

文章编号: 1000-0534(2001)03-0311-07

低纬高原地区城市化对室内外气温的影响研究

张一平¹, 彭贵芬², 李佑荣¹,
刘玉洪¹, 马友鑫¹, 王进欣¹.

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 昆明市气象局, 云南 昆明 650034)

摘 要: 以低纬高原城市昆明市为研究对象, 利用由于城市扩大而受到影响的昆明气象站室内外气温资料和未受城市影响的太华山气象站气温资料, 以及城市建成区面积和城市人口资料, 通过比较分析, 得出以下结果: 昆明地区受全球气候变暖影响年平均气温约升高 $0.5^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 由于城市面积扩大导致昆明的室内外气温均升高, 其中室内气温升高幅度大于室外气温, 干季大于雨季; 不论是干季还是雨季, 城市增温效应与城市建成区面积、城市人口均有较好的相关关系。城市建成区面积增加对平均气温的影响较大; 而城市人口增加对平均室内气温的影响较大。城市建成区面积每增加 1 km^2 , 年平均室内气温将升高 0.0054°C ; 年平均气温升高 0.012°C 。而城市人口增加 1 万人, 年平均室内气温升高 0.0259°C ; 年平均气温升高 0.0098°C 。以上结果有助于深入探讨城市化对城市气候的影响机制, 为城市建筑的规划、设计提供一定的参考依据。

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 目的和意义

城市区域由于表面的大部分已由植被变为由混凝土或沥青构成的不透水的道路面和屋顶面, 受不透水下垫面的独特热力特性的影响, 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, 已对生活在城市中的人们产生了影响。

城市气候的研究多集中于亚热带到温带的中高纬度地区的发达国家, 低纬热带及发展中国家的研究很少^[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”(TUCE) (Tropical Urban Climate Experiment)。在我国的城市气候研究中, 利用长期观测资料对城市化导致的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], 而西部高原地区的研究较少, 仅在兰州和呼和浩特有研究^[7, 8], 昆明地区仅用短期观测对城市内外的气候差异进行了探讨^[9~11]。

另一方面, 城市中人们建造建筑物的目的之一就是为了更好地生活, 其中室内的气温状况乃是衡量居住环境好坏的指标之一。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^[12~14], 但是探讨伴随着城市的发展, 对房屋内气温长期变化的研究尚不多见。

本文以低纬高原城市昆明市为例, 利用受城市化影响较大的昆明气象站的室内、外气温和处于森林公园中的太华山气象站的气温资料以及昆明市城市建成区面积和城市人口资料, 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, 及其与太华山气象站的差异(城市增温效应); 并分析了城市增温效应与城市建成区面积和城市人口的关系。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; 还可为城市建筑的规划、设计等提供一定参考依据。

2 研究方法

2.1 研究区域概况

昆明市纬度低, 海拔高(1892 m)。属于低纬

收稿日期: 2000-01-27; 改回日期: 2000-04-23

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, 云南昆明人, 博士, 研究员, 主要从事生态气候(城市气候、森林气候、农业气象)的研究,

E-mail: yipingzh@xtbg.ac.cn

高海拔地区。昆明市的城市建成区面积 1959 年为 48.6 km^2 ^[15], 1980 年为 70 km^2 ^[15], 在 10 年动乱之后, 1980—1988 年(图 1)为昆明城市建设发展较快时期之一, 城市建成区面积有较大变化; 其次是 1995 年后昆明城市的发展更加迅速, 城市建成区面积迅速增加, 1998 年达 132 km^2 ^[16], 比 1980 年增加了近 1 倍。并且, 80 年代后, 建筑物的结构、高度也发生很大变化, 从 4~ 5 层的楼房逐渐变为 10~ 20 层甚至更高且建筑面积较大的高楼。

