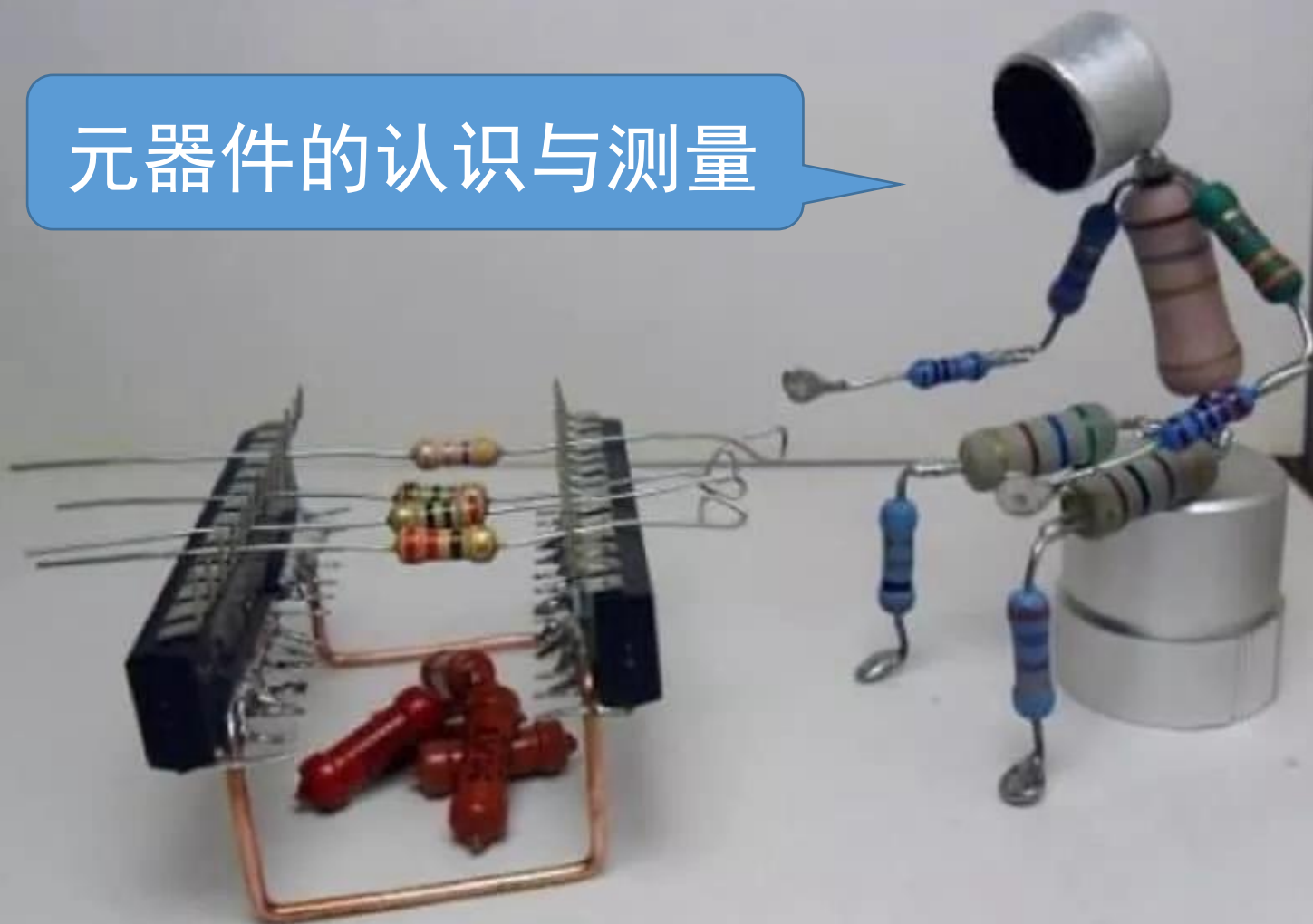


元器件的认识与测量



电子电路与系统基础实验



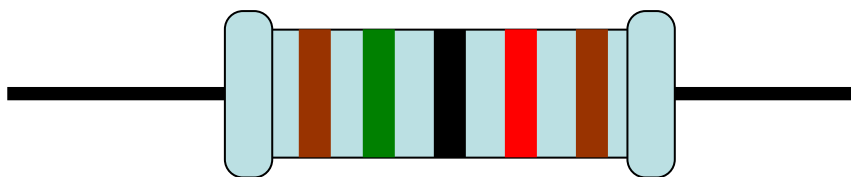
概要

- ◆ 常用电子元器件
- ◆ 测量的基础知识
- ◆ 万用表的使用



认识电阻

电阻的种类很多，本课程实验中用到的是金属膜电阻，其额定功率为1/4W，容许误差为 $\pm 1\%$ 。

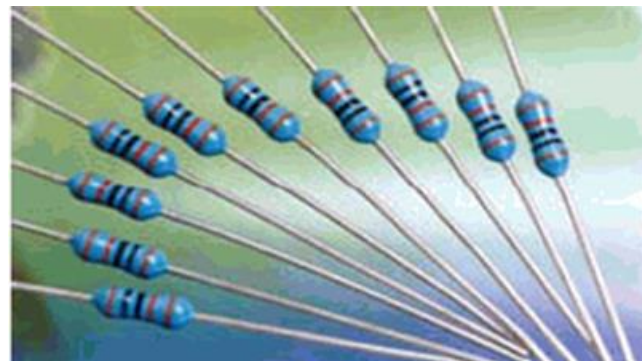


色环的定义：第一、第二环、第三环：有效值
第四环：10的n次幂 第五环：误差

所得值的单位为欧姆

容许误差：棕 $\pm 1\%$ ，红 $\pm 2\%$

值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑





元件的标称值

批量化的生产，不可能产生所有的电阻阻值。

因此要满足实际需要的同时，减少规格的数量，达到节省资源和便于管理的目的。

电子元件的标称值由国家或国际组织的标准确定。在电阻、电容的元件值一般采用E系列。

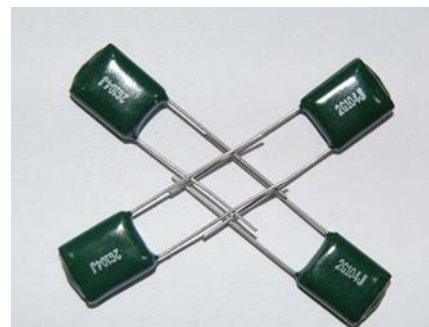
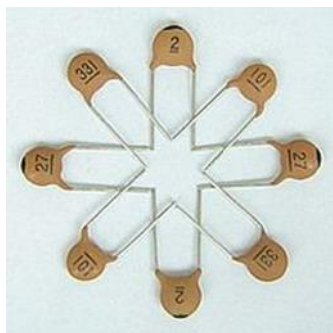
容许误差	系列代号	系 列 值
±20%	E6	10 15 22 33 47 68
±10%	E12	10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82
±5%	E24	10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 43 47 51 56 62 68 75 82 91

$$x_i = 10 * 10^{\frac{i}{N}}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$$



认识电容

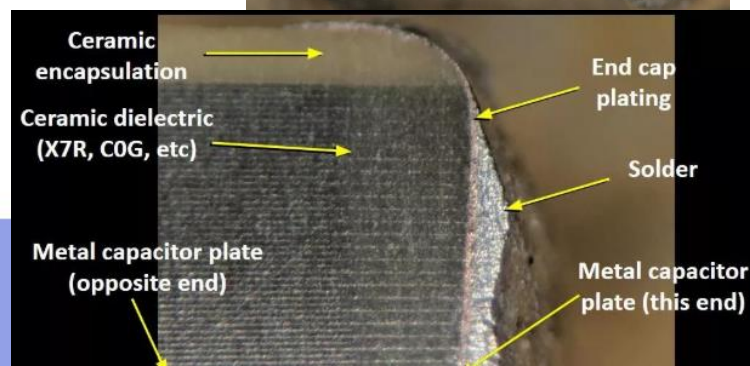
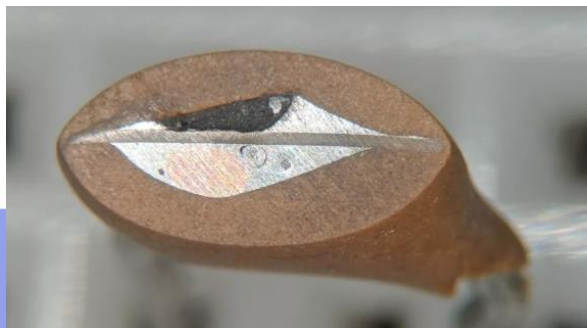
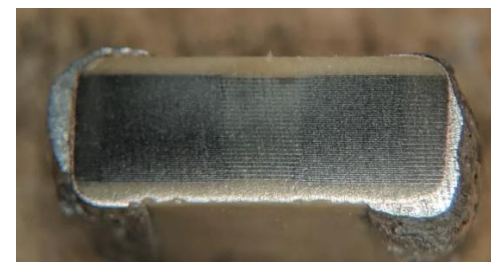
1. 瓷片电容、独石电容、涤纶电容：



均属于无极性电容，其电容值用数码法标注。第1、2位为有效值，第3位为10的n次幂，所得值的单位为皮法(pf)。

瓷片电容，根据所用材料不同，
有的容量大，精度低
有的容量小，精度尚可

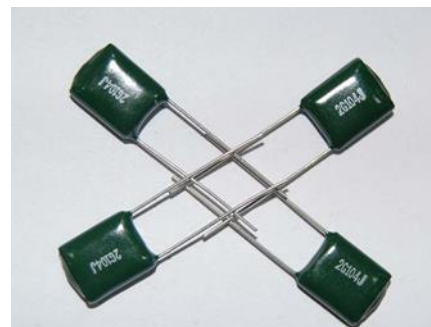
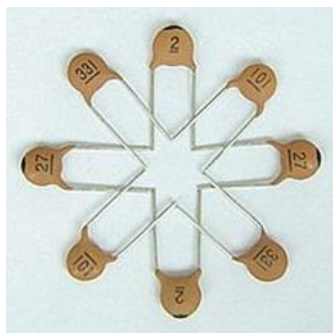
独石电容
(多层叠片陶瓷电容)
容量大，精度低





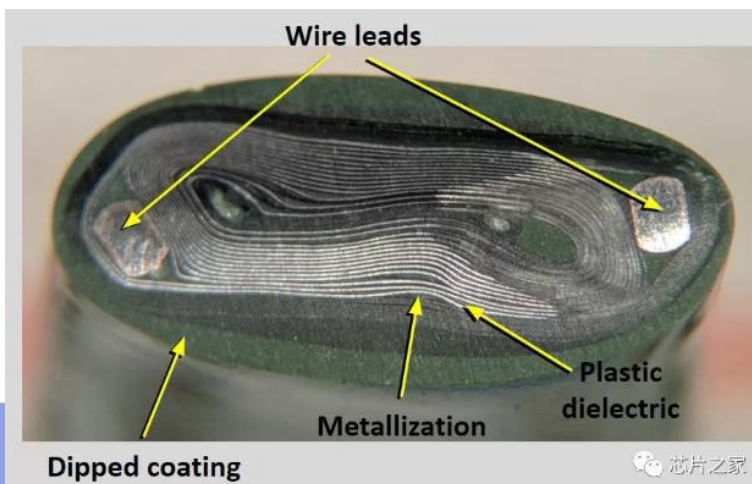
认识电容

1. 瓷片电容、独石电容、涤纶电容：



均属于无极性电容，其电容值用数码法标注。第1、2位为有效值，第3位为10的n次幂，所得值的单位为皮法(pf)。

涤纶电容
精度较高
5%，但寄
生电感大，
只适合低
频



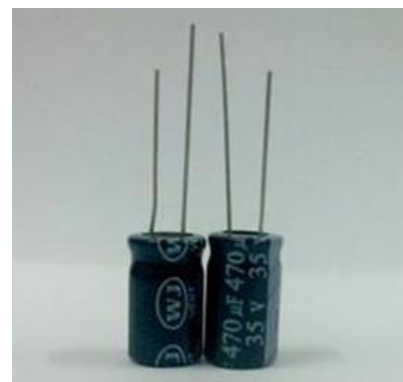


认识电容

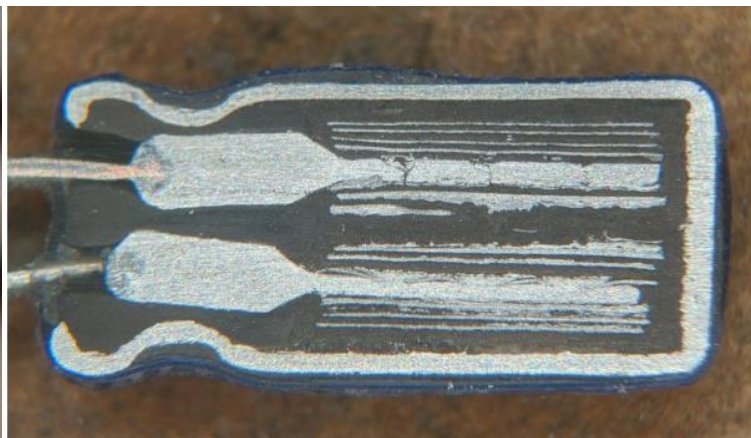
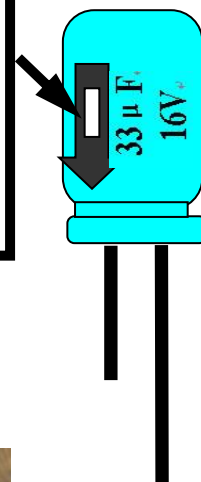
2. 铝电解电容：

属于极性电容，其电容值采用直接标注法，标注有电容值和耐压值。

负极标有极性符号的箭头，**使用时正负极一定不能接反!!!**



负极标志





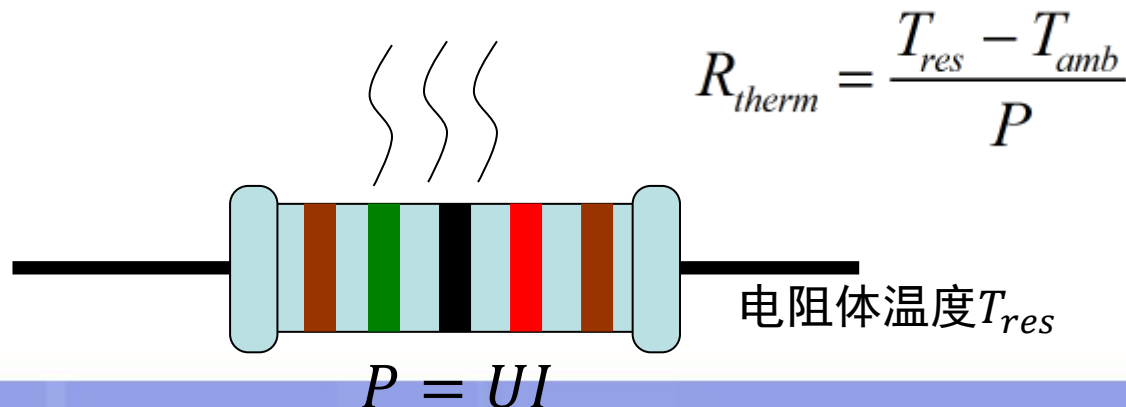
元件的极限值

1. 最大耗散功率

电阻，二极管，三极管等电阻器件将电转化成热，并散发到周围环境中，并使自身温度升高。当自身温度超过一定限制时，元件性能将严重恶化，并导致不可逆的损坏。为了保证可靠性，一般要求晶体管管芯温度不超过 125°C 。

为了衡量散热能力，引入热阻这一概念，即温度差与热源的功率之间的比值。单位为开尔文每瓦特（K/W）

环境温度 T_{amb}





元件的极限值

2. 最高工作电压

电容器（特别是铝电解电容），二极管，三极管，集成电路芯片，机械开关，都有最高工作电压。超过最高工作电压，将造成击穿，即不可逆的损坏。

不正确使用电子元器件，将会造成元件损坏，甚至发生危险！



概要

- ◆ 常用电子元器件
- ◆ 测量的基础知识
- ◆ 万用表的使用



实验测量基础知识

◆ 测量

测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

◆ 测量方法分类

■ 按获得测量结果的方法分类：

直接测量、间接测量和组合测量。

■ 按测量过程中有无标准量直接参与分类：

直读测量和比较测量。

■ 按被测量性质分类：

时域测量、频域测量等。



实验测量基础知识（续）

◆ 实验测量误差

测量值与真值之间总是存在着一定的差异，这种差异称为测量误差。

◆ 测量误差的来源主要有以下几种

■ 仪器误差

由于仪器的结构、制造工艺等不够完善，以及超过正常使用条件产生的误差。
例如用电压表测量某一元件上的电压，因电压表本身精度有限产生的测量误差。

■ 测量方法误差

由于测量方法不够完善，或者所依据的理论不够严密所引起的误差。
例如，用伏安法测量电阻，若不考虑仪表本身内阻的影响所产生的误差。

■ 人身误差

人身误差是指受测量者生理条件限制所引起的误差。
例如测量者视力的差别造成读数偏高或偏低而引起的误差。

■ 环境误差：实验环境（如温度、湿度、气压等）所引起的误差。



实验测量基础知识（续）

◆ 测量误差的分类

■ 系统误差

在规定的测量条件下，对同一量进行多次测量，误差的数值和符号保持不变，或者按一定规律变化的误差。例如仪器的零点不准造成的误差。

系统误差是可预测的，采取合适的措施可减少或消除系统误差。

■ 随机误差

也称偶然误差。在相同条件下多次测量同一量，误差的大小和正负都不固定。如电源电压突然上升引起的误差。

通过多次反复测量取其平均值可减少随机误差。

■ 过失误差

由于测量者的疏忽或技术不熟练造成的误差。如读数失误，记错数据，计算出错等。

含有过失误差的测量数据是无效的，应予以删除。



实验测量基础知识（续）

◆ 测量误差的表示方法

■ 绝对误差

$$\Delta x = x - A$$

x 表示测量值， A 表示高一级标准仪器的示值。

■ 相对误差

● 实际相对误差 $\gamma = \frac{\Delta x}{A} \times 100\%$

● 示值相对误差 $\gamma = \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$

● 满度相对误差 $\gamma = \frac{\Delta x}{x_m} \times 100\%$

x_m 表示测量仪器的满刻度值。



实验测量基础知识（续）

◆ 测量误差的估计

■ 直接测量的误差

直接测量的最大误差来源于测量仪器的最大相对误差。

■ 间接测量的误差

间接测量的量与直接测量的量之间的函数关系不同，直接测量误差引起间接测量的误差也不同。



实验测量基础知识（续）

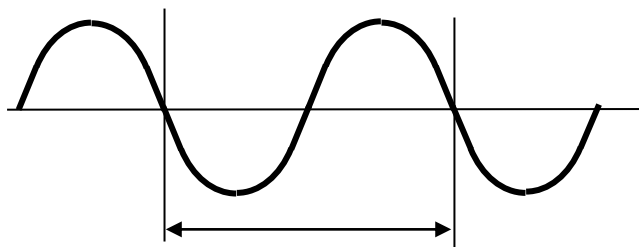
◆ 减小误差的方法

■ 1. 正确选择和使用测试仪表

例如数字万用表测量交流电压信号的频率范围为40 ~ 400Hz，如果信号的频率高于400Hz或低于40Hz，则需用其他仪器（如示波器）进行测量。数字万用表显示的是电压有效值，示波器可测瞬时值。测量交流信号时一般用示波器。

■ 2. 选择合适的测量方法

例如波形参数的读取应选适合地方（如测量正弦波的周期，选在其过零点处）



- 3. 对同一对象进行多次测量，取其平均值代表测量值，可减少或消除随机误差
- 4. 严格执行操作规程，以免产生过失误差



◆ 测量读数的处理

■ 如何记录测量读数

- 判断哪些数该记或不该记的标准是误差
- 有误差的那位数字前面的各位数字都是可靠数字，要记！
- 有误差的那位数字为欠准数，要记！
- 有误差的那位数字后面的各位数字都是不确定的，不记！

■ 有效数字

- 从第一位非零数字起到欠准数字止的所有数字均为有效数字
- 一般规定误差不超过有效数字末位单位数字的一半
- 有效数字位数不随采用的单位变化而变化

■ 数字的舍入原则

■ 有效数字的运算



实验测量基础知识（续）

◆ 电子电路实验常用的测量

■ 常用元件的测量：

电阻、电容、电感、半导体二极管和半导体三极管的测量。

■ 常用基本电量的测量：

电压和电流的测量。

■ 常用电路参数的测量：

输入阻抗、输出阻抗、电压增益及频率特性的测量。

◆ 仪表内阻的影响

由于实际仪表存在内阻，当其接入测量电路时会改变被测电路的工作状态，使测量结果与被测量的实际值产生误差。有些情况下还需估计该误差的大小并加以修正。



概要

- ◆ 常用电子元器件
- ◆ 测量的基础知识
- ◆ 万用表的使用
 - 电阻的测量
 - 直流电压的测量



数字万用表的使用

UT39A型数字万用表的前面板：

电池电量不足，需
更换电池，否则会
影响测量结果

电源开关

量程开关

电容测试座

电流测量输入端，
本课程实验中不用

显示屏

数据保持按键

三极管测试输入端

公共输入端

电压、电阻和通断
测试测量输入端





数字万用表的使用

经济型DT830G型数字万用表的前面板：

电池电量不足，需
更换电池，否则会
影响测量结果

不使用时，将开关
旋至此处关闭万用
表

量程开关

三极管测试输入端

显示屏

大电流测量输入端，
本课程实验中不用

测试测量输入端

公共输入端





数字万用表的使用

用UT39A数字万用表测量电阻

1. 被测电阻应与电源、与其他电路均断开；
2. 万用表置于电阻测量档，表笔插孔位置如右图所示；
3. 双手握住表笔保护环的后端即橡胶部分；
4. 测量过程中注意随时更换档位，使显示的位数尽可能多。若最高位显示“1”表示溢出，需更换档位。

量程	分辨力	准确度(a%读数+b字数)		
		UT39A	UT39B	UT39C
200 Ω	0.1 Ω	$\pm (0.8\%+3)$		
2k Ω	1 Ω	$\pm (0.8\%+1)$	$\pm (0.8\%+1)$	
20k Ω	10 Ω		-----	
200k Ω	100 Ω		$\pm (0.8\%+1)$	
2M Ω	1k Ω		$\pm (0.8\%+1)$	
20M Ω	10k Ω	-----	$\pm (1\%+2)$	
200M Ω	100k Ω	$\pm [5\%(\text{读数}-10)+10]$		-----



图中电阻测量结果为2.20k Ω



数字万用表的使用

用DT830G数字万用表测量电阻

1. 被测电阻应与电源、与其他电路均断开；
2. 万用表置于电阻测量档，表笔插孔位置如右图所示；
3. 双手握住表笔保护环的后端即橡胶部分；
4. 测量过程中注意随时更换档位，使显示的位数尽可能多。若最高位显示“1”表示溢出，需更换档位。

RESISTANCE		
RANGE	RESOLUTION	ACCURACY
200 ohm	100m ohm	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
2000 ohm	1 ohm	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
20K ohm	10 ohm	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
200k ohm	100 ohm	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
2000k ohm	1k ohm	$\pm 1.5\%$ of rdg $\pm 2D$
MAXIMUM OPEN CIRCUIT VOLTAGE: 2.8V.		





数字万用表的使用

用UT39A万用表测量直流电压

1. 数字万用表置于直流电压测量档，表笔插孔位置如右图所示；
2. 双手握住表笔保护环的后端即橡胶部分；
3. 测量过程中注意电压档的档位应从大到小逐步改变到合适的档位；
4. UT39A直流电压档的内阻为 $10\text{M}\Omega$ 。



量程	分辨率	准确度(a%读数+b字数)		
		UT39A	UT39B	UT39C
200mV	100 μV	$\pm (0.5\%+1)$		
2V	1mV			
20V	10mV			
200V	100mV			
1000V	1V	$\pm (0.8\%+2)$		



数字万用表的使用

用DT830G数字万用表测量直流电压

1. 数字万用表置于直流电压测量档，表笔插孔位置如右图所示；
2. 双手握住表笔保护环的后端即橡胶部分；
3. 测量过程中注意电压档的档位应从大到小逐步改变到合适的档位；
4. DT830G直流电压档的内阻为1MΩ。



DC VOLTAGE		
RANGE	RESOLUTION	ACCURACY
200mV	100 μ V	$\pm 1.0\%$ of rdg $\pm 2D$
2000mV	1mV	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
20V	10mV	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
200V	100mV	$\pm 1.2\%$ of rdg $\pm 2D$
1000V	1V	$\pm 1.5\%$ of rdg $\pm 2D$
OVERLOAD PROTECTION: 250V rms AC for 200mV range and 1000V DC or 750Vrms AC for other ranges.		



数字万用表是最基础最常用的电子测量仪表。

在接下来的课程中，我们讲介绍示波器、函数信号发生器、
稳压直流电源的使用（基础电路实验三件套）。