

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 边学边用 丛书



边学边修

空调器

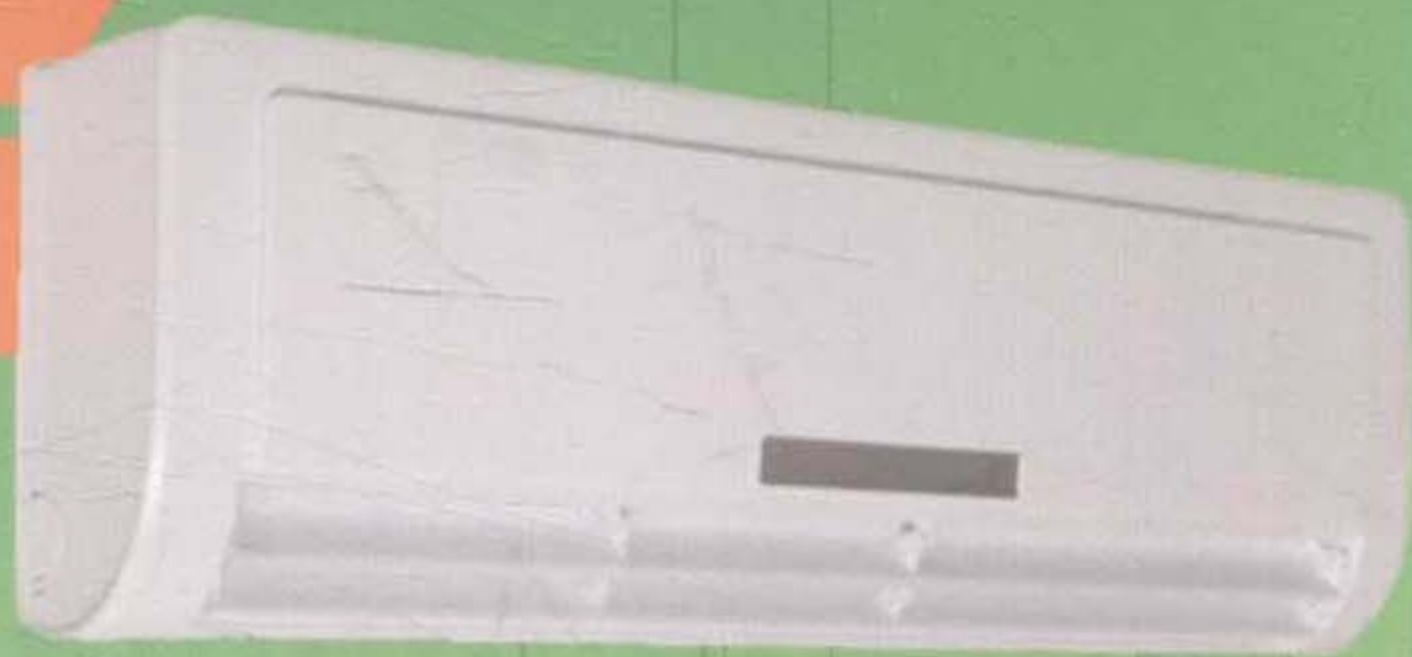
»» 王学屯 主编

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

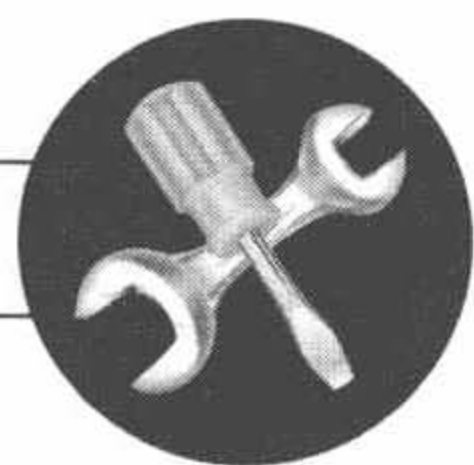
4 易看易懂易学易用



化学工业出版社

BIANXUEBIANYONG

电子电工技术 / 边学边用 / 丛书



边学边修

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，详细地介绍了空调器的维修知识，主要内容包括：需要掌握的基础知识、空调器的基本工作原理、定频空调器电路实例分析、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、空调器的安装与移机、常见故障分析与维修、常见机型的维修等。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

