

实战
家电维修

王学屯 编著

图表详解 变频空调器

维修实战



配视频

全彩图表**细说**



全程维修**实战**



全面维修**技能**



化学工业出版社

实战
家电维修

图表详解 变频空调器

维修实战

王学屯 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用“图表”与“全彩”结合的形式,详细介绍了变频空调器的维修知识,主要内容包括变频空调器的特点和原理、变频空调器的维修工艺、变频空调器的管路系统原理及检修、变频空调器的电源电路原理及检修、变频空调器的通信电路原理及检修、变频空调器的控制电路原理及检修、变频空调器的遥控器和显示电路原理及检修、品牌变频空调器的故障分析与检修等。附录汇总了常用变频空调器的电路图,方便读者查阅。

本书内容实用性强,机型新颖常用,原理讲解透彻,维修技能精细,适合于家电售后人员或家电维修人员学习使用,也可作为职业院校或相关技能培训机构的教材及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

图表详解变频空调器维修实战 / 王学屯编著. — 北京: 化学工业出版社, 2017.8
(实战家电维修)

ISBN 978-7-122-29762-4

I. ①图… II. ①王… III. ①变频空调器 - 维修 - 图解 IV. ① TM925.120.7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 117424 号

责任编辑: 要利娜

责任校对: 边 涛

文字编辑: 孙凤英

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 装: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 412 千字 2017 年 9 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: 68.00 元

版权所有 违者必究





前言

变频空调器的销量逐年增加，其维修与保养也显得越来越重要。特别是变频空调器的结构复杂、成本高，对维修技术也提出了更高的要求。为了让广大空调设备维修的初中级人员在短时间内掌握空调器的制冷技术、单片机电路控制技术及基本检修方法，我们在总结实践经验和搜集相关资料的基础上编写了本书。希望本书的出版能给广大空调器维修人员提供帮助。

本书是“实战家电维修”系列图书之一，内容新颖，新知识点较多，语言通俗易懂。图表形式的讲解方式使读者学习起来十分轻松愉快，操作起来也更加容易上手。基本上避免了烦琐的理论讲述，对于需要学习和掌握空调器设备维修技术的读者来说，是一本难得的工具型、资料型图书。

本书的最大特点是：

① 全程图表解析，形式直观清晰，一目了然。原理阐述简单化、起点低、语言简洁，入门级维修人员即可读懂。

② 全程维修实战，直指故障现象，对症下药。

③ 机型常用，故障类型丰富，随查随用。

④ 常见故障分析与实战维修，故障现象分析详尽，有正常参数比对，判断故障技巧实用，维修案例经典。

⑤ 全彩印刷，重点知识、核心内容、信号传输及元器件等采用不同颜色标注，提高阅读效率。

全书由王学屯编著。王昱敏、高选梅、孙文波、王米米、王江南、王学道、负建林、王连博、杨燕、张建波、张邦丁、王琼琼、刘军朝、张铁锤、负爱花等为本书资料整理、图表绘制等做了大量的工作。在本书的编著过程中参考了大量的书籍，对这些书籍的作者深表感谢！

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

编著者

目录

基础篇

第1章 变频空调器的组成及工作原理	002
1.1 变频空调器控制原理.....	002
1.1.1 变频空调器的特点.....	002
1.1.2 直流变频和交流变频	004
1.1.3 交流变频空调的控制原理.....	005
1.1.4 直流变频空调的控制原理.....	006
1.2 变频空调器的系统组成.....	007
1.2.1 制冷循环系统.....	007
1.2.2 空气循环通风系统.....	008
1.2.3 电气控制系统.....	008
1.2.4 箱体.....	009
1.3 制冷剂.....	011
1.3.1 变频空调器常用制冷剂	011
1.3.2 使用制冷剂注意事项	012
1.3.3 有关 R410A 制冷剂的问题	013
第2章 变频空调器基本维修工艺	014
2.1 电路板焊接工艺	014
2.1.1 实战1——导线的焊接工艺	014
2.1.2 实战2——元件的焊接工艺	015
2.2 铜管加工技术	019
2.2.1 实战3——割管工艺.....	019
2.2.2 实战4——扩口工艺.....	020
2.2.3 实战5——胀管工艺.....	021
2.2.4 实战6——弯管工艺.....	022
2.3 常用仪表的使用	022
2.3.1 实战7——万用表的测量技巧与方法.....	022
2.3.2 实战8——钳式电流表的使用	028
2.4 铜管焊接工艺	029
2.4.1 气焊设备构成与连接	029

