

现代家庭实用电子电器丛书



家用空调器

陈沛霖 秦慧敏 编
陈汝东 张恩泽

上海科学技术出版社

现代家庭实用电子电器丛书

家用空调器

陈沛霖 秦慧敏 编
陈汝东 张恩泽

上海科学技术出版社

现代家庭实用电子电器丛书

家用空调器

陈沛霖 秦慧敏 编
陈汝东 张恩泽

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷三厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 3.5 字数 84 000

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

印数: 1—4 000

ISBN 7-5323-4718-4/TM·112

定价: 7.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向承印厂联系调换

内 容 提 要

本书除了全面而通俗地介绍了家用空调器的原理、构造、安装、维修和使用方法之外,还专门介绍了变频空调器及空调的模糊控制技术等新内容。读者有了这些基本知识,不论在选购或使用空调器时都能有所依据。对有兴趣深入了解空调技术的读者则可通过本书得到启迪。

《现代家庭实用电子电器丛书》编委会

主编 陆安定

编委 陆安定 杜庆萱 徐玉琦
张宗桐 陈沛霖 宋友廉
章长东 厉存典 周世标
虞崇均

前 言

近年来我国的空调事业取得了十分迅速的发展。目前它不但被广泛应用于工业建筑和公共建筑,而且已经进入普通家庭。随着生活水平的提高,人们需要在家里安装空调器来改善生活和工作条件。在我国沿海地区拥有空调器的家庭已达到相当高的百分比,在全国范围内则有愈来愈多的家庭打算近期内购置空调器。由于市场的需要,家用空调器的生产企业也得到蓬勃的发展,1996年的年产量已达约500万台,我国的家用空调器行业已在世界上处于领先地位。这一地位不仅是从产量上来看,而且还是从质量上来说的。我国的家用空调器生产的技术水平是高的,现在不但能提供普通型的空调器(如窗式及分体式、单冷型及冷热型、壁挂式及吸顶式等),而且已能批量生产高技术水平的空调器(如变频式空调器、模糊控制式空调器等)供应市场。

我们编写本书的目的是为了向读者提供关于家用空调器的基本知识,以便读者正确选购或使用家用空调器。考虑到多数读者不一定了解空调的有关知识,我们在书中简单地介绍了空调的基本原理、家用空调器的构造和家用空调器的种类。对家用空调器的正确选用、安装和使用也作了专门阐述。由于种种原因在家用空调器的使用过程中难免会有这样那样的故障,故本书还介绍了常见的故障及其排除方法。此外,本书除了对普通型的空调器作较为详细的阐述外,还介绍了一些新型家用空调器(如变频式、模糊控制式)的基本原理。近年来较高档次的住宅建筑有一定的发展,其空调方法可采用小型中央空调系统,本书对此也作了专门介绍。

本书由陈沛霖主审,秦慧敏编写第一、六、八章(其中第六章第三节由谭良才编写);陈汝东编写第二、三章;张恩泽编写第四、五、

七、九章。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,故热忱欢迎读者提出改进意见。

编 者

1998 年 1 月

目 录

第一章 空调的原理	1
第一节 空气的性质.....	1
第二节 适宜的室内空气状态.....	8
第三节 空调的基本方法	10
第四节 空调冷热负荷的估算方法	11
第二章 家用空调器的工作原理和种类	15
第一节 家用空调器的工作原理	15
第二节 家用空调器的主要部件	22
第三节 家用空调器的型号和性能指标	30
第三章 家用空调器的选用原则	34
第四章 家用空调器的安装	37
第一节 安装前的准备工作	37
第二节 空调器安装位置的确定	38
第三节 家用空调器的安装方法	41
第五章 家用空调器的使用与保养	44
第一节 防止居室漏热	44
第二节 正确的开机和停机方法	45
第三节 新鲜空气的补充	46
第四节 维护保养	47
第六章 家用空调器的调节和控制	49
第一节 常规的调节和控制方法	49
第二节 变频调速	56
第三节 模糊控制	59
第七章 家用空调器常见故障及排除方法	68

