

电工电子类职业技能培训丛书

中央空调操作员

(基础)

李援瑛 主编

高等教育出版社

前 言

近年来,随着我国现代化建设的迅猛发展,在各种大中型工业和民用建筑物中普遍使用中央空调设备。中央空调的使用极大地改善了科研和生产的环境,为高科技产品的研发、生产提供了可靠的外部环境条件,同时也大大改善和提高了人们的生活水平,中央空调已成为当代社会现代化进程中必备的技术保障设备。

中央空调设备的大规模使用也为人们提供了许多工作机遇,使中央空调运行管理和维修成为新兴的热门行业。

中央空调的运行维护技术是一门集制冷技术、空气调节技术、设备运行管理知识为一体的专业性很强的技术,要求从业者必须具备制冷和空调原理、制冷设备和空调设备基础知识以及制冷设备和空调设备的管理、操作和维修技能。

本书正是本着为从业者提供基础理论知识和基础操作技能的目的进行编写的。

本书遵循由浅入深、深入浅出、突出职业能力培养的编写原则,以中央空调系统中的制冷设备及启动运行为基本核心,系统、完整地讲述了中央空调的基础知识,中央空调系统的基本构成及各种部件的结构、作用、工作原理和开机操作方法、注意事项等中央空调系统运行管理的基础知识。

本书是高等教育出版社组编的中央空调运行管理系列教材中的第一部,在后续教材《中央空调操作员·管理》和《中央空调操作员·维护》中将重点讲述中央空调系统的运行管理及其运行管理中常见故障的处理方法和中央空调系统的维护保养方法。

本教材的使用对象主要是具有中学以上文化程度的从事中央空调运行管理的从业人员,也可作为其他从事空调与制冷的人员、相关院校师生专业学习的参考书。

本书由李援瑛主编,参编人员有李银台、王文和、朱杰和高萍萍。

由于水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2005 年 3 月

目 录

第一章 空气的基本性质	1	参数与能量调节	98
第一节 湿空气的物理性质	1	第六节 热水与直燃型溴化锂吸收式 机组工作原理	99
第二节 空气调节的基本术语	3	第八章 压缩式制冷系统的辅助设备	104
第三节 湿空气的焓湿图	6	第一节 冷凝器结构和工作原理	104
第二章 热工学基础知识	10	第二节 蒸发器结构和工作原理	106
第一节 热力学基础	10	第三节 节流机构的种类与工作原理	108
第二节 物质的相变和传热与隔热	11	第四节 其他辅助设备	110
第三章 中央空调的基础知识	14	第九章 制冷剂、载冷剂与冷冻润滑油	114
第一节 中央空调系统的分类	14	第一节 制冷剂	114
第二节 中央空调系统的组成	15	第二节 载冷剂	117
第三节 风机盘管式空气调节系统	22	第三节 冷冻润滑油	118
第四章 中央空调系统的水系统	26	第十章 电力拖动的基础知识	121
第一节 冷媒水系统	26	第一节 正弦交流电	121
第二节 冷却水系统	29	第二节 三相异步电动机	123
第三节 冷媒水系统的分类	31	第三节 单相交流异步电动机	133
第四节 冷却塔	33	第十一章 空气调节系统的控制知识	138
第五节 水泵	38	第一节 电子基础	138
第五章 空气的净化处理与空调房间的 标准	41	第二节 电路基础	144
第一节 空气净化处理的标准	41	第三节 安全用电知识	148
第二节 空调房间的气流组织	42	第十二章 高层建筑通风与防火排烟	151
第三节 中央空调系统的通风系统	47	第一节 高层建筑的天然排烟与机械 排烟	151
第四节 空气过滤器	48	第二节 机械防火排烟及通风空调的 防火控制	153
第五节 空气过滤器的选用	51	第十三章 中央空调系统的风道与空气 处理	157
第六章 中央空调系统的主要部件	56	第一节 空调系统的通风管道	157
第一节 喷水室	56	第二节 净化空调系统	158
第二节 表面式空气热交换器	58	第三节 空气的灭菌、除臭和离子化	161
第三节 空气加湿的方法及设备	59	第十四章 空气调节系统设备的操作与 运行管理	163
第四节 空气的去湿方法及设备	62	第一节 空气调节系统的启动与运行 管理	163
第七章 空气调节系统的冷源	66	第二节 风机盘管机组的启动与运行	
第一节 活塞式制冷压缩机	66		
第二节 离心式制冷压缩机	77		
第三节 螺杆式制冷压缩机	87		
第四节 吸收式制冷机	91		
第五节 溴化锂吸收式制冷机组的基本			

II 目录

管理	167	第七节 离心式压缩机的启动与运行	
第三节 风机的启动与运行管理方法	169	管理	184
第四节 冷却塔的运行管理	171	第八节 溴化锂制冷机的启动与运行	
第五节 活塞式制冷压缩机的启动与		管理	193
运行管理	172	参考文献	202
第六节 螺杆式制冷压缩机的运行管理 ...	177		

