

谢五三,王胜.近 40 a 淮河流域暴雨特征分析[J].暴雨灾害,2010,29(4):377-380

近 40 a 淮河流域暴雨特征分析

谢五三,王 胜

(安徽省气候中心,合肥 230031)

摘要:利用淮河流域 159 个气象台站 1971—2009 年逐日降水资料,统计出淮河流域历年各站暴雨量并建立时间序列,通过趋势分析、EOF 分析、小波分析、MK 突变检验等方法对暴雨量进行特征分析。结果表明:淮河流域常年暴雨量及暴雨次数空间分布非常一致,高值区位于流域西南部,暴雨量及暴雨站次呈单峰型分布,7 月上、中、下三旬最为集中;全流域大部分地区的暴雨量呈现上升趋势,但未通过 0.05 的显著性检验;EOF 前三个模态累积方差贡献为 84%,第一模态全流域一致为正,表明暴雨量分布一致多或少;第二模态为南正北负,暴雨量分布北少(多)南多(少);第三模态为西正东负,暴雨量分布东少(多)西多(少);暴雨量 2~3 年高频震荡及 12~14 年低频震荡较为明显,在 12~14 年的时间尺度上经历了由多到少 3 个循环交替;暴雨量在 2000 年左右可能存在一次突变,2000—2009 年年均暴雨量比 1971—1999 年年均值增加了 52 mm。

关键词:暴雨;气候特征;淮河流域;气候变暖

中图分类号:P468.0*24 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2010)04-0377-04

1 引言

近百年来,地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化,IPCC 第四次评估报告^[1]指出:“全球平均地表温度一直在增加,特别是从 1950 年前后,由于增加了几个暖年,更新的近 100 年全球地表温度的线性趋势为 $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1906—2005 年)。”在全球变暖背景下极端气候事件的变化已引起社会各界的广泛关注,随着全球变暖,极端高温和强降水等极端事件的发生将变得更频繁。暴雨是一种最为常见的气象灾害,对国民经济、人民生命财产安全有很大的威胁。多年来,很多气象学者一直致力于暴雨的研究,任国玉等^[2]利用 1951—1996 年地面气象资料统计得出全国降水量总体上呈微弱增加趋势,但各地区间存在较大差异,增加最显著的地区包括江淮流域和东南沿海,同时东北、华北北部和西北地区也有不同程度的增加;鲍名等^[3]利用近 40 年的降水资料研究我国暴雨的年代际变化特征,指出我国各地区暴雨的年代际变化有一定的差异;徐桂玉等^[4]针对我国南方暴雨的特征做了细致分析,认为我国南方暴雨呈增加趋势,但幅度很小;张永领等^[5]分析了长江流域夏季降水的时空特征及演变趋势,得出长江流域夏季降水存在区域性差异;丁永红^[6]等利用宁夏近 44 年降水资料研究得出该区域暴雨气候特征及变化规律。淮河流域地处我国南北气候过渡带,属季风气候,天气复杂多变,

暴雨频发,对于淮河流域的暴雨已有不少研究^[7-13],并取得了很多有意义的成果,但这些研究大多是从天气学角度探讨暴雨的环流特征及形成机制,迄今关于淮河流域暴雨的气候学研究相对较少,本文拟利用淮河流域 159 个气象台站 1971—2009 年逐日降水资料,研究淮河流域暴雨的气候特征。

2 资料与方法

本文所用资料为淮河流域 159 个气象台站 1971—2009 年逐日降水资料。由淮河流域气象台站分布图(图 1)可见,流域四省内的气象站点分布均匀,基本满足研究需要。文中暴雨的定义为日降水量(20—20 时)等于或大于 50 mm,暴雨雨量为所有暴雨日降水量的总和,暴雨次数为所有暴雨日数之和,再分别统计出淮河流域 159 个气象台站 1971—2009 年逐年暴雨量并建立时间序列,计算常年暴雨量分布及各旬



图 1 淮河流域气象台站分布图

收稿日期:2010-06-05;定稿日期:2010-10-12

资助项目:淮河流域气象开放研究基金“全球变暖背景下淮河流域极端降水的演变规律”

