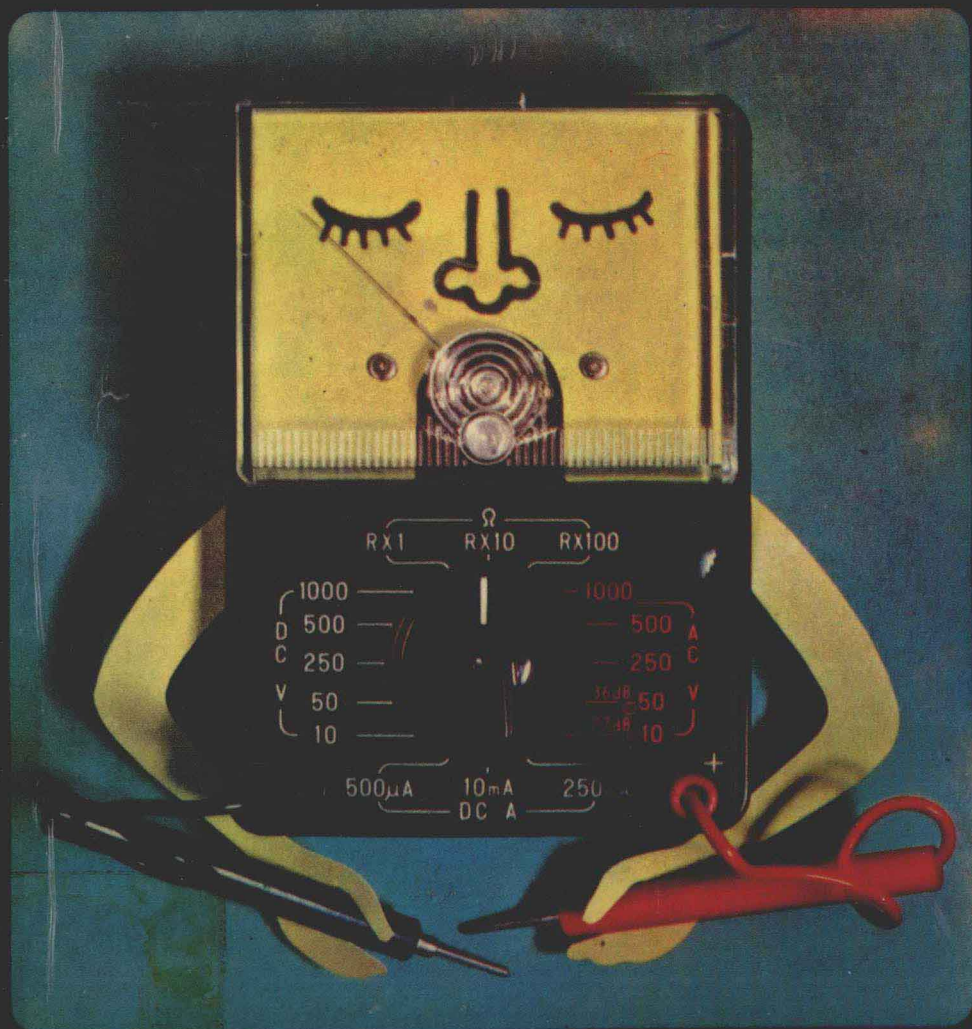


百萬人實用

三用電錶實務

陳憲雄 編著

啓學出版社印行



三用電錶實務

陳 憲 雄 編 著

啓學出版社印行

版權所有
翻印必究

中華民國六十九年八月二十日再版

三 用 電 錶 實 務

平裝特價：壹佰壹拾元整

著 者：陳 憲 雄

發行人：陳 憲 雄

出版者：**啓學出版社**

新聞局出版登記證局版臺業字第0133號

臺北市忠孝東路5段524巷5弄3—1號

郵政劃撥帳戶第19959號

電 話：7619468

印刷者：亞 洲 印 刷 廠

發行處：**啓學出版社**台南分社

台南市四維街83巷59號

電話：377205

經銷處：全省各大書局

編者序

由於人類日常生活水準的提高，使人們與電氣發生了密切的關係。在家庭中您隨時都與照明・電熱，收音電唱機、電視機、冷氣機、洗衣機等等電氣設備密接而不可分離。當這些電氣設備發生了小毛病時，您都請別人來修理嗎？本書告訴您如何利用最簡單的儀器，替您做各種不同的測量，給您得到一個最好的判斷，而能順利的修護各種不同的故障。

