

DOI: 10.14042/j.cnki.32.1309.2015.03.013

# 三峡蓄水后洞庭湖水沙环境变化对湖区航道的影响

张 明<sup>1</sup>, 冯小香<sup>1</sup>, 刘 哲<sup>1</sup>, 李维娟<sup>2</sup>

(1. 交通运输部天津水运工程科学研究所工程泥沙交通行业重点实验室, 天津 300456;  
2. 湖南省交通规划勘察设计院, 湖南 长沙 410008)

**摘要:** 江湖关系变化是影响洞庭湖水文泥沙环境的重要因素, 关系到湖区航运的安全。以实测水文及地形数据为基础, 研究了洞庭湖区水沙环境的变化特征, 并分析了其对湖区航道的影响。结果表明: ① 三峡蓄水后, 枯季湖区月均流量趋于减少, 湖区淤积减缓甚至出现冲刷, 枯水期湖口低水位有所上升, 湖面比降趋于降低; ② 受来沙减少影响, 湖区航道有所冲刷, 湖口低水位上升使得湖区通航保证率水位有一定幅度上升, 航道水深增加, 三峡蓄水初期江湖关系变化对湖区航道的影响总体为积极因素, 对湖区湘江航道的影响要大于开湖航道。

**关键词:** 水沙环境变化; 江湖关系; 湖区航道; 洞庭湖; 三峡工程

**中图分类号:** TV14      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-6791(2015)03-0423-10

三峡工程是世界上最大的水利枢纽工程, 具有很强的蓄水拦沙和水量调节能力。三峡蓄水后, 长江中下游的水沙情势及河床演变等发生了显著变化<sup>[1-3]</sup>, 并驱动着荆江-洞庭湖江湖关系的新一轮调整, 湖区的水沙环境也随之出现了一些新的变化<sup>[4-6]</sup>。洞庭湖水沙环境变化及其影响问题, 一直受到大家的广泛关注, 并在湖区水生态、水资源、水环境及泥沙调控等方面开展了诸多研究<sup>[7-10]</sup>, 但现有研究较少涉及水沙环境变化对湖区航道的影响问题<sup>[11]</sup>, 对于三峡蓄水后湖区航道变化现状规律的认识也明显不够。

本文在收集湖区实测水沙、地形资料的基础上, 对湖区水沙环境变化格局、三峡蓄水前后湖区水沙环境变化特征进行了分析, 并从典型断面冲淤变化、通航保证率水位变化等方面研究了三峡蓄水后湖区水沙环境变化对航道的影响问题, 研究成果有助于揭示湖区航道条件变化的现状, 也有助于进一步深入认识三峡蓄水后江湖关系变化对湖区航道的影响问题。

## 1 研究区概况

洞庭湖是中国第二大淡水湖, 位于湖南省北部, 长江荆江河段南岸。长江由荆江三口(松滋口、太平口、藕池口)分流入洞庭湖, 在与湘、资、沅、澧四水汇合后经城陵矶再汇入长江(图 1)。洞庭湖水系众多, 航道密布。四水水系航道、洞庭湖区航道、长江航道等汇集于洞庭湖, 形成了便利的环洞庭湖航道网络, 其中, 湘江、沅水是内河水运规划的“两横一纵两网十八线”高等级航道中的重要两条支线, 不仅促进了湖南省长株潭经济带和环洞庭湖经济圈水运经济的发展, 还是湖南经济对外融入长江经济带的桥梁与纽带。

洞庭湖区航道是指长江以南及湘江濠河口以下、资水甘溪港以下、沅水德山以下、澧水小渡口以下环洞庭湖区域内的航道, 主要有湘江洪道、开湖航线、澧湘航线、淞虎航线、澧水洪道等, 其中以湘江与开湖航

收稿日期: 2014-10-29; 网络出版时间: 2015-04-16

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1309.P.20150416.1707.003.html>

基金项目: 交通运输部重大科技专项资助项目(201132822430); 交通运输建设科技项目(20113280001570)

作者简介: 张明(1981—), 男, 河南信阳人, 助理研究员, 主要从事动力地貌、遥感应用及港航工程研究。

E-mail: kfzhangming@163.com

线最为重要。湘江洪道自濠河口至城陵矶；开湖航线也称草尾河航道，自茅草街、黄茅洲、新河口、鲇鱼口汇入湘江洪道，是连接西、南与东洞庭湖的捷径航道；湘江与开湖航线是四水与三口水系进入长江的水运通道。

