

第 3 章 變壓器之連接

1. 變壓器之極性：

(1) 極性可分_____及_____兩種：

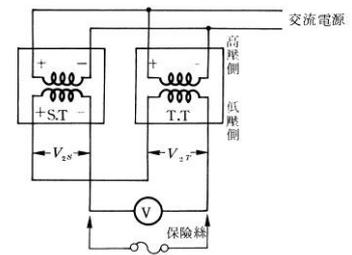
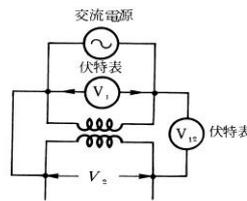
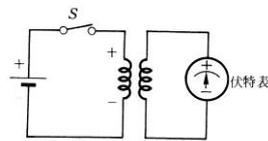
- ①加極性：高、低壓側接線端，同一側為不同極性；
- ②減極性：高、低壓側接線端，同一側為相同極性。

(2) 符號：

- ①高壓側： H_1, H_2, H_3 (美)、 U, V, W (日)、 \bullet (北歐)、 $+, -$ (我國)。
- ②低壓側： X_1, X_2, X_3 (美)、 u, v, w (日)、 \bullet (北歐)、 $+, -$ (我國)。

(3) 極性試驗方法有三：_____、_____及_____。

- ①直流法：當開關 S 按下瞬間，伏特表正轉，表減極性，反之則為加極性；當開關 S 打開瞬間，伏特表正轉，表加極性，反之則為減極性。
- ②交流法：若 $V_{12} = V_1 + V_2 > V_1$ ，則為加極性；若 $V_{12} = V_1 - V_2 < V_1$ ，則為減極性。
- ③比較法：若電壓表讀值為零或保險絲不燒斷，則表示兩變壓器為相同極性；若電壓表讀值為不為零或保險絲燒斷，則表示兩變壓器為不同極性。



2. 變壓器之三相連接：

(1) Y-Y 連接：

- ① $V_{L1} = \sqrt{3} V_{P1}$, $V_{L1} = a \sqrt{3} V_{P2}$, $V_{L1} = a V_{L2}$; $I_{L1} = I_{P1}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} I_{P2}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} I_{L2}$ 。
- ②位移角：零度；會有三次諧波產生。

(2) $\Delta - \Delta$ 連接：

- ① $V_{L1} = V_{P1}$, $V_{L1} = a V_{P2}$, $V_{L1} = a V_{L2}$; $I_{L1} = \sqrt{3} I_{P1}$, $I_{L1} = \sqrt{3} \frac{1}{a} I_{P2}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} I_{L2}$ 。
- ②位移角：零度；不會有三次諧波產生；一具故障可改為 V-V 接線；常用於低電壓大電流。

(3) Y- Δ 連接：

- ① $V_{L1} = \sqrt{3} V_{P1}$, $V_{L1} = a \sqrt{3} V_{P2}$, $V_{L1} = a \sqrt{3} V_{L2}$; $I_{L1} = I_{P1}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} I_{P2}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} \frac{1}{\sqrt{3}} I_{L2}$
- ②位移角：一次超前 30 度；不會有三次諧波產生；適用降壓配電用。

(4) $\Delta - Y$ 連接：

- ① $V_{L1} = V_{P1}$, $V_{L1} = a V_{P2}$, $V_{L1} = a \frac{1}{\sqrt{3}} V_{L2}$; $I_{L1} = \sqrt{3} I_{P1}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} \sqrt{3} I_{P2}$, $I_{L1} = \frac{1}{a} \sqrt{3} I_{L2}$
- ②位移角：二次超前 30 度；不會有三次諧波產生；適用發電廠內主變壓器用。

(5) V-V 連接：

$$\textcircled{1} V_{L1} = V_{P1}, V_{L1} = aV_{P2}, V_{L1} = aV_{L2}; I_{L1} = I_{P1}, I_{L1} = \frac{1}{a} I_{P2}, I_{L1} = \frac{1}{a} I_{L2}$$

$$\textcircled{2} \text{輸出容量 } S_{V-V} = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} V_P I_P = \sqrt{3} S。$$

③每具變壓器利用率：

$$\text{利用率} = \frac{S_{V-V}}{2S} = \frac{\sqrt{3}V_P I_P}{2V_P I_P} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

④V-V 與 $\Delta - \Delta$ 連接輸出比較：

$$\frac{S_{V-V}}{S_{\Delta-\Delta}} = \frac{\sqrt{3}V_P I_P}{3V_P I_P} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$$

(6) U-V 連接：

$$\textcircled{1} V_{L1} = V_{P1}, V_{L1} = aV_{P2}, V_{L1} = aV_{L2}; I_{L1} = I_{P1}, I_{L1} = \frac{1}{a} I_{P2}, I_{L1} = \frac{1}{a} I_{L2}$$

$$\textcircled{2} \text{輸出容量 } S_{U-V} = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} V_P I_P = \sqrt{3} S。$$

