

河床变化对赣江下游河段航道整治参数的影响分析

曲直¹, 陈界仁^{1,2}

(1. 河海大学水利水电学院, 江苏南京 210098;

2. 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏南京 210098)

摘要: 赣江下游河道近年来受河床采砂、航道整治等影响, 河床下切、水位下降, 河床形态发生变化, 该段航道整治参数也发生变化。在对赣江樟树至外洲河段河床变化计算分析的基础上, 结合河床下切对河道水文特性影响的分析, 依据最低通航水位及航道整治线宽度计算方法及原理, 分析了赣江樟树、丰城、市汉、外洲水文(位)站的最低通航水位、樟树至外洲段的整治线宽度变化, 并与Ⅲ级航道整治中设计的参数进行对比分析, 得到河床变化对赣江下游的航道整治参数的影响。

关键词: 航道整治; 河床变化; 最低通航水位; 整治线宽度

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)05-0116-04

Analysis of waterway regulation parameters with change of river channel

QU Zhi¹, CHEN Jie-ren^{1,2}

(1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210098, China)

Abstract: In recent years, the downstream of Ganjiang river is infected by the sand-excavation on the river channel. The river bed and water level decline obviously. The shape of river channel has changed. The waterway regulation parameters have been infected. Based on the analysis of hydraulic characteristics and waterway regulation parameters, this paper calculates the lowest navigable water level for the hydrology station of Zhangshu, Fengcheng, Shicha and Waizhou. The variation of regulation width is calculated and compared with designed results.

Key words: waterway regulation; riverbed degrading; the lowest navigable water stage; regulation width

在航道整治工程中, 整治参数就是指碍航浅滩航道整治中, 为了达到航道通行标准, 整治水工建筑物能发挥作用时的河道尺度, 主要包括最低通航水位和流量, 整治水位和流量, 整治线宽度, 整治线布置等几个方面。整治参数依据JTJ 214—2000《内河航道与港口水文规范》确定。近年来, 许多河流大规模采挖河砂现象严重, 造成河床下切, 水文特性发生了较大的变化, 从而航道整治原设计

参数发生变化。本文以受河床变化影响较明显的赣江下游樟树一南昌河段为研究对象, 分析该河段的航道整治参数变化。

1 河段概况

赣江樟树一南昌外洲河段为赣江下游, 属冲积平原河道, 始于樟树市公路大桥, 止于南昌市外洲水文站, 全长94 km。河道顺直微弯, 弯曲系数为1.3, 平面形态多为莲藕状, 河槽宽浅, 枯水

收稿日期: 2012-09-28

作者简介: 曲直(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为河流管理与河道整治。

河宽240~1 300 m, 洪水河宽640~3 000 m。河道两岸有较宽的河漫滩, 河漫滩高程19~23 m, 由细沙组成。全河段水位落差约7.6 m左右, 平均比降0.081‰, 具有水面落差较小、水流较平稳、河道基本稳定的特点。

2003年在樟树至南昌河段Ⅲ级航道整治工程设计中确定的航道维护尺度为2.2 m×60 m×480 m(航深×航宽×弯曲半径), 通航保证率为95%, 设计流量樟树站为400 m³/s, 外洲站为460 m³/s, 配置内河一类航标, 通航1 000吨级船舶。该河段航道主要是以浅碍航, 浅滩类型多为汉道型浅滩和过渡段浅滩, 浅滩总数为23个。按三级航道设计要求, 整治前水深不足2.2 m的浅滩有13个, 碍航航道总长约16 km, 其余78 km航道水深均在2.2 m以上。该段航道在2005年实施了Ⅲ级航道整治, 主要由整治丁坝、挖槽及护岸等工程组成, 工程于2007年完工, 2008年进行了竣工图测量, 本次河床变化分析依据整治前后的河道地形及水文资料进行。

