

惠水县近50 a气温变化特征分析

谢智沛^{1*}, 殷子月^{2#}, 喇楠³

¹惠水县气象局, 贵州 惠水

²乌鲁木齐市气象局, 新疆 乌鲁木齐

³红寺堡区气象站, 宁夏 吴忠

收稿日期: 2021年9月22日; 录用日期: 2021年10月21日; 发布日期: 2021年10月28日

摘要

本文通过利用线性回归、Mann-Kendall突变检验法和小波周期变化等方法分析惠水县近50 a的气温数据, 结果表明: 惠水县近50 a来的气温经历了冷-暖的变化, 大致表现为前期偏冷, 后期偏暖这样一个波动形态, 从90年代后期开始气温升温趋势逐渐显著; 通过Mann-Kendall法检验得出惠水县的气温突变出现在1998年, 此后惠水县平均气温的升温速率明显加快; 惠水县近50 a来, 四季当中春季温差最大, 气温升温速率也最快, 气温倾斜率为 $0.381^{\circ}\text{C}/10\text{a}$; 从70年代至今惠水县气温的年际变化周期为准28 a, 体现出当地气温的变化有着强而明显的周期性。

关键词

气温变化, 气温突变, 升温速率, 变化周期

Analysis on Characteristics of Temperature Variation in Huishui County in Recent 50 Years

Zhipei Xie^{1*}, Ziyue Yin^{2#}, Nan La³

¹The Meteorological Bureau of Huishui County, Huishui County Guizhou

²Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi Xinjiang

³Hongsibao Weather Station, Wuzhong Ningxia

Received: Sep. 22nd, 2021; accepted: Oct. 21st, 2021; published: Oct. 28th, 2021

Abstract

This paper uses linear regression, Mann-Kendall mutation test and wavelet periodic change me-

*第一作者。

#通讯作者。

thods to analyze the temperature data of Huishui County in recent 50 years. The results are indicated as follows: the temperature in Huishui County has experienced a change from cold to warm in recent 50 years, roughly manifested as a wave form of cold in the early period and warm in the later period; since the late 1990s, the temperature rise trend has gradually become significant. Through the Mann-Kendall method, it is found that the sudden temperature change in Huishui County occurred in 1998. Since then, the average temperature in Huishui County has increased significantly. In the past 50 years in Huishui County, the temperature difference in spring is the biggest among the four seasons, the temperature rises at the fastest rate, and the temperature gradient rate is $0.381^{\circ}\text{C}/10\text{a}$. The interannual variation period of temperature in Huishui County from the 1970s to the present is 28 a, which reflects the strong and obvious periodicity of local temperature variations.

Keywords

Temperature Variation, Temperature Mutation, Heating Rate, Change Period

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 气温变化成为人们谈论气候变化的热点问题之一[1]。贵州地处中国西南地区, 同时位于副热带东亚大陆季风区内, 因独特的喀斯特地貌造成省内各地的气温时空分布特征具有较大的差异性和独特的地域特性[2] [3] [4] [5]。叶秀江[6]在对贵州近 30 a 的气候变化研究中指出, 1981~2010 年贵州的年平均气温总体表现为上升趋势, 其中中部地区的贵阳、黔南州中部气温上升缓慢, 到 1996 年后呈现显著上升趋势。唐红忠等[7]研究贵州省南部冬季气温变化特征, 结果表明贵州省南部冬季气温呈现增温趋势并存在年际振荡。惠水县位于黔南州的西部, 毗邻省会贵阳, 地理位置优越, 交通便利, 素有“好花红之乡”的美誉。金钱橘、佛手瓜和百香果等特色农作物在惠水县得到大面积的推广种植, 本文利用线性回归、Mann-Kendall 突变检验法和小波周期变化等方法分析探讨惠水县近 50 a 的气温变化规律, 为该县作物种植应对气候变化提供基础科学参考。

