

跟高手学 家电维修丛书

内容全面实用
维修全程图解

蒋秀欣 编著

变频空调器维修 完全图解

BIANPIN
KONGTIAOQI
WEIXIU
WANQUAN
TUJIE



化学工业出版社



蒋秀欣 编著

变频空调器维修 完全图解



化学工业出版社

·北京·

本书采用图解的方式,以市场上品牌变频空调器的主流型号作为维修实例,由浅入深地介绍了变频空调器的维修技能,主要包括:变频空调器的结构原理及基本维修技能、主要器件、各单元电路结构原理、维修工具及操作方法、品牌变频空调器的维修、常见故障检修等。本书内容实用、图文并茂、案例典型、数据可靠。为增强维修的真实性,作者专门拍摄了变频空调器维修时的实物照片,使读者学习更加直观方便。

本书非常适合家电维修人员参考使用,也可用作职业院校相关专业师生的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

变频空调器维修完全图解/蒋秀欣编著. —北京:化学工业出版社, 2013. 5
(跟高手学家电维修丛书)
ISBN 978-7-122-16799-6

I. ①变… II. ①蒋… III. ①变频空调器-维修-图解
IV. ①TM925. 107-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 056839 号

责任编辑:李军亮 奕利娜
责任校对:王素芹

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数376千字 插页10 2013年7月北京第1版第1次印刷

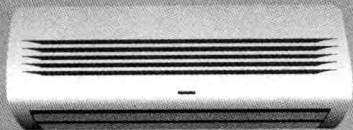
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:46.00 元

版权所有 违者必究



前言

随着社会的发展和人们生活水平的提高，我国空调器消费市场得到迅猛发展，特别是近几年，其发展速度更快，空调器在城市中已经迅速普及，同时受家电下乡政策的支持，空调器开始逐步进入农村市场。变频空调器由于其具有节能、噪音低、精度高、调温快等优点越来越为人们所喜爱。空调器的使用频率比较高，特别是在夏季，有些空调一天会高负荷运转一二十个小时，高使用率难免带来空调器功能件的损耗，尤其是变频空调器。在炎热的夏季，一台有故障的空调会给人们的生产与生活带来很大的不便，因此，作为一名维修人员，最重要的技能就是如何能在较短的时间内查找故障并维修好空调器，以帮助用户凉凉快快地度过夏季。

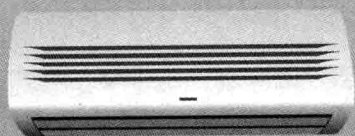
与普通空调器相比，变频空调器的内部构造要复杂得多，结构越复杂，零件越多，出故障的概率也会相应提高，因此变频空调器维修是一项技术性很强的工作，尤其是复杂电路部分的维修，要求维修人员不仅能读懂复杂的电路图，而且又要有较强的动手维修能力，因此对于准备加入和已经加入空调器维修行业的人员来说，非常需要一本能够全面介绍变频空调器维修的参考书。为此，我们根据多年的空调器维修工作经验，编写了本书。本书精选了有代表性的品牌变频空调器机型，内容编写注重检修思路和维修技巧。为了能够更直观地向读者介绍变频空调器的结构和维修技巧，我们专门用高清数码相机拍摄了变频空调器维修的实物照片，电路图与实物图穿插于文中，增强了维修的真实性。本书特点如下。

- ① 起点低，从元器件开始讲解；
- ② 易掌握，在实物图上加标注；
- ③ 资料准，所有数据均为实测；
- ④ 查找快，易损部位查找快速；
- ⑤ 内容全，功能电路列举齐全；
- ⑥ 机型新，有代表性的新机型。

参与本书编写的还有田启朋、刘宝凤、祝群英、许喜国、张滨、刘占敏、张春民、史伟、张超、张凯等。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者给予批评指正。

编著者



目录

变频空调器维修完全图解

第 1 章 变频空调器结构原理及基本维修技能

/1

1.1 变频空调器制冷/热原理	1
1.2 变频空调器的结构及基本维修技能	6
1.2.1 变频空调器的整体结构	6
1.2.2 室内机的结构及维修技能	9
1.2.3 室外机的维修技能	15

变频空调器维修完全图解

第 2 章 变频空调器的主要器件

/23

2.1 变频压缩机	23
2.2 变频功率模块 IPM	25
2.2.1 压缩机变频功率模块	25
2.2.2 风扇电机变频模块	30
2.3 变频板	32
2.4 桥堆	35
2.5 +310V 大滤波电容和电抗器	36
2.6 电脑板	38
2.6.1 电脑板的识别及功能	39
2.6.2 电脑板的结构原理	41
2.6.3 电脑板的检测方法	46
2.7 PFC 板	49
2.8 风扇电机和导风电机	50
2.8.1 风扇电机	50
2.8.2 导风电机	54
2.9 变压器和温度传感器	56
2.10 电子膨胀阀	58
2.11 四通阀	59
2.12 二通/三通截止阀	62
2.13 单向阀	65

