



实用电工电子自学丛书

# 万用表使用

# 自学通

● 萧淑霞 编著

(第二版)



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



实用电工电子自学丛书

# 万用表使用

常州大学图书馆  
藏书章

# 自学通

● 萧淑霞 编著

(第二版)



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书从使用角度阐述了万用表的原理,介绍了万用表的使用技巧示例。全书共分六章,第一章讲述指针式万用表的整机电路、工作原理、性能特点,正确选择及使用注意事项;第二章讲述数字式万用表的组成原理,选用原则及使用注意事项;第三章讲述万用表的功能扩展;第四章介绍万用表检测电工电子元器件的方法;第五章介绍万用表的检修;第六章介绍万用表使用30例。

本书的特点为:①内容丰富,深入浅出,通俗易懂;②实用性强;③各章节保持相对独立,读者可以阅读全书,也可以选读某一章节或某一示例。本书适于电工与电子技术人员、家电维修人员和无线电爱好者,以及在校学生、岗前培训人员阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

万用表使用自学通 / 萧淑霞编著. —2版. —北京:中国电力出版社, 2011.7

(实用电工电子自学丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1928 - 8

I. ①万… II. ①萧… III. ①复用电表 - 基本知识  
IV. ①TM938.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第141098号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2006年2月第一版

2011年10月第二版 2011年10月北京第五次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 8.25印张 216千字

印数13001—16000册 定价18.00元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

在电子电路测试、家用电器设备的维修、电子仪器检修、电子元器件测量中，万用表是最普及、最常用的测量仪表。由于它操作简单、功能齐全、便于携带、一表多用等特点，深受电工、电子专业工作者及广大无线电爱好者的喜爱。

本书从使用角度出发，集中地介绍了指针式万用表和数字式万用表的结构组成、测量原理、选用原则及使用技巧，而这种“一书在手，原理、测量、使用技巧不愁”的书籍，正是广大读者所迫切需要的。

事实证明，万用表不仅能检测电工、电子元器件的性能优劣，查找电子、电气线路故障，估测某些电气参数，有时还能代替专用测试仪器，获得比较准确的结果，基本上可以满足电工、电子专业人员和业余无线电爱好者的需要。因此，推广万用表的使用技术，实现一表多用，既符合节约精神，又可在一定程度上克服缺少专用仪器的困难。

为便于初学者阅读，本书第一章和第二章讲述指针式万用表和数字式万用表的原理构造、分析万用表的整机电路和各部分的切块电路，介绍选用万用表的主要原则及万用表在使用中的注意事项。第三章介绍万用表的功能扩展，主要是新型万用表的新功能。第四章介绍万用表检测电工电子元器件。第五章介绍万用表的检修，主要分析故障现象及排除故障的方法。第六章是本书重点，集中介绍万用表的使用技巧，共有 30 个示例，其目的在于向读者介绍万用表在电气测量中广泛使用的方法和技巧，以便参考。读者可以举一反三，触类旁通。

本书具有以下特点：第一，内容丰富，系统性强。综合介

绍了指针式万用表和数字式万用表的原理、特点、使用注意事项等，重点介绍了万用表的功能扩展，以及利用万用表检测电子元器件时的使用技巧。第二，实用性强。所介绍的使用原理及测量方法均经过实践验证，能为从事电子、电工、仪器仪表和家电维修工作的人员提供帮助，也便于读者灵活运用。第三，内容深入浅出，通俗易懂。第四，各章节保持相对独立，读者可阅读全书，也可以选读某一章节或某一示例。

本书由萧淑霞编写，李宪海高工、曹振军教授审阅。

在本书的编写过程中，参阅了许多同类书籍，听取了部分青年学生的建议，并从网络浏览中收集了部分资料，从中得到不少启发和教益，在此向以上参考书籍的编著者、主审，以及提供帮助的学生、家电维修网致以诚挚的谢意！