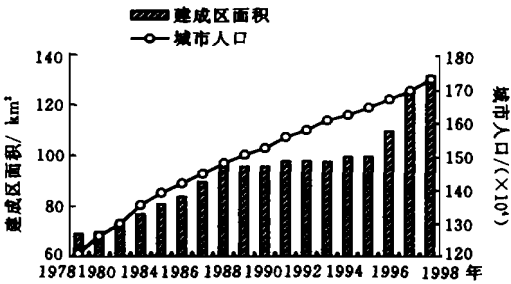


图 1 昆明市城市建成区面积和城市人口的年变化

Fig. 1 Annual variation of urban area and urban population in Kunming city

昆明市区城市人口数量的增加也十分迅猛, 1957 年为 84.54 万人^[15], 1980 年增加到 126.3 万人^[15], 1957—1980 年间城市人口的年均增长率为 1.82 万人/a; 到 1998 年城市人口达 173.06 万人^[16], 已是 1957 年的 2.1 倍; 1980—1998 年期间的城市人口年均增长率为 2.59 万人/a; 为前期 (1957—1980 年) 的 1.42 倍。如果考虑到流动人口, 昆明市的城市人口已突破 200 万人。

2.2 研究地点和使用资料

昆明气象站 ($25^{\circ}01' \text{N}$, $102^{\circ}41' \text{E}$, 189.2 m) 原位于昆明郊外, 四周均是农地, 随着城市面积的扩大, 现已进入城郊接合部, 已被建筑物所包围, 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。太华山气象站 ($24^{\circ}57' \text{N}$, $102^{\circ}37' \text{E}$, 2358 m) 与昆明气象站相距约 6 km, 由于位于郊外森林公园中, 其观测环境基本上没有变化, 加之处于昆明气象站的上风方, 可以作为基准站。

本研究使用的资料为 1968—1998 年昆明气象站的气温、室内气温 (气压表附温) 和太华山气象站的气温 (基准), 以及昆明市城市建成区面积资料。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), 为了消除全球增暖趋势和海拔高度不同的影响, 将昆明站平均气温、平均室内气温减去太华山站平均气温, 然后用 1968—1972 年 5 a 的平均值为前期基准值, 求算各年与基准值的差, 得出昆明城市扩大对昆明站平均气温、平均室内气温的影响。并求算了城市增温效应与城市建成区面积的相关关系。由于昆明地区四季不分明, 而干、雨季差异显著, 所以主要对干季 (11~ 4 月)、雨季 (5~ 10 月) 和年的平均气温变化特征进行分析。

3 结果分析

3.1 气温的年间变化

从图 2 可见, 各站的干季、雨季和年的平均气温的变化均呈上升趋势, 这与全球气温升高的变化趋势相同。但是太华山气象站 (图 2a) 的干季、雨季和年的平均气温的变化较小, 而昆明气象站室内气温 (图 2c) 变化最大。

通过求算平均气温变率 (趋势线斜率, 表 1), 昆明气象站室内干季、雨季、年的平均室内气温变率 ($^{\circ}\text{C}/\text{a}$) 分别为 0.109 0、0.078 4 和 0.093 7, 约为太华山气象站平均气温变率的 6 倍。昆明气象站的平均气温变率分别为 0.058 1、0.037 8 和 0.045 9, 分别为太华山气象站平均气温变率的 3.19 倍、1.21 倍、2.94 倍。其中年平均气温的增温变率比 Cayon 在美国西南部几个城市的研究结果 (0.024~ 0.038 $^{\circ}\text{C}/\text{a}$) 略高^[17], 与荒川秀俊对日本各大城市 1949 年后的年均气温增温率 (0.025~ 0.069 $^{\circ}\text{C}/\text{a}$) 的研究结果^[18] 相近。

表 1 各站点的平均气温变率 ($^{\circ}\text{C}/\text{a}$)

Table 1 Slope of mean air temperature in every station

	干季	雨季	年
昆明站室内气温	0.109 0	0.078 4	0.093 7
昆明站气温	0.058 1	0.037 8	0.045 9
太华山站气温	0.018 2	0.013 1	0.015 6

3.2 城市增温效应

3.2.1 城市平均增温效应

根据表 1 的气温变率可计算出 1968—1998 年 30 a 间的气温增温值 (表 2)。由表 2 可看到, 30 a 间太华山气象站干季、雨季和年的增温幅度分别为 0.55 $^{\circ}\text{C}$ 、0.39 $^{\circ}\text{C}$ 和 0.47 $^{\circ}\text{C}$, 可以认为这是全球气候变暖效应的结果。30 a 间昆明气象站的干季、雨季

