

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2016.01.003

1954—2013年太湖水位特征要素变化及成因分析

王磊之¹, 胡庆芳¹, 胡艳², 王银堂¹, 林荷娟²

(1. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029;
2. 太湖流域管理局水文局(信息中心), 上海 200434)

摘要: 采用1954—2013年的逐日水位资料, 系统分析和比较了太湖年内最高水位、最低水位及年平均水位共3种水位特征要素的年际变化规律, 结合太湖流域降水资料和工程引水资料, 揭示了导致三者发生阶段性变化的控制性因素。结果表明:(a)1954—2013年, 太湖年内最高水位总体上不具有显著的变化趋势, 其年际变化主要受控于汛期降水的年际周期性振荡; 太湖年内最低水位、年内平均水位均具有显著的上升趋势, 尽管两者在2000年之前的年际变化主要受控于太湖流域降水丰枯振荡, 但在2000年之后的“引江济太工程”等大规模引水活动已成为两者在流域降水整体偏枯情况下仍保持较高水平的主导性因素。(b)沿江引水使太湖的年内最低水位出现时间的季节性分布特征发生了明显变化。

关键词: 太湖; 水位要素变化规律; 成因解释; 小波分析

中图分类号: P332.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2016)01-0013-07

Changes and cause analysis of water level characteristic factors in Taihu Lake during period from 1954 to 2013

WANG Leizhi¹, HU Qingfang¹, HU Yan², WANG Yintang¹, LIN Hejuan²

(1. State Key laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering,
Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China;
2. Hydrology Bureau, Taihu Basin Administration, Shanghai 200434, China)

Abstract: Based on daily water level observations of Taihu Lake during the period from 1954 to 2013, changes of three water level characteristic factors, including the highest annual water level, lowest annual water level, and mean annual water level, were analyzed and compared. In combination with rainfall and water diversion data from the Taihu Lake Basin, the dominant factors driving the three water level characteristic factors are illustrated. Results showed that changes of the highest annual water level were not significant during the period from 1954 to 2013 and its inter-annual variation was mainly controlled by the inter-annual periodic fluctuation of flood season precipitation in the Taihu Lake Basin. However, the lowest annual water level and mean annual water level of Taihu Lake were increasing significantly, with their inter-annual variations mainly controlled by the precipitation fluctuation in the Taihu Lake Basin before 2000. After 2000, their inter-annual variations were mainly controlled by the massive water diversions, such as the water diversion from the Yangtze River to Taihu Lake, maintaining high levels of the lowest annual water level and mean annual water level in spite of less precipitation. In addition, water diversion from the Yangtze River to Taihu Lake causes significant changes of the seasonal distribution characteristics of the occurrence time of the lowest annual water level of Taihu Lake.

Key words: Taihu Lake; changes of water level characteristic factors; cause analysis; wavelet analysis

收稿日期: 2015-01-03

基金项目: 国家自然科学基金(51109136); 水利部公益性行业科研专项(201001002, 201201072-2)

作者简介: 王磊之(1991—), 男, 江苏句容人, 硕士研究生, 主要从事水文水资源研究。E-mail: wanglz@nhri.cn

通讯作者: 胡庆芳, 高级工程师。E-mail: hqf_work@163.com

太湖流域以“江南水乡”而著称,水位观测数据是反映该流域复杂水文情势的主要信息。区域气候要素变化以及人类活动对太湖流域水文水资源的影响主要体现在太湖以及地区河网代表站的水位变化上。特别是太湖作为全流域水量调配中心,其水位变化规律对于流域旱涝情势更具有指示意义。

