

DOI: 10.11835/j.issn.2096-6717.2021.226



桥梁美学 2020 年度研究进展

梁艳, 何畏, 唐茂林

(西南交通大学 土木工程学院, 成都 610031)

摘要: 本文通过梳理过去一年国内外桥梁美学的发展状况, 从桥梁美学思想与理论, 桥梁美学设计方法与理论, 桥梁景观设计与改造, 桥梁规划设计, 桥梁历史文化设计与研究, 新技术在桥梁美学设计中的应用, 桥梁美学设计应用实践等方面阐述了桥梁美学的发展成就; 对将来的研究热点和发展方向进行了简要预测; 提出了建议和观点, 希望对桥梁美学理论和设计实践有所裨益。

关键词: 桥梁美学; 设计方法; 桥梁景观; 桥梁规划; 历史文化

中图分类号: U446 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-6717(2022)01-0234-08

State-of-the-art review of bridge aesthetics in 2020

LIANG Yan, HE Wei, TANG Maolin

(School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031, P. R. China)

Abstract: This article sorts out the domestic and foreign development of bridge aesthetics in recent one year to review the development achievements by some aspects such as bridge aesthetic thought and theory, bridge aesthetic design methods and theory, bridge landscape design and reconstruction, bridge planning and design, bridge design and research on culture and history, new technology application on bridge aesthetic design, bridge aesthetic design and practice etc. Brief prediction of future research hotspots and development directions are made and suggestions and viewpoints are put forward in the end, hoping to be benefit with bridge aesthetics theory and design practice.

Keywords: bridge aesthetics; design methods; bridge landscape; bridge planning; culture and history

美学理论, 是人类哲学思想的一个分支, 具有悠久的历史。桥梁美学理论, 来源于建筑美学理论, 研究历史较短, 但得益于广大桥梁工作者的共同努力, 使其在近年来得到较大发展。继 2019 年桥梁美学研究进展之后, 广大科研人员及一线工作者继续在该领域进行深入的研究, 并取得了较大的成果。笔者继续就 2020 年桥梁美学研究进展进行简单梳理总结, 希望能够对桥梁建设的发展有所帮助。

1 桥梁美学思想与理论

多位学者继续就桥梁美学思想和理论进行研究, 有的学者还根据各自国家的民俗、文化、历史等特点就桥梁美学的本质进行系统化探索。

蒋宇等^[1]结合中国传统文化中蕴含着丰富的生态审美智慧, 从生态的生存方式与思维方式的塑造方面阐述了中国传统廊桥的审美特色: 生命情调之美、生态和谐之美、生活意蕴之美; 发掘出中国古代廊桥的生态美学思想, 从生态美学的视野中寻找当代桥梁美学的灵感, 创造生态价值与文化

特色并存的桥梁景观美学, 为现代桥梁景观设计与研究提供了古人智慧。

结合中国传统美学思想对桥梁景观美学的启示, 蒋宇等^[2]认为, 在当今全球化所带来的多元文化并存的社会背景之下, 中国的桥梁景观美学深受西方现代和后现代建筑美学的影响, 审美设计大多模仿和改造自西方, 由此导致了地域特色和传统文化底蕴的缺失。从中国传统美学思想中寻找桥梁景观美学的理论源泉, 为当前中国桥梁景观的审美困境提供了积极启示, 从而实现桥梁景观美学的民族化、本土化、个性化。中国传统美学思想对桥梁景观美学的启示, 主要体现在: “天人合一”的审美意识、“虚实结合”的审美原则、“气韵生动”的审美风格, 它们分别形成桥梁景观的自然和谐之美、动态空间之美、整体意境之美。文化自信使中国传统美学思想融入到了现代桥梁美学当中, 迸发出持久的生命力。

近年来, 中国关于桥梁美学的研究, 基本上都是按照西

收稿日期: 2021-08-15

作者简介: 梁艳(1977-), 女, 博士, 主要从事桥梁结构理论、桥梁造型与美学研究, E-mail: aseraph@163.com。

方的美学体系和方法进行的。刘德宝等^[3]在认识独特的中国传统哲学和美学的基础上,研究了古代桥梁蕴含的传统美学观念,以及道家美学和儒家美学对古代桥梁建设的影响。研究结论对于建立具有中国文化特色的桥梁美学体系具有推进意义,也引起了业界对中国桥梁美学研究的思考。

张佳品^[4]回顾了上海黄浦江东岸“贯通”项目中5座桥梁的设计过程,界定了桥梁建筑的物理属性与精神属性的二象性,即桥梁的物理属性与精神属性具有互相决定的特征。通过阐述以“建筑(学)作为桥梁”来打通市政和建筑学之间的经脉的策略,概括了桥梁在城市空间中的特殊意义,即系统的简洁性让物理-精神属性同时清晰可见。这是从作为桥梁的建筑与作为建筑的桥梁两个方面阐述建筑理论对桥梁的影响。梁远^[5]从理论角度出发,论证分析了桥梁建筑美学与房屋建筑美学的异同点,并归纳出桥梁建筑美学所具有的特点,为桥梁设计师提供一种桥梁美学创作的思路。

