

空调器维修三部曲

附赠
维修视频

全彩图解空调器 电控系统维修

李志锋 主编

跟着名师学维修，菜鸟轻松变高手

- 彩色印刷，还原真实维修场景
- 一步一图，维修过程完全图解
- 实例丰富，大量案例深度揭秘
- 免费视频，手把手教你学技能





空调器维修三部曲

全彩图解空调器 电控系统维修

李志锋 主编

常州大学图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书作者有超过10年的维修经验，并且一直工作在维修第一线，书中很多内容都是作者长期维修经验的总结，非常有价值。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掌握的基本知识和检修方法，重点介绍空调器电控系统维修知识，主要内容包括挂式空调器电控系统维修、单相和三相供电柜式空调器电控系统维修、变频空调器电控系统维修基础、变频空调器室内机和室外机电控系统维修等。另外，本书附赠有视频维修资料（通过“机械工业出版社E视界”微信公众号下载），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，还可以作为职业院校、培训学校空调器相关专业学生的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

全彩图解空调器电控系统维修/李志锋主编. —北京：
机械工业出版社，2017.4

（空调器维修三部曲）

ISBN 978-7-111-56191-0

I. ①全… II. ①李… III. ①空气调节器—电子系统—
维修—图解 IV. ①TM925.120.7—64

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第039224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：朱林

责任校对：刘岚 封面设计：路恩中

责任印制：李飞

北京新华印刷有限公司印刷

2017年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·351千字

0001—4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-56191-0

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

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com



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。随之而来的是空调器维修服务的需求在不断增加,这也促使不断有新人涌入这一行业,而他们急需在较短时间内掌握空调器维修所需的基本技能,以便实现快速上岗。而空调器行业的蓬勃发展也促使新技术和新产品不断涌现,并且随着维修工作的开展也会不断碰到新故障和新难点,原有的空调器维修人员也有继续学习不断提高维修技术的需求。本套丛书正是为了满足这些需求而编写的。

本套丛书共分为三本,分别为《全彩图解空调器维修极速入门》《全彩图解空调器电控系统维修》和《全彩图解空调器维修实例精解》。

本套丛书从入门(基础)—电控(提高)—实例(精通)三个学习层次,逐步深入,覆盖空调器维修所涉及的各种专项知识和技能,满足一线维修人员的需求,构建完整的知识体系。本套丛书的作者有超过10年的维修经验,并在多个大型品牌售后服务部门工作过,书中内容源于自己长期实践经验的总结,很多内容在其他同类书中很难找到,非常有价值。另外,本套丛书都提供免费的维修视频供读者学习使用,内容涉及空调器维修实际操作技能,能够帮助读者快速掌握相关技能。读者可通过“机械工业出版社E视界”微信公众号下载该视频。

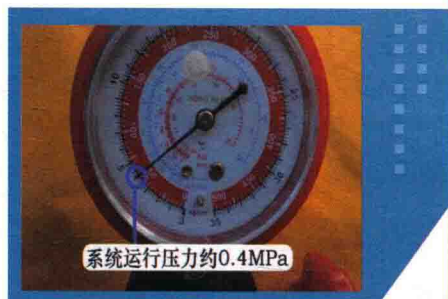
《全彩图解空调器电控系统维修》是本套丛书中的一种,重点介绍挂式、柜式和变频空调器电控系统维修知识,主要内容包括挂式空调器电控系统维修、单相和三相供电柜式空调器电控系统维修、变频空调器电控系统维修基础、变频空调器室内机和室外机电控系统维修等。

需要注意的是,为了与电路板上实际元器件文字符号保持一致,书中部分元器件文字符号未按国家标准修改。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。

本书由李志锋主编,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、殷大将、刘提、刘均、金闯、李佳静、金华勇、金坡、李文超、金科技、高立平、辛朝会、王松、陈文成、王志奎等。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。

目 录 CONTENTS



前言

第一章 挂式空调器电控系统 // 1

第一节 典型挂式空调器电控系统 // 1

- 一、电控系统组成 // 1
- 二、主板框图和电路原理图 // 2
- 三、单元电路作用 // 4

第二节 单元电路 // 5

- 一、电源电路 // 5
- 二、CPU 三要素电路 // 8
- 三、应急开关电路 // 11
- 四、接收器电路 // 13
- 五、传感器电路 // 14
- 六、跳线帽电路 // 16
- 七、显示电路 // 17
- 八、蜂鸣器驱动电路 // 19
- 九、步进电机驱动电路 // 19
- 十、辅助电加热器驱动电路 // 21
- 十一、室外机负载驱动电路 // 23
- 十二、室外机电路 // 25
- 十三、过零检测电路 // 26
- 十四、PG 电机驱动电路 // 27
- 十五、霍尔反馈电路 // 28
- 十六、遥控器电路 // 31

