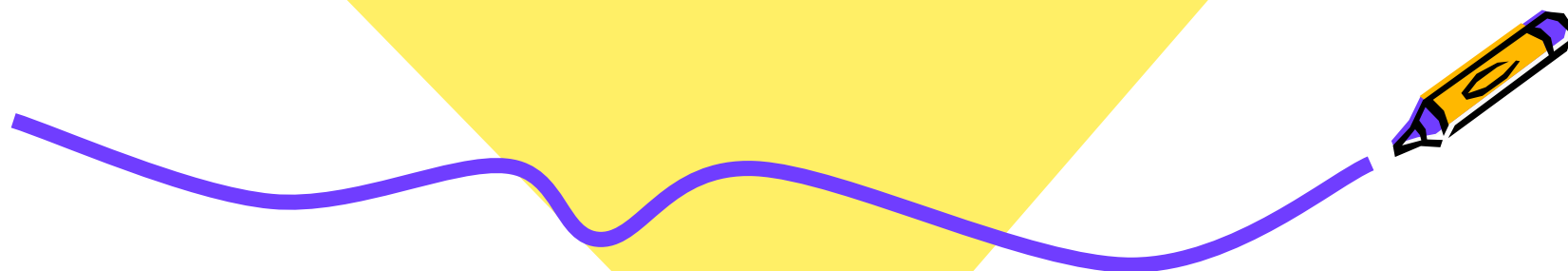


# 数字电压表



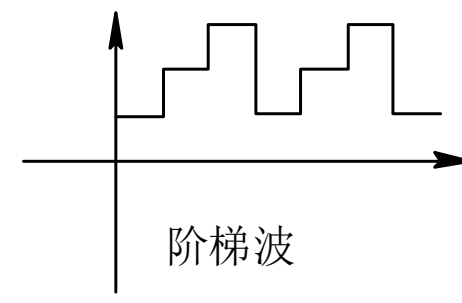
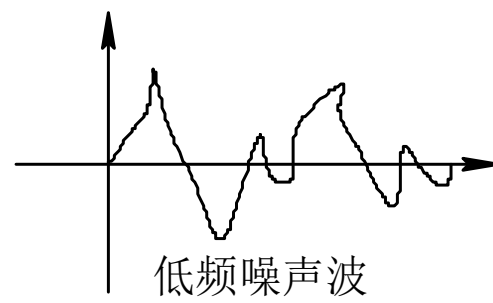
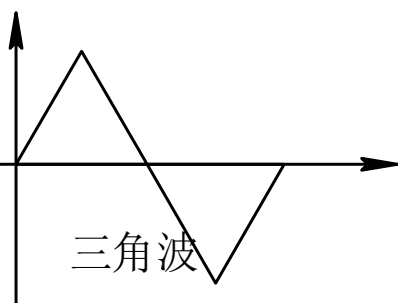
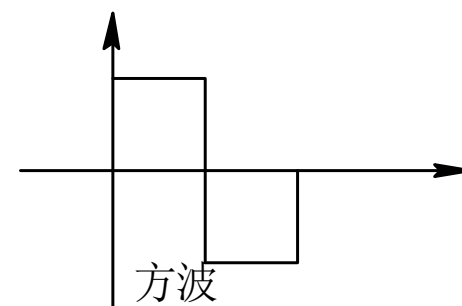
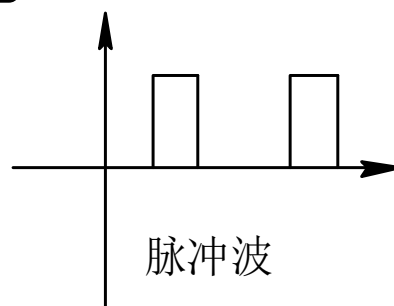
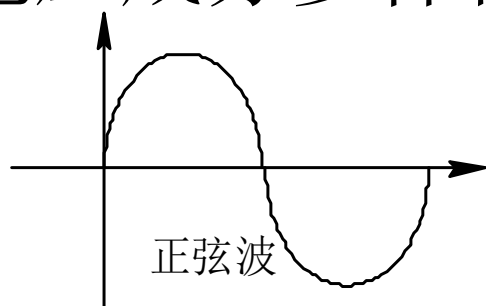
# 一、概述

- 电压、电流和功率是表征电信号能量大小的三个基本参数，其中又以电压最为常用。
- 要正确测量电压值，必须先了解被测电压的特征和测试要求，选用适当的电压测量仪器、采用切实可行的测量方法，才能较好地完成测量任务。



# 1. 电压的主要特征

- ①量值的范围宽
- ②波形的多样化
- ③频率各不相同
- ④不同端点的输出阻抗不同
- ⑤电压成分多样化



## 2. 交流电压的量值表示

- 一个交流电压的大小，可用多种方式来表示，如平均值、峰值和有效值。

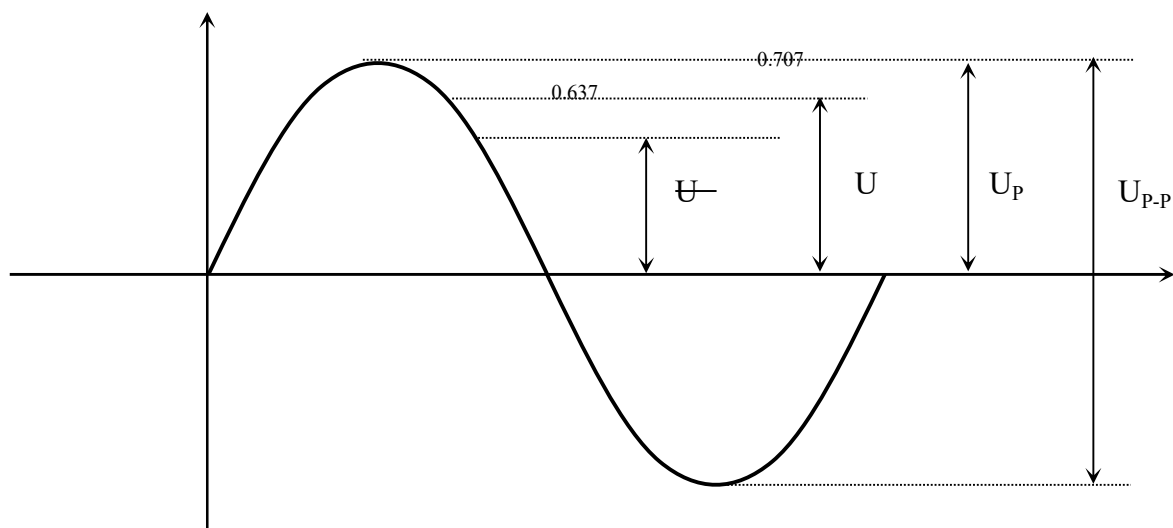
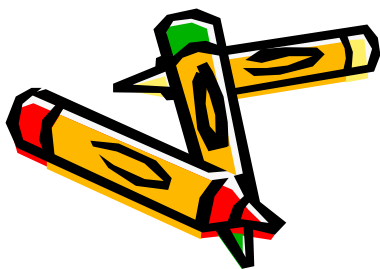
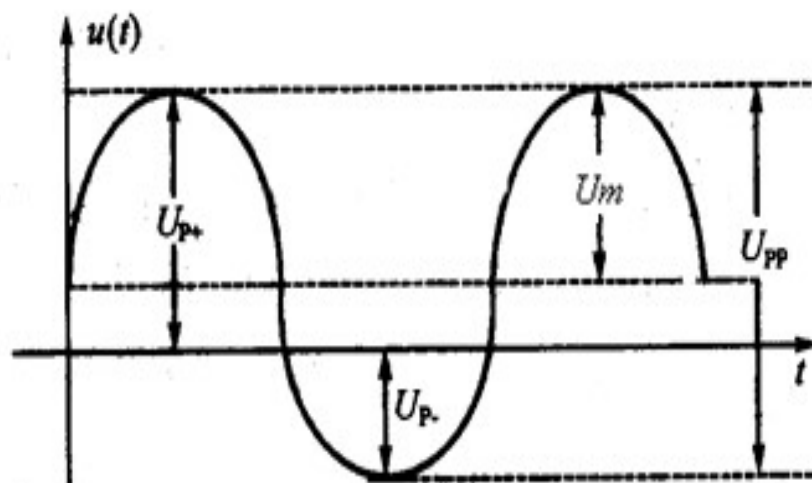


图5.2正弦波参数表示图

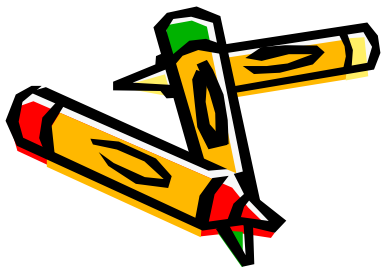
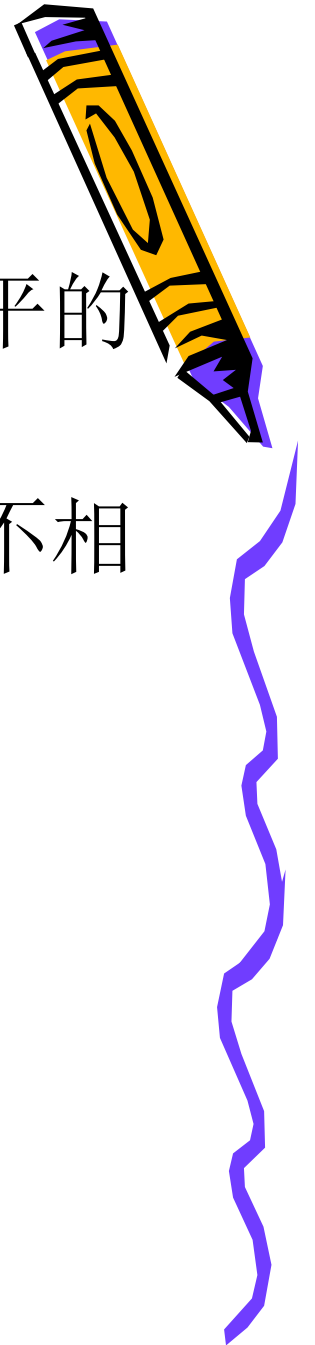


# (1) 峰值的基本概念

- 峰值  $U_p$ : 是指交流电压在所观察的时间内或一个周期内所能达到的最大值, 记为  $U_p$ , 峰值是从参考零电平开始计算的, 有正峰值  $U_{p+}$  和负峰值  $U_{p-}$  之分。正峰值与负峰值包括在一起时称为峰峰值  $U_{p-p}$ 。



- 振幅  $U_m$ ：它是以直流电压为参考电平的最大瞬时值，记为  $U_M$ 。
- 电压中包含直流成分时， $U_P$  与  $U_m$  是不相同的，只有纯交流电压才有  $U_P = U_m$ 。



## (2) 平均值的基本概念

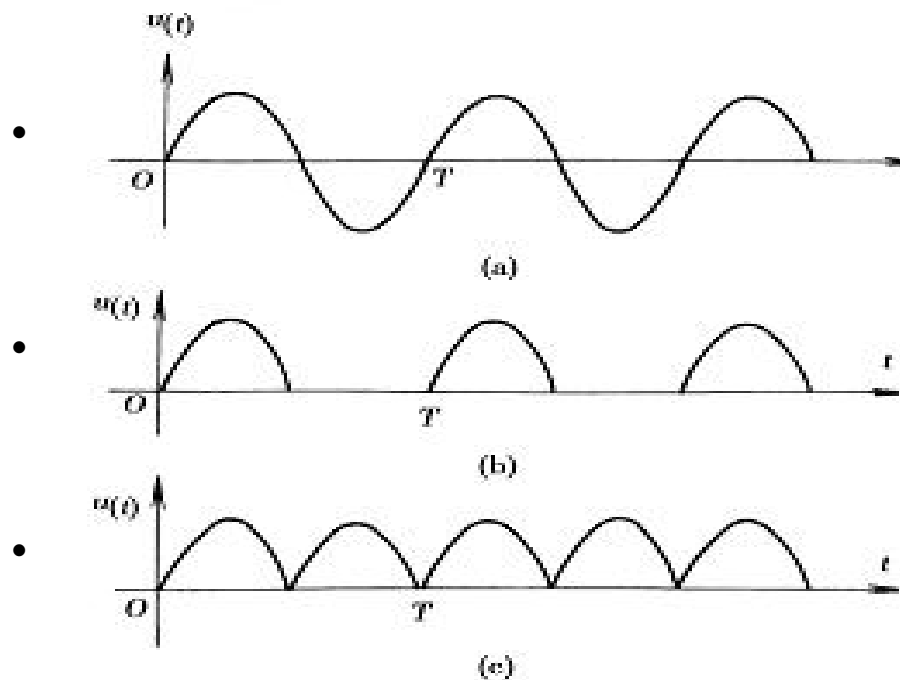
- 平均值  $\bar{u}$ ：在数学上定义为

$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

- 对纯交流电压来说，由于  $\bar{U} = 0$ ，将无法用平均值来表征它的大小。
- 定义：通常是指经过测量仪器检波后的平均值，分为全波平均值和半波平均平均值
- 全波平均值是指交流电压经全波检波后的全波平均值，即

$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$





(a) 未检波前的电压波形

(b) 半波整流后的波形

(c) 全波整流后的波形

- 一般如果不加特别说明时，平均值都是指全波平均值。





### (3) 有效值的基本概念

- 有效值**U**：指均方根值，用**U**或**U<sub>rms</sub>**表示。

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

- 物理意义： 一个交流电压和一个直流电压分别加在同一电阻上，若在相同的时间内它们产生的热量相等，则交流电压的有效值**U**等于该直流电压值。



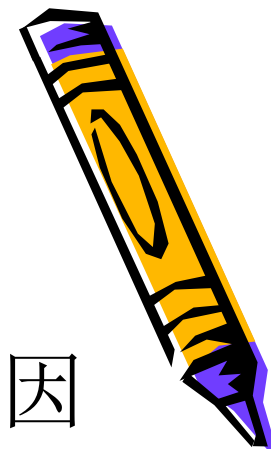
### 3. 交流电压量值相互转换

- ①波形因数 $K_F$ ;
- 电压的有效值与平均值之比称为波形因数 $K_F$ , 即

$$K_F = \frac{U}{\overline{U}}$$

- ②波峰因数 $K_P$
- 交流电压的峰值与有效值之比称为波峰因数 $K_P$ , 即

$$K_P = \frac{U_P}{U}$$



# 几种典型的交流电压波形参数



序号	名称	波形因数 $K_F$	波峰因数 $K_P$	有效值	平均值
1	正弦波	1.11	1.414	$U_P / \sqrt{2}$	$2U_P / \pi$
2	三角波	1.15	1.73	$U_P / \sqrt{3}$	$U_P / 2$
3	锯齿波	1.15	1.73	$U_P / \sqrt{3}$	$U_P / 2$
4	方波	1	1	$U_P$	$U_P$
5	白噪声	1.25	3	$\frac{1}{3} U_P$	$U_P / 3.75$



## 4. 常用电压测量仪器

- 有模拟式电压表和数字式电压表两种类型
- ①模拟式电压表
- 一般是指“指针式电压表”，它把被测电压加到磁电式电流表，转换成指针偏转角度 $\alpha$ 的大小来度量。包括模拟万用表和电子电压表。另一种模拟测量是把被测量电压变换成图形高度来测量的仪表，如示波器等。



## ②数字式电压表

- 是指把被测电压的数值通过数字技术，变换成数字量，然后用数码管以十进制数字显示被测量电压值。
- 数字式电压表具有高精度、量程宽、显示位数多、分辨率高、易于实现测量自动化等优点，在电压测量中也占据了越来越重要的地位。



## 二、数字式多用表

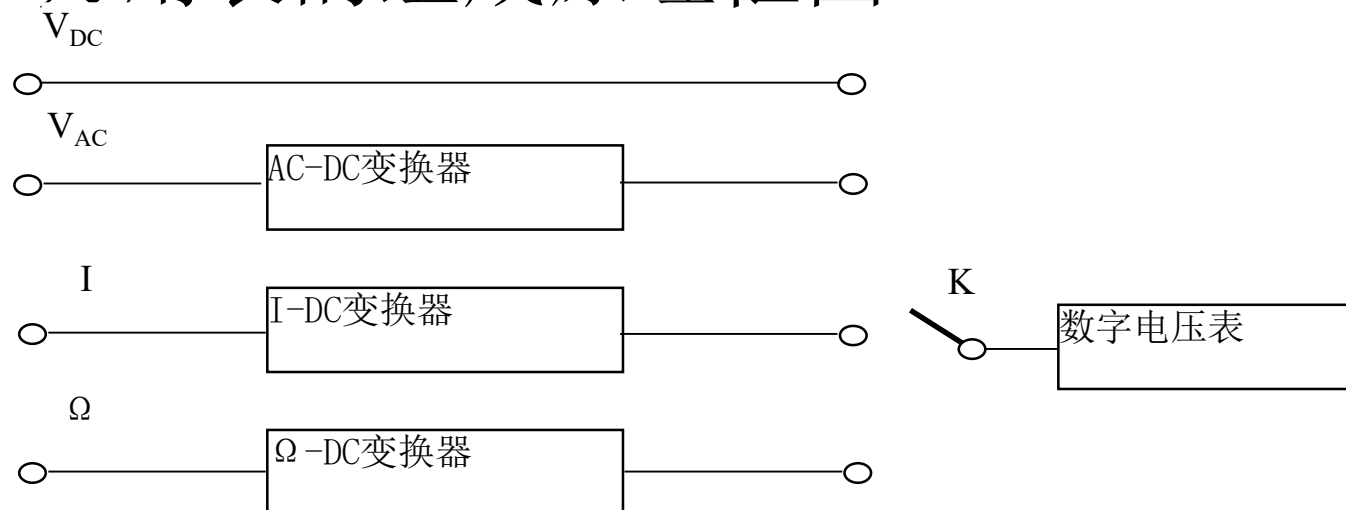
数字万用表DMM ——

(Digital Multimeter)，又称数字多用表.是一种多用途、多量程的电工仪表，它实际上是在直流数字电压表DVM的基础上增加了一些转换器而构成。

用途:它不但可以测量交直流电压、交直流电流和电阻，而且还可以测量电容及信号频率、判断电路的通断等。



- 数字万用表的组成原理框图

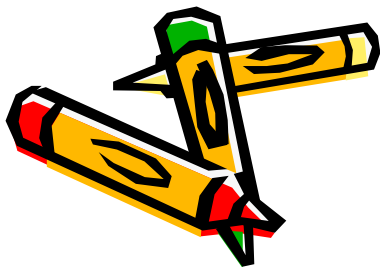


图数字多用表的框图

- 整个电路主要由数字电压表**DVM**和交流电压/直流电压 (**AC/DC**) 转换器、电流/直流电压 (**I/DC**) 转换器、电阻/直流电压 ( **$\Omega$ /DC**) 转换器等组成。



- 数字万用表的基本测量原理:
- 在测量时先把被测量通过不同的转换器转换成直流电压, 然后再用数字电压表进行电压测量, 从而得到被测量的数值.
- 因此说**DMM**的核心是直流数字电压表**DVM**。





# 直流数字电压表DVM

- DVM (Digital Voltmeter) 的测量过程是利用A/D (模/数) 变换器将被测的模拟电压变换成相应的数字量, 然后通过电子计数器计数, 最后把被测电压值以十进制数字形式直接显示在显示器上。



# 数字电压表的分类

- 根据模/数转换器(A/D)的转换原理不同, 可把数字电压表分为
  - 1. 斜坡式数字电压表:  $U-T$ 变换
  - 2. 双积分式数字电压表:  $U-T$ 变换
  - 3. 比较式数字电压表: 大者弃、小者留
  - 4. 复合式数字电压表:  $U-T$ 和 $U-F$



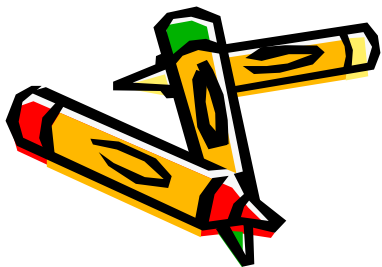
# 数字电压表的主要技术指标

1/2位、3/4位、完整位、半位

- 1. 测量范围
- (1) 显示位数：指能显示0~9共十个完整数码的显示器的位数。
- 能显示0~9十个完整数码的显示器的位数称为完整位或满位，否则称为不完整位，不完整位通常是最高位。
- 首位只能显示“1”或“0”，是不完整位，称之为1/2位或半位。



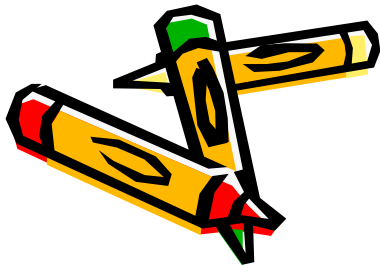
- (2) 量程的范围
- 指测量电压范围的上限值与下限值之差，包括基本量程和扩展量程。
- 未经衰减器和放大器的量程称为基本里程，如**1V**或**10V**，也有的为**2V**或**5V**，基本量程的测量误差最小；扩展量程是借助于衰减器和输入放大器的适当配合来完成量程扩大的。



- (3) 超量程能力
- 指数数字电压表所能测量的最大电压超出量程值的能力。**DVM**有无超量程能力，要根据它的量程分档情况和能够测量的最大电压情况来决定，其计算公式为：

$$\text{超量程能力} = \frac{\text{能测量出的最大电压} - \text{量程值}}{\text{量程值}} \times 100\%$$

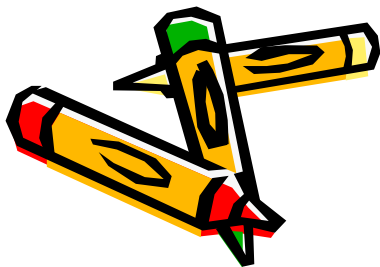
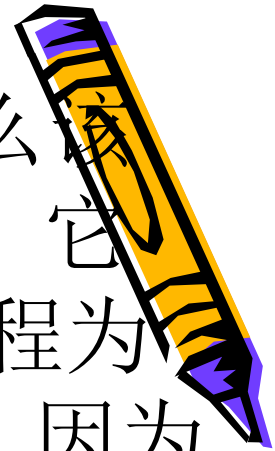
- $\frac{1}{2}$ 位和基本量程结合起来，能说明**DVM**有无超量程能力。



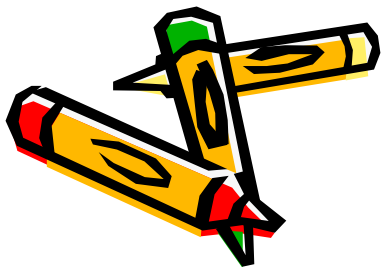
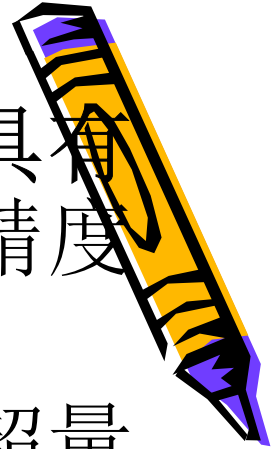
例如：某 $3\frac{1}{2}$ 位DVM基本量程为1V，那么该DVM具有超量程能力，因为在1V挡上，它的最大显示为1.999V。而对于基本量程为2V的DVM，它就不具备超量程能力，因为它在2V挡上的最大显示仍是1.999V。

最高位只能取0~5的位称为 $\frac{3}{4}$ 位。

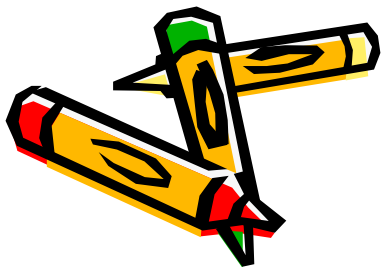
$5\frac{3}{4}$ 位DVM指数数字电压表的最大显示为599 999。



- 当被测电压超过满量程时，若DVM具有超量程能力，则测量结果不会降低精度和分辨率。
- 例如：被测电压13.04V,如果使用无超量程能力的3位DVM，则须使用100V量程挡，显示13.0V，测量结果的最低位舍掉了，精度降低了；如果使用有超量程能力的三位DVM，即3½位DVM，则仍可使用10V挡测量，显示结果为13.04V。

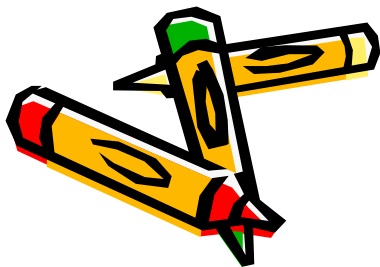


- 2. 分辨率——即灵敏度
- 指DVM能够显示被测电压的最小变化值，即最小量程时显示器末位跳一个字所需的最小输入电压。
- 在不同的量程上分辨率是不同的，最小量程的分辨率是最高的。
- 例如DT-890型DVM为三位半电压表，在最小量程200mV上满度值为199.9mV，则其分辨率为0.1mV。

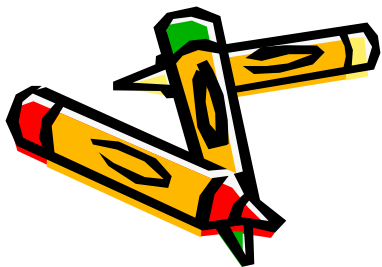




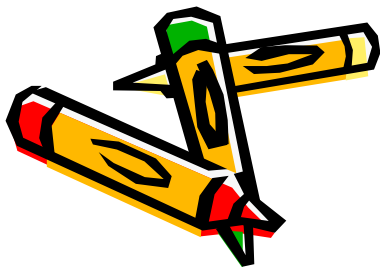
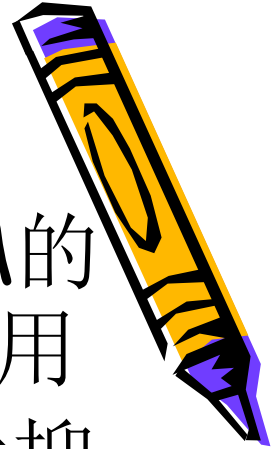
- 3. 测量速率
- 指每秒钟对被测电压的测量次数，或者完成一次测量所需的时间。
- 主要取决于**A/D**变换器的变换速度，  
由比较式**A/D**变换器构成的**DVM**测速较快，由积分式**A/D**变换器构成的**DVM**测速较慢。



- 4. 输入特性
- 包括输入阻抗和输入零电流。
- 直流测量时,DVM输入阻抗 $R_i$ 在 $10\text{M}\Omega \sim 1000\text{M}\Omega$ 之间。
- 交流测量时,DVM输入阻抗用 $R_i \parallel C_i$ 表示, $C_i$ 一般在几十~几百pF之间。
- 输入零电流: 是指未加入信号时,DVM输入端短路时产生的电流。



- 5. 抗干扰能力
- 根据干扰信号的加入方式不同，DVM的干扰分为串模干扰和共模干扰。通常用串模干扰抑制比（**SMR**）和共模干扰抑制比（**CMR**）来表征。
- 干扰抑制比的数值越大，表明数字电压表抑制干扰的能力就越强。
- 一般串模干扰抑制比可达50~90dB，
- 共模干扰抑制比可达80~150dB。



## • 6. 固有误差和工作误差

固有误差主要是读数误差和 满度误差。

$$\Delta U = \pm(\alpha \% \cdot U_x + \beta \% \cdot U_m)$$

• 式中：  $\alpha$  ——误差的相对项系数

$\beta$  ——误差的固定项系数

$U_x$  ——被测电压读数

$U_m$  ——DVM量程的满度值

工作误差是指在额定工作条件下的误差，  
通常也用绝对误差的形式表示。



- 例5. 3 某四位半数字电压表在2V量程上测得电压1.2V，已知2V量程的固有误差为 $\pm(0.05\% \cdot U_x + 0.01\% \cdot U_m)V$ ，试求由于固有误差产生的测量误差？

- 解：根据公式可得

- $$\begin{aligned}\Delta U &= \pm(0.05\% \cdot U_x + 0.01\% \cdot U_m) \\ &= \pm 0.05\% \times 1.2 \pm 0.01\% \times 2 \\ &= \pm 0.0008V\end{aligned}$$



# 数字电压表的工作原理

- 1. 数字电压表的组成

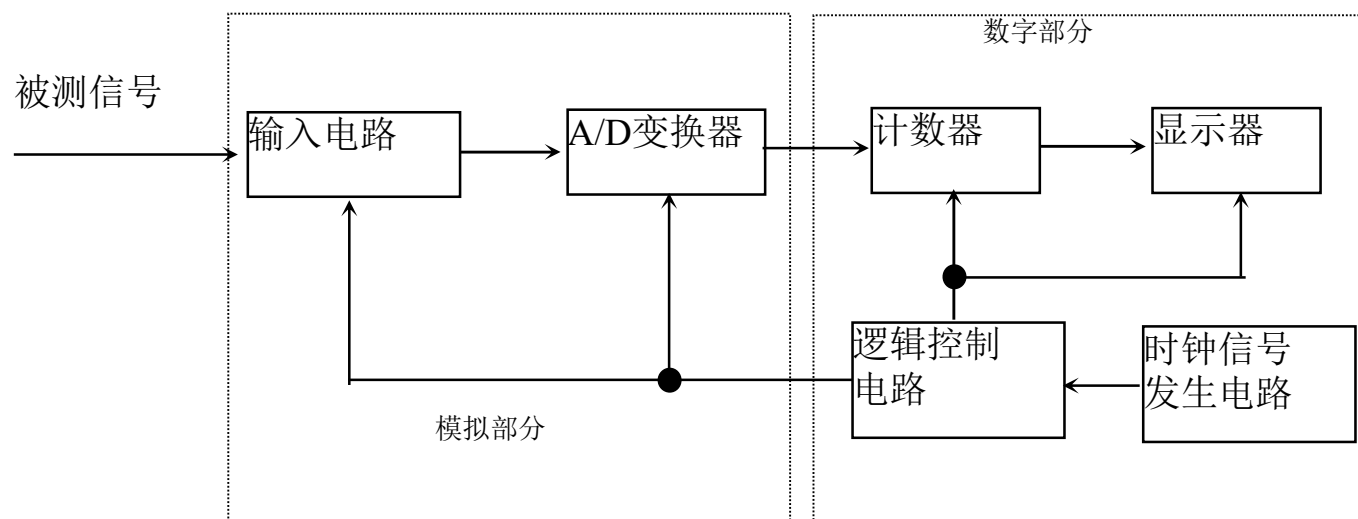


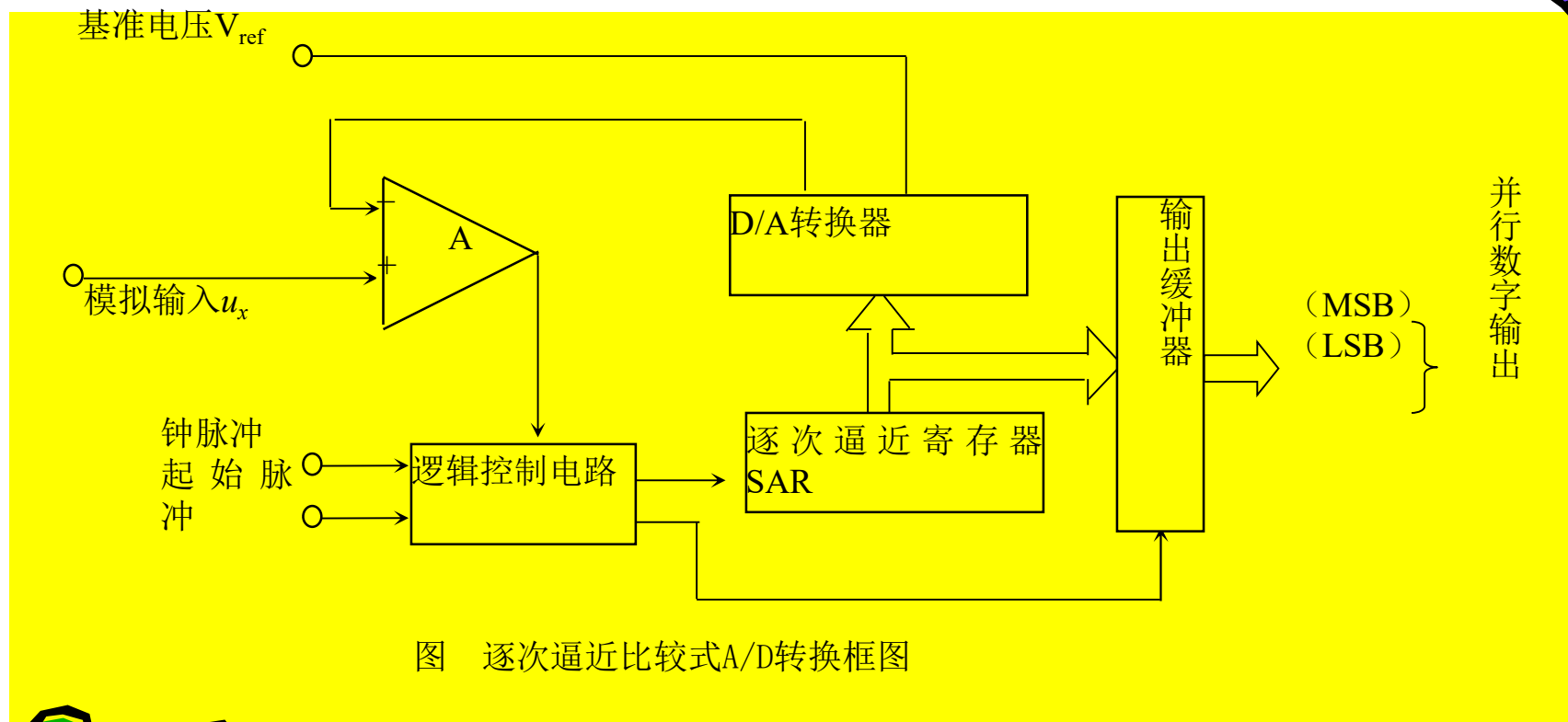
图 数字电压表的组成框图

- DVM的核心是A/D转换器。



## 2. 逐次逼近比较式DVM的基本原理

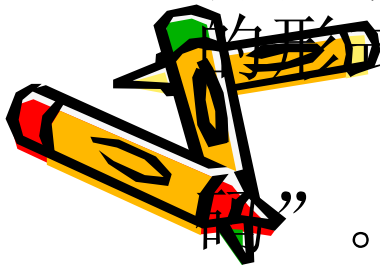
### (1) 电路组成框图



## (2) 工作原理——属于直接式A/D转换。

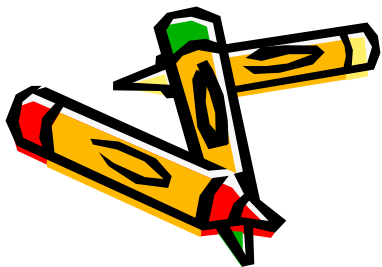
- 基本原理是用被测电压和一个可变的基准电压按照“大者弃、小者留”的原则逐次进行比较，直至逼近得出被测电压值。 具体操作见后边的例子
- 工作过程类似于天平称量物体质量，图中的电压比较器相当于天平，被测模拟电压相当于物体，基准电压 $U_{ref}$ 相当于砝码。
- 在时钟脉冲作用下，SAR提供代表不同基准电压的基准码，并通过D/A变换器输出可变的基准电压，后者加到电压比较器与 $U_x$ 相比较，根据“大者弃、小者留”，比较器有不同的高低电平输出，该输出用以确认逐次逼近寄存器的各位数码是“留码”还是“去码”，通常以“1”

“留码”，以“0”的形式记录“去





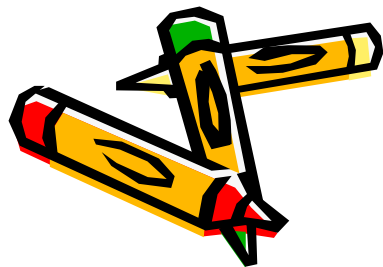
- 被测电压和可变基准电压的比较过程是从最高位开始，当逐次逼近寄存器输出的编码从大到小变化时，**D/A**变换器也随之输出从大到小的基准电压，根据比较结果逐次减小寄存器的数值，使输出的基准电压与被测电压逼近直至相等。最后逐次逼近寄存器输出的二进制编码对应于 **$U_x$** 的大小，以并行的形式送至译码器、显示器来显示被测结果。



- 举例：设被测电压  $U_x = 3.285V$ ，逐次逼近寄存器和D/A变换器都为6位，基准电压  $U_{ref} = 10V$ 。
- 解：最后输出010101，显示3.281V
- 由于D/A变换器输出的基准电压是量化的，因此经变换后显示的数值3.281V比实际电压值低0.004V，这就是A/D变换的量化误差。
- 减小量化误差的方法是增加比较次数，即增加逐次比较式A/D变换器的位数。

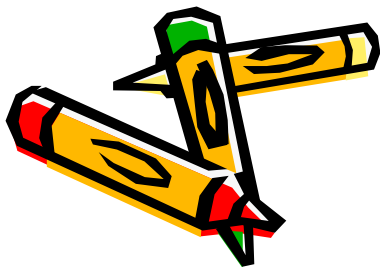
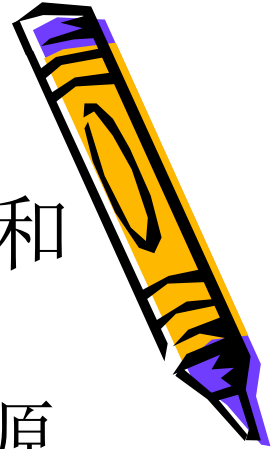
目前常见的集成逐次比较式A/D变换器有8位、10位及12位等几种形式。

最终输出010101，即3.28125V（实际显示结果由数码管位数决定）



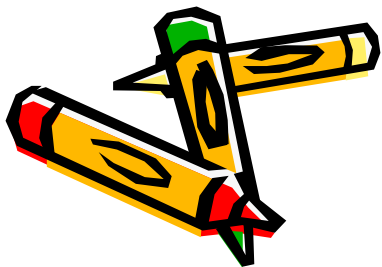
DA输出(100000) <sub>2</sub> =32 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 32 / 64 = 5V$ ，	比较器输出0
DA输出(010000) <sub>2</sub> =16 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 16 / 64 = 2.5V$ ，	比较器输出1
DA输出(011000) <sub>2</sub> =24 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 24 / 64 = 3.75V$ ，	比较器输出0
DA输出(010100) <sub>2</sub> =20 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 20 / 64 = 3.125V$ ，	比较器输出1
DA输出(010110) <sub>2</sub> =22 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 22 / 64 = 3.4375V$ ，	比较器输出0
DA输出(010101) <sub>2</sub> =21 <sub>10</sub> ，即 $10 \times 21 / 64 = 3.28125V$ ，	比较器输出1

- (3) 工作特点
  - 1) 测量速度快。取决于时钟脉冲频率和逐次逼近寄存器的位数。
  - 2) 测量精度高。精度决定于基准电压源和电压比较器，并且还与D/A变换器的位数有关。
  - 3) 抗串模干扰能力差。因为比较器输入的是被测电压的瞬时值，而不是平均值，所以外界任何干扰电压的串入都会影响测量结果。



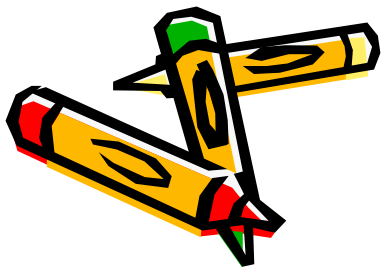
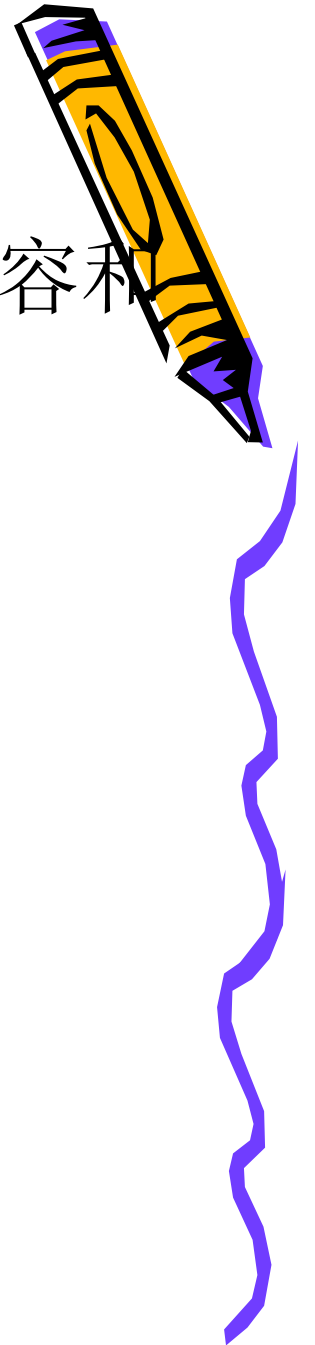
### 3. 双积分式DVM基本原理

- 双积分型A/D转换器是在V-T变换型中用得最多的A/D转换器。
- V-T变换原理是用积分器将被测电压转换为时间间隔，然后用电子计数器在此间隔内累计脉冲数，数字显示测量结果，计数的结果就是正比于输入模拟电压的数字信号。



- (1) 电路模型
- 实际上是一个线性的积分器，利用电容和运算放大器获得线性的充放电电压。

$$u_o = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} u_x dt$$



- (2) 工作原理
- 原理是对 $U_x$ 的一次测量需要先后进行两次积分才能完成，即首先对被测电压在采样时间 $T_1$ 内进行**定时积分**，然后对基准电压进行反向**定值积分**。通过两次积分的比较，将被测电压变换成与之成正比的时间间隔。



# 电路组成框图

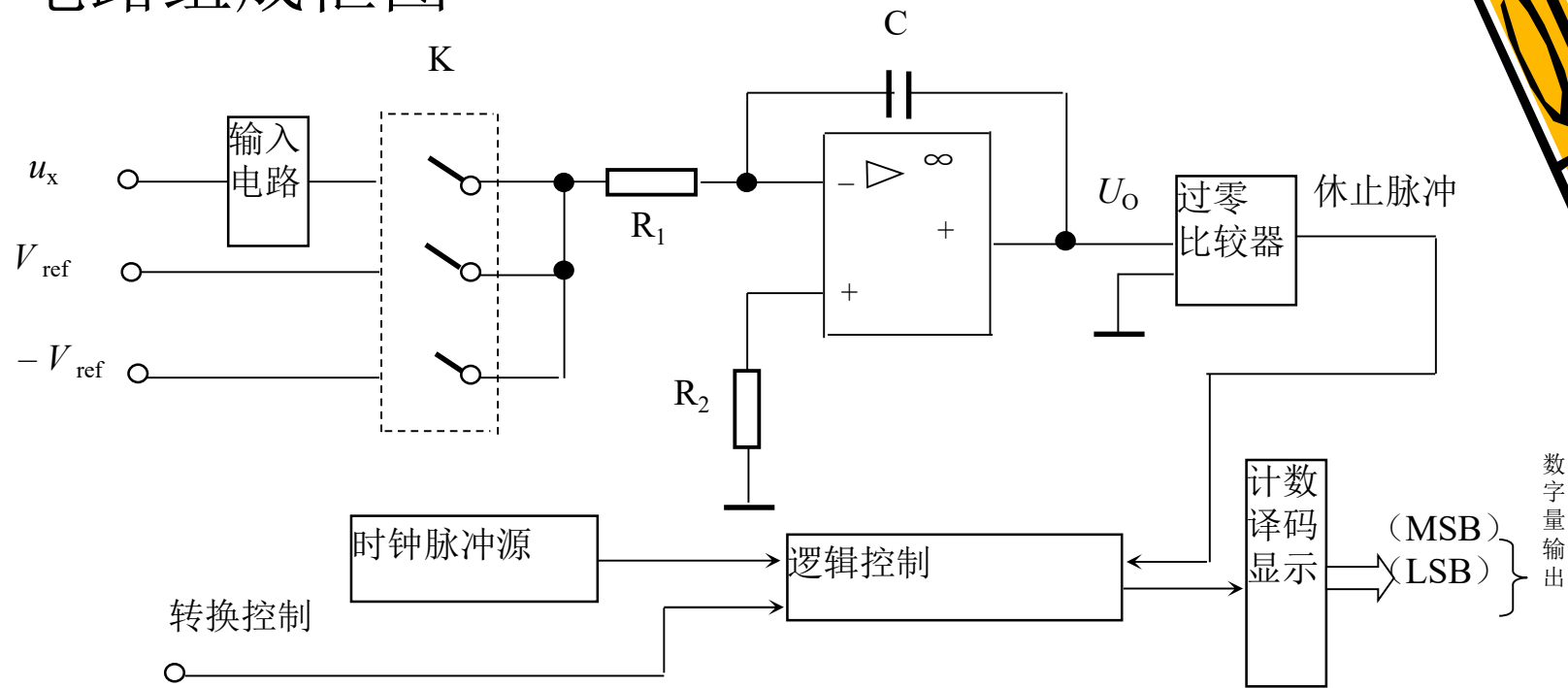
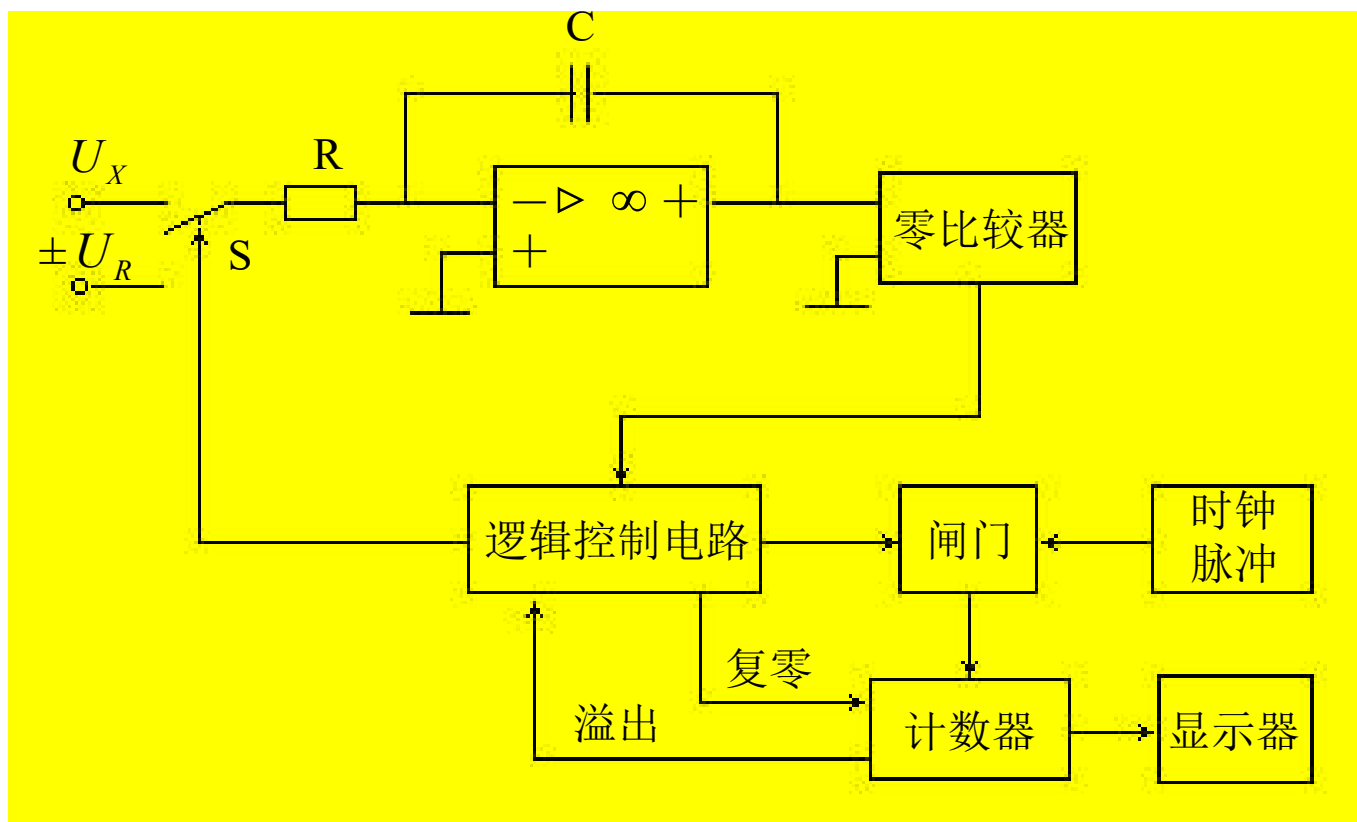


图 双积分型A/D转换器的原理框图

- 由积分器、零比较器、逻辑控制电路、计数显示电路、电子开关和基准电压源等组成。



- 双积分式A/D变换器的工作过程分为准备、采样和比较阶段。





- 1) **准备阶段** ( $t_0 \sim t_1$ ) : 积分器输入电压为零, 使输出电压也为零, 计数器复零.
- 2) **采样阶段** ( $t_1 \sim t_2$ ) : 即定时积分阶段.

在 $t_1$ 时刻, 逻辑控制电路使开关S接通 $U_x$ , 积分器开始对 $U_x$ 积分, 设 $U_x > 0$ , 则积分器输出电压线性递减, 反之线性递增。

至 $t_2$ 时刻, 即计数器计数达到最大容量 $N_1$ 时, 计数器输出溢出信号, 逻辑控制电路使开关S断开、关闭闸门、计数器复零。



- 在 $t_2$ 时刻积分器的输出电压为：

$$U_{01} = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} U_X dt = -\frac{1}{RC} U_X T_1$$

- $T_1 = t_2 - t_1$  为定时采样时间
- 3) **比较阶段** ( $t_2 \sim t_3$ ) : 在 $t_2$ 时刻，控制电路使开关S接通与 $U_X$ 极性相反的基准电压 $U_R$ ，积分器开始对 $U_R$ 反向积分，其输出电压从 $U_{01}$ 反向逐渐增大、趋向于零。同时，控制电路使闸门打开，计数器对时钟脉冲进行计数。当积分器输出电压等于零时，即 $t_3$ 时刻，零比较器输出信号给控制电路使开关S断开，关闭闸门，计数器停止计数，并将计数结果（设计数值为 $N_2$ ）送至显示器显示。



- 在 $t_3$ 时刻，积分器的输出电压为零，此时有：

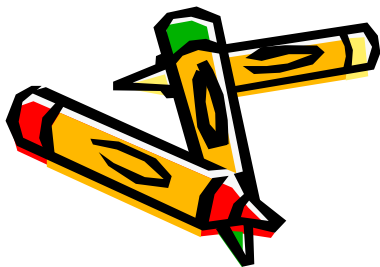
- $$U_{02} = U_{01} + \left( -\frac{1}{RC} \int_{t_2}^{t_3} (-U_R) dt \right) = 0$$

- 即：
$$U_{02} = U_{01} + \frac{U_R}{RC} T_2 = 0$$

- 式中， $T_2 = t_3 - t_2$ 为比较时间。

- 经推导，得 
$$T_2 = \frac{T_1}{U_R} U_X \quad \text{或} \quad U_X = \frac{U_R}{T_1} T_2$$

- 由上式可知， $U_R$ 、 $T_1$ 均为定值，所以被测电压 $U_X$ 与比较时间 $T_2$ 成正比。

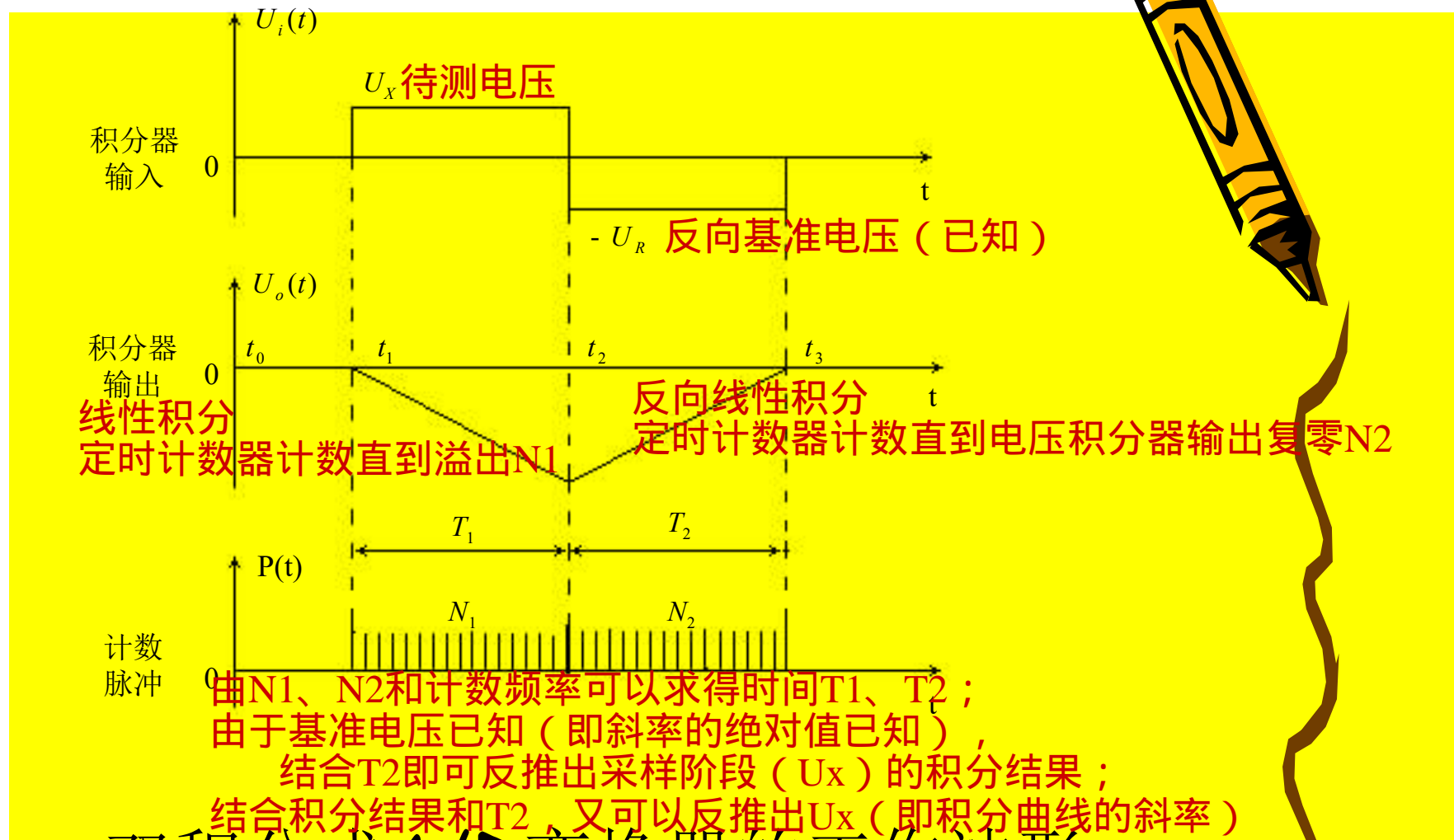


- 由于计数器是对同一时钟脉冲进行计数，则有： $T_1 = N_1 T_0$ ， $T_2 = N_2 T_0$ （ $T_0$ 为时钟脉冲周期），代入上式可得：

$$N_2 = \frac{N_1}{U_R} U_X$$

- 或 
$$U_X = \frac{U_R}{N_1} N_2$$
- $U_R$ 为定值， $N_1$ 为计数器的最大计数容量，也为定值，所以被测电压 $U_X$ 与计数值 $N_2$ 成正比。





## 双积分式A/D变换器的工作波形

- (3) 工作特点。

- 1) 在测量过程中，需要通过两次积分将  $U_x$  变换为与之成正比的时间间隔，所以双积分式 A/D 变换器属于 **V-T 变换式**

即通过时间来表征电压值

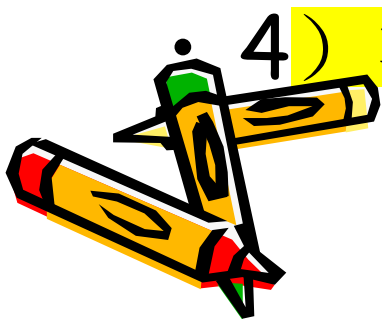
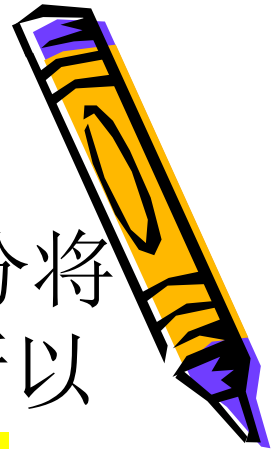
- 2) **测量准确度高**。双积分式 A/D 变换器的准确度主要取决于基准电压的准确度和稳定度，而与  $R$ 、 $C$ 、 $T_0$  无关，因而准确度高。

- 3) **抗干扰能力强**。

相对于逐次逼近法的优点

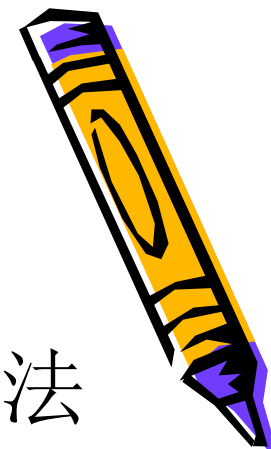
- 4) **测量速度慢**。

相对于主次逼近法的缺点

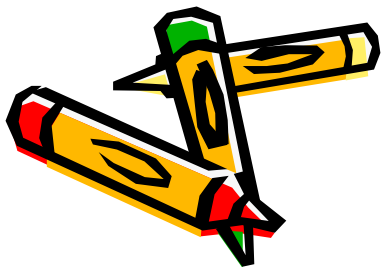
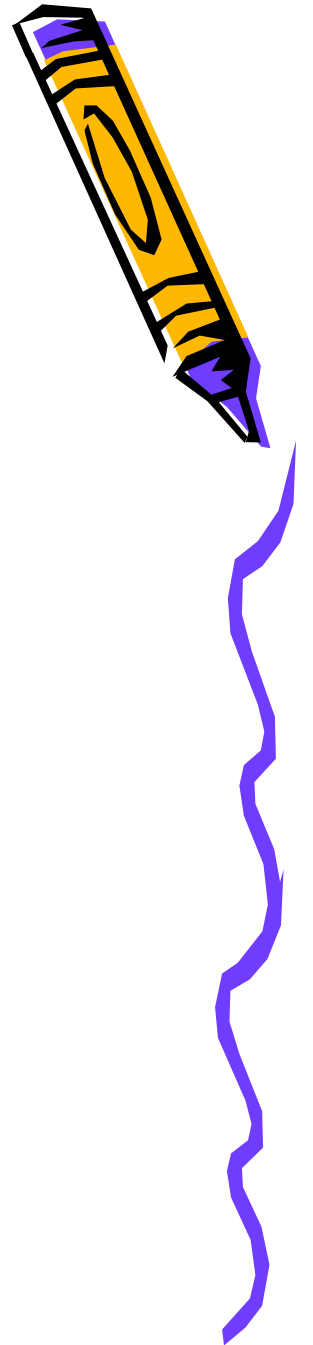


# 电压测量的应用

- 直流电压的测量
- 直流电压的测量一般可采用直接测量法和间接测量法两种。
- 直接测量法测量时，将电压表直接并联在被测支路的两端，如果电压表的内阻为无限大，则电压表的示值即是被测支路两点间的电压值；
- 间接测量法则是先分别测量两端点的对地电位，然后求两点的电位差，差值即为要测量的电压值。



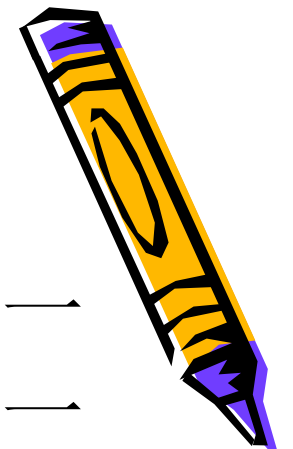
- 1. 用数字式万用表测量直流电压
- 2. 用模拟式万用表测量直流电压
- 3. 用零示法测量直流电压
- 4. 用电子电压表测量直流电压
- 5. 用示波器测量直流电压
- 6. 微安法测量直流电压
- 7. 含交流成分的直流电压的测量





# 交流电压的测量

- 交流电压的测量一般可分为两大类，一类是具有一定内阻的交流信号源，另一类是电路中任意一点对地的交流电压。
- 交流电压的常用测量方法有电压表法和示波器法。



# 交流电压表法

- 交流电压表分为模拟式与数字式两大类。不论是模拟式还是数字式交流电压表，测量交流电压时都是先将交流电压经过检波器转换成直流电压后再进行测量。
- ① 模拟式万用表测量交流电压
- ② 示波器测量交流电压



# 分贝的测量

- 1. 电平的概念
- “电平”是指两功率或电压之比的对数，有时也可用来表示两电流之比的对数，其单位为贝尔（**Bel**）。常用贝尔的十分之一作为其单位，称为分贝，用**dB**表示。
- 电平概念主要用于某些通信系统、电声系统以及噪声测试系统中。
- 常用的电平有功率电平和电压电平两类，它们各自又可分为绝对电平和相对电平两种。



- (1)绝对功率电平 $L_p$ : 以 $600\ \Omega$ 电阻上消耗 $1\text{mW}$ 的功率作为基准功率 $P_0$ , 任意功率 $P_x$ 与基准功率 $P_0$ 之比的对数称为绝对功率电平, 表达式为:

$$L_p = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} (\text{dB})$$

- 当 $P_x = 1\text{mW}$ 时,  $L_p = 0\text{dB}$ , 称为零功率电平; 当 $P_x > 1\text{mW}$ 时,  $L_p$ 为正值;  
当 $P_x < 1\text{mW}$ 时,  $L_p$ 为负值。



- (2) 相对功率电平  $L'_p$ : 任意两功率之比的对数称为相对功率电平, 表达式为:

$$L'_p = 10 \lg \frac{P_A}{P_B} (dB)$$

- 3) 相对功率电平与绝对功率电平之间的关系

$$L'_p = 10 \lg \frac{P_A}{P_B} = 10 \lg \frac{P_A}{P_0} \times \frac{P_0}{P_B} = (L_{PA} - L_{PB}) dB$$

- 可以看出, 相对功率电平是两绝对功率电平之差。



- (4)绝对电压电平 $L_U$ : 当 $600\ \Omega$ 电阻上消耗 $1\text{mW}$ 的功率时,  $600\ \Omega$ 电阻两端的电位差为 $0.775\text{V}$ , 此电位差称为基准电压。任意两点间电压 $U_x$ 与基准电压之比的对数称为该电压的绝对电压电平, 表达式为:

- 当 $U_x = 0.775\text{V}$ 时,  $L_U = 20 \lg \frac{U_x}{0.775} (\text{dB}) = 0\text{dB}$ , 称为零电压电平; 当 $U_x > 0.775\text{V}$ 时,  $L_U$ 为正电平; 当 $U_x < 0.775\text{V}$ 时,  $L_U$ 为负电平。



- (5) 相对电压电平  $L'_U$ : 任意两电压之比的对数称为相对电压电平, 表达式为:

$$L'_U = 20 \lg \frac{U_A}{U_B} (dB)$$

- (6) 绝对电压电平与相对电压电平的关系

$$L'_U = 20 \lg \frac{U_A}{U_B} = 20 \lg \frac{U_A}{0.775} \times \frac{0.775}{U_B} = (L_{UA} - L_{UB}) dB$$

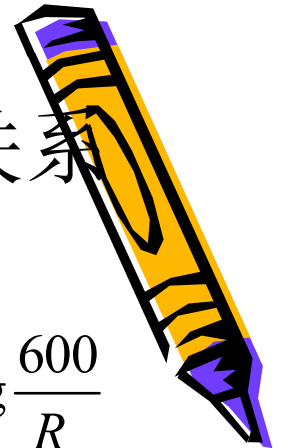
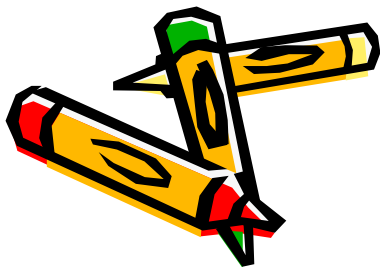
- 可以看出, 相对电压电平是绝对电压电平之差。



- (7)绝对电压电平与绝对功率电平的关系

$$L_P = 10\lg \frac{P_x}{P_0} = 10\lg \frac{\frac{U_x^2}{R_x}}{\frac{(0.775)^2}{600}} = 10\lg \left( \frac{U_x}{0.775} \right)^2 + 10\lg \frac{600}{R_x} = L_U + 10\lg \frac{600}{R_x}$$

- 由上式可见，当 $R_x = 600 \Omega$ 时，电阻 $R_x$ 上的绝对功率电平等于它的绝对电压电平，而当 $R_x \neq 600 \Omega$ 时，电阻 $R_x$ 的绝对功率电平不等于它的绝对电压电平，而相差 $10\lg(600/R_x)$ 。





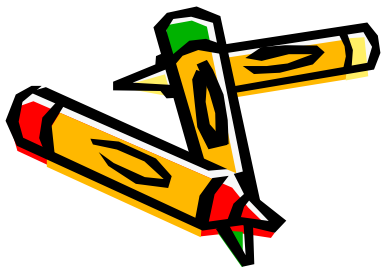
## 2. 采用电平概念的意义

- 如希望同时显示一组幅值很大和幅值很小的信号，而使用分贝作为单位，可以把大范围内的幅值压缩到较小的范围。这样，就可同时看到最大值和最小值的的所有振幅。



### 3. 电平与电压的关系

- 电平的测量实际上也是电压的测量。任何一块电压表都可以作为测量电压电平的电平表，只是表盘的刻度不同而已。电平表和交流电压表上**dB**刻度线都是按绝对电压电平刻度，要注意的是电平刻度是以**1mW**功率消耗于**600  $\Omega$** 电阻为零分贝进行计算的，即 **$0\text{dB}=0.775\text{V}$** 。



## 4. 分贝的测量方法和刻度

- 分贝测量实质上是交流电压的测量，与电压表不同的只是电表的读数是以分贝（dB）刻度。
- 当  $UX > 0.775V$  时，测得电平值为正；  
当  $UX < 0.775V$  时，测得电平值为负。
- 应注意的是，表盘上的分贝值对应的是基本电压量程上的电压值。当使用电压表的其他挡测量时，表盘上指示的分贝值应再加上换挡的附加分贝值，才是实际所测得的电平值。



- 电平量程的扩大实质上也是电压量程的扩大，只不过由于电平与电压之间是对数关系，因而当电压量程扩大***N***倍时，由电平定义可知

$$L_U = 20 \lg \frac{NU_x}{0.775} = 20 \lg \frac{U_x}{0.775} + 20 \lg N$$

- 即：电平增加 **$20 \lg N$** ，也就是附加分贝值.
- 电平量程的扩大，可以通过相应的交流电压表量程的扩大来实现，其实际测量值应为表头指示分贝数再加上一个附加分贝值.

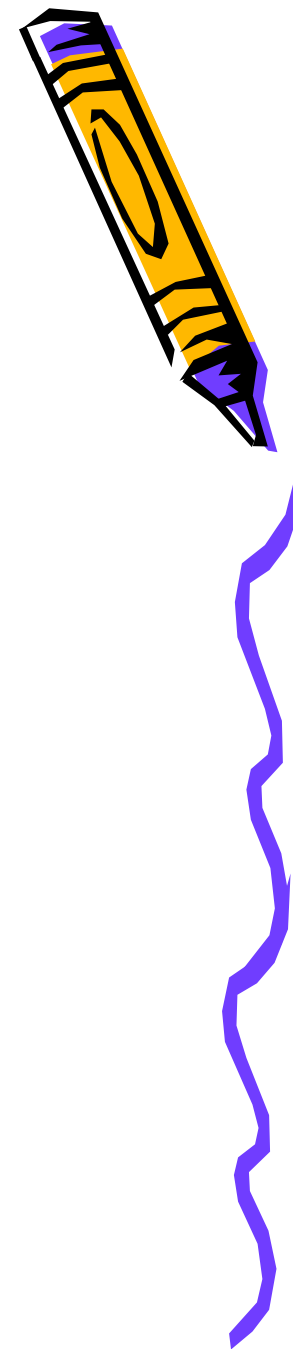


- 附加分贝值的大小由电压量程的扩大倍数来决定。
- 例如**YB2172**型晶体管毫伏表的电平刻度是以交流**1V**档的电压来刻度的，只有一条分贝刻度线，当量程扩大为**3V**、**10V**、**30V**、**100V**、**300V**时，附加分贝值分别为**10 dB**、**20 dB**、**30 dB**、**40 dB**和**50dB**。当量程缩小为**300mV**、**100mV**、**30mV**、**10mV**、**3mV**和**1mV**时，附加分贝值分别为**-10 dB**、**-20 dB**、**-30 dB**、**-40 dB**、**-50dB**和**-60dB**。

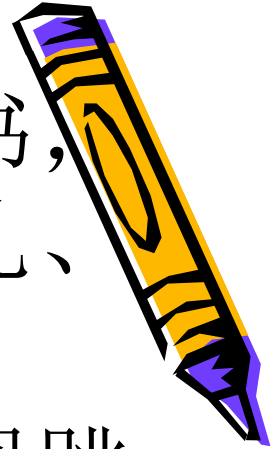


# DT890B+数字万用表的使用

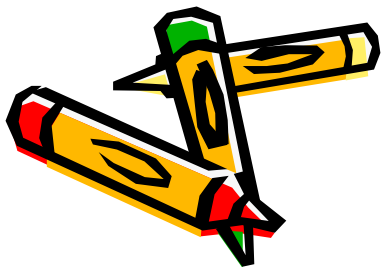
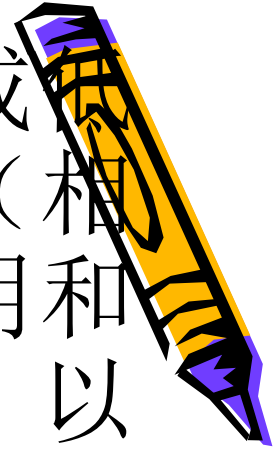
- 面板构造
  - ① 电源开关
  - ② LCD显示器
  - ③  $h_{FE}$ 测试插座
  - ④ 功能和量程转换开关
  - ⑤ 10A电流测试插口
  - ⑥ 电压和电阻测试插口
  - ⑦ 公共插口
  - ⑧ 电流测试插口
  - ⑨ 电容测试插口



- (1) 使用前认真阅读使用说明书,熟悉面板上各开关、按键、插孔、旋钮等功能及操作方法。
- (2) DMM在开始测量时会出现跳数现象,应等显示值稳定后再读数,否则会有误差。
- (3) 使用时要防止出现操作上的失误(例如误用电流挡去测量电压),以免打坏仪表。在测量前,必须仔细核对量程开关或按键位置,检查无误后才能实际测量。



- （4）不允许在高温度( $>40^{\circ}\text{C}$ )或低温度( $<0^{\circ}\text{C}$ )、强光、高湿度（相对湿度 $>80\%$ ）等恶劣条件下使用和存放数字电压表和数字多用表，以免损坏液晶显示器和其它部件。
- （5）测量交流电压时，应当用黑表笔（COM端）去接触被测电压接近0电位端（仪表公共接地点或机壳）以消除仪表对地分布电容的影响，减少误差。

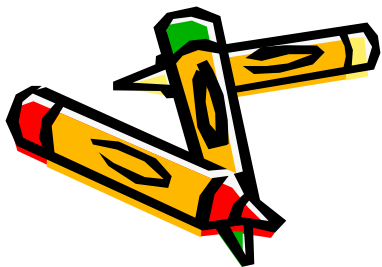




- (6) 严禁在被测电路带电情况下测量电阻，决不允许测量电源的内阻，会烧坏仪表。
- (7) 严禁在测量高压（220V以上）或大电流（0.5A以上）时拨动量程开关，防止触点产生电弧，烧坏开关触点。



- (8) 在电阻挡，检测二极管、检查线路通、断时，红表笔接“V、 $\Omega$ ”插孔，带正电；黑表笔接“COM”插孔，带负电，这与指针式电压表正好相反，因此如果利用数字电压表或数字多用表测量带有极性的元件，如晶体管、电解电容等，特别注意表笔的极性。
- (9) 使用时一般手握表笔操作，手不要接触表笔的金属部分，以保证安全和测量准确。



- （10）将电源开关拨至“ON”位置，液晶若不显示任何数字时，检查电池是否失效，显示低电压符号应及时更换新电池。
- （11）为了延长电池的使用寿命，每次使用完仪表应将开关拨到“OFF”位置。长期不使用时应将电池取出。防止因电池漏液腐蚀电路板。

