

# 节能温度、供热气象指数及供热参数研究<sup>①</sup>

王保民<sup>1</sup> 张德山<sup>2</sup> 汤庆国<sup>1</sup> 李 迅<sup>2</sup> 孔玉斌<sup>1</sup>  
张姝丽<sup>2</sup> 杨世燕<sup>1</sup> 陈正洪<sup>3</sup> 胡江林<sup>3</sup> 王志斌<sup>3</sup>

(1.北京市热力集团公司,北京 100026;2.北京市专业气象台;  
3.中国气象局武汉暴雨研究所)

## 提 要

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,求出实际条件下不同环境温度、风速、辐射等气象条件下的节能温度,提出了供热气象指数及等级划分标准,推算出总供热量、供回水温度差及通过控制回水温度而知供水温度等供热参数,并已在北京市供热作业中投入应用,为实时供热调度提供了参考依据,是节能、增效、减污的基础。

**关键词:** 节能温度 供热气象指数 供热参数

## 引 言

节能温度和供热气象指数是根据温度、风速、辐射、城市热岛效应等构造而成,具有较强的气象特色和服务能力;预测热负荷后,只要知道供热面积,并通过控制供热流量、回水温度等参数,就可以预知供水温度,为实时合理的供热调度提供科学依据<sup>[1~5]</sup>。

### 1 资料与方法

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、城市区位环境条件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气象台。

### 2 节能温度的研制

由文献[6]可见,  $Q$  值随室外环境温度

( $t$ )变化而显著地变化,因此就可根据室外环境温度变化调整供热量,以保证室内热量平衡和舒适度。室外环境温度包括天气形势变化部分、城市热岛订正,此外根据热平衡理论,还有风、辐射等外界气象因子对居室产生额外散热或加热效应,如太阳辐射则会对向阳的居室围护结构产生明显的加热,而较大的风力会使居室围护结构热量散失加剧或通过门窗渗透带走热量。

辐射和风对供热的影响,可用统计平均表示。先考虑辐射对供热的影响。由于气象观测及预报中都没有这项指标(无法实时得到数据),这里简单地以-1表示雨雪天气,1表示晴天,其它天气用0表示。根据实际供热和计算的平均供热,可得到辐射影响的效果为:

$$T_R = \frac{\sum(H_1 - S_q(t_{in} - t_{out}))}{\sum S_q} \quad (1)$$

把试验期的资料代入上式,得平均的  $T_R$  为 1.293℃。取近似为 1.3℃。

<sup>①</sup> 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

以此类推,考虑不同风速对供热的影响的效果的平均系数为:

$$T_v = \frac{\sum (H_1 - Sq(t_{in} - t_{out}))}{\sum Sqv} \quad (2)$$

这里  $v$  是平均风速,把试验期的资料代入上式,得平均的  $T_v$  为  $0.186^\circ\text{C}$ ,取近似为  $0.2^\circ\text{C}$ 。

此外还应考虑城市热岛效应的影响,于是可得到一个综合以上因子影响的修正温度,称为节能温度

$$T_j = T_{54511} + \Delta T + T_v + T_R \quad (3)$$

式中  $T_{54511}$ :北京市观象台温度; $\Delta T$ :城市热岛强度; $T_v$ :风力对环境温度的修正量 ( $-0.2V$ ,  $V$ —平均风速,  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ );  $T_R$ :辐射对环境温度的修正量(白天晴天  $1.3^\circ\text{C}$ ,雨雪天  $-1.3^\circ\text{C}$ ,夜间则为  $0$ )。

### 3 供热气象指数的研制

表1 供热气象指数(热指标)的等级划分及其指示意义

级别	热指标 $Q_j$		$T_j/^\circ\text{C}$	供热强度	指示意义
	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	$\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}$			
1	<28	<24	>5	最低	可减少或减少单位面积供热量;空间上只需对很少部分建筑供热如宾馆、使馆等;时间上可以间断性供热
2	28~36	24~31	(3,5]	低	逐渐增加供热量和供热地区、时间
3	36~44	31~38	[0,3]	中等	需热量中等,需对供热辖区大部分小区基本上全天供热
4	44~52	38~45	[-4,0)	高	需热量较大,需对供热辖区进行全范围、全天供热
5	>52	>45	<-4	最高	需热量最大,需对供热辖区进行全范围、全天加强供热

注:  $1\text{Kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1} = 1.16\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

## 4 供热参数的推算

### 4.1 总供热量的推算

对某一供热小区或热电厂供热辖区,所需总供热量 = 单位面积供热量 · 供热区面积,即

$$\sum Q = Q_j \cdot S \quad (\text{Gcal}\cdot\text{h}^{-1})$$

式中  $Q_j$ :单位面积供热量 ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  或  $\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ );  $S$ :某一供热辖区的总供热面积 ( $10^4\text{m}^2$ )。

当  $Q_j$  以  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  为单位输入时,

$$\begin{aligned} \sum Q &= Q_j \cdot S \\ &= 8.6 \times 10^{-3} Q_j \cdot S \quad (\text{Gcal}\cdot\text{h}^{-1}) \end{aligned}$$

