

北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变^{*}

张光智¹⁾ 徐祥德¹⁾ 王继志²⁾ 杨元琴²⁾

¹⁾(中国气象科学研究院,北京 100081)

²⁾(国家气象中心,北京 100081)

提 要

采用北京及市郊地区共 16 个标准国家气候站的 1961~2000 年 40 年温度资料对北京及周边地区的城市尺度热岛特征及其演变进行了研究。研究表明,北京城区与郊区温度是同位相升降,且郊区温度一直低于城区。其温差维持并同位向振荡,温度逐年升高,城区与郊区温差逐年增大,表明北京热岛效应一直稳定存在,而且北京的热岛效应在随时间加剧。以海淀为代表的北京城区大部热岛效应显著,门头沟、石景山、丰台、房山和通县等地是局地升温的显著区域。因此,北京具有城市、卫星城市“热岛”多中心的复杂特征。分析热岛效应增强的趋势表明,世纪末的 10 年与 80 年代的 10 年相比,北京城区与郊区的热岛效应增强趋势显著。特别是以海淀为代表的北京城区大部,热岛效应进一步明显增强,北京的东南部的局地升温效应加剧,通县也是一个明显的升温区域,并有一个从河北省伸向北京东南部的“暖脊”。

尺度滤波分析表明,北京城市热岛效应 10 年变化的增强区域与城市位置十分吻合。北京城市热岛效应还具有中尺度特征。以海淀为代表的北京城区大部是热岛的主要中心,主中心内还有几个更小的高中心嵌套其中,分别位于三环路以内的西部和北部。北京城郊热岛效应发展趋势仍是严峻的,须进一步努力进行北京及周边地区环境的改善。

关键词:北京热岛效应 分布特点 演变趋势

引 言

首都北京的总面积 1.68 万平方公里,全市现有人口 1100 余万。北京有海淀、朝阳、石景山、丰台、门头沟、房山、通州、顺义等区,还有昌平、延庆、密云、怀柔、平谷和大兴等县。北京地处华北平原北部,京城的西面和北面多山,东南面多平原,属华北平原的一部分。北京城中心为老城区,新区及卫星城区辐射状伸向四面八方。老区形成于明永乐年间(1403~1421 年)以紫禁城为中心,从南到北,贯穿一条中轴线,与东西长安街正交。北京老城区海拔低,街巷横平竖直,四合院构成蜂窝结构,棋盘式京城中心为北京特殊的地表特征和边界层特征。值得注意的是,80 年代以来,特别是近年来,北京的城市建设和发展取得重大进展。城市的繁荣和经济的发展给北京带来了令人瞩目的变化。高大建筑如雨后春笋拔地而起,在城市中心的如上所述的低洼的蜂窝式中心有一层层围起的高高的围墙。大城市上述的特殊下垫面和城市中的人类活动影响形成了一种有别于周边地区的

^{*} 本文得到《国家重点基础研究发展规划》项目:首都北京及周边地区大气、水、土壤污染机理与调控原理(项目编号:G1999045700)资助。

万方数据
2001-08-02 收到,2001-10-08 收到修改稿。

大城市-郊区气候 城市的发展改变了原有的自然条件,如大部分原有的自然植被为建筑物、沥青或水泥马路所代替,人们的生产和生活增加了额外的热量,城市工业排放大量烟尘、气溶胶等,这些对城市气温、湿度、能见度、风和降水都有影响。对城市环境及其变化影响的研究十分重要。近年来,人们已十分关注环境,对于城市热岛已有许多研究。但研究的方法和结果不尽相同,由于资料和观测条件的限制,其中一些研究仍以个例分析为主。徐祥德等^[1]在调研了国内外热岛研究的结果指出,一般百万人口的大城市平均气温约高于郊区 0.5~1.0℃,并给出了北京市中心 1983~1985 年 1 月份日平均气温比郊区(东郊)气温高 2.4℃,8 月份平均最高气温城郊差值在 0.4~1.6℃之间。施晓晖等^[2]采用日平均气温讨论昆明城市热岛,指出 8 月份昆明城郊气温差值不超过 1.0℃。杨士弘^[3]在其“城市生态环境学”中指出,城市热岛与区域气候、城市化程度、下垫面地形等有关。因此,上海、广州虽然城市规模大,城区人口密度大,但热岛强度反比北京小。在以往的研究中,表达热岛强度分别采用日平均气温、最高气温、最低气温或月平均气温、年平均气温等来进行讨论。它们相互之间缺乏一定的可比性,需要专门的工作来对它们进行比较检验。