您知道電氣行、工廠等從事電氣技術工作的人員是靠什麼工具去修理各種不同的電氣故障嗎？在此編者可以告訴您，所有優良的電氣技術人員都是三用電錶把他訓練出來的。

總而言之，如果您想對電氣技術加以深入的話，那您就要好好的去瞭解三用電錶的構造原理以及它在各種不同情況下的使用法。因為它的用途太多，所以我們常稱它為「萬用電錶」。

中華民國 64 年 8 月 6 日

良友工業股份有限公司儀電組

陳 憲 雄

目 錄

第一編 三用電錶使用者之基礎學習 1

第 1 章 靜電	1
(1) 人與電氣的因緣	1
(2) 電氣的性質	1
(3) 庫倫定律	3
第 2 章 磁	5
(1) 磁和電的比較	5
(2) 磁鐵、磁場、磁力線	5
(3) 正磁性體、逆磁性體、強磁性體	7
第 3 章 動電	9
(1) 靜電和動電	9
(2) 電的原體	9
(3) 電流	10
(4) 歐姆定律	13
(5) 電阻與電阻器	15
(a) 電阻	15
(b) 電阻器	16
① 碳質皮膜電阻器	16
② 固定電阻器 (solid resistor)	17
(6) 電力	19
(7) 電流的工作	21
(a) 電流的熱作用	21
(b) 電流的化學作用	21

(c)電流的磁性作用	22
第 4 章 電磁	23
(1)電與磁的關係	23
(2)佛來銘左手定則	23
(3)電磁感應	24
第 5 章 單位	26
(1)電氣的基本單位	26
(2)電氣的補助單位	28
(3)頻率的單位	28
第二編 三用電錶的動作原理	30
第 1 章 電氣的測量是什麼？	30
第 2 章 可動線圈型指示計器的原理及特徵	33
(1)特徵	33
(2)原理	34
第 3 章 三用電錶的構造	37
(1)構造	37
(2)各部份的動作	38
(3)指示計器的刻度和記號	41
(a)三用電錶的刻度	41
(b)指示計器的記號	41
(4)指示計器部份的圖解	43
(a)可動線圈支持盤與可動線圈之各部機構名稱	44
(b)電錶可動線圈之可動部份解圖	45
第 4 章 三用電錶的一般知識	46
(1)三用電錶的外觀	46

(2)三用電錶的規格及誤差	47
(a)適用範圍	47
(b)階級	47
(c)最大刻度值的取法	48
(d)容許差	49
(e)溫度的影響	50
(f)頻率的影響	51
(g)瞬時大電流流通時的影響	51

第三編 電錶基本測量..... 53

第 1 章 電錶的使用方法及注意事項..... 53

(1)電錶的使用方法	53
(2)電錶使用時應注意事項	53
(a)放置時的注意	53
①受震動及衝擊	53
② 高溫直射光線	54
③注意強烈的磁場	54
④放置於濕氣大的地方	54
⑤經過長期沒有使用時	55
(b)使用上的注意	55
①零點調整	55
②錶頭的角度	55
③測試 Range 的確認	56
④測定棒（引線）的連接	57
⑤未知值的電氣測量	58
⑥極性（+・-）的注意不能有錯誤	58

⑦指針在刻度板上的讀法	58
⑧旋轉開關的切換	58
第 2 章 電阻之測量	60
(1)電阻的回路	60
(2)測量範圍之擴大	61
(a)錶頭的感度	61
(b)電源電壓	61
(c)多 Range 的測試	62
(3)電阻測量順序	64
(a)準備	64
(b)測量	65
(c)整理	65
(4)電阻測量應注意事項	65
(a)最適當的 Range	65
(b)刻度 Range 的選擇	66
(c)錶棒的接觸方法	67
(d)電錶棒的入手	67
(e)電路中的電阻測試法	68
(f)動作中的電路、電阻測量	68
(g)灯泡的灯絲電阻測量（不使用電阻計的電阻試量）	68
(h)電阻器的誤差	69
(i)電容器性能的試驗	70
(j)鍺二極體良否的檢查	71
(k)電晶體良否的檢查	71
(l)使用電阻計時內部電池的極性	72
(m)高電阻測定	72

(n)測量半導體時應注意事項	72
(o)其他注意事項	73
(4)電阻測量	73
(a)刻度讀數的看法	73
(b)電阻串聯的電阻值	75
(c)電阻並聯的電阻值	75
第 3 章 電壓之測量	77
(1)直流電壓	77
(a)直流電壓計的電路	77
(b)直流電壓計的組成	77
(c)測量範圍的擴大	79
(d)電壓計的內部電阻與 (Ω / V)	80
(e)直流的電壓測量的順序(注意事項)	82
①刻度範圍的選擇	82
②測量範圍的切換(選擇開關的轉動方法)	82
③電錶棒的接觸方法	83
④其他	83
(f)直流電壓的測量	83
①直流電壓計的刻度	83
②刻度的讀出方法與容許的誤差	84
③直流電壓測試的實習	86
◎高電壓的測量例子	88
(2)交流電壓	89
(a)交流電壓計的電路	89
(b)交流波形的取法及內部電阻	90
(c)測量範圍的擴大	94

