

三相电源与负载的连接

2.1.2 三相电源的联接及测试

三相制供电比单相制供电优越

在发电方面：三相交流发电机比相同尺寸的单相交流发电机容量大。

在输电方面：如果以同样电压将同样大小的功率输送到同样距离，三相输电线比单相输电线节省材料。

在用电设备方面：三相交流电动机比单相电动机结构简单、体积小、运行特性好等等。

因而三相制是目前世界各国的主要供电方式。

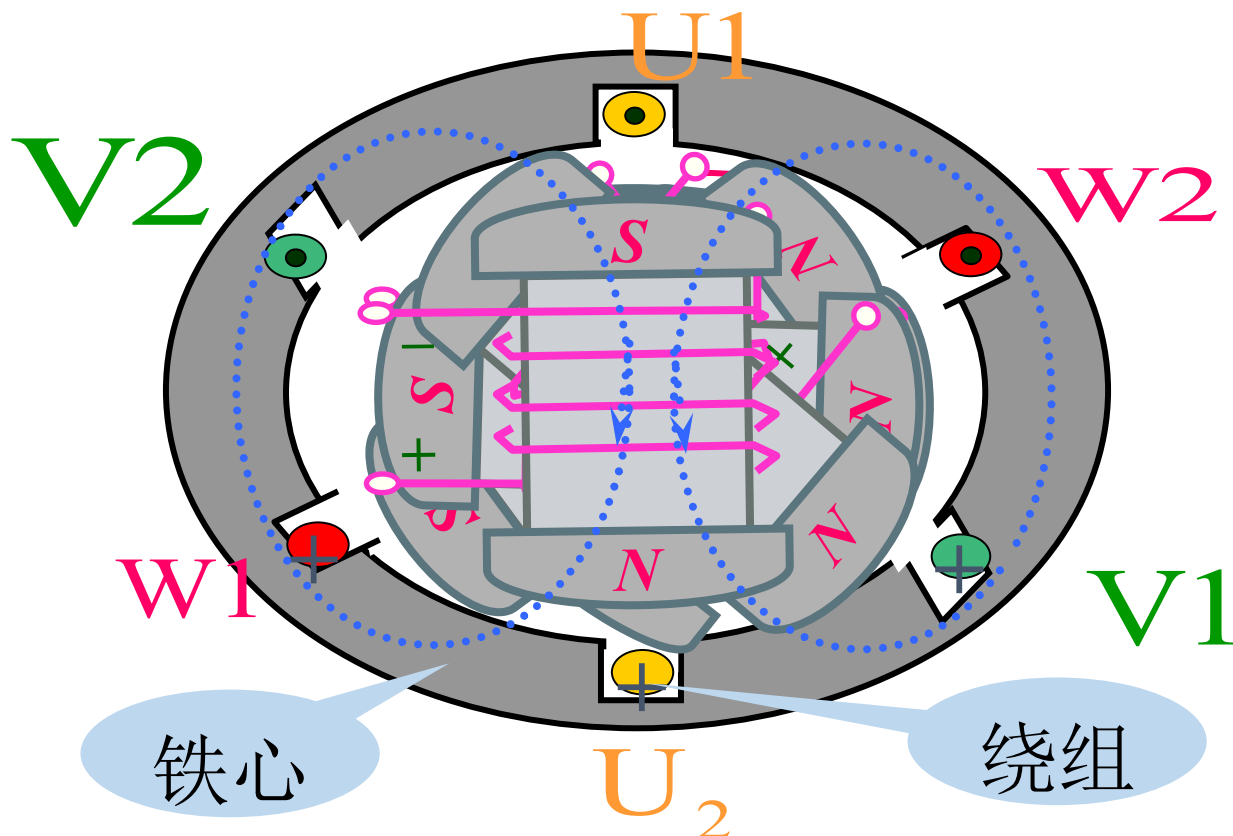
2.1.2 三相电源的联接及测试

01

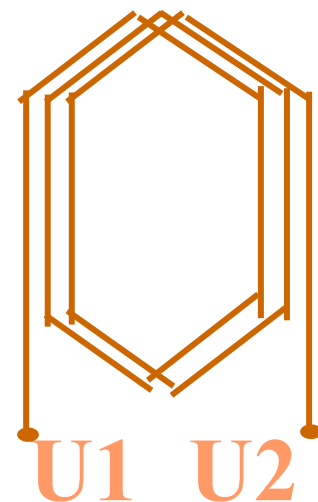
(1) 三相交流发电机主要组成部分

电枢 (是固定的, 亦称**定子**) : 定子铁心内圆周表面有槽, 放入三相电枢绕组。

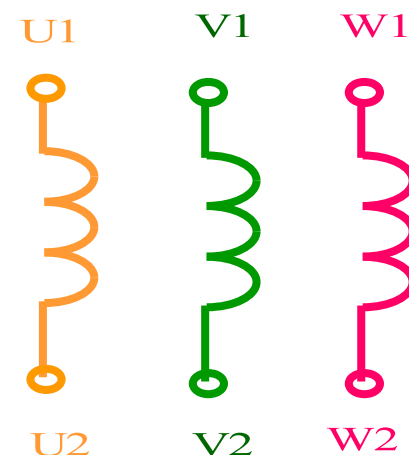
磁极 (是转动的, 亦称**转子**)



