

近 60 年合肥市降雨特性分析

黄明, 朱正南 (安徽建筑大学环境与能源工程学院, 安徽合肥 230601)

摘要 受城市化进度加快以及气候变化的影响, 合肥市降雨特性在发生一系列的变化, 根据 1954~2013 年合肥市气象观测站基础降雨资料, 运用 Mann-Kendall 趋势分析法和 Mann-Kendall 突变检验法分析合肥市的降雨变化。结果表明, 近 60 年来合肥市年降雨量变化较剧烈, 从 20 世纪 70 年代初期开始, 年降雨量呈现上升趋势, 但上升趋势不明显; 春季降雨呈下降趋势, 夏季和冬季降雨均呈明显的上升趋势; 秋季降雨也呈上升趋势, 但不明显; 在 12 个月份中, 6、9、10 月份降雨量变化最为剧烈, 除 4、5、9 月份呈下降趋势以外, 其他月份均呈上升趋势, 其中 1、2、6、8 月份呈明显的上升趋势。

关键词 合肥市; 降雨特性; Mann-Kendall 检验法; 趋势分析; 突变检验

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)14-228-03

Analysis of Rainfall Characteristics in Hefei during the Past 60 Years

HUANG Ming, ZHU Zheng-nan (School of Environment and Energy Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei, Anhui 230601)

Abstract Affected by the acceleration of urbanization and the change of climate, the rainfall properties of Hefei are in a series of changes. According to Hefei Meteorological Observatory's basal rainfall data during 1954–2013, using Mann-Kendall tendency analysis method and Mann-Kendall mutation test to analyze the rainfall changes in Hefei. The results indicate that during the past 60 years in Hefei, the year rainfall change is dramatic. Since the 1970s, annual rainfall presents a rising trend, but the upward trend is not obvious; The rainfall in spring presents a downward trend, while in summer and winter, it presents obvious rising trend; It also presents a rising trend in autumn, but not obvious; Among 12 months, the rainfall in June, September and October is in the most dramatic change, except April, May and September showed a downward trend, the other months all showed a rising trend. And among them, only January, February, June and August showed an obvious rising trend.

Key words Hefei; Rainfall characteristics; Mann-Kendall test; Trend analysis; Mutations test

随着我国城市化进度的加快以及气候变化的影响, 多地城市呈现出不同的降雨趋势, 旱涝灾害频发。降雨量是旱涝灾害发生的主要原因, 同时也是农业生产安排的依据, 因此研究城市降雨分布规律和变化趋势, 对未来气候变化分析以及其区域内的水文和生态环境分析具有极其重要的参考价值, 也对加深认识旱涝灾害规律具有重要意义, 同时为应对未来气候变化带来的挑战提供重要的科学依据。近些年来, 国内外学者为应对极端气候变化进行了大量的研究^[1-4], 如张红等利用最小二乘法、线性回归对安徽省 1980~2010 年多个气象要素进行逐年分析^[1]; 田红等采用滑动平均值分析了我国江淮流域的降雨趋势^[3]; Andrea 等利用 M-K 趋势检验法分析了阿根廷季节降雨量^[5]。笔者利用 1954~2013 年合肥市气象观测站降雨资料, 采用 Mann-Kendall 趋势分析法和 Mann-Kendall 突变检验法^[6]分析了合肥市的降雨变化。

1 资料与方法

降雨基础数据来自于中国气象科学数据共享服务网的《中国地面国际交换站气候资料数据集》, 研究中选用合肥市气象观测站 1954~2013 年的 20:00~次日 20:00 降雨量资料。采用 Mann-Kendall 趋势分析和 Mann-Kendall 突变检验法^[6], 对近 60 年合肥市年、季和月的降雨特性进行分析。

2 结果与分析

2.1 降雨分布特性分析

2.1.1 年降雨特性。通过对合肥市气象观测站的基础降雨资料统计和分析, 发现近 60 年来合肥市平均降雨量为 1 000 mm, 最大降雨量为 1 737 mm, 最小降雨量为 525 mm, 最大降

雨量和最小降雨量分别发生在 1991 和 1955 年, 总降雨天数为 6 908 d; 年降雨量主要集中在 900~1 200 mm, 累计频率为 56.6%, 年降雨量低于 900 mm 的累计频率为 26.7%, 年降雨量高于 1 200 mm 的累计频率为 16.7%。

2.1.2 季、月降雨特性。经统计, 近 60 年合肥市年降雨量季节性比较明显, 降雨主要集中在第 1、第 2 季度, 4~8 月份降雨量均超过了 800 mm, 11 月~次年 2 月份降雨量较少, 未超过全年降雨量的 20%, 降雨最多是 7 月份, 达 182 mm, 6~8 月份构成了常年降雨的高峰季节, 占全年降雨量的 44.5%, 这主要是因为合肥市属亚热带湿润性季风气候, 地处中纬度地带, 位于江淮之间, 夏季雨量比较充沛。

