

第 1 章 变频空调器基础知识

本章主要概述了空调器的作用及其原理，重点讲述了变频空调器的原理。

1.1 空调器概述

空调器是房间空气调节器的简称，它是一种向封闭空间提供经过处理的空气的设备。其作用是使封闭空间内空气的温度、湿度、洁净度及流速等参数保持在人体舒适的范围以内，实现对空气状态在一定范围内的调节。其调节的 4 个要素包括：空气的温度、湿度、洁净度和气流速度。

1851 年，美国人约翰·戈里制造了世界上第一台商用制冷和空调机。1859 年，德国工程师费尔狄南·卡尔·林达发明了氨—水吸收式制冷机，它应用了水对氨蒸气具有强烈吸收能力的原理，这种较为原始的制冷机曾一度应用于生产和商业。1872 年，美国人波依尔发明了活塞式氨蒸气压缩制冷机，经过不断的发展和改进，该制冷机一直沿用至今。

进入 20 世纪，制冷技术有了更大的发展。人们发现利用能量转换的逆向循环，不仅可以制冷，而且可以供暖，从此热泵列入制冷技术范畴，将调节温区向上扩展到了环境温度以上。同时，一些技术的创新和进步从工艺上改变了人工制冷的进程，推动了制冷技术在空气调节领域的应用：全封闭压缩机研制成功（美国通用电器公司）；米杰理（Midgley）发现氟利昂制冷剂，并运用于压缩式制冷机以及混合制冷剂的应用；伯宁顿（Pennington）发明回热式除湿器循环以及可逆空气—空气型热泵的出现。

人们最早使用舒适性空调是在 1920 年左右。当时，美国纽约泰晤士广场的几家著名的动画片剧场首先安装了空气调节装置。随后，空调系统在影剧传媒业中逐渐得到了推广。在其后的几十年里，随着制冷技术的不断发展及在空气调节领域的广泛应用，不同性能、不同式样的各种类型的空气调节装置出现在人们的生活当中。

20 世纪 80 年代，日本空调器制造产业逐渐壮大。其产品在质量上、品种上均处于世界领先地位。1982 年首台变频空调器在日本诞生，经过不断的完善发展，到目前变频空调以其节能性、舒适性等方面的显著优势，已在空调器产品中占主导地位。同时，在空调器的控制上，人工智能的运用更进一步完善了空调器的功能，使其能根据温度、湿度、空气流速、季节、着衣量等进行最佳控制。在硬件上，双转子滚动活塞式压缩机已逐步对单转子式压缩机进行替代，涡旋式压缩机也已在部分房间空调器中得到使用。新的技术使房间空调器制造提高到一个新的水平。

在我国，第一台房间空调器于 1963 年在上海冰箱厂诞生。1970 年，江苏泰州制冷设备厂、太仓冷气机厂、南京九二四厂先后试制房间空调器，生产规模并不大，但为我国空调器的发展奠定了基础。改革开放以来，随着人民生活水平的不断提高，人们对气候舒适性的要

求也越来越高，房间空调器的消费群体日益壮大。在这一背景下，我国家用空调业取得了长足的发展，已形成了一个由生产、科研、检测等组成的完整的工业体系，产品在产量、质量及性能方面都有了很大的提高。海信变频空调器自从引进三洋 KFR-35GW/Bp 空调技术以来，这几年的发展迅速，不仅拥有了变频空调的核心技术，而且形成了 100 多种的系列产品，具备了年产 300 万套变频空调器的能力，是中国变频空调器最大的生产基地。

1.2 空调器的分类及命名

1.2.1 空调器的分类

1. 按结构分类

空调器按结构的不同可分为整体式和分体式两种。其主要区别是：整体式空调器把全部器件组装在一个壳体内，安装时穿墙而过，空调器的两部分热交换器分置于墙的两侧。分体式空调器则把空调器分为室内机组和室外机组两部分。安装时使用管路和线路将室内外机组连为一体。

