

下荆江窑监河段河床演变及整治初步研究

左利钦, 陆永军, 季荣耀, 黄文辉

(南京水利科学研究院 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029)

摘要: 三峡水库蓄水后, 改变了下游来水来沙条件, 河床演变也相应发生变化. 长江中游窑监水道属典型的弯曲分汊河型, 在分析三峡蓄水运用前后河床演变的基础上, 采用二维水沙数学模型预测了三峡工程蓄水运用后 20 a 河床演变趋势. 计算表明, 窑监河段主流仍保持在乌龟洲右汊, 主支汊的河势没有发生变化, 虽然整个河段呈冲刷趋势, 但出浅碍航段航深随着枯水位降落有减小的趋势. 在对历史演变分析及演变趋势预测的基础上, 利用建立的数学模型研究了航道整治方案.

关键词: 下荆江; 窑监河段; 三峡水库; 演变趋势; 数学模型; 航道整治

中图分类号: TV147; U617 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-640X(2011)04-0039-07

三峡水库蓄水运用改变了下游河道来水来沙条件, 对坝下游河段的冲淤演变有重要影响. 很多学者开展了相关研究^[1-4]. 一般而言, 三峡水库拦蓄泥沙, 下游河段水流处于不饱和挟沙状态, 将发生长河段、长时期沿程冲刷. 三峡工程自 2003 年蓄水运用后, 对下游河道的影响也将逐步显现, 从而对防洪、航运等重要影响. 窑监河段位于三峡工程下游, 是下荆江重点碍航河段之一, 演变趋势将受到三峡蓄水的深刻影响. 窑监水道位于长江中游的下荆江河段, 属下荆江典型的弯曲分汊河型(图 1), 自然状态下的河床演变具有分汊河型与弯曲河型的双重特征, 在汊道变迁和弯道环流的相互影响下, 河床演变复杂.

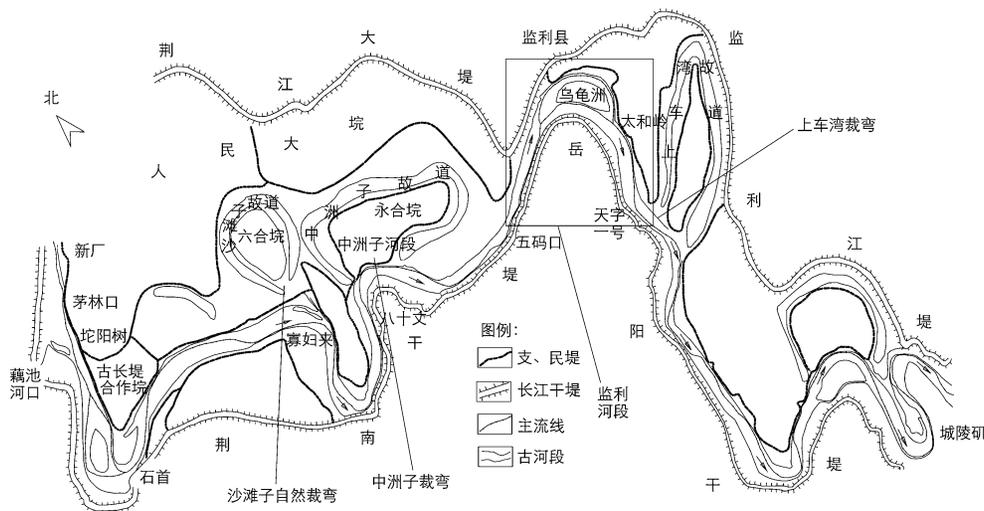


图 1 下荆江及窑监河段位置示意图

Fig. 1 Sketch of Yaojian reach and Jinjiang reach

收稿日期: 2011-10-11

基金项目: 国家 973 计划资助项目(2012CB417002); 国家自然科学基金资助 NSFC-NOW 项目(中荷)(51061130546); 国家自然科学基金资助项目(50879047)

作者简介: 左利钦(1980-), 男, 山东巨野人, 博士研究生, 主要从事河流海岸动力学及工程泥沙研究.

