第 54 卷第 3 期
2026 年 3 月

硅 酸 盐 学 报
JOURNAL OF THE CHINESE CERAMIC SOCIETY

Vol. 54，No. 3
March，2026

http://jccsoc.cbpt.cnki.net

“水泥基材料基因与智能设计”专题编者按

探索水泥基材料基因本源，AI 赋能材料设计新范式

刘加平[1]，元 强[2]，胡张莉[1]，叶家元[3]

(1. 东南大学材料科学与工程学院，南京 211189；2. 中南大学土木工程学院，长沙 410075；
3. 中国建筑材料科学研究总院有限公司，北京 100024)

关键词：水泥基材料；基因；AI；智能设计
中图分类号：TU528　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：0454–5648(2026)03–0821–02
网络出版时间：2026–02–10

传统的基于经验和实验的“试错法”依然是材料的主要研发模式，存在研发效率低、效果差、周期长、成本高的缺点。借鉴“人类基因组”的研究理念，2011 年美国政府启动了“材料基因组”计划，材料基因工程融合了材料科学、物理、化学、数学、信息科学、先进制造、大数据和人工智能等不同学科，是以人工智能和大数据为基础的新兴研究领域。通过跨学科、跨领域和跨技术的深度融合，突破传统材料学科发展的局限性，显著拓展了材料科学与工程技术的内涵。近年来，全球各国政府和企业加大了材料基因组研究的资助力度，在相关领域科研人员的努力下，金属和高分子等材料在基因组工程方面取得了重要进展，已成为材料科学最重要的前沿热点领域之一。

水泥基材料作为最大宗的人造工程材料，构筑了人类文明发展的基石，同时，水泥基材料也是碳排放量最大的人造材料之一。随着“双碳”战略的深入推进和智能建造领域的快速发展，水泥基材料的传统设计方法与研究范式已不能适应新形势发展的需求。2024 年诺贝尔物理奖和化学奖均颁给了人工智能相关的研究，标志着 AI 赋能将彻底改变自然科学与工程技术的研究范式，开展水泥基材料基因工程与智能设计的研究变得尤为迫切。近年来，水泥基材料在基因工程与智能设计领域取得了初步的进展，主要包括以扫描电镜、X-CT、原子力显微镜等微观测试手段为基础建立的高通量测试表征方法，微观结构–组成–工艺–性能的内禀关系数据库和知识图谱，基于大数据和人工智能预测水泥基材料的各项性能，水泥基材料双向智能设计等方面，这些主题已成为了水泥基材料的最新研究前沿。

编者邀请了来自美国史蒂文森理工大学、香港大学、香港理工大学、东南大学、哈尔滨工业大学(深圳)、浙江大学、同济大学、中南大学、重庆大学、武汉理工大学、北京交通大学、深圳大学、北京科技大学、青岛理工大学、济南大学、河南理工大学、泉城实验室等单位的专家学者介绍了水泥基材料的基因工程和智能设计的最新研究成果，形成了 1 篇综述论文和 15 篇研究论文，组成了本专题，围绕材料“基因—结构—性能”关联规律的识别、表征与可计算化表达，较为系统地呈现了从微结构演化机理揭示到数据驱动/知识引导的智能设计方法构建等方面的新成果。专题具体内容涵盖了多源实验与多尺度表征、关键决定因子挖掘、跨场景性能预测与退化演化建模、配合比逆向设计与多目标寻优等方向，集中展示了水泥基材料与人工智能交叉领域的国内外研究格局、代表性创新成果与未来发展趋势。本专题成果有望促进我国水泥基材料的基因组工程和智能设计方面的研究，为水泥混凝土材料的定制化设计与新材料开发提供新范式的理论框架与技术路径。

最后，衷心感谢各位作者、审稿专家和编辑对本专题的奉献。面对广袤深邃的知识体系，限于时间与篇幅，本专题仅涉及其中非常有限的部分，希望本专题内容可以为“AI for Cement & Concrete”探索之路增添一丝光亮。疏漏之处在所难免，还请各位读者批评指正。

Exploring Genetic Foundations of Cement-Based Materials and Forging A New AI-Empowered Paradigm for Materials Design

LIU Jiaping[1], *YUAN Qiang*[2], *HU Zhangli*[1], *YE Jiayuan*[3]
(1. School of Materials Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China; 2. School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410083, China; 3. China Building Materials Academy Co., Ltd, Beijing 100024, China)

Keywords: cement-based materials; gene; AI; intelligent design

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



刘加平，中国工程院院士，东南大学首席教授，重大基础设施工程材料全国重点实验室主任，兼任中国工程建设标准化协会副理事长、中国混凝土与水泥协会副会长等职。发展了收缩开裂的理论体系，创新了超高性能混凝土技术，建立了减缩抗裂、力学性能提升和流变性能调控三个关键技术群，发明了系列功能材料，成功应用于港珠澳大桥、三峡工程、田湾核电、京沪高铁等百余项重大工程。成果获国家技术发明二等奖 1 项，国家科技进步二等奖 4 项，中国专利银奖 1 项。获首届国家卓越工程师团队奖、全国创新争先奖，杰出工程师奖，全国五一劳动奖章等荣誉。



元强，中南大学土木工程学院、高速铁路建造技术国家工程研究中心教授、博士研究生导师，国家优秀青年基金、中国硅酸盐学会青年科技奖获得者。兼任 *Journal of Sustainable Cement-Based Materials* 副主编、*Case studies in Construction Materials*、《硅酸盐学报》、《材料导报》等期刊编委。研究领域为铁路水泥混凝土材料，发表 SCI 检索论文 200 余篇，EI 检索论文 30 余篇，获省部级奖励 7 项，出版专著 7 部，先后主持国家重点研发计划课题和国家自然科学基金优青项目及企业项目 60 余项，研究成果推广应用于中国近 3000 公里高速铁路。



胡张莉，东南大学材料科学与工程学院青年首席教授，入选国家级青年人才项目，担任 *Rilem Technical Letters* 杂志编委、《硅酸盐通报》青年编委，土木学会先进工程材料分会委员等学术职务。主要研究方向包括极端环境下混凝土材料变形开裂、C-S-H 时变演化及微观力学性能、材料改性及功能化应用、人工智能赋能的材料性能预测及设计。在 *Advanced Science*、*Cement and Concrete Research* 等 SCI 期刊上发表论文 50 余篇，出版专著 2 部，先后主持/参与国家自然科学基金项目及国家重点研发计划子课题等近 10 项。



叶家元，博士，正高级工程师，中国建筑材料科学研究总院有限公司水泥科学与新型建筑材料研究院院长，兼任中国材料研究学会青年工作委员会常务理事兼副主任委员、中国硅酸盐学会理事兼水泥分会副理事长等。主要从事低碳胶凝材料研发与水泥基材料数字化技术研究等应用基础研究工作，主持国家重点研发计划课题等科研项目 14 项，发表论文 100 余篇(SCI/EI 论文 50 余篇)，申请国内外专利 150 余件，制修订标准 12 部，获得省部级科技奖励 10 余项，荣获中央企业劳动模范、吴中伟青年科技奖、中国硅酸盐学会青年科技奖、全国建材行业年度十大科技突破领军人物等荣誉。