由于经验不足，错误和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

**编者**

# 目 录

前言	
绪论	1
<b>第一章 指针式万用表</b>	<b>3</b>
第一节 概述	3
第二节 指针式万用表的基本特性及功能	6
第三节 万用表面板各主要部分的功能及万用表的 分类	9
第四节 万用表的选择和正确使用	12
第五节 指针式万用表的结构和工作原理	22
第六节 指针式万用表电路分析示例	28
第七节 万用表使用的几点经验	37
第八节 指针式万用表的技能训练	39
<b>第二章 数字式万用表</b>	<b>49</b>
第一节 数字式万用表的基本功能和特点	49
第二节 数字式万用表的结构	57
第三节 专用数字式万用表	63
第四节 正确选择数字式万用表	69
第五节 正确使用数字式万用表	71
第六节 检修数字式万用表	75
第七节 数字式万用表测量电压	81
第八节 数字式万用表测量电流	86
第九节 数字式万用表测量电阻	90

第十节	数字式万用表测量电容 .....	92
第十一节	数字式万用表测量三极管电流放大 系数 $h_{FE}$ .....	94
第十二节	数字式万用表测量二极管 .....	95
第十三节	数字式万用表测量温度 .....	96
第十四节	数字式万用表技能训练 .....	98
<b>第三章</b>	<b>万用表的功能扩展 .....</b>	<b>106</b>
第一节	万用表检测集成电路 .....	106
第二节	万用表对集成电路的在线测量 .....	110
第三节	万用表的应急使用 .....	114
第四节	万用表测量低电阻与超高电阻 .....	121
第五节	数字式万用表测量大于 $20\mu\text{F}$ 的电容 .....	125
第六节	数字式万用表电容挡测量电感 .....	127
第七节	万用表测量高电压 .....	129
第八节	稳定基准电压的措施 .....	133
<b>第四章</b>	<b>万用表检测电工电子元器件 .....</b>	<b>135</b>
第一节	电阻器的检测 .....	135
第二节	电容器的检测 .....	145
第三节	检测二极管 .....	152
第四节	检测三极管 .....	160
第五节	检测场效应晶体管 .....	165
第六节	检测单向晶闸管 .....	170
第七节	检测双向晶闸管 .....	175
<b>第五章</b>	<b>万用表的检修 .....</b>	<b>180</b>
第一节	万用表检修方法 .....	180
第二节	指针式万用表的检修 .....	185

第三节	数字式万用表的故障分析 .....	188
<b>第六章</b>	<b>万用表使用 30 例 .....</b>	<b>196</b>
示例 1	万用表检查设备外壳是否带电 .....	196
示例 2	万用表非接触区分相线和中性线 .....	197
示例 3	万用表判定绝缘导线或电缆断芯位置 .....	199
示例 4	万用表判断暗敷电线的走向 .....	200
示例 5	万用表测试接地电阻 .....	201
示例 6	万用表检查导线或电缆的绝缘 .....	202
示例 7	万用表检测气体漏气情况 .....	204
示例 8	万用表测量体温 .....	206
示例 9	万用表检测电热杯的性能 .....	207
示例 10	万用表检测电饭煲的性能 .....	208
示例 11	万用表检测电热水器的性能 .....	209
示例 12	万用表检查电冰箱的常见故障 .....	211
示例 13	万用表检查电冰箱的控制系统 .....	211
示例 14	万用表检查电控线路的故障 .....	212
示例 15	万用表确定三相异步电动机定子 绕组的首尾端 .....	216
示例 16	万用表检查电熨斗的故障 .....	217
示例 17	万用表检测洗衣机 .....	219
示例 18	万用表判断荧光灯的起辉 .....	222
示例 19	万用表测量显像管的灯丝电压 .....	224
示例 20	万用表判断电动机的转速 .....	225
示例 21	万用表判断单、双向晶闸管引脚及性能 .....	227
示例 22	万用表巧判三极管类别及引脚顺口溜 .....	228
示例 23	万用表检测光敏电阻的暗电阻 .....	230
示例 24	万用表检测光敏电阻的亮电阻 .....	231
示例 25	万用表检测光耦合器 .....	232



示例 26	万用表检测光控晶闸管 .....	235
示例 27	万用表检测动圈式扬声器的性能 .....	236
示例 28	万用表检测扬声器的阻抗 .....	238
示例 29	万用表判断扬声器的极性 .....	239
示例 30	万用表检修现代汽车音响 .....	241
<b>参考文献</b>	.....	<b>255</b>