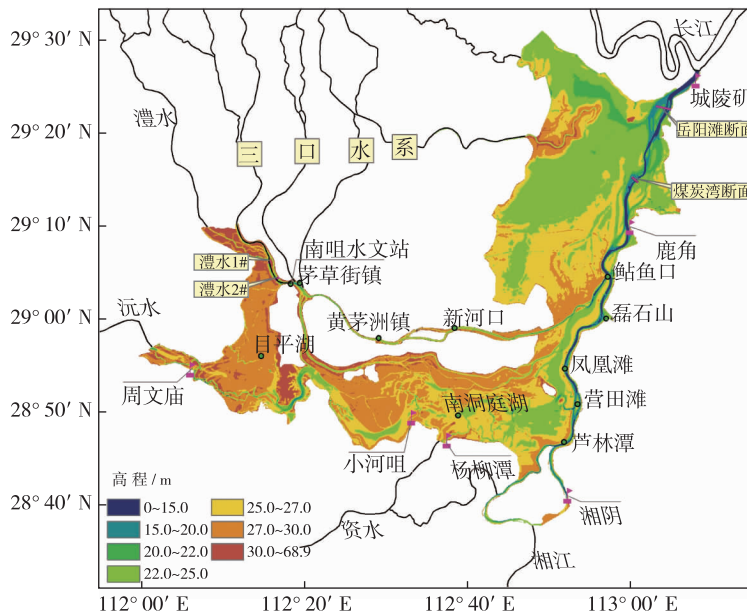


图1 洞庭湖区水系及地形

Fig. 1 Water system and topographic map of the Dongting Lake

## 2 洞庭湖区的水沙格局

洞庭湖的水沙主要来自四水与三口。1955—2010年间，洞庭湖多年平均入湖径流量为2 881亿 $m^3$ ，其中四水为1 678亿 $m^3$ ，三口为903亿 $m^3$ ，区间为300亿 $m^3$ ，四水与三口合计占89.6%，区间占10.4%。同时期，四水多年平均输沙量为2 697万t，三口多年平均输沙量为10 666万t，洞庭湖出口城陵矶多年平均输沙量为3 930万t，洞庭湖出湖沙量占四水和三口总入湖沙量的29.4%，而四水和三口来沙中有79.8%来自于三口。

自1955年以来，四水年径流量没有明显的趋势性变化，而三口年径流量逐渐减少，湖区的来流格局逐渐发生变化(图2)。取径流量与来流格局相对稳定的两个时段1955—1968年和2003—2012年相比较，三口平均年径流量由1 352亿 $m^3$ 减少到493亿 $m^3$ ，减少了63.5%，占湖区来流的比重由41.9%下降到21.5%；四水平均年径流量分别为1 569亿 $m^3$ 、1 527亿 $m^3$ ，两个时段变化不大，但占湖区来流的比重由48.7%上升到66.6%；同期城陵矶平均年径流量减少了932亿 $m^3$ ，与三口径流量的减少值基本相当。因此，近60年来，洞庭湖区径流量的演变主要表现为三口来流的减少及其引起的来流格局变化。

由于受江湖关系变化、流域人类活动等因素的影响，三口、四水的年输沙量均有明显的减少(图3)，尤其三口减少的幅度更大，从1955—1968年间的年均20 196万t减少到2003—2012年间的年均1 126万t，减少了94.4%。同期，四水的年均输沙量由3 162万t减少到842万t，减少了73.4%。从三口与四水来沙的比值来看，1955—1968年间，最大值为8.65，最小值为4.29，平均值为6.49；而在2003—2012年间，最大值为3.74，最小值为0.16，平均值为1.34。表明近60年间洞庭湖来沙格局变化主要由三口与四水来沙共同减少所致，其中三口来沙减少更为剧烈，洞庭湖区的来沙已由长江三口占绝对优势向以三口与四水基本相当的方向演变，在三峡蓄水后，甚至有的年份三口来沙要少于四水来沙。

以三口和四水的年总输沙量近似作为洞庭湖年入湖的沙量, 则洞庭湖的排沙比  $P = S_{clj} / (S_{sk} + S_{ss})$ , 淤积率  $Q = 1 - P$ , 其中  $S_{clj}$ 、 $S_{sk}$ 、 $S_{ss}$  分别为城陵矶、三口、四水的输沙量。统计 1955—2012 年间的排沙比可见(图 3), 三峡蓄水前, 排沙比一般为 0.15~0.35, 平均为 0.26, 表明在三峡蓄水前, 约有 1/4 的湖区来沙由城陵矶进入长江, 另外 3/4 的泥沙淤积在湖区, 该阶段湖区的排沙比相对稳定, 湖区的冲淤环境变化不大, 主要以淤积为主; 而在 2003 年三峡蓄水后, 排沙比迅速增大, 2004 年、2006 年先后超过 0.6 和 1.0, 2011 年则达到 4.18, 2003—2012 年三峡运行的 10 年间, 平均排沙比为 0.89, 年均淤积量仅 222 万 t, 尤其是在三峡 175 m 蓄水运行后的 2009—2012 年间, 平均排沙比为 2.03, 出湖泥沙约是入湖泥沙的 2 倍, 湖区年均冲刷量为 677 万 t, 表明湖区的泥沙环境正发生显著变化, 已经由三峡蓄水前的淤积环境逐渐向冲淤基本平衡、甚至是冲刷环境演变。

