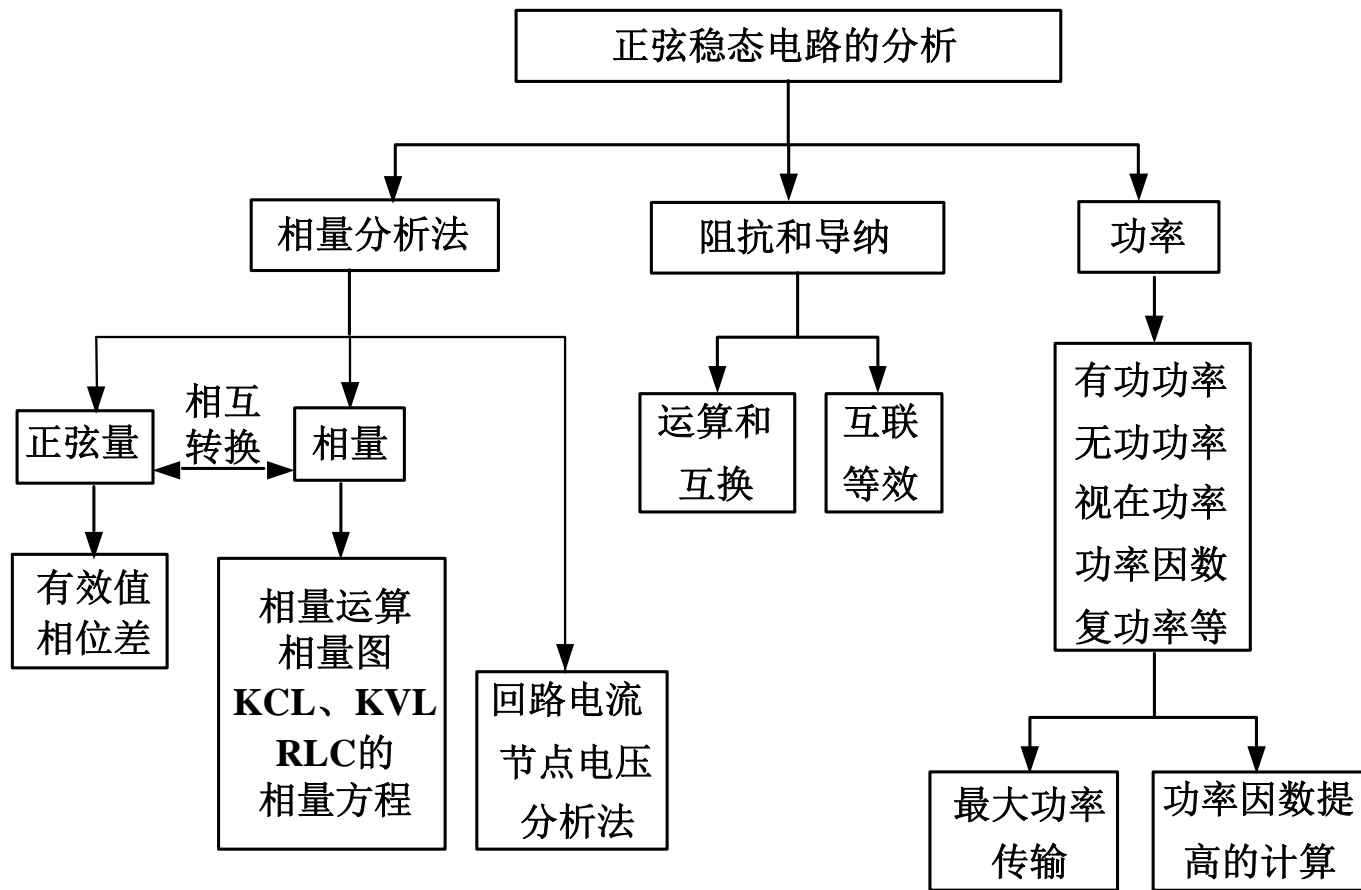


# 正弦电路小结



# 小结

1. 正弦量  $f(t) = A_m \cos(\omega t + \psi)$  相量  $\dot{A}_m = A_m e^{j\psi} = A_m \angle \psi$  一一对应

相量形式的KCL和KVL定律方程分别为  $\sum i = 0; \sum \dot{U} = 0$

当电阻、电感和电容元件上电压、电流取关联参考方向时，其相量形式的元件方程分别为

$$\dot{U}_R = R\dot{I} \quad \dot{U}_L = j\omega L\dot{I} = jX_L\dot{I} \quad \dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = jX_C\dot{I}$$

2. 无源一端口电压和电流取关联参考方向时其端口相量式

$$\dot{U} = Z\dot{I} \quad \dot{I} = Y\dot{U}$$

*RLC*串联电路的阻抗为

$$Z = R + j[\omega L - 1/(\omega C)]$$

*GCL*并联电路的导纳为

$$Y = G + j[\omega C - 1/(\omega L)]$$

3. 正弦电流电路相量模型的各种方程与直流电路的各种方程一一对应。将直流电路方程中电阻和电导分别推广为阻抗和导纳；将恒定电压、电流推广为电压、电流相量，则成为对应正弦电流电路的相量方程。

# 小结

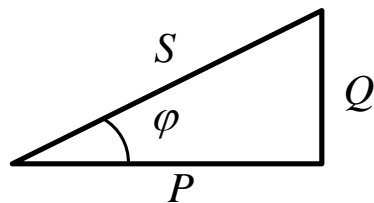
4. 正弦电路中，当一端口电压、电流取关联参考方向输入

平均功率  $P = UI \cos \varphi$

无功功率  $Q = UI \sin \varphi$

视在功率  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

复功率  $\tilde{S} = P + jQ = \dot{U} \dot{I}^*$



功率三角形

当负载阻抗等于电源内阻抗的共轭时  $Z_L = Z_S^*$