前人已对太湖水位要素的变化规律及其成因进行了一定分析。譬如:尹义星等^[1-2]指出 1954—1999 年太湖最高水位的变化与西北太平洋夏季风指数关系密切,但湖泊围垦、河网及土地利用调整等人类活动因素是导致 20 世纪 80—90 年代太湖最高水位频现高值的重要原因。吴浩云^[3]也认为 20 世纪 80—90 年代流域防洪压力不断增加、太湖最高水位明显高于以往的情况固然受梅雨丰沛等气候因素的影响,但流域水量调蓄空间减少,太浦河、望虞河行洪不畅也起到了重要作用。Hu 等^[4]建立了 1956—2005 年太湖流域前 30 天累积降水量、累积蒸发能力与太湖最高水位之间的统计回归模型,评估了气候因素和下垫面等因素对 20 世纪 80 年代前后太湖最高水位相对变化的贡献,认为气候因素是太湖最高水位上升的主导性因素。刘浏等^[5]认为随着近年社会经济的发展,太湖水位受人类活动的影响越来越剧烈,在汛期雨量达 300~400 mm 的情况下,太湖水位突破了 4.0 m。同时,他们还指出在未来(2021—2050 年)气候和下垫面情景下,总体上太湖汛期最高水位将比 1961—1990 年显著升高,导致流域防洪形势更为严峻。

可见,上述研究成果集中在对太湖年内最高水位的分析上,主要从防洪角度来探讨太湖水位演变规律,对太湖年内平均水位、最低水位等其他特征要素的分析较少。然而,不同的水位特征值对太湖流域防洪和水资源供给情势具有重要的指示作用,仅仅对年内最高水位进行分析难以满足流域水资源供给情势的分析。同时,已有研究采用的水位数据序列也非最新,而 2000 年以来太湖流域气候条件和人类活动因素又具有了新的特点。因此,已有研究尚难以全面反映太湖水位的演化特征及其驱动因素。鉴于这一背景,本文在前人基础上将太湖水位系列延长至 2013 年,然后采用多种统计方法,系统分析和比较太湖年内最高、最低和平均水位的变化规律。由于 2000 年以来“引江济太工程”等沿江大规模引水对太湖水情可能产生了重要影响,故本文尤其关注最近 10 余年来(2000—2013 年)太湖水位特征要素的新变化,并对其成因加以解释。

1 研究区域与数据

1.1 研究区域

太湖流域属亚热带季风气候,夏季高温多雨、冬季温和,年平均降雨量 1 154 mm。受副热带高压的影响,春夏之交常出现持续连绵的梅雨天气,个别年份梅雨季节异常持久,易造成洪涝灾害;同时,夏季常受到台风的影响,易产生极端降水天气。太湖是我国第三大淡水湖,位于流域中部,湖泊面积为 2 427.8 km²,湖岸线全长 393.2 km。太湖西部和西南侧为丘陵山地,东侧以平原及水网为主。

1.2 研究数据

太湖湖区的望亭(太)、大浦口、夹浦、小梅口、洞庭西山 5 个水位站的位置如图 1 所示。采用这 5 个站点在 1954—2013 年日均水位的算术平均值代表同期太湖逐日水位值。在太湖逐日水位数据的基础上,进一步得到了年内最高水位、年内最低水位和全年平均水位序列(分别以 $H_{\max}$ 、 $H_{\min}$ 、 H_{mean} 表示)。

2 研究方法

本文首先采用连续小波^[6-8]分析 $H_{\max}$ 在 1954—2013 年的年际演化特征,然后采用 Mann-Kendall 方法^[9-11]检验其总体趋势变化,并对比 20 世纪 80 年代前后 $H_{\max}$ 在年内各旬出现频率的季节性差异;对于 $H_{\min}$,除检验其在 1954—2013 年的总体趋势变化外,着重分析其在 2000 年后的新变化;对于 H_{mean} ,还需从年内不同时段解析其趋势变化特征。同时,尤其注意分析 $H_{\max}$ 、 $H_{\min}$ 和 H_{mean} 三者变化规律的异同,并结合太湖流域近年来气象资料和重要水利工程引水资料^[12-15],对导致其变化的主导性因素进行分析。



图 1 太湖湖区水位站点分布

Fig. 1 Gauging station distribution in Taihu Lake

3 结果与讨论

3.1 年内最高水位

图2给出了1954—2013年的太湖年内最高水位,从中可知 $H_{\max}$ 具有显著的年际变化。经统计,其最大值、最小值和均值分别为4.97m(1999年)、2.87m(1978年)和3.76m,极差为2.05m,极值比为1.73。基于Morlet连续小波分析了 $H_{\max}$ 的演化过程。由图3所示的小波等值线和小波方差可知,在30a的时间尺度上 $H_{\max}$ 存在着4个显著的高低演替阶段:1954—1962年 $H_{\max}$ 总体偏高,1963—1979年总体偏低,1980—1999年总体偏高,2000—2013年总体偏低。这与太湖流域汛期降水量(P_w)的丰枯变化(图4)相吻合。在1954—2013年, $H_{\max}$ 和 P_w 两者的线性相关系数接近0.85。

