



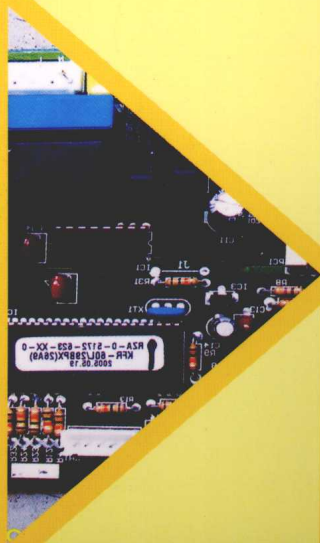
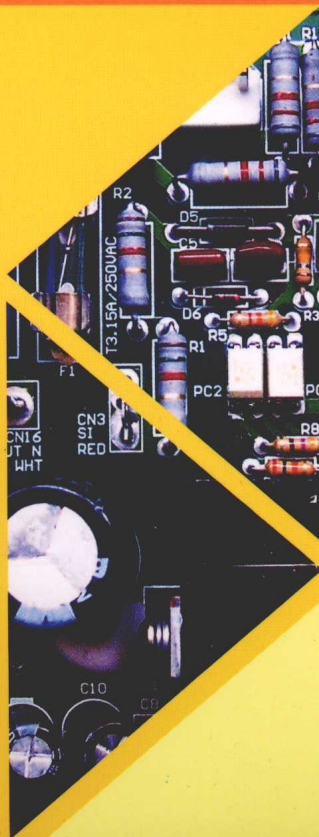
看图学修电器丛书



看图学 变频空调器

第2版

汪韬 编著





看图学 变频空调器

第2版

■ 汪韬 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

看图学修变频空调器 / 汪韬编著. — 2版. — 北京:
人民邮电出版社, 2010.7
(新版看图学修电器丛书)
ISBN 978-7-115-23070-6

I. ①看… II. ①汪… III. ①空气调节器—维修—图解 IV. ①TM925.120.7-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第087530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整机的工作原理、空调器零部件的工作原理及检修方法、空调器维修工具的使用方法,书中还详细介绍了变频空调器的电控故障、制冷故障、综合故障的检修实例。

本书内容通俗易懂、图文并茂、突出技巧性,书中提供了300多张数码图文照片,真实地再现了元器件及变频空调器各种故障的检修方法及技巧。本书适合于具有初中以上文化程度的空调器维修人员使用,也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。

新版看图学修电器丛书

看图学修变频空调器 (第2版)

-
- ◆ 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>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.25
字数: 207千字
印数: 10 001—14 000册
- 2010年7月第2版
2010年7月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-23070-6

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着空调行业强制性国家能效标准的执行，变频空调器因其具备能效比高、省电、舒适度高、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。变频空调器比定频空调器复杂，且制造成本高，对维修技术提出了更高的要求。传统的家电维修培训教材，多以文字和示意图为主介绍空调器的相关知识，缺少空调器各部分元器件的直观图片，这样导致读者浪费很多时间去理解，效果比较差。为了改变这种状况，我们用数码相机将变频空调器的元器件、电控系统、制冷系统及综合故障实例的检修步骤、方法和技巧都一一拍摄下来汇编成书，并做到原理与实践结合，手把手指导读者来检修变频空调器的故障，真正做到“一书在手，得心应手”。

本书在内容编排上突出了以下几个特点：一是详细地介绍了变频空调器的原理和特点；二是用图片方式详细地介绍了变频空调器零部件的维修技巧，特别提到了变频模块；三是对于抽象的电路、系统知识采用原理图、实物图、现场检修图相结合的方式讲解；四是对于变频空调器的综合故障采用拍摄的真实现场图片分步骤讲解，使读者有身临其境的感觉，便于理解和接受。

本书的第一版自出版之后深受广大读者欢迎，历经数次重印。本次修订除了改正部分错误之处，还增加了常见故障检测与维修方法的总结，帮助广大读者系统的掌握检修技法，提高维修能力。

