

2026 年度非金属矿科学技术奖科技公益类项目公示

一、项目基本情况

项目名称	中文	高岭土伴生石英高值化加工关键技术与应用		
主要完成人	任子杰 吕国诚 谢俊 高惠民 邓祺 李佩悦 印航 刘敏 何宇豪 沈彦旭 武林雨 王本语 沈明豪 张继红 王桂荣			
主要完成单位	武汉理工大学、合浦县硅材料产业技术研究中心、 中国地质大学（北京）、广西南玻新能源材料科技有限公司、 广西新福兴硅科技有限公司、合浦沪天高岭土有限责任公司、北海长 利新材料科技有限公司			
推荐单位 （盖章）	武汉理工大学		成果应用的国 民经济行业	C
主题词	石英 云母 长石 选矿 无机非金属材料 玻璃 高纯石英			

二、项目简介

本成果隶属于非金属矿产选矿提纯、矿产综合利用及无机非金属材料领域，紧扣国家“双碳”战略与“十五五”光伏新能源产业发展需求，针对光伏玻璃核心原料石英砂保供难、高岭土选矿固废堆存的行业痛点，补齐新能源战略基础材料短板，为光伏产业高质量、自主可控发展提供关键技术支撑。

当前我国光伏产业快速扩容，光伏级高纯石英砂需求激增，但国内优质石英资源濒临枯竭，原料供需缺口持续扩大，直接影响光伏产业链供应链安全。同时，高岭土选矿产生的石英固废大量堆积，仅北海产区年新增固废超 500 万吨，形成战略资源紧缺与固废资源闲置的双重矛盾。针对该行业瓶颈，项目团队依托武汉理工大学及多个省部级、国家级重点实验室与产业研究平台，首次系统开展高岭土伴生石英资源综合利用研究，突破多项关键技术瓶颈，形成从选矿提纯到深加工应用的成套技术体系。

项目创新攻克多项核心技术：探明不同粒级高岭土伴生石英可选性规律，创立石英原料分级方法，研发分质分级分选成套技术；创新高浓度擦洗、选择性磨矿、多工艺协同除杂技术，攻克石英流体与固体包裹体杂质去除难题；开发高纯石英粉提纯工艺及低介电新型电子封装填料制备技术；突破光伏玻璃熔制、澄清脱泡核心工艺，创新窑炉砌筑、玻璃液分流及紫外镀膜固化专用装备，构建适配高钛型石英砂的节能光伏玻璃生产体系。

成果已形成完善的知识产权体系，发布行业标准 1 项，授权发明专利 16 项、实用新型专利 30 项，发表高水平论文 38 篇。相关成套技术成功落地国内首条北海 60 万吨/年光伏玻璃砂生产线等多条规模化产线，应用于多条总熔化量超 9000 吨/日的光伏玻璃生产线，并推广至江西宜春等产区，将高岭土伴生石英砂综合利用率从 30%提升至 95%以上。

依托本技术，广西北海打造千亿级硅产业集群，实现规模化工程应用。近三年累计创造经济效益超 87 亿元，新增税收近 3.5 亿元，带动就业超 1.2 万人。经权威专家评价，本成果整体达到国际领先水平。

(限 800 个汉字)

三、主要科技创新

“十五五”期间我国新能源产业加速发展，光伏玻璃需求持续增长，光伏级石英砂原料供需缺口持续加大，亟需拓展优质原料来源。本成果聚焦高岭土伴生石英砂，针对其杂质赋存复杂、综合利用率低、高值化利用难度大的行业痛点，围绕原料分级分选、多机制深度提纯、硅基功能新材料开发、高钛型石英砂原料光伏玻璃深加工全链条开展系统研究，建立高岭土伴生石英砂全链条高值化加工与应用技术体系，形成四项核心技术创新，项目整体技术达到国际领先水平。成果累计颁发行业标准 1 项，获授权发明专利 16 件、实用新型专利 30 件，发表高水平学术论文 38 篇。