第二章 单相供电柜式空调器电控系统 // 34

第一节 基础知识 // 34

- 一、电控系统分类 // 34
- 二、格力 KFR-72LW/NhBa-3 电控系统 // 35

第二节 单元电路 // 38

- 一、电源电路 // 39
- 二、CPU 三要素电路 // 40
- 三、通信电路 // 42
- 四、存储器电路 // 44
- 五、接收器电路 // 44
- 六、按键电路 // 45
- 七、传感器电路 // 47
- 八、电流检测电路 // 49
- 九、高压保护电路 // 51
- 十、蜂鸣器电路 // 53
- 十一、步进电机驱动电路 // 54
- 十二、显示屏电路 // 56
- 十三、室外机负载电路 // 57
- 十四、室内风机电路 // 60
- 十五、辅助电加热器电路 // 62
- 十六、压缩机电路 // 64
- 十七、室外机电路 // 66

第三章 三相供电柜式空调器电控系统 // 69

第一节 基础知识 // 69

- 一、特点 // 69
- 二、电控系统常见形式 // 73

第二节 相序电路 // 75

- 一、相序板工作原理 // 75
- 二、三相供电检测方法 // 80
- 三、相序保护器检测方法和更换步骤 // 83
- 四、使用通用相序保护器代换步骤 // 86

第四章 柜式空调器常见故障电路原理和检修流程 // 90

第一节 压缩机不运行故障的检修流程 // 90

- 一、单相供电压缩机不运行时的检修流程 // 90

二、三相供电压缩机不运行时的检修流程 // 98

第二节 美的空调器 E6 故障电路原理和检修流程 // 105

一、电路原理和主要元器件 // 105

二、故障分析和区分部位 // 108

三、室外机故障检修流程 // 111

第三节 格力空调器 E1 故障电路原理和检修流程 // 118

一、电路原理和主要元器件 // 118

二、区分室内机或室外机故障 // 121

三、室内机故障检修流程 // 123

四、室外机故障检修流程 // 125

第五章 变频空调器电控系统基础知识 // 129

第一节 变频空调器与定频空调器硬件的区别 // 129

一、室内机 // 129

二、室外机 // 132

三、结论 // 136

第二节 工作原理和分类 // 137

一、变频空调器节电原理 // 137

二、工作原理 // 137

三、变频空调器的分类 // 139

四、交流变频与直流变频空调器的相同和不同之处 // 141

第三节 主要元器件 // 141

一、直流电机 // 141

二、PTC 电阻 // 144

三、硅桥 // 145

四、滤波电感 // 149

五、滤波电容 // 150

六、变频压缩机 // 151

第四节 智能功率模块 (IPM) // 153

一、基础知识 // 153

二、模块输入与输出电路 // 155

三、常见模块形式与特点 // 156

四、模块测量方法 // 159

五、测量说明 // 162

第六章 变频空调器室内机电路 // 164

第一节 基础知识 // 164

- 一、室内机电控系统组成 // 164
- 二、室内机单元电路中的主要电子元器件 // 167

第二节 单元电路 // 168

- 一、电源电路 // 169
- 二、CPU 及其三要素电路 // 171
- 三、应急开关电路 // 174
- 四、遥控器信号接收电路 // 175
- 五、传感器电路 // 176
- 六、指示灯电路 // 179
- 七、蜂鸣器电路 // 180
- 八、步进电机电路 // 181
- 九、主控继电器电路 // 182
- 十、过零检测电路 // 183
- 十一、PG 电机驱动电路 // 185
- 十二、霍尔反馈电路 // 187
- 十三、遥控器电路 // 189

第三节 通信电路 // 190

- 一、电路组成 // 190
- 二、工作原理 // 192
- 三、通信电压跳变范围 // 195

第七章 变频空调器室外机电路 // 196

第一节 基础知识 // 196

- 一、室外机电控系统组成 // 196
- 二、室外机单元电路中的主要电子元器件 // 200

第二节 单元电路 // 202

- 一、交流输入电路 // 202
- 二、直流 300V 电压形成电路 // 203
- 三、电源电路 // 205
- 四、CPU 及其三要素电路 // 208
- 五、存储器电路 // 210
- 六、传感器电路 // 211

- 七、压缩机顶盖温度开关电路 // 215
- 八、测试端子 // 217
- 九、电压检测电路 // 218
- 十、电流检测电路 // 220
- 十一、模块保护电路 // 222
- 十二、指示灯电路 // 224
- 十三、主控继电器电路 // 225
- 十四、室外风机电路 // 226
- 十五、四通阀线圈电路 // 227
- 十六、6路信号电路 // 228

