

# 合川渠江景观大桥美学设计

郑光琴,陈家勇\*,李岳,赖亚平,乔云强

(林同棧国际工程咨询(中国)有限公司,重庆市 401121)

**摘要:**合川渠江景观大桥位于渠江与嘉陵江交汇口,为 $1\times 400$  m简支单索面地锚式悬索桥,主梁采用曲线分叉布置的钢箱梁,一侧为公路系统满足机动车过江需求,另一侧为绿道系统满足人行及非机动车通行。在设计过程中,从环境美学、结构美学、功能美学和形式美学4个方面,对大桥美学设计进行充分研究;结合桥址周边环境,确定采用地锚式悬索桥;基于力学拓扑找型,桥塔设计为三角拱形;主梁采用曲线分叉布置,因地制宜满足道路展线需要,实现人车分离的休闲、生态、人性化设计理念。该项目三角拱形桥塔和曲线分叉主梁布置整体造型新颖、简洁流畅大气,充分体现了桥梁美学设计的灵活应用。

**关键词:**桥梁美学设计;三角拱形桥塔;单主缆;曲线分叉钢箱梁

**中图分类号:**U442.5

**文献标志码:**A

## 0 引言

由于物资和技术的贫乏,早期城市桥梁设计以实用性为主,并以造价低、工期短、易养护为首要目标,在“功能决定形式”传统思想主导下建设的桥梁,缺乏景观、缺乏个性和特色。随着社会经济的飞速发展,人们越来越多地关注、改善和追求生活品质,这其中美是非常重要的部分,而作为与人们生活息息相关的城市交通构造物——桥梁,其独特的美自然越来越多地被人们所认识和追求。

邓文中先生指出<sup>[1-2]</sup>,桥梁的美观是有价值的,虽然难以量化却又明确存在,并且每一个桥位都是一个城市有限的、不可再生的自然财富和资源,而造桥是百年大计,城市建设更是千年大事,桥梁应造得美观,给城市未来和子孙后代留下美的价值。因此,当今时代的桥梁建设不同程度地注重桥梁美学设计,对于某些城市核心区景观定位非常高的桥,美观甚至成为最终选定方案的决定性因素。例如,重庆两江桥<sup>[3]</sup>位于城市最繁华、最中心地带,连接江北嘴CBD、洪崖洞、南滨路等城市地标区域,大桥建成后

其优美的造型创造和实现了美的价值,吸引无数游客前来驻足留影,成为多部电视剧、电影、商业广告的取景地,铸造了重庆新的城市名片。

桥梁美学设计是为实现桥梁美的价值而兴起的综合性学科,是将建筑美学和结构美学应用于桥梁设计领域,追求桥梁及周边环境的审美化,主要研究桥梁的协调美、结构美、功能美和造型美<sup>[4-5]</sup>。

## 1 工程概况

合川因嘉陵江、渠江、涪江三江汇流而得名,地处渝西北,毗邻两江新区,“城在江中生,江在城中流”,是西南地区典型的山水城市。

合川渠江景观大桥位于合川区渠江与嘉陵江交汇口上游800 m处,南岸接钓鱼城片区,北岸接云门片区,是两岸公路系统及渠江绿道系统的过江通道,满足机动车、旅游电瓶车、自行车及人行通行,是合川区渠江绿道工程的起点、节点工程。合川绿道工程依托渠江两岸秀丽的自然风景和田园生态环境,依山就水沿江边展开,全线长约48 km,将钓鱼城和涪滩古镇两个4A级景区串联起来,以“山水自然、文

收稿日期:2021-02-23

基金项目:重庆市科技局技术创新项目(编号:cstc2018jscx-mszd0430)

作者简介:郑光琴,女,大学本科,高级工程师.E-mail:zhengguangqin@tybin.com.cn

\*通信作者:陈家勇,男,硕士,工程师.E-mail:chen10141@126.com

物双修”的设计理念,打造一条生态、自然、休闲、旅游的绿道系统。

受控于河道通航、行洪等建设条件,大桥采用单跨400 m的单索面地锚式悬索桥;平面分两幅布置,

上游侧为渠江绿道系统,宽8.5 m,满足渠江绿道行人、旅游电瓶车等非机动车的通行;下游侧为公路系统,宽8.5 m,双向两车道,满足两岸机动车(除重型车外)的过江需求<sup>[6]</sup>。桥型布置图见图1。

