

电子元器件 检测选用

快易通



福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

电子元器件 检测选用

快易通

万英 江宗仰 陈星照 谢志敏
吴庆坤 蔡文彬 苏云真



福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

电子元器件检测选用快易通/万英等编. —福州: 福建科学技术出版社, 2009. 3
ISBN 978-7-5335-3317-5

I. 电… II. 万… III. ①电子元件—检测②电子器件—检测 IV. TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 197197 号

书 名 电子元器件检测选用快易通
编 者 万 英 江宗仰 陈星照 谢志敏 吴庆坤 蔡文彬 苏云真
出版发行 福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址 www.fjstp.com
经 销 各地新华书店
排 版 福建科学技术出版社排版室
印 刷 福州华悦印务有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 15.25
字 数 389 千字
版 次 2009 年 3 月第 1 版
印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5335-3317-5
定 价 23.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

随着电子技术的发展，电子元器件在各种装置、设备上得到广泛应用。掌握各类电子元器件的有关知识及检测和选用方法，是从事电子技术工作人员及电子爱好者必备的技能。我们编写《电子元器件检测选用快易通》的目的，就是希望他们通过本书的学习，再加上必要的实践，能尽快熟练掌握这种必备的技能，使自己的工作更有质量、更有效率。

本书用通俗语言、大量图解，系统地介绍了电阻器和电位器、电容器、电感器、变压器、继电器、二极管、三极管、场效应管、晶闸管、光电器件、电声和其他换能器件、集成电路、家电专用元器件等各类常用电子元器件的特性、型号、主要参数等知识，用万用表检测的技巧，以及选用方法，并给出了典型应用电路，以拓展读者的视野，增强应用知识的能力。

本书在编写过程中力求做到电子元器件涵盖面广、内容系统性强、检测方法简单易行、选用实用性强，因此本书特别适合电子爱好者、电子技术初学者阅读，或作有关电子技术培训教材。

本书由万英、江宗仰、陈星照、谢志敏、吴庆坤、蔡文彬、苏云真等编写。在编写过程中参阅了近年出版的一些电子类刊物和书籍，并引用了其中一些资料，在此向有关作者深表谢意。由于水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，欢迎广大读者和同仁批评指正。

作 者

目 录

第一章 万用表	(1)
第一节 万用表分类和选用	(1)
一、万用表分类	(1)
二、万用表技术特性	(1)
三、万用表选用	(3)
第二节 万用表结构	(4)
一、指针式万用表结构	(4)
二、数字式万用表结构	(6)
第三节 万用表使用	(7)
一、指针式万用表使用	(7)
二、数字式万用表使用	(9)
三、指针式和数字式万用表合理使用.....	(12)
第二章 电阻器与电位器	(14)
第一节 固定电阻	(14)
一、固定电阻分类及特点	(14)
二、固定电阻型号及规格标注	(15)
三、固定电阻检测	(18)
四、固定电阻选用	(19)
第二节 电位器	(21)
一、电位器分类及特点	(21)
二、电位器型号及主要参数	(22)
三、电位器检测	(24)
四、电位器选用	(25)
第三节 特殊电阻	(26)
一、热敏电阻	(26)
二、压敏电阻	(29)
三、光敏电阻	(31)
四、湿敏电阻	(33)
五、熔断电阻	(34)
六、数字电位器	(36)
第四节 片状电阻	(37)
一、常用片状电阻特性	(38)
二、片状电阻器检测.....	(39)
第三章 电容器	(40)