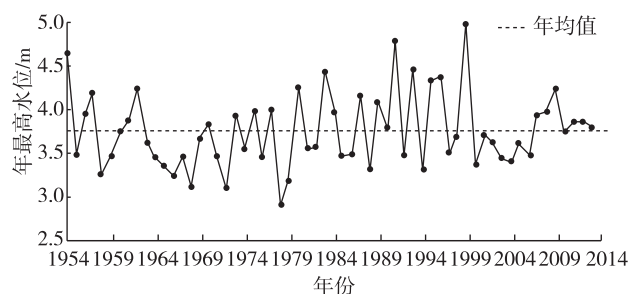


图2 1954—2013年太湖年内最高水位
Fig. 2 Highest annual water level of Taihu Lake during period from 1954 to 2013

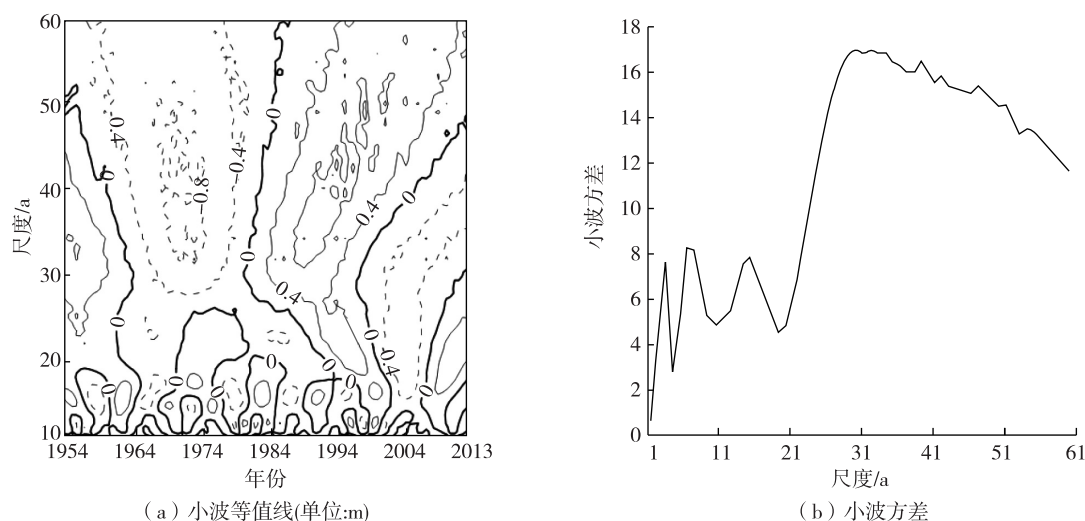


图3 1954—2013年太湖年内最高水位小波等值线和小波方差
Fig. 3 Wavelet contour map and wavelet variogram of highest annual water level of Taihu Lake during period from 1954 to 2013

