

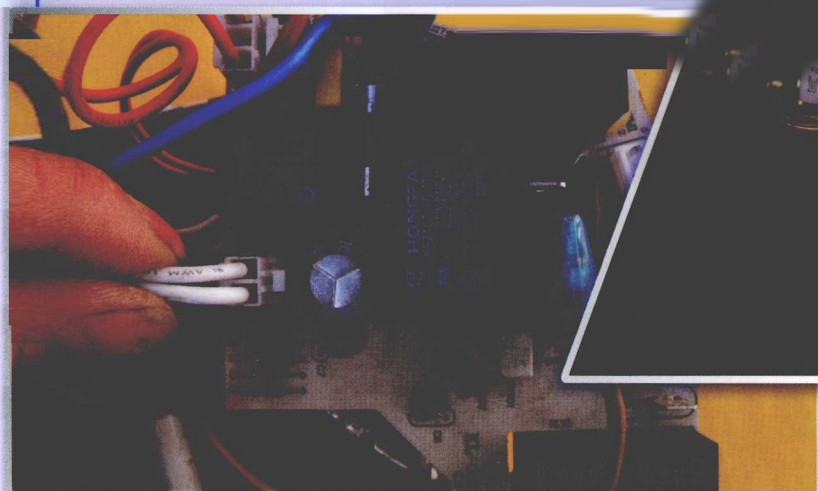
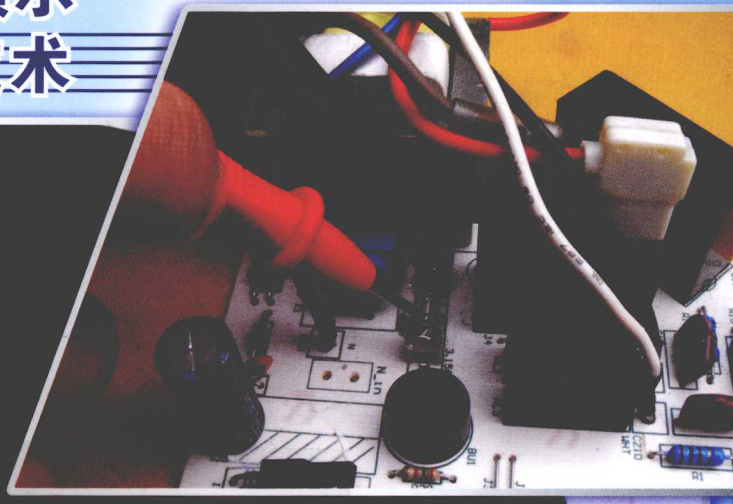
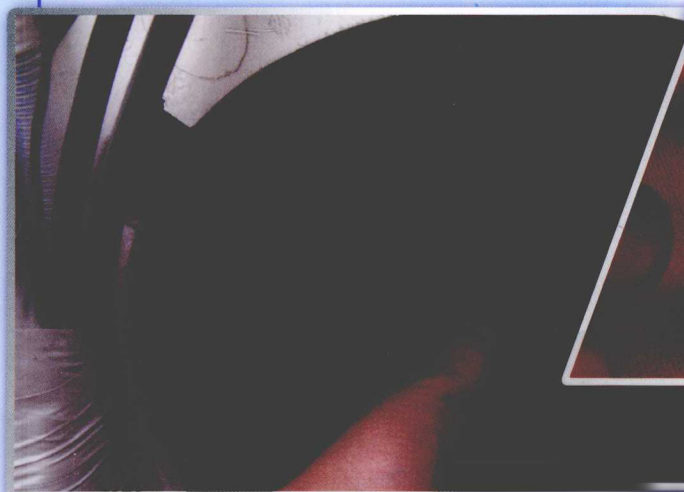
变频空调器电控系统维修 完全图解

■ 李志锋 编著

全程图解+视频演示
跟维修高手学技术



DVD-ROM



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

变频空调器电控系统维修

完全图解

■ 李志锋 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

变频空调器电控系统维修完全图解 / 李志锋编著

— 北京：人民邮电出版社，2011.6

ISBN 978-7-115-24936-4

I. ①变… II. ①李… III. ①变频调速—空气调节器—电子系统—维修—图解 IV. ①TM925.120.7-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第021126号

内 容 提 要

本书通过大量实物照片向读者展示和介绍了变频空调器电控系统维修时必须了解的基础知识。本书内容从认识变频空调器常用电气元器件入手，详细地介绍了变频空调器电控系统的原理和检修方法，并给出常见故障的维修技巧。

本书适合空调器维修人员自学或技能提高学习之用，还可作为中等职业学校空调器相关专业操作技能培训的参考书。

变频空调器电控系统维修完全图解

- ◆ 编 著 李志锋
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 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：16.75 插页：1
字数：407 千字 2011 年 6 月第 1 版
印数：1—4 000 册 2011 年 6 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24936-4

定价：38.00 元（附光盘）

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

反盗版热线：(010)67171154

广告经营许可证：京崇工商广字第 0021 号

前 言

近年来，空调器产销量不断增加，已成为城市家庭的必需品之一，随之而来的是售后服务的需求不断增加，这也需要更多的空调器维修人员进入这个领域。空调器作为季节性很强的一个产品，在其使用旺季时维修量也非常大，这就要求维修人员熟练掌握检修的基本知识和方法，能迅速检查出故障原因并予以排除。为此我们汇集多位空调器维修人员的实践经验编写了这套空调器维修系列图书，以帮助广大维修人员提高他们的维修技能。

