

# 近 15 年北京夏季城市热岛特征及其演变

李兴荣<sup>1,2</sup> 胡 非<sup>1</sup> 舒文军<sup>3</sup>

(1. 中国科学院大气物理研究所大气边界层物理和  
大气化学国家重点实验室, 北京 100029;

2. 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室; 3. 北京市气象局气候中心)

**提 要:** 根据北京地区 20 个地面气象观测台站 1990—2004 年 7 月的气温资料, 分析了最近 15 年来北京夏季城市热岛的最新特征和变化趋势, 也分析了城市热岛与气温, 城郊地表温度差与地表温度, 气温和地表温度间的关系。结果表明: 北京夏季夜间出现了强热岛, 郊区城市也出现了热岛现象, 但白天城市热岛相对夜间不明显。夜间城市热岛强度呈逐年增强趋势, 但白天这种趋势不明显。夜间城市热岛与气温呈正相关, 气温高的年份, 城市热岛强度相对也大; 夜间城郊地表温差与地表温度呈正相关, 地表温度越高, 城郊地表温差越大; 夜间, 气温与地表温度呈正相关, 气温越高, 地表温度也高。白天, 这些相关相对夜间来说不那么明显。研究成果对北京城市发展规划和高温灾害的防治有一定的科学参考价值。

**关键词:** 城市热岛 热岛强度 城郊地表温度差

## Characteristics and Variations of Urban Heat Island Effect in Beijing for Last 15 years

Li Xingrong<sup>1,2</sup> Hu Fei<sup>1</sup> Shu Wenjun<sup>3</sup>

(1. LAPC, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

2. State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences;

3. Beijing Climate Center, Beijing Municipal Meteorological Bureau)

**Abstract:** Based on the data of 20 meteorological stations from 1990 to 2004 in Beijing, the characteristics and the variations of the urban heat island effect over Beijing are analyzed, and the relationship among the air temperature, the urban heat island effect, the ground

temperature and the urban-rural ground temperature difference are also analyzed. The results show that strong UHI occurred in the night, but in the daytime UHI is not obvious. As a whole, UHI intensify year by year in the night, but in the daytime it is not obvious. In the night, the higher the surface temperature is, the stronger UHI becomes, and the greater the difference in urban-rural ground temperature becomes, the higher the ground temperature is. But in the daytime, all these relations are not so obvious as those in the night. The results can be used as scientific references to the development planning of Beijing city and the protection from high air temperature disasters of Beijing city.

**Key Words:** urban heat island intensity of UHI difference of urban-rural ground temperature

## 引 言

北京位于华北地区,  $39^{\circ}56'N$ 、 $116^{\circ}20'E$ , 属于北温带亚湿润气候。北京城市坐落在平原上, 三面环山。北部和东北部有属于燕山山脉的军都山; 西部是太行山的北段, 称西山。平原地势向东南倾斜, 伸入华北大平原, 东近渤海。市中心海拔 43.71m。面积  $1.68 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。常住人口大约 1500 万 (2004 年)。北京的行政区划: 16 市辖区和 2 县。16 市辖区: 东城区、西城区、崇文区、宣武区、朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区、门头沟区、房山区、通州区、顺义区、昌平区、大兴区、怀柔区、平谷区。2 县: 密云县、延庆县。

城市热岛是指城市地区整体或局部温度高于周围郊区或乡村地区, 温度较高的城市地区被气温相对较低的郊区或乡村所包围的现象。早在 19 世纪初, 英国气象学家 Luke 就对伦敦城区及其郊区的气温进行同步对比观测研究, 发现城区气温比四周郊区高<sup>[1]</sup>。此后, 各国学者对不同区域地理环境下城市热岛的存在、周期性变化特征、长期变化趋势、垂直结构、影响因子、形成原因以及城市热岛所产生的影响和数值模拟等开展了大量的研究工作, 取得了许多研究成果<sup>[2-10]</sup>。

