

1998 年以来中国气温持续极端偏暖的事实

Analysis on the Persistent Extreme Warm Period over China since 1998

李庆祥/LI Qing-xiang^{1,3}, 李 伟/LI Wei², 鞠晓慧/JU Xiao-hui¹

1. 国家气象信息中心, 北京 100081
2. 南京信息工程大学地理系, 南京 210044
3. 中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081

1. National Meteorological Information Center, Beijing 100081, China
2. Department of Geography, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China
3. Laboratory for Climate Studies, Chinese Meteorological Administration, Beijing 100081, China

[摘要] 利用国内地面气温观测资料, 首先对数据进行了质量控制, 考虑了序列的均一性和空间抽样误差问题, 计算了近 55 年来 (1951–2005) 中国地面平均气温的变化幅度。结果显示, 1998 年为中国气温近 55 年之最暖年份, 大约偏暖 1.10℃ (相对于 1971–2000 年间 30 年气候平均状况); 自 1998–2005 年 8 年间, 除 2000 年全国平均气温距平约在 0.29℃ 外, 其余 7 年相对于 1971–2000 年气候标准值均高出 0.60℃ 以上, 从最暖年 1998 年开始依次排列为: 1998 年 (1.10℃)、2002 年 (0.88℃)、1999 年 (0.86℃)、2004 年 (0.86℃)、2005 年 (0.72℃)、2003 年 (0.68℃)、2001 年 (0.63℃), 这一事实值得引起人们深入关注。

[关键词] 均一性; 最暖年份; 气候数据; 气温

[中图分类号] S42, P412.11

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)04-0037-04

Abstract: Surface Air Temperature (SAT) data over China were used. Quality control process were applied to them, and the homogeneity of the series and the spatial sample errors were taken into consideration. The amplitude of China climate warming in recent 55 years was calculated. The results show: 1998 is the warmest year during the period, the SAT anomaly reached 1.10 °C (based on the climatology during 1971–2000, the same with the following text). In addition, the following 8 years saw 7 warmest years during 1951–2005, which are 2002 (0.88°C), 1999 (0.86°C), 2004 (0.86°C), 2005 (0.72°C), 2003 (0.68°C), 2001 (0.63°C), which deserves more attention.

Key Words: homogeneity; warmest year; climatic data; air temperature

CLC Numbers: S42, P412.11

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)04-0037-04

1 引言

气候变暖已经成为全球气候研究者的共识, 过去的 10 多年是北半球乃至全球近 100 年最暖的时期, 这在许多研究中都已经得到反映^[1–3]。同全球大背景一样, 中国的地面气温变化也反映出类似的特点, 呈现出明显的上升趋势, 越来越引起人们的广泛关注。尤其对于气候变化的极端值以及它们带来的社会影响问题, 历来是人们关心的重点。

王绍武等 (2003) 指出, 1998 年是近 100 年中国最暖的年份, 而 2002 年为第二最暖年份^[4]。对这些极端年份的研究, 对于国民经济的规划、防灾减灾政策的制定等意义重大。最近美国 NASA 下属的 GISS 的 Hassen 等利用全球观测气温数据指出, 2005 年为自 1880 年以来最暖的年份^[5], 而 Jones 和 Palutikof 以 WMO/CRU/英国气象局的官方观点指出, 根据 2005 年全球海洋和陆面综合观测数据表明, 2005 年为仅次于 1998 年以来的第二最暖年

份^[6], 再次引起了人们对极端偏暖年份的关注。本文将采用所能采集到的最多站点数据 (特别是第一时间整理了 2005 年的气温资料), 充分考虑观测数据的质量、均一性和空间抽样, 计算近 50 年中国地面气温平均值变化, 回答 2005 年是否是近 50 年来中国最暖年份、最近几年中国气温到底是不是一直处在极端偏暖年份等问题。