三相电源



单相绕组



三相绕组

三相绕组的三相电动势幅值相等, 频率相同, 彼此之间相位相差 120° 。

2.1.2 三相电源的联接及测试

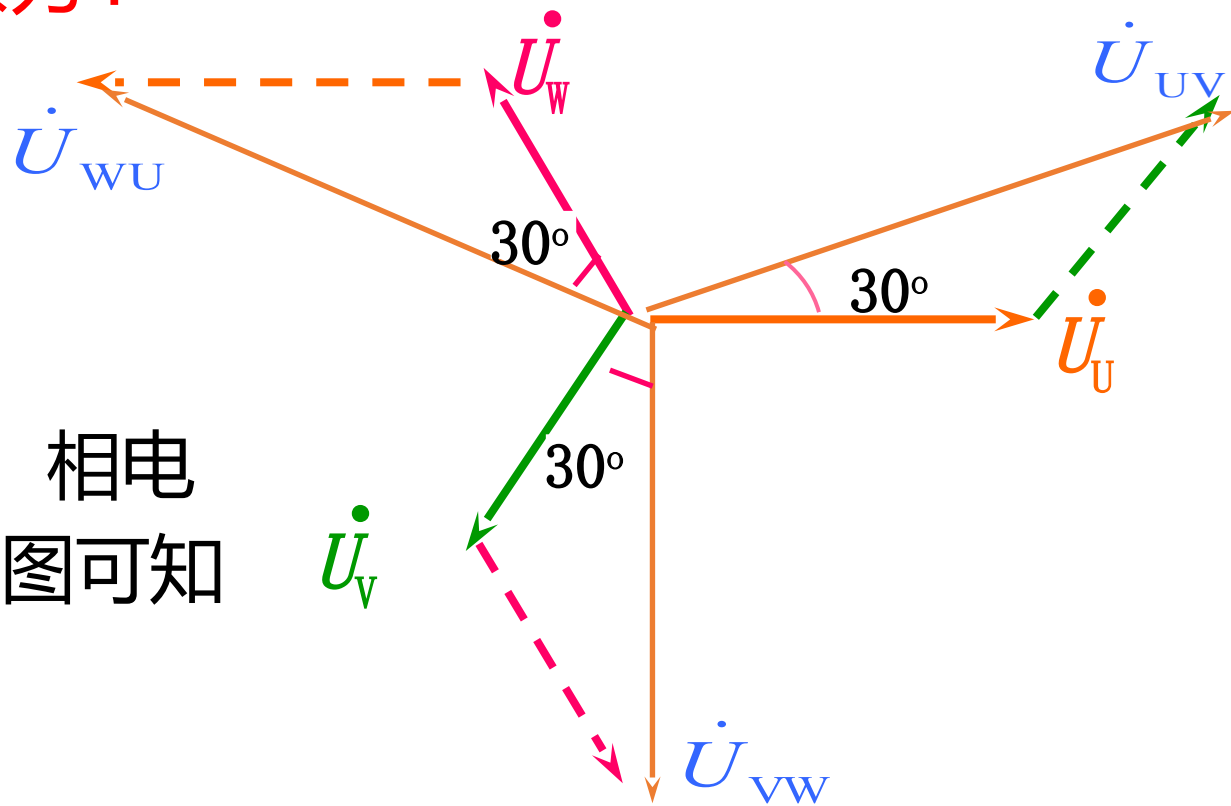
各线电压与相电压之间的关系为：

$$\begin{cases} \dot{U}_{UV} = \dot{U}_U - \dot{U}_V \\ \dot{U}_{VW} = \dot{U}_V - \dot{U}_W \\ \dot{U}_{WU} = \dot{U}_W - \dot{U}_U \end{cases}$$

线电压的有效值用 U_l 表示，相电压的有效值用 U_p 表示。由相量图可知它们的关系为：

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