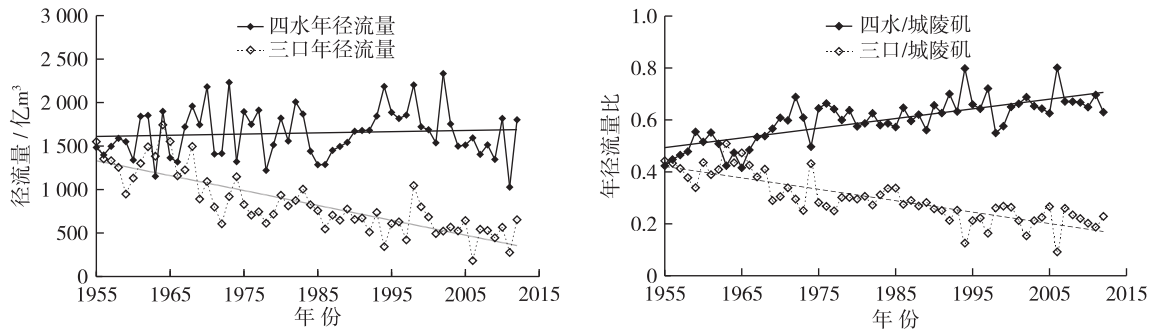


图 2 洞庭湖区来流格局变化

Fig. 2 Change of incoming flow pattern in the Dongting Lake

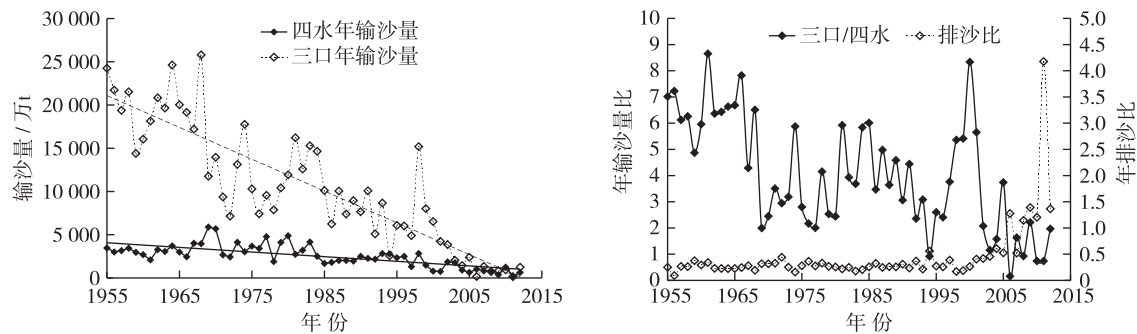


图 3 洞庭湖区输沙格局变化

Fig. 3 Change of incoming sediment pattern in the Dongting Lake

### 3 三峡蓄水后洞庭湖的水沙环境变化

#### 3.1 枯季流量变化

月均流量能反应流量的季节性分配及变化情况, 而枯水流量对于河流生态、航运等具有重要意义。本文以综合历时 98% 保证率的流量作为分析的枯水特征流量, 具体是将流量从大到小进行排列, 其位于第 98 个百分位值即是综合历时 98% 保证率的流量。一般情况下, 多年综合历时 98% 保证率的流量常是内河航道设计中采用的特征流量, 而年综合历时 98% 保证率的流量与年最小流量较为接近, 将各年与多年的综合历时 98% 保证率的流量进行比较, 能够反应某年的枯水流量变化对于航道安全运行的影响情况。

将 1981—2012 年城陵矶及三口的流量划分为 3 个阶段, 图 4 为其 9 月—次年 4 月的月均流量变化图。与 1981—2002 年相比, 三峡蓄水后的 2003—2012 年间, 城陵矶站除 1 月流量有少许增加外, 9—12 月、2—

4月各月的流量总体上有所减少,尤其是4月、9月和10月减少幅度较大,分别减少 $1\,958\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $2\,933\text{ m}^3/\text{s}$ 和 $2\,761\text{ m}^3/\text{s}$ ,而11—12月、2—3月减少幅度稍小;三口9月、10月流量分别减少 $1\,268\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1\,390\text{ m}^3/\text{s}$ ,占城陵矶站减少量的43.3%和50.3%,表明2003年后引起9—10月湖区流量减少的原因,除三峡蓄水后三口分流减少外,四水及湖区其他支流来流减少也同样不可忽视;12月一次年4月,三口流量较小,且变化不大,主要由于枯水期三口基本断流所致,在该时期,湖区流量变化主要由四水及湖区其它支流的影响所致,尤其是4月减少了近 $1\,900\text{ m}^3/\text{s}$ 。

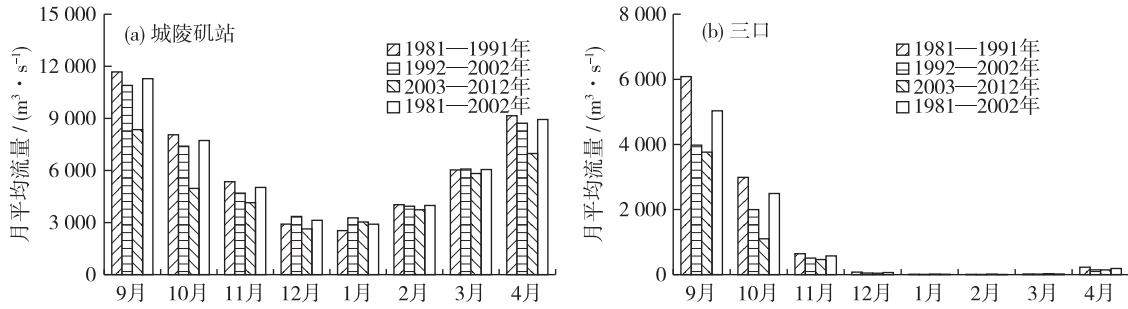


图4 城陵矶站、三口不同阶段的月均流量变化

Fig. 4 Mean monthly discharge at Chenglingji and all the three lake inlets in different periods

从综合历时98%保证率的流量来看(图5),2003—2012年的综合历时98%保证率的流量为 $1\,650\text{ m}^3/\text{s}$ ,与1981—2002年的 $1\,380\text{ m}^3/\text{s}$ 相比,增加了 $270\text{ m}^3/\text{s}$ ,且三峡蓄水后各年综合历时98%保证率的流量均大于 $1\,380\text{ m}^3/\text{s}$ ,表明三峡蓄水后洞庭湖区的枯水流量有所增加,由于12月一次年3月三口大部分时间处于断流状态,因此,湖区枯水流量的增加应主要由四水枯季来流增加所致。

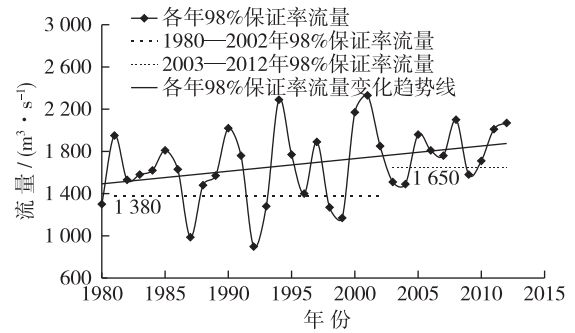


图5 城陵矶站枯水特征流量变化

Fig. 5 Change of characteristic low water flow at Chenglingji station

### 3.2 湖区冲淤变化

由 $T=S_{sk}+S_{ss}-S_{clj}$ 来近似估算洞庭湖区的淤积量,其中 $T$ 为湖区淤积量。三峡蓄水前后,由于三口来沙的迅速减少,洞庭湖区的泥沙淤积量迅速下降。1981—2002年,湖区年均淤积量为8073万t,而2003—2012年的年均淤积量仅为222万t,减少了97.3%。三峡蓄水后的最初10年,有6年湖区处于总体冲刷态势,而2008年后则连续5年出湖泥沙大于入湖泥沙。

从月均输沙量来看(图6),1981—2002年,总体上11月一次年4月出湖泥沙要大于入湖泥沙,而5—10月入湖泥沙要大于出湖泥沙,呈现洪淤枯冲的规律;从湖区泥沙的累积净冲淤量来看,11月一次年5月

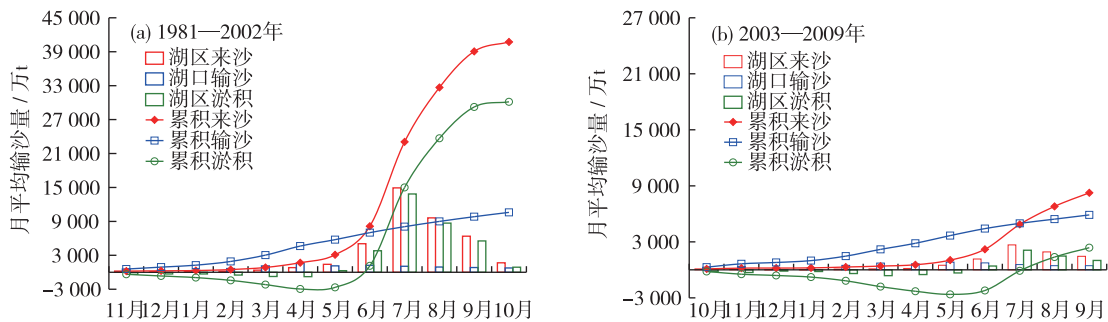


图6 三峡蓄水前后湖区月均输沙量变化

Fig. 6 Mean monthly sediment load change in Dongting Lake area before and after the Three Georges Project

从月均输沙量来看(图6),1981—2002年,总体上11月一次年4月出湖泥沙要大于入湖泥沙,而5—10月入湖泥沙要大于出湖泥沙,呈现洪淤枯冲的规律;从湖区泥沙的累积净冲淤量来看,11月一次年5月

间湖区处于净冲刷状态, 6—10 月间湖区处于净淤积状态; 湖区的来沙及淤积均较集中在汛期的 7 月、8 月, 这 2 个月的来沙占全年的 60.3%, 淤积量占全年的 74.8%。该阶段年均 7—8 月来沙总计为 24 541 万 t。

2003—2009 年, 总体上呈现 10 月—次年 5 月出湖泥沙要大于入湖泥沙, 而 6—9 月入湖泥沙要大于出湖泥沙; 从湖区泥沙累积淤积量来看, 10 月—次年 7 月间全部为冲刷状态, 仅有 8 月、9 月 2 个月呈累积淤积状态。该阶段, 湖区 7—8 月来沙占全年的 55.7%, 淤积量占全年的 106%, 合计年均淤积 4 596 万 t, 比 1981—2002 年减少 19 945 万 t, 比湖区淤积量的减少值还要大。因此, 三峡蓄水后洞庭湖区的淤积减少主要是由于汛期的来沙减少所致, 尤其是 7 月、8 月间的来沙减少影响较大。

### 3.3 湖口枯水位变化

枯水期水位变化关系到湖区生态及航运安全。2003 年三峡蓄水运行后, 枯水期城陵矶水位变化特征主要表现为低水位期的 1—3 月水位有所上升、年内月均水位变幅减小(表 1)。与 1981—2002 年比, 2003—2012 年 1—3 月月均水位分别上升 0.35 m、0.32 m 和 0.47 m, 但年内低水期的月均水位变幅明显减小, 尤其随着三峡调度方式的逐渐完善, 这种现象越加明显, 2003—2008 年间, 12 月—次年 2 月的月均水位相差 0.37 m, 而 2009—2012 年间, 12 月—次年 2 月的月均水位相差仅 0.15 m, 近期 2011 年 12 月—2012 年 2 月的月均水位相差为 0.18 m。由于受三峡蓄水影响, 9~11 月城陵矶水位明显下降, 与 1981—2002 年比, 2009—2012 年 9—11 月水位下降分别为 1.67 m、2.67 m 和 1.35 m。

表 1 城陵矶站月均水位变化

m

Table 1 Mean monthly water level change at Chenglingji station

时段	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1981—1991 年	27.20	25.24	22.44	19.81	18.64	18.96	20.09	22.11
1992—2002 年	26.59	24.61	22.05	19.86	18.98	18.95	20.15	22.15
2003—2012 年	26.06	22.90	21.32	19.42	19.16	19.28	20.59	21.52
1981—2002 年	26.89	24.93	22.25	19.84	18.81	18.96	20.12	22.13
2003—2008 年	26.62	23.33	21.60	19.42	19.05	19.27	20.73	21.45
2009—2012 年	25.22	22.26	20.90	19.43	19.33	19.28	20.39	21.63

从综合历时 98% 保证率的水位来看(图 7), 2003 年前, 各年综合历时 98% 保证率的水位没有明显趋势性变化。但在 2003 年三峡蓄水运行后, 随着三峡 135 m—156 m—175 m 蓄水方案调蓄能力的逐渐增强, 各年综合历时 98% 保证率的水位呈逐渐上升态势, 这也基本反应了湖口最低水位的变化形势。

### 3.4 枯季比降变化

近年来, 受各种人类活动尤其是采砂的影响, 湖区支流尾间河床普遍下切, 枯水同流量下的水位均有不同程度的下降。从湘江湘潭站、资水桃江站、沅水桃源站、澧水津市站来看, 1996—2012 年间, 以湘江和资水下降幅度最大(图 8), 湘江湘潭站 600 m<sup>3</sup>/s 时, 水位下降约 2.29 m, 资水桃江站 200 m<sup>3</sup>/s 时, 水位下降约 2.27 m, 两站枯水同流量下的水位下降均超过 2 m; 同期沅水和澧水下降幅度稍小, 均小于 0.5 m, 但澧水津市站在艳洲枢纽运行初期同流量下的水位有较大幅度下降, 1980—2012 年, 在津市最小通航流量 106 m<sup>3</sup>/s 时, 其对应的水位累积下降约 1.46 m。

受洞庭湖湖水顶托, 湖区各站水位流量关系比较散乱。因此, 以各站与湖口城陵矶站年综合历时 98% 保证率的水位之差近似作为湖区枯水的水位差, 相同保证率下的水位差变化, 反应了某一频率水位时湖区比降变化的一般情况。由图 9 可见, 1981—2010 年, 湖区的水位差主要呈现下降态势, 且湘江的鹿角站、湘阴

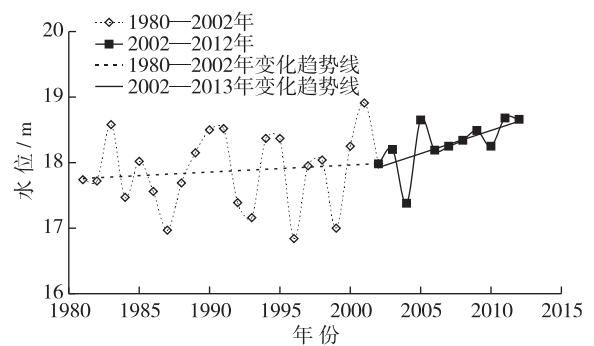


图 7 城陵矶站各年综合历时 98% 保证率水位变化

Fig. 7 Water level change of annual comprehensive assurance rate 98% at Chenglingji station



站相对于南咀站、小河咀站、周文庙站更为明显。与1981—1985年相比,2006—2010年间,鹿角、湘阴、小河咀、周文庙和南咀平均水位差分别下降0.75 m、1.46 m、0.68 m、0.64 m和0.59 m,表明近期湖区的比降也应有明显下降。

