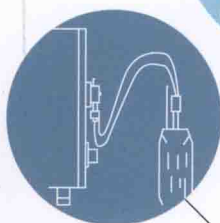
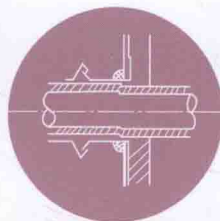
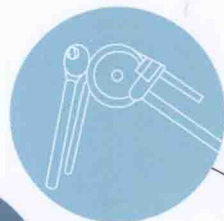
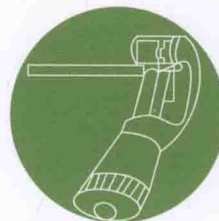




跟高手全面学会 **家电维修** 技术



轻松掌握 空调器 安装与维修技能

■ 曹振华 主编 ■ 白润峰 吴文涛 副主编

一看就懂 一学就会

高手为你答疑解惑
零基础学会家电维修技术
先人一步轻松上岗走上成才路



化学工业出版社



跟高手全面学会 **家电维修技术**

轻松掌握 空调器 安装与维修技能

■ 曹振华 主编 ■ 白润峰 吴文涛 副主编

化学工业出版社

北京

本书在介绍各类主流品牌空调器基本结构和工作原理的基础上,详细说明了空调器如何进行安装和移机,并对由此引起的故障以及运行中的各类型典型故障的维修方法进行了细致解说,具体包括:空调器制冷系统、电气系统结构和工作原理、变频空调器结构及工作原理、空调器的安装、分体式空调器移机、空调器安全注意事项等,对多种品牌空调器各主要机型及常见故障检修分析原因并提出检修策略,使读者了解空调器维修的特点,并能够轻松掌握实际的维修方法和技能技巧。

本书适合空调安装维修工自学使用,也适合职业培训学校制冷专业及空调生产厂家作为安装维修培训教材使用。

轻松掌握 空调器 安装与维修技能

编著 曹振华 主审 吴文强 副主审 白 主审 李 玮

图书在版编目(CIP)数据

轻松掌握空调器安装与维修技能/曹振华主编. —
北京:化学工业出版社,2014.5
(跟高手全面学会家电维修技术)
ISBN 978-7-122-19940-9

I. ①轻… II. ①曹… III. ①空气调节器-安装
②空气调节器-维修 IV. ①TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 039617 号

责任编辑:刘丽宏
责任校对:宋 玮

文字编辑:陈 喆
装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 字数428千字 2014年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的日新月异和人民生活水平的不断提高，家用电器迅速进入千家万户和企事业单位成为“好帮手”。随之而来，家电使用过程中会出现各种各样的故障，常常令用户和维修人员头疼。加之由于维修人员少，维修技术水平不高，尤其是新型家电设备的技术含量高，从而使维修难的问题日益突出。

为了使初学者快速掌握维修技术，使现有维修人员快速提高维修技术水平，我们组织长期在家电维修和教学工作第一线、具有丰富实践经验的教师和工程技术人员编撰了这套《跟高手全面学会家电维修技术》丛书（以下简称《丛书》）。

《丛书》本着简单实用、易学易用的原则，基础起点低，语言通俗易懂，图文并茂，主要包括《轻松掌握液晶电视机维修技能》、《轻松掌握小家电维修技能》、《轻松掌握电冰箱维修技能》、《轻松掌握空调器安装与维修技能》，帮助读者轻松、快速、高效掌握各类型家电维修知识和技能。

本书为《轻松掌握空调器安装与维修技能》分册。

本书充分考虑了初学者的学习需要，在介绍各类主流品牌空调器基本结构和工作原理的基础上，详细说明了空调器如何进行安装和移机，并对由此引起的故障以及运行中的各类型典型故障的维修方法进行了细致解说，主要包括：空调器的基础知识，空调器制冷系统、电气系统结构和工作原理，交流、直流变频空调器结构及工作原理，空调器安装基本操作技能与注意事项，空调器安装服务规范，房间空气调节器安装规范及安全用电等；对多种品牌空调器各主要机型常见的噪声故障、漏水故障、漏电故障、制冷剂泄漏（漏氟）故障、电路故障等结合实例进行了详细说明。这些实例都是编者多年实践经验的结晶，相信会给读者解决实际问题提供有益的指导。

本书由曹振华主编，白润峰、吴文涛任副主编，参加本书编写的人员还有张金斤、赵志桐、赵宝全、梁春苗、张志伟、王贺、刘克生、崔洋洋，全书由张伯虎审核。

由于时间仓促和水平所限，再加上空调维修技术日新月异，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目录

