

城内外屋顶面附近风·温特征的初步分析^{①*}

张一平

(中国科学院西双版纳热带植物园森林生态室,昆明,650223)

彭贵芬

张庆平

(昆明气象局,昆明,650034) (云南省档案馆,昆明,650032)

提 要

本文以低纬高原城市昆明城区为研究对象,利用城内外屋顶面附近的风·温实测资料,分析了研究较少的,做为城市第二热力面的城市内外屋顶附近的风·温特征、变化规律及其差异,得到了一些有益的结果,可为探讨城市区域内屋顶面对城市气候形成的作用和机制、城市气候的深入研究,以及城市建筑的规划、设计提供依据。

关键词:城市;屋顶面;热岛效应;风速;气温。

分类号:P468

一、引 言

城市形成和发展改变了城市区域的地表面状态,城区的大部分地域的表面已由植被变为不透水的道路面和屋顶面。在现代城市中,随着建筑密度的加大,屋顶面已占城市总表面积的很大比例。由于混凝土或沥青构成的屋顶面受遮蔽较小,昼间基本上都受太阳的照射,形成了独特的热力特性。研究表明:屋顶面高度附近是城市覆盖层和城市边界层的分界面^[1,2];昼间屋顶面附近的气温高于近旁道路上相同高度的气温^[3,4];屋顶面是有别于地表面的,影响城市区域大气的第二热力面^[5]。

城市气候的研究中,热岛效应(城内外气温差)乃是研究最多的内容,但是,对城市第二热力面(屋顶面)的城市气候效应研究则不多见。所以探讨城内外屋顶面的风·温特征及其差异,对研究城市气候形成机制十分重要;并且随着我国人民经济收入的增加,对生活环境舒适的要求也不断增加,空调的使用将逐步扩大;为了节约能源,减少热污染,在城市建筑的规划、设计中将考虑建筑物各表面近旁的热力状况,本研究对此也有重要的意义。

本文以低纬高原城市—昆明市为例,利用干季后期在城内外屋顶上的实测资料,分析了城内外屋顶面附近的风·温特征和变化规律,探讨两地点异同及形成原因。以探讨城市区域屋顶

① 1997年8月26日收到,1997年10月6日收到改稿。

* “国家教委留学回国科研启动基金”、“中国科学院留学经费择优支持回国工作基金”和“中国科学院昆明分院择优支持经费”资助项目。

面对城市气候的形成所作的贡献,并可为其它地区的城市气候研究提供参考。

二、研究方法

1 研究地概况

昆明市地处低纬(25°N,103°E),城建区面积由 1950 年的 7.8Km²^[6],发展到 1994 年的 116Km²^[7],即 44 年来城区扩大大约 15 倍;其次是建筑物不断向大型化,高层化发展,使城区内的日射,风速、粗度及气象要素等发生改变,必然引起城市区域的气候发生变化。

2 观测地点

在位于昆明城区内的云南大学北院的地球科学系教学楼屋顶(3 层楼,屋顶面高度为 12.1 米)和盛行风的上风侧,城西南城郊的昆明气象局办公楼屋顶(2 层楼,屋顶面高度为 8.0 米)各设置一个观测点。两地屋顶面均为混凝土。云大观测点的 3 楼屋顶除西侧由于建筑物的影响,遮蔽度较大(图略),其余各方向遮蔽度均较小(<20°);气象局观测点周围高层建筑物较少,2 楼屋顶遮蔽较小。

3 观测内容

本研究所用资料为:屋顶面附近的风速、气温。气象局屋顶为长期观测,用计算机自动记录;云大屋顶为小气候观测(1996 年 5 月 3 日 9:00 至 5 月 4 日 17:00),使用仪器为轻便三杯风速表和电子温度计,观测方法为每小时 1 次。风速、风向取 1 分钟平均;温·湿度的测定是将温湿度传感器放在通风管内,强制通风,待温·湿度值稳定后,读取三个数据,求平均值;云量用目测。

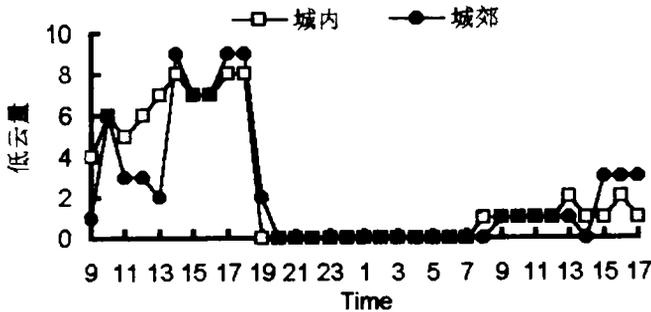


图 1 低云量的时间变化(1996.05.03—04)

