

从零开始学电子

CONGLING KAISHI XUE DIANZI

万用表检测 电子元器件和电路

张宪 康晓明 张大鹏 主编

▼ 零点起步, 轻松入门 ▼ 图文并茂, 易读易懂 ▼ 内容实用, 快速掌握



化学工业出版社



从零开始学电子

CONGLING KAISHI XUE DIANZI

万用表检测 电子元器件和电路

张宪 康晓明 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

万用表检测电子元器件和电路/张宪, 康晓明, 张大鹏
主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 5
(从零开始学电子)
ISBN 978-7-122-20194-2

I. ①万… II. ①张…②康…③张… III. ①复用电表-
检测-电子元件②复用电表-检测-电子器件③复用电表-检
测-电子电路 IV. ①TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 060720 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 徐贞珍

文字编辑: 杨 帆
装帧设计: 王晓宇

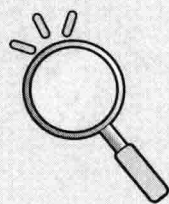
出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 257 千字 2014 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

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: 36.00 元

版权所有 违者必究

《从零开始学电子》 丛书编委会



主 任 张 宪
编 委 (按照姓名汉语拼音排序)

陈 影 付兰芳 付少波

郭振武 孔 曦 李良洪

李志勇 刘广伟 沈 虹

张大鹏 张 宪 赵慧敏

赵建辉

《万用表检测电子元器件和电路》编写人员

主 编 张 宪 康晓明 张大鹏

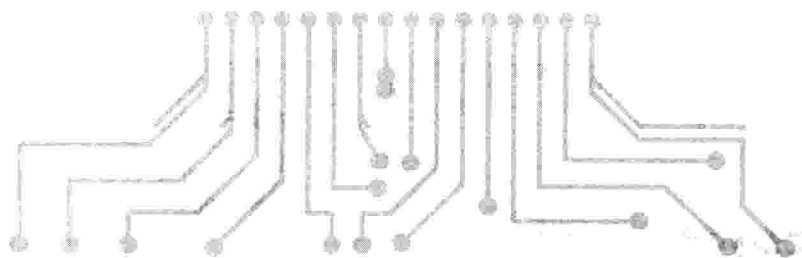
参 编 (按照姓氏汉语拼音排序)

陈 影 郭丽莉 郭振武 康晓明

李志勇 沈 虹 杨纯艳 张大鹏

张 宪 赵建辉

主 审 张 济 付少波 赵慧敏



进入 21 世纪,电子技术的发展日新月异,现代电子设备性能和结构发生的巨大变化,令人目不暇接。电子技术的广泛应用,给工农业生产、国防事业、科技和人民的生活带来了革命性的变化。如果想正确地掌握、使用、维修电子产品,就必须具有一定的理论知识和较强的动手能力。为推广现代电子技术,普及电子科学知识,我们编写了这套《从零开始学电子》丛书,以帮助正在学习电子技术的读者,以及即将从事电子设备与电子装置维修的人员尽快理解现代电子设备与电子装置构成原理,了解各种电子元器件与零部件在电子技术中的应用情况,学会检测元器件和制作简单电子设备的一些基本方法,书中电子电路仅供学习参考。

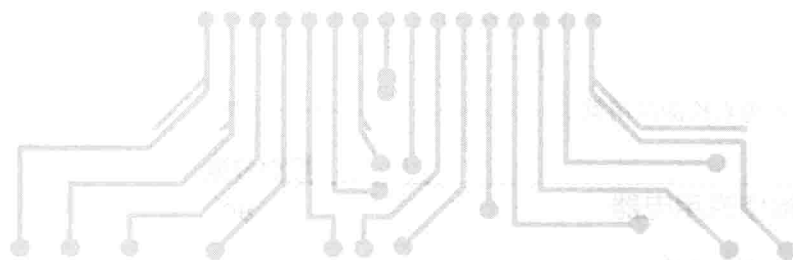
本套丛书包括《图解电子爱好者入门》、《图解电子技能速成》、《图解电子元器件的选用与检测》、《万用表检测电子元器件和电路》、《图解电子电路识读与应用》、《巧用万用表检修家电》六个分册,使广大电子爱好者通过本套丛书的学习,轻松进入电子科学技术的大门,激发他们对电子技术的探索兴趣,掌握深入研究电子技术所必备的基础知识,并把它应用到生产和实际生活中去。

本套丛书从广大电子初学者的实际需要出发,在编写上由浅入深、循序渐进,所编内容注重实用性和可操作性,理论联系实际。本套书对电子技术基础知识作了较详尽的叙述,可为初学者奠定较扎实的理论基础、提高实际操作能力,既是广大初学者的启蒙读本和速成教材,也是电子爱好者们的良师益友。本套丛书对学习电子技术和分析识读电路图大有裨益,既可分册独立学习,又可系统学习全套丛书。

