

超值赠送价值
50元学习卡一张

巧用万用表 检测电子元器件

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 编著



金盾出版社

巧用万用表检测电子元器件

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 编 著

金盾出版社

内 容 提 要

本书依据国家职业资格中电子元器件检验的考核认证标准,以提高万用表使用者的实际应用技能作为主线,系统全面地介绍了巧用万用表检测各种电子元器件的基本方法和实用技巧。

本书形式新颖,内容丰富,图文并茂,适合于广大电子技术初学者和从事电子产品生产、调试、家电维修的人员阅读学习,可作为岗位培训教材和职业资格考核认证的辅导教材,也可供各职业技术学校或培训机构的师生作为基础教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

巧用万用表检测电子元器件/韩雪涛,韩广兴,吴瑛编著. — 北京:金盾出版社,2012.11
ISBN 978-7-5082-7672-4

I. ①巧… II. ①韩…②韩…③吴… III. ①复用电表—检测—电子元件②复用电表—检测—电子器件 IV. ①TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 113566 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京蓝迪彩色印务有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:340 千字

2012 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:35.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前言

随着科学技术的发展,生活的智能化和现代化极大地促进了电子产品市场的发展,各种功能、各种品牌的现代家用电子产品及数码电器产品层出不穷。电子产品的生产、调试、维修行业需要大量的技术人员弥补岗位的空缺,这为更多的人提供了就业的空间,然而,技术的更新、电路结构的复杂,加之产品种类的多样化,使越来越多的人开始重视专业技能的培训。

归纳这些行业所需要的知识技能不难发现,万用表的使用、电子元器件的检测是从业人员最基础的操作技能。针对这一特点,我们对当前众多电子产品生产制造以及专业维修机构进行了调研,将各行业对电子元器件检测和万用表使用的岗位需求进行了细致的整理,并以国家职业资格认证中相关专业(例如家电维修专业、电子产品装接专业、无线电调试专业等)的考核大纲作为参考依据,特编写了本书。

本书巧妙地将万用表使用技巧与电子元器件检测技巧有机的融合在一起,使得这本图书的可读性、可用性都充分体现出来。本书采用模块化教学与图解演示相结合的方法,以典型万用表的使用为背景,将各种电子元器件的功能特点以及检测方法分成不同的模块,每个模块都运用实际的案例进行教学演示,在表现形式上,尽可能地运用大量的实际工作图片与结构、原理、示意图相结合的方式,用生动形象的图像、图形来代替枯燥冗长的文字描述,尽可能通过“图解”的形式将所要表达的知识和技能“展现”出来,让读者能够轻松阅读,力求在很短的时间内了解并掌握万用表检测电子元器件的方法和技巧,达到从业的基础要求。

本书还收集了大量使用万用表检测、调试的实例,并通过电子元器件的检测应用实例提供给学习者,使学习者开阔眼界,领悟万用表应用的特色和检测技法,同时也让读者对电子元器件检测技巧有了深刻的理解。

为了使本书更具职业技能特色,本书特邀数码维修工程师鉴定指

导中心合作编写,编写成员由国家职业技能培训认证的资深专家和电器专业的高级技师组成。书中内容以国家职业资格标准作为依据,注重“学”与“用”的结合。

本书由韩雪涛、韩广兴、吴瑛编著,其他参编人员有张丽梅、郭海滨、马楠、宋永欣、宋明芳、梁明、张雯乐、张鸿玉、王新霞、韩雪冬、吴玮、吴惠英、高瑞征等。

为了更好地满足读者的要求,达到最佳的学习效果,除可获得免费的专业技术咨询外,每本书都附赠价值 50 元的学习卡。读者可凭借此卡登录数码维修工程师官方网站(www.chinadse.org)获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息,大量的视频教学资源,图纸手册等学习资料以及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的电子电气领域的业界动态,实现远程在线视频学习,下载需要的图纸、技术手册等学习资料。此外,读者还可通过网站的技术交流平台进行技术的交流咨询。

由于电子电气技术的发展迅速,相应的仪表、设备和实用技术也在不断发展,为方便师生学习,我们还另外制作有 VCD 系列教学光盘,有需要的读者可通过以下联系方式与我们联系购买。

读者在学习或职业资格认证考核方面有什么问题,也可直接与我们联系。

联系地址:天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8 号楼 1 门 401
数码维修工程师鉴定指导中心(天津市涛涛多媒体技术有限公司)