迄今为止,概念设计一直是一种个人主义的方法,虽然一直在实践,但鲜有在大学中教授。但是,概念设计方法对于产生合理且可持续的结构非常重要。Heggade^[6]总结认为,Robert Maillart, Alexandre Sarrasin, Eugene Freyssinet, Joerg Schlaich 和 Christian Menn 等工程师为当今国际最先进技术的发展以及现代工程结构的文化价值作出了重要贡献。Billington 将效率、经济和优雅作为桥梁设计概念化的共同标准,以应对仅基于技术和经济的简单标准。在此阶段,需要对设计过程进行多次迭代,以完善设计和结构的概念,并遵守功能、可持续性、经济和美观等条件。用于分析调查和迭代方案的工具可能在概念设计阶段不一定是精确的,但是,设计师具有创造性技能,对建筑抱有一定的理想,而建筑师则需对结构工程具有广泛的见识,可以提供最好的概念设计。尽管结构设计师必须具有丰富的工程技术知识,但建筑师可以在许多重要的背景方面为发展广泛的文化,尤其是概念设计阶段做出贡献。

鹿健等^[7]认为桥梁在设计中需要注重其艺术感和欣赏性,并从造型、色彩装饰、生态三个方面对桥梁美学进行了分析,总结提炼出桥梁美学设计中需要注意的几个因素以及设计方法,提供了桥梁美学设计的一个新思路,这是对桥梁美学理论的一个实践应用指导。

当前中国城市快速发展,人口密度大大增加,对城市的市政环境要求越来越高,宋福春^[8]认为城市人行天桥的建设至关重要。人行桥的结构不仅要安全可靠,还要注重与周围环境的协调,桥梁的整体美感尤为重要,笔者结合实例对人行天桥设计美学进行了分析总结。在道路桥梁设计中,色彩元素的运用在其中占据一定比重,因此这要求相关设计者在实际设计时合理选择符合工程实际的色彩元素,并做好相应的搭配工作,以此来确保道路桥梁工程的建设工作顺利进行,在保证施工质量的基础上增加其外观美感。基于此,赵兴中^[9]首先分析了色彩元素在美学中的应用意义,介绍色彩元素在道路桥梁设计中的运用意义,最后提出了色彩元素在道路桥梁设计中的应用,是美学设计理论在桥梁上的应用

实践。

2 桥梁美学设计方法与理论

桥梁美学理论为设计实践服务。过去的一年,多位学者对桥梁设计方法与理论进行了深入的研究,推动桥梁美学应用于实践。

在衍生式设计(Generative Design)中,融入多种美学元素,宋福春等^[10]研究了衍生式设计在桥梁结构设计中的应用。通过衍生式设计软件中的可视化编程功能与编程语言功能开发快速建模工具,对局部模型进行优化,同时融入桥梁美学、镂空艺术与光影艺术等多种元素,通过调控变量控制参数,快速生成多种备选方案。基于衍生式设计软件开发的快速建模工具极大提高了方案变更效率,对整体的设计方案进行了优化。

桥梁不仅是城市中重要的基础设施,也是城市视觉形象的一部分。强玮怡^[11]将视觉原理运用在城市桥梁方案设计中,兼顾桥梁功能性和美观性,并融入了城市特有人文元素形成具有视觉识别性的桥梁外观。基于视觉原理、视觉心理学等理论,研究了桥梁的空间形态、比例、细节设计要点,概括出城市桥梁外观设计的创新方法;运用艺术设计手法优化桥梁外观造型,使桥梁能基于受力合理基础上实现外观和谐与优美。

邴海华^[12]以某景观桥梁设计为例,基于先进的参数化方法对景观桥梁的方案设计思路进行了探讨。实践表明:在景观桥梁设计中引入参数化软件后,设计效率和设计质量都得到了进一步提升,促进了景观桥梁总体设计水平的提高。

胶合木桥梁由于环保、美观等特点已在境外广泛使用,为促进中国胶合木桥梁的发展,孙小鸾等^[13]介绍了一座境内自主设计、加工制作的胶合木拉杆拱人行景观桥的设计与分析。首先采用 MIDAS 有限元软件建立整体分析模型,验算木桥主拱、横梁等构件在不同荷载工况下的整体受力性能,同时采用欧洲规范及境内规范,评估木桥结构人致振动的影响;对纵梁、横梁等碳纤维板(CFRP)增强截面利用增强理论验证其构件可靠性;最后,对完成木桥开展原位测试,对比测试与有限元分析结果,验证理论分析的可靠性。结果表明,胶合木桥设计时应注意半跨活载作用和人致振动的影响,采用碳纤维板对木构件增强的效果良好,理论分析及测试成果可为同类胶合木桥的设计、建造提供参考。

简佳峰等^[14]基于桥梁景观设计的美学视角,分析探讨了实现桥梁景观设计和环境协调性的方法。王迎春^[15]认为交通设施在服务机动化设施的同时不应忽略人性化因素,应“以人为本”。因此,对重要基础设施的景观化处理是有必要的,其对中大型桥梁景观设计提出了一些见解。

3 桥梁景观设计与改造

桥梁景观设计是桥梁美学设计的一项重要内容,是建筑环境设计在桥梁建筑上的具体应用。过去的一年,桥梁景观设计全面开展,出现了一批优美的、与环境和谐相融的桥梁

作品;同时,对既有桥梁进行景观改造,节约成本,提升景观价值,也成就了多座桥梁景观价值的回归。

3.1 桥梁景观设计与实践

随着经济的发展和城市生活品质的提高,人们对审美的要求也越来越高。以往主要承担车行或人行交通功能的桥梁,如今越来越重视造型的美观和环境的协调。余恩跃^[16]对城市建设中的桥梁景观设计进行了分析,认为桥梁领域的设计工作是建筑行业中的重要组成元素,并且具有极强的专业性和综合性,其工作的内容涉及范围极为广泛,现阶段,此项工作的进行不仅要方便百姓的日常出行,还需要具有一定的美学价值和科学合理性。该领域的工作人员需要及时进行工作方式的革新,将宝贵的工作经验和崭新的工作技术进行有机融合,切实促进桥梁设计工作具有更大的突破和创新。朱丽丽等^[17]通过工程实例,运用城市桥梁形象设计识别系统(CI)进行环形天桥设计,包括桥梁线型、色彩及灯光设计,为环形天桥景观设计提供参考。戴建国等^[18]基于融合的城市景观桥梁设计,以贵阳市区的三座景观桥梁为例,阐释了桥梁设计的融合理念——桥梁造型与功能、环境的融合,以及古典与现代的融合。

