

★★★ 中等职业教育通用教材



05 89 061 75 96 64 41 16 03 61 31 01 22 47 37 02 91 83 53 70 15 63

zhongdengzhiyejiaoyu

电子技能与实训

DIANZI JINENG YU SHIXUN

雷红军 王晨光 编著

兰州大学出版社



图书在版编目 (C I P) 数据

电子技能与实训 / 雷红军, 王晨光编著. -- 兰州 :
兰州大学出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-311-04450-3

I. ①电… II. ①雷… ②王… III. ①电子技术—教
材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第088025号

责任编辑 郝可伟

封面设计 张友乾

书 名 电子技能与实训

作 者 雷红军 王晨光 编著

出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路222号 730000)

电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)

网 址 <http://www.onbook.com.cn>

电子信箱 press@lzu.edu.cn

印 刷 白银兴银贵印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 6.75

字 数 143千

版 次 2014年5月第1版

印 次 2014年5月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-311-04450-3

定 价 18.00元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

随着电子信息产业的发展,与电子制造行业相关的各类产业对技能型人才的需求与日俱增。电子信息产业需要大量的电子安装技术人员及电子产品检测维修人员,而这些人员都需要有较强的电子技术基础知识。

《电子技能与实训》采用项目模块式编写方法,知识面宽,内容详细,文字简练,浅显易懂,实用性强。在内容、结构及讲解方法上特色鲜明,首先是注重对项目的基础知识的介绍,然后进行相关的基础技能训练。本书突出了对电子产品制造中必须掌握的电子技能的重点训练,如:电子元器件的识别与检测;电子元器件与电路的焊接;模拟电路应用产品的安装与调试等。

本书内容深入浅出,强调综合概念的形成与技能的掌握,淡化了理论与系统性,突出了“实用”、“够用”原则,实现了从基础知识的学习到实际动手能力的转化,可极大提高学生的专业素质和综合应用能力。

本书由静宁县职业技术教育中心电气组的雷红军和王晨光编著。本书的顺利出版得到电气组各位教师以及行业企业专家的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编者

2014年3月

目 录

项目 1 普通电子元件及万用表的认识与检测	001
1.1 万用表的基础知识	001
1.2 电阻器的基础知识	011
1.3 电容器的基础知识	019
1.4 电感器的基础知识	028
1.5 基本技能训练	034
项目 2 半导体器件的认识与检测	036
2.1 二极管的识别与检测	036
2.2 三极管的识别与检测	042
2.3 晶闸管的识别与检测	045
2.4 场效应管晶体管的识别与检测	049
2.5 基本技能训练	055
项目 3 电子仪器仪表的使用	063
3.1 毫伏表的使用	063
3.2 信号发生器的使用	065
3.3 示波器的使用	067
3.4 直流稳压电源的使用	073
3.5 基本技能训练	076
项目 4 识读电子电路图	078
4.1 电路图识读的基本知识	078
4.2 电路原理图的识读	080
	001

4.3 印制电路图的识读	082
4.4 基本技能训练	084
项目5 直流稳压电源的制作	086
5.1 直流稳压电源的结构与测试方法	086
5.2 直流稳压电源的制作	088
5.3 基本技能训练	091
项目6 功率放大器的安装与调试	092
6.1 LM386型功率放大器及其应用	092
6.2 TDA2030A型音频功率放大器及其应用	093
6.3 TDA2030A型音频功率放大器的组装与调试	095
6.4 基本技能训练	101

项目1 普通电子元件及万用表的认识与检测

1.1 万用表的基础知识

1.1.1 万用表的结构组成及使用注意事项

万用表是一种多功能、多量程的便携式电子电工仪表,一般的万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等,有些万用表还可以测量电容、电感、功率、晶体管共射极直流通放系数等,所以万用表是电子电工专业必备的仪表之一。

万用表一般可分为指针式和数字式两种。本章将以目前常用的MF47型万用表为例,简要介绍万用表的有关结构组成、使用方法及注意事项。

1. 万用表的结构组成

(1)MF47型指针式万用表的结构组成

MF47型指针式万用表的结构主要包括表头、转换开关(又称选择开关)、测量线路三部分。

表头采用高灵敏度的磁电式结构,是测量的显示标志。万用表的表头实际上是一个灵敏电流计。表头上的表盘印有多种符号、刻度线和数值。符号A、V、 Ω 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线,其中右端标有“ Ω ”的是电阻刻度线,其右端为零,左端为 ∞ ,刻度值分布是不均匀的。符号“-”或“DC”表示直流,“~”或“AC”表示交流,“~”表示交流和直流公用的刻度线。刻度线下的几行数字是选择开关的不同挡位相对应的刻度值。表头上还设有机机械零位调整旋钮(螺钉),用于校正指针在左端指向零位。

