

2026 年申报甘肃省科学技术奖项目情况

单位（盖章）：东北大学

审核人：

序号	申报奖种	项目名称	完成单位	完成人	是否连续申报	项目简介
1	科技进步奖	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用	金川集团镍钴股份有限公司 矿冶科技集团有限公司 金川集团股份有限公司 东北大学	谢杰 王庆凯 何大阔 余刚 李建博 邹国斌 王锐 朱黎阳 郭振宇 范阳月 杨佳伟 景国文 宋涛 张黎 贾润达	否	<p>本项目属于矿业工程与人工智能交叉领域。铜、镍是重要的战略性金属，甘肃镍矿储量占全国的 62%，但选矿先进制造技术发展相对滞后，面临关键参数难直接测量、流程数字化描述匮乏、过程控制粗放、劳动强度大等共性难题。在国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目支持下，本项目系统突破四项关键技术。提出基于图像分析的皮带矿石感知方法，首次实现浮选泡沫气泡矿化程度机器视觉量化表征，构建选矿物料流关键参数在线检测系统；提出碎磨过程多尺度混合建模方法并首创浮选泡沫数字孪生模型，研发碎磨-浮选-浓密产品质量预测数字孪生软件；发明铜镍硫化矿桥牵诱导选矿方法，开发工艺-数据双驱协同优化控制工业软件平台；研发全时生产管控及无人化操作软硬件平台，实现药剂配制、生产巡检、质量管控全链条无人化作业。项目获授权专利 17 项，发表 SCI/EI/核心期刊论文 18 篇，登记软件著作权 3 项，整体技术处于国际领先水平。成果自 2024 年 4 月起在金川集团镍钴股份有限公司选矿厂工业示范应用，关键状态参数波动显著降低，磨矿及浓密电单耗明显下降，选矿单位生产成本有效降低，并已推广至国内多家矿山企业，新增经济、社会效益特别显著。</p>

主要完成人情况

项目名称：复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用

姓名	排名	技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献
谢杰	1	正高级工程师	金川集团镍钴股份有限公司	负责项目总体方案设计和实施，对所有技术创新点都有创造性贡献。通过对选矿全工艺流程智能化控制难点的梳理，提出了项目整体方案和工艺路线，组织相关单位技术人员联合开展理论研究、应用研究。
王庆凯	2	正高级工程师	矿冶科技集团有限公司	作为项目双驱动态镍铜选矿流程智能控制方法方向技术负责人，制定了融合深度领域知识与数据驱动算法的镍铜选矿流程智能控制方法研究技术路线，建立了定制化镍铜选矿流程控制软件架构，并参与了软件工业应用示范。
何大阔	3	正高级工程师	东北大学	参与项目总体实施，对镍铜选矿全流程智能优化技术有创造性贡献，提出了基于时效性与稳定性的浮选工业过程操作优化方法，负责研发了浮选过程智能优化控制工业系统。
余刚	4	正高级工程师	矿冶科技集团有限公司	作为项目复杂镍铜多金属选矿工业生产一体化协同方向技术负责人，提出了基于参数监测系统、数字孪生模型、智能控制软件实现碎-磨-浮-浓密一体化的协同方法研究技术路线，建立了自主镍铜选矿工业生产全时管控系统
李建博	5	高级工程师	金川集团镍钴股份有限公司	参与项目总体实施，对所有技术创新点都有创造性贡献。负责组织相关单位技术人员联合开展应用研究、工业实践和工程化应用全过程。
邹国斌	6	正高级工程师	矿冶科技集团有限公司	作为项目数字孪生建模方向技术负责人，提出了基于多尺度混合建模方法的碎磨-浮选-浓密数字化建模算法，建立了若干工业尺度关键设备及磨矿分级单元流程数字孪生计算模型，并参与模型工业测试。