邮政编码:300384

联系电话:022—83718162/83715667

网址:<http://www.chinadse.org>

编 者



第1章	万用表的功能结构和使用方法	1
1.1	万用表的功能结构	1
1.1.1	指针万用表的功能结构	1
1.1.2	数字万用表的功能结构	7
1.2	万用表的使用方法	14
1.2.1	指针万用表的使用方法	14
1.2.2	数字万用表的使用方法	18
1.3	万用表的使用注意事项	24
1.3.1	指针万用表的使用注意事项	24
1.3.2	数字万用表的使用注意事项	25
第2章	巧用万用表检测电阻器	27
2.1	电阻器的种类特点	27
2.1.1	电阻器的分类与识别	27
2.1.2	电阻器的功能与应用	37
2.2	使用万用表检测电阻器的基本方法	39
2.2.1	普通电阻器的检测	39
2.2.2	光敏电阻器的检测	40
2.2.3	湿敏电阻器的检测	41
2.2.4	热敏电阻器的检测	41
2.2.5	排电阻器的检测	43
2.3	使用万用表检测电阻器的实用案例	45
2.3.1	色环电阻器检测实用案例(电磁炉)	45
2.3.2	热敏电阻器检测实用案例(空调器)	46
第3章	巧用万用表检测电容器	48
3.1	电容器的种类特点	48
3.1.1	电容器的分类与识别	48
3.1.2	电容器的功能与应用	57
3.2	使用万用表检测电容器的基本方法	60
3.2.1	有极性电容器的检测	60

3.2.2	无极性电容器的检测方法	62
3.2.3	可调电容器的检测方法	63
3.3	使用万用表检测电容器的实用案例	64
3.3.1	电容器检测实用案例(彩色电视机)	64
3.3.2	启动电容器检测实用案例(空调器)	64

第4章 巧用万用表检测电感器

67

4.1	电感器的种类特点	67
4.1.1	电感器的分类与识别	67
4.1.2	电感器的功能与应用	73
4.2	使用万用表检测电感器的基本方法	76
4.2.1	色环电感器的检测	76
4.2.2	色码电感器的检测	77
4.2.3	微调电感器的检测	79
4.3	使用万用表检测电感器的实用案例	80
4.3.1	磁环电感器检测实用案例(电磁炉)	80
4.3.2	高频阻流圈检测实用案例(收音机)	81

第5章 巧用万用表检测二极管

83

5.1	二极管的种类特点	83
5.1.1	二极管的分类与识别	83
5.1.2	二极管的功能与应用	94
5.2	使用万用表检测二极管的基本方法	97
5.2.1	普通二极管的检测	97
5.2.2	发光二极管的检测	99
5.3	使用万用表检测二极管的实用案例	100
5.3.1	整流二极管检测技能实用案例(DVD机)	100
5.3.2	发光二极管检测技能实用案例(彩色电视机)	101

第6章 巧用万用表检测晶体管

103

6.1	晶体管的种类特点	103
6.1.1	晶体管的分类与识别	103
6.1.2	晶体管的功能与应用	111
6.2	使用万用表检测晶体管的基本方法	114
6.2.1	NPN型晶体管的检测	114
6.2.2	PNP型晶体管的检测	116
6.3	使用万用表检测晶体管的实用案例	117

6.3.1 脉冲放大晶体管的检测实例(彩色电视机)	117
6.3.2 彩色电视机中视频放大晶体管的检测实例	118

第7章 巧用万用表检测场效应晶体管 120

7.1 场效应晶体管的种类特点	120
7.1.1 场效应晶体管的分类与识别	120
7.1.2 场效应晶体管的功能与应用	123
7.2 使用万用表检测场效应晶体管的基本方法	125
7.3 使用万用表检测场效应晶体管的实用案例	127
7.3.1 开关场效应晶体管检测技能实用案例(彩色电视机)	127
7.3.2 门控管(IGBT管)检测技能实用案例(电磁炉)	129

第8章 巧用万用表检测晶闸管 131

8.1 晶闸管的种类特点	131
8.1.1 晶闸管的分类与识别	131
8.1.2 晶闸管的功能与应用	135
8.2 使用万用表检测晶闸管的基本方法	137
8.2.1 单向晶闸管的检测	137
8.2.2 双向晶闸管的检测	139
8.3 使用万用表检测晶闸管的实用案例	141

第9章 巧用万用表检测集成电路 143

9.1 集成电路的种类特点	143
9.1.1 集成电路的分类与识别	143
9.1.2 集成电路的功能与应用	149
9.2 使用万用表检测集成电路的基本方法	158
9.2.1 集成电路对地阻值的检测训练	159
9.2.2 集成电路电压的检测训练	160
9.3 使用万用表检测集成电路的实用案例	161
9.3.1 时基集成电路检测实用案例(触摸式开关照明灯)	162
9.3.2 速度调整集成电路检测的实用案例(吸尘器)	163

