

新版三用電表

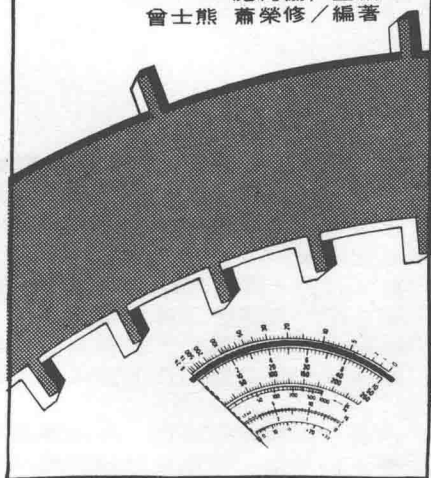
施純協／主編
曾士熊 蕭榮修／編著



羅 ... 局 印 行

新版三用電表

施純協／主編
曾士熊 蕭榮修／編著



主編／施純協

編著／曾士熊 蕭榮修

繪圖／王啓民

封面／施純平

羅拔書局印行

序 言

這些年來，三用電表的靈敏度普遍提高，同時由於半導體元件之崛起，三用電表的應用也更為廣泛，因此，筆者再度編寫三用電表，名為「新版三用電表」。本書除了具有原三用電表一書之精華及特色外，更增加「常用的電子零件測量」及「半導體元件的測量」兩章，在這兩章中，詳細介紹三用電表測量各種電子元件的方法，這是本書的精華。此外，第四章——「三用電表的構造與原理」中，特別詳細計算三用電表電路之零件數值，說明各檔之等效電路，使讀者能靈活運用，並瞭解測量所得數據之真正意義，這也是本書中值得一提者。其餘的各章節也都有較新穎的資料，提供給愛護我們的讀者。

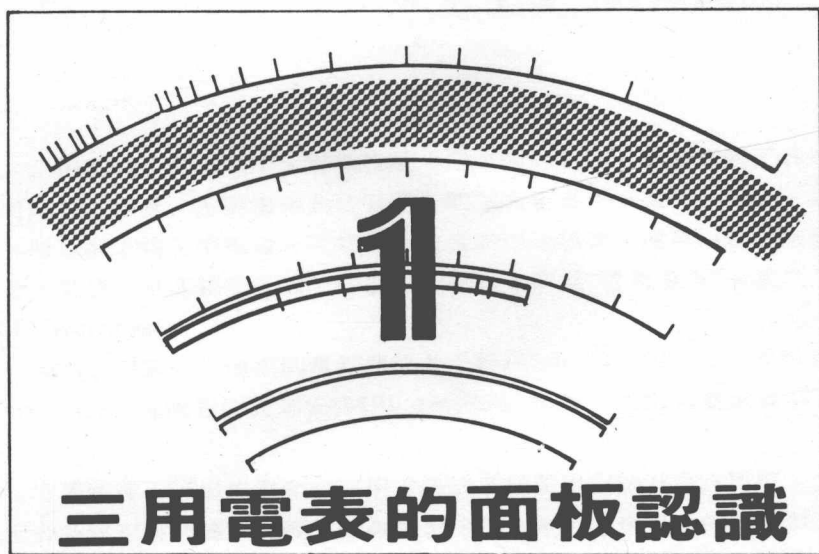
除了以上內容之介紹外，本書特別重視編排、繪圖及印刷。本書內採用的插圖全部自繪，而三用電表指針的讀數則是實際的測量數值，都具有參考之價值；且為了使印刷更為清晰美觀，而採用照相打字、平凹版印刷，力求更臻善境。

目 錄

1	三用電表的面板認識	1
1-1	面板的各部名稱	4
1-2	範圍選擇旋鈕	5
1-3	表頭刻度	6
1-4	三用電表面板複習測驗	8
2	三用電表的基本用法	11
2-1	電阻的測量	13
2-2	交流電壓的測量	22
2-3	直流電壓的測量	24
2-4	直流電流的測量	27
2-5	三用電表的基本用法複習測驗	30
3	簡易的家庭電器檢修	33
3-1	一般常見的故障檢修	35
3-2	電燈泡的檢修	43
3-3	電熱類家庭電器的檢修	44
3-4	日光燈的檢修	49
3-5	電扇馬達的檢修	54
3-6	電視機天線、饋電線的檢修	56
4	三用電表的構造與原理	59
4-1	三用電表的構造	61
4-2	表頭的構造與原理	62
4-3	三用電表的電路及零件	65

