

电工学（电工技术）第八版

第 5 章 三相交流电路

第5章 三相电路

5.1 三相电压

5.2 负载星形联结的三相电路

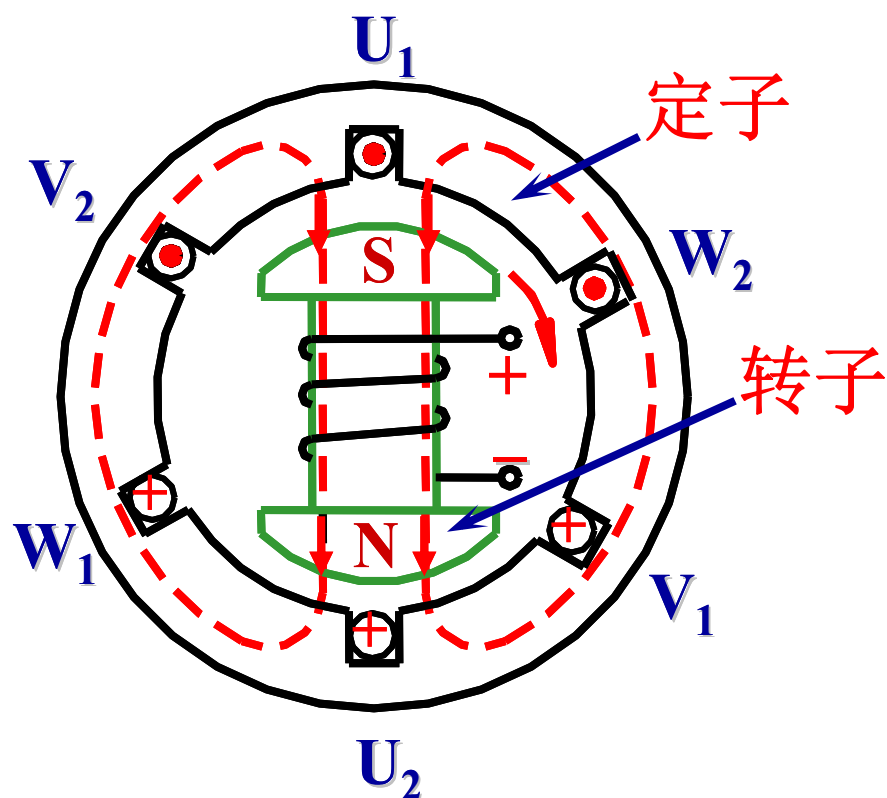
5.3 负载三角形联结的三相电路

5.4 三相功率



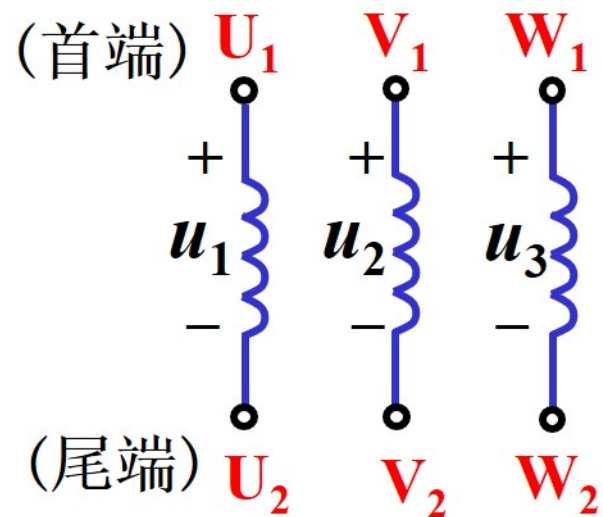
5.1 三相电压

1. 三相电压的产生

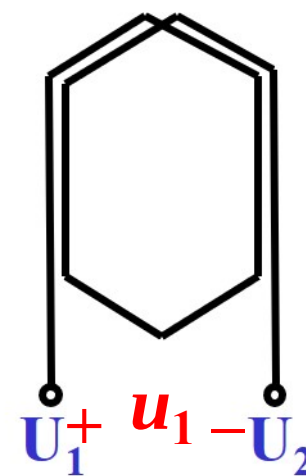


三相交流发电机示意图

工作原理：动磁生电



三相绕组示意图



每相电枢绕组

发电机结构 { 定子 { 铁心 (作为导磁路经)
三相绕组 { 匝数相同
空间排列互差 120°
转子: 直流励磁的电磁铁

三相电压瞬时表示式 $u_1 = U_m \sin \omega t$
 $u_2 = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$
 $u_3 = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$

相量表示 $\dot{U}_1 = U \angle 0^\circ = U$
 $\dot{U}_2 = U \angle -120^\circ = U(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2})$
 $\dot{U}_3 = U \angle +120^\circ = U(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2})$

三相电压瞬时表示式

$$u_1 = U_m \sin \omega t$$

$$u_2 = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_3 = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

