

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 边学边用 丛书



边学边修

变频空调器

王学屯 主编

1 名家带你轻松入门

2 基础知识完全理解

3 实用技能完全掌握

4 易看易懂易学易用



化学工业出版社

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 边学边用 丛书



边学边修

变频空调器

»» 王学屯 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用大量的电路图、实物图以及可靠的实测数据,详细地介绍了变频空调器的维修知识,主要包括:需要掌握的基础知识、变频空调器各系统基本工作原理、变频空调器电路实例分析、常用维修工具及仪表的使用方法、常用维修方法与工艺、变频空调器维修基础知识、变频空调器常见故障维修实例、常见机型维修经验等。本书最后还附有维修资料宝库,便于读者查阅。

本书内容实用,基础性强,原理分析透彻,维修实例丰富,图片量多精美,资料准确可靠,语言通俗易懂,文字言简意赅。

本书适合家电维修技术人员、初学者及业余爱好者自学使用,也可用作职业院校和培训机构相关专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

边学边修变频空调器/王学电主编. —北京:化学工业出版社, 2016.6

(电子电工技术边学边用丛书)

ISBN 978-7-122-26723-8

I. ①边… II. ①王… III. ①变频空调器-维修
IV. ①TM925.107

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第070900号

责任编辑:要利娜

文字编辑:陈 喆

责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

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:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张9 插页4 字数240千字

2016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:38.00元

版权所有 违者必究

本书为“电子电工技术边学边用丛书”之一。本系列不求高、大、全，但求精、细、美，即在章节选材上要“经典、精练”；在内容上要“细致入微”，尽量贴近初学者；列举图片要“精美”，让读者不光是读图，更是对图片的一种欣赏。

本书共分8章，主要内容如下。

第1章主要介绍变频空调器的特点、交流变频空调器和直流变频空调器的控制原理、变频空调器的整机结构等，是学习变频空调器维修的基础知识。

第2章主要介绍制冷/制热系统工作原理、电气控制系统及各单元电路的工作原理、空气循环通风系统等，是维修变频空调器的基本和必备基础知识。

第3章主要分析了长虹 KFR-28 GW/BP (BMF)、长虹 KFR-28GW/BQ 和海信科龙 KER-35GB (40GB) /27FZBP 变频空调器的实际电路，单元电路图和电路原理较为详尽。

第4章主要讲述空调器常用维修工具、专用维修工具及维修用仪表的正确使用方法和技巧。“工欲善其事，必先利其器”，只有掌握了维修工具和检测工具的使用方法，才能进行基本的电路测试和管路检测，从而又快又好地完成维修的任务。

第5章主要介绍维修空调器的常用维修方法及工艺等。

第6章主要介绍变频空调器故障检修的步骤与顺序、变频空调器正常工作参数、电气控制系统及部件的检修、变频空调器传感器的安装位置、变频空调器控制模式等，是在维修前应当熟练掌握的维修基础知识。

第7章主要从故障代码、通信问题、制冷问题、制热问题、变频模块问题、压缩机问题和其他问题等几个方面来列举一些

维修实例，是一些维修经验的总结，对实际维修工作有一定的参考意义。

第8章主要介绍了长虹 KFR-28 GW/BP (BMF)、长虹 KFR-28GW/BQ、海信科龙 KER-35GB (40GB) /27FZBP 变频空调器维修实例以及故障维修逻辑图，对维修起到了一个规范的理论指导。

附录给出了常见变频空调器故障代码、常见单片机引脚功能、常用变频机型电路图和接线图，方便读者参考和查阅。

本书适合家电维修技术人员、初学者及业余爱好者自学使用，也可用作职业院校和培训机构相关专业的参考书。

本书由王学屯主编，参加编写的还有潘晓贝、王墨敏、高鲜梅、孙文波、王米米、刘军朝、王江南、张建波、赵广建、王学道、王琼琼等。

由于笔者水平有限，且时间仓促，本书难免有不妥之处，恳请各位读者批评指正，以便日臻完善，在此表示感谢。

编 者

第1章 需要掌握的基础知识

1

1.1 变频空调器控制原理	1
1.1.1 变频空调器的特点	1
1.1.2 交流变频空调器的控制原理	3
1.1.3 直流变频空调器的控制原理	6
1.2 变频空调器的整机结构	7
1.2.1 制冷循环系统	8
1.2.2 空气循环通风系统	9
1.2.3 电气控制系统	9
1.2.4 箱体	10