$$\begin{aligned} \dot{U}_{UV} &= \sqrt{3} \dot{U}_U \angle 30^\circ \\ \dot{U}_{VW} &= \sqrt{3} \dot{U}_V \angle 30^\circ \\ \dot{U}_{WU} &= \sqrt{3} \dot{U}_W \angle 30^\circ \end{aligned}$$

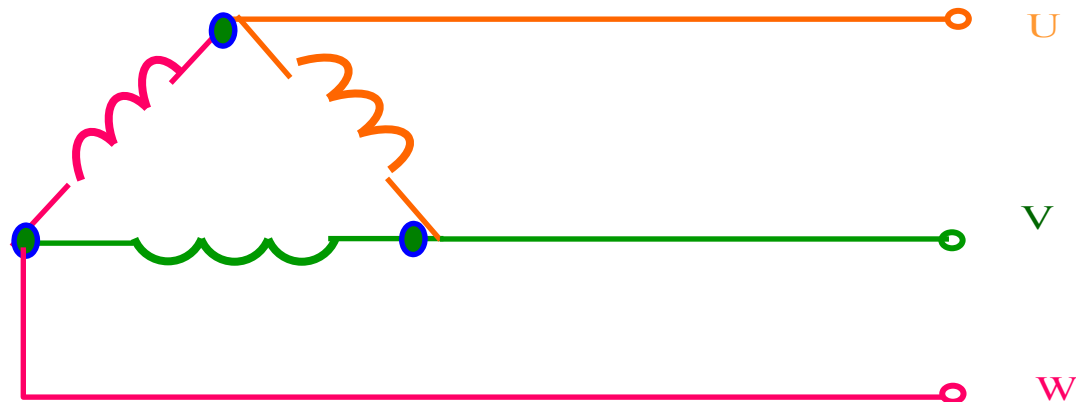


三相电源各电压间的相量关系

2.1.2 三相电源的联接及测试

2. Δ 形联结

发电机三相绕组依次首尾相联，引出三条线，称为三角形联结。



$$U_l = U_p$$

线电压与相电压的关系

$$\begin{cases} \dot{U}_{UV} = \dot{U}_U \\ \dot{U}_{VW} = \dot{U}_V \\ \dot{U}_{WU} = \dot{U}_W \end{cases}$$

