



鲤鱼山水道航道整治工程前后分流比变化分析

许津玲¹, 刘思凯¹, 张毅¹, 詹永渝²

(1. 长江重庆航运工程勘察设计院, 重庆 400074; 2. 中铁长江交通设计集团有限公司, 重庆 400074)

摘要: 鲤鱼山水道位于长江干线武汉—安庆段, 由于南槽冲深发展引起北槽过流能力减小、水流分散, 黄莲洲心滩极不稳定, 北槽航道条件有恶化的趋势。为遏制水道的不利发展, 2015年对其实施了整治工程。为研究整治工程的实施效果, 通过数模、物模资料及工程实施前后的观测资料对比, 分析南北槽分流比变化情况。结果表明, 整治工程实施后北槽枯水分流比明显增加, 遏制了黄莲洲心滩冲刷趋势, 维护了河段河势稳定, 北槽航道条件得到改善, 实现了航道整治目标。

关键词: 航道整治; 分流比; 航道条件

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)12-0186-06

Variation of split ratio before and after channel regulation project of Liyushan Waterway

XU Jinling¹, LIU Sikai¹, ZHANG Yi¹, ZHAN Yongyu²

(1. Chongqing Shipping Engineering Survey and Design Institute of the Yangtze River, Chongqing 400074, China;

2. China Railway Changjiang Transportation Design Group Co., Ltd., Chongqing 400074, China)

Abstract: Liyushan Waterway is located in the section of the Yangtze River trunk from Wuhan to Anqing. Due to the development of the south trough flushing, the flow capacity of the north trough is reduced and the flow is dispersed. So the central beach of Huanglianzhou is extremely unstable and the waterway condition of the north channel is deteriorating. The waterway regulation project was carried out in 2015 for curbing the adverse development. To study the implementation effect of the regulation project, the variation of the split ratio of the north trough and south trough is analyzed by comparing the data of numerical model, physical model and the observation data before and after the implementation of the project. The results show that the split ratio of the north channel during low water has significantly increased after the project. The project curbs the erosion trend of the central beach of Huanglianzhou, keeps the stability of the river section and improves the conditions of the north channel. The goals of the regulation project are achieved.

Keywords: waterway regulation; split ratio; channel condition

1 水道概况

鲤鱼山水道位于长江干线武汉—安庆河段中下段, 上承搁排矶水道、下接武穴水道, 右岸为黄石市阳新县、左岸为武穴市。该水道上起半边山、下迄上巢湖, 航道里程 856~844 km, 全长约 12 km。河心有黄莲洲浅滩, 形成南、北两槽分流格局, 河道形势见图 1^[1-5]。

鲤鱼山水道北槽水流顺畅, 为航道所在, 但航道条件极不稳定; 南槽弯窄, 出流不畅。由于南槽冲深发展引起北槽过流能力减小、水流分散, 黄莲洲心滩极不稳定, 从而导致枯水期北槽进、出口常有零星浅包出现。随着三峡工程的持续运行, 心滩冲刷之势逐渐明显, 南槽仍有冲刷可能, 水流分散, 北槽航道条件有恶化的趋势。

