

三峡蓄水后芦家河水道沙泓进口浅滩 演变特征及其对航道条件的影响

游强强¹, 刘洪春¹, 徐果², 张伟¹

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011; 2. 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 三峡水库蓄水运用后, 下游河段发生河流再造床过程, 河床进行冲淤调整。基于芦家河水道三峡蓄水后 2003—2013 年原型观测资料, 分析蓄水后该水道沙泓进口浅滩以及航道条件的变化情况, 提出进口浅滩发展机理以及对航道条件的影响规律。在此基础上, 对进口浅滩和本水道航道条件变化趋势进行预测: 认为进口航道条件在自然作用下仍有进一步衰退的可能, 为本水道航道治理思路的形成和方案设计提供参考。

关键词: 芦家河水道; 沙泓进口浅滩; 河床演变; 航道条件

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)12-0130-05

Characteristics of Shahong entrance shoal of Lujiahe channel and its effect on channel condition after impoundment of the Three Gorges

YOU Qiang-qiang¹, LIU Hong-chun¹, XU Guo², ZHANG Wei¹

(1. Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China;

2. Changjiang Survey, Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

Abstract: Since the impoundment of Three Gorges reservoir, water and sediment to the downstream reach has changed, resulting in the process of river transformation on the Changjiang-Lujiahe river and erosion of the bed. Based on the latest prototype observation data of the reach after construction of the Gorges project, we analyze the changes about imported shoal of Shahong and the waterway conditions, and propose the development mechanism of the imported shallow of Shahong and the impact of the regularity on the waterway conditions. We also predict the trend of the bed evolution of the imported shallow and the waterway conditions, and consider that the waterway conditions maybe further decline under the natural role. The research result may serve as reference for the channel regulation ideas and engineering design in the project.

Keywords: Lujiahe waterway; Shahong entrance shoal; bed evolution; waterway condition

芦家河水道位于长江中游上荆江河段上段, 距宜昌 75 km, 处于山区河流向平原河流过渡地带, 河床多为沙卵石组成。从河床纵剖面看, 该河段下伏卵石层面, 沙质覆盖层较薄, 抗冲性较强; 其下游逐渐过渡为沙质河床, 抗冲性较弱,

因此, 本水道亦是控制上游水位的关键控制性河段之一。三峡水库蓄水后, 上游来沙量减少引起的河床冲刷首先体现在近坝的沙卵石河段, 枯水期水位持续下降, 芦家河水道沙泓进口航道条件近几年持续恶化, 造成航槽尺度难以满足要求。

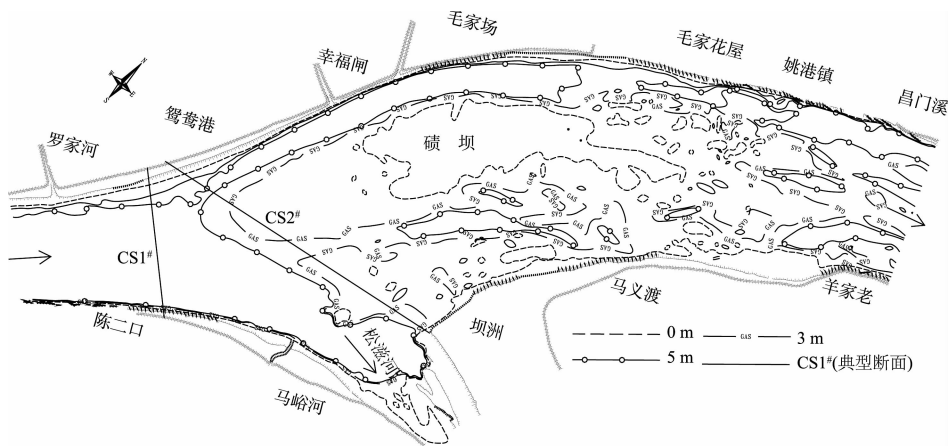
收稿日期: 2014-10-06

作者简介: 游强强 (1984—), 男, 工程师, 从事航道整治工程。

杨卫等^[1]通过实测资料, 系统分析了长江中游芦家河水道演变特点, 并重点对三峡蓄水后的演变规律进行了分析, 总结了该水道局部浅滩发展机理及影响因素。熊治平^[2]分析总结了关洲、芦家河水道自然演变的基本规律以及航道条件与水沙因素的关系, 并提出了芦家河水道自然情况下问题的症结及其近远期治理的基本意见。从该水道近年来实测地形资料看, 沙泓进口浅区航道条件发生较不利变化。本文在大量实测资料及前人研究成果的基础上^[3-5], 重点分析 2003 年三峡水库蓄水以后沙泓进口浅滩的演变特征及航道条件的变化, 以便为本水道航道治理思路的形成提供参考。

