

# 1961—2008 年山东省极端温度事件 时空特征分析

姜德娟<sup>1</sup>, 李志<sup>2</sup>, 王昆<sup>3</sup>

1. 中国科学院烟台海岸带研究所, 烟台 264003
2. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100
3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

**摘要** 利用山东省 1961—2008 年 18 个气象站点的日平均温度资料, 分析了山东省近 48 年极端温度事件的时空特征。结果表明, 山东省极端温度事件年发生频率的空间差异比较突出, 频发区域主要集中于胶东半岛, 但高、低值区域发生频率的差值相对较小, 大部分区域在 15~16d/a 之间; 无论年还是季节, 极端高温和低温事件的发生频率分别呈增加和减少趋势, 两者的变化趋势分别在春季和冬季最显著; 变化幅度也存在空间差异, 相对于西部, 胶东半岛极端温度事件年发生频率的变化趋势更为显著; 极端高温和低温事件的年发生频率在所有站点(极端高温事件除海阳站)均发生了突变现象, 变化趋势均在 20 世纪 90 年代以来更加显著; 极端温度事件呈波动变化, 普遍存在准 5 年周期。

**关键词** 极端温度事件; 发生频率; 空间特征; 时间趋势

**中图分类号** P467

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.01.02

## Temporal and Spatial Characteristics of Extreme Temperature Events over Shandong Province During 1961—2008

JIANG Dejuan<sup>1</sup>, LI Zhi<sup>2</sup>, WANG Kun<sup>3</sup>

1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264003, China
2. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China
3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

**Abstract** Based on daily mean surface temperature data of 18 meteorological stations over Shandong province during 1961—2008, the thresholds of extreme high and low temperature events have been determined for each station by the centesimal value method, and then, the spatial characteristics and temporary trends of extreme temperature frequency for recent 48 years have been analyzed. The results show that there was a great spatial difference in both annual extreme high and low temperature frequency over Shandong Province and the highest frequency regions were mainly distributed in Jiaodong Peninsular. However, the difference values of annual extreme high and low temperature frequency in between high-value and low-value areas were all small and the mean annual extreme high and low temperature days were mostly 15~16d/a. Whether at the annual or seasonal scales, there was an increasing trend in extreme high temperature frequency, which was most significant in spring, while there was a decreasing trend in extreme low temperature frequency, which was most marked in winter. Annual changes in extreme high and low temperature frequency show obvious spatial variations, which were more remarkable in Jiaodong Peninsular in contrast to the west of Shandong Province. For recent 48 years, the abruptions in the annual time series of extreme high and low temperature frequency were found in all stations but Haiyang Station for extreme high temperature frequency and their trends were more significant since 1990s. In addition, fluctuation changes were found in annual extreme high and low temperature frequency with a quasi-5-year period.

**Keywords** extreme temperature events; frequency; spatial characteristics; temporary trend

收稿日期: 2010-08-16; 修回日期: 2010-12-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40901028)

作者简介: 姜德娟(中国科协所属全国学会个人会员登记号: S300000237M, S110005684M), 博士, 研究方向为气候变化与流域模拟, 电子信箱: djjiang@yic.ac.cn

## 0 引言

近几十年来,由极端气候事件(如高温和低温、洪水、暴雪、干旱等)造成的经济社会损失不断加剧,已引起各国政府和社会公众的普遍关注<sup>[1-7]</sup>,对极端气候事件变化趋势的评估与研究成为当前全球气候变化研究的一个重要议题<sup>[8]</sup>。其中,极端温度事件由于对以气温升高为主要特征的全球气候变化更加敏感而受到更多关注。政府间气候变化专门委员会(IPCC)第4次评估报告<sup>[9]</sup>指出,20世纪后半叶,全球大部分陆地区域发生冷昼、冷夜和霜冻日的发生频率很可能已经减少,而暖昼、暖夜则已变得更加频繁。近年来,大量研究聚焦于区域尺度的极端温度事件,其研究结果大多与全球总体变化趋势相一致<sup>[6,10-13]</sup>。国内在极端温度事件方面也开展了许多研究<sup>[14-20]</sup>,结果表明,中国极端温度事件变化趋势总体上与全球变暖趋势一致,但也存在明显的季节特征和区域差异<sup>[21-22]</sup>。因此,从区域和季节方面评估极端温度事件的空间分布和时间变化,不仅能更好地认识气候变化规律,而且有利于发展应对气候异常的策略与对策。