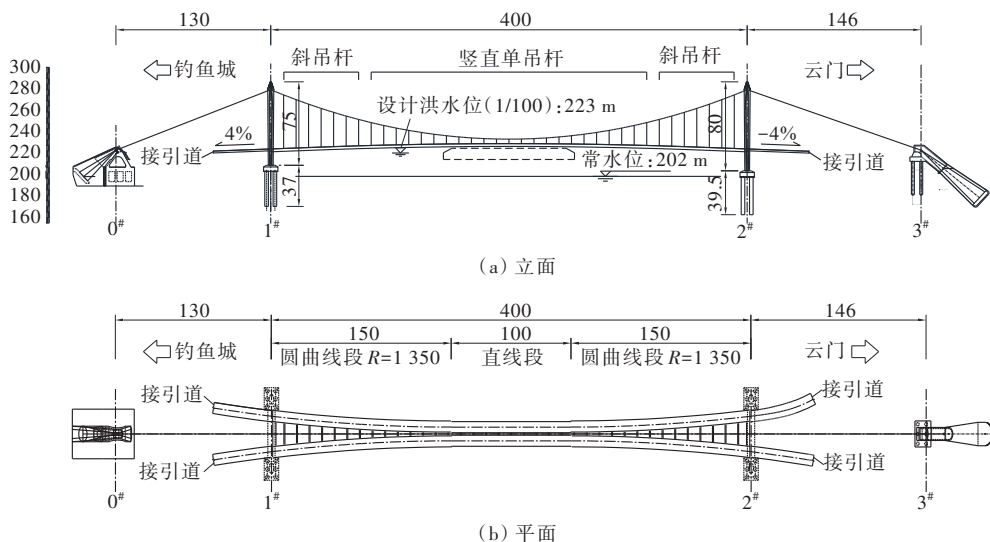


图1 桥型总体布置图(单位:m)

## 2 大桥美学设计

### 2.1 环境美学设计

城市桥梁与城市环境密不可分,它与城市河廊道、滨水空间、城市建筑、城市街道等一起,形成了城市整体的人文景观,是人们日常生活环境的一部分<sup>[7]</sup>。城市桥梁建设受控于两岸既有构筑物,选择合适的结构形式和施工方式,能最大程度减少对城市区域的破坏;同时桥梁景观风格也受控于城市周边景观环境,选择合适的景观造型和文化内涵,是对城市整体美学的顺应、融合和尊重。

合川渠江景观大桥位于渠江与嘉陵江交汇处,水面开阔,北岸为较为陡峭的山体,南岸为冲积形成的较为平坦的半岛,桥位处青山绿水、风景秀丽。

由于通航、行洪及建造条件的限制,桥梁跨度达400 m,能适应这个跨度的桥梁形式有拱桥、斜拉桥和悬索桥。拱桥方案具有流畅柔美的线条,但由于地势的不对称性,南岸侧平坦缺乏拱脚推力的视觉平衡感;斜拉桥方案桥塔高度较大,且斜拉索面视觉感受较为刚硬,与现场柔美的山水环境融合性较差;而悬索桥适中的桥塔高度在山水之中点缀恰当,主缆悬链线的曲线形态与环境相得益彰,既巧妙融入周边环境,又适度凸显提升了整体环境,因此作为

最终实施方案。

合川三江径流,山环水绕,大桥以山水为主题,是对这座山水共融的江城城市环境的顺从,桥塔采用“山峦”为设计理念,以三角拱塔勾勒出山峦起伏的形态,线条简洁、流畅,造型优美、自然;主缆为悬链线,配以吊杆竖直线条,似流瀑飞泻而下。大桥置身于渠江口较开阔的水域环境中,简洁、大气、优美、独特,将会成为合川城浓墨重彩的一道风景。

### 2.2 结构美学设计

地球万物均服从万有引力定律,山峰、河流、沙丘、海洋无一不是万有引力的杰作,人类构筑物同样也不例外,结构只有遵循其基本法则,给人的视觉感受才安全、稳固、可靠,才有谈美的基本条件。对于桥梁结构而言,邓文中先生指出“桥梁的结构形式千变万化,但构成每种桥型的基本元素却万变不离其宗,即拉压构件、受弯构件和曲线形构件”。梁主要承受弯剪作用、拱以受压为主、桥塔为压弯构件、索受拉,任何桥梁结构应遵循这一基本力学法则。基于上述原则,设计过程中寻找构件在基本受力状态下最佳受力分配与传力路径的过程为结构造型。

