

商丘市气温日较差变化特征分析

汤新海¹, 杨淑萍¹, 汤景华¹, 王海翔²

(1. 睢县气象局, 河南 睢县 476900; 2. 商丘市气象局, 河南 商丘 476000)

摘要: 利用商丘市8站1961—2006年逐日最高、最低气温资料, 计算并分析了商丘市年、季及月气温日较差的线性变化趋势, 结果表明: 年最低气温呈明显上升趋势, 最高气温上升趋势不显著, 气温日较差呈显著减小趋势; 春、夏、冬季平均气温日较差均呈减小趋势, 其中春季和冬季的减小趋势显著, 秋季呈弱的增加趋势; 全年有10个月的气温日较差呈减小趋势, 其中1、3、5、8月气温日较差显著减小, 1月减小幅度最大。城市化发展对气温日较差变化有一定影响, 距城区较近的台站平均气温日较差显著减小, 而距城区较远的台站气温日较差减小趋势不显著。

关键词: 最高气温; 最低气温; 气温日较差; 气候变化

中图分类号: P467

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2008)04-0058-04

引言

随着全球气候变暖, 最高气温和最低气温的非对称性变化受到广泛重视, 气温日较差也已成为表征气候变化的一个新的重要指标^[1-8]。近50年来, 我国年平均气温日较差整体呈现下降趋势, 且中高纬度下降比低纬度明显。季节变化中, 我国北方冬季下降最大, 其次是春季和秋季, 夏季最小; 在黄淮和长江流域, 夏季和春季下降最为显著; 华南地区仍以冬季下降最大。

气温日较差是重要的气候生态因子之一, 对农业生产具有十分重要的意义, 它不但影响冬小麦的千粒重^[9], 还影响小麦籽粒蛋白质含量^[10], 气温日较差与棉花果枝始节位和黄淮海地区大豆的蛋白质和脂肪含量也存在密切关系^[11-12]。因此, 研究商丘市气温日较差的变化规律及对农业的可能影响, 对于深入了解该地区气候变化规律, 科学应对气候变化, 维持农业可持续发展具有十分重要的意义。

1 资料与方法

选用商丘市8个地面观测站1961—2006年逐日最高气温、最低气温资料。季节按照3—5月为春季, 6—8月为夏季, 9—11月为秋季, 12月至翌年2月为冬季进行划分。

日较差是日最高温度与日最低温度之差, 可表

示为

$$DTR = T_{\max} - T_{\min}$$

式中, DTR 为日较差, $T_{\max}$ 为日最高气温, $T_{\min}$ 为日最低气温。

最高、最低气温和气温日较差的线性变化趋势用下式进行估计:

$$X_i = at_i + b$$

其中, X_i 为气象要素, t_i 为时间 (本文为1961—2006年), a 为线性趋势项, 把 $a \times 10$ 年作为气候变化趋势, 单位为 $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

计算各气象要素序列与时间序列的相关系数, 并通过相关系数的显著性检验判断其变化趋势是否显著, 突变分析采取 Mann-Kendall 法^[13]。

2 结果分析

2.1 年气温日较差变化趋势

图1是1961—2006年商丘市年平均气温(a)、年平均最高气温(b)、年平均最低气温(c)和年平均气温日较差(d)的变化曲线及线性变化趋势。从图1中可以看出, 46年来商丘市年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温分别以 $0.090^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.025^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.233^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的趋势增加, 这与我们北方气候变暖的大背景是一致的。年平均最低气温增加幅度远远高于年平均最高气温增加幅度, 其增加趋势达到了 $\alpha=0.01$ 显著水平。正是由于气温

的这种非对称性变化,年平均气温日较差以 $-0.204\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的趋势减小,且线性趋势也达到了 $\alpha=0.01$ 显著水平。