E-mail: lqzuo@nhri.cn

主流在凹岸左汊时,在弯道环流作用下产生泥沙不平衡输移,凹岸(老河下口)崩塌,凸岸(乌龟洲)淤长,弯顶不断下移,主流线低水坐弯、高水趋直,当主流线与河弯半径不相适应时,产生切滩撇弯,凸岸右汊发展成为主汊;当来水来沙较大及上游主流直入左汊时,右汊发展受到限制,主流又复向左汊,如此反复在一定时间内呈周期性变化^[5].从航道角度出发,为使得航道整治思路及措施适应今后的水沙形势和河床特征,亟需研究三峡蓄水后河道演变发展趋势,分析发生碍航的可能性,以便及早采取针对性措施,并可为类似河段治理提供借鉴.在分析窑监河段三峡运用前后河床演变的基础上,建立了二维水沙数学模型,计算分析了三峡工程蓄水运用后20 a冲淤演变趋势及碍航特征,在此基础上研究了航道整治措施.

1 河段概况、水沙特征

下荆江发育于全新世冲积层中(古云梦泽),河段两岸一般为近代或现代新淤积的河漫滩相沉积物,呈土-砂二元结构,下部以中细沙为主,上部有2~15 cm的河漫滩相黏性土质,抗冲性弱.窑监河段主流走向从鹅公凸贴右岸下行,过塔市驿后,基本分成两股水流,分走乌龟洲左右汊,其中右汊占90%以上,两股水流出乌龟洲后在太和岭附近汇流,并贴左岸下行,至大马洲水道,过渡到对岸天字一段下行(图2).历史上该河道变化剧烈,主支汉易位频繁,滩槽冲淤多变.2000年后,枯季乌龟洲右汊河道宽浅、自然水深严重不足,槽口多变且疏浚后回淤严重,航道条件急剧恶化,成为长江中游碍航最严重的水道之一.

本河段径流及泥沙主要来自宜昌以上长江干流,沿程经荆江三口分流一部分入洞庭湖,尾端有洞庭湖水入汇.监利站多年实测平均径流量3 600亿 m^3 ,1955—2002年多年平均流量11 400 m^3/s ,三峡蓄水后径流量基本不变,2003—2006年平均流量11 200 m^3/s .三峡蓄水前监利站多年平均含沙量为0.996 kg/m^3 ,三峡蓄水后来沙明显减小,2003—2006年平均含沙量为0.197 kg/m^3 .

2 河床演变分析

2.1 三峡工程蓄水前的演变

窑监河段属于下荆江蜿蜒型河道的一部分,其演变受制于河道纵向输沙平衡条件和适度抗冲的二元相结构边界条件^[6],很多学者对下荆江及窑监河段历史演变进行了分析^[1,5-8].

在19世纪60年代,监利河段是单一弯道,到1912年监利河弯河心出现较大沙洲,河道弯曲度逐渐加大,自此以后,监利河弯的演变呈周期性规律:右汊新生→断面扩大→深泓线左移→流路弯曲增长→右汊衰亡→新的右汊再生.如此周而复始,但分汊水道的形式始终保持不变.自1995年至今,主流在右汊(南泓)^[6].在20世纪60年代前,监利河段的演变总体上与自然来水来沙条件相适应,人类活动影响较小.此后,该河段航槽演变受到很多因素尤其是人为因素的影响,主要包括下荆江系统裁弯、葛洲坝水利枢纽的建设、1996及1998年的大洪水等因素.