本书是《万用表检测电子元器件和电路》分册,深入浅出地介绍了模拟式万用表和数字式万用表对常用电子元器件的识别与测试方法、使用万用表检修家用电器和汽车电控系统、万用表的故障检修等内容,使读者能够独立运用所学知识分析和解决在电子元器件和电路中出现的一些问题,对提高万用表的使用与维修大有裨益。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者



目录 CONTENTS



1 第一章 Page CHAPTER 指针式万用表的使用 1

第一节	指针式万用表的种类	1
第二节	指针式万用表的结构	2
第三节	指针式万用表的使用	5
第四节	万用表的准确度等级及测量误差分析	12

2 第二章 Page CHAPTER 指针式万用表检测电子元器件 15

第一节	指针式万用表检测电阻器与电位器	15
第二节	指针式万用表检测电容器	23
第三节	指针式万用表检测电感器与变压器	27
第四节	指针式万用表检测二极管	31
第五节	指针式万用表检测三极管	36
第六节	指针式万用表检测晶闸管	40
第七节	指针式万用表检测集成电路	42
第八节	指针式万用表检测电声器件	46

3 第三章 Page CHAPTER 数字式万用表的使用 50

第一节	数字式万用表的组成	50
第二节	数字式万用表的性能特点	52
第三节	数字式万用表的使用	54

4 第四章 Page CHAPTER 数字式万用表检测电子元器件 67

第一节	数字式万用表检测电阻器	67
第二节	数字式万用表检测电容器	69
第三节	数字式万用表检测晶体二极管与整流桥	72
第四节	数字式万用表检测三极管	74
第五节	数字式万用表检测场效应晶体管	78

第六节	数字式万用表检测晶闸管	78
-----	-------------------	----

5	第五章	Page
CHAPTER	万用表检修家用电器	80

第一节	万用表检修微波炉	80
第二节	万用表检修电冰箱	88
第三节	万用表检修洗衣机	97
第四节	万用表检修彩色电视机	106

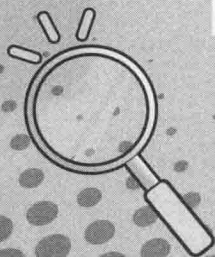
6	第六章	Page
CHAPTER	万用表检测汽车电气设备和电控系统	115

第一节	万用表检测汽车电气设备	115
第二节	万用表检测汽车电控系统	131

7	第七章	Page
CHAPTER	万用表的使用注意事项与故障检修	152

第一节	使用指针式万用表的注意事项	152
第二节	指针式万用表的常见故障及维修	155
第三节	使用数字式万用表的注意事项	159
第四节	数字式万用表的常见故障及维修	160

		Page
	参考文献	165



第一章

指针式万用表的使用

通常所说的万用电表，是指模拟万用表，即指针式万用表，简称万用表或三用表，在国家标准中又称为复用表。

万用表的特点是量程多、功能多、用途广、操作简单、携带方便及价格低廉。万用表不仅可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻及音频电平。有的万用表还有许多特殊用途，可以测量交流电流、电功率、电感、电容以及用于晶体管的简易测试等。因此，万用表是一种多用途的电工仪表，在电气维修和测量中的应用非常广泛。

万用表是用磁电式测量机构（又称表头）同测量电路相配合，来实现各种电量的测量。所以，万用表实质上就是由多量程的直流电流表、多量程的直流电压表、多量程整流式交流电压表及多量程的欧姆表所组成的，但它们合用一只表头，并在表盘上绘出几条相应被测电量的标尺。根据不同的被测量，转换相应的开关，便可达到测量的目的。

