

# 长江中游周天一藕池口河段 航道尺度提升可能性探析

闫 军

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

**摘要:** 周天一藕池口河段是荆江河段的重要组成部分之一,也是湖北省“645”工程的重点航段之一。目前,在建设长江经济带的战略要求下,宜昌至武汉段枯水期航道水深计划进一步提升至4.5 m,但周天一藕池口河段现行的枯水期维护水深为3.5 m,提升幅度较大。通过分析周天一藕池口河段近期的深槽变化情况以及结合已建航道整治工程的实施情况,分析了该河段提升航道尺度尚存在的碍航问题。从工程方案、外协问题方面,提出了航道尺度提升的可能性,供有关决策部门参考。

**关键词:** 周天一藕池口河段; 航道尺度; 航道整治; 尺度提升

中图分类号: U 612.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)12-0068-06

## Potential improvement of channel dimension of Zhoutian-Ouchikou in middle Yangtze River

YAN Jun

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

**Abstract:** Zhoutian-Ouchikou river reach is an important part of the Jingjiang river, which is also one of the key reaches of the “645” projects in Hubei province. At present, under the requirements of construction of the Yangtze River Economic Zone strategy, the waterway depth is planned to be further increased to 4.5 meters in the dry season from Yichang to Wuhan. However, the current maintenance depth is 3.5 meters in Zhoutian-Ouchikou river reach during the dry season, which remains a large amount of depth to be increased. This paper analyzes changes of deep channel and accomplishments of built regulation projects and demonstrates the obstacle problem of further enhancing the waterway depth. Moreover, the potential concerning enhancement of the waterway dimension is provided from the project plan and the non-technical conditions aspects in order to give a support to decision by related departments.

**Keywords:** Zhoutian-Ouchikou river reach; channel dimension; waterway regulation; potential improvement

周天一藕池口河段位于长江中游上荆江末端、下荆江首端,上起郝穴,下迄北门口,全长50 km,其中郝穴至古长堤为周天河段(长为27 km)、古长堤至北门口为藕池口水道(长为23 km),均曾是长江中游重点碍航河段之一<sup>[1]</sup>。

周天河段以胡汾沟为界自上而下分为周公堤和天星洲两个水道,其中周公堤水道为进口受郝穴码头限制的微弯放宽河道,天星洲水道为顺直

放宽并有藕池口分流的喇叭形河道。藕池口水道上段为顺直分汊河道段、下段为急弯段(图1)。

周天一藕池口河段是长江中游的重点浅滩河段之一。为改善航道条件,上段周天河段先后实施了周天河段清淤应急工程、周天河段航道整治控导工程<sup>[2-3]</sup>;下段藕池口水道实施了航道整治一期工程<sup>[4-5]</sup>。目前正在实施的长江中游荆江河段(昌门溪—熊家洲)航道整治工程继续对周天一藕

收稿日期: 2014-10-08

作者简介: 闫军(1980—),男,博士,高级工程师,从事航道整治科研、设计。

池口河段进行整治，实施后的航道尺度将达到  $3.5 \text{ m} \times 150 \text{ m} \times 1\,000 \text{ m}$ （水深  $\times$  航宽  $\times$  弯曲半径），保证率为 98%。近期湖北省正在推进“645”长江深水航道整治工程，即安庆—武汉段

最小航道维护水深进一步提高至 6.0 m、武汉—宜昌段最小航道维护水深进一步提高至 4.5 m，周天一藕池口河段位于武汉—宜昌段，航道水深将由 3.5 m 提升至 4.5 m。

