

近 47 年黄石市降水变化特征分析

宋 鸽^{1,2}, 罗 嘉¹, 涂 姍 姍¹ (1. 湖北省公众气象服务中心, 湖北武汉 430074; 2. 成都信息工程大学, 四川成都 610225)

摘要 根据黄石市 3 个国家气象观测站 1973—2019 年的降水量资料, 采用线性倾向估计、M-K 突变检验和异常分析方法对近 47 年来黄石市降水变化特性进行分析。结果表明, 近 47 年来黄石市年降水量呈不显著的上升趋势, 2001—2010 年的年降水量明显偏少, 2011—2019 年的年降水量恢复到 20 世纪 90 年代水平; 降水量主要集中在春季和夏季, 春季和秋季降水量均呈现出波动下降趋势, 夏季和冬季降水量均呈波动上升趋势。近 47 年来黄石市没有出现降水异常偏多年和降水异常偏少年。

关键词 降水; 趋势变化; Mann-Kendall 突变检验; 异常分析

中图分类号 S161.6 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)07-0207-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.049

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Analysis on the Change Characteristics of Precipitation in Huangshi City in Recent 47 Years
SONG Ge^{1,2}, LUO Jia¹, TU Shan-shan¹ (1. Hubei Public Meteorological Service Center, Wuhan, Hubei 430074; 2. Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan 610225)

Abstract Based on the precipitation data of Huangshi from 1973 to 2019, the variation characteristics of precipitation in Huangshi during the past 47 years were investigated using linear tendency analysis, M-K mutation test and anomalous analysis. The results show that the annual precipitation in Huangshi during the past 47 years exhibited an insignificant upward trend; the precipitation in the 2000s was obviously less, and the precipitation in the 2010s improved to the value in the 1990s. The precipitation in Huangshi during the past 47 years mainly concentrated in spring and summer; the precipitation in spring and autumn showed a downward trend, while the precipitation in summer and winter showed an upward trend. There were no anomalous plenty and deficient rainfall years during the past 47 years in Huangshi.

Key words Precipitation; Trend variation; M-K mutation test; Anomalous analysis

降水是气候的一个基本要素, 其缺乏明显的全球性趋势, 但全球气候变暖会使其时空分布特征产生明显的变化^[1-2]。降水在空间分布上的不均匀及时间变化上的不稳定性是引起干旱、洪涝的直接原因, 严重影响了农业生产和社会经济的可持续发展。黄石市位于湖北省东南部, 其独特的地理环境及城市化进程等因素使其降水等气候变化具有自身的特点^[3-8]。一些学者对黄石市降水的气候变化进行了研究^[5-8], 如韩雪婷等^[7]采用线性倾向估计方法对黄石市 1954—2013 年降水等气候变化进行分析; 陈幼姣等^[8]采用旋转经验正交函数分解对黄石市 1958—2017 年降水量时空变化特征进行分析。笔者根据黄石市 3 个国家气象观测站 1973—2019 年的降水量资料, 采用线性倾向估计、M-K 突变检验和异常分析等方法^[9-10]对近 47 年来黄石市降水变化特性进行分析, 为政府部门及科研单位有关水资源政策的制定及研究方向提供依据。

1 资料与方法

选取黄石市所属黄石、大冶和阳新 3 个国家气象观测站 1973—2019 年的逐日降水量资料, 通过算术平均得到黄石市逐日平均降水量。按春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)和冬季(12 月—次年 2 月)来划分四季, 采用线性倾向估计、Mann-Kendall 突变检验和异常分析法对近 47 年来黄石市降水量变化趋势进行分析。

2 结果与分析

2.1 黄石市年降水量变化特征分析 从图 1 可以看出, 1973—2019 年黄石市年降水量总体上呈增加趋势, 气候倾向

率为 16.07 mm/10 a, 但未通过 $\alpha=0.10$ 的显著性检验, 表明增加趋势不显著。47 年间黄石市年降水量波动起伏变化较大, 大旱大涝年份频繁发生, 如 1978—1979、1985、2006—2007、2013 年降水量普遍偏低, 1983、1989、1998—1999、2010、2016—2017 年降水量普遍偏多。47 年来年降水量的平均值为 1 479.778 mm, 最大和最小年降水量分别为 2 433.633 mm (2017 年) 和 997.967 mm (2013 年), 两者相差 1 435.666 mm, 差距较大。从年代际来看, 20 世纪 70 年代、80 年代、90 年代、2001—2010 年和 2011—2019 年的平均年降水量分别为 1 428.271、1 490.483、1 556.347、1 358.437 和 1 563.415 mm, 可见 20 世纪 70—90 年代年降水量逐渐增多, 2001—2010 年降水明显偏少, 远低于 47 年的平均值, 2011—2019 年降水量恢复到 20 世纪 90 年代水平, 远高于 47 年的平均值。

