



长江下游江心洲—乌江河段航道整治 二期工程效果分析

胡见¹, 白国文², 王磊³

(1. 长江航运发展研究中心, 湖北 武汉 430014; 2. 湖北省交通规划设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430051;
3. 湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司, 湖北 武汉 430064)

摘要: 针对长江下游江心洲—乌江河段二期整治前存在的航道恶化问题, 如江心洲心滩过渡段航槽缩窄、小黄洲过渡段分流比减小伴随深槽淤积、航宽持续缩窄及弯曲半径变小, 为提升工程河段航道尺度并遏制其不利发展趋势, 于2019—2022年实施了航道整治工程。基于水文观测与地形测量数据, 通过系统对比工程实施前后的水流动力条件、河床地形演变特征及通航参数, 定量解析了该河段二期整治工程的实施效果。结果表明: 工程有效守护了关键洲滩, 滩槽格局趋于稳定; 成功抑制了心滩过渡段主流右摆以及心滩左汊与小黄洲过渡段分流比减小的不利态势; 航道条件得到显著改善, 航道尺度稳定达到设计目标。研究成果为复杂分汊河段航道治理效果评估提供了科学依据。

关键词: 江心洲—乌江河段; 航道整治; 效果分析

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2026)03-0162-08

Effect analysis of phase II waterway regulation project in Jiangxinzhou–Wuhe river reach of the lower Yangtze River

HU Jian¹, BAI Guowen², WANG Lei³

(1. Yangtze River Shipping Development Research Center, Wuhan 430014, China;

2. Hubei Communications Planning and Design Institute Co., Ltd., Wuhan 430051, China;

3. Hubei Institute of Water Resources Survey and Design Co., Ltd., Wuhan 430064, China)

Abstract: To address the navigation channel deterioration in Jiangxinzhou–Wuhe reach of the lower Yangtze River prior to the phase II regulation project, manifested as narrowing of the navigation channel in the Jiangxinzhou central bar transition section, decreased flow diversion ratio accompanied by deep channel siltation in the Xiaohuangzhou transition section, continuous narrowing of the channel width, and reduced bend radius, a waterway regulation project was implemented to enhance the channel dimensions and curb the adverse developmental trend from 2019 to 2022. Based on hydrological observations and topographic survey data, this study quantitatively analyzed the effectiveness of the phase II regulation project by systematically comparing hydrodynamic conditions, riverbed morphological evolution characteristics, and navigation parameters before and after the project implementation. The results indicate that the project effectively protected key bars, contributing to the stabilization of the bar-channel pattern; successfully curbed the unfavorable trend of the main flow shifting to the right in the central bar transition section and the decreasing flow diversion ratio in the left branch of the central bar and the Xiaohuangzhou transition section; and significantly improved navigation conditions, with the channel dimensions stably achieving the design targets. The research findings provide a scientific basis for evaluating the effectiveness of waterway regulation in complex anabranching river reaches.

Keywords: Jiangxinzhou–Wuhe river reach; channel regulation; effect analysis

收稿日期: 2025-07-03 录用日期: 2025-10-10

作者简介: 胡见(1992—)男, 工程师, 从事长江航道整治工程的项目质量监督管理工作。

航道整治效果分析是评估工程成效、优化航道管理的关键环节,已发展为一套多学科交叉的综合评估体系,其核心聚焦于水文地形演变、通航能力提升、生态效应评估及经济效益量化四大维度。传统分析方法主要依托水文观测与地形测量技术^[1-2]。实例研究表明,长江上游九龙坡—朝天门河段经整治后,定期观测数据证实河势趋于稳定,航道尺度显著提升,有效遏制了消落期泥沙上冲下淤引发的碍航现象^[3];类似地,长江中游戴家洲水道 6.0 m 航道整治工程后,观测结果显示,池湖港、乐家湾边滩的冲刷发展受到有效限制,稳定滩槽格局得以形成,直水道航道条件获得明显改善^[4]。上述案例验证了水文观测与地形测量方法在航道整治效果分析中的有效性。因此,本研究采用该方法作为核心分析手段。

