

DOI:10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.02.003

向锋,施勇,金秋,等.洞庭湖枢纽调度方案比对分析[J].水利水运工程学报,2018(2):19-25.(XIANG Feng, SHI Yong, JIN Qiu, et al. Comparison and analysis of operation schemes for Dongting Lake hydroproject[J]. Hydro-Science and Engineering, 2018(2):19-25. (in Chinese))

洞庭湖枢纽调度方案比对分析

向锋¹,施勇²,金秋^{2,3},栾震宇²,张庆梓⁴

(1.长江勘测规划设计研究院,湖北武汉 430010;2.南京水利科学研究院,江苏南京 210029;3.河海大学水利水电学院,江苏南京 210098;4.河海大学水文水资源学院,江苏南京 210098)

摘要:城陵矶综合枢纽的运行初步拟定了5个比选调度方案。针对这5个方案,依托长江中下游一二维水沙模型,建立洞庭湖四口河系四水尾间河网水沙数值模型,对城陵矶建闸及其调度后的影响开展研究。计算结果表明,城陵矶建闸运行后,洞庭湖全湖区域泥沙淤积量随着闸上运用水位的升高而增加,七里山闸下河段泥沙淤积量减少甚至略有冲刷;城陵矶闸上洪峰水位升高0.03~0.05 m,洪峰流量减少142~330 m³/s,汉口站的洪峰水位变化不大,洪峰流量减少93~141 m³/s;如采用优选调度方案3,则洞庭湖24垸分洪量增加0.10亿m³,洪湖分洪区分洪量减少1.40亿m³,武汉附近区和鄱阳湖附近区分洪量分别减少0.94和0.75亿m³。

关键词:冲淤变化;超额洪量;水沙模型;城陵矶综合枢纽

中图分类号:TV6;P338

文献标志码:A

文章编号:1009-640X(2018)02-0019-07

洞庭湖出口城陵矶站多年平均(三峡工程运行前)径流量为2 573亿m³,约占螺山站多年平均径流量(6 451亿m³)的39.88%^[1]。从时间分布来看,2—6月由于洞庭湖区来水相对较大,城陵矶站的径流量占同期螺山站径流量的43.79%~54.09%,是螺山站径流量的主要来源之一,其中径流量最大出现在4月,占长江干流径流量的54.09%;9—12月洞庭湖区汛期结束,洞庭湖区汇入长江的水量也相应减少,径流同期比例小于35%,其中10月份的径流量最小,只占长江干流的31.37%^[2]。

近年来,河道、湖泊的综合治理已经日渐凸显其重要性。目前国内外典型河湖建闸目标各有不同,通常包括航运、防洪、发电、灌溉、生态保护等各种功能^[3]。三峡水库汛后蓄水,长江干流水位下降,洞庭湖出湖水量增加,影响洞庭湖汛后蓄水量,从而使得洞庭湖水位下降、湿地环境发生变化。受流域降雨量偏枯以及三峡水库蓄水运行等综合影响,洞庭湖季节性干旱等问题日益突出。因此湖南和湖北省政府提出了建设城陵矶综合枢纽工程^[4]。

1 城陵矶综合枢纽初步调度方案

城陵矶综合枢纽实施后,在每年9月上中旬长江水位比较高的情况下,通过调节闸门开度控制出流,使湖区水位维持在三峡工程运行前多年平均水位;在三峡水库开始蓄水后的9、10月份逐步降低湖区水位,避免三峡水库枯水期对洞庭湖水量的影响,对枯水期下游补水预留一定水量。根据洞庭湖枢纽相关规划,初步拟定了城陵矶综合枢纽5个比选调度方案。从泥沙冲淤和防洪安全的角度,对比分析影响最小的最优调度方案。

方案1:9月11日至10月31日,闸上水位按闸址天然水位节律消落至26.0 m;在消落过程中若外江水

收稿日期:2017-07-25

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFC0405303);水利部公益性行业科研专项(201301080,201401046)

作者简介:向锋(1963—),男,陕西城固人,高级工程师,主要从事水利规划设计工作。E-mail:xiangf_007@163.com

通信作者:金秋(E-mail:qjin@nhri.cn)