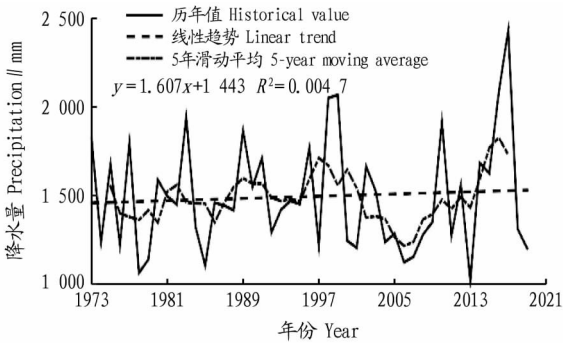


图 1 1973—2019 年黄石市降水量年际变化
Fig.1 Interannual variation of precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

利用 M-K 突变检验法研究降水变化趋势以及突变情况, 如图 2 所示。由图 2 可知, 1973—2019 年黄石市年降水量的 UF 曲线与 UB 曲线在不同的时间段内存在多个交点,

作者简介 宋鸽(1992—), 女, 辽宁锦州人, 助理工程师, 硕士, 从事地面气象观测研究。
收稿日期 2021-08-09

但并未超过 $\alpha=0.05$ 显著性水平临界线 (± 1.96), 所以无法判断是否发生突变现象。

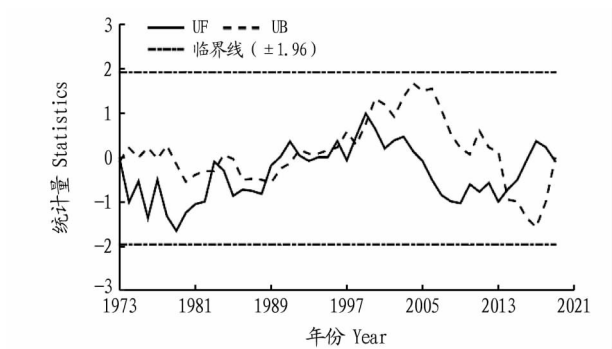


图2 1973—2019年黄石市降水量 M-K 突变检验

Fig. 2 M-K mutation test of precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

2.2 黄石市月降水量变化特征分析 从图3可以看出, 1973—2019年黄石市月降水量呈单峰型分布, 1—6月降水量呈逐月增多的趋势, 7—12月呈逐月减少的趋势; 月降水量峰值出现在6月, 为252.075 mm, 是47年来月降水量平均值(123.315 mm)的2.044倍; 月降水量最少出现在12月, 仅为41.060 mm, 是47年来月降水量平均值的33.297%。另外, 汛期(5—9月)降水量为867.311 mm, 占全年降水量的58.611%, 可见降水量主要集中在汛期。

2.3 黄石市季降水量变化特征分析 从图4可以看出, 1973—2019年黄石市降水量随季节变化较为明显, 降水量主要集中在春季和夏季, 春季和夏季的降水量占全年降水量的72.069%; 秋冬季降水量较少, 冬季最少, 仅占全年降水量的12.420%。

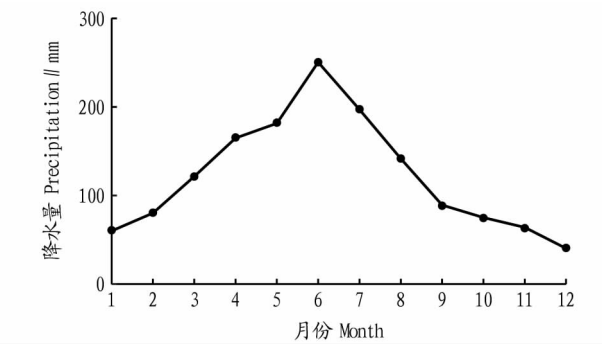


图3 1973—2019年黄石市降水量月变化

Fig. 3 Monthly variation of precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

