

(双色版)

张国东 涂中强 等编著

图解 空调器电气控制 系统维修



化学工业出版社



(双色版)

张国东 涂中强 等编著

图解 空调器电气控制 系统维修



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以“双色图解”的方式，详细介绍了空调器电气控制系统的电子元器件的识别、检测方法、定频和变频空调器的电气控制系统原理，以及电气控制常见故障实例分析与检修技巧等。

本书除适用于教育、劳动社会保障系统以及其他培训机构或社会力量办学和企业所举办的培训班的教材外，也适用于职业技术学院的技能实训教材，还可供从事制冷空调的管理人员和技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

图解空调器电气控制系统维修（双色版）/张国东，涂中强等编著. —北京：化学工业出版社，2012.6

ISBN 978-7-122-14165-1

I. 图… II. ①张…②涂… III. 空气调节设备—电气控制系统—维修—图解 IV. TB657.2-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第082703号

责任编辑：辛 田
责任校对：顾淑云

文字编辑：冯国庆
装帧设计：张 辉

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：北京永鑫印刷有限责任公司
装 订：三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张13¹/₂ 字数303千字 2012年8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

FOREWORD

前言

随着人们生活水平的不断提高，空调器在城市中已经迅速普及，同时受家电下乡政策的支持，空调器开始逐步进入农村市场。空调器的市场保有量日益增多，在使用过程中出现故障的概率也相对提高。而空调器维修是一项技术性很强的工作，尤其是复杂电气控制部分的维修，要求维修人员不仅能读懂复杂的电路图，而且又要有较强的动手维修能力，为此，本书以“双色图解”的方式，主要介绍空调器电气控制板电子元器件的识别和检测方法、电气控制系统的故障分析与检修技巧，其内容涵盖变频空调。

本书突出实用性和可操作性，实物图与电路图相互穿插结合，特别是书中所讲的维修实例及数据检测，均在维修现场采集而来，使内容深入浅出，易学易用，能够帮助维修人员快速入门并逐步精通，最终成为空调器维修高手。

本书除适用于高职、中职制冷专业作为实训教学教材外，也可用于劳动社会保障系统、社会力量办学以及其他培训机构所举办的培训教学，还适用于各级各类职业技术学校举办的中短期培训教学以及企业内部的培训教学。

本书由张国东、涂中强等编著。各章节的分工为：张鹏高编著第1章；涂中强编著第2章和第3章；张国东编著第4章、第5章和附录部分，并负责编写大纲的起草及全书的统稿工作。本书的出版还得到张桂娥、魏龙、戴路玲、陶洁、蒋李斌、冯飞、张蕾等的大力帮助，在此一并表示感谢。

