

交旅融合理念在龙里河特大桥方案设计中的应用

刘旭锴, 谢 斌, 闫 旭

(天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津市 300051)

摘 要:在国家大力推进美丽中国建设和交通强国战略的背景下,以主跨528 m的贵州龙里河特大桥为工程依托,针对交旅融合理念在高山峡谷景观斜拉桥方案设计中的应用展开研究,探索出了一套适合山区特大景观桥梁方案设计,同时与交旅融合理念深度匹配的整体解决方案,在桥梁总体宏观设计和结构微观设计层面均体现了“交通激活旅游场景、旅游促进交通转型”的交旅融合理念内涵。同时,对大桥景观设计进行了重点阐述。

关键词:交旅融合理念;龙里河特大桥;方案设计;应用

中图分类号:U448.27

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)09-0025-05

1 工程建设背景

2017年3月,交通运输部等6部门联合印发了《关于促进交通运输与旅游融合发展的若干意见》,提出构建“快进慢游”旅游交通网络,加速交通与旅游的融合发展;2017年10月,中共十九大报告明确要求“加快生态文明体制改革,建设美丽中国”;2019年9月,中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》,强调要深化交旅融合新业态、新模式发展,加强旅游资源富集区的交通建设,完善重要交通设施旅游服务功能,推动“旅游专列、旅游风景道、旅游航道、自驾车房车营地、游艇旅游、低空飞行旅游”等新业态发展^[1]。在国家大力推进美丽中国建设和交通强国战略的背景下,各地大胆创新实践,探索出了一种“利用交通便捷优势迎客快进,用独特秀美的周边旅游资源留客慢游”的发展模式^[2],简称“交旅融合”,旨在大力推进交通与旅游的融合发展,特别是对于经济落后的偏远山区,“交旅融合”已成为地方脱贫攻坚、带动全域旅游的重要手段。交通基础设施的完善可以有效优化人们的旅游体验,从而推动旅游地经济的发展^[3]。

国务院《关于进一步促进贵州经济社会又好又快发展的若干意见》指出,贫穷和落后是贵州省的主要矛盾,加快发展是贵州省的主要任务,贵州省尽快实现富裕,是西部和欠发达地区与全国缩小差距的一个重要象征,是国家兴旺发达的一个重要标志。贵

州省下辖3个自治州,其中黔南布依族苗族自治州位于贵州省中南部,是贵州省的南大门和西南出海的重要通道。自治州下辖9个县,其中龙里县是贵阳的东大门,是东出三湘、南下两广的要津,地理位置优越,交通区位优势明显。

龙里县境内山峦起伏,地形复杂,有“十里不同天”之说;气候温和舒适,日照充沛,冬无严寒,夏无酷暑,适宜生存居住;境内自然景观多姿多彩,民族风情古朴浓郁,特别是草原片区,不但是典型的高寒少数民族聚居地,民间文化深厚,民风民俗纯朴,而且拥有以高山峡谷和高山台地草原为主要特色的龙里大草原风景区。但是,工程建设之初,草原片区交通条件落后,尚无一条连通外界的快速路,旅游业促进当地经济发展的效果不明显。

2018年,龙里县实现脱贫摘帽,全县正处于政治、经济、文化等各项产业蓬勃发展的时期。为完善龙里交通路网,加快草原片区与外界的快速沟通,加强龙里旅游业发展对当地经济的促进作用,尽快使龙里县融入“贵阳经济圈”,实现龙里县城同贵阳市城市空间的融合,龙里县政府决定按“交通+旅游”理念修建一条草原片区通往外界的快速通道。该通道的控制性节点为龙里河特大桥(见图1、图2)。

龙里河特大桥跨越龙里河V形峡谷,主桥采用双塔双索面叠合梁斜拉桥,主跨528 m,主桥全长1 018 m,宽30 m。两座主塔为薄壁空心钻石形索塔,北塔高265 m,南塔高245 m。桥面距谷底逾280 m,桥面两侧拥有世界最长的高空玻璃栈道。该桥是连接龙溪内陆开放型经济发展先导区与草原片区的重要

