

# 夏季新风“逐时”冷负荷计算方法的探讨

⑦  
30-34

刘朝贤

1 中国建筑西南设计研究院 成都 610081

TU831.2  
TU831.1

**摘 要** 提出了以日为周期的夏季新风(包括渗透风)“逐时”冷负荷计算方法(简称新风“逐时”冷负荷算法)。按逐时湿球温度和逐时焓值的综合表达式计算出了全国几个主要城市的夏季空调室外空气逐时湿球温度和逐时焓值。最后得出了几点结论。

**关键词** 时变量, 室外空气逐时湿球温度, 室外空气逐时焓值, 湿球温度日变化规律, 新风逐时冷负荷

中图法分类号 TU 831.2

## 1 问题的提出

1) 建筑物夏季空调冷负荷计算方法, 不论哪个流派何种方法, 反应系数法、冷负荷系数法、蓄热系数法、谐波法等等, 其共同点, 就是不仅将建筑物围护结构的传热和日射得热或者叫外热源形成的冷负荷按时变量来计算, 同时也将室内热源(包括人员、照明和设备等)除了二十四小时连续工作且发热量恒定的热源外的得热热量所形成的冷负荷, 都按时变量来考虑。手算中, 以‘计算日’为周期, 在一天 24 小时的时间序列中, 计算出各项的逐时冷负荷, 然后按同一时刻的冷负荷逐项叠加, 取其最大值。这就是空调房间设计计算冷负荷, 其目的还在于确定装机容量。

2) 根据气象台站的资料和许多学者的研究, 表明室外新风湿球温度, 在一年当中, 不仅随季节周期地变化, 而且在一天中, 也是近似于周期性变化的<sup>[1][2][3][4]</sup>。由于空气焓值是湿球温度的单值函数, 因此, 室外新风焓值, 在“计算日”中, 是可以看成近似于周期地变化的。也就是说, 新风冷负荷也是个时变量, 在一天中应该按时间序列计算其冷负荷的逐时值, 才能与其他冷负荷的逐时值叠加。然而, 历来新风焓值都是按常量即按夏季空气调节室外计算湿球温度下相对应的焓值来取值的, 这不仅与新的空调冷负荷计算方法不相匹配, 而且在多数情况下, 增大了空调计算冷负荷。特别是近年来, 新风量标准明显提高, 夏季新风冷负荷所占总冷负荷比例急剧上升, 而引起同仁的注意。

3) 如果把新风负荷作为时变量考虑, 采用新风逐时焓值, 计算新风逐时冷负荷与时间序列中同一时刻出现的其他各项冷负荷叠加, 据初步统计, 在绝大多数情况下, 都可降低空调计算总负荷的 10% 以上。同时, 也能与现代空调冷负荷算法匹配。使计算冷负荷更符合实际。

收稿日期: 1997-08-05

刘朝贤, 男, 1934 年生, 教授级高工

## 2 新风“逐时”冷负荷计算法

室外空气湿球温度,在一年中,除了随季节变化而变化之外,在一天24小时中,也是周期性地近似正弦波变化的<sup>[1][2][3][4][5]</sup>。由于室外空气焓值是湿球温度的单值函数,因此室外空气焓值也是周期性近似正弦波变化的。

新风包括渗透风带入室内的得热量,等于房间的瞬时冷负荷。既不延时,也不会衰减。

作者认为室外空气湿球温度的日变化模型,目前仍应建立在现行规范框架的基础上,具体地说,当地湿球温度日变化曲线的波峰值应等于室外空调设计湿球温度值,即不保证50小时的湿球温度,并与现行负荷计算方法衔接,要能手算。

### 2.1 夏季室外空气湿球温度日变化模型

拟用以下简化公式表示:

$$t_{s,\tau} = (t_s - A) + \frac{2}{S} \frac{B'}{B} (t_w - t_p) \cos(15\tau - 135) \quad (1)$$

式中:  $t_{s,\tau}$ —夏季  $\tau$  时刻室外空气湿球温度,即逐时湿球温度(°C);

$t_s$ —夏季空气调节室外计算湿球温度(°C);

$S$ —修正系数暂取5;

$B$ —标准大气压力,取1013.25 mbar(hPa);

$B'$ —夏季当地大气压力, mbar(hPa);

$t_w$ —夏季空气调节室外计算干球温度(°C);

$t_p$ —夏季空气调节日平均温度(°C);

$\tau$ —计算时刻时(h)以0、1、2、3、……24代入;

