

端芬河整治工程河流设计水面线的推算

王庆^{1,3}, 洪滨^{2,3}

(1. 广东省水利水电技术中心, 广东 广州 510635; 2. 环境保护部 华南环境科学研究所, 广东 广州 510655;
3. 中山大学 地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

摘要: 通过分析端芬河所在水系的洪潮遭遇情况及干支流洪水组合情况, 得出该水系的洪潮遭遇特性, 以此为基础对该河段洪潮水面线进行推算和结果分析, 可为内河防洪堤的设计提供参考。

关键词: 设计水面线; 洪水; 洪潮遭遇; 起推流量

中图分类号: TV131.4

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2012)04—0148—03

Deduction and Calculation for Designed Water Surface Profile in Regulation Engineering of Duanfen River

WANG Qing^{1,3}, HONG Bin^{2,3}

(1. Guangdong Technical Center of Water Conservancy and Hydropower, Guangzhou, Guangdong 510635, China;
2. South China Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Guangzhou, Guangdong 510655, China;
3. College of Geographical Science and Planning, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong 510275, China)

Abstract: The flood-tide encounter and flood combination conditions of Duanfen River are analyzed here to get the flood-tide encounter's characteristics of the river system. Simultaneously, the flood-tide water surface profile's calculation and result analysis are carried out based on the above analysis, so as to provide references for the design of river's anti-flood embankments.

Keywords: designed water surface profile; flood; flood-tide encounter; initial push flow

1 概况

端芬河为广东省台山市大隆洞河的一级支流, 属粤西烽火角水系流域区, 集水面积 70.6 km², 河流总长 22.34 km, 河流比降 0.06%。烽火角水系属南亚热带海洋性季风气候, 受台风暴雨影响较明显, 集雨面积 709 km², 流域三面环山, 南临大海, 腹部为大片冲积平原, 有大隆洞河、端芬河、斗山河和镇口河四条主要河流, 其中主流大隆洞河发源于大隆洞山系阿婆髻, 与支流端芬河相汇, 至合海口处与斗山、镇口两支流汇合后, 经烽火角水闸流入南海。烽火角水系示意图见图 1。

端芬河为大隆洞河的重要支流, 河道水面线受大隆洞河水位影响, 其设计水面线必须由烽火角水闸向上推求。先计算整个烽火角水系的设计洪水(上游水库下泄流量按水库调洪演算得下泄洪水过

程与区间洪水及各河道洪水组合, 考虑洪水演进时间后进行叠加计算, 再与中下游涝区排涝流量直接叠加得全流域设计洪水); 然后分析内河洪水与外海潮汐相碰与遭遇情况, 先后分别推算以洪为主及以潮为主的大隆洞河、端芬河水面线, 取外包线得到设计水面线成果。

2 设计起推流量分析

烽火角水系内的河流根据洪涝分界点划分为洪水区和涝区两部分, 洪水区又分为水库下泄洪水和河道区间洪水两部分, 先分析水库下泄洪水和区间洪水组合以及各河道洪水组合, 考虑洪水演进时间后进行叠加计算, 最后再与涝区排涝流量直接叠加得烽火角水闸处的设计洪水。

2.1 区间设计洪水及上游水库调洪演算成果

烽火角水系大隆洞河上游有大型水库大隆洞水

析以洪为主和以潮为主的遭遇情况。

表 3 烽火角水闸洪峰流量组合成果表($p=5\%$)

单位: m^3/s

河流	大隆洞河	端芬河	斗山河
设计洪水	大隆洞水库	130.00	响水潭水库 99.50
		465.08	岐山水库 3.00
	区间	929.42	干流区间 701.73
			莲洲河区间 5.00
小计	1059.42	465.08	809.24
设计排涝流量		234.87	
烽火角水闸洪峰流量		2568.61	

3.1 以洪为主时遭遇的情况

选取烽火角水系历年最大 1 d、最大 3 d 面雨量对应的闸外最高潮水位进行统计及频率分析,计算成果为烽火角水系历年最大 1 d、最大 3 d 面雨量对应的闸外最高潮水位均值分别为 1.19 m 和 1.27 m,比年最高潮位均值 1.95 要低的多,且分别点绘最大 1 d、最大 3 d 面雨量与外海对应的时段最高潮位相关图中的点据散乱,表明出海口外的潮水位与上游洪水无固定关系,是随机的,是两个相对独立的事件^[2-3]。

3.2 以潮为主时遭遇的情况

选取烽火角水系历年闸外最高潮水位对应当天、前后 3 d 面雨量进行统计及频率分析。结果为当闸外发生年最高潮水位时,对应当天面雨量 38.3 mm,比历年最大面雨量均值 165 mm 小的多;最高潮水位对应的当天面雨量最大值为 128.4 mm,不到频率为 50% 年最大 1 d 面雨量,且点绘闸外最高潮水位与与对应时段面雨量相关图,同样相关点据散乱。因此,可以推估外海风暴潮与烽火角上游大洪水相碰的机会较小^[4]。

4 水面线推算

水面线推算分别计算以洪为主和以潮为主的水面线,取两者外包线作为水面线的计算成果。以洪为主时,以上游各级频率洪峰流量相碰烽火角闸外多年平均最高潮水位,以烽火角水闸闸上水位为起推水位,以各控制断面的设计洪水成果为上边界流量条件,依据河道采用的糙率,按圣维南方程推求河道水面线^[5],即:

水流连续方程:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_1 = 0$$

(1)

水流动量方程:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA(\frac{\partial Z}{\partial x} + S_f) = 0$$

(2)

其中: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$; $S_f = \frac{Q |Q|}{K^2}$

