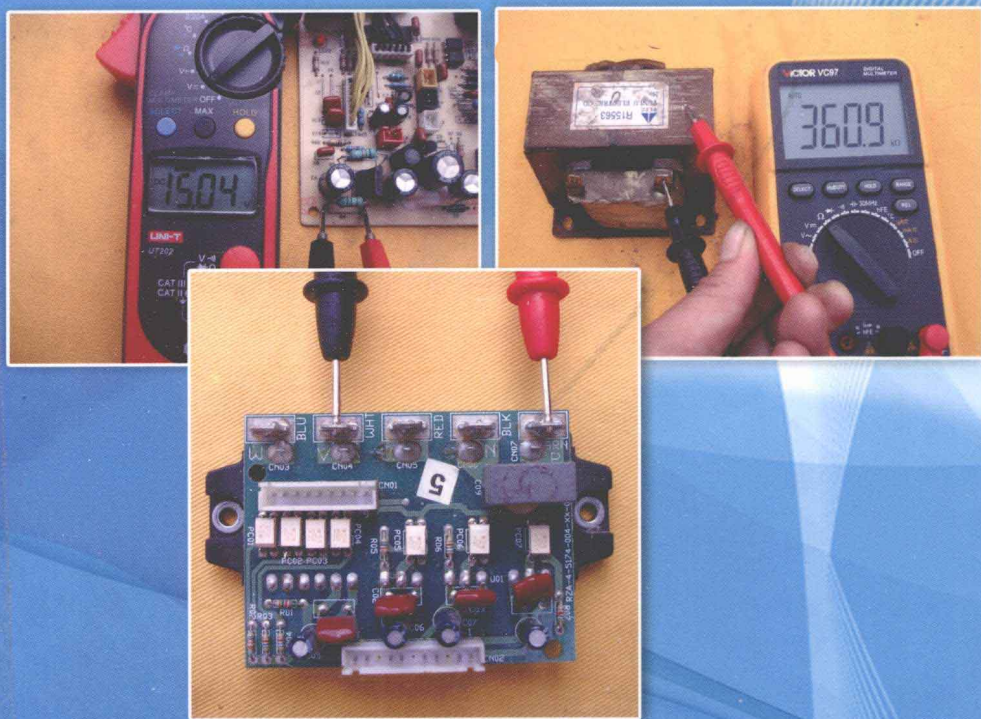


全程图解

变频空调器电控原理与维修

李志锋 编著



QUANCHENG TUJIE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



含1DVD

全程图解变频空调器 电控原理与维修

李志锋 编著



机械工业出版社

本书采用电路原理图和实物照片相结合,并在图片上增加标注的方法来介绍变频空调器维修所必须具备的基本知识和技能,主要包括变频空调器基础知识和专用器件,室内、外机单元电路,以及常见故障维修技巧等。本书还提供了DVD演示光盘,光盘内含空调器维修实际操作视频文件,能带给读者更直观的感受,便于读者学习理解。

本书适合初学、自学空调器维修人员阅读,也适合空调器维修售后服务人员、技能提高人员阅读,还可以作为中等职业院校空调器相关专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

全程图解变频空调器电控原理与维修/李志锋编著. —北京:机械工业出版社,2012.1

ISBN 978-7-111-36677-5

I. ①全… II. ①李… III. ①变频空调器—电子系统—理论—图解 ②变频空调器—电子系统—维修—图解 IV. ①TM925.12—64

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第250843号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘星宁 责任编辑:刘星宁

版式设计:张世琴 责任校对:王欣

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.75印张·435千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36677-5

ISBN 978-7-89433-307-0(光盘)

定价:48.00元(含1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

网络服务

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来,随着全球气候逐渐变暖和人民生活水平的提高,空调器已成为人们生产和生活的必备电器,空调器正在进入千家万户。随之而来的是售后服务的需求不断增加,这也促使大量的空调器维修人员急于提升自己的专业维修水平,尤其是对于初学空调器维修的人员来说,他们急于在较短的时间内掌握与维修理论相结合的实际操作技能、技巧,以便快速上岗。而本套图书就详细讲解了空调器维修人员所必须要掌握的检修基本知识和方法。只要掌握了这些基本知识和方法,就可以快速准确地判断故障原因并排除故障。

本套图书分为两册,分别为《全程图解空调器电控维修基础知识》、《全程图解变频空调器电控原理与维修》。本套图书由一线空调器维修人员编写,书中很多内容都源于实际的操作经验。

本书是该套图书的第二册,书中采用电路原理图和实物照片相结合,并在图片上增加标注的方法来介绍变频空调器维修所必须具备的基本知识和技能,主要内容包括变频空调器基础知识和专用器件,室内、外机单元电路,以及常见故障维修技巧等。希望这种直观易懂的编写手法有助于读者更轻松地掌握变频空调器维修的相关知识,提高维修技能。另外,本书还提供了DVD演示光盘,光盘内含空调器维修实际操作视频文件,能带给读者更直观的感受,便于读者学习理解。

为了便于初学者学习和理解,书中部分专业术语未按国家标准修改,请见谅。本书测量电子元器件时,如未特别说明,均使用数字万用表测量。

本书主要由李志锋编写,参与本书编写并为本书编写提供帮助的人员有李殿魁、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、高立平、辛朝会等。值此成书之际,对他们所做的辛勤工作表示衷心的感谢。

