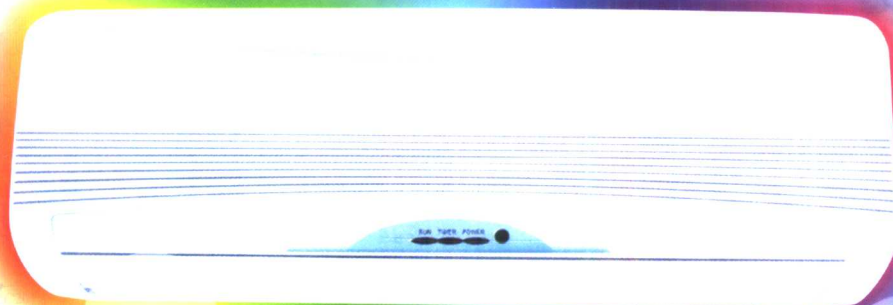




新

型

变频空调器

微电脑控制电路分析

汪 韬 编著

与维修技巧



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TM925.12

1

新型变频空调器微电脑控制 电路分析与维修技巧

汪 韬 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型变频空调器微电脑控制电路分析与维修技巧 / 汪韬编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.5

ISBN 7-115-14510-5

I. 新... II. 汪... III. ①空气调节器—计算机控制—电路分析②空气调节器—维修
IV. TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006704 号

内 容 提 要

本书融合理论与实践, 比较全面地介绍了新型变频空调器微电脑电路、变频空调器的工作控制模式、主要机型的故障维修技巧以及变频元器件的原理及检修技巧等。为了方便读者查找, 在书后附录中给出了各大品牌变频空调器的故障代码及含义。

本书通俗易懂、图文并茂、突出技巧性, 既适合于具有初中以上文化程度的读者和空调器维修人员使用, 又可作为各类职业院校相关专业或制冷设备维修培训班的辅助教材。

新型变频空调器微电脑控制电路分析与维修技巧

◆ 编 著 汪 韬

责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 22.75

插页: 2

字数: 571 千字

2006 年 5 月第 1 版

印数: 1—5 000 册

2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14510-5/TN · 2738

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

前 言

随着空调行业强制性国家能效标准的执行,变频空调因具备能效比高、省电、舒适度好、噪声低、低频启动等优点逐渐受到用户青睐,市场销售前景看好。变频空调器微电脑电路控制较定速空调复杂,且成本高,对维修技术也提出了更高的要求。要想在短时间内维修好故障空调,不仅需要经验,更重要的是拥有一本对各大厂家变频空调器微电脑电路详细分析并提供详细维修参数和资料的参考书来指导维修,这就是本书的写作目的,希望本书的出版给全国广大空调维修人员带来帮助。

本书在写作编排上突出了以下几个特点:一是详细介绍了各品牌变频空调器的功能控制模式;二是对各品牌变频空调器主要机型的微电脑电路进行了详细的分析,并提供了电路原理图;三是对变频空调元器件(例如功率模块等)的原理及维修技巧进行了详细的分析,以便维修人员在修理变频空调器时做到心中有数;四是将变频空调器的微电脑知识及故障实例结合起来,并提供维修思路技巧;五是在附录中提供了各大品牌变频空调器的维修代码,以方便维修人员查询,真正做到“一书在手,得心应手”。

本书在编写过程中,得到了海信、美的、海尔、格力、长虹、志高、科龙、新科、澳柯玛、奥克斯、三洋等空调器生产企业和相关特约维修单位的大力支持和帮助,有的资料是厂家首次提供给读者的,在此表示真诚的感谢!另外,为了便于实际检修,书中的原理图的文字符号及图形尽量做到保持与厂家的资料一致。

本书在编写的过程中得到了汪传生、苏超、魏炳义、张祝安、刘淑芹、董海生、杜书香、窦宝英、马冠彦、王澎涛、邢万勇、王静、范海丽、刘红梅、赵波、王宏祥、董辰肖等同志的帮助和支持,他们为本书的编写付出了辛勤的工作,在此一并表示感谢。

由于编写时间短、难度大,编者水平有限,书中难免有错误之处,敬请广大读者批评指教。

目 录

第1章 变频空调器的基础知识	1
1.1 变频空调器的发展	1
1.2 空调器的型号及命名法	2
1.3 变频空调器的原理	5
1.4 空调器的冷热负荷的简易计算	14
第2章 变频空调器微电脑电路器件的原理与检修技巧	16
2.1 常用电子零部件的原理及检修技巧	16
2.2 空调器常用电气零部件的工作原理及检测技巧	32
第3章 海信变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	51
3.1 海信变频空调的控制模式概述	51
3.2 海信变频挂机空调器微电脑控制系统及检修技巧	56
3.3 海信变频柜机微电脑电路分析与检修技巧	84
3.4 海信变频一拖二空调器的微电脑电路分析与检修技巧	94
3.5 海信直流变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	105
3.6 海信变频空调遥控器的电路分析及检修技巧	116
3.7 海信变频空调器综合故障检修技巧及实例	122
第4章 美的变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	130
4.1 美的变频空调器的控制模式	130
4.2 美的分体式变频微电脑电路分析及检修技巧	135
4.3 美的变频柜机微电脑电路分析与检修技巧	143
4.4 美的变频空调器故障检修技巧	152
第5章 海尔变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	164
5.1 海尔变频挂机系列空调器微处理系统分析及维修技巧	164
5.2 海尔变频柜机系列空调器微处理系统分析及维修技巧	173
5.3 海尔变频一拖二系列空调器微处理系统分析及维修技巧	179
5.4 海尔变频空调器故障检修方法及实例	193
第6章 长虹变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	201
6.1 长虹变频空调器的控制模式介绍	201
6.2 长虹变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	206
6.3 长虹变频空调器的检修技巧	220
6.4 长虹变频空调器综合故障检修技巧	226
第7章 科龙变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	236
7.1 科龙变频空调器的控制模式介绍	236
7.2 科龙变频空调器微电脑电路分析与诊断技巧	242
7.3 科龙变频空调常见故障分析及解决方法	250

第 8 章	志高变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	261
8.1	KFR-28GW/Bp 变频空调器微电脑电路分析	261
8.2	志高变频空调器故障实例与维修技巧	268
第 9 章	新科变频空调器微电脑电路分析与检修技巧	277
9.1	新科变频空调器微电脑电路分析	277
9.2	新科变频空调器故障分析	283
9.3	故障实例分析及检修技巧	287
第 10 章	变频空调器的综合故障检修思路	293
10.1	变频空调故障分析总思路	293
10.2	变频空调器的故障速查表	298
10.3	变频空调器维修拆装技巧	301
附录：各品牌新型变频空调故障代码汇总		305

第 1 章 变频空调器的基础知识

1.1 变频空调器的发展

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。变频空调指的是将工频市电 220V 转换为 310V 直流电源，并把它送到功率模块，模块同时受微电脑送来的控制信号控制，于是输出频率可变的电源电压（合成波形近似正弦波），使压缩机电动机的转速随电源电压的频率变化而变化，从而可控制压缩机的排量，快速地调制冷和制热量。

1851 年，美国人约翰·戈里制造了世界上第一台商用制冷空调机。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，一直沿用至今。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。

1964 年，德国的 A·Schonung 等提出脉宽调制变频技术（Pulse Width Modulation）。这种调速控制技术的核心部件是逆变器——将直流电变为频率可调的交流电的装置。随着电子技术、微电子技术、单片机控制技术的发展，逆变器的功率、功能日益强大，性价比越来越高。

1982 年首台变频空调器在日本诞生，经过不断的完善发展，目前变频空调以其节能性、舒适性等方面的显著优势，已在空调器产品生产中占主导地位。同时，在空调器的控制上，人工智能的运用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，双转子旋转式压缩机已逐步对单转子式进行替代，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提高到一个新的水平。在一些发达国家里，变频空调器在家庭中的普及率已达 60%。国外变频空调器品牌主要有日本三洋、松下、日立、大金、夏普等。国产变频空调器主要有海信、海尔、美的、格力等品牌。

1.2 空调器的型号及命名法

1.2.1 空调器的分类

空调器的分类方式有两种，一种是按其结构分类，另一种是按其具有的主要功能分类。

1. 按结构分类

空调器按结构不同分为整体式和分体式两种。整体式空调器包括窗式和移动式，代号为 C。分体式空调器代号为 F，分为室内机组和室外机组。室外机组代号为 W，室内机组可做成吊顶式、嵌入式、挂壁式、落地式、台式等，其代号分别为：吊顶式为 D，挂壁式为 G，落地式为 L，嵌入式为 Q，台式为 T，如图 1-2-1 所示。

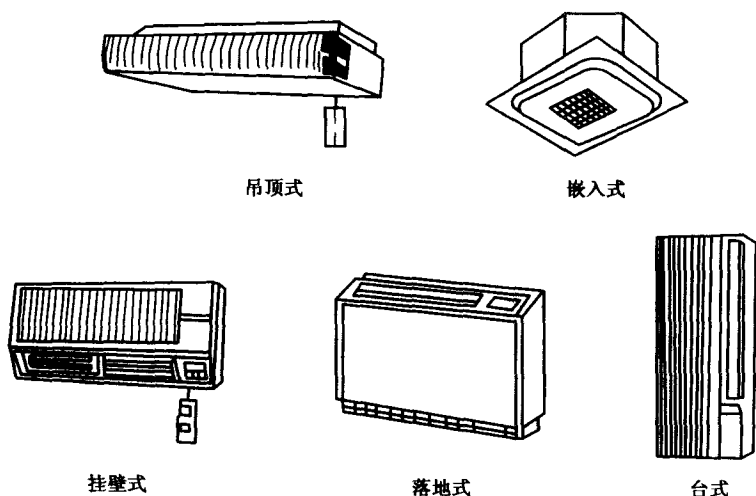


图 1-2-1 空调器室内机组的分类

整体式空调器与分体式空调器的主要区别是：整体式空调器把全部器件组装在一个壳体内，使用时穿墙安装，空调器的蒸发器盘管部分置于墙内侧，冷凝器盘管部分置于墙外侧；分体式空调器是把空调器分成室内蒸发机组和室外压缩冷凝机组两部分，使用时由管路和线路连接成一体。

2. 按功能分类

空调器按功能不同可分为冷风型、热泵型、电热型三种。热泵型的代号为 R，电热型的代号为 D，冷风型代号为 L。

三种类型的主要区别是：冷风型只有制冷除湿功能；热泵型有制冷、除湿及制热功能，制热是通过制冷系统热泵运行来实现的；电热型有制冷、除湿和制热功能，它既可以通过制冷系统进行制热，也可以通过电加热器消耗电能制热。

1.2.2 房间空调器的命名规则

房间空调器的型号命名规则如图 1-2-2 所示。

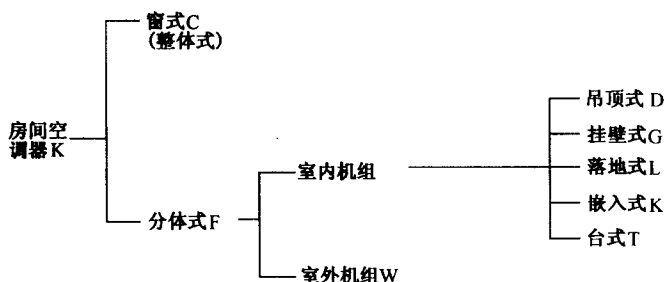
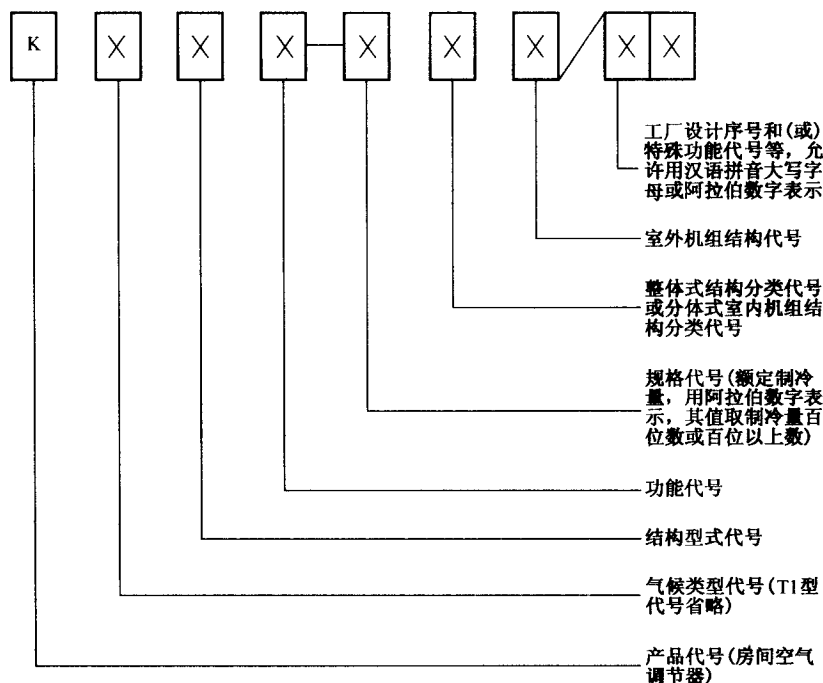


图 1-2-2 房间空调器的命名规则

型号示例:

例 1: KFR-35GW

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 3500W。

例 2: 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 3500W, 具有变频功能。BP 表示变频功能。

例 3: KFR-5688W/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 5600W, 88 表示设计序列号。W 表示此空调具有网络通信接口功能。

例 4: KFR-65LW / D

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 6500W，具有辅助电加热功能。

例 5: 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 2600W（双机 5200W），01 表示设计序号。

例 6: KFR-4001W/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 4000W，Z 代表直流变频。

1.2.3 空调器的性能指标

1. 制冷量

空调器在某种工作环境，即“工况”下，在单位时间内所能吸收的热量，称为制冷量，其单位是 W 或 kW。除此之外也有使用“Btu/h”、“kcal/h”等单位。

2. 制热量

热泵型或电加热型空调器在单位时间内所能产生的热量，称为空调器的制热量，其单位与制冷量单位相同。

3. 空调器功率

空调器功率是指空调器运行时所消耗的功率，制冷运行时消耗的总功率称为制冷消耗功率；制热运行时消耗的总功率称为制热消耗功率。通常所说的“匹”，即马力(PS)(1PS=736W)，一般是指制冷消耗功率，如转换为制冷量应乘以该空调器的能效比。如海尔 KF-25GW/E(2581) 空调器，其制冷消耗功率为 800W，近似等于 1PS，通常称 1 匹，其能效比为 3.1，折算出的制冷量即约等于其型号标志所体现的 2500W。

4. 能效比 (EER)

在国家规定的额定工况下，空调器进行制冷运行时，制冷量与有效输入功率之比，称为能效比，其单位为 W/W。能效比是表示制冷效率的能耗指标，能效比越高，说明空调器的制冷效率越高。

5. 性能系数 (c.o.p)

热泵型空调器制热量与输入功率之比，称为性能系数。性能系数是考核热泵型空调器制热性能的指标。

空调器能效比 (EER)、性能系数 (c.o.p) 见表 1-2-1，国家规定 EER、c.o.p 值不能小于表 1-2-1 中规定值的 85%。

表 1-2-1 能效比 (EER)、性能系数 (c.o.p) 规定值

额定制冷 (热) 量 (W)	EER、c.o.p (W / W)	
	整体式	分体式
<2500	2.45	2.65
2500~4500	2.50	2.70
4500~7100	2.45	2.65
>7100	2.50	

6. 循环风量

循环风量是指空调器的室内机单位时间内的送风量，单位为 m³/h。

7. 噪声

空调器在运行时的声音就是空调器的噪声。为创造一个安静舒适的环境,人们希望尽量降低空调器的噪声。空调器的噪声分为室内部分噪声、室外部分噪声。室内部分噪声较低,主要来自于室内电机的运行及风扇的转动。而室外噪声主要来自压缩机、室外风扇发出的声音。

GB7725—1996 规定空调器噪声值不应高于表 1-2-2 中的规定。

表 1-2-2 空调器的噪声值

额定制冷量 (W)	室内噪声 (dB)		室外噪声 (dB)	
	整体式	分体式	整体式	分体式
<2500	≤53	≤45	≤59	≤55
2500~4500	≤56	≤48	≤62	≤58
4500~7100	≤60	≤55	≤65	≤62
>7100		≤62		≤68

1.2.4 空调器的名义工况

根据 GB7725—1996 规定,空调器通常工作的环境温度有三类,见表 1-2-3。

表 1-2-3 空调器工作的环境温度

空调器类型	气候类型		
	T1	T2	T3
冷风型	18℃~43℃	10℃~35℃	21℃~52℃
热泵型	-7℃~43℃	-7℃~35℃	-7℃~52℃
电热型	-43℃	-35℃	-52℃

我国现用空调器基本按 T1 气候类型设计, T1 气候类型中国标规定的名义工况参数见表 1-2-4。

表 1-2-4 名义工况参数

工况名称	室内侧空气状态		室外侧空气状态	
	干球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	干球温度 (℃)	湿球温度 (℃)
额定制冷	27	19	35	24
额定制热	20	15 (最大)	7	6

1.3 变频空调器的原理

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

1.3.1 空调器的制冷原理

空调器制冷原理如图 1-3-1 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，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室内的蒸发器，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，达到降低室内温度的目的。

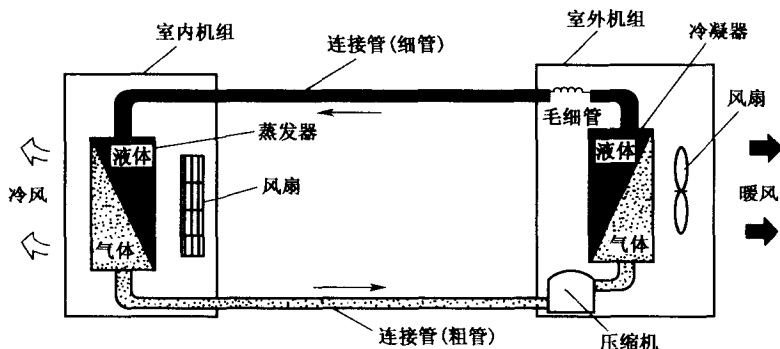


图 1-3-1 空调器的制冷原理图

1.3.2 空调器的制热原理

空调器的制热原理如图 1-3-2 所示。

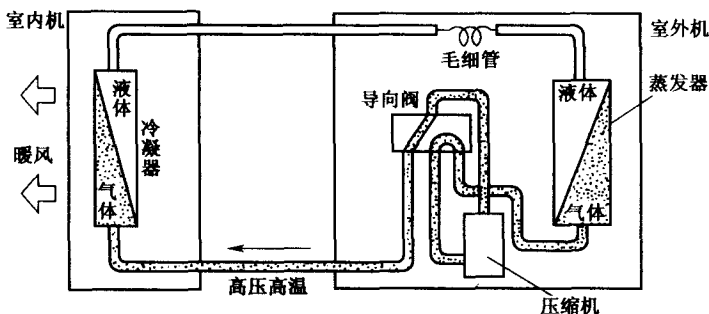


图 1-3-2 空调器热泵工作原理图

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。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。热泵制热通过电磁四通换向阀来改变制冷剂的循环方向，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°C 时，其制热量为名义制热量的 80%。室外气温为 -5°C 时，其制热量为名义制热量的 70%。

1.3.3 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，就应即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，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 等空调采用停机除霜方式，如图 1-3-3 (b) 所示。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 等变频空调采用不停机除霜方式，如图 1-3-3 (a) 所示。

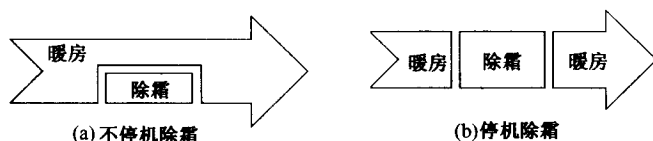


图 1-3-3 空调器的除霜方式图

1.3.4 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，则是闷热的感觉；若冬天湿度大时，又是更加寒冷的感觉。空调器能降低房间的湿度，抑制霉菌、异味生长，给人们提供健康的生存环境，使皮肤的感觉更为干爽舒适。

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。目前海信开发了一款 KFR-3266GW/BP 除湿不降温空调。

1.3.5 变频空调器的工作原理

1. 交流变频空调器的基本原理

(1) 基本原理

在讲述变频空调器的工作原理前，我们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。 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：

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

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：

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

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:

$$E_1 = 4.44kfN_1\Phi$$

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。

由于定子阻抗上的压降很小, 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 的减小, 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。现在变频空调器的控制方法基本上都是采用这种方法来实现变频调速的。图 1-3-4 为变频空调器的 V - f 曲线图, V - f 曲线图由变频压缩机性能来决定。

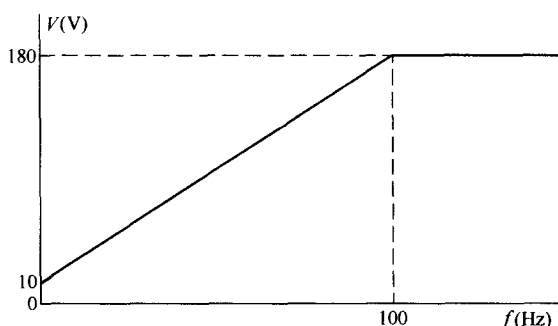


图 1-3-4 变频空调器某变频压缩机的 V - f 曲线图

(2) 实现 V/f 变频控制的方法

在讲了上述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 PWM (Pulse Width Modulation, 脉宽调制) 技术。异步电动机用的逆变器驱动时的方框图如图 1-3-5 所示。

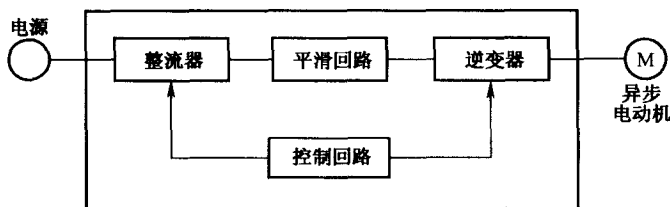


图 1-3-5 异步电动机逆变器驱动方框图

图 1-3-5 中, 整流器将交流变为直流, 平滑回路将此脉动直流平滑后, 由逆变器将它转换为频率可调的交流电。如图 1-3-6 (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 1-3-6 (b) 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 1-3-6 (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选用，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)。

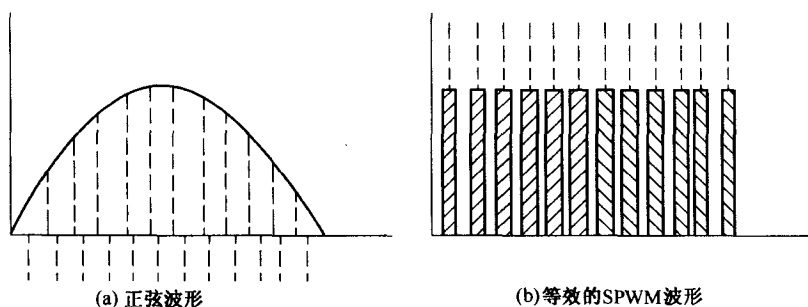


图 1-3-6 与正弦波等效的等幅矩形脉冲序列波

所谓 SPWM，简单地说，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 1-3-7 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小，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”。

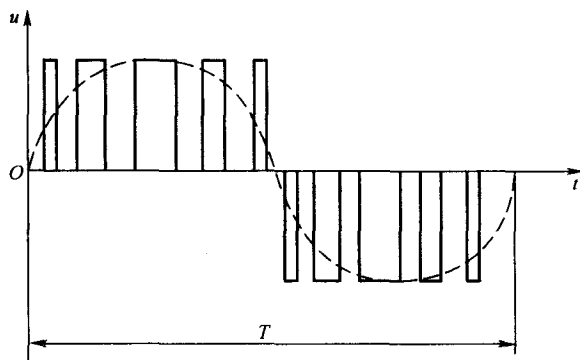


图 1-3-7 SPWM 波形

2. 交流变频控制器的原理

变频控制器的原理框图如图 1-3-8 所示，它主要由以下部件组成：整流器、滤波器、功率逆变器。变频器中的电脑控制系统，对各取样点传来的信号进行分析处理，并经内部波形产生新的控制信号，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压，供给压缩机。

(1) 整流滤波原理

整流器是将交流电源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 2kW 以下多采用单相电源输入，当电功率在 2kW 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流中多增加

了 2 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，常采用大容量电容器，电容量一般在 $1500 \sim 3000 \mu\text{F}$ 之间。因该电容器容量大、放电时间长，所以在检修变频器时先需将电容放电。放电时用两根导线通过一个 500Ω 的大功率电阻并联在电容两端。检修时如不放电，将会造成人员伤亡事故。

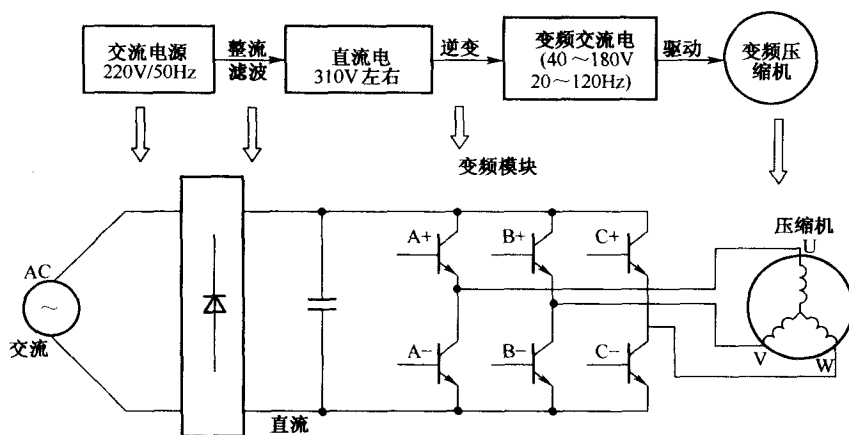


图 1-3-8 交流变频控制器的原理框图

(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变频装置。如图 1-3-8 所示，变频空调上通常采用 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。相邻两相的元素导通相位差为 120° ，在任意 360° 度内都有三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) 模块加上周围的电路（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。现在变频空调常用的 IPM 模块有日本的三菱和三洋 IPM 系列等。

3. 直流变频空调的原理

直流变频空调其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。直流变频控制器原理框图如图 1-3-9 所示。

(1) 直流变频空调的基本原理

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”从概念上来说是不确切的，因为我们都知道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。

① 无刷直流电动机。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制成的永久磁钢，定子采用整距集中绕组，简单而言，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线圈绕组转子变成定子。这样，就可以省掉普通直流电动机所必须的电刷，而且其调速

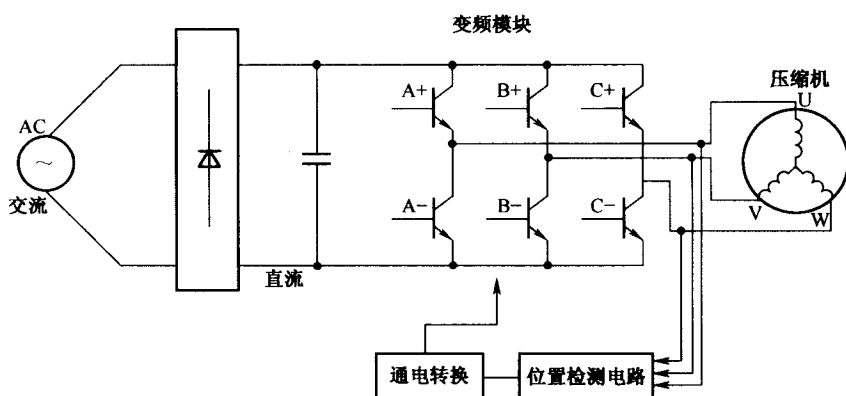


图 1-3-9 直流变频控制器原理框图

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，如电磁干扰大、噪声大、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，直流变频空调相对于交流变频空调而言，具有更大的节能优势。

② 转子位置检测。由于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。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线圈通电，一相不通电，一般无法对通电线圈测出感应电压，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，反过来控制给定子线圈施加方波电压。由于后一种方法省掉了位置传感器，所以直流变频空调压缩机都采用后一种方法进行电动机换相。

（2）直流变频空调与交流变频空调的区别

交流变频空调的是将工频市电 220V 转换为 310V 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电压（合成波形近似正弦波），使压缩机电动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，快速的调制冷和制热量。直流变频空调器同样是把工频市电 220V 转换为直流电源，并送至功率模块。变频模块每次导通两个三极管（A+、A-不能同时导通，B+、B-不能同时导通，C+、C-不能同时导通），给两相线圈通以直流电，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），如图 1-3-10 所示，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 1-3-9 中可以看出，直流变频相比交流变频多一位置检测电路，使得直流变频的控制更精确。

4. 变频空调的特点

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，压缩机转速在微电脑控制下加快运转，制冷量（或制热量）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。这种空调可以节省电能 20%~30%，电源输出频率范围为 15Hz~150Hz 时，压缩机的转速在 1500r/min~9000r/min 范围内变化。变频空调较定频空调的优点如表 1-3-1