第一节 固定电容	(40)
一、固定电容分类及特点	(40)
二、固定电容规格及标注	(41)
三、固定电容检测	(42)
四、固定电容选用	(44)
第二节 可变电容和微调电容	(47)
一、可变电容种类及特点	(47)
二、可变电容检测	(49)
三、可变电容选用	(49)
第三节 片状电容	(50)
一、常用片状电容特性	(50)
二、片状电容检测	(52)
第四章 电感、变压器及继电器	(53)
第一节 电感	(53)
一、电感分类及特点	(53)
二、电感规格及标注	(54)
三、电感检测	(55)
四、电感选用	(55)
第二节 变压器	(57)
一、变压器分类及特点	(57)
二、变压器检测	(59)
三、变压器应用	(61)
第三节 继电器	(62)
一、普通电磁继电器	(62)
二、固态继电器	(64)
三、干簧管和干簧继电器	(67)
第五章 晶体二极管	(69)
第一节 普通晶体二极管	(69)
一、晶体二极管分类及外形	(69)
二、晶体二极管主要参数	(71)
三、晶体二极管特性及型号	(71)
四、晶体二极管检测	(72)
第二节 整流二极管、整流桥组件和高压硅堆	(74)
一、整流二极管	(74)
二、整流桥组件	(77)
三、高压硅堆	(78)
第三节 快恢复和超快恢复二极管及肖特基二极管	(80)
一、快恢复和超快恢复二极管	(80)
二、肖特基二极管	(81)
第四节 稳压二极管	(83)

一、稳压二极管外形及特性	(83)
二、稳压二极管检测	(84)
三、稳压二极管选用	(86)
第五节 变容二极管	(87)
一、变容二极管外形及特性	(87)
二、变容二极管检测	(87)
三、变容二极管选用	(87)
第六节 特殊二极管	(88)
一、变阻二极管	(88)
二、瞬态电压抑制二极管	(89)
三、双向触发二极管	(90)
四、双基极二极管	(91)
五、恒流二极管	(92)
第七节 片状二极管	(94)
一、常用片状二极管特性	(94)
二、片状二极管检测	(95)
第六章 晶体三极管	(97)
第一节 普通晶体三极管	(97)
一、晶体三极管分类及特点	(97)
二、晶体三极管主要参数	(99)
三、晶体三极管特性及型号	(100)
四、晶体三极管代换	(101)
第二节 中小功率晶体三极管	(102)
一、中小功率晶体三极管性能	(102)
二、中小功率晶体三极管检测	(102)
三、中小功率晶体三极管选用	(106)
第三节 大功率晶体三极管	(108)
一、大功率晶体三极管特性	(108)
二、大功率晶体三极管检测	(108)
三、特殊大功率晶体三极管检测	(108)
四、大功率晶体三极管选用	(109)
第四节 达林顿管	(110)
一、普通达林顿管	(110)
二、大功率达林顿管	(111)
三、达林顿管选用	(111)
第五节 带阻三极管	(112)
一、带阻三极管特性	(112)
二、带阻三极管检测	(113)
三、带阻三极管选用	(113)
第六节 片状三极管	(113)

一、常用片状三极管特性	(113)
二、片状三极管检测	(115)
第七章 场效应管、晶闸管	(116)
第一节 场效应管	(116)
一、场效应管分类及选用	(116)
二、结型场效应管	(117)
三、绝缘栅场效应管	(119)
第二节 晶闸管	(125)
一、晶闸管分类、特点及选用	(125)
二、单向晶闸管	(126)
三、双向晶闸管	(129)
四、可关断晶闸管	(132)
第八章 光电器件	(134)
第一节 发光二极管	(134)
一、发光二极管结构及符号	(134)
二、单色发光二极管	(134)
三、变色发光二极管	(135)
四、闪烁发光二极管	(136)
五、电压型发光二极管	(137)
六、高亮度发光二极管	(138)
七、红外发光二极管	(138)
八、发光二极管选用	(139)
第二节 光电二极管、光电三极管	(140)
一、光电二极管	(140)
二、红外接收二极管	(140)
三、光电三极管	(141)
四、光电二极管和光电三极管选用	(142)
第三节 激光二极管	(143)
一、激光二极管特性	(143)
二、激光二极管检测	(144)
三、激光二极管选用	(145)
第四节 光电耦合器	(146)
一、光电耦合器特性	(146)
二、光电耦合器检测	(146)
三、光电耦合器选用	(147)
第五节 LED 数码管	(149)
一、LED 数码管特性	(149)
二、LED 数码管检测	(150)
三、LED 数码管选用	(151)
第六节 液晶显示器	(152)