第一章 空调的原理

近年来由于空调应用的日益广泛,它使人们的生活环境和工作条件有了明显的改善。而家用空调的发展尤为迅速,已有众多的家庭使用了空调设备,还有不少家庭正在计划装置空调设备。因此,了解空调的基本知识,正确选用、使用和保养家用空调设备已成为许多人关心的问题。

空气调节是一门维持室内良好热环境条件的技术。所谓热环境条件是指室内空气的温度、湿度、空气流动速度、洁净度和新鲜度等指标。作为适于居室使用的家用空调器就应使上述各种参数部分或全部达到居室环境要求的指标。此外空调器自身引起的噪声也应作为一个重要指标加以控制。

第一节 空气的性质

一、空气的组成

空调的对象是空气。我们日常接触的不论是室内空气或是室外空气,都是含有水蒸气的空气。故严格的说,应该称之为湿空气。湿空气(以下简称空气)是由两个部分组成的,就是干空气和水蒸气。干空气是包含有多种气体的混合气体,其中主要成分是氮(N_2)和氧(O_2)。此外,还有氩(Ar)、二氧化碳(CO_2)、氖(Ne)、氦(He)等10多种微量的气体存在。干空气中各组成成分是比较稳定的,如以体积百分含量表示,氮占78%,氧占21%,其他的所有气体占1%。

空气中水蒸气的含量是不多的,通常只占到千分之几到千分之二十几(指质量百分数)。但是,这样少量的含量却对人类的活

带来很大的影响,也为空调技术带来丰富的内容。

二、空气的状态

空气的状态可由下列参数来表达:

1. 空气的压力

(1) 大气压力 地球表面的空气层在单位面积上所形成的压力,称为大气压力,它的单位以帕(Pa)或千帕(kPa)表示。1平方米平面上受到1牛顿力(N)被表示为1帕(Pa),即

$$1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$$

大气压力不是一个定值,它随着各个地区海拔高度的不同而存在差异,同时还受着季节、天气变化的影响而变化。

所谓标准大气压力,其值为101325Pa。

(2) 水蒸气分压力 所谓气体分压力,就是指混合气体中各组成气体单独占有混合气体容积,并有与混合气体相同的温度时所产生的压力。道尔顿定律指出:混合气体的总压力等于各组成气体的分压力之和。大气既然是由干空气和水蒸气组成的,那末大气压力就应该是水蒸气分压力和干空气分压力之和,即

$$p=p_g+p_q, \quad (1-1)$$

式中 p —— 空气的大气压力(Pa);

p_g —— 干空气的分压力(Pa);

p_q —— 水蒸气的分压力(Pa)。

从气体分子运动的观点来看,气体分子愈多则撞击容器壁的机会愈多,壁面上受到的压力也就愈高,因此水蒸气分压力的大小就反映了水蒸气含量的多少。当空气中水蒸气分压力达到最大值时,该空气就称为饱和空气。饱和空气中的水蒸气分压力就称为饱和水蒸气分压力,它只与大气压力和温度有关。

2. 空气的温度

温度是用来衡量物体的冷热程度的。普通的温度计指示的是摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)。它是把标准大气压下水的冰点定为 0°C ,沸点定在 100°C ,两个定点之间分为100等分,每一个等分就称为 1°C 。

常用来测量室内空气温度的温度计是水银温度计和酒精温度

计,而大多数场合使用的是前者。

3. 空气的湿度

(1) 空气湿度的表达方式 空气的湿度可以用多种方式来表达,最常用的是相对湿度。它是空气中水蒸气分压力与同温度下饱和水蒸气分压力的比值,用百分率表示:

$$RH = \frac{p_q}{p_{q.b}} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 RH —— 相对湿度(%);

p_q —— 水蒸气分压力(Pa);

