

三峡水库蓄水后湘江长沙段低水位变化规律研究

许足怀¹, 陈长英², 张幸农², 葛 瑶²

(1. 湖南省水运管理局, 湖南 长沙 410076; 2. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要: 湘江下游长沙段受湘江来水、长江来水以及洞庭湖区顶托多重影响, 水文特征非常复杂。自 2003 年三峡水库蓄水以来, 长沙段干旱严重, 水位不断刷新历史最低水位。为了解三峡水库蓄水运行对湘江长沙段低水位的影响, 从湘江长沙段水位流量关系、月均水位变化规律以及长沙站出现年最低水位时的水文情势多个方面进行分析研究。研究表明, 近 20 年来, 长沙站同流量下水位、月均水位和最低水位均呈下降趋势。三峡水库蓄水后, 城陵矶站枯水位略呈抬高趋势, 湖区出口水位抬高对缓解长沙段的旱情是有利的, 因此长沙站水位连创新低与三峡水库蓄水运行无直接关系, 湘江干流枢纽运行以及长沙段人为采沙引起河床下切是长沙站最低水位连创新低的主要原因。

关键词: 湘江下游; 月均水位; 最低水位; 三峡工程

中图分类号: TV12

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2014)05-0081-06

湘江株洲以下河段处于湘江尾闾(图1), 受湘江来水、长江来水以及洞庭湖区顶托多重影响, 该河段水文特征与一般的天然河流有较大区别^[1]。自 2003 年三峡水库蓄水以来, 湘江流域一直处于枯水周期, 降雨量总体偏少, 长沙河段连续 9 年出现 26 m 以下低水位, 并且不断刷新历史最低值。为了解决日益严重的干旱问题, 国家防总采取紧急调度措施, 三峡水库 3 次加大下泄流量^[2], 受三峡水库持续加大下泄的影响, 洞庭湖城陵矶水位上涨明显, 但湘江干流的水位仍连创新低。

本文主要根据近 20 年来的水文资料, 从不同方面对湘江下游长沙段水位变化特征以及与城陵矶站水位的相关关系进行研究, 以期为进一步研究三峡水库蓄水后湘江河湖两相河段水位变化特征和三峡水库的运行调度奠定基础。

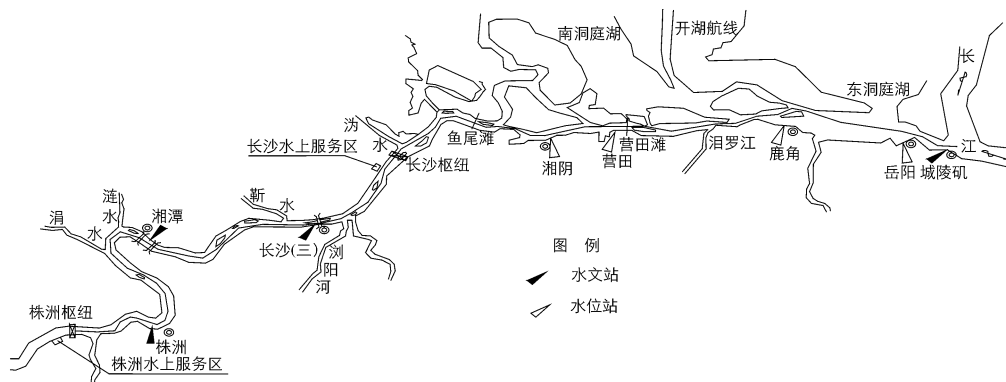


图1 湘江下游河势

Fig. 1 Downstream regime of the Xiangjiang River

收稿日期: 2014-02-25

基金项目: 交通运输部建设科技项目(2011 328 000 1570)