王锐	7	高级工程师	金川集团股份有限公司	参与省科技重大专项《5G+镍铜智能选矿厂建设关键技术研究与应用》项目，主要在磨矿、浓密优化控制方面提出了前瞻性的智能控制解决方案，并带领团队把研究成果应用于生产中，取得了良好的经济效益和社会效益。
朱黎阳	8	工程师	金川集团镍钴股份有限公司	在本项成果研究与总结工作中，承担成果整体梳理、系统汇总及总稿撰写核心工作。全面统筹成果内容框架搭建、关键数据整合、逻辑体系梳理与文字规范统一，确保成果结构完整、内容详实、表述严谨。
郭振宇	9	正高级工程师	矿冶科技集团有限公司	实践了基于参数监测系统、数字孪生模型、智能控制软件实现碎-磨-浮-浓密一体化的协同方法，开发了自主镍铜选矿工业生产全时管控系统软件，完成了软件工业测试，执行了软件工业应用示范。
范阳月	10	工程师	金川集团镍钴股份有限公司	参与碎矿、磨矿、浮选项目前期方案研讨与制定，跟进项目后期现场实施落地，负责项目成果材料的梳理、完善，为项目顺利推进及成果总结固化提供有力支撑。
杨佳伟	11	高级工程师	矿冶科技集团有限公司	实践了融合深度领域知识与数据驱动算法的镍铜选矿流程智能控制方法，开发了定制化镍铜选矿流程控制软件，完成了软件工业测试，执行了软件工业应用示范。
景国文	12	工程师	金川集团镍钴股份有限公司	前期参与项目子项设计、建设、合规手续及调试，立足岗位主动担当；在药剂添加系统调试与参数精准管控中创新优化，保障项目顺利投产、稳定运行及成果转化。
宋涛	13	正高级工程师	矿冶科技集团有限公司	实践了复杂镍铜多金属选矿流程数字孪生建模方法，开发了若干工业尺度关键设备及磨矿分级单元流程数字孪生计算模型，完成了相关模型的工业测试，执行了部分数字孪生模型的工业部署。

张黎	14	高级工程师	金川集团镍钴股份有限公司	主要负责精矿系统智能化项目的前期方案调研、设计与制定，统筹推进项目后期实施落地，协调解决实施过程中的关键问题，保障项目有序推进，为项目顺利建成投用及智能化升级发挥重要作用。
贾润达	15	高级工程师	东北大学	在本项目中承担了浓密机内部矿量、泥层高度、底流浓度等质量变量的在线感知工作，实践了入料不确定条件下的浓密脱水过程鲁棒协调优化，参与完成了浓缩脱水过程优化控制工业系统的开发。

申报项目所列知识产权目录





项目名称：复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用

序号	知识产权类别	知识产权名称	国家	授权号/登记号	有效状态
1	发明专利	一种铜镍硫化矿的桥牵诱导选矿方法	中国	CN114669400B	有效
2	发明专利	一种贫难选镍铜矿的异步同选工艺	中国	CN111282710B	有效
3	发明专利	矿石颗粒分割系统、方法和机器可读存储介质	中国	CN113344912B	有效
4	发明专利	浮选泡沫矿化程度计算方法、装置及电子设备	中国	CN113987847B	有效
5	发明专利	一种磨矿分级流程的仿真系统	中国	CN113536614B	有效
6	发明专利	一种尾矿输送装置	中国	CN109382200B	有效
7	发明专利	泡沫溢流量检测方法、装置、电子设备及介质	中国	CN114519715B	有效
8	发明专利	磨机磨矿状态的测量方法、装置及电子设备	中国	CN112197817B	有效
9	发明专利	工业过程故障检测方法、装置、电子设备及存储介质	中国	CN114841295B	有效
10	发明专利	磨矿控制参数的匹配方法、装置和电子设备	中国	CN113762386B	有效
11	发明专利	浓密机底流浓度、泥层高度、内部矿量软测量装置和方法	中国	CN109061101B	有效
12	发明专利	一种矿浆浓度在线实时检测装置和方法	中国	CN108507834B	有效
13	发明专利	一种浓密脱水过程入料异常工况的自愈控制方法	中国	CN109276945B	有效
14	发明专利	基于泡沫颜色的混合浮选工况识别方法和系统	中国	CN112016552B	有效
15	实用新型	一种磨机充填率检测装置	中国	CN217646534U	有效
16	实用新型	一种浓密设备料位自动化检测装置	中国	CN215865382U	有效
17	实用新型	一种便于更换抓手的码拆垛机械臂	中国	CN215046846U	有效
18	计算机软件著作权	破碎流程协同作业管控平台[简称:BCIMS]V1.0	中国	2023SR0602806	有效
19	计算机软件著作权	浮选优化控制系统(BPM-F)V1.0	中国	2021SR1066705	有效
20	计算机软件著作权	浓密脱水优化控制系统[简称: BPM-T]V1.0	中国	2021SR1253735	有效


