

“十三五”国家重点图书出版规划项目
交通运输科技丛书 · 公路基础设施建设与养护

Research on Bridge
Safety Guarantee Strategy and Technology

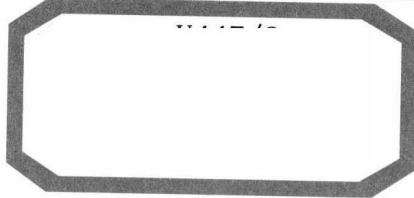
我国桥梁 安全保障战略和技术



周建庭 郑 丹 李亚东 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



“十三五”国家重点图书出版规划项目

交通运输科技丛书·公路基础设施建设与养护

Research on Bridge Safety Guarantee Strategy and Technology

我国桥梁安全保障战略和技术

周建庭 郑 丹 李亚东 著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

深入了解我国桥梁目前安全保障现状,分析安全保障过程中存在的问题,紧紧把握新时期公路桥梁安全保障的新要求,并积极探索有效的安全保障途径,对于保障公路桥梁的长期性能,有着突出的时代意义。本书依托中国工程院重点咨询项目“交通基础设施重大结构安全保障战略研究”撰写而成,全书共分8章,分析了交通基础设施重大结构面临的性能退化、自然灾害和人为灾害等安全保障问题;阐述了国内外该领域的发展现状和趋势;总结国外发达国家的交通基础设施建设的发展经验和教训;分析了重大结构安全保障面临的挑战;最后提出了我国交通基础设施建设和发展战略。

本书可为桥梁、公路和铁路部门从事桥梁和养护管理工作人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

我国桥梁安全保障战略和技术 / 周建庭, 郑丹, 李亚东著. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.5

ISBN 978-7-114-15496-6

I. ①我… II. ①周… ②郑… ③李… III. ①桥—安全技术 IV. ①U447

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 082085 号

“十三五”国家重点图书出版规划项目

交通运输科技丛书·公路基础设施建设与养护

书 名: 我国桥梁安全保障战略和技术

著 作 者: 周建庭 郑 丹 李亚东

责任编辑: 周 宇 侯蓓蓓

文字编辑: 周 凯

责任校对: 张 贺

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京虎彩文化传播有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 9.25

字 数: 211 千

版 次: 2019年5月 第1版

印 次: 2019年5月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15496-6

定 价: 50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

交通运输科技丛书编审委员会

(委员排名不分先后)

顾问：陈 健 周 伟 成 平 姜明宝

主任：庞 松

副主任：洪晓枫 袁 鹏

委员：石宝林 张劲泉 赵之忠 关昌余 张华庆

郑健龙 沙爱民 唐伯明 孙玉清 费维军

王 炜 孙立军 蒋树屏 韩 敏 张喜刚

吴 澎 刘怀汉 汪双杰 廖朝华 金 凌

李爱民 曹 迪 田俊峰 苏权科 严云福

总 序

科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂。中华民族正处在全面建成小康社会的决胜阶段,比以往任何时候都更加需要强大的科技创新力量。党的十八大以来,以习近平同志为总书记的党中央作出了实施创新驱动发展战略的重大部署。党的十八届五中全会提出必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,进一步发挥科技创新在全面创新中的引领作用。在最近召开的全国科技创新大会上,习近平总书记指出要在我国发展新的历史起点上,把科技创新摆在更加重要的位置,吹响了建设世界科技强国的号角。大会强调,实现“两个一百年”奋斗目标,实现中华民族伟大复兴的中国梦,必须坚持走中国特色自主创新道路,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求。这是党中央综合分析国内外大势、立足我国发展全局提出的重大战略目标和战略部署,为加快推进我国科技创新指明了战略方向。

