



景洪勐泐大桥通航问题研究

吴纪红¹, 陈明栋¹, 陈志福²

(1. 重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074; 2. 中国铁建港航局集团有限公司, 广东 珠海 519070)

摘要: 根据桥位选择的基本原则, 结合桥区工程概况、航道条件等方面对正交及斜交2个桥位进行比较, 得出景洪勐泐大桥斜交桥位为推荐桥位。通过对斜交桥位各桥型方案的通航净空尺度、桥墩位布置等因素对通航影响等方面进行研究, 确定将330 m跨钢箱拱桥桥型作为推荐桥型。最后通过水流数值模拟并结合实测资料进行分析, 分析建桥后对通航水流条件的影响情况, 从而更加确定推荐方案的合理性。

关键词: 景洪勐泐大桥; 桥位; 桥型; 水流数值模拟

中图分类号: U 612.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)06-0123-008

Navigable problem of Jinghong Mengle bridge

WU Ji-hong¹, CHEN Ming-dong¹, CHEN Zhi-fu²

(1. School of River & Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

2. CRCC Harbour & Channel Engineering Bureau Group Company, Zhuhai 519070, China)

Abstract: According to the basic principles of the bridge site selection, and combining with the bridge area project overview and channel condition, we compare the orthogonal and bias bridge sites, and draw the Jinghong Mengle bridge skew bridge site as the recommended bridge site. Based on the research on the influence of navigation clearance dimensions and pier bit arrangement on navigation, we determine the 330 m span steel box arch bridge as the recommended bridge. Moreover, through the flow numerical simulation and combining with the measured data, we analyze its influence on navigation flow condition and thus determine the reasonableness of the recommended scheme.

Key words: Jinghong Mengle bridge; bridge site; bridge type; flow numerical simulation

景洪勐泐大桥位于景洪—勐仑公路(国道214线西双版纳州景洪过境公路)跨澜沧江处, 其为跨越澜沧江的控制性工程。大桥按一级公路改建, 设计速度60 km/h, 两岸均与该公路相接: 后退向与1 300 m长的勐泐隧道约距950 m, 前进向直接接勐泐互通立交主线, 且匝D、匝E两匝道均于江北岸桥下斜穿。大桥建成后将与景仑公路、第二环城公路(新南过境线)及国道214线形成环形路网, 构成顺畅的旅游环线, 对提升西双版纳的旅游形象地位, 完善西双版纳乃至整个滇西的路网结构都有着十分重要的意义。

本文主要对拟建的景洪勐泐大桥桥位选址、桥型选择和通航尺度进行研究。

1 桥区工程概况

1.1 流域概况

澜沧江流域位于东经94°~102°、北纬21°20'~33°40'之间, 河流大体自北向南流, 流域呈条带状。

1.2 气象

澜沧江流域总体属于西部型季风气候, 其显著特点是干、湿二季分明。流域内多年平均气温由上游往下游, 在0.2~22.4℃变化, 极端最高气

收稿日期: 2012-11-21

作者简介: 吴纪红(1990—), 女, 硕士研究生, 专业为港口海岸及近海工程。

温相差较大,大致在 $25.5\sim 41.1^{\circ}\text{C}$,极端最低气温从 -33.1°C 变化至 1.9°C 。从整个流域看,降水和气温均由北往南随纬度降低而递增。

1.3 水文泥沙特性

水位变幅由 17.82 m 降至 11.60 m ,景洪站实测最小流量为 $388\text{ m}^3/\text{s}$,最大洪水流量仅 $9\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 。

澜沧江为多沙河流,年最大悬移质输沙量 1.45 亿t ,多年平均输沙率为 2.62 t/s ,汛期6—10月输沙量占全年总量的90%,非汛期输沙率很小。根据景洪水文站1978年含沙量资料统计,最大含沙量 15.7 kg/m^3 ,多年平均含沙量 1.03 kg/m^3 。

