

$$\dot{U}_{NN'} = \frac{\frac{\dot{U}_U}{Z_U} + \frac{\dot{U}_V}{Z_V} + \frac{\dot{U}_W}{Z_W}}{\frac{1}{Z_U} + \frac{1}{Z_V} + \frac{1}{Z_W} + \frac{1}{Z_N}}$$

## 4.3 三相电路的功率计算

三相电路中需要计算的功率为有功功率、无功功率和视在功率。

### 1. 有功功率

有功功率等于每相负载的有功功率之和，即

$$P = P_U + P_V + P_W = U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V + U_W I_W \cos \varphi_W$$

当三相负载对称时，有功功率为

$$P = 3I_U^2 R_U = 3U_P I_P \cos \varphi$$

## 1. 有功功率

有功功率等于每相负载的有功功率之和，即

$$P = P_U + P_V + P_W = U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V + U_W I_W \cos \varphi_W$$

当三相负载对称时，有功功率为

$$P = 3I_U^2 R_U = 3U_P I_P \cos \varphi$$

若负载为星形连接，有  $U_P = \frac{U_l}{\sqrt{3}}, I_l = I_P$

$$P = 3 \times \frac{U_l}{\sqrt{3}} I_l \cos \varphi = \sqrt{3} U_l I_l \cos \varphi$$

若负载为三角形连接，有  $I_P = \frac{I_l}{\sqrt{3}}, U_l = U_P$

有功功率的计算公式是一样的

## 2. 无功功率

无功功率等于每相负载的无功功率之和，即

$$Q = Q_U + Q_V + Q_W = U_U I_U \sin \varphi_U + U_V I_V \sin \varphi_V + U_W I_W \sin \varphi_W$$