本书在编写的过程中得到了李泽艳、李照义、刘淑芹、刑万勇、韩贻成、杜书香、窦宝英、马冠严、陆汉宁、王伟杰、刘德立、乔永杰、佟显良、李达、张海华、张明磊、林晓慧、宋红强、苟玉杰、尹发展、刘建、陈飞、谢业勤、王晓鸾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，在此一并感谢。由于我们水平有限，加上图片拍摄的难度较大，书中如有不足之处，敬请广大读者批评指教。

书中照片的版权属作者所有，为保护作者合法的劳动成果不受侵犯，未经作者同意，任何人不得转载选用书中照片，特此声明。

目 录

第 1 章 变频空调器基础知识	1
1.1 空调器的分类及命名	1
1.1.1 空调器的分类	1
1.1.2 空调器的型号命名规则	2
1.1.3 空调器的主要性能参数及指标	3
1.1.4 空调器的新功能	4
1.2 空调器的工作原理	5
1.2.1 空调器制冷原理	5
1.2.2 空调器制热原理	6
1.2.3 空调器除霜原理	6
1.2.4 空调器除湿原理	7
1.2.5 空调器变频原理	7
1.3 空调器制冷剂	11
第 2 章 看图识别空调器零部件	15
2.1 空调器常用电子零部件的识别	15
2.1.1 电阻器	15
2.1.2 电容	18
2.1.3 晶体二极管	19
2.1.4 晶体三极管	21
2.1.5 石英晶体	22
2.1.6 三端集成稳压器	22
2.1.7 蜂鸣器	24
2.1.8 反向驱动器	24
2.1.9 光电耦合器	25
2.1.10 PTC 电阻	25
2.2 空调器常用电气零部件的识别	26

2.2.1	交流接触器	26
2.2.2	变压器	27
2.2.3	温度传感器	28
2.2.4	负离子发生器	30
2.2.5	继电器	31
2.2.6	压缩机过热保护器	32
2.2.7	导风电动机	33
2.2.8	风扇电动机	35
2.2.9	变频功率模块	37
2.2.10	电抗器	38
2.3	常用空调器制冷零部件的识别	38
2.3.1	压缩机	39
2.3.2	四通阀	43
2.3.3	毛细管	44
2.3.4	电子膨胀阀	45
2.3.5	单向阀	46
2.3.6	气液分离器	47
2.3.7	干燥过滤器	48
2.3.8	热交换器	49
第3章	空调器检修常用仪器仪表	51
3.1	万用表	52
3.2	兆欧表	56
3.3	钳形电流表	57
3.4	卤素检漏仪	58
3.5	压力表	60
3.6	真空泵	62
第4章	变频空调器常见故障检测与维修方法	63
4.1	空调器不运转故障的分析及排除	63
4.2	空调器漏水故障的分析与排除	65
4.3	空调器运转但不制冷(不制热)故障的分析与排除	68
4.4	空调器漏电故障的分析与排除	72

4.5	空调器引起跳闸故障的分析与排除	73
4.6	空调器压缩机频繁停机故障的分析与排除	76
4.7	空调器震动或噪声过大故障的分析与排除	77
4.8	空调器室外机风扇不运转故障的分析与排除	83
4.9	空调器室内机风扇不运转故障的分析与排除	85
第5章	变频空调器检修实例	87
5.1	变频空调器电控系统故障检修实例	87
5.1.1	变频空调器的检修技巧要点	87
5.1.2	故障实例检修	91
5.2	变频空调器制冷系统故障检修实例	126
5.2.1	制冷系统的正常工作参数	126
5.2.2	压力故障的产生原因	128
5.2.3	制冷系统故障检修实例	130
5.3	变频空调器综合故障检修实例	144

第 1 章 变频空调器基础知识

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、洁净度及气流速度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。其调节的四个要素包括：空气的温度、湿度、洁净度和气流速度。

1.1 空调器的分类及命名

1.1.1 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。整体式空调器把全部元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别置于墙的两侧；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。