主要技术突破和创新见下：

- 1、发展了分质分级分选理论。探明了不同粒度高岭土伴生石英可选性特征规律，确立了不同流体包裹体含量石英的原料分级方法并研发了成套检测设备，发明了分质分级分选处理高岭土伴生石英技术。石英综合利用率由 30% 提升至 95% 以上。
- 2、开发了多机制协同深度除杂技术。发明了高浓度擦洗-选择性磨矿去除表面杂质技术，开发了“三步物理法”协同去除白云母技术，研发了磺酸盐浮选捕收剂结构调控及阴阳离子联配浮选去除长石技术，创新开发了浮选去除流体包裹体、碱酸协同蚀刻去除固体包裹体杂质技术。项目通过成套创新技术将北海地区高岭土伴生石英纯度提升至 99.9978%，铁、铝、钛杂质指标大幅优于国内外常规技术。
- 3、突破微细石英粉提纯与复合填料制备技术瓶颈。研发剥片分级-絮凝浮选工艺，解决亚微米高岭石、云母分离难题；创新石英@ α -氧化铝核壳复合电子封装填料，兼顾低介电、高导热性能，填补多功能硅基填料产业化空白。
- 4、构建了大吨位薄形光伏玻璃节能熔化澄清一体窑炉体系。针对高岭土伴生石英砂钛杂质晶格嵌赋、弥散分布、选矿难以深度脱除的原料特征，破解“减薄提透光与力学性能衰减相互制约”的技术矛盾，形成适配高钛石英原料的精准熔制、均匀分流、高效增透镀膜一体化工艺及专用装备，实现超薄光伏玻璃高强度、高透光、高均匀性的规模化稳定制备。

(限 1200 个汉字)

四、发表论文、专著与引用情况

序号	出版或发布年份	题目、书名或标准名	作者/编制人员	出版单位	论文他引用情况、专著页数
1	2026	石英砂中流体包裹体测定方法	任子杰, 李佩悦, 朱欣洁, 邓小聪, 夏纯新, 欧阳静, 王小雅, 李诚睿, 吕国诚, 张乾坤, 谢恩俊, 张红林, 魏奎先, 陆 义, 樊 婷, 刘 昊, 董 宏, 朱 磊	中华人民共和国工业和信息化部	标准页数: 4 页
2	2013	北海某高岭土尾矿中石英砂的选矿提纯试验	刘思, 高惠民, 胡廷海, 管俊芳, 金俊勋, 任子杰	金属矿山	论文引用次数: 58 次
3	2023	广东某高岭土矿中石英选矿提纯试验研究	张玉梅, 任子杰, 高惠民, 印航, 谢俊, 郝文华	矿产保护与利用	论文引用次数: 14 次
4	2024	难选粗粒长石与石英浮选分离药剂优化试验研究	葛禧龙, 任子杰, 印航, 刘洋, 何宇豪, 宋昱晗	化工矿物与加工	论文引用次数: 3 次
5	2025	提高光伏太阳能超薄玻璃机械强度的研究	黄波, 罗川波, 武林雨, 朱勤, 翟树友	玻璃深加工	论文引用次数: 6 次
6	2024	Purification of different-sized quartz crystals	Deng Qi, Ren Zijie, Song Yuhan, He Yuhao, Li Peiyu,	Minerals Engineering	论文引用次数: 7 次

		in granitic pegmatite	Yin Hang		
7	2022	Enhanced thermal conductivity of epoxy composites with ternary particle size through the use of hybrid polyhedral α -alumina oxide and aluminum nitride	Peiyue Li, Zijie Ren, Liyun Ma, Huimin Gao, Enjun Xie, Zengzi Wang, Jianxin Wu, Zhengzheng Guo	Ceramics International	论文引用次数: 22 次
8	2017	Modified flotation in fine sericite flotation using polymethylhydrosiloxane	Jingjing Tian, Huimin Gao, Junfang Guan, Zijie Ren	Separation and Purification Technology	论文引用次数: 26 次
9	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	论文引用次数: 3 次
10	2025	Rapid identification method for inclusions in evaluating high-purity quartz	Min Liu, Guocheng Lv, Xin Liu, Zijie Ren, Meitang Liu, Rirong Huang, Xinyu Hou, Qiuwen Zheng, Libing Liao, Jingwen Mao	International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials	论文引用次数: 1 次