一、液晶显示器特性	(152)
二、液晶显示器检测	(152)
三、液晶显示器选用	(153)
第七节 阴极射线管	(154)
一、黑白显像管	(155)
二、彩色显像管	(157)
第九章 电声及其他换能器件	(159)
第一节 扬声器和耳机	(159)
一、扬声器和耳机种类及特性	(159)
二、扬声器和耳机检测	(161)
三、扬声器和耳机选用	(162)
第二节 压电陶瓷发声器件	(163)
一、压电陶瓷发声器件结构及特性	(163)
二、压电陶瓷发声器件检测	(164)
三、压电陶瓷发声器件选用	(164)
第三节 传声器	(165)
一、传声器分类及外形	(165)
二、传声器结构	(165)
三、传声器检测	(167)
四、传声器选用	(167)
第四节 录放音磁头	(168)
一、录放音磁头结构及分类	(168)
二、录放音磁头检测	(169)
第五节 石英晶体	(170)
一、石英晶体特性	(170)
二、石英晶体种类、型号及参数	(170)
三、石英晶体检测	(171)
四、石英晶体选用	(172)
第六节 声表面波滤波器	(173)
一、声表面波滤波器特性	(173)
二、声表面波滤波器检测	(174)
三、声表面波滤波器选用	(175)
第七节 霍尔元件和霍尔传感器	(175)
一、霍尔元件	(175)
二、霍尔传感器	(176)
第十章 集成电路	(179)
第一节 集成电路基础知识	(179)
一、集成电路分类	(179)
二、集成电路外形及引脚	(180)
三、集成电路型号	(181)

四、集成电路检测	(182)
五、集成电路选用	(183)
第二节 模拟集成电路	(185)
一、三端固定集成稳压器	(185)
二、三端可调集成稳压器	(188)
三、集成运算放大器	(190)
四、集成功率放大器	(195)
第三节 数字集成电路	(198)
一、TTL 数字集成电路	(198)
二、CMOS 数字集成电路	(203)
第四节 特种和专用集成电路	(207)
一、555 时基集成电路	(207)
二、音乐和报警集成电路	(211)
三、语音录放集成电路	(213)
四、厚膜集成电路	(214)
第十一章 家电专用元器件	(216)
第一节 电视机元器件	(216)
一、电视机延迟线	(216)
二、电视机开关电源变压器	(217)
三、电视机行推动变压器	(218)
四、电视机行输出变压器	(219)
五、电视机偏转线圈	(221)
第二节 电冰箱、洗衣机元器件	(222)
一、电冰箱压缩机 PTC 启动器	(222)
二、电冰箱压缩机热保护器	(223)
三、电冰箱温控器	(223)
四、电冰箱除霜定时器	(224)
五、半自动洗衣机定时器	(225)
六、全自动洗衣机开关	(225)
七、洗衣机电磁进水阀	(227)
第三节 其他元器件	(227)
一、VCD 机激光头	(227)
二、微波炉元器件	(230)
三、电风扇元器件	(230)
四、自动抽油烟机气敏传感器	(232)
五、燃气热水器电热偶及电磁阀	(233)

第一章 万用表

万用表是目前最普及、最常用的一种可进行多种项目测量的便携式测量仪表，可代替某些专用仪器仪表完成多种电子及电工测量任务，实现一表多用。万用表操作简单、功能齐全、便于携带、价格低，已成为电子测量、家电维修人员的必备工具。本章以目前较为常见的万用表为例，系统介绍万用表的基本知识。

第一节 万用表分类和选用

一、万用表分类

万用表通过挡位开关及量程切换开关的切换，便可比较精确地测量交、直流电压，交、直流电流和电阻值的大小，有的万用表还有一些附加挡位，可以测试音频电平、阻抗、电容、电感、二极管、三极管及线路的通断等。

万用表有指针式（模拟式）和数字式两类，其典型外形见图 1-1、图 1-2。常见的指针式万用表有 500、MF500-B、MF64、MF50、MF27 型等；常见的数字式万用表有 DT890、DT890D、DT830、DT9101、DT9102、DT9103 型等。指针式万用表使用方便、价格便宜、性能稳定，不易受外界环境和被测信号的影响，可直观地观察到被测量的变化趋势；数字式万用表测试精度高、测量范围宽、显示清晰、读数准确，还能准确进行电容量和小电阻的测量。这两类万用表各有所长，在使用的过程中不能完全替代，可取长补短，配合使用。

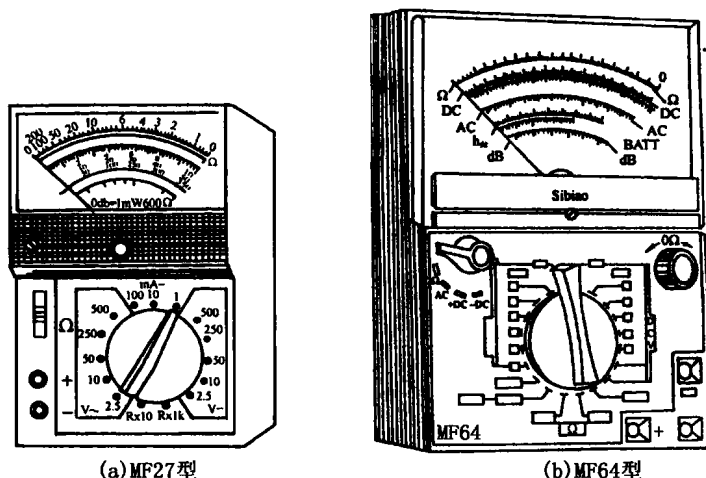


图 1-1 国产 MF27、64 型指针式万用表

二、万用表技术特性

1. 指针式万用表技术特性

(1) 万用表准确度等级。按万用表的测量准确度大小所划分的级别，称为万用表准确度等级。它反映了仪表在规定的正常测量条件下所具有的测量误差的大小，准确度愈高测量误差愈小。万用表准确度等级主要有 1.0、1.5、2.5、5.0 级，有的还有 0.5 级。国产万用表中的 MF18 型准确度最高（1.0 级），可供实验室使用。有的万用表还标有 3 个准确度等级，

如-2.5、~5.0、Ω2.5，其中-2.5表示直流量程的测量误差为2.5%，~5.0表示交流量程的测量误差为5%，Ω2.5表示电阻量程的测量误差为刻度线弧长的2.5%。

(2) 万用表灵敏度。指针式万用表灵敏度有表头灵敏度、直流电压灵敏度、交流电压灵敏度。

①表头灵敏度。表头灵敏度指万用表表头指针满偏时流过的电流值，一般为10~200μA，电流值越小表头灵敏度越高。

②直流电压灵敏度。直流电压灵敏度的数值一般标在仪表盘上，单位为Ω/V或kΩ/V，称为每伏欧数或每伏千欧数。此数值等于直流电压挡的等效内阻与满量程电压的比值，一般用万用表表头灵敏度倒数来表示。如500型万用表的表头灵敏度为50μA，其直流电压灵敏度为20kΩ/V。万用表直流电压灵敏度越高，其内阻越高，对测量结果的影响越小，可用于测量高内阻的信号电压及电子量测量。低灵敏度的万用表仅适用于电工测量。

③交流电压灵敏度。交流电压灵敏度计算和直流电压灵敏度一样，但要考虑交流量变换为直流量这个过程。如果仍使用表头灵敏度为50μA的万用表，并采用半波整流方式，该整流电路的工作效率为0.44，那么，使表头指针满偏所需要的交流电流=50÷0.44=113.5μA，则交流电压灵敏度=(1÷113.5)×10⁶=8.8kΩ/V。如果采用全波整流方式，交流电压灵敏度将降低一半，约为4kΩ/V。