第一章 空调器维修基础	1
第一节 空气组成、状态参数及调节原理	1
一、空气组成	1
二、主要状态参数	2
三、空气调节原理	4
第二节 热力学基础	6
一、热能特性	6
二、热力学第一定律	7
三、热力学第二定律	7
第三节 制冷技术基础	7
一、基本概念	7
二、制冷原理	8
第四节 制冷剂	10
一、制冷剂分类及特性要求	10
二、氟利昂类制冷剂	13
三、新型无氟制冷剂	14
四、共沸溶液制冷剂	15
五、天然制冷剂	15
六、常用制冷剂的代换	17
七、制冷设备的安全要求	17
第五节 润滑油	18
一、性能指标	18
二、冷冻机油规格	18
第二章 空调器的结构和工作原理	20
第一节 空调器的种类和组成	20
一、空调器的用途	20
二、空调器的种类	21
三、空调器的组成	22
四、空调器的型号	23

第二节 空调器制冷系统的结构及工作原理	23
一、常见的窗式空调器	23
二、分体式空调的结构及工作原理	26
三、空调器的主要部件	30
第三节 空调器通风系统的结构及工作原理	38
一、窗式空调通风循环系统	38
二、分体式空调通风循环系统	39
三、主要部件	40
第四节 电气系统的结构和工作原理	42
一、机械控制的电气系统	42
二、电脑控制型电气系统	45
第五节 变频空调器的结构和工作原理	61
一、变频空调器的原理及特点	61
二、交流变频空调器的工作原理	65
三、直流变频空调器的工作原理	71
第三章 空调器的安装与移机	86
第一节 基本操作技能	86
一、管工操作	86
二、焊接技术	90
三、检漏技术	97
四、排空	97
五、充入制冷剂	99
六、加冷冻油	99
第二节 安装前的准备	100
一、安装工具	100
二、空调器机型的选择及安装位置的选择	100
三、空调器安装用的附件	101
四、安装前机器、电气的检查	101
第三节 空调器的安装过程	102
一、窗式空调器的安装	102
二、挂壁式空调器的安装	103
三、分体落地式空调器的安装	109
四、嵌入式空调器安装	111
第四节 安装后的工作及安装引起的常见故障与检修	112
一、安装后的检查	112
二、试机检查	113
三、试机讲解	113
四、场地清扫	113
五、安装引起的常见故障与检修	113

第五节 分体式空调器移机	114
一、试机	114
二、回收制冷剂	114
三、拆除室内外连接线	115
四、连接管拆除	116
五、拆除室内机及挂机板	116
六、室外机和固定支架拆卸	116
七、在重新安装时注意的内容	117

第四章 空调器安装操作规范与安全用电 118

第一节 安装服务规范	118
第二节 房间空气调节器安装规范	119
一、范围	119
二、引用标准	119
三、定义	119
四、空调器、安装附件要求	120
五、空调器安装要求	121
六、安装操作程序	123
七、检验方法	124
第三节 安全注意事项	124
一、电气安全	125
二、机械安全	125
三、其他安全注意事项	126
四、安全用电	126
五、触电救护	128

第五章 空调器常见故障检修与综合维修实例 134

第一节 空调器检修基本操作与各系统常见故障	134
一、基本操作	134
二、空调器制冷系统的常见故障及检修	136
三、常见噪声故障及维修方法	139
四、空调器常见漏水故障和维修方法	139
五、空调器漏电的判定与处理	140
六、空调器漏氟常见故障及解决方法	142
七、压缩机常见故障检修	143
八、电路常见故障检修	146
第二节 格力空调故障检修实例	152
第三节 美的空调器故障检修实例	159
第四节 三菱空调器故障检修实例	163
第五节 海尔空调器检修实例	169

第六节	日立凉霸空调器检修实例	181
第七节	海信空调器检修实例	189
第八节	科龙空调器检修实例	201
第九节	春兰空调器检修实例	207
第十节	格兰仕空调器检修实例	213
第十一节	其他空调器检修实例	219
参考文献		242

空调器维修基础

第一节 空气组成、状态参数及调节原理

一、空气组成

自然界中的空气（大气）是由干空气、水蒸气等组成的混合物，干空气的成分比例主要由表 1-1 所示的几种气体混合组成。干空气的平均相对分子质量为 28.97。

表 1-1 干空气的组成

名 称	相对分子质量	体积分数/%
氮 (N ₂)	28.02	78.08
氧 (O ₂)	32.00	20.95
氩 (Ar)	39.04	0.93
二氧化碳 (CO ₂)	44.01	0.03
其他稀有气体		0.01

实际上单纯的干空气在自然界是不存在的。因为地球表面大部分是海洋、湖泊和江河，每时每刻有大量的水分蒸发为水蒸气到大气中去，使大气成为干空气和水蒸气的混合气体，称为湿空气，习惯上称为空气。

