

苏州跨娄江三座景观桥梁设计思路与实践

秘志辉

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 在苏州工业园区的星汉街、陆泾路、华池街上同期开展3座跨娄江桥梁设计。在遵循功能为主的前提下,桥梁景观设计既有统筹考虑,又突出各自特色。基于园区定位和苏州地域文化特色,三个桥型分别以“乐”“曲”“舞”为构思意向。星汉街桥设计为一座76 m跨径系杆拱桥,北侧为双拱肋,在拱顶汇合至南侧为单拱肋,造型独特且充满力量感。跨径87 m的陆泾路桥虽然也为钢拱桥,可是两片拱肋采用外敞的造型,并且人行道从梁端至跨中通过圆顺的S曲线向外绕,桥梁形态更加生动。华池街桥设计为(83+28+28.5) m三跨斜拉桥,其V字形主塔的高、低塔柱呈现出动态舞动之美,拉索则呈现由河跨经过主塔再到岸跨的连续的张力之美。在结构设计方面,采用三维精细化设计,确保空间异形结构设计精度,综合安全性、经济性、艺术性,提出最优方案。

关键词: 城市桥梁;拱桥;斜拉桥;景观设计;结构设计

中图分类号: U448.15

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)08-0188-06

Design Concepts and Practices of Three Landscape Bridges Spanning Loujiang River in Suzhou

MI Zhihui

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: Three bridges spanning Loujiang River are simultaneously designed on Xinghan Street, Lujing Road and Huachi Street in Suzhou Industrial Park. Under the premise of prioritizing functionality, the landscape design of the bridges not only takes into account the overall situation, but also highlights the individual characteristics of each. Based on the positioning of the park and the regional cultural features of Suzhou, the three types of the bridges are conceptualized around the themes of “Music”, “Melody” and “Dance”. The Xinghan Street Bridge is designed as a 76-m span bowstring arch bridge. The dual arch ribs are on its north side that converge at the arch crown to a single arch rib on the south side, which creates a unique and dynamic form. The Lujing Road Bridge is a steel arch bridge with an 87-m span, but the two arch ribs are in an open shape, and its sidewalk winds outward along a smooth S-curve from the beam end to the middle span, making the bridge shape more vivid. The Huachi Street Bridge is designed as a three-span (83+28+28.5-m) cable-stayed bridge. The high and low pylon columns of its V-shaped main pylon present a dynamic and dancing beauty, and its cables present a continuous beauty of tension from the river span through the main pylon to the bank span. In terms of structural design, three-dimensional refined design is adopted to ensure the design precision of spatial irregular structures. Taking into account safety, economy and artistry, the optimal scheme is proposed.

Keywords: urban bridge; arch bridge; cable-stayed bridge; landscape design; structural design

0 引言

2021—2022年,苏州工业园区同时有三座跨娄江城市桥梁开展设计,分别是华池街北延、星汉街北延、陆泾路南延工程中的跨娄江大桥。苏州工业园区是世界看苏州的窗口,是改革开放和国际合作的成功范例,区域常驻人口超137万。而古娄江的历史可追溯至大禹治水,它是苏州地区的一条母亲河,

是阳澄、淀泖地区一条引水入海大动脉。现在的娄江西起苏州娄门外环城河,流经苏州工业园区娄葑街道、吴中区斜塘街道、唯亭街道和昆山,全长53.13 km。

三座城市桥梁由西向东依次为星汉街桥、陆泾路桥和华池街桥,如图1所示。星汉街桥位于现状星港街立交西侧500 m,陆泾路桥位于星港街立交东侧820 m。最东边的华池街桥位于现状星湖街立交西侧740 m,距离陆泾路桥约2.6 km。

