

电工电子名家畅销书系

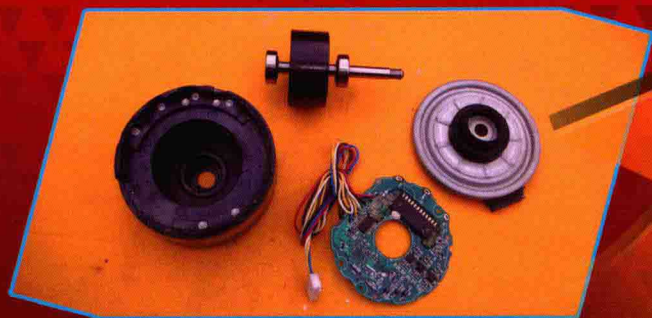
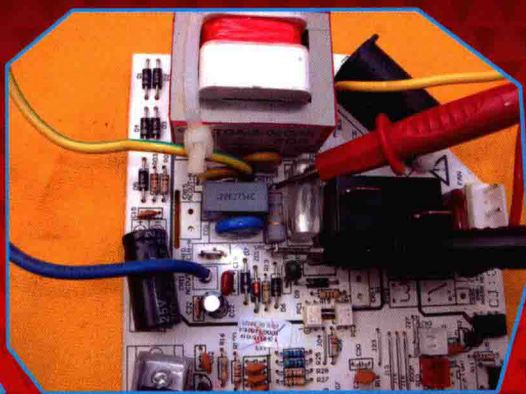
全彩图解变频空调器维修

从入门到精通

全彩印刷+完全图解

循序渐进+实修演示

李志锋 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工电子名家畅销书系

全彩图解变频空调器维修 从入门到精通

李志锋 编著



机械工业出版社

本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结构和工作原理,电控系统维修(主要元器件及单元电路原理、检测和维修),以及常见故障维修实例等。另外,本书附赠有视频资料(免费下载网址为<http://www.cmpbook.com/>),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

全彩图解变频空调器维修从入门到精通/李志锋编著. —北京:
机械工业出版社, 2014. 5

(电工电子名家畅销书系)

ISBN 978-7-111-46320-7

I. ①全… II. ①李… 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(2014)第064694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:霍永明 责任校对:潘蕊

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

2014年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.75印张·357千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46320-7

定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面防伪标均为盗版

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书。

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。随之而来的是售后维修服务的需求不断增加，这也促使越来越多的新手加入到空调器维修行业中，而原有的维修人员也有保证维修质量、提高维修速度的需求。本书正是为了满足这些需求而编写的。

本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结构和工作原理，电控系统维修（主要元器件及单元电路原理、检测和维修），以及常见故障维修实例等。另外，本书附赠有视频资料，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。

概括地说，本书在内容和形式上具有如下特点：

1) 全彩印刷：本书采用全彩色印刷，能够最真实地反映实际的维修场景，使维修图片更鲜活，能给读者带来不一样的视觉享受，更便于读者学习和理解。

2) 完全图解：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空调器维修知识，“图解”的概念贯穿全书，让读者体验到了“读图学知识”的快感。

3) 循序渐进：本书强调“从入门到精通”的概念，引导读者实现“递进式学习”，由简入难，从基本概念入手，到最后轻松掌握维修技能。

4) 实修演示：本书附赠有视频资料，内含空调器维修实际操作视频文件，能将读者带入实际的维修现场，跟维修高手一起学维修。读者可登录 <http://www.cmpbook.com/> 网站进入“服务中心”，从“资源下载”中的“视频下载”中下载视频资料。

为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，请注意。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，参与本书编写及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、李佳静、班艳、王丽、刘提、刘均、金闯、金华勇、金坡、李文超、金科技、高立平、辛朝会、王松、殷大将、王志奎、陈文成等。

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，敬请广大读者多提宝贵意见。联系邮箱：ktqwxbj@163.com。