1.4 工程地质条件

桥址位于微切割梁岗状低山—低中山,微地貌属河谷谷地地貌。桥址处为一向北东的单斜层,场地附近局部被第四系覆盖,基岩风化程度差异大,局部有出露。区域地质构造较简单。

1.5 航道现状

建桥河段现状可达到V级航道标准,可以通行 $300\sim 500\text{ 吨级}$ 船舶(队)。

2 桥位方案选择的通航论证

2.1 航道条件

桥区河道整体上平面呈反“S”形,桥址处在上、下游反弯的微弯顺直过渡段上,过渡段长约 2.77 km ,其中上游长约 2.1 km ,下游长约 0.67 km 。

桥址河段两岸山峰林立,河岸陡峭。河道内洪、中、枯水地形走势基本一致。

其中桥轴线上游附近河段,主槽偏右岸;而其下游附近河段,主槽偏左岸。河槽主槽为石质与沙卵石河床。

2.2 桥位比选

桥位选择是桥梁建设中的第一步,也是至关重要的一步^[1-2]。在桥梁方案设计中,主要提出了2个桥位方案,如图1所示。

1) 正交桥位:桥位轴线与河道基本正交,上距西双版纳大桥约 10 km ,下距橄榄坝电站坝址约 9 km 。

2) 斜交桥位:桥位轴线位于正交桥位下游约 0.66 km ,上距西双版纳大桥约 10.7 km ,下距橄榄坝电站坝址约 8 km ,且位于上下游两弯道的过渡段内,轴线与河道呈 60° 斜交。

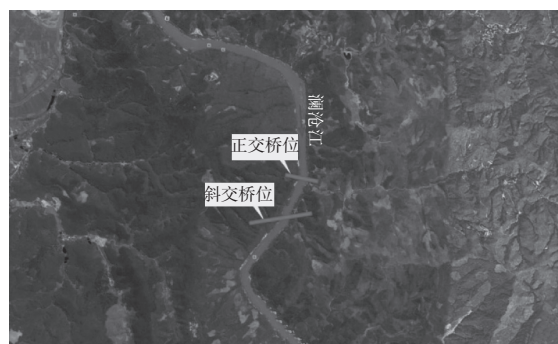


图1 两桥位地理位置

2.2.1 正交桥址方案

优点: 1) 轴线与河道基本正交,较好地满足了GB 50139—2004《内河通航标准》中关于2座相邻水上过河建筑物的轴线间距要求; 2) 从河势上看该桥位正位于上游弯道顶,桥轴线上下游分别有 1.1 km 和 1.67 km 的顺直段; 3) 大桥垂直跨越澜沧江,跨江段长度仅约 $140\sim 200\text{ m}$,且造型美观。

缺点: 1) 轴线处河道微弯,对船舶航行视线有一定影响; 2) 河流两岸为植被密集的高削陡坡,两岸桥头的路线弯曲半径仅能达到 $R=60\text{ m}$ 左右,不能满足道路设计规范要求; 3) 两岸互通立交及疏解方案布置困难,部分匝道将延伸至主桥段,需要加宽桥面宽度来满足匝道设计要求。这种设计不仅造价偏高,结构上非常不合理。

2.2.2 斜交桥址方案

优点: 1) 轴线处河道较为顺直,上下分别约有 2.1 km 和 0.67 km 的顺直段; 2) 中、枯水期桥址处水流较为平缓,水深较大(一般在 $10\sim 29\text{ m}$); 3) 大桥两头地域半径分别达 350 m 、 351 m ,平纵指标较好,较有利于互通立交的布置与衔接; 4) 两岸接线及边坡开挖工程量较小,占用的林地、河滩地相对较少。

缺点: 1) 轴线与澜沧江航道大角度斜交,轴线及水流夹角不满足“国标”相关规定; 2) 为满足通航要求须采用一跨过江大跨度桥型,造价偏高; 3) 桥梁与河道大角度斜交,造型不美观。

2.3 综合比较结果

综上所述,由于从公路及桥梁建设的设计要求分析,正交跨江方案受澜沧江河道条件限制,两岸桥头路线及互通立交的弯曲半径不能满足最小极限半径规定,路线及互通部分在平面上无法

布置。此外该方案桥头路基开挖工程量巨大,后期边坡安全隐患亦较大,因而正交桥位方案实际上不具备比选条件。斜交跨江方案虽存在众多不足,但在满足“一跨过江”的前提下,大桥桥位将不受“规范”要求的河道特性和通航环境等选址条件的约束^[3],而且拟选桥址两岸目前尚无相应水工建筑物,通航环境单一,所以技术上较为简单,对通航影响小,因此将斜交桥位方案作为景洪勐泐大桥的推荐桥位方案。