收稿日期:2023-06-07

作者简介:刘旭锴(1965—),男,硕士,全国工程勘察设计大师,教授级高级工程师,从事桥梁设计及工程管理工作。



图1 龙里河特大桥桥位图



图2 龙里河特大桥效果图

交通节点,是一座交通和旅游价值较高的高山峡谷景观斜拉桥。大桥建成后,将彻底解决“龙里油画大草原”对外交通问题,使草原片区与龙里县之间的行车时间从1 h缩短为0.5 h,与贵阳市之间的行车时间从1.5 h缩短为0.5 h,社会、经济效益显著。同时,龙里河特大桥也将成为当地一个新的景点,最终形成一条集草原—大桥—峡谷—田园为一体的旅游线路,将会吸引全省乃至全国的旅游爱好者前来度假休闲,最大限度发挥“交旅融合”的作用,更好地满足游客在旅游、休闲、文化、民俗、生态、康养等多个方面的需求^[4]。

2 工程建设条件

桥址区群山起伏,峡谷纵横,溶洞暗河遍布,海拔高程1 149.00~1 440.81 m,相对高差约291 m,地貌复杂多样,主要为岩溶低中山—中低山侵蚀沟谷地貌,沟谷底部起伏较平缓,岸坡地形起伏变化大。区域属亚热带季风湿润气候,年平均气温14.8℃,最冷月均温4.6℃,最热月均温23.6℃,年降水量1 100 mm左右,多集中在夏季。

桥址区位于扬子准地台黔中腹地贵阳复杂构造变形区,地质构造较简单,场区发育有朵花逆断层,断层倾向西,倾角75°,属非活动性断裂。桥址区基本地震动峰值加速度为0.10g,地震动反应谱特征周期为0.35 s,地震基本烈度为Ⅶ,区域构造稳定性较好。图3、图4为桥址区地形地貌。



图3 桥址区地形地貌 1



图4 桥址区地形地貌 2

3 总体设计

3.1 桥位选择

该桥的桥位选择不但考虑了交通功能性,工程技术的可行性、安全性、经济性等常规因素,而且重点考虑了交通建设对当地旅游开发和自然环境的影响这一关键问题。桥位布设主要遵循以下原则:充分考虑桥位与已建路网、规划路网及其他运输方式间的衔接,使区域路网布置合理化;桥位的选择结合深沟两岸地形特点,尽量减小跨越峡谷的工程难度,充分考虑工程地质条件,避免穿越不良地质区,尽可能避让村庄和耕地,减少拆迁,控制工程规模;桥位的布置不应破坏原有的旅游资源,考虑龙里县城总体规划,尽量降低对当地自然和人文环境等资源的影响。经现场勘察和研究分析,初步拟定了3个桥位方案,即中线方案(方案一)、北线方案(方案二)和南线方案(方案三)。图5为桥位比选示意图。

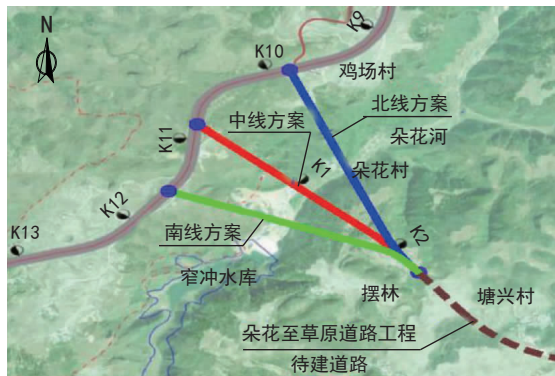


图5 大桥桥位比选图

中线方案(方案一),桥位处于 V 形峡谷的一座山岭上,距离窄冲水库(见图 6)约 630 m,V 形开口距离相对较小,桥梁规模相对较小,但山体陡峭对桥梁基础的布置不利;北线方案(方案二),桥位处于中线桥位临近北侧的山岭上,距离窄冲水库约 1 000 m,V 形开口距离相对较小,桥梁规模相对较小,但山体陡峭对桥梁基础的布置不利,且桥位处有现状朵花村,有拆迁问题;南线方案(方案三),桥位处峡谷呈 V 字形,山坡斜度相对较缓和,但 V 形开口距离较大,导致大桥规模增大,且该桥位距离窄冲水库约 270 m,距离水库过近。综合评定认为:中线在地形地质条件、工程规模、施工难易以及对水库的影响上,优点相对突出,特别是中线线位与峡谷垂直交叉,线位较为平直,行车视野最好,视觉效果最佳,旅游景观较好。故推荐中线桥位(方案一)。表 1 为桥位方案综合比较表。