第一节 指针式万用表的种类

一、按表头的构成分类

万用表按工作表头的构成可分为指针型万用表和数字显示型万用表两类。目前，常见的指针型万用表有 MF500 型、MF30 型、MF47 型等，如图 1-1 所示。

二、按功能操作旋钮分类

万用表按功能操作旋钮可分为单旋钮型万用表和双旋钮型万用表两类。常见的单旋钮型

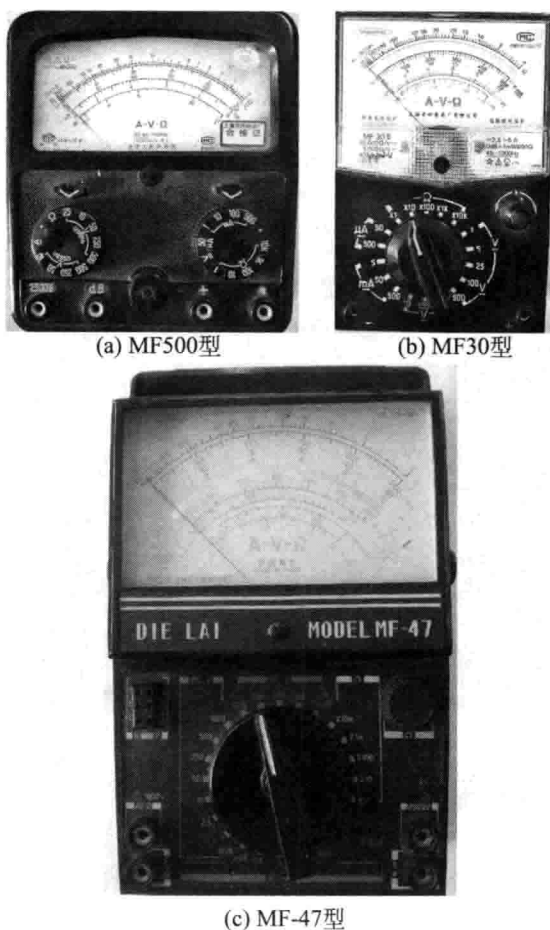


图 1-1 指针型万用表

万用表有 MF47 等，而常见的双旋钮型为 MF500。

三、按测量功能分类

万用表按测量功能可分为普通型万用表和多功能型万用表两类。普通型万用表只能测量电阻、电压、电流，所以也叫三用表，并且电流挡测量的电流容量较小，如常见的 MF500 就属于此类万用表。而早期的多功能万用表仅增加了三极管放大倍数测量功能、大电流测量功能，如 MF30 和部分 MF47 型万用表，而后期生产的多功能型万用表还增加了短路（通路）测量功能、电容测量、红外二极管测量等功能，甚至有的万用表还增加了欠压（电池电量不足）提示功能、自动延迟关机功能，以及音频电平、温度、电感量、频率测量和遥控器信号检测等功能，并且多功能型万用表的保护功能也越来越完善。

第二节 指针式万用表的结构

以 MF-47 型万用表为例，其面板示意图如图 1-2 所示。指针式万用表在结构上主要由以下三个部分组成，即测量机构（又称表头）、测量线路和转换开关。

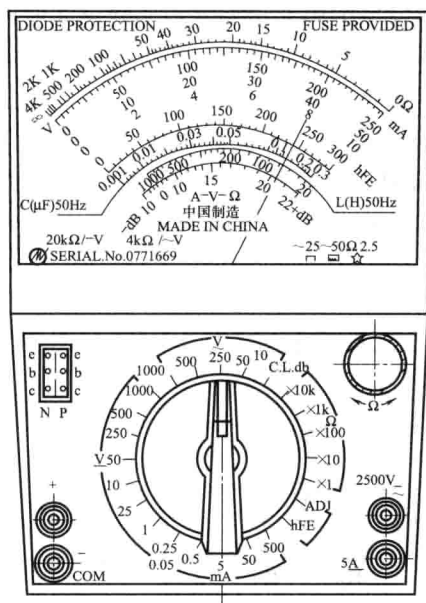


图 1-2 MF-47 型万用表的面板示意图

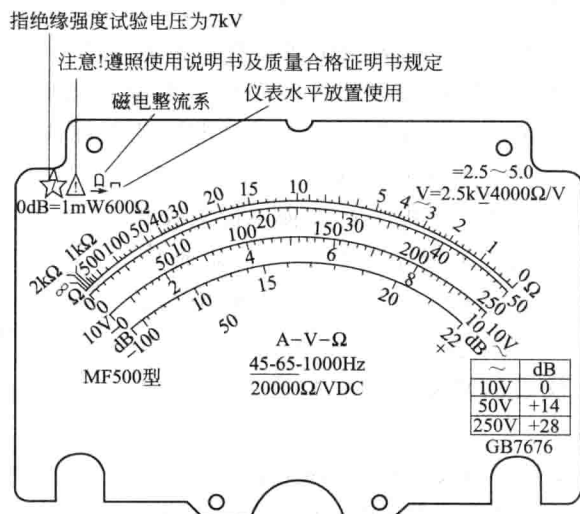


图 1-3 MF500 型万用表表盘

一、表头

表头由磁铁、线圈、游丝、表针（指针）构成。它是万用表的主要元件，一般多采用高灵敏度的磁电式直流微安表作测量机构，它的灵敏度通常用满刻度偏转电流来衡量，满刻度偏转电流在 $10 \sim 200 \mu\text{A}$ 之间。表头满刻度偏转电流越小，则灵敏度越高，测量电压时内阻也就越大，功率损耗也就越小，表头的特性越好，对被测电路的影响越小。表头因线圈采用线径较细的漆包线绕制，所以需要用电阻降压限流为它供电，才能获得较大的量程范围和较多的测量项目。表头是万用表的关键部件，灵敏度、准确度等级、阻尼、升降差等，大部分都取决于表头的性能。

表头刻度盘上刻有多种电量和多种量程的刻度。表盘上有大量的符号和多条刻度线。图 1-3 是 MF500 型万用表的表盘。

第 1 条刻度线是电阻挡的读数，它的右端为“0”，左端为“无穷大（ ∞ ）”，所以读数要从右向左读，也就是表针越靠近右端，数值越小。

第 2 条刻度线是交流、直流电压及直流电流的读数，它的左端为“0”，右端为最大值，所以读数要从左向右读，也就是表针越靠近右端，数值越大。如果量程开关的位置不同，即使表针在同一位置，数值也是不同的。

