

三峡枢纽运用后鄱阳湖的水位变化特性分析

吕婷婷, 陈界仁, 任莎莎
(河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 为了探究三峡水库运用前后鄱阳湖水位的变化特性,分析了湖口、星子、都昌、棠荫和康山5个水文站1964-2016年的水文资料。研究表明:除湖口站的年最低水位为显著增大的变化趋势外,其余4站的年最高水位、年最低水位及年平均水位以及湖口站年最高水位和年平均水位均为下降的变化趋势;鄱阳湖枯水期10月份水位变幅最大,从10月至次年3月枯水水位变幅递减,除湖口站外,其余4站3月水位变幅最小;枯水期鄱阳湖区的水位变化幅度呈北高南低的状态,12月至次年3月,星子站的月均水位变化幅度小于都昌站的月均水位变化幅度,枯季湖口水位较建库前有所抬高;鄱阳湖枯水时间延长,平均延长了41 d,枯水出现时间呈波动提前的趋势。

关键词: 三峡水库; 鄱阳湖; 水位变化; 枯水时间

中图分类号: P332

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2018)05-0041-05

Analysis of water level variation in Poyang Lake after the Three Gorges Project operation

LÜ Tingting, CHEN Jieren, REN Shasha

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In order to explore the variation characteristics of Poyang Lake water level before and after the impoundment of the Three Gorges Reservoir, the hydrological data of Hukou, Xingzi, Duchang, Tangyin and Kangshan Station from 1964 to 2016 were analyzed. The results showed that except for a significant increase in the minimum water level at the Hukou station, the annual maximum water levels, annual minimum and annual average water levels at the remaining four stations, the annual maximum and average annual water levels at Hukou station kept decreasing. The variation amplitude of water level in Poyang Lake was the largest in October and the fluctuation range of dry - water water level decreased from October to March. Except for Hukou Station, the variation amplitude of water level in March was the smallest for other four stations, the variation amplitude of water level in the north is higher than that in the south, the monthly water level change of Xingzi Station was less than that of Duchang Station from December to March next year. The water level of Hukou in the dry season was higher than before the construction of the reservoir. The dry time has prolonged for Poyang Lake and averaged extension was 41 days. The time of appearance of dry water fluctuates in advance.

Key words: Three Gorges Reservoir; Poyang Lake; variation of water level; dry time

1 研究背景

鄱阳湖是我国第一大淡水湖,位于江西省的北部、长江中下游的南岸。南承修河、赣江、抚河、信江、饶河5河来水经潘阳湖调蓄后由湖口站北注长江,是一个过水型、吞吐型湖泊。鄱阳湖在调节江湖关系方面发挥着巨大的作用,不仅受长江的顶托作

用,同时对上游来水的5河产生顶托作用,而且作为5河入湖的唯一通道,在洪水季节起到调节5河洪峰的重要作用^[1]。

2003年三峡水库运行后鄱阳湖的枯水水情日益严重,严重破坏了湖区内的生态环境,影响了当地居民的生产和生活。已有不少学者对鄱阳湖进行了一系列的研究,近年来鄱阳湖水位变化剧烈^[2];姚

收稿日期:2018-03-19; 修回日期:2018-05-18

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0402501)

