

doi: 10.11835/j.issn.2096-6717.2020.105

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



桥梁美学 2019 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:经过半个多世纪的发展,桥梁美学已经走出了一条理论与实践、建筑与结构相结合的道路。通过梳理近年来桥梁美学的发展状况,从桥梁美学理论与设计方法、桥梁美学与历史文化研究、桥梁附属建筑设计与景观生态美学、桥梁建筑批评与评价、桥梁美学设计实践、桥梁美学教育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,并提出了作者的建议和观点,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;桥梁建筑;建筑批评;美学设计;桥梁景观

中图分类号:U442.5 **文献标志码:**R **文章编号:**2096-6717(2020)05-0213-10

State-of-the-art review of bridge aesthetics in 2019

Liang Yan, He Wei, Tang Maolin

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

Abstract: After more than half a century of development, bridge aesthetics has embarked on a path that combines theory and practice, architecture and structure. Many scientific research departments, design institutes, and universities have made great contributions to the theoretical development and practical application of bridge aesthetics. This article sorts out the domestic and foreign development of bridge aesthetics in recent years to review the development achievements by some aspects such as bridge aesthetics theory and design methods, bridge aesthetics on historical and cultural studies, bridge auxiliary building design and landscape ecological aesthetics, bridge architectural criticism and evaluation, bridge aesthetic design practice and bridge aesthetic education etc. Brief prediction of future research hotspots and development directions are made and the author's suggestions and viewpoints are put forward in the end, hoping to promote bridge aesthetics theory and design practice.

Keywords: bridge aesthetics; bridge architecture; architecture criticism and evaluation; aesthetics design; bridge landscape

桥梁发展史是一部人类自身发展史的真实写照。从最原始的天生桥,简易的独木桥、汀步桥,到后来技艺双绝的拱桥,发展到现代化的超千米的缆索承重桥梁,无不倾注了人类无与伦比的智慧和辛勤的汗水。对美的追求是人类向高级文明进化的结

果,在满足了基本的物质需求后,人类必然会追求高层次的精神世界。美学思想与人类发展密切相连,浸润了人类文明的整个脉络。桥梁美学思想,虽然其概念的提出也就半个世纪左右的时间,但其历史可以追溯到远古时期。人类聪慧的先辈,给我们留

收稿日期:2020-04-02

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。

Received:2020-04-02

Author brief:Liang Yan (1977-), PhD, main research interests: bridge structure theory, bridge form and aesthetics, mail: aseraph@163.com.

下了精美绝伦的赵州桥、玉带桥、伦敦塔桥等人类遗产,也给后人留下丰厚的桥梁美学精神遗产。虽然这些精神遗产大多数没有通过文字的形式流传下来,但却深刻地影响到桥梁建设。

随着经济建设的飞速发展,中国桥梁无论是规模、数量、质量还是技术都已经处于世界先进行列。桥梁美学也是当代桥梁建设面临的热点问题,尤其在桥梁概念设计和方案评选阶段,对桥梁美学的重视程度可以说已经超越了任何时候,一线设计人员也为此倾注了大量心血。但是,对桥梁美学理论的研究,现也遇到一些问题:一方面,美学思想和理论偏于感性,主观性较强,难以形成系统;另一方面,桥梁美学研究偏于社会科学,在当前将工程建设成果指标化的情况下,科研人员在短期内难以得到明显的回报,这也是当前桥梁美学越来越受到重视,但工程人员却难以满足越来越高的美学要求的主要原因。

幸运的是,不少有识之士在大量的工作实践中总结了许多有益的桥梁美学思想和经验。在过去的几年中,中国有许多精品桥梁问世,这些桥梁或精致、或飘逸、或灵巧、或雄伟,无不倾注了工程人员满腔的热情。笔者通过整理过去几年桥梁美学等相关领域的发展以及已建桥梁的桥梁美学设计实践,对桥梁美学的理论研究及实践应用新进展和未来的发展方向进行了总结,提出了自己的观点和建议,希望对桥梁建设有所裨益。

1 桥梁美学理论与方法

1.1 桥梁美学理论

对桥梁美学的系统研究可以追溯到 20 世纪三四十年代^[1]。1937 年,德国结构工程师卡尔·塞西特勒与弗里茨·雷昂哈特合著出版了专著《桥梁造型》。1942 年,日本的鹰部屋福平教授编撰了《桥梁美学》,1965 年出版了《桥:美的条件》。雷昂哈特教授是最早系统地研究并实践桥梁美学的专家。1979 年,在他的倡议下,国际桥梁与结构工程协会成立了“结构工程美学”工作小组。由此,桥梁美学开始得到普遍关注。20 世纪 80 年代,普林斯顿大学的大卫·比林顿教授提出了“结构艺术”(Structural art),构建出桥梁设计的“3E 原则”。1991 年,美国交通运输研究委员会下属的桥梁美学分委会出版了《世界桥梁美学》一书,这是全球 16 个国家 24 位桥

