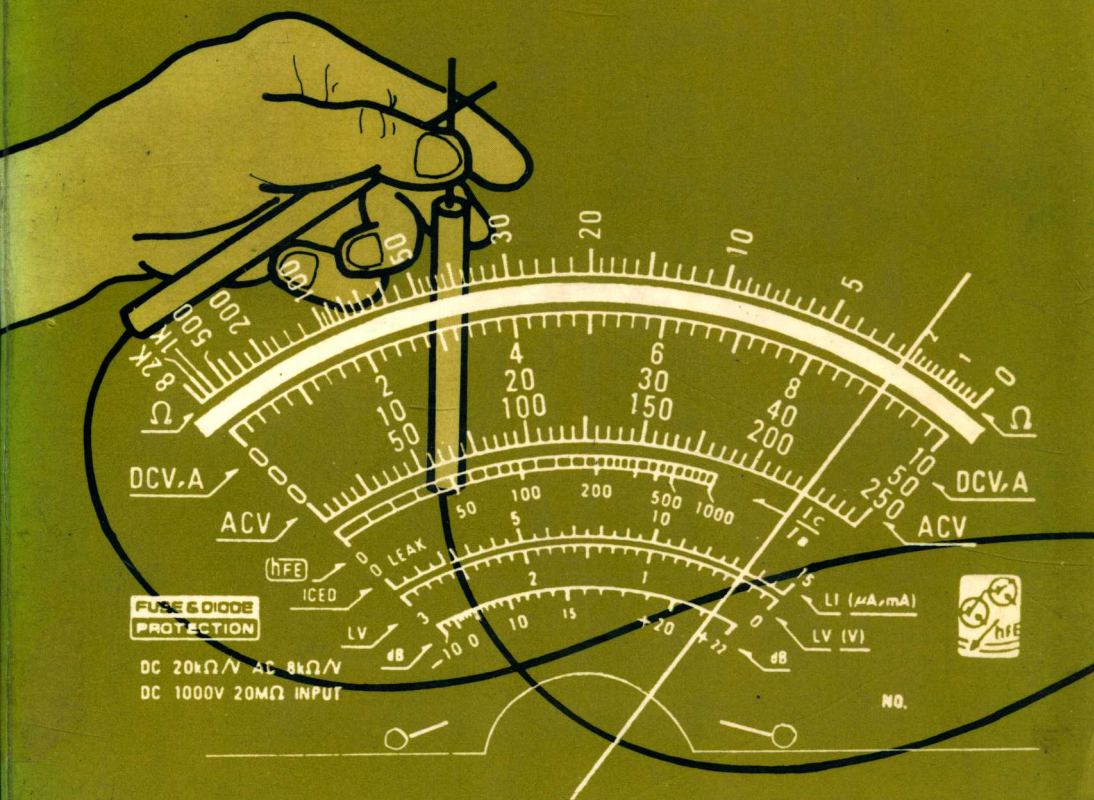


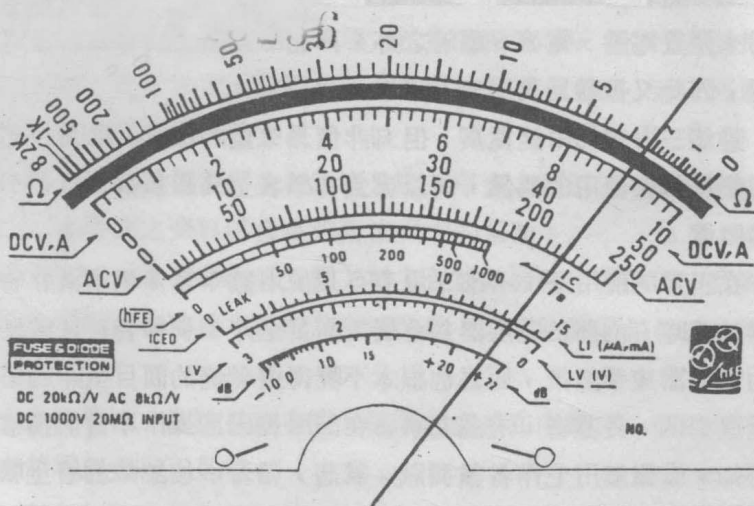
最新三用電表

蔡朝洋 編著



全華科技圖書公司印行

蔡朝洋 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 法律顧問：陳培豪律師

最新三用電表

蔡朝洋 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市龍江路76巷20-2號
電話：581-1300・564-1819
581-1362・581-1347
郵撥帳號：100836

