

### 實驗桌上的發現

在工程師的實驗桌上總是擺滿儀器與電路板，對我而言這裡面有無限多的寶藏與構想，這一次我們把工業用的 AC 功率板改來測量辦公室的用電情況，結果令人振奮...

## 冷氣機用電大公開

文 / 林伸茂

每年的夏季一到，冷氣機一開啓後，大部份人最在意的就是電費的多寡了，往往要到了拿到電費通知單後，才知道上個月用了多少度的電了。其實您可以每天勤勞一點去操錄電力表上的讀值，再減去昨天的讀值，再乘上一個常數，就可以大約得知這段時間所花掉的電費了。這些值再依序存入電腦的excel檔案中，就可以推算出一整個月的電力消耗分佈情形了。

當然除了用人工抄表的方式外，我們也可以用電子電路做成的功率計(Power Meter)來做度量，透過其提供的傳輸界面，將量測值即時傳到電腦上，經過計算後得到仟瓦時值，也可以得知電費的多寡。用這種方法是最科學的，可以很明顯看出整個用電的情況，不過整個資料收集系統一定會較人工抄表的方式複雜些。

### 電費的估算例(以營業用電每度 3.5 元計算)

公司的樓梯間轉角上若裝設一個 100W 的鎢絲燈泡，持續開一個月時，電費約是多少呢?計算的方式如下:

$$(100\text{W} \times 24 \text{ 小時/天} \times 30 \text{ 天}) / 1000\text{W} = 72\text{KWH} = 72 \text{ 電費度}$$
$$(72 \text{ 度} \times 3.5 \text{ 元/度}) = 252 \text{ 元}$$

所以類似的照明設備一定要改用只要 17W 的省電燈泡，則電費降至只有 43 元

$$(17\text{W} \times 24 \text{ 小時/天} \times 30 \text{ 天}) / 1000\text{W} = 12.24\text{KWH} = 12.24 \text{ 度}$$
$$(12.24 \text{ 度} \times 3.5 \text{ 元/度}) = 43 \text{ 元}$$

### 功率監測器的使用

要即時監測用電情況，當然需要所謂的功率計才行，而且這台功率計還要有電費度的累加功能，這樣才方便換算成應繳的電費，這裡我們示範的功率表是旗威科技的PWR-H交流功率表，初步的構想是先測量公司內部最大台分離式冷氣的耗電情形，然後再來觀察整個辦公室的用電情況。

## 使用設備介紹

- 1.AC Power Meter(PWR-H):觀看交流電壓、電流、功率功因與電費度
- 2.可拆式交流CT(Current Transformer):日本URD電流偵測大廠的電流轉換器，最大可測電流100A
- 3.Fluke 189 數位電表:確認交流電壓值
- 4.Fluke 36 數位勾表:確認交流電流值



[圖 1]

旗威科技的PWR-H，有四個七段顯示器及8個LED，可固定在鋁軌上。功能的切換在右上角的按鈕上，每按一下就可以切換出:交流電壓、交流電流、功率與功因PF值，還有電費度KWH的累積與電費估算



[圖 2]

URD 的 CT，可以不破壞原先接線的情況下，就可以量測交流電流，CTL-10 的規格可測 100A 的電流值，詳細規格請參考 URD 網站的說明



[圖 3]  
Fluke 數位電表的量測值絕對有公信力，我們用它來檢查交流電壓值，其顯示值為真均方根值，即所謂的 True RMS



[圖 4]  
我們用 Fluke 勾表來比對 URD 的交流電流，它也是以真均方根的方式顯示所測得的電流值

## 旗威科技 PWR-H 主要規格

- 交流電壓 ACV 輸入範圍 0-250Vrms，顯示方式 XXX.X Vrms，精度 0.5%
- 交流電流 ACA 輸入範圍 0-10Arms，顯示方式 XX.XX Arms，精度 0.5%
- 功率 Watt 輸入範圍 0-9999W，顯示方式 XXXX W，精度 0.5%
- 功因 PF 輸入範圍 0.00-1.00，顯示方式 X.XX，精度 0.5%
- 具備 KWH 電費度的功能，可用來計算電費，也可以直接計算電費
- 具備 RS485 通訊界面，可隨時傳回設定值

## 功率量測線路的接法範例

這裡我們以 220V 冷氣機的用電監測方式為例

PWR-H 端子 ACV+ 接 220V 的火線，ACV- 接 220V 的地線

PWR-H 端子 ACA+ 接到 URD CT+ 端，ACA- 接 URD CT- 端，請注意 CT 上已併連一 10 歐姆電阻

旗威科技的 PWR-H 功率計也已經接妥 +24V 電源



[圖 5]

進入 PWR-H 的信號要標明 ACV 交流電壓與 ACA 交流電流，我們是用附有標籤的束線做範例(見圖的左方)，圖右方是 +24V 電源輸入端與 RS485 連接點，配線時絕對要小心，若接錯的話一定會損壞控制板



[圖 6]

