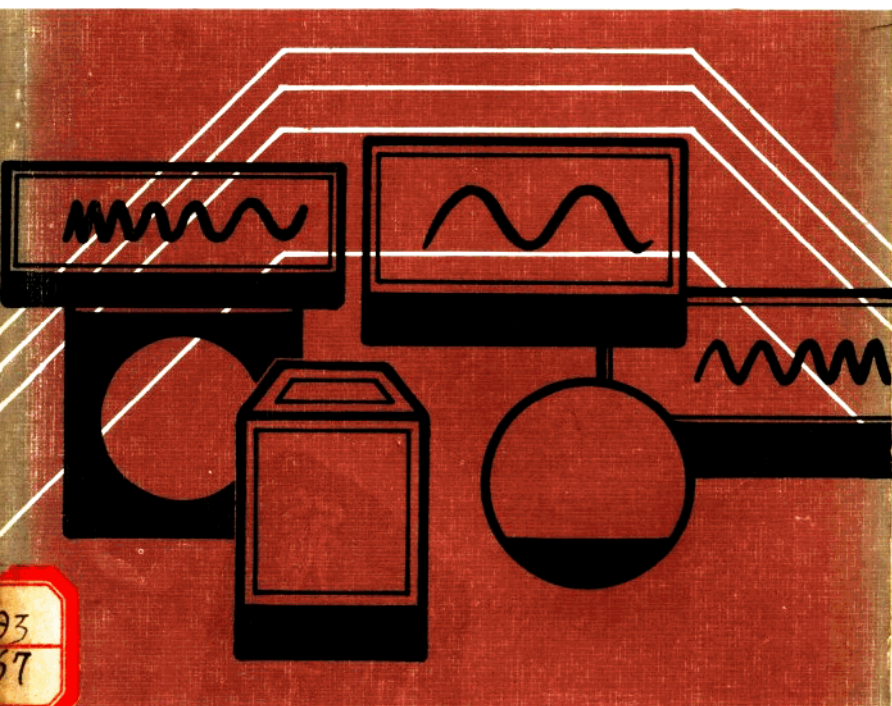


教育部審定 高工適用

電子儀表

上冊

鄭群星 編著



93
57



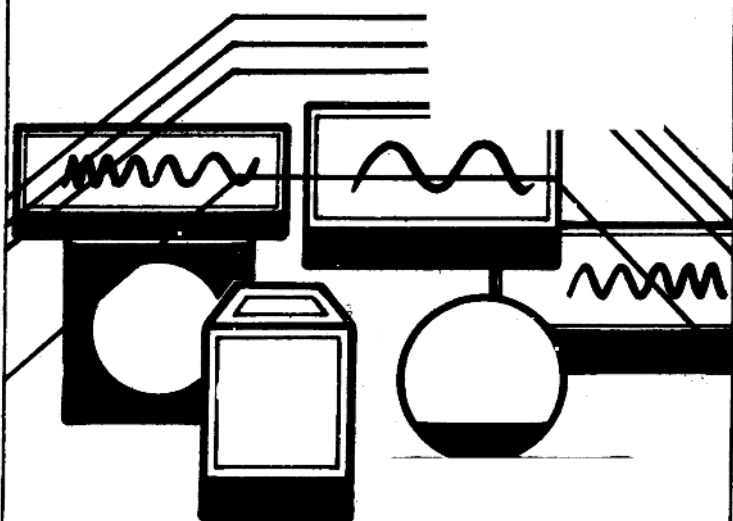
全華科技圖書公司印行

教育部審訂 高工適用

電子儀表

上冊

鄭群星編著

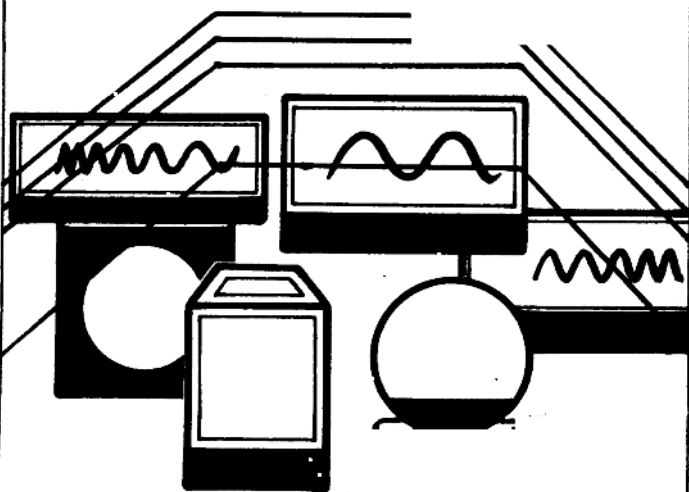


全華科技圖書公司印行

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 蕭而廊
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



A0400264



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
總經理 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，下冊供第二學年下學期，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

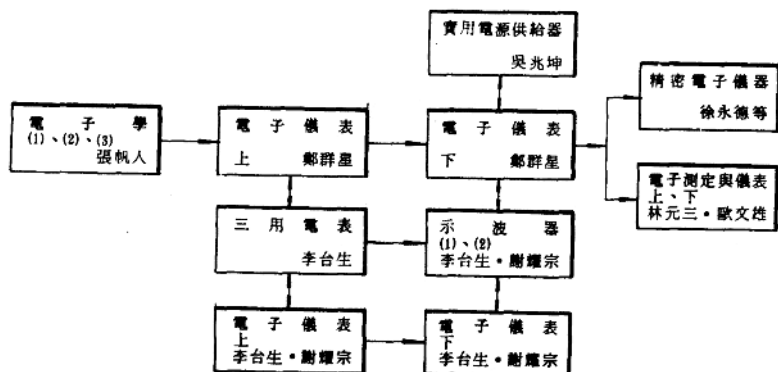
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這方面的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

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。



11/16/44/04

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 基本電表轉換為伏特表.....	21
2-3 基本電表轉換為廣範圍電流表.....	26
2-4 基本電表轉換為廣範圍電壓表.....	31
2-5 歐姆表.....	33
2-6 三用表.....	40
2-7 電壓表之輸入阻抗.....	J
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 觸發式示波器.....	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	數位式電子錶表	416

元件測試儀表

6

電子元件測試儀表大致可分為兩大類：一為主動性（Active）元件的測試儀表，所謂主動性元件，乃是能產生能量的元件包括真空管、電晶體、積體電路及其他半導體元件。一為被動性（Passive）元件的測試儀表，就是不能產生能量而且會消耗能量的元件的測試儀表，包括了常見的電阻、電容、電感及其他阻抗性元件的測試儀表。

主動性元件的測試儀表其構造須要利用較複雜的電子測試電路來達成測試的目的，在本章中所介紹的真真空管測試器及電晶體測試器。被動性元件的測試儀表並不需要很複雜的電子測試電路，只要利用簡單的電子電橋電路即可達成測試的目的，此種被動性元件的測試儀表又可分為兩大類：一類為指示型測試儀表，乃是利用指針的偏轉指示其測量的結果；另一類則為比較型測試儀表，其測量結果是藉一標準元件作為參考，而與一未知待測的元件作比較而得，此種類型之儀表為一般的電橋式儀表，其精確度要比指示型測試儀表高出很多，因此如果在作高精度要求的測試工作時，必須採用電橋式儀表。

但是一般說起來，指示型儀表與比較型儀表無法區分得很清楚，因為比較型儀表也有採用指針偏轉的方法作指示器，而指示型儀表的刻度也是根據一些標準電橋刻劃的，所以我們只能說在儀表本身有一參考標準或參考元件以供比較者均是屬於比較型儀表。

在本章所要介紹的被動性元件測試儀表有電橋式測試儀表及Q表等。

6-1 電橋式儀表之基本原理

電橋式儀表 (Bridge Type Instrument) 大致可分為下列四種：

1. 電阻電橋式電表
2. 電容電橋式電表
3. 電感電橋式電表
4. 阻抗電橋式電表

這四種電橋式電表，在基本上包括四個電橋臂 (Bridge Arm) 以及一個電源與檢流計，基本結構如圖 6-1 所示。當此電橋在平衡時，電橋

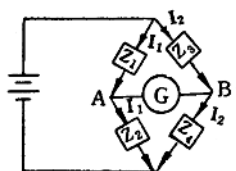


圖 6-1 基本電橋電路

無電流通過檢流計，電流表之指針應指於零位置。此種平衡的情況即

$$E_A = E_B$$

$$\text{則 } I_1 Z_1 = I_2 Z_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$I_1 Z_2 = I_2 Z_4 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{由 } \frac{\text{①}}{\text{②}} \text{ 得 } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} \quad \dots\dots\dots (3)$$