本系列图书包括《空调器维修基础知识完全图解》、《空调器电控系统维修完全图解》、《变频空调器电控系统维修完全图解》、《空调器电路板维修完全图解》4本。这套图书采用电路原理图与实物照片相结合（注：为了与实物照片相对应，原理图中的元器件标号未采用标准名称符号），在图片上增加标注，维修操作步骤全程图解的方法来介绍空调器各部分的结构和常见故障检修方法（注：为了方便维修人员阅读、理解，这套图书将“电动机”改为维修人员习惯的称呼“电机”，提请注意）。希望这种直观易懂的编写形式能帮助维修人员快速学会并掌握相关的知识，提高维修技能。

本书在介绍大量典型故障维修方法的同时，还提供1张DVD演示光盘。光盘通过视频演示空调器维修常用技能和技巧的操作，带给读者更直观的现场感受，增强本书的实用性。

本书由李志锋主编，参与本书编写及为本书的编写提供帮助的人员还有李殿魁、李献勇、周涛、李嘉妍、李明相、李佳怡、班艳、王丽、殷将、刘提、刘均、金闯、金华勇、金坡、李文超、金科技、程战超等，在此对所有人员的辛勤工作表示由衷的感谢。

本书的编者长期从事空调器维修工作，由于能力、水平所限，加上编写时间仓促，书中难免有不妥之处，希望广大读者提出宝贵的意见和建议。同时，欢迎维修人员和我们进行深入的交流和探讨，共同做好空调器的售后维修工作，联系电子邮箱：ktqwxbj@163.com。

编 者

目 录

第1章 变频空调器基础知识	1
第1节 变频空调器与定频空调器硬件区别	1
一、室内机	1
二、室外机	4
三、结论	8
第2节 变频空调器工作原理与分类	8
一、变频空调器节电原理	9
二、变频空调器工作原理	9
三、变频空调器分类	11
四、交流变频空调器与直流变频空调器的相同和不同之处	12
第3节 单元电路对比	12
一、控制电路方框图	12
二、室内机单元电路对比	13
三、室外机单元电路对比	18
四、常见室外机电控系统特点	24
五、总结	26
第4节 控制功能	27
一、室内机显示指示灯	27
二、应急开关功能	27
三、无室内机电控启动室外机	27
四、空调器的工作模式	28
五、空调器保护功能	29
六、限频因素	31
第5节 特殊电气元器件	31
一、直流电机	31
二、电子膨胀阀	35
三、PTC 电阻	37
四、硅桥	39
五、滤波电感	42
六、滤波电容	43
七、变频压缩机	44

第6节 功率模块	46
一、基础知识	46
二、输入与输出电路	47
三、常见模块形式及特点	49
四、分类	51
五、模块测量方法	52
六、测量说明	55
第2章 通信电路	57
第1节 通信电路基础知识	57
一、通信电路数据结构、编码及通信规则	57
二、光耦	59
第2节 海信 KFR-26GW/11BP 通信电路	63
一、电路组成	63
二、通信电路工作原理	64
三、通信电压跳变范围	67
第3节 海信 KFR-2601GW/BP 通信电路	68
一、电路组成	68
二、通信电路工作原理	69
三、通信电压跳变范围	72
第4节 通信电路关键点电压分析	72
一、通信信号传输过程及特点	73
二、根据 N 与 SI 端电压判断故障部位	74
三、通信电路工作电压	74
四、通信电路关键点电压测试流程	75
第3章 海信 KFR-2601GW/BP 室内机电控系统	81
第1节 室内机电控系统基础知识	81
一、硬件组成	81
二、电控系统方框图	82
三、主板插座及外围元器件	83
四、单元电路中的主要电子元器件	85
第2节 室内机电源电路和 CPU 三要素电路	86
一、电源电路	87
二、CPU 及其三要素电路	93
第3节 室内机输入部分电路	96
一、应急开关电路	96
二、遥控信号接收电路	97

三、传感器电路	99
第4节 室内机输出部分电路	104
一、指示灯电路	104
二、蜂鸣器电路	106
三、步进电机驱动电路	108
四、主控继电器驱动电路	111
第5节 室内风机电路	113
一、PG 电机启动原理及特点	114
二、控制原理	115
三、过零检测电路	115
四、PG 电机驱动电路	116
五、霍尔反馈电路	119
第6节 遥控器电路	120
第4章 海信 KFR-2601GW/BP 室外机电控系统	122
第1节 室外机电控系统基础知识	122
一、硬件组成	122
二、电控系统方框图	123
三、主板、模块板插座及外围元器件	125
四、单元电路中的主要电子元器件	126
第2节 室外机电源电路和 CPU 三要素电路	128
一、交流输入电路	128
二、直流 300V 电压形成电路	129
三、电源电路	131
四、CPU 及其三要素电路	140
第3节 室外机输入部分电路	142
一、存储器电路	142
二、传感器电路	144
三、压缩机顶盖温度开关电路	148
四、瞬时停电检测电路	150
五、电压检测电路	152
六、电流检测电路	154
七、模块保护电路	156
第4节 室外机输出部分电路	159
一、主控继电器电路	159
二、室外风机电路	161
三、四通阀线圈电路	164
四、6 路信号输出电路	166