三项工程增加了三条连通娄江南北两岸的通道,加强了湖西CBD和娄江北部片区的空间联系,有效缓解了现有星湖街立交、玲珑街立交等跨娄江通

收稿日期: 2026-02-09

作者简介: 秘志辉(1978—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁工程设计与管理工作。

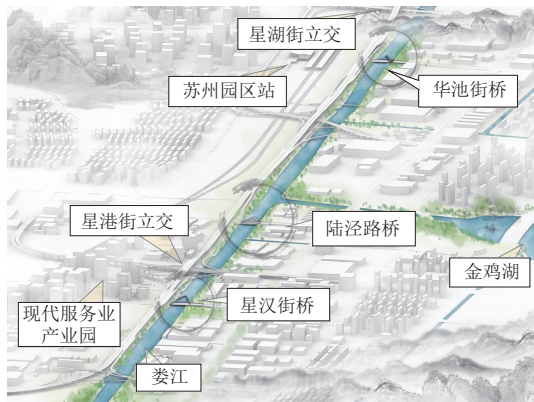


图1 三座桥梁区位鸟瞰示意图

道的交通压力,完善了园区城市路网,提高了道路服务水平,有效促进了阳澄数谷及周边区域的社会经济发展。

由此可见,三座桥梁的地理位置和交通功能都很重要;时间轴上则出现在历史与现代交汇点上,也被寄予了承载文化底蕴的期望。

三座桥梁以娄江河流景观带为载体,桥梁设计中将桥型设计与景观设计相结合,兼顾功能、环境、人文与历史等因素。

1 建设条件与技术标准

现状娄江北岸沿河建有娄江快速路,标准断面为双向六车道高架桥+地面道路的形式。本次设计的三座桥梁所在的通道都是跨过娄江后与娄江快速路的地面道路平接。

工程处娄江河面宽约70~80 m,水面宽阔,河道顺直,通航视野良好,河道两侧均为直立式护岸。规划为内河客运专线Ⅰ类,通航净高要求不小于3.5 m,通航净宽不小于30 m。

拟建场地位于冲湖积平原区,第四系覆盖层厚度较大。据区域地质资料,场区内第四系覆盖层厚度可达120 m以上。土层以粉质黏土或者黏质粉土为主,以及粉细砂下卧层。本地区抗震设防烈度为7度,地震动峰值加速度为0.10g,场地类别为Ⅲ类。

桥梁所在的道路等级为城市次干路或者主干路,双向四车道规模。桥梁设计荷载的汽车荷载采用城-A级,非机动车及人群荷载按《城市桥梁设计规范》执行^[1]。

2 桥型方案设计构思

桥梁方案的设计遵循安全、耐久、适用、环保、经济和美观的原则。桥梁总体布置需综合道路设计、

建设条件和周边环境进行合理布置^[2]。桥型景观和结构方案设计时,除了使用景观创新和先进技术手段,更要体现以功能为主、以人为本的设计理念^[3]。

三座桥梁布跨原则都是一跨过河,不在现状驳岸间设墩。根据现状河道宽度,桥梁跨河主跨跨径约76~87 m。另外,从道路连接布置来看,在考虑桥下3.5 m通行净空的情况下,跨河桥梁路面远高于北岸的娄江快速路地面道路,因此需要局部抬高三处路段的地面道路标高。为了减少地面抬高带来的对既有高架桥梁受力和道路衔接的不利影响,需要尽量减少抬高量,以满足尽量压低河跨主梁高度的需求。所以基本确定了主梁采用轻质高强的钢结构且采用拉索或者吊索支承的结构体系的桥梁设计方案^[4]。此外,为了减少横坡对主梁梁高的影响,桥面横坡取较小的1.0%。

桥型设计还注重经济性,在满足安全的前提下控制材料指标,提升工程经济性。桥梁景观也是重点考虑的方面,建设符合苏州工业园区气质的“现代、轻盈、标志性”的桥梁,当然,我们强调的桥梁景观融合了桥梁结构美^[5-6]。桥梁结构设计还兼顾方便养护维修,钢结构要方便检查,拉索(或者吊杆)要方便更换;桥梁结构要方便加工和安装,钢结构组装,涂装要方便操作和检验;拉索张拉也要有操作空间。最后,施工方案设计考虑桥梁架设期间尽可能减小对航道和道路交通的影响。

3 桥梁景观设计创意

同期建设的三座桥梁,沿江排列,距离不远,桥型方案统筹考虑,有贯穿的主题,可是造型也有所区分,每座桥有各自的景观设计特色^[7]。

跨河主跨跨径76~87 m的桥梁规模不算大,桥型方案以精巧取胜。基于园区定位和苏州地域文化特色,三个桥型分别以“乐”“曲”“舞”为构思意向。

3.1 星汉街桥“一奏乐江”