整体式空调器有窗式和移动式，分体式则根据室内机组的形式分为吊顶式、嵌入式、挂壁式、柜式和落地式等，如图 1-1 所示。

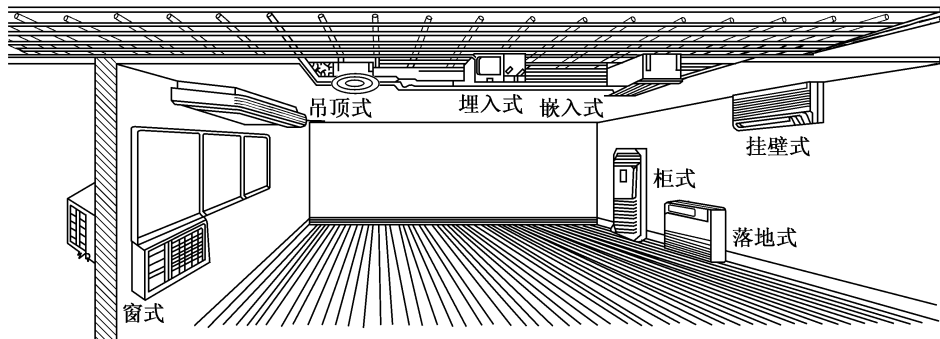


图 1-1 各类不同结构空调器

2. 按功能分类

空调器按其功能与用途的不同可分为单冷型和冷暖型两种。

单冷型空调器只有制冷（使温度下降）功能，兼有除湿功能。

冷暖型空调器可根据用户需要，进行制冷（夏季降温）和供热（冬季升温）。根据供暖方式的不同，又可分为热泵型、电热型及热泵辅助电热型。

① 热泵型空调器：其制冷系统按热泵方式运行，室外机组从室外环境吸取热量，室内机组向空调房间放出热量。

② 电热型空调器：冬季空调供热时，制冷系统停止运转，依靠电加热器将空气加热，使房间升温。

③ 热泵辅助电热型空调器：空调器供暖时，热泵系统与电加热系统同时工作。此时，热

泵系统起主要作用，电加热器起辅助供热作用。有时，室外环境温度较高，仅依靠热泵产生的热量可以满足房间需求，电加热器可停止工作。

1.2.2 空调器的型号命名

空调器的型号命名规则如图 1-2 所示。

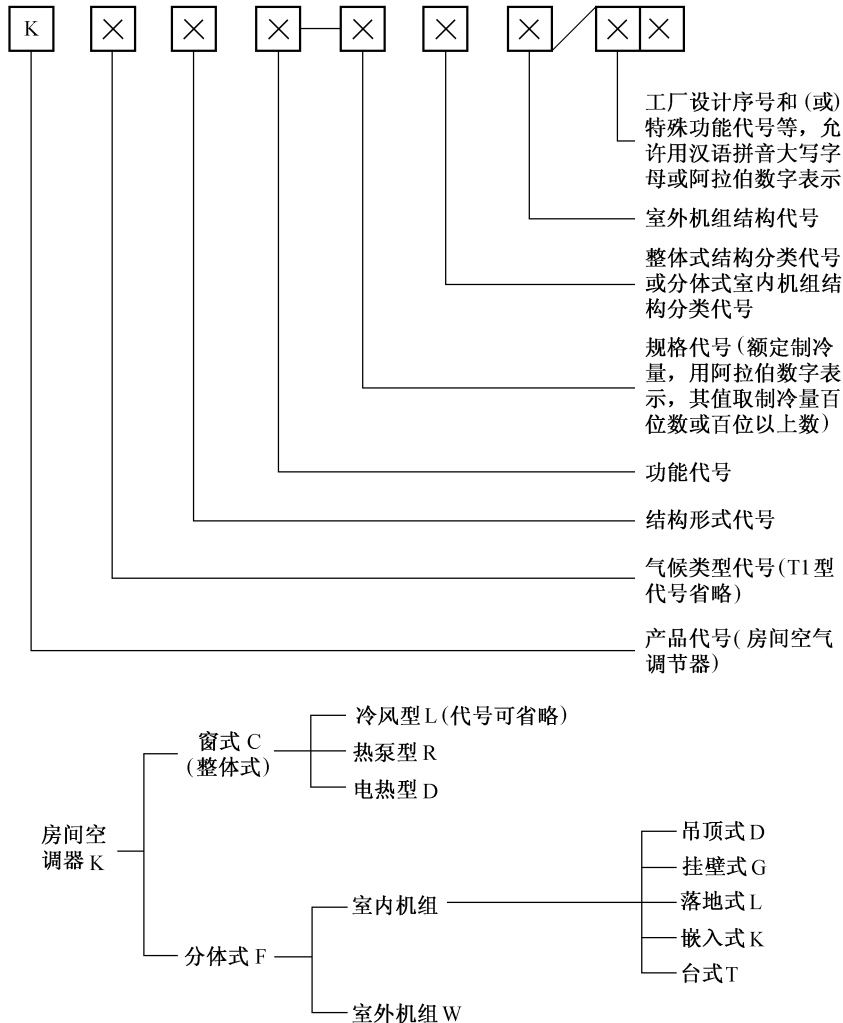


图 1-2 空调器的型号命名规则

例如：KFR-25GW 表示 T1 气候类型，分体热泵型挂壁式房间空调器（包括室内机组和室外机组），额定制冷量为 2500 W；KFR-35G/Bp 表示 T1 气候类型，分体热泵型挂壁式房间空调器室内机组，额定制冷量为 3500 W，具有变频功能；KFR-2688 W/WBp 表示 T1 气候类型，分体热泵型房间空调器室外机组，额定制冷量为 2600 W，88 表示设计序列号，W 表示此空调器具有网络通信接口功能；KFR-46LW/27D 表示 T1 气候类型，分体热泵型落地式房间空调器（包括室内机组和室外机组），额定制冷量为 4600 W，具有辅助电加热功能，27 表示设计序列号；KFR-2601×2GW/Bp 表示 T1 气候类型，分体变频热泵型挂壁式房间空调器

(包括两个室内机组和一个室外机组), 额定制冷量为 2600 W (双机 5200 W), 01 表示设计序号; KFR-2677W/ZBp 表示 T1 气候类型, 分体热泵型房间空调器室外机组, 额定制冷量为 2600 W, Z 代表直流变频。

1.2.3 空调器的主要性能参数及指标

- ① 制冷量: 空调器进行制冷运转时, 在单位时间内从密闭空间或房间或区域除去的热量, 其单位为 W。
 - ② 制热量: 空调器进行制热运转时, 单位时间向密闭空间或房间或区域送入的热量, 其单位也用 W 表示。
 - ③ 循环风量: 空调器在新风门和排风门完全关闭的条件下, 单位时间内向密闭空间或房间或区域送入的风量, 常用单位有 m^3/h 、 m^3/s 等。
 - ④ 消耗功率: 空调器在运转 (制冷或制热) 时所消耗的总功率, 单位为 W。
 - ⑤ 能效比 (EER): 在额定的工况和规定条件下, 空调器进行制冷运行时, 制冷量与有效的输入功率之比, 单位为 W/W。
 - ⑥ 性能参数 (COP): 在额定工况 (高温) 和规定的条件下, 空调器进行热泵制热运行时, 其制热量和有效输入功率之比, 单位为 W/W。
 - ⑦ 额定电流: 名义工况下的总电流, 单位为 A。
 - ⑧ 制冷剂种类及充注量: 目前我国空调器均采用 R22 制冷剂。充注量是指产品规定注入空调器制冷系统 R22 的数量, 单位为 kg。
 - ⑨ 使用电源: 单相 220 V, 50 Hz; 三相 380 V, 50 Hz。
 - ⑩ 外形尺寸: 长 (mm) \times 宽 (mm) \times 高 (mm)。
 - ⑪ 噪声: 在名义工况下的机组噪声。电源输入额定电压、额定频率且运转工况为额定工况的情况下, 用分贝仪在室内规定位置处测得的空调器的运转噪声, 单位为 dB (A)。
- 国标对噪声的规定如表 1-1 所示。