(d)交流電壓的測量順序(注意事項)	94
①刻度範圍的選擇	94
②刻度範圍的切換(選擇開關的轉法)	95
③專用刻度標	95
④極性	96
(e)交流電壓的測量	96
①交流電壓計的刻度標	96
②刻度的讀法及容許的誤差	97
③交流電壓測量的實驗	99
第4章 電流(直流)測量	102
(1)電流計的回路	102
(2)測量範圍之擴大	102
(3)電流測量之順序(注意事項)	105
①Range之選定	105
②電流計加入方法	105
③測試棒的使用法	105
④刻度的讀法	106
(4)電流(DC·V·mA)之測量	106
(a)直流電流計之刻度	106
(b)刻度讀法與允許誤差	106
(c)直流電流之測量實習	109
①電壓變化的測量例	109
②改變電阻的測量例	110
第四編 實際回路之測量	113
第1章 1石放大器	113

(1)回路圖與部品表	113
(2)利用三用電錶作部品檢查	114
(3)製作	114
(4)動作電流及電壓測量	114
第 2 章 2 石無線電收音機	118
(1)回路圖與部品表	118
(2)由三用電錶檢查部品材料	118
(3)製作	122
(4)動作電流及電壓測量	122
第 3 章 3 石無線電收音機	125
(1)回路圖與部品表	126
(2)由三用錶進行部品之檢查	127
(a)調諧・檢波回路	127
(b)低頻放大器回路	129
(3)製作	130
(4)動作電流及電壓的測定	133
(a)諧振、檢波、線路的測量	133
(b)低頻放大器線路的測量	133
第 4 章 3 球放大器與 3 球收音機	135
(1)線路圖及零件表	135
(a)3 球放大器的線路圖	135
(b)3 球收音機的線路	136
(c)3 球收音機的零件表	137
(2)用三用電錶來檢查零件	139
(3)製作	141
(4)動作電壓電流的測量	143

(a)電壓的測量	143
(b)電流測量	143
(c)接收和放大的動作試驗	143
①接收	143

第五編 測量及應用..... 146

第1章 低頻輸出的測量法..... 146

(1)低頻輸出的測量	146
(2)漣波的測量	147
(3)功率的測試	147

第2章 電容器的試驗法..... 149

(1)紙質電容器	149
(2)電解質電容	149

第3章 電容器容量的測量法..... 151

(1)電容容量記號沒有的測試法	151
(2)有容量記號的測試法	152
(3)以座標的容量換算測定法	155
(4)有極性電容的測試法	157

第4章 線圈電感的測試法..... 161

(1)以換算求得之方法	161
(a)測量方法	161
(b)刻度的讀數	162
(2)計算方法的求得	163

第5章 $m\Omega$ 之低電阻測試法..... 166

第6章 $M\Omega$ 程度的高電阻測定方法..... 168

第7章 交流電流的測試法..... 171

(1)使用變壓器的整流型電流錶	171
(2)使用分流器的整流型電流計	171
(3)利用電壓降法的交流電流測試法	171
第8章 分貝(dB)(Deci Bell)	174
第9章 半導體(鍺二極體)的電壓	179
第10章 3極管放大特性的測量法	183
第11章 電晶體放大特性的測定法	186
(1)電晶體的誕生	186
(2)電晶體的放大測定	187

第六編 電錶良否的修理

第1章 選擇三用錶應注意事項	190
(1)指針平滑的擺動	190
(2)指針能否迅速的停於目的值	190
(3)指針的平衡情形	190
(4)零歐姆(Ω)的調整	191
(5)測定 Range 選擇開關	193
(6)靜電誤差	193
(7)需要切換到什麼程度 Range	193
(8)由外部看到內部的方法	194
(9)依選擇製造廠來選擇三用電錶	194
第2章 電錶的故障原因	195
第3章 電錶的修理	196
(1)電阻的斷線	196
(2)整流的不良	198
(3)交流電壓的更正	201

(4) 直流電流的更正	201
(5) 電阻計的更正	202
(6) 歐姆 Range 的測量有異常時	203
(a) 零 Ω 調整器 (可變電阻器) 的接觸不良	203
(b) 電池的消耗	204
(7) 選擇開關不良	205
(8) 指針不平衡時	205
第 4 章 內部電池的良否	208
(1) 以外部端子來測量電池的退化方法	208
(2) 電池的更換方法	209
第七編 各種各樣的三用電錶	211