收稿日期: 2024-02-29

作者简介: 许津玲 (1991—), 女, 硕士, 工程师, 从事港口与航道工程设计。

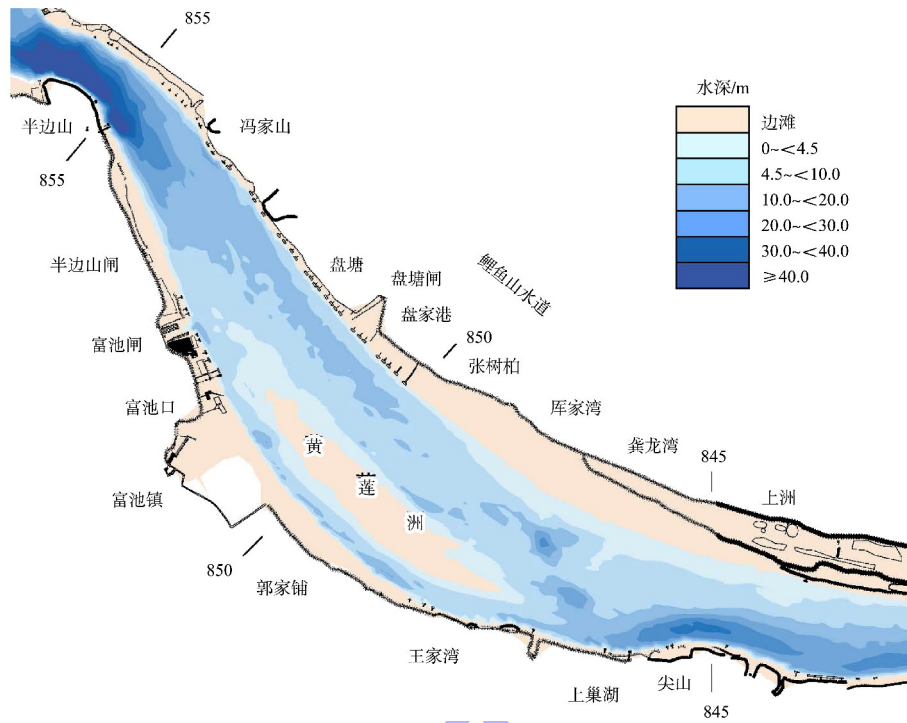


图 1 鲤鱼山水道河势

2 整治工程

2.1 整治目标

整治工程的目标是通过实施守护工程, 稳定滩槽格局, 并适当增强北槽枯水水流强度, 改善航道条件, 确保航道尺寸达到 $4.5\text{ m} \times 150\text{ m} \times 1\ 050\text{ m}$ (水深 \times 宽度 \times 弯曲半径) 的规划目标^[6-7]。

2.2 整治方案

如图 2 所示, 在黄莲洲心滩布置一纵四横梳齿型护滩带, 其中 1#纵向护滩带长 3 627 m, 中上段护底宽 150~250 m, 下段护底与 5#护滩带护底连为一体, 宽 200~379 m; 2#~5#护滩带长度分别为 400、387、403、813 m (其中勾头长 351 m), 其中 2#~4#护底宽 140 m。护滩带采用 D 型系混凝土块软体排加抛石压载结构 (其中纵向护滩带上段采用抛石体筑坝结构), 排体边缘加抛透水框架或抛石防冲^[8]。

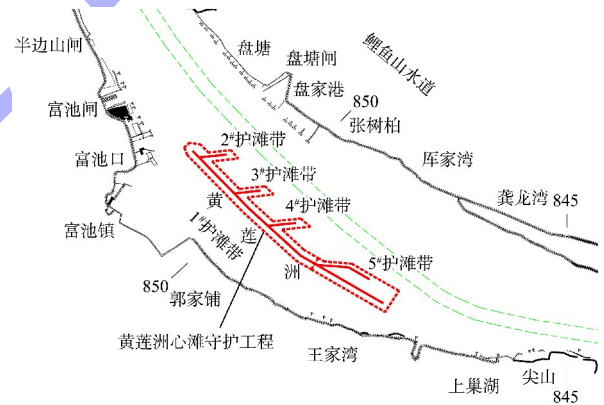


图 2 整治方案平面

2.3 工程实施情况

长江中游鲤鱼山水道航道整治工程于 2015 年 7 月 20 日正式开工, 2016 年 10 月, 鲤鱼山水道航道工程进行交工验收, 进入试运行阶段。

3 工程前后北槽分流比变化及趋势分析

2012—2018 年鲤鱼山水道 4#断面北槽枯水期

分流比变化情况见表1。因2012—2016年无实测资料或实测时水位较高心滩未露出水面形成分流，故根据2017、2018年枯水期实测流量大小，采用数学模型中最接近实测工况(流量为1.000 0万m³/s)计算得到的北槽分流比^[9]。

表1 鲤鱼山水道4[#]断面北槽分流比

阶段	原型观测时间	流量/(万m ³ ·s ⁻¹)	北槽分流比/%	备注
工程前	2012年11月	1.000 0	61.85	计算值
	2013年4月	1.000 0	68.59	计算值
	2015年3月	1.000 0	77.53	计算值
工程中	2016年3月	1.000 0	79.95	计算值
工程后	2017年2月	1.035 2	70.95	原观值
	2018年1月	1.111 8	81.77	原观值

