



长江中游鲤鱼山水道航道 整治工程效果分析

方佳敏¹, 於龙², 田栋¹

(1. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 2. 长江航运发展研究中心, 湖北 武汉 430014)

摘要: 鲤鱼山水道位于长江干线武汉—安庆段, 是长江上、中、下游水上物资运输的必经干道, 其航道通过能力是长江流域物流畅通的关键一环。近年来, 鲤鱼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。为遏制该水道的不利发展, 于2015年在该水道进行了航道整治。工程完工后通过定期观测分析, 结合设计施工阶段相关数模、物模成果, 对整治效果进行了评估。结果表明: 黄莲洲心滩和南槽的冲刷总体上得到控制, 遏制了不利变化趋势, 北槽航道条件得到改善; 整治建筑物结构稳定, 实现了航道整治目标。

关键词: 鲤鱼山水道; 航道整治; 效果分析

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)11-0153-06

Effect analysis of Liyushan waterway channel regulation project in middle reaches of the Yangtze River

FANG Jia-min¹, YU Long², TIAN Dong¹

(1. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China;

2. Changjiang River Navigational Development & Research Center, Wuhan 430014, China)

Abstract: Located in Wuhan-Anqing section of the Yangtze River trunk line, the Liyushan waterway is the essential artery for the transportation of waterborne materials in the upper, middle and lower Yangtze River, and its channel passage capacity is a key part for the smooth flow of logistics in the Yangtze River basin. In recent years, the development of scouring depth of the south channel has caused a decrease of the discharge capacity at the north channel and the dispersion of water flow. The Huanglianzhou central bar is extremely unstable, and the north channel conditions tend to deteriorate. To curb adverse development of the waterway, waterway regulation was implemented in 2015. After completion of the project, the regulation effect was evaluated based on the regular observation and analysis, combined with relevant mathematical model and physical model results in the design and construction stage. The result reveals that the scour of Huanglianzhou central beach and south channel is generally controlled, the adverse change trend is restrained, and the condition of the north channel is improved, the structure of regulation buildings is stable, and the channel regulation goal is realized.

Keywords: Liyushan waterway; channel regulation; effect analysis

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。本水道上起半边

山、下迄上巢湖, 航道里程 856~844 km, 全长约 12 km(图 1)。从河道形态上来看, 鲤鱼山水道河道形态单一、弯曲, 主流在出口半边山山矶上游形成急弯左转进入本河段; 下游武穴水道进口右

岸有仙姑山控制，形成左向弯曲的鹅头型汊道。鲤鱼山水道为连接上述两水道的右向微弯放宽河段。其进口河道狭窄，除右岸有半边山控制外，左岸稍下游冯家山大矶头岸壁突出，最窄处宽度不到 700 m；大矶头下游河道放宽，中部张树柏一带河宽达 2.3 km；张树柏下游河道逐渐缩窄，在水道出口河宽约为 1.2 km，该处右岸尖山突出江中。



图 1 鲤鱼山水道

1.1 水道维护情况

鲤鱼山水道一直以北槽为主航槽进行维护。由于两岸分布有多处山矶，受矶头挑流影响，河道内局部流态较为复杂，而且河道内采砂区及锚地遍布，部分船舶占用主航道，使得本水道通航环境复杂，航标碰撞事故频发。加上河道两岸港口、码头众多，可利用航宽较为有限。该航道等级为 I 级，航道维护类别全年按一类进行维护。近年来，鲤鱼山水道维护尺度经历几次调整。2014 年鲤鱼山水道枯水期最小维护尺度为 $4.0 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ (水深 \times 宽 \times 长)，水深保证率 98%；2014 年枯水期最小维护尺度按 $4.5 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ 试运行，水深保证率 98%^[1]。

1.2 水道存在问题

根据《长江干线航道总体规划纲要》，到 2020 年，武汉—安庆航段的规划航道尺度为 $4.5 \text{ m} \times 200 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ ，水深保证率 98%。

近年来，武汉—安庆航段的主要浅水道陆续得到治理，特别是位于本水道上游的戴家洲、牯牛沙等水道以及位于本水道下游的新洲、九江水道均实施了航道整治工程。随着已建工程效果的发挥，航道尺度能达到 $4.5 \text{ m} \times 200 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ 的标准。但近期鲤鱼山水道航道条件变差，一些年

