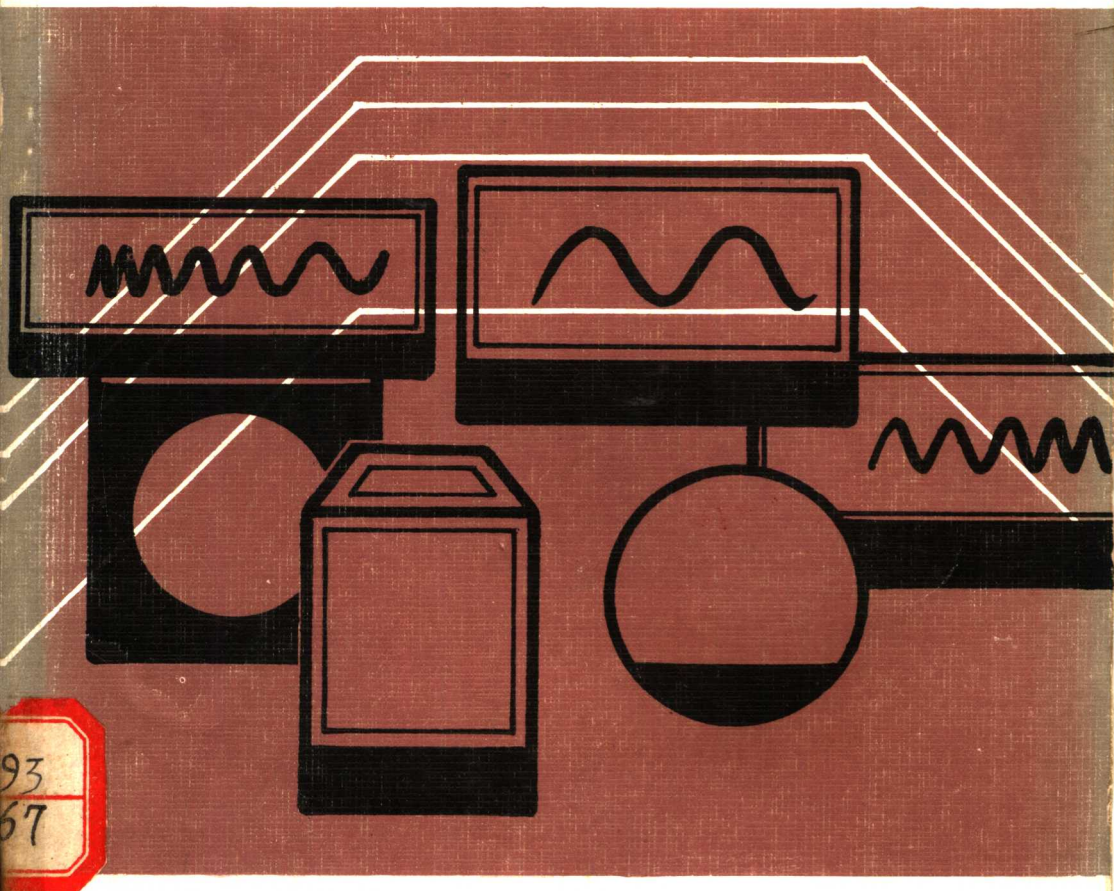


教育部審定 高工適用

電子儀表

上冊

鄭群星 編著



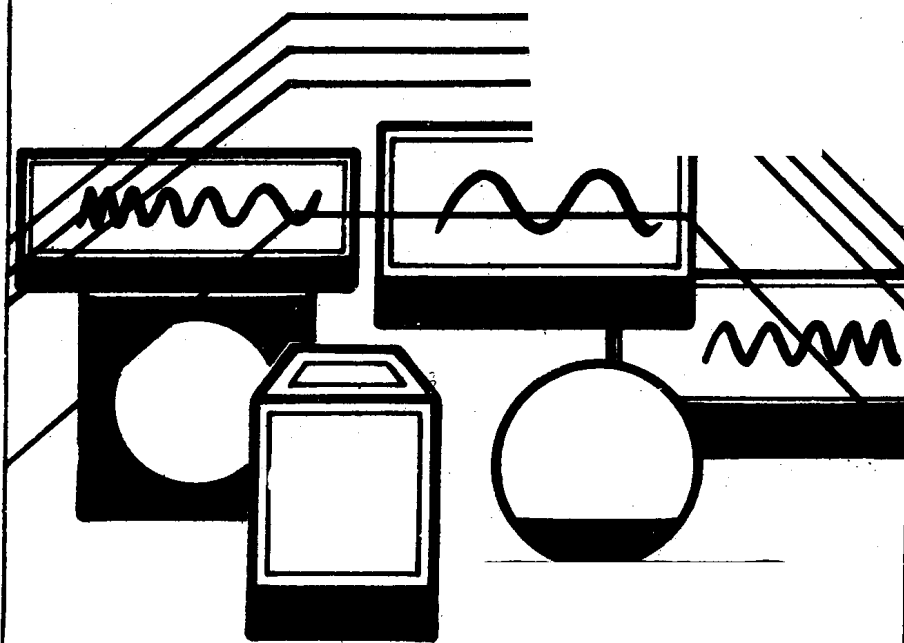
全華科技圖書公司印行

教育部審訂 高工通用

電子儀表

上冊

鄭群星編著

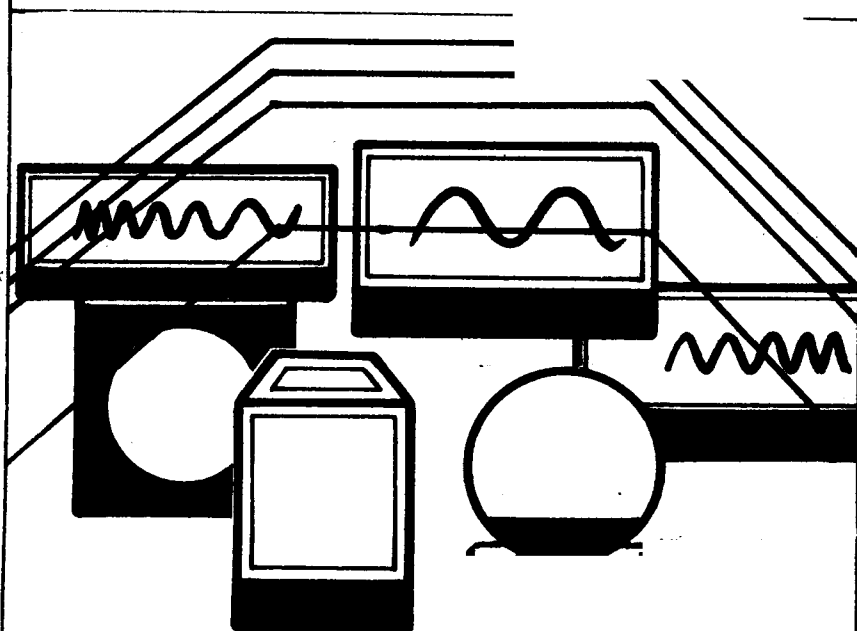


全華科技圖書公司印行

教育部審定 高工適用

電子儀表(下)

鄭群星 編著



全華科技圖書公司印行



全華圖書 版權所有 翻印必究
局版台業字第0223號

電子儀表(上冊)

鄭群星 編著

出版者 全華科技圖書公司
北市建國北路85巷9號一樓
電話：581-1300
郵撥：100836

發行者 蕭而鄭
印刷者 永輝彩藝印製廠
基 價 2.3 元
初 版 中華民國65年5月



全華圖書 版權所有 翻印必究
局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

電子儀表(下)

鄭群星 編著

出版者 全華科技圖書公司
北市建國北路85巷9號
電話：581-1300-564-1819
郵撥帳號：100836

發行者 蕭 而 廊
印刷者 慶福彩色印刷廠
東南亞 港 明 書 店
總經銷 香港九龍彌敦道500號2樓
電話：3-302846-3-309095

基 價 3.15 元
海外定價 港 幣 17.6 元
初 版 中華民國65年12月
再 版 中華民國68年12月

編輯大意

1. 本書係遵照教育部民國六十三年二月教育部修訂公佈的高級工業職業學校電子設備修護科電子儀表課程標準編輯而成。
2. 本書計分兩冊，上册供電子設備修護科第二學年上學期，下册供第二學年下學期，每週三小時授課之用。
3. 本書所用名詞，悉依照教育部公佈之電機工程名詞為準，並附英文原名，以資對照。
4. 本書附有插圖甚多，同時對各重要公式之應用，皆附例題，以期學者能徹底瞭解。
5. 本書雖經悉心校訂，仍難免有瑕疵之處，敬祈諸先進不吝指正是幸！

