

实用电工电子自学丛书

萧淑霞 主编

# 万用表使用 技巧



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

实用电工电子自学丛书

# 万用表使用技巧

---

---

萧淑霞 主编

李宪海 副主编



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 《实用电工电子自学丛书》万用表使用技巧

### 内容提要

本书从使用角度阐述了万用表的原理与使用技巧。全书共分六章：第一章讲述指针式万用表的整机电路与工作原理、性能特点、正确选择及使用注意事项；第二章介绍数字式万用表的组成原理、选择原则及使用注意事项；第三章讲述万用表的使用技巧与功能扩展；第四章介绍用万用表检测常用电子元器件的方法；第五章介绍检修万用表及电子仪器的方法；第六章介绍万用表的妙用技巧示例。

本书具有的特点：内容丰富，深入浅出，是通俗易懂的普及读物；实用性强；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。适于电工与电子技术人员、岗前培训人员、家电维修人员和无线电爱好者阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

万用表使用技巧/萧淑霞主编. - 北京: 中国电力出版社, 2004

(实用电工电子自学丛书)

ISBN 7-5083-2432-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063720 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2004 年 11 月第一版 2004 年 11 月北京第一次印刷  
850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 5.75 印张 147 千字  
印数 0001—4000 册 定价 12.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

088178

# 《实用电工电子自学丛书》

## 序 言

生活中的每个领域都离不开电，在城市、乡村，在工业、农业等各行各业。电工人员的队伍已相当庞大。

近年来，电子技术发展迅猛，各种家用电器、工业生产中的自动设备都离不开电子电路和元件。电子设备的生产、使用和维修已成为社会上的一种广泛需要，并且吸引着大批的电子爱好者。

可见电工、电子技术已深入到社会生活的每个角度，每年都有大批的初学者或爱好者加入到这个领域中来。为了使这些初学者通过自学的方式尽快掌握电工电子基本知识和基本技能，使他们顺利走上各自的工作岗位，我们组织编写了《实用电工电子自学丛书》。这套丛书可以为他们今后进一步深造和发展打下基础。

本套丛书共 11 本，分别为：《建筑电工实用技术自学通》、《电机修理自学通》、《电工实用技术自学通》、《电子电路知识及识图自学通》、《电工识图自学通》、《怎样选用电子元器件》、《怎样用万用表检测电子元件》、《万用表使用技巧》、《常用电工电路 280 例解析》、《常用电子电路 280 例解析》及《单片机应用自学通》。

本套丛书的作者大多有多年的职业培训经验和电工电子技术实践经验，并且十分关心电工电子领域科学普及工作，愿意把他们的经验奉献给广大读者。

本套丛书的特点突出一看就懂，具有普及性、实用性。

本套丛书的读者主要是国企、乡镇企业的电工、电子技术初

学者；城市、乡村中的广大电工、电子技术爱好者。也可作为职业技术学校培训的初级教材。

我们衷心希望广大电工、电子技术工作者和广大读者对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见。大家共同努力，为普及电工技术、电子技术做出贡献。为我国高级技工的培养打下坚实基础。

### **《实用电工电子自学丛书》编委会**

2004年3月

# 前 言

随着电子技术的迅速发展，测量技术的普及应用，万用表（包括指针式万用表和数字式万用表）是目前国内使用最普及、最常用的电测量仪表。由于它具有操作简单、功能齐全、便于携带、价格低廉及一表多用的特点，深受广大无线电爱好者的喜爱，它也是电工测量及维修各种家用电器、电子仪器的必备仪表。

目前，有关指针式万用表和数字式万用表的构造原理、制作维修的书籍较多，但是专门介绍指针式万用表、数字万用表及万用表在使用中的技巧的书还较少见，而这“一书”在手，将原理、测量、使用技巧汇集在一起的书籍，正是广大读者所迫切需要的。本书从使用角度出发，讲述指针万用表、数字万用表的原理、选择原则、测量方法、注意事项及使用技巧，目的在于解决一些实际问题。

事实证明，万用表不仅能检测电子元器件的好坏，还能估测某些电参数，有时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，又在一定程度上克服缺乏专用仪器的困难。

