

长江中游周天河段河床演变及整治思路

雷国平, 谷祖鹏, 郑惊涛, 尹书冉

(长江航道规划设计研究院 基础研究所, 湖北 武汉 430011)

摘要: 通过对周天河段的演变分析, 认为目前周天河段的过渡形式虽为周公堤水道上过渡形式、天星洲水道左槽一次过渡形式, 但周公堤水道过渡段已产生浅埂, 同时形成交错浅滩, 天星洲水道的天星洲洲体左缘冲刷后退, 过渡形式存在向二次过渡演变的趋势, 该河段航道条件将趋于不利。针对周天河段目前存在的问题及不利发展趋势, 提出该河段的具体航道整治思路与工程措施, 为周天河段的航道综合治理指明了方向。

关键词: 周天河段; 航道条件; 演变; 趋势; 预测

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)10-0035-06

River bed evolution and regulation idea of Zhoutian river reach in the middle reach of the Yangte River

LEI Guo-ping, GU Zu-peng, ZHENG Jing-tao, YIN Shu-ran

(Changjiang Waterway Institute of Planning, Design and Research, Wuhan 430011, China)

Abstract: By analyzing the evolution of Zhoutian river reach, it is thought that although the transition form of Zhoutian river reach is the upper-transition in Zhougongdi waterway and the left slot once-through transition in Tianxingzhou waterway at present, there is a shallow ridge in the transition section of Zhougongdi waterway, and the waterway forms a staggered shoal. The left margin of Tianxingzhou retreats because of its erosion, and there is a trend of twice-through transition, so the waterway conditions tends to be disadvantageous. According to the present problems and adverse development trend in Zhoutian river reach, this article puts forward a specific waterway renovation ideas and plans, which points out the direction of comprehensive regulation for the waterway of Zhoutian river reach.

Key words: Zhoutian river reach; waterway condition; evolution; trend; prediction

随着国家对长江黄金水道建设的重视, 2011年初, 国务院2号文件中明确地提出了“2020年, 长江干线航道得到系统治理, 成为综合运输体系的骨干、对外开放的通道和优势产业集聚的依托”的发展目标。面对全面开展长江航道系统治理工程, 亟需系统的航道整治理论和技术作为支撑。

周天河段(上段为周公堤水道, 下段为天星洲水道)位于长江中游上荆江河段末端, 是长

江中游的重点浅滩河段之一。近年, 受三峡工程“清水下泄”和自身河床演变的影响, 周天河段的航道形式十分严峻, 枯水航道维护十分困难, 2010年, 周公堤水道进行了维护性疏浚工程, 并进行了改槽和调标的实施。因此, 该河段航道整治工程势在必行。而作为长江中游重要的典型河段之一, 周天河段的演变分析与整治可望为长江中下游类似河道的系统整治提供理论基础与借鉴经验。

收稿日期: 2012-07-26

作者简介: 雷国平(1977—), 男, 高级工程师, 从事航道工程设计与研究。

本文结合三峡蓄水后的实测资料，在分析该河段控导工程后河床演变规律的基础上，进一步分析该河段的演变趋势，同时总结该河段的碍航特性，并针对该河段的演变趋势及碍航特性，提出周天河段航道的整治思路与工程措施。

1 河道概况

周天河段上起郝穴，下迄古长堤，全长28 km (图1)。周公堤水道为进口受郝穴矶头限制的微弯放宽河道，河道内有九华寺边滩、戚家台边滩、蛟子渊边滩及周公堤心滩等淤积体，构成上起上码头，下至蛟子渊的滩脊，将靠左岸一边的上深槽与右岸一边的下深槽隔开，主流自上深槽翻越滩脊向下深槽过渡。周公堤水道过渡槽位置极不稳定，根据其位置分布范围分为3种过渡形式(图2)，即上过渡(主流从郝穴至九华寺向戚家台至覃家洲过渡)、中过渡(主流从颜家台至周公堤向张家榨至胡汾沟过渡)和下过渡(主流沿蛟子渊左槽由蛟子渊边滩滩尾向黄水套一带过渡)。一般来讲，航道条件较好的时期，主流一般位于上过渡段。天星洲水道为顺直放宽并有藕池口分流的喇叭形河道，河道左侧有新厂边滩，右侧有天星洲大型淤积体，由上而下构成滩脊，主流从右岸上深槽向左岸下深槽过渡，在跨越滩脊时水流分散，以致跨河槽位置时上时下，变动频繁，其过渡段根据其位置分布范围分为左槽一次过渡(主流由右岸胡汾沟至黄水套向左岸袁家埠头至茅林口过渡)、右槽一次过渡(主流经黄水套沿右岸而下，在郑家河头向陀阳树过渡)以及二次过渡(主流自右岸胡汾沟向左岸新厂镇附近过渡后复折回右岸边，经过右岸郑家河头，再向左岸陀阳树过渡)三种过渡形式(图2)。一般来讲，航道条件较好的时期，主流一般呈左槽一次过渡形式。