3.1 室外机的 220VAC 供电控制电路	67
3.2 压缩机电路	68
3.2.1 交流变频压缩机电路	69
3.2.2 直流变频压缩机电路	71
3.2.3 压缩机电路的维修	74
3.3 室内/外风扇电机电路	74
3.3.1 单速风机电路	74
3.3.2 多抽头多速风机电路	76
3.3.3 PG 风机及过零检测电路	77
3.3.4 直流风机电路	82
3.3.5 变频风机电路	83
3.4 导风电机电路	86
3.5 四通换向阀电路	87
3.6 电磁阀电路	88
3.7 空气清新电路	90
3.8 温度检测电路	90
3.8.1 室温检测电路	91
3.8.2 内盘管温度检测电路	93
3.8.3 外盘管温度检测电路	94
3.8.4 室外环境温度检测电路	95
3.8.5 压缩机排气管温度检测电路	96
3.8.6 压缩机壳顶部温度检测电路	97
3.8.7 热交换器温度检测电路	99
3.9 电压和电流检测电路	99
3.9.1 电流检测电路	100
3.9.2 电压检测电路	102
3.9.3 瞬间断电保护电路	104
3.10 室内/外机通信电路	105
3.11 用户操作/维修测试操作/显示电路	110
3.11.1 室内机操作显示电路	111
3.11.2 室外机测试和显示电路	118
3.12 CPU 及工作条件和记忆电路	119
3.12.1 CPU 及工作条件电路	120
3.12.2 记忆存储电路	124
3.13 电源及 PFC 电路	125
3.13.1 电路板的供电电源电路	125

3. 13. 2 变频模块的+300V供电及控制电路	131
----------------------------------	-----

第4章 维修工具及操作方法

/134

4.1 维修设备连接工具	135
4.2 检压	138
4.3 打压查漏	140
4.4 抽真空	142
4.5 充氟/收氟/放氟/排空	145
4.5.1 制冷剂加注操作	145
4.5.2 制冷剂回收操作	152
4.5.3 排空操作	153
4.5.4 放氟	155
4.6 管道加工	156
4.6.1 割管	156
4.6.2 弯管操作	157
4.6.3 扩管口	158
4.7 接管	160
4.7.1 喇叭口管连接	160
4.7.2 气焊接管	160
4.8 特殊器件的拆装	167
4.9 二通/三通截止阀的开关	170
4.10 测电流/电阻/电压	171
4.10.1 测电流	171
4.10.2 测电阻/电压	172
4.11 其他操作	174

第5章 品牌变频空调器维修

/177

5.1 长虹 KFR-36GW/BMF 交流变频空调器	177
5.1.1 室内/外机的工作	177
5.1.2 自测试/故障自诊及故障代码	182
5.2 长虹 KFR-35GW/BC3 交流变频空调器	183
5.2.1 室内/外机的工作	183
5.2.2 加氟运行和故障自诊及故障代码	188
5.3 长虹 KFR-28GW/BQ 直流变频空调器	189

5.4	海信 KFR-35GW/77ZBPX 直流变频空调器	192
5.5	格力变频空调器	195

第 6 章 常见故障检修

6.1	制冷/电气系统维修经验	199
6.1.1	制冷系统故障及相关参数变化规律	199
6.1.2	电气控制系统故障区分	200
6.1.3	变频空调器安装和维修注意事项	201
6.2	不制冷	201
6.2.1	不制冷, 室内/外机均运转	202
6.2.2	不制冷, 室内机能运转, 室外机不运转	203
6.2.3	不制冷, 内风机/外风机/压缩机某个不转	206
6.3	不制热, 能制冷	209
6.4	制冷/热差	213
6.4.1	制冷差, 直观或测压力及电流异常	213
6.4.2	制冷差, 压缩机运行频率低	217
6.4.3	制热差	218
6.5	强制性保护停机, 报警故障代码	219
6.5.1	报警通信类故障代码	219
6.5.2	报警过流故障代码	225
6.5.3	报警变频功率模块 IPM 故障代码	229
6.5.4	报警电压异常故障代码	230
6.5.5	报警温度类故障代码	233
6.5.6	显示内风机异常及其他保护停机	234
6.6	通电无反应或开机就掉闸	235
6.7	自动停机或频繁开停机	238
6.8	漏水	240
6.9	噪声大	241
6.10	操作显示及其他故障	243

第 1 章

变频空调器结构原理及基本维修技能

变频是相对于传统定频而产生的概念。变频空调器与传统空调器的区别，主要是通过变频模块对压缩机供电电压及频率的处理，来调节压缩机的转速（频率），以控制压缩机的排气量，实现制冷/热量与房间热/冷负荷的自动匹配。

变频空调器具有用户运行（自动、制冷、制热、除湿、送风）、强制运行（强制制冷、强制制热）、维修运行（试运行即定频运行、额定能力运行、快速自检）、故障自我诊断及运行状态指示等多种运行模式；多种保护功能（过/欠压保护、过流保护、室内外热交换器及压缩机过热保护、室内外热交换器防冻结保护、变频功率模块故障保护、温度传感器故障保护）；室内/外机信息通信功能；制冷/热快、温度控制精度高、工作电压范围宽；可以适应更大面积的制冷/热需求，可在低电压和低温度条件下启动，启动时电压较小等优点。