编 者

目 录

出版说明

前言

第一章 变频空调器基础知识..... 1

第一节 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 3

三、结论 8

第二节 变频空调器工作原理

和分类..... 9

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、交流变频与直流变频空调器相同 和不同之处 12

第三节 变频空调器控制功能 13

一、室内机显示指示灯 13

二、应急开关功能 14

三、无室内机电控启动室外机 14

四、空调器工作模式 14

五、空调器保护功能 16

六、限频因素 17

第二章 变频空调器电控系统

主要元器件 18

第一节 智能功率模块 (IPM) 18

一、基础知识 18

二、模块输入和输出电路 19

三、常见模块形式和特点 21

四、分类 23

五、交流变频与直流变频空调器 模块区别 24

六、模块测量方法 25

七、测量说明 30

第二节 特殊元器件 30

一、电子膨胀阀 30

二、直流电机 32

三、PTC 电阻 38

四、硅桥 39

五、滤波电感 43

六、滤波电容 44

七、变频压缩机 46

第三节 主板主要元器件 48

一、存储器 48

二、双色指示灯 50

三、反相驱动器 50

四、光耦 51

五、TL431 55

六、LM358 55

七、整流二极管和稳压二极管 56

八、电压和电流检测变压器 57

九、2SC3150 59

十、TNY266P 60

十一、TOP 系列集成电路 61

十二、VIPer22A 62

十三、开关变压器 63

第三章 变频空调器室内机电路 67

第一节 基础知识 67

一、室内机电控系统组成 67

二、室内机主板插座和外围元器件 68

三、室内机单元电路中的主要电子 元器件 70

四、室内机单元电路对比 72

第二节 单元电路 77

一、电源电路 77

二、CPU 及其三要素电路 81

三、应急开关电路 83

四、遥控信号接收电路 84

五、传感器电路 86

六、指示灯电路	91	二、检修过程	161
七、蜂鸣器电路	92	第二节 通信电路故障维修实例	168
八、步进电机电路	93	一、室内外机连接线接错, 室外机 不运行	168
九、主控继电器电路	96	二、室内机通信电路降压电阻开路, 室外机不运行	170
十、过零检测电路	98	三、室内机通信电路瓷片电容漏电, 室外机不运行	174
十一、PG 电机驱动电路	99	四、室外机通信电路分压电阻开路, 室外机不运行	177
十二、霍尔反馈电路	101	第六章 变频空调器室内机常见 故障	181
十三、遥控器电路	103	第一节 上电无反应和不接收遥控 信号故障	181
第三节 通信电路	105	一、变压器损坏, 上电无反应	181
一、电路组成	106	二、接收器损坏, 不接收遥控信号	184
二、工作原理	107	三、接收器漏电, 不接收遥控信号	186
三、通信电压跳变范围	111	第二节 室内风机和传感器电路 故障	188
第四章 变频空调器室外机电路	112	一、电机线圈开路, 室内风机 不运行	188
第一节 基础知识	112	二、室内风机内部磁环松动, 时而 制冷时而不制冷	190
一、室外机电控系统组成	112	三、室内管温传感器阻值变小, 室外机无供电	193
二、室外机主板和模块板插座	113	四、室内管温传感器阻值变小, 室外机不运行	195
三、室外机单元电路中的主要 电子元件	116	第七章 变频空调器室外机常见 故障	199
四、室外机单元电路对比	118	第一节 室外机不运行故障	199
第二节 单元电路	124	一、电压检测电路中电阻开路, 室外机不定时停机	199
一、交流输入电路	124	二、压缩机排气传感器分压电阻开路, 压缩机不运行	203
二、直流 300V 电压形成电路	125	三、存储器数据错误, 压缩机 不运行	207
三、电源电路	127	四、PFC 板 IGBT 短路, 室外机 不运行	210
四、CPU 及其三要素电路	130	五、模块 P-N 端子击穿, 室外机	
五、存储器电路	132		
六、传感器电路	133		
七、压缩机顶盖温度开关电路	137		
八、测试端子	139		
九、电压检测电路	140		
十、电流检测电路	142		
十一、模块保护电路	144		
十二、指示灯电路	146		
十三、主控继电器电路	147		
十四、室外风机电路	148		
十五、四通阀线圈电路	150		
十六、6 路信号电路	152		
第五章 变频空调器通信故障	159		
第一节 通信电路故障维修流程	159		
一、故障原因	159		

不运行	212	三、连接线引线之间绝缘性能下降，	
第二节 连接线和制冷系统故障.....	214	上电后断路器跳闸	220
一、加长连接线接头烧断，室外机		四、压缩机排气管裂，空调器	
不运行	214	不制冷	223
二、加长连接线接头开路，室外机		五、室外风机起动电容容量变小，	
不运行	217	制冷效果差.....	225

第一章 变频空调器基础知识

本章共分为3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、控制功能。

第一节 变频空调器与定频空调器硬件区别

本节选用定频空调器和变频空调器的两款典型机型，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。定频空调器选用格力 KFR-23GW/ (23570) Aa-3，变频空调器选用海信 KFR-26GW/11BP。

一、室内机

1. 外观

室内机外观对比见图 1-1，两类空调器的进风格栅、进风口、出风口、上下导风板、显示板组件设计形状或作用基本相同，部分部件甚至可以通用。



图 1-1 室内机外观对比

2. 主要部件设计位置

两类空调器的主要部件设计位置基本相同，见图 1-2，包括蒸发器、电控盒、接水盘、步进电机、上下导风板、贯流风扇、室内风机等（后两项图中未标出）。

3. 制冷系统部件

室内机制冷系统部件对比见图 1-3，两类空调器中设计相同，只有蒸发器。

4. 通风系统

两类空调器通风系统使用相同型式的贯流风扇，见图 1-4，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。