3 桥型方案

合理的选择桥型成为影响整个工程造价、施工工期及使用功能的关键,所以根据景洪勐泐大桥桥位处地质、水文等条件,对推荐桥位提出了3种桥型方案综合比较,分析如下:

方案1(推荐方案):主跨330 m——钢箱拱桥;

方案2(比选方案):主跨310 m——悬索桥;

方案3(比选方案):主跨310 m——斜拉桥。

3.1 通航净空尺度规范要求

根据《云南省澜沧江航运发展规划》,橄榄坝库区航道为V级航道,规划等级为IV级标准,航道近期维护尺度为2.0 m×40 m×300 m(航深×航宽×弯曲半径,下同);远期维护尺度为2.2 m×50 m×330 m。因此,大桥通航净空尺度按此标准论证。结合建坝后该河段的通航条件,研究选择2×500吨级船舶,即《内河通航标准》中IV-(3)-2排1列船队(111.0 m×10.8 m×1.9 m,总长×型宽×满载吃水)为大桥通航研究代表船舶。

按照GB 50139—2004《内河通航标准》规定,过河建筑物通航净空高度应不小于8.0 m。同时根据云南省航务管理局《关于对橄榄坝枢

纽通航建筑规模型式等问题的复函》(云航规划[2005]192号)中有关过河建筑设计通航净空尺度问题复函:考虑到澜沧江国际运输船舶的实际,过河建筑单向通航净空高度要满足12 m的要求。因此,大桥净空高度应满足双向通航净空高度8 m、单向通航净空高度12 m的要求,且确定的净空尺度应留有一定富裕度^[5]。

当水流横向流速大于0.8 m/s时,应一跨过河或在通航水域中不设置墩柱^[3]。由以上通航水流条件成果分析可知,该桥净宽要求需满足一跨过江条件。

各通航净空尺度计算图及相应墩位平面布置图列于图2~4(高程以m为单位,其余为cm)。

3.2 通航净高尺度比较

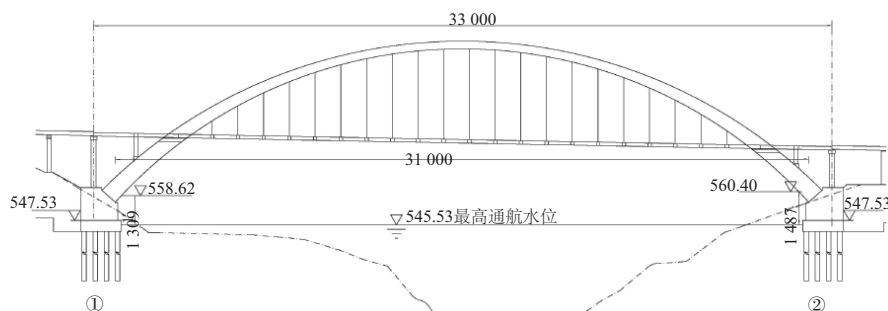
如表1所示。推荐桥型通航净高相对比选方案较小,但通航净高尺度至少为13.09 m,可满足《内河通航标准》8.0 m以及单向通航净高12.0 m的最小值要求。

