



上岗轻松学
SHANG GANG QING SONG XUE

图解

万用表使用快速入门

WANYONGBIAO SHIYONG KUAISU RUMEN

- ◆ 线条图、实物图完美结合
- ◆ 知识性、实用性全面展现
- ◆ 跟着学、对照图轻松上手



吴雪峰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

013046832

TM938. 107-64
02

上岗轻松学

图解万用表使用快速入门

主 编 吴雪峰
参 编 马云超 杨秀平 辛月春



机械工业出版社



北航

C1652650

TM938107-64
02

本书用较通俗易懂的语言阐述了万用表的基本结构、工作原理和使用方法等知识,并采用大量的图片进行详细的示例讲解,形式新颖,实用性强。本书主要内容包括:模拟式和数字式万用表基础知识、万用表对常用电子元器件的检测、万用表对常见半导体器件的检测、万用表测量电流和电压、万用表对电声器件的检测、万用表对低压电器的检测、万用表对三相异步电动机的检测以及万用表在家用电器故障检测、汽车维修等方面的应用。

本书可作为电工电子技术初学者及电子爱好者的学习用书,也可作为家电维修、汽车维修等人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

图解万用表使用快速入门/吴雪峰主编. —北京:机械工业出版社, 2013.5

(上岗轻松学)

ISBN 978 - 7 - 111 - 42240 - 2

I. ①图… II. ①吴… III. ①复用电表—使用方法—图解
IV. ①TM938.107 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 080427 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:陈玉芝 责任编辑:王振国

版式设计:潘蕊 责任校对:张征

封面设计:饶薇 责任印制:杨曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 10.5 印张 · 253 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 42240 - 2

定价:29.80 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

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

电子测量仪器是学习电工电子技术的重要工具。万用表作为最常用的电子测量仪器，在电气安装、调试和维修、检测时起着非常重要的作用。正确、熟练使用万用表检测各种电器的元件和线路，测量电量和非电量，能够帮助我们快速、准确地判断元件的好坏、线路的通断、所测量的正确性，快速检测出故障所在。为了帮助从事此类工作的初学者较快地掌握万用表的使用方法和测量技巧，我们编写了本书。

本书采用简单明了的图表结合形式，并选取典型案例，按步骤讲解测量方法，适合电工电子初学者阅读。“图解”和“快速入门”是本书的两大特点。

“图解”，即通过大量的照片图将抽象深奥的知识具体化、形象化，通过示意图将复杂的结构简单化、清晰化，以更好地阐述操作过程及相关内容，达到读图学知识的目的，利于读者对知识的理解。

“快速入门”，即本书讲解的万用表使用知识属于入门水平，语言通俗易懂，贴近应用实际，便于读者快速掌握。

希望读者通过本书的学习，能举一反三，快速掌握最实用的电气知识及使用万用表测量的技能。

本书由吴雪峰主编，马云超、杨秀平、辛月春参编。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言			
绪论	1	第四章 万用表对常见半导体器件的	
第一章 模拟式万用表基础知识	2	检测	58
第一节 模拟式万用表的种类	2	第一节 二极管的检测	58
第二节 模拟式万用表的性能指标	4	第二节 晶体管的检测	65
第三节 模拟式万用表的结构、		第三节 场效应晶体管的检测	71
工作原理及操作面板	5	第四节 单结晶体管的检测	76
第四节 模拟式万用表的读数	9	第五节 晶闸管的检测	78
第五节 模拟式万用表的测量		第五章 万用表测量电流和电压	83
误差	11	第一节 指针式万用表测量直流	
第六节 模拟式万用表的使用	12	电流	83
第七节 模拟式万用表的使用注意		第二节 指针式万用表测量直流	
事项	16	电压	85
第八节 模拟式万用表的选用	17	第三节 指针式万用表测量交流	
第二章 数字式万用表基础知识	19	电压	87
第一节 数字式万用表的种类	19	第四节 数字式万用表测量直流	
第二节 数字式万用表的特点	21	电流	88
第三节 数字式万用表的结构和		第五节 数字式万用表测量交流	
工作原理	23	电流	90
第四节 数字式万用表的读数	24	第六节 数字式万用表测量电压	92
第五节 数字式万用表的使用	26	第六章 万用表对电声器件的检测	95
第六节 数字式万用表的使用注意		第一节 耳机的检测	95
事项	28	第二节 扬声器的检测	96
第七节 数字式万用表的选用	29	第三节 蜂鸣器的检测	99
第三章 万用表对常用电子元器件的		第四节 传声器的检测	100
检测	31	第七章 万用表对低压电器的检测	107
第一节 电阻器的检测	31	第一节 继电器的检测	107
第二节 电容器的检测	42	第二节 开关的检测	108
第三节 电感器的检测	49	第三节 熔断器和断路器的检测	110
第四节 变压器的检测	51	第四节 互感器的检测	113
第五节 LED 数码管的检测	54	第五节 接触器的检测	114
		第六节 电磁铁的检测	116

