

研究报告

# 三峡工程对葛洲坝枢纽下游近坝段水位与航道影响研究

陆永军<sup>1</sup>, 陈稚聪<sup>2</sup>, 赵连白<sup>3</sup>, 邵学军<sup>2</sup>, 杨美卿<sup>2</sup>, 李云中<sup>4</sup>

(1. 南京水利科学研究院, 南京 210029; 2. 清华大学水电工程系, 北京 100084; 3. 天津水运工程科学研究所, 天津 300456; 4. 长江水利委员会三峡水文水资源勘测局, 湖北宜昌 443001)

**[摘要]** 根据实测地形和水文泥沙资料, 分析了葛洲坝枢纽运用后宜昌河段的河床冲淤变化、推移质和床沙的粗化以及枯水位的变化。由数学模型计算和物理模型试验成果, 预测了三峡工程施工期及初期运用阶段葛洲坝枢纽近坝段水位下降及对通航的影响。

**[关键词]** 葛洲坝枢纽; 三峡工程; 冲刷; 水位下降; 船闸与航道; 数学模型; 物理模型

**[中图分类号]** U671.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)10-0067-06

## 1 引言

葛洲坝水利枢纽运用20多年来, 因下游河床冲刷下切、近坝段沙石料开采及荆江裁弯取直, 引起宜昌站枯水位比葛洲坝枢纽设计水位降低了1.10 m (相应流量4 000 m<sup>3</sup>/s)<sup>[1]</sup>。同时, 船闸运用过程中, 在引航道内引起的往复波流的波高达0.5~0.7 m, 导致设计最低通航流量3 200 m<sup>3</sup>/s时, 三江下引航道水深不足3.0 m, 三江2号船闸下闸槛上水深不足4.0 m, 现状难以满足航深要求, 更达不到5.0 m的设计航深要求。

2003年三峡工程水库蓄水后, 出库排沙比和悬移质粒径均约为建库前的30%~40%<sup>[2]</sup>。这就改变了葛洲坝枢纽下游河道的河床冲淤平衡条件, 坝下游河道的水流挟沙能力远大于实际来沙量, 水流就要从河床中补充泥沙, 从而冲刷河床, 并使床沙粗化。葛洲坝枢纽下游的枯水位及航道条件将发生新的变化。

为论证三峡工程施工期及初期运用阶段对葛洲坝枢纽下游的水位变化及对船闸与航道的影 响, 有关单位曾进行了许多研究工作<sup>[1~6]</sup>。本文对以往的研究成果进行了综合分析, 并揭示了水位下降对

通航的影响问题。

## 2 葛洲坝枢纽下游近坝段河床演变

### 2.1 河床形态

长江出南津关后至虎牙滩, 河段长约28 km, 河道平面形态呈反“S”型(图1)。该河段河床纵剖面高差为4~5 m, 较峡谷河流小, 但比平原河流大。受镇川门弯道和胭脂坝的控制作用, 在弯道主槽偏右岸, 河床起伏较大, 沿程抬升, 呈1/1 000的倒坡降。在胭脂坝河段主槽靠左岸, 河床起伏不大, 呈马鞍型。在胭脂坝以下主槽又折向右岸, 河床起伏很小, 坡降约1/5 000。

### 2.2 河床组成

河岸组成: 左岸除虎牙滩外均为一级阶地边坡, 组成物为土质和胶结砾石层。其中, 宜昌城区在1983年建成混凝土块砌护坡(边坡1:3)。右岸靠山, 大部分由基岩或乱石和砾石层组成。