作者简介:谢五三,男,1981 年生,硕士,工程师,主要从事极端气候事件监测及影响评估工作。E-mail:xiewusan_2008@sina.com

暴雨量演变情况,通过趋势分析、EOF 分析、小波分析等方法对暴雨量进行时空特征分析,并运用 Mann-Kendall(MK)方法^[14]对淮河流域近 40 年的暴雨量进行突变检验。

3 常年暴雨量及暴雨站次特征

图 2a 为淮河流域常年(1971—2000 年平均)暴雨

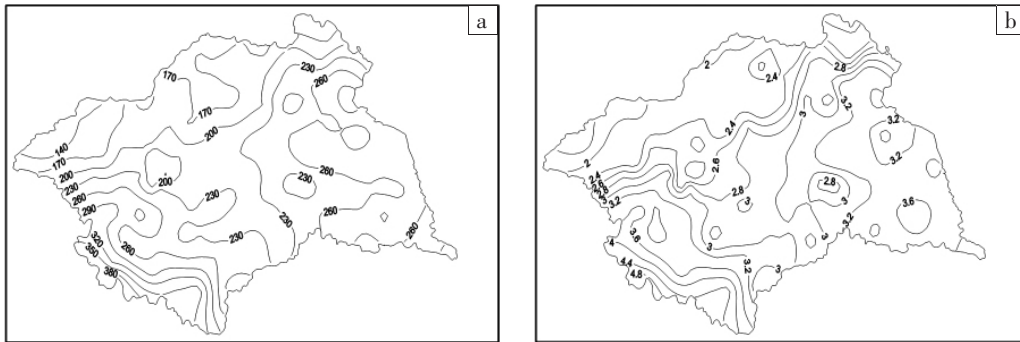


图 2 淮河流域常年(1971—2000 年)暴雨量(a,单位:mm)及暴雨次数(b,单位:次)分布图

图 3 为淮河流域各旬多年平均暴雨量及暴雨站次演变图。由图可见,各旬暴雨量及暴雨站次在数值演变上高度一致,相关系数超过 0.99,全年分布总体呈单峰型分布,冬季 3 个月(12、1、2 月)淮河流域很少出现暴雨,暴雨量及暴雨站次最多出现在 6 月下旬(18 旬)至 8 月下旬(24 旬),其中第 19 旬(7 月上旬)为最多的一旬,其次为第 20 旬(7 月中旬),第三为第 21 旬(7 月下旬),也即淮河流域暴雨量及暴雨站次最多的三个旬,年均暴雨站次在 50 个以上、年均暴雨量在 25 mm 以上。

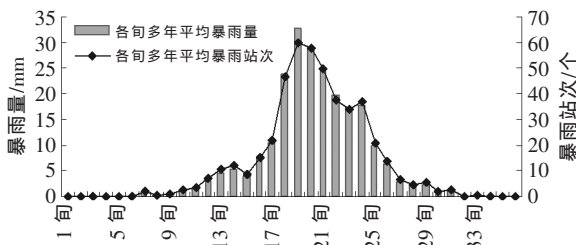


图 3 淮河流域各旬多年平均(1971—2009 年)暴雨量及暴雨站次分布图

量空间分布,由图可见,常年暴雨量总体上呈现纬向空间分布,高值区位于流域西南部,年暴雨量为 300~400 mm,低值区位于流域北部,年暴雨量为 100~170 mm。图 2b 为淮河流域常年暴雨次数空间分布,其空间分布特征与暴雨量的分布非常一致,高值区位于流域西南部,年均出现 4~5 次,低值区位于流域北部,年均出现 1~2 次。

4 暴雨量气候特征分析

4.1 趋势分析

图 4a 为淮河流域暴雨量线性倾向分布图,由图可知,全流域大部分地区线性倾向为正,即流域大部分地区的暴雨量随时间变化呈现上升趋势,上升幅度较大的地区集中在淮河流域中部地区,线性倾向为 40~60 mm·(10a)⁻¹,流域南部及西北部部分地区线性倾向为负,暴雨量呈现下降趋势。图 4b 为暴雨量趋势系数(虚线表示通过 0.05 的显著性检验,实线表示未通过 0.05 的显著性检验)分布图,样本资料为 39 年,趋势系数绝对值需超过 0.3 才达到 0.05 的显著性水平,全流域 159 个气象台站中,仅有 11 个站通过 0.05 的显著性检验,主要集中在流域中部地区,其它绝大部分地区均未通过 0.05 的显著性检验,即淮河流域绝大部分地区的暴雨量上升或下降趋势不显著。

