

2026 年度非金属矿科学技术奖科技公益类申报项目
公示信息

一、项目基本情况

项目名称	中文	甘肃黄草滩脉石英型高纯石英矿快速找矿与资源评价技术		
主要完成人		刘敏，陈惠敏，吕国诚，潘少龙，刘天明，宋世伟，李玉鹏，任子杰，周熠，刘鑫		
主要完成单位		中国地质大学（北京）、酒泉恒瑞新石英材料有限公司、甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院、武汉理工大学		
推荐单位 （盖章）		中国非金属矿工业协会	成果应用的国民经济行业	BCFM
主题词		脉石英矿；地质详查；资源量估算；选矿试验；高纯石英		

二、项目简介

项目来源、研究目的及意义、主要研究内容及拟解决的问题，取得的技术成果及应用情况，对行业和领域技术进步所起的作用。

高纯石英是半导体、光伏等战略性新兴产业关键基础材料，国内 4N8 级高端高纯石英长期依赖进口。脉石英是制备高纯石英的优质原料之一，但国内多数脉石英仅开展常规地质预查，仅能探明基础资源量，无法区分普通石英与可制备高端产品的优质矿段，配套评价、提纯技术短板明显，常规矿石难以满足高纯原料标准。基于国家战略资源保障需求，甘肃黄草滩脉石英矿专项攻关项目启动，研究成果为国家科技重大专项（2024ZD0605400）、中国工程院战略咨询项目（2024-XZ-20-1）提供基础数据支撑，推动高纯硅资源找矿突破战略落地。

矿区前期常规预查仅查明整体石英资源，无法圈定具备高纯利用潜力的优质矿体区段。针对传统无差别勘查盲目低效的问题，项目采用自研包裹体识别便携式显微装置，野外现场快速判别石英包裹体含量、初步划分品级，筛除无高纯开发价值矿脉，仅优选高潜力靶区实施钻探验证，累计钻探 398.45m 即精准控制优质矿体三维形态。本次专项工作圈定脉石英矿体 1 条，长 512m，平均厚 120.63m，原矿 SiO_2 平均品位 99.71%，评审备案查明矿石量 874.80 万吨，矿床规模为中型。

为开展资源可利用性定量评价，开发了“真空模拟熔制”技术，结合机器学习建立矿石禀赋与下游制品性能的定量关联，依据熔制表现划分不同应用品级，实现资源分质规划利用。同时研发新型阴阳离子协同捕收剂，构建弱酸性无氟浮选工艺，依托药剂对贫富包裹体石英颗粒的差异化吸附特性，浮选前端脱除制约纯度的包裹体杂质，该工艺可嵌入破碎、磨矿、磁选、焙烧、酸浸完整提纯链路。工业试验证实，经成套绿色提纯工艺处理后，可制备出 4N5、4N8 级高纯石英砂，将原本仅能作为普通玻璃原料的矿产转化为高端战略高纯石英原料。

整套技术体系解决传统勘查效率低、资源评价与产业需求脱节、含氟浮选污染、包裹体杂质难脱除等行业问题，相关成套技术已在黄草滩矿区落地应用，勘查成果作为矿区划定、采矿权审批依据，形成可复制的脉石英矿“勘查-评价-绿色制备”一体化技术方案，为国内同类矿产高效开发提供技术支撑。

(限 800 个汉字)

三、主要科技创新

高纯石英矿是半导体、光伏等战略性新兴产业不可或缺的关键基础材料。2025 年 4 月，经国务院批准，高纯石英矿被列为我国第 174 号新矿种。我国高端高纯石英严重依赖进口，资源自主保障形势严峻。脉石英是高纯石英的最重要的优质原料之一，但我国脉石英矿地质勘查程度普遍偏低，导致对潜力资源的科学认识不足。主要体现在三个方面：第一，传统勘查方法对脉体无差别开展工作，难以有效识别高纯石英成矿潜力；第二，原矿可利用性评价依赖选矿、提纯、熔制坩埚等大量实验室工作，周期长，成本高；第三，现有提纯技术难以有效去除脉石英中的流体包裹体等杂质，产品纯度无法达到高端高纯石英工业要求。针对上述问题，项目以甘肃黄草滩脉石英矿为研究对象，在快速找矿勘查、资源分级评价、绿色提纯技术三个方面取得创新突破。

