



## 长江中游宜昌至武汉河段航道建设思路探讨\*

江凌

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

**摘要:** 长江中游宜昌至武汉河段一直是制约长江黄金水道的“瓶颈”, 随着三峡工程航运效益的发挥以及“十二五”长江干线航道建设的全面加快, 其航道水深将提前实现规划目标, 但通航能力与日益增长的沿江经济对水运的需求仍有较大差距。基于宜昌至武汉河段航道整治工程效果、航道变化特点以及航道条件分析, 探讨航道治理思路。

**关键词:** 长江中游; 航道整治工程; 航道条件; 航道治理思路

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)12-0116-06

### Ideas on channel regulation for Yichang to Wuhan reach

JIANG Ling

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

**Abstract:** The Yichang to Wuhan river reach in the middle reaches of Yangtze River is the bottleneck restricting the Yangtze River golden waterway. With the navigation benefit of the Three Gorges project and the speeding up of the Yangtze River waterway construction during the “12th Five-Year-Plan” period, its channel depth will realize the planning goal in advance, but there is still a large gap between the navigation ability and growing economic demand for water transport. Based on the analysis of waterway regulation engineering effect, channel change characteristics and channel navigation condition, the article discusses the channel regulation thoughts.

**Keywords:** middle reach of the Yangtze River; waterway regulation engineering; channel condition; channel regulation thoughts

长江中游宜昌至武汉河段河道迂回曲折, 弯道、汊道多, 河势不稳定, 滩槽变化频繁, 浅险水道较多, 历来是长江干线枯水期航道维护工作的重点和难点。近些年, 为缓解中游航道维护的不利形势, 航道部门已陆续对一些重要浅险碍滩段实施了航道整治工程, 对河道内与航道条件关系密切的关键滩槽进行了控制, 中游通航环境较过去有一定幅度的改善, 加之三峡工程枯水期流量补偿作用逐渐显现, 目前枯水期航道最小维护水深已经提升: 宜昌至城陵矶河段为 3.2 m × 80 m × 750 m (水深 × 航宽 × 弯曲半径, 下同)、

城陵矶至武汉河段 3.7 m × 80 m × 750 m, 改变了长江中游航道 56 年维护 2.9 m 水深不变的历史。然而, 与长江上、下游通航环境的巨大变化相比, 中游通航能力不足的问题仍十分突出, 现有航道条件与日益增长的沿江经济对水运的需求之间仍有较大差距。

《长江干线航道总体规划纲要》(2009 年 3 月)中明确: 到 2020 年, 宜昌至城陵矶河段、城陵矶至武汉河段航道建设标准为分别 3.5 m × 150 m × 1 000 m、3.7 m × 150 m × 1 000 m, 保证率均为 98%。根据《长江干线航道发展规划 (2011—

收稿日期: 2014-10-06

\*基金项目: 交通运输重大科技专项 (2011-328-548-50/2011-328-224-30)

作者简介: 江凌 (1981—), 女, 博士, 高级工程师, 从事航道整治科研及设计工作。

2015 年)》,到 2015 年,长江中游将实施荆江河段航道治理工程、宜昌至昌门溪河段航道整治工程、杨林岩水道航道整治工程、界牌河段航道整治二期工程、武桥水道航道整治工程等,使宜昌至武汉河段航道水深提前达到规划目标。目前,一方面,上述工程大部分已经开工建设,部分前期研究工作也在正常推进,中游通航环境将进一步改善;另一方面,三峡工程蓄水的持续影响在不断深入,沿江地区对水运的要求逐步提高。因此,有必要对长江中游宜昌至武汉河段航道建设思路进行重新审视,以适应新

的内外部环境的变化。

本文在分析长江中游宜昌至武汉河段航道整治工程效果、航道变化特点的基础上,评价了“十二五”航道整治工程实施后的航道条件,结合航道建设外部环境调研,探讨了宜昌至武汉河段航道治理思路。

### 1 河道及航道概况

长江中游宜昌至武汉河段全长约 624 km,由 64 个水道组成(图 1)。根据地理环境及河道特性,该河段可分为 3 大段:

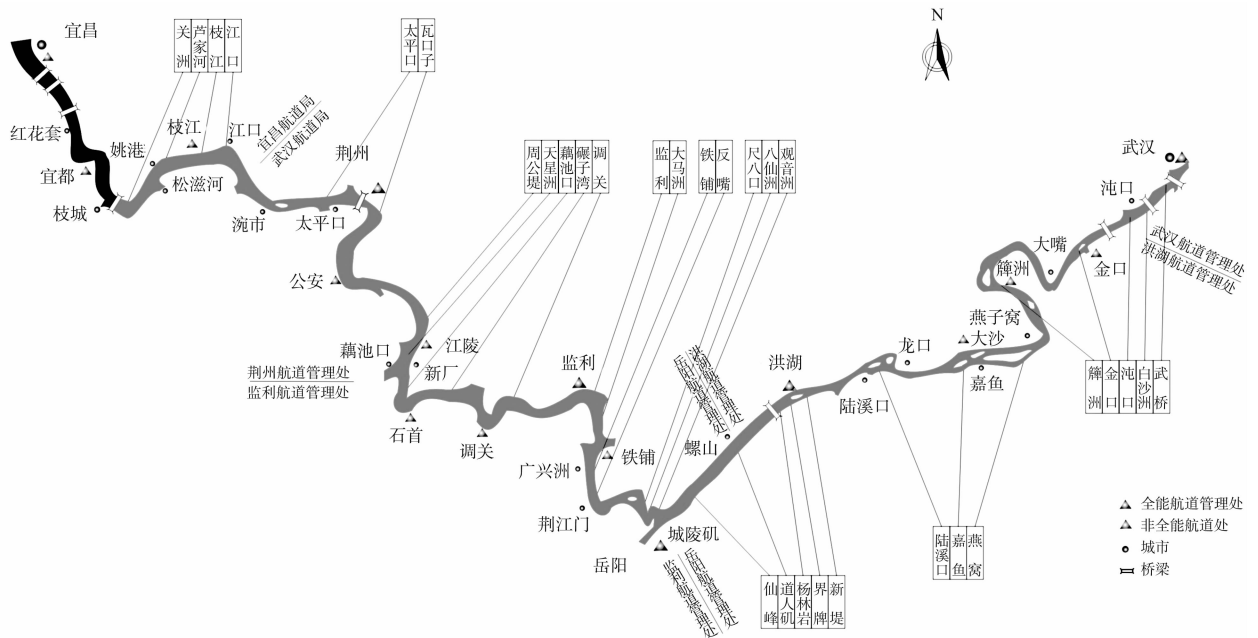


图 1 宜昌至武汉河段水道分布

1) 宜昌至大布街段,长约 116.4 km,紧邻三峡、葛洲坝下游,为长江出三峡后经宜昌丘陵过渡到江汉平原的沙卵石河段。本河段包括 15 个水道,以枝城为界,上段受两岸边界条件的制约,河势相对稳定;下段为弯曲分汊河型,南岸有松滋口分流入洞庭湖,分汇流口门、放宽段及弯道中多有洲滩分布,有芦家河、枝江、江口等重点碍航水道。由于该河段内沙卵石洲滩众多,河床纵剖面变化急剧,葛洲坝水库运用后,下游河床冲刷造成水位明显降低,至 2003 年初,在设计流量 ( $Q = 3\ 200\ m^3/s$ ) 时,宜昌水位累计下降达 1.2 m 左右(相对于 1973 年),已经影响到葛洲

坝三江下引航道水深;同时,由于河段内河床纵横向沙层厚度不一、抗冲性差别较大,存在局部河段坡陡、流急、水浅的现象。

2) 大布街至城陵矶河段,长约 279.6 km,属于荆江河段,流经江汉平原与洞庭湖平原之间,为沙质河段。北岸有支流沮漳河入汇,南岸沿程有太平口、藕池口及调弦口(已于 1959 年建闸控制)分流入洞庭湖,洞庭湖又汇集湘、资、沅、澧四水的流量于城陵矶汇入长江。本河段包括 26 个水道,其中以藕池口为界,上段习称上荆江,为分汊性弯曲河段,河弯处多有江心洲,近百年来,河道平面外形变化不大,河槽平均宽度

为1 300~1 500 m,有太平口、瓦口子、马家嘴、周公堤和天星洲等多处浅滩;下段习称下荆江,自然条件下为典型的蜿蜒型河道,自然裁弯、切滩频繁发生,河势不稳,航道变化复杂,由于大量护岸工程及河势控制工程的实施,现为限制性弯曲河道,河槽平均宽度1 000 m,有藕池口、碾子湾、窑监、铁铺、尺八口等浅滩。