作者简介: 许足怀(1963-), 男, 湖南益阳人, 高级工程师, 主要从事港航工程管理和研究。E-mail: xvzuhuai8@163.com

1 河道自然条件

湘江是长江一级支流,也是洞庭湖水系最大支流^[3],发源于广西临桂县海洋坪的龙门界^[4-5],流经永州、衡阳、株洲、湘潭、长沙至湘阴的濠河口注入洞庭湖,与资、沅、澧水相汇,沿东洞庭湖湘江洪道经岳阳至城陵矶入长江。近年来习惯将濠河口至城陵矶 113 km 湘江洪道归于湘江干流^[6-7],则湘江全长 969 km。湘江干流在零陵县苹岛以上为上游,长 252 km,河床平均比降 0.607‰;苹岛至衡阳市为中游,长 278 km,河床平均比降 0.129‰;衡阳以下为下游,至城陵矶长 439 km,平均坡降 0.082 4‰。湘江干流按 9 个梯级规划进行开发,下游 4 个梯级依次为土谷塘、大源渡、株洲及长沙枢纽^[8-9],其中大源渡、株洲枢纽分别于 2000 年、2006 年建成,长沙枢纽已于 2009 年底开工,计划 2015 年底竣工,土谷塘枢纽于 2012 年开工,2016 年竣工。

湘江水量充沛,流域内多年平均降水量一般为 1 300 ~ 1 500 mm,径流与降水关系极为密切,年际变化大,年内分布不均。湘潭水文站多年平均流量为 2 110 m³/s,最大流量 20 600 m³/s,最小流量 100 m³/s。每年 4—9 月为汛期,10 月至次年 3 月为枯水期。年内水位变幅较大,达 9.5 ~ 13 m。湘江是少沙河流,湘潭水文站多年平均悬移质含沙量为 0.16 kg/m³。

湘江下游长沙以下河段为沙性土,近年来河床变化见图 2。从湘江下游鱼尾滩和营田滩典型断面历年变化图可见,总体变化以河床下切为主,局部区域出现大幅度下切,如鱼尾滩断面出现 2 个深槽,主槽向右侧移动,最大下切处达 17 m,主槽左侧出现了 1 个二级深槽,最大下切处达 10 m;2008 年营田滩断面主槽靠近右侧,左侧为滩地,2011 年右侧河床冲刷不大,左侧边滩下切形成深槽,最大下切达 11 m,出现滩槽易位的现象。湘江上枢纽建成运行会使坝下河床形成一定冲刷,但断面局部区域出现骤然大幅下切的现象,主要受人为采沙影响。由于城区开发建设,沙石用量大量增加,仅湘江河段长沙段年采沙量达 1 500 万 t^[4]。因此,湘江下游长沙以下河段受人为采沙以及湘江上枢纽建成运行影响,河床以大幅度下切为主。

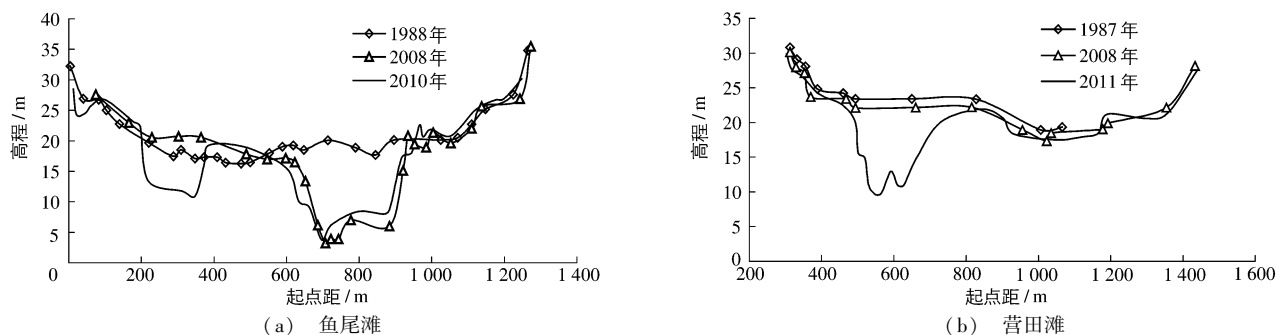


图 2 湘江下游典型断面变化

Fig. 2 Cross-section of the Xiangjiang River in different years

2 水位流量关系

洞庭湖区湘江航道水文特征与一般的天然河流有较大区别。受湘江来水、长江来水以及洞庭湖区顶托多重影响,且洪季、枯季影响程度有很大差别(图 3)。长江枯季时,洞庭湖区湘江航道水位过程与湘江湘潭站流量过程走势基本一致,说明枯季时湖区湘江航道水位主要与湘江来水相呼应;洪季时,受长江来水顶托影响,洞庭湖湖区处于高水位,湘江株洲以下河道具有明显滞流现象,水面比降平缓,湘江下游各站水位主要与长江来水过程相呼应,而与湘江