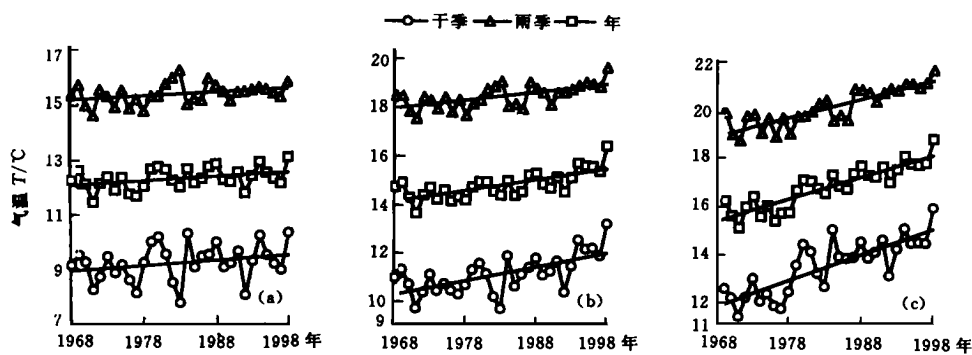


图 2 各站点平均气温逐年变化
(a) 太华山气象站, (b) 昆明气象站, (c) 昆明气象站室内
Fig. 2 Annual variation of mean air temperature in every station. (a) Taihua mountain,
(b) Kunming, (c) indoor in Kunming

和年平均气温的增温幅度分别为 1.74℃、1.13℃和 1.38℃; 而干季、雨季和年的平均室内气温的增温幅度分别为 3.27℃、2.35℃和 2.81℃。增温幅度之大, 令人惊讶。进一步计算由于城市发展导致的增温效应(昆明站与太华山站的增温值差), 30 a 间由于城市化造成的增温幅度, 平均室内气温大于平均气温, 干季大于雨季。平均室内气温的增温值在干季可达 2.72℃, 为平均气温增温值(1.20℃)的 2.3 倍; 雨季略小(1.96℃), 为平均气温(0.74℃)增温值的 2.6 倍。年平均室内气温增温 2.34℃, 年平均气温增温 0.91℃。

表 2 各站点的计算增温值和城市增温效应(℃/30a)			
Table 2 The increment of air temperature and urban effect of air temperature computed by in every station			
	干季	雨季	年
昆明站室内气温	3.27	2.35	2.81
昆明站气温	1.74	1.13	1.38
太华山站气温	0.55	0.39	0.47
昆明站室内气温与太华山站气温差	2.72	1.96	2.34
昆明站气温与太华山站气温差	1.20	0.74	0.91

进一步计算了实测温度的增温值, 即后 5 a (1994—1998 年) 平均气温与前 5 a (1968—1972 年) 平均气温的差值, 以及城市增温值(昆明站与太华山站的实测增温值的差)(表 3)。可见实测值呈现同样规律: 增温值和城市增温效应均是平均室内气温大于平均气温; 干季大于雨季; 仅在数值上略有差异。可以认为表 2 所得结果是可信的。

表 3 各站点的实测增温值(℃)			
Table 3 The increment of air temperature and urban effect of air temperature of actual measurement in every station			
	干季	雨季	年
昆明站室内气温增温值	2.83	1.87	2.35
昆明站气温增温值	1.82	0.93	1.39
太华山站气温增温值	0.66	0.29	0.47
昆明站与太华山站室内气温增温差	2.17	1.58	1.88
昆明站与太华山站气温增温差	1.16	0.64	0.92

值得注意的是用这两种方法计算的太华山站年平均气温的增温值均为 0.47℃/30a, 即可以认为由于全球温暖化影响, 30 a 间昆明地区年平均气温约升高 0.5℃。另外, 干季的温度年变率和增温幅度均较大, 其原因可能是由于昆明地区干季晴天较多, 城市的增温效应较大; 而雨季的阴雨天较多, 减缓了城市的增温效应。