整体式空调器为窗式，分体式空调器则根据室内机组的形式分为吊顶式、嵌入式、挂壁式、落地式、台式等，如图 1.1.1 所示，其在房间的安装位置示意图如图 1.1.2 所示。

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。

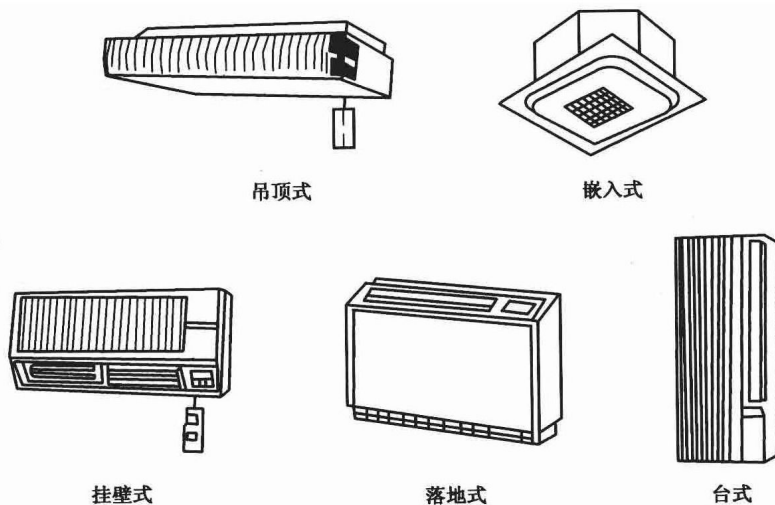


图 1.1.1 空调器室内机示意图

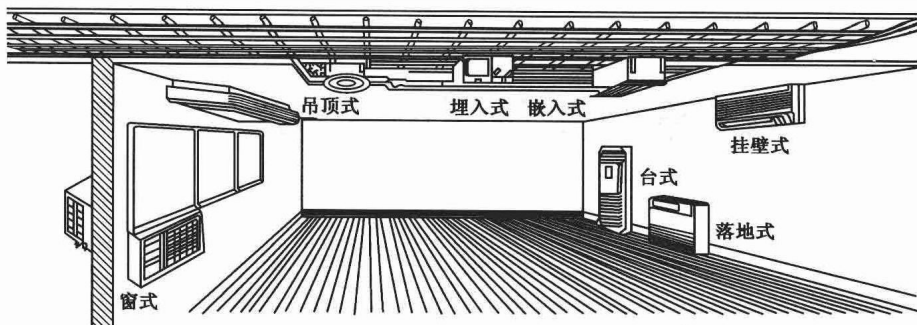


图 1.1.2 各类不同结构空调器的安装位置

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，冷暖型空调器又可分为热泵型、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。