2. 年平均气温变化特征

2.1. 年平均气温距平变化特征

对惠水县近 50 a 的平均气温数据线性回归分析得出, 惠水县的平均气温以 $0.284^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速率稳定上升, 相关系数通过了显著水平为 0.0001 的极显著性检验。从图 1 可以看出, 70 年代到 90 年代后期处在一个较长时段的偏冷期, 除个别年份气温有波动增长外, 其余时段气温基本都处在负距平下, 最低负距平出现在 1984 年为 -1.1°C , 也是惠水县近 50 a 来历史气温最低负距平。从 90 年代后期开始惠水县的气温呈现出明显的上升趋势, 气温偏高显著。惠水县在 90 年代后期从偏冷期直接过渡到偏暖期, 并持续至今。在冷暖期的过渡期间, 惠水县气温距平差值(绝对值)达到 0.8°C 。受冬季低温凝冻天气影响, 导致惠水县在 2000 年、2008 年和 2011~2012 年这几个时段内气温处在负距平下, 但气温又很快回到正距平上, 距平差值(绝对值)在 2012~2013 年间内达到历史最大值为 1.2°C , 之后在 2014 年正距平达到历史最高 1.6°C 。

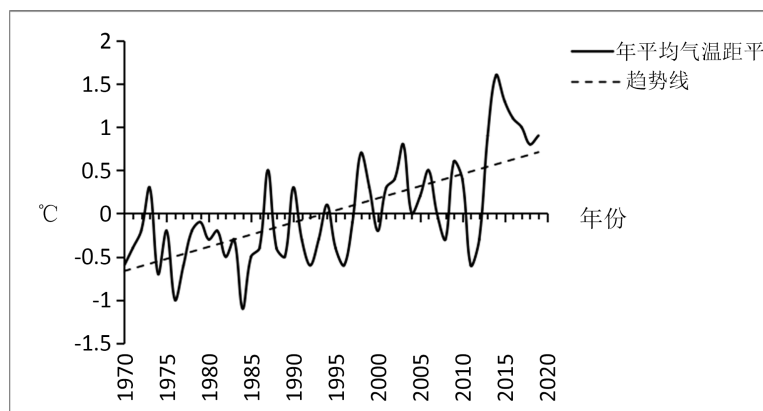


Figure 1. Anomaly changes of average temperature in the past 50 years in Huishui County

图 1. 惠水县近 50 a 年平均气温距平变化图

2.2. 月平均气温累积距平变化特征

对惠水县近 50 a 月平均气温累积距平分析表明, 从图 2 可看出, 除 2019 年外, 惠水县近 50 a 气温累积距平均为负值, 但曲线图仍然直观地展示出了惠水县近 50 a 来气温经历了两次波动。70 年代至 90 年代后期气温呈下降趋势, 90 年代后期至 2011 年期间气温表现为缓慢波动增长的态势。之后从 2012 年至今, 气温上升趋势加快, 增温明显。惠水县近 50 a 来气温变化大致表现为前期偏冷, 后期偏暖这样一个波动形态。

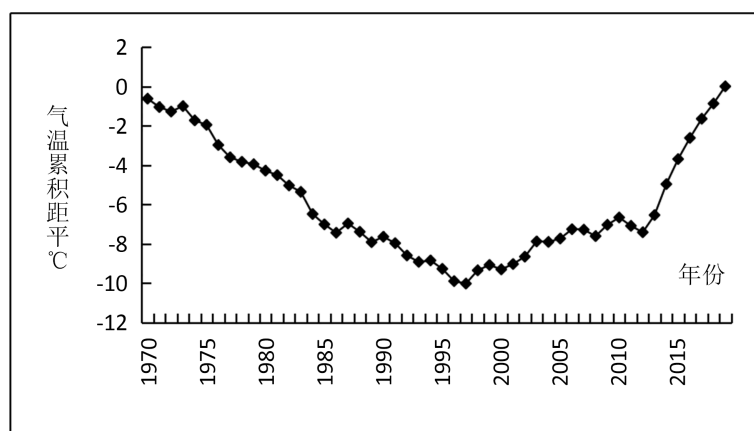


Figure 2. Cumulative anomaly curve of monthly mean temperature in the past 50 years in Huishui County