作者简介:吕婷婷(1993-),女,河北衡水人,硕士研究生,研究方向为水力学及河流动力学。

静等^[3]研究了地形变化对鄱阳湖水位的影响;邓志民等^[4]指出鄱阳湖星子站 1963 - 2009 年的水位呈现显著下降趋势,其中,冬季水位下降倾向率最大,春季最小;闵骞等^[5]分析了鄱阳湖 1952 - 2011 年 60 年来的水文资料,表明进入 21 世纪以来鄱阳湖枯水程度显著加剧;李世勤等^[6]探究 2006 年鄱阳湖枯水成因及其特征,表明长江上游夏秋季来水偏少和江西 5 河来水偏少是 2006 年枯水的主要原因,此外三峡水库蓄水也起到了推波助澜的作用;杨沛钧等^[1]指出三峡水库运行后鄱阳湖的水文节律发生显著改变,对鄱阳湖的水位变化存在潜在影响;赖锡军等^[7]分析了三峡水库蓄水对鄱阳湖水情的影响格局,指出干流水位快速下降,加速湖水下泄是三峡水库蓄水对鄱阳湖水位的主要影响方式;刘章君等^[8]得出鄱阳湖水位影响随三峡水库起蓄时间的提前而减弱;邬年华等^[9]得出蓄水期三峡工程运行造成湖区水位降幅较大,枯水期影响较小,增泄期会增加湖区水位;李子龙等^[10]指出三峡工程修建后,鄱阳湖的水位特征及河湖相转换均发生了较为明显的变化;许继军等^[11]建议优化三峡水库蓄水方式,协调好与 5 河蓄水工程之间的调度问题,以减小三峡水库运行对鄱阳湖的影响。此外还有一些学者对水位变化对鄱阳湖的生态环境的影响进行了研究,罗蔚^[12]指出水位变化是影响其生态系统状态变化的最主要因素;夏少霞等^[13]、叶春等^[14]探讨了鄱阳湖水位变化对湿地植被的影响;齐述华等^[15]研究了水位降低对越冬候鸟生境范围和组成结构造成的影响。上述水文节律的研究大多关注鄱阳湖某一水文站或者某一典型年的水情变化,而对鄱阳湖多个水文站的多年水位变化规律研究较少,缺乏整体认识。本文基于鄱阳湖湖口站、星子站、都昌站、棠荫站、康山站 5 个水文(水位)站的多年水文资料,探究了三峡水库运行后鄱阳湖水位的变化特性,为鄱阳湖区的水资源合理利用和生态环境的保护以及社会经济

的发展提供科学依据。

2 数据与分析方法

本文从北向南依次选取了湖口、星子、都昌、棠荫、康山 5 个水文(水位)站 1964 - 2016 年共 53 a 的水文资料来分析鄱阳湖的水位变化趋势。三峡水库自 2003 年开始蓄水后,鄱阳湖的枯水水情日益严重,本文通过分析 5 站最高水位、最低水位、年平均水位以及枯水期水位和时间的变化趋势来分析鄱阳湖的水情。其中 5 站水位的趋势性分析采用 Mann - Kendall 法。