由冷氣機電源端取得交流電壓與電流信號，220V 的電壓信號取自排水控制箱的電源端，CT 則藏在電源接線盒上，配線時要避免觸電

## 我們善意的提醒

1. AC 電源端施工時，一定要有2個人在場，一個人施工另一個人在現場支援
2. CT 電流轉換器使用不當是會電人的，配接時記得要加上電阻當負載
3. 配線完成後一定要再三確認後才通電

## PWR-H 的基本操作

PWR-H有四個數字顯示器與8個紅色LED功能指示燈，開機後內定先顯示的是交流電壓值，按下功能鍵1後可以依序顯示交流電流值、有效功率值、功因值與電費度值。在外部接線方面須將待測 AC 電壓引到端子上，電流部份則先經過 CT 與負載電阻轉成電壓信號後，才進到端子上。由於端子上可能有高達 220Vrms 以上電壓值出現，不論在配線或量測時，一定要隨時注意自身的安全。

## 詳細測試步驟

### step1 :

檢查所有高電壓接線是否正確，且線與線之間有足夠的安全距離，請注意發生勿觸電之情事。

### step2 :

檢查 CT 接線是否正確



[圖 7] 加入電壓與電流監視的冷氣機系統，多了四條電力信號線進入旗威科技的 PWR-H 上。我們也發現冷氣機運轉時，溫度設定不要太低，免得壓縮機一直運轉而浪費過多的能源。

### **step3 :**

開啓PWR-2電源，但冷氣機未啓動，按下功能鍵1，確認冷氣機的輸入電壓爲220.0V，但此時電流值應該接近00.00A

### **step4 :**

啓動冷氣機後，觀察其負載電流與消耗功率，還有功因值。

### **step5 :**

重新啓動PWR-2功率計，但開機時同時按下功能鍵1，以便清除內部的KWH計算值，亦即從現在開始計算消耗電費。

### **step6 :**

執行PC端的連線程式，每隔1分鐘向PWR-2取得所有V、I、W、PF與累計KWH值。

### **step7 :**

持續量測一天即可得到累積的電費值，以及PC端所收集到的資料轉存到Excel中，可以繪出整天的用電情況。

## **測試結果**

我們大約花費了半小時完成配線與功率表的安裝，正式的實測是在下午開始。冷氣機啓動時的確需要較大的電流約在10A-11A左右。正式運轉時電流都保持在8-9A之間，而功率約在1.8KW，這種耗電量確實是很大的。當設定的冷度已經到達，壓縮機暫停工作只有送風時，功率消耗降低到50W。我們也同時觀察冷氣機的PF功因值，大約都維持在0.90到0.98間，這代表冷氣機內容的馬達效率已經相當高了，比我們預期的好許多。

如果我們以2KW來計算，運轉1小時的電費度就是2KWH即兩度，換算成金額爲7元。一天開冷氣機10小時的話，該台冷氣機就要電費70元，一個月下來新台幣兩千多元的電費是跑不掉的。

## **如何省電**

在家庭使用的電氣用品裡，耗電大王無庸置疑的是冷氣機，再加上冷氣機都是長時間運轉，累積的電費是相當驚人的。另外，像微波爐工作時也是相當耗電的，不過其加熱時間不超過10分鐘，累計電費還是有限的。倒是許多電氣用品(電視、DVD放影機)在待機時，多少會消耗幾瓦的電力，如果長時間不用的話，最好還是把電源線拔掉，以節省更多的電力。PC正常工作約在一百多瓦，當我們在Windows執行關機後，整個螢幕會熄滅掉，PC內的所有風扇也會停止運作，可是還是有1W-2W的待機耗電!!最好的省電方式還是把連接PC的延長線上的開關關上，這樣就是真正的零功率消耗了。

如果您要購買新的電器時，一定要選擇高效能的產品，即其功因值較高。我們檢查公司新買的PC，整體功率值約在120W上下，但其PF值竟然不到0.70，這代表有三成的電力白白被損耗掉。可惜的是電力公司對一般用戶只收取實際的有效功率費，如果您浪費越多，對台電越不利。台灣現有的PC數量至少有100萬台，若每台的PF值都在0.70上下，假設同時都開機的話，這方面累計耗費的功率是相當可觀的。若能將功因值提高到0.95，這個省下來的總量可能就是一組核能機組的發電量了。人類要愛護地球，就先從您我使用的電腦或電器開始。

## 相關網站

[www.chipware.com.tw](http://www.chipware.com.tw) 單晶片8051相關資料  
[www.idrc.com.tw](http://www.idrc.com.tw) 功率表與電源供應器相關資料  
[www.fluke.com](http://www.fluke.com) 數位電表與功率計  
[www.hioki.com](http://www.hioki.com) 功率計  
[www.sensor.com.tw](http://www.sensor.com.tw) 國內販賣工業用感測器的擎罡公司  
[www.urd.co.jp](http://www.urd.co.jp) 交流CT製造商  
[www.moeaboe.gov.tw](http://www.moeaboe.gov.tw) 經濟部能源委員會  
[www.erl.itri.org.tw](http://www.erl.itri.org.tw) 工研院能資所  
[www.taiwan-hitachi.com.tw](http://www.taiwan-hitachi.com.tw) 日立冷氣機網站  
[www.panasonic.com.tw](http://www.panasonic.com.tw) 國際冷氣機網站  
[www.tatung.com/b5](http://www.tatung.com/b5) 大同冷氣機網站  
[www.sampo.com.tw/index.asp](http://www.sampo.com.tw/index.asp) 聲寶冷氣機網站  
[www.kolin.com.tw](http://www.kolin.com.tw) 歌林冷氣機網站