第10章 巧用万用表检测继电器 165

10.1 继电器的种类特点	165
10.1.1 继电器的分类与识别	165
10.1.2 继电器的功能特点	170
10.2 使用万用表检测继电器的基本方法	171
10.2.1 电磁继电器的检测	171

10.2.2	时间继电器的检测	173
10.2.3	热保护继电器的检测	174

第 11 章 巧用万用表检测变压器 176

11.1	变压器的种类特点	176
11.1.1	变压器的分类与识别	176
11.1.2	变压器的功能特点	179
11.2	使用万用表检测变压器的基本方法	181
11.2.1	电源变压器的检测	181
11.2.2	音频变压器的检测	183
11.2.3	高频变压器的检测	185
11.2.4	阻抗匹配变压器的检测	186

第 12 章 巧用万用表检测低压开关器件 189

12.1	低压开关器件的种类特点	189
12.1.1	低压开关器件的分类与识别	189
12.1.2	低压开关器件的功能特点	202
12.2	使用万用表检测低压开关的基本方法	206
12.2.1	低压开关的检测	207
12.2.2	低压断路器的检测	207
12.2.3	主令电器的检测	208
12.2.4	接触器的检测	210

第 13 章 巧用万用表检测电声器件 213

13.1	电声器件的种类特点	213
13.1.1	电声器件的分类与识别	213
13.1.2	电声器件的功能特点	217
13.2	使用万用表检测电声器件的基本方法	218
13.2.1	扬声器的检测	218
13.2.2	蜂鸣器的检测	219
13.2.3	话筒的检测代换方法	220
13.2.4	听筒的检测代换方法	221

第1章

万用表的功能结构和使用方法



1.1 万用表的功能结构

万用表是一种多功能、多量程的便携式仪表,是电子、电气产品维修过程中不可缺少的重要测量仪表。

万用表的功能很多,通常万用表可以测量直流电流、交流电流、直流电压、交流电压和电阻值,有些万用表还可测量晶体管的放大倍数、电感的电感值、电容的电容值、逻辑电平、分贝值等。因此,万用表在电子元器件的检测、电子产品维修以及线路调试检测中都有着非常广泛的应用。

根据结构原理的不同,万用表主要可以分为指针万用表和数字万用表两大类,不同类型的万用表在结构、功能及使用方法上都具有各自的特点。

1.1.1 指针万用表的功能结构

指针万用表也被称为模拟式万用表。它是通过指针指示的方式直接在刻度盘上指示测量结果,用户可以根据指针的摆动情况或指向来获取测量状态或测量数值,进而对检测过程做出判断。图 1-1 所示为典型指针万用表的实物外形。

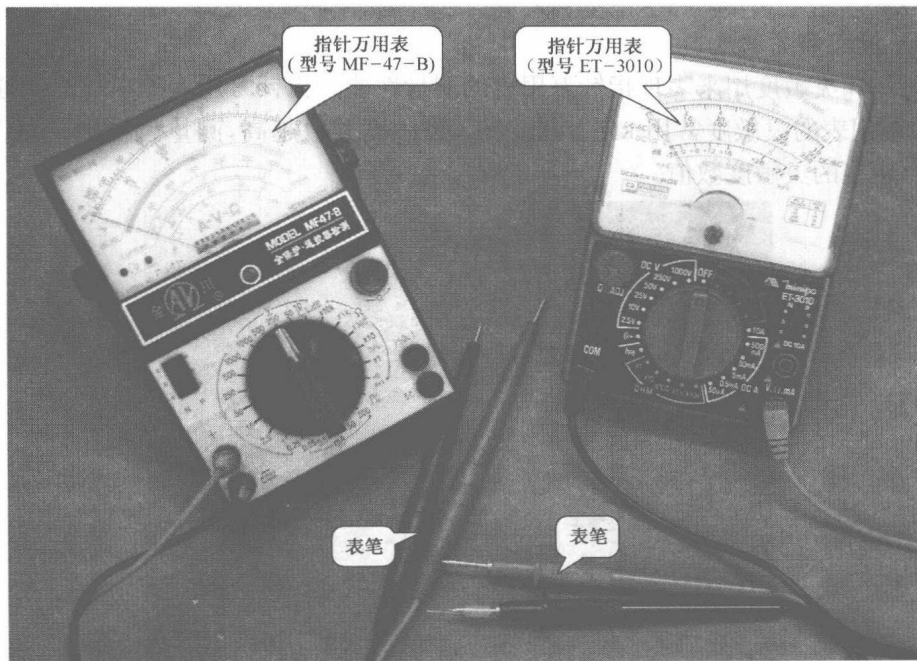


图 1-1 典型指针万用表的实物外形

1. 指针万用表的功能参数

指针万用表常用来检测电阻、交/直流电压和直流电流等,某些指针万用表还可检测晶体管的放大倍数、电容的电容量、电感的电感量等。该万用表的最大特点是由表头指针指示测量数值,并直观地观察到电流、电压等参数的变化过程。