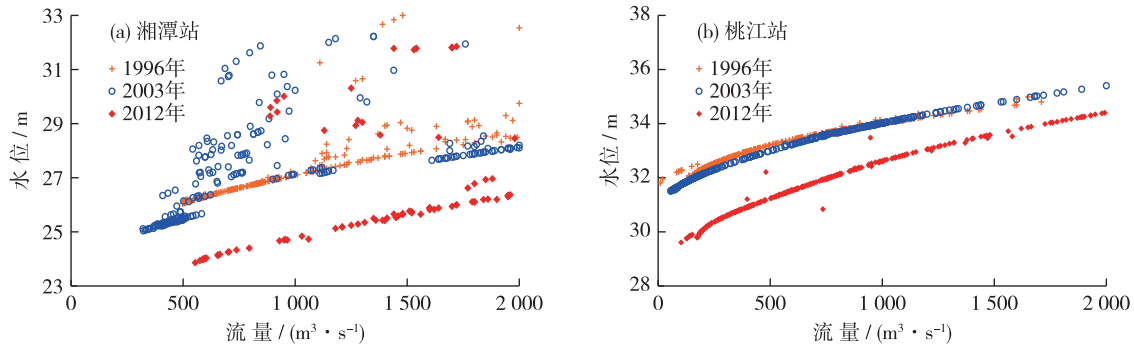


图8 湘潭站、桃江站的水位流量关系变化

Fig. 8 Relationship between water level and discharge at Xiangtan and Taojiang station

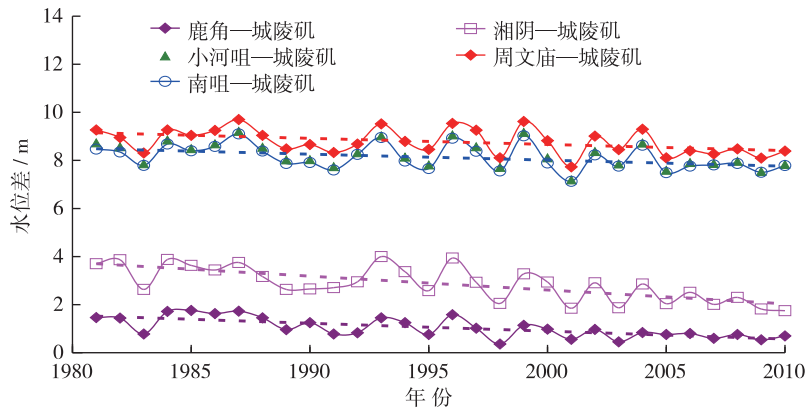


图9 洞庭湖区各站的水位差变化

Fig. 9 Water level difference in the Dongting Lake area

## 4 水沙环境变化对洞庭湖区航道的影响

河道冲淤关系到航道的稳定性,而保证率水位对于航道通航保证率有重要影响,两者均与水沙环境变化密切相关,并对航道条件及航道安全有重要影响。

### 4.1 对航道冲淤的影响

从湖区受采砂影响较小的岳阳滩、煤炭湾、南咀(澧水1#、澧水2#)等河段(位置见图1)的河床断面变形来看(图10),2003年后,岳阳滩、煤炭湾附近的“W型”、“U型”河槽主要呈现冲刷态势,其中主槽冲刷要大于边滩,深泓呈下切态势;2003—2008年,岳阳滩平均冲刷0.56 m,煤炭湾平均冲刷0.29 m,总体上以弱冲刷为主。南咀附近河槽,主要呈现宽浅型形态,2003—2011年,断面略有冲刷,但变形幅度较小。

岳阳滩、煤炭湾位于东洞庭湖,处在洞庭湖入长江的前缘;南咀位于洞庭湖的回水变动区,“洪季成湖,枯季为河”,处在澧水、三口水系的入汇地带。从其变化来看,2003年后,湖区来沙减少对于岳阳滩、煤炭湾的影响要大于南咀,受来沙减少的影响,湖区湘江航道深槽加深,但深泓位置没变,航槽相对稳定;而位于开湖航道末端附近的南咀河段航槽没有明显变化。