在高度 90km 以下，干空气的成分及比例基本稳定不变，而且它对整个湿空气的热学性能无特殊意义，所以在空气中往往把干空气当作一个不变的整体看待。湿空气中的水蒸气，其含量虽然不大，但当它的含量变化时，却对湿空气的物理性能影响很大，其含量的多少决定了空气的干燥或潮湿程度，对生产和生活都有很大的影响。因此，在空气调节方面，首先应当掌握湿空气的物理性质。

湿空气的物理性质是用一些称为状态参数的物理量来衡量的，其主要状态参数有温度、压力、湿度、焓等。

二、主要状态参数

1. 空气温度

空气温度表示空气的冷热程度。我国工程上一般用摄氏温度 $t_c(^{\circ}\text{C})$ ，有时也用热力学温度 $T(\text{K})$ 。美、英等国过去习惯用华氏温度 $t_F(^{\circ}\text{F})$ 来表示温度的高低。

2. 空气压力

垂直作用在物体单位面积上的力，称为压力，也称压强。

其关系式为： $p=F/S$

式中 p ——压力，Pa；

F ——垂直作用力，N；

S ——受力面积， m^2 。

在空调器中，有空气的压力和制冷系统内的制冷剂对制冷系统内每一处的压力。

压力的单位为 Pa (帕)， 10^3Pa 为 kPa (千帕)， 10^6Pa 为 MPa (兆帕)。

(1) 绝对压力与表压力 绝对压力是表示物体实际所受的压力大小，而表压力是用压力计测出的压力。如果将气体装入容器中，气体就要膨胀，要向外挤压容器的内壁，所以，用压力计测出的压力，表示施加在容器内的力和大气从外部给容器外壁施加的力的差值，即：

表压力 = 绝对压力 - 标准大气压

也就是：绝对压力 = 表压力 + 标准大气压 (0.10133MPa)

(2) 湿空气压力 湿空气是指含有水蒸气的空气，也就是干空气和水蒸气所组成的混合气体。

道尔顿定律指出：混合物的压力等于各组成部分的分压力之和。因此，湿空气的压力必然是干空气分压力和水蒸气分压力之和：

$$p = p_g + p_z$$

式中 p ——湿空气压力，即大气压；

p_g ——干空气分压力；

p_z ——水蒸气分压力。

在一定温度下，水蒸气在空气中所占的分量愈多，空气就愈潮湿，水蒸气的分压力也愈大。如果空气中水蒸气的含量超过某一限量（饱和点）时，空气中就有水珠析出。这说明在一定温度下，空气中容纳水蒸气的数量是有限度的。即大气中水蒸气的分压力有一个极限值。当空气中从水蒸发为水蒸气的分子数目与从空气中水蒸气凝结为水的分子数目相等时，大气中容纳的水蒸气的数目达到最大的限度，这时湿空气处于饱和状态，称为“饱和空气”。与此相应的水蒸气分压力，称为该温度下的饱和水蒸气分压力 (p_{ab})。

3. 空气湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少，有以下几种表示法。

(1) 绝对湿度 湿空气的绝对湿度，是指 1m^3 的湿空气中含有水蒸气的质量，用 y_z 表示，其单位为 kg/m^3 。绝对湿度只能反映湿空气在某一温度下，在单位容积下所含水蒸气的质量。它不能直接反映湿空气的干、湿程度。

例如：在 20°C 下，湿空气的 $y_z = 0.01722\text{kg}/\text{m}^3$ ，这时湿空气处于饱和了。如果在 30°C 下，湿空气的 y_z 仍为 $0.01722\text{kg}/\text{m}^3$ ，因为 30°C 下的饱和湿空气绝对湿度 y_b 为 $0.0302\text{kg}/\text{m}^3$ ，所以，若温度升高至 30°C ，空气就显得比较干燥。

(2) 相对湿度 我们在日常生活中可以观察到：

① 在地面上洒上一层水，不久以后，水迹会消失，水分吸热变成水蒸气而散到空气中去了。

② 湿衣服挂在空气干燥的房间里，衣服会较快地被晾干，而挂放在较潮湿的房间里，衣

服就不易晾干。

③ 湿衣服挂在通风的房间里要比挂在不通风的房间里干得快。

④ 煮开水时,会冒出大量的白色热气。人们往往以为是水蒸气,实际上水蒸气是无色的,看不见的,我们看到的却是悬在空气中在光线反射下呈白色的大量小雾滴(浴室内也有此类现象)。