第八章 万用表对三相异步电动机的检测.....	118	的应用.....	138
第一节 测定三相异步电动机定子绕组的首尾端.....	118	第十一章 万用表在其他方面的应用.....	141
第二节 电动机极数和转速的判断.....	121	第一节 温度的测量.....	141
第三节 三相异步电动机绕组短路和断路的检测.....	123	第二节 作为标准电阻箱使用.....	142
第四节 三相异步电动机绕组接地的检测.....	124	第三节 电池电量的测量.....	142
第九章 万用表在家用电器检测中的应用.....	126	第四节 区分交流电的零线和相线.....	143
第一节 电饭锅故障检修.....	126	第十二章 万用表常见故障及检修.....	146
第二节 电熨斗故障检修.....	128	第一节 模拟式万用表常见故障及检修.....	146
第三节 全自动洗衣机故障检修.....	129	第二节 数字式万用表常见故障与检修.....	149
第四节 吸尘器故障检修.....	131	附录.....	155
第五节 电视机故障检修.....	134	附录 A 常用模拟式万用表主要技术参数.....	155
第十章 万用表在汽车维修中的应用.....	136	附录 B MF—47 型万用表主要技术参数.....	156
第一节 蓄电池的检测.....	136	附录 C XL9205A 型数字式万用表主要技术参数.....	157
第二节 万用表在汽车检测其他方面		参考文献.....	158

绪 论

万用表是万用电表的简称,又叫做多用表、三用表、复用表,是一种多功能、多量程的测量仪表,一般万用表可测量直流电流、交流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平,有的还可以测量电容量、电感量及半导体器件的某些参数,由于使用方便,万用表在电工和电子电路的安装、调试和检修等方面得到了广泛的应用。常用的万用表有模拟式(见图0-1)和数字式(见图0-2)两种。

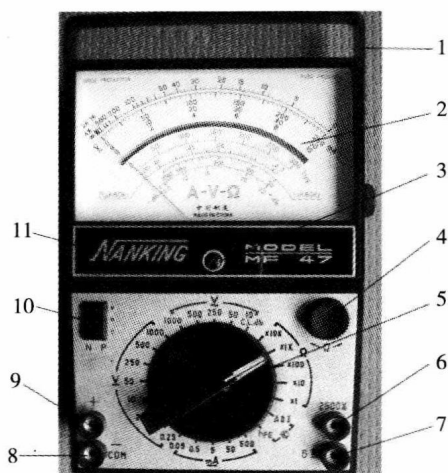


图0-1 模拟式万用表

- 1—提手 2—表盘 3—机械调零旋钮 4—欧姆调零旋钮
5—转换开关 6—高电压测量插孔 7—5A (10A) 插孔
8—“-”插孔 9—“+”插孔
10— h_{FE} 插孔 11—铭牌

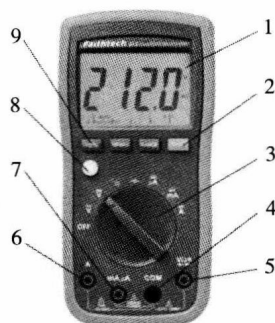


图0-2 数字式万用表

- 1—液晶显示屏 2—功能键 3—转换开关
4—公共端 (COM) 插孔 5—电压和电阻挡插孔
6—安培挡插孔 7—毫安和微安挡插孔
8— h_{FE} 插孔 9—功能键

模拟式万用表也称为指针式万用表。模拟式万用表就是采用微安表头的指针作为测量指示的仪表,具有显示直观,测量结果一般表现为指针沿标度尺的位移。模拟式万用表可以测量交直流电压、交直流电流、电阻、电容、电感等参数,除测量电阻和晶体管外,其他测量功能不用安装电池。

而数字式万用表就是采用数字显示屏作为测量指示的万用表,把被测量的大小直接用数字显示出来,具有准确度和分辨率高等优点,能直接读出被测量的值。数字式万用表可以测量交直流电压、交直流电流、电阻、电容、电感、频率、温度等参数。与模拟式万用表不同的是,数字式万用表的所有测量功能都必须在安装电池之后才能完成。