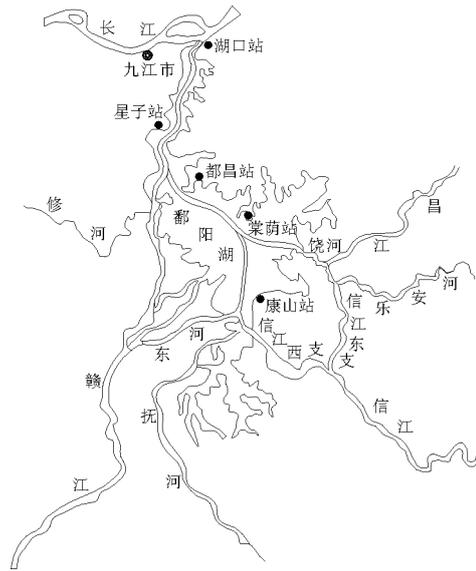


图 1 鄱阳湖流域与水文(水位)站分布图

3 结果分析

3.1 5 站的年最高水位、年最低水位、年平均水位及其变化

采用 Mann - Kendall 法对鄱阳湖湖口、星子、都昌、棠荫、康山 5 站的年最高水位、年最低水位、年平均水位进行趋势性分析,结果见表 1 ~ 3。

表 1 5 站的年最低水位 M - K 计算结果

站名	1964 - 2002 年		趋势性判别	2003 - 2016 年		趋势性判别	1964 - 2016 年		趋势性判别
	S	Z		S	Z		S	Z	
湖口	0.202	1.810	显著增大	0.435	1.041	不显著增大	0.236	2.490	异常显著增大
星子	0.336	3.010	异常显著增大	0.206	0.493	不显著增大	-0.095	-1.003	不显著减小
都昌	0.393	3.520	异常显著增大	-1.122	-2.685	异常显著减小	-0.158	-1.665	显著减小
棠荫	0.061	0.544	不显著增大	0.526	1.260	不显著增大	-0.219	-2.316	显著减小
康山	0.148	1.330	显著增大	0.298	0.712	不显著增大	-0.077	-0.813	不显著减小

表 2 5 站的年最高水位 M-K 计算结果

站名	1964-2002 年		趋势性判别	2003-2016 年		趋势性判别	1964-2016 年		趋势性判别
	S	Z		S	Z		S	Z	
湖口	0.193	1.730	显著增大	0.343	0.822	不显著增大	-0.048	-0.506	不显著减小
星子	0.159	1.428	显著增大	0.389	0.932	不显著增大	-0.039	-0.407	不显著减小
都昌	0.193	1.730	显著增大	0.435	1.041	不显著增大	-0.031	-0.329	不显著减小
棠荫	0.200	1.790	显著增大	0.435	1.041	不显著增大	-0.029	-0.307	不显著减小
康山	0.194	1.742	显著增大	0.526	1.260	不显著增大	-0.020	-0.207	不显著减小

表 3 5 站的年平均水位 M-K 计算结果

站名	1964-2002 年		趋势性判别	2003-2016 年		趋势性判别	1964-2016 年		趋势性判别
	S	Z		S	Z		S	Z	
湖口	0.080	0.714	不显著增大	0.389	0.932	不显著增大	-0.086	-0.905	不显著减小
星子	0.139	1.246	不显著增大	0.343	0.822	不显著增大	-0.119	-1.258	不显著减小
都昌	0.153	1.367	显著增大	0.092	0.220	不显著增大	-0.163	-1.726	显著减小
棠荫	0.123	1.100	不显著增大	0.229	0.548	不显著增大	-0.057	-0.598	不显著减小
康山	0.134	1.198	不显著增大	0.366	0.877	不显著增大	-0.094	-0.997	不显著减小

由表 1 可知,除湖口站外,星子、都昌、棠荫、康山 4 站的长序列均呈减小趋势。湖口站的年最低水位的检验值呈正趋势变化,且在长序列上通过了 99% 的置信度检验。三峡水库蓄水前,星子、都昌、棠荫、康山的最低水位呈正趋势变化,其中星子站和都昌站通过了 99% 的置信度检验,康山站通过了 90% 的置信度检验。三峡水库蓄水后,星子、棠荫、康山站最低水位呈正趋势变化,都昌站呈负趋势变化,且通过了 99% 的置信度检验。由表 2 可知,三峡水库蓄水前湖口、星子、都昌、棠荫、康山 5 站的最高水位呈正趋势变化,其中星子站通过了 90% 的置信度检验,其余 4 站通过了 95% 的置信度检验,三峡水库蓄水后呈不显著增大的变化趋势,从长序列的变化来看,5 站的最高水位呈不显著减小的变化趋势。由表 3 可知,三峡水库蓄水前,5 站的平均水位呈正趋势变化,其中都昌站通过了 90% 的显著性检验,三峡水库蓄水后 5 站的平均水位呈不显著增大的变化趋势,从长序列来看,5 站的平均水位呈减小的变化趋势,其中都昌站通过了 95% 的置信度检验。史常乐等^[16]得出都昌站 2003-2014 年最高水位、最低水位、平均水位呈不同程度的下降趋势,而本文 2003-2016 年短序列水位(除都昌站最低水位)基本呈不同程度的增大趋势,经计算可知,当短序列截止到 2014 年时所得出的结果与上述文献的结果一致,3 种水位为不同程度的下降趋势,产生差

