

科学技术进步奖公示内容

一、项目名称：西北有色金属矿山生态修复关键技术及应用

主要完成人：赵晓峰、陈亚军、马建业、李家东、李娟、郭国、宫亚峰、黄建明、高扬、薛蕙

主要完成单位：中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司、栾川龙宇铝业公司；西安理工大学；西北农林科技大学

二、提名者及提名意见（包含提名等级）：陕西省自然资源厅，二等奖

三、项目简介：

西北地区有色金属矿山多分布于干旱、半干旱及生态脆弱区，矿山开采易引发边坡失稳、土壤重金属污染和植被退化等生态环境问题。传统单一治理措施难以兼顾边坡安全、土壤修复与植被恢复，亟需构建工程防护、基质改良与生态修复协同的综合技术体系。

面向西北地区有色金属矿山生态修复重大需求，系统揭示了矿山扰动边坡失稳机制，研发了工程—生态协同的边坡稳定性提升技术和智能预警技术体系；从重金属复合钝化、土壤肥力提升等方面研发了矿山土壤基质改良技术；构建了矿山边坡生态修复关键技术体系，提出工程—基质—植物协同的多目标生态防护模式，实现了边坡安全稳定、土壤功能改善与植被生态恢复的协同提升。成果在部分有色金属矿山开展工程应用，取得了显著的生态、社会和经济效益，具有良好的推广应用前景，对提升西北地区有色金属矿山生态修复质量与生态安全保障水平具有重要的科技支撑作用。

四、客观评价：

项目围绕“边坡失稳防控—土壤基质改良—植被生态恢复”开展了系统研究，构建了较为完整的矿山生态修复技术体系。成果发表于《自然灾害学报》、《环境科学与技术》等期刊，相关技术授权多项发明专利，并参编《边坡工程勘察规范》等行业标准，形成了较好的科技成果积累。在边坡稳定性提升、土壤环境改善和植被恢复等方面取得了良好的工程应用成效，有效提升了矿山生态治理与安全保障水平。项目成果具有较强的工程适用性和推广价值，可为西北地区有色金属矿山生态修复和绿色矿山建设提供技术支撑。

五、应用情况：

项目实施以来，围绕西北地区有色金属矿山边坡失稳防控、土壤基质改良和生态修复等关键问题开展了技术应用，为矿山安全运行、植被恢复和生态功能提升提供了有力科技支撑。相关成果已在多个有色金属矿山开展工程示范与推广应用，并取得了良好的生态、社会和经济效益。

六、主要知识产权和标准规范等目录：（限 10 条，所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2025 年 12 月 31 日之前。填写论文专著时请注意按原文中英文填写）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种防治边坡水土流失的植被精准配置方法	中国	ZL 2024 1 131178 .X	2025-07	8103803	西安理工大学	马建业;李占斌;赵晓峰;肖列;张思靖;李海波;李鹏;代启安;陈亚军;田朝晖;张乃畅;曹永翔
2	发明专利	一种水土保持型草本盖	中国	ZL 2024 1	2025-1	833670	西安理工大学	马建业;李占斌;李鹏;张思靖;赵晓

		度估算和配置方法		051932 5.4	0	3		峰;刘端锋;李海波;田朝晖;王周;闵志强;张乃畅;曹永翔
3	发明专利	一株槐树类芽孢杆菌CL321 及其在缓解植物铜胁迫中的应用	中国	ZL 2023 1 097451 0.8	202 4-0 9	740 229 2	西北农林科技大学	杨志远;薛蕙;杨锦秋;姜尧琨;李冠稳;赵子文;毋政博;鲍芳辰.
4	发明专利	一种露天矿山坑斜坡排水管固定装置	中国	ZL 2023 1 034835 2.5	202 5-0 7	805 984 1	栾川龙宇铝业有 限公司	刘亚飞;王志杰;李南方;李家东;朱纪朋;陈怪;张春玲李新锋;吴摇贵;孔慧芳;贾礼朋;郭国;吉晓鹏;赵旭阳
5	软件著作权	生物炭固定微生物技术处理农田土壤重金属分析系统 V1.0	中国	2025S R0836 088	202 5-0 5	154 922 86	西安理工大学	赵露晴; 高扬; 马建业
6	论文	Impact of Mining Area Steep Slope Conditions on the Soil and Water Conservation Benefits of Ecological Restoration	中国	10.339 0/ w1702 0256	202 5-0 1	Water	中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司; 栾川龙宇铝业有限公司; 西安理工大学;西安工业大学	Xiaofeng Zhao; Haibo Li; Peng Li; Yajun Chen; Qian Dai; Peng Shi; Xin Li;Yonglong Qu; Jianye Ma
7	论文	复杂条件下深基坑排桩支护设计新思路	中国	10.396 9/j.issn .1001- 3946.2 024.05. 002	202 4-1 0	勘察科学技术	中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司	赵晓峰;黄建明;李腾;晁海东;张邵贺
8	论文	3 种钝化剂对矿区钼污染土壤修复效果研究	中国	10.196 72/j.cn ki.1003 -6504.1 108.25. 338	202 5-1 2	环境科学与技术	西安理工大学;中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司;栾川龙宇铝业有限公司	鹿乐乐; 肖列; 李娟;李家东; 郭国;陈亚军;黄建明;韩亚龙; 马建业