3.2.2 城市增温效应的逐年变化

为了消除全球变暖趋势的影响, 将昆明站平均气温、平均室内气温减去太华山站平均气温, 然后用 1968—1972 年 5 a 的平均值作为前期基准值, 求算各年与基准值的差, 得出昆明城市扩大对昆明站平均气温、平均室内气温影响(城市增温效应)逐年变化(图 3)。

在 60~70 年代, 由于城市发展较缓, 城市增温效应对当时处于郊外的昆明气象站几乎没有影响(差值趋于零), 到了 80 年代初期, 伴随城市化的

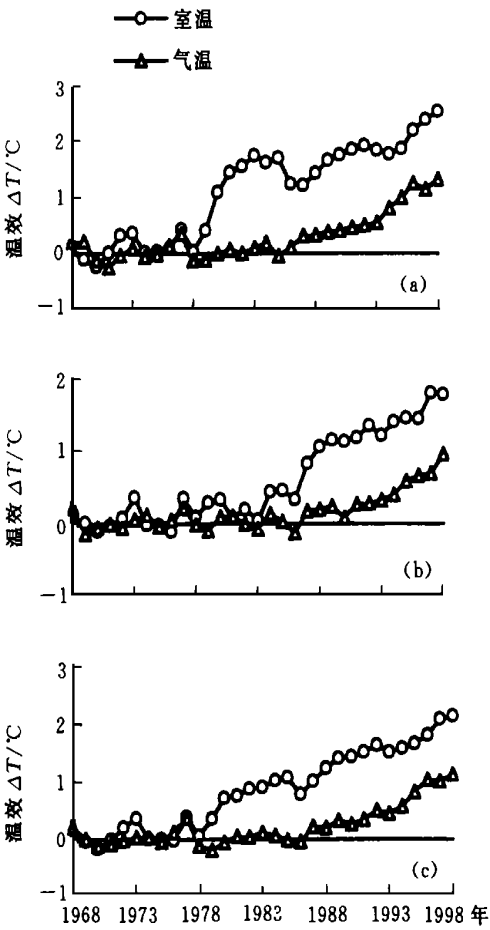


图 3 昆明城市增温效应的逐年变化
(a) 干季, (b) 雨季, (c) 年

Fig. 3 Annual variation of urban effect of air temperature in Kunming city. (a) dry season, (b) rain season, (c) year

进程加快, 城区面积扩大(见图 1), 城市增温效应开始对昆明气象站产生影响。

在干季, 由于昆明地区晴好天气较多, 使得干季平均室内气温的城市效应在 80 年代初即开始显现(图 3a), 并迅速增大, 到 1983 年后变化减缓, 增温幅度在 1.2℃~1.9℃范围; 到 1995 年, 随着城市面积又一次快速扩大(见图 1), 室内气温的城市温效也再次增大, 1998 年达 2.5℃。对于干季平均气温的城市增温效应, 在 80 年代中期才开始呈现, 且增幅也较缓, 到 1994 年后增幅加大, 1998 年达 1.3℃。这是因为 90 年代中期, 随着昆明市城市规模的第二次迅速扩展, 城市区域已接近昆明气象站, 使其进入城市近郊, 处于城市热岛的陡崖(cliff)区域^[19], 导致气温迅速增高。

雨季由于昆明阴雨天较多, 城市增温效应受到减缓, 直到 80 年代后期, 雨季平均室内气温的城市

增温效应才明显出现(图 3b), 但与干季不同, 干季平均室内气温的城市增温效应出现后就呈现不断增大的趋势, 1998 年已达 1.8℃; 而雨季平均气温的城市增温效应到 90 年代初才出现, 其效应小于室内气温, 1998 年达 0.9℃。

由于干、雨季的综合作用, 年平均室内气温的城市增温效应在 80 年代初期出现, 并呈现不断上升趋势, 到 1998 年达 2.1℃; 年平均气温的城市增温效应在 80 年代末期出现, 同样呈现不断上升趋势, 1998 年达 1.1℃。

由以上分析可知, 城市化对室内平均温度的影响程度要大于平均气温, 并且开始产生影响的时间也是平均室内气温早于平均气温。另外, 城市增温效应在干季不论是强度还是开始时间均大于(早于)雨季。