發行者 蕭 而 鄭
印刷者 欣瑜彩色印刷廠
定價 新臺幣 100 元
再版 中華民國71年8月



序

三用電表簡稱三用表，是一種非常有用的裝置。由於它除了能單純的被用來測量電壓、電流、電阻之外，亦能用以測試及檢修各種電機、電子裝置，因此又被稱為萬用表。

雖然三用表的用途極廣，但却非價昂笨重的儀器，而是一部非常輕巧，方便於攜帶使用的裝置，所以成為初學者至高級技術人員們不可或缺的必備裝置。

在正常的使用下，一部三用表可以使用數十年，堪稱價廉物美。但在操作錯誤時，內部的電阻器却會燒的面目全非。初學者往往望著已燒的焦黑的電阻器束手無策，因為他根本不曉得這個燒的面目全非的電阻器到底是幾歐姆的。更甚者，有些初學者在三用表已因操作不當而損壞時，還渾然不知，而繼續用它作各種測試。試想，帶著一枝故障的槍上戰場，如何能打勝仗呢？有鑑於此，筆者乃貿然將歷年來收集之資料與個人研究所得編輯完成本書。

本書不但詳述了三用表的各種應用方法，更將市面上最廣受電機電子從業人員喜愛的 360TR、370、303等各型三用表作了詳盡的電路分析。筆者深信，唯有對三用表的內部結構及其電路有深入的了解，方能將其

功用發揮的淋漓盡致，更進而加以維護、檢修。

「怎樣修理三用表」一章，是根據筆者多年來指導學生們檢修三用表之記錄，將一般常見之故障及其修理方法整理編寫而成；各項故障情形均逐一加以分析，然後決定出故障處，並加以修理。相信這一章“經驗談”能給初學者帶來不少的助益。

書末的附錄網羅了市面上各種常見的三用表之電路圖。讀者們在檢修三用表時，本附錄之資料將會為您帶來很大的幫助。

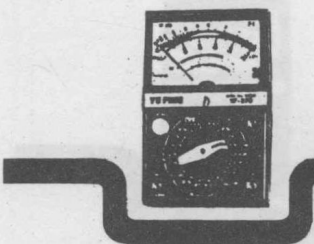
本書編寫時，承蒙彰化高工電工科主任林繁勝先生提供不少寶貴的意見，謹此由衷致謝。苟或本書對您有所助益，亦得謝謝吾弟朝滄在繪圖方面的協助。

編者才疏學淺，經驗見識有限，疏漏之處或在所難免，尚祈電機界先進及讀者諸君惠予指正幸。

蔡 朝 洋 謹誌

中華民國七十年九月

於 省立彰化高工



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，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「最新三用電表」呈獻給您，使您能正確的了解三用電表的使用方法、構造原理及修護技術。三用電表是電機、電子技術人員最基本、最常用的儀表，價廉而實用，即使高級研究人員亦常須借助它方能省時省力。近年來，市面上三用電表產品日趨精密，舉凡測試範圍、項目皆有擴增，本書即以這些最新產品為基礎，為您詳盡地介紹三用電表的原理、構造、應用及修護技術，您在徹底了解這些知識之後，將可把電表的使用技術發揮得淋漓盡緻，不但能達到事半功倍的效果，且必要時，亦可親自修護電表，毋須仰仗他人。