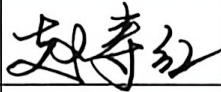


21	论文	An HGA-LSTM-Based Intelligent Model for Ore Pulp Density in the Hydrometallurgical Process	中国		有效
22	论文	An unsupervised method for extracting semantic features of flotation froth images	中国		有效
23	论文	Timeliness and stability-based operation optimization for copper flotation industrial process	中国		有效
24	论文	Dynamic global feature extraction and importance-correlation selection for the predictions of concentrate copper grade and recovery rate	中国		有效
25	论文	Clustering of Copper Flotation Process Based on the AP-GMM Algorithm	中国		有效
26	论文	State evaluation of copper flotation process based on transfer learning and a layered and blocked framework	中国		有效
27	论文	Collaborative optimization framework for the industrial thickening–dewatering process based on mixed integer linear programming	中国		有效
28	论文	Data-driven robust optimization based on principle component analysis and cutting plane methods	中国		有效
29	论文	Nonlinear soft sensor development for industrial thickeners using domain transfer functional-link neural network	中国		有效
30	论文	Safe reinforcement learning for industrial optimal control: A case study from metallurgical industry	中国		有效
31	论文	A general data-driven nonlinear robust optimization framework based on statistic limit and principal component analysis	中国		有效
32	论文	Data-driven-based self-healing control of abnormal feeding conditions in thickening-dewatering process	中国		有效
33	论文	Transfer learning for end-product quality prediction of batch processes using domain-adaption joint-Y PLS	中国		有效

34	论文	镍浮选过程智能控制系统开发与应用	中国		有效
35	论文	选矿浓密过程优化控制技术研究	中国		有效
36	论文	选冶智能推送云服务系统的设计与应用	中国		有效
37	论文	基于宽度学习的浓密机底流浓度软测量	中国		有效
38	论文	Optimal Control of Flotation Industrial Process Using Model-based Reinforcement Learning	中国		有效




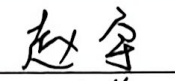
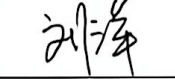

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-1	一种铜镍硫化矿的桥牵诱导选矿方法	1	谢杰		
		2	李阳	李阳	
		3	景国文		
		4	姚栋	姚栋	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-2	一种贫难选镍铜矿的异步同选工艺	1	谢杰		
		2	江敏	江敏	江敏
		3	李建博		
		4	赵寿红	赵寿红	
		5	吴越	吴越	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026年5月15日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-3	矿石颗粒分割系统、方法和机器可读存储介质	1	陆博	陆博	
		2	王庆凯		
		3	赵建军	赵建军	
		4	张逸飞	张逸飞	
		5	郭振宇		
		6	赵宇	赵宇	
		7	刘洋	刘洋	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">2016 年 5 月 15 日</p>					


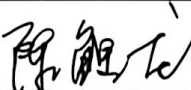

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-4	浮选泡沫矿化程度计算方法、装置及电子设备	1	刘道喜	刘道喜	刘道喜
		2	王旭	王旭	王旭
		3	邹国斌		
		4	刘日新	刘日新	刘日新
		5	谢卫红	谢卫红	谢卫红
		6	王庆凯		
		7	雷雨田	雷雨田	雷雨田
		8	廉镜民	廉镜民	廉镜民
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					

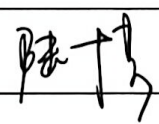
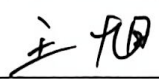
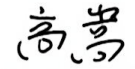
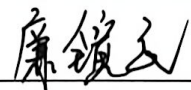

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-5	一种磨矿分级流程的仿真系统	1	王庆凯		
		2	杨天皓	杨天皓	杨天皓
		3	周俊武	周俊武	周俊武
		4	宋涛		
		5	邹国斌		
		6	余刚		
		7	杨佳伟		
		8	赵建军	赵建军	赵建军
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2020年5月13日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-6	一种尾矿输送装置	1	李建博		
		2	马忠鑫	马忠鑫	
		3	蔺华新	蔺华新	
		4	吴靖	吴靖	
		5	崔忠远	崔忠远	
		6	江敏	江敏	
		7	李金智	李金智	
		8	陈鲤龙	陈鲤龙	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-7	泡沫溢流量检测方法、装置、电子设备及介质	1	陆博	陆博	
		2	王庆凯		
		3	邹国斌		
		4	王旭	王旭	
		5	高嵩	高嵩	
		6	郭振宇		
		7	余刚		
		8	廉镜民	廉镜民	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-8	磨机磨矿状态的测量方法、装置及电子设备	1	宋涛		
		2	杨佳伟		
		3	周俊武	周俊武	周俊武
		4	王庆凯		
		5	邹国斌		
		6	赵建军	赵建军	赵建军
		7	余刚		
		8	杨天皓	杨天皓	杨天皓
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-9	工业过程故障检测方法、装置、电子设备及存储介质	1	郭振宇		
		2	王庆凯		
		3	安鹏翔	安鹏翔	安鹏翔
		4	王海志	王海志	王海志
		5	耿帅	耿帅	耿帅
		6	周冶	周冶	周冶
		7	刘猛	刘猛	刘猛
		8	刘洋	刘洋	刘洋
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2016 年 5 月 15 日</p>					