江心洲—乌江河段处于长江下游芜湖—南京航段,位于长江下游安徽省马鞍山市和江苏省南京市境内,上起东西梁山,下至下三山,全长约 56 km。河段平面形态两头窄、中间宽,呈藕节状,江中自上而下有彭兴洲、江心洲、何家洲、小黄洲、新生洲、新济洲等,是典型的复合分汉型河段^[5]。江心洲—乌江河段江中洲、滩较多,水流分汉,主流不稳,历史上航槽经常发生较大的摆动^[6]。

江心洲—乌江河段于 2009 及 2016 年分别实施了江心洲—乌江河段航道整治一期工程与江心洲河段航道整治工程,有效稳定了滩槽格局并显著改善了航道条件,使航道维护水深由 6.5 m 提升至 9.0 m;然而,前期工程方案主要基于 9.0 m 航道水深目标设计,对于实现 10.5 m 水深航道目标仍存在局限性:1)上何家洲护底带抛石棱体高程不足,抑制主流右摆效能有限,难以增强心滩过渡段水动力条件,无法有效抑制江心洲心滩—下何家洲右汉的发展态势,从而制约了过

渡段航道条件的进一步改善;2)江心洲心滩头部护岸工程虽能防止心滩洲头崩退,但无法有效调整水流结构,因此难以增强心滩头部过渡段航槽内的水动力条件,亦无法提升该段航道的冲刷力度。

近年来,先期整治过的江心洲—乌江河段局部关键滩槽存在不利变化,牛屯河边滩尾部淤积下延,心滩右汉冲刷发展,致使江心洲水道心滩过渡段由右而左交角增大,江心洲心滩过渡段 10.5 m 航槽宽度缩窄,小黄洲过渡段分流比减小、深槽淤积,航宽不断缩窄、弯曲半径变小,对维持较好的航道条件和提高航道尺度、保证船舶航行安全不利。根据《长江干线航道总体规划纲要》^[7]《水运“十三五”发展规划》^[8]要求,江心洲—乌江河段(芜湖—南京段)航道尺度规划为 10.5 m×200 m×1 050 m(水深×航宽×弯曲半径),保证率为 98%。为达到规划要求,长江航道局于 2019 年 12 月—2022 年 12 月实施了长江下游江心洲—乌江河段航道整治二期工程,并取得了较好的治理效果。

1 河床演变及碍航特性

1.1 河床演变

江心洲—乌江河段为两头窄、中间宽的长顺直分汉河道,近 60 a 总体河势格局变化不大,但河床冲淤变化剧烈,各洲滩头部不断冲刷后退或被切割,导致洲滩合并或新汉道形成;两岸及洲滩岸坡崩塌频繁,河槽及主流摆动幅度很大。20 世纪 60 年代以来,该河段不断加强沿岸及洲滩的护岸工程,总体河势基本得到控制,形成较稳定的长顺直分汉河型。20 世纪 80—90 年代,彭兴洲头冲刷后退、牛屯河边滩和江心洲尾心滩发育、小黄洲头崩塌后退等引发左汉主流摆动^[9],2019 年 11 月工前河势见图 1。