极端温度事件对农业生态系统具有十分重要的影响,短时段的高温或低温会严重影响作物生长和最终产量<sup>[23-25]</sup>,因此,评估极端温度事件的变化趋势可为农业生产提供重要参考依据。山东省是中国重要的农产区,并拥有全国最大的蔬菜基地。近年来,不少研究评估了该区域平均气温的变化趋势<sup>[26-30]</sup>,为解释农业系统变化提供了基本依据。然而,对极端温度事件进行的研究尚不多见。因此,本文利用1961—2008年日温度资料,分析山东省近48年极端温度事件的时空特征,以期对山东省的农业可持续发展提供决策信息。

## 1 资料与方法

基于国家气象信息中心提供的日平均温度资料,选取山东省1961—2008年缺测资料较少的18个气象站点,对极端温度事件进行定义后,分析其时空特征。极端温度事件的定义采用百分位值法:将1961—2008年每个站点的逐年同日平均温度资料按照升序排列,得到该日第95(5)个平均温度的百分值,将之作为该日极端高(低)温事件的阈值;如果某年同日的平均温度高(低)于该日的极端高(低)温事件的阈值,则认为出现了极端高(低)温事件<sup>[15,17]</sup>。基于确定的极端高(低)温事件阈值,统计出各个站点年和季节的极端高(低)温事件的发生频率(d/a),对其进行趋势分析、突变检验和周期分析。趋势分析和突变检验均采用Man-Kendall方法(M-K法),显著性水平为95%;周期分析采用Morlet小波变换方法,并采用小波方差对其显著性进行检验;空间分布信息采用反距离权重插值法(IDW)。

## 2 结果与讨论

### 2.1 极端温度事件的空间特征

1961—2008年,山东省极端高温事件的阈值介于1.0~29.1℃(平均16.8℃)之间,极端低温事件的阈值为-9.9~23.0℃

(平均7.6℃)。图1(a)为极端高温事件年发生频率的多年平均值分布图,可以看出,极端高温事件年发生频率的空间差异比较突出。烟台东南部和威海东部以及淄博南部为极端高温事件的频发区域,发生频率超过15.9d/a;其他大部分区域基本在15.9d/a以下。极端低温事件的年发生频率自西南向东北方向增加(图1(b))。烟台与威海东南部是极端低温事件的频发区,发生频率超过15.9d/a;鲁西南的济宁地区则为少发区域,发生频率低于15.6d/a。整体而言,极端温度事件年发生频率的空间差异均比较明显,基本都是从西南向东北方向增加,但高、低值区域发生频率的差值并不大,大部分区域的发生频率在15~16d/a之间。

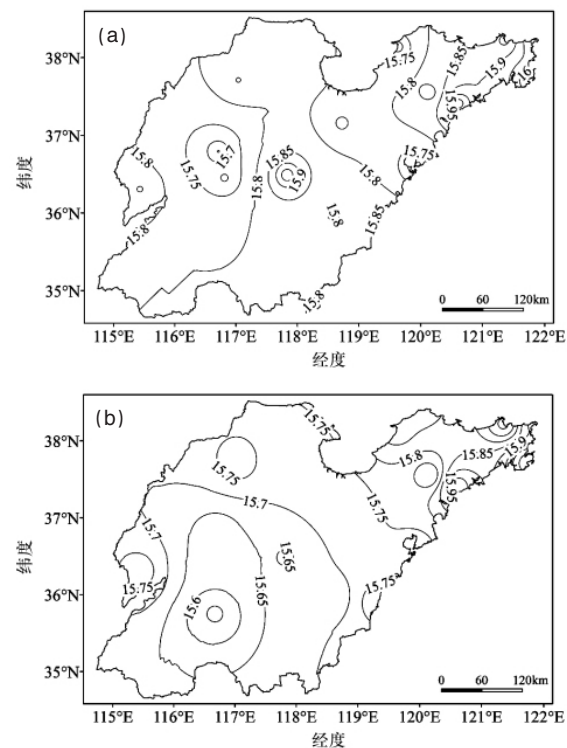


图1 极端高温事件(a)和极端低温事件(b)的年均发生频率(单位:d/a)