第2章 变频空调器各系统基本工作原理

13

2.1 制冷/制热系统工作原理	13
2.1.1 变频空调器制冷/制热原理	13
2.1.2 变频压缩机	15
2.1.3 变频模块	16
2.1.4 热交换器	18
2.1.5 毛细管与电子膨胀阀	19
2.1.6 电磁四通阀	21
2.1.7 辅助设备	25
2.2 电气控制系统	31
2.2.1 变频空调器电控板关键器件的认识	31
2.2.2 变频空调器电气控制系统的组成	34
2.2.3 变频空调器室内、室外机电气接线图	37

2.2.4	单片机及工作条件	38
2.2.5	电源电路	42
2.2.6	驱动控制电路	46
2.2.7	温度传感器	49
2.2.8	室外机 220V 市电供电控制电路	51
2.2.9	电源过零检测电路	51
2.2.10	过流检测电路	53
2.2.11	信号输入电路	54
2.2.12	通信电路	56
2.2.13	压缩机驱动电路	62
2.2.14	变频器 + 300V 供电及控制电路	68
2.2.15	只读存储器	69
2.2.16	遥控器电路	71
2.2.17	电压检测电路	72
2.2.18	瞬间断电保护电路	73
2.2.19	显示电路	73
2.3	空气循环通风系统	78
2.3.1	室内空气循环通风系统	78
2.3.2	室外空气循环通风系统	81

第3章 变频空调器电路实例分析

83

3.1	长虹 KFR-28GW/BP (BMF) 变频空调器的电路分析	83
3.1.1	室内机开关电源电路	83
3.1.2	室内机复位电路及时钟电路	84
3.1.3	室内机过零检测电路	87
3.1.4	室内机蜂鸣器驱动控制电路	87
3.1.5	室内机步进电动机驱动控制电路	87
3.1.6	室内机温度检测电路	88
3.1.7	室内机风机控制电路	89

3.1.8	室外机电源控制电路	90
3.1.9	通信电路	91
3.1.10	室外机电源监视电路	93
3.1.11	室外机过、欠压保护电路	93
3.1.12	室外机瞬时断电保护电路	95
3.1.13	室外机时钟电路与复位电路	95
3.1.14	室外机四通阀驱动控制电路	96
3.1.15	室外机温度检测电路	96
3.1.16	室外机风机控制电路	98
3.1.17	室外机功率模块驱动电路	98
3.1.18	室外机电源电路工作原理	99
3.2	长虹 KFR-28GW/BQ 变频空调器电路分析	99
3.2.1	室内机开关电源电路	100
3.2.2	室内机单片机工作条件电路	101
3.2.3	室内直流风机控制电路	102
3.2.4	室内过零检测电路	103
3.2.5	室内温度检测电路	103
3.2.6	室内步进电动机控制电路	104
3.2.7	室内空气清新电路	104
3.2.8	室内 E ² PROM、显示驱动及遥控接收电路	105
3.2.9	通信电路	108
3.2.10	室外开关电源电路	109
3.2.11	室外单片机工作条件	111
3.2.12	室外功率因数校正电路	111
3.2.13	室外电子膨胀阀控制电路	113
3.2.14	室外四通阀控制电路	113
3.2.15	室外电流检测电路	114
3.2.16	室外直流风机控制电路	115
3.2.17	室外温度检测电路	115

3.2.18	室外过零检测电路	115
3.2.19	室外 IPM 模块驱动电路及位置反馈电路	117
3.3	海信科龙 KER-35GB (40GB) /27FZBP 变频空调器 电路分析	119
3.3.1	室内机单元电路分析	119
3.3.2	室外机单元电路分析	123

第4章 常用维修工具及仪表的使用方法

129

4.1	常用维修工具	129
4.1.1	拆卸工具	129
4.1.2	剪切工具	131
4.1.3	电路板焊接、拆焊工具——电烙铁、吸锡器	132
4.1.4	冲击电钻	137
4.2	专用维修工具	137
4.2.1	真空泵	138
4.2.2	制冷剂充注工具	139
4.2.3	压力表与修理阀	140
4.2.4	温度计	142
4.2.5	制冷剂钢瓶	142
4.3	常用仪表的使用	143
4.3.1	万用表	143
4.3.2	钳式电流表	148
4.4	铜管加工技术	151
4.4.1	割管工艺	151
4.4.2	扩口、胀管工艺	152
4.4.3	弯管工艺	154
4.4.4	封口工艺	155
4.5	铜管焊接工艺	156
4.5.1	气焊设备构成与连接	156