位达到闸上水位,则闸门全开;至11月底,闸上水位消落至24.5 m;12月底,闸上水位消落至23.5 m;1月1日至3月上中旬,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在23.0~23.5 m之间波动,在此期间,若外江水位达到23.5 m,则闸门全开;4月上中旬若外江水位达到枯季枢纽控制水位,闸门全部敞开,直至8月31日,江湖连通。

方案2:9月11日至10月31日,闸上水位按闸址天然水位节律消落至26.0 m;在消落过程中若外江水位达到闸上水位,则闸门全开;至11月底,闸上水位消落至25.0 m;12月底,闸上水位消落至24.5 m;1月1日至3月底,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在24.0~24.5 m之间波动,在此期间,若外江水位达到24.5 m,则闸门全开;4月初若外江水位达到枯季枢纽控制水位,闸门全部敞开,直至8月31日,江湖连通。

方案3:9月11日至10月31日,闸上水位按闸址天然水位节律消落至26.0 m;在消落过程中若外江水位达到闸上水位,则闸门全开;至11月底,闸上水位消落至25.5 m;12月底,闸上水位消落至25.0 m;1月1日至4月上中旬,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在25.0~25.5 m之间波动,在此期间,若外江水位达到25.5 m,则闸门全开;4月上中旬若外江水位达到枯季枢纽控制水位,闸门全部敞开,直至8月31日,江湖连通。

方案4:9月1日至9月10日,当闸上水位高于29.5 m时,泄水闸门全开;当闸上水位降到29.5 m时,减少闸门开启孔数;9月11日至10月31日,闸上水位按闸址天然水位节律消落至26.5 m;在消落过程中若外江水位达到闸上水位,则闸门全开;11月1日至12月31日,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在26.0~26.5 m之间波动,在此期间,若外江水位达到26.5 m,则闸门全开。1月1日至2月底,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在26.0~26.5 m之间波动。3月1日至3月底,闸上水位逐步消落至25.0 m。在此期间,若外江水位达到25.0 m,则闸门全开。4月上中旬若外江水位达到枯季枢纽控制水位,闸门全部敞开,直至8月31日,江湖连通。

方案5:9月1日至9月10日,当闸上水位高于29.5 m时,泄水闸门全开;当闸上水位降到29.5 m时,减少闸门开启孔数,9月11日至10月10日,闸上水位按闸址天然水位节律消落至27.5 m;若外江水位达到27.5 m,则闸门全开。10月10日至12月31日,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在27.0~27.5 m之间波动,在此期间,若外江水位达到27.5 m,则闸门全开。1月1日至2月底,根据最小通航、生态流量等需求控制枢纽下泄流量,闸上水位在27.0~27.5 m之间波动。3月1日至3月底,闸上水位逐步消落至26.0 m。在此期间,若外江水位达到26.0 m,则闸门全开。4月上中旬若外江水位达到枯季枢纽控制水位,闸门全部敞开,直至8月31日,江湖连通。

2 城陵矶建闸方案计算分析

城陵矶建闸后将可能对长江中游地区的江湖关系产生影响,江湖关系涉及荆江三口分流、四口河系及四水尾闾河网区洪水演进、江河湖泊泥沙淤积。城汉河段是冲积性河道,根据已有文献资料^[5-9],结合长江中游江湖水沙运动的特点及规律,在长江中下游水沙模型基础上,建立了一个能适应江湖分合、河网交错、分蓄滞泄、相互制约、堤垸溃决、吐纳交替等复杂水流条件和闸门调度要求的一二维汇合非恒定流水沙模型^[10-13],重点针对城陵矶建闸及其调度后的影响开展深入研究。

长江中游水沙模型算法的基本方程式为:(1)水流运动方程式;(2)水流连续方程式;(3)泥沙连续方程式。其算法为二维有限控制体积高性能水沙算法。

依托长江中下游水沙模型,建立洞庭湖四口河系四水尾闾河网水沙数值模型。研究三峡水库蓄水运行后四口河系四水尾闾河网水沙输移、河道蓄泄关系和河势演变趋势。在此基础上,考虑城陵矶建闸对四口河系四水尾闾河网河道冲淤变化影响,综合原型观测、资料分析、数值模拟等方法,分析计算三峡工程及城陵矶建闸运行后,四口河系四水尾闾河网的泄流能力、泄流量变化,枯季、汛期及其全年的水位、流量等变化。