第一章

空气的基本性质

第一节 湿空气的物理性质

一、湿空气的组成

自然界中的空气,是由数量基本稳定的干空气和数量经常变化的水蒸气组成的混合物,这种混合物称为湿空气,也就是常说的空气。

1. 干空气

干空气是湿空气的主要组成部分,它是由组成比例基本不变的氮气、氧气、二氧化碳及其他稀有气体(如氩、氖等)组成的混合物。

在自然界中干空气是不存在的,自然界中的空气都是湿空气。因此,空气调节的对象是湿空气。

2. 湿空气

湿空气中水蒸气的含量,通常只占空气质量比的千分之几到千分之二十几,水蒸气的含量随季节、天气等情况经常发生着变化。

3. 饱和空气

干空气具有吸收和容纳水蒸气的能力,并且在一定温度下只能容纳一定量的水蒸气。在一定温度下水蒸气的含量达到最大值时的空气,称为饱和空气。

二、湿空气的状态参数

空气的状态参数主要是指空气的温度 t 、大气压力 p_a 、相对湿度 ϕ 、比焓 h 、水蒸气分压力 p_e 和密度 ρ 等参数。

1. 温度

温度是描述空气冷热程度的物理量,在空气调节技术中主要采用摄氏温度作为温度单位。

在自然界中由于水蒸气是均匀地混合在干空气中的,因此,用温度计所测得的空气的温度既是干空气的温度又是水蒸气的温度。

2. 压力

在空气调节技术中的压力多指湿空气压力,用符号 p 表示。

空气压力的法定单位是 Pa。在空调工程中还常用液(汞或水)柱高(mmHg 或 mmH₂O)来表示空气的压力。

3. 湿空气的压力

湿空气是由干空气和水蒸气两部分组成的,湿空气的压力 p 也是由于干空气分压力和水蒸气

分压力两部分组成的,即

$$p = p_g + p_c$$

式中: p_g ——干空气的分压力;

p_c ——水蒸气的分压力。

在一定温度下,空气中的水蒸气越多,水蒸气的分压力也越大,所以水蒸气分压力是反映空气所含水蒸气量的一个指标,是空调技术中经常用到的一个参数。

在空调系统中,空气的压力是用仪表测量的,但仪表显示的压力不是空气的绝对压力值,而是空气的“表压力”,即空气的绝对压力与当地大气压力的差值。

在空调技术中一般规定:凡未特别指明的工作压力均应理解为绝对压力。

4. 湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少,有以下几种表示方法。

(1) 绝对湿度。即每立方米空气中含水蒸气的质量,用符号 γ_z 表示,单位为 kg/m^3 。

如果在某一温度下,空气中水蒸气的含量达到了最大值,此时的绝对湿度称为饱和空气的绝对湿度,用 γ_B 表示。空气的绝对湿度只能表示在某一温度下每立方米空气中水蒸气的实际含量,不能准确地说明空气的干湿程度,因为当温度不同时,空气的容积会发生变化。

(2) 相对湿度。为了能准确说明空气的干湿程度,在空调中采用了相对湿度这个参数。它是空气的绝对湿度 γ_z 与同温度下饱和空气的绝对湿度 γ_B 的比值,用符号 ϕ 表示。相对湿度一般用百分比表示,写作

$$\phi = \gamma_z / \gamma_B \times 100\%$$

相对湿度 ϕ 表明了空气中水蒸气的含量接近于饱和状态的程度。 ϕ 值越小,表明空气越干燥,吸收水分的能力越强; ϕ 值越大,表明空气越潮湿,吸收水分的能力越弱。

若 $\phi=0$,表示空气中不含水蒸气,是干空气;若 $\phi=100\%$,表示空气中的水蒸气含量达到最大值,是饱和空气。

5. 含湿量(又称比湿度)

它是指 1 kg 干空气所容纳的水蒸气的质量,用符号 d 表示,单位是 g/kg (干空气)[或用 kg/kg (干空气)]。

在对空气进行加湿或减湿处理时,干空气的质量是保持不变的,仅水蒸气含量发生变化,所以在空调整节参数计算中,常用含湿量的变化来表达对空气进行加湿和去湿的处理程度。

在空气的状态参数中,空气的温度、含湿量和压力是基本参数。

6. 比焓

空气的焓值是指单位质量空气含有的总热量,在空气调节的参数计算中通常以干空气的单位质量为基准,即 1 kg 干空气所含的热量与 1 kg 干空气中所含水蒸气的热量之和,称为空气的比焓。空气的比焓(工程中常简称为焓)用符号 h 表示,单位是 kJ/kg 。