③每具變壓器利用率：

$$\text{利用率} = \frac{S_{U-V}}{2S} = \frac{\sqrt{3}V_P I_P}{2V_P I_P} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

④U-V 與 Y- Δ 連接輸出比較：

$$\frac{S_{U-V}}{S_{Y-\Delta}} = \frac{\sqrt{3}V_P I_P}{3V_P I_P} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$$

(7) T-T 連接：

$$\textcircled{1} V_M = V_L, ; I_M = I_L$$

$$\textcircled{2} \text{輸出容量 } S_{T-T} = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} V_P I_P = \sqrt{3} V_M I_M = \sqrt{3} S_M。$$

③主變壓器與支變壓器容量相同時，則利用率：

$$\text{利用率} = \frac{S_{T-T}}{2S} = \frac{\sqrt{3}V_M I_M}{2V_M I_M} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

④若支變壓器容量為主變壓器之 86.6%，則利用率：

$$\text{利用率} = \frac{\sqrt{3}V_M I_M}{V_M I_M + 0.866V_M I_M} = \frac{1.732}{1.866} = 0.928$$

⑤又稱史考特接法，可把三相變成二相。

3.變壓器之並聯運用：

(1) 單相變壓器並聯：

①並聯條件：一次、二次電壓，等值電阻、電抗及匝數比相同，極性需正確。

②負載分配： $I_1 = I_L \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$; $I_2 = I_L \times \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$ 。

(2) 三相變壓器並聯：

①並聯條件：一次、二次電壓，極性，匝數比，相序，等值電阻、電抗及位移角需相同。

②允許並聯之接法： $\left\{ \begin{matrix} Y-Y \\ Y-Y' \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} \Delta-\Delta \\ \Delta-\Delta' \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} Y-\Delta \\ Y-\Delta' \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} \Delta-Y \\ \Delta-Y' \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} Y-Y \\ \Delta-\Delta \end{matrix} \right\}, \left\{ \begin{matrix} \Delta-Y \\ Y-\Delta \end{matrix} \right\}$

例 1：兩具單相變壓器作 V-V 連接，提供 50KVA 之容量，則每具單相變壓器之額定容量為 (A)50KVA (B) $\frac{25}{\sqrt{3}}$ KVA (C)25KVA (D) $\frac{50}{\sqrt{3}}$ KVA (E) $25\sqrt{3}$ KVA (二專)

例 2：從三相 $\Delta-\Delta$ 接法中取去一個變壓器作 V-V 連接，就滿載電流而言比 $\Delta-\Delta$ 接法時要減少 (A)13.4% (B)33.3% (C)42.3% (D)86.6% (教院)

例 3：兩變壓器並聯運轉，愈獲得良好效果，下列哪一項條件並非必須？(A)額定容量相等 (B)變壓比相等 (C)極性應該一致 (D)等效電阻及等效電抗之 P.U.值相等 (86 保甄)

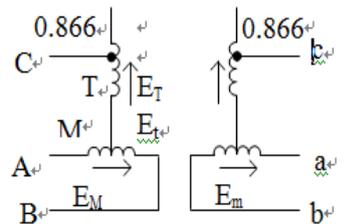
歷屆試題：

100 年：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 3 倍，且二次側線電壓之相角超前二次側相電壓 30° (C) 一次側線電壓之相角超前二次側線電壓之相角 30° (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。

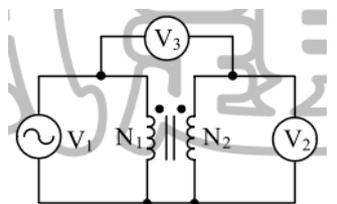
97 年：三具匝數比 $N_1 / N_2 = 20$ 之單相變壓器，接成 Y-Y 接線，供應 220 V、10 kW、功率因數為 0.8 之負載，則下列敘述何者錯誤？(A)一次側相電壓為 2540 V (B) 二次側線電流為 32.8 A (C)一次側線電流為 1.64 A (D)一次側相電流為 2.84 A。

97 年：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。

96 年：圖(一)所示為變壓器之 T-T 接線圖，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，則下列敘述何者正確？(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%。



96 年：圖(二)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。



- 96 年：利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 - Δ 接線 (C) Δ - Y 接線 (D) Δ - Δ 接線。
- 95 年：三只單相變壓器，接成 Δ - Δ 接線，其中一只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) 每台變壓器可供電的輸出容量為其額定容量的 57.7 % (B) 每台變壓器可供電的輸出容量為其額定容量的 2/3 倍 (C) V-V 接線時供電的總容量僅為 Δ - Δ 接線時總容量的 86.6 % (D) V-V 接線時供電的總容量僅為 Δ - Δ 接線時總容量的 57.7 %。