梁美学专家(包括中国的唐寰澄先生)的合著。世纪之交,全球掀起一股建造千禧桥的风潮,这为桥梁美学在人行桥上的应用提供了空间和舞台,对桥梁美学理论与设计方法的研究提供了实践基础。

目前,桥梁美学理论大多借助于建筑美学理论,还没有形成专门的桥梁美学理论或流派。近年来,桥梁美学理论的发展没有太大的突破。但无论是设计人员还是科研人员,建筑师还是结构工程师,在继承前人研究理论的基础上,都在努力地推动桥梁美学理论的发展。

强玮怡^[2]基于视觉原理、视觉心理学等理论,研究桥梁的空间形态、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,使桥梁在基于受力合理的基础上实现外观的和谐与优美。李力^[3]概述了桥梁美学的基本准则和不同类型桥梁的设计问题,对桥梁美学设计进行了一定的了解与探究。王嘉钰等^[4]从设计美学的角度出发,阐述了设计美学的哲学基础,通过调研,结合案例论证了桥梁美学的基本方法以及在美学角度中的桥梁设计相关思考。

罗晓瑜等^[5]通过对洞庭湖二桥(图 1)桥址自然环境和地域文化的调查与分析,从具有当地文化特色的“排箫”中抽象出基本的竖向线条造型元素。在主桥比例设计中采用比例图解法与黄金分割法确定边、中跨比。在构件造型设计中,桥塔造型采用力学图式法,以竖向线条元素为桥塔基本造型元素,创作出受力明确、韵律良好、造型新颖的塔型;引桥桥墩造型采用立面竖向刻槽设计;锚碇侧面造型采用分层线条设计;主梁采用通透的桁架梁。全桥造型元素一致,风格统一,当地自然与文化特征在现代桥梁造型设计中得到很好的应用,是理论与实践有机结合的优秀案例。

其他国家的学者也在积极进行桥梁美学理论和实践的探索。以荷兰为例,该国大多数桥梁建于 20 世纪六七十年代,由于技术或功能原因,部分桥梁将不得不更换。随着交通强度的提高和机动性的增加,新桥的设计和建造策略必然与过去有所不同。新方法需要确保将因建筑工程和未来的养护运营维护等活动引起的交通阻碍影响减至最小。在代尔夫特工业大学,Reitsema 等^[6]正在开发一种 SMART 桥概念,用于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学术研究付诸实践,可

以实现最佳选择。目前正在使用的最新建筑创新技术,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),都是实现这些目标的手段。这些创新代表着向下一代基础设施迈出的新步伐,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。这是桥梁美学思想与创新技术结合发展的一股潮流,是桥梁发展的一个新方向。



图 1 洞庭湖二桥设计细节及效果图^[5]

Fig. 1 Design detail of the second Dongtinghu Bridge^[5]

Rusev 等^[7]介绍了英国的第一座网状吊杆拱桥(图 2),此桥于 2017 年 12 月通车,并支持一条连接曼彻斯特中心的皮卡迪利车站和维多利亚车站的新铁路线。该桥所处区域历史悠久,古迹较多,所以,其美学影响至为重要,因此,采用了一种不对称的“色带”形式,这种形式在视觉上将不同类型的结构联系在一起。



图 2 英国新铁路线上的拱桥

Fig. 2 The main arch-bridge of new main railway in England

桥梁建筑美学的理论研究也在同步展开。结合建筑理论,使桥梁美学与建筑美学相结合,实现桥梁工程设计与建筑设计完美融合是当前发展的一个主流方向。建筑师和结构工程师通力合作,共同构建体现力学与美学、桥梁功能性与建筑美观性完美结合的桥梁作品,是公众期待的目标。

叶裕民等^[8]以武汉市新华路唐家墩人行天桥为例(图 3),以建筑学视角为切入点,从外部城市景

观、内部空间体验、场所精神构建等方面对城市人行天桥设计进行研究。通过多种设计元素的综合运用,为行人提供舒适、愉悦的慢行空间体验和文化记忆,提升城市空间景观品质,是桥梁美学与建筑美学通过建筑元素进行协作的案例。



图 3 武汉市新华路唐家墩人行天桥^[8]

Fig. 3 Tangjiadun Footbridge in Xinhua Road of Wuhan^[8]

