

近60年西昌气温变化特征分析

付千越^{1,2*}, 肖国杰^{1#}, 张妍¹, 陈志良²

¹成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

²桓台县气象局, 山东 淄博

收稿日期: 2022年11月9日; 录用日期: 2022年12月8日; 发布日期: 2022年12月15日

摘要

本文利用西昌站1960~2019年的逐月平均气温资料, 分析西昌近60年气温变化特征。结果表明: 近60a年来, 西昌气温变化趋势整体呈显著上升趋势, 且年际气温变化率为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 60a来气温上升了约 1.2°C 。增温主要是在21世纪00年代初期开始的。最低气温和最高气温也呈显著上升趋势, 年际变化率分别为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。西昌年平均气温在2001年发生突变, 突变前的平均气温为 16.9°C , 突变后的平均气温为 17.7°C 。最高气温和最低气温突变分别发生在2002年和1998年。

关键词

西昌, 气温, 气候倾向率, M-K突变检验

Analysis of Temperature Variation Characteristics in Xichang in Recent 60 Years

Qianyue Fu^{1,2*}, Guojie Xiao^{1#}, Yan Zhang¹, Zhiliang Chen²

¹College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

²Huantai County Meteorological Bureau, Zibo Shandong

Received: Nov. 9th, 2022; accepted: Dec. 8th, 2022; published: Dec. 15th, 2022

Abstract

In this paper, the monthly average temperature data of Xichang station from 1960 to 2019 were

*第一作者。

#通讯作者。

used to analyze the characteristics of temperature change in Xichang in recent 60 years. The results showed that in the past 60 years, the overall trend of temperature change in Xichang had shown a significant upward trend, and the annual temperature change rate was $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, and the temperature had increased by about 1.2°C in the past 60 years. The warming mainly started in the early 2000s. The minimum temperature and maximum temperature also showed a significant upward trend, with annual variation rates of $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ and $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, respectively. The annual average temperature in Xichang changed abruptly in 2001, with the average temperature before the change being 16.9°C and the average temperature after the change being 17.7°C . The abrupt changes in maximum and minimum temperatures occurred in 2002 and 1998 respectively.

Keywords

Xichang, Temperature, Climate Tendency Rate, M-K Mutation Test

Copyright © 2022 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

近百年来,全球气候变暖毋庸置疑,且变暖速率也在逐渐加快。在对于近百年的全球气候变暖分析中发现虽然全球有变暖趋势,但也有地区差异,我国增温趋势与北半球的情况大致相似[1]。20世纪全球温度场趋势变化不同区域存在显著差异[2],所以它不同高度、不同纬度和海陆之间差异是存在差异的。杨春艳等[3]采用了GIS空间插值,研究并分析出近50年来,西藏地区温度有升高趋势,同时分析还得出气温的高值区在不断地向西向北扩展,而西部地区是所有地区中增温速率最大的。我国学者冯克鹏等[4]采用K-means聚类分区等方法分析发现虽然近半个世纪我国西北地区气温总体上呈显著上升趋势,但从空间的角度来看在时间上并不一致。西昌属热带高原季风气候区,素有小“春城”之称,西昌是全国粮食大县、中国花木之乡,所以对西昌气温变化的了解是非常重要和必要的。

2. 研究资料和研究方法

2.1. 资料来源

本研究主要对西昌地区1960~2019年的气温进行分析,采用的数据是1960~2019年西昌站逐月平均气温和最高、最低气温资料。

2.2. 研究方法

使用西昌站逐月平均气温和最高、最低气温资料研究西昌地区的气温变化特征,处理西昌近60年的逐月气温资料,采用线性回归[5]和Mann-Kendall突变检验[6]分析西昌近60年气温变化特征。

3. 研究结果

3.1. 气温年际变化特征分析

3.1.1. 年平均气温变化特征

从图1中可以看出西昌近60a的年平均气温变化趋势整体呈较明显的上升趋势,且年平均气温变化率为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,60a来气温上升了约 1.2°C 。相关系数 $r=0.628$,通过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验,西昌近