边学边修空调器/王学屯主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.6

(电子电工技术边学边用丛书)

ISBN 978-7-122-26843-3

I. ①边… II. ①王… III. ①空气调节器-维修
IV. ①TM925.120.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082353 号

责任编辑: 耍利娜

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 吴 静

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 9½ 插页 1 字数 251 千字

2016 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: 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、精炼”；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。

本书根据家用空调器的工作原理、特点和常见故障现象、维修特点，结合维修技能要求有针对性地选择定频空调器、变频空调器等展开讲解。本书共分9章，主要内容如下。

第1章 主要介绍什么是空调器，空调器制冷和制热原理，制冷剂，冷冻机油，空调器的有关术语，空调器的分类型号及参数等，这些都是维修空调器所需掌握的基础知识。

第2章 以家用常见的蒸气压缩分体壁挂热泵型空调器为主线，重点介绍它的系统组成及各系统的主要作用，详细介绍空调器的基本工作原理。讲解力求通俗易懂，内容也是维修、调试人员必备的基础知识。

第3章 主要介绍定频空调器的电路控制原理，以格力KFR-25GW/35GW机型和志高KFR-30D/A机型为主，对电源电路、单片机电路、输入与显示电路、市电过零检测电路、各控制功能原理、制冷和制热控制原理等进行了详细的分析，对认识与学习空调器的电路控制原理起到了抛砖引玉的作用。

第4章 主要介绍变频空调器的工作原理、变频空调器控制系统、变频空调器特有元器件，并详细分析了长虹KFR-28GW/BQ变频空调器电路的工作原理。

第5章 主要讲述空调器维修用常用工具、专用工具及维修用仪表的正确使用方法和技巧。只有掌握了检测工具和维修工具的使用方法，才能快速地完成维修。

第6章 介绍维修空调器的通用维修方法及工艺，常用维修方法主要包括：感觉法、观察法、测试法、电阻法、电压法、电流法和故障代码法等；制冷系统维修的基本工艺有：制冷剂的排放、打压、检漏与查堵、抽真空、加注制冷剂、制冷封口、更换冷冻油、试机工艺等。

第7章 主要介绍分体空调器的安装与移机等有关操作，是空调器维修人员必备的技能之一。空调器必须经过正确的安装与调试，才能使其正常地工作和发挥其作用。

第8章 主要介绍故障检修的步骤与顺序，假故障的判断，空调器工作状态下的正常参数，电气控制系统、制冷系统常见故障检修流程及检修方法，压缩机常见故障与检修，制冷量不足故障检修及其他故障检修等。

第9章 主要介绍了志高 KFR-30D/A 定频空调器和长虹 KFR-28GW/BQ 变频空调器维修实例以及故障维修逻辑图，同时介绍了常见故障的经典维修实例和定频空调器常见故障的逻辑检修图。

附录主要介绍常见空调器故障代码、常见单片机引脚功能、常用机型电路图和接线图，以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。

本书由王学屯任主编，参加编写的还有潘晓贝、王翌敏、高选梅、孙文波、王米米、刘军朝、王江南、张颖颖、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 空调器简介 1
- 1.2 空调器制冷、制热原理 3
 - 1.2.1 制冷原理 3
 - 1.2.2 制冷剂 3
 - 1.2.3 冷冻机油 4
 - 1.2.4 空调器的有关术语 5
 - 1.2.5 压力各单位换算 6
- 1.3 空调器的分类、型号及参数 7
 - 1.3.1 空调器的分类 7
 - 1.3.2 空调器的型号与规格 11
 - 1.3.3 空调器铭牌主要参数 13