挂式空调器电控系统

空调器由制冷系统、电控系统、通风系统和箱体系统4个系统组成。制冷系统的作用是产生能够循环的冷量；通风系统将蒸发器产生的冷量及时输送到室内，同时为冷凝器散热；箱体系统将各个部件安装到固定位置；电控系统的作用是接收遥控器的指令，并结合其他输入电路的信号进行处理，控制制冷系统的压缩机和四通阀线圈、通风系统的室内风机和室外风机，使空调器按用户的要求工作在制冷或制热模式，也可以说，电控系统是空调器的控制中心。

家用空调器主要有两类：定频空调器和变频空调器。定频空调器电控系统可大致分为两大类：挂式空调器电控系统和柜式空调器电控系统。变频空调器电控系统可大致分为三类：交流变频空调器电控系统、直流变频空调器电控系统和全直流变频空调器电控系统。本章内容将主要介绍定频空调器电控系统。

第一节 典型挂式空调器电控系统



本章选用的典型挂式空调器型号为格力 KFR-23GW/(23570) Aa-3，介绍电控系统组成、室内机主板框图、单元电路详解、遥控器电路等。

注：在本章中，如非特别说明，电控系统知识内容全部选自格力 KFR-23GW/(23570) Aa-3 挂式空调器。

一、电控系统组成

图 1-1 为典型挂式空调器电控系统组成实物图，由图可知，一个完整的电控系统由主

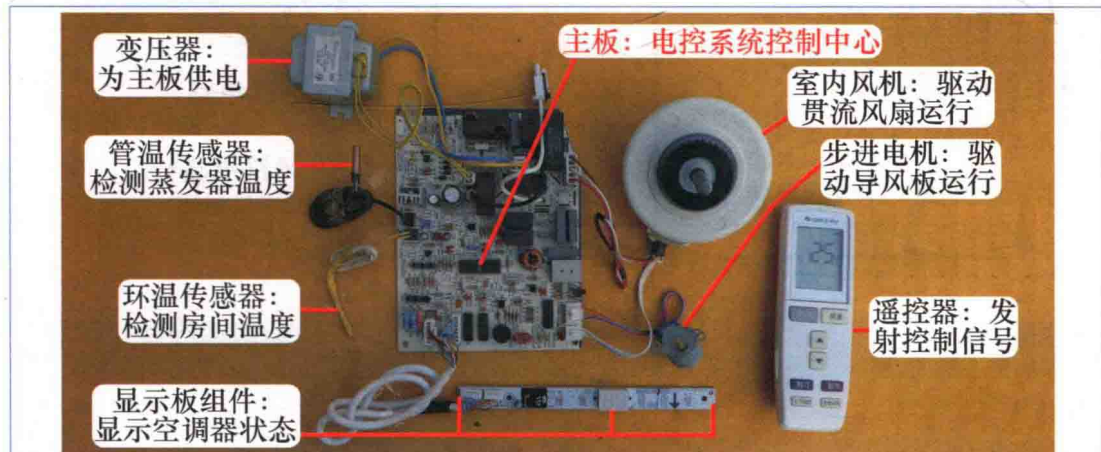


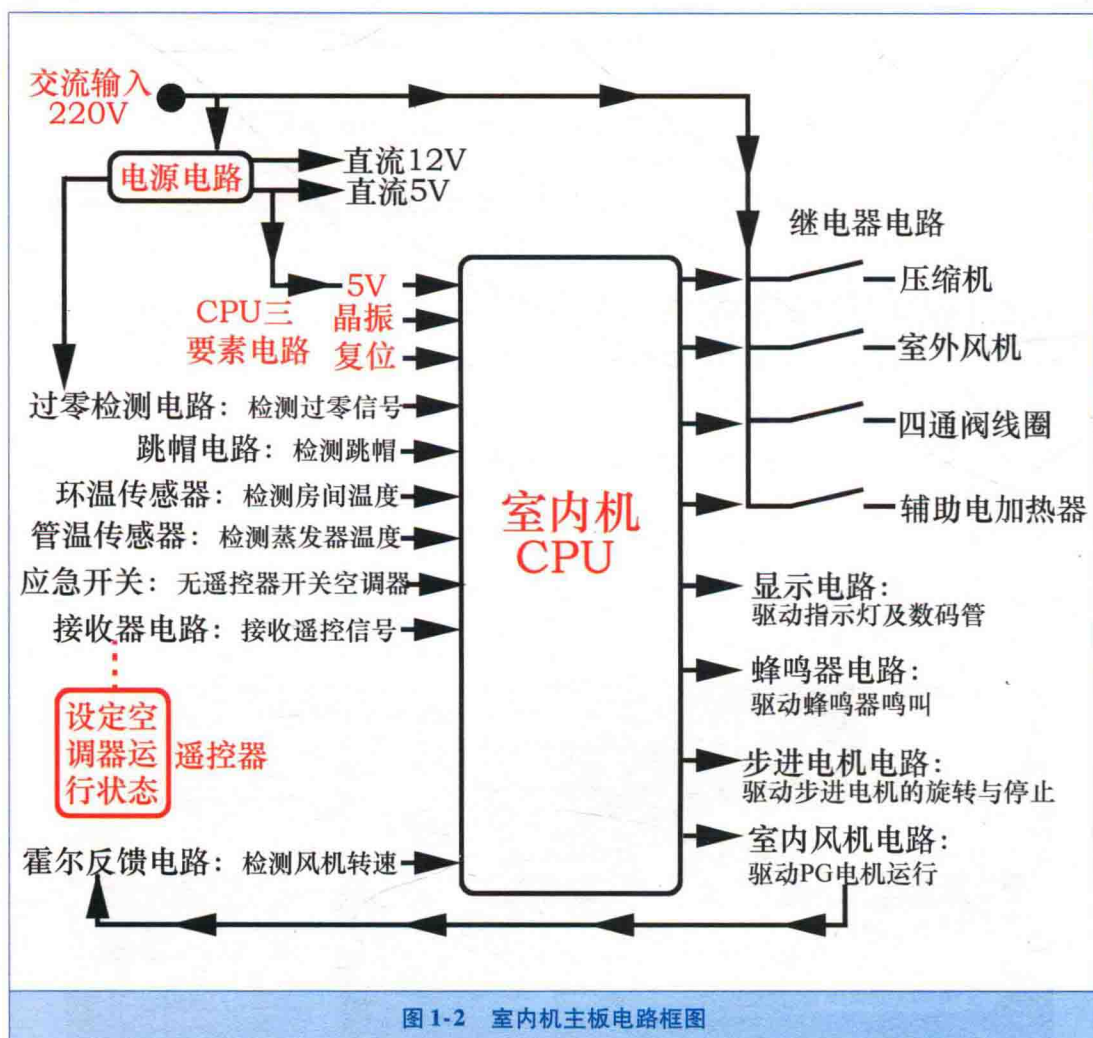
图 1-1 电控系统组成

板和外围负载组成，包括主板、变压器、传感器、室内风机、显示板组件、步进电机、遥控器和接线端子等。

二、 主板框图和电路原理图

主板是电控系统的控制中心，由许多单元电路组成，各种输入信号经主板 CPU 处理后通过输出电路控制负载。主板通常可分 4 部分电路，即电源电路、CPU 三要素电路、输入电路和输出电路。