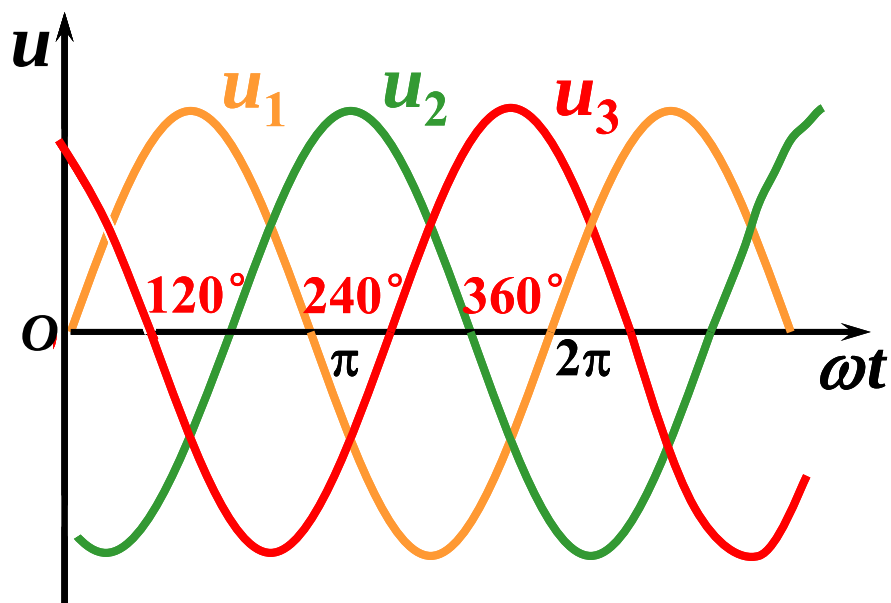
相量表示

$$\dot{U}_1 = U \angle 0^\circ = U$$

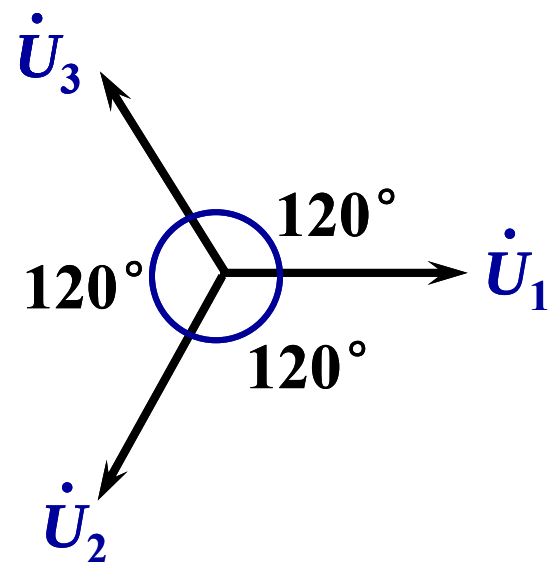
$$\dot{U}_2 = U \angle -120^\circ$$

$$\dot{U}_3 = U \angle +120^\circ$$

波形图



相量图



三个正弦交流电压满足以下特征

最大值相等
频率相同
相位互差 120°

} 对称三相电压

对称三相电压的瞬时值之和为 0

$$\text{即: } u_1 + u_2 + u_3 = 0$$

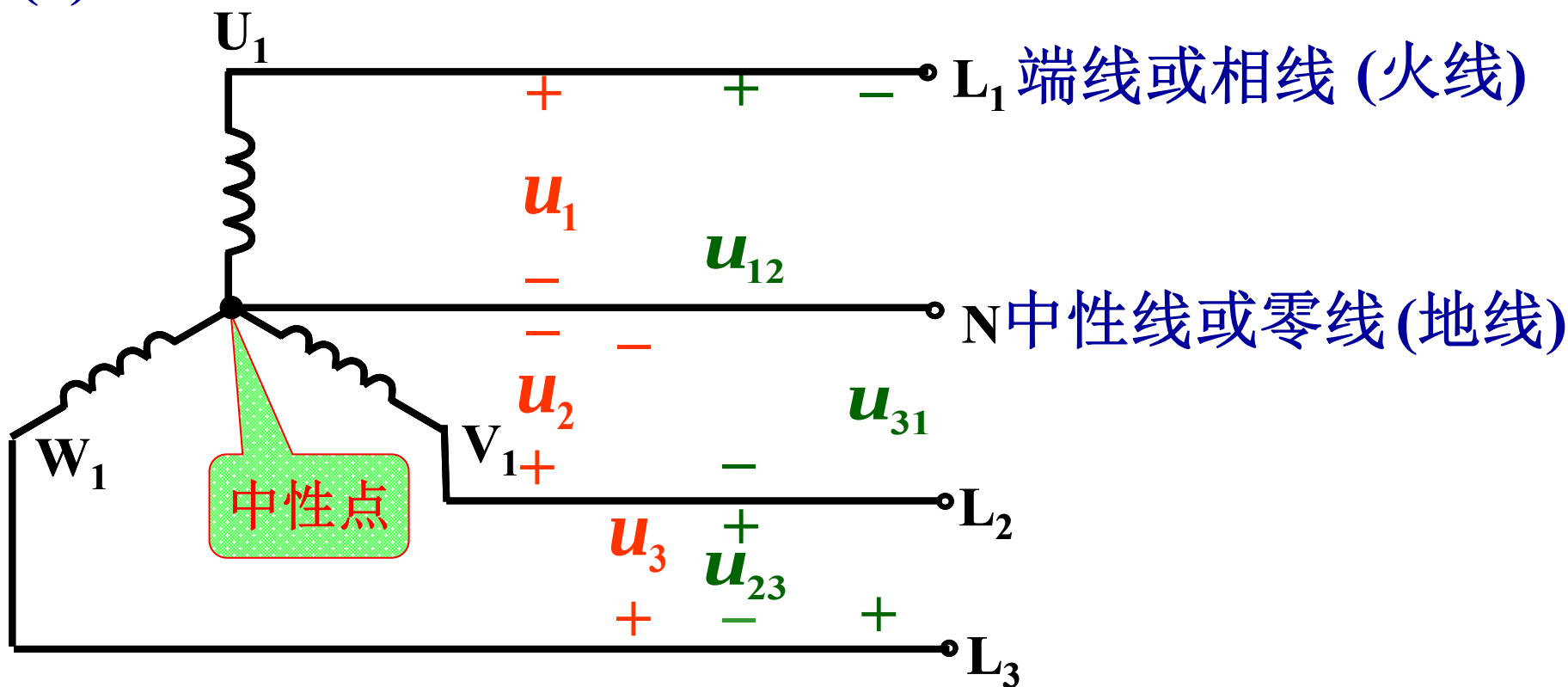
$$\text{或 } \dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dot{U}_3 = 0$$