创新点 1：研发了基于“包裹体识别”的野外快速勘查技术与装备，大幅提高脉石英型高纯石英矿找矿效率

针对传统地质无差别勘查模式难以区分普通石英与高纯石英脉体，勘查效率低、成本高的问题，研发了脉石英型高纯石英矿野外快速勘查技术。项目在前期无人机航测快速摸排脉体分布、锁定勘查靶区的基础上，依托自主研发的包裹体识别便携式显微评价装置，可在野外现场快速筛选高品质石英脉体富集区域，精准判别高纯石英矿体。该技术改善了传统勘查的盲目性，仅需少量钻探工作量即可精准把控高品质石英矿体的三维赋存形态，大幅提升高纯石英矿勘查效率，有效降低勘查综合成本，为高山复杂地形区脉石英型高纯石英矿高效勘查提供了可靠技术方案。

创新点 2：开发了基于“真空模拟熔制+机器学习”的资源分级评价方法，构建了脉石英型高纯石英矿资源禀赋与制品应用的定量关联

针对高纯石英评价存在周期长、矿石品级判定与下游制品应用需求脱节的问题，本项目搭建贯穿找矿、提纯、终端应用的全链条定量分级评价体系。依托上述便携式显微评价装置现场观测石英颗粒，依据包裹体特征完成原矿品级快速初判，增设“真空模拟熔制”试验，直观表征精矿熔融气泡、透光性能等加工属性，融合矿石微观特征与熔制性能数据集，引入机器学习算法构建定量评价模型，建立矿石禀赋与下游产品性能的量化对应关系，为高纯石英精准评价、分质开发利用提供量化技术支撑。

创新点 3：开发了新型阴阳离子协同捕收剂，搭配异质石英无氟浮选技术，实现了脉石英型高纯石英砂的绿色高效制备

针对传统氢氟酸浮选污染严重、单一阳离子浮选选择性弱、流体包裹体杂质难以脱除等行业技术瓶颈，通过阳离子胺与精制石油磺酸钠复配优化，搭配专用选择性抑制剂，在弱酸性环境下可有效替代传统氢氟酸浮选工艺。同时，依托新型阴阳离子药剂对贫富包裹体石英颗粒的差异化吸附特性，在浮选前端精准脱除制约高纯石英品质的核心包裹体杂质。该技术有效弥补了传统浮选工艺选择性差、品质杂质脱除不彻底、成品回收率低等缺陷，大幅提升铝硅酸盐杂质脱除效率与高纯石英成品回收率，实现了高纯石英砂提质、增效、绿色化制备。

(限 1200 个汉字)

四、发表论文、专著与引用情况

年份	题目或书名	作者	出版单位	引用情况
2026	H+-Driven Lattice Gap Impurity Migration in Quartz Polymorphs: A First-Principles Study with Implications for High-Purity Quartz Formation and Purification	Ritong Huang, Min Liu, Hao Liu, Xiaowei Li, Xin Liu, Yi Zhou, Xinyu Hou, Zijie Ren, Shiwei Song, Libing Liao, Guocheng Lv	American Mineralogist	0
2026	Robust multimodal mineral identification based on a parameter-efficient method	Hongxiang Liao, Xiaohui Ji, Mei Yang, Bo Xu, Guocheng Lv , Min Liu, Jiaxue Li	Computers & Geosciences	0
2026	Mineral Identification Based on Multimodal and KnowledgeDistillation	Hongxiang Liao, Xiaohui Ji , Mei Yang, Mingyue He, Guocheng Lv, Min Liu, Zhaochong Zhang, Shan Zeng, Jiaxue Li,	Natural Resources Research	2