用  $T_j$  代入单位面积供热量模式就可计算出更加合理的指标:

$$Q_j = F(T_j) \quad (4)$$

由于它充分考虑了多项气候、气象因子的影响,我们称之为供热气象指数,又由于其变化范围一般在  $20\sim 60\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  之间,因此可将其从低到高等间隔划分为5级,间隔  $8\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,并给出每等级的指示意义。由于热力调度部门已习惯于使用  $\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ,我们在表,中同时给出两种单位。

节能温度  $-4.5^\circ\text{C}$  刚好是1、5级临界点,当节能温度  $< -4^\circ\text{C}$  时,需全范围、全天并且加强供热,当节能温度  $> 5^\circ\text{C}$  时,可以只对部分小区、间断性供热,并可减少单位面积供热量。一般地从1级到5级是一个供热量逐渐增加的过程。试验数据表明,在天气转折期(气温的突然升、降),指数及等级则是跳跃式变化。

当  $Q_j$  以  $\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$  为单位输入时,

$$\begin{aligned} \sum Q &= Q_j \cdot S \\ &= 10^{-6} Q_j \cdot S \quad (\text{Gcal}\cdot\text{h}^{-1}) \end{aligned}$$

对城市小区供暖来说,一般  $S$  值在一定时期内是固定不变的,而对供热来说  $S$  值是变化的,特别是在城市的快速发展阶段,  $S$  值增加很快,除了逐年增加外,年内或季节内变化也很大,如用户的增加、不同用户开始和停止使用的早晚、检修等,这个数据由热力调度部门掌握,鉴于其动态变化性和保密性,我们只在供热节能气象预报系统中设有人机对话窗口,每日有调度员输入,如不输入就默认为上一时段或上一日的值。

### 4.2 供回水温度差的推算

供回水温度差的推算要考虑生产实际(即供热辖区面积和流量的变化),由于

$$\sum Q = CV_w \Delta t \quad (W)$$

式中  $C$ : 比热 ( $\text{kcal}(\text{kg} \cdot \text{h} \cdot \text{C})^{-1}$ );  $V_w$ : 供水流量 ( $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$ );  $\Delta t = t_g - t_h$ : 供回水温度差 ( $\text{C}$ ), 而  $t_g$ : 供水温度 ( $\text{C}$ ),  $t_h$ : 回水温度 ( $\text{C}$ )。

当  $Q_j$  以  $W \cdot \text{m}^{-2}$  为单位输入时,

$$\begin{aligned} \Delta t &= \sum Q / (CV_w) \\ &= 8.6Q_j \cdot S / V_w \quad (\text{C}) \end{aligned}$$

当  $Q_j$  以  $\text{Kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  为单位输入时,

$$\begin{aligned} \Delta t &= \sum Q / (CV_w) \\ &= 10Q_j \cdot S / V_w \quad (\text{C}) \end{aligned}$$

通常在一次供回水循环中,回水温度变化范围很窄,确定回水温度就可算出供水温度。

由上可见,总供热量、供回水温度差推算充分考虑了生产实际(即供热小区面积和流量的变化),这是本研究与过去不同的,也是最合理的。

通常设计室内温度控制要比  $18\text{C}$  高,即符合设计环境也不平衡,这是一种建筑设计中的习惯,另外也由于客观环境随机变化引起热稳定波动,使建筑物设计热负荷明显大于实际需要热量造成。根据计算,实际需要热量与设计热负荷比值唐山地区  $Q_j$  为  $0.59 \sim 0.62$ 、北京地区为  $0.6 \sim 0.8$ ,实际运行  $\sum Q$ 、 $\Delta t$  时可大于上述计算值。

#### 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 陈正洪,胡江林,张德山等. 城市热岛强度订正与供热量预报. 气象,2005,31(1):69~71.

## Research on Energy Efficiency Temperature, Heating Meteorological Index and Heating Parameters

Wang baomin<sup>1</sup> Zhang Deshan<sup>2</sup> Tang Qingguo<sup>1</sup> Li Xun<sup>1</sup> Kong Yubin<sup>3</sup>  
Zhang Shuli<sup>2</sup> Yang Shiyan<sup>1</sup> Chen Zhenghong<sup>3</sup> Hu Jianglin<sup>3</sup> Wang Zhibin<sup>3</sup>

(1. Beijing District Heating Group, Beijing 100026; 2. Beijing Special Meteorological Observatory;  
3. Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA)

#### Abstract

Based on meteorological and heating data inside and outside for heating period in 2001—2002, a calculation method of energy efficiency temperature in different meteorological conditions, such as surrounding temperature, wind speed, radiation and so on, is obtained. The heating meteorological index and its dividing standard are given for the first time. Then total heating load, water temperature difference of in to out, even water-in temperature by controlling water-out temperature can be calculated that are put into practice in the meteorological and district heating department, it will be helpful for heating dispatching and become the basis of energy efficiency, benefit augmentation and pollution alleviation.

**Key Words:** energy efficiency temperature heating meteorological index heating index