編者謹識

六十五年三月

爲「科學中文化」 展開一個新紀元

全華科技圖書公司服務科技教育界的精神
將爲「科學中文化」展開一個新紀元。

科學技術，一日千里，陳舊的資料已無法滿足嶄新科技教育的需要。目前國家建設急速推展，科技教育必須再紮根、再推廣，科學中文化、更新教學資料、培育科技人才已是刻不容緩的事。

全華科技圖書公司，爲了推展國內科技教育，乃竭誠編撰了一系列教科書。這些圖書，資料最新、最有系統，完全配合科技教育的需要。我們確信這一系列教科書，將徹底解決國內科技教材的陳舊、缺乏問題，並希望能以此開始，得拋磚引玉的功效，使全國國民共同爲發展國家科技知識而努力，爲「科學中文化」展開一個新紀元。

本書編印，審慎小心，我們竭誠歡迎您來信指正。

編輯部序

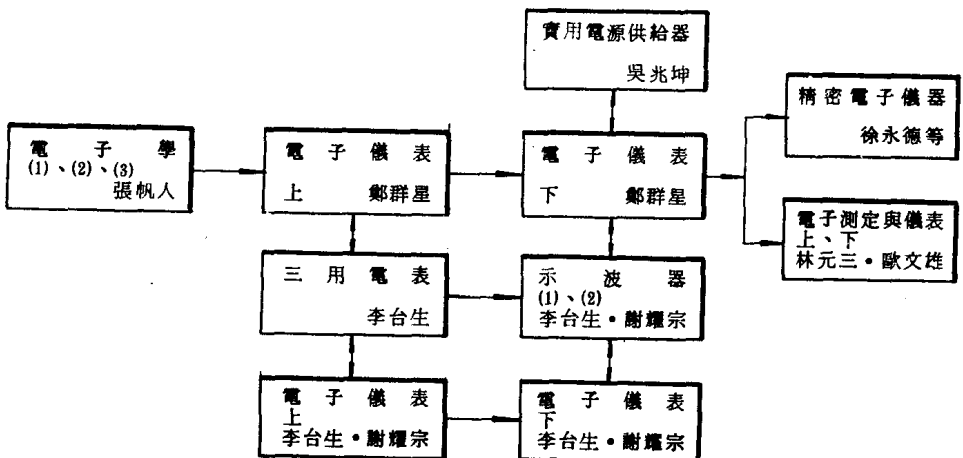
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這方面的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「電子儀表」呈獻給您。本書係遵照民國六十三年二月教育部修訂公佈之高級工業職業學校電子設備修護科電子儀表課程標準編輯而成。本書詳細介紹各種常用電子儀表之基本原理。

電子儀表在電子工業上是屬於一種精密的工業，任何電氣特性都必須藉著儀表來測試，一個電子從業人員更無時無刻不在操作各種電子儀表。故藉著本書將可讓您明白各種儀表之操作，並藉此讓您漸漸有能力去製造儀表。

國內儀表工業正在起飛，這是一門很重要的電子工業，使國內電子工業脫離裝配走向自行設計儀表之階段。尤其是積體工業的進步，儀表的製造技術也正在改變，故藉本書以提高國內電子儀表工業水準。

為方便您有系統的研習這門學問，我們特別以流程圖方式列出各相關圖書之閱讀次序，這將減少您摸索之時間，同時使您得到完整的知識，相信這對您將有很大的幫助。若您有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。



我們將隨時提高編輯、製作水準！

歡迎您來信指正本書的錯誤、缺點！

如果本書有缺頁、倒序、污損等情形，讓我們致歉！

並請您將原書退回，我們將儘速給您補換，謝謝！

目 錄

第一章 電子儀表概述

1-1 一般介紹.....	1
1-2 儀表的分類.....	6
1-3 電子儀表的基本原理.....	9
1-4 電子儀表系統之組成.....	10
習 題.....	11

第二章 直流基本電表

2-1 基本電表構造.....	13
2-2 基本電表轉換爲伏特表.....	21
2-3 基本電表轉換爲廣範圍電流表.....	26
2-4 基本電表轉換爲廣範圍電壓表.....	31
2-5 歐姆表.....	33
2-6 三用表.....	40
2-7 電壓表之輸入阻抗.....	5
2-8 電壓表之誤差.....	51
習 題.....	53