第 5 章 海信 KFR-26GW/11BP 电控系统	176
第 1 节 基础知识	176
一、室内机电控系统组成	176
二、室内机主板插座及外围元器件	179
三、室内机单元电路中的主要电子元器件	179
四、室外机电控系统组成	181
五、室外机主板及模块板插座	185
六、室外机单元电路中的主要电子元器件	186
第 2 节 室内机电源电路和 CPU 三要素电路	188
一、电源电路	188
二、CPU 及其三要素电路	195
第 3 节 室内机单元电路	197
一、室内机单元电路方框图	197
二、输入部分电路	198
三、输出部分电路	203
第 4 节 室外机电源电路和 CPU 三要素电路	210
一、电源电路	210
二、CPU 及其三要素电路	216
第 5 节 室外机单元电路	218
一、室外机单元电路方框图	219
二、输入部分电路	219
三、输出部分电路	229
第 6 节 单电源模块	234
一、单电源模块基础知识	234
二、内部电路	235
三、FSBB15CH60、PS21867 模块引脚功能及区别	238
四、STK621-031 模块引脚功能及与 FSBB15CH60 的对比	240
五、自举升压电路	241
第 6 章 常见故障维修	244
第 1 节 使用电源模块修复开关电源电路	244
一、认识电源模块	244
二、维修分离元器件型开关电源步骤	245
三、维修集成电路型开关电源步骤	249
第 2 节 通信电路常见故障维修	252
一、故障现象	252
二、故障原因	252
三、检修过程	254

第 1 章 变频空调器基础知识

本章共分为 6 节，介绍变频空调器的基础知识，主要内容有变频空调器与定频空调器硬件区别、工作原理及分类、单元电路对比、控制功能、特殊电气元器件和智能功率模块 (IPM)。

第 1 节 变频空调器与定频空调器硬件区别

本节选用海信空调器两款机型，比较两类空调器硬件之间的相同点与不同点，使读者对变频空调器有初步的了解。定频空调器选用典型的机型 KFR-25GW；变频空调器选用 KFR-26GW/11BP，是一款最普通的交流变频空调器。