$p_{q.b}$ —— 同温度下空气的饱和水蒸气分压力(Pa)。

由式(1-2)可知,相对湿度表示空气接近饱和的程度。

一般情况下,用温度和相对湿度就可以大致判断居室热环境条件的舒适程度。相对湿度过大或过小,不论在什么温度条件下人都不会感到舒适。举例说,正常穿着的人在居室内做一点轻微劳动时,在夏季如果处在温度为 25°C 、相对湿度为 60% 的空气环境中是会感到舒适的;但是在同样温度下,若相对湿度提高到 90%,人就会感觉闷热,不舒服。当然影响舒适感的还有其他一些因素,如空气流动速度、人体遭受四周壁面的平均辐射强度等。

(2) 空气含湿量 反映空气湿度的另一个状态参数称空气的含湿量。它表示 1kg 空气中含有水蒸气的质量,其计算公式如下:

$$d = 622 \frac{p_q}{B - p_q}, \quad (1-3)$$

式中 d —— 空气的含湿量(g/kg);

B —— 大气压力(Pa);

p_q —— 水蒸气分压力(Pa)。

前面已经叙述过,对于饱和空气,水蒸气的分压力达到了最大值。此时空气中的水蒸气含量也达到了该温度下的最大值,这种饱和状态下的水蒸气含量称为饱和含湿量。饱和含湿量是随温度下降而减少的。因此在某一温度是饱和状态的空气,使其温度升高,空气就会从饱和变为不饱和;相反,如果未饱和空气,使其温度下

降到某一值时就会变为饱和空气。

从上面提到的两种空气状态(25°C 、60%和 25°C 、90%)来看,其实在1kg干空气中包含的水蒸气量仅相差6g(即0.006kg),但就是这点微量的差别带来的影响却是很大的。

(3) 湿球温度 表示空气湿度的另一个重要参数称湿球温度。由于这个状态参数可以直接测量,所以在空调技术中应用得很多。

取两支相同的温度计,将其中一支的感温包贴附包裹上一层纱布(最好是脱脂纱布),并使其经常处于湿润状态。比较好的做法是:使包裹感温包的纱布自由下垂并让其浸在下方盛水(要用清洁的纯水)的容器中,水面与温包末端间的距离不要大于25mm;在感温包的上方,纱布要高出它至少25mm,以减少温度计棒部纵向导热的影响,要注意的是感温包不能浸在水里。在整个操作过程中不能用手去摸湿球纱布以免它受污染而影响测量的准确度。待纱布浸湿了一段时间,当温度计读数不再有变化时就可以读数了。比较两支温度计的读数可以发现,包了湿纱布的温度计指示值通常是低于另一支不包纱布的温度计的指示值的。前者由湿球温度计得到的读数称湿球温度;后者由干球温度计得到的读数称干球温度。干球温度与湿球温度的差值(简称为干湿球温差)的大小反映了空气的饱和程度。也就是说,对同一干球温度的空气,干湿球温差愈小空气就愈接近饱和。当干湿球温差等于零时空气就达到饱和了,此时湿球温度等于干球温度,相对湿度为100%。换一种说法是,除了处于饱和状态的空气以外,一般空气环境的湿球温度总是小于干球温度的。

空气的湿球温度和干球温度也可用市场有售的干湿球温度计来测量。根据测得的干球温度 $t_g(^{\circ}\text{C})$ 和湿球温度 $t_s(^{\circ}\text{C})$,可以从表1-1查得相对湿度 $\text{RH}(\%)$ 。

市场上销售的空调器,其铭牌上的制冷量和制热量都是在指定的室内外额定工况条件下测得的数值,这一额定工况就是指规定的空气干球温度和湿球温度。我国现行家用空调器制冷量和制热量的额定工况条件见表1-2。

表 1-1 根据空气的干球温度 $t_g(^{\circ}\text{C})$ 和湿球温度 $t_s(^{\circ}\text{C})$
求相对湿度 RH(%)