Fig. 1 The temporal variation of low cloud amount during 3—4 May 1996

4 观测期间天气状况

从城内外的低云量(图 1)可见,5 月 3 日昼间为多云天,并且午前云量变化较大,由于城市的影响,城内的低云量(4—7 成)多于城郊(1—6 成),与国内外的结果^[8]相似;5 月 3 日 18 时后天气转晴(低云量在 2 成以下),4 日为晴好天气,午后城郊的低云量略多于城内。

三、观测结果

1 风速

从风速的时间变化(图 2a)可看出:与国内外的研究相似^[8],城内外屋顶面附近的风速均是昼间大于夜间;且风速的变化幅度也是昼间较大。城郊气象局屋顶,由于位于盛行风上风侧,加之周围没有高大建筑物的影响,昼、夜风速均大于位于城区内的云大屋顶(图 2b);且差值昼间较大,最大可达 -5.0m/s ;夜间较小。由于风速对热量传输起着重要作用。因此可以认为城内外屋顶面附近的热量传输差异,势必影响到城市气候的形成。

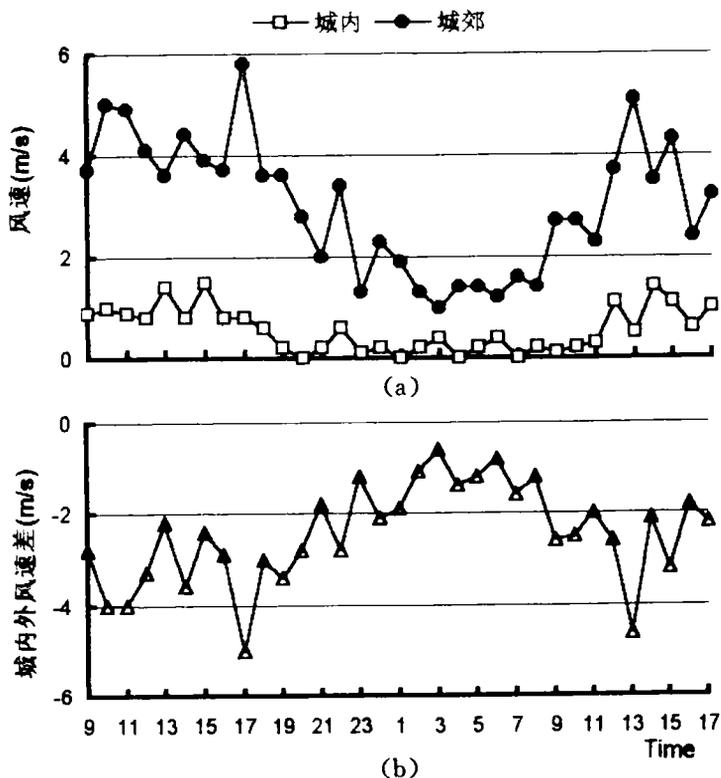


图 2 城内外屋顶上风速的时间变化(1996.05.03—04)

(a)风速的时间变化 (b)风速差的时间变化

Fig. 2 The temporal variation of wind speed over the rooftop in the urban and suburban during 3—4 May 1996

(a)wind speed (b)wind speed difference between urban and suburban

2 气温

由城内外屋顶面附近的气温时间变化(图 3a)可见:城内外屋顶面附近的最低温度均出现在日出前的 7 时,而最高温度均出现在午后;多云天的昼间(3 日)气温比晴天(4 日)低。另外,

晴天城内外屋顶面附近的最低气温相近,而最高气温则是城内高于城郊,即城内屋顶面的气温日较差大于城郊。

屋顶面附近城内外的气温差值如图 3b 所示:在昼间,天空状况对屋顶面附近的城内外气温差值(热岛强度)影响较大:在多云天(3 日),12 时以前,城内低云量在 6 成以下,城郊低云量变化较大时(图 1),城内屋顶上的气温高于城郊,随着城内低云量的增加(>6 成),影响了日射,而城郊(14 时前)低云量仍较少(<4 成),日射较多,加之城内的建筑物高于城郊,造成城内屋顶上的气温低于城郊,在 15 时差异达最大(-1.9℃)。而在晴天(4 日),城内外低云量均较少,日照状况相近时,城内屋顶面附近由于受周围环境的影响,风速小于城郊(图 2),减小了与周围的空气热量交换,平均增温率(1.63℃/h)大于城郊(1.30℃/h),造成城内屋顶上的气温较高;特别在午后由于长时间受日射照射,表面温度较高,所放出的热量更多,气温进一步增高,形成城内外屋顶上的气温较大差异,呈现出城市热岛,14 时热岛内强度达最大值(2.7℃)。该特征与地面附近观测得到的城市热岛强度多出现在日落后的傍晚或夜间的结果^[5,8,9]不尽一致,而与作者在日本广岛观测得到的城内外屋顶面相同高度附近气温的差异(城市边界层下部的热岛强度)的最大值出现在午后 14 时的结果^[5]相同。这显示了屋顶面的热力作用或城市热岛效应有别于地面热岛,同时也显示了城市的屋顶面是有别于地表面的第二热力面这一特征。