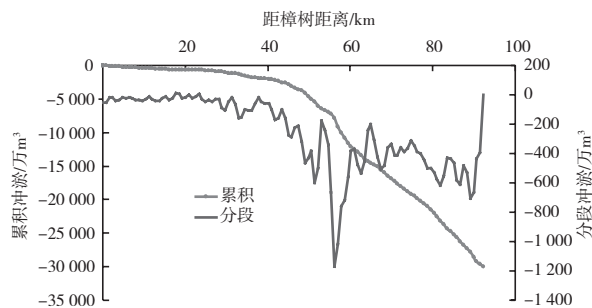
2 河床变化

根据樟树—南昌河段的2003年、2008年和2011年实测地形资料分析该河段的河道冲淤、河床深泓高程、典型断面形态的变化特性。

图1是航道整治工程竣工前后2003年和2008年樟树至外洲河段设计水位下的河床冲淤量变化, 分析图1可知, 樟树—外洲河段总体以冲刷为主, 总冲刷量为3亿m³, 平均冲刷厚度为3.45m。从分段冲淤分析, 在樟树以下40km范围内, 即丰城以上河段河床冲刷量为2 000万m³, 在丰城以下河段以冲刷量约为2.8亿m³, 冲刷量最大位于樟树站下游56km龙雾洲附近。沿程累积冲刷情况表明在龙头山以上河段曲线变化较缓, 龙头山以下河段, 曲率迅速增大, 基本呈线性增加。冲刷主要由采砂引起, 航道整治也有一定影响。

樟树至外洲河段整治前后的河床深泓线结果见图2。

从图2中可以看出, 沿程的深泓高程普遍存在降低的趋势。从2003—2008年, 丰城以上河段河床深泓大部分下降, 降幅不大, 丰城以下河段河



注：“-”表示冲刷，“+”表示淤积

图1 2003—2008年樟树—外洲河段河床冲淤量

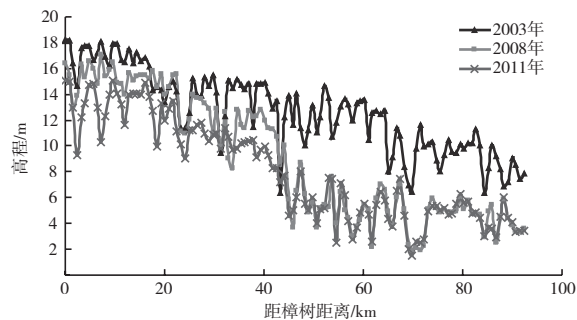
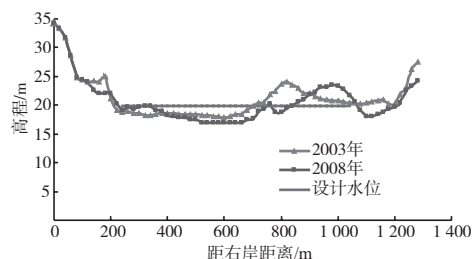
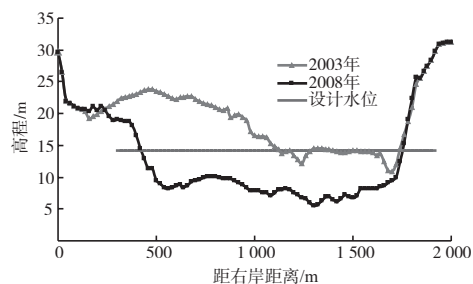


图2 赣江(樟树—外州)河段历年深泓线变化

床深泓明显下降, 降幅在2.7~10.5m, 主要与大规模高强度的河床采砂密切相关。从2008—2011年实测资料分析表明, 丰城以上河段河床总体呈现为明显下切, 最大下切幅度为6.8m, 个别断面河床有所抬高, 在龙头山附近形成陡坎。典型断面2003—2008年变化结果见图3。由图3可见, 上游河道断面变化不大如泉港, 下游断面明显冲刷, 河床下切, 如龙雾洲断面。



a) 泉港(cs13)



b) 龙雾洲(cs66)

图3 典型断面变化

3 河床下切对水文、河道特性的影响

在天然条件,河流受长期的水沙作用,河床冲淤交替,形成了相对平衡的状态。近几年,受到大量的人为采砂活动、上游万安水利枢纽的运用(1993年建成蓄水)和赣江流域水土保持工作等综合因素的影响,赣江下游水文条件发生了较