科技创新为我国交通运输事业发展提供了不竭的动力。交通运输部党组坚决贯彻落实中央战略部署,将科技创新摆在交通运输现代化建设全局的突出位置,坚持面向需求、面向世界、面向未来,把智慧交通建设作为主战场,深入实施创新驱动发展战略,以科技创新引领交通运输的全面创新。通过全行业广大科研工作者长期不懈的努力,交通运输科技创新取得了重大进展与突出成效,在黄金水道能力提升、跨海集群工程建设、沥青路面新材料、智能化水面溢油处置、饱和潜水成套技术等方面取得了一系列具有国际领先水平的重大成果,培养了一批高素质的科技创新人才,支撑了行业持续快速发展。同时,通过科技示范工程、科技成果推广计划、专项行动计划、科技成果推广目录等,推广应用了千余项科研成果,有力促进了科研向现实生产力转化。组织出版“交通运输建设科技丛书”,是推进科技成果公开、加强科技成果推广应用的一项重要举措。“十二五”期间,该丛书共出版72册,全部列入“十二五”国家重点图书出版规划项目,其中12册获得国家出版基金支持,6册获中华优秀出版物奖图书提名奖,行业影响力和社会知名度不断扩大,逐渐成为交通运输高端学术交流和科技成果公开的重要平台。

“十三五”时期,交通运输改革发展任务更加艰巨繁重,政策制定、基础设施建

设、运输管理等领域更加迫切需要科技创新提供有力支撑。为适应形势变化的需要,在以往工作的基础上,我们将组织出版“交通运输科技丛书”,其覆盖内容由建设技术扩展到交通运输科学技术各领域,汇集交通运输行业高水平的学术专著,及时集中展示交通运输重大科技成果,将对提升交通运输决策管理水平、促进高层次学术交流、技术传播和专业人才培养发挥积极作用。

当前,全党全国各族人民正在为全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦而团结奋斗。交通运输肩负着经济社会发展先行官的政治使命和重大任务,并力争在第二个百年目标实现之前建成世界交通强国,我们迫切需要以科技创新推动转型升级。创新的事业呼唤创新的人才。希望广大科技工作者牢牢抓住科技创新的重要历史机遇,紧密结合交通运输发展的中心任务,锐意进取、锐意创新,以科技创新的丰硕成果为建设综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通贡献新的更大的力量!

杨伟光

2016年6月24日

前 言

桥梁等交通基础设施的安全性和保障能力对于交通的畅通有着重要意义,事关国家安全、国防安全和国计民生,安全风险问题越来越受到人们的重视。深入了解我国交通基础设施目前安全保障现状,分析安全保障过程中存在的问题,紧紧把握新时期安全保障的新要求,并积极探索有效的安全保障途径,对于提高我国交通基础设施的利用效率,保障其长期安全性能,有着突出的时代意义。

针对上述问题,中国工程院启动“交通基础设施重大结构安全保障战略研究”重点咨询项目研究,针对交通基础设施重大结构性能退化、自然灾害、人为灾害和恐怖袭击等安全保障问题,开展桥梁、隧道、路基道面、轨道、城市地下空间等交通基础设施安全保障方面的工作,阐述国内外该领域的发展现状和趋势,总结国外发达国家的交通基础设施建设的经验教训,分析重大结构安全保障面临的挑战,提出了我国交通基础设施建设和发展战略。

本书主要介绍了该重点咨询研究项目课题一的研究成果——我国桥梁安全保障战略和技术,共分8章。第1章介绍了桥梁安全保障的必要性,由周建庭执笔。第2章介绍了我国桥梁建设的成就和发展趋势,由郑丹、周建庭执笔。第3章介绍了影响桥梁安全的因素和事故案例分析,由周建庭执笔。第4章介绍了桥梁安全事故的调查统计分析,由李亚东执笔。第5章介绍了我国桥梁安全保障体系和适应性分析,由郑丹执笔。第6章讨论和分析了我国桥梁安全保障面临的挑战,由李亚东执笔。第7章介绍了国外桥梁安全保障战略和技术,由郑丹、周建庭执笔。第8章提出了我国桥梁结构安全保障战略,由周建庭执笔。

本书的研究工作得到了国家杰出青年基金项目(51425801)、国家重点研发计划项目(2016YFC0802202)、国家重点研发计划项目(2017YFC0806007)、国家自然科学基金(51479013)的大力支持。同时,借鉴参考了国内外有关专家的研究成果,在此表示感谢!