4-4	直流電流(DCmA)表電路	68
4-5	直流電壓(DCV)表電路	70
4-6	交流電壓(ACV)表電路	73
4-7	歐姆(Ω)表電路	77
4-8	三用電表構造原理複習測驗	82
5	常用的電子零件測量	85
5-1	可變電阻的測量	87
5-2	電容器的測量	90
5-3	喇叭的測量	94
5-4	繼電器的測量	96
5-5	線圈與變壓器的測量	99
6	半導體元件的測量	107
6-1	二極體(Diode)元件的測量	109
6-2	電晶體的測量	118
6-3	達琳頓(Darlington)電晶體的測量	129
6-4	場效應電晶體(FET)的測量	130
6-5	單接合電晶體(UJT)的測量	134
6-6	可程式的單接合電晶體(PUT)的測量	136
6-7	矽控整流器(SCR)的測量	137
6-8	雙向觸發二極體(DIAC)的測量	139
6-9	交流矽控整流器(TRIAC)的測量	140
6-10	閘斷開關(GTO)的測量	142
6-11	矽控開關(SCS)的測量	143
6-12	光電晶體的測量	145

6-13	光敏電阻 (CdS或CdSe) 的測量	146
6-14	熱敏電阻的測量	147
7	三用電表的應用測量	149
7-1	高電阻的測量	151
7-2	高壓的測量	152
7-3	交流電流的測量	153
7-4	漣波的測量	155
7-5	輸出功率的測量	156
7-6	dB (分貝) 的測量	157
7-7	振盪之確認	160
7-8	AM超外差式接收機的調整	164
7-9	FM檢波電路的調整	167
7-10	OTL與OCL功率放大器的調整	168
7-11	電晶體電路的檢修	171
7-12	電路板上的電晶體測量	173
7-13	基本邏輯閘IC的測量	174
附 錄		183



- 1-1 面板的各部名稱
- 1-2 範圍選擇旋鈕
- 1-3 表頭刻度
- 1-4 三用電表面板複習測驗

第一章 三用電表的面板認識

三用電表是從事電子、電機行業者所必備的儀器，也是家庭工具箱不可缺少的器具。主要用來測量電學上的三大要素——電壓、電阻、電流，所以稱之為三用電表。其實三用電表的用途很廣，還可以用來測量電容、電感、電晶體及分貝(dB)值等，所以也稱為“萬用電表”，英文名稱是“Multitester”。

因為三用電表所使用的電壓單位是伏特(Volt, V)；電阻單位是歐姆(Ohm, Ω)；電流單位是毫安(Milli-ampere, mA)，所以又簡稱為“VOM”。

本書將深入淺出詳盡介紹三用電表的各種使用方法及電路原理，並且配合各類測驗問題的反覆思考與練習，使大家對三用電表的使用更能得心應手。

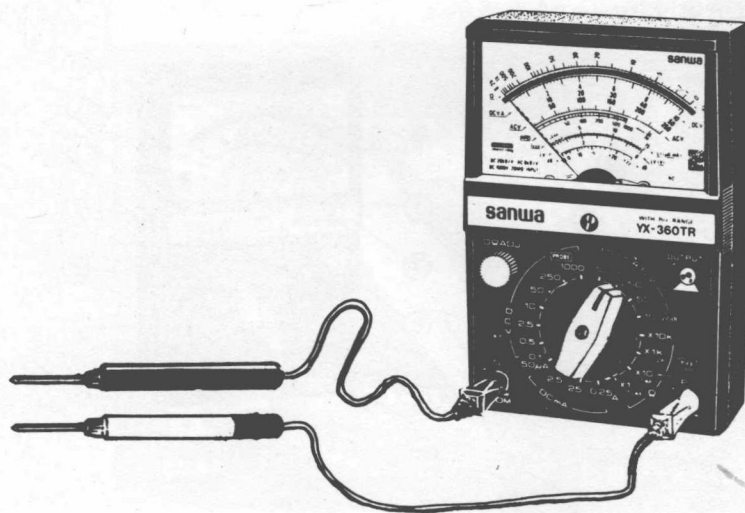


圖1-1 本書為例說明的三用電表(SANWA YX-360TR)

