电阻、电感与电容串联的交流电路相量模型

电阻、电感与电容串联的交流电路如图 1 中所示。设电流 $i = I_m \sin\omega t$ 为参考正弦量，则电压

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

若用相量图表示电流与各电压的关系，将会更直观。

图 2 是串联交流电路电流与各个电压的相量图。

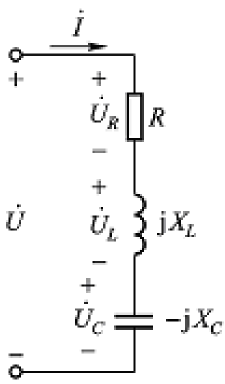

图 1 电阻、电感与电容串联的交流电路

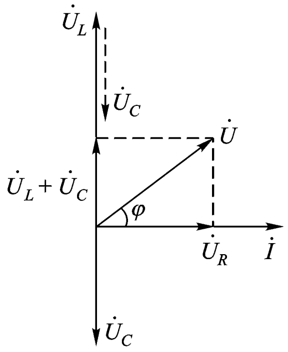

图 2 电流与电压的相量图

相量图中取 $\dot{I}$ 为参考相量，即设 $\dot{I}$ 初相位为零，画在水平位置上。u_R 与 i 同相，u_L 超前 i 90°，因此，$\dot{U}_L$ 与 $\dot{U}_C$ 相位差 180°。若 $U_L > U_C$，则相量 $\dot{U}_R$、$\dot{U}_L$、$\dot{U}_C$ 相加后，就可得出总电压相量 $\dot{U}$，如图 2 所示。

由相量图可见，$\dot{U}_R$、$\dot{U}_L + \dot{U}_L$、$\dot{U}$ 三个相量组成一个直角三角形，称电压三角形，如图 3 所示。由于 $\dot{U}_R = \dot{I}R$，$\dot{U}_L + \dot{U}_C = j\dot{I}(X_L - X_C)$，$\dot{U} = \dot{I}Z$，所以当电压三角形的每个直角边都除以 $\dot{I}$，则 R、$(X_L - X_C)$、$|Z|$ 之间也是一个直角三角形，称为阻抗三角形。它与电压三角形是相似形。由图 4 可见，复阻抗 Z 的辐角 φ，也就是电源电压 $\dot{U}$ 和电流 $\dot{I}$ 的相位差角 φ。因此利用电压三角形和阻抗三角形，计算总电压和电流的有效值以及两者之间的相位差就更简单了，即

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = I\sqrt{R^2 + X^2} = I|Z|$$

相位差 $\varphi = \arctan\dfrac{X_L - X_C}{R} = \arctan\dfrac{X}{R}$

由上分析可知，当电路参数不同时，复阻抗 Z 的辐角 φ 即总电压 $\dot{U}$ 和电流 $\dot{I}$ 的相位差角有三种不同情况，且形成性质不同的电路，用相量图表示，则更为清晰直观。

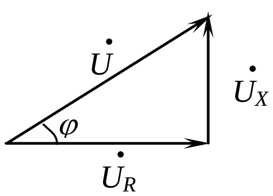

图 3 电压三角形

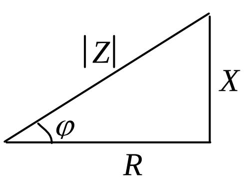

图 4 阻抗三角形