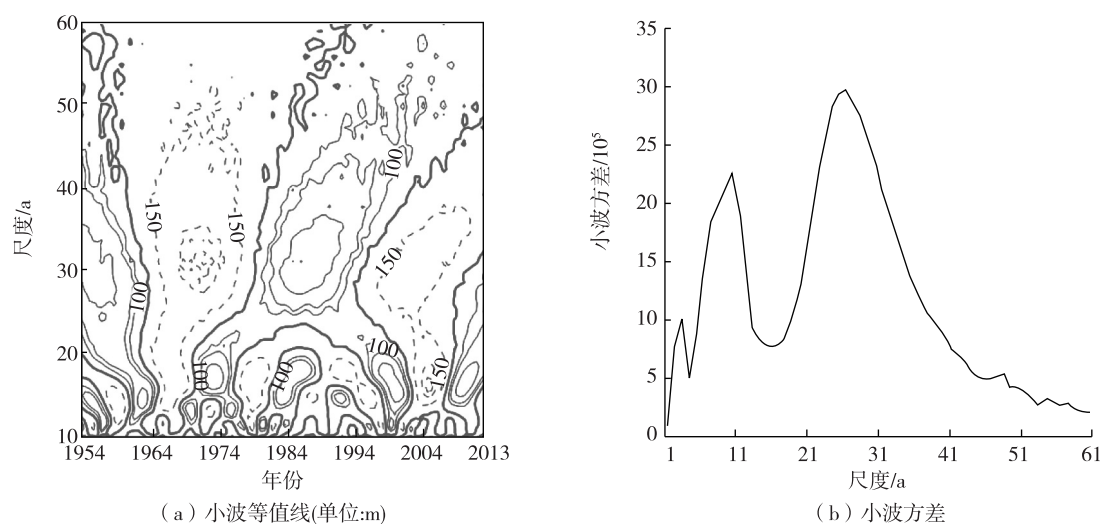


图4 1954—2013年太湖流域汛期降水量小波等值线和小波方差
Fig. 4 Wavelet contour map and wavelet variogram of flood season precipitation in Taihu Lake Basin during period from 1954 to 2013

1954—2013年, $H_{\max}$ 共有13次达到或超过4.10 m,其中有9次出现在1980—1999年,特别是1999年 $H_{\max}$ 达到了历史最高值。由于1980—1999年是 $H_{\max}$ 高值的频发期,加之1963—1979年 $H_{\max}$ 总体偏低,从而导致在1954—1999年 $H_{\max}$ 表现出显著的上升趋势(经Mann-Kendall检验,平均上升速率为0.68 cm/a)。但进入21世纪以来,随着流域汛期降水偏枯, $H_{\max}$ 随之总体偏低,导致在1954—2013年 $H_{\max}$ 总体上不具有显著的上升或下降趋势。故1954年以来 $H_{\max}$ 的年际变化更多与降水要素的周期性振荡相关。即使在20世纪80年代以后太湖流域人类活动强度越来越剧烈, $H_{\max}$ 的变化仍然受控于汛期降水。

表1给出了1980年前后2个阶段 $H_{\max}$ 在年内各旬出现的频率。与太湖流域梅雨期、台风雨期相对应,在1954—1979年期间,7月是 $H_{\max}$ 出现最集中的时段,其次为9月下旬至10月中旬,这2个时段 $H_{\max}$ 出现的频次分别占全年的42.3%、26.9%。但在1980—2013年, $H_{\max}$ 的峰值时段有一定前移。其中,第1个峰值已由7月下旬前移至6月下旬,第2个峰值则由9月下旬前移至8月下旬(如2005年、2009年 $H_{\max}$ 均出现在8月中旬,特别是2009年 $H_{\max}$ 达到4.23 m,是21世纪以来的最高值),且2个峰值时段之间已不存在明显的过渡期。经太湖水位与同期全流域降水的对照分析,导致1980年前后 $H_{\max}$ 在年内出现时间变化的主要原因仍然是气候因素,即影响太湖流域的梅雨和台风出现时间有所前移^[16]。

表1 不同阶段太湖年内最高水位在各旬出现的频率

Table 1 Comparison of occurrence frequency of highest annual water level of Taihu Lake over ten-day periods in two stages

时间/旬	$H_{\max}$ 出现频率/%		时间/旬	$H_{\max}$ 出现频率/%		时间/旬	$H_{\max}$ 出现频率/%	
	1954—1979年	1980—2013年		1954—1979年	1980—2013年		1954—1979年	1980—2013年
1	2.2	7.1	13	0.0	0.0	25	4.3	0.0
2	2.2	0.0	14	0.0	0.0	26	4.3	7.1
3	0.0	0.0	15	2.2	7.1	27	8.7	0.0
4	0.0	0.0	16	0.0	0.0	28	6.5	0.0
5	0.0	0.0	17	2.2	0.0	29	4.3	14.3
6	0.0	0.0	18	6.5	21.4	30	4.3	0.0
7	0.0	0.0	19	8.7	0.0	31	0.0	0.0
8	0.0	0.0	20	15.2	7.1	32	4.3	0.0
9	0.0	0.0	21	15.2	7.1	33	0.0	0.0
10	0.0	0.0	22	2.2	0.0	34	0.0	7.1
11	0.0	0.0	23	0.0	21.4	35	0.0	0.0
12	0.0	0.0	24	6.5	0.0	36	0.0	0.0