合川渠江景观大桥桥塔结构美学设计中应用拓扑找型法<sup>[8-9]</sup>进行结构力学性能验证,单主缆在桥塔顶部以集中力的形式向下传递,从应力云图可以看出,本桥三角拱塔造型力流传递简洁、清晰,给人以

稳定的视觉感受,传递着自然力学的美感,见图2。

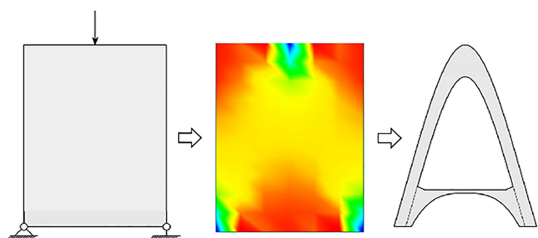


图2 桥型拓扑找型

另一方面,桥梁结构美学区别于其他任何构筑物的最大特点在于跨越的美感,是人类不断挑战自然、试图“突破”万有引力的勇气和智慧所形成的美。这种跨越之美关键在于桥梁结构形体的简洁和轻盈,臃肿和笨重的桥只会在大自然面前呈现出人类的弱小和颓势,不会给人们带来视觉上的愉悦感。合川渠江景观大桥采用单主缆的结构形式,最大程度地减少江面结构物,力图使结构更为简洁;主梁采用分离式扁平钢箱梁,桥面中间采用格构式横梁连接,增加桥下空间透光,避免大体量梁体带来的压迫感,使结构显得更为轻盈(图3)。

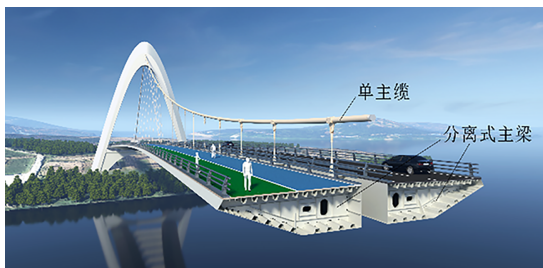


图3 大桥主体结构示意图

### 2.3 功能美学设计

一座桥梁的美,不完全在于它的视觉形象,也在它在使用中能否使人产生美感,即功能美。功能美的特征是物体具有合规律性和合目的性的形式,要求桥梁设计最佳地满足使用目的,使其形象的审美特征寓于使用目的形式中。

桥梁作为交通功能的载体,是人类用于跨越江河、沟谷的构筑物,服务于人们生产、生活,尤其对城市桥梁而言,人们驾车或步行通过大桥的频次更高,与大桥接触的距离更近,如何提高桥梁设计的实用价值和使用舒适度,是桥梁功能美学的重要课题。

合川渠江景观大桥采用分离式主梁形式(图4),一侧通行机动车,另一侧通行行人和非机动车,方便机动车快速通过大桥,也提供行人更休闲、舒适的步行感受,甚至可驻足桥面眺望江面的风景而基本不受机动

车的影响。这符合绿道旅游项目休闲、生态、娱乐的整体定位,也是对城市桥梁人性化设计的最好诠释。



图4 桥面分离布置

### 2.4 形式美学设计

形式美是环境中形体、线条、色彩等形式因素具有的审美属性及其组合规律,是人类实践的一种特殊形态,将美的元素从自然因素中具体美的形式中抽象出来,按照一定的组合规律创造具有独立审美价值的符号体系。点、线、面、体、材质、色彩构成了拱、塔、梁、缆、吊杆等基本构件,通过不同的组合规律形成了各式各样的桥梁结构。这个组合规律变幻莫测、不计其数,但美的组合往往遵循着统一与变化、节奏与韵律、对称与均衡、比例与尺度、虚实与层次等客观规律<sup>[10]</sup>。

#### (1) 统一与变化

合川渠江景观大桥充分利用了曲线元素进行构型,桥塔为三角拱形曲线,主梁为平面X曲线,主缆为悬链曲线,这些曲线有机地统一在一起,产生奇妙的美学反应,整个大桥造型浑然天成、全然一体;但这些曲线又不同地适应着各自的功能、结构受力:桥塔三角拱形曲线曲率较小,彰显出挺拔的力量感;主梁平面X形曲线适应着两岸的道路接线,并应满足相关规范对路线曲线半径的要求;主缆线形则为经典的悬链线,是万有引力对结构的自然选择。

