

城市热岛强度订正与供热量预报^①

陈正洪¹ 胡江林¹ 张德山² 王保民³

汤庆国³ 王志斌¹ 杨宏青¹

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所 430074; 2. 北京市专业气象台;

3. 北京市热力集团公司)

提 要

利用公主坟自动气象站(供热区)和北京市观象台(郊区)间 1997~2001 年 4 个冬季逐月(11 月~3 月)逐日 4 次气温差值,研究了城市热岛变化特征,结合其他研究提出了北京市各供热区城市热岛强度订正原则和初步结果。对北京市 2001~2002 年采暖季的室内外气象-热力试验数据进行科学分析,求出不同环境温度条件下单位面积供热量模式,按此模式运行则存在较大节能空间。

关键词: 城市热岛强度 单位面积供热量 模式 节能

引 言

为保证室内温度维持在人体舒适范围(18℃左右),集中供热系统中所需提供的单位面积供热量(热负荷)主要决定于房屋的结构和室外气象条件,前者对大片建筑可考虑为常量,而气象条件时刻变化,如温度、风速、湿度、辐射、城市热岛效应等,只有充分考虑这些变化,才能准确预测热负荷,如知道供热面积,通过控制流量、回水温度等参数,就可预知供水温度,为实时合理的供热调度提供科学依据^[1~5]。

1 资料与方法

利用公主坟自动气象站(供热区)和北京市观象台(郊区)1997~2001 年 4 个采暖期逐月(11 月~3 月)逐日、逐时次(02、08、14、20 时)气温值,分别统计城市热岛强度。课题组于 2000 年 11 月至 2001 年 3 月,在定慧寺小区和西便门小区居民家中(有南房、北房、顶楼、底楼等有代表性的观测点共 6 个)的气温每两小时一次进行了记录。热力部门则提供了同期每两小时一次的热力参数,包

括供热面积、流量、供水温度、回水温度等。根据这些数据,建立了利用气温、风速、天气状况、区位等预报节能温度和单位面积供热量的模式。室外气温、风速来自同期公主坟自动气象站,天气状况来自北京市观象台。

2 北京市供热期城市热岛强度的推算

2.1 城市热岛强度的定义

研究表明,城市气温往往比城郊或乡村气温高,平均高出 1~3℃,在有的地方或有利时段或天气,可高出 5~6℃,甚至 10℃以上,这就是众所周知的“城市热岛效应”^[6~10]。北京城市热岛强度呈逐年代增加趋势;强度在不同地段有差异,一般地,中心城区最强,从市中心向郊区逐步递减, ΔT 等值线形状与城市建筑物的布局形式大体吻合;全年中以冬季热岛强度最大;夜间热岛强度比白天强很多。这既是普遍规律,又与北京供热或供暖在夜间最强有关,午间有时会出现负值即城区比郊区或乡村低,被称之为“冷岛”。

气象台气温预报往往是郊区气象站的温

^① 北京市科委重点课题“气象条件及预报在北京集中供热节能方面的研究”资助

度,而供热对象在城区,由于供热调度对温度变化十分敏感,哪怕 1℃ 误差将对供热参数产生重大影响。因此必须对其进行订正。

北京市各供热辖区或小区环境气温订正公式为:

$$T = T_{\text{测}} + \Delta T \quad (1)$$

式中 ΔT 为城市热岛效应,需分不同地区,分白天和夜间进行订正。

2.2 结果分析

公主坟位于广电部和定慧寺两个供热辖区之间,可以代表两地的室外环境温度的平均情况。表 1 给出了公主坟自动气象站(供热区)和北京市观象台(郊区)间温度差,即公主坟附近城市热岛强度。表 1 结果表明:(1)热岛强度初寒-严寒期高,11月~2月4个月几乎相当,末寒期(3月份)明显较低。(2)夜间强而稳定,1~2月从 20 时一直到 08 时基本稳定在 2℃ 以上;白天弱,只相当于夜间的一半,约 1℃ 左右;3 月份有时不存在热岛效应。(3)逐日差异显著,最大可达 10℃ 以上,有时为负值(3 月较多),可预报性差(表中未列)。

表 1 公主坟自动气象站(供热区)和北京市观象台(郊区)温度差(℃)(1997~2001 年冬季)

月份	ΔT_{02}	ΔT_{08}	ΔT_{14}	ΔT_{20}	$\Delta \bar{T}$	$\Delta T_{\text{夜}}$	$\Delta T_{\text{昼}}$
11 月	2.22	1.91	0.17	2.22	1.64	2.14	1.12
12 月	2.41	2.48	0.085	2	1.75	2.33	1.11
1 月	2.21	2.48	0.21	1.73	1.66	2.16	1.16
2 月	2.52	2.23	0.088	1.78	1.65	2.27	1.05
3 月	1.44	0.78	-0.43	1.08	0.71	1.18	0.25

* $\Delta T_{\text{夜}} = [\Delta T_{02} + (\Delta T_{08} + \Delta T_{20})/2]/2$, $\Delta T_{\text{昼}} = [\Delta T_{14} + (\Delta T_{08} + \Delta T_{20})/2]/2$

2.3 2 个供热小区和 7 个热电厂对应供热区城市热岛订正值

由上分析,提出了 2 个供热小区逐月夜间、白天城市热岛强度订正值(见表 2)。

对其它供热辖区和热电厂的城市热岛强度订正值可利用其它研究成果中图表内插^[6~10],按白天热岛强度值取夜间值一半、3 月热岛强度值为 11 月~2 月值一半等原则取值(见表 3)。

表 2 广电部和定慧寺分月和分时段的城市热岛订正值(℃)