三相交流电压出现正幅值(或相应零值)的顺序称为相序。

供电系统三相交流电的相序为 $U_1 \rightarrow V_1 \rightarrow W_1$ 。

2. 三相电源的星形联结

(1) 联接方式



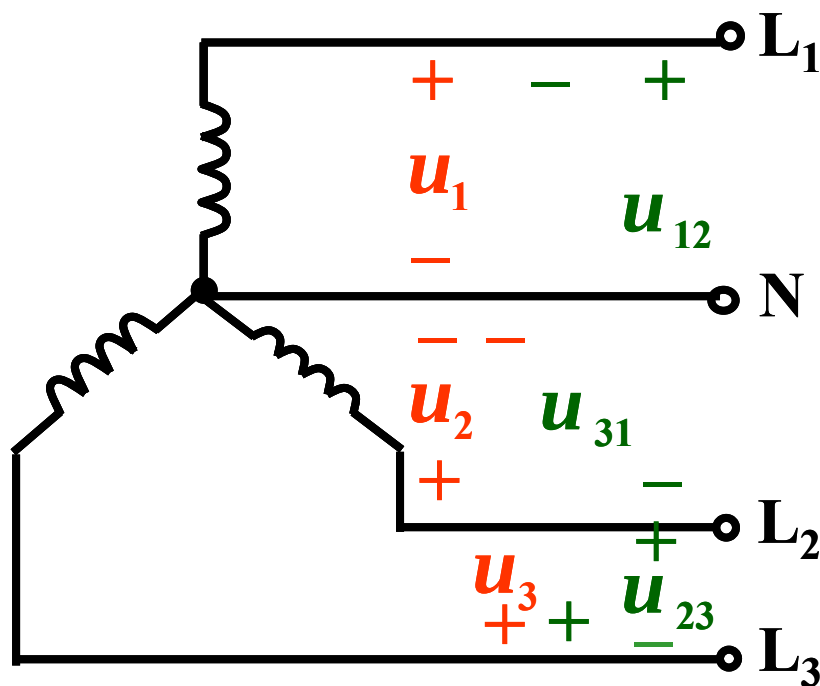
相电压： 端线与中性线间 (发电机每相绕组) 的电压

$$U_1、U_2、U_3 \quad U_p$$

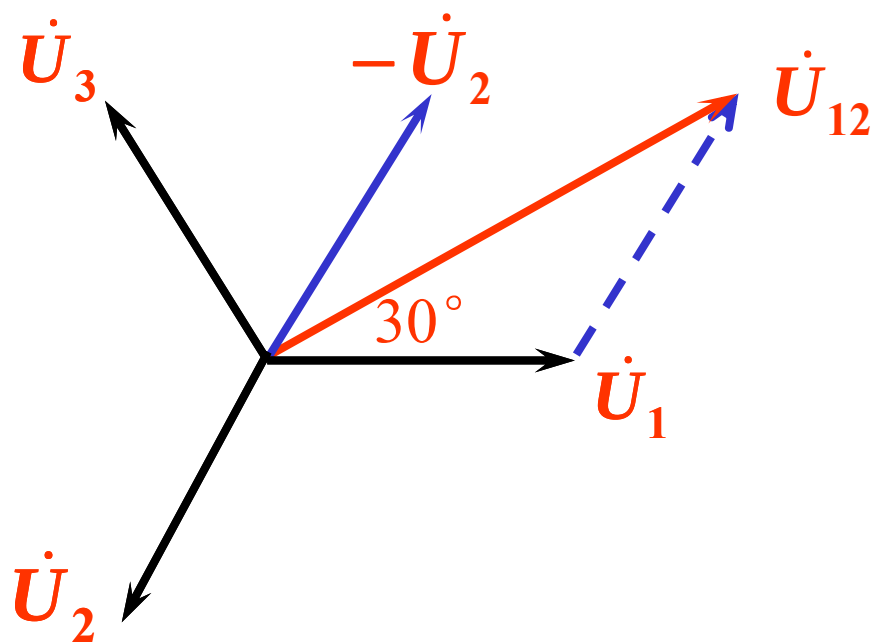
线电压： 端线与端线间的电压

$$U_{12}、U_{23}、U_{31} \quad U_l$$

(2) 线电压与相电压的关系



相量图



根据KVL定律 $\dot{U}_{12} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2$

$$\dot{U}_{23} = \dot{U}_2 - \dot{U}_3$$

$$\dot{U}_{31} = \dot{U}_3 - \dot{U}_1$$

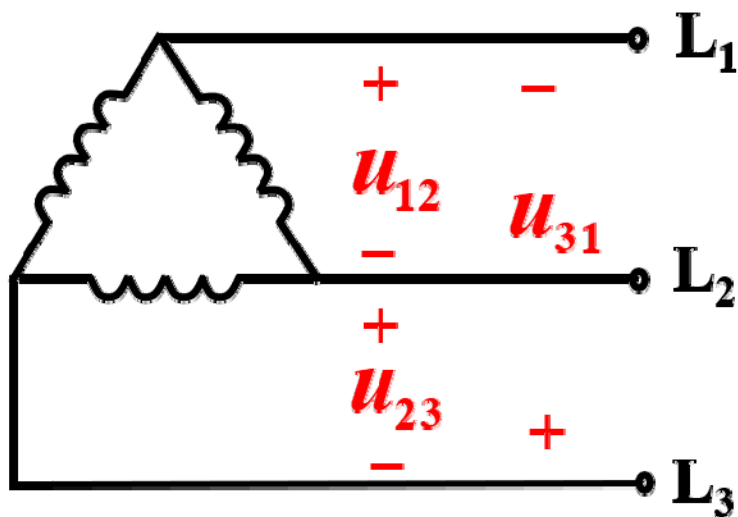
由相量图可得

$$\dot{U}_{12} = \sqrt{3}\dot{U}_1 \angle 30^\circ$$

同理 $\dot{U}_{23} = \sqrt{3}\dot{U}_2 \angle 30^\circ$
 $\dot{U}_{31} = \sqrt{3}\dot{U}_3 \angle 30^\circ$