本书总结了作者关于国内外桥梁安全保障领域的研究成果,提出了一些较前

沿的研究思路和方向,其中一些观点仅代表作者当前对上述问题的认识,有待进一步的补充、完善和提高。由此,本书中难免存在不足乃至错误之处,敬请读者予以批评和指正。

作者

2018年9月

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 背景	001
1.2 我国桥梁安全保障的现状	001
1.3 研究过程	003
第 2 章 我国桥梁建设成就和发展趋势	004
2.1 我国桥梁建设现状	004
2.2 我国桥梁发展趋势	025
2.3 小结	025
第 3 章 影响桥梁安全的因素与安全事故案例	026
3.1 影响桥梁安全的自然因素和案例分析	026
3.2 影响桥梁安全的人为因素和案例分析	039
第 4 章 桥梁安全事故的调查统计分析	048
4.1 国外桥梁事故调查分析	048
4.2 国内桥梁事故调查分析	050
4.3 国内外桥梁事故对比分析	053
4.4 小结	057
第 5 章 桥梁安全保障体系和适应性分析	059
5.1 我国桥梁结构安全保障现状	060
5.2 我国桥梁结构安全保障措施取得的成效	083
5.3 现有桥梁结构安全保障体系不足	089
5.4 小结	093
第 6 章 我国桥梁安全保障面临的挑战	094
6.1 我国桥梁技术现状与预测	094
6.2 我国桥梁安全面临的问题和挑战	108
6.3 小结	114
第 7 章 国外桥梁安全保障战略和技术	116
7.1 国外桥梁安全保障体系	116
7.2 国外桥梁安全保障计划的借鉴	123

7.3 小结 131

第8章 我国桥梁安全保障战略..... 132

8.1 总体目标 132

8.2 战略措施 133

8.3 战略任务 133

8.4 建议 134

参考文献..... 135

第1章 绪 论

1.1 背 景

交通运输是经济现代化的重要标志,也是社会、地区发展的先决条件。桥梁等重大交通基础设施是我国经济和社会发展的主要支撑,为人民群众提供物流和运输服务的同时,大大改善了制造业和流通领域的经营方式,提高了经济效率。在确保国家重点物资运输、重要工程建设、重大科研基地及军事运输需要、完善国家综合交通运输体系、加强国防建设的同时,对产业结构及分布、城市结构和规模、中小城镇乃至广大农村地区的发展,提高居民生活水平、增进民族团结、缩小地区差距、均衡城乡差别和中西部区域差别,促进国家发展战略的实施等方面起着关键作用,有着重要而深远的经济效益和社会效益。

经过 20 余年的交通大建设,根据交通运输部公布的行业发展统计公报,截至 2017 年底,我国公路桥梁已达 83.25 万座、5225.62 万 m;高速铁路已达 2.5 万 km,其中桥梁占 60% 以上。我国大陆和岛屿海岸线长约 3.2 万 km,在沿河入海口及沿海诸多岛屿与大陆的联络工程中,建设了众多跨度大而且涉水深的桥梁,如东海大桥、杭州湾大桥、青岛海湾大桥等。桥梁作为陆上、海上交通系统的重要组成部分,对促进现代国家政治统一、加强地缘政治、密切西部少数民族地区与内地联系起着不可或缺的作用。

总之,交通基础设施的安全性和保障能力对于交通的畅通有着重要意义,事关国家安全、国防安全和国计民生。桥梁的安全风险问题将越来越受到人们的重视。深入了解我国桥梁目前安全保障现状,分析安全保障过程中存在的问题,紧紧把握新时期桥梁安全保障的新要求,并积极探索有效的安全保障途径,对于提高我国桥梁的利用效率,保障桥梁长期安全性能,有着突出的时代意义。