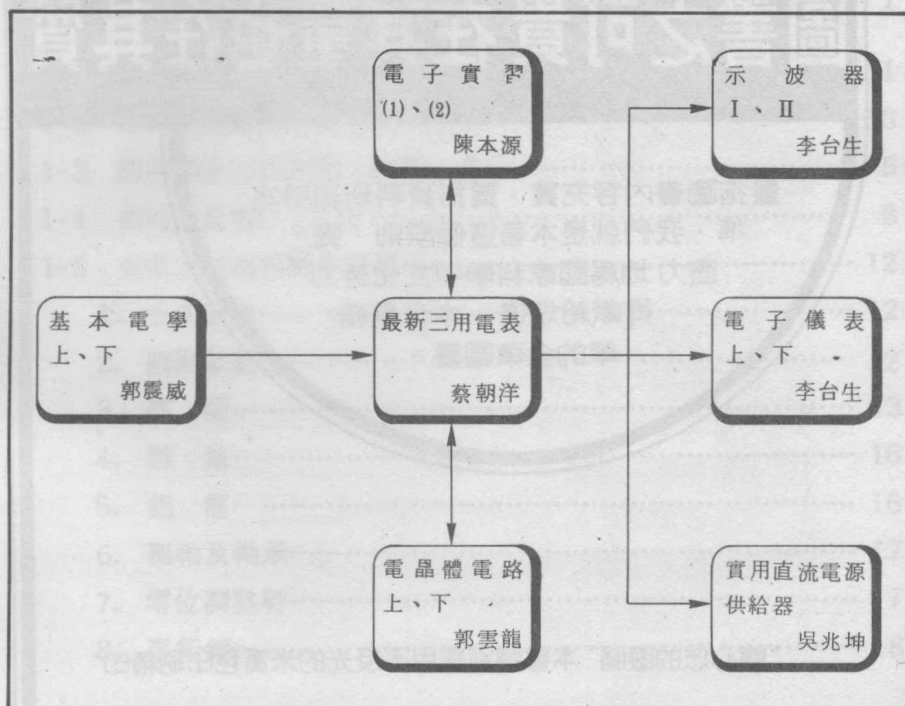
同時，為了使您能有系統且循序漸進研習有關電工、電子儀表系列叢書，我們將全華公司一整套電工、電子儀表系統叢書按深淺順序以流程圖方式列之於後，只要您按照順序詳加研讀，除可減少您摸索時間外，更可使您具備有儀表系統方面完整的知識，希望您能善加利用。有關以下各書內容如您需要更進一步資料時，歡迎來函聯繫，我們將可給您滿意的答覆。

目 錄

目 錄

！ 書 籍 全 部 基 礎 學 習 ！

！ 編 輯 部 門 及 各 系 統 新 書 本 冊 ！



編輯部序

感謝您 全華

感謝您選購全華圖書！
希望本書能滿足您求知的慾望！

圖書之可貴在其量也在其質

量指圖書內容充實、質指資料新穎够水準，我們就是本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的全華圖書。

“關心您的眼睛” 本書特別採用不反光的米黃色印刷精印



目 錄

第一章 三用表概述	1
1-1 如何測量大電流 (DC)?	1
1-2 如何測量直流電壓 (DCV)?	3
1-3 如何測量交流電壓 (ACV)?	5
1-4 如何測量電阻 (R)?	8
1-5 表頭之結構與動作原理	12
1. 永久磁鐵	12
2. 圓形軟鐵心	12
3. 線 圈	13
4. 游 絲	16
5. 鋁 框	16
6. 樞軸及軸承	17
7. 零位調整臂	17
8. 平衡錘	18

第二章 YF-370, YX-360TR, YH-360TR 三用表

.....	19
2-1 面板的認識.....	19
2-1-1 範圍選擇開關.....	19
2-1-2 三用表的表頭刻度.....	21
2-2 基本用法.....	22
2-2-1 應有的基本知識.....	23
1. 零位調整.....	23
2. 測試棒的接續.....	23
3. 切換範圍選擇開關時應注意之事項.....	23
4. 指示值之看法.....	24
2-2-2 電阻之測量.....	24
1. 零歐姆調整 (0Ω ADJ).....	24
2. 測量電阻的方法.....	24
3. 測試檔的選擇.....	25
4. 如何讀取電阻值.....	26
5. 複 習.....	27
6. 練習題.....	27
7. 注意事項.....	27
8. 何時應該更換電池.....	27
2-2-3 直流電壓之測量.....	29
1. 測試範圍的選擇.....	29
2. 測量直流電壓的方法.....	31
3. 如何讀取電壓值.....	31
2-2-4 交流電壓之測量.....	34
1. 測試範圍的選擇.....	34
2. 測量交流電壓的方法.....	34