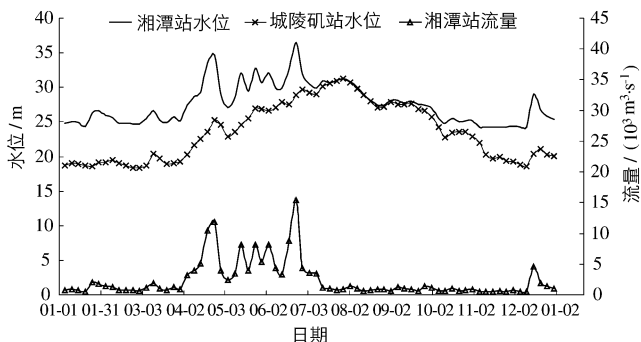


图 3 湘江下游水位流量过程

Fig. 3 Stage-discharge hydrograph of the Xiangjiang River

来水相关性很差或者基本不相关。

从湘江下游湘潭站水位流量关系变化规律看,同流量下水位呈现下降趋势,枯水期水位下降较汛期明显。株洲至濠河口段受湘江上枢纽修建运行以及近年来大规模人工采沙的影响,河床大幅下切,枯水期同流量下水位下降严重。汛期时,受长江顶托的影响,洞庭湖水位抬高,汛期同一流量的水位变化对河床变化情况的反应相对较弱,因此,汛期同流量下水位下降不及枯水期明显。

3 月均水位变化规律

随着湘江下游大源渡、株洲枢纽的建成运用,湘江株洲以下河段河道径流的年内分配发生变化,并且湘江出口城陵矶水位受三峡水库的调蓄作用影响^[10-12],使得长沙段的月均水位变化特征非常复杂,见图4。

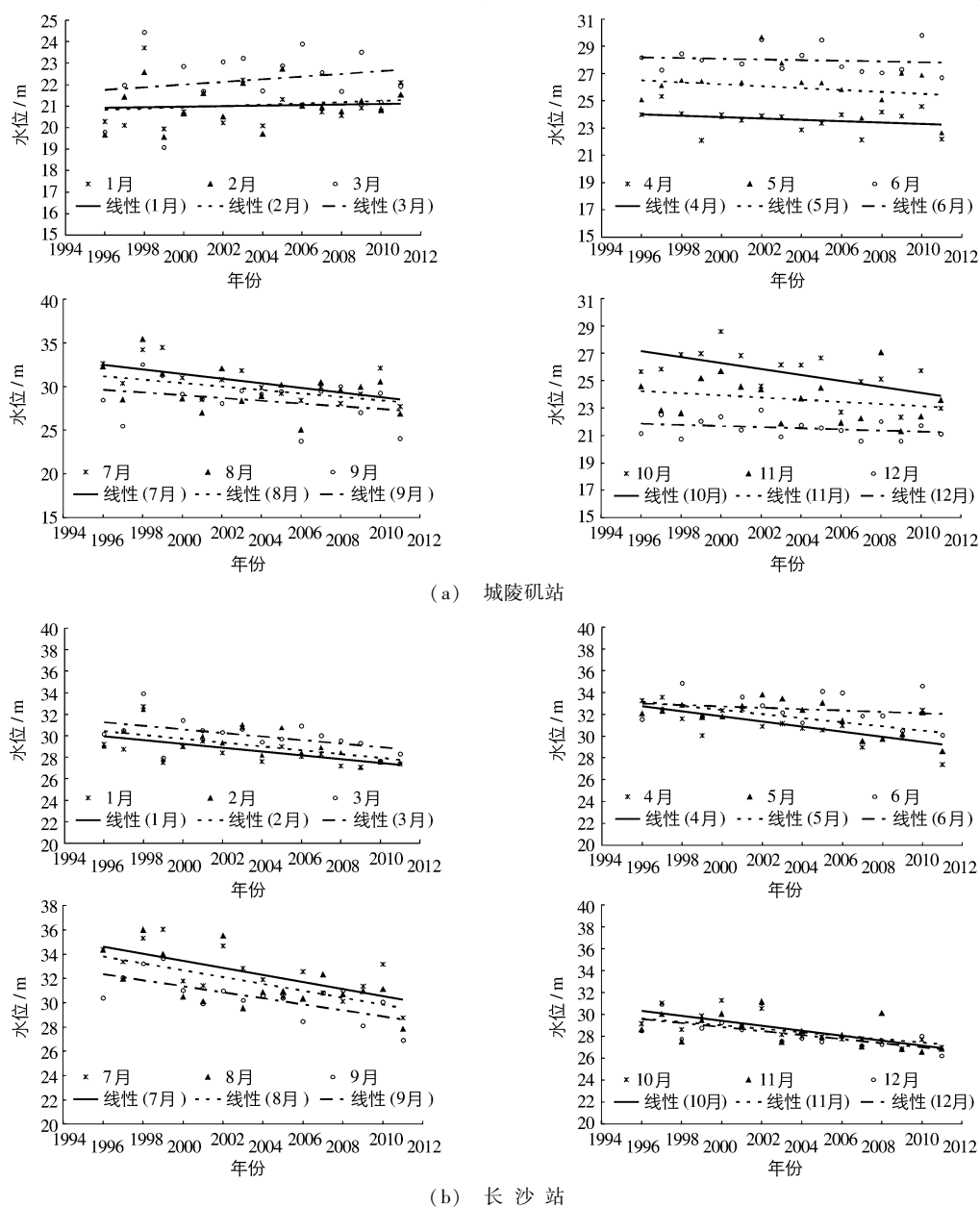


图4 城陵矶站和长沙站月均水位变化规律

Fig. 4 Variation of monthly mean water level in Chenglingji and Changsha stations

从城陵矶月均水位变化特征看,三峡水库蓄水前后枯季月均水位变化较小,蓄水后 1—3 月月均水位略呈抬高趋势,4—6 月,11—12 月无明显变化,汛期月均水位变化明显,三峡水库蓄水前年际间没有明显的变化规律,三峡水库蓄水后 7—10 月月均水位呈明显降低趋势。从长沙站月均水位变化特征看,三峡水库蓄水前后月均水位变化规律一致,总体呈降低趋势,其中 1—4 月月均水位下降明显,5—6 月月均水位下降趋缓,7—10 月起月均水位下降加剧,11—12 月月均水位下降趋缓。总体上,长沙站汛期月均水位下降较枯水期明显。

长沙站月均水位汛期下降与枯水期下降形成原因不尽相同,枯水期月均水位下降主要是由近年来河床地形下切引起,而汛期月均水位大幅度下降主要与湘江长沙上游枢纽以及长江三峡水库的影响,湘江长沙上游枢纽的运行减小了汛期来流量,而三峡水库运行使城陵矶汛期水位大幅度下降,在上游来流量减小和湘江出口水位降低共同作用下,使得长沙站汛期月均水位大幅度下降。

4 最低水位变化规律

自 2003 年三峡水库蓄水以来,湘江流域一直处于枯水周期,长沙站不断刷新历史最低值。为深入分析长沙站历年最低水位变化规律以及与城陵矶站水文条件的关系,统计了长沙站和城陵矶站历年最低水位以及长沙站出现最低水位时相关的水文情势(表 1)。

表 1 长沙站年最低水位以及相关水文情势统计

Tab. 1 Hydrological regime of the Xiangjiang River at the lowest water level

年 份	长沙站年最低水位		城陵矶站年最低水位		湘潭站年最小流量	
	日期	长沙站水位/ m	日期	城陵矶站水位/ m	日期	湘潭站流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
1998	11-14	25.37	12-28	19.96	11-14	189
1999	01-03	25.25	03-24	18.94	01-02	205
2000	01-01	26.42	02-16	20.19	07-29	575
2001	11-29	26.06	01-03	20.47	10-26	493
2002	01-25	26.09	01-25	19.92	01-24	499
2003	11-02	25.27	12-31	20.15	11-01	315
2004	01-14	25.38	02-03	19.31	01-13	369
2005	12-29	25.45	12-31	20.60	10-19	351
2006	11-10	25.49	12-30	20.13	11-09	466
2007	11-10	25.17	01-01	20.19	11-08	467
2008	10-25	25.17	01-10	20.28	10-21	490
2009	11-27	24.80	12-07	20.43	09-28	468
2010	11-18	24.82	03-02	20.21	11-17	500
2011	12-31	24.68	12-29	20.62	08-08	480