3) 城陵矶至武汉段,全长228.1 km,由23个水道组成。两岸湖泊和河网交织,入口城陵矶处有我国第二大淡水湖洞庭湖汇入,出口处有长江中游最大支流汉江汇入。由于有洞庭湖和汉水汇入,本河段流量较大,江面较宽,平均河宽为1 500 m左右,河道顺直,水流平缓,河道总体上较荆江段稳定。根据河势特点可将本河段分为3段:上段城陵矶至潘家湾河段,呈宽窄相间的分汉河型;中段潘家湾至纱帽山河段,为簪洲弯道

段,呈典型弯道河型;下段纱帽山至武汉长江大桥河段,呈藕节状顺直分汉河型。本河段碍航主要位于上段和下段,中段簪洲弯道航道条件较好。

## 2 来水来沙条件

宜昌至武汉河段径流和泥沙主要来自长江上游干流,2003年6月三峡水库蓄水以来,年径流量变化较小,年内径流过程有所调整,主要表现为汛期洪峰消减、汛后流量减小、枯水期流量增加;来沙量大幅度减小,且以粒径大于0.125 mm的粗颗粒泥沙为主,而水流挟沙的沿程恢复又使输沙量减幅沿程递减。另外,受松滋口、太平口、藕池口分流影响,枝城至城陵矶河段流量沿程减小,至监利站减小幅度为10%;受洞庭湖入汇影响,城陵矶以下流量是城陵矶以上的1.4倍以上(表1)。

表1 长江中下游主要水文站径流量和输沙量与多年平均对比

水文站	径流量/亿 m <sup>3</sup>		径流量 变化率/%	输沙量/亿 t		输沙量 变化率/%
	2002年前平均	2003—2013年平均		2002年前平均	2003—2013年平均	
宜昌	4 368	3 957	-9	4.92	0.466	-91
枝城	4 450	4 068	-9	5.00	0.560	-89
沙市	3 942	3 738	-5	4.34	0.667	-85
监利	3 576	3 616	1	3.58	0.811	-77
螺山	6 460	5 863	-9	4.09	0.953	-77
汉口	7 111	6 662	-6	3.98	1.123	-72

## 3 航道整治情况

20世纪90年代以来宜昌至武汉河段已建、在建及拟建航道整治工程有19项,对近20个重点浅水道进行了治理。一方面,对碍航较为严重的分汉河段均进行了航道整治,如沙市河段、窑监河段、界牌河段、陆溪口水道、嘉鱼至燕子窝河段等,且主要通过护心滩(江心洲)、护边滩、支汉护底等方式对当前的分流态势进行稳定、对局部滩槽形态进行控制;另一方面,对少数单一微弯放宽段或者两弯道间的长直或放宽过渡段进行初步治理,如周天河段,碾子湾水道、铁铺水道等,主要通过在建滩上建潜丁坝或护滩的方式优化局部滩槽形态或抑制航道边界不利变化。这些工程实施后,重点浅水道的滩槽格局得到初步稳

定,航道条件明显改善,有效地缓解了枯水期中游航道的紧张局面;三峡水库蓄水初期出现的一些不利变化得到初步控制,有利的滩槽得到一定程度的保护,为后续更大规模的系统治理奠定了基础。随着“十二五”期在建荆江河段昌门溪至城陵矶河段航道整治工程、杨林岩水道航道整治工程以及拟建宜昌至昌门溪河段航道整治一期工程的工程效果发挥,宜昌至武汉河段航道水深预计可提前实现现有2020年规划建设目标,即宜昌至城陵矶段枯水期维护水深提高至3.5 m、城陵矶至武汉段枯水期维护水深提高至3.7 m。

## 4 航道变化特点

三峡水库蓄水后,宜昌至武汉河段枯水流量

有不同程度的增加，有利于枯水位的维持。对于一些洲滩边界稳定、洪枯水主流较一致的浅滩段，下泄沙量减少造成枯水河槽不断刷深，水深有所增加；对于洲滩、岸线稳定性差的浅滩段，河床冲刷又对航道条件带来不利影响。