(3) 测量功能。普通指针式万用表大多只能测量电压、电流和电阻，因此亦称V-A-Ω三用表。近年问世的新型指针式万用表，如MF70、MF79、MF104、MF116型，增加了许多实用的测试功能，如测量电容、电感、晶体管参数、电池容量、音频功率、直流高压、交流高压及检查线路通断（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(DCV)：0~500V(0~2.5kV, 0~25kV)；交流电压(ACV)：0~500V(0~2.5kV)；直流电流(DCA)：0~500mA(0~5A)；交流电流(ACA)：0~5A；电阻(Ω)：0~20MΩ(0~200MΩ)；音频电平(dB)：-20~0~+56dB。

②扩展功能。电容(C)：1000pF~0.3μF(0~10000μF)；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8Ω；电池负载电压(BATT)：0.9~1.5V，电池负载12Ω；蜂鸣器(BZ)：被测线路电阻小于1~10Ω时发声；交流大电流测量功能(ACA)：6A/15A/60A/150A/300A(如7010型万用表)。

(4) 频率特性。频率特性是指针式万用表的交流电压挡适应频率的范围。有的万用表交流电压挡的频率范围为45~65Hz，扩展频率为1000Hz，在刻度盘上表示为45~65~1000Hz。有的万用表交流电压挡的频率范围为45~1000Hz，在刻度盘上直接标注。有些万

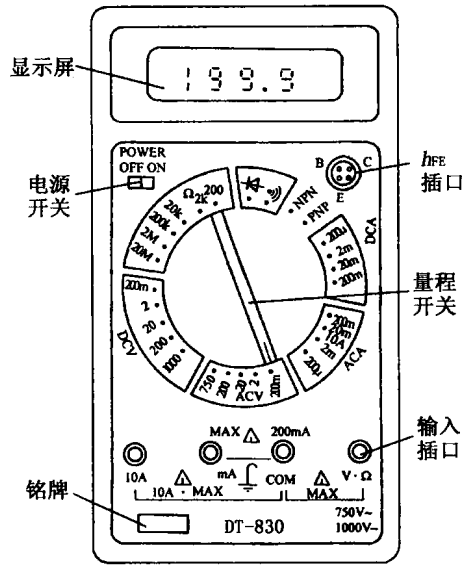


图 1-2 DT830 型数字式万用表

用表没有标注所适应的频率范围，一般情况下按 45~65Hz 使用。在使用的过程当中，如果被测交流电的频率超过万用表的工作频率范围，将产生测量误差，误差会随频率升高而增大，最终会使测量结果失效。

2. 数字式万用表技术特性

(1) 准确度高。数字式万用表有很高的准确度，以 DCV 挡的基本误差为例，低挡数字式万用表为 $\pm 0.5\%$ ，中挡为 $\pm 0.1\% \sim \pm 0.05\%$ ，高档可达 $\pm 0.005\% \sim \pm 0.00005\%$ 。

(2) 显示直观。数字式万用表采用数字显示，使测量结果一目了然，不仅能准确读数，还能缩短测量时间。许多新型数字式万用表增加了标志符（如测量项目、单位、特殊标记等）显示功能，使读数更直观。

数字式万用表的显示位数分 $3\frac{1}{2}$ 、 $3\frac{2}{3}$ 、 $3\frac{3}{4}$ 、 $4\frac{1}{2}$ 、 $4\frac{3}{4}$ 、 $5\frac{1}{2}$ 、 $6\frac{1}{2}$ 、 $7\frac{1}{2}$ 、 $8\frac{1}{2}$ 位等，其中 $3\frac{1}{2}$ 、 $3\frac{2}{3}$ 、 $3\frac{3}{4}$ 位显示值分别为 1999、2999、3999， $8\frac{1}{2}$ 位为 199999999。最大显示值再加 1，即为满量程值，此时开始溢出。

(3) 分辨力高。分辨力是数字式万用表一项性能参数，表示该表可显示的最小被测量值的可表达程度。随着量程的转换，分辨力也相应变化，量程越小分辨力越高，量程越大分辨力越低。