Fig. 1 Mean annual frequency of extreme high (a) and low (b) temperature events (unit: d/a)

### 2.2 极端高温事件时间变化

#### 2.2.1 变化趋势分析

近48年来,山东省极端高温事件年发生频率的多年均值为16d/a,总体呈增加趋势(图2),48年增加了15.4d(表1)。其中,自20世纪90年代中期以来,极端高温事件的年发生频率显著增多,2002年是近48年极端高温事件发生天数最多的一年,达42d。M-K法对年发生频率变化趋势的分析表明,18个站点均表现为增加趋势,且有14个站点通过了显著性检验(表2)。

从季节变化看,所有站点在春、秋和冬季均表现为增加趋势,春季和秋季的大部分站点以及冬季一半站点通过了显

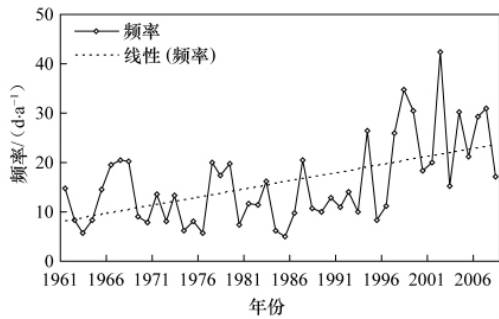


图2 极端高温事件年发生频率的线性变化趋势

Fig. 2 Linear trend of annual extreme high temperature frequency

著性检验;夏季大部分站点也呈增加趋势,但仅有3个站点

表1 1961—2008年极端温度事件发生频率的平均变化值(单位:d)

Table 1 Average changes in extreme temperature frequency from 1961 to 2008 (unit: d)

指标	春季	夏季	秋季	冬季	年
极端高温事件	5.43	1.43	4.99	3.51	15.36
极端低温事件	-5.36	-1.20	-2.18	-6.42	-15.16

的趋势显著(表2)。总体而言,1961—2008年,春季是极端高温事件增加最多的季节,48年增加了5.4d;其次是秋季,增加了5.0d;夏季增加最少,48年仅增加了1.4d(表1)。上述结果表明,对于极端高温事件,春季的贡献率最大而夏季最小。

表2 极端温度事件发生频率呈增加/减少趋势和趋势通过95%显著性检验的站点数

Table 2 Number of stations with increasing/decreasing trends and the corresponding number of significant trends for extreme temperature frequency

指标	春季				夏季				秋季				冬季				年			
	+	S+	-	S-	+	S+	-	S-	+	S+	-	S-	+	S+	-	S-	+	S+	-	S-
极端高温事件	18	13	0	0	13	3	5	1	18	14	0	0	18	9	0	0	18	14	0	0
极端低温事件	0	0	18	14	5	0	13	1	2	0	16	4	0	0	18	17	0	0	18	16

注:“+”表示增加趋势;“-”表示减少趋势;“S+”表示增加趋势通过置信度95%的显著性检验;“S-”表示减少趋势通过置信度95%的显著性检验。

Notes: +, indicated the positive trend; -, indicated the negative trend; S+, indicated that the positive trend was significant at the 95% confidence level; S-, indicated that the negative trend was significant at the 95% confidence level.