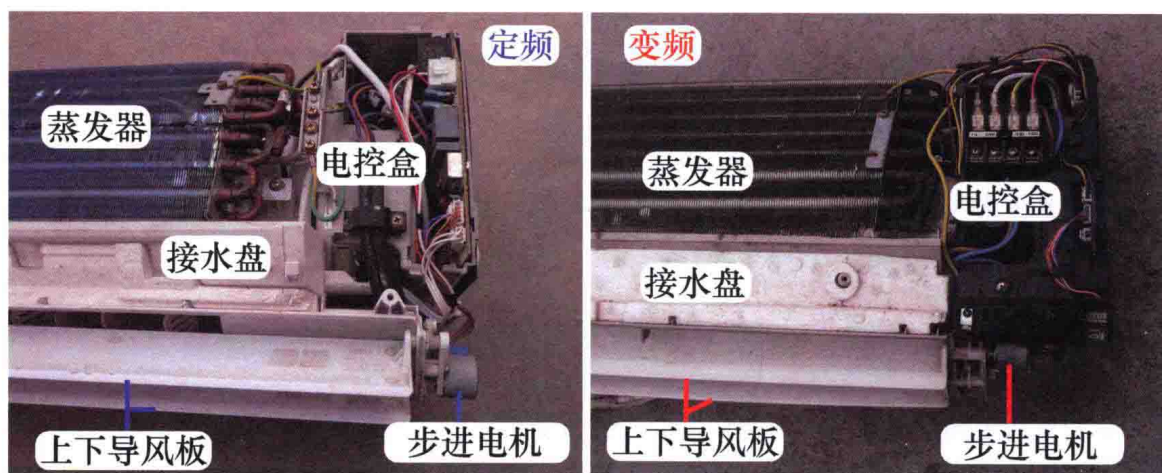


图 1-2 主要部件设计位置对比

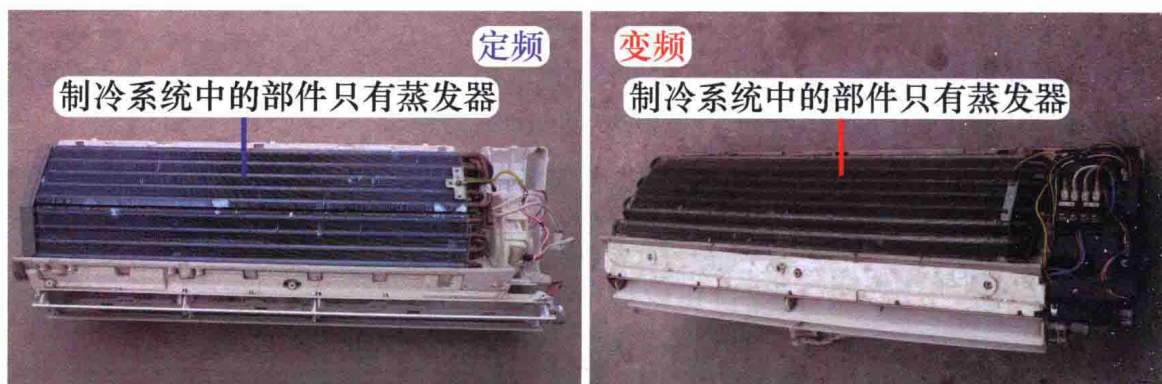


图 1-3 室内机制冷系统部件对比

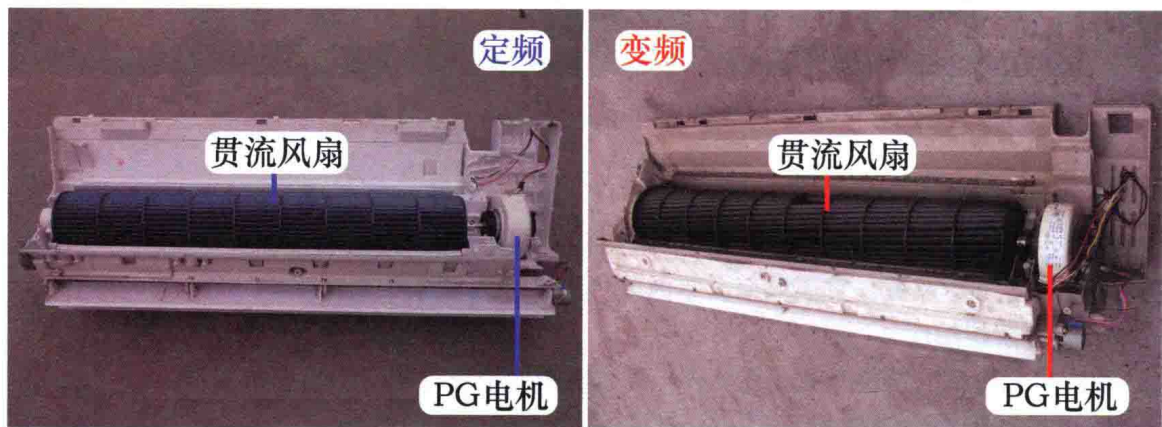


图 1-4 室内机通风系统对比

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，故在硬件方面有许多相同的地方。其中不同之处见图 1-5，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。

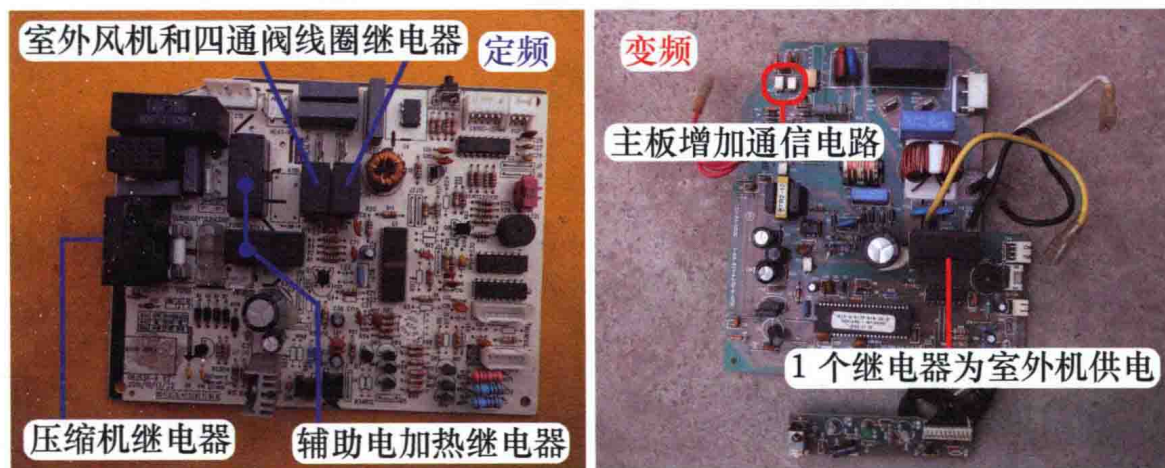


图 1-5 室内机主板区别之处对比

(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，见图 1-6，定频空调器的室内外机连接线端子上共有 5 根引线：功能分别是地线、公用零线、压缩机引线、室外风机引线、四通阀线圈引线；而变频空调器则只有 4 根引线：功能分别是相线、零线、地线、通信线。