图 1-2 为室内机主板电路框图，图 1-3 为电控系统主要元器件，表 1-1 为主要元器件编号名称的说明。



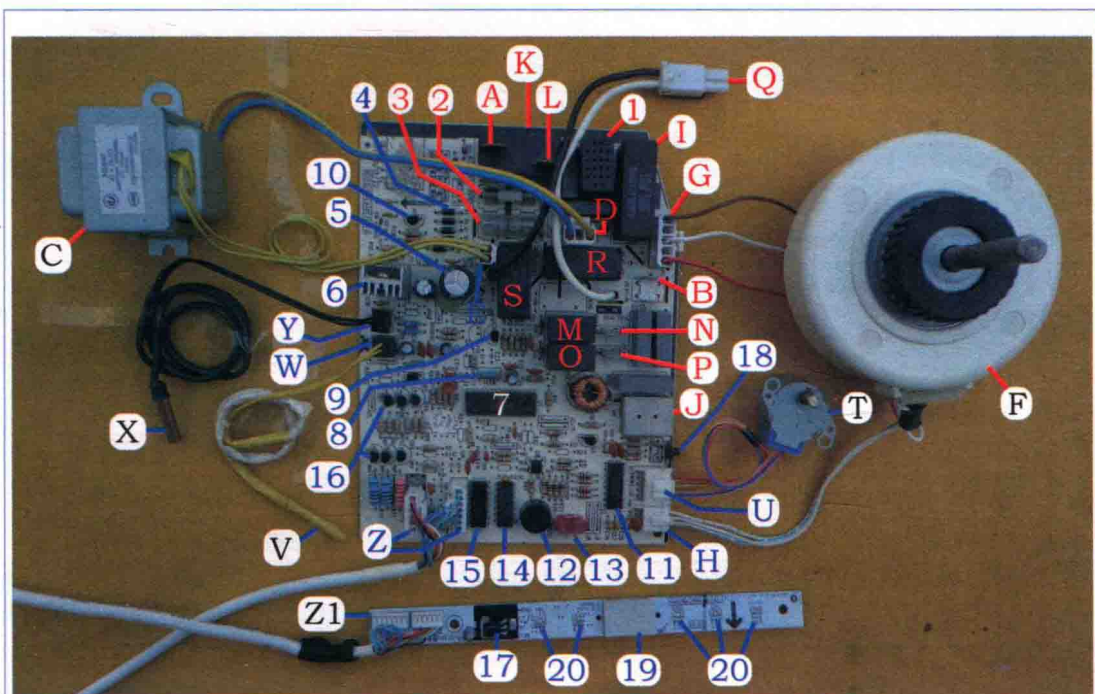


图 1-3 电控系统主要元器件

表 1-1 主要元器件编号名称的说明

编 号	名 称	编 号	名 称
A	电源相线 L 输入	N	四通阀线圈接线端子
B	电源零线 N 输入	O	室外风机继电器：控制室外风机的运行与停止
C	变压器：将交流 220V 降低至约 13V	P	室外风机接线端子
D	变压器一次绕组插座	Q	辅助电加热器插头
E	变压器二次绕组插座	R-S	辅助电加热器 L 端和 N 端供电继电器
F	室内风机：驱动贯流风扇运行	T	步进电机：带动导风板运行
G	室内风机线圈供电插座	U	步进电机插座
H	霍尔反馈插座：检测室内风机转速	V	环温传感器：检测房间温度
I	风机电容：在室内风机启动时使用	W	环温传感器插座
J	光耦合器晶闸管（俗称光耦可控硅）： 驱动室内风机	X	管温传感器：检测蒸发器温度
K	压缩机继电器：控制压缩机的运行与停止	Y	管温传感器插座
L	压缩机接线端子	Z	显示板组件插座
M	四通阀线圈继电器：控制四通阀线圈的运行与停止	Z1	显示板组件：空调器与外界通信窗口

(续)

编 号	名 称	编 号	名 称
1	压敏电阻：在电压过高时保护主板	11	反相驱动器：反相放大后驱动继电器线圈、步进电机线圈、蜂鸣器
2	3.15A 熔丝管（俗称保险管）：在电流过大时保护主板	12	蜂鸣器：发声代表已接收到遥控信号
3	12.5A 熔丝管：辅助电加热器供电保险	13	跳线帽：检测主板型号
4	整流二极管：将交流电整流成为脉动直流电	14	HC164：输出数码管和指示灯信号
5	滤波电容：滤除直流电中的交流纹波成分	15	反相驱动器：放大 HC164 信号
6	5V 稳压块 7805：输出端为稳定直流 5V	16	晶体管：为数码管和指示灯供电
7	CPU：主板的“大脑”	17	接收器：接收遥控器的红外线信号
8	晶振：为 CPU 提供时钟信号	18	按键开关：无遥控器时开关空调器
9	复位晶体管：为 CPU 清零复位	19	数码管：显示温度和故障代码