新版三用電表

在本書裡，我們使用最典型，目前市面上使用最廣的SANWA YX-360TR為例說明，目前市面上也有很多類似的仿製品，使用方法則大致相同。圖1-1所示即為SANWA YX-360TR的三用電表，由圖中，可以很清楚地看出它可以測量ACV、 Ω 、DCmA、DCV等，本書將分別一一介紹。

1-1 面板各部名稱

未介紹三用電表的面板之前，先請各位熟識電學上一些常用的英文字母，使易於瞭解三用電表。

電阻(Resistor)用英文字母**R**表示，它的單位是歐姆(Ω)。

電壓(Voltage)用英文字母**V**表示，它的單位是伏特(V)。

直流電壓用DCV表示。

交流電壓用ACV表示。

電流(Current)用英文字母**I**表示，它的單位是安培(A)，實際上三用電表的實用單位為毫安(mA)。 $1A=1000mA$ 。

直流電流用DCmA來表示。

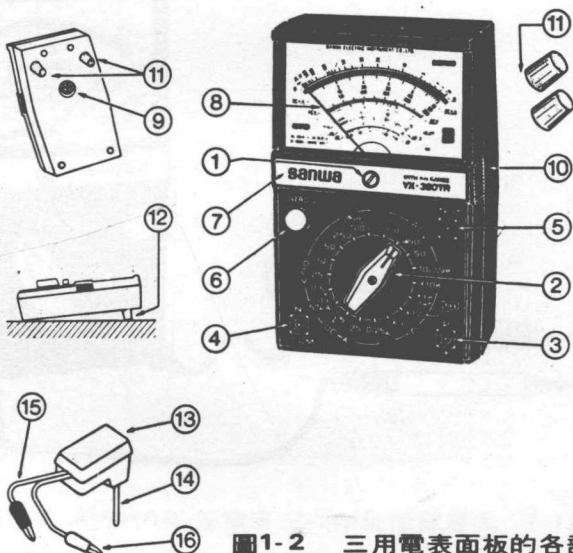


圖1-2 三用電表面板的各部名稱

第一章 三用電表的面板認識

- | | |
|-----------------|------------------|
| ① 指針零位調整鈕 | ⑨ 後蓋螺絲 |
| ② 範圍選擇旋鈕 | ⑩ 後蓋 |
| ③ “+”測試棒插孔 | ⑪ 防止滑動橡皮墊 |
| ④ “-COM”測試棒插孔 | ⑫ 橡皮墊組立 |
| ⑤ 輸出插孔(串聯電容器) | ⑬ h_{FE} 測試連接器 |
| ⑥ $O\Omega$ 調整鈕 | ⑭ 連接插銷 |
| ⑦ 銘板(廠牌、型號) | ⑮ 電晶體基極夾子(黑色) |
| ⑧ 指針 | ⑯ 電晶體集極夾子(紅色) |

1-2 範圍選擇旋鈕

三用電表的範圍選擇旋鈕，可分為 Ω 、DCV、ACV、DCmA等四個範圍，各範圍還區分為好幾個檔。在使用時必須把旋鈕撥在適當的檔，以便正確地讀出指針的刻度，如果撥錯檔，就有燒壞電表的可能，所以測量時，必須小心操作，千萬不可大意。圖1-3為範圍選擇旋鈕之詳圖，請仔細觀察各檔的刻度：