2 资料和分析方法

2.1 资料来源和质量分析

所用的 1951–2005 年逐月气温观测数据来自国家气象信息中心气候资料中心收集、整理的全国地面观测数据, 其中 2005 年资料因目前尚未完全完成上报而采用了以下数据: ① 全国基本、基准气象站观测上报的统计报表数据; ② 中国农业气象旬、月报数据; ③ 全国实时天气报数据。数据① 经过了台站、省级和国家

收稿日期: 2006-02-24

基金项目: 科技部专项基金项目 (GX2004B-01-02), 中国气象局气候变化专项课题 (CCSF2005-2-QH17)

作者简介: 李庆祥, 男, 北京市中关村南大街 46 号国家气象信息中心, 高级工程师, 主要从事气候变化和气象信息技术研究;

E-mail: liqx@cma.gov.cn

三级质量控制和人工审核。数据②、③因地区上报数据延迟而作为补充。按照地面观测规范^[7],进行了各站年、月平均气温的统计。本文采用的数据都是采自国家基本、基准气象站,日平均气温均取北京时 02:00、08:00、14:00、20:00 时 4 个时次定时值平均,保证了空间上的一致性;其次,本文采用的历史数据是已经过我们均一化以后的逐月气温数据,以保证各个序列在时间上也是连续的^[8],减少了不确定性对于分析结果的影响。

2.2 空间资料的插值和区域平均方法

计算全国平均气温需要解决空间抽样不均导致的误差问题,最好的解决办法是将数据进行格点化,使得每个格点序列均代表类似的区域面积。我们通过对比指出,采用从空间角度的插值方法 Kriging 方法和从时间角度的一级差分方法,对近 50 年的中国气温进行格点化,得出的结论是非常相近的(作者注:李庆祥、李伟,近半个世纪中国区域历史气温网格数据集的建立,另文发表)。考虑到本文所用的数据为站点与 1960 年代以来相当,因此采取 Kriging 方法分别对各年的年均气温数据进行插值,网格点密度仍取 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$,减少了在平均气温统计时的空间抽样误差,以分析各年中国气温在近几十年来的排列顺序。

使用 Kriging 方法进行插值的第一步就是要确定变异函数模型,研究表明在对气象要素场进行插值的时候使用球面模型效果比较好^[9]。球面模型变异函数公式为:

$$\hat{\gamma}(\eta)=\begin{cases}x_0+x_1(1.5\frac{\eta}{\alpha}-0.5(\frac{\eta}{\alpha})^3) & \text{当}|\eta|\leq\alpha \\ x_0+x_1 & \text{当}|\eta|>\alpha\end{cases}\quad (1)$$

其中, α 为球面模型的半径, η 为站点到格点中心位置的直线距离, x_0 为近距离效应补偿参数(以防球面半径取得太小), x_1 为放大系数,为了保证插值的准确,一般取 1。球面模型空间相关随距离的增长逐渐衰减,当距离大于球面半径时,相关为 0。对于常规观测资料, α 取 10 个经纬度(包括 10)以上效果比较理想。

第二步就是在确定好的变异函数模型基础上进行插值计算。首先对空间场进行结构分析,包括采样点距离待插点的距离和采样点的空间分布。每个采样点的权重取决于半变异图、该点距待插点的距离和待插点周围的观测值的空间分布关系,特别是块 Kriging 方差的大小以及样本点和内插点的设置。接近内插点的样本点上具有较大的权系数,远离内插点的样本点的权系数较小甚至为 0,即内插点的估计主要决定于邻近的样本点。在对各点预测的时候,总希望各点预测的值之和与待插点的真实值的差为 0,这就要求误差方差越小越好。误差方差的公式为:

$$\delta_n^2=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^k\left[\hat{v}_i-v_i-\frac{1}{k}\sum_{i=1}^k(\hat{v}_i-v_i)\right]^2\quad (2)$$