3.3 通航净宽尺度比较

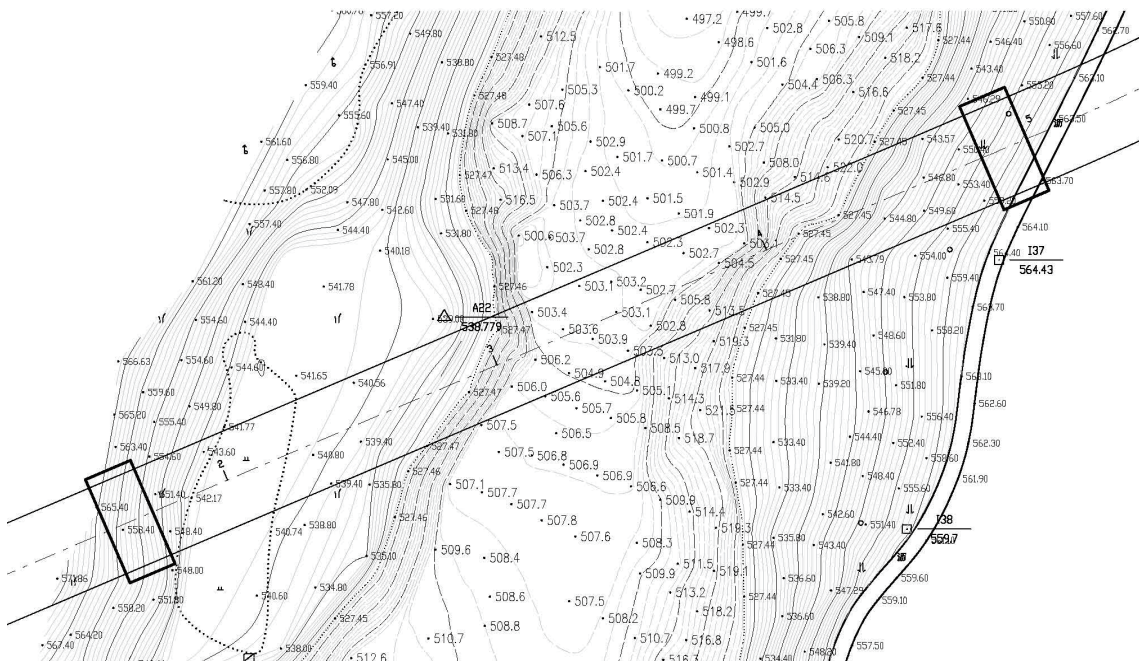
如表2所示。两个比选方案虽采用较大跨度,但由于主桥墩台在高水位期位于水中,对船舶航行有一定影响,且不满足一跨过江的要求。推荐方案采用330 m跨钢箱拱桥桥型,左右两拱座最低河床高程分别为545.70 m和547.30 m,位于大桥最高通航水位以上岸边;两岸承台最外边缘处虽有少部分出露,但也位于最高通航水位水边线附近以上,对通航未产生任何影响,且满足“一跨过江”要求。