60a 平均气温呈非常显著的上升趋势。增温主要是从 2000 年开始的, 在 1960~1999 年期间, 相关系数 $r = 0.157$, 未能通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验, 则能说明这期间西昌气温升温不明显, 升温程度较小。所以近 60a 的这种显著增温主要是 2000 年之后的增温贡献, 即从 21 世纪 00 年代开始升温幅度更大, 2000 年之前的年平均气温为 16.9°C , 2000 年之后年平均气温为 17.6°C 。西昌近 60a 最暖的一年出现在 2019 年, 此年平均气温为 19.0°C 。

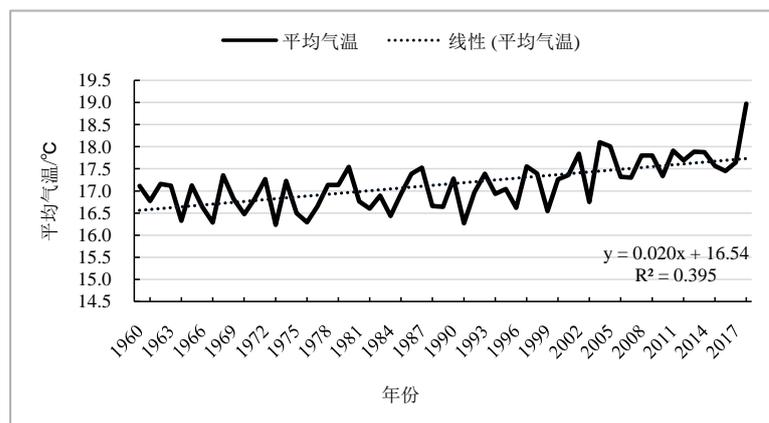


Figure 1. Average temperature change from 1960 to 2019

图 1. 1960~2019 年年平均气温变化

3.1.2. 最低、最高气温变化特征

从 1960 年到 2019 年西昌最低气温近 60a 平均值为 12.4°C 。从图 2 中可以看出, 西昌近 60a 的平均最低气温变化趋势整体呈较明显的上升趋势, 最低气温年际变化率为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, 近 60a 最低气温上升约 1.2°C 。相关系数 $r = 0.672$, 通过 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验, 西昌近 60a 年最低气温呈非常显著性上升。如图 2 所示, 从 1992 年后开始有大幅升温, 在 1960~1991 年期间, 相关系数 $r = 0.032$, 未能通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验, 则能说明这期间西昌最低气温升温不明显, 升温程度很较小。所以近 60a 的这种显著增温主要是 1992 年之后的增温贡献, 即从 20 世纪 90 年代前期开始升温幅度更大, 1992 年之前的平均最低气温为 12.1°C , 1992 年之后年平均最低气温为 12.7°C 。近 60a 最低气温的最大值出现在 2019 年, 为 14.0°C , 最小值出现在 1968 年, 为 11.5°C , 最低气温的最大变幅为 2.5°C 。