陈建军^[19]介绍了跨越江阴锡澄运河的重要城市景观桥梁—黄田港桥。该桥梁方案以“传承城市文化,重铸运河风情”为目标,详细阐述了桥梁方案构思过程。付鹏飞^[20]以江阴毗邻路景观桥为例,利用建筑文脉的设计手法,让桥梁成为城市文化的载体,留住最具情感关联的城市记忆,说明了景观桥梁构思方案要挖掘城市文化,唤醒城市记忆,留传城市故事。杨阳等^[21]认为城市桥梁景观方案设计可以从桥梁结构装饰和桥梁景观装饰两方面去考虑,以滕州高铁新区桥梁景观方案设计为例,详细介绍了城市桥梁景观方案的设计理念和方案构思,为类似的城市桥梁景观方案设计提供参考。

王琳等^[22]以甘肃成县东河大桥为工程背景,依据该桥的建设条件、地理人文和特色景观等对本桥进行景观设计,并对方案进行了比较探讨。因市政桥梁的桥型选择范围较广,通过对各个桥梁景观设计方案思路的详细阐述分析,以求选择的方案在满足基本功能的前提下,达到安全、经济、适用、美观的高度融合,为后续同类桥梁的景观设计提供参考依据。屈安琪^[23]介绍了中国城市桥梁景观设计的现状和面临的挑战,解释了城市桥梁景观设计的重要性,并介绍了城市桥梁景观设计的成功实例和趋势,提出了适当的对策和建议,以促进中国城市桥梁景观设计的发展。

杨云安等^[24]对湛江世贸人行天桥(如图 1 所示)桥梁景观方面进行了重点分析与研究。桥型采用由传统的矩形桁架变换而成的椭圆形“金属飘带”造型,结构新颖,在人行天桥主体结构“造型”与“结构”协调的基础上,进一步将挡雨、遮阳、防风等附属构件作为景观造型构件,并增加智能景观照明设计,将天桥打造成了湛江市中心城区的一道靓丽风景。

兴儒坪大桥(如图 2 所示)是位于新建泉州白濑水利枢



图 1 湛江世贸人行天桥



图 2 兴儒坪大桥

纽工程的一座景观桥梁,为 $86+168+86=340$ m 混凝土斜拉桥,采用塔梁墩固结的刚构体系。黄伟福^[25]从建桥条件、桥型方案构思、结构体系及设计、计算等方面介绍了兴儒坪大桥的桥型构思与设计。

塔里木河大桥全长 1 600 m,连接塔里木河、胡杨林、沙漠公路、塔克拉玛干沙漠、西气东输首站等地,形成以塔里木河大桥为中心的旅游风景区。贾艳敏等^[26]总结出该桥的设计过程,为后续此类桥梁设计提供参考。该桥梁方案遵循地域历史文化,确定桥梁设计主线“丝绸之路”,将传统文化元素抽象提炼,将丝绸运用于整体天桥设计,象征光明的火焰作为桥梁的标志性雕塑;多角度融合民族特色,运用少数民族图腾对细部构件进行设计;采用科学艺术审美方法,巧妙地利用黄金比例。加入智慧旅游理念,充分利用互联网与智能手机,为游客提供便利条件,并增加游客参与度及社交性,遵循文明环保理念。利用桥梁景观 CI 设计方法,对桥梁进行设计分析,选定中国红为桥梁主色调。桥梁整体设计独具代表性,寓意深刻,展现地标性建筑的独特魅力。

伴随着社会经济快速发展,广大人民群众对精神文化需求愈加强烈。在这一发展形势下,人民对建筑设计与景观设计的融合提出了更高的要求。刘显夫^[27]建议设计人员需要深入探究建筑设计与景观设计的融合设计要点,掌握融合设计技巧,提升融合设计水平,以此切实满足人民对建筑与景观设计的需求。

3.2 既有桥梁景观改造

曹兴等^[28]针对近年来旧桥改造设计中忽视桥梁景观设计,造成旧桥改造与城市发展规划不一致的问题,提出使用景观改造来改善旧桥空间形态,并对旧桥景观设计步骤及改造方法进行研究。通过分析、立意构思及构思成图 3 个步骤对旧桥改造进行总体设计,结合工程实例对旧桥景观空间形态保护、旧桥景观空间形态重塑及旧桥夜光环境改造 3 种改

造方法进行介绍。工程实践证明旧桥景观改造极大提升了桥位周边的城市价值,优化了桥位周边的景观环境,使旧桥成为独特的城市名片与历史标志。

校园景观更新不仅是为了文化景观的再构建,也是为了校园教育环境的升华;校园景观更新既要保留校园记忆,又要做到耳目一新。俞倪圣洁^[29]就如何低价高效地改造校园景观桥提出了具有价值的见解,以华东师范大学第二附属中学景观提升工程项目中景观桥的改造为实例,探究了现代城市更新背景下,对校园景观进行高效、环保改造和提升的原则、策略,最终体现了记忆承载、教育推动的综合功能价值。该项目可为其他校园景观提升更新提供借鉴。

荷兰的大多数桥梁都建于上世纪 60 年代和 70 年代,由于技术或功能原因,多座桥梁将不得不更换。Reitsema 等^[30]指出,随着交通强度的提高和机动性的重要性,新桥的设计和建造策略必须与过去有所不同。新方法需要确保因建筑工程和未来维护活动引起的交通障碍减至最小。代尔夫特工业大学正在开发一种 SMART 桥概念,以实现快速、无障碍的基础设施置换。通过利用经过验证的创新技术,并将其付诸实践,可以实现最佳优势。文中结合了最新的建筑技术创新,例如先进的水泥材料(ACM),结构健康监测(SHM)技术,先进的设计方法(ADM)和加速桥梁建设(ABC)。这些创新代表着向下一代基础设施迈出的一步,其中快速施工,智能桥梁设计,可持续性,零能耗,无/低维护和美观是关键特征,也是旧桥加固改造的发展方向。

4 桥梁规划设计

世界上,很多城市都围绕河流发展。在河流上建造的众多桥梁,是城市环境的一部分,也必将影响城市的整体面貌和精神人文气质。因此,对桥梁进行规划设计,就显得尤为重要。

杨登锋^[31]以某城市跨河景观桥梁群设计为例,探讨了中小城市景观桥梁群设计方法。认为对于中小城市的桥梁群,特别是新建城区或新规划的成片区域的桥梁群,城市建设有条件将区域内各个桥梁作为整体统一考虑,形成统一的桥梁景观。通过对山西朔州市内七里河综合整治工程中七里河上的桥梁进行统一的桥梁群设计,综合分析规划交通、经济文化等因素,总结和探讨城市景观桥梁群设计过程中需要考虑的问题及设计方法。

桥梁景观是运河文化遗产的重要组成部分。韩雨瞳等^[32]分析了徐州运河桥梁景观特征,发现徐州运河桥梁经历了缓慢发展、恢复重建、发展滞缓、平稳发展和转型提升 5 个阶段,形成古今今多、起伏上升的时间特征和空间聚集差异性、经济交通匹配性、多元景观复合性的分布特征,具有面向经济功能的技术美、基于外观结构的形态美和基于历史意蕴的文化美。针对徐州运河桥梁景观研究厚古薄今、开发利用不够、内涵挖掘不足等问题,提出了梳理运河文脉、宣传时代精神,创新开发思路、形成联动格局、构建文化体系、提升品牌形象等对策。

胡辛^[33]就淮南市楚都大道总体设计(如图 3 所示)进行了总结。淮南市楚都大道为城市主干路,道路上跨滨湖大道、与寿县保庄圩大堤平交,跨越东淝河、施家湖,与唐山镇保庄圩平交,下穿合淮阜高速公路。道路的平面线形按照规划线位并结合东淝河大桥的桥位进行优化,道路纵断面根据城区排涝水位、东淝河通航水位,并结合两侧现状道路高程进行设计,道路横断面根据道路功能定位,通过交通量预测结果进行优化。结合当地的楚汉文化特色,对东淝河大桥进行景观设计,以楚汉阙楼与楚鼎景台为桥头建筑,增加桥头观景平台、上下梯梯及桥下文化休闲场地,使桥梁装饰与功能充分结合。

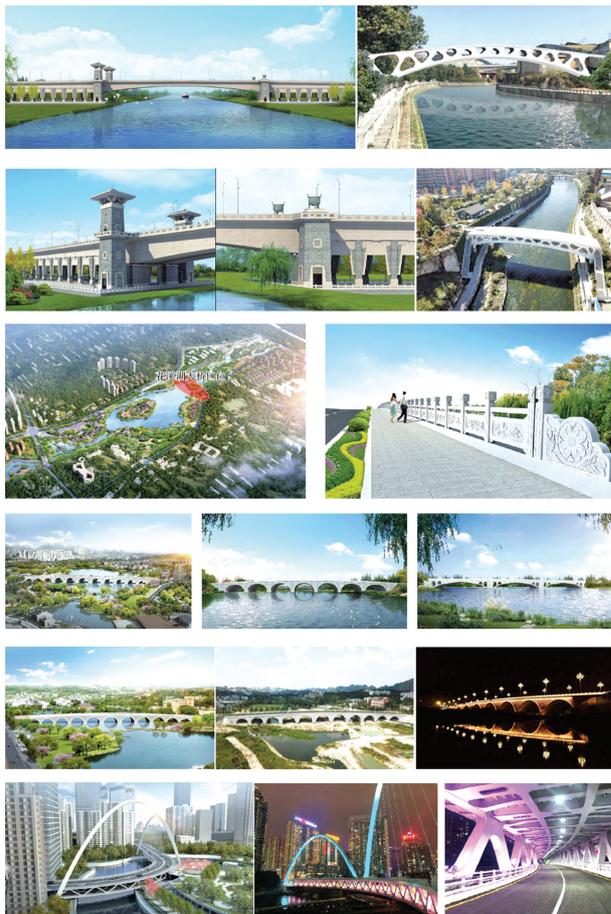


图 3 淮南市楚都大道桥梁规划设计部分效果图^[33]

5 桥梁历史文化设计与研究

桥梁作为人工建造物,必然会烙上人类历史文化的印记。对古桥进行文化历史的研究,是对古人思想的认识理解以及思想根源的探索;而当代桥梁设计融入地方历史文化,则是文化的传承与发扬光大。