从表1可以看出，由于河床地形的自然演变，2012—2015年北槽分流比由61.85%逐渐增至77.53%。工程实施后的2016年3月北槽分流比较2015年3月增加2.42%；2017年2月较为特殊，较2016年3月减小9%，而2018年1月分流比为81.77%，基本恢复到2016年3月的情况，较工程前的2015年累计增加4.24%，说明工程实施后稳定了本河段的洲滩，工程后北槽分流比总体上略微增加，有望将北槽分流比控制在80%左右。

根据物理模型试验预测，工程方案后经过长系列水文过程，在1.180 0万m³/s流量条件下，前3个水文年分流比的增量分别为1.5%、1.8%和2.2%^[10]。以上表明，工程后分流比变化趋势与模型试验预测趋势基本一致。

4 工程后2017年北槽分流比波动原因分析

从枯水期北槽分流比发展趋势看，2017年2月北槽分流比减小，有所波动，主要有以下几方面原因。

1) 河段北槽具有涨水淤积、退水冲刷、大水年淤积明显的特点。

根据前期研究成果，从水流特性来看，枯水

流量时(<1.100 0万m³/s)，南北槽分流，主流位于北槽；中枯水流量时(1.419 1万m³/s)，主流仍位于北槽，流速变化较小；流量增到3.500 0万m³/s左右时，心滩滩面及北槽流速增幅较大，主流位于北槽且进一步左移。由于整个河段在分流段展宽，北槽断面流速增幅较河段进出口小，这是心滩、浅滩形成的主要原因。涨水期，河段放宽，北槽以淤积为主，尤其遇大水年最为明显，汛后北槽泥沙滚动式向下搬运；退水期，北槽冲刷泥沙在水道出口淤积。如2012年遇较大水年，汛后11月北槽进口4.5 m等深线最小宽度仅175 m，枯水期水流归槽冲刷，2013年4月4.5 m等深线恢复至240 m。因此，北槽遇大水年容易淤积的特点对整个北槽的冲淤变化影响较大，很大程度上影响分流比的变化。

2) 2016年具有涨水历时长、退水历时短的特点，不利于北槽冲刷。

从来水来沙条件和北槽的输沙特性分析，近几年河段沙量变化不大，但2016年水位过程(图3)较其他年明显不同，洪水位(航行基面)较高且持续时间较长，汛期淤积充分，退水期短，基本没有中水位期，水位过程从洪水位直接降至枯水位，不利于河床冲刷。因北槽有大水年易淤积的特性，2016年汛期北槽淤积明显，至2017年2月北槽未得到充分冲刷。2017水文年高水位历时短，退水过程具有明显的中水位期，由于中枯水冲刷历时长，北槽冲刷，过水面积增大，至2018年2月北槽分流比又有所增加。

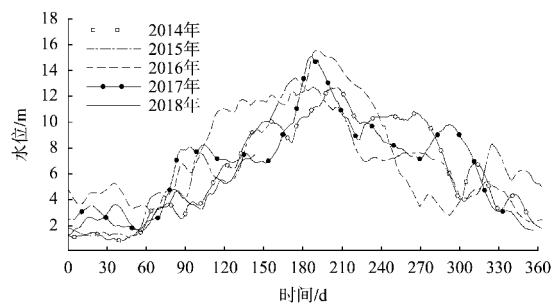
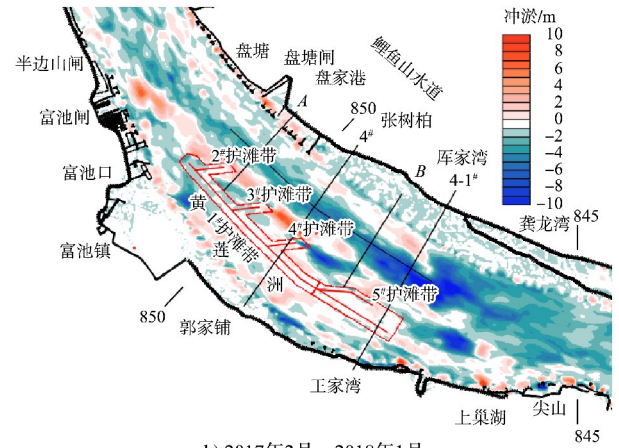