2.1.1 下荆江系统裁弯引起的演变 中洲子和上车湾分别在1967和1969年实施裁弯工程,1972年沙滩子发生自然裁弯(图1),使得下荆江段河长缩短78 km,比降增大,引起监利河段自下而上的溯源冲刷.加之1969和1970年来沙量少,乌龟洲边滩淤积较少,高程较低,而洪水时间长,乌龟洲右汊被冲开,1971年主流改走凸岸南汊.随后,凹岸(左汊)淤成边滩,但滩面高程较低,中枯水主流的顶冲点下移,在新的顶冲部位凹岸急剧崩退凸岸边滩淤积发展,南泓又逐渐北移.加之裁弯区下游河段淤积的影响,同流量下的水位又回升到裁弯前的情况,进一步为左汊恢复为主汊提供了条件.1974—1975年来沙较大,凸岸边滩淤积进一步增高扩大,主流移至左汊,河势基本恢复到裁弯前的状态并一直稳定至1995年.

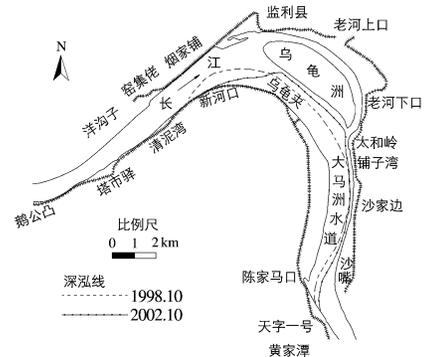


图2 窑监河段河势图

Fig. 2 River regimes of Yaojian reach

2.1.2 葛洲坝枢纽影响期的演变 葛洲坝水利枢纽作为一个径流式电站,并没有长期明显的调节水沙的作用,且监利河段距葛洲坝已经有300余千米,葛洲坝水利枢纽的建成运用对该河段的影响不是很明显.但从总体来说,监利河段自1970年代末期到1991年前后,总体航道条件相对较好,主要原因是下荆江裁弯和葛洲坝枢纽运用引起上荆江的普遍冲刷,四口分流减小,干流流量增大,致使该河段平滩水位以下也有冲刷趋势.

2.1.3 1996和1998年洪水引起的演变 1996年总体为中水小沙年,但洪水历时很长且受洞庭湖顶托作用较大,监利河段产生较大淤积,尤其是乌龟洲左汊及左汊入口附近淤积较多,许多地方河床高程甚至高于航行基面.1998年为大水大沙年,且荆江发生的大洪水与洞庭湖来水遭遇,在洞庭湖口相互顶托,水流宣泄不畅,流速较缓,泥沙落淤,特别是大水漫滩,于是造成了洲滩的强烈淤积.

2.2 三峡水库蓄水后的演变

三峡水库蓄水后在很长的时间内,使进入长江中下游的水沙过程发生变化.2003年6月至2004年9月,上游冲刷的泥沙在此受到监利分汉河弯的壅水作用、监利分汉的形态阻力作用和洞庭湖出流顶托作用,窑监河段以淤积为主.窑集佬河段、新河口边滩、乌龟洲洲头及乌龟洲右汊进口段淤厚大部分在2 m以上,2004年汛后乌龟洲右汊进口段河床全部高于航行基面(图3).2004年9月至2005年9月,窑监河段有冲有淤.弯道段冲滩淤槽现象较为明显,洲头心滩冲刷2~5 m,心滩体积较2004年缩小,乌龟洲右汊进口段有所冲刷,水深增加,但仍没有固定深槽.2005年9月至2006年1月为落水冲刷期,冲刷部位主要位于窑集佬右岸深槽、乌龟洲右汊进口段及乌龟洲左汊,乌龟洲右汊进口段航道水深条件有所改善,但槽沟多变,仍没有稳定航槽(图3).2006年1月至2007年1月为枯水年,来水来沙较少,乌龟洲右汊进口段下深槽得到发展,中部河段淤积,洲尾下游则基本为淤滩冲槽,2007年1月航深条件相对较好,3.5 m深槽基本贯通(图3).2007年1月至2008年1月,乌龟洲右汊进口段河道中部淤厚2~5 m,航道条件恶化,航深不足3 m,进口段形成交错浅滩,出现两个深槽,即位于洲头心滩附近的上深槽和新河口附近的下深槽(图3),双槽争流,不利于中枯水期水流集中冲刷航槽.洲头心滩前端被冲刷,心滩大致回退到2006年的情况.