二、室外机

1. 外观

从外观上看，见图 1-7，两类空调器进风口、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。

2. 主要部件设计位置

室外机的主要部件见图 1-8，如冷凝器、轴流风扇、室外风机（轴流电机）、压缩机、毛细管、四通阀、电控盒的设计位置也基本相同。

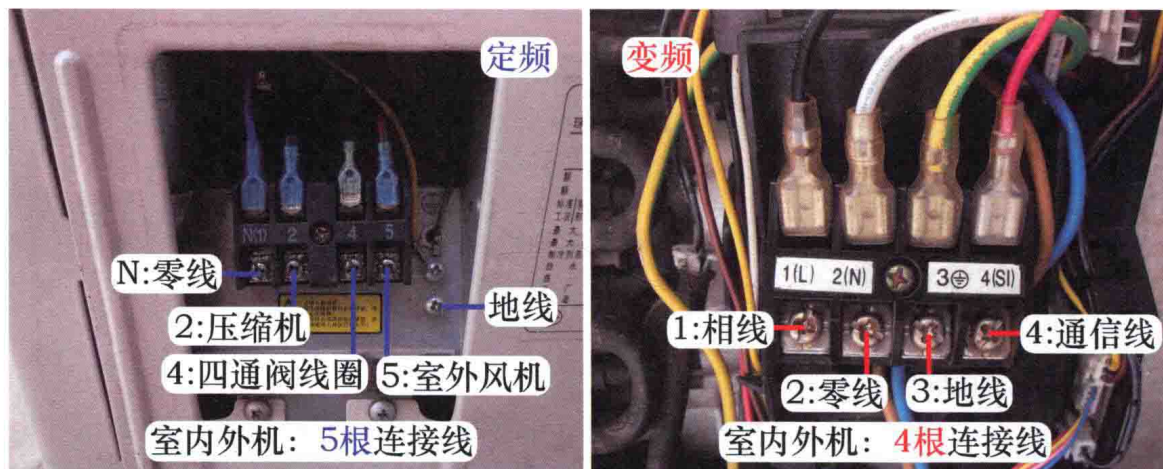


图 1-6 室内机接线端子区别之处对比

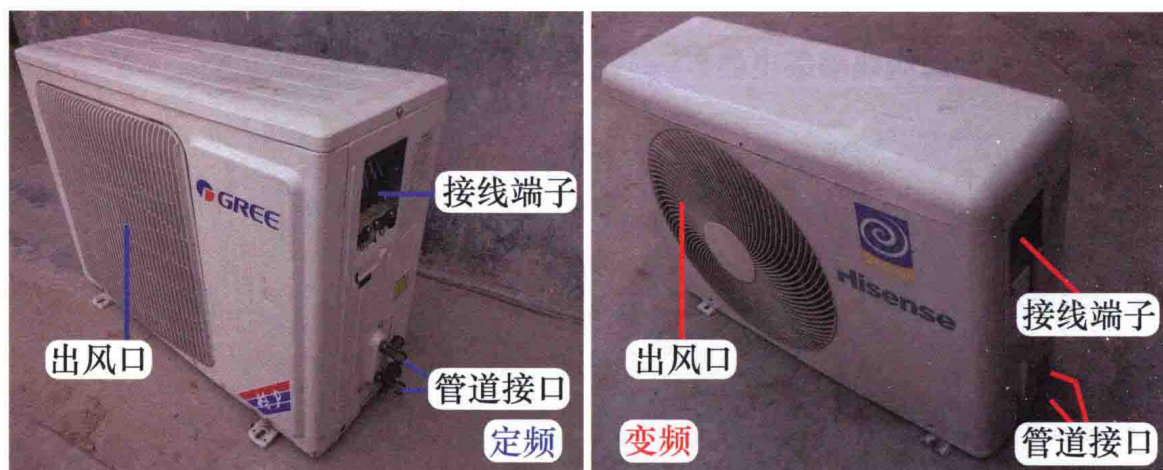


图 1-7 室外机外观对比

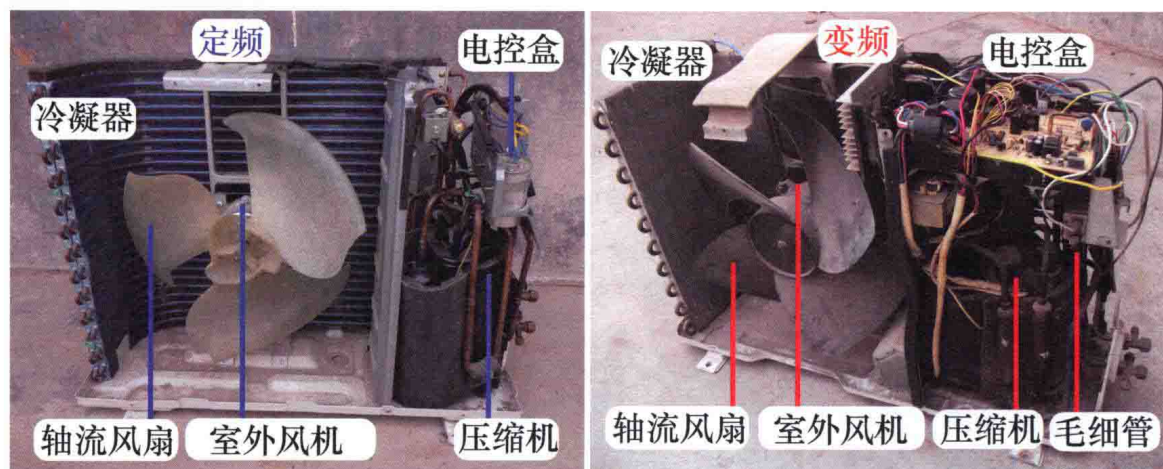