### 4.2 对航道水位的影响

综合历时98%保证率水位是航道通航的重要技术参数,其变化对于航道的通航有重要影响。从1980—

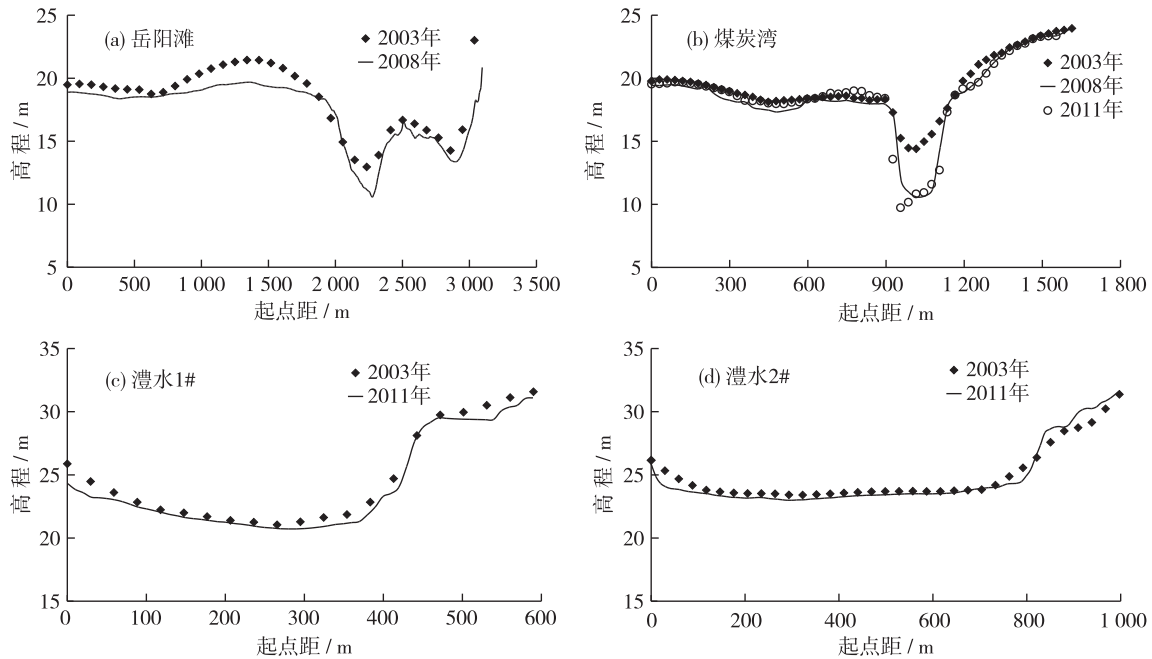


图 10 湖区典型航道断面冲淤变化

Fig. 10 Changes of typical cross section in Dongting Lake channel

2010 年间湖区城陵矶、鹿角、湘阴、小河咀、周文庙、南咀 6 个站 (位置见图 1) 的各阶段综合历时 98% 保证率水位的变化来看 (表 2), 湘江的城陵矶、鹿角、湘阴 3 站有明显变化, 小河咀、周文庙、南咀 3 站变化不大。三峡蓄水前, 城陵矶下降 0.34 m, 鹿角下降 0.69 m, 湘阴下降 0.87 m, 下降幅度有自湖口向上游逐渐增大的趋势; 三峡蓄水后, 城陵矶上升 0.93 m, 鹿角上升 0.44 m, 湘阴变化不大, 上升幅度有自湖口向上游逐渐减小的趋势。可见, 2003 年三峡蓄水后, 由于枯季的补水作用, 城陵矶综合历时 98% 保证率的水位不仅有明显上升, 还遏制了湖区城陵矶至湘阴段枯水的水位下降。

表 2 湖区各站各阶段的综合历时 98% 保证率水位变化

m

Table 2 Water level change of comprehensive assurance rate 98% in each stage at hydrological stations in lake

时段	城陵矶	鹿角	湘阴	小河咀	周文庙	南咀
1980—1986 年	17.68	19.22	21.34	26.42	26.82	26.21
1987—1994 年	17.40	18.78	20.96	26.25	26.73	26.16
1995—2002 年	17.34	18.53	20.47	26.25	26.74	26.08
2003—2010 年	18.27	18.97	20.44	26.22	26.75	26.16

以上结果表明, 在湖区城陵矶至湘阴段水位维持不变或有所上升的情况下, 航道的冲刷将使得其水深有一定幅度的增加, 尤其是湖区湘江航道深槽的冲刷将使得航槽加深明显, 而深槽平面形态上稳定、无明显摆动也有利于航槽的稳定, 航道尺度因此受益于水深的增加而有所提升; 湖口枯水位上升、比降减缓, 对于船舶的安全航行具有积极作用。但这对于湖区湘江航道的影响较为明显, 对于开湖航道的影响稍小。不过需要指出的是, 近年来由于支流尾间同流量下的水位下降, 末级枢纽下游枯水位降低增加了船闸的通航风险, 对于湖区航道网络的畅通具有不利影响, 但这种影响在湖区枯水位上升时有所缓解, 如果未来湖口城陵矶水位下降, 其影响可能将会逐步显现。

### 5 结 论

(1) 近 60 年来, 洞庭湖区的水沙格局发生了明显变化, 径流量演变主要表现为三口来流的减少及引起的来流格局变化, 湖区来沙由长江三口占绝对优势向以三口与四水基本相当的方向演变, 湖区泥沙环境由淤

积环境向冲淤基本平衡、甚至是冲刷环境演变。三峡蓄水后江湖关系变化是湖区水沙格局变化的重要驱动因子。

(2) 三峡蓄水后, 湖区枯季各月平均流量总体上呈现减少趋势, 其中 9—10 月流量减少主要由四水与三口共同作用所致, 12 月、2—4 月流量减少主要由四水及湖区其他支流的减少所致, 但湖区综合历时 98% 保证率的流量有所增加; 湖口低水位有所上升, 枯季湖区比降有所降低; 由于汛期来沙大幅减少, 湖区淤积减少甚至出现冲刷。

(3) 从航道冲淤和航道通航保证率水位的变化来看, 湖区航道尺度将受益于水深增加有所提升; 湖口枯水位上升、比降减缓, 对于船舶的安全航行也具有积极作用; 水沙环境变化为湖区航道的系统整治和建设高等级航道提供了有利条件。现阶段江湖关系变化总体为积极因素, 对于湖区湘江航道的影响较为明显, 对于开湖航道的影响稍小。