#### 1) 宜昌至大布街河段。

本河段是受三峡蓄水影响最直接、最显著的河段。长期以来，该河段存在淤沙浅滩与卵石浅滩2种类型浅滩以及局部比降过大的恶劣流态。三峡水库蓄水后，河床冲刷使得淤沙浅滩的水深条件有所改善，但在芦家河水道、江口水道，由于边、心滩的冲退或萎缩以及支汊的发展，沙泓进口、吴家渡过渡段的淤沙浅滩的航道条件不稳定；同时，随着自身水位下降以及下游沙质河床水位下降的上溯传递，在关洲水道、芦家河水道、枝江水道，局部高凸的卵石河床的水浅、坡陡流急问题不能改善，甚至将加剧。

而且，砂卵石河段冲刷是近期上游宜昌枯水水位下降的主要原因，关系到上游葛洲坝水利枢纽三江航道水位。目前三江水位已下降至接近通航最低水位，如果砂卵石河段冲刷持续、宜昌水位继续下降，在维持当前下泄枯水流量的条件下，三江航道通航水深将难以维持。

#### 2) 大布街至武汉河段。

本河段是距离三峡水库较近的沙质河段，浅滩主要位于河道放宽段、弯道之间的顺直过渡段、分汊口门等局部河段，航道条件与洲滩的稳定密切相关。三峡水库蓄水后，河道滩槽均冲，这些浅滩河段普遍出现洲滩冲刷、岸线崩退、支汊发展，部分河段河道向宽浅方向发展，主流摆动空间增大，航槽内水流分散，浅滩航道条件难以改善，甚至恶化。上述航道变化在城陵矶以上河段较突出，且随着三峡水库蓄水影响的自上而下发展，城陵矶以下河段也逐渐显现。不同类型河段航道变化具体情况如下：

##### ①弯曲河段。

三峡水库蓄水后中枯水流量增大，使得主流位置偏向凸岸，同时，由于来沙急剧减少，水流

沿程呈不饱和状态，汛期洪水水流流经凸岸边滩时，边滩被冲刷，汛末又难以回淤，两方面因素的共同作用使得凸岸边滩冲刷甚至遭切割、凹岸深槽淤积。这一变化不仅对自身航道条件产生不利影响，如熊家洲至城陵矶急弯段出现多槽争流态势，而且对上、下游航道条件产生不利影响，如莱家铺弯道凸岸的冲刷变化将加剧下游放宽段的淤积，碾子湾凸岸冲刷造成主流下挫、威胁已有整治建筑物的稳定，尺八口弯道的变化一定程度上加剧上游河段过渡段浅区交错的态势。

##### ②分汊河段。

三峡水库蓄水后分汊河段的航道主要控制边界冲刷，如江心洲洲头的冲刷后退及边滩的萎缩，造成分流处河道展宽、水流摆动空间增大，影响航槽位置及水深的稳定；同时，滩槽周期性变化，在滩槽形态不良时期易在汉道口门、放宽段、过渡段等处形成浅滩碍航。

对于顺直分汊而言，在边滩、潜洲及江心洲并存的长顺直分汊河段，由于来沙大幅减少使还滩能力受到削弱，滩体萎缩，并滩过程很难发生，以致于滩槽格局趋向散乱、航道条件更趋不稳，如杨林岩水道、界牌河段等；而在心滩为唯一滩体的短顺直分汊河段，由于心滩头部冲刷，航道条件不稳定，如金口水道。

对于微弯分汊河段而言，大部分河段的支汊位于凸岸一侧，与三峡水库蓄水后弯道凸岸边滩易受冲的变化相似，三峡蓄水后支汊冲刷发展，影响主汊分流，使航道条件变差，如关洲、瓦口子、马家嘴水道。

对于弯曲分汊河段而言，在主泓周期性摆动的各个演变时期，浅滩都会出现碍航情况，仅碍航的程度不同，主支汊易位期间航道条件最为恶劣。三峡水库蓄水以后，弯曲分汊河段江心洲崩退，洲头低滩萎缩较为普遍，会加速主泓摆动，但由于这些不利变化受来沙大幅减少的影响而发生，其趋势很难扭转，易造成滩槽散乱，使航道条件急剧恶化，如窑监河段，在实施工程后才得以扭转。