转换开关用来选择被测电量的种类和量程(或倍率)。万用表的选择开关是一个多挡位的旋转开关,用来选择测量项目和量程(或倍率)。一般的万用表测量项目包括:“mA”直流电流、“V”直流电压、“V~”交流电压、“ Ω ”电阻,每个测量项目又划分为几个不同的量程(或倍率)以供选择。

测量线路将不同性质和大小的被测电量转换为表头所能接受的直流电流。图1-1为MF47型万用表外形图,该万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻等多种电量。

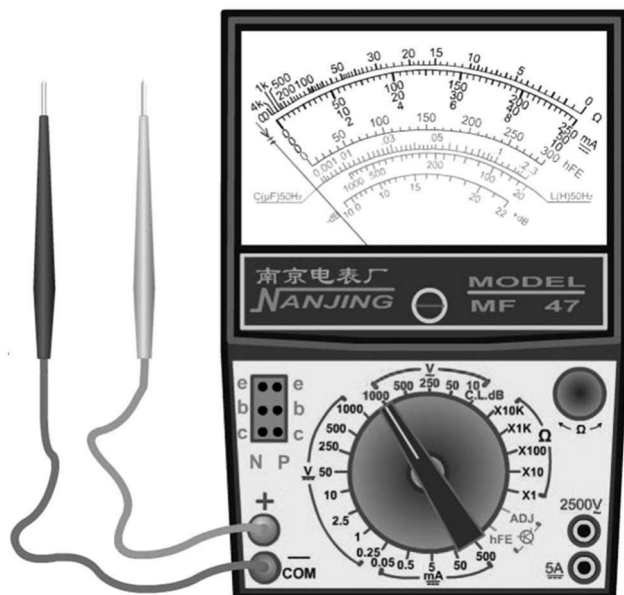


图 1-1 MF47 型万用表外形

当转换开关拨到直流电流挡时,可分别与 5 个接触点接通,用于 500 mA、50 mA、5 mA、0.5 mA 和 5 μ A 量程的直流电流测量。同样,当转换开关拨到欧姆挡时,可用 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1\text{ k}$ 、 $\times 10\text{ k}$ 倍率分别测量电阻;当转换开关拨到直流电压挡时,可用于 0.25 V、1 V、2.5 V、10 V、50 V、250 V、500 V 和 1000 V 量程的直流电压测量;当转换开关拨到交流电压挡时,可用于 10 V、50 V、250 V、500 V、1000 V 量程的交流电压测量。

(2) 表笔和表笔插孔

表笔分红、黑两只表笔。使用时应将红色表笔插入标有“+”号的插孔中,黑色表笔插入标有“-”号的插孔中。另外,MF47 型万用表还提供 2500 V 交直流电压扩大插孔以及 5 A 的直流电流扩大插孔。使用时分别将红表笔移至对应插孔中即可。

2. 万用表使用注意事项

(1) 在使用万用表之前,应先进行“机械调零”,即在没有被测电量时,使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。

(2) 万用表在使用时,必须水平放置,以免造成误差。

(3) 万用表在使用过程中不要碰撞硬物或跌落到地面上。

(4) 万用表在使用过程中不要靠近强磁场,以免测量结果不准确。

(5) 在使用万用表的过程中,不能用手去接触表笔的金属部分,这样一方面可以保证测量的准确性,另一方面也可以保证人身安全。

(6) 在测量某一电量时,不能在测量的同时换挡,尤其是在测量高电压或大电流时更应注意,否则,会使万用表毁坏。如需换挡,应先断开表笔,换挡后再去测量。

(7) 万用表使用完毕,应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用,还应将

万用表内部的电池取出,以免电池腐蚀表内其他器件。

1.1.2 万用表电阻挡的使用

1. 指针式万用表电阻挡的工作原理

测量电阻时把转换开关拨到“ Ω ”挡,使用内部电池做电源,由外接的被测电阻、 E 、 R_p 、 R_i 和表头部分组成闭合电路,形成的电流使表头的指针偏转。设被测电阻为 R_x ,表内的总电阻为 R ,形成的电流为 I ,则

$$I=E/(R_x+R)$$

从上式可知: I 与 R_x 不成线性关系,所以表盘上电阻标度尺的刻度是不均匀的。电阻挡的标度尺刻度是反向分度,即 $R_x=0$,指针指向满刻度处; R_x 为无穷大,指针指在表头机械零点上。电阻标度尺的刻度从右向左表示被测电阻逐渐增加,这与其他被测量指示正好相反,在读数时应注意。