分辨力指标亦可用分辨率来表示。分辨率是指仪表所能显示的最小数字（零除外）与最大数字的百分比。如 $3\frac{1}{2}$ 位数字式万用表的分辨率为 $1 \div 1999 \approx 0.05\%$ ，远优于指针式万用表。

(4) 测量速率快。数字式万用表在每秒钟内对被测电量的测量次数叫测量速率，完成一次测量过程所需时间叫测量周期，它与测量速率成倒数关系。 $3\frac{1}{2}$ 位和 $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表的测量速率一般为每秒 2~5 次， $5\frac{1}{2} \sim 7\frac{1}{2}$ 位数字式万用表可达每秒几十至几百次。利用降低显示位数的方法能大幅度提高测量速率，如 $8\frac{1}{2}$ 位数字式万用表，工作在 $4\frac{1}{2}$ 位模式下的最高测量速率可达每秒 10 万次。

(5) 测试功能强。数字万用表可以测量交、直流电压、电流，电阻，电容，晶体管放大倍数，频率，周期，电路通断等。新开发的智能数字万用表还增加了测量真有效值 (TRMS)、最小值 (MIN)、最大值 (MAX)、平均值 (AVG)、设定上下限、自动校准等功能，以满足各种测量需要。

(6) 输入阻抗高。普通数字式万用表直流电压挡输入阻抗为 $10M\Omega$ ，智能数字万用表可达 $10000M\Omega$ 以上。

(7) 低功耗。数字万用表功耗低、耗电小，普通数字式万用表功耗为 30~40mW，可采用 9V 叠层电池供电。 $5\frac{1}{2} \sim 8\frac{1}{2}$ 位数字万用表大多采用交流供电方式，功耗不超过几十毫瓦。

(8) 保护电路比较完善。数字式万用表具有较完善的过电流、过电压保护功能，过载能力强。使用中只要不超过极限值，即使出现误操作也不会损坏交直流转换器。但应尽量避免误操作，以免损坏外围元件（如熔丝管）。

(9) 集成度高。数字式万用表采用 CMOS 大规模集成电路或单片 DMM 专用芯片，其外围电路比较简单，只需配少量的辅助芯片和元器件，这就简化了设计和降低了成本。

(10) 抗干扰能力强。数字式万用表电路普遍采用积分式 A/D 转换原理，能有效地抑制串模干扰，对共模干扰也有很强的抑制作用。

三、万用表选用

万用表按精度可分为精密、较精密、普通 3 级，按灵敏度可分为高、较高、低 3 挡，按

表 1-1 万用表表盘符号和数字含义

A		F	不进行绝缘强度试验								
B		G	<u>2.5</u> 或 2.5 —								
C		H	<u>4.0</u> 或 4.0 ~								
D	一级防外磁场	M	20kΩ/V 或 20000Ω/V								
	二级防外磁场	N	4kΩ/V 或 4000Ω/V								
	三级防外磁场	J	0dB=1mW, 600Ω <table border="1" data-bbox="843 729 1105 899"> <tr> <td>~</td> <td>dB</td> </tr> <tr> <td>50V</td> <td>+14</td> </tr> <tr> <td>100V</td> <td>+20</td> </tr> <tr> <td>250V</td> <td>+28</td> </tr> </table>	~	dB	50V	+14	100V	+20	250V	+28
	~			dB							
50V	+14										
100V	+20										
250V	+28										
四级防外磁场											
E	或 —	F	或 2kV 绝缘强度试验 电压为 500V								

