



新水沙条件下长江中游戴家洲河段6 m水深航道治理思路^{*}

叶志伟¹, 刘玉娟¹, 杜 勇²

(1. 长江航道局, 湖北 武汉 430010; 2. 中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘要: 戴家洲河段是长江干线武汉—安庆段6 m水深航道整治工程最复杂的滩段之一, 是实现6 m水深通达武汉的重难点河段。针对戴家洲河段6 m水深不足的问题, 分析新水沙条件下戴家洲河段航道条件及变化趋势, 提出治理思路、原则与工程方案。模型试验研究结果表明, 整治工程实施后, 戴家洲水道可以实现 $6.0\text{ m} \times 110\text{ m} \times 1050\text{ m}$ 的建设目标, 在不利水文年需实施少量维护性疏浚, 为后续达到200 m航宽奠定基础。

关键词: 戴家洲河段; 河床演变; 航道条件; 治理思路

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)11-0116-07

Regulation measures for 6 m-depth Daijiazhou waterway in middle reach of the Yangtze River under new water and sediment conditions

YE Zhi-wei¹, LIU Yu-juan¹, DU Yong²

(1. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China; 2. CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430060, China)

Abstract: Daijiazhou waterway is one of the most complicated shoal segments in the 6 m-depth waterway regulation project at the Wuhan to Anqing section of the Yangtze River main line, and the difficult reach for the 6 m-depth waterway arrival to Wuhan. In view that the water depth of Daijiazhou reach is less than 6 m, we analyze the channel condition and changing trend of Daijiazhou reach under the new water and sediment conditions, and propose the regulation idea, principle and scheme. The result of the physical model experiment shows that Daijiazhou waterway can realize the construction target of $6.0\text{ m} \times 110\text{ m} \times 1050\text{ m}$ after implementation of the regulation engineering, and a small amount of maintenance dredging is required in unfavorable hydrological years to achieve the 200 m channel width in the future.

Keywords: Daijiazhou waterway; river bed evolution; channel condition; regulation idea

戴家洲河段位于长江干线武汉—安庆段, 上起鄂城, 下迄廻风矶, 全长约34 km, 由一个较长的顺直放宽段的巴河水道连接弯曲分汊段的戴家洲水道组成, 是长江中游重点碍航浅险水道。近年来, 为改善戴家洲河段的航道条件、抑制不利变化, 先后实施了戴家洲一期、戴家洲右缘下段守护、戴家洲二期等工程, 稳定了戴家洲直水道

分流条件, 改善了航道条件, 航道最小维护尺度提高至 $4.5\text{ m} \times 200\text{ m} \times 1050\text{ m}$ (水深 \times 宽度 \times 弯曲半径), 实现了规划建设目标^[1-3]。

长江干线武汉—安庆段6 m水深航道整治工程是构建综合立体交通走廊、落实长江经济带国家发展战略的重大举措, 对提升长江干线航道通过能力、促进中部崛起具有重要的意义。戴家洲河段是

收稿日期: 2021-02-07

*基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2016YFC0402100)

作者简介: 叶志伟(1981—), 男, 高级工程师, 从事航道工程技术研究、管理工作。

长江干线武汉—安庆段的重点碍航浅险水道, 其 6 m 水深的贯通是武汉—安庆段航道整治的重点和难点^[4-5]。笔者依据河段原型观测资料, 分析 6 m 水深航道条件变化与趋势, 结合模型试验, 提出工程治理思路与方案, 并预测工程实施后的效果。

1 河道概况

1.1 水道特性

戴家洲河段为长江中游典型的弯曲分汊河段

(图 1), 两汊分流基本相当, 直水道为主汊。戴家洲河段上段顺直放宽段内洲滩冲淤变化剧烈, 洲头低滩与巴河边滩此消彼长, 已建工程有效控制了戴家洲洲头低滩形态, 直水道进流条件基本稳定; 左汊圆水道弯曲、狭窄, 近年来不断淤积, 出口矶头处存在不良流态; 右汊直水道相对顺直, 已建工程对戴家洲上段顺直放宽段控制较好, 但对于直水道中下段边滩控制相对较弱, 边滩根部切割、冲刷, 对直水道中段航道条件不利^[6-7]。

