳定性好、易于标准化生产的高性能靶向生物识别材料，发明了基于不同标记信号的快速、灵敏、准确、可视化的免疫检测技术，研制并商业化生产系列快检产品，实现了对单个农药和重金属的特异性检测和多种农药

的同步检测。据介绍，项目获得了一批具有自主知识产权的创新性成果，引领了我国农安快检技术的突破和规范应用，推动了快检技术领域国家标准的制定工作，为新修订的食品安全法和农产品质量安全法的实施提供了有力的技术保障。项目成果广泛应用于农产品“从田间到餐桌”的全程监管，实现了监测和预警关口的前移。

近三年，项目在全省推广应用快检产品14万份次，开展技术培训和现场演示40多场次，培训技术人员和种植大户2000余人。

贵州大学相关负责人表示，项目的推广应用显著提升了基层检验检测机构及技术人员检测能力和水平，促进了贵州蔬菜、茶叶和烟草等农产品的优质、安全和高效生产，为提升黔菜和“贵州绿茶”区域品牌质量作出了重要贡献。



省技术发明一等奖 污水生物脱氮电子计量学技术与应用新突破

贵州日报天眼新闻记者 袁航

由贵州大学周少奇教授领衔，与华南理工大学、湖北宜化集团有限责任公司、金沂蒙集团有限公司、成都天立化工科技有限公司合作完成的“基质重度失衡型氮肥废水生物脱氮关键技术与产业化应用”项目，获2024年度贵州省技术发明奖一等奖。

周少奇多项原创科研成果曾获联合国世界知识产权组织（WIPO）杰出专利发明奖和最佳发明奖、世界杰出华人奖、何梁何利基金科学与技术创新奖等重量级国际科技大奖。2021年，周少奇教授当选国际欧亚科学院院士，2013年以来，他先后5次入选中国工程院院士增选有效候选人名单。

针对国际上生物脱氮研究的重大缺陷，依据周少奇教授首创的生物脱氮电子计量学与COD/N比理论计量模型，研发了基质重度失衡型（低碳高氮型、高碳低氮型）化肥废水水量、水质计量学控制关键技术与装备，突破化肥废水计量模型与处理过程优化控制关键技术、合成氨与氮肥生产全过程碳氮削减与末端治理关键技术，实现化肥废水源头削减及深度脱除关键技术与装备的大规模工程推广应用。相关成果曾获联合国世界知识产权组织（WIPO）最佳发明奖和中国专利银奖。

农村污水处理与资源化技术难题已经困扰我国西部7个省区60多年，周少奇组织团队提出技术创新方案，获得国家重点研发计划专项支持，取得重要研究进展和突破。另外，针对城市污水及农村污水、河道湖泊污染治理等关键技术，也因地制宜实现从基础理论成果到产业化应用。