河槽组成: 地质结构多为砂-砾-岩三层结构, 少数为砾-岩两层结构, 局部为基岩结构。

基岩和砾石的顶板高程有如下特征: 胭脂坝河段(宜枝40~43)属侵蚀的嵌入河床; 胭脂坝头(宜枝40~41)和虎牙滩(宜枝49~51)两段, 基

[收稿日期] 2002-01-28; 修回日期 2002-05-14

[基金项目] “九五”三峡泥沙科研项目(95-1-1)部分成果

[作者简介] 陆永军(1964-), 男, 江苏南通市人, 南京水利科学研究院教授级高级工程师

岩顶板高程和砾层顶板高程的下限均高出相邻上下游河段。

混合结构，中段为砂、砾石混合结构，下段为在砂砾石层上有较深厚的砂与土的混合覆盖层。

胭脂坝的组成，据钻孔分析，上段全为砾卵石

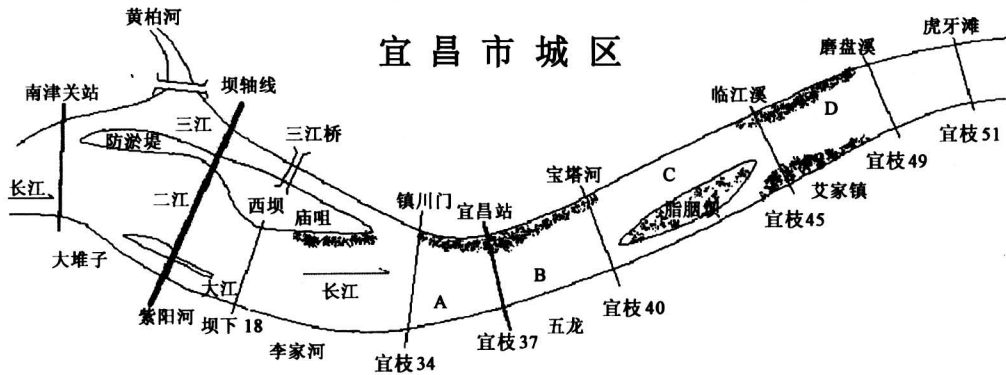


图1 葛洲坝下游宜昌河段形势图

Fig.1 Sketch of Yichang reach downstream the Gezhouba project

### 2.3 河床演变

葛洲坝工程水库蓄水运用后的河床变化主要表现在漫滩河槽的下切与扩宽。不同河段不同河床组成，其变化程度是不一样的。

近坝段（坝下至镇川门）：主流线的摆动直接受工程运用的影响。如坝下18号断面，蓄水前左河槽最深点高程为30.8m（吴淞基面，以下除标明外均为此基面），1987年冲深至22.8m。二期工程时，大江过流，右岸河床受枢纽运用的影响较大，冲淤变幅达5m以上。

微弯段：受弯道水流影响，凸岸的冲淤大于凹岸的冲淤量。如宜昌站附近宜枝37号断面，一期工程时，以凸岸边滩横向扩宽为主。二期工程时，凸岸边滩冲淤交替（图2）。

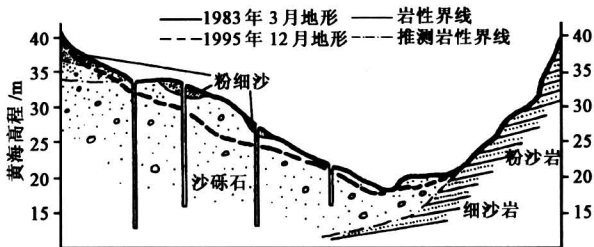


图2 宜枝37号断面1983年3月至1995年12月地形变化

Fig.2 Topographic change from Mar. 1983 to Dec. 1995 at section Yizhi 37

胭脂坝段：冲刷时，以冲主河槽为主，既下切又扩宽。左岸为胶结砾石层，抗冲能力极强，主槽

右侧靠胭脂坝体，均匀松散卵石受到强烈冲刷。如宜枝41号断面，最大冲深达8m，刷宽80m左右。淤积时为淤槽冲滩。其尾部段为宽阔断面，整个河床的冲淤随上游来水来沙的变化而变化。

坝下河段中、高水位河岸稳定，河床变化主要表现在低水位39m以下河床的冲淤变化。据长江委水文局统计，该河段在1972—1993年期间平均冲刷深度为1.09m。各阶段冲淤为：1957—1972年为天然时期，坝下河床冲淤变化甚微，15年淤积量为 $50.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，平均淤厚0.04m，说明在天然时期，多年是冲淤基本平衡的；1972—1980年为工程施工期，该河段普遍发生冲刷，8年冲刷量达 $846.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，河槽平均冲深0.58m；1981—1993年为水库蓄水运行期，该河段13年总的冲刷量为 $800.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。其中，一期运行7年（1981—1987年）中的冲刷量明显比施工期增大，累计冲刷为 $1418.2 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，河槽平均冲深达1.27m。1981年7月特大洪水，该年的冲刷量比一期的前6年总和还多，大水年后的第二年（1982年）河床自行调整，表现为淤积，尔后几年又恢复冲刷，冲刷量呈逐年增大趋势。二期工程投入运行后（1988—1993年），6年时间内，年际变化有冲有淤，冲淤交替，累计淤积量为 $617.1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