一、室内机

1. 实物

实物如图 1-1 所示，两类空调器的进风格栅、进风口、出风口、导风板、显示板组件的设计形状和作用基本相同，部分部件甚至可以通用。

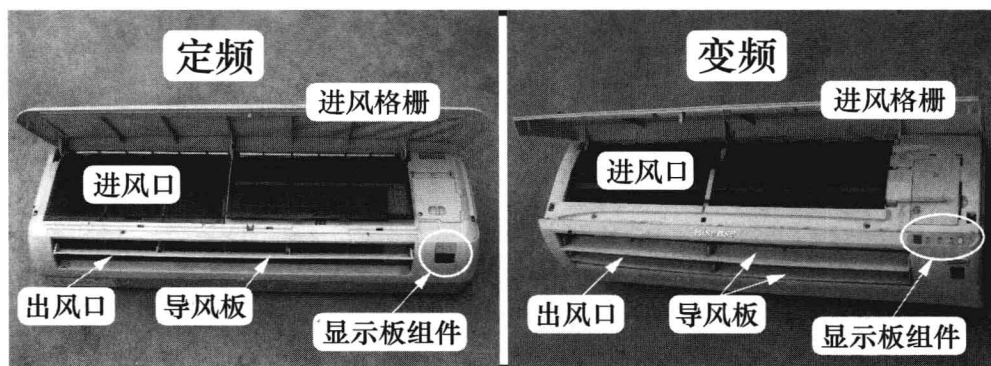


图 1-1 室内机

2. 主要部件设计位置

实物如图 1-2 所示，两类空调器的主要部件设计位置基本相同，包括蒸发器、电控盒、接水盘、步进电机、导风板、贯流风扇及室内风机等。

3. 制冷系统

实物如图 1-3 所示，两类空调器中设计相同，只有蒸发器。

4. 通风系统

实物如图 1-4 所示，两类空调器的通风系统使用相同形式的贯流风扇，均由带有霍尔反

馈功能的 PG 电机驱动，贯流风扇和 PG 电机在两类空调器中可以相互通用。

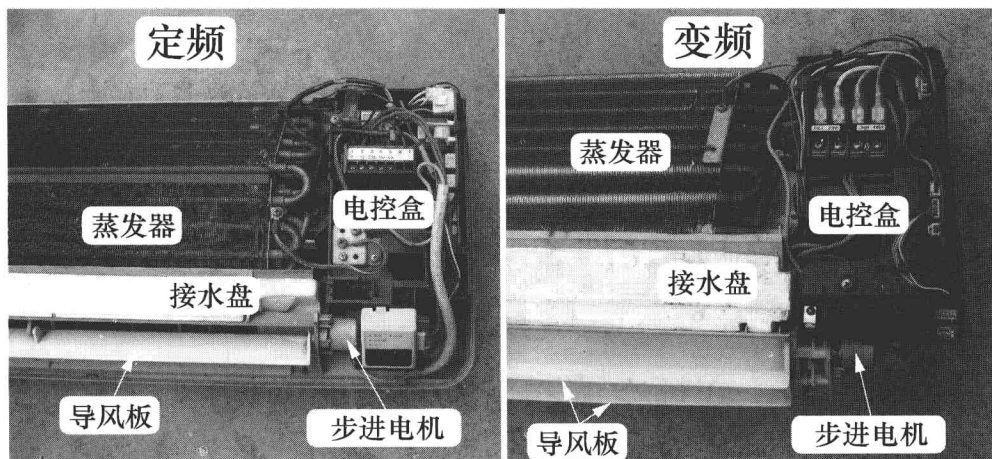


图 1-2 室内机主要部件设计位置

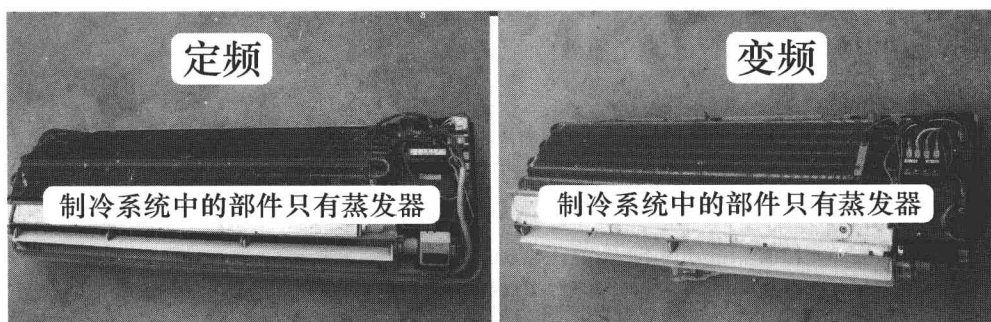


图 1-3 室内机制冷系统部件

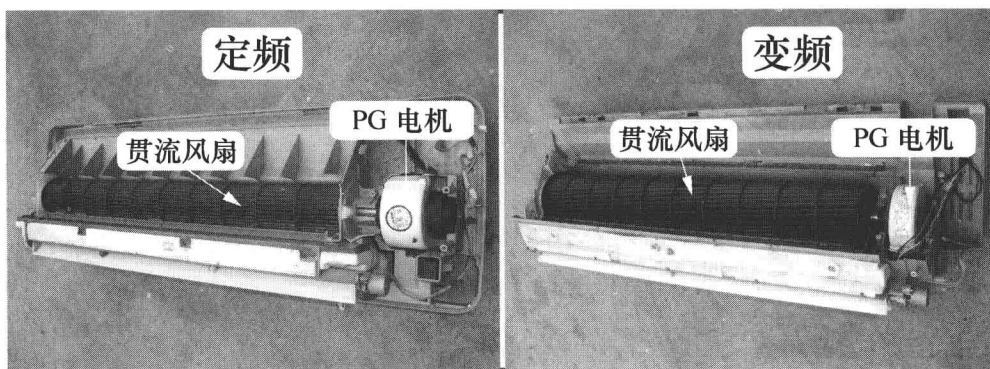


图 1-4 室内机通风系统

5. 辅助系统

接水盘和导风板在两类空调器中的设计位置与作用相同。

6. 电控系统

两类空调器的室内机主板在控制原理方面的最大区别在于：定频空调器的室内机主板是整

个电控系统的控制中心，对空调器整机进行控制，室外机不再设置电路板；变频空调器的室内机主板只是电控系统的一部分，工作时处理输入的信号，处理后传送至室外机主板，才能对空调器整机进行控制，也就是说室内机主板和室外机主板一起才能构成一套完整的电控系统。

(1) 室内机主板

由于两类空调器的室内机主板单元电路相似，在硬件方面有许多相同的地方。其中不同之处在于：定频空调器的室内机主板使用3个继电器为室外机压缩机、室外风机、四通阀线圈供电；变频空调器的室内机主板只使用1个继电器为室外机供电，并增加通信电路与室外机主板传递信息，实物如图1-5所示。