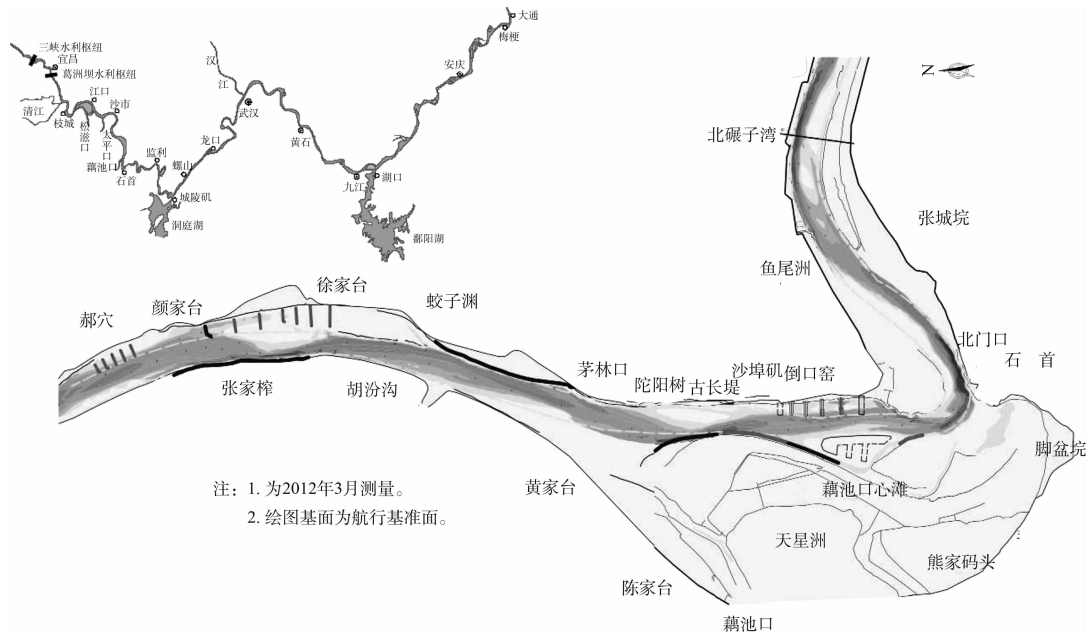


图 1 周天一藕池口河段地理位置及河势

## 1 近期深槽变化情况

周天河段控导工程实施以来，航道有利的滩槽格局基本得到稳定。周公堤水道九华寺边滩在 5 道潜丁坝的作用下头部向上游淤长，且边滩保持完整，过渡段保持了上过渡形式，周公堤心滩的尾部向下游淤积，并逐渐和下游的蚊子洲边滩连为一体，在左岸逐渐形成一个高大完整的滩体，同时左岸串沟得到控制，水流归槽，但由于控导工程力度有限，尚未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，使得泥沙在戚家台边滩至颜家台的方向落淤，形成斜向浅埂，上下深槽交错，航道条件存在恶化的可能。

天星洲水道新厂边滩及天星洲大型淤积体基本保持高大完整，滩体形态正处于较好时期，过渡段为左槽一次性过渡形式。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，泥沙在此落淤形成沙埂，同时天星洲左缘冲刷后退，存在向二次过渡发展的趋势，航道条件

趋于不利。

藕池口水道进口段滩槽变化较为剧烈，尽管主流仍位于左槽，但深泓摆动频繁，航槽难以稳定。进口左侧陀阳树边滩不断下移，挤压主流右偏，冲刷倒口窑心滩左缘，主流不断向右坐弯。一期工程实施后，陀阳树边滩和倒口窑心滩得到了初步控制，进口段主流位置得以稳定，航道条件明显改善。但由于工程对陀阳树边滩控制能力有限，导致主流左偏，随之深槽右侧倒口窑心滩左缘不断淤长，挤压右侧主航道，航道条件出现不利变化趋势。

### 1.1 深槽演变情况

由于周天河段设计最低通航水位低于现行航行基面<sup>[6]</sup>，研究周天河段 4.5 m 深槽水深在测图上采用 6 m 等深线进行分析，藕池口水道 4.5 m 水深仍在测图中采用 4.5 m 等深线进行分析。深槽具体变化情况见表 1 和 2。

综上所述可知，从周天河段控导工程实施以来的 6 m 等深线变化情况来看，周天河段存在两

处浅区,一处位于颜家台附近上、下深槽过渡段,一处位于茅林口至陀阳树一带;藕池口水道4.5 m等深线保持贯通,但深槽在沙埠矾一带摆动幅度较大,难以稳定。分析来看,周天河段内两处浅区成因与所在区段河道放宽密切相关,均为交错浅滩,基本遵循“洪淤枯冲”的变化规律,深槽难以靠水流自然冲刷得以长久贯通;藕池口水道存在一处浅区,浅区成因与主流摆动有关,浅区形态呈正常浅滩,在一期工程实施后该浅滩水深增加,能够满足4.5 m水深要求,但深槽最小宽度有所减小,这与航道右边界倒口窑心滩左缘向航槽淤积延伸密切相关。