由①例说明,空气能够吸收和容纳水蒸气。

由②例说明,空气容纳和吸收水蒸气的速度受到空气自身水蒸气含量多少的限制,同样温度下,空气中水蒸气含量多的,吸收得慢,而水蒸气含量少的吸收得快。

由③例说明,同样状态的空气,空气量大,吸收水蒸气也多。

由④例说明,空气能够吸收和容纳水蒸气的能力不是无限的,而是有限的。可见,空气在吸收和容纳水蒸气方面具有下列特性,在一定压力和温度条件下,一定数量的空气只能容纳一定限度的水蒸气量。在某一温度下,空气吸收水蒸气量若达到该温度下容许的最大限度,空气就不能再吸收水蒸气了,空气中水蒸气含量已呈饱和状态,称为饱和空气。饱和空气的状态参数 p_s 、 d 、 Z 分别称为饱和水蒸气分压力 p_{sb} 、饱和含湿量 d_b 、饱和绝对湿度 Z_b 。

凡是在空气中水蒸气含量未达到该温度下的最大限度,这种空气称为未饱和空气。

空气中能容纳水蒸气量的限值与温度有关,空气温度愈高,其限值愈大;空气温度愈低,其限值愈小。这是由于空气中水蒸气在其自身分压力作用下保持其固有的饱和特性的缘故。由此规律可以推论:某一温度下的饱和空气,若在水蒸气分压力不变的条件下,将其温度提高,它就变成未饱和空气。相反,某一温度的未饱和空气,如在水蒸气分压力不变的条件下,将其温度下降到某一温度时,它就可变成饱和空气。这时的温度实际就是对应于水蒸气分压力的饱和温度,通常称为空气的露点温度 T_1 。如果空气温度降到露点温度以下,空气中水蒸气含量超出了该项温度下所允许的最大限值。此时,空气中的一部分水蒸气就会凝结成露珠而被析离出来。

相对湿度 φ 就是空气中的绝对湿度 Z 与同温度下饱和绝对湿度 Z_b 之比值,常用百分数表示

$$\varphi = \frac{Z}{Z_b} \times 100\%$$

利用理想气体状态方程,由上式可得

$$\varphi = \frac{p_s}{p_{sb}} \times 100\%$$

相对湿度 φ 表示空气接近饱和空气的程度。 $\varphi=0$,则属于干空气; $\varphi=100\%$,则称为饱和空气。可见, φ 值能够比较明确地表示空气干燥或潮湿的程度。

(3) 含湿量 1kg 干空气所伴有水蒸气质量 (g) 称为空气的含湿量,用符号 d 表示,其单位为 g/kg 干空气。

含湿量 d 几乎同水蒸气分压力成正比,而同空气的总压力 p 成反比。它确切表达了空气中实际含有的水蒸气量多少。

在空调技术中,含湿量同温度一样,是一个重要的状态参数,对空气进行减湿或加湿处理时,干空气的质量是保持不变的,仅是水蒸气含量发生变化,所以空调工程计算中,常用含湿量的变化来表达加湿和去湿程度。

(4) 密度和比体积 单位体积空气所具有的质量,称为空气的密度 ρ ,其表达式为:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 m ——空气的总质量,kg;

V ——空气的总体积, m^3 。

单位质量的空气所占有的体积称为空气的比体积 (v), 其表达式为:

$$v = \frac{V}{m}$$

式中 m ——空气的总质量, kg;

V ——空气的总体积, m^3 。

密度与比体积互为倒数, 即

$$\rho = \frac{1}{v}$$

由前述可知, 湿空气为干空气与水蒸气的混合物, 两者混合均匀并占有相同的体积, 因此, 湿空气的密度 ρ 为干空气密度 ρ_g 与水蒸气密度 ρ_z 之和, 即:

$$\rho = \rho_g + \rho_z$$

(5) 焓与熵

① 焓 它是热学中表示物质系统能量状态的一个函数。其符号为 I , 单位为 kJ/kg 。其数值上等于系统内能加上工质压力与体积的乘积, 即:

$$I = U + A p V$$

式中 I ——工质所具有的焓, kJ/kg ;

U ——工质的内能;

A ——功的热当量, $9.8 \times 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{m})$;

pV ——工质的压力与体积乘积, 表示工质流动过程中的推动功。

② 熵 它也是表示物质系统能量状态的一个热学量, 以符号 S 表示, 其单位为 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

熵的概念, 从学术上是难以解释的, 但可以简要理解为: 在绝热条件下, 当气态制冷剂被压缩时, 气体的压力或温度都沿着等熵线变化。一般以 0°C 的饱和液的状态为 $1 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

物体得到热量时, 将所得的热量除以该物体的热力学温度, 即为该物体熵量的增加, 可用下式表示:

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

式中 dS ——熵量的变化, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

dQ ——物体得到的热量, kJ/kg ;

T ——热力学温度, K 。

从上式可知, 物体没有热量进出时, 该物体的熵值不发生变化。例如: 要压缩气态的制冷剂时, 若是绝热压缩, 则物体 (制冷剂) 中就没有热量的进出, 因此该制冷剂的熵值不变。其压力、温度、比体积沿着等熵线变化。