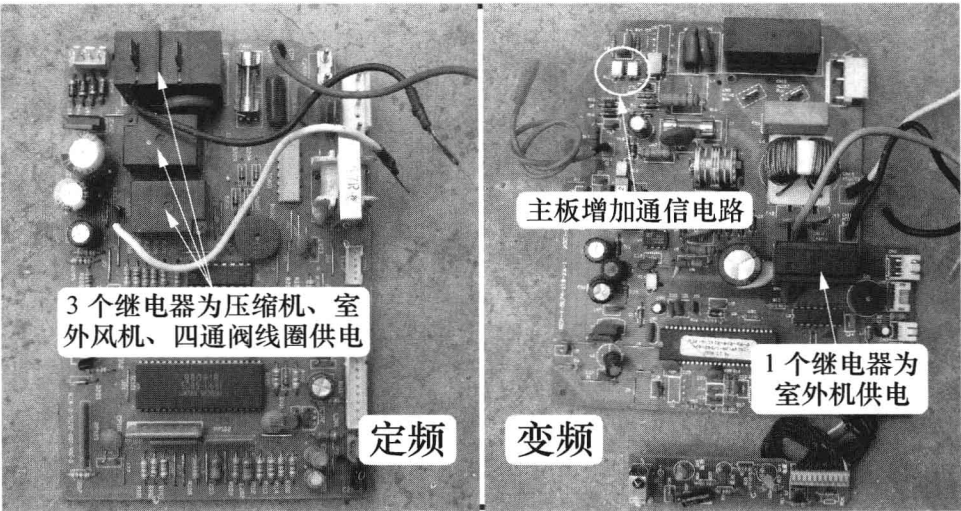


图 1-5 室内机主板

(2) 接线端子

从两类空调器接线端子上也能看出控制原理的区别，实物如图1-6所示。定频空调器的

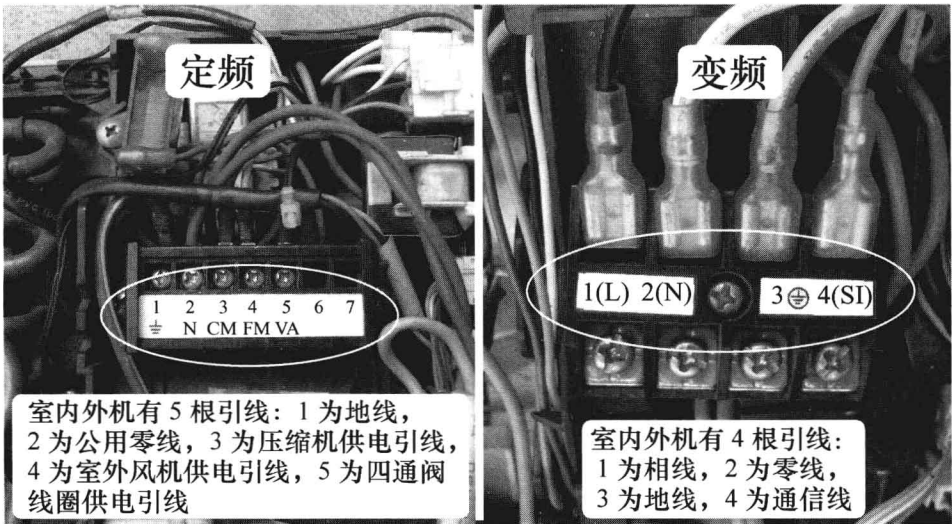


图 1-6 室内机接线端子

室内外机接线端子上共有 5 根引线，分别是地线、公用零线、压缩机供电引线、室外风机供电引线和四通阀线圈供电引线；而变频空调器只有 4 根引线，分别是相线、零线、地线和通信线。

