

近 50 a 来北京市气温和降水的变化

王 文¹, 张 薇², 蔡晓军¹

(1. 南京信息工程大学大气科学学院, 江苏 南京 210044; 2. 北京市房山区气象局, 北京 102488)

摘 要: 利用 1961~2008 年北京 11 个台站的气候观测资料, 分析了过去 48 a 北京城区、郊区的气温和降水变化趋势。结果表明: 在这 48 a 中, 北京城区、郊区的年平均温度都呈明显上升趋势, 城区比郊区上升幅度更快; 本地年降水量呈下降趋势, 且城区下降幅度比郊区明显。说明在全球变暖的背景下, 北京的气温和降水的变化趋势相反; 通过城区和郊区、平原站和高山站的比较可以看出, 城市的热岛效应增加了变化幅度。

关键词: 全球变暖; 气温; 降水; 城市热岛效应

中图分类号: P468

文献标识码: A

引 言

IPCC 第一工作组于 2007 年 2 月 2 日发布的第 4 次评估报告明确指出, 近 100 a (1906~2005 年) 地球表面平均温度上升了 0.74 °C, 近 50 a 的线性增温速率为 0.13 °C/10 a, 1850 年以来最暖的 12 个年份中有 11 个出现在近期的 1995~2006 年。全球变暖已经是不争的科学事实, 报告认为人类活动是近 50 a 全球气候系统变暖的主要原因^[1]。近百年来中国气温上升了 0.4~0.5 °C, 略低于全球平均的 0.6 °C^[2-3]。东北地区是中国对变暖响应最敏感的地区之一, 年平均气温在过去 20 a 中上升了 1 °C 以上^[4]。在 1957~2006 年的 50 a 中白洋淀流域内平均气温具有明显的上升趋势, 其中冬季气温贡献最大; 降水量总体上呈现较为明显的下降趋势, 其中夏季降水量的下降趋势最为明显^[5]。到 20 世纪末, 北疆最后 10 a 平均气温比前 30 a 平均值偏高 0.7 °C, 而天山山区最后 10 a 平均气温比前 30 a 平均气温偏高 0.4 °C。但长江流域气温反而有所下降^[3]。近期有研究表明, 随着全球变暖, 使长江流域大部分气温上升, 并使降水量增加, 加大了大洪水灾害的发生机率^[6]。从 1962~2005 年的 45 a 中, 贵州花溪 4 季的气温变化趋势除春季外均呈增加趋势, 但变化幅度小; 年降水量整体略呈微弱下降趋势^[7]。近 55

a 来南昌地区的平均气温呈上升趋势, 降水变化不明显, 总体呈略增加趋势^[8]。深圳自 1953~2004 以来气温呈明显上升趋势, 高温日数也显著增加; 年降水天数、日照时数和相对湿度都明显下降^[9]。

近 50 a 西北干旱区气温呈上升趋势 (0.22 °C · 10 a⁻¹)^[10]。陕甘宁地区 50 a 来年均温呈明显上升趋势, 冬春季气温增幅较大, 降水呈减少趋势^[11]。20 世纪 90 年代以来, 兰州以上黄河上游各区间降水量均少于多年均值, 各代表站年均气温呈显著上升趋势^[12]。民勤荒漠区 1961~2007 年的 47 a 内年平均气温增高幅度高于全国水平, 2 月份平均气温增高 3.01 °C^[13]。从总体来看, 我国的气温普遍升高, 北方上升的幅度大于南方; 除部分地区, 降水大都呈减少趋势, 进一步加剧了北方的干旱化^[14-16]。在全球变暖、华北干旱的这个大背景下, 随着城市不断发展变化, 对局地的温度和降水有何影响, 我们将利用北京地区 11 个站 1961~2008 年的温度和降水资料, 利用统计方法进行分析, 主要对比分析 48 a 来北京地区的城郊站、高山平原站温度变化趋势以及城区降水趋势等问题, 探讨自然变化与人类活动对局地气候的影响。

1 资料与方法

北京市占地面积为 16 807.8 km², 其中城区 (东

收稿日期: 2009-11-03; 改回日期: 2009-11-12

基金项目: 干旱气象科学研究基金项目 (IAM200805) 资助

作者简介: 王文 (1957-), 男, 甘肃会宁人, 副教授, 现从事气候诊断和中尺度动力学的研究工作. E-mail: wangwen@nuist.edu.cn