图 2. 惠水县近 50 a 月平均气温累积距平曲线图

2.3. Mann-Kendall 突变检验

利用 Mann-Kendall 法[8]检验惠水县近 50 a 的年平均气温。从图 3 UF 曲线的走势可见, 年平均气温在 90 年代后期前呈下降趋势, 但自 90 年代后期以来, 年平均气温升温加快, 增暖明显。到 2014 年, UF 曲线超过了显著性水平 0.05 的临界线, 表明从 2014 年后惠水县的气温上升趋势更加显著。其中 UF 和 UB 曲线在 90 年代后期相交在 ± 1.96 的置信区间内, 可以确定惠水县的年平均气温在这一时期发生突变, 具体是从 1998 开始的, 通过了显著水平为 0.001 的极显著性检验。自此, 年平均气温的升温趋势开始显著, 这与前文分析惠水县近 50 a 年平均气温的变化节点是一致的。

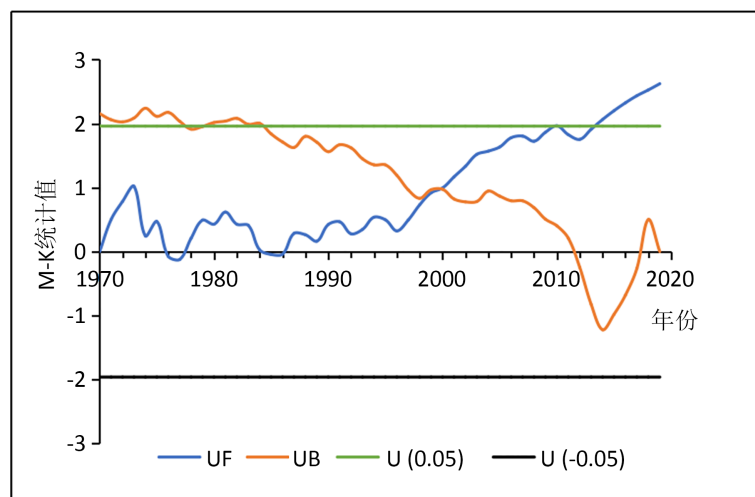


Figure 3. Mann-Kendall statistic curve of average temperature in the past 50 years in Huishui County

图 3. 惠水县近 50 a 平均气温 Mann-Kendall 统计量曲线

3. 四季平均气温变化特征

3.1. 春季气温变化特征

图 4 是惠水县近 50 a 四季平均气温的变化趋势图。惠水县近 50 a 的春季平均气温是 16.5°C ，70~90 年代后期的春季气温在常年平均气温线上小幅度的来回波动，春季气温以偏低为主，1975 年春季气温 13.2°C 为近 50 a 最低。90 年代后期至今的春季气温大部分都高于常年平均温度，气温呈波动上升趋势且持续至今，2018 年的春季气温 18.8°C 达到近 50 a 最高。惠水县近 50 a 内春季温差最高达到 5.6°C ，春季气温倾斜率为 $0.381^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，表明春季气温升温速率明显。

3.2. 夏季气温变化特征

惠水县近 50 a 的夏季平均气温是 23.4°C ，70~90 年代后期夏季气温与常年相比以偏冷为主，1974 年的夏季气温为近 50 a 最低，为 22.3°C 。在 90 年代后期到 2009 年这段时间内，夏季气温在常年平均温度线上来回摆动，而从 2009 年至今，夏季气温为波动上升趋势，在 2013 和 2016 年相继达升温到近 50 a 的夏季气温最高值 24.5°C 。惠水县近 50 a 内夏季温差最高达到 2.3°C ，夏季气温倾斜率为 $0.203^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

3.3. 秋季气温变化特征

惠水县近 50 a 的秋季平均气温是 16.8°C ，70~90 年代后期，仅有个别年份秋季气温超过了常年平均线，其余年份的秋季气温均低于常年平均气温，可见在 70~90 年代后期的秋季气温以偏冷为主，但 1971 年出现的 19.3°C 为近 50 a 的秋季最高气温。90 年代后期至今，惠水县秋季气温逐渐波动增长，是一个明显的升温趋势，2015 年的秋季气温 18.4°C 是仅次于 1971 年出现的第二高温，也是 90 年代后期至今的最高秋季气温。惠水县近 50 a 内秋季温差最高达到 4.3°C ，秋季气温倾斜率为 $0.249^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

