

# 空调运行模式对住宅建筑采暖空调能耗的影响\*

朱光俊<sup>1</sup>, 张晓亮<sup>2</sup>, 燕 达<sup>2</sup>

(1. 重庆科技学院 冶金与材料工程学院, 重庆 400050; 2. 清华大学 建筑技术科学系, 北京 100084)

**摘要:**采用建筑热环境模拟工具 DeST 对上海地区某一住宅建筑进行模拟计算, 获得了空调运行模式的各因素对住宅采暖空调能耗影响的数量关系, 并得出了在敏感性上, 容忍温度强于空调控制温度, 室内人员作息对耗冷量有一定影响的结论。

**关键词:**住宅建筑; 能耗; 运行模式; 敏感性

**中图分类号:** TU111.19 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7329(2006)05-0119-03

## Effects of Operation Mode of Air Conditioning on Energy Consumption of Heating and Air Conditioning in Residential Buildings

ZHU Guang-jun<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-liang<sup>2</sup>, YAN Da<sup>2</sup>

(1. School of Metallurgical and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 400050, P. R. China; 2. Department of Building Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** By using the building thermal environment simulation Toolkit DeST to simulation calculation of a residential building in Shanghai, the quantitative relationship between the factors of operation mode of air conditioning affecting the energy consumption of heating and air conditioning in residential buildings has been obtained in this paper, moreover, it has come to a conclusion that the tolerable temperature is superior to control temperature of air conditioning in respect of sensitivity and the living mode of indoor personnel has certain effect on the cold energy consumption.

**Keywords:** residential building; energy consumption; operation mode; sensitivity

随着经济的发展,人民生活水平的提高和采暖空调的越来越普及,建筑能耗占总能耗的比例呈逐年上升趋势,采暖空调能耗也越来越高<sup>[1]</sup>。入夏以来,面对高温时期将会出现的“高峰”供电缺口,全国各地相继出台错峰限电方案,并向市民倡议“请把空调温度上调1℃”。为节电,重庆市也倡议市民夏天使用空调时,将空调温度从现有基础上调1℃,行政部门的空调从现有基础上调2℃,保持在27~28℃;冬季希望市民不要把空调温度设定过高。由此可见,空调的温度设定、启停模式对住宅能耗的影响到底有多大,不仅在计算住宅能耗时需要仔细分析,从指导居民的生活方式这个角度,也是需要认真研究的。

通过利用建筑热环境模拟软件 DeST,对上海地区的某一住宅建筑实例进行模拟计算,分析了空调控制温度、容忍温度和室内人员作息对住宅采暖空调能耗的影响。

## 1 建筑模型

以上海地区某住宅为模拟对象,该住宅共8层,一层为商场,2层以上为住宅,一层商场层高为3.6m,住宅层高为2.8m。该住宅有两种户型:三室一厅一厨一卫,建筑面积89.99m<sup>2</sup>;二室一厅一厨一卫,建筑面积69.86m<sup>2</sup>。其建筑围护结构参数如表1。该住宅层的平面图如图1。

表1 建筑围护结构参数

围护结构名称	围护结构类型	传热系数 /W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup>
外墙	混凝土墙+聚苯板外保温	1.5
屋面	加气混凝土保温屋面	0.57
分户墙	混凝土空心砌块	2.75
楼板	钢筋混凝土	3.06
外窗	双层铝合金窗	3.7