为便于初学者阅读，本书第一章和第二章介绍指针式万用表和数字万用表的原理构造、选择万用表的主要原则及万用表在使用中的注意事项。第三章是万用表的使用技巧与功能扩展，主要介绍新型万用表的功能。第四章介绍万用表检测常用的几种电子

器件，其目的在于介绍给读者几种方法，读者可以举一反三，触类旁通。第五章介绍检修仪器仪表的方法。第六章是本书重点，集中介绍万用表的妙用技巧，共有 30 个示例，以便读者参考使用。

为推广万用表的应用技术，满足电子技术人员和广大电子爱好者的需要，笔者将近些年来在工作中的部分经验及万用表在使用中的一些技巧加以总结，撰成此书。该书具有以下特点：①内容丰富，系统性强。首先介绍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。②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。③内容深入浅出，通俗易懂。④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。

萧淑霞任本书主编，李宪海任副主编。

本书承蒙河北机电职业技术学院教授许廖老师审阅，在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足之处，敬请广大读者批评指正，以便再版时修订。

编者

# 目 录



序言	1
前言	1
<b>第一章 指针式万用表</b>	<b>1</b>
第一节 指针式万用表的性能特点	1
第二节 指针式万用表的分类	3
第三节 选用万用表的原则	4
第四节 指针式万用表的结构	10
第五节 指针式万用表的工作原理	11
第六节 万用表线路分析示例	25
第七节 万用表的正确使用	31
<b>第二章 数字万用表</b>	<b>37</b>
第一节 数字万用表的性能特点	37
第二节 数字万用表的主要技术性能	39
第三节 数字万用表的组成与测量电路	43
第四节 数字万用表的正确使用	49
第五节 数字万用表的检修要点	53
第六节 数字万用表电压挡的使用	57
第七节 数字万用表电流挡的使用	61
第八节 数字万用表电阻挡的使用	65
第九节 数字万用表电容挡的使用	66



第十节	数字万用表 $h_{FE}$ 挡的使用 .....	68
第十一节	数字万用表二极管 (蜂鸣器) 挡的使用 .....	69
第十二节	数字万用表频率挡的使用 .....	71
第十三节	数字万用表测温挡的使用 .....	72
<b>第三章 万用表的使用技巧与功能扩展</b> .....		<b>73</b>
.....		
第一节	在线测量直流电流 .....	73
第二节	在线测量电阻 .....	75
第三节	在线测量晶体管的 $h_{FE}$ .....	77
第四节	测量低阻与超高阻及电阻挡的 应急测量法 .....	79
第五节	测量电容量和电感量 .....	83
第六节	测量频率和转速 .....	86
第七节	测量温度 .....	90
第八节	提高数字万用表基准电压稳定性的简易方法 .....	93
第九节	用数字万用表测量高压的方法 .....	95
<b>第四章 用万用表检测常用电子元器件</b> .....		<b>99</b>
.....		
第一节	检测自恢复熔断器的熔丝 .....	99
第二节	检测稳压管 .....	104
第三节	检测晶体管和场效应晶体管 .....	105
第四节	检测单向及双向晶闸管 .....	108
第五节	检测光耦合器 .....	112
<b>第五章 检修万用表及电子仪器的方法</b> .....		<b>114</b>
.....		
第一节	检修仪器仪表的几种方法 .....	114
第二节	检修指针式万用表 .....	119
第三节	检修数字万用表 .....	121