# 绪 论

万用表俗称多用表、三用表、复用表。

万用表的发展有一百多年的历史了。它是由多量程电流表、多量程电压表、多量程欧姆表三种仪表组合起来的，共用了一只表头，在此基础上扩展了它的测量功能，比如对电容、电感、功率、电平、晶体二极管、晶体三极管（简称二极管、三极管）参数的测量，由于它的测量功能多而被称为万用表。万用表的指针偏转角度是随被测量值的大小而变化的，所以又叫指针式万用表。通常把这种万用表划分为第一代万用表，即普通万用表。

在普通万用表的基础上，发展了采用集成运算放大器电路组成的万用表。其优点是：提高了万用表的准确度和分辨力，使仪表在被测量低于指针满偏转值时，仍能获得准确读数。这种带运算放大器的万用表称为第二代万用表。

电子技术的迅速发展也给普通万用表和带运算放大器的万用表带来了深刻的变化，应运而生的数字式万用表进入了市场。它彻底脱离了古典的指针偏转显示方式，使万用表的面貌为之一新。这种数字式万用表称为第三代万用表。

随着科学技术的发展，应用微处理技术构成的第四代万用表——智能万用表已经进入科研和自动化检测领域，并已应用在特定行业中作为专用万用表，比如汽车专用万用表等。

虽然万用表在向数字化、智能化方向发展，但是由于指针式万用表具有结构简单，用途广，使用方便，可靠性高，价格便宜等优点，仍是检测电器元件最常用的测量工具。

本书将以成熟的指针式万用表和数字式万用表为基础，对常用的指针式万用表和数字式万用表的结构及电路做一些简单分析，并且对万用表测量各种电器参数的方法做简要介绍。掌握万用表的使用技巧，是电工、电子测量技术的一项基本技能。

# 第一章 指针式万用表

## 第一节 概 述

指针式万用表具有用途多，量程广，使用方便等优点，是电子测量中最常用的测量仪表。一般的万用表可以直接用来测量直流电流、直流电压、直流电阻和音频电平。万用表再附加一些电子元器件之后，还可以对交流电流、电容量、电感量和三极管的直流放大倍数等参数进行测量。

指针式万用表的核心是表头，它是以表头为核心部件的多功能测量仪表，测量值由指针偏转指示，在表盘上读取。万用表是多种测量功能共用一个表头，集测量电压、电流和欧姆值于一体的多用仪表。

万用表的直流电流挡是多量程的直流电流表。表头并联闭路式分流电阻，即可扩大其电流量程。

万用表的直流电压挡是多量程的直流电压表。表头串联分压电阻后，可扩大其电压量程。分压电阻不同，相应的量程也不同。

万用表的表头，由磁电式测量机构组成。因磁电式测量机构只能用来测量直流电信号，当其用于多功能测量的万用表时，必须加上整流电路把交流电信号变为直流电信号，再送给磁电式测量机构，才能实现交流电的测量。也就是说，万用表能测量多种电参量信号，是利用测量电路的变化来实现的。万用表的功能越多，测量电路就越复杂。下面就以 MF500 型万用表为例，介绍指针式万用表表盘及面板各标志符号的含义。