由于编者能力水平所限,加之编写时间仓促,书中错漏之处难免,希望广大读者提出宝贵意见。联系电子邮箱:ktqwxbj@163.com。

编 者

目 录

前言

第 1 章 变频空调器基础知识	1
1.1 变频空调器工作原理与分类	1
1.1.1 节电原理	1
1.1.2 工作原理	1
1.1.3 分类	3
1.1.4 交流变频空调器与直流变频 空调器的比较	4
1.1.5 常见室外机电控系统特点	4
1.1.6 小结	7
1.2 变频空调器与定频空调器 硬件区别	7
1.2.1 室内机	7
1.2.2 室外机	10
1.2.3 小结	14
1.3 控制功能.....	15
1.3.1 室内机显示指示灯	15
1.3.2 应急开关功能	16
1.3.3 无室内机电控启动室外机.....	16
1.3.4 空调器的工作模式	16
1.3.5 空调器的保护功能	18
1.3.6 限频因素.....	19
第 2 章 变频空调器专用元器件	25
2.1 智能功率模块.....	25
2.1.1 基础知识.....	25
2.1.2 输入与输出电路	27
2.1.3 常见模块形式及特点	28
2.1.4 分类	31
2.1.5 交流与直流变频空调器 模块区别.....	32
2.1.6 模块测量方法	34
2.1.7 测量说明.....	38
2.1.8 模块更换步骤	38
2.2 特殊元器件.....	40

2.2.1 PTC 电阻	40
2.2.2 硅桥	42
2.2.3 滤波电感.....	46
2.2.4 滤波电容.....	47
2.2.5 变频压缩机	48
2.2.6 直流电机.....	50
2.2.7 电子膨胀阀	55
第 3 章 整机电控系统单元电路作用 ...	58
3.1 室内机电控系统.....	59
3.1.1 海信 KFR-2601GW/BP 室内机 电控系统.....	59
3.1.2 海信 KFR-26GW/11BP 室内机 电控系统.....	63
3.1.3 室内机主板单元电路比较.....	67
3.2 室外机电控系统.....	73
3.2.1 海信 KFR-2601GW/BP 室外机 电控系统.....	73
3.2.2 海信 KFR-26GW/11BP 室外机 电控系统.....	78
3.2.3 室外机主板单元电路对比.....	84
第 4 章 电源电路和 CPU 三要素 电路	91
4.1 室内机电源电路.....	91
4.1.1 海信 KFR-2601GW/BP 室内机 电源电路.....	91
4.1.2 海信 KFR-26GW/11BP 室内机 开关电源电路	94
4.2 室外机开关电源电路	100
4.2.1 交流输入电路和直流 300V 电压形成电路	100
4.2.2 海信 KFR-2601GW/BP 室外机 开关电源电路	103
4.2.3 海信 KFR-26GW/11BP 室外机 开关电源电路	111

4.3 CPU 三要素电路	116	6.1.3 压缩机顶盖温度开关电路	177
4.3.1 海信 KFR-2601GW/BP 室内机 CPU 三要素电路	116	6.1.4 瞬时停电检测电路	180
4.3.2 海信 KFR-26GW/11BP 室内机 CPU 三要素电路	119	6.1.5 电压检测电路	182
4.3.3 海信 KFR-2601GW/BP 室外机 CPU 三要素电路	121	6.1.6 电流检测电路	186
4.3.4 海信 KFR-26GW/11BP 室外机 CPU 三要素电路	123	6.2 输出部分电路	191
第 5 章 室内机单元电路	126	6.2.1 主控继电器	191
5.1 输入部分电路	126	6.2.2 室外风机	194
5.1.1 应急开关电路	126	6.2.3 四通阀线圈	198
5.1.2 遥控信号接收电路	128	6.3 模块驱动电路	201
5.1.3 传感器电路	131	6.3.1 六路信号	201
5.2 输出部分电路	136	6.3.2 模块保护信号	206
5.2.1 指示灯电路	136	第 7 章 常见故障和通信电路故障	211
5.2.2 蜂鸣器电路	140	7.1 常见故障	211
5.2.3 主控继电器驱动电路	142	7.1.1 滤波电感漏电,空气开关跳闸 ..	211
5.2.4 步进电机驱动电路	144	7.1.2 连接引线烧断,室外机 不运行	215
5.3 室内风机电路	147	7.2 通信电路故障	218
5.3.1 PG 电机起动原理及特点	147	7.2.1 24V 降压电阻开路,报通信 故障	218
5.3.2 控制原理	149	7.2.2 室内机发送光耦损坏,室外机 不运行	222
5.3.3 过零检测电路	149	7.2.3 室内机接收光耦损坏,室外机 运行 2min 停机	225
5.3.4 PG 电机驱动电路	152	7.2.4 室内机和室外机连线线接错, 报通信故障	228
5.3.5 霍尔反馈电路	156	7.2.5 室外机通信电路电阻开路, 报通信故障	230
5.4 通信电路	158	7.2.6 室外机接收光耦损坏,报通信 故障	233
5.4.1 通信电路数据结构、编码及 通信规则	158	第 8 章 室外机不运行故障	237
5.4.2 海信 KFR-26GW/11BP 通信电路	160	8.1 室外机强电电路引发的通信 故障	237
5.4.3 通信信号传输过程及特点	165	8.1.1 滤波板线圈开路,报通信 故障	237
5.4.4 根据 N 与 SI 端电压判断 故障部位	166	8.1.2 15A 保险管开路,报通信 故障	242
5.4.5 光耦	166	8.1.3 交流供电回路维修经验	245
5.5 遥控器电路	169	8.1.4 滤波电感插头接触不良, 报通信故障	247
第 6 章 室外机单元电路	171		
6.1 输入部分电路	171		
6.1.1 存储器电路	171		
6.1.2 传感器电路	172		

8.1.5 模块 PN 端子击穿,报通信故障	250	8.2.3 开关变压器初级供电绕组开路	262
8.1.6 硅桥交流输入端子击穿,报通信故障	252	8.2.4 开关电源检测电阻开路	266
8.2 室外机主板开关电源电路故障	256	8.2.5 分立元件型开关电源故障,使用电源模块代替	270
8.2.1 开关管击穿,报通信故障	256	8.2.6 集成电路型开关电源故障,使用电源模块代替	273
8.2.2 开关电源起动电阻开路	259		

第 1 章 变频空调器基础知识

1.1 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、分类及交流变频空调器与直流变频空调器的比较。

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。

1.1.1 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 3000r/min,运行时由于阻力等原因,实际转速约为 2800r/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 之间变化,电压可以在 30~220V 之间变化,因而压缩机转速可以在 1500~9000r/min 范围内变化。