变频空调器按工作方式分为交流变频空调器、直流变频空调器。变频在其型号规格中用“BP”表示。如交流变频空调器用BP或BPM表示；直流变频空调器用BPK或BPA、BPN、BPSF、ZBP、FZBP等表示。这两种空调器的区别在于使用何种压缩机以及因压缩机的不同而带来室外变频板和电脑板的变化。

1.1 变频空调器制冷/热原理

图 1-1 为变频空调器工作示意图。在变频空调器内部，由整流滤波电路把 220VAC/50Hz 单相交流电压变成 +310V 左右直流电压，再经变频器（即变频模块）把 +310V 直流电压转换成频率为 15~150Hz、电压为 30~180V 可调的三相电压，提供给变频压缩机，使压缩机的转速在 900~1500r/min 可调。

当变频器输出的 U、V、W 三相电的频率和电压高时，变频压缩机的运行频率高，压缩机转速快，压缩机的排气量大，空调器制冷/热量就大；当变频器输出的 U、V、W 三相电频率和电压较低时，其排气量小，空调器制冷/热量就小。这样，变频空调器就可根据房间需求提供相应的制冷/热量。

（1）交流变频原理

交流变频空调器采用的变频压缩机，使用异步电机，由定子绕组产生磁场，带动转子运动，转速高低由电机结构和供电电压、频率决定，改变电机的供电频率 f ，就可改变电

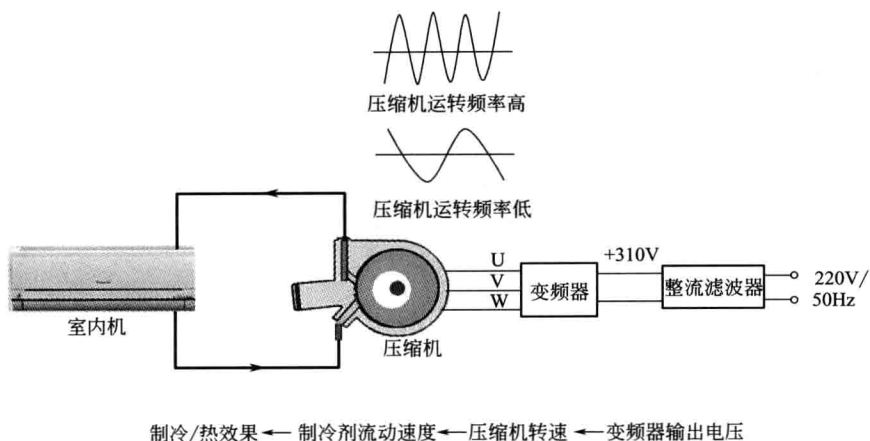


图 1-1 变频空调器的工作示意图

机的转速。为了提高电机的效率，要求在改变供电频率的同时，电机的工作电压 V 随之变化，这种控制方法称为 V/f 控制。

如图 1-2 所示是交流变频空调器的原理图，由整流滤波电路先把 $220\text{V}/50\text{Hz}$ 的交流电转换为 $+310\text{V}$ 左右直流电源，提供给交流变频模块。交流变频模块受驱动单元和微处理器 CPU 输出的 PWM1~PWM6 脉宽调制信号控制，把 $+310\text{V}$ 直流电压逆变为频率和电压 ($30\sim 137\text{Hz}$ 、 $30\sim 180\text{V}$) 可调的 U、V、W 三相交流电压，分别连接到压缩机的 R、S、T 接线端，控制压缩机电机的转速，从而控制压缩机的排气量，调节空调器制冷或制热量。

为了保证交流变频模块将直流电逆变为频率与电压可调的交流电压，其内部六个 IGBT 功率管的导通，必须遵循一定规律，即在一个周期 360° 内，由控制线路使每个 IGBT 管导通 180° ，且同一桥臂上的两个晶体管一个导通时，另一个必须关断，相邻两相的元件导通相位差为 120° ，在任意 60° 内都有三个晶体管导通以接通三相负载。这就要求 CPU 输出的 PWM1~PWM6 六路脉冲的顺序及相位必须符合要求，其宽度与压缩机运行频率呈现比例关系。

PWM1~PWM6 这六路 PWM 脉冲的宽度，由室外 CPU 根据房间负荷量（室温与设定温度的差值）、室外各种信息（室外环境温度、外盘温度、压缩机排气管温度、压缩机壳顶温度、电网电压、室外机电流），按软件程序进行综合运算处理后确定。

因交流变频空调器所用的压缩机电机为普通交流三相感应电动机，虽然也能调速，但压缩电机效率不高，节能效果一般。它是普通定速空调器到直流变频空调器的过渡产品，以后会逐渐淡出市场。

(2) 直流变频原理

采用直流变频压缩机的空调称为直流变频空调，如果风扇电机也采用直流变频电机，则称全直流变频空调，市面上也叫数字直流变频空调。直流变频实际表征的意义是直流调速。

直流变频压缩机采用无刷电机和永久磁铁，消除了有刷电机换向时的电磁噪声，运行噪声低 ($5\sim 10\text{dB}$)，减少了压缩机电机转子感应电流和磁场的损失，压缩机效率比交流

