

三相电路中负载的星形连接





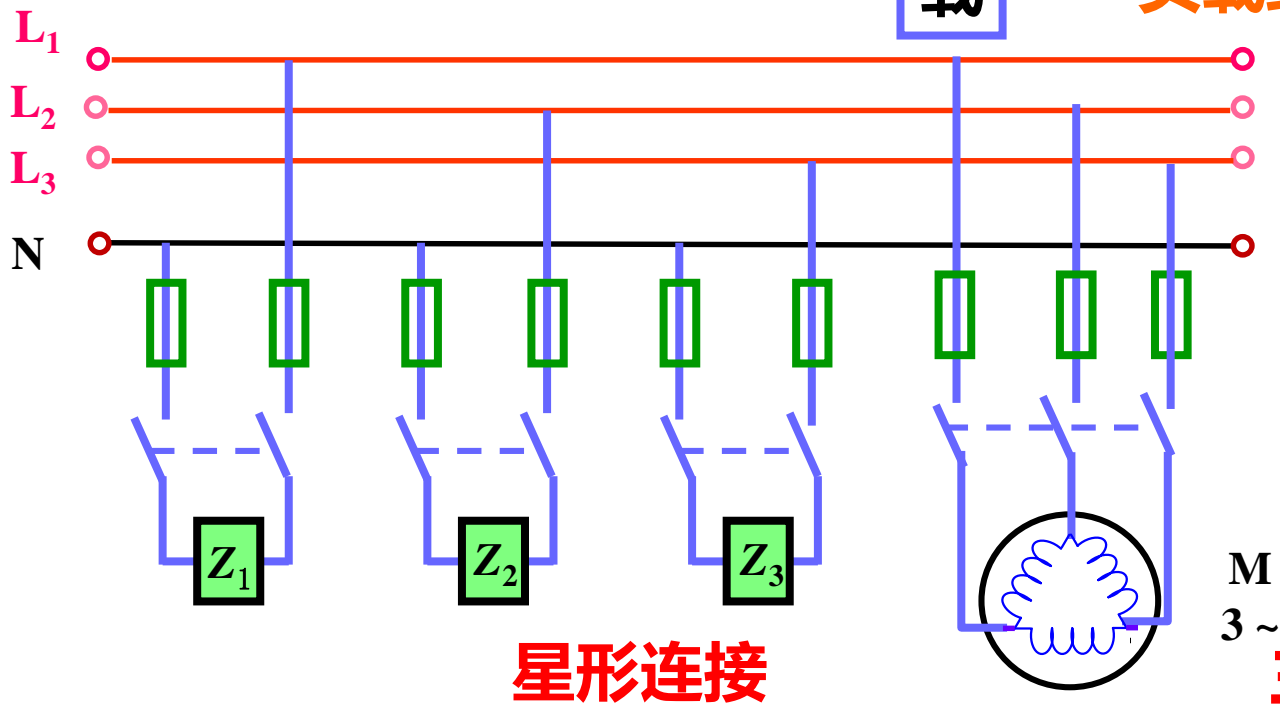
三相电路中负载的连接方法

由三相电源供电的负载称为**三相负载**

三相负载

对称(三个相的复阻抗相等)

不对称(由多个单相负载组成)



