

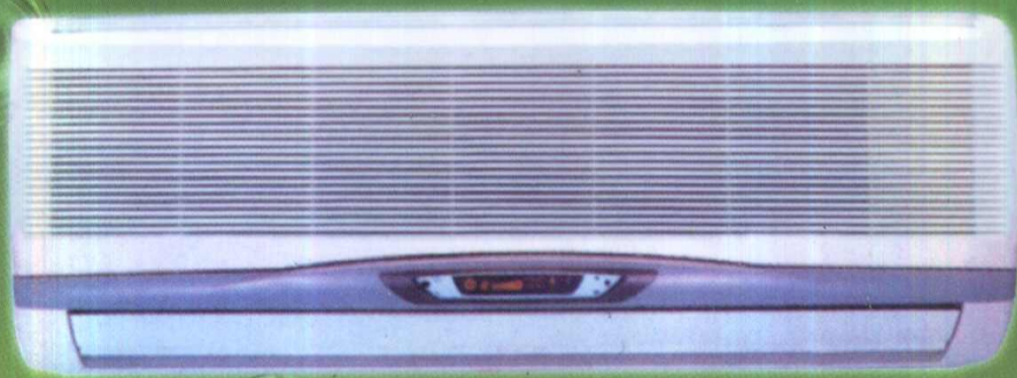


名优家电系列丛书

海信变频空调器

原理与维修

青岛海信空调有限公司 编著



12

Hisense

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

265

TM925.12

Q74

名优家电系列丛书

海信变频空调器原理与维修

青岛海信空调有限公司 编著



A1017533

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海信变频空调器原理与维修/青岛海信空调有限公司编著.

--北京:人民邮电出版社,2003.3

(名优家电系列丛书)

ISBN 7-115-10849-8

I. 海... II. 青... III. ①空气调节器—理论②空气调节器—维修 IV. TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 013496 号

内 容 提 要

本书针对海信空调器的特点,主要介绍了海信变频空调器的安装技能、零部件的原理与检修方法和功能控制模式,对其电路工作原理进行了详尽的分析,并给出了典型故障检修流程图及故障实例。在附录中列出了海信空调器典型机型的故障自诊断表和温度传感器电阻/温度特性。

本书资料丰富、内容新颖、理论和实践相结合,是空调器维修人员很好的工作参考书,同时也可以作为空调器安装、维修人员和职业技能培训学校相关专业的培训教材使用。

名优家电系列丛书

海信变频空调器原理与维修

◆ 编 著 青岛海信空调有限公司
责任编辑 姚予疆

◆ 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>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
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: 24.5 插页: 14
字数: 620 千字 2003 年 3 月第 1 版
印数: 1-6 000 册 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10849-8/TN·1982

定价: 38.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010) 67129223

出版者的话

随着我国市场经济的发展，我们欣喜地看到，在电视机、空调器、电冰箱、洗衣机、微波炉等家电生产行业，经过激烈的市场竞争，优胜劣汰的市场选择，涌现了一批靠优质名牌产品取胜，实现产品规模化生产经营的家电名优企业，这些企业的产品占据了国内家电产品的绝大部分市场份额。对于广大消费者来说，他们希望购买使用优质的名牌产品，更希望获得优质的售后服务。为此我们组织出版了这套名优家电系列丛书，目的就是在这些名优家电企业和广大消费者之间，架起一座桥梁，协助企业做好售后服务。

这套丛书将选择在我国市场上市场占有率名列前茅的家电名优企业产品，出版一系列图书，由该企业内专业人员为主编写，并提供线路图等维修数据资料，介绍其各类产品的功能特点、工作原理，以及安装和维修方法。相信这套丛书的出版，会有助于提高广大家电维修人员的维修水平，解决维修难的问题。

现代电子技术发展迅速，新产品日新月异，我们衷心希望和全国名优家电企业共同努力，以精益求精、服务社会的精神，出版好这套丛书。我们也希望广大家电维修人员、专家、学者和电子技术爱好者，对这套丛书的编辑出版提出宝贵意见，给予帮助。

前 言

随着经济的发展和人民生活水平的提高，空调器已进入到千家万户，特别是以“变频专家”著称的海信变频空调器在市场上越来越被用户所青睐。2002年度变频空调器在市场上的占有率高达54%以上，但是介绍变频空调器工作原理与维修技术的书非常少，广大维修人员急需一本对空调器变频技术进行全面介绍的参考书，正是在这种情况下，我们组织编写了这本《海信变频空调器原理与维修》。