2.2 降雨趋势分析

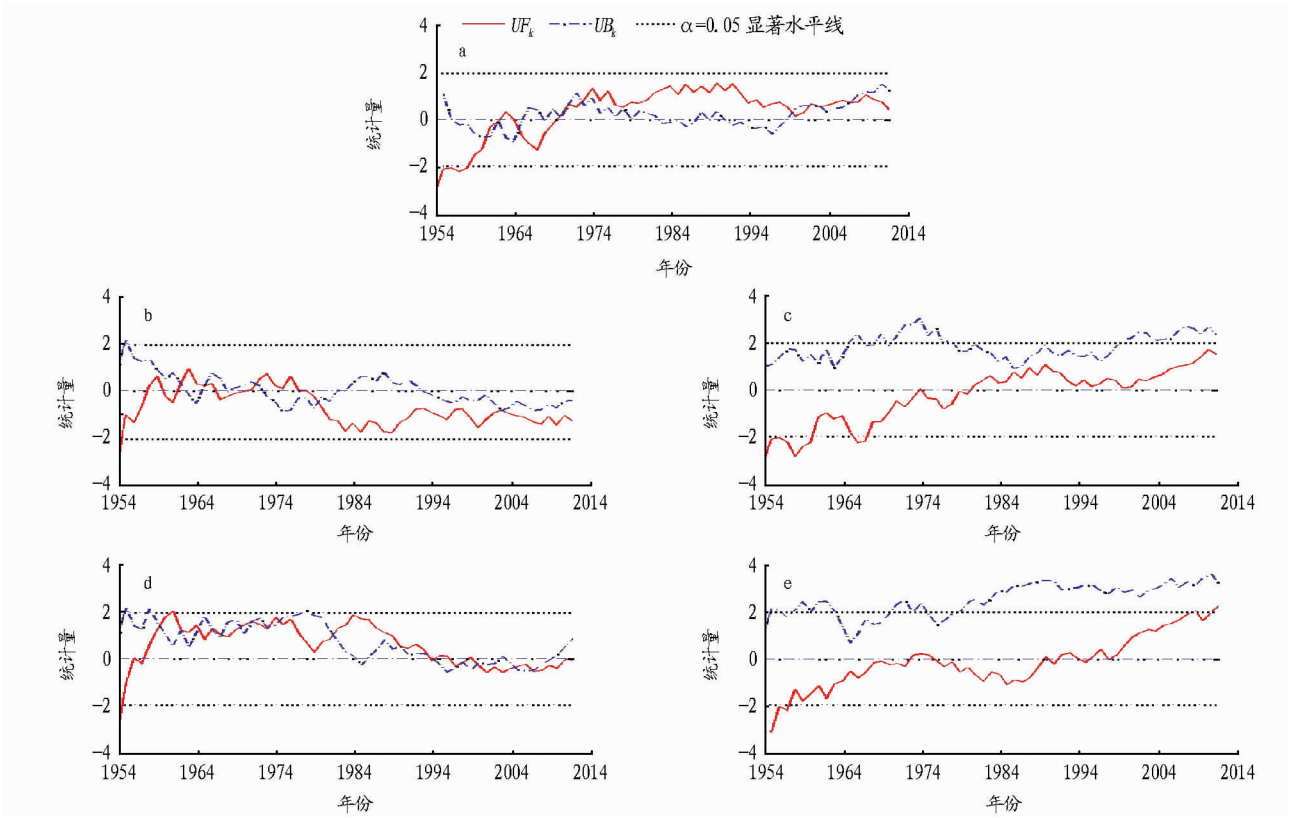
2.2.1 年、季降水量变化趋势。根据 Mann-Kendall 检验法, 采用 Matlab 语言编程计算, 结果发现(表 1), 在显著性水平 α 分别取 0.05 和 0.10 时, 合肥市年降雨量均没有呈现明显的变化趋势, 夏季和冬季降雨量均呈现出明显的上升趋势, 增加速率分别为 2.352 4 和 1.034 5 mm/a, 且均通过 95% 和 90% 的显著性检验, 夏季增加速度最快; 春季和秋季分别呈下降和上升趋势, 但变化趋势不明显。总体上, 合肥市年降雨量虽没有呈现明显的变化趋势, 但 $Z > 0$, 表明年降雨量有增加的趋势, 增加速率为 1.435 2 mm/a。

由图 1 可见, 近 60 年合肥市年降雨量变化较为剧烈, 20 世纪 60 年代初~70 年代初年降雨量变化剧烈, 降雨趋势时增时减, UF_k 和 UB_k 存在 5 个交点, 进入 70 年初期以后, 年降雨量呈增加趋势, 增加趋势不是很明显, 均介于临界值 ± 1.96 之间, 但进入 21 世纪初后, 时间序列发生多次突变, UF_k 和 UB_k 存在 4 个交点, 突变开始时间是 2001 年。春季和秋季降雨的统计量变化剧烈, 在秋季发生的突变次数最多, UF_k 和 UB_k 存在 14 个交叉点, 统计量变化最为剧烈, 说

明秋季降雨还在发生变化,夏季和冬季的 UF_k 和 UB_k 没有交点,变化幅度小。20 世纪 80 年初期后,春季降雨呈下降趋势,而夏季降雨量开始呈现上升趋势,而从 90 年中期开始,冬季降雨量一直处于上升趋势,上升趋势较为显著,这很大程度上与全球气候变暖有关。

表 1 1954~2013 年合肥市年、季降雨量趋势分析

时段	资料年限	显著性水平 α	Z	β	变化趋势
全年	60	0.05 (0.10)	0.816 4	1.435 2	不明显(不明显)
春季	60	0.05 (0.10)	-0.861 0	-0.518 6	不明显(不明显)
夏季	60	0.05 (0.10)	1.900 6	2.352 4	明显(明显)
秋季	60	0.05 (0.10)	0.376 3	0.224 3	不明显(不明显)
冬季	60	0.05 (0.10)	2.697 9	1.034 5	明显(明显)



注:a. 全年;b. 春季;c. 夏季;d. 秋季;e. 冬季。

图 1 1954~2013 年合肥市年和季降雨统计量变化

表 2 1954~2013 年合肥市月降雨量趋势分析

月份	资料年限	显著性水平 α	Z	β	变化趋势
1	60	0.05 (0.10)	2.423 6	0.369 9	明显(明显)
2	60	0.05 (0.10)	1.396 8	0.321 6	不明显(明显)
3	60	0.05 (0.10)	0.420 9	0.123 1	不明显(不明显)
4	60	0.05 (0.10)	-1.071 5	-0.333 3	不明显(不明显)
5	60	0.05 (0.10)	-0.172 2	-0.076 9	不明显(不明显)
6	60	0.05 (0.10)	1.549 8	0.809 0	不明显(明显)
7	60	0.05 (0.10)	0.969 5	0.709 8	不明显(不明显)
8	60	0.05 (0.10)	2.257 8	1.183 5	明显(明显)
9	60	0.05 (0.10)	-0.082 9	-0.012 8	不明显(不明显)
10	60	0.05 (0.10)	0.312 5	0.056 1	不明显(不明显)
11	60	0.05 (0.10)	0.892 9	0.250 0	不明显(不明显)
12	60	0.05 (0.10)	0.440 1	0.064 6	不明显(不明显)