$v_i, \hat{v}_i$ 分别代表实际值和预测(插值)值, k 为预测(插值)的次数。

3 结果和分析

如上所述,首先将站点数据转化为均匀的经纬度网格点数据,然后求各个网格点的平均值,这样得到的全国平均值显然具有很好的代表性。但值得注意的是,由于青藏高原地区海拔较高并且起伏变化明显,台站过于稀疏,所插值形成的格点数据可能不能代表该地区的真实值。因此,本文只考虑各年气温的距平值(以 1971–2000 年这 30 年平均值作为参考基准),来反映各年的相对偏冷、暖气候特点。

20 世纪 90 年代被认为是中国最暖的年代,而 1998 年是最暖的一年。计算得到(图 1),1998 年全国平均气温距平达 1.10°C ;其次是 2002 年,为 0.88°C ;再次为 1999 年,约 0.86°C ;2004 年,为 0.86°C ;然后就是 2005 年 0.72°C ,2003 年 0.68°C ,2001 年 0.63°C 。这一结果再次印证了王绍武等人(2003)对于 2002 年为中国近 50 年第二最暖年份的结果。同时本文也指出,2005 年并不是近

50 年来中国最暖的年份或者第二最暖年份。值得注意的是,从 1998 年开始连续的 8 年内,包括了所有的前 7 个最暖年份,这是非常显著的增暖现象,因此,进入 21 世纪以来,中国气温的增暖幅度值得引起我们更大的关注。

日最高、最低温度在一定程度上可以作为日平均气温高、低的重要参考依据。从平均最高、最低气温来看(图略),二者和平均气温略有差别。最高气温顺序为:1998 年(1.05°C),2004 年(0.91°C),1999 年(0.86°C),2002 年(0.85°C),2005 年(0.79°C),2001 年(0.69°C),2003 年(0.50°C);最低气温顺序为:1998 年(1.22°C),2005 年(1.04°C),2002 年(0.96°C),1999 年(0.90°C),2004 年(0.90°C),2003 年(0.81°C),2001 年(0.69°C)。虽然从顺序上略有差别,但这 7 年均处于近 55 年最高水平这一事实并没有改变。

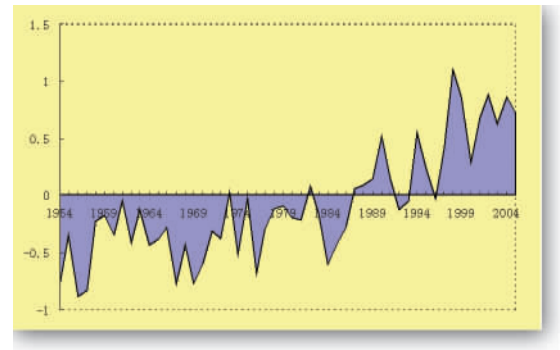


图 1 利用格点化数据计算的 1954–2005 年中国区域平均气温距平变化

(注:基准期取 1971–2000,单位: $^{\circ}\text{C}$,下同。)

Fig. 1 The average annual temperature anomalies over China during 1951–2005 calculating with the girded dataset
(Based on the standard value of 1971–2000, unit: $^{\circ}\text{C}$,the same with the following two figures)

4 结论和讨论

由上面的分析我们可以看出,不论是平均气温或者日极端气温的情况都表明,自 1998 年来,中国进入了一个地面气温持续极端偏高的时期。这个时期要到什么时候结束?下一步的变化趋势将如何?对诸如此类的问题还存在很大的疑问。我们知道,中国的城市化现象在近 20 年是非常显著的,那么是不是能够把这个现象归因于城市化的影响?但是在 20 世纪的末期,这种城市化的程度已经达到了相当的水平,而且城市化的过程是一个渐变的过程,显然这种持续极端偏暖的现象无法简单地用中国近 20 多年

