

文章编号:2096 - 5389(2018)03 - 0063 - 05

河源地区气温变化特征及其与 ENSO 的关系

曾钦文¹, 罗瑞婷², 曾思亮¹, 殷美祥³

(1. 广东省龙川县气象局, 广东 龙川 517300 ;2. 广东省清远市气象局, 广东 清远 511515;
3. 广东省气象公共服务中心, 广东 广州 510640)

摘 要:利用河源地区 5 个气象站 1960—2016 年的逐月平均气温、NOAA 逐月海温等资料,采用线性倾向、Mann - Kendall 检验等统计方法,分析了河源地区气温变化特征及其对 ENSO 事件的响应。结果表明:河源地区年平均气温及季平均气温均呈递增趋势,且夏、秋、冬季和年平均气温气温上升趋势显著;河源地区气温在 20 世纪 80 年代中后期—90 年代末发生 1 次较为明显的由冷到暖的突变;年平均气温存在 5 ~ 6、14 ~ 15 及 24 a 的周期变化规律;在 El Niño 事件中,河源地区年平均气温有偏高趋势,La Niña 事件,则反之;ENSO 事件对气温的影响存在滞后性,对河源地区的气温影响最明显表现在次年。

关键词:河源; Mann - Kendall 检验; ENSO 事件; 气温变化

中图分类号:P423 **文献标识码:**B

Characteristics of Temperature Variations of Heyuan Area and Their Relationships with ENSO

ZENGQinwen¹, LUO Ruiting², ZENG Siliang¹, YIN Meixiang³

(1. Longchuan Meteorological Bureau of Guangdong Province, Longchuan 517300, China;
2. Qingyuan Meteorological Bureau of Guangdong Province, Qingyuan 511515, China;
3. Guangdong Meteorological Public Service Center, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Using the monthly average temperature and monthly NOAA sea surface temperature data of 5 meteorological stations in Heyuan area in 1960—2016 years, the linear tendency, MannKendall test and other statistical methods were used to analyze temperature variation in Heyuan area and its response to ENSO events. The results show that the annual mean temperature and seasonal average temperature in Heyuan area are increasing, and the annual average temperature in summer, autumn, winter and annual average temperature are increasing significantly. The temperature in Heyuan area changed obviously from cold to warm from the middle and late period of 1980s to the end of 90s. The annual mean temperature has a periodic variation of 5 ~ 6, 14 ~ 15 and 24 years. In El Niño event, the annual mean temperature in Heyuan area tends to be higher, but it is contrary in La Niña event. The effect of ENSO events on air temperature is lagging behind, and the most obvious effect on temperature in Heyuan area shows in the following year.

Key words: Heyuan; Mann - Kendall test; ENSO event; temperature variation

1 引言

近年来,全球气候变暖不断加剧,IPCC 第 5 次

评估报告表明 1880—2012 年全球地表均温约升高 0.85℃,呈现持续上升的趋势。过去 30 a,全球地表增暖幅度居 1850 年以来最高水平^[1]。此外,大量数据与研究结果表明,最近 100 余年来中国

收稿日期:2017 - 10 - 10

第一作者简介:曾钦文(1989—),男,助工,主要从事天气预报与气象服务工作,E-mail:403200385@qq.com。

资助项目:广东省河源市气象局气象科学技术研究项目(201611);ENSO 对河源天气气候的影响研究与应用。

平均气温变化与全球平均气温变化趋势最为相似^[2-3]。而这种气候变化又呈现较显著的区域性差异^[4]。当前,不少学者对不同地区的气温变化做了许多研究^[5-9]。谭方颖等^[10]对华北平原近几十年气候变化作了研究分析,杨明等^[11]对西部地区的近 50a 气候变化特征进行了相关分析,丁丽佳等^[12]对广东地区平均气温的时空变化进行了研究,这些研究结果均表明气候变化导致不同地区的热量资源显著增加,而其增加又存在明显地域性差异。河源地处广东东北部、东江中上游,属于亚热带季风性气候,旱涝灾害频发^[13-15],本文将利用 1960—2016 年河源地区气温等气象观测资料与对应年份的 ENSO 事件资料,分析河源地区近 57 a 来的气温变化特征,以及 ENSO 事件对河源地区气温的影响,旨在为河源地区气候预测和防灾减灾提供科学依据。