结论：电源 Y 形联结时，线电压 $U_l = \sqrt{3}U_p$ ，且超前相应的相电压 30° ，三相线电压也是对称的。

3. 三相电源的三角形联结



结论：电源 Δ 形联结时
 线电压 $U_l =$ 相电压 U_p

5.2 负载星形联结的三相电路

1. 三相负载

负载分类 {

- 三相负载：需三相电源同时供电
三相电动机等
- 单相负载：只需一相电源供电
照明负载、家用电器

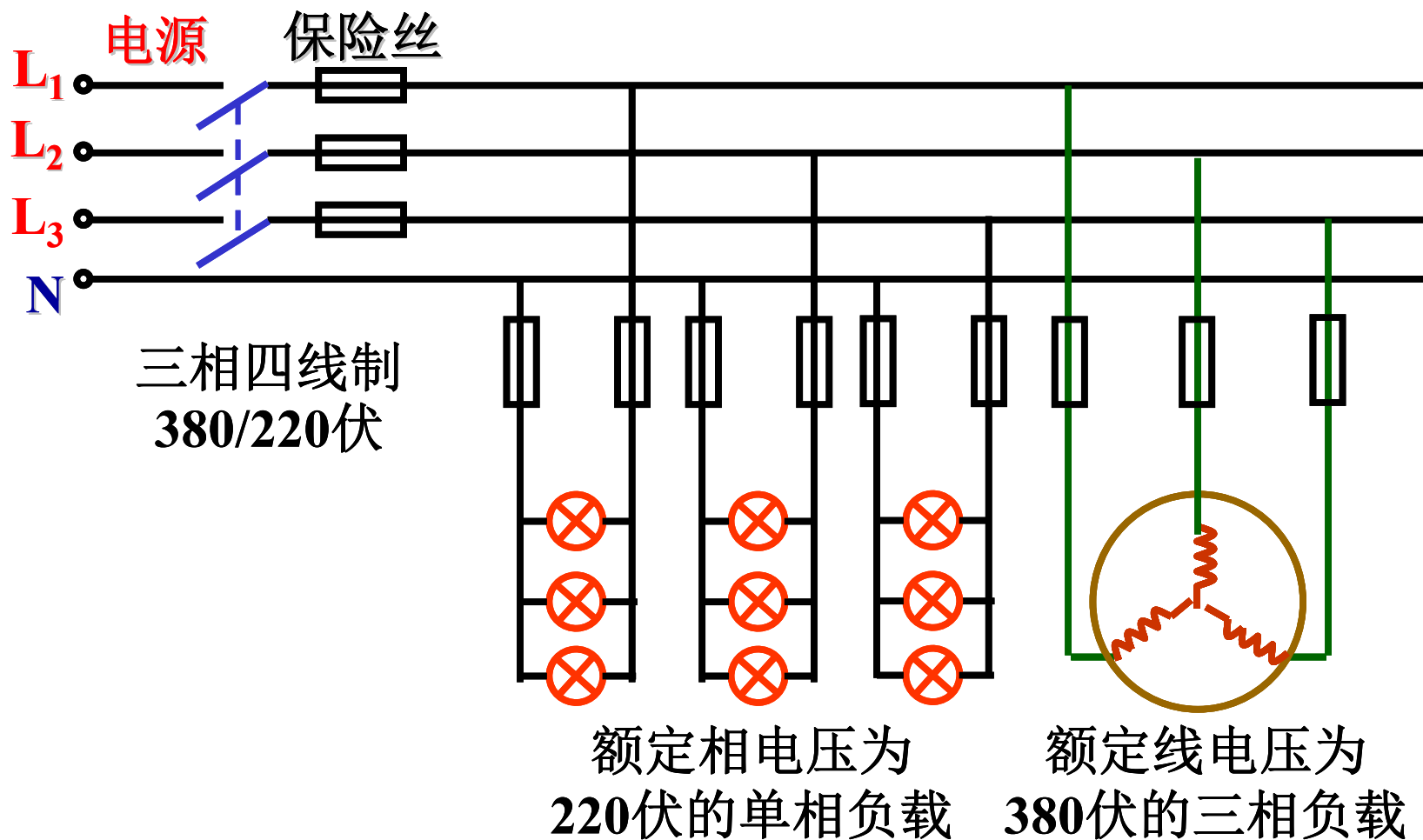
三相负载 {

- 对称三相负载： $Z_1=Z_2=Z_3$ 如三相电动机
- 不对称三相负载：不满足 $Z_1=Z_2=Z_3$
如单相负载组成的三相负载

三相负载也有 Y 和 Δ 两种接法，至于采用哪种方法，要根据负载的额定电压和电源电压确定。