城陵矶闸设置于网格单元边上,网格单元边长按照闸门宽度设置,利用堰流公式计算单元之间的水流通

量,衔接闸上闸下网格单元。

对闸坝所在河段网格进行加密处理,闸坝河段的网格边长按照闸门宽度设置,按照闸坝出流计算式计算闸门水流通量,再将水流通量乘以闸门处的含沙量得到水沙通量,具体闸门过流量计算式如下:

闸坝自由出流:

$$Q = \mu_1 e B \sqrt{2gH_0} \quad (1)$$

式中: μ_1 为实用堰上闸孔的流量系数。

$$\mu_1 = 0.65 - 0.186 \frac{e}{h} + \left(0.25 - 0.375 \frac{e}{H} \right) \cos\theta \quad (2)$$

式(1)适用于 $\frac{e}{H} = 0.05 \sim 0.75$, $\theta = 0^\circ \sim 90^\circ$, 以及平面闸门位于堰顶最高点的情况。

闸坝淹没出流:

$$Q = \mu_1 e B \sqrt{2g(H_0 - h_s)} \quad (3)$$

式中: μ_1 为实用堰上闸孔自由出流的流量系数; h_1 为下游单元水位超过堰顶的高度; B 为闸门宽度; H 为闸上水位; e 为开度; h_s 为闸下水位; H_0 为闸上水头。

2.1 实施建闸方案后长江干流河段冲淤变化

在长江干流 2006 年、四口河系 2003 年实测河道地形基础上,采用经三峡水库调蓄后的 90 系列水沙过程作为长江中下游水沙模型输入条件,其他采用各河流尾闾水文站的实测水沙过程作为模型边界。

三峡水库运行 10, 20 和 30 年,按照建闸与不建闸两类 5 个方案计算,河道泥沙冲淤变化结果表明:(见表 1)(1)长江干流荆江河段泥沙冲淤变化不大;(2)洞庭湖全湖区域泥沙淤积量随着闸上运用水位升高而增加;(3)闸前泥沙淤积量,随着闸前控制水位的抬高,湖泊流速降低,湖泊泥沙进入闸前的量减少,使得泥沙淤积量有所减少;由于湖泊泥沙淤积量增加使得城陵矶闸下河段泥沙淤积量减少甚至略有冲刷。洞庭湖及七里山区域冲淤变化计算结果见表 1。

表 1 建闸 10, 20 和 30 年后洞庭湖及七里山区域冲淤变化比较

Tab. 1 Comparison of erosion-deposition variation in Dongting Lake and Qilishan area 10, 20, 30 years after construction of sluice

河段	冲淤量/(万 m ³)					
	不建闸 方案	建闸 方案 1	建闸 方案 2	建闸 方案 3	建闸 方案 4	建闸 方案 5
城陵矶闸上	19.35/38.69/56.44	17.10/33.98/49.63	16.62/32.50/47.51	15.72/30.78/44.80	15.45/30.24/44.21	15.47/30.14/44.00
城陵矶闸下	128.41/213.30/ 264.80	118.57/207.86/ 266.66	110.05/190.78/ 246.31	25.88/19.39/ -3.39	-13.77/-57.26/ -105.75	-45.35/-109.72/ -199.49
目平湖	227/442/646	227/443/646	227/442/646	227/443/648	226/443/649	227/443/647
南洞庭湖	297/579/845	301/582/851	301/585/855	303/589/860	304/593/865	309/601/875
东洞庭湖	275/536/776	277/537/780	282/546/791	290/562/812	295/570/825	302/581/839
全湖	799/1 557/2 267	804/1 562/2 277	810/1 574/2 292	821/1 595/2 320	825/1 606/2 339	837/1 626/2 361