1.2 我国桥梁安全保障的现状

改革开放 40 年来,我国交通基础设施建设取得了世人瞩目的成就。与世界工业化发达国家相比,我国的交通基础设施建设总体表现出起步晚、速度快、强度大等特点。一方面,因结构的自然劣化、严峻的服役条件以及不足的养护维修等因素,一部分结构过早地出现了安全性不足、耐久性降低、适用性不强的状况,这导致结构的实际使用寿命远远短于期望的使用年限。随着时间的推移,我国大批的工程结构物老化现象日益突出,部分重大结构也将陆续达到设计使用寿命,如何科学决策它们的归属或合理使用将是我国面临的一个重要问题。另一方面,以往新建结构时的高速度和高强度施工的影响必然会集中反映到将来既有结构的维修加固上,届时将会给养修经费、交通运输和社会生活等带来巨大压力。

结构长期性能退化、材料老化与劣化对我国重大结构安全的影响日益突出,长期以来,人们受混凝土是一种耐久性能良好的建筑材料的影响,忽视了钢筋混凝土结构的耐久性问题。而现实情况是,混凝土碳化和钢筋锈蚀等原因引起的结构破坏问题非常重要,混凝土碳化和钢筋锈蚀需要处理的工程具有普遍性,造成的损失也是难以估量的。

我国传统的桥梁设计中未明确桥梁整体及主要构件的设计寿命,桥梁设计寿命的确定也缺乏技术支撑和具体的设计方法,对桥梁影响周围生态环境和桥梁景观与周围环境和谐统一等问题的考虑较少,导致了现有桥梁存在使用性能差、使用寿命短、全寿命经济性指标差等问题,已经严重影响了桥梁正常服务功能的发挥,并且给养护、维修等后期运营管理带来巨大的经济和社会负担。设计与施工质量存在缺陷仍然是影响我国目前现有交通基础设施寿命安全的一个重大隐患,也是目前重大事故发生的主要原因之一,如何科学诊断、评估、处置该类隐患将会是一项长期且艰巨的任务。改革开放以来,由于我国基本建设超常规发展,诸多项目设计周期短且质量监控措施不到位、施工周期短且监理作用发挥不充分、材料质量参差不齐且检验措施不够十分严谨、对一线工人的相应技术培训缺失,导致大量结构存在不同程度的缺陷。

超载与日常维修管理欠缺是影响重大结构损伤状态和实际使用寿命的重要因素。近年来,随着交通运输量的大幅增长和汽车的大型化与重型化,超载、超限运输现象十分严重,运输荷载大大超过结构的设计荷载和承受能力,长期超负荷运营导致结构发生开裂与损伤,严重缩短结构的使用寿命,危及结构的使用安全。据有关统计,我国公路每年因车辆超载超限运输造成的经济损失高达数百亿元,70%的道路交通事故由车辆超限超载引发,50%的重、特大道路交通事故与超限超载运输有直接关系。目前,除了政策、法规与管理制度的改进以外,如何评估超载对结构性能与剩余寿命的影响仍有待进一步研究。

各类自然与人为灾害长期是重大结构使用安全的重大威胁。我国幅员辽阔,地理气候条件复杂,自然灾害种类多且发生频繁,大量修建的交通基础设施重大结构受台风、地震、泥石流、滑坡等自然灾害的影响巨大,同时,爆炸、冲击、火灾等人为灾害对结构安全的影响也不容忽视。考虑各类灾害作用并基于长寿命安全的结构设计理论与方法、政策、法规与规范等,均有大量的研究工作要做。