我国最早从 20 世纪 80 年代开始开展了城市热岛的研究工作。周明煜、曲绍厚等研究了 20 世纪 70 年代北京城区的气象效应和热岛特征<sup>[11,12]</sup>。张光智、徐祥德等<sup>[13]</sup>研究了 20 世纪后 40 年北京冬季城市热岛特征及其演变。此外, 还有学者研究了上海、西安、兰州等城市热岛状况<sup>[14-18]</sup>。丁金才等研究了城市热岛与城市绿化的关系<sup>[19]</sup>。

随着计算机的发展, 城市热岛的数值模拟也开展了起来, 并取得了许多成果<sup>[17,20]</sup>。

要研究城市热岛现象, 就要计算城市热岛强度, 而城市热岛强度的计算方法目前尚无统一的标准。多数学者是应用 Oke<sup>[2]</sup>所提出的计算方法, 即以城市热岛中心气温减去同时间同高度附近郊区的气温所得差值  $\Delta T_{u-r}$  来表示。

北京市近年来城市发展迅速。随着城市的发展和人口的增加, 城市人为热和下垫面的热储存也大量增加, 城市的热岛效应也将相应发生变化。本文研究北京夏季 15 年 (1990—2004 年) 城市热岛特征及其演变情况。

## 1 台站分布和观测资料

用北京地区 20 个地面观测站 1990—2004 年 (02 时和 14 时) 观测资料。

### 2 北京夏季城市热岛特征及演变

本文用海淀的温度代表城区温度，用顺义和大兴两站的平均气温代表郊区温度。

#### 2.1 北京夏季夜间城市热岛特征

北京 1990—2004 年 7 月 02 时 15 年平均地面气温分布见图 1。

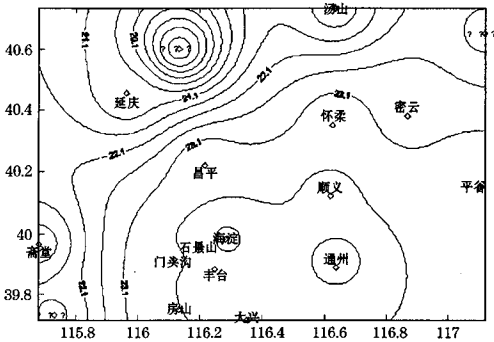


图 1 北京 7 月 02 时 15 年 (1990—2004 年) 平均气温分布图

海淀的气温是 24.3℃，顺义的气温是 23.8℃，大兴的气温是 23.9℃，即有  $T_u = 24.3℃$ ， $T_r = 23.85℃$ ，城郊温差是  $T_{u-r} = 0.45℃$ 。多年平均城郊气温差达到 0.45℃，这是个不小的值，说明北京夏季 02 时存在比较强的城市热岛。另外，要指出的是通州的平均气温为 24.4℃，比海淀还高 0.1℃。表明城市热岛扩展到了城市郊区。