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。

1.1.2 工作原理

图 1-1 和图 1-2 分别为变频空调器的工作原理方框图和实物图。

室内机主板 CPU 接收遥控器发送的设定模式与设定温度,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触点吸合,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的目标运行频率,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、市电电压等信号,综合室内机主板 CPU 传送的信息,计算出压缩机的运行频率,输出控制信号至 IPM(智能功率模块)。

IPM 是将直流 300V 电压转换为频率与电压均可调的三相变频装置,内含 6 只大功率 IGBT,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 电压直接短路。且相邻两相的 IGBT 导通相位差在 120°,在任意 360°内都有三只 IGBT 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,则输出的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。

2 全程图解变频空调器电控原理与维修

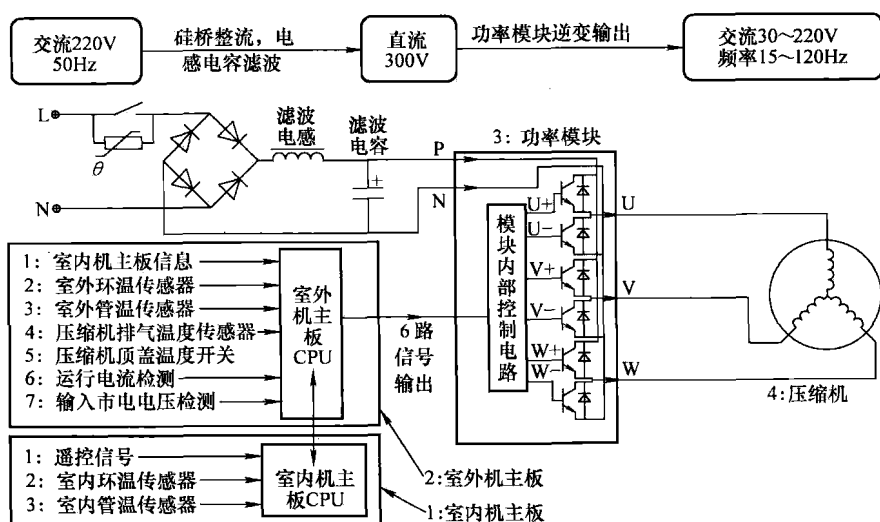


图 1-1 变频空调器的工作原理方框图

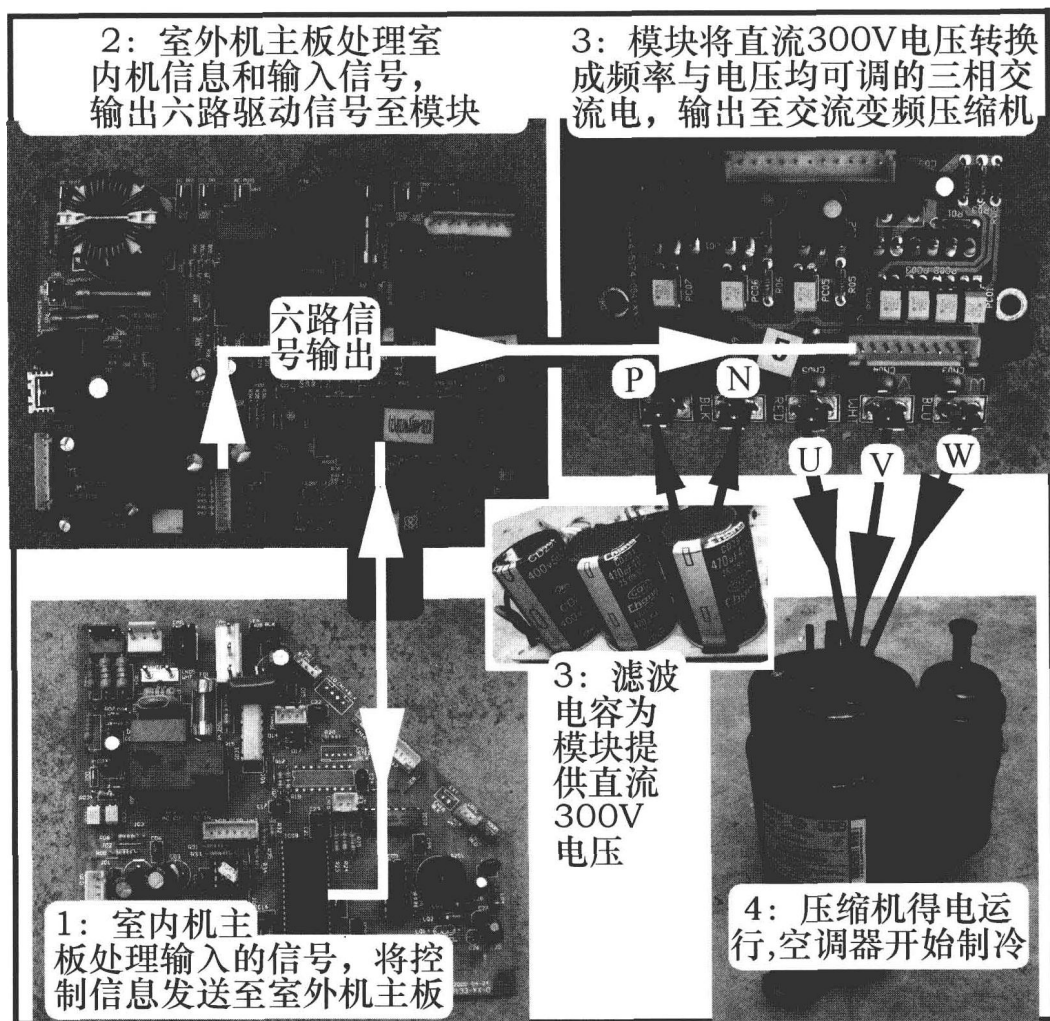


图 1-2 变频空调器的工作原理实物图

IPM 输出的三相模拟交流电,加在压缩机的三相异步电动机上,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,输出控制信号使 IPM 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,当房间温度与设定温度的差值变小时,室外机主板 CPU 输出控制信号,使得 IPM 输出较低的频率与电压,压缩机转速变慢,降低制冷量。