3. 如何讀取電壓值.....	34
2-2-5 直流電流之測量.....	34
1. 測試範圍的選擇.....	34
2. 測量直流電流的方法.....	35
3. 電流值的讀取.....	35
4. 測量電流的變通辦法.....	37
2-3 電路分析.....	37
2-3-1 DC mA 檔電路分析.....	40
1. DC 50 μ A 檔.....	40
2. DC 2.5mA 檔.....	41
3. DC 25mA 檔.....	42
4. DC 0.25A 檔.....	44
2-3-2 DCV 檔電路分析.....	47
1. DC 0.1V 檔.....	47
2. DC 0.5V 檔.....	48
3. DC 2.5V 檔.....	49
4. DC 10V 檔.....	49
5. DC 50V 檔.....	50
6. DC 250V 檔.....	51
7. DC 1000V 檔.....	51
8. 靈敏度.....	53
2-3-3 ACV 檔電路分析.....	53
1. AC 10V 檔.....	53
2. AC 50V 檔.....	55
3. AC 250V 檔.....	56
4. AC 1000V 檔.....	57
5. 靈敏度.....	57
2-3-4 Ω 檔電路分析.....	57

2-3-5 表頭保護裝置	60
1. 操作正常時	62
2. 操作錯誤時	62

第三章 YF-303三用表 63

3-1 面板的認識	64
1. 範圍選擇開關	64
2. 極性反轉開關	66
3. 表頭刻度	66
3-2 基本的測量方法	68
1. 測量前之準備	68
2. 直流電壓之測量	68
3. 直流電流之測量	70
4. 極性反轉開關之使用	71
5. 交流電壓之測量	71
6. 電阻之測量	72
7. 1.5V 乾電池良否之判斷	73
3-3 YF-303三用表電路分析	74
3-3-1 DC mA 檔電路分析	74
1. DC 0.36mA 檔	74
2. DC 3mA 檔	78
3. DC 30mA 檔	79
4. DC 300mA 檔	80
5. DC 12A 檔	81
3-3-2 DCV 檔電路分析	82
1. DC 0.3V 檔	82
2. DC 3V 檔	82
3. DC 12V 檔	84

4. DC 30V~DC 1200V 檔	85
5. BATT 1.5V 檔	87
3-3-3 ACV 檔電路分析	92
1. AC 6V 檔	92
2. AC 30V 檔	95
3. AC 120V~1200V 檔	96
3-3-4 Ω 檔電路分析	97
3-3-5 極性反轉開關	100
3-3-6 表頭保護裝置	101

第四章 三用表的進一步探討.....103

4-1 LI 和 LV 刻度	103
4-1-1 LI 刻度如何獲得	103
4-1-2 LV 刻度如何獲得	105
4-2 h_{FE} 刻度	106
4-3 db	108
4-3-1 db 的由來	108
4-3-2 如何迅速測出 db 值	110
4-3-3 如何以三用表測 db 值	111
4-4 電表對被測電路之影響	113
4-4-1 電壓表之負載效應	113
4-4-2 電流表內阻之影響	114
4-5 高壓的測量	115
4-5-1 何謂 PROBE	115
4-5-2 如何測量高壓	116

第五章 三用表的應用.....119

5-1 常用電子零件之測試	119
---------------	-----

1.	二極體良否之判斷	119
2.	利用 LV、LI 刻度繪製二極體之特性曲線	120
3.	利用 LV 刻度判別二極體的材料	120
4.	發光二極體 LED 良否之判斷	120
5.	電晶體漏電電流 I_{CEO} 的測量	121
6.	電晶體 β 值的測量	122
7.	電容器良否之判斷	124
8.	電解電容器良否之判斷	124
9.	電解電容器極性之判斷	126
10.	揚聲器良否之判斷	126
11.	光敏電阻器 CdS 的測量	126
12.	光電晶體的測量	127
13.	場效應電晶體 FET 的測量	128
14.	單接合面電晶體 UJT 的測量	129
15.	SCR 良否之判斷及各接腳之判斷	130
16.	程序單結管 PUT 良否之判斷	131
17.	TRIAC 的測量	131
18.	DIAC 的測量	133
19.	天線線圈 ANT 的測量	133
20.	振盪線圈 OSC 的測量	133
21.	中週變壓器 IFT 的測量	135
5-2	家庭電器簡易故障檢修	135
1.	電 鍋	135
2.	日光燈	137
3.	電 扇	138

第六章 怎樣修理三用表 141

6-1	$\Omega \times 1$ 檔燒燬	141
-----	-----------------------	-----

6-2	Ω 檔不動作	145
6-3	ACV 檔故障	147
6-4	DC mA 檔損壞	149
6-5	Ω 檔無法作 0Ω 調整	151
6-6	各檔均不準確	153
6-7	指針在中途停住	155
6-8	$\Omega \times 1$ 檔燒燬後指針完全不偏轉	156