二、室外机

1. 实物

实物如图 1-7 所示，从外观上看，两类空调器进风口、出风口、管道接口、接线端子等部件的位置与形状基本相同，没有明显的区别。

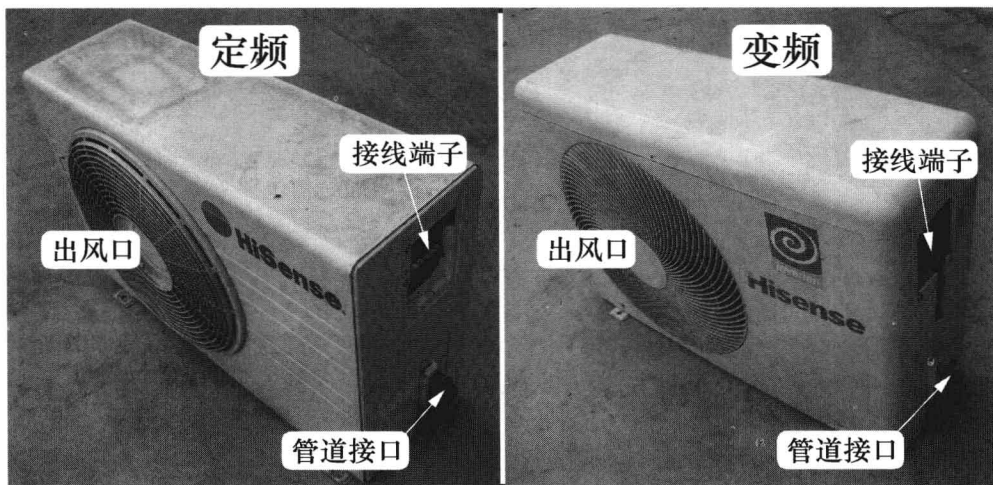


图 1-7 室外机

2. 主要部件设计位置

实物如图 1-8 所示，室外机的主要部件有冷凝器、轴流风扇、轴流电机、压缩机、毛细管和四通阀等，电控盒的设计位置也基本相同。

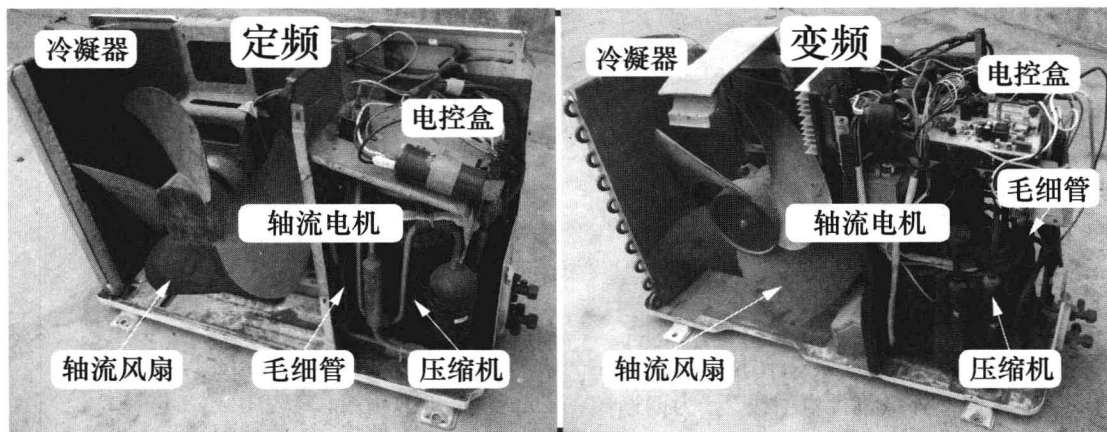


图 1-8 室外机主要部件设计位置

3. 制冷系统

在制冷系统方面，两类空调器中的冷凝器、毛细管、四通阀、单向阀与辅助毛细管等部件设计的位置与工作原理基本相同，有些部件可以通用，实物如图 1-9 所示。

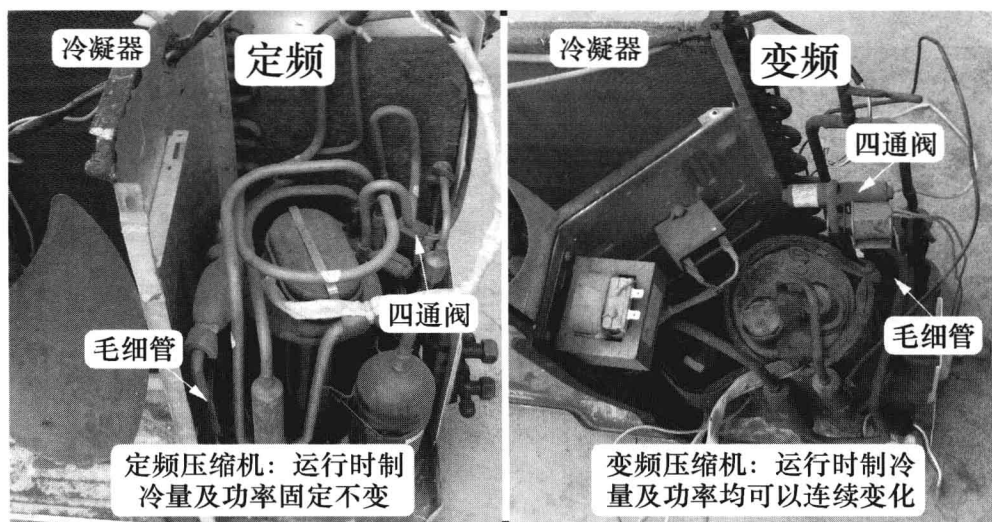


图 1-9 室外机制冷系统主要部件

两类空调器在制冷系统方面最大的区别在于压缩机，其设计位置和作用相同，但工作原理（或称为方式）不同：定频空调器供电为输入的市电交流 220V，由室内机主板提供，转速、制冷量、耗电量均为额定值；而变频空调器压缩机的供电由模块提供，运行时转速、制冷量、耗电量均可连续变化。

4. 通风系统

实物如图 1-10 所示，两类空调器的室外机通风系统部件为轴流风扇及轴流电机，工作原理和外观基本相同，轴流电机均使用交流 220V 供电；不同的地方是，定频空调器由室内机主板供电，变频空调器由室外机主板供电。

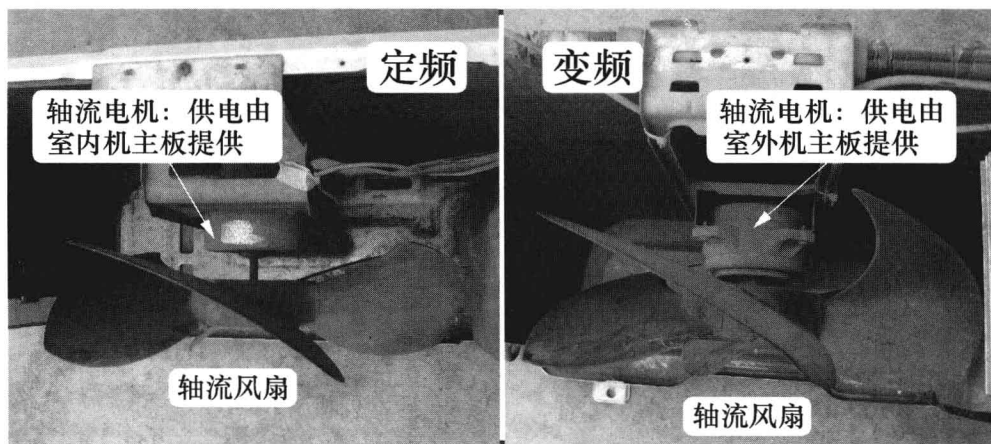


图 1-10 室外机通风系统

5. 制冷/制热状态转换

两类空调器的制冷/制热状态转换部件均为四通阀，实物如图 1-11 所示，工作原理与设计位置相同，四通阀在两类空调器中也可以通用，四通阀线圈供电均为交流 220V；不同的地方是，定频空调器中由室内机主板供电，变频空调器中由室外机主板供电。

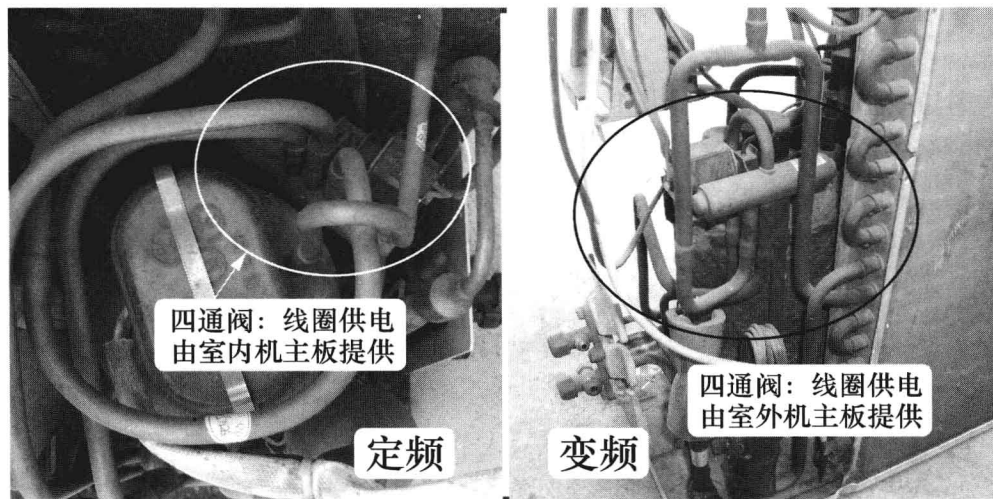


图 1-11 室外机四通阀

6. 电控系统

两类空调器硬件方面最大的区别是室外机电控系统，区别如下。

(1) 室外机主板和模块

实物如图 1-12 所示。定频空调器室外机未设置电控系统，只有压缩机启动电容和室外风机启动电容；而变频空调器则设计有复杂的电控系统，主要部件是室外机主板和模块等。