本文使用北京及市郊地区共 16 个标准国家气候站的 1961~2000 年 40 年温度资料,采用日平均气温、最高气温、多年月平均气温的长时间序列和场面平均及尺度过滤等方法对北京及周边地区的城市热岛特征及其演变进行了研究。希望对北京热岛的特征,包括对热岛强度的城市尺度特征给出一个综合的分析结果。

1 北京城市热岛的观测特征

如上所述采用不同统计方法,结果会有所不同。为了便于对比,首先用日平均气温分析北京城区和郊区气温差异。对北京多年日平均气温资料分析结果表明,北京的热岛效应十分显著。以下仅以 1999 年 10 月为例,其它图略。图 1 是 1999 年 10 月北京及郊区日平均气温的逐日对比,由图 1 可见:①对比北京(54511 站)与郊区站点顺义、房山和延庆

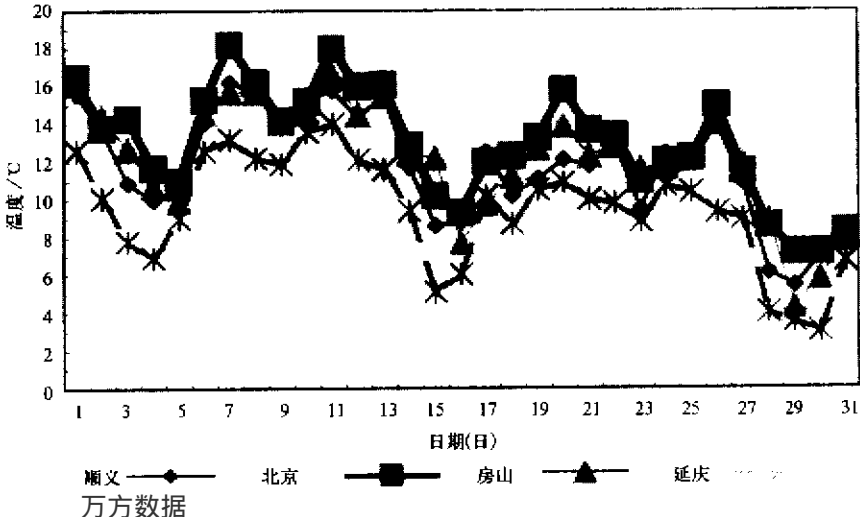


图 1 1999 年 10 月北京(54511 站)及郊区温度的逐日对比

庆,整个 10 月份北京的每日平均气温均高于郊区;② 北京比郊区站点顺义、房山温度高 1 ~ 2 ℃,最高达 4 ℃。北京比郊区站点延庆温度偏高都在 4 ℃ 以上。但本文不以延庆作为郊区的代表,因其海拔高度与其它 15 个站不在同样量级上;③ 尽管逐日温度有明显的波动,但城区高于郊区的现象并未被气温的波动所掩盖,表明北京热岛效应十分显著,以日平均气温资料分析北京城区和郊区气温差最高可达 4 ℃。

2 北京城市热岛的发展演变趋势

研究指出^[4~7] 城市热岛效应是城市发展、人类活动形成的城市小气候。近年来,由于经济的发展,城市化的加快,城市的楼房向群落化、高层化发展,以沥青和水泥为主体的城市道路向高架、高速、‘宽带’化发展。绿地面积萎缩,城市空调能力膨胀,城市热岛强度加强。

图 2a 给出 1961 ~ 1999 年的 10 月北京(54511 站)最高气温和平均气温的逐年变化。图 2b 是 1975 ~ 2000 年的 2 月份北京城区海淀及周边地区平均气温的变化。由图可见:

① 1961 ~ 1976 年的 16 年间,北京 10 月的平均气温在 14 ~ 16 ℃ 之间振荡,最高气温

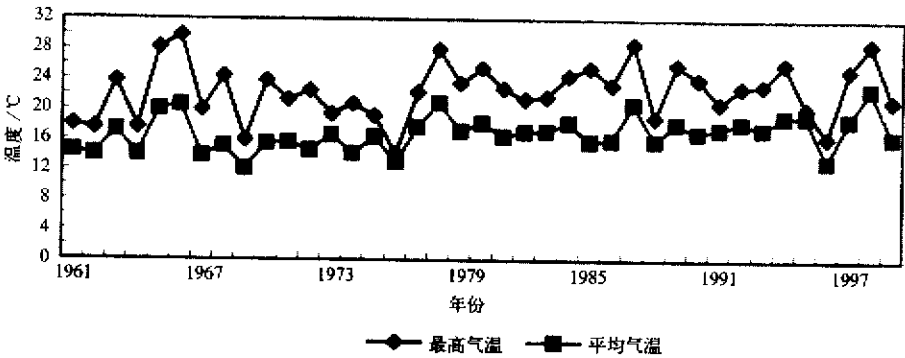


图 2a 1961~1999 年 10 月份北京(54511 站)最高气温和平均气温的逐年变化

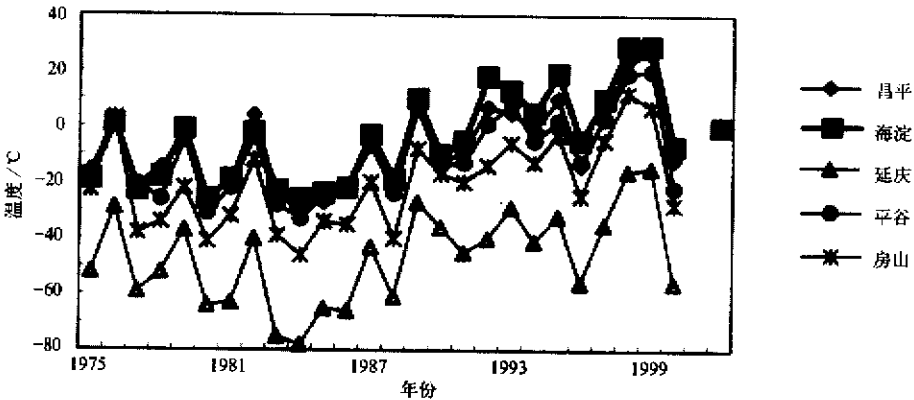


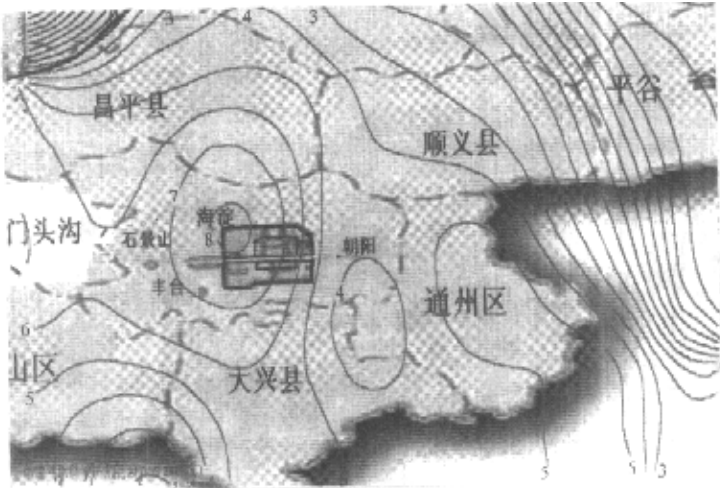
图 2b 1975 ~ 2000 年 2 月份北京城区海淀及周边地区平均气温的变化(纵轴为温度(℃ × 0.1))

