

## 1957—2017年崇左市气温变化特征分析

毛家燊 黄纤婷 严玲

(广西壮族自治区崇左市气象局,广西崇左 532200)

**摘要** 利用崇左国家气象观测站1957—2017年共61年的逐月平均气温资料,分析崇左市年平均气温以及春、夏、秋、冬四季平均气温的变化特征。结果表明,崇左市年平均气温整体呈显著上升趋势,气候倾向率为 $0.0157\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ ,并在1990年发生向暖突变。春季增温速率最缓慢,秋季增温速率最快;夏、秋季的季平均气温上升趋势显著,对全年平均气温增加趋势的贡献大。近61年来,崇左市年平均气温以5年以下的振荡周期为主,20世纪70—90年代呈现出8年及14年左右的周期变化,且以8年左右的周期变化最为显著。

**关键词** 气温;变化特征;广西崇左;1957—2017年

**中图分类号** P423.3 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)09-0194-02

## Temperature Change Characteristics of Chongzuo City from 1957 to 2017

MAO Jia-shen HUANG Qian-ting YAN Ling

(Chongzuo City Meteorological Bureau in Guangxi Zhuang Autonomous Region, Chongzuo Guangxi 532200)

**Abstract** Base on the monthly average temperature data of the Chongzuo National Meteorological Observatory during 1957—2017, the annual average temperature and the seasonal average temperature in spring, summer, autumn and winter were analyzed. The results showed that the annual average temperature in Chongzuo City showed a significant upward trend with the climate tendency rate of  $0.0157\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ , and there was a sudden change of annual average temperature in 1990. The warming rate of seasonal average temperature was the slowest in spring and was the fastest in autumn. The seasonal average temperature in summer and autumn increased significantly, which contributed a lot to the rising of annual average temperature. In recent 61 years, the annual average temperature has been dominated by an oscillation period of less than 5 years. From the 1970s to the 1990s, it showed the oscillation period of 8 years and 14 years, and the 8 years was the most significant period.

**Key words** temperature; change characteristic; Chongzuo Guangxi; 1957—2017

全球气候变暖已成为世界各国普遍认可的事实。IPCC的第五次评估科学基础报告指出,近百年全球持续变暖,尤以近50年变暖更明显,1880—2012年130多年来全球地表平均温度上升了约 $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}^{[1-2]}$ 。在全球变暖背景下,20世纪中叶以来极端气候发生的强度和频率发生明显变化,对人类的生存环境及生产、生活产生了一系列的负面影响。在农业生产方面,气候变暖导致年平均气温上升、积温增加,使农作物生育期缩短、生长发育不足,造成不同程度的减产<sup>[3]</sup>。

崇左市位于广西壮族自治区西南部、北回归线以南,属于典型的亚热带季风气候区。得天独厚的气候资源使崇左市成为中国最大的甘蔗种植、蔗糖生产基地,被誉为“中国糖都”。全市甘蔗种植面积稳定在 $26.67\text{ 万 hm}^2$ 以上,榨蔗量和产糖量连续14个榨季位居全国地级市首位,其甘蔗产量在广西“三分天下有其一”、在全国“五分天下有其一”。邓雨等<sup>[4]</sup>指出,热量条件是甘蔗产量高低和含糖量多少的重要限制因子。在全球气候变暖的背景下,详细分析崇左市气温变化特征,探明气候变化规律,可为合理利用气候资源、指导当地甘蔗种植等农业生产活动提供参考。

## 1 资料与方法

本文利用崇左国家气象观测站1957—2017年共61年的逐月平均气温资料,采用滑动平均法、一元线性回归法、Mann-Kendall检验法(M-K检验)、Morlet小波分析等研究方法<sup>[5-6]</sup>分析崇左市气温的变化趋势、突变及周期变化特征。其中,四季的气温定义如下:3—5月为春季,6—8月为夏季,9—11月为秋季,12月至次年2月为冬季。

## 2 结果与分析

## 2.1 年平均气温的变化特征

从崇左市近61年年平均气温变化趋势(图1)可以看

出,崇左市近61年的平均气温值为 $22.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;年平均气温的最低值为 $21.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,出现在1967年、1984年;年平均气温的最高值为 $24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,出现在2015年;崇左市近61年的年平均气温波动幅度较小,在 $\pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。从5年滑动平均曲线可以看出,以1989年为界可将崇左市气温分为2个阶段:1957—1989年期间的5年滑动平均气温值小于近61年的平均气温值,为相对冷期;1990—2017年为相对暖期。由线性回归方程可知,崇左市年平均气温呈上升趋势,气温倾向率为 $0.0157\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ ;回归方程的决定系数 $R^2=0.2999$ ,由于当因变量与自变量呈线性关系时,样本决定系数等于样本相关系数的平方,即相关系数 $r=0.548$ ,通过了0.001置信水平的显著性检验( $r_{0.001}=0.408$ ),表明崇左市年平均气温随着年际变化呈显著上升趋势。根据气温线性趋势可知,1957—2017年崇左市气温上升 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

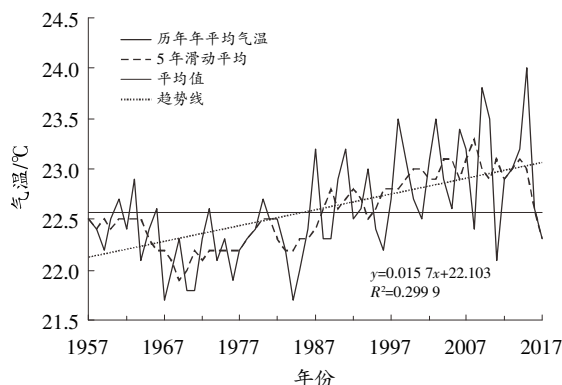


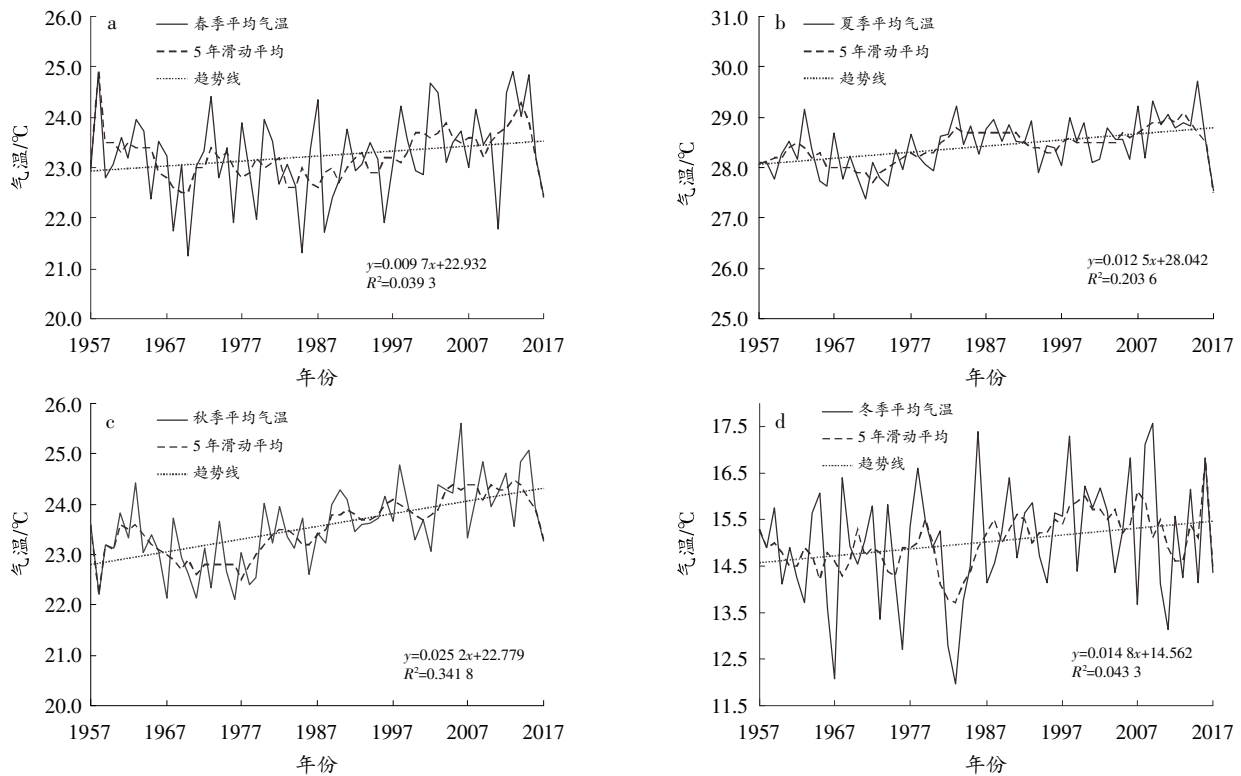
图1 1957—2017年崇左市年平均气温变化趋势

## 2.2 季平均气温变化特征

利用逐月平均气温资料计算出崇左市历年的春、夏、秋、冬季平均气温,从而得到季平均气温变化趋势(图2)。由

图2可知,各季节的增暖进程存在明显差异,春季气温相对于其他季节上升缓慢,增温速率仅为0.0097℃/a;夏、冬季的增温速率相近,分别为0.0125、0.0148℃/a;秋季的增温速率最快,为0.0252℃/a。韦玉洁等<sup>[7]</sup>通过研究也指出,广西各季节平均气温增温趋势中,夏、秋、冬季中崇左市均处于全区较明显增温的区域,其中秋季增温速率超过0.2℃/10a。由

回归方程的决定系数可知,夏季、秋季的相关系数分别为0.451、0.585,均通过了0.001置信水平的显著性检验( $r_{0.001}=0.408$ ),表明崇左市夏、秋季的季平均气温上升趋势显著,对全年平均气温增温趋势的贡献大。各季平均气温年际变化中以冬季的平均气温变化幅度最大,其最高年冬季平均气温为17.6℃,最低年为12.0℃,两者相差5.6℃;春、夏、秋三



注:a为春季,b为夏季,c为秋季,d为冬季。

图2 1957—2017年崇左市季平均气温变化趋势

季最高年平均气温与最低年相差分别为3.6、2.3、3.5℃。

### 2.3 年平均气温的突变分析

应用Mann-Kendall检验法检验1957—2017年崇左市年平均气温序列的突变情况。由图3的UF曲线可见,崇左市年平均气温在20世纪60年代呈降温趋势,从70年代开始呈现上升趋势,UF曲线值在1957—1997年期间均没有超过置信水平0.05的临界线(±1.96),表明此时段升温趋势不显著;自1998年以来UF曲线值大大超过临界值,表明该时段升温趋势十分显著。根据UF和UB2条曲线在临界值之内的交点位置,可以确定崇左市年平均气温的突变时间从1990年开始,突变之前的年平均气温为22.3℃,突变后的年平均气温为22.9℃,相比突变前增温了0.6℃。综上所述,崇左市年平均气温在1990年发生突变,这与年平均气温的5年滑动平均曲线在1990年冷暖变化分界点一致。

### 2.4 年平均气温的周期变化特征

小波分析是一种信号的时间-频率分析方法,在时、频两域都能反映出信号的振幅、位相和功率的局部变化特征,系数的实部表示不同特征时间尺度信号在不同时间上的分布和位相两方面的信息,正的小波系数反映出分析对象在该时间段为偏高期,负值时反映为偏低期,零值对应着突变