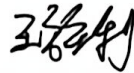

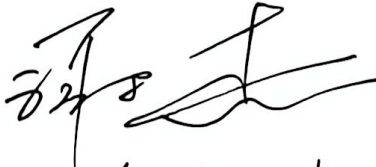
知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-10	磨矿控制参数的匹配方法、装置和电子设备	1	邹国斌		
		2	杨佳伟		
		3	王庆凯		
		4	陆博	陆博	陆博
		5	刘道喜	刘道喜	刘道喜
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-11	浓密机底流浓度、泥层高度、内部矿量软测量装置和方法	1	何大阔		
		2	贾润达		
		3	李康	李康	李康
		4	张华鲁	张华鲁	张华鲁
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026年5月15日</p>					

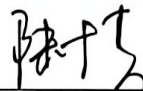
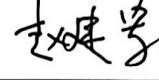

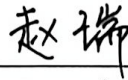
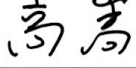

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-12	一种矿浆浓度在线实时检测装置和方法	1	王福利	王福利	
		2	李康	李康	
		3	何大阔		
		4	贾润达		
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）： 2016 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-13	一种浓密脱水过程入料异常工况的自愈控制方法	1	贾润达		
		2	张斌	张斌	张斌
		3	张华鲁	张华鲁	张华鲁
		4	张树磊	张树磊	张树磊
		5	张卫敏	张卫敏	张卫敏
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					


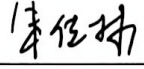
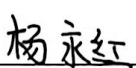
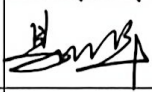


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-14	基于泡沫颜色的混合浮选工况识别方法和系统	1	陆博	陆博	
		2	赵建军	赵建军	
		3	邹国斌		
		4	王旭	王旭	
		5	王庆凯		
		6	赵瑞	赵瑞	
		7	高嵩	高嵩	
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2016 年 5 月 15 日</p>					

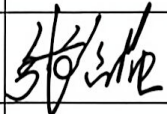

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-15	一种磨机充填率检测装置	1	朱黎阳		
		2	丁良忠	丁良忠	丁良忠
		3	边道超	边道超	边道超
		4	刘先雄	刘先雄	刘先雄
		5	张永鹏	张永鹏	张永鹏
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-16	一种浓密设备料位自动化检测装置	1	张应强	张应强	
		2	朱德林	朱德林	
		3	杨永红	杨永红	
		4	马海峰	马海峰	
		5	王军	王军	
		6	张黎		
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-17	一种便于更换抓手的码拆垛机械臂	1	范阳月		
		2	张富强	张富强	
		3	孙波	孙波	孙波
补充说明					
<p>承诺：上述知识产权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					


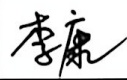

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-18	浮选优化控制系统 (BPM-F) V1.0	1	王庆凯		
		2	邹国斌		
		3	杨佳伟		
		4	王旭	王旭	王旭
		5	刘道喜	刘道喜	刘道喜
补充说明					
<p>承诺：上述计算机软件著作权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					



知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-19	破碎流程协同作业管控平台 [简称： BCIMS]V1.0	1	安鹏翔	安鹏翔	安鹏翔
		2	郭振宇		
		3	蓝青	蓝青	蓝青
		4	王庆凯		
		5	余刚		
补充说明					
承诺：上述计算机软件著作权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。					
第一完成人（签名）： 					
2026 年 5 月 15 日					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	知识产权名称	全部发明人		未列入主要完成人的发明人	签名
附件 4-20	浓密脱水优化控制系统[简称：BPM-T]V1.0	1	方文	方文	
		2	李康	李康	
		3	余刚		
		4	杨佳伟		
		5	邹国斌		
补充说明					
<p>承诺：上述计算机软件著作权用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有发明人知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2016 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-1	An HGA-LSTM-Based Intelligent Model for Ore Pulp Density in the Hydrometallurgical Process	1	邹国斌		
		2	周俊武	周俊武	
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					