随着大型数字化艺术品的收藏和深度学习技术的成功应用,人工智能和艺术的交汇具有了新的研究前景。Cetinic 等^[9]为了探索深度学习技术在理解对象识别和分类之外的艺术图像方面的适用性,采用卷积神经网络(CNN)来预测与人类感知的 3 个主观方面有关的分数:图像的审美评估、情感的唤起图像以及图像的记忆性。对于每个概念,评估在不同自然图像数据集上训练的几种不同的 CNN 模型,并根据定性结果以及与艺术品的现有主观评分进行比较,选择效果最好的模型。此外,采用不同的基于决策树的计算机模型来进行分析,以构图和颜色有关的各种图像特征来确定图像的美感、视觉情感和记忆力得分方面的相对重要性。分析表明,内容和图像照明对美学有重大影响,其中,色彩鲜艳与对比强烈影响情绪预测,对象强调对记忆性有很大影响。此外,通过分析不同艺术风格、流派、艺术家在不同时期的分布,探索艺术史背景下预期的审美、情感和记忆力得分。提出的方法使人们能够基于高度主观的艺术层面去探索美术收藏的新方法,并且弥合了传统形式分析与美术计算分析之间的差距。学习建筑学的沟通构图理论和方法,将有助于桥梁美学向更广阔的方向发展。

1.2 桥梁美学与历史文化研究

美学思想,与人类历史文化息息相关。对桥梁美学与历史文化相关性研究与应用也在广泛开展。在桥梁概念设计中,桥梁融入历史文化元素,提升所在城市或地区的人文情怀,是当前桥梁设计的重要方向。

随着时代的发展,桥梁建筑的景观设计与艺术创作早已进入业界的视野,逐步成为城市文化景观

设计的焦点命题。苏朝浩等^[10]从地域性与城市文脉的角度切入,进行桥梁建筑中特有的力与美的协同设计,是一个十分重要的创作思路。从地域、城市和区域 3 个视角,尝试从关东文化、长春文化和空港新城等视角对桥梁进行定位,采用了文脉挖掘、文化原型抽象以及力与形的协同设计等主要方法,实现了反馈于特定文化语境的力与美的形态相统一的创作目标。作为一个融合地域文化与桥梁美学的设计案例,可以为桥梁建筑的文化意象表达以及美学形态的研究提供实证参考与理论线索。

随着城市建设的持续发展,人们对桥梁不再简单追求单一功能与结构性能,桥梁在文化语境下的艺术表现性备受关注。苏朝浩等^[11]从地域文化语境入手进行桥梁的建筑创作,是提升桥梁艺术表现力与文化品位的一个重要方式。以长春空港经济开发区通港湾大路跨饮马河大桥为例(图 4),通过文化原型的发掘、抽象与还原等创作流程,对桥梁的整体形态与细节进行整合设计,实现了长春地域文化特点在桥梁形态上的艺术表达。



图 4 长春饮马河大桥^[11]

Fig. 4 Yinmahe Bridge in Changchun^[11]

作为地标性建筑,尤其是城市桥梁,人们对它的美学要求会更高。大家都希望自己家乡的地标性建筑是一个名片,对于工程师来说,对桥梁格调有一定认知就尤为重要。优美的桥梁很难建出来,所以,避免建设没有格调的桥梁就显得尤为重要。黄瀛^[12]对桥梁格调进行了一定的探讨,提出了一些可行建议。宋福春等^[13]首先从理论基础出发,论述了地域文化与桥梁美学的含义。在此基础上,以沈阳市“一河两岸”河心岛桥梁设计为例(图 5),从不同角度对地域文化进行了挖掘与凝练,形成了盛京-浑河独特的桥梁结构与功能布局。总结了将地域文化融入桥梁美学设计中的关键思路,对桥梁美学设计中体现地域文化特色有一定的借鉴作用。

1.3 桥梁附属建筑设计与景观生态美学

桥梁附属建筑是桥梁工程的一个重要组成部分,包括桥面栏杆、灯柱、桥头堡、桥亭、桥廊、桥头公



图 5 沈阳市“一河两岸”河心岛桥梁设计^[13]

Fig. 5 River-Center-island bridge in Shenyang^[13]

园、桥梁雕塑、桥碑等等。桥梁附属建筑是桥梁功能性的延展,是表现桥梁美学艺术性的重要载体。许多情况下,桥梁概念设计的理念体现和建筑语言的表达都体现在桥梁附属建筑上;所以,如何对桥梁附属建筑进行系统而细致的设计,很大程度上决定了桥梁最终的美学质量。

以桥梁雕塑为例(图 6),雕塑是对自然美的理解和表达,混凝土材料天然具有塑形的特性,结构的形态总是和材料存在逻辑上的相关性。曹菲^[14]通过几座混凝土桥梁项目的雕塑化实践经验,探讨了混凝土结构雕塑艺术的审美来源以及雕塑化在结构表现中的作用和实现方法。