图 6 窄冲水库大坝

3.2 桥型比选

中线桥位桥址处桥轴断面沟谷呈 V 型,桥轴两岸边坡坡度界于 30°~49°,谷底宽度约 140 m,路线设计线位与河谷北岸顶面台地为路堑,南岸顶面台地为填方路基,设计标高距离谷底约 280 m。根据线位地形和地质条件,重点考虑景观要求,选择大跨径特种桥梁跨越峡谷的桥型方案,可采用的桥型为斜拉桥、悬索桥和拱桥。若采用拱桥,跨径需在 470 m 以上,该跨径级别的拱桥,其施工难度和工程造价都是难以控制的,故不推荐。综合考虑技术、经济因素及可接受的施工风险,提出了主跨 528 m 组合梁斜拉桥(方案一)、主跨 600 m 钢箱梁斜拉桥(方案二)、主跨 600 m 单跨钢箱梁悬索桥(方案三)和主跨 800 m 单跨钢箱梁悬索桥(方案四)4 种方案,并对其进行技术经济比较。桥型方案总体比选见表 2。经综合考虑,推荐采用 528 m 主跨斜拉桥方案(方案一)。该方案桥跨组合为(3×40 m)预应力混凝土简支 T 梁+(60 m+185 m+528 m+185 m+60 m)双塔双索面组合梁斜拉桥+(41 m+41 m+40 m)预应力混凝土简支 T 梁,桥梁全长 1 260 m,其中主桥斜拉桥桥长 1 018 m,鸡场侧引桥长 120 m,摆林侧引桥长 122 m,为半漂浮体系。该方案桥型立面布置如图 7 所示。

大桥主跨 528 m,为双塔双索面叠合梁斜拉桥,主桥全长 1 018 m,主桥宽 30 m,主塔为薄壁空心钻石形索塔,北塔高 265 m,南塔高 245 m,桥面距谷底逾 280 m。

表 1 桥位方案综合比较表

比较项目	方案一:中线桥位	方案二:北线桥位	方案三:南线桥位
地形地质条件	桥位处沟谷狭窄,坡岸陡峭,山体表面完整	桥位处沟谷狭窄,坡岸陡峭,山体表面完整	桥位处沟谷宽阔,坡岸缓和,主桥基础所在山脊为水库料场,山体遭到扰动
工程规模	适中	较小	较大
施工难易度 ^[5-7]	坡岸陡峭,基础施工较困难,但桥梁规模小	坡岸陡峭,基础施工较困难,但桥梁规模小	坡岸缓和,基础施工相对容易,但桥梁规模较大,施工复杂
对水库的影响	距离水库有一定距离,影响小	距离水库有一定距离,影响小	距离水库过近,桥梁基础及施工过程对水库有一定影响
对景观的影响	视野好,桥塔比较直观	桥塔部分被遮挡	桥塔部分被遮挡

表 2 桥型方案综合比较表

比较项目	方案一	方案二	方案三	方案四
主桥跨径布置	60 m+185 m+528 m+185 m+60 m	2×50 m+140 m+600 m+140 m+2×50 m	600 m	800 m
主桥长度/m	1 018	1 080	600	800
塔高/m	265	264	178	162
施工难易度	技术相对成熟	技术相对成熟	技术相对成熟	难度相对较大
地质适应性	高	高	低	低
总工期/月	34	36	38	42
景观效果	桥塔高耸,挺拔	桥塔高耸,挺拔	气势雄伟	气势雄伟
造价	低	较低	较高	最高

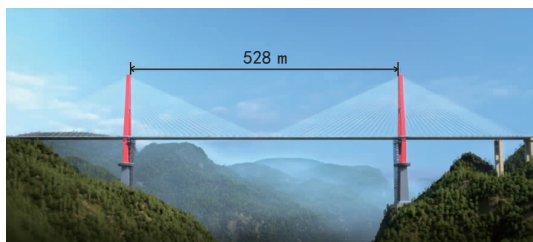
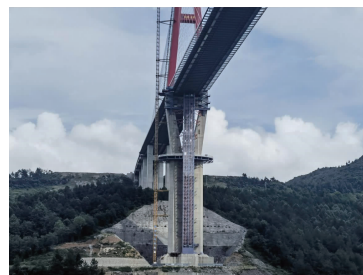


