

三峡电站日调节对下游宜昌站水位的影响

高亚军, 李国斌, 陆永军

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要: 分析了三峡电站蓄水前后下游宜昌站水位变化过程, 自然状态下枯水期日流量及水位均较为稳定, 水位变幅很小. 三峡建库后, 改变了下游河段的来水来沙过程, 日内水位变化频繁, 日最低水位更低, 低水位时间延长, 影响航运、防洪、灌溉及滩地利用等. 三峡工程蓄水发电后, 葛洲坝下游河道将不可避免地再次出现冲刷下切, 枯水期宜昌水位会进一步下降, 日调节下低水位时间明显增多. 当三峡库水位进一步抬高后, 宜昌站日内水位变幅将进一步增大, 日调节将更加明显.

关 键 词: 三峡电站; 日调节; 宜昌站水位

中图分类号: TV147.5

文献标识码: A

文章编号: 1009-640X(2009)02-0050-05

葛洲坝枢纽自 1981 年蓄水运行以来, 由于清水下泄和其他多种原因使得河床刷深, 同流量的宜昌水位下降, 枯水期尤为显著. 流量为 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时, 宜昌枯水位比葛洲坝枢纽设计水位降低了 1.10 m , 使枯水通航流量 $3\,200\text{ m}^3/\text{s}$ (宜昌设计最低通航水位为 39.0 m) 时三江引航道水深不足 3 m , 不仅三江航道面临断航的威胁, 而且大江下游航道的通航水流条件也将进一步恶化, 影响通航^[1,2].

三峡工程 2003 年蓄水发电后, 葛洲坝下游河道将不可避免地再次出现冲刷下切, 枯水期宜昌水位会进一步下降, 2002~2006 年宜昌站水位又降低了 0.18 m (相应流量 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$). 葛洲坝三江引航道和大江下游航道水深进一步减小, 在日调节下水位将更低, 出现不连续的断航时间将更多, 应引起航运调度部门的重视. 根据文献[3]计算分析, 在三峡水库 135 m 蓄水运用期, 宜昌水位最低可能达到 $37.68\sim 37.18\text{ m}$ (相应宜昌流量为 $3\,000\sim 3\,500\text{ m}^3/\text{s}$). 三峡水库按 156 m 蓄水运用时, 要使枯水期宜昌水位保持在 38.5 m , 相应宜昌流量应大于 $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$; 按 175 m 蓄水运用时, 要使枯水期宜昌水位恢复到葛洲坝枢纽的设计通航水位 (39.0 m ^[4]), 宜昌流量必须大于 $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$. 因此, 需采取相应的措施, 如优化葛洲坝反调节方式等, 改善两坝间和葛洲坝下游的通航条件^[5,6].

1 三峡电站蓄水前后宜昌站水位变化

三峡水库蓄水前后宜昌站 2002~2006 年枯水期水位~流量关系见表 1. 可见, 同流量下宜昌水位有所下降, 如需保持相同的水位, 则需加大流量.

从宜昌站大断面地形变化来看 (见图 1), 三峡工程 2003~2006 年 135 m 运行阶段, 河床冲淤变化较小, 河床相对较稳定, 宜昌站水位流量关系基本一致, 同流量下水位变化较小, 2006 年汛后同流量下水位下降较多, 这可能与三峡蓄水至 156 m 运行有关. 三峡工程低水位运行, 对下游河床冲淤变化影响并不明显. 以葛洲坝水库蓄水前 1980 年为基础, 到 2003 年初, 近坝河段水面线下降情况 (相应流量 $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$) 为: 李家河下降 1.00 m 、庙咀 0.97 m 、宜昌 0.97 m 、宝塔河 1.03 m 、艾家镇 0.95 m 、磨盘溪 0.85 m 、云池 0.84 m ^[7]. 引起坝下水位下降的主要原因是河段内建筑骨料开采和河床冲刷, 加之日调节, 水位更低, 航道碍航更加严重^[8].