1.1.2 空调器的型号命名规则

空调器的型号命名规则如图 1.1.3 所示。

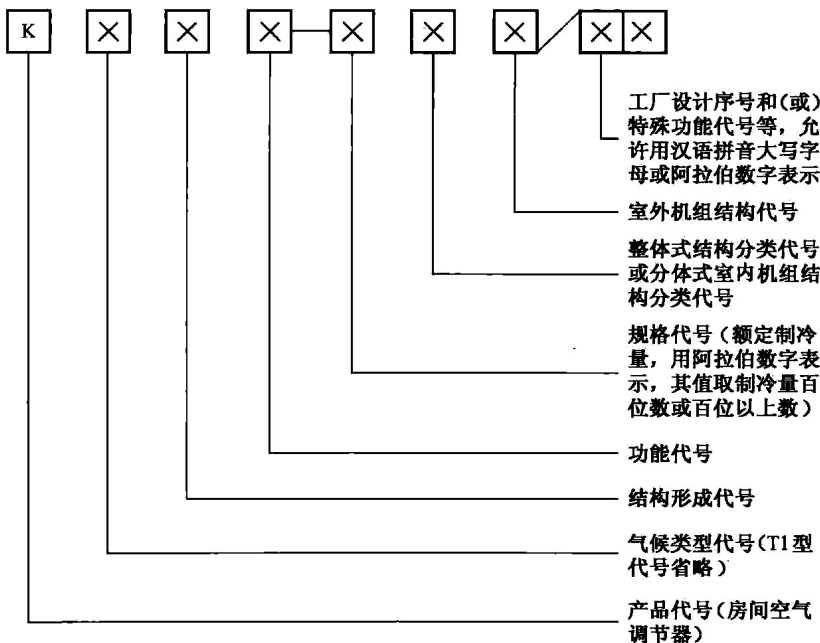


图 1.1.3 空调器的型号命名规则

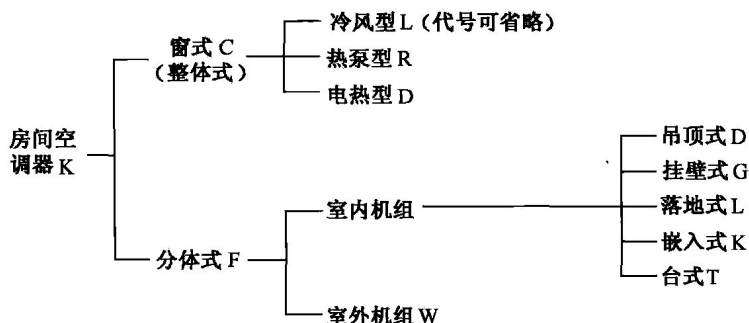


图 1.1.3 空调器的型号命名规则 (续)

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 2500W；KFR-35G/Bp 表示 T1 气候类型，分体变频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；KFR-2688W/WBp 表示 T1 气候类型，分体变频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-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 4600W，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 2600W（双机 5200W），01 表示设计序号；KFR-2677W/ZBp 表示 T1 气候类型，分体变频热泵型房间空调器室外机组，额定制冷量为 2700W，ZBp 代表直流变频。

1.1.3 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、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、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、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。

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。

⑥ 额定电流：名义工况下的总电流，单位为 A。

⑦ 制冷剂种类及充注量：目前我国空调均采用 R22（制冷剂）。充注量是指产品按规定

注入空调器制冷系统的 R22 数量, 单位为 kg。

⑧ 使用电源: 单相 220V/50 Hz; 三相 380V/50Hz。

⑨ 外形尺寸: 长 (mm) × 宽 (mm) × 高 (mm)。

⑩ 噪声: 在名义工况下机组噪声[(dB)A]。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)。

国标对噪声指标的规定如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 空调器噪声指标

额定制冷量 (W)	噪声 (dB)			
	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 1.1.2 所示。

表 1.1.2 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	—	—	—

1.1.4 空调器的新功能

1. 换新风

普通空调的运行是在密闭的房间内, 长时间运行后室内空气质量会变差。换新风指通过风管交换室内外的空气, 提高室内空气新鲜度。一般换新风都以单向换风为主, 即将室内的空气排向室外, 仅仅相当于单向排气扇的作用。现代空调器如海尔空调器所采用双向换新风技术, 既能够实现室内外空气的对流, 又通过辅以各种空气清洁手段, 让室内空气真正清洁流畅, 且能量不损失。

2. 离子吸尘

空调器以离子中和的方式, 用强力集尘板对微尘进行强力吸附, 消除空气中的各种尘粒, 使室内空气纯净, 维护身体健康。

3. 健康负离子

采用负离子发生技术，在调温的同时释放适量的负离子，不仅可以滤除空气中的灰尘、异味，还可杀灭病菌，增强人体携氧抗病能力，预防“空调病”。通常空调器将离子吸尘和健康负离子配合使用，相当于空调器增加了空气清新机功能，能够有效消除室内烟尘。

4. 多元光触媒

多元光触媒技术能够有效吸附室内各类有害气体。如采用多元光触媒技术的海尔空调器，开机 10min，可使室内有害气体消除 80%左右，开机 30min 后，可使有害气体消除 90%左右，能够有效地免除因房屋装修使用的物料所挥发出来的化学物质导致的人体中毒现象发生。

