

西江三滩河段河床演变及其河相关系研究

李俊娜¹, 张绪进², 缪吉伦², 文 岑²

(1. 广东省航道勘测设计研究院, 广州 510115;

2. 重庆西南水运工程科学研究所, 重庆 400016)

摘要: 本文从航道工程整治的角度出发, 分析西江界首—肇庆河段的水沙特性, 对比多年航道地形图, 选取了三滩 33 个及界首 19 个优良河段进行沿程横断面河相关系分析, 成功总结了近期河床演变规律, 较好地建立了不同水位下的河相关系式, 为航道整治规划与实施提供参考。

关键词: 航道工程; 西江; 河床演变; 河相关系

中图分类号: U617 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-2850(2008)05-0220-4

Research on fluvial process and hydraulic geometry of Santan reach in Xijiang River

LI Junna¹, ZHANG Xujin², MIAO Jilun², WEN Cen²

(1. Guangdong Waterway Survey and Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510115;

2. Southwest Hydro engineering research institute for Waterway, Chongqing 400016)

Abstract: The paper analyzes the water-sand characteristics of the reach from Jieshou to Zhaoqing in Xijiang River in waterway regulation engineering. 33 fine reaches of Santan and 19 fine reaches of Jieshou were selected, then their water bed profiles and hydraulic geometry were analyzed by comparison of the topographical data of Xijiang River. The laws of fluvial processes were summarized and their hydraulic geometry formulation under different water level was successfully established. The research results could be a reference to waterway regulation planning and application.

Key words: waterway regulation; Xijiang River; fluvial processes; hydraulic geometry

0 引言

西江是珠江水系的干流, 发源于云南省曲靖市的马雄山, 全长 2 216 km, 集水面积 35.31 万 km², 占珠江流域总面积的 77.83%, 是我国南方最大的河流, 其上游称红水河, 在柳州纳汇柳江后称黔江, 黔江与郁江汇合后称浔江, 浔江在梧州与桂江汇合后始称西江^[1]。

西江梧州至肇庆河段航道自然条件优良, 水深充裕, 航宽富足, 弯曲半径大, 可常年通行 1 000~2 000 t 级船舶。但都城以上至梧州河段河床宽浅、航槽易变、浅滩相连、礁石众多, 是西江航运的瓶颈河段, 严重限制着西江干线航道等级和通过能力也是西江航运建设需重点整治的河段, 如图 1 所示。

在航道整治中, 通过对邻近优良河段或相似河段河相关系的统计分析来指导河道治理工作, 会取得不错的成果。普遍认为, 优良河段是经历年冲淤后河床变形不显著、长时间对航行没有障碍的河段^[2]。但当冲淤资料缺乏时, 从理论上来说, 优良河段长时间处于动态的水沙动力平衡状态, 应具有好的河相关系。本文结合航道工程中优良河段及河相关系的研究和应用现状, 针对西江整治河段, 在河流演变分析的基础上, 探讨了选择优良河段及建立河相关系式的方法, 为航道整治规划提供参考。

1 河床演变分析

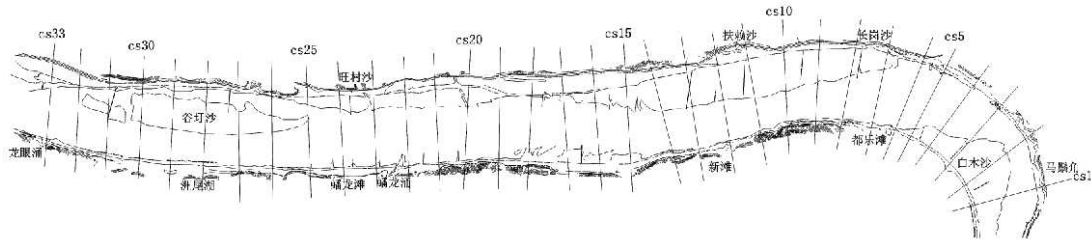


图1 三滩河段河势图以及断面布置
Fig.1 “Santan” river section map and layout

1.1 总体演变

西江三滩河段深泓线摆动剧烈，河床演变频繁，但总体上看，河床基本处于冲淤平衡状态。针对“三滩”整治工程及完善性整治工程，缩窄了河面，界首滩河段冲刷为主，三滩河段总体微冲但局部新滩段冲刷明显，蟠龙段稍有淤积，航道横向变形方面，河岸质以坚硬黄土、砂卵石及岩石岸壁组成，河岸稳定牢靠。

