

第5章 三相电路

杨旭强

哈尔滨工业大学电气工程系



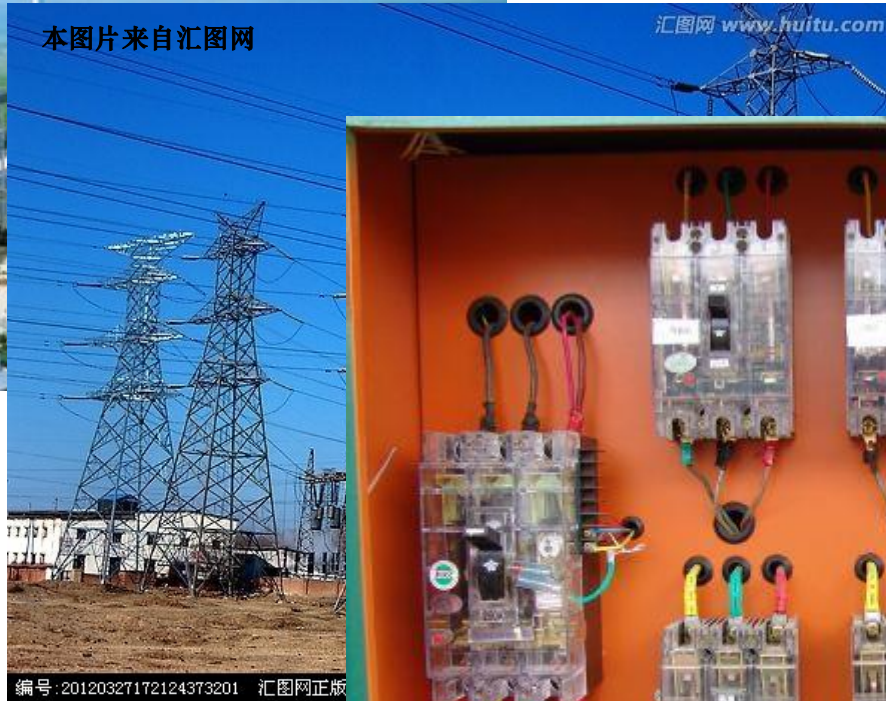
第5章 三相电路

本图片来自新华网



发电

本图片来自汇图网



输电

本图片来自筑龙论坛



配电

第5章 三相电路

提要：本章重点介绍三相电路的星形和三角形联结方式，对称三相电路中相电压与线电压、相电流与线电流的关系，对称三相电路的计算和三相电路的功率。并扼要介绍不对称三相电路。