份枯水期 4.5 m 等深线宽度不足 200 m，成为影响武汉—安庆航段规划目标畅通的重点制约水道。

1.3 主要碍航特性

鲤鱼山水道的北槽水流顺畅，为航道所在，但航道条件极不稳定；南槽弯窄，出流不畅。航道存在的关键问题在于虽然北槽航道条件基本满足 $4.5 \text{ m} \times 200 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ 规划航道尺度，但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，在滩体规模较小或冲刷时期北槽航道条件相对较差，总体上，航道条件向不利方向发展^[2]。黄莲洲心滩形成初期，南槽冲深发展迅速、河心滩体规模较小，致使北槽水流分散，一些年份枯水期 4.5 m 等深线宽度不足 200 m；之后，虽然南槽发展趋缓，北槽航道条件稍有好转，但由于心滩不稳定，枯水期北槽进、出口常有零星浅包出现，特别是遇较大水年，汛后 4.5 m 等深线宽度不足 200 m。随着三峡工程的持续运行，心滩冲刷之势将逐渐明显^[3]，南槽仍有冲刷可能，水流分散，北槽航道条件有恶化的趋势。

2 工程实施

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，分为 2 个施工标段：2015—2016 届枯水期 I 标段主体工程基本完工，II 标段剩余部分抛石未完成；2016 年 9 月完成了主体工程全部施工，2016 年 10 月对护滩带轴线出水部分进行整平处理。2016 年 10 月，鲤鱼山水道航道工程交工验收，进入试运行阶段，2018 年 9 月通过竣工验收。

2.1 治理目标与原则

本期工程的治理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，改善北槽航道条件，确保航道尺度达到 $4.5 \text{ m} \times 150 \text{ m} \times 1050 \text{ m}$ 的规划目标。

整治原则：1) 航道治理与岸线利用相协调^[4]，航道整治工程在改善航道条件的同时，应不影响所在河段防洪及堤防安全，并应统筹考虑两岸港口发展的需求；2) 稳定枯水双槽分流格局。抓住

时机, 稳定南槽当前分流态势, 抑制影响北槽航道条件的不利因素发展; 3) 守控结合, 抑制洲滩的不利冲刷。由于南槽冲深发展、黄莲洲心滩不稳定, 已引起北槽宽浅变化、主流不稳定, 应及时对黄莲洲心滩进行守护, 防止滩槽形态及航道条件进一步恶化; 还应适当调整局部枯水河床, 改善北槽通航条件。

2.2 工程平面布置

在黄莲洲心滩布置一纵四横梳齿型护滩带^[5] (图 2)。其中, 1[#]纵向护滩带长 3 627 m, 中上段

长 2 471 m, 护底宽度为 150~250 m(轴线左侧 75~150 m, 轴线右侧 75~100 m), 头部护底宽度 90 m; 下段长度为 1 156 m, 护底与 5[#]护滩带护底连为一体, 宽 200~379 m(轴线左侧宽 100~279 m, 右侧宽 100 m), 尾部守护宽度为 90 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[#]护底宽度为 140 m(轴线左侧宽 60 m, 右侧宽 80 m), 5[#]号护滩带直线段轴线左侧宽度为 60 m, 勾头段轴线左侧宽度为 70 m, 轴线右侧及头部与 1[#]护滩带下段整体护底。