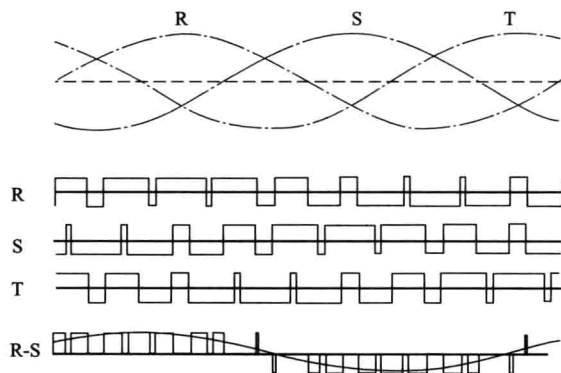
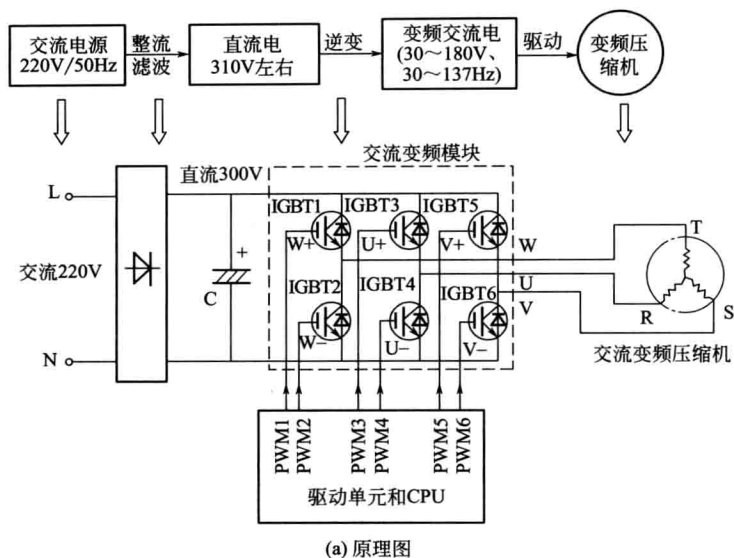


图 1-2 交流变频空调器的原理

变频压缩机高 10%~30%，因此直流变频空调器具有更高的节能潜力。

如图 1-3 所示是直流变频空调器的原理图，与交流变频空调器相比，电路增加了转子位置检测电路，以实时检测压缩机内永久磁转子的位置，并反馈给 CPU 进行相应的控制，以驱动电机换相，保证电机平衡地运行。

直流变频空调器的工作方式：交流→直流→直流，没有交流变频空调器的逆变过程（把+310V 直流电压再逆变为交流三相电）。

室外电路板上的 CPU 输出的六路 PWM 脉冲，通过驱动单元电路分别控制直流变频模块内的 IGBT1~IGBT6 轮流导通顺序及导通时间比例，就可将直流变频模块 W、U、V 输出电压形成可调的直流电压，控制变频压缩机在相应转速运行。

转子位置检测电路连接到压缩机的 R、S、T 三相电接线端，以检测无刷直流电机的相电压，并对相电压的采样信号进行运算，就可确定出转子位置，形成三相转速反馈信号，反馈给 CPU，被 CPU 分析后自动调整所输出的 PWM1~PWM6 的脉冲宽度，以保证压缩机运行频率的精度及稳定性。

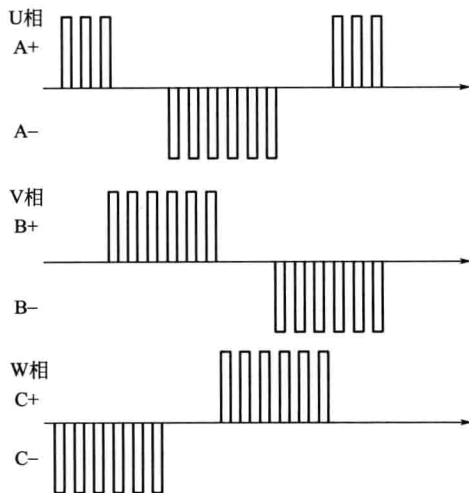
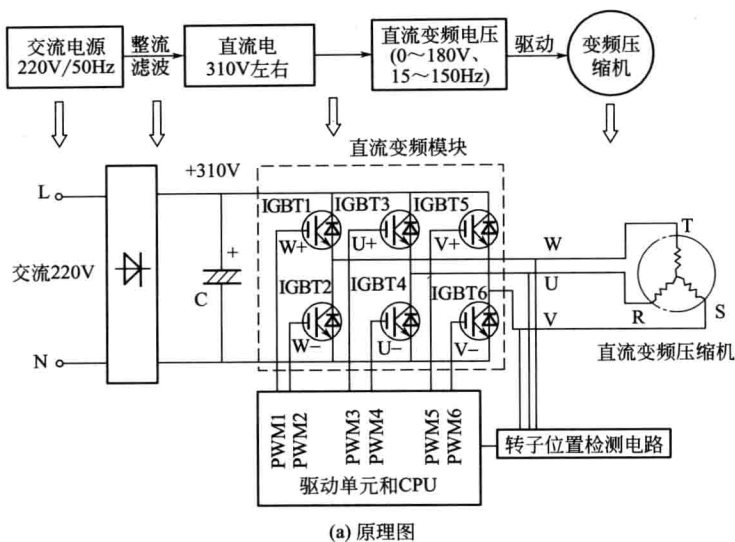