我国仍处于交通快速发展时期,一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大且科技含量高的重大工程结构相继建成,但快速、高效的建设使工程本身存有许多质量问题;而且随着既有基础设施服役期的不断增长,病害和人为破坏不断增加,灾致破坏形式和致灾行为与后果更为多变;智能化发展趋势下的交通基础设施的安全保障呈现新内容、新形式和新特征。交通基础设施长寿命安全问题将越来越受到重视,迫切需要建立合理的安全风险预测评估和保障机制,以提高其抗风险能力,保证在运营期间的安全性。

鉴于交通基础设施日益严峻的安全形势及其在国计民生中的重要地位,许多国家先后发起了针对交通基础设施的战略性研究计划。如美国的长期桥梁性能研究计划、日本的基础设施长寿命化基本计划、加拿大的道路管理系统、澳大利亚和新西兰的资产管理系统、英国基于GIS的路面管理系统以及道路改善工程等。总体来说,相比发达国家而言,我国在重大结构长寿命安全领域的研究和应用上还存在较大的差距,具体表现在缺乏国家层面的行动计划和必要的政策与资金支持,研究工作系统性不足,深度与广度不够。考虑到我国国土面积辽阔、资

源相对短缺,社会经济发展总体水平低下、公路基础设施结构矛盾等较突出的特点,实施交通基础设施重大结构长寿命安全保障计划尤为迫切。

1.3 研究过程

随着我国交通基础设施的快速发展,桥梁等重大结构物在服役期间直接受到各种因素的影响,如各种运营条件(车辆荷载等)、环境因素(温度、湿度、降雨、降雪、暴雨、洪水、台风等)、地震及其诱发的滑坡、泥石流、沉陷等灾变,结构性能会产生退化,另外各种人为灾害(设计不当、施工措施不合理、超载、管养不到位等)或恐怖袭击等,都会对交通基础设施产生不利乃至致命的影响,使得灾变进一步恶化,严重影响交通功能的正常发挥,严重危及人民群众生命财产的安全,甚至可能会导致重要交通干线或城市瘫痪,引发更为严重的次生灾害,影响到社会的安定和人民的福祉。

针对上述问题,中国工程院启动重点咨询项目“交通基础设施重大结构安全保障战略研究”,针对交通基础设施重大结构性能退化、自然灾害、人为灾害和恐怖袭击等安全保障问题,开展桥梁、隧道、路基道面、轨道、城市地下空间等交通基础设施安全保障方面的工作,阐述国内外该领域的发展现状和趋势,总结国外发达国家的交通基础设施建设的发展经验和教训,分析重大结构安全保障面临的挑战,提出了我国交通基础设施建设和发展战略。其中,咨询项目的课题一为“重大桥梁结构安全技术和战略”,其研究对象是桥梁结构。课题组针对地震、风灾、滑坡、泥石流、铁路桥梁结构的安全保障问题,桥梁结构的安全现状、安全监测与预警、冰雪凝冻等自然灾害,以及可能的人为破坏灾害威胁,开展山区桥梁结构、大跨复杂桥梁结构、干线和高速铁路桥梁国内外科技发展的现状与趋势、安全处治等技术性和战略性研究。

课题研究主要采用广泛调研、战略分析、统计分析、专家咨询和前瞻性规划等方法。广泛调研我国桥梁基本情况及其安全保障技术、措施和政策的现状。在对行业主管部门(交通运输部、国家铁路局)及其业务支持部门(公路及铁路设计、科研院所等)走访调研的基础上,制作“桥梁基本情况及其安全保障调查问卷”,遴选重点省份和路局分别开展桥梁基本情况(分布、结构形式、类别等)、安全保障制度(养护检测、监测等)、桥梁安全保障措施(技术、装备及人员)等方面调研工作,在此基础上形成我国桥梁安全状况总体情况分析报告。项目研究中通过对文献、书籍、网络等渠道收集了国内外桥梁事故坍塌及损伤的资料,并对这些数据进行了统计分析,总结分析了事故发生的原因。同时广泛调研收集了重庆市、湖南省以及全国其他省区市的桥梁技术状态数据,按不同建设年代进行了分析统计,并对桥梁技术状态的演化进行了预测。广泛开展专家咨询,从政策宏观层面修订桥梁安全保障指导思想与战略部署,咨询管理和技术专家,面向政策宏观层面,不断修订桥梁安全保障指导思想与战略部署。

