



三峡水库变动回水区三角碛河段 消落期维护疏浚方案*

王涛¹, 张璠¹, 刘天云², 黄颖婕³

(1. 长江重庆航运工程勘察设计院, 重庆 401147;

2. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 3. 重庆南方翻译学院, 重庆 401120)

摘要: 三峡水库 175 m 试验性蓄水以来, 变动回水区典型河段出现了卵石淤积碍航的问题, 其中又以三角碛河段表现尤为明显。三角碛河段位于重庆港区九龙坡港前沿, 属于典型宽谷分汉浅滩, 主航道弯、窄、浅、险。由于三峡水库蓄水引起泥沙冲淤规律变化, 航道演变也出现新的特点, 主航道泥沙淤积量不大, 但对航道条件影响较大, 消落期多次出现船舶搁浅事故。为改善三角碛河段消落期航道条件, 对其实施维护性疏浚是很有必要的。通过实测资料分析, 对三角碛河段泥沙冲淤变化特点进行研究, 探讨疏浚设计方案, 并分析疏浚效果。

关键词: 变动回水区; 试验性蓄水; 三角碛河段; 卵石淤积; 维护性疏浚

中图分类号: U 611

文献标志号: A

文章编号: 1002-4972(2015)01-0120-06

Maintenance and dredging plans of Sanjiaoqi reach in fluctuating backwater area of the Three Gorges Reservoir

WANG Tao¹, ZHANG Fan¹, LIU Tian-yun², HUANG Ying-jie³

(1. Changjiang Chongqing Harbour and Waterway Engineering Investigation and Design Institute, Chongqing 401147, China;

2. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China; 3. Chongqing Nanfang Translators College, Chongqing 401120, China)

Abstract: Since the 175 m test-operation of the Three Gorges Reservoir (TGR), the typical reach in the fluctuating backwater area has suffered navigation problems because of the pebble movements, among which the Sanjiaoqi reach is particularly serious. Located on the Jiulongpo harbor, Sanjiaoqi reach is a typical gully and branching reach, and the main channel is bend, narrow, shallow and dangerous. As a result of the change of the sediment movement law due to the impoundment of the TGR, new characteristics appear. The amount of sediment deposition is small, while the influence on the channel conditions is relatively large, and a lot of ships are stranded during the sluicing period. To improve the channel conditions, maintenance and dredging are extremely necessary. Based on the field measured data, we study the characteristics of sediment movements and discuss the dredging plan and effect.

Keywords: fluctuating backwater area; pilot storing water; Sanjiaoqi shallow; gravel deposition; maintenance dredging

三峡水库于 2003 年 6 月 1 日开始蓄水, 期间经历了 135 ~ 139 m、144 ~ 156 m 蓄水, 于 2008 年 9 月正式开始 175 m 试验性蓄水, 2010 年 10 月水库首次蓄水至 175 m, 回水末端到达江津红花碛。由于三峡蓄水引起库区水流条件变化, 因

此库区泥沙累积性淤积不可避免, 目前库区尚未实施综合治理, 泥沙淤积造成的碍航问题在一定时期内将持续存在, 因此开展库区航道维护性疏浚, 缓解消落期泥沙淤积对航道条件的影响非常必要。

收稿日期: 2014-04-23

*基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2012BAB05B02)

作者简介: 王涛 (1981—), 男, 硕士, 工程师, 从事港航工程设计与研究工作。

1 河道概况

三角碛河段位于重庆主城区九龙坡码头前沿,长江上游航道里程 671.0 km,处于两反向弯道过渡段,其上、下段的洪水河宽 600 ~ 700 m,中段放宽到 1 500 m,呈鱼腹状(图 1)。河道右侧巨大的九堆子卵石碛,分河道为左右两汉,左汉为枯水航槽,其上、下口又有鸡心碛与三角碛浅碛,将左汉分为左右两槽,成为两处碍航复杂汉道浅滩。由于本滩弯曲、放宽、分汊等复杂河床形态,造成泥沙淤积的多种形式。三角碛河段是川江著名的枯水浅滩,历史上实施多次整治^[1]。三峡水库蓄水后,三角碛河段冲淤规律又出现新的变化,泥沙淤积造成消落期三角碛航道水浅狭窄,对消落期航道畅通造成很大影响,2008 年三峡水库试验性蓄水以来,已经出现多起海损事故。

