



长江中游窑监河段航道整治工程效果分析

张俊锋

(长江航道局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 窑监河段为长江中游著名的碍航河段, 根据《长江干线航道发展规划总体纲要》, 该河段2020年航道的建设标准为 $3.5\text{ m} \times 150\text{ m} \times 1\,000\text{ m}$ (水深 \times 航宽 \times 弯曲半径), 通航保证率为98%。考虑到三峡工程运行以及防洪等外部因素的影响, 窑监河段的治理采取远近结合、分期实施的原则, 从2009年初开始陆续实施一期工程 and 乌龟洲守护工程。工程实施以来, 航道条件明显改善, 取得了较好的工程效果。结合已有研究成果和工程实施以来的资料, 对工程实施后的河道变化、航道条件等进行分析, 并对该河段治理经验进行总结。

关键词: 窑监河段; 航道整治; 效果分析

中图分类号: U 656.3

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)06-0143-04

Effect analysis of Yaojian reach waterway regulation project in the middle Yangtze River

ZHANG Jun-feng

(Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

Abstract: Yaojian reach is a famous navigation blocking reach in the middle Yangtze River. The construction standard by 2020, set by the General Outline of the Yangtze River Main Channel Developing Plan, is $3.5\text{ m} \times 150\text{ m} \times 1\,000\text{ m}$ (depth \times width \times bending radius) and at a navigation assurance rate of 98%. Considering the external factors such as the operation of the TGP and flood prevention, we have implemented Yaojian reach 1st phase construction and Wuguizhou protection construction successively since 2009 on the principles of “combining the future and recent, and implementing by stages”. The navigation channel has been improved obviously and satisfactory effect has been achieved the construction implementation. Based on the existed research achievements and data since the project implementation, we analyze the channel variation and channel condition after the project implementation and summarize the regulation experience for the reach.

Keywords: Yaojian reach; channel improvement; effect analysis

窑监河段位于长江中游的下荆江河段, 左岸为湖北省监利县, 右岸为湖南省华容县, 河段上起西山, 下迄太和岭, 长约16 km, 是长江中游重点碍航河段之一。自三峡工程蓄水运用以来, 该河段“上浅下险”的碍航问题日渐突出, 航道保畅通问题引起社会各界的广泛关注。该河段整治前枯季最小航道维护尺度为 $2.9\text{ m} \times 80\text{ m} \times 750\text{ m}$ (水深 \times 航宽 \times 弯曲半径), 保证率95%, 根据《长江干线航道发展规划总体纲要》^[1], 窑监河段2020年的建设标准为 $3.5\text{ m} \times 150\text{ m} \times 1\,000\text{ m}$, 通

航保证率为98%, 通航由2 000~3 000 t驳船组成的6 000~10 000吨级船队。为抓住有利时机, 保障长江中游航道的整体畅通, 长江航道局从2009年开始对本河段进行了系统治理, 先后实施了窑监一期及乌龟洲守护工程, 取得了阶段性的整治效果。