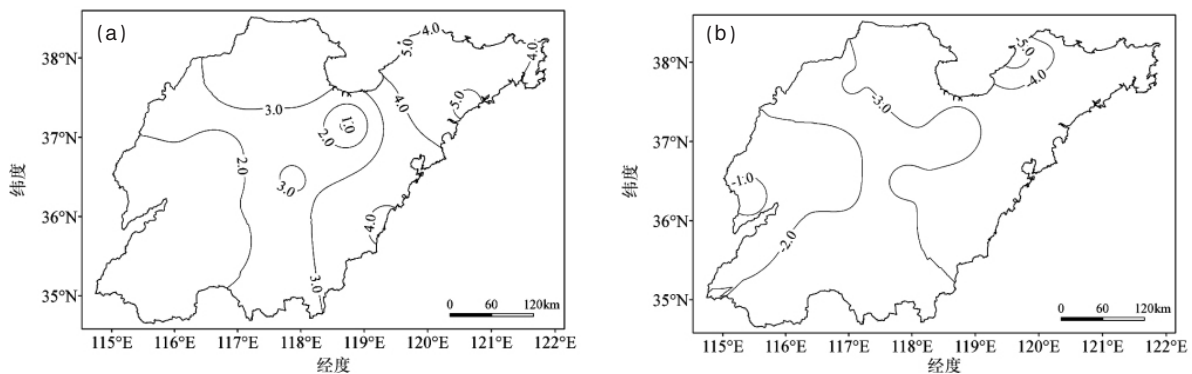


图3 极端高温事件(a)和极端低温事件(b)年发生频率的线性斜率(单位:d/10a)

Fig. 3 Linear slope of annual extreme high (a) and low (b) temperature frequency (unit: d/10a)

从空间分布看,极端高温事件年发生频率的线性斜率均为正值(图3(a)),年均增幅为3.3d/10a(0.8~5.4d/10a);胶东半岛的增幅最大,介于4.0~5.0d/10a之间;潍坊中部增幅最小,低于1.0d/10a。从整体趋势来看,年发生频率的增幅由西南向东北方向增加,说明近48年胶东半岛极端高温事件的年发生频率具有更高的增长速率。总体而言,山东省极端高温事件年发生频率的变化趋势与全球气候变化趋势一致<sup>[9,33-34]</sup>,也与全国平均水平<sup>[17,20]</sup>、中国北方<sup>[14-15]</sup>、华北<sup>[35]</sup>的变化趋势相一致,但增幅高于全国(0.6d/10a)<sup>[20]</sup>和北方(0.8d/10a)的平均水平<sup>[14-15]</sup>。

### 2.2.2 突变检验分析

突变检验的结果表明,除海阳站之外,其他17个站点的极端高温事件年发生频率均发生了突变现象,且通过了显著性检验;各站点突变年份不一致,但均发生在80年代后期以来。基于区域平均值的突变检验表明(图4),极端高温事件的年均发生频率在1996年发生了突变,且自1996年以来极端高温事件年发生频率的增加趋势更为显著。这种年际变化趋势与中国北方干旱和半干旱地区非常一致,如马柱国等<sup>[15]</sup>发现90年代之前中国北方绝大多数地区极端高温事件发生频

率的变化趋势不显著,但90年代以来却有明显的增加趋势。

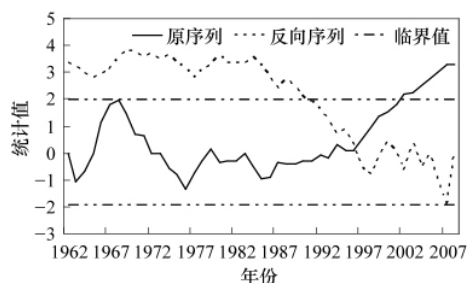


图4 极端高温事件年均发生频率的M-K突变检验

Fig. 4 M-K detection of the abruptness of mean annual extreme high temperature frequency

### 2.2.3 周期分析

Morlet小波分析表明,近48年山东省极端高温事件年发生频率普遍存在5年和34年的变化周期(图5)。其中,34年的变化周期振幅最大,然而由于研究时间序列较短,其周期的可信度不高;5年周期的振幅较小,但在1961—2008年间表现为明显的正负交替循环。