地理环境和人文背景孕育了一方乡土建筑,独具风格的廊桥建筑衬托出闽浙山区浓郁的民俗文化与农耕生活的奋斗史,是中国山地交通建筑的奇迹,也是中华农耕建筑文化的重要遗存。闽浙木拱廊桥建筑文化的形成离不开与之相关的自然经济生产方式,而且受制于不同的地理风貌、村落空间、社会形态、族群信仰,并与原住民生产生活民俗和北方

迁移人口带来的中原文化相互融合、依托发展,形成自己的文化体系。科学精妙的结构设计,丰富鲜明的地方民俗特色,构成了独特多元的木拱廊桥空间文化结构形态,在弘扬传统文化和融合多元文化的过程中兼容并蓄、和谐发展,使闽浙木拱廊桥建筑成为中华农耕建筑文化的重要遗存,是中国山居物质文化遗产与非物质文化遗产综合体现的经典范例。张可永^[34]总结了闽浙木拱廊桥建筑的文化特质:1)和谐、历久的农耕文化;2)务实、朴素的建筑文化;3)包容、虔诚的宗教文化;4)诗礼传家的儒家文化;5)独特、深邃的地域文化。最后,笔者就木拱廊桥的文化保护与传承提出了建议。

“两路”精神是交通精神的代表,雅康高速公路的建设开通正是对新时代“两路”精神的传承和实践。袁飞云等^[35]围绕“两路”神有形化、可视化传播的要求,雅康高速公路结合工程桥隧比高的特点,将“两路”精神融入桥梁、隧道、服务区、挡墙、川藏公路馆等的公路文化景观设计,为公路文化的传播提供了实践参考。

6 新技术在桥梁美学上的应用

桥梁美学的发展与新技术的应用息息相关。新材料的应用,使桥梁向更轻型化的方向发展,呈现出轻盈灵动之美;新结构的出现,使桥梁突破既有结构的框架,呈现出创造之美;新的施工方法,使新的设计理论付诸实践成为可能。

太阳能在桥梁上的综合应用是交通领域比较新颖的课题。张伟等^[36]以顺兴大桥太阳能综合应用方案的设计为依托,提出了“光伏桥梁一体化(BrIPV)”与“太阳能方案与桥梁景观一体化设计”的设计理念,给出了太阳能在索塔、护栏、箱梁风嘴导风板、人行道与附属设施上的设计方案,对太阳能与桥梁的结合进行了初步探索。经过经济核算分析,本项目太阳能设计方案的实施具有较高的社会折现率,可以有效减少燃煤量以及 SO_2 、 CO_2 、 NO_x 等有害物质的排放量,具有显著的社会、经济效益,环保意义重大。通过此项目的研究,能够在城镇景观和绿色交通方向找到新的突破口。

由于新的材料技术和先进的计算技术的出现,轻巧细长的人行天桥越来越多地用于满足社区的建筑美学要求。对桥梁建筑材料的轻质要求,是桥梁美学性能实施的一项重要挑战。Ali 等^[37]试图通过将混合碳纤维增强聚合物(CFRP)/玻璃纤维增强聚合物(GFRP)作为底层和水泥复合材料/层压板,探索一种新型、创新的轻便耐用复合材料组合物,用于简单支撑的人行天桥桥面玻璃。在选择不同组成的复合材料时,考虑了诸如美观、轻巧、成本、耐久和易于安装等特性。所开发的创新型人行桥,具有轻盈的结构特性和良好的整体性能,可满足标准桥梁设计规范的安全性和可服务性等所有要求,因此将有助于高效经济的人行运输。

7 桥梁美学设计应用实践

2020 年是不平凡的一年,各行各业都面临着较大的困难。广大桥梁工作者克服重重困难,仍然为我们奉献了许多充满魅力的桥梁作品,以下择部分作品加以介绍。

渤海海峡通道工程规模浩大、建设条件复杂,但总体上风险因素可控。该工程有“南桥北隧”及全隧 2 种跨越方案,其中“南桥”又有公铁合建与单建铁路 2 种方案。张雷等^[38]对渤海海峡跨海桥梁方案研究进行了总结。针对桥梁工程方案,开展了桥梁总体布置、横断面布置、桥式方案研究,并对桥梁技术策略、深水基础、施工方法、工程风险及应对措施等方面进行了探讨。其中,针对长山水道桥提出了不等高三塔大跨度斜拉桥方案,并对提高结构刚度及抗风、抗震等问题提出了技术策略;针对长山水道斜拉桥大型基础,提出了复合设置基础方案;对其他水道桥及海中引桥提出了相应的设计方案;在工程风险及对策方面,研究了深水基础施工、斜拉桥施工期间大悬臂状态、运营期间遭遇自然灾害、桥墩船撞及结构耐久性等风险问题,使桥梁呈现出显著的结构之美。

屈计划^[39]对非对称四_V_景观斜拉桥构思及设计进行了很好的总结。寿春西路景观斜拉桥(如图 4 所示)为六安市地标性建筑,桥梁设计时基于六安市“桥群”理念进行桥梁造型设计,注重桥梁自身的建筑造型,立足景观要求,做到“一桥一景、亦桥亦景”。主桥采用四“V”斜塔不对称斜拉桥,塔肢纵向“V”字形,横向“ Δ ”字形,钢-混主梁,整体结构构思巧妙、造型新颖、不同视角均有较强空间效应。