1 河道及航道概况

芦家河水道自陈二口至昌门溪, 全长 12 km, 属微弯放宽型水道, 进口右侧有松滋河分流。河道形势见图 1。放宽处河心有砾卵石碛坝, 左右侧分别为沙泓、石泓两条航道, 沙泓为枯水期主航道, 石泓为中、洪水期主航道。本水道岸坡结构主要是基岩质、土砾质和硬土质 3 种类型, 岸线多年来总体较稳定, 河道格局未发生改变。年内主流洪、枯水期流向在沙泓、石泓之间左右摆动。沙泓进口段年内冲淤幅度平均达 10 m, 最大冲淤幅度达 14 m。石泓年内冲淤幅度一般为 1~3 m。该水道的河床年内变化具有典型的“涨淤落冲”演变规律。年际间, 沙泓冲淤基本平衡^[6]。



注: 根据 2013 年 3 月测图绘制, 绘图基面为当地航行基准面。

图 1 芦家河水道河势

本水道毛家花屋—姚港一带局部水流条件较差, 此段枯水比降大于中、洪水期比降, 给上行船舶航行带来很大困难。另外, 在每年汛后水位退落, 石泓水深不足而沙泓尚未冲开, 航道会出现“青黄不接”的紧张局面。三峡水库蓄水运行以来, 芦家河水道演变规律没有发生根本性的改变, 仍然遵循“涨淤落冲”的演变规律, 因“清水”下泄, 沙泓进口泥沙淤积量大幅减少(现淤幅在 2~5 m), “青黄不接”的碍航局面有所改善。但从近期的演变情况看, 芦家河水道的航道问题仍然十分复杂: 1) 沙泓进口航槽有逐年微幅累积性淤积的现象, 同时鸳鸯港边滩持续淤积对

进口航宽也构成挤压; 2) 随着该河段枯水位有所下降, 沙泓中段水深较浅的问题有所显现; 3) 局部比降大、水流急的“坡陡流急”现象依然存在, 船队上行较为困难。

2 沙泓进口浅滩演变特征

2.1 三峡水库蓄水前演变

蓄水以前, 芦家河主要表现为淤沙型浅滩, 一般每届枯水结束后, 随着水位上涨, 来水来沙量增大, 河床发生淤积, 航道由沙泓移至石泓。汛后, 随着水位的回落, 沙泓、石泓淤沙冲刷下移。石泓因底高、床硬冲刷受限, 当水位退落到

一定程度后不能满足水深要求时，航道再次由石泓移至沙泓。每当洪水退落石泓水深不足而沙泓进口尚未冲开不能满足设标水深时，航道出现“青黄不接”的紧张局面，一般在 10—11 月出浅。芦家河水道浅区一般在汛后水位为现航行基面上约 5 m 时开始冲刷，航道由石泓改至沙泓时的交替水位一般在当地航行基面上 3~4 m，此时河床冲刷较快，当水位退至 2 m 左右时，沙泓淤沙可基本冲掉，航道较为稳定正常。年际间，沙泓冲淤基本平衡，特别是毛家花屋—姚港段，多年来一直比较稳定，没有明显的累积性变化。

