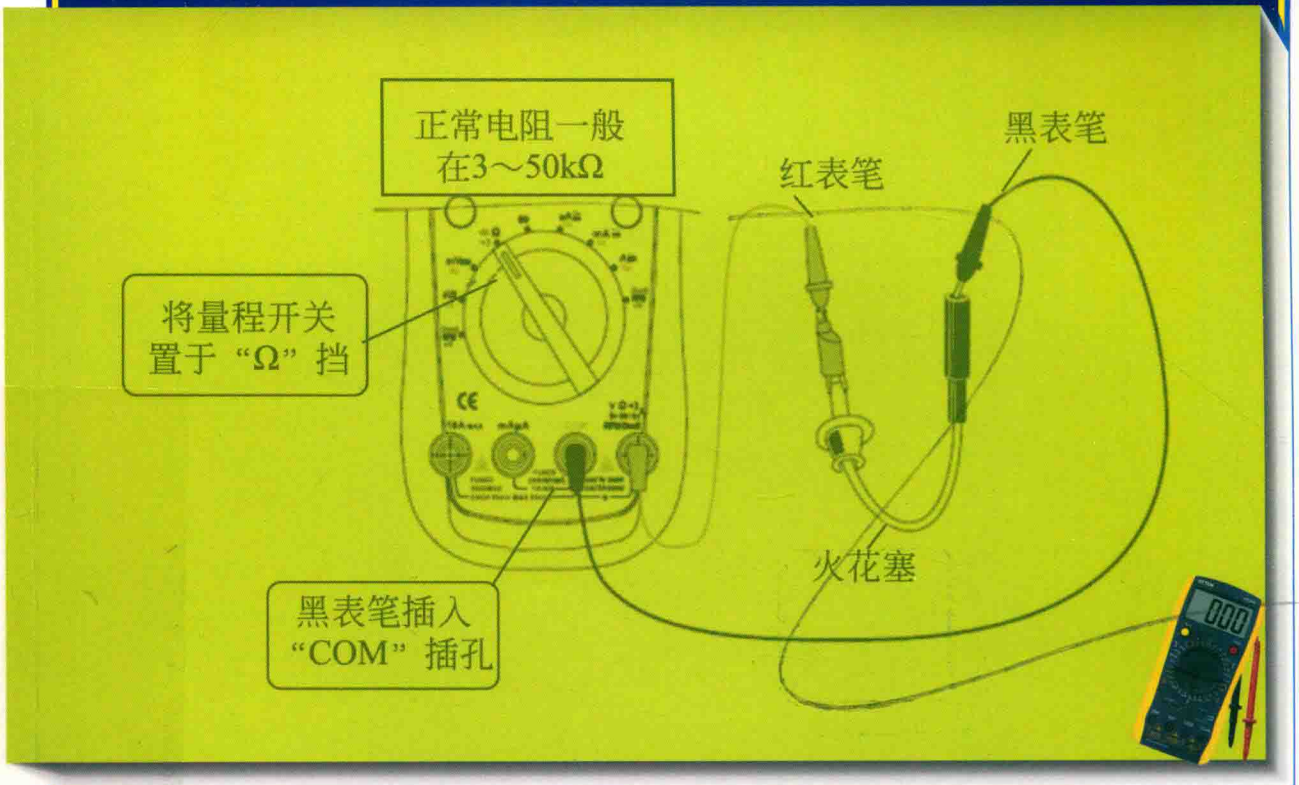
图解万用表使用

TUJIE WANYONGBIAO SHIYONG

阳许倩　阳鸿钧　等编著



化学工业出版社

图解万用表使用



TUJIE WANYONGBIAO SHIYONG

阳许倩　阳鸿钧　等编著

化学工业出版社
·北京·

本书介绍了万用表使用的基础知识、基本特点、性能参数、工作原理、使用方法和注意事项，重点介绍使用指针型万用表、数字型万用表、汽车专用万用表检测判断基本元器件、家用电器、手机、电脑维修以及低压电器中元器件的方法和参数指标。

本书可供电工、家电维修人员等人员学习和参考。

图书在版编目（CIP）数据

图解万用表使用 / 阳许倩等编著. —北京：化学工业出版社，2018.12

ISBN 978-7-122-33131-1

Ⅰ.①图… Ⅱ.①阳… 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（2018）第 230475 号

责任编辑：刘 哲　　装帧设计：王晓宇

责任校对：边 涛

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印　　装：河北鹏润印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 430 千字 2019 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888　　售后服务：010-64518899

网　　址：http://www.cip.com.cn

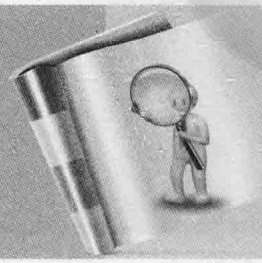
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定　　价：68.00 元

版权所有 违者必究

前言

Preface



万用表作为一种最常用、最普及的测量仪表，其正确、熟练的使用是广大电气工作者在学习与工作中必须掌握的基本功。

本书从实用角度出发，全面系统地介绍了用万用表检测判断各种元器件的方法、要点和技巧。全书共6章。第1章介绍万用表使用的基础知识，具体包括万用表的分类与结构、性能参数、选择与使用方法、使用注意事项，汽车专用万用表的工作原理等。第2章对使用万用表检测常见参数进行了介绍，具体包括阻值、电流、电压、功率、频率、温度与电磁场等的检测与判断等。第3章介绍使用万用表检测判断常用元器件的方法和要点，具体包括电阻与电位器、电容、电感与线圈、二极管、三极管、光电管、场效应晶体管、集成电路等。第4章对使用万用表检测判断实用元器件进行了介绍，具体包括传感器与霍尔元件、保险管、红外管与光电开关、扬声器、传声器、变压器、继电器等。第5章对维修家用电器、电脑、手机、汽车等设备时使用万用表检测相关元器件的方法和要点进行了介绍，具体包括洗衣机、液晶电视机、电冰箱、空调、微波炉、热水器、电脑、手机、汽车等。第6章对使用万用表检测低压电器的相关元器件进行了介绍，具体包括变频器、电动机、数控机床、灯具与开关等。

本书给出了使用万用表检测判断元器件的技术指标，实用性强，内容全面，通俗易懂，适合电子工程师、电气维修工程师、家用电器维修人员、职业院校师生学习和参考。

为了保证本书的全面性、实用性和准确性，在编写中参考了相关技术资料，在此表示感谢。本书由阳许倩、阳鸿钧、阳育杰、欧小宝、杨红艳、许秋菊、许四一、阳红珍、许满菊、许应菊、唐忠良、许小菊、阳梅开、任现杰、阳苟妹、唐许静、欧凤祥、罗小伍、任现超、罗奕、罗玲、许鹏翔、阳利军、谭小林、李平、李军、李珍、朱行艳、张海丽等人员参加编写或支持编写。

由于知识和水平所限，书中不足之处，敬请批评、指正。

编著者

目录



第 1 章 万用表使用基础 …… 1

1.1 万用表的分类、结构、外形及按钮分布 …… 1
1.2 万用表的性能参数 …… 9
1.3 汽车专用万用表 …… 13
1.4 万用表的工作原理 …… 16
1.5 万用表的选择与使用方法 …… 19
1.6 万用表的使用注意事项 …… 27

第 2 章 使用万用表检测常见参数 …… 31

2.1 阻值的检测判断 …… 31
2.2 电流的检测判断 …… 32
2.3 电压的检测判断 …… 35
2.4 功率、频率和占空比的检测判断 …… 38
2.5 温度与电磁场的检测判断 …… 40

第 3 章 使用万用表检测判断常用元器件 …… 43

3.1 电阻与电位器的检测判断 …… 43
3.2 电容的检测判断 …… 44
3.3 电感与线圈的检测判断 …… 47
3.4 电子管的检测判断 …… 48
3.5 二极管的检测判断 …… 49
3.6 整流二极管的检测判断 …… 53
3.7 开关二极管与发光二极管的检测判断 …… 53
3.8 稳压二极管的检测判断 …… 59
3.9 激光二极管与光电二极管（光敏二极管）的检测判断 …… 62
3.10 变容二极管的检测判断 …… 65
3.11 肖特基二极管的检测判断 …… 66
3.12 快恢复二极管与功率二极管的检测判断 …… 67
3.13 触发二极管的检测判断 …… 68
3.14 瞬态电压抑制二极管的检测判断 …… 68
3.15 变阻二极管的检测判断 …… 69
3.16 贴片二极管的检测判断 …… 69
3.17 高压硅堆与整流桥的检测判断 …… 71
3.18 三极管的检测判断 …… 73
3.19 光电管的检测判断 …… 79
3.20 带阻三极管与贴片三极管的检测判断 …… 80
3.21 带阻尼行输出管的检测判断 …… 84
3.22 单结晶体管与晶闸管的检测判断 …… 85
3.23 场效应晶体管的检测判断 …… 94
3.24 IGBT 与 IPM 的检测判断 …… 100
3.25 集成电路的检测判断 …… 105

第 4 章 使用万用表检测判断实用元器件 …… 115

4.1 传感器与霍尔元件的检测判断 …… 115
4.2 保险管的检测判断 …… 116
4.3 红外管与光电开关的检测判断 …… 117
4.4 晶振与石英谐振器的检测判断 …… 119
4.5 压电蜂鸣片（压电陶瓷片）与蜂鸣器的检测判断 …… 121
4.6 扬声器的检测判断 …… 123
4.7 话筒与送话器（麦克风）的检测判断 …… 124
4.8 传声器的检测判断 …… 127
4.9 耳机的检测判断 …… 128
4.10 电池的检测判断 …… 129
4.11 变压器的检测判断 …… 130

4.12 压缩机与阀的检测判断 …… 133
4.13 开关的检测判断 …… 134
4.14 连接器的检测判断 …… 138
4.15 继电器的检测判断 …… 138
4.16 CRT 显像管的检测判断 …… 141
4.17 液晶显示、LED 显示与 VFD 荧光显示的检测判断 …… 143
4.18 其他显示屏的检测判断 …… 144
4.19 接收头与遥控器的检测判断 …… 146

第 5 章 使用万用表检测家用电器、电脑、汽车等设备的元器件 …… 149

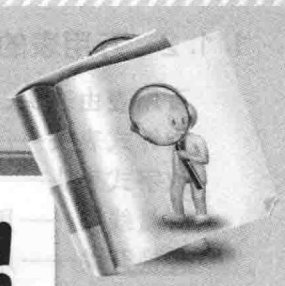
5.1 洗衣机的检测判断 …… 149
5.2 CRT 电视机的检测判断 …… 156
5.3 PDP 等离子电视的检测判断 …… 160
5.4 液晶电视机的检测判断 …… 161
5.5 卫星接收机与电视机遥控系统的检测判断 …… 162
5.6 电冰箱的检测判断 …… 163
5.7 空调的检测判断 …… 167
5.8 微波炉的检测判断 …… 177
5.9 电磁炉的检测判断 …… 181
5.10 电饭煲与电压力锅的检测判断 …… 184
5.11 热水器的检测判断 …… 187
5.12 饮水机的检测判断 …… 195
5.13 豆浆机与电水壶的检测判断 …… 197
5.14 电风扇的检测判断 …… 199
5.15 视盘机的检测判断 …… 203
5.16 剃须刀与电推剪的检测判断 …… 206
5.17 复读机电机的检测判断 …… 207
5.18 打印机的检测判断 …… 209
5.19 电脑的检测判断 …… 210
5.20 手机的检测判断 …… 219
5.21 电动车与充电器的检测判断 …… 223
5.22 汽车的检测判断 …… 228

第 6 章 使用万用表检测低压电器 …… 239

6.1 变频器的检测判断 …… 239
6.2 电动机的检测判断 …… 241
6.3 数控机床的检测判断 …… 244
6.4 线路的检测判断 …… 245
6.5 灯具与开关插座面板的检测判断 …… 247

参考文献 …… 250

第 1 章



万用表使用基础

1.1 万用表的分类、结构、外形及按钮分布

1.1.1 万用表的分类

万用表又叫做复用表、三用表、多用表、繁用表等，是电子电气、建筑、机械等行业不可缺少的测量仪表、检测仪表。

根据显示方式，万用表可以分为指针万用表和数字万用表。根据量程转换方式，万用表可以分为手动量程（MAN RANGZ）、自动量程（AUTO RANGZ）、自动/手动量程（AUTO/MAN RANGZ）等。万用表的分类如图 1-1 所示。

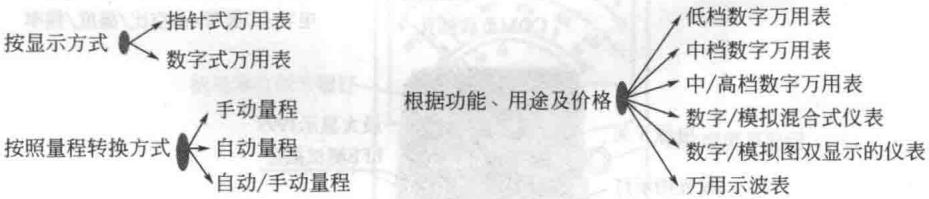


图 1-1　万用表的分类

指针万用表如图 1-2 所示；数字万用表如图 1-3 所示。



图 1-2　指针万用表



图 1-3　数字万用表

一般万用表，可以测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻、音频电平等，有的万用表还可以测交流电流、电容量、电感量、半导体的一些参数等。

1.1.2 万用表的结构、 外形以及按钮分布

万用表由表头、测量线路、转换开关、表笔、表笔插孔等构成。

指针式表头——属于高灵敏度的磁电式直流电流表，表头上一般有刻度线。

数字式表头——一般由一只模拟/数字转换芯片＋外围元件＋液晶显示器组成。

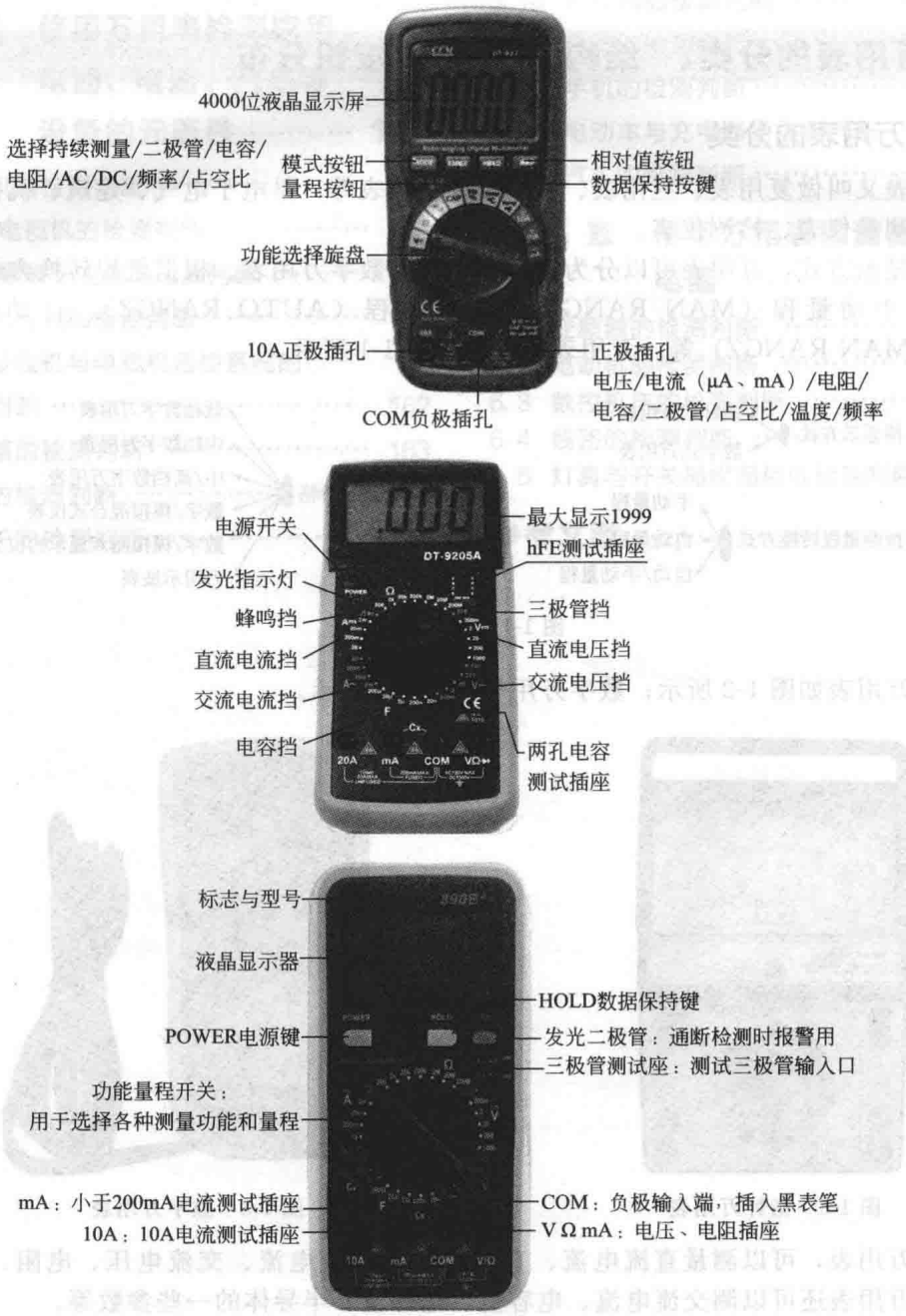
测量线路——用来把各种被测量转换到适合表头测量的微小直流电流的一种电路。

转换开关——用来选择各种不同的测量线路。

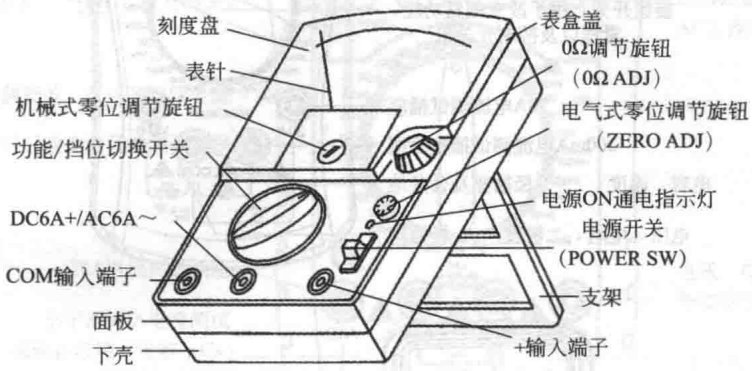
表笔——一般有红表笔、黑表笔各 1 只。

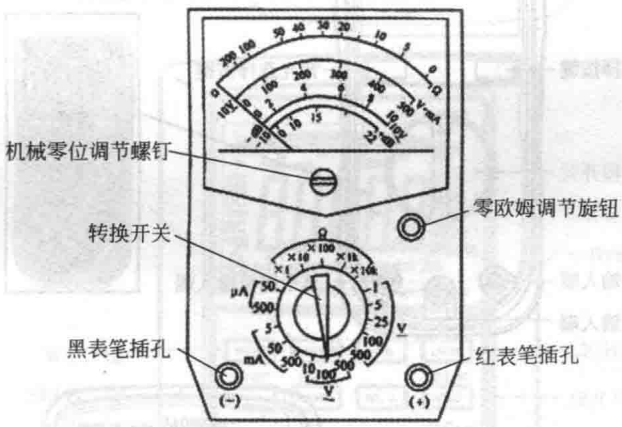
表笔插孔——用于插接连接表笔用。

万用表面板如图 1-4 所示。



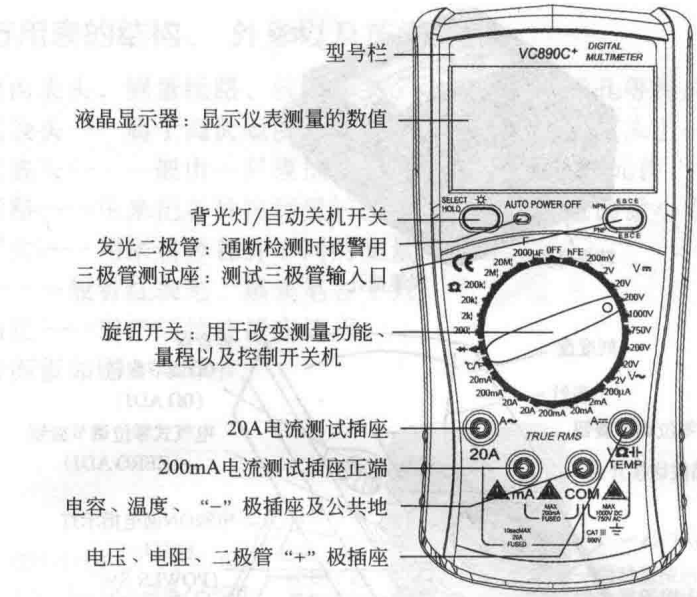

表头
转换开关
表笔插孔

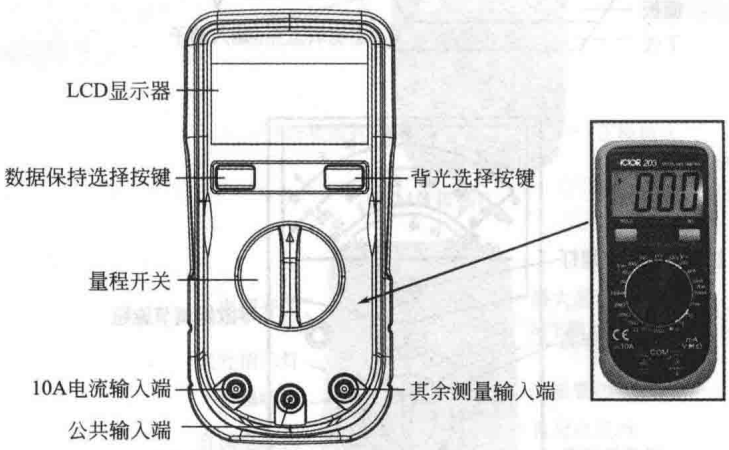

刻度盘
表针
机械式零位调节旋钮
功能/挡位切换开关
DC6A+/AC6A～
COM输入端子
面板
下壳
表盒盖
0Ω调节旋钮
（0Ω ADJ）
电气式零位调节旋钮
（ZERO ADJ）
电源ON通电指示灯
电源开关
（POWER SW）
支架
+输入端子


机械零位调节螺钉
转换开关
黑表笔插孔
零欧姆调节旋钮
红表笔插孔
(-)
(+)

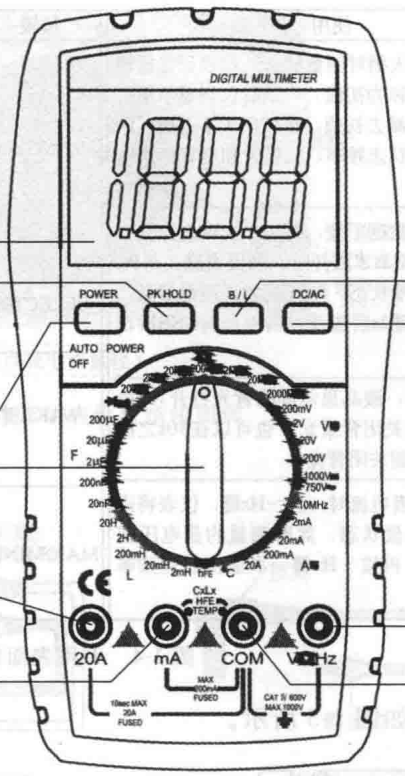

显示器
1.999
电源开关
POWER
OFF ON
晶体管插孔
转换开关
输入插座
10A
mA
COM
V·Ω


超大显示屏幕
电容
电源开关
电阻
直流电流
通断蜂鸣 二极管
三极管
数据保持键
交流电压
直流电压
交流电流


型号栏
液晶显示器：显示仪表测量的数值
背光灯/自动关机开关
发光二极管：通断检测时报警用
三极管测试座：测试三极管输入口
旋钮开关：用于改变测量功能、量程以及控制开关机
20A电流测试插座
200mA电流测试插座正端
电容、温度、“–”极插座及公共地
电压、电阻、二极管“+”极插座
VC890C+ DIGITAL MULTIMETER
AUTO POWER OFF
TRUE RMS
20A
mA
COM


LCD显示器
数据保持选择按键
背光选择按键
量程开关
10A电流输入端
公共输入端
其余测量输入端


液晶显示器：显示仪表测量的数值
电源、自动关机按键：开启关闭电源和自动关机
保持、背光、功能选择按键：开启关闭保持和背光，在同一挡位有两个功能时，可作为选择功能
旋钮开关：用于改变测量功能及量程
2A/20A电流测试插座
小于200mA电流测试插座
通断、火线报警指示灯
三极管输入插座
电压、电阻、二极管、电容、频率、温度、“+”极插座
温度、“–”公共地
VC9804A+ DIGITAL MULTIMETER
TRUE RMS
20A
mA
COM



液晶显示器：显示仪表测量的数值及单位

PK HOLD峰值保持开关：按下此功能键，将仪表当前所测数值的最大值保持在液晶显示器上并出现“PH”符号，再次按下，“PH”符号消失，退出峰值保持功能状态

POWER电源开关：开启及关闭电源

旋钮开关：用于改变测量功能及量程

20A电流测试插座

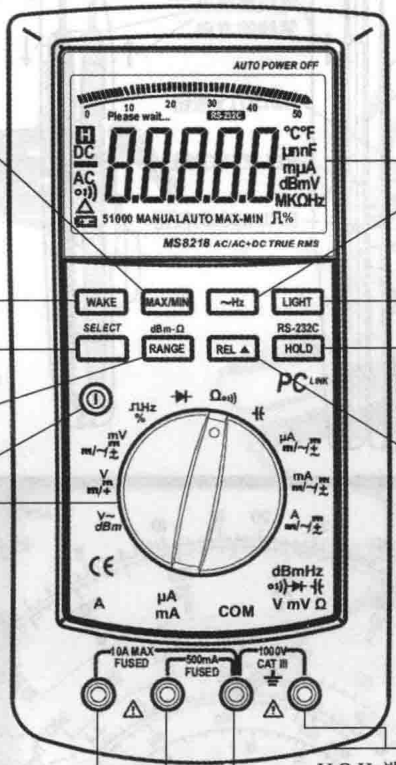
小于200mA电流测试插座正极端；电容（Cx）电感（Lx）、三极管测试附件、温度负极输入端

B/L背光开关，开启背光灯；约过5s后自动关闭

DC/AC键：选择DC和AC工作方式

电压、电阻及频率测试插座

公共地；电容（Cx）、电感（Lx）、三极管测试附件、温度正极输入端



MAX/MIN键

液晶显示屏

~Hz键

WAKE键

LIGHT键

SELECT键

HOLD键

RANGE键

REL▲键

POWER开关 | 用于打开或关闭仪表工作电源

旋盘开关 | 用于选择测量功能，如选择电压、电流、电阻、电容等

V Ω Hz端 | 除电流测量外，所有其他测量功能的输入端，使用红色表笔连接

COM端 | 所有测量负输入端，使用黑表笔连接

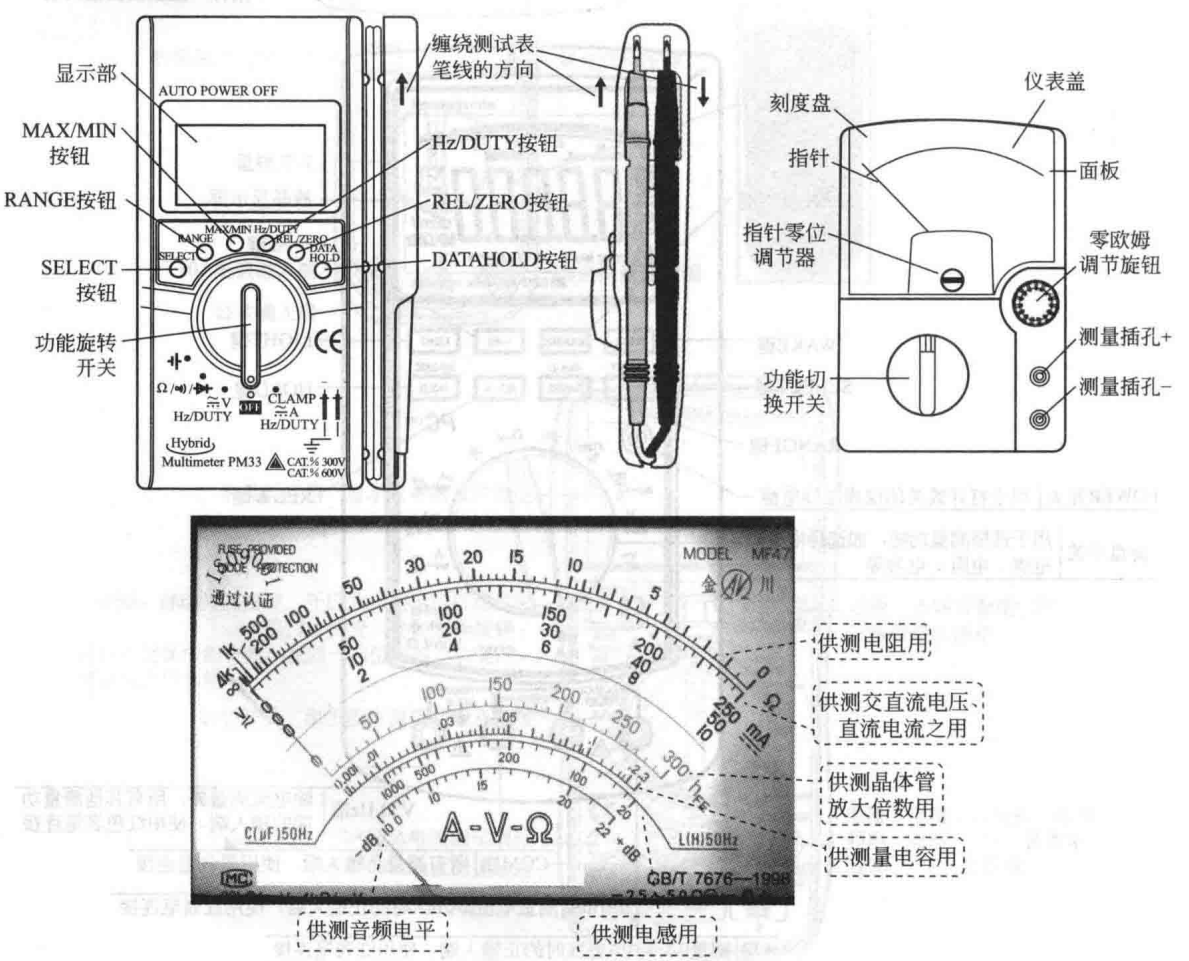
μA/mA | 测量电流μA/mA时的正输入端，使用红表笔连接

A端 | 测量0.5～10A电流时的正输入端，使用红表笔连接

按键	使用	按键	使用
REL▲键	按动REL▲进入相对测量状态，仪表记忆按键时的测量值（称为初值），以后仪表显示值等于现行测量值减去初值，再按REL▲一次，则退出相对测量状态频率，二极管和电容测量时按此键无效	RANGE键	用于各种测量时，手动选择量程，在自动量程状态（显示AUTO）下，按RANGE一次，则进入手动量程状态（显示MANUAL），此后，按RANGE键则改变量程，液晶显示屏左下角的小数字指示现在的量程。逻辑频率测量和二极管测量时按RANGE键无效。dBm测量时，按RANGE键改变dBm计算时的虚拟电阻值
HOLD键	用于保持测量数据不变，再按一次恢复测量，当按着HOLD键2s才放开时，则仪表进入与PC机USB接口连接状态，向PC机发送测量信息，再按着HOLD键2s后放开，则停止向USB接口发送数据	SELECT键	旋盘开关拨到某一测量功能时，仪表进入它的第一次测量模式，按SELECT键可以选择第二或第三测量模式。但二极管和电容测量只有一种模式
LIGHT键	按动此键一次，液晶显示屏的背光打开，30s之后仪表自动关闭背景光，也可以在30s之前按LIGHT键提前关闭背光	WAKE键	仪表自动关机后，按WAKE键可以唤醒仪表，重新开始测量。在按POWER开关开机时若同时按住WAKE键，则仪表处于连续工作状态，没有自动关机功能
~Hz键	在测量电压或者电流时，按~Hz键，仪表将进入线性频率测量状态，此时测量的是电压或电流的频率，再按~Hz键一次退出线性频率测量状态	MAX/MIN键	按动MAX/MIN键进入最大值，最小值记录状态，同时显示最大值，再按此键则可显示最小值、最大值-最小值，正常测量。频率、二极管和电容测量时按此键无效

图 1-4　万用表面板

万用表组成结构如图 1-5 所示。



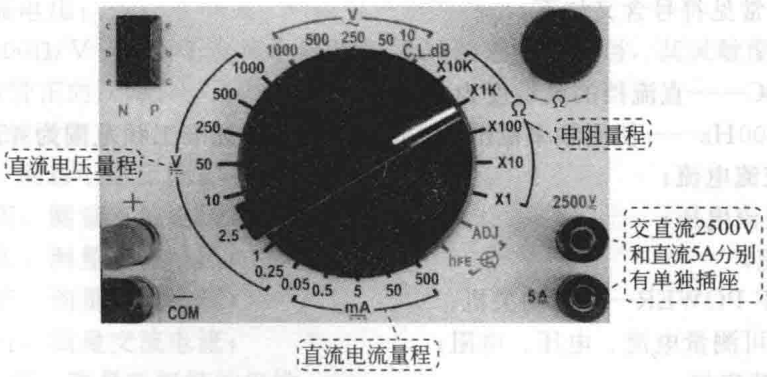


图 1-5　万用表组成结构图例

万用表附件如图 1-6 所示。

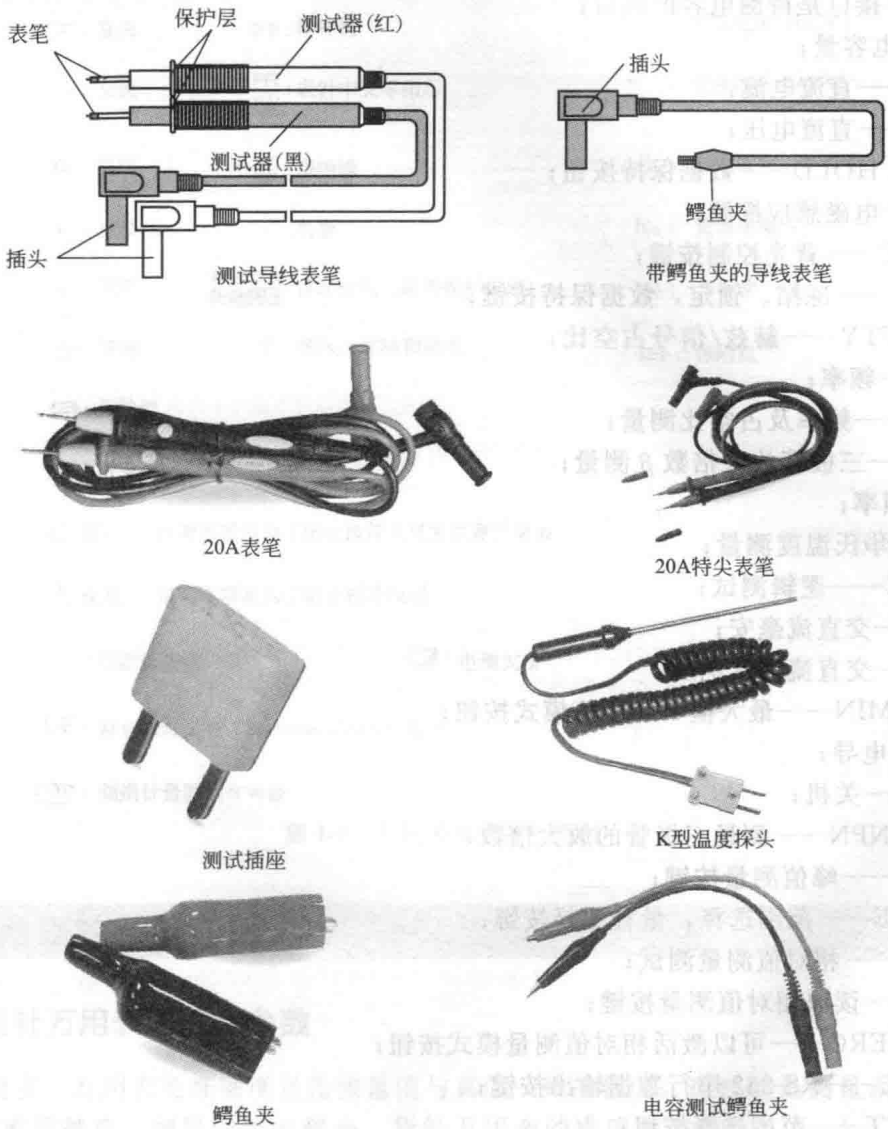


图 1-6　万用表附件图例

万用表表上常见符号含义如下：

～——交流；

2000Ω/V DC——直流挡的灵敏度为2000Ω/V；

45－65－1000Hz——使用频率范围为1000Hz以下，标准工频范围为45～65Hz；

ACA——交流电流；

ACV——交流电压；

AC——交流；

AUTO OFF POWER——自动关机；

A V Ω——可测量电流、电压、电阻；

A——交直流安培；

APO——自动关机功能；

com——公共端，电流、电压二极管、电阻、频率的测试共用的接口；

Cx——接口是待测电容的接口；

C——电容量；

DCA——直流电流；

DCV——直流电压；

DATA HOLD——数据保持按钮；

EF——电磁感应探测；

LIGHT——背光控制按键；

HOLD——冻结、锁定，数据保持按键；

Hz/DUTY——赫兹/信号占空比；

HZ——频率；

Hz%——频率及占空比测量；

hFE——三极管放大倍数β测量；

f——频率；

℉——华氏温度测量；

LOGIC——逻辑测试；

mA——交直流毫安；

mV——交直流毫伏电压；

MAX/MIN——最大值、最小值模式按钮；

nS——电导；

OFF——关机；

PNP、NPN——测量三极管的放大倍数；

PEAK——峰值测量按键；

RANGE——范围选择，量程选择按键；

REL△——相对值测量测试；

REL——读取相对值测量按键；

REL/ZERO——可以激活相对值测量模式按钮；

RS232C——RS-232串行数据输出按键；

SELECT——范围选择按钮；

TRMS——真有效值测试；

T——温度；

V～——交流电压；

V-2.5kV 4000Ω/V——对于交流电压及2.5kV的直流电压挡，其灵敏度为4000Ω/V；

VF——二极管正向压降；

μA——交直流微安；

Ω——欧姆，测量电阻阻值；

V⎓——电压，测量直流电压；

V～——电压，测量交流电压；

A⎓——电流，测量直流电流；

A～——电流，测量交流电流；

⊳| ——二极管，测量二极管的极性；

⎓——直流。

万用表常见符号图例如图1-7所示。

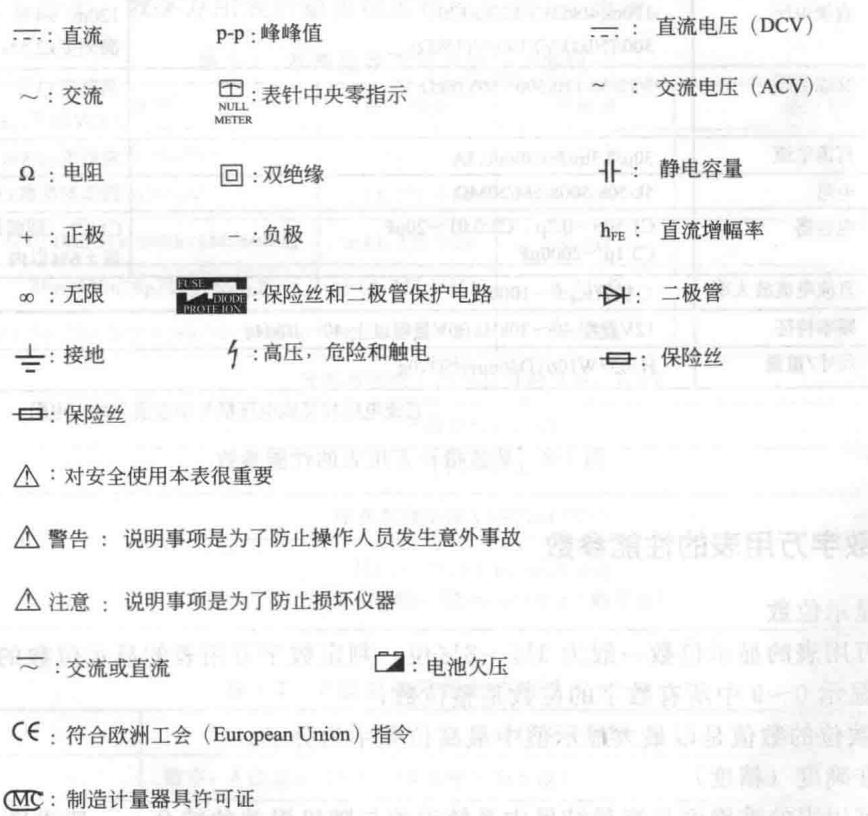


图1-7 万用表常见符号图例

1.2 万用表的性能参数

1.2.1 指针万用表的性能参数

① 准确度 万用表的准确度是指测量值与真值一致的程度，反映的是测量误差的大小。万用表的准确度越高，测量误差就越小。指针万用表的准确度主要有1.0、1.5、2.5、5.0等等级。

② 表头灵敏度 表头灵敏度是指指针表表头的满度电流。

③ 电流挡内阻　理想情况下，电流挡的内阻为0。实际上因表头总存在着一定的内阻，表头内阻会存在一定的数值。万用表的电流挡内阻越小越好。

④ 频率特性　万用表交流电压挡有一定的工作频率范围。便携万用表一般为45～2kHz。

⑤ 表头结构　传统万用表一般采用外磁式动圈结构的表头。高档的万用表有采用内磁式张丝结构的表头。

⑥ 电压灵敏度　电压灵敏度等于电压挡的等效电阻与满量程电压的比值，其单位是Ω/V或者kΩ/V。电压灵敏度一般标在仪表盘上。灵敏度越高，表明万用表的内阻越高，则该种仪表适合测量用，可以测量高内阻的信号电压。低灵敏度的万用表适合于电工测量。表头灵敏度与电压灵敏度的关系是：电压灵敏度＝1/表头灵敏度。

指针万用表的性能参数如图1-8所示。

功能	量程	最大精度
直流电压	120m(40kΩ)/3/12/30/120 300/(50kΩ/V)/1000V(15kΩ)	120m: ±4% 满刻度±2.5%
交流电压	3/12/30/120/300/750V(8kΩ/V)	满刻度±3% (12V以下: ±4%)
直流电流	30μ/0.3m/3m/30m/0.3A	满刻度±2.5%
电阻	5k/50k/500k/5M/50MΩ	圆弧刻度盘±3%
电容器	C1:50p～0.2μ、C2:0.01～20μF C3:1μ～2000μF	C1/C2: 圆弧刻度盘±6%以内
直流电流放大率	二极管h_{FE}:0～1000	
频率特征	12V量程:40～30kHz 30V量程以上:40～10kHz	
尺寸/重量	H165×W106×D46mm/约370g	

直流电压和交流电压括号中数值为输入电阻

图1-8　某款指针万用表的性能参数

1.2.2　数字万用表的性能参数

(1) 显示位数

数字万用表的显示位数一般为3½～8½位。判定数字万用表的显示位数的原则：

① 能显示0～9中所有数字的位数是整位数；

② 分数位的数值是以最大显示值中最高位数字为分子。

(2) 准确度（精度）

数字万用表的准确度是测量结果中系统误差与随机误差的综合。一般讲准确度愈高，测量误差就愈小，反之亦然。数字万用表的准确度远优于模拟指针万用表。对于数字万用表来说，精度一般使用读数的百分数来表示。例如，1%的读数精度的含义为数字万用表显示是100.0V时，实际的电压可能会为99.0～101.0V。数字万用表说明书中可能会有特定数值加到基本精度中，其含义为对屏幕显示的最右端进行变换要加的字数。如果数字万用表读数是100.0V，则实际电压会为100.0－(100×1%＋0.2)到100.0＋(100×1%＋0.2)，也就是98.8～101.2V。例如，3位半数字万用表的直流电压2V挡准确度有的表达式为：±(0.5%＋1)，则2V挡在3位半表上最大显示为1.999，此时括号中的1就是指0.001V。如果测量7号干电池端电压为1.755V，则电池真实端电压的可能范围是1.755V±(1.755V×0.5%＋0.001V)，真实值为1.745～1.765V。

（3）分辨力（分辨率）

数字万用表在最低电压量程上末位1个字所对应的电压值，称作分辨力。分辨力（分辨率）反映出数字万用表灵敏度的高低。数字万用表的分辨力随显示位数的增加而提高。不同位数的数字万用表所能达到的最高分辨力指标不同。

（4）测量范围

多功能数字万用表中，不同功能均有其对应的测量最大值、最小值。

（5）测量速率

数字万用表每秒对被测电量的测量次数叫测量速率。

（6）输入阻抗

测量电压时，数字万用表应具有很高的输入阻抗，这样在测量过程中从被测电路中吸取的电流极少，不会影响被测电路或信号源的工作状态。

数字万用表的性能参数见表1-1所示。数字万用表的特性见表1-2所示。数字万用表的精度指标见表1-3所示。数字万用表的输出精度指标见表1-4所示。

表1-1　某款数字万用表的性能参数

功能	量程	最大精度	分辨率	输入电阻
直流电压	600m/6/60/600V	±(0.8%+3)	0.1mV	10MΩ
交流电压	6/60/600V	±(1.2%+5)	0.001V	
电阻	600/46k/60k/600k/6M/60MΩ	±(1.5%+5)	0.1Ω	
电容	60n/600n/6μ/60μ/600μF	±(3.0%+10)	0.01nF	
频率	99.99/999.9/9.999k/99.99kHz	±(0.5%+3)	0.01Hz	
通断	蜂鸣器鸣响10～50Ω开路电压：1.0V			
二极管测试	开路电压：3.2V			
带宽	45～500Hz			
内置电池	纽扣型锂电池CR2032(3V)×1			
尺寸/重量	H110×W56×D13mm/84g H121×W63×D28mm/135g（储存时）			

表1-2　某款数字万用表的特性

项目	特性或者参数
显示器	数字：4位显示（电流测量和输出为5位）
显示刷新	2.5次/s
工作温湿度范围	0～40℃，相对湿度85%以下（无结露）
储存温湿度范围	－20～60℃，相对湿度90%以下（无结露）
精确度保证温湿度范围	(23±5)℃，相对湿度75%以下（无结露）
温度系数	0.1×基本精度/℃（温度范围<18℃或>28℃）
使用环境条件	室内、室外使用（不防水），海拔0～2000m
超量程指示	OL
通断性/开路测试	蜂鸣器响表示电阻读数低于阀值，或表示开路
电池种类	碱性电池1.5V（LR6）2节