第一章

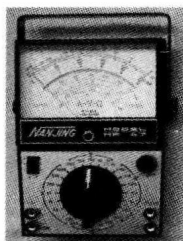
模拟式万用表基础知识

第一节 模拟式万用表的种类

模拟式万用表的种类很多,可以按照外形、功能和准确度等级划分为不同的种类。

一、按照外形来划分

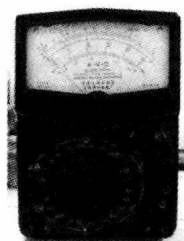
1. 便携式万用表 (见图 1-1)



MF-47型



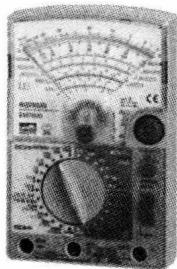
500型



MF-14型

图 1-1 便携式万用表

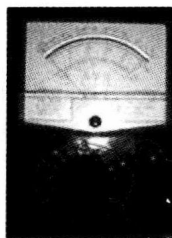
2. 袖珍式万用表 (见图 1-2)



AP33型



117B型



MF-30型

图 1-2 袖珍式万用表

3. 折叠式万用表（见图 1-3）

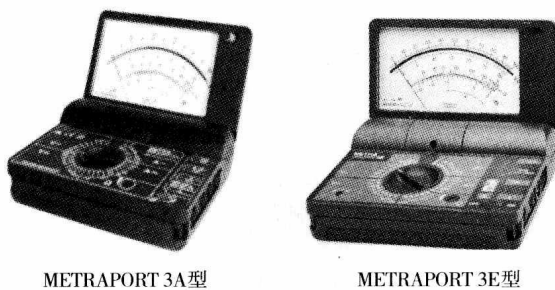


图 1-3 折叠式万用表



说明

便携式万用表携带比较方便，仪表的表盘较大，读数清晰准确，不足之处就是体积较大。袖珍式万用表体积小，携带更加方便，不足之处就是读数较困难。折叠式万用表的表盘可以折叠，方便携带。

二、按功能来划分

1. 简易型万用表（见图 1-4）

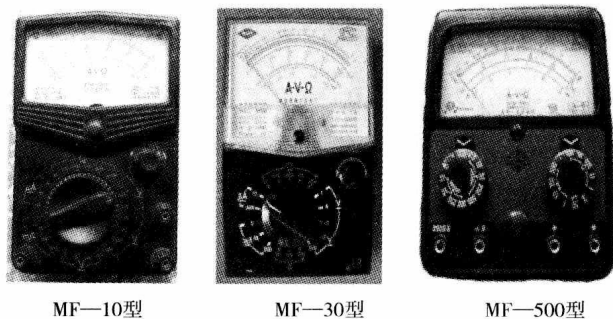


图 1-4 简易型万用表

2. 多功能万用表（见图 1-5）

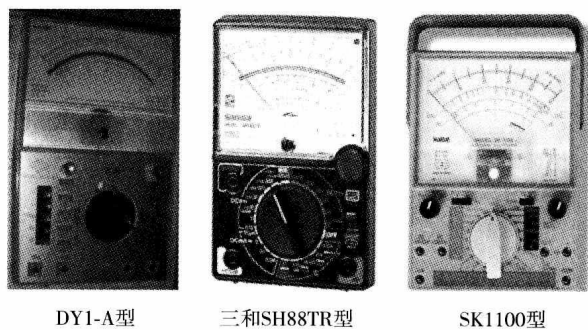


图 1-5 多功能万用表

3. 模拟数字混合型万用表（见图 1-6）



图 1-6 模拟数字混合型万用表



说明

简易型万用表的价格较低，性能指标低，主要用来测量电流、电压和电阻。多功能万用表的测量功能较强，售价较高，除了测量电流、电压和电阻外，还可用来测量电容、电感、晶体管参数等。混合型万用表是一种新型万用表，它是在指针式万用表的基础上增加了数字显示装置，便于快速读数。

三、按准确度等级来划分

万用表的准确度等级一般分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七个等级。其中 0.1 级准确度最高，5.0 级准确度最低。万用表的满标度相对误差在 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 、 $\pm 2.5\%$ 、 $\pm 5.0\%$ 时，其准确度等级分别为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 级。

第二节 模拟式万用表的性能指标

一、准确度

万用表的准确度等级一般分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七个等级。其中 0.1 级准确度最高，5.0 级准确度最低。通常准确度为 0.1、0.2 级的仪表作为标准仪表或用于精密测量；0.5、1.0 级为电气工作实验用。1.0、1.5 级为高准确度万用表（如 MF—18、MF—12 型等），价格相对较高；一般万用表多为 2.5 级（如 MF—30 型）。