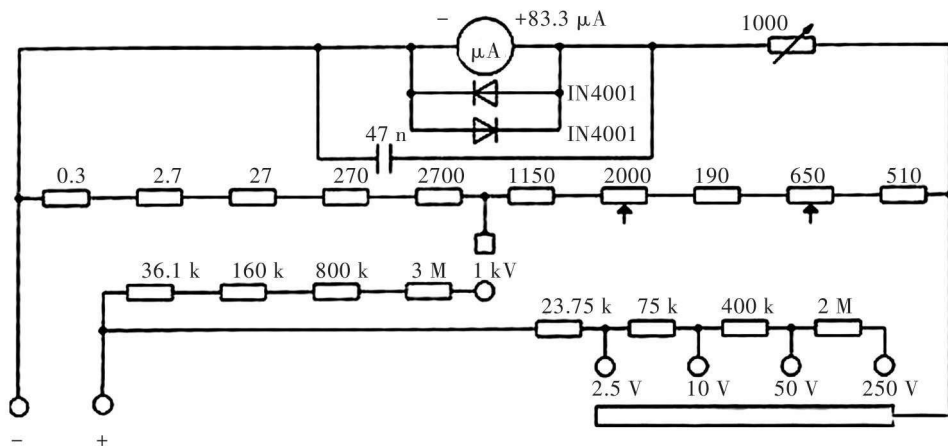


图 1-2 万用表电阻挡工作原理图

2. 电阻挡测量电阻的操作步骤

(1)机械调零:将万用表按放置方式(MF47型是水平放置)放置好(一放);看万用表指针是否指在左端的零刻度上(二看);若指针不指在左端的零刻度上则用一字螺丝刀调整机械调零螺钉,使其指零(三调节)。

(2)初测(试测):把万用表的转换开关拨到 $\times 100$ 挡。红、黑表笔分别接被测电阻的两引脚,进行测量,观察指针的指示位置。

(3)选择合适倍率:根据指针所指的位置选择合适的倍率(使指针指示在中值附近,最好不使用刻度左边三分之一的部分,这部分刻度密集,读数偏差较大,即指针尽量指在欧姆挡刻度尺的数字5~50之间)。

(4)欧姆调零:倍率选好后要进行欧姆调零,将两表笔短接后,转动欧姆调节旋钮,使指针指在电阻刻度尺右边的“0” Ω 处。

(5)测量及读数:将红、黑表笔分别接触电阻的两端,读出电阻值大小。

读数方法:表头指针所指示的示数乘以所选的倍率值即为所测电阻的电阻值。例如选用 $\times 100$ 挡测量,指针指示40,则被测电阻值为: $40 \times 100 \Omega = 4000 \Omega = 4 \text{ k}\Omega$ 。

3. 电阻挡测量注意事项

(1)当电阻连接在电路中时,首先应将电路的电源断开,绝不允许带电测量。若带电测量则容易烧坏万用表。

(2)万用表内干电池的正极与面板上“-”号插孔相连,干电池的负极与面板上的“+”号插孔相连。在测量电解电容和晶体管等元件的电阻时要注意极性。

(3)每换一次倍率挡,都要重新进行欧姆调零。

(4)不允许使用万用表电阻挡直接测量高灵敏度表头内阻。因为这样做可能使流过表头的电流超过其承受能力(微安级)而烧坏表头。

(5)不准用两只手同时捏住表头的金属部分测电阻,否则会将人体电阻并接于被测电阻而引起测量误差,因为这样测得阻值是人体电阻与待测电阻并联后的等效电阻的阻值,而不是待测电阻的阻值。

(6)电阻在路测量时可能会引起较大偏差,因为这样测得的阻值是部分电路电阻与待测电阻并联后的等效电阻的阻值,而不是待测电阻的阻值。最好将电阻的一只引脚焊开进行测量。

(7)用万用表不同倍率的欧姆挡测量非线性元件的等效电阻时,测出的电阻值是不相同的,这是由于各挡位的中值电阻和满度电流各不相同造成的。在万用表中,一般倍率越小,测出的电阻值越小。

(8)测量晶体管、电解电容等有极性元件的等效电阻时,必须注意两支笔的极性。

(9)测量完毕,将转换开关置于交流电压最高挡或空挡。

1.1.3 万用表电压挡的使用

万用表可以用来测量各种直流、交流电压的大小。下面分别介绍万用表测量直流电压、交流电压的方法及测量注意事项。

1. 测量直流电压

MF47型万用表的直流电压挡主要有0.25 V、1 V、2.5 V、10 V、50 V、250 V、500 V、1000 V、2500 V九挡。测量直流电压时首先估计一下被测直流电压的大小,然后将转换开关拨至适当的电压量程(万用表直流电压挡标有“V”或“DCV”符号),将红表笔接被测电压“+”端(即高电位端),黑表笔接被测电压“-”端(即低电位端),根据所选量程及标直流符号“DC”刻度线(刻度盘的第二条线)上的指针所指数字,来读出被测电压的大小。