5. 网络空调

在空调中导入网络技术，如海尔的网络空调，不但可于千里之外通过互联网遥控和监测家中空调运行状态、温度设定，而且可以网上浏览、网络下载、游戏和娱乐，充分满足网络时代人们的需求。

1.2 空调器的工作原理

本节主要介绍空调器的主要实现原理，包括制冷原理、制热原理、除霜原理、除湿原理及变频原理。

1.2.1 空调器制冷原理

空调器制冷工作原理如图 1.2.1 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。

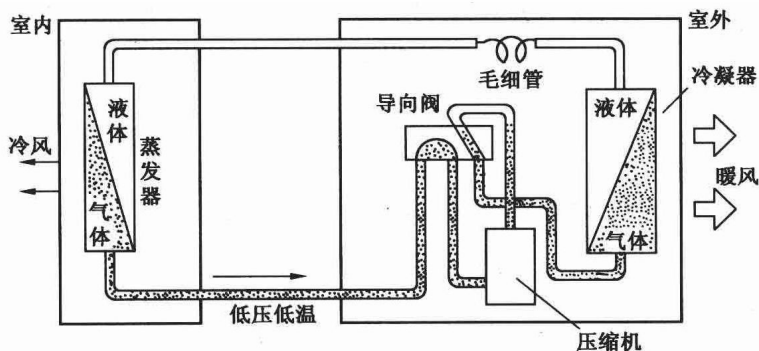


图 1.2.1 空调器的制冷工作原理图

1.2.2 空调器制热原理

空调器的制热工作原理如图 1.2.2 所示。

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的。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, 如此不断地循环, 使室内温度升高。

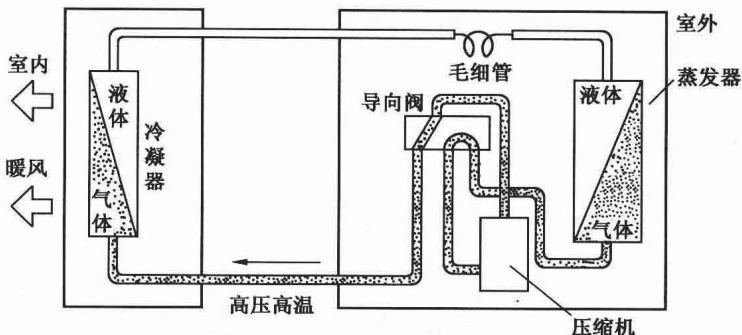


图 1.2.2 空调器制热工作原理图

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。热泵制热是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%。

1.2.3 空调器除霜原理

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; 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, 如图 1.2.3 所示。

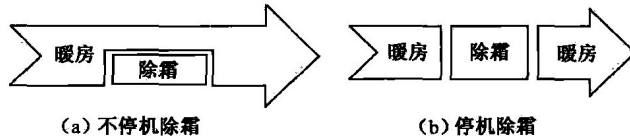


图 1.2.3 空调器的除霜方式图

1.2.4 空调器除湿原理

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；若冬天湿度大时，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、消除异味，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温度，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，以达到除湿的目的。

1.2.5 空调器变频原理

1. 变频空调器的原理

变频控制器的原理如图 1.2.4 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（SPWM 波形如图 1.2.5 所示），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，采用硅整流元器件桥式连接。整流器结构可