1.1.3 分类

变频空调器根据压缩机工作原理和室内外风机的供电状况可分为三种类型,即交流变频空调器、直流变频空调器、全直流变频空调器。

1. 交流变频空调器

交流变频空调器实物见图 1-3。它是最早的变频空调器,也是市场上拥有量最大的类型,现在一般已经进入维修期,也是本书重点介绍的机型。

交流变频空调器的室内风机和室外风机与普通定频空调器相同,均为交流异步电机,由市电交流 220V 直接起动运行。只是压缩机转速可以变化,供电为 IPM 提供的模拟三相交流电。

制冷剂通常使用与普通定频空调器相同的 R22,一般使用常见的毛细管作为节流元件。



图 1-3 交流变频空调器

2. 直流变频空调器

在交流变频空调器基础上发展而来,与之不同的是,压缩机采用无刷直流电机,整机的控制原理与交流变频空调器基本相同,只是在室外机电路板上增加了位置检测电路。

室内风机和室外风机与普通定频空调器上相同,均为交流异步电机,由市电交流 220V 直接起动运行。

制冷剂早期机型使用 R22,目前生产的机型多使用新型环保制冷剂 R410A,节流元件同样使用常见且价格低廉但性能稳定的毛细管。

3. 全直流变频空调器

全直流变频空调器实物见图 1-4。它属于高档空调器,在直流变频空调器基础上发展而

来,与之相比最主要的区别是,室内风机和室外风机的供电为直流 300V 电压,而不是交流 220V 电压,同时使用直流变转速压缩机。

制冷剂通常使用新型环保制冷剂 R410A,节流元件也大多使用毛细管,只有少数品牌的机型使用电子膨胀阀,或电子膨胀阀与毛细管相结合的方式。

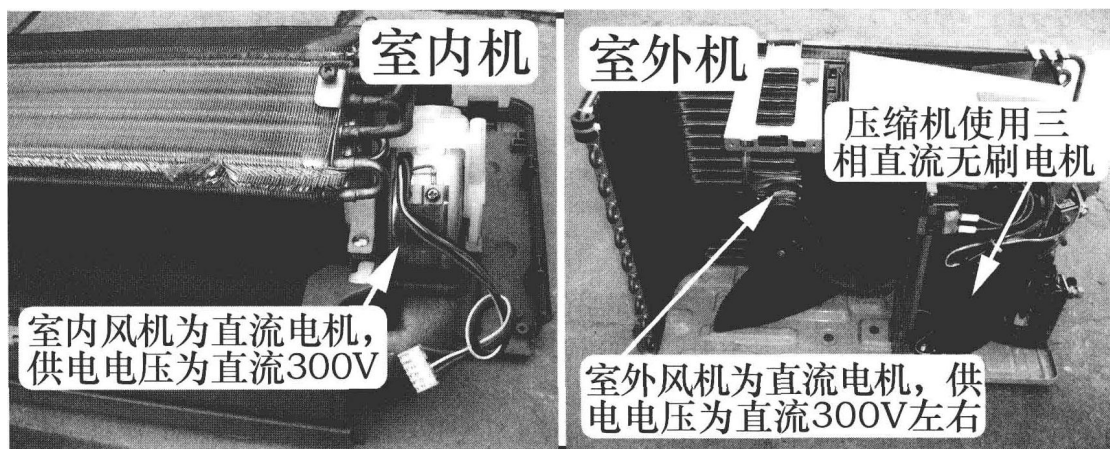


图 1-4 全直流变频空调器

1.1.4 交流变频空调器与直流变频空调器的比较

1. 相同之处

① 制冷系统:定频空调器、交流变频空调器、直流变频空调器的工作原理与实物基本相同,区别是压缩机的工作原理与内部结构不同。

② 电控系统:交流变频空调器与直流变频空调器的控制原理、单元电路、硬件实物基本相同,区别是室外机主控 CPU 对模块的控制原理不同[即脉冲宽度调制(PWM)方式或脉冲幅度调制(PAM)方式],但控制程序内置在室外机 CPU 或存储器中,实物看不到。

2. 不同之处

① 压缩机:交流变频空调器使用三相异步电机,直流变频空调器使用无刷直流电机,两者的内部结构不同。

② 模块输出电压:交流变频空调器 IPM 输出频率与电压均可调的模拟三相交流电,频率与电压越高,转速就越快。直流变频空调器 IPM 输出断续、极性不断改变的直流电,在任何时候,只有两相绕组有电流通过(余下绕组的感应电压当做位置检测信号),电压越高,转速就越快。

③ 位置检测电路:直流变频空调器设有位置检测电路,交流变频空调器则没有。

1.1.5 常见室外机电控系统特点

变频空调器电控系统由室内机和室外机组成,由于室内机电控系统基本相同,因此不再进行说明,本节只对常见室外机电控系统几种形式的特点作简单说明。

1. 海信 KFR-4001GW/BP 室外机电控系统

海信 KFR-4001GW/BP 室外机电控系统实物见图 1-5。它由室外机主板和模块板两块电

路板组成。

室外机主板处理各种输入信号,对负载进行控制,并集成开关电源电路,向模块板输出六路信号和直流 15V 电压,模块处理后输出频率与电压均可调的三相交流电,驱动压缩机运行。