本书共分13章，突出了五大特点：一是详细介绍了变频空调器的功能控制模式；二是对变频空调器电路工作原理进行了详细的分析，提供的微电脑控制电路图是维修人员难得的参考资料；三是提供了详细的故障自诊断手册及各种维修参数；四是理论与实践相结合，在编写过程中将空调器原理知识的介绍与故障实例的分析相结合，增强了可读性；五是每章都提供了思考题，可以为读者提供学习参考。另外，为了满足读者的需要，在介绍海信变频空调器的同时，还对海信社会拥有量大、市场占有率高的定速空调器的工作原理进行了介绍。因此本书不仅是海信空调器安装、维修人员的必读之物，也是广大家电维修人员和无线电爱好者理想的参考书。

本书由汪韬主编，何明山、马育勤、刘建、马文俊和马冠彦等同志参加了本书的编写工作。在本书的编写过程中，自始至终得到了公司领导的关心和支持，特别是客户支持部的王波、唐炳剑二位同志一直关心并支持本书的编写工作，提出了许多宝贵意见；空调器研发部、技术工艺部为本书的编写提供了大量的资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间短，尽管编者尽了最大的努力，但书中错误难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 空调器基础知识	1
1.1 空调器概述	1
1.2 空调器的分类及命名	2
1.2.1 空调器的分类	2
1.2.2 空调器的型号命名	3
1.2.3 空调器的主要性能参数及指标	4
1.3 空调器的原理	5
1.3.1 空调器的制冷原理	5
1.3.2 空调器的制热原理	5
1.3.3 除霜原理	6
1.3.4 除湿原理	6
1.3.5 变频原理	7
1.4 空调器的冷热负荷的简易计算.....	12
第 2 章 空调器的安装	14
2.1 空调器安装基础.....	14
2.1.1 空调器安装常用工具	14
2.1.2 空调器安装基本技能	15
2.1.3 空调器安装基本知识	26
2.2 海信空调器的安装.....	31
2.2.1 空调器安装规范	31
2.2.2 窗式空调器的安装	36
2.2.3 分体式空调器的安装	40
2.2.4 嵌入式空调器的安装	44
2.2.5 试机与调试	49
2.2.6 空调器常见安装故障分析	50
2.2.7 空调器常见安装故障处理方法.....	55
第 3 章 空调器零部件的检测与维修	58
3.1 空调器常用电子零部件的检测.....	58
3.1.1 电阻器	58
3.1.2 电容器	60
3.1.3 晶体二极管	61
3.1.4 晶体三极管	63
3.1.5 三端集成稳压器(7805、7812)	64
3.1.6 晶闸管	66
3.1.7 蜂鸣器	68
3.1.8 光电耦合器	68

3.1.9	石英晶体	69
3.1.10	反向驱动器	69
3.1.11	555 定时器	70
3.1.12	温度传感器	71
3.1.13	PTC 电阻	72
3.2	空调器电气零部件的检测	73
3.2.1	变压器	73
3.2.2	交流接触器	74
3.2.3	负离子发生器	75
3.2.4	压缩机过热保护器	76
3.2.5	电磁继电器	77
3.2.6	导风电机	78
3.2.7	室内外风扇电机	80
3.2.8	变频功率模块	83
3.2.9	压缩机电机	86
3.3	常用空调器制冷零部件的检测与维修	89
3.3.1	压缩机	89
3.3.2	毛细管	95
3.3.3	电子膨胀阀、单向阀、四通阀	96
3.3.4	气液分离器、干燥过滤器	101
3.3.5	热交换器	102
第 4 章	常用仪器仪表的使用与维修	105
4.1	万用表的使用与维修	105
4.2	兆欧表的使用与维修	110
4.3	钳形电流表的使用与维修	112
4.4	数字温度计的使用与维修	113
4.5	卤素检漏仪的使用与维修	114
4.6	压力表的使用与维修	115
4.7	真空泵的使用与维修	117
4.8	便携式冲氟机的使用与维修	118
第 5 章	安全知识	121
5.1	空调器维修注意事项	121
5.2	安全用电	123
第 6 章	海信变频挂机系列空调器控制功能及电路分析	127
6.1	KFR-3601GW/BP、KFR-3602GW/BP、KFR-4001GW/BP 型变频挂机系列 空调器	127
6.1.1	控制功能说明	128
6.1.2	电路原理分析	130
6.1.3	主要部件参数及规格	150
6.2	KFR-2608GW/BP、KFR-2618GW/BPR、KFR-2688GW/WBP 型变频挂机系列 空调器	151
6.2.1	控制功能说明	154