图 4 六安市寿春西路景观斜拉桥

宝鸡市阳平大桥(如图 5 所示)主桥为(102+208+102)m 格构式钢塔斜拉桥。刘鹏等^[40]对设计过程进行了详细介绍。根据景观需要,桥塔设计为格构式钢塔(分为下塔柱、上塔柱和塔顶横梁三部分),除下塔柱为钢筋混凝土结构外,其余均为钢结构,基础采用群桩基础。主梁采用分离式双边箱钢结构,斜拉索采用 1 860 MPa 环氧涂层钢绞线,斜拉索在梁端采用双锚腹板式斜拉索锚固系统,在塔端采用固结钢锚梁式斜拉索锚固系统。桥梁位于高烈度区,主桥采用双曲面摩擦摆球型减隔震支座,桥塔位置设置纵向粘滞阻尼器,并在桥塔与主梁相交处设置竖向板式支座进行纵、横向限



图 5 宝鸡市阳平大桥

位,在边墩主梁处进行压重。主梁与桥塔均采用工厂加工、

现场焊接拼装方法施工。主梁设置预拱度,桥塔向河道外侧设置预偏心,确保主梁、桥塔的合理成桥线形。

作为杭州湾新区重要的景观桥梁(如图 6 所示),滨海大道桥采用(62+100+62) m 三跨连续钢桁架梁桥,采用两片主桁结构,桁架高度按二次抛物线变化,桥道系采用纵横梁体系。该桥结构轻盈简洁、通透柔美,与新区的滨海湿地景观相协调,陈强等^[41]对杭州湾新区滨海大道桥总体设计进行了总结,可为同类型桥梁的建设提供参考。



图 6 杭州湾滨海大道桥

樊泽民等^[42]介绍了南非姆斯卡巴河桥总体设计。南非姆斯卡巴河桥跨越姆斯卡巴大峡谷,为主跨 580 m 的单跨全地锚式斜拉桥。根据桥位地形特点,主梁仅在主跨内设置,为混凝土肋板梁+双边箱形组合梁的混合梁结构,双边箱梁通过桁架式横梁连接,现浇混凝土桥面板通过剪力钉与钢主梁连接,跨中设置剪力铰。17 对钢绞线斜拉索在主跨内采用双索面半扇形布置,背索呈竖琴式布置,斜拉索通过钢锚梁、钢锚箱和混凝土齿块分别锚固于桥塔、主梁和锚碇上,锚固背索的锚碇为重力式预应力混凝土结构。桥塔为倒 Y 形结构,采用混凝土扩大基础,扩大基础间浇筑施加横向预应力的混凝土板,并与主梁固结。根据桥梁结构特点和现场地理条件,混凝土肋板梁采用支架现浇法施工,组合梁采用悬臂拼装法施工。

黄韬^[43]以长州市神农湖大桥(如图 7 所示)为背景,分析了异形桥塔造型的结构实现方案,对该桥的结构体系进行了研究,并分析了塔墩梁固结体系的独塔斜拉桥建模要点及其在地震作用下的动力响应,为类似工程提供有益参考。



图 7 长州市神农湖大桥

异形拱具有较好的美学特征,常见于景观桥的选型。现有的异形拱桥多为下承式系杆拱,缺乏上承式异形拱桥的应用案例。王银刚等^[44]首先通过两个算例研究了上承式异形

拱桥主拱圈受力优化的两种方法:一是改变拱轴线线型;二是采用未知荷载系数法改变拱上荷载分布。算例表明,两种优化方法均可用于上承式异形拱桥主拱圈弯矩的优化,且优化效果显著。最后,用某上承式异形拱桥的设计实例介绍了异形拱桥的总体设计思路,为该类桥梁的设计提供了参考。

新庄大桥是宜兴太湖大道跨越芜申运河的桥梁,主桥为(67+110+67) m 大跨度变高度预应力混凝土连续梁,分两幅正交跨越芜申运河、王婆河和钱墅荡路。成芸^[45]对宜兴市新庄大桥总体设计进行了总结。该桥主桥采用悬臂浇筑挂篮施工,桥梁景观采用 Art Deco 建筑风格,主墩设置桥头堡,箱梁外侧石材挂板,夜景照明表达城市夜景的景深与空间层次,是桥梁空间与时间的延伸。桥梁景观有机地融入桥头公园及周边环境中,建成后成为宜兴东氿新城的新地标。

曾令权等^[46]对长沙梅溪湖节庆岛浮桥(如图 8 所示)结构设计进行了总结。为减少传统桥梁施工方法对景区湖泊的污染,长沙梅溪湖节庆岛人行桥采用由 FRP 浮箱、钢纵横梁桥面系、混凝土定位桩组成的浮桥结构体系,通过理论计算、构造细节设计、开通运行等验证了浮桥结构的可靠性。结果表明:1)浮桥结构所有杆件工厂批量加工、现场组拼,施工效率高、污染小;2)该浮桥结构的安全性、舒适性能满足人行结构要求;3)该结构体系在内湖景区人行通道建设上,具有较好推广价值。



图 8 长沙梅溪湖节庆岛浮桥

以针对寿光市金光街跨弥河大桥(如图 9 所示)为例,杨乐杰^[47]通过对周边环境、设计条件及桥梁景观定位分析,提出了景观设计方案及中承式系杆拱桥结构方案。由于平行无支撑拱桥梁稳定性较差,故采用有限元软件对结构体系进行分析,提出了较为新颖的连续梁与中承式拱组合的新型结构体系,有效降低拱轴内力,增强拱肋稳定性,从而提高桥面系结构整体性。这可为后续同类桥梁设计提供借鉴。



