

苏州市 1988—2017 年降雨特性变化分析

徐 勇, 王 谦, 高晓平, 张舒雯, 白瑞泉

(江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 江苏 苏州 215129)

摘要:根据苏州境内常熟、枫桥、平望 3 个雨量站 1988—2017 年降雨资料, 对应苏州区域分析了降雨年际变化特点, 并从 3 个时段段分析苏州市降水量月度、季节分布规律。结果表明: 苏州市在所研究时段内, 降水量呈较明显上升趋势, 多年平均中部最大, 南部次之、北部最小, 降水量呈从苏州中部向南北两侧降低趋势; 降雨月度分布主要集中在 3—9 月, 季节分布上主要集中在春季和夏季, 降雨时间极不均匀, 具有明显随季节变化特征; 近 10 年苏州市降雨总量明显增加, 且多雨月份也有所增加, 相比较之前 2 个时段, 月平均降水量增加约 20 mm。

关键词:滑动平均法; 降雨特征; 年内变化; 年际变化; 苏州市

中图分类号: TV125

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2021)02-0051-04

Analysis of rainfall characteristics in Suzhou from 1988 to 2017

XU Yong, WANG Qian, GAO Xiaoping, ZHANG Shuwen, BAI Ruiquan

(Suzhou Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Suzhou 215129, China)

Abstract: According to the rainfall data of three rainfall stations (Changshu, Fengqiao and Pingwang) within Suzhou territory from 1988 to 2017, the characteristics of rainfall inter-annual variation were analyzed, and the monthly and seasonal distribution of rainfall of Suzhou city was analyzed from three time periods of 1990s, 2000s and 2010s. The results showed that during the study period, the rainfall in Suzhou showed a significant upward trend, with the largest in the middle, followed by the south and the smallest in the north. The rainfall decreased from the middle to the north and south sides of Suzhou. The monthly distribution of rainfall was mainly concentrated in March to September, and the seasonal distribution was mainly concentrated in spring and summer. The rainfall time was extremely uneven with obvious seasonal variation characteristics. In recent ten years, the total rainfall in Suzhou had increased significantly, and the rainy months had also increased. Compared with the previous two periods, the average monthly rainfall increased by about 20mm.

Key words: moving average method; rainfall characteristics; annual change; inter-annual variability; Suzhou City

降雨是影响气候变化的重要指标之一^[1]。随着我国城市化进程的不断发展, 不同区域表现出不同的降雨特性, 由于降雨的变化导致了干旱、洪涝灾害的发生^[2]。有关城市化发展进行对降雨特性的研究, 已经有很多学者做了相关探索。针对苏州市城市化进程对降雨特征的影响, 陈德超等^[3]通过 1956—2006 年的苏州降水资料, 从苏州市城镇和城

郊对比的角度, 探讨了多年平均降雨的区域差异与城市化进程的关系。李娜等^[4]通过 1953—2000 年降雨资料, 分析了城市化对该地区降水量、降雨年内分配、降雨发生次数等的影响。对于近 30 年以内的降雨特性的分析未有表述, 也没有从年代的角度来进行降水量比较分析。本文利用 1988—2017 年苏州平望、枫桥以及常熟近 30 年的雨量资料, 归纳

收稿日期: 2020-09-10

作者简介: 徐勇 (1979—), 男, 高级工程师, 本科, 主要从事水文水资源方面的工作。E-mail: 43336967@qq.com

总结苏州 1988—2017 年 30 年间的降雨变化情况,对不同阶段的降雨规律进行比较分析,从而为苏州市的降雨和雨水资源利用以及海绵城市的建设提供参考。

1 资料和方法

本文选取常熟、枫桥、平望 3 个雨量站 1988—2017 年的雨量数据,采用滑动平均法对降雨年际变化进行统计分析,并以月份和季节两个角度对应不同的年代阶段开展年内趋势分析。

滑动平均法的计算公式为

$$\hat{X}_j = \sum_{i=1}^K X_{i+j-1} \quad (j=1, 2, \dots, n-k+1) \quad (1)$$

滑动平均法是数据发展趋势拟合技术中比较基础的一种方法,从一组长序列 n 中,选择一个短序列 X 代表这段数据的发展趋势,其中 K 表示序列长度,通常 K 取奇数,这样平均值可以取到序列 X 的中项。滑动平均可以有效去除一组长序列中极端点的影响,从而较好地显示长序列的发展趋势。