异的原因可能在于 2016 年鄱阳湖为丰水年,最高水位和平均水位均比往年有所增大,使得数据分析中的对偶值增大,统计量 S 值由负变正,从而使最后标准正态统计量 Z 值为正,因此变为上升的趋势。

3.2 5 站的枯水期水位的变化

鄱阳湖一般在每年 10 月-次年 3 月为枯水期,1964-2016 年三峡枢纽运行前、后 5 站的枯水期月平均水位见表 4。

由表 4 可知,三峡水库蓄水后,湖口站 10-12 月份及星子、都昌、棠荫和康山 4 站枯水期的水位较水库蓄水前均有不同程度的降低。其中 10 月份 5 站的水位下降值最大,星子、都昌、棠荫、康山 4 站 3 月份的水位下降值最小。星子和都昌站的水位变幅一直大于棠荫和康山站的水位变幅,棠荫站的水位变幅大于康山站的水位变幅,湖区水位变化呈北高南低的状态。从 12 月份-次年 3 月份,星子站的水位变幅小于都昌站的水位变幅。1-3 月份因三峡水库增泄流量,湖口水位较建库前有所抬高^[17]。

3.3 鄱阳湖枯水期时间变化

对于湖泊,一般称多年平均水位以下的水位为枯水位^[6]。以星子站为鄱阳湖代表站,图 2 给出了 1964-2016 年各年份水位小于星子站多年平均水位 13.32 m 的天数历时的变化趋势。从图 2 可以看出,星子站 1964-2016 年每年枯水期出现的天数呈波动增长的趋势,1998 年的天数最少,为 94 d,2011

年的天数最多,为 287 d。1964 - 2002 年星子站每年低于多年平均水位的天数平均值为 173 d,2003 -

2016 年星子站每年低于多年平均水位的天数平均值为 214 d,平均增加了 41 d。

表 4 1964 - 2016 年三峡枢纽运行前、后 5 站枯水期月平均水位变化

m

月份	湖口站		星子站		都昌站		棠荫站		康山站	
	1964 - 2002 年	2003 - 2016 年	1964 - 2002 年	2003 - 2016 年	1964 - 2002 年	2003 - 2016 年	1964 - 2002 年	2003 - 2016 年	1964 - 2002 年	2003 - 2016 年
10	14.72	12.39	14.84	12.40	14.72	12.32	14.99	13.37	15.19	13.76
11	12.11	10.41	12.36	10.59	12.51	10.70	13.22	12.33	13.97	13.37
12	9.34	9.01	9.92	9.29	10.83	9.76	12.34	11.91	13.45	13.26
1	8.16	8.29	9.21	8.65	10.65	9.29	12.32	11.75	13.48	13.13
2	8.36	8.45	9.78	8.93	11.30	9.72	12.77	12.39	13.93	13.50
3	9.78	10.03	11.21	10.77	12.37	11.47	13.51	13.34	14.54	14.45

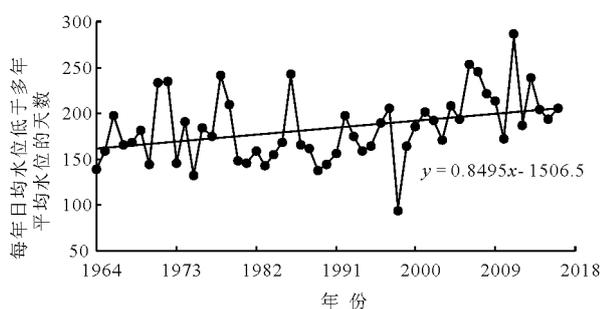


图 2 1964 - 2016 年星子站每年枯水天数图

由于星子站为水位站,无流量资料,所以本文采用距星子站较近的湖口站的径流量,依据距平百分率法进行丰、平、枯水年的划分。统计分析星子站 1970 - 2016 年枯水位出现时间,将枯水位出现时间分成丰、平、枯水年进行比较,结果见表 5。从表 5 的对比看出,丰水年枯水位出现时间大部分从 11 月份开始,个别年甚至推迟到 12 月份;枯水年枯水位出现时间可提前至 8、9 月份,除个别年份外,最晚出现时间为 10 月份,平水年枯水位出现时间集中在 10、11 月份。但无论丰水年、枯水年还是平水年,枯水出现时间都呈波动提前的状态。