第2章 空调器的基本工作原理

15

- 2.1 空调器的系统组成及作用 15
- 2.2 制冷系统工作原理 20
 - 2.2.1 压缩机 20
 - 2.2.2 热交换器 22
 - 2.2.3 毛细管 24
 - 2.2.4 辅助设备 25
- 2.3 电气控制系统 35
 - 2.3.1 电气控制系统的组成与作用 35
 - 2.3.2 电源电路 37
 - 2.3.3 单片机 39

2.3.4	驱动控制电路	42
2.3.5	检测传感电路	45
2.3.6	信号输入电路	48
2.3.7	显示器电路	50
2.3.8	遥控器	54
2.4	空气循环通风系统	55
2.4.1	室内空气循环通风系统	55
2.4.2	室外空气循环通风系统	57

第3章 定频空调器电路实例分析

59

3.1	格力 KFR-25GW/35GW 空调器电气控制原理分析	59
3.1.1	单片机各脚功能	59
3.1.2	单片机工作条件电路	61
3.1.3	电源电路	62
3.1.4	输入电路	62
3.1.5	输出及驱动电路	63
3.1.6	指示灯电路	65
3.2	志高 KFR-30D/A 机型空调器电气控制原理分析	65
3.2.1	电源电路	65
3.2.2	单片机电路	66
3.2.3	输入与显示电路	67
3.2.4	各控制功能原理分析	70
3.2.5	制冷、制热控制原理分析	74
3.2.6	蜂鸣器报警电路	75
3.2.7	市电过零检测电路	75

第4章 变频空调器电路实例分析

77

4.1	变频空调器的工作原理	77
4.2	变频空调器的控制系统	78

4.3	变频空调器的特有元器件	79
4.3.1	变频模块	79
4.3.2	变频压缩机	80
4.3.3	电子膨胀阀	80
4.4	长虹 KFR-28GW/BQ 变频空调器电路分析	81
4.4.1	室内机开关电源电路	81
4.4.2	室内机单片机工作条件电路	83
4.4.3	室内直流风机控制电路	84
4.4.4	室内过零检测电路	85
4.4.5	室内温度检测电路	86
4.4.6	室内步进电动机控制电路	86
4.4.7	室内空气清新电路	87
4.4.8	室内 E ² PROM、显示驱动及遥控接收电路	89
4.4.9	室内通信电路	90
4.4.10	室外开关电源电路	91
4.4.11	室外单片机工作条件	93
4.4.12	室外功率因数校正电路	93
4.4.13	室外电子膨胀阀控制电路	93
4.4.14	室外四通阀控制电路	95
4.4.15	室外电流检测电路	96
4.4.16	室外直流风机控制电路	96
4.4.17	室外温度检测电路	98
4.4.18	室外过零检测电路	98
4.4.19	室外 IPM 模块驱动电路及位置反馈电路	99
4.4.20	室外通信电路	100

第5章 常用维修工具及仪表的使用方法

101

5.1	常用维修工具	101
5.1.1	拆卸工具	101

5.1.2	剪切工具	102
5.1.3	电路板焊接、拆焊工具——电烙铁、吸锡器	103
5.1.4	冲击电钻	108
5.2	专用维修工具	109
5.2.1	真空泵	109
5.2.2	制冷剂充注工具	110
5.2.3	压力表与修理阀	111
5.2.4	温度计	113
5.2.5	制冷剂钢瓶	113
5.3	常用仪表的使用	113
5.3.1	万用表	113
5.3.2	钳式电流表	120
5.4	铜管加工技术	122
5.4.1	割管工艺	122
5.4.2	扩口、胀管工艺	123
5.4.3	弯管工艺	125
5.4.4	封口工艺	126
5.5	铜管焊接工艺	127
5.5.1	气焊设备构成与连接	127
5.5.2	气焊设备的基本操作	129
5.5.3	管路焊接工艺	130
5.5.4	便携式氧-液化气焊	134

