

# CH15 變壓器之連結

## 15-1 變壓器之極性

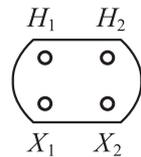
### 隨堂練習解答

P322

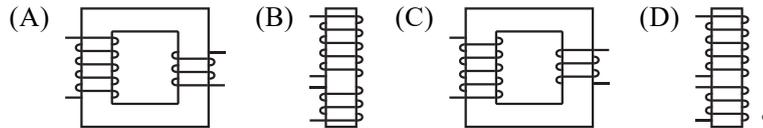
(B) 1. 如圖所示變壓器極性為

(A)加極性 (B)減極性 (C)雙極性 (D)無極性。

**解**  $H_1$  與  $X_1$  均在同一側為減極性變壓器



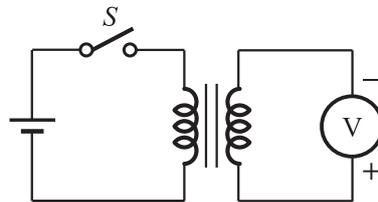
(B) 2. 下列何者為減極性變壓器接法？



P324

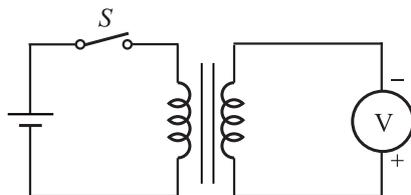
(B) 1. 如圖(1)所示為一部減極性降壓變壓器，下列敘述何者正確？

(A)開關  $S$  閉合瞬間電壓表正偏轉 (B)開關  $S$  閉合瞬間電壓表負偏轉 (C)開關  $S$  閉合瞬間電壓表不會偏轉 (D)開關  $S$  閉合後再打開瞬間電壓表負偏轉。

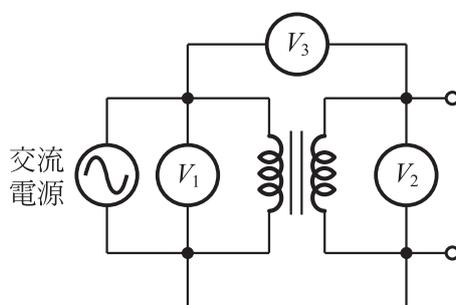


圖(1)

**解** 開關  $S$  ON 瞬間電壓表負偏轉



- ( D ) 2. 如圖(2)所示為一部加極性降壓變壓器，將高壓側外加交流電源，各電壓表之讀值敘述，下列何者錯誤？ (A)  $V_1 > V_2$  (B)  $V_3 > V_1$  (C)  $V_3 > V_2$  (D)  $V_1 + V_2 > V_3$ 。



圖(2)

## 15-2 變壓器的單相連結

### 隨堂練習解答

課本 P325

- ( D ) 1. 單相三線制 110 V / 220 V 系統，A 相、B 相與中線 N，其電壓關係式下列何者錯誤？ (A)  $V_{AB} = 2V_{AN}$  (B)  $V_{AN} = V_{BN}$  (C)  $V_{AB} = 2V_{BN}$  (D)  $V_{AN} + V_{BN} = 330V$ 。

## 15-3 變壓器的三相連結

### 隨堂練習解答

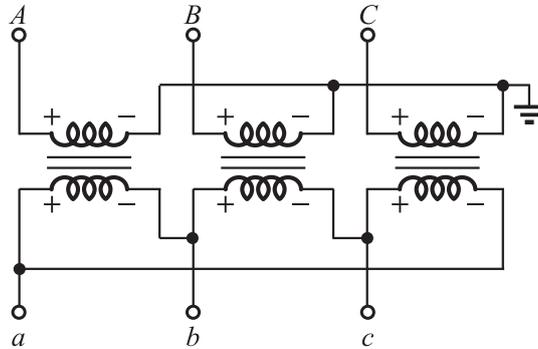
P328

- ( C ) 1. 有關變壓器 Y 接線的敘述，下列何者正確？  
 (A) 線電壓=相電壓 (B)  $\sqrt{3}$  相電壓=線電壓  
 (C) 線電流=相電流 (D)  $\sqrt{3}$  線電流=相電流。
- ( B ) 2. 供應三相負載時，採用單相變壓器進行三相連接與直接利用三相變壓器供電，下列何者錯誤？ (A) 可靠度高 (B) 預備容量大 (C) 散熱容易 (D) 體積大。

P329

- ( D ) 1. 將單相變壓器進行 Y- $\Delta$  接線，供應三相電源的敘述，下列何者正確？  
 (A) 採用一具單相變壓器，一次側 Y 接線，二次側  $\Delta$  接線  
 (B) 採用兩具單相變壓器，一具為 Y 接線，另一具  $\Delta$  接線  
 (C) 採用兩具單相變壓器，一次側 Y 接線，二次側  $\Delta$  接線  
 (D) 採用三具單相變壓器，一次側 Y 接線，二次側  $\Delta$  接線。

- ( C ) 2. 如圖所示利用單相變壓器進行三相連接，為哪種接線方式？  
 (A) Y-Y 接線 (B)  $\Delta$ - $\Delta$  接線 (C) Y- $\Delta$  接線 (D)  $\Delta$ -Y 接線。



- ( B ) 3. 同上題，有關電壓與電流的特性，下列何者錯誤？  
 (A)  $V_{L1} = \sqrt{3}V_{P1}$  (B)  $I_{L1} = \sqrt{3}I_{P1}$  (C)  $V_{L2} = V_{P2}$  (D)  $I_{L2} = \sqrt{3}I_{P2}$ 。

**解** 一次側 Y 接線： $V_{L1} = \sqrt{3}V_{P1}$ ， $I_{L1} = I_{P1}$ ；  
 二次側  $\Delta$  接線： $V_{L2} = V_{P2}$ ， $I_{L2} = \sqrt{3}I_{P2}$

P342

- ( B ) 1. 將範例 04 改成  $\Delta$ - $\Delta$  接線，則二次側線電壓與二次側線電流分別為  
 (A) 3000 V、5.77 A (B) 3000 V、10 A  
 (C)  $3000\sqrt{3}$  V、10 A (D) 9000 V、5.77 A。

**解** 採用  $\Delta$ - $\Delta$  接線， $a = \frac{1}{30}$

$$\text{已知 } V_{L1} = 1000\text{V}, V_{L2} = V_{P2} = \frac{V_{P1}}{a} = \frac{V_{L1}}{a} = \frac{1000\text{V}}{1/30} = 3000\text{V}$$

$$\text{已知 } I_{L1} = 300\text{A}, I_{L2} = \sqrt{3}I_{P2} = \sqrt{3}aI_{P1} = aI_{L1} = \frac{1}{30} \times 300 = 10\text{A}$$

- ( C ) 2. 使用三台 6600 V / 220 V 的單相變壓器，將三相 11.4 kV 的電源降壓成三相 220 V 供給電動機運轉使用，則變壓器應使用何種接線方式  
 (A)  $\Delta$ - $\Delta$  (B)  $\Delta$ -Y (C) Y- $\Delta$  (D) Y-Y 接線。

P344

- ( C ) 1. 有三台均為 5 kVA、2400 V / 240 V、60 Hz 之單相變壓器，接成  $\Delta$ - $\Delta$  接線來供給 13 kVA 之三相平衡負載，今有一部變壓器發生故障後拆除，若接線不變且要由其餘二台繼續供給全部負載，則最大供電容量約為多少？  
 (A) 15 kVA (B) 10 kVA (C) 8.66 kVA (D) 5.77 kVA。

**解** V-V 接線時， $S_L = 2 \times 5\text{kVA} \times 0.866 = 8.66\text{kVA}$

( B ) 2. 同上題，變壓器之總過載量為多少？

(A) 5.26 kVA (B) 4.34 kVA (C) 3 kVA (D) 2.5 kVA。

**解** 過載量為  $13 - 8.66 = 4.34\text{kVA}$

( A ) 3. 容量相同之單相變壓器，採用 V-V 連接供電容量為  $\Delta-\Delta$  連接供電容量的比例為何？ (A) 173.2 % (B) 115.5 % (C) 86.6 % (D) 57.7 %

### P346

( D ) 1. 三相四線式電源系統中，三台變壓器使用 Y- $\Delta$  接法，若其中一具故障，下列敘述何者正確？

(A) 無法繼續供電 (B) 改接成 U-U 接線，繼續供電  
(C) 改接成 V-V 接線，繼續供電 (D) 改接成開 Y-開 $\Delta$  接線，繼續供電。

( ) 2. 對於三相變壓器接線的方法及應用，下列敘述何者不正確？

(A)  $\Delta$ -Y 接線，二次側線電壓比一次側線電壓超前  $30^\circ$   
(B) Y- $\Delta$  接線於  $3\phi 4W$  系統時，一具變壓器故障時可改開 Y-開 $\Delta$  接線繼續供電  
(C)  $\Delta$ - $\Delta$  接線，一具變壓器故障時可改 V-V 接線繼續供電  
(D)  $\Delta$ - $\Delta$  接線，輸出容量為 V-V 接線容量的 57.7 %

### P348

( B ) 1. 有兩部容量均為 14.4 kVA 的單相變壓器，採用 T-T 接法供應三相負載，則最大輸出容量約為何？ (A) 14.4 kVA (B) 25 kVA (C) 26.9 kVA (D) 28.8 kVA。

**解**  $S_T = 2 \times 14.4\text{kVA} \times 0.866 = 25\text{kVA}$

( D ) 2. 欲將二相電源變為三相電源，變壓器應選用下列何種接法？

(A) V-V 連接 (B) Y-Y 連接 (C)  $\Delta$ - $\Delta$  連接 (D) T 型連接。

## 15-4 變壓器的並聯運轉

### 隨堂練習解答

課本 P350

( ) 1. 有兩部變壓器，A 機容量為 20 kVA、百分比阻抗為 4%，B 機容量為 30 kVA、百分比阻抗為 2%，今將兩部並聯供電時，共同供應 32 kVA 負載時，此時 A 機分擔為何？ (A) 8 kVA (B) 12 kVA (C) 20 kVA (D) 24 kVA。

**解** 缺，待補

- ( ) 2. 同上題兩機可供應的最大負載量為何？  
 (A) 32 kVA (B) 36 kVA (C) 40 kVA (D) 50 kVA。

解 缺，待補

- ( ) 3. 有兩部變壓器，A 機容量為 30 kVA、等效阻抗為 0.1 歐姆，B 機容量為 20 kVA、等效阻抗值為 0.2 歐姆，今將兩機並聯供電時共同供應 45 kVA 負載時，此時 A 機分擔為何？ (A) 16 kVA (B) 20 kVA (C) 30 kVA (D) 50 kVA。

解 缺，待補

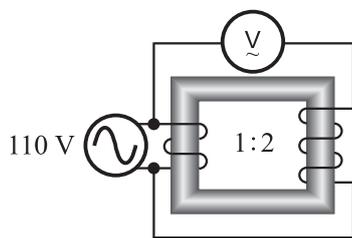
### 自我評量解答

課本 P351

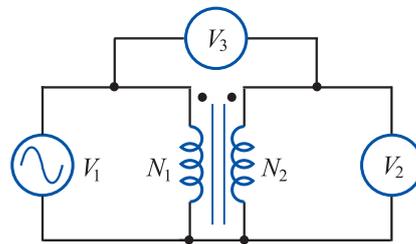
#### 一、選擇題

- 15-1 ( A ) 1. 如圖(1)所示，電源電壓為 100 V，變壓器匝數比為 1 : 2，則電壓表的讀值應為多少？ (A)100 V (B)200 V (C)300 V (D)400 V。

解 本題中一二次繞組依據右螺旋定則以及楞次定理判斷為減極性，因此電壓表兩端電壓為線圈電壓差  $V = 200 - 100 = 100V$



圖(1)



圖(2)

- ( D ) 2. 若圖(2)中之變壓器的極性已知，且匝數比  $N_1 : N_2 = 1 : 2$ ，當  $V_1 = 110 V$  時，交流電壓表  $V_2$  與  $V_3$  的讀值分別為多少？

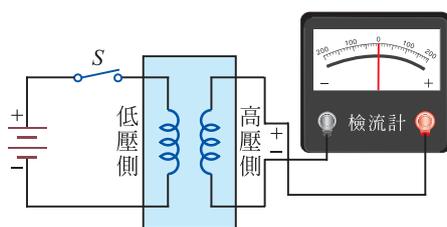
- (A)220 V，330 V (B)220 V，-110 V  
 (C)220 V，-330 V (D)220 V，110 V。

解  $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{110V}{V_2} \Rightarrow V_2 = 220V$

如圖所示因「·」打在同側可知變壓器為減極性， $V_3 = |V_2 - V_1| = 110V$

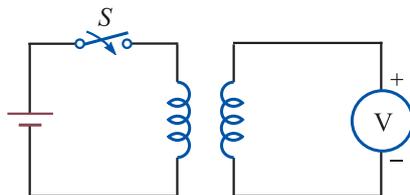
(注意：交流電壓表指示為有效值不可能出現負值)

- ( A ) 3. 依圖(3)所示之變壓器極性測試，若該變壓器為減極性，當開關  $S$  閉合後並隨即斷開，則下列檢流器指針敘述何者正確？  
 (A)指針於開關  $S$  閉合時先向正(+)方向偏轉，再向負(-)方向偏轉，最後停在 0 點  
 (B)指針於開關  $S$  閉合時先向正(+)方向偏轉，接著停在正(+)方向位置  
 (C)指針於開關  $S$  閉合時先向負(-)方向偏轉，再向正(+)方向偏轉，最後停在 0 點  
 (D)指針於開關  $S$  閉合時先向負(-)方向偏轉，接著停在負(-)方向位置。



圖(3)

- ( B ) 4. 如圖(4)所示，利用直流法測量變壓器極性的試驗，當開關  $S$  接通瞬間，伏特計往負方向偏轉，則變壓器為 (A)無極性 (B)加極性 (C)減極性 (D)無法判斷。



圖(4)

解 開關  $S$  接通瞬間，伏特計往負方向偏轉，表示變壓器為加極性

- 15-3 ( C ) 5. 三台  $11.4 \text{ kV} / 380 \text{ V}$  的單相變壓器，接成三相  $Y - \Delta$  接線，高壓側為  $Y$  接，低壓側為  $\Delta$  接；若使用於三相平衡電源系統，其高壓側線電壓為  $11.4 \text{ kV}$ ，則低壓側線電壓約為多少？ (A)  $440 \text{ V}$  (B)  $380 \text{ V}$  (C)  $220 \text{ V}$  (D)  $110 \text{ V}$ 。

解 高壓側  $Y$  接， $V_{L1} = \sqrt{3}V_{P1} \Rightarrow V_{P1} = \frac{11.4\text{kV}}{\sqrt{3}}$

$$\text{低壓側相電壓} = \frac{11.4\text{kV}}{\sqrt{3}} \times \frac{380\text{V}}{11.4\text{kV}} = 220\text{V}$$

由於低壓側  $\Delta$  接線，線電壓等於相電壓 =  $220\text{V}$

- ( C ) 6. 有三部 380 V / 11.4 kV 單相變壓器，接成三相  $\Delta$ -Y 連接，當一次側線電壓為 380V 時，則二次側線電壓約為何？

(A) 6.58 kV (B) 11.4 kV (C) 19.7 kV (D) 33 kV。

解  $a = \frac{380\text{V}}{11.4\text{kV}} = \frac{1}{30}$ ，已知一次側線電壓  $V_{L1} = 380\text{V}(=V_{P1})$ ，

$$V_{P2} = \frac{V_{P1}}{a} = \frac{380}{1/30} = 11.4\text{kV}，V_{L2} = \sqrt{3}V_{P2} = 11.4\sqrt{3}\text{kV} = 19745\text{V} \doteq 19.7\text{kV}$$

- ( A ) 7. 同上題，當二次側線電流為 10 A 時，其一次側線電流約為何？

(A)  $300\sqrt{3}$  A (B) 300 A (C) 0.577 A (D)  $0.333\sqrt{3}$  A。

解 已知二次側線電流  $I_{L2} = 10\text{A}(=I_{P2})$

$$I_{P1} = \frac{I_{P2}}{a} = \frac{10}{\frac{1}{30}} = 300\text{A}，I_{L1} = \sqrt{3}I_{P1} = 300\sqrt{3}\text{A}$$

- ( B ) 8. 變壓器採用 Y- $\Delta$ 接法時，二次側線電壓與一次側線電壓的相位關係為何？

(A)兩者同相 (B)二次側線電壓落後  $30^\circ$   
(C)二次側線電壓超前  $30^\circ$  (D)二次側線電壓超前  $120^\circ$ 。

解 假設  $V_{L1} = V_1 \angle 0^\circ$ ， $V_{P1} = \frac{V_{L1}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = \frac{V_1}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$ ， $V_{P2} = \frac{V_{P1}}{a} = \frac{V_1}{\sqrt{3}a} \angle -30^\circ$ ，

$$V_{L2} = V_{P2} = \frac{V_1}{\sqrt{3}a} \angle -30^\circ$$

- ( C ) 9. 變壓器採用  $\Delta$ -Y 接法時，二次側線電流與一次側線電流的相位關係為何？

(A)兩者同相 (B)二次側線電流落後  $30^\circ$   
(C)二次側線電流超前  $30^\circ$  (D)二次側線電流超前  $120^\circ$ 。

解 假設  $I_{L1} = I_1 \angle 0^\circ$ ， $I_{P1} = \frac{I_{L1}}{\sqrt{3}} \angle +30^\circ = \frac{I_1}{\sqrt{3}} \angle +30^\circ$ ， $I_{P2} = aI_{P1} = \frac{aI_1}{\sqrt{3}} \angle +30^\circ$ ，

$$I_{L2} = I_{P2} = \frac{aI_1}{\sqrt{3}} \angle +30^\circ$$

- ( B ) 10. 有二台 10 kVA、2400 V / 240 V、60 Hz 單相變壓器，使用 V-V 接法供應三相平衡負載，功率因數為 0.577 落後，則此二台變壓器的輸出實功率應為何？

(A) 5.77 kW (B) 10 kW (C) 17.31 kW (D) 20 kW。

解  $S = 2 \times 10 \times 0.866 = 17.32\text{kVA}$ ，輸出實功率  $P = S \times \cos\theta = 17.32 \times 0.577 = 10\text{kW}$

( D ) 11. 三台單相變壓器，接成 $\Delta$ - $\Delta$ 接線，其中一台變壓器因故障而拆除，改接成 V - V 接線，若仍然使用三相電源供電，下列敘述何者正確？

- (A) 每台變壓器可供應的輸出容量為其額定容量的 57.7 %  
 (B) 每台變壓器可供應的輸出容量為其額定容量的 2/3 倍  
 (C) V - V 接線時供應的總容量僅為 $\Delta$ - $\Delta$ 接線時總容量的 86.6 %  
 (D) V - V 接線時供應的總容量僅為 $\Delta$ - $\Delta$ 接線時總容量的 57.7 %。

**解** 三台變壓器做 $\Delta$ - $\Delta$ 接線，一具故障改成 V-V 接線，容量變成原來的 57.7%

( A ) 12. 有三部均為 10 kVA、2400 V/240 V、60 Hz 單相變壓器，接成 $\Delta$ - $\Delta$ 接線供給 22 kVA 三相平衡負載，今有一部變壓器發生故障後拆除，則負載應該卸載多少，以免變壓器過載？ (A) 4.68 kVA (B) 3.64 kVA (C) 2 kVA (D) 0.866 kVAM。

**解** 兩台 V-V 連接總容量  $S_T = 2 \times 10 \text{kVA} \times 0.866 = 17.32 \text{kVA}$ ，  
 過載量為  $22 - 17.32 = 4.68 \text{kVA}$

( C ) 13. 有三台單相減極性變壓器接成  $\Delta$ -Y 接線，當一次側接平衡三相電源，其一、二次側之線電壓、相電壓、線電流及相電流之關係，下列敘述何者錯誤？

- (A) 一次側線電壓與一次側相電壓之電壓大小及相角均相等  
 (B) 二次側線電壓之大小為二次側相電壓之倍，且二次側線電壓之相角超前二次側相電壓  $30^\circ$   
 (C) 一次側線電壓之相角超前二次側線電壓之相角  $30^\circ$   
 (D) 二次側線電流與二次側相電流之電流大小及相角均相等。

**解** 單相變壓器接成 $\Delta$ -Y 接線，一次側 $\Delta$ 接： $V_{L1} = V_{P1}$ ， $I_{L1} = \sqrt{3}I_{P1} \angle -30^\circ$   
 二次側 Y 接： $V_{L2} = \sqrt{3}V_{P2} \angle 30^\circ$ ， $I_{L2} = I_{P2}$

其中選項(C)錯誤， $V_{L1} = V_{P1} = aV_{P2} = \frac{aV_{L2}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ$

一次側線電壓之相角落後二次側線電壓之相角  $30^\circ$

( A ) 14. 用三具單相變壓器連接成三相變壓器常用的接線方式中，哪種接線方式會產生三次諧波電流而干擾通訊線路？

- (A) Y - Y 接線 (B) Y -  $\Delta$  接線 (C)  $\Delta$  - Y 接線 (D)  $\Delta$  -  $\Delta$  接線。

**解**  $\Delta$  接線時，激磁電流的三次諧波會在 $\Delta$ 內部形成環流，可避免電壓波形畸變，干擾通訊線路，Y 接線則容易產生諧波干擾通訊線路

- ( B ) 15. 有兩部容量分別為 30 kVA 及 26 kVA 的單相變壓器，採用 T - T 連接供應三相負載，最大供電能力約為何？ (A)56 kVA (B)52 kVA (C)44 kVA (D)35 kVA。

解 支變壓器(26kVA)為主變壓器(30kVA)的 0.866 倍，利用率可達 0.928，  
最大供電能力  $S_T = (30 + 26) \times 0.928 = 51.968 \text{kVA}$

- ( D ) 16. 欲將三相交流電源變為兩相交流，變壓器應採用何種接法？  
(A) Y - Y (B)  $\Delta$  -  $\Delta$  (C) V - V (D) T - L 連接。

15-4 ( D ) 17. 下列何者不是單相變壓器並聯運用的條件？

- (A) 額定電壓應相等 (B) 匝數比應相等  
(C) 極性連接要正確 (D) 電流必須相同。

- ( C ) 18. 有甲和乙兩台容量皆為 80 kVA 之單相變壓器作並聯運轉，供給 100 kVA 負載。甲和乙之百分比阻抗壓降分別為 4 % 與 6 %，則甲、乙分擔之負載分別為何？

- (A) 70 kVA、30 kVA (B) 30 kVA、70 kVA  
(C) 60 kVA、40 kVA (D) 50 kVA、50 kVA。

解  $S_A = \frac{6\%}{4\% + 6\%} \times 100 \text{kVA} = 60 \text{kVA}$ ， $S_B = \frac{4\%}{4\% + 6\%} \times 100 \text{kVA} = 40 \text{kVA}$

- ( B ) 19. 有二部單相變壓器，已知 A 機容量為 120 kVA，百分阻抗壓降 %  $Z_A$  為 4 %；B 機容量為 180 kVA，百分阻抗壓降 %  $Z_B$  為 3 %，當兩機並聯供給 210 kVA 的負載時，兩機分擔分別為何？

- (A) 42 kVA、168 kVA (B) 70 kVA、140 kVA  
(C) 140 kVA、70 kVA (D) 168 kVA、42 kVA。

解 負載分配與容量成正比，與百分阻抗成反比

$$\frac{S_{LA}}{S_{LB}} = \frac{S_A}{S_B} \times \frac{\%Z_B}{\%Z_A} = \frac{120 \text{kVA}}{180 \text{kVA}} \times \frac{3\%}{4\%} = \frac{1}{2}$$

A 機分擔 70 kVA，B 機分擔 140 kVA

- ( C ) 20. 同上題，兩部並聯供電時，最大供電容量為何？

- (A) 360 kVA (B) 300 kVA (C) 270 kVA (D) 240 kVA。

解 由於  $S_{LB} = 2S_{LA}$ ，B 機滿載時分擔 180 kVA，此時 A 機分擔 90 kVA，  
兩機合計最大供電容量為 270 kVA

## 二、問答題

1. 三具匝數比  $\frac{N_1}{N_2} = 20$  的單相變壓器，接成 Y-Y 接線，供應 220 V、10 kW、功率因數為 0.8 之負載，則(1)一次側相電壓、(2)一次側線電壓、(3)二次側線電流、(4)一次側線電流各為何？

解 (1)  $V_{L2} = 220\text{V}$ ， $V_{P2} = \frac{V_{L2}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127\text{V}$ ， $V_{P1} = aV_{P2} = 20 \times 127 = 2540\text{V}$

(2)  $V_{L1} = \sqrt{3}V_{P2} = \sqrt{3} \times 2540 = 4400\text{V}$

(3)  $P = \sqrt{3}V_{L2}I_{L2} \cos \theta \Rightarrow I_{L2} = \frac{P}{\sqrt{3}V_{L2} \cos \theta} = \frac{10\text{kW}}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8} = 32.8\text{A}$

(4)  $I_{P2} = I_{L2} = 32.8\text{A}$ ， $I_{P1} = \frac{I_{P2}}{a} = \frac{32.8}{20} = 1.64\text{A}$ ， $I_{L1} = I_{P1} = 1.64\text{A}$

2. 設有一、二次側額定電壓相等之兩變壓器 A 和 B，A 之容量為 10 kVA，阻抗標么值為 5%；B 之容量為 30 kVA，標么阻抗值為 3%；且兩變壓器在功因為 1 時之電壓調整率相等，將兩變壓器並聯使用，(1)負載為 30 kVA 時，A 和 B 各分擔多少 kVA？(2)兩機最大供電能力為多少 kVA？

解 (1) 以 30KVA 為準

$$\%Z'_A = 5\% \times \frac{30\text{kVA}}{10\text{kVA}} = 15\%$$

$$S_A = 30\text{kVA} \times \frac{3\%}{15\% + 3\%} = 5\text{kVA}$$

$$S_B = 30\text{kVA} \times \frac{15\%}{15\% + 3\%} = 25\text{kVA}$$

(2)  $S_B = 30\text{kVA} \Rightarrow 30\text{kVA} = S_{\max} \times \frac{15\%}{15\% + 3\%} \Rightarrow S_{\max} = 36\text{kVA}$

## 鍛鍊本解答－嚴選精華

- 15-1 1. 變壓器之極性是指一次側與二次側繞組，在某一瞬間感應電勢之相位關係；若一次側與二次側之相位相同，稱為減極性；若一次側與二次側之相位相差  $180^\circ$ ，則稱為加極性。
2. 變壓器在單獨使用時，不需考慮極性，但在並聯運轉或三相連接時，則必須考慮極性，若極性接線錯誤，可能造成變壓器繞組燒毀。
3. 變壓器通常都會標示極性，但若是模糊不清時，可由直流法、交流法以及比較法等方法測得變壓器之極性。

- 15-3** 4. 變壓器採用 Y 接線時，線電壓為相電壓的  $\sqrt{3}$  倍，且線電壓超前相電壓  $30^\circ$ ；線電流等於相電流。
5. 變壓器採用  $\Delta$  接線時，線電壓等於相電壓。線電流等於  $\sqrt{3}$  相電流，且線電流落後相電流  $30^\circ$ 。
6. Y-Y 接線的一、二次側中性點可接地，可穩定對地之電壓。但容易產生三次諧波，對通訊線路造成干擾；爲了避免諧波，通常在二次側加裝第三繞組，形成Y-Y- $\Delta$ 接線。
7.  $\Delta$ - $\Delta$ 接線有一台變壓器故障時，可改成V-V接線繼續供電。不產生第三諧波，電壓波形不會變形。
8. Y- $\Delta$ 接線一次側中性點接點，可形成三相四線系統，當有其中一台變壓器故障時，可改成U-V接線繼續供電。
9. Y- $\Delta$ 接線具有自動降壓作用，適用於二次變電所降壓用變壓器。  
 $\Delta$ -Y 接線具有自動升壓作用，適用於發電廠之變壓器。
10. 變壓器採用 V 接線時，線電壓等於相電壓；線電流等於相電流。
11. 變壓器採用 V-V 接線時，每台變壓器的利用率爲額定容量的88.6%，  
V-V 接線所供應的負載爲原本  $\Delta$ - $\Delta$  接線所供應的57.7%。
12. 變壓器採用 U 接線時，線電壓等於  $\sqrt{3}$  相電壓；線電流等於相電流。
13. 變壓器採用 U-V 接線時，每台變壓器的利用率爲額定容量的88.6%，  
U-V 接線所供應的負載爲原本 Y- $\Delta$  接線所供應的57.7%。
14. T-T 接線時支變壓器電壓( $E_T$ )與主變壓器電壓( $E_M$ )的關係爲  $E_T = 0.866E_M \angle 90^\circ$ 。
15. 若主變壓器與支變壓器容量相同，則 T-T 接線的利用率爲0.866。若支變壓器之容量爲主變壓器之0.866倍時，則 T-T 接線的利用率爲 0.928。
16. T-L 接線又稱史考特接線，主要功能是將三相電源變成二相電源，或將二相電源轉換成三相電源。
- 15-4** 17. 單相變壓器並聯運轉時，需符合以下條件：
- (1) 一次側、二次側之額定電壓需相同，匝數比相同。
  - (2) 變壓器之極性需正確的連接。
  - (3) 變壓器之內部阻抗須與額定容量成反比。
  - (4) 各變壓器之等效電阻與等效電抗比須相同。

18. 單相變壓器並聯運轉時之負載分配：

(1) 以等效阻抗( $Z_A$ 、 $Z_B$ )計算：依據分流定則

$$A \text{ 機供應容量： } S_{LA} = S_L \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$B \text{ 機供應容量： } S_{LB} = S_L \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B}$$

(2) 以阻抗百分比( $\%Z_A$ 、 $\%Z_B$ )計算：

$$\begin{cases} S_L = S_{LA} + S_{LB} \\ \frac{S_{LA}}{S_B} = \frac{S_A}{S_B} \times \frac{\%Z_B}{\%Z_A} \\ \frac{S_{LB}}{S_A} = \frac{S_B}{S_A} \times \frac{\%Z_A}{\%Z_B} \end{cases}$$

19. 三相變壓器並聯運轉時，除須符合單相變壓器之並聯運轉條件外，還需具備線電壓比須相同、相序須相同以及位移角相同等條件。

## 鍛鍊本解答－大顯身手

### 課內題

詳解請參考自我評量解答 P15-5~15-10

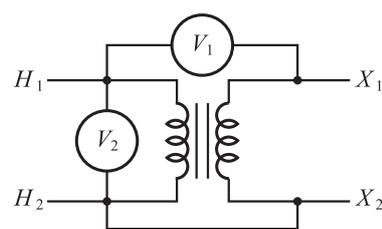
### 課外題

#### 一、精選題

( D ) 1. 如圖(1)所示為變壓器之極性試驗接線圖，已知變壓器為加極性，則伏特表  $V_1$  及  $V_2$  的指示應為

(A) $V_1 = 0$  (B) $V_2 < V_1$  (C) $V_1 = V_2$  (D) $V_1 > V_2$ 。

**解** 加極性變壓器， $H_1$  與  $X_1$  瞬間極性相反，因此  $V_1$  電壓表指示值為高壓側與低壓側電壓之和



圖(1)

( C ) 2. 兩只變壓器作 V-V 結線時，供電 86.6kVA 之負載，若增加一只相同變壓器改作  $\Delta$ - $\Delta$  結線時，則可增加多少供電量？ (A)13.4kVA (B)26.8kVA (C)63.4kVA (D)86.6kVA。

解 V-V 結線時  $S_{v-v} = 2 \times S \times \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，可得每台變壓器容量為  $S = \frac{86.6}{2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}} = 50\text{kVA}$

改作  $\Delta$ - $\Delta$  結線時， $S_{\Delta-\Delta} = 3 \times S = 150\text{kVA}$ ，增加了 63.4kVA

- (A) 3. 設有一、二次側額定電壓相等之兩變壓器 A 和 B，A 之容量為 10kVA，百分阻抗電壓為 5%；B 之容量為 30kVA，百分阻抗電壓為 3%；且兩變壓器在功因為 1 時之電壓調整率相等，將兩變壓器並聯使用，當負載為 30kVA 時，A 和 B 各分擔多少？

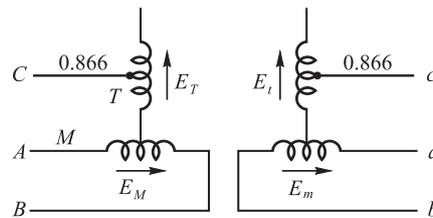
- (A) 5kVA、25kVA (B) 15kVA、15kVA  
(C) 10kVA、20kVA (D) 20kVA、10kVA。

解 以 30kVA 為準， $\%Z'_A = 5\% \times \frac{30\text{kVA}}{10\text{kVA}} = 15\%$

$$S_A = 30\text{kVA} \times \frac{3\%}{15\% + 3\%} = 5\text{kVA}，S_B = 30\text{kVA} \times \frac{15\%}{15\% + 3\%} = 25\text{kVA}$$

## 二、情境題

- (C) 4. 小楊在做變壓器 T-T 接線實驗時，如圖(2)所示進行接線，其中 M 為主變壓器，T 為支變壓器，M 有中心抽頭，T 有 0.866 分接頭，以下實驗結果何者正確？  
(A) 一次側反電動勢  $E_T$  與  $E_M$  關係為  $E_T = E_M \angle 90^\circ$   
(B) T 之額定電壓應為 M 的 0.577 倍才能作 T-T 接線  
(C) 若 T 之容量為 M 之 0.866 倍，則變壓器利用率為 0.928  
(D) T 只能應用其額定伏安數的 57.7%。



圖(2)

- 解 支變壓器電壓  $E_T = 0.866E_M \angle 90^\circ$ ，T-T 接線應用其額定伏安數的 0.866 倍，若支變壓器與主變壓器容量相同，則變壓器利用率為 0.866，若支變壓器為主變壓器容量的 0.866，則變壓器利用率為 0.928

- ( ) 5. 小陳準備開設一間工廠相關件為：設備容量為 120kW，功率因數 0.8，需量量數 60%；若小陳希望使用 2 台單變壓器採 V-V 接線供電，求一台變壓器所需的容量為多少最合適？ (A)32kVA (B)42kVA (C)52kVA (D)62kVA。

解 缺，待補

### 鍛鍊本解答－高手過招

- ( B ) 1. 有 A 及 B 兩台額定電壓相等的變壓器，A 之額定容量為 160kVA，其百分率阻抗為 6%；B 之額定容量為 240kVA，其百分率阻抗為 3%，且兩變壓器之等效電阻與等效電抗之比值相等。若將兩變壓器並聯運轉供應 300kVA 的負載，則變壓器 A 及變壓器 B 的分配負載量  $S_A$  及  $S_B$  分別為何？ 【108 統測】

- (A) $S_A=65\text{kVA}$ ， $S_B=235\text{kVA}$       (B) $S_A=75\text{kVA}$ ， $S_B=225\text{kVA}$   
 (C) $S_A=100\text{kVA}$ ， $S_B=200\text{kVA}$       (D) $S_A=105\text{kVA}$ ， $S_B=195\text{kVA}$ 。

解  $S_A + S_B = 300\text{k}$ ， $\frac{S_A}{S_B} = \frac{160\text{k} \times \frac{3\%}{240\text{k}}}{\frac{3\%}{6\%}}$ ， $\frac{S_A}{S_B} = \frac{1}{3}$ ， $3S_A = S_B$

$$S_A + 3S_A = 300\text{k}，S_A = 75\text{k}，S_B = 75 \times 3 = 225\text{k}$$

- ( A ) 2. 三台匝數比皆為 10：1 之單相變壓器，採  $\Delta$ -Y 接線，若低壓側線電壓為 220V，則高壓側之線電壓約為何？ 【107 統測】

- (A)1270V (B)2200V (C)3800V (D)6600V。

解  $V_{2p} = \frac{V_{2L}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127\text{V}$ ， $V_{1p} = a \times V_{2p} = 10 \times 127 = 1270\text{V}$ ， $V_{1L} = V_{1p} = 1270\text{V}$

- ( D ) 3. 用兩台額定為 100kVA，3300V/220V，60Hz 之單相變壓器接成 V-V 接線，以供給低壓的三相平衡負載，則負載側的線電壓  $V_L$  及額定總視在功率  $S_L$  為何？

- (A) $V_L = 220\sqrt{3}\text{V}$ ， $S_L = 100\sqrt{3}\text{kVA}$   
 (B) $V_L = 220\text{V}$ ， $S_L = 200\text{kVA}$   
 (C) $V_L = 220\sqrt{3}\text{V}$ ， $S_L = 200\text{kVA}$   
 (D) $V_L = 220\text{V}$ ， $S_L = 100\sqrt{3}\text{kVA}$ 。

【105 統測】

解  $V_L = 220\text{V}$ ， $S_L = 100\text{kVA} \times 0.866 \times 2 = 173.2\text{kVA} = 100\sqrt{3}\text{kVA}$

- ( B ) 4. 有三台均為 5kVA、2400V/240V、60Hz 之單相變壓器，接成  $\Delta$ - $\Delta$  接線來供給 13kVA 之三相平衡負載，今有一台變壓器發生故障後拆除，若接線不變且要由其餘二台繼續供給全部負載，則此時變壓器之總過載量為多少 kVA？ 【104 統測】
- (A)5.26 (B)4.34 (C)3.00 (D)2.50。

解 V-V 接線可供應的負載容量  $S_V = 5k \times 0.866 \times 2 = 8.66kVA$

過載容量為  $13k - 8.66k = 4.34kVA$