$t_g(^{\circ}\text{C}) \backslash t_s(^{\circ}\text{C})$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10	53	46	40	34	29	24	20									
11	62	54	47	41	36	31	26	22								
12	71	63	55	49	43	38	33	28	24	21						
13	80	72	64	57	50	45	39	34	30	26	22					
14	90	81	72	65	58	52	46	40	36	32	28	24	21			
15	100	90	81	73	66	59	53	47	42	38	33	29	26	22		
16		100	90	82	74	67	60	54	48	44	39	34	31	27	24	21
17			100	91	82	75	67	61	55	50	45	40	36	32	29	25
18				100	91	83	75	68	62	56	51	46	41	37	34	30
19					100	91	83	76	69	63	57	52	47	42	39	35
20						100	91	84	76	70	63	58	53	48	44	40
21							100	92	84	77	70	64	59	54	49	45
22								100	92	84	77	71	65	60	54	50
23									100	92	85	78	71	66	60	55
24										100	92	85	78	72	66	61
25											100	92	85	79	72	67
26												100	92	85	79	73
27													100	93	86	80
28														100	93	86

表 1-2 我国现行家用空调器制冷量和制热量的额定工况条件($^{\circ}\text{C}$)

额定工况条件		制 冷 量	制 热 量
室内工况	干球温度	27.0	21.0
	湿球温度	19.5	—
室外工况	干球温度	35.0	7.0
	湿球温度	24.0	5.0

(4) 露点温度 前已述及, 空气的饱和含湿量将随着空气温度的下降而减少。如果让未饱和的空气在含湿量没有变化的前提下降温, 当降到某温度值, 使该温度值下的饱和含湿量等于原来的未饱和空气的含湿量时, 该温度就是空气的露点温度。如果再继续降温, 则会有凝结水产生, 发生结露现象。

家用空调器在夏季使用时因为空调器内蒸发器的表面温度低于进入空气的露点温度, 所以有凝结水析出。这样, 经过蒸发器的空气不仅被降温冷却而且被干燥了, 从而解决了夏季空气过湿的问题。空调器能为房间创造舒适的温湿度条件就是这个道理。

4. 空气的比焓

表示空气能量状态的参数称比焓。因为空气是由干空气和水蒸气组成的, 所以它的比焓应是干空气的比焓和水蒸气的比焓的总和。在空调工程中取比焓的单位是 1kg 干空气和若干 g 水蒸气所具有的能量(kJ)。

空气比焓的计算式如下:

$$h = 1.01t + 0.001d(2500 + 1.84t), \quad (1-4)$$

式中 h ——空气的比焓(kJ/kg);

t ——空气的温度($^{\circ}\text{C}$)。

如果知道进入和送出空调器的空气的温度值和含湿量值(可以根据室内温度和相对湿度值从表 1-3 查得), 再知道空调器的风量, 那末空调器能供给房间多少冷量(或热量)就可以计算出来了, 计算公式如下:

$$\Phi = L\rho(h_2 - h_1), \quad (1-5)$$

式中 Φ ——家用空调器的供冷量(kW);

L ——家用空调器的送风量(m^3/s);

ρ ——空气的密度(kg/m^3), 其近似计算式为 $\rho = \frac{353}{273+t}$;

h_2 ——空调器回风的比焓(kJ/kg);

h_1 ——空调器送风的比焓(kJ/kg)。

同理, 也可以计算家用空调器的供热量。关于送风量的测算请

参阅其他专业书籍。

表 1-3 根据空气的温度 $t_g(^{\circ}\text{C})$ 和相对湿度 $\text{RH}(\%)$ 求含湿量 (g/kg)