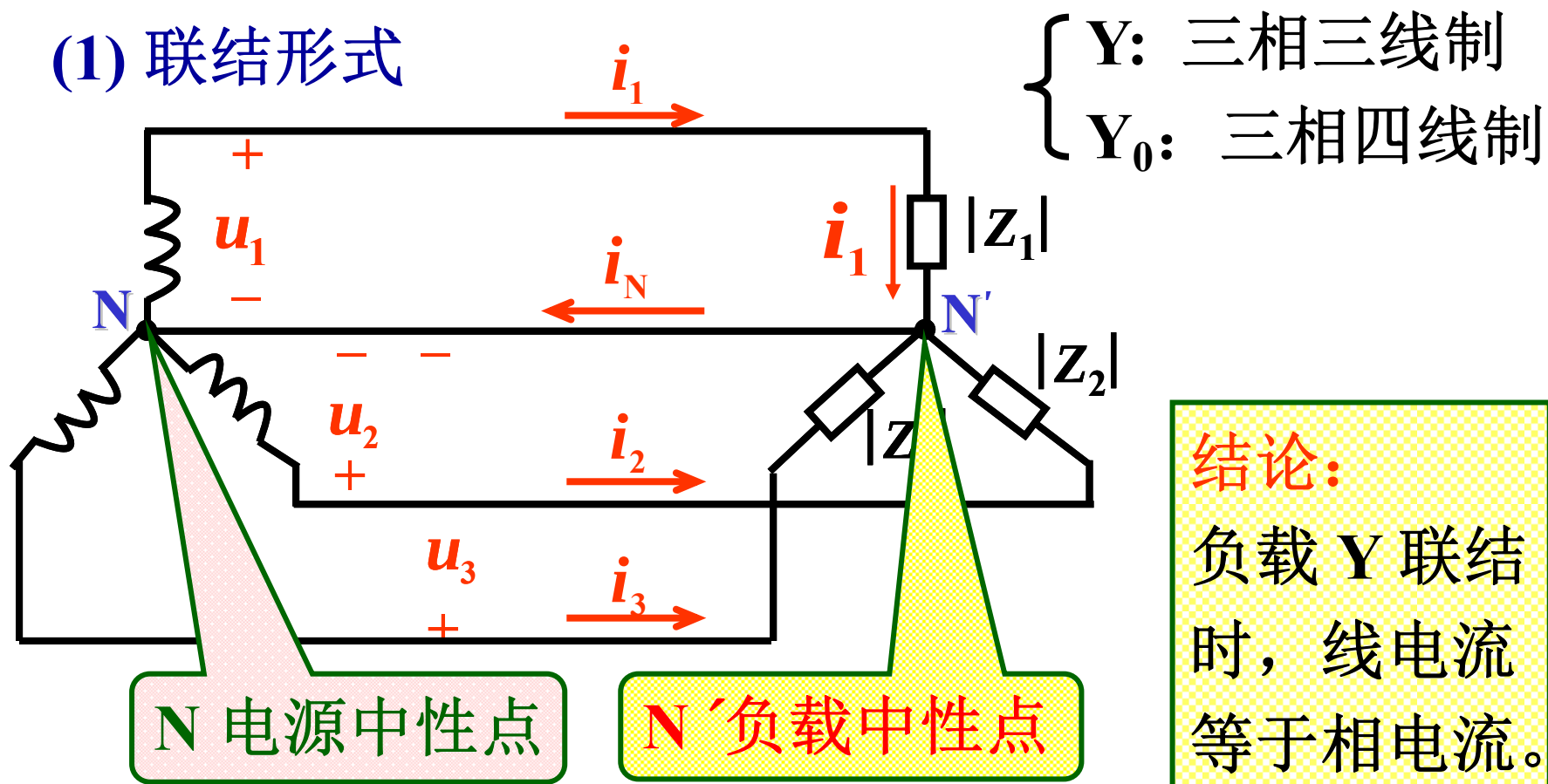
三相负载连接原则

- (1) 电源提供的电压 = 负载的额定电压；
- (2) 单相负载尽量均衡地分配到三相电源上。



2. 负载星形联结的三相电路

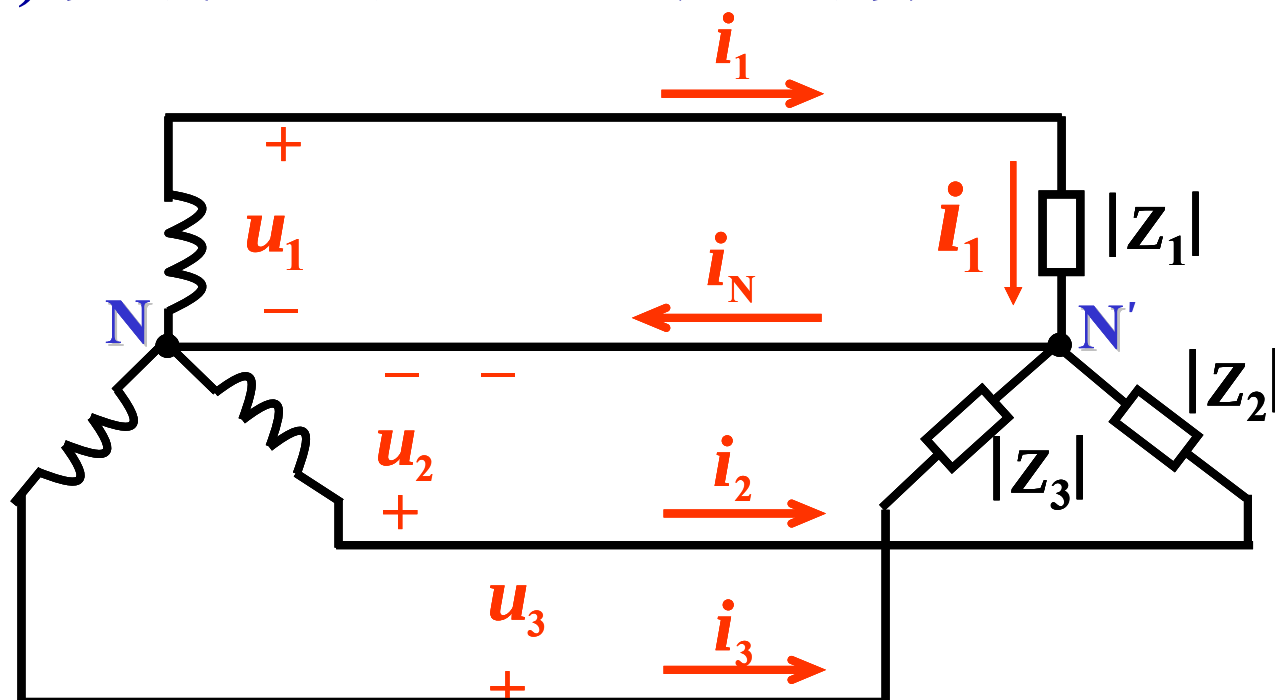
(1) 联结形式



相电流: 流过每相负载的电流 I_p

线电流: 流过端线的电流 I_1, I_2, I_3 I_l

(2) 负载Y联结三相电路的计算



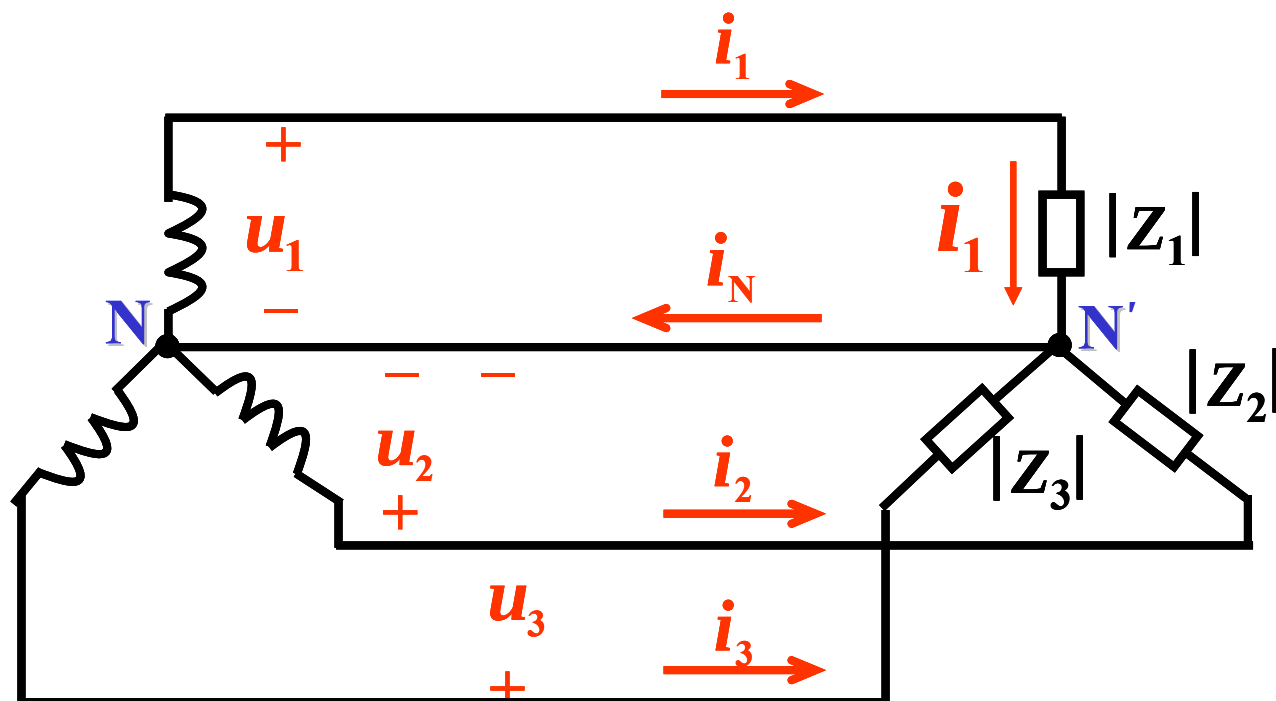
- 1) 负载端的线电压=电源线电压
- 2) 负载的相电压=电源相电压
- 3) 线电流=相电流