1 河床演变及碍航特性

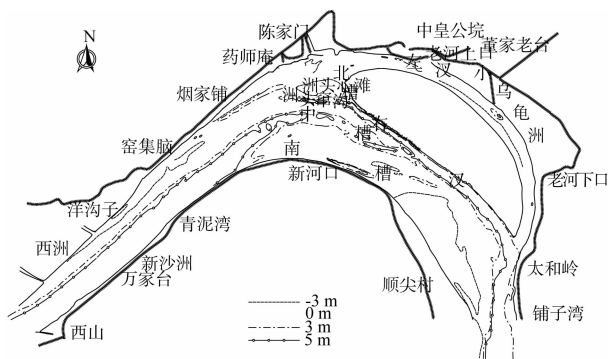
1.1 河床演变

窑监河段属弯曲分汊河型, 江心乌龟洲分河段

收稿日期: 2014-09-22

作者简介: 张俊锋 (1981—), 男, 高级工程师, 从事长江航道工程技术研究与管理工作。

为左右两汉，其中左汉称为监利左汉，右汉称为乌龟夹（图1）。该河段既有分汉型河道的演变特征又具有弯曲型河道的演变特征，以汉道周期性兴衰交替和主流摆动为主要特点。有资料分析表明，窑监河段近期演变表现为：伴随着左岸的崩退、乌龟洲的发展和切割以及河段主流的摆动，窑监河段主支汉转换遵循周期性的规律：右汉新生—断面扩大—深泓线左移—流路弯曲增长—右汉衰亡—新的右汉再生，如此周而复始，但分汉河段的形式始终保持不变，目前这个演变周期是主流走右汉。无论是在以左汉或右汉为主汉的相对稳定时期，还是在两汉开始主支汉交替的过程中，窑监河段的演变都较为剧烈，水沙运动较为复杂，碍航问题也较为突出，大多数年份枯水期航道水深不足2.9 m。



注：测时：2009年2月；水位：2.03 m。

图1 窑监河段航道整治前河势

1.2 碍航特性

自1995年汛后右汉成为主航道以来，窑监河段存在的碍航问题主要表现为“上浅、下险”。自三峡工程蓄水运用以来，窑监河段航道条件进一步恶化。分汉口门进一步放宽，主流摆动幅度加大，枯季右汉进口段滩形散乱，形成多槽争流局面，右汉总体向宽浅方向发展；乌龟洲右缘及尾部冲刷后退，右汉航道边界条件不稳定；河段出口受太和岭附近碍航乱石堆的影响，流态紊乱。

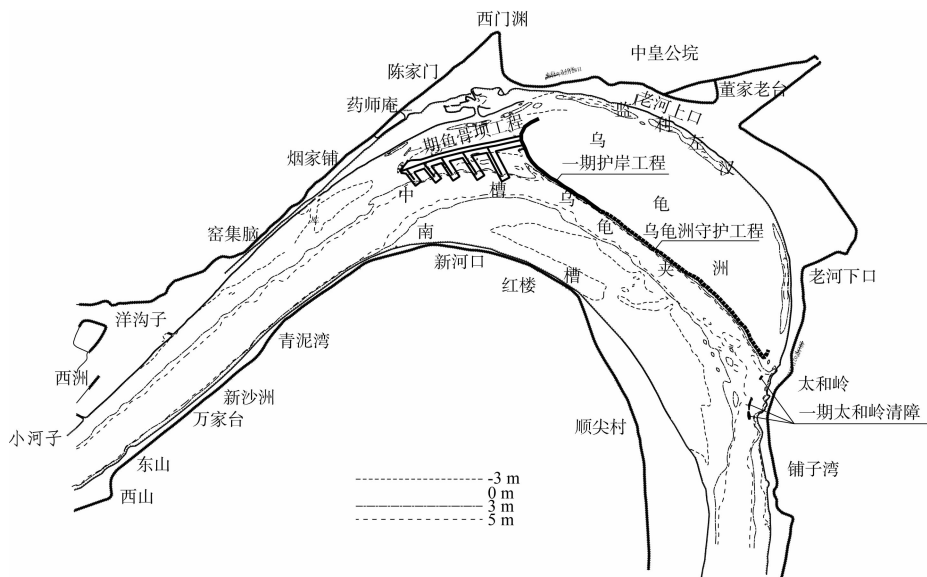
2 航道整治工程概况

2.1 系统治理思路

窑监河段整治工程的总体目标为：通过一定的工程措施，稳定当前的主支汉格局，塑造良好的滩槽形态，将主汉（右汉）整治成枯水期曲度合理、进出口平顺并相对稳定的微弯航道，从根本上解决浅滩碍航问题，提高航道尺度，改善船舶航行条件。