限于作者的水平，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

第1章

常用维修工具、仪器和仪表

1.1 常用维修工具 /2

1.1.1 电烙铁 /2

1.1.2 松香 /3

1.1.3 焊锡 /3

1.1.4 吸锡器 /4

1.1.5 热风拆焊器 /5

1.2 常用维修仪器和仪表 /6

1.2.1 万用表的使用 /6

1.2.2 兆欧表的使用 /12

1.2.3 钳形电流表的使用 /15

1.2.4 数字温度计的使用 /16

1.2.5 示波器的使用 /17

第2章

空调器电气系统检修

2.1 电气系统器件原理与检测 /22

2.1.1 制冷压缩机 /22

2.1.2 风机 /23

2.1.3 启动电容 /25

2.1.4 过载保护器 /27

2.1.5 功率继电器和交流接触器 /28

2.1.6 电加热器 /30

2.1.7 四通换向阀 /31

2.2 电气系统的分立电路原理与检测 /33

2.2.1 制冷压缩机电路 /33

2.2.2 室外风机电路 /35

2.2.3 室内风机电路 /36

2.2.4 四通换向阀电路 /38

2.2.5 电加热器电路 /38

第3章

空调器常用电子元器件功能与检测

3.1 电阻 /42

3.2 电容 /44

3.3 变压器 /46

3.4 二极管 /47

3.5 三极管 /50

3.6 蜂鸣器 /53

3.7 晶振 /54

3.8 光电耦合器 /55

3.9 晶闸管 /56

3.10 光耦可控硅 /58

3.11 空调显示器 /60

3.12 霍尔元件 /62

3.13 场效应管 /63

3.14 空调器常用数字集成电路 /64

第4章

空调器电气控制系统故障维修

4.1 非机械设备故障分析 /72

4.1.1 用户电源故障分析 /72

4.1.2 干扰故障分析 /72

4.1.3 使用不当故障分析 /73

4.2 空调器电气控制系统分析与检测 /73

4.2.1 整机电路概述 /73

- 4.2.2 控制系统电路分析 /76
- 4.3 电气控制系统故障维修 /88**
 - 4.3.1 电气控制系统分析思路 /88
 - 4.3.2 维修实例 /89
 - 4.3.3 电气控制系统典型故障速查流程图 /101

第5章

变频空调器电气控制系统维修

- 5.1 变频空调器的概述 /108**
 - 5.1.1 变频空调器原理 /108
 - 5.1.2 变频空调器特点 /110
- 5.2 变频空调器与普通空调器的区别 /113**
 - 5.2.1 变频空调器与普通空调器在制冷系统中的区别 /113
 - 5.2.2 变频空调器与普通空调器在电气控制系统中的区别 /114
- 5.3 变频空调器电气控制系统分析与检测 /115**
 - 5.3.1 变频空调器整机电路概述 /115
 - 5.3.2 室内机电路分析 /122
 - 5.3.3 室外机电路分析 /132
- 5.4 变频空调器电气控制系统故障维修 /149**
 - 5.4.1 变频空调器故障分析思路 /149
 - 5.4.2 变频空调器维修实例 /151
 - 5.4.3 变频空调器典型故障速查流程图 /164

附录

- 附录一 部分品牌空调电气控制图 /174**
- 附录二 部分空调器厂家故障代码表 /188**

参考文献



第1章

常用维修工具、仪器 和仪表

1.1 常用维修工具

1.2 常用维修仪器和仪表

本章主要介绍空调器电气控制系统维修中使用到的工具及仪器仪表的用法,包括锡焊工具、万用表、兆欧表、钳形电流表、数字温度计、示波器等。

1.1

常用维修工具

1.1.1 电烙铁

电烙铁是手工软钎焊(锡焊)的主要工具,它为熔融焊料、加热焊点和使助焊剂发挥作用提供热源。电烙铁由烙铁头、烙铁芯和烙铁柄组成,如图1-1所示。烙铁芯通过传热筒对烙铁头加热,加热方式分内热式和外热式两种。内热式电烙铁具有体积小、发热快、效率高等特点,外热式电烙铁功率较小。空调器安装维修中应至少准备两把功率不同的电烙铁,100~500W的大功率电烙铁用来焊粗导线、铁皮支架、固定大型组件等,25W和45W的小功率电烙铁用来焊接电子元器件和线路板。

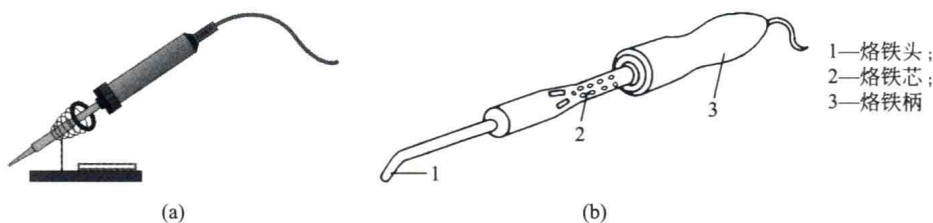


图 1-1 电烙铁

为使电烙铁有良好的导热性,使用前要对烙铁头进行整修。首先将烙铁头表面的氧化物锉干净,然后再将其修成楔形,并使烙铁头端面与水平面呈 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的斜角。操作时,手握电烙铁方法要正确,如图1-2所示。焊接方法有两种:

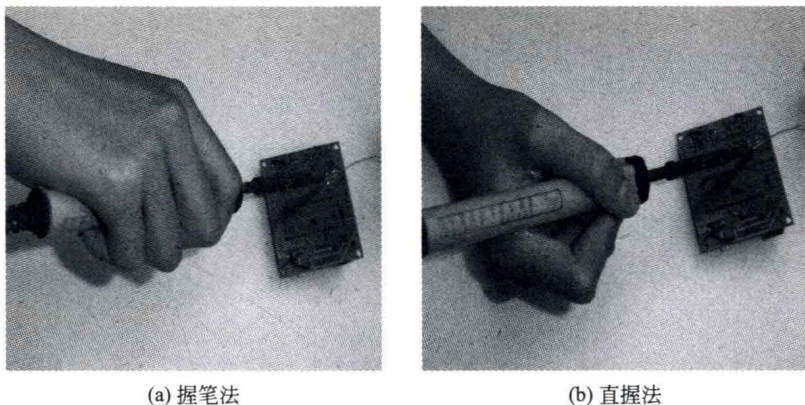
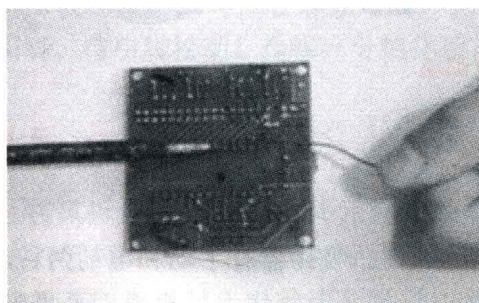


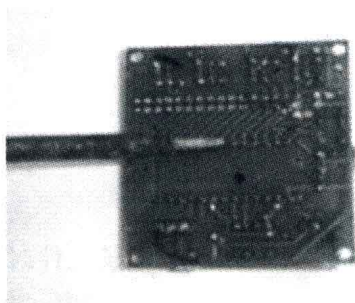
图 1-2 电烙铁握法

① 点锡焊接 焊接前先把需焊接的元器件插入印刷电路板的孔中。一手拿焊锡丝，另一手拿电烙铁，电烙铁接触元器件引脚与印刷电路板部位，待热量传到印刷电路板后，迅速把焊锡丝点上去，使焊锡熔化并包围元器件引脚即可。

② 带锡焊接 将带有锡的烙铁头放到焊点处（带锡多少要根据焊点的大小而定），适当转动烙铁头，待锡熔化在元器件和印刷电路板间，再将电烙铁离去，如图1-3所示。



(a) 点锡焊接



(b) 带锡焊接

图1-3 电烙铁焊接法

使用电烙铁时，要通过电源通断状态的变化，经常调节电烙铁的温度，防止温度过高或过低。另外，要正确掌握焊接方法，以免触电或烫伤皮肤。

1.1.2 松香

松香（图1-4）是一种弱酸性物质，是用于辅助焊接的辅料，为了避免焊接时出现虚焊，需将器件或导线的引脚或接头部位沾上松香，松香能除去金属表面的氧化物，并轻微地刻蚀金属表面，之后再镀上焊锡进行焊接。在空调器的维修过程中，松香作为助焊剂，它的性能的优劣，直接影响着焊接的质量和焊接效率。