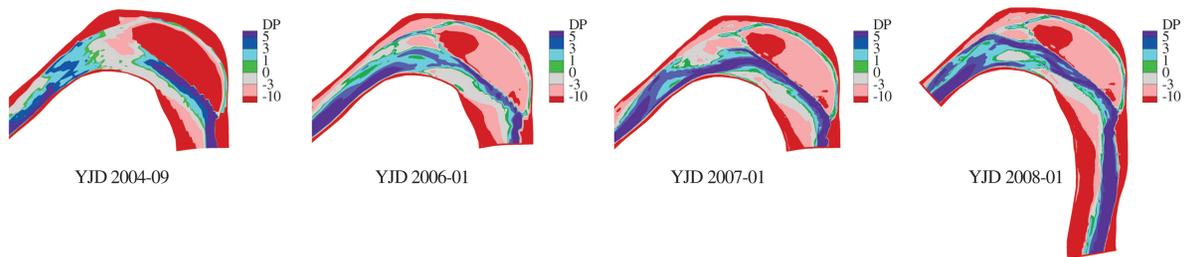


图3 监利河段2004—2008年航深(单位:m)

Fig.3 Navigation depth in 2004 and 2008 of Yaojian reach (unit: m)

乌龟洲洲头心滩与乌龟洲同属一个整体,洲头心滩的变化与南泓深槽的稳定性密切相关,它的完整性将影响乌龟洲右汊进口段的稳定,在横比降影响下心滩中下部可能出现串沟,这些也是造成乌龟洲右汊进口段变化的因素之一.近期乌龟洲洲头心滩位置相对固定,乌龟洲右汊进口段深槽虽有冲淤变化,深槽位置仍相对稳定.

3 三峡工程运行初期窑监河段冲淤演变预测

窑监河段二维水沙数学模型采用贴体正交曲线坐标系统,基本方程包括水流连续方程、动量方程、悬移质不平衡输沙方程、推移质不平衡输移方程及河床变形方程,有关模型数值解法、关键问题环节的处理、初始边界条件及动边界技术等详见文献[9-10].计算区域从塔市驿至黄家潭,全长约25 km,在计算区域内共布置165×81个网格点,经正交计算后得到正交曲线网格,网格沿河长方向为30~300 m,沿河宽方向为15~30 m.本河段糙率变化在0.014~0.035之间,且枯水糙率大而洪水糙率小.文献[11-12]详细给出了2003年

9月、2006年1月、2006年7月、2006年10月、2007年1月、2007年7月等6次水文测验的枯、中、洪流量下水位、流速分布及分流比验证情况,并对窑监河段2005年9月到2006年1月、2006年1月到2007年1月、2007年1月到2008年1月河床冲淤变形进行了验证计算,计算的冲淤部位与实测比较吻合,计算数值除局部河段外也吻合较好。

采用验证过的窑监河段二维水沙数学模型,根据长河段一维数学模型^[13]提供的2008—2027年三峡出库水沙边界条件预测了窑监河段的冲淤变形。来水来沙条件基于1991—2000年水沙系列,2008—2027年年均流量为 $11\,601\text{ m}^3/\text{s}$,年均含沙量为 $0.22\text{ kg}/\text{m}^3$,年均输沙量为1.49亿t(见表1)。三峡运用初期大部分泥沙淤在库内,出库泥沙不仅量少而且质细,悬沙中值粒径为 $0.01\sim 0.02\text{ mm}$,此时出库水流的挟沙能力远远大于含沙量,水流就要从河床中补充泥沙,冲刷河床。随着水库运用年限的增加,悬沙粒径有逐渐细化的趋势,1~10 a平均悬沙中值粒径均介于 $0.015\sim 0.020\text{ mm}$,11~20 a平均中值粒径均介于 $0.010\sim 0.015\text{ mm}$ 。

计算时,窑监河段进口采用2008—2027年塔市驿断面流量、含沙量及其级配过程,出口采用黄家潭水位过程。以2008年1月地形作为起始地形。

表1 水沙系列特征值的比较^[13]