在指针万用表的说明书中会对该万用表的一些性能参数进行介绍。了解这些性能参数可以更好地选择和使用指针万用表。

(1) 最大刻度和允许误差

指针万用表常以最大刻度和允许误差来表现万用表的测量精确度,典型指针万用表的最大刻度和允许误差,参见表 1-1、表 1-2 所列。

表 1-1 典型指针万用表的最大刻度值

测量项目	最大刻度值
直流电压(V)	0.25、1、2.5、10、50、250、500、1000
交流电压(V)	10、50、250、500、1000
直流电流(mA)	0.05、0.5、5、50、500
低频电压(dB)	-10~+22(AC 10V 范围)

表 1-2 典型指针万用表的允许误差

测量项目	允许误差值
直流的电压、电流	最大刻度值的 $\pm 3\%$
交流电压	最大刻度值的 $\pm 4\%$
电阻	刻度盘长度的 $\pm 3\%$

(2) 阻尼时间和灵敏度

阻尼时间和灵敏度用来表现指针万用表的测量性能。指针万用表的阻尼时间通常不应超过 4s;指针万用表的灵敏度常用 $k\Omega/V$ 来表示,灵敏度数值越高,测量越精确。图 1-2 所示为典型指针万用表的灵敏度数值。

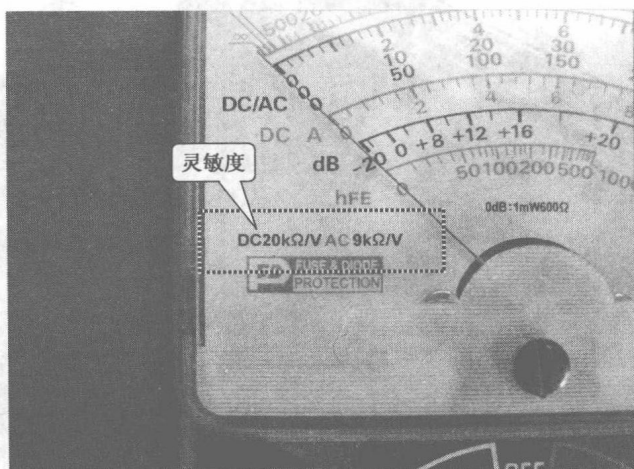


图 1-2 典型指针万用表的灵敏度数值

(3) 准确度等级和基本误差

由于材料和环境的影响,指针万用表不可能达到零误差标准,因此万用表就以准确度等级来表示误差大小。准确度也称为精度,即指针万用表的指示值与实际值之差。基本误差常以刻度盘量程的百分比来表示。万用表的准确度等级是以基本误差来表示的,准确度等级越高,基本误差越小。准确度等级和基本误差的关系见表 1-3 所列。

表 1-3 准确度等级和基本误差的关系

准确度等级	1(高)	1.5	2.5	5(低)
基本误差(%)	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

指针万用表的表头是动圈式电流表,表针摆动是由线圈的磁场驱动,因而测量时要避开强磁场环境,以免造成测量误差。万用表的频率响应范围比较窄,若频率超过 3000Hz 以上,误差会渐渐变大,使用时要注意这一点。

(4) 其他性能参数

除了以上几种重要的性能参数外,指针万用表还有其他一些性能参数,例如倾斜误差、调零偏离量、升降变差等。倾斜误差是指万用表由工作平面向其他方向倾斜时所造成的误差;调零偏离量是指使用零欧姆校正钮调整指针位置时,指针移动的距离。

2. 指针万用表的结构特点

图 1-3 所示为典型指针万用表的外形结构。从图中可以看出,指针万用表主要由刻度盘、指针、量程旋钮、表头校正钮、零欧姆校正钮、晶体管插孔、表笔插孔和红、黑两只表笔构成。下面将对各部分的功能进行介绍。