图 1-3 直流变频空调器的原理

(3) 变频制冷/热原理

空调器的变频制冷/热原理，就是把室温与设定温度的差值，及采集到的其他温度、电网电压、室外机电流等信息，按软件程序设置进行综合运算后，自动调整压缩机的运转频率，从而自动调整压缩机排气量，实现空调器制冷/热量的自动调整，达到变频制冷/热目的。

如图 1-4 所示是变频空调器的制冷/热的原理图。其结构与工作原理和普通空调器的制冷/热系统基本相同，唯一区别是压缩机为变频式。

① 变频制冷运行 制冷运行时，电气控制系统不对四通阀的线圈提供工作电压，四通阀处于默认状态，其管口 1 和管口 4 接通、管口 2 和管口 3 接通，制冷剂走向如实线箭头所示，制冷剂走向与单向阀同向，单向阀导通。这样：压缩机排出的高温高压制冷剂→

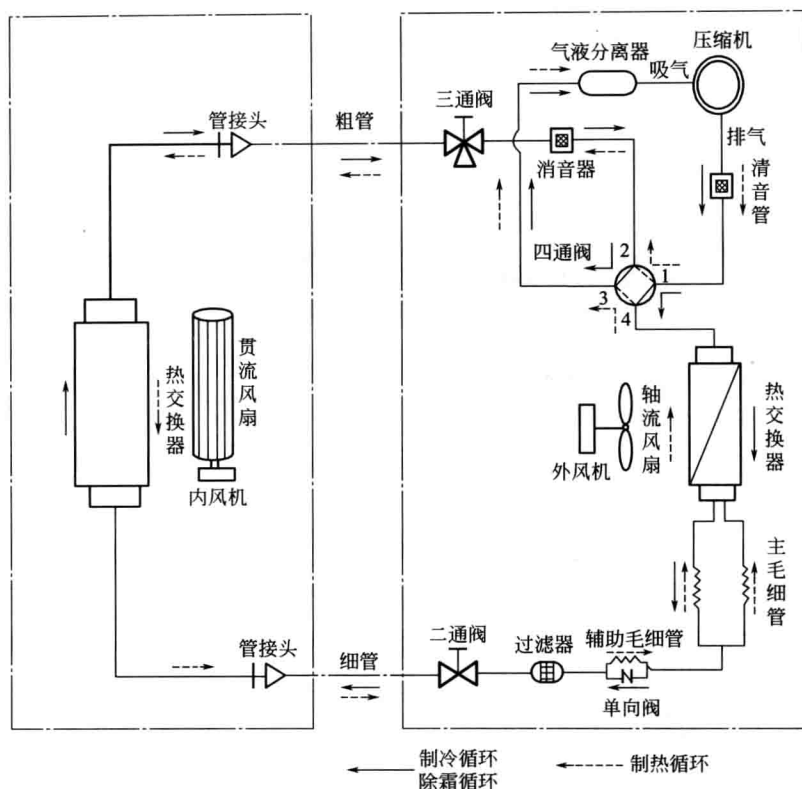


图 1-4 变频空调器的制冷/热原理图

经四通阀的管口 1、4→流经室外侧的热交换器管路过程，经过热量的传递向室外空气中散热，被液化冷凝成液态制冷剂→由毛细管（有的则由电子电磁阀）节流，控制流量变成气液两相流体→单向阀→过滤器滤除有形脏物→二通阀→细连接管→进入室内侧的热交换器，制冷剂呈现低压、低沸点，沸腾气化，吸取室内空间热量（实现制冷）→粗连接管→三通阀→四通阀的 2、3 管口，被压缩机吸回，完成一个单回路的制冷剂循环。室内、外风扇的作用，是增加室内外热交换器的热交换能力。

当压缩机运行频率高时，对制冷剂的压缩能力强，排出的制冷剂温度和压力高，制冷剂在室内外热交换器之间的压力和温差大，与室内外空气的热交换能力强，空调器制冷强；反之相反。

② 变频制热运行 制热运行时，电气系统对四通阀的线圈提供 220VAC，线圈产生磁场吸动阀芯移动，使管口 1 和管口 2 接通、管口 3 和管口 4 接通，制冷剂走向如虚线箭头所示，制冷剂走向与单向阀逆程，使单阀截止。这样：压缩机排出的制冷剂→经四通阀的 1、2 管口→三通阀→粗连接管→室内侧热交换器，散热冷凝为液态，室内温度升高（实现制热）→二通阀→细连接管→二通阀→过滤器滤除有形脏物→毛细管（有的为电子电磁阀）节流降压→制热毛细管再节流降压→进入室外侧热交换器管路时的压力、沸点更低，以利于制冷剂沸腾蒸发为吸态→四通阀的 4、3 管口，被压缩机吸回，完成一个单回路逆向制冷剂循环通路。