9	论文	考虑 InSAR 形变速率的区域滑坡易发性评价	中国	10.13577/j.jnd.2024.0316	2024-06	自然灾害学报	栾川龙宇铝业有限公司；中南大学	孙焱焱;朱纪朋;郭国;王鹏;潘征
10	标准规范	边坡工程勘察规范	中国	YS/T 5230-2019	2019-08		中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司；中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司；西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司；辽宁有色勘察研究院有限责任公司；昆明理工大学；中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司；广东有色工程勘察设计院；甘肃土木工程科学研究院有限公司；云南建投第一勘察设计有限公司；包钢勘察测绘研究院；绍兴文理学院；中国恩菲工程技术有限公司；中铝国际工程股份有限公司	刘文连;龚宪伟;李珍英;张栋材;徐国民;杨书涛;李静荣;孙俊红;徐则民;刘克文;鲁海涛;于泽;杨静;王瑞兵;王世彪;赵晓峰;尹传忠;王宏志;杨金和;张成龙;孙兆涛;贾荣谷;魏培根;张会义;杜时贵;刘育明
承诺：上述知识产权无争议且为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年其他省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意，有关知情证明材料均存档备查。								

七、主要完成人情况：

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
----	----	------	------	------	------	---------

1	赵晓峰	高级工程师	副总经理、 总工程师	中国有色金属工业 西安勘察设计研究院有限公司	中国有色金属工业西安 勘察设计研究院有限公司	研发边坡风险识别 与智能预警技术
2	陈亚军	工程师	项目经理	中国有色金属工业 西安勘察设计研究院有限公司	中国有色金属工业西安 勘察设计研究院有限公司	创新工程—生态协 同的边坡稳定性提 升技术
3	马建业	副教授	无	西安理工大学	西安理工大学	构建边坡植被精准 配置技术研发
4	李家东	高级工程师	安全总监	栾川龙宇 铝业有限公司	栾川龙宇铝 业有限公司	开展土壤基质改良 技术研发
5	李娟	工程师	院长	中国有色金属工业 西安勘察设计研究院有限公司	中国有色金属工业西安 勘察设计研究院有限公司	支撑边坡稳定性提 升的生态修复技术 研发
6	郭国	工程师	技术部经 理	栾川龙宇 铝业有限公司	栾川龙宇铝 业有限公司	开展边坡失稳防控 技术应用推广
7	宫亚峰	工程师	高级主管	栾川龙宇 铝业有限公司	栾川龙宇铝 业有限公司	进行生态修复技术 的应用推广
8	黄建明	高级工程师	无	中国有色金属工业 西安勘察设计研究院有限公司	中国有色金属工业西安 勘察设计研究院有限公司	研发边坡稳定性提 升的工程技术
9	高扬	副教授	无	西安理工大 学	西安理工大 学	进行土壤重金属钝 化技术研发
10	薛蕙	教授	无	西北农林 科技大学	西北农林科 技大学	支撑土壤肥力提升 技术研发

八、主要完成单位及创新推广贡献：

排 名	完成单位	创新推广贡献
1	中国有色金属工业西安勘察设计院有限公司	创新了矿山边坡失稳机制及防控关键技术；构建了边坡失稳的智能化预警系统；提出了矿山边坡近自然修复模式。
2	栾川龙宇钼业有限公司	开展了矿山边坡生态修复关键技术体系研发，提出了工程—基质—植物协同的多目标生态防护模式。
3	西安理工大学	创新了土壤基质改良技术以及植被精准配置技术；研发了重金属钝化技术。
4	西北农林科技大学	阐明了重金属污染土壤养分提升机制，研发了水—肥—土协同调控生态基底重构技术。

九、完成人合作关系说明：（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果名称
1	发明专利	赵晓峰/1、陈亚军/2、马建业/3	2024	2025	一种防治边坡水土流失的植被精准配置方法
2	科研论文	陈亚军 2/、马建业/3、李家东 4/、李娟/5、郭国/6、黄建明/8	2024	2025	3 种钝化剂对矿区钼污染土壤修复效果研究
3	项目合作	郭国/6、宫亚峰/7	2023	2024	栾川龙宇钼业有限公司南泥湖钼矿矿山地质环境保护与土地复垦方案
4	科技奖励	马建业/3、薛蕙/10	2023	2023	中国国土经济学会 2023 年度十大科技进展
5	软件著作权	马建业/3、高扬/9	2025	2025	生物炭固定微生物技术处理农田土壤重金属分析系统 V1.0

注意：专家提名项目还应公示提名专家的姓名、工作单位、职称和学科专业。