4 结 论

选择鄱阳湖湖区的 5 个水文(位)站,依据实测资料进行了鄱阳湖湖区的水位变化特性分析,主要结论如下:

(1)除湖口站外,星子站、都昌站、棠荫站、康山站的年最高水位、年最低水位和年平均水位均处于下降趋势;湖口站的年最低水位为显著增大的变化趋势,年最高水位和年平均水位为下降的变化趋势;

表 5 1970 - 2016 年星子站丰、平、枯水年枯水位出现时间

丰水年		平水年		枯水年	
年份	日期	年份	日期	年份	日期
1970	11 - 11	1976	09 - 25	1971	10 - 24
1973	11 - 12	1977	10 - 21	1972	08 - 20
1975	12 - 02	1980	11 - 17	1974	11 - 06
1983	11 - 25	1981	11 - 03	1978	09 - 03
1992	09 - 06	1982	11 - 27	1979	10 - 30
1994	11 - 06	1984	11 - 03	1985	10 - 23
1995	11 - 03	1988	11 - 09	1986	08 - 23
1997	09 - 20	1989	11 - 27	1987	11 - 18
1998	11 - 02	1993	11 - 13	1990	11 - 05
1999	11 - 08	2000	11 - 23	1991	10 - 22
2002	10 - 05	2001	10 - 22	1996	10 - 22
2010	10 - 24	2003	10 - 26	2004	10 - 18
2012	10 - 10	2005	10 - 26	2007	10 - 12
2015	10 - 15	2006	08 - 18	2008	10 - 14
2016	09 - 10	2013	09 - 04	2009	09 - 24
		2014	10 - 18	2011	08 - 29

(2)鄱阳湖枯水期 10 月份水位变幅最大,从 10 月至次年 3 月份枯水水位变幅递减,除湖口站外,其余 4 站 3 月水位变幅最小;枯水期鄱阳湖区的水位变化幅度呈北高南低的状态,12 月至次年 3 月,受三峡水库动用调节库容的影响,星子站的月均水位变化小于都昌站的月均水位变化,同时因三峡水库增泄流量,湖口水位较建库前有所抬高;

(3)三峡水库蓄水后,鄱阳湖枯水时间较水库蓄水前增加了 41 d,丰水年枯水出现时间大部分为

11月份,个别年甚至推迟到12月份;枯水年枯水出现时间可提前至8、9月份,除个别年份外,最晚出现时间为10月份,平水年枯水出现时间集中在10、11月份。无论丰水年、枯水年还是平水年,枯水出现时间都呈波动提前的状态。

