

夏季高温期间空调房间人体舒适度研究

刘惠民

(安徽省气象学校,合肥 230031)

提 要

根据人体舒适度指标,考虑到温度和湿度的关系,研究了长江中下游地区夏季高温期间,没有减湿条件的空调房间的最佳降温幅度,并计算出有降温降湿条件的不同场所的最佳降温降湿幅度。

关键词: 夏季高温 空调房间 人体舒适度

引 言

长江中下游地区是我国夏季的高温高湿地区,该地区除沿海地区高温的平均日数($t_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$)在 10 天以下外,其余地区高温平均日数均在 15~30 天之间。高温期的炎热使人难以忍受。随着科学技术的发展和人们生活水平的不断提高,空调的使用在不断增加。但就目前情况而言,绝大多数民居和公共场所的空调只考虑温度而没有考虑湿度。然而降温必然伴随相对湿度增大,在有些情况下,如果降温太多,引起相对湿度过高,那么反而使人们感到很不舒适。所以选择一个合适的降温幅度,对于空调使用者至关重要。本文根据人体舒适度指标,考虑到温度和湿度的关系,讨论了长江中下游地区夏季高温期间,没有减湿条件的空调房间的最佳降温幅度,并计算出有降温降湿条件的不同场所的最佳降温降湿幅度。

1 没有减湿条件的空调房间的最佳降温幅度

根据理论计算和实验证明,饱和水汽压(E)随温度(t)的升高而增大,而相对湿度(f)与水汽压 e 成正比与饱和水汽压成反比,也即相对湿度大小决定于 e 和 t 的增减,如公式(1)所示:

$$f = \frac{e}{E_0 \cdot 10^{\frac{7.45t}{235+t}}} \quad (1)$$

其中 $E_0 = 6.11\text{hPa}$ 为一定值。

在公式(1)中,温度起着主导作用,因为气温的改变比水汽压的改变既迅速又经常,而 e 与气压有关,对于短时间内 e 是不变的,特别在使用空调降温时,可认为 e 不变。故当 e 一定时,温度与相对湿度成反比,即温度降低时,相对湿度增大,特别在高温期,当温度降低时,相对湿度增大较快。根据公式(1)计算出高温期不同条件、降温幅度不同所对应的相对湿度的变化,可以看出在高温期相对湿度的变化与降温前的温度高低基本无关,只与降温幅度有关。由于本地区夏季平均相对湿度在 70%~85%,因此,可以计算得出在不同的相对湿度条件下,由于降温而引起相对湿度的变化情况列于表 1。

由表 1 可以看出:当降温超过一定幅度时,相对湿度将达到 100%,如果继续降温的话,将产生水汽凝结,使人们感到很不舒适。因此,最佳降温幅度为:对相对湿度为 85%的地区应不超过 3℃;对相对湿度为 80%的地区应不超过 4℃;相对湿度 75%的地区应不超过 5℃;对相对湿度为 70%的地区应不超过 6℃;相对湿度为 65%时,最佳降温幅度

为7℃;而相对湿度在65%以下时,降温幅度可达7℃以上;但由于还要考虑当室内保持一定的舒适气候时,由于人们常常移动和出入房间,因而当室内气温与外界相差过大时,对人的生理来说是不理想的,因此,冷气空调的室温不得与室外的气温相差7℃以上^[1]。故相对湿度在65%以下时,最佳降温幅度为7℃。

表1 降温前后相对湿度(f /%)

降温前 f /%	降温幅度/℃						
f /%	1	2	3	4	5	6	7
85	90	95	99	≥100	≥100	≥100	≥100
80	85	89	94	99	≥100	≥100	≥100
75	79	83	88	93	99	≥100	≥100
70	74	78	83	87	92	97	≥100
65	69	73	77	81	86	90	96
60	64	67	71	75	79	83	88
55	58	61	65	69	73	77	81
50	53	56	59	63	66	70	74

根据上海夏季8月份相对湿度日变化观测资料^[2],可知相对湿度在下午较低,最低约在40%~45%,凌晨较高,最高可达85%。因此在考虑空调房间降温时,白天特别是中午到下午这段时间降温幅度可达7℃,但不得超过7℃,夜间特别是凌晨降温幅度不得超过3~4℃。而各地区可根据温湿预报并按表1来调整室内空调的降温幅度,值得说明的是,这时所讲的最佳降温幅度是相对而言,并不是最舒适的温湿条件。图1为人对温度和湿度的综合感觉^[3],由图1可以看出温度为35℃,相对湿度为85%,当降到32℃时,相对湿度为99%,仍很闷热,即降温并没有达到使人舒适一些的目的。因此,要真正达到一个舒适环境在降温的同时也要考虑减湿。