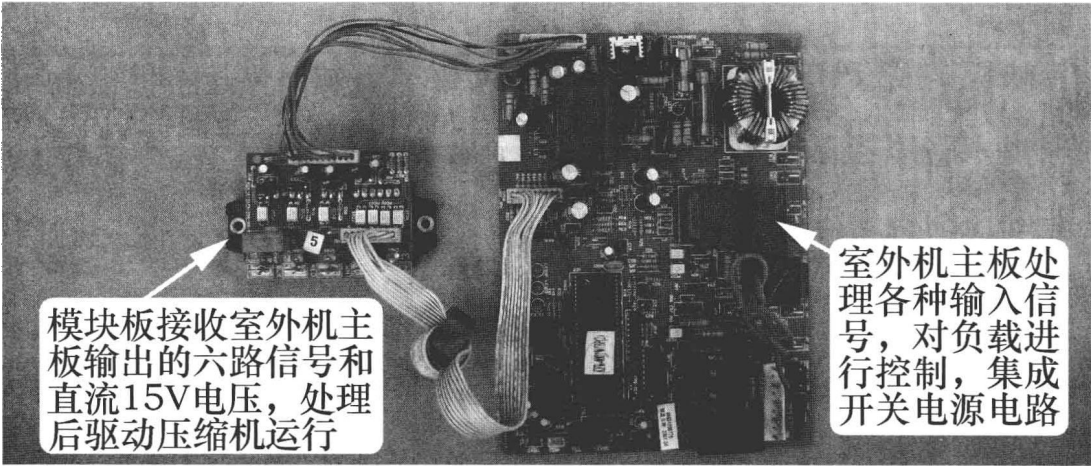


图 1-5 海信 KFR-4001GW/BP 室外机电控系统

2. 海信 KFR-2601GW/BP 室外机电控系统

海信 KFR-2601GW/BP 室外机电控系统实物见图 1-6。它由室外机主板和模块板两块电路板组成。

电控系统的特点与海信 KFR-4001GW/BP 基本相同。不同之处在于开关电源电路设在模块板上,由模块板输出直流 12V 电压,为室外机主板供电。

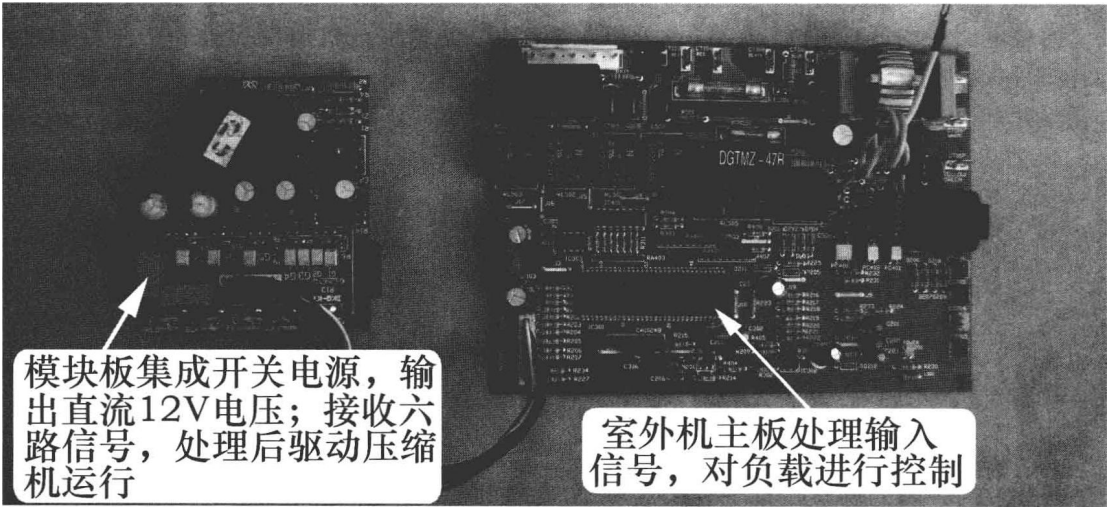


图 1-6 海信 KFR-2601GW/BP 室外机电控系统

3. 海信 KFR-26GW/11BP 室外机电控系统

海信 KFR-26GW/11BP 室外机电控系统实物见图 1-7。它由室外机主板和模块板两块电路板组成。

6 全程图解变频空调器电控原理与维修

与前两类电控系统相比最大的区别在于,CPU 及弱信号处理电路集成在模块板上,是室外机电控系统的控制中心。

室外机主板的开关电源电路为模块板提供直流 5V 和 15V 电压,并传递通信信号及驱动继电器,作用和定频空调器使用两块电路板中的强电板相同。

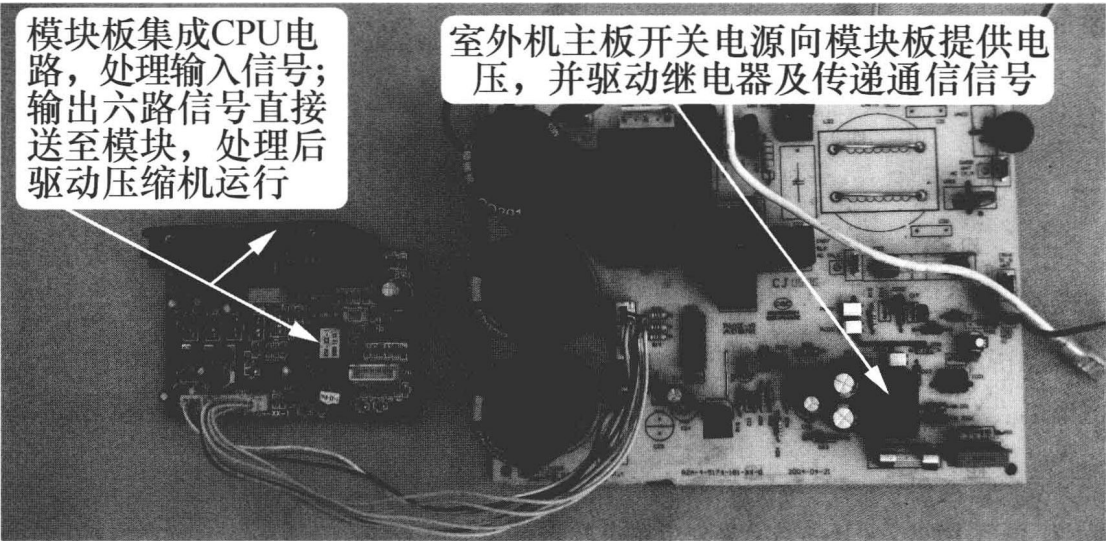


图 1-7 海信 KFR-26GW/11BP 室外机电控系统

4. 海信 KFR-26GW/08FZBPC 室外机电控系统

海信 KFR-26GW/08FZBPC 室外机电控系统实物见图 1-8。它由室外机主板和模块板两块电路板组成。

两块电路板均设有 CPU 电路,室外机主板 CPU 处理室内机通信信号和传感器温度信号,决定压缩机运行频率,将信号传送至模块板 CPU;模块板 CPU 处理后驱动直流变频压缩机,并检测电流零点信号,对 PFC(功率因数校正)电路进行控制。