MF500 型万用表表盘及面板如图 1-1 所示。

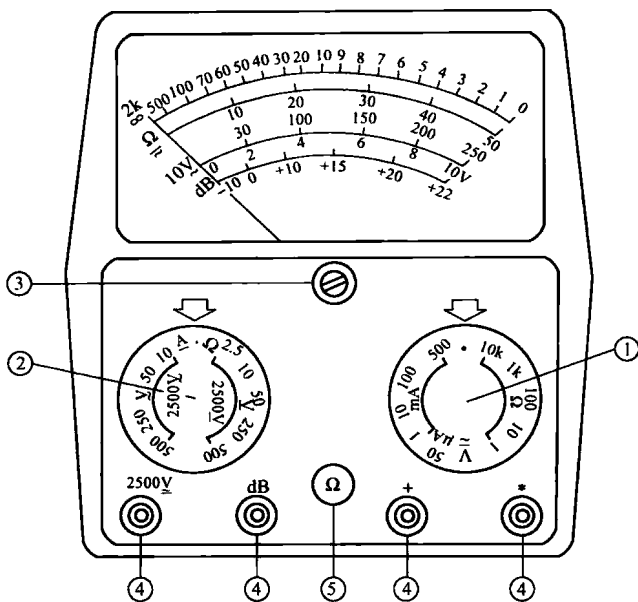


图 1-1 MF500 型万用表盘及面板

①、②—转换开关；③—机械零位校正器；④—测试插口；⑤— $\Omega$  调零电位器

## 一、表盘刻度

万用表的表盘通常有四条刻度线，由指针偏转显示测量值。刻度线的两端均标注读数的种类。一般这四条刻度线自上而下排列：第一条刻度线是测量直流电阻时的读数指示线，标有  $\infty \sim 0$  刻度；第二条刻度线是用于直流电压、直流电流和交流电压读数的共用刻度线（通常满刻度处标有 50、500 或 250 等刻度线），除低挡交流电压（如 10V 挡）之外，各直流、交流挡都按此条刻度线读数；第三条刻度线是测量 10V 交流电压的专用刻度线，通常标有 0 ~ 10V 刻度；第四条刻度线是音频电平 dB 读数刻度线，通常标有 -10 ~ +22dB 刻度。

测量前，可用表盘上的机械调零旋钮将指针准确调至零位，

以保证测量时读数准确。

## 二、表盘符号标志

在万用表的表盘上，有许多表示其基本特性的符号标志。为了能更好的识别和使用万用表，应该熟悉这些常用符号的意义。这些表示万用表特性和使用范围的符号，在各类指针式万用表中经常遇到。

$A - V - \Omega$ （或 Amp-Volt-Ohm）——表示可以测量电流、电压、电阻。

$45 \sim 65 \sim 1000\text{Hz}$ ——表示使用的频率范围。

$\sim$ （或 AC）——表示交流或可用于交流电路。

$-$ （或 DC）——表示直流或可用于直流电路。

$\Omega/V$ （或 Ohms Per Volt）——是一个衡量万用表性能的重要参数，叫电压灵敏度，有直流和交流之分，其区别主要看  $\Omega/V$  后面所标注的符号。



——表示属于整流式指针式万用表。上面的符号表示磁电式测量机构，下面的符号表示带半导体整流器。



——表示防御外磁场的等级为 3 级。



——表示能承受 50Hz、6kV 的强度试验。

$0\text{dB} = 1\text{mW}$ 、 $600\Omega$ ——表示在负载阻抗为  $600\Omega$  时， $0\text{dB}$  的标称功率为  $1\text{mW}$ 。

$-2.5$ ——表示进行直流电流或直流电压测量时，以刻度线上限百分数表示的准确度等级为 2.5 级，也就是说，测量直流电流时各挡的满度相对误差不超过  $\pm 2.5\%$ 。

$\sim 4.0$ ——表示进行交流电压测量时，以刻度线上限百分数表示的准确度等级为 4.0 级，即说明测量交流电压时各挡的满度相对误差不超过  $\pm 4\%$ 。

$\Omega 2.5$ ——表示进行电阻测量时，以标度尺长度百分数表示的准确度等级为 2.5 级，表示测量电阻时的相对误差不超过  $\pm 2.5\%$ 。

$V \sim 4k\Omega/V$ ——表示测量交流电压时，万用表的交流电压灵敏度为  $4k\Omega/V$ 。

$-2.5kV 4k\Omega/V$ ——表示用 2.5kV 挡测量直流电压时，万用表的直流电压灵敏度为  $4k\Omega/V$ 。

→或┌┐——表示测量时万用表应该水平放置。

↑或└┘——表示测量时万用表应该垂直放置。

指针式万用表的表盘上符号较多，在使用前应先熟悉面板各符号所表示的含义，才能正确使用万用表。

## 第二节 指针式万用表的 基本特性及功能

测量的目的，是求取被测量的真实值。但是，由于万用表是由各个部件组装在一起构成的，每个环节难免有一定的误差，而且还可能工作在非正常的工作条件下，这些因素都将造成万用表本身的固有误差，我们称之为仪表误差。仪表误差值的大小反映出仪表的准确程度。因此，仪表误差和准确度是万用表非常重要的技术参数。本节对万用表的误差和准确度、灵敏度、线性度及万用表的测量功能进行简述。