#### 2.2 北京夏季夜间城市热岛强度演变及与气温的关系

图 2 是北京夏季 02 时月平均城市热岛强度演变及与月平均气温的关系图。

由图 2 可知：

(1) 北京城市热岛强度总体上看，有逐步升高的趋势。说明最近几年随着海淀城市

化发展，城市热岛强度有逐步加强的趋势。

(2) 北京城市热岛强度和气温的逐年变化呈同相关系，气温越高，热岛强度相对越大。这表明北京夏季 02 时城市热岛强度与气温关系密切。

#### 2.3 北京夏季白天城市热岛特征

图 3 是北京 7 月 14 时 15 年 (1990—2004 年) 平均气温分布图。

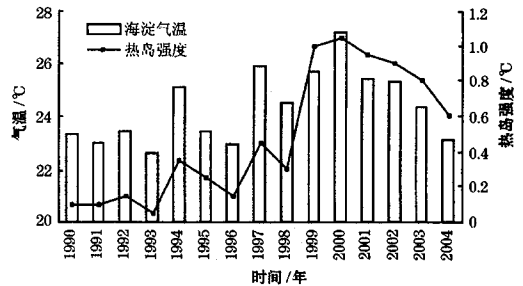


图 2 北京 7 月 02 时月平均城市热岛强度与月平均气温的关系图

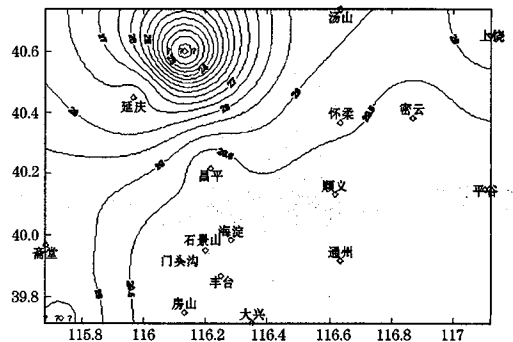


图 3 北京 7 月 14 时 15 年 (1990—2004 年) 平均气温分布图

由图可见海淀的气温 30.0℃，顺义的气温 30.0℃，大兴的气温 30.0℃，温差是 0.0℃。城郊温差是  $T_{u-r} = 0.0℃$ 。可知北京夏季 14 时城市热岛现象不明显。通州的平均气温也是 30.0℃，城市热岛现象也不明显。

此外,须要指出,白天,热岛强度和气温之间的相关相对夜间来说也不明显(图略)。原因是白天太阳辐射加热使大气层结不稳定,城市低层空气与城市上空空气的热交换以及城郊之间空气的热交换变得活跃,导致城市热岛在白天逐步减弱,直至消失。