图 6 桥梁现代雕塑艺术

Fig. 6 Sculpture art in modern bridge

桥梁景观以桥梁为主体,以环境及景观为载体,是美化桥梁主体及周边环境的手段,最近几年也越来越受到重视。同样地,对桥梁生态景观的设计考虑,也大多借助了建筑的思想、理论和方法。蒋宇等^[15]指出,中国传统文化中蕴含着丰富的生态审美智慧,其生态的生存方式与思维方式塑造了廊桥的

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。图7为成都安顺廊桥,是中国古代廊桥的典型代表,其独特的廊式造型,历经风雨,与周围环境景观融合,即使周边现代高楼林立,也没有丝毫的违和之感,是桥梁景观在城市环境中的完美体现。



图7 成都安顺廊桥

Fig. 7 Anshun Bridge in Chengdu

1.4 桥梁建筑批评与评价

桥梁是一种特殊的建筑物,其蕴含的哲学思想折射出整个社会的群体价值。对既有桥梁和待建桥梁进行建筑批评或评价,也是桥梁建筑美学理论发展的一个方向,将推动桥梁事业健康发展。桥梁建筑批评研究起步较晚,理论基础还比较薄弱。目前,从事这方面工作的研究人员大多是有建筑背景的专业人员,部分具有桥梁专业背景的科研人员在逐渐转向这方面的研究,虽还处于起步阶段,但这种观念的转变令人鼓舞。

18世纪之前的桥梁批评属于建筑批评的一部分,近代桥梁批评思想出现了技术美学的新观念。20世纪,桥梁美学理论从兴起、发展到逐渐走向成熟,为桥梁批评提供了美学标准,但至今尚未形成系统的桥梁批评理论体系。李莹^[16]对桥梁批评的历史进行了研究,分3个主要阶段梳理了不同时期桥梁批评思想和理论的发展,以及与其相关的美学思想、建筑批评理论、工程技术发展概况和桥梁的风格与特点。李莹^[17]也对中国桥梁界对科学、全面地评价桥梁的价值与意义的理论与方法进行了较为深入而系统的研究。为了建立桥梁价值与意义评判的依据,在桥梁工程理论和建筑批评理论研究的基础上,桥梁批评研究汲取桥梁美学、桥梁史、价值论、符号学等学科的理论思想,建立了以批评主体、批评客体、价值问题、桥梁符号和批评方法研究为核心内容的理论框架。

2 桥梁美学设计实践

任何理论都离不开实践,桥梁美学思想也贯穿于桥梁建设的全过程。过去的一年,许多精美的桥梁出现在中国大地上,一些桥梁工作者也为此做了很多经验总结,使我们有幸能够见到一线设计人员的前沿设计理念在桥梁上得以实践。从这些作品中能够发现,设计人员的态度越来越务实,桥梁美学设计与结构设计能够协调统一,过去那种片面追求桥梁造型“新、奇、特”的现象有所改观。

目前,已有一些较为成熟的设计原则正在实践中不断完善。宋富春等^[18]结合实例对人行天桥设计美学进行了分析总结,说明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。在沙河大桥景观造型设计之初(图8),为了彰显漯河历史文化特质,提升区域整体魅力,王建中等^[19]经过了充分的环境调研,对影响桥梁造型的各项因素进行了详尽的分析,经过多轮比选,形成了完整的理念和方案成果。漯河市牡丹江路沙河大桥为异形景观钢拱桥,充分展现了当地的人文特色,缓解了交通压力且完善了城市路网。熊桂开等^[20]通过采用空间倾斜双肢圆型钢-混结构拱型桥塔、空间扇型斜拉索索面、局部增设钢构装饰格栅等措施设计了一座较为美观的拱塔斜拉桥(图9)。张扬^[21]结合河源永康大桥的方案设计,简述了桥梁美学要素在方案设计中的体现。



图8 漯河市沙河大桥

Fig. 8 Shahe Bridge in Luohe



图9 拱塔斜拉桥^[20]

Fig. 9 Arch-tower cable-stayed bridge^[20]

Olipitz^[22]介绍了奥地利菲拉赫盖尔河上方的一

座公路桥梁的施工情况,表明所有参与施工过程的人员在新的创新施工方法中所表现出的非凡勇气。在菲拉赫建造的这座创新拱形桥梁,采用一种组合横截面,示范性地展示了雄心勃勃的美学桥梁结构对建筑环境的积极影响,由此产生的附加美学价值已经得到证明。在所在位置构成这座桥梁,其灵感来自自然,并与道德和美学相呼应,赋予了建筑独有的特色,说明土木工程师在创作过程中不仅需要涵盖桥梁结构的生态、经济和技术等方面,还需要在设计方面对结构进行创新性的强调。