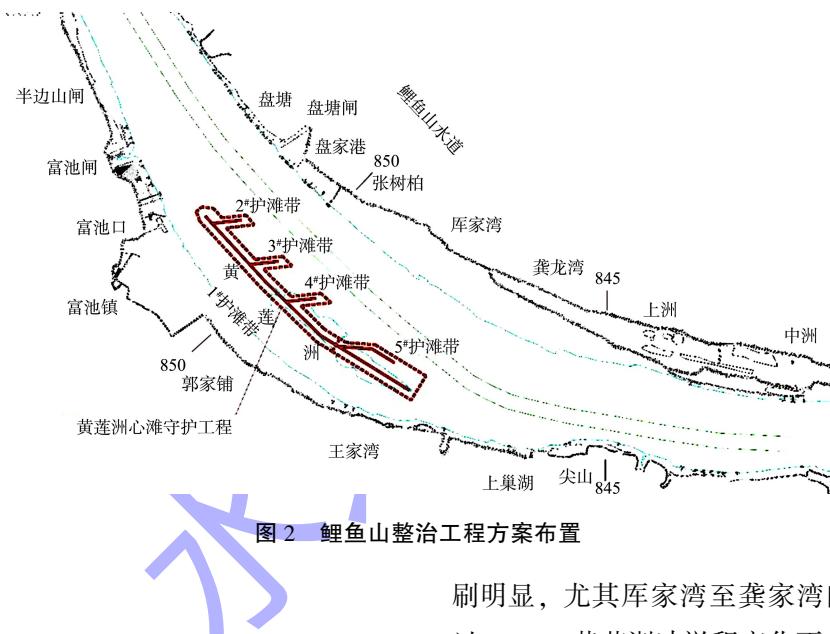


图 2 鲤鱼山整治工程方案布置

3 整治效果

3.1 冲淤平面

鲤鱼山水道航道整治工程于 2015 年汛后开工, 从 2017 年 2 月—2018 年 1 月冲淤平面变化看, 北槽两侧淤积, 中间冲刷, 从进口至出口冲

刷明显, 尤其库家湾至龚家湾间局部冲刷厚度超过 10 m; 黄莲洲冲淤积变化不大, 首部略微冲刷, 冲刷厚度在 2 m 以内, 其他位置均表现为微淤; 南槽整体有所淤积, 进口局部有所冲刷, 冲刷厚度在 6 m 以内(图 3)。

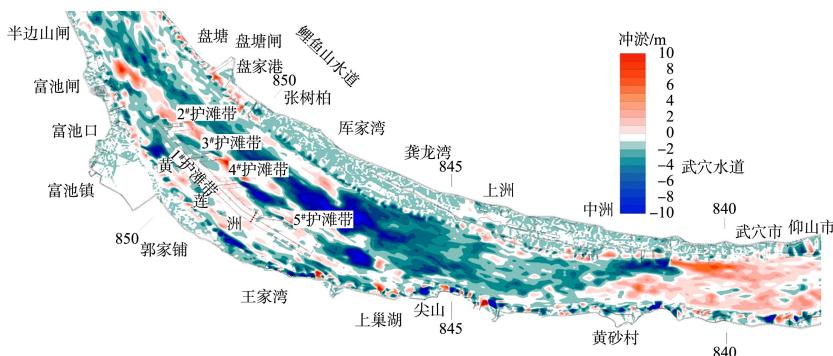


图 3 2017 年 2 月—2018 年 1 月鲤鱼山水道冲淤变化

综合可知,工程实施后黄莲洲不利冲刷得到抑制,逐渐趋于稳定,北槽普遍冲刷,工程护滩带左侧局部及其周边河床有一定冲刷,北槽航道条件向有利方向发展;南槽整体以淤积为主,淤积幅度不大,局部有所冲刷。

3.2 深泓

从深泓线平面变化看,工程前、后深泓走势基本未变,但在北槽进口、北槽黄莲洲段及两槽汇流区的深泓局部摆动仍较明显,南槽深泓变化很小,北槽黄莲洲段深泓右摆明显。工程后汇流区出北槽的深泓有所右摆,汇流点相应上移约1 000 m(图4)。