星汉街北延工程南起苏虹路,穿越现状俐马化纤地块,跨越娄江后与娄江大道地面十字平交,接入扬绣路。

跨娄江主桥设计为单跨76 m全钢系杆拱桥。拱肋具有鲜明的造型,北侧两根拱肋在拱顶汇合,南侧为单根拱肋,拱整体向南侧倾斜。全桥共设置9对吊杆,梁上吊杆间距分散,拱上吊杆在拱顶附近集中锚固,吊杆呈放射状布置。

作为桥址附近苏州新增的重要文化地标,地处

工业园区的金鸡湖音乐厅不仅是苏交乐季演出之地,还是开展重大活动的绝佳场地。方案“一奏乐江”空间异型系杆拱桥,即是从乐团中的竖琴获取设计灵感,空间异形的二合一拱桥以简洁现代的设计呼应工业园区的文化符号,打造富有国际性、前瞻性的桥梁设计来应对园区未来的快速发展。创意构思如图2所示。

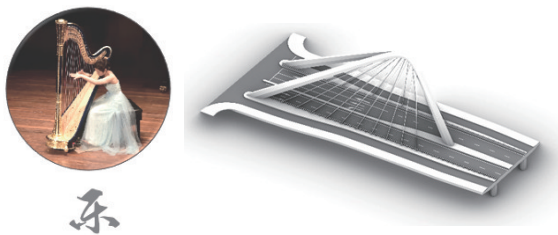


图2 星汉街桥景观创意构思

它是一座现代设计的桥梁,在满足功能的同时重塑城市形象。它更是一把矗立于娄江河畔的竖琴,等待着每一个渴望去撩拨弹奏、诉说心中对乡愁永恒不变的人。建成后的效果如图3所示。



图3 星汉街桥建成后效果

3.2 陆泾路桥“评弹江月”

陆泾路南延工程南起苏虹路,穿越现状葛兰素史克地块,跨越娄江后与娄江大道地面十字平交,接入陆泾路。

工程处河面宽约80 m,跨娄江主桥为主跨87 m的钢结构系杆拱桥,左右两片拱肋布置,在纵桥向拱肋采用直线与抛物线组合的异形拱轴线,在横桥向拱肋呈敞开式外倾形态,也被称作“蝶式”拱。吊杆在梁端的锚固间距较为分散,在拱肋端密集布置,呈现由拱顶到主梁的扇形。

在众多苏州特色文化中,苏州评弹无疑是最有地方味儿的传承。上手持三弦,下手抱琵琶,一说一唱,一应一合,便是无数金戈铁马、儿女情长。

传统建筑的双阙在现代桥梁中又有不一样的体现,在充分体现场所界定感的同时,也是结构功能稳定的进步。三弦与琵琶在此刻化身成两片拱肋,两

琴如高山流水般一呼一应,举手投足间便可评论娄江烟雨,弹奏苏吴月圆。创意构思如图4所示。

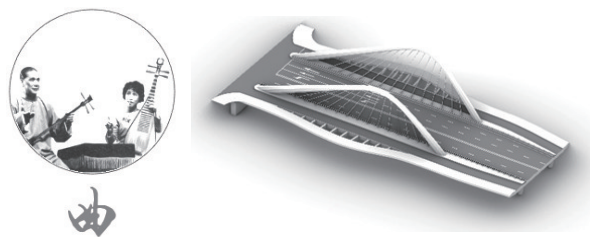


图4 陆泾路桥景观创意构思

两拱是两琴建筑化的存在,现代大气硬朗的设计中依旧蕴含着吴音演唱的抑扬顿挫与轻清柔缓,弦琶琮铮是因为那百年不变的旋律依旧被人传颂。建成后的效果如图5所示。



图5 陆泾路桥建成后效果

3.3 华池街桥“江畔舞者”

华池街北延工程南起苏虹路,穿越伊卡化学品地块,跨越娄江后与娄江大道地面T形平交。

工程处河面宽约77 m,桥梁纵桥向布置为三跨斜拉桥,跨径布置为(83+28+28.6)m,主跨及主塔为钢结构,边跨为了平衡拉索力和经济性考虑而采用混凝土结构主梁。主塔横向为分离的平行双索面布置,分别布置在左右机非分隔带中。