3.3 城市增温效应与城市发展的关系

3.3.1 城市增温效应与城市建成区面积和城市人口的关系

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建成区面积和城市人口为指标, 分别求算了昆明城市增温效应与城市建成区面积, 以及和城市人口的单相关(图 4、图 5)。考虑到城市增温效应在 80 年代初开始影响到昆明站, 所以使用资料为 1978—1998 年。从图 4、图 5 中可见, 不论是干季还是雨季, 城市增温效应与城市建成区面积, 以及和城市人口均有较好的相关关系, 并且均呈现正相关, 显示了随着城市面积扩大, 城市人口增加, 城市增温效应也增强。

3.3.2 城市建成区面积和城市人口对城市增温效应的综合作用

为进一步探讨城市建成区面积和城市人口对城市增温效应的综合作用, 我们计算了城市增温效应(ΔT)与城市建成区面积(S)和城市人口(R)的二元回归关系式

$$\Delta T = b_1 S + b_2 R + b_0,$$

其回归系数见表 4。

可见, 城市建成区面积和城市人口对城市室内外气温增温效应的影响程度是不同的。城市建成区面积增加造成的增温率(b_1), 平均室内气温在 0.0011~0.0097℃/km²之间, 平均气温为 0.0116~0.0131℃/km²之间, 大于平均室内气温的增温率 1 个数量级; 而城市人口增加导致的增温率

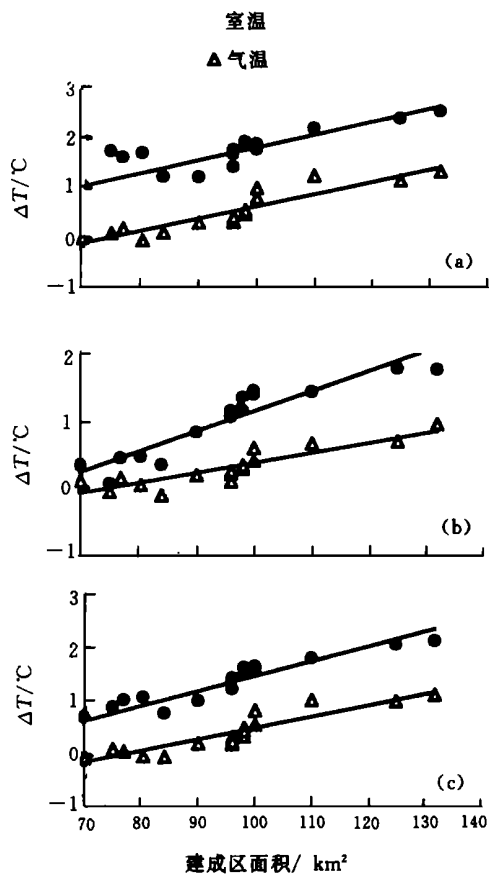


图 4 昆明城市增温效应与建成区面积的相关
(a) 干季, (b) 雨季, (c) 年

Fig. 4 Regression relation of urban effect of air temperature to urban area in Kunming city. (a) dry season, (b) rain season, (c) year

表 4 城市增温效应与城市建成区面积和城市人口的回归关系系数

Table 4 Coefficient of regression relation of urban effect of air temperature to urban area and urban population in Kunming city

		b_1	b_2	b_0	R
干季	室温	0.0011	0.0277	- 2.5846	0.8130*
	气温	0.0116	0.0137	- 2.6716	0.9443*
雨季	室温	0.0097	0.0242	- 3.5840	0.9685*
	气温	0.0131	0.0013	- 1.1416	0.8981*
年	室温	0.0054	0.0259	- 3.0843	0.9602*
	气温	0.0120	0.0098	- 2.2145	0.9368*