二、灵敏度

灵敏度是表示仪表对微弱能量做出反应程度大小的技术指标。由于驱动仪表测量机构偏转的能量是取自被测电路中的电流，所以，如果仪表指针较大幅度的偏转而用了较小的能量，它的灵敏度相对就较高。

万用表的灵敏度可分为直流电压灵敏度、交流电压灵敏度和表头灵敏度三个指标。其中直流电压灵敏度是主要指标。交流电压灵敏度由于表路设计因素，一般低于直流电压灵敏度。它们被分别以每伏多少欧 (Ω/V) 印制在表盘上。表头灵敏度是表明表头的满标度电流值，还包括表头内阻和线性两个指标，同时也决定着整个万用表的电压灵敏度；其中表头内阻是指表针动圈和上、下两组游丝电阻值之和；线性是指通过表头的电流与表针偏转幅度相互一致性的程度，作为表盘标度绘制的依据。在此重点介绍万用表的直流电压灵敏度。

大家知道，电压表作测量时，是与被测两点间并联的，由于电压表内阻的存在，就相当于在被测两点间并联了一只电阻，使被测两点间总阻抗降低；又加上它对电路的分流作用，使测得的电压值比实际值偏低。因此，在作电压测量时，要求万用表有较大的内阻（即灵敏度 Ω/V 数要高），以减小这种误差。

例如：MF—30 型万用表直流电压挡的各量程为 $0 \sim 1 \sim 5 \sim 25 \sim 100 \sim 500V$ ，标度盘上标有 $20000\Omega/V$ ，则 $1V$ 量程内阻为 $20k\Omega \times 1 = 20k\Omega$ ； $5V$ 量程内阻为 $20k\Omega \times 5 = 100k\Omega$ ，依此类推。

三、测量功能

普通万用表可以用来测量电流、电压、电阻，因此也称为 $V-A-\Omega$ 三用表。近年来，万用表的功能越来越多，可以用来测量电容、电感、晶体管参数、电池容量、音频功率、交直流高压等。

四、频率特性

模拟式万用表的工频率较低，范围窄。一般为 $45 \sim 2000Hz$ ，袖珍式万用表还要低些，有些万用表虽然标了扩展频率范围，随之测量误差也会增大。

第三节 模拟式万用表的结构、工作原理及操作面板

一、模拟式万用表的结构和工作原理

模拟式万用表虽有许多不同的型号，但它们的结构和工作原理基本相同。

1. 模拟式万用表的结构

模拟式万用表在结构上由指示部分、测量电路和转换开关三部分组成。

(1) 指示部分 表头是模拟式万用表的指示部分。现在大部分采用高灵敏度的磁电系直流微安表作为表头，满标度电流只有几个微安至几百个微安，电流越小，灵敏度就越高。

目前，市场上销售的模拟式万用表，大多采用外磁式结构，即磁电系测量机构（见图 1-7），从图中可看出，仪表的固定部分是磁路系统，磁路系统包括永久磁铁 1、固定在磁铁两极的极掌 2 以及处于两个极掌之间的圆柱形铁心 3。圆柱形铁心固定在仪表支架上，采用这种结构是为了减少磁阻，并使极掌和铁心间的空气隙中产生均匀的辐射形磁场。这个磁场的特点是，沿着圆柱形铁心的表面，磁感应强度处处相等，而方向则和圆柱形表面垂直。圆柱形铁心与极掌间留有一定的气隙，使可动线圈能在气隙中转动。可动部分由绕在铝框架上

的可动线圈4、线圈两端的两个半轴、与转轴相连的指针6、平衡锤7以及游丝5所组成。整个可动部分支承在轴承上，线圈位于环形气隙之中。在矩形框架的两个短边上固定有转轴，转轴分前后两个半轴，每个半轴的一端固定在矩形框架上，另一端则通过轴尖支承于轴承中。在前半轴上装有指针6，可动部分偏转时，带动指针偏转，用来指示被测量的大小。当可动线圈通以电流之后，在永久磁铁的磁场作用下，产生转动力矩并使线圈转动。反作用力矩通常由游丝产生。磁电系仪表的游丝一般有两个，且绕向相反，游丝一端与可动线圈相连，另一端固定在支架上，它的作用是既产生反作用力矩，同时又将电流引进可动线圈的引线。仪表的阻尼力矩由铝制的矩形框架产生。高灵敏度的仪表为了减轻可动部分的重量，通常采用无框架可动线圈，并在可动线圈中加短路线圈，利用短路线圈中产生的感应电流与磁场相互作用产生阻尼力矩。为了使仪表指针起始在零的位置，通常还存在一个调零器8。调零器的一端与游丝相连。若在仪表使用前其指针不指在零位，则可用螺钉旋具轻轻调节表壳外面的“调零器”的螺杆，使仪表指针逐渐趋近于零位。