侧立面钢主塔呈不对称V字造型。桥塔河跨塔柱高,岸侧塔柱低。塔柱截面也设计为下大上小。整体呈现动态不平衡美感。

拉索由河跨-塔柱间-岸跨的顺序而呈现连续的张力体系。对河跨主梁的提升力稳固地锚定在岸跨混凝土主梁中。既满足受力的需要,也给人以张力美感。

用不对称V形桥塔和独特的拉索方式勾勒出芭蕾艺术美的精髓,V形塔的力量感和拉索的轻柔感形成对比。每当夜幕垂落,江畔翩翩起舞的已不知是否是桥,给人无限的遐想。创意构思如图6所示。

芭蕾舞者日复一日的练习是想得到更高舞台的追光,城市的发展是想迈进更和谐的社会纪元。主



图6 华池街桥景观创意构思

塔象征舞者,它踌躇满志,笃定从容,只为与风而舞,与水而歌!建成后的效果如图7所示。



图7 华池街桥建成后效果

4 桥梁结构设计

4.1 星汉街桥结构设计

跨河主桥为1~76 m系杆拱桥,钢拱钢梁,桥型布置如图8所示。主梁为分离式三道主纵梁。主纵梁均为单箱双室截面,桥宽变宽37.5~41.5 m,通过外侧两道主纵梁变宽。纵梁梁高1.3 m和1.37 m。三个箱室之间通过横梁连接,端横梁为箱形截面,中横梁为工字形截面,横梁标准间距3.0 m。

从侧立面看,拱肋为偏向南侧的三角形,南、北拱肋轴线为直线,在拱顶交汇处倒圆角。从横向看,北侧拱肋为双肢,分别支承于东、西机非分隔带中,拱肋在拱顶汇合,南侧拱肋则为单肢,支承在道路中分带中。拱肋截面为五边形和六边形箱形截面^[8]。

全桥共设置9对吊杆,梁上吊杆间距6.2 m,拱上吊杆在拱顶附近集中锚固,吊杆在梁上、拱上均采用耳板式锚固。

拱肋锚固区耳板采用单板的形式,简洁美观,经过精心的构造设计和计算分析以确保耳板受力安全^[9-11]。拱肋内部采用吊杆锚固隔板与一般横隔板交替布置的巧妙而精细化的设计,简化了构造。拱肋锚固区构造如图9所示。

主桥北岸为桥台,采用直径1.2 m钻孔灌注桩,主梁下方与拱脚对应位置及中间位置分别设置各1个支座。南岸桥墩由3个独立的立柱组成,采用直径1.5 m钻孔灌注桩,桥墩柱分别支承主梁下的3个

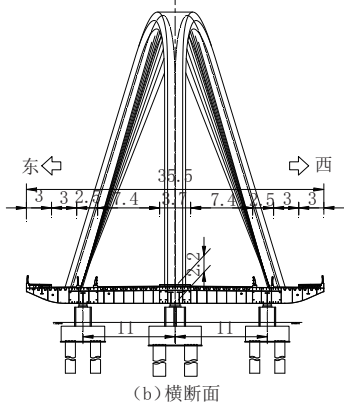
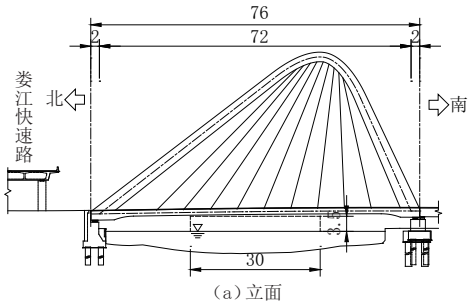


图8 星汉街桥桥型布置(单位:m)