### 2.4 推移质粗化

推移质有砂质和卵石两种，其分界粒径为10mm。葛洲坝蓄水后，出库的推移质大量减少（以坝上游的南津关断面为代表），下游宜昌站（坝址下游6.4km）的卵石推移质主要靠坝下游河床补

给, 随着时间的推移, 其补给量减少, 输移量递减。坝下河床冲刷, 卵石推移质粗化是必然的, 多年平均中值粒径 ( $d_{50}$ ) 蓄水前为 23.9 mm, 蓄水后为 47.2 mm (表 1)。坝下沙质推移质输移量在库区淤积平衡后呈递增形势, 宜昌站 1998 年最大沙质推移量达  $315 \times 10^4$  t。沙质推移质基本未粗化, 蓄水前后多年平均中值粒径均为 0.216 mm。

表 1 宜昌、南津关站推移质多年平均特征表

Table 1 Annual mean characteristics of bed load at Yichang and Nanjinguan station

时间	南津关断面			宜昌断面				
	卵石		$d_{max}$	卵石		$d_{max}$	砂	
	输移量	$d_{50}$		输移量	$d_{50}$		输移量	$d_{50}$
	/10 <sup>4</sup> t	/mm	/mm	/10 <sup>4</sup> t	/mm	/mm	/10 <sup>4</sup> t	/mm
蓄水前	75.8	29.3	237	75.8	23.9	137.7	878	0.216
1982—1985	7.45	23.0	332	91.4	29.5	350	131	0.225
1986—1991	0.239	23.2	230	9.09	46.9	329	149	0.201
1992—1996	0.008	16.6	48.0	1.78	69.0	240	150	0.224
1982—1996	2.08	21.7	332	32.5	47.2	350	144	0.216

## 2.5 床沙粗化<sup>[2]</sup>

葛洲坝建成蓄水初期, 过坝推移质数量减少, 下游河床冲刷, 引起床沙粗化。随着水库运用时间增长, 库区淤积达到平衡并受三峡工程施工的影响, 下游床沙又开始细化。

床沙粗化的过程反映了河床的冲淤变化过程 (同时也反映了骨料开挖的影响情况)。分析表明, 宜昌河段河床粗化是自上而下逐步发展的, 到

1995 年粗化程度才达到最大。河床组成达到最大粗化后, 又因河床淤积而转为细化, 三峡工程开工以来 (尤其 1998 年洪水), 宜昌河段一直处于淤积状态, 河床组成细化。

目前, 宜昌河段的骨料开采已基本得到控制, 今后宜昌河段的冲淤趋势仍将随水库的冲淤和上游来水来沙的变化而变化, 床沙组成及其粗细化与冲淤过程相应地发展。

## 3 葛洲坝枢纽运用后下游河段枯水位变化

### 3.1 枯水位下降<sup>[2]</sup>

根据该河段李家河、宜昌、宝塔河、艾家镇和磨盘溪等 5 站的水文资料分析, 葛洲坝枢纽运用以来, 各年最低水位一般出现在 1~3 月, 全河段枯水 (流量 4 000 m<sup>3</sup>/s) 水位普遍下降。1976 年前, 该河段河床与来水来沙条件相适应, 虽曾在河床上开挖建筑骨料 95.5×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> (已换成密实方量, 下同), 但数量不大, 宜昌站水位与流量关系相对稳定。1976—1981 年, 受葛洲坝工程建设的影响, 河床冲刷了 640.0×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>, 又在河床上开挖了建筑骨料 953.6×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>, 宜昌站在流量为 4 000 m<sup>3</sup>/s 时的相应水位下降了 0.43 m。1981—1987 年, 葛洲坝一期工程投入运行, 出库推移质减少, 河床冲刷了 1 418.2×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>, 河床上骨料开挖为 1 426.1×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>, 水位下降 0.49 m。1987—1993 年, 二期工程投入运行, 河床有冲有淤, 冲淤交替, 略有回淤 (617.1×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>), 1987 年后骨料开挖停止, 水位下降仅 0.14 m (表 2)