2.4.2	实战 9——气焊设备的基本操作	031
2.4.3	实战 10——管路焊接工艺	032
2.4.4	便携式氧气—液化气焊	035
2.5	专用维修工具	036
2.5.1	真空泵	036
2.5.2	制冷剂充注工具	037
2.5.3	压力表与修理阀	038
2.5.4	温度计	040
2.5.5	制冷剂钢瓶	041

实战篇

第 3 章 制冷 / 制热循环系统 044

3.1	空调器制冷 / 制热原理	044
3.2	热交换器	045
3.2.1	热交换器的结构特点	045
3.2.2	蒸发器在空调器中的安装部位	046
3.2.3	冷凝器在空调器中的安装部位	047
3.2.4	实战 11——热交换器常见故障与维修	047
3.3	毛细管与膨胀阀	048
3.3.1	节流的作用	048
3.3.2	电子膨胀阀	048
3.3.3	电子膨胀阀在空调器中的安装部位	049
3.4	辅助设备	050
3.4.1	干燥过滤器	050
3.4.2	分液器	051
3.4.3	实战 12——电磁四通阀常见故障与维修	051
3.4.4	单向阀	058
3.4.5	截止阀	059
3.5	制冷系统维修的基本工艺	062
3.5.1	实战 13——制冷剂排放与回收	062
3.5.2	实战 14——打压、检漏与查堵	065
3.5.3	实战 15——抽真空与排空	070
3.5.4	实战 16——加注制冷剂	076
3.5.5	更换冷冻油	080
3.5.6	试机	081

4.1	变频空调器电气控制系统的组成	082
4.1.1	电气控制系统的主要作用	083
4.1.2	变频空调器室内、室外机电气接线图	083
4.2	电源电路工作原理	085
4.2.1	室内机电脑板供电电源电路工作原理	085
4.2.2	室外机供电电源电路工作原理	088
4.2.3	实战 17——电源电路故障检修	090
4.3	单片机及工作条件	093
4.3.1	单片机特点与工作原理	093
4.3.2	单片机工作条件	094
4.3.3	实战 18——单片机的故障维修	095
4.4	驱动控制电路	096
4.4.1	驱动控制电路的作用	096
4.4.2	实战 19——驱动控制电路的故障维修	096
4.5	检测、传感器电路	099
4.5.1	温度传感器的基本电路	099
4.5.2	传感器安装位置	100
4.5.3	传感器工作原理	101
4.5.4	实战 20——传感器电路的故障维修	101
4.5.5	电源过零检测电路	103
4.5.6	过流检测电路	103
4.6	室外机 220V 市电供电控制电路	104
4.7	信号输入电路	105
4.7.1	按键输入电路	105
4.7.2	遥控接收电路	105
4.7.3	实战 21——遥控发射电路的故障维修	106
4.8	通信电路	108
4.8.1	通信电路基本原理	108
4.8.2	海信 KFR-26GW/39BP 空调器通信电路	109
4.8.3	科龙 KFR-28GB/BP 空调器通信电路	110
4.8.4	实战 22——通信电路的故障维修	110
4.9	压缩机驱动电路	113
4.9.1	交流变频压缩机电路	113
4.9.2	直流变频压缩机电路	115
4.9.3	实战 23——变频压缩机故障判断与更换	115
4.9.4	实战 24——变频模块的故障维修	118
4.10	变频器 +300V 供电及控制电路	120
4.11	只读存储器	121
4.12	电压检测电路	122
4.13	瞬间断电保护电路	122
4.14	显示电路	123