2.2 已建工程情况

按照确定的总体治理思路，该河段目前已实施了窑监河段航道整治一期工程和乌龟洲守护工程，航道设计标准为2.9 m × 80 m × 750 m，工程平面布置见图2。



注：测时：2013年2月；水位：2.02 m。

图2 窑监河段已建工程完工后河势及工程布置

1) 一期工程。

一期工程旨在通过洲滩守护等工程措施, 稳定和改善河段进口滩槽格局, 引导水流归槽, 同时适当清除出口江中碍航物, 缓解枯水期航道维护困难局面。建设内容包括^[2]: 在乌龟洲洲头心滩上建1条鱼脊坝和5道鱼刺坝组成的鱼骨坝; 在乌龟洲洲头及右缘上段布置护岸; 清除太和岭附近江中的乱石堆等。该工程于2009年4月初开工建设, 2009年8月完成主体工程, 2010年8月进行了交工验收, 2012年11月通过了竣工验收。

2) 乌龟洲守护工程。

为了进一步稳定和巩固主航道左边界, 稳定窑监河段出流条件, 并为下一步工程的实施奠定基础, 在一期工程实施后, 于2010年汛后10月上旬开工建设乌龟洲守护工程。该工程主要是对乌龟洲右缘中下段至尾部3 892 m岸线进行平顺式护岸守护^[3]。该工程主体工程于2011年5月完成, 2012年4月通过交工验收, 2014年10月通过竣工验收。

3 已建工程治理效果

目前, 窑监河段先期实施的一期工程及乌龟洲守护工程均已竣工。工程观测及分析表明, 工程实施后, 窑监河段枯水期过渡段河道“一汉多槽”的不利河势明显好转, 主航道的左边界得到稳定, 航道条件明显改善, 整治效果十分明显。主要表现为:

1) 塑造了窑监河段良好的滩槽形态。

洲头心滩鱼骨坝的实施使得原先散乱的心滩连成一个整体, 集中进口的水流冲刷中槽, 使中槽条件大为改善, 稳定了其主航槽的地位, 形成了具有稳定单一的主槽局面, 河道平面形态相对较好, 河势条件有所改善。乌龟洲守护工程及尾端太和岭清障工程的实施, 进一步稳定的航道左边界, 平顺了出口流态(图2)。

2) 显著改善了窑监河段航道条件。

工程实施以后, 航道条件改善明显, 枯水期航道基本上可以保持4.0 m × 100 m以上的航道尺

度(表1), 太和岭附近水流流态平顺, 船舶航行条件大大改善。航道尺度完全达到了设计标准, 终结了该河段“年年战枯水、年年保畅通”的历史, 提高了航道通过能力和航运效益, 降低了航道维护成本, 达到了预期的整治目标。

表1 窑监河段航道尺度

测图时间	测时水位/m (航行基面)	不同宽度下最小相对水深/m				备注
		80 m	100 m	150 m	200 m	
2008-01-08	1.42	2.8	2.7	2.5	2.5	工程
2009-02-09	1.97	2.9	2.4	2.0	1.0	实施前
2010-01-21	1.67	5.7	5.6	5.0	3.0	一期工程
2011-03-25	2.92	5.9	5.8	5.6	5.5	完工后
2012-02-23	1.68	5.7	5.6	5.5	5.3	乌龟洲工
2013-02-27	2.02	5.4	5.2	5.0	4.8	程完工后

3) 获得了较好的综合效益。

工程坚持水资源综合利用的原则, 在改善右汉通航条件的同时, 适当提高左汉分流比(表2), 兼顾了监利地方沿江企业的利益。在航道整治工程实施后, 乌龟洲头部淤长, 中槽发展冲深, 利于两岸堤防安全, 具有十分重要的防洪意义。另外, 工程积极应用新材料、新结构, 探索生态航道建设, 注重环境保护, 工程环境效益也十分明显。

表2 窑监河段枯水期汉道分流比变化

时间	水位/m	流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	乌龟夹 分流比/%	监利左汉 分流比/%	备注
2006-01-22	22.58	5 339	96.2	3.8	工程前
2010-01-22	22.97	5 781	94.0	6.0	
2012-02-25	22.99	6 155	94.5	5.5	工程后
2013-02-25	22.97	6 282	90.4	9.6	