2 三峡试验性蓄水以来河床演变

2008 年三峡水库 175 m 试验性蓄水后,三角碛河段开始受到蓄水影响,由于河段处于变动回水区上段,三峡水库蓄水至 163 m 左右时才逐渐受到蓄水影响^[2]。

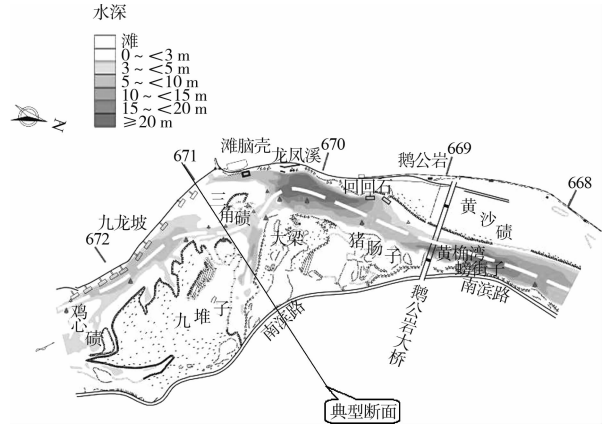


图 1 三角碛河段河势及断面布置

2.1 平面冲淤形态

对比分析研究河段 2011 年 5 月和 2007 年 3 月的河床测图,得到研究河段的冲淤变化范围和幅度(图 2)。从图 2 可见,研究河段自 2008 年三峡 175 m 运行以来,有冲有淤。淤积部位主要在九堆子心滩上、下游的缓流区和三角碛滩面和碛首,冲刷部位主要位于鸡心碛、九堆子的滩面。总体而言,冲淤幅度基本在 2 m 左右,没有出现大面积淤积的现象^[3-11]。

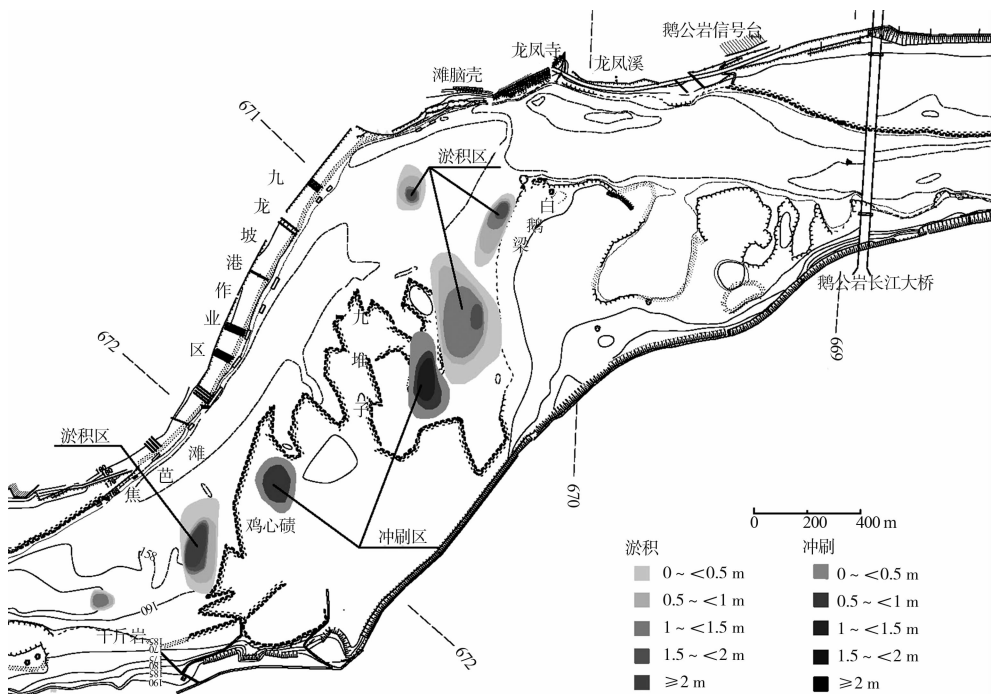


图 2 研究河段冲淤平面位置

2.2 断面冲淤变化

为了反映三角碛河段年内冲淤变化，布置典型断面（图1）进行对比分析。

收集整理了2009年汛后至2010年底之间的17次断面地形资料，并进行对比分析（图3）。在典型断面河道左侧，明显有3~4 m的冲淤变化，在河道中部也有1~2 m的冲淤变化。