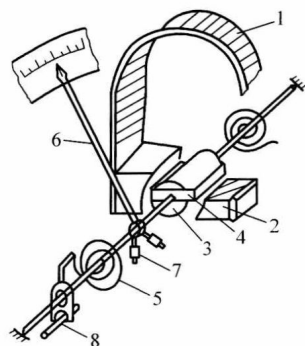


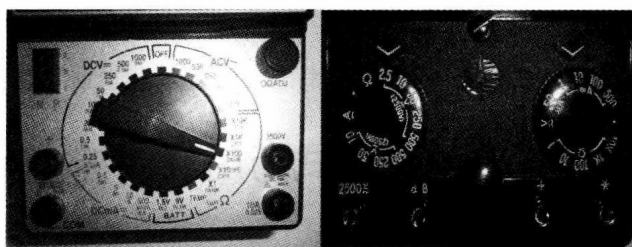
图 1-7 磁电系测量机构

- 1—永久磁铁 2—极掌
3—圆柱形铁心 4—可动线圈
5—游丝 6—指针
7—平衡锤 8—调零器

磁电系表头的工作原理是当直流电流通过可动线圈时，由于可动线圈处于磁场中，因而电流受到磁场力的作用，使可动线圈受到转动力矩的作用，从而带动指针发生偏转。

(2) 测量电路 测量电路是万用表的重要组成部分，它是将不同的被测电量转换成磁电系表头所能接受的直流电流。测量电路实质上是由多量程电压表、多量程电流表和多量程欧姆表组合而成的，有的还有电容、电感等测量部分。

(3) 转换开关 万用表有多量程和多种电量的测量特点，必须有转换开关，以满足正确选择不同被测电量的需求。转换开关上标有不同的挡位和量程如图 1-8 所示。



MF-47 型

MF-500 型

图 1-8 模拟式万用表的转换开关

2. 模拟式万用表的工作原理

万用表的基本工作原理是利用一只灵敏的磁电系直流电流表（微安表）作为表头。当微小电流通过表头，就会有电流指示。但表头不能通过大电流，所以，必须在表头上并联与串联一些电阻进行分流或降压，从而测出电路中的电流、电压和电阻。

(1) 直流电流测量原理 万用表的直流电流挡实质上是一个多量程的直流电流表，如图 1-9 所示，在表头上并联一个适当的电阻（叫做分流电阻）进行分流，就可以扩展电流量程。改变分流电阻的阻值，就能改变电流测量范围。

(2) 直流电压测量原理 如图 1-10 所示，在表头上串联一个适当的电阻（叫做倍增电阻）进行降压，就可以扩展电压量程。改变倍增电阻的阻值，就能改变电压的测量范围。

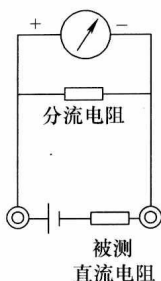


图 1-9 直流电流测量原理图

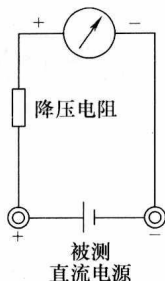


图 1-10 直流电压测量原理图

(3) 交流电压测量原理 如图 1-11 所示，因为表头是直流表，所以测量交流时，需加装一个并、串式半波整流电路，将交流进行整流变成直流后再通过表头，这样就可以根据直流电的大小来测量交流电压。扩展交流电压量程的方法与直流电压量程相似。

(4) 电阻测量原理 如图 1-12 所示，在表头上并联和串联适当的电阻，同时串接一节电池，使电流通过被测电阻，根据电流的大小，就可测量出电阻值。改变分流电阻的阻值，就能改变电阻的量程。