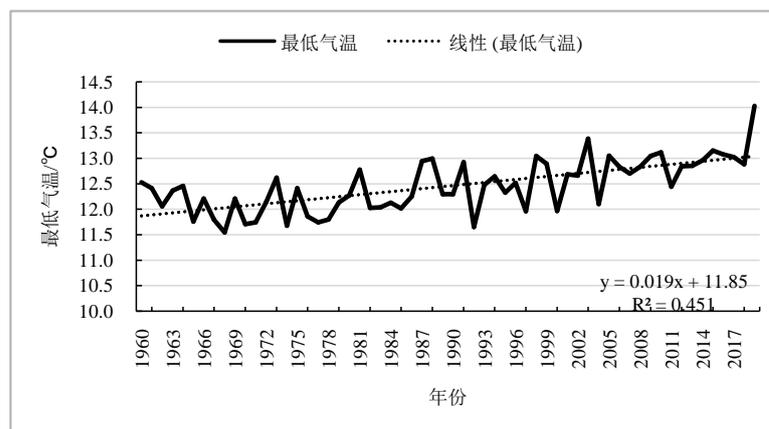


Figure 2. Variation of minimum temperature from 1960 to 2019

图 2. 1960~2019 年最低气温变化

从 1960 年到 2019 年西昌近 60a 最高气温的平均值为 23.6°C 。从图 3 中可以看出西昌近 60a 的最高气温变化趋势整体呈较明显的上升趋势,最高气温年际变化率为 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,近 60a 最高气温上升约 1.9°C 。相关系数 $r=0.700$,通过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验,即西昌近 60a 最高气温呈非常显著性上升。如图 3 所示,从 1992 年最高气温开始大幅升温,在 1960~1991 年期间,相关系数 $r=0.128$,未能通过 $\alpha=0.05$ 的显著性检验,则能说明这期间西昌气温升温不明显,升温程度较小。所以近 60a 的这种显著增温主要是 1992 年之后的增温贡献,即从 20 世纪 90 年代前期开始升温幅度更大,1992 年之前的平均最高气温为 23.1°C ,1992 年之后为 24.0°C 。近 60a 最高气温的最大值出现在 2019 年,为 26.0°C ,最小值出现在 1974 年,为 22.3°C ,最高气温的最大变幅为 3.7°C ,可以看出最高气温的变幅比最低气温大。

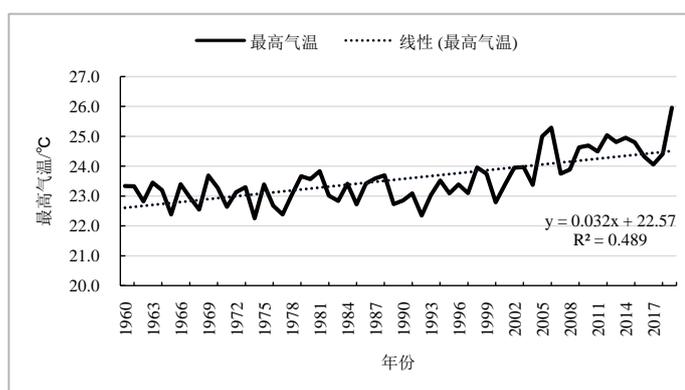


Figure 3. Variation of maximum temperature from 1960 to 2019
图 3. 1960~2019 年最高气温变化

3.2. 气温突变检验

3.2.1. 年平均气温突变检验

使用了 M-K 检验方法,显著性水平: $\alpha=0.05$,临界线为 ± 1.96 。从图 4 可以看出西昌平均气温从 1987 年开始 UF 值大于 0,说明西昌年平均气温自 1987 年开始呈现明显的上升趋势,UF 和 UB 的曲线有一个交点在置信区间范围内,交点出现在 2001 年,西昌平均气温在 2001 年发生突变。突变前的平均气温为 16.9°C ,突变后的平均气温为 17.7°C 。UF 曲线在 2005 年超过临界点说明西昌年平均气温在 2005 年后显著上升。

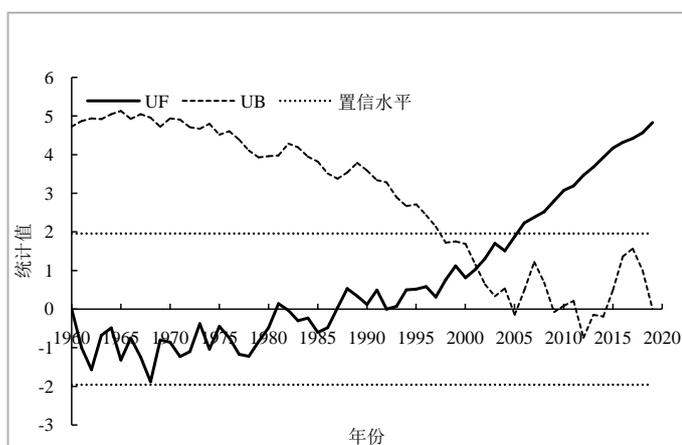


Figure 4. M-K mutation test of annual average temperature in Xichang in recent 60 years
图 4. 西昌近 60a 年平均气温 M-K 突变检验

3.2.2. 最高、最低气温突变检验

从图 5 可以看出,西昌最高气温突变检验中,自 1980 年开始 UF 值大于 0,说明西昌最高气温自 1980 年开始呈现明显的上升趋势,UF 和 UB 的曲线有一个交点在置信区间范围内,交点出现在 2002 年,西昌最高气温在 2002 年发生突变。突变前的平均最高气温为 23.1℃,突变后的平均最高气温为 24.5℃。UF 曲线在 2005 年超过临界点说明西昌最高气温在 2005 年后显著上升。