图 1-8 室外机主要部件设计位置对比

3. 制冷系统

在制冷系统方面,见图 1-9,两类空调器中的冷凝器、毛细管、四通阀、过冷管组(单向阀和辅助毛细管)等部件的设计位置与工作原理基本相同,有些部件可以通用。

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。

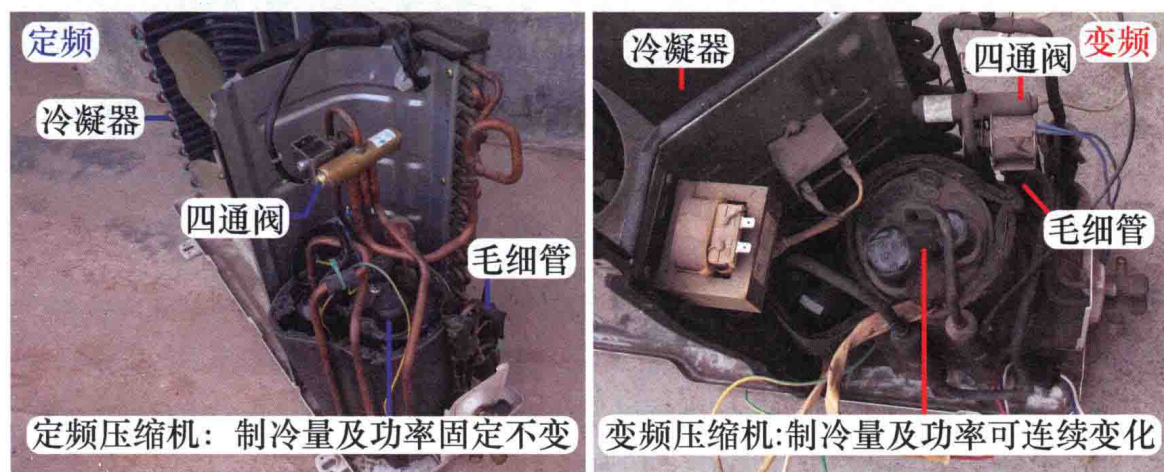


图 1-9 室外机制冷系统主要部件安装位置对比

4. 节流方式

室外机节流方式对比见图 1-10,定频空调器的制冷系统节流方式通常使用毛细管,而大部分变频空调器制冷系统的节流方式也通常使用毛细管,只有部分高档的全直流变频空调器使用电子膨胀阀。