第5章 空气循环通风系统	127
5.1 室内空气循环通风系统	127
5.2 室外空气循环通风系统	130
5.3 电机	130
5.3.1 扫风电机	130
5.3.2 贯流电机	132
5.3.3 室外电机	135
5.4 实战 25——电机及附属器件的维修与代换	136
第6章 海信 KFR-3601GW/BP 变频空调器原理及维修	138
6.1 室内机工作原理	139
6.1.1 电源电路	139
6.1.2 单片机工作条件	140
6.1.3 过零检测电路	142
6.1.4 室内风机控制电路	143
6.1.5 步进电机控制电路	144
6.1.6 换气电路	144
6.1.7 温度传感器电路	145
6.1.8 EEPROM、显示屏信号传输及遥控接收电路	145
6.1.9 显示屏亮度检测电路	146
6.1.10 显示屏电路	147
6.2 通信电路	148
6.3 室外机工作原理	148
6.3.1 开关电源电路	148
6.3.2 单片机工作条件	150
6.3.3 电压检测电路	150
6.3.4 电流检测电路	151
6.3.5 室外风机、四通阀控制电路	152
6.3.6 温度传感器电路	153
6.3.7 EEPROM 和运行状态指示电路	154
6.3.8 过零检测电路	154
6.3.9 PWM 驱动电路	155
6.3.10 IPM 基板	155
6.3.11 滤波基板电路	156
第7章 长虹 KFR-28 变频空调器电路分析与维修	157
7.1 室内机电路原理	157
7.1.1 室内机电气接线图	157
7.1.2 室内机电源电路	158
7.1.3 室内单片机工作条件	159
7.1.4 室内机过零检测电路	159
7.1.5 室内机蜂鸣器驱动控制电路	160
7.1.6 室内机步进电动机驱动控制电路	160

7.1.7	室内机温度检测电路	161
7.1.8	室内机风机控制电路	162
7.2	室外机电路原理	163
7.2.1	室外机电气接线图	163
7.2.2	室外机电源控制电路	163
7.2.3	室外机电源电路	164
7.2.4	室外机电源过流检测电路	165
7.2.5	室外机过、欠压保护电路	166
7.2.6	室外机瞬时断电保护电路	166
7.2.7	室外机单片机工作条件	167
7.2.8	室外机四通阀驱动控制电路	168
7.2.9	室外风机驱动控制电路	168
7.2.10	室外机温度检测电路	169
7.2.11	室外机功率模块驱动电路	170
7.3	通信电路	171
7.4	长虹 KFR-28 GW/BP(BMF) 变频机型维修逻辑图	172

第 8 章 美的变频空调器的故障维修 174

8.1	美的变频空调故障代码种类汇总	174
8.1.1	室内机显示板可显示故障	174
8.1.2	变频维修小板可显示故障	175
8.2	变频空调可显示故障检修步骤及解决办法	176
8.2.1	E0 代码的检修	176
8.2.2	E1 或 E6 代码的检修	176
8.2.3	E2 代码的检修	176
8.2.4	E3 代码的检修	177
8.2.5	E5 代码的检修	177
8.2.6	E9 代码的检修	177
8.2.7	E8、E1 代码的检修	179
8.2.8	Eb、E3 代码的检修	180
8.2.9	P0 代码的检修	181
8.2.10	P1 代码的检修	182
8.2.11	P2 代码的检修	183
8.2.12	P4 代码的检修	183
8.2.13	P5 代码的检修	183
8.2.14	P6 代码的检修	184
8.2.15	P7 代码的检修	184
8.3	变频空调不可显示保护检修步骤及解决办法	184
8.3.1	室内蒸发器高低温限频保护	184
8.3.2	室外机冷凝器高低温限频保护	185
8.3.3	室外压缩机排气高温限频保护	185
8.3.4	整机过流限频保护	185
8.3.5	整机电压限频保护	186
8.3.6	PFC 故障限频保护	186