收稿日期: 2008-08-10

作者简介: 高亚军 (1964-), 男, 浙江宁海人, 高级工程师, 主要从事河流动力学及泥沙运动的研究. E-mail: yjgao@nhri.cn

表1 2002~2006年宜昌站同流量下水位和同水位下流量变化

Tab.1 Variation in discharge at the Yichang station under the same water level and in water level under the same discharge

年 份	不同流量下水位/ m		不同水位下流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)		
	3 200 m^3/s	4 000 m^3/s	38.0 m	38.5 m	39.0 m
2002 年	38.08	38.53	2 970	3 930	4 880
2003 年	37.91	38.42	3 350	4 110	4 900
2004 年	37.92	38.43	3 350	4 130	4 920
2005 年		38.39		4 150	4 980
2006 年汛前		38.35		4 230	5 030
2006 年汛后				4 310	5 200

至2003年初三峡工程蓄水前,枯水通航流量3 200 m^3/s 时,宜昌站水位比设计水位下降了1.09 m,宜昌站水位达到38.0 m,相应流量需大于3 350 m^3/s .三峡水库蓄水后135 m运行,宜昌站河床相对稳定,水位变化不大,宜昌站水位基本保持在38.0 m以上,对引航道通航影响不大.156 m运行阶段,宜昌站水位达到38.5 m,相应流量需大于4 230 m^3/s ;175 m运行阶段,宜昌站水位达到39.0 m,相应流量需大于5 030 m^3/s .按156 m、175 m运行后,宜昌站水位可能进一步下降,需要下泄的流量更大.

三峡水库蓄水前后宜昌站水位变化过程见图2.据相关资料分析^[8],1972~1981年葛洲坝水库蓄水前,葛洲坝至虎牙滩河段开采大量骨料,此河段冲刷量远小于开采量,说明此期间河床下切主要是砂石料开采造成的.1980年6月至1986年11月,此期间冲刷量大于开采量,河床冲刷因水库拦截上游大量粗沙,坝下游河段水流输沙能力富裕而造成,骨料开采则加速了河床的冲刷.1987年后,近坝河段骨料开采量很小.

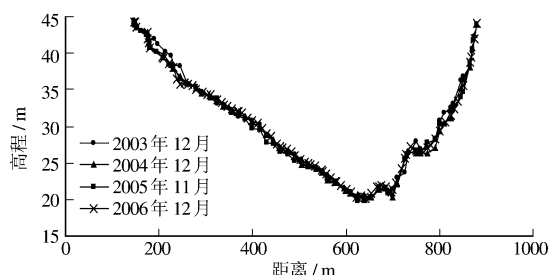


图1 135 m运行阶段宜昌站大断面(85国家高程)

Fig.1 Topography change at the Yichang station (135 m)

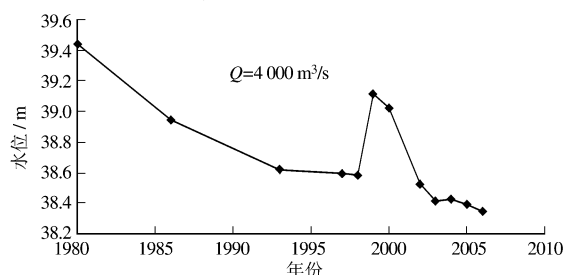


图2 三峡水库蓄水前后宜昌站水位

Fig.2 Variation at water level at the Yichang station

1998年长江大洪水对葛洲坝库区、坝区和坝下游冲淤影响很大,库区发生强烈冲刷,坝下近坝河段发生强烈淤积,尤其是宜昌站下游胭脂坝河段淤积量较大,抬高了宜昌站水位.2000年9月至2002年9月,近坝河段出现大量冲刷,基本冲走了1998年的全部淤积量;从沿程冲淤状态看,胭脂坝以下河段近几年处于累积性的冲刷状态,这种累积性的冲刷对宜昌枯水位下降有着很大的影响.