表 1-1 空调器噪声指标

额定制冷量 (W)	噪声 [dB (A)]			
	整体式		分体式	
	室内侧	室外侧	室内侧	室外侧
2500 以下	≤ 53	≤ 45	≤ 59	≤ 55
2500~4500	≤ 56	≤ 48	≤ 62	≤ 58
4500~7100	≤ 60	≤ 55	≤ 65	≤ 62

空调器的名义工况参数如表 1-2 所示。

表 1-2 空调器的名义工况参数

工况名称	室内空气状态		室外空气状态	
	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	干球温度 (°C)	湿球温度 (°C)
额定制冷工况	27	19	35	24
额定制热工况	21	—	7	6
电热制热工况	21	—	—	—

1.3 空调器的原理

本节主要介绍空调器的实现原理，包括制冷原理、制热原理、除霜原理、除湿原理及变频原理。变频原理将是本章的重点。

1.3.1 空调器的制冷原理

空调器制冷工作原理如图 1-3 所示。空调器工作时，制冷系统内的低压、低温制冷剂 R22 蒸气被压缩机吸入并压缩为高压、高温的过热蒸气后排至冷凝器；同时室外侧风扇吸入的室外空气流经冷凝器，带走制冷剂放出的热量，使高压、高温的制冷剂蒸气凝结为高压液体。高压液体经过节流毛细管降压降温流入蒸发器，并在相应的低压下蒸发，吸取周围热量，同时室内侧风扇使室内空气不断进入蒸发器的肋片间进行热交换，并将放热后变冷的气体送向室内。如此室内外空气不断循环流动，达到降低温度的目的。

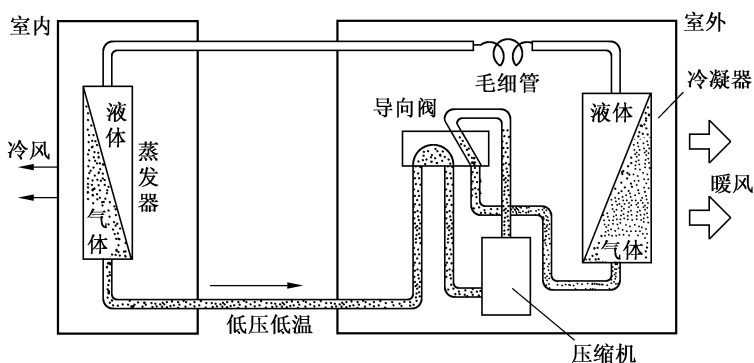


图 1-3 空调器制冷工作原理

1.3.2 空调器的制热原理

空调器的制热方式分为电热制热和热泵制热两种。电热制热是用电热管作为发热元件来加热室内空气。通电后，电热管表面温度升高，室内空气被风扇吸入并吹向电热管，流经电热管后温度升高，升温后的空气又被排入室内，如此不断循环，使室内温度升高。

热泵制热是利用制冷系统的压缩冷凝热来加热室内空气的，如图 1-4 所示，空调器在制冷工作时，低压、低温制冷剂液体在蒸发器内蒸发吸热，而高温、高压制冷剂气体在冷凝器内放热冷凝。热泵制热是通过电磁四通换向阀来改变制冷剂的循环方向的，原来制冷工作时作为蒸发器的室内盘管，变成制热时的冷凝器；制冷时作为冷凝器的室外盘管，变成制热时的蒸发器，这样使制冷系统在室外吸热，向室内放热，实现制热的目的。由于热泵空调器是通过吸收室外空气热量来制热的，所以热泵制热能力随室外温度的变化而变化。一般室外气温为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，其制热量为名义制热量的 80%；室外气温为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，其制热量为名义制热量的 70%。

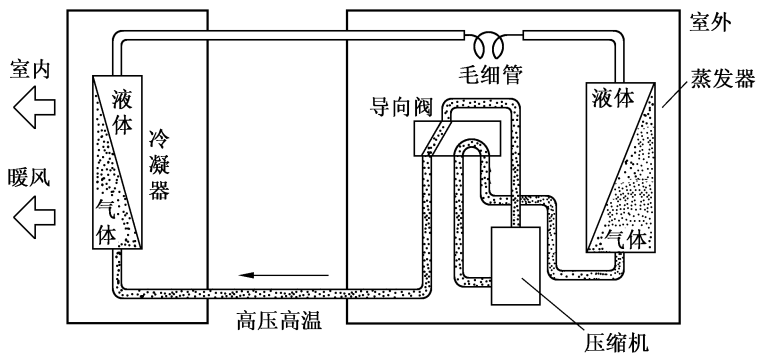


图 1-4 空调器热泵工作原理

1.3.3 空调器的除霜原理

在制热运转状态下,当室外温度低于 5°C 时,室外热交换器的蒸发温度就会在 0°C 以下,这时,空气中的水分就会在室外冷凝器表面结霜。随着运转时间的增加,结霜厚度越来越大,这样就会导致热交换器换热能力下降,制热效果降低。为了防止这种现象的发生,就应及时除去冷凝器上的霜层。