第9章 格力玉、绿、凉系列电控板的维修 187

9.1 故障代码显示	187
9.2 室外机电控板的维修	189
9.2.1 室外机主板各功能电路位置及检测点	189
9.2.2 室外机关键点参数	189
9.3 关键元件的测量及故障排查	191
9.4 常见故障分析、维修	194
9.4.1 通信故障, 内机显示 E6	194
9.4.2 室外控制器电源异常	196
9.4.3 IPM 模块保护, 内机显示 H5, 或压缩机不启动	201

第10章 常见故障分析与实战维修 204

10.1 常用维修方法	204
10.1.1 故障检修的步骤	204
10.1.2 实战 26——感觉法在检修中的应用	205
10.1.3 实战 27——观察法在检修中的应用	206
10.1.4 实战 28——测试法在检修中的应用	206
10.1.5 实战 29——电阻法在检修中的应用	207
10.1.6 实战 30——电压法在检修中的应用	209
10.1.7 实战 31——电流法在检修中的应用	211
10.1.8 故障代码法	212
10.2 故障显示代码及排除方法	212
10.2.1 以故障代码为导向的维修方法	212
10.2.2 实战 32——故障代码维修案例	217
10.3 不制冷的故障检修	219
10.3.1 制冷系统的正常参数	219
10.3.2 不制冷的分析思路	220
10.3.3 制冷系统泄漏、堵塞与缺制冷剂的判断	220
10.3.4 实战 33——不制冷故障维修案例	222
10.4 不制热或制热效果差的故障检修	224
10.4.1 制热工作状态下的正常参数	224
10.4.2 空调器不制热或制热效果差原因分析	224
10.4.3 制热状态下缺制冷剂的判断	225
10.4.4 制热状态下四通阀串气的判断	227
10.4.5 实战 34——四通阀的更换	228
10.4.6 实战 35——不制热或制热效果差故障维修案例	229
10.5 制冷差的故障检修	231
10.5.1 制冷量不足分析思路	231
10.5.2 实战 36——制冷量不足的检修实例	234
10.6 整机不工作的故障检修	238
10.6.1 整机不工作的分析思路	238
10.6.2 实战 37——电源电路故障检修实例	239
10.7 保护停机故障检修	242

10.7.1	保护停机的分析思路	242
10.7.2	实战 38——保护停机的检修实例	243
10.8	通信电路故障检修	246
	实战 39——通信电路检修实例	246
10.9	漏水、结冰故障检修	249
10.9.1	空调器漏水的原因	249
10.9.2	蒸发器结冰原因及排除方法	250
10.9.3	实战 40——漏水、结冰的检修实例	251
附录		253
参考文献		258

基础篇



变频空调器维修既需要理论知识，又需要实际操作经验，而实际操作是建立在扎实的理论基础之上的。所以本书以“基础篇”开篇，主要讲述变频空调器的型号、分类、参数、组成、作用和基本维修工艺，作为学习空调器维修的预备知识。通过对本篇的学习，读者可以为下一步进行实际操作打下良好的基础，实际操作起来可以更加得心应手。



第1章



变频空调器的组成及工作原理

1.1 变频空调器控制原理

1.1.1 变频空调器的特点

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	
① 快速达到设定温度	变频空调器能使压缩机的转速变化达到连续的容量控制，而压缩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转速的快慢而实现的，所以室内温度波动小，调节室温更加舒服

续表

变频空调器的特点	
③ 节能运转	定频空调器在到达设定温度后，压缩机会停止工作，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能力的大小，必要时可以降低转速，减小能力，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℃ 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 ~ -10℃ 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。在室内温度较低的情况下，压缩机以低速运转，空调器的能力变小，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

