

北江石角站不同洪水条件下通航保证率研究

罗森通¹, 申其国², 王亚妮³

(1. 广东省北江航道开发投资有限公司, 广东 广州 510110; 2. 广东省交通运输规划研究中心, 广东 广州 510101; 3. 广州奥林匹克中学, 广东 广州 510645)

摘要: 根据历史数据, 分析石角站水位流量关系, 并基于 2011 年—2013 年日均水位数据, 对北江石角站不同洪水条件下通航保证率进行研究。石角站水位具有大洪水暴涨暴落、持续时间短等山区河流特性, 2 年一遇洪水条件相较 10 年一遇洪水条件, 通航保证率相差不大, 但水位下降较多, 对桥梁适应性更好。在山区河流航道建设过程中, 对于不满足净高要求且暂无条件改造的桥梁, 在满足通航保证率的情况下, 建议采用 2 年一遇洪水条件确定设计最高通航水位。结论可供山区航道建设参考。

关键词: 北江; 山区河流; 通航保证率; 设计最高通航水位

中图分类号: U612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 01—0141—03

北江是珠江水系第二大河流, 位于广东省中、北部, 在广东省朝南流经韶关曲江、英德、清远等县市, 在三水思贤滘口与西江汇合进入珠江三角洲网河地区后注入南海。北江干流全长约 184km, 平均坡降 0.22‰, 河道顺直, 两岸峡谷与河谷盆地相间, 河道宽窄、深浅变化较大, 河床覆盖层以沙为主, 间有卵石层, 中游河段有峡谷。目前已建有孟洲坝、濠湮、白石窑、飞来峡、清远五座水利枢纽。



图 1 北江及石角站位置示意图

石角水文站, 位于清远市清城区石角镇, 地理坐标东经 112° 57', 北纬 23° 34', 位于清远枢纽坝下 4.17km, 距河口 52km。按照珠江流域“上蓄、中防、下泄”的防洪概念, 石角水文站处在“中防”的位置, 也是北江大堤的始端, 是北江干流控制站和国家重要水文站, 同时也是北江大堤防汛水情的代表站。石角水文站测报项目齐全, 包括降水量、水位、流量、悬移质含

沙量、悬移质颗粒分析、水化等项目, 担负着向国防总、省市各防汛机构拍发水情的任务。

本研究来源于北江航道扩能升级工程科研项目《北江航道扩能升级工程关键技术研究——专题二: 多梯级船闸扩建的高等级航道建设关键技术研究》。为分析北江石角站不同洪水条件下通航保证率, 本文主要收集了 2011 年至 2013 年石角站日均水位数据。

1 石角站水位流量关系

根据石角站 1989 年~2010 年 22 年实测流量成果和洪水要素资料, 分析北江中下游河段河道下切情况, 1989 年~1999 年 11 年间北江中下游河道断面变化不大, 2000 年以后, 河道断面变化较大, 水位流量关系下降明显, 石角站历年实测水位流量关系变化见图 2^[1]。

由于飞来峡枢纽建成后对下游河道的冲刷作用和河道采砂影响, 1999 年后石角站水位流量关系呈现出连续下降的特点, 从 1999 年至 2010 年 12 年间, 水位流量关系平均每年下降 0.28m; 特别是 2005 年以来, 低水部分每年下降幅度约 0.5m, 累积下降 1.0m 左右。

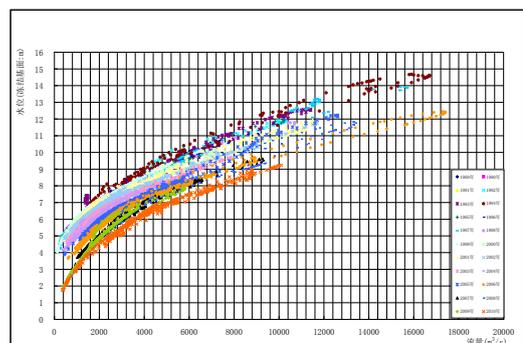


图 2 石角站实测水位流量关系变化图 (注: 石角站冻结基面 =85 高程 -0.899)

2 石角站设计水位的确定

北江航道扩能升级工程设计与施工阶段,依据《内河通航标准》^[2]、《内河航运工程水文规范》^[3]的有关规定,确定河段设计通航水位如下:

2.1 设计最高通航水位

研究河段受潮汐影响不明显,根据《内河通航标准》以及《内河航运工程水文规范》要求:内河 I ~ III 级航道,洪水重现期为 20 年,对出现高于设计最高通航水位历时很短的山区性河流,III 级航道洪水重现期可采用 10 年(10%洪水)。考虑到北江具有山区河流特性,洪水期洪峰流量大,历时短,而目前已建设的桥梁通航净高起算水位以洪水重现期 10 年推算。因此,北江航道扩能升级工程设计最高通航水位采用洪水重现期 10 年进行频率计算确定,对于受枢纽影响的河段,设计最高通航水位根据上述规范要求按规定重现期洪水水位与相应坝上水位、枢纽上下游运行水位等推求。

由于清远枢纽~三水河口河段近年地形变化剧烈,且下游无枢纽控制,历史水位流量关系难以反映河段现状情况及未来演变趋势。由于石角站距离上游新建清远枢纽较近,受上游清远枢纽下泄水流影响较大,因此数值模拟成果更能反映水位变化情况。

工程设计阶段数模研究模拟了清远枢纽十年一遇洪水条件(流量 11700m³/s)下,清远枢纽~三水河口的水位情况,计算确定石角站的设计最高通航水位为 10.5m(85 高程,下同)。

2.2 设计最低通航水位

根据规范要求,设计最低通航水位可采用综合历时曲线法和保证率频率法计算确定:对于内河 III 级航道(天然河道),综合历时曲线法多年历时保证率 98%~95%;保证率频率法年保证率为 98%~95%,重现期为 5~4 年。因此,北江航道扩能升级工程最低通航水位采用综合历时曲线法计算,保证率取 98%。

石角水文站位于清远枢纽坝下 4.17km,所在河段受挖砂、枢纽运行等人类活动影响,河床下切、水位下降^[4],因此,石角站的水位资料一致性较差,而流量资料不受河床下切影响,所以石角站设计最低通航水位采用流量保证率进行计算。

经数模计算,在清远枢纽下游航道通航最小设计流量(237m³/s)下,石角站水位为 0.42m,即为设计最低通航水位。

3 2 年一遇洪水条件水位与设计高水位的对比

北江具有山区河流特性,在 2 年一遇洪水条件(50%洪水)下,水面比降与洪水流速均较大,大部分河段已经不适宜通航。据调研,当北江洪水流量达到 1000m³/s 时,上游段枢纽即要开闸泄洪,海事部门将实行封航措施。

根据北江山区河流特性,结合实际通航管理,本研究提出采用 2 年一遇洪水条件推算研究河段沿线设计最高通航水位,并与 10 年一遇洪水条件确定的设计最高通航水位进行对比,分析其适用性。

根据设计阶段确定的研究河段延程 2 年一遇洪水流量,石角站为 9220m³/s,结合石角站年最大洪峰流量频率曲线图、水位流量关系曲线表等,推算石角站 2 年一遇洪水水位为 8.61m。若设计最高通航水位采用 2 年一遇洪水条件,则石角站设计最高通航水位为 8.61m,较原设计高水位 10.5m 低 1.89m,详见下表 1。

表 1 石角站不同洪水条件下的设计最高通航水位表

50% 洪水流量 (m ³ /s)	50% 洪水水位 (m)	50% 洪水确定的 设计最高通航水位 (m)	10% 洪水确定的 设计最高通航水位 (m)	设计最高通航水 位差值(m)
9220	8.61	8.61	10.5	-1.89

4 不同洪水条件下通航保证率研究

本研究收集了 2011 年~2013 年石角站的日均水位资料,绘制各年日均水位过程如图 3 至 5 所示,同时统计日均水位大于 2 年或 10 年一遇洪水位的天数,详见表 2。由图、表可知:

(1) 石角站所在的北江河段具有明显的山区河流特征,洪水期水位高、在 2m 以上,枯水期水位低、在 1m 左右,大洪水时水位暴涨暴落、持续时间较短;

(2) 2011 年~2013 年,石角站日均水位均在设计最低通航水位 0.42m 以上;

(3) 2011 年石角站共有 3 天日均水位大于 2 年一遇洪水位、通航保证率为 99.18%,未出现大于 10 年一遇洪水位的日均水位;

(4) 2012 年分别有 4 天、2 天日均水位大于 2 年、10 年一遇洪水位,通航保证率分别为 98.9%、99.45%,2 年一遇洪水位的通航保证率仅降低 0.55%;