万用表测量电压的具体操作步骤如下:

(1)更换万用表转换开关至合适挡位。弄清楚要测的电压性质是直流电压还是交流电压,将转换开关转到对应的电压挡(直流电压挡或交流电压挡)。若不清楚待测电压极性可先用最高直流电压挡试测,指针动,说明是直流电;指针不动,说明此时所测电压可能因量程太大或是交流电而指针不动,则转至最高交流电压挡再试测,指针动,说明是交流电,指针还

不动,则再转到低一档的直流电压挡试测,指针动,说明是直流电,指针不动,再转至下一挡的交流电压挡试测。

(2)选择合适量程。根据待测电路中电源电压大小估计一下被测直流电压的大小选择量程。若不清楚电压大小,应选用最高电压挡试触测量,然后逐渐换用低电压挡直到找到合适的量程为止。

注意:电压挡合适量程的标准是指针尽量指在刻度盘的满偏刻度的 $\frac{2}{3}$ 以上位置(与电阻挡合适倍率标准有所不同)。

(3)测量方法:万用表测电压时应使万用表与被测电路相并联。将万用表红表笔接被测电路的高电位端(即直流电流流入该电路端),黑表笔接被测电路的低电位端(即直流电流流出该电路端)。例如测量干电池的电压时,将红表笔接干电池的正极端,黑表笔接干电池的负极端。

(4)正确读数:

①找到所读电压刻度线:仔细观察表盘,直流电压挡刻度线是表盘中的第二条刻度线。表盘第二条刻度线下方有V符号,表明该刻度线可用来读交直流电压、电流。

②选择合适的标度尺:在第二条刻度线的下方有三个不同的标度尺,0-50-100-150-200-250、0-10-20-30-40-50、0-2-4-6-8-10。根据所选用不同量程选择合适标度尺,例如,0.25 V、2.5 V、250 V量程可选用0-50-100-150-200-250这一标度尺来读数;1 V、10 V、1000 V量程可选用0-2-4-6-8-10标度尺;50 V、500 V量程可选用0-10-20-30-40-50这一标度尺。

因为这样读数比较容易、方便。

③确定最小刻度单位:根据所选用的标度尺来确定最小刻度单位。例如,用0-50-100-150-200-250标度尺时,每一小格代表5个单位;用0-10-20-30-40-50标度尺时,每一小格代表1个单位;用0-2-4-6-8-10标度尺时,每一小格代表0.2个单位。

④读出指针示数大小:根据指针所指位置和所选标度尺读出示数大小。例如,指针指在0-50-100-150-200-250标度尺的100向右过2小格时,读数为110。

⑤读出电压值大小:根据示数大小及所选量程读出所测电压值大小。例如,所选量程是2.5 V,示数是110(用0-50-100-150-200-250标度尺读数的),则该所测电压值是 $(110/250) \times 2.5 = 1.1$ V。

⑥读数时,视线应正对指针。即只能看指针实物而不能看指针在弧形反光镜中的像所读出的值。

⑦如果被测的直流电压大于1000 V,则可将1000 V挡扩展为2500 V挡。方法很简单,转换开关置1000 V量程,红表笔从原来的“+”插孔中取出,插入标有2500 V的插孔中即可测2500 V以下的高电压了。

2. 测量交流电压

MF47型万用表的交流电压挡主要有10 V、50 V、250 V、500 V、1000 V、2500 V六挡。交流电压挡的测量方法与直流电压挡的测量方法相同,不同之处就是转换开关要放在交流电

压挡处以及红、黑表笔搭接时不需再分高、低电位(正负极)。

1.1.4 万用表电流挡的使用

MF47型万用表只可以测量直流电流,而不能进行交流电流的测量(因为交流电流测量所需场合较少)。若需测量交流电流可选用MF116型万用表等有测量交流电流功能的万用表。

1. 万用表测量直流电流的步骤

(1) 机械调零

和测量电阻、电压一样,在使用之前都要对万用表进行机械调零。机械调零方法与前面测电阻、测电压的机械调零操作一样,此处不再重复述说。经常用的万用表不需每次都进行机械调零。

(2) 选择量程

根据待测电路中电源及电阻估计一下被测直流电流的大小,选择量程。若不清楚电流的大小,应先用最高电流挡(500 mA挡)测量,逐渐换用低电流挡,直至找到合适电流挡(标准同测电压)。