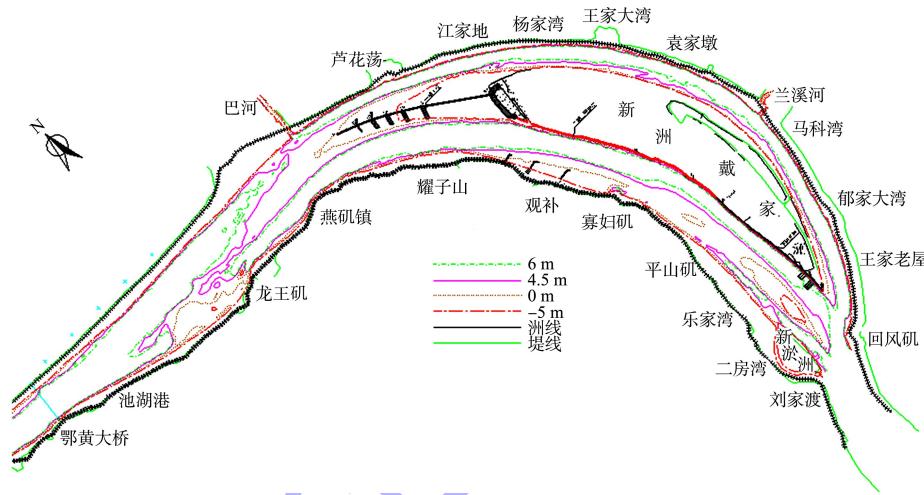


图 1 2018 年 3 月戴家洲河段河势

1.2 三峡建库后水沙条件变化

水道上游约 64 km 处为汉口水文站, 该站资料系列长, 观测项目齐全、精度高, 区间无大的分汇流口, 汉口站的来水来沙特征值基本上能够反映本水道的来水来沙特性。根据汉口站的实测资料, 分析本河段三峡建库后水沙条件变化特性。

在三峡水库蓄水前汉口站多年平均流量为 2.26 万 m^3/s , 多年平均径流量 7 080 亿 m^3 , 多年平均输沙量 3.98 亿 t, 多年平均含沙量 0.565 kg/m^3 。三峡水库蓄水后汉口站多年平均流量为 2.12 万 m^3/s , 多年平均径流量 6 711 亿 m^3 , 多年平均输沙量为 1.04 亿 t, 多年平均含沙量 0.155 kg/m^3 。多年平

均输沙量和多年平均含沙量分别为三峡水库蓄水前多年平均的 26.13% 和 27.43%, 明显减小。

图 2、3 为近几十年来汉口站径流量与输沙量的变化情况。由图可知, 输沙量年际间呈整体下降趋势。1991 年前水沙过程相对较适应, 1992 年开始水沙过程开始分离, 输沙量明显下降, 1992—2002 年三峡蓄水前, 长江上游主要支流来流减少, 输沙量大幅减少, 如寸滩入库较 1992 年减少约 27%。三峡水库蓄水运用后, 从 2003 年开始, 径流量与输沙量也开始有所分离, 输沙量开始降低。2008 年三峡水库 172 m 蓄水后径流量与输沙量趋势变化不大。