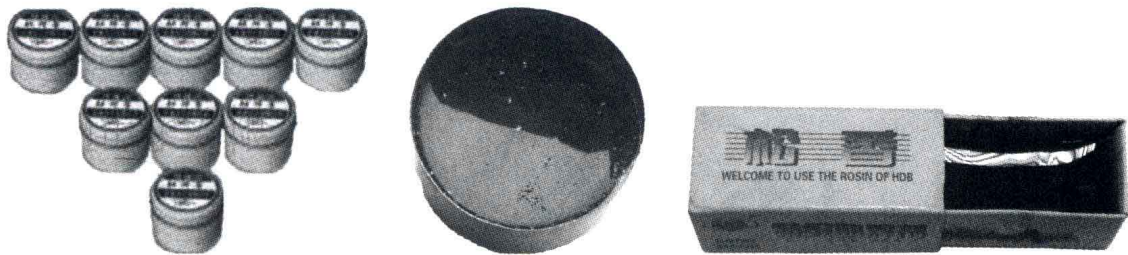


图1-4 松香

1.1.3 焊锡

焊锡是在焊接线路中连接电子元器件的重要工业原材料，焊接作业时一般使用线状焊锡，如图1-5所示。焊锡中加入由松香和由少量活性剂组成的助焊剂。



图 1-5 线状焊锡

1.1.4 吸锡器

吸锡器用来收集拆卸焊盘电子元件时熔化的焊锡。吸锡器有手动和电动两种，如图 1-6 所示。电动吸锡器主要由真空泵、加热器、吸锡头及容锡室等组成，是集电动、电热吸锡于一体的新型除锡工具，且吸锡头有多种规格可供选择使用。



图 1-6 吸锡器

手动吸锡器的操作方法如下。

① 先把吸锡器末端的滑杆压入，直至听到“咔”声，则表明吸锡器已被固定，如图 1-7 所示。

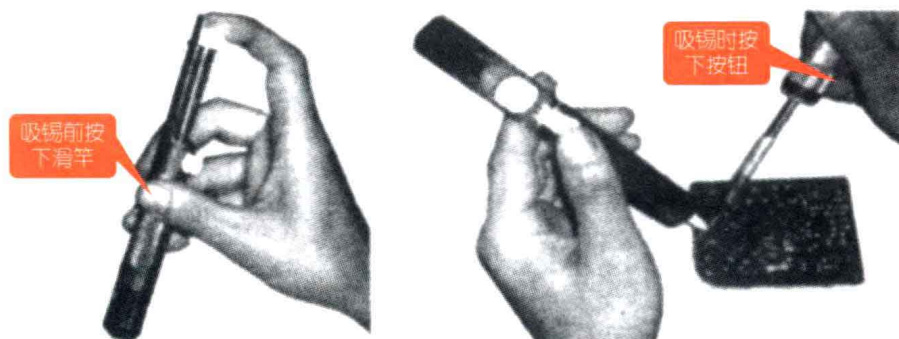


图 1-7 手动吸锡器的操作方法

② 用电烙铁加热焊点至焊料熔化。

③ 移开电烙铁的同时,迅速把吸锡器的吸嘴贴上焊点,并按动吸锡器上的按钮,即可将焊锡吸上。

若一次未吸干净,可重复上述步骤。手动吸锡器使用一段时间后必须清理,否则内部活动的部分或头部会被焊锡卡住。

电动吸锡器的使用方法:接通电源,预热5~10min,当吸锡头的温度升到最高时,用吸锡头贴紧焊点使焊锡熔化,同时将吸锡头内孔的一侧贴在引脚上,并轻轻拨动引脚,待引脚松动、焊锡充分熔化后,扣动扳机吸锡即可。

1.1.5 热风拆焊器

热风拆焊器是一种贴片元件和贴片集成电路的拆焊、焊接工具,主要由气泵、印制电路板、气流稳定器、外壳和手柄等部件组成,其外形如图1-8所示。它用喷出的高热空气将锡熔化,具有噪声小、气流稳定、风量大的特点,而且焊具与焊点之间没有接触,不会损伤焊点和焊件,最适合高密度引脚及微小贴片元件的焊接。



图 1-8 850A 型热风拆焊器外形

热风拆焊器的使用方法如下。

(1) 焊接

① 打开电源开关“POWER”,系统即开始工作。需要注意的是,第一次使用热风拆焊器时可能会冒白烟,这是正常现象。

② 使用热风枪时,一般情况下将风力旋钮“AIR CAPACITY”调节到比较小的位置(2~3挡),将温度调节旋钮“HEATER”调节到刻度盘上5~6挡的位置。

③ 以热风枪焊接集成电路为例,把集成电路和电路上焊接位置对好,若原焊点不平整,选用平头烙铁修理平整。先焊四角,再用热风枪吹焊四周。

焊好后要注意冷却,在未冷却前不要动集成电路,以免其发生位移。冷却后,若有虚焊,应用尖头烙铁进行补焊。

若短时不用热风枪,应将热风风量调节按钮“AIR CAPACITY”调至最小,热风温度调节按钮“HEATER”调至中间位置,使加热器处于保温状态,再使用时调节风量调节按钮和热风温度调节按钮即可。