(3) 测量方法

使用万用表电流挡测量电流时,应将万用表串联在被测电路中,因为只有串联连接才能使流过电流表的电流与被测支路电流相同。测量时,应断开被测支路,将万用表红、黑表笔串接在被断开的两点之间。特别注意电流表不能并联接在被测电路中,这样做是很危险的,极易使万用表烧毁。同时应注意红、黑表笔的极性,红表笔要接在被测电路的电流流入端,黑表笔要接在被测电路的电流流出端(与直流电压极性选择一样)。

(4) 正确使用刻度和读数

万用表测直流电流时选择表盘刻度线与测电压时一样,都是第二道(第二道刻度线的右边有mA符号),其他刻度特点、读数方法与测电压一样。

如果测量的电流大于500 mA,可选用5 A挡。操作方法:转换开关置5 A挡量程,红表笔从原来的“+”插孔中取出,插入万用表右下角标有5 A的插孔中即可测5 A以下的大电流了。

2. 万用表测电流时的注意事项

测电流时转换开关的位置一定要置电流挡处。万用表与被测电路之间的连接必须是串联关系。不能带电测量。测量中人手不能碰到表笔的金属部分,以免触电。

1.1.5 数字式万用表的使用

数字式万用表是指测量结果主要以数字的方式显示的万用表,如图1-3所示即为一个数字式万用表的实物图。数字式万用表与指针式万用表相比,具有以下特点:

- (1) 采用大规模集成电路,提高了测量精度,减少了测量误差。
- (2) 以数字方式在屏幕上显示测量值,使读数变得更为直观、准确。
- (3) 增设了快速熔断器和过压、过流保护装置,使防过载能力进一步加强。
- (4) 具有防磁、抗干扰能力,测量数据稳定,使万用表在强磁场中也能正常工作。
- (5) 具有自动调零、极性显示、超量程显示及低压显示功能。有的数字式万用表还增加

了语音自动报测数据装置,使万用表真正成了会说话的智能型万用表。



图 1-3 数字式万用表的实物图

下面介绍数字式万用表对电压、电阻、电流、二极管、三极管的测量,使读者更好地掌握使用万用表的方法。

1. 电压的测量

(1)直流电压的测量,如手机电池等的测量。首先将黑表笔插进“COM”孔,红表笔插进“V Ω ”孔。把旋钮旋到比估计值大的量程(注意:表盘上的数值均为最大量程,“V-”表示直流电压挡,“V $\sim$ ”表示交流电压挡,“A”是电流挡),接着把表笔接电源或电池两端;保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取,若显示为“1”,则表示量程太小,那么就要加大量程后再测量。如果在数值左边出现“-”,则表明表笔极性与实际电源极性相反,此时红表笔接的是负极。

(2)交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样,不过应该将旋钮拨到交流挡“V $\sim$ ”处所需的量程即可。交流电压无正负之分,测量方法跟前面相同。无论测交流电压还是直流电压,都应注意人身安全,不要随意用手触摸表笔的金属部分。

2. 电流的测量

(1)直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于200 mA的电流,则要将红表笔插入“10 A”插孔并将旋钮拨到直流“10 A”挡;若测量小于200 mA的电流,则将红表笔插入“200 mA”插孔,将旋钮拨到直流200 mA以内的合适量程。调整后,就可以测量了。将万用表串进电路中,保持稳定,即可读数。若显示为“1”,那么就要加大量程;如果在数值左边出现“-”,则表明电流从黑表笔流进万用表。

(2)交流电流的测量。测量方法与直流电流的测量相同,不过挡位应该拨到交流挡位,电流测量完毕应将红笔插回“V Ω ”孔,若忘记这一步而直接测电压,测试设备会被损坏。

3. 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“V Ω ”孔中,把旋钮旋到“ Ω ”中所需的量程,用表笔接在电阻两端金属部位,测量中可以用手接触电阻,但不要同时接触电阻两端,否则会影响测量精确度。读数时,要保持表笔和电阻有良好的接触;注意单位:在“200”挡时单位是“ Ω ”,在“2 k”到“200 k”挡时单位为“k Ω ”,“2 M”以上的单位是“M Ω ”。

4. 二极管的测量

数字万用表可以测量发光二极管、整流二极管,在测量时,表笔位置与电压测量一样,将旋钮旋到“二极管”挡;用红表笔接二极管的正极,黑表笔接负极,这时会显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降是0.2 V左右,普通硅整流二极管(1N4000、1N5400系列等)的压降约为0.7 V,发光二极管的压降约为1.8~2.3 V。调换表笔,显示屏显示“1”则为正常,因为二极管的反向电阻很大,否则此二极管已被击穿。