在空气调节技术中,常用比焓的变化来判断空气得失热量的变化。

在空气处理过程中,一般规定干空气的焓值以 0 为基准点(计算的起点),即 0°C 时 1 kg 干空气的焓值为 0。

7. 密度和比体积

空气的密度是指每立方米空气中干空气的质量与水蒸气的质量之和,用符号 ρ 表示,单位是 kg/m^3 。

空气的比体积是指单位质量的空气所占有的容积,用符号 v 表示,单位是 m^3/kg 。

8. 露点温度

在一定大气压下,湿空气在含湿量 d 不变的情况下,冷却到相对湿度 $\phi=100\%$ 时所对应的温度,称为空气的露点温度,并用符号 t_L 表示。

9. 机器露点温度

在空气调节装置中经过喷水室处理后的空气状态接近于 $\phi=100\%$ 状态时的温度,或空气经过表面式冷却器表面时的温度称为机器露点温度。用符号 t_j 表示。

自然界空气的露点温度与空气调节系统的机器露点温度的区别是:机器露点温度是经过对空气进行处理后的空气状态。

10. 干、湿球温度

干、湿球温度是由干、湿球温度计测试出来的。

干、湿球温度计是由两个相同的温度计组成的,它的基本构造如图 1-1 所示。测试时将其放在室内通风处,在空气中直接进行测量,所测得的温度称为干球温度,用符号 t_g 表示;将温度计的感温球部分用湿纱布包裹起来,所测得的温度称为湿球温度,用符号 t_{sh} 表示。

在对湿空气的测量过程中,除饱和状态外,两个温度计读数总有差别。因为当空气未达到饱和时,湿球外面纱布上的水分总要在空气中蒸发,蒸发所需要的汽化热取自于水本身,因而水温降低,于是湿球温度就低于干球温度。

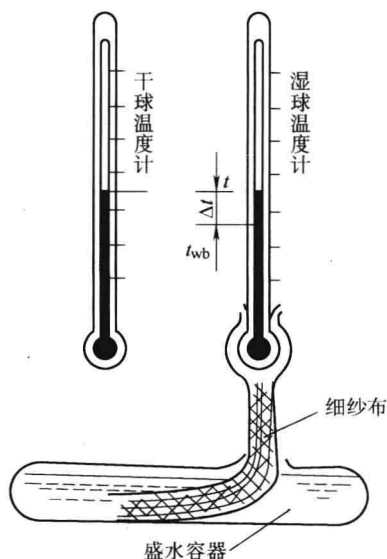


图 1-1 干、湿球温度计的外形

第二节 空气调节的基本术语

1. 空气调节

简称“空调”。是指用控制技术使室内空气的温度、湿度、洁净度、气流速度和噪声达到所需要求。

空气调节的目的是为改善环境条件以满足人们生活或生产工艺设备的要求。空气调节的主要方法有对空气进行过滤、加热、冷却、加湿、去湿消声和流量控制,以及空气净化等处理。

2. 舒适性空调

是指维持室内空气具有合适的状态,使室内人员处于舒适状态,以保证良好的工作条件和生活条件的空调系统。

3. 工艺性空调

是指用以满足生产工艺过程对空气状态的要求,以保证生产过程得以顺利进行的空调系统。

4. 空调基数

是指室内空气参数(温度、湿度、洁净度、气流速度和噪声等)既定的基本稳定值。一般舒适性空调要求:夏季稳定在 27°C 左右;冬季稳定在 20°C 左右。工艺性空调则依工艺要求而定。

5. 空调精度

是指室内空气参数(温度、湿度等)允许偏离基数的波动幅度。例如某室内空气参数要求: $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 则温度基数是 20°C , 精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。波动幅度愈小, 说明空调精度要求愈高。