4.2 EOF 分析

对淮河流域 159 个气象台站 1971—2009 年共 39

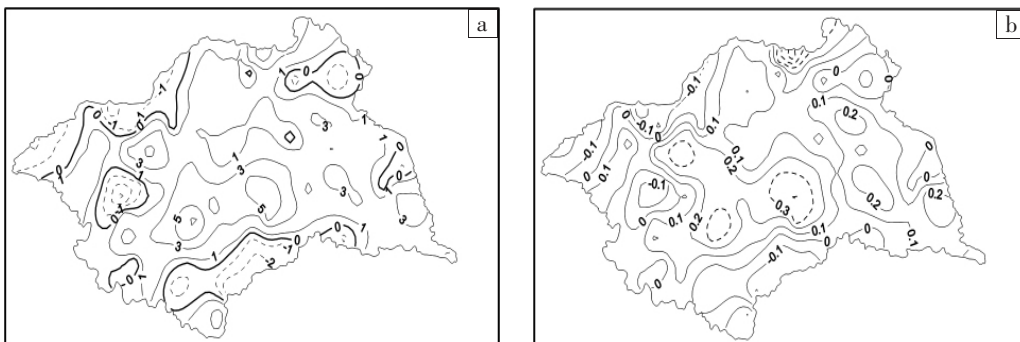


图 4 淮河流域暴雨量(1971—2009 年)线性倾向(a,单位:mm/a)及趋势系数(b)
(图 a 中虚线表示下降趋势,实线表示上升趋势)

年暴雨量作 EOF 分析, 研究淮河流域暴雨的空间分型。EOF 展开前三个模态累积方差贡献为 84%, 空间分布见图 5。由第一模态可知, 全流域一致为正, 基本呈纬向空间分布, 大值区位于流域西南部, 表明淮河流域暴雨量分布一致多或少; 第二模态零线横向从中

间将淮河流域分为南北两部分, 北部为负, 南部为正, 数值相当, 表明流域南北暴雨量呈现相反的分型式, 北少(多)南多(少); 第三模态零线竖向将流域分为东西两部分, 东部为负, 西部为正, 表明淮河流域暴雨量还有东少(多)西多(少)的分布特征。

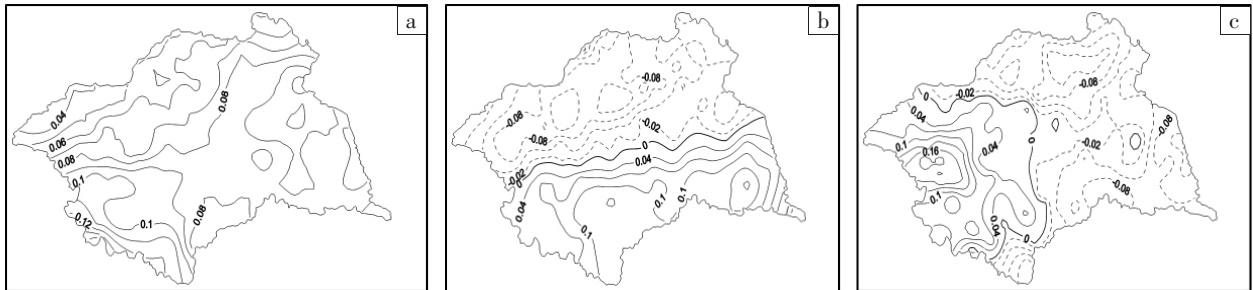


图 5 淮河流域暴雨量(1971—2009 年)EOF 前三个模态的空间分布图
(a, b, c 分别为 EOF 展开第一、第二、第三模态)

4.3 小波分析

图 6 为 1971—2009 年淮河流域暴雨量的小波变换图(虚线为负值, 实线为正值)。由图可见, 2~3 年的高频震荡及 12~14 年的低频震荡较为明显, 在 12~14 年的时间尺度上, 淮河流域暴雨量在 1971—2009 年中经历了由多到少 3 个循环交替, 并且自 2000 年以来, 淮河流域暴雨量处于偏多时期, 多雨中心时期在 2003—2007 年之间。