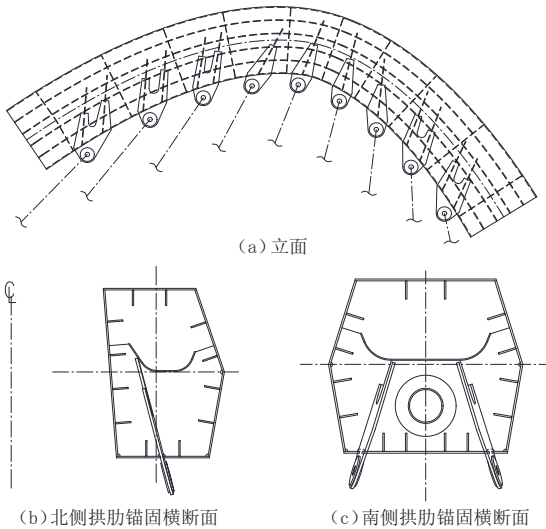


图9 星汉街桥拱肋锚固区构造

支座。

施工方法为在河中少支架拼装钢梁,再在桥面搭设拱肋临时支撑,分段吊装拱肋^[12]。拱肋合龙后拆除拱肋支撑。安装吊杆,分批张拉,钢梁随之落架成桥,最后施工桥面系,必要时调整吊杆力。

4.2 陆泾路桥结构设计

跨娄江主桥为主跨87 m的钢结构系杆拱桥,在横桥向拱肋绕拱脚定位点连线向外旋转7°,两片拱肋呈敞开式外倾形态,拱肋高23.3 m,主梁处的拱肋中心距24 m。拱肋采用钢箱结构。桥型布置如图10所示。

钢梁设2道箱形纵梁与3道工字形纵梁,拱肋下为箱形纵梁,道路中心线和两侧非机动车道处另外

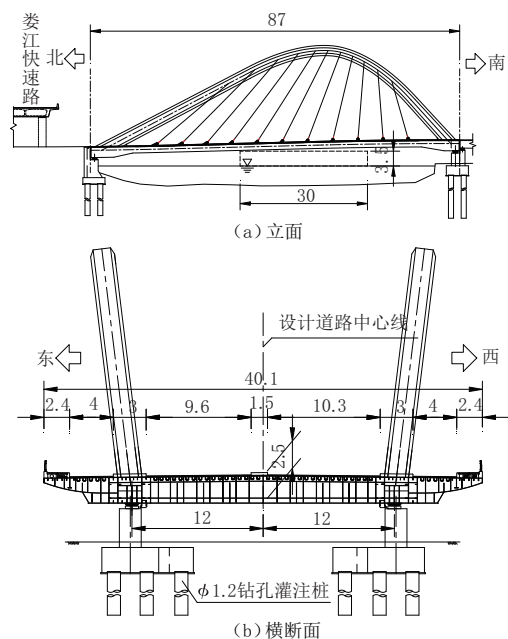


图10 陆泾路桥桥型布置(单位:m)

布置1道工字形纵梁,各道纵梁间以横梁相联系,纵横梁上设正交异性钢桥面板。道路中心线处跨中等高段梁高1.58 m。

为丰富平面形态,将人行道自支点向跨中逐渐向外挑出,使人行道形成自然的弧形,与拱肋呼应,也使主梁更显灵动通透。主梁标准宽40.1 m,跨中加宽至46.1 m。

拱上吊杆间距3~6.2 m,梁上吊杆间距6 m。全桥共设置吊杆11对,吊杆在梁上、拱上均采用耳板式锚固。主桥作为一个整体,外部约束体系为简支结构。两端根据拱肋及纵梁布置,在横桥向各设置2个支座,全桥共4个支座,两端支座间距均为24 m。

拱脚与端横梁交汇处是构造和受力都十分复杂的部位,构造如图11所示。此处经过精心构造布置,使拱肋的板件与横梁内的板件一一对应、有效传力。另外,对于支座传力横隔板和加劲肋也经过仔细布置,使得大桥的荷载能有效传递给支座^[13]。