变频空调与定频空调对比			
类别	定频 26 型	变频 26 型	变频优点
功率	定频空调的额定功率为 932W 的压缩机也是额定转速（如 1000r/h），是不会改变的，达到设定温度停机，达不到温度再开机制冷或制热	变频空调 26 型压缩机可根据室内环境温度改变压缩机的转速，刚开机时用最大功率 1450W，迅速达到设定温度	速冷、速热，可达到冬季 3min 制热，夏天 1min 制冷的效果
频率	定频空调只有 50Hz	变频空调属于 10~150Hz，无级变速	变频范围更宽
停机	达到设定温度后会停机，达不到设定温度要开机，启动电流大，每次开机启动的耗电量是平时耗电量的 2 倍以上	达到设定温度后，慢慢改变压缩机的转速，最低 180W 耗电量，越用越省电（变频空调不是不停机，是减少停机次数）	节能省电 30%



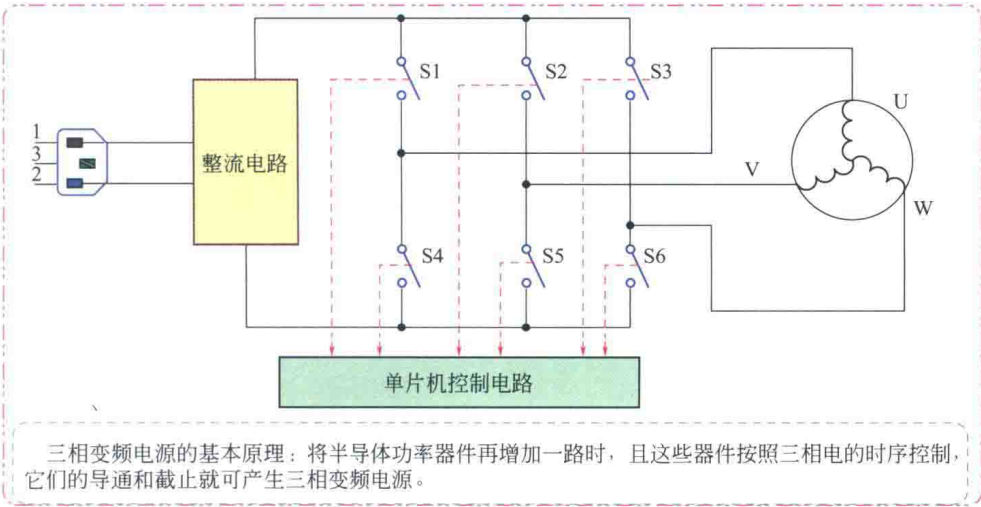
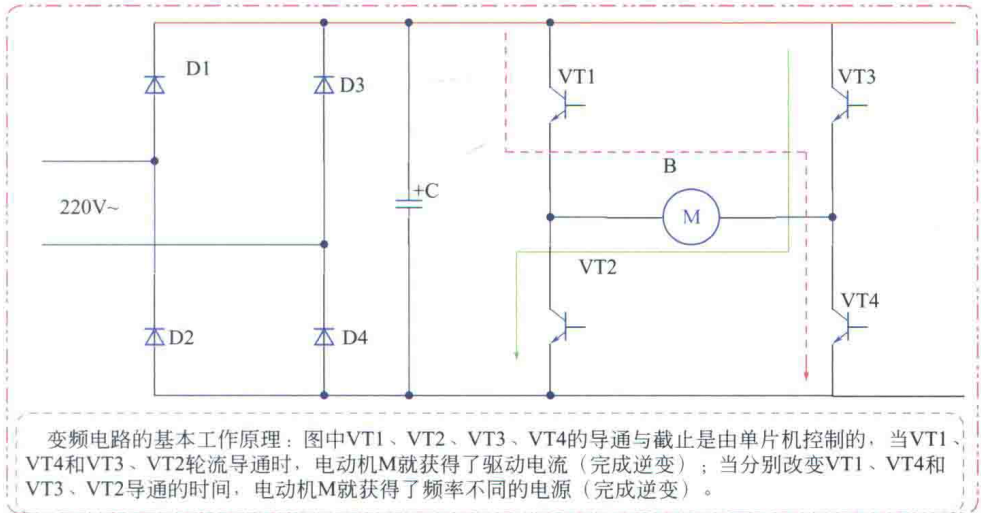
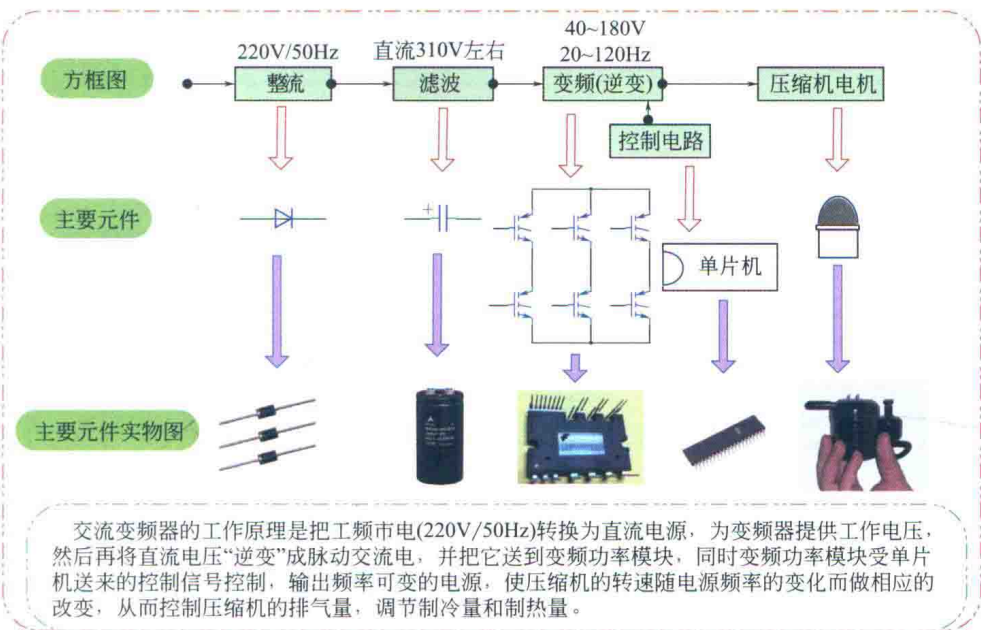
续表

