

# 北京地区极端温度事件的变化趋势和年代际演变特征<sup>\*</sup>

杨 萍<sup>1</sup>, 刘伟东<sup>1</sup>, 侯 威<sup>2</sup>

(1. 中国气象局北京城市气象研究所, 北京 100089; 2. 国家气候中心, 北京 100081)

**摘 要:** 利用北京地区 20 个气象观测站 1978–2007 年逐日平均温度资料, 分析了近 30 年北京地区极端温度事件的变化趋势以及年代际空间演变特征。研究结果显示, 北京观象台近 30 年的两次迁站对研究极端温度事件并无太大影响; 近 10 年夏季显著的热岛效应, 是城区极端高温事件发生频次明显高于其他地区的重要原因; 尽管北京地区冬季平均温度的空间分布形态变化甚微, 并始终存在着明显的热岛效应, 但城区极端低温事件的发生频次有可能发生了与热岛效应无关的突变过程。

**关键词:** 北京地区; 极端高温事件; 极端低温事件; 年代际演变; 热岛效应

**中图分类号:** P423.3    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000–811X(2011)01–0060–05

## 0 引言

关于城市气候的诸多研究中, 城市热岛效应研究得最多<sup>[1–3]</sup>。不同时段、不同国家的不同城市都或多或少地受到城市热岛效应的影响<sup>[4–5]</sup>。若从对城市发展的影响以及城市对极端事件的承载能力来看, 城市中极端气候事件的研究显得更为迫切和重要<sup>[6–8]</sup>。分析极端事件在城市中的长期变化趋势、空间演变特征具有非常重要的现实意义。

北京城区是典型的“热岛”, 其热岛强度比中国沿海城市明显, 城市热岛增强的结果是造成冬季寒冷期缩短和夏季炎热期增强, 城市高温热浪等灾害更加频繁<sup>[9]</sup>。对于北京地区温度的已有研究侧重于对热岛效应的探讨以及城郊温度的对比分析, 对城市中极端事件气候特征的研究较少。本文以北京地区极端温度事件为研究对象, 讨论了近 30 年北京地区极端温度事件的变化趋势及年代际的空间演变特征。

## 1 资料

1978 年后, 北京地区 20 个常规气象站具有较为完整的观测资料。本文使用的资料为国家信息中心提供的 1978–2007 年北京地区 20 个常规站

(图 1)逐日平均温度资料。为尽可能消除测站海拔高度上存在的差异对温度造成的影响, 对北京地区 20 站的日平均温度资料按照  $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  的垂直递减率统一订正到海平面高度。

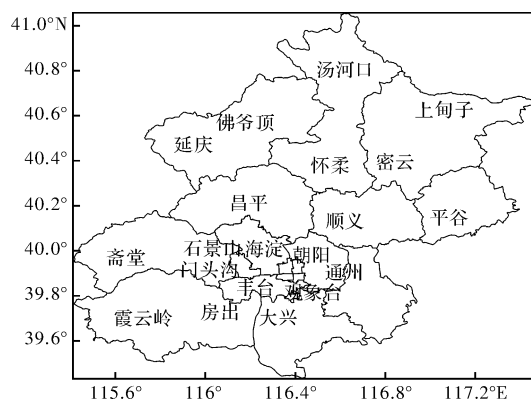


图 1 研究选用的北京地区 20 个台站分布示意图

本文基于日平均温度资料定义极端温度事件<sup>[10]</sup>, 采用国际上通用的百分位阈值法<sup>[11]</sup>。具体定义为: 将 1978–2007 年夏季(冬季)日平均温度资料按从小到大(从大到小)排序, 取第 90 百分位作为极端高(低)温事件的上(下)阈值, 超过上(下)阈值的定义为极端高(低)温事件。

## 2 1978 年以来北京地区极端温度事件的变化趋势

北京观象台(54511)为国家基准站, 通常使用

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2010–6–23

基金项目: 北京市气象局“北京优秀人才项目”(20061D0200800060); 国家自然科学基金项目(40975006, 41005043)