\* 收稿日期:2006-04-18

作者简介:朱光俊(1965-),女,重庆云阳人,副教授,硕士,主要从事节能与过程模拟的教学研究。

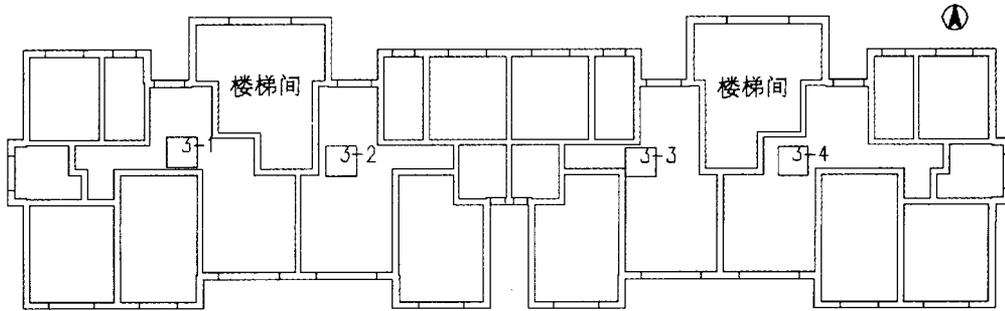


图1 住宅层的平面图

## 2 计算方法

### 2.1 分析思路

根据2003年7月在上海进行的针对室内人员行为模式的调查结果,以及清华大学简毅文博士的研究成果<sup>[2]</sup>,确定一个较能反映上海地区居民实际情况的计算模式,作为标准计算工况,采用DeST计算得出的住宅能耗称为标准工况计算能耗。

改变计算模式中空调控制温度、容忍温度的设定和人员作息时间,对同一建筑进行模拟,可以得到不同的采暖空调能耗,将其与标准工况计算能耗进行比较,就可以分析得出各个空调运行因素对采暖空调能耗的影响。

### 2.2 标准计算工况

1) 内部热扰:人员分主卧室、次卧室、客厅、厨房、洗手间,分别给出其逐时人数;灯光、设备按卧室、客厅、厨房、洗手间给出其逐时平米指标。

2) 空调控制温度设定:18~26℃

3) 容忍温度(开启空调温度)设定:16~29℃

4) 通风模式:换气次数0.5~10次/h(可变通风)

5) 空调开启模式:客厅:工作日18:00-24:00 周末8:00-24:00 开 卧室:工作日22:00-次日7:00 开 周末全开

6) 空调额定能效比取2.3,采暖额定能效比取1.9

7) 厨房、卫生间、楼梯间均不空调。

其中,容忍温度指需要启动空调时房间的温度,空调控制温度指开启空调后房间的控制温度;可变通风指当夏季外温较低时,通过增加通风量而非开启空调来达到降温目的,这反映了居民根据外温情况,通过开关窗自主调节自然通风量的行为。

气象数据采用上海地区标准年的逐时气象数据。

## 3 计算结果及分析

空调运行模式主要包括空调控制温度、容忍温度及室内人员作息因素,这些因素对空调能耗的影响用影响因子来表示:

$$s = (E_s - E_b) / E_b \quad (1)$$

式中: $s$ 为影响因子,%; $E_s$ 为实际工况计算能耗, $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ ; $E_b$ 为标准工况计算能耗, $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。

### 3.1 空调控制温度的影响

在其它工况参数一定时,模拟分析了空调控制温度对采暖空调能耗的影响。空调耗热量影响因子与空调控制温度之间的关系如图2。空调耗冷量影响因子与空调控制温度之间的关系如图3。

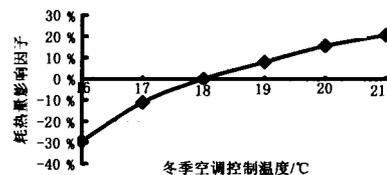


图2 耗热量影响因子与空调控制温度之间的关系

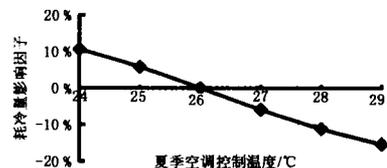


图3 耗冷量影响因子与空调控制温度之间的关系

计算结果表明,冬季降低空调控制温度1℃可降低能耗10%左右;夏季增加空调控制温度1℃可降低能耗5%左右。

这是由于冬季外温一般低于室内温度,主要是单向传热,设定温度越高,室内外温差越大,热损失增大,耗热量增大;夏季设定温度越高,向内传热减少,耗冷量降低。但夏季由于存在双向传热及通风的影响,其影响较冬季小。

### 3.2 容忍温度的影响

在其它工况参数一定时,模拟分析了容忍温度对采暖空调能耗的影响。空调耗热量影响因子与容忍温度之间的关系如图4。

空调耗冷量影响因子与容忍温度之间的关系如图5所示。

计算结果表明,冬季降低容忍温度1℃可降低能耗30%左右;夏季增加容忍温度1℃可降低能耗35%

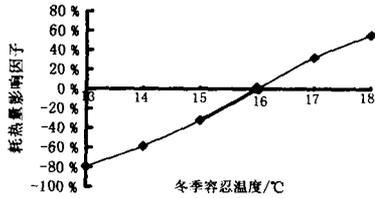


图4 耗热量影响因子与容忍温度之间的关系

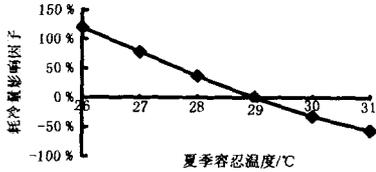


图5 耗冷量影响因子与空调控制温度之间的关系左右。

这是由于冬季容忍温度越低,开启空调时间越短,耗热量降低;夏季容忍温度越高,开启空调时间越短,耗冷量降低。由于提高容忍温度后,会有更长的时间可利用室外通风,会进一步降低制冷负荷,因此其影响较冬季大。