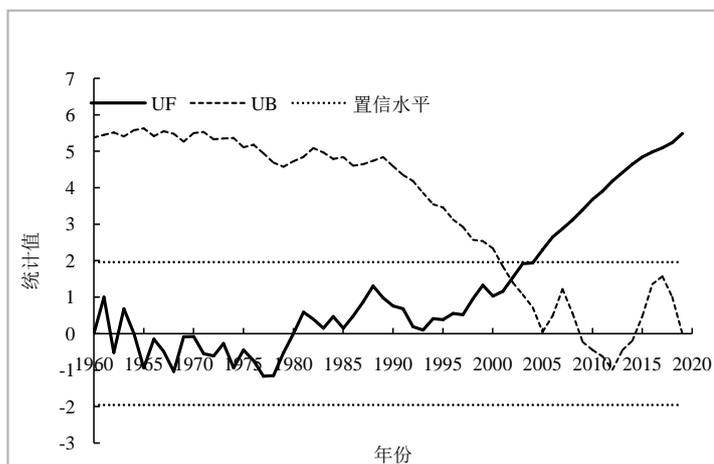


Figure 5. M-K mutation test of maximum temperature

图 5. 最高气温 M-K 突变检验

从图 6 可以看出,西昌最低气温突变检验中,自 1987 年开始 UF 值大于 0,说明西昌最低气温自 1987 年开始呈现明显的上升趋势,UF 和 UB 的曲线有三个交点,后两个交点不在置信区间范围内,首个交点出现在 1998 年,西昌最低气温在 1998 年发生突变。突变前的平均最低气温为 12.2℃,突变后的平均最低气温为 12.9℃。UF 曲线在 1999 年超过临界点说明西昌最低气温在 1999 年后显著上升。

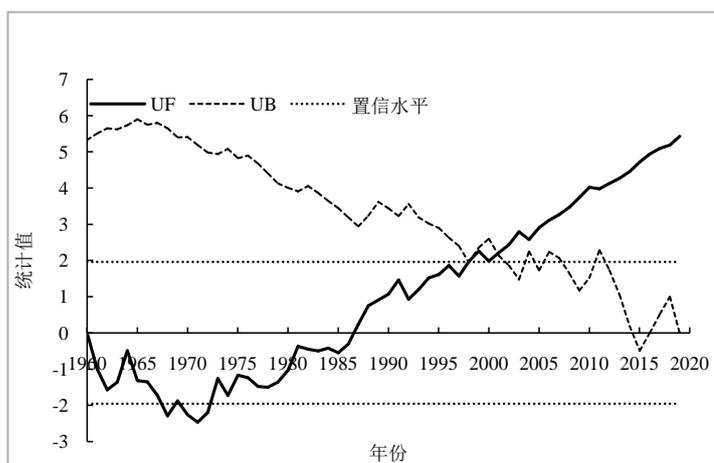


Figure 6. M-K mutation test of minimum temperature

图 6. 最低气温 M-K 突变检验

4. 结论

对 1960~2019 年西昌气温数据运用线性回归趋势分析和 M-K 突变检验分析,得到了以下结论:近

60a年来,西昌气温变化趋势整体呈上升趋势,且年际气温变化率为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,60a来气温上升了约 1.2°C 。增温主要是在21世纪00年代初期开始的。近60a来西昌最低气温和最高气温年际气温变化率分别为 $0.20^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.32^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。60a来最低气温和最高气温分别上升了约 1.2°C 和 1.9°C 。最低气温和最高气温的增温主要都是在20世纪90年代前期开始的。M-K突变检验表明:西昌年平均气温在2001年发生突变,突变前的平均气温为 16.9°C ,突变后的平均气温为 17.7°C 。最高气温和最低气温突变分别发生在2002年和1998年。

基金项目

成都信息工程大学2022年大学生创新创业训练计划项目(202210621036)。

参考文献

- [1] 王绍武,叶瑾琳. 近百年全球气候变暖的分析[J]. 大气科学, 1995, 19(5): 545-553.
- [2] 江志红,李建平,王梅华,等. 20世纪全球温度场趋势变化的区域特征分析[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(3): 422-434.
- [3] 杨春艳,沈渭寿,林乃峰. 青藏高原近50年气温和降水时空变化特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(12): 167-172.
- [4] 冯克鹏,田军仓,沈晖. 基于K-means聚类分区的西北地区近半个世纪气温变化特征分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(6): 1239-1252.
- [5] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2016: 39-42.
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 62-86.