

文章编号: 1004-4965 (2003) 01-0073-06

热带地区城市化对室内外气温影响研究

张一平, 何云玲, 马友鑫, 刘玉洪,
李佑荣, 窦军霞, 郭 萍

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223)

摘 要: 以热带城市景洪市为研究对象, 利用因城市扩大而受影响的景洪气象站室内外气温资料和受城市影响较小的云南热带作物研究所气象站气温资料, 通过比较分析, 得出以下结果: 由于城市面积扩大导致景洪室内外气温均有升高趋势, 其增温强度干季大于雨季; 而对室内外气温的影响效应与亚热带的昆明站和温带的北京朝阳站相反, 室内气温升高幅度小于室外气温。以上结果有助于深入探讨不同地区城市化对城市气候的影响机制提供科学数据, 并为城市规划、建筑设计提供参考。

关 键 词: 城市化; 城市气候; 室内气温; 气温

中图分类号: P463.3

文献标识码: A

1 引 言

随着我国城市化进程的加快, 城市区域下垫面大多变为由混凝土或沥青构成的不透水的道路面和屋顶面, 在城市区域形成了特有的局地气候——城市气候。随着城市的发展, 城市面积的扩大, 城市气候效应(城市热岛等)不断增强, 已对城市居民产生了影响, 越来越受到人们的关注, 特别是研究较少的低纬热带地区及发展中国家^[1]。为此 1989 年在日本京都举行的“城市气候·计划·建筑”国际会议上, 指出了在低纬热带地区开展城市气候的紧迫性, 制定了“热带地域城市气候研究计划”(TRUCE) (Tropical Urban Climate Experiment)。在我国城市气候的研究也多限于上海、北京及沿海等大中城市^[1~6], 而低纬热带地区的研究研究较少^[7]。

另一方面, 人们居住和工作的室内的气温状况也是受重视的环境要素之一, 在建筑领域已有较多的研究探讨了环境条件对居住环境的影响^[8~10], 但是探讨伴随城市发展, 室内气温长期变化的研究尚不多见^[11~12]。

收稿日期: 2001-05-15; 修订日期: 2001-09-04

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(59836250)资助

作者简介: 张一平(1957-), 男, 云南人, 研究员, 博士, 主要研究领域: 生态气候(城市气候、森林气候、农业气象)。

本文以我国低纬热带城市景洪市为例,利用受城市化影响较大的景洪气象站的室内、外气温和处于郊外的热带作物所气象站的气温资料,分析了伴随城市化进程,城市气候和房屋内气温的变化特征,及其与热带作物所气象站的差异(城市增温效应)。其研究不仅为深入探讨城市发展对城市气候及室内气温的影响提供了一种新的尝试,还为城市规划、建筑设计等提供参考。

2 研究方法

2.1 研究地概况

景洪市位于我国热带地区,为我国西南边陲的一个城市,1985年以前城市建设发展缓慢,其后随着改革开放和旅游业的发展,城市规模逐渐扩大,1993年城市建成区面积达 10 km^2 [13],到1998年扩大到 15 km^2 [14],成为具有一定规模的旅游城市。

2.2 研究地点和使用资料

景洪气象站($22^\circ 00' \text{N}$, $100^\circ 48' \text{E}$, 海拔 553 m),原位于城市郊外,随着城市扩大,逐渐进入到城郊,随后进入城区,四周全被建筑物所包围,周围的下垫面也有很大改变,如此的变化为分析研究城市化对城市气候的影响提供了较好的场所。云南热带作物研究所气象站位于景洪城郊外,其周围环境受城市化影响相对较小,1997年景洪气象站搬迁至此。

本研究使用的资料为1976~1996年景洪气象站的气温、室内气温(气压表附温)和热作所气象站的气温(基准),采用比较方法来探讨城市化对城市室内、外气温的影响作用(城市增温效应),为消除全球增暖趋势和海拔高度不同的影响,将景洪站平均气温、平均室内气温减去热作所气象站平均气温;然后用1976~1980年5年的平均值为前期基准值,求算各年与基准值的差,得出景洪城市扩大对景洪气象站平均气温、平均室内气温的影响。由于西双版纳地区处于热带地区,四季不分明,而干、雨季差异显著,故主要对干季(11~4月)、雨季(5~10月)和年的平均室内外气温变化特征进行分析。

