

67年来济南最高和最低气温变化特征

王金霞 (山东省济南市气象局, 山东济南 250000)

摘要 选取济南市1951—2017年逐日气温观测资料,采用线性统计、距平分析等方法,分析了67年来济南最高、最低气温的变化趋势。结果表明,近67年来济南最高和最低气温均呈上升趋势,其增温速率分别是0.080、0.288 °C/10 a,最低气温增温显著,气候变暖现象主要以最低气温增温为主。秋季、冬季、春季的最高气温以及四季的最低气温都有一定程度的上升,秋季、冬季和春季变得相对温暖,夏季的最高气温有所减低。20世纪80—90年代为主要增温期,21世纪初最高、最低气温均有一定程度下降。

关键词 最高气温;最低气温;变化特征;济南

中图分类号 S161.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)06-0214-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.06.064



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Characteristics of the Highest and Lowest Temperature Changes in Jinan in 67 Years

WANG Jin-xia (Jinan City Meteorological Bureau, Jinan, Shandong 250000)

Abstract The daily temperature observation data from 1951 to 2017 in Jinan City were selected, and the trend of the highest and lowest temperature in Jinan in 67 years was analyzed by linear statistics and anomaly analysis. The results showed that in the past 67 years, the highest and lowest temperature in Jinan had shown an upward trend, and their increase rates were 0.080 and 0.288 °C/10 a, respectively, and the lowest temperature increase was significant. The phenomenon of climate warming was mainly based on the minimum temperature increase. The highest temperatures in autumn, winter and spring and the lowest temperatures in the four seasons had risen to some extent, and autumn, winter and spring had become relatively warm, and the highest temperatures in summer had decreased. In the 1980s and 1990s, the main warming period was observed. At the beginning of the 21st century, the highest and lowest temperatures all declined to some extent.

Key words Highest temperature; Lowest temperature; Change characteristics; Jinan

气候变暖已引起了各国科学家和政府的高度关注。政府间气候变化专门委员会第五次IPCC评估报告指出,最近的3个10年比1850年以来其他任何10年都更温暖;1983—2012年很有可能是北半球过去1400年来最热的30年;全球几乎所有地区都经历了升温过程,1880—2012年全球表面平均升温达0.85 °C,2003—2012年的平均温度比1850—1990年平均温度升高了0.78 °C^[1]。研究指出,我国气候变暖在冬季更加明显^[2-5],在20世纪80年代气温有变暖突变^[6-9],自20世纪60、70年代以来出现严冬的机会减少^[3-5,10]。笔者根据济南1951—2017年逐日气温观测资料,分析了济南最高、最低气温的变化规律,为合理利用和开发气候资源、有效地指导农业生产提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源与处理 选取济南站1951—2017年逐日最高、最低气温数据,该站为国家气象观测站基本气象站,数据具有完整性和可靠性。将每年12个月的月气温的平均值作为当年的年平均气温;取4、7、10、1月作为春、夏、秋、冬四季。对其中缺测或错误数据进行插补。

1.2 分析方法 分析年际与春夏秋冬四季的最高、最低气温随年份的变化趋势,用这些数据建立气温与年份的一元回归方程:

$$Y = a + bt \quad (1)$$

其中, Y 为气象要素, t 为年份序号(t 取1~67); b 为气温变化率, a 、 b 用最小二乘法求出。当 $b > 0$ 时,表示气象要素 Y 随时间 t 的增加呈上升趋势;当 $b < 0$ 时,表示气象要素 Y 随时间 t

的增加呈下降趋势;利用5年滑动平均分析气象要素随时间变化更为直观。

用累积距平法分析气象要素的长期变化趋势。通过对累积距平曲线的观察,可以看出要素变化的阶段性,并对要素变化进行突变分析。对时间序列的 X_t ,其某一时间的累积距平表示为:

$$St = \sum_{i=1}^t (X_i - \bar{X}) \quad (t = i, \dots, n) \quad (2)$$

式中, $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ 。利用此式可求 n 个时刻的累计平均值。

2 结果与分析

2.1 年最高、最低气温变化特征分析 由图1a可知,1951—2017年济南年最高气温变化是围绕平均值19.6 °C振荡,最高值是2017年的20.8 °C,从一元线性方程可以看出,67年来最高气温呈上升趋势,增温率是0.080 °C/10 a ($R^2 = 0.0612$),增温趋势明显,5年滑动平均值近几年出现明显的上升趋势。由图1b可知,1951—2017年济南年最低气温总体呈上升趋势,增温率为0.288 °C/10 a,增温趋势较为显著 ($R^2 = 0.5110$);67年来最低气温也一直呈上升趋势,20世纪80年代中期跃过多年平均值;1987—1999年年最低气温一直高于67年的平均值,1998年达到最大值12.1 °C,这是厄尔尼诺事件对气候变暖的影响。厄尔尼诺事件后进入21世纪最低气温趋于平缓,近2年又出现显著增加趋势。从5年滑动平均来看,最高、最低气温在最近几年都有显著升高。