10	过零检测晶体管：检测过零信号	20	指示灯：指示空调器的运行状态

三、单元电路作用

1. 电源电路

将交流 220V 电压降压、整流、滤波，成为直流 12V 和 5V，为主板单元电路和外围负载供电。

2. CPU 三要素电路

电源、时钟、复位称为三要素电路，其正常工作是 CPU 处理输入信号和控制输出电路的前提。

3. 输入部分电路

1) 遥控信号 (17)：对应电路为接收器电路，将遥控器发出的红外线信号处理后送至 CPU。

2) 环温、管温传感器 (V、X)：对应电路为传感器电路，将代表温度变化的电压送至 CPU。

3) 按键 (应急) 开关信号 (18)：对应电路为应急开关电路，在没有遥控器时可以使用空调器。

4) 过零信号 (10)：对应电路为过零检测电路，提供过零信号以便 CPU 控制光耦合器晶闸管的导通角，使 PG 电机能正常运行。

5) 霍尔反馈信号 (H)：对应电路为霍尔反馈电路，作用是为 CPU 提供室内风机 (PG 电机) 的实际转速。

4. 输出部分负载

1) 蜂鸣器 (12)：对应电路为蜂鸣器电路，用来提示 CPU 已处理遥控器发送的信号。

2) 指示灯 (20) 和数码管 (19)：对应电路为指示灯和数码管显示电路，用来显示

空调器的当前工作状态。

3) 步进电机 (T): 对应电路为步进电机控制电路, 调整室内风机吹风的角度, 能够均匀送到房间的各个角落。

4) 室内风机 (F): 对应电路为室内风机驱动电路, 用来控制室内风机的运行与停止。制冷模式下开机后就一直工作 (无论外机是否运行); 制热模式下受蒸发器温度控制, 只有蒸发器温度高于一定温度后才开始运行, 即使在运行中, 如果蒸发器温度下降, 室内风机也会停止工作。

5) 辅助电加热器 (R-S): 对应为辅助电加热器继电器驱动电路, 用来控制辅助电加热器的运行与停止, 在制热模式下提高出风口温度。

6) 压缩机继电器 (K): 对应电路为继电器驱动电路, 用来控制压缩机的运行与停止。制冷模式下, 压缩机受 3min 延时电路保护、蒸发器温度过低保护、电压检测电路、电流检测电路等控制; 制热模式下, 受 3min 延时电路保护、蒸发器温度过高保护、电压检测电路、电流检测电路等控制。