三、空气调节原理

空气调节的任务是对房间或公共建筑物内的空气状态参数进行调节, 以创造一个温度适宜、湿度恰当的舒适环境。一般来说, 空气调节主要是指空气的温度、湿度控制。

1. 温度调节

按照人类的生理特征和生活习惯, 常要求居住和工作环境与外界的温差不宜过大 (5°C 左右), 室温夏季保持在 $25 \sim 27^\circ\text{C}$ 、冬季保持在 $16 \sim 20^\circ\text{C}$ 为宜。

2. 湿度调节

保持相对湿度冬季在 $40\% \sim 50\%$ 之间、夏季在 $50\% \sim 60\%$ 之间。

(1) 调温调湿设备

① 空气的加热设备 空气的加热是通过加热器来实现的, 空调系统中所用的加热器一般是以热水或蒸汽为热媒的空气加热器和电加热器, 以热水或蒸汽为热媒的空气加热器一般均

利用肋片管式换热器，由几排（每排有数根）肋片管和联箱组成。当热水或蒸汽在管内流动，空气在肋片管间流动时，空气被高温的肋片表面及基管加热。空气加热器的工作特点是：空气和管内水的流速越大，加热量越大；热水（或蒸汽）与空气间的温差越大，加热量越大；空气与加热器接触面积越大，加热量越大。肋片管式空气加热器一般作为空调系统的加热器，在冬季将空气加热到指定温度，以便于系统进入加湿处理，夏季一般不使用。电加热器是通过电阻丝将电能转化为热能来加热空气的设备，它具有加热均匀、加热量稳定、效率高、结构紧凑和易于控制等优点，常用于各类小型空调机组内。在恒温恒湿精度较高的大型集中式系统中，常利用电加热器作为末端加热设备来控制局部加热。电加热器有裸线式和管式两种：裸线式加热器加热迅速、热惯性小，结构简单，但易断线和漏电，安全性差；管式电加热器加热均匀、经久耐用、安全性好、可直接装在风道内，但其热惯性较大、结构复杂。电加热器的缺点是耗电量大，加热量大的场合不宜采用。

② 空气减湿冷却设备 空气的减湿与冷却可以通过表冷器来实现。与空气加热器结构类似，表冷器也都是肋片管式换热器，它的肋片一般多利用套片和绕片，基管的管径较小，表冷器内流动的冷媒有制冷剂和冷水两种。以制冷剂为冷媒的表冷器称为直接蒸发式表冷器，多用于各类局部机组中。以冷水作为冷媒的表冷器称为水冷表冷器，多用于集中式空调系统和半集中式空调系统的末端设备中。当空气沿表冷器的肋片间流过时，通过肋片和基管表面与冷媒进行热量交换，空气放出热量温度降低，冷媒得到热量温度升高。当表冷器的表面温度低于空气的露点温度时，空气中的一部分水蒸气将凝结出来，此时称表冷器处于减湿情况，从而达到对空气进行降温减湿处理的目的。增大空气和冷水的流速、增加换热面积和空气与冷水间的温差，都可以提高传热量，设计时一般取表冷器迎面风速 2.5m/s 左右，管内水流速 $0.6\sim 1.5\text{m/s}$ 。表冷器的调节方法有两种，一是水量调节，二是水温调节。水量调节是改变进入表冷器的冷水流量，水温不变，使表冷器的传热效果发生变化，水量减少，表冷器传热量降低，空气温降小，除湿量也少。水温调节是在水量不变条件下，通过改变表冷器进水温度，改变其传热效果。进水温度越低，空气温降越大，除湿量也增加。水温调节多用于温度控制精度较高的场合。

③ 空气的加湿设备 建筑空调系统一般利用向空气中喷蒸汽的办法进行加湿，常用的喷蒸汽加湿方法有干蒸汽加湿和电加湿两种。干蒸汽加湿是将具有一定压力的蒸汽由蒸汽加湿器均匀地喷入空气中。而电加湿则是用于加湿量较小的机组或系统中。电加湿器分为电热式加湿器和电极式加湿器两种。电热式加湿器是将电热元件直接放在盛水的容器内，利用加热元件所散出的热量加热水而产生蒸汽。电热式加湿器体积较大。完整的电热式加湿器，除蒸汽发生器外，尚需配备自动补水设施、用于恒定蒸汽压力的电源控制设施、湿度敏感元件、湿度调节器和带电动调节阀的喷管组件。电极式加湿器是用三根不锈钢棒（也可以是铜镀铬）作为电极，放在不易锈蚀的水容器中，以水作为电阻，通电后水被加热而产生蒸汽。通过调整水位的高低，可以改变水的电阻，从而改变热量和蒸汽发生量。电极式加湿器结构紧凑，多用于各类空调机组内，其加湿量较小。