### 3 北京夏季城郊地表温差与地面温度的关系

图4是北京7月02时月平均城郊地表温度差与月平均地表温度的关系图。

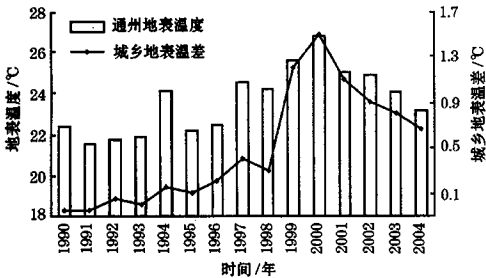


图4 北京7月02时月平均城郊地表温度差与月平均地表温度的关系图

由图4可知:城郊地表温度差与地表温度成正相关关系。地表温度越高,城郊地表温度差越大。白天这种相关没有夜间那么明显(图略)。

### 4 北京夏季城郊地表温度差与热岛强度的关系

由图5可见,夜间城郊地表温度差与城市热岛强度逐年变化趋势是一致的,呈正相关,城郊地表温度差越大,城市热岛越强。白天这种相关关系不明显(图略)。

此外,由多年平均的地表温度与气温分布关系图可以发现,夜间地表温度与同一地点的气温呈正相关,地表温度越高,气温越

高,地表温度越低,气温也低(图略)。而白天的情况不完全是这样。

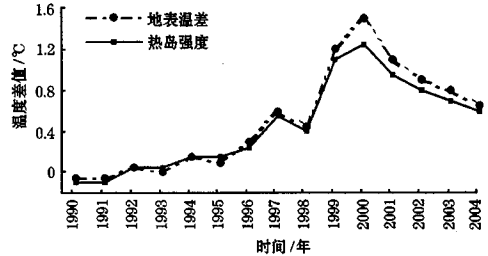


图5 北京7月02时月平均城郊地表温度差与月平均热岛强度的关系图

## 5 结论

(1) 从1990—2004年15年平均气温分布状况分析发现,北京地区7月,夜间存在城市热岛,白天城市热岛不明显。

(2) 夜间城市热岛总体上是逐年加强的。白天城市热岛变化不明显。

(3) 夜间城市热岛强度、气温之间存在正相关关系。气温越高,城市热岛越强。而白天这种关系不明显。

(4) 夜间城郊地表温度差和地表温度之间存在正相关关系,地表温度越高,城郊地表温度差越大。而白天这种关系不明显。

(5) 夜间气温与地表温度总是存在正相关关系。即在夜间,地表温度高的站点,地面气温也高。而白天的情况不完全是这样。

## 参考文献

- Howard, L. The Climate of London [M]. London, 1818.
- Oke, T. R. Inadvertent modification of the city atmosphere and the prospects for planned urban climate [R], Proc. Symp. Meteorol. Related to Urban and Regional Land Planning, Asheville, N. C., World Meteorol. Organiz., Geneva, 1976; 151-75.
- Bornstein, R. D. Observations of the urban heat island

- effect in New York City [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 1968, 7 (4): 575-582.
- 4 Akbari, A. Rosenfeld, and H. Taha. Recent developments in heat island studies technical and policy [R]. In a Controlling Summer Heat Islands Proceedings of the Workshop on Saving Energy and Reducing Atmos. Pollution by controlling Summer Heat Islands. 23-24, Feb., Berkeley, CA. 1989; 15-30.
  - 5 Asaeda T, Ca VT, Wake A. Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere [J]. *Atmos. Environ.*, 1996, 30: 413-427.
  - 6 Bornstein, R. D. The two-dimensional URBMET urban-boundary layer model [J]. *J. Appl. Meteor.*, 1975, 14: 255-264.
  - 7 Brown, M., Leach, M., Reisner, J., et al. Numerical modeling from mesoscale, urban scale to building scale [R]. *The 3rd Symposium on the Urban Environment*, 14-18, August, David, CA, 2000; 64-65.
  - 8 Kidder, S. Q. and Essenwanger, O. M. The effect of clouds and wind on the difference in nocturnal cooling rates between urban and rural areas [J]. *Journal of Applied Meteorology*, 1995, 34: 2440-2448.
  - 9 Magee, N., Curtis, J., and Wendler, G. The urban heat island effect at Fairbanks, Alaska. *Theoretical and Applied Climatology* [J], 1999, 64: 39-47.
  - 10 Nkemdirim, L. C. and Truch, P. Variability of temperature fields in Calgary, Alberta [J], *Atmospheric Environment*, 1978, 12: 809-822.
  - 11 周明煜, 曲绍厚, 李玉英等. 北京城区热岛和热岛环流特征 [J]. *环境科学*, 1980, 1 (5): 12-18.
  - 12 曲绍厚, 宋锡铭, 李玉英等. 北京城区的气象效应 [J]. *地球物理学报*, 1981, 24 (2): 229-237.
  - 13 张光智, 徐祥德, 王继志等. 北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变 [J]. *应用气象学报*, 2002, 13 (特刊): 41-49.
  - 14 周淑贞, 束炯. 城市气候学 [M]. 气象出版社, 1994: 244-339.
  - 15 周淑贞. 上海城市气候中的“五岛”效应 [J]. *中国科学 (B辑)*, 1988, 18 (11): 1226-1234.
  - 16 Zhou Shuzhen (周淑贞). Five island effects of Shanghai urban climate [J]. *Science in China (series B)*, 1990, 33 (1): 67-78.
  - 17 孙旭东, 孙孟伦, 李兆元. 西安市城市边界层热岛的数值模拟 [J]. *地理研究*, 1994, 13 (2): 49-54.
  - 18 杨德保, 王武功, 王玉玺. 兰州城市气候变化及热岛效应分析 [J]. *兰州大学学报 (自然科学版)*, 1994, 30 (4): 161-167.
  - 19 丁金才, 周红妹, 叶其欣. 从上海市热岛演变看城市绿化的重要意义 [J]. *气象*, 2002, 28 (2): 22-24.
  - 20 杨玉华, 徐祥德, 翁永辉. 北京城市边界层热岛的日变化周期模拟 [J]. *应用气象学报*, 2003, 14 (1): 61-68.