第三章 交流基本電表

3-1 整流式電表.....	55
3-2 動力式電表.....	63
3-3 可動鐵片式電表.....	67

3-4 瓦特表與特時表·····	71
3-5 其他形式電表·····	76
3-6 交流及直流電表之分類·····	81
習 題·····	82

第四章 三用表之使用法及電路分析

4-1 電阻之測量·····	83
4-2 電阻測試電路·····	88
4-3 交流電壓之測量·····	93
4-4 交流電壓測試電路·····	95
4-5 直流電壓之測量·····	98
4-6 直流電壓測試電路·····	100
4-7 直流電流之測量·····	103
4-8 直流電流測試電路·····	105
4-9 三用表電路圖·····	108
4-10 三用電表之其他用法·····	110
習 題·····	126

第五章 電子電壓表

5-1 真空管電壓表之基本構造·····	128
5-2 峰值對峰值電子電壓表·····	133
5-3 有效值電子電壓表·····	135
5-4 真空管電壓表之電阻測量·····	136
5-5 真空管電壓表之實際電路·····	138
5-6 電晶體電壓表·····	143
5-7 其他特殊用途的電子電壓表·····	147
5-8 電子電壓表之操作及運用·····	155
習 題·····	168

目 錄

第六章 元件測試儀表

6-1 電橋式儀表之基本原理.....	170
6-2 電阻電橋.....	171
6-3 電容電橋.....	179
6-4 電抗電橋.....	196
6-5 阻抗電橋.....	207
6-6 Q 表.....	217
6-7 真空管測試器.....	223
6-8 電晶體參數及特性曲線循跡器.....	233

第七章 示波器

7-1 概 述.....	251
7-2 示波器的基本結構.....	252
7-3 觸護式示波器.....	259
7-4 示波器各部電路分析.....	263
7-5 雙光跡示波器 (DUAL TRACE OSCILL OSCOPE)	301
7-6 示波器之輔助裝置.....	306
7-7 示波器面板的認識.....	311
7-8 示波器之應用.....	319

第八章 訊號產生器

8-1 概 述.....	343
--------------	-----

8-2	信號產生器的類別.....	344
8-3	振盪原理與振盪條件.....	345
8-4	音頻振盪器.....	347
8-5	射頻振盪器.....	369
8-6	信號產生之實際電路分析與應用.....	378

第九章 其他特殊儀表

9-1	頻譜分析儀.....	401
9-2	諧波失真分析儀.....	406
9-3	聲頻分析儀.....	413
9-4	數位式電子儀表.....	416

電子儀表概述

1

電子儀表 (Electronic Instrument) 是一種綜合電子學、電子電路、機械原理，以及一些電的效應組成的儀器，它可以測量一未知量或產生一電氣信號以供使用。依據組成它的電子電路可分為真空管電子儀表，電晶體電子儀表以及積體電路電子儀表等。依據其用途又可分為直流電表、交流電表、電阻表、頻率表、示波器、真空管與電晶體測試器、Q 值表、阻抗表、信號產生器及其他各種特殊儀表等等。本書將於各章中分別詳述這些電子儀表的原理、構造與應用。

本章將先分別介紹電子儀表在測定時常見的測定單位大小與其測定標準，再簡單介紹各種產生測量誤差的原因以及實用電子儀表的分類。

1-1 一般介紹

一、單位制與符號

電之單位制可分為二種制度：靜電制 (Electrostatic Unit) 與電磁制 (Electromagnetic Unit) 兩種。靜電制又稱絕對制與電磁制同時依據庫倫定律 (Coulomb's Law) 定義出來的，兩者之間具有一定的常數倍數關係。一般電學上皆採用電磁制的單位為基礎，故電磁制單位又稱

2 電子儀表

實用單位制或絕對單位制 (Absolute Unit)。本書討論的各種電子儀表所採用的實用單位如表 1-1 所示。

表 1-1 電學實用單位與符號

電 量	代 表 符 號	實 用 單 位	單 位 符 號
電 壓	E, V	伏 特 (Volt)	V
電 流	I, i	安 培 (Ampere)	A
電 阻	R, r	歐 姆 (Ohm)	Ω
電 感	L	亨 利 (Henry)	H
電 容	C	法 拉 (Farad)	F
電 荷	Q, q	庫 倫 (Coulomb)	Q
電 功	P	瓦 特 (Watt)	W
電 能	W	焦 耳 (Joule)	J
頻 率	F, f	赫 芝 (Hertz)	Hz
週 期	T	秒 (Second)	Sec

表 1-1中所列的各種電的“量”在應用時視實際需要有不同倍數的係數加於實用單位之前，以輔助並簡化表示的單位，例如頻率為 1000000 Hz 可改以 1 MHz 來表示，電容為 0.0000001 f 可改以 0.1 μ f 來表示，電感為 0.001H 可改以 1 mH 來表示，此種倍數的代號如表 1-2 所示。