2.2 三峡水库蓄水后演变

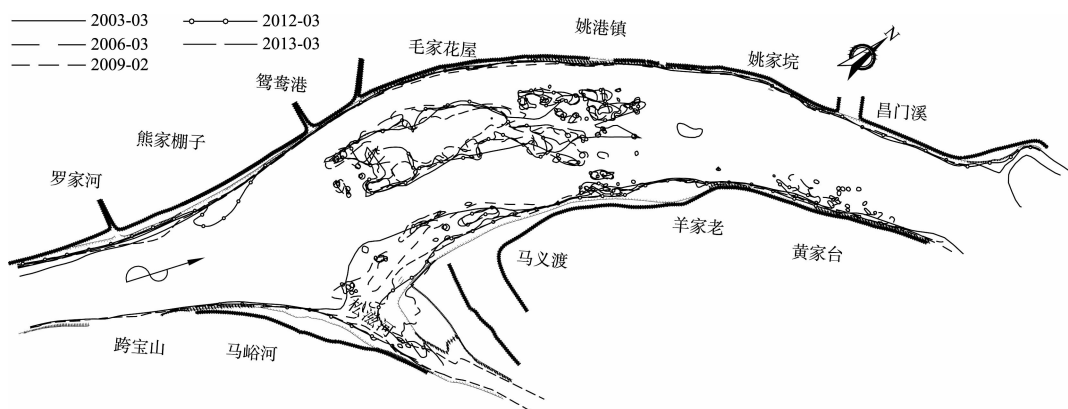
蓄水以后，由于上游来沙锐减（表 1），芦家河水道浅滩性质发生明显改变，沙泓进口“洪淤枯冲”演变规律不变，但汛期淤积量大幅减小，“青黄不接”的碍航现象随之消失，沙泓成为全年主航槽的所在。

三峡蓄水初期，芦家河水道演变规律没有发生根本性的改变，鸳鸯港边滩年际间未发生明显改变（图 2），2010 年汛前，鸳鸯港边滩变发展明显，0 m 等深线向河心延伸约 150 m（图 2），最大淤积厚度超过 5 m（图 3 a）；2012 年汛前，鸳鸯港边滩头部冲刷明显，但中后部淤积明显，边滩整体下移、展宽，0 m 等深线向河心延伸约 140 m（图 2），

表 1 三峡水库蓄水后长江中下游主要水文站径流量统计

年份	径流量/亿 m ³		输沙量/亿 t	
	宜昌	枝城	宜昌	枝城
多年平均(蓄水前)	4 368	4 450	4.920	5.000
2003	4 097	4 232	0.976	1.310
2004	4 141	4 218	0.640	0.804
2005	4 592	4 545	1.100	1.170
2006	2 848	2 928	0.091	0.120
2007	4 004	4 180	0.527	0.680
2008	4 186	4 281	0.320	0.390
2009	3 822	4 043	0.351	0.409
2010	4 048	4 195	0.328	0.379
2011	3 393	3 583	0.062	0.098
2012	4 649	4 727	0.427	0.484
2013	3 752	3 827	0.300	0.317
多年平均(蓄水后)	3 957	4 069	0.465	0.560
蓄水后平均较蓄水前平均/%	-9.3	-8.5	-90.5	-88.7

最大淤积厚度超过 4 m（图 3 b）；2013 年汛前，边滩头部有所发展，中后部略有冲刷。可见，三峡蓄水初期对鸳鸯港边滩演变规律较 2009 年以前变化不大，随着上游关洲左汊的冲刷发展，陈二口深槽走向趋向于石泓，使得石泓内部进一步冲刷发展。同时，主流带的向石泓偏移，使得沙泓进口区域出现大范围缓流区域，沙泓进口尤其是左岸鸳鸯港一带边滩大幅度淤积，呈累积性淤积态势。