第6章 常用维修方法与工艺

136

6.1	常用维修方法	136
6.1.1	感觉法	136
6.1.2	观察法	138
6.1.3	测试法	139
6.1.4	电阻法	140

6.1.5	电压法	140
6.1.6	电流法	140
6.1.7	故障代码法	141
6.2	制冷系统维修的基本工艺	141
6.2.1	制冷剂的排放与回收	141
6.2.2	打压、检漏与查堵	142
6.2.3	抽空与排空	148
6.2.4	加注制冷剂	150
6.2.5	试机	156
6.2.6	制冷封口	157
6.2.7	更换冷冻油	157
6.2.8	检查整机工作状态	158
6.3	空调器的拆卸	161
6.3.1	室内机拆卸过程	161
6.3.2	室外机拆卸过程	164

第7章 空调器的安装与移机

169

7.1	分体空调器的安装步骤	169
7.1.1	安装分体空调器的流程	169
7.1.2	检查供电线路是否符合要求	170
7.1.3	选择安装位置	171
7.1.4	室外、室内机组的安装	172
7.1.5	连接管路	174
7.1.6	排空气	177
7.1.7	连接电缆	178
7.1.8	固定管路	178
7.1.9	试运行	178
7.2	分体空调器的移机	179
7.2.1	移机前的准备	180

7.2.2	拆机步骤及方法	180
7.2.3	重新安装	182
7.2.4	移机应注意的问题	183

第8章 常见故障分析与维修

185

8.1	故障检修的步骤与顺序	185
8.1.1	故障检修的步骤	185
8.1.2	故障检修的顺序	187
8.1.3	判别空调的假故障	188
8.2	空调器制冷系统正常工作状态	190
8.2.1	制冷系统的正常参数	190
8.2.2	制热工作状态下的正常参数	191
8.3	常见故障显示代码及排除方法	193
8.4	整机不工作的故障检修	199
8.4.1	整机不工作的分析思路	199
8.4.2	整机不工作的检修实例	200
8.5	不制冷的故障检修	204
8.5.1	不制冷的分析思路	204
8.5.2	制冷系统故障分析与判断	205
8.5.3	制冷系统泄漏与堵塞的判断	207
8.5.4	不制冷的检修实例	207
8.6	空调器不制热或制热效果差	211
8.6.1	空调器不制热或制热效果差原因分析	211
8.6.2	不制热或制热效果差故障检修实例	211
8.7	制冷差的故障检修	216
8.7.1	制冷量不足分析思路	216
8.7.2	制冷(热)量不足的检修实例	218
8.8	压缩机不启动或拖不动的故障检修	220
8.8.1	压缩机不启动故障分析	220

8.8.2	压缩机不启动的检修实例	221
8.9	四通阀故障现象及故障检修	224
8.9.1	四通阀的故障现象、原因及排除方法	224
8.9.2	电磁四通阀不良的逻辑排查	227
8.9.3	四通阀故障的检修实例	229
8.10	保护停机故障检修	230
8.10.1	保护停机的分析思路	230
8.10.2	保护停机的检修实例	232
8.11	噪声振动大故障检修	235
8.11.1	噪声振动大故障的确认与判断	235
8.11.2	噪声振动大的检修实例	235
8.12	空调器漏水原因、检修方法及维修实例	237
8.13	蒸发器结冰原因及排除方法	238
8.14	空调器缺氟后的现象、原因及排除方法	240