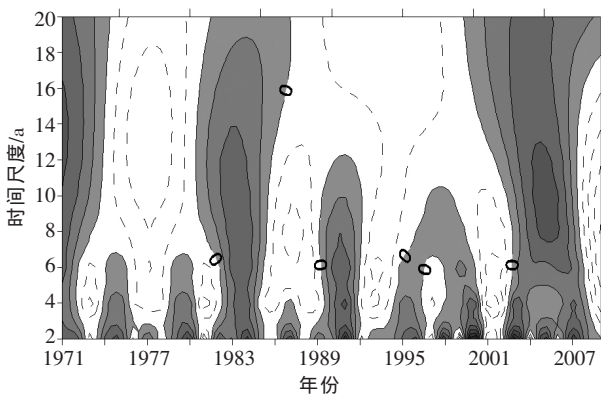


图 6 淮河流域暴雨量小波变换图

4.4 突变分析

图 7 为淮河流域暴雨量的 Mann-Kendall 突变检验, 由 UF 及 UB 曲线可见, 淮河流域暴雨量在 2000 年左右可能存在一次突变, 2000—2009 年一直有增多

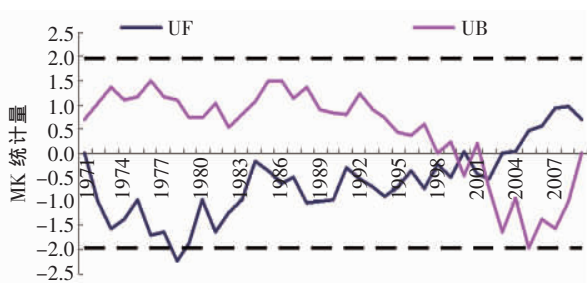


图 7 2000—2009 年淮河流域暴雨量 Mann-Kendall 突变检验

趋势。

图 8 给出淮河流域暴雨量 1971—2009 年历年演变及 2000 年突变前后的暴雨量均值, 由图可以看出, 2000—2009 年淮河流域暴雨量明显增加, 1971—1999 年年均暴雨量为 217 mm, 而 2000—2009 年年均暴雨量为 269 mm, 年均增加 52 mm, 增加了 24%。

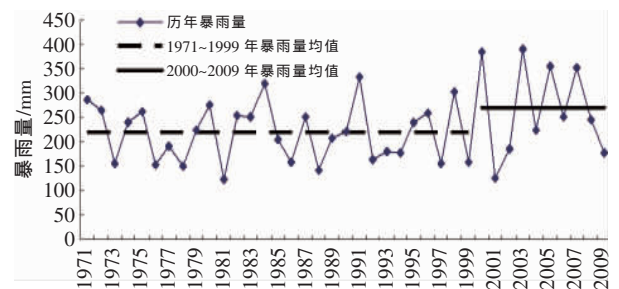


图 8 淮河流域暴雨量历年演变及突变前后均值(mm)图

5 结论与讨论

(1) 淮河流域多年平均暴雨量及暴雨次数空间分布非常一致, 高值区位于流域西南部, 低值区位于流域北部; 各旬多年平均暴雨量及暴雨站次总体呈单峰型分布, 最多出现在 6 月下旬至 8 月下旬, 其中 7 月三个旬最为集中。

(2) 全流域大部分地区暴雨量线性倾向为正, 大值区位于流域中部地区, 线性倾向为 40~60 mm/10a, 全流域 159 个气象台站中, 仅有 11 个站通过 0.05 的显著性检验, 表明淮河流域绝大部分地区的暴雨量上升或下降趋势不显著。

(3) EOF 展开前三个模态累积方差贡献为 84%, 第一模态全流域一致为正, 基本呈纬向空间分布, 第二模态零线横向从中间将淮河流域分为南北两部分, 北少(多)南多(少), 第三模态零线竖向将流域分为东西两部分, 东少(多)西多(少)。

(4)暴雨量 2~3 年的高频震荡及 12~14 年的低频震荡较为明显,在 12~14 年的时间尺度上经历了由多到少 3 个循环交替,并且自 2000 年以来,淮河流域暴雨量处于偏多时期。暴雨量在 2000 年左右可能存在一次突变,2000—2009 年一直有增多趋势,1971—1999 年年均暴雨量为 217 mm,而 2000—2009 年年均暴雨量为 269 mm,年均增加了 52 mm。