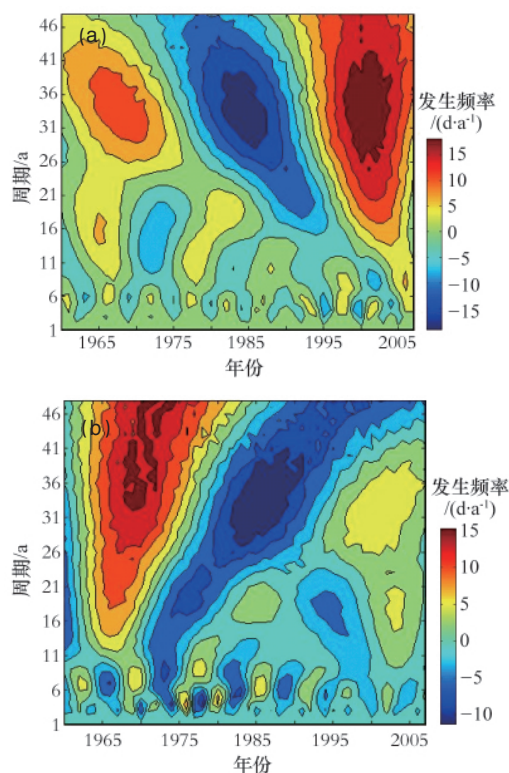


图5 极端高温事件(a)和极端低温事件(b)年发生频率的周期变化

Fig. 5 Periods of annual extreme high (a) and low (b) temperature frequency

## 2.3 极端低温事件时间变化

### 2.3.1 变化趋势分析

1961—2008年,极端低温事件年发生频率的多年均值约

16d/a,总体呈减少趋势(图6),48年减少了15.2d(表1)。M-K检验表明,18个站点极端低温事件的年发生频率均呈减少趋势,其中,16个站点通过了显著性检验(表2),说明极端低温事件年发生频率的减少趋势比较显著。

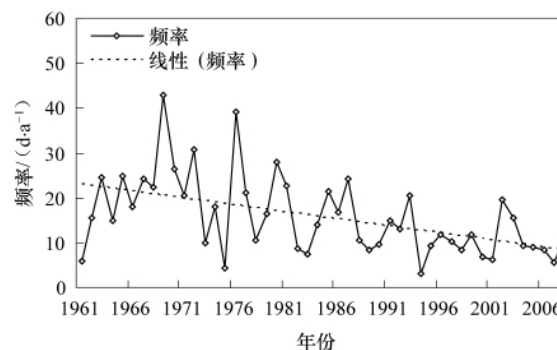


图6 极端低温事件年发生频率的线性变化趋势

Fig. 6 Linear trend of annual extreme low temperature frequency

从季节变化看,所有站点在春季和冬季均呈减少趋势,分别有14个和17个站点通过了显著性检验(表2)。夏季和秋季的大部分站点也呈减少趋势,但分别仅有1个和4个站点通过显著性检验。总体而言,1961—2008年,冬季是极端低温事件发生频率减少最多的季节,近48年减少了6.4d;其次为春季,减少了5.4d;秋季和夏季则较小,分别减少了2.2d和1.2d(表1)。上述分析结果说明极端低温事件发生频率的减少趋势在冬季表现最显著,这与全国的季节分析结果相一致<sup>[16,18]</sup>。该区域极端高温事件发生频率在春季增幅最大,而极端低温事件发生频率在冬季减幅最大,但该区域冬季的年均气温比其他季节有更为显著的升高趋势<sup>[32]</sup>,说明极端低温事件对该区域平均温度升高的响应更为明显。

从空间分布看,极端低温事件年发生频率的线性斜率均为负值(图3(b)),年均变幅为 $-3.1\text{d}/10\text{a}$ ;最小值为 $-5.8\text{d}/10\text{a}$ ,分布在烟台西部(莱州市);最大值为 $-0.8\text{d}/10\text{a}$ ,分布在聊城地区。相对于西部,胶东半岛极端低温事件年发生频率的减少更为显著,而该区域极端高温事件年发生频率的增幅最大,表明胶东半岛近48年极端温度事件频发且变化较剧烈,是今后需要重点关注的区域。总体而言,山东省极端低温事件年发生频率的显著减少趋势与全球变暖的大背景一致,也与其全国平均水平<sup>[17-18,20]</sup>、中国北方<sup>[14-15]</sup>、华北<sup>[15]</sup>的变化趋势相一致,但减幅高于全国( $2.1\text{d}/10\text{a}$ )<sup>[20]</sup>和中国北方的平均水平( $2.0\text{d}/10\text{a}$ )<sup>[14-15]</sup>。

### 2.3.2 突变检验分析

突变检验结果表明,极端低温事件的年发生频率在所有站点均发生了突变现象,且均通过了显著性检验;各站点突变年份不一致,但均发生在80年代中后期以来。基于区域平均值的突变检验表明,1961—2008年极端低温事件的年均发生频率在1989年发生了突变,且自1972年以来下降趋势更加显著(图7),这与中国华北的年际变化趋势一致<sup>[15]</sup>。

