

玄天湖大桥桥式景观设计方案研究

陈阳阳, 宋晓晖, 涂文才, 雷敏, 杜细春

(中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司, 重庆市 400023)

摘要: 为解决某高速铁路上跨玄天湖景观桥梁功能适配与景观融合的核心设计难题, 并为同类工程提供技术参考, 系统开展了八种桥式景观方案的比选工作。方案涵盖梁桥、V型刚构、空腹式梁拱、上承式拱桥、系杆拱、钢桁梁桥、独塔斜拉桥及矮塔斜拉桥。从结构性能、景观寓意及工程经济性等关键维度进行全面解析, 结果表明: 各方案在结构特性与美学表达上各具优势。其中, 梁桥方案凭借其卓越的轨道适应性、优异的经济效益及与人文景观的协调融合, 实现功能与美学的最优平衡, 最终被确定为实施方案。通过系统研究, 凝练形成高速铁路景观桥“功能-美学-环境”协同决策范式, 为同类高速铁路桥梁设计提供了兼具实用性与科学性的技术支撑。

关键词: 高速铁路 桥梁景观; 桥式方案; 景观寓意; 结构特征

中图分类号: U442.5+4; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0234-06

Research on Bridge Form Landscape Design Scheme of Xuantian Lake Bridge

CHEN Yangyang, SONG Xiaohui, TU Wencai, LEI Min, DU Xichun

(Chongqing Survey and Design Co., Ltd., of CREEC, Chongqing 400023, China)

Abstract: To address the core design challenges of functional compatibility and landscape integration for a high-speed railway bridge spanning Xuantian Lake, and to provide the technical reference for similar projects, a systematic comparison of eight landscape-oriented bridge schemes is conducted. The schemes cover the girder bridges, V-shaped rigid frames, open-spandrel beam arches, deck arch bridges, tied arches, steel truss beam bridges, single-pylon cable-stayed bridges, and extradosed bridges. A comprehensive analysis from key perspectives of structural performance, landscape symbolism and engineering economy is conducted. The result shows that each scheme exhibits the distinct advantages in structural characteristics and aesthetic expression, in which the beam bridge scheme achieves an optimal balance between functionality and aesthetics due to its strong track adaptability, excellent economic efficiency, and harmonious integration with the cultural landscape, leading to its final selection as the implementation solution. Through the systematical research, a “function - aesthetics - environment” collaborative decision-making paradigm is formed for high-speed railway landscape bridges, offering practical and scientific technical support for the design of similar bridges.

Keywords: high-speed railway; bridge landscape; bridge scheme; landscape symbolism; structural feature

0 引言

随着现代交通基础设施建设的快速发展, 桥梁作为连接地域、跨越障碍的重要构筑物, 其功能已不仅限于交通通行, 更逐渐成为展现地域文化、自然风貌和工程美学的重要载体。尤其是在自然风景区内, 桥梁的景观设计显得尤为重要。桥梁不仅是交通的纽带, 更是人与自然和谐共生的象征, 其设计需要与周围的自然环境高度融合, 做到“桥景融合, 景

中有桥”, 使桥梁成为自然景观的一部分, 而非突兀的存在^[1]。

高铁桥梁作为现代交通的重要组成部分, 不可避免地会穿越国家级风景区或生态敏感区域, 这对桥梁的景观设计提出了更高的要求。一方面, 桥梁需要满足高铁运行的安全性、稳定性和功能性; 另一方面, 其设计必须尊重自然环境的原生状态, 避免对生态造成破坏。同时通过巧妙的设计手法, 使桥梁与周围的山水、植被、地貌相得益彰, 甚至为环境增添独特的景致。桥梁景观设计不仅要考虑结构的美学表现, 还需融入地域文化元素, 体现人文与自然的和谐统一^[2]。

收稿日期: 2025-11-06

作者简介: 陈阳阳(1988—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

在自然风景区内,桥梁景观设计的核心在于“隐”与“显”的平衡。桥梁既不能过于张扬从而破坏自然景观的整体性,也不能完全隐匿,失去其作为标志性构筑物的价值。通过合理的造型设计、材料选择和环境融合,桥梁可以成为自然风景中的点睛之笔,既满足功能需求,又为环境增添艺术魅力。这种设计理念不仅提升了桥梁的美学价值,也为游客提供了更加丰富的视觉体验,进一步推动了生态旅游与可持续发展的结合。

因此,在高铁桥梁穿越国家级风景区的背景下,桥梁景观设计的重要性愈发凸显。它不仅是工程技术与美学艺术的结合,更是人与自然和谐共生的体现。通过精心设计,桥梁可以成为自然风景中的一道亮丽风景线,实现“桥为环境增添景色”的目标,为人们创造更加美好的出行体验和视觉享受。

1 研究背景

1.1 工程背景

某新建高速铁路由于车站站位、生态红线、采空区等因素控制,需跨越玄天湖。玄天湖位于重庆市铜梁区,为国家4A级风景区,以其美丽的湖光山色和丰富的活动吸引着众多游客。玄天湖水库是一座集农业灌溉、城市供水、防洪及环境生态保护为一体的中型水库,设计水位283.05 m,常水位标高约281.5 m,水深约12.5 m。

受线位走向影响,桥梁上跨玄天湖线路平面位于 $R=10\ 500\text{ m}$ 的圆曲线上,立面位于 -5.3‰ 的纵坡上。高速铁路桥面标高约303.5 m,桥面距水面高度约22 m,跨越处玄天湖水面的宽度约260 m。桥式景观方案设计不仅仅是对景观方案的设计,需要在多种因素中寻求平衡点,主要因素如下。

(1)工程技术可行性。桥梁孔跨布置需满足无缝线路轨道对桥梁温度跨度的要求。

(2)景观方案协调性。桥式景观方案的设计不能破坏既有风景区的景观效果,实现桥景融合的设计目标。

(3)施工难易程度及工程投资。桥式景观方案的设计需结合工程建造条件考虑施工难易程度,优先选择施工工艺成熟、施工周期短、施工风险小且工程投资相对较低的方案。

1.2 文化背景

铜梁拥有历史悠久的舞龙文化,舞龙最早可追溯到唐宋时期。2006年铜梁龙舞被列入首批国家级

非物质文化遗产名录,国庆盛典、北京奥运会、上海世博会、央视春晚舞台上都有铜梁龙舞的身影。铜梁龙舞独具魅力,造型融合南北特色,龙头威严、龙身绚烂。舞龙套路丰富,动作敏捷且团队配合天衣无缝,尽显灵动。表演时,打铁花与龙舞交相辉映,铁水在空中绽放出绚丽火花,与翻滚的龙身共同营造震撼视觉盛宴,极具感染力。在玄天湖舞龙广场,每周都会上演由铜梁区精心打造的大型非遗山水实景剧《追梦·铜梁龙》。

此外,铜梁区有藏、彝、苗等30余个少数民族,虽人口占比小、居住分散,但各民族与汉族同胞携手共进。文化上,各族传统节日习俗交融,特色的少数民族庆祝活动与传统的铜梁舞龙碰撞融合,共同推动铜梁成为多元素文化交融的活力之地。

2 桥式景观方案研究

2.1 梁桥—道法自然

桥式孔跨:主桥采用 $54\text{ m}+2\times 88\text{ m}+54\text{ m}$ 刚构连续梁桥,桥式方案立面见图1。

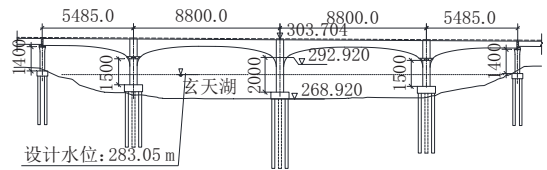


图1 梁桥方案立面图(单位:cm)

2.1.1 结构特征

(1)墩梁固结—连续体系:本方案水中仅设3个主墩,中主墩采用墩梁固结体系,边主墩设支座。桥墩高度15~20 m,可较好地适应该结构体系。

(2)梁端至温度变形中心距离约143 m,满足轨道对温度跨径的要求,无需设置轨道伸缩调节器,降低了建设成本并减少了后期养护。

(3)桥跨布置较为协调,主桥结构采用设计及施工工艺均成熟的预应力混凝土连续梁。

(4)主桥跨中梁高4.035 m,墩顶根部梁高12.035 m,梁底曲线采用椭圆形曲线与桥墩相连,设计灵感源于法国塞纳河上的拱桥^[3]。桥墩横向采用圆端形实体断面,圆弧断面向上延伸至梁顶。

(5)该结构竖向、横向刚度较大,工后残余变形小。

2.1.2 施工方案

(1)主桥3个水中墩基础均采用先桩后堰法进行施工,中主墩基础采用双壁钢围堰,两边主墩采用钢吊箱围堰。

(2)主梁曲线曲做,采用悬臂浇筑法施工,施工工艺成熟。

(3)全桥施工周期约15个月。

主桥工程投资约8 460万元,为所有桥式方案中最具经济性的方案。

2.1.3 景观寓意

该方案桥式孔跨采用对称布置,巧妙借鉴了中国传统建筑的对称美学原则,赋予桥梁庄重和谐的视觉感受,同时蕴含深厚的文化底蕴。圆端墩面以简洁有力的线条,象征着巴渝人民坚毅刚强的性格特征。桥梁的梁底曲线与水中倒影交相辉映,构成一幅灵动诗意的画面。主梁线形圆滑流畅,湖面视角下桥面高程贴合群山山脊与天际线,与周边起伏的群山曲线自然呼应。从桥位多重视点来看,远观桥梁为山水间的一道风景,近品桥体在湖光水色中跳动,仿佛山水的有机延伸,生动诠释了“道法自然”的设计理念。景观效果见图2。



图2 梁桥方案效果图

2.2 V型刚构-龙行秀水

桥式孔跨:主桥采用64 m+2×116 m+64 m V型刚构桥^[4-5],桥式方案立面见图3。

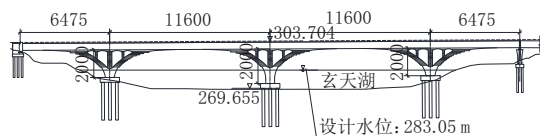


图3 V型刚构方案立面图(单位:cm)

2.2.1 结构特征

(1)主桥墩梁固结体系:本方案水中设3个V型主墩,且主墩与梁均采用固结设计,边主墩温度力较大。

(2)主梁采用预应力混凝土结构,梁端至温度变形中心距离约181 m,满足轨道对温度跨径的要求,无需设置轨道伸缩调节器,降低了建设成本并减少了后期养护。

(3)斜腿推力作用点在桥墩腰部,需要墩身有较大抗推刚度,斜腿与主梁固结处受力较复杂。

(4)该桥式方案刚度略低于梁桥方案,总体刚度

及工后残余变形可控,但施工技术难度稍大。

2.2.2 施工方案

(1)主桥3个水中墩基础均采用先桩后堰法进行施工,均采用双壁钢围堰进行施工。

(2)V型区斜腿采用支架法现浇或悬臂挂篮法施工。若采用悬臂浇筑需在墩顶搭设临时扣塔,满足斜向悬臂浇筑受力要求;主梁采用悬臂浇筑法施工,施工难度较大^[6]。

(3)全桥施工周期约18个月。

主桥工程投资约9 690万元,略高于梁桥方案。

2.2.3 景观寓意

V型刚构摒弃常规曲线梁底线形,采用多段折线代曲线的巧妙构思,折线式递进向上的连续梁设计。局部视角下,折线棱角分明,刚硬线条传递出刚毅有力的建筑张力,尽显结构利落劲道。视线拉远,多段折线随桥跨延伸、随山色起伏,总体轮廓与自然环境衔接、婉转流畅,与山水相容共生。光影折射,高速列车飞驰而过犹如蛟龙出水,折线递进向上的线条与湖中波光粼粼的景色交相呼应,表现腾跃起伏的龙鳞波光,写意龙鳞层层熠熠生辉。景观效果见图4。



图4 V型刚构方案效果图

2.3 空腹式梁拱-层峦飞虹

桥式孔跨:主桥采用50 m+80 m+100 m+80 m+50 m空腹式梁拱组合桥^[7],桥式方案立面见图5。

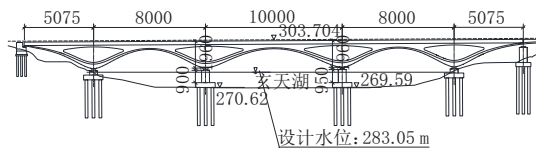


图5 空腹式梁拱方案立面图(单位:cm)

2.3.1 结构特征

(1)主桥上部采用空腹式梁拱组合体系结构,下部采用圆端形实体桥墩,上部结构与桥墩之间均设支座。水中桥墩共4个,其中两个桥墩位于深水区,两个桥墩位于水涯线处。

(2)若全桥支座采用“活动+活动+固定+活动+活动+活动”布置,则最大温度跨度约231 m,轨道温

度应力较大;故需在深水区的两个桥墩顶同时设置固定支座,将温度跨度减小至约 181 m。

(3)主桥竖向刚度大,梁拱组合体系受力复杂,设计及施工难度较大^[8]。

2.3.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,深水区两桥墩基础采用双壁钢围堰施工,水涯线处两桥墩基础采用钢板桩围堰施工。

(2)上部结构可采用钢管支架法大节段浇筑,施工难度一般,但水中支架数量较大;亦可采用悬臂浇筑法施工主拱部分,再利用支架浇筑上部梁结构,但需主墩顶设临时扣塔,施工难度较大。

(3)全桥施工周期约 20 个月。

主桥工程投资约 12 910 万元。

2.3.3 景观寓意

该方案结合中国传统湖景桥梁设计理念,采用对称的奇数跨布置,大拱位于水面中间,小拱依次向两侧展开,连续跳跃的大、小拱造型,构建出富有韵律的视觉层次,与远处天际线相呼应,借由拱的起伏,让桥梁轮廓自然融入天地交界,如同游龙身姿嵌入山水长卷。大、小拱的形态呼应了湖岸婉转的曲线,与葱郁林木、粼粼波光交织,既以硬朗拱线勾勒筋骨,又凭整体舒展形态柔化边界,使桥似从湖山之间生长而出,宛如游龙腾飞于湖光山色之间,凸显桥址区湖光山色,景观标志性强。景观效果见图 6。



图 6 空腹式梁拱组合方案效果图

2.4 新月型上承拱-鱼跃龙门

桥式孔跨:主桥采用 50 m+80 m+100 m+80 m+50 m 上承式新月拱桥^[9-10],桥式方案立面见图 7。

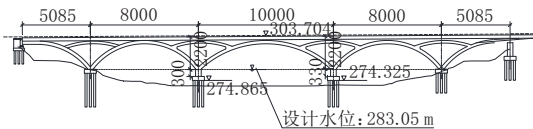


图 7 新月型上承式拱方案立面图(单位:cm)

2.4.1 结构特征

(1)该方案为拱桥结构体系,中主墩与拱均固结。水中桥墩共 4 个,其中两个桥墩位于深水区,两

个桥墩位于水涯线处。

(2)梁端至温度变形中心距离约 181 m,满足轨道对温度跨径的要求,无需设置轨道伸缩调节器。

(3)结构刚度较大,但双层拱及主拱拱脚处的受力较复杂,设计施工难度较大。

2.4.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,深水区两桥墩基础采用双壁钢围堰施工,水涯线处两桥墩基础采用钢板桩围堰施工。

(2)上部结构可采用钢管支架法大节段浇筑,施工难度一般,但水中支架数量较大;亦可采用悬臂浇筑法施工主拱部分,再利用支架浇筑上层拱及梁部,但需主墩顶设临时扣塔,施工难度增大。

(3)全桥施工周期约 22 个月。

主桥工程投资约 13 950 万元。

2.4.3 景观寓意

该方案以连续跳跃的新月形拱圈为设计亮点,恰似夜空中闪烁跳跃的弯月,依次排列在宽阔湖面上。新月形拱圈的线条流畅自然,从一端轻盈地延伸至另一端,打破了传统桥梁的单调感,让整座桥仿佛拥有了生命,充满活力。新月造型与周边环境融合精妙,拱圈形态呼应湖面波纹韵律,与青山轮廓、绿水波光交织。搭配上绚丽的彩色涂装及动态灯饰照明,青山绿水的沉静与桥梁色彩的明艳活泼形成鲜明对比,恰似新月出水连续跳动,不仅凸显了桥梁的独特造型,更为周边景致增添了一抹亮色。景观效果见图 8。



图 8 新月拱方案效果图

2.5 系杆拱-双龙映月

桥式孔跨:主桥采用 60 m+120 m+90 m+30 m 系杆拱桥^[11-12],桥式方案立面见图 9。

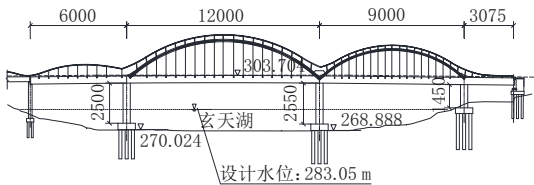


图 9 系杆拱方案立面图(单位:cm)

2.5.1 结构特征

(1)该方案水中共3个主墩,其中2个主墩位于深水区,系梁与主墩均采用固结。

(2)采用钢箱截面系杆,正交异性钢桥面板,主拱采用钢箱拱。

(3)梁端距离温度变形零点最大约181 m,由于主桥为钢结构,温度跨度略大,需进行轨道温度应力检算。

2.5.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,深水区两桥墩基础采用双壁钢围堰施工,浅水区一个桥墩基础采用钢板桩围堰施工。

(2)陆上支架拼装系杆及拱肋,湖中设4个临时墩,顶推法将主梁安装到位。施工难度较大。

(3)全桥施工周期约18个月。

主桥工程投资约14 985万元。

2.5.3 景观寓意

列车飞驰而过,如同一条银色的游龙在桥上舞动,与桥梁主拱的巨龙形态相互呼应,巧妙地呈现出双龙并行的宏伟画面。主拱线条流畅,恰似天际线间延展的灵动弧光,与远处山峦轮廓、天空云影交融,从桥位视角看,既借天际线强化龙形拱的大气舒展,又让桥的形态自然嵌入天地背景。湖面如镜,列车与桥梁倒影其中,恰似蛟龙藏于深水之中,实现桥式景观与自然环境深度融合同时,更润藏了铜梁的龙文化。不断前行的高速列车以及主拱向前延伸的姿态寓意着巴蜀人民不断锐意进取。以桥之造型为笔,绘就人文与自然共生、传统与奋进交织的动人图景,让桥成为衔接山水、传承文化、彰显精神的标志性载体。景观效果见图10。



图10 系杆拱方案效果图

2.6 钢桁梁-龙游玄天

桥式孔跨:主桥采用55 m+3×88 m+55 m钢桁梁桥^[13],桥式方案立面见图11。

2.6.1 结构特征

(1)全桥共4个水中墩,其中两个中主墩位于深水区,两个边主墩位于水涯线处,全桥分为两联。

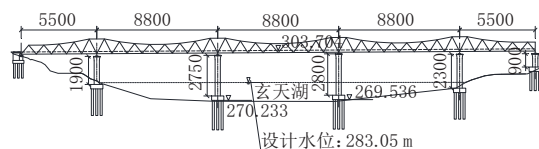


图11 钢桁梁方案立面图(单位:cm)

(2)(55+3×88+55) m连续梁两个中主墩顶均应设置固定支座。最大温度跨度约187 m,由于主桥为钢结构,温度跨度略大,需进行轨道温度应力检算。

(3)结构刚度较大,上部结构采用桁梁,无工后残余变形,设计及施工难度一般。

2.6.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,深水区两桥墩基础采用双壁钢围堰施工,水涯线处两桥墩基础采用钢板桩围堰施工。

(2)钢梁可采用陆上拼装,并于湖中设3个临时墩,顶推就位;曲梁加工制造及顶推就位难度较大。

(3)全桥施工周期约17个月。

主桥工程投资约18 900万元。

2.6.3 景观寓意

从湖岸桥下视点观看,该方案以简洁有力的钢桁梁轮廓,巧妙点题铜梁龙文化。交错有序的钢梁结构,恰似铜梁龙灵动而矫健的身躯骨架,顺着天际线的走势延展,与远处山峦轮廓相呼应,彰显着坚韧与力量,让桥的形态自然融入天地背景。高铁穿行其间,犹如钢铁长龙在山水间飞驰,这不仅是速度与激情的展现,更寄寓着对地区经济发展的美好期许。寄希望高铁如钢铁长龙带动地区经济腾飞,创造西南速度,以钢桁梁之姿,串联起自然山水与发展愿景,成为彰显龙乡底蕴、助力区域奋进的标志性载体。景观效果见图12。



图12 钢桁梁方案效果图

2.7 独塔斜拉-天人合一

桥式孔跨:主桥采用40 m+150 m+100 m+40 m独塔斜拉桥^[14-15],桥式方案立面见图13。

2.7.1 结构特征

(1)主塔下塔柱纵、横向均采用双肢塔柱。主塔处墩梁固结;水中共计3个桥墩,其中主塔四肢基础

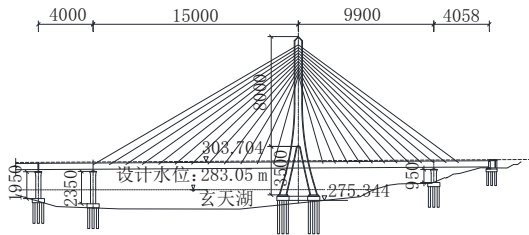


图 13 独塔斜拉方案立面图(单位:cm)

规模较大。

(2)主梁采用叠合梁,开口钢箱梁及预制混凝土桥面板。

(3)最大温度跨度约 190 m,由于主桥为钢结构,温度跨度略大,需进行轨道温度应力检算。

2.7.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,但主塔四肢基础规模较大,施工难度较大;主塔采用爬模法施工。

(2)主梁采用悬臂拼装,但玄天湖景区内不具备航运条件,钢主梁仅能通过陆地运输至桥位附近,再通过船只运至桥下,现场焊接工作量大,施工质量控制难度大。

(3)全桥施工周期约 30 个月。

主桥工程投资约 21 700 万元。

2.7.3 景观寓意

该方案的景观设计亮点在于桥塔的设计,四根塔柱扎根大地并向上逐渐汇聚,仿佛四只伸向天空的巨擘,又似人类紧密相扣的手指。塔柱汇聚的走势,如同在天地间勾勒出向上的力量动线,融入天空的广阔背景。“扎根大地、指向苍穹”的姿态生动地表达出凝心聚力、合力发展的美好寓意。体现了巴蜀人民心往一处想、劲儿往一处使,凭借着坚韧不拔的毅力和团结协作的精神,跨越重重艰难险阻,共同向着更美好的未来奋勇前行。塔柱与桥梁整体及周边自然环境相互映衬,再次强化了“天人合一”的理念。让桥成为衔接人文精神与自然山水的纽带,高铁穿行时,更为这幅融合图景注入动感,见证发展与自然共生的力量。景观效果见图 14。

2.8 矮塔斜拉-青山塔影

桥式孔跨:主桥采用 75 m+136 m+75 m 部分斜拉桥^[16],桥式方案立面见图 15。

2.8.1 结构特征

(1)该方案仅 2 个主墩位于水中,主梁采用预应力钢筋混凝土箱梁,主塔与梁固结。

(2)最大温度跨 144 m,满足轨道对温度跨径的



图 14 独塔斜拉方案效果图

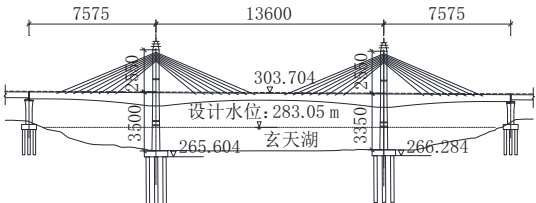


图 15 矮塔斜拉方案立面图(单位:cm)

要求,无需设置轨道伸缩调节器。

(3)结构刚度较大,工后残余变形值可控,设计及施工技术相对成熟。

2.8.2 施工方案

(1)水中桥墩基础采用先桩后堰法施工,主塔采用爬模或翻模法施工。

(2)主梁采用悬臂浇筑,施工难度一般。

(3)全桥施工周期约 22 个月。

主桥工程投资约 13 600 万元。

2.8.3 景观寓意

该方案桥塔的设计深植文化脉络,借鉴了藏地文化以及彝族文化的元素,将特色文化符号铸于建筑语言。铜梁区有藏、彝、傣、土家、布依等少数民族散居,向上汇聚的塔柱、塔身的图腾及塔顶装饰,承载着多区域文化融合的深意。既传递对天地神灵的敬畏、对族群繁荣的祈愿,又让桥成为民族文化的具象表达。以桥为载体,各族文化与山水交织,书写团结奋进的文化长卷,诠释多元一体与自然共融的美好意境,景观效果见图 16。



图 16 矮塔斜拉方案效果图

3 结 语

基于某高速铁路跨越玄天湖桥梁景观设计需

(下转第 293 页)