6. 静压

是指静止状态的液体所具有的压力, 或垂直于流体线方向上测的压力值。是流体势能的标度, 因而有正、负之分。负值表示该处静压低于被比较的环境压力的程度。

7. 静压头

是指相当于静压流体液柱高度。

8. 动压

是指当流体被障碍物阻止时, 动能转变成压力能所引起的超过其静压部分的压力。

9. 动压头

是指流体中相当于动压流体液柱高度。

10. 空气混合

是指两种或两种以上不同状态参数空气的掺混过程。在空气调节过程中一般用于空气节能的处理过程。

11. 回风

是指空气从被空调空间抽出后全部或部分返回被空调空间的气体。一般用于空气调节过程中的回风式空气调节系统, 根据回风次数分为一次回风系统和二次回风系统。

12. 新风

是指从建筑物外引入的空气。用以替换被空调空间的全部或部分空气。

13. 循环风

是指空气从被空调空间抽出后, 经过空气处理设备处理后, 再送入被空调空间的气体。

14. 排风

是指从被调空间排出于(建筑物外)大气中不再循环的空气。若要使被调房间处于正压, 则排风量一般略小于新风量。

15. 通风换气次数

又称“新风换气次数”。是指单位时间(以每小时计)引入被空调房间的新风量(按体积计)与房间容积量之比值。

16. 换气次数

是指单位时间内流经房间的送风量(按体积计)与房间容积之比值。在空调系统中, 换气次数受到空调精度的制约, 其值不宜小于表 1-1 所列数值。

17. 送风温升

是指空气流经送风管过程的温度升高值。温升值与送风管长度和风道内外温差成正比。

18. 回风温升

是指空气流经回风管过程的温度升高值。

19. 空气灭菌

表 1-1 换气次数不宜小于下表所列数值

空调精度/ $^{\circ}\text{C}$	换气次数/(次/h)	备注
± 1	5	高大房间除外
± 0.5	8	
$\pm 0.1 \sim \pm 0.2$	12	工作时间内不送风的除外

又称“空气消毒”。是指利用过滤、加热、紫外线辐射或臭氧等方法对空气进行杀菌消毒的过程。

20. 空气清洁度

是指衡量环境空气清洁的指标。主要包括两个内容:(1)以含氧比例是否正常来衡量其新鲜程度,在常压时含氧量应在 $19\% \sim 21\%$;(2)以粉尘及有害气体浓度是否超过允许浓度来衡量其洁净程度,超过允许浓度说明不符合洁净要求。

21. 空气净化

是指除去空气中的气溶胶、有害气体等,使环境空气符合允许浓度标准的处理过程。净化的方法主要有通风、过滤、吸附、吸收和催化燃烧等,设备有各类纤维过滤器、活性炭过滤器、静电过滤器、消氢器、 CO_2 吸收装置和有害气体催化燃烧器等。

22. 空气除臭

是指为排除空气中臭味对空气所做的物理或化学处理。在中央空调系统中常用活性炭吸附空气中的臭气。

23. 空气离子化

是指为改善空气的品质,用人工方法使空气增加带电微粒的过程。

24. 送风温差

是指进入房间的送风温度与空调房间的温度之差。对送风量影响很大。选用时要考虑人体的舒适和空调精度。一般数值如表 1-2 所示。

表 1-2 送风温度与空调房间的温差

空调精度/ $^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.1 \sim \pm 0.2$	± 0.5	± 1.0	一般舒适性空调	高速诱导系统
送风温差/ $^{\circ}\text{C}$	2~3	3~6	6~10	8~14	13~17

25. 干式冷却过程

是指用表面冷却器或直接蒸发式表冷器对空气进行冷却时,如果表冷器的表面温度低于空气温度,但又没达到露点温度而使空气冷却降温,而保持其含湿量不变,使表冷器上没有凝露水出现,这一过程称为干式冷却过程。

26. 湿式冷却过程

是指用表冷器或喷水室处理空气时,若表冷器表面温度或喷水的水温度接近或达到空气的露点温度时,空气中的水蒸气就会凝结在表冷器的表面或喷水的水珠上而被析出。这一过程称为湿式冷却过程。

第三节 湿空气的焓湿图

一、湿空气焓湿图构成

焓湿图是以焓(h)值为纵坐标,以含湿量(d)为斜坐标绘制的。在某一大气压力条件下,由空气状态参数焓(h)、含湿量(d)、温度(t)、相对湿度(ϕ)及水蒸气分压力(p_e)等参数线组成,如图 1-2 所示。

(一) 焓(h)湿(d)图的坐标

为了使焓湿图的图面开阔,线条清晰,焓湿图建立在斜角坐标上,纵坐标表示焓(h)值,斜坐标表示含湿量(d),两坐标间夹角为 135° 。而在实际应用中,为避免图面过大,取一条水平轴代替含湿量(d)轴。这样, d 轴变成了一条水平轴。

(二) 焓(h)湿(d)图上的等参数线

1. 等焓线(h)

等焓线是一组与纵坐标成 135° 夹角的相互平行的斜线,每条线代表一焓值,并且每条线上各点的焓值都相等。在纵坐标 0 点以上焓为正值,0 点以下焓为负值。

2. 等含湿量线(d)

等含湿量线是一组与纵坐标轴平行且垂直于含湿量(d)替代水平轴的平行线,每条线代表一含湿量且每条线上各点的含湿量值都相等。

3. 等温线(t)

等温线是一组近似相互平行的直线,每条线代表一温度值,且每条线上各点的温度值都相等,但仔细看,可以发现这些等温线彼此间并不平行,温度越高的等温线斜率越大,即越向右上方倾斜。由于在空气调节范围($-10\sim40^\circ\text{C}$)内,温度对斜率的影响不明显,所以等温线又近似平行。

4. 等相对湿度线(ϕ)

等相对湿度线是一组向上延伸的发散形曲线,每条线代表一相对湿度且每条线上各点的相对湿度值都相等。其中, $\phi=0$ 的曲线,说明此时空气的含湿量 $d=0$,即为图像的纵坐标; $\phi=100\%$,说明空气的含湿量达到最大值,表示空气此时为饱和状态。