重点：对三相电路特殊规律的认识。

本章目次

5.1 三相电源和三相电路

5.2 星形联结和三角形联结

5.3 对称三相电路的计算

5.4 不对称三相电路示例

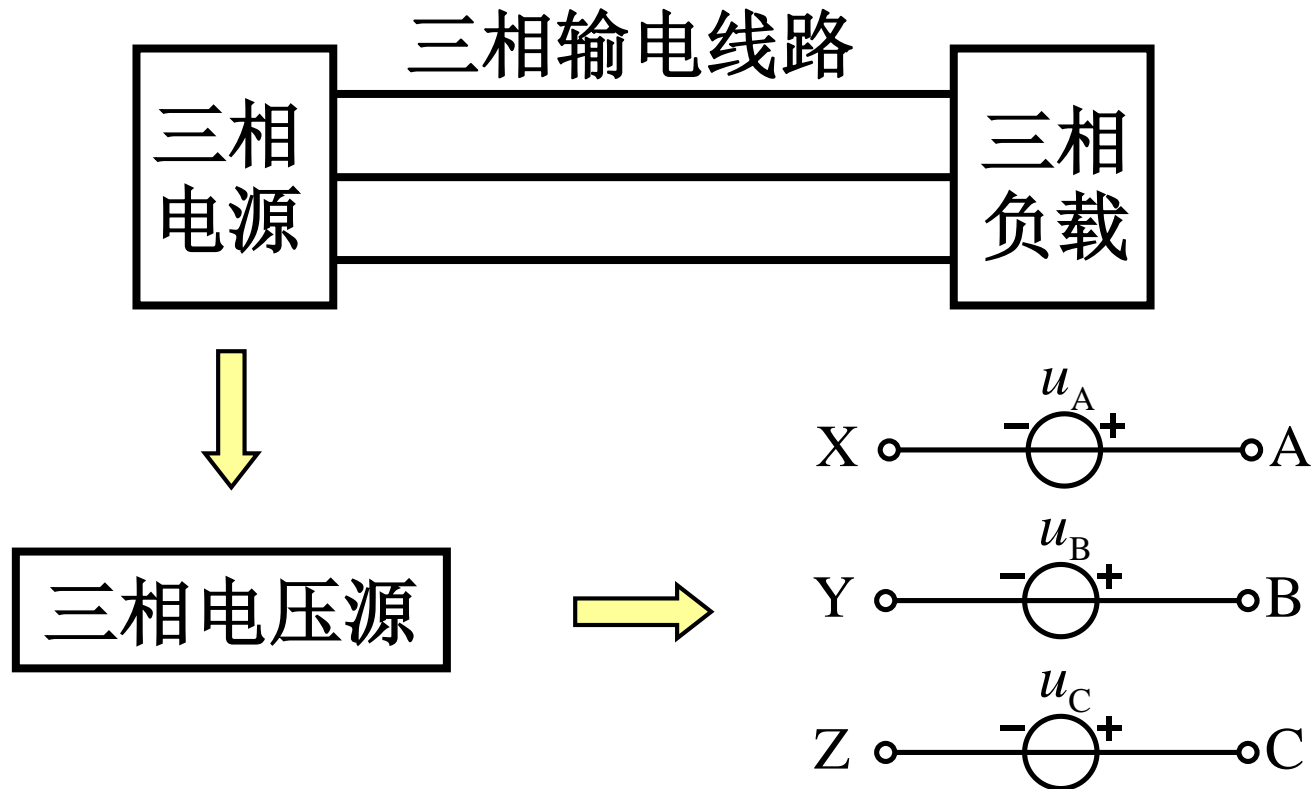
5.5 三相电路的功率



5.1 三相电源和三相电路

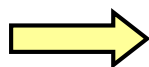
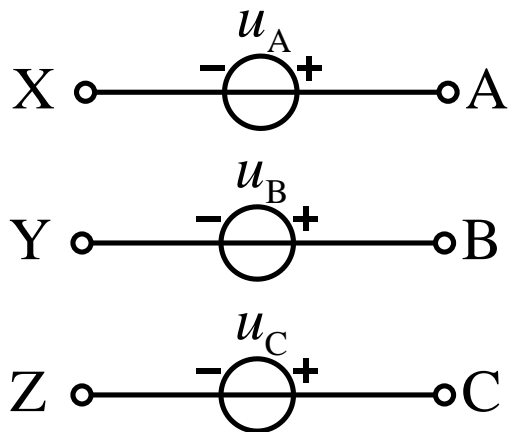
基本要求：熟练掌握对称三相电源每相间的关系及相序的确定。

三相制：



5.1 三相电源和三相电路

1. 对称三相电压



频率相同、波形相同、幅值相同、变动进程的时间差相等，则称为对称三相电压

$$u_A = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi)$$

$$u_B = \sqrt{2}U \cos\left[\omega\left(t - \frac{kT}{3}\right) + \varphi\right] = \sqrt{2}U \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2k\pi}{3}\right)$$

$$u_C = \sqrt{2}U \cos\left[\omega\left(t - \frac{2kT}{3}\right) + \varphi\right] = \sqrt{2}U \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{4k\pi}{3}\right)$$

其中： T 为周期， $k = 0, 1, 2, \dots$

5.1 三相电源和三相电路

$$u_A = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi)$$

$$u_B = \sqrt{2}U \cos[\omega(t - \frac{kT}{3}) + \varphi] = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - \frac{2k\pi}{3})$$

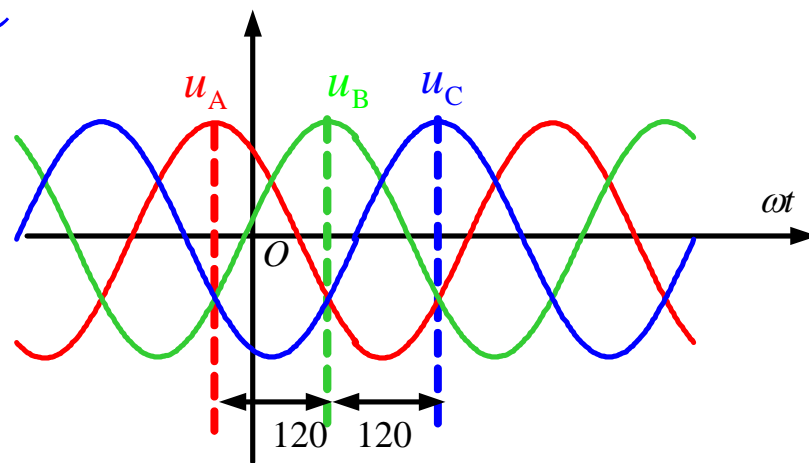
$$u_C = \sqrt{2}U \cos[\omega(t - \frac{2kT}{3}) + \varphi] = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - \frac{4k\pi}{3})$$