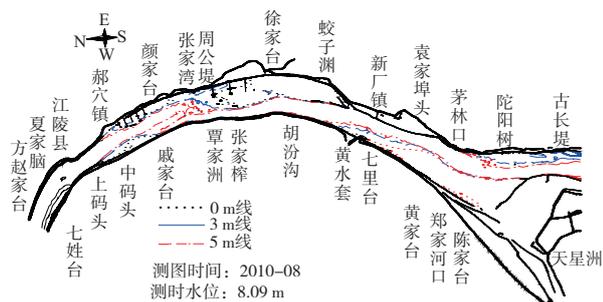
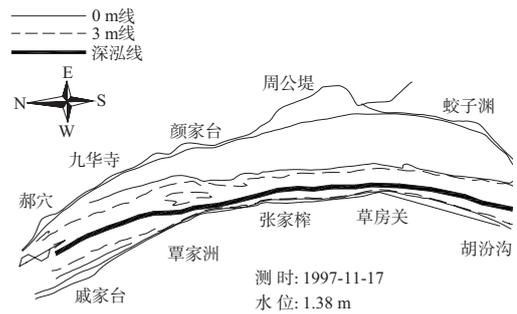
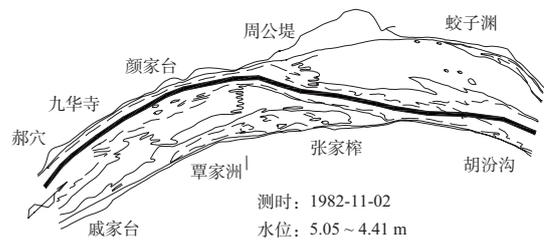