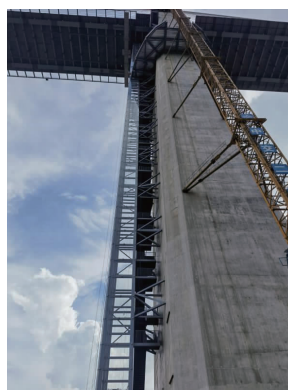
图7 龙里河特大桥桥型布置立面图



(a)实景照片1



(b)实景照片2



(c)实景照片3

图9 龙里河特大桥景观电梯实景

4 景观专项设计

文化内涵是保持旅游景区核心竞争力的关键^[8-9]。根据《龙里大草原国际旅游度假区概念策划方案》，按“交通+旅游”理念设计龙里河特大桥。结构设计融合景观元素，桥梁建成后其本身可成为当地一景。结合水库、朵花旅游小镇、草原度假区等周边景观，通过多种方式赋予桥梁旅游休闲属性，吸引八方来客，让游人在大自然中体验原生态的惊险与刺激，全方位融入蓝天绿水之间；提供多种人与自然景观互动的可能性，带动当地配套服务业及房地产行业的共同发展，使大桥成为促进当地经济发展的新亮点。该桥景观设计包含景观电梯、景观平台、绕塔人行平台、玻璃人行道和色彩照明5个专项，打造“谷底—塔柱—桥面”多维立体的峡谷观光空间（见图8），极大提升桥位区域的旅游价值。

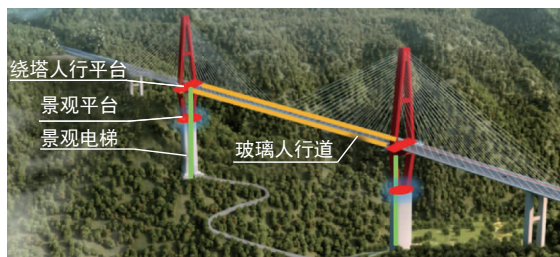


图8 龙里河特大桥景观专项设计组成

4.1 景观电梯

在大桥5#和6#主墩侧分别设置两部电梯，共设3层3站，连接桥面、景观平台和地面。电梯额定速度4.0 m/s，配合钢结构井道，轿厢两侧壁及后壁为观光面，两台并联控制。每部电梯载重1 600~1 800 kg，提升高度120~140 m。图9为龙里河特大桥景观电梯。

4.2 景观平台

在主塔墩顶设置玻璃休闲平台（见图10），平台构造采用空间钢桁架形式，结合室外电梯共同营造独一无二的娱乐休闲空间。景观平台是游客的第一驻足点，结合周边自然风光开展丰富多彩的娱乐项目，使身处群山之中的游客心旷神怡。



图10 龙里河特大桥景观平台效果图

4.3 绕塔人行平台

在主塔横梁处桥面设置绕塔人行平台（见图11）。平台与两侧玻璃步道相连，保证人流的连续性，同时可作为桥面观景平台和换向平台，使游客体验不同风景。绕塔人行平台作为游客第二驻足点，是体验惊险与刺激的过渡平台。平台采用压型钢板-混凝土组合桥面板，总厚度为100 mm。



(a)平台效果图1



(b)平台效果图2

图11 龙里河特大桥绕塔人行平台效果图

4.4 玻璃人行道

为利用当地得天独厚的自然景观，在主桥人行道外侧设置玻璃步道体验区（见图12）。



(a)玻璃人行道效果图 1

(b)玻璃人行道效果图 2

图 12 龙里河特大桥玻璃人行道体验区效果图

在调研国内外知名观景平台、栈道后设计建成该玻璃人行道。已建成的玻璃结构设计新颖、造型简洁美观,与周边的自然环境十分协调。地面、护栏采用全通透超白玻璃制作,便于游客全方位观景。该桥的玻璃人行道及平台建成后,大桥将成为当地的地标性建筑,吸引大量游客前往观光。大桥人行道总宽 5.5 m,其中内侧常规人行道宽 2.5 m,外侧玻璃人行道宽 3 m。玻璃人行道采用 12 mm+15 mm+12 mm 三层钢化夹胶玻璃,玻璃周边与钢结构接触区域设置弹性橡胶垫块,玻璃块间设置定制穿孔硅胶,以保证玻璃与钢梁之间变形的协调性。