2 三峡电站日调节宜昌站水位变化

随着水能、水资源的开发利用,水力发电、农灌引流、环保防洪分流等工程设施相继在天然河道修建运行,引起河道水位时涨时落,波动频繁.自然状态下枯水期日流量及水位均较为稳定,水位变幅很小.日调节电站下游枯水期日水位也有较大变化,日内水位变化频繁,与建库前比较,中、枯水期平均水位一般较高,而日最低水位则更低^[9].

三峡工程蓄水发电后,宜昌站日内水位变幅略有增大,在11~12月正常蓄水位下,宜昌站水位基本在39 m以上,日变幅较大(见图3).最大日涨幅在2003年11月19日8:00~24:00,涨幅达1.03 m,最大小时涨幅达0.23 m/h,最大日落幅达1.13 m,最大小时落幅为0.28 m/h,11月最低水位39.46 m,12月最低水

位 38.58 m. 在 1~3 月枯水期,水库下泄流量减小,宜昌站水位最低,日水位变幅有所减小,2004 年 1 月日最大涨幅 0.60 m,日最大落幅 0.41 m,最低水位 38.18 m;2 月日最大涨幅 0.37 m,日最大落幅 0.78 m,最低水位 38.20 m. 对于高水头水电站,水位波动幅度占水头的比例一般不大^[10]. 根据日平均水位及逐时水位统计,宜昌站各年不同水位下的天数统计见表 2. 剔除 2003 年三峡水库蓄水影响,2004 年比 2002 年低水位时间按日平均水位统计增加了 17 d,按逐时水位统计增加了 23 d. 而同年份按逐时水位统计比日平均水位统计低水位时间 2002 年增加了 11 d,2004 年增加了 17 d. 因此,日调节下低水位时间明显增多,当三峡库水位抬高至 156 m 以后,宜昌站日内水位变幅将进一步增大,日调节将更加明显.

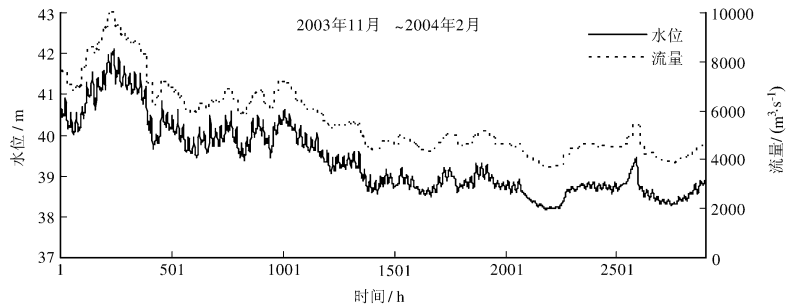


图 3 三峡水库蓄水后枯水期宜昌站水位、流量变化过程

Fig. 3 Variation in discharge and water level in dry season after water impoundment

表 2 各年不同水位下的天数统计

Tab. 2 Days statistics of different water levels (单位: d)

水 位	按日平均水位统计					按逐时水位统计		
	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2002 年	2003 年	2004 年
<38.0 m	0	10	0	0	0	0	11	0
<38.5 m	5	64	13	16	16	6	71	19
<39.0 m	49	115	66	55	59	60	120	83

在正常蓄水位和枯水期情况下,三峡水库以发电为主,宜昌站日内水位一落一涨,从 0:00 左右开始蓄水,宜昌站水位开始下降,至 8:00 时开始增大下泄流量,宜昌站水位开始逐步上升,至 24:00 时结束(见图 4(a)). 2004 年 12 月沿程各水位站同步水位变化过程见图 4(b). 宜昌(距葛洲坝 5.91 km)至磨盘溪(距葛洲坝 21.33 km)水位涨落基本一致,由于相距较近,波形坦化不大,各站同期最大水位涨、落幅变化不大.