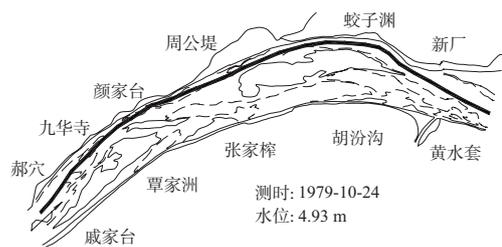
图1 周天河段河势



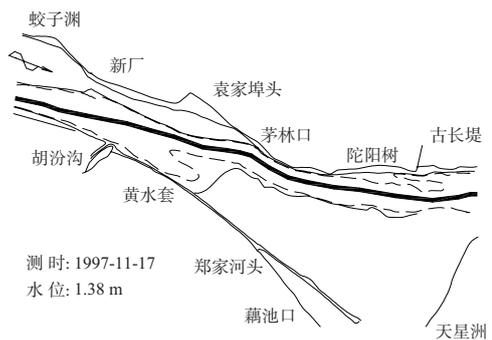
a) 周公堤水道过渡形式为上过渡



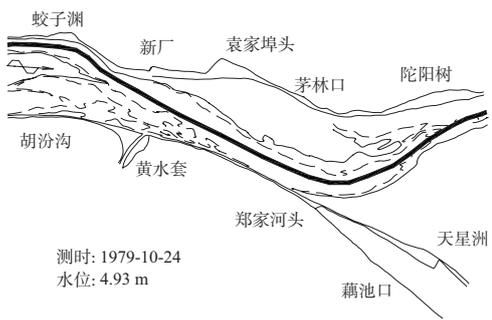
b) 周公堤水道过渡形式为中过渡



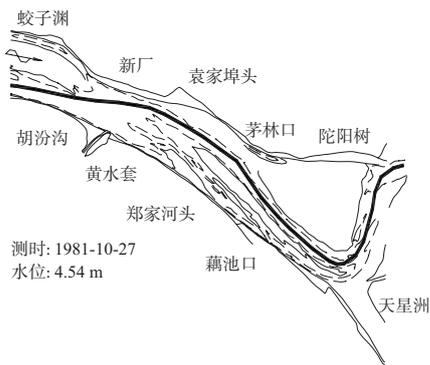
c) 周公堤水道过渡形式为下过渡



d) 天星洲水道过渡形式为左槽一次过渡



e) 天星洲水道过渡形式为右槽一次过渡



f) 天星洲水道过渡形式为二次过渡

图2 周天河段过渡形式

该河段的航道问题主要表现为, 周公堤水道浅滩不稳定, 碍航部位随过渡段深泓上提下移的变化而变化; 天星洲水道洲滩冲淤多变, 过渡段不稳定, 航道弯曲、狭窄。由于该河段是三峡工程蓄水运用后长江中游沙质河床浅滩中较早受到影响的河段, 三峡初期蓄水运用后, 现有的有利滩槽形态将受到破坏, 周公堤水道过渡段位置将发生左摆和下移, 天星洲水道的新厂边滩将不稳定而影响主流的稳定, 使周天河段航道条件向不利方向发展。

2 已实施航道整治工程

近期, 为了长江干线航道发展规划确定的目标, 同时改善该河段的通航条件, 周天河段共进行了2次重要的航道整治工程, 分别为周天河段清淤应急工程和周天河段航道整治控导工程。

2.1 周天河段清淤应急工程

为了缓解1998年和1999年特大洪水对周天河段航道造成的影响, 于2001—2002年枯水期实施了周天河段清淤应急工程。其整治目标是在维持现行航道尺度不变的前提下, 采用疏浚与整治相结合的手段, 通过工程措施防止河道条件进一步恶化。

工程实施后, 经过随后几年河床自动调整作用, 基本消除了1998年和1999年两年特大洪水对周天河段的不利影响, 改善了航道条件。

2.2 周天河段航道整治控导工程

三峡工程蓄水运行后, 为了防止三峡蓄水运行可能对周天河段目前有利的滩槽形态和良好航道条件的影响, 于2006年12月—2008年4月对周天

河段实施了航道整治控导工程。由于天星洲水道受到外部条件的限制, 因此, 控导工程仅在周公堤水道进行工程布置。具体如下: 进口左岸九华寺一带建Z1[#]~Z5[#]潜丁坝, 在周公堤心滩左侧串沟内建Z6[#]、Z7[#]潜丁坝, 在蛟子洲边滩上段将原清淤应急工程中头2道护滩建筑物Y1[#]、Y2[#]延长, 建成Y1[#]潜丁坝和Y2[#]护滩带, 在周公堤水道右岸张家榨一带进行长848 m的抛石护脚工程(图3)。

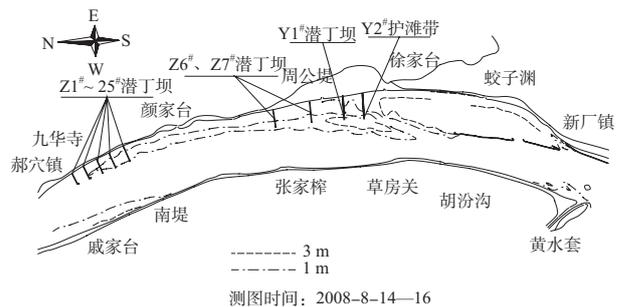


图3 周天河段控导工程方案布置

控导工程实施后, 周公堤水道过渡段稳定, 有利的河势得以维持, 效果明显。但随着三峡工程的蓄水运行, 未控导部位逐渐显现出不利变化趋势, 使得主流摆动, 航道条件不稳定。

3 控导工程以来河床演变

3.1 主流变化

由近年的上游郝穴水道出口附近断面分析已知, 郝穴水道左岸有所淤积, 使得水道出口附近主流已有所右摆, 相应的周公堤水道的主流受郝穴矾头挑流作用减弱, 主流在周公堤水道进口发生左摆。这说明虽然控导工程中在九华寺一带进行了丁坝群工程, 但由于丁坝群的控制高程较低, 未能解决受近期上游水道出口主流的右摆而引起的周公堤水道进口主流左摆现象发生。