2 降雨年际变化

根据苏州市区位特点和地理位置分布,分别用常熟、枫桥、平望 3 个雨量站的雨量数据分析苏州北部地区、中部地区以及南部地区的降雨特点。

2.1 北部地区降雨年际变化

根据常熟 1988—2017 年 30 年间降水量随年份变化情况,通过年实际降水量、年代际降水量、多年平均降水量及 5 年滑动平均值分析降水量随年份变化趋势,常熟 1988—2017 年降雨年际变化见图 1。

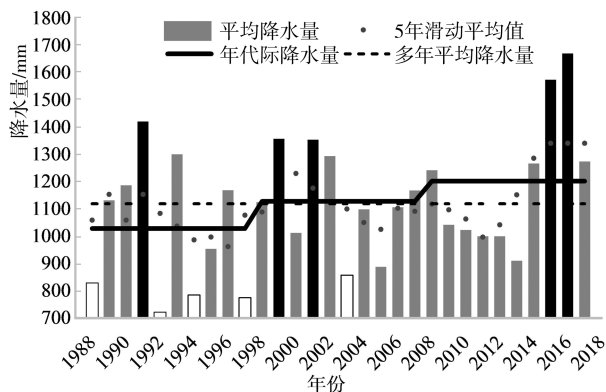


图 1 常熟 1988—2017 年降雨年际变化

由图 1 可以看出:从整体上来看,苏州北部 1988—2017 年间年降水量变化趋势较明显,通过观察 5 年滑动曲线可以看出,苏州北部年降水量阶段

变化周期约为 7 ~ 8 a。30 年间最大降水量为 1 673.3 mm (2016 年),年降水量最小值为 721.7 mm (1992 年),30 a 平均降水量为 1 119.8 mm,年降水量的标准方差为 233.2 mm,则多雨年份降雨标准为 1 353.1 mm,少雨年份降雨标准为 886.5 mm。

由年代际变化趋势曲线可以看出,苏州北部 30 a 降雨呈阶梯状递增趋势,且在 20 世纪 90 年代 (1988—1997 年),即首个 10 年年代际降水量远低于多年降雨平均值。这个阶段包含 30 a 间 5 个枯水年的其中 4 个 (1988 年、1992 年、1994 年及 1997 年),降水量分别为 828.6 mm、721.7 mm、784.3 mm 及 774.6 mm,20 世纪 90 年代仅包含了 1 个丰水年份 (1991 年),且降水量为 1 423.7 mm。在 21 世纪初 (1998—2007 年),年代际降水量较之前 10 年有所提高,并与多年平均降水量十分接近,该 10 年年代际降水量值为 1 128.14 mm,与多年平均降水量仅差 8.4 mm,该 10 年内出现了 2 个丰水年 (1999 年、2001 年) 及 1 个枯水年份 (2003 年),3 个典型年年降水量分别为 1 359.8 mm、1 356.6 mm 及 857.4 mm。在 21 世纪 10 年代 (1998—2017 年),苏州北部进入雨水较为丰沛的时段,该时段的年代际降水量明显高于其他时段,且在此期间未出现枯水年份,该时段年代际降水量值为 1 202.6 mm,其中 2015 年及 2016 年为丰水年份,降水量分别为 1 576.5 mm 及 1 673.3 mm,2016 年亦是苏州北部 30 年间雨水最充沛的年份。

2.2 中部地区降雨年际变化

根据枫桥 1988—2017 年 30 a 间降水量随年份变化情况,通过年实际降水量、年代际降水量、多年平均降水量及 5 年滑动平均值分析降水量随年份变化趋势,枫桥 1988—2017 年降雨年际变化见图 2。

由图 2 可以看出:从整体上来看,苏州中部 1988—2017 年间年降水量变化趋势较大,通过观察 5 年滑动曲线可以看出,苏州中部年降水量阶段变化周期约为 8 ~ 10 a。30 a 间最大降水量为 1 985.1 mm (2016 年),年降水量最小值为 855.0 mm (2003 年),30 a 平均降水量为 1 192.1 mm,年降水量的标准方差为 272.7 mm,则多雨年份降雨标准为 1 464.9 mm,少雨年份降雨标准为 919.5 mm。