4.5.2	气焊设备的基本操作	157
4.5.3	管路焊接工艺	159
4.5.4	便携式氧气-液化气焊	162

第5章 常用维修方法与工艺 164

5.1	常用维修方法	164
5.1.1	感觉法	164
5.1.2	观察法	166
5.1.3	测试法	167
5.1.4	电阻法	168
5.1.5	电压法	168
5.1.6	电流法	168
5.1.7	故障代码法	169
5.2	制冷系统维修的基本工艺	169
5.2.1	制冷剂的排放与回收	169
5.2.2	打压、检漏与查堵	170
5.2.3	抽空与排空	176
5.2.4	加注制冷剂	179
5.2.5	试机	184
5.2.6	制冷封口	185
5.2.7	更换冷冻油	185
5.2.8	检查整机工作状态	186

第6章 变频空调器维修基础知识 190

6.1	故障检修的步骤与顺序	190
6.1.1	故障检修的步骤	190
6.1.2	故障检修的顺序	192
6.1.3	变频空调器正常工作参数	193
6.2	电气控制系统及部件的检修	196

6.2.1	电源故障检修思路	196
6.2.2	通信故障检修思路	198
6.2.3	功率模块故障检修思路	201
6.2.4	利用强制开机功能检修	201
6.2.5	利用自诊断功能维修	202
6.3	变频空调器传感器的安装位置	202
6.4	变频空调器控制模式	204
6.4.1	基本运行模式	204
6.4.2	保护模式	206

第7章 变频空调器常见故障维修实例

209

7.1	故障代码的维修	209
7.2	通信问题故障维修	211
7.3	制冷问题故障维修	214
7.4	制热问题故障维修	218
7.5	变频模块问题故障维修	222
7.6	压缩机问题故障维修	224
7.7	其他问题故障维修	226

第8章 常见机型维修经验

233

8.1	长虹 KFR-28 GW/BP (BMF) 变频机型维修逻辑图 ..	233
8.2	长虹 KFR-28GW/BQ 变频空调器维修实例	235
8.2.1	故障代码含义及维修	235
8.2.2	用遥控器开机无任何反应故障维修逻辑图	238
8.2.3	压缩机、风扇电动机均不运转故障维修逻辑图 ..	238
8.2.4	室内风扇电动机不运转故障维修逻辑图	239
8.2.5	电子膨胀阀异常故障维修逻辑图	241
8.2.6	空气清新器不工作故障维修逻辑图	241
8.2.7	室外风扇电动机运转即停故障维修逻辑图	245

8.2.8	空调器非故障动作	245
8.3	海信科龙 KER-35GB (40GB) /27FZBP	246
8.3.1	PCB 板布局图	246
8.3.2	故障显示代码	248
8.3.3	常见故障维修逻辑图	250

附录 维修资料宝库

262

参考文献

276

第1章

需要掌握的基础知识

本章主要介绍变频空调器的特点、交流变频空调器和直流变频空调器的控制原理、变频空调器的整机结构等，是学习变频空调器维修的基础知识。

1.1 变频空调器控制原理

1.1.1 变频空调器的特点

空调器变频控制系统是通过室外机内部的变频控制器改变频率，从而控制空调器压缩机的转速，使压缩机转速连续保护，实现压缩机能量的无级调节。

由于变频空调器实现了对压缩机的变频控制，当室内空调负荷加大时压缩机转速在单片机控制下加快运转，制冷量或制热量也相应增加；当室内空调负荷减小时，压缩机转速在单片机控制下相应减小。变频空调器与定频空调器相比，具有如下一些特点。

① 快速达到设定温度。变频空调器能使压缩机电动机的转速变化达到连续的容量控制，而压缩机电动机的转速是根据室内负载

成比例变化的。

变频空调器启动后转速较定频空调器大许多，因此制冷或制热速度就更快，使用能快速达到设定温度。

② 调节室温更加舒服。定频空调器对室温的调节是通过压缩机的运转与停止来完成的，而变频空调器对室温的调节是通过变频器控制压缩机快慢的转速而实现的，所以室内温度波动小，调节室温更加舒服。