目前空调器除霜方式有两种:一种是停机除霜,另一种是不停机除霜。停机除霜是通过转换制冷剂的流向,即将制热运转改变为制冷运转,把从压缩机出来的高温、高压的制冷剂气体切换流向室外结霜的热交换器,使霜层融化,达到除霜的目的。例如海信的 KFR-28GW/Bp、KFR-50LW/Bp 等空调器采用的就是停机除霜方式。不停机除霜就是继续制热运转,从压缩机出来的高温、高压的制冷剂蒸气一部分流向室外热交换器,使热交换器温度上升,霜层融化;另一部分继续流向室内机制热。例如海信的 KFR-35GW/Bp、KFR-40GW/Bp 等变频空调器采用的就是不停机除霜方式。图 1-5 所示为两种除霜方式示意图。

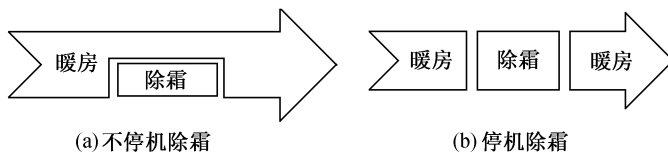


图 1-5 空调器的除霜方式

1.3.4 空调器的除湿原理

春天梅雨及秋雨绵绵给人体带来潮湿不爽的感觉;夏天湿度大时,则给人以闷热的感觉;若冬天湿度大,又给人以更加寒冷的感觉。空调器能降低房间的湿度,抑制霉菌生长、去除异味,使皮肤的感觉更为干爽舒适,给人们提供健康的生存环境。

当空调器处在制冷运转状态时,若室内热交换器表面温度低于室内空气露点,室内热空气经过热交换器时,既被冷却又减湿,空气中的部分水蒸气在热交换器表面上凝成露珠,其结果是空气温度下降,湿度下降。为避免因除湿导致室温波动太大,增加舒适性,可降低室内风扇的转速并使压缩机间歇运转,来达到除湿的目的。

1.3.5 空调器的变频原理

1. 变频空调器的工作原理

在叙述变频空调器的工作原理前,先熟悉一下异步电动机调速运行原理。异步电动机的定子绕组流过电流产生旋转磁场,在转子绕组内感应出电动势,因而产生感应电流。此电流与定子旋转磁场之间相互作用,便产生电磁力。一般说来, p 极的异步电动机在三相交流电的一个周期内旋转 $2/p$ 转,所以表示旋转磁场转速的同步速度 n_0 与极数 p 、电源频率 f 的关系可用下式表示:

$$n_0 = 120/p \times f \quad (\text{r/min})$$

但异步电动机要产生转矩,同步速度 n_0 与转子速度 n_1 必须有差别,其速度差与同步速度的比值 S 称为“转差率”,所以转子速度 n_1 可用下式表示:

$$n_1 = 120/p \times f (1-S) \quad (\text{r/min})$$

由上式可知,改变电动机的供电频率 f ,就可以改变电动机的转子转速 n_1 。异步电动机在运行时,产生的感应电动势 E_1 为:

$$E_1 = 4.44kf N_1 \Phi$$

式中, k ——电动机绕组系数;

N_1 ——每相定子绕组匝数;

Φ ——每极磁通。

由于定子绕组上的压降很小,可以忽略,这样,我们便可以得到:

$$U_1 \approx E_1 = 4.44kfN_1 \Phi \quad (U_1 \text{ 为压缩机定子电压})$$

即: $\Phi = (1/4.44kN_1) \times (U_1/f)$

由上式可知,磁通 Φ 与 U_1/f 成正比。对于磁通 Φ ,我们通常是希望其保持在接近饱和值,如果进一步增大磁通 Φ ,将使电动机的铁芯饱和,从而导致电动机中流过很大的励磁电流,增加电动机的铜损耗和铁损耗,严重时会使绕组过热而损坏电动机。而磁通 Φ 减小时,则铁芯未得到充分的利用,使得输出转矩下降。这样,由上式可知,要保持 Φ 恒定,即要保持 U_1/f 恒定,改变频率 f 的大小时,电动机定子电压 U_1 必须随之同时发生变化,即在变频的同时也要变压。这种调节转速的方法我们称为 VVVF (Variable Voltage Variable Frequency),简称为 V/f 变频控制。现在变频空调器基本上都是采用这种方法来实现变频调速的。图 1-6 为变频空调器的 V/f 曲线图, V/f 曲线图由变频压缩机的性能来决定。

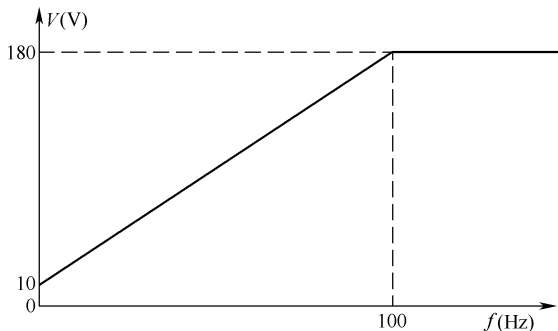


图 1-6 变频空调器某变频压缩机的 V/f 曲线图

(1) 实现 V/f 变频控制的方法

在了解了异步电动机的调速原理后，这里重点讲述变频空调器是怎样实现 V/f 变频控制的，即在逆变器中广泛采用的脉宽调制（PWM）技术。异步电动机用的逆变器驱动时的框图如图 1-7 所示。