- 4) 中线电流 $\dot{I}_N = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3$

Y 联结时:

$$U_l = \sqrt{3}U_p$$

$$I_l = I_p$$

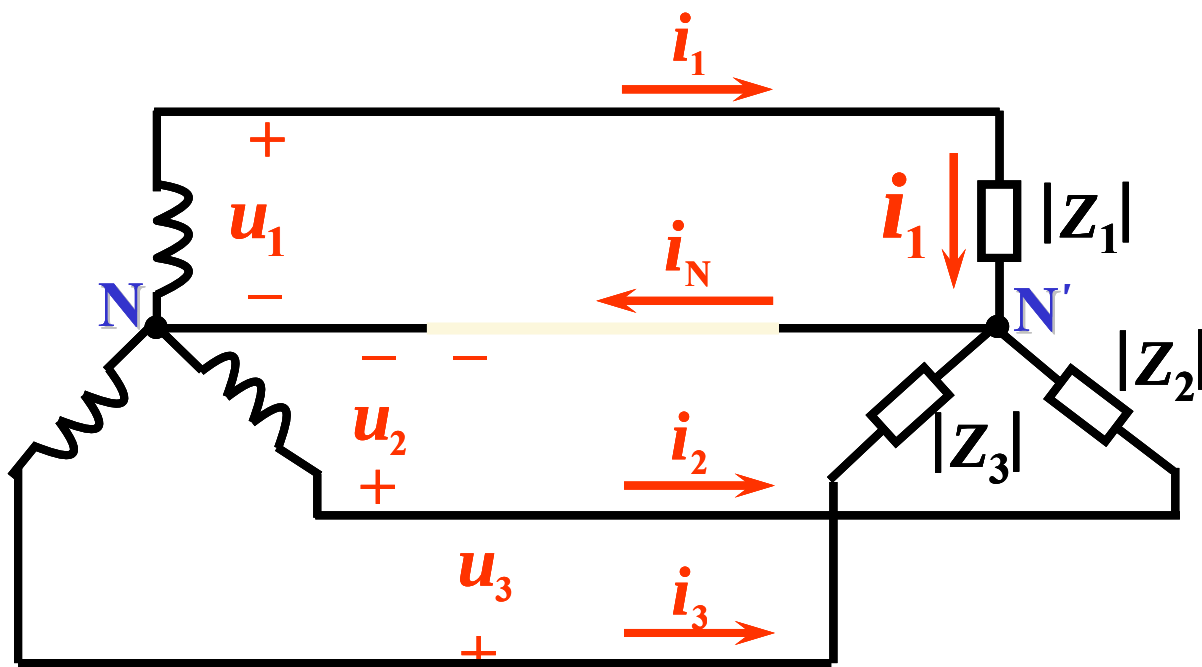
(2) 负载Y联结三相电路的计算



负载 Y 联结带中性线时, 可将各相
分别看作单相电路计算。

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{\dot{U}_1}{Z_1} \\ i_2 &= \frac{\dot{U}_2}{Z_2} \\ i_3 &= \frac{\dot{U}_3}{Z_3} \end{aligned}$$