在 20~26℃ 之间振荡,最高值为 30℃。1977~1999 年的 23 年间,北京 10 月的平均气温和最高气温均逐年升高,平均气温从 16℃ 升高到 18℃ 左右;② 北京城区以海淀为例,平谷、昌平、延庆和房山分别位于海淀的东北、西北、西南的近、远郊区。图 2b 表明,以上 4 站所代表的北京周边地区,近 25 年来温度的变化是一致的。即城区与郊区温度是同位相升降,且郊区温度一直低于城区。表明北京热岛效应一直稳定存在,并且采用月平均气温和最高气温,对北京多年长序列资料而言,其变幅是一致的;③ 80 年代初期(1984 年)以前,2 月份的平均气温总体变化不大,海淀平均气温为 -2~0℃。1984~2000 年,北京的热岛现象明显加强,北京城区海淀与郊区平均气温的变化曲线同位相振荡,并有明显上升趋势,从 -2.0℃ 升至 2.0℃,仍有 4℃ 的温差。因此可以认为,以月平均气温测算的北京热岛强度,即城郊温差可达 4℃。比对南方城市的一些研究结果(1~2℃)都要显著。说明北京的热岛效应是很明显的;④ 除去延庆与城区海淀温差一直较大外,郊区的平谷、房山及昌平的平均气温与城区海淀的温差还有逐年增大的趋势。表明,近 30 年北京城区与郊区温差维持并同位向振荡,温度逐年升高,城区与郊区温差逐年增大,说明北京的热岛强度有随时间加剧的趋势。

3 北京城市热岛加强趋势的分析

城市热岛是城市化气候效应的主要特征之一,是城市气候中最普遍存在的气温分布特征。如上所述,城市因高层建筑物、沥青或水泥马路、工业排放、生活排放的人为增热,使城市上空气温超过郊区,城市热岛效应是城市发展、人类活动等综合因素形成的。近年来,北京城市热岛强度加强,其加强的原因十分复杂。本文仅从北京气温分布与北京城市工业区、水域及部分地理因素进行初步分析。

日本的大后美保^[8]在其“都市气候学”中指出大城市年平均气温比郊区高 0.5~1℃。本文采用多年月平均气温计算了北京热岛强度的多年平均。图 3 是 1991~2000 年的 2



万方数据 图 3 1991~2000 年 2 月 10 年平均北京热岛强度大尺度特征分析
(等值线单位:℃×0.1)

月 10 年平均的北京热岛强度的客观分析。该图是采用北京城区及郊区的 16 个国家标准气候站资料,用 2 月的月平均气温,采用 AFDOS 系统技术^[9]绘制的北京热岛强度的客观分析图。由图 3 可见 ①城区海淀、石景山、丰台同处在一个闭合椭圆形的高温区域,这是北京‘热岛’的主要区域。门头沟、房山一带呈带状分布的区域为一主要局地升温的中心,10 年平均的热岛强度最大值为 0.8℃,其中城区的海淀为一正值中心,丰台也处在 0.7℃ 的闭合等值线的圆形区域,东部的通县 10 年平均的热岛强度为 0.5℃。由文献 [3] 上海 1982~1985 年 4 年平均的 2 月份的热岛强度为 0.6℃,广州 1981~1982 年 2 年平均的 2 月份的热岛强度为 0.4℃。可见 10 年平均的北京 2 月份热岛强度已相当可观。②北京周边郊区为相对低值区,北部、东部一线为负值区,这应与在这一线有官厅水库和密云水库对气温的调节有关。

图 4 为北京 1991~2000 年 2 月与 1981~1990 年 2 月的两个 10 年热岛强度差值图。由图 4 可以看出 ①世纪末的 10 年与 80 年代的 10 年相比,北京城区与郊区热岛效应增强趋势显著。特别是以海淀区为代表的北京城区大部,热岛效应进一步明显增强,差值达到 0.4℃,这个量值是相当可观的。可见随着北京最近 10 年城市的发展,伴随而来的热岛效应的加剧需要引起重视。②值得注意的是世纪末的 10 年与 80 年代的 10 年相比,通县是一个明显的热岛强度升高区域,差值最大达到 0.5℃到 0.6℃,成为北京城市热岛代表区域。北京的东南部的升温效应也在加剧,并有一个从河北省伸向北京东南地区的‘暖脊’。这表明,北京热岛效应的加剧如前面所述除与最近 10 年城市的发展有关之外,可能还与外部周边地区向北京热能的输送有关。