表1 上段周天河段6 m深槽情况

测图时间	深槽情况	浅区形态
2006-03	6 m等深线贯通,最小宽度240 m,位于颜家台闸下游约2 400 m	
2006-09	6 m等深线贯通,最小宽度370 m,位于颜家台闸下游约3 000 m	
2007-10	6 m等深线两处断开,一处位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 700 m,一处位于藕池河分流口附近,断开长度为1 400 m	交错浅滩
2008-01	6 m等深线一处断开,位于藕池河分流口附近,断开长度为530 m	交错浅滩
2008-08	6 m等深线贯通,最小宽度260 m,位于颜家台闸下游约2 500 m	
2009-08	6 m等深线一处断开,位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 700 m	交错浅滩
2010-01	6 m等深线一处断开,位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 500 m	交错浅滩
2010-06	6 m等深线一处断开,位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 200 m	交错浅滩
2010-11	6 m等深线两处断开,一处位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为900 m,一处位于藕池河分流口附近,断开长度为1 800 m	交错浅滩
2012-02	6 m等深线一处断开,位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 400 m	交错浅滩
2012-08	6 m等深线一处断开,位于藕池河分流口附近,断开长度为700 m	交错浅滩
2013-02	6 m等深线贯通,最小宽度190 m,位于颜家台闸下游约2 600 m	
2013-07	6 m等深线一处断开,位于藕池河分流口附近,断开长度为1 600 m	交错浅滩
2014-02	6 m等深线一处断开,位于颜家台附近上、下深槽过渡段,断开长度为1 100 m	交错浅滩

表2 下段藕池口水道4.5 m深槽情况

测图时间	深槽情况	浅区形态
2006-09	4.5 m等深线一处断开,位于沙埠矾附近,断开长度为300 m	正常浅滩
2007-08	4.5 m等深线一处断开,位于沙埠矾附近,断开长度为800 m	正常浅滩
2008-02	4.5 m等深线贯通,最小宽度为264 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2008-05	4.5 m等深线一处断开,位于沙埠矾附近,断开长度为450 m	正常浅滩
2009-01	4.5 m等深线贯通,最小宽度为278 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2009-12	4.5 m等深线贯通,最小宽度为261 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2010-03	4.5 m等深线贯通,最小宽度为271 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2010-09	4.5 m等深线贯通,最小宽度为430 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2012-08	4.5 m等深线贯通,最小宽度为440 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2013-03	4.5 m等深线贯通,最小宽度为363 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2013-08	4.5 m等深线贯通,最小宽度为439 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	
2014-02	4.5 m等深线贯通,最小宽度为298 m,位于夹河口下游约1 800 m范围内	

## 1.2 深泓变化情况

从周天河段洪、枯水期深泓平面变化情况来看(图3),主流在进口段较为集中,偏左岸下行,在颜家台一带逐渐过渡至右岸侧,但在过渡段深泓年际间左右摆动幅度较大,枯水期深泓最大摆动幅度达570 m,洪水期深泓最大摆动幅度达439 m。由此可见,周天河段颜家台一带过渡段深槽难以稳定。主流在胡汾沟一带由右岸再次过渡至左岸,顶冲点位于蛟子渊边滩滩缘,洪枯水深泓线年际间摆动幅度在300 m左右,深槽位置相对比较稳定。主流贴左岸下行至茅林口一带后,深泓线年际间再次发生较大幅度的摆动,枯水期最大摆动幅度达570 m,洪水期最大摆动幅度达770 m,且摆动距离较长,达5 700 m,直至天星洲洲头,主流再次集中于右岸,经滩体挑流,折射至左岸古长堤以下进入藕池口水道,深泓年际

间在藕池口进口段继续发生大幅度摆动，洪、枯水期最大摆动幅度超过 860 m，主流下行至向家洲上段，深泓再次集中右岸，贴向家洲滩缘下行，至弯顶后，洪、枯水深泓线年间发生摆动，最大摆动幅度达 320 m。