作者简介: 杨萍(1981–), 女, 汉族, 江苏兴化人, 博士, 主要从事城市气候和极端气候事件的研究. E-mail: pyang@ium.cn

该台站的气象数据代表北京地区。1978 年以来北京观象台发生过两次较大的迁站, 不少研究表明北京观象台数据包含了明显的城市效应<sup>[12]</sup>, 迁站因素是否会对该地区极端事件的气候特征造成影响, 值得进行对比和分析。

有研究表明北京地区 20 个常规气象站属于同一气候区, 其气象要素统计平均值可代表北京地区接近于真实状态的气候特征<sup>[13]</sup>。基于此, 采用北京地区 20 个常规站极端温度事件年频次的平均值作为参考序列, 对比分析基于观象台资料的极端温度事件的发生频次。具体结果如图 2 所示, 其中实线为参考序列, 虚线为北京观象台的结果。

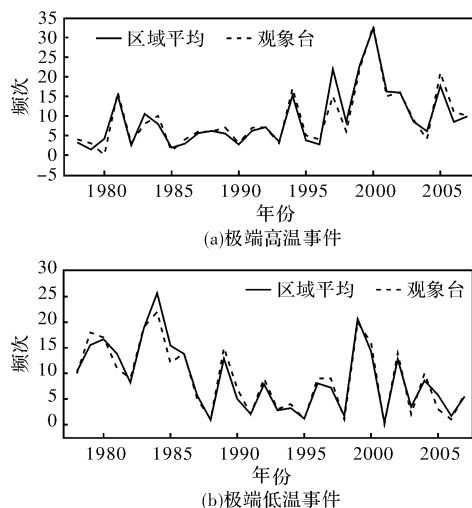


图2 极端温度事件发生频次的变化趋势

图2显示, 1990 年代中期以后, 极端高温事件的频次呈现明显的上升趋势, 1980 年代末以前极端低温事件频次呈现较为明显的下降趋势, 之后以震荡波动为主。对比观象台时间序列与参考序列的结果发现, 尽管北京观象台发生过两次迁站, 但利用观象台资料研究近 30 年极端温度事件的发生频次, 无论从逐年结果还是从线性倾向率来看, 基于观象台的时间序列与基于全区平均的参考序列基本一致, 可见迁站对极端温度事件发生频次的影响甚微。

### 3 极端温度事件的年代际演变特征

大量统计事实表明, 北京地区具有明显的城市热岛效应<sup>[14]</sup>, 那么在此气候背景下的极端温度事件发生频次空间分布形态及其年代际演变特征如何? 基于此, 本文分别统计了 1978 - 1987 年、1988 - 1997 年、1998 - 2007 年这三个时段北京地