在广泛调查研究的基础上,课题主要调研分析了桥梁结构安全保障理论,论述了我国桥梁安全保障领域的现状与面临的挑战战略的指导思想和主要目标、现状、优势以及与国外的主要差距,在此基础上提出了我国桥梁安全保障思想,形成我国桥梁安全保障战略重点及重点任务,并提出了相应的政策措施和建议。

第 2 章 我国桥梁建设成就和发展趋势

我国自改革开放以来,桥梁建设以令世人惊叹的规模和速度迅猛发展,取得了巨大成就。如今在祖国的江、河、湖、海和高速公路上,不同类型、不同跨径的桥梁,千姿百态,异彩纷呈,展示着我国交通建设特别是桥梁建设的辉煌成果。桥梁建设的成就和技术进步,是广大桥梁科技工作者才华、智慧和汗水的结晶,充分体现了我国综合国力的增强和改革开放的成果,标志着我国桥梁建设技术总体上进入国际先进水平。

2.1 我国桥梁建设现状

2.1.1 我国公路桥梁(含部分铁路和公铁两用桥)建设现状

截至 2017 年底,全国公路总里程 477.35 万 km,公路密度 49.72km/100km²,其中高速公路通车里程 13.65 万 km。作为公路的重要组成部分,桥梁建设也取得了举世瞩目的成就如图 2.1 所示。

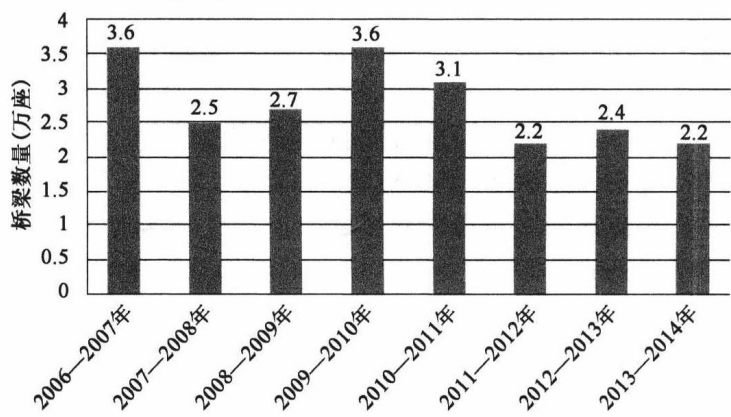


图 2.1 各年代桥梁修建数量

截至 2017 年底,全国公路桥梁 83.25 万座、5225.62 万 m,比上年增加 2.72 万座、308.66 万 m,其中特大桥梁 4646 座、826.72 万 m,大桥 91777 座、2424.37 万 m。全国公路隧道 16229 处、1528.51 万 m,增加 1048 处、124.54 万 m,其中特长隧道 902 处、401.32 万 m,长隧道 3841 处、659.93 万 m。

我国桥梁的建设历程与我国各个阶段的社会经济以及科技发展水平密切相关,我国近代

桥梁的建设大致可分为四个阶段:

(1) 中华人民共和国成立初期(1949—1960年),主要是引进、消化吸收苏联的建桥技术,建成了第一座长江大桥——武汉长江大桥,学习掌握钢桥的焊接技术和预应力技术,引进了T形简支梁、带挂孔悬臂梁钢筋混凝土梁桥等一批标准图,推进了我国中小跨度钢筋混凝土梁桥的发展。

(2) 经济困难和“文化大革命”时期(1960—1976年),由于经济条件恶化,建筑材料匮乏,施工设备落后,我国桥梁工程师在困难条件下设计并开发了一些符合国情的桥梁结构形式和造桥技术,发明了双曲拱桥、刚架拱桥、工字梁+微弯板等结构形式。