		Yuzhu Wang		
2026	The interplay among geological genesis, impurity occurrence, and purification of high-purity quartz ores: GIP framework and beneficiation strategy	Fenghui Guo, Jiahang Fan, Yifei Liu, Zijiao Guo, Qianchao Ma, Xiwen Yu, Yuena Jiang, Mengyao Yang, Guocheng Lv, Minghao Fang, Huachao Zai, Xin Min, Ruiyu Mi, Xiaowen Wu, Zhaohui Huang	Minerals Engineering	0
2025	Effects of potassium ions on selective flotation of quartz with varying fluid inclusion abundance	Yuhao He, Zijie Ren, Yuhan Song, Qi Deng, Bingnan Li, Weifeng Xie, Hao Liu, Guocheng Lv	Separation and Purification Technology	4
2025	Rapid identification method for inclusions in evaluating high-purity quartz	Min Liu, Guocheng Lv, Xin Liu, Zijie Ren, Meitang	International Journal of Minerals, Metallurgy and	2

		Liu, Ritong Huang, Xinyu Hou, Qinwen Zheng, Libing Liao, Jingwen Mao	Materials	
2025	Advances in purification technologies and applications of high-purity quartz resources	Min Liu, Guifang Wang, Fanyue Zhao, Wenfeng Li, Gan Zhu, Guangchuan Liang,Wei Jian, Libing Liao, Guocheng Lv	Progress in Natural Science: Materials International	40
2025	Deep learning-enabled semantic segmentation for high-accuracy fluid inclusions quantification in high-purity quartz	Ting Fan, Zijie Ren, Qiankun Zhang, Zhi Liu, Hao Liu, Guocheng Lv	Minerals Engineering	3
2025	组合捕收剂浮选去除 脉石英中富流体包裹 体颗粒及其机理分析	何宇豪, 宋昱晗, 樊婷, 邓祺, 管俊 芳,任子杰	矿产保护与利用	1

五、主要知识产权证明目录

知识产权类别	专利名称	授权号	国别（地区）	权利人	发明人	是否有效
发明专利	一种浮选去除脉石英砂中流体包裹体的方法	CN118527248B	中国	武汉理工大学	任子杰;何宇豪;邓祺;葛禧龙;宋昱晗;樊婷;马兵;孙睿;龚俊琪;任玉玲	是

六、推荐意见

该项目紧扣国家高纯石英资源自主保障战略需求，针对脉石英找矿勘查周期长、成本高，以及提纯工艺难以有效去除流体包裹体和铝等杂质、产品无法达到高纯石英工业要求的核心难题，开展了系统研究与工程实践。 项目创新研发了野外脉石英矿快速勘查技术方法体系，采用无人机航测配合便携式显微评价装置，将评价周期从数周缩短至十分钟、成本降低80%以上；构建了“野外筛查—模拟熔制—成分检测”全链条分类分级评价体系；开发了“阴阳离子捕收剂协同无氟浮选”绿色工艺，嵌入全流程深度提纯链路，成功将 SiO₂纯度由 99.92%提升至 99.998%（4N8 级），达到光伏用坩埚标准。 项目累计查明脉石英矿总矿石量 874.80 万吨，初步评价 4N8 级高纯石英资源量达 400 余万吨，已建成 4N8 级高纯石英生产线、年产 1.2 万吨。成果经酒泉市自然资源局评审备案，作为划定矿区范围和采矿权审批直接依据。 该项目的实施，为甘肃省新增一处优质高纯石英原料基地，有效缓解了我国高纯石英原料高度依赖进口的局面，对推动非金属矿行业技术进步和战略性矿产资源自主保障具有重要示范意义。