由年代际变化趋势曲线可以看出,20 世纪 90 年代至今苏州中部降雨的平均水平低于多年平均值,在 20 世纪 90 年代 10 a 内,仅包含 1 个丰水

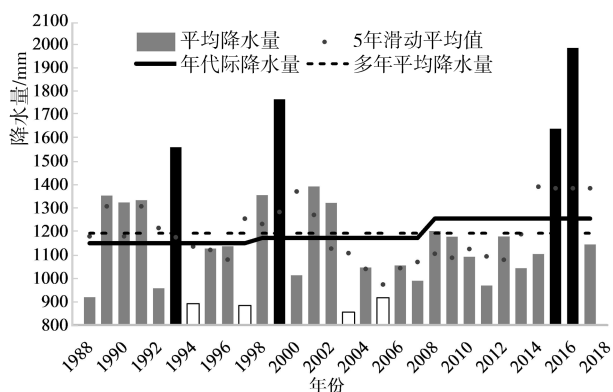


图2 枫桥1988—2017年降雨年际变化

年(1993年),该年降水量为1561.4 mm,另外包含2个枯水年份(1994年、1997年),2个枯水年份降水量仅为891.7 mm及883.9 mm。在21世纪初的10年内,年代际降水量较之前10年有所提高,但仍低于多年平均降水量,该10年内出现1个丰水年(1999年)及2个枯水年份(2003年及2005年),降水量分别为1766.5 mm、855.0 mm及916.9 mm,其中2003年为30年内降水量最低的年份,21世纪初是近30年间降水量波动最大的时段。2008—2017年,苏州中部进入雨水较为丰沛的时段,该时段的年代际降水量明显高于其他时段,且未出现枯水年份,其中2015—2016年为丰水年份,2016年亦是30年间雨水最充沛的年份。

2.3 南部地区降雨年际变化

根据平望1988—2017年30年间降水量随年份变化情况,通过年实际降水量、年代际降水量、多年平均降水量及5年滑动平均值分析降水量随年份变化趋势,平望1988—2017年降雨年际变化见图3。

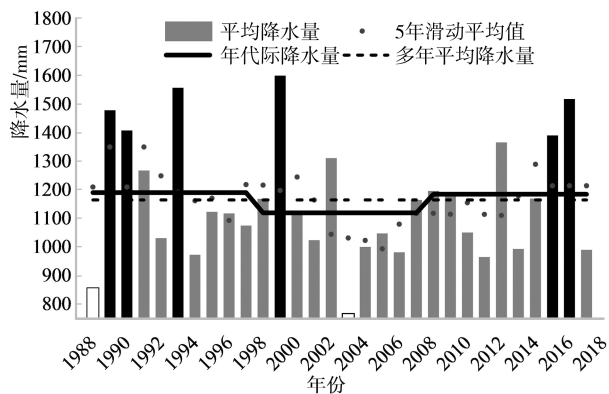


图3 平望1988—2017年降雨年际变化

由图3可以看出:从整体上来看,苏州南部1988—2017年间年降水量变化趋势较大,通过观察5年滑动曲线可以看出,苏州南部年降水量阶段变

化周期约为7~9 a。30年间最大降水量为1602.9 mm(1999年),年降水量最小值为768.0 mm(2003年),30年平均降水量为1165.7 mm,年降水量的标准方差为210.4 mm,则多雨年份降雨标准为1376.1 mm,少雨年份降雨标准为955.3 mm。

通过比较年代际变化趋势曲线与多年降雨平均值可以看出,20世纪90年代及21世纪10年代苏州南部降雨的平均水平在此20年间高于多年降雨平均值,在20世纪90年代10年内,仅包含3个丰水年(1989年、1990年),降水量分别为1481.6 mm及1410.5 mm,另外仅包含1个枯水年份(1989年),年份降水量为858.1 mm。在21世纪初的10年内,年代际降水量在所调查分析的30年内达到最低,且低于多年降雨平均值,该10年内出现1个丰水年(1999年)及1个枯水年份(2003年),降水量分别为1602.9 mm及768.0 mm,即在所调查的30年内,苏州南部降雨最大年份(1999年)及最小年份(2003年)均出现在21世纪初。21世纪10年代是30年间降水量较为稳定的时段。从2008年到2017年间,即21世纪10年代,苏州南部进入雨水较为丰沛且降雨稳定的时段,该时段的年代际降水量高于21世纪初,低于20世纪90年代。且在此期间未出现枯水年份,其中2015年及2016年为丰水年份,降水量分别为1393.5 mm及1521.0 mm。