(5) 2013 年分别有 7 天、3 天日均水位大于 2 年、10 年一遇洪水位,通航保证率分别为 98.08%、99.54%,2 年一遇洪水位的通航保证率仅降低 1.1%。

(6) 2011年-2013年三年间,日均水位高于2年一遇洪水水位且低于10年一遇洪水水位的天数仅9天,年均3天,通航保证率仅降低0.82%,且2年一遇洪水水位条件下通航保证率达98.72%,满足规范及设计要求的98%。

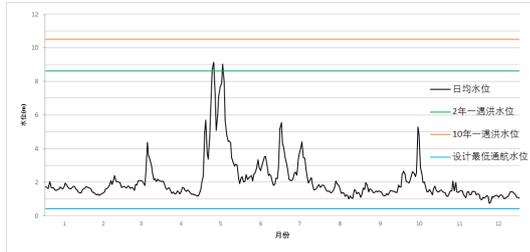


图3 2011年石角站日均水位过程线

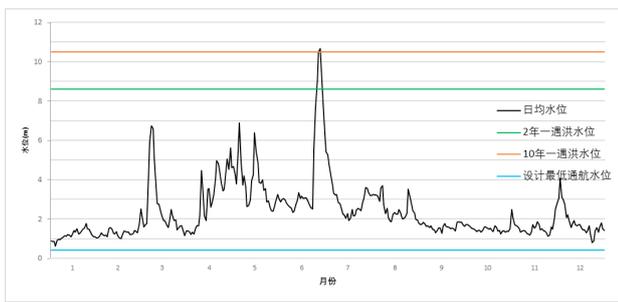


图4 2012年石角站日均水位过程线

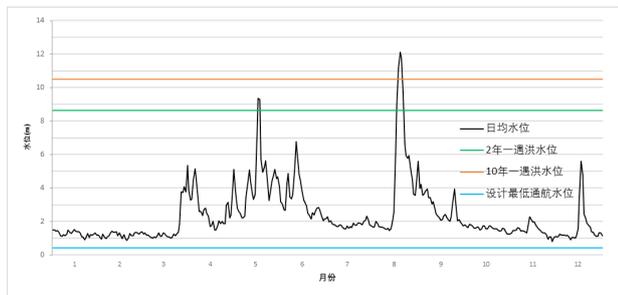


图5 2013年石角站日均水位过程线

表2 石角站日均水位大于2年或10年一遇洪水水位的天数统计

年份	日均水位大于10年一遇洪水水位		日均水位大于2年一遇洪水水位		差值	
	天数(天)	保证率(%)	天数(天)	保证率(%)	天数(天)	保证率(%)
2011年	0	100.00%	3	99.18%	3	-0.82%
2012年	2	99.45%	4	98.90%	2	-0.55%
2013年	3	99.18%	7	98.08%	4	-1.10%
合计/平均	5	99.54%	14	98.72%	9	-0.82%

5 结论

(1) 石角站位于北江下游,具有明显的山区河流

特性,洪水水位较枯水水位高,大洪水时水位暴涨暴落、持续时间较短。

(2) 根据2011年-2013年日均水位资料,三年间石角站日均水位大于10年一遇洪水水位的天数为5天,通航保证率为99.54%;大于2年一遇洪水水位的天数为14天,通航保证率为98.72%。说明2年一遇洪水条件下通航保证率,与10年一遇洪水条件下保证率相差不大,且满足规范及设计要求的98%保证率,但2年一遇洪水水位较10年一遇洪水水位下降1.89m,对桥梁适应性更好。

(3) 在山区河流航道建设过程中,由于2年一遇洪水时水面比降与流速大,航道已不适宜通航,对于不满足净高要求且暂无条件改造的桥梁,在满足通航保证率的情况下,建议采用2年一遇洪水条件确定设计最高通航水位。

参考文献:

[1] 中铁建港航局集团勘察设计院有限公司,中水珠江规划勘测设计有限公司.北江(乌石至三水河口)航道扩能升级工程可行性研究报告(报批稿)[R].广州:中铁建港航局集团勘察设计院有限公司,2013-11.

[2] GB50139-2014,内河通航标准[S].

[3] JTS 145-1-2011,内河航运工程水文规范[S].

[4] 谢凌峰,申其国,徐治中.20世纪80年代以来珠江三角洲网河区河性演变[J].水利水电科技进展,2015,35(4):10-13.