Tab. 1 Water and sediment characteristics during different periods

| 时段 | 平均流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) | 平均含沙量/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | 年均输沙量/ 亿 t | 时段 | 平均流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) | 平均含沙量/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | 年均输沙量/ /亿 t |
|------------|---|---|---------------|------------|---|---|----------------|
| 2008—2012年 | 11 802 | 0.24 | 1.65 | 2018—2027年 | 11 680 | 0.21 | 1.46 |
| 2013—2017年 | 11 224 | 0.22 | 1.38 | 2008—2027年 | 11 601 | 0.22 | 1.49 |
| 2008—2017年 | 11 516 | 0.23 | 1.51 | | | | |

3.1 冲淤量及其分布

图4给出了2008—2027年窑监河段冲淤体积随时间的变化过程,可见:(1)2008—2012年,东山至黄家潭约22.4 km河段冲刷 $1\,747.0\text{ 万 m}^3$,至2017年,冲刷 $3\,143.7\text{ 万 m}^3$ 。年际间冲淤幅度变化较大,洪水淤积、枯水冲刷,整个河段基本呈冲淤交替状态。(2)2008—2027年,东山至黄家潭约22.4 km河段冲刷 $4\,031.3\text{ 万 m}^3$,平均冲刷面积为 $1\,799.7\text{ m}^2$ 。从冲淤发展过程看,至2027年末,本河段总体冲刷还在发展过程中。

3.2 枯水流量水位下降

随着河床冲刷发展,枯水位将降落。枯水流量 $5\,000\sim 5\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 时,与2007年相比,监利站2012年水位下降 0.16 m ,2017年下降 0.34 m ,2027年下降 1.16 m 。

3.3 冲淤分布及航道水深变化

随着三峡水库的运用,洋沟子边滩即窑集佬过渡段左侧边滩淤积,且与乌龟洲头的淤积体逐渐连成一片,这有助于限制乌龟洲左汊发展,使主流保持在右汊;在乌龟洲右汊进口处,心滩前缘冲刷,下侧淤积,滩体向左岸及下游延伸(图5),淤积部位集中在乌龟洲右汊上段河道中心,进口段逐渐发展为交错浅滩;乌龟洲右缘冲刷,右汊河道展宽,进口段的交错浅滩进一步发展,浅滩水深不足 0 m ,要使该河段形成稳定航槽需采取工程措施;乌龟洲洲头有所淤积,洲头心滩前缘冲刷,滩体下移向洲头靠近,洲头右侧的甬沟萎缩,乌龟洲洲体为淤高趋势;乌龟洲左

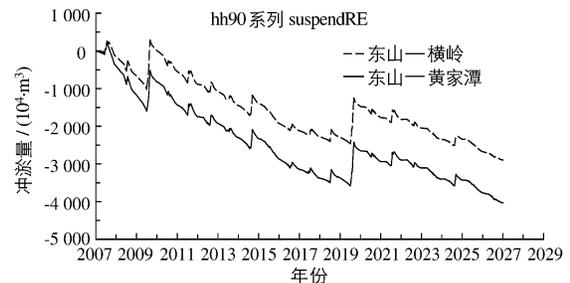


图4 2008—2027年窑监河段冲淤体积变化

Fig. 4 Erosion and deposition amount from 2008 to 2027 in Yaojian reach

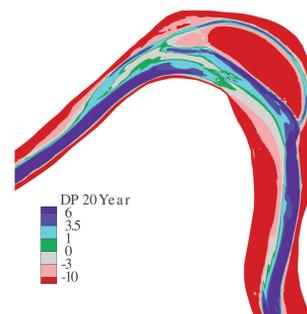


图5 窑监河段2027年后航深

Fig. 5 Navigation depth in 2007 and 2027 in Yaojian reach

汉仍保持微冲状态. 随着年限的增加,碍航部位仍在右汉进口段,交错浅滩进一步发展. 三峡蓄水运用至2027年后,窑监河段主流仍保持在乌龟洲右汉,主支汉的河势没有发生变化,虽然整个河段呈冲刷趋势,但出右汉进口段浅,碍航段航深随着水位降落有减小的趋势.

