

2023 年度参与提名青岛市科学技术奖公示

参与单位：青岛农业大学

一、项目名称

多源固废协同处置与资源化利用关键技术及工程应用

二、申报奖种及等级

青岛市科技进步奖（民生科技类）一等奖

三、提名者及提名意见

提名者：青岛理工大学

提名意见：

我单位认真审阅了提名书材料，确认提名材料真实有效，完成人及完成单位排序无异议，相关栏目符合填写要求。

本项目围绕多源固废协同处置与资源化的基础理论、关键技术和工程应用三方面开展研究，依托国家自然科学基金优秀青年基金、山东省自然科学基金重大基础研究和山东省高等学校优秀青年创新团队项目。针对工农业固废协同水化作用宏观规律和微观机制不清晰的瓶颈问题，揭示了多源固废协同水化反应机制；提出多源固废协同节能降碳技术，利用发泡技术和碳捕获技术弥补了传统固废缺少处置过程节能降碳技术的问题，显著提升了固废处置产品附加值和环境效益；针对市政道路工程中固废产品性能难调控的问题，开发了固废路沿石技术、固废管廊预制件技术与应用，揭示固废对路用产品力学性能和耐久性影响，实现固废组成-结构-性能的关联和调控。

项目发表了高质量英文论文 36 篇，发明专利 37 项（美国和日本各一项），实用新型专利 31 项，计算机软件著作权 1 项，标准规范 7 项。研究成果在青岛市机场高速路、地铁调流路、董家口电力管廊工程和山东大学青岛校区及烟台市、淄博市等多个重点工程应用，累计使用固废节能墙材超过 2.2 万平方米，固废路沿石超过 8 万米，预制管廊超 1.1 万米，实现新增销售额 50797 万元，新增效益 6053 万元；获得评价机构 2 项国际先进水平评价，受到应用单位和同行专家积极评价与高度认可。

提名该项目为 2023 年度青岛市科学技术进步奖一等奖。

四、项目简介

本项目属混凝土与钢筋混凝土结构领域，与无机非金属材料、环境工程等多个学科交叉，是固废协同处置与资源化的基础理论、关键技术和工程应用研究。

固体废弃物数量庞大，种类繁多，成分复杂，长期以来利用方式

单一、附加值低。实际上，传统固废的单一处置利用方式已无法满足区域经济发展和环境保护需求，亟需创新多源固废协同处置和资源化水平。认识多源固废协同反应机制是固废协同处置的重要前提条件。本项目正是从多源固废协同反应机制这一基础问题出发，以我国典型的工业、农业固废（粉煤灰、钢渣、矿渣、石粉、瓷粉和玉米芯等）为研究对象，通过系统的试验、理论研究，在多源固废协同反应基础理论、多源固废协同技能降碳技术和多源固废道路工程应用方面，取得一些重要研究成果。

（1）多源固废协同水化反应机制：针对工农业固废协同水化作用宏观规律和微观机制不清晰的瓶颈问题，系统研究了碱激发固废胶凝体系（钢渣、矿渣）和水泥-固废矿物掺合料体系（粉煤灰、石粉）的水化反应机制。利用惰性反应物对比研究固废对水化影响，定量表征了固废物理作用和化学反应对体系反应速率、产物含量和反应程度影响规律，实现了固废反应活性及其对宏观性能影响的评价，完善了多源固废协同反应过程中组成-结构-性能基础理论。

（2）多源固废协同节能降碳技术：针对传统固废缺少处置过程节能降碳技术的问题，提出应用发泡技术制备固废（粉煤灰、矿渣、瓷粉）泡沫混凝土墙材技术，研究气泡特性对其性能影响，揭示固废泡沫混凝土力学和保温性能与微结构关联；提出搅拌期碳捕获技术，提高固废处置的二氧化碳捕集能力，揭示固废协同处置过程对二氧化碳捕集效率影响，通过分子动力学模拟揭示固废对二氧化碳捕捉机理。研究丰富了多源固废协同处置过程技能降碳技术，提升了固废处置产品附加值和环境效益。