#### 参考文献:

- [1] YANG S L, Milliman J D, XU K H, et al. Downstream sedimentary and geomorphic impacts of the Three Gorges Dam on the Yangtze River[J]. *Earth-Science Reviews*, 2014(138): 469-486.
- [2] DAI Z J, LIU J T. Impacts of large dams on downstream fluvial sediment: An example of the Three Gorges Dam(TGD) on the Changjiang (Yangtze River)[J]. *Journal of Hydrology*, 2013(480): 10-18.
- [3] 朱玲玲, 陈剑池, 袁晶, 等. 洞庭湖和鄱阳湖泥沙冲淤特征及三峡水库的影响[J]. *水科学进展*, 2014, 25(3): 348-357. (ZHU Lingling, CHEN Jianchi, YUAN Jing, et al. Sediment erosion and deposition in two lakes connected with the middle Yangtze River and the impact of Three Gorges Reservoir[J]. *Advances in Water Science*, 2014, 25(3): 348-357. (in Chinese))
- [4] 郭小虎, 李义天, 刘亚. 近期荆江三口分流分沙比变化特性分析[J]. *泥沙研究*, 2014(1): 53-60. (GUO Xiaohu, LI Yitian, LIU Ya. Analysis of flow and sediment diversion at three outlets along Jingjiang River[J]. *Journal of Sediment Research*, 2014(1): 53-60. (in Chinese))
- [5] 张细兵, 卢金友, 王敏, 等. 三峡工程运用后洞庭湖水沙情势变化及其影响初步分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2010, 19(6): 640-643. (ZHANG Xibing, LU Jinyou, WANG Min, et al. Preliminary study on flow and sediment changing and influence on Dongting Lake after the Three Gorges Project operation[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(6): 640-643. (in Chinese))
- [6] 丛振涛, 肖鹏, 章诞武. 三峡工程运行前后城陵矶水位变化及其原因分析[J]. *水力发电学报*, 2014, 33(3): 23-28. (CONG Zhen tao, XIAO Peng, ZHANG Danwu. Water stage at Chenglingji before and after the Three Gorges Project[J]. *Journal of Hydroelectric Engineering*, 2014, 33(3): 23-28. (in Chinese))
- [7] 李景保, 张磊, 王建, 等. 水沙过程变化下洞庭湖区的生态效应分析[J]. *热带地理*, 2012, 32(1): 16-21. (LI Jingbao, ZHANG Lei, WANG Jian, et al. Ecological effects of the variation process of water and sediment of Dongting Lake[J]. *Tropical Geography*, 2012, 32(1): 16-21. (in Chinese))
- [8] 段凯, 肖伟华, 梅亚东, 等. 大型水利工程对洞庭湖区水资源开发利用的影响[J]. *长江流域资源与环境*, 2012, 21(11): 1389-1394. (DUAN Kai, XIAO Weihua, MEI Yadong, et al. An analysis of the impacts of large water projects on water resources utilization in the Dongting Lake region[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 21(11): 1389-1394. (in Chinese))
- [9] 孙占东, 黄群, 姜加虎. 洞庭湖主要生态环境问题变化分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2011, 20(9): 1108-1113. (SUN Zhandong, HUANG Qun, JIANG Jiahu. Changes of major ecological and environmental issues in Dongting Lake region[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, 20(9): 1108-1113. (in Chinese))
- [10] 施勇, 栾震宇, 陈炼钢, 等. 长江中下游江湖水沙调控数值模拟[J]. *水科学进展*, 2010, 21(6): 823-831. (SHI Yong, LUAN Zhenyu, CHEN Liangang, et al. Numerical simulation of flow-sediment transport on the river-lake in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. *Advances in Water Science*, 2010, 21(6): 823-831. (in Chinese))
- [11] 郭小虎, 李义天, 唐金武. 三峡蓄水运用 20 a 后对草尾河航道的影 响[J]. *武汉大学学报: 工学版*, 2009, 42(1): 82-86. (GUO Xiaohu, LI Yitian, TANG Jinwu. Channel changes in caowe reach after 20 years operation of Three Gorges Reservoir [J]. *Engineering Journal of Wuhan University*, 2009, 42(1): 82-86. (in Chinese))



## Impact on Dongting Lake channel caused by the change of flow and sediment environment after Three Gorges Project impoundment \*

ZHANG Ming<sup>1</sup>, FENG Xiaoxiang<sup>1</sup>, LIU Zhe<sup>1</sup>, LI Weijuan<sup>2</sup>

(1. *Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering, Key Laboratory of Engineering Sediment, Ministry of Transport, Tianjin 300456, China*; 2. *Hunan Provincial Communications Planning, Survey and Design Institute, Changsha 410008, China*)

**Abstract:** The change of river-lake relation is one of the most important factors affecting the flow and sediment environment in the Dongting Lake area. This has a great influence on the safety and development of lake shipping. On the basis of the hydrological and topographical field data, this paper studies the variation in the characteristics of the water-silt environment and then analyzes its influence on the lake channel. The following results were observed that after the project impoundment: ① The mean monthly discharge in dry seasons tends to decrease, the siltation in the lake area slows down and even scours, the low water level at the lake outlet rises to a certain extent, the water surface gradient in the lake tends to decrease; ② The decrease of incoming sediment causes the channel incision, and the rise of low water level at the lake outlet increases the channel water level, the channel is therefore deepened. The river-lake relation is overall positive factor for the lake channel and the benefits for the Xiangjiang channel are more than that for the Kaihu channel.

**Key words:** change of flow and sediment environment; river-lake relation; lake channel; Dongting Lake; Three Gorges Project

---

\* The study is financially supported by the Transportation Technology Major Project Foundation of China (No. 201132822430).