4 航道整治方案初步研究

通过窑监河段冲淤演变趋势预测可知,出浅碍航段航深随着水位降落有减小的趋势,为保障航道畅通,亟需实施整治工程. 笔者进行了大量的方案研究^[11],这里仅给出最终推荐方案,方案由6部分组成(见图6),即洋沟子边滩护滩、洲头心滩鱼骨坝、乌龟洲洲头、右缘及洲尾护岸、新河口边滩顺格坝、太和岭护岸及太和岭清障工程. 图6给出了整治流量 $7\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时方案实施后流场图.

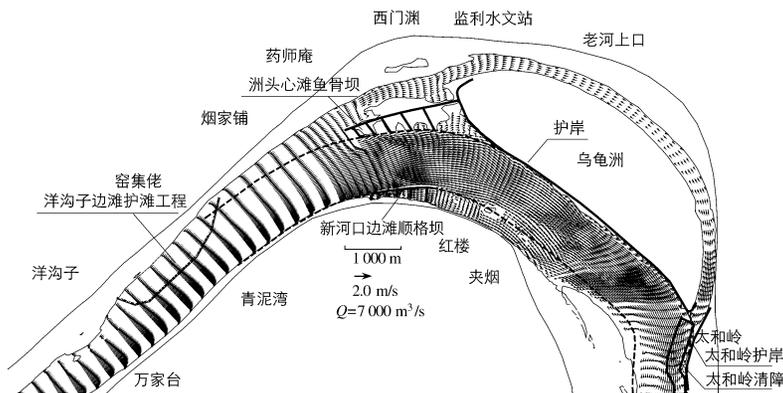


图6 方案实施后流场($Q=7\,000\text{ m}^3/\text{s}$)

Fig. 6 Flow field after accomplishment of the regulation scheme ($Q=7\,000\text{ m}^3/\text{s}$)

可见,洲头心滩鱼骨坝、新河口顺格坝束窄了乌龟洲右汉进口河道,水流集中,流速增加,其中设计流量及整治流量时,该段流速大部分增加 $0.20\sim 1.00\text{ m/s}$,坝头前沿局部流速增加 $1.00\sim 1.30\text{ m/s}$,乌龟洲上段右缘流速增加 $0.05\sim 0.15\text{ m/s}$,坝田及其下游河道流速减小 $0.20\sim 1.30\text{ m/s}$. 中洪水流量 $28\,900\text{ m}^3/\text{s}$ 及洪水流量 $46\,300\text{ m}^3/\text{s}$ 时,整治段流速大部分增加 $0.05\sim 0.22\text{ m/s}$.

方案刚实施时,左汉分流比较工程前增加 $0.15\%\sim 1.06\%$,随着流量的增加,增幅逐渐减小. 方案实施1 a后,乌龟洲右汉河段冲刷发展,分流增加,而左汉分流比减小 $0.65\%\sim 1.31\%$. 随着工程引起的再造床过程趋于稳定,左右汉分流比也趋于稳定.

采用监利站实测2005—2007年水沙过程进行了方案的动床效果计算,期间窑监河段平均流量分别为 $12\,799, 8\,627, 11\,585\text{ m}^3/\text{s}$,平均含沙量分别为 $0.225, 0.118, 0.165\text{ kg/m}^3$. 工程实施后,碍航段(乌龟洲右汉进口段)受到洲头心滩鱼骨坝及新河口边滩顺格坝的束窄,与工程前相比大部分冲深 $2\sim 5\text{ m}$ (图7). 但整治段枯水位将随之降落,3 a作用后最大降落 0.60 m . 方案实施1~2 a后 3.5 m 航深可贯通(图8,图中考虑了枯水位降落),达到了整治目标,洲头心滩坝前形成凹岸形态,新河口下深槽仍然存在.