从主流平面年际变化来看(图4), 受控导工程九华寺丁坝群和周公堤心滩的两道丁坝共同作用, 周公堤水道的过渡段稳定在上过渡形式, 主流由左岸的威家台向右岸的张家榨一带过渡, 但在一定幅度内摆动; 天星洲水道主流依然有所摆动, 其中, 在茅林口一带, 由于水面展宽, 加上天星洲滩头年际间呈现往复冲淤的变化, 导致过渡段主流不稳, 左右摆动较大。

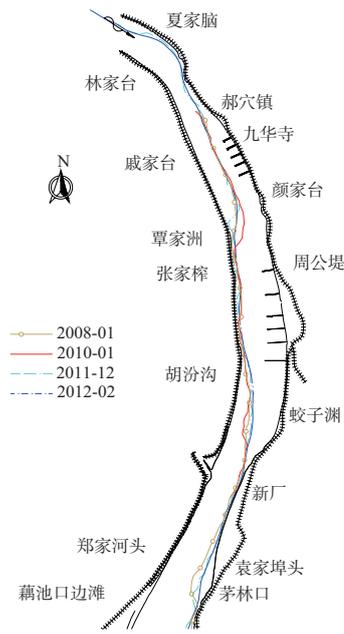


图4 周天河段主流平面年际变化

3.2 洲滩变化

1) 九华寺边滩：位于周公堤水道进口放宽段的左岸九华寺一带。由于受控导工程丁坝群的作用，该边滩头部向上淤长，滩体保持完整，有利于本水道的主流在较上位置向右岸深槽过渡。

2) 戚家台边滩：位于周公堤水道戚家台一带。该边滩受进口左岸矾头挑流的影响，年内呈“汛期淤积、汛后冲刷”的演变规律，年际间呈现主流下移，该边滩发育，主流上提，该边滩萎缩的变化规律。

3) 周公堤心滩：位于周公堤水道放宽段中段。该滩滩尾淤积下延，逐渐与下面的蛟子洲边滩相连，同时左岸的串沟得到有效的限制，限制了主流的中过渡和下过渡形式的发生。

4) 蛟子洲边滩：位于周公堤水道下段放宽段左侧，滩顶高程在航行基面以上1.9~10.3 m，其平面形态为不规则长椭圆形，上部一般呈心滩状伸向江中，尾部在蛟子洲与岸边相连，汛期淹没，枯水期露出水面，呈头部低，中部及尾部略高。该边滩滩头与周公堤心滩逐渐连为一体，在左岸形成一个完整的边滩，限制主流下移，有利于主流稳定在上过渡位置。同时，由于清淤应急工程对该边滩左侧串沟进行了封堵，使得该边滩左侧深槽不再可能发展。但该边滩中后段位于天

星洲水道进口主流向左岸过渡的顶冲点处，使得该段岸线陡峭，存在崩退现象，见图5 a)。

5) 新厂边滩：位于天星洲水道进口左侧，滩顶高程头部相对较低。该边滩与上游的蛟子洲边滩关系密切，由于近年蛟子洲边滩较为稳定，因此，新厂边滩的平面位置也基本稳定，但由于该滩头高程较低，且上游来沙大幅减小，枯水期，主流贴岸冲刷形成深槽，同时使得岸线崩岸，见图5 b)。

6) 天星洲洲体：位于天星洲水道喇叭口的大型淤积体，滩体上芦苇丛生。该洲体受上游新厂边滩崩岸、水流坐弯的影响，使得主流紧贴天星洲左缘，对天星洲左缘产生强烈的冲刷，见图5 c)，河道左侧断面增大，藕池口河床淤高，导致藕池口分流小幅减小。



a) 蛟子洲边滩中后段崩岸现场



b) 新厂边滩崩岸现场



c) 天星洲左缘崩岸现场

图5 崩岸现场实例

4 演变趋势

由河床演变分析可知, 周天河段航道控导工程后, 滩槽格局较为稳定, 虽局部还处于调整期, 但周公堤水道过渡段稳定在上过渡形式, 天星洲水道过渡段为左槽一次过渡形式。