### 一、仪表误差和准确度

#### 1. 仪表误差

仪表误差是由以下两方面原因产生的：

(1) 基本误差。万用表在正常工作条件下，由于结构、工艺等方面的问题而产生的误差称为基本误差。例如，万用表可动部分的摩擦、刻度线不准、零件装配不当等原因所造成的误差。基本误差是不会随着被测量的变化而发生变化的，此误差

是由于万用表系统的原因所造成的，因此又叫系统误差。

(2) 附加误差。万用表离开了正常的工作条件而产生的误差叫附加误差。比如，环境温度的变化、电源电压的波动等所造成的误差。

## 2. 准确度

万用表的准确度通常用仪表误差来表示。准确度高则表示系统误差小。准确度等级用公式表示为

$$S = \left| \frac{\Delta_m}{A_m} \right| \times 100 = \left| \frac{\Delta_m}{A_{\max} - A_{\min}} \right| \times 100 \quad (1-1)$$

式中

$S$ ——准确度等级；

$\Delta_m$ ——万用表的最大绝对误差（被测量的指示值与真实值之差）；

$A_{\max}$ 、 $A_{\min}$ ——万用表满量程上限、下限值。

根据准确度等级  $S$  及量限，可以推算出万用表可能出现的最大绝对误差  $\Delta_m$ 。准确度等级  $S$  规定取一系列标准值。万用表准确度主要有 1.0、1.5、2.5、5.0 四个等级，标示在万用表的表盘上。万用表在正常工作条件下使用时，各等级仪表误差不应超过表 1-1 中所规定的值。

表 1-1 万用表的准确度等级和基本误差

准确度等级	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差 (%)	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0

万用表的准确度习惯上称为精度，准确度等级习惯上称为精度等级。

## 二、灵敏度

万用表的灵敏度用  $K$  表示，是反映万用表性能好坏的重要参数。对于指针式万用表，其灵敏度主要以电压灵敏度表示。电压灵敏度  $K_V$  等于电压挡的等效电阻  $R_V$  与满量程电压  $U_m$  的比



值，即

$$K_V = R_V / U_m \quad (1-2)$$

$K_V$  的单位是  $\Omega/V$  或  $k\Omega/V$ ，其值一般标注在表盘上。例如，万用表的表盘上标有  $2000\Omega/V$  时，则表明该万用表每伏电压有  $2000\Omega$  的内电阻。MF9 型万用表的直流电压灵敏度为  $20k\Omega/V$ ，交流电压灵敏度为  $4k\Omega/V$ 。

万用表的灵敏度越高，说明万用表的内阻就越大。对万用表的电压挡来说，由于万用表与被测电路并联连接，因此万用表的内阻越大越好。万用表内阻大，表耗越小，对被测电路的影响就小，则准确度就越高。

对万用表的电流挡来说，由于电流表是串接在被测电路中，因此希望电流表的内阻越小越好。内阻越小，则测量准确度越高。

### 三、线性度

指针式万用表的量程较多，一般刻度盘上都标有四条以上的刻度线。万用表制造厂家为了大批量生产，对刻度盘的制作都安排了“测量表头特性曲线”工序，使表头特性曲线与刻度盘印制的曲线相吻合，也就是使万用表表盘的实际线性与理想的线性相一致。因此，万用表不但线性度好，且刻度均匀。

### 四、万用表的测量功能

以 MF500 型万用表为例说明普通万用表的测量功能。MF500 型万用表是一种高灵敏度、多量程的携带式整流系仪表。该仪表共有 29 个测量量程，能分别测量交、直流电压，直流电流、电阻，音频电平。适用于无线电、电信及电工电子元器件的一般测量。该仪表适合在环境温度为  $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 、相对湿度在 85% 以下的条件下工作。万用表的测量功能及测量范围见表 1-2。