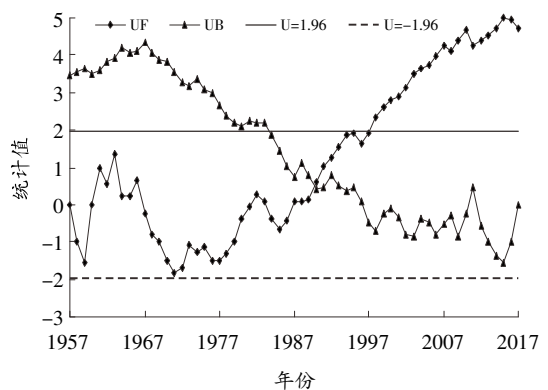


图3 1957—2017年崇左市平均气温M-K检验曲线

点<sup>[8]</sup>。从Morlet小波分析实部图可以看出,崇左市年平均气温有明显的周期性变化规律,近61年来以5年以下的振荡周期为主,20世纪70—90年代呈现出8年及14年左右的周期变化,且以8年左右的周期变化最为显著,见图4(a)。2017年,平均气温5年左右的振荡周期尚未闭合,处于气温降低期。结合小波模的等值线图分析,5年左右的振荡周期在1985年至今的时段内非常显著,1975—1990年表现为较显著的8年左右周期,见图4(b)。

(下转第197页)

一般衡量分类结果的精确性常采用空间精度与定量精度 2 种评价标准。空间精度根据已有的调查数据选取的检验样本,计算混淆矩阵获取精度等系数,对可用耕地的分类结果进行评价。定量精度采用计算耕地提取面积与统计面积的一致性进行评价。

### 3 结语

本文针对可用耕地计算中出现的问题,结合遥感图像,利用监督学习算法和非监督学习方法,提供了不同的可用耕地类型和面积计算算法。可根据实际应用场景,组合或改进已有的分类算法,提高可耕地资源遥感图像的分类效果, (上接第 193 页)

明显偏小;三是高压边缘型冰雹天气多为局地热对流天气,属热力不稳定而非对流不稳定,对比地面要素变化,高压边缘型  $\Delta V$  为负值,温度变化明显较小。

### 4 结语

延边地区冰雹天气影响系统分别为低槽冷锋型、高空冷涡型、高压边缘型,冰雹多发生在四面环山中间平坦地带,与地形强迫抬升有关;0℃层高度一般为 2 700~3 900 m, -20℃层高度一般为 5 500~7 300 m,0℃层至-20℃层厚度为 2 900~3 400 m;上冷下暖,850 hPa 和 500 hPa 温差 $\geq 22$ ℃、CAPE 值一般大于 400 J/kg,0~6 km 垂直风切变 $\geq 7$  m/s、抬升凝结高度 730~960 hPa、自由对流高度 660~990 hPa 是 (上接第 195 页)

### 3 结论

(1)崇左市近 61 年的年平均气温波动幅度不是很大,在 $\pm 1.5$ ℃范围内;年平均气温整体呈显著上升趋势,气候倾

有效地提高耕地类型的分类精度和计算效率。

### 4 参考文献

[1] 刘红岩,陈剑,陈国青.数据挖掘中的数据分类算法综述[J].清华大学学报(自然科学版),2002,42(6):727-730.  
 [2] 柏延臣,王劲峰.结合多分类器的遥感数据专题分类方法研究[J].遥感学报,2005,9(5):555-563.  
 [3] 朱海洲,贾银山.基于支持向量机的遥感图像分类研究[J].科学技术与工程,2010,10(15):3659-3663.  
 [4] 贾坤,李强子,田亦陈,等.遥感影像分类方法研究进展[J].光谱学与光谱分析,2011,31(10):2618-2623.  
 [5] 马玥,姜瑞刚,孟治国,等.基于随机森林算法的农耕地土地利用分类研究[J].农业机械学报,2016,47(1):297-303.  
 [6] 周志华.机器学习及其应用[M].北京:清华大学出版社,2015.