为明显的变化,河床不断下切,同流量下的水位逐年下降。选取与设计最低通航流量相近值进行水位分析(樟树站流量 $436\text{ m}^3/\text{s}$,外洲站流量 $500\text{ m}^3/\text{s}$)分析樟树、丰城、市汊、外洲水文(位)站1990年后的实测水位流量资料黄海基面,各站同流量水位变化见表1。

表1 各水文(位)站同流量下的历年水位变化

流量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	1990年	1995年	2000年	2005年	2008年	2010年
樟树436	21.550	21.310	21.230	20.946	20.036	19.476
丰城436	18.456	18.416	18.016	16.756	15.926	
市汊500	15.726	15.536	14.856	14.476	12.160	11.490
外洲500	14.630	14.420	13.950	12.945	11.450	10.950

从表1中可以看出,1990—2008年4站同流量水位降幅分别为1.514, 2.53, 3.566和3.18 m。降幅尤以2000年后增加明显,原因主要为河床采砂,其次为航道整治等因素。

随着河床下切,河床断面形态发生变化,在整治流量条件下,樟树至外洲河段2003年宽深比系数最小值为3.79,最大值37.91,平均值为12.92;2008年宽深比系数最小值为2.66,最大值11.98 m,平均值为6.46;2011年宽深比系数最小值为2.58,最大值9.69 m,平均值为5.49 m(图4)。宽深比值呈不断减小趋势,即断面变得窄深。

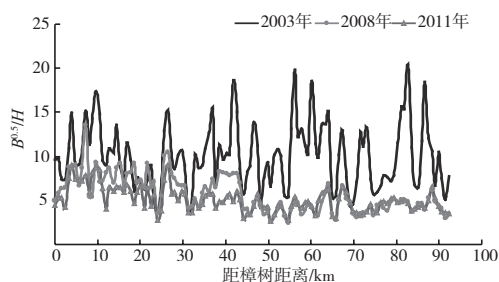


图4 樟树—南昌河段不同年份典型断面宽深比沿程变化

河道水文特性及河道形态的变化给相关航道带来了一些新问题:1)河床以及水位下降后,原来的设计水位、整治水位参数等发生变化;2)河床变得窄深,原设计的整治线应做出相应的调整;3)采砂使得河道水面线局部比降增大,局部河段流速增加、流态紊乱,给通航安全带来困难。

4 航道整治参数变化分析

4.1 基本站最低通航水位

依据JTJ 214—2000《内河航道与港口水文规范》中的规定,选取樟树、丰城、市汊、外洲4个水文(位)站,采用综合历时曲线法以及保证率频率法进行最低通航水位计算^[1]。频率均为95%,为分析比较,计算中分别采用1967—2010年(系列1)、1990—2003年(系列2)以及1990—2010年(系列3)3个序列,其中1990—2003年是Ⅲ级航道整治设计中分析的结果,分析结果见表2。

表2 不同系列最低通航水位

站名	综合历时曲线法			保证率频率法		
	1967—2010年	1990—2003年	1990—2010年	1967—2010年	1990—2003年	1990—2010年
樟树	20.850	21.22	20.526	20.686	21.05	20.316
丰城	17.606	18.08	16.806	17.423	17.94	16.936
市汊	13.736	15.27	12.736	13.992	15.17	12.962
外洲	13.065	14.05	12.405	13.070	13.87	12.308

从不同系列的计算结果来看,采用同一种计算方法的情况下,1990—2010年序列所得的水位较低,原设计值(系列2)明显高于系列3的结

果,主要原因是河床下切与水位下降。

4.1.1 最低通航水位的修正方法

由于使用综合历时曲线法及保证率频率法都

要求采用20 a以上的水文资料系列, 而河床下切是最近10 a出现的问题。采用以上2种方法计算得出的最低通航水位相对实际偏高。在分析各站不同年份的水位资料后, 可以发现虽然水位资料系列逐年大幅度下降, 但流量系列则保持了比较稳定的变化趋势。因此, 先由流量系列求得最小通航流量, 再从水位-流量关系曲线获得最低通航水位。