城区、西城区、崇文区、宣武区)占0.5%,近郊区(朝阳区、丰台区、石景山区、海淀区)占7.6%,远郊区(门头沟区、房山区、通州区、顺义区、昌平区)占38.5%,大兴县、平谷县、怀柔县、密云县、延庆县占53.4%。全市平原面积6 390.3 km²,占38%。山区面积10 417.5 km²,占62%。本文主要选取北京市朝阳、丰台、门头沟、通县、房山、霞云岭、密云、大兴、平谷、昌平、延庆11个站1961~2008年48 a的年平均温度、降水量等气候要素进行分析。选取受人类活动影响较大的朝阳、丰台、门头沟、通县4个站为城市代表站,将离城区较远、受人类活动影响相对较小的房山、霞云岭、密云、大兴、平谷、昌平、延庆7个站作为郊区代表站。以地貌状况划分,将霞云岭、延庆(海拔高度在100 m以上)作为山区代表站,朝阳、丰台、门头沟、通县、房山、密云、大兴、平谷、昌平(海拔高度在100 m以下)作为平原代表站。以北京低空的盛行风向划分,将朝阳、丰台作为中游代表站,大兴、通县作为下游代表站。

将城区平均温度与郊区平均温度的差值定义为城市热岛强度,对数据进行5点2次平滑处理后,利用统计方法进行线性估计。分析城区站、郊区站的温度变化趋势,比较山区站、平原站受城市化进程的影响程度;分析北京城郊整体的年降水变化趋势,对比山区站、平原站的年降水量变化趋势以及中下游年降水量变化趋势及其相关性。

2 气温的变化

1961~2008年北京城区的平均温度为12.1℃,郊区平均温度11.2℃,两者相差0.9℃,可看作为热岛强度。由图1可见,北京地区热岛强度20世纪60年代中期至70年代末上升缓慢,自80年代初起,呈现加速上升趋势,热岛强度上升了0.83℃,上升幅度达0.17℃·(10 a)⁻¹,且呈持续上升趋势,通过了置信度95%的F检验。可见热岛强度的变化与城市化发展同步。

图2为北京1961~2008年城区和郊区温度的年际变化趋势,可以看出,城区和郊区年平均温度总体呈上升趋势,且以城区年平均温度上升更为明显并始终高于郊区,48 a来城区年平均温度上升了2.01℃,上升幅度达0.42℃·(10 a)⁻¹;郊区年平均温度上升了1.18℃,上升幅度为0.25℃·(10 a)⁻¹。2者都通过置信度95%的F检验。自20世纪80年代初开始,城郊增温幅度的差距逐渐加大,

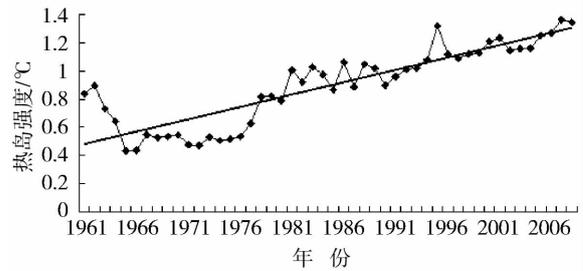


图1 1961~2008年北京城市热岛强度的年际变化特征

Fig. 1 Annual variation characteristic of intensity of heat island in Beijing from 1961 to 2008

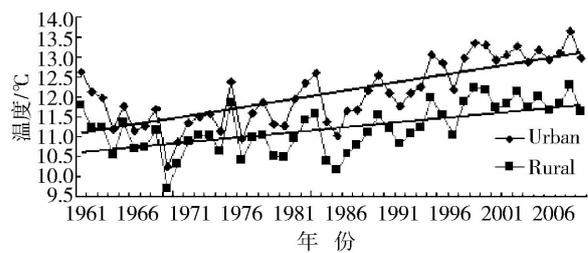


图2 1961~2008年北京城区、郊区温度的年际变化

Fig. 2 Annual variation of air temperature in urban and rural areas of Beijing from 1961 to 2008

城区年平均温度呈快速上升趋势,这也与北京快速城市化阶段是一致的。由此可见,随着全球变暖,北京近48 a来区域温度普遍呈现升高趋势,其中城区温度上升幅度高于郊区可能是在全球升温的大背景下叠加了北京快速城市化对区域气候影响的综合效应下的结果。

北京城区面积从解放前的60多km²,到现今的1 000多km²,城区面积扩大了近17倍;新中国成立初期,北京城区房屋建筑面积仅有2 000多万m²,经过60 a建设,全市国有土地上房屋建筑面积达到了60 565万m²。快速城市化进程主要在1981年以后,2008年北京市常住人口达1 633万人,而1980年仅为900万。为讨论它对气温变化的影响,选取地理位置相近的平原代表站(房山站)和山区代表站(霞云岭站)来做对比,发现房山站增温幅度明显大于霞云岭站(图3),说明在全球变暖的背景下人类活动加剧了升温的幅度。