7) 室外风机继电器 (O): 对应电路为继电器驱动电路, 用来控制室外风机的运行与停止。受保护电路同压缩机。

8) 四通阀线圈继电器 (M): 对应电路为继电器驱动电路, 用来控制四通阀线圈的运行与停止。制冷模式下无供电停止工作; 制热模式下有供电开始工作, 只有除霜过程中断电, 其他过程一直供电。

第二节 单元电路



一、电源电路

1. 工作原理

电源电路原理图见图 1-4, 实物图见图 1-5, 关键点电压见表 1-2。电源电路的作用是将交流 220V 电压降压、整流、滤波、稳压后转换为直流 12V 和 5V 为主板供电。

电容 C143 为高频旁路电容, 用以旁路电源引入的高频干扰信号; FU101 (3.15A 熔丝管)、RV101 (压敏电阻) 组成过电压保护电路。当输入电压正常时, 对电路没有影响; 而当电压高于交流 380V, RV101 迅速击穿, 将前端 FU101 熔断, 从而保护主板后级电路免受损坏。

变压器、D1 ~ D4 (整流二极管)、D176、C3 (主滤波电容)、C16、C17 组成降压、整流、滤波电路。变压器将输入电压交流 220V 降低至约交流 12V 从二次绕组输出, 至由 D1 ~ D4 组成的桥式整流电路, 变为脉动直流电 (其中含有交流成分), 经 D176 再次整流、C3 滤波, 滤除其中的交流成分, 成为纯净的约 12V 直流电压, 为主板 12V 负载供电。说明: 本电路没有使用 7812 稳压块, 直流 12V 电压实测为 11 ~ 16V, 并且随输入的交流 220V 电压变化而变化。

V172、C4、C18 组成 5V 电压产生电路。V172 (7805) 为 5V 稳压块, ①脚输入端为直流 12V, 经 7805 内部电路稳压, ③脚输出端输出稳定的直流 5V 电压, 为 5V 负载