表 2 宜昌站枯水位变化

Table 2 Change of low water level of Yichang station

时间/a	1972—1976	1976—1981	1981—1987	1987—1993
坝下至虎牙滩开挖量 / 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	95.5	953.6	1426.1	0
冲淤量 (坝下 18 至宜枝 49#)	-88.8	-640.0	-1418.2	617.1
Q=4 000 m <sup>3</sup> /s 枯水位变化值 / m		-0.43	-0.49	-0.14

### 3.2 1998 年洪水对枯水位变化的影响<sup>[2]</sup>

1998 年洪水对葛洲坝枢纽库区、坝区及坝下游的河床冲淤产生了一定的影响, 相应对坝下游枯水位有所影响。

葛洲坝水库自 1981 年蓄水运用至 1984 年常年回水区即基本淤积平衡, 到 1992 年末总淤积量为

1.39×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 其中常年回水区淤积了 1.13×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 变动回水区淤积了 0.26×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。1993 年三峡工程开工至 1997 年底, 葛洲坝水库共计淤积了 0.15×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 其中有部分为三峡施工弃沙。1998 年长江上游形成了 8 次流量超过 50 000 m<sup>3</sup>/s 大洪峰, 水库出现大量冲刷, 1997 年 11 月至 1998 年

11月共计冲刷了 $0.53 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，其中常年回水区冲刷了 $0.46 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。可见1998年洪水冲走了葛洲坝水库1980至1997年总淤积量的1/3。冲刷主要发生在葛洲坝至三峡河段（简称两坝间），年内最大冲深达40余m。

坝下宜昌河段因葛洲坝水库大量淤沙出库，产生了大量泥沙淤积，从1997年8月至1998年9月共计淤积了 $0.32 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，39 m高程以下河床平均淤厚达1.85 m，主要淤积在胭脂坝头至虎牙滩河段。由于宜昌站水位流量关系的控制河段大量淤积，使1999年初同流量下枯水位有大幅度抬升，如流量 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的水位比1998年初上升了0.54 m，而磨盘溪水位仅回升了0.08 m。

#### 4 三峡工程施工期及初期运用阶段葛洲坝枢纽下游水位下降预测及对通航影响分析

##### 4.1 近坝段河床冲刷及水位下降预测<sup>[2]</sup>

根据设计部门提供的三峡水库出库流量、含沙量、含沙量级配及沙市水文站水位过程，清华大学<sup>[3]</sup>和天科所<sup>[4]</sup>分别进行了宜昌至沙市河段2003—2022年泥沙数学模型计算和宜昌至磨盘溪河段2003—2012年动床物理模型试验（表3）<sup>[5,6]</sup>。

表3给出的三峡工程施工期及初期运用阶段，

表3 三峡工程施工期及初期运用阶段宜昌站至磨盘溪河段冲淤量成果表

Table 3 Erosion and deposition in the reach from Yichang to mobangxi in the periods of construction and initial stage operation of the Three Gorges projects

水库运用时间	模型	宜昌站—磨盘溪			
		宜昌站—宝塔河 (4.01 km)	宝塔河—艾家镇 (6.11 km)	艾家镇—磨盘溪 (6.11 km)	宜昌站—磨盘溪 (16.23 km)
2007年12月	清华数模				-446.2
	天科所数模	-96.2	-426.4	-719.7	-1242.3
	清华物模	-297.5	-104.3	-170.3	-572.11
	天科所物模	-163.8	-354.3	(-92.3)	(-610.4)
2009年12月	清华数模				-553.8
	天科所数模	-94.1	-420.5	-720.5	-1235.1
	清华物模	-407.1	-244.6	-351.9	-1003.7
	天科所物模	-219.9	-300.5	(-93.9)	(-614.3)
2012年12月	清华数模				-618.2
	天科所数模	-92.1	-415.8	-723.4	-1231.3
	清华物模	-360.4	-270.4	-575.6	-1206.4
	天科所物模	-142.9	-334.7	(-137.3)	(-614.9)