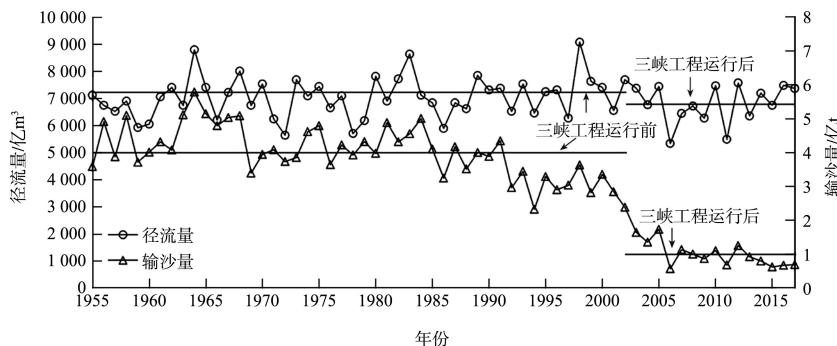


图2 汉口水文站水沙特征

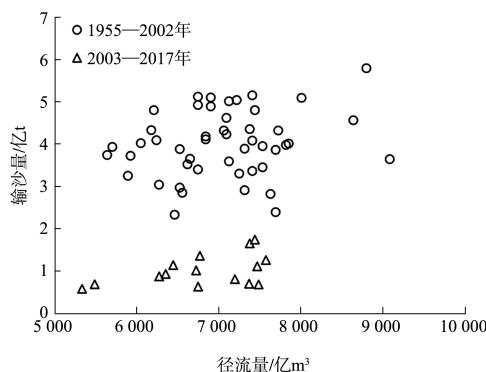


图3 汉口水文站年径流量与输沙量关系

表1 戴家洲河段全年航道分月维护水深

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
维护水深/m	4.5	4.5	4.5	4.5	5.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.5	4.5

2 河床演变

2.1 河床演变特性

三峡水库蓄水后，在清水下泄的影响下，戴家洲河段出现了洲头低滩进一步冲刷后退的不利变化趋势，加之圆水道进口河槽较浅及直水道内洲滩冲淤的现象长期存在，为解决本河段4.5 m水深的航道问题，先后实施了多期航道整治工程。近期，戴家洲河段的河床演变特性主要表现在以下几个方面。

1) 主支汊的交替转换，两汊分流基本相当，直水道为主汊。长期以来，戴家洲河段局部放宽段内变化剧烈，巴河滩、池湖港心滩及戴家洲洲体形态调整频繁。受此影响戴家洲两汊分流长期处于不断变化中，主支汊相互转换。三峡水库蓄水后，实施了多项航道整治工程，在一定程度上稳定了直水道的主航道地位，右汊直水道正处于逐渐发展阶段。戴家洲直水道和圆水道分流比变化见表2。

1.3 航道维护情况

戴家洲河段大多数年份以直水道为主航道进行维护，少数年份枯水期以圆水道为主航道进行维护。随着本河段航道整治工程的相继实施，2012年以来直水道为全年主航道进行维护。戴家洲河段为I级航道，航道维护类别为一类航道维护，航标配布类别为一类航标配布，自2014年1月起，现行航道维护标准为4.5 m×100 m×1 050 m，保证率为98%。戴家洲河段全年航道分月水深维护情况见表1。

表2 戴家洲直水道和圆水道分流比变化

测量日期	流量/(万 $m^3 \cdot s^{-1}$)	分流比/%	
		直水道	圆水道
2008-03	1.33	48.6	51.4
2011-02	1.16	52.0	48.0
2012-01	1.16	58.5	41.5
2013-03	1.21	55.7	44.3
2014-02	1.00	60.0	40.0
2015-02	0.99	61.1	38.9
2016-03	1.58	60.9	39.1
2018-03	1.66	62.9	37.1

2) 戴家洲河段上段顺直放宽段内洲滩冲淤变化剧烈，戴家洲洲头低滩与巴河滩此消彼长，随着洲头低滩及巴河滩的冲淤调整，深泓线在顺直放宽段内摆动频繁，分流点上提下移变化，航道条件极不稳定。一期工程的实施有效控制了戴家洲洲头低滩形态，直水道进流条件得以稳定。