* 通过 $F_{0.05}$ 显著性水平的检验

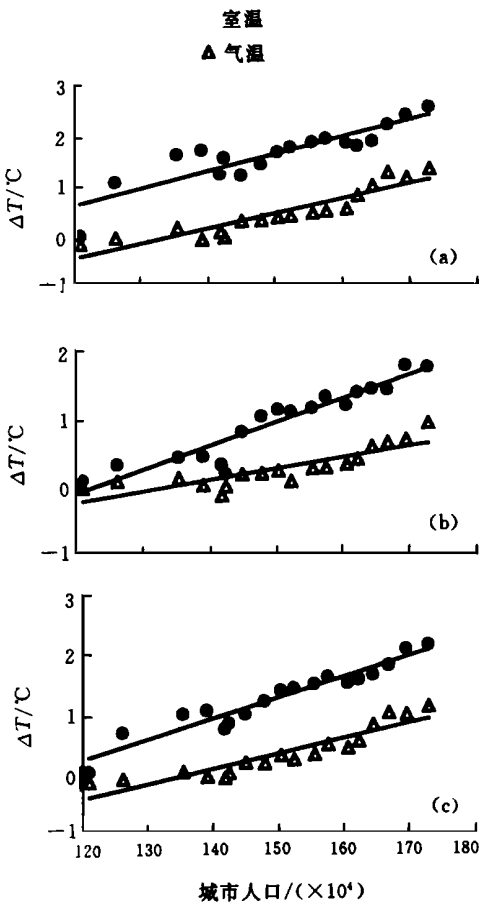


图 5 昆明城市增温效应与城市人口的相关
(a) 干季, (b) 雨季, (c) 年

Fig. 5 Regression relation of urban effect of air temperature to urban population in Kunming city. (a) dry season, (b) rain season, (c) year

小于平均室内气温的增温率 1 个数量级。

干季, 城市建成区面积增加造成的平均室内气温增温率为 $0.0011\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$, 造成的平均气温增温率为 $0.0116\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$, 为平均室内气温的增温幅度的 15 倍; 而城市人口的增温率, 平均室内气温为 $0.0277\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$, 平均气温为 $0.0137\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$, 仅为平均室内气温的 49%。

雨季与干季相比, 城市建成区面积增加导致的平均室内气温的增温率为 $0.0097\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$, 略小于干季; 而平均气温的增温率为 $0.0131\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$, 则略大于干季; 增温率同样是平均气温大于平均室内气温(1.4 倍); 城市人口增加引起的增温效应, 平均室内气温为 $0.0242\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$, 略小于干季; 平均气温为 $0.0013\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$, 小于干季 1 个数量级; 增温率同样是平均气温小于平均室内气温(5.4%)。

从城市化对年平均城市增温效应的影响来看,

(b_2), 平均室内气温在 $0.0242\sim 0.0277\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$ 之间; 平均气温在 $0.0013\sim 0.0137\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$ 之间。

城市建成区面积增加造成的年平均室内气温的增温率为 $0.0054\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$, 而平均气温的增温率为 $0.012\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}^2$; 城市人口增加导致的室内平均气温增温率为 $0.025\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$, 平均气温的增温率为 $0.0098\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{万人}$ 。

由以上分析可以看出, 城市建成区面积增加对平均气温的影响较大; 而城市人口增加对平均室内气温的影响较大。

4 小结

(1) 由于全球温暖化的影响, 昆明地区气温升高值: 年平均气温约 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 干季平均气温为 $0.55\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 雨季平均气温为 $0.39\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$ 。

(2) 昆明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升高值: 干季为 $2.72\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 雨季为 $1.96\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 年为 $2.34\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$; 平均气温升高值: 干季为 $1.20\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 雨季为 $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$, 年为 $0.91\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{a}$ 。

(3) 昆明地区由于城市化导致的城市增温效应对室内平均温度的影响程度要大于平均气温, 并且开始产生影响的时间也是平均室内气温早于平均气温。另外, 城市增温效应在干季不论是强度还是开始时间均大于(早于)雨季。

(4) 不论是干季还是雨季, 城市增温效应与城市建成区面积、城市人口均有较好地相关关系。城市建成区面积的增加对平均气温的影响较大; 而城市人口的增加对平均室内气温的影响较大; 城市建成区面积每增加 1 km^2 , 年平均室内气温将升高 $0.0054\text{ }^{\circ}\text{C}$; 年平均气温升高 $0.012\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。而城市人口增加 1 万人, 年平均室内气温升高 $0.0259\text{ }^{\circ}\text{C}$; 年平均气温升高 $0.0098\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