5. 三极管的测量

表笔插进“COM”和“V Ω ”孔中,其原理同二极管。先假定A脚为基极,用黑表笔与该脚相接,红表笔接触其他两脚;若两次读数均为0.7 V左右,然后再用红笔接A脚,黑笔接触其他两脚,若均显示“1”,则A脚为基极,此管为PNP管,否则需要重新测量。集电极和发射极如何判断呢?数字式万用表不能像指针式万用表那样利用指针摆幅来判断,怎么办呢?我们可以利用“hFE”挡来判断。先将挡位拨到“hFE”挡,可以看到挡位旁有一排小插孔,分为PNP和NPN管的测量。前面已经判断出管型,将基极插入对应管型“b”孔,其余两脚分别插入“c”、“e”孔,此时可以读取数值,即 β 值;再固定基极,其余两脚对调;比较两次读数,读数较大的管脚与表面“c”、“e”相对应。

【小技巧】上法只能直接对如9000系列的小型管进行测量,若要测量大管,可以采用接线法,即用导线将三个管脚引出。

1.1.6 万用表的使用技巧

1. 指针表和数字表的选用

(1)指针表读数精度较差,但指针摆动的过程比较直观,其摆动速度和幅度有时也能比较客观地反映被测量的大小,比如测电视机数据总线(SDL)在传送数据时的轻微抖动;数字表读数直观,但数字变化的过程看起来很杂乱,不太容易观看。

(2)指针表内一般有两块电池,一块是低电压的1.5 V,一块是高电压的9 V或15 V,其黑表笔相对红表笔来说是正端。数字表则常用一块6 V或9 V的电池。在电阻挡,指针表的表笔输出电流相对数字表来说要大很多,用 $\times 1$ 挡可以使扬声器发出响亮的“哒”声,用 $\times 10$ k挡甚至可以点亮发光二极管(LED)。

(3)在电压挡,指针表内阻相对数字表来说比较小,测量精度相对较低。某些高电压微电流的场合甚至无法测准,因为其内阻会对被测电路造成影响(比如在测电视机显像管的加速极电压时测量值会比实际值低很多)。数字表电压挡的内阻很大,至少在兆欧级,对被测电路的影响很小。但极高的输出阻抗使其易受感应电压的影响,在一些电磁干扰比较强

的场合测出的数据可能是虚的。

(4)总之,在相对来说大电流高电压的模拟电路测量中适用指针表,比如电视机、音响功放。在低电压小电流的数字电路测量中适用数字表,比如手机等。不是绝对的,可根据具体情况选用指针表和数字表。

2. 测量技巧

在介绍时如果没有说明,则指的是指针式万用表。

(1)测喇叭、耳机、动圈式话筒用 $R\times 1$ 挡,任一表笔接一端,另一表笔点触另一端,正常时会发出清脆响亮的“哒”声。如果不响,则是线圈断了,如果响声小而尖,则是有擦圈问题,也不能用。

(2)测电容:用电阻挡,根据电容容量选择适当的量程,并注意测量电解电容时黑表笔要接电容正极。

①估测微法级电容容量的大小:可凭借经验或参照相同容量的标准电容,根据指针摆动的最大幅度来判定。所参照的电容不必耐压值也一样,只要容量相同即可,例如估测一个 $100\mu\text{F}/250\text{V}$ 的电容可用一个 $100\mu\text{F}/25\text{V}$ 的电容来参照,只要它们指针摆动最大幅度一样,即可断定容量一样。

②估测皮法级电容容量大小:要用 $R\times 10\text{k}$ 挡,但只能测到 1000pF 以上的电容。对 1000pF 或稍大一点的电容,只要表针稍有摆动,即可认为容量够了。

③测电容是否漏电:对 $1000\mu\text{F}$ 以上的电容,可先用 $R\times 10$ 挡将其快速充电,并初步估测电容容量,然后改到 $R\times 1\text{k}$ 挡继续测一会儿,这时指针不应回返,而应停在 ∞ 处或十分接近 ∞ 处,否则就是有漏电现象。对一些几十微法以下的定时或振荡电容(比如彩色电视机开关电源的振荡电容),对其漏电特性要求非常高,只要稍有漏电就不能用,这时可在 $R\times 1\text{k}$ 挡充完电后再改用 $R\times 10\text{k}$ 挡继续测量,同样表针应停在 ∞ 处而不应回返。