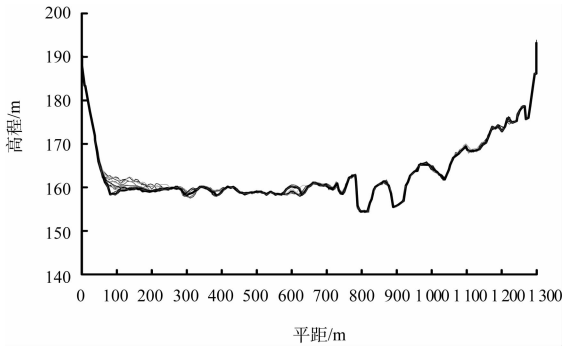


图3 研究河段典型断面冲淤变化

以断面高程相对较低的2010年5月测图为基准地形（图3中加粗的黑色线条，下同），根据断面的冲淤变化将断面地形数据按照汛期、汛后蓄水期、消落期等时段分进行期分析。

图4为收集的2009年9月—2010年6月的断面地形图。从图4中可见，2009年9月为汛末，汛期洪水造成断面左侧淤积明显，最大淤积高程约2.8 m。至2009年10月7日的汛末蓄水期，此时三峡坝前水位161.84 m，研究河段受三峡回水位影响较小。受上游10 000~12 000 m³/s汛末洪水冲刷，汛期淤积的泥沙基本冲刷殆尽。2009年11月—2010年3月之间缺乏断面观测资料，但通过三峡库区航道泥沙原型观测资料分析成果，11月—次年3月之间冲淤过程大致如下：平衡期

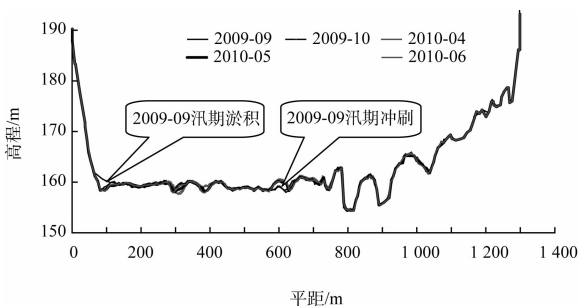


图4 研究河段断面蓄水期、消落期冲淤变化

（11月—1月、冲淤变化不大）、淤积期（1—2月、主要是上冲下淤）、冲刷期（2—3月、恢复天然强烈冲刷）地形基本变化不大（4—6月）这样一个过程。

图5为收集的2010年7月—2010年9月的断面地形测图。从图5中可见，2010年7—9月，汛期洪水造成断面左侧淤积明显。2010年7月相对5月地形最大淤积约1.8 m，至8月淤积加剧，相对基准地形最大淤积约3.6 m。2010年9月汛末，三峡坝前水位最大达到162.78 m，已影响到研究河段，原来汛末冲刷效果减弱，至9月底最大淤积高程约4.3 m。

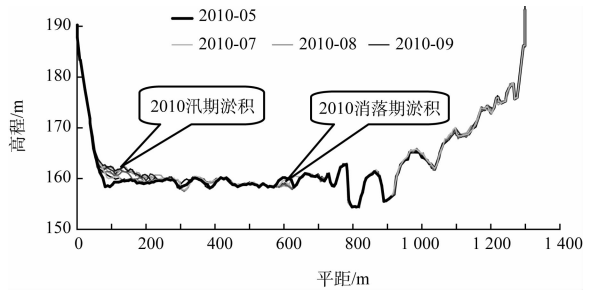


图5 研究河段断面汛后冲淤变化

图6为收集的2010年10月—2010年12月的断面地形测图。从图中可见，2010年10月初，汛末洪水冲刷效果减弱，但依然将9月最大约4.3 m的淤积高程冲刷为2.1 m。2010年11月—12月，三峡保持高水位运行，断面左侧淤积高程由2.1 m微增至2.8 m。

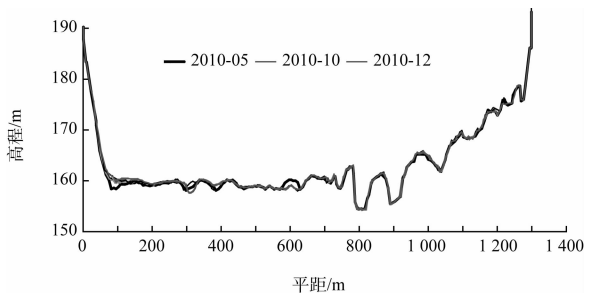


图6 研究河段断面汛末冲淤变化

通过上述分析，可将三角碛河段冲淤过程概括为：汛期淤积、汛后先冲刷（未受蓄水影响）后淤积（受到蓄水影响）、消落期先淤积（上游消落冲刷在下游淤积）后冲刷（消落冲刷）再平衡（冲淤量不大）。