五、主要知识产权证明目录

序号	知识产权类别	专利名称	授权号/申请号	国（区）别	权利人	发明人	是否有效
1	授权专利	一种利用北海组石英制备高纯石英砂的方法	ZL 2023 1 1462202.3	中国	武汉理工大学；中硅工业集团有限公司；合浦县硅材料产业技术研究中心	任子杰；方鑫；高惠民；管俊芳；何宇豪；陈意帆；郝文华；谢俊；张斌昌	是
2	授权专利	一种从石英中分离长石的浮选药剂及浮选方法	ZL 2021 1 1284821.9	中国	武汉理工大学	任子杰；沈彦旭；高惠民；李明阳；李佩悦；刘志；刘洋；唐腾望；何宇豪；刘孟浩；杨云平	是
3	授权专利	一种高纯度石英砂的制备方法	ZL 2021 1 0938039.8	中国	武汉理工大学	任子杰；刘志；高惠民；吴飞达；沈彦旭；郭争争	是
4	授权专利	一种深度提纯石英砂的方法	ZL 2023 1 1203872.3	中国	武汉理工大学	任子杰；徐牛栓；高惠民；管俊芳；刘志；何宇豪	是
5	授权专利	SODIUM PETROLEUM SULFONATE	US 12472512 B2	美国	武汉理工大学	任子杰、郭争争、高惠民、何宇豪、	是

		COLLECTOR FOR FLUORITE FLOTATION AND ITS PREPARATION AND APPLICATION METHOD				刘洋、方鑫	
6	授权 专利	一种石英砂的 双磨协同解离 方法	ZL 2023 1 1197077.8	中国	武汉理 工大学	任子杰；何 宇豪；高惠 民；管俊芳； 徐牛栓；张 乾坤；邓祺	是
7	授权 专利	一种浮选去除 脉石英砂中流 体包裹体的方 法	ZL 2024 1 0838771.1	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
8	授权 专利	一种超特大 1600t/d 光伏玻 璃一窑五线窑 炉	ZL 2023 1 1798655.3	中国	广西新 福兴硅 科技有 限公司； 福州新 福兴玻 璃科技 有限公 司；新福 兴玻璃 工业集 团有限 公司；福 州新福	陈齐平；王 本语；刘沐 阳；吴春生； 孟祥德	是

					兴玻璃有限公司		
9	授权专利	一种玻璃窑炉砌筑方法和玻璃窑炉	ZL 2023 1 0072901.0	中国	广西南玻新能源材料科技有限公司；中国南玻集团股份有限公司	朱勤；武林雨；刘万忠；曹联会；袁伟；黄才富；王文勇；吴道正	是
10	授权专利	一种光伏玻璃生产用镀膜固化设备	ZL 2023 1 0462723.2	中国	广西新福兴硅科技有限公司；新福兴玻璃工业集团有限公司	陈齐平；王本语；雷永红	是

六、推荐意见

该项目立足于高岭土伴生石英高值化加工与应用难题，紧扣国家“双碳”战略与“十五五”光伏新能源产业发展重大需求，攻克光伏玻璃核心原料石英砂保供与高岭土选矿固废消纳行业瓶颈，开发了成套具有完全自主知识产权的核心工业技术，支撑建成国内首条 60 万吨 / 年高岭土伴生石英砂制备光伏玻璃砂生产线、120 万吨高岭土伴生石英砂深加工生产线及 350 万吨 / 年高岭土伴生石英综合利用生产线，成套技术已推广至江西宜春等国内多个高岭土伴生石英产区，推动我国高岭土伴生石英固废资源规模化高值化利用。开发的分质分级分选处理高岭土伴生石英砂技术、高浓度擦洗-选择性磨矿去除表面杂质技术、“三步物理法”协同去除白云母技术、磺酸盐结构调控及阴阳离子联配浮选去除长石技术、浮选去除流体包裹体-碱酸协同蚀刻去除固体包裹体杂质技术、剥片分级-絮凝浮选提纯石英粉技术、低介电石英 α -氧化铝新型电子封装填料制备技术、高钛型石英砂原料薄形光伏玻璃节能熔化澄清一体窑炉成套技术，实现了高岭土伴生石英砂“原料评价-梯级分选-深度提纯-功能新材料-光伏玻璃深加工”全链条技术覆盖。该项目获授权发明专利 16 项，实用新型专利 30 件，发布行业标准 1 项，发表高水平论文 38 篇；成果工程应用成效显著，将高岭土伴生石英砂综合利用率由 30% 提升至 95% 以上。

我校同意推荐该项目申报建筑材料科学技术奖（技术进步奖）。