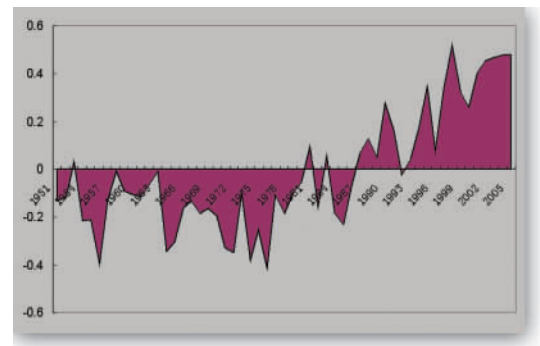


图 2 Jone 等人利用格点化数据计算的 1951–2005 年的北半球气温变化曲线

Fig. 2 The average annual temperature anomalies of North Hemisphere during 1851–2005 with Jones'girded dataset

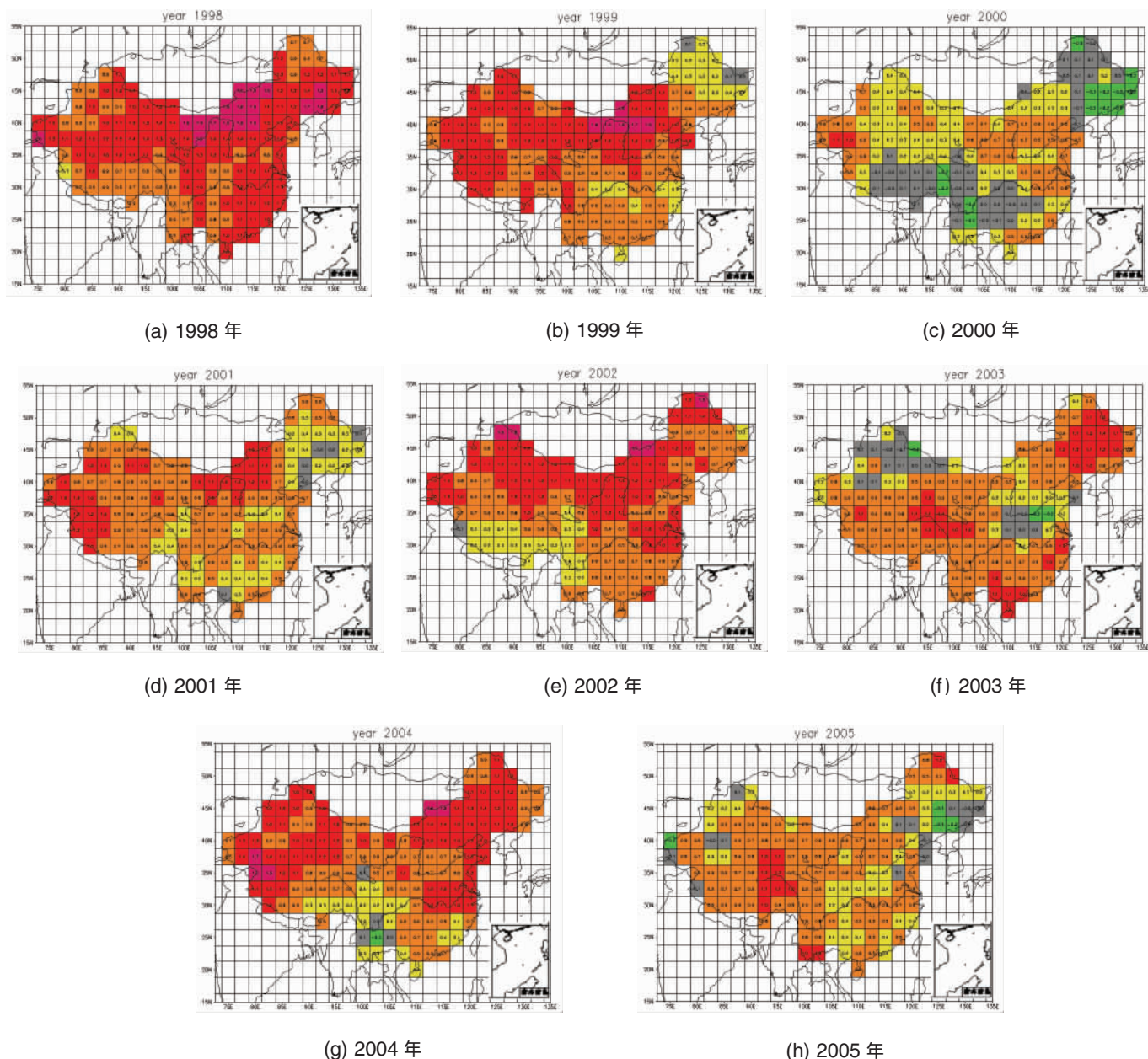


图3 近8年(1998–2005)中国年均气温距平分布

(注:基于1971–2000,方格内数字表示距平数值)

Fig. 3 The annual temperature anomalies distribution of recent eight years (1998–2005)
(the corresponding anomalies are given in grid boxes)

来的城市化影响来解释^[10–11]。

为了对比,这里引用了 Jones 等人的序列作为参照(图2)。可以看到,北半球气温变化类似于中国的情况,近10年为持续极端偏暖年份,但变化幅度大约只相当于中国的一半。由此看来,中国气温持续多极端偏暖的现象不是孤立的,而是全球气候变暖在中国区域的体现而已,区别只是北半球的偏暖年份开始得略早,而幅度没有中国的那么突出。

图3给出了近8年中国地面气温距平分布特征,显然7年中(2000年除外),1998、1999、2001、2002、2004年极端偏暖的地区较为类似,偏暖地区主要集中于河套地区以及西北地区;而2003年偏暖幅度最大的地区位于西南、东北和华南;2005年最偏暖的地区是西南和中西部地区,还有东北北部。由此看来,尽管各年均处于极端偏暖年份,但增暖最突出的地区却不尽相同,西部地区

和华北地区出现异常增暖的年份对全国气温增暖的贡献最大。这一结果与我们先前对华北干旱化趋势的认识也是一致的^[12]。

参考文献(References)

- [1] JONES P D, RAPER S C B, BRADLEY R S, et al. Northern hemisphere surface air temperature variations, 1851–1984[J]. J Climat Appl Meteor, 1986, 25: 161–179.
- [2] PETERSON T C, KARL T R, JAMASON P F, et al. Easterling, First difference method: Maximum station density for the calculation of long-term global temperature change [J]. J Geophys Res, 1998, 103:25 967–25 974.