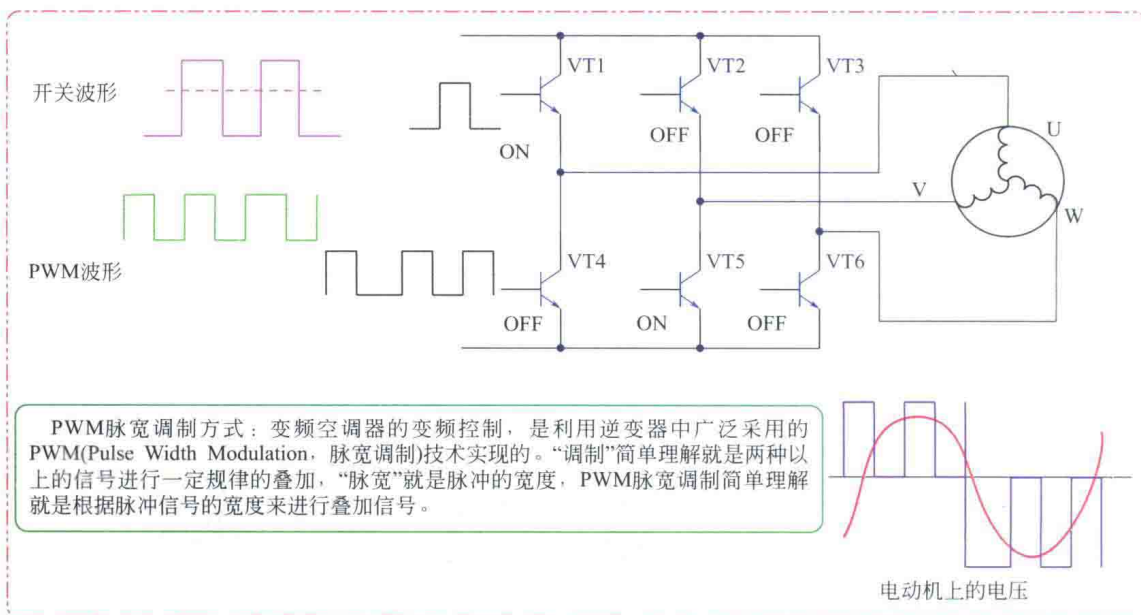
变频空调与定频空调对比			
类别	定频 26 型	变频 26 型	变频优点
温差	频繁开机和关机，会造成室内 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温差，舒适感不强，容易感冒	达到设定温度后，一直保持最低 180W 耗电量，只有 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 温差，舒适感强，特别适合老年人和小孩使用	舒适恒温，保持 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 温差
除霜	普通定频空调冬季制热速度慢，开机 40min 后，需化霜 8~10min，耗电量大，制热差	变频空调自动化霜，有霜化霜，没霜不化，压缩机开机不停机，可避免定频空调冬季压缩机不好启动，电子膨胀阀可有效控制冷媒流量，使空调处在最佳运行状态	超低温 -15°C 启动
电压	定频空调电压范围 187~242V	150~242V	超低压 150V 启动
噪声	定频空调噪声大，使用寿命短	整机运行平稳，寿命更长，噪声更低	整机运行平稳，寿命更长，噪声更低