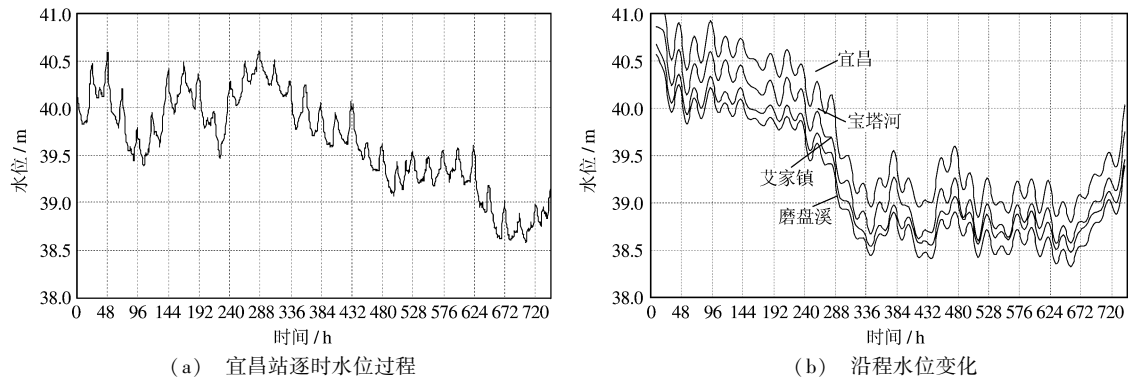


图 4 宜昌站逐时水位过程及沿程水位变化

Fig. 4 Water level at Yichang station and its variation along the river

3 结 语

(1)三峡电站蓄水后,清水下泄,同流量下水位下降,枯水通航流量 $3\,200\text{ m}^3/\text{s}$,2002~2003年水位下降了 0.17 m ; 38.5 m 水位2006年比2002年增加下泄流量 $300\text{ m}^3/\text{s}$. 三峡水库蓄水后 135 m 运行期,宜昌站河床相对稳定,同流量下水位和同水位下流量变化不大;

(2)三峡工程蓄水发电后,宜昌站日水位变幅增大,2003年11~12月正常蓄水位下,日最大涨幅达 1.03 m ,最大小时涨幅 0.23 m/h ,日最大落幅达 1.13 m ,最大小时落幅 0.28 m/h ;1~3月枯水期,水库下泄流量减小,宜昌站水位最低,日水位变幅有所减小,2004年1月日最大涨幅 0.60 m ,日最大落幅 0.41 m ,最低水位 38.18 m ;2月日最大涨幅 0.37 m ,日最大落幅 0.78 m ,最低水位 38.20 m ;

(3)宜昌站日内水位一落一涨,在日调节下低水位时间明显增多,当三峡库水位进一步抬高后,水库调节库容加大,库水位变幅增大,宜昌站日内水位变幅将进一步增大,日调节将更加明显.

参 考 文 献:

- [1] 傅 湘,纪昌明. 三峡电站日调节非恒定流对航运的影响分析[J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, (6): 6-9. (FU Xiang, JI Chang-ming. Influence analysis of the Three Gorges Power Station's daily regulating unsteady flow on navigation[J]. Wuhan Univ of Hydr & Elec Eng, 2000, (6): 6-9. (in Chinese))
- [2] 赵连白,张秀琴,刘万利. 葛州坝大江下游航道通航水流条件改善措施试验研究[J]. 水运工程, 2001, (12): 32-39. (ZHAO Lian-bai, ZHANG Xiu-qin, LIU Wan-li. Test study on the improvement engineering measures for navigation flow conditions of Dajiang downstream channel of the Gezhouba Project[J]. Port & Waterway Engineering, 2001, (12): 32-39. (in Chinese))
- [3] 周克当,高凯春,韩 飞. 三峡水利枢纽最小下泄流量及其对航道影响的初步研究[J]. 水运工程, 2002, (5): 41-45. (ZHOU Ke-dang, GAO Kai-chun, HAN Fei. Minimum discharge volume of the Three Gorges Hydro-junction and its influences on waterway[J]. Port & Waterway Engineering, 2002, (5): 41-45. (in Chinese))
- [4] GBJ139-90,内河通航标准[S]. (GBJ139-90, Inland Navigation Standards[S]. (in Chinese))
- [5] 闵宇翔. 三峡电站日调节对航运的影响[J]. 水运工程, 2002, (5): 28-31. (MIN Yu-xiang. Influences of daily regulation of the Three-Gorges Power Station on navigation[J]. Port & Waterway Engineering, 2002, (5): 28-31. (in Chinese))
- [6] 李发政. 三峡电站日调节下游河道通航水流条件研究[J]. 长江志季刊, 2004, (1): 17-29. (LI Fa-zheng. Research on navigation flow downstream of the Three-Gorges Power Station[J]. History of the Yangtze River, 2004, (1): 17-29. (in Chinese))
- [7] 陆永军,赵连白,李云中. 三峡工程蓄水后两坝间河段的泥沙冲淤对葛州坝枢纽至枝城河段通航条件影响及对策研究[R]. 南京:南京水利科学研究院, 2006. (LU Yong-jun, ZHAO Lian-bai, LI Yun-zhong. Research and measures on navigation between Gezhouba Power Station to Zhicheng for water storing of the Three-Gorges Power Station[R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2006. (in Chinese))
- [8] 周志德. 水库下游河床冲刷下切问题的探讨[J]. 泥沙研究, 2003, (5): 28-31. (ZHOU Zhi-de. River channel erosion below dams[J]. Journal of Sediment Research, 2003, (5): 28-31. (in Chinese))
- [9] 乐培九,王永成. 电站日调节泄流对下游航运影响及其防治措施[J]. 水道港口, 2004, 3(增): 52-58. (YUE Pei-jiu, WANG Yong-cheng. Influence of release from daily storage plant on the downstream navigation and its preventive measures[J]. Journal of Waterway and Harbour, 2004, 3: 52-58. (in Chinese))
- [10] 徐鼎甲. 进行日调节时水电站下游水位的计算[J]. 水利水电技术, 1995, (4): 2-4. (XU Ding-jia. Computation of water level downstream of the power station under daily regulation[J]. Technology of Hydraulic and Hydropower, 1995, (4): 2-4. (in Chinese))

Analysis of water level at Yichang Station due to daily storage of the Three Gorges power station

GAO Ya-jun, LI Guo-bin, LU Yong-jun

(Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: The changing process of water level at Yichang station before and after water storing in the Three Gorges power station is analyzed in this paper. In natural condition, both daily discharge and water level in dry season are stable. After the completion of the Three Gorges reservoir, the process of water and sediment is changed in its downstream area. While daily water level changes frequently, minimum water level is lower and the period is longer, which brings a series of influences to navigation, flood protection, irrigation, beach utilization, etc. The downstream of the Gezhouba Project will inevitably be scoured, and water level will become more lower at Yichang station during dry period when the Three Gorges Project is under operation. Period for low water level increases significantly under daily regulation, and after reservoir water level further increases, water level changing range at Yichang station will increase, and daily regulation will be significant.

Key words: the Three Gorges power station; daily regulation; water level at Yichang station

版 权 转 让 声 明

本刊已加入万方数据数字化期刊群(www.wanfangdata.com.cn)、中国知网(www.cnki.net)、维普资讯网(dx1.cqvip.com)和思博网—中文电子期刊服务(www.ceps.com.tw)等网站,并被中国核心期刊(遴选)数据库、中国期刊全文数据库等收录.凡本刊录用的稿件将同时通过因特网进行网络出版或提供信息服务,稿件一经刊用,将一次性支付作者著作权使用报酬(即包括印刷版、光盘版和网络版各种使用方式的报酬),作者将该论文的复制权、发行权、信息网络传播权、汇编权等在全世界范围内转让给本刊,不再另行签署《论文著作权转让书》.若有异议,请在投稿时作文字说明,编辑部将酌情处理.

特 此 声 明

《水利水运工程学报》编辑部

2009 年 6 月 30 日