(2) 空气状态调节 空气调节是对房间或公共建筑物内的空气状态参数，主要是温度和相对湿度进行调节，使空气从一个状态变化到另一个状态。当被调节的空气状态（温度和相对湿度）偏离了设定值时，通过合理的加热、加湿、冷却和去湿步骤，使空气的状态发生人为改变达到设定状态。图 1-1 说明了整个空气调节处理流程。

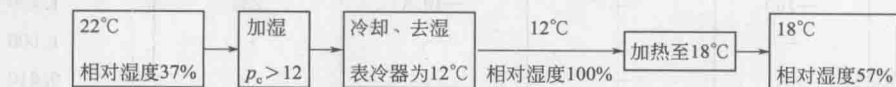


图 1-1 空气调节处理流程

① 冬季新空气加热加湿处理 冬季新空气的气温低,如果对新空气加热至室内气温的标准,这时新空气中的水气总量未发生变化,即 p_c 水气分压未变,因此加热后的空气相对湿度会大大降低。为了使加热后空气的相对湿度也能达到室内空气湿度的标准,在调节的过程中必须要进行加湿处理。

② 夏季新空气减温去湿处理 夏季新空气的调节与冬季相反,新空气的气温高于室内空气,需要对夏季新空气进行减温去湿处理。如果对新空气只进行降温至室内气温的标准,这时新空气中的水气总量未发生变化,即 p_c 水气分压未变,因此降温后的空气相对湿度会大大增加。为了使降温后的空气的相对湿度也能达到室内空气湿度的标准,在调节的过程中必须要进行去湿处理。

第二节 热力学基础

一、热能特性

所有的物体,无论是固体、液体或气体,都是由运动的分子组成的。分子运动就会产生热能,在热力学温度零度 (-273.16°C) 下,分子会停止其运动。所以,这时的物体就没有热能产生 (即不“热”)。物体具有的内能,在其状态变化时会有所增减。

物体有三种状态,即固态、液态、气态,它们可以互相转化。在转化过程中会吸收或放出热量。

“热”又可分为潜热和显热。使物体原有状态发生变化而温度不发生变化的热称为潜热。使物体原有状态不发生变化,而使温度发生变化的热 (即潜热以外的内部热能) 称为显热。

物体热的区分和名称:

热	潜热	蒸发热	从液体向气体变化时需要吸收的热
		冷凝热	从气体向液体变化时需要放出的热
		熔解热	从固定向液体变化时需要吸收的热
		凝固热	从液体向固体变化时需要放出的热
		升华热	从固体直接向气体变化时需要吸收的热
	显热	物体温度变化所吸收或放出的热	

表 1-2 列出了空调器中常用的几种物质,在一个大气压下的熔点 (凝固点)、熔解热 (凝固热)、沸点 (冷凝点)、蒸发热 (冷凝热) 及比热容。

表 1-2 空调器常用物质的几种物理常数

物质名称	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	熔解热/(kJ/kg)	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	蒸发热/(kJ/kg)	比热容/[kJ/(kg·K)]
铁	1530	268	—	—	0.448
铝	660	398	—	—	0.883
冰	0	333.50	—	—	2.040
水	—	—	100	2256	4.186
酒精	-117	100.50	35	858	2.390
氨	—	—	-33.3	1369	—
氟利昂 12	-158	—	-29.8	167	1.020
氟利昂 22	-160	—	-40.8	234	1.400
空气 (c_p)	—	—	—	—	1.000
氟利昂 12 (c_p)	—	—	—	—	0.610
氟利昂 22 (c_p)	—	—	—	—	0.660

比热容是衡量物体温度升高所需的热量的物理量,即使单位质量的物质的温度升高 1°C ,所需要的热量称为该物体的比热容 $[\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})]$ 。例如:使 1kg 的水温度升高 1°C ,所需要的热量为 4.186kJ ,即为水的比热容为 $4.186\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

根据加热时的不同条件,物体有两种不同的比热容,即:

定容比热容(c_v):指体积保持一定时,物质的比热容。

定压比热容(c_p):指压力保持一定时,物质的比热容。

二、热力学第一定律

机械功转变为热能,或热能转变为机械功时,两者之间的总量不变。这就是能量守恒的原理。

三、热力学第二定律

热是从高温向低温转移的。也就是说,能是从利用价值高的状态向利用价值低的状态向转移的。这就是能量耗散的原理。逆着热力学第二定律,将热从低温处向高温处转移,就是制冷原理。