1.1.2 直流变频和交流变频

直流变频原理	采用直流变频压缩机，压缩机里面使用的是永磁电机，其转子是一个永磁体，通过定子的三相绕组产生的旋转磁场与转子永磁磁场相互作用，产生电磁转矩，实现压缩机运转。 特点：效率高与噪声低。直流变频压缩机效率比交流变频压缩机高 10% ~ 30%，噪声低 5 ~ 10dB
交流变频原理	采用交流变频压缩机，压缩机里面使用的是感应电机，其转子是由普通的导体（铜条或铜线等）构成的一个个环状回路的集合，感应电机通过定子的三相绕组产生旋转磁场，并与转子绕组中的感应电流相互作用产生电磁转矩，从而使转子运转。但其特别的设计可以使得电机在较大范围内通过改变电源的频率和电压来实现变频的功能
直流变频与交流变频的区别	直流变频和交流变频整个变频环节和所用的器件均是一模一样的，可以说输入到压缩机的电源的特性都是一样的，唯一不同的就是压缩机的结构不一样。 交流变频压缩机用的是异步电机（也叫感应电机），其转子是一些导体的集合，不具有磁性，只能通过从定子上产生感应电流后与定子的磁场相互作用实现转子的旋转。 直流变频压缩机用的是永磁电机，其转子是由永磁材料构成的，转子磁场与定子磁场直接作用实现转子的旋转。直流变频压缩机控制方式更复杂、难度更大。直流变频压缩机的电机效率也更高

1.1.3 交流变频空调的控制原理





1.1.4 直流变频空调的控制原理

采用无刷直流电动机作为压缩机的空调器称为直流变频空调是不确切的，因为我们都知道直流电是没有频率的，根本就谈不上变频，但人们习惯上认为采用无刷直流压缩机的空调器就是直流变频空调。