3 碍航特性

三角碛河段右侧是现行枯水期主航道,设有三角碛控制河段,在当地水位4 m以下开始实施通行控制。河段现行枯水航道受三角碛、九堆子、大梁等控制,整体呈现“S”型,航道“弯窄浅险”,低水位期航道条件十分复杂^[12-13]。

三角碛河段由于少量泥沙淤积,碛翅和碛尾向主航道伸展,出口有大梁礁石,消落期最小航道尺度保持在最低维护尺度附近,低水期航道最小宽度约为60 m,水深3.0 m左右,枯水期主航道弯曲半径仅有600 m左右,消落期上下行船舶通航极其困难,极易出现搁浅或触礁等险情,成为著名的弯、窄、浅、险水道,试验性蓄水以来多艘船舶在三角碛水域搁浅触礁,是目前重庆主城区最为凶险的水道之一,消落期主航道布置见图7。

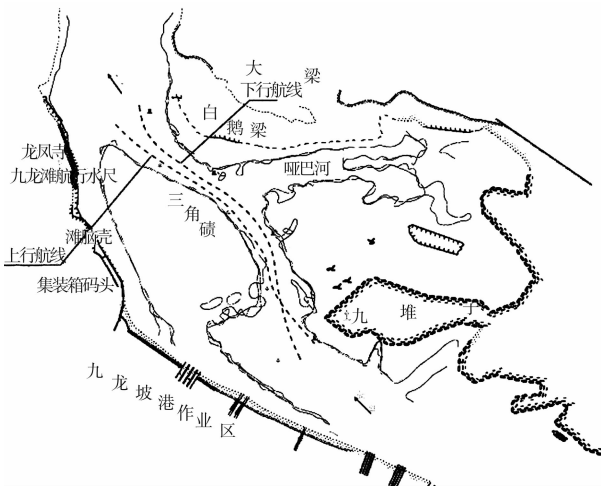


图7 三角碛河段碍航特性

4 维护性疏浚工程方案设计

4.1 治理思路

考虑到三角碛河段碍航特性和碍航成因,疏浚主要目的是增大该河段航道弯曲半径,改善航道“弯”的碍航特性,增大航道宽度;改善航道“窄”的碍航特性,增大航道水深;改善航道“浅”的碍航特性,但航道下游大梁礁石造成“险”的碍航特性并不能解决。

4.2 方案布置

本次维护性疏浚主要针对消落期不满足最低维护尺度的部位,航槽布置沿用现行航槽,方案布置主要受航槽内泥沙淤积部位影响,而泥沙淤积部位主要与当年水文泥沙、水库调度、河道条件等有关,基本认识是丰水丰沙年淤积量增大,淤积分布较大,疏浚方案区域增大,但总体方案布置主要沿现有航槽布置。

航道布置在三角碛右侧,泥沙淤积后碛翅向主航道延伸,使得原本弯曲狭窄的主航道更加弯曲,为了改善航道条件,航道布置在顺应河势的基础上,切除突出的三角碛右侧碛翅,增加该段河道弯曲半径、航道宽度、水深,使该上下游深槽较平顺连接,改善船舶通航环境。方案实施后,航道弯曲半径增大至800 m左右,航道宽度扩展至80 m,航道水深保持在3.5 m左右。考虑到九堆子右汊分流,消落期水流自哑巴洞(图7)有水流窜入主航道,造成白鹤梁前沿流态差,而且这股水流也造成泥沙淤积在主航道,因此将弃渣倾倒入哑巴洞,对消落期哑巴洞水流进行调整^[14],方案布置见图8。