供电。

表 1-2 电源电路关键点电压

变压器插座		7805		
一次绕组	二次绕组	①脚输入端	②脚地	③脚输出端
约交流 220V	约交流 12V	约直流 14V	直流 0V	直流 5V

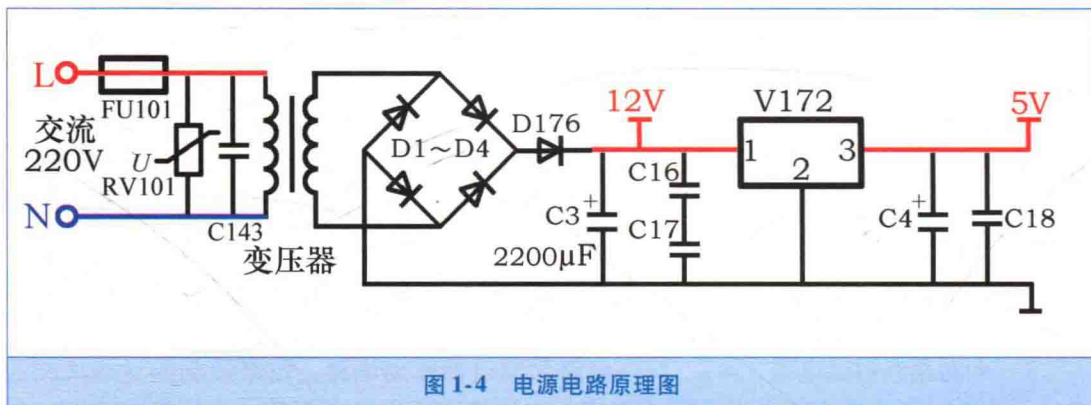


图 1-4 电源电路原理图

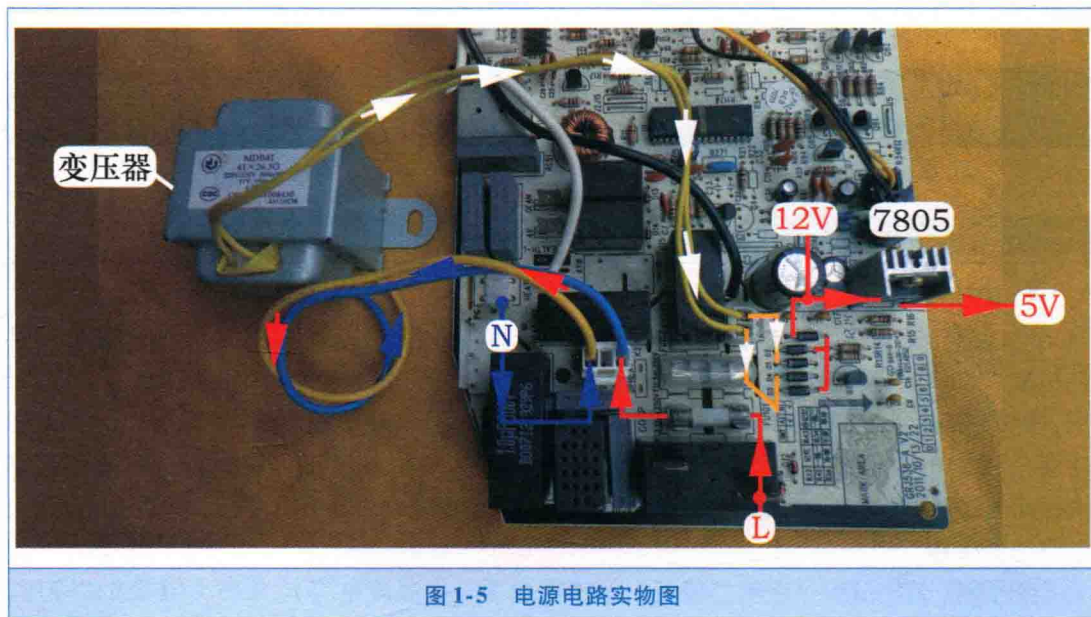


图 1-5 电源电路实物图

2. 直流 12V 和 5V 负载

直流 12V 和 5V 负载见图 1-6，图中红线连接 12V 负载、蓝线连接 5V 负载。

(1) 直流 12V 负载

直流 12V 取自主滤波电容正极，主要负载：7805 稳压块、继电器线圈、步进电机线圈、反相驱动器、蜂鸣器、显示板组件上的指示灯和数码管等。

➔ **说明：**显示板组件上的指示灯和数码管通常使用直流 5V 供电，但本机例外。

(2) 直流 5V 负载

直流 5V 取自 7805 的③脚输出端，主要负载：CPU、HC164、传感器电路、光耦合器晶闸管、PG 电机内部的霍尔反馈电路板、显示板组件上的接收器等。

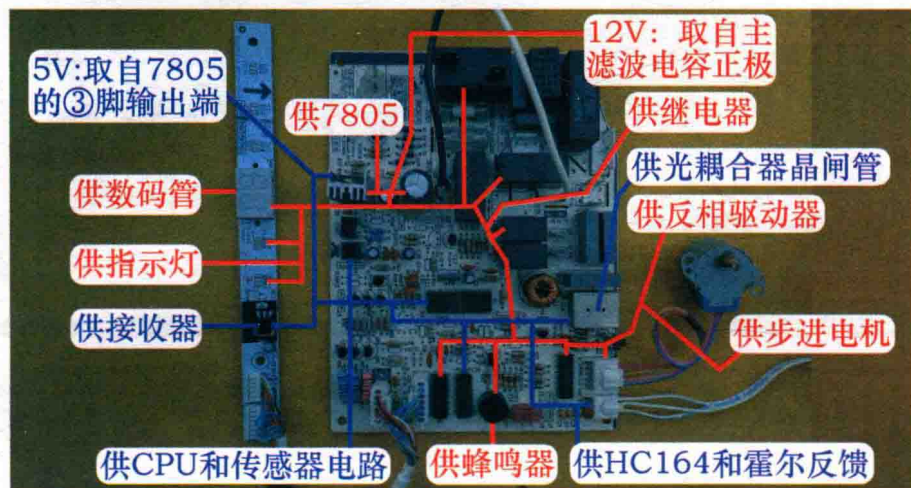


图 1-6 直流 12V 和 5V 负载

3. 设有 7812 稳压块的电源电路

东洋 KFR-35GW/D 室内机主板电源电路设有 7812 稳压块，图 1-7 为电路原理图，图 1-8 为实物图。

电容 CC1 为高频旁路电容，用以旁路电源引入的高频干扰信号；FUSE（熔丝管）、ZNR（压敏电阻）组成过电压保护电路；T1（变压器）、D1~D4（整流二极管）、D5、C1（主滤波电容）和 C2 组成降压、整流、滤波电路，滤波电容 C1 正极约为直流 17V 的电压送往 7812 的①脚输入端，经内部电路稳压，在③脚输出稳定的直流 12V 电压，为主板 12V 负载供电；其中一个分支送往 7805 的①脚输入端，经内部电路稳压后在③脚输出稳定的直流 5V 电压，为主板 5V 负载供电。

