

電子儀器的選擇與應用(二)：數位式萬用電表

萬用電表的用途

您手中還有指針式的三用電表嗎？如果有的話請繼續愛護它，反之，如果您剛好需要萬用電表去做基本的測量或是要求更高的精度時，我們強烈建議你直接就購買數位式的萬用電表，因為這樣做只有好處，並且可以讓你減少遺憾，看完本文您就知道其中的原因了。萬用電表最大的優點就是攜帶方便，隨時可做基本電壓電流及電阻值的測量。

萬用電表的量測原理及使用

在大多數的場合中，我們都是用萬用電表去測量電路板上的交直流電壓軸(Volt)、交直流電流(Amp)及歐姆檔(Ohm)等等，當測量電壓時，我們必須把兩條測試線接在標示 V 與 GND(地端)，讓電表形成一個高阻抗的輸入端，以便讀取測試點兩端的電壓差，該信號先經過自動換檔(Auto-Range)線路處理後，轉成一個小於2V的DC直流成份值，再經過電表內部的AD取樣並轉換後，才把數值顯示到LCD幕上。數位電表內的AD轉換器決定該表的顯示精確度，數位電表若標示有三位半的精度，代表可以的範圍為0000-1999，千位數只可以有0與1的變化，其他位數則可由0到9變化。為什麼會有這種安排呢？這是因為內部AD轉換電路只能有2000個轉換值關係，不過，較新型的數位電表可以顯示到3999或是更多的位數，這代表其AD的轉換精度更高了。

測量交流電壓時，電表還必須先將交流信號處理成直流信號，才能進行度量及顯示，如果你的數位電表有表示“true RMS”等字樣時，代表該電表可以測量交直流信號的實際有效值來，反之就只能顯示平均值而已。測量交直流電流時，就必須改變測試線的輸入位置了，一般的掌上型的數位電表都提供高低電流檔兩組輸入點。此時的電表本身被視為一個小電阻串聯在電路當中，如果該電阻值是已知的，再測得該小電阻兩端的電壓時，就可以換算出其通過的電流值來。如果你的測試線是安排成電流測量模式，可是卻誤當成電壓測量時，會有何種結果？比方說：碰到+12V的電源端，假設電表內部的串聯電阻只有0.1歐姆而已，則接觸的瞬間將有高達120A的電流通過，這麼大的電流有可能使測試線著火以及電表損壞的可能，所以電流檔位上都加上保護用的保險絲，以便在千鈞一發的瞬間保護操作者及數位電表。

當要做電阻值測量時，數位電表的動作就跟指針式電表完全不同了，它會先產生一個精密的電流源，由測試線的正端送出，經過待測電阻後流回GND點，電表同時監視輸出入點的電壓，即可由 $R=V/I$ 的公式中得到實際的電阻值。相同的原則之下，我們不可以在電阻檔下，去做電壓的測量，如果你量的電壓值過高時，一定會損壞電表內部的電流源，這可能導致電阻檔的永遠損壞或是誤差過大。至於電路導通的測試和電阻測量方法類似，電表只要判定電阻值小於5(或更小的值)歐姆時，就驅動內部的蜂鳴器動作，以發出導通的音響聲。

數位電表當然還有其他添增的功能，不過應該都是上述電壓電流及電阻測量原理的延伸，例如記錄最大及最小值、記錄變化量或是換算頻率(需要添加F->V電路才可以)。選購數位電表時除了要留意其主要的功能外，還要注意以下數點：

- 1、儘量選購有Auto-range的數位電表，避免電表因檔位錯誤而損壞
- 2、參考廠商的型錄，留意各個檔位的精確度，因為相同的價格下你可能買到精度差一倍的掌上型數位電表
- 3、廠商所提供的保固期，一般是一年保固，有些則提供長達三年的保固