2.2 四季最高、最低气温变化特征

2.2.1 春季。由图2a可知,近67年来济南春季最高、最低气温都是随时间推移而增加,增温率分别是0.146、0.371 °C/10 a, R^2 分别为0.0348和0.2373,春季最高温度增温不明显,而最低温度增温趋势较为显著。春季最高气温在

20 世纪 50—60 年代波动较大,随后变化比较平稳;春季最低气温一直处于缓慢上升状态。20 世纪 80 年代—2008 年最

高气温和最低气温都处于一个较高水平,前期和近几年变化波动加大。

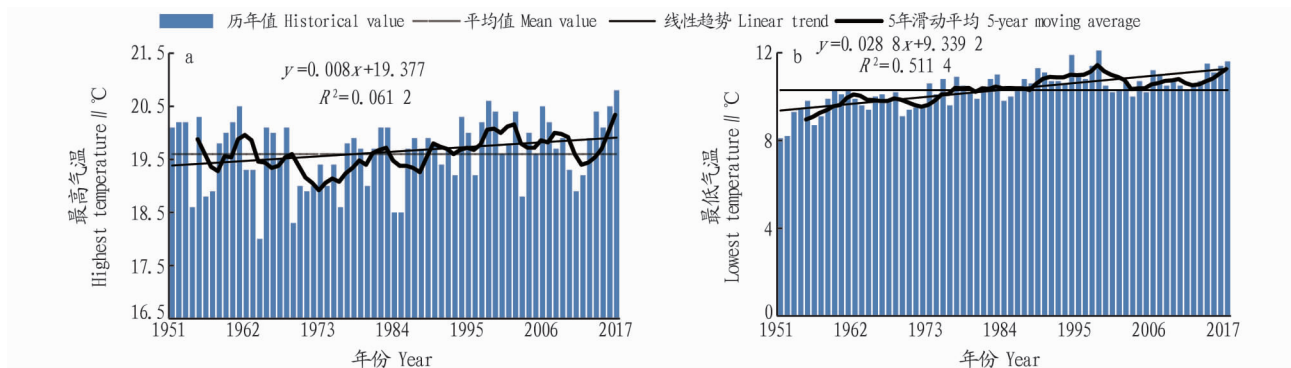


图 1 1951—2017 年济南最高 (a) 和最低 (b) 气温变化

Fig.1 Change of highest (a) and lowest (b) temperature in Jinan from 1951 to 2017