## 第六章 万用表妙用技巧示例 ..... 130

例 1	利用电阻挡读取元件上的电流和电压 .....	130
例 2	利用万用表和兆欧表测量元器件的击穿电压 .....	133
例 3	利用低压挡测量高压 .....	135
例 4	利用交流电压挡测量交流电流 .....	137
例 5	利用低电流挡测量大电流 .....	138
例 6	利用直流电压挡测量电阻 .....	139
例 7	利用 50 $\mu$ A 挡测量毫伏级直流电压 .....	140
例 8	判定晶体二极管的正负极 .....	141
例 9	判定晶体三极管的电极 .....	142
例 10	判定单结晶体管的电极 .....	144
例 11	判定结型场效应晶体管的电极 .....	145
例 12	判定晶闸管的电极 .....	146
例 13	判定电解电容的正负极 .....	147
例 14	判定变压器和互感器线圈的极性 .....	148
例 15	判定电动机定子绕组的始端和末端 .....	149
例 16	判定扬声器的极性 .....	150
例 17	区分硅二极管与锗二极管 .....	151
例 18	区分半导体稳压管与晶体二极管 .....	153
例 19	区分硅三极管与锗三极管 .....	154
例 20	检查晶体二极管的好坏 .....	156
例 21	检查发光二极管的好坏 .....	156
例 22	检查电解电容的容量及漏电的大小 .....	158
例 23	检查晶闸管的触发能力 .....	159
例 24	检查日光灯管的起辉情况 .....	161
例 25	测量晶体二极管的反向击穿电压 .....	162
例 26	测量半导体稳压管的稳定电压 .....	163
例 27	寻找交流电源的相线 .....	164
例 28	测量电动机的转速 .....	166

例 29 测量收音机、扩音机的最大不失真输出功率 .....	167
例 30 测量变压器的每伏匝数 .....	168
<b>参考文献</b> .....	<b>170</b>

## 指针式万用表

## 第一节 指针式万用表的性能特点

指针式万用表亦称模拟式万用表，其主要特点是准确度高、测量项目较多、操作简单、价格低廉、携带方便，目前仍是国内最普及、最常用的一种电测量仪表。

## 一、准确度

万用表的精度一般用准确度表示。它反映了仪表基本误差的大小，准确度愈高，测量误差愈小。万用表的准确度等级主要有1.0、1.5、2.5、5.0四个等级。例如：2.5准确度即表示基本误差为 $\pm 2.5\%$ ，以此类推。在国产万用表中，MF18型的准确度最高；测量直流电压（DC V）、直流电流（DC A）和电阻（ $\Omega$ ）的准确度都是1.0级，可供实验室使用。目前被广泛使用的500型万用表则属于2.5级仪表。

## 二、灵敏度

万用表所用表头的满度电流 $I_g$ 称作表头灵敏度，一般为 $10 \sim 200 \mu\text{A}$ ； $I_g$ 愈小，表头灵敏度愈高。万用表的电压灵敏度 $S_V$ 等于电压挡的等效电阻 $R_V$ 与满量程电压 $U_M$ 的比值，其单位是 $\Omega/\text{V}$ 或者 $\text{k}\Omega/\text{V}$ ，简称每伏欧姆数。此数值一般标在仪表盘上。500型万用表的直流电压灵敏度为 $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ，交流电压灵敏度则降低到 $4 \text{ k}\Omega/\text{V}$ 。灵敏度愈高，表明万用表的内阻（即仪表输入电阻）愈高，这种仪表适合测量用，可以测量高内阻的信号电压。低灵敏度万用表适合于电工测量。

### 三、测量功能

普通万用表大多只能测量电压、电流和电阻，因此亦称 V—A— $\Omega$  三用表。近年来问世的新型万用表（例如 MF70、MF79、MF104、MF116），增加了许多新颖实用的测试功能。例如测量电容、电感、晶体管参数、电池电容、音频功率、直流高压和交流高压，检查线路通断（蜂鸣器挡）。有的万用表还设计了信号发生器，给家电维修人员提供了方便。下面给出万用表的测试功能及测量范围。其中，电阻挡为有效量程，括弧内的数值是少数万用表所能达到的指标。

#### 1. 基本功能

直流电压 (DC V): 0~500V (0~2.5kV、0~25kV)

交流电压 (AC V): 0~500V (0~2.5kV)

交流电流 (AC A): 0~500mA (0~5A)

交流电流 (AC A): (0~5A)

电阻 ( $\Omega$ ): 0~20M $\Omega$  (0~200M $\Omega$ )

音频电平 (dB) -20~+56dB

多数万用表没有交流电流挡。一般万用表都有音频电平（分贝 dB）刻度。

#### 2. 扩展功能

电容 (C): 1000pF~0.3 $\mu$ F (0~10000 $\mu$ F)

电感 (L): 0~1H (20~1000H)

晶体管 ( $h_{FE}$ ): 0~200 (0~300, 0~500)

音频功率 (P): (0.1~12W, 扬声器阻抗为 8 $\Omega$ )

电池负载电压 (BATT): (0.9~1.5V, 电池负载为 12 $\Omega$ )