第七章 三用表的選購要領.....161

7-1	依使用目的，選擇適當的型式	161
7-2	精挑細選的要領	162
1.	範圍選擇開關之檢查	162
2.	表頭之平衡檢查	163
3.	零歐姆調整	163
4.	軸承與游絲良否之判斷	164
5.	內部是否有雜物之檢查	164

附錄 國產三用表電路與特性介紹.....165

1.	規 格	166
2.	電路圖集	168



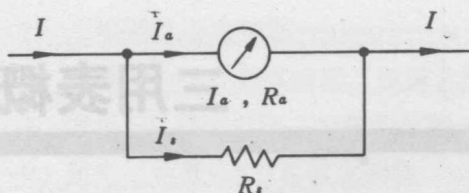
三用表概述

三用表的心臟，是一個小電流值的直流安培計（用來測量電流大小的裝置，我們稱之為安培計，俗稱電流表）。我們爲了使它能够做直流電流（DC mA）、直流電壓（DCV）、交流電壓（ACV）、電阻（R）等各種測試，因此把這個安培計依測試項目之不同而串聯或並聯了一些零件。本章將對三用表之電路作一個深入淺出的解析，讀後你一定會信心十足的說：「三用表並不難懂嘛」。

1-1 如何測量大電流(DC)？

三用表內部所用之直流安培計是供DC mA、DCV、ACV、R等各種測試共用，因此人們常稱之為“表頭”。表頭是一種靈敏度極高的直流安培計，只要通過極小的電流（小於萬分之一安培），指針即會滿刻度偏轉，因此適合於測量極微小之電流。但是遇到要測量比表頭所允許通過的電流更大的電流時怎麼辦呢？別急，我們只要如圖1-1-1所示在電流表兩端並聯一個分流電阻器 R ，把多餘的電流旁路掉就可以了。

讓我們舉一個例子吧！假如有一個內阻 $1\text{ k}\Omega$ 的 1 mA 安培計，欲將其



$$\begin{aligned} \because I_a R_a &= I_s R_s \\ \therefore R_s &= \frac{I_a R_a}{I_s} = \frac{I_a}{I_s} R_a \\ &= \frac{I_a}{I - I_a} R_a \end{aligned}$$

圖 1-1-1

改為 1 A 之安培計，則我們只要如圖 1-1-2 所示，在電路通過 1 A 的電流時，使用一個電阻器 R_s ，把 1 A — 1 mA = 999 mA 的電流傍路掉即可。

(註 1)：表頭內部之線圈係使用細而長的漆包線繞製而成，故有電阻存在，此電阻視三用表之型式而異，約在 $200\Omega \sim 2000\Omega$ 之間。我們稱之為內阻。

(註 2)： $k = 10^3 = 1000$ ，例如 $1\text{ k}\Omega = 1000\Omega$ 。

$$m = 10^{-3} = \frac{1}{1000}, \text{ 例如 } 1\text{ mA} = \frac{1}{1000}\text{ A}.$$

那麼 R_s 應該用多大的呢？因為 R_s 是和表頭並聯在一起，故表頭兩端的電壓與 R_s 兩端之電壓相等。換句話說， $1\text{ mA} \times 1\text{ k}\Omega = 999\text{ mA} \times R_s$ ，

我們只要用一個 $\frac{1\text{ k}\Omega}{999}$ 的電阻器作為 R_s ，就可以使圖 1-1-2 變成一個 1 A

的安培計了。

假如我們要把同一個表頭改成好幾種不同測試範圍的電流表，那該如

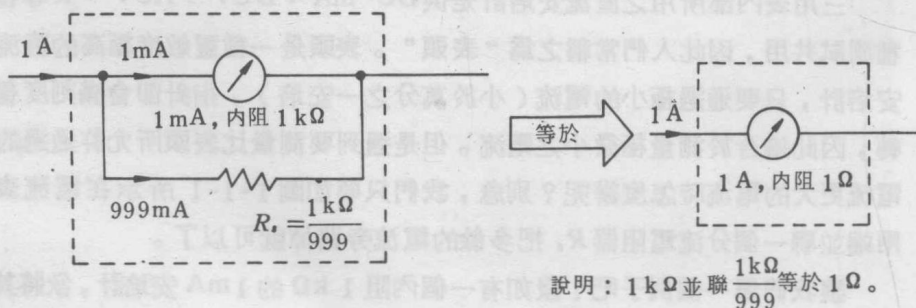


圖 1-1-2