3.2 年内最低水位

图5给出了1954—2013年的太湖年最低水位及其在1954—2013年的水位均值。 $H_{\min}$ 的多年平均值、最高值、最低值分别为2.72 m、3.02 m(2008年)和2.37 m(1978年),极差为0.65 m,极值比为1.27。经Mann-Kendall检验,在95%的置信水平上, $H_{\min}$ 在1954—2013年具有显著上升趋势,平均上升速率为0.56 cm/a。对比图2和图5,在1954—1999年, $H_{\min}$ 的年际变化规律与 $H_{\max}$ 基本一致。受太湖流域降水丰枯变化影响,在1963—1979年 $H_{\min}$ 总体偏低,1980—1999年总体偏高。然而在2000年以后,流域降水基本上属于平水或枯水年份,但 $H_{\min}$ 不仅没有随之降低,反而延续了1980—1999年以来不断升高的情势。经计算,2000—2013年 $H_{\min}$ 的均值达到了2.90 m,远超过1954—1999年的2.66 m。以2011年为例^[14],该年太湖流域遭遇严重的气象干旱,1—5月太湖流域降水量仅为178.6 mm,较常年偏少59%,为1951年有降雨资料以来同期降水量最少的年份,但太湖最低水位仍然达到了2.74 m,远高于类似的1978年(该年太湖最低水位为2.37 m)。

显然,2000年以后 $H_{\min}$ 不再受控于太湖流域降水条件,而在更大程度上取决于流域骨干河道引水等人

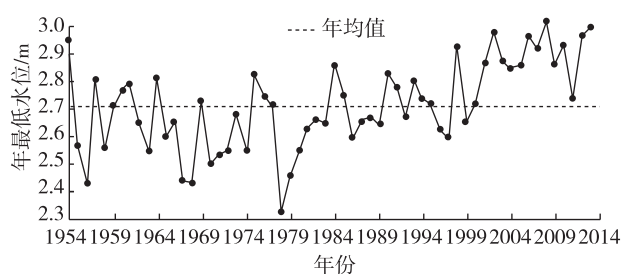


图5 1954—2013年太湖年内最低水位

Fig. 5 Lowest annual water level of Taihu Lake during period from 1954 to 2013

类活动因素。根据太湖流域片水情年报^[15],近年来太湖流域沿江骨干河道引水规模不断增大,对枯水期的太湖及地区河网水量形成了较大补充。以太湖流域管理局实施的“引江济太工程”^[17]为例,2002—2013 年望虞河常熟枢纽年均引水时间为 186 d、引水量为 19.8 亿 m^3 ,而望亭立交年均入湖时间为 113 d、入湖水量为 9.2 亿 m^3 。在 2011 年 1 月 1 日至 6 月 9 日,常熟枢纽累计引水量达到了 22.7 亿 m^3 ,望亭水利枢纽累计引水入湖水量达到了 12.4 亿 m^3 。2002 年以来太湖水位与 2002 年前降水相似条件下的对比分析结果说明,“引江济太工程”对调水期太湖水位的平均抬升幅度可达到 20 cm 以上^[18]。同时,大规模的沿江引水及土地利用变化等人类活动还改变了 $H_{\min}$ 在年内出现时间的季节性规律。表 2 给出了 1954—1979 年、1980—1999 年和 2000—2013 年 3 个时期 $H_{\min}$ 在年内各旬出现的频率。对于 1954—1979 年和 1980—1999 年 2 个阶段, $H_{\min}$ 主要出现在非汛期的 1—4 月和 11—12 月,而在 2000—2013 年, $H_{\min}$ 在 4—7 月出现的频率最高,占全年的 57.0%。

表 2 不同年份太湖最低水位在年内各旬出现频率对比

Table 2 Comparison of occurrence frequency of lowest annual water level of Taihu Lake over ten-day periods in three stages