(2) 拆卸

① 直插元件的拆卸 根据焊盘大小换上合适的风嘴和吸锡针,加热即可。根据不同的电路板材料和不同焊盘,选择合适的温度和风量。

② 贴片元件的拆卸 根据不同的电路板材料选择合适的温度及风量,使风嘴对准贴片元件的引脚,反复均匀加热,待达到一定温度后,用镊子稍加力量使其自然脱离基板。

以热风枪拆卸集成电路为例,具体步骤如下。

① 根据不同的集成电路选好热风枪的喷嘴，然后往集成电路引脚周围加注松香水。

② 调节热风温度和风速。一般情况下，温度为 300°C ，气流强度为 $3 \sim 4\text{m/s}$ 。

③ 当热风枪的温度达到一定程度时，把热风枪头放在需焊元件的上方约 2cm 处，并且沿所焊元件周围移动。待集成电路的引脚焊锡全部熔化后，用镊子或热风枪配备的专用工具将集成电路轻轻提起。

1.2

常用维修仪器和仪表

1.2.1 万用表的使用

万用表是一种可进行多种电量测量、多量程、便携式的电器仪表，是从事空调器安装、调试、维修必不可少的仪表。

1.2.1.1 指针式万用表

(1) 指针式万用表的构成 指针式万用表的型式很多，但基本结构是类似的。指针式万用表的结构主要由表头、转换开关（又称选择开关）、表笔三部分组成，如图1-9所示。

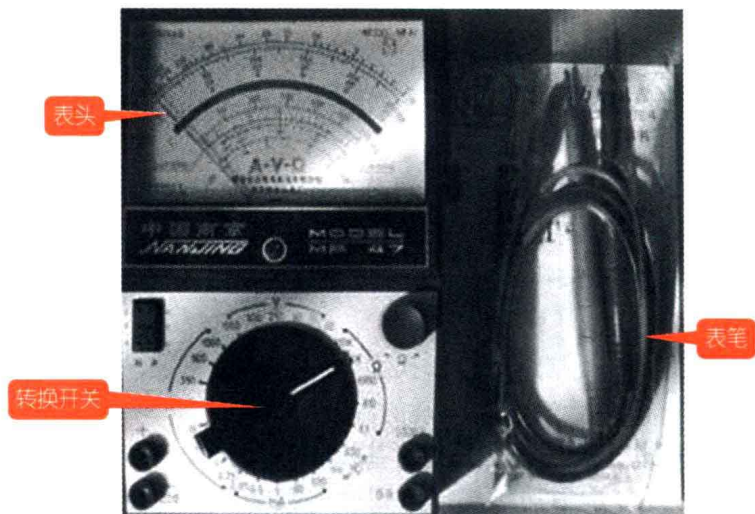


图 1-9 MF-47 指针式万用表

万用表的各个测量项目都共用一个表盘，MF-47型指针式万用表的表盘如图1-10所示，各测量项目及仪表其他参数均以各种文字和符号表示。它共有6个刻度线，从上往下数，第1条刻度线为电阻挡专用线，用符号“ Ω ”表示；第2条刻度线为交直流电压、直流电流共用线，用符号“V”和“mA”表示；第3条刻度线供测量晶体管放大倍数使用，用字母 H_{FE} 表示；第4条刻度线供测量电容量使用，用字母“C (μF) 50Hz”表示；第5条刻度线供测量电感量使用，用字母“L (H) 50Hz”表示；第6条刻度线为dB线。