表 1-2 倍數代號

G : Giga	10^9 倍	
M : Mega	10^6 倍	百萬
K : Kilo	10^3 倍	千
m : Mili	10^{-3} 倍	毫
μ : Micro	10^{-6} 倍	微
n : Nano	10^{-9} 倍	奈
p : Pico	10^{-12} 倍	微微

一般測量電壓、電流及電阻等的電子儀表就依據上列係數而分為微安表(μA 表)，毫安表(mA 表)及百萬歐姆($\text{M}\Omega$ 表)等。

二、標準

在實際做測量時都必須有一定的標準單位大小以作為測量的參考，因為如果沒有“標準”時則每人測定的基準都不相同，則所測量的值就毫無意義，由此可知“標準”的重要性，所以任何一種電子測量儀表皆須依據“標準”為基準，經過適當的校準才能作為測量的工具。標準有四種：國際標準(International Standards)，第一標準(Primary Standards)，第二標準(Secondary Standards)，工作標準(Working Standards)等四種。依據1967年國際度量衡會議(International Committee on Weights and Measures)制定出長度(m米)，重量(kg 千克)，時間(Sec 秒)與電流(A 安培)等國際標準，又依據1963年美國國家標準局(U. S. NBS, National Bureau of Standards)對電壓(V 伏特)，電阻(Ω 歐姆)，電荷(Q庫侖)，電容(F 法拉)，電感(H 亨利)等基本單位下了定義，因此為制定好的國際標準。各國則依據國際標準制定出第一標準或國家標準，然後各工廠再依據第一標準制定第二標準與工作標準的儀器，一般所接觸的標準儀器以工作標準為多。

三、測定與誤差

一部儀表在使用時，或者要判別一部儀表的特性時，常須考慮到儀表的準確度、精密度、靈敏度、解析度以及誤差等因素。所謂準確度(Accuracy)即表示所用之儀表所測定的數值究竟精確到百分之幾，也就是說儀表測定值與被测之實際值間之接近程度的高低。精密度(Precision)是指同一個被测的已知量或未知量連續做重複測量時，各測量值之間差異程度的大小。靈敏度(Sensitivity)指儀表在測試時究竟能測得被测之量的百分之幾。解析度(Resolution)即表示引起儀表反應的被測數值的最低變化量。

4 電子儀表

一般都以有效數字來表示測量的數值，有效數字位數愈多，表示儀表的精密度愈高，有效數字愈少，則測定之精密度愈低。

例如某一電阻經測定得出讀數為 $224\ \Omega$ 時，則表示該電阻值對 223，224，225 三者而言，最近於 $224\ \Omega$ ，如果讀數是 $224.0\ \Omega$ 則表示在 224.1 、 224.0 、 223.9 ，三者中最接近 $224.0\ \Omega$ 。 $224\ \Omega$ 是三位有效數字， $224.0\ \Omega$ 是四位有效數字，後者的四位比前者之精密度高。

最後面為一個或多個 0 之整數，其有效數字的位數不包括後面的 0。例如 520,000 是指介於 530,000 與 510,000 之間最接近 520,000 之意，而不是指介於 520,001 與 519,999 之間。 $520,000$ 的有效數字是兩位而 $520,000.0$ 則具有七位有效數字。

如上所述，若用一電壓表測量電路之電壓，其測定值為 110.1V ，當知該值介於 110.0V 與 110.2V 之間並且最接近於 110.1V 。比數可用「誤差範圍」(Range of possible error) 方式表示如 $110.1 \pm 0.05\text{V}$ ，此乃介於 110.05V 與 110.15V 間之意。

【例 1-1】

設有一電源電路經四者測定結果其值各為 117.02V ， 117.03V ， 117.11V 及 117.08V 求 (a) 平均電壓，(b) 平均誤差範圍。

【解】

$$\begin{aligned} \text{(a) 平均電壓 } E_{av} &= \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \cdots \cdots E_N}{N} \\ &= \frac{117.02 + 117.03 + 117.11 + 117.08}{4} \\ &= 117.06\text{V} \end{aligned}$$

$$\text{(b) 範圍} = E_{\max} - E_{av} = 117.11 - 117.06 = 0.05\text{V}$$

$$\text{也是 } E_{av} - E_{\min} = 117.06 - 117.02 = 0.04\text{V}$$

故平均誤差範圍等於

$$\frac{0.05 + 0.04}{2} = \pm 0.045 = \pm 0.05\text{V}$$