Beadepereda 等^[23]介绍了圣飞利浦一座横跨雅芳河的人行天桥(图 10)。该桥是解决复杂穿越问题的创新解决方案:为两个具有明显高程和外观差异的堤岸之间提供连接。设计应适合于当前和远期情况,并要求与现有的桥梁和未来建筑物和谐共存。这座桥是一个 50 m 跨度、4 m 宽的钢梁桥,具有叉形的几何形状,设有残疾人和骑自行车的坡道以及一个楼梯,以最大限度地发挥其功能。这样设计生成的形状,符合结构、美学和功能的多方面需求。由于采用了这种整体方法,该桥结构紧凑,简单、优雅且对于人行天桥和河道使用者均清晰明确,一目了然。



图 10 圣飞利浦人行天桥^[23]

Fig. 10 Footbridge in San Philips^[23]

2019 年, IABSE 将杰出结构奖(OSTrA)颁发给英国 Mersey Gateway Bridge(图 11)。该桥的 3 座桥塔高度不等,中心桥塔高 80 m,两边塔高分别为 110、125 m。主梁采用后张预应力混凝土单室箱梁,双幅布置,梁高 4.5 m。Mersey Gateway Bridge 是一座优雅协调的多跨混凝土斜拉桥,无刻意的设计理念,也无刻意的建筑元素的运用,简单纯粹,体现了形式符合功能的设计哲学。

过去几年,新建的许多桥梁带给公众愉悦的审美感受,提升了整个城市乃至社会的精神气质,是桥梁美学在实践中运用的重要工程案例,如成都五岔子大桥、北京永定河大桥、湖北秭归长江大桥、沪通



图 11 英国 Mersey Gateway 桥

Fig. 11 Mersey Gateway in England

长江大桥等。虽然一线工程人员在设计过程中对桥梁美学设计倾注了大量心血,但却鲜见于公开出版的相关文献,是为憾事。下面就其中几个比较有代表性的案例做简要介绍。

成都五岔子大桥(图 12),这座大桥概念设计来源于莫比乌斯环,一种单侧、不可定向的曲面,由德国数学家、天文学家莫比乌斯和约翰·李斯丁在 1858 年独立发现。该环循环往复且无止无休,因此,被定义为无限大“ ∞ ”的同时,也象征亘古永恒。借由莫比乌斯环的无限之环概念来设计桥体结构,以此彰显的恰恰是,成都发展的无限可能性和开放发展的广阔胸怀。上层像弯眉,下层则似微笑,作为连接两大板块的重要桥梁,五岔子大桥在结构形式上分两幅桥进行设计:上游桥为主桥,下游桥为副桥,主、副桥间通过连接通道相接。主桥在上,坡度适宜,是连接两岸绿道可供自行车顺利通过的桥体,同时也符合残疾人通行规范,实现了功能与形式的统一,也极具人文情怀。



图 12 成都五岔子大桥

Fig. 12 Wuchazi Bridge in Chengdu

北京永定河大桥(图 13),是双塔斜拉桥,桥梁标准宽度 47 m,高塔 120 m,低塔 73 m,高塔和低塔的倾斜交代分别为 $60^{\circ} \sim 78^{\circ}$ 和 $73^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。两座高低索塔采用倾斜空间异形门式塔,意为“和力之门”,将成为连接起城市和自然的和谐之门。从受力示意模型图上看,双塔形如两个面对面坐在地上的人,双脚互抵,手拉钢索,各自倾力后拉;背后,又有人在用力拽拉钢索。从永定河上侧看“和力之门”,更切近汉

字“人”,那种动感的张力,是对中国传统文化的有力传承。这样生动的构图思想,将建筑化的形象语言注入桥梁结构,充实了桥梁的结构形态表现形式。



图 13 北京永定河大桥

Fig. 13 Yongdinghe Bridge in Beijing

湖北秭归长江大桥(图 14)是目前世界上最大跨度钢桁架推力拱桥,2019年9月通车。该大桥通车后,能实现沪蓉高速、沪渝高速相互连通,有效串起了神农架、昭君故里、屈原祠、武陵山、张家界等景点,将长江三峡、神农架、武当山三大世界级景点连成一体,对促进鄂西地区旅游和三峡库区经济发展发挥着重要作用。桥梁主跨 531.2 m,规模大,体量巨,是典型的环境视觉中心。在设计上,该桥没有任何冗赘的造型,专注于桥梁结构自身功能的科学合理,从结构力学原理的角度有力地阐述了桥梁美学的极致内涵:最合乎力学原理的桥梁结构即是最美丽的桥梁。该桥主拱优美的弧线采用靓丽的中国红,桥面栏杆及中央分隔带的色彩也以红色为呼应,隆重而喜庆是该桥美学设计的点睛之笔。