表盘符号及数字说明：

(1) A 栏。表示磁电系带机械反作用力的仪表，即永久磁钢与动圈通电所形成的磁场相互作用，带动指针偏转，具有机械阻尼作用。

(2) B 栏。表示整流系仪表，即半导体整流器的磁电系测试机构。

(3) C 栏。表示交、直流两用。有的表盘在刻度旁标有“DC”、“AC”，前者为直流，后者为交流。

(4) D 栏。方框表示防外磁场，罗马数字表示电场级数。

(5) E 栏。表示应水平放置使用。

(6) F 栏。表示绝缘等级，五角星内的数字是试验时电压 (kV)，即万用表的导电部分与绝缘部分间的耐压水平。

(7) G 栏。表示测试直流电压或电流时以指示值的百分数表示的准确度等级，如“2.5”表示测试时的允许误差为 2.5%。

(8) H 栏。表示测试交流电压或电流时，以指示值的百分数表示的准确度等级，如“4.0”表示测试时允许误差为 4%。

(9) M 栏。表示测试直流电压的内阻或灵敏度。如 5000Ω/V 表示测试直流电压时，万用表输入电阻每 1V 5000Ω，或表头指针满偏时， $电流 = 1V / 5k\Omega = 0.2mA = 200\mu A$ 。

(10) N 栏。表示测试交流电压时的内阻或灵敏度。如 4kΩ/V 表示测试交流电压时，万用表的输入电阻为每 1V 4000Ω，或表头指针满偏时， $电流 = U/R = 1V / 4k\Omega = 0.25mA = 250\mu A$ 。

(11) J 栏。表示 dB (分贝)，以 600Ω 负载电阻上得到 1mW 功率定义为 0dB，并作为参考电平。

3. 测量电路

各种不同电量测量时，通过万用表的测量电路转换成适合表头指示的直流电流信号，包括将大电流转换成表头所允许流过的小电流。万用表的测量电路实质上就是多量程直流电流表、多量程直流电压表、多量程整流式交流电压表及多量程欧姆表等几种电路的组合。

4. 转换开关

转换开关用以切换测量电路。万用表型号不同，转换开关工作方式也不同，有的功能开关、量程开关合为一只开关，有的功能开关、量程开关分离，有的功能开关、量程开关交互使用。有些万用表还设有专用插孔，与功能转换开关配合使用，以完成某些专项测量。

5. 机械调零旋钮和电阻挡调零旋钮

机械调零旋钮用以调整表头指针静止时的位置。万用表不作任何测量时，表头指针应指在表盘刻度线左端“0”位上，否则应调节机械调零旋钮（或螺钉）使其到位。使用电阻挡时，当两表笔短接，表头指针应指在欧姆（电阻）挡刻度线右端“0”位上，否则应调整电阻挡调零旋钮使其到位。需要注意的是，每转换一次电阻量程，都要调整该旋钮，使指针指在“0”位上，以减小测量误差。

6. 表笔插孔

不同的万用表，其正、负表笔插孔的表示方式也不同，有的直接用“+”和“-”表示，有的用“+”、“*”表示，有的用“+”、“COM”表示。测量时红表笔应插在“+”孔，黑表笔应插在“-”或“*”、“COM”孔（使用交、直流“2500V”和音频电平测试量程时，红表笔应分别插在此孔）。

二、数字式万用表结构

数字式万用表采用了大规模集成电路和液晶数字显示技术，与指针式万用表相比，其结构和工作原理都发生了根本的变化。数字式万用表主要由测量电路、液晶显示器、量程转换开关和插孔等组成。

1. 测量电路

数字式万用表测量电路主要由信号调节器和数字式电压表（DVM）两部分组成。信号调节器的作用是各种被测量通过一定的转换器转换成直流电压，它包含信号衰减器、交流电压/直流电压转换器（AC/DC）、直流电流/直流电压转换器（I/DC）、直流电阻/直流电压转换器（ Ω /DC）和转换开关。数字式电压表由A/D转换器、计数器与显示器组成。A/D转换器将模拟量转换成数字量，其输出即为计数器的脉冲输入，最后由显示器显示结果值。

2. 液晶显示器（LCD）

液晶显示器成本低、体积小、功耗低，在数字式万用表上得到广泛应用。不同厂家生产的数字式万用表，其液晶显示器所显示的内容也不同，主要有测量项目、测量数字、计量单位、状态等，除数字显示以外，其他内容的显示都是以字母或符号表示。液晶显示屏上可直接读出测试结果和单位，避免了使用指针表式万用表时人为的读数误差及测量结果的换算。