注:表格中的 3 个数值依次为建闸 10, 20 和 30 年对应的值。

上述计算成果是根据规划的上游水库建设进程、理想的上游水库与三峡水库联合调度方式、中下游河湖冲淤的远期预测成果以及中下游按理想的分洪效果调度运用等条件而计算得出的。远期长江中下游的实际超额洪量应视届时上游水库建设情况、实际联合调度情况、实测的中下游实际的河湖冲淤情况等进行分析计算。

2.2 建闸方案实施后四口河系、四水尾闾及湖泊水位流量变化

利用所建水沙模型,在城陵矶建闸运行现状(2006 年地形),10, 20 和 30 年地形上,采用经过三峡水库调度后的 1954, 1996, 1998 年典型洪水,进行洪水演进计算。

分洪后现状地形条件下城陵矶、汉口洪峰水位、流量值及其变化计算结果见表 2。可见,城陵矶建闸运行后,由于闸墩的阻水效应,闸上洪峰水位略有升高(升高 0.03~0.05 m),洪峰流量减少 142~330 m³/s;由于汉口站为分洪控制水位站,控制水位 29.50 m,其水位变化不大,流量减少 93~141 m³/s。

表 2 现状地形条件下各方案遭遇 1954,1996,1998 年型洪水各站洪峰水位和流量比较

Tab. 2 Comparison between variations in peak stage and peak discharge of each scheme under current terrain conditions encountering 1954, 1996, 1998 floods

年份	站名	水位及差值/m					流量及差值/(m ³ ·s ⁻¹)						
		不建闸方案	建闸方案 1	建闸方案 2	建闸方案 3	建闸方案 4	建闸方案 5	不建闸方案	建闸方案 1	建闸方案 2	建闸方案 3	建闸方案 4	建闸方案 5
1954	汉口	29.46	29.44/ -0.02	29.45/ -0.01	29.45/ -0.01	29.45/ -0.01	29.45/ -0.01	68 863	68 737/ -126	68 739/ -124	68 737/ -126	68 750/ -113	68 753/ -110
	城陵矶	35.08	35.12/ 0.04	35.12/ 0.04	35.12/ 0.04	35.12/ 0.04	35.12/ 0.04	40 815	40 487/ -328	40 494/ -321	40 499/ -316	40 505/ -310	40 506/ -309
1996	汉口	28.25	28.23/ -0.02	28.23/ -0.02	28.23/ -0.02	28.23/ -0.02	28.23/ -0.02	63 430	63 320/ -110	63 325/ -105	63 334/ -96	63 337/ -93	63 335/ -95
	城陵矶	34.70	34.75/ 0.05	34.75/ 0.05	34.74/ 0.04	34.74/ 0.04	34.73/ 0.03	33 490	33 302/ -188	33 310/ -180	33 324/ -166	33 328/ -162	33 348/ -142
1998	汉口	29.22	29.20/ -0.02	29.20/ -0.02	29.20/ -0.02	29.20/ -0.02	29.20/ -0.02	66 122	65 981/ -141	65 987/ -135	66 006/ -116	66 009/ -113	66 028/ -94
	城陵矶	35.29	35.33/ 0.04	35.33/ 0.04	35.33/ 0.04	35.33/ 0.04	35.32/ 0.03	35 310	34 980/ -330	34 989/ -321	35 013/ -297	35 028/ -282	35 050/ -260

2.3 水动力学计算超额洪量

淤积会影响闸坝的行洪能力,而冲刷容易引起闸基不稳。从表 1 可以看出,方案 3 城陵矶闸下淤积最少,且其闸控水位与三峡工程建成前枯水期多年平均实际水位较接近。

超过城陵矶河段安全泄量的水量称为超额洪量,将溃口分洪流量计算模式嵌入河网方程,采用隐式耦合方式,形成河网洪水演进分洪方程组进行洪水河道演进和溃口分洪计算^[14]。