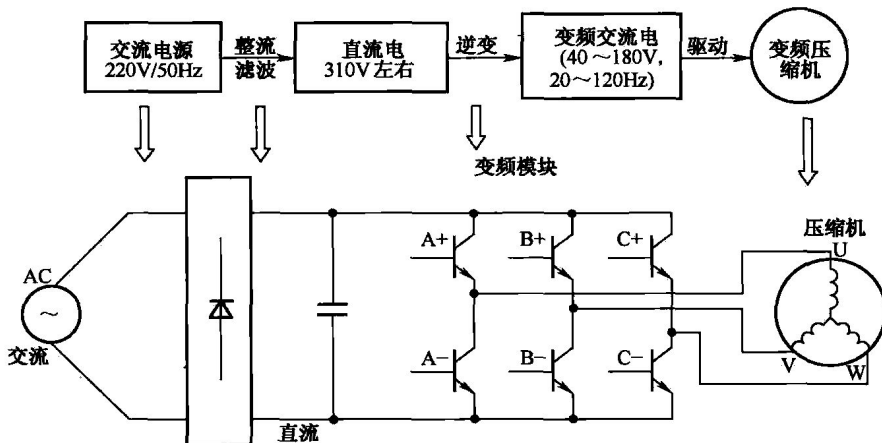


图 1.2.4 交流变频控制器的原理框图

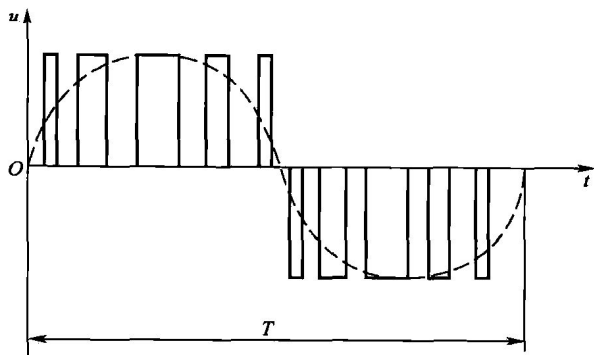


图 1.2.5 SPWM 波形

分为单相和三相电源输入。一般变频空调器电功率在 2kW 以下时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路中多增加了 2 个整流二极管。滤波电路的作用是使输出的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 1500~3000 μ 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必须先将电容放电。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变频装置, 如图 1.2.6 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元件的交—直—交电路中, 控制电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。相邻两相的元器件导通相位差在 120°, 在任意 360° 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

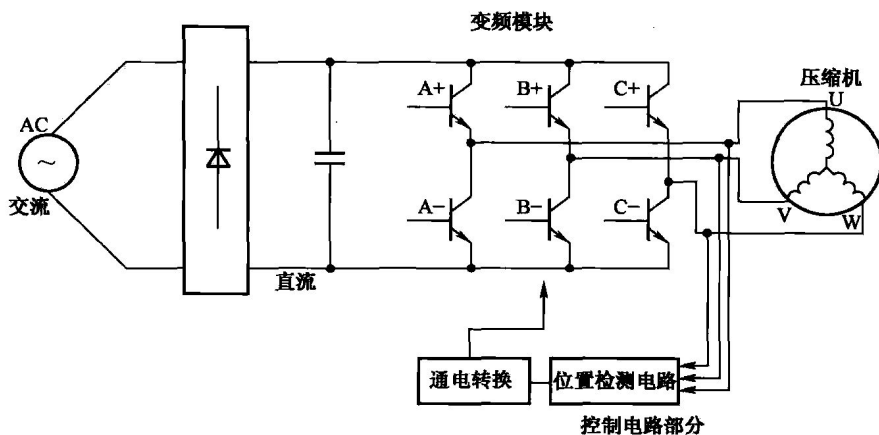


图 1.2.6 直流变频控制器原理框图

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，其实物如图 1.2.7 所示。

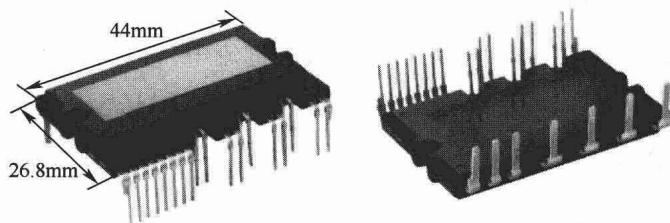


图 1.2.7 变频空调功率模块实物图

(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。

我们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”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。

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，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，直流变频空调相对于交流变频空调而言，具有更大的节能优势。

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。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。

(4) 直流变频空调与交流变频空调的区别

交流变频空调是将工频市电 220V 转换为 310V 直流电源，并把它送到功率模块（由晶