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

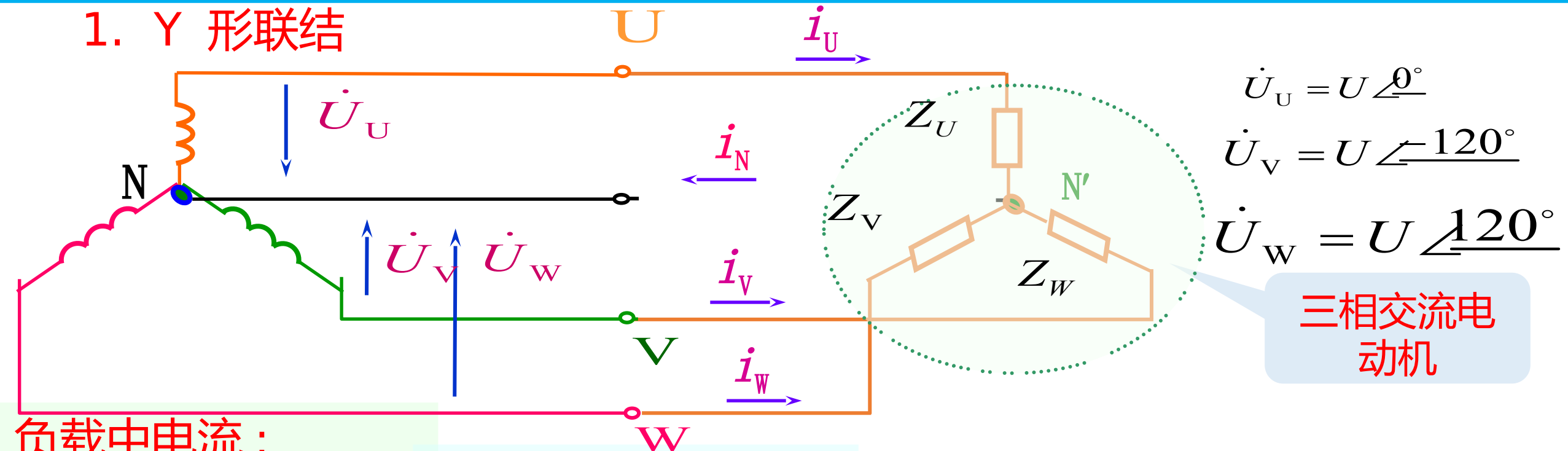
交流电路中的用电设备，大体可分为两类：

一类是需要接在三相电源上才能正常工作的叫做**三相负载**，如果每相负载的阻抗值和阻抗角完全相等，则为对称负载，如**三相电动机**。

另一类是只需接单相电源的负载，它们可以按照需要接在三相电源的任意一相相电压或线电压上。对于电源来说它们也组成三相负载，但各相的复阻抗一般不相等，所以不是三相对称负载。如**照明灯**。

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

1. Y 形联结



$$\begin{aligned}\dot{U}_U &= U \angle 0^\circ \\ \dot{U}_V &= U \angle -120^\circ \\ \dot{U}_W &= U \angle 120^\circ\end{aligned}$$

三相交流电动机

负载中电流：
(略线路阻抗)

$$\begin{cases} \dot{I}_U = \frac{\dot{U}'_U}{Z_U} = \frac{\dot{U}_U}{Z_U} \\ \dot{I}_V = \frac{\dot{U}'_V}{Z_V} = \frac{\dot{U}_V}{Z_V} \\ \dot{I}_W = \frac{\dot{U}'_W}{Z_W} = \frac{\dot{U}_W}{Z_W} \end{cases}$$

中性线中的电流为：

$$\dot{I}_N = \dot{I}_U + \dot{I}_V + \dot{I}_W$$

若负载对称，即

$$\begin{aligned}Z_U &= Z_V = Z_W = Z \\ \dot{I}_U + \dot{I}_V + \dot{I}_W &= 0\end{aligned}$$

对称负载可以去掉中线。

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

如果三相负载对称，中线中无电流，故可将中线除去，而成为三相三线制系统。

但是如果三相负载不对称，中线上就会有电流 I_N 通过，此时中线是不能被除去的，否则会造成负载上三相电压严重不对称，使用电设备不能正常工作。

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

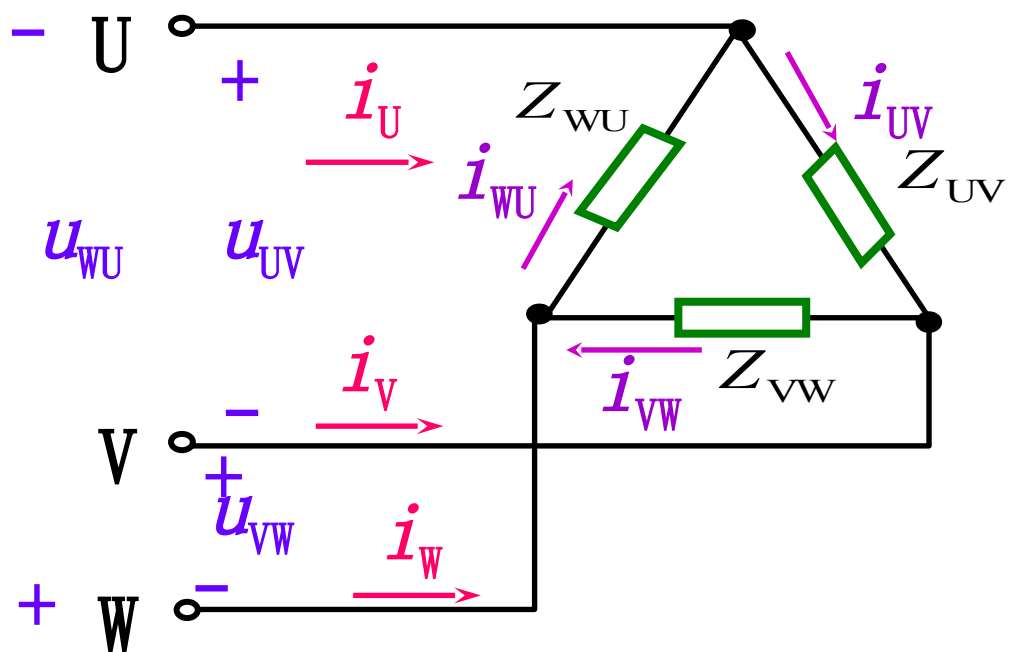
结论

- (1) 不对称负载 Y 联接又未接中性线时，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) **中线的作用**：保证星形联接三相不对称负载的相电压对称。
- (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（指干线）内不允许接熔断器或刀开关。

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

2. 负载的三角形联接 (Δ 形)

若忽略端线阻抗 ($Z_L=0$) , 则电路具有以下关系。



(1) 负载线、相电压之间的关系

线、相电压对应相等

$$U_{UV} = U_{VW} = U_{WU} = U_l = U_p$$

(2) 负载线、相电流之间的关系

各相负载相电流分别为

$$\dot{I}_{UV} = \frac{\dot{U}_{UV}}{Z_{UV}} \quad \dot{I}_{VW} = \frac{\dot{U}_{VW}}{Z_{VW}} \quad \dot{I}_{WU} = \frac{\dot{U}_{WU}}{Z_{WU}}$$

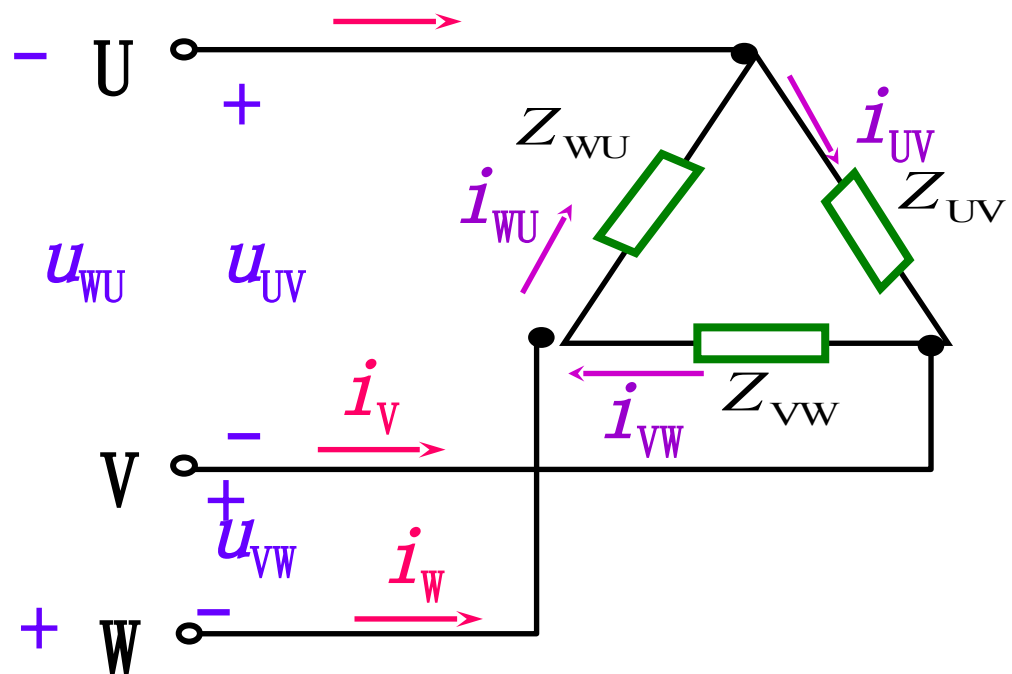
各相负载的电压与电流相位差分别为

$$\varphi_{UV} = \arctan \frac{X_{UV}}{R_{UV}}$$

$$\varphi_{VW} = \arctan \frac{X_{VW}}{R_{VW}}$$

$$\varphi_{WU} = \arctan \frac{X_{WU}}{R_{WU}}$$

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试



若负载对称，即

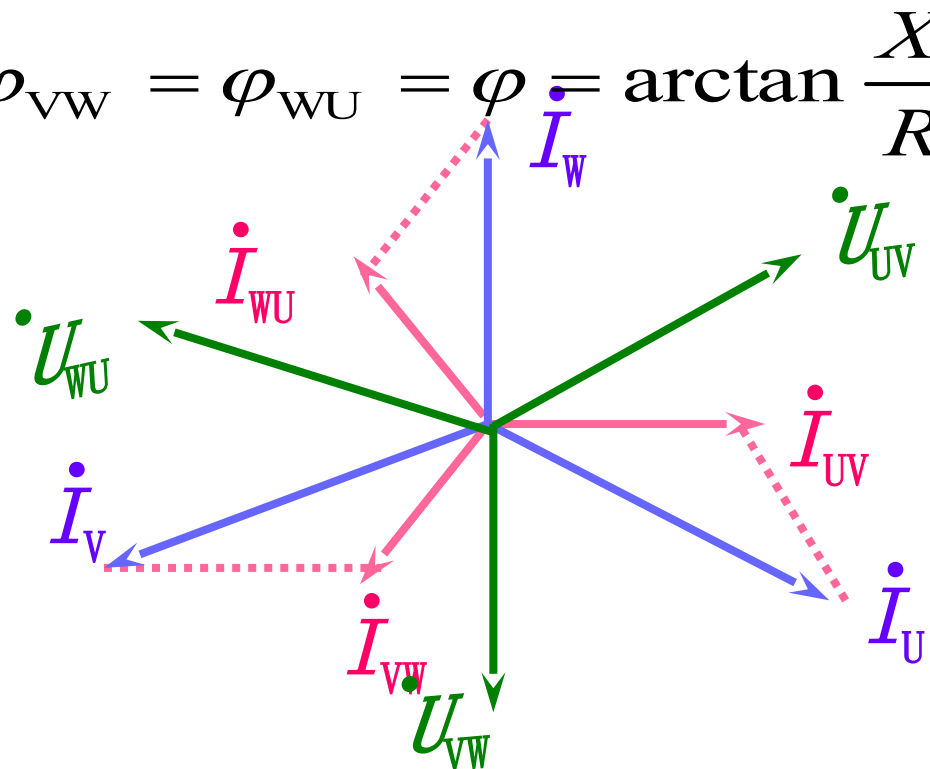
$$|Z_{UV}| = |Z_{VW}| = |Z_{WU}| = |Z|$$

和 $\varphi_{UV} = \varphi_{VW} = \varphi_{WU} = \varphi$

则负载相电流也是对称的，即

$$I_{UV} = I_{VW} = I_{WU} = I_p = \frac{U_p}{|Z|}$$

$$\varphi_{UV} = \varphi_{VW} = \varphi_{WU} = \varphi = \arctan \frac{X}{R}$$



(2) 负载线、相电流之间的关系

显然三个线电流也对称，若有效值

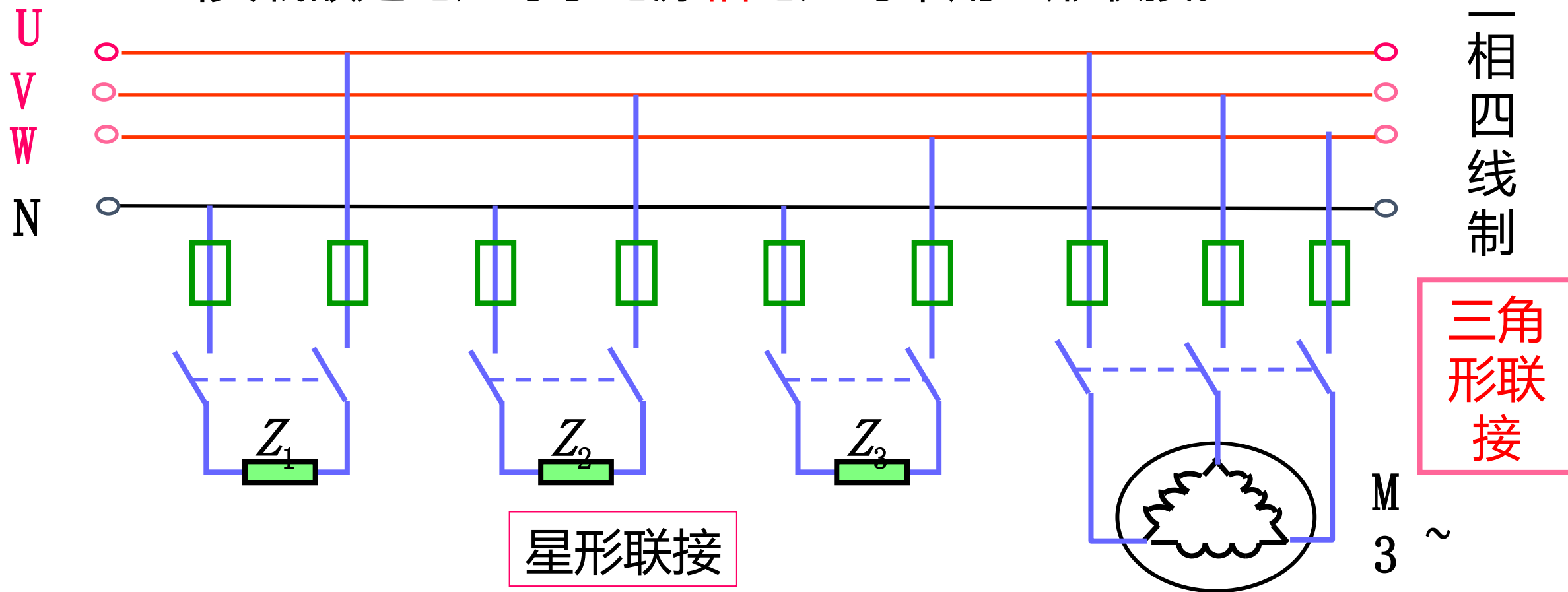
用 I 表示，则有 $I_U = I_V = I_W = I$ 且 $I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I$

后相应的相电流 30° 。

2.1.3 三相负载的联接及三相电路分析与测试

注意

三相负载采用何种联接方式由负载的额定电压决定。
当负载额定电压等于电源线电压时采用三角形联接；
当负载额定电压等于电源相电压时采用星形联接。



谢谢观看