月份	广电部		定慧寺	
	夜间	白天	夜间	白天
11	2	1	1	0.5
12	2	1	1	0.5
1	2	1	1	0.5
2	2	1	1	0.5
3	1	0.5	0.5	0.0

表 3 北京市热力集团公司所辖 7 个热电厂对应供热区分月和时段的城市热岛订正值(℃)

月份	华能、方热、二热			石热、双热			左热、国华		
	夜间	白天	平均	夜间	白天	平均	夜间	白天	平均
11	2	1	1.5	1.5	0.8	1.2	1	0.5	0.8
12	2	1	1.5	1.5	0.8	1.2	1	0.5	0.8
1	2	1	1.5	1.5	0.8	1.2	1	0.5	0.8
2	2	1	1.5	1.5	0.8	1.2	1	0.5	0.8
3	1	1	1.5	1	0.5	0.8	0.5	0	0.3

3 利用环境气温建立单位面积供热量(Q)预报模式

对供热小区,总供热 H_1 与小区流量 L 、供水温度 T_{in} 、回水温度的 T_{out} 关系是^[5]:

$$H_1 = L(T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) \quad (2)$$

假定单位面积保持 1℃ 温差(室内比室外高 1℃)所损失的热量为 q ,则该小区损失的热量 H_2 与面积 S 、室内温度 t_{in} 、室外温度 t_{out} 的关系是

$$H_2 = Sq(t_{\text{in}} - t_{\text{out}}) \quad (3)$$

而保持室内 18℃ 气温所需的单位面积供热量 $Q(\text{W} \cdot \text{m}^{-2})$ 为:

$$Q = q(18 - t_{\text{out}}) \quad (4)$$

根据小区实验资料,给出了室外气温、单位面积供热量 Q 点聚图(见图 1)。该图较好地揭示单位面积供热量随环境气温的变化。对图进行非线性的二次拟合。得到的拟合公式为:

$$Q = -0.0704t_{\text{out}}^2 + 3.7887t_{\text{out}} + 15.039 \quad (5)$$

将实际运行的单位面积供热量(Q)和原理论值及实验值(Q)点绘在同一图可得图 2。

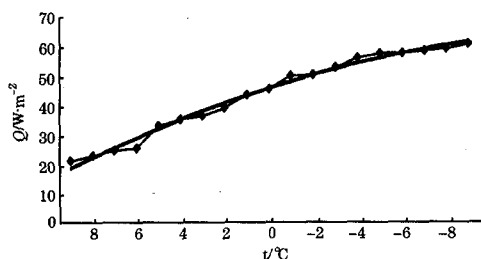


图1 单位面积供热量 Q 随室外气温变化及二次拟合曲线(室内气温 18°C)

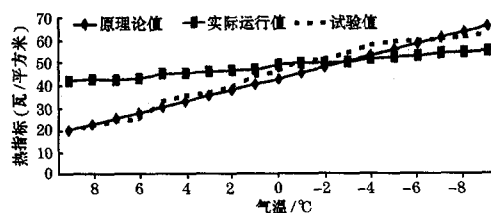


图2 单位面积供热量 Q 随室外气温的变化

研究发现:(1)在实际生产中,当环境温度很低时,供热量略显不足,但当环境温度较高时,供热远大于理论值,环境温度越高,浪费越大;(2)实际需要的供热曲线与理论供热曲线基本一致,说明结果理想;(3)实际和理论的单位面积供热量(曲线)变化范围为 $20 \sim 60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$; (4)该图定量地描绘出目前

供热生产中存在的问题,即环境温度较高时,现行的供热运行方案远大于实际需求,可为将来的供热节能工作提供依据。

参考文献

- 1 张庶,王志远.气象节能技术是节约采暖用能的有效途径.节能,1990,(5):43~45.
- 2 霍秀英,王锋.温度预报在集中供热采暖中的应用.气象,1990,16(2):51~54.
- 3 高昆生,吕晓玲.呼市地区近二十年采暖室外温度参数及城市规划供热指标的分析研究.区域供热,2000,(6):22~26.
- 4 贺平,孙刚.供热工程.北京:中国建筑工业出版社,1998:140~142.
- 5 刘玉梅,王江.采暖期人体舒适度的气象学特征.黑龙江气象,2000,(1):43~44.
- 6 徐祥德,汤绪等编著.城市环境气象学引论.北京:气象出版社,2002.
- 7 张光智,徐祥德,杨元琴等.北京及周边地区城市尺度热岛特征及其演变.应用气象学报,2002,(特刊):43~50.
- 8 杨玉华,徐祥德,翁永辉.北京城市边界层热岛的日变化周期模拟.应用气象学报,2003,14(1):61~68.
- 9 范心忻.北京城市热岛遥感研究的应用与效益.世界导弹与航天,1991,(6):6~11.
- 10 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.气候与环境研究,2000,7(3):345~350.

Correction of Urban "Heat Island" Strength and Forecast of Heat Load

Chen Zhenghong¹ Zhang Deshan² Hu Jianglin¹ Wang baomin³

Tang Qingguo³ Wang Zhibin¹ Yang Hongqing¹

(1. Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074; 2. Beijing Special Meteorological Observatory;

3. Beijing District Heating Group)

Abstract

The properties of urban "heat island" variation in Beijing and the correction role of urban "heat island" strength to every heating district and the preliminary results are given out according to the daily temperature difference between automatic meteorological station in Gongzhufen (representing for heating area) and Beijing Meteorological Station (representing for suburb area) during every heating period (Nov. to Mar.) from 1997 to 2001. Through scientific analysis of meteorological and heating data inside and outside for heating period in 2001—2002, a relation-model between heat load and surrounding temperature are obtained that can be put into use for saving energy greatly.

Key Words: urban heat island strength heat load model energy efficiency