制冷剂在上述过程中，室外侧热交换器对制冷剂蒸发，吸收室外热量，室内侧的热交换器对制冷剂冷凝散热，将制冷剂吸收的室外热量和压缩机做功的热量散发到室内，实现制热功能。

当压缩机运行频率高时，排出的制冷剂温度和压力高，在先流经室内侧热交换器的过程中对室内热量大，空调器制热强；反之相反。

1.2 变频空调器的结构及基本维修技能

1.2.1 变频空调器的整体结构

(1) 变频空调器的整机外观结构

如图 1-5 所示，变频空调器按安装方式分为壁挂式、柜式。两者均由室内机、室外机、配管与连接线组成。各部分的功能见表 1-1。

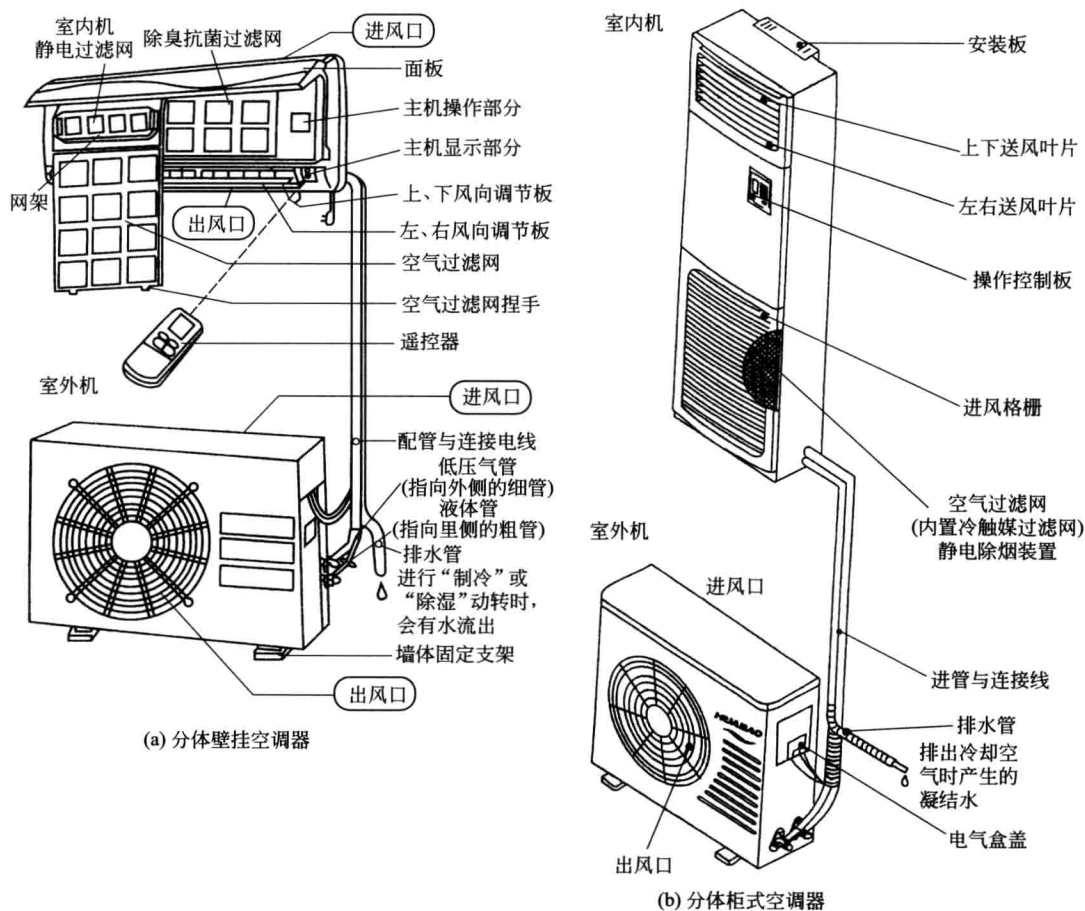


图 1-5 变频空调器的外观结构

空调器出厂时，室外机内存储有该空调器额定量+100g 的制冷剂。

表 1-1 室内/外机及连接管线的作用

名称	作用
室内机	①接收处理遥控器、面板按键发出的操作指令,这些指令既包括用户操作指令,又包括维修所需指令,如变频运行(加氟运行)、自我检测、故障自诊。 ②控制室内风扇、导风板的工作。 ③室温检测,并与设定温度比较后,用于控制压缩机的开停及运行频率。 ④室内热交换器的内盘管温检测,以在超出允许温度时限制压缩机的运行频率,实现室内热交换器防过冻保护和过热保护。 ⑤与室外机通信。把用户设定的模式及温度、采集的室温、内管温提供给室外机,并接收来自室外机的运行状态等信息。 ⑥显示空调器工作状态,如运行模式、故障代码等。 ⑦制冷剂的气液态转换,如在制冷时制冷剂在室内机蒸发气化以吸收室内空气的热量;制热时制冷剂在室内机散热冷凝为液态以提升室内温度
室外机	①与室内机通信。 ②直接控制压缩机的开停及运行频率。 ③直接控制四通阀的工作,以控制空调器制冷运行或制热运行。 ④检测电网电压、室外机或压缩机工作电流,如超出允许范围,则限定压缩机运行频率甚至停机报警。 ⑤采集室外各种温度信息,包括室外环境温度、室外热交换器盘管温度、压缩机排气管温度、压缩机壳顶温度,如认为超出允许值则限制压缩机的运行频率甚至停机报警。 ⑥变频频率模块异常保护。 ⑦显示室外机故障代码。 ⑧室外机自检。 ⑨制冷剂的气液态转换,如在制冷时,制冷剂在室外机散热冷凝为液态(以把制冷剂携带的室内热量转移到室外空气);制热时,制冷剂在室外机蒸发气化以吸收室外空气的热量,并通过制冷剂的循环流动携带到室内。 ⑩打开和关闭二通、三通截止阀,可实现空调器制冷管路的通断控制,以维修时进行制冷剂的加注及排放
配管和连接件	粗、细铜管:实现室内机组、室外机组的制冷/热系统连接。 电气连接线:包括对的室外机输出 220VAC 供电线,通信线