4.5 色彩与照明

无论位于城市还是山林,桥梁的色彩都不是孤立存在的,必须与环境色彩相协调。这种协调可以表现为两者为同一色系,但稍加变化,相似相谐;也可以表现为桥梁与环境色彩反差巨大,相映成辉,使大桥本身成为区域景观视觉焦点,成为该区域的地标性建筑。该工程的环境色呈现出色彩纯度高、体量完整、色相偏冷的显著特点,大体块的蓝天白云与绿色山林,犹如一块优质的色彩背景,呼唤着一抹由人类文明带来的点睛之笔:红色。红色是苗族人民深为喜爱的传统色彩,象征着热情、活力和蓬勃的生命,也是表现钢桥材质最经典的色彩之一,承托着人类百年来现代科技的积累和沉淀,显示出无与伦比的力量与刚度。因此,该桥主体色彩采用红色。

从结构、施工、经济等多角度综合考虑,选择了钢材作为全桥最主要的材质,同时从观景、旅游等软性要件出发,选择了全透明的夹胶安全玻璃作为人行道及观景平台的材质,两种迥然不同的材料结合起来,形成了卓然不群的桥梁景观效果。远观时,首先跃入游人眼帘的是雄伟坚实的桥塔,透明玻璃弱化了人行道宽度,使桥面显得纤巧细致,玉带盈盈;当行人走上桥面,进入小尺度的观赏视角时,透明玻璃的晶莹剔透则会令人赏心悦目,充分享受到融入自然的美和快乐。同时,透过玻璃清晰可见的钢骨架则为人们提供了强大的心理安全提示,使游人在有惊无险的愉悦心境中畅游山水。

结合龙里大草原的地域特色、文化特色,运用灯光语言彰显大桥的恢弘、大气和时尚。大桥的照明设计合理应用了彩光和动态照明,突出了桥梁主塔的稳重大气和桥梁整体的结构美感。大桥的灯光设计按平日、节日、重大节日、深夜等不同照明场景设计照明方案,使龙里河特大桥这张龙里大草原的旅游名片更为亮丽(见图 13)。



图 13 龙里河特大桥夜景照明效果图

5 结 语

龙里河特大桥作为龙里县草原片区对外联系的通道,交通功能明显。通过在桥梁总体设计和结构设计中融入“交旅融合”理念,并结合当地独有的自然人文特色,开展了全方位的专项景观设计。桥梁建设考虑了交通运输与旅游业的协同发展^[10],项目建成后将成为当地的地标性建筑,吸引大量游客,为当地旅游经济的发展提供动力。本文对“交旅融合”理念在贵州龙里河特大桥方案设计中的应用研究,效果是显著的,实践是成功的,研究成果可为后续山区特大景观桥梁的设计和施工提供借鉴。

参考文献:

- [1] 杨星,岳福青,范瀑媚.风景道发展的思考与对策建议[J].中国公路,2022(6):40-42.
- [2] 韦增平,黄德欢.促进交通建设与旅游融合发展的探索与实践[J].西部交通科技,2019(11):181-183.
- [3] 蒋婷.交旅融合背景下旅游公路景观规划设计与运用的探讨[J].旅游与摄影,2023(3):89-91.
- [4] 武保华,梁爱霞.交旅融合背景下的景观桥梁设计[J].山西建筑,2022(21):145-148.
- [5] 谢泽福.结合梁斜拉桥悬臂施工阶段剪力滞效应分析[J].桥梁建设,2013,43(4):14-19.
- [6] 董正良,孙晓伟,陈诚.峡谷大跨径钢桁梁斜拉桥上构施工关键技术[J].施工技术,2018,47(16):66-70.
- [7] 刘苗,宁凯,孔令洲.叠合梁斜拉桥缆索吊机系统设计与施工应用[J].公路,2018,63(4):118-124.
- [8] 杨灿文,张强,石建华.池州长江公路大桥主通航孔桥设计[J].桥梁建设,2016,46(4):92-96.
- [9] 王一迦,刘畅.旅游公路桥梁景观设计方法浅析[J].公路交通技术,2018,34(6):137-142,149.
- [10] 陈成.交通运输与旅游业的协同发展研究论述[J].全国流通经济,2017(33):43-44.