图 14 湖北秭归长江大桥

Fig. 14 Zigui Yangtze-river bridge in Hubei

已经合龙的江苏沪通长江大桥(图 15),大桥全长 11.072 km(其中公铁合建桥梁长 6 989 m),主桥为跨径 1 092 m 的钢桁梁斜拉桥结构,是世界上首座超过千米跨度的公铁两用桥。以大桥巨大的体量,将无可争议地成为地标性桥梁。整个桥塔采用钻石型,上塔柱采用人字型,塔身线条圆润柔和,传力路径顺畅,充满力感。桥梁主塔、桥墩、栏杆、中央分隔带采用高雅的材料本色,在落日的余晖衬托下,显现出欢快的明黄色,衬托着桁架主梁极具自然生

命感的淡绿色,使桥梁犹如一条雄伟的巨龙卧于长江之上。凭借自身的超大规模,该桥再次诠释了桥梁结构美的真谛:功能与美学是辩证统一的,满足结构设计原理的桥梁会完美地阐释桥梁美的内涵。



图 15 江苏沪通长江大桥

Fig. 15 Hutong Yangtze-river bridge

山东淄博潭溪山玻璃桥(图 16)为世界首例无背索斜拉弧形玻璃桥,建于潭溪山顶海拔 700 m 的崖壁之上,桥面跨度 117 m,悬空高度 101 m,外弧最大半径 90 m,桥面宽度 2.45 m;梁下方无钢架支撑,极具动感与美感。该桥造型设计理念独特,拱塔与主梁线形呼应,犹如一只俯瞰大地的智慧之眼。晴天时,蓝天和白云的倒影铺满玻璃桥面,有踏云而行的快感;云雾天气时,玻璃桥则在雾中若隐若现,宛如海市蜃楼,使观众如同进入了梦幻般的未来。整个桥梁结构与造型设计有机融合,体现了设计者对结构理念完美的理解,把桥梁结构自身的美感完美地通过力学原理表达出来。该桥集观光、旅游、休闲于一体,也代表了中国景观桥梁发展的一个方向。2019年,该桥获英国工程师协会人行桥结构奖。



图 16 淄博玻璃桥

Fig. 16 Glass bridge in Zibo

说起最近几年的代表性桥梁,就不得不提享誉世界的港珠澳大桥(图 17)。大桥全长 55 km,连接着香港大屿山、澳门半岛和广东省珠海市,远远望去,就好像是一条蛟龙蜿蜒腾越在蔚蓝色的海面上。

该桥不仅各方面技术水平世界领先,在设计理念上也走在了国际前列。作为代表国家对外开放的门户工程,该桥处处体现出中国人民对中国传统文化的继承、对地球生态环境的尊重和拥抱世界各方文化的胸襟。青州航道桥(图 17(a)),塔顶剪刀撑吸收“中国结”文化元素,将最初的直角、直线造型“曲线化”,使桥塔显得纤巧灵动、精致优雅。江海航道桥(图 17(b)),桥塔整体造型优美,亲和力强,主塔塔冠造型取自“白海豚”元素,轻盈灵动,是实用性与美观性的完美结合,是理性与感性的全情交织,与海豚保护区的海洋文化相结合,具有强烈的地标韵味,是港珠澳大桥的重要标志性建筑之一。九洲航道桥(图 17(c)),主塔造型取自“风帆”,寓意“扬帆起航”,造型设计简洁、流畅、大气,与江海直达船航道塔身形成序列化造型效果,透露出强烈的力量感,与蓝天白云、伶仃海面浑然天成,具有强烈的地标韵味。港珠澳大桥的设计建设理念和精神必将深深影响今后中国桥梁建设事业。



图 17 港珠澳大桥

Fig. 17 Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge

近年来,许多结构合理、造型优美的桥梁在世界各地修建,限于篇幅,不再一一介绍。中国作为基建大国,广大设计者在实践中努力开创桥梁设计的新理念,把桥梁造型与实践美学完美结合,充分体现了中国桥梁技术的先进性和桥梁建设者勇于开拓进取的创新精神,为桥梁事业的发展做出了重要贡献。

3 桥梁美学教育

对桥梁工程人员进行美学素质的培养,是提升桥梁美学质量的长远保障。教育界在积极行动,努力培养具有美育思想情怀的后继接班人。杨春健等^[24]在“中国古典园林中的桥”的研学课程中,通过颐和园的调查、动手实践等活动实现了“研与学”的

有机融合,学生自主合作、尝试探究、点拨评价等形式贯穿研学过程的始终,学习充满了研究性,是中等教育向专业教育转化的一个探索。

中国多所高校,如西南交通大学、同济大学、大连理工大学、长安大学等,相继开设了《桥梁美学》、《桥梁概念设计》等相关美学美育课程,旨在培养具有艺术鉴赏力及创造力的工程专业人才。梁艳等^[25]对《桥梁美学》通识课程的教学改革进行了探讨。以建设“双一流”大学和“金课”建设为契机,专注于课程设置和教学模式的改革创新,结合当前社会环境及学生关注的热点,充分利用工程类专业实体模型、工程实践、移动网络、社交平台、网络视频、传统优秀教学方法等教学方式和手段,积极探索工程类通识课程课堂的教学模式。梁艳等^[26]也对土木工程专业新型综合课程《桥梁美学》教学改革与实践做了一些建设性的工作。教育观念的改变,必将促进中国桥梁美学的发展迈向新的台阶。