图 1-10 室外机节流方式对比

5. 通风系统

两类空调器的室外机通风系统部件均为轴流风扇和室外风机,见图 1-11,工作原理和

6 全彩图解变频空调器维修从入门到精通

外观基本相同，室外风机均使用交流 220V 供电，不同之处是，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 1-11 室外机通风系统对比

6. 制冷/制热状态转换

两类空调器的制冷/制热模式转换部件均为四通阀，见图 1-12，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，不同之处是，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 1-12 室外机制冷/制热转换器件对比

7. 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

室外机电控系统主要部件对比见图 1-13。

定频空调器室外机未设置电控系统，只有压缩机起动电容和室外风机起动电容，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。

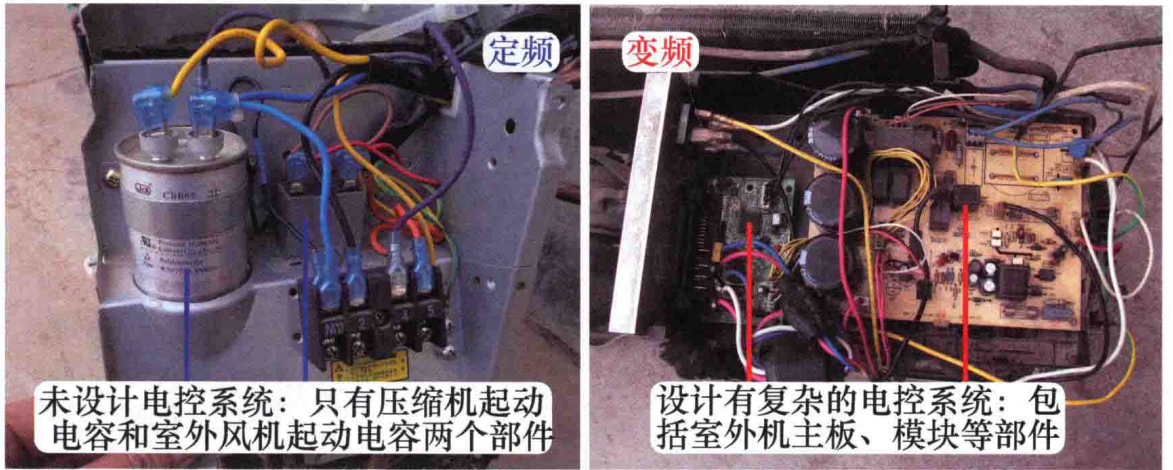


图 1-13 室外机电控系统主要部件对比

(2) 压缩机起动方式

压缩机起动方式对比见图 1-14。

定频空调器压缩机由电容直接起动运行，工作电压为交流 220V、频率 50Hz、转速约 2800r/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 1500 ~ 9000r/min。