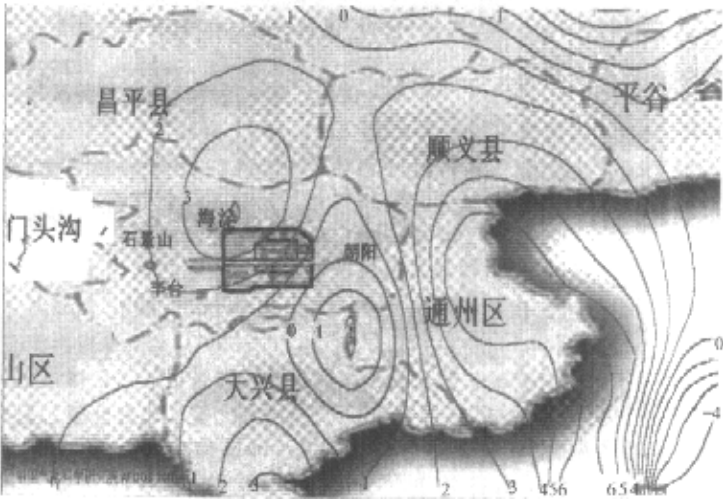


图 4 北京 1991~2000 年 2 月与 1981~1990 年 2 月的两个 10 年的热岛强度的差值图
(等值线单位:℃×0.1)

4 北京地区热岛变化趋势的尺度滤波分析

图 3 和 4 分别给出了北京 1991~2000 年 2 月 10 年平均北京热岛特征分析以及北京

1991~2000年2月与1981~1990年2月两个10年热岛强度的差值分析。它们表现的
都是相对大尺度特征分析的结果。北京西部和北部为山区,北京城区为平原,为了减少大
地形对气象要素观测分析的影响,特别是为了突出分析城市及周边地区的10年变化,本
文进行了滤波分析,以滤掉尺度相对较大的(如地形)波的影响。图5给出尺度分离后的
1991~2000年与1981~1990年10年平均2月份北京热岛效应差值特征分析。由图5
可以看出:①尺度过滤分析结果表明,北京城市热岛效应10年变化的加强趋势仍十分显
著。高温区域与城市位置十分吻合。②北京热岛效应具有明显的中尺度特征。以海淀为
代表的城区是热岛的主要中心,主中心内还有几个更小的高中心嵌套其中,分别位于三环
路以内的西部和北部(图中点线为正负高中心连线)。这是否与市政建筑有关有待研究。
③经尺度过滤后的分析表明,通县仍是一个明显的热岛强度差值的高值区域。

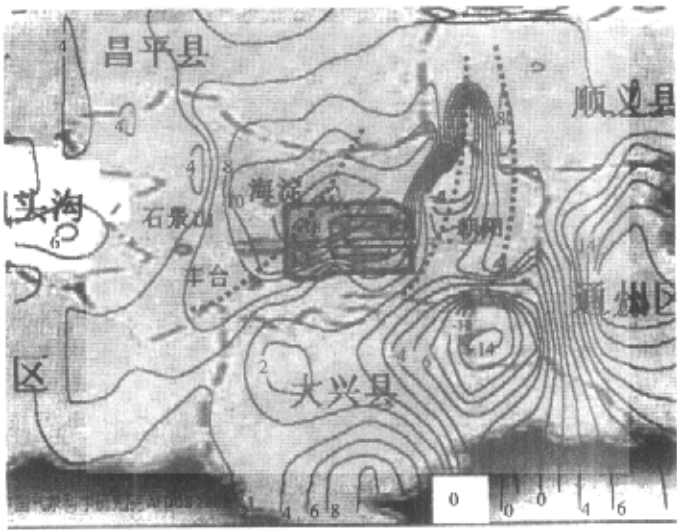


图5 尺度分离后的1991~2000年与1981~1990年10年平均的北京热岛强度差值特征分析
(图中等值线单位: $^{\circ}\text{C} \times 0.1$)

5 结果与讨论

根据本文的研究可以得出以下几点初步结论:

- (1)北京城区与郊区温度是同位相升降,且郊区温度一直低于城区。表明北京热岛效应一直稳定存在。用日平均气温计算北京城区与郊区温差,北京的热岛强度在秋季(图1)和冬季(图2b)最高均可达到 4°C ,热岛效应是非常显著的。
- (2)北京城区与郊区温差维持并呈同位相振荡,温度逐年升高,城区与郊区温差逐年增大,说明北京的热岛效应随时间加剧。采用日平均气温和最高气温的结果是一致的。
- (3)采用日本的大后美保^[8]城市气候理论的城市热岛概念,用长时间序列资料计算多年月平均气温讨论北京城市热岛强度的年平均表明,海淀、石景山、丰台处在一个闭合椭圆形的高温区,这是北京“热岛”的一个主要区域,10年平均的热岛强度为 0.8°C 。门