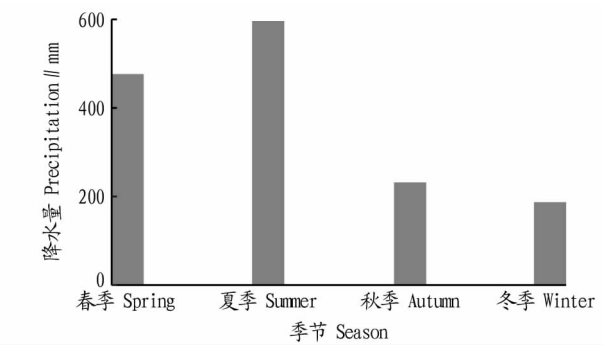


图4 1973—2019年黄石市降水量季变化

Fig. 4 Seasonal variation of precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

从近47年黄石市各季降水量的演变趋势(图5)可以看出, 春季和秋季降水量均呈现出波动下降趋势, 气候倾向率分别为-8.71和-8.55 mm/10 a, 这2个季节降水量减少趋势

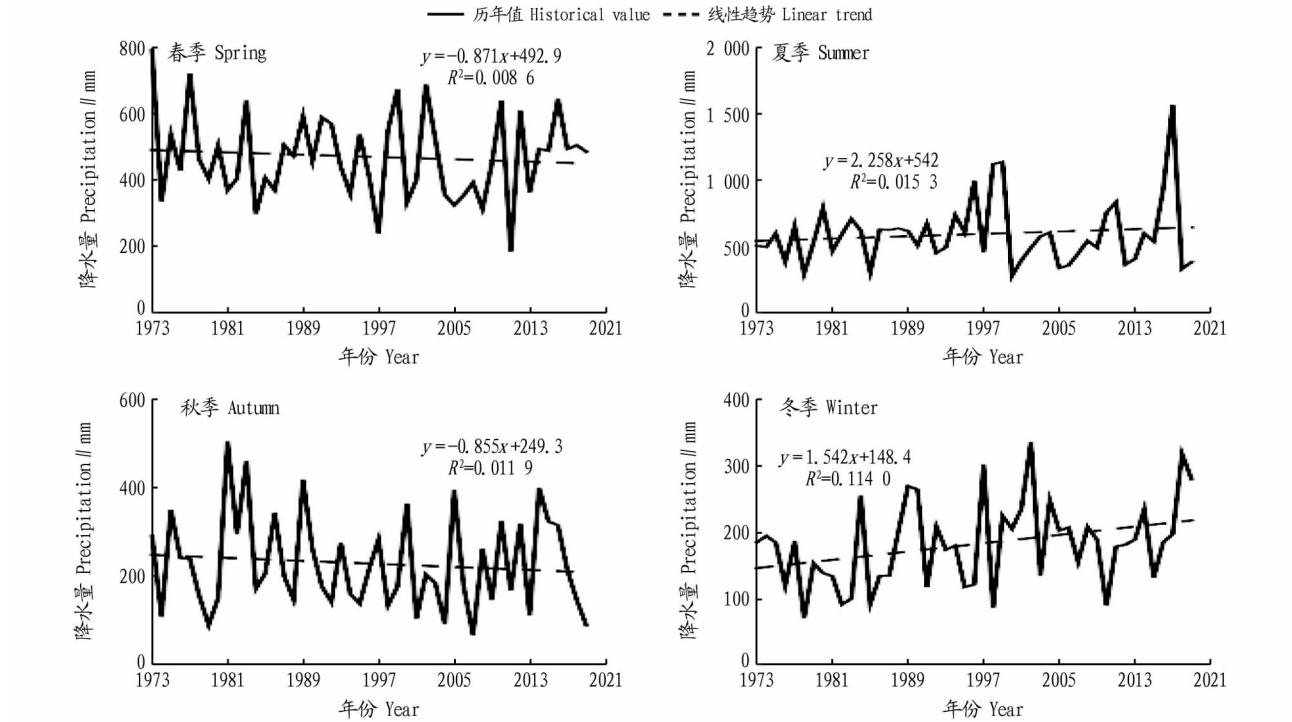


图5 1973—2019年黄石市四季降水量的年际变化

Fig. 5 Interannual variation of seasonal precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