3 降雨年内变化

根据3个代表站的1988—2017年雨量资料,将30年资料系列每10年划分为1个阶段,分析苏州市降水量月度、季节分布规律。

3.1 1988—1997年

1988—1997年,苏州市降雨主要集中在3—9月,月平均降水量分别为337.5 mm、230.3 mm、285.2 mm、543.9 mm、455.1 mm、498.1 mm及253.0 mm,7个月降雨占多年总降水量比重为77.26%,降水较少的年份集中在1月、2月、10月、11月及12月份,多年月平均降水量分别为178.8 mm、201.0 mm、138.9 mm、134.6 mm及112.9 mm,降雨较少年份占多年总降水量比重为22.47%,可见苏州市降雨主要集中在3—9月,即春夏两季降雨较为明显,符合苏州“梅雨”季节降雨特征,降雨时间极不均匀,具有明显随季节变化特征。

3.2 1998—2007 年

1998—2007 年,苏州市降雨主要集中在 3—8 月,月平均降水量分别为 247.9 mm、247.4 mm、299.5 mm、587.9 mm、384.3 mm 及 430.3 mm,6 个月降雨占多年总降水量比重为 71.78%,降水较少的年份集中在 2 月、10 月、11 月及 12 月份,降雨较少 4 个月份多年月平均降水量分别为 200.4 mm、158.4 mm、182.5 mm、140.8 mm,降雨较少年份占多年总降水量比重分别为 5.93%、4.69%、5.40% 及 4.16%,总占比为 22.47%,可见苏州市降雨主要集中在 3—8 月,即春、夏两季降雨仍较为明显,降雨时间极不均匀,具有明显随季节变化特征。

3.3 2008—2017 年

2008—2017 年,苏州市降雨主要集中在 4—10 月,月平均降水量分别为 278.9 mm、295.9 mm、668.8 mm、451.6 mm、463.0 mm、301.3 mm 及 243.2 mm,7 个月降雨占多年总降水量比重为 79.94%,降水较少的年份集中在 1 月、11 月及 12 月份,多年月平均降水量分别为 169.3 mm、196.9 mm、126.2 mm,降雨较少年份占多年总降水量比重为 14.56%,可见苏州市降雨主要集中在 4—10 月,即春夏两季降雨较为明显,具有明显随季节变化特征,降雨时间极不均匀。

与 20 世纪 90 年代和 21 世纪初相比,21 世纪 10 年代总降水量有所增加,且多雨月份有所增加,由 20 世纪 90 年代多年月平均降水量 280.8 mm 升至 21 世纪初多年月平均降水量 281.7 mm,到 21 世纪 10 年代多年月平均降水量为 305.0 mm,表明近年苏州市降雨总量明显增加,相比较之前月平均降水量增加约 20 mm。

4 结 论

通过对 1988—2017 年苏州市降雨数据进行分

析,总结苏州市降雨特征规律。

从时间上看,苏州市在所研究时段内,降水量呈较明显上升趋势,其中 21 世纪 10 年代为苏州市降水量最充沛时段,年均降水量为 1 214.26 mm;20 世纪 90 年代苏州市降水量较少,年均降水量为 1 123.18 mm;从空间上看,苏州中部地区多年平均降水量较大,为 1 192.2 mm,其次为苏州南部 1 165.7 mm,再次为苏州北部 1 119.8 mm,整体上降水量呈从苏州中部向南北两侧降低趋势。

从月度分布上看,苏州市降雨主要集中在 3—9 月,汛期 6—9 月降水量最大,占全年降雨 51.94%,其中 6 月降水量最为明显,占全年 16.14%;从季节分布上看,苏州市降雨主要集中在春季和夏季,降雨时间极不均匀,具有明显随季节变化特征。

通过 20 世纪 90 年代、21 世纪初和 21 世纪 10 年代 3 个年代际降雨特征分析,近年苏州市降雨总量明显增加,且多雨月份也有所增加,相比较之前 2 个年代际,月平均降水量增加约 20 mm。

参考文献:

- [1] 朱颖洁. 梧州市近 20 年降水量时空变化分布分析[J]. 人民珠江, 2016, 37(4): 25-31.
- [2] 夏军, 刘昌明, 丁永建, 等. 中国水问题观察[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [3] 陈德超, 张晓波, 陆建伟, 等. 苏州 1956 年以来的降水变化及其空间差异研究[J]. 水文, 2008, 28(6): 68-72.
- [4] 李娜, 许有鹏, 陈爽. 苏州城市化进程对降雨影响分析[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 335-339.