3) 戴家洲左汊圆水道弯曲、狭窄，近年来不断淤积，且出口矶头处存在不良流态；戴家洲直水道位于分汊型弯道的凸岸侧，河宽较大、河形

相对顺直, 航道条件与汊道内洲滩形态关系密切, 当直水道内深槽呈沿戴家洲右缘坐弯时, 直水道凸岸边滩较为发育, 航道条件较好; 当凸岸边滩较为散乱时, 直水道深槽多次过渡时, 水流分散形成浅滩, 致使航道条件恶化。

4) 已建航道整治工程上延了戴家洲洲头, 有利于增强直水道弯道水流特性; 守护戴家洲右缘, 有利于稳定直水道左边界; 守护直水道中上段凸岸边滩, 有利于稳定直水道凸岸边滩, 总体上有利于直水道的发展和微弯水道形态的稳定; 寡妇矶以下的直水道中下段相对较宽浅, 江中心滩和

边滩仍存在较大的变化, 不利于直水道内航道条件的进一步改善。

2.2 航道条件变化

戴家洲直水道进口过渡段浅区在已建航道整治工程的作用下, 仅能满足 4.5 m 航道尺度的要求。对于 6.0 m 水深而言, 直水道进口滩槽形态较差, 水流冲刷动力不足, 航道条件难以满足 6.0 m 水深要求。测图资料表明, 进口过渡段深泓位置多处在池湖港心滩的尾部, 深泓走向扭曲; 同时, 设计水位下 6.0 m 等深线多年份不通, 部分年份 6.0 m 等深线宽度最大值仅 80 m(图 4)。

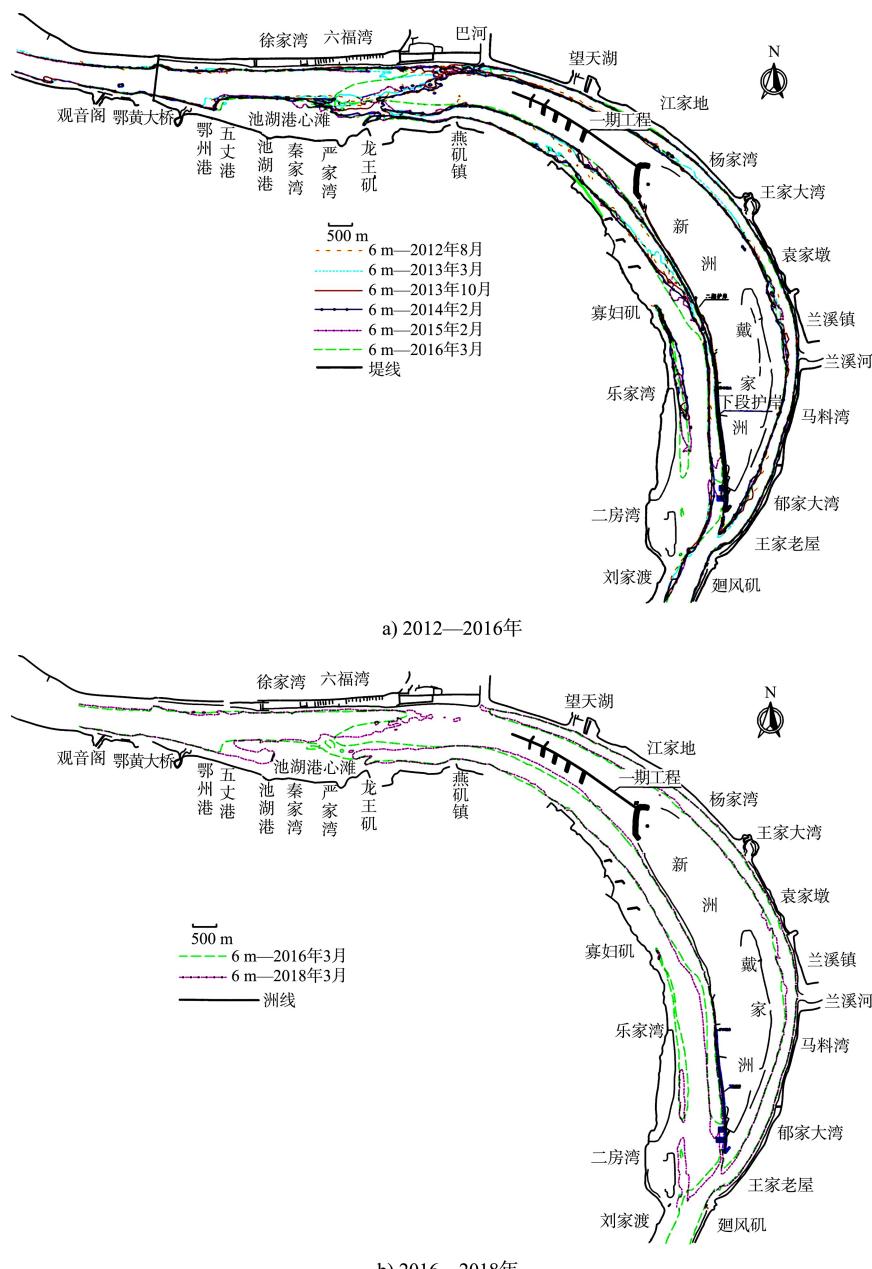


图 4 戴家洲直水道进口过渡段和中下段 6 m 等深线变化

随着临寡妇矶沿岸槽的下延及直水道右边滩下段的持续冲刷,直水道中下段通航主槽枯水部分流量减小,中段航槽宽度变窄,而直水道出口处河道枯水河宽增大,直水道中下段航道条件十分不稳定。2014年2月,直水道中、下段浅区6.0 m等深线最小宽度不足100 m;2015年2月,直水道中、下段浅区6.0 m等深线均断开;2016年3月,直水道中段浅区6.0 m等深线虽又贯通,但宽度很窄,最小宽度不足110 m,而直水道下浅区6.0 m等深线仍断开;2018年3月,下浅区6.0 m等深线贯通但宽度仅约50 m。

3 治理思路、原则与工程方案

3.1 治理思路

戴家洲河段滩槽演变剧烈,航道条件较差,实现6.0 m×200 m×1 050 m总体治理目标工程量大,实施难度高,河道断面形态改变幅度较大,阻水率可达6.5%,对河势防洪产生一定的不利影响。因此,考虑分期实施,在已建工程的基础上,进一步巩固和稳定河段滩槽格局,增强直水道的水流动力,改善直水道航道条件,守护直水道中下段滩体,限制窜沟进一步发展,逐步改善航道条件,先期实现6 m×110 m×1 050 m通航,为后续实现规划目标奠定基础。

3.2 治理原则

1)生态优先、绿色发展。坚持打造生态航道,工程尽量避开环境保护敏感点,广泛采用具有修复功能的生态护岸、生态护滩结构和材料,利用疏浚土变废为宝,建设戴家洲头生态固滩,探索建设戴家洲圆港生态涵养区,推进绿色航道建设。

2)因势利导、统筹兼顾。工程应顺应河势,因势利导,抓住有利时机,控制关键部位,才能达到事半功倍的效果;同时应统筹考虑生态环保、

水利防洪、港口岸线及其他涉水问题等外部环境的影响。

3)固滩稳槽、整疏结合。戴家洲洲头低滩前沿、池湖港边滩及直水道中下段边滩滩体缺乏有效控制,冲淤调整剧烈,浅区航道水深不足,通过固滩稳槽,改善局部滩槽形态,实现航道尺度的提升。同时,对于直水道进口和中下段出口浅区采取疏浚措施改善浅区水深条件。

4)加强观测、动态优化。戴家洲河段滩槽变化频繁,加上受到三峡工程蓄水影响,河床将较长时期处于冲刷状态,故工程建设中应加强观测,根据河道发展变化,动态调整和优化治理方案,确保整治建筑物的稳定和整治工程的效果。