#### (2) 节奏与韵律

大桥主梁采用曲线分叉布置的钢箱梁形式,两侧边箱之间采用横隔梁进行连接,横隔梁纵向对应吊杆位置布置,纵向间距为10.5 m,全桥共设置39道,这种等间距间歇式有规则地重复布置,形成了梁体结构的节奏感;同时,由于主梁平面内的X曲线布置,横隔梁宽度从桥塔处14 m沿曲线均匀变化至跨中2 m,这种按照一定规律变化的节奏带来了奇妙的韵律感,图5为梁体下方空间效果图,极具韵律的明暗光影,强化人的视觉感受并产生视觉音乐感,给人以强烈的视觉印象和冲击力。





图5 桥下空间

### (3) 对称与均衡

对称性作为自然界普遍存在的特性,表达着秩序、安定、沉着、公平等心理感受。对称的结构所呈现出的完美、均衡、匀称,能使人们身体感觉处于平衡状态,带来心理上的安全感。合川渠江景观大桥采用单主缆形式,突破了双主缆的平衡性、安全感,但在桥塔、主梁、吊索等设计时力求对称布置,南北桥塔桥面上高度相同使主缆布置对称,最大程度地保证大桥纵、横向的对称性,满足人们的心理需求。

### (4) 比例与尺度

比例是形体各构成要素之间的匀称性,是形式美的基础;尺度是形体各构成要素之间的空间尺寸关系,是形式美的重要法则。比例和尺度对于大桥形体非常重要,适宜的比例和合适的尺度决定了大桥形体美感的基本特征,是形式美最基础的要素。

合川渠江景观大桥三角拱形桥塔在构型时充分考虑造型比例的影响,由于地形、桥跨布置及线路展线的需求,需在桥面较宽位置处设置三角形桥塔,对1/9、1/10两种垂跨比进行造型和经济性对比分析,见表1。

表1 垂跨比研究对比

垂跨比	主缆力/ kN	用钢量/t		塔肢轴 力/kN	锚碇水平 力/kN
		主缆	吊杆		
1/9	93 288	733.8	21.7	70 847	85 338
1/10	102 527	819.3	20.2	71 357	95 230

通过计算分析,主缆挠跨比均满足规范要求,但1/9垂跨比工况下缆索系统用钢量较小,桥塔比例较为合理、挺拔。桥塔截面尺度恰当,稳重得体又不失优雅;塔冠部分较为夸张地增加了尺寸,高度达到了14 m,以增强整个桥塔的视觉冲击力,但并未给人造成头重脚轻的不适感,充分体现了桥塔设计时在尺度上把握得较为恰当。

### (5) 虚实与层次

分离式主梁不仅带来了节奏和韵律的美感,同

时也是运用虚实与层次手法的典型代表。两幅桥之间的镂空处理是为“虚”,使梁体显得更为轻巧,加强了梁体形态的丰富、深入感;两幅边箱是为“实”,是结构受力的需要,也是视觉安全感的需要。虚实相生,层次分明,皆成妙境。

## 3 结语

合川渠江景观大桥(图6)作为旅游功能定位的合川绿道工程的起点,其景观定位非常高。大桥造型以“巴都山水”为设计主题,桥塔以三角拱形勾勒出“山峦”形态,造型新颖独特;主梁采用分离式断面形式,实现了机动车和非机动车的绝对分离,具有较高的美学和创新价值。



图6 大桥整体效果图

### 参考文献:

- [1] 邓文中.桥梁话语:邓文中文选[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2014.
- [2] 邓文中.造桥构思[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [3] 刘亢,王福敏.重庆两江大桥桥型方案的美学创新与比选[J].公路交通技术,2014,30(6):1-4.
- [4] 林长川,林琳.桥梁设计美学[M].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [5] 张杰,孙建光.桥梁美学设计方法探讨[J].公路交通技术,2014,30(1):150-153.
- [6] 王帆,赖亚平,乔云强,等.合川渠江景观大桥三角拱形桥塔设计研究[J].中外公路,2018,38(2):109-112.
- [7] 盛洪飞.桥梁建筑美学[M].2版.北京:人民交通出版社,2009.
- [8] 陈艾荣,常成,马如进,等.结构拓扑优化理论及其在桥梁结构找型中的应用[J].同济大学学报(自然科学版),2016,44(5):657-663.
- [9] 罗晓瑜,陈艾荣,王春生.桥梁二维造型价值理论[J].公路,2017,62(7):102-109.
- [10] 项海帆,肖汝诚,徐利平,等.桥梁概念设计[M].北京:人民交通出版社,2011.