图3 2014—2018年九江站水位过程线

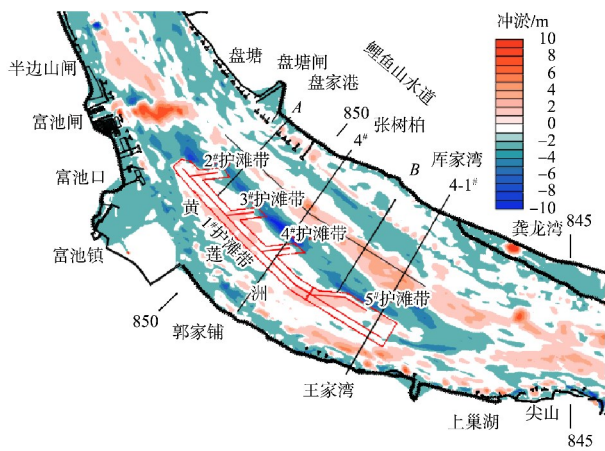
3) 2017 年 2 月北槽淤积导致过水断面面积减小, 分流比相应减小。

以下从平面冲淤、纵断面、典型断面分析河床地形变化。如图 4 所示, 从 2016 年 3 月—2018 年 1 月北槽冲淤平面变化来看, 2016 年 3 月—2017 年 2 月, 北槽中心位置有明显淤积; 2017 年 2 月—2018 年 1 月, 北槽有明显冲刷。



b) 2017年2月—2018年1月

注: “+”为淤积, “-”为冲刷。



a) 2016年3月—2017年2月

图 4 2016 年 3 月—2018 年 1 月北槽冲淤平面变化

结合 2015—2018 年北槽典型纵剖面(图 5), 北槽沿纵向 2017 年较 2016、2015 年整体有明显淤高(1985 高程), 北槽下段淤积幅度较上段大, 上段平均淤高 1~2 m, 下段平均淤高 3~5 m, 淤积导致过水面积减小, 分流比减小; 2018 年较 2017 年, 沿程明显冲刷, 上段冲刷 1~2 m, 下段冲刷 3~8 m, 冲刷导致过水面积相对增大。

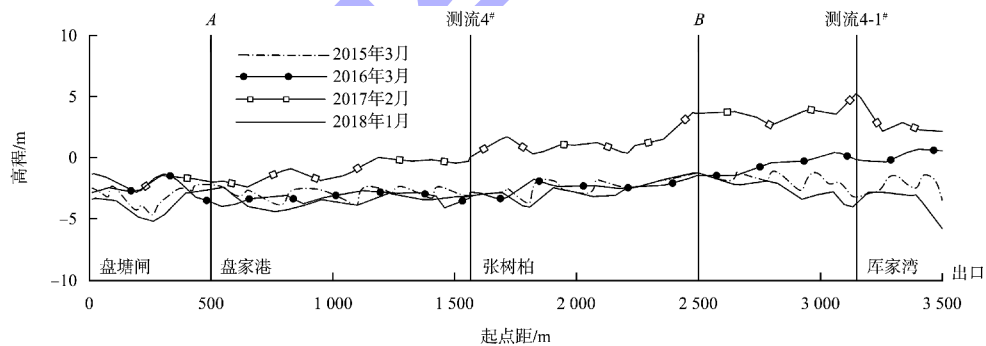


图 5 2015—2018 年北槽典型纵剖面变化

从 2015—2018 年北槽典型的横断面变化(图 6)来看, 4#断面 2015—2016 年冲淤变化不大; 2017 年冲淤变化明显, 北槽中心位置淤积 2~3 m, 右侧靠护滩带位置局部冲刷。4-1#断面 2015—2016 年冲淤变化不大, 2017 年出现明显淤积, 而 2018 年又表现为明显冲刷。

从实测断面的过水面积来看(表 2), 4#断面北槽过水面积 2018 年较 2017 年有所增加, 南槽略有减小; 4-1#断面北槽过水面积 2018 年较 2017 年明显增大, 表示该断面冲刷较为明显, 南槽略有减小。

表2 典型断面南北槽过水断面面积和断面流量变化

典型断面	测次时间	测量水位/m	过水断面面积/m ²			断面流量/(m ³ ·s ⁻¹)		
			北槽	南槽	总计	北槽	南槽	总计
4 [#]	2017年2月	8.284	10 316	3 363	13 679	7 345	3 007	10 352
	2018年1月	8.437	10 844	3 209	14 053	9 091	2 027	11 118
4-1 [#]	2017年2月	8.284	8 214	3 489	11 703	7 171	3 368	10 539
	2018年1月	8.437	10 651	3 472	14 123	9 101	1 984	11 085