区 20 个站极端温度事件发生频次的年代际空间分布图, 并分析了其年代际演变特征。

#### 3.1 极端高温事件发生频次的年代际演变特征

图3 为北京地区极端高温事件年代际演变的空间分布图。图3 中大于等于所处时段全区平均发生频次的等值线用实线标识, 反之则为虚线。观象台的位置用“★”标出。

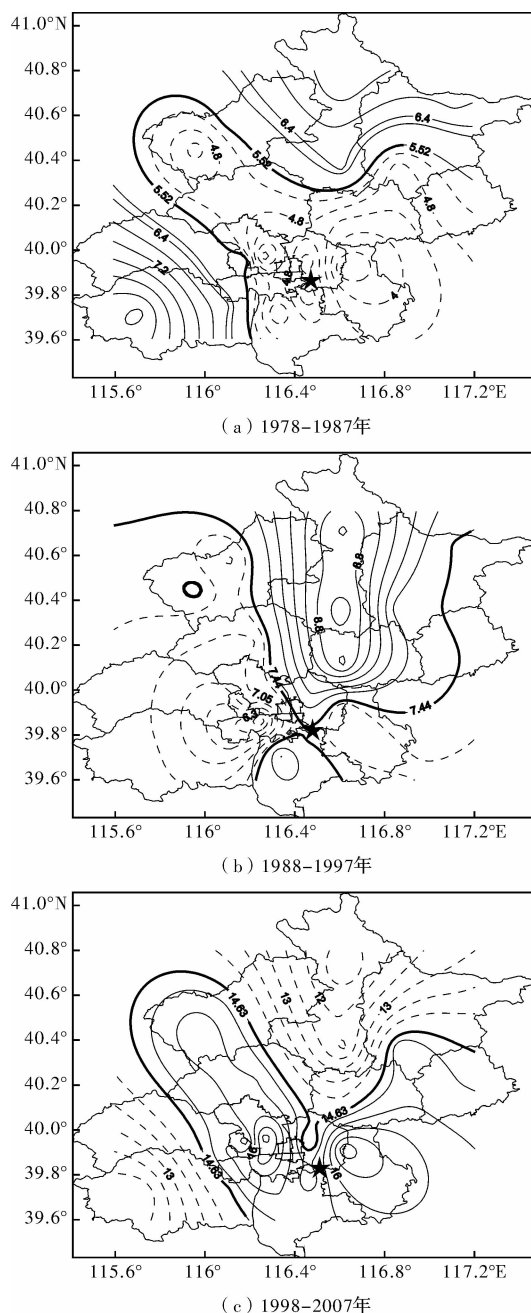


图3 北京地区极端高温事件发生频次空间分布

图3 显示, 近 30 年北京地区极端高温事件发生频次的高值中心具有明显的年代际差异。1978 - 1987 年, 极端高温事件发生频次的高值区主要位于北京北部的汤河口、上甸子、佛爷顶以及北京

西南部的霞云岭和斋堂; 1988 - 1997 年, 高值区为以怀柔为中心的广大北方地区, 西部尤其是西部偏南的大部分地区为低值区; 1998 - 2007 年的分布格局与 1978 - 1987 年具有较对称的反相关系, 在 1978 - 1987 年时段中的高值区成为了 1998 - 2007 年的低值区域, 该时段的高温中心之一位于石景山工业密集区, 这与郑祚芳等人得到的夏季高温日的高值中心较为吻合<sup>[14]</sup>。

有文献根据与观象台距离的远近区别城区和郊区<sup>[15]</sup>, 按此定义, 丰台、大兴等均可纳入城区范围。通过比较不同年代际之间城区极端高温事件发生频次的空间分布特征发现, 1978 - 1987 年, 城区极端高温事件的发生频次均低于北京全区的平均水平, 1988 - 1997 年, 其中与平均水平相当, 1998 - 2007 年, 其值明显高于北京全区的平均态。这种年代际演变特征说明在最近的十年中, 北京城区极端高温事件的发生频次呈现明显增大的趋势。已有研究指出, 气候平均值及变率的改变有可能造成异常温度频次的改变<sup>[10]</sup>, 北京地区夏季气温平均态与极端高温事件的空间演变是否有联系, 针对此问题我们给出了 1978 - 2007 年每 10 年夏季平均温度空间距平分布图, 如图 4 所示, 其中实线为正距平, 虚线为负距平。

图 4 显示, 图 4a 和图 4b 空间分布格局非常相似, 东部以负距平为主, 西北以正距平为主。1998 - 2007 年夏季平均温度正距平的区域更加集中, 集中在城区周围, 这与图 3c 的结果存在较好的对应关系, 这可能说明了近 10 年城区热岛效应更加明显, 热岛效应很可能是导致该时段内极端高温事件发生频次明显高于其他地区的主要原因。

### 3.2 极端低温事件的年代际演变特征

类似地, 图 5 给出了北京地区极端低温事件年代际演变的空间分布。

图 5 显示, 1978 - 1987 年, 城区的朝阳和城郊平谷形成两个高值中心, 高值区主要覆盖于东北部东南部一带; 1988 - 1997 年, 高值中心移至西南位置的霞云岭站附近; 1998 - 2007 年, 西南地区的霞云岭等地的发生频次保持了前一个年代际的高值状态, 而以怀柔为中心的北方大部从上个年代际的低值中心转变为高值中心, 城区的发生频次与全区平均发生频次相当。对比不同年代际之间城区极端低温事件发生频次的空间分布特征发现, 1978 - 1987 年, 城区的发生频次均高于北京全区的平均水平; 1988 - 1997 年, 其发生频