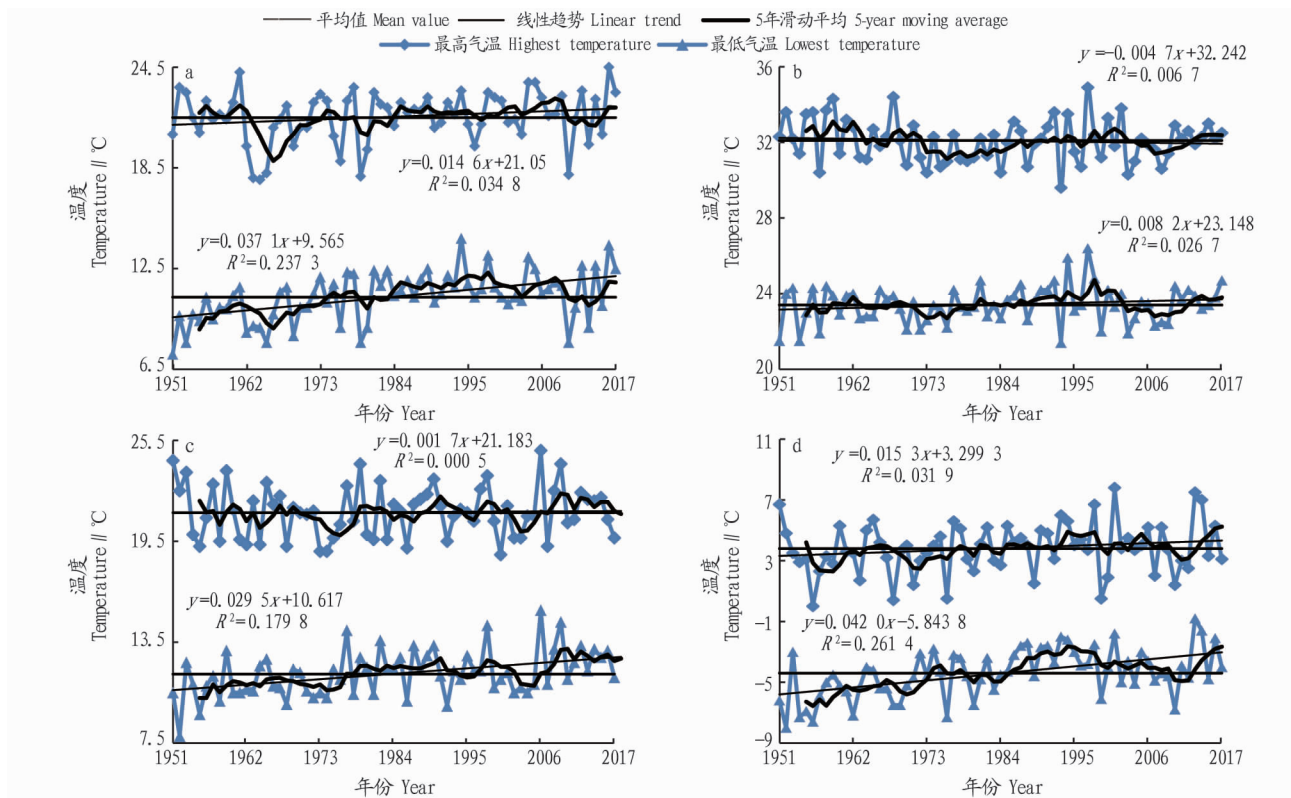


图 2 1951—2017 年济南春季 (a)、夏季 (b)、秋季 (c) 和冬季 (d) 最高和最低气温变化

Fig.2 Highest and lowest temperature changes in spring (a), summer (b), autumn (c) and winter (d) in Jinan from 1951 to 2017

2.2.2 夏季。由图 2b 可知,夏季最高气温的高值出现在 20 世纪 50—60 年代和 90 年代—2008 年,70—80 年代相对偏低,整体趋势是有所下降,趋势率为 $-0.047\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。夏季最低气温变化较为平缓,趋势率为 $0.082\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;20 世纪 90 年代—2008 年波动较为明显,高值和低值均出现在这个时段。总的来说,夏季最高气温和最低气温变化都较小,最高气温表现为不明显的降温趋势,最低气温表现为不明显的升温趋势,两者的信度都较低,分别为 0.007 0 和 0.026 0 (可信度均小于 0.05)。

2.2.3 秋季。从图 2c 可以看出,秋季最高气温变化比较平缓,以 $0.017\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的速率缓慢上升,67 年仅上升 $0.11\text{ }^{\circ}\text{C}$,可信度仅为 0.000 5,基本上可以说秋季的最高气温没有变

化,但是年际间波动较明显,如 2006 和 2007 年的年最高气温差达 $5.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。秋季最低气温升温倾向率为 $0.295\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,有资料记录以来均呈上升趋势,80 年代以后,仅 2002—2008 年低于平均值外,其他年份都在平均值以上,67 年最低气温增加了 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.2.4 冬季。从图 2d 可看出,冬季是气温变化最为明显的季节,最高气温变化倾向率为 $0.153\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,是四季最高气温升速最大的,年际间波动较大,没有明显的阶段性,但是信度较低,仅为 0.032 0。冬季的最低气温对气候变暖贡献最大,趋势增温率达 $0.420\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,67 年冬季最低气温增加了近 $3\text{ }^{\circ}\text{C}$,特别是 1985—2000 年冬季最低气温持续偏高。冬季最低气温在整个上升趋势中,2001—2011 年略有下滑,近几

年又明显回升。

2.3 最高、最低气温年代际变化特征 从表1可以看出,20世纪50、60年代和2001—2010年济南最高气温年平均变化速率是负值,这3个年代最高气温有下降趋势。20世纪70—90年代和2011—2017年济南最高气温年平均变化速率是正值,最高气温有上升趋势,特别是2011—2017年变率为0.204℃/10a,增温较为明显。

表1 1951—2017年济南各年代最高气温变化率

Table 1 Change rate of the highest temperature in Jinan from 1951 to 2017

时段 Period	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	年平均 Annual mean
1951—1960年	-0.007	0.009	-0.167	-0.197	-0.019
1961—1970年	0.032	-0.047	0.144	-0.055	-0.073
1971—1980年	-0.255	-0.076	0.184	0.106	0.060
1981—1990年	-0.089	0.021	0.222	-0.052	0.018
1991—2000年	0.079	0.031	-0.016	-0.280	0.076
2001—2010年	-0.115	-0.024	0.208	-0.356	-0.012
2011—2017年	0.293	0.043	-0.229	0.061	0.204

由表2可知,7个年代际的最低气温年平均变化率仅20世纪60年代为负值,为-0.055℃/10a,说明这个年代的最低气温略有下降;其他几个年代的变率均为正值,尤其是20世纪50年代和2011—2017年的变率分别为0.204和0.218℃/10a,这2个年代的最低气温增温明显。从年代看,20世纪50年代四季最低气温的变率均为正值,春季幅度较大。从季节上看,秋季各年代最低气温增温最为明显,除2011—2017年变率为-0.089℃/10a外,前6个年代的变率均为正值。

3 小结

(1)67年济南地区气温总体呈上升趋势,最高气温上升了0.5℃,增温率为0.080℃/10a;最低气温上升了1.9℃,升温率为0.288℃/10a,最低气温升温明显,对气候变暖贡献较大。

(2)济南不同季节的气温变化基本都是增暖趋势,除夏季最高气温略有下降趋势外,其他各季的最高气温和四季的最低气温都是上升趋势。

表2 1951—2017年济南各年代最低气温变化率

Table 2 Change rate of the lowest temperature in Jinan from 1951 to 2017

时段 Period	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	冬季 Winter	年平均 Annual mean
1951—1960年	0.275	0.090	0.166	0.164	0.204
1961—1970年	0.044	-0.071	0.059	-0.018	-0.055
1971—1980年	0.166	0.056	0.244	-0.151	0.056
1981—1990年	-0.075	0.016	0.130	0.199	0.067
1991—2000年	-0.042	-0.001	0.121	-0.228	0.001
2001—2010年	-0.106	0.002	0.262	-0.280	0.042
2011—2017年	0.379	0.061	-0.089	0.032	0.218

(3)从年代际来看,济南最高气温仅20世纪50—60年代和90年代略有下降,其他年代都是增加趋势,近几年增温明显,2011年以来增温率0.204℃/10a。最低气温仅60年代为负值。

参考文献

- [1] 王金霞,李瑞,苏轶,等.65年来济南冬季气温变化特征[J].中国人口·资源与环境,2016,26(S2):329-332.
 - [2] 缪启龙,许遐祯,潘文卓.南京56年来冬季气温变化特征[J].应用气象学报,2008,19(5):620-626.
 - [3] 王翠花,李雄,缪启龙.中国近50年来日最低气温变化特征研究[J].地理科学,2003,23(4):441-447.
 - [4] 史岚,王翠花,李雄,等.中国近50a来日最低气温的时间演变特征[J].气象科学,2003,23(2):300-307.
 - [5] 唐国利,丁一汇.近44年南京温度变化的特征及其可能原因的分析[J].大气科学,2006,30(1):56-68.
 - [6] 郭志梅,缪启龙,李雄.中国北方地区近50年来气温变化特征的研究[J].地理科学,2005,25(4):448-454.
 - [7] 于淑秋.近50年我国日平均气温的气候变化[J].应用气象学报,2005,16(6):787-793.
 - [8] 陈隆勋,邵永宁,张清芬,等.近四十年我国气候变化的初步分析[J].应用气象学报,1991,2(2):164-174.
 - [9] 屠其璞,邓自旺,周晓兰.中国近117年年平均气温变化的区域特征研究[J].应用气象学报,1999,10(S1):34-44.
 - [10] 郭志梅,缪启龙,李雄.中国北方地区近50年来气温变化特征及其突变性[J].干旱区地理,2005,28(4):176-182.
- (上接第205页)
- [6] 田福海,杨永花,刘莉,等.“种烤分离”模式在烤烟生产上的推广应用[J].山东农业科学,2011(7):52-53,68.
 - [7] 郑志云,邓小华,赵高坤.鲜叶成熟度对烤烟K326上部叶产质量的影响[J].湖南农业科学,2013(18):23-25.
 - [8] 金文华,官长荣,王振坤,等.烟叶成熟度质量效应分析[J].烟草科技,1997(3):36-38.
 - [9] 王良彦,付忠杰.鲜烟分类采取的主要措施及成效[J].现代农业科技,2014(9):86-87.
 - [10] 王建安,刘国顺,杜绍明,等.采收时间和烘烤设备对烤烟品质的影响[J].江西农业大学学报,2010,32(6):1121-1126.