注: 水位为黄海高程。

4 治理经验

1) 采用远近结合、分期实施的治理思路。

窑监河段航道整治工程前期研究阶段提出了“重新塑造滩槽稳定、岸线完整、曲度合理的弯道形态”的总体治理方案。但由于三峡工程对窑监河段的影响极其复杂, 且工程的平面布置受到较强的外部制约, 工程难以一步实施到位, 因此确定了远近结合、分期实施的治理原则, 从而确保了该河段的整治效果。工程实践证明, 这种远近

结合、分期实施的治理思路在长江中游复杂河段航道治理中具有十分重要的意义。

2) 应用攻守兼备、刚柔并济的整治措施。

窑监河段航道整治工程在总结近年来长江中游治理经验的基础上,深刻揭示了长江中游沙质河床条件下弯曲分叉河型浅滩的碍航机理,逐步形成了长江中游“刚柔并济、攻守兼备”的航道治理思路,为后续类似工程提供了有益的参考。

工程通过多组物理模型和数学模型试验研究与论证等,最后确定了“心滩鱼骨坝+乌龟洲护岸”的“攻与守”组合工程布置形式。从结构形式上看,采用了D型排、X型排、SX型排、单元排等柔性护滩(底)结构和抛石筑坝(镇脚)、铺六角块护坡等刚性结构相结合的结构形式,确保了工程稳定和整治效果。

3) 坚持航道整治工程动态管理的设计原则。

实践证明,坚持动态管理是确保航道整治工程整治效果的成功经验。在工程实施过程中,针对长江中游沙质河床特点,开展了一系列的工程观测,及时掌握河势河床变化情况,对工程布置和结构进行了多方面的优化和完善。

1) 依据开工后最新的观测资料调整陆上护滩、水下护底工程的施工区域,确保主体工程在一届枯水期内及时完成;

2) 根据新的地形、水文情况及时优化心滩与乌龟洲头窄沟的封堵方案,保证窄沟的封堵效果;

3) 及时根据测量资料发现和处理了5#和6#刺坝头部下缘周边的冲刷坑,确保整治建筑物的结构稳定。

4) 合理应用新结构、新材料。

窑监河段航道整治工程成功地应用了几种整治建筑物新结构、新材料,提高了整治建筑物的耐久性,均具有较高的推广价值。

针对传统X型排护滩带边缘抗冲刷能力较弱等问题,首次应用了混凝土单元排、SX型排护滩结构。工程实践表明,两种新型护滩结构与传统护滩结构比较,具有更好的防冲保沙性,压载块不易破损,排体整体稳定性好,抗老化能力强。另外,工程在总结长江中游已建航道工程经验的基础上,首次将透水框架应用在坝体的下游侧背水坡以及护岸镇脚部位。增加激流区河床糙率,降低流速,促进淤积,保护河床,防止排体边缘的局部冲刷坑不断发展,提高整治建筑物的抗冲刷能力。

5 结语

1) 对于长江中游弯曲分叉河型的治理,坚持“攻守结合”的思路,结合模型试验,合理布置工程方案是塑造良好滩槽形态的关键。

2) 根据中游航道自然条件和工程特点,采用“刚柔结合”的结构形式,合理地应用新结构、新材料,更有利于整治建筑物的稳定。

3) 坚持动态管理的原则,不断优化设计方案,是获得良好整治效果的重要保证。

参考文献:

- [1] 交通运输部. 长江干线航道总体规划纲要[R]. 北京: 交通运输部, 2008.
- [2] 付中敏, 刘奇峰. 长江中游窑监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, 2008.
- [3] 付中敏, 刘奇峰. 长江中游窑监河段乌龟洲守护工程初步设计报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2009.

(本文编辑 郭雪珍)