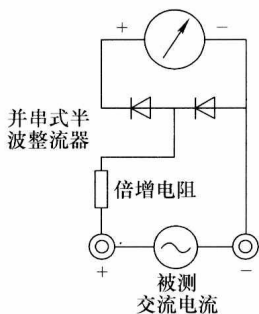


图 1-11 交流电压测量原理图

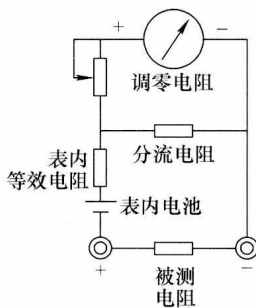


图 1-12 电阻测量原理图

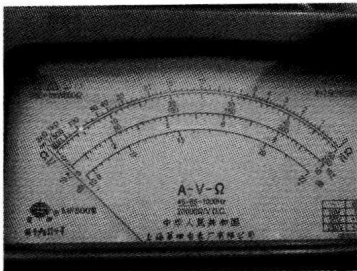
二、模拟式万用表的操作面板

万用表的种类很多，形状各异，但是基本结构和使用方法是相同的，面板上都有表头、转换开关、调零装置和各种插孔等。下面分别介绍各部分的作用。

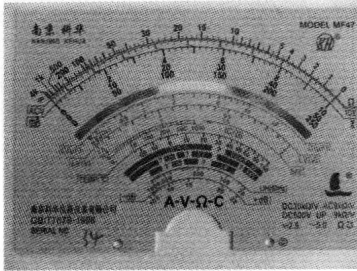
1. 表头

万用表的表头是灵敏微安表，在表头上有许多符号、标度线和数值，如图 1-13 所示。

(1) 万用表的标度线 以 MF—47 型万用表为例，在表头上有九条标度线，它们的功能如下：第一条标有“ Ω ”，指示的是电阻值，转换开关在欧姆挡时，即读此条标度线。第二条标有“10V”，指示的是 10V 的交流电压值，当转换开关在交流电压挡，量程在交流 10V 时，即读此条标度线。第三条指示的是交、直流电压和直流电流值，当转换开关在交、直流电压或直流电流挡，量程在除交流 10V 以外的其他位置时，即读此条标度线。第四条标有 C (μF)，标记的是测电容器的电容量。第五条标有“LV”标记的是测量负载电压的标度尺。第六条标有“ h_{FE} ”，标记的是测量晶体管直流放大倍数。第七条标有“TEMP $^{\circ}\text{C}$ ”标记的是温度的测量值。第八条标有“L”，标记的是测量电感的标度尺。第九条标有“dB”，标记的是测量电平的标度尺。



MF—500型



MF—47型

图 1-13 万用表表头

中间还有电池电力检测的标度尺，面盘上还装有反光镜，可以减小视差。

除了上述九条标度线外，表盘上还标有各种符号。下面介绍各种符号的含义。

1) A-V-Ω：指安培-伏特-欧姆，表示该表是一只电流表、电压表、欧姆表的复用仪表。

2) MF—500 型：M 指仪表、F 指复用，MF 则表示复用仪表，即万用表，后面的阿拉伯数字 500 指该表的型号。

3) $-10000\Omega/V \sim 4000\Omega/V$ 指的是直流电压的灵敏度，即表示测量每伏直流电压所需电表内阻值。

4) $-2.5 \sim 5.0 \Omega^{2.5}$ ：电表的直流、交流、欧姆的准确度等级。其中， -2.5 （或 $2.5 -$ ）指 MF—500 型万用表为 2.5 级直流电表，即它测量直流电流和直流电压时的基本误差为 2.5%； -5.0 （或 $5.0 -$ ）指该表为 5 级交流电表，即测量交流电压时的基本误差为 5%； $\Omega^{2.5}$ 测量电阻时，电表以标度尺长度的百分数表示的准确度等级，即表示电阻挡误差 $\leq$ 标度尺长度的 2.5%。

5) $0dB = 1mW/600\Omega$ ：指明分贝（dB）标度尺是以 600Ω 负载上得到 1 毫瓦（mW）功率定为 0dB，作为参考音频电平标定。

6) GB/T7676—1998：“GB”指的是国家标准，“T”指的是推荐性，“7676”指的是标准发布的序号，“1998”指的是标准发布的年号。

7) 其他符号，常见的有：45-65-1000Hz 表示电表测量交流时的频率范围，若超出此范围，测交流的基本误差将超过 5%，工频是 45 ~ 65Hz。测电容（C）、电感（L）、晶体管 β 值、频率等。

(2) 表盘上常用符号及含义 万用表的常用符号及含义见表 1-1。

表 1-1 万用表的常用符号及含义

符 号	含 义
	工作位置符号，使用时标度尺应水平，以确保读数准确
$\angle 60^\circ$	表示万用表标度尺与水平方向成 60° 放置
$\perp$	表示标度尺位置是垂直的
$\triangle AB$	仪表组别，B 组在 $-20 \sim 50^\circ C$ 条件下使用，A 组在 $0 \sim 40^\circ C$ 下使用
☆	绝缘强度符号，0 表示未进行绝缘强度试验，6 表示绝缘强度试验电压为 6kV
1.5	准确度等级为 1.5 级（标度尺量限百分数）