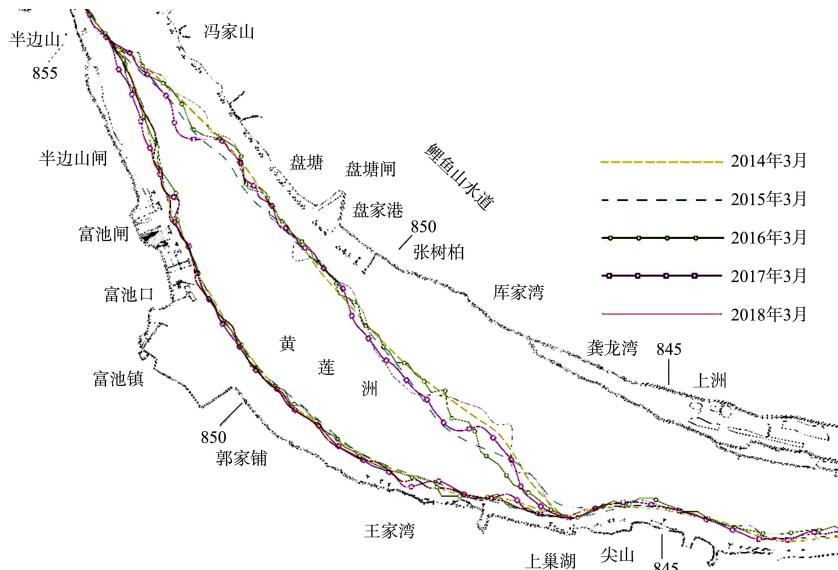
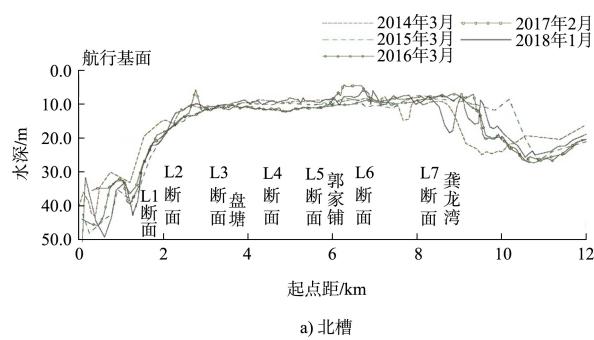


图4 工程前、后深泓线平面变化

从深泓纵剖面的变化看,南、北槽内深泓纵剖面总体变化不大,但分、汇流区深泓局部有明显冲淤。分流区进口,深泓有所淤高,淤高约3 m;北槽上段深泓下切约2 m,北槽下段深泓有

所淤高约1 m;汇流区出口深泓明显下切,局部下切近10 m;南槽2015年3月—2017年2月间深泓变化不大,但2017年2月—2018年1月整体表现为淤高,平均淤高约2 m(图5)。



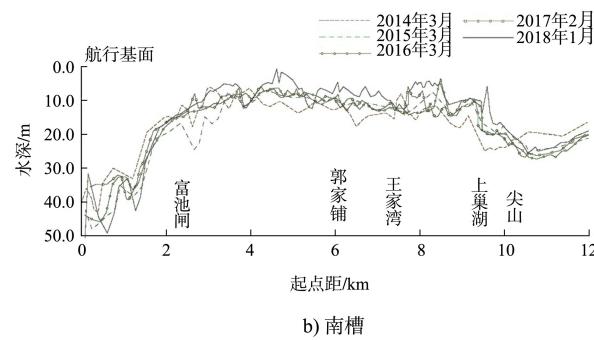
a) 北槽

图5 工程前、后深泓线剖面变化

总体上,工程后深泓走势基本未变,局部有摆动:北槽黄莲洲位置深泓出现右摆,北槽深泓剖面总体变化较小,汇流区出口深泓局部有明显下切;南槽深泓平面变化较小,深泓剖面整体呈淤高趋势,平均淤高约2 m。

3.3 深槽

工程后北槽上段5 m深槽一直保持较宽和相对稳定,下段库家湾—龚龙湾侧5 m深槽线平面变化较为明显,部分时段有所缩窄;南槽5 m深槽相对稳定。



b) 南槽

从鲤鱼山水道 5 m 等深线平面变化可以看出, 北槽上段 5 m 等深线宽度基本保持在 800 m 以上, 左岸较为稳定, 右岸有明显摆动; 北槽下段 5 m 等深线宽度变化较大, 左岸库家湾—龚龙湾侧 5 m 等深线较不稳定, 2015—2016 年宽度达到 680 m, 2017 年 2 月缩窄至 380 m, 2018 年 1 月宽度又恢复至 760 m。南槽进口 5 m 等深线平面变化明显, 但一直保持贯通, 宽度基本在 120 m 左右(图 6)。