蜂鸣器 (BZ): (当被测线路电阻小于 1~10 $\Omega$  时, 蜂鸣器发声)

万用表（如 500 型、MF30 型）可以测电容量和电感量。DY1 型万用表可测 0~1H（分三挡）的电感量和 0~10000 $\mu$ F（分七挡）的电容量，误差不超过  $\pm 4\%$ ，可代替万用电桥。MF11 型、MF30 型等万用表还可以测晶体管的  $h_{FE}$  值。MF24-1 型内部串接 400Hz 蜂鸣器，当被测电路的电阻低于 1 $\Omega$  时能发出蜂鸣声，根

据声音的有无来判断电气线路的通断。MF20 型万用表采用晶体管放大器测交流电压,具有较高的输入阻抗,在测量音频范围内可代替电子管电压表。

总之,测量种类和挡数愈多,使用愈方便,但万用表的结构也就愈复杂。

#### 四、频率特性

万用表的工作频率较低,频率范围窄。便携式万用表一般为 45~2000Hz,袖珍式万用表大多为 45~1000Hz。虽然有些万用表(例如 MF10 型)的说明书中规定可以扩展频率,但基本误差亦随之增大。



## 第二节 指针式万用表的分类

目前国产指针式万用表的种类繁多,型号达数百种,大致可按以下情况进行分类。

### 一、按表头分类

传统的万用表采用外磁式动圈结构的表头,靠宝石轴承支撑动圈,因此体积较大,扩展性能差,并且由于轴尖存在着摩擦力,也限制了仪表准确度和灵敏度的进一步提高。

新型万用表(例如 MF114ATB 型)开始采用内磁式张丝结构的表头。其显著优点是磁场集中、磁能利用率高、表头的体积小。此外,用张丝来代替轴尖和游丝,还可消除因摩擦而造成的测量误差,提高抗冲击、抗振动性能,使表头的使用寿命超过 100 万次。

### 二、按照外型分类

#### 1. 便携式万用表

目前市售的万用表很多属于便携式仪表,典型产品有 500、MF10、MF14、MF18 型等。其优点是携带比较方便、仪表的刻度盘较大、读数准确,不足之处是体积较大。

#### 2. 袖珍式万用表

袖珍式万用表的体积小巧,可放在手掌上,因此携带更加方



便。典型产品有 MF30 型。

### 3. 薄型万用表

近年来薄型万用表已成为一种流行款式。国产 MF99、MF99-1、MF129、MF133、W003 型均实现了薄型化。例如，MF133、W003 型万用表的外形尺寸分别为  $100\text{mm} \times 64\text{mm} \times 35\text{mm}$ 、 $90\text{mm} \times 60\text{mm} \times 30\text{mm}$ ，可装入上衣口袋随身携带。MF133 重量只有 100g。

### 4. 折叠式万用表

国产 MF140 型万用表就采用折叠式结构，其外型似可以开启的香烟盒。

### 5. 卡装式万用表

国产 MF79 型万用表就采用卡装式结构，产品质量符合 IEC-50 国际标准。

## 三、按照功能分类

### 1. 简易型万用表

简易型万用表的价格低廉，性能指标较差，主要用来测量电压、电流和电阻。

### 2. 多功能万用表

多功能万用表的测量功能较强，售价较高。所增加的功能主要有测量电容、电感、晶体管参数（如  $h_{FE}$ 、 $I_{CEO}$ 、 $I_{CBO}$  等）、小阻值电阻（ $D\Omega$  挡）、电池带额定负载后的电压，高压测试，有的万用表还能检查发光二极管（LED）的发光情况。

### 3. 模拟/数字混合式万用表

这是国外开发的一种新型万用表。它在指针式万用表的基础上增加了数显装置，便于精确读数。

## 第三节 选用万用表的原则

能够领借或购买一块较理想的万用表，是每个使用者的愿望。选择万用表的原则很多，一般地讲，一块较理想的万用表应

具备以下优点：精度高，电压灵敏度高（即电压挡的内阻高），电流挡的内阻很低，测量种类多，量程大，工作频率范围较宽，表盘刻度清晰美观，操作简单，携带方便，有过载保护装置等。现分别叙述如下：