### 3.3 室内人员作息的影响

空调开启时间的长短不仅与容忍温度有关,而且与室内居住人员的作息有关。不同室内人员作息对采暖空调能耗的影响如图6,这里主要针对客厅工作日作息而言。

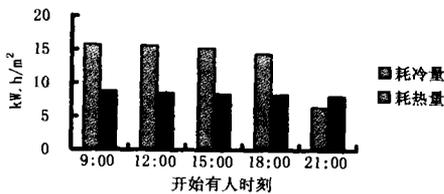


图6 室内人员作息对采暖空调能耗的影响

从图6可以看出,室内人员作息对耗热量影响较小,对耗冷量影响较大,晚上影响更大,主要与外温变化有关。

冬季室内向室外单向传热,室外温度变化较少,室内温度不变时,其耗热量变化较小;夏季上午室外温度相对较低,通过开窗通风可使室内温度低于容忍温度,可不开空调,所以上午9点有人和12点有人对空调耗冷量影响不大;夏季下午室外温度相对较高,室内温度可能高于容忍温度,需开空调,此时无人耗冷量有所降低;晚上9点才有人,耗冷量大大减少,这是由于围护结构的热惯性所致,6点左右出现最大热流。空调耗冷量影响因子与室内人员作息的关系如图7。

计算结果表明,晚上6点以前,即白天少在室内1h,可降低能耗2%左右。

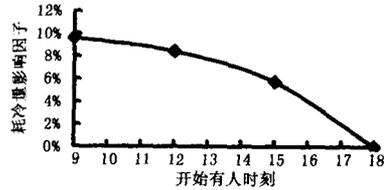


图7 空调耗冷量影响因子与室内人员作息的关系

通过拟合,可总结出空调运行模式对采暖空调能耗影响的定量关系式:

$$E_s = (1 + s_1x_1 + s_2x_2 + s_3x_3)E_b \quad (2)$$

其中: $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$  分别为空调模式的因素; $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$  分别为该因素的能耗影响因子,其关系式如表2。

表2 空调模式的能耗影响因子

空调模式的因素	耗热量影响因子	耗冷量影响因子
控制温度 $x_1/^\circ\text{C}$	$s_1 = -0.0144x_1^2 + 0.6286x_1 - 6.6597$	$s_1 = -0.0537x_1 + 1.3967$
容忍温度 $x_2/^\circ\text{C}$	$s_2 = 0.2802x_2 - 4.4812$	$s_2 = -0.3557x_2 + 10.381$
开始有人时刻 $x_3/\text{点}$		$s_3 = -0.0013x_3^2 + 0.0234x_3 - 0.0131$

从上述分析可知,在空调运行模式的诸因素中,容忍温度对采暖空调能耗的影响最大,空调控制温度次之,室内人员作息相对较小。因此,在敏感性上,容忍温度强于空调控制温度,室内人员作息对耗冷量有一定影响。

## 4 结论

模拟计算结果表明:

1)冬季降低空调的控制温度1℃可降低能耗10%左右;夏季增加空调的控制温度1℃可降低能耗5%左右。

2)冬季降低容忍温度1℃可降低能耗30%左右;夏季增加容忍温度1℃可降低能耗35%左右。

3)室内人员作息对耗热量影响较小,对耗冷量影响较大,晚上影响更大;白天少在室内1h,可降低能耗2%左右。

因此,空调运行模式对住宅建筑采暖空调能耗的敏感性,容忍温度强于空调控制温度,室内人员作息对耗冷量有一定影响。

## 参考文献:

- [1] 罗继铄,范宇翔.住宅建筑的节能问题[J].华中建筑,1998(1):94-97.
- [2] 简毅文.住宅热性能评价方法的研究[D].北京:清华大学,2003.