（3）多源固废协同处置产品应用及性能调控：针对市政道路工程中固废原料复杂、产品性能难调控的问题，开发了固废路沿石技术与应用，揭示固废用量对路沿石产品力学性能和耐久性影响，实现固废路沿石性能调控、表征检测和品质提升；开发力场作用下低温相转和冷热循环冲击法固废地下管廊预制件技术，揭示了固废混凝土构建三相组分建界面构想与拓扑结构对其力学性能的影响规律，提高地下管廊抗冲击性能。

本项目发表高质量英文论文 36 篇，发明专利 37 项（美国和日本各 1 项），实用新型专利 31 项，计算机软件著作权 1 项，标准规范 7 项。研究成果在青岛市机场高速路、地铁调流路、董家口电力管廊工程和山东大学青岛校区及烟台市、淄博市等多个重点工程应用，累计使用固废节能墙材超过 2.2 万平方米，固废路沿石超过 8 万米，预制管廊超 1.1 万米，实现新增销售额 50797 万元，新增效益 6053 万元；获得评价机构 2 项国际先进水平评价，受到应用单位和同行专家积极评价与高度认可。

五、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准编号)	授权(标准 发布)日期	证书编号 (标准批准发布部门)	权利人(标准起草 单位)	发明人(标准 起草人)	发明专利(标准) 有效状态
发明专利	Apparatus and a method for testing water absorption of concrete in a direction parallel with a load applying direction	美国	US11680884 B2	2023.6.20	PCT/CN2020/075302	青岛理工大学	张鹏; 鲍玖文; 李树国; 赵铁军	有效
发明专利	一种玉米芯低碳建筑材料及其制备方法	中国	ZL202210666028.3	2023.9.29	6373666	青岛农业大学	岳公冰; 李秋义; 刘娟; 于洋	有效
发明专利	监测混凝土构件内部水分传输的ECT 传感器、系统及工艺	日本	7076162	2020. 2. 18	PCT/CN2020/075746	青岛理工大学	张鹏; 王文涛; 鲍玖文	有效
发明专利	复合加气墙板及其制造工艺	中国	ZL202110655695.7	2022. 8. 2	5348415	山东铭城环保新材料科技有限公司	韩向阳	有效
发明专利	一种负泊松比水泥基复合材料及其制备方法	中国	ZL202111036103.X	2022. 5. 31	5196827	青岛理工大学	马衍轩; 朱鹏飞; 宋晓辉; 赵飞; 刘进; 张鹏; 秦玲; 崔玮菲	有效
发明专利	一种高强度泡沫混凝土制品的制作方法	中国	ZL201710009498.1	2018. 4. 13	2882580	牟世宁	牟世宁; 蒋健; 王芬达; 林振伟; 潘宜宗; 马传军; 李晓英	有效
论文	Study on the recycling of ceramic polishing slag in autoclaved aerated foam concrete by response surface methodology	荷兰	2022, 56, 104827.	2022. 9. 15	Journal of Building Engineering	青岛理工大学	宋强; 鲍玖文; 薛善彬; 张鹏; 韩向阳	SCI 收录
标准规范	中型混凝土自保温砌块	中国	T/CUA05-2021	2021.8.2	中国建筑砌块协会	烟台三力轻质混凝土科技有限公司; 焦作朝钦节能建材股份有限公司; 河南省众邦伟业科技有限公司; 山东七星实业有限公司; 烟台市福山区建设工程质量检测站; 中国建筑材料科学研究总院有限公司; 青岛理工大学; 建筑材料工业技术监督研究	王武祥、牟世宁、刘广东、胡胜魁、陈继忠、张建兴、张鹏、卫德恩、张磊蕾、杨升辉、王爱军、齐灿灿、廖礼平、吴春丽、曹可、于	有效