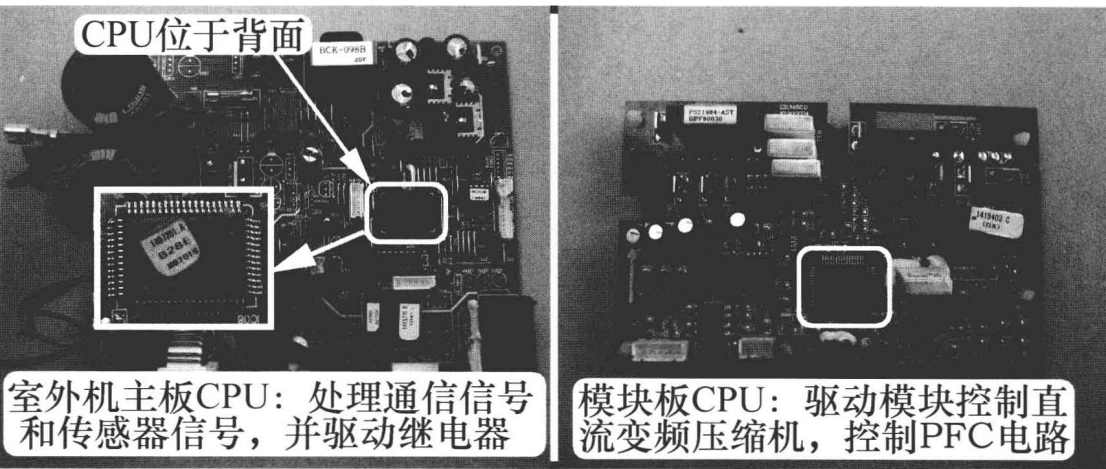


图 1-8 海信 KFR-26GW/08FZBPC 室外机电控系统

5. 美的 KFR-35GW/BP2DN1Y-H(3)室外机电控系统

美的 KFR-35GW/BP2DN1Y-H(3)室外机电控系统实物见图 1-9。它由室外机主板一块电路板组成。

模块、硅桥、CPU 及弱信号处理电路、通信电路等所有电路均集成在一块电路板上,从而提高可靠性和稳定性,出现故障维修时也最简单,只需更换一块电路板,基本上就可以排除室外机电控系统的故障。

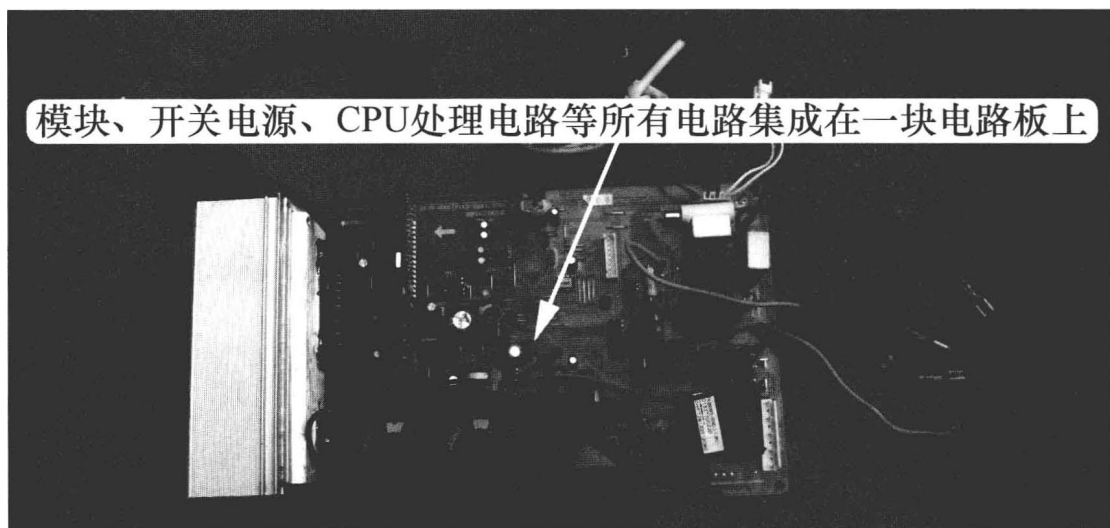


图 1-9 美的 KFR-35GW/BP2DN1Y-H(3)室外机电控系统

1.1.6 小结

① 交流变频空调器室内机主板与定频空调器室内机主板的单元电路基本相同,大部分单元电路的工作原理也相同,因此学习或维修时可以参考定频空调器电控系统。

② 室外机主板从整体看比较复杂,体积大且电路较多。如果细分到单元电路,可以看出其实也有规律可循,只有部分电路或电气元件相对于定频空调器而言是没有接触过的,只要认真学习,相信大多数读者都可以学会。

1.2 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。

1.2.1 室内机

1. 外观

室内机实物见图 1-10。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或作用基本相同,部分器件甚至可以通用。

