

从 **零** 开始学电子技术丛书

从零开始学

空调设备维修技术

张伯虎 主编
王 亮 等编著

CONGLING KAISHIXUE KONGTIAO SHEBEI WEIXIU JISHU



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑: 杨星豪 xhyang@ndip.cn
文字编辑: 吴晓涛
责任校对: 钱辉玲
封面设计: 王晓军 xjwang@ndip.cn

从 **零** 开始学电子技术丛书

从零开始学电路仿真Multisim和电路设计Protel技术

从零开始学CPLD和Verilog HDL编程

从零开始学电气控制与PLC技术

从零开始学电子元器件识别与检测技术

从零开始学电动机控制与维修技术

从零开始学单片机技术

从零开始学单片机C语言

从零开始学电子测量技术

从零开始学模拟电子技术

从零开始学数字电子技术

从零开始学电路基础

从零开始学计算机组装与维修技术

从零开始学网络组建与管理技术

从零开始学室内装修电脑设计技术

从零开始学电子日历·钟表维修技术

从零开始学制冷设备维修技术

从零开始学空调设备维修技术



从零开始学低压电工技术

从零开始学高压电工技术

从零开始学维修电工技术

从零开始学弱电电工技术

从零开始学电梯维修技术

从零开始学电气焊技术

► 上架建议: 家用电器·电子技术 ◀

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-06312-7



9 787118 063127 >

定价: 28.00 元

从零开始学电子技术丛书

从零开始学空调设备维修技术

张伯虎 主编

王亮 等编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是专门为空调设备维修技术初学者、转岗及再就业人员的需要而编写的。全书共分为四章。第一章主要介绍了空调器的基础知识;第二章主要讲述空调器的工作原理及结构组成;第三章和第四章主要讲述了家用中央空调和汽车空调的原理与维修。

本书集实用性、系统性、资料性和启发性于一体,内容通俗易懂,紧扣实践,使读者在学习过程中能和实际安装与维修工作联系到一起。

本书可供空调与制冷技术的技术人员、技工、电气工人、家电维修人员以及电子技术爱好者阅读,也可作为大专、中专、中职院校的教材或短期培训班、再就业工程、知识更新工程培训的教材或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

从零开始学空调设备维修技术/王亮等编著. —北京:
国防工业出版社, 2009. 10

(从零开始学电子技术丛书/张伯虎主编)

ISBN 978-7-118-06312-7

I. 从... II. 王... III. 空气调节器—维修 IV.
TM925. 120. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 063530 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16¼ 字数 403 千字

2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

丛 书 前 言

我们所处的时代是一个知识爆炸的新时代。新产品、新技术层出不穷,电子技术的发展更是日新月异。可以毫不夸张地说,电子技术的应用无处不在,电子技术正在不断地改变着我们的生活,改变着我们的世界。

读者朋友:当你妙趣横生的电子世界发生兴趣时;当你彷徨于就业的关口,想成为电子产业中的一名员工时;当你跃跃欲试,想成为一名工厂的技术革新能手时;当你面对“无所不能”的“单片机”,梦想成为一名自动化高手时;当你的头脑里冒出那么多的奇思妙想,急于把它们应用于或转化为产品时……都是那么急切地想补充自己有关电子技术方面的知识,这时,你首先想到的是找一套适合自己学习的电子技术图书阅读。这套《从零开始学电子技术丛书》正是为了满足广大读者特别是电子爱好者的实际需要和零起点入门的阅读要求而编著的。

本丛书的读者定位是:零起点入门的电子爱好者、广大打工族、待业人员、家电维修人员、电工电子技术人员和非电工电子专业的工程技术人员。主要满足他们在职学习、自学成才之用。同时,本丛书也可作为大专、中专、中技、职业院校以及各种短期培训班和再就业工程、知识更新工程培训的教材或教学参考书。

与其他电子技术类图书相比,本丛书具有以下特点:

一、内容全面,体系完备。本丛书给出了广大电工、电子爱好者学习电工、电子技术的全方位解决方案,既有初学者必须掌握的电路基础、模拟电路和数字电路等基础理论,又有电子元器件检测、电子测量仪器的使用、电路仿真与设计等操作性较强的内容,还有电气控制与 PLC、单片机、CPLD 等综合应用方面的知识。在首批出版 11 个分册的基础上,本丛书的第二批又推出了高压电工、低压电工、维修电工、弱电电工、电气焊、空调、制冷、电梯、电子日历与钟表、计算机组装、室内装修电脑设计、网络管理等 12 个分册,因此,本丛书堪称内容翔实,覆盖面广。

二、通俗易懂、重点突出。传统的电子技术图书和教材在介绍电路基础与模拟电子技术等内容时,大都借助高等数学这一工具进行分析,这就给电子爱好者自学电子技术设置了一道门槛,使大多数电子爱好者失去了学习的热情和兴趣。本丛书在编写时,完全考虑到了初学者的需要,不涉及高等数学方面的公式,尽可能地把复杂的理论通俗化和实用化,将烦琐的公式简化,再辅以简明的分析及典型的实例,从而形成了本丛书通俗易懂的特点。为了满足不同层次读者的需求,本丛书对难点和扩展知识用“*”进行了标注,初学者可跳过此内容。

三、实例典型,实践性强。本丛书最大程度地强调了实践性,书中给出的例子大都经过了验证,可以实现,并且具有代表性;本丛书的一部分分册配有光盘,光盘中收录了书中的实例、

常用软件、实验程序和大量珍贵资料,以方便读者学习和使用。另外,读者如果在阅读过程中遇到问题需要帮助,请直接通过 Email: zyh-zxh@163.com 与作者联系,我们将尽力为您解决问题。

四、内容新颖,风格活泼。本丛书所介绍的都是电子爱好者最为关心并且在业界获得普遍认同的内容,本丛书的每一分册都各有侧重,又互相补充,论述时疏密结合,重点突出。对于重点、难点和容易混淆的知识,书中还特别进行了标注和提示。

五、把握新知,结合实际。电子技术发展日新月异,为适应时代的发展,本丛书还对电子技术的新知识做了详细的介绍;本丛书中涉及的应用实例都是编著者开发经验的提炼和总结,相信一定会给读者带来很大的帮助。在讲述电路基础、模拟和数字电子技术时,还专门安排了计算机辅助软件的仿真实验,实验过程非常接近实际操作的效果,使电子技术的学习变得更为直观,使学习变得更加生动有趣,这可以加深读者对电路理论知识的认识。

总之,对于需要学习电子技术的电子爱好者而言,选择《从零开始学电子技术丛书》不失为一个好的选择。本丛书一定能给你耳目一新的感觉,当你认真阅读之后将会发现,无论是你所读的书,还是读完书的你,都有所不同。

感谢本丛书的策划者——电子科普领域中的知名专家、中国电子学会高级会员刘午平先生与科技出版界资深编审杨星豪先生,他们与我们共同交流,共同探讨,达成了共识,确立了写作方向,并为本丛书的选题、编写、修改和出版做了大量卓有成效的工作,他们以丰富的专业知识和认真、敬业的态度为我们所敬佩;感谢山东持恒开关厂总经理陈培军先生和山东金曼克电气集团设计处总工程师高广海先生,他们对本丛书的编写提出了很多建设性的意见和建议,为本丛书的许多实验提供了强有力的支持与帮助,并参与了部分图书的编写工作;感谢网络,本丛书的许多新知识、新内容都是我们通过网络而获得的,我们在写作过程中遇到的许多疑难问题也大都通过网络得以顺利解决,对于这么多乐于助人、无私奉献的站主和作者们,无法在此一一列举,只能道一声“谢谢了!”感谢众多电子报刊、杂志和相关书籍的编辑和作者,他们为本丛书提供了许多有新意、有实用价值的参考文献,才使得这套丛书能够别出心裁、与时俱进;感谢国防工业出版社,能与国内一流的出版社合作,我们感到万分的荣幸;感谢博华图文社及其他对本丛书的出版付出过辛勤工作的人士,没有他们的热心与支持,本丛书不知何时才能与读者见面!