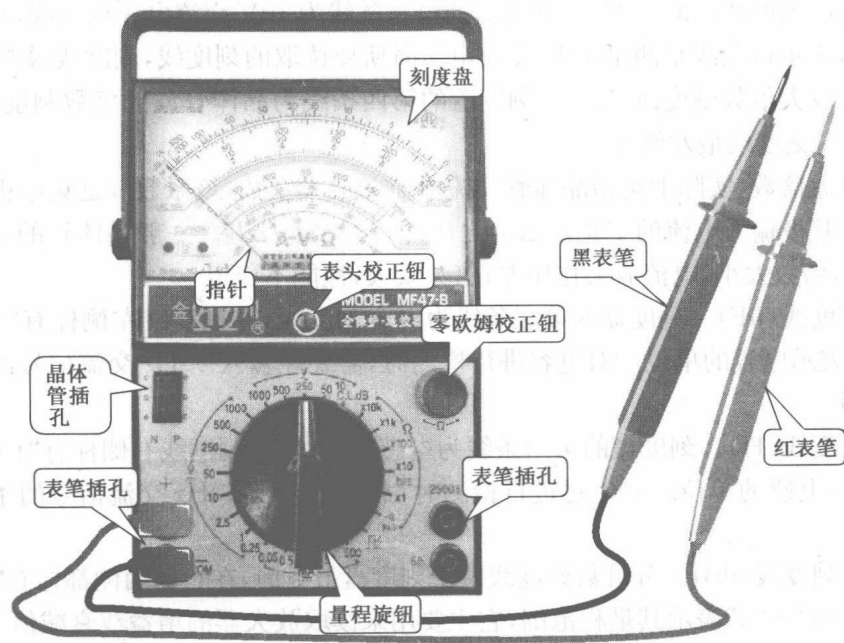


图 1-3 典型指针万用表的外形结构

(1) 刻度盘

指针万用表通过指针指示测量结果,因此刻度盘上有许多条不同弧度的刻度线以及刻度值。图 1-4 所示为典型指针万用表的刻度盘。

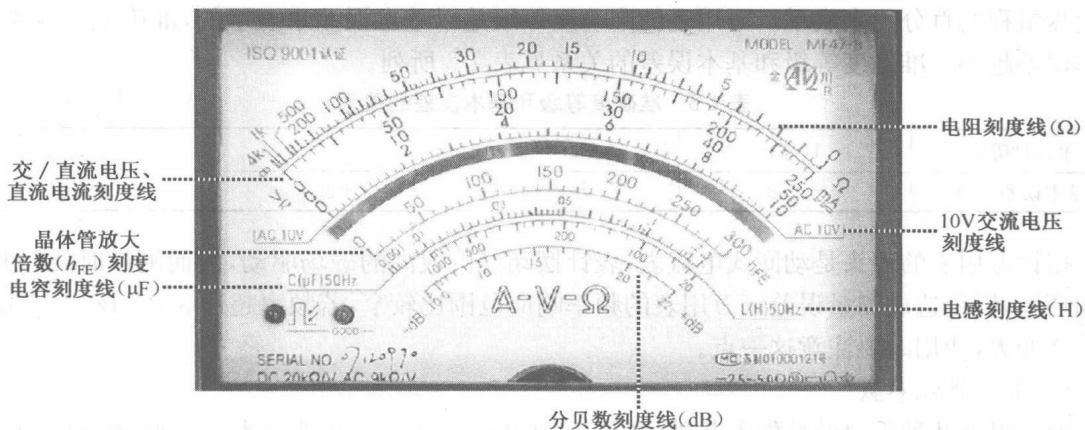


图 1-4 指针万用表的刻度盘

①电阻刻度线(Ω)。电阻刻度位于刻度盘最上方,在它的右侧标有“ Ω ”标识,电阻刻度值分布从右到左,逐渐由疏到密。刻度线最右侧为 0,最左侧为无穷大。

②交/直流电压和直流电流刻度线(V_{mA})。刻度盘的第二条刻度线为交/直流电压、电流刻度线,在其左侧标识有“ V ”,右侧标识为“mA”。在这条刻度盘的下方有三排刻度值,刻度线最左侧为 0。

③交流电压刻度线(AC 10V)。刻度盘的第三条线为 10V 交流电压刻度线,在左右两边标有“AC 10V”,表示这条线是测量 10V 交流电压时所读取的刻度线,刻度线最左侧为 0。

④晶体管放大倍数刻度线(h_{FE})。刻度盘的第四条线为晶体管放大倍数刻度线,在刻度线右侧标有“ h_{FE} ”,刻度线最左侧为 0。

晶体管放大倍数,实际上是指晶体管交流电流的放大系数,该系数 β 是集电极输出电流的变化量 ΔI_c 与基极输入电流的变化量 ΔI_b 之比,即: $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ 。一般晶体管的放大倍数约在 10~200 之间,倍数太小,电流放大作用差;倍数太大,性能不稳定。

⑤电容刻度线(μF)。刻度盘的第五条线为电容刻度线,在刻度线左侧标有“C(μF) 50Hz”的标识,“ μF ”表示电容的单位。对电容进行检测时,需要在输入 50Hz 交流信号的条件下进行电容器的检测。

⑥电感刻度线(H)。刻度盘的第六条线为电感刻度线,在刻度线右侧标有“L(H) 50Hz”的标识,“H”表示电感的单位。对电感进行检测时,需要在输入 50Hz 交流信号的条件下进行电感器的检测。