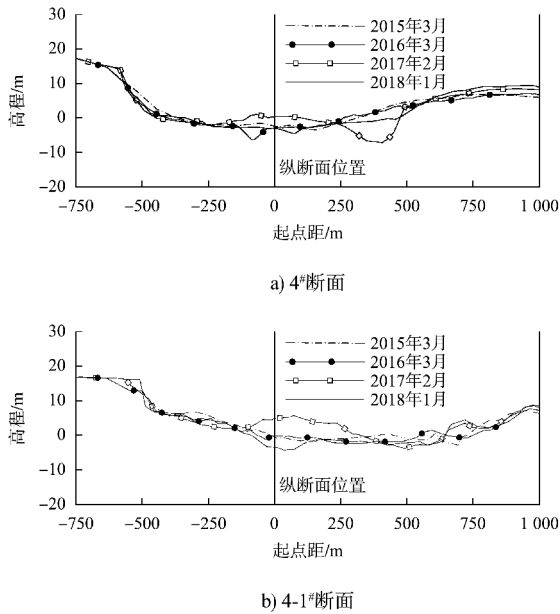


图6 2015—2018年北槽典型横断面变化

4) 2018年北槽流速较2017年增大。

主要分析2017、2018年低水位流速情况。见图7、8，从实测分流比所在4[#]断面的流速分布来看，2017、2018年水位和流量相近的情况下，断

面上相同测流垂线处的垂线平均流速2018年较2017年偏大0.1~0.2 m/s。实测表面流速、流向显示，2018年主流更偏向北槽，且表面流速较2017年普遍增大。过水面积变化不大的情况下，断面平均流速变大。

从前述分析可以看出，2016水文年导致了北槽淤积(反映在2017年2月测图上)，也直接导致了北槽过水断面面积减小，南槽地形和过水断面面积均没有明显变化，相应北槽分流比减小也在情理之中。

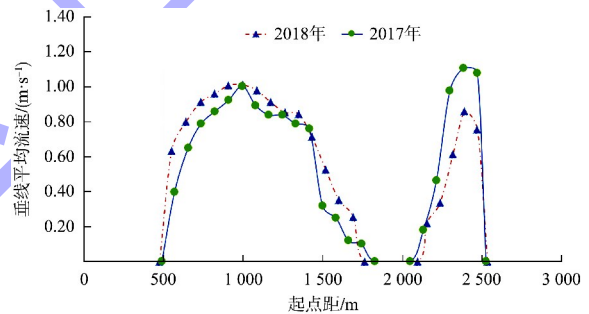
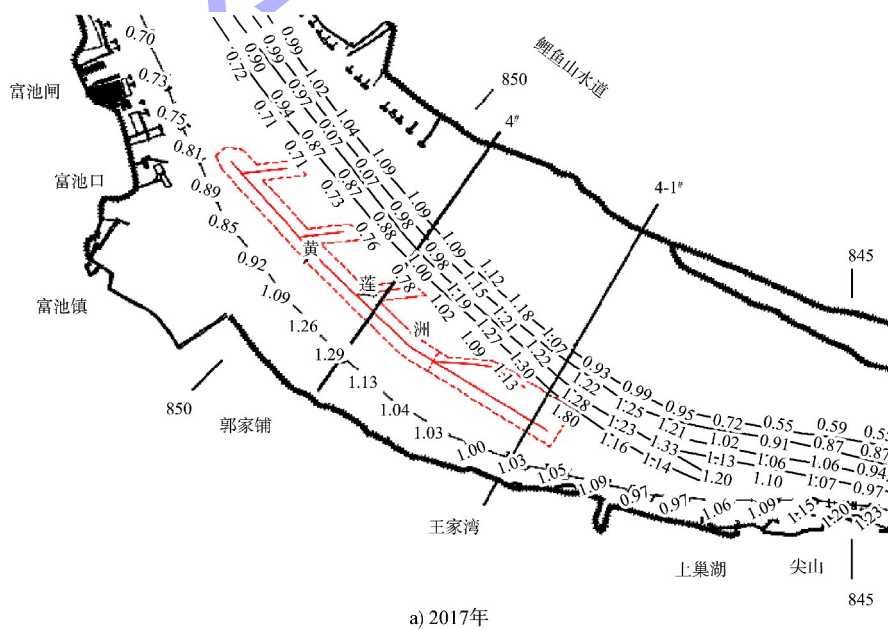