### 一、精度

精度也叫准确度。电工仪表精度等级分七级：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0。而万用表的精度等级一般在1.0~5.0级之间。精度等级反映了基本误差的大小。通常万用表直流电流挡的基本误差为 $\pm 1\% \sim \pm 2.5\%$ ，直流电压挡为 $\pm 1.5\% \sim \pm 2.5\%$ ，交流电压挡为 $\pm 2.5\%$ ，电阻挡为 $\pm 2.5\% \sim 4\%$ 。国产万用表以MF18的精度最高，测量直流电流、直流电压和电阻的精度都是在1.0级，可供实验室使用。

### 二、电压灵敏度

$$\text{电压灵敏度} = \frac{\text{电压表内阻}}{\text{电压挡量程}} \quad (1-1)$$

电压灵敏度的单位是 $\Omega/V$ 或 $k\Omega/V$ ，其数值一般标在表盘上。同一块万用表的交流和直流电压挡的灵敏度可不同，一般直流电压挡的灵敏度较交流电压挡的灵敏度要高。例如500型万用表的交、直流电压灵敏度分别为 $4k\Omega/V$ 、 $20k\Omega/V$ 。灵敏度的高低主要取决于表头的量程 $I_g$ （即满度电流）， $I_g$ 愈小，灵敏度就愈高。例如利用 $100\mu A$ 的表头制成万用表，电压灵敏度最高可达： $1/I_g = 1/100 \times 10^{-6} = 10k\Omega/V$ 。国产万用表中MF10型灵敏度最高，它采用 $10\mu A$ 的最高灵敏度表头，直流电压挡在1V、10V、50V、100V各挡的电压灵敏度高达 $100k\Omega/V$ ，交流电压挡为 $20k\Omega/V$ 。相比之下，MF14型的电压灵敏度最低，直流电压挡为 $1k\Omega/V$ ，10V以上各交流挡仅 $400\Omega/V$ 。

电压灵敏度高，有三个优点：

(1) 万用表在测量电压时与被测电路相并联，会产生分流作用。电压灵敏度高，万用表的内阻就大，从被测电路上分取的电流就小，对被测电路工作状态的影响也就较小，可减少测量高内



阻电源的电压时的误差。

(2) 电压灵敏度愈高, 万用表消耗的电功率  $P_V$  愈小。设被测电压为  $U$ , 万用表电压挡内阻为  $R_V$ , 有关系式

$$P_V = \frac{U^2}{R_V} \quad (1-2)$$

显然, 消耗的功率  $P_V$  与  $R_V$  成反比,  $R_V$  越大,  $P_V$  就越小。

(3) 便于设计高阻挡。例如 MF10 型万用表, 比一般万用表增设了高阻挡。

$R \times 100k$  挡, 在  $R \times 10k$  挡仅用 1.5V 电池, 而 MF14 型只有四个电阻挡, 且在  $R \times 1k$  就使用 15V 叠层电池, 使用不够方便。

利用图 1-1 可以分析万用表测量电压的误差。图 1-1 (b) 中右边的点划线框内表示电压表, 其内阻为  $R_V$ 。

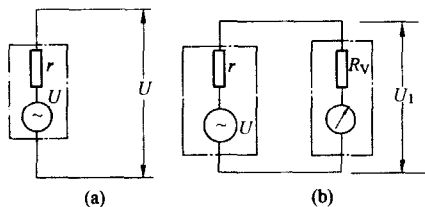


图 1-1 万用表测量电压的误差

(a) 被测电路; (b) 电压表并接在被测电路

被测电压为  $U$ , 表头电阻为  $r$ , 将万用表并接在被测电路上, 万用表读数为  $U_1$ , 有

$$U_1 = \frac{R_V}{r + R_V} \cdot U \quad (1-3)$$

相对误差

$$\gamma_V = \frac{U_1 - U}{U} \times 100\% = \frac{\frac{R_V}{r + R_V} \cdot U - U}{U} \times 100\% \quad (1-4)$$

若  $\gamma_V < 0$ , 表示  $U_1 < U$ , 即测量值低于实际电压值。而且  $R_V$  越大,  $|\gamma_V|$  越小。当被测电压的内阻很低, 满足条件  $R_V \geq$