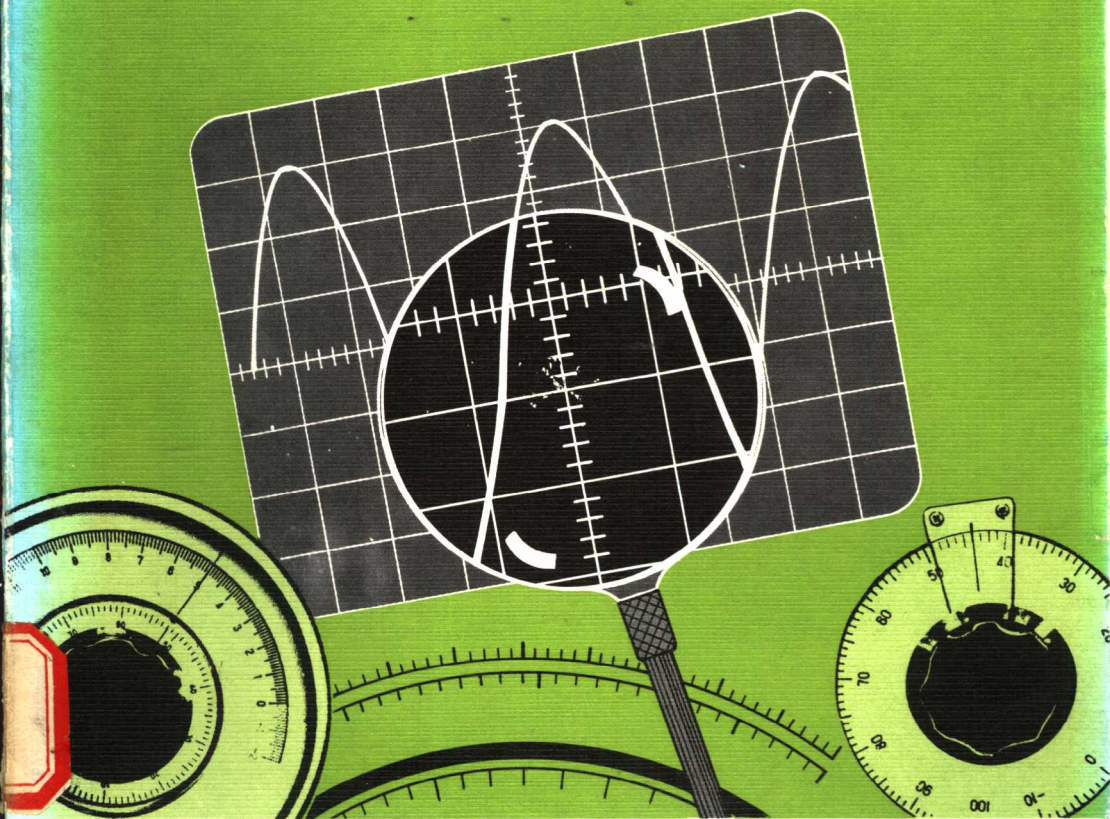


● 升二專、師大工教、教育學院必備 ●

電子儀表總複習

張政南 編著

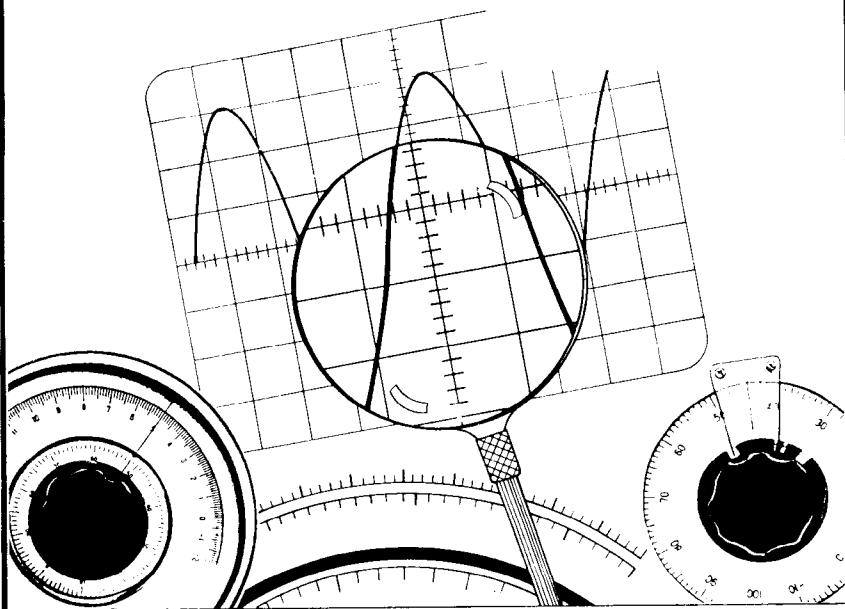


全華科技圖書公司 印行

• 升二專、師大工教、教育學院必備 •

電子儀表總複習

張政南 編著



全華科技圖書公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

電子儀表總複習

張政南 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址／台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話／5811300（總機）

郵撥帳號／0100836-1號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局（黎明文化大樓七樓）

地址／台北市重慶南路一段49號7樓

電話／3612532・3612534

定 價 新臺幣 120 元

三版／75年11月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號053404

編 輯 大 意

1. 本書係依據專科入學考歷年考試重點，把高工電子儀表各章的內容歸納出來，以幫助學生升學，目的在使學生藉此了解歷年考試的趨勢，以提高學習信心，增加學習的效率，得順利的升學。
2. 本書共分十章，將全部包括了考試範圍，內容為電子儀表概述，直流基本電表、交流電表、電子電壓表、元件測試儀表、示波器、信號產生器、數位儀表等。
3. 每章分有重點整理、精選例題、測驗題及綜合測驗，採電腦測驗方式，每題均有詳解，為本書之特色，對學生幫助很大。
4. 只要細心研讀，本書將提供您以最短之時間準備，收最大的學習效果。
5. 本書編校嚴謹，但難免有遺漏疏誤之處，尚祈先進專家多加指正。

我們的宗旨：



感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

目錄

第一章 電子儀表概述

重點整理	1
測驗題(一)	8
測驗題(二)	11
本章實力測驗 50 題	15

第二章 直流基本電表

重點整理	21
測驗題(一)	32
測驗題(二)	35
測驗題(三)	39
本章實力測驗 50 題	44

第三章 交流電表

重點整理	51
測驗題(一)	60
測驗題(二)	64
測驗題(三)	66
本章實力測驗 100 題	70

第四章 電子電壓表

重點整理	83
------	----

測驗題(一)	96
測驗題(二)	98
本章實力測驗 50 題	100

第五章 元件測試儀表

重點整理	107
測驗題(一)	123
測驗題(二)	127
測驗題(三)	131
本章實力測驗 50 題	134

第六章 示波器

重點整理	143
測驗題(一)	161
測驗題(二)	163
測驗題(三)	167
測驗題(四)	170
測驗題(五)	174
本章實力測驗 50 題	178

第七章 信號產生器

重點整理	185
測驗題(一)	200
測驗題(二)	204
測驗題(三)	210
本章實力測驗 50 題	211

第八章 數位儀表

重點整理	219
測驗題(一)	231
測驗題(二)	235

第九章 總複習實力測驗400題

總複習實力測驗 400 題	237
---------------	-----

第十章 歷屆試題與分析

68 年度技術學院電儀表試題及解答	293
69 年度技術學院電儀表試題及解答	293
69 年度二專電子學及電子設備修護試題	301
70 年度技術學院電儀表試題及解答	315
70 年度二專電子學及電子設備修護試題	321
71 年度技術學院入學考試電子學試題	333
71 年度二專聯招入學試題	345
72 年度二專聯招入學試題	361
73 年度二專聯招入學試題	379
74 年度二專聯招入學試題	389
75 年度二專聯招入學試題	401



電子儀表概述

重點整理

- (1) 儀表：測定一物理量或變數之值或大小之裝置。
- (2) 電子儀表的分類
 - ① 依據電子儀表的用途可分為：
 - (a) 直流電表。
 - (b) 交流電表。
 - (c) 電阻表。
 - (d) 頻率表。
 - (e) 示波器。
 - (f) 真空管與電晶體測試。
 - (g) Q 值表。
 - (h) 信號產生器。
 - (i) 其他各種特殊儀器。
 - ② 依指示型式分：
 - (a) 類比式儀表：藉一般的電子電路配合指針或指示器及刻度盤將測量數據顯示出來。

(b) 數位式儀表：利用邏輯電路與積體電路，配合數字管或發光二極體等顯示器組成，而將測量數據以數字方式顯示出來。

③ 依動作型式分：

(a) 探測儀表：僅用以指示電流或電壓之有無，而不能指出其數值，如檢流計、極性試驗器、高壓檢驗器等。

(b) 指示儀表：利用指針在刻度盤上指示或波形在螢光幕上指出被測量之數值，如電流表、電壓表、示波器等。

(c) 記錄儀表：於任何一定時刻記錄所測量之數值，並將測量值作成曲線或在定點間畫一組長短不等之線段，如記錄伏特器等。

(d) 積算儀表：在一定期間內通過計器之總能量或某種量之總量如瓦特表、瓦時表等。

(e) 遙測儀表：係為遠距離測量時，作遙控運用計測之儀表。

④ 依動作原理分：

(a) 動圈式：

(b) 動鐵式：

} 根據電磁效應

(c) 電力式：根據電流間相互作用力

(d) 熱式：

① 熱線型：

② 雙金屬線：

} 根據電熱效應

③ 熱偶型：根據熱電偶效應

(e) 靜電式：根據靜電效應

(f) 感應式：根據感應作用

(g) 整流式：根據整流作用

(h) 振簧式：根據機械振動效應

⑤ 依準確度而分：

安培計、伏特計、瓦特計其等級和容許誤差之分類，如表1-1所示。

表 1-1

儀 表 等 級	容 許 誤 差	
	第一測定範圍	第二測定範圍
特別精密級	$\pm 0.1 \sim 0.2 \%$	$\pm 0.4 \%$
精 密 級	$\pm 0.3 \sim 0.5 \%$	$\pm 1.0 \%$
普 通 級	$\pm 0.6 \sim 1.0 \%$	$\pm 2.0 \%$
次 普 通 級	$\pm 1.2 \sim 2.0 \%$	$\pm 4.0 \%$
註：①第一測定範圍為儀表的滿刻度至滿刻度之30%或50%，（均勻標度為30%，不均勻標度則為50%）。 ②第二測定範圍為儀表的滿刻度之30%或50%至滿刻度之10%（線性刻度）或10%（非線性刻度）。		

(3) 各項儀表特性的定義

- ① 準確度：待測變數之真正值與儀表讀數接近之程度。
- ② 精密度：對一已知量或未知量重複測試時，各數值間的差異之接近程度。
- ③ 靈敏度：儀表之輸出訊號或響應與輸入訊號或待測變數之變化之間的比值。
- ④ 解析度：引起儀表響應時，待測訊號之最低變化量。
- ⑤ 誤差：與待測變數之真正值偏差的程度。

(4) 有效數字：可粗略的表示一個數字之不準度，它係由已真實數字後面增列一位估計數字所組成。

- ① 儀器之精密度必須由其表達之有效位數決定之，有效位數愈多，則儀器之精密度愈大。
- ② 106Ω 的有效位數是3位， 106.0 是4位， 380000 是2位。
 380000 常寫 3.8×10^5 。
- ③ 有一實驗者所作的電壓測試值，分別記為 117.02 伏， 117.11 伏， 117.08 伏及 117.03 伏，則

$$\begin{aligned}
 \text{平均電壓} &= \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{N} \\
 &= \frac{117.02 + 117.11 + 117.08 + 117.03}{4} \\
 &= 117.06 \text{ 伏}
 \end{aligned}$$

- ④ $R_1 = 18.7 \Omega$ 與 $R_2 = 3.624 \Omega$ 串聯，總電阻 $R_T = R_1 + R_2 = 22.324 \Omega$ ，但其有效值 $= 22.3 \Omega$ 。
- ⑤ 求電壓降時，電流表的讀數是 3.18 A ，電阻為 35.68Ω ，其電壓降 $E = IR = 35.68 \times 3.18 = 113.4624 = 113 \text{ V}$ ，由於兩已知值中，有效位數最小的為三位，故其答案最大之有效位數亦僅能有三位。
- ⑥ $N_1 = 826 \pm 5 (\pm 0.605\%)$ ， $N_2 = 628 \pm 3 (\pm 0.477\%)$ 和 $= N_1 + N_2 = 1454 \pm 8 (\pm 0.55\%)$ 。
- ⑦ $N_1 = 826 \pm 5 (\pm 0.605\%)$ ， $N_2 = 628 \pm 3 (\pm 0.477\%)$ 差 $= N_1 - N_2 = 198 \pm 8 (\pm 4.04\%)$ 。
- ⑧ $I = 2 \text{ A} \pm 2\%$ ， $R = 100 \Omega \pm 5\%$
 則 $P = I^2 R = (2 \text{ A} \pm 2\%)^2 \times (100 \Omega \pm 5\%)$
 $= 400 \text{ W} (\pm 2 \times 2\% \pm 5\%) = 400 \text{ W} \pm 9\%$

(5) 誤差的原因與等級

- ① 人爲誤差：諸如儀表讀數，不正確的校準方式及儀器之不正確應用，以及計算的誤差。
- ② 系統誤差：其起源爲儀器之缺點，諸如機件之損壞或外界對儀器或使用者的影響，所以誤差又分有二種：
- (a) 儀器誤差
 - (b) 環境誤差
- ③ 雜項誤差：由於測試儀器之參數或系統之雜項變異連接引起的誤差稱之。
- ④ 誤差百分率與校正百分率之求法如下：
- ϵ ：誤差百分率， σ ：校正百分率， M ：測定值， T ：真實值

$$\varepsilon = \frac{M - T}{T} \times 100\%$$

$$\sigma = \frac{T - M}{M} \times 100\%$$

- ⑤ 誤差等級區分爲：(a) $J = 5\%$ ，(b) $K = \pm 10\%$ ，(c) $M = 20\%$ 。
- ⑥ Class 1.0 = 誤差 $\pm 1\%$ ，Class 2.0 = 誤差 $\pm 2\%$
- (6) 電子儀表的測定方法：
- ① 直接測定法：係由測量儀器，直接讀取所欲測定之未知量。
 - ② 間接測定法：係由測量儀器中讀取某些基本量值，然後再經換算而求出未知量。
 - ③ 比較測定法：係將欲測定量與同一類之已知量相比較，由其比值的大小，求得未知量，例如用電位差計測電勢等。
 - ④ 交替測定法：係將欲測之未知量聯接於一測定電路，經適當調整電路後，讀取結果並記錄之，拆下未知量而改接上一可直讀，也可調整之同類標準器，調整標準器使電路保持原來之記錄，則此時標準器之讀數即爲未知量之值。
 - ⑤ 絕對測定法：係利用絕對單位即長度、質量、時間以測定未知量之值。
- (7) 測量標準的分類：
- ① 國際標準：是根據國際協議而達成的標準，它代表測試單位所能達到的可能最準確程度。此項標準保存於國際度量衡標準局。
 - ② 原始標準：保存於各國標準實驗室，它的最主要功用作爲第二標準之修正與調整。
 - ③ 第二標準：爲用於工業測試實驗室之基本參考標準，此項標準保存於各有關之工業實驗室。
 - ④ 工作標準：則爲測試實驗室之基本工具，可用來校正一般實驗儀器，使其達到工作之最準確度。
- (8) 單位：
- ① 單位之種類：

6 電子儀表總複習

(a) 靜電單位。

(b) 電磁單位。

(c) 實用單位。

② 實用單位與電磁單位及靜電單位之關係：

表 1-2 實用單位與電磁單位及靜電單位之關係

電 量	實用單位名稱	電磁制單位	靜 電 制 單 位
電 流	安培 (Ampere)	10^{-1} aba	3×10^9 stat-a
電 壓	伏特 (Volt)	10^8 abv	$\frac{1}{3} \times 10^{-2}$ stat-volt
電 阻	歐姆 (Ohm)	10^9 abohm	$\frac{1}{9} \times 10^{-11}$ stat-ohm
電功率	瓦特 (Watt)	10^7 erg/sec	10^7 erg/sec
電 感	亨利 (Henry)	10^9 abh	$\frac{1}{9} \times 10^{-11}$ stat-h
電 容	法拉 (Farad)	10^{-9} abfd	9×10^{-11} stat-fd
電 荷	庫倫 (Coulomb)	10^{-1} abc	3×10^9 stat-coul

(9) 倍數代號：

① P (Pico) 微微 = 10^{-12} 倍

② n (Nano) 奈 = 10^{-9} 倍

③ μ (Micro) 微 = 10^{-6} 倍

④ m (Mili) 毫 = 10^{-3} 倍

⑤ K (Kilo) 仟 = 10^3 倍

⑥ M (Mega) 百萬 = 10^6 倍

⑦ G (Giga) = 10^9 倍

(10) 分貝轉換：

① 分貝功率增益

$$G_{dB} = 10 \log G$$

$$G = \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2 / R_2}{V_1^2 / R_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \times \left(\frac{R_1}{R_2} \right)$$

$$\begin{aligned} \therefore G_{dB} &= 10 \log G = 10 \log \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \left(\frac{R_1}{R_2} \right) \\ &= 20 \log \frac{V_2}{V_1} + 10 \log \frac{R_1}{R_2} \end{aligned}$$

② 分貝電壓增益：

$$A_{dB} = 20 \log \frac{V_2}{V_1}$$

③ 常用數字與其等量分貝值 (dB) 之轉換：

$$(a) \log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$

$$(b) \log AB = \log A + \log B$$

$$(c) \log 10^A = A$$

$$A_{dB} = 20 \log 1 = 0 \quad (A=1)$$

$$A_{dB} = 20 \log 2 = 20(0.3) = 6 \text{ dB} \quad (A=2)$$

$$A_{dB} = 20 \log 4 = 20(0.6) = 12 \text{ dB} \quad (A=4)$$

$$A_{dB} = 20 \log 10 = 20(1) = 20 \text{ dB} \quad (A=10)$$

(11) 電子儀表所根據的效應：

- ① 電磁效應：線圈有電流通過，就產生磁場，若此磁場與另一磁場相互作用，逐產生排斥或吸引力，藉此作用力就可供測定電量之用，或藉此磁場的建立與衰減，在線圈中產生一可供應用的交變信號。
- ② 靜電效應：藉兩帶電導體間的相斥或相吸作用力之大小以測定電量之多寡。
- ③ 電熱效應：電流通過一電阻性之導體時，必發生熱量，導體因受

熱而膨脹，利用此膨脹量使指針移動，以測知導體電流之大小。

- ④ 光電效應：利用光能變成電能，或電能變成光能的變化作用，以測量光之強度或電流的大小。
- ⑤ 壓電效應：藉機械的變化產生電氣的反應作用，以測定某些機械的響應。
- ⑥ 熱電偶效應：兩不同金屬接合端受熱，即產生直流電勢或熱電勢，此接合端稱熱電偶或熱偶。熱偶所產生的熱電勢與熱偶端至接線冷端間之溫度差成正比，即可測知電流的大小。
- ⑦ 機械振動效應：一組共振鋼片，一端固定，一端自由，將欲測交流電源接近鋼片的自然週期一致，則此一鋼片振幅最大，利用此原理，以測量電源頻率之大小。

測驗題(一)

一、選擇題：

- ☐A ☐B ☐C ☐D 1 類比式電子儀表大都藉一般電子電路配合一指針或指示器等將 (A)波形顯示出來 (B) 數據顯示出來 (C)準確度顯示出來 (D)雜項誤差顯示出來。 【65年工專試題】
- ☐A ☐B ☐C ☐D 2 以三用電表來做測量係為 (A)直接測量法 (B)比較測量法 (C)間接測定法 (D)絕對測定法。
- ☐A ☐B ☐C ☐D 3 以安培計、伏特計測定電阻的大小是 (A)直接測定法 (B)比較測定法 (C)間接測定法 (D)絕對測定法。
- ☐A ☐B ☐C ☐D 4. 表示引起儀表反應的被測數值的最低變化量叫 (A)準確度 (B)精密度 (C)靈敏度 (D)解析度。 【65年工專試題】
- ☐A ☐B ☐C ☐D 5. 儀表測定值與已知實際值之間的差度叫 (A)準確度 (B)精密度 (C)靈敏度 (D)解析度。
- ☐A ☐B ☐C ☐D 6. 表示儀表測量與許多次測量間的平均值間之差度叫 (A)準確度 (B)精密度 (C)靈敏度 (D)解析度。
- ☐A ☐B ☐C ☐D 7. 使儀表在測試時，究竟能測得被測之量的百分之幾叫 (A)準確度 (B)精密度 (C)靈敏度 (D)解析度。

- [A][B][C][D]** 8. 溫度、濕度、壓力之影響，而使儀表產生誤差叫 (A)儀器誤差 (B)視覺誤差 (C)環境誤差 (D)人爲誤差。
- [A][B][C][D]** 9. 因彈簧張力疲乏而造成指針之偏轉錯誤叫 (A)儀表誤差 (B)視覺誤差 (C)環境誤差 (D)雜項誤差。
- [A][B][C][D]** 10. 因觀測角度之不同而造成儀表指示的誤差是 (A)系統誤差 (B)環境誤差 (C)儀器誤差 (D)人爲誤差。

二、計算題：

1. 設有一電源電路四人測定之結果其值各爲 137.04 V，137.08 V，137.01 V 及 137.11 V，求①平均電壓，②平均誤差電壓範圍。
【66年工專試題】
2. -0 ~ 250V 之伏特計，保證其滿刻度時，誤差將超過 2%，今測量① 120 V，② 100 V，③ 50 V，試求其極限百分誤差之值。
3. 下列何者最精確① 1000 ± 1 V，② 10.0 ± 0.1 A，③ 50.0 ± 0.1 V，④ 100.00 ± 0.01 A。
4. ①求 (462 ± 4) 及 (437 ± 4) 二數之差，②並求二數及其差的百分誤差。
5. 1.00 ± 0.01 A 之電流通過 $100 \pm 0.2 \Omega$ 之電阻，試計算功率消耗之極限誤差。

測驗題(一)解答

一、選擇題：

1. (B) 2. (A) 3. (C) 4. (D) 5. (A) 6. (B) 7. (A) 8. (C) 9. (A) 10. (D)

二、計算題：

詳解與分析：

1. ① 平均電壓公式

$$\begin{aligned} \therefore E_{ave} &= \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n}{n} \\ &= \frac{137.04 + 137.08 + 137.01 + 137.11}{4} \end{aligned}$$

4