3. 转换开关

数字式万用表量程转换开关在表的中间，量程开关和功能开关合为一只开关，量程挡的首位数几乎都是2，如200 Ω 、2V、20 μ F、20mA等。若测量结果只显示“半位”上的读数“1”，表示被测量超过了该量程的测量范围（溢出），说明量程选得太小，应换高的量程。注意，测量电压或电流时，在不能确定被测数值范围的情况下，应首选高档位。

4. 插孔

表笔插孔一般有 4 个，标有“COM”的为公共插孔，应插入黑表笔，标有“V/ Ω ”的应插入红表笔，以测量电阻和交直流电压。测量交直流电流还有“A”和“10A”两个插孔，应插入红表笔，供不同量程挡选用。

第三节 万用表使用

一、指针式万用表使用

1. 指针式万用表使用方法

(1) 调机械零点。使用前，如果万用表指针不指在刻度尺的零位，必须用螺丝刀慢慢转动机械调零螺丝，使指针指在零位，然后将红表笔插在“+”插孔内，黑表笔插在“-”插孔内，再选择合适的量程进行测量。

(2) 直流电流挡使用。先将转换开关旋到标有“mA”或“ μ A”的适当量程上。一般万用表的最大电流量程在 1A 以内，如果要测量较大电流，则必须并接分流电阻。如果事先不知道待测电流在哪一个量程范围之内，应按从高量程到低量程的原则选用量程挡，直至指针偏转在有效的范围内。

测量时，将被测电路的某一点断开，将两只表笔串接在电路中，注意红表笔接电流流入的一端（正极），黑表笔接电流流出的一端（负极）。如果测量前分不清电流的方向，可先将一只表笔接好，用另一只表笔在待测点上快速轻触一下，如果表针向左偏转，说明接法有误，应将红、黑表笔交换再测量。测量时要特别注意，由于万用表的内阻较小，切勿将两支表笔直接相触，或接触电源的两极，否则会烧坏表头。

(3) 交流电压挡使用。测量前，先将转换开关旋到标有“ \surd ”处，并置于适当量程挡。手握红表笔和黑表笔的绝缘部位，先用黑表笔触及一相带电体，再用红表笔触及另一相带电体或中性线，读取电压读数后，两支表笔脱离带电体。

(4) 直流电压挡使用。测量前，先将转换开关旋到标有“V”处，并置于适当量程挡。黑表笔应与电路负极接触，红表笔应与电路正极接触。如果分不清正、负极，可采用试测法：选用较大范围的测量挡，将两只表笔快速轻触一下测量点，如果指针向左偏转，说明接法有误，应将红、黑表笔交换再测量。

(5) 电阻挡使用。万用表都设有多挡量程，通常有 $R \times 1\Omega$ 、 $R \times 10\Omega$ 、 $R \times 100\Omega$ 、 $R \times 1k\Omega$ 挡，有的还设有 $R \times 10k\Omega$ 、 $R \times 100k\Omega$ 等挡。由于被测电阻值增大，会减小表头的电流，为此高阻挡都采用高电压电池供电。一般 $R \times 1k\Omega$ 以下电阻挡使用 1.5V 电池， $R \times 10k\Omega$ 以上电阻挡使用 6V 或 9、12、15、22.5V 电池。测量前，将转换开关旋到标有“ Ω ”的适当倍率位置上，然后将红、黑两表笔短接，同时调节电阻挡调零旋钮，使指针指在电阻挡刻度线的“0”位上。再将两表笔分别触及电阻两端，将读数乘以倍率数即为所测电阻值。

(6) 音频电平挡使用。利用音频电平（dB）挡可以测量标准负载（负载阻抗为 600 Ω ）时的功率增益。将红表笔插入到“dB”插孔，黑表笔插入到“*”插孔，转换开关旋至交流电压挡的相应量程上，两表笔并接在负载两端，如果使用的是交流 10V 挡，指针所指的就是测量结果，如果使用的是交流 50V 或 250V 挡，指针示数再分别加上 14dB 或 28dB，即为测量结果。