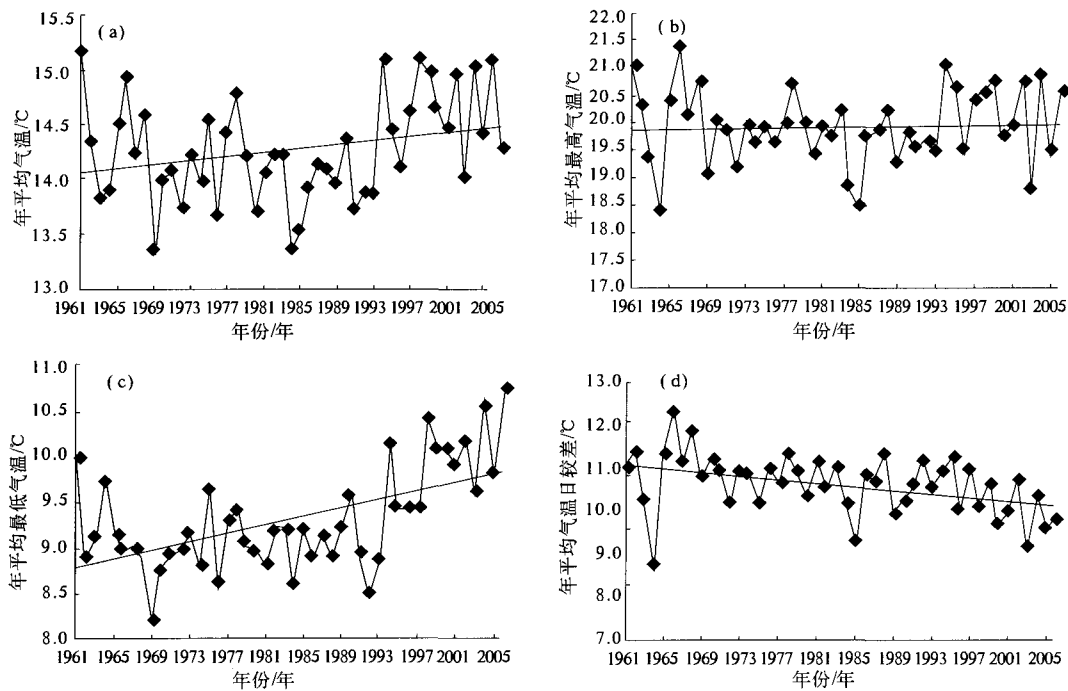


图 1 商丘市年平均气温(a)、年平均最高气温(b)、年平均最低气温(c)和年平均气温日较差(d)变化趋势

2.2 季节气温日较差变化趋势

图 2 显示了近 46 年来商丘市平均气温日较差各季节的变化曲线和变化趋势。从中可以看出,春季、夏季和冬季气温日较差均呈现减小的趋势,秋季则表现出不显著的增加趋势。春季和冬季减少的线性趋势都达到了 $\alpha=0.05$ 的显著性水平;夏季减少

趋势不显著。
表 1 分析了各季节平均最高、最低气温和日较差线性趋势。从表中可以看出,春季和夏季的平均最高气温和平均最低气温都呈下降趋势,而秋冬两季都呈上升趋势。因此全年平均最高、最低气温上升趋势是由于秋季和冬季升温引起的。对比分析各