③ 节能运转。定频空调器在达到设定温度后，压缩机会停止，循环系统中已经压缩的制冷剂的压力会释放，冷热能源被白白消耗。当压缩机再运转时，又要开始新的压缩过程，浪费大量能源。但变频空调器可以调节功率的大小，必要时可以降低转速，减小功率，只供应必要的能源，这样可以大大减少压缩机停止、运转的次数，节省能源。

④ 低温制热能力强。定频空调器在室外温度低于 0°C 时。制热能力会变得很低。但变频空调器在室外温度较低的情况下，可以提高压缩机的转速来提高制热能力，即使室外温度较低，也能充分发挥制热能力。变频空调器在室外温度为 $-15\sim-10^{\circ}\text{C}$ 时，仍能正常工作，适应性强。

⑤ 低温除湿效果好、化霜好。变频空调器可以根据室内温度的变化，自动地调节压缩机的转速。当室内温度较低的情况下，压缩机以低速运转，空调器的功率变小，有效地避免了室内机蒸发器结霜，同时大大减少了室内温度的波动。由于室内机蒸发器的温度可以通过调节压缩机的转速来进行调节，蒸发器温度可以控制在一个合适的范围内，室内空气中的水分在蒸发器上面连续冷凝，大大提高了除湿效果，节约了能源。

采用电子膨胀阀节流元件后，化霜不停机。它利用压缩机排气时的热量先向室内供热（余下的热量输送到室外机），将换热器翅片上的霜化掉。

⑥ 变频空调器的节流运用电子膨胀阀以控制流量，这能使变频压缩机的优异性得到充分的发挥。室外机单片机可以根据设在膨

胀阀进出口、压缩机吸气管等多处的温度传感器收集的信息来控制阀门的开启度，随时改变制冷剂的流量。压缩机的转速与膨胀阀的开启度相对应，供压缩机的输送量与通过阀的供液量相适应，使其过热度不至于太大，蒸发器的能力得到最大限度的发挥，从而实现制冷系统的最佳控制。

⑦ 运行电压适应范围宽。在市电电压为 160~250V 的范围内，仍能可靠地工作。

⑧ 传感器控制精确。室内机和遥控器均设有传感器，结合自动风向调节，控制精确，可实现人体周围环境的最佳调节。

1.1.2 交流变频空调器的控制原理

由理论推导可知，交流异步电动机的转速计算公式为：

$$n = \frac{60f}{p}$$

式中， n 为电动机的转速； f 为电动机电源的频率； p 为电动机的极对数。

由上式可知，改变电动机的供电频率 f 就可以改变电动机的转速 n 。

交流变频空调控制器原理方框图如图 1-1 所示。

交流变频器的工作原理是把工频市电（220V、50Hz）转换为直流电源，为变频器提供工作电压，再将直流电压“逆变”成脉动交流电，并把它送到变频功率模块，同时变频功率模块受单片机送来的控制信号控制，输出频率可变的电源，使压缩机电动机的转速随电源频率的变化而做相应的改变，从而控制压缩机的排气量，调节制冷量和制热量。

变频电路的基本原理如图 1-2 所示。图中 VT1、VT2、VT3、VT4 的导通与截止是由单片机控制的，当 VT1、VT4 和 VT3、VT2 轮流导通时，电动机 M 就获得了驱动电流（完成逆变）；当分别改变 VT1、VT4 和 VT3、VT2 导通的时间，电动机 M 就获得了频率不同的电源（完成逆变）。将半导体功率器件再增加一路