本研究不仅探讨了城市化对气温的影响, 而且也分析了城市化对室内气温的影响, 此乃是对城市发展与城市气候相互关系研究的一种新尝试。其结果不仅有助于深入探讨城市化对城市气候的影响机制, 还可为城市规划、建筑物设计以及城市节能等方面提供一定的参考依据。

参考文献

- [1] 周淑贞, 束炯编著. 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(4): 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(1): 27- 36
- [5] 北京市气象局气候资料室编著. 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] 白虎志, 张焕儒, 张存洁. 兰州城市发展对局地气候的影响[J]. 高原气象, 1997, 16(4): 410- 416
- [8] 邱瑞琦, 薛起刚. 呼和浩特城市气候特征[J]. 气象, 1997, 23(1): 32- 35
- [9] 张一平, 彭贵芬, 张庆平. 城市区域屋顶与地上的风速和温度特征分析[J]. 地理科学, 1998, 18(1): 45- 52
- [10] 张一平, 彭贵芬, 李玉麟. 低纬高原城市昆明的气候特征[J]. 高原气象, 1997, 16(3): 319- 324
- [11] 黄逸生, 王霞斐, 陈明森等. 昆明城市热岛及大气质量探测报告[R]. 滇池地区生态环境与经济综合考察报告. 昆明: 云南科学技术出版社, 1988. 131- 149
- [12] L. 巴赫基著. 傅忠诚等译. 房间的热微气候[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985. 218- 280
- [13] B. 吉沃尼著. 陈士麟译. 人·气候·建筑[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982. 189- 220
- [14] 陈启高编著. 建筑热物理基础[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1991. 1- 40
- [15] 昆明市规划设计研究院. 昆明市城市规划[Z]. 昆明: 云南人民出版社, 1995. 7- 22
- [16] 云南省统计局编. 云南统计年鉴(1998)[Z]. 北京: 中国统计出版社, 1999. 395- 397
- [17] Cayan D R, A V Douglas. Urban influences on surface temperature in the Southwestern United States during recent decades[J]. Journal of Climate and Applied Meteorology, 1984, 23: 1520- 1530
- [18] 荒川秀俊, 相马清二, 堤敬一郎など. 日本の大都市における気温と湿度の経年変化[J]. 天気, 1970, 17: 239- 241
- [19] Oke T R. Inadvertent modification of the city atmosphere and the prospects for planned urban climate[C]. Proc. Symp. Meteorology Related to Urban and Regional Land Planning, Asheville, N. C., World Meteorology Organization, Geneva, 1976. 151- 175

A Study about Urbanization Effect on the Indoor and Outdoor Air Temperature of City on Low Latitude Plateau

ZHANG Yi ping¹, PENG Gui fen², LI You rong¹
LIU Yi hong¹, MA You xin¹, WANG Jiu xing¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China;

2. Kunming Meteorological Bureau, Kunming 650034, China)

Abstract: The data roots in the observation of air temperature that have been effected by city expansion in Kunming city weather station and that haven't been effected by urbanization in Taihua mountain station. The results indicate that the average air temperature increased 0.5 °C/30a or so due to the global climatic warming; with Kunming city area expanding, the indoor and outdoor air temperature will rises, the range ability of indoor air temperature go beyond outdoor, dry season exceeded rain season. However, whether dry season or rain season, the correlativity between effect of city temperature increasing and urban area and urban population is considerable. Urban area increased has considerable effect on the average air temperature; while urban population increased obviously affects average air temperature of indoor. With urban area increasing 1 km², the annual average indoor air temperature will rise 0.0054 °C, annual average air temperature will rise 0.012 °C. On the other hand, with urban population increasing 10 000, the annual average indoor air temperature will rise 0.0259 °C, the annual average air temperature will rise 0.0098 °C. This result will provide reference for studying fundamentals about urbanization effect on urban climate and city planning.

Key words: Urbanization; Urban climate; Indoor air temperature; Air temperature