萬用電表的新發展

其實，由幾家世界級電表大廠的動作九可以看出電表的趨勢：朝所謂的SCOPE-MERTER方向發展，亦即融入了示波器的技術，讓電表的顯示不僅僅是測試點的數值顯示而已，同時也加上了該測試點的正确波形，以便讓使用者能馬上辨認出該點的信號是否正确。在日漸增多的數位電路中，這種需求是越來越多的。例如：我們用數位電表在一個測試點上得到一個2V左右的直流電壓值，到底這個值是否是正确的呢？較有經驗的人會再用邏輯筆(LOGIC PROBE)再CHECK一下，如果發現是一連串的PLUSE時，那麼用數位電表得到的直流值就有可能不是我們所要的值了，所以爲了確認信號的類型，只好再找來示波器做進一步的測量，這會使我們度量信號的時間無形中增加了許多，所以，新的趨勢就是把信號的測量值與波形同時顯現出來，讓使用者立即辨視值與波形。此時同時展示值與波形的顯示幕就要大一些，通常是採用液晶LCD的顯示。如果該電表可處理波形後，還可以顯示該波形的特性值：頻率、週期以及高低比(Duty Cycle)等等。此時的二合一儀器已逐漸跳脫原先萬用電表的應用範圍了，所以其價格都超過新台幣五萬元以上，不過我們認爲：隨著使用人口的增加，這類設備的價格應該還會再下降才對。

萬用電表使用十戒

- 1、經常使用才能維持測量工具的正常
- 2、選用高品質的電池
- 3、分清楚量測的檔位
- 4、儘量選用自動換檔(auto-range)進行量測
- 5、避免電表受潮或掉落
- 6、量 AC 交流電壓時要避免觸電
- 7、量電流檔接線絕對不能用來量電壓檔
- 8、不要調整電表內的任何零組件
- 9、熟讀使用說明書及測試重點提示
- 10、使用完畢後記得關閉電源

我的電表使用經驗

除了示波器以外，我個人最常用的測試工具就屬萬用電表了，大學時代參加過兩次的山地服務隊，都是到宜蘭縣的四季村及南湖村維修各種電器音響用品，當時的主要工具就是指針式的萬用電表與電烙鐵了，只要有這幾個工具就可以進行基本的維修與調整。學生時代幫人裝音響的階段，都是使用價格不超過千元的指針式萬用電表，那時國內尚未有廠商開發數位式的萬用電表，而且進口的萬用電表又是貴的很，學生的身份根本無法沾到邊，心中最理想的電表品牌就是日製的SANWA，國內有許多指針式萬用電表的製造商都是以SANWA品牌為模仿的對象，自軍中退伍進入社會後，我就開始改用數位式萬用電表了，第一次買的數位電表是美國FLUKE F73，這個電表可以測量交直流電壓及電流，以及電阻歐姆與二極體順向電壓檔等等，當初購買的理由就是打算用來調整AD轉換器的Vref(電壓參考源)，唯有用數位的方式才能調到我們所要求的mV誤差等級。

工作數年之後，我才發現FLUKE不僅是數位式萬用電表的專業製造商，還是國家級校驗器材的設計製造廠，所以，在工作及實驗桌上我們經常使用FLUKE更精密的五位半數位電表F8840做儀器的調整及AD/DA值的確認，我個人第二台數位式萬用電表則是FLUKE的F87，它除了可做一般的電壓電流及電阻值測量外，還可以測量電容值及信號的頻率(199Hz-199KHz)，一般的量測及調整都已足夠，這類的數位電表都是防摔型的，所以電表的外部都包圍著一層厚厚的防護塑膠，據說該電表在某個高度掉落時，保證不會有所損壞，當然這個功能是傳統的指針式電表所無法做的。

經過這些年的學習與模仿，國內的數位電表廠商已逐漸取得一席之地，還有不少廠牌幫國外的儀器大廠做OEM的代工，由此可見其技術層次已經提高了許多，當然，國產數位電表的價位是較便宜的，如果有機會再買一台數位式的萬用電表時，我可能也會把國產的萬用電表列入考慮的。