(3)在路测二极管、三极管、稳压管好坏:在实际电路中,三极管的偏置电阻或二极管、稳压管的周边电阻一般都比较大,大都在几百欧姆以上,这样,我们就可以用万用表的 $R\times 10$ 或 $R\times 1$ 挡来在路测量PN结的好坏。在路测量时,用 $R\times 10$ 挡测PN结应有较明显的正反向特性(如果正反向电阻相差不太明显,可改用 $R\times 1$ 挡来测),一般正向电阻在 $R\times 10$ 挡测时表针应指示在 200Ω 左右,在 $R\times 1$ 挡测时表针应指示在 30Ω 左右(根据不同表型可能略有出入)。如果测量结果正向电阻太大或反向电阻太小,都说明这个PN结有问题,这个管子也就有问题了。这种方法对于维修时特别有效,可以非常快速地找出坏管,甚至可以测出尚未完全坏掉但特性变坏的管子。比如你用小阻值挡测量某个PN结正向电阻过大,如果你把它焊下来用常用的 $R\times 1\text{k}$ 挡再测,可能还是正常的,其实这个管子的特性已经变坏了,不能正常工作或不稳定了。

(4)测电阻:重要的是要选好量程,当指针指示于 $1/3\sim 2/3$ 满量程时测量精度最高,读数最准确。要注意的是,在用 $R\times 10\text{k}$ 电阻挡测兆欧级的大阻值电阻时,不可将手指捏在电阻两端,因为人体电阻会使测量结果偏小。

(5)测稳压二极管:我们通常所用到的稳压管的稳压值一般都大于1.5 V,而指针表的 $R\times 1k$ 以下的电阻挡是用表内的1.5 V电池供电的,这样,用 $R\times 1k$ 以下的电阻挡测量稳压管就如同测二极管一样,具有完全的单向导电性。但指针表的 $R\times 10k$ 挡是用9 V或15 V电池供电的,在用 $R\times 10k$ 测稳压值小于9 V或15 V的稳压管时,反向阻值就不会是 ∞ ,而是有一定阻值,但这个阻值还是要大大高于稳压管的正向阻值的。因此,我们就可以初步估测出稳压管的好坏。但是,好的稳压管还要有个准确的稳压值,怎么估测出这个稳压值呢?不难,再去找一块指针表来就可以了。

方法是:先将一块表置于 $R\times 10k$ 挡,其黑、红两表笔分别接在稳压管的阴极和阳极,这时就模拟出稳压管的实际工作状态,再取另一块表置于电压挡10 V或50 V(根据稳压值)上,将红、黑表笔分别搭接到刚才那块表的黑、红表笔上,这时测出的电压值就基本上是这个稳压管的稳压值。说“基本上”,是因为第一块表对稳压管的偏置电流相对正常使用时的偏置电流稍小些,所以测出的稳压值会稍偏大一点,但相差不大。这个方法只可估测稳压值小于指针表高压电池电压的稳压管,如果稳压管的稳压值太高,就只能用外加电源的方法来测量了(这样看来,我们在选用指针表时,选用高压电池电压为15 V的要比9 V的更适用些)。

(6)测三极管:通常我们要用 $R\times 1k$ 挡,不管是NPN管还是PNP管,不管是小功率、中功率、大功率三极管,测其be结、cb结都应呈现与二极管完全相同的单向导电性,反向电阻无穷大,其正向电阻大约在10 k Ω 。为进一步估测三极管特性的好坏,必要时还应变换电阻挡位进行多次测量。方法是:置 $R\times 10$ 挡测PN结正向导通电阻都在大约200 Ω ;置 $R\times 1$ 挡测PN结正向导通电阻都在大约30 Ω (以上为MF47型万用表测得的数据,其他型号万用表所测得的数据略有不同,可多试测几个三极管总结一下,做到心中有数)。如果读数偏大太多,可以断定三极管的特性不好。还可将表置于 $R\times 10k$ 挡再测,耐压再低的三极管(基本上三极管的耐压都在30 V以上),其cb结反向电阻也应在 ∞ ,但其be结的反向电阻可能会有些小,表针会稍有偏转(一般不会超过满量程的1/3,根据三极管的耐压不同而不同)。同样,在用 $R\times 10k$ 挡测ec间(对NPN管)或ce间(对PNP管)电阻时,表针可能略有偏转,但这不表示三极管是坏的。应该说明一点的是,以上测量是针对硅管而言的,对锗管不适用。另外,所说的“反向”是针对PN结而言的,对NPN管和PNP管方向实际上是不同的。

【小常识】现在常见的三极管大部分是塑封的,如何准确判断三极管的三只引脚哪个是b、c、e?三极管的b极很容易测出来,但怎么断定哪个是c,哪个是e?

