

1973—2019 年黄石市气温变化特征分析

宋 鸽^{1,2} (1. 湖北省大冶市气象局, 湖北大冶 435100; 2. 成都信息工程大学, 四川成都 610225)

摘要 利用黄石市 3 个国家气象观测站 1973—2019 年的地面观测资料, 采用线性倾向估计、M-K 突变检验和异常分析等方法对黄石市气温变化特性进行分析。结果表明: 黄石市年平均气温呈极显著波动上升趋势, 四季平均气温呈较显著的上升趋势, 其中春季增温最快, 秋季、冬季次之, 夏季最为缓慢; 气温一般在 20 世纪 80 年代末期至 20 世纪 90 年代末期之间发生突变, 之后气温呈现显著变暖趋势。黄石市近 47 年来没有出现异常偏冷年和异常偏暖年。

关键词 气温; 趋势变化; M-K 突变检验; 异常分析; 黄石市

中图分类号 P 468.0⁺21 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)23-0244-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.23.064



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Characteristics Analysis of Temperature Changes from 1973 to 2019 in Huangshi

SONG Ge^{1,2} (1. Daye City Meteorological Bureau, Daye, Hubei 435100; 2. Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan 610225)

Abstract Based on the surface observation data from 1973 to 2019 in Huangshi, the variation characteristics of temperature were investigated using linear tendency analysis, M-K mutation test and anomalous analysis methods. The results show that the annual average temperature in Huangshi exhibited a very significant rising trend, and the average temperature in the four seasons showed a significant upward trend, in which the average temperature increased fastest in spring, followed by autumn, year and winter, and the summer was slowest. Generally, the mutations of temperatures occurred between the late 1980s and late 1990s, and then the climate was warming up significantly. There were no anomalous cold and warm year during the past 47 years in Huangshi.

Key words Temperature; Trend variation; M-K mutation test; Anomalous analysis; Huangshi City

近百年来, 受自然因素和人类活动的共同作用, 地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化, 全球气温逐渐攀升; 而中国的变暖速度高于全球平均值, 处于百年来气温最高的阶段^[1]。气候变暖可致使生物锐减、生态系统失衡, 甚至给人类的生活生产带来诸多影响。

黄石市位于湖北省东南部, 长江中游南岸, 东北临长江; 境内地势西南高、东北低, 由西南向东北倾斜, 独特的地理位置环境使其气温变化具有自身的特点^[2-5]。目前, 关于黄石市气温变化特征分析的研究不多^[6-7], 且这些研究仅采用了黄石市单个气象站的地面观测资料进行分析, 但有关近 6 年以内的相关研究还未见报道。笔者采用黄石市已有的 3 个国家气象观测站 1973—2019 年地面观测气象资料, 对该市的气温变化特征和变化规律进行细致地分析研究, 旨在为应对气温变化并降低其对农业生产的影响提供参考。

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 年地面观测的逐日平均气温资料, 对其进行算术平均得到黄石市的逐日平均气温。采用线性倾向估计和 Mann-Kendall 突变检验等方法^[8]对气温的变化趋势进行分析研究。另外, 还将对气温变化进行异常分析^[9-10], 定义冷暖指数 (CHL):

$$CHL = (T - T_p) / S$$

式中, T 、 T_p 和 S 分别表示平均气温、多年气温平均值和平均气温标准差。

根据冷暖等级标准, $CHL \geq 2.0$ 为异常偏暖, $1.5 \leq CHL <$

2.0 为显著偏暖, $1.0 \leq CHL < 1.5$ 为偏暖, $-1.0 \leq CHL < 1.0$ 为正常, $-1.5 \leq CHL < -1.0$ 为偏冷, $-2.0 < CHL < -1.5$ 为显著偏冷, $CHL \leq -2.0$ 为异常偏冷。