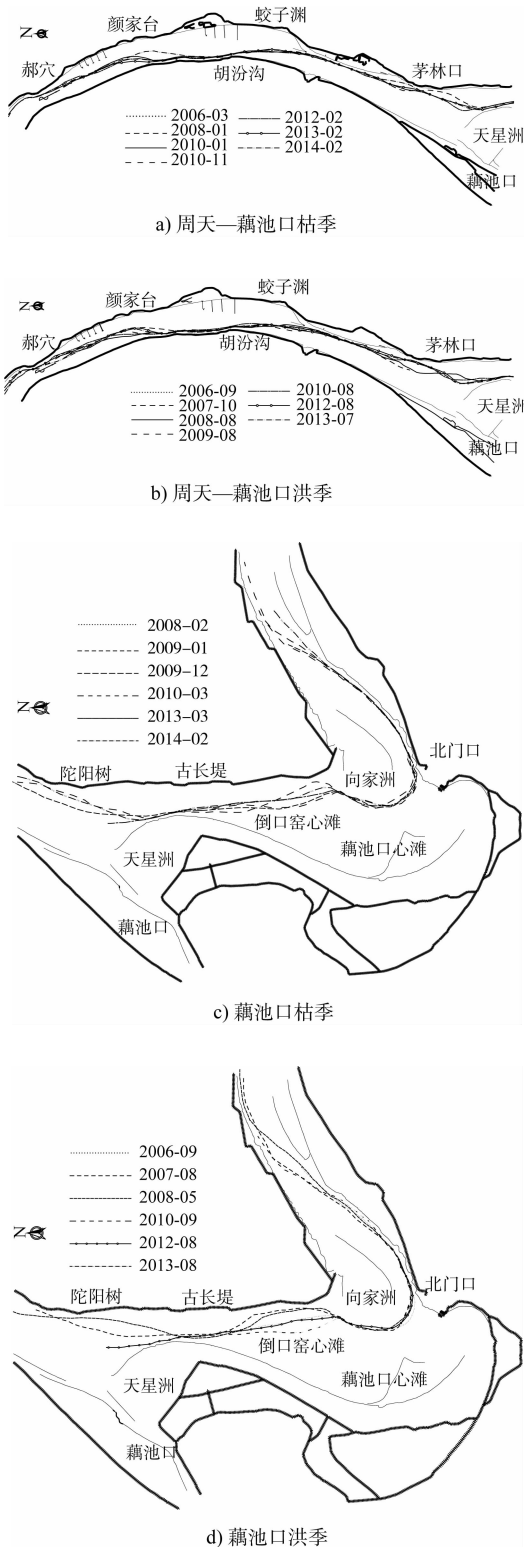


图 3 周天一藕池口河段深泓平面变化

## 2 航道尺度提升可能性探析

### 2.1 提升尺度仍存在的问题

通过近年来周天河段实施的整治工程，取得了良好的工程效果，一定程度上稳定了枯水期主流摆动和洲滩，初步遏制了三峡工程蓄水以来出现的不利影响，达到了整治目标。根据近期测图，周天河段目前 6 m 等深线贯通（该段设计水位低于现行航行基面约 1.35 m），但结合周天河段的河床演变规律和变化趋势，要提升航道尺度，仍存在以下几个方面的问题：1) 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，形成交错浅滩，水深不足；2) 茅林口至陀阳树一带主流左右摆动，使得河道展宽，泥沙落淤，形成交错浅滩，水深不足；3) 主流过胡汾沟后贴近左岸，蛟子渊高滩成为航道的主导边界，目前尚未控制。

藕池口水道航道整治一期工程实施以来，取得了良好的工程效果，较好地稳定了藕池口水道的滩槽格局，初步遏制了藕池口水道的不利变化趋势，实现了相应的整治目标。根据近期测图，藕池口水道 4.5 m 等深线贯通，但结合藕池口水道的河床演变规律和变化趋势，要提升航道尺度，仍存在以下几个方面的问题：1) 由于进口段左侧航道边界控制范围有限，主流左偏顶冲陀阳树边滩已建守护工程区，相应右侧倒口窑心滩向河心淤长，挤压主航道进一步弯曲，不利于航行安全；2) 藕池口出口急弯弯顶凹岸尚未完全控制，在主流持续顶冲下，不利于航道边界稳定。

### 2.2 方案可能性

#### 2.2.1 治理思路

结合以上对航道尺度提升仍存在问题的认识，其治理思路为：在已实施航道整治工程的基础上，进一步完善整治工程平面布置，有效控制局部放宽区段的主流变化，辅以必要的疏浚措施，增加浅区段水深，同时进一步稳定航道边界，抑制高滩岸线冲刷后退，确保航道边界稳定，实现整治目标。