注：(1) 表中清华数模是以1980年地形为起始条件，连续计算至2012年时各阶段的冲淤值。其余均为以1995年地形为起始条件，从2003年水沙条件开始计算或试验；(2) 天科所动床模型有效段为宜昌至艾家河河段，艾家河距磨盘溪还有2.6 km，表中（）内数据无可比性。

宜昌站至磨盘溪河段数模与物模预估的冲淤量成果表明：**a.** 水库运用10年（2003—2012年），宜昌站至磨盘溪河段将冲刷约 $1200 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。**b.** 天科所的数模计算和物模试验结果表明，冲刷发展很快，在水库运用至2007年底，近坝段冲刷已趋平衡，冲刷量约为 $1240 \times 10^4 \text{ m}^3$ ；清华大学物模试验结果表明，冲刷是一个渐进的过程，至2007年约为 $572.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，至2009年约为 $1003.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，至2012年约为 $1206.4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

图3给出的三峡工程施工期及初期运用阶段，宜昌站水位流量关系数模与物模预估成果表明：**a.** 在三峡工程135 m蓄水运用期，水库运用后第3年，即至2005年，最低通航流量 $3200 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，宜昌水位为37.7~37.8 m，比葛洲坝枢纽设计值下降了1.2~1.3 m；水库运用后第5年，即至2007年，相应该流量的宜昌水位为37.5~37.6 m，比葛洲坝枢纽设计值下降了1.4~1.5 m。此时，三江2号船闸槛上水深为3.5~3.6 m，3号船闸槛上水深为2.5~2.6 m，三江下引航道水深为3.0~3.1 m。**b.** 在三峡工程156 m蓄水运用期，水库运用后第7年，即至2009年，最低通航流量 $3200 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，宜昌水位为37.3~37.5 m，比葛洲坝枢纽设计值下降了1.5~1.7 m，相应的三江二号船闸槛上水深为3.3~3.5 m，三江下引航道水深为2.8~3.0 m。流量为 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，宜昌

水位为 37.76~37.94 m，相应的三江二号船闸槛上水深为 3.76~3.94 m，三江下引航道水深为 3.26~3.44 m。要确保 156 m 蓄水运用期宜昌水位为 38.5 m，宜昌流量应超过 5 000 m<sup>3</sup>/s。c. 在三峡工程 175 m 蓄水运用期，水库运用后第 10 年，即至 2012 年，流量为 4 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 37.64~37.83 m；流量为 5 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 38.3~38.56 m；流量为 6 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 38.9~39.26 m。因此，要确保宜昌水位不低于 39.0 m，宜昌流量应不低于 6 000 m<sup>3</sup>/s。d. 三峡水库运用后第 15 年，即至 2017 年，流量为 4 000

m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 37.33~37.72 m；流量为 5 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 38.1~38.3 m；流量为 6 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 38.81~38.96 m。要确保宜昌水位不低于 39.0 m，宜昌流量应不低于 6 200 m<sup>3</sup>/s。e. 三峡水库运用后第 20 年，即至 2022 年，流量为 4 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 37.26~37.70 m；流量为 5 000 m<sup>3</sup>/s 时宜昌水位为 38.0~38.35 m；流量为 6 000 m<sup>3</sup>/s 时，宜昌水位为 38.73~38.96 m，要确保宜昌水位不低于 39.0 m，宜昌流量应不低于 6 350 m<sup>3</sup>/s。