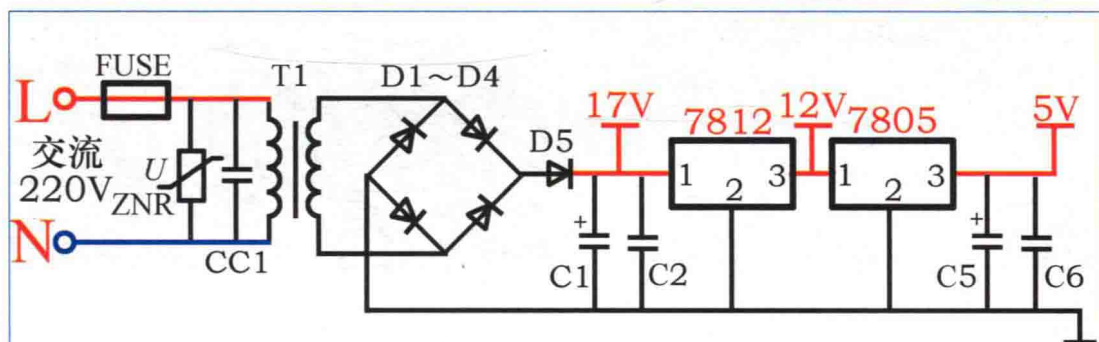


图 1-7 东洋 KFR-35GW/D 电源电路原理图

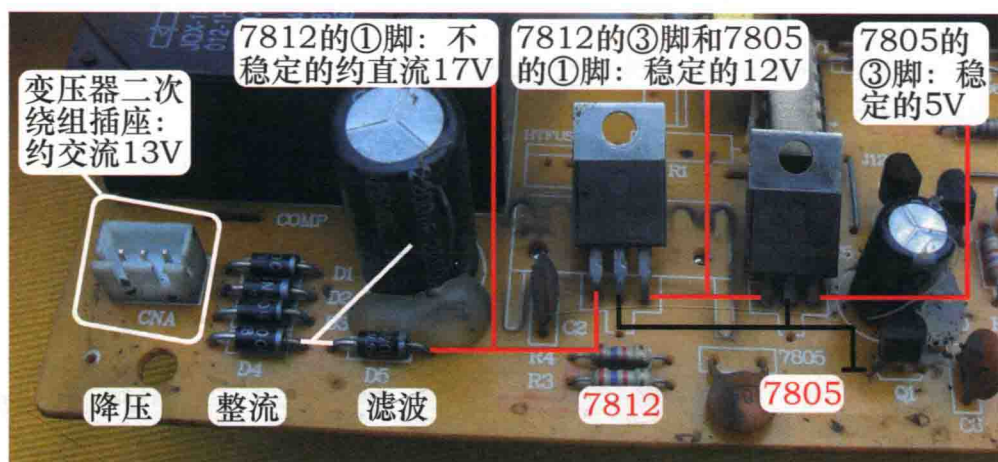


图 1-8 东洋 KFR-35GW/D 电源电路实物图

二、CPU 三要素电路

1. CPU 简介

CPU 是一个大规模的集成电路，是整个电控系统的控制中心，其内部写入了运行程序（或工作时调取存储器中的程序）。根据引脚方向分类，常见的有两种，见图 1-9，即两侧引脚和四面引脚。

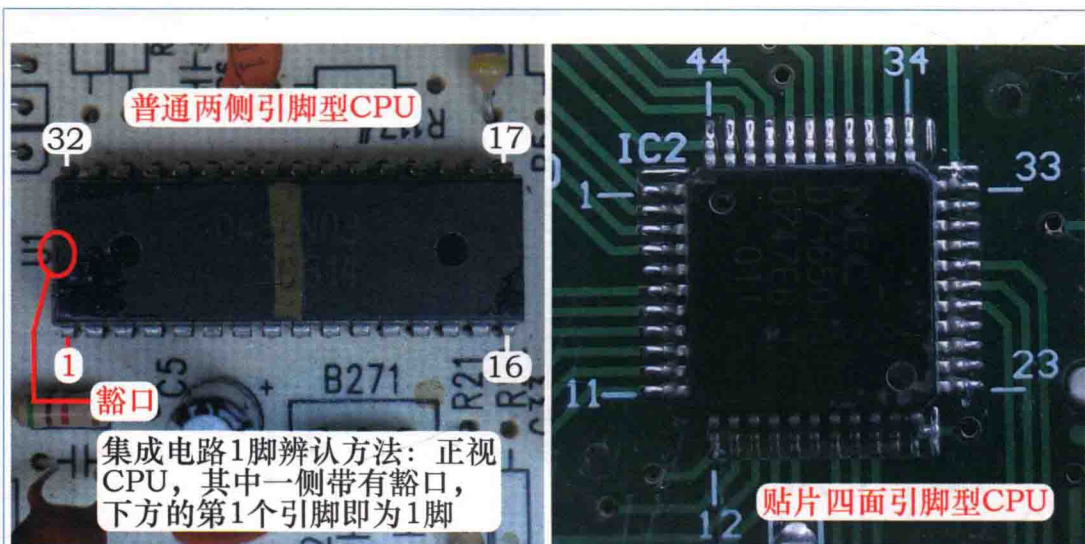


图 1-9 CPU

CPU 的作用是接收使用者的操作指令，结合室内环温、管温传感器等输入部分电路的信号进行运算和比较，确定空调器的运行模式（如制冷、制热、除湿、送风），通过