3.4 桥墩位布置

根据各桥型方案的结构布置图,整理出各墩位的河床高程于表3。实测航迹线距主墩边缘的距离见表4。

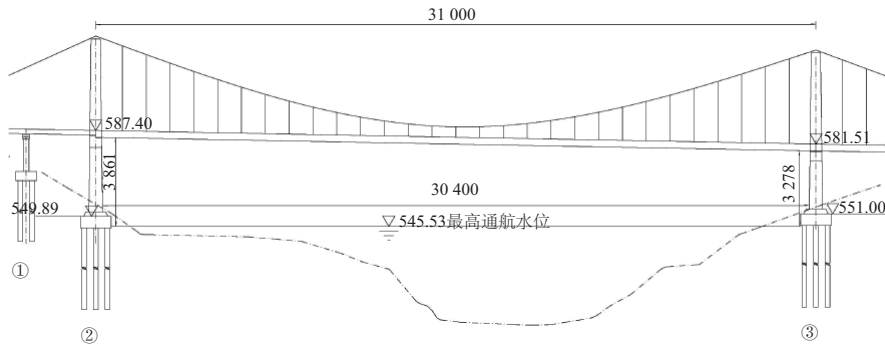


a) 净空计算

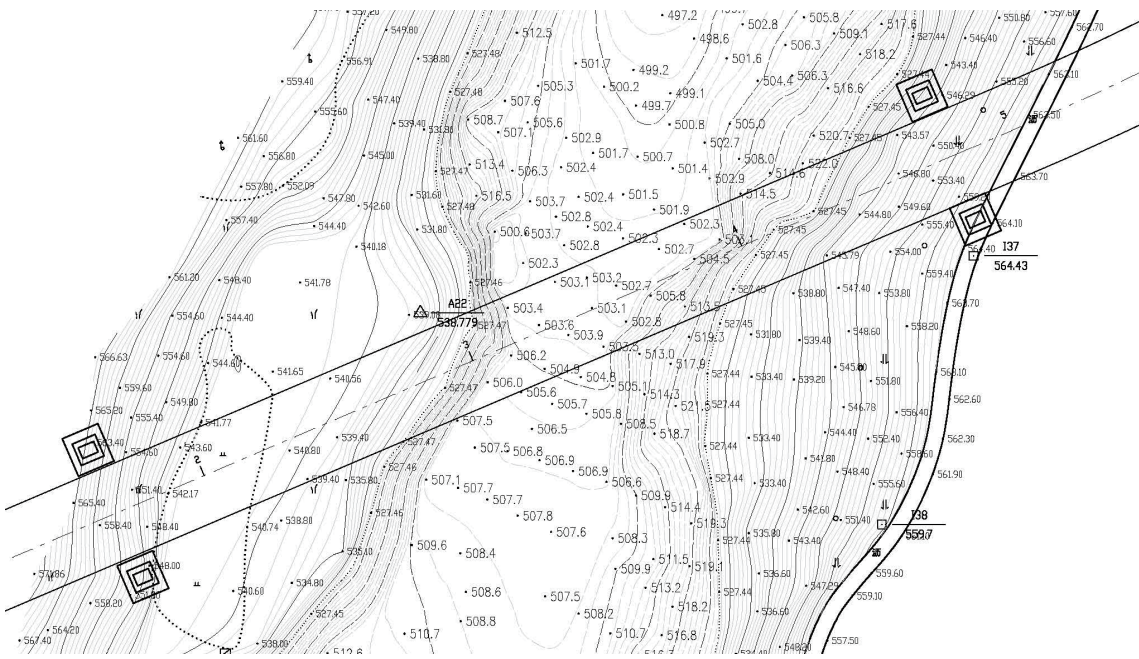


b) 墩位平面布置

图2 方案1 (推荐方案) 通航净空尺度计算及相应墩位平面布置示意图

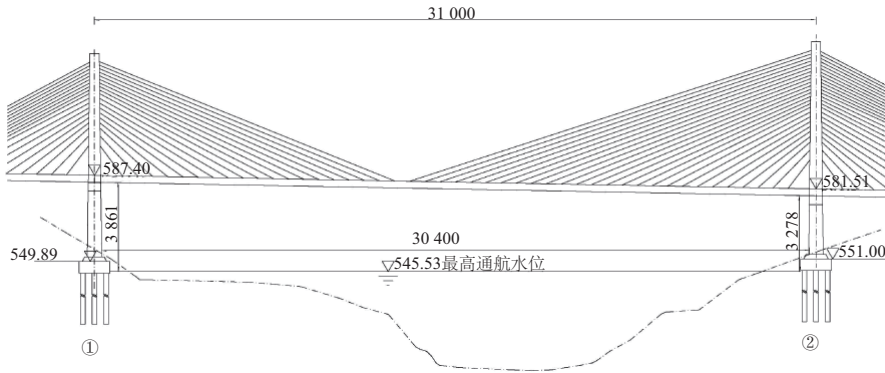


a) 净空计算

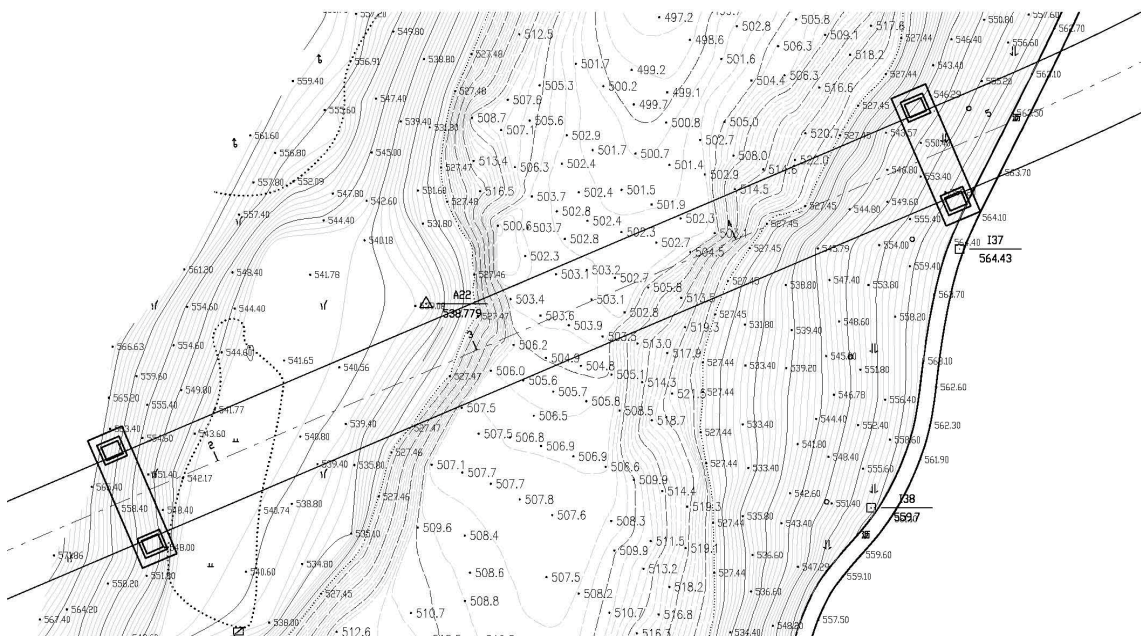


b) 墩位平面布置

图3 方案2 (比选方案1) 通航净空尺度计算及相应墩位平面布置示意图



a) 净空计算



b) 墩位平面布置

图4 方案3(比选方案2)通航净空尺度计算及相应墩位平面布置示意图

表1 通航净高尺度比较

方案	桥型	桥墩处桥面高程/m		桥梁上部结构厚度/m		桥孔最小通航净高/m
		左主墩	右主墩	左主墩	右主墩	
1	钢箱拱桥	581.54	587.27	21.14	28.65	13.09
2	悬索桥	581.51	587.40	3.20	3.20	32.78
3	双塔斜拉桥	581.51	587.40	3.20	3.20	32.78

注:对于方案1,桥面高程是指最高通航水位线与岸线交点处的桥面高程;桥梁上部结构厚度是指拱圈底边缘至桥面的距离。

表2 通航净宽尺度比较

方案	桥梁主跨/m	桥墩迎水面宽/m	桥孔净宽/m	覆盖水域/m
1	330	16.7	310	310
2	310	6.3	304	304