第三节 制冷技术基础

一、基本概念

1. 热量

热量是传热过程中能量变化的量度。高温物体传热到低温物体时,能量从高温物体传递到低温物体。高温物体释放热量,简称放热;低温物体吸收热量,简称吸热。

2. 汽化与液化

汽化是物质从液体转变为气体的过程,在此过程中,物质要吸热。液体汽化形式有两种:蒸发和沸腾。在一定的压力下,蒸发可以在任何温度下发生,而沸腾则必须是液体温度上升到某一个定值才能发生,这个值称为该液体的沸点。

液体的沸点是可改变的,当液体的压力下降时,液体的沸点会随之下降,即液体可以在更低的温度下吸热沸腾。制冷技术就是利用这个原理制冷的。制冷技术中制冷剂的汽化是一种定压沸腾形式,但在制冷工程中却习惯地被称为蒸发,所以沸点也相应被称为蒸发温度。沸点所对应的压力被称为蒸发压力。制冷技术中用以蒸发吸热的物质,在 1 标准大气压下,蒸发温度都很低,如氟利昂 12 为 -29.8°C ,氟利昂 22 为 -40.8°C 。

液化是与汽化相反的过程。此过程中,物质从气体转变为液体,并放热。在一定压力下,气体温度下降到一个定值时,就会液化,这个值称为液化温度。气体的液化温度不是恒定不变的。当气体压力减小时,液化温度也随之降低;反之,当气体压力增加时,液化温度也随之升高,但当气体温度高于某一个值时,即使再增加压力,气体也不会液化,这个温度被称为临界温度。在临界温度以内,任何一个温度下使气体液化的最低压力叫临界压力。只要是在临界温度以下,气体的压力增加时,物质的液化温度是可以升高的。制冷技术就是通过提高气体制冷物质的压力来提高其液化温度的,即让气体制冷物质在较高的温度下也能液化。

3. 空气湿度

人类赖以生存的空气除了含有氧气、氮气、二氧化碳等成分外,还含有大量的水蒸气,而且空气中水蒸气的含量不是一成不变的,它与空气的温度、压力都有密切的关系。物理学上,用空气湿度来表示空气中水蒸气含量的多少。它有绝对湿度、相对湿

度、含湿量三种表示形式。空调技术中,为了方便和确切地表示空气湿度,常利用含湿量来表示湿度,它是指空气中水蒸气质量(以g为单位)与除水蒸气以外的其他气体质量(以kg为单位)的比值(单位为g/kg干空气)。空气湿度是影响人体舒适感的一个重要因素。比如,空气在25℃时,含湿量在10~20g/kg干空气的范围时,人体普遍感觉舒适,既不感觉干燥也不感觉潮湿。

空气的含湿量可以调节。空气在一定的温度下,水蒸气的含量是有限度的,当水蒸气增加到一定值时,就不能再增加了。此时,水汽化成水蒸气进入到空气中的量与空气中的水蒸气液化成水的量持平,人体皮肤中的水分无法减少,人们普遍感到潮湿。

空气中的含湿量很大时,可以通过降低温度,使空气中水蒸气的液化量大于汽化量,减少空气的含湿量,使人体不再感到潮湿。

空气中的含湿量过小时,人会感到口干舌燥,皮肤干裂不适,此时可以通过适当提高温度来提高空气含湿量的限度,达到增湿的目的。

4. 空气洁净度

室内空气长时间不与外界空气充分交换,室内空气中所含不同气体成分的比例就会发生变化,尤其是氧气含量会明显下降。一般来说,在常压下,空气中氧气含量的比例在12%~19%时,人们感觉到空气新鲜。当空气中氧气含量的比例明显下降时,人们会感觉气闷、头疼。另外,空气中还含有微量的粉尘、细菌和有害气体,当这些成分超过允许浓度时,空气变得不洁净,而且对人体健康有害。

空气洁净度是一个衡量空气洁净程度的指标,主要以含氧比例和粉尘、有害气体浓度为衡量内容。

5. 制冷量

制冷量是单位时间内制冷剂在制冷系统所吸收的热量。单位为瓦(W)或千瓦(kW),它是衡量制冷装置制冷能力的主要参数。

现在空调器销售行业中习惯用“匹”作为制冷量的单位。其实“匹”是非法定单位。空调厂家也不用“匹”作为制冷量的单位。空调中所谓的“1匹”大约相当于2300W的制冷量,“1.5匹”约为3450W,“2匹”约为4600W,依此类推。其实,空调器销售行业中“匹”的标准并不统一,例如,同为1.5匹的挂式空调,海尔空调制冷量约为3300W,海信空调约为3200W。