星形连接

三角形连接

三相四线制

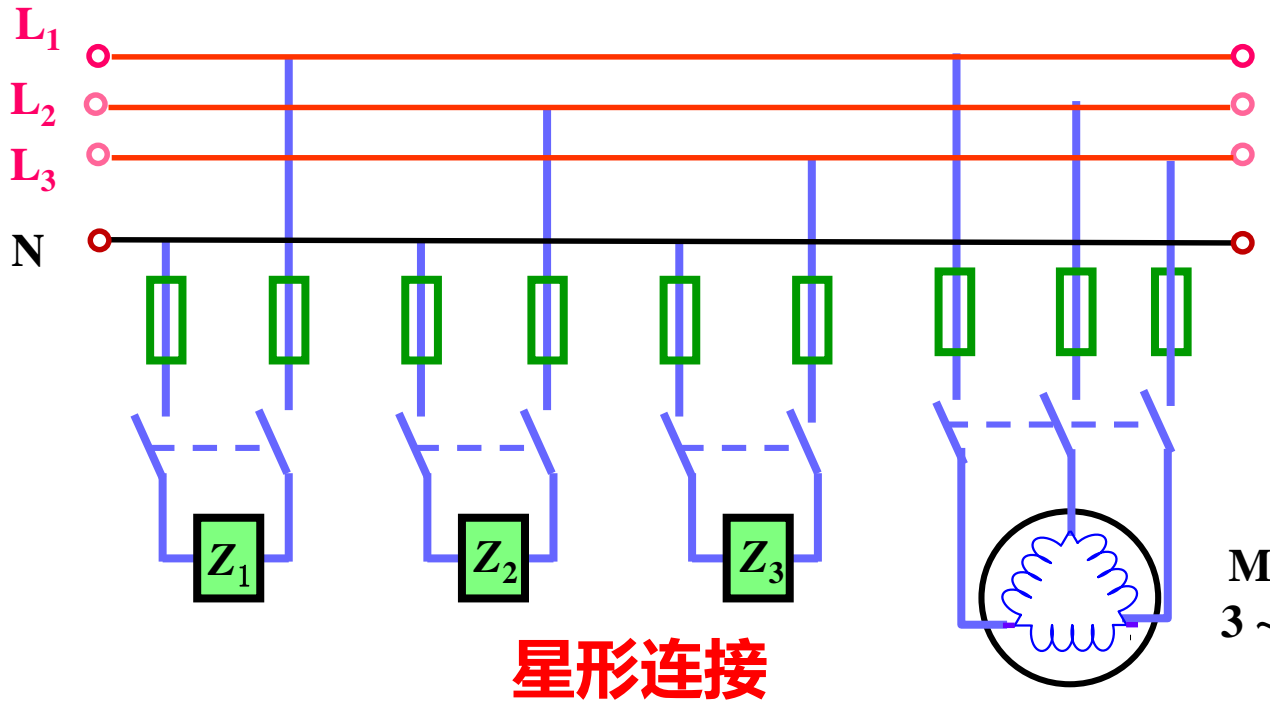


三相电路中负载的连接方法

三相负载采用何种连接方式由负载的**额定电压**决定。

当负载额定电压等于**电源相电压**时采用**星形**连接。

当负载额定电压等于**电源线电压**时采用**三角形**连接。



三相四线制

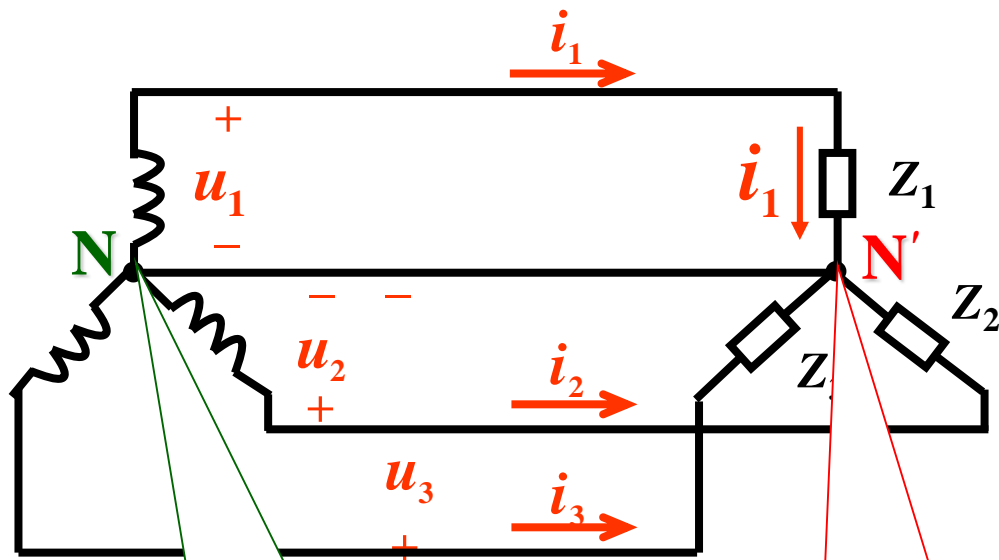
星形连接

三角形连接



负载星形连接的三相电路

(1) 连接形式



