

强韧协同：水泥基材料高性能化的核心路径

冉千平¹, 肖会刚²

(1. 东南大学材料科学与工程学院, 南京 211189; 2. 哈尔滨工业大学土木工程学院, 哈尔滨 100084)

关键词: 水泥基材料; 增强; 增韧; 复合材料

中图分类号: TU528 **文献标志码:** A **文章编号:** 0454-5648(2026)05-1725-02

水泥基材料作为全球应用最广、用量最大的建筑材料,是支撑国家重大基础设施建设的物质基础,其性能直接决定了工程结构的安全性与服役寿命。然而该材料固有的准脆性特征——即高强度与高韧性难以兼顾的矛盾,成为制约其在现代工程中的应用的瓶颈。随着现代土木工程向超高、大跨、高抗力、高耐久方向发展,滨海、高原、地震活跃带等极端服役环境及大变形、强动载等极端荷载不断涌现,对水泥基材料的强度、韧性乃至多功能性提出了新的更高要求。部分工程结构不仅要求材料具有足够的承载能力(强度),更希望在极端荷载作用下能够吸收能量、抵抗裂纹扩展(韧性),在抗高速冲击、抗震加固等特殊场景中,甚至韧性比强度更为重要,这迫使研究者们从过去单纯追求强度指标转向强度与韧性的协同优化。

近年来,新型纳米材料、特种纤维、先进聚合物等功能材料的创新应用,为水泥基材料性能突破带来新的契机。水化硅酸钙(C-S-H)、氧化石墨烯、碳纳米管等纳米材料的协同改性,可实现从微观到宏观尺度的性能提升;高延性纤维增强复合材料的

工程化应用,让材料韧性实现量级跨越;仿生层状结构设计更有望破解强度与韧性难以兼顾的行业难题。这些技术不仅大幅提升了水泥基材料的力学性能与耐久性,更拓宽了其工程应用领域的边界。

编者邀请了来自大连理工大学、陆军工程大学、北京工业大学、青岛理工大学、天津城建大学、临沂大学、中山大学、东南大学等高校的学者针对“水泥基材料增强增韧及其复合材料”这一主题方面的最新研究成果进行详细报道。本专题包括 1 篇综述论文和 4 篇研究论文,内容涵盖特种杂化材料与纤维增强增韧机制、新型纤维增强复合材料、本征自感知超高性能混凝土、承载力与耐久性评价等方向。我们希望,这些研究能够激发更多关于水泥基材料强韧协同机制及其高强韧复合材料设计制备方面的深度思考,为重大基础设施建设提供更坚实的材料支撑。

最后,衷心感谢各位作者、审稿专家和编辑对本专题的奉献。由于专题篇幅限制,本专题仅涉及水泥基材料增强增韧的部分研究成果,疏漏之处在所难免,还请各位读者批评指正。

Toughness-Strength Synergy: The core pathway for high-performance cement-based materials

RAN Qianping¹, XIAO Huigang²

(1. School of Materials Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China;

2. School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Keywords: cement-based materials; reinforcement; toughening; composite materials

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



冉千平，男，东南大学材料科学与工程学院教授、博士生导师。国家杰出青年基金获得者，国家万人计划科技创新领军人才，入选国家百千万人才工程，享受国务院政府特殊津贴专家，获第十三届中国青年科技奖、第十九届中国科协求是杰出青年成果转化奖。主持完成了国家杰青、国家重点研发计划、973计划在内各级科研项目 20 余项。研究成果应用于田湾核电、京沪高铁、三峡大坝、港珠澳跨海大桥、印尼雅万高铁、巴基斯坦卡拉奇核电等国内外一百多项重大工程。在《硅酸盐学报》、*Cement and Concrete Research* 等国内外著名刊物上发表 SCI 和 EI 检索论文 200 余篇；以第一发明人获授权中国发明专利 80 余件，授权 PCT 专利 10 件。累计获国家技术发明二等奖 1 项、国家科技进步二等奖 1 项，部省级科技进步一等奖 6 项。担任中国硅酸盐学会第十届理事会理事、中国建筑材料联合会专家委员会混凝土学部委员、《硅酸盐学报》和《建筑材料学报》编委等学术和行业兼职。



肖会刚，男，哈尔滨工业大学土木工程学院教授、博士生导师。国家万人计划科技创新领军人才，黑龙江省杰出青年科学基金获得者。主要从事水泥基材料高强高韧设计、多功能一体化、基础设施修复延寿技术等研究。主持国家自然科学基金联合基金重点项目、国家重点研发计划课题和重大工程应用等项目 20 余项。在《硅酸盐学报》、*Cement and Concrete Research* 等国内外著名刊物上发表 SCI 和 EI 检索论文 100 余篇，授权发明专利 30 余件、软件著作权 10 余项。担任 ACI 中国分会理事、黑龙江省硅酸盐学会寒区工程修复材料与防护技术专委会主任委员等学术职务。获黑龙江省自然科学奖一等奖和教育部自然科学奖一等奖各 1 项，省部级和社会力量二等奖 2 项，中国发明展览会金奖 1 项。