

电子技术实验

谢时俭 编

西南林学院

前 言

电子技术是一门现代的实用技术，它建立在科学发展，社会进步的基础之上。随着电子技术的发展，各种电气设备、仪器、仪表渗透到各个领域，并占有很大的比例和重要的地位，各类家用电器也进入到千家万户。在我们的日常生活、工作、学习中也常常会碰到如何正确使用它们的问题。开设此课的目的旨在了解和掌握一些通用仪器、仪表的使用和维修技术。

各类家用电器均与交流电有直接关系，如使用不当，交流电会产生很大的破坏性，造成人身或用电器事故。因此，教学仪器和设备要严格按照说明书和操作规程进行使用，以确保人身和用电器的安全。

目 录

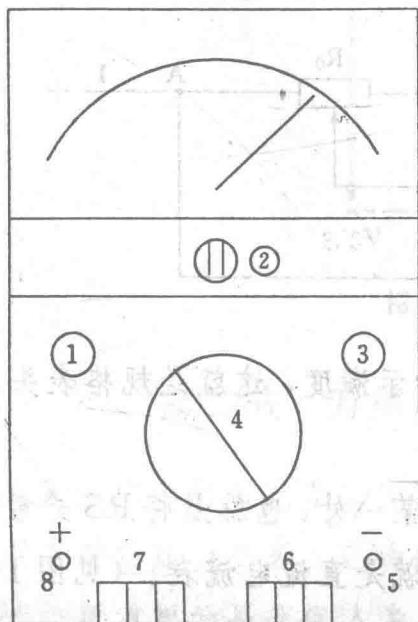
第一章 万用表	(1)
第一节 万用表的基本原理	(1)
第二节 万用表的正确使用	(3)
实验一 万用表应用	(8)
第二章 电子元件	(9)
第一节 电阻器	(9)
第二节 电容器	(11)
第三节 电感器	(13)
实验二 电阻、电容、电感	(14)
第三章 半导体器件	(15)
第一节 半导体基本知识	(15)
第二节 晶体二极管	(17)
第三节 晶体三极管	(19)
实验三 半导体器件	(22)
第四章 电 路	(23)
第一节 电源电路	(24)
实验四 整流电源	(25)
第二节 晶体管电路	(26)
实验五 晶体管开关电路	(27)

第一章 万用表

第一节 万用表的基本原理

万用表是利用电磁式直流 μA 表头进行多种测量的便携式直读仪表。为了灵活方便地改换量项，量程，还设有转换开关，电阻挡调零电位器，表笔接孔，扩大量程专用插孔等。（见图 1）

图1:U101板面图

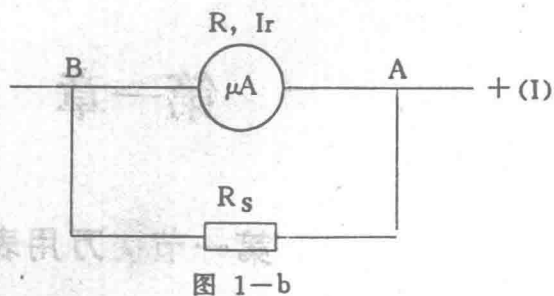
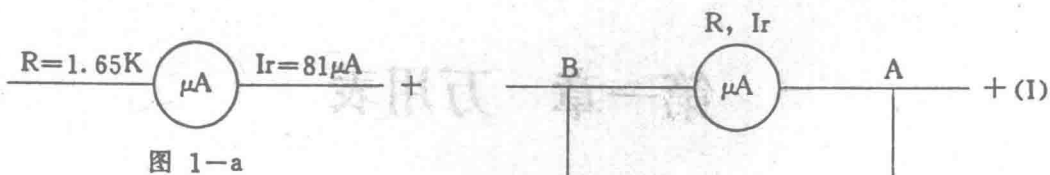


1. 直流1500V专用插孔
2. 机械调零
3. 电阻(Ω)调零电位器
4. 量项、量程转换开关
5. 黑表笔插孔
6. PNP型晶体管测孔
7. NPN型晶体管测孔
8. 红表笔插孔

一、直流电流档

由于生产工艺，磁强度和其它原因的差别，使 μA 表头的内阻 R 和灵敏度 I_r 有所差别，要为每一支表头设计做成万用表，电路中的元件参数差别很大，替换性差，成批生产不方便。因此总是把不同表头的 R 和 I_r 扩展成一个统一规定的数值，使之成为规格化的直流表头。

例：有支表头 $R=1.65\text{K}$ （见图 1-a）



根据欧姆定律 $I_r \cdot R = (I - I_r) \cdot R_s$

$$R_s = I_r \cdot R / (I - I_r) \quad R_s = 7.3421K \text{ (见图 1-b)}$$

但这样的 R_s 仍不方便, 取整数 8K, 通过上式计算 R 应为 1.88K, 而表头 R 只有 1.65K, 不足之处再串一可调电阻 R_0 (见图 1-c)

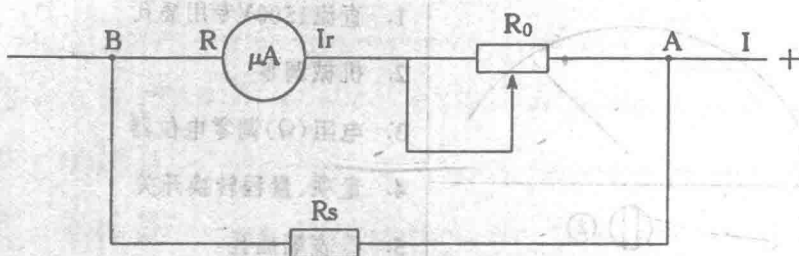


图 1-c

此时, 当 $I = 100\mu A$ 时, 指针指示满度, 这就是规格表头。总内阻 $R = 1.522K$, 总电流 $I = 100\mu A$

如果我们得 A 点移至 R_s 中间某一处, 也就是将 R_s 分散抽头, 通过计算让它通过不同的电流, 这样就是直流电流表。(见图 1-d)

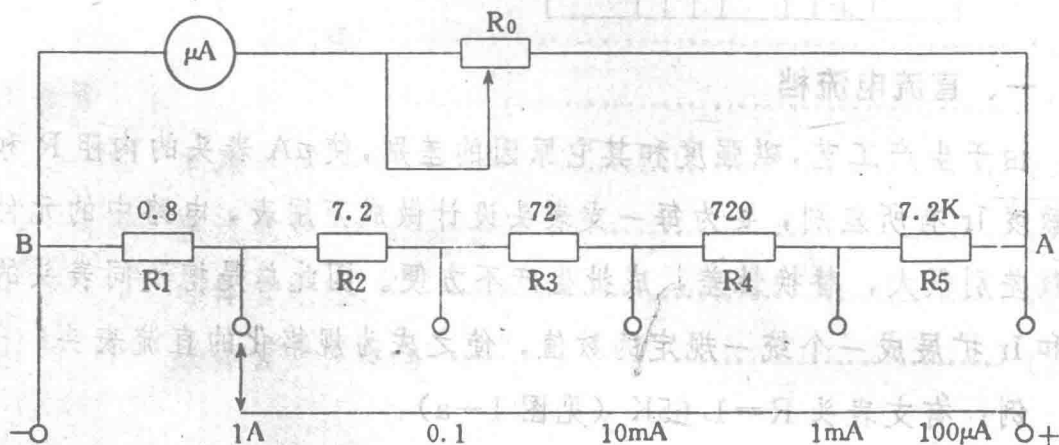


图 1-d

二、直流电压档

在规格化表头的基础上, $U_{AB}=I \cdot R=0.1522$, 也就是说当前有 $0.1522V$ 的电压在 AB 两端时, 指针指于满度。如果我们在 A 处串一支 $8.478K$ 的电阻, 这时 $R+R_V=10K$, $U_{AB}=I \times (R+R_V)=1V$ 这样规格化表头就可以测 $1V$ 以下的电压, 它表示每伏要 $10K$ 的电阻 (见图 2)。这样规格化表头又成为直流电压表。

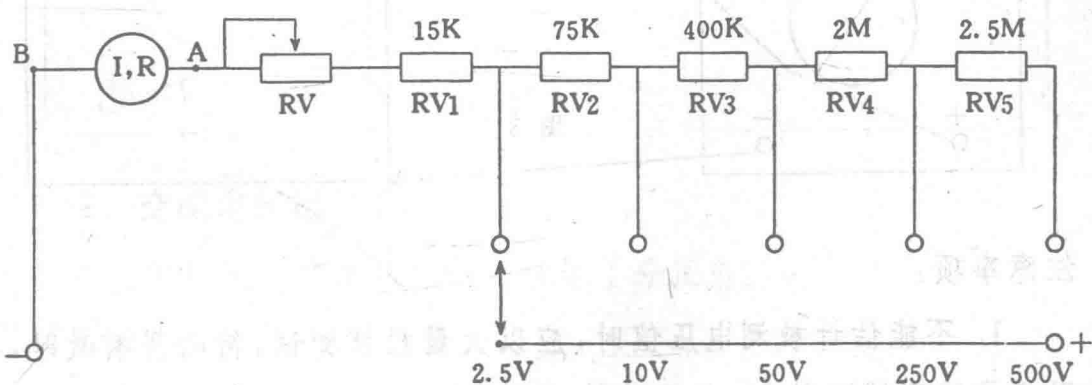


图 2

第二节 万用表的正确使用

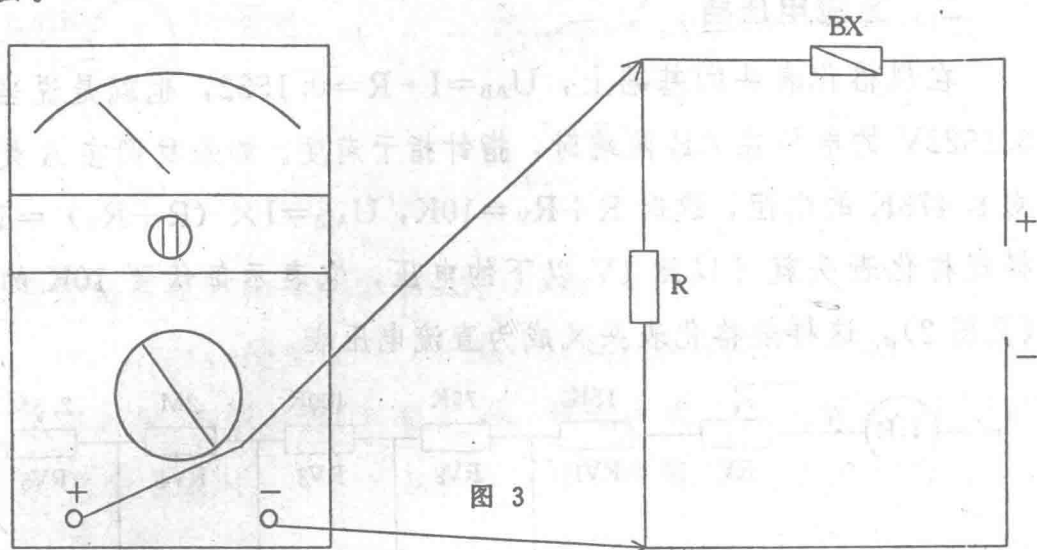
万用表是我们观察用电器工作正常与否和查找故障的眼睛, 因此正确使用万用表就成为必要。正确使用测量仪器不仅可以提高测量精度, 准确性, 更重要的是确保人身及用电器、测量仪器的安全。

万用表是多功能测量仪表, 使用时要不断换档。一但忘记换档或换错档, 极易损坏万用表和造成用电器损坏及其它事故。一定要养成“测量前看档或换档, 不查档位不测量”的良好习惯, 这对其它测量仪器也是必要的。

一、直流电压档 (V)

量项选择在“V”档, 估计被测电压的大小, 将量程选择至接近偏高的档位, 红表笔接正极, 黑表笔接负极, 万用表是并接在电路中, 见图 3。指针所指示的刻度即为被测值。读数时, 眼睛要垂直万用表刻度

板面。



注意事项：

1. 不能估计被测电压值时，应以大量程档测试，待心里有数时，再以小量程测试读数；
2. 不知道被测电压极性时，也应用大量程档试探，用指针偏转方向判断被测电压的极性。
3. 不可直接测试超高压。

二、直流电流档 (mA)

将量项选择在“mA”上，量程选择适当（与电压一样），断开被测电路（比如把保险管 BX 取出），将万用表串接在电路中，见图 4。红表笔接正，黑表笔至用电器，指针指示的刻度即为被测值。

注意事项：

1. 用短时间接触法，通过表针的偏转方向和角度来确定表笔正负极和档位的正确与否；
2. 不可测量各种电源和并接在电路中；
3. 不可长时间测量。

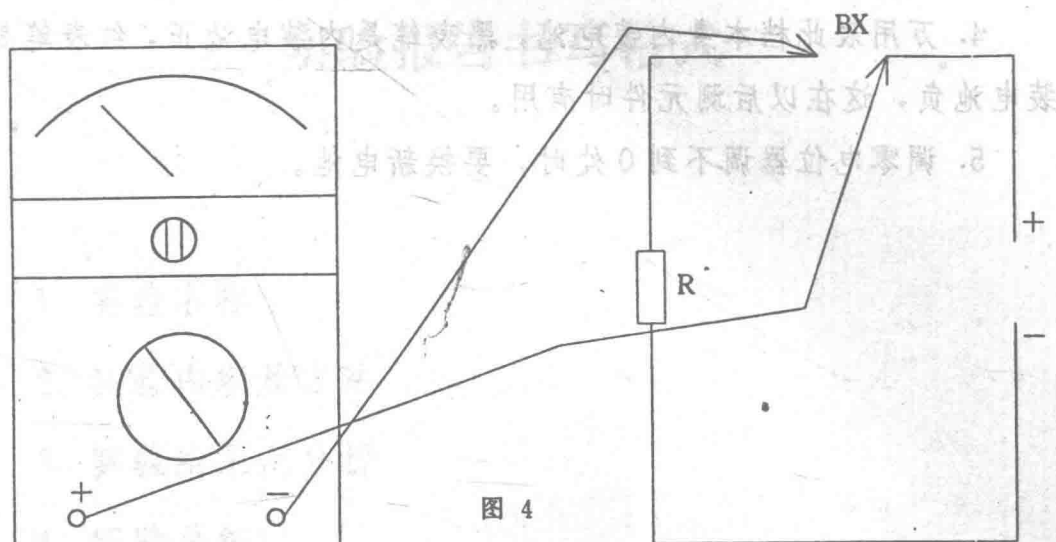


图 4

三、交流电压档 (V)

使用方法同直流电压档，但表笔不分正负。

注意事项：

1. 被测交流电压应为正弦波，其频率为 45~1KHZ 读数才有意义，否则只能作参考；
2. 1V 以下不能测试（无法读数）

四、电阻档 (Ω)

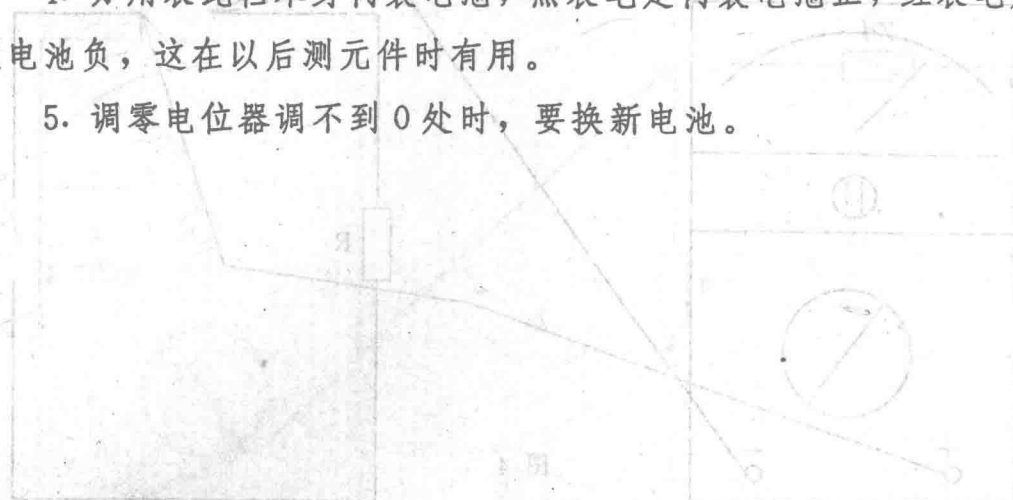
将量项选择在“ Ω ”；(OHMS)，估计被测阻值将量程放到适当位置。先将两支表笔短接，调节零欧姆电位器使指针指示在 0 处，然后将表笔跨接在被测电阻（电路）两端，表针指示刻度乘上倍数即为实际值。

注意事项：

1. 每换一档必须调零，测量读数应使指针尽量在中心位置，此时测量误差最小。
2. 不可用两支手同时接触两支表笔，这样会引起很大的测量误差，特别是 $\times 100$ 以上的档位。
3. 不可测量任何电源，不可带电测量电路内任何元件，电容器要放完电才能测试。

4. 万用表此档本身内装电池，黑表笔是内装电池正，红表笔是内装电池负，这在以后测元件时有用。

5. 调零电位器调不到 0 处时，要换新电池。



(V) 欧姆电阻交 三

此档用于测量电阻，测量时，将红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔，将表笔接触被测电阻，表盘上显示的读数即为电阻值。测量时，应注意选择合适的量程，使指针落在刻度线的中间部分，以提高测量精度。如果指针偏转角度太小，应换用更大的量程；如果指针偏转角度太大，应换用更小的量程。测量电阻时，应将被测电阻从电路中取出，避免受到其他元件的影响。

(Ω) 欧姆电阻 四

此档用于测量电阻，测量时，将红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔，将表笔接触被测电阻，表盘上显示的读数即为电阻值。测量时，应注意选择合适的量程，使指针落在刻度线的中间部分，以提高测量精度。如果指针偏转角度太小，应换用更大的量程；如果指针偏转角度太大，应换用更小的量程。测量电阻时，应将被测电阻从电路中取出，避免受到其他元件的影响。

附：本報社址：上海南京路一號

- #### 4. 实验总结

日期：

实验一 万用表应用

1. 测电阻，将万用表选择在 Ω 档，量程 $\times 100$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1$ ，每次换档要校零，至可以读数，指针尽量靠近中心位置。测得的数据填入表内。

2. 测直流电压 DC (V)，将万用表量项选择在 V (DC)，量程选择在 500V、250V、50V、10V 等，测直流电压，红表笔十，黑表一，并将接在电路中，将测得的数据填入表内。

3. 测交流 (AC) 变压器次级电压，将万用表两支笔分别接在变压器次级上，测得的数据填入表内。

次数 项目	1	2	3	平均值
Ω				
DC (V)				
次级 AC (V)				

第二章 电子元件

第一节 电阻器

一、电路器符号及特点

电阻器简称“电阻”，它是各种电子设备应用十分广泛的元件，它利用自身消耗电能，在电路中起降压、阻流等作用，用于调节电路中的电流和电压。有时直接做负载，如电炉、灯等。

符号 ，代号 R (，国内不优先使用此符号)

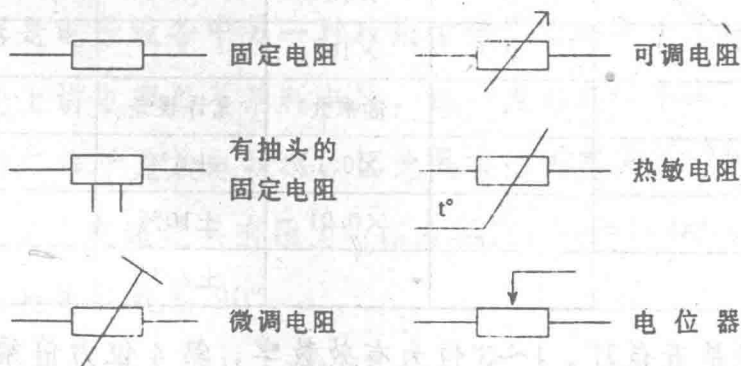
$$R = \frac{V}{I}, \text{ 单位 } \Omega, K\Omega, M\Omega$$

$$1M\Omega = 10^3 K\Omega = 10^6 \Omega$$

二、种 类。习惯上按主要性能和使用特征来分

1. 普通电阻器：应用十分广泛，它的特性和参数已能满足一般家用电器。一般误差 $< \pm 10\%$ ，工作温度 70°C 。

2. 精密电阻器：这一类主要用于高科技领域，如航空、军事，误差最小可达 0.01% ，工作温度 300°C 以下。



三、标注方法

1. 直标：一些体积较大的电阻器上直接标注阻值、误差、功率；
2. 用字母和数字表示电阻的阻值，例如：

0.1 Ω	$\Omega 1$	6.8M Ω	6M8
0.59 Ω	$\Omega 59$	1000M Ω	1G
5.9 Ω	5 $\Omega 9$	3300M Ω	3G3
5.9K Ω	5K9	10 ⁶ M	1T
3.3M Ω	3M3	3.3 $\times 10^6$ M	3T3

3. 色环法：色环从左到右，一般认定方向是密集端是首，金、银端是尾。

颜 色	第一位	第二位	第三位	第四位	
黑	0	0	$\times 10^0$		
棕	1	1	$\times 10^1$	±	
红	2	2	$\times 10^2$	±	
橙	3	3	$\times 10^3$		
黄	4	4	$\times 10^4$		
绿	5	5	$\times 10^5$	±	
蓝	6	6	$\times 10^6$	±	
紫	7	7	$\times 10^7$	±	
灰	8	8	$\times 10^8$		
白	9	9	$\times 10^9$		
			倍乘数	允许误差	
金			$\times 0.1$	±5%	
银			$\times 0.01$	±10%	
无色				±20%	

精密电阻是五色环。1~3 位为有效数字，第 4 位为倍乘，第 5 位为允许误差。

例：



$$22 \times 10^2 = 2200\Omega = 2.2k$$

①电阻的串联，并联的规律

②要求阻值增加，多用串联

③要求功率增加，多用并联

四、特殊电阻器

1. 热敏电阻：电阻值随温度的变化而改变的电阻器。分为两大类，一类是正温度系数，即温度增加，电阻值增加；另一类是负温度系数，即温度增加，电阻值减少。它们主要用于电路中的温度补偿，或温度自动控制方面。

2. 光敏电阻：电阻值在光照射下减小。主要用于要求用光来进行控制电路中。

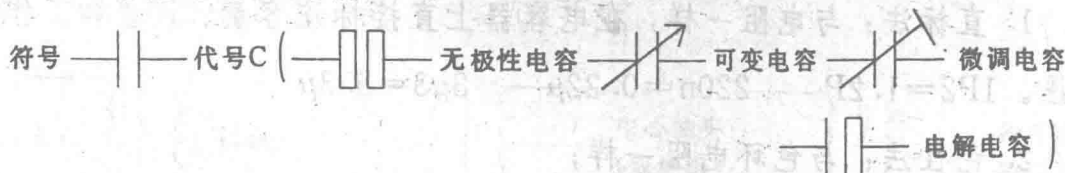
3. 湿敏电阻：电阻值随湿度变化而变化，主要用于湿度控制和检测。

4. 压敏电阻：①电压，电压变化会击穿短路或断路；②压力，用于机械压力的传感器，用于检测或控制机械压力。

第二节 电容器

一、电路符号及特点

电容器是电子设备中另一种应用十分广泛的电子元件，它是储能元件。理论上讲电容器不消耗电能，这一点与电阻不同。在直流电路中，电容器工作于充放电状态，因此具有阻止直流通过的作用。在交流电路中，交流电通过具有阻力，称为容抗， $X_c = 1/2\pi fc$ 。在纯电容电路中，电流比电压超前 90° 。



$$1\text{F}=10^6\mu\text{F}$$

$$1\mu\text{F}=10^6\text{P}$$

$$(1\text{F}=10^3\text{mF})$$

$$(1\mu\text{F}=10^3\text{nF})$$

通常用万用表电阻档来判别较大容量的电容器的质量，就是利用电容器的充放电作用。将欧姆表棒分别接电容器的两端，指针会有一定的偏转（充电），并很快回到近于起始位置（充电已近终止）。将表棒对调再接电容器两端，则可看到指针偏转较前大约一倍（放电、充电），然后又回到近于起始位置。显示了电容器正常的充放电过程，即认为是好的。

如果电容器的漏电很大，则回不到起始位置；如果指针到零欧位不再回去则说明内部短路；如果指针根本不偏转，则说明内部断线，或容量很小，充电时不能使指针偏转。

二、种 类

电容器种类很多，习惯上按性能和制造电容器的材料来分：

1. 低频电容器，主要用于低频电路。如电解电容器，用于整流滤波电路和传送音频信号等。电解电容器有极性，在接入电路时应将外壳上有负标记（短脚）的一端接低电位，有正标记的一端接高电位，不能接反，否则不能起到电容器的作用，还会发热至爆炸。

2. 高频电容器，主要用于高频电路中，传送频率较高的电信号。

所有电容器必须工作于其标准的工作电压之下，不能接入高于其工作电压的电路中，否则会击穿或发热损坏。

三、标注方法

1. 直标法：与电阻一样，在电容器上直接标注容量、误差和工作电压。 $1\text{P}2=1.2\text{P}$ $220\text{n}=0.22\mu$ $3\mu3=3.3\mu$

2. 色柱法：与色环电阻一样；

3. 字母数字混标法：与电阻器一样；

4. 数码法：一般为三位数，首两位为有效数字，第三位是倍乘（第三位倍乘是 9 时，为 10^{-1} ）。

$$102 = 10 \times 10^2 = 1000P$$

$$223 = 22 \times 10^3 = 22000P = 0.022\mu$$

$$474 = 47 \times 10^4 = 470000P = 0.47\mu$$

$$159 = 15 \times 10^{-1} = 1.5P$$

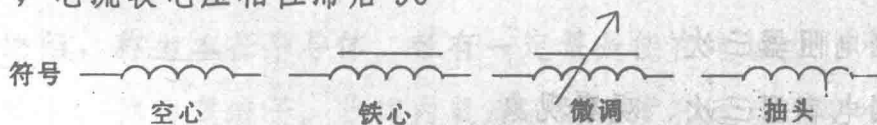
有的电容器还在最后表示误差等级和工作电压。

第三节 电感器

一、电路符号及特点

电感器简称“线圈”。在电子器路中应用量也比较多，但远远少于电阻电容。在导线或线圈中流过电流时，其周围会产生磁场，当电流变化时，磁场也相应变化。变化的磁场可使线圈自身产生感应电动势，这就是自感作用。表示自感应能力的物理量叫电感。

电感对交流电所起的阻碍作用称为感抗 X_L 。 $X_L = 2\pi fL$ ，在纯电感电路中，电流较电压相位滞后 90°



代号 L，物理量 $1H = 1000mH$

$1mH = 1000\mu H$

二、种类

电感的种类比较多，有的以特殊的工作方式来定名。

1. 电源变压器

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$



收录机、组合音响大部分黑白电视机、部分录像机、部分CD、VCD等均使用这种电源变压器；

2. 开关变压器，其结构与工作频率与电源变压器不同。彩色显示器、计算机、彩色电视机等多用这种变压器；

3. 高频变压器，主要用于电子信号的接收电路中；

4. 行输出变压器，以获得高压（1.2——2.4 万伏）供显像管工作的一种特殊变压器；

5. 耳机与喇叭，主要用于电声转换；

6. MIC（话筒），主要用于声电转换；

7. 收录机磁头、录放像机磁头，主要用于磁电转换。

8. 电机、马达主要用于电、机械动力转换，还有计算机中的硬盘电机、软盘驱动器电机。

实验二 电阻、电容、电感

利用电阻、电容、电感的特性用万用表进行测量，充分了解它们的特性，熟练操作万用表。

1. 测电阻器三次

2. 测电容器三次、观察现象

3. 测电感器三次、观察现象