头沟、房山一带呈带状分布的区域为一主要局地升温区,东部的通县 10 年平均的热岛强度为 0.5°C 。因此,北京具有城市、卫星城市‘热岛’多中心的复杂特征。这是现代大都市的一个特点。

(4)世纪末的 10 年与 80 年代的 10 年相比,北京城区与郊区热岛效应增强趋势显著。特别是以海淀为代表的北京城区大部,热岛强度明显增强,差值达到 0.4°C 。表明,随着北京最近 10 年城市的发展,伴随而来的热岛效应的加剧是需要引起重视的。

(5)值得注意的是世纪末的 10 年与 80 年代的 10 年相比,通县是一个明显的热岛强度升高区域,差值达到 0.5°C 到 0.6°C ,成为北京城市热岛代表区域之一。北京的东南部的升温效应加剧,有一个从河北省伸向北京东南地区的‘暖脊’。这表明,北京热岛效应的加剧除与最近 10 年城市的发展有关之外,可能还与外部周边地区向北京输送热能有关。

(6)尺度过滤分析表明,北京城市热岛效应 10 年变化的加强趋势十分显著。高温区域与城市位置十分吻合。北京热岛效应具有明显的中尺度特征,以海淀为代表的北京城区的大部是热岛的主要中心,主中心内还有几个更小的高中心嵌套其中。分别位于三环路内的西部和北部,这是否与市政建筑有关有待研究。

北京城郊大部地区热岛效应发展特征仍然是严峻的,须进一步努力对北京及周边地区进行环境的改善。

参 考 文 献

- 1 徐祥德,汤绪等.城市化环境气象原理.北京:气象出版社,2001年,即将出版.
- 2 施晓晖,顾本文.昆明城市气候特征.气象,2001,27(3):38~41.
- 3 杨士弘.城市生态环境学.北京:科学出版社,2000.35~41.
- 4 北京市气象局.北京城市气候.北京:气象出版社,1996.1~22.
- 5 Landsberg H E. City Climate. *Word Survey of Climatology*, 1981(3):299~334.
- 6 卢敬华.城市热岛效应的分析.成都气象学院学报,1991,3:32~37.
- 7 桑建国.城市热岛效应的分析解.气象学报,1986,44(2):251~255.
- 8 中国大百科全书编写组.中国大百科全书(大气科学、海洋科学、水文科学).北京:中国大百科全书出版社,1987.54~55.
- 9 王继志,杨元琴.现代天气工程学.北京:气象出版社,2000.334~339.

A STUDY OF CHARACTERISTICS AND EVOLUTION OF URBAN HEAT ISLAND OVER BEIJING AND ITS SURROUNDING AREA

Zhang Guangzhi Xu Xiangde

(*Chinese Academy of Meteorological Sciences , Beijing 100081*)

Yang Yuanqin Wang Jizhi

(*National Meteorological Center , Beijing 100081*)

Abstract

The characteristics of the urban heat island in Beijing and its surroundings are analyzed by using the 40-year data , 1961 through 2000 , from 16 standard climatic stations in the Beijing area. A synchronization of temperature up and down is found in Beijing and its outskirts. The temperature for outskirt area is always less than that in the central part. The characteristics of the heat island exist obviously in the Beijing area , although the temperature difference between Beijing downtown and its outskirts has the synchronized disturbances with time. The increasing trend of temperature is also found. It is shown that effect of the heat island in Beijing is intensifying with time. As a representation of Beijing , the effect of urban heat island at Haidian is very obvious , as well as the Mentougou , Shijingshan , Fengtai , Fangshan and Tongxian counties with the local rising of temperature also. Compared to the 1980s , the temperature increased greatly also in the recent ten years in the southeastern part. The results indicate that the locations of the intensifying heat island areas in the recent 10 years are in well agreement with the development of city construction. Within the main urban heat center of Beijing centered at Haidian , there are several small centers at the western and northern parts within the Sanhuan Road. So it is very important to pay more attention to the effect of the urban heat island due to economic development in such a big city like Beijing in recent years. A mesoscale characteristic of the urban heat island in Beijing is also found by using scale-filtration methods.

Key words : Beijing urban heat island Characteristics of distribution Evolution tendency