基本相同;而夏季和冬季降水量均呈波动上升趋势,气候倾向率分别为 22. 58 和 15. 42 mm/10 a,夏季降水量增加趋势大于冬季。另外,春季、夏季和秋季降水量趋势系数未通过 $\alpha=0. 10$ 的显著性检验,增加或下降趋势不显著,而冬季降水量上升趋势相对较显著($P<0. 05$)。由于四季降水量变化趋势各异,致使年降水量波动变化,上升趋势并不显著。

从年代际来看(图 6),春季、夏季和秋季的降水量随年代变化较为明显,而冬季降水量随年代变化呈上升趋势。春季、夏季、秋季和冬季降水量最大值分别发生在 20 世纪 70 年代、90 年代、80 年代和 2011—2019 年,而春季、夏季和秋季降水量最小值均发生在 2001—2010 年,冬季降水量最小值发生在 20 世纪 70 年代;由于降水主要集中在春季和夏季,故 2001—2010 年的年降水量最少。

从四季降水量的 M-K 突变检验(图 7)可以看出,1973—2019 年春秋两季降水量 UF 曲线与 UB 曲线出现了多个交点,但并未超过 $\alpha=0. 05$ 显著性水平临界线($\pm 1. 96$),所以无法判断是否发生突变现象。夏季降水量的 UF 曲线虽然超过了 $\alpha=0. 05$ 显著性水平临界线,但在 1973—1979 年与

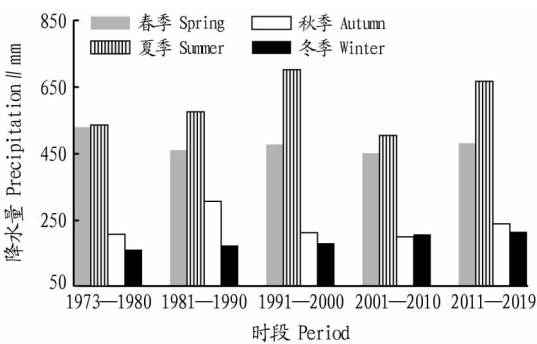


图 6 1973—2019 年黄石市四季降水量的年代际变化
Fig. 6 Interdecadal variation of seasonal precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

UB 曲线有多个交点,所以无法判断准确的突变时间点;2001—2010 年之后又出现多个交点,但 UF 曲线都没有超过 $\alpha=0. 05$ 显著性水平临界线,所以不能断定突变点。冬季降水量的 UF 曲线变幅最大,虽然在 2019 年左右超过了 $\alpha=0. 05$ 显著性水平临界线,但在置信区间内与 UB 曲线出现了多个交点,所以无法准确判断突变点。