第9章 常见机型的维修

241

9.1	志高 KFR-30D/A 机型维修实例	241
9.1.1	志高 KFR-30D/A 机型集成电路测量数据	241
9.1.2	故障代码及代码性故障维修逻辑图	242
9.1.3	志高 KFR-30D/A 机型常见故障维修逻辑图	244
9.2	长虹 KFR-28GW/BQ 变频空调器维修实例	246
9.2.1	故障代码含义及维修	246
9.2.2	用遥控器开机无任何反应故障维修逻辑图	249
9.2.3	压缩机、风扇电动机均不运转故障维修 逻辑图	249
9.2.4	室内风扇电动机不运转故障维修逻辑图	251
9.2.5	电子膨胀阀异常故障维修逻辑图	251
9.2.6	空气清新器不工作故障维修逻辑图	253
9.2.7	室外风扇电动机运转即停故障维修逻辑图	253

9.3	经典维修实例与逻辑检修图	255
9.3.1	电源电路的检修	255
9.3.2	单片机工作条件的检修	257
9.3.3	控制电路的检修	258
9.3.4	电控板的整体代换	260
9.3.5	变频空调器电路故障的检修思路	260
9.3.6	定频空调器不能启动故障维修逻辑图	263
9.3.7	定频空调器制冷/制热不良故障维修逻辑图 ...	264
9.3.8	定频空调器其他故障维修逻辑图	264
9.3.9	故障代码显示或保护停机实例	266

附录 维修资料宝库

268

参考文献

289

第1章

需要掌握的基础知识

本章主要介绍什么是空调器，空调器制冷和制热原理，制冷剂，冷冻机油，空调器的有关术语，空调器的分类、型号及参数等，这些都是维修空调器所需掌握的基础知识。

1.1 空调器简介

随着我国经济的发展和人们生活水平的不断提高，人们对室内空气环境提出了一定的较特殊的要求，即要求通过专用设备对空气进行降温、去湿或加热、加湿、过滤等处理，以使室内空气达到一定的条件。为了满足人们生活和生产科研活动对室内气候条件的要求，就需要对空气进行适当的处理，对密封空间、房间或区域里空气的温度、相对湿度、压力、洁净度和气流速度等项参数进行调节和处理，以满足一定要求的设备，称为空气调节器，简称空调器。

空气调节四要素：温度调节、湿度调节、气流调节及空气净化。

(1) 温度调节

根据不同的需求，人为地制造一定的环境温度。如人体最舒适

的温度，一般夏季 26°C 左右，冬季在 20°C 左右；精密机械加工、装配车间，温度要求一般为 20°C 左右，光学仪器工业一般要求为 $22\sim 24^{\circ}\text{C}$ 。舒适性空调温度按国家标准，夏天为 $24\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，冬天为 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$ 。室内外温差过大会影响人体健康，所以使用空调器时室内外温差一般为 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 湿度调节

人的冷热感觉不仅随气温的高低而变化，也随湿度的大小而变化，空气过于潮湿或过于干燥都会使人感到不舒适。一般冬季的相对湿度在 $40\%\sim 50\%$ ，而夏季的相对湿度在 $50\%\sim 60\%$ 时，人会感觉比较舒适。

(3) 气流调节

空气的流速不同，人的感觉也不同。人处在适当低速流动的空气中的感觉比处在静止的空气中的感觉要好，处在变速的气流中比处在恒速的气流中更感觉舒适。一般来说，空气流速在 $0.1\sim 0.2\text{m/s}$ 的低速变动为宜。因此，对空气流速的调节也是空调的任务之一，通常设置有几挡不同的送风速度，在使用时人们就可以根据需要进行合理调节。

(4) 空气净化

空气中一般都存在有悬浮状态的固体或液体微粒。它们很容易随着人的呼吸而进入气管、肺等器官，并粘附其上。这些东西常常带有细菌，会传播各种疾病。因此，空调对空气进行滤净也是十分必要的。

在一定的范围内保持室内的温度和相对湿度，是空调最基本的任务。舒适性空调对空调精度无严格的规定，而工艺性空调对空调精度则有明确的规定，可在有关设计规范中查取。

空调器具有多种调节功能，可以对房间空气，通过制冷系统、空气循环净化装置、加热和通风装置等，进行处理除尘、冷却和除湿，即对室内温度、湿度、洁净度和气流速度实现自动调节，以满足人们生产和生活对空气状态参数的特殊要求。