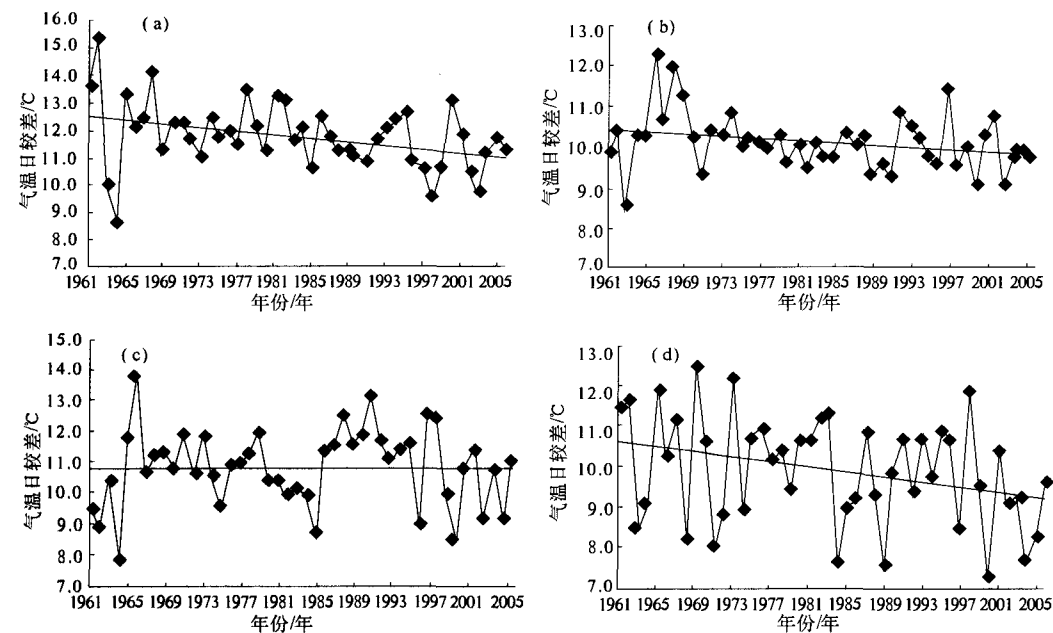


图 2 商丘市春季(a)、夏季(b)、秋季(c)、冬季(d)气温日较差的变化

表 1 季平均最高、最低气温和日较差线性趋势 ℃/10a

季节	季平均气温日较差	季平均最高气温	季平均最低气温
春季	-0.333 *	-0.476 **	-0.146
夏季	-0.128	-0.238 *	-0.093
秋季	0.027	0.647 **	0.629 **
冬季	-0.320 *	0.204	0.576 **

注：“*”表示通过 $\alpha = 0.05$ 显著性水平检验，“**”表示通过 $\alpha = 0.01$ 显著性水平检验，下同。

季平均最高、最低气温与气温日较差的关系可以看出：春季平均日较差显著减小主要是由于春季平均最高气温下降幅度大于最低气温下降幅度引起的；而冬季则是因为平均最低气温上升幅度大于最高气温上升幅度引起的。秋季的平均最高和平均最低气温都显著上升，虽都达到了 $\alpha = 0.01$ 的极显著水平，但气温的非对称性变化不明显。

2.3 月气温日较差变化趋势

表 2 商丘市逐月平均最高、最低气温及气温日较差的变化趋势 ℃/10a

月份/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温日较差	-0.559 **	-0.229	-0.450 **	-0.101	-0.450 *	-0.047	-0.073	-0.264 **	-0.153	0.052	0.181	-0.342
平均最高气温	-0.004	0.127	-0.337	-0.312	-0.778 **	-0.395 *	-0.195	-0.125	0.444 **	0.731 **	0.767 **	0.378 *
平均最低气温	0.552 **	0.355 *	0.100	-0.211	-0.327 **	-0.312 **	-0.104	0.138	0.605 **	0.678 **	0.606 **	0.720 **

2.4 气温日较差变化趋势的空间差异

对商丘市每个站年平均和季平均气温日较差变化趋势计算结果(表 3)表明,城市化发展与人类活动对商丘市气温日较差的影响比较明显。虽然所有台站年平均气温日较差都呈减小趋势,但虞城、睢县、民权等距城区较远的台站(乡村站)气温日较差减小缓慢,线性趋势不显著;其他距城区较近的台站(城市站)年平均气温日较差显著减小。