当三相负载对称时，无论是星形还是三角形联结

$$Q = \sqrt{3} U_l I_l \sin \varphi = 3 U_P I_P \sin \varphi$$

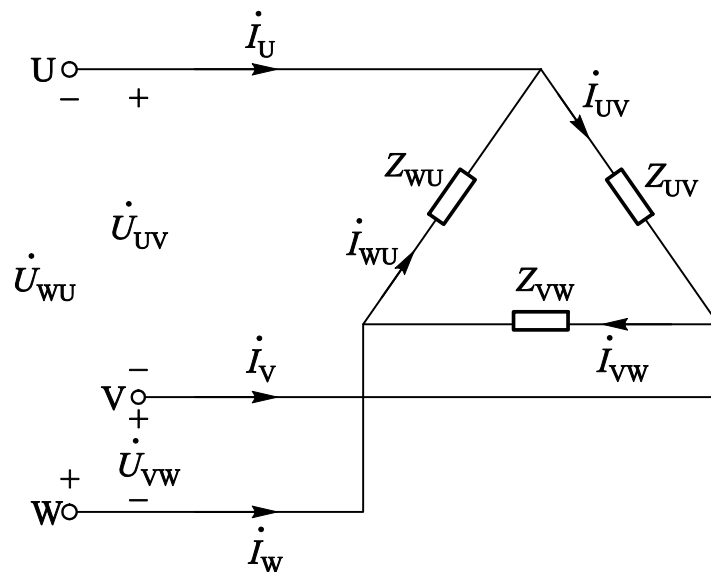
## 3. 视在功率

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

若三相负载对称，视在功率为

$$S = \sqrt{3} U_l I_l = 3 U_P I_P$$

**【例 4.3.1】** 在图示的三相三线制电路中，已知每相负载的阻抗为  $(30 + j40)\Omega$ ，电源线电压为 **220V**。  
求：负载对称和不对称时，三相电路的有功功率、无功功率和视在功率。



【解】 当负载对称时：

$$I_{UV} = 4.4 \angle -53.1^\circ \text{ A}$$

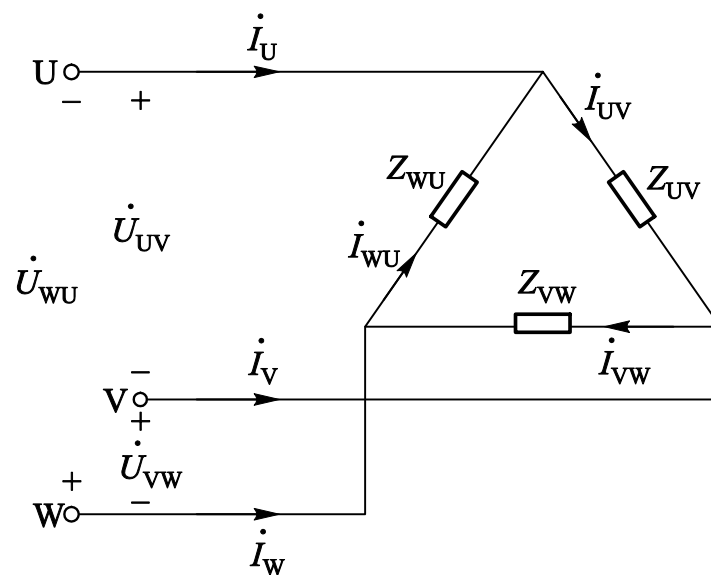
$$I_{VW} = 4.4 \angle -173.1^\circ \text{ A}$$

$$I_{WU} = 4.4 \angle +66.9^\circ \text{ A}$$

$$I_U = 7.6 \angle -83.1^\circ \text{ A}$$

$$I_V = 7.6 \angle 156.9^\circ \text{ A}$$

$$I_W = 7.6 \angle 36.9^\circ \text{ A}$$



三相有功功率、无功功率、视在功率为

$$P = 3U_P I_P \cos \varphi = 3 \times 220 \times 4.4 \times \cos 53.1^\circ = 1743.6 \text{ W}$$

$$Q = \sqrt{3} U_l I_l \sin \varphi = \sqrt{3} \times 220 \times 7.62 \times \sin 53.1^\circ = 2321.9 \text{ var}$$

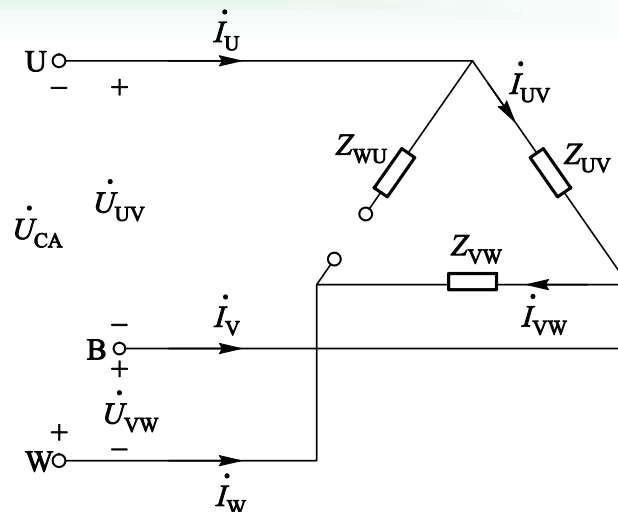
$$S = \sqrt{3} U_l I_l = \sqrt{3} \times 220 \times 7.62 = 2903.5 \text{ VA}$$

【解】 当负载不对称时

$$I_{UV} = 4.4 \angle -53.1^\circ \text{ A}$$

$$I_{VW} = 4.4 \angle -173.1^\circ \text{ A}$$

$$I_{WU} = 0$$



$$\begin{aligned} P &= P_U + P_V = U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V \\ &= 220 \times 4.4 \times \cos 53.1^\circ + 220 \times 4.4 \times \cos 53.1^\circ = 1162.4 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= Q_U + Q_V = U_U I_U \sin \varphi_U + U_V I_V \sin \varphi_V \\ &= 220 \times 4.4 \times \sin 53.1^\circ + 220 \times 4.4 \times \sin 53.1^\circ = 1548.2 \text{ var} \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1162.4^2 + 1548.2^2} = 1936 \text{ VA}$$

# 第 4 章

# 结 束