2.2.2 月降水量变化趋势。通过对降雨资料整理和分析,采用 Matlab 语言编程计算出月降雨量的变化趋势,结果发现

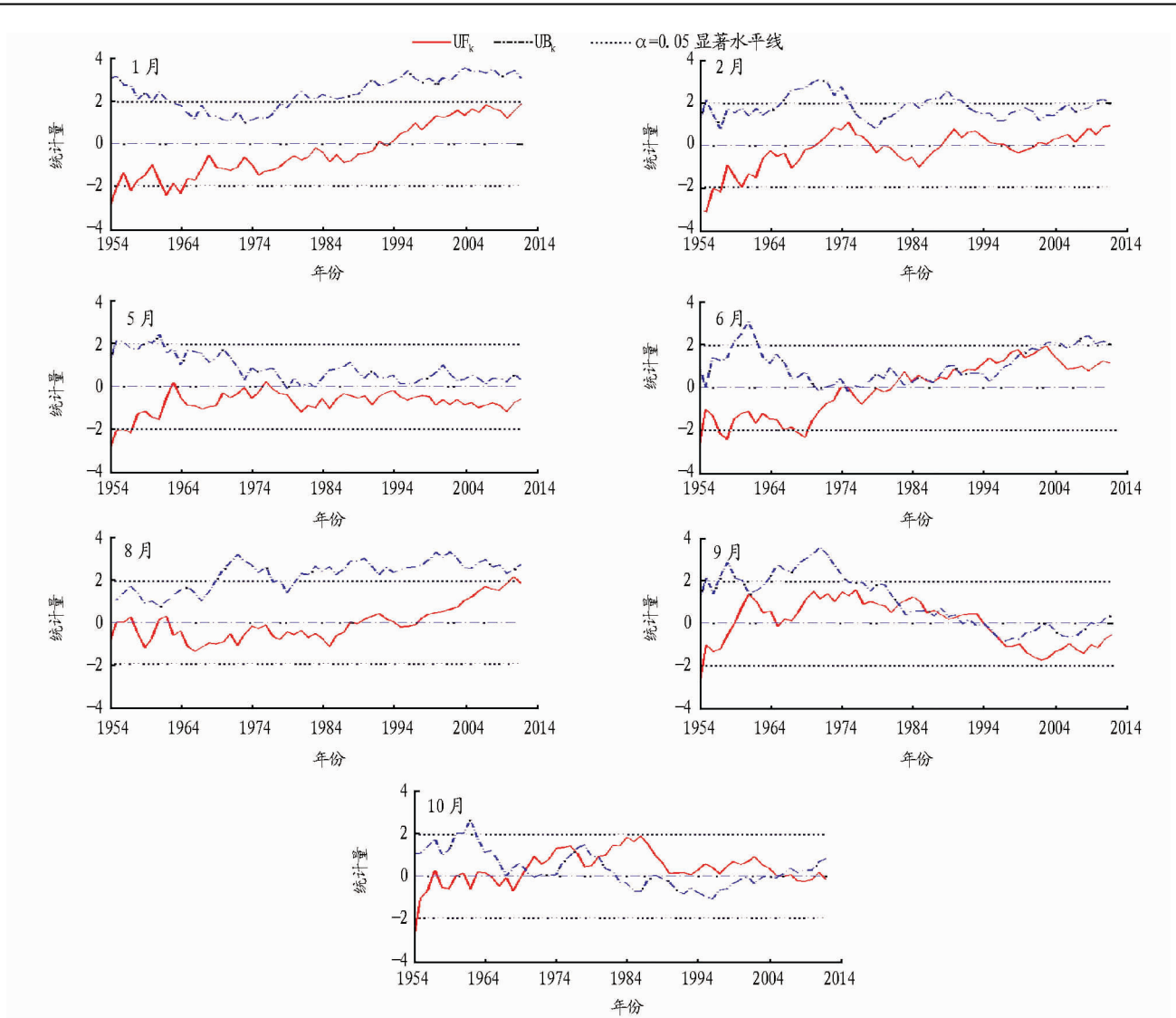


图2 1954~2013年合肥市特征月降雨统计量变化

(表2),近60年合肥市各月降雨变化趋势与季降雨变化趋势基本一致,如夏季的 Z 为正值,6、7、8月 Z 值也均为正值。当显著性水平 α 取0.05时,仅1和8月降雨量呈明显的上升趋势,通过置信度为95%的显著性检验,当 α 取0.10时,1、2、6、8月降雨量呈明显的上升趋势,通过置信度为90%的显著性检验。除4、5、9月降雨量呈下降趋势以外,其他各月降雨量均呈上升趋势,特别是6、7、8月降雨量增加速率很大程度上高于其他月的速率。由图2可见,1、2、5、8月的 UF_k 和 UB_k 没有交点,变化幅度较小,其余各月的 UF_k 和 UB_k 均有交点,表明其变化幅度较大,特别是6、9、10月份 UF_k 和 UB_k 均有多个交点,表明这3个月降雨量变化最为剧烈。

3 结论

(1)合肥市多年平均降雨量为1 000 mm,年降雨量主要集中在900~1 200 mm,降雨主要集中在第1、第2季度,7月份降雨量最多。

(2)近60年来合肥市年降雨量变化较剧烈,发生5次突变,年降雨量总体呈上升趋势,但未通过显著性水平 α 取

0.05和0.10检验,上升趋势不明显。

(3)近60年来合肥市春季降雨呈下降趋势。春季和秋季的降雨统计量变化剧烈,夏季和冬季呈明显的上升趋势。

(4)12个月份中,6、9、10月份降雨统计量最为剧烈,发生多次突变;除4、5、9月份呈下降趋势以外,其他月份均呈上升趋势,其中1、2、6、8月份呈明显的上升趋势。

参考文献

[1] 张红,黄勇,刘慧娟.安徽省近30年气候变化的空间特征[J].生态环境学报,2012,21(12):1935-1942.
[2] 王效瑞,徐敏.安徽省夏季降雨量的若干统计特征[J].安徽师范大学学报,2002,25(3):281-285.
[3] 田红,李春,张士洋.近50年我国江淮流域气候变化[J].中国海洋大学学报,2005,35(4):539-544.
[4] 陈晓宏,刘德地,王兆礼.降雨空间分布模式识别[J].水利学报,2006,37(6):711-716.
[5] ANDREA I P,KARMA L L. Recent rainfall and runoff variability in Central Argentina[J]. Quaternary International,2006,158:127-139.
[6] KENDALL M G. A new measure of rank correlation[J]. Biometrika,1938,430:81-93.