⑦分贝数刻度线(dB)。分贝数刻度线位于刻度盘最下面,在它的两侧都标有“dB”,刻度线两端的“-10”和“+22”表示其量程范围,它主要用来读取放大器的增益或衰减值。

一般来说,电信号在传输过程中,功率会因损耗而衰减,而电信号经过放大后功率也会增加。计量传输过程中这种功率的减小或增加的单位叫做传输单位,传输单位常用分贝表示,其

符号为“dB”。

(2) 指针

指针主要用来在刻度盘上指示出读数位置,此外在检测电容器时,通过指针摆动表示充放电过程。

(3) 表头校正钮

表头校正钮位于刻度盘正下方,用来对指针进行机械调零,如图 1-5 所示。当指针与左侧零刻度线出现偏差时,使用一字螺丝刀微调表头校正钮,即可对指针进行调整。

指针万用表内的电池是在测量电阻值时起作用,电池的电量发生变化,要重新进行 $0\ \Omega$ 调整,测量才能准确,并且更换新电池后也要重新进行 $0\ \Omega$ 调整。

(4) 零欧姆校正钮

零欧姆校正钮位于量程旋钮的侧上方,用来对指针进行零欧姆校正,即表笔短路状态指针应指向 $0\ \Omega$,否则在测量电阻时会有较大误差,如图 1-6 所示。当每改变一次挡位,都必须使用零欧姆校正钮对指针的 $0\ \Omega$ 位置进行校正。



图 1-5 表头校正钮及其使用



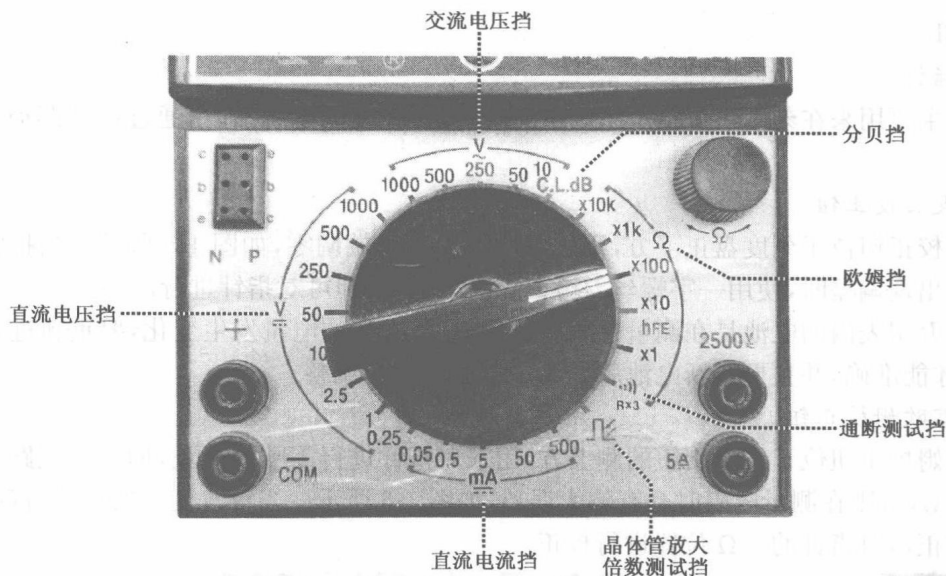
图 1-6 零欧姆校正钮及其使用

(5) 量程旋钮

图 1-7 所示为量程旋钮。量程旋钮位于万用表主体的中下部,外围标有各种量程和功能标识。在量程旋钮的左侧标识有“V”的区域,为直流电压挡;上方标识有“V~”的区域,为交流电压挡;电压挡右侧标识有“C. L. dB”的挡位为分贝挡(放大器的增益或衰减),电感值和电容值的测量也用该挡位,它与交流 10 V 电压挡共用一个挡位;旋钮右侧标识有“ Ω ”的区域,为欧姆挡;下方标识有“mA”的区域,为直流电流挡。在欧姆挡和直流电流挡之间,还可看到“ β ”标识,标识“ β ”表示的是晶体管放大倍数检测挡。

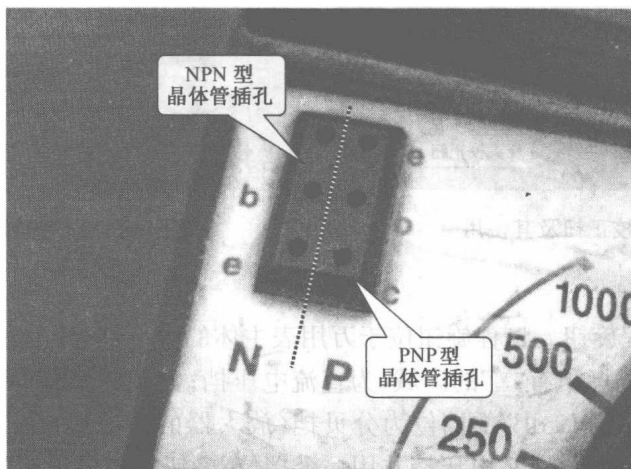
标识“ $\rightarrow$ ”表示的是通断测试挡。通断测试挡常用来快速检测导线、灯泡灯丝、线缆等的通断情况,当测试部位的阻值低于万用表内阻时,万用表便会发出蜂鸣声,表示测试部位通路。

