

# Review on the Influence of the Building Energy Consumption on Urban Micro-Climate

Jin Cui, Zhigang Zhang, Chunmei Guo

Tianjin Chengjian University, Tianjin  
Email: cj\_99318@163.com, zhangzhigang609@126.com, guocm@126.com

Received: Apr. 8<sup>th</sup>, 2013; revised: May 2<sup>nd</sup>, 2013; accepted: May 10<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Jin Cui et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** For the regionally green building construction in the city, the study on urban micro-climate is an indispensable part. Through analyzing the feature of urban micro-climate and the present situation of the domestic and overseas scholar's research on the effect of urban micro-climate to the building energy consumption, a conclusion can be made that it will enhance city structure planning, improve urban micro-climate and reduce building energy consumption level.

**Keywords:** Urban Micro-Climate; Building Energy Consumption

## 城市微气候对建筑能耗的影响概述

崔 晋, 张志刚, 郭春梅

天津城建大学, 天津  
Email: cj\_99318@163.com, zhangzhigang609@126.com, guocm@126.com

收稿日期: 2013年4月8日; 修回日期: 2013年5月2日; 录用日期: 2013年5月10日

**摘 要:** 对于城市区域绿色建筑的营造, 城市微气候的研究是密不可分的一部分。通过分析城市微气候的特征以及国内外学者对城市微气候与建筑能耗影响的研究现状, 得到加强城市结构规划, 改善城市微气候, 降低建筑能耗水平的结论。

**关键词:** 城市微气候; 建筑能耗

### 1. 引言

建筑物能源消耗的大小主要取决于建筑物的空调及采暖负荷, 它包括围护结构的负荷、室内负荷和新风负荷。而影响空调和采暖负荷的因素有: 建筑物围护结构热工特性、建筑物用途及使用情况、气候条件等。其中气候条件对围护结构负荷的影响较大<sup>[1]</sup>。

城市微气候有别于大气候, 它指的是城市下垫面构造特性决定的发生在限于高度为100 m以下的1 km水平范围内近地面处气候与周边环境气候有差异的现象<sup>[2]</sup>, 其受人类活动的影响最为明显。在自然环境

中, 微气候通常出现在水体旁, 该处的气温会较其周边低。而在不少城市内, 大量建筑物的聚集则会形成另一种微气候, 气温会较其周边高, 这种现象常被称作“热岛效应”<sup>[3]</sup>。

如今, “城市热岛”效应正是城市微气候中较显著的热效应, 其对建筑物能耗的影响显而易见。一般说来, 对于以空调为主的中低纬度地区, 城市热岛效应将增加建筑全年能耗, 而对于以采暖能耗为主的高纬度地区, 城市热岛效应有利于降低建筑全年能耗。但是即使对于同一个地区的建筑, 其全年能耗中空调

采暖能耗的比例，也会受到建筑物类型、围护结构、使用情况、空调采暖形式的影响而出现不同。因此热岛效应对于某一地区建筑全年能耗的影响，不能一概而论，仍需具体情况具体分析。

## 2. 城市微气候的特征

持续城市化的发展影响着城市微气候的变化。一般地，城市微气候主要有以下一些特征：周期性变化显著、下垫面结构变化突出、人为影响明显等。

从国内外许多城市的气象观测资料得到，在晴朗天气条件下，城市微气候变化强度大都是早晨、夜晚比较强，比如日本的东京、大阪等城市的“热带夜”现象。此外，城市微气候还呈现季节性及周变化特征，即城市微气候表现为冬季和秋季较强，而夏季和晚春最弱；根据调查，周末为统一的休假日，周末的微气候强度明显降低。

城市下垫面是城市自然地貌和城市人工下垫面的有机融合体。其性质和结构对城市微气候变化有决定性作用。对于城市下垫面来说，蒸发率几近为零的不透水面所占的比率大幅增加，而蒸发率大的自然下垫面比率较小，使得与郊区相比，城市的蒸发量大大减小，蒸发效应减弱，向地表空气输送的显热量多，引起城市空气温度的增加。

在城市中，人们为改善其居住和工作环境，越来越普遍地使用空调和采暖设备。在夏季，尤其在中低纬度地区，空调冷凝热的大量排放造成城市热岛效应，加重了城市高温的出现，城市内气温较周边地区高大约  $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。这些将使空调设备的工作状况恶化，能效比降低，直接影响人类生存环境及城市微气候。

## 3. 城市微气候对建筑能耗影响的国内外研究现状

城市化带来的地表下垫面性质的改变和能源的集中利用排放，造成了城市空气温度不同于周边地区空气温度，城市热岛效应由之而来。在夏季，城市中温室气体、空调冷凝热的大量排放，使城市气温进一步升高，这不但使空调 COP 下降、运行效率降低，还加重了城市的热岛效应，恶化了城市大气环境。因此。为了维持人们舒适的生活环境，就需要更长时间、更大负荷的空调运行，就需要消耗更多的电能，造成恶性循环。可见，对于城市微气候变化带来的一系列

后果中，以受外界气象条件影响较大的建筑物空调采暖能耗最为直接。

国际上对气候与建筑及城市之间关系的研究已有长期历史，数十年来，一些著名大学及科研院所的众多学者进行了大量研究。但总的来看，城市持续化发展与能源的研究较多，而城市微气候对城市建筑能耗角度展开的研究较少。