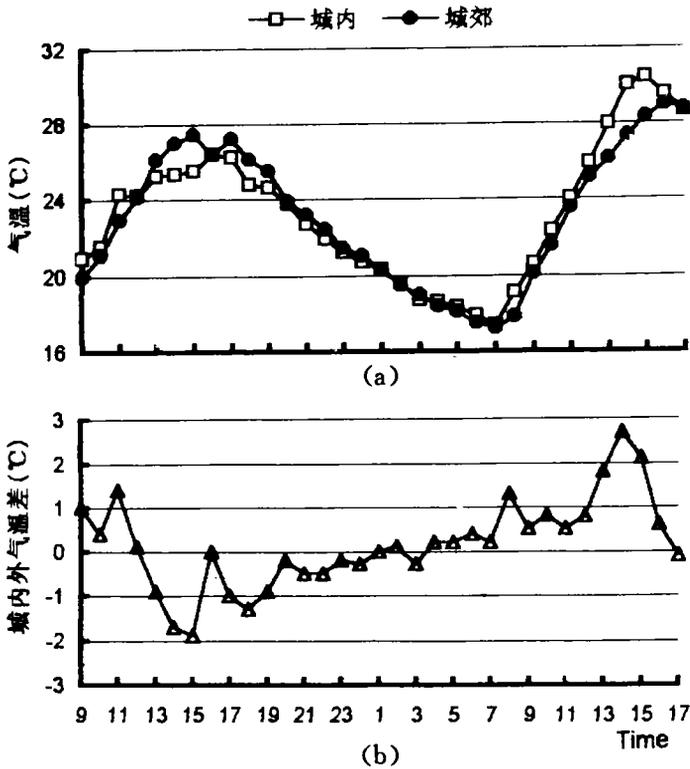


图 3 城内外屋顶上气温的时间变化(1996.05.03—04)

(a)气温时间变化 (b)气温差的时间变化

Fig. 3 As in Fig. 2. except for air temperature

夜间,屋顶上城内外的气温差都较小;日落后,城郊测点周围高大建筑物较少,辐射散失的热量较多,加之风速较大,气温降低较快;而城内屋顶测点周围有较高大的建筑物,减小了辐射放热损耗,且受周围建筑物所放热量的影响,气温降低较缓,形成屋顶上的气温差值由前半夜的负值逐渐变为后半夜的正值。

3 平均状况

分别统计了城内外多云于昼间(3日9时—17时)、晴天昼间(4日9时—17时)、夜间(3日19时—4日7时)屋顶面附近的平均气温和平均风速(图4)。

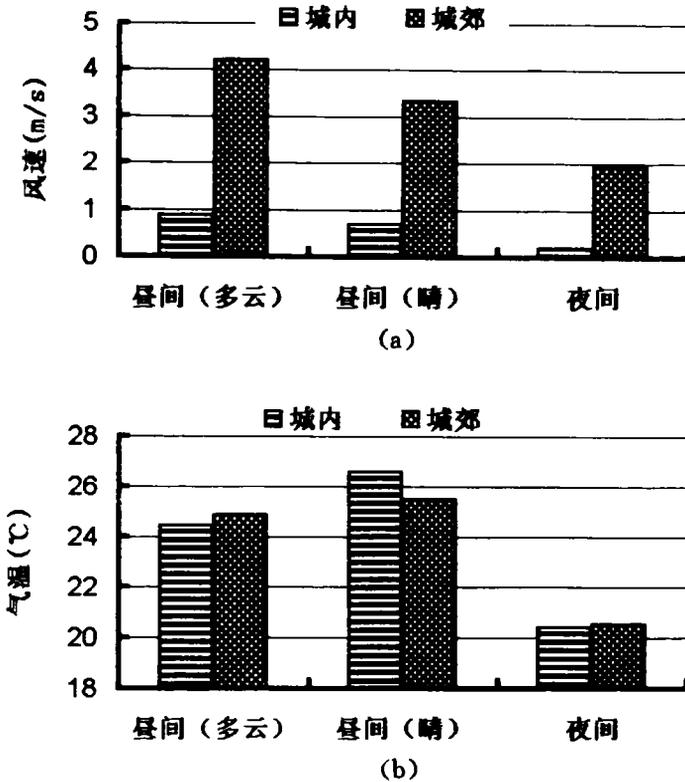


图4 城内外平均风速、气温 1996.05.03—04

(a)风速 (b)气温

Fig. 4 The average wind speed and air temperature over the rooftop in the urban and the suburban during 3—4 May 1996