(3) 对称负载Y 联结三相电路的计算



如：

$$\dot{I}_1 = 10 \angle 30^\circ \text{ A}$$

可知：

$$\dot{I}_2 = 10 \angle -90^\circ \text{ A}$$

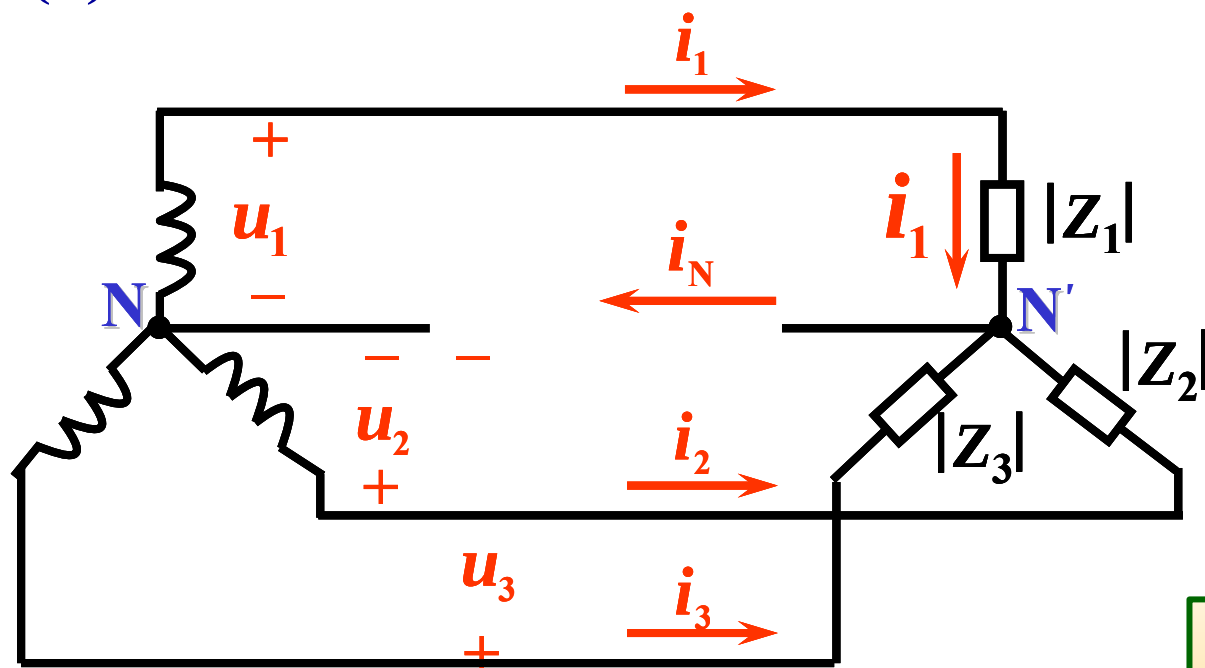
$$\dot{I}_3 = 10 \angle +150^\circ \text{ A}$$