季平均气温日较差变化趋势与年变化趋势基本一致。春季和夏季乡村站的平均气温日较差减小幅度都小于城市站。秋季城市站的平均气温日较差变化趋势不一致,柘城、永城和宁陵呈微弱的增大趋势,商丘、夏邑受城市化影响明显的站点季平均气温日较差呈不显著的减小趋势;乡村站秋季平均气温日较差都呈增加趋势,且趋势值大于城市站。冬季所有台站变化趋势比较一致,除虞城外,其余站都表现出明显的减小趋势。

表 3 商丘市各站气温日较差变化趋势 ℃/10a

站点	年平均	春季	夏季	秋季	冬季
虞城	-0.078	-0.198	-0.063	0.201	-0.251
睢县	-0.151	-0.272 *	-0.077	0.063	-0.327 *
民权	-0.154	-0.321 *	-0.055	0.131	-0.379 *
柘城	-0.169 *	-0.237	-0.061	0.032	-0.393 **
永城	-0.197 *	-0.270	-0.095	0.023	-0.462 **
宁陵	-0.212 **	-0.398 **	-0.154	0.052	-0.353 *
商丘	-0.259 **	-0.405 **	-0.223 *	-0.049	-0.358 *
夏邑	-0.409 **	-0.566 **	-0.296 **	-0.239	-0.547 **

由表 2 可知:月平均气温日较差除 10 月和 11 月表现出不显著的增加趋势外,其余均为减小趋势,其中 1、3、5 和 8 月呈显著减小趋势。平均最高气温有 7 个月表现出下降趋势,但只有 5、6 两个月的下降趋势显著,其下降趋势率分别为 $-0.778\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $-0.395\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,分别达到了 $\alpha = 0.01$ 和 $\alpha = 0.05$ 的显著水平。平均最低气温上升的情况比较明显,全年有 8 个月表现为上升趋势,且有 6 个月的线性趋势达到了 $\alpha = 0.05$ 及以上的显著水平。

由最高、最低气温变化趋势可以看出,月气温日较差的减小可分为 3 种情况:①最低气温上升而最高气温下降(1、3 和 8 月);②最高、最低气温都显著下降,但最高气温下降幅度大于最低气温下降幅度(4—7 月);③最高、最低气温都上升,但最低气温上升幅度大于最高气温上升幅度(2、9 和 12 月)。

3 日较差变化对农业的可能影响

气温日较差对农作物生长是一个重要因素。一般来说,在适于作物正常生长的温度范围内,白天气温较高有利于促进植物的光合作用,可以制造较多的有机物质;夜间气温低可减弱植物的呼吸作用,降低能量消耗,有利于有机物质积累或糖分贮存。在气温日较差相对较大的情况下,作物长势好,抗逆性强,籽粒饱满,水果含糖量高,对农业优质丰产有利。反之可能引起产量、品质下降。

商丘市年平均气温日较差显著减小,总体上将对该地区农业生产产生不利影响。冬季小麦一般在越冬期停止生长,这一时期的平均气温日较差减小不会对小麦产生明显影响。3 月份冬小麦处于拔节—孕穗期,该时段是营养生长向生殖生长过渡时段,是单位面积穗数形成的关键时期,气温日较差减小不利作物对有机物的积累,从而不利后期的高产和稳产。马体顺等^[14]研究指出,灌浆期间气温日较差每增大 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,千粒重将提高 0.6553 g 。5 月份是商丘市冬小麦灌浆的关键时期,平均气温日较差减小,可能影响产量的 1% 左右。气温日较差对玉米的影响研究表明^[15],气温日较差每增加 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,玉米千粒重将提高 35 g 左右。商丘市 8 月份月平均气温日较差显著减小,有可能使玉米产量减少 0.3% 左右。由于气候变化、作物生长和产量形成的复杂性,气温日较差对农业的影响还有待于更深入的研究。

4 结 语

①近46年来,商丘市年平均气温日较差以 $-0.204\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的幅度减小,且线性趋势达到了 $\alpha=0.01$ 显著水平。