2 研究资料和方法

本研究所用的资料主要有河源地区的东源、紫金、龙川、和平、连平 5 个国家气象站 1960 年 1 月—2017 年 2 月的逐月气温数据以及 NOAA(美国海洋和气象管理局)海温数据,其中河源地区区域月、年的气温采用算术平均的方法,即计算河源地区 5 个气象站逐月、年平均气温取算术平均值来代表区域月、年平均气温^[16],本文所有涉及的气温均为区域气温。四季划分则按照春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12 月—次年 2 月)划分。

本研究还将利用线性倾向、滑动平均、Mann - Kendall 突变检验等统计方法,同时,结合小波分析方法,分析河源地区 1960—2016 年气温变化特征,尝试探讨河源地区气温与 ENSO 事件之间的相关关系。

3 气温变化特征分析

3.1 气温的空间特征

由表 1 可知,河源地区 5 个气象站近 57a 年平均气温为 20.8℃。其中,中南部的东源、紫金的年均温相对较高,分别为 21.8℃、21.0℃,而龙川站点位于河源的中部地区,年平均气温跟紫金则持平,为 21.0℃;北部地区的和平、连平的年均温相对较低,分别为 19.9℃、20.3℃;而年平均最低气温也出现在北部的和平站,为 19.0℃,年平均最高气温则出现在河源中部地区的东源站,为 22.8℃。

表 1 1960—2016 年河源地区 5 站气温

要素基本统计特征量(单位:℃)

Tab. 1 The basic statistical characteristics of temperature factors at 5 stations in Heyuan area in 1960—2016 years (unit:℃)

站点	气温年值		
	平均气温	最高气温	最低气温
东源	21.8	22.8	20.7
紫金	21.0	22.0	20.1
龙川	21.0	21.8	20.0
和平	19.9	22.5	19.0
连平	20.3	21.5	19.1
5 站平均	20.8	22.1	19.8

3.2 年、季气温变化特征

根据四季气温变化趋势可知(图 1),近 57 a 河源地区的四季气温均呈递增趋势,其中,春季气温随时间序列以 0.083℃/10 a 的速率递增(图 1a),其相关系数为 0.178,不能通过相关性 0.05 的显著检验;夏(图 1b)、秋(图 1c)、冬(图 1d)季气温气候倾向率分别为 0.143℃/10 a、0.248℃/10 a、0.274℃/10 a,相关系数分别为 0.584、0.596、0.396,均通过了相关性 0.01 的显著性检验,表明河源地区夏、秋、冬季气温上升趋势显著。5 a 滑动平均表明,近 57 a 河源地区四季气温变化均呈波动性增—减相间的态势,且有明显的阶段性上升特点。

从年平均气温趋势分析(图 1e)可知,近 57 a 年河源地区年平均气温随时间序列以 0.172℃/10 a 速率递增,其相关系数为 0.640,通过了相关性为 0.01 的显著性检验,表明河源地区年平均气温上升趋势明显。5 a 滑动平均表明,河源地区年平均气温大致分为 3 个变化阶段:其中 20 世纪 60—70 年代初气温大致呈略降趋势、70 年代中期—21 世纪初则呈现整体大幅度上升的特点,21 世纪初—2012 年又呈下降趋势,2012 年至今则呈现上升趋势。

3.3 年、季气温突变分析

河源地区年、四季平均气温——K 突变检验(图 2)可知,近 57 a 河源地区气温在 20 世纪 80 年代中后期—90 年末期发生 1 次较为明显的由冷到暖的突变,这与全国乃至全球范围气候变暖的大背景相一致^[17]。其中,春季(图 2a)UF 曲线在 1997 年之前总体呈下降升趋势,1997 年之后成上升趋势,且 UF 和 UB 曲线出现多个突变点,经过滑动 t 检验表明,1998 年为真正突变点,但 UF 曲线没有超过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平检验,说明升高趋势不明显;夏季(图 2b)UF 曲线总体呈上升趋势,UF 和 UB 曲线在 1987 年相交,UF 曲线在 1988 年超过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平,表明夏季气温在 1987 年开始突变,1988 年

后气温升高幅度增大;秋季(图 2c)UF 曲线则 1980 年前呈下降趋势,之后总体呈上升趋势,且 UF 和 UB 曲线在 1996 年相交,UF 曲线在 1999 年超过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平,表明秋季气温在 1996 年开始突变,1999 年后升高幅度增大;冬季(图 2d)UF 曲线总体呈上升趋势,UF 和 UB 曲线在 1987 年相交,UF 曲线在 1999 年超过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平,表明冬季气温在 1987 年开始突变,1999 年后气温升高幅度增大;年平均气温(图 2e)UF 曲线总体呈上升趋势,UF 和 UB 曲线在 1991 年相交,UF 曲线在 1997 年超过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平,年平均气温在 1991 年开始突变,1997 年后气温升高幅度增大。