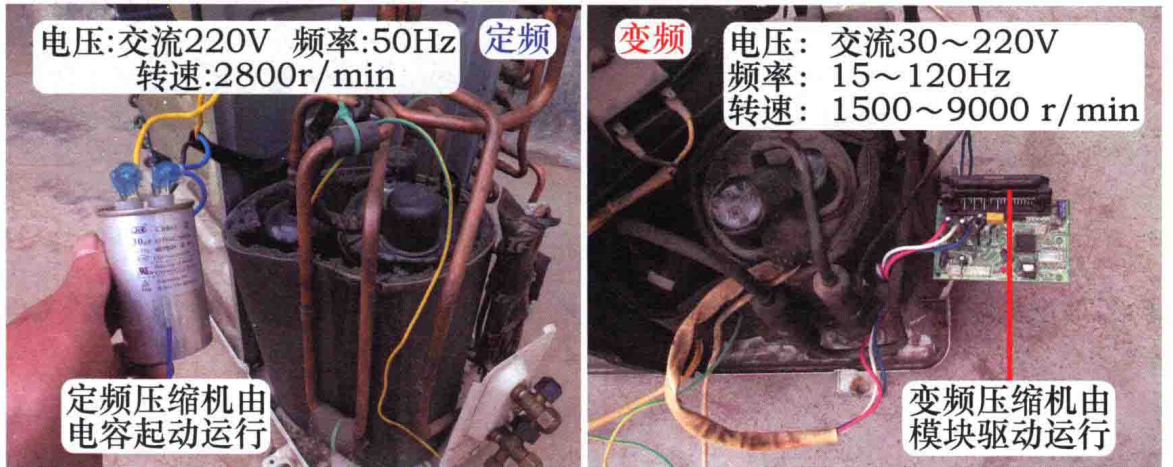


图 1-14 压缩机起动方式对比

(3) 电磁干扰保护

电磁干扰保护对比见图 1-15。

变频空调器由于模块等部件工作在开关状态，使得电路中电流谐波成分增加，降低功率因数，因此增加滤波电感等部件，定频空调器则不需要设计此类部件。

(4) 温度检测

温度检测器件对比见图 1-16。

变频空调器为了对压缩机运行时进行最好的控制，设计了室外环温传感器、室外管温传

定频

无

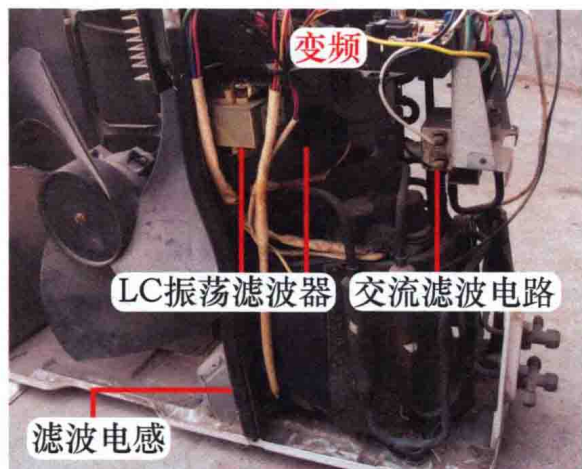


图 1-15 电磁干扰保护对比

定频

无

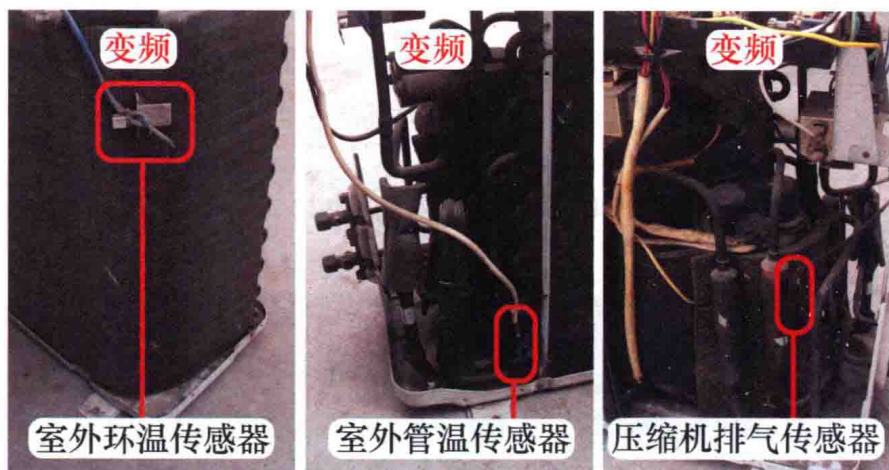


图 1-16 温度检测器件对比

感器、压缩机排气传感器，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）。

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、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

两类空调器基本相同。

4. 电控系统

两类空调器电控系统工作原理不同，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改称为变频空调器。

第二节 变频空调器工作原理和分类

本节介绍变频空调器的节电原理、工作原理、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 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，因而压缩机转速范围为 1500 ~ 9000r/min。

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。

二、变频空调器工作原理

图 1-17 为变频空调器工作原理框图，图 1-18 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，与环温传感器温度相比较，如达到开机条件，控制室内机主板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，得出压缩机的实际运行频率，输出 6 路信号（控制信号）至智能功率模块（IPM）。

模块是将直流 300V 电转换为频率与电压均可调的三相变频装置，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 6 路信号使每只 IGBT 开关管导通 180°，且同一桥臂的两只 IGBT 开关管一只导通时，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 开关管导通相位差在 120°，在任意 360°内都有 3 只 IGBT