3.4. 冬季气温变化特征

惠水县近 50 a 的冬季平均气温是 7.3°C ，70~90 年代后期的冬季气温出现了两个波动时段，一个是在 70~80 年代后期，冬季气温呈较大幅度的波动状态，期间在 1984 年的冬季气温 4.1°C 为近 50 a 最低；另

一个波动时段从 80 年代后期到 90 年代后期, 冬季气温转变为小幅度的波动趋势。90 年代至 2013 年气温又表现为较大幅度的波动状态, 从 2013 年至今气温转为波动上升趋势。惠水县近 50 a 内冬季温差最高达到 5.1℃, 冬季气温倾斜率为 0.234℃/10a。

总的来看, 惠水县近 50 a 内春季温差最大, 同时升温趋势也最明显, 气温倾斜率为 0.381℃/10a。除冬季外, 春、夏和秋三个季节的升温趋势都比较明显, 气温都是从 90 年代后期开始波动上升至今, 波动升温阶段内的温度大都高于各季节相对于的常年平均气温。

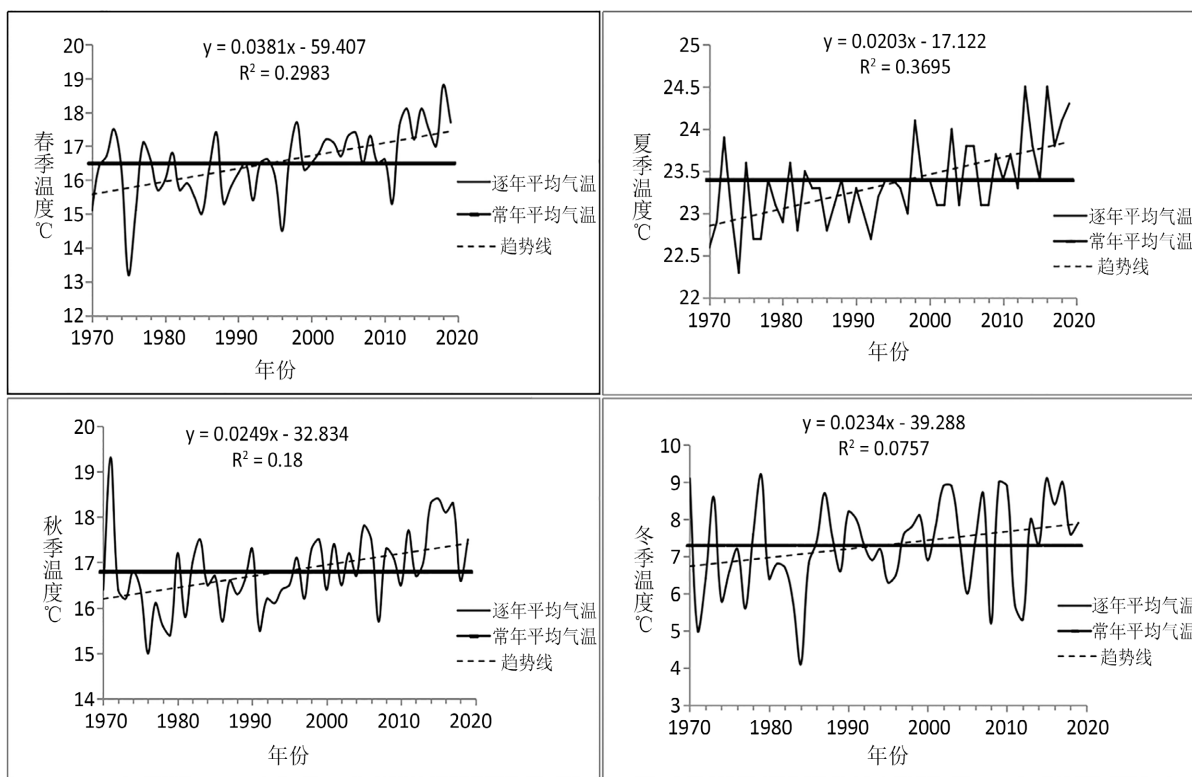


Figure 4. Changes in the average temperature of the four seasons curve: system result of standard experiment