2 结果与分析

2.1 黄石市年平均气温的变化特征 由图 1 分析可知, 1973—2019 年黄石市年平均气温呈极显著的波动上升趋势 ($P < 0.001$), 其气候倾向率为 $0.303\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$, 高于全国的增温幅度 $0.270\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$, 说明黄石市气候整体呈明显变暖趋势。从图 1 局部可以看出, 在 20 世纪 80 年代前期和 21 世纪 00 年代末期, 年平均气温呈下降趋势, 而在 1973—1980 年、1982—2006 年和 2010—2019 年 3 个阶段, 其呈现快速上升的趋势。年平均气温的多年均值为 $17.482\text{ }^{\circ}\text{C}$, 其最高值和最低值分别为 $18.533\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2007 年) 和 $16.467\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1984 年)。20 世纪 70 年代至 21 世纪 10 年代, 各年代的年平均气温分别为 16.979 、 17.017 、 17.470 、 18.003 和 $17.882\text{ }^{\circ}\text{C}$, 可以看出黄石市年平均气温在 21 世纪 10 年代之前呈上升趋势, 而在 21 世纪 10 年代略有下降, 进入 21 世纪 00 年代以后均超过多年均值。由 20 世纪 90 年代进入 21 世纪 00 年代, 年代气温增幅最大; 气温在 20 世纪 70 年代相对较低, 偏离多年平均值 -2.88% ($-0.503\text{ }^{\circ}\text{C}$), 气温在 21 世纪初相对较高, 偏离多年平均值 2.98% ($0.521\text{ }^{\circ}\text{C}$), 其偏离多年平均值均在 $\pm 5\%$ 以内, 故年平均气温的年代际变化较小。

由图 2 可知, 1973—1986 年, UF 小于 0, 年平均气温呈下降趋势, 但未超过 0.05 显著性水平临界线, 说明下降不显著; 自 1987 年之后, UF 大于 0, 年平均气温呈上升趋势, 其中在 1997 年之后, UF 超过 0.05 显著性水平临界线, 甚至超过 0.001 显著性水平线, 说明上升趋势显著; 年平均气温 UF 和 UB 曲线的交点位于置信区间内, 表明黄石市年平均气温在

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 2020-05-12; 修回日期 2020-06-03

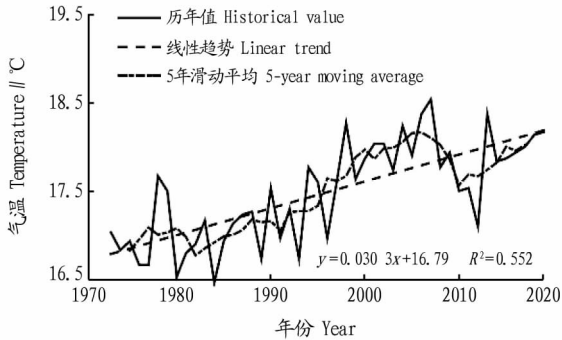


图 1 1973—2019 年黄石市年平均气温的变化
Fig. 1 Change of annual average temperature in Huangshi from 1973 to 2019

1995 年前后发生突变,即发生由冷到暖的突变,之后气温呈显著的增暖趋势。

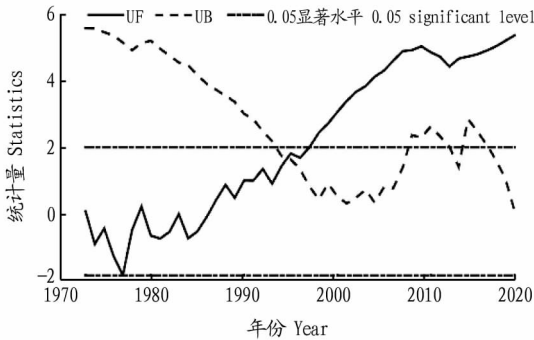


图 2 1973—2019 年黄石市年平均气温的 M-K 检验曲线
Fig. 2 M-K test of annual average temperature in Huangshi from 1973 to 2019