淮河流域为“漏斗形”地形,上游落差较大,而中下游比降较小,上游的降水容易汇聚,中下游地区容易发生洪涝。由本文研究结论可知,淮河流域暴雨量较多的地方位于上游地区,且大部分地区都呈现出增多趋势,特别是 2000 年以来增加更为明显,这也与前人的研究结果是一致的^[2,15],这种暴雨分布和气候变化格局使淮河流域的防汛抗洪形势更为严峻,需引起有关部门高度关注,不断提高流域的防汛抗洪能力,此外形成这种气候变化格局的机制原因,还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] IPCC. IPCC Fourth Assessment Report(AR4)[M].Cambridge:Cambridge University Press, 2007.
- [2] 任国玉,吴虹,陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征[J]. 应用气象学报,2000,11(3):322-330.
- [3] 鲍名,黄荣辉. 近 40 年我国暴雨的年代际变化特征[J].大气科学, 2006,30(6):1057-1067.
- [4] 徐桂玉,杨修群.我国南方暴雨一些气候特征的统计分析[J]. 气候与环境研究,2002,7(4):447-456.
- [5] 张永领,高全洲,丁裕国,等.长江流域夏季降水的时空特征及演变趋势分析[J]. 热带气象学报,2006,22(2):161-168.
- [6] 丁永红,王文,陈晓光,等.宁夏近 44 年暴雨气候特征和变化规律分析[J]. 高原气象,2007,26(3):630-636.
- [7] 矫梅燕,毕宝贵,鲍媛媛,等.2003 年 7 月 3~4 日淮河流域大暴雨结构和维持机制分析[J]. 大气科学,2006,30(3):475-490.
- [8] 江虹. 2003 年淮河暴雨期大气水汽输送特征及成因分析[J].暴雨灾害,2007,26(2):118-124.
- [9] 辜旭赞,叶金桃,陈郁琴. 2007 年 7 月淮河流域暴雨过程天气学诊断计算与分析[J]. 暴雨灾害,2009,28(2):131-136.
- [10] 胡雯,张晓红,周昆,等. 淮河流域一次致洪大暴雨的中尺度特征分析[J]. 自然灾害学报,2009,18(2):62-72.
- [11] 王黎娟,管兆勇,何金海. 2003 年淮河流域致洪暴雨的环流背景及其与大气热源的关系[J]. 气象科学,2008,28(1):1-7.
- [12] 陈晓红,冯皖平,璩瑛.2003 年淮河流域致洪暴雨的环流演变[J]. 气象科学,2006,26(2):192-196.
- [13] 侯春梅,陈忠民,康雯瑛,等.河南汛期暴雨时空分布特征及成因分析[J].气象与环境科学,2008,31(2):39-42.
- [14] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社, 2007.
- [15] 杨宏青,陈正洪,石燕,等. 长江流域近 40 年强降水的变化趋势[J]. 气象,2005,31(3):66-68.

Analysis of the Characteristic of Rainstorm in the Huaihe River Basin for the Last 40 Years

XIE Wu-san, WANG Sheng

(Anhui Climate Center, Hefei 230031)

Abstract: By using daily precipitation data from 159 stations in the Huaihe river basin during 1971-2009, the amount of annual rainfall is calculated for every station, then the characteristic of rainfall in the Huaihe river basin is analyzed by trend analysis, EOF, wavelet analysis, Mann-Kendall test and so on. The results show the following: The distribution of the average rainfall during 1971-2000 corresponds to the distribution of the frequency. The rainfall is heavy in southwestern part of the basin. The distribution of rainfall in terms of amount and frequency takes on a unimodal form and appears mostly in July. The trend of rainfall ascends in most areas, but the significance test in these areas is not past. The cumulative percent variance of the first three modes of EOF reaches 84%. The values of the first mode of EOF are plus everywhere and indicate that the distributions of rainfall are consistent in the whole basin. The values of the second mode of EOF are plus in south but minus in north indicating that the distributions of rainfall in south area are contrary to those in north area. The values of the third mode of EOF are plus in west but minus in east indicating that the distributions of rainfall in east area are contrary to those in west area. The main period of rainfall is 2~3 years and 12~14 years. The rainfall experiences three circulations on 12~14 years time scale. The rainfall probably mutated around 2000 and the annual average rainfall from 2000 to 2009 is higher by 52mm than that from 1971 to 1999.

Key words: Rainfall; Climate characteristics; Huaihe river basin; Global warming