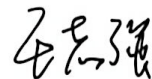


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-2	An unsupervised method for extracting semantic features of flotation froth images	1	王旭	王旭	王旭
		2	周俊武	周俊武	周俊武
		3	王庆凯		
		4	刘道喜	刘道喜	刘道喜
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-3	Timeliness and stability-based operation optimization for copper flotation industrial process	1	王志强	王志强	王志强
		2	何大阔		
		3	王正松	王正松	王正松
		4	李强	李强	李强
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-4	Dynamic global feature extraction and importance-correlation selection for the predictions of concentrate copper grade and recovery rate	1	王志强	王志强	
		2	张歆彤	张歆彤	
		3	何大阔		
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-5	Clustering of Copper Flotation Process Based on the AP-GMM Algorithm	1	王正松	王正松	王正松
		2	何大阔		
		3	李波	李波	李波
		4			
补充说明					
<p>承诺：上述论文申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-6	State evaluation of copper flotation process based on transfer learning and a layered and blocked framework	1	王志强	王志强	王志强
		2	彭芳婷	彭芳婷	彭芳婷
		3	李强	李强	李强
		4	何大阔		
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026年5月15日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-7	Collaborative optimization framework for the industrial thickening-dewatering process based on mixed integer linear programming	1	张树磊	张树磊	张树磊
		2	贾润达		
		3	潘恒欣	潘恒欣	潘恒欣
		4	何大阔		
		5	李康	李康	李康
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: center;">2026 年 5 月 15 日</p>					

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-8	Data-driven robust optimization based on principle component analysis and cutting plane methods	1	张树磊	张树磊	张树磊
		2	贾润达		
		3	何大阔		
		4	褚菲	褚菲	褚菲
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					




知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-9	Nonlinear soft sensor development for industrial thickeners using domain transfer functional-link neural network	1	贾润达		
		2	张树磊	张树磊	张树磊
		3	尤峰崎	尤峰崎	尤峰崎
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-10	Safe reinforcement learning for industrial optimal control A case study from metallurgical industry	1	郑君	郑君	郑君
		2	贾润达		
		3	刘绍宁	刘绍宁	刘绍宁
		4	何大阔		
		5	李康	李康	李康
		6	王福利	王福利	王福利
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026年5月15日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-11	A general data-driven nonlinear robust optimization framework based on statistic limit and principal component analysis	1	张树磊	张树磊	
		2	贾润达		
		3	何大阔		
		4	褚菲	褚菲	
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2024年5月15日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-12	Data-driven -based self-healing control of abnormal feeding conditions in thickening- dewatering process	1	贾润达		
		2	张 斌	张 斌	张斌
		3	何大阔		
		4	毛志忠	毛志忠	毛志忠
		5	褚菲	褚菲	褚菲
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">2016 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-13	Transfer learning for end-product quality prediction of batch processes using domain-adaption joint-Y PLS	1	贾润达		
		2	张树磊	张树磊	张树磊
		3	尤峰崎	尤峰崎	尤峰崎
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2016 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-14	镍浮选过程智能控制系统开发与应用	1	张海洋	张海洋	张海洋
		2	王旭	王旭	王旭
		3	王庆凯		
		4	邹国斌		
		5	杨佳伟		
		6	刘道喜	刘道喜	刘道喜
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2026 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-15	选矿浓密过程优化控制技术研究	1	方文	方文	方文
		2	王庆凯		
		3	余刚		
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: right;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right;">2016 年 5 月 15 日</p>					


知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-16	选冶智能推送云服务系统的设计与应用	1	宋晓梅	宋晓梅	宋晓梅
		2	郭振宇		
		3	王锐		
		4	宋涛		
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p>					
第一完成人（签名）： 					
2026 年 5 月 15 日					

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-17	基于宽度学习的浓密机底流浓度软测量	1	贾润达		
		2	胡慧明	胡慧明	胡慧明
		3	张树磊	张树磊	张树磊
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p>第一完成人（签名）：</p> <p>2026年5月15日</p>					

知情同意证明

项目名称	复杂镍铜多金属选矿多源感知与无人操作关键技术研究及应用				
主要完成人	谢杰、王庆凯、何大阔、余刚、李建博、邹国斌、王锐、朱黎阳、郭振宇、范阳月、杨佳伟、景国文、宋涛、张黎、贾润达				
附件编号	论文名称	全部作者		未列入主要完成人的论文作者	签名
附件 5-18	Optimal Control of Flotation Industrial Process Using Model-based Reinforcement Learning	1	贾润达		
		2	陈旭利	陈旭利	陈旭利
		3	郑君	郑君	郑君
		4	余刚		
补充说明					
<p>承诺：上述论文用于申报 2026 年度甘肃省科技进步奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p style="text-align: center;">第一完成人（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2016 年 5 月 15 日</p>					