3	310	6.3	304	304

注:最高通航水位545.53 m、橄榄坝539.5 m蓄水时和最低通航水位526.51 m时,桥址处河面宽度分别为216 m、161 m和78 m。

方案1(推荐)采用了一跨过江的330 m跨钢箱拱桥桥型方案,2个拱座位置经历反复优化,中心布设在557.70 m(左拱座)和556.91 m(右拱座)高

程处,且左右2拱座最低河床高程分别为545.70 m和547.30 m,均位于最高通航水位以上,其余2个必选方案左右主墩最低河床高程均低于最高通航

表3 各桥型方案主墩最低河床高程

方案	桥型	左岸主墩(江北)/m	右岸主墩(嘎洒)/m
1	330 m跨钢箱拱桥	545.70	547.30
2	310 m跨悬索桥	534.20	542.70
3	310 m跨斜拉桥	539.80	546.80

注：主墩河床高程采用2010年12月地形(黄海高程)统计。

表4 各桥型方案主墩边缘距实测航迹线最近距离

水期	方案1		方案2		方案3	
	距拱座/m	距拱座/m	距左墩/m	距右墩/m	距左墩/m	距右墩/m
枯水($Q=785 \text{ m}^3/\text{s}$)	66	89	59	88	55	83
中水($Q=1\ 970 \text{ m}^3/\text{s}$)	82	67	75	65	72	60

水位。从实测的中、枯水航迹线与主墩边缘距离分析, 2次实测航迹线距推荐桥型方案的左主墩最小距离为66 m, 距右主墩为67 m(表4), 均远离上下行船舶航行区域。因此, 330 m跨桥孔基本跨越了桥区典型水位期的船舶航行水域, 建桥对通航无影响。因此分析认为, 推荐方案桥墩位布置基本合理。