$A$ —常数,  $A$  值的取法,  $A = \frac{2}{S} \frac{B'}{B} (t_w - t_p)$  (°C), 式中符号同前,

$t_s$ 、 $B'$ 、 $t_w$ 、 $t_p$  都是现行规范中的数据。

### 2.2 饱和空气含湿量与湿球温度的关系

因为室外空气饱和含湿量是湿球温度的单值函数,可用下式表达<sup>[6]</sup>:

$$d_{B,\tau} = 3.994\ 312\ 9 e^{0.064\ 823\ 6 t_{s,\tau}} \quad (2)$$

式中:  $d_{B,\tau}$ —饱和空气含湿量(g/kg);  $t_{s,\tau}$ —同(1)式。

### 2.3 室外空气焓值的日变化规律

因为室外空气任一时刻的焓值  $I_{w,\tau}$ , 是其相应的湿球温度  $t_{s,\tau}$  的单值函数,同时,根据空气焓值的定义式:

$$I = 1.01t + d/1\ 000(2\ 500 + 1.84t) \quad (3)$$

并将(1)、(2)、(3)式整理后得:

$$\begin{aligned} I_{w,\tau} &= 1.01t_{s,\tau} + d_{B,\tau}/1\ 000(2\ 500 + 1.84t_{s,\tau}) \\ &= 1.01t_{s,\tau} + 3.994\ 312\ 9 e^{0.064\ 823\ 6 t_{s,\tau}} (2.5 + 0.001\ 84t_{s,\tau}) \end{aligned} \quad (4)$$

式中:  $I$ —空气焓值, kJ/kg;  $t$ —空气干球温度, °C;  $d$ —空气含湿量, g/kg;

$I_{w,\tau}$ —计算时刻的室外空气焓值, 或叫逐时计算焓值, kJ/kg;

其他符号含义同前。

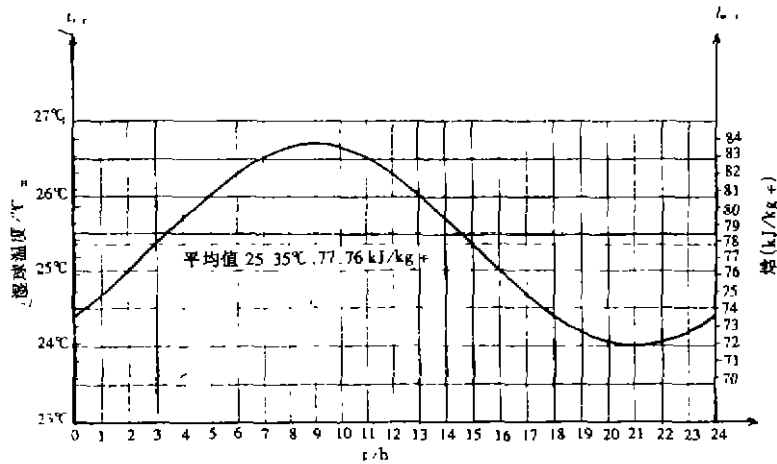
### 3 全国主要城市室外空气夏季“计算日”逐时计算湿球温度值及夏季逐时计算焓值与图形

#### 3.1 室外空气夏季逐时计算湿球温度值及夏季逐时计算焓值

根据以上夏季室外空气湿球温度及焓值‘计算日’变化规律的表达式,用计算机算出了全国各主要城市的数据,按四舍五入取到小数点后两位,现摘录九个城市的的数据于附表。

#### 3.2 室外空气夏季逐时计算湿球温度值及夏季逐时计算焓值的日周期变化图形

根据计算机算得的数据,用 CAD 绘制,现将成都市的图形摘登于下面(附图)。



附图 成都市室外空气湿球温度及焓值日变化曲线

### 4 新风“逐时”冷负荷算法(简称逐时法):

新风“逐时”冷负荷算法

此法是按当地逐时的焓值计算,其夏季新风冷负荷表达式为:

$$Q_r = G(I_{w_r} - I_B) \quad (5)$$

式中:  $Q_r$ —计算时刻  $r$  时的新风冷负荷, kJ/h, 即新风逐时冷负荷;

$G$ —新风量  $\text{kg} +/\text{h}$ ;

$I_{w_r}$ —计算时刻的室外空气焓值,  $\text{kJ}/\text{kg} +$ , 是个逐时变量, 按附表取值;

$I_B$ —室内计算条件下的空气焓值, 是个常量, 夏季可按不变量考虑, 即当地室内干球温度与相对湿度下的焓值,  $\text{kJ}/\text{kg} +$ 。

### 5 结 论

1) 现代空调冷负荷计算方法, 都是以日为周期计算出来的‘逐时’冷负荷。新风焓值本属时变量, 因此新风冷负荷也应应以日为周期计算出逐时新风冷负荷, 与同一时刻的其他各项