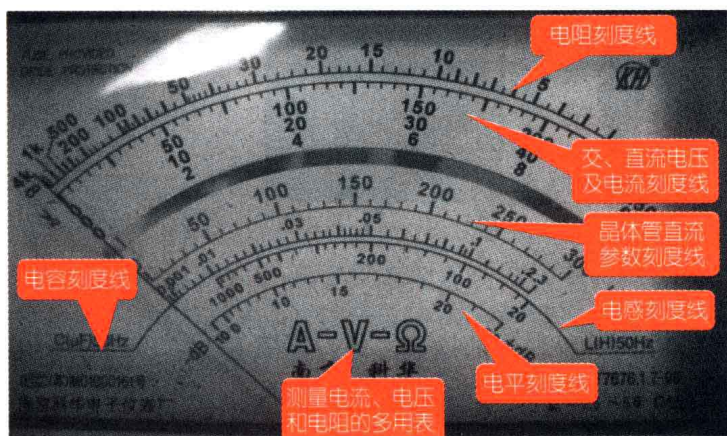


图 1-10 MF-47型指针式万用表的表盘

转换开关用来选择万用表测量项目和量程（或称量程），与表面刻度尺配合使用，如图1-11所示。测量前，用旋具调整零位调整螺钉，使表针指零。欧姆调零旋钮是在测量电阻前，将红、黑测电棒短路，调整该旋钮，使指针对准第1条刻度线的“0”位置。

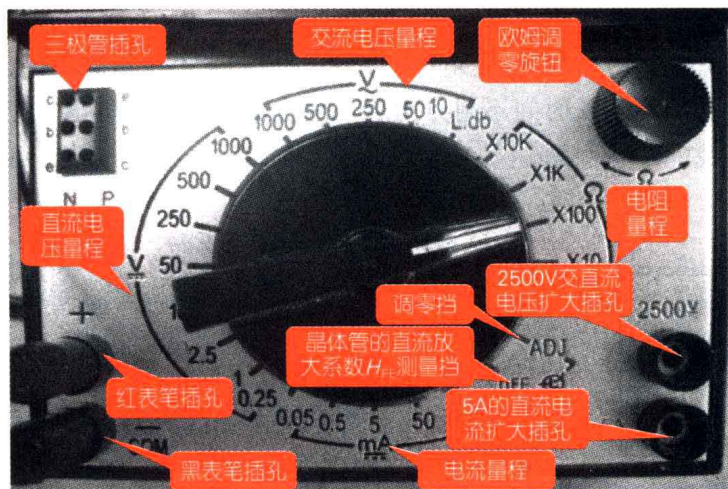


图 1-11 指针式万用表转换开关

(2) 指针式万用表的使用方法 指针式万用表的使用步骤要求比较严格，只有正确地按步骤使用才能保证测量结果的准确度，同时又不会损坏仪表。指针式万用表的使用步骤如下。

① 每次测量前应把万用表水平放置，观察指针是否在表盘左侧电压挡的零刻度上，若指针不指零，可用旋具微微调整表盖上的零位调整螺钉，直到指针指零为止，如图1-12所示。一般不必每次都调。



图1-12 指针式万用表调零

② 红表笔插入万用表“+”号的插孔，黑表笔插入“-”号的插孔。

③ 转换开关应放置在所要测量电参量的量程挡上，绝不可误放。在测量电流或电压时，最好使指针偏满刻度1/2以上这样测量的结果较为准确。如果对被测对象的数值范围不确定，则应先拨到最大量程挡试测，以保护表头不致损坏，然后再调整到适宜的量程上进行测量，以减少测量中的误差。但要注意，必须使表笔脱离电路，否则可能损坏开关触点。

测量直流时，如果不知道电路正负极性，则可以把万用表量程放在最大挡，在被测电路上快速试一下，看指针怎样偏转。若指针正向偏转，则说明连接正确；若指针反向偏转，则说明两表笔应交换位置。

④ 万用表每次使用完毕后，应将转换开关旋到交流电压最高挡处，以防止他人误用造成万用表的损坏。若长时间不用万用表，应将电池从表中取出，把表放置在干燥、通风、清洁的环境中。