式中: A 、 Q 、 V 、 x 、 q_1 、 z 、 S_f 、 g 、 $\bar{K}$ 分别表示过流面积、流量、流速、沿流程坐标、单位流程侧向入流量、水位、摩阻比降、重力加速度、上下断面间流量模数的平均值。

以潮为主时,以烽火角闸外各级频率最高潮水位相碰上游多年平均洪峰流量,以多年平均洪峰流量为上边界条件,以烽火角水系内河涌容为依据,按峰峰相遇,以洪水涨潮时刻开始起调,当闸内水位高于闸外水位时开闸泄洪,低于闸外潮位时关闸挡潮,由于烽火角水系下游河道平缓,坡降较小,关闸挡潮期间,闸内水位逐渐雍高,河道各断面水位相差不大,河道可近似看成一个“湖泊”,因此推求以潮为主的河道水面线时,采用“平湖法”进行计算,其基本原理为水量平衡法,即:

$$V_1 + \frac{Q_1 + Q_2}{2} \Delta t = V_2 + \frac{q_1 + q_2}{2} \Delta t$$

(3)

式中: V_1 、 V_2 为时段初、时段末库容; Q_1 、 Q_2 为时段初、时段末来水流量; q_1 、 q_2 为时段初、时段末水闸泄水流量; Δt 为计算时段。

4.1 桥梁壅水计算

由于端芬河整治河段现有跨河建筑物两座,一座为桩号 1+420 处的海口桥,一座为桩号 4+700 处的跨河桥,桥墩对水流有阻滞及壅水作用,参考《公路桥工程水文勘测计算规范》^[6],桥前最大壅水高度可按以下公式计算:

$$\Delta z = \frac{K}{2g} (\bar{v}_M^2 - \bar{v}_{OM}^2)$$

(4)

其中: $K = K_N K_V = \frac{1}{(\frac{\bar{v}_M}{\sqrt{g}} - 0.1) \sqrt{\frac{\bar{v}_M}{v_{OM}} - 1.0}}$

$$\bar{v}_M = \frac{v'_M}{1 + 0.5 d_{50}^{0.25} (\frac{v'_M}{v_c} - 1)}$$

式中: Δz 为桥前最大壅水高度; K 为壅水系数; K_N 为定床壅水系数; K_V 为修正系数; $\bar{v}_M$ 为冲刷后桥下平均流速; $\bar{v}_{OM}$ 为天然状态下桥孔部分的平均流速; v'_M 为冲刷前桥下平均流速; v_c 为河槽平均流速; d_{50} 为河床质中值粒径。

根据上述公式计算出 5% 频率洪水流量下的两座桥总壅水值为 0.14 m。

4.2 水面线成果

本次端芬河河道整治工程推荐采用滩地清障断面作为设计依据,从烽火角水闸到大隆洞河干流与端芬河支流汇合口处 13[#] 断面、及汇合口处到端芬河支流河段分两段分别进行水面线推求,遇到有桥梁的断面,加上桥梁壅水值,水面线成果采用以洪为主和以潮为主水面系的外包线^[7],计算成果见图 2。

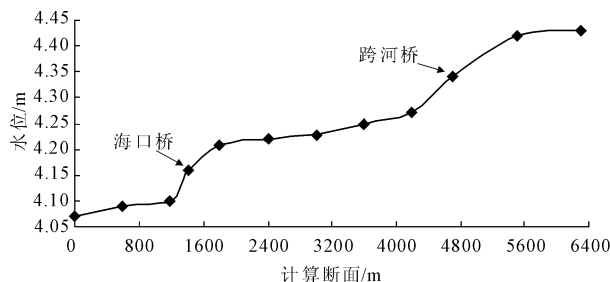


图 2 端芬河整治工程设计水面线成果图

5 结 语

烽火角水系河口区的河流,由于既受上游洪水动力影响,又受海洋潮汐动力的控制,其水里河河流设计水面线计算中,流域内的洪水计算要分别考虑上游水库下泄洪水和区间洪水组合,及干支流洪水遭遇,同时还要进行洪潮遭遇分析、桥梁壅水分析等,才能得到设计水面线成果。由本文分析可知:洪水和潮水本身是两个独立事件,有不同成因和天气

系统影响,其相互的遭遇不具有关联性,是随机的,同频率遭遇的机遇是很稀少的。且对于小流域的干支流洪水遭遇,可以考虑同频遭遇。在进行设计洪潮水面线计算时,可考虑以上游洪水为主、下游潮水相应和以下游潮水为主、上游洪水相应两种遭遇情况进行计算,取两者的外包线,经合理分析后确定设计水面线。

参考文献:

- [1] 叶守泽.水文水利计算[M].北京:水利电力出版社,1992.
- [2] 广东省水利水电科学研究所.珠江三角洲洪潮特性及其遭遇分析[R].广州:广东省水利水电科学研究所,2000.
- [3] 刘曾美,陈子燊,李粤安.感潮河段洪潮遭遇组合风险研究[J].中山大学学报(自然科学版),2010,49(2):113-118.
- [4] 谢 华,冯晓波.感潮河段洪潮遭遇概率研究[J].灌溉排水学报,2012,31(1):54-57.
- [5] 刘 洋.几种水面线推算方法的比较[J].人民黄河,2011,33(2):51-53.
- [6] 河北省交通规划设计院.JTG C30-2002.公路工程水文勘测设计规范[S].北京:人民交通出版社,2002.
- [7] 杨 星,李朝方,刘志龙.桥梁桩群存在条件下的河道水面线计算方法研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2011,45(1):59-62.