#### 2.2.2 初步治理方案

工程建设目标：在已建工程的基础上，通过整治工程措施进一步集中水流冲刷碍航浅区，辅

以必要的疏浚措施,提高航道尺度,并对航道的主导边界进一步实施守护,使航道尺度达到 $4.5\text{ m}\times 150\text{ m}\times 1\ 050\text{ m}$ ,保证率为98%。

工程建设内容:颜家台潜丁坝工程、徐家台护滩带加高加长工程、蛟子渊高滩守护工程、陀阳树边滩护滩带加高工程、茅林口至陀阳树疏浚

挖槽工程、藕池口中段疏浚挖槽工程、藕池口心滩下段高滩守护工程。潜丁坝和高滩守护工程的主要作用是形成稳定顺畅的航道边界,集中水流冲刷浅区,确保航槽位置稳定少变;疏浚挖槽工程的主要作用是消除碍航区段、达到建设标准。初步方案平面布置见图4。

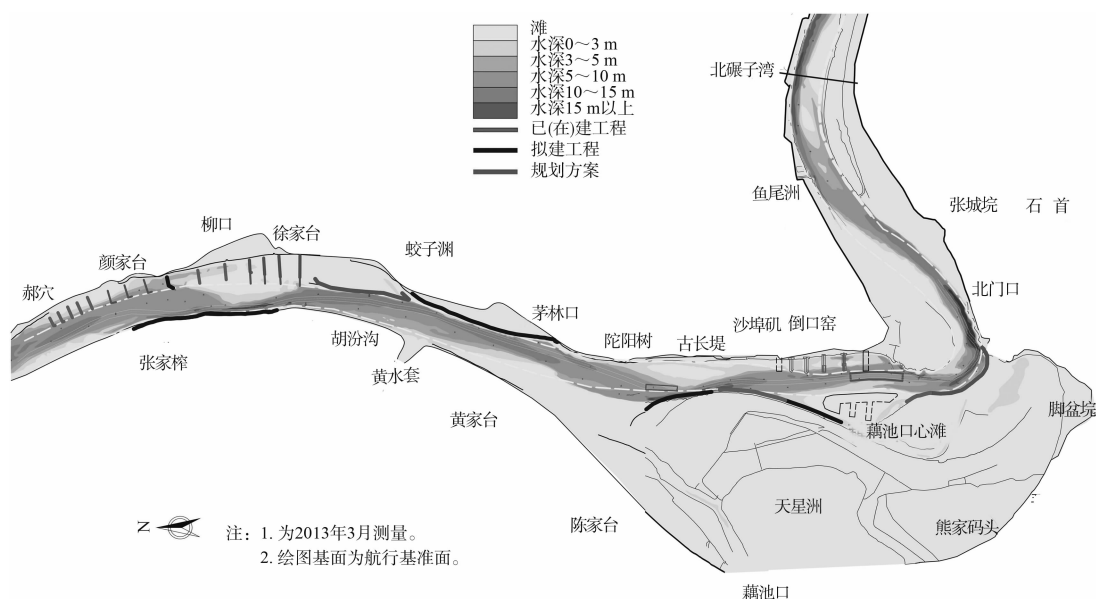


图4 周天一藕池口河段航道尺度提升规划方案平面布置

工程效果评估:本河段航道提升尺度方案开展了物理模型试验研究。研究表明,方案在典型年情况下均可实现航道整治目标,但在长系列年情况下航道整治目标的实现取决于疏浚挖槽的回淤程度,若疏浚挖槽的回淤速度小于等于冲刷速度,则挖槽能够长久稳定;反之,则难以长久稳定,需在不利水文年配合维护性疏浚守槽。

### 2.3 外部制约条件探析

对于周天一藕池口河段进一步提高航道尺度的问题,主要的外部制约条件有3方面:

1) 由于颜家台闸的存在,在历次周天河段航道整治过程中,该段均未实施整治建筑物,形成一段长约2.7 km的整治空档,致使该段深泓摆动,航槽位置难以稳定,本工程方案基于颜家台闸已搬迁而设计,这需要相关部门高度重视并协调解决。