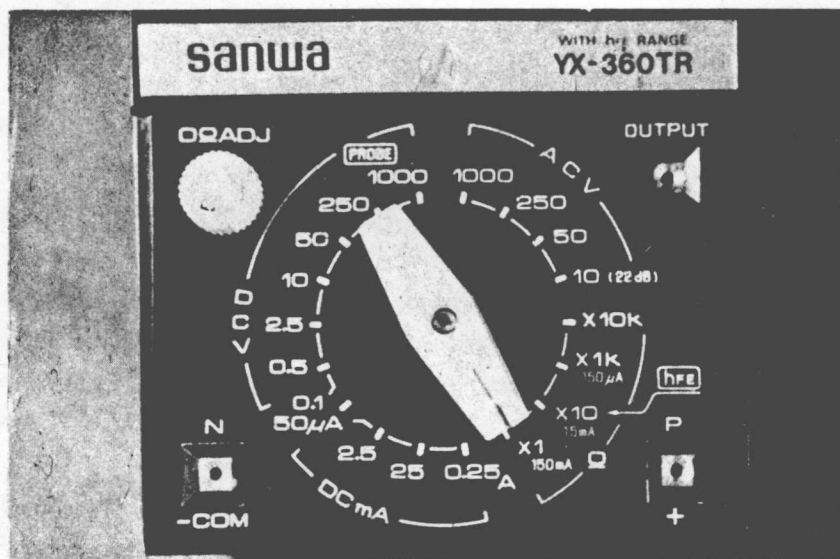


圖1-3 範圍選擇旋鈕

新版三用電表

測量電阻時，旋鈕必須撥在標有 Ω 的範圍內，這個範圍共有四檔： $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1K$ 、 $\times 10K$ 等。

測量直流電壓時，旋鈕必須撥在標有**DCV**的範圍內，這個範圍共有七檔：0.1、0.5、2.5、10、50、250、1000等。每一檔的數字表示撥在該檔時，所能測量的最大電壓值，例如撥在250的位置時，所能測量的最大電壓即為250V。檔數愈多，愈容易選擇合適的檔，表示三用電表愈精密。

測量交流電壓時，旋鈕必須撥在標有**ACV**的範圍內，這個範圍共有四檔：10、50、250、1000等。每一檔的數字亦表示撥在該檔時，所能測量的最大電壓值。

測量直流電流時，旋鈕必須撥在標有**DCmA**的範圍內，這個範圍共有四檔： $50\mu A$ 、2.5mA、25mA、0.25A等。每一檔的數字表示撥在該檔時，所能測量的最大電流值。由此可知此三用電表所能測量的最大直流電流為0.25A，也就是250mA。能測出愈小的電流值，即表示三用電表愈精密。

此外，刻度盤上的其它字樣：PROBE(高壓探棒)，22dB(分貝值)， h_{FE} (電晶體的DC電流增益)，150mA、15mA、 $150\mu A$ (流過負載的滿刻度電流)等，將在以後各章中詳述之。

1-3 表頭刻度

如圖1-4所示，我們可以看出面板上共有七條弧形的刻度線，由上往下數：

第一條刻度左右邊都標有 Ω 符號，為測量電阻之用，數字的刻畫由右至左呈**非線性**分佈愈靠左愈密。最左邊有 ∞ 的符號， ∞ 表示無窮大的意思；稍右有2K及1K的刻度，K(Kilo)是千的意思， $2K=2000$ 。中心刻度值大約是20。

第二條刻度左右邊各標有**DCV**、**A**及**DCV**的字樣，作為測量直流電壓及直流電流之用，數字的刻畫由左至右呈**線性**分佈，共有三組數字分別為：0、2、4、6、8、10，0、10、20、30、40及50及0、50、100、150、200、250等，這