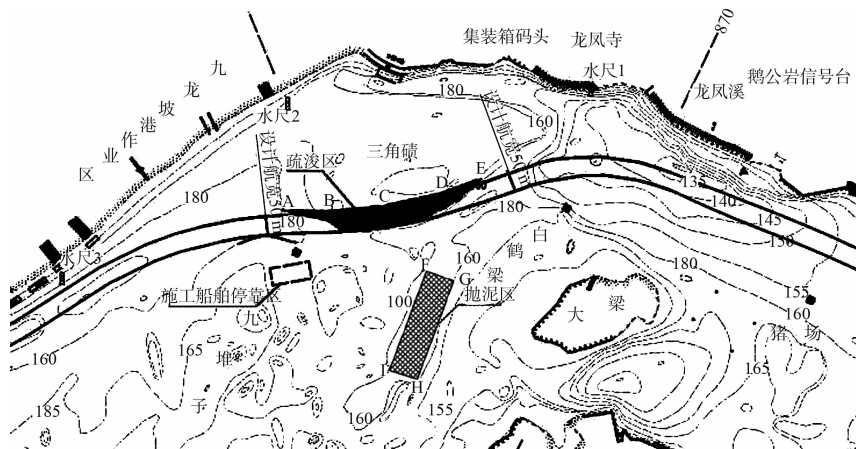


图8 三角碛河段疏浚方案布置

4.3 施工期航道布置

由于消落期航道条件较差，施工与通航矛盾大，此时也存在泥沙输移碍航的问题，因此施工安排在高水位期提前施工，既缓解施工与通航矛盾，又在碍航期到来之前提前准备预备槽，使得泥沙顺利输到下游深潭，缓解泥沙碍航问题。

根据水库运行特征，施工时间安排在2011年12月中旬—2012年1月底，此时工程河段水面宽阔，有足够空间对航道进行调整，为了减小通航对施工影响，航道维护部门将航道布置在三角碛顶，远离施工区域，保证施工与通航安全，施工期航道布置见图9。

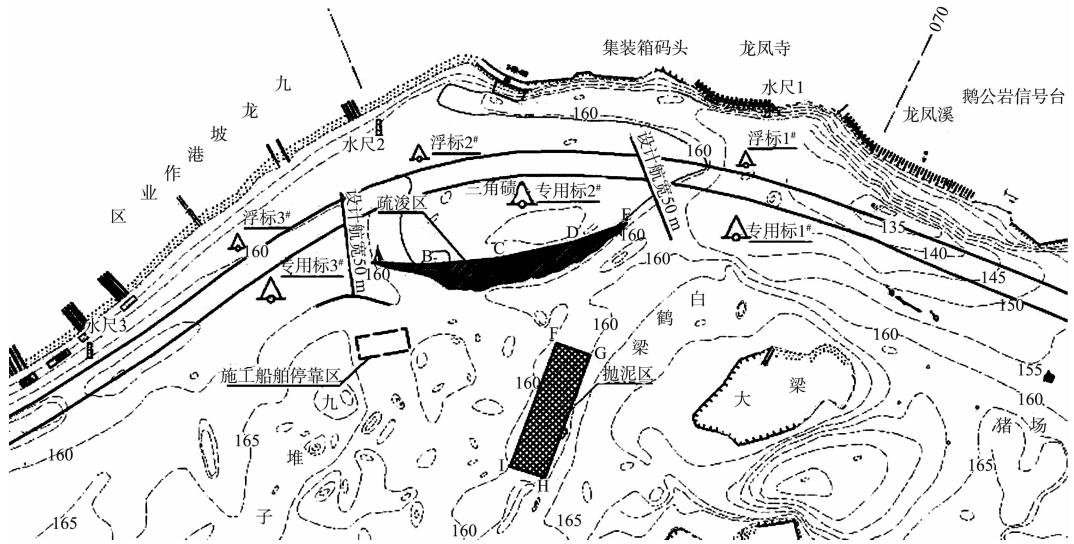


图9 三角碛河段施工期航道布置

5 疏浚效果

分析2012年疏浚后航道维护测图可知：维护性疏浚后，右汊航宽、水深、弯曲半径等有了一定改善，疏浚后至2012年5月，弯曲半径基本达到800 m，3 m水深最小宽度达到100 m左右（图10），消落期的航道条件得到一定的改善。

6 结语

1) 三峡水库蓄水是个长期过程，变动回水区浅滩泥沙淤积是不可避免的，因此对库区重点浅滩航道实施疏浚是一个常态的过程。

2) 在消落期实施航道维护性疏浚，能够缓解当年泥沙淤积碍航的问题，利用三峡蓄水位高的时期，在滩险进入天然航道之前提前疏浚，能避免施工引起的通航矛盾，是缓解消落期变动回水区航道问题的有效方法。