这里介绍三种方法。第一种方法:对于有测三极管hFE插孔的指针表,先测出b极,然后将三极管随意插到插孔中去,测一下hFE值,然后将三极管倒过来再测一遍,测得hFE值比较大的一次,各管脚插入的位置是正确的。

第二种方法:对无hFE测量插孔的万用表,或管子太大不方便插入插孔的,可以用这种方法。对NPN管,先测出b极(不论管子是NPN型还是PNP型,其b脚都很容易测出),将万用表置于 $R\times 1$ 挡,将红表笔接假设的e极(注意拿红表笔的手不要碰到表笔尖或管脚),黑表笔接假设的c极,同时用手指捏住表笔尖及这个管脚,将管子拿起来,用你的舌尖舔一下b

极,看表头指针应有一定的偏转,如果你各表笔接得正确,指针偏转会大些,如果接得不对,指针偏转会小些,差别是很明显的。由此就可判定管子的c、e极。对PNP管,要将黑表笔接假设的e极(手不要碰到笔尖或管脚),红表笔接假设的c极,同时用手指捏住表笔尖及这个管脚,然后用舌尖舔一下b极,如果各表笔接得正确,表头指针会偏转得比较大。当然测量时表笔要交换一下测两次,比较读数后才能最后判定。这种方法适用于所有外形的三极管,方便实用。根据指针的偏转幅度,还可以估计出管子的放大能力,当然,这是凭经验的。

第三种方法:先判定管子的NPN或PNP类型及其b极后,将表置于 $R \times 10k$ 挡,对NPN管,黑表笔接e极,红表笔接c极时,表针可能会有一定偏转,对PNP管,黑表笔接c极,红表笔接e极时,表针可能会有一定的偏转,反过来都不会有偏转。由此也可以判定三极管的c、e极。不过对于高耐压的管子,这个方法就不适用了。

1.2 电阻器的基础知识

1.2.1 概述

电阻器,简称电阻(Resistor,通常用“ R ”表示),是指具有一定阻值、一定几何形状、一定技术性能的在电路中起特定作用的元件。

1.2.2 电阻器的作用、单位和分类

1. 作用

在电子设备中,电阻器主要用于稳定和调节电路中的电流和电压,其次还可作为消耗电能的负载、分流器、分压器、稳压电源中的取样电阻、晶体管电路中的偏置电阻等。

2. 单位

电阻器的基本单位是欧姆,用希腊字母 Ω 表示。在实际应用中,常常使用千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)等。

3. 分类

电阻器种类繁多,形状各异,有多种分类方法。

(1)按结构分

可分为固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器。可变电阻器包含滑线变阻器和电位器。滑线变阻器和电位器如图1-4和图1-5所示。

一般将带柄、有外壳的可调电阻叫电位器,不带柄的或无外壳的叫微调电阻,又叫预调电阻。

(2)按外形分

有圆柱形、圆盘形、管形、方形、片状、纽扣状等。

(3)按材料分

有合金型、薄膜型、合成型。

合金型:用块状电阻合金拉制成合金线或碾成合金箔片,制成电阻。如绕线电阻,精密

合金箔电阻等。水泥电阻属于绕线电阻。

水泥电阻器的外侧主要是陶瓷材质。将电阻线绕在无碱性耐热瓷件上,外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀的材料保护固定,并把绕线电阻体放入方形瓷器框内,用特殊不燃性耐热水泥充填密封而成。水泥电阻器的外形如图1-6所示。

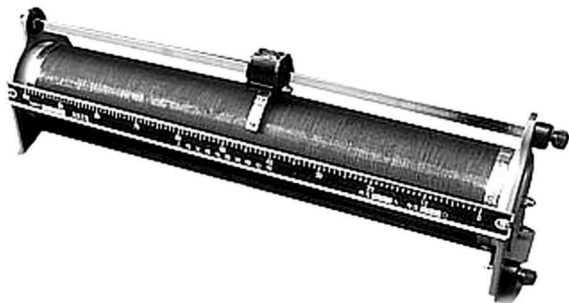


图 1-4 滑线变阻器

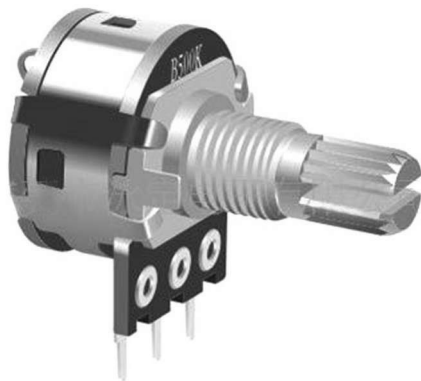


图 1-5 电位器



图 1-6 水泥电阻器

水泥电阻器的优点：

- 瓷棒上绕线有耐震、耐湿、低价格等特性；
- 后接头电焊,能制出精确电阻值及延长寿命；
- 高电阻值采用金属氧化薄膜体代替绕线方式制成；
- 耐热性好,电阻温度系数小,呈直线变化。

水泥电阻器的缺点：

- 体积大；
- 使用时发热量高,不易散发；
- 精密度往往不能满足使用要求等。

水泥电阻器的用处：

通常用于功率大、电流大的场合。而由于它完全绝缘,还可用于印制电路板。