从表 1 可见,长沙站和城陵矶站历年最低水位均出现在枯水期,这与三峡水库蓄水前后最低水位变化规律一致。其中湖区出口城陵矶站最低水位略呈抬高趋势;而长沙站最低水位呈下降趋势,尤其是 2003 年后,历年最低水位均在 25.5 m 以下,2009—2011 年长沙站最低水位甚至低于 25 m,一再创下新低。

从长沙站年最低水位出现时相关水文情势看,仅 2002 年和 2012 年长沙站和城陵矶站最低水位出现时间基本一致,而长沙站最低水位与湘潭站最小流量出现时间有 65% 一致。当湘潭站年最小流量遭遇城陵矶站水位低于 23.0 m 时,长沙站出现年最低水位;当湘潭站年最小流量遭遇城陵矶水位高于 23.0 m 时,受洞庭湖区水位顶托的影响,长沙站不会出现年最低水位。说明长沙站最低水位主要受上游湘潭站来流控制,但也受城陵矶水位的影响。

三峡水库蓄水后城陵矶站最低水位和枯季水位均略呈抬高趋势,在相同河床以及湘潭来流条件下,其水位抬高对缓解长沙段的旱情是有利的,而不会降低长沙站的水位。因此,三峡水库蓄水以来,长沙站水位连

创新低与三峡水库蓄水运行无直接关系,湘江干流枢纽运行以及长沙段人为采沙引起河床下切才是长沙站最低水位连创新低的主要原因。

5 结 语

(1) 湘江株洲以下河段处于湘江尾间,受湘江来水、长江来水以及洞庭湖区水位顶托多重影响,洞庭湖区湘江航道水文特征与一般的天然河流有较大区别。枯季湖区湘江航道水位主要与湘江来水相呼应,洪季洞庭湖区湘江航道具有明显滞流现象,水面比降平缓,水位过程形态主要与长江来水过程相呼应。

(2) 三峡水库蓄水后,城陵矶枯季月均水位略呈抬高趋势,洪季月均水位呈明显降低趋势。长沙站洪枯季均呈降低趋势,枯季月均水位下降主要是由河床地形下切引起,而洪季月均水位下降则主要与湘江长沙上游枢纽以及长江三峡水库蓄水运行有关。

(3) 三峡水库蓄水后城陵矶站最低水位和枯季水位均略呈抬高趋势,湖区出口水位抬高有利于缓解长沙段的旱情。因此,三峡水库蓄水以来,长沙站水位连创新低与三峡水库蓄水运行无直接关系,湘江干流枢纽运行以及长沙段人为采沙引起河床下切才是长沙站最低水位连创新低的主要原因。

参 考 文 献:

- [1] 蒋昌波,李昌玲,李正最,等. 湘江湘潭-濠河口河段河道演变特点分析[J]. 泥沙研究, 2013(3): 19-26. (JIANG Chang-bo, LI Chang-ling, LI Zheng-zui, et al. A study of fluvial processes in Xiangtan-Haohekou section of Xiangjiang River [J]. Journal of Sediment Research, 2013(3): 19-26. (in Chinese))
- [2] 陈进,黄薇. 湘江近年枯季低水位的原因及解决对策[J]. 长江科学院院报, 2010(10): 1-4. (CHEN Jin, HUANG Wei. Reasons of low water level occurrence in Xiangjiang River in recent years and relief measures [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2010(10): 1-4. (in Chinese))
- [3] 杜鹃,徐伟,赵智国. 湘江流域近30年径流量与水位的长期变化规律研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2010, 18(3): 369-378. (DU Juan, XU Wei, ZHAO Zhi-guo. Trends of runoff and water level over the past thirty years in Xiang River basin [J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2010, 18(3): 369-378. (in Chinese))
- [4] 孙豪文,胡世雄,蒋昌波. 湘江长沙段枯水期水位流量变化分析[J]. 交通科学与工程, 2013, 29(1): 50-55. (SUN Hao-wen, HU Shi-xiong, JIANG Chang-bo. The water level and water flow analysis during the dry season of Xiangjiang River in Changsha [J]. Journal of Transport Science and Engineering, 2013, 29(1): 50-55. (in Chinese))
- [5] 周作茂. 长沙综合枢纽下游远期设计通航低水位论证分析[J]. 水利水运工程学报, 2012(4): 87-91. (ZHOU Zuo-mao. Analysis of the long-term downstream design navigable low water level of Changsha navigation-hydropower junction [J]. Hydro-Science and Engineering, 2012(4): 87-91. (in Chinese))
- [6] 陈力,闵要武,冯宝飞. 三峡水库蓄水期城陵矶与长沙站水位关系分析[J]. 人民长江, 2011, 42(6): 68-72. (CHEN Li, MIN Yao-wu, FENG Bao-fei. Analysis of water level relation of Chenglingji station and Changsha station during impoundment period of Three Gorges reservoir [J]. Yangtze River, 2011, 42(6): 68-72. (in Chinese))
- [7] 徐贵,黄云仙,黎昔春,等. 城陵矶洪水位抬高原因分析[J]. 水利学报, 2004(8): 33-45. (XU Gui, HUANG Yun-xian, LI Xi-chun, et al. Analysis of the causes of water level rising at Chenglingji hydrological station of Changjiang River [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004(8): 33-45. (in Chinese))
- [8] 李金合,普晓刚,王志纯. 湘江长沙综合枢纽平面布置研究[J]. 水道港口, 2008(5): 345-350. (LI Jin-he, PU Xiao-gang, WANG Zhi-chun. A study of arrangement of Changsha comprehensive junction on the Xiangjiang River [J]. Journal of Waterway and Harbour, 2008(5): 345-350. (in Chinese))
- [9] 刘晓平,田辉,蒋明峰,等. 长沙综合枢纽施工导流方案优化[J]. 水利水运工程学报, 2013(4): 90-94. (LIU Xiao-ping, TIAN Hui, JIANG Ming-feng, et al. Optimum studies on diversion schemes for the construction of Changsha hydroproject [J]. Hydro-Science and Engineering, 2013(4): 90-94. (in Chinese))
- [10] 李安中. 大型水利枢纽蓄水后不同时期对下游河床变化的影响[J]. 水利学报, 1999(3): 38-43. (LI An-zhong. The effect of large reservoirs on downstream river evolution [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1999(3): 38-43. (in Chinese))

- [11] 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): 23-27. (LIU Dong-sheng, XIONG Ming, ZHANG Jing-tai. Discussion on variations of riverbed erosion and deposition in Chenglingji-Hankou reach of Yangtze River[J]. Express Water Resources & Hydropower Information, 1999, 20(18): 23-27. (in Chinese))
- [12] 李学山, 王翠平. 荆江与洞庭湖水沙关系演变及对城陵矶河段水情影响分析[J]. 人民长江, 1997, 28(8): 6-8. (LI Xue-shan, WANG Cui-ping. Evolution trend of hydrologic and sediment regime in Jinjiang River and Dongting Lake[J]. Yangtze River, 1997, 28(8): 6-8. (in Chinese))

Analysis of variation in water level of Changsha reach in Xiangjiang River after impoundment of the Three Gorges reservoir

XU Zu-huai¹, CHEN Zhang-ying², ZHANG Xing-nong², GE Yao²

(1. Hunan Province Administration of Water Transportation, Changsha 410076, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: The Changsha reach, situated at the downstream of the Xiangjiang River, is influenced by the combinational hydrologic characteristics of the Xiangjiang River and the Yangtze River as well as the Dongting Lake. Since the impoundment of the Three Gorges reservoir, the Changsha reach has suffered so severe drought, which has resulted in the water level decline, which has broken the historical lowest records. According to the variation of the relationship between water level and discharge, the monthly average water level and the lowest water level, the variation law of the low water level in the Changsha reach and the impacts given by the impoundment of the Three Gorges reservoir on the low water level are studied in this paper. The results indicate that the water level under the same discharge, the monthly average water level and the lowest water level all decreased year by year. The lowest water level along the Changsha reach has no direct relationship with the variation in the water level after the impoundment of the Three Gorges reservoir, but with the riverbed entrenchment caused by the running of the hydroprojects located on the Xiangjiang River and the disordered sand mining in the river.

Key words: downstream of the Xiangjiang River; monthly averaged water level; the lowest water level; the Three Gorges reservoir