3.3 工程方案

航道建设等级为I级,航道尺度为6.0 m×110 m×1 050 m,通航保证率98%,主要代表船型为1.3万吨级内河货船、750 TEU集装箱船、1万吨级江海船。工程方案平面布置见图5。

1)池湖港边滩护滩带工程:在池湖港边滩修建2道长度分别为690、685 m的护滩带,抑制边滩冲刷,稳定直水道进口右边界。

2)已建鱼骨坝延长工程:将新洲头滩地已建鱼骨坝延长2 736 m,在延长段新建5道长度分别为144、150、151、172、206 m的齿形护滩带,以塑造戴家洲洲头心滩,适当增强直水道进口枯水水流冲槽动力。

3)乐家湾边滩控制工程:在直水道右岸乐家湾一带分别修建5道长为480、671、526、609、1 053 m的护滩带,稳定乐家湾边滩,适当增强直水道中下段枯水水流冲槽动力。

4)戴家洲右缘护岸加固工程:对右缘已实施护岸工程长度的8 336 m区域进行加固。

5)在戴家洲直水道进口及出口水深较浅区域实施疏浚工程,引导水流归槽。

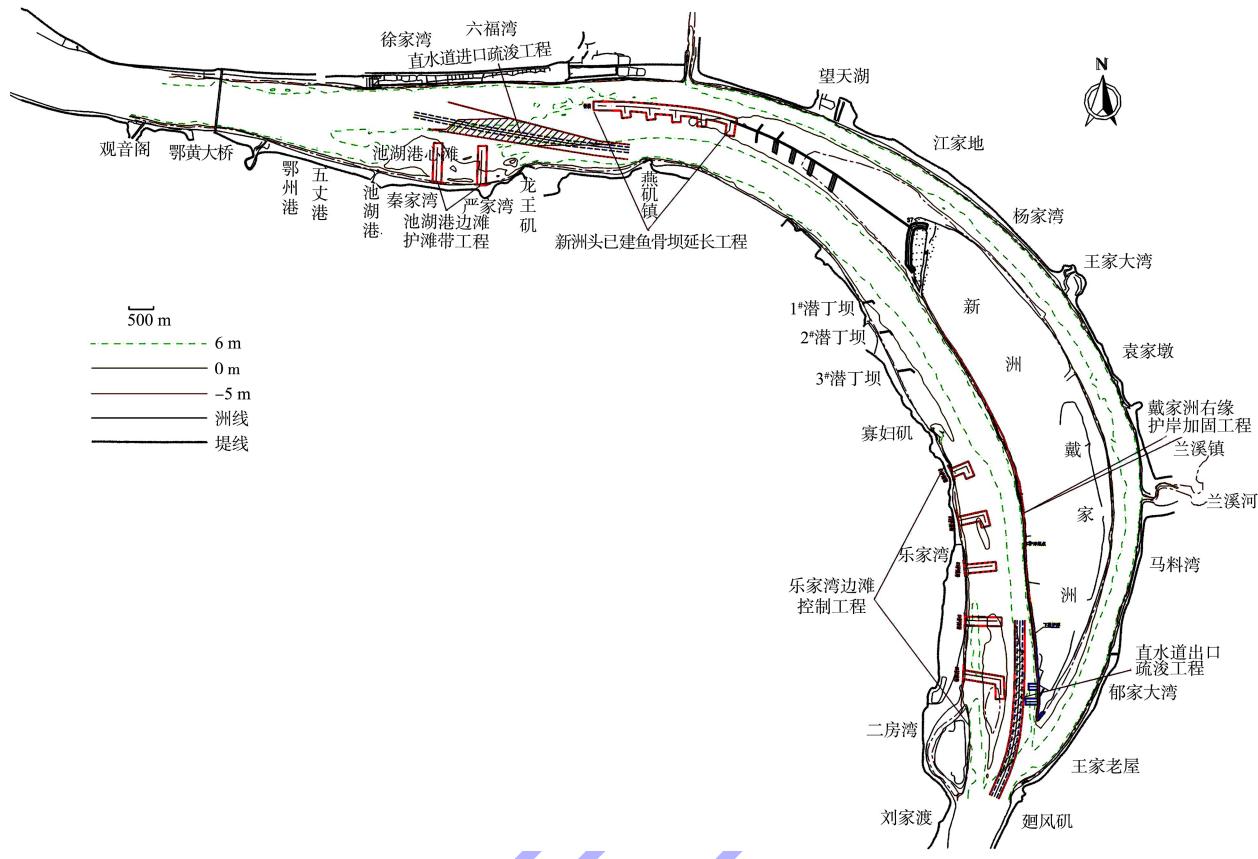


图 5 戴家洲河段 6 m 水深工程布置

3.4 工程效果