1) 周公堤水道: 由于该水道为进口受郝穴矶头限制的微弯放宽型河道, 控导工程后, 主流受矶头、弯道及九华寺丁坝群的共同作用, 使得洪中枯水期主流流路不一致(图6), 同时, 由于控导工程的布置在颜家台一带形成空档, 使得枯水河宽在此处放宽, 泥沙落淤在此形成浅埂, 上、下深槽交错, 周公堤水道浅滩将变成交错浅滩, 给航道条件带来不利影响。另外, 在郝穴矶头及九华寺丁坝群的作用下, 主流在周公堤水道上段过渡到右岸, 使得张家榨一带岸线在水流的顶冲下, 将发生崩岸, 从而改变河势格局。

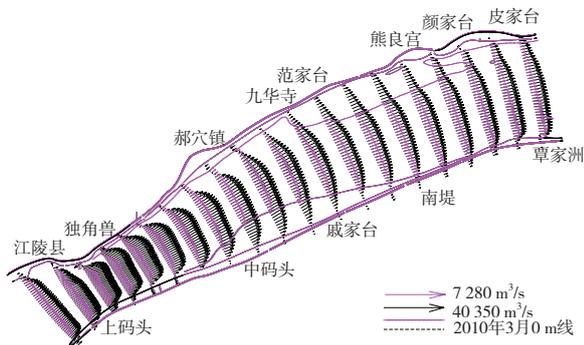


图6 周公堤水道入口流速流向

2) 天星洲水道: 由于天星洲水道过渡段主流在茅林口向右摆动, 使得河道展宽, 泥沙落淤, 形成交错浅滩, 航道条件不稳定。因新厂边滩滩头高程相对较低, 此段主流紧贴左岸, 将导致新厂边滩崩岸继续发展。新厂边滩的崩岸将使得天星洲水道局部坐弯, 主流经此处时被挑向右岸, 使得主流右摆, 这将进一步加快天星洲滩体左缘冲刷后退, 使得天星洲水道存在向二次过渡形式演变的趋势, 同时, 在过渡段形成沙埂, 使航道条件趋于不利。

5 碍航特性

由近年来的实测地形资料及河床演变趋势分析可知, 该河段的碍航特性主要表现在3个方面:

- 1) 航道尺度不足;
- 2) 周公堤水道过渡段的浅埂;
- 3) 天星洲水道过渡段的浅区。

5.1 航道尺度不足

从航道维护部门获知, 近期周公堤水道的航道条件恶化明显: 周公堤水道浅区的斜向浅埂继续淤积下延, 呈封堵左槽的趋势, 同时左右槽口均有不同程度淤积, 航道水深随水位的退落而相应减小, 航道条件继续向不利方面演变, 并于2010年11月22日—12月12日进行了航道维护性疏浚、改槽及调标。同时, 从2010年12月测图上可以看出, 周公堤水道过渡段的航线内部分位置的实际最小水深已不足3.5 m, 这与《总体规划纲要》中的3.5 m × 150 m × 1 000 m的航道尺度还存在一定的差距。因此, 航道尺度不足是周天河段主要的碍航特性之一。

5.2 周公堤水道过渡段的浅埂

周公堤水道浅区位于过渡段的颜家台闸口一带, 由于控导工程的力度有限, 并没有完全限制住主流左摆, 同时工程布置在颜家台闸处形成空档, 使得河道在此展宽, 泥沙落淤, 从而形成由戚家台边滩向颜家台方向延伸的斜向浅埂, 使得上下深槽交错, 航道条件有所恶化。

5.3 天星洲水道过渡段的浅区

天星洲水道浅区处于藕池口分流口上段, 由于分流的影响, 往往形成洪、枯期水流流向不一致, 同时, 由于河床断面本身较大, 加之随着天星洲左缘受水流冲刷进一步后退, 河床断面将进一步展宽, 使得水流分散, 输沙能力减弱, 易发生淤积, 在新厂边滩和天星洲洲头之间形成浅埂隔开上、下深槽, 使得过渡段航槽水深不足而出浅。

6 整治思路

由前文分析可知, 周公堤水道目前存在的问题主要表现为: 1) 由于潜丁坝的高程有限, 主流左摆的趋势没有完全控制住; 2) 同时由于颜家台闸一带的方案布置存在空档, 使得河道局部放宽, 泥沙落淤, 形成浅埂; 3) 张家榨一带的岸线虽经过抛石护脚, 但是工程力度有限, 仍然存在不稳定因素。