附表 全国主要城市夏季室外空气逐时计算湿球温度及逐时计算焓值

城市名称	夏季室外计算湿球温度 $t_{w}$ (°C)	夏季室外计算干球温度 $t_a$ (°C)	夏季平均大气压力 $B$ (kPa)	常数 $A$ (°C)	* 计算干-室外空气逐时计算湿球温度 $t_{w}$ (°C) 逐时计算焓值 $h$ (kJ/kg)																								日较差 $\Delta h$ (kJ/kg)
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 北京	26.4	33.2	998.6	1.81	23.68	24.12	24.56	25.00	25.44	25.88	26.32	26.76	27.20	27.64	28.08	28.52	28.96	29.40	29.84	30.28	30.72	31.16	31.60	32.04	32.48	32.92	33.36	3.62	
2 成都	26.7	31.6	947.7	1.35	24.08	24.12	24.16	24.20	24.24	24.28	24.32	24.36	24.40	24.44	24.48	24.52	24.56	24.60	24.64	24.68	24.72	24.76	24.80	24.84	24.88	24.92	24.96	2.70	
3 重庆	27.3	36.5	973.2	1.34	24.90	25.34	25.78	26.22	26.66	27.10	27.54	27.98	28.42	28.86	29.30	29.74	30.18	30.62	31.06	31.50	31.94	32.38	32.82	33.26	33.70	34.14	34.58	3.08	
4 天津	26.9	33.4	1004.8	1.67	24.40	24.84	25.28	25.72	26.16	26.60	27.04	27.48	27.92	28.36	28.80	29.24	29.68	30.12	30.56	31.00	31.44	31.88	32.32	32.76	33.20	33.64	34.08	3.34	
5 青岛	26.3	35.0	1004.0	1.43	26.16	26.60	27.04	27.48	27.92	28.36	28.80	29.24	29.68	30.12	30.56	31.00	31.44	31.88	32.32	32.76	33.20	33.64	34.08	34.52	34.96	35.40	35.84	2.86	
6 广州	27.7	33.5	1004.5	1.35	25.68	26.12	26.56	27.00	27.44	27.88	28.32	28.76	29.20	29.64	30.08	30.52	30.96	31.40	31.84	32.28	32.72	33.16	33.60	34.04	34.48	34.92	35.36	2.70	
7 西安	26.0	35.2	999.2	1.70	23.45	23.89	24.33	24.77	25.21	25.65	26.09	26.53	26.97	27.41	27.85	28.29	28.73	29.17	29.61	30.05	30.49	30.93	31.37	31.81	32.25	32.69	33.13	3.40	
8 武汉	28.2	35.2	1001.7	1.30	26.25	26.69	27.13	27.57	28.01	28.45	28.89	29.33	29.77	30.21	30.65	31.09	31.53	31.97	32.41	32.85	33.29	33.73	34.17	34.61	35.05	35.49	35.93	2.60	
9 上海	28.2	34.0	1003.3	1.43	26.06	26.50	26.94	27.38	27.82	28.26	28.70	29.14	29.58	30.02	30.46	30.90	31.34	31.78	32.22	32.66	33.10	33.54	33.98	34.42	34.86	35.30	35.74	2.86	
					80.73	82.24	84.02	85.78	87.43	88.91	90.06	90.77	91.02	90.77	90.06	88.91	87.43	85.78	84.02	82.24	80.73	79.38	78.35	77.51	77.13	76.35	75.38	13.51	

冷负荷才能叠加,只有这样才能与新的空调冷负荷计算法匹配。

2) 从附表及附图可以看出,在一天中,新风最大焓值出现的时间为上午九时,最小焓值出现的时间在 21 时。只要建筑物综合最大负荷出现的时间,不与新风焓值最大值出现的时间重合,都可以减少设计计算冷负荷,降低装机容量。室外空气焓值日变化规律为一近似正弦波的曲线。因此,综合最大值出现的时间偏离峰值点(9 时)越远,新风焓值就越小,直到谷点(即 21 点),谷点的新风焓值最小。距谷点(21 时)左右两边的距离越远,新风焓值又逐渐增加,直到峰点。

#### 参 考 文 献

- 1 清华大学等. 空气调节第二版. 北京:中国建筑工业出版社,1986
- 2 何天祺. 空气调节. 高等工程院校试用教材. 重庆:重庆大学出版社,1995
- 3 ASHRAE Handbook, Fundamental, 1981
- 4 吴喜平,周子成. 夏季大气湿球温度分析和计算. 暖通年会论文,1994
- 5 刘朝贤. 夏季湿球温度日变化规律的探讨. 1997
- 6 殷平,龙惟定. 表冷器的计算机模拟研究. 建筑设备学术讨论会上海方面论文汇编,1984

## Study on Per-hour Cooling Load Calculation Method of Fresh Air Ventilation in Summer

*Liu Chaoxian*

(Southwest Architecture Design and Research Institute of China Chengdu 610081)

**Abstract** The article raises a per-hour cooling load calculation method for the day-periodical variation of fresh air in summer. It calculates the per-hour enthalpy and per-hour air-conditioning wet-bulb temperature of outdoor air in summer for some main cities in our country and draws the conclusion.

**Key Words** hour-variation, per-hour wet-bulb temperature of outdoor air, per-hour enthalpy of outdoor air, law of day-variation of wet-bulb temperature, per-hour fresh air cooling load

(编辑:袁 江)