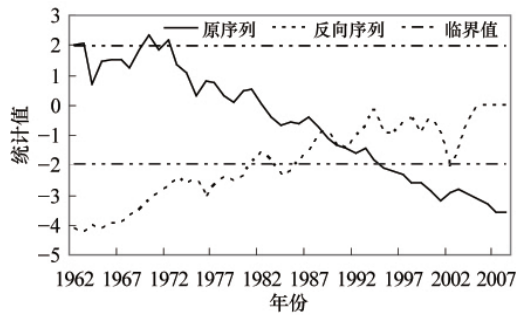


图7 极端低温事件年均发生频率的M-K突变检验  
 Fig. 7 M-K detection of the abruption of mean annual extreme low temperature frequency

### 2.3.3 周期分析

Morlet小波分析发现,与极端高温事件相似,极端低温事件年发生频率也存在约5年和34年的震荡周期(图5)。其中,34年尺度下的周期震荡最强,但由于研究时段仅为48年,其可信度不高;5年左右的周期振幅相对较小,且自90年代后有所减弱。此外,70年代以来还存在19年左右的震荡周期,但振幅相对较小。

## 3 结论

通过对山东省1961—2008年极端温度事件时空特征的分析,得出以下结论:

(1) 极端温度事件年发生频率的空间差异均比较突出,频发区域都集中在胶东半岛,但高、低值区域发生频率的差值相对较小,大部分区域发生频率介于15~16d/a之间。

(2) 近48年来,无论年还是季节,极端高、低温事件的发生频率都分别呈增加和减少趋势,其变幅的绝对最小值均发生于夏季,而绝对最大值分别发生在春季和冬季;从空间分布看,相对于西部,胶东半岛极端温度事件年发生频率的变化趋势更加显著。

(3) 极端高温和低温事件的年发生频率在所有站点(极端高温事件除海阳站)均发生了突变现象,变化趋势均在20世纪90年代以来更加显著。

(4) 极端高温和低温事件的年发生频率均呈显著波动变化,在整个研究期间普遍存在准5年的变化周期;另外,极端低温事件的年发生频率还存在准19年变化周期。

(5) 胶东半岛是气候变化敏感区,极端温度事件发生更加频繁且变幅较大,很可能给农业生产带来众多不利影响,需积极采取措施应对气候的异常变化。

### 参考文献(References)

- [1] Karl T R, Easterling D R. Climate extremes: Selected review and future research directions[J]. *Climatic Change*, 1999, 42: 309-325.
- [2] Easterling D R, Evans J L, Groisman P Ya, et al. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2000, 81(3): 417-425.
- [3] Changnon S A, Pielke R A, Changnon D, et al. Human factors explain