(4)鄱阳湖枯水特性变化复杂,影响因素较多,如气象因素导致的入湖流量的变化、人类活动影响如采砂、湖区整治工程导致长江水文特性的变化等,对此变化的成因及定量分析需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 杨沛钧,廖智凌. 鄱阳湖流域江湖关系研究综述[J]. 中国农村水利水电, 2017(3):65-67+74.
- [2] 李鹏,封志明,姜鲁光,等. 鄱阳湖天然湖面遥感监测及其与水位关系研究[J]. 自然资源学报, 2013,28(9):1556-1568.
- [3] 姚静,李云良,李梦凡,等. 地形变化对鄱阳湖枯水的影响[J]. 湖泊科学, 2017,29(4):955-964.
- [4] 邓志民,张翔,肖洋,等. 鄱阳湖水位演变及其影响因素分析[J]. 武汉大学学报(工学版), 2015,48(5):615-621.
- [5] 闵骞,占腊生. 1952-2011年鄱阳湖枯水变化分析[J]. 湖泊科学, 2012,24(5):675-678.
- [6] 李世勤,闵骞,谭国良,等. 鄱阳湖2006年枯水特征及其成因研究[J]. 水文, 2008,28(6):73-76.
- [7] 赖锡军,姜加虎,黄群. 三峡工程蓄水对鄱阳湖水情的影响格局及作用机制分析[J]. 水力发电学报, 2012,31(6):132-136+148.
- [8] 刘章君,成静清,温天福,等. 三峡水库汛末蓄水对鄱阳湖水位的影响研究[J]. 中国农村水利水电, 2018(2):103-108+112.
- [9] 郭年华,罗优,刘同宦,等. 三峡工程运行对鄱阳湖水位影响试验[J]. 湖泊科学, 2014,26(4):522-528.
- [10] 李子龙,莫淑红,万晓明,等. 鄱阳湖水位变化特征及河湖相转化规律探究[J]. 黑龙江大学学报, 2016,7(1):17-22.
- [11] 许继军,陈进. 三峡水库运行对鄱阳湖影响及对策研究[J]. 水利学报, 2013,44(7):757-763.
- [12] 罗蔚. 变化环境下鄱阳湖典型湿地生态水文过程及其调控对策研究[D]. 武汉:武汉大学, 2014.
- [13] 夏少霞,于秀波,刘宇,等. 鄱阳湖湿地现状问题与未来趋势[J]. 长江流域资源与环境, 2016,25(7):1103-1111.
- [14] 叶春,刘元波,赵晓松,等. 基于MODIS的鄱阳湖湿地植被变化及其对水位的响应研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013,22(6):705-712.
- [15] 齐述华,张起明,江丰,等. 水位对鄱阳湖湿地越冬候鸟生境景观格局的影响研究[J]. 自然资源学报, 2014,29(8):1345-1355.
- [16] 史常乐,唐立模,肖洋. 鄱阳湖都昌水位站50年水位特征变化分析[J]. 水资源与水工程学报, 2016,27(2):45-50.
- [17] 吴龙华. 长江三峡工程对鄱阳湖生态环境的影响研究[J]. 水利学报, 2007(S1):586-591.
- [11] 田宇,刘志强. 天津城区雨水利用的前景分析[J]. 环境科学与技术, 2012,35(3):178-181.
- [12] 吴淑君,李欣昀,李晓英. 城市小区景观雨水利用研究——杭州一典型性居民区为例[J]. 给水排水, 2016,52(S1):237-241.
- [13] 黎小红. 城市雨水利用政策及激励机制研究[D]. 北京:清华大学, 2009.
- [14] 李美娟,徐向舟,许土国,等. 城市雨水利用效益综合评价[J]. 水土保持通报, 2011,31(1):222-226.
- [15] 朱玲,罗范颖. 沈阳建筑大学校园景观环境雨水收集与利用实践探究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2016,18(6):541-547.
- [16] 张丽峰. 城市小学校园雨水利用规模与效益分析[J]. 水资源与水工程学报, 2012,23(4):64-166+170.
- [17] 住房和城乡建设部. 室外排水设计规范 GB 50014-2006 [S]. 北京:中国计划出版社, 2014.
- [18] 江苏省住房和城乡建设厅. 雨水利用工程技术规范: DGJ32/TJ113-2011 [S]. 南京:江苏科学技术出版社, 2011.
- [19] 住房和城乡建设部. 绿色建筑评价标准:GB/T 50378-2014 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2014.
- [20] 胡茂川,张兴奇,陈刚. 城市屋面雨水利用潜力分析——以南京市河西地区某小区为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012,21(4):489-493.
- [21] 张金龙,张志政. 下凹式绿地蓄渗能力及其影响因素分析[J]. 节水灌溉, 2012(1):44-47.

(上接第40页)