4 建桥后通航水流条件比较

为分析建桥后对通航水流条件的影响情况,

选择水流数值模拟并结合实测资料进行分析。数值模拟方法是桥梁设计阶段分析建桥前后桥区水流变化及其对通航影响的一种有效方法^[6]。此次数模研究进行了代表枯、中洪、洪及大洪水共4级流量的计算, 同时考虑了橄榄坝运行20年后的情况。通过数学模型计算, 获得建桥前后水流条件的变化, 以此分析桥梁建设对通航水流条件的影响。航线水流条件变化参见表5, 桥轴线断面流速变化见表6。

表5 建桥后上行航线流速、比降变化

流量时间	方案	距桥轴线/m	建桥前流速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	流速变化值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	建桥前比降/‰	比降变化值/‰
$Q=10\ 207 \text{ m}^3/\text{s}$, 成库前	2	上游100	3.71	0	0.55	0.04
		0	3.86	0	0.58	-0.06
		下游100	4.74	0	1.46	0
	3	上游100	3.71	0	0.55	0
		0	3.86	0	0.58	0
		下游100	4.74	0	1.46	0
$Q=10\ 207 \text{ m}^3/\text{s}$, 运行20a	2	上游100	3.47	0.01	0.62	0.03
		0	3.59	0	0.66	0.07
		下游100	4.37	0.02	1.42	-0.05
	3	上游100	3.47	0	0.62	0
		0	3.59	0	0.66	0
		下游100	4.37	0	1.42	0

表6 建桥后下行航线流速、比降变化

时间	方案	距桥轴线(m)	建桥前流速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	流速变化值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	建桥前比降/‰	比降变化值/‰
$Q=10\ 207 \text{ m}^3/\text{s}$, 成库前	2	上游100	3.93	0.01	0.46	-0.02
		0	3.97	0.01	0.44	-0.07
		下游100	4.26	0	0.65	0.15
	3	上游100	3.93	0	0.46	0
		0	3.97	0	0.44	0
		下游100	4.26	0	0.65	0
$Q=10\ 207 \text{ m}^3/\text{s}$, 运行20 a	2	上游100	3.66	0	0.56	0
		0	3.62	0	0.58	0
		下游100	3.87	0.01	0.70	0
	3	上游100	3.66	0	0.56	0
		0	3.62	0	0.58	0
		下游100	3.87	0	0.70	0

方案1左右拱座对应最低河床高程分别为545.70 m和547.30 m;方案2左右主墩对应最低河床高程分别为534.2 m和542.70 m;方案3左右主墩对应最低河床高程分别为539.80 m和546.80 m。对各计算工况而言,橄榄坝成库前(天然情况), $Q=10\ 207\ \text{m}^3/\text{s}(P=10\%)$ 时,桥址水位为541.85 m,推荐方案左右拱座均位于水面线以上,而2个比选方案左墩台均位于水面线以下。因此,为分析各个建桥方案对通航水流条件的影响情况,研究选择橄榄坝成库前和运行20 a,流量 $Q=10\ 207\ \text{m}^3/\text{s}(P=10\%)$ 时的计算工况作为分析对象。

据以上分析,在各计算工况情况下,推荐方案对通航水流条件没有影响,所以数值分析仅针

两个对比选方案进行。

4.1 代表航线水流条件变化分析

在枯、中水航线中选取两条代表性航线进行流速、比降变化的统计分析。范围为对桥轴线断面上下游约一个代表船队长度,如表5、6所示。

从表中得出,无论对上行还是下行航线,建桥后流速增值较小,增幅一般不超过5%;比降增加后的值仍然较小,最大仅0.80‰,并且影响范围主要控制在上下游100 m范围内。因此,桥梁的建设对通航水流条件不会带来明显影响。

4.2 桥位断面流速变化分析

桥梁对水流的影响主要体现在桥位附近,分析结果如表7、8所示。

表7 建桥后桥位断面流速、流向变化($Q=10\ 207\ \text{m}^3/\text{s}$,成库前)