我们平时了解变频空调器,主要从外观及铭牌上标注的技术参数去认识,它的内部结构是怎么样的?检修需要哪些基本的技能?这里明确地告诉大家,空调器 70% 以上的故障通过“看、听、摸”就准确判断出来,并通过简单的维修工具就能排除,下面按由外到内,层层分解的方法,跟大家一起探秘。

(2) 变频空调器的整机内部结构

如图 1-6 所示是变频空调器的整机内部结构示意图,可按功能分为三大系统:制冷/热系统、通风系统、电气控制系统,各系统的组成、作用及包括器件见表 1-2。

表 1-2 制冷/热、通风、电气控制系统

名称	作用
制冷/热系统	由变频压缩机、四通阀、室外侧热交换器、单向阀、加热毛细管(又称次毛细管或辅助毛细管)、节流装置(毛细管或电子膨胀阀)、过滤器、二通阀、细接管(又称高压管、液管)、室内侧热交换器、三通阀(又称维修阀、加液阀)首尾连接,构成封闭的循环管路,用于制冷剂循环及液气态相转换,并在转换过程实现热量的转移
通风系统	由室内风扇、室外风扇、室内导风板、过滤网、进出风格栅等组成,其作用是驱动空气流通,以增强室内外热交换器的热交换能量,促进室内外热交换器内的制冷剂液态、气态转换
电气系统	由内外电脑板(又称控制板)、内外风机、各温度传感器、变频压缩机、变频板、变频模块等组成,采集室内外各种温度、室外机电流、电网电压,并与用户设定温度按软件程序进行综合处理后,控制空调器的运行模式、内外风机及压缩机的转速及开停、导风板的位置、运行灯显示和蜂鸣器工作

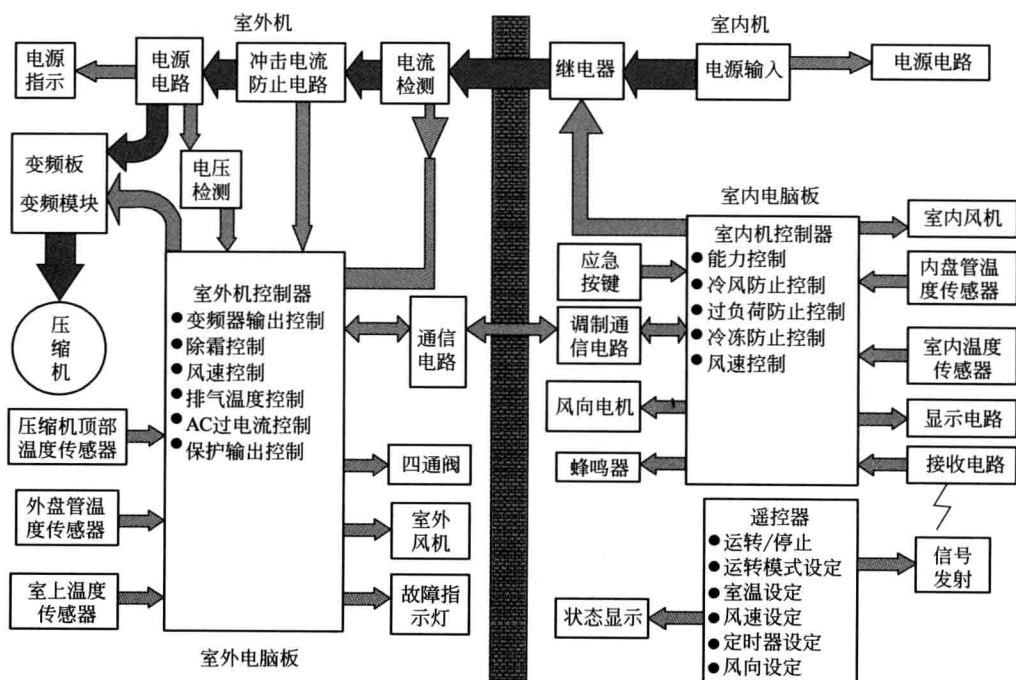
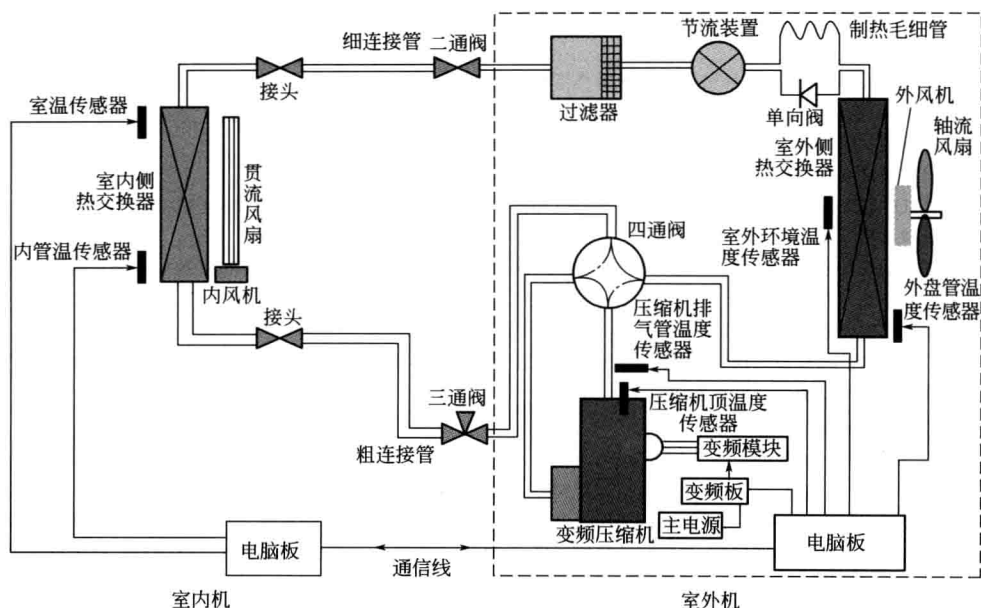