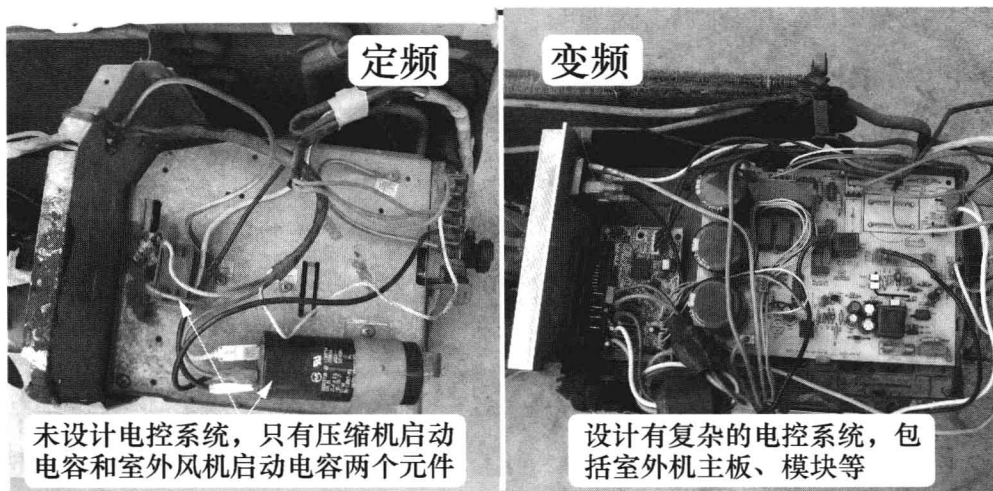


图 1-12 室外机电控系统

(2) 压缩机启动方式

实物如图 1-13 所示。定频空调器的压缩机由电容直接启动运行，工作电压为交流 220V、频率 50Hz、转速约 2 800r/min。变频空调器压缩机由模块供电，工作电压为交流 30~220V、频率 15~120Hz、转速 1 500~9 000r/min。