方案	距左主墩/m	建桥前流速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	流速变化值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	建桥前水流夹角/(°)	水流夹角变化值/(°)
2	38.70	0.94	-0.08	67.50	-0.30
	70.83	2.56	-0.01	46.00	0.20
	96.10	3.40	0.00	42.80	0.00
	115.70	3.88	0.00	45.00	0.00
	147.50	3.86	0.00	41.30	0.00
	166.10	3.80	0.00	40.20	0.00
	199.30	3.79	0.00	35.40	0.00
	214.50	3.21	0.00	35.20	0.00
3	239.00	0.55	0.00	47.20	0.00
	38.70	0.94	0.00	67.50	0.00
	70.83	2.56	0.00	46.00	0.00
	96.10	3.40	0.00	42.80	0.00
	115.70	3.88	0.00	45.00	0.00
	147.50	3.86	0.00	41.30	0.00
	166.10	3.80	0.00	40.20	0.00
	199.30	3.79	0.00	35.40	0.00
214.50	3.21	0.00	35.20	0.00	
239.00	0.55	0.00	47.20	0.00	

从表中结果可知,桥梁工程的建设对桥位断面流速流向的影响很小。

4.3 结果分析

由于设计采用大角度斜交跨江方案,水流夹角和横流较大,不满足《内河通航标准》的相关要求。但由于采用的均是大跨度桥型方案,对通航条件的影响均不明显。比较3种方案,由于推荐方案采用了“一跨过江”方案,在流速影响范围、代表航线上比降变化、桥位断面流速流向的

变化等方面均较比选方案为优。

5 结语

1) 峡谷型山区河流中桥位选址不满足要求、且需要采用大角度斜交航道时,应充分考虑通航要求,并采用“一跨过江”桥型方案。

2) 通航净空尺度的综合比较应结合各水位的通航条件,并考虑桥墩及承台的碍航影响,优选出最优桥型方案。

表8 建桥后桥位断面流速、流向变化 (Q=10 207 m³/s, 橄榄坝运行20 a)

方案	距左主墩/m	建桥前流速/(m·s ⁻¹)	流速变化值/(m·s ⁻¹)	建桥前水流夹角/(°)	水流夹角变化值/(°)
2	44.10	1.88	-0.12	44.80	-0.40
	73.10	2.53	-0.01	44.60	-0.30
	95.20	3.12	0.00	43.20	0.00
	115.50	3.58	0.00	45.00	0.00
	145.10	3.56	0.00	47.30	0.00
	154.60	3.51	0.00	43.20	0.00
	184.50	3.23	0.00	42.50	0.00
	214.60	3.50	-0.01	47.10	-0.10
	265.80	2.32	-0.06	49.30	-0.30
3	44.10	1.88	-0.01	44.80	-0.10
	73.10	2.53	-0.01	44.60	0.00
	95.20	3.12	0.00	43.20	0.00
	115.50	3.58	0.00	45.00	0.00
	145.10	3.56	0.00	47.30	0.00
	154.60	3.51	0.00	43.20	0.00
	184.50	3.23	0.00	42.50	0.00
	214.60	3.50	0.00	47.10	0.00
	265.80	2.32	0.00	49.30	0.00

3) 为了有效保护航道资源及有利于航道的升级发展, 对位于规划库区桥梁, 应研究预测建库后水库的调度运行对通航净空尺度和通航条件的影响, 避免出现后发的和难以弥补的碍航影响。

4) 本文针对复杂河道条件、水流条件以及建库影响的山区河流通航研究成果, 可为类似工程借鉴参考。

参考文献:

[1] 陈明栋, 罗家麟, 杨斌. 通航河流中桥梁选址应注意的一些问题[J]. 重庆交通学院学报, 1998(1): 31-38.

[2] 王多垠, 杨红, 陈明栋. 通航河流上跨河建筑物布设的基本原则[J]. 重庆交通学院学报, 2001(S1): 124-126.
 [3] 杨斌, 陈明栋. 山区通航河流中桥梁选址和设计应注意的问题及通航影响评价[J]. 中国港湾建设, 2007(2): 39-41.
 [4] 车文庆. 浅谈山区高等级公路桥梁设计[J]. 建设科技, 2009(1): 89-90.
 [5] 陈明栋, 王多垠. 探讨跨江桥梁通航净空尺度和通航安全保障措施[J]. 水运工程, 2001 (4): 42-43, 48.
 [6] 范平易, 邹早建, 汪淳. 基于桥区水流数值模拟的桥墩对通航影响分析[J]. 中国航海, 2010, 33(1): 37-41.

(本文编辑 郭雪珍)