$\phi=100\%$ 的饱和状态曲线把焓湿图分成两个部分:饱和线左上方为空气的未饱和状态部分,即水蒸气的过热状态区;饱和线右下方为空气的过饱和状态部分,过饱和状态的空气是不稳定的,往往出现凝露现象,形成水雾,故这部分区域也称为雾状区域。

5. 水蒸气分压力线(p_e)

在横坐标含湿量线上方标出水蒸气分压力值,和横坐标水蒸气分压力值相对应的且并行纵轴的平行线即为水蒸气分压力线。但这部分平行线在焓湿图上并未标出,其目的是为了使焓湿

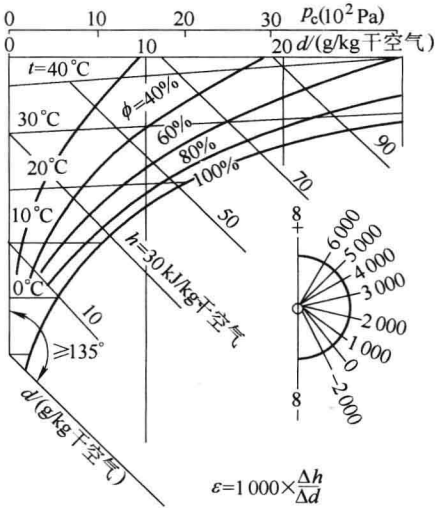


图 1-2 湿空气的焓湿图

图的画面清晰。

6. 热湿比线(ε)

在整个空气调节过程中,空气的热、湿变化是同时、均匀地进行的,如图 1-3 所示,那么,在焓湿图上由状态 A 到状态 B 的直线,就应代表空气状态的变化过程。为了说明空气状态变化的方向和特征,常用状态变化前后焓差($\Delta h = h_2 - h_1$)和含湿量差($\Delta d = d_2 - d_1$)的比值来表示,称为热湿比,用符号 ϵ 表示。

即

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d}$$

总空气量 G 所得到(或失去)的热量 Q 和湿量 W 的比值,与相应于 1 kg 空气的这个比值($\Delta h / \Delta d$)应当完全一致,所以 $\epsilon = \Delta h / \Delta d$ 又可以写成

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d} = \frac{G \Delta h}{G \Delta d} = \frac{Q}{W}$$

在上式中 Δd 和 W 是以 kg 来计算的。若使用 g 为单位来计算,则上式可变为

$$\epsilon = \frac{\Delta h / \Delta d}{1000} = \frac{Q / W}{1000}$$

由上式可见 ϵ 就是直线 AB 的斜率,它反映了过程线的倾斜角度,因此,热湿比又可称为角系数。

在焓湿图上的任何一点都代表了空气的一个状态,而每一条线都代表了空气的状态变化过程。

需要注意的是:空气的状态与大气压力有关,每一张焓湿图都是根据某一大气压力绘制的,查图时应选取合适的焓湿图。

二、空气处理过程在焓湿图上的表示方法

在空调系统中空气处理过程如图 1-4 所示,在夏季通过对空气进行降温、去湿来实现对空气的热湿处理;冬季通过对空气进行升温、加湿来实现对空气的热湿处理。

1. 空气的降温去湿处理

其过程图如图 1-4 中 A—1 所示,用水温低于空气的露点温度的水对空气进行喷淋(或使用温度低于空气的露点温度的表冷器,对空气进行降温处理)。由于水温低于空气的露点温度,空气中水蒸气被冷凝,放出凝结热,部分水蒸气变成水,进行了湿交换。另一方面水温低于空气温度,则空气因显热交换而温度下降。结果空气被冷却、去湿、焓值下降。

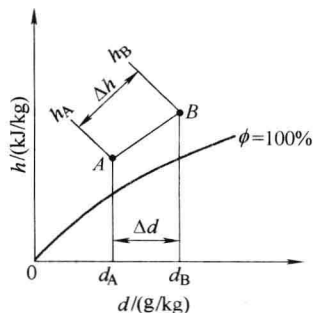


图 1-3 空气的状态变化过程在焓湿图上的表示

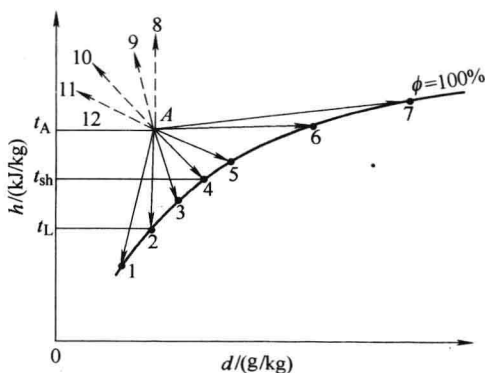


图 1-4 空气的热湿处理过程

2. 空气的降温等湿处理

其过程如图 1-4 中 A-2 所示,用水温恰好等于空气的露点温度的水对空气进行喷淋(或使用温度稍低于空气的露点温度的表冷器、蒸发器,对空气进行降温处理)。此时,因水温仍然低于空气温度,所以空气被冷却,焓值下降。但空气被冷却过程中,因水温等于空气露点温度,所以空气中水蒸气不会凝结,所以,空气的含湿量不变,这一过程称减焓、等湿冷却空气过程,随着空气温度的降低,其相对湿度增加,直到达到饱和。