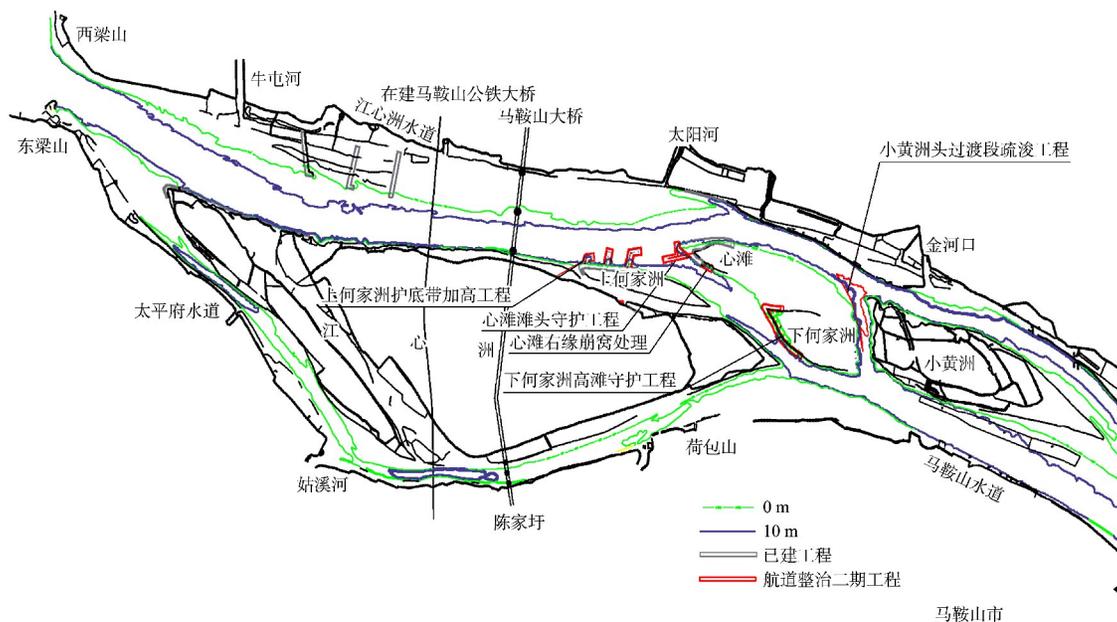


图1 工程河段工前河势及整治工程平面布置(2019年11月)

Fig. 1 Pre-construction river regime and plan layout of regulation project in the project reach(November 2019)

1999年,马鞍山河段一期整治工程实施,2009和2016年先后实施了江心洲—乌江河段航道整治一期和江心洲河段航道整治等工程,随着一系列河道治理、航道整治等工程的实施,基本稳固了河岸岸线,进口主流位置变化不大。航道整治一期工程2010年实施完成后,牛屯河边滩冲刷的不利态势得以有效控制,护岸工程稳固了彭心洲—江心洲头及左缘岸坡,整治工程稳定了江心洲水道中上段滩槽格局,微弯的河床形态基本形成,既稳定了江心洲左汉的主流,又改善了江心洲河段航道条件。2016年实施的江心洲河段航道整治工程使心滩头部的崩退得到有效遏制,上何家洲及其左缘低滩的快速冲刷得到有效抑制,但牛屯河边滩滩尾淤积下延、心滩右汉发展、心滩尾部淤积等对航道条件稳定和尺度提升存在不利影响^[10-12]。

1.2 碍航特性

1) 牛屯河边滩滩尾部明显淤积下延,心滩过渡段深槽由右而左交角增大,10.5 m航槽宽度缩窄,对过渡段航道条件不利。

2) 江心洲水道下段主流右摆,上何家洲左缘

滩面刷低,心滩右汉发展,对主航道条件的稳定不利。

3) 下何家洲头及右缘大幅冲刷后退,为上何家洲右汉发展提供了空间,右汉的发展对主航道的稳定不利。

4) 小黄洲洲头过渡段弯、窄、急,对上下水的船舶航行安全极为不利。近年来,过渡段分流比减小、深槽淤积,由于江心洲心滩滩尾的不断下延挤压,航宽不断缩窄、弯曲半径变小,航道条件向不利方向发展。

2 整治工程概况

2.1 整治目标及原则

1) 整治原则:统筹兼顾,生态优先,整疏结合,控制格局。

2) 整治目标:完善洲滩守护、稳定滩槽形态,抑制不利变化,提升航道尺度,实现10.5 m×200 m×1 050 m规划尺度标准。

2.2 整治工程方案

长江下游江心洲—乌江河段航道整治二期工程内容包括上何家洲护底带加高工程、江心洲心

滩滩头守护工程、下何家洲高滩守护工程、小黄洲洲头过渡段疏浚工程,平面布置见图1。

上何家洲护底带加高工程:对上何家洲原有3道护底带进行抛石棱体加高,加高高度按高程分段控制;对原有护底带进行加宽,两侧护底各加宽30 m,头部护底加宽80 m。

江心洲心滩滩头守护工程:江心洲心滩滩头布置一纵一横2道护底带,1#护底带(纵向)长857 m、宽150 m,沿护底带轴线布置717 m(含头部273 m)长棱体;2#护底带(横向)长362 m、宽140 m,沿护底带轴线布置232 m长棱体。对心滩右缘岸坡崩窝进行处理。

