

数字万用表

安全使用和注意事项

为避免电击及人员伤害，请在使用前阅读说明书中的“安全信息”和“警告及注意点”，以下规范为一般性的通用规范：

- a. 如果仪表损坏，请勿使用。使用仪表之前，检查外壳，并特别检查接线端子旁的绝缘。
- b. 检查表笔是否有损坏的绝缘或裸露的金属；检查表笔的通断；在使用之前，应更换损坏的表笔。
- c. 当非正常使用后，请勿再使用仪表，其保护电路有可能失效，当有所怀疑时，请将仪表送修。
- d. 请勿在爆炸性气体、水蒸汽或多尘的环境中使用仪表。
- e. 请勿在仪表端子上（两个输入端，或者任何输入端与大地）输入标示在仪表上的额定电压。
- f. 使用之前，应使用仪表测量一个已知的电压来确认仪表是正常的。
- g. 当测量电流时，连接仪表到电路之前，请关闭电路的电源。
 - h. 当维修仪表时，请只使用厂家标示或提供的部件。
- i. 必须根据本手册规定的方法使用仪表，否则仪表所提供的保护措施可能会失效。
- j. 当测量有效值为 30V 的交流电压、峰值达 42V 的交流电压或者 60V 以上的直流电压时，请特别注意，因为此类电压会产生电击的危险。
- k. 当使用表笔时，请保持您的手指一直在表笔的挡板之后。
- l. 在测量时，在连接红色表笔线前，应先连接黑色表笔线（公共端）；同样，当断开连接时，应先断开红色表笔线再断开黑色表笔线。
- m. 当打开电池门时，请先把表笔从仪表上移开。
- n. 当仪表的外壳打开或者松动时，请不要使用仪表。
- o. 为避免得到错误的读数而导致的电击危险或人员伤害，请在仪表指示低电压时，马上更换电池。
- p. 不要测量第 II 类 600V 以上或其它更高类别的电压。
- q. 过压装置类别按 IEC61010-1,2000：仪表的设计能够防护在下列类别的设备中出现的瞬变高电压：

CAT I 高压低能量电路，如电子电路或复印机

CAT II 固定装置供电的设备，如电视机、个人电脑、便携工具和家用电气。

CAT III 固定安装设备，如配线板，馈电线和短路保护电路、大型建筑的照明系统。

最后，数字万用表，其安全标准在国际上是属于 IEC 61010-1（EN61010-1），在国内的适用的标准则是 GB4793.1，大品牌的合格的万用表，都会写上这些标准号和相应的电压分类，以供使用者参考。

概要

数字万用表有用于基本故障诊断的便携式装置，也有放置在工作台的装置，有的分辨率可以达到七、八彩屏数字真有效值万用表(3张)编辑本段数字多用表基础知识数字多用表基础知识 -----多用表特点和功能详解

介绍

一台真正的数字多用表(DMM)应该什么样？它能做什么？怎样用它测量？你需要它有什么样的功能？怎样最安全最有效的使用它？哪种表更适应环境要求？这些问题都将在应

用注释中予以回答。

技术快速的改变着周围的事物工作方式。汽车装上了计算机系统。电子发动机被电子驱动器控制着。电子电路被用在从咖啡制造到航天器的每一件事物中。维修、安装复杂设备时,需要可以给你提供准确信息的诊断工具。

让我们先来解释一下什么是数字多用表(GMM)。数字多用表就是在电气测量中要用到的电子仪器。它可以有很多特殊功能,但主要功能就是对电压、电阻和电流进行测量。数字多用表,作为现代化的多用途电子测量仪器,主要用于物理、电气、电子等测量领域

在本应用手册中,以福禄克数字多用表为例。其它的数字多用表可能与福禄克数字多用表操作方法不同或提供的功能不同。然而,这本小册子介绍了大多数数字多用表的一般应用和技巧。

选择适用于自己的数字多用表

购买数字多用表不仅要看基本规格,还要看特点、功能和全部设计生产指标。

可靠性。尤其是在恶劣条件下,可靠性比以往任何时候重要。福禄克所有的数字多用表都经过了严格的检测。

用户安全是在福禄克数字多用表设计中首要考虑的问题。所有福禄克数字多用表都经过认证实验室的独立测试,并且印上了诸如 UL、CSA、VDE 等测试实验室的标志。

福禄克数字多用表提供了诸如接触保持、模拟指针等功能,并提高了分辨率。适用于强电流和高温条件下测量的附件,延伸了数字多用表的使用能力。后面的应用手册中有更为丰富的关于福禄克数字多用表和附件的信息。

分辨率、位数、字

分辨率是指一块表测量结果的好坏。了解一块表的分辨率,你就可以知道是否可以观察到被测量信号的微小变化。例如,如果数字多用表在 4V 范围内的分辨率是 1mV,那么在测量 1V 的信号时,你就可以看到 1mV (1/1000 伏特)的微小变化。

如果你要测量小于 1/4 英寸(或 1 毫米)的长度,你肯定不会用最小单位为英寸(或厘米)的尺子。如果温度为 98.6°F,那么用只有整数标记的温度计测量是没用的。你需要一块分辨率为 0.1°F 的温度表。

位数、字就是用来描述表的分辨率的。数字多用表是按它们可以显示的位数和字分类的。

一个 3 位半的表,可以显示三个从 0 到 9 的全数字位,和一个半位(只显示 1 或没有显示)。一块 3 位半的数字表可以达到 1999 字的分辨率。一块 4 位半的数字表可以达到 19999 字的分辨率。

用字来描述数字表的分辨率比用位描述好。现在的 3 位半数字表的分辨率已经提高到 3200 或 4000 字。

3200 字的数字表为某些测量提供了更好的分辨率。例如,一个 1999 字的表,在测量大于 200V 的电压时,你不可能显示到 0.1V。而 3200 字的数字表在测 320 伏特的电压时,仍可显示到 0.1V。当被测电压高于 320V,而又要达到 0.1V 的分辨率时,就要用价格贵一些的 20000 字的数字表。

精度

精度就是指在特定的使用环境下,出现的最大允许误差。换句话说,精度就是用来表明

数字多用表的测量值与被测信号的实际值的接近程度。

对于数字多用表来说,精度通常使用读数的百分数表示。例如,1%的读数精度的含义是:数字多用表的显示是 100.0V 时,实际的电压可能会在 99.0V 到 101.0V 之间。

在详细说明书中可能会有特定数值加到基本精度中。它的含义就是,对显示的最右端

进行变换要加的字数。在前面的例子中，精度可能会标为 $\pm(1\%+2)$ 。因此，如果 GMM 的读数是 100.0V，实际的电压会在 98.8V 到 101.2V 之间。

模拟表的精度是按全量程的误差来计算的，而不是按显示的读数来计算。模拟表的典型精度是全量程的 $\pm 2\%$ 或 $\pm 3\%$ 。数字多用表的典型基本精度在读数的 $\pm(0.7\%+1)$ 和 $\pm(0.1\%+1)$ 之间，甚至更高。

欧姆定律

应用欧姆定律，任何电路的电压、电流、电阻都可以计算出来。公式是：电压=电流 X 电阻。因此只要知道公式中的任意两个值就可以计算出第三个值。

数字多用表就是应用欧姆定律来测量并显示电阻、电流或电压。在后面的介绍中，你就可以看到数字多用表非常易用。

欧姆定律揭示了电压、电流、电阻之间的关系。

将手指放在要求的值上。如果剩下的两项如果是并排的就将它们相乘；否则就将它们相除。但对于只用数字多用表来说，是非常简便的。

数字和模拟显示

在精度和分辨率方面，数字显示有很好的优势，测量值可以用三位或更多位来显示。

模拟指针在精度和分辨率方面略逊一筹。因为你不得不去估计指针的位置。

条形图象模拟指针一样显示信号的变化和趋势。但它更耐用并且减少了损坏。

测量电压

数字多用表的一个最基本的功能就是测量电压。典型的直流电压源就是电池，比如说汽车用的电池。交流电压通常由发电机产生。最常见的交流电压源就是家中墙上的插座。一些装置将交流转变为直流。例如，象电视、音响、录像机、计算机等电子设备，通过插在墙上的插座上的整流器，来把交流转变为直流。直流电压是这些电子设备所需的电源。

测试电压，通常是解决电路问题时第一步要做的工作。如果没有电压或电压过低、过高，在进一步检查之前，首先要解决电源问题。

交流电压的波形可能是正弦（正弦波）或非正弦（锯齿波、方波等）。许多数字多用表可以显示交流电压的“rms”（有效值）。有效值就是交流电压等效于直流电压的值。

许多的表有“平均值”（average responding）的功能，当输入一个纯正弦波时它可以给出有效值。这种表不能准确的测量非正弦波的有效值。具有真有效值功能（true-rms）的数字多用表可以精确的测量非正弦波的真有效值。

波峰因数（crest factor）是信号的峰值与有效值的比值。

数字多用表测量交流电压的能力由被测信号的频率限制。大多数数字多用表可以精确测量 50 赫兹到 500 赫兹的交流电压。但数字多用表的交流测量带宽可到几百千赫兹。对于交流电压和电流来说，其频率范围应与数字多用表规格书一致。

如何测量电压

- 1、 选择所需的挡位与量程
- 2、 将黑表笔插入 COM 口。将红表笔插入电压输入插口
- 3、 将表笔头跨接在负载或电源两端（并在电路上）
- 4、 察看读数，并确认单位

注：为了正确读出直流电压的极性(\pm)，将红色表笔接电路正极，黑色表笔接负极或电路地。如果用相反的接法，有自动调换极性功能的数字多用表会显示负号来指示负的极性。如果是模拟表，你就要冒损坏表的危险。

注：1/1000V=1mV 1000V=1kV

高压探头可用在电视机、录像机的维修中。可承受 40kV 的高压。

注意：这些探头不能用在高压同时伴随着高能量的电力方面。因此，这些探头只能在

低能方面应用。

电阻

在电阻挡测量电阻。电阻值变化很大，从几毫欧（ $m\Omega$ ）的接触电阻几十亿欧姆的绝缘电阻。许多数字多用表测量电阻小至 0.1 欧姆，某些测量值可高至 300 兆欧（300, 000, 000ohms）。极大的电阻，福禄克多用表会显示“OL”，表示被测电阻大的超过了量程。测量开路时，会显示“OL”。

必须在关掉电路电源的情况下测量电阻，否则对表或电路板会有损坏。某些数字多用表提供了在电阻方式下误接入电压信号时进行保护的功能。不同型号的数字多用表有不同的保护能力。

在进行低电阻的精确测量时，必须从测量值中减去测量导线的电阻。典型的测试导线的阻值在 0.2Ω 到 0.5Ω 之间。如果测试导线的阻值大于 1Ω ，测试导线就要更换了。

如果数字多用表为测量电阻提供小于 0.6V 的直流电压，就可以测量电路板上由二极管或半导体隔离的电阻值。从而不用将电阻拆下来就可以测试。

通断

通断就是通过快速电阻测量来区分开路或短路。

带有通断蜂鸣的数字多用表时通断测量更加简单、快捷。当测到一个短路电路时，表发出蜂鸣，所以在测试时无需看表。不同型号的数字多用表有不同的触发电阻值。

二极管测试

二极管就像一个电子开关。如果电压高于一个特定的值时，二极管就会导通。通常硅二极管导通电压为 0.6V。并且二极管只允许电流单向流动。

当检查二极管或晶结时，多用表不仅会给出一个很宽的读数范围而且还会给出大于 50mA 的驱动电流。

在测量含有二极管的电路的电阻时，数字多用表的测试电压会低于 0.6V，防止晶结导通。

在选择二极管测试时，测试电压升高，以便检查二极管或半导体晶结的功能。

某些数字多用表有二极管测试功能。此功能测量并显示二极管两端的实际压降。硅结点在正向测试时的压降应该是低于 0.7V，在反向测试时电路开路。

如何测试电阻

- 1、 关掉电路电源
- 2、 选择电阻挡
- 3、 将黑表笔插入 COM 插孔。红表笔插入电阻测试插孔
- 4、 将表笔探头跨接到被测元件或电路的两端
- 5、 察看读数，并注意单位欧姆（ Ω ）、千欧（ $k\Omega$ ）、还是兆欧（ $M\Omega$ ）。

注： $1,000\Omega=1K\Omega$ $1,000,000\Omega=1M\Omega$

一定要注意：在测试电阻使关掉电源。

测量电流

电流测量与用数字多用表测量其它量不同。直接电流测量法就是将数字多用表直接串到被测电路上，让被测电路电流直接流过多用表内部电路。间接测量法不需要将电路打开并将多用表串到被测电路上。间接法要用到电流钳。

直接电流测量

- 1、 关掉电路电源
- 2、 断开或拆焊电路，以便将表串入电路
- 3、 选择相应的交流（A~）、直流(A-)挡位
- 4、 将黑表笔插入 COM 插口，将红表笔插入 10 安培插孔（10A）或 300 毫安插孔

(300mA)。选择那个插孔，主要是依据可能的测量值。

- 5、 将表笔串联接入断开的电路部分。
- 6、 将电路电源打开
- 7、 观察读数，并注意单位。

注：测量直流时，如果测试探头接反，会有“—”出现。

输入保护常见的错误是将测试导线放在电流插孔中，而试图测试电压。数字多用表中的小值电阻会导致电压源的短路。大电流流过数字多用表，如果多用表没有足够的保护，不仅会损坏表和电路，还会伤害操作者。如果是高压电路（480 伏或更高的电压），会导致更大的危险。

因此，数字多用表应有一个足够大容量的电流输入保护保险管。没有电流输入保险管的表不能用在高能电路(>240V ac)中。使用保险管的数字多用表，保险管应有足够大的容量来去除高能故障。保险管的额定电压应比你预料的最高电压大。例如，多用表中的一枚 20A，250V 的保险管不能在多用表测量 480V 的电路时发挥保护作用。一枚 20A，600V 的保险管才能在多用表测量 480V 的电路时发挥保护作用。

电流测试附件

某些时候，你要测的电流值超过了数字多用表的量程或现场条件不允许你打开电路测量电流。在高电流（通常大于 2A）测试，而又不需要很高的精度时，电流钳会非常方便。电流钳套住导线测量电流，并将其转换为数字表可以处理的值。

有两种基本的电流探头：电流变换器型，仅用于交流测量。霍尔效应型探头，用于测量交流或直流电流。

电流变换器型。一般都是用 1 毫安代表 1 安培。100 安培的电流值就会变为 100 毫安，这样可以很安全地用数字多用表测量。将导线接到“mA”和“Com”插孔上，并将功能选择旋钮旋转至交流毫安挡。

霍尔效应型探头。使用 1 毫伏代表 1 安培的交流或直流值。例如，100 安培的交流电流就会转换为 100 毫伏交流电压。将测试导线连接至“V”和“Com”插孔。将功能选择旋钮旋转至“V”或“mV”挡。此时多用表用 1 毫伏电压代表 1 安培电流。

在进行电流测量而将电路断开或拆焊时，必须断开要测试电路的电源。小电流也会引起危险。

不要在测试导线插在电流孔时去测试电压。会引起表的损坏或危及人身安全。

变换器型电流探头，像福禄克 80i-400。数字多用表用 1mA 的显示来代表实际的 1A 信号。

福禄克 I-1010 型霍尔效应探头，可以测试很高的交流或直流电流。它将电流转换为电压信号。

1mV 的电压显示代表 1A 实际电流。

独立认证、安全标准当你看到像 UL、CSA、TUV 等符号或读到“设计满足于....”这类话时，往往就会想到独立测试认证机构。当然，实际的独立测试绝非是仪器设计工程师的一厢情愿。

你怎样能证明你的表满足 CATIII 或 CATII 呢？事情不是那么简单。很有可能生产厂家自己认为他的表满足 CATIII 或 CATII，却没有经过任何独立认证。国际电子电工协会仅开发并建议它的标准，但并不负责强迫实施这个标准。只有当一个产品经测试完全满足某个独立验证机构的标准时，才能把诸如 UL、CSA、TUV 等验证机构的标志标于仪器上。例如，UL3111，是依据 IEC1010 制定出的标准。在鱼龙混杂的仪器市场上，独立测试认证不是最好，但却可能是最直接的辨别方法。

多用表安全

安全使用多用表首先要选择适合应用、并满足应用环境的数字多用表。一旦选择了合适的多用表，你就要按照正常的应用程序去使用它。国际电子电工协会为在电力系统下工作制定了新标准。确认你正在使用的表满足 IEC 的标准，并且其额定电压满足现场应用要求。例如，如果测量 480V 的电力盘，你的表就要满足 CATIII_600V 的标准。这就意味着这块表的输入电路被设计为能够承受在这种应用环境下的瞬变而不会伤害使用者。选择标有 UL，CSA，CDE，TUV 的表，意味着这块表不仅满足 IEC 标准，还经过独立认证测试，并满足独立测试机构的自己标准。

导致数字多用表损坏的常见原因

- 1、 当探头还在电流插孔中时，用其去测交流电压
- 2、 在电阻模式时，去测交流电源
- 3、 承受太高的瞬变
- 4、 超过最大输入限制（电压和电流）

数字多用表保护电路的种类

1、 自动恢复保护。某些表的电路系统当探测到一个过载时，就会保护该表直至这种情况不再存在。过载被去除后，数字多用表自动返回正常运行状态。通常被用来保护电阻功能，避免电压过载。

2、 没有自动恢复功能。某些表探测到过载后会保护表，但不会自动恢复，直至使用者采取相应措施，如更换电阻，才能恢复使用。

数字多用表在安全方面的特点

- 1、 保险管电流输入保护
- 2、 使用高能保险关（600 伏或更高）
- 3、 在电阻模式的高压保护（500 伏或更高）
- 4、 电压瞬变保护（6000 伏或更高）
- 5、 安全设计的测试导线，安全手柄等
- 6、 独立的安全认证

安全清单

- 1 使用满足现场应用要求的表
- 1 使用有电流输入保险管的表，并在测量电流前检查保险管
- 1 测量前检查测试导线是否有物理损坏
- 1 用表检查测试导线的通断性
- 1 仅使用有安全手柄和绝缘测试线
- 1 使用有内凹插座的表
- 1 测量时选择合适的功能和量程
- 1 确认表的运行情况良好
- 1 遵循产品安全手册
- 1 首先断开红色测试线
- 1 不要单独工作
- 1 使用在电阻挡有过载保护的表
- 1 在没有电流钳而进行电流测量时，在接入电路前，先断掉电路电源
- 1 在高压和高电流的情况下，要注意使用适当的设备，诸如高压探头、电流钳数字多用表可以使用许多附件。附件可以扩大数字多用表的量程，同时使测量工作更简便。

高压探头和高电流探头将很高的电压、电流降到数字多用表可以安全测量的程度。温度探头将你的数字多用表转变为方便的数字温度表。高频探头可以测量频率很高的电压。

此外，可选择的测试线、探头、测试夹，可以帮你很容易得将数字多用表和测试电路

连接起来。软包和硬包不仅可以保护数字多用表而且很方便你将附件和数字多用表存放于其中。

精度：表示数字多用表的测量值与实际值之间的差距。用读数的百分数或全量程的百分数表示。

模拟表：用模拟指针来显示测量值的仪器。使用者通过指针在行程中的位置来判别读数。

告警器：用来指示选择的量程或功能错误。

平均响应数字多用表：可以精确的测量正弦波，在测量非正弦波时却精度不够。

字：数字多用表的最后一位，常与百分数一起用来表示数字多用表的精度。

分流器(Current-shunt)：数字多用表中有一个用于测量电流的低值电阻。数字多用表测量其两端电压并用欧姆定律来计算电流值。

数字多用表(DMM)：用数字形式来显示测量信号的值。数字表的特点就是精度、分辨率、可靠性等指标比模拟表高。

非标准正弦波(Non-sinusoidal waveform)：

诸如脉冲序列、方波、三角波、锯齿波、峰波等波形。

分辨率(Resolution)：测量中可以观察到的最小变化值。

有效值(RMS)：等效于直流信号的交流信号的量度值。

标准正弦波(Sinusoidal waveform)：以正弦规律变化没有失真的信号。

真有效值数字多用表(True-rms)：可以精确的测量正弦波和非正弦波的有效值的数字多用表。

其他特点：

下面的特点和功能可以是你的数字多用表更加方便。

- 报警功能会指示正在测量的量(电压、电阻等)
- 接触保持功能可以保持显示，你可以用双手测量，之后再读数
- 单键操作，方便选择测量功能
- 过载保护，可防止损坏表和电路，并保护操作者
- 高能保险管在电流测量和过载时，可以保护使用者和表
- 自动量程选择，可自动选择量程。手动量程允许你选择量程
- 自动极性显示，会显示负的极性，即使接错测试探头，也不会损坏表
- 电池量低显示

这本应用手册中提到的数字表的基本功能，在诸如福禄克 180 和 170 型中都有应用。福禄克还有很多拥有其他优点和功能的数字多用表。

位数：这样的设备，在实验室很常见，一般被用作电压或电阻的基准，或用来调校多功能标准器的性能。

基本功能

电流、电压和电阻的测量，一般被视为万用表的基本功能。早期万用表制造厂商 AVO 的品牌，就是该设备能够测量的这三种度量单位的名称的缩写：A 安培 (Ampere)、V 伏特(Volt)、 Ω 欧姆(Ohm)，所以早期的电工，一般还称万用表为三用表。

现在的新设备，可以测量更多的度量；一些常见的附加功能，及其测量的度量单位包括：

H 电感（亨利）

F 电容（法拉）

电导（西门） ----已很少使用了

$^{\circ}$ C/ $^{\circ}$ F 温度（摄氏度或华氏度）

Hz 频率（赫兹）

%占空比（百分率）

DWELL 闭合角（汽车数字万用表）

TACH 转速（RPM，汽车数字万用表）

hFE（三极管放大倍数）

功能辅助符号或标识：

AC 或 ~ ，交流 DC 或= ，直流常用的出现形式如：DCV（直流电压），A~（交流电

流）

历史

数字万用表是经过历史慢慢发展来的。早期的万用表，使用磁石偏转指针的表盘，与经典的电流计相同；现代则采用 LCD 或 VFD（真空荧光显示器，Vacuum fluorescent display）提供的数字显示。

模拟万用表在二手市场上不难找到，但它不太精确，这是因为调零和从仪表面板上准确的读数都容易产生偏差。

有的模拟万用表，使用真空管来放大输入的信号，这种设计的万用表也被称为真空管伏特计（VTVM，Vacuum Tube Volt Meters）或真空管万用表（VTMM，Vacuum Tube Multimeters）。

现代万用表已全部数字化，并被专称为数字万用表（DMM，Digital MultiMeter）。在这种设备中，被测量信号被转换成数字电压并被数字的前置放大器放大，然后由数字显示屏直接显示该值；这样就避免了在读数时视差带来的偏差。

同样，更好的电路系统和电子学，也提高了测量精度。旧的模拟仪表的基本精度在 5% 到 10% 之间，现代便携数字万用表则可以达到 $\pm 0.025\%$ ，而工作台设备更高达百万分之一的精度。

进阶功能

从控制电路到小型嵌入式计算机，集成电路使现代数字仪表能提供更多的功能。

常见的增强测量包括：

限制电流的半导体结电压降测量，用来确定晶体管的类型；

测量量的图形化显示，比如柱状图；

可以使是否通过（go/no-go）测量更容易；

连续测量，并在电路发生状况时发声报警；

低频示波器；

电话测试装置；

自动电路测试，包括自动的定时、延时信号等；

简单的数据探测功能，比如记录指定时期的最大、最小读数，或按照固定间隔获取一定量的样本读数

取样并保持，可以锁定最后一次的读数，供在设备从测试电路上拿开之后读取；

自动转换测试量程，测量时仪表自动选择合适的测量量程，保护仪表不被损坏。

数字万用表通常有电路或者软件可以保证准确的测量任何频率的交流电压。这类万用表使用均方根方法合并输入信号，这样即使输入信号不是一个理想的正弦波，也能正确的读取到真正的电压值。

有些现代万用表可以通过红外线、RS-232 或 IEEE-488 设备总线等与个人计算机相连。通过这些方式，计算机可以在测量时记录读数，或者从设备把一组结果上传到计算机中。

现代设备和系统变得越来越复杂，万用表在技师工具箱中也逐渐不再通用；更复杂和专业化的设备正在取代它。例如，原来在测量天线时，工作人员可能是使用欧姆计测量它的电

阻；而现代技术人员则可能使用手持分析仪测试几个参数，以此来确定天线电缆的完整性。

使用前

使用前，应认真阅读有关的使用说明书，熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插口的作用。

(1)将 ON/OFF 开关置于 ON 位置，检查 9V 电池，如果电池电压不足,将显示在显示器上，这时则需更换电池。如果显示器没有显示，则按以下步骤操作。

(2)测试笔插孔旁边的符号，表示输入电压或电流不应超过指示值，这是为了保护内部线路免受损伤。

(3)测试之前。功能开关应置于你所需要的量程。

使用方法

数字万用表相对来说，属于比较简单的测量仪器。本篇，作者就教大家数字万用表的正确使用方法。从数字万用表的电压、电阻、电流、二极管、三极管、MOS 场效应管的测量等测量方法开始，让你更好的掌握万用表测量方法。

一、电压的测量

1、直流电压的测量，如电池、随身听电源等。首先将黑表笔插进“com”孔，红表笔插进“VΩ”。把旋钮选到比估计值大的量程（注意：表盘上的数值均为最大量程，“V—”表示直流电压档，“V~”表示交流电压档，“A”是电流档），接着把表笔接电源或电池两端；保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取，若显示为“1.”，则表明量程太小，那么就要加大量程后再测量工业电器。如果在数值左边出现“-”，则表明表笔极性与实际电源极性相反，此时红表笔接的是负极。

2、交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量一样，不过应该将旋钮打到交流档“V~”处所需的量程即可。交流电压无正负之分，测量方法跟前面相同。无论测交流还是直流电压，都应注意人身安全，不要随便用手触摸表笔的金属部分。

二、电流的测量

1、直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200mA 的电流，则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮打到直流“10A”档；若测量小于 200mA 的电流，则将红表笔插入“200mA”插孔，将旋钮打到直流 200mA 以内的合适量程。调整好后，就可以测量了。将万用表串进电路中，保持稳定，即可读数。若显示为“1.”，那么就要加大量程；如果在数值左边出现“-”，则表明电流从黑表笔流进万用表。

交流电流的测量。测量方法与 1 相同，不过档位应该打到交流档位，电流测量完毕后应将红笔插回“VΩ”孔，若忘记这一步而直接测电压，哈哈！你的表或电源会在“一缕青烟中上云霄”——报废！

三、电阻的测量

将表笔插进“COM”和“VΩ”孔中，把旋钮打旋到“Ω”中所需的量程，用表笔接在电阻两端金属部位，测量中可以用手接触电阻，但不要把手同时接触电阻两端，这样会影响测量精确度的——人体是电阻很大但是有限大的导体。读数时，要保持表笔和电阻有良好的接触；注意单位：在“200”档时单位是“Ω”，在“2K”到“200K”档时单位为“KΩ”，“2M”以上的单位是“MΩ”。

四、二极管的测量

数字万用表可以测量发光二极管，整流二极管……测量时，表笔位置与电压测量一样，将旋钮旋到“”档；用红表笔接二极管的正极，黑表笔接负极，这时会显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降是 0.2V 左右，普通硅整流管（1N4000、1N5400 系列等）约为 0.7V，发光二极管约为 1.8~2.3V。调换表笔，显示屏显示“1.”则为正常，因为二极管的反向电阻很大，否则此管已被击穿。

五、三极管的测量

表笔插位同上；其原理同二极管。先假定 A 脚为基极，用黑表笔与该脚相接，红表笔与其他两脚分别接触其他两脚；若两次读数均为 0.7V 左右，然后再用红 笔接 A 脚，黑笔接触其他两脚，若均显示"1"，则 A 脚为基极，否则需要重新测量，且此管为 PNP 管。那么集电极和发射极如何判断呢？数字表不能像指针表那 样利用指针摆幅来判断，那怎么办呢？我们可以利用“hFE”档来判断：先将档位打到“hFE”档，可以看到档位旁有一排小插孔，分为 PNP 和 NPN 管的测 量。前面已经判断出管型，将基极插入对应管型“b”孔，其余两脚分别插入“c”，“e”孔，此时可以读取数值，即 β 值；再固定基极，其余两脚对调； 比较两次读数，读数较大的管脚位置与表面“c”，“e”相对应。

小技巧：上法只能直接对如 9000 系列的小型管测量，若要测量大管，可以采用接线法，即用小导线将三个管脚引出。这样方便了很多哦。

六、MOS 场效应管的测量

N 沟道的有国产的 3D01，4D01，日产的 3SK 系列。G 极（栅极）的确定：利用万用表的二极管档。若某脚与其他两脚间的正反压 降均大于 2V，即显示“1”，此脚即为栅极 G。再交换表笔测量其余两脚，压降小的那次中，黑表笔接的是 D 极（漏极），红表笔接的是 S 极（源极）。

一、电压档：

在检测或制作时，可以用来测量器件的各脚电压，与正常时的电压比较，即可得出是否损坏。还可以用来检测稳压值较小的稳压二极管的稳压值，其原理如 图：R 为 1K，电源端的电压视稳压管的标称稳压值而定，一般比标称电压大 3V 以上，但不要超过 15V。再用万用表检测 D 管两端电压值，此值既为 D 管实际稳 压值。

二、电流档

将表串入电路中，对电流进行测量和监视，若电流远偏离正常值（凭经验或原有正常参数），必要时可以调整电路或者需要检修。还可以利用该表的 20A 档测 量电池的短路电流，即将两表笔直接接在电池两端。切记时间绝对不要超过 1 秒！注意：此方法只适用于干电池，5 号，7 号充电电池，且初学者要有熟悉维修的人 员指导下进行，切不可自行操作！根据短路电流即可判断电池的性能，在满电的同种电池的情况下，短路电流越大越好。

三、电阻档：

可用于判断电阻，二极管，三极管好坏的方法之一。对于电阻其实际阻值偏离标称值过多时则已损坏。对于二三极管，若任两脚间的电阻都不为很大值（几百 K 以上），则可认为性能下降或者已击穿损坏，注意此三极管是不带阻的。此法也可用于集成块，须要说明的是：集成块的测量只能和正常时参数作比较。

四、现在普通万用表的表笔都存在阻值较大，有兴趣的爱好者可自行制作一副表笔；方法：准备一米左右的优质音箱线或者多蕊铜电线，带绝缘套的夹子一对（红黑色），用于音箱接线的香蕉插一对（红黑色）；线的一端焊牢在夹上，另一端相应接入香蕉插中；一副优良的表笔即大功告成。

直流电压测量

1.将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/ Ω 插孔。

2.将功能开关置于直流电压档 V-量程范围，并将测试表笔连接到待测电源(测开路电压)或负载上(测负载电压降)，红表笔所接端的极性将同时显示于显示器上。

注意：

1.如果不知被测电压范围.将功能开关置于最大量程并逐渐下降.

2.如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程.

3.“”表示不要测量高于 1000V 的电压,显示更高的电压值是可能的,但有损坏内部线路

的危险.

4.当测量高电压时,要格外注意避免触电.编辑本段交流电压测量

1.将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔。

2.将功能开关置于交流电压档 V~量程范围,并将测试笔连接到待测电源或负载上.测试连接图同上.测量交流电压时,没有极性显示.

注意:

1.参看直流电压注意 1.2.4.

2.“”表示不要输入高于 700Vrms 的电压,显示更高的电压值是可能的,但有损坏内部线路的危险.

直流电流测量

1.将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔,当测量最大值为 20A 的电流时,红表笔插入 20A 插孔。

2.将功能开关置于直流电流档 A-量程,并将测试表笔串联接入到待测负载上,电流值显示的同时,将显示红表笔的极性.

注意:

1.如果使用前不知道被测电流范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下降.

2.如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程.

3.表示最大输入电流为 200mA,过量的电流将烧坏保险丝,应再更换,20A 量程无保险丝保护,测量时不能超过 15 秒.

交流电流的测量

1.将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔,当测量最大值为 20A 的电流时,红表笔插入 20A 插孔.

2.将功能开关置于交流电流档 A~量程,并将测试表笔串联接入到待测电路中.

注意:

1.参看直流电流 DCA 测量注意 1、2、3.

电阻测量

1.将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔.

2.将功能开关置于 Ω 量程,将测试表笔连接到待测电阻上.

注意:

1.如果被测电阻值超出所选择量程的最大值,将显示过量程“1”,应选择更高的量程,对于大于 1M Ω 或更高的电阻,要几秒钟后读数才能稳定,这是正常的.

2.当没有连接好时,例如开路情况,仪表显示为“1”.

3.当检查被测线路的阻抗时,要保证移开被测线路中的所有电源,所有电容放电.被测线路中,如有电源和储能元件,会影响线路阻抗测试正确性。

4.万用表的 200M Ω 档位,短路时有 10 个字,测量一个电阻时,应从测量读数中减去这 10 个字。如测一个电阻时,显示为 101.0,应从 101.0 中减去 10 个字.被测元件的实际阻值为 100.0 即 100M Ω 。

电容测试

连接待测电容之前,注意每次转换量程时,复零需要时间,有漂移读数存在不会影响测试精度.

1.将功能开关置于电容量程 C(F)

2.将电容器插入电容测试座中

注意:

1.仪器本身已对电容档设置了保护,故在电容测试过程中不用考虑极性 & 电容充放电等

情况.

- 2.测量电容时,将电容插入专用的电容测试座中(不要插入表笔插孔 COM、V/Ω).
- 3.测量大电容时稳定读数需要一定的时间.
- 4.电容的单位换算: $1\mu\text{F}=106\text{pF}$ $1\mu\text{F}=103\text{nF}$

二极管及蜂鸣器通断测试

1.将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω插孔(红表笔极性为“+”)将功能开关置于“”档、并将表笔连接到待测二极管,读数为二极管正向压降的近似值.

2.将表笔连接到待测线路的两端如果两端之间电阻值低于约 70Ω ,内置蜂鸣器发声.

初学者在业余条件下可以使用万用表测试二极管性能的好坏。测试前先把万用表的转换开关拨到欧姆档的 RX10 档位（注意不要使用 RX1 档，以免电流过大烧坏二极管），再将红、黑两根表笔短路，进行欧姆调零。

正向特性测试

把万用表的黑表笔（表内正极）搭触二极管的正极，红表笔（表内负极）搭触二极管的负极。若表针不摆到 0 值而是停在标度盘的中间，这时的阻值就是二极管的正向电阻，一般正向电阻越小越好。若正向电阻为 0 值，说明管芯短路损坏，若正向电阻接近无穷大值，说明管芯断路。短路和断路的管子都不能使用。

反向特性测试

把万用表的红表笔搭触二极管的正极，黑表笔搭触二极管的负极，若表针指在无穷大值或接近无穷大值，二极管就是合格的。

自动电源切断使用说明

1. 仪表设有自动电源切断电路,当仪表工作时间约 30 分钟-1 小时,电源自动切断,仪表进入睡眠状态,这时仪表约消耗 $7\mu\text{A}$ 的电流.
- 2.当仪表电源切断后若要重新开起电源请重复按动电源开关两次.

保养

数字万用表是一台精密电子仪器,不要随意更换线路,并注意以下几点:

- 1.不要接高于 1000V 直流电压或高于 700V 交流有效值电压.
- 2.不要在功能开关处于 Ω 和位置时,将电压源接入.
- 3.在电池没有装好或后盖没有上紧时,请不要使用此表.
- 4.只有在测试表笔移开并切断电源以后,才能更换电池或保险丝.

修理方法

数字万用表具有很高的灵敏度和准确度，其应用几乎遍及所有企业。但由于其故障出现呈多因素，且遇到问题的随机性大，没有太多规律可循，将工作实际中所积累的一些修理经验整理出来，以供从事本专业的同仁参考。

修理方法

寻找故障应先外后里，先易后难，化整为零，重点突破。其方法大致可分为以下几种：

1.感觉法 凭借感官直接对故障原因做出判断，通过外观检查，能发现如断线、脱焊、搭线短路、熔丝管断、烧坏元件、机械性损伤、印刷电路上铜箔翘起及断裂等；可以触摸出电池、电阻、晶体管、集成块的温升情况，可参照电路图找出温升异常的原因。另外，用手还可检查元件有否松动、集成电路脚管是否插牢，转换开关是否卡带；可以听到和嗅到有无异声、异味。

2.测电压法 测量各关键点的工作电压是否正常，可较快找出故障点。如测 A/D 转换器的工作电压、基准电压等。

3.短路法 在前面所讲的检查 A/D 转换器方法里一般都采用短路法，这种方法在修理弱电和微电仪器时用得较多。

4.断路法 把可疑部分从整机或单元电路中断开,若故障消失,表示故障在断开的电路中。此法主要适合于电路存在短路的情况。

5.测元件法 当故障已缩小到某处或几个元件时,可对其进行在线或离线测量。必要时,用好的元件进行替换,若故障消失,说明元件已坏。

6.干扰法 利用人体感应电压作为干扰信号,观察液晶显示的变化情况,常用于检查输入电路与显示部分是否完好。

修理技巧

对一块故障仪表首先应检查和判别故障现象是共性(所有功能都不能测量),还是个性(个别功能或个别量程),然后区别情况,对症解决。

1.若所有档均不能工作,应重点检查电源电路和 A/D 转换器电路。检查电源部分时,可取下叠层电池,按下电源开关,用正表笔接被测表电源负,负表笔接电源正(对数字万用表而言),开关打到二极管测量档,若显示的是二极管正向电压,则说明电源部分是好的,若偏差大,则说明电源部分有问题。若出现开路,重点检查电源开关和电池引线等。若出现短路,则需要采用断路法,逐步断开使用电源的元件,重点检查运算放大器、定时器及 A/D 转换器等。若出现短路,一般都不止损坏一块集成元件。检查 A/D 转换器可以和基本表同时进行,相当于模拟式万用表的直流表头,具体检查方法:

(1) 被测表的量程转到直流电压最低档;

(2) 测量 A/D 转换器工作电压是否正常。根据表内所用 A/D 转换器型号,对应 V+脚和 COM 脚,测量值与它的典型值相比较是否相符。

(3) 测 A/D 转换器的基准电压,目前常用的数字万用表的基准电压一般都是 100mV 或 1V,即测量 VREF+与 COM 之间的直流电压,若偏离 100mV 或 1V,可通过外接电位器进行调节。

(4) 检查输入为零的显示数,把 A/D 转换器的正端 IN+与负端 IN-短接,使输入电压 $V_{in}=0$,仪表显示“00.0”或“00.00”。

(5) 检查显示器的全亮笔划。把测试端 TEST 脚与正电源端 V+短接,使逻辑地变成高电位,全部数字电路停止工作。因每个笔划上都加有直流电压,所以全部笔划亮对位表显示“1888”,对位表显示“18888”。若存在缺笔划现象,检查 A/D 转换器对应输出脚与导电胶(或联线),与显示器之间是否有接触不良和断线情况。

2.若个别档有问题,说明 A/D 转换器和电源部分都工作正常。因直流电压、电阻档共用一套分压电阻;交直流电流共用分流器;交流电压与交流电流共用一套 AC/DC 转换器;其它如 Cx、HFE、F 等都由独立的转换器组成。了解它们之间的关系,再根据电源图,就很容易找到故障部位。若测量小信号不准确或显示数字跳动大,则重点检查量程开关的接触是否良好。

3.若出现测量数据不稳,且数值总是累计增大,短接 A/D 转换器的输入端,显示数据不为零的情况,则一般是 0.1 μ F 的基准电容性能不良所引起的。

根据以上分析,数字万用表的修理基本顺序应是:数字表头部→直流电压→直流电流→交流电压→交流电流→电阻档(包括蜂鸣器和检查二极管正压降)→Cx→HFE、F、H、T 等。但也不可过分机械,有些明显能看出的问题,可以先处理。但在进行调校时,则一定要按照上述程序。

总之,一块故障万用表,经过适当的检测,首先要分析故障可能出现的部位,然后根据线路图找到故障位置进行更换和修复。因数字万用表是较精密的仪表,更换元件一定要用参数相同的元件,特别是更换 A/D 转换器,一定要采用生产厂家经严格筛选的集成块,否则将出现误差而达不到所需准确度。新换的 A/D 转换器,也需要按前面所述的方法进行检查,切不可因新而置信不疑。

目前，国内生产数字万用表的厂家甚多，质量也有优劣，对双面复铜板的质量问题，在修理中是不易发现的。树脂板的绝缘强度不够时，主要表现在测量高电压时误差较大，修理时要与分压电阻的阻值变化区别开来。遇到这种情况，最好是采用断路法，寻找故障点。对烧坏碳化的部分要清除干净，达到绝缘要求。遇到由双面连线因过渡孔断裂而引起不能输入信号时，容易与转换开关不良的现象混淆而难以分开，这类故障宜采用短路法寻找故障点。