②春季、夏季和冬季气温日较差均呈现减小趋势,秋季则表现出不显著的增加趋势。其中,春季和冬季减少的线性趋势都达到了 $\alpha=0.05$ 的显著性水平;夏季减少趋势不显著。

③城市化发展和人类活动对气温日较差变化有一定影响。距城区较远的台站气温日较差减小趋势不显著,而距城区较近的台站平均气温日较差显著减小。

④平均气温日较差减小将影响该地区的农业生产,对冬小麦和夏玉米的产量和品质可能产生不利影响。

参考文献

- [1] 马晓波. 中国西北地区最高、最低气温的非对称变化[J]. 气象学报, 1999, 57(5): 613-621.
- [2] 陈铁喜, 陈星. 近50年中国气温日较差的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2007, 26(1): 150-157.
- [3] 唐红玉, 翟盘茂, 王振宇. 1951—2002年中国平均最高、最低气温及日较差变化[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 728-735.
- [4] 华立娟, 马柱国, 罗德海. 1961—2000年中国区域气温较差分析[J]. 地理学报, 2004, 59(5): 680-688.
- [5] 任福民, 翟盘茂. 1951—1990年中国极端气温变化分析[J]. 大气科学, 1998, 22(2): 217-227.
- [6] 马柱国, 符淙斌, 任小波, 等. 中国北方年极端温度的变化趋势与区域增暖的联系[J]. 地理学报, 2003, 58(S1): 11-20.
- [7] 谢庄, 曹鸿兴. 北京最高和最低气温的非对称变化[J]. 气象学报, 1996, 54(4): 501-507.
- [8] 张勇, 许吟隆, 董文杰, 等. SRES B2 情景下中国区域最高、最低气温及日较差变化分布特征初步分析[J]. 地球物理学报, 2007, 50(3): 714-723.
- [9] 夏国军, 崔金梅, 郭天财, 等. 小麦灌浆期间温度与千粒重关系的研究[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37(3): 213-216.
- [10] 王东, 于振文, 张永丽. 山东强筋和中筋小麦品质形成的气象条件及区划[J]. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2269-2276.
- [11] 刘凤学. 棉花果枝始节位与气温日较差的关系[J]. 中国棉花, 1995, 22(5): 18-19.
- [12] 谷传彦, 黄兴蛟, 王凤娟, 等. 黄淮海夏大豆蛋白质和脂肪含量与气象条件的关系[J]. 大豆科学, 2003, 22(1): 54-58.
- [13] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 58-59.
- [14] 马体顺, 马青荣, 杨光仙, 等. 气候生态因子对冬小麦千粒重的影响[J]. 河南气象, 2006(3): 56-57.
- [15] 陈建忠, 肖荷霞, 席国成. 黑龙江流域气象生态因子对夏玉米粒重的影响[J]. 中国农业气象, 1999, 20(3): 19-23.

Characteristic Analysis of the Daily Temperature Range in Shangqiu City

Tang Xinhai¹, Yang Shuping¹, Tang Jinghua¹, Wang Haixiang²

(1. Suixian Weather Station, Suixian 476900, China;

2. Shangqiu Meteorological Office, Shangqiu 476000, China)

Abstract: Daily mean maximum and minimum temperature in 8 stations from 1961 to 2006 in Shangqiu were analyzed, and the linear trends of change of the daily temperature range in year, season and month were calculated and analyzed. The results are as follows: the mean minimum temperatures are significantly increasing, but the mean maximum temperatures are insignificantly increasing, therefore, the daily temperature range is obviously decreasing. The mean daily temperature ranges are decreasing in spring, summer and winter, the mean daily temperature ranges being slightly increasing in autumn. There are ten months with the mean daily temperature ranges decreasing, but the decrease is obvious in January, March, May and August, with the biggest decreasing rate in January. Urbanization progress has a great influence on the daily temperature range, the stations which in near city area are significantly decreasing, while those in far city area have insignificant decreasing tendency.

Key words: maximum temperature; minimum temperature; daily temperature range; climate change