- [3] HANSEN J, LEBEDEFF S. Global trends of measured surface air temperatures 1987[J]. J Geophys Res, 1987, 92:13 345–13 372.

全新世东亚季风变化的百年尺度周期

Centurial Cycles of Variation of the Holocene East Asian Monsoon

肖尚斌/XIAO Shang-bin^{1,2}, 李安春/LI An-chun², 陈木宏/CHEN Mu-hong¹, 谢强/XIE Qiang¹,
张丽丽/ZHANG Li-li¹, 张兰兰/ZHANG Lan-lan¹

1. 中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301

2. 中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071

1. South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China

2. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, Shandong Province, China

[摘要] 对位于东海内陆架闽浙沿岸泥质沉积区中部的 PC-6 孔进行了 AMS¹⁴C 年龄测试和粒度分析, 综合该孔的岩性、颜色、沉积构造以及沉积物垂向上的叠加方式等特征, 将该孔以 450 cm 和 540 cm 为界分为 3 段, 其中上段(450 cm 以上)以灰褐色、灰色粘土质粉砂为主, 岩性较均一, 测年表明其形成于近 7.64 ka 以来, 此期间海平面变化只有约 3~4 m, 对应的沉积动力条件与沉积环境应该与现今基本一致, 为海侵结束后高海平面以来主要受沿岸流控制的浅海沉积。通过计算 PC-6 孔 450 cm 以上 225 个样品陆源碎屑组分中每个粒级组分标准偏差随粒级组分的变化, 分离出对沉积环境敏感的粒级约为 6 μm 和 56 μm , 2 个粒度组分的分界线约在 28 μm 。细粒组分(<28 μm)为东海冬季沿岸流携带悬浮体所沉积, 而>28 μm 粗粒组分对应的沉积动力条件为波浪。本文采用 28 μm 以下的细粒级组分的平均粒径作为替代指标, 来揭示东亚冬季风的变化周期。使用功率谱分析软件 REDFIT35 对<28 μm 组分的平均粒径进行分析, PC-6 孔揭示出 70~72、78、89、102、112、123、154 a 等百年尺度的强周期信号。与世界其它地区进行综合对比分析表明, 全新世东亚季风的变化在百年尺度以 Gleissberg 周期和约 70 a 的周期为主, 且它们都是太阳辐射变化的结果。