若 Z_3 為未知，而 Z_1 、 Z_2 及 Z_4 為已知值，則當電橋平衡時

$$Z_3 = Z_4 \frac{Z_1}{Z_2}$$

因此利用電橋的平衡原理，我們可以測得一電路或一零件的值。

由前面所敘述電橋式儀表較指示型儀表精確度為高的理由乃是電橋式儀表均利用零指示的原理 (Null Principle)，在測量元件時是調整電橋之參考元件使被測的元件儘量與參考元件平衡，而使不平衡電流減至最小，此不平衡電流可以由檢流計來指示。當檢流計指示為零時，即為平衡的情況，因為檢流計指示零值較指示任何其他值都穩定及精確，並且檢流計內部的永久磁鐵變弱時也不會影響零值的指示，只是會影響其他非零值的指示，此乃是電橋式儀表之所以精確度很高的原理。

6-2 電阻電橋

一、基本惠斯登電阻電橋

歐姆表在作一般性的測量工作時雖然甚為方便，但是並不適合於高精確度的測試，因此如果需要高精確度的歐姆測量時須改用電阻電橋方式，此種電阻電橋稱作惠斯登 (Wheatstone) 電阻電橋，仍是將圖 6-1 之 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 以電阻代替而構成，其基本電路如圖 6-2 所示，四個電阻 R_1, R_2, R_m ，及 R_x 連接成電橋電路，圖中箭頭所示為電子流流動的方向，電子流由電池的負端流出至“1”點，然後分成兩條路， I_1 流經過 R_2 及 R_1 至“3”點，另一支流 I_2 經過 R_m 及 R_x 至“3”點， I_1 及 I_2 在“3”點會合後回至電池的正端。

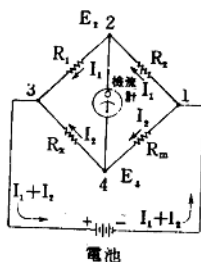


圖 6-2 基本惠斯登電阻電橋電路

假如“2”點及“4”點的電位相同時，此電橋在平衡情況，則不會有電流流過檢流計，檢流計的零點刻度在中央位置，因此指針應位於中央零點的位置；反之，當“2”點及“4”點間有電位差存在時，表示此時電橋已經是不平衡狀態了，故將有電流流過檢流計，至於電流的大小及方向將視不平衡的情況而定。

假設四個電阻的大小完全相等時，電橋在平衡狀態，四個電阻上的電壓降完全相等，“2”點與“4”點間沒有電位差存在。但是如果四個電阻不相等時，只要符合下列條件，電橋亦可平衡，即要使“2”點與“4”點間無電位差存在，則不會有電流通過檢流計故：

$$E_2 = E_4$$

$$I_1 \times R_2 = I_2 \times R_m \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$I_1 \times R_1 = I_2 \times R_x \quad \dots\dots\dots(2)$$

將①式除以②式得

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_m}{R_x}$$

$$\text{故 } R_x = \frac{R_1}{R_2} \times R_m \quad \dots\dots\dots(3)$$

由(3)式可知，假如 R_x 代表未知欲測之電阻， R_m 為一固定值的已知電阻，則調整 R_1 及 R_2 的比值使整個電橋達成平衡時，便可由 R_1 與 R_2 的比值及 R_m 求得 R_x 之值。因為 R_m 是一已知固定值，我們並不須要知道 R_1 與 R_2 的各別值，只要知道其比值即可，所以只要將 R_1 與 R_2 用一調整精確的可變電阻代替並且裝一可讀出可變電阻器之比值的刻度盤，而將 R_m 看成此一比值所須乘的倍數，由此可知變換 R_m 之值就等於變更電阻值的倍數。

圖6-3為實用的惠斯登電橋測試電路， R_m 有兩個，400K及4K，當開關置於400K時， R_x 之值須乘以100倍，在實際運用上，可再加接40K，400K等電阻，以擴展其測試範圍。

測量電阻的方法如下所述，將欲測之電阻接至 R_x 的位置， R_m 置於4