在城陵矶建闸运行现状(2006 年地形),10,20 和 30 年地形条件下,采用 1954 年典型洪水经三峡水库调蓄后的泄流排沙条件,利用所建水沙模型,按照长江中下游洪水调度规则,分析计算不建闸和建闸方案 3 条件下长江中游各主要水文站的水位和各分洪区段的分洪量变化,由于各个建闸方案汛期调度规则一致,选用方案 3 进行分洪量对比分析。其中,长江中下游按沙市 45.0 m,城陵矶 34.4 m,汉口 29.5 m 和湖口 22.5 m 控制水位,分洪量计算结果见表 3。

从表 3 可见,在现状地形条件下,考虑三峡水库调蓄,1954 年典型洪水城陵矶附近分洪量为 301 亿 m³,建闸后由于闸的阻水效应湖泊水位有所增高,导致洞庭湖 24 垸分洪量略有增加(增加 0.10 亿 m³),但由于干流水位有所降低,使得洪湖分洪区分洪量减少了 1.40 亿 m³,武汉附近区和鄱阳湖附近区分洪量分别减少了 0.94 亿和 0.75 亿 m³。统计城陵矶附近区的分洪量减少 1.30 亿 m³。在运行 10 年条件下,建闸后洞庭湖 24 垸分洪量增加 0.21 亿 m³,洪湖分洪区分洪量减少 1.05 亿 m³,使得城陵矶附近区分洪量减少 0.84 亿 m³,武汉附近区和鄱阳湖附近区分洪量分别减少 0.74 亿 m³和 0.42 亿 m³。在运行 20 年条件下,建闸后洞庭湖 24 垸分洪量增加 0.80 亿 m³,洪湖分洪区分洪量减少 1.41 亿 m³,使得城陵矶附近区分洪量减少 0.88 亿 m³,武汉附近区分洪量减少 0.53 亿 m³,鄱阳湖附近区分洪量增加 0.14 亿 m³。在运行 30 年条件下,建闸后洞庭湖 24 垸分洪量增加 0.98 亿 m³,洪湖分洪区分洪量减少 0.76 亿 m³,武汉附近区分洪量减少 0.34 亿 m³,鄱阳湖附近区分洪量增加 0.07 亿 m³。同时,由表 3 可见,随着三峡水库运行历时增加,坝下河道的冲刷发展,干流水位进一步降低,长江中下游各区的分洪量都进一步减少。

值得注意的是:随着三峡水库和闸门运行时间延长,建闸方案洞庭湖24垸分洪量相比不建闸方案洞庭湖24垸分洪量随着运行年份有所增加。分析原因为:现状地形条件下,不建闸情形下城陵矶附近的洞庭湖蓄洪垸已蓄满,建闸后洞庭湖水位有所升高,城陵矶闸上水位升高0.04 m,随着三峡水库和闸门运用时间延长,长江中游超额洪量减少,不建闸情形下洞庭湖区附近城西垸、义合垸、民主垸等蓄洪垸蓄不满,使得城陵矶建闸引起的湖泊水位升高增加超额洪量能够蓄于洞庭湖附近蓄洪垸,相应城陵矶闸上水位升高值有所下降,即升高为0.01~0.02 m。

表3 1954年洪水三峡水库调度后中下游超额洪量

Tab.3 Excess flood volumes of middle and lower reaches after operation of Three Gorges reservoir in 1954 flood (亿 m^3)

方案	荆江分洪区	城陵矶附近区		武汉附近区	鄱阳湖附近区	总计
		洞庭湖24垸	洪湖分洪区			
现状不建闸	0	151.42	150.05	32.25	47.48	381.20
现状建闸	0	151.52	148.65	31.31	46.74	378.21
10年不建闸	0	146.92	136.40	31.23	44.82	359.37
10年建闸	0	147.13	135.35	30.49	44.40	357.37
20年不建闸	0	139.04	112.20	31.83	41.58	324.65
20年建闸	0	139.84	111.33	31.30	41.44	323.92
30年不建闸	0	128.67	95.04	31.14	39.78	294.63
30年建闸	0	129.65	94.28	30.79	39.85	294.58

3 结 语

(1) 城陵矶建闸后,采用不同枯季控制水位,建闸10年、20年、30年,各建闸方案与不建闸方案相比,长江干流荆江河段泥沙冲淤变化不大;洞庭湖全湖区域泥沙淤积量随着各建闸方案闸上运行水位升高而增加;城陵矶闸下河段泥沙淤积量减少,甚至略有冲刷。