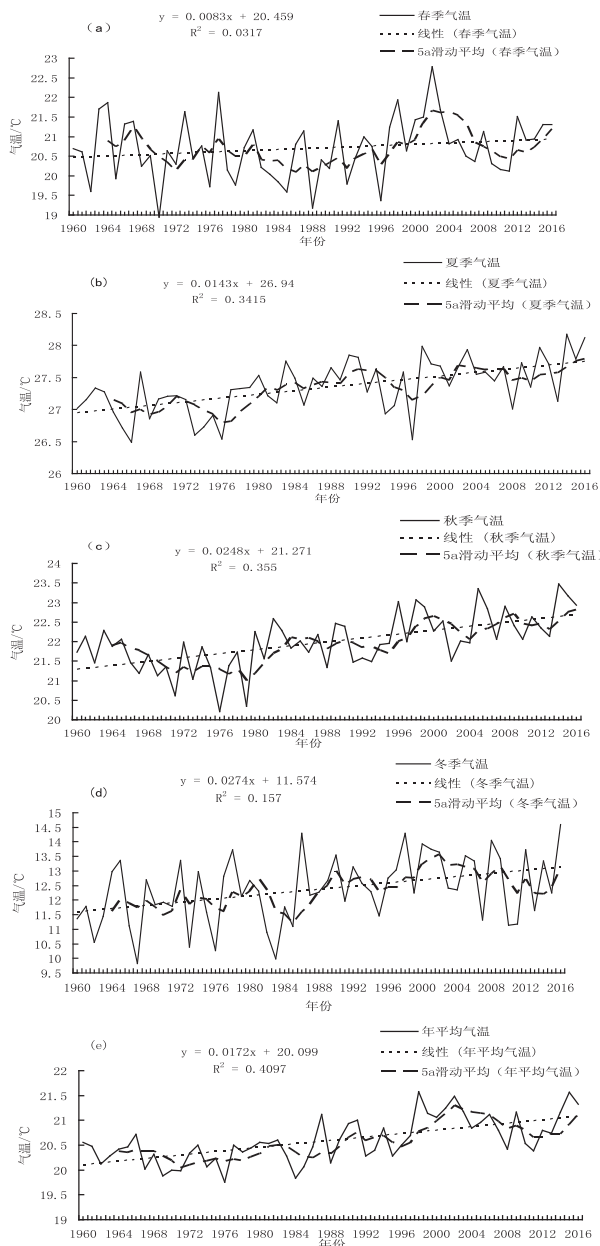


图 1 1960—2016 年河源地区季、年平均气温变化特征
Fig. 1 The characteristics of the seasonal and annual mean temperature changes in Heyuan area in 1960—2016 years