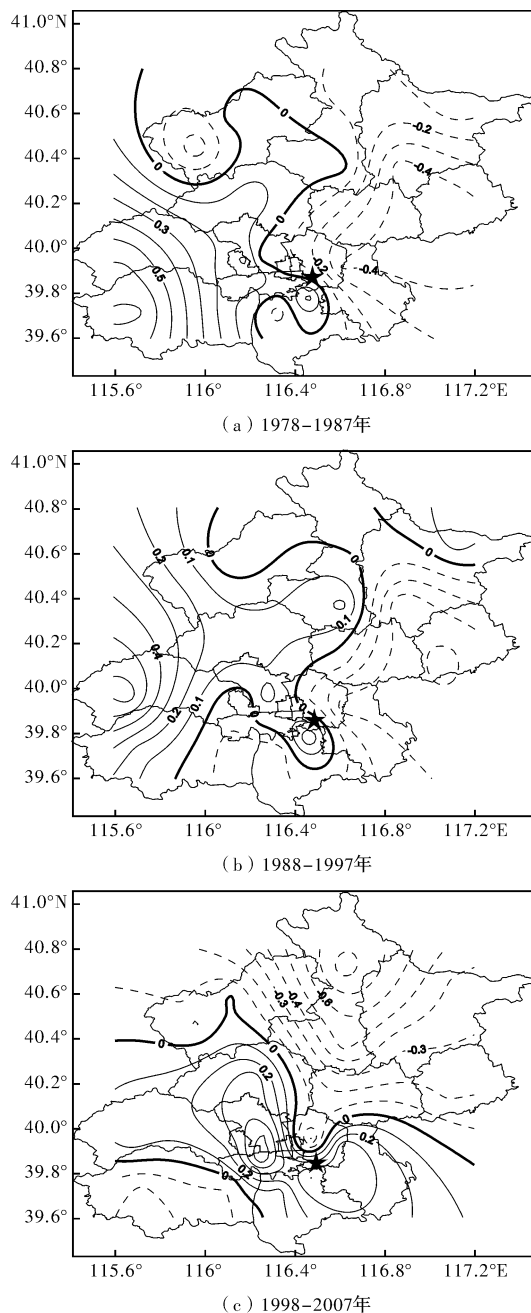
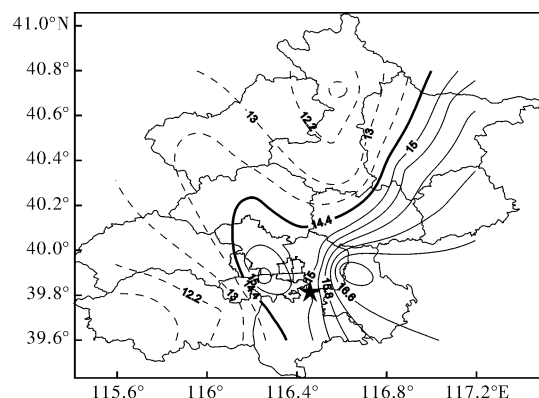


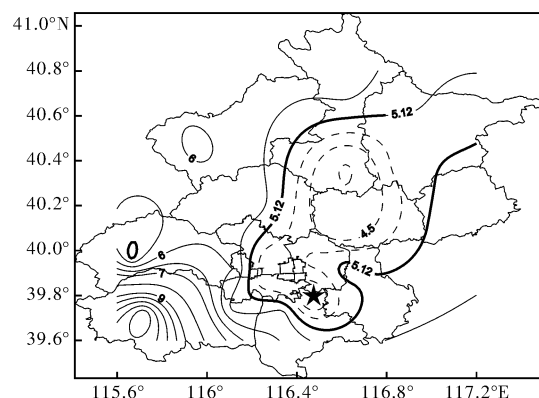
图 4 北京地区夏季平均温度空间距平分布

次均低于北京全区的平均水平; 1998 - 2007 年, 发生频次又有上升的趋势, 其值接近于北京全区的平均态。这种年代际变化表明, 与 1970、1980 年代相比, 1990 年代以后北京城区极端低温事件的发生频次经历了先减小后增加的变化过程。与极端高温事件的讨论类似, 图 6 给出了 1978 - 2007 年冬季平均温度年代际空间距平分布图。