最后,祝愿本丛书的每一位读者在学习电子技术的过程中,扬起风帆,乘风破浪!

丛书编著者
2009年3月于北京

前 言

随着社会生活水平的提高,空调已经普及到人们的日常生活中。空调的普及使空调维修也成了热门行业,学习空调维修技术的人员不断增加,从业人员逐年增多。为了让毫无基础的人能够入门并学到空调维修技术,为了让那些不能离开工作岗位而又希望早日掌握空调维修技术的人真正将此项技术学到手,我们特编写了这本实用书籍。

本书在编写过程中,充分考虑了各层次读者的需要,语言通俗易懂、内容翔实、实用性强、图文并茂,真正做到理论和实践相结合,循序渐进、由浅入深,便于初学者学习和掌握。

全书共分为四章。第一章主要介绍空调器的基础知识,包括空气的组成、热力学知识和制冷基础知识。第二章主要讲述空调器的工作原理及检修,包括普通空调的制冷系统、控制系统、主要零部件的结构与作用,常见故障的分析与检修方法及变频空调的原理与维修,同时还分析了空调的安装及安装而引起的常见故障的原因及检修方法。第三章主要讲述家用中央空调的原理与维修,包括家用中央空调的制冷系统、控制系统和溴化锂制冷吸收式的制冷原理及维修。第四章主要讲述汽车空调的原理及维修,包括汽车空调的组成,制冷系统和控制系统的工作原理和维修。

参加本书编写的工作人员有王维江、曹振华等同志。本书在写作过程中,参考了大量的书刊和有关资料,并引用了相关资料,在此成书之际向有关杂志、书刊和资料作者一并表示衷心感谢。

本书集实用性、系统性、资料性和启发性于一体,可供制冷技术的技术人员、技工、电气工人、家电维修人员以及电子技术爱好者阅读,也可作为大专、中专、中职院校的教材或短期培训班、再就业培训作教学及自学参考用书。

由于时间仓促和编写水平有限,再加上空调维修技术的日新月异,教材中肯定有许多不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2009 年 3 月

目 录

第一章 空调器的基础知识	1
第一节 空气组成及主要状态参数	1
一、空气组成	1
二、主要状态参数	1
第二节 热力学知识	5
一、热能特性	5
二、热力学两大定律	6
第三节 制冷技术基础	6
一、基本概念	6
二、制冷技术基础	7
第二章 空调器的工作原理及组成	14
第一节 空调概述	14
一、空调器的用途	14
二、空调器的种类	14
三、空调器的组成	16
四、空调器的型号	17
第二节 家用空调器制冷系统的结构及工作原理	18
一、窗式空调器	18
二、分体式空调器	22
三、家用空调器的主要零部件	26
第三节 家用空调器通风系统结构及工作原理	33
一、窗式空调器通风循环系统	33
二、分体式空调器通风循环系统	34
三、主要结构部件	36
第四节 电气系统结构和工作原理	38
一、机械式控制电气系统	38
二、计算机控制型电气系统	41
第五节 变频空调器结构及工作原理	57