(3) 改革开放初期(1976—1990年),桥梁界积极学习国外先进的桥梁建设技术,在大跨斜拉桥和连续梁桥方面进行了学习和尝试,自主建成了上海南浦大桥、广州洛溪大桥,通过20世纪80年代的学习和追赶,为我国20世纪90年代以后全国范围的桥梁建设奠定了基础。

(4) 经济腾飞和技术赶超时期(20世纪90年代以后),我国掌握了大跨连续梁和斜拉桥的建造技术,在全国范围内建设了大量此类桥梁,并在现代悬索桥建设方面进行了探索,建成了汕头海湾大桥、西陵长江大桥和虎门大桥。20世纪90年代末至21世纪初,我国桥梁建设技术实现了全面赶超,建成了一批具有世界影响的桥梁,并在新的结构形式上进行了创新,大跨钢管拱桥、矮塔斜拉桥、多塔连跨悬索桥等新的结构形式在我国进行了推广应用,实现了桥梁设计、施工等核心技术的跨越,我国一跃成为具有世界影响的桥梁大国。

我国大跨度桥梁的发展,主要始于铁路钢桥。例如,1894年我国铁路先驱詹天佑先生修建的滦河铁路大桥(第一次采用气压沉箱基础,全长670.6m,17孔,包括30.5m上承式钢桁梁、61m下承式钢桁梁等,已废弃),1937年由我国桥梁先驱茅以升先生主持修建的杭州钱塘江大桥(公铁两用,主跨 $16 \times 65.84\text{m}$ 钢桁梁,采用气压沉箱基础,浮运法架设)。在公路和城市道路方面,在20世纪初30年代,也修建过一些大跨钢桥。例如,浙江奉化方桥(1907年建成,德国工程师设计,单孔下承式钢桁梁,85.5m长,2007年被船撞毁),兰州黄河铁桥(1909年建成,德国人承建,5孔,233m长,1954年改造加固,2004年全面维修),广西龙州铁桥(1915年,法国人设计,黄英承建,单孔跨径106m下承式钢桁梁,1940年7月被炸)等。

我国近年来建成和在建的特大桥梁,不少在世界桥梁工程领域中具有显著和重要地位。在拱桥方面,2009年建成的重庆朝天门大桥是世界最大跨度的钢拱桥(主跨552m),2013年建成的四川合江长江一桥是世界最大跨度的钢管混凝土拱桥(主跨530m),沪昆客专北盘江特大桥是世界最大跨度的钢筋混凝土拱桥(主跨445m)。在斜拉桥方面,在建的沪通长江大桥(公铁两用,跨度1092m)为世界第二跨度斜拉桥,苏通大桥(主跨1088m)、香港昂船洲大桥(主跨1018m)和鄂东长江大桥(主跨926m)则紧随其后。在悬索桥方面,在建的武汉杨泗港大桥主跨达1700m,为世界第二大悬索桥,舟山西堠门大桥以1650m的跨度位列第三。在梁桥方面,采用混合结构的重庆石板坡大桥跨度达330m,采用低塔加劲的芜湖长江大桥跨度为312m,采用空腹式连续刚构的水盘高速公路北盘江特大桥的跨度为290m。同时,随着交通事业的蓬勃发展,我国已经建成或正在规划修建大量跨海桥梁工程。这些长、大桥梁多数修建在水深、流急的大江河上或环境恶劣的海上,给桥梁的安全保障问题带来了新的挑战。

据不完全统计,世界各类桥梁的跨径排名参见表 2.1 ~ 表 2.12。从表中可以看出,在各类桥梁跨径的前十名中,我国建设的桥梁都占据了多数席位。特别是钢管混凝土拱桥,前十名均为中国建造。

预应力混凝土连续梁桥最大跨径排名 表 2.1

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
贝斯卡桥	贝斯卡	塞尔维亚	1975	210
莫赛尔桥	莫赛尔	瑞士	1974	192
奥威尔桥	奥威尔	英国	1982	190
乐自高速公路岷江特大桥	四川乐山	中国	2013	180
舟山长松大桥	浙江	中国	2007	170
宜宾向家坝金沙江大桥	四川	中国	2007	170
新帝国大桥	维也纳	奥地利	1980	169
新邕宁邕江特大桥(铁路桥)	广西南宁	中国	2015	168
广州海怡大桥	广东	中国	2010	166
南京长江二桥北汉桥	南京	中国	2001	165
怒江六库大桥	云南	中国	1990	154

预应力混凝土连续刚构桥最大跨径排名 表 2.2

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
石板坡桥 ^①	重庆	中国	2006	330
斯托尔马桥	艾斯特沃尔	挪威	1998	301
拉脱胜德桥	罗弗敦	挪威	1998	298
桑多恩桥	莫舍恩	挪威	2003	298
北盘江大桥	贵州—云南	中国	2013	290
虎门大桥辅航道桥	广东虎门	中国	1997	270
苏通大桥辅航道桥	江苏南通—常熟	中国	2008	268
红河大桥	云南元江	中国	2003	265
门道桥 ^②	布里斯班	澳大利亚	1986	260
Varodd 桥	克里斯蒂安桑	挪威	1993	260

注:①混合梁结构,主跨跨中设置 103m 长的钢箱梁。

②2011 年紧邻旧桥再建了一座同样跨度的新桥。

悬臂钢桁架梁桥最大跨径排名 表 2.3

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
魁北克桥	魁北克	加拿大	1917	549
福斯桥	爱丁堡	英国	1890	521
港大桥	大阪	日本	1973	510
准将巴里桥	宾夕法尼亚,切斯特	美国	1974	501
新奥尔良 I 桥	路易斯安那,新奥尔良	美国	1958	480

续上表

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
新奥尔良Ⅱ桥	路易斯安那,新奥尔良	美国	1988	480
豪拉大桥	加尔各答	印度	1943	457
老兵纪念大桥	格拉梅西,路易斯安那	美国	1995	445
东京京门大桥	东京	日本	2012	440
跨湾大桥	加利福尼亚,旧金山	美国	1936	427
霍勒斯·威尔金森桥	巴吞鲁日,路易斯安那	美国	1968	376

连续钢桁梁桥最大跨径排名 表 2.4

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
生月大桥	长崎	日本	1991	400
阿斯托利亚·梅格勒大桥	俄勒冈	美国	1967	376
弗朗西斯·斯科特·基桥	马里兰	美国	1977	366
大岛大桥	山口	日本	1976	325
芜湖长江大桥 ^①	安徽芜湖	中国	2000	312
天门桥	天草	日本	1966	300
黑之濑户大桥	鹿儿岛	日本	1974	300
雷文斯伍德桥	雷文斯伍德	美国	1980	270
东江南特大桥	广东东莞	中国	2013	264
中央桥	辛辛那提	美国	1995	259

注:①公铁两用桥,带低塔斜索加劲。

钢箱梁桥最大跨径排名 表 2.5

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
里约—尼泰罗伊桥	里约热内卢	巴西	1974	300
内卡河桥	魏延根	德国	1978	263
萨瓦河布兰科夫大桥	贝尔格莱德	塞尔维亚	1956	261
维多利亚Ⅲ号桥	圣埃斯皮里图	巴西	1989	260
动物园桥	科隆	德国	1966	259
萨瓦河羚羊桥	贝尔格莱德	塞尔维亚	1970	250
凯塔桥	广岛	日本	1991	250
纳米哈亚桥	大阪	日本	1994	250
奥克兰港大桥	奥克兰	新西兰	1969	244
东京湾海上通道桥	东京	日本	1997	240

钢拱桥最大跨径排名 表 2.6

桥 名	桥 址	国 家	建成年份(年)	主跨(m)
朝天门大桥	重庆	中国	2009	552