(1). $k=1$ — 正序或顺序A-B-C
超前-滞后

$$u_A = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi) \text{ V}$$

$$u_B = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - 120^\circ) \text{ V}$$

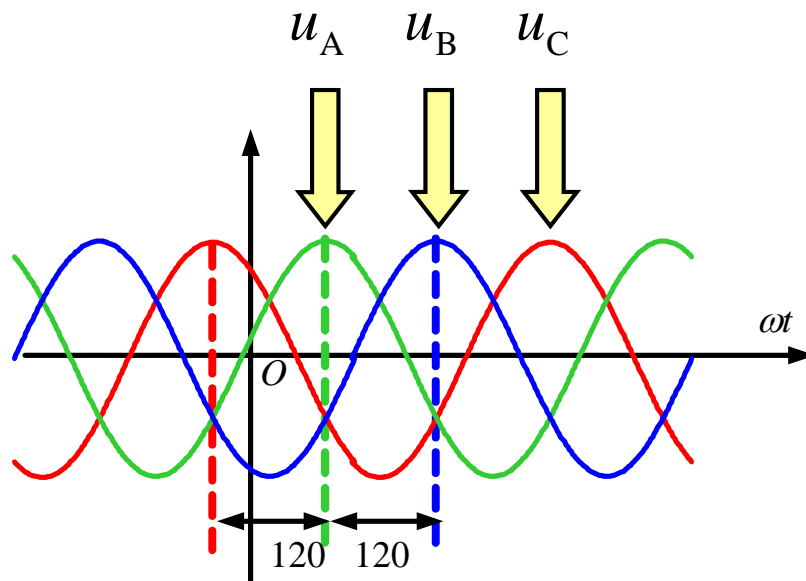
$$u_C = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi + 120^\circ) \text{ V}$$



对称正弦三相电压正序波形图

5.1 三相电源和三相电路

(1). $k=1$ — 正序或顺序



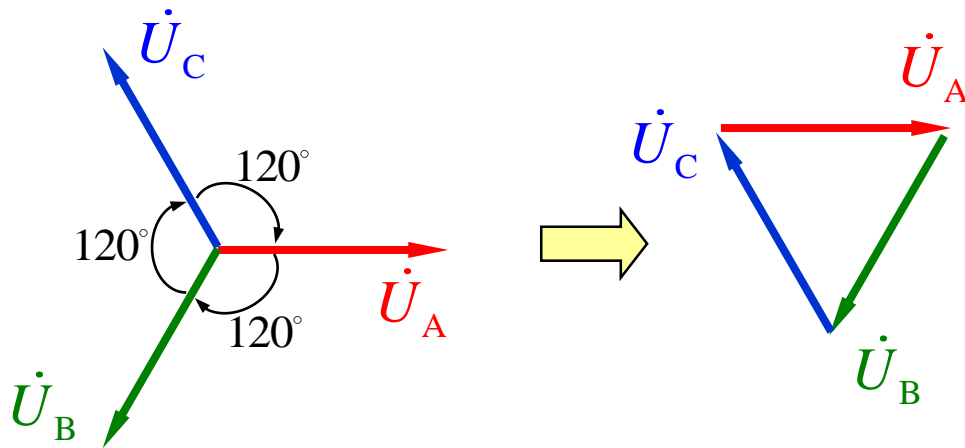
对称正弦三相电压正序波形图

5.1 三相电源和三相电路

(1). $k=1$ — 正序或顺序

令 $\varphi = 0^\circ$

$$\left. \begin{aligned} u_A &= \sqrt{2}U \cos(\omega t) \text{ V} \\ u_B &= \sqrt{2}U \cos(\omega t - 120^\circ) \text{ V} \\ u_C &= \sqrt{2}U \cos(\omega t + 120^\circ) \text{ V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \dot{U}_A &= U \angle 0^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_B &= U \angle -120^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_C &= U \angle 120^\circ \text{ V} \end{aligned} \right\}$$