- the increased losses from weather and climate extremes[J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2000, 81(3): 437-442.
- [4] Frich P, Alexander L V, Della-Marta P, et al. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century[J]. *Climate Research*, 2002, 19: 193-212.
- [5] Boroneant C, Plaut G, Giorgi F, et al. Extreme precipitation over the Maritime Alps and associated weather regimes simulated by a regional climate model: Present-day and future climate scenarios [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 2006, 86: 81-99.
- [6] Rusticucci M, Renom M. Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay[J]. *International Journal of Climatology*, 2008, 28: 1083-1095.
- [7] Jiang D J, Wang K, Li Z, et al. Variability of extreme summer precipitation over Circum-Bohai-Sea region during 1961-2008 [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, doi: 10.1007/s00704-010-0369-5.
- [8] Zhang F, Gao H, Cui X. Frequency of extreme high temperature days in China, 1961-2003[J]. *Weather*, 2008, 63(2): 46-49.
- [9] IPCC. Climate change 2007: The physical science basis [M]. Solomon S, et al. ed. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press, 2007.
- [10] Griffiths G M, Chambers L E, Haylock M R, et al. Change in mean temperature as a predictor of extreme temperature change in the Asia-Pacific region[J]. *International Journal of Climatology*, 2005, 25: 1301-1330.
- [11] Vincent L A, Mekis É. Changes in daily and extreme temperature and precipitation indices for Canada over the twentieth century [J]. *Atmosphere-Ocean*, 2006, 44(2): 177-193.
- [12] Nandintsetseg B, Greene J S, Goulden C E. Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake Hövsgöl, Mongolia [J]. *International Journal of Climatology*, 2007, 27: 341-347.
- [13] Rahimzadeh F, Asgari A, Fattahi E. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades[J]. *International Journal of Climatology*, 2009, 29: 329-343.
- [14] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化 [J]. 地理学报, 2003, 58(增): 1-10.  
Zhai Panmao, Pan Xiaohua. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(Suppl): 1-10.
- [15] 马柱国, 付凉斌, 任小波, 等. 中国北方年际极端温度的变化趋势与区域增暖的联系[J]. 地理学报, 2003, 58(增): 11-20.  
Ma Zhuguo, Fu Congbin, Ren Xiaobo, et al. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(Suppl): 11-20.
- [16] Qian W, Lin X. Regional trends in recent temperature indices in China [J]. *Climate Research*, 2004, 27: 119-134.
- [17] 黄丹青, 钱永甫. 我国极端温度事件的定义和趋势分析[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2008, 47(3): 112-116.  
Huang Danqing, Qian Yongfu. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2008, 47(3): 112-116.
- [18] 张宁, 孙照潮, 曾刚. 1955-2005年中国极端气温的变化[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(1): 123-128.  
Zhang Ning, Sun Zhaobo, Zeng Gang. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 2008, 31(1): 123-128.
- [19] 杨金虎, 江志红, 魏锋, 等. 近45a来中国西北极端高、低温的变化及对区域性增暖的响应[J]. 干旱区地理, 2006, 29(5): 625-631.  
Yang Jinhui, Jiang Zhihong, Wei Feng, et al. *Arid Land Geography*, 2006, 29(5): 625-631.
- [20] You Q L, Kang S C, Aguilar E, et al. Changes in daily climate extremes

- in China and their connection to the large scale atmospheric circulation during 1961—2003 [J]. *Climate Dynamics*, 2010, doi: 10.1007/s0038200907350.
- [21] 任福民, 翟盘茂. 1951—1990 年中国极端温度变化分析 [J]. 大气科学, 1998, 22(2): 217—227.  
Ren Fumin, Zhai Panmao. *Scientia Atmospheria Sinica*, 22(2): 217—227.
- [22] Zhai P M, Stun A J, Ren F M, et al. Changes of climate extremes in China[J]. *Climatic Change*, 1999, 42: 203—218.
- [23] Thompson L M. Weather variability, climatic change, and grain production[J]. *Science*, 1975, 188(4188): 535—541.
- [24] Mearns L O, Katz R W, Schneider S H. Extreme high-temperature events: Changes in their probabilities with changes in mean temperature [J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1984, 23 (12): 1601—1613.
- [25] Li Z, Zheng F L, Liu W Z, et al. Spatial distribution and temporal trends of extreme temperature and precipitation events on the Loess Plateau of China during 1961—2007[J]. *Quaternary International*, 2010, doi: 10.1016/j.quaint.2010.03.003.
- [26] 廉丽姝. 山东省气候变化及农业自然灾害对粮食产量的影响 [J]. 气象科技, 2005, 33(1): 73—76, 83.  
Lian Lishu. *Meteorological Science and Technology*, 2005, 33 (1): 73—76, 83.
- [27] 杨成芳, 孙即霖, 薛德强. 山东冬季近 41 年气温异常及其海气背景场特征[J]. 中国海洋大学学报, 2004, 34(2): 165—172.  
Yang Chengfang, Sun Jilin, Xue Deqiang. *Periodical of Ocean University of China*, 2004, 34(2): 165—172.
- [28] 王业宏, 孙兴池, 高慧君. 山东省近 55 年夏季降水和平均气温的多时间尺度分析[J]. 山东气象, 2007, 27(3): 10—13.  
Wang Yehong, Sun Xingchi, Gao Huijun. *Journal of Shandong Meteorology*, 2007, 27(3): 10—13.
- [29] 于群, 周发琇. 山东冬季气温年际变化及大气环流特征[J]. 山东气象, 2004, 24(4): 9—12.  
Yu Qun, Zhou Faxiu. *Journal of Shandong Meteorology*, 2004, 24(4): 9—12.
- [30] 于群. 山东夏季气温年际变化形成的气候特征 [J]. 中国海洋大学学报, 2005, 35(1): 14—19.  
Yu Qun. *Periodical of Ocean University of China*, 2005, 35(1): 14—19.
- [31] 张静, 贾玉强, 朱霞, 等. 山东内陆地区近 50 年气温变化特征分析[J]. 现代农业科技, 2006(19): 171—172.  
Zhang Jing, Jia Yuqiang, Zhu Xia, et al. *Journal of Modern Agricultural Science and Technology*, 2006(19): 171—172.
- [32] 徐宗学, 孟翠玲, 赵芳芳. 山东省近 40a 来的气温和降水变化趋势分析[J]. 气象科学, 2007, 27(4): 387—393.  
Xu Zongxue, Meng Cuiling, Zhao Fangfang. *Scientia Meteorologica Sinica*, 2007, 27(4): 387—393.
- [33] Alexander L V, Zhang X, Peterson T C, et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation[J]. *Journal of Geophysical Research*, 2006, 111: D05109, doi: 10.1029/2005JD006290.
- [34] Brown S J, Caesar J, Ferro C A T. Global changes in extreme daily temperature since 1950[J]. *Journal of Geophysical Research*, 2008, 113: D05115, doi: 10.1029/2006JD008091.
- [35] 张尚印, 孙艳玲, 张德宽, 等. 华北主要城市夏季高温气候特征及评估方法[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 383—390.  
Zhang Shangyin, Song Yanling, Zhang Dekuan, et al. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(3): 383—390.