为研究工程方案的效果, 利用 2018 年 3 月地形开展物理模型试验研究。模拟范围上起鄂城, 下迄回风矶, 全长约 34 km, 平面比尺 1:400, 垂直比尺 1:125, 变率 3.2。

1) 工程实施后, 河段仍保持双汊格局, 直水道分流比略有增加, 至第 10 年末直水道枯水分流比增加约 0.6%。

2) 已建鱼骨坝延长工程实施后, 枯水流量下两汊分流点明显上提, 在分流区域形成两股平顺的水流分别进入左右两汊; 池湖港心滩护滩带区域流态较平顺; 直水道内主流依戴家洲右缘而下, 工程区水流平顺, 不存在不良流态。

3) 直水道进口浅区、直水道内中段浅区和下段浅区流速均有所增加(图 6), 有利于浅区落水期冲刷。整治流量时, 直水道进口浅区流速增幅 0.02~0.10 m/s; 直水道中段浅区流速增幅 0.06~0.08 m/s; 直水道下段浅区流速增幅 0.06~0.10 m/s; 圆水道进口浅区流速增幅 0.05~0.07 m/s。直水道枯水双槽格局转化为单槽格局, 主槽深泓贴戴家洲右缘坐弯, 直水道进口、中段、下段浅区流速均有所增加, 有利于冲刷浅区。

4) 遇不利水文年时, 直水道进口浅区、下段浅区 6.0 m 等深线断开或航宽略不足 110 m(图 7), 须辅以维护性疏浚。随着工程效果的逐步发挥, 为后续实现 6.0 m×200 m×1 050 m 的航道尺度奠定基础。