第一編

三用電錶使用者之基礎學習

第 1 章 靜電

(1) 人與電氣的因緣

電氣因係看不見的東西，故人們要想出電氣，是一件非常困難的事情了，人們能獲得電氣來加以利用，也不過是 200 年前的事。

千年以上古代的人，可能在當時已知道自然界有電氣的現象，舉幾個具體的例子來說明之。

① 已知空中放電的打雷的閃光

② 已知自然界所造的磁鐵礦，具有磁力之作用。

③ 已知首飾所用的琥珀（係木頭的樹脂變成爲化石者）與衣服摩擦時能吸輕的東西，古代希臘人稱這種琥珀爲琥珀金 electron（即電子），但是雖然已經知道這三種現象却都被強烈的迷信所支配着，例如相信打雷的現象係在天空的神所爲。並且以爲心地不良的人被殺或家屋被燒等，這都是神所爲的。

對摩擦琥珀能吸著輕的物體發生興趣，據說是人類創作電氣的最初起因，迄今已有 2500 年前的事。

對這種摩擦電氣的發現，只不過發現能吸著輕的物體而已，但對其有排斥力，古代的人却沒能發現出來。電氣成爲一門學問後的一段時間，才發現靜電有排斥力，這只不過是 200 年前的事。

其後，慢慢地了解到電氣能經過物體而傳電或可以封在玻璃瓶裏的方法，這樣在理科的教科書第一頁所見到的就是摩擦生電，這是意味着人類發現出電氣而依其順序所編寫下來的。

(2) 電氣的性質

在物理的課業上做電氣的實驗時，將玻璃棒用絹布摩擦，或將硬化橡膠 **ebonite** 棒用毛皮摩擦，這是要製造摩擦電氣（靜電）而作的，像這樣二種物體摩擦時，一邊發生 **plus**（正）電，另一邊發生 **minus**（負）電氣。

像這種靜電也持有想從正流到負的性質，這是與收音機及電視機的回路的電流之流通或在物理的實驗時，作錄 **nickel** 電鍍時的動電的流通一樣的性質。

如此靜電和動電都有經過物質傳電的性質，但是依物質的不同，其傳電方法也隨着不同。

○容易傳電的物體——導體（也稱為良導體）。

＜例＞金、銀、銅、鐵等。

○不傳電的物體——非導體（也可稱為絕緣體）。

＜例＞紙、布、木材、陶磁器、橡膠等。

○在導體與導體的中間者——半導體。

＜例＞矽（**silicon**）諸（**germanium**）等。

雖然有導體、非導體、半導體，而使電氣在其中運動，但是除此以外還有一種有趣的性質，就是將持有靜電的物體接近其他物體時，此靠近的物體，能將使對方發生電氣（靜電感應）這種場合電氣並非由空中傳電，而是僅在電氣的附近發生新的電氣而已。

像這樣持有電氣的物體靠近不持有電氣的物體時，會發生電氣，這種現象叫做靜電感應。

由圖 1.1.2 能得知 B 物體之兩



圖 1-1 帶負電的 A 物體靠近 B 時，使 B 帶電極性與 A 相反

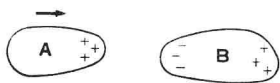


圖 1-2 將帶電之 A 靠近
B 後 B 將產生電

端出現電氣，然後持有電氣的物體靠近時，而對其物體就如飛出似地，但無飛出的力量，結果就集結在 B 物體的表面，這種動作如果是容易傳電的（導體的場合）就更容易集中在表面。

(3)庫倫定律

法國的科學家庫倫（Coulomb, Charles A）鑒於帶電的物體（帶電體）有互相影響對方，故想測定其力量，而將整理其研究結果。

他詳細地研究，如果帶電體有 2 個的場合時，究竟有怎樣的力量，來互相影響對方，這就叫做庫倫定律。所謂庫倫定律就是帶有靜電性質之 A 和 B 的物體之間所動作力量的大小，係關係到 A 與 B 之間的距離 r ，距離離的愈遠互相影響的力量愈小，反之其力量愈大。



圖 1-3

這與在附近的人的聲音聽得大聲，距離 r 愈遠，所聽到的聲音也就愈小是一樣。

兩個帶有靜電的物體之間，所動作的引力成斥力的大小，係距離愈近則其力量愈大，又電氣的力量愈強，互相影響的力量也愈大，可用 vinyl 棒來試之即可知道。

整理庫倫定律後有如下結果，如圖 1-3 所示，將電電量 A 和 B 的二個物體隔開 r 公尺時，此 A 和 B 之間所動作的引力（或斥力）係 A 和 B 之積成比例而與距離 r 之平方成反比例。

以公式為基礎參考圖 1-4 來說明之。

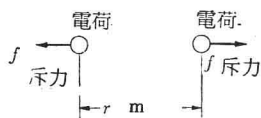


圖 1-4