图7 4[#]断面垂线平均流速分布



a) 2017年

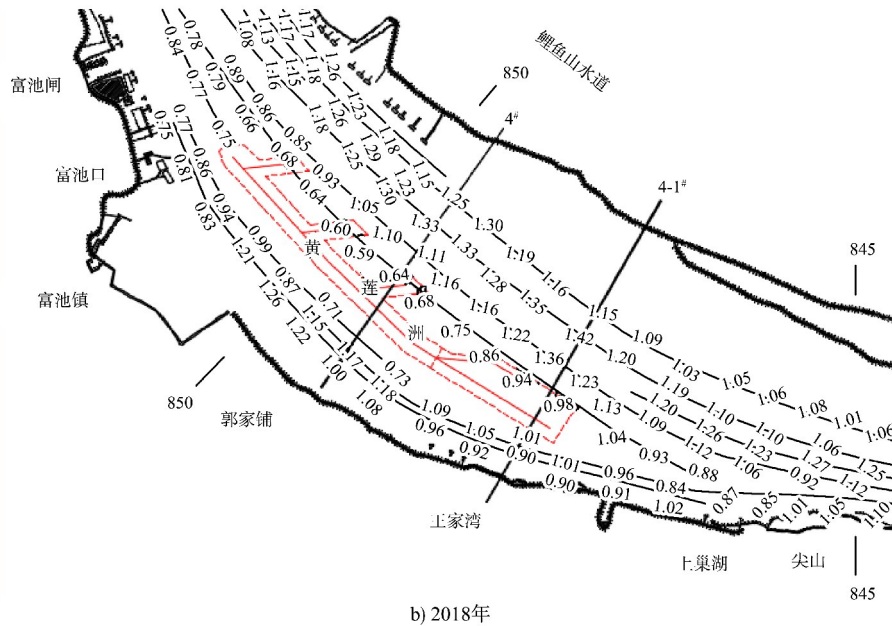


图 8 实测表面流速流向

5 结论

1) 鲤鱼山水道航道整治工程实施后, 枯水期北槽分流比明显增加, 北槽通航条件得到改善, 达到了整治目标。

2) 针对 2017 年北槽分流比减小的问题, 经分析, 主要原因是由于 2016 年来水量较大, 位于主输沙带的北槽遇大水年以淤积为主, 且退水过程中枯水历时较短, 淤积泥沙未得以充分冲刷, 造成过水面积减小, 从而导致 2017 年 2 月北槽分流比减小。

参考文献:

- [1] 方佳敏, 於龙, 田栋. 长江中游鲤鱼山水道航道整治工程效果分析[J]. 水运工程, 2021(11): 153-158.
- [2] 李志宏. 长江中游鲤鱼山水道滩槽调整原因及趋势分析[J]. 水道港口, 2015, 36(4): 318-322.
- [3] 朱玉德, 刘鹏飞. 长江中游鲤鱼山水道治理思路与方案[J]. 水运工程, 2015(9): 129-133.
- [4] 刘鹏飞, 朱玉德, 雷雪婷. 长江中游鲤鱼山水道现状水

流特性研究[J]. 水道港口, 2018, 39(3): 313-317.

- [5] 朱玉德, 刘鹏飞, 李晓星. 三峡蓄水后鲤鱼山水道演变对航道的影响与对策研究[J]. 水道港口, 2015, 36(6): 537-541.
- [6] 长江航道规划设计研究院. 长江中游新洲—九江河段鲤鱼山水道航道整治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, 2014.
- [7] 长江航道规划设计研究院. 长江中游鲤鱼山水道航道整治工程初步设计[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2015.
- [8] 长江航道规划设计研究院. 长江中游鲤鱼山水道航道整治工程施工图[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2015.
- [9] 长江航道规划设计研究院. 长江中游新洲—九江河段鲤鱼山水道航道整治工程平面二维水沙数值模拟研究[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2014.
- [10] 交通运输部天津水运工程科学研究所. 长江中游鲤鱼山水道航道整治工程初设阶段动床模型试验研究报告[R]. 天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2014.

(本文编辑 王传瑜)