						中心；烟台市建筑设计研究股份有限公司	明武、张仁健	
标准规范	混凝土用复合掺合料	中国	JG/T 486-2015	2015. 8. 21	中华人民共和国住房和城乡建设部	中国建筑科学研究院；上海市建筑科学研究院有限公司；深圳市为海建材有限公司；北京金隅股份有限公司；中国建筑第二工程局有限公司；山东众森科技股份有限公司；北京新奥混凝土集团有限公司；深圳市安托山混凝土有限公司；湖南南方水泥集团有限公司；中铁上海工程局有限公司；江苏苏博特新材料股份有限公司；浙江镜湖建设集团有限公司；重庆交通大学	周永祥；王永海；高超；冷发光；施钟毅；杨根宏；徐景会；贺阳；张巧芬；于吉涛；马雪英；梁锡武；宋笑；夏京亮；吕剑；张彦胜；吴法辰；肖本虎；石亮；王晶；师海霞	有效
标准规范	砂浆和混凝土用超细粒化高炉矿渣粉	中国	T/ASC07-2019	2019.12.31	中国建筑学会	清华大学；四川绵筑新材料有限公司；国家建筑工程质量监督检验中心；中国建筑材料科学研究总院；中建一局建设发展有限公司；武汉武新新型建材有限公司；北京交通大学；青岛理工大学；中国建筑股份有限公司技术中心；济南大学；华南理工大学；中国建筑科学研究院有限公司；山东农业大学	王强；张增起；王景贤；叶家元；周予启；王登权；廖延武；王玉峰；冯竟竟；程倩；胡瑾；汪辉；陈恩义；韩松；张鹏；师海霞；余成行；张涛；侯鹏坤；张同生；王晶；杨进波；侯维红	有效

六、主要完成人情况表

1.姓名：张鹏；排名：1/15；技术职称：教授；行政职务：科技处处长；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项目研究的主要骨干，是本项目研究方案的主要参与者和研究成果的主要完成人，是本项目主要科技创新栏中的 1、2、3 中完成人之一；是多源固废协同水化反应机制主要提出者之一，完善了多源固废协同反应过程中组成-结构-性能基础理论；是多源固废协同节能降碳技术主要提出者。完成人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 75%，在项目研发过程中获 10 项发明专利、1 项实用新型专利、1 项软件著作权授权，发表相关论文 8 篇，参编标准规范 3 部，项目执行期内获批国家自然科学基金优秀青年基金、国家“万人计划”科技创新领军人才和山东省杰青等，有力支持了本项目开展。

2. 姓名：高树军；排名：2/15；技术职称：高级工程师；行政职务：党委书记、董事长；工作单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；完成单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；具体贡献：项目主要骨干，是本项目主要科技创新栏中 1、3 研究成果完成人，是固废道路工程应用的参与者，是固废路沿石和地下管廊性能调控和表征检测完成人。完成人在该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 50%。荣获 2021—2022 年度“全国优秀企业家”，被中共山东省委、山东省人民政府授予“山东省劳动模范”称号
3. 姓名：宋强；排名：3/15；技术职称：副教授；行政职务：无；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项目主要骨干，是本项目主要科技创新栏中 1、2 的完成人，是固废发泡技术的提出者，揭示了气泡特性对固废泡沫混凝土影响。项目执行期内获批国家自然科学基金青年基金及山东省高等学校青年创新团队计划支持，发表相关论文 5 篇。
4. 姓名：岳公冰；排名：4/15；技术职称：副教授；行政职务：建筑工程系副主任；工作单位：青岛农业大学；完成单位：青岛农业大学；具体贡献：项目主要骨干，是本项目主要科技创新栏中 1 的主要完成人，是农业固废碱激发技术的提出者和完成者。提出生物质废弃物制备混凝土粗细骨料技术，制备了生物质粗细骨料混凝土。项目执行期内获批山东省自然科学基金面上项目、高层次人才引进科研计划项目等。岳公冰完成发明专利 3 项，实用新型专利 1 项，相关论文 11 篇，检测报告 1 项。
5. 姓名：唐兴滨；排名：5/15；技术职称：副高级工程师；行政职务：党支部书记、董事长；工作单位：青岛市政集团砼业工程有限公司；完成单位：青岛市政集团砼业工程有限公司；具体贡献：项目主要骨干，是主要科技创新栏 3 中的主要完成人，开发了固废路沿石技术与应用，揭示固废用量对路沿石产品力学性能和耐久性影响，实现固废路沿石性能调控和品质提升。完成发明专利 1 项，实用新型专利 1 项，企业标准 1 项，检测报告 1 项。
6. 姓名：夏京亮；排名：6/15；技术职称：高级工程师；行政职务：高性能混凝土研究中心副主任；工作单位：中国建筑科学研究院有限公司；完成单位：中国建筑科学研究院有限公司；具体贡献：项目骨干，参与完成主要科技创新栏 1，系统研究了石粉对水泥净浆、混凝土各项力学特性影响，揭示了不同粉体对混凝土耐久性影响。完成发明专利 12 项，实用新型专利 2 项，英文论文 3 篇，行业标准和团体标准各 1 项。
7. 姓名：王冰；排名：7/15；技术职称：高级工程师；行政职务：无；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项