4 结论

通过总结过去几年桥梁美学的发展,不难发现,相较于 20 世纪末,纯粹对桥梁美学理论的研究正逐渐减少,理论服务实践并在实践中逐步完善。在这个信息化的时代,笔者认为,桥梁美学的发展可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是辩证统一,今后应加强两者在设计过程中的协同工作,并从理论上继续加以研究。
- 2) 对桥梁美学设计理论的研究与建筑美学理论的衔接将会更加紧密。
- 3) 借助信息化技术,如 BIM、人工智能等,使桥梁美学设计与工程实践有机对接。
- 4) 在桥梁概念设计阶段,为桥梁注入人文情怀,注重桥梁景观与环境设计,仍是未来发展的重要方向。
- 5) 及时总结桥梁设计过程中的美学思想,也是工程人员应有的情怀和责任。
- 6) 注重桥梁美学性与经济性的统一,杜绝片面追求标志性景观桥梁而脱离实际的现象,仍是当前各方义不容辞的责任。
- 7) 对桥梁美学专业人才的培养,目前还处于起步阶段,教育界还需做更多工作。

参考文献:

- [1] 李亚东. 从建筑美学看桥梁美学[J]. 桥梁, 2019(2), 22-27.
LI Y D. Bridge aesthetics from architecture [J]. Bridge, 2019(2), 22-27. (in Chinese)
- [2] 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.
QIANG W Y. Application of visual principles in urban bridge scheme design [J]. Value Engineering, 2020, 39(5): 252-254. (in Chinese)
- [3] 李力. 关于桥梁美学设计的认识与探究[J]. 西部皮革, 2019, 41(12): 47.
LI L. Knowledge and research on bridge aesthetics design [J]. Western Leather, 2019, 41(12): 47. (in Chinese)
- [4] 王嘉钰, 万萱. 设计美学语境下桥梁景观设计分析[J]. 设计, 2019(3): 152-153.
WANG J Y, WAN X. Analysis of bridge landscape design under the context of design aesthetics [J]. Design, 2019(3): 152-153. (in Chinese)
- [5] 罗晓瑜, 陈艾荣, 刘海波. 洞庭湖二桥造型设计[J]. 世界桥梁, 2019, 47(6): 16-20.
LUO X Y, CHEN A R, LIU H B. Aesthetic design of second dongting lake bridge [J]. World Bridges, 2019, 47(6): 16-20. (in Chinese)
- [6] REITSEMA A D, LUKOVIC M, GRÜNEWALD S, et al. Future infrastructural replacement through the smart bridge concept [J]. Materials, 2020, 13(2): 405. (in Chinese)
- [7] RUSEV R, FOSTER R, ABBOTT T, et al. River irwell crossing: UK's first network arch bridge [J]. Structural Engineering International, 2019, 29(2): 306-314. (in Chinese)
- [8] 叶裕民, 张万春. 基于建筑学视角的城市人行天桥设计研究: 以武汉市新华路唐家墩人行天桥为例[J]. 城市建筑, 2019(12): 147-149.
YE Y M, ZHANG W C. Research on the design of urban overpass based on architectural perspective: A case of Tangjiadun overpass on Xinhua road in Wuhan [J]. Urbanism and Architecture, 2019(12): 147-149. (in Chinese)
- [9] CETINIC E, LIPIC T, GRGIC S. A deep learning perspective on beauty, sentiment, and remembrance of art [J]. IEEE Access, 2019, 7: 73694-73710.
- [10] 苏朝浩, 崔洋. 文化语境下桥梁建筑创作中力与美的统一与表达: 以长春空港经济开发区机场大路跨饮马河大桥方案设计为例[J]. 华中建筑, 2019, 37(11): 53-56.
SU C H, CUI Y. Unity and expression of force and beauty in architectural creation of the bridge under cultural context: Taking the design of cross-Yinma River Bridge at the Airport Road of Changchun Airport Economic Development Zone as an example [J]. Huazhong Architecture, 2019, 37(11): 53-56. (in Chinese)
- [11] 苏朝浩, 施立阳. 长春地域文化语境下的桥梁建筑创作: 以长春空港经济开发区通港大路跨饮马河大桥方案设计为例[J]. 城市建筑, 2019(31): 185-190.
SU C H, SHI L Y. Artistic creation of bridge architecture under the context of the regional culture of Changchun: A case of the design of bridge across the Yinma River on Tonggang Road in Changchun Airport Economic Economic Development Zone [J]. Urbanism and Architecture, 2019(31): 185-190. (in Chinese)
- [12] 黄瀛. 探讨桥梁格调[J]. 广东建材, 2019, 35(10): 51-53.
HUANG Y. Argument on bridge style [J]. Guangdong Building Material, 2019, 35(10): 51-53. (in Chinese)
- [13] 宋福春, 王厚宇, 马梓乔. 基于地域文化的景观桥梁美学设计[J]. 公路, 2019, 64(3): 182-186.
SONG F C, WANG H Y, MA Z G. Aesthetic design of landscape bridge based on regional culture [J]. Highway, 2019, 64(3): 182-186. (in Chinese)
- [14] 曹菲. 混凝土桥梁结构雕塑艺术与实践[J]. 建筑技术开发, 2019, 46(21): 7-8.
Cao F. Sculpture art practice of concrete bridge structure [J]. Building Technology Development, 2019, 46(21): 7-8. (in Chinese)
- [15] 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.
JIANG Y, SUN J. Ecological aesthetics on Chinese lounge ancient bridge [J]. Highway, 2020, 65(2): 183-186. (in Chinese)
- [16] 李莹. 桥梁批评研究的理论框架[J]. 城市建筑, 2019(31): 120-121, 162.
LI Y. Theoretical Framework of Bridge Criticism Research [J]. Urbanism and Architecture, 2019(31): 120-121, 162. (in Chinese)
- [17] 李莹. 桥梁批评研究的理论框架[J]. 城市建筑, 2019(31): 120-121, 162.
LI Y. Theoretical framework of bridge criticism