$\text{RH}(\%) \backslash t_g(^{\circ}\text{C})$	20	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
10	1.5	2.3	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.2	7.6
11	1.6	2.4	3.2	3.6	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.2
12	1.7	2.6	3.5	4.0	4.3	4.8	5.2	5.6	6.1	6.5	7.0	7.4	7.8	8.3	8.7
13	1.8	2.8	3.7	4.2	4.6	5.1	5.6	6.0	6.5	7.0	7.4	7.9	8.4	8.9	9.3
14	2.0	3.0	4.0	4.4	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
15	2.1	3.2	4.2	4.7	5.3	5.8	6.3	6.9	7.4	8.0	8.5	9.0	9.6	10.1	10.6
16	2.2	3.4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.8	7.3	7.9	8.5	9.1	9.6	10.2	10.8	11.4
17	2.4	3.6	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.1	9.7	10.3	10.9	11.5	12.1
18	2.5	3.8	5.1	5.8	6.4	7.0	7.7	8.3	9.0	9.6	10.3	11.0	11.6	12.3	12.9
19	2.7	4.1	5.4	6.1	6.8	7.5	8.2	8.9	9.6	10.3	11.0	11.7	12.4	13.1	13.8
20	2.9	4.3	5.8	6.5	7.3	8.0	8.7	9.5	10.2	11.0	11.7	12.4	13.2	13.9	14.7
21	3.1	4.6	6.2	6.9	7.7	8.5	9.3	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3	14.0	14.8	15.6
22	3.3	4.9	6.6	7.4	8.2	9.1	9.9	10.7	11.6	12.4	13.3	14.1	15.0	15.8	16.7
23	3.5	5.2	7.0	7.9	8.7	9.6	10.5	11.4	12.3	13.2	14.1	15.0	15.9	16.8	17.7
24	3.7	5.5	7.4	8.4	9.3	10.2	11.2	12.1	13.1	14.0	15.0	16.0	16.9	17.9	18.9
25	3.9	5.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9	16.0	17.0	18.0	19.0	20.1
26	4.2	6.3	8.4	9.4	10.5	11.6	12.6	13.7	14.8	15.9	17.0	18.0	19.1	20.2	21.3
27	4.4	6.6	8.9	10.0	11.1	12.3	13.4	14.6	15.7	16.9	18.0	19.2	20.3	21.5	22.7
28	4.7	7.0	9.4	10.6	11.8	13.0	14.2	15.5	16.7	17.9	19.1	20.4	21.6	22.9	24.1
29	5.0	7.5	10.0	11.3	12.5	13.8	15.1	16.4	17.7	19.0	20.3				

把公式(1-4)换写成另一种形式,即

$$h = (1.01 + 1.84 \times 0.001d)t + 2500 \times 0.001d \quad (1-6)$$

那末可以看出, $(1.01 + 1.84 \times 0.001d)t$ 是随温度而变化的热量,称之为显热;而 $2500 \times 0.001d$ 是 0°C 时 dg 水的汽化热,它仅随含湿量变化,而与温度无关,故称之为潜热。

对于家用空调器,夏季供冷工况时空气经过空调器在降低温度的同时,大多数情况下必伴随减湿干燥过程,所以只能用进、出空气的比焓的变化来分析空调器的供冷量状况;在冬季使用时,具有热泵循环的家用空调器可以提供热量,使空调器的送风空气加热,温度升高,但是一般都没有加湿过程,所以只是一个显热变化过程。

第二节 适宜的室内空气状态

住宅空调的目的是使人感到舒适,增加生活情趣,提高做事的效率。在空调领域中它属于舒适性空调范畴,这类空调就是要做到使居室内的人体能够维持正常的散热量和散湿量。通常反映舒适与否的首要条件是人体的冷热感觉,人感觉过冷或过热都是不舒适的,这要求保持室内有合适的温度。温度过低,人体散热过多会产生“冷”感;反之温度过高,人体热散发不出会产生“热”感。此外室内空气的湿度对人的感觉也有很大影响,即使空气的温度是合适的,但是湿度过高过低人体也会觉得不舒服。湿度过高,身上出的汗不易散发,会觉得闷热;湿度过低,皮肤表面汗分蒸发过快,人体会有缺水的感觉甚至发生嘴唇开裂等现象。一般情况下室内适宜的相对湿度范围是 $30\% \sim 70\%$ 。

此外,空气流动速度也影响人的舒适感。在近乎静止或流速极小的空气环境中,人体在代谢过程中产生的热量和湿量都得不到正常的散发,其结果也会使人有“闷”感;流速过大,则会促使人体散热散湿过多,从而产生“吹风”的冷感。因此,室内空气的流速也应作为影响舒适的热环境条件予以考虑。在实际使用中,一方面夏