6.2.2	电路原理分析	157
6.2.3	主要部件参数及规格	160
6.3	KFR-2601GW/BP、KFR-2801GW/BP、KFR-3001GW/BP、KFR-28GW/BP、 KF-2601GW/BP、KF-2801GW/BP 型变频挂机系列空调器	162
6.3.1	控制功能说明	164
6.3.2	电路原理分析	165
6.3.3	部分机型主要部件参数及规格	169
6.4	KFR-2601GW/ZBP、KFR-28GW/ZBP 型直流变频系列空调器	172
6.4.1	控制功能说明	174
6.4.2	电路原理分析(以 KFR-2601GW/ZBP 型空调器为例)	177
第 7 章	海信变频柜机系列空调器控制功能及电路分析	183
7.1	KFR-5001LW/BP、KFR-5201LW/BP、KFR-50LW/BP、KFR-60LW/BP 型变 频柜机系列空调器	183
7.1.1	控制功能说明(以 KFR-5001LW/BP 型空调器为例)	186
7.1.2	电路原理分析	189
7.1.3	主要部件参数及规格	195
7.2	KFR-5801LW/BP、KFR-6001LW/BP 型变频柜机系列空调器	195
7.2.1	控制功能说明	198
7.2.2	电路原理分析	201
7.2.3	主要部件参数及规格	201
第 8 章	海信变频一拖二系列空调器的功能及电路分析	204
8.1	控制功能说明	206
8.2	电路原理分析	210
8.3	主要部件参数及规格(以 KFR-2601GW/BP×2 型空调器为例)	214
第 9 章	海信嵌入式变频空调器控制功能及电路分析	217
第 10 章	海信定速挂机系列空调器控制功能及电路分析	224
10.1	KFR-28GW、KFR-25GW 型定速挂机系列空调器	224
10.1.1	控制功能说明	226
10.1.2	电路原理分析	229
10.1.3	主要部件参数及规格	233
10.2	KFR-2508GW、KFR-2518GW、KFR-3208GW/A、KFR-3218GW 型定速挂机 系列空调器	235
10.2.1	控制功能说明	239
10.2.2	电路原理分析	242
10.2.3	主要部件参数及规格	244
第 11 章	海信定速柜机系列空调器的控制功能及电路分析	245
11.1	KFR-5001LW/D、KFR-5201LW/D、 KFR-65LW/D 型定速柜机系列空调器	245
11.1.1	控制功能说明	247
11.1.2	电路原理分析	249
11.1.3	主要部件参数及规格	253
11.2	KFR-4501LW/D 型定速柜机空调器	254

11.2.1	控制功能说明	256
11.2.2	电路原理分析	258
11.2.3	主要部件参数及规格	258
11.3	KFR-7208LW/D型定速柜机空调器	264
11.3.1	控制功能说明	266
11.3.2	电路原理分析	268
11.3.3	主要部件参数及规格	272
11.4	KFR-7206LW/D型定速柜机空调器	273
11.4.1	控制功能说明	275
11.4.2	电路原理分析	278
11.4.3	主要部件参数及规格	282
11.5	KFR-12003 LW/D型定速柜机空调器	284
11.5.1	控制功能说明	286
11.5.2	电路原理分析	286
11.5.3	主要部件参数及规格	290
第12章	遥控器	293
12.1	遥控器的结构	293
12.2	遥控器的控制原理及电路检修	295
第13章	空调器的维修	301
13.1	常用的维修工具	301
13.2	空调器的故障分析	302
13.2.1	制冷系统故障	302
13.2.2	电气系统故障	306
13.3	空调器故障检修	307
13.3.1	利用故障自诊断功能进行检修	307
13.3.2	空调器故障检修流程	320
13.4	空调器维修拆装技巧	336
13.5	空调器故障检修实例	339
13.5.1	定速空调器故障检修实例	342
13.5.2	变频空调器故障检修实例	347
附录		355
附录1	海信空调器故障自诊断显示汇总表	355
附录2	传感器的阻值	375

第 1 章 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。

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，它应用了水对氨蒸汽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汽压缩制冷机。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。