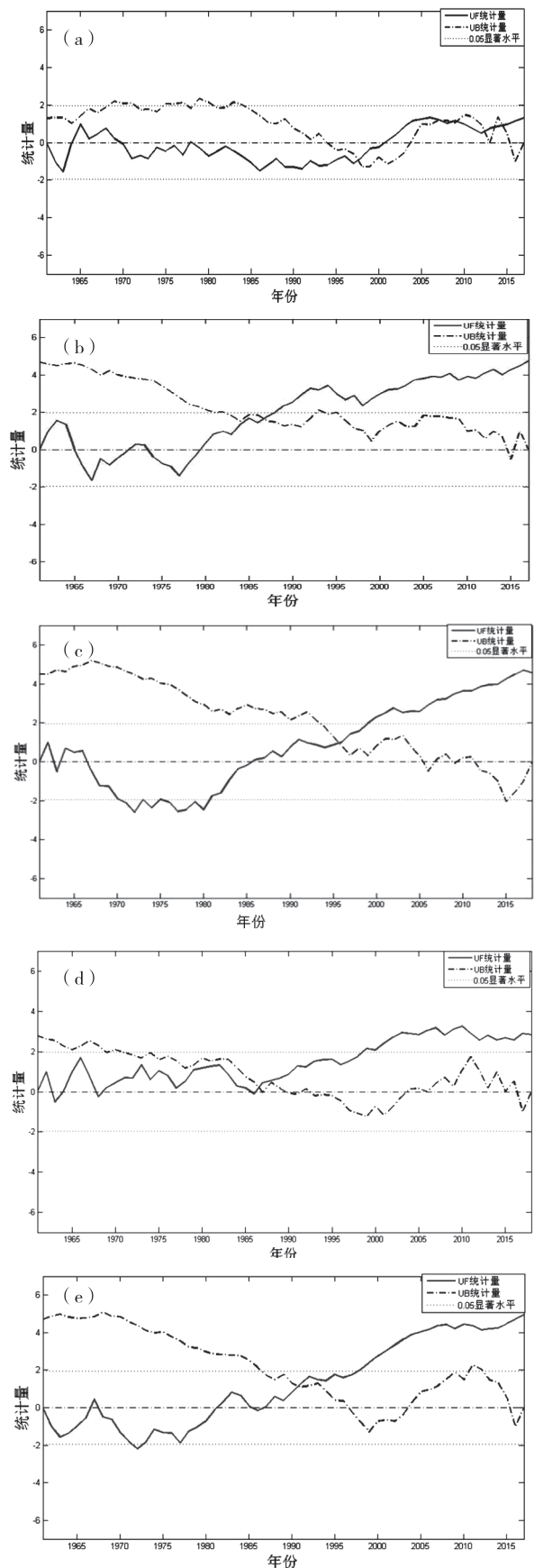


图 2 1960—2016 年河源地区年、季气温的 M - K 突变检验
Fig. 2 Mann - Kendall mutation test of annual and seasonal temperature in Heyuan area in 1960—2016 years

3.4 年气温小波分析

根据河源地区 1960—2016 年的年平均气温做 Morlet 小波变换,得到的小波系数实部等值线分布图(图 3a),由图可知,近 57 a 河源地区年平均气温变化过程中存在着 5~6、14~15 以及 24 a 的周期

变化规律,其中 5~6 a 的振荡变化具有全域性的变化特征,根据对应的小波方差(图 3b)可知,5~6 a 为气温变化的第 1 主周期、14~15 a 为第 2 主周期、24 a 为第 3 主周期。

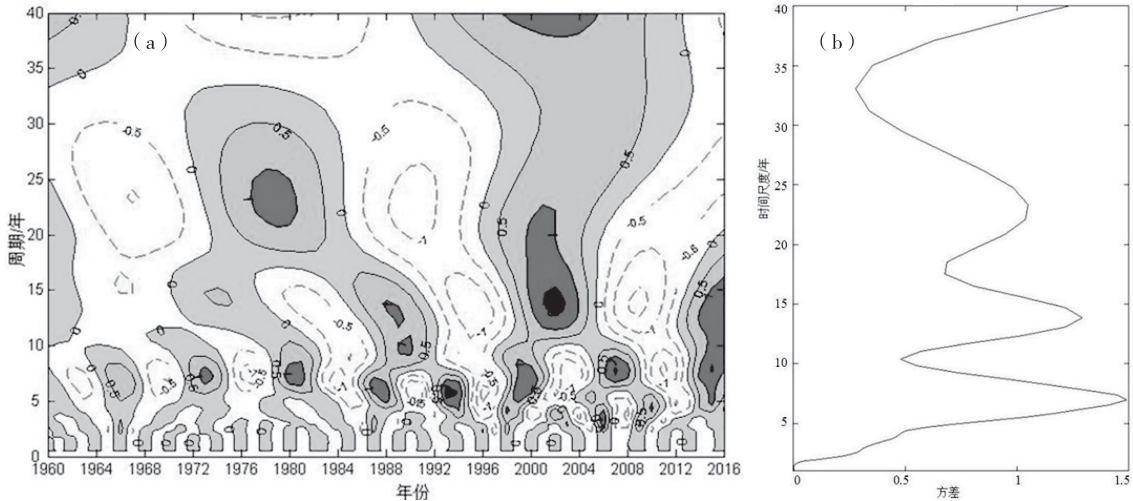


图 3 1960—2016 年河源地区年平均气温 Morlet 小波分析(a)、小波方差(b)

Fig. 3 Morlet wavelet analysis(A) and wavelet variance(B) of annual average temperature in Heyuan area in 1960—2016 years