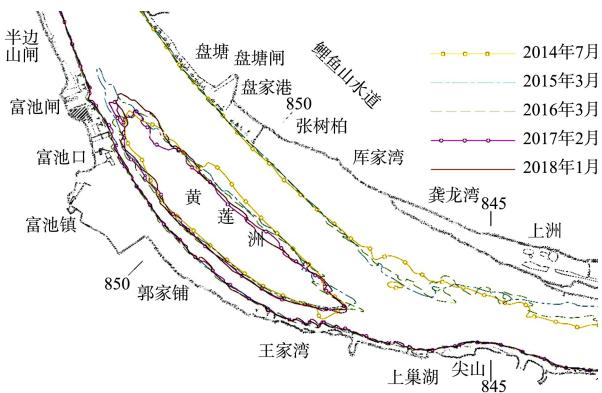


图 6 工程前、后 5 m 等深线平面变化

3.4 洲滩

鲤鱼山水道内存在的主要洲滩有左岸库家湾边滩、右岸边滩以及黄莲洲心滩。从历年测图分析看, 右岸边滩、库家湾边滩变化不大。而黄莲洲心滩的演变直接关系到航道条件的变化。

2014 年 2 月—2015 年 3 月, 黄莲洲心滩有一定淤积, 且主要表现为滩体面积增加, 但滩顶略有刷底。工程后, 黄莲洲心滩迅速向上游淤长, 滩体整体长约 4 000 m, 宽约 570 m; 滩体向上游延伸近 1 100 m, 面积扩大近 2.7 倍, 滩顶高程从工程前航行基面以上 2.3 m 升高到航行基面以上 3.9 m, 工程使心滩滩体面积增大, 滩顶高程升高(表 1)。

表 1 黄莲洲心滩特征值变化

测量时间	水位(当地航行基准面以上)/m	滩体面积/km ²		滩顶高程/m
		0 m	2 m	
2003 年 12 月	2.27~2.29	0	0	-
2004 年 12 月	3.32~3.19	0	0.216	0.2
2005 年 1 月	1.35~1.36	0	0.288	0.2
2005 年 12 月	2.63	0.184	0.875	-
2007 年 3 月	3.45	0.196	0.723	>1.9
2008 年 4 月	3.97	0.349	0.727	2.2
2009 年 2 月	1.62	0.303	0.846	1.6

续表1

测量时间	水位(当地航行基准面以上)/m	滩体面积/km ²		滩顶高程/m
		0 m	2 m	
2009 年 11 月	2.79	0.215	0.834	1.4
2010 年 1 月	1.27~1.03	0.211	0.751	1.0
2011 年 2 月	2.33~2.40	0.671	1.140	1.7
2012 年 3 月	7.09	0.544	1.280	2.5
2012 年 11 月	4.19	0.404	1.387	2.4
2013 年 4 月	5.55	0.347	1.030	2.5
2013 年 8 月	9.61	0.318	0.301	2.5
2014 年 2 月	1.34	0.286	0.246	2.4
2014 年 7 月	10.20	0.328	0.267	2.6
2015 年 3 月	3.44~3.61	0.512	1.736	2.3
2016 年 3 月	3.45~3.65	0.501	1.819	2.3
2017 年 2 月	1.59~2.00	1.362	1.946	3.9
2018 年 1 月	1.77~2.23	1.371	1.922	3.9

可以看出, 鲤鱼山水道航道整治工程实施以来, 河段滩槽格局基本稳定, 黄莲洲心滩冲刷的不利变化趋势得到抑制, 较好的航道条件得以维持, 整治效果已初步显现。

3.5 航道尺度

为了充分掌握鲤鱼山水道航道整治工程实施前、后航道条件的变化, 依据航道测图核查了近 20 年以来本河段枯水期主航道水深情况, 核查结果见表 2。

表 2 鲤鱼山水道航道条件核查情况

测量时间	水位/m	4.5 m 等深线最小宽度/m	
		北槽	南槽
2008 年 4 月	3.97	304	235
2009 年 2 月	1.62	354	226
2010 年 1 月	1.27~1.03	569	234
2011 年 2 月	2.33~2.40	366	235
2012 年 11 月	4.19	175	135
2013 年 4 月	5.55	240	125
2014 年 2 月	1.33	680	112
2015 年 3 月	3.44~3.61	600	108
2016 年 3 月	3.45~3.65	657	116
2017 年 2 月	1.59~2.00	375	118
2018 年 1 月	1.77~2.23	730	115