1.2 空调器制冷、制热原理

1.2.1 制冷原理

人在夏天里游泳或冲澡后稍微会感到凉快，在打针时用酒精对皮肤进行消毒，涂酒精的部位也会感到一种凉丝丝的感觉，这种现象都是由于酒精和水在蒸发为气体时，吸收周围的热量，从而降低了周围的温度而形成的。由此可见：液体具有蒸发成气体时从周围物体吸收热量的性质，这就是制冷的基本原理。

空调是以氟利昂 R22（制冷剂）替代酒精和水，在热交换器中连续蒸发氟利昂，通过热交换器来冷却室内的空气。

1.2.2 制冷剂

制冷剂又称制冷工质、雪种或冷媒。在空调器设备中，热能与机械能的转换或热能的转移，都要借助于某种携带热能的工作物质的状态变化来实现，这类工作物质被称为制冷剂。在蒸气压缩式制冷系统中，它通过压缩冷却（放热）而液化，通过节流降压而汽化（吸热），从而将低温体（或高温体）的热量转移给高温体（或低温体）的物体。正是制冷剂在制冷系统中的循环吸热和放热才实现了连续的热量转移，达到制冷的目的。

制冷剂的种类较多（目前使用的制冷剂已达 80 多种），大体上可分为有氟和无氟两类。有氟空调器制冷剂使用氟利昂（R22）；无氟空调早期使用混合工质，目前多使用 R134a、R600a（异丁烷）两种。各制冷剂的特点如下：

目前，空调器中多采用氟利昂 R22 作为制冷剂。氟利昂 R22（代号 R22）分子式为： CHClF_2 ，又称二氟一氯甲烷。制冷剂的特点如下：

(1) 常温、常压下性质

氟利昂的主要特征是化学性质稳定，无毒、无味、无色、不燃烧、没有爆炸危险、对金属不腐蚀。但它不易溶于水，要求制冷系统保持干燥，以避免产生冰堵和防止含水的氟利昂对金属产生腐蚀作用；易溶解天然橡胶和树脂，比空气重。标准大气压下：沸点（ -40.8°C ）、凝固点（ -160°C ）。安全可靠，目前被普遍用作小型空调器的制冷剂。

(2) 危害

当与火焰（ 800°C 以上）高温接触，易分解成刺激性卤化碳、一氧化碳等有毒气体。

氟利昂气体随着气流上升到大气平流层后，在强烈的太阳紫外辐射作用下会产生分解，释放出氯原子。氯原子可与大气上层的臭氧分子作用生成氧化氯和氧分子，从而对臭氧层产生破坏作用。臭氧层被破坏，则会导致地球表面所受紫外辐射增加，将危害地球的生态环境，使人的免疫力下降，如皮肤病、白内障等疾病会增加，影响人类的健康甚至生存。

因此，被限制使用的氟利昂有 R11、R22、R113、R114 和 R115，空调使用的 R22 为过渡工质，到 2020 年完全禁止使用。

目前许多厂家已生产出一些新型制冷剂，如 R134a、R410a 及 R407c 等。

(3) 制冷剂饱和温度和压力的关系

如把液体（如 R22）装入密封的容器内，液体的一部分将汽化而蒸发，但达到一定的限度后蒸发将停止。达到这种限度的状态就叫饱和状态。在此状态下的压力称为饱和压力，温度称为饱和温度。就是说，在液体和气体共存的容器（例如蒸发器和冷凝器）内，压力和温度是一一对应的，这样如仅测量压力或温度中之一，那么即使不测量另一方也能从图表资料中查得它的值。

1.2.3 冷冻机油

空调器压缩机使用的润滑油被称为冷冻油或冷冻机油，它是一