图 1-6 变频空调器的整机内部结构示意图

变频空调器与普通分体空调器相比，制冷/热系统、通风系统的结构和工作相同；电气系统有些区别，如室外机采用变频压缩机，并增加室外控制器（电脑板）、变频模块、

变频板、+300V 主电源，另外室内机要与室外机通信，室内机要控制室外机的 220VAC 供电。

1.2.2 室内机的结构及维修技能

室内机一般安装在距地面 1.7~2.2m，距侧墙面 0.25m 以上，距屋顶 0.15m 以上。室内机应保持水平且底部高于过墙孔，否则室内机会出现漏水现象。

(1) 掀开室内机进风格栅

室内机正前方是进风格栅，也是室内机的外壳，室内空气由此被吸入。按压室内机左右侧的“打开”处，可以掀开进风格栅，就会看到空气过滤网、开关键、显示屏和遥控器接收窗等，同时还可以看到进风格栅里侧的室内机接线图，如图 1-7 所示。

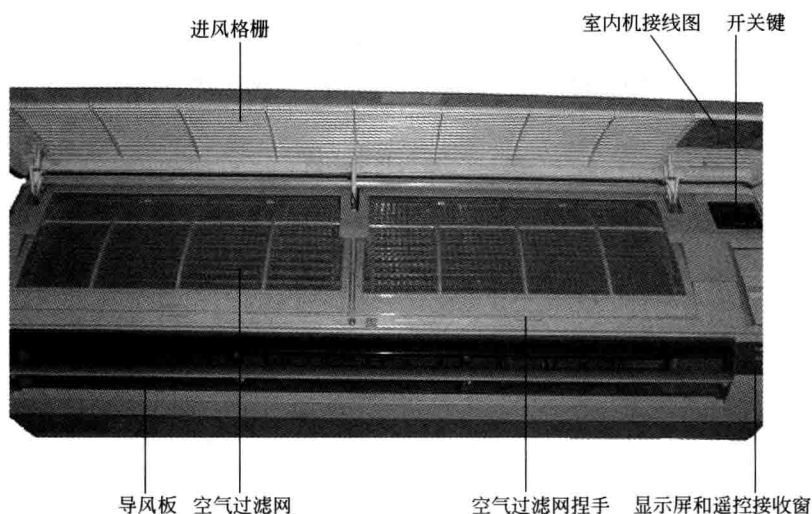


图 1-7 掀开室内机进风格栅

① 空气过滤网 简称过滤网，用于过滤除尘，防止灰尘进入空调器，影响制冷/热效果。

② 摆风板 又称导风板，用于关闭和打开室内机的出风口。关机后导风板关闭出风口；空调器运行时导风板自动打开出风口，以排出被室内机制冷/热后的空气。

③ 显示屏 用于显示空调器的工作状态或故障代码。

④ 遥控接收窗 里侧设置有遥控接收器，用于接收和解码遥控器发出的用户指令。

⑤ 开关键 用于对空调器输入操作指令，实现人机对话。

维修提示

① 空气过滤网应保持干净，否则会影响通风散热，引起制冷/热差甚至不制冷/热、室内机漏水等现象。遥控接收窗脏会引起遥控不起作用，遥控距范围小。

② 开关键位于“试运行”时，所有温度传感器不参加检测，是定频制冷运行状态，可用于充氟。