二、制冷原理

在自然界中,有很多的物理现象会引起温度的降低,制冷技术实际上就是利用这些物理现象获得低温的。

利用不同的物理现象制冷,其制冷原理也各不一样,在家用制冷设备中,常见的制冷原理有以下几种。

1. 压缩式制冷

压缩式制冷是利用压缩机先使气体制冷剂液化,然后又使液化后的制冷剂汽化吸热,降低温度来达到制冷的目的,其工作原理如图1-2所示。压缩式制冷系统主要由压缩机、冷凝器、干燥过滤器、毛细管、蒸发器等部件组成。系统在消耗电能的条件下,利用制冷剂(如氟利昂)在蒸发器中蒸发来大量吸收热量,实现制冷的目的。其具体过程是:通电后压缩机工作,将蒸发器内已吸热的低压、低温气体制冷剂吸入,经压缩后,形成高温、高压的气体制冷剂,进入冷凝器。在冷凝器中,制冷剂降为常温,并液化为液体制冷剂。液体制冷剂再通过毛细管进入蒸发器。液体制冷剂经过毛细管后,压力急剧降低,进入蒸发器大量蒸发,吸收热量变成低压、低温的气体制冷剂,再次被压缩机吸入。如此不断循环,将蒸发器所在环境的热量不断地转移到冷凝器所在的环境中去。

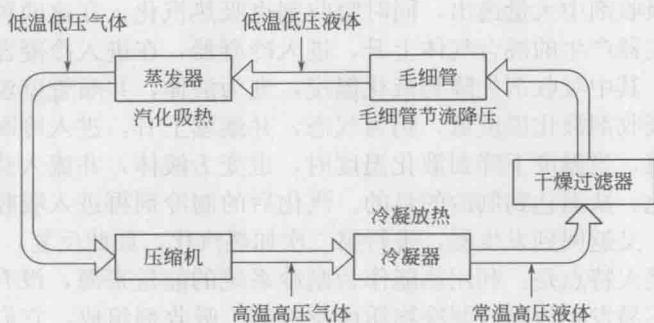


图 1-2 压缩式制冷的工作原理

由于在制冷系统中，冷凝器和蒸发器都是进行热量交换的部件，所以又被统称为热交换器。

2. 吸收式制冷

吸收式制冷也是利用制冷剂汽化吸热来达到降温的目的。根据日常现象可知，在平常大气压力条件（760mmHg）下，水要达到 100℃ 才沸腾，但是在低于大气压力的特殊条件下，水可以在温度很低时沸腾。比如在密封的容器里制造 6mmHg（1mmHg=133.3Pa）的低压条件，水的沸点只有 4℃。溴化锂就可以制造这种低压条件，因为它是一种吸水性极强的化合物，可以连续不断地将密封容器里的水蒸气吸走，从而在容器里制造并维持低压条件。

吸收式制冷系统就是利用这样的原理来制冷的。吸收式制冷系统中有两种不同物质：一种为吸收剂（如溴化锂），沸点较高，能强烈溶解吸收制冷剂；另一种为制冷剂（如水），沸点较低，能溶于吸收剂。制冷剂在系统内的真空条件下大量汽化，带走系统的热量。吸收剂强烈溶解吸收汽化后的制冷剂，使系统内的真空条件得以维持，同时吸收剂浓度下降。吸收剂吸收制冷剂后，把制冷剂中的热量释放到系统之外的环境中去。浓度下降的吸收剂经过加热浓缩，把制冷剂分离出来。分离出来的制冷剂再次在真空条件下汽化。加热浓缩后的吸收剂再次去吸收制冷剂。

根据吸收剂和制冷剂搭配不同，吸收式制冷又分为溴化锂吸收式制冷和氨吸收式制冷。溴化锂吸收式制冷系统中，用水作制冷剂，溴化锂作吸收剂。氨吸收式制冷系统中，用氨作制冷剂，水作吸收剂。

吸收式制冷系统的工作原理如图 1-3 所示，从图中可以看出，制冷系统由吸收器、发生器、冷凝器、蒸发器组成。

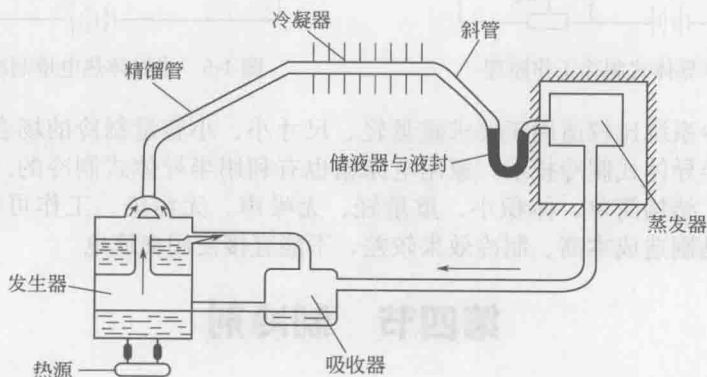


图 1-3 吸收式系统的工作原理

系统工作时，首先对发生器加热。发生器中有吸收剂和制冷剂混合溶液。混合溶液吸热