

2022年度福建省科学技术奖

提名项目（候选人）公示内容

高校（盖章）：三明学院

3号项目

一、项目名称：工农业固废绿色协同利用关键技术研发与推广

二、提名奖种：2022年度福建省科技进步奖

三、提名单位：福建省教育厅

四、项目简介：

“碳达峰、碳中和”是我国绿色发展的必由之路。《2030年前碳达峰行动方案》和《建材行业碳达峰实施方案》明确指出：推动建材行业碳达峰，鼓励建材企业加快提升固废利用水平和加快发展新型低碳胶凝材料，加快发展生物质建材。目前，新型胶凝材料以碱激发矿渣或粉煤灰为主，铅锌尾矿、钢渣等工业固废主要用于混凝土掺合料等方面，利用率较低；对农业固废建材化利用重视不够。整体上存在工农业固废绿色协同利用不够、高效建材化应用技术不足等技术难题。

项目组在国家重点研发计划及福建省、山东省等科技项目的支持下，经过10余年产学研用联合攻关，系统研发新型金属尾矿胶凝材料、功能型墙体、3D打印地聚物复合材料及工程加固配套技术，解决了工农业固废绿色再利用技术难题。主要创新如下：

1、研发多源固废利用的新型胶凝材料。发明多级金属尾矿筛选粉碎系统，精准控制尾矿粉碎和清洗；研发金属尾矿地聚物胶凝材料及其复合浆液，比表面积 $\geq 400\text{m}^2/\text{kg}$ 、28d强度活性指数 $\geq 85\%$ ，其加固的饱和软土复合地基承载力提高5-15倍；发明红麻秸秆轻质抗裂

保温砂浆，导热系数、干密度和开裂指数比普通砂浆分别降低 37%、27%和 99.6%。

2、研发绿色自保温砌块和功能型墙体。发明钢渣固化 CO₂、铝灰-电石泥综合利用的自保温砌块，复合墙体热阻 3.226 m²·K/W，比普通墙体提高 154%，节能 65%以上；空心砌块内置秸秆压缩块的暗骨架承重墙，具有多道抗震防线，且节能效果显著。

3、研发 3D 打印地聚物复合材料和混凝土。3D 打印地聚物复合材料粘度恢复率和厚度形状保持率提高 189.19%和 67.63%，干密度降至 1560.60 kg/m³；3D 打印地聚物混凝土梯级动态粘性 10-100Pa·S，成型粘性>100000Pa·S，28d 抗压强度≥30MPa。有效改善了 3D 打印材料的施工性能。

4、研发配套工程加固新技术。提出的抗震加固与节能改造一体化方法可同时提高干砌毛石墙体、预制混凝土空心板楼盖的整体性，拓展了工农业固废绿色协同利用技术领域，加固后楼盖的抗弯强度和刚度各提高 300%和 160%以上。

通过项目组织实施，率先实现工农业固废绿色协同高效建材产业链利用，使得新建村镇建筑抗震宜居、在役老旧民居改造后服役性能得到显著提升，成果由海峡建工、福建华荣、福建一建等企业推广应用，取得了显著的经济效益和社会效益。

项目共获得知识产权 26 项，其中发明专利 13 项、实新 8 项、软著 5 项，参编标准 4 部，发表论文 31 篇（SCI、EI 检索 16 篇）。引领了我国工农业固废绿色协同利用技术提升，助推了学科水平的提高，推动了建材行业碳达峰、碳中和目标的达成，为乡村振兴国家重大战略的实施提供了关键技术支撑。经评价，项目成果总体达到国际先进水平。

五、主要完成单位

三明学院、山东农业大学、海峡建工集团有限公司、福建省华荣建设集团有限公司、福建一建集团有限公司、海颐建工集团有限公司

六、主要完成人及其贡献

- (1) 张会芝（三明学院），项目负责人；
- (2) 王少杰（山东农业大学），试验测试和知识产权工作；
- (3) 崔秀琴（三明学院），试验测试和知识产权工作；
- (4) 郑春林（海峡建工集团有限公司），论文和成果推广应用；
- (5) 林忠东（福建一建集团有限公司），知识产权和成果推广应用；
- (6) 刘纪峰（三明学院），专利工作；
- (7) 卢健（福建省华荣建设集团有限公司），知识产权和成果推广应用；
- (8) 叶德泰（海颐建工集团有限公司），成果推广应用；
- (9) 连跃宗（三明学院），试验测试；

七、主要知识产权及代表性论文专著等支撑材料目录

知识产权类别	授权专利名称	授权号	国（区）别	权利人	发明人
发明专利	一种单组分地聚物水泥制备方法	ZL202010411000.6	中国	三明学院	张会芝,刘纪峰,杨悦,陈孝国,连跃宗,付晓强.
发明专利	一种单组分地聚物白水泥制备方法	ZL202010396884.2	中国	三明学院	刘纪峰,张会芝,杨悦,陈孝国,付晓强,连跃宗.
发明专利	一种利用钢渣固化CO ₂ 制造砌块的生产工艺	ZL201910313760.0	中国	三明学院	张会芝,刘纪峰,连跃宗.