目骨干，参与完成主要科技创新栏 2，开展了分子动力学模拟，揭示固废对二氧化碳捕捉机理，提升了固废处置产品附加值和环境效益，发表相关论文 5 篇。

8. 姓名：马衍轩；排名：8/15；技术职称：副教授；行政职务：材料科学与工程系主任；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项目骨干，参与完成科技创新栏 3，开发力场作用下低温相转和冷热循环冲击法固废地下管廊预制件技术，揭示了固废混凝土构建三相组分建界面构想与拓扑结构对其力学性能的影响规律，提高地下管廊抗冲击性能。完成发明专利 3 项，发表相关论文 3 篇，获得国际先进评价 1 项。

9. 姓名：孙建伟；排名：9/15；技术职称：副教授；行政职务：无；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项目骨干，参与完成科技创新栏 1，系统研究了碱激发固废胶凝体系的水化反应机制。定量表征了固废物理作用和化学反应对体系反应速率、产物含量和反应程度影响规律，实现了固废反应活性及其对宏观性能影响的评价，发表相关论文 8 篇。

10. 姓名：秦玲；排名：10/15；技术职称：副教授；行政职务：无；工作单位：青岛理工大学；完成单位：青岛理工大学；具体贡献：项目骨干，参与完成主要科技创新 2，提出搅拌期碳捕获技术，提高固废处置的二氧化碳捕集能力，揭示固废协同处置过程对二氧化碳捕集效率影响，发表相关论文 8 篇。

11. 姓名：牟世宁；排名：11/15；技术职称：高级工程师；行政职务：董事长；工作单位：烟台三力轻质混凝土科技有限公司；完成单位：烟台三力轻质混凝土科技有限公司；具体贡献：项目参与人，参与完成主要科技创新 2，实现粉煤灰、矿渣基泡沫混凝土的工程应用。

12. 姓名：韩向阳；排名：12/15；技术职称：技术总监；行政职务：总经理；工作单位：山东铭城环保新材料科技有限公司；完成单位：山东铭城环保新材料科技有限公司；具体贡献：项目参与人，参与完成主要科技创新 2，实现瓷粉基泡沫混凝土的工程应用。

13. 姓名：赵学奇；排名：13/15；技术职称：无；行政职务：无；工作单位：中国建筑科学研究院有限公司；完成单位：中国建筑科学研究院有限公司；具体贡献：项目参与人，参与完成主要科技创新栏 1，参与完成石粉对水泥净浆、混凝土各项力学特性影响研究。

14. 姓名：管恩军；排名：14/15；技术职称：高级政工师；行政职务：副总裁；工作单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；完成单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；具体贡献：项目参与人，参与完成本项目主要科技创新栏中 3，是固废道路工程应用的参与者，是固废路沿石和地下管廊性能表征检测完成人。

15. 姓名：林亮；排名：15/15；技术职称：高级工程师；行政职务：中日（青岛）地方合作发展集团有限公司常务副总经理；工作单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；完成单位：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司；具体贡献：项目参与人，协助完成本项目主要科技创新栏中 1 部分，制备了生物质粗细骨料混凝土，完成了相关性能表征和分析。