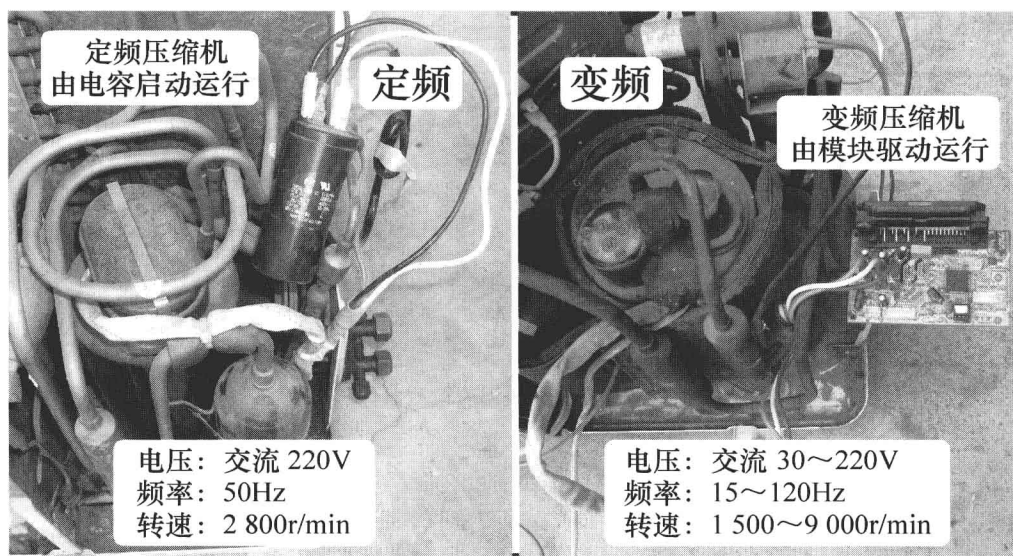


图 1-13 室外机压缩机工作状态

(3) 电磁干扰保护

实物如图 1-14 所示。变频空调器由于模块等部件工作在开关状态，电路中的电流谐波

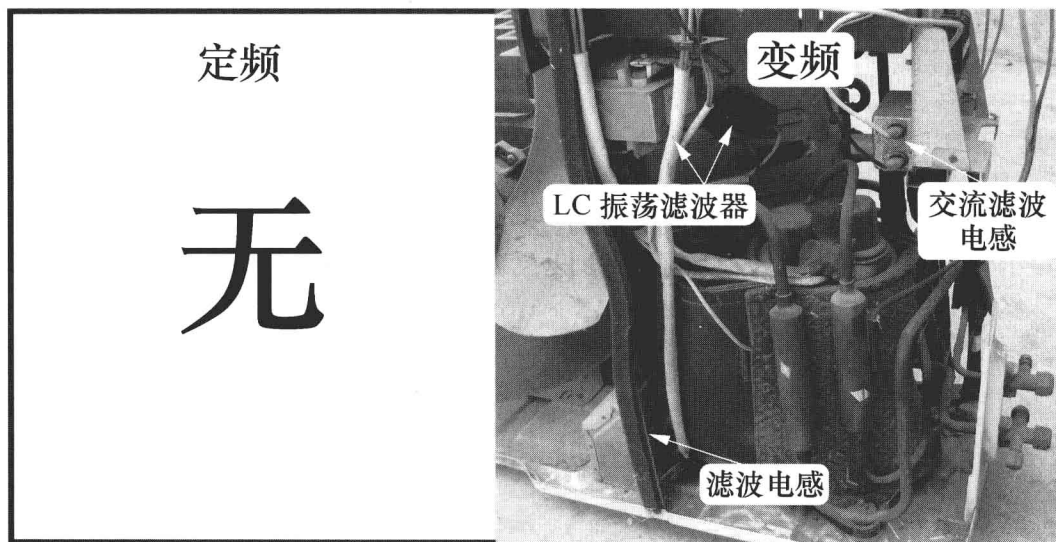


图 1-14 室外机电磁干扰保护

成分增加，功率因数降低，因此在电路中增加了滤波电感等元件，定频空调器则不需要设计此类元件。

(4) 温度检测

实物如图 1-15 所示。变频空调器为了对压缩机的运行进行最好的控制，设计了室外环境温度传感器、室外管温传感器、压缩机排气温度传感器；定频空调器一般没有设计此类器件（只有部分机型设置有室外管温传感器）。



图 1-15 室外机温度检测器件

三、结论

1. 通风系统

室内机均使用贯流式通风系统，室外机均使用轴流式通风系统，两类空调器相同。

2. 制冷系统

制冷系统均由压缩机、冷凝器、毛细管和蒸发器四大部件组成，区别是压缩机工作原理不同。

3. 主要部件设计位置

主要部件设计位置两类空调器基本相同。

4. 电控系统

两类空调器电控系统的工作原理不同，硬件方面室内机有相同之处，最主要的区别是室外机电控系统。

5. 压缩机

这是定频空调器与变频空调器最根本的区别，变频空调器的室外机电控系统就是为控制变频压缩机而设计的，也可以简单地理解为，将定频空调器的压缩机换成变频压缩机，并配备与之配套的电控系统（方法是增加室外机电控系统，更换室内机主板部分元器件），那么这台定频空调器就可以称为变频空调器。

第2节 变频空调器工作原理与分类

本节介绍变频空调器的节电原理、工作原理和分类，以及交流变频空调器与直流变频空调器的相同之处和不同之处。

由于直流变频空调器与交流变频空调器的工作原理、单元电路、硬件实物基本相似，且出现故障时维修方法也基本相同，因此本书重点介绍最普通但具有代表机型、社会保有量最大、大部分已进入维修期的交流变频空调器。

一、变频空调器节电原理

最普通的交流变频空调器与典型的定频空调器相比，只是压缩机的运行方式不同，定频空调器压缩机供电由市电直接提供，电压为交流 220V，频率为 50Hz，理论转速为 3 000r/min，运行时由于阻力等原因，实际转速约为 2 800r/min，因此制冷量也是固定不变的。

变频空调器压缩机的供电由模块提供，模块输出的模拟三相交流电，频率可以在 15~120Hz 变化，电压可以在 30~220V 之间变化，因而压缩机转速可以在 1 500~9 000r/min 的范围内。

压缩机转速升高时，制冷量随之加大，制冷效果加快，制冷模式下房间温度迅速下降，相对应的，此时空调器耗电量也随之上升；当房间内温度下降到设计温度附近时，电控系统控制压缩机转速降低，制冷量下降，维持房间温度，相对应的，此时耗电量也随之下降，从而达到节电的目的。

二、变频空调器工作原理

图 1-16 (a) 所示为变频空调器工作原理方框图，图 1-16 (b) 所示为实物图。

室内机主板 CPU 接收遥控器发送的设定模式与设定温度信号，与环温传感器温度相比较，如达到开机条件，控制室内机主控继电器吸合，向室外机供电；室内机主板 CPU 同时根据蒸发器温度信号，结合内置的运行程序计算出压缩机目标运行频率，通过通信电路传送至室外机主板 CPU，室外机主板 CPU 再根据室外环温传感器、室外管温传感器、压缩机排气温度传感器及市电电压等信号，综合室内机主板 CPU 传送的信息，得出压缩机的实际运行频率，输出控制信号至功率模块 (IPM)。

功率模块是将直流 300V 电转换为频率与电压均可调的三相电的变频装置，内含 6 个大功率 IGBT 开关管，构成三相上下桥式驱动电路，室外机主板 CPU 输出的控制信号使每只 IGBT 导通 180° ，且同一桥臂的两只 IGBT 一只导通时，另一只必须关断，否则会造成直流 300V 直接短路，且相邻两相的 IGBT 导通相位差在 120° ，在任意 360° 内都有 3 只 IGBT 开关管导通，以接通三相负载。在 IGBT 导通与截止的过程中，输出的三相模拟交流电中带有可以变化的频率，且在一个周期内，如 IGBT 导通时间长而截止时间短，则输出三相交流电的电压相对应就会升高，从而达到频率与电压均可调的目的。

功率模块输出的三相模拟交流电加在压缩机的三相异步电机上，压缩机运行，系统工作在制冷或制热模式。如果室内温度与设定温度的差值较大，室内机主板 CPU 处理后送至室外机主板 CPU，室外机 CPU 综合输入信号处理后，输出控制信号，使功率模块内部的 IGBT 导通时间长而截止时间短，从而输出频率与电压均相对较高的三相模拟交流电加至压缩机，压缩机转速加快，单位制冷量也随之加大，达到快速制冷的目的；反之，当房间温度与设计温度的差值变小时，室外机主板 CPU 输出的控制信号使得功率模块输出较低的频率与电压，压缩机转速变慢，制冷量降低。