从表 2 可知: 工程前, 黄莲洲心滩形成初期南槽不断冲深、心滩淤长, 北槽枯水期 4.5 m 等深线宽度多不满足 200 m; 2008—2013 年, 黄莲洲心滩形成一定规模, 南槽发展趋缓, 黄莲洲心滩冲淤交替, 期间北槽 4.5 m 等深线宽度总体在

200 m 以上, 但经历大水年时黄莲洲易冲刷, 北槽进、出口易出现浅包、沙埂, 航道条件不稳; 2014—2018 年, 北槽 4.5 m 等深线总体呈拓宽趋势, 南槽 4.5 m 等深线趋于稳定, 保持在 110 m 左右。其中 2016 年遇大水年, 北槽下段汛期淤积泥沙, 汛后难以得到有效冲刷, 以致枯水期浅滩水深条件较差, 2017 年 2 月, 北槽出口左岸侧存在大面积的斜向沙埂, 使得北槽 4.5 m 等深线有所减小, 最小宽度只有 375 m。

整治工程抑制了黄莲洲冲刷, 增加了北槽分流, 北槽航道条件向利好方向发展, 枯水期 4.5 m 等深线总体呈拓宽趋势, 能够满足 4.5 m×200 m 的整治标准; 南槽 4.5 m 等深线宽度趋于稳定。

4 结语

1) 从工程建设期间和试运行期的观测及竣工前观测成果看, 整治建筑物经过近 2 个水文年的考验, 整治效果良好, 方案、结构设计合理, 总体结构稳定, 鲤鱼山水道滩槽得以稳固, 航道不利演变趋势得到遏制, 实现了航道整治目标。

2) 分析确定黄莲洲特别是滩形的变化是影响工程河段滩槽格局及航道条件变化的重要因素, 据此制定的黄莲洲心滩守护方案是合理的, 工程

(上接第 115 页)

5 结论

1) 对于优良河段, 因崩岸或采砂等因素导致河床形态突变碍航, 可采用数学模型或物理模型等研究手段计算分析河床变化(突然放宽)前后航槽内水流条件变化情况, 并以此分析不同航道整治方案的优劣。

2) 从工程实施后效果观测来看, 利用整治工程适当调整中、枯水河宽, 使挖槽内流速大小接近崩岸前流速值, 对维持挖槽稳定效果较好。

参考文献:

- [1] 贾昊, 穆兴民, 赵广举, 等. 不同频率黄河上中游径流量变化特征及其趋势预测 [J]. 水土保持学报, 2020,

效果显著。

3) 工程实施后, 黄莲洲心滩得到稳固, 抑制了南槽冲刷发展, 改善了南、北槽分流, 尤其是四横向梳齿型护滩带利用三峡工程蓄水后清水冲刷的有利条件, 发挥了束水归槽作用, 改善了北槽主航槽航道条件。

4) 为充分释放长江中游航道通过能力, 在本期工程的基础上进一步提高长江干线航道维护水深, 下阶段仍需要进一步加强观测、分析和研究。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.

(本文编辑 郭雪珍)

34(6): 60-64.

- [2] 宋伟华, 刘红珍, 崔鹏, 等. 黄河上游近年中小洪水特点及水库调度分析 [J]. 人民黄河, 2020, 42(5): 34-39.
- [3] 蒋波, 岳志远, 雷国平, 等. 基于高性能平面二维水流数学模型的计算效率研究 [J]. 水运工程, 2015(11): 115-120.
- [4] 交通运输部天津水运工程科学研究所. 黄河贵德至李家峡航道黑峡滩河段二维水流数学模型试验研究 [R]. 天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2015.
- [5] 交通运输部天津水运工程科学研究所. 黄河尼那至李家峡河段生态航道建设工程工程可行性研究 [R]. 天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2018.
- [6] 赵蕊. 分汊型沙质浅滩航道整治研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2016.

(本文编辑 武亚庆)