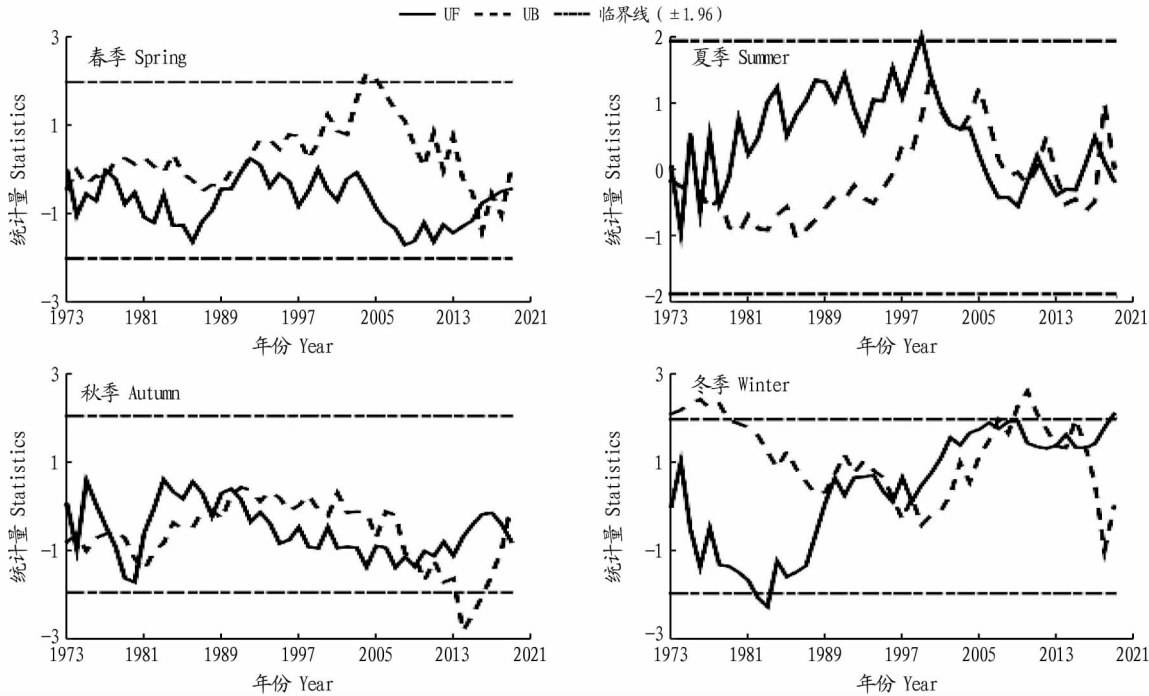


图 7 1973—2019 年黄石市四季降水量的 M-K 突变检验
Fig. 7 M-K mutation test of seasons precipitation in Huangshi City from 1973 to 2019

2.4 黄石市降水量异常特性分析 降水距平百分率(D_p)反映一段时期内水文要素偏离同期多年平均值的程度,可以用来表征降水量是否发生异常。根据降水异常等级标准^[10], $D_p \geq 80\%$ 为降水异常偏多, $50\% \leq D_p < 80\%$ 为降水显著偏多, $20\% < D_p < 50\%$ 为降水偏多, $-20\% \leq D_p \leq 20\%$ 为降水正常, $-50\% < D_p < -20\%$ 为降水偏少, $-80\% < D_p \leq -50\%$ 为降水显著偏少, $D_p \leq -80\%$ 为降水异常偏少。从 1973—2019 年黄石市年和四季降水量的降水距平百分率年际变化(图 8)可以看出,黄石市无降水异常偏多、异常偏少和显著偏少年出现,显著偏多年出现过 1 次(2017 年);春季降水异常偏多、异常偏

少均未出现,显著偏多出现过 2 次(1973 和 1977 年),显著偏少出现过 1 次(2011 年);夏季降水异常偏多出现 3 次(1998、1999 和 2017 年),异常偏少未出现,显著偏多和显著偏少各出现 2 次(分别是 1996、2016 年和 1978、2000 年);秋季降水异常偏多出现 3 次(1981、1983 和 1989 年),异常偏少未出现,显著偏多出现 4 次(1975、2000、2005 和 2014 年),显著偏少出现 7 次(1974、1979、2001、2004、2007、2013 和 2019 年);冬季降水异常偏多出现 1 次(2002 年),异常偏少没有出现,显著偏多出现 3 次(1997、2018 和 2019 年),显著偏少出现过 2 次(1978 和 1998 年)。