(3) 指针式万用表的测量

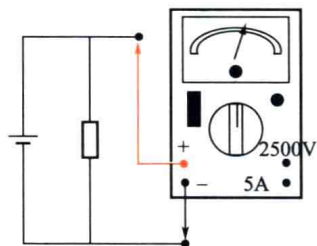


图1-13 1000V以下电压测量

① 电压的测量 测电压时，表笔必须并接在被测电路中，否则极易烧表。测直流电压时注意被测电量极性，正端接红笔，负端接黑笔。

测量1000V以下电压时，选至所需的直流电压挡或交流电压挡（注意区分交直流），红表笔接“+”端（图1-13），在第2圈刻度盘读数，刻度值按量程折算。

测量1000～2500V电压时，选至1000V直流电压挡或1000V交流电压挡，红表笔接“2500V”端（图1-14）。

正确使用挡位和刻度。应在指针偏转较大位置读数，以提高测量精度。同时，为减小万用表的分流作用，在保证指针偏转角度不太小的情况下尽量选择高量程挡进行测量，这时表的等效内阻较大，对被测电路影响小。

交流电压挡刻度指示的是正弦信号有效值, 仅适用于45Hz ~ 1kHz正弦信号的测量, 否则测量误差很大, 结果只能作为参考。

测高电压时, 不能在测量的同时换挡, 如需换挡应先断开表笔, 换挡后再测量, 否则会使万用表毁坏。

② 电流的测量 测电流时, 表笔必须串接在被测电路中, 否则极易烧表。注意被测电量极性, 正端接红笔, 负端接黑笔。

测量500mA以下直流电流时, 选至所需的直流电流挡, 红表笔接“+”端(图1-15), 在第2圈刻度盘读数, 刻度值按量程折算。

测量500mA ~ 5A直流电流时, 挡位选至扩展电流挡, 红表笔接“5A”端(图1-16)。

正确使用挡位和刻度。应在指针偏转较大位置读数, 以提高测量精度。同时, 为减小万用表的分压作用, 在保证指针偏转角度不太小的情况下尽量选择高量程挡进行测量, 这时表的等效内阻较小, 对被测电路影响小。

测大电流时, 不能在测量的同时换挡。如需换挡应先断开表笔, 换挡后再测量, 否则会使万用表毁坏。

③ 电阻的测量

a. 选挡与调零 测电阻时先选择合适的电阻挡, 然后将表笔短接, 调节“ Ω ”调零器使指针回0(每次换挡都应重新进行调零)。

b. 测量与读数 将表笔接电阻两端, 进行读数, 如图1-17所示。电阻值为电阻值刻度盘读数乘以当前选择电阻挡位倍数。

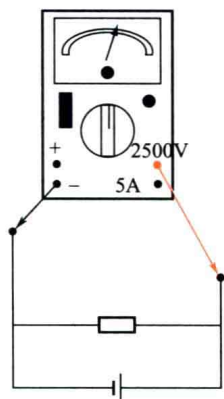


图1-14 1000V以上电压测量

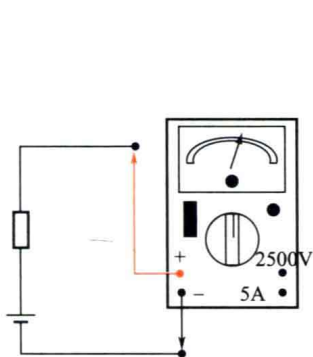


图1-15 0.05 ~ 500mA
电流测量

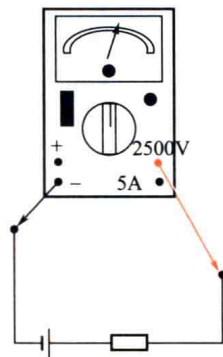


图1-16 500mA ~ 5A
电流测量

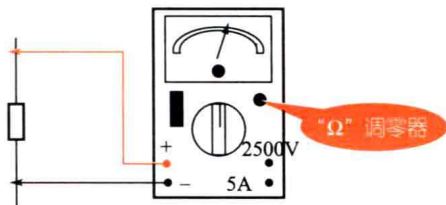


图1-17 电阻测量

c. 挡位 选择使指针指在满刻度的1/3 ~ 2/3间的挡位, 以减小测量误差。

d. 表笔极性 万用表中电池在测电阻时起作用, 电池“+”与面板上“-”相连。利用万用表电阻挡判别二极管、整流元件正反向或仪器正负端时应注意表笔极性, 电流从黑表笔流出, 经外接元件从红表笔返回。