1.2 三滩河段的河床演变分析

三滩河段从上至下有封川沙、谷圩沙、旺村沙、古鼻沙、长岗沙、白木沙等江心洲或边滩，航道礁石密布。分析认为，谷圩沙筑丁坝及锁坝后，有受冲刷不稳的趋势，河面在谷圩沙尾展开，黄沙村冲刷剧烈，蟠龙碍航浅滩淤长并向下游发展，深槽逐渐萎缩，井涌段受丁坝影响，深槽向左岸移动。新滩段整治后航道条件良好，扶赖沙淤宽，河宽束窄，深槽变长变宽；都乐滩随着白木沙的淤长宽度和长岗沙的冲失，主流向左摆动，深槽向上游发展，该滩还受弯道环流的作用，凹岸冲刷，凸岸淤积，凹岸不断崩退。由于三滩处在西江湖区界末端，水位受海洋潮汐影响，泥沙易淤积。三滩河段洪枯水流向不一致主要位于蟠龙滩和都乐弯道，枯水期水流坐弯，洪水期水流取直，造成水流未能集中冲刷浅滩脊，且横向输沙不平衡，形成浅滩。三滩河段顺直，河面宽阔，过渡段太长的边界条件是浅滩的主要成因。

为分析三滩河段的演变趋势，整理了1975、1994、1999、2003、2004、2005、2006年等7个年份的航道地形图，绘制了三滩段不同年份航道等深线比较图、深泓线比较图、典型断面叠加比较图，分析了水文、泥沙及河床边界条件对研究河段河床演变的影响，如图2、图3所示。

可以看出深泓线在谷圩沙洲尾摆动较大，边滩有逐年淤积，向上游延伸的趋势；河岸向右岸拓宽，左岸淤积，河底高程普遍抬高。

如图4所示，1975~2004年谷圩沙、蟠龙河段深泓线总体上淤积抬高，仅1994年谷圩沙、蟠龙段发生冲刷，而2003年、2004年明显淤积抬高。结合水文条件来看，1994年西江发生大洪水，谷圩沙、蟠龙冲刷明显，1994~2003年，来流量较小，谷圩沙、蟠龙段深槽淤高。而新滩深槽和都乐弯道段则呈现出与谷圩沙、蟠龙相反的演变趋势，即大水年淤积，枯水年冲刷。

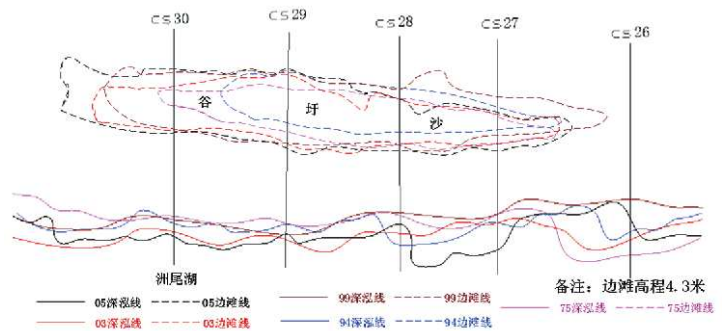


图2 谷圩沙洲滩变化及水动力轴线变化图
Fig.2 Shoal changes and fluent power axis in “Guxusha”

2 河相关系拟合与分析

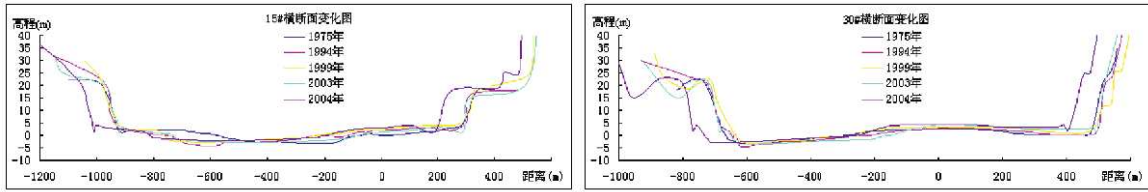


图3 西江三滩横断面变化图
Fig.3 Cross-sectional variation of "Santan"

2.1 河相关系拟合

在进行河相关系分析时，以典型河段为研究对象，取绘图水位的自然河宽作为 B ，然后计算该水位下的断面面积 A 和平均水深 H 。经统计，河宽 B 在 $800 \sim 1200$ m 之间，平均水深 $H \geq 1.42$ m； \sqrt{B}/H 计算值变动范围较大，最小 8.48，最大 28.1。若用 $\sqrt{B}/H = \zeta$ 来表征，无法取得良好的函数关系^[2]。 $\sqrt{B}/H = \zeta$ 计算值的变动范围较大，若用该关系来表征，无法取得良好的函数关系。

将各个优良断面不同年份的平均水深 H 与 $\sqrt{B}/H = \zeta$ 作为 (X, Y) 散点坐标，绘制散点图后，数据点分布较有规律，此时以幂函数： $\sqrt{B}/H = \alpha H^\beta$ 来进行