值得注意的是,如果被测电路的电压和电流的大小不能预测大致范围时,必须将万用表调到最大量程,先粗略测量一个值,然后再切换到相应的测量范围进行准确的测量。这样既能避免损坏万用表,又可减少测量误差。



(6) 晶体管插孔

在该指针万用表的左侧,设计有晶体管插孔,其左侧三个插孔(标识 N)用来插接 NPN 型晶体管,右侧三个插孔(标识 P)用来插接 PNP 型晶体管,图 1-8 所示为晶体管插孔及其使用。两组插孔分别标有“c”、“b”和“e”,对应晶体管的集电极、基极和发射极。



(7) 表笔插孔

表笔插孔通常位于万用表下方,根据万用表的功能量程,可能会有 2~4 个表笔插孔,图 1-9 所示为表笔插孔。其中“COM”(负极)插孔用来与黑表笔相连(也有“-”或“*”表示负极);“+”(正极)插孔用来与红表笔相连;“5A”是测量直流大电流的专用插孔(大于 500mA 小于 5A 的电流用此插孔),它与红表笔相连,表示所测最大电流值为 5 A。“2500 $\tilde{V}$ ”是测量交/直流高压的专用插孔,它与红表笔相连,表示所测量的最大电压值为 2500 V。

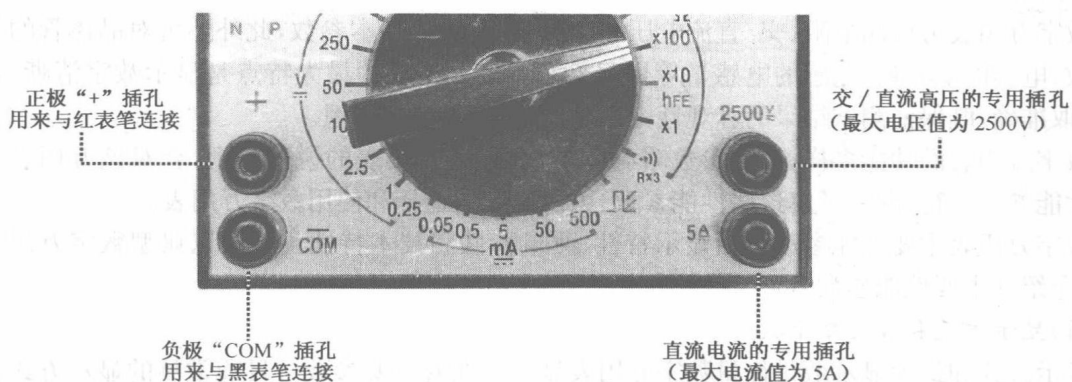


图 1-9 表笔插孔

1.1.2 数字万用表的功能结构

数字万用表是最常见的仪表之一。数字万用表凭借准确的数字显示功能和简便的操作以及多种元器件的测量得到了越来越广泛的应用。图 1-10 所示为典型数字万用表的实物外形。

