

数字万用表使用 常用电子元器件的识别与检测

电工实习培训中心

一、数字万用表的使用

1、概述

(1) 采用数字化测量技术

将被测电量转化成电压信号，并以数字形式加以显示。显示结果一目了然，克服了模拟式（即指针式）万用表人为的测量误差（例如视差）。

例，某数字仪表的最大显示值是±1999（最高位的数字为1），满量程计数值为2000（最高位的数字为2）。根据上述原则很容易判定，该数字仪表是由3个整数位（个、十、百位）和一个1/2位（千位，它只能显示0或1）构成的，统称为“3 1/2位”读作三位半。

（3）准确度高

数字万用表的准确度是测量结果中系统误差和随机误差的综合，它表示测量结果与真值的一致程度，也反映出测量误差的大小。

准确度有两种表达式，分别如下：

准确度=±（a % RDG+b % FS）

准确度=±（a % RDG+ n个字）

RDG为读数值（即显示值），**FS**表示满度值。括弧内前一项代表 **A/D**转换器和功能转换器的综合误差，后一项是由于数字化处理而带来的误差。对于某块数字万用表而言，**a**值与选择的测量项目及量程有关，**b**值则基本是固定的，通常要求 $b \leq a/2$ 。

2、数字万用表的使用要点



(1) 使用之前，应熟悉电源开关、功能及转换开关、输入插孔、专用插口（例如晶体管插口**hFE**，电容器插座**CAP**或**Cx**）等。

(2) 刚开始测量时仪表会出现跳数现象，应等待显示值稳定之后再去测量。

(3) 尽量避免操作上的误动作，如用电流挡去测电压，用电阻去测电压或电流，用电容挡去测带电的电容器等，以免损坏仪表。

(4) 在事先无法估计被测电压（或电流）的大小时，应先拨至最高量程试测一次，再根据情况选择合适的量程。

(5) 某些数字万用表具有自动关机功能。使用中如果发现突然消隐，说明电源已被切断，仪表进入“休眠”状态。只要重新启动电源，即可恢复正常。

(6) 测量完毕，先将量程开关拨至最高电压挡，再关闭电源防止下次开始测量时不慎损坏仪表。

(7) 若万用表最高位显示数字“1”，其他位消隐，证明仪表已发生过载，应选择更高的量程。

(8) 当输入电流超过**200mA**时，应将红表笔改接至“**20 A**”插孔，该孔一般未加保护装置，因此测量大电流时间不得超过**10 ~15 s**，以免锰铜分流电阻发热后改变电阻值，影响读数的准确性。

(9) 测量电阻、二极管、检查线路通断时，红表笔应接**V • Ω** 插孔，此时红表笔带正电，黑表笔接**COM**插孔带负电，这与模拟表的电阻挡恰好相反。检测二极管、晶体管、发光二极管(**LED**)、电解电容器等有极性的元器件时，必须注意表笔的极性。

(10) 用**200 Ω** 电阻挡测量电阻时，应先将两支表笔短路，测出两根表笔引线的电阻值，一般为**0.1~0.3 Ω** 。每次测量完毕需把测量结果减去此值，才是实际电阻值。

三、电子元器件的识别与测试

1、电阻器件识别和测量：

电阻：分固定电阻和可变电阻

(1) 固定电阻：

文字符号：R；

图形符号：

单位： Ω ($1\text{k}\Omega=1000\Omega$)

① 种类

RT: 碳膜电阻

RJ: 金属膜电阻

RX: 线绕电阻

② 阻值识别:

直标法;

色标法。

色标法:

用颜色代表数字:

棕 红 橙 黄 绿 蓝 紫 灰 白 黑

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

四环电阻：前2环代表有效数，第3环为零的个数，第4环为参数的允许偏差。



用金、银、棕表示参数允许误差：
 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 1\%$

五环电阻：
前3环代表有效数，第4环为零的个数，
第5环为参数误差值。



表示参数允许误差：

棕：	$\pm 1\%$	红：	$\pm 2\%$
绿：	$\pm 0.5\%$	蓝：	$\pm 0.25\%$
紫：	$\pm 0.1\%$		

电阻额定功率值识别

除了较大体积的电阻直接标注功率外，其它的电阻几乎都不标注额定功率值。

电阻的额定功率值主要取决于它的电阻体材料、几何尺寸和散热面积，同类型电阻可采用尺寸比较法来识别其额定功率。



在电路中说明

电阻值相对误差的计算：

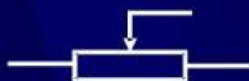
绝对误差 (Δ) = 测量值 (A_x) - 标称阻值 (A_0)

$$\text{相对误差 (r)} = \frac{\text{绝对误差 } (\Delta)}{\text{标称阻值 } (A_0)} \times 100\%$$

(2) 可变电阻：

文字符号：R；

图形符号：



电位器



可调电阻器

电容器

电容器简称电容，由两个导体及它们之间的介质组成。利用电容器充、放电和隔直、通交特性，在电路中常用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换等。电容器用符号C表示。

1、电容器的分类：

(1)按结构分：

固定电容器：电容量不能改变。

半可变电容器（微调电容器）：容量可以在较小范围内变化。适用于整机调整后电容量不需经常改变の場合。

可变电容器：电容量在一定范围内调节。适用于一些需要经常调整的电路中。

(2) 按电容器材料分

电解电容器。

有机介质电容器：包括纸介电容器、塑料薄膜电容器等。

无机介质电容器：包括瓷介电容器、云母电容器、玻璃釉电容器等。

2、电容器的型号命名：

电容器的产品型号一般由四部分组成：

第一部分：主称，用字母C表示电容器；

第二部分：电容器介质材料，用字母表示。

第三部分：分类，一般用数字表示，个别用字母表示。

第四部分：序号，用数字表示。

常见电容器符号：



一般电容器



可变电容器



微调电容器



有极性电容器

3、电容器的参数

(1) **标称容量**：标志在电容器上的“名义”电容器。

(2) **允许误差**：实际电容量对于标称电容量的最大允许偏差范围。

I 级为 $\pm 5\%$ II 级为 $\pm 10\%$

III 级为 $\pm 20\%$

(3) **额定工作电压**：电容器在规定的工作范围内，长期可靠地工作所能承受的最高直流电压。

4、电容器的判别与测试

(1)识别方法

①直标法：电容器电容量数值等参数直接标在电容器表面。



电解电容



密封云母电容器

②数码法

标在电容器表面上的是三位整数，其中第一、二位分别表示容量的有效数字，第三位数字表示容量的有效数字加零的个数。

数码法表示电容量时，单位一律是 **pF**。



注意：当第三个数字是**9**时是个特例。
如：



“**229**”表示容量不是 $22 \times 10^9 \text{pF}$ ，
而是 $22 \times 10^{-1} \text{pF}$ (**2.2pF**)。

③文字符号法

将容量的整数部分写在容量单位标志的前面，小数部分放在容量符号标志的后面。



0.33pF



2.2μF

④色标法

原则上与电阻器色标法相同，其单位为 **pF**。小型电解电容器的工作电压可以用正极根部色点来表示，其规则为：

颜色	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金
工作电压/V	4	6.3	10	16	25	32	42	50	63

(2)电容器的检测

电容器的主要故障是：击穿、短路、漏电、容量减小、变质及破损等。

①电容器漏电电阻测试

用模拟表欧姆档，将表笔接触电容的两引线。刚搭上时，表头指针将发生摆动，然后再逐渐返回电阻为无穷大处，这就是电容的充放电现象。

②电解电容器的极性检测

电解电容器的极性是不允许接错的。

当极性无法辨认时，可根据正向连接时漏电阻大，反向连接时漏电阻小的特点来判断。交换表笔前后两次测量漏电阻值，测出电阻值大的一次时，黑表笔接触的是正极。

指针的摆动越大，容量越大指针稳定后所指示的值就是漏电阻值。其值一般为几十到几百兆欧，阻值越大，电容器的绝缘性能越好。

检测时，如果表头指针指到或靠近欧姆零点，说明电容器内部短路；若指针不动，说明电容器内部开路或失效。

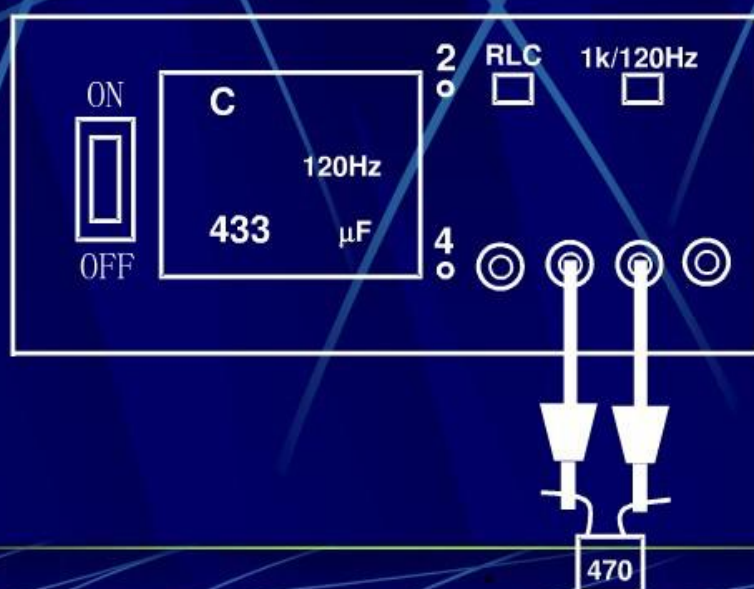
③用数字万用表检测电容器充放电现象

将数字万用表拨至适当的电阻档档位，万用表表笔分别接在被测电容C的两引脚上，这时屏幕显示值从“000”开始逐渐增加，直至屏幕显示“1”。

然后将两表笔交换后再测，显示屏上瞬间显示出数据后立刻变为“1”，此时为电容器放电后再反向充电，证明电容器充放电正常。

④电容器容量测试

数字万用表可测试 $20\mu\text{F}$ 以下的电容。大于 $20\mu\text{F}$ 的电容可用RLC测试仪测量。



三、二极管

1、二极管分类

(1) 按材料分：可分为锗管和硅管。

两者性能区别在于：锗管正向压降比硅管小。

0.1- 0.3V 则为锗二极管

0.5- 0.8V 则为硅二极管

(2) 按用途分

普通二极管：包括检波、整流、开关、稳压二极管。

特殊二极管：包括变容、光电、发光二极管。



普通二极管

稳压二极管

发光二极管

光电二极管

2、二极管的型号命名

二极管的型号由五部分组成。

第一部分：用数字“**2**”表示二极管；用数字“**3**”表示三极管；

第二部分：材料和极性，用字母表示；

第三部分：类型，用字母表示；

第四部分：序号，用数字表示；

第五部分：规格，用字母表示。

3、主要技术参数

最大整流电流 I_F ：二极管允许通过的最大正向平均电流。

最高反向电压 U_{RM} ：反向加在二极管两端，而不致引起**PN**结击穿的最大电压。

最大反向电流 I_{RM} ：由载流子的漂移作用，二极管截止时仍有反向电流流过**PN**结。 I_{RM} 越小，二极管质量越好。

最高工作频率：保证二极管单向导电作用的最高工作频率。

4、二极管的识别与检测

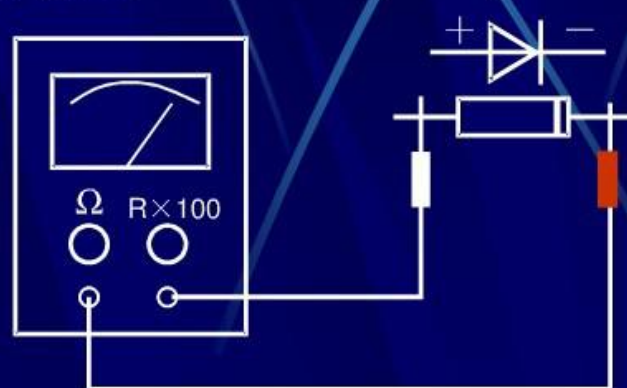
(1) 极性识别



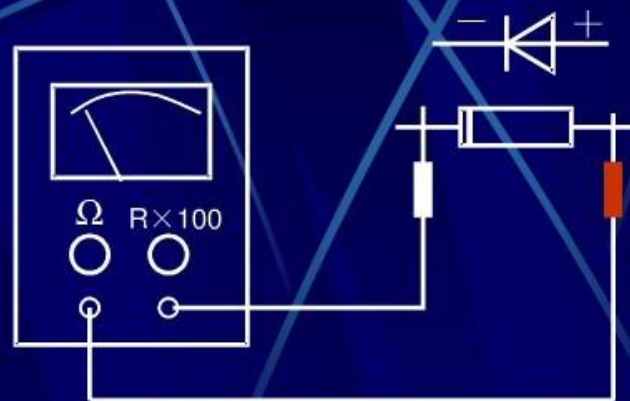
(2) 检测方法

① 单向导电性的检测

用万用表欧姆档测量二极管的正、反向电阻。



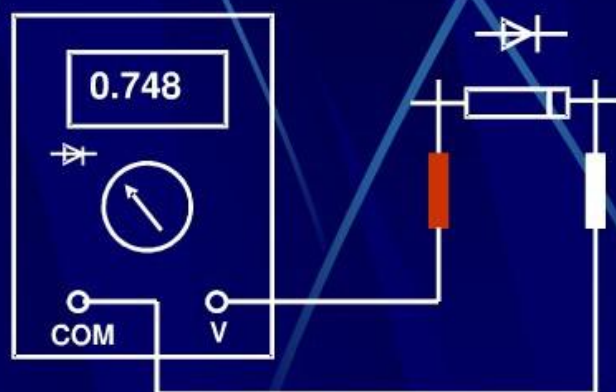
正向电阻



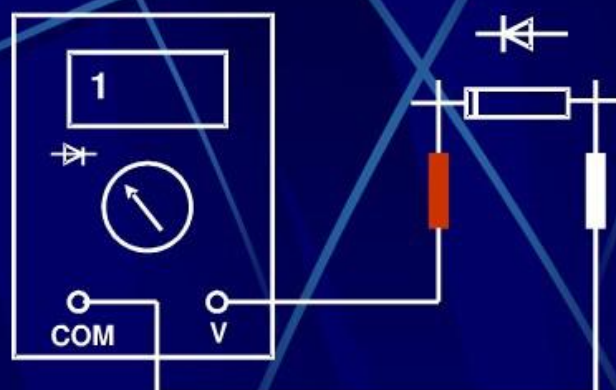
反向电阻

②二极管正、反压降的测量

将数字万用表拨至二极管档（ $\rightarrow|+$ ）。



正向压降

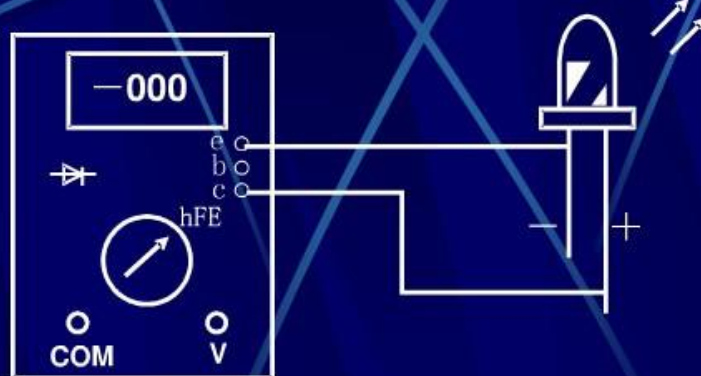


反向压降

③发光二极管测量

其正、反向压降与普通二极管的测试方法一致。

发光二极管的发光检测。将转换开关拨至“hFE”处，然后将发光二极管的长（+）脚插入“NPN”的C孔中，短（-）脚插入e孔中，管子发光为正常。若不发光，则说明管脚插反或管子已坏。



四、三极管

它是一种控制电流的半导体器件，
可用来对微弱信号进行放大和作无触点
开关。

1、分类

(1) 按材料分

锗三极管和硅三极管。

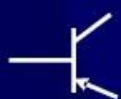
(2) 按导电类型分

可分为PNP型和NPN型。锗三极管
多为PNP型，硅三极管多为NPN型。

(3) 按用途分

依工作频率： $f_T > 3\text{MHz}$ 为高频；
 $f_T < 3\text{MHz}$ 为低频。

依工作功率： $P_c > 1\text{W}$ 为大功率；
 P_c 在 $0.5 \sim 1\text{W}$ 为中功率；
 $P_c < 0.5\text{W}$ 为小功率。



PNP型管符号



NPN型管符号

2、主要参数

表征三极管特性的参数大致可分为三类。

(1) 直流参数；

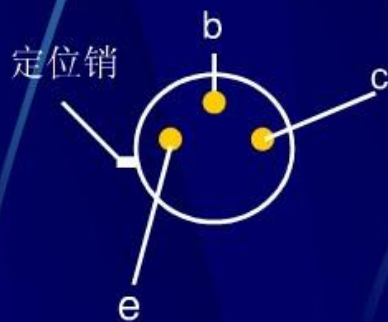
(2) 交流参数；

(3) 极限参数。

3、三极管的判别与检测

(1) 三极管极性的识别

对于小功率三极管来说，有金属外壳和塑料外壳封装两种。



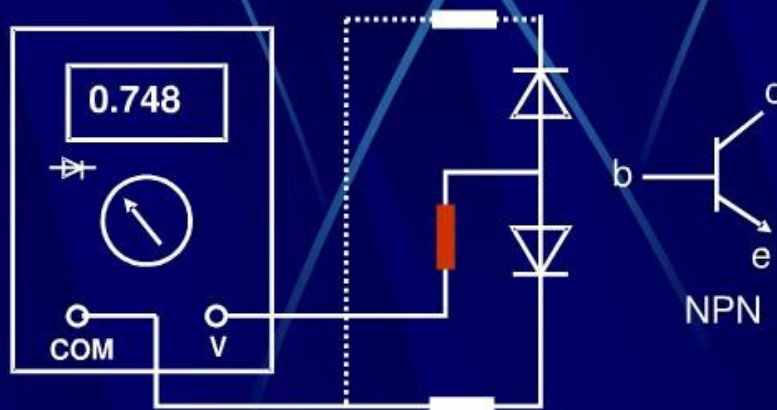
金属外壳封装



塑料外壳封装

(2) 三极管的检测方法

① 判别基极和三极管的类型



②判别集电极**C**和发射极**E**

利用数字万用表 h_{FE} 档可测出三极管的集电极**C**和发射极**E**。

将项目、量程开关拨至“HFE”，此时红、黑两表笔不起作用，根据三极管的类型将三极管的e、b、c的三个脚插入e、b、c三个孔中，若屏幕显示大于一百以上，则说明管子插入正确，若显示只有几十则说明管子引脚插错了孔，需重新测试。



③测量三极管正、反向压降

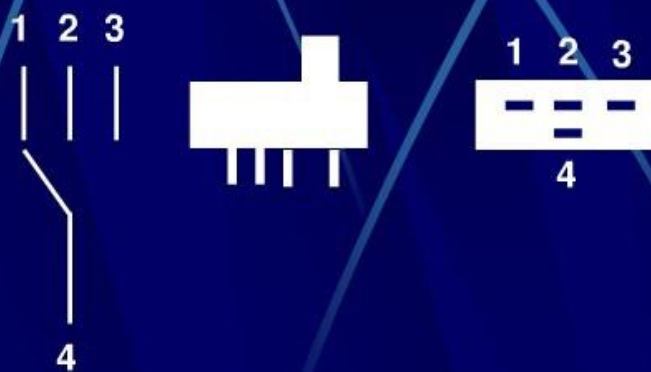
根据以上测试可判别出三极管**e**、**b**、**c**三个极，此时可进行三极管正、反向压降的测量，其方法与二极管的正、反向压降的测试方法一致。

五：其它器件的测量

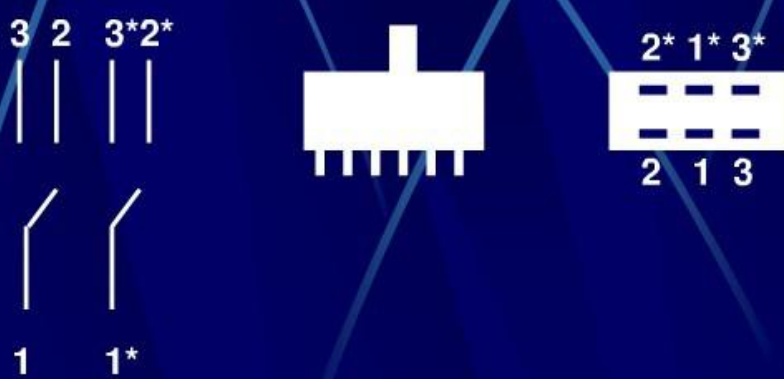
1、拨动开关的测试

将数值万用表转换开关拨至 200Ω 或蜂鸣器档位，用万用表表笔分别接在开关不同的引脚上，检测开关相连接的两个触点之间的导通电阻及不相通的绝缘电阻。

(1)单刀三掷(1D3W)



(2)双刀双掷(2D2W)



2、十字插头线的测试



3、电源插头线的测试



4、电源变压器的测试

初级绕组（红）的电阻为 $1.4\text{k}\Omega$ 左右；
次级绕组（绿）的电阻为 3Ω 左右。