3 降水的变化

北京城区、郊区48 a来的年降水量均呈下降趋

势,其中,城区年降水量减少了 97 mm,下降幅度为 $22 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,郊区减少了 70 mm,下降幅度为 $15 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,城区年降水量下降幅度大于郊区(图 4),这与许月卿等^[17]研究的华北平原降水规律相一致。说明城市热岛效应不但对气温有影响,对降水也产生较大的影响。

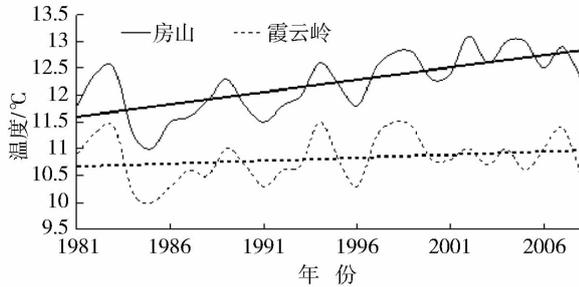


图 3 1981~2008 年房山站与霞云岭站的温度变化趋势

Fig. 3 Trend of temperature variation in Fangshan and Xiayunling from 1981 to 2008

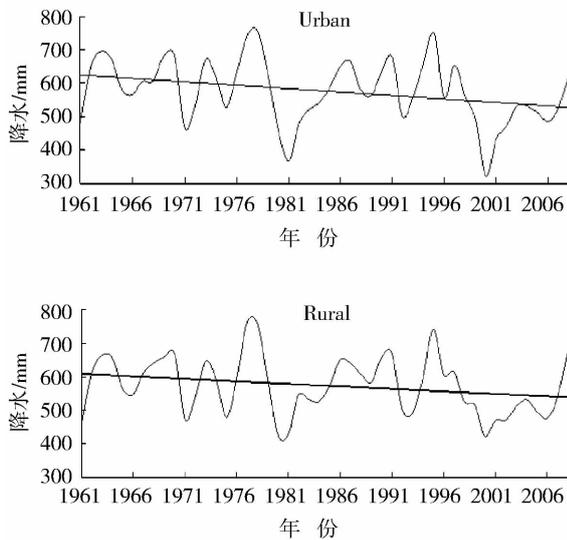


图 4 1961~2008 年北京城区、郊区降水量的年际变化

Fig. 4 Annual variation of rainfall in urban and rural area of Beijing from 1961 to 2008

由图 5 可以看出:1981 年后平原站(房山站)年降水量下降趋势明显大于山区站(霞云岭站),下降幅度为 $2.16 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$,而霞云岭站的下降幅度仅为 $0.99 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 。可见,平原站的年降水量变化受城市化进程影响比山区站大,这可能和山区受人类活动影响比平原地区小有关。

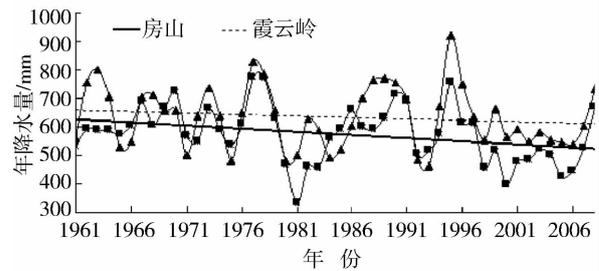


图 5 1961~2008 年房山站与霞云岭站的年降水量变化趋势

Fig. 5 Trend of annual rainfall variation in Fangshan and Xiayunling from 1961 to 2008

为了进一步探究降水变化趋势,以北京低空的盛行风向划分,选朝阳、丰台为中游站,大兴、通县为下游站,分别分析年降水量趋势及中游站和下游站降水量的相关性。通过分析发现,中游的年降水量下降程度为 $4.0 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$;下游年降水的下降可达 $8.0 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$ 。中游和下游的年降水有很好的相关性,相关系数达 0.93,通过置信度 95% 的 F 检验。这说明北京地区近年降雨量呈减少趋势,其中城市下游东南部地区减少程度比中游地区明显。

分析表明,北京地区近 48 a 来的年平均温度增加和年降水量减少都比较明显。就城郊整体而言,年平均温度同年降水量呈明显的反相关。城区站和郊区站的年平均温度同年降水量都呈明显的反相关,且均通过了置信度 95% 的 F 检验。说明热岛效应在增加升温幅度的同时,也减少了降水量。

4 结论和讨论

(1) 随着城市化进程的加快,北京地区存在热岛效应,且热岛强度近 48 a 来明显加强,热岛强度上升了 $0.83 \text{ }^\circ\text{C}$,上升幅度达 $0.17 \text{ }^\circ\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,且呈持续上升趋势。