发明专利	一种铝灰-电石泥综合处理方法	ZL201910619832.4	中国	三明学院	崔秀琴,魏四成,王贵生,吕世革,张会芝,张孟阳,崔金娜.
授权书	Environment-friendly and active tailing micropowder composite grout and application thereof	CICP2022/07088	南非	三明学院, 山东农业大学	刘纪峰, 张会芝, 王少杰
发明专利	一种掺加红麻韧皮纤维作物秸秆的 3D 打印碱激发地聚物复合材料及其制备方法	ZL202110409457.8	中国	山东农业大学	王少杰,孔潇,戴莉,郭媛,贾艳艳,刘濠,张泽焕,修名竹.
发明专利	一种同时提高预制混凝土空心板楼盖强度、刚度和整体性的加固方法	ZL202110380025.9	中国	山东农业大学	王少杰,陈强,张旭,乔德浩,贾艳艳,慈梦尧
发明专利	干砌毛石墙体抗震加固与节能改造一体化方法	ZL201710837953.7	中国	山东农业大学	王少杰,杜善梁,侯凯,花邦杰,段绪胜,赵洪扬,王焘,李根.
发明专利	一种多级金属尾矿的筛选粉碎系统	ZL202110849188.7	中国	海峡建工集团有限公司, 海颐建工集团有限公司, 刘纪峰	郑春林,叶德泰,刘纪峰,张会芝,刘峰.
授权书	Production process for preparing accelerator by utilizing water purifying agent waste residues	CICP2022/07090	南非	三明学院, 福建省华荣建设集团有限公司	刘纪峰, 卢健, 张会芝, 杨淼

代表性论文、专著情况							
刊名	论文、专著名称	影响因子	年卷页码	发表时间	SCI、EI 收录情况	他引次数	作者：排序/姓名
Materials	Load Capacity and Displacement of Recycled Concrete and Self-Insulation Block Masonry Wall	3.057	2020, 13, 863: 1-17.	2020.02	SCI、EI 收录	2	HZ.Zhang (张会芝), JF. Liu (刘纪峰), Y. Yang (杨

							悦), XQ. Cui (崔秀琴), YZ. Lian (连跃宗).
European Journal of Environmental and Civil Engineering	Effect of slightly cadmium-enriched kenaf straw on the mechanical and thermal properties of cement mortar	2.187	2020,1838951,1-19	2020.11	SCI 收录	0	通讯作者: Shaojie Wang (王少杰)/第一作者: Xin Liu (刘鑫), Hao Wang (王浩), Zhongyu Fei (费忠宇), Li Dai (戴莉), Guangpeng Zhang (张广鹏), Shiyun Ai (艾仕云), Yuan Guo (郭媛)
Energy and Buildings	Coupled heat and moisture transfer in hollow concrete block wall filled with compressed straw bricks	7.201	2017(135):74-84	2016.11	SCI 收录	10	通讯作者: Shaojie Wang (王少杰)/第一作者: Shaodan Hou (侯少丹), Fusheng Liu (刘福胜), Hanbing Bian (卞汉兵)
Construction and Building Materials	Influence of kenaf stalk on printability and performance of 3D printed industrial tailings based geopolymer	7.693	2022,315(Jan.10)-125787.1~125787.12	2022.1	SCI 收录	0	通讯作者: Shaojie Wang (王少杰)/第一作者: Xiaokong Kong (孔潇), Li Dai (戴莉), Yitan Wang (王艺)

							潭), Dehao Qiao (乔德浩), Shaodan Hou (侯少丹)
工程力学	自保温暗骨架承重墙抗震性能试验研究与分析	2.397	2019年4月第36卷第4期: 158~166+21	2019年4月	EI 收录	7	通讯作者: 王少杰/第一作者: 史凤凯, 作者: 刘福胜, 岳艺博, 刘康, 黄兴淮

八、推广应用情况

该成果率先实现工农业固废绿色协同高效建材产业链利用, 并通过海峡建工、福建华荣、福建一建、海颐建工等企业推广示范, 近三年取得了显著的经济和社会效益, 具有极大的推广应用前景。