第 3 条刻度线是测量 10V 以下交流电压读数精度的，它的左端为“0”，右端为 10V，所以读数要从左向右读，也就是表针越靠近右端，数值越大。

第 4 条刻度线是分贝的读数，它的左端为“-10dB”，右端为+22dB，所以读数要从左向右读，也就是表针越靠近右端，数值越大。

二、测量线路

测量线路是万用表用来实现多种电量、多种量程测量的主要手段。它是把被测的电量转



变成测量机构能接受的电量，如将被测的直流大电流通过分流电阻变换成表头能够接受的微弱电流；将被测的直流高电压通过分压电阻变换成表头能够接受的低电压，将被测的交流电流（电压）通过整流器变换为表头能够接受的直流电流（电压）等。

实际上，万用表是由多量程直流电流表、多量程直流电压、多量程整流式交流电压表和多量程欧姆表等几种线路组合而成。构成测量线路的主要元件是各种类型和阻值的电阻元件（如线绕电阻、碳膜电阻及电位器等）。依靠这些元件组成多量程交直流电流表、多量程交直流电压表及多量程的欧姆表等。实现了对多种不同对象、多种功能与不同量限的测量，从而达到一表多用的目的。在交流测量时，引入了整流装置。测量线路的改进，可使仪表的功能增多，操作方便，体积减小。

指针万用表的基本测量电路如图 1-4 所示。测量交流电压时，将量程开关 SA 置于交流电压挡 $\tilde{V}$ 的位置，交流电压通过 R_4 限流，再通过二极管 VD 半波整流，为表头的线圈供电，控制表针摆到相应的刻度位置。

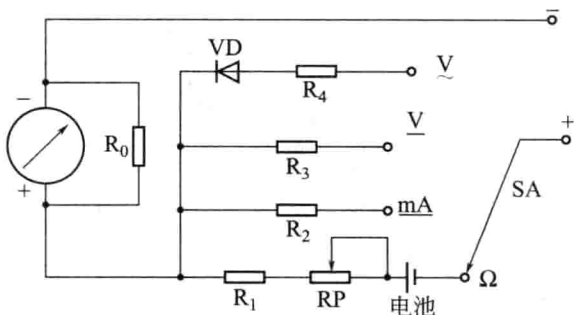


图 1-4 指针万用表的测量电路构成方框图

测量直流电压时，将量程开关 SA 置于直流电压挡 $\underline{V}$ 的位置，直流电压通过 R_3 限流，为表头的线圈供电，控制表针摆到相应的刻度位置。

测量直流电流时，将量程开关 SA 置于直流电流挡 mA 的位置，直流电流通过 R_2 限流后加到表头的线圈上，就会控制表针摆到相应的刻度位置。

测量电阻时，将量程开关 SA 置于电阻挡的位置，此时表内的电池通过电位器（ Ω 挡调零电位器）、限流电阻 R_1 、表头线圈和被测电阻 R 构成回路，为表头的线圈供电后，就会控制表针摆到相应的刻度位置。

由于被测电阻 R 的阻值是不同的，所以为表头提供的电流是非线性的。因此，表盘上的刻度为了真实地反映出被测电阻的阻值，其刻度的排列是不均匀的。

三、转换开关

转换开关又称选择式量程开关，可实现多种电量和多种量程的选择。万用表中的各种测量及其量程的选择是通过转换开关来完成的。转换开关是一种旋转式切换装置，由许多个固定触点和活动触点组成，用来闭合与断开测量回路。动触点通常称为“刀”，静触点又称为“掷”，静触点固定在测量电路板上，动触点装在转轴上，当转动转换开关的旋钮时，其上的“刀”跟随转动，并在不同的挡位上和相应的固定触点接触闭合，从而接通相对应的测量线路，实现了对不同测量电路的切换。对转换开关的要求是切换灵活，接触良好。

万用表一般都采用多刀多掷转换开关，以适应切换多种测量线路的需要。使用万用表进行测量时，应首先根据测量对象选择相应的挡位，然后估计测量对象的大小选择合适的量程。

第三节 指针式万用表的使用

一、万用表使用前的准备

1. 使用前的准备

① 在使用万用表前, 首先进行外观检查, 表壳应无油污、无破损, 指针应摆动灵活, 表笔线及表笔绝缘应良好, 操作者必须熟悉每个旋钮、转换开关, 插孔以及接线柱等的功用, 了解表盘上每条标尺刻度所对应的被测量, 熟悉所使用的万用表各种技术性能。这一点对初学者或使用新表者尤为重要。

② 万用表在使用时, 应根据仪表的要求, 将表水平(或垂直)放置, 并放在不易受振动的地方。

③ 检查机械零点。若不指于零, 可调节机械调零旋钮, 使指针指于零。每次测量前, 应核对转换开关的位置是否合乎测量要求。

2. 插孔(接线柱)的正确选择

① 在进行测量以前, 应首先检查表笔接在什么位置。

② 红色表笔应接在标有“+”号的插孔(或红色接线柱)上; 黑色表笔应接在标有“-”号(COM)的插孔(或黑色接线柱)上。用MF-47型万用表测量交、直流2500V或直流5A时, 红插头则应分别插到标有“2500V”或“5A”的插座中。