1920年左右，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舒适性空气调节装置，随后，其在影剧传媒业中逐渐得到了推广。在以后的几十年里，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，经过不断地完善、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，单转子滚动活塞式压缩机已逐步被双转子式的所替代，涡旋式压缩机也已在部分房间空调器中得到使用。

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成功房间空调器，为我国空调业的发展奠定了基础。改革开放以来，随着人民生活水平的提高，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技术以来，发展迅速，不仅拥有了变频空调器的核心技术，而且形成了系列产品，具备了年产120万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空调器和分体式空调器两种。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。

整体式空调器包括窗式空调器和移动式空调器；分体式空调器则根据室内机组的形式分为吊顶式空调器、嵌入式空调器、壁挂式空调器、柜式空调器和落地式空调器等，如图 1-1 所示。

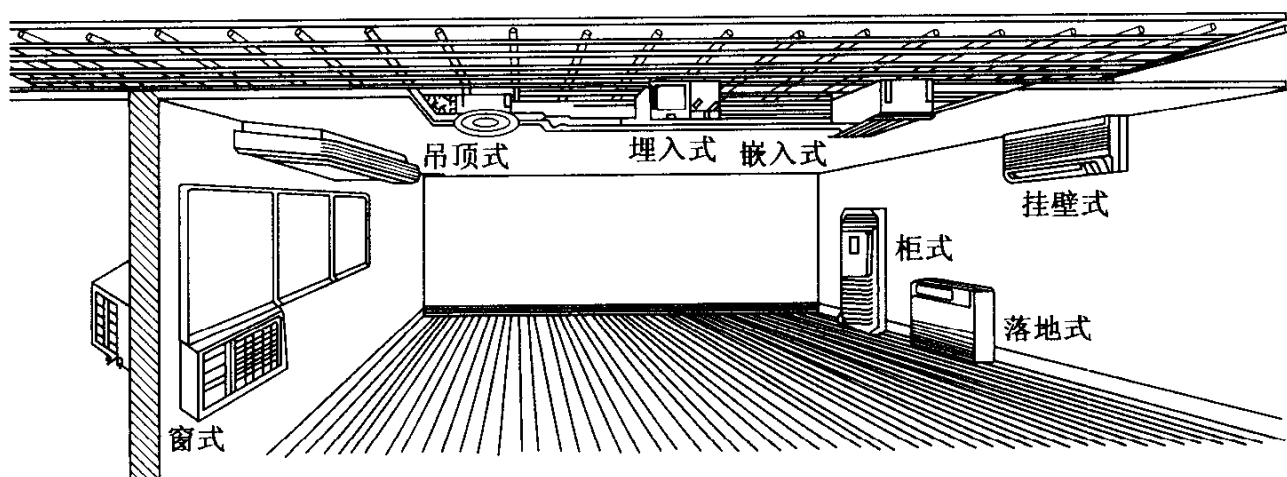


图 1-1 各类不同结构空调器

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空调器和冷暖型空调器两种。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）和供暖（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加热型。

(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：冬季空调器供暖时，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) 热泵辅助电加热型空调器：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，电加热器起辅助供暖作用。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。