2) 藕池河分流口附近河道放宽,导致茅林口至陀阳树一带深泓线摆动频繁,进一步提高航道

水深后,该段为浅区所在区域,但藕池分流口涉及荆江分洪问题,限制了工程方案的布置,即难以实施整治建筑物,主要考虑采取疏浚挖槽来实现尺度的提升。

3) 在本河段左岸夹河口段有夹河口人渡和三义寺汽渡。已建的藕池口水道航道整治一期工程整治建筑物距离两渡口的的位置约1 000 m,初步工程方案进一步加高或扩大已有工程范围,新建工程位置可能与渡口运营存在不协调,需相关部门引起重视并提前协调,以确保航道提升尺度方案的实施。

### 3 结论

1) 周天一藕池口河段曾是荆江河段碍航问题十分严重的河段之一,经过多年跟踪研究、分析,掌握了该河段的演变特点和浅滩碍航特性,并实施了一系列航道整治工程,均较好地实现了当时既定的航道整治目标。

2) 在进一步提升宜安段航道尺度的战略背景下, 周天一藕池口河段航道水深仍有进一步挖掘的潜力。但从近期深槽变化情况看, 上段周天河段 6 m 深槽存在两处不稳定区域, 常以交错浅滩的形态出现, 一处位于颜家台闸附近、一处位于藕池河分流口附近; 下段藕池口水道 4.5 m 深槽总体情况较好, 特别是在一期工程实施后, 进口段沙埠矾浅滩碍航问题基本得以解决, 但在夹河口以下受倒口窑心滩尾部向右淤长的影响, 航槽出现缩窄的变化趋势, 在进一步提升航道尺度的要求下, 需重视以上航槽变化问题。

3) 从分析来看, 进一步提升周天一藕池口河段航道尺度是可能的。在治理方案上, 采用的航道整治思路及方案已在长江中下游类似河段广泛使用, 且积累了不少成功经验, 是能够实现航道尺度提升目标的; 在外部协调上, 存在的外协问题主要采取沟通协调, 在相关主管部门提前介入的情况下, 应该可较好地解决外协问题, 并实现多方共赢。

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 61 页)

#### 4 结论

1) 采用非结构三角网格离散计算区域, 精确模拟河段岸线与重点边滩的平面形态; 辅以科学的网格布置策略, 使得网格系统能够准确模拟滩地、主河槽和工程区域的水流过程。

2) 验证结果表明: 模型计算的汉道分流比、水位与实测值符合较好, 模型计算断面流速分布与原型观测资料基本一致, 表明验证参数能够反映安庆河段的水流运动及分布规律, 可以进一步对安庆河段航道整治工程对水流的调整效果开展研究。

#### 参考文献:

- [1] Toro E F. Shock-Capturing Methods for Free-Surface Shallow Flows [M]. England: Wiley, 2001.
- [2] Begnudelli L, Sanders B F. Unstructured grid finite-volume

#### 参考文献:

- [1] 黄召彪, 黄成涛, 刘林, 等. 长江中游荆江河段航道整治工程 (3.5 m) [R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2009.
- [2] 刘怀汉, 雷国平, 刘奇峰, 等. 长江中游周天河段航道整治控导工程工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2003.
- [3] 刘怀汉, 雷国平, 刘奇峰, 等. 长江中游周天河段航道整治控导工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2006.
- [4] 付中敏, 闫军, 邓晓丽, 等. 长江中游藕池口水道航道整治一期工程工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2008.
- [5] 付中敏, 闫军, 耿嘉良, 等. 长江中游藕池口水道航道整治一期工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2009.
- [6] 雷国平, 尹书冉, 郑惊涛, 等. 荆江河段航道整治工程设计水位专题研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2011.

(本文编辑 武亚庆)

algorithm for shallow-water flow and scalar transport with wetting and drying [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 132(4): 371-384.

- [3] Valiani A, Begnudelli L. Divergence form for bed slope source term in shallow water equations [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2006, 132(7): 652-665.
- [4] Stoker J J. Water Waves [M]. New York: Wiley-Interscience, 1957.
- [5] Yoon T, Kang S. Finite-volume model for two-dimensional shallow water flows on unstructured grids [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004, 130(7): 678-688.
- [6] 岳志远, 曹志先, 李有为, 等. 基于非结构网格的非恒定流浅水二维有限体积数学模型研究[J]. 水动力学研究与进展: A 辑, 2011, 26(3): 359-367.
- [7] 岳志远, 刘怀汉, 李有为, 等. 明渠交汇口水流浅水二维数学模型研究[J]. 水运工程, 2012(10): 77-79.

(本文编辑 武亚庆)