[关键词] 东亚季风; 全新世; 太阳辐射; 东海; 粒度

[中图分类号] P534.63, P736.21

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)04-0040-04

Abstract: AMS¹⁴C dating and grain-size analysis for Core PC-6, located in the middle of a mud area on the inner shelf of the East China Sea (ECS), were used to rebuild the Holocene history of the East Asian winter monsoon (EAWM). The 7.5-m core recorded the history of environmental changes during the postglacial transgression. The core was divided into three sections with boundaries at 450 cm and 540 cm, according to its lithology, color, sedimentary structure, and vertical stacking pattern of its sediment. The core's mud section (the upper 450 cm) has been formed mainly by suspended sediment delivered from the Yangtze River mouth by the ECS Winter Coastal Current (ECSWCC) since 7.6 kyr BP. Using a mathematical method called "grain size vs. standard deviation", we can divide the Core PC-6's grain-size distribution into two populations at about 28 μm . The fine population (<28 μm) is considered to be transported by the ECSWCC as suspended loads. Content of the fine population changes little and represents a stable sedimentary environment in accord with the present situation. Thus, variation of mean grain-size from the fine population would reflect the strength of ECSWCC, which is mainly controlled by the EAWM. Spectral analyses of the mean grain-size time series of Core PC-6 show statistically significant centurial periodicities centering on 70~72, 78,

收稿日期: 2005-08-09

基金项目: 中国科学院王宽诚博士后基金项目(20040921123415), 中国博士后科学基金项目(2005037177), 国家自然科学基金项目(2005037177)

作者简介: 肖尚斌, 男, 广州市海珠区新港西路 164 号中国科学院南海海洋研究所, 博士后, 主要从事海洋沉积学研究;

E-mail: shangbinx@163.com

[4] 王绍武, 翟盘茂, 龚道溢, 等. 2002 年是近百年来中国第二个最暖年[J]. 气候变化通讯, 2003, 2(3): 11-12.

[5] GISS Surface Temperature Analysis: Global Temperature Trends: 2005 Summation[EB/OL]. <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/2005/>.

[6] Global Temperature for 2005: second warmest year on record [EB/OL]. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/press/2005-12-WMO.pdf>.

[7] 中国气象局, 中央气象局编定. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 1979.

[8] LI Q, LIU X, ZHANG H, et al. Detecting and Adjusting on Temporal Inhomogeneities in Chinese Mean Surface Air Temperature Datasets [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2004, 21: 260-268.

[9] OLIVER M, WEBSTER A, KRIGING R. Method of interpolation for geographical information system [J]. Int J Geographical Information Systems, 1990, 4: 313-332.

[10] LI Q, ZHANG H, LIU X, et al. UHI Effect on Annual Mean Temperature during Recent 50 Years in China[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2004, 79: 165-174.

[11] ZHOU L, DICKINSON RE, TIAN Y, et al. Evidence for a significant urbanization effect on climate in China[J]. Proceedings National Academy of Sciences USA, 2004, 101: 9 540-9 544.

[12] 李庆祥, 刘小宁, 李小泉. 近半个世纪华北地区干旱化趋势研究[J]. 自然灾害学报, 2003, 11(3): 50-56.

(责任编辑 胡春华)