③ 在测量电压时, 仪表并联接入电路; 测量电流时, 仪表串联接入电路。

④ 在测量直流参数时, 要使红色表笔接被测对象的正极, 黑色表笔接被测对象的负极。

3. 测量类别的选择

① 测量时, 应根据被测的对象类别将转换开关旋至需要的位置。例如: 当测量交流电压时, 应将类别转换开关旋至标有“V”的位置, 其余类推。

② 万用表的盘面上一般有两个旋钮, 一个是测量类别的选择, 另一个是量程变换的选择。在使用时, 应先将测量类别旋钮旋至对应的被测量种类的位置上, 然后再将量程变换旋钮旋至相对应量限的合适位置上。

4. 量限的选择

① 根据被测量的大致范围, 将量限转换开关旋至该类别区间的适当量程上。例如, 测量220V的交流电压时, 就可以选择用“V”区间250V的量限挡。

② 若事先无法估计被测量的大小, 应尽量选择大的测量量程, 然后根据指针偏转角的大小, 再逐步换到较小的量程, 直到测量电流和电压时使指针指示在满刻度的 $1/2$ 或 $2/3$ 以上, 这样测量的结果比较准确。

5. 正确读数

在万用表的标度盘上有很多条标度尺, 分别供测量各种不同被测量时使用, 因此在测量时要在相应的标度尺上读数。

① 标有“DC”或“-”的标度尺为测量直流时读数。

② 标有“AC”或“~”的标度尺供测量交流时读数。



③ 标有“ Ω ”的标度尺供测量直流电阻时读数。

④ 测量电平及电容等还应进行适当的换算。

读数时,眼睛应垂直于表面观察指针,如果视线不垂直,将会产生视差,使得读数出现误差。如图 1-5 所示。

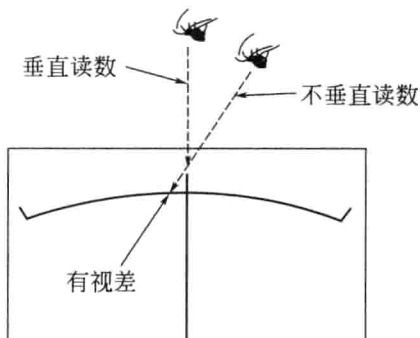


图 1-5 万用表的读数

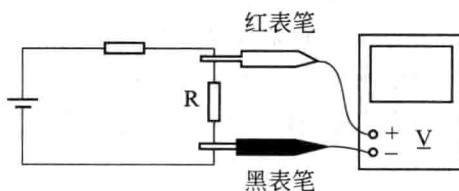


图 1-6 直流电压测量

二、指针式万用表的使用

1. 测量直流电压

① 将万用表的转换开关旋至相应的直流电压挡“V”（DCV）挡位,如果已知被测电压的数值,可以根据被测电压的数值去选择合适的量程,所选量程应大于被测电压,若不知被测电压大小时,可以选择直流电压量程最高挡进行估测,然后逐次旋至适当量程上(使指针接近满刻度或大于 $2/3$ 满刻度为宜)。

② 万用表并接于被测电路上,必须注意正、负极性,即红表笔接高电位端(电压的正极),黑表笔接低电位端(电压的负极),如图 1-6 所示。如果不知被测电压极性时,应先将转换开关置于直流电压最高挡进行点测,观察万用表指针的偏转方向,以确定极性;点测的动作应迅速,防止表头严重过载反偏将万用表指针打弯。

假如误用交流电压挡去测直流电压,由于万用表的接法不同,读数可能偏高一倍或者指针不动。

③ 正确读数。在标有“—”或“DC”符号的刻度线上读取数据。

④ 当被测电压在 $1000 \sim 2500\text{V}$ 之间时, MF-47 型万用表需将红表笔插入万用表右下侧的 2500V 量程扩展孔中进行测量。这时旋转开关应置于直流电压 1000V 挡。

2. 测量交流电压

① 选择挡位。先选择交流电压挡,将转换开关置于相应的交流电压挡“V”（ACV）。正确选择量程,其方法与测直流电压相同。若误用直流电压挡去测交流电压,则表针在原位附近抖动或根本不动。

② 测量交流电压时,表笔不分正负,分别接触被测电压的两端,使万用表并联在被测电路两端亦可。

③ 正确读数。在标有“~”或“AC”符号的刻度线上读取数据。

④ 当被测电压在 $1000 \sim 2500\text{V}$ 时, MF-47 型万用表可以将红表笔插入万用表右下侧的 2500V 量程扩展孔中进行测量。这时旋转开关应置于交流电压 1000V 挡。