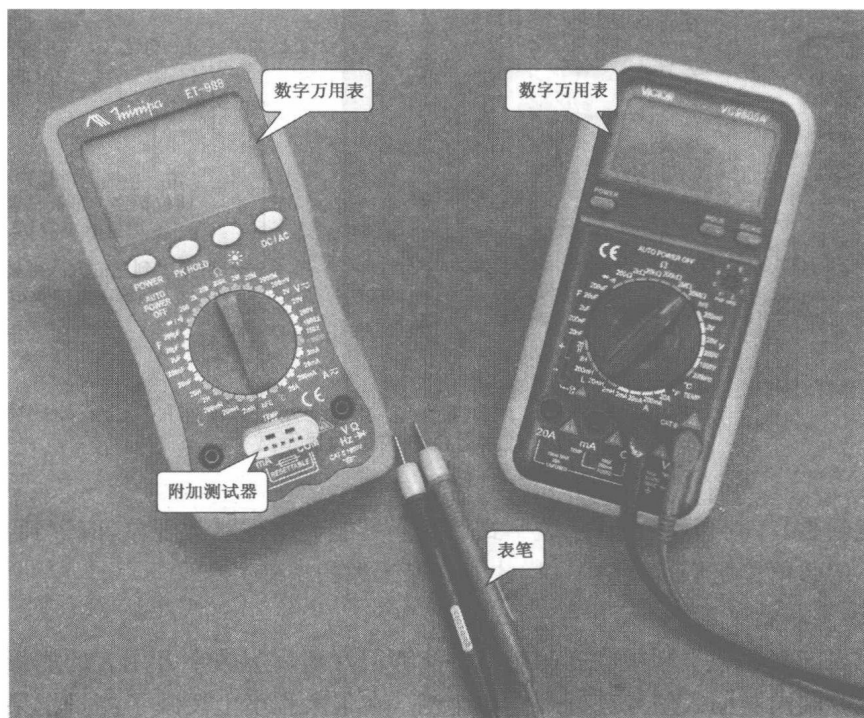


图 1-10 典型数字万用表的实物外形

1. 数字万用表的功能参数

数字万用表是比指针万用表更加先进的一种检测仪表,它采用液晶显示技术,将电阻、电压、电流等测量结果,通过数字直接显示出来,无需进行换算。

数字万用表可检测电阻、交/直流电压和交/直流电流等基本参数,此外还可对晶体管的放大倍数、电容的电容量、电感的电感量等进行检测。该万用表的最大特点是显示数字清晰、直观,读取准确,既保证测试结果的客观性,又符合现代人的读数习惯。

数字万用表的功能多样,性能参数略有差异,在数字万用表的说明书上,会对该万用表的一些性能参数进行介绍,了解这些性能参数,可以更好的选择和使用数字万用表。

数字万用表主要性能参数包括显示特性、测量特性和技术特性。下面以典型数字万用表为例,介绍其主要性能参数。

(1) 显示方式和最大显示数

显示方式和最大显示数是衡量数字万用表显示特性的重要参数。目前常见的显示方式都是采用液晶显示屏显示数据,这种显示方式直观,但不能表现数据的变化过程。

图 1-11 所示为数字万用表的最大显示数。该数字万用表的最大显示数为“3 1/2”,即三又二分之一,表示该液晶屏可显示 4 位数字,第一位数最大可显示 0~1,后三位最大显示为 0~9 (满位),可显示最高数为 1999。

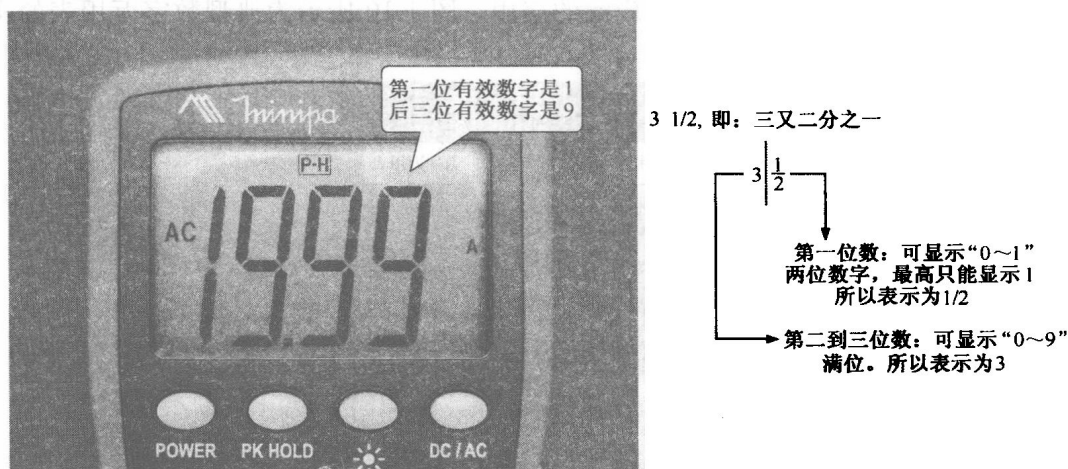


图 1-11 数字万用表的最大显示数

值得注意的是,在刚开始测量时,数字式万用表可能会出现跳数现象,应等到 LCD 液晶显示屏上所显示的数值稳定后再读数,这样才能确保读数的正确。

(2) 采样速率和精确度

数字万用表的采样速率和精确度(分辨率)能够很好地反应数字万用表的测量特性。采样速率是指单位时间内对输入信号进行采样的速度。在很大程度上反映了测量结果与真实值之间的相符度。

精确度也可称为分辨率,用来表示数字万用表所能精确的最小值,该值通常与选择量程有关。表 1-4 所示为典型(Minipa ET-988)数字万用表各量程精确度(分辨率)。

(3) 测量准确度

准确度也称为精度,用来表示测量结果的准确程度,即万用表的指示值与实际值之差。准