(责任编辑 朱宇)

## ·学术动态·



## “2011 年国际电气电子工程师学会服务、运筹、物流与信息化国际会议(SOLI'2011)”征文

由国际电气电子工程师学会智能交通系统委员会(IEEE ITSS)主办,中国科学院自动化研究所承办的“2011 年国际电气电子工程师学会服务、运筹、物流与信息化国际会议(SOLI'2011)”将于 2011 年 7 月 10—12 日在北京市召开。会议旨在为服务科学、服务运筹、物流和信息化领域的研究者提供交流机会,探讨该领域的研究问题、挑战和未来的发展方向,分享他们的研发成果和经验。

征文范围:服务设计、工程、运营和创新;服务规划和设计,服务过程工程,快件服务和快速物流,医疗保健系统,金融服务,零售及服务管理,质量和客户满意度,指标和基准,安全及与安全有关的服务和管理,应急规划,运筹学、生产工程、智能交通、工程咨询、交通规划、综合运输、服务业务;物流及供应链管理:按需投递,物流规划,货运代理和报关,会场物流管理,仓储和配送,交通管理系统,逆向物流,物流可视性和控制,采购、供应链协作、供应链过程,物流网络;物质流(MF)科学和技术:物质流基本科学(MF 数学、物理、化学、生物等),综合物质流理论,自然世界的物质流,社会世界的物质流,经济世界的物质流,物质流元理论,物质流性质,物质流工程,物质流产业,物质流技术经济,循环物质流系统,X 方物质流(XPMF),物质流的复杂性和涌现,物质流信息与仿真技术,物质流系统和网络,物质流的财政措施;服务/事件管理与制造:需求预测,客户关系管理,事件通信和报警,服务培训,服务维持,服务质量,服务捆绑,电子商务服务市场,事件管理系统,活动赞助,基于事件的生产 and 供应链,基于事件的产品和制造业,智能制造,个性化;信息通信技术和系统(ICTS):ICTS 服务设计和管理,ICTS 服务标准,定位,组成和捆绑,过程建模,扩大和自动化,实时识别与跟踪,物流的普适计算,决策支持系统,基于代理的软件系统,RFID,数据仓库和数据/网页挖掘,商业智能,系统互操作性和集成性,信息安全,IT 项目管理,建设项目的信息管理;电子商务与知识管理:无线通信和移动商务,移动服务,电子政府,信息资源管理,IT 和企业创新管理,IT 和可持续发展企业战略,符号学,企业绩效管理,客户关系管理,信息经济学,网络文化与和谐社会,分布式计算,传感网络。

征文截止时间:2011 年 3 月 13 日。会议网站:www.ieeeves.org。