- research [J]. *Urbanism and Architecture*, 2019(31): 120-121, 162. (in Chinese)
- [18] 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.
SONG F C, ZHAI X S. Aesthetic design of urban pedestrian overpass [J]. *Northern Communications*, 2020(2): 31-33. (in Chinese)
- [19] 王建中, 王安民, 陈何峰. 漯河市牡丹江路沙河大桥造型设计与实践[J]. *上海建设科技*, 2019(5): 9-11.
WANG J Z, WANG A M, CHEN H F. The architectural design and Implementation of Mudanjiang Road Bridge crossing Shahe River in Luohe city [J]. *Shanghai Construction Science & Technology*, 2019 (5): 9-11. (in Chinese)
- [20] 熊桂开, 钟恒, 胡奇, 等. 一座空间倾斜拱塔斜拉桥设计[J]. *城市道桥与防洪*, 2019(10): 50-53, 10.
XIONG G K, ZHONG H, HU Q, et al. Design of a spatial inclined arch pylon cable-stayed bridge [J]. *Urban Roads Bridges & Flood Control*, 2019(10): 50-53, 10. (in Chinese)
- [21] 张扬. 桥梁美学在东江大桥的实践[J]. *建材与装饰*, 2019(20): 249-250.
- [22] OLIPITZ M. The influence of cross-sectional design on the efficiency of a composite bridge shown for the Gail Bridge Tschinowitsch [J]. *Bauingenieur*, 2019, 94(3): 81-88.
- [23] BEADEPEREDA H, MCELHINNEY J, BARBULESCU B. St. Philips footbridge in Bristol: A holistic design as a driver for urban regeneration [J]. *Bautechnik*, 2019, 96(2): 133-141.
- [24] 杨春健, 钟志刚, 刘新. 研学旅行课程设计研究: 以“中国古典园林中的桥”课程为例[J]. *中小学信息技术教育*, 2019(11): 88-91.
YANG C J, ZHONG Z G, LIU X. Research on curriculum design of research travel: An example of the curriculum of the bridge in Chinese Classical Garden [J]. *Information technology education in primary schools*, 2019(11): 88-91. (in Chinese)
- [25] 梁艳, 唐茂林, 何畏. 着眼教育全过程 改革教学模式 打造工程类专业通识“金课”[J]. *高等建筑教育*, 2020, 29(1): 38-44.
LIANG Y, TANG M L, HE W. Teaching mode innovation and construction of general education Golden Courses of engineering on the overall layout of education process [J]. *Journal of Architectural Education in Institutions of Higher Learning*, 2020, 29 (1): 38-44. (in Chinese)
- [26] 梁艳, 李亚东. 土木专业新型综合课程《桥梁美学》教学改革与实践[J]. *教育教学论坛*, 2020(7): 105-106.
LIANG Y, LI Y D. The education setting and innovation on civil modern integrated course "Bridge Aesthetics" [J]. *Education Teaching Forum*, 2020(7): 105-106. (in Chinese)

(编辑 王秀玲)