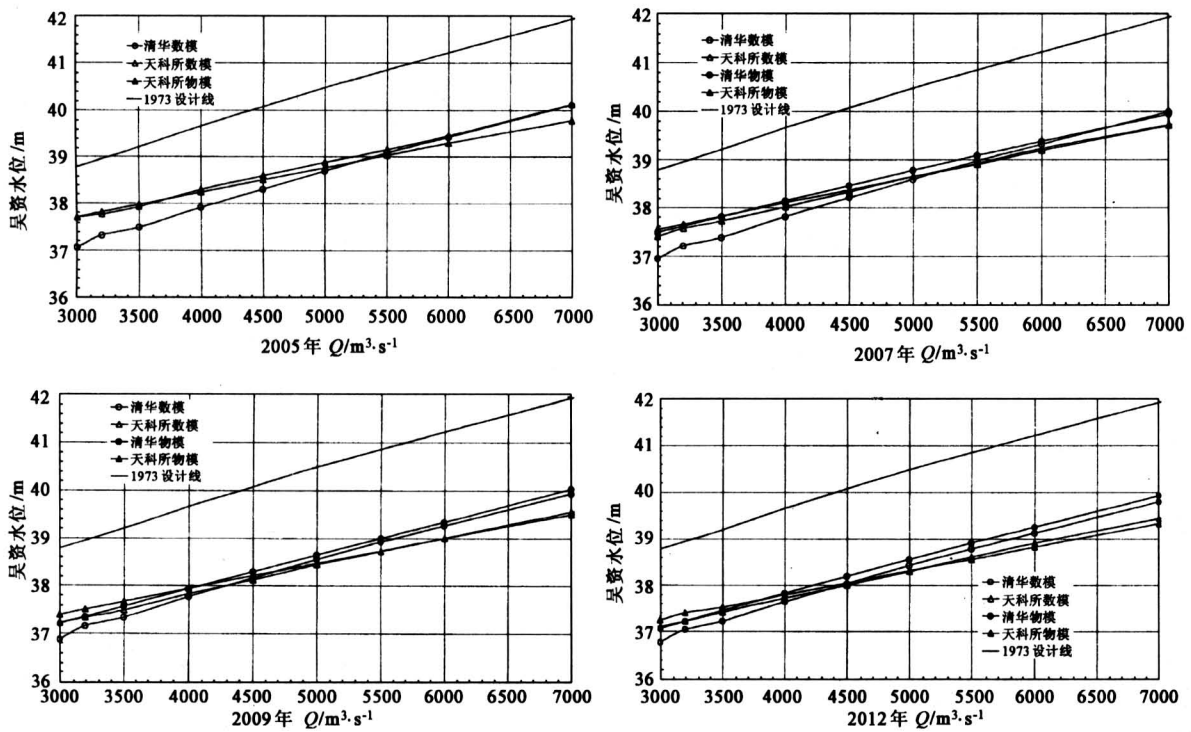


图 3 三峡工程施工期及初期运用阶段宜昌站水位流量关系图

Fig.3 Relationship between water level and flow discharge at Yichang station in the periods of construction and initial stage operation of the Three Gorges project

4.2 坝下冲刷引起的水位降落对三江通航的影响

为保证三江船闸及其引航道的通航，三峡水库蓄水运用阶段宜昌的最低通航水位应为：135 m 蓄水运用期不低于 38.0 m，156 m 蓄水运用期不低于 38.5 m，175 m 蓄水运用期逐步恢复到 39.0 m。其中，135 m 蓄水运用期的 38.0 m 水位是现状最低通航水位，156 m 蓄水运用期的 38.5 m 水位是船队载量增大所需水位，175 m 蓄水运用期的 39.0 m 水位是葛洲坝工程下游设计的最低通航水位。

根据设计部门提供的三峡水库运用 20 年的流量过程线及数模计算的宜昌站水位过程，统计了三峡水库蓄水运用阶段宜昌水位低于上述标准的天数。结果为：135 m 运用期，有 59 天水位低于 38.0 m；156 m 运用期，有 80 天水位低于 38.5 m；175 m 运用期，每年有 2~4 个月水位低于 39.0 m。后两者都未考虑三峡水库日调节的影响。因此，三峡水库蓄水运用后因坝下冲刷、水位降低所引起的碍航问题不仅在 135 m 运用期很严重，在 156 m、175 m 运用期也很突出。