(2) 城陵矶建闸运行后,由于闸墩的阻水效应,城陵矶闸上洪峰水位略有升高(升高0.03~0.05 m),洪峰流量减少142~330 m^3/s 。汉口站水位变化不大,流量减少93~141 m^3/s 。

(3) 优选调度方案3后,采用1954年典型洪水经三峡水库调蓄后的泄流排沙过程,分析计算建闸方案3条件下对长江中下游各分洪区段的分洪量的影响,其中,长江中下游按照沙市45.0 m、城陵矶34.4 m、汉口29.5 m和湖口22.5 m控制水位。根据计算结果,1954年典型洪水城陵矶附近区分洪量为301亿 m^3 ,建闸后由于闸的阻水效应湖泊水位有所增高,导致洞庭湖24垸分洪量略有增加,增加0.10亿 m^3 ,但由于干流水位有所降低,使得洪湖分洪区分洪量减少1.40亿 m^3 ,武汉附近区和鄱阳湖附近区分洪量分别减少0.94和0.75亿 m^3 。

(4) 从泥沙冲淤和防洪安全的角度,对比分析得出方案3为影响最小的最优调度方案。今后应进一步论证该建闸方案对水资源与生态环境等方面的影响。

参 考 文 献:

- [1] 水利部长江水利委员会. 长江流域防洪规划图集[R]. 武汉:水利部长江水利委员会, 2008. (Changjiang Water Resources Commission of the Ministry of Water Resources. The atlas of the flood control planning of the Yangtze River basin[R]. Wuhan: Changjiang Water Resources Commission of the Ministry of Water Resources, 2008. (in Chinese))
- [2] 卢承志. 洞庭湖水利规划文集[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 2009: 261-265. (LU Chengzhi. Dongting Lake water conservancy and programming corpus[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2009: 261-265. (in Chinese))
- [3] 吴瑶, 贾磊, 段明. 从国内外湖泊建闸现状浅谈鄱阳湖水利枢纽建设[J]. 江西水利科技, 2013, 39(3): 169-172. (WU Yao, JIA Lei, DUAN Ming. The discussion on the construction Poyang Lake hydraulic project from current situation of lake sluice