注：绘图基面为当地航行基准面。

图 2 芦家河水道 0 m 等深线变化

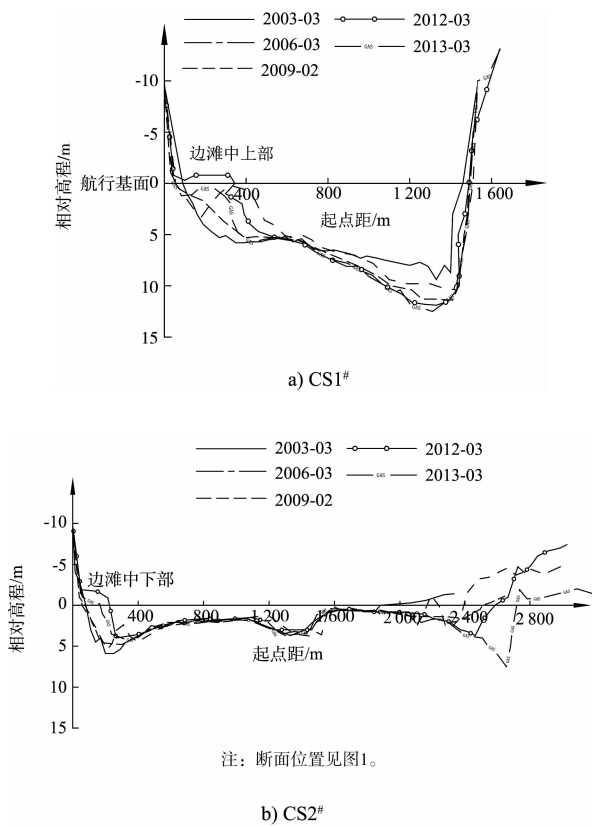


图 3 鸳鸯港边滩典型断面变化

3 沙泓进口浅滩演变对航道条件的影响

2009 年以前, 芦家河水道的冲淤调整主要表现为石泓进口及中下段的小幅度累积性冲刷及沙泓进口的小幅度累积性淤积, 使得沙泓进口段分流比逐年减小 (表 2)。2009 年后, 沙泓进口尤其是左岸鸳鸯港一带边滩大幅度淤积, 挤压沙泓进口航槽, 沙泓进口 3 m 等深线宽度逐年缩窄 (图 4), 2012 年初仅为 190 m, 2013 年初略有改善。

表 2 不同流量级下沙泓进口段分流比变化

流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	日期	总流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	分流比/%
4 000	2003-03-10	4 120	71.89
	2004-02-19	4375	65.17
	2006-02-10	4 216	60.67
	2008-03-02	4 520	59.82
6 000	2005-03-20	6 028	59.06
	2010-12-21	6 020	55.02
	2012-11-22	5 971	51.36
7 500	2006-03-15	7 410	50.78
	2006-03-16	8 301	50.87
	2007-11-18	7 942	43.68
	2009-02-28	7 090	52.52

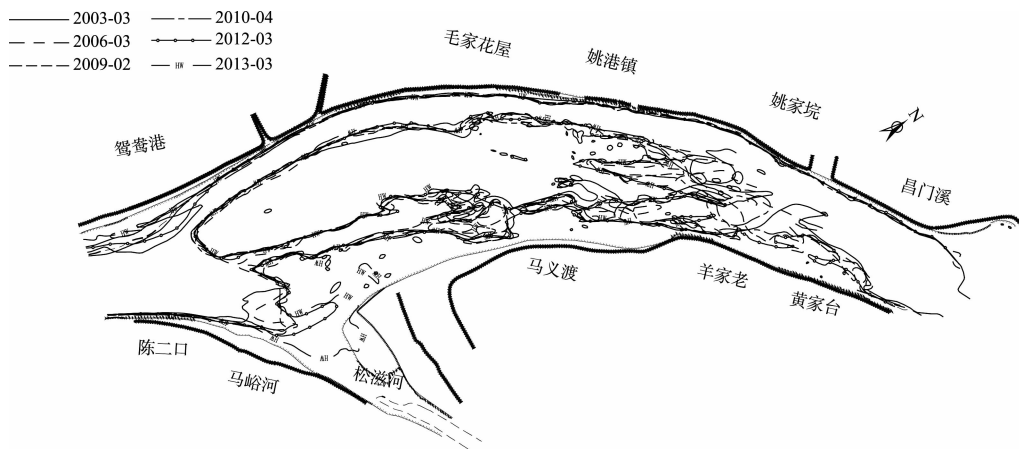


图 4 芦家河水道 3 m 等深线平面位置变化

从历年实测资料看, 由于沙泓进口区域呈累积性淤积态势, 目前水深条件极为有限, 3.5 m 最小航宽逐年减小, 汛期 3.5 m 等深线断开, 枯水

期勉强贯通, 在 2010 年 11 月, 3.5 m 等深线仅有 98 m 宽 (表 3), 2012 年 8 月以来航道条件随着进口浅滩的冲刷又略有改善。

表 3 芦家河水道三峡蓄水以来 3.5 m 等深线最小航宽统计

时间	2003-03	2006-03	2007-08	2009-03	2010-04	2010-11	2011-04	2012-03	2012-08	2013-03
沙泓进口/m	260	149		255	271	98	143	159		178