(2) 城区和郊区年平均温度总体呈上升趋势,城区的年平均温度始终高于郊区的,且上升幅度更为明显。48 a 来城区年平均温度上升了 $2.01 \text{ }^\circ\text{C}$,上升幅度达 $0.42 \text{ }^\circ\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,郊区年平均温度上升了 $1.18 \text{ }^\circ\text{C}$,上升幅度为 $0.25 \text{ }^\circ\text{C} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,与全球平均升温幅度一致。自 20 世纪 80 年代初开始,2 者之间的差距逐渐加大,城区年平均温度呈快速上升趋势,这与北京快速城市化阶段相一致,这可能与全球升温的大背景和北京的热岛效应加剧的综合效应有关。

(3) 平原站增温幅度明显大于山区站,1981年后更为明显,这也可以认为是城市化进程对平原站的温度变化影响更明显的原因。

(4) 北京城区和郊区近48 a来的年降水量呈下降趋势,城区年降水量下降了97 mm,下降幅度为 $22 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,郊区下降了70 mm,下降幅度为 $15 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,可见,城区年降水量下降幅度大于郊区,而无论是城区还是郊区,其年降水量的变化趋势都是减少的,与华北平原降水规律的大背景相一致。

(5) 1981年后,房山站年降水量下降趋势明显大于霞云岭站,下降幅度为 $2.16 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$,而霞云岭站下降幅度为 $0.99 \text{ mm} \cdot \text{a}^{-1}$,这可能和人类活动对山区影响小有关。

参考文献:

- [1] 秦大河,陈振林,罗勇. 等. 气候变化科学的最新认知[J]. 气候变化研究进展,2007,3(2):63-73.
- [2] 王绍武,董光荣. 中国西部环境特征及其演变[A]. 秦大河总编. 中国西部环境演变评估[C]. 北京:科学出版社,2002. 1-242.
- [3] 丁一汇. 中国西部环境变化的预测[A]. 秦大河总编. 中国西部环境演变评估[C]. 北京:科学出版社,2002. 1-231.
- [4] 沙万英,邵雪梅,黄玫. 20世纪80年代以来中国的气候变暖及其对自然区域界限的影响[J]. 中国科学(D),2002,32(4):317

-326.

- [5] 王洁,徐宗学. 白洋淀流域气温与降水量长期变化趋势及其持续性分析[J]. 资源科学,2009,31(9):1498-1505.
- [6] 何丽. 近百年全球气温变化对长江流域降水影响分析[J]. 资源环境与发展,2007(4):4-7.
- [7] 冯敏玉,魏丽,胡逢喜,等. 南昌地区近55年的气温与降水变化分析[J]. 江西农业大学学报,2009,31(4):781-784.
- [8] 汪圣洪. 近45 a来花溪气温和降水变化分析[J]. 贵州气象,2009,33(4):25-26.
- [9] 张恩洁,赵昕奕,张晶晶. 近50年深圳气候变化研究[J]. 北京大学学报(自然科学版)网络版(预印本),2007,2(1):1-7.
- [10] 任朝霞,杨达源. 近50 a西北干旱区气候变化对农业的影响[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(8):48-53.
- [11] 丁金梅,延军平. 近50年陕甘宁地区气候变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(6):124-129.
- [12] 王国庆,张建云,贺瑞敏,等. 黄河兰州上游地区降水、气温变化及趋势诊断[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(1):77-81.
- [13] 常兆丰,韩福贵,仲生年. 民勤荒漠区近50 a气温、降水对全球变暖的响应[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(9):95-99.
- [14] 张健,章新平,王晓云,等. 京津冀地区近47 a降水量的变化特征[J]. 干旱气象,2009,27(1):23-28.
- [15] 张爱英,高霞,任国玉. 华北中部近45 a极端降水事件变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(4):46-50.
- [16] 李维京,赵振国,李想,等. 中国北方干旱的气候特征及其成因的初步研究[J]. 干旱气象,2003,21(4):1-5.
- [17] 郑思轶,刘树华. 北京城市化发展对温度、相对湿度和降水的影响[J]. 气候与环境研究,2008,13(2):123-133.

Variation of Temperature and Precipitation in Beijing During Latest 50 Years

WANG Wen¹, ZHANG Wei², CAI Xiaojun¹

(1. College of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; Fangshan Meteorological Bureau, Beijing 102488, China)

Abstract: The annual variation of temperature and precipitation of urban and rural stations was analyzed for a 48-year period through the climate observation data collected from 11 weather stations in the Beijing region from the period of 1961-2008. The results showed that the urban heat island (UHI) was increasing, and annual temperature of urban and rural stations in the Beijing area obviously increased. The average temperature in urban stations is increasing faster than that in rural stations. The climate variations trends in Beijing during the recent 48 years and the data showing Beijing's development indicates that the rapid development of Beijing as well as urbanization has greatly influenced the local climate change in Beijing.

Key words: global warming; urban heat island (UHI); temperature; precipitation