

破解寿命不足的密码：洞察严酷环境下水泥混凝土耐久性

张云升¹, 刘铁军², 金祖权³

(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(深圳)土木与环境工程学院, 广东 深圳 518055;
3. 青岛理工大学海洋环境混凝土技术教育部工程研究中心, 山东 青岛 266520)

关键词: 严酷环境; 水泥混凝土; 耐久性; 寿命

中图分类号: TU528 文献标志码: A 文章编号: 0454-5648(2024)11-3349-02

水泥混凝土材料是现代基础设施最为重要的物质基础之一。随着交通强国、强军兴军、西部大开发等国家战略和“一带一路”倡议的实施,以及“深海、深地、深空和极地开发”的推进,川藏铁路、雅下水电站、琼州海峡跨海隧道等重大工程与月球开发、核电站、国防防护工程陆续规划与建设,以混凝土结构为主体的基础设施建设数量、广度和地域范围不断拓展,严酷环境对重大基础设施的长效服役形成严峻挑战。大温差、高频冻融、强腐蚀、高水压、高地热、超低温等多场强耦合作用与超常规要求,易引起混凝土微结构快速劣化、胶凝力急速下降和钢筋锈蚀率迅速增加,导致混凝土结构服役性能过早失效,寿命大幅缩短。因此,提高严酷环境下水泥混凝土材料的耐久性,延长混凝土结构的服役寿命,势在必行。

严酷环境条件下混凝土耐久性已引起国内外科学界和工程界的高度关注,拥有丰富海岸线或盐湖盐渍土地区的美国、中国、加拿大、澳大利亚、日本、英国、荷兰、丹麦、挪威等国家已积累了较为丰富的研究成果。由于严酷环境作用具有明显的时空分布特征,对侵蚀介质传输的影响具有非线性和非单调等特征,混凝土材料微结构形成、损伤演变、结构性能退化机理迥异于一般环境。而要实现严酷环境条件下混凝土结构的长寿命,则需明晰其性能

发展、稳定和退化的时变全过程,建立科学的全寿命设计方法,通过损伤识别实时掌握健康状态,并建立有效的性能恢复与提升措施。

编者邀请了来自东南大学、哈尔滨工业大学(深圳)、青岛理工大学、同济大学、重庆大学、河海大学、北京交通大学、中国铁道科学研究院有限公司、燕山大学、兰州理工大学等单位的专家学者针对严酷环境下水泥混凝土耐久性进行了介绍,研究对象涵盖了我国西部高原、北方严寒、南方远海等区域,形成了本专题的主要内容框架。本专题包括 1 篇综述论文和 10 篇研究论文,内容包括盐渍土-冻融、高温、高原、海洋、寒区、溶蚀作用等环境下水泥混凝土微结构损伤和性能劣化等方面的内容,展现了水泥混凝土耐久性科学与技术领域国内外现状、创新成果及未来发展趋势,为严酷环境下重大工程建设提供理论指导与技术支撑,助力我国在混凝土基础研究方面原始创新能力的提升。

最后,衷心感谢各位作者、审稿专家和编辑对本专题的奉献。希望本专题内容可以为我国混凝土长寿命的科学研究与工程实践提供理论指导和参考。由于专题篇幅限制,本专题仅涉及严酷环境下水泥混凝土耐久性的部分内容,疏漏之处在所难免,还请各位读者批评指正。

Unlock the Secret of Service Life: Understanding of Durability of Cement and Concrete under Harsh Environment

ZHANG Yunsheng¹, LIU Tiejun², JIN Zuquan³

(1. School of Materials Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China; 2. School of Civil and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, Shenzhen 518055, Guangdong, China; 3. Engineering Research Center of Concrete technology in marine environment, Ministry of Education, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, Shandong, China)

Keywords: harsh environment; cement and concrete; durability; service life

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※



张云升, 男, 东南大学/兰州理工大学土木工程学院教授, 长江学者特聘教授, 博士生导师。甘肃省机制骨料行业技术中心主任、中国硅酸盐学会固废分会理事、江苏省硅酸盐学会副理事长。主要研究领域有结构混凝土耐久性、绿色低碳建材等。先后主持和承担了国家自然科学基金区域联合重点项目、国家重点研发计划课题等国家和省部级科研项目 30 余项, 在《硅酸盐学报》、*Cement and Concrete Research* 等国内外 SCI/EI 高水平期刊上发表学术论文 300 多篇, 授权国家发明专利 40 余项, 主编专著 3 部, 获国家科技进步一等奖 1 项、国家科技进步二等奖 3 项, 获行业/省部级科技进步一等奖 3 项。



刘铁军, 男, 哈尔滨工业大学(深圳)土木与环境工程学院教授, 博士生导师。国家自然科学基金杰出青年基金、优秀青年基金获得者, 入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”。长期从事新型土木工程材料与结构, 海洋工程材料与结构的应用基础研究, 正在主持和完成了包括 8 项国家自然科学基金、“十四五”国家重点研发课题等 30 余项科研项目; 发表了学术论文 180 余篇, 其中 SCI 检索论文 110 余篇, 入选 2022 年度全球前 2% 顶尖科学家榜单; 参与编写标准规范 7 部、教材 1 部, 担任《建筑材料学报》等多个国内外高水平期刊的编委; 授权国家发明专利 28 项、软件著作权 2 项; 获得省部级一等奖 3 项、中国建材联合会自然科学二等奖 1 项、深圳市科技进步一等奖 2 项和自然科学二等奖 1 项。



金祖权, 男, 青岛理工大学土木工程学院教授、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, 泰山学者, 第十四届霍英东青年教师奖、青岛市青年科技奖获得者, 山东省高校黄大年式教师团队负责人。近年来主持了国家自然科学基金杰出青年项目、联合基金重点项目、科技部重点研发课题、国家自然科学基金等国家、省部级重大科研项目 20 余项。研究成果服务于胶州湾海底隧道、青岛地铁、青荣城际铁路等重大海洋工程建设。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; 授权国家发明专利 40 余项。获得教育部自然科学一等奖、科技进步二等奖各 1 项, 山东省科技进步一等奖 1 项, 山东省科技进步二等奖 2 项; 培养学生获省优秀学位论文 5 篇、省优秀成果奖 2 项, 获得山东省教学成果一等奖 2 项、二等奖 1 项。