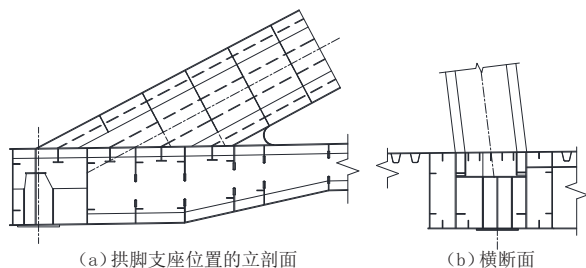


图11 陆泾路桥拱梁结合部位构造

桥台桩基采用20根直径1.2 m钻孔灌注桩。驳岸局部与桥台正面接顺。主桥南侧下部结构为分离式的左、右墩,左、右墩均各设置一大一小两个立柱。

大立柱支承主桥支座与引桥外侧支座,小立柱支承引桥内侧支座。承台为异形哑铃结构,大立柱下设4根直径1.2 m钻孔灌注桩,小立柱下设2根直径1.2 m钻孔灌注桩。

4.3 华池街桥结构设计

主桥纵桥向布置为三跨斜拉桥,跨径布置为(83+28+28.6)m,主跨及主塔为钢结构,边跨为了平衡拉索力和经济性考虑而采用混凝土结构主梁,主梁的钢-混接头设置在边跨靠近主塔处^[14]。主塔横向为分离的平行双索面布置,分别布置在左右机非分隔带中,两组V形塔柱横桥向中心距22 m。桥型布置如图12所示。

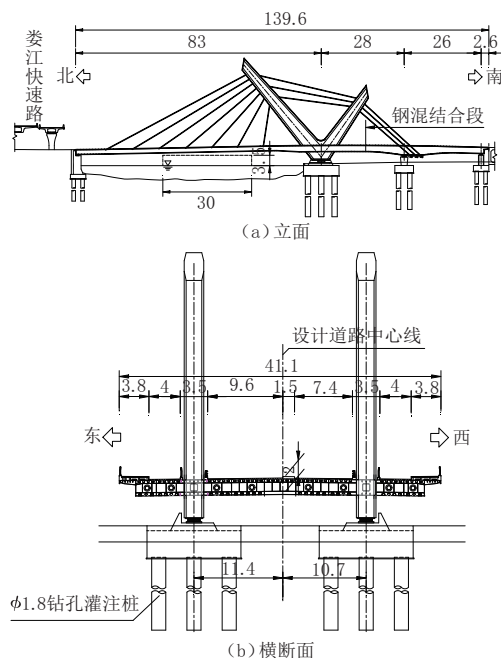


图12 华池街桥桥型布置(单位:m)

侧立面钢主塔呈不对称V字造型。桥塔河跨塔柱高30 m;岸侧塔柱高21 m。塔柱截面高度也设计为下大上小,河跨塔柱截面高6.0~2.4 m;岸跨塔柱截面高5.5~2.5 m。

斜拉索系统的布置为主跨7对、塔间6对、尾索6对。本桥斜拉索采用镀锌平行钢丝成品斜拉索。考虑张拉操作、受力可靠性和景观等因素,斜拉索在主梁端采用锚固横梁的形式,并设计为在梁端张拉,斜拉索在主塔上均锚固在塔柱内,塔间斜拉索则在主塔柱内侧张拉,边跨侧斜拉索则在梁底张拉。

桥梁机动车道西侧布置两车道,东侧增加一条路口渠化车道至三车道,两侧非机动车道各自宽4.0 m,人行道净宽各自3.5 m,拉索锚固区(含护栏)每侧宽3.0 m,桥梁总结构宽达41.1 m。主跨梁高1.5 m,边跨梁高2~3 m。

约束体系为塔梁固结,塔底设支座^[15-16]。这样的结构体系受力明确,构造相对简单,施工也方便。

主塔及拉索锚固构造是本桥的难点^[17]。拉索在塔柱内是分段锚固的,要预留好安装操作空间,河跨塔柱内还要考虑张拉拉索的空间,采用了两侧交替锚固的布置方式。拉索在主梁端采用锚固钢横梁的方式,构造简单明确,具有开放式的张拉操作空间,而且对拉索防腐蚀和后期养护也是有利的。主塔及拉索锚固构造如图 13 所示。