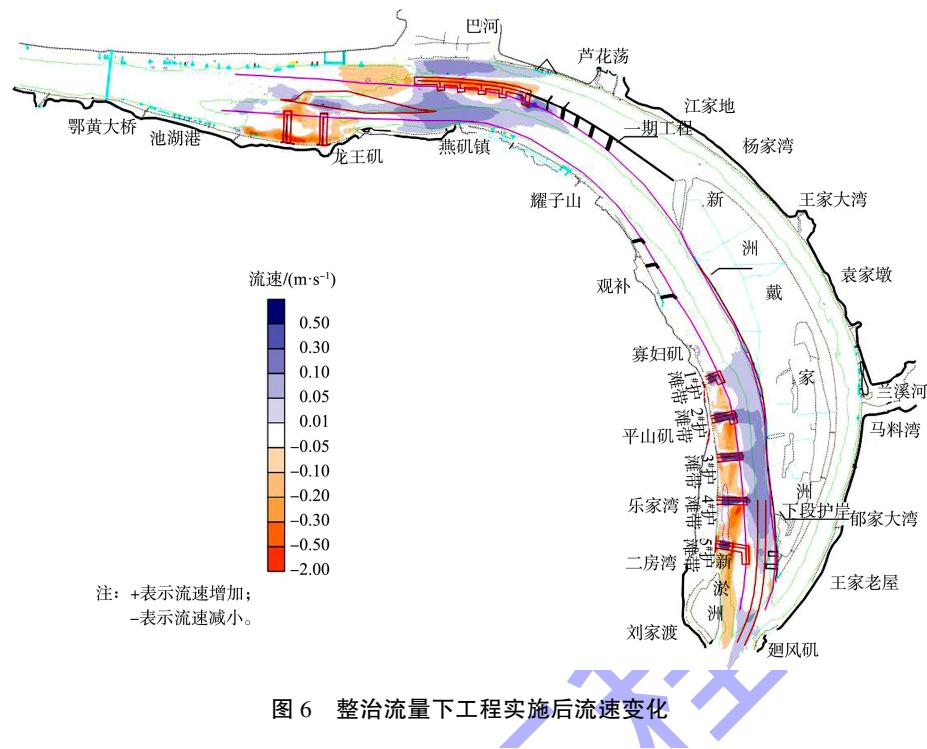


图 6 整治流量下工程实施后流速变化

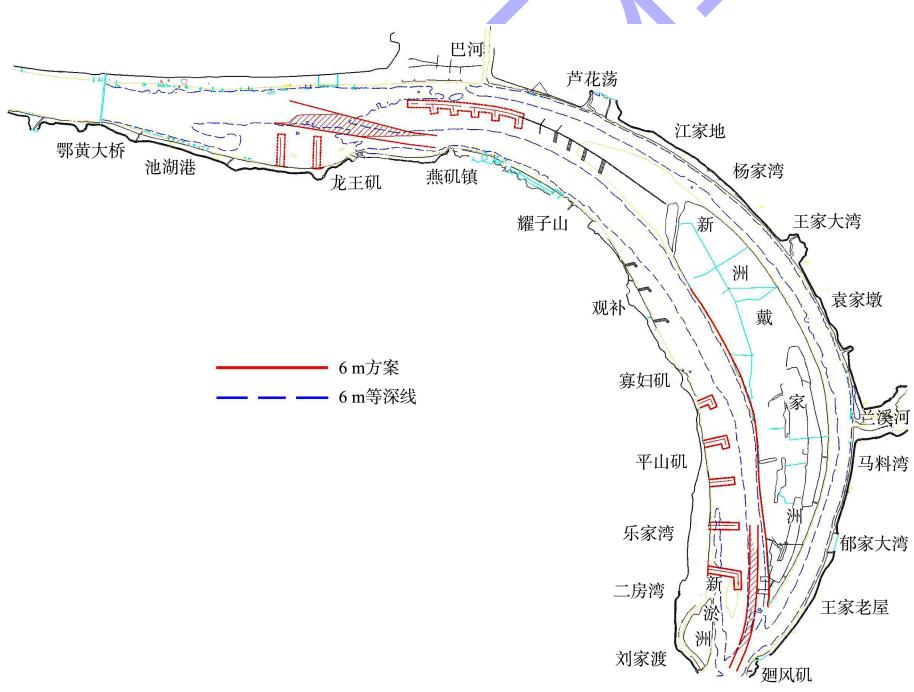


图 7 2012 年典型水文年末设计水位下水深

4 结论

1) 戴家洲河段主支汊交替转换, 两汊分流基本相当, 已实施的航道整治工程在一定程度上上延了戴家洲洲头, 守护了戴家洲右缘和直水道中上段凸岸边滩, 有利于增强直水道弯道水流特性, 稳定直水道左边界和右岸凸岸边滩, 总体上有利于直水道的发展和微弯水道形态的稳定。

2) 三峡蓄水后, 来沙减小和上游沙洲水道支

汊发展的共同作用下, 池湖港心滩冲刷后退, 直水道进口展宽, 水流冲刷动力不足; 直水道中下段临寡妇矶沿岸槽的下延及直水道右边滩下段的持续冲刷, 直水道中下段通航主槽枯水分流量减小, 航道条件十分不稳定, 实现 6 m 水深的航道建设目标需要进一步稳定滩槽格局。

(下转第 133 页)