N电源中性点

N'负载中性点

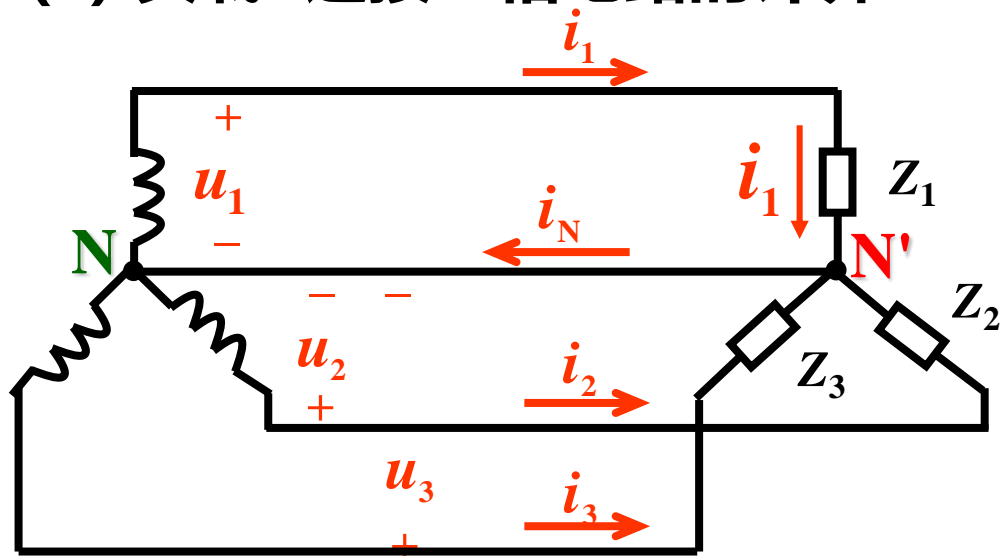
Y: 三相三线制
 Y₀: 三相四线制

相电流：流过每相负载的电流

线电流：流过端线的电流 i_1 、 i_2 、 i_3

可见：负载 Y 联结时，
线电流等于相电流。

(2) 负载Y连接三相电路的计算



1) 线电流 = 相电流

2) 中线电流 $i_N = i_1 + i_2 + i_3$

3) 每相负载的相电压 = 电源相电压

4) 负载端的线电压 = 电源线电压

Y 连接时:

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

$$I_l = I_P$$

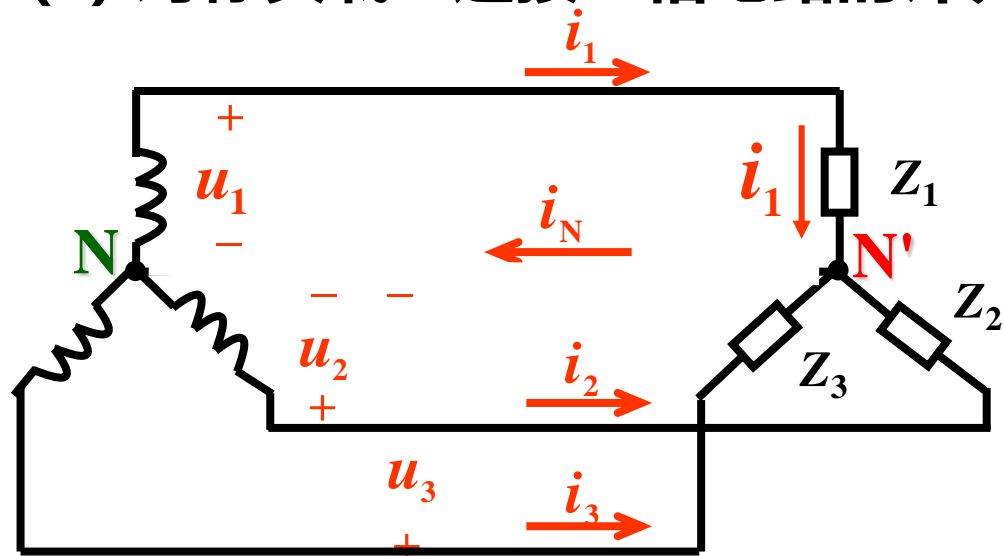
负载 Y 连接带中性线时,
可将各相分别看作单相电
路计算

$$i_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_1}$$

$$i_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z_2}$$

$$i_3 = \frac{\dot{U}_3}{Z_3}$$

(3) 对称负载Y 连接三相电路的计算



因为三相电压对称，且 $Z_1 = Z_2 = Z_3$

所以负载对称时，三相电流也对称。

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。

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。

负载对称无中性线时

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

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

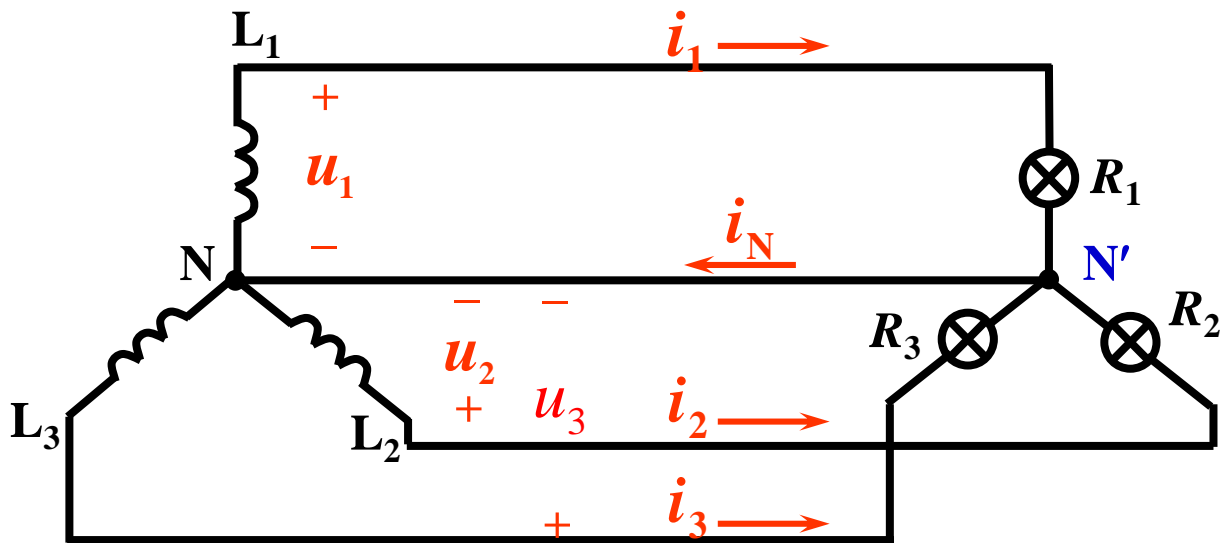
可知：

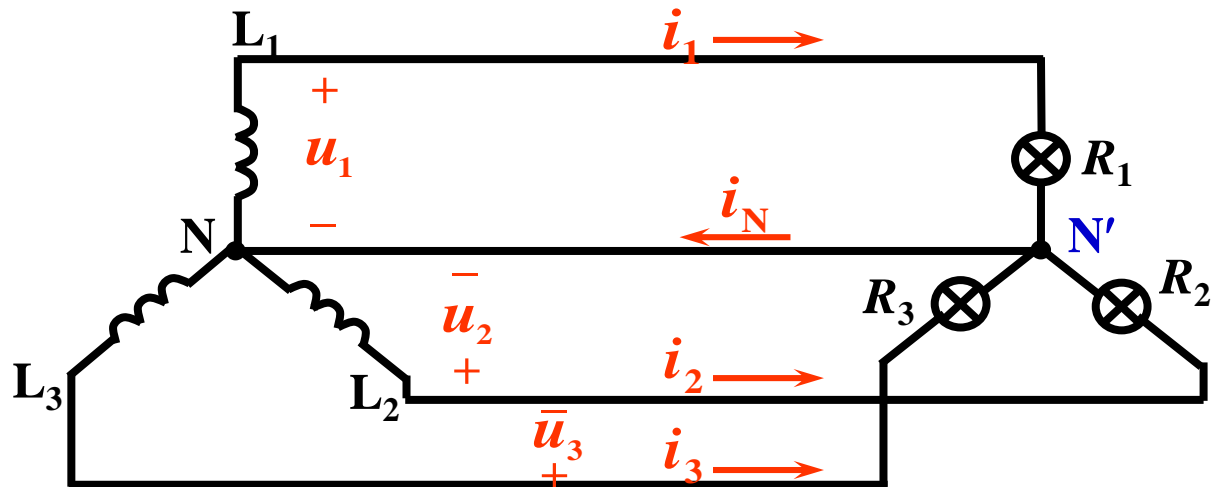
$$\dot{I}_2 = 10 \angle -90^\circ \text{ A}$$

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



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 。





负载对称: $R_1=R_2=R_3=5\Omega$

$$u_{12} = 380\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ V}$$

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

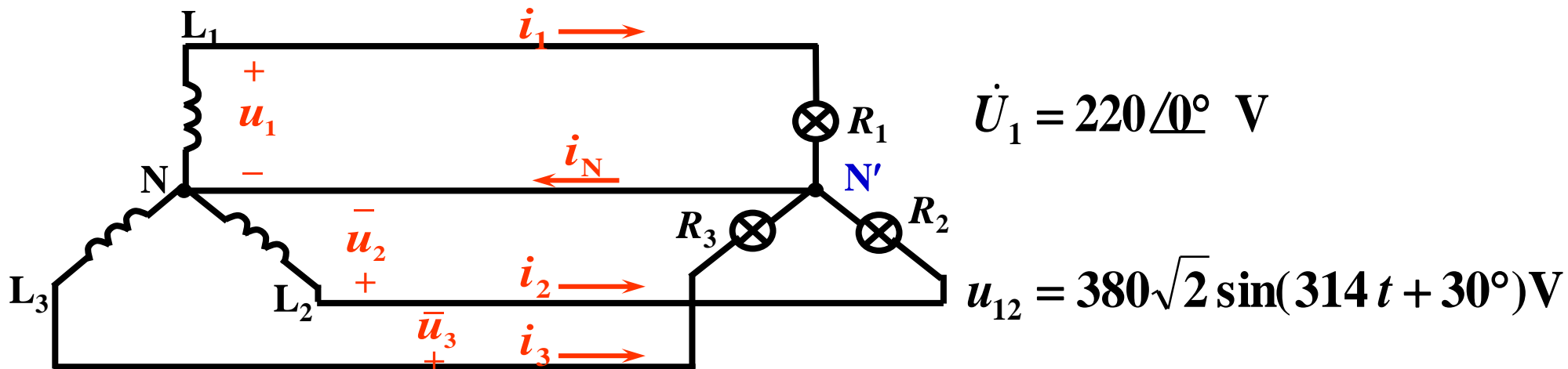
$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{R_1} = \frac{220\angle 0^\circ}{5} \text{ A} = 44\angle 0^\circ \text{ A}$$

三相对称

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

中性线电流

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



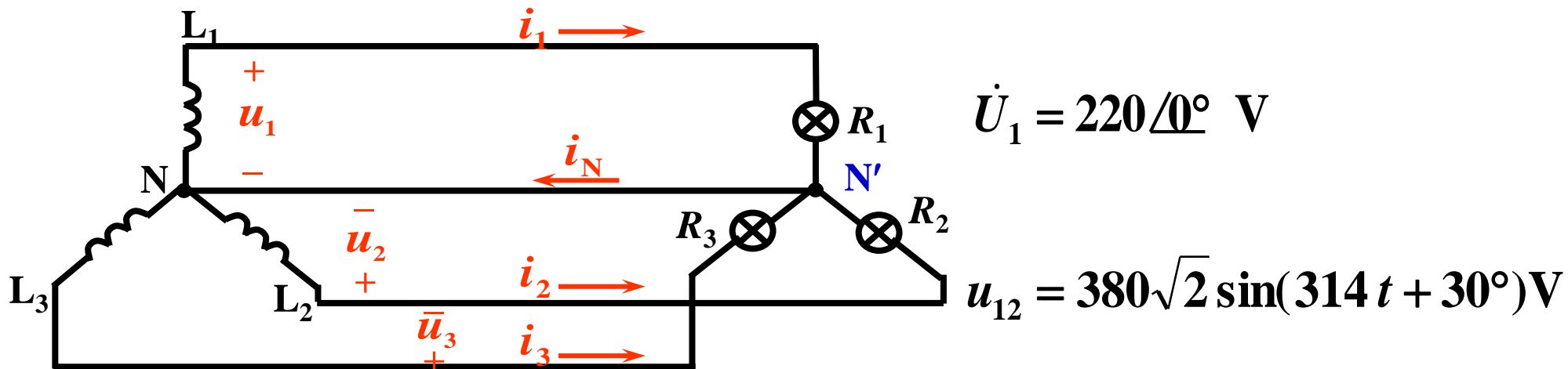
(2) 三相负载不对称 ($R_1 = 5 \Omega$ 、 $R_2 = 10 \Omega$ 、 $R_3 = 20 \Omega$)

分别计算各线电流

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

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

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



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

中性线电流

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

结论：

三相负载对称时中线电流为0，此时可取消中线；

三相负载不对称时，中线电流不为零。**此时中线不能取消！**

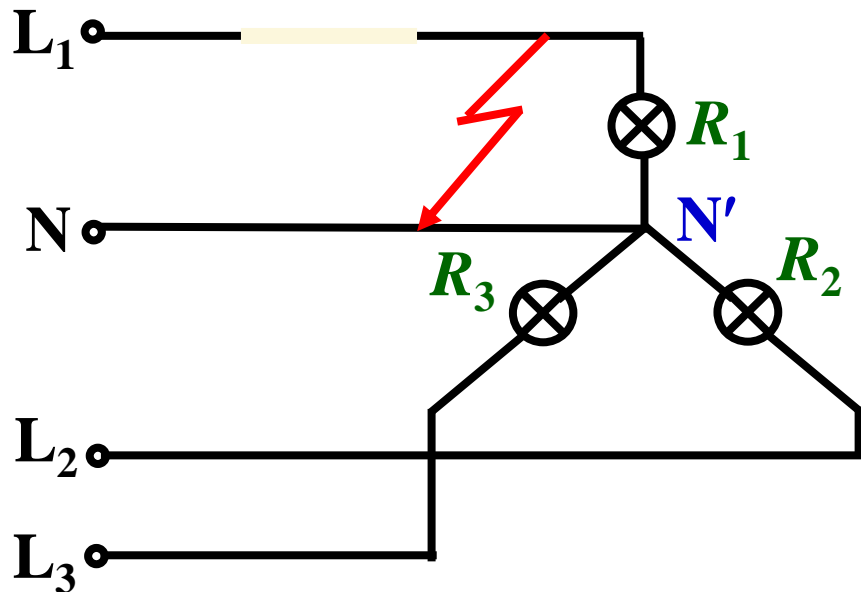
例2：照明系统故障分析

在上例中 ($R_1=5\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $R_3=20\ \Omega$)，试分析下列情况 (1) L_1 相短路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。(2) L_1 相断路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。

解: (1) L_1 相短路 1) 中性线未断

此时 L_1 相短路电流很大, 将 L_1 相熔断丝熔断。

而 L_2 相和 L_3 相未受影响, 其相电压仍为220V, 正常工作。



例2：照明系统故障分析

在上例中 ($R_1=5\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $R_3=20\ \Omega$)，试分析下列情况 (1) L_1 相短路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。(2) L_1 相断路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。

解: (1) L_1 相短路 2) 中性线断开

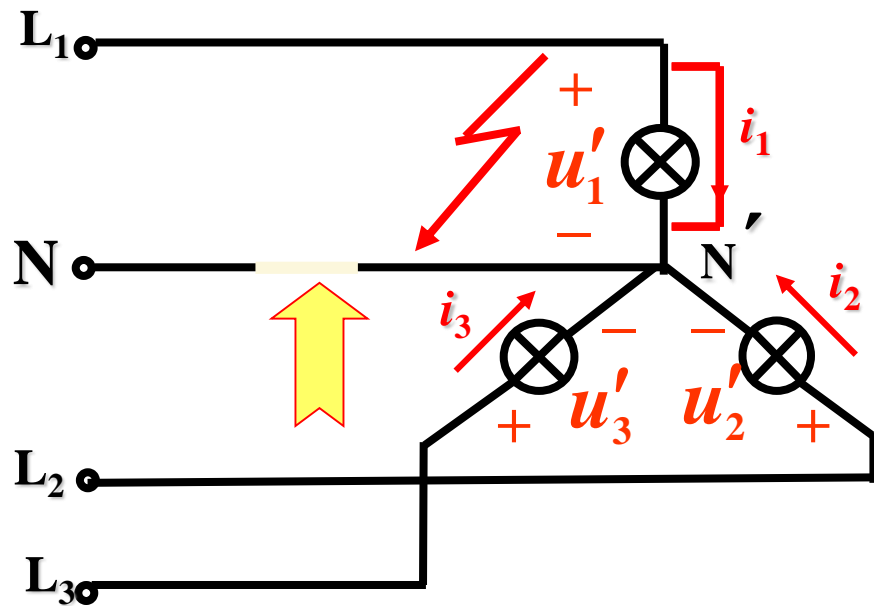
此时负载中性点 N' 即为 L_1 ,

因此负载各相电压为

$$U'_1 = 0$$

$$U'_2 = U_{21}, \quad U'_2 = 380\ \text{V}$$

$$U'_3 = U_{31}, \quad U'_3 = 380\ \text{V}$$

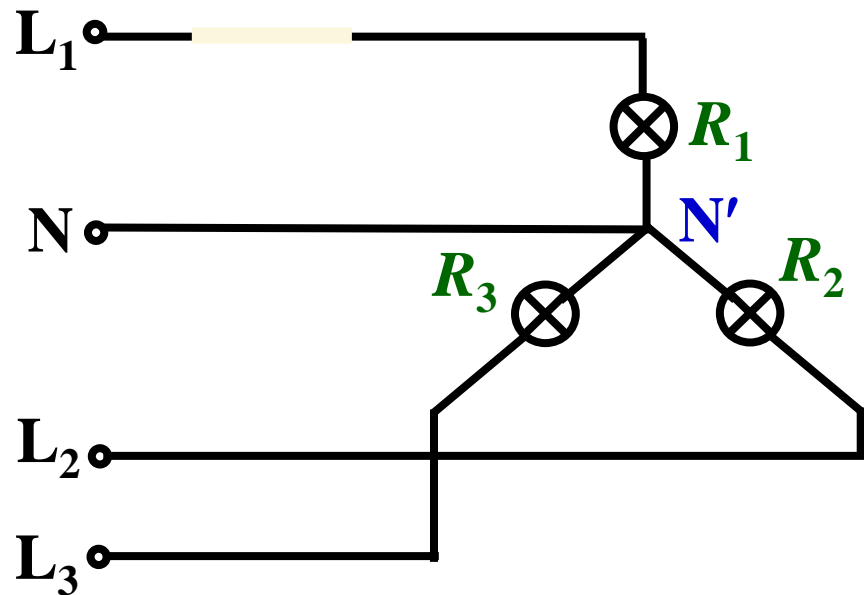


例2：照明系统故障分析

在上例中 ($R_1=5\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $R_3=20\ \Omega$)，试分析下列情况 (1) L_1 相短路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。(2) L_1 相断路: 中性线未断时，求各相负载电压；中性线断开时，求各相负载电压。

解: (2) L_1 相断路 1) 中性线未断

L_2 、 L_3 相灯仍承受220V电压，正常工作。



例2：照明系统故障分析

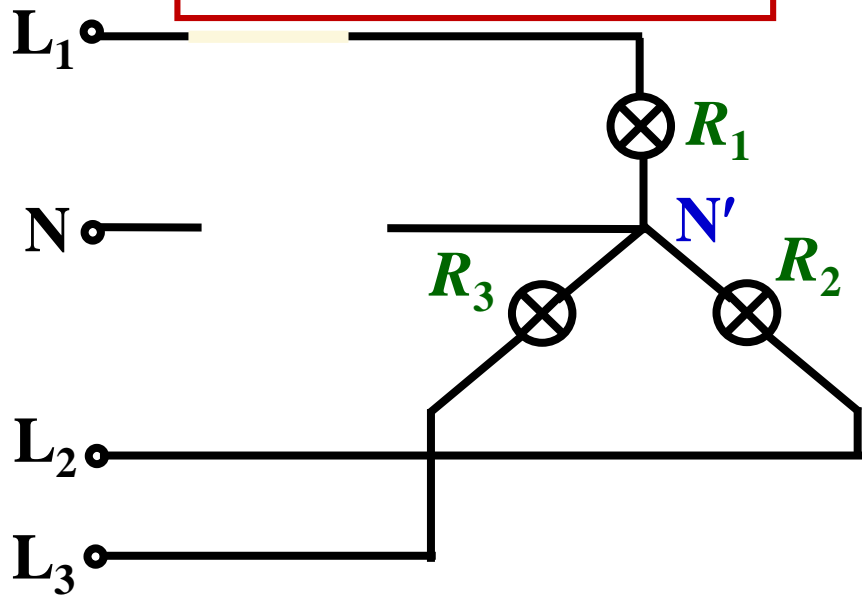
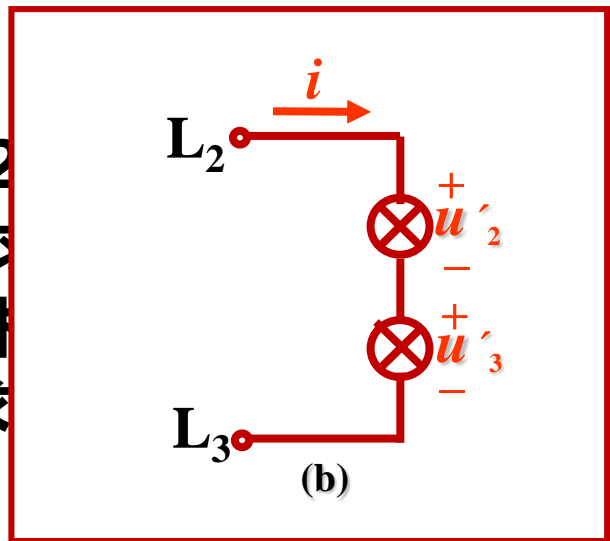
在上例中 ($R_1=5\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $R_3=20\ \Omega$)
列情况 (1) L_1 相短路: 中性线未断时, 求各相负载电压;
中性线断开时, 求各相负载电压。(2) L_1 相断路
时, 求各相负载电压; 中性线断开时, 求各相负载电压。

解: (2) L_1 相断路 2) 中性线断开
变为单相电路, 如图(b)

$$I = \frac{U_{23}}{R_2 + R_3} = \frac{380}{10 + 20} = 12.7\ \text{A}$$

$$U'_2 = IR_2 = 12.7 \times 10 = 127\ \text{V}$$

$$U'_3 = IR_3 = 12.7 \times 20 = 254\ \text{V}$$





结论

1

不对称负载Y联结又未接中性线时，负载相电压不再对称，且负载电阻越大，负载承受的电压越高。

2

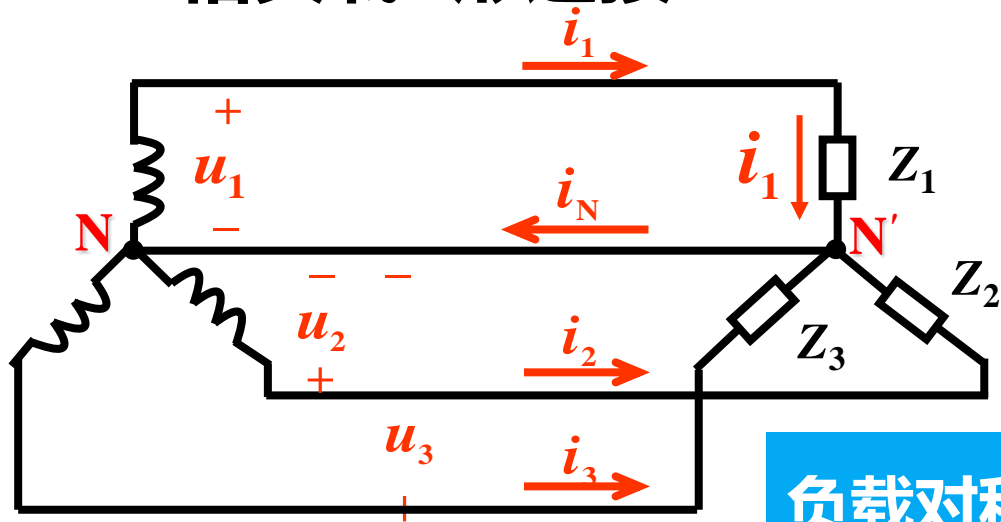
中性线的作用：保证星形联结三相不对称负载的相电压。

3

照明负载三相不对称，必须采用三相四线制供电方式，且中性线（零线）内不允许接熔断器或刀闸开关。

小结

三相负载Y形连接



Y0接法时:

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

$$I_l = I_P$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_1}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z_2}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_3}{Z_3}$$

三相电压对称，且三相负载对称时，三相电流也对称。

中线的作用：保证星形联结三相不对称负载的相电压对称。

负载对称时,中性线无电流,可去掉中性线。

三相负载不对称时，中线不能取消，否则会造成负载相电压不对称，使负载不能在额定电压下工作！！



谢

谢

!

