

# 電子儀表講義

## 第一回

502380-1



社團  
法人  
考友社

考友社

出版  
發行

# 電子儀表講義 第一回



第一講 基礎知識.....	1
命題大綱.....	1
重點整理.....	2
一、測量與誤差之基本概念.....	2
二、電子電表.....	14
精選試題.....	16

# 第一講 基礎知識



命題大綱

## 一、測量與誤差之基本概念

- (一)單位
- (二)標準
- (三)測量之定義
- (四)測量中常用術語
- (五)測量之方法
- (六)誤差之定義與分類
- (七)誤差之校正
- (八)有效數字
- (九)統計分析

## 二、電子電表

- (一)基本概念
- (二)基本結構
- (三)依據之原理
- (四)電子電表之分類
- (五)電子儀表之未來趨勢


**重點整理**


## 一、測量與誤差之基本概念

### (一)單位：

單位為每一種類的物理量的標準測量，常分為基本單位與導出單位。基本單位是獨立的，不能以其他的物理量來定義之，基本單位的數目，是對所有的物理量有一致和明確的描述時，所需的最少數目，在物理學中常視長度、時間和質量為基本量，而定出其單位是為基本單位。可以用基本單位來表示的單位，稱為導出單位，如面積、加速度等之單位為導出單位。到現在為止實用的各種單位系統已由國際度量衡總會加以統一而成為 SI 單位系統（國際單位系統）（System International Units），此系統依米-千克-秒（MKS）制，導出實用的單位系統，而有七個基本單位與二個輔助單位，由這些基本單位將可導出組立的單位，也稱為導出單位。表一為 SI 之基本單位，表二為 SI 之輔助單位，表三為 SI 單位之 10 的整數值次方作為 SI 單位的詞頭，表四為實用電學單位的定義。

表一 SI 之基本單位

量	單位的名稱	符號	定義
長度	米 (公尺)	m	1 米是光在真空中經過一秒所行進距離的 299792458 分一
質量	千克	kg	1kg 是直徑、高均為 39mm 之白金與鈦合金製成之圓柱型國際原器的質量。
時間	秒	s	1 秒是由銫 (cesium) 133 原子頻率標準器所得到的，以銫 133 原子在標準狀態下的兩個超微細位準間以對應遷移放射 9192631770 個週期所需的時間
電流	安培	A	1 安培是在真空中相距一米之兩根截面積極小之無限長平行導線的載流導體，當其取一米長的片段之間能產生 $2 \times 10^{-7}$ 牛頓排斥力時之電流量
熱力學溫度	凱氏溫度 (K)	K	1K 是水的三重點（水、冰、水蒸汽之共存狀態）之熱力學溫度的 273.16 分之 1 的溫度

克分子量	莫爾 (mole)	mole	1 莫爾是與 0.012kg 的炭 12 所擁有之原子數相等之構成元素（原子、分子、離子與電子等粒子或這類粒子特定集合體）所含之克分子量
光度	燭光 (candela)	cd	1 燭光是以頻率為 $540 \times 10^{12}$ Hz 之單色光定向照射在一個球面度之放射強度的 6B3 分之 1 瓦特之光源所照射的光度

表二 SI 之輔助單位

量	單位之名稱	符號	定義
平面角	弧度	rad	在圓周上取與半徑等長的弧長所對應之圖心角即為一個弧度，或稱為輕度
立體角	立體弧度 (立體輕度)	sr	以球心為頂點，向球半徑處之球面取邊長為半徑之正方形面積所對應之球面角為一個立體弧度

表三 SI 單位之 10 的整數值次方作為 SI 單位的詞頭

SI 詞頭	符號	SI 詞頭	符號
Exa $10^{18}$	E	Deci $10^{-1}$	d
Petr $10^{15}$	P	Centi $10^{-2}$	c
Tera $10^{12}$	T	Milli $10^{-3}$	m
Giga $10^9$	G	Micro $10^{-6}$	$\mu$
Mega $10^6$	M	Nano $10^{-9}$	n
Kila $10^3$	k	Pico $10^{-12}$	p
Hecto $10^2$	h	Femto $10^{-15}$	f
Deca $10^1$	da	Atto $10^{-18}$	a

表四 實用電學單位

量	單位	符號	定義
電流	安培	A	1 安培是在真空中相距 1 米的兩樓無限長、無限細之載流導體，取其一公尺長的部份能產生 $2 \times 10^{-7}$ 牛頓的力之相當電流，在交流時，指其瞬時值的平方之一週平均值的平方根與上述相當功能者，也稱為均方根值
電壓	伏特	V	1 伏特指以一安培的定電流流經導體的二點間消耗-瓦特功率時，費兩點間之電壓，交流時是指其瞬時值的均方張值與直流等效者



### 一、標準的重要性為何？物質標準與原子標準之優缺點為何？

答：(1)有一定的標準來作為測定的參考，則在不同的地方所作的測定才能相互比較，若沒有標準時每個人所測定的值，將因基準不同而顯得毫無意義。

(2)物質標準會因時而異，且無法保證永久不變形，亦有可能遭到破壞或遺失，故目前的標準採用原子標準，因其有數高的準確度，且所有同種類的原子均相同，故其特佳不變，而原子的取得亦非常容易，所以現在秒與米兩種基本單位是用原子標準定出，而不採用原來的物質標準。

### 二、試以準確度及其應用說明國際標準與一級標準間之差異。

答：兩者有相同的準確度，但一級標準為各國的國家標準，存於各國的國家實驗室中，而國際標準則保存於國際度量衡局，且為求國際上的單位統一，各國之一級標準與國際局的國際標準須長年施行國際比較，再由國際比較表明各國間的差值，總合各國絕對測定的結果，施行單位修正。

### 三、何謂單位？何謂測量？何謂誤差？

答：(一)所謂「單位」是用來表示待測量的性質及大小。它通常可校區分成「基本單位」和「導出單位」等兩種。

(二)所謂「測定」即指利用儀表去量度某一未知量的數值。測量結果由數值和單位兩部份組成。

(三)所謂「誤差」是測量得到的測量值和真實值間的偏差。

誤差 (error) 可表示為：

$$\varepsilon = M - T$$

式中 M：測試值。

T：真實值。

### 四、誤差之分類，詳細解釋。

答：通常情況下誤差可分為理論誤差、人為誤差、系統誤差、混亂誤差。

(一)因理論所計算的數值，與真實值有差別者，稱為理論誤差。

(二)人為誤差主要係由測量者錯誤的讀取讀數或數據的錯誤記載等人為的疏忽所引起。此種誤差可能為任何的形式及大小，故無法以數學的方式來加以分析，為避免此誤差必須由測試人員細心地讀取和記錄讀數外，對待測的量再作兩三次或更多次的測量來加以消除。若以數位元顯示的指

示方式取代以指針指示的類比顯示方式，可使錯誤的讀取讀數之可能性消除或減低到最小的程度。

- (三)此類誤差為由某一定規則關係所產生的，如果明瞭誤差之原因，可以預先加以消除或事後加以校正。其已知的原因大概可分為儀表及環境之影響兩方面。
- (四)在消除顯著誤差與系統誤差後，仍然存在的誤差稱為混亂誤差或偶然誤差 (accidental error)，這些誤差是由尙未知曉的原因所形成的，可能係由太空中的物理現象、測量人員之心理因數或測量裝置的變動所引起的。故可藉著多次重覆的測量，並以統計分析的方法來求得最接近真值之量度結果。

### 五、何謂準確度？何謂精密度？兩種有何區分？

- 答：(一)準確度係從儀表所獲得的測量值。與待測量真實值兩者接近的程度。在測試儀表中通常以公差或容許誤差 (tolerance) 的方式來表示。
- (二)精密度是由利用儀表對同一待測量作多次的測量，各測量值之間接近的程度。測量的精密度可由測量數值的有效數字 (significant figures) 來表示，有效數字愈多則測量的精密度愈高。
- (三)準確度是針對測量值與真實值的比較，而精密度則是測量值與測量值之間的比較，與真實值無關。實用上，準確度高的儀器，精密度不一定高，但精密度高的儀器可經由調整，得到高的準確度。

### 六、有一 $3\frac{1}{2}$ 位數位電壓表，於 2V、20V、200V 測試範圍之解析度分別為何？

- 答： $3\frac{1}{2}$  位數位電壓表置於 2V 檔時，最大可顯示的數值為 1.999V，所以解析度為  $0.001V=1mV$ 。置於 20V 時，最大可顯示的數值為 19.99V，所以解析度為  $0.01V=10mV$ 。置於 200V 時，最大可顯示的數值為 199.9V，所以解析度為  $0.1V=100mV$ 。

### 七、(一) $3\frac{1}{2}$ 位數位複用表於電阻測量時，電表的準確度為 $\pm (1\%rdg+3dgt)$

，當測量的讀數為  $50.0\Omega$  時之誤差為何？

- (二)以  $5\frac{1}{2}$  位數位電壓表測量  $-5V$  的電源供給器，可讀得幾位讀數及解析度為何？
- (三)有一只  $0\sim 150V$  的電壓表，廠家的保證誤差百分率為  $\pm 1\%$ ；使用它測量某一電壓，其指示值為  $100V$ ，則其誤差百分率為若干？若電壓讀值為  $30V$  時，又為若干？