

## 《Self-Sensing Concrete in Smart Structures》书评

刘志强

(中交公路规划设计院有限公司, 北京 100010)

**摘要:**《Self-Sensing Concrete in Smart Structures》是自感知混凝土及其智能结构领域的首部英文专著(由 Elsevier 出版),其包含 3 个部分共 11 章,其中第一部分详细地介绍了自感知混凝土的结构、组成、制备、测试方法、感知性能、感知机理及其智能结构;第二部分给出了作者从 2000 年至 2014 年在自感知混凝土与智能结构领域的系统研究结果,包括自感知碳纤维复合混凝土、自感知镍粉复合混凝土以及自感知碳纳米管复合混凝土;第三部分讨论了自感知混凝土与智能结构发展的未来挑战与对策。该著作不仅对自感知混凝土基本原理与基于自感知混凝土的智能结构工程应用研究案例进行了全面介绍,也展示了具有代表性的自感知混凝土及其智能结构的系列创新研究结果,同时也为自感知混凝土及其智能结构的未来研究与应用进行了规划与部署。该著作可为混凝土材料与结构以及智能材料与结构领域的科研和工程技术人员提供指导和参考。

**关键词:**混凝土;自感知;智能;结构;书评

**DOI:**10.48014/ems.20230424002

**引用格式:**刘志强.《Self-sensing Concrete in Smart Structures》书评[J]. 工程材料与结构,2023,2(1):15-17.

《Self-Sensing Concrete in Smart Structures》<sup>[1]</sup>(《自感知混凝土及其智能结构》)是大连理工大学(Dalian University of Technology)的 Baoguo Han(韩宝国)教授、New York Institute of Technology 的 Xun Yu 教授以及大连理工大学(Dalian University of Technology)和哈尔滨工业大学(Harbin Institute of Technology)的 Jinping Ou(欧进萍)教授撰写的自感知混凝土及其智能结构领域的首部英文专著。该著作由世界学术出版业巨头爱思唯尔(Elsevier)印刷和电子同步出版。

混凝土材料与结构应用量大面广,是承载人类文明的基石以及促进人类社会进步和发展的重要物质基础。混凝土材料性脆易裂且离散性大,加之混凝土结构服役环境复杂、缺乏有效的实时在线状态评估以及及时维护与修补,应用传统混凝土建造的工程结构的安全性/可靠性/耐久性/韧性/可持

续性(如低资源和能源消耗、低环境足迹等)面临挑战,本征自感知混凝土材料的出现为应对上述挑战提供了新的解决途径<sup>[2]</sup>。本征自感知混凝土是采用传统混凝土材料复合导电或半导体填料制备而成的仿生智能材料,填料在混凝土内部形成的“神经系统”可使其具备原位感知荷载/应力、变形/应变或损伤(如裂纹和疲劳等)的能力,同时还可提升混凝土的力学性能和耐久性。相比于用于智能感知结构的外设传感器(如应变片、光纤、压电陶瓷等),自感知混凝土具有灵敏度高、服役寿命长(与结构同寿命)、造价低、易维护、信号采集简单方便等优点,而且其应用形式灵活,可采用嵌入式、涂层式、一体式等形式。因而,自感知混凝土不仅在建筑、道路、桥梁、隧道、核电站等基础设施的健康监测,而且在公路、铁路和机场等基础设施的交通探测,同时在军事警戒等方面具有广阔的应用前景。自

通讯作者 Corresponding author: 刘志强, liuzhiqiang@vip.163.com

收稿日期:2023-03-24; 录用日期:2023-03-27; 发表日期:2023-3-28

感知混凝土可赋予基础设施数字化特征,应用其有助于更高效地理解/调控/设计混凝土材料与结构的性能,提升基础设施的安全性/舒适性/韧性/功能性/智能性,延长基础设施服役寿命以减少基础设施建设对混凝土材料的相对需求,从而推动混凝土材料与结构的智能化与可持续发展。

自感知混凝土从 20 世纪 90 年代初出现便得到学术界和工程界的广泛关注,大量的科学研究成果不断涌现,一些工程应用设想也不断被提出。为了推动自感知混凝土及其智能结构的发展,韩宝国教授、Xun Yu 教授以及欧进萍教授在十余年科学研究的基础上,纳入世界范围内的研究成果,撰写了著作《Self-Sensing Concrete in Smart Structures》<sup>[1]</sup>。该著作包括 3 个部分共 11 章,其中第一部分详细地介绍了自感知混凝土的结构(Structures of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土的宏观和微观结构特征(第一章);自感知混凝土的组成(Compositions of self-sensing concrete),主要包括制备自感知混凝土的填料和基体材料,特别介绍了已用于制备自感知混凝土的填料的种类以及优缺点(第二章);自感知混凝土的制备(Processing of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土成型和养护,特别介绍了自感知混凝土的搅拌以及填料的分散(第三章);自感知混凝土的测试方法和感知信号(Measurement and sensing signal of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土感知信号的采集与传输方法,特别介绍了电阻信号的测试方法(第四章);自感知混凝土的感知性能(Sensing properties of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土在不同荷载作用下的感知性能(第五章);自感知混凝土的感知机理(Sensing mechanisms of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土的导电机理和荷载作用下的电阻变化机制(第六章);自感知混凝土的结构应用(Applications of self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土的结构应用形式以及面向不同应用的基于自感知混凝土的智能结构的设计与实现(第七章);第二部分给出了作者从 2000 年至 2014 年在自感知混凝土与智能结构领域的系统研究结果,包括自感知碳纤维复合混凝土

(Carbon-fiber-based Self-sensing concrete),主要包括自感知碳纤维复合混凝土的感知信号测试、感知性能优化以及嵌入式智能结构健康监测系统(第八章);自感知镍粉复合混凝土(Nickel-powder-based self-sensing concrete),主要包括自感知镍粉复合混凝土的感知性能、机理和模型,以及嵌入式智能交通探测系统(第九章);自感知碳纳米管复合混凝土(Carbon-nanotube-based self-sensing concrete with),主要包括自感知碳纳米管复合混凝土的分散制备、信号采集与处理、以及整体式智能交通探测系统(第十章);第三部分讨论了自感知混凝土及其智能结构发展的未来挑战与对策(Challenges for self-sensing concrete),主要包括自感知混凝土及其智能结构研究与应用中亟待解决的问题及其设计-制备-机理-性能-应用每个环节上的具体应对措施与总体发展路线图(第十一章)。

该著作题材新颖,是智能材料与结构领域的重要分支、混凝土材料与结构领域的前沿方向;内容系统丰富,不仅对自感知混凝土基本原理与基于自感知混凝土的智能结构工程应用研究案例进行了全面介绍,也展示了具有代表性的自感知混凝土及其智能结构的系列创新研究结果,同时也为自感知混凝土及其智能结构的未来研究与应用进行了规划与部署。该著作既可以作为土木工程材料与结构专业研究生的教材,也可以作为相关科研人员、工程师、设计师的参考书;对于其他专业的学者或者工程人员,希望该书也能让他们了解材料、土木、交通、传感等学科的交叉发展并得到参考或启发。

**利益冲突:**作者声明无利益冲突。

## 参考文献(References)

- [1] Han B, Yu X, Ou J. Self-sensing concrete in smart structures[M]. Amsterdam: Elsevier, 2014.  
<https://doi.org/10.1016/C2013-0-14456-X>
- [2] 王欣悦, 丁思齐, 董素芬, 等. 混凝土可持续发展: 应对碳排放引起气候变化危机[J]. 工程材料与结构, 2022, 1(1): 1-14.  
<https://doi.org/10.48014/ems.20220728001>

# Book Review of Self-Sensing Concrete in Smart Structures

LIU Zhiqiang

(CCCC Highway Consultants Co. ,Ltd. ,Beijing 100010,China)

**Abstract:** Self-Sensing Concrete in Smart Structures, published by Elsevier, is the first English monograph in the field of self-sensing concrete and its smart structures. The monograph contains 11 chapters in 3 parts. The first part describes in detail the structure, composition, preparations, testing methods, sensing properties, sensing mechanisms, and smart structures of self-sensing concrete. The second part gives the results of the authors' systematic research in the field of self-sensing concrete materials and smart structures from 2000 to 2014, including the self-sensing concrete with carbon fiber, nickel powder, and carbon nanotubes. The third part discusses the future challenges and countermeasures for the development of self-sensing concrete and its smart structures. The monograph not only provides a comprehensive introduction to the basic principles of self-sensing concrete and the research cases of self-sensing concrete-based smart structures applications, but also presents a series of representative innovative researches results of self-sensing concrete and its smart structures, as well as plans and deploys the future research and applications of self-sensing concrete and its smart structures. This monograph can provide guidance and reference for scientific researchers and engineers in the field of concrete materials and structures as well as smart materials and structures.

**Keywords:** Concrete; self-sensing; smart; structures; book review

**DOI:** 10.48014/ems.20230424002

**Citation:** LIU Zhiqiang. Book review of Self-Sensing Concrete in Smart Structures[J]. Engineering Materials and Structures, 2023, 2(1): 15-17.

Copyright © 2023 by author(s) and Science Footprint Press Co. , Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