## 5 结论与建议

三峡工程初期运用后 10 年, 即至 2012 年, 宜昌站至磨盘溪河段的冲刷量约  $1\ 200 \times 10^4\ \text{m}^3$ 。三峡工程施工期间, 135 m 蓄水运用至 2005 年, 最低通航流量  $3\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$  时, 宜昌水位比葛洲坝枢纽设计值下降了  $1.2 \sim 1.3\ \text{m}$ ; 运用后第 5 年, 即至 2007 年, 相应该流量时宜昌水位比葛洲坝枢纽设计值下降了  $1.4 \sim 1.5\ \text{m}$ 。三峡工程 156 m 蓄水运用期, 水库运用后第 7 年, 即至 2009 年, 流量为  $3\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$  时, 宜昌水位比葛洲坝枢纽设计值下降了  $1.5 \sim 1.7\ \text{m}$ 。三峡工程蓄水运用后因坝下冲刷、水位降落所引起的碍航问题不仅在 135 m 运用期很严重, 在 156 m、175 m 运用期也很突出。

通过数学模型计算、物理模型试验及船模试验<sup>[2,5,6]</sup>, 对采用潜坝群壅高枯水位的作用有了明确的认识, 即在胭脂坝枯水深槽段修建潜坝群工程能抑制工程区以上河段的冲刷下切从而减少水位降落。相对工程前而言枯水水位可少降  $0.4 \sim 0.5\ \text{m}$ 。这一措施不仅能在 135 m 蓄水期起到很好的作用, 在冲刷下切不太严重的情况下, 可望使宜昌水位接近  $38.0\ \text{m}$ ; 就是在 156 m 和 175 m 运行期也能缓解航运发展与水库调节能力之间的矛盾, 有利于在保证通航条件的前提下增加发电效益; 同时, 对改善大江船闸下游航道的水流条件也是有益的。对于

潜坝的具体布置、断面形态、坝根保护和护底范围、实施步骤, 及其对船舶通航和宜昌港的影响及相关改进措施等问题, 建议在动床模型试验中作深入论证研究。

**致谢:** 曾得到梁应辰院士、张仁教授、刘建民研究员及府仁寿教授的指导, 承河海大学陈国祥教授审阅, 特此致谢。

### 参考文献

- [1] 李云中. 葛洲坝枢纽下游水位及推移质变化分析 [R]. 长江水利委员会三峡水文水资源勘测局, 2000
- [2] 陆永军, 陈稚聪, 赵连白, 等. 葛洲坝枢纽下游水位变化对船闸与航道影响及对策研究 [R]. 交通部天津水运工程科学研究所, 清华大学水电工程系, 长江科学院, 2000
- [3] 杨美卿. 葛洲坝枢纽下游河段一维泥沙数学模型研究 [R]. 清华大学水电工程系, 2000
- [4] 陆永军. 葛洲坝枢纽船闸航道通航水深问题解决措施的二维泥沙数学模型研究 [R]. 交通部天津水运工程科学研究所, 2000
- [5] 陈稚聪, 邵学军. 葛洲坝枢纽至虎牙滩河段 (1/300, 1/150) 模型试验研究报告 [R]. 清华大学水电工程系, 2000
- [6] 赵连白, 陆永军. 葛洲坝枢纽至虎牙滩河段 (1/200, 1/80) 模型试验研究报告 [R]. 交通部天津水运工程科学研究所, 2000

## Impact of the Three Gorges Project on the Water Level and Navigation Channel in the Near-dam Reach Downstream The Gezhouba Project

Lu Yongjun<sup>1</sup>, Chen Zhicong<sup>2</sup>, Zhao lianbai<sup>3</sup>, Shao Xuejun<sup>2</sup>, Yang Meiqing<sup>2</sup>, Li Yunzhong<sup>4</sup>

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Tianjin Institute of Water

Transport Engineering, Ministry of Communications, Tianjin 300456, China;

4. Hydrology and Water Resources Exploration Survey of the  
Three Gorges, Yichang, Hubei 443001, China)

**[Abstract]** The river channel change, the bed load and bed material armoring, and the water level lowering after the operation of the Gezhouba project are analyzed based on the topographic and hydrologic data. The water level lowering and its impact on navigation in the period of construction and initial stage operation of the Three Gorges project are predicted by use of the results of mathematical and physical model.

**[Key words]** Gezhouba project; Three Gorges project; erosion; water level lowering; navigation lock and navigation channel; mathematical model; physical model