3) 应适当考虑回淤影响。从近几年实施的疏浚工程可以看出：疏浚实施后，航道存在回淤现象，因此疏浚设计时应考虑一定的备淤深度。

4) 根据滩险碍航特性，利用弃渣改变局部河段水流条件，也是缓解泥沙淤积碍航的有效手段。

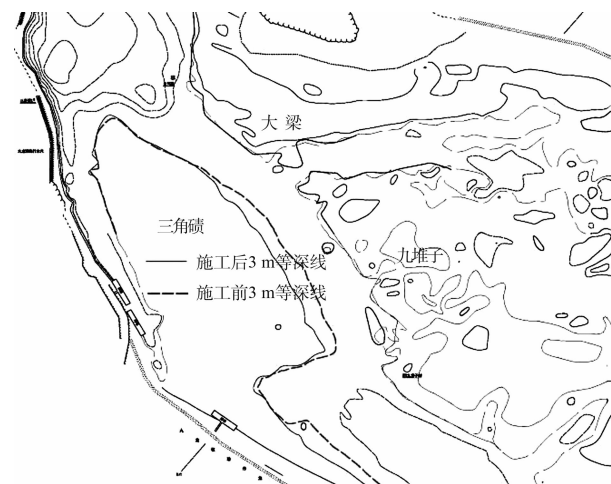


图10 三角碛河段施工后航道3 m等深线变化

参考文献:

[1] 长江重庆航道工程局勘察设计所. 长江重庆到宜宾河段滩险整治情况资料集(1953—1999) [R]. 重庆: 长江

- 重庆航道工程局勘察设计所,2000:11-19.
- [2] 长江重庆航运工程勘察设计院.三峡库区(175 m 运用初期)设计最低通航水位计算与分析[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2010.
- [3] 钱宁,张仁,周志德.河床演变学[M].北京:科学出版社,1987.
- [4] 付旭辉,杨胜发,伍文俊.三峡 175 m 蓄水后变动回水区九龙坡河段冲淤变化[J].人民长江,2012,34(20):21-24.
- [5] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2008—2009 年度分析报告[R].重庆:长江航道规划设计研究院、长江重庆航运工程勘察设计院,2009.
- [6] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2009—2010 年度分析报告[R].重庆:长江航道规划设计研究院、长江重庆航运工程勘察设计院,2010.
- [7] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2010—2011 年度分析报告[R].重庆:长江航道规划设计研究院、长江重庆航运工程勘察设计院,2011.
- [8] 长江航道规划设计研究院,长江重庆航运工程勘察设计院.长江三峡工程航道泥沙原型观测 2011—2012 年度分析报告[R].重庆:长江航道规划设计研究院、长江重庆航运工程勘察设计院,2012.
- [9] 长江水利委员会水文局.2011 年度三峡水库进出库水沙特性、水库淤积及坝下游河道冲刷分析[R].武汉:长江水利委员会水文局,2012.
- [10] 长江水利委员会水文局.2010 年度三峡水库进出库水沙特性、水库淤积及坝下游河道冲刷分析[R].武汉:长江水利委员会水文局,2011.
- [11] 长江水利委员会水文局.2009 年度三峡水库进出库水沙特性、水库淤积及坝下游河道冲刷分析[R].武汉:长江水利委员会水文局,2010.
- [12] 长江航道局.航道工程手册[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [13] 长江航道局.川江航道整治[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [14] 长江重庆航运工程勘察设计院.三峡水库变动回水区航道维护性疏浚技术方案[R].重庆:长江重庆航运工程勘察设计院,2011.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 119 页)

参考文献:

- [1] 湖南省交通厅.湘江干流航道发展规划[R].长沙:湖南省交通厅,2007.
- [2] 湖南省交通运输厅.湖南内河水运发展规划[R].长沙:湖南省交通厅,2011.
- [3] 翟慧娟,李颢,张林江.航电枢纽建设与内河航运发展[J].交通建设与管理,2008(7):68-72.
- [4] JTS 182-1—2009 渠化工程枢纽总体设计规范[S].
- [5] 湖南省交通规划勘察设计院.湘江土谷塘航电枢纽工程初步设计报告[R].长沙:湖南省交通规划勘察设计院,2012.
- [6] 吴信.西江航运干线桂平二线船闸设计关键技术[J].水利水运工程学报,2012(4):108-114.
- [7] 张春阳,孙一民.水利枢纽景观规划特色探讨——广东省飞来峡水利枢纽景区规划设计[J].华南理工大学学报:自然科学版,2001(7):79-82.

(本文编辑 郭雪珍)