下何家洲高滩守护工程:对下何家洲洲头及右缘高滩进行护岸守护,守护长度1 752 m,护岸

后方实施生态固滩,面积12.23万 m^2 。

小黄洲洲头过渡段疏浚工程:对小黄洲洲头过渡段航槽进行疏浚,长度为2 095 m,面积约0.502 km^2 ,疏浚底高程为设计最低通航水位以下10.5 m。

3 整治效果分析

3.1 河道变化

3.1.1 河势变化

对比工前河势(图1)和工后河势(图2)可知,二期工程下何家洲护岸较好稳定了下何家洲高滩,上何家洲左缘低滩、江心洲心滩滩头基本得到保护与适当恢复,稳定了心滩过渡段航道右边界,河道总体河势和滩槽格局的稳定性进一步增强。

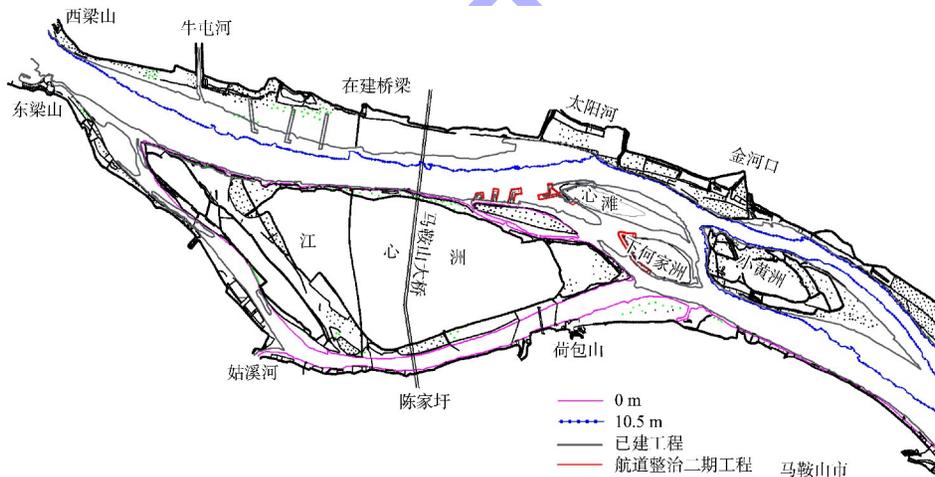


图2 工程河段工后河势(2025年4月)

Fig. 2 Post-construction river regime in the project reach (April 2025)

3.1.2 深泓变化

江心洲—乌江河段二期工程实施后,河段深泓平面整体变化较小,见图3。上何家洲护底带加高工程和心滩滩头守护工程的实施稳定了心滩过渡段右边界,加强了心滩过渡段浅区冲刷,江心洲左汊下段深泓有所左摆,相对于工程前,江心洲左汊下段深泓线在2023年3月和2025年4月

左偏最大分别约105和120 m。小黄洲洲头过渡段疏浚工程实施后,小黄洲洲头过渡段进口深泓略有右摆,相对于工程前,小黄洲洲头过渡段进口深泓线2025年4月右偏最大约95 m,过渡段中下段深泓线基本稳定。二期工程实施以来,小黄洲河段及新生洲新济州河段深泓线较为稳定。