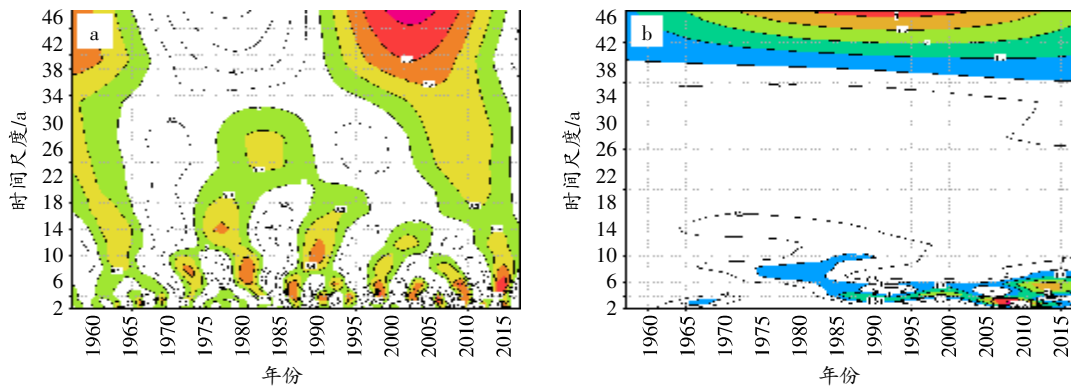
冰雹生成有利环境条件;从雷达反射率因子看,0℃层回波强度 $\geq 45$  dBZ, -20℃层回波强度一般为 $\geq 35$  dBZ,回波强度 45 dBZ 高度 5.8 km 以上;卫星云图上冰雹云 TBB 在 210 K 左右;地面要素方面,冰雹出现前后气压上升 0.5~1.5 hPa,气温下降 2~5℃,风速加大 3~4 m/s,相对湿度增加 17%~23%。

### 5 参考文献

[1] 段鹤,严华生,马学文,等.滇南冰雹的预报预警方法研究[J].气象,2014,40(2):174-185.  
 [2] 路亚奇,曹彦超,张峰,等.陇东冰雹天气特征分析及预报预警[J].高原气象,2016,35(6):1565-1576.  
 [3] 刘晓璐,周长春.川西南山地冰雹雷达预警指标[J].气象科技,2016,44(2):252-258.  
 [4] 路亚奇,焦美龄,李祥科,等.陇东短时强降水与冰雹天气对比分析及预报方法研究[J].干旱区地理,2016,39(2):317-326.

向率为 0.015 7℃/a。M-K 检验表明,崇左市年平均气温在 1990 年发生向暖突变,这与年平均气温的 5 年滑动平均曲线在 1990 年冷暖变化分界点一致。

(2)崇左市各季节的增暖进程存在明显差异,春季气温



注:a 为小波实部的等值线图,b 为小波模的等值线图。

图 4 1957—2017 年崇左市平均气温 Morlet 小波分析

相对于其他季节上升缓慢,夏、冬季的增温速率相近,秋季的增温速率最快。冬季平均气温的年际变化幅度最大,夏季平均气温的年际变化幅度最小。夏、秋季的季平均气温上升趋势显著,对全年平均气温增加趋势的贡献大。

(3)崇左市年平均气温有明显的周期性变化规律,近 61 年来以 5 年以下的振荡周期为主,20 世纪 70—90 年代呈现出 8 年及 14 年左右的周期变化,且以 8 年左右的周期变化最为显著。

### 4 参考文献

[1] 蔡磊,付敏,陈裕.1960—2015 年当涂县气温变化特征及突变分析[J].安徽农学通报,2018,24(1):90-91.

[2] 赵宗慈,罗勇,黄建斌.回顾 IPCC 30 年(1988—2018 年)[J].气候变化研究进展,2018,14(5):540-546.  
 [3] 龙国兰,赵龙捷.气候变暖对我国农业生产的影响[J].农业与技术,2015,35(13):136-137.  
 [4] 邓雨,邓丽玲.利用气候资源指导甘蔗种植的建议研究[J].江西农业,2018(2):50.  
 [5] 肖子牛,邹尧尧,王启光,等.气候与气候变化基础知识[M].北京:气象出版社,2014:113-139.  
 [6] 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,2007:37-66.  
 [7] 韦玉洁,杨腾慧,莫建飞.近 50 年广西平均气温变化趋势分析[J].气象研究与应用,2011,32(增刊 2):100-101.  
 [8] 卢雪勤,汪强,黄荟,等.广西百色市近 60 年气温变化特征研究[J].气象研究与应用,2012,33(2):34-39.