e. 测量电路中电阻 必须断电测量。当不能确定被测电阻是否有并联电阻存在时, 必须先使电阻一端与电路断开, 如电路中有电容应先行放电, 然后进行测量。

f. 检查电解电容漏电阻 转动开关置 $R \times 1k$ 挡, 测试棒红杆必须接电容负极, 黑杆接电容正极。

④ 三极管放大倍数的测量 选择ADJ挡, 将表笔短接, 调节欧姆调零器, 使得指针指向 $300h_{FE}$; 选择 h_{FE} 挡, 将被测三极管脚分别插入相应的三极管测试插座的E、B、C内, 指针偏转所示数值约为三极管的直流放大倍数。其中, N型管插NPN型管座, P型管插PNP型管座, 如图1-18所示。

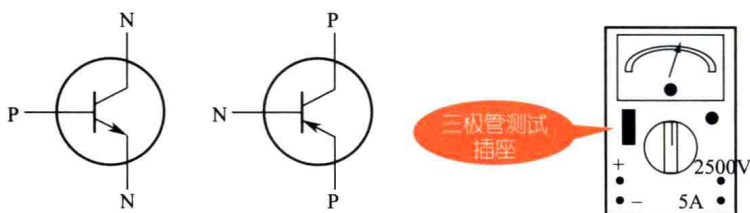


图1-18 三极管的型式与测量方法

⑤ 二极管管脚极性判别 二极管是一种具有明显单向导电性或非线性伏安特性的半导体器件。通常小功率锗二极管的正向电阻值为 $300 \sim 500\Omega$, 反向电阻为几十千欧姆; 硅二极管正向电阻约为 $1k\Omega$ 或更大, 反向电阻在 $500k\Omega$ 以上。正反向电阻差值越大越好。

a. 挡位选择 测量时一般选 $R \times 1k$ 挡或 $R \times 100$ 挡, 不要用 $R \times 1$ 挡或 $R \times 10k$ 挡。因为使用 $R \times 1$ 挡时电流过大, 易使二极管烧毁, 而使用 $R \times 10k$ 挡时电压太高, 易使二极管击穿。

b. 极性判断 用两表笔分别连接二极管两极, 对两次测出的阻值进行比较, 阻值较小时与黑表笔连接的管脚为二极管正极, 因为在万用表的电阻测量电路中, 红表笔端与表内电池负极连接, 黑表笔端与表内电池正极连接, 如图1-19所示。

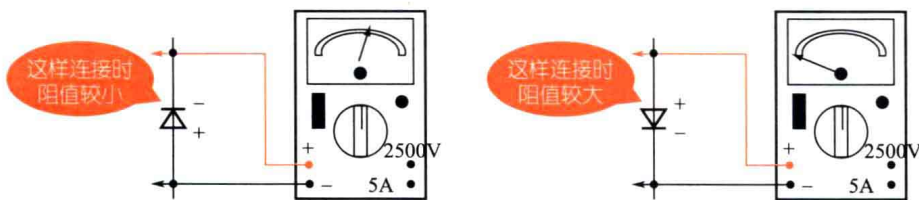


图1-19 二极管管脚极性判别

1.2.1.2 数字式万用表

(1) 数字式万用表的构成 用数字显示测量电参量数值的万用表叫做数字式万用表。其外形如图1-20所示。前面板装有数字液晶显示器(LCD显示器)、电源开关、转换开关、三极管放大系数 h_{FE} 插口、输入插孔等。