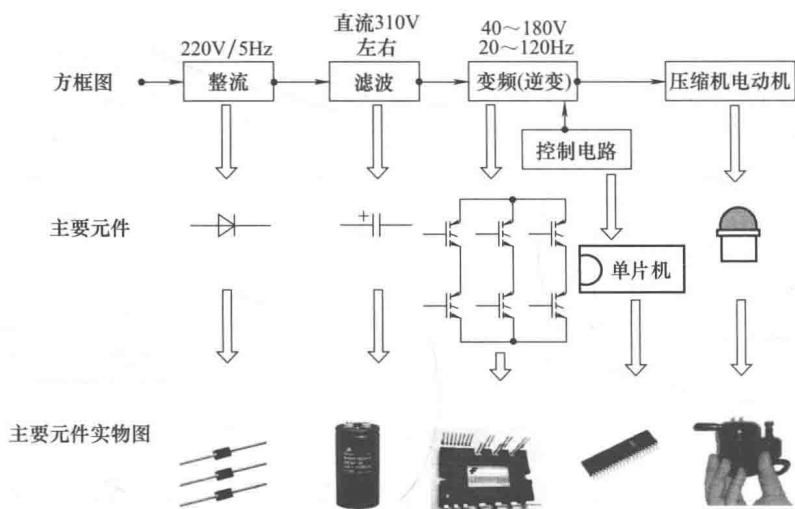


图 1-1 交流变频空调控制器原理方框图

时，且这些器件按照三相电的时序控制，它们的导通和截止就可产生三相变频电源，如图 1-3 所示。

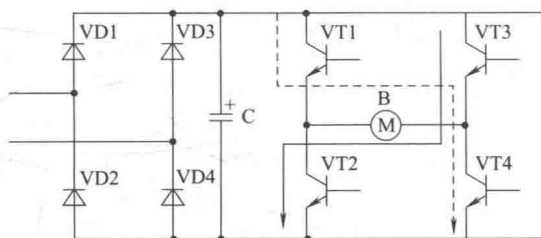


图 1-2 变频电路的基本原理

变频空调器的变频控制，是利用逆变器中广泛采用的 PWM (Pulse Width Modulation, 脉宽调制) 技术实现的。“调制”简单理解就是两种以上的信号进行一定规律的叠加，“脉宽”就是脉冲的宽度，PWM 脉宽调制简单理解就是根据脉冲信号的宽度来进行叠加信号。PWM 脉宽调制方式如图 1-4 所示。

由于 PWM 输出的电压波形和电流波形都是非正弦波，具有许

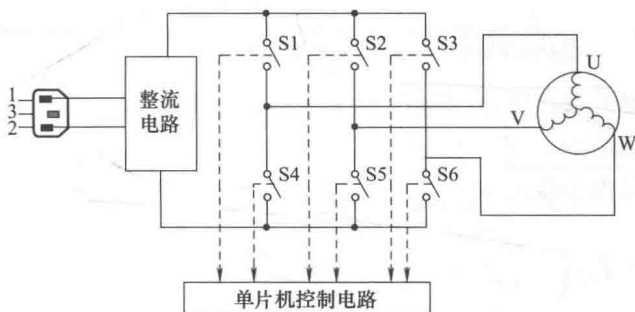


图 1-3 三相变频电源的基本原理

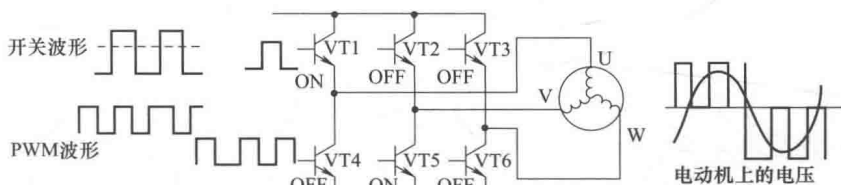


图 1-4 PWM 脉宽调制方式

多高次谐波成分，这样就使得输入到电动机的能量不能得以充分选用，增加了耗损。为了使输出波形接近于正弦波，提出了正弦波脉宽调制（SPWM）。

所谓 SPWM，简单地说，就是在进行脉宽调制时，使脉冲序列的占空比按照正弦波的规律进行变化，即当正弦波幅值为最大时，脉冲的宽度也最大，当正弦波幅值为最小时，脉冲的宽度也最小，如图 1-5 所示。这样，输出到电动机的脉冲序列就可以使得负载中的电流高次谐波成分大为减少，从而提高了电动机的效率。

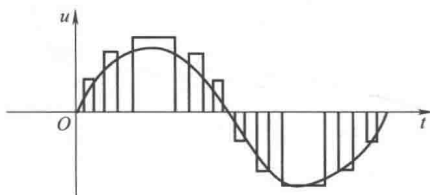


图 1-5 SPWM 波形图