

三用電表-VOM

又稱為萬用電表或複用電表(**Multi-Tester**)

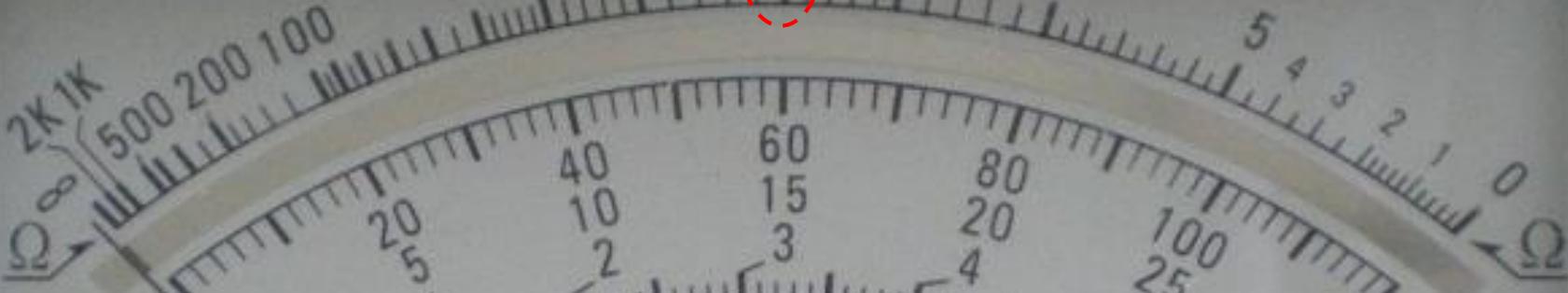
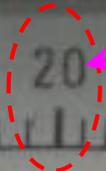
➤ 主要功能

- 測量直流、交流電壓(**Volt**)
- 測量電阻(**Ohm**)
- 測量直流電流(**Milli-ampere**)，不能測交流電流。

➤ 附屬功能

- 測量電晶體及其電流增益(**hfe**)
- 測量分貝值(**dB**)
- 測量負載電壓及電流(**LV、LI**)
- 電解電容好壞判定

歐姆檔中央(半)刻度



DIODE & FUSE	DC 20KΩ	ACV RANGE	6	120	300	1200
PROTECTION	AC 8KΩ	ADD dB	0	26	34	46

指針原點調整



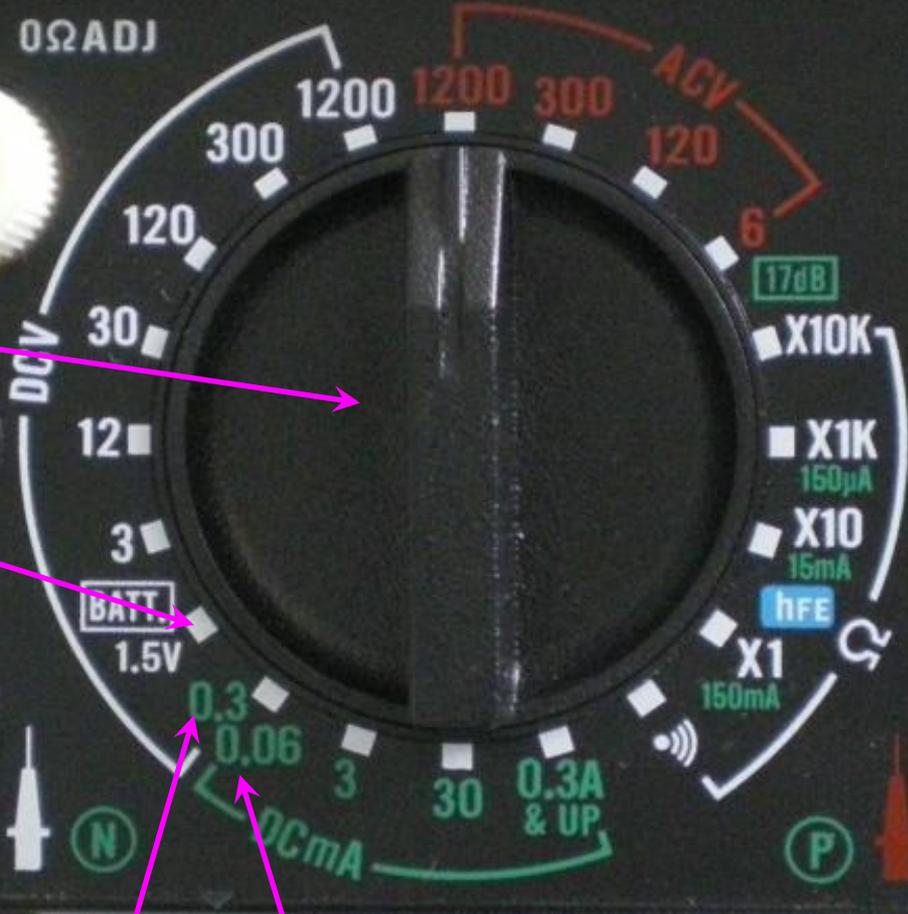
靈敏度：
電壓檔內阻 = 靈敏度 × 電壓檔數

ACV檔測量dB時的修正值

電阻歸零調整



範圍選擇開關



測量電池專用



黑棒插孔



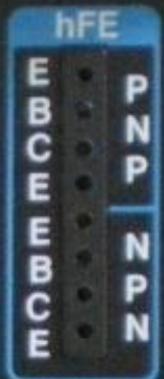
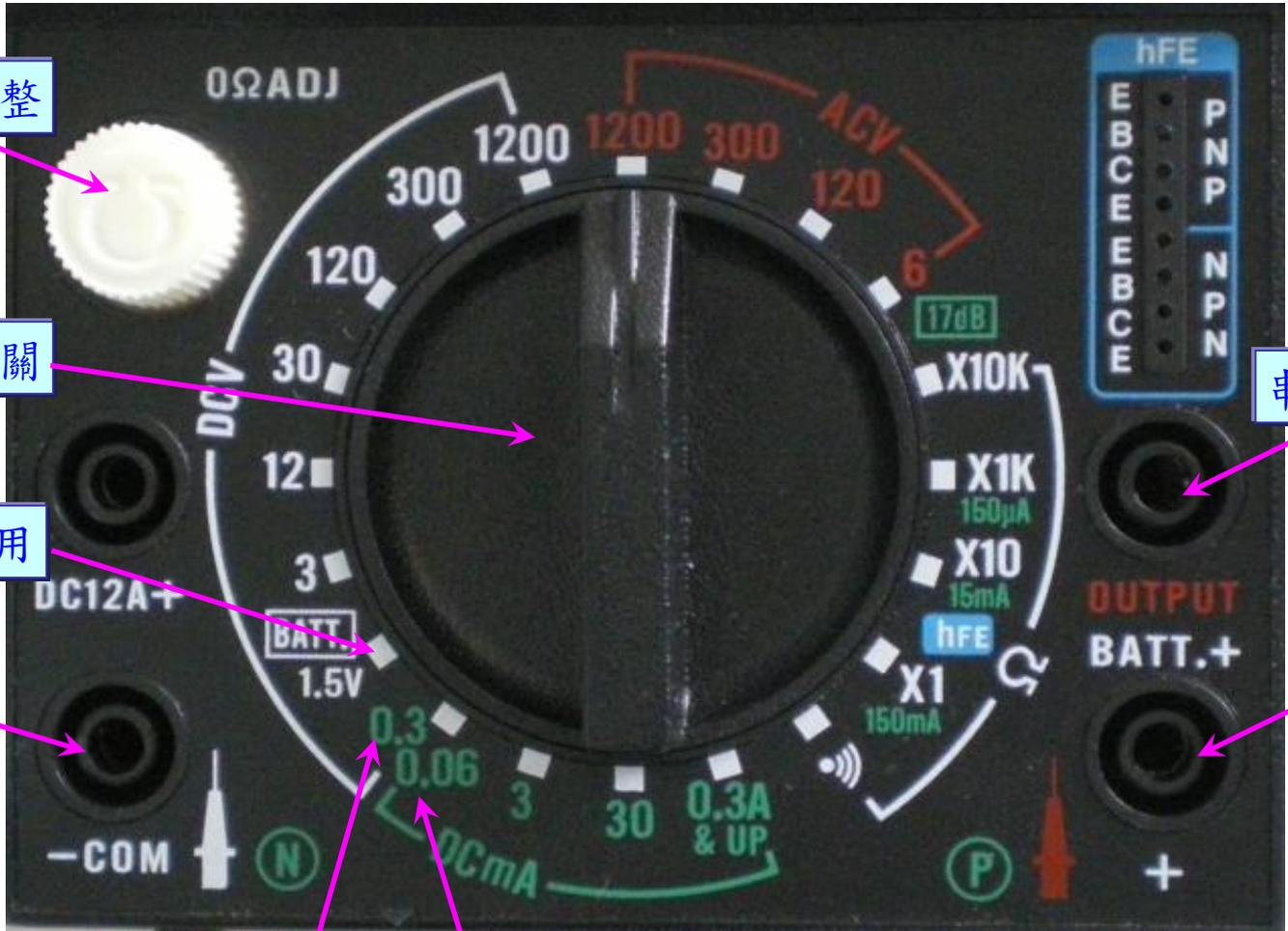
DCV0.3V

DC60uA

串聯電容插孔



紅棒插孔



OUTPUT

BATT. +

重點提要

1. 測量的電壓若比實際電壓低，是因為電表內阻所造成的**負載效應**，靈敏度越高的電表，測量的電壓與實際電壓越接近。
2. 由於電阻無法提供電能使表頭偏轉，必須使用電表內部的電池才能測量。
1.5V電池兩個：提供 $\times 1\Omega \sim \times 1K\Omega$ 檔的電源
9V電池一個：提供 $\times 10K\Omega$ 檔的電源($3V+9V=12V$)
若1.5V的電池沒電了，則 $\times 1\Omega \sim \times 10K\Omega$ 檔均無法做歸零調整。
若9V的電池沒電了，僅 $\times 10K\Omega$ 檔無法做歸零調整。
若電表內部沒有9V電池，可能的情況為：
(1) 沒有 $\times 10K\Omega$ 檔
(2) 使用DC to DC的升壓積體電路，將3V轉換成9V。
3. 歐姆檔的刻度為**非線性**，DCV、DCA、ACV檔的刻度為**線性**。
4. 較低的交流電壓值應由專屬的刻度讀取較為準確，如AC 6V、AC 10V。
5. 撥在歐姆檔時，日製及台製三用表的**紅棒帶負電**(內部電池負端)，而**黑棒帶正電**(內部電池正端)，美製的則相反。
6. 交流電壓刻度標示的是**正弦波的有效值**，不適合測量如三角波、鋸齒波。

歐姆檔歸零調整

- 將三用電表平放於桌面上。
- 選擇範圍開關置於電阻檔，將測試棒碰觸短路。
- 旋轉電阻零點調整旋鈕使指針歸零（電阻刻度為零）
- 觀測指針讀數時，眼睛必須在刻度盤的正上方，利用反射鏡使鏡中的指針與實際的指針重疊在一起，以消除觀測誤差的產生。
- 只要換檔(歐姆檔)就必須再進行歸零調整的程序。



電阻測量

● 三用電表置於適當的 Ω 檔：

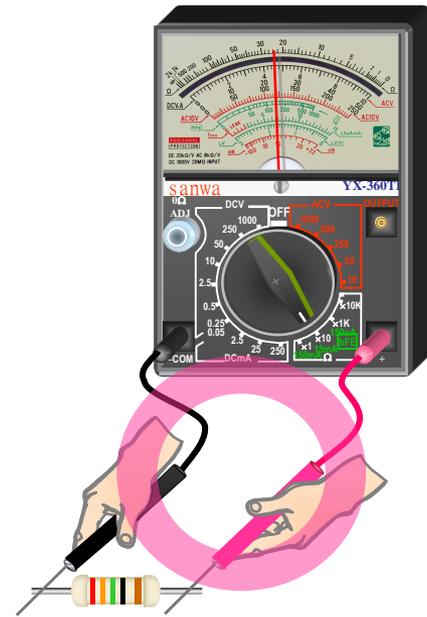
- 檔數可分為四檔，分別為 $\times 10K$ 、 $\times 1K$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1$ 。
- 換檔時需重新進行零歐姆調整(歸零調整)。

● 與待測電阻呈並聯的連接情況：

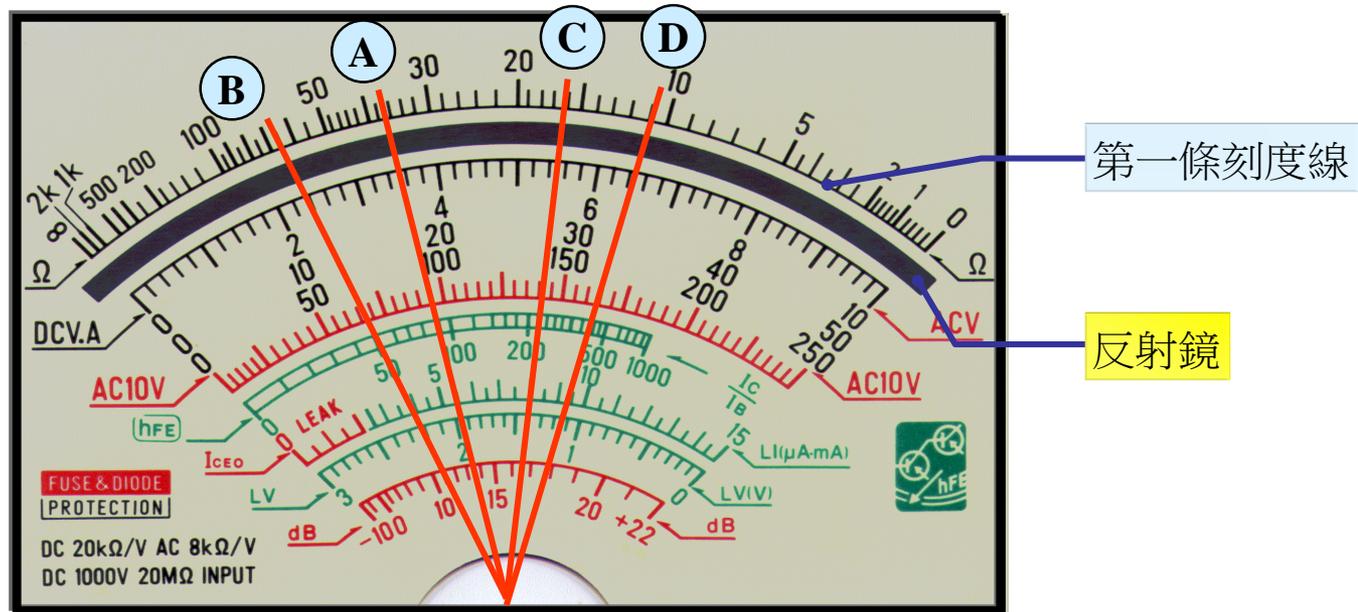
- 測量電阻時，手不可接觸金屬探針及電阻引線兩端，避免人體電阻與待測電阻形成並聯，使得測量值較實際值小的測量誤差。

● 判讀測量電壓值加以記錄：

- 以刻度盤上第一條刻度為基準(非線性刻度)。
- 刻度左邊標示無限大(∞)，右邊標示零(0)，與電壓電流刻度相反。
- 應使指針偏轉在刻度的中間左右兩側以提高測量準度。
- 判讀刻度盤上指針偏轉位置的數值與三用電表歐姆檔數的乘積即為待測電阻的阻值。



電阻測量判讀範例



指針位置A且檔數置於 $\Omega \times 1$ ：測量之電阻值為 37Ω 。

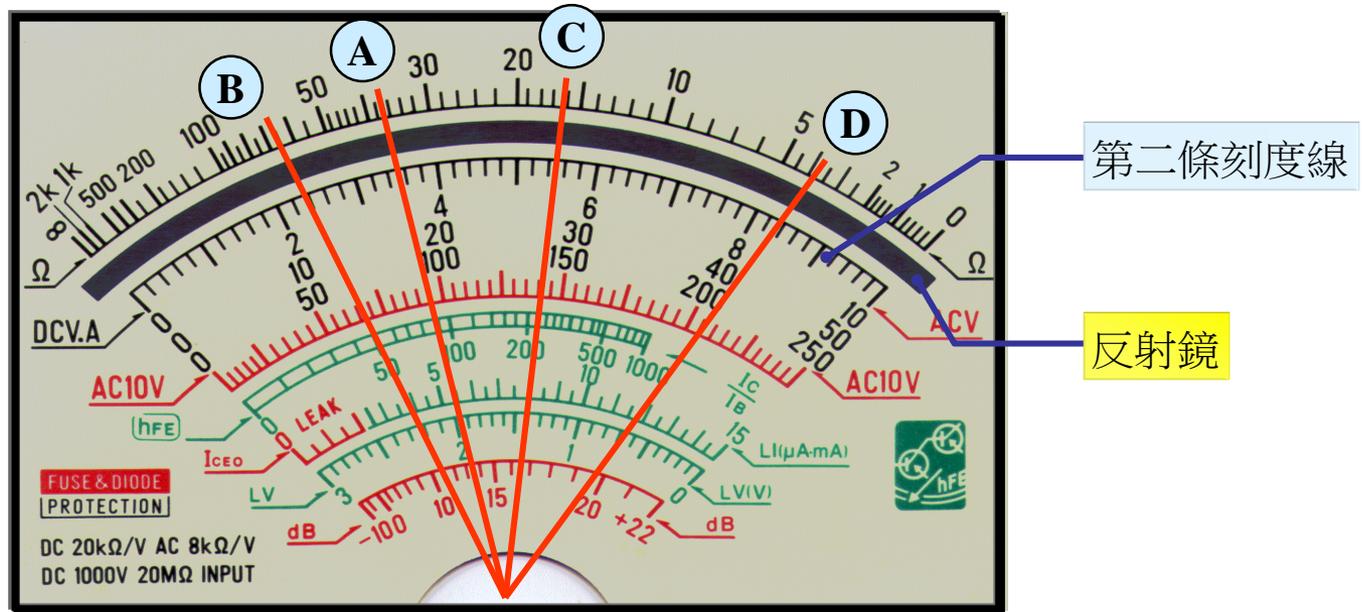
指針位置B且檔數置於 $\Omega \times 10$ ：測量之電阻值為 650Ω 。

指針位置C且檔數置於 $\Omega \times 1K$ ：測量之電阻值為 $16K\Omega$ 。

指針位置D且檔數置於 $\Omega \times 10K$ ：測量之電阻值為 $110K\Omega$ 。

- 觀測指針讀數時，眼睛必須在刻度盤的正上方，利用反射鏡使鏡中的指針與實際的指針重疊在一起，以消除觀測誤差的產生。

直流電壓測量判讀範例



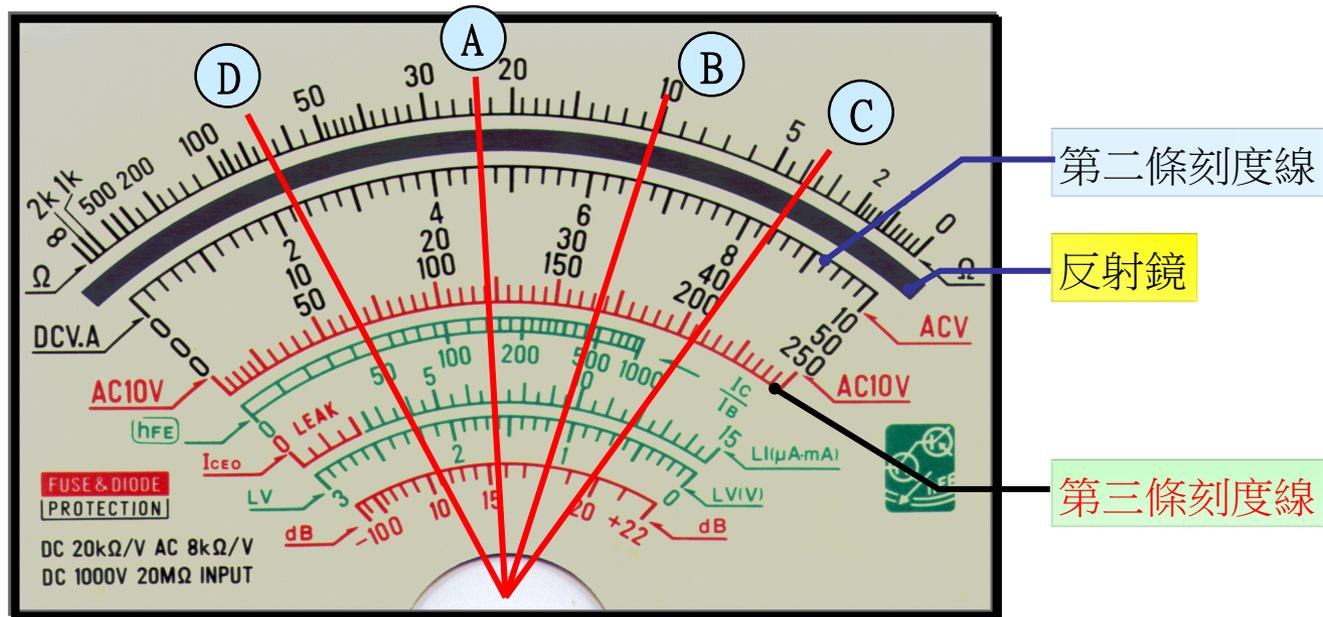
指針位置A且檔數置於DCV 1000：測量之電壓值為360V。

指針位置B且檔數置於DCV 250：測量之電壓值為60V。

指針位置C且檔數置於DCV 50：測量之電壓值為27.3V。

指針位置D且檔數置於DCV 10：測量之電壓值為8.3V。

交流電壓測量判讀範例



以三用電表刻度盤上第二條刻度為基準（第三條刻度為AC10V專用刻度）

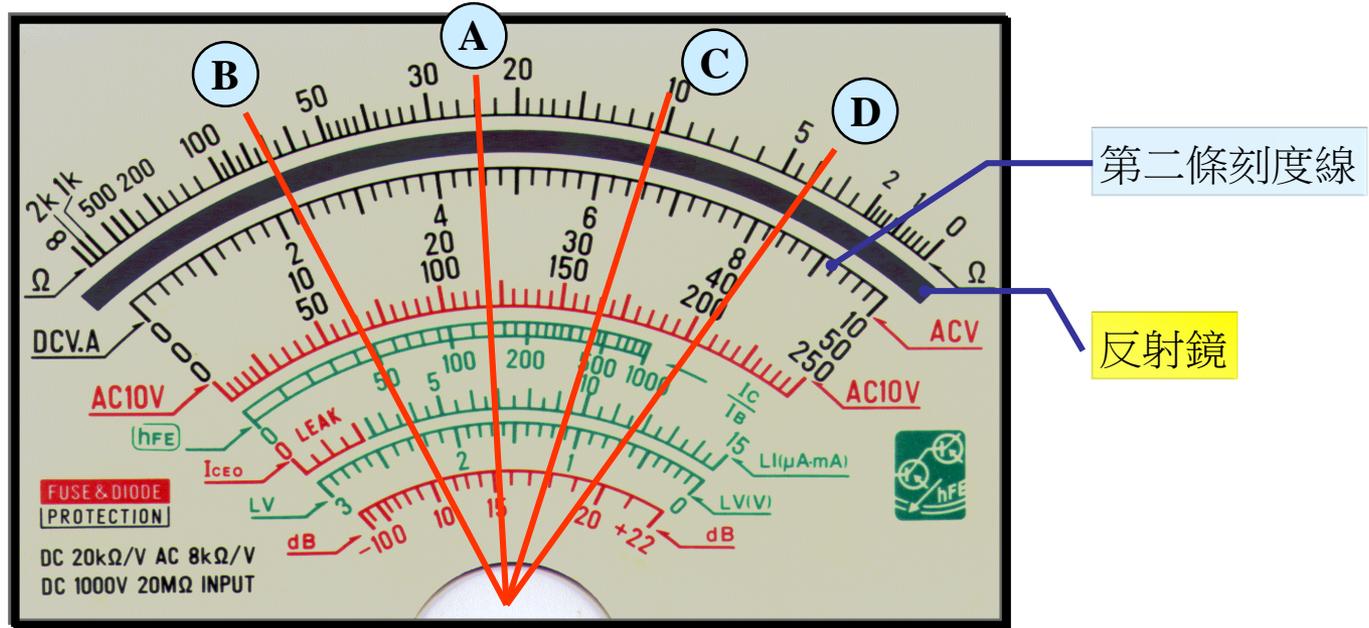
指針位於A且檔數置於ACV 1000：測量之交流電壓值為460V。

指針位於B且檔數置於ACV 250：測量之交流電壓值為165V。

指針位於C且檔數置於ACV 50：測量之交流電壓值為42V。

指針位於D且檔數置於ACV 10：測量之交流電壓值為2.6V
(以第二條刻度判讀則為2.2V)。

直流電流測量判讀範例



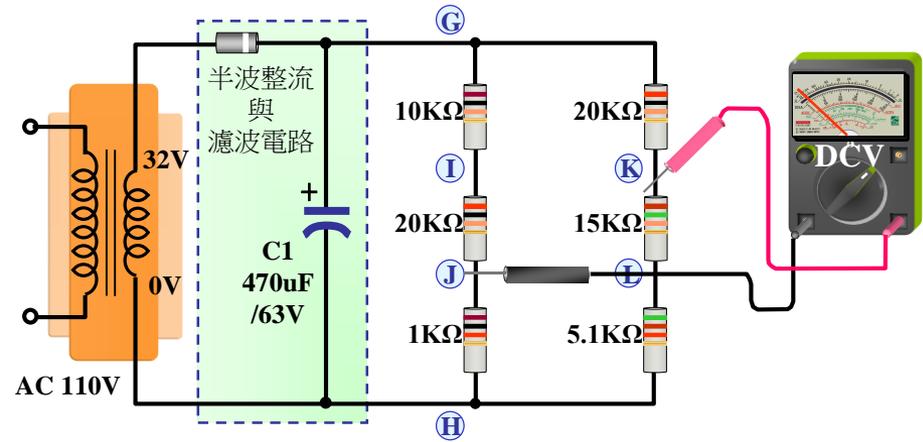
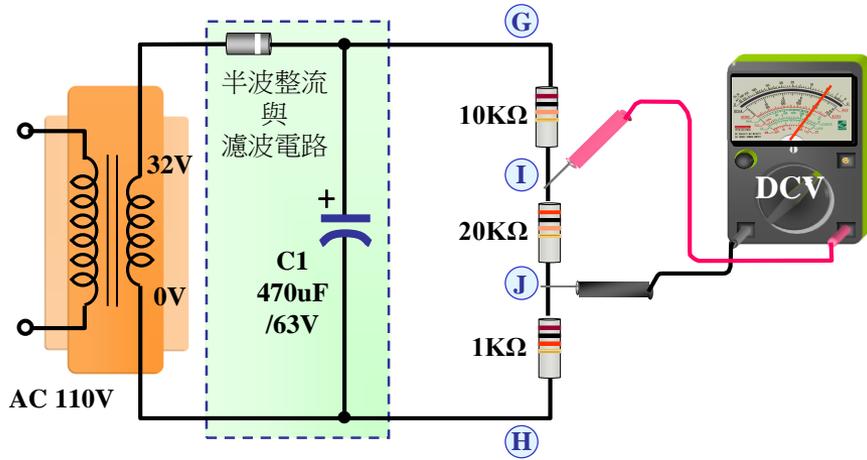
指針位於A且檔數置於DCmA 0.25A：測量之直流電流值為114mA。

指針位於B且檔數置於DCmA 25：測量之直流電流值為5.52mA。

指針位於C且檔數置於DCmA 2.5：測量之直流電流值為1.64mA。

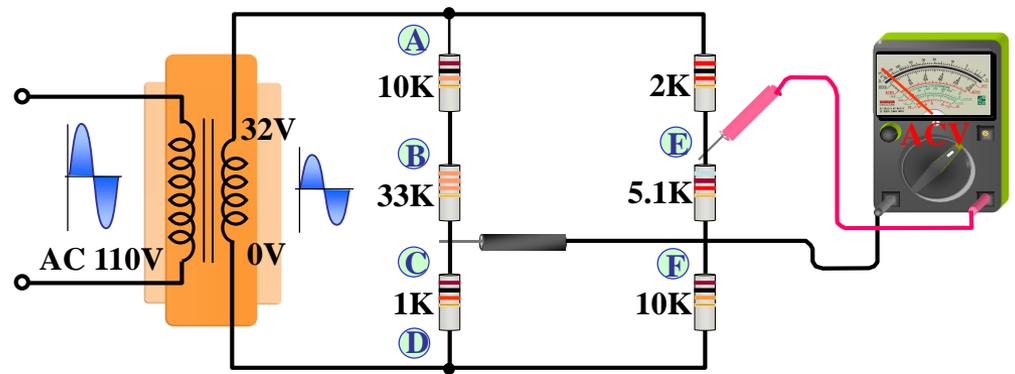
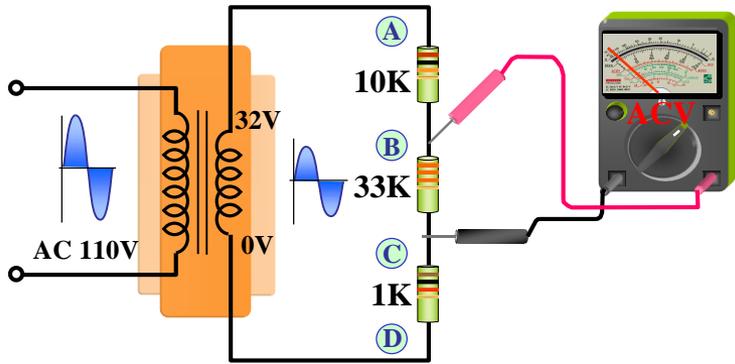
指針位於D且檔數置於DCmA 0.05：測量之直流電流值為41uA。

直流電壓DCV測量方式



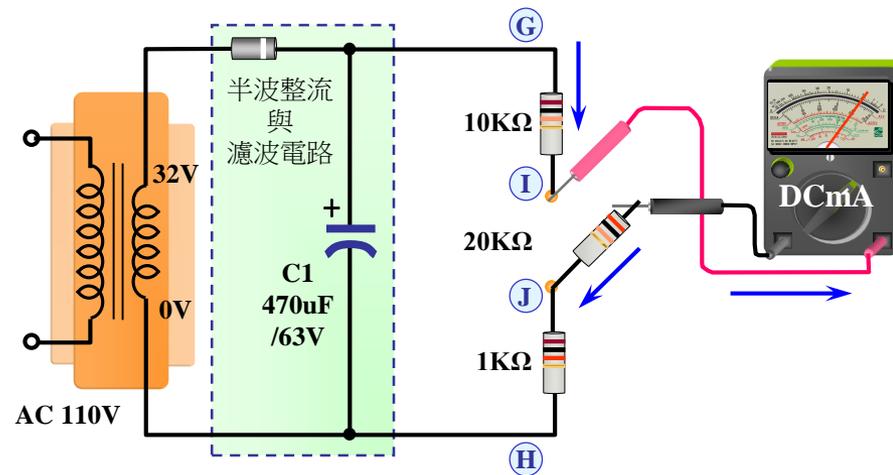
- 測試棒與量測對象呈**並聯連接**。
- 注意測量電壓的正負極性，**紅色**測棒接**高電壓**，**藍色**測棒接**低電壓**。
- 測量一未知電壓時，由最高檔往下調整檔數，務必使指針的偏轉最大，以減少測量的誤差，**換檔時必須先移開測試棒**。
- 測量一已知估計直流電壓時，則調整的檔數為能超過該估計值的最低檔數。

交流電壓ACV測量方式



- 測試棒與量測對象呈**並聯連接**。
- 不需考慮測試棒的正負極性。
- 測量一未知電壓時，由最高檔往下調整檔數，務必使指針的偏轉最大，以減少測量的誤差，**換檔時必須先移開測試棒**。
- 測量一已知估計交流電壓時，則調整的檔數為能超過該估計值的最低檔數。
- 以刻度盤上第二條刻度為準（**第三條刻度為AC10V或6V專用刻度**）。

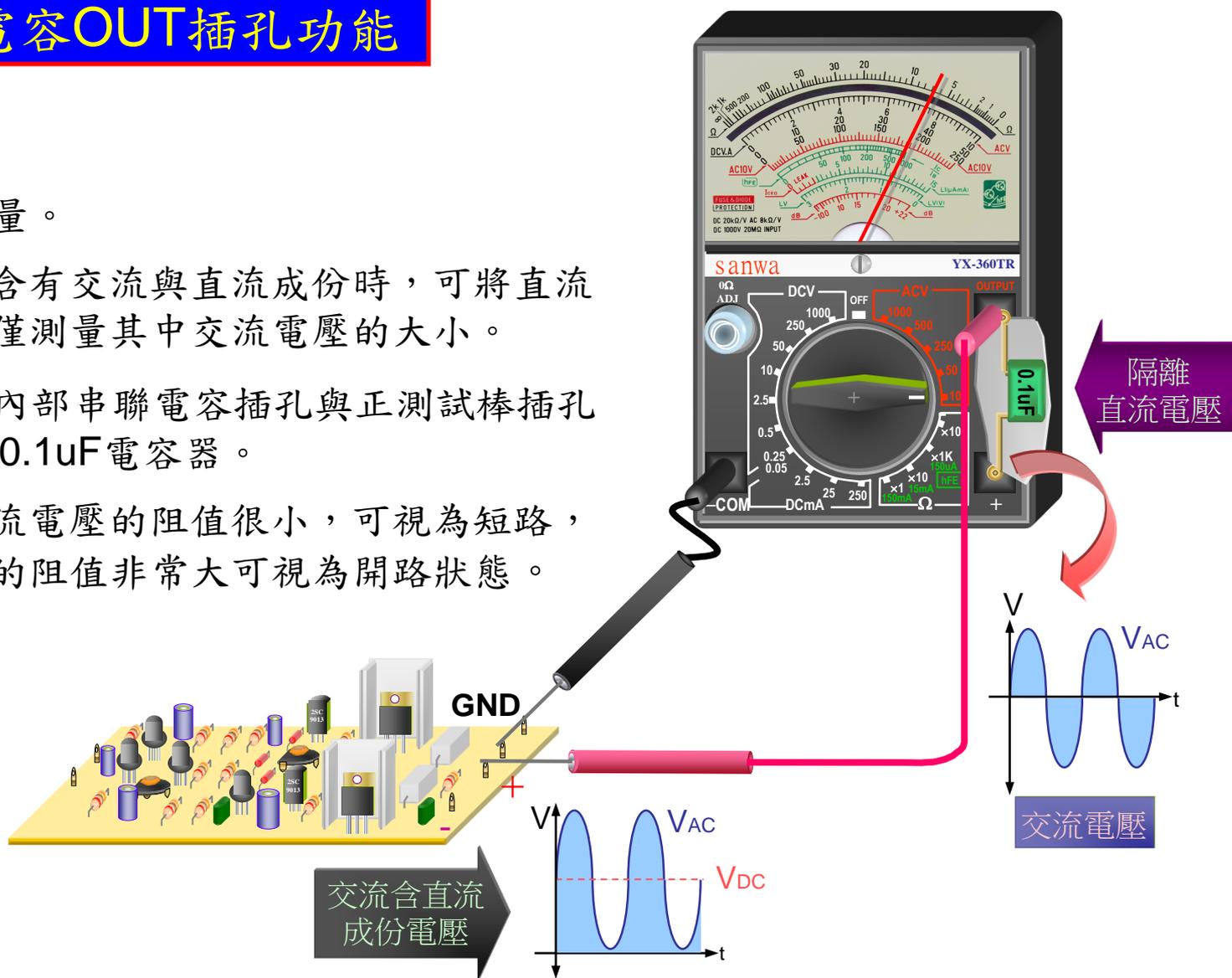
直流電流DCA測量方式



- 測試棒與量測對象需**串聯**連接。
- 測量直流電流時，需要考慮測量電流的方向，**紅色測棒接正**，**黑色測棒接負**。
- 測量一未知電流時，由最高檔往下調整檔數，務必使指針的偏轉最大，以減少測量的誤差，**換檔時必須先移開測試棒**。
- 測量一已知估計直流電流時，則調整的檔數為能超過該估計值的最低檔數。
- 以刻度盤上第二條刻度為準。
- 電表做直流電流測量時，內阻很小，電流過大時很容易將電表表頭或內部保險絲燒毀。
- 電表置於電流檔時，不小心未換檔便測量電壓(並聯測試)，會形成過大電流而燒毀電表。

串聯電容OUT插孔功能

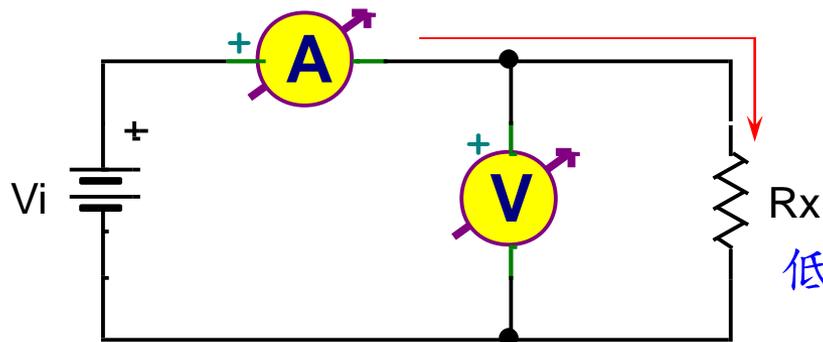
- 以ACV檔測量。
- 若電壓同時含有交流與直流成份時，可將直流電壓隔離，僅測量其中交流電壓的大小。
- 在三用電表內部串聯電容插孔與正測試棒插孔間連接一個 $0.1\mu\text{F}$ 電容器。
- 電容器對交流電壓的阻值很小，可視為短路，對直流電壓的阻值非常大可視為開路狀態。



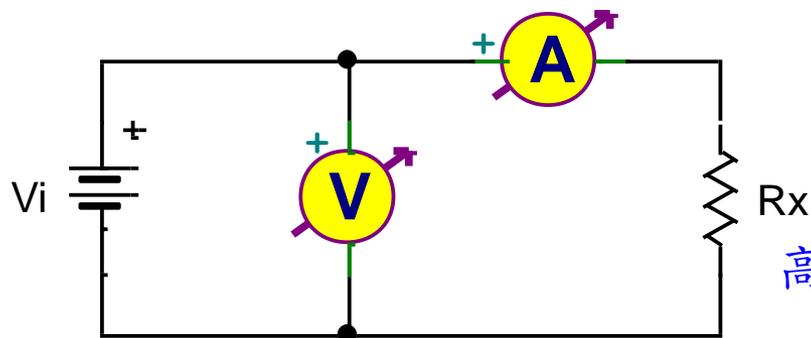
以電壓表及電流表測量電阻

除了使用歐姆表測量電阻，如果以電壓表及電流表測量，由於電壓表的內阻高，電流表的內阻低，因此有兩種接法：

$$R_x = \frac{V}{A}$$



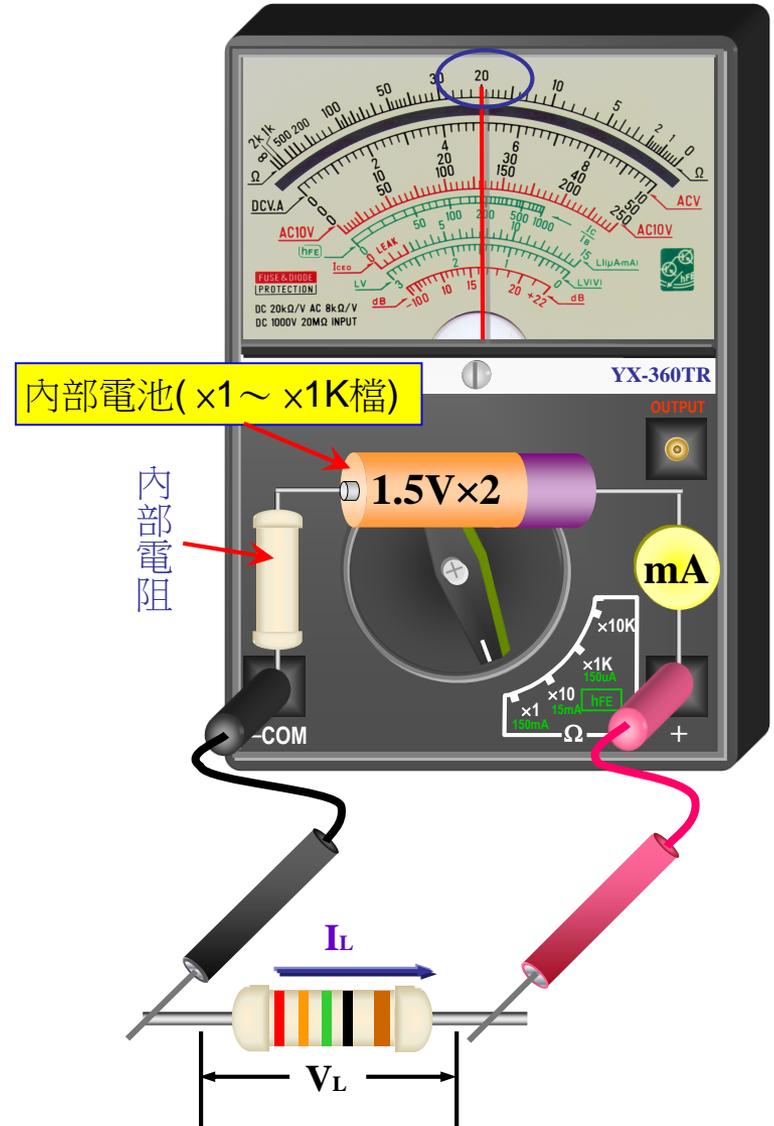
若 R_x 為高電阻值，因電壓表的分流，使電流表測得的值與 R_x 的電流誤差大。



若 R_x 為低電阻值，因電流表的分壓，使電壓表測得的值與 R_x 的端電壓誤差大。

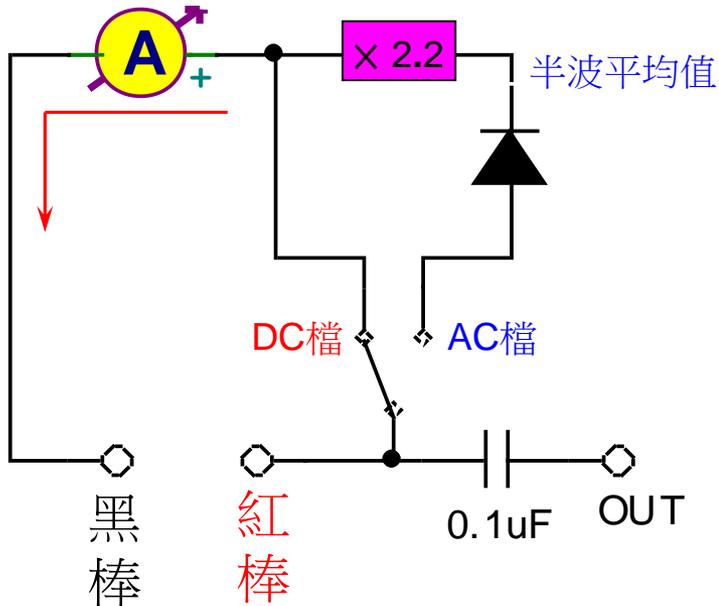
歐姆檔內部等效電路

1. 三用電表在電阻檔時內部為一電池串聯一個電阻，與待測電阻形成串聯型態。
2. 內部電阻值為中央刻度電阻：
 - ×1檔時內部電阻為**20Ω**
 - ×10檔時內部電阻為**200Ω**
 - ×1K檔時內部電阻為**20KΩ**
 - ×10K檔時內部電阻為**200KΩ**
3. 流經待測電阻的負載電流最大值：
 - ×1檔時流經負載的電流最大值為**150mA**
 - ×10檔時流經負載的電流最大值為**15mA**
 - ×1K檔時流經負載的電流最大值為**150uA**
4. 負載電壓、電流測量：
 - 可直接由**LI**刻度判讀出流經負載的電流值**I_L**，由**LV**刻度判讀出負載兩端的電壓值**V_L**。
5. 中央刻度為20，若撥在×100Ω檔，其內阻為2KΩ，在測量2KΩ時，指示出的LI值為 $3V \div (2K + 2K) = 0.75mA$



電壓檔簡易等效電路

達松發爾直流電表



1. 以DC檔測量AC電壓：指針不動

2. 以AC檔測量AC電壓：

待測AC的有效值 = $V_m \times 0.707$

經半波整流的平均值 = $V_m \times 0.318$

有效值/平均值 = 2.2

即半波整流後的平均值 $\times 2.2 =$ 待測AC電壓的有效值

例如測量的AC電壓有效值為10V：

最大值為14.14V，半波平均值為4.5V，

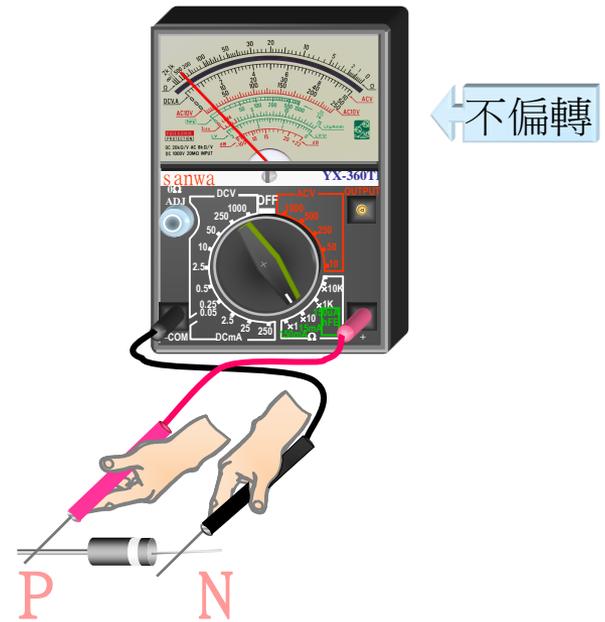
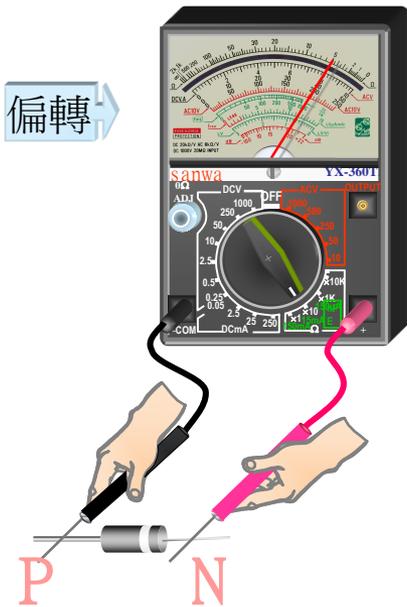
$4.5V \times 2.2 = 10V$ (刻度標示值)

3. 以AC檔測量DC電壓：

(1) 黑棒接DC正端、紅棒接DC負端：指針不動

(2) 紅棒接DC正端、黑棒接DC負端：指針讀數為待測DC電壓的2.2倍

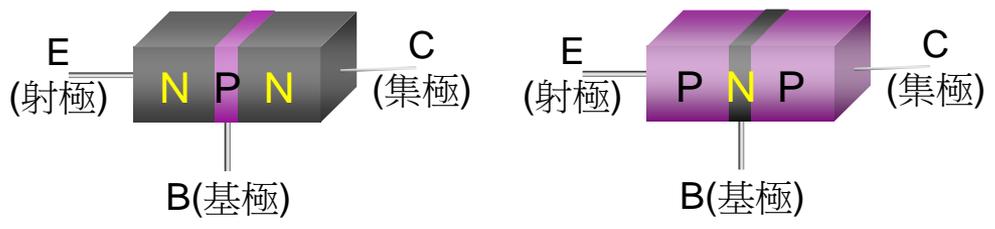
二極體判別



- 二極體具單向導電特性。
- 將三用電表置於歐姆檔×10位置。
- 利用測棒交替接觸二極體兩端。
 - 指針僅有一次偏轉，則於偏轉時，黑色探棒為二極體的P極(陽極)，紅色探棒為二極體的N極(陰極)。
 - 指針兩次都偏轉，則表示二極體短路毀損。
 - 指針兩次都不偏轉，則表示二極體開路毀損。
- 觀察三用電表的LV刻度
 - 若LV指示為0.6V~0.7V，表示此二極體為矽二極體。
 - 若LV指示為0.3V則表示此二極體為鍺二極體。

電晶體基極接腳判別

電晶體基本結構



電晶體接腳量測流程

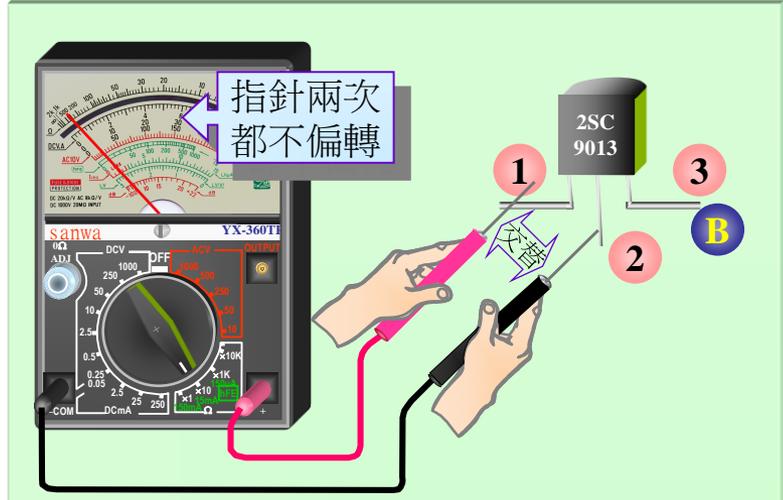
電晶體B極接腳判斷



電晶體型態判斷
NPN、PNP



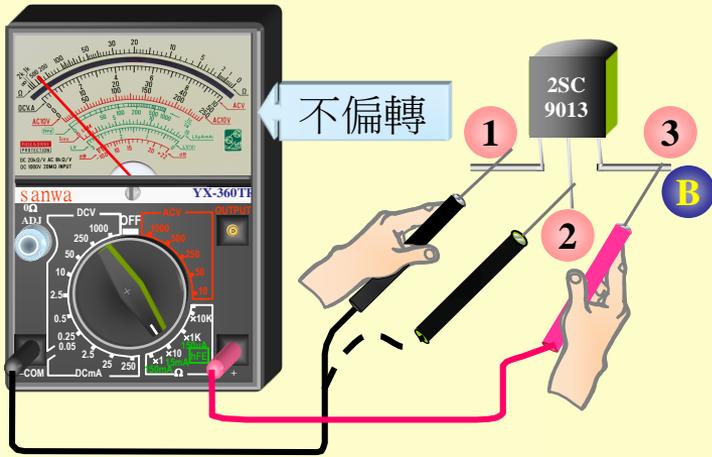
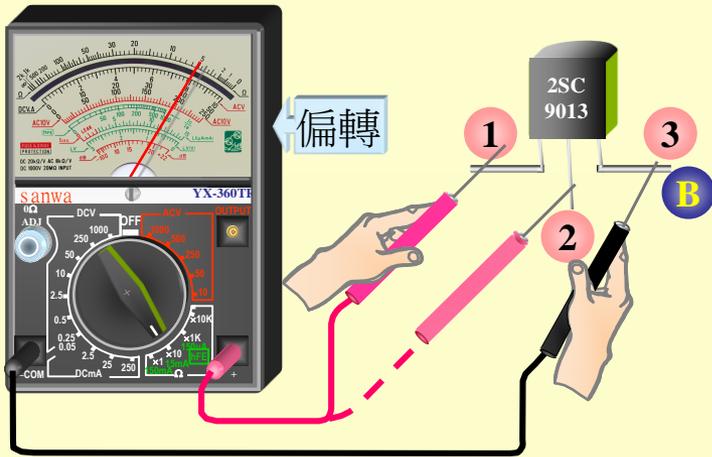
電晶體E、C極接判斷



- 將三用電表置於**歐姆檔×1K**位置。
- 利用測棒**交替**接觸電晶體1、2接腳兩端，指針兩次都不偏轉。
- 利用測棒**交替**接觸電晶體1、3接腳兩端，指針僅有一次偏轉。
- 利用測棒**交替**接觸電晶體2、3接腳兩端，指針僅有一次偏轉。
- 指針兩次都不偏轉時，測棒所沒接觸的電晶體接腳，可以判定為電晶體的**B(基)極**。
- 若無上述情形則表示電晶體可能毀損。

電晶體NPN或PNP判別

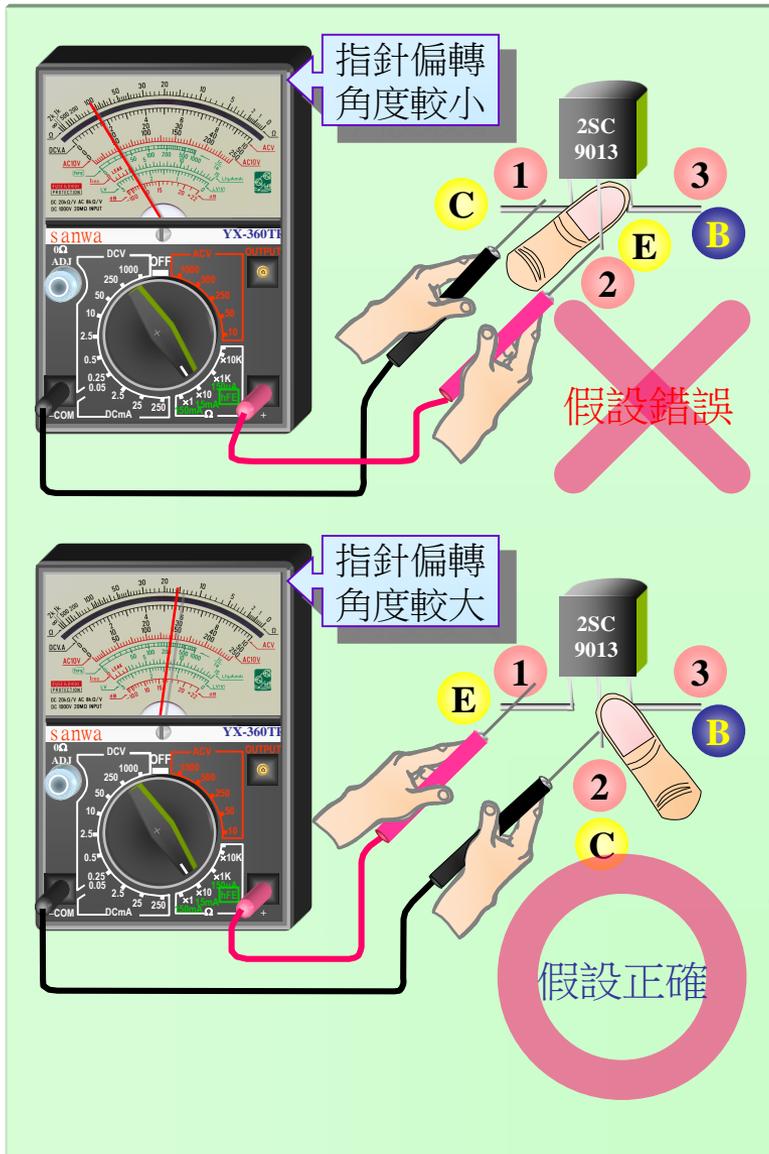
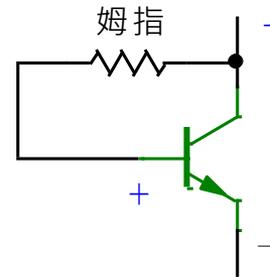
NPN型



PNP型



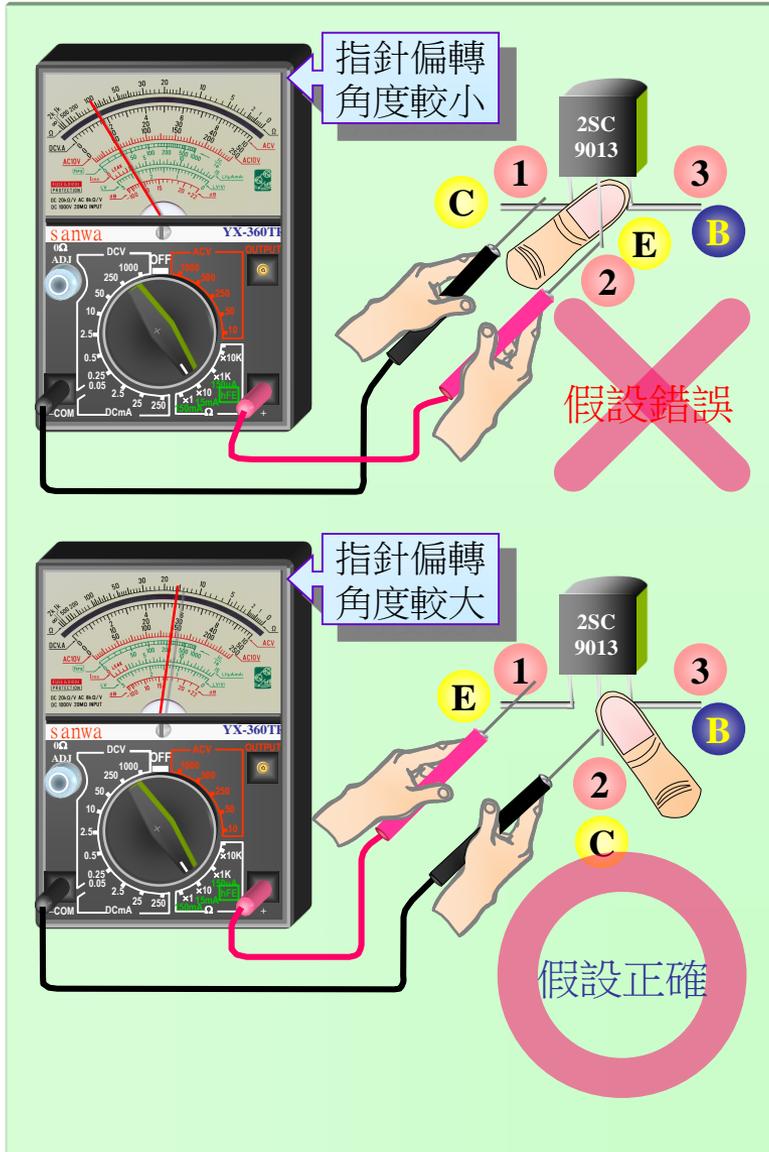
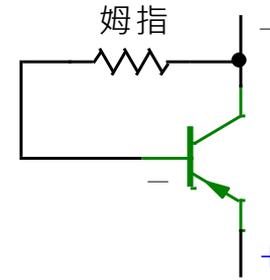
NPN電晶體C、E接腳判別



1. 將三用電表置於歐姆檔×1K位置。
 2. 假設1接腳為C極，2接腳E極。
 3. 將黑色探棒置於電晶體的C極(1接腳)，紅色探棒置於電晶體的E極(2接腳)。
- 以手碰觸假設的C極(1接腳)與已判斷的B極(3接腳)。
 - 指針偏轉角度較小，為假設錯誤。

1. 將三用電表置於歐姆檔×1K位置。
 2. 假設2接腳為C極，1接腳E極。
 3. 將黑色探棒置於電晶體的C極(2接腳)，紅色探棒置於電晶體的E極(1接腳)。
- 以手碰觸假設的C極(2接腳)與已判斷的B極(3接腳)。
 - 指針偏轉角度較大，為假設正確。

PNP電晶體C、E接腳判別

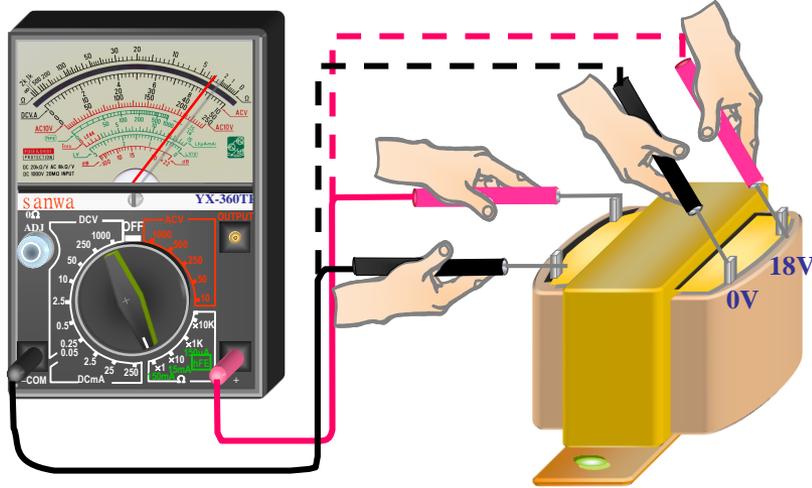


1. 將三用電表置於歐姆檔×1K位置。
 2. 假設1接腳為C極，2接腳E極。
 3. 將黑色探棒置於電晶體的C極(1接腳)，紅色探棒置於電晶體的E極(2接腳)。
- 以手碰觸假設的C極(1接腳)與已判斷的B極(3接腳)。
 - 指針偏轉角度較小，為假設錯誤。

1. 將三用電表置於歐姆檔×1K位置。
 2. 假設2接腳為C極，1接腳E極。
 3. 將黑色探棒置於電晶體的C極(2接腳)，紅色探棒置於電晶體的E極(1接腳)。
- 以手碰觸假設的C極(2接腳)與已判斷的B極(3接腳)。
 - 指針偏轉角度較大，為假設正確。

電源變壓器測量

靜態測量

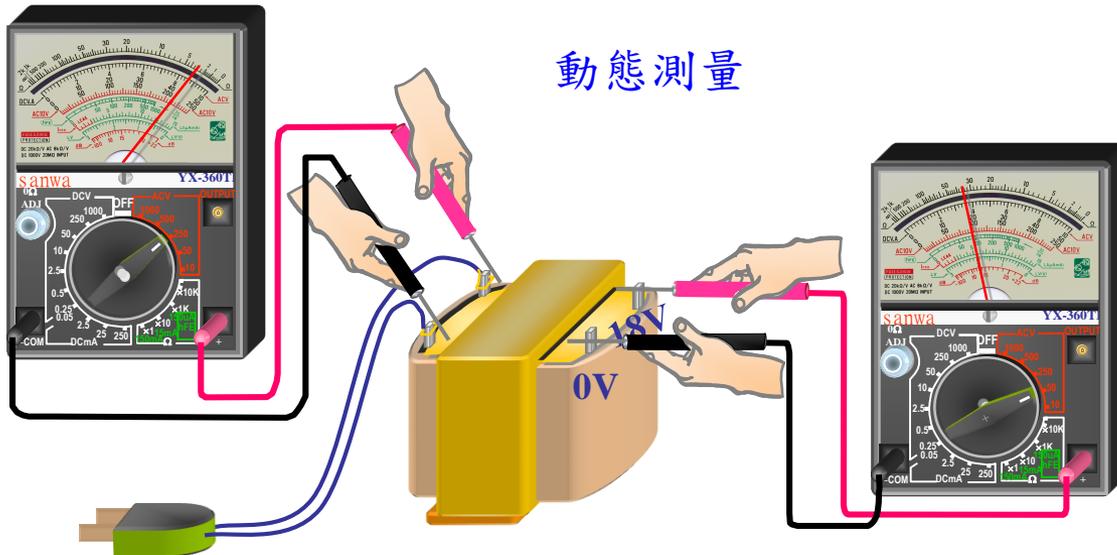


1. 將三用電表置於**歐姆檔×1**位置。
2. 利用測棒分別測量變壓器初級與次級線圈兩端點測量電阻值。

- 若**電阻值很小**則表示**線圈正常**。
- 若**指針不動**則表示**線圈開路變壓器損壞**。

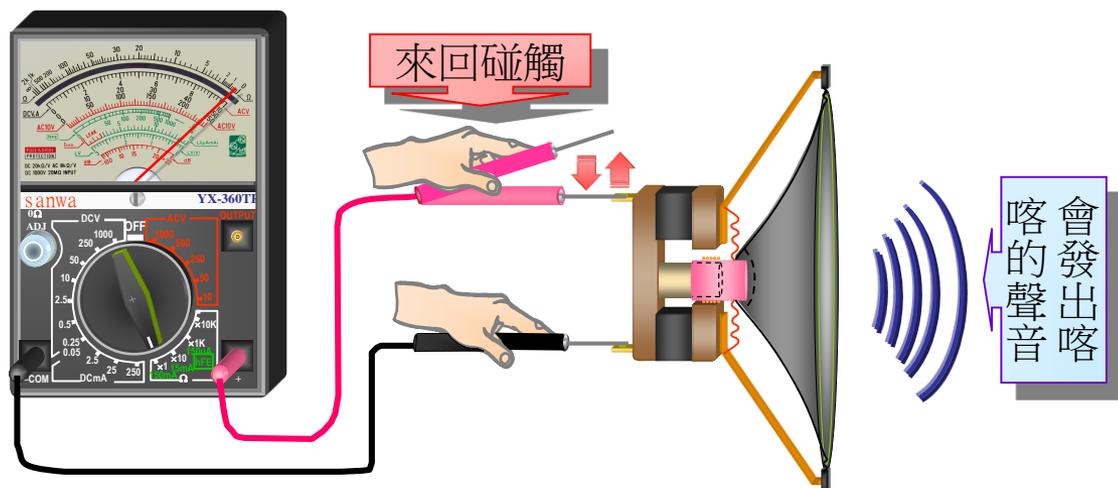
注意：測量次級圈時，不要碰觸初級圈，以免因變壓器升壓而觸電。

動態測量



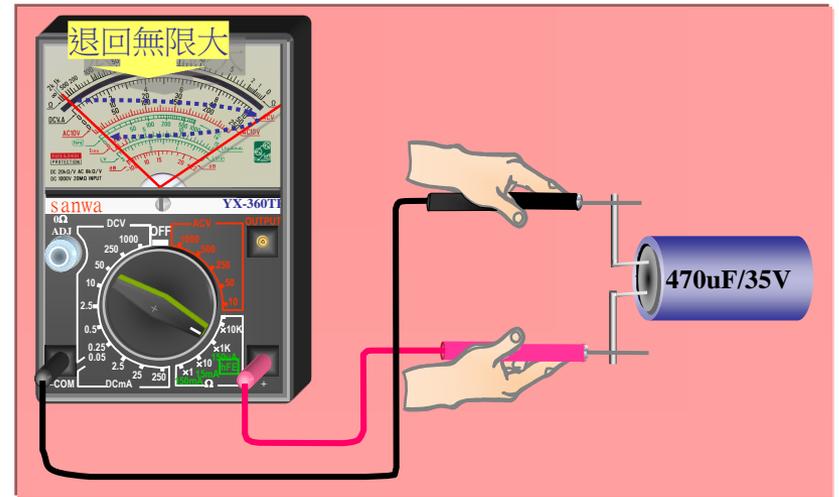
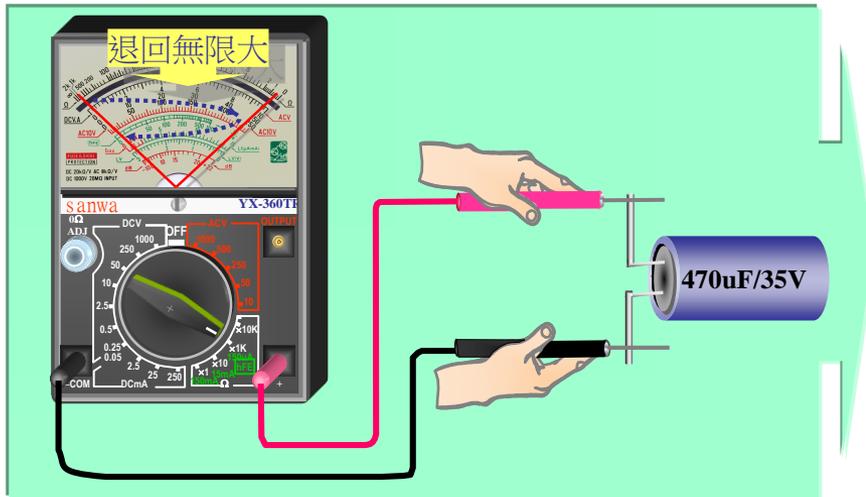
1. 將變壓器初級線圈以電源線與**市電**連接妥當。
2. 將三用電表置於**ACV 250V**檔位置。利用測棒接觸變壓器初級線圈兩端點測量電壓值是否為**AC 110V**。
3. 將三用電表置於**ACV 50V**檔位置。利用測棒接觸變壓器次級線圈兩端點測量電壓值是否與標示值**相同**(為**AC 18V**)。

揚聲器(喇叭)測量



- 將三用電表置於**歐姆檔×1**位置。
- 利用測棒分別連接於喇叭兩端點測量其電阻值。
 - 若**電阻值很小**則表示**線圈正常**。
 - 若**指針不動**則表示聲音線圈開路喇叭**損壞**。
- 將黑色測棒與喇叭一端固定連接，紅色測棒與喇叭另一端點來回碰觸，則喇叭會發出喀喀的聲音。

電容器測量



- 三用電表置於**歐姆檔** $\times 1K$ 位置，並將電容器短路放電。
- 測試棒連接於電容兩端點。
- 電容器電容量小於 **$0.25\mu F$** 時：
 1. 若**指針向右偏轉到零**的位置，則表示電容器**短路**毀損。
 2. 若**指針不動**則表示電容器**斷路**良好。
- 電容器電容量大於 **$0.25\mu F$** 時：
 1. 指針向右偏轉後，應緩緩**退回**到無限大的位置。
 2. 將測試棒交換作第二次測量，指針**向右偏轉**且**偏轉**比第一次大(因電容器已經充電)後緩緩**退回**到無限大，則表示電容器**良好**。
 3. 若**指針不動**則表示電容器**斷路**故障。
 4. 若**指針向右偏轉到零**而不會退回無限大，則表示電容器**短路**故障。
 5. 若**指針兩次**均能緩緩退回**無限大**的位置，表示電容器**不漏電**。