3. 空气的降温加湿减焓处理

其过程如图 1-4 中 A-3 所示,用水温高于空气露点温度,但又低于空气的湿球温度的水对空气进行喷淋(或使用温度高于空气的露点温度,又低于空气的湿球温度的表冷器、蒸发器,对空气进行降温处理)。在这种情况下水温仍低于空气温度,所以空气的热量以显热交换的方式传入水中。水所获得的热量,一部分用于自身温度升高,另一部分又用于水蒸发所需要的热量。另外水在蒸发时,水蒸气及蒸发热又返回空气中。但是空气传入水中的热量大于水蒸气返回空气的热量,结果空气的含湿量增加,焓值下降,温度也降低。

4. 空气的降温加湿等焓处理

其过程如图 1-4 中 A-4 所示,用水温等于空气的湿球温度的循环水对空气进行喷淋。此时,空气传给水的热量,近似等于水蒸发所需要的热量,所以空气是近似等焓的。由于水蒸发,空气中含湿量增加,所以对空气而言,处理过程的特点是等焓加湿,也称绝热加湿。

5. 空气的降温加湿等焓处理

其过程如图 1-4 中 A-5 所示,用水温小于空气温度而又大于空气湿球温度的水对空气进行喷淋。此时空气可以向水传递一定的热量,用于水的蒸发。由于喷淋水的水温近乎等于空气的温度,空气向水中传递的热量较小,不能满足水蒸发所需,因此,水蒸发的热量一方面取自于空气,同时也取自于本身。结果空气的焓增加,含湿量也增加。

6. 空气的等温加湿增焓处理

其过程如图 1-4 中过程 A-6 所示,用水温等于空气温度的水对空气进行喷淋(或向空气中喷低压饱和蒸气)。此时,无论是空气或水,彼此的温度均不起变化,二者之间不存在显热交换。但由于水要蒸发,所需热量全部取自于水本身,潜热带入空气中。所以,空气焓及含湿量均增加。

7. 空气的升温加湿增焓处理

其过程如图 1-4 中 A-7 所示,用水温大于空气温度的水对空气进行喷淋。此时,水一方面以显热的形式向空气传热,另一方面水也大量蒸发,将蒸发热也带入空气。所以空气温度升高,焓及含湿量均增加。

8. 空气的等湿增焓处理

其过程如图 1-4 中 A-8 所示,用蒸气、热水加热器或电加热器直接加热空气,即对空气只需加热,不需要加湿。

9. 空气的加热去湿处理

其过程如图 1-4 中 A-9 所示。用去湿机或液体吸湿剂来对空气进行处理,即可达到加热去湿的需要。

10. 空气的等焓除湿处理

其过程如图 1-4 中 A-10 所示。用固体吸湿剂对空气进行处理即可。

11. 空气的降焓、去湿升温处理

其过程如图 1-4 中 A—11 所示。用高于空气温度的液体吸湿剂对空气进行喷淋即可。

12. 空气的等温去湿处理

其过程如图 1-4 中 A—12 所示。用等于空气温度的液体吸湿剂对空气进行喷淋即可。

上述分析的各种空气处理方案都是一些空气处理过程的组合,可以通过不同的处理途径得到某种送风状态。在实际空调系统运行中,采用那种途径,应根据具体情况,结合各种处理方案和使用设备的特点分析比较来确定。

第二章

热工学基础知识

第一节 热力学基础

一、空气的压力

压力:在制冷系统或中央空气调节技术中,大量气体或液体分子垂直作用于容器壁单位面积上的作用力叫做压强。在空气调节技术中的压强均称做压力。用符号 p 表示。

空气压力的表述及应用单位:

1. 国际单位制单位

国际单位制规定:当 1 m^2 面积上所受到的作用力是 1 N 时,此时的压力为 1 Pa , $1\text{ Pa}=1\text{ N/m}^2$ 。在实际应用中,因 Pa 的单位太小,还常采用 MPa 作为压力单位, $1\text{ MPa}=10^6\text{ Pa}$ 。

2. 标准大气压

标准大气压是指 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 时,在纬度为 45° 的海平面上,空气对海平面的平均压力,相当于 760 mmHg 所产生的压力。标准大气压用 atm 表示,即 $1\text{ atm}=760\text{ mmHg}$ 。