由图 3 可以看出,黄石市近 47 年来,没有出现异常偏冷年和异常偏暖年;显著偏冷年出现过 2 次(1980 年和 1984 年),偏冷年和显著偏冷年都出现在 1994 年以前,1994 年以后没有出现过偏冷年;显著偏暖年出现过 3 次(2006 年、2007 年和 2013 年),偏暖年出现过 4 次(1998 年、2004 年、2018 年和 2019 年)。

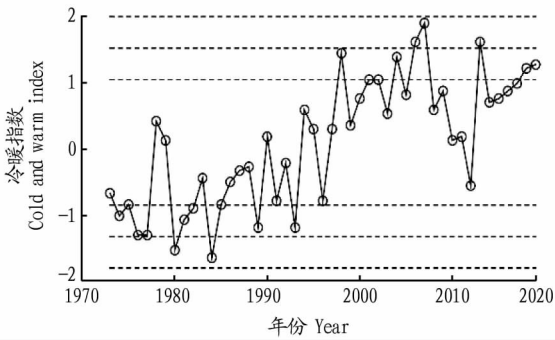


图 3 1973—2019 年黄石市年平均气温冷暖指数的变化
Fig. 3 Change of cold and warm index of annual average temperature in Huangshi from 1973 to 2019

2.2 黄石市四季平均气温的变化特征 由表 1 可知,近 47 年来,黄石市四季的平均气温表现出较显著的上升趋势($P<0.05$),除夏季外,平均气温还表现出显著的上升趋势($P<0.01$)。四季中,春季增温最快,秋季、冬季次之,夏季最为缓

慢,表明气候变暖背景下黄石市在冷季增温更剧烈。春、夏、秋、冬四季平均气温的多年均值分别为 17.086、27.988、18.653 和 6.192℃,各年代气温分别为春季 16.274、16.467、16.906、17.787 和 17.916℃,夏季 27.646、27.832、27.781、28.413 和 28.222℃,秋季 18.183 3、18.167 8、18.587 8、19.231 1 和 19.038 3℃和冬季 5.649、5.678、6.611、6.461 和 6.482℃。从这些气温资料可以看出,春、夏、秋、冬 4 季的平均气温随年代际变化整体呈上升趋势,其中夏季气温在 20 世纪 90 年代和 21 世纪 10 年代略有下降,秋季气温在 20 世纪 80 年代和 21 世纪 10 年代略有下降,冬季气温在 20 世纪 90 年代出现较大的峰值。对于春、夏、秋 3 个季节,由 20 世纪 90 年代进入 21 世纪 00 年代,年代气温增幅最大,且进入 21 世纪以后均超过多年平均值;而对于冬季,由 20 世纪 80 年代进入 20 世纪 90 年代,年代气温增幅最大,且进入 20 世纪 90 年代以后均超过多年平均值。

表 1 1973—2019 年黄石市四季平均气温的线性倾向估计值
Table 1 Linear tendency estimation of average temperature in four seasons of Huangshi from 1973 to 2019

季节 Season	倾向率 Tendency rate ℃/10 a	趋势系数 Trend coefficient
春季 Spring	0.479	0.673
夏季 Summer	0.185	0.325
秋季 Autumn	0.308	0.548
冬季 Winter	0.269	0.399

由图 4 可知,四季气温的 UF 曲线均超过 0.05 显著性水平临界线,呈现出明显的上升趋势,且春、夏、秋、冬 4 季平均气温分别在 1997 年、1997 年、1995 年和 1988 年前后发生突变。

由图 5 可以看出,没有出现异常冷春和异常暖春,显著冷春出现过 2 次(1980 年和 1991 年),显著暖春出现过 3 次(2007 年、2008 年和 2018 年);异常冷夏和异常暖夏各出现过 1 次(分别是 1980 年和 2013 年),显著冷夏出现过 2 次(1982 年和 1999 年),显著暖夏出现过 2 次(1978 年和 2006 年);异常冷秋出现过 2 次(1976 年和 1981 年),显著冷秋出现过 1 次(1986 年),异常暖秋出现过 1 次(1998 年),显著暖秋出现过 2 次(2005 年和 2019 年);异常冷冬和显著冷冬各出现过 1 次(分别是 1976 年和 1983 年),异常暖冬出现过 1 次(1998 年),显著暖冬出现过 2 次(2016 年和 2019 年)。