2 有减湿条件的空调房间的最佳降温幅度

根据美国 E. C. Thom 的不舒适指数的计算公式(室内)^[3]:

$$T_d = 0.72(t + t_w) + 40.6 \quad (2)$$

式(2)中 t 为干球温度(℃), t_w 为湿球温

度(℃)。

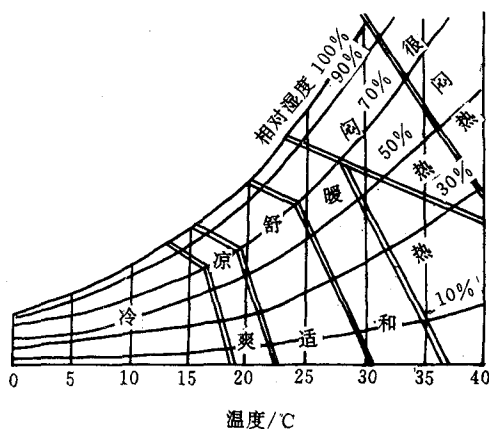


图1 人体对温度和湿度的综合感觉

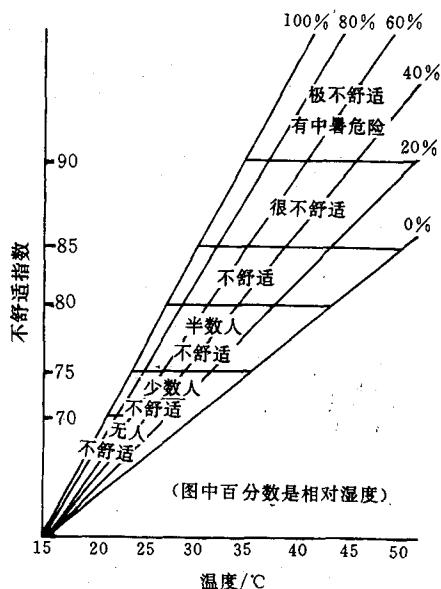


图2 静风条件下的不舒适指数

可以求得静风条件下的不舒适指数与温度、相对湿度的对应关系如图2所示,当不舒

适指数达 70 以上时,有 10% 的人感到不舒适,75 以上时,有半数人感到不舒适,达 80 以上时,所有的人都感到不舒适。但当我们考虑降温达到最舒适环境时,还要考虑降温幅度不得超过 7℃ 的情况。综合考虑上述因素,

确定长江中下游地区在高温期不同温度的降温降湿幅度,并考虑不同场所的特点,给出不同场所较舒适环境的温湿指标,如表 2 所示^[4]。

表 2 空调房间较舒适环境的温湿指标

建筑物类别	高温期降温前温度(℃)													
	34		35		36		37		38		39		40	
	t/℃	f/%	t/℃	f/%	t/℃	f/%	t/℃	f/%	t/℃	f/%	t/℃	f/%	t/℃	f/%
人整日停留场所、居住建筑、办公类建筑、卫生福利建筑	27	65	28	60	29	55	30	50	31	35	32	30	33	20
人短时间停留场所、文化设施、交通、邮电、商业服务	28	60	29	55	30	50	31	35	32	30	33	20	34	10
显热少、潜热多的大型厅堂(大会堂、体育馆)	27	65	28	60	29	55	30	50	31	40	32	35	33	25
显热多、潜热少的建筑(电视演播室、电子计算机房)	27	55	28	50	29	45	30	40	31	35	32	30	33	25

3 讨论

3.1 使用表 2 时要注意高温期间室内温度要比室外低一些,在降温降湿时,室内外温不得超过 7℃。

3.2 由于室内外温差不得超过 7℃ 的条件所限,因而表 2 中的温湿指标达不到最舒适环境,只能是较舒适环境的指标。而如果达到最舒适指标,则降温超过 7℃,那么将会对人体造成更大危害,容易造成“空调病”。

参考文献

- 1 气象手册. 建筑与气象. 贵阳:贵州人民出版社. 1984 年.
- 2 周树贞等编著.《城市气候学导论》. 上海:华东师范大学出版社. 1986 年.
- 3 朱瑞兆. 应用气候手册. 北京:气象出版社. 1991 年.
- 4 胡颜等. 应用气象学. 北京:气象出版社. 1994 年.

Study on Human Body Comfort in Air Conditioned Room during the High Temperature in Summer

Liu Huimin

(Anhui Meteorological School, Hefei 230031)

Abstract

According to the index of human body comfort and considering the relationship between temperature and humidity, the best lowering-range of temperature in air conditioned room without humidity lowered condition was studied, and the best temperature-lowered and humidity-lowered range in various place with temperature lowered and humidity lowered condition was calculated

Key Words: high temperature in summer air conditioned room human body comfort