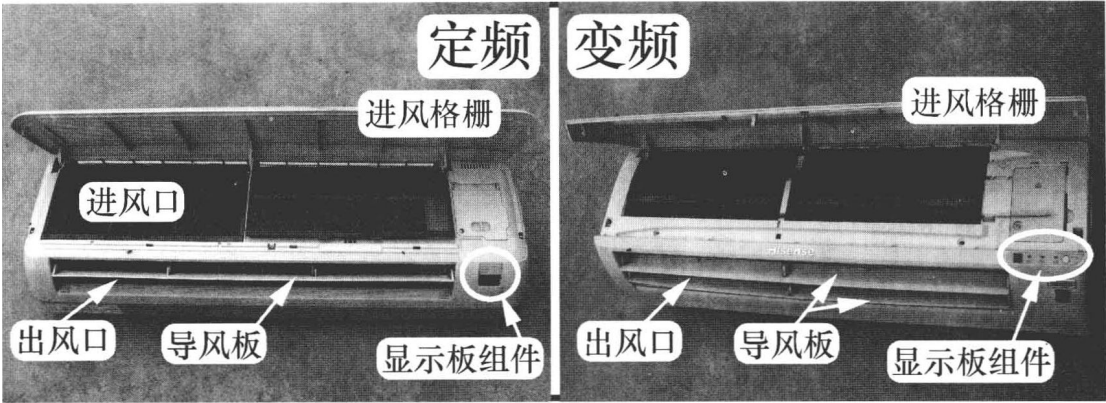


图 1-10 室内机

2. 主要部件设计位置

室内机主要部件设计位置实物见图 1-11。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、室内风机等。

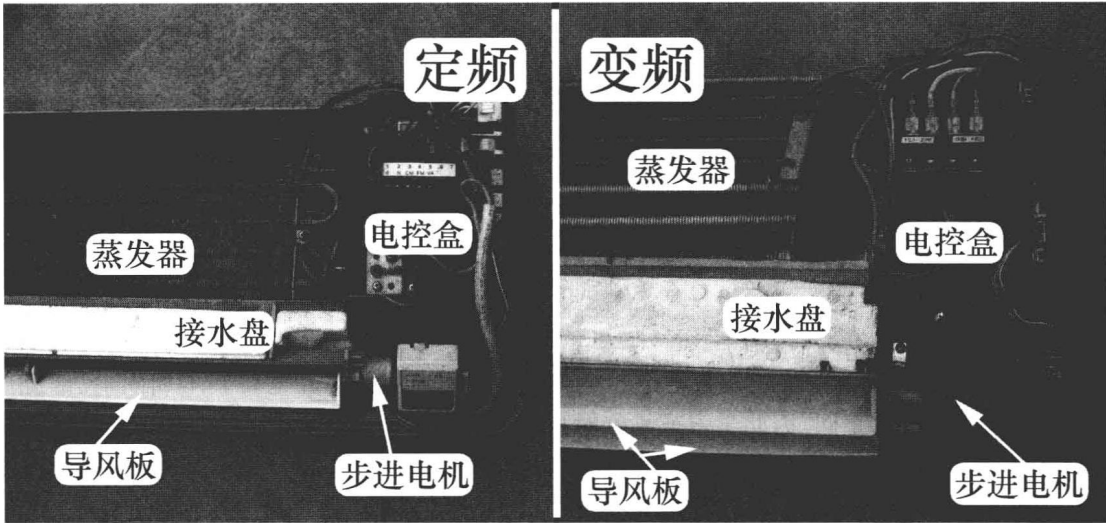


图 1-11 室内机主要部件设计位置

3. 制冷系统部件

室内机制冷系统部件实物见图 1-12。两类空调器中设计相同,只有蒸发器。

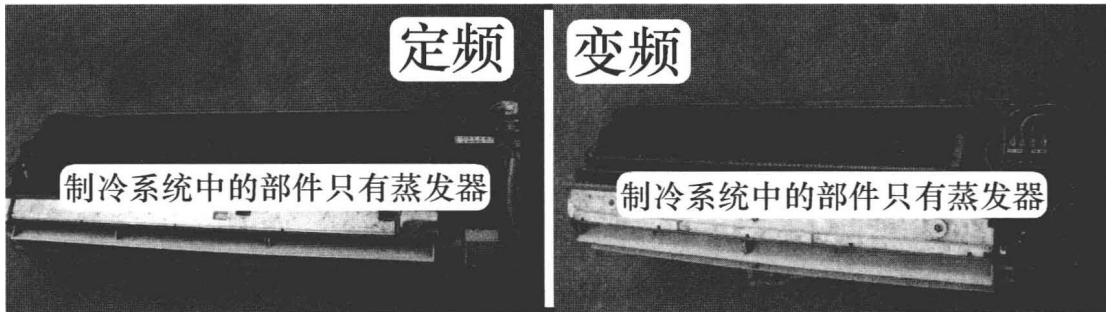


图 1-12 室内机制冷系统部件

4. 通风系统

室内机通风系统实物见图 1-13。两类空调器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。

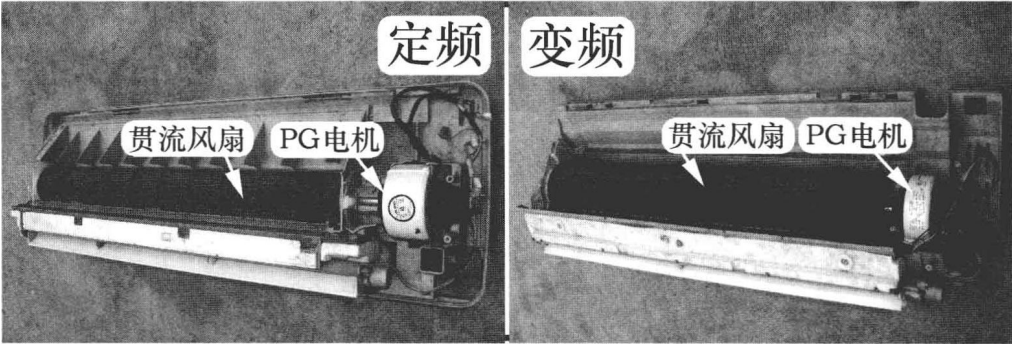


图 1-13 室内机通风系统

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,在控制原理方面最大的区别在于,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

室内机主板实物见图 1-14。由于两类空调器的室内机主板单元电路相似,故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。