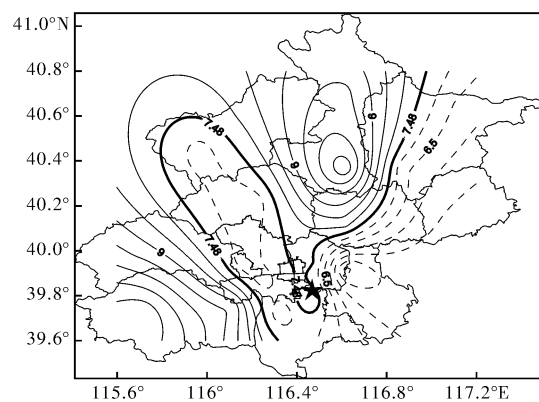
图 6 显示, 冬季平均温度距平的年代际空间分布差异很小, 北部山区为气温的小值区域, 包含城区在内的西部和南部在内均为气温偏暖区。1998 - 2007 年, 城区热岛中心有增强的趋势, 但整体而言没有明显的年代际差异。而冬季极端低温事



(a) 1978-1987年



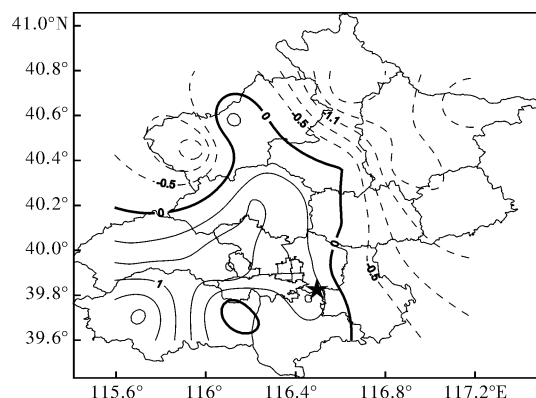
(b) 1988-1997年



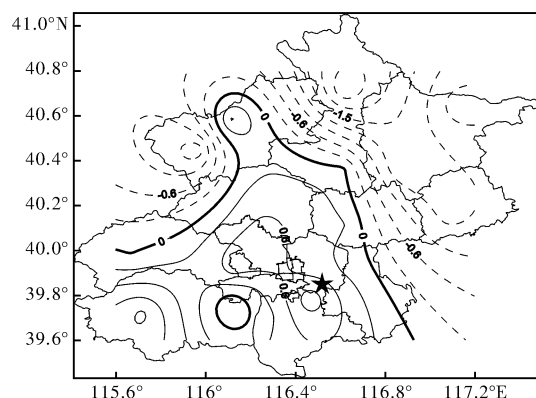
(c) 1998-2007年

图5 北京地区冬季极端低温事件发生频次空间分布

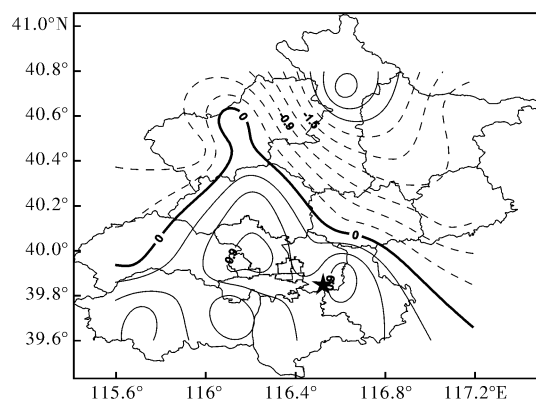
件在不同年代际之间的空间分布差异非常明显, 从 SE - NW 走向(1978 - 1987 年)过渡到 SW - NE 走向(1988 - 1997 年)再过渡到 SW - NE 中心的走向(1998 - 2007 年)。这种年代际空间演变特征和冬季平均温度空间分布特征没有明显的联系, 可能说明了冬季城市热岛效应对极端低温事件的影响不明显, 即局地城市热岛效应对北京地区极端低温事件的影响不明显, 城区的极端低温事件发生频次存在着与热岛效应相互独立的突变过程。这可能是因为冬季北京地区主要在大陆西伯利亚季风的控制之下, 城市气候的小尺度变化并没有影响大尺度的气候变化。



(a) 1978-1987年



(b) 1988-1997年



(c) 1998-2007年

图6 北京地区冬季平均温度距平空间分布图

## 4 结论

本文以北京地区极端温度事件为重点, 讨论了近 30 年北京地区极端温度事件的变化趋势以及年代际的空间演变特征, 具体结论如下:

(1) 北京观象台极端温度事件发生频次与北京全区平均发生频次的差别不大, 这可能说明观象台近 30 年两次迁站对研究极端温度事件并没有直接显著的影响;

(2) 近 10 年北京城市热岛效应更加明显, 热岛效应很可能是导致了该时段内极端高温事件发

生频次明显高于其他地区的主要原因;

(3)极端低温事件年代际空间演变特征和冬季平均温度空间分布特征没有明显的联系,说明尽管近几十年北京地区冬季热岛效应明显,但城区的极端低温事件发生频次仍旧存在突变的可能性,且与热岛效应的增强无关。

## 参考文献:

- [1] Karl T R, Diaz H F, Kukla G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record [J]. *Journal of Climate*, 1988, 11: 1099 – 1123.
- [2] 刘小宁. 我国暴雨极端事件的气候变化特征[J]. *灾害学*, 1999, 14(1): 54 – 59.
- [3] 董文杰, 江静. 人类对北方干旱化的有序适应—观测、虚拟试验和实验研究[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 103 – 110.
- [4] Kalnay E, Cai M. Impact of urbanization and land – use change on climate [J]. *Nature*, 2003, 423: 528 – 531.
- [5] Karl T R, P D Jones. Urban bias in area – averaged surface air temperature trends [J]. *Bulletin American Meteorological Society*, 1989, 70: 265 – 270.
- [6] 封国林, 龚志强, 支蓉. 气候变化检测与诊断技术的若干新进展[J]. *气象学报*, 2008, 66(6): 892 – 905.
- [7] 李青春, 曹晓彦, 郑祚芳, 等. 极端气温对城市人群死亡的影响评估[J]. *灾害学*, 2006, 21(1): 13 – 17.
- [8] 封国林, 王启光, 侯威, 等. 气象领域极端事件的长程相关性[J]. *物理学报*, 2009, 58(4): 2853 – 2861.
- [9] 张金峰, 张丽娟, 李文亮, 等. 哈尔滨市高空气候变暖变化分析[J]. *灾害学*, 2010, 25(2): 41 – 44.
- [10] 龚道溢, 韩晖, 华北农牧交错带夏季极端气候的趋势分析[J]. *地理学报*, 2004, 59(3): 230 – 238.
- [11] Jones P D, Horton E B, Folland C K, et al. The use of indices to identify changes in climatic extremes [J]. *Climatic Changes*, 1999, 42: 131 – 149.
- [12] Liu W D, You H L, Dou J X. Urban – rural humidity and temperature differences in the Beijing area [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 2009, 96: 201 – 207.
- [13] 林学椿, 于淑秋. 北京地区气温的年代际变化和热岛效应[J]. *地球物理学报*, 2005, 48(1): 39 – 45.
- [14] 郑祚芳, 范水勇, 王迎春. 城市热岛效应对北京夏季高温的影响[J]. *应用气象学报*, 2006, 17(S1): 48 – 53.
- [15] 王喜全, 王自发, 齐彦斌, 等. 城市化进程对于北京地区冬季降水分布的影响[J]. *中国科学 D 辑*, 2008, 38(11): 1438 – 1443.

## The Trend and Inter-decadal Evolution of Extreme Temperature Events in Beijing Area

Yang Ping<sup>1</sup>, Liu Weidong<sup>1</sup> and Hou Wei<sup>2</sup>

(1. *Institute of Urban Meteorology of Beijing, China Metrology Administration, Beijing 100089, China*; 2. *Laboratory for Climate Studies of China Meteorological Administration, National Climate Center, Beijing 100081, China*)

**Abstract:** The trend and inter-decadal evolution of extreme temperature events in Beijing area have been investigated by using daily mean temperature data from 20 meteorological stations in recent 30 years (1978 ~ 2007). The results indicate that the trend is almost similar between Beijing observatory and the average of all stations in Beijing region. The result of inter-decadal evolution shows that the frequency of maximum temperature in the urban areas increase obviously, which is inseparably close to urban heat island. Adversely, the spatial distribution of winter minimum temperature has no obvious relation with the mean temperature in winter.

**Key words:** Beijing region; extreme high-temperature; extreme low-temperature; inter-decadal evolution; heat island effect