3 结论与讨论

(1) 1973—2019 年黄石市年平均气温呈极显著波动上升趋势,四季平均气温呈较显著的上升趋势($P<0.05$),其中春季增温最快,秋季、冬季次之,夏季最为缓慢;气温一般在 20 世纪 80 年末期至 20 世纪 90 年代末期之间发生突变,之后气温呈现显著变暖趋势。

(2) 黄石市近 47 年来没有出现异常偏冷年和异常偏暖年。在四季中,没有出现异常冷春和异常暖春;异常冷夏和异常暖夏各出现过 1 次(分别是 1980 年和 2013 年);异常冷秋出现过 2 次(1976 年和 1981 年),异常暖秋出现过 1 次(1998 年);异常冷冬和异常暖冬各出现过 1 次(分别是 1976 年和 1998 年)。

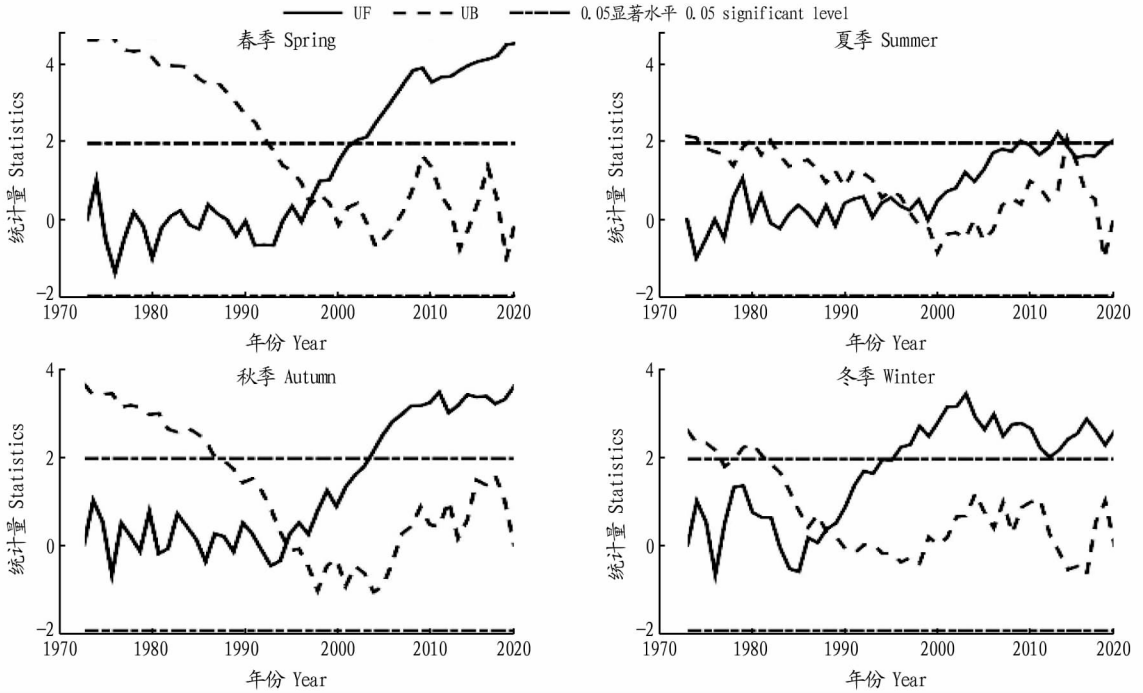


图 4 1973—2019 年黄石市四季平均气温的 M-K 检验曲线

Fig. 4 M-K test of average temperature in four seasons of Huangshi from 1973 to 2019

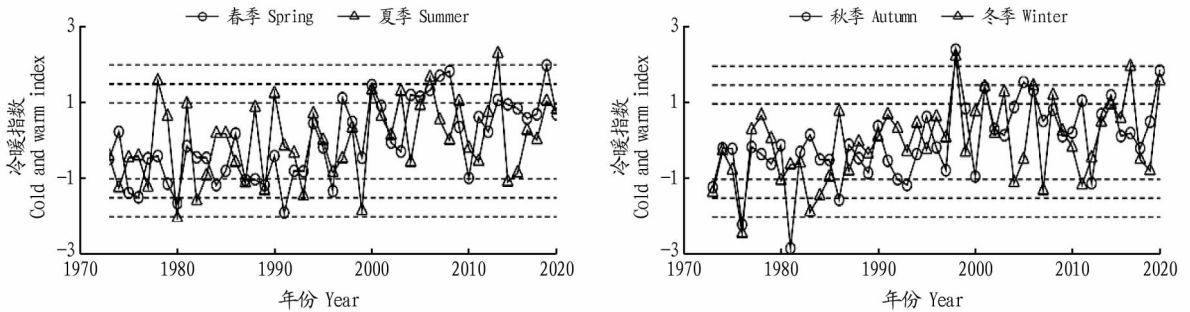


图 5 1973—2019 年黄石市四季平均气温冷暖指数变化

Fig. 5 Change of cold and warm index of average temperature in four seasons of Huangshi from 1973 to 2019

参考文献

[1] 《第二次气候变化国家评估报告》编写委员会. 第二次气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 38.

[2] 覃军, 王海军. 湖北省 1961 年以来气温和降水变化趋势及分布[J]. 华中农业大学学报, 1997, 16(4): 405-410.

[3] 陈正洪. 湖北省 60 年代以来平均气温变化趋势初探[J]. 长江流域资源与环境, 1998, 7(4): 341-346.

[4] 郑祚芳, 陈家华, 祁文. 湖北省近 50 年气候变化特征分析[J]. 气象科学, 2002, 22(3): 279-286.

[5] 毕旭. 湖北省气温和降水的变化特征及其与地理因子的相关性分析[D]. 武汉: 华中师范大学, 2013.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 林培松, 李森, 李保生. 近 50 年来海南岛西部气候变化初步研究[J]. 气象, 2005, 31(2): 51-55.

[10] 李建平, 易成功, 张火平. 近 45 a 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.

[11] REFISH N M R, WANG L Q, FU C H, et al. Establishment and optimization of high efficiency embryogenic callus induction system in *Dendrobium candidum*[J]. African journal of plant science, 2016, 10(4): 77-83.

[12] 莫远琪, 郑枫, 房林, 等. 澳洲鸽子石斛组织培养快速繁殖研究[J]. 植物生理学报, 2018, 54(4): 677-685.

[13] LIN L, WANG Y, WANG F X, et al. Determination of polysaccharides content of *Gentiana farreri* from different producing areas based on anthrone-sulfuric acid method[J]. China journal of Chinese materia medica, 2014, 39(14): 2774-2776.

[14] 陈乃东, 陈乃富, 王陶陶, 等. 组培霍山石斛、野生霍山石斛及河南石斛多糖及乙醇溶出物动态积累规律研究[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(12): 2090-2094.

(上接第 219 页)

[5] LIANG J, WU Y F, YUAN H, et al. *Dendrobium officinale* polysaccharides attenuate learning and memory disabilities via anti-oxidant and anti-inflammatory actions[J]. International journal of biological macromolecules, 2019, 126: 414-426.

[6] YANG K, LU T T, ZHAN L H, et al. Physicochemical characterization of polysaccharide from the leaf of *Dendrobium officinale* and effect on LPS induced damage in GES-1 cell[J]. International journal of biological macromolecules, 2020, 149: 320-330.

[7] 周玉飞, 康专苗, 彭竹晶. 珍稀濒危铁皮石斛的研究进展[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(4): 1629-1635.