图 9 寿光市金光街跨弥河大桥

波纹腹板由于具有更好的抗剪切性和更佳的美观性而常用于桥梁工程应用中。波纹大梁由于弯曲和剪切而产生的应力分布不同于扁平大梁。通常,由于手风琴效应,可以认为腹板的贡献对于抗弯矩性可忽略不计。此外,使用细长

的凸缘会带来稳定性问题。Inaam 等^[48]通过对带有波纹腹板的钢工字钢梁的稳定性和强度分析,评估了细长凸缘屈曲对波纹腹板梁的阻力矩的不利影响。使用经过验证的数值模型对屈曲系数和弯矩承载力进行了广泛的参数研究,以更好地理解细长(4类)横截面波纹梁的抗弯承载力。在比较了从文献中提出的超过 30 年的各种设计模型后,笔者基于数值结果,提出了经验公式,用于确定波纹大梁的细长翼缘的极限抵抗弯矩。

1840 年,连接伦敦和布里斯托尔的英格兰南部大西部铁路的落成典礼,将布里斯托尔郊区的一部分改为主要的铁路枢纽所在地。雅芳河和巴斯路之间的车站后方区域,被称为圣殿岛,被限制使用铁路(车间,仓库和棚屋)已有 150 多年的历史。随着铁路使用的减少,铁路变得越来越无吸引力。该地区向中心新街区的改造是布里斯托尔目前计划中最重要的城市发展项目之一。Beade-Pereda 等^[49]对新的人行天桥的设计进行了介绍。新的圣飞利浦人行天桥(如图 10 所示)横跨 Avon 河,为该站点的无障碍提供了便利。这座桥具有 50 m 跨度和 4 m 宽的钢梁,具有叉形几何形状,无缝地为残疾人和骑自行车的人提供了坡道,并设有楼梯以最大限度地发挥功能。其设计满足结构、美学和功能上的要求,并创新地解决了复杂的交叉问题。



图 10 圣飞利浦人行天桥

成都的“网红”五岔子桥(如图 11 所示)是国内首座“莫比乌斯环”式异形拱桥,其独特的设计理念和建成后惊艳的造型,引起业内外的一致赞誉。



图 11 成都五岔子大桥

2020 年,国内还建成了许多令人称道的桥梁,限于篇幅,不再一一列举。

8 热点与展望

通过总结 2020 年度桥梁美学的发展,不难发现,学者们对桥梁美学理论的研究保持着一定的热度,对桥梁美学理论

的实践应用逐渐增加。桥梁景观设计与改造得到广泛重视与应用,这与当前中国基建大发展的背景息息相关。同时,新技术也促进了桥梁美学的发展。笔者认为,桥梁美学的发展还将从以下几个方面开展工作:

1) 桥梁美学设计与桥梁结构设计在设计过程中的协同工作,应继续从理论上加以研究并应用。

2) 对桥梁美学设计理论的研究可以继续结合建筑美学理论来展开。

3) 借助新技术或新材料,如 BIM、人工智能等,使桥梁美学设计与工程实践有机结合。

4) 在桥梁概念设计阶段,结合本土文化,提升桥梁景观品质,仍是未来发展的重要方向。

5) 城市桥梁整体规划设计,将是城市建设的一个重要内容。

6) 实用、安全、经济、美观、环保与耐久,是一个有机辩证的统一体,缺一不可。从思想上认识到这一点,桥梁美学的发展才会走得更远。

参考文献:

- [1] 蒋宇,孙军. 论中国古代廊桥的生态美学思想[J]. 公路, 2020, 65(2): 183-186.
- [2] 蒋宇,孙军. 中国传统美学思想对桥梁景观美学的启示[J]. 公路, 2020, 65(3): 215-219.
- [3] 刘德宝,张红星. 中国桥梁美学研究的思考[J]. 市政技术, 2020, 38(2): 71-74, 80.
- [4] 张佳品. 作为桥梁的建筑与作为建筑的桥梁[J]. 新建筑, 2020(4): 58-62.
- [5] 梁远. 桥梁建筑美学与房屋建筑美学的异同点分析[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(5): 99-101.
- [6] HEGGADE V N. Conceptual design of structures [J]. Structural Concrete, 2020, 21(6): 2207-2219.
- [7] 鹿健,周珂,曹妍,等. 桥梁设计中的美学应用分析[J]. 安徽建筑, 2020, 27(10): 138-139.
- [8] 宋福春,翟雪松. 城市人行天桥美学设计[J]. 北方交通, 2020(2): 31-33.
- [9] 赵兴中. 道路桥梁设计中色彩元素的运用分析[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(14): 108-109.
- [10] 宋福春,李光宇,李正坤,等. 结合衍生式设计桥梁美学在桥梁设计中的应用[J]. 北方交通, 2020(3): 15-18, 23.
- [11] 强玮怡. 视觉原理在城市桥梁方案设计中的运用[J]. 价值工程, 2020, 39(5): 252-254.
- [12] 邴海华. 景观桥梁方案设计思路探析[J]. 交通世界, 2020(26): 135-136.
- [13] 孙小鸾,瞿以恒,刘伟庆,等. 某木结构景观桥梁结构设计与分析[J]. 公路, 2020, 65(2): 79-84.
- [14] 简佳峰,孙文涛. 桥梁景观设计与环境协调性的探讨[J]. 科技资讯, 2020, 18(13): 61-62, 64.
- [15] 王迎春. 中大型桥梁景观设计之浅见[J]. 建材与装饰,