天星洲水道存在的问题主要表现为: 1) 由于

主流贴岸,新厂边滩岸线不够稳定,近年有所崩退;2)天星洲放宽段的心滩不够稳定,过渡段深泓线平面变化较大,主流摆动频繁,航道条件不够稳定。

针对周天河段目前存在的问题及不利发展趋势,周天河段航道整治工程的主要整治思路为:

1)控制周公堤水道放宽段主流变化;2)维护河道岸线稳定。其具体实施措施如下:

①控制周公堤水道放宽段主流变化。根据上述治理思路提出了两种工程方案,一种是填补控导工程布置在颜家台闸一带形成的空档(即在6#潜丁坝上游增建一座带勾头的潜丁坝),缩短放宽段距离,减少因河道放宽、水流分散而形成的过渡段的淤积,提高过渡段的航道尺度;另一种是加高九华寺5道已建潜丁坝的高程到整治水位,以增强中枯水期潜丁坝对水流的控制作用,从而达到束水攻沙的功效,解决过渡段泥沙落淤的问题,提高过渡段的航道尺度,同时使主流提前过渡到右岸,减小对下游心滩的冲刷强度。

②维护航道边界稳定。在控导工程中仅对张家榨一带进行了抛石护脚,工程强度有限,同时由于该段已有的水利部门及地方的护岸工程是间断性守护,且工程强度不同,因此,对该段岸线进行必要的护岸新建及加固工程;由于天星洲水道新厂边滩崩岸的持续发展将使得本水道局部坐弯,主流经此处后发生右摆现象,进而加剧天星洲左缘的冲刷,而天星洲左缘的进一步崩退,将使得过渡段展宽,泥沙落淤,并且可能形成二次过渡,导致航道条件进一步恶化,因此,对新厂边滩和天星洲左缘岸线进行必要的高滩守护工程。

通过对上述工程措施的模型试验效果分析得知:方案I(新增勾头潜丁坝)典型年试验表明,由于潜丁坝缩短了左岸颜家台闸附近放宽段的距离,减弱了中枯水时水流分散的程度,一定程度上减少了过渡段泥沙淤积,使过渡段水深满足要求,方案II(5道潜丁坝加高)典型年试验中,由于坝顶加高增加了中枯水期对水流的控制,挑流作用增强,使中小流量下主流提前过渡到右岸,但由于颜家台闸空档处依然分散,使得航槽内存在零星浅点,效果稍差;从对外部环境的影响来看,方案II使得颜家台闸附近产生1~3m的

淤积,对该闸口的正常使用会产生一定影响,方案I相对较好,仅淤积1m左右。因此,周天河段航道整治工程的推荐方案为方案I,即在6#潜丁坝上游增建一座带勾头的潜丁坝,对张家榨一带进行护岸新建及加固工程,对新厂边滩及天星洲左缘进行高滩守护工程,方案具有良好的整治效果,是合理可行的。

7 结论

本文分析了受三峡蓄水运行的影响,该河段在周天河段航道整治控导工程后的河床演变,并在此基础上进一步分析了对该河段今后的演变趋势,提出了该河段的整治思路及工程措施。得到的主要结论如下:

1)由于控导工程力度有限,周公堤水道主流左摆趋势没有完全被遏制,同时工程布置在颜家台闸处形成空档,使得泥沙落淤,形成斜向浅埂,上下深槽交错,航道条件有所恶化。

2)由于主流紧贴左岸,且新厂边滩滩头高程相对较低,导致新厂边滩崩岸,受其影响,主流经此处时被挑向右岸,这加快了天星洲滩体左缘冲刷后退,使得天星洲水道存在向二次过渡形式演变的趋势,同时,在过渡段形成沙埂,使航道条件趋于不利。

3)针对周天河段目前存在的问题及不利发展趋势,提出了控制放宽段的主流变化,维护河道岸线稳定的整治思路,并制定了相应的整治方案,有望解决本河段的碍航问题。

参考文献:

- [1] 钱宁,张仁,周志德.河床演变学[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 余文畴,卢金友.长江河道演变与治理[M].北京:中国水利水电出版社,2005.
- [3] 长江水利委员会长江科学院.长江荆江河段近期河道演变分析报告[R].武汉:长江水利委员会长江科学院,2006.
- [4] 长江水利委员会长江科学院.三峡工程运用初期长江荆江河段河床冲淤数学模型计算分析报告[R].武汉:长江水利委员会长江科学院,2004.