时间/旬	$H_{\min}$ 出现频率/%			时间/旬	$H_{\min}$ 出现频率/%			时间/旬	$H_{\min}$ 出现频率/%		
	1954—1979 年	1980—1999 年	2000—2013 年		1954—1979 年	1980—1999 年	2000—2013 年		1954—1979 年	1980—1999 年	2000—2013 年
1	3.8	0.0	7.1	13	0.0	0.0	0.0	25	7.7	0.0	0.0
2	0.0	5.0	0.0	14	3.8	0.0	14.3	26	0.0	0.0	0.0
3	3.8	0.0	14.3	15	0.0	0.0	7.1	27	0.0	0.0	0.0
4	3.8	5.0	7.1	16	0.0	5.0	0.0	28	3.8	0.0	0.0
5	3.8	5.0	14.3	17	0.0	5.0	0.0	29	0.0	0.0	0.0
6	7.7	10.0	7.1	18	0.0	10.0	14.3	30	0.0	0.0	0.0
7	7.7	10.0	0.0	19	0.0	0.0	0.0	31	0.0	0.0	0.0
8	11.5	10.0	0.0	20	0.0	0.0	0.0	32	0.0	0.0	0.0
9	7.7	0.0	0.0	21	3.8	0.0	0.0	33	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	7.1	22	0.0	5.0	0.0	34	3.8	0.0	0.0
11	11.5	0.0	0.0	23	0.0	5.0	0.0	35	0.0	5.0	0.0
12	0.0	0.0	14.3	24	3.8	0.0	0.0	36	15.4	15.0	0.0

3.3 年平均水位

图 6 给出了 1954—2013 年太湖的年平均水位。可见, H_{mean} 的年际变化规律与 $H_{\min}$ 类似。经 Mann-Kendall 检验,在 1954—2013 年 H_{mean} 同样具有显著的上升趋势,其上升速度为 0.34 cm/a。并且在流域降水总体偏枯的条件下,2000—2013 年 H_{mean} 的均值达到了 3.22 m,明显超过 1954—1979 年、1980—1999 年 2 个阶段的 3.05 m、3.19 m。这说明,2000 年以来“引江济太工程”等沿江引水活动及土地利用变化等人类活动不仅对 $H_{\min}$ 产生了重要影响,而且也成为太湖年内平均水位年际分布规律变化的主导性因素。

表 3 进一步从月平均水位的角度解析 1954—2013 年 H_{mean} 的年际变化趋势。由表 3 可知,在非汛期的 1—4 月和 12 月、汛期的 8—9 月太湖水位均存在显著上升趋势,而其他各月的上升趋势则未通过显著性检验。从各月太湖平均水位的线性变化速率来看,3 月太湖水位的上升速率最高,其次为 8 月、2 月和 1 月。总体上,非汛期的 1—4 月和 12 月平均水位上升是导致 H_{mean} 上升的主要构成部分。

4 结 语

采用 1954—2013 年共 60 a 的太湖逐日水位资料,系统分析太湖年内最高水位、最低水位及年平均水位的阶段性变化规律,并结合太湖流域降水资料和引水资料,揭示 3 种水位特征要素阶段性变化的主导性因素。主要研究结论如下:

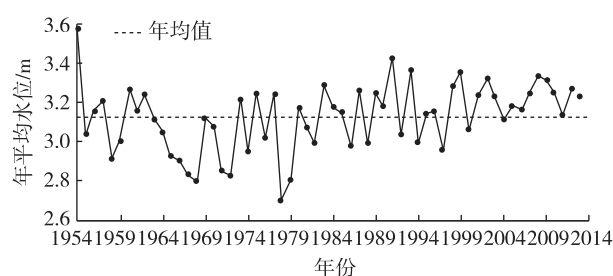


图 6 太湖年平均水位过程线

Fig. 6 Mean annual stage hydrograph of Taihu Lake

表3 太湖平均水位趋势检验结果

Table 3 Trend test results of mean water level of Taihu Lake

月份	H_{mean} 变化趋势	H_{mean} 线性变化速率/($\text{cm} \cdot \text{a}^{-1}$)	置信水平	月份	H_{mean} 变化趋势	H_{mean} 线性变化速率/($\text{cm} \cdot \text{a}^{-1}$)	置信水平
1	显著上升	0.54	0.984	7	不显著	0.36	0.717
2	显著上升	0.62	0.981	8	显著上升	0.65	0.977
3	显著上升	0.66	0.980	9	显著上升	0.52	0.981
4	显著上升	0.40	0.985	10	不显著	0	0.128
5	不显著	0	0.021	11	不显著	0.25	0.652
6	不显著	0	0.107	12	显著上升	0.44	0.991