(a)wind speed (b)air temperature

从图4a可见,由于城郊的屋顶面观测点位于盛行风的上风侧,加之周围高层建筑较少,所以无论是多云天,还是晴天,是昼间还是夜间,城郊屋顶面附近的平均风速均大于城内屋顶面。与国内外地面附近众多的研究结果^[8]相同。

另外,在多云天的昼间(图4b),屋顶面附近的平均气温为城郊略高于城内;而晴天的昼

间,则是城内屋顶面附近的气温高于城郊(呈现城市热岛效应),其差的绝对值比多云天的昼间的差值要大;显示了城内外由于各种因素的影响,其屋顶面附近的气温差异具有其复杂性。夜间屋顶面附近气温的城内外差异很小。

四、结 论

1. 城内屋顶面由于周围环境影响,昼·夜的风速均小于位于盛行风上风侧的城郊屋顶面,其差值昼间较大。这必将引起城内外屋顶面附近热量传输的差异,影响城市气候的形成。

2. 低云量较少或晴好天气的昼间,城内屋顶面附近由于风速较小,不易与周围的空气交换,屋顶表面所放出的热量对空气的加热作用较大,形成城内屋顶面附近的气温高于城郊屋顶面(呈现城市热岛效应),且差异较大。但在低云量较多时,城内屋顶面附近的气温低于城郊;夜间城内外屋顶面附近的气温差异较小。显示了城市区域内屋顶面的热力作用有别于城郊。

3. 晴好天气时屋顶面附近同样存在城市热岛,但其强度和变化规律与地面附近不同,显示了城市区域屋顶面的城市第二热力面特征。

致谢:本研究在观测中得到了云南大学地球科学系琚建华副系主任、罗红明老师和王冰老师的大力支持;另外,地球科学系 96 届天气动力专业的张建忠、张秀琼、张小玲、邓崧、张浩翰等同学不辞辛劳,参加了昼夜小气候观测。在此一并表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- [1]Oke, T. R., The distinction between canopy and boundary layer urban heat island, *Atmosphere*, 1976, 14, 411-437.
- [2]高桥日出男、福岗义隆,都市域における风速の鉛直分布とヒトアイランドの立体构造,理学评论, 1994, 67, 530-550.
- [3]Goward, S. N. The thermal behavior of urban landscapes and urban heat island. *Physical Geography*, 1981, 2, 19-33.
- [4]张一平ほか,都市内外における气象要素の垂直分布の达い,中国・四国の农业气象, 1992, 4, 82-85.
- [5]张一平,都市气候の立体构造に与える屋上面の役割に関する研究(博士论文),广岛大学大学生物圏科学研究科, 1995, 180.
- [6]昆明市规划设计管理处,昆明市城市总体规划说明(1981-2000年), 1982.
- [7]云南省统计局编,云南统计年鉴(1995),中国统计出版社, 1995.
- [8]周淑贞、束炯编著,城市气候学,气象出版社, 1994.
- [9]Oke, T. R. and Maxwell, G. B., Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver, 1975, 9, 191-200.

A PRIMARY ANALYSIS ON THE CHARACTERISTIC OF TEMPERATURE AND WIND OVER THE ROOFTOP BETWEEN THE URBAN AND THE SUBURBAN

Zhang Yiping

*(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden Chinese Academy
of Sciences Division of Forest Ecology, Kunming, 650223)*

Peng Guifen

(Kunming Meteorological Bureau, Kunming, 650034)

Zhang Qingping

(Yunnan Archives, Kunming, 650032)

Abstract

The microclimatic observation was conducted over the rooftop in the urban and in the suburban of Kunming City of P. R. China. The main results obtained in this paper are summarized as follows:

1. The wind speeds over the rooftop in the suburban are larger than in the urban, and the differences are more obvious at daytime.

2. In the urban, at daytime of fine day the air exchange is slow because the wind speeds over the rooftop are smaller than in the suburban. The heats from rooftop surface dissipate to heating air over the rooftop, and the air temperatures over the rooftop in the urban are larger than in the suburban. At noon, the difference is larger (the maximum is 2.7°C at 14:00). At cloudy day and at nighttime, the air temperatures over the rooftop in the urban are lower than in the suburban.

3. At daytime of fine day, the variation of the urban heat island in the rooftop is different from that in the ground. The mechanism responsible for urban heat island as a result of difference between in the rooftop and in the ground is shown.

Key words: city; rooftop, urban heat island; wind speed; temperature.