- construction at home and abroad[J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology, 2013, 39(3): 169-172. (in Chinese))
- [4] 田泽斌, 王丽婧, 郑丙辉, 等. 城陵矶综合枢纽工程建设对洞庭湖水动力影响模拟研究[J]. 环境科学学报, 2016, 36(5): 1883-1890. (TIAN Zebin, WANG Lijing, ZHENG Binghui, et al. Impact simulation of the Chenglingji hydraulic project on hydrodynamics of Dongting Lake[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2016, 36(5): 1883-1890. (in Chinese))
- [5] 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, 87. (LU Jinyou, HUANG Yue, GONG Ping. Scouring and silting variation in middle and lower channel of the Yangtze River after TGP operation [J]. Yangtze River, 2006, 37(9): 55-57, 87. (in Chinese))
- [6] 徐贵, 黄云仙, 黎昔春, 等. 城陵矶洪水水位抬高原因分析[J]. 水利学报, 2004(8): 33-37, 45. (XU Gui, HUANG Yunxian, LI Xichun, et al. Analysis of the causes of water level rising at Chenglingji hydrological station of Changjiang River[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004(8): 33-37, 45. (in Chinese))
- [7] 李义天, 孙昭华, 邓金运. 论三峡水库下游的河床冲淤变化[J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(3): 283-295. (LI Yitian, SUN Zhaohua, DENG Jinyun. A study on riverbed erosion downstream from the Three Gorges Reservoir[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2003, 11(3): 283-295. (in Chinese))
- [8] 梅军亚, 毛北平. 三峡工程蓄水前后城陵矶至武汉河段水沙输移特性分析[J]. 应用基础与工程科学学报, 2007, 15(4): 473-482. (MEI Junya, MAO Beiping. A study on characteristics of water-sediment transport in Chenglingji-Wuhan reach of the middle Changjiang River before and after the Three Gorges Reservoir impoundment[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2007, 15(4): 473-482. (in Chinese))
- [9] 刘东生, 熊明, 张景泰. 长江城陵矶-汉口河段的冲淤变化及影响分析[J]. 水利水电快报, 1999, 20(18): 24-27. (LIU Dongsheng, XIONG Ming, ZHANG Jingtai. Analysis of the erosion and deposition and its influence along Chenglingji-Hankou reach of Yangtze River[J]. Water Resources and Hydropower Express, 1999, 20(18): 24-27. (in Chinese))
- [10] 施勇, 胡四一. 无结构网格上平面二维水沙模拟的有限体积法[J]. 水科学进展, 2002, 13(4): 409-415. (SHI Yong, HU Siyi. A finite volume method for numerical modeling of 2-D flow and sediment movements on unstructured grids [J]. Advances in Water Science, 2002, 13(4): 409-415. (in Chinese))
- [11] 施勇, 胡四一. 感潮河网区水沙运动的数值模拟[J]. 水科学进展, 2001, 12(4): 431-438. (SHI Yong, HU Siyi. Numerical modeling of flow and sediment transports in tidal river networks [J]. Advances in Water Science, 2001, 12(4): 431-438. (in Chinese))
- [12] 施勇, 栾震宇, 陈炼钢, 等. 长江中下游江湖关系演变趋势数值模拟[J]. 水科学进展, 2010, 21(6): 832-839. (SHI Yong, LUAN Zhenyu, CHEN Liangang, et al. Numerical study of the evolution trend in the river-lake relationship in the middle and lower reaches of the Yangtze River [J]. Advances in Water Science, 2010, 21(6): 832-839. (in Chinese))
- [13] 施勇, 栾震宇, 胡四一. 长江中下游水沙数值模拟研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(6): 840-848. (SHI Yong, LUAN Zhenyu, HU Siyi. Numerical modeling of flow-sediment transport in the middle-lower reach of the Yangtze River [J]. Advances in Water Science, 2005, 16(6): 840-848. (in Chinese))
- [14] 施勇, 栾震宇, 陈炼钢, 等. 长江中下游江湖蓄泄关系实时评估数值模拟[J]. 水科学进展, 2010, 21(6): 840-846. (SHI Yong, LUAN Zhenyu, CHEN Liangang, et al. Numerical study on the real-time evaluation of the storage-discharge relationship in the middle and lower reaches of the Yangtze River [J]. Advances in Water Science, 2010, 21(6): 840-846. (in Chinese))

Comparison and analysis of operation schemes for Dongting Lake hydroproject

XIANG Feng¹, SHI Yong², JIN Qiu^{2, 3}, LUAN Zhenyu², ZHANG Qingzi⁴

(1. *Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430010, China*; 2. *Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China*; 3. *College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China*; 4. *College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

Abstract: Five operation schemes for comparison and selection were drawn up for the Chenglingji comprehensive hydroproject in this study. Based on the one and two-dimensional model for water-sediment in the middle and lower reaches of the Yangtze River, the water-sediment numerical model for the four inlets and four lower reaches of the Dongting Lake is established to study the influences of construction and operation of the Chenglingji sluice. The calculation and analysis results show that when the Chenlingji sluice is finished, the sedimentation of Dongling Lake is increasing with the increase of the water level, but the sedimentation in the Qilishan sluice downstream reaches is reducing and even scouring. The flood peak level of the Chenglingji sluice is rised by 0.03–0.05 m and the peak discharge is reduced by 142–330 m³/s. The flood peak level of the Hankou sluice has little change while the peak discharge is reduced by 93–141 m³/s. The operation scheme NO. 3 as an option is finally selected for calculation. The calculation results show that 24 flood diversion areas of the Dongting Lake has increased by 0.1 million m³, the flood diversion discharge in the Honghu Lake is reduced by 140 million m³, and the flood diversion discharge in the vicinity of Wuhan and Poyang Lake are reduced by 0.94 billion m³ and 50.5 million m³ respectively.

Key words: erosion-deposition variation; excess flood volume; water-sediment model; Chenglingji comprehensive hydroproject