### ③顺直河段。

来沙减少造成边滩冲刷、局部岸线崩退等现象加剧,致使河道展宽、水流分散,浅滩冲刷难度加大,水深条件存在恶化趋势,一些水道河槽已经出现宽浅发展迹象,如斗湖堤水道、铁铺水道。

## 5 航道条件分析

目前葛洲坝以上直到重庆、下游武汉至安庆河段最小航道维护水深均已达4.5 m,因此,本文对照4.0 m×150 m和4.5 m×150 m两个航道尺度标准,根据三峡工程蓄水以来的实测地形、航道维护资料以及各水道河床演变特点、已有研究对在建及拟建航道整治工程效果的预估<sup>[1-5]</sup>,对宜昌至武汉河段航道条件进行了分析:

1) 在宜昌至城陵矶河段,对于航道尺度4.0 m×150 m而言,41个水道中有芦家河、周公堤、大马洲、尺八口、八仙洲5个水道的航道条件不能满足,有枝江、太平口、天星洲、调关、铁铺、反嘴、观音洲7个水道航道边界已发生不利变化,该航道尺度难以长期维持;对于航道尺度4.5 m×150 m而言,有芦家河、枝江、太平口、周公堤、监利、大马洲、铁铺、反嘴、尺八口、八仙洲、观音洲11个水道的航道条件不能满足,有关洲、江口、瓦口子、天星洲、藕池口、碾子湾、调关7个水道航道条件不稳定。

2) 在城陵矶—武汉河段,对于航道尺度4.0 m×150 m而言,23个水道中有嘉鱼、燕子窝2个水道的航道条件不能满足,有界牌、陆溪口、簪洲、武桥4个水道的航道条件不稳定,不利水文年航道水深或航宽将不足;对于航道尺度4.5 m×150 m而言,有仙峰、道人矶、界牌、陆溪口、嘉鱼、燕子窝、白沙洲、武桥8个水道的航道条件不能满足,有杨林岩、新堤、簪洲、金口、沌口5个水道的航道条件不稳定,该航道尺度难以长期维持。

## 6 航道治理思路探讨

### 6.1 航道治理的制约点

航道治理受到整治技术、时机、外部环境协

调等多方面制约。具体如下:

1) 上游葛洲坝水利枢纽通航能力有限。葛洲坝通航设施包括大江1#船闸及其上、下引航道,三江2#、3#船闸及其上、下引航道,其中,1#船闸最小槛上水深5.0 m,2#、3#船闸最小槛上水深分别为4.5、3.5 m。但大江下引航道航行条件较差,存在局部比降陡、流速大、涌浪等影响船舶安全航行<sup>[6]</sup>;宜昌枯水位不断下降,目前三江下引航道可维持通航水深不到4 m。

2) 宜昌至大布街河段的砂卵石浅滩治理存在水深提高与控制水位下降的矛盾。由于提高砂卵石浅滩段航道水深主要靠直接开挖,而砂卵石河段对宜昌水位起着主要的控制作用,且因砂卵石河段河床冲刷,葛洲坝闸坎水深即将不足,因此,如何兼顾卵石浅滩的治理与遏制宜昌水位的进一步下降,治理难度极大。

3) 大布街至武汉沙质河段床演变频繁剧烈,航槽极不稳定,浅滩众多,自然航道条件有限,加上三峡工程蓄水后航道问题仍较突出,且河床演变将受到三峡工程蓄水的长期、持续影响,航道治理宜因势利导、循序渐进。

4) 熊家洲至城陵矶河段、界牌河段航道尺度提高的河势条件不具备。稳定的河势条件是航道治理的基础,熊家洲至城陵矶河段为连续急弯段,近几年弯道呈现切滩撇弯之势,部分水道航道条件恶化,但由于河道边界尚未有效控制,水利部门对该河段的河势规划方案不明确、未来存在裁弯取值的可能,因此,裁弯工程确定前不具备实施航道整治工程的条件;界牌河段为长顺直分叉河段,历史上主流周期性摆动极为频繁,航道条件极为恶劣,目前虽已实施了两期治理,但仅按优良河型对部分区域进行了控制,后续的治理需抓住河道动态演变过程形成的有利时机,或者应研究如何促成有利局面的形成,难度突出。

5) 太平口水道、武桥水道航道治理主要受已建桥梁制约,难度较大。在太平口水道,由于河床演变剧烈,荆州长江大桥的设计通航桥孔难以适应深槽的摆动,目前南岸侧设计通航孔已淤死,