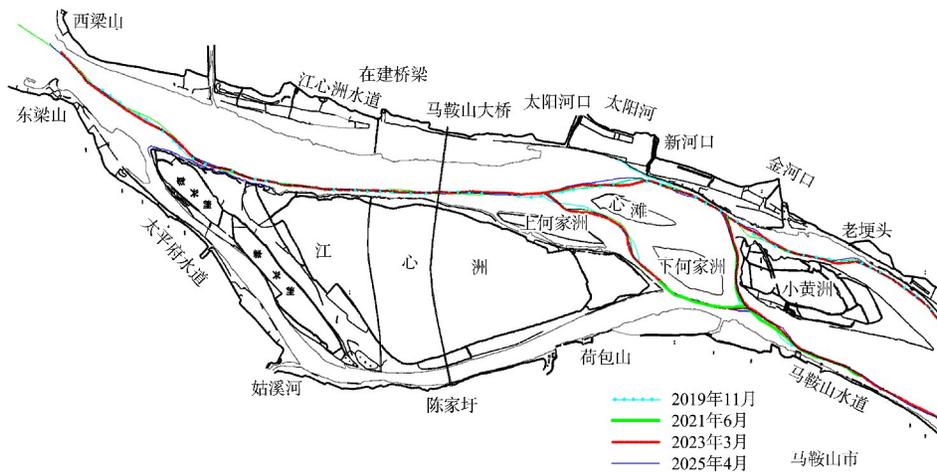


图3 工程实施后深泓线平面变化

Fig. 3 Planar variation of thalweg after project implementation

3.1.3 洲滩变化

江心洲—乌江段内的牛屯河边滩、江心洲心滩、下何家洲等洲滩对该河段的航道条件影响较大，主要表现为牛屯河边滩滩尾淤积下延、下何家洲头及右缘冲刷后退、心滩尾部淤积等对航道条件的稳定和尺度提升存在不利影响，抑制关键洲滩不利变化是保证航道条件良好和稳定的关键。

上何家洲护底带加高工程、江心洲心滩滩头守护工程完工后，牛屯河边滩滩尾以小幅冲刷为主，见图4。2021年11月—2023年3月，牛屯河边滩滩尾0 m线冲刷上提约630 m；2023年3月—2025年4月，牛屯河边滩滩尾0 m线变化较小。上何家洲护底带加高工程、心滩滩头守护工程实

施后，对牛屯河边滩的淤积下延态势起到了抑制作用，心滩过渡段主流有所左摆，心滩过渡段浅区得到及时冲刷，江心洲心滩过渡段10.5 m航槽最窄宽度由2021年6月的195 m增加至360 m以上，航道条件大幅改善。

2022年以来，随着牛屯河边滩尾部切割带来的泥沙逐渐冲刷输移，心滩尾部淤积的沙源减少，心滩尾部以冲刷为主，小黄洲洲头过渡段淤积幅度减弱，疏浚工程实施后，小黄洲洲头过渡段航道条件改善。

二期工程实施以来，下何家洲0 m线基本没有变化，下何家洲高滩守护工程的实施稳定了下何家洲洲体，工程实施前后河段内0 m等深线变化见图4。

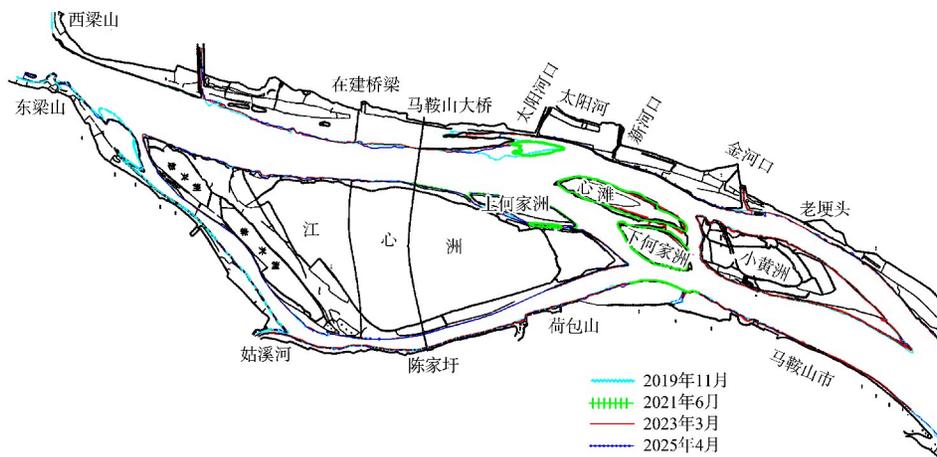


图4 工程实施前后0 m等深线变化

Fig. 4 Planar variation of the 0-m contour before and after project implementation

3.1.4 深槽变化

二期工程实施前后河段内江心洲水道、乌江水道、马鞍山水道及凡家矶水道内 10.5 m 深槽均贯通,主航道江心洲水道上段、马鞍山水道、凡

家矶水道多年来 10.5 m 槽最窄宽度均在 400 m 以上,平面位置年际间变化较小。河段内 10.5 m 深槽变化见图 5,变化较大的区域位于心滩过渡段、小黄洲洲头过渡段。