因为三相电压对称，且 $Z_A = Z_B = Z_C$

所以负载对称时，三相电流也对称。

负载对称时，只需计算一相电流，其它两相电流可根据对称性直接写出。

(3) 对称负载Y 联结三相电路的计算



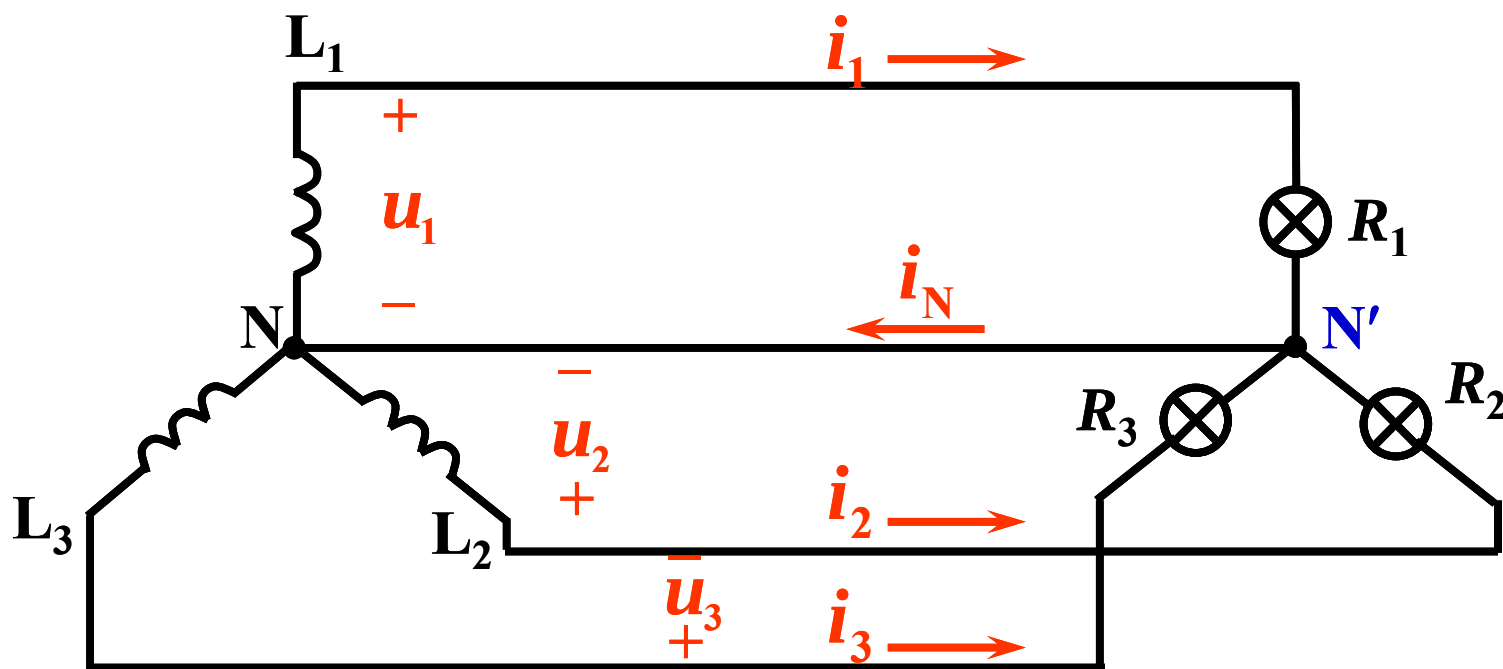
负载对称无中时

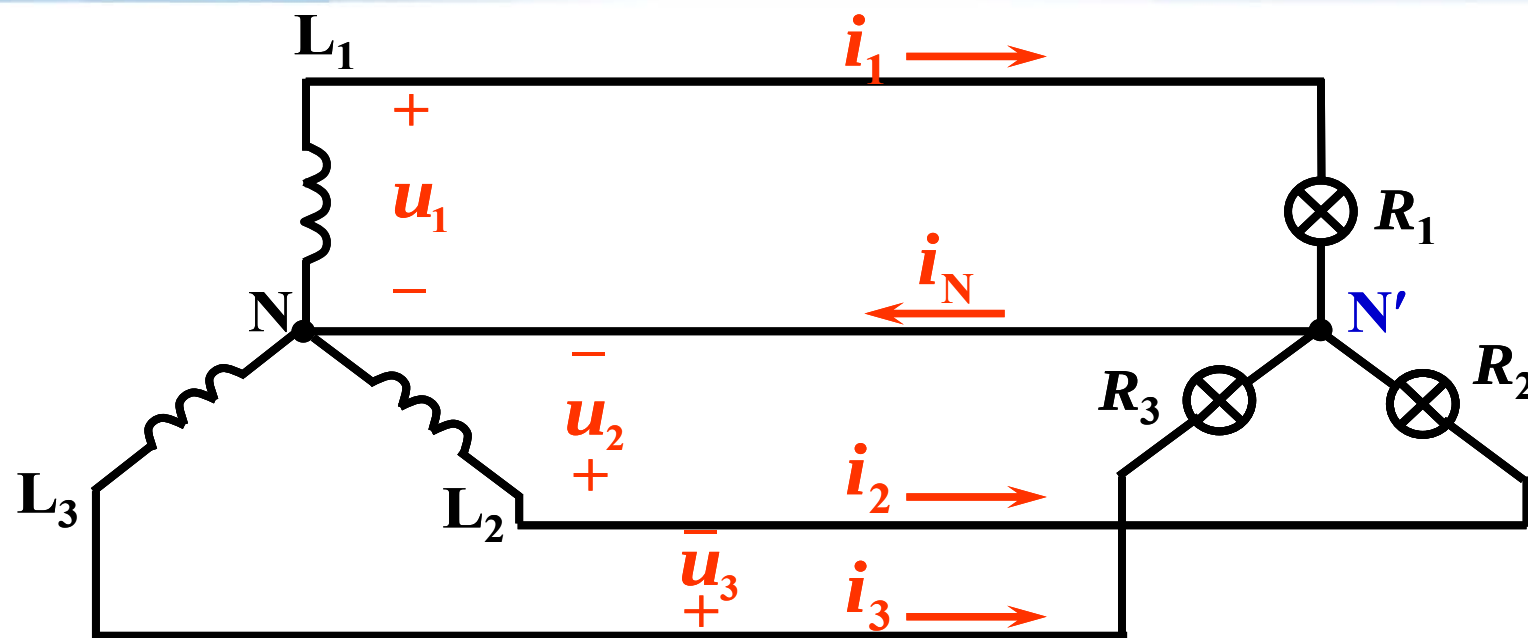
$$U_l = \sqrt{3}U_p$$

中线电流 $\dot{I}_N = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0$

负载对称时，中性线无电流，可省掉中性线。

例1: 一星形联结的三相电路，电源电压对称。设电源线电压 $u_{12} = 380\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{V}$ 。负载为电灯组，若 $R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$ ，求线电流及中性线电流 I_N ；若 $R_1 = 5\Omega$ ， $R_2 = 10\Omega$ ， $R_3 = 20\Omega$ ，求线电流及中性线电流 I_N 。





解：已知： $\dot{U}_{12} = 380 \angle 30^\circ \text{ V}$ $\dot{U}_1 = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$

(1) 线电流 $\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{R_1} = \frac{220 \angle 0^\circ}{5} \text{ A} = 44 \angle 0^\circ \text{ A}$

三相对称 $\dot{I}_2 = 44 \angle -120^\circ \text{ A}$ $\dot{I}_3 = 44 \angle +120^\circ \text{ A}$

中性线电流 $\dot{I}_N = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0$

(2) 三相负载不对称 ($R_1=5\Omega$ 、 $R_2=10\Omega$ 、 $R_3=20\Omega$)

分别计算各线电流

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{R_1} = \frac{220\angle 0^\circ}{5} \text{ A} = 44\angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{R_2} = \frac{220\angle -120^\circ}{10} \text{ A} = 22\angle -120^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_3}{R_3} = \frac{220\angle +120^\circ}{20} \text{ A} = 11\angle +120^\circ \text{ A}$$

中性线电流

$$\begin{aligned}\dot{I}_N &= \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 44\angle 0^\circ \text{ A} + 22\angle -120^\circ \text{ A} + 11\angle +120^\circ \text{ A} \\ &= 29\angle -19^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/976131233043010041>