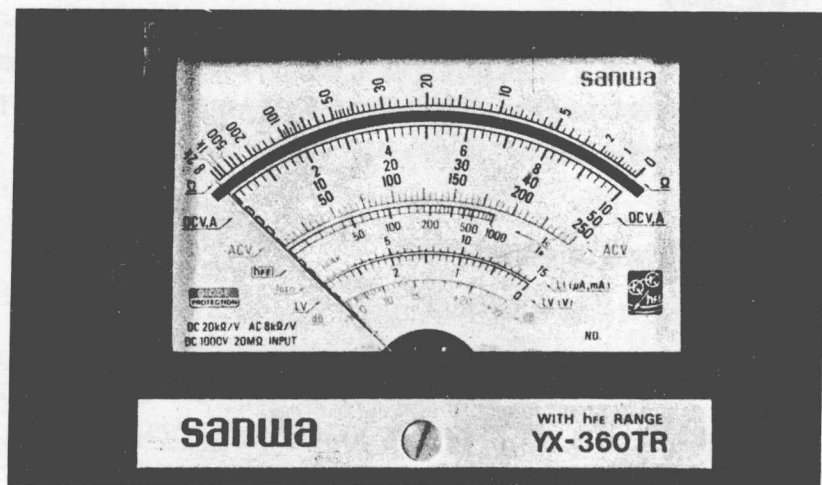


圖1-4 表頭刻度

三組數字均為大間隔的刻劃，以此為標準，即可由細部的刻劃讀出正確的數字。

第三條刻度左右邊都標有 **ACV** 的字樣，作為測量交流電壓之用，刻劃的數字與 **DCV** 共用。

第四條刻度左邊標有 **hFE** 字樣，右邊標有 $\frac{I_C}{I_B}$ 字樣，作為測量電晶體的 **DC** 電流增益 (β_{DC}) 之用。

第五條刻度左邊標有 **I_{ceo}** 及 **LEAK** 字樣，右邊標有 **LI** ($\mu A, mA$) 字樣，作為測量電晶體的逆向漏電流及負載電流之用，單位為 μA 及 **mA**。

第六條刻度左右邊各標有 **LV (V)** 字樣，作為測量負載電壓之用，單位為 **Volt**。

第七條刻度左右邊各標有 **dB** 字樣，作為測量聲頻輸出或放大器增益之用。

此外，面板上左下方有 **DIODE PROTECTION** (二極體保護) 的字樣，表示此三用電表，附有變阻體(定壓二極體)過負荷保護表頭裝置。**DC 20KΩ/V** 及 **AC 8KΩ/V**，表示測量直流及交流電壓時，三用電表每伏特的內電阻，此值愈大則所測得的電壓值愈精確。**DC 1000V 20MΩ**

新版三用電表

INPUT表示撥在直流電壓1000V時輸入阻抗(內電阻)可高達20M Ω 。

Ω 刻度的下方裝有弧型的鏡片，這是為防止讀取指示值時的視覺誤差之用，使用時讀取鏡子內的指針與實物重疊在一起時的刻度值，才不致有誤差，這時眼睛的觀察位置，恰在刻度盤之正上方。