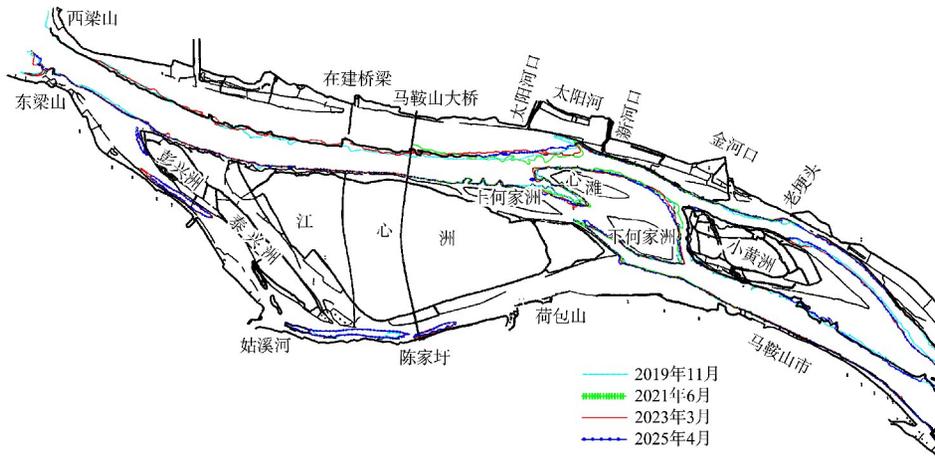


图 5 工程实施前后 10.5 m 等深线变化

Fig. 5 Planar variation of the 10.5-m contour before and after project implementation

3.2 水流条件变化

3.2.1 主流变化

工程前后主流变化主要位于江心洲水道下段,2023年2月(测时流量 $Q=16\ 500\ \text{m}^3/\text{s}$)与2019年11月($Q=16\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$)相比,心滩过渡段主流最大

左摆约 110 m,2025年4月(测时流量 $14\ 500\ \text{m}^3/\text{s}$)心滩过渡段主流进一步左摆约 140 m。主流左摆有利于增强心滩过渡段冲刷力度,抑制牛屯河边滩尾部淤积和心滩右汊的发展,工程段主流线变化见图 6。

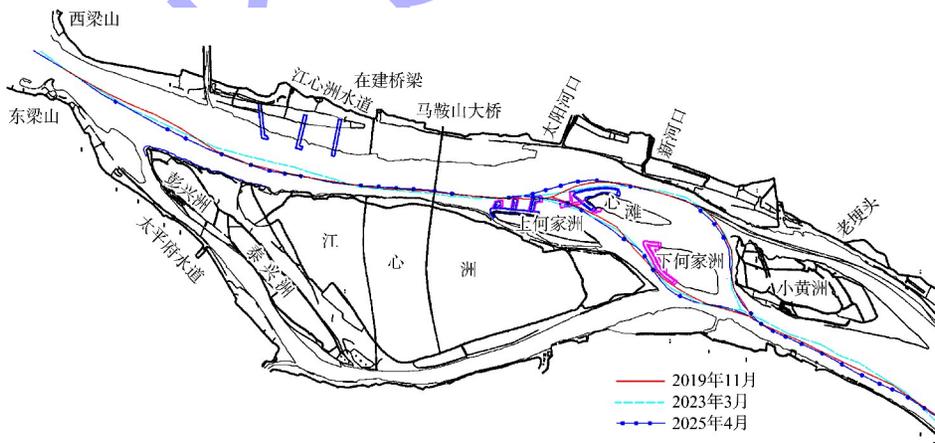


图 6 工程实施前后主流线变化

Fig. 6 Variation of the main flow path alignment before and after project implementation

3.2.2 分流比变化

工程开工至完工前,心滩左汊分流比有所减小,工程完工后其分流比总体呈增大的趋势。工程完工前,心滩右汊分流比有所增加,工程完工后其

分流比基本稳定且有所减小,整治工程初步起到了抑制心滩右汊分流比增加的态势。疏浚工程实施后,小黄洲洲头过渡段分流比有所增加,表明疏浚工程改善了过渡段入流条件,这对于过渡段航道条件的改善是有利的。各汊道分流比变化见表 1。