2. 转换开关（见图 1-14）
3. 调零装置和插孔（见图 1-15）



图 1-14 转换开关

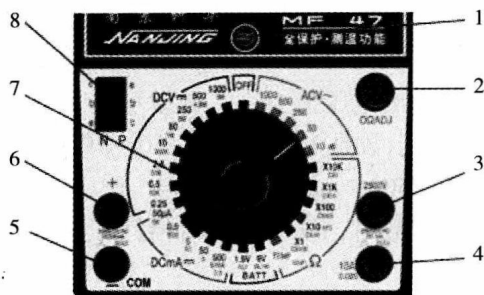


图 1-15 万用表的调零装置和插孔

- 1—机械调零旋钮 2—欧姆调零旋钮 3—2500V 专用插孔
4—10A 专用插孔 5—负表笔插孔 6—正表笔插孔
7—转换开关 8—晶体管插孔

第四节 模拟式万用表的读数

一、电阻的读数

第一条标度线是电阻值指示，最左端是无穷大，右端为零，中间标度不均匀。电阻挡有 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 、 $R \times 10k$ 各挡，分别说明标度的指示再要乘以的倍率，才得到实际的电阻值（单位为欧姆）。

例如：用 $R \times 100$ 挡测一电阻，指针指示为“5”，那么它的电阻值为 $5 \times 100 = 500$ ，即 500Ω 。

二、电压的读数

根据所选量程与标直流符号“ACV”标度线（标度盘的第三条线，如果是交流 10V 的读第二条标度线）上的指针所指数字，来读出被测电压的大小。例如：用直流 1000V 挡测量时，被测电压的大小最大可以读到 1000V 的指示数值。如果用直流 50V 挡测量时，这时万用表所测电压的最大值只有 50V 了。

1) 找到所读电压标度尺：仔细观察表盘，直流电压挡标度线应是表盘中的第二、三条标度线。

2) 选择合适的标度尺：在第三条标度线的下方有两个不同的标度尺 $0 \sim 50 \sim 100 \sim 150 \sim 200 \sim 250V$ 和 $0 \sim 10 \sim 20 \sim 30 \sim 40 \sim 50V$ 。根据所选用不同量程选择合适标度尺，例如：2.5V、250V 量程可选用 $0 \sim 50 \sim 100 \sim 150 \sim 200 \sim 250V$ 这一标度尺来读数；50V、500V 量程可选用 $0 \sim 10 \sim 20 \sim 30 \sim 40 \sim 50V$ 这一标度尺。因为这样读数比较容易、方便。交流 10V 选择第二条标度线。

3) 确定最小标度单位: 根据所选用的标度尺来确定最小标度单位。例如: 用 $0 \sim 50 \sim 100 \sim 150 \sim 200 \sim 250\text{V}$ 标度尺时, 每一小格代表 5 个单位; 用 $0 \sim 10 \sim 20 \sim 30 \sim 40 \sim 50\text{V}$ 标度尺时, 每一小格代表 1 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 $0 \sim 50 \sim 100 \sim 150 \sim 200 \sim 250\text{V}$ 标度尺的 150 向右过 4 小格时, 读数为 170。

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 2.5V , 示数是 170 (用 $0 \sim 50 \sim 100 \sim 150 \sim 200 \sim 250\text{V}$ 标度尺读数的), 则该所测电压值是 $(170/250) \times 2.5\text{V} = 1.7\text{V}$ 。

6) 读数时, 视线应正对指针, 即只能看见指针实物而不能看见指针在弧形反光镜中的像。

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

三、电流的读数

万用表测电流时选择表盘标度线同测电压时一样, 都是第三条标度线。其他标度特点、读数方法同测电压一样。

如果测量的电流大于 1000mA 时, 可选用 10A 挡。具体操作方法是: 将转换开关置 1000mA 挡量程, 红表棒从原来的 “+” 插孔中取出, 插入万用表右下角标有 10A 的插孔中即可测 10A 以下的大电流了。

四、 h_{FE} 的读数

将被测晶体管的集电极、基极和发射极分别插入 “C”、“B”、“E” 插孔内, 注意区分晶体管是 NPN 型还是 PNP 型, 从第六条标度线读取数值。

五、LI 和 LV 的读数

LI 和 LV 标度实际上是电阻挡的辅助标度。在测量元件的电阻时, 在该被测元件中流过的电流和它两端的端电压简称为负载电流 LI、负载电压 LV, LI、LV 和 R 之间的关系是: $LI = LV/R$, 其读数与欧姆挡的关系见表 1-2 (以 MF—47 型万用表为例)。