1-4 三用電表面板複習測驗

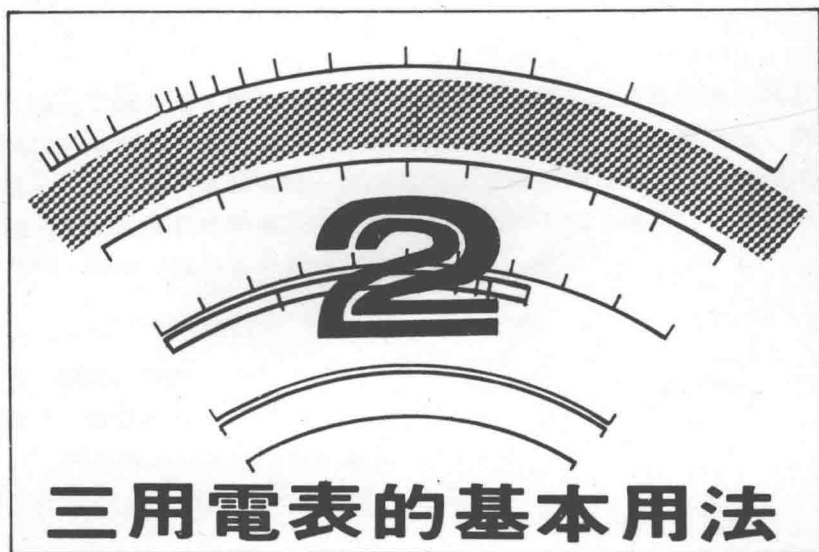
- (1)所謂三用電表是說它具有測量_____，_____，_____等三種功能。
- (2)電壓(Voltage)的單位是_____，用英文字_____代表。
- (3)電阻(Resistor)的單位是_____，用英文字母_____代表。
- (4)電流(Current)的單位是_____，用英文字母_____。實際上三用電表的實用單位為毫安，用英文字母_____代表。 $1A = \underline{\hspace{2cm}}mA$ ， $1\mu A = \underline{\hspace{2cm}}mA$ 。
- (5)三用電表簡稱為“VOM”。V是電壓的單位_____的簡寫，O是電阻的單位_____的簡寫，M是電流的單位_____的簡寫。
- (6)DC (Direct Current)代表_____；AC (Alternating Current)代表_____。
- (7)直流電壓用英文字_____來代表；直流電流用_____來代表；交流電壓用_____來代表。
- (8)測量電阻時旋鈕要撥在_____的範圍內；測量直流電壓時撥在_____的範圍內；測量直流電流時撥在_____的範圍內；測量交流電壓時撥在_____的範圍內。
- (9)三用電表不能直接測量_____電流。(AC或DC)
- (10)三用電表電阻的刻度上，最右邊的刻度為_____ Ω ，最左邊的刻度為_____。
- (11)“ ∞ ”這個符號表示_____的意思；K是Kilo的簡寫，為_____的意思。 $2K\Omega = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ ， $1M\Omega = \underline{\hspace{2cm}}\Omega$ 。
- (12)O Ω ADJ 表示_____，它是一個可變電阻。

第一章 三用電表的面板認識

- (13) 測量電晶體的 h_{FE} 時旋鈕要撥在 Ω 範圍內_____的位置。
- (14) Ω/V (靈敏度) 表示測量電壓時，三用電表每伏特的_____
，每伏特的歐姆數愈_____則所測量的電壓值愈精確。
- (15) 使用 $20K \Omega/V$ 的三用電表測量直流電壓時，若撥在 $50V$ 的檔，此時三用電表的輸入阻抗為_____ Ω 。
- (16) 使用OUTPUT插孔時，旋鈕要撥在_____的範圍內，它的內部多串聯了一個_____，是為測量電路上的交流電壓時，隔絕直流成份之用。
- (17) 測量電阻時每換檔一次，就得調整_____一次。
- (18) YX-360TR 三用電表的中心刻度電阻值為_____ Ω ；電阻值的刻度是呈_____分佈，愈_____愈密，所以我們測量電阻值時，儘量撥在適當的檔以讀取_____邊的刻度。
- (19) Load是_____的意思。SANWA YX-360TR 三用電表撥在 Ω 檔 $\times 1$ 位置時，流過Load的滿刻度電流為_____ mA。
- (20) YX-360TR 三用電表的LV (負載電壓) 刻度最左邊為_____ V，表示撥在 Ω 檔 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1K$ 時，三用電表內部使用_____ V的電池。

參考答案

- (1) 電壓，電阻，電流。
- (2) 伏特，V。
- (3) 歐姆，R。
- (4) 安培，I。mA。1000， $\frac{1}{1000}$ 或 10^{-3} 。
- (5) Volt，Ohm 或 Ω ，MA。
- (6) 直流，交流。
- (7) DCV，DCmA，ACV。
- (8) Ω (或 Ohms)，DCV，DCmA，ACV。
- (9) AC。
- (10) 0， ∞ 。
- (11) 無窮大，千。2000， 1×10^6 。
- (12) O Ω 調整鈕
- (13) $\times 10$ 。
- (14) 內電阻，大。
- (15) 1M (或 1000K Ω)。
- (16) ACV，電容器。
- (17) O Ω ADJ。
- (18) 20，非線性(不均勻)，左，中央靠右。
- (19) 負載。150。
- (20) 3，3。



三用電表的基本用法

- 2-1 電阻的測量
- 2-2 交流電壓的測量
- 2-3 直流電壓的測量
- 2-4 直流電流的測量
- 2-5 三用電表的基本用法複習測驗