a. 1954—2013年, H_{max} 与太湖流域汛期降水量具有较强的同步性, 在30a的时间尺度上存在着4个显著的高低演替阶段, 但 H_{max} 总体上不具有显著的上升或下降趋势。1954年以来 H_{max} 的年际变化主要受控于汛期降水的年际周期性振荡。

b. 1954—2013年, H_{min} 具有显著上升趋势。受太湖流域降水丰枯变化影响, 在1954—1999年, H_{min} 的年际变化规律与 H_{max} 相似, 但2000年以后, 在流域降水整体偏枯的情况下, 受“引江济太工程”等大规模引水活动及土地利用变化的影响, H_{min} 仍延续了1980—1999年以来升高的情势, 同时 H_{min} 在年内出现的季节性规律也发生了变化。

c. 1954—2013年, H_{mean} 的年际变化规律与 H_{min} 相似, 且同样具有显著上升趋势。从各月太湖平均水位线性变化速率来看, 非汛期的1—4月和12月平均水位上升是导致 H_{mean} 上升的主要构成部分。同时, “引江济太工程”等沿江引水活动也是导致2000年以来 H_{mean} 保持较高水平的主导性因素。

参考文献:

- [1] 尹义星, 许有鹏, 陈莹. 太湖流域典型区50年代以来极值水位时空变化[J]. 地理研究, 2011, 30(6): 1077-1088. (YIN Yixin, XU Youpeng, CHEN Ying. Temporal and spatial changes of extreme water levels in the typical regions of Taihu Lake basin since the 1950s [J]. Geographical Research, 2011, 30(6): 1077-1088. (in Chinese))
- [2] 尹义星, 许有鹏, 陈莹. 太湖最高水位及其与气候变化、人类活动的关系[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(7): 609-614. (YIN Yixin, XU Youpeng, CHEN Ying. Maximum water level of Taihu Lake and its relation to the climate change and human activities [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2009, 18(7): 609-614. (in Chinese))
- [3] 吴浩云. 近40年来太湖汛情的变化与防洪对策[J]. 湖泊科学, 1998, 10(1): 37-41. (WU Haoyun. Analysis of flood situation change in the Taihu Lake in the past 40 years and respective strategy for flood control [J]. Journal of Lake Sciences, 1998, 10(1): 37-41. (in Chinese))
- [4] HU Qingfang, WANG Yintang. Impact assessment of climate change and human activities on annual highest water level of Taihu Lake[J]. Water Science and Engineering, 2009, 2(1): 1-15.
- [5] 刘浏, 胡昌伟, 徐宗学, 等. 情景分析技术在未来太湖水位预见中的应用[J]. 水利学报, 2012, 43(4): 405-413. (LIU liu, HU Changwei, XU Zongxue, et al. Application of scenario analysis technique on future water level foresight of the Taihu Lake [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2012, 43(4): 405-413. (in Chinese))
- [6] 王文圣, 丁晶, 李跃清. 水文小波分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 115-140.
- [7] 杨富程, 夏自强, 黄峰, 等. 额尔齐斯河流域降水变化特征[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2012, 40(4): 432-437. (YANG Fucheng, XIA Ziqiang, HUANG Feng, et al. Variation characteristics of precipitation over Irtysh River Basin [J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2012, 40(4): 432-437. (in Chinese))
- [8] 薛联青, 张竞楠, 刘晓群, 等. 基于改进的综合气象干旱指数的洞庭湖流域干旱时空特征[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2014, 42(1): 1-6. (XUE Lianqing, ZHANG Jingnan, LIU Xiaoqun, et al. Spatial and temporal patterns of droughts in Dongting Lake watershed based on improved meteorological drought composite index [J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2014, 42(1): 1-6. (in Chinese))
- [9] 章诞武, 丛振涛, 倪广恒. 基于中国气象资料的趋势检验方法对比分析[J]. 水科学进展, 2013, 24(4): 490-496. (ZHANG Danwu, CONG Zhentao, NI Guangheng. Comparison of three Mann-Kendall methods based on the China's meteorological data [J]. Advances in Water Science, 2013, 24(4): 490-496. (in Chinese))