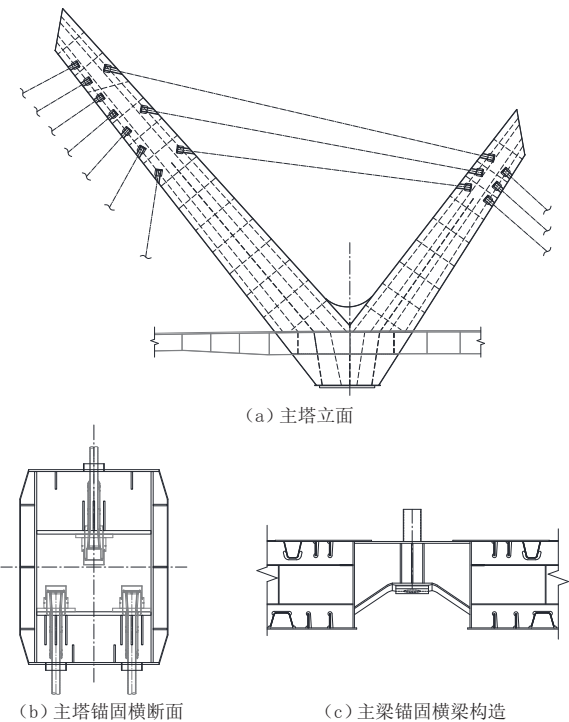


图 13 华池街桥主塔及拉索锚固构造

主桥北岸侧下部结构为重力式桥台,采用直径 1.2 m 钻孔灌注桩。台后填土采用轻质填料。桥塔承台为两个独立的基础承台,每个承台下方设置 9 根直径 1.8 m 钻孔灌注桩。承台顶设置支座反力扩散基座。

5 结 语

三座桥梁在设计之初就确定了功能与景观并重的定位。桥型设计因地制宜,突出特色。需注重协

调规划、建设和文化传承,以平衡发展与保护。基于园区定位,综合考虑城市和谐景观,遵循“现代、轻盈、标志性”原则,展现结构之美,贴合园区气质。厚植苏州文化,定制精美设计方案。原创了“一奏乐江”“评弹江月”“江畔舞者”三个蕴含苏州文化的方案。方案响应园区发展战略,力求实用、安全、艺术并重。以交通功能为先导,综合安全性、经济性、艺术性,提出最优方案。

跨娄江桥高难度结构之舞,采用精细化计算分析手段确保结构安全可靠。合理巧妙的结构体系,显著降低工程造价、提升结构刚度及稳定性。全过程三维设计,确保空间异形结构设计精度和结构安全。

参考文献:

[1] CJJ-11—2011 城市桥梁设计规范(2019 年版) [S].
[2] 项海帆. 桥梁概念设计[M]. 北京:人民交通出版社,2011.
[3] 万敏. 我国桥梁景观设计的现状与发展[J]. 桥梁建设,2002(6): 66-68.
[4] 邵长宇. 索承式组合结构桥梁[M]. 北京:人民交通出版社,2017.
[5] 樊凡. 桥梁美学[M]. 北京:人民交通出版社,1987.
[6] 杨士金,唐虎翔. 景观桥梁设计[M]. 上海:同济大学出版社,2003.
[7] 唐寰澄. 桥梁美的哲学[M]. 北京:中国铁道出版社,2007.
[8] 林元培,章曾焕,马磊,等. 上海市黄浦江卢浦大桥设计[J]. 土木工程学报,2005(1): 71-77.
[9] 应天益. 国内、外桥梁销接点设计方案[J]. 世界桥梁,2011(2): 22-25.
[10] 刘琛. 138 m 钢箱叠拱桥耳板锚固结构应力分析[J]. 铁道标准设计,2014(7): 98-101.
[11] 姚宝文. 网状吊杆系杆拱桥主拱吊点隔板应力扩散趋势分析[J]. 城市道桥与防洪,2021(8): 159-161.
[12] 邵长宇,汤虎,常付平,等. 拱桥施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,2022.
[13] 吴冲. 现代钢桥(上册)[M]. 北京:人民交通出版社,2006.
[14] 徐国平,张喜刚,刘玉擎,等. 混合梁斜拉桥[M]. 北京:人民交通出版社,2013.
[15] 林元培. 斜拉桥[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
[16] 刘士林,王似舜. 斜拉桥设计[M]. 北京:人民交通出版社,2006.
[17] 何武超. 宁波中兴大桥 V 形主塔设计关键技术[J]. 中国市政工程,2022(2): 12-16.