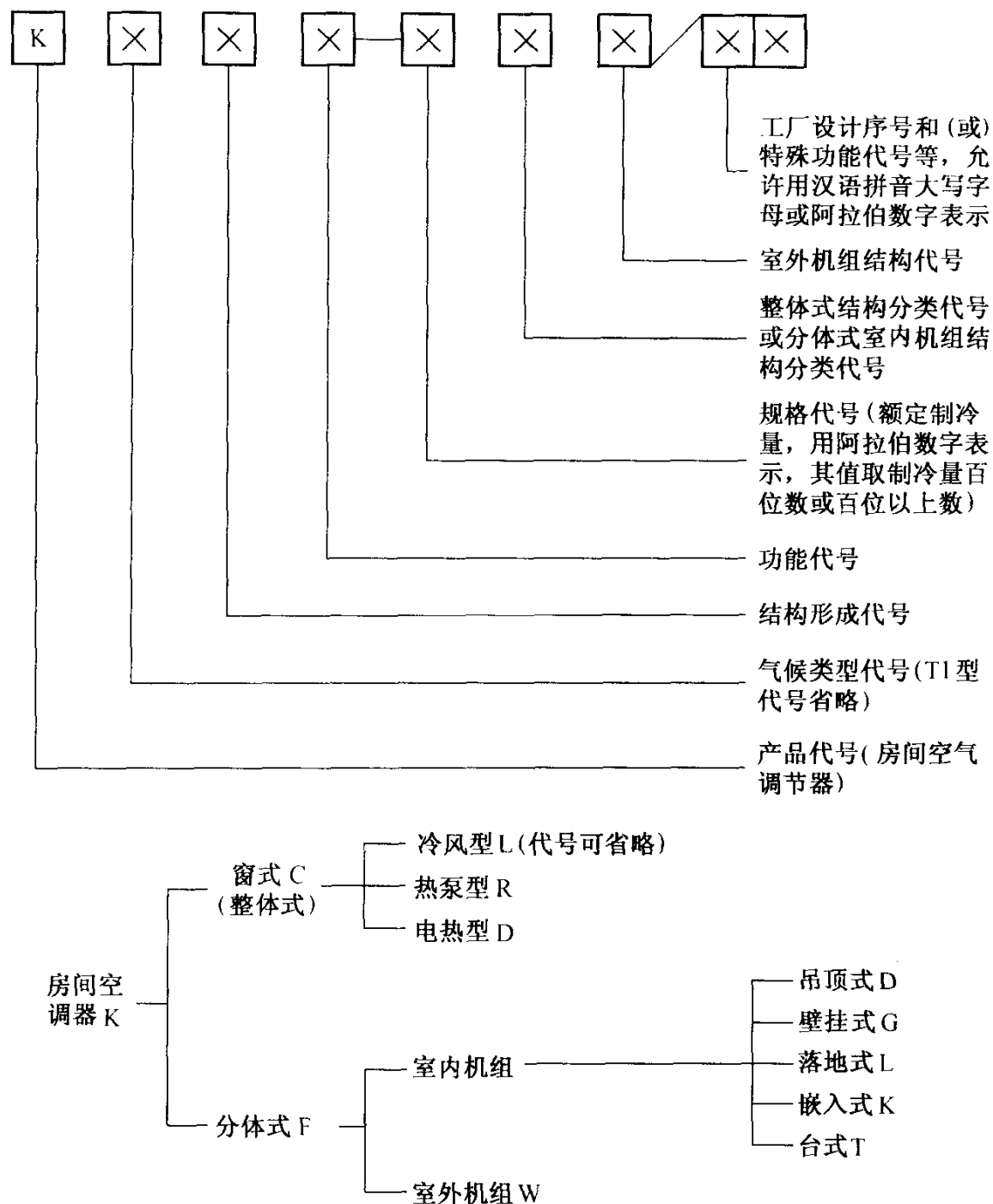


图 1-2 空调器的型号命名规则

例如: KFR-25GW 表示 T1 气候类型, 分体热泵型壁挂式房间空调器(包括室内机组和室外机组)额定制冷量为 2500W; KFR-35G/BP 表示 T1 气候类型, 分体热泵型壁挂式房间空调器室内机组, 额定制冷量为 3500W, 具有变频功能; KFR-2688W/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 2600W, 88 表示设计序列号。W 表示此空调具有网络通信接口功能; 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; KFR-2601×2GW/BP 表示 T1 气候类型, 分体变频热泵型壁挂式房间空调器(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; 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。其单位为 W。

(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（A）。

(8) 制冷剂种类及充注量：目前我国空调均采用 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 220V，50Hz；三相 380V，50Hz。

(10) 外形尺寸：长（mm）×宽（mm）×高（mm）。

(11) 噪音：电源输入额定电压、额定频率且运转工况为额定工况情况下，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）。国标对空调器噪音指标的规定如表 1-1 所示。

表 1-1 空调器噪音指标

额定制冷量（W）	噪音（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（℃）	湿球温度（℃）	干球温度（℃）	湿球温度（℃）
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。变频原理是本章的重点。

1.3.1 空调器的制冷原理

空调器制冷原理如图 1-3 所示。空调器工作时，制冷系统内的低压低温制冷剂 R22 蒸汽被压缩机吸入，经压缩为高压、高温的过热蒸汽后排至冷凝器；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、高温的制冷剂蒸汽凝结为高压液体。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。