- 2020(8): 290-291.
- [16] 余恩跃. 城市建设中的桥梁景观设计分析[J]. 智能城市, 2020, 6(16): 27-28.
- [17] 朱丽丽, 钟恒. 基于城市桥梁 CI 设计的环形天桥景观设计[J]. 北方交通, 2020(6): 8-10.
- [18] 戴建国, 王永军, 王春盛, 等. 基于融合的城市景观桥梁设计:以贵阳市区的三座景观桥梁为例[J]. 城市建筑, 2020, 17(16): 187-191.
- [19] 陈建军. 江阴黄田港景观桥方案构思[J]. 山东交通科技, 2020(5): 115-116.
- [20] 付鹏飞. 江阴毗邻路景观桥方案设计构思[J]. 山西交通科技, 2020(1): 77-79.
- [21] 杨阳, 张建军, 关彦超, 等. 浅谈城市桥梁景观方案设计[J]. 城市道桥与防洪, 2020(3): 70-72, 14.
- [22] 王琳, 李龙, 施文杰. 市政桥梁景观设计探讨[J]. 工程与建设, 2020, 34(1): 78-80.
- [23] 屈安琪. 我国城市桥梁景观设计的内涵诠释及发展趋势[J]. 美与时代(城市版), 2020(9): 48-49.
- [24] 杨云安, 褚东升. 湛江世贸人行天桥的景观特点分析[J]. 中外公路, 2020, 40(2): 163-166.
- [25] 黄伟福. 新建库区景观桥梁桥型的构思与设计[J]. 福建交通科技, 2020(1): 79-81.
- [26] 贾艳敏, 陆书航. 新疆塔里木河桥梁景观设计[J]. 东北林业大学学报, 2020, 48(6): 120-122, 127.
- [27] 刘显夫. 简单分析建筑设计与景观设计的融合[J]. 科技创新与应用, 2020(30): 86-87.
- [28] 曹兴, 付洪柳. 城市旧桥景观改造方法研究[J]. 世界桥梁, 2020, 48(4): 81-85.
- [29] 俞倪圣洁. 低价高效地改造校园景观桥[J]. 上海建设科技, 2020(2): 111-113.
- [30] REITSEMA A D, LUKOVIĆ M, GRÜNEWALD S, et al. Future infrastructural replacement through the smart bridge concept [J]. Materials, 2020, 13(2): 405.
- [31] 杨登锋. 中小城市景观桥梁群设计方法探讨:以某城市跨河景观桥梁群设计为例[J]. 城市道桥与防洪, 2020(2): 71-74, 11.
- [32] 韩雨瞳, 孟召宜, 沈思展, 等. 徐州运河桥梁景观特征及其保护利用策略[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版), 2020, 38(3): 23-27.
- [33] 胡辛. 淮南市楚都大道总体设计[J]. 城市建筑, 2020, 17(21): 152-154, 179
- [34] 张可永. 闽浙木拱廊桥建筑的文化特质[J]. 建筑, 2020(1): 66-69.
- [35] 袁飞云, 尚婷, 纪亚英. “两路”精神在公路文化景观设计中的应用:以雅康高速公路为例[J]. 重庆交通大学学报(社会科学版), 2020, 20(2): 13-18.
- [36] 张伟, 田守森, 张庆辉, 等. 顺兴大桥太阳能综合应用方案的设计探索[J]. 公路, 2020, 65(8): 172-175.
- [37] ALI S, THAMBIRATNAM D, LIU, X M, et al. Performance evaluation of innovative composite pedestrian bridge[J]. Structures, 2020, 26: 845-858.
- [38] 张雷, 马广, 王江波. 渤海海峡跨海桥梁方案研究[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(Sup1): 99-103.
- [39] 屈计划. 非对称四“V”景观斜拉桥构思及设计[J]. 工程与建设, 2020, 34(3): 460-461.
- [40] 刘鹏, 王军, 孙虎平, 等. 格构式钢塔斜拉桥设计[J]. 世界桥梁, 2020, 48(6): 6-10.
- [41] 陈强, 许小龙, 刘前瑞. 杭州湾新区滨海大道桥总体设计[J]. 城市道桥与防洪, 2020(4): 49-51, 12.
- [42] 樊泽民, 郭秀峰. 南非姆斯卡巴河桥总体设计[J]. 世界桥梁, 2020, 48(6): 1-5.
- [43] 黄韬. 人字形景观独塔斜拉桥设计分析[J]. 城市道桥与防洪, 2020(4): 75-78, 14.
- [44] 王银刚, 李玉美. 上承式异型拱桥的设计[J]. 结构工程师, 2020, 36(5): 197-202.
- [45] 成芸. 宜兴市新庄大桥总体设计[J]. 城市道桥与防洪, 2020(8): 110-112, 14.
- [46] 曾令权, 李磊, 周涛. 长沙梅溪湖节庆岛浮桥结构设计[J]. 公路交通技术, 2020, 36(5): 65-69, 75.
- [47] 杨乐杰. 中承式系杆拱桥景观构思及结构设计[J]. 中国市政工程, 2020(4): 18-21, 99.
- [48] INAAM Q, UPADHYAY A. Flexural behaviour of steel I-girder having corrugated webs and slender flanges [J]. Structures, 2020, 27: 12-21.
- [49] BEADE-PEREDA H, MCELHINNEY J, BARBULESCU B. St Philips footbridge in Bristol: The aesthetics of thoroughly responding to constraints [J]. Structural Engineering International, 2021, 31(2): 255-259.

(编辑 袁虹)