表 1-2 LI、LV 与各电阻挡的关系

电阻挡	负载电流 LI	负载电压 LV
$R \times 1$	100mA	$0 \sim 1.5\text{V}$
$R \times 10$	10mA	$0 \sim 1.5\text{V}$
$R \times 100$	1mA	$0 \sim 1.5\text{V}$
$R \times 1\text{k}$	$100\mu\text{A}$	$0 \sim 1.5\text{V}$
$R \times 10\text{k}$	$70\mu\text{A}$	$0 \sim 10.5\text{V}$

下面举一个简单的例子来说明 LI、LV 标度的使用方法: 例如用 $R \times 100$ 挡来测量某元



件的电阻时，如果测出的阻值为 1000Ω 同时看 LI 标度上为 0.75mA ，看 LV 标度上的数值为 0.75V （即表示该元件两端的电压为 0.75V ），其内部流过的电流为 0.75mA 。

六、dB 的读数

以 1mW 为基准的 dB 算法，即 $0\text{dBm} = 1\text{mW}$ ， $\text{dBm} = 10\lg(\text{Power}/1\text{mW})$ 。dB 是一个表征相对值，即一个纯粹的比值，只表示两个量的相对大小关系，没有单位，读数直接从标度尺上读取。

第五节 模拟式万用表的测量误差

用万用表进行测量时会带来一定的误差。这些误差有些是仪表本身所允许的绝对误差。有些是使用不当带来的人为误差。了解万用表的结构特点和产生误差的原因，正确使用就可以减少误差。

读数误差是影响测量准确度的原因之一。它是不可避免的，但可以尽量减小。因此，使用中要特别注意以下几点：首先，测量前要把万用表水平放置，进行机械调零；其次，读数时眼睛要与指针保持垂直；第三，测电阻时，每换一次挡都要进行调零。调不到零时要更换新电池；测量电阻或高压时，不能用手捏住表笔的金属部位，以免人体电阻分流，增大测量误差或触电；测量 RC 电路中的电阻时，要切断电路中的电源，并把电容器储存的电放完，然后再进行测量。在排除了读数误差之后，我们对其他误差进行一些分析。

一、万用表测电压、电流时的测量误差

1. 用准确度等级不同的万用表测量同一个电压所产生的误差

有两块万用表，一个是 0.5 级的 100V 挡和 2.5 级的 15V 挡来测量同一个电压，第一块表的最大允许误差为 $100\text{V} \times \pm 0.5\% = \pm 0.50\text{V}$ ，第二块表的最大允许误差为 $15\text{V} \times \pm 2.5\% = \pm 0.375\text{V}$ ，可以看出：虽然第一块表准确度等级比第二块表要高，但用第一块表测量所产生的误差却比第二块表测量所产生的误差大。因此，可以看出，在选用万用表时，并非准确度等级越高越好。有了准确度等级高的万用表，还要选用合适的量程。

2. 用一块万用表的不同量程测量同一个电压所产生的误差

一块万用表，其准确度等级为 2.5 级，用 100V 挡和 25V 挡测量一个 20V 标准电压， 100V 挡的最大允许误差为 $100\text{V} \times \pm 2.5\% = \pm 2.50\text{V}$ ， 25V 挡最大允许误差为 $25\text{V} \times \pm 2.5\% = \pm 0.625\text{V}$ ，可以看出，用 100V 挡测量 20V 标准电压，在万用表上的示值在 17.5V 和 22.5V 之间。用 25V 挡测量 20V 标准电压，在万用表上的示值在 19.375V 和 20.625V 之间。 100V 挡测量的误差比 25V 挡测量的误差大得多。因此，一块万用表测量不同电压时，用不同量程测量所产生的误差是不相同的。在满足被测信号数值的情况下，应尽量选用量程小的挡。这样可以提高测量的精确度。

3. 用一块万用表的同一个量程测量不同的两个电压所产生的误差

一块准确度等级为 2.5 级的万用表，用 100V 挡来测量一个 30V 和 80V 的标准电压，测量时的最大允许误差为 $100\text{V} \times \pm 2.5\% = \pm 2.50\text{V}$ ，那么 30V 的相对误差为 $\pm 2.50\text{V}/30\text{V} \times 100\% = \pm 8.33\%$ ，而 80V 的相对误差为 $\pm 2.50\text{V}/80\text{V} \times 100\% = \pm 3.13\%$ ，可以看出，前者