3 结果分析

3.1 气温的年变化

从图1可见,各站的干季、雨季和年的平均气温的变化均是呈现上升趋势,这与全球气温升高的变化趋势相同。但是处于郊外热作所气象站(图1a)的干季、雨季和年的平均气温的变化较小,而景洪气象站室外气温(图1b)变化最大,这与地处亚热带的昆明站和温带的北京朝阳站的室内气温增加显著的结果要素不同。

通过求算平均气温变率(趋势线斜率,表1)可见,景洪气象站室内干季、雨季、年的平均室内气温变率($^{\circ}\text{C}/\text{a}$)分别为0.0296、0.0117和0.0206,略比热作所气象站平均气温变率大;而景洪气象站室外平均气温变率分别为0.0546、0.0311、0.0428,

分别为热作所气象站平均气温变率的 2.45、2.85、2.58 倍。其中年平均气温的增温变率比 Cayan 在美国西南部几个城市的研究结果^[15] (0.024~0.038 /a) 略高；与荒川秀俊对日本各大城市 1949 年后的年均气温增温率^[16] (0.025~0.069 /a) 的研究结果相近。

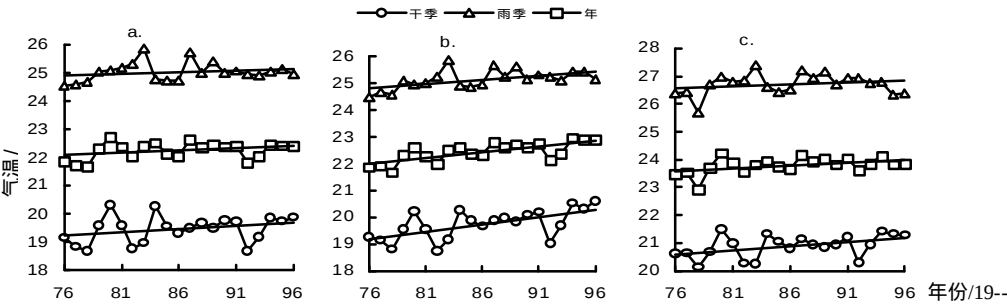


图1 各站点的气温逐年变化 a. 热作所气象站；b. 景洪气象站；c. 景洪气象站内。

表1 各站点的平均气温变率(/a)

站点	干季	雨季	年
景洪站室内气温	0.0296	0.0117	0.0206
景洪站气温	0.0546	0.0311	0.0428
热作所站气温	0.0222	0.0109	0.0166

3.2 城市增温效应

3.2.1 城市平均增温效应

根据表 1 的气温变率计算出 1976~1996 年 21 年间的气温增温值(表 2)。可见，21 年间处于郊外的热作所气象站干季、雨季和年的增温幅度分别为 0.47、0.23 和 0.35，反映了区域性环境气温长期变化趋势。而 21 年间景洪气象站的干季、雨季和年平均气温的增温幅度较大，分别为 1.15、0.65 和 0.90；干季、雨季和年的平均室内气温的增温幅度与热作所气象站相近，分别为 0.62、0.25 和 0.43。进一步求算由于城市发展导致的增温效应(景洪站与热作所站的增温值差)，可见 21 年间由于城市化造成的增温幅度，干季大于雨季。平均室外气温的增温值，在干季可达 0.68，雨季略小(0.42)，年平均气温增温 0.55。平均室内气温增温率均小于室外气温，同样是干季稍大(0.15)，雨季和年值均较小(0.02、0.08)。由此可见，城市增温效应在干季(11~4 月)大于雨季(5~10 月)的规律与亚热带的昆明^[11]和温带的北京朝阳^[12]一致，但是室外气温的增温效应大于室内气温的结果则与上述两地的研究结果相反，热带地区城市通风较好乃是其原因之一。

进一步用后期 5 年(1992~1996 年)平均气温与前期 5 年(1976~1980 年)平均气温求算差值(增温值)以及城市增温值(景洪站与热作所站的实测增温值的差)。可见后期与前期平均气温差值呈现同样规律：增温值和城市增温效应均是干季大于雨季；平均气温大于室内气温，仅在数值上略有差异。

干季的温度年变率和增温幅度均较大,其原因可能是由于景洪地区干季晴天较多,气温日较差显著,城市的增温效应较大;而雨季阴雨天较多,气温日较差较小,从而减缓了城市的增温效应。

表 2 各站点的增温值和城市增温效应 (/21a)

	气温变率求算值比较			后期与前期温差比较		
	干季	雨季	年	干季	雨季	年
景洪站室内气温	0.62	0.25	0.43	0.35	0.20	0.27
景洪站气温	1.15	0.65	0.90	0.64	0.52	0.58
热作所站气温	0.47	0.23	0.35	0.13	0.20	0.17
景洪站室内气温与热作所站	0.15	0.02	0.08	0.22	0.00	0.10
景洪站气温与热作所站	0.68	0.42	0.55	0.42	0.32	0.41

3.2.2 城市增温效应的逐年变化

进一步探讨城市增温效应的逐年变化。为了消除全球增暖趋势的影响,将景洪站平均气温、平均室内气温减去热作所站平均气温,然后用 1976~1980 年 5 年的平均值为前期基准值,求算各年与基准值的差,得出景洪城市扩大对景洪站平均气温、平均室内气温影响(城市增温效应)的逐年变化(图 2)。

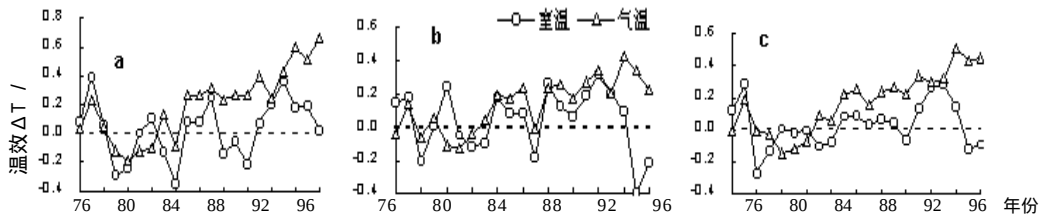


图 2 景洪城市增温效应的变化 a. 干季; b. 雨季; c. 年。

在 1980 年代中期前,由于城市发展较缓,城市增温效应对当时处于郊外的景洪气象站几乎没有影响(差值趋于零),从 1980 年代中期开始,伴随城区面积扩大,城市增温效应开始对景洪气象站产生影响,平均气温效应显著,而平均室内气温影响较小。

在干季景洪地区平均气温的城市效应较为显著(图 2a),增温幅度在 0.4~0.7 范围内;雨季景洪的城市增温效应较弱;干、雨季的综合作用,令年平均气温的城市增温效应介于干季和雨季之间。

由以上分析可知,在热带地区,城市化对平均温度的影响程度大于平均室内气温;城市增温效应强度则是干季大于雨季。

3.3 城市增温效应与城市发展的关系

为了探讨城市增温效应与城市发展的关系,选取了代表城市发展标志的城市人口为指标,分别求算城市增温效应(ΔT)与城市人口(R)的回归关系式($\Delta T=b_1R+b_0$)(图 3),回归系数见表 3。可见,不论是干季还是雨季,城市增温效应与城市人口均有较好的正相关关系(均通过 0.05 显著性水平),显示了随着城市人口增加,城市增温效应

也增强。干季影响较大,城市人口对平均室外气温的影响率(b_1)为 0.1129 /万人,为雨季(0.0569 /万人)的 1 倍,而年均温差的影响值为 0.0849 /万人。

由于室内平均气温的城市增温效应不明显,所以与城市人口的关系也未达显著性标准。从趋势上看,干季城市人口增加,室内平均气温的增温效应有增大的趋势;而雨季,随城市人口增加,平均室内气温的增温效应基本没有变化。

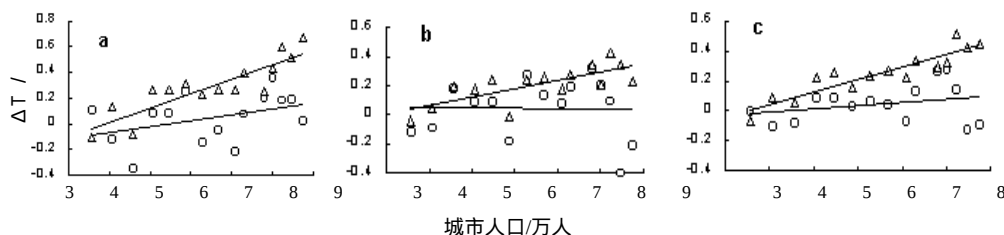


图3 景洪城市效应与城市人口关系 a. 干季; b. 雨季; c. 年。

表3 城市增温效应与城市人口的回归关系式系数

	气温			室温		
	b_1	b_0	r	b_1	b_0	r
干季	0.1129	-0.439	0.873*	0.0471	-0.261	0.412
雨季	0.0569	-0.161	0.735*	-0.002	0.058	0.020
年	0.0849	-0.300	0.914*	0.0214	-0.097	0.279

* 通过 $r_{0.05}$ 显著性水平。

4 结 论

利用受城市发展影响的景洪气象站室内外气温资料,通过与受城市发展影响较小的热作所气象站气温资料的对比分析可以发现,与亚热带地区(昆明)和温带地区(北京朝阳)不同,热带地区室内气温受城市的影响小于室外气温,这可能与热带地区城市的房屋通风状况较好有关。而干季的增温效应大于雨季的基本特征与昆明和北京朝阳相一致,说明在晴好天气较多时城市增温效应明显。

(1) 景洪地区由于城市化导致的城市增温效应所引起平均室内气温变率为:干季 0.0269 /a, 雨季 0.0206 /a, 年 0.0117 /a; 平均气温的变率为:干季 0.0546 /a, 雨季 0.0428 /a, 年 0.0311 /a。年平均气温的增温变率比美国西南部几个城市的研究结果(0.024~0.038 /a)略高;与日本各大城市 1949 年后的年均气温增温率(0.025~0.069 /a)的研究结果相近。

(2) 景洪地区由于城市化导致的城市增温效应对平均气温的影响程度大于室内平均温度,城市增温效应强度则是干季大于雨季。

(3) 不论是干季还是雨季,城市增温效应与城市人口均有较好的正相关关系,显示了随着城市人口增加,城市气温增温效应也增强。

参 考 文 献：

- [1] 周淑贞, 束 炯. 城市气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1994. 244 - 334.
- [2] 周淑贞. 上海近数十年城市发展对气候的影响[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1990, 4(4): 64-73.
- [3] 周淑贞. 上海城市发展对气温的影响[J]. 地理学报, 1983, 38: 397-405.
- [4] 陈沈斌, 潘莉卿. 城市化对平均气温的影响[J]. 地理学报, 1997, 52: 27-36.
- [5] 北京市气象局气候资料室. 北京城市气候[M]. 北京: 气象出版社, 1992. 110-120.
- [6] 葛向东, 赵咏梅. 城市化对上海的增温效应[J]. 云南地理环境研究, 1999, 11(1): 44-50.
- [7] 刘文杰, 李红梅. 景洪市城市发展对城市气候的影响[J]. 气象, 1997, 23(3): 38-41.
- [8] L. 巴赫基. 房间的热微气候[M]. 傅忠诚, 等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985. 218-280.
- [9] B. 吉沃尼. 人·气候·建筑[M]. 陈士麟译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982. 189-220.
- [10] 陈启高. 建筑热物理基础[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1991. 1-40.
- [11] 张一平, 彭贵芬, 李佑荣, 等. 低纬高原地区城市化对室内外气温的影响研究[J]. 高原气象, 2001, 20: 311-317.
- [12] 张一平, 张德山, 李佑荣, 等. 城市化对北京室内外气温影响的研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 17: 345-350.
- [13] 中国统计局. 中国城市统计年鉴(1993~1994)[Z]. 北京: 中国统计出版社, 1995: 78.
- [14] 景洪统计局. 景洪统计年鉴(1998)[Z]. 景洪统计局印, 1998. 360.
- [15] CAYAN D R, DOUGLAS A V. Urban influences on surface temperature in the Southwestern United States during recent decades[J]. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 1984, 23: 1520-1530.
- [16] 荒川秀俊, 相马清二, 缙敬一郎, 等. 日本大城市的气温和湿度的年际变化[J]. 天气, 1970, 17: 239-241.

STUDY ABOUT URBANIZATION EFFECT ON THE INDOOR AND OUTDOOR AIR TEMPERATURE OF CITY ON TROPICAL AREA

ZHANG Yi-ping, HE Yun-ling, MA You-xin, LIU Yu-hong,
LI You-rong, DOU Jun-xia, GUO Ping

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, Kunming 650223 China)

Abstract : Making use of the indoor and outdoor temperature data obtained by Jinhong station (located at urban area) and the data furnished by the station of Tropical Botanical Institute which has not been effected by urban development, the influences of tropical urbanization on air temperature of indoor and outdoor are discussed. The main results obtained in this paper are summarized as follows: development of Jinhong's urban area leads to increasing of indoor and outdoor air temperature, in addition, the intensity of temperature increasing in dry season is larger than that in rainy season; It is different in the Kunming station (a city of subtropical zone) or the Chaoyang station in Beijing (located at temperate zone) that the increasing of indoor air temperature is lower than that of outdoor. The results mentioned above can supply a scientific basis to the study of the effects of urbanization on city climate, and can also be used as a reference for studying the city planning and architectural design.

Key words: urbanization; urban climate; indoor air temperature; air temperature