4 沙泓进口浅滩及航道条件变化趋势预测

芦家河水道沙泓进口处于汛期的回、缓流区，淤沙浅滩长期存在。近年来，虽然上游来沙大幅减少，但由于水库仍有一定下泄细沙，沿程也有一定的冲刷补给，因而汛期该处仍会产生少量淤积。同时，该浅区淤浅是上游河势变化、石泓发展、来沙粗化综合作用的结果，随着三峡清水下泄影响的不断深化，上游关洲水道左汊分流比增大，汇流区域主流右摆，芦家河水道石泓冲刷发展，芦家河水道进口主流汛后回归沙泓的时机滞后的现象将进一步凸显。加上有些年份水库退水期较快，沙泓进口鸳鸯港边滩附近淤积体在汛后得不到足够的冲刷动力和冲刷时间，使得沙泓进口淤沙问题将长期存在。短期内，上游来水来沙条件不会发生明显改变，支汊冲刷发展的态势仍将继续深化，预计该浅区的尺度问题在一段时间内将长期持续存在。

5 结语

1) 三峡工程蓄水前后，芦家河水道的航道问题发生了较大的变化：在蓄水以前，主航道年内在沙泓与石泓之间转换，汛期沙泓大幅淤积，主航道走石泓，枯水期沙泓冲开，石泓水深变差，主航道走沙泓，当汛末退水较快，沙泓尚未冲开而石泓水深已不足，则出现“青黄不接”的碍航现象；蓄水以后，受上游来沙大幅减少的影响，

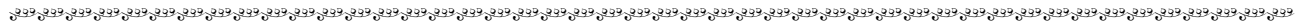
沙泓汛期淤积大幅减弱，成为常年主航道所在，三峡水库 175 m 试验性蓄水以来，鸳鸯港边滩持续发展，进口段浅区呈现微幅累积性淤积态势，航道条件有进一步恶化的可能。

2) 芦家河水道历来属长江中游重点沙卵石浅滩碍航河段，同时是控制宜昌水位关键性节点之一，因而该水道整治难度较大。本文仅对芦家河沙泓进口浅滩的变化进行了重点分析，在进行该水道整治时，还应考虑上下河段的联系以及松滋河分流问题等方面的影响。

参考文献：

[1] 杨卫, 吴明宪. 三峡蓄水对芦家河水道的影响和治理[J]. 中国水运, 2008(5): 32-33.
 [2] 熊治平. 关洲、芦家河水道河床演变的几点认识[J]. 水运工程, 1996(11): 27-29.
 [3] 陈立, 谢葆玲. 对长江卢家河浅滩段演变特性的新认识[J]. 水科学进展, 2000, 11(3): 14-19.
 [4] 熊治平, 谢葆玲. 三峡下游芦家河水道演变规律研究[J]. 武汉水利电力大学学报, 1998, 31(3): 6-10.
 [5] 罗优, 陈立, 周银军. 三峡蓄水后芦家河河段演变分析[J]. 水运工程, 2009(12): 154-158.
 [6] 茆长胜, 游强强, 李明. 长江中游宜昌至昌门溪河段航道整治一期工程工可阶段动床模型试验研究报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)



· 消 息 ·

振华重工全球首台液化天然气轮胎吊试制成功

近日，振华重工成功将液化天然气（LNG）燃气组应用在轮胎吊上，并在上海洋山冠东码头完成试制。这是全球首台 LNG 轮胎吊，也是首次将锂电池与液化天然气两种优质清洁能源结合应用，标志着振华重工在港机产品的节能减排方面实现新突破。

该项目是振华重工于 2014 年初与上海洋山冠东码头签订的 2 台轮胎吊燃气机组改造项目。与常规节能轮胎吊相比，改造后的轮胎吊不仅保留了常规产品的机动性优点，而且在节能减排效果和使用寿命方面得到显著提升，年均燃料成本和年均碳排放量可分别降低约 50% 和 23%，循环寿命可提高 20%。

该产品的研制成功，显示了振华重工在港机技术方面的强大实力，产品的投入使用将产生巨大的经济效益和社会效益，对于提升振华重工港机产品的市场竞争力具有重要的促进作用。

(摘编自《中国交通报》)