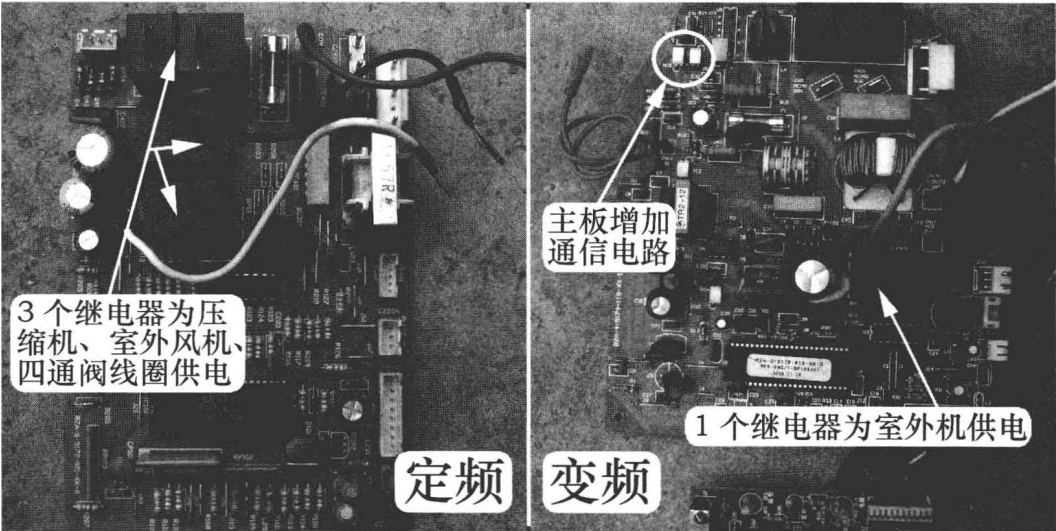


图 1-14 室内机主板比较

(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,实物见图 1-15。定频空调器的室内外机连接线上共有 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、四通阀线圈供电引线;而变频空调器则只有 4 根引线,分别是相线、零线、地线、通信线。

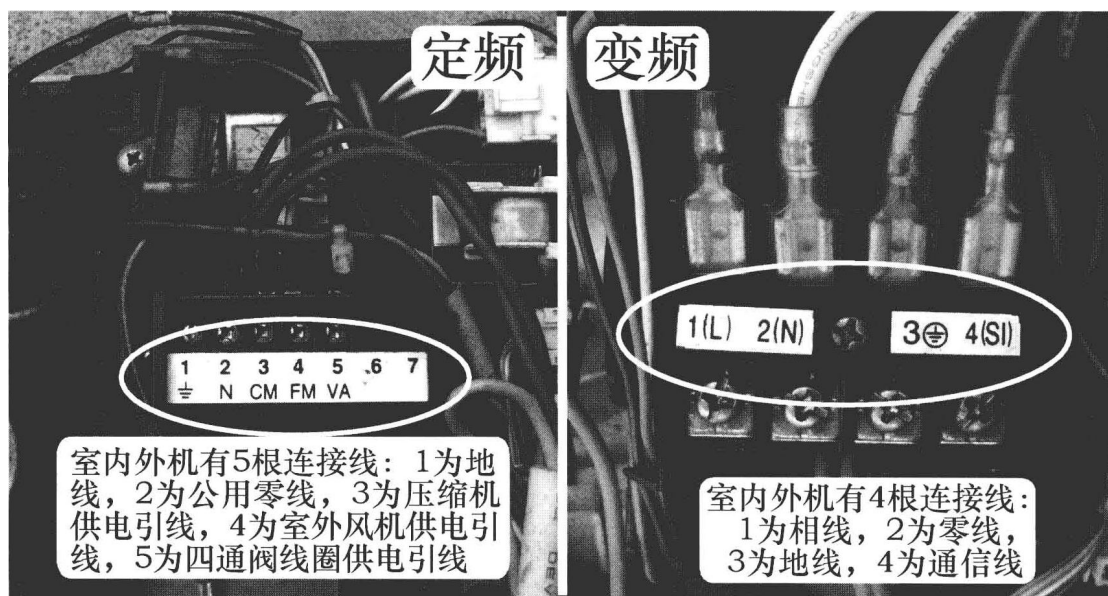


图 1-15 室内机接线端子比较

1.2.2 室外机

1. 外观

室外机实物见图 1-16。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。

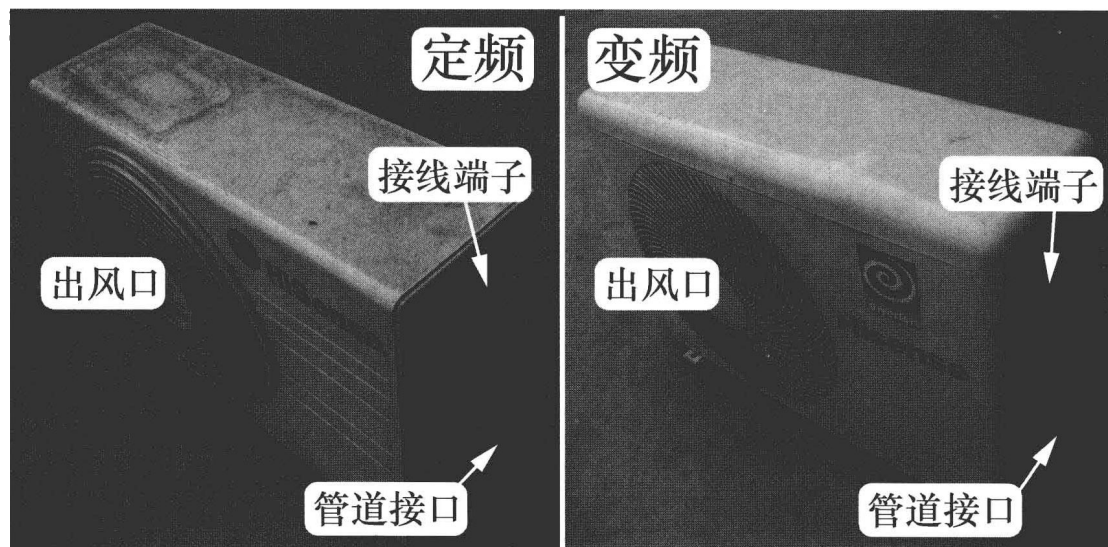


图 1-16 室外机