MF-47 型万用表若配以高压探头可测量电视机 $\leq 25\text{kV}$ 的高压,测量时开关应放在 $50\mu\text{A}$ 位置上,高压探头的红黑插头分别插入“+”,“-”插座中,接地夹与电视机金属底板连接,而后握住探头进行测量。

3. 测量直流电流

① 选择挡位。将万用表的转换开关置于相应的直流电流挡(DCmA)。已知被测电流范围时,选择略大于被测电流值的那一档。不知被测电流范围时,可先选择直流电流量程最大一档进行估测,再根据指针偏转情况选择合适的量程。

② 测量直流电流时,应先切断被测电路电源,将检测支路断开一点,将万用表串联在电路中,且要注意正负极性,将红表笔接触电路的正极性端(或电流流入端),黑表笔接触电路的负极性端(或电流流出端)。不可接反,否则指针反偏。不知道电路极性时,可将转换开关置于直流电压最高挡,在带电的情况下,先点测一下试探极性,然后再将万用表串入电路中测量电流。

测量时万用表串入被测回路,如图 1-7 所示。既可以串入电源正极与被测电路之间,如图 1-7(a) 所示;也可串入被测电路与电源负极之间,如图 1-7(b) 所示。

③ 模拟万用表测量 500mA 及其以下直流电流时,转动测量选择开关至所需的“mA”挡。测量 500mA 以上至 5A 的直流电流时,将测量选择开关置于“500mA”挡,并将正表笔改插入“5A”专用量程扩展插孔。

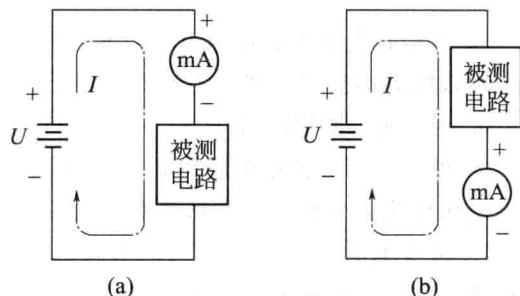


图 1-7 直流电流的测量

4. 测量交流电流

有的万用表能够测量交流电流,与测量直流电流相似,转动测量选择开关至所需的“交流 A”挡,串入被测电流回路即可测量。测量 200mA 以下交流电流时,红表笔插入“mA”插孔;测量 200mA 及以上交流电流时,红表笔插入“A”插孔。

5. 测量电阻

① 装上电池(如 MF-47 型万用表 R14 型 2 只 1.5V 及 6F22 型 9V 各一只),如果被测电阻处于电路中,那么首先应该将被测电路断电,如电路中有电容则应在断电后先行放电。测量时注意断开被测电阻与其他元器件的连接线。

② 转换开关旋至“ Ω ”挡位,正确选择量程,即尽量使指针指在刻度线的中间部分(该挡的欧姆中心值)。若不知被测电阻大小时,可选择高档位试测一下,然后选取合适的挡位。

③ 调节零点。测量前应首先进行调零,在所选电阻挡位,将两表笔短接,指针不指零位时,调节“ Ω ”调零旋钮,使指针指准确指在 0Ω 刻线上,如图 1-8 所示。每次换挡后必须重新调零,如某个电阻挡位不能调节至欧姆零位,则说明电池电压太低,已不符合要求,应及时更换电池。

④ 测量。将红黑表笔分别接触被测电阻的两端,并保证接触紧密。被测对象不能有并联支路,当被测线路有并联支路时,测得的电阻值不是该电路的实际值,而是某一等效电阻值。尤其测量大电阻时,不能同时用两手接触表笔的导电部分,防止人体电阻使测量出现较大的误差。