4 气温与 ENSO 事件相关分析

4.1 ENSO 事件的判定与强度划分

本文将根据 NOAA 的 Niño3.4 区的海温距平数据判定 ENSO 事件的发生和结束。判定方法为当 Niño3.4 区的海温距平出现连续 5 个月或以上超过 0.5℃时则为 El Niño 事件年,如果出现连续 5 个月或以上的海温距平低于 -0.5℃时,则定义为 La Niña 事件年,期间若出现间隔一个月在临界值之外均不成立。若出现跨年的 ENSO 事件,则如果 2 a 中的海温距平均存在 5 个月或以上超过临界值,则这 2 a 均为 ENSO 事件年,若均不超过 5 个月,则把超过临界值最多月份的年份定义为 ENSO 事件年^[18]。

本研究还将结合李晓燕等^[19]对 ENSO 事件的指标划分,把 ENSO 事件强度划分为不同等级,其中将 El Niño 事件年强弱程度划分为:极强、强(3)、中等(2)、弱、极弱(1);La Niña 事件年划分为:极强、强(-3)、中等(-2)、弱、极弱(-1);非 ENSO 事件年则划分为正常年(0)。

4.2 气温与 ENSO 事件的相关性

通过对河源地区气温与 ENSO 事件强度变化对比(图 4)可知,在气温偏低的 20 世纪 60—80 年代末期之间发生的 El Niño 事件年,虽大部分年平均温在平均值以下,但仍比正常年份略有偏高;在气温偏高的 90 年代初至今发生的 El Niño 事件年中,大

部分仍比正常年份偏高为主。尤其是对 1998 年、2002 年、2009 年和 2015—2016 年气温的增加非常显著,在这 5 个 El Niño 事件年,年平均气温距平均达到较高值,其中历史极值则出现在 1997 年(El Niño 年)后的 1998 年。而 La Niña 事件年,河源地区的气温明显偏低,并且降温趋势明显,尤以 1976 年和 1984 年气温的降低明显,距平值达到了历史较低值,且历史极值则出现在 1975 年(La Niña 年)后的 1976 年。因此说明,ENSO 事件对河源地区的温度影响最明显是在次年。

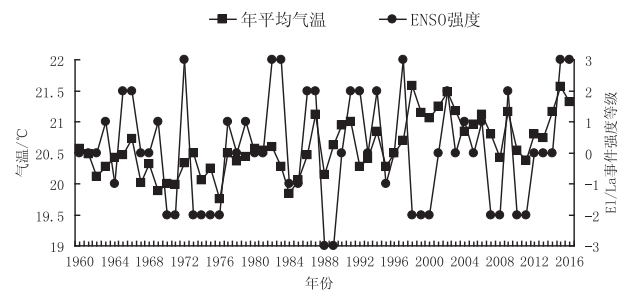


图 4 1960—2016 年河源地区年平均气温变化与 ENSO 事件强度对比分析

Fig. 4 Comparison and analysis of annual average temperature change and ENSO event intensity in Heyuan area in 1960—2016 years

4.3 ENSO 事件对气温的滞后性

根据 4.1 结论可知 ENSO 事件对气温的影响存在滞后性,为了进一步检验气温异常和 ENSO 事件

的最大相关不同步,而是滞后一段时间才与 ENSO 事件达到最大相关,本文分 El Niño 和 La Niña 两类海温异常事件与之对应的同期海温距平以及滞后 1~6 个月的月平均气温资料,利用 SPSS19 数据分析软件进行相关性分析(表 2),研究 ENSO 事件对河源地区气温的滞后性影响。

从表 2 可知,当出现 El Niño 事件时,河源地区对应的同期气温对其响应并没有明显特征,而在滞后 1~5 月时,气温对 El Niño 事件的响应渐渐显著,

且呈正相关关系;从表 2 还可知,河源地区的同期气温对 La Niña 的响应也表现出不显著的特征,在之后 1 个月显著性逐渐增强,呈负相关关系,至第 4 个月两者相关性达到最显著。从表 2 还可知,El Niño 事件对河源地区滞后 1~5 个月的月平均气温有明显的增加效应,而 La Niña 事件则河源地区滞后 1~4 个月的月平均有明显的降低效应。说明 ENSO 事件影响河源地区的气温是一个过程,需要一定响应时间。

表 2 ENSO 事件与河源地区同期及滞后 1~6 个月气温相关分析

Tab.2 Correlation analysis of ENSO events with air temperature and 6-month temperature lag in Heyuan area

		同期	滞后 1 月	滞后 2 月	滞后 3 月	滞后 4 月	滞后 5 月	滞后 6 月
El Niño	相关性系数 R	0.058	0.208 *	0.323 *	0.462 **	0.661 **	0.853 **	0.355
	Pearson 显著性	0.826	0.042	0.020	0.006	0.004	0.000	0.086
La Niña	相关性系数 R	0.005	-0.14 *	-0.598 *	-0.655 *	-0.899 **	-0.128	0.427
	Pearson 显著性	0.987	0.034	0.040	0.011	0.001	0.024	0.166

注: * 表示相关系数通过 95% 置信水平检验, ** 表示相关系数通过 99% 的置信水平检验。

Note: * indicates that the correlation coefficient passes the 95% confidence level test, ** indicates that the correlation coefficient passes the 99% confidence level test.