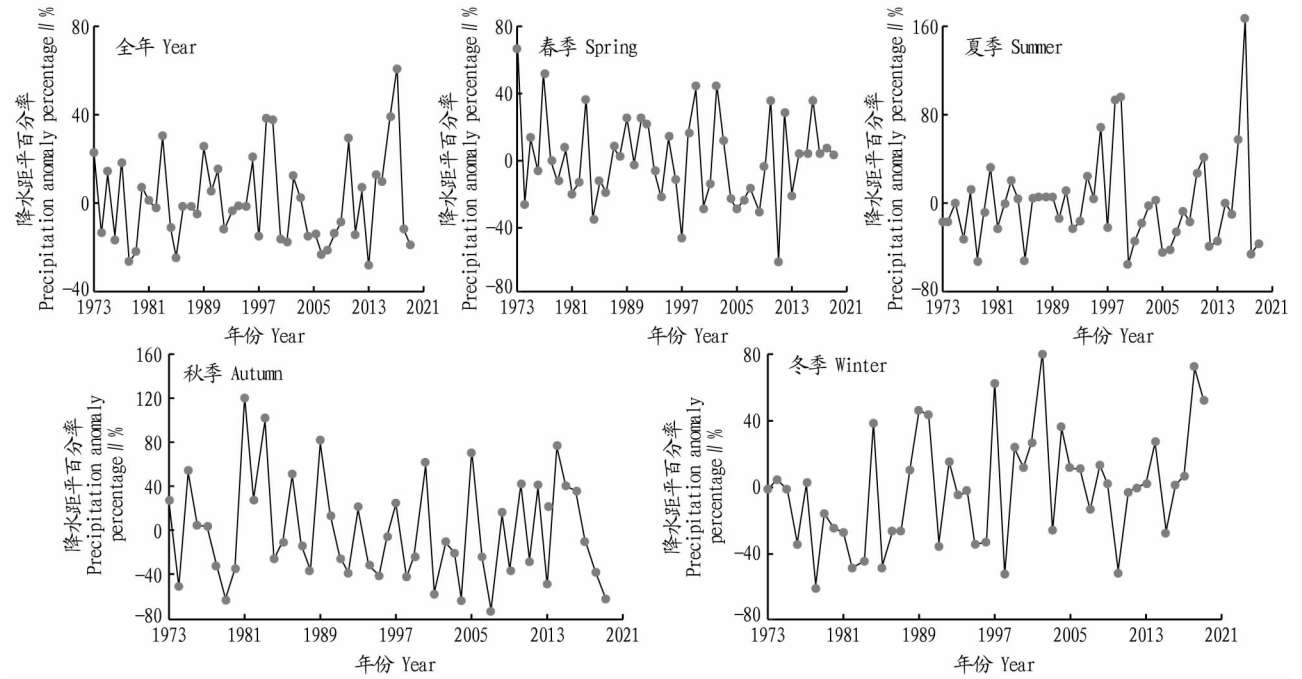


图 8 1973—2019 年黄石市年和四季降水量的降水距平百分率年际变化

Fig. 8 Interannual variation of the percentage of annual and four-season precipitation anomalies in Huangshi City from 1973 to 2019

3 结论

(1) 1973—2019 年黄石市年降水量呈不显著的增加趋势,2001—2010 年的年降水量明显偏少,2011—2019 年的年降水量恢复到 20 世纪 90 年代水平;降水量主要集中在春季和夏季,秋季次之,冬季最少;春季和秋季降水量均呈波动下降趋势,夏季和冬季降水量均呈波动上升趋势,其中夏季降水量上升最快,且冬季降水量上升趋势相对较显著 ($P<0.05$)。

(2) 近 47 年来黄石市没有出现降水异常偏多年和降水异常偏少年。四季中,春季降水没有出现异常偏多和异常偏少;夏季降水异常偏多出现 3 次(1998、1999 和 2017 年),没有出现异常偏少;秋季降水异常偏多出现 3 次(1981、1983 和 1989 年),没有出现异常偏少;冬季降水异常偏多出现过 1 次(2002 年),没有出现异常偏少。

参考文献

[1] 陈发虎,黄伟,靳立亚,等. 全球变暖背景下中亚干旱区降水变化特征及其空间差异[J]. 中国科学(地球科学),2011,41(11):1647-1657.

[2] 吴福婷,符淦斌. 全球变暖背景下不同空间尺度降水谱的变化[J]. 科学通报,2013,58(8):664-673.

[3] 张新宜,周晓宇,刘熠炎. 1954—2013 年湖北省黄石市极值气温变化特征分析[J]. 气象研究与应用,2015,36(2):85-92,95.

[4] 宋鸽. 1973—2019 年黄石市气温变化特征分析[J]. 安徽农业科学,2020,48(23):244-246.

[5] 韦学山. 黄石地区汛期降雨时间分布特征的客观描述及历史演变[J]. 湖北气象,1991,10(4):6-8.

[6] 方怡,陈正洪,孙朋杰,等. 黄石、大冶两邻近地区设计雨强差异的原因分析[J]. 气象,2016,42(3):356-362.

[7] 韩雪婷,袁杰,卫文芳,等. 黄石市气候变化对城市发展的影响及对策分析[J]. 农业灾害研究,2015,5(1):46-48.

[8] 陈幼姣,刘光辉. 黄石市近 60 a 降水时空分布特征分析[J]. 暴雨灾害,2018,37(6):543-548.

[9] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 2 版. 北京:气象出版社,2007:37-42,63-66.

[10] 李建平,易成功,张火平. 近 45a 黄冈市气温和降水的变化与异常特征分析[J]. 暴雨灾害,2008,27(1):59-63,82.