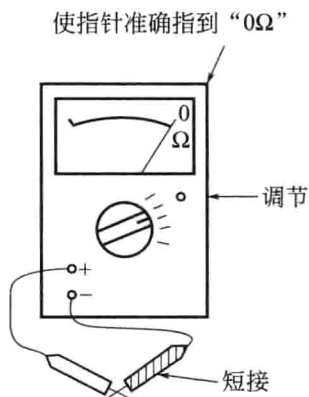


图 1-8 万用表调零

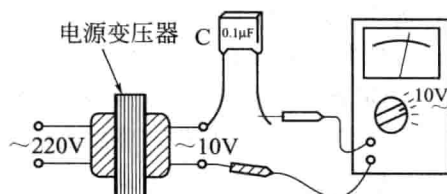


图 1-9 用万用表测量电容

⑤ 正确读数。在标有“Ω”符号的刻度线上读取的数据再乘以转换开关所在挡位的倍率。即：

$$\text{被测电阻值} = \text{刻度线示数} \times \text{电阻挡倍率}$$

⑥ 当检查电解电容器漏电阻时，应在测量前先行放电；转动开关至 $R \times 1k$ 挡，红表笔必须接电容器负极，黑表笔接电容器正极。

6. 用万用表测量电容

① 模拟万用表测量电容时，通过电源变压器将交流 220V 市电降压后获得 10V、50Hz 交流电压作为信号源，然后将转换开关旋转至交流电压 10V 挡。

② 将被测电容 C 与任一表笔串联后，再串接于 10V 交流电压回路中，如图 1-9 所示，万用表即指示出被测电容 C 的容量。

③ MF-47 型万用表从第四条标尺刻度线（电容刻度线）上读取数据。

④ 应注意的是，10V、50Hz 交流电压必须准确，否则会影响测量的准确性。

⑤ 测量完毕，将转换开关置于交流电压最大挡或“OFF”挡位。

7. 用万用表测量电感

模拟万用表测量电感与测量电容方法相同，将被测电感 L 与任一表笔串联后，再串接于 10V 交流电压回路中，如图 1-10 所示，万用表即指示出被测电感 L 的电感量。MF-47 型万用表从第五条标尺刻度线（电感刻度线）上读取数据。

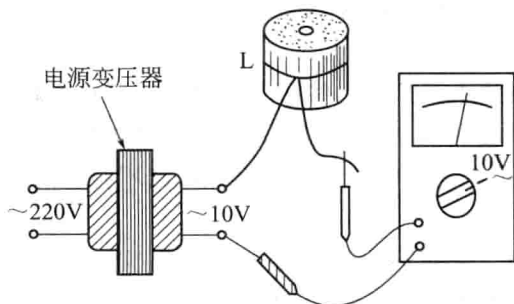


图 1-10 用万用表测量电感

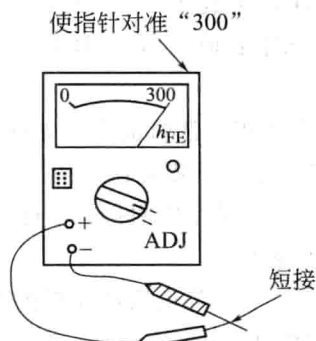


图 1-11 用万用表测量三极管直流放大倍数

8. 用万用表测量三极管直流放大倍数 h_{FE}

① 模拟万用表测量三极管直流放大倍数时, 先将测量选择开关转动至“ADJ (校准)”挡位, 将红黑两表笔短接, 调节欧姆调零旋钮, 使表针对准 h_{FE} 刻度线的“300”刻度线(例如 MF-47 型), 如图 1-11 所示。

② 分开两表笔, 将测量选择开关转动至“ h_{FE} ”挡位, 即可插入三极管进行测量。

③ 待测量如果是 NPN 型三极管引脚插入 N 型管座内, 若是 PNP 型三极管应插入 P 型管座内。注意, 三极管的 e、b、c 三个电极要与插座极性对应, 不可插错。

④ 指针偏转所指示数值约为三极管的直流放大倍数 $h_{FE}(\beta)$ 值。

9. 反向截止电流 I_{ceo} 、 I_{cbo} 的测量

I_{ceo} 为集电极与发射极间的反向截止电流 (基极开路)。 I_{cbo} 为集电极与基极间反向截止电流 (发射极开路)。

① 转动开关至 $R \times 1k$ 挡, 将红黑表笔短接, 调节零欧姆电位器, 使指针对准零欧姆上 (此时满度电流值约 $90\mu A$)。

② 然后分开表笔, 将欲测的三极管按图 1-12 插入管座内, 此时指针指示的数值乘上 1.2 即为反向截止电流 I_{ceo} 和 I_{cbo} 的实际值。

③ 当 I_{ceo} 电流值大于 $90\mu A$ 时可换用 $R \times 100$ 挡进行测量 (此时满度电流值约为 $900\mu A$)。

④ NPN 型三极管应插入 N 型管座, PNP 型三极管应插入 P 型管座。

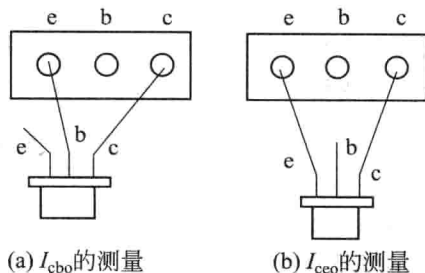


图 1-12 三极管测量图

10. 三极管引脚极性的辨别

可用 $R \times 1k$ 挡进行三极管引脚极性的辨别。

① 先判定基极 b 由于 b 到 c, b 到 e 分别是两个 P-N 结, 它的反向电阻很大, 而正向电阻很小。测试时可任意取三极管一脚假定为基极。将红表笔接“基极”, 黑表笔分别去接触另两个引脚, 如此时测得都是低阻值, 则红表笔所接触的引脚即为基极 b, 并且是 P 型管, (如用上法测得均为高阻值, 则为 N 型管)。如测量时两个引脚的阻值差异很大, 可另选一个引脚为假定基极, 直至满足上述条件为止。

② 再假定集电极 c 对于 PNP 型三极管, 当集电极接负电压, 发射极接正电压时, 电流放大倍数才比较大, 而 NPN 型管则相反。测试时假定红表笔接集电极 c, 黑表笔接发射极 e, 记下其阻值, 而后红黑表笔交换测试, 又测得一阻值且比前一次测得的阻值大时, 说明假设正确且是 PNP 型管。反之则是 NPN 型管。