5 小结

①近 57a 河源地区年平均气温和四季平均气温均呈递增趋势,且年平均气温与夏、秋、冬季气温上升趋势显著,春季气温上升趋势不明显。

②通过 M-K 突变检验可发现,近 57a 河源地区气温在 20 世纪 80 年代中后期—90 年代末发生 1 次较为明显的由冷到暖的突变。其中,年平均气温在 1991 年发生突变,春季气温在 1998 年发生突变,夏季气温在 1987 年发生突变,秋季气温在 1996 年发生突变,冬季气温突变发生在 1987 年。

③小波分析表明,近 57a 河源地区年平均气温变化存在 5~6、14~15 及 24 a 的周期变化规律。

④在 El Niño 事件中,河源地区年平均气温有偏高趋势,La Niña 事件中,则反之。ENSO 事件对河源地区年气温的影响最明显表现在次年。

⑤通过相关性检验表明,ENSO 事件对气温的影响存在滞后性。河源的气温对 El Niño 和 La Niña 事件均需要滞后 1 月相应才逐渐显著。

参考文献

[1] 沈永平,王国亚. IPCC 第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J]. 冰川冻土,2013,35(5):1068-1076.

[2] 唐国利,任国玉. 近百年中国地表气温变化趋势的再分析[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):791-798.

[3] 王绍武,姚檀栋. 近百年中国年气温序列的建立[J]. 应用气象学报,1998,9(4):392-401.

[4] 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.

[5] 周继先,聂云,袁庆. 思南县近 56 a 气温与降水的变化及异常特征分析[J]. 贵州气象,2017,41(6):43-48.

[6] 梅媛媛,李毅,龙荣华. 昆明地区近 40 a 气温变化特征及其突变检验[J]. 贵州气象,2013,37(2):1-5.

[7] 罗乃兴,曾莉萍,黄世芹,等. 贵阳市气候变化及其近 20 a 气温演变特征[J]. 贵州气象,2013,37(1):11-14.

[8] 陈丽英,李春奎,吴刊梯,等. 海口市近 61 a 夏季气温变化特征[J]. 贵州气象,2012,36(3):15-18.

[9] 龙先菊,张淑莹,罗巧梅,等. 黔东南州近 40 a 来气温变化特征分析[J]. 贵州气象,2009,33(1):14-16.

[10] 谭方颖,王建林,宋迎波,等. 华北平原近 45 a 农业气候资源变化特征分析[J]. 中国农业气象,2009,30(1):19-24.

[11] 杨明,李维亮,刘煜,等. 近 50 a 我国西部地区气象要素的变化特征[J]. 应用气象学报,2010,21(2):198-205.

[12] 丁丽佳,王春林,凌良新. 广东地区平均气温的时空变化特征[J]. 中国农业气象,2011,32(4):500-506.

[13] 贺发胜,曹刚,甘海,等. “5·20”河源大暴雨过程的诊断分析[J]. 广东气象,2016,38(5):15-19.

[14] 陈锐,甘海,段海花. 河源市“3·30”暴雨过程诊断分析[J]. 广东气象,2016,38(1):23-26.

[15] 曾钦文,曾思亮,许德生,等. 近 45a 河源地区暴雨日数的气候特征分析[J]. 广东水利水电,2017(2):6-10.

[16] 郑浩,许武成,孙高敏. ENSO 事件对川西高原区气候的影响[J]. 气象与环境学报,2013,29(1):40-46.

[17] 任国玉,初子莹,周雅清,等. 中国气温变化研究最新进展[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):701-716.

[18] 伍红雨,潘蔚娟,王婷. 华南冬季气温异常与 ENSO 的关系[J]. 气象,2014,40(10):1230-1239.

[19] 李晓燕,翟盘茂,任福民. 气候标准值改变对 ENSO 事件划分的影响[J]. 热带气象学报,2005,21(1):72-78.