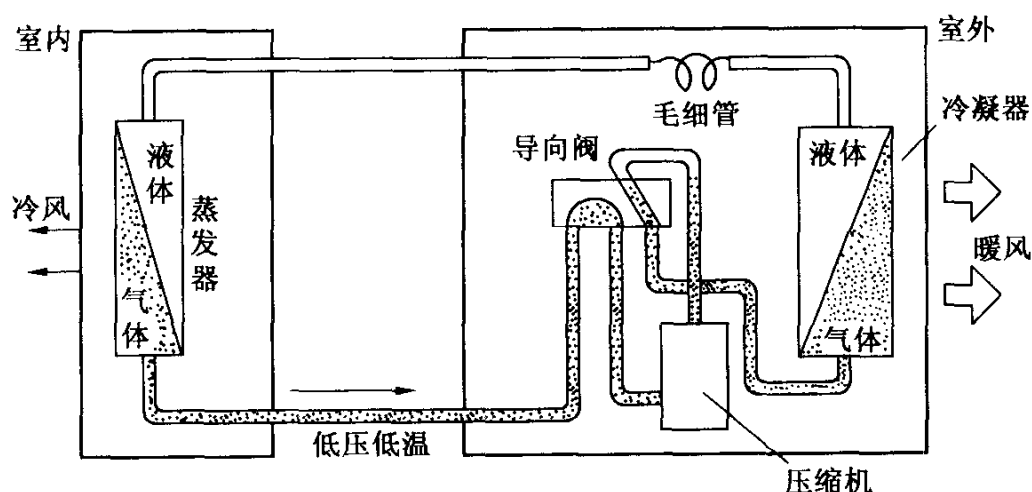


图 1-3 空调器制冷原理

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，使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%。

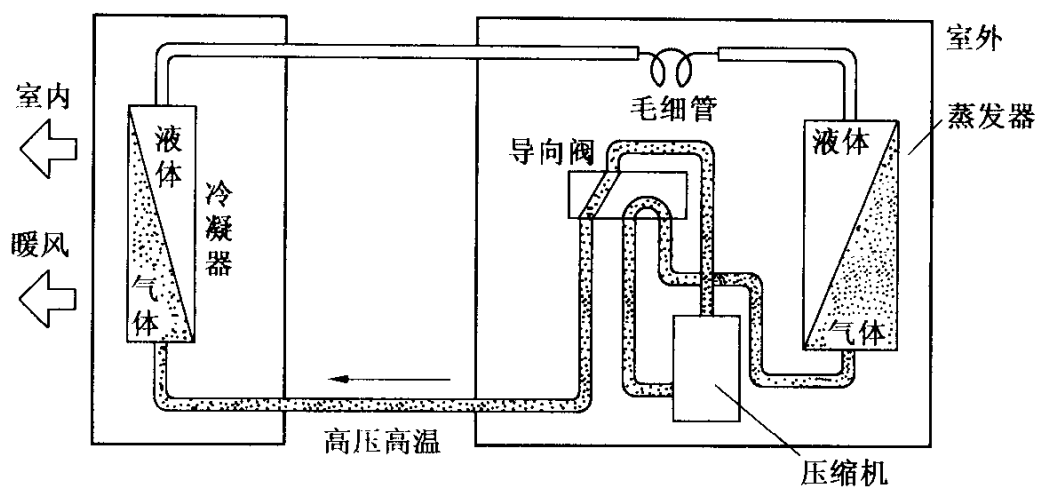


图 1-4 空调器热泵制热原理

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汽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。

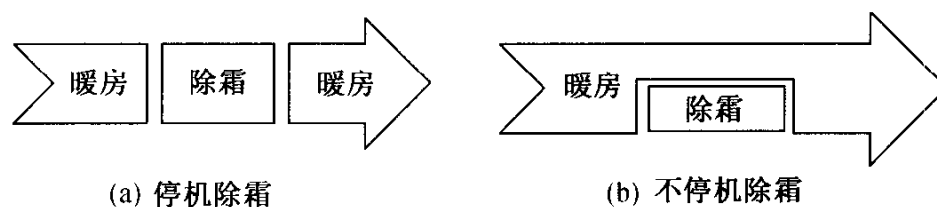


图 1-5 空调器的除霜方式

1.3.4 除湿原理

春天梅雨或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；冬天湿度大时，又给人以更加寒冷的感觉。空调器能降低房间的湿度，从而抑制霉菌、异味生成，使人体皮肤感觉干爽舒适，为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，可通过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 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_1 与极数 P 、电源频率 f_1 的关系可用下式表示：

$$N_1 = 120/P \times f_1 (\text{r/min})$$

但异步电动机要产生转矩，同步速度 N_1 与转子速度 N_2 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_2 可用下式表示：

$$N_2 = 120/P \times f_1 (1 - S) (\text{r/min})$$

由上式可知，改变电动机的供电频率 f_1 ，就可以改变电动机的转子转速 N_2 。在这里，我们采用逆变器这个装置来改变电动机的供电频率。在采用逆变器来改变异步电动机的频率时，为了避免电动机磁饱和，同时抑制启动电流，还要产生必需的转矩实现安全运转，电路中采用了VVVF逆变器，即调压调频逆变器。异步电动机用逆变器驱动时的方框图如图1-6所示。