一个标准大气压近似等于 0.1 MPa ,即 $1\text{ atm}\approx 0.1\text{ MPa}$ 。

3. 工程制单位

工程制单位是工程上常用的单位,一般采用 kgf/cm^2 作单位。

$$1\text{ kgf/cm}^2=735.6\text{ mmHg}\approx 0.1\text{ MPa}$$

4. 液柱高单位

空调技术中常用液柱高度作为单位,如 mmHg 、 mmH_2O 。

5. 大气压

空气对地球表面所产生的压力叫做大气压力,简称大气压,用符号 p_a 表示。

6. 绝对压力

容器中气体的真实压力称为绝对压力,用 $p_{\text{绝}}$ 表示。

当容器中没有任何气体分子时,即真空状态下,绝对压力值为零。

7. 表压力

在制冷系统中,用压力表测得的压力值称为表压力,用 $p_{\text{表}}$ 表示。

当压力表的读数为零值时,其绝对压力为当地、当时的大气压力。表压力并不是容器内气体的真实压力,而是容器内真实压力($p_{\text{绝}}$)与外界当地大气压力(p_a)之差,

即

$$p_{\text{绝}}=p_{\text{表}}+p_a$$

8. 真空度

系统内的绝对压力小于当地大气压的数值称为真空度,用 H 表示,单位一般为 mmHg,即

$$H = p_a - p_{\text{绝}}$$

9. 真空压力联程表

在制冷系统或中央空气调节技术中,用于测量高于大气压的压力仪表称为压力表;用于测量低于大气压的压力仪表称为真空表;两者皆可测量的压力仪表,称为真空压力联程表。其外形如图 2-1 所示。

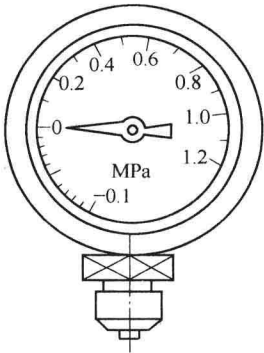


图 2-1 真空压力联程表

二、内能、焓和熵

1. 内能

由工质(所谓工质是指热力循环中工作的物质)内部状态决定的能量。它包括工质内部分子热运动的动能和分子相互作用的热能。工质的内能取决于工质的状态——温度、压力和比体积。单位质量工质的内能叫比内能。比内能用符号 μ 表示。工质的内能单位是 kJ/kg。

2. 焓

工质在流动过程中所具有的总能量。在热力工程中,将流动工质的内能和推动功之和称为焓。

单位质量工质所具有的焓称为比焓,用符号 h 表示,单位是 kJ/kg。

3. 熵

熵是表征工质在状态变化时与外界进行热交换的程度。单位质量工质所具有的熵称为比熵,用符号 s 表示,单位是 kJ/(kg·K)。

第二节 物质的相变和传热与隔热

一、物质的三种状态及状态变化

自然界的物质,在不同的条件下,以不同的状态存在。同一种物质,由于压力、温度不同,可以处于固态、液态或气态。在适当条件下,各种状态可以进行相互转换,如图 2-2 所示。

1. 相变

物态的变化又称为相变。在相变过程中,总是伴随着吸热或放热现象,制冷过程就是依靠制冷装置内的制冷剂的相变来完成的。

2. 物质的临界状态

随着压力的升高,蒸气的比体积逐渐减小而接近液体比体积,当压力增至某一数值后,饱和蒸气与饱和液体之

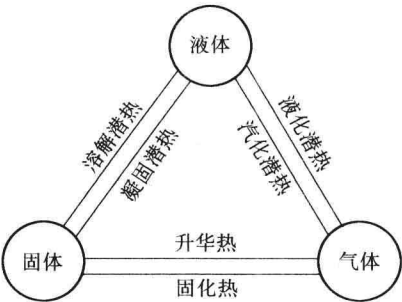


图 2-2 物质状态的变化

间就无明显的区别,此时的状态称为临界状态。

3. 物质的三相点

三相点是固相、液相、气相处于平衡共存的状态点。纯水的三相点温度是 0.0098°C , 压力为 610.5 Pa 。

二、描述物态相变的物理量

描述物态相交的物理量有汽化和液化两个。

物质由液态转化为气态的过程叫做汽化;从气态转化为液态的过程叫做液化。汽化和液化是相反的过程,汽化过程伴随着吸热,液化过程伴随着放热。

汽化有两种方式:蒸发和沸腾。只在液体表面发生的汽化现象叫做蒸发。蒸发可以在液体的任何温度下发生。在一定的气压下,液体达到一定温度时,液体内部和表面同时进行的剧烈的汽化现象叫做沸腾,对应的温度称为沸点。