图 4. 四季平均气温变化图

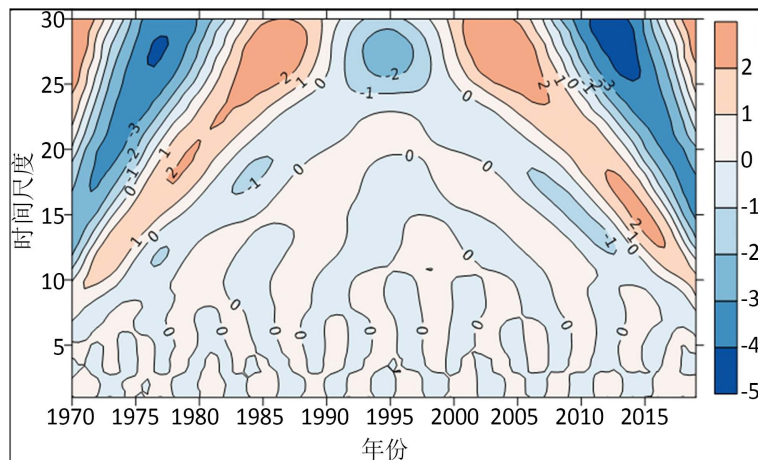


Figure 5. Wavelet analysis period diagram of temperature in Huishui County

图 5. 惠水县气温小波分析周期图

4. 气温变化周期分析

图5是惠水县近50 a气温的小波分析周期图,从图中可看出,从70年代至今惠水县气温的年际变化周期为准28 a,在震荡周期内分别在1975年、1985年、1995年、2005年和2015年交替出现了高值中心和低值中心,反映出气温变化有着强而明显的周期性。

5. 结论

通过利用线性回归、M-K突变检验和小波分析等方法分析了惠水县近50 a的平均气温、气温累积距平、四季平均气温和气温变化周期得出以下结论:

1) 惠水县近50 a来气温变化大致表现为前期偏冷,后期偏暖这样一个波动形态,从90年代后期开始气温升温趋势逐渐显著。

2) 通过Mann-Kendall法检验得出惠水县的气温突变出现在1998年,并通过了显著水平为0.001的极显著性检验,从1998年后惠水县平均气温的升温速率明显加快。

3) 季节内的气温变化属春季温差最大,气温升温速率也最快,气温倾斜率为 $0.381^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;除冬季外,春、夏和秋三个季节的气温都是从90年代后期开始波动上升至至今。

从70年代至今惠水县气温的年际变化周期为准28 a,在震荡周期内分别交替出现了5次高值中心和低值中心,反映出惠水县气温的变化有着强而明显的周期性。

参考文献

- [1] 苏勃,高学杰,效存德. IPCC《全球1.5℃增暖特别报告》冰冻圈变化及其影响解读[J]. 气候变化研究进展, 2019, 15(4): 395-404.
- [2] 严小冬,金建德,雷云,等. 贵州近50 a气温时空分布特征分析[J]. 贵州气象, 2005, 29(2): 6-9.
- [3] 马振锋,彭骏,高文良,等. 近40年西南地区的气候变化事实[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 633-642.
- [4] 朱大运. 贵州1960-2016年气温时空变化特征[J]. 水土保持研究, 2018, 25(4): 168-180.
- [5] 莫跃爽,周秋文. 贵州省1960-2014年不同地貌类型的气温变化特征[J]. 水土保持研究, 2019, 26(4): 166-170.
- [6] 叶秀江. 近30年贵州气候变化时空特征分析[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(10): 129-138.
- [7] 唐红忠,白慧,舒兴武,等. 近51年贵州南部冬季气温气候特征及其变化规律[J]. 云南大学学报, 2012, 34(S2): 374-380.
- [8] 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: 63-66.