- [10] 陆志华, 夏自强, 于岚岚, 等. 近 51 年松花江流域气温时空变化特征[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2012, 40(6): 629-635. (LU Zhihua, XIA Ziqiang, YU Lanlan, et al. Characteristics of spatio-temporal variation of temperature in Songhua River Basin from 1960 to 2010 [J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2012, 40(6): 629-635. (in Chinese))
- [11] 张润润. 香港地区降水趋势及其演变过程分析[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2010, 38(5): 505-510. (ZHANG Runrun. Trend and evolution of precipitation in Hong Kong [J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2010, 38(5): 505-510. (in Chinese))
- [12] 水利部太湖流域管理局.太湖流域片 2009 水情年报[R].上海:水利部太湖流域管理局, 2010.
- [13] 水利部太湖流域管理局.太湖流域片 2010 水情年报[R].上海:水利部太湖流域管理局, 2013.
- [14] 水利部太湖流域管理局.太湖流域片 2011 水情年报[R].上海:水利部太湖流域管理局, 2013.
- [15] 水利部太湖流域管理局.太湖流域片 2012 水情年报[R].上海:水利部太湖流域管理局, 2014.
- [16] 南京水利科学研究院.太湖流域梅雨与台风遭遇可能性研究[R].南京:南京水利科学研究院, 2010.
- [17] 水利部太湖流域管理局.2013 太湖流域引江济太年报[R].上海:水利部太湖流域管理局, 2014.
- [18] 南京水利科学研究院.引江济太风险分析与对策研究[R].南京:南京水利科学研究院, 2011.

· 简讯 ·

张建云院士出席国家科技奖励大会

2016 年 1 月 8 日,国家科学技术奖励大会在人民大会堂举行。由南京水利科学研究院主持完成的“水库大坝安全保障关键技术研究与应用”成果荣获 2015 年度国家科学技术进步奖一等奖,张建云院士作为获奖代表出席了颁奖大会,并受到党和国家领导人的亲切接见。

本研究成果主要依托 2006 年立项的“十一五”国家科技支撑计划项目“水库大坝安全保障技术研究”,前后结合水利部公益性行业专项、国家自然科学基金、国家国际科技合作等项目,针对溃坝与洪水分析、大坝风险与调控、除险技术与决策、应急对策与管理四大科学问题,在大比尺溃坝试验与模拟、大坝基础数据挖掘、溃坝机理与模型、安全监测预警、风险管理等方面取得一系列突破性进展和创新:创建了国内外最高 9.7 m 的实体溃坝试验场(国外最高 6.0 m),揭示了土石坝溃决新机理,建立了漫顶溃决模拟和预测新方法;首次研发了全国、全系列、全要素大坝基础数据库,揭示了水库病险成因、溃坝规律及其时空特征;创建了中国大坝风险标准体系,建立了大坝除险加固决策方法和模型,研发了大坝除险加固新技术;研究提出了大坝隐患典型图谱集,建立了大坝安全预警指标体系与预测模型。与国内外同类技术比较,在多项技术指标和理论方法上取得重大突破,显著提升了我国大坝安全管理技术水平,是我国水利行业又一项重大标志性科研成果。

本研究成果涉及专业面广,在水利部国际合作与科技司、水利部建设与管理司等有关司局的领导和指导下,在有关流域、地方水行政主管部门和水库管理单位的支持配合下,在项目负责人张建云院士的带领下和精心组织下,由南京水利科学研究院联合中国水利水电科学研究院、河海大学、长江科学院、黄河水利科学研究院、长江勘测规划设计研究有限责任公司、南京大学、中国人民解放军理工大学、江苏南大先腾信息产业有限公司、杭州市青山水库管理处等 10 余家科研、高校、水库运行管理单位的近 300 名专家学者开展攻关研究,历时 10 余年。研究成果不仅已成功应用于国内 50 余座大型水库,还在全国水库大坝安全行业管理与实践中得到全面推广应用,为全国病险水库除险加固、水利普查、水库突发事件应急处置等提供了技术保障,推动了行业科技进步,取得了巨大的安全效益、社会效益、经济效益和生态效益,有效保障了水库大坝安全运行,不仅使溃坝概率大幅度降低,还基本避免了溃坝生命损失。

(本刊编辑部供稿)