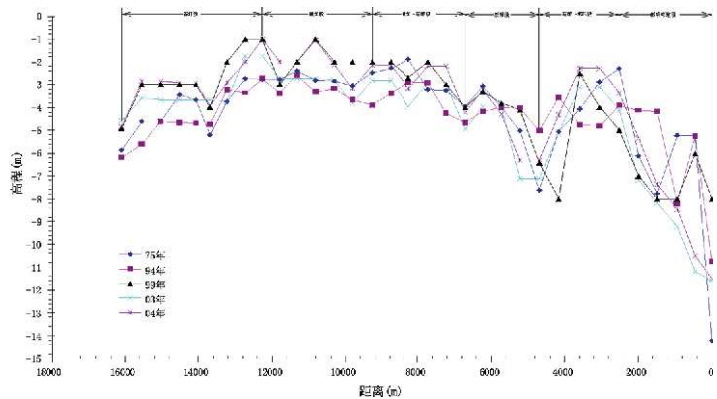


图4 三滩河段深泓线对比图
Fig.4 Thalweg Comparison of "Santan"

曲线拟合，相关性很好，式中 α, β 为待定常数，拟合结果如图5所示， R^2 是相关系数，表示拟合曲线的估算值与实际数据之间的相关程度，越接近 1，相关程度越高，拟合曲线的可靠性也就越高。

2.2 三滩的河相关系分析

根据实测航道地形图，绘制了 33 个断面图，分析了河床的断面形态，从中选取了河床稳定的断面作为拟合河相关系的典型河段。三滩河段的龙眼涌到蟠龙段呈现“洪淤枯冲”规律，蟠龙涌至旺村桥河段呈现“洪冲枯淤”规律，旺村以下河段呈现“洪淤枯冲”规律；比较年际的等深线，说明三滩部分河段洪枯水流向不一致，蟠龙滩及都乐河段，弯道水流具有“高水取直，低水坐弯”特点，都乐弯道不同水位时水流流路不同，水流动力轴线摆动较大^[3]。

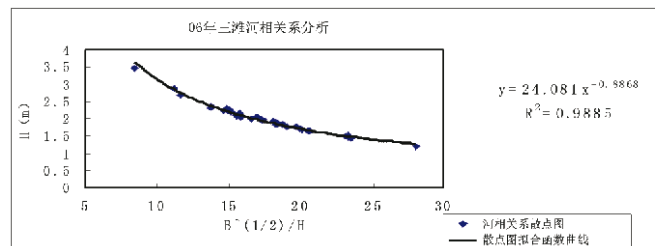


图5 三滩河相关系曲线
Fig.5 River correlation curve of "Santan"

3 结论

从本文中的分析可得到启示：

- 1) 在航道治理中需建立河相关系时，若 \sqrt{B}/H 的变动范围大且数值点分散。可尝试建立形如 $\sqrt{B}/H = \alpha H^\beta$ 或 $\sqrt{B} \times H = \alpha H^\beta$ 的幂函数河相关系式，参数 α, β 由本河流或条件类似河流上的实测资料拟定。
- 2) 本文在对多年航道地形图分析的基础上，总结了西江三滩河床演变的成因，预测了其演变趋

势。通过对典型断面的水面宽度、平均水深等河相参数的统计分析，得出了三滩河段较为稳定可信的河相函数关系。

3) 西江河段虽然属于平原型河流，但是其河相关系更倾向于山区河流。

4) 应拟定合理的整治线宽度和整治高度，顺应河势，尽量利用河湾、节点和主导河岸，平顺布置整治线，合理布置整治建筑物，结合炸礁、疏浚等工程措施，解决碍航问题^[4]。

[参考文献] (References)

- [1] 广东省航道勘测设计研究院有限公司. 西江(界首—肇庆)航道整治工程可行性研究报告[R]. 广州: 广东省航道勘测设计研究院有限公司, 2005.
Guangdong Waterway Survey and Design Institute Co., Ltd. Xijiang (Jieshou-Zhaoqing) channel regulation project feasibility study report[R]. Guangzhou: Guangdong Waterway Survey and Design Institute Co., Ltd., 2005.
- [2] 姜继红, 冯宏林. 西江(桂梧段)优良河段及其河相关系分析研究[J]. 水运工程, 2006(385): 70~73.
JIANG J H, FENG H L. Xijiang (Gui Wu) fine section of river and fluvial facies relationship analysis research[J]. Port & Waterway Engineering, 2006(385): 70~73. (in Chinese)
- [3] 文岑, 缪吉伦, 赵万兴. 西江(界首—肇庆)航道整治工程一维及二维水流泥沙数学模型研究[R]. 重庆: 西南水运工程科学研究所, 2005.
WEN C, MIAO J L, ZHAO W X. Xijiang (Jieshou-Zhaoqing) route improvement project 1D and 2D fluent silt mathematical model research[R]. Chongqing: Southwest Hydro Engineering Research Institute for Water Way, 2005. (in Chinese)
- [4] 卢汉才, 唐存本, 王茂林. 西江(广西段)航道整治几点经验[J]. 水道港口, 1999, 9(3): 3~11.
LU H C, TANG C B, WANG M L. Xijiang (Guangxi) route renovates several experiences[J]. Canal Harbor, 1999, 9(3): 3~11. (in Chinese)