11. 二极管极性判别

测试时选 $R \times 1k$ 挡, 测得阻值较小时与黑表笔连接的一端的即为正极。

万用表在欧姆电路中, 红表笔为电池负极, 黑的为电池正极。

注意: 以上介绍的测试方法, 一般都只能用 $R \times 100$ 挡、 $R \times 1k$ 挡, 如果用 $R \times 10k$ 挡, 则因表内有 9V 的较高电压, 可能将三极管的 P-N 结击穿, 若用 $R \times 1$ 挡测量, 因电流过大 (约 $60mA$), 也可能损坏管子。

12. 高电压的测量

使用 MF-47 型万用表生产厂家提供的专用高压探头可以测量电视机内小于 $25kV$ 的高



电压，测量时转换开关应放在 $50\mu\text{A}$ 位置上，高压探头的红、黑插头分别插入“+”、“-”插座中，接地夹子与电视机金属底板连接，然后握住探头进行测量，如图 1-13 所示。

13. 新增功能的使用

新型的 MF-47B、MF-47C、MF-47F 型指针式万用表还增加了负载电压（稳压）、负载电流参数的测量功能和红外线遥控器数据检测功能以及通路蜂鸣提示功能。使用方法如下。

① 负载电压（稳压）LV(V)、负载电流 LI (mA) 参数的测量：该挡主要测量在不同电流下非线性器件电压降性能参数或反向电压降（稳压）性能参数。如发光二极管、整流二极管、稳压二极管及三极管等，在不同电流下电压曲线或稳压二极管的稳压性能，测量方法与指针式万用表电阻挡的使用方法相同，表盘刻度 LV (V)，其中 $0\sim 1.5\text{V}$ 刻度供 $R\times 1\sim R\times 1\text{k}$ 挡使用， $0\sim 10.5\text{V}$ 刻度供 $R\times 10\text{k}$ 挡使用（可测量 10V 以内稳压二极管）。各挡满度电流见表 1-1。

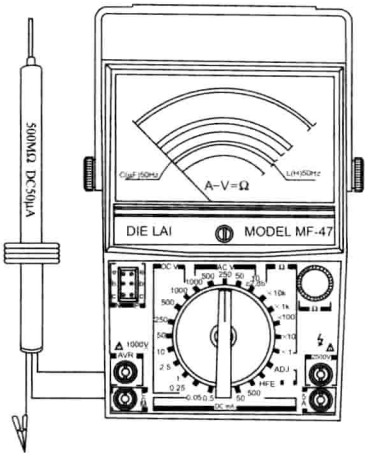


图 1-13 高压探头测量示意图

表 1-1 负载电压（稳压）、负载电流各挡参数

开关位置	$R\times 1$	$R\times 10$	$R\times 100$	$R\times 1\text{k}$	$R\times 10\text{k}$
满度电流/mA	90	9	0.9	0.09	0.06
电压范围/V	$0\sim 1.5$				$0\sim 10.5$

② 红外线遥控器数据检测（符号 $\square/\text{L}$ ）：该挡是为判别所有红外线遥控器数据传输发射工作是否正常而设置，如电视机、空调器的遥控器、笔记本电脑、手机等。将转换开关置于此挡时，把红外线发射器的发射头垂直（大约在 $\pm 15^\circ$ 内）对准表盘左下方接收窗口，按下需检测功能按钮，如果表盘上的红色发光二极管闪亮，表示该发射器工作正常。在一定距离内（ $1\sim 10\text{cm}$ ）移动发射器，还可以判断发射器输出功率状态。接收窗口和发光二极管位置如图 1-14 所示。

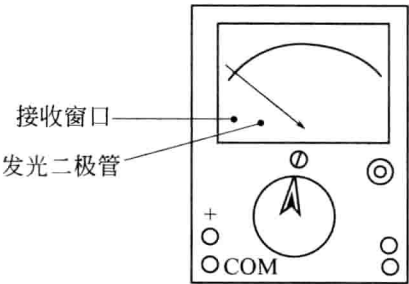


图 1-14 接收窗口和发光二极管位置

使用该挡时应注意，发射头必须垂直于接收窗口检测，当有强烈光线直射接收窗口时，红色发光二极管会发亮，并随照射光线强度不同而变化 [此时可作光照度计（红外线）参考使用]，检测时应避开直射光使用。

③ 通路蜂鸣提示（ BUZZ ）：该挡主要是为检测电路通断而设置的。首先与使用指针式万用表的电阻挡一样，将红黑两表笔短接，进行仪表调零，此时蜂鸣器工作发出频率约为 2kHz 的长鸣叫声，即可进行测量。当被测电路阻值低于 10Ω 左右时；蜂鸣器发出鸣叫声，此时不必观察表盘指针摆动情况，即可了解电路通断情况。

14. 音频电平测量

由于我国通信线路采用特性阻抗为 600Ω 的架空明线，并且通信终端设备及测量仪表的