↓

$$\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C = 0$$

5.1 三相电源和三相电路

$$\left. \begin{aligned} u_A &= \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi) \\ u_B &= \sqrt{2}U \cos[\omega(t - \frac{kT}{3}) + \varphi] = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - \frac{2k\pi}{3}) \\ u_C &= \sqrt{2}U \cos[\omega(t - \frac{2kT}{3}) + \varphi] = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - \frac{4k\pi}{3}) \end{aligned} \right\}$$

(2). $k=2$ — 负序或逆序

$$u_A = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi) \text{ V}$$

$$u_B = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi + 120^\circ) \text{ V}$$

$$u_C = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - 120^\circ) \text{ V}$$

(3). $k=3$ — 零序

$$u_A = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi) \text{ V}$$

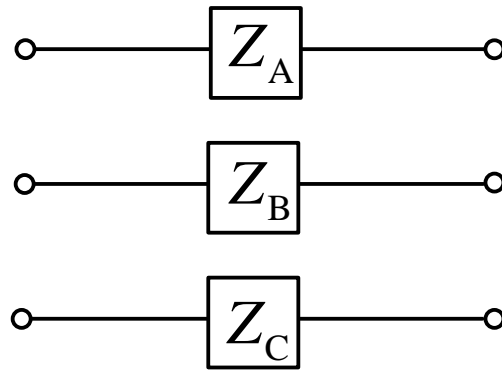
$$u_B = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - 360^\circ) \text{ V}$$

$$u_C = \sqrt{2}U \cos(\omega t + \varphi - 720^\circ) \text{ V}$$

5.1 三相电源和三相电路

2. 三相负载

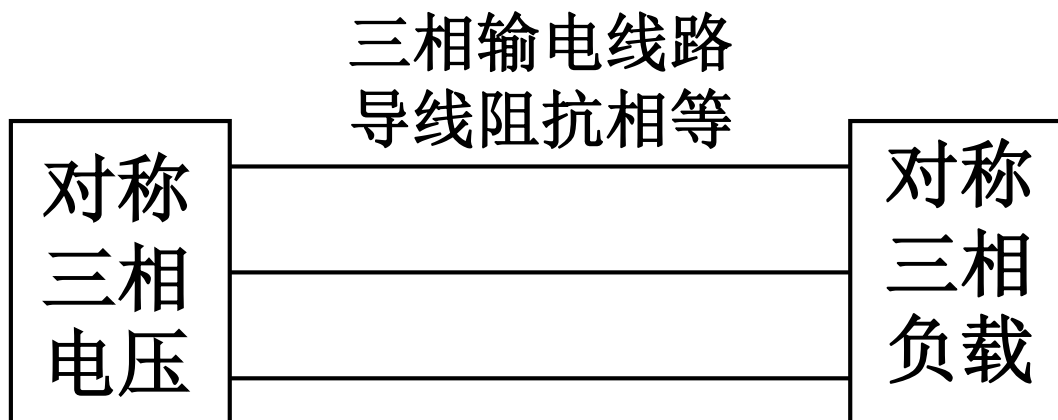
三相负载通常由三个单相负载组成



在三相制中，若各相的参数都相同，即三相阻抗的幅值和辐角均相等， $Z_A = Z_B = Z_C = Z$ ，则称为对称三相负载。

5.1 三相电源和三相电路

3. 对称三相电路



【补充5.1】 已知 $\dot{U}_B = 110\angle 30^\circ \text{ V}$ ，对称三相电源相序为正序。试确定 u_A 、 u_C 的相量。

【解】 因为三相电源相序为正序，且 $\dot{U}_B = 110\angle 30^\circ \text{ V}$

$$\dot{U}_A = 110\angle(30^\circ + 120^\circ) = 110\angle 150^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_C = 110\angle(30^\circ - 120^\circ) = 110\angle -90^\circ \text{ V}$$

5.1 三相电源和三相电路

【补充5.2】 确定下列电源的相序。

$$\left. \begin{aligned} u_A &= 200\cos(\omega t + 10^\circ) \\ u_B &= 200\cos(\omega t - 230^\circ) \\ u_C &= 200\cos(\omega t - 110^\circ) \end{aligned} \right\}$$

【解】

$$\left. \begin{aligned} u_A &= 200\cos(\omega t + 10^\circ) \\ u_B &= 200\cos(\omega t + 130^\circ) \\ u_C &= 200\cos(\omega t - 110^\circ) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{相序为逆序}$$

电力系统一般采用正序。