制冷剂在蒸发器内吸收了被冷却物体的热量后,由液态汽化为蒸气,这个过程实际是沸腾,在制冷技术中,习惯上称为蒸发,并将此时对应的温度称为蒸发温度,用 t_0 表示,对应的压力称为蒸发压力,用 p_0 表示。

液化又称为冷凝,可通过降温或加压的方法进行。制冷剂在冷凝器内液化时对应的温度称为冷凝温度,用 t_k 表示,对应的压力称为冷凝压力,用 p_k 表示。

三、传热、隔热与热力学基本定律

1. 热能

热能是能量的一种形式,它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由这种形式转变为另一种形式的能量。

2. 热量

物质热能转移时的度量,是表示物体吸热或放热多少的量度,用符号 Q 表示。国际单位制中,热量的单位是 J (焦耳)或 kJ (千焦)。

3. 制冷量

用人工方法在单位时间里从某物体(空间)移去的热量。其单位为 kJ/h (千焦/时)或 W (瓦)、 kW (千瓦)或冷吨。

4. 比热容

单位质量的某物质温度升高 1°C 所需的热量叫比热容。比热容的单位是 $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

5. 热力学的基本定律

研究热能与机械能之间相互转换规律的科学。主要研究能量转换的客观规律(即热力学的基本定律)和工质的基本热力性质及热力装置的工作过程。

(1) 热力学第一定律。热力学第一定律是能量转化与守恒定律在热力学中的具体体现。在热力学范围内,主要指的是物体的内能与机械能之间的相互转化与守恒。它可表达为:热和功可以相互转化,一定量的热消失时必然产生数量完全一样的机械能;而当一定量的机械能消失时必然产生数量完全一样的热能。它表明,热和功之间存在着一定的数量关系,用数学公式可表达为

$$Q=A \cdot L$$

式中: Q ——热量, kJ;

L ——机械功, $N \cdot m$;

A ——功热当量, $kJ/(N \cdot m)$ 。

(2) 热力学第二定律。热力学第二定律指出:在自然条件下,热量不能从低温物体转移到高温物体,欲使热量由低温物体转移到高温物体,必须要消耗外界的功,而这部分功又转变为热量。

6. 热传递

热量从高温物体(空间)向低温物体(空间)传递的过程称为传热。

隔热又称为绝热,它是利用隔热材料来防止热量从外界向冷却对象渗透,或防止热量散失到周围环境中的一种方法。

当两个温度不同的物体互相接触时,由于两者之间存在温度差,两者的热能会发生变化,即温度高的物体失去热能,温度降低;而温度低的物体得到热能,温度升高。这种热能在温度差作用下的转移过程称为热传递过程。

热传递的方式有三种:热传导、对流和热辐射。

(1) 热传导。温度不同的两个物体相接触或者同一个物体的各个部分温度不同时,热量会从高温向低温传递,这种发生在固体内部的传热方式称为热传导。

不同物体的传热本领是不一样的:容易传热的物体叫做热的良导体,如银、铜、铝、铁等金属;不容易传热的物体叫做热的不良导体(也叫绝热材料),如玻璃棉、聚氨酯泡沫塑料、软木、空气等。

(2) 对流。依靠流体(液体或气体)的流动而进行热传递的方式称为对流。

对流可分为自然对流和强制对流,其中靠流体密度差进行的对流称为自然对流,靠外部用搅拌等手段强制进行的对流称为强制对流。

(3) 热辐射。热量从物体直接沿直线射出去的传热方式叫做热辐射。热辐射的传递方式和光的传播方式一样是以电磁波的形式传递,传播速度为光速。太阳的热就是通过辐射传到地球的。

热辐射总是在两个物体或多个物体之间进行的。物体间的温差越大,热辐射就越强烈。热辐射的大小除了与热源的温度有关外,还与物体表面的性质有关:物体表面越黑、越粗糙就越容易辐射热和吸收热;表面越白、越光滑就越不容易吸收辐射热,但善于反射辐射热。

7. 显热和潜热

(1) 显热。物体吸收或放出热量时,物体只有温度的升高或降低,而状态却不发生变化,这时物体吸收或放出的热量叫做显热。

显热可以用触摸而感觉出来,也可以用温度计测量出来。例如:20℃的水吸热后温度升高至50℃,其吸收的热量为显热;反之,50℃的水降温到20℃时,所放出的热量也为显热。

(2) 潜热。物体吸收或放出热量时,物体只有状态的变化,而温度却不发生变化,这时物体吸收或放出的热量叫做潜热。

潜热因温度不变,所以无法用温度计测量。物体相变时所吸收或放出的热量均为潜热,分别称为汽化潜热、液化潜热、溶解潜热、凝固潜热、升华潜热和凝华潜热。

制冷系统中的制冷剂一般选用蒸发潜热数值大的物质,这是因为制冷剂在蒸发器中主要是利用由液态吸热变为气态的相变过程来达到制冷目的的,这个热就是蒸发潜热。