4.1.2 最低通航水位的确定

现采用樟树、外洲2个水文站的1990—2010年流量资料, 由保证率频率法计算, 保证率为95%, 频率为5 a一遇, 得到两站最小通航流量分别为402 m³/s和458 m³/s。与原Ⅲ级航道整治设计采用的值比较接近, 本文仍采用原设计值, 即樟树、外洲站分别为400 m³/s和460 m³/s。对于河床下切比降明显的河道, 规范没有明确的设计水位计算方法, 可采用水位流量关系分析^[2-3]。选取2010年为代表年, 点绘各站枯水期水位-流量关系曲线, 再由最小通航流量求得各站最低通航水位, 结果见表3。

表3 各站最低通航水位计算成果 m

站 名	原设计水位	新水位	减小值
樟 树	20.94	19.33	1.61
丰 城	17.73	14.08	3.65
市 汊	14.64	11.10	3.54
外 洲	13.25	10.80	2.45

由表3可以看出, 河床下切后, 本河段各站计算的最低通航水位明显下降, 从2003—2010年, 水位下降幅度为1.61~3.65 m。

4.2 整治线宽度

在航道整治工程中, 整治线宽度直接影响整治建筑物的长短、高低, 影响航道整治效果, 是一个重要的整治参数。整治线宽度与河床形态密切相关的, 受河床采砂等影响的河道, 河道断面形态发生变化, 其整治线宽度确定则变得复杂。

整治线宽度确定途径大致为经验分析方法、水力学方法和河流动力学方法3大类。经验公式法、水力学法、河流动力学法等理论公式的基本形式相同, 为如下形式^[4-5]:

$$B_2 = AB_1 \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^y \quad (1)$$

式中: B_2 为整治线宽度; B_1 为整治水位时, 整治

前河宽; H_1 , H_2 分别为整治水位时, 整治前、后断面平均水深; A 、 y 为与河流有关系数, 《航道整治工程技术规范》考虑河流造床泥沙的区别, 规定: A 可取1, 复杂情况下取0.8~0.9; y 在稳定河床上取1.67, 以悬沙为主的河流上取1.33, 以底沙为主的河流上取1.2~1.4。通过对各个浅滩的理论计算, 得到不同河段的整治线宽度见表4。

表4 河段计算的整治线宽度变化 m

河段	Ⅲ级航道设计值	新值
樟树—锦河口	296~427	260~293
锦河口—外洲	369~529	278~328

可以看出: 依据新的河道地形资料分析得到的整治线宽度值较原设计值有所降低, 这与河床下切导致河床束窄变深的变化情况基本一致。即原设计的整治线宽度偏大, 对于大多数浅滩现有的整治水位和整治线宽度基本可行。但对部分浅滩, 可能不利于河床水流冲刷。

5 结语

近年来赣江下游河床采砂、航道整治等人类活动对河道水文特性的产生影响, 造床河床明显下切、同流量的水位下降, 河床形态发生, 进而影响航道整治参数。根据规范方法计算了赣江下游樟树至南昌河段基本站的最低通航水位, 依据理论分析等方法计算该河段整治线宽度的变化。基于近年来河床变化, 确定了樟树至外洲河段基本站的设计最低通航水位及整治线宽度, 得出了比较符合河道变化实际情况的航道整治参数, 可为具有类似变化的航道整治提供参考。

参考文献:

- [1] JTJ 214—2000 内河航道与港口水文规范[S].
- [2] 徐锡荣, 白金霞, 陈界仁, 等. 韩江干流航道设计最低通航水位探讨[J]. 水利水电科技进展, 2011(12): 66-68.
- [3] 罗敬思. 人工采砂影响明显河段基本站设计最低通航水位计算方法探讨——以珠江流域东江惠州至东江口河段为例[J]. 珠江水运, 2003(9): 30-32.
- [4] 唐存本, 贡炳生, 左利钦. 再论航道整治线宽度与整治水位的确定[J]. 水运工程, 2010(3): 86-90.
- [5] 王秀英. 冲积河流航道整治设计参数确定方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2006.

(本文编辑 郭雪珍)