Yoshiyuki Shimoda 等人研究了 Osaka 城市热岛效应对建筑能耗的影响，得出：该地热岛强度为  $2^{\circ}\text{C}$ ，用电负荷高出周围地区约 20%。相对郊区而言，市区夏季空调能耗增加了 22%，冬季采暖能耗下降了 33%，热水用能减少了 5%，则 Osaka 市区全年能耗较郊区少 6%<sup>[4]</sup>。

近些年来，国外的学者开始关注城市微气候的数值模拟相关研究。其中美国普渡大学 M. H. Halstead 早在 1979 年就运用计算机对城市微气候进行了模拟研究。随后英国剑桥大学建筑系马丁建筑与城市研究中心、悉尼大学建筑与环境学院、新南威尔士大学的可持续建筑环境中心、日本东京大学生产技术研究所也相继对城市形态与城市环境以及城市建筑能耗问题进行了大量模拟实测研究<sup>[5]</sup>。有学者研究得到，一天中温室气体、冷凝热排放引起的温差如表 1<sup>[6]</sup>。

这表明，温室气体对城市微气候的影响很大。若以冬季采暖设计计算温度计算，城市中心室外气温平均高于城市周边远郊的室外气温  $2^{\circ}\text{C}$ ，对于标准设计工况下，冬季室内采暖设计温度  $18^{\circ}\text{C}$ ，采暖能耗就降低近 7%。同样在夏季，空调能耗就增加 7%。

此外，国内研究学者唐鸣放、孟庆林、江亿等人分析了草坪的能量平衡机理以及与环境之间的热湿交换关系，说明了草坪对空气具有降温增湿作用，可以用以对城市微气候进行调节，间接降低建筑物的能源消耗。我国学者还通过研究国内外绿化屋顶方面的有关内容，把绿化屋顶作为一项有效的生态措施。据数据显示，夏季绿化覆盖率每增加 10%，气温降低的理论最高值白天为 2.6%，夜间可达 2.8%，在绿化率

Table 1. Temperature difference caused by the discharging of greenhouse gases and condensation heat  
表 1. 温室气体、冷凝热排放引起的温差

CO <sub>2</sub> 浓度 (g/m <sup>3</sup> )	温室气体引起 的温差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$	冷凝热排 放( $10^{12}$ kJ)	冷凝热排放引起 的温差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$
9.94	9.64	0.59	0.65

达到 50% 的地区, 气温降低可达  $5^{\circ}\text{C}$ <sup>[7]</sup>。这些对改善城市微气候水平, 有效地降低建筑能耗水平均起到积极作用。

西安建筑科技大学杨柳教授使用气候模拟方法预测了 2021~2050 年期间中国主要气候区代表城市的气象数据, 并使用 DOE2 模拟了居住建筑在不同气候区 2 个时期的建筑能耗情况。模拟结果表明, 随着城市内微气候的变暖, 冬季采暖能耗基本都呈现减少趋势, 而空调能耗都呈现增加趋势, 空调能耗增加量明显高于采暖能耗的增加量, 建筑热工总能耗呈增加趋势<sup>[8]</sup>。

风是环境散热的重要因素。风速越大, 散热越快。据研究计算, 风速大的时候“城市热岛”现象自然消失<sup>[9]</sup>。此外水对环境散热具有重要作用。李保峰等人通过计算水体对城市微气候的影响发现, 城市内水体面积的减少对于城市气候会产生较为明显的影响, 造成城市区域内部气温上升, 城市微气候恶化, 热岛现象严重<sup>[10]</sup>。这些研究成果对于邻水城市改善城市热环境, 实现建筑节能具有很好的借鉴价值。

#### 4. 结论

随着城市微气候对建筑能耗影响的日益凸显, 我

们一方面应该加强城市规划, 选择合理的城市结构, 增加绿地面积, 改善城市生态微气候; 另一方面, 应该积极采取有力措施, 提倡节能环保, 低碳出行, 尽量减小热岛强度, 间接降低建筑能源消耗水平。

#### 参考文献 (References)

- [1] 陆亚俊, 马最良, 邹平华. 暖通空调(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2] 刘念雄, 秦佑国. 建筑热环境[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 丁沃沃, 胡友培, 窦平平. 城市形态与城市微气候的关联性研究[J]. 建筑学报, 2012, 7: 16-21.
- [4] Y. Shimoda et al. Residential end use energy simulation at city scale. *Building & Environment*, 2004, 39(8): 959-967.
- [5] 孟庆林, 李琼. 城市微气候国际(地区)合作研究的进展与展望[J]. 南方建筑, 2010, 1: 4-7.
- [6] 王慧想, 张伟捷. 建筑空调能耗与城市热岛效应[J]. 河北建筑科技学院学报, 2004, 1: 23-27.
- [7] 杨真静, 唐鸣放. 绿化屋顶技术研究综述与探讨[J]. 新建筑, 2012, 4.
- [8] 刘大龙, 刘加平, 杨柳, 张卫华. 气候变化下建筑能耗模拟气象数据研究[J]. 土木建筑与环境工程, 2012, 34(2): 110-114.
- [9] 高云飞, 孟庆林, 赵立华, 金玲. 建筑群布局与自然通风关系的探讨[A]. 全国暖通空调制冷 2004 年学术年会资料摘要集[C], 2004.
- [10] 陈宏, 李保峰, 周雪帆. 水体与城市微气候调节作用研究[J]. 建设科技, 2011, 22: 35-37.