表1 工程河段主要汊道分流比变化

Tab.1 Changes in the diversion ratio of the main branches in the project reach

汊道名称	2019年10月 ($Q=31\,672\text{ m}^3/\text{s}$)	2021年6月 ($Q=38\,305\text{ m}^3/\text{s}$)	2022年2月 ($Q=28\,820\text{ m}^3/\text{s}$)	2023年2月 ($Q=16\,500\text{ m}^3/\text{s}$)	2025年4月 ($Q=14\,500\text{ m}^3/\text{s}$)
心滩左汊	54.0	49.8	52.7	52.8	54.6
心滩右汊	31.1	33.9	34.6	34.5	34.4
小黄洲洲头过渡段	22.6 (进口 18.4)	19.1 (进口 11.5)	16.5 (进口 12.2)	16.0 (进口 15.5)	21.3 (进口 19.1)
小黄洲左汊	35.2	37.7	39.4	37.6	35.3

3.3 航道条件变化

二期工程前,心滩过渡段 10.5 m 航槽宽度不断缩窄,航道条件趋差,工程建设过程中遭遇 2020 年特大洪水,导致心滩过渡段不能满足 10.5 m×200 m 的尺度要求,随着整治工程的完工运行,心滩过渡段航道条件不断趋好,目前心滩过渡段 10.5 m 航宽保持在 360 m 以上。

小黄洲洲头过渡段在二期工程实施前航道宽度不断缩窄,小黄洲洲头过渡段疏浚工程实施前,工程河段遭遇 2020 年特大洪水,导致小黄洲洲头过渡段淤积严重,航道尺度不满足 10.5 m×200 m×1 050 m 的尺度要求。2022 年 11 月小黄洲洲头过渡段疏浚工程实施后,小黄洲洲头过渡段航道条件改善,达到了 10.5 m×200 m×1 050 m 的建设标准,随着建设期维护性疏浚工程的实施,小黄洲洲头过渡段航道条件进一步趋于稳定。工程河段 10.5 m 槽最窄宽度见表 2。

表2 工程河段 10.5 m 槽最窄宽度统计

Tab.2 Minimum width statistics of 10.5 m channel in project reach

时间	心滩过渡段	小黄洲洲头过渡段
2015年1月	520	330
2017年2月	360	320
2018年3月	350	280
2019年11月	440	260
2021年6月	195	135
2022年3月	350	60
2022年11月	360	215
2023年2月	360	210
2024年1月	510	215
2025年4月	530	220

3.4 生态环境影响评价

工程实施过程中,通过实施增殖放流、人工鱼巢及生态固滩等措施,有效减缓了工程建设对周边生态环境的影响;通过调整施工时间、控制施工范围及实施人工驱鱼措施,有效避免了涉水施工对鱼类繁殖索饵和江豚等珍稀鱼类洄游的影响;通过布设江豚驱赶仪、围栏网及投放诱导饵料,尽量降低了施工对江豚等珍稀水生动物的伤害机率;施工期间巡查并配备江豚救助设备,未发现江豚等珍稀水生动物搁浅或受伤情况。总体来看,工程建设对生态环境的影响较小。

4 结语

1) 长江下游分汊河段的治理关键在于通过科学布设工程措施,塑造理想的滩槽形态,并同步调控、提升主汊的分流比。

2) 工程观测数据表明,江心洲—乌江河段航道整治二期工程经受 2020 年特大洪水及 2021 年持续中水位过程考验后,整体结构保持稳定。工程实施后,该河段关键洲滩防护加固效果显著,滩槽格局趋于稳定。具体表现为:心滩过渡段主流右摆趋势得到有效遏制;心滩左汊及小黄洲头过渡段分流比持续降低的趋势得以逆转。整治工程显著改善了航道通航条件,航道尺度全面达到设计目标。

3) 为充分释放马鞍山至南京段航道通航潜力,在既有工程体系基础上,须持续保障长江干线航道设计水深的稳定性。后续工作中,应重点加强对心滩过渡段航道水深的系统监测。若监测发现碍航现象,须及时采取针对性的工程维护措施,以确保航道的持续畅通性。

参考文献:

- [1] 董利瑾,张岩松,张素雅.长江中游蕲春水道航道整治工程效果分析[J].水运工程,2022(12):170-175,190.
DONG L J, ZHANG Y S, ZHANG S Y. Effect analysis of Qichun waterway regulation project in middle reaches of the Yangtze River[J]. Port & waterway engineering, 2022(12): 170-175, 190.
- [2] 刘玉娟.长江下游黑沙洲水道航道整治二期工程效果分析[J].水道港口,2022,43(4):466-470.
LIU Y J. Effect of phase II channel regulation project in Heishazhou waterway downstream the Yangtze River [J]. Journal of waterway and harbor, 2022, 43(4): 466-470.
- [3] 何艳军.长江上游九龙坡—朝天门河段航道整治工程效果分析[J].水运工程,2025(2):164-171,224.
HE Y J. Effect analysis of channel regulation project from Jiulongpo to Chaotianmen in upper reaches of the Yangtze River [J]. Port & waterway engineering, 2025(2): 164-171, 224.
- [4] 余文钧,李长铃.长江中游戴家洲水道6.0m航道整治工程效果分析[J].水运工程,2023(6):144-148,164.
YU W J, LI C L. Effect analysis of 6.0 m waterway regulation project of Daijiazhou channel in middle reaches of the Yangtze River [J]. Port & waterway engineering, 2023(6): 144-148, 164.
- [5] 赵建锋,李国斌,尚倩倩.长江下游江心洲河段航道整治工程防洪评价[J].人民长江,2013(S1):73-75,154.
ZHAO J F, LI G B, SHANG Q Q. Flood control evaluation of waterway regulation project in Jiang Xinzhou reach of the lower Yangtze River [J]. Yangtze River, 2013(S1): 73-75, 154.
- [6] 白静,李一兵.长江下游江心洲水道河床演变分析及趋势预测[J].水道港口,2009,30(5):347-351.
BAI J, LI Y B. Analysis of riverbed evolution and trend prediction for Jiangxinzhou waterway of the lower Yangtze River [J]. Journal of waterway and harbor, 2009, 30(5): 347-351.
- [7] 交通运输部长江航道局.长江干线航道总体规划纲要[R].武汉:交通运输部,2009.
Changjiang Waterway Bureau. Master plan outline for the main waterway of the Yangtze River [R]. Wuhan: Changjiang Waterway Bureau, 2009.
- [8] 交通运输部.水运“十三五”发展规划:交规划发[2016]93号[EB/OL].(2016-05-31)[2025-06-25].https://zjhy.mot.gov.cn/zhxxgk/jigou/zhghc/202007/t20200708_3428235.html.
Ministry of Transport of the People's Republic of China. Water transport development plan for "the 13th Five-Year" Plan Period: JGHF[2016]No.93[EB/OL].(2016-05-31)[2025-06-25].https://zjhy.mot.gov.cn/zhxxgk/jigou/zhghc/202007/t20200708_3428235.html.
- [9] 陆英,平克军,刘万利.长江下游江心洲—乌江长河段河床演变宏观分析研究[J].水道港口,2012,33(4):315-320.
LU Y, PING K J, LIU W L. Macro analysis on alluvial process from Jiangxinzhou to Wujiang Reach in Yangtze River downstream [J]. Journal of waterway and harbor, 2012, 33(4): 315-320.
- [10] 天津水运工程勘察设计院.长江下游江心洲至乌江河段航道整治二期工程可行性研究报告[R].天津:天津水运工程勘察设计院,2019.
Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy. Feasibility study report for phase II of the waterway regulation project in the Jiangxinzhou to Wujiang reach, lower Yangtze River [R]. Tianjin: Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy, 2019.
- [11] 天津水运工程勘察设计院.长江下游江心洲至乌江河段航道整治二期工程初步设计[R].天津:天津水运工程勘察设计院,2019.
Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy. Preliminary design for phase II of the waterway regulation project in the Jiangxinzhou to Wujiang reach, lower Yangtze River [R]. Tianjin: Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy, 2019.
- [12] 天津水运工程勘察设计院.长江下游江心洲至乌江河段航道整治二期工程施工图[R].天津:天津水运工程勘察设计院,2019.
Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy. Construction drawings for phase II of the waterway regulation project in the Jiangxinzhou to Wujiang reach, lower Yangtze River [R]. Tianjin: Tianjin Water Carriage Engineering Reconnaissance Designing Academy, 2019.