



## ● 对称三相电路的功率

在三相电路中，无论负载如何连接及是否对称，其**三相负载吸收的总平均功率**：

$$\begin{aligned} P &= P_A + P_B + P_C \\ &= U_{Ap} I_{Ap} \cos \varphi_A + U_{Bp} I_{Bp} \cos \varphi_B + U_{Cp} I_{Cp} \cos \varphi_C \end{aligned}$$

其中： $U_{xp}$ ,  $I_{xp}$  是各相负载的相电压和相电流的有效值； $\cos \varphi$  是各相的功率因数， $\varphi$  是各相相电压与相电流的相位差。





在**对称三相电路**中，无论负载为何连接：

$$\because U_{Ap} = U_{Bp} = U_{Cp} = U_p, I_{Ap} = I_{Bp} = I_{Cp} = I_p$$

$$\cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C = \cos \varphi_Z$$

**负载吸收的总平均功率：**

$$P = 3U_{Ap} I_{Ap} \cos \varphi_A = 3U_p I_p \cos \varphi_Z$$

即：对称三相电路的**三相负载吸收的总平均功率**等于每相负载吸收的平均功率的**三倍**，而功率因数就是每相负载的功率因数。





由于线电压和线电流容易测量，而且对于Y负载，有： $U_l = \sqrt{3}U_p, I_l = I_p$ ；对于 $\Delta$ 负载，有： $U_l = U_p, I_l = \sqrt{3}I_p$ ，故  
负载吸收的总平均功率：

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi_Z = \sqrt{3}U_l I_l \cos \varphi_Z$$





$$\text{无功功率 } Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$= U_{Ap} I_{Ap} \sin \varphi_A + U_{Bp} I_{Bp} \sin \varphi_B + U_{Cp} I_{Cp} \sin \varphi_C$$

对称三相电路总的无功功率：

$$Q = 3U_{Ap} I_{Ap} \sin \varphi_A = 3U_p I_p \sin \varphi_Z$$





在**对称三相电路**中，无论负载为何连接：

**负载吸收的总平均功率：**

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi_p = \sqrt{3} U_l I_l \cos \varphi_p$$

**负载的总的无功功率：**

$$Q = 3U_p I_p \sin \varphi_p = \sqrt{3} U_l I_l \sin \varphi_p$$

**负载的总的视在功率：**

$$Q = 3U_p I_p = \sqrt{3} U_l I_l$$







## 讨论对称三相电路的瞬时功率：

$$\begin{aligned} p(t) &= p_A(t) + p_B(t) + p_C(t) \\ &= U_{\text{pm}} I_{\text{pm}} \cos(\omega t) \cos(\omega t - \varphi) \\ &\quad + U_{\text{pm}} I_{\text{pm}} \cos(\omega t - 120^\circ) \cos(\omega t - 120^\circ - \varphi) \\ &\quad + U_{\text{pm}} I_{\text{pm}} \cos(\omega t + 120^\circ) \cos(\omega t + 120^\circ - \varphi) \\ &= U_p I_p [\cos \varphi + \cos(2\omega t - \varphi)] \\ &\quad + U_p I_p [\cos \varphi + \cos(2\omega t - 240^\circ - \varphi)] \\ &\quad + U_p I_p [\cos \varphi + \cos(2\omega t + 240^\circ - \varphi)] \\ &= 3U_p I_p \cos \varphi \end{aligned}$$





对称三相电路的瞬时功率是不随时间变化的常数，且等于三相负载吸收的总平均功率，即：

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi$$

在这种情况下，三相电动机的转矩是恒定的，有利于发电机和电动机的工作，是三相电路的优点之一。



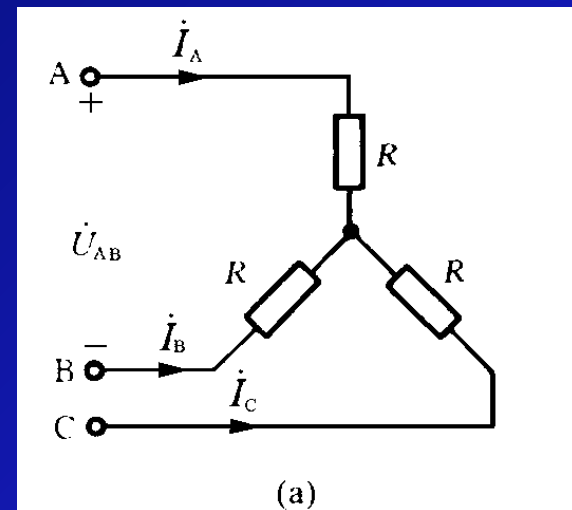


**例31** 三相电炉的三个电阻，可以接成星形，也可以接成三角形，常以此来改变电炉的功率。假设某三相电炉的三个电阻都是  $43.32\Omega$ ，求：在380V线电压上，把它们接成星形和三角形时的功率各为多少？



解：1. 三相负载为星形联接时，如图(a)所示，则线电流为

$$I_l = I_p = \frac{U_p}{R} = \frac{380}{43.32} = 5.064\text{A}$$



且由于负载为电阻，则  $\varphi = 0^\circ$  故有：

三相负载吸收的平均功率为：

$$P_Y = \sqrt{3}U_l I_l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 5.064 = 3.33\text{kW}$$

2. 三相负载为三角形联接时, 如图(b)所示, 则相电流为

$$I_p = \frac{U_p}{R} = \frac{U_l}{R} = \frac{380}{43.32} = 8.7719\text{A}$$

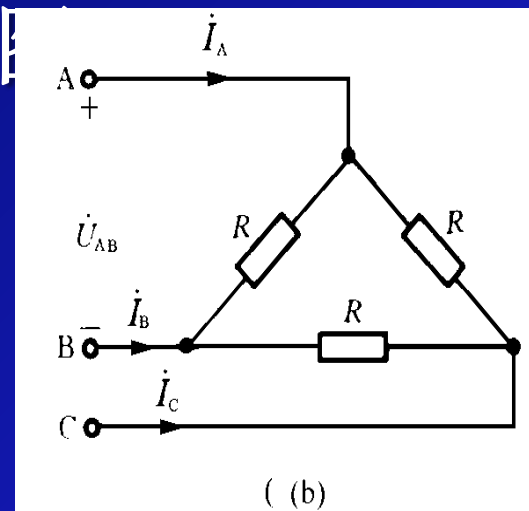
则线电流为:

$$I_l = \sqrt{3}I_p = \sqrt{3} \times 8.7719 = 15.193\text{A}$$

三相负载吸收的总平均功率为:

$$P_\Delta = \sqrt{3}U_l I_l = \sqrt{3} \times 380 \times 15.193 = 10000\text{W} = 10\text{kW}$$

三相电炉接成三角形吸收的功率是联接成星形时的三倍。





## 对称三相电路的计算

**对称三相电路**，是指由对称三相电源和对称三相负载所组成的电路。

**对称三相电路**，是正弦交流电路的一种特殊形式，电路中的电源仍然是同频率的，因而对于**正弦稳态电路的分析方法**对于它完全适用。

但由于对称三相电路的一些特殊特点，使其的计算可能简化。





对称三相电路中，任一相的相电流只和这一相的相电压和阻抗有关，而与其它两相无关。即，各相的相电流和相电压的计算具有独立性。

但因为在对称三相电路中，各相的相电流和相电压都是对称的，因此，只要计算出其中某一相的相电流和相电压，而其它两相的相电流和相电压可以直接写出；