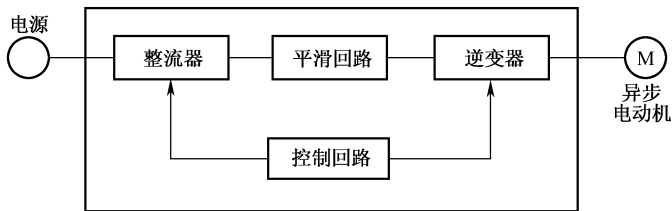


图 1-7 异步电动机用逆变器驱动框图

图 1-7 中，整流器将交流变为直流，平滑回路将此脉动直流平滑后，由逆变器将它变换为频率可调的交流电。如图 1-8 (a) 所示，把一个正弦波分成 N 等份（图中 $N=12$ ），然后把每一等份的正弦曲线与横轴所包围的面积，都用一个与此面积相等高的矩形脉冲来代替，矩形脉冲的中点与正弦波每一等份的中点重合。这样，由 N 个等幅而不等宽的矩形脉冲所组成的波形就与正弦波的正半周等效。同样，正弦波的负半周也可用相同的方法来等效。图 1-8 (b) 所示的一系列脉冲波形就是所期望的逆变器 PWM 波形。由于各脉冲的幅值相等，所以逆变器可由恒定的直流电源供电。也就是说，这种交—直—交变频器中的变频器采用不可控的二极管整流器就可以了，逆变器输出脉冲的幅值就是整流器的输出电压。如逆变器各开关器件都是在理想状态下工作，驱动相应开关器件的信号也应是图 1-8 (b) 形状相似的一系列脉冲波形。由于 PWM 输出的电压波形和电流波形都是非正弦波，具有许多高次谐波成分，这样就使得输入到电动机的能量不能得以充分利用，增加了损耗。为了使输出的波形接近于正弦波，提出了正弦波脉宽调制（SPWM）的方法。

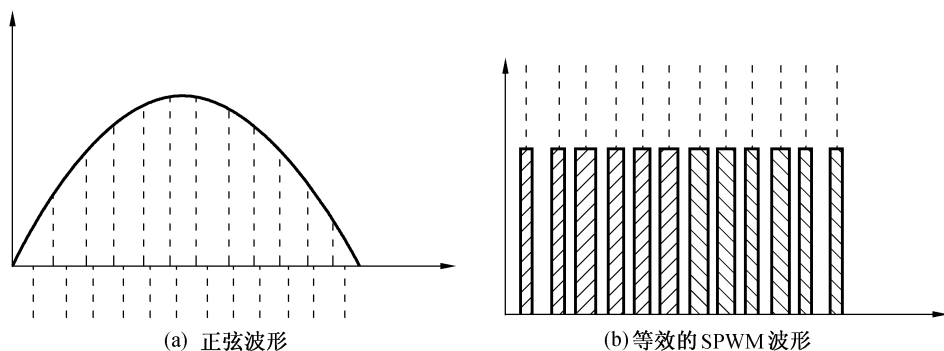


图 1-8 与正弦波等效的等幅矩形脉冲序列波

所谓 SPWM，简单地来说，就是在进行脉宽调制时，使脉冲序列的占空比按照正弦波的规律进行变化，即当正弦波幅值为最大值时，脉冲的宽度也最大；当正弦波幅值为最小值时，脉冲的宽度也最小，如图 1-9 所示。这样，输出到电动机的脉冲序列就可以使得负载中的电流高次谐波成分大为减少，从而提高了电动机的效率。SPWM 波形的特点概括起来就是“等

幅不等宽，两头窄中间宽”。

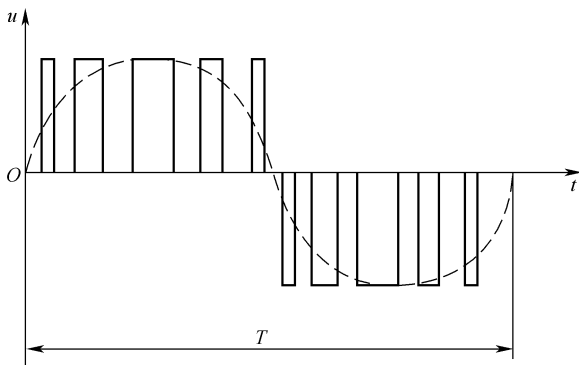


图 1-9 SPWM 波形

(2) 交流变频控制器的工作原理

变频控制器的工作原理框图如图 1-10 所示，它主要由以下环节组成：整流器、滤波器、功率逆变器。变频器中的电脑控制系统对各采样点传来的信号进行分析处理，并经内部波形处理产生新的控制信号，再经驱动放大去控制变频开关，产生相应频率的模拟三相交流电供给压缩机。

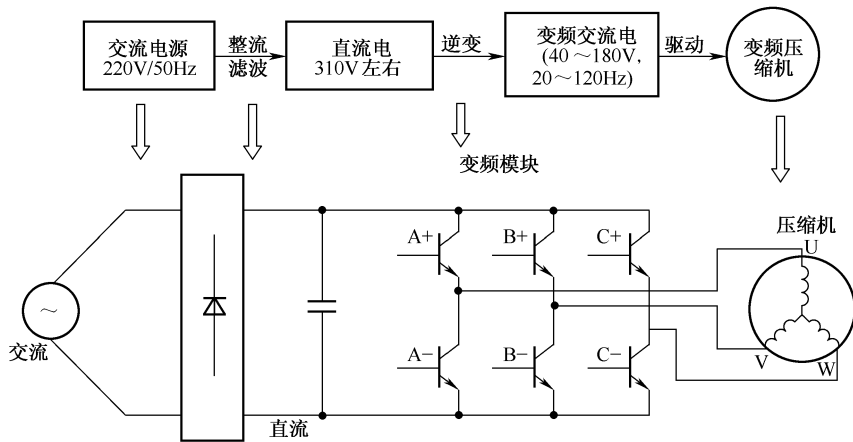


图 1-10 交流变频控制器的工作原理框图

① 整流滤波原理。整流器是将交流电转换为直流电的装置，采用硅整流器件桥式连接，整流器结构可分为单相和三相电源输入。一般变频空调器电功率在 2 kW 以下多采用单相电源输入；当电功率在 2 kW 以上时，多采用三相电源输入。单相和三相整流电路的不同之处只是在电路中多增加了两个整流二极管。滤波电路的作用是使输出直流电压平滑且得到提高，滤波电路常采用大容量电容器，电容量一般在 1500~3000 μF 。因电容器电容量大，放电时间长，所以在检修变频器时需先将电容器放电。放电时用两根导线通过一个 500 Ω 的大功率电阻并联在电容器两端。检修时如不放电，将会造成人员伤亡事故。

② 功率逆变器原理。功率逆变器（又称变频模块）是将直流电转换为频率与电压可调

的三相交流电的装置。变频空调器通常采用 6 个 IGBT 构成上下桥式驱动电路。以功率晶体管为开关器件的交—直—交电路中,控制线路使每只功率晶体管导通 180° ,且同一桥臂上两只晶体管一只导通时,另一只必须关断。相邻两相的器件导通相位差在 120° ,在任意 360° 内都有 3 只功率管导通以接通三相负载。当控制信号输出时, A+、A-、B+、B-、C+、C- 各功率管分别导通,从而输出频率变化的三相交流电使压缩机运转。在实际应用中,多采用 IPM (Intelligent Power Module) 加上周围的电路(如开关电源电路)组成。IPM 是一种智能的功率模块,它将 IGBT 连同其驱动电路和多种保护电路封装在同一模块内,从而简化了设计,提高了整个系统的可靠性。现在变频空调器常用的 IPM 有日本的三菱和三洋 IPM 系列。

(3) 直流变频空调器的工作原理

直流变频空调器关键在于采用了无刷直流电动机作为压缩机,其控制电路与交流变频控制器基本一样。

把采用无刷直流电动机作为压缩机的空调器称为“直流变频空调器”从概念上来说是不确切的,因为直流电是没有频率的,也就谈不上变频,但人们已经形成了习惯,对于采用无刷直流压缩机的空调器就称之为直流变频空调器。

无刷直流电动机与交流电动机或有刷直流电动机的最大区别在于其转子是由稀土材料的永久磁钢构成的,定子采用整距集中绕组。简单地说来,就是把普通直流电动机由永久磁铁组成的定子变成转子,把普通直流电动机需要换向器和电刷提供电源的绕组转子变成定子。这样,就可以省掉普通直流电动机所必需的电刷,而且其调速性能与普通的直流电动机相似,所以把这种电动机称为无刷直流电动机。无刷直流电动机既克服了传统的直流电动机的一些缺陷,如电磁干扰、噪声、火花可靠性差、寿命短,又具有交流电动机所不具有的一些优点,如运行效率高、调速性能好、无涡流损失。所以,直流变频空调器相对于交流变频空调器而言,具有更大的节能优势。

无刷直流电动机在运行时,必须实时检测出永磁转子的位置,从而进行相应的驱动控制,以驱动电动机换相,才能保证电动机平稳地运行。实现无刷直流电动机位置检测通常有两种方法:一是利用电动机内部的位置传感器(通常为霍尔元件)提供的信号;二是检测出无刷直流电动机相电压,利用相电压的采样信号进行运算后得出。在无刷直流电动机中总有两相绕组通电,一相不通电。一般无法对通电绕组测出感应电压,因此通常以剩余的一相作为转子位置检测信号用于捕捉感应电压,通过专门设计的电子回路转换,反过来控制给定子绕组施加方波电压。由于后一种方法省掉了位置传感器,所以直流变频空调器压缩机都采用后一种方法进行电动机换相。

(4) 直流变频空调器与交流变频空调器的区别

交流变频空调器是将工频 220 V 市电转换为 310 V 直流电源,并把它送到功率模块(晶体管开关等组合),同时模块受微电脑送来的控制信号控制,输出频率可变的电源(合成波形近似正弦波),使压缩机电机的转速随电源的频率变化而变化,从而可控制压缩机的排量,快速的调节制冷和制热量。直流变频空调器同样是把工频 220 V 市电转换为直流电源,并送至功率模块,变频模块每次导通两个晶体管(A+、A-不能同时导通,B+、B-不能同时导通,C+、C-不能同时导通),给两相绕组通以直流电,如图 1-11 所示。同时模块受微电脑的控制,输出电压可变的直流电源(这里没有逆变过程),并将直流电源送至压缩机的直流电动机,控

制压缩机的排量。从图 1-12 中可以看出，直流变频相比交流变频增加了位置检测电路，使得直流变频的控制更精确。

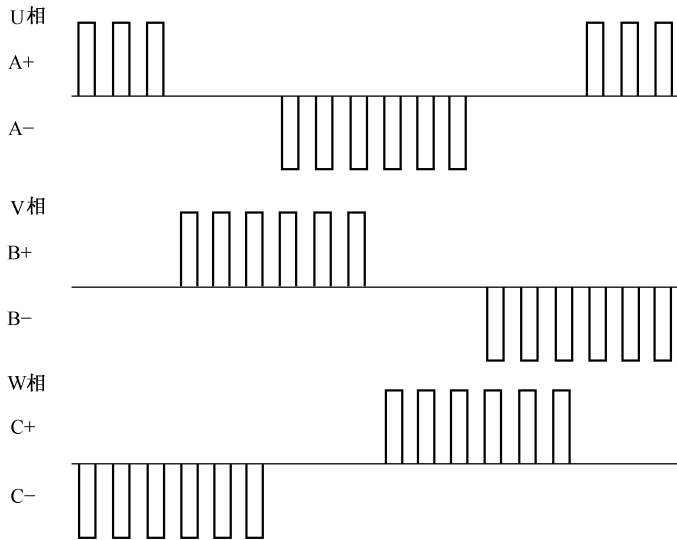


图 1-11 直流变频空调器压缩机各绕组电压控制图

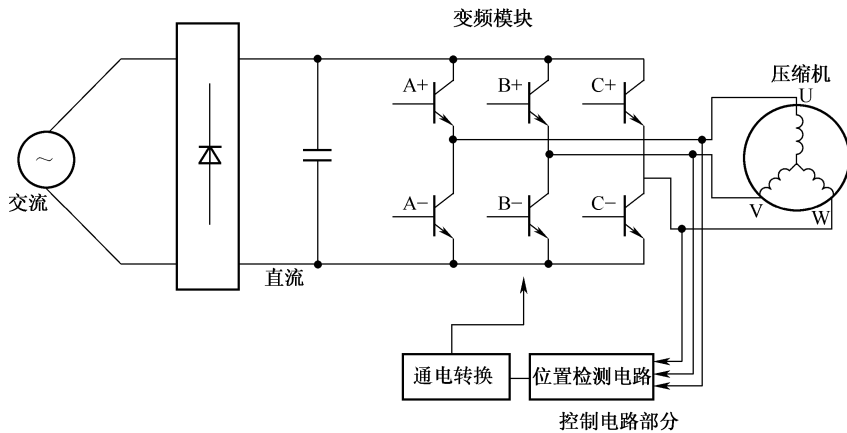


图 1-12 直流变频控制器工作原理框图

2. 变频空调器的特点

由于变频空调器实现了对压缩机的变频控制，这样当室内空调负荷加大时，压缩机在微电脑控制下加快运转，制冷量（制热量）也相应增加；当室内空调负荷减小时，压缩机转速在微电脑控制下则按比例减小。变频式空调器具有高效、节能、启动运转灵活、故障判断自动化等特点。这种空调器可以节省电能 20%~30%，电源输出频率范围为 15~150 Hz 时，压缩机的转速在 1500~9000 r/min 范围内变化。变频空调器较定频空调器的优点如表 1-3 所示。

表 1-3 变频空调器与定频空调器的比较

序号	项目	定频空调器	变频空调器
1	适应负荷的能力	不能自动适应负荷变化	自动适应负荷的变化
2	温控精度	开关控制, 温度波动范围达 2℃	降频控制, 温度波动范围 1℃
3	启动性能	启动电流大于额定电流	软启动, 启动电流很小
4	节能性	开关控制, 不省电	自动以低频维持, 省电 30%
5	低电压运转性能	180 V 以下很难运转	低至 150 V 也可正常运转
6	制冷、制热速度	慢	快
7	热冷比	小于 120%	大于 140%
8	低温制热效果	0℃ 以下效果差	-10℃ 时效果仍好
9	化霜性能	差	准确而快速, 只需常规空调器一半的时间
10	除湿性能	定时开关控制, 除湿时有冷感	低频运转, 只除湿不降温, 健康除湿
11	满负荷运转	无此功能	自动以高频强劲运转
12	保护功能	简单	全面
13	自动控制性能	简单	智能模糊变频控制

(1) 适应负荷的能力强

如图 1-13 和图 1-14 所示, 定频空调器的制冷能力随着室外温度的上升而下降, 而房间热负荷随室外温度上升而上升。这样, 在室外温度较高, 本需要空调器向房间输出更大冷量时, 常规空调器往往制冷量不足, 影响舒适性。而在室外温度较低时, 本需要空调器向房间输出较小冷量, 定频空调器往往制冷量过盛, 白白浪费电能。变频空调器通过压缩机转速的变化, 可以实现制冷量随室外温度的上升而上升, 下降而下降, 这样就实现了制冷量与房间热负荷的自动匹配, 改善了舒适性, 也节省了电能。

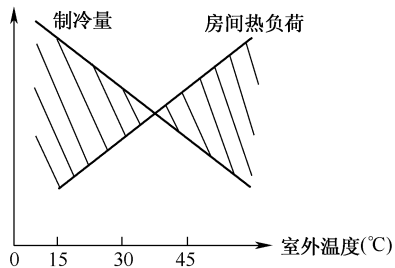


图 1-13 定频空调器制冷量与房间热负荷随室外温度变化

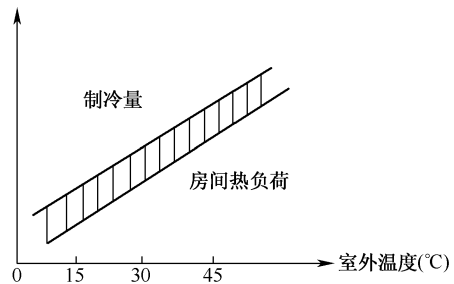


图 1-14 变频空调器制冷量与房间热负荷随室外温度变化

(2) 控温精确

由于采用的是不停机控制温度, 避免了压缩机的启停对房间温度的频繁冲击, 控制温度精度可达到 $\pm 0.5^\circ\text{C}$, 避免了房间忽冷忽热给人造成的不舒适。以制冷状态为例, 图 1-15 表示的是定频空调器的温度调节方法, 其中 t 为室内温度, t_s 为设定温度, 达到设定温度压缩机停转, 室内温度高于设定温度 1°C , 压缩机重新开启。图 1-16 所示为变频空调器的温度调节方法, 室温每降低 0.5°C , 运转频率就降低一档; 相反, 室温每升高 0.5°C , 运转频率就升高一档。即室温越高, 运转频率越高, 以便快速制冷, 室温越接近设定温度, 运转频率就越低,

提供的制冷量也越小，以维持室温在设定温度附近，温度波动小。

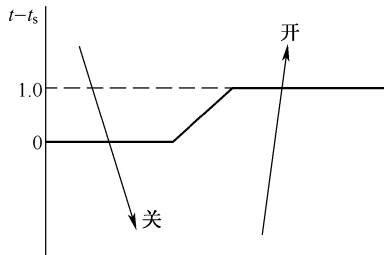


图 1-15 定频空调器制冷时的温度调节

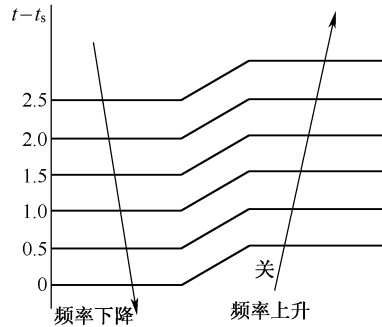


图 1-16 变频空调器制冷时的温度调节

(3) 软启动

软启动是变频空调器所独有的优点。定频空调器在启动期间，启动电流往往是工作电流的 3~5 倍，极易引起开关保护、烧保险、跳闸等现象。而变频空调器则可以很好地解决这一难题，变频空调器采用超低频进行启动，此时启动电流尚不及正常的运转电流，且一开始压缩机运转功率比较低，使之可以顺利启动，这时对电网的冲击小，从而保证了电表和电网上其他电器能正常运转。不同的启动过程如图 1-17 及图 1-18 所示。

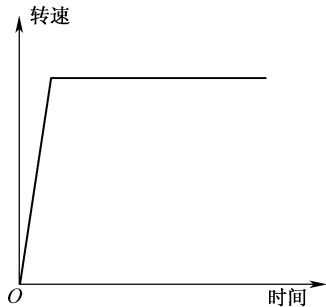


图 1-17 定频空调器启动过程

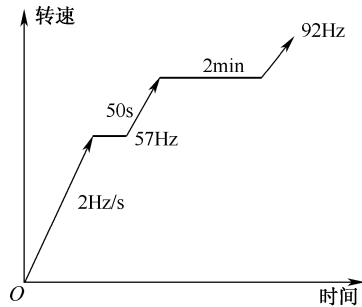


图 1-18 变频空调器启动过程

(4) 低电压运转功能

定频空调器在电压低于 180 V 时，压缩机就不能启动；而变频空调器在电压很低时，降频启动，降低启动时的负荷，最低启动电压可达 150 V。不同的电压控制示意如图 1-19 及图 1-20 所示。

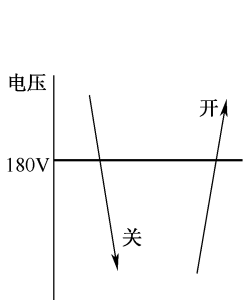


图 1-19 定频空调器低电压控制

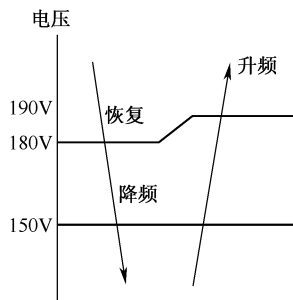


图 1-20 定频空调器制冷时的电压调节

(5) 节电

变频空调器有迅速制温、精确保温的特点。开机阶段，压缩机以很高的频率运转，可以快速达到设定温度，此过程通常需要的时间很短。而长时间的保温阶段，压缩机是以低频运转的，运转功率仅 300 W 左右。同容量的定频空调器每次启动后，均有 5~10 min 的不稳定阶段，此阶段制冷量远未达到设计要求，而功耗却丝毫未减。在保温阶段，往往是空调器刚刚运行稳定，房间温度就已经达到设定值而造成停机。这样就会造成空调器经常在未达到设计要求的情况下运转，频繁地启停，频繁地在未达到额定制冷量的情况下运行，消耗了许多无谓的电能。而变频空调器是以低频运转来代替停机，此时功耗很低，不存在每次开启阶段的无谓功耗，节省了电能。

(6) 低温制热效果好

定频空调器压缩机转速恒定，0℃以下压缩机功率很低，实际上没有什么制热效果。变频空调器低温下以高频运转，以满足用户的需要。

(7) 满负荷运转

定频空调器压缩机只有一种转速，不可能实现满负荷时的强劲运转。变频空调器在人多时、刚开机时或室内外温差较大时，可实现高频强劲运转。

(8) 保护功能

定频空调器每次发生电流等保护均需停压缩机。变频空调器每当发生保护时均以适当的降频运转予以缓冲，可实现不停机保护，不影响用户的使用。

1.4 空调器的冷热负荷的简易计算

所选用的空调器能否达到房间温度效果，受许多因素影响，主要包括所在地区、房间用途、房间朝向、房间高度、保温效果、是否顶层、房间热源、是否经常开门等。这里列出一般空调器能力与房间面积匹配的估算方法（假定房间位于中部地区，居住用，非顶层，房高 2.8 m，已经简单装修，保温较好，设定温度：冬季 18~20℃，夏季比室外低 5~7℃）。

有关空调器房间负荷估算可参阅表 1-4。

表 1-4 单位房间面积耗能量的参考值

朝向	东	西	南	北
需求制冷量 (W/m ²)	155	200	180	150
需求制热量 (W/m ²)	220	260	220	280

例如：20 m² 的西向房间，已经简单装修，需求的空调器制冷量是：20 m² × 200 W/m² = 4000 W，应该选择型号为 KFR-40GW 的空调器（制冷量为 4000 W）。这个数据用于普通定速空调器。对于变频空调器，由于其输出范围宽，适应的面积也大一些，一般比定频空调器大 10%~15%。

北方的用户选择两用空调器时，“热冷比”（制热量/制冷量）有着重要的意义。由于国标是以制冷量为型号标准的（例如 KFR-4001GW/ZBp，制冷量为 40×100 W，后面 01 指序列号）。这样，同型号空调器，热冷比越大，则制热量越大，这无疑给北方地区消费者带来实惠。一般来说，定频空调器热冷比小于 1.3，交流变频空调器为 1.3~1.5，采用 PAM 技术的直流变频空调器应在 1.5 以上。