北岸侧设计通航孔因受边滩淤积挤压，航宽变窄，致使一些船舶走非设计通航孔，势必会引起桥梁撞击的安全隐患；在武桥水道，由于武汉长江大桥设计通航桥孔与目前河道深槽不一致。

6) 宜昌至武汉河段是水利防洪的重点区域，险工、险段众多，而且，沿江取水口、码头等涉水设施分布密集。对于太平口、周公堤、大马洲、武桥等水道而言，要制定既满足航道要求、又对周边环境影响较小的治理方案，难度较大。

7) 宜昌至大布街河段、陆溪口水道、嘉鱼水道等的航道治理受到自然及水源保护区的制约。根据环保相关法律法规，在自然保护区的核心区和缓冲区内、饮用水源一级保护区内（取水口上游不小于 1 000 m、下游不小于 100 m 的河道水域）不得建设任何生产设施。宜昌至大布街河段按 4.5 m×200 m 航道尺度进行治理，必须在宜昌长江公路大桥上游实施水位控制工程，以消除大量砂卵石浅滩开挖对水位控制的不利影响，而葛洲坝坝下至宜昌长江公路大桥河段为长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区的核心区、缓冲区。陆溪口、嘉鱼水道为长江洪湖新螺段白暨豚国家级自然保护区的核心区、缓冲区。

## 6.2 航道治理思路

宜昌至武汉河段自身河床演变频繁，受三峡工程蓄水影响明显，在水利部门河势控制工程基础上，洲滩的高大完整是航道保持稳定良好状态的重要基础，宜分河段、分步骤提高航道水深至 4.5 m。

1) 宜昌至城陵矶河段应及时控制有利的滩槽格局，结合疏浚措施，分步提高航道尺度。2020 年以前，通过局部清除卵石浅区、实施关键控制节点守护工程，加强沙质河段关键洲滩守护、完善已建工程效果，对熊家洲至城陵矶河段进行适当疏浚，并按吃水 4 m 船舶从葛洲坝大江引航道分流进行航道维护，实现 4 m 水深贯通；远期，根据工程效果及河床调整情况，在沿江各省市以及各部委通力合作、协调一致并能明确航道整治工程对防洪的影响标准、落实环境保护补偿措施的前提下，深入研究砂卵石河段、熊家洲至城陵

矶河段等航道治理措施，实时进行治理，并结合葛洲坝船闸及引航道改造工程，将航道水深提高至 4.5 m。

2) 城陵矶至武汉河段总体规划、先通后畅。2020 年以前，通过炸礁、局部调整滩槽形态、稳定有利航道边界，并结合疏浚措施，初步实现 4.5 m 水深贯通；远期，巩固完善，实现 4.5 m 水深安全畅通。

## 7 结论与建议

长江中游航道一直是制约长江黄金水道的“瓶颈”，随着航道建设力度加大以及三峡工程蓄水运用，中游航道条件有所改善，但河床冲刷又对局部河段航道条件带来不利影响，加上河床演变及航道建设外部环境复杂，因此，为实现与上、下游航运的衔接，宜分河段、分步骤提高水深至 4.5 m。同时，为确保航道建设的顺利推进，建议省、部委建立协作机制，明确航道整治工程对防洪影响的限制性标准、规范生态环保补偿机制等。

## 参考文献：

- [1] 长江航道规划设计研究院. 长江中游荆江河段宜昌门溪至城陵矶段航道整治工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2013.
- [2] 长江航道规划设计研究院. 长江中游宜昌—宜昌门溪河段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, 2014.
- [3] 长江航道规划设计研究院. 长江中游界牌河段航道整治二期工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2011.
- [4] 长江航道规划设计研究院. 长江中游赤壁—潘家湾河段(燕子窝水道)航道整治工程可行性研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2014.
- [5] 长江重庆航运工程勘察设计院. 长江中游武桥水道航道整治工程初步设计报告[R]. 重庆: 长江重庆航运工程勘察设计院, 2010.
- [6] 赵连白, 刘万利, 张秀琴. 葛洲坝大江船闸下游航道通航水流条件试验研究分析[J]. 泥沙研究, 2001(6): 14-20.

(本文编辑 郭雪珍)