七、主要完成单位情况表

1. 青岛理工大学：青岛理工大学是海洋环境混凝土技术“111 计划”创新引智基地、教育部工程技术中心、山东省混凝土结构耐久性工程技术研究中心依托单位。在本项目研究过程中，青岛理工大学为课题组提供了完备的实验设备和科研环境，对本项目成果的工程应用给予了必要的协调和支持。青岛理工大学作为本项目的第一完成单位，针对固废协同水化作用宏观规律和微观机制不清晰的瓶颈问题，系统研究了碱激发固废胶凝体系（钢渣、矿渣）和水泥-固废矿物掺合料体系（粉煤灰、石粉）的水化反应机制。提出了多源固废协同水化反应机制，完善了多源固废协同反应过程中组成-结构-性能基础理论；针对传统固废缺少处置过程节能降碳技术的问题，提出应用发泡技术制备固废泡沫混凝土墙材技术和搅拌期碳捕获技术。在研究手段和科学理论上有所突破与创新，具有重要的社会和经济效益。

2. 青岛西海岸新区融合控股集团有限公司：青岛西海岸新区融合控股集团有限公司经营范围包括：投资管理；资产运营；技术研发、技术推广、园区建设运营服务。是本项目主要完成单位，完成固废道路工程应用中固废路沿石和地下管廊性能调控和表征检测；完成本项目中固废混凝土使用，完成相关性能表征和分析。青岛西海岸新区融合控股集团有限公司依托其科研平台，积极推广了固废建材技术，为技术推广做出了重要贡献。

3. 青岛农业大学：青岛农业大学是山东省“高水平大学”“高水平学科”建设单位，被评为“山东特色名校工程”重点建设大学。青岛农业大学建筑工程学院“土木工程”专业为校级特色专业、山东省应用型人才培养特色名校重点建设专业、省级一流本科专业建设点。青岛农业大学作为主要完成单位，是本项目主要科技创新栏中 1 的主要完成单位，是农业固废碱激发技术的提出者和完成者。提出来生物质废弃物制备混凝土技术，制备了生物质混凝土。青岛农业大学完成发明专利 3 项，实用新型专利 1 项，英文论文 11 篇，检测报告 1 项。

4. 青岛市政集团砼业工程有限公司：青岛市政集团砼业工程有限公司经营范围市政工程施工；混凝土预制构件生产、销售；销售商品混凝土、商品砂浆等。青岛市政集团砼业工程有限公司是科技创新栏 3 中的主要完成单位，开发了固废路沿石技术与应用，揭示固废用量对

路沿石产品力学性能和耐久性影响，实现固废路沿石性能调控和品质提升。实现了大规模固废制路沿石在青岛市市政工程应用，主编企业标准 1 部，参编省工程建设标准 1 部。

5. 中国建筑科学研究院有限公司：中国建筑科学研究院有限公司隶属于国务院国有资产监督管理委员会，是全国建筑行业最大的综合性研究和开发机构。作为主要完成单位研究了不同种类、掺量的粉体掺合料对水泥净浆、混凝土各项力学特性影响，揭示了不同粉体对混凝土耐久性影响机制；提升了固废粉体混凝土各项性能；通过微观分析，揭示了不同粉体的水化反应机制，构建了宏观特性与微观结构的关联。完成发明专利 12 项，实用新型专利 2 项，英文论文 3 篇，行业标准和团体标准各 1 项。

6. 烟台三力轻质混凝土科技有限公司：烟台三力轻质混凝土科技有限公司经营范围轻质建筑材料制造；轻质建筑材料销售；新材料技术研发；水泥制品制造和销售。烟台三力轻质混凝土科技有限公司参与完成主要科技创新 2，实现粉煤灰、矿渣基泡沫混凝土的工程应用。作为项目合作和工程应用单位完成了发明专利 3 项，实用新型专利 3 项，团体标准 1 项，检测报告 1 项。

7. 山东铭城环保新材料科技有限公司：山东铭城环保新材料科技有限公司经营范围包括：纳米陶瓷材料研发、生产、销售；建筑墙体用混凝土砌块、蒸压加气混凝土砌块研发、生产、销售；自保温一体化墙体材料及特种砂浆、保温材料研发、生产、销售。山东铭城环保新材料科技有限公司作为项目参与单位，参与完成主要科技创新 2，实现固废瓷粉基泡沫混凝土的工程应用。申请发明专利 4 项，实用新型专利 19 项，获得技术评价 1 项，企业标准 7 项。