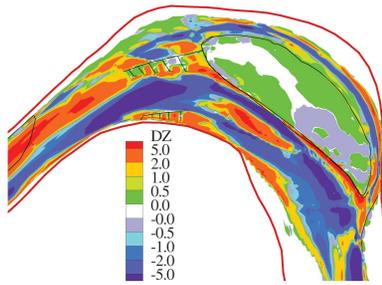


图7 方案实施后冲淤分布(2005—2007年水沙条件)
Fig.7 Distribution of erosion and deposition after the implementation of the waterway regulation projects

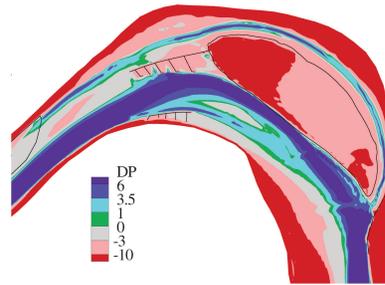


图8 2005—2007年水沙过程作用后航深(单位:m)
Fig.8 Navigation depth of Yaojian reach after the implementation of the waterway regulation projects (unit: m)

5 结 语

(1) 窑监水道位于长江中游的下荆江河段,属典型的弯曲分汊河型.在分析河床演变的基础上,建立了二维水沙数学模型,计算分析了窑监河段20 a后的演变趋势.计算表明,窑监河段主流仍保持在乌龟洲右汊,主支汊的河势没有发生变化,虽然整个河段呈冲刷趋势,但出右汊进口段浅,碍航段航深随着水位降落有减小的趋势.

(2) 窑监河段航道整治工程实施后,洲头心滩鱼骨坝、新河口顺格坝等筑坝工程束窄了乌龟洲右汊进口河道,水流集中,整治段流速增加,为碍航浅区泥沙的冲刷提供了动力.洲头心滩鱼骨坝整治线前沿深槽发展为主槽,方案实施1~2 a后3.5 m航深可贯通,乌龟洲右汊进口段发展成为以洲头心滩鱼骨坝整治线前沿深槽为主槽的弯曲河势.

鉴于下荆江泥沙运动规律复杂,且随着金沙江梯级水电站的开发,上游边界水沙过程还在不断变化,建议加强窑监河段现场水沙监测和水下地形测量,持续进行河床演变研究,更好地为河道治理服务.

参 考 文 献:

- [1] 韩其为, 杨克诚. 三峡水库建成后下荆江河型变化趋势研究[J]. 泥沙研究, 2000(3): 111. (HAN Qi-wei, YANG Ke-cheng. The tendency of river pattern variation in the lower Jingjiang River after completion of the Three Gorges Project[J]. Journal of Sediment Research, 2000(3): 1-11. (in Chinese))
- [2] 殷瑞兰, 陈力. 三峡坝下游冲刷荆江河段演变趋势研究[J]. 泥沙研究, 2003(6): 1-6. (YIN Rui-lan, CHEN Li. Study on the trends of Jingjiang River evolution caused by the downstream scour of the Three Gorges Project[J]. Journal of Sediment Research, 2003(6): 1-6. (in Chinese))
- [3] 卢金友, 黄悦, 宫平. 三峡工程运用后长江中下游冲淤变化[J]. 人民长江, 2006, 37(9): 55-57. (LU Jin-you, HUANG Yue, GONG Ping. Scouring and silting variation in middle and lower channel of the Yangtze River after TGP[J]. Yangtze River, 2006, 37(9): 55-57. (in Chinese))
- [4] DIAO Cheng-tai, LIU Shu-ren, MU Gui-chun. Possible influences of the Three Gorges Reservoir on evolution of Changjiang River bed[J]. Journal of Southwest China Normal University, 2004, 29(1): 119-122.
- [5] 陆永军, 刘建民. 长江中游典型浅滩演变与整治研究[J]. 中国工程科学, 2002(7): 40-45. (LU Yong-jun, LIU Jian-min. Study on fluvial process and regulations of typical shoal of middle Yangtze River[J]. Engineering Science, 2002(7): 40-45. (in Chinese))
- [6] 余文畴. 长江中游下荆江蜿蜒型河道成因初步研究[J]. 长江科学院院报, 2006(6): 9-13. (YU Wen-chou. Preliminary study on forming condition of lower Jingjiang meandering channels of middle Yangtze River[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2006(6): 9-13. (in Chinese))
- [7] 黎礼刚, 郑文洋, 卢金友, 等. 下荆江监利河段近期河道演变与综合整治初探[J]. 长江科学院院报, 2006, 23(5): 6-13. (LI Li-gang, ZHENG Wen-yang, LU Jin-you, et al. Probe into recent fluvial evolution of lower Jingjiang Jianli River reach

- and comprehensive regulation[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2006, 23(5): 6-13. (in Chinese))
- [8] 彭玉明,高志斌. 长江监利河段近期河道演变分析[J]. 人民长江, 2006, 30(12): 78-81. (PENG Yu-ming, GAO Zhi-bin. Analysis of evolution of Jianli reach in Yangtze River[J]. Yangtze River, 2006, 30(12): 78-81. (in Chinese))
- [9] 陆永军,陈国祥. 航道工程泥沙数学模型的研究(I)-模型的建立[J]. 河海大学学报, 1997, 25(6): 8-14. (LU Yong-jun, CHEN Guo-xiang. Study on sediment mathematic model for waterway engineering (I)-development of the model[J]. Journal of Hohai University, 1997, 25(6): 8-14. (in Chinese))
- [10] LU Yong-jun, WANG Zhao-yin, ZUO Li-qin. 2D numerical simulation of flood and fluvial process in the meandering and island-braided middle Yangtze River[J]. International Journal of Sediment Research, 2005, 20(4): 333-349.
- [11] 陆永军,左利钦,季荣耀,等. 长江中游窑监河段航道整治工程二维水沙数学模型研究[R]. 南京:南京水利科学研究所, 2008. (LU Yong-jun, ZUO Li-qin, JI Rong-yao, et al. 2D mathematical model for navigation regulation projects of Yaojian reach in middle Yangtze River[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2008. (in Chinese))
- [12] 黄文辉,左利钦,陆永军. 长江中游分汉型河道二维水沙数值模拟[J]. 水利水运工程学报, 2010(3): 27-32. (HUANG Wen-hui, ZUO Li-qin, LU Yong-jun. 2-D flow and sediment mathematical model for braided channel of the Yangtze River[J]. Hydro-Science and Engineering, 2010(3): 27-32. (in Chinese))
- [13] 黄悦. 三峡工程蓄水运用后窑监河段水沙变化一维数模计算分析[R]. 武汉:长江水利委员会长江科学院, 2007. (HUANG Yue. Study on water and sediment changes in Yaojian reach after impoundment of the TGP by 1D mathematical model [R]. Wuhan: Yangtze River Scientific Research Institute, 2007. (in Chinese))

Evolution and regulation of Yaojian reach in the middle Yangtze River

ZUO Li-qin, LU Yong-jun, JI Rong-yao, HUANG Wen-hui

(State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: Owing to the impoundment of the Three Gorges project (TGP), water and sediment conditions, as well as the evolution process, in the downstream of the dam have been changed. The Yaojian reach in the middle Yangtze River is chosen as a typical example of meandering and bifurcated channels. A 2D flow-sediment mathematical model of the Yaojian reach is developed in the study. The bed erosion and deposition in the following 20 years after the impoundment of TGP are calculated and analyzed according to the historical data. The results show that the Yaojian reach will be scoured, and the main stream is still in the right branch. Although the main tendency is erosion, the low water level in bends will still decrease. Therefore, the navigation depth in the inlet of the right branch will also decrease. A series of projects such as groins and fishbone dams are going to be built to improve the navigation conditions. The 2D model is used to study the effect of these proposed projects.

Key words: middle Yangtze River; Yaojian reach; Three Gorges Reservoir; evolution; mathematical model; waterway regulation