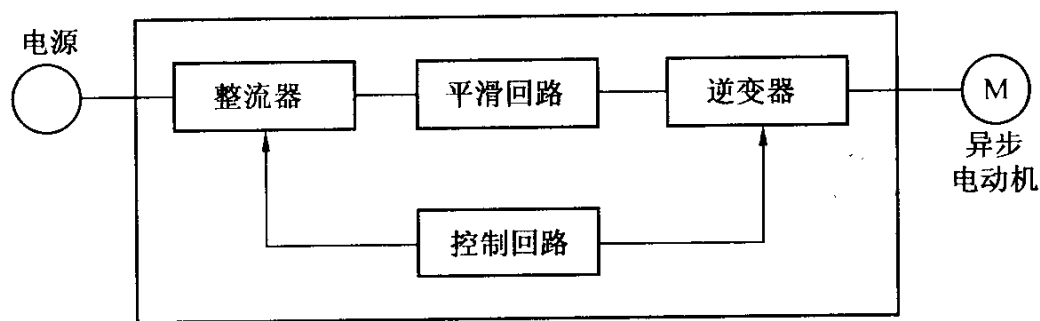


图 1-6 异步电动机用逆变器驱动方框图

图 1-6 中，整流器将交流变为直流，平滑回路将脉动直流平滑后，由逆变器将它变换为频率可调的交流电。在逆变器中广泛采用了 PWM（脉宽调制）技术。如图 1-7（a）所示，把一个正弦波分成 N 等分（图中 $N = 12$ ），然后把每一等分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分的中点重合（如图 1-7 所示），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 1-7（b）所示的脉冲序列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—交变频器中的逆变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 1-7（b）形状相似的一系列脉冲波形。该技术在实际应用中引入了“调制”这一概念，以所期望的波形（正弦波）作为调制波，以等腰三角波作为载波。由于等腰三角波是上下宽度线性对称变化的波形，当它与任何一个光滑的曲线相交时，在交点的时刻控制开关器件的通断，即可得到一组等幅而脉冲宽度正比于该曲

线函数值的矩形脉冲。

图 1-8 所示是 PWM 变频器的控制电路框图，图 1-9 是它的主电路原理图。图 1-8 中 VT1~VT6 是逆变器的六个功率开关器件，各由一个整流二极管反向并联连接。整个逆变器由单相整流器提供恒定直流电压 U_s 。一组三相对称的正弦参考电压信号 U_{ra} 、 U_{rb} 、 U_{rc} 由参考信号发生器提供，其频率决定逆变器输出的基波频率，此基波频率应在所要求的输出频率范围内可调。参考信号的幅值也可在一定范围内变化，以决定输出电压的大小。三角波载波信号 U_i 是共用的，分别与每相参考电压比较后，给出“正”或“零”的饱和输出，产生 PWM 脉冲序列波 U_{da} 、 U_{db} 、 U_{dc} ，作为逆变器功率开关器件的驱动控制信号。

控制方式可以是单极式，也可以是双极式。采用单极式控制时，在正弦波的半个周期内每相只有一个开关器件开通或关断。当参考电压 U_{ra} 高于三角波电压 U_i 时，相应比较器的输出电压 U_{da} 为“正”电平，反之则产生“零”电平。不过应注意，此时正弦调制波的最大幅值应低于三角波的幅值。

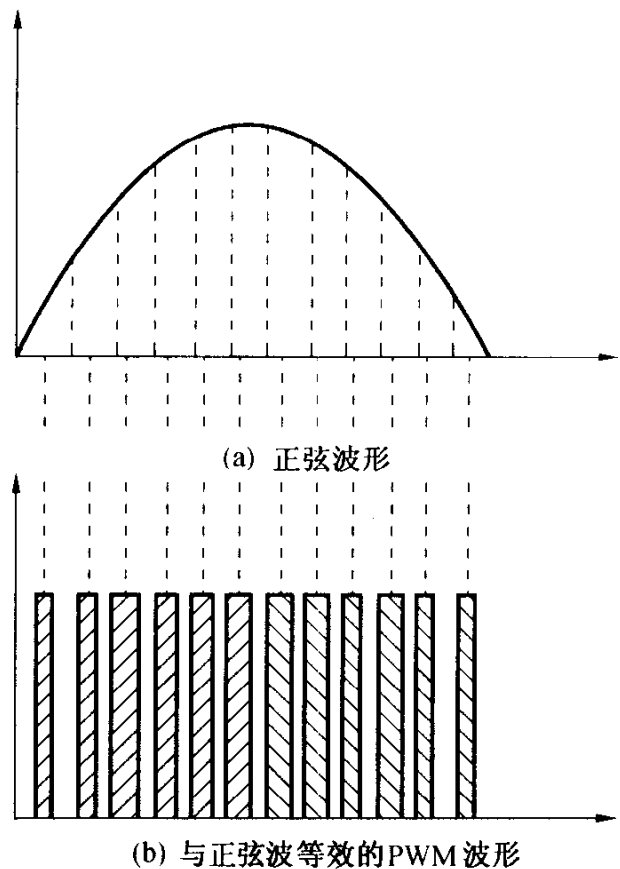


图 1-7 与正弦波等效的等幅矩形脉冲序列波

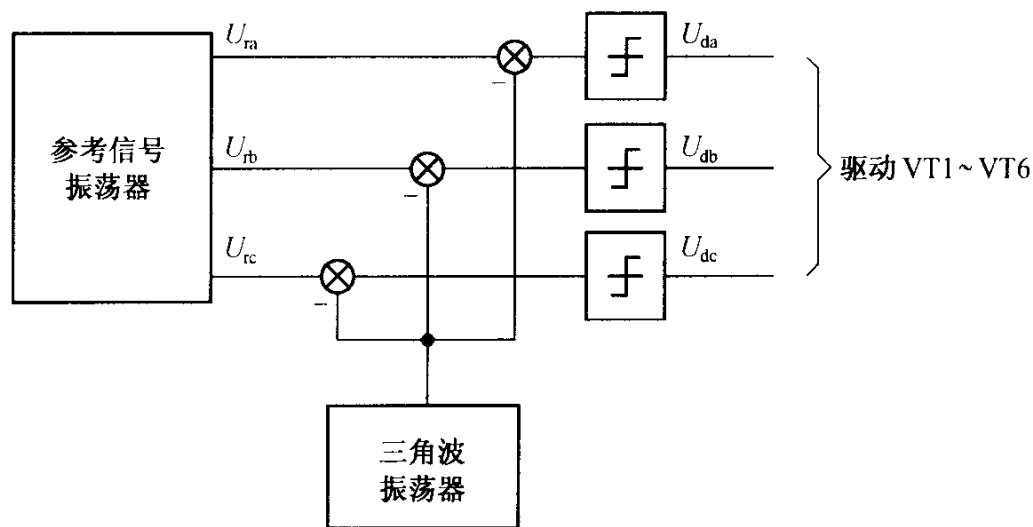


图 1-8 PWM 变频器控制电路框图

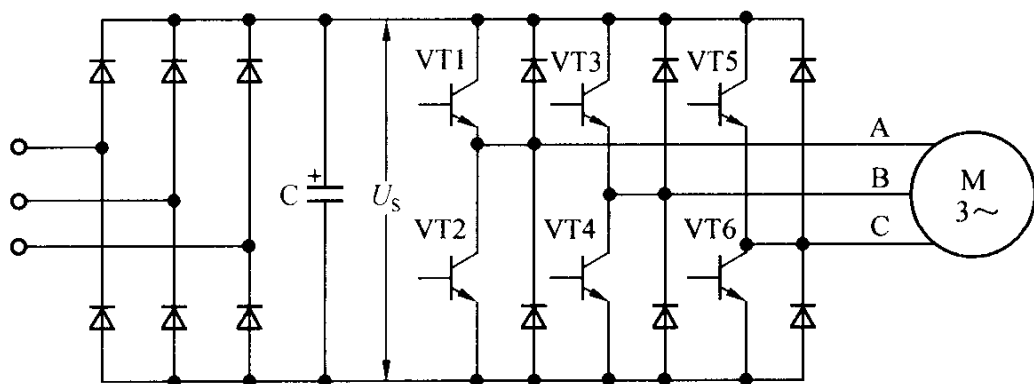


图 1-9 PWM 变频器主电路原理图