

《大跨度桥梁涡致振动效应、原理及气动控制措施》书评

曹聪洁^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所中国科学院陆地表层格局与模拟重点实验室,北京 100101;
2. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院,北京 100101)

摘要:随着世界经济及科技的飞速发展,桥梁结构正朝着大跨度的方向发展,大跨度桥梁在交通系统中的地位日益重要。然而,这类桥梁的主梁涡振问题也逐渐凸显出来。大跨度意味着桥梁主梁的变长,整个桥梁变得更柔,受流体主要是风的作用会更加明显。涡振效应一种由于漩涡脱落引发的自激振动,会在特定条件下对桥梁结构的安全和耐久性构成威胁。因此,对于主梁断面涡振驱动机理、涡振计算方法以及主梁涡振控制等方面的研究具有重要的实际意义。《大跨度桥梁涡致振动效应、原理及气动控制措施》由同济大学的赵林、葛耀君等人撰写的桥梁结构风工程相关领域的专著(同济大学出版社出版),该专著从大跨度桥梁涡振的基本特性、研究进展及原理、实验情况等方面入手,提出适用于多种桥梁涡振气动的控制对策。本文对该著作的编著者进行了简要介绍,对书中章节架构进行了系统化梳理,挖掘了其学术价值和理论价值。该专著展示了如何将大跨度桥梁涡振相关理论、机理应用到实践中去,以期为桥梁结构风工程、防灾减灾工程等领域的工作者和研究者提供参考。

关键词:大跨度桥梁;涡致振动;建筑结构;防灾减灾;书评

DOI:10.48014/bcce.20240109001

引用格式:曹聪洁.《大跨度桥梁涡致振动效应、原理及气动控制措施》书评[J].中国土木工程通报,2023,1(2):15-17.

桥梁是交通基础设施的重要组成部分,它关乎国家经济命脉,为国家经济社会的发展提供重要支持^[1]。随着世界经济及科学技术的发展,大跨度桥梁的应用越来越广泛^[2,3]。中国自古以来就是桥梁建设大国,数量和技术均走在了世界前列,例如世界大跨度桥梁跨径排名前 10 的悬索桥,中国占据 8 座^[4]。然而,我国地域辽阔,地形多变,桥梁的跨度不断变大,风的作用(尤其是低风速下出现的涡激振动)体现得更加明显,这对大跨度桥梁建设提出了需求和挑战。

《大跨度桥梁涡致振动效应、原理及气动控制措施》^[5]由同济大学的赵林、葛耀君等人撰写的桥梁结构风工程相关领域的专著,由同济大学出版社出

版。赵林教授长期从事桥梁和建筑结构抗风性能研究,葛耀君主要从事桥梁工程相关研究。该专著从涡振的基本特性、研究进展及原理、实验情况等方面入手,提出适用于多种桥梁涡振气动的控制对策,以期为桥梁结构风工程、防灾减灾工程等领域的工作者提供参考。

该著作包括十个章节,首先,第 1 章节详细的介绍了涡致振动的特性以及影响因素,例如雷诺数效应、紊流特性、地面效应等。其次,本书对涡振研究手段、主梁的涡振研究进行了梳理,回顾国内外在主梁断面涡振驱动机理、计算方法以及涡振控制等方面的研究进展,讨论大跨度桥梁主梁涡振研究的发展趋势。紧接着,本书进行了同步测振测力测压

实验(第3章)、大尺度节段模型测振测压风洞实验(第4章)、同步测力测振测压风洞实验(第5章)、桥塔涡振风洞实验(第7章)等实验,进行了机理研究并分析了不同实验气动力演变特性,揭示了分布气动力与整体涡激力的关系。随后,本书将桥梁涡振现场实测与风洞实验比较(第8章),分析了涡振响应产生差异的原因。在第9章,针对传统主梁涡激力模型的单一非线性动力行为,提出了系统瞬时特性识别的方法,构建了一个单自由度非线性涡激力模型,并利用一座实际桥梁的数据进行了验证。最后,第10章强调了提高主梁的颤振和涡振性能在桥梁风致振动控制中的重要性。颤振和涡振是两种主要的桥梁风致振动形式,它们可能对桥梁的结构安全和稳定性造成威胁,本章节提出了桥梁风致振动控制的要点(提高主梁的颤振和涡振性能),详细介绍了当前对于颤振和涡振危害的认识以及控制措施的研究现状。这些控制措施包括但不限于改变桥梁的形状、结构、材料等,以及使用主动或被动控制技术,为大跨度桥梁主梁选型设计阶段提供参考和借鉴。

大跨度桥梁的涡致振动及其控制问题是桥梁抗风设计理论中尚未得到充分解决的关键难题。为了更好地应对这一挑战,需要进一步深入研究涡致振动的机理,加强抗风设计理论的完善和应用。从现场实测方面来看,得到的现场资料多为宏观现象,风洞试验中,涡振试验对流场形态、涡激力非线性特性研究较少;从理论分析的角度来看,传统的涡致振动性能分析主要基于经验模型进行。虽然这些模型在某些情况下能够提供有用的参考,但由于其基于经验的局限性,难以保证三维分析结果的可靠性。未来,随着先进测试设备的引入,以及模拟技术、深度学习人工智能技术的引入,有望获得更加详细的资料,高精度的模拟方法,为大跨度桥梁抗风理论发展提供支撑,确保大跨度桥梁的服役安全。

该书将理论和实证进行了很好的结合。基于浙江舟山西堠门大桥得到现场实测数据,从涡振样

本筛选和涡振统计等方面研究了该桥的涡振响应与现场风特性之间的关系,将数据比较后分析涡振响应产生差异的原因。该书具有重要的学术价值和应用价值:(1)完善了桥梁涡振的理论,通过实验验证了本书提出的工作理论的正确性,增强了既有理论体系的适用性;(2)探讨了涡振产生、气动控制措施抑制涡振的机理,对桥梁抗风设计有重要价值;(3)开展的工作为国内建设的世界级规模大跨度桥梁工程提供了直接的技术支撑,体现了当代桥梁工程研究的最前沿进展。

总体而言,该著作题材新颖,从详细回顾桥梁结构涡致振动的风效应和风灾危害入手,通过应用现代技术(例如引入高精度动态天平)和实测分析研究以解决大跨度桥梁涡振问题,提出相应解决措施,有助于推动其实践应用。该书的研究成果也有助于建筑工程、风工程、防灾减灾工程的科研人员、工程师、设计师对大跨度桥梁结构涡致振动的理解,为实施复杂的桥梁建设问题提供途径。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

- [1] 崔华玮. 大跨度桥梁涡激振动识别研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2020.
DOI:10.27061/d.cnki.ghgdu.2020.005808
- [2] 毛禹. 基于主动吹吸气的大跨度桥梁涡振流动控制研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2022.
DOI:10.26985/d.cnki.gcsjc.2022.000039
- [3] 陈政清, 黄智文. 大跨度桥梁竖弯涡振限值的主要影响因素分析[J]. 中国公路学报, 2015, 28(09):30-37.
DOI:10.19721/j.cnki.1001-7372.2015.09.005
- [4] Huang W, Pei M, Liu X, et al. Design and construction of super-long span bridges in China: Review and future perspectives[J]. 结构与土木工程前沿: 英文版, 2020, 14(4):36.
DOI:10.1007/s11709-020-0644-1
- [5] 赵林, 葛耀君, 等. 大跨度桥梁涡致振动效应、原理及气动控制措施[M]. 上海: 同济大学出版社, 2022.

Book Review of Vorticity Vibration Effects, Principles and Aerodynamic Control Measures for Large-Span Bridges

CAO Congjie^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100101, China)

Abstract: With the rapid development of the world's economy and technology, bridge structures are developing in the direction of large spans. Large span means that the main girder of the bridge becomes longer, the whole bridge becomes more flexible, and the effect of the fluid, mainly wind, will be more obvious. *Vortex Vibration Effects, Principles and Pneumatic Control Measures for Large-Span Bridges* is a monograph in the field of wind engineering related to bridge structures written by Zhao Lin and Ge Yaojun of Tongji University (published by Tongji University Press), which starts from the basic characteristics of vortex vibration of large-span bridges, the research progress and principles, and experimental situations, and puts forward the control countermeasures applicable to vortex vibration of a wide range of bridges and pneumatic control measures. This paper provides a brief introduction to the editors of the work, systematizes the chapter structure of the book, and explores its academic and theoretical values. The monograph shows how to apply the theory and mechanism related to vortex vibration of large-span bridges to practice, with a view to providing reference for workers and researchers in the fields of bridge structural wind engineering, disaster prevention and mitigation engineering.

Keywords: Large-span bridges; eddy-causing vibrations; building structures; disaster prevention and mitigation; book review

DOI: 10.48014/bcce.20240109001

Citation: CAO Congjie. Book Review of *Vorticity Vibration Effects, Principles and Aerodynamic Control Measures for Large-Span Bridges* [J]. Bulletin of Chinese Civil Engineering, 2023, 1(2):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/>).