一、变频空调器原理及特点	57
二、专用部件和电路	58
三、交流变频空调器工作原理	60
四、直流变频空调器工作原理	65
第六节 空调器的安装与调试	75
一、空调器的选择	75
二、空调器安装的注意事项	77
三、空调器位置的选择	78
四、空调器的安装	78
五、柜式空调器的安装	84
第七节 空调器的移机	86
一、分体壁挂式空调器拆卸	86
二、移机后分体壁挂式空调器的安装	88
三、分体柜式空调器和窗式空调器的移机	89
第八节 空调器的故障检修	89
一、基本操作	89
二、空调器制冷系统的常见故障及检修	91
三、常用空调器故障代码	94
第三章 家用中央空调的结构与维修	145
第一节 概述	145
第二节 家用中央空调制冷系统结构及工作原理	146
一、冷热水式家用中央空调	146
二、风管系统	150
三、VRV 系统	152
第三节 家用中央空调控制系统	154
一、主要制冷部件	154
二、家用中央空调控制系统	162
三、中央空调系统的安装与调试	171
四、家用中央空调故障与维修	172
第四节 溴化锂制冷	176
一、吸收式制冷原理	176
二、溴化锂吸收式制冷机工作原理	177
三、溴化锂吸收式冷水机组分类	178
四、溴化锂吸收式冷水机组	180
五、蒸汽式制冷机的操作	188

六、 溴化锂吸收式制冷机常见故障与维修方法·····	191
第四章 汽车空调系统的原理与维修·····	194
第一节 概述·····	194
一、 汽车空调的组成·····	194
二、 汽车空调系统的分类·····	194
三、 汽车空调的布置·····	195
第二节 汽车空调制冷系统·····	196
一、 汽车空调制冷系统的工作原理·····	196
二、 汽车空调制冷系统的分类·····	197
三、 汽车空调制冷系统的主要部件·····	197
第三节 汽车空调暖风系统·····	209
一、 汽车空调暖风系统的分类·····	209
二、 汽车空调暖风系统的结构与工作原理·····	209
第四节 汽车空调通风系统·····	212
一、 动压通风·····	212
二、 强制通风·····	213
三、 综合通风·····	213
第五节 汽车空气净化系统·····	213
第六节 汽车空调控制系统·····	215
一、 电磁离合器·····	215
二、 压力开关·····	216
三、 发动机怠速控制器·····	217
四、 汽车空调的温度和压力控制电路装置·····	218
五、 温度、速度控制电路分析·····	219
六、 汽车空调的自动温控电路分析·····	221
七、 汽车空调的加热除霜电路及用风扇通风换气·····	221
八、 汽车空调电路举例·····	222
第七节 汽车空调系统的常见故障及维修·····	225
一、 汽车空调基本检修工具及使用方法·····	225
二、 汽车空调系统基本检修作业·····	229
三、 汽车空调系统故障诊断与排除·····	234
参考文献·····	240

第一章 空调器的基础知识

第一节 空气组成及主要状态参数

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 所列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	体积百分数/%
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(He,Ne,Kr等)		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,干空气的组成及比例基本稳定不变,而且它对整个湿空气的热工性能无特殊意义,所以在空调中往往把干空气当做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和潮湿程度,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标 $t_c(^{\circ}\text{C})$,有时也用热力学温标 $T(\text{K})$ 。美、英等国过去习惯用华氏温标 $t_F(^{\circ}\text{F})$ 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, $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$);

F ——垂直作用力(N);

S ——物体面积(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之差值,即

$$\text{表压力} = \text{绝对压力} - \text{标准大气压}$$

也就是

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + \text{标准大气压}(0.10133\text{MPa})$$

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,即

$$P = P_g + P_z$$

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份量越多,空气就越潮湿,水蒸气的分压力也越大。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”。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_{zb})。

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 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 $Z = 0.01722\text{kg}/\text{m}^3$,这时湿空气处于饱和了。如果在 30°C 下,湿空气的 $Z = 0.01722\text{kg}/\text{m}^3$,因为 30°C 下的饱和湿空气绝对湿度 $Z_b = 0.0302\text{kg}/\text{m}^3$ 。所以,温度若升高至 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如下现象:

(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)说明,空气能够吸收和容纳水蒸气。

由(2)说明,空气在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)说明,同样状态的空气,空气量大,吸收水蒸气也多。

由(4)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值,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_z 、 d 、 Z 分别称为饱和水蒸气分压力 P_{zb} ,饱和含湿量 d_b 及饱和绝对湿度 Z_b 。

凡是在空气中水蒸气含量未达到该温度下的最大限值,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,空气温度越高,其限值越大;空气温度越低,其限值越小。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,常用百分数表示,即

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

利用理想气体状态方程,由上式可求得

$$\varphi = \frac{P_s}{P_{sb}} \times 100\%$$

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和潮湿的程度。

3) 含湿量

每千克干空气所伴有的水蒸气质量(g)称为空气的含湿量,用符号 d 表示,其单位为g/kg。

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,所以在空调工程计算中,常用含湿量的变化来表达加湿和去湿程度。

4) 密度和比容

单位容积空气所具有的质量,称为空气的密度,其表达式为

$$\rho = \frac{m}{V} (\text{kg/m}^3)$$

式中 m ——空气的总质量(kg);

V ——空气的总容积(m^3)。

单位质量的空气所占有的容积称为空气的比容,其表达式为

$$v = \frac{V}{m} (\text{m}^3/\text{kg})$$

式中 m ——空气的总质量(kg);

V ——空气的总容积(m^3)。

密度与比容互为倒数,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容积,因此,湿空气的密度 ρ 为干空气密度 ρ_g 与水蒸气密度 ρ_s 之和,即

$$\rho = \rho_g + \rho_s$$

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

$$I = U + A \cdot P \cdot V$$

式中 I ——工质所具有的焓(kJ/kg);

U ——工质的内能;

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

$P \cdot V$ ——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力学量,用符号 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,但可以简要的理解为: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。一般地, 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,即

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

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、比容沿着等熵线变化。

第二节 热力学知识

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,在热力学温度为零度(-273.16°C)以下时,分子会停止其运动。所以,这时的物体就没有热能产生(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(潜热以外的内部热能)称为显热。

物体热的区分可表述如下:

{ 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——从固体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——物体湿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。

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/($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)
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(cp)	—	—	—	—	1.000
氟利昂12(cp)	—	—	—	—	0.610
氟利昂22(cp)	—	—	—	—	0.660

比热容是衡量物体温度升高所需热量的物理量,即使单位质量的物质的温度升高 1°C 时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。

(1) 比定容热容(c_v)。指体积保持一定时,物质的比热容。

(2) 比定压热容(c_p)。指压力保持一定时,物质的比热容。

二、热力学两大定律

1. 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,二者之间的比率不变。这就是能量守恒的原理。如果消耗的机械功为 W ,而生成的热量为 Q ,那么热力学第一定律可表示为

$$W = Q$$

2. 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方向转移的。这就是能量耗散的原理。与热力学第二定律相反,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。

液体的沸点是可以改变的,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沸腾吸热。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,所以沸点也相应地被称为蒸发温度。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^①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

^① 1 标准大气压 = 101325Pa

度以下,当气体的压力增加时,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,常采用含湿量来表示湿度,它是指空气中水蒸气质量(单位为 g)与除水蒸气以外的其他气体质量(单位为 kg)的比值(单位为 g/kg)。空气湿度是影响人体舒适感的一个重要因素。例如,空气在 25℃ 时,含湿量在 10g/kg ~ 20g/kg 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为 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(马力, hp)”作为制冷量的单位,其实“匹”是非法定单位。空调器生产厂家也不用“匹”作为制冷量的单位。空调器的“1 匹”大约相当于 2300W 的制冷量、“1.5 匹”约为 3450W、“2 匹”约为 4600W,以此类推。其实,空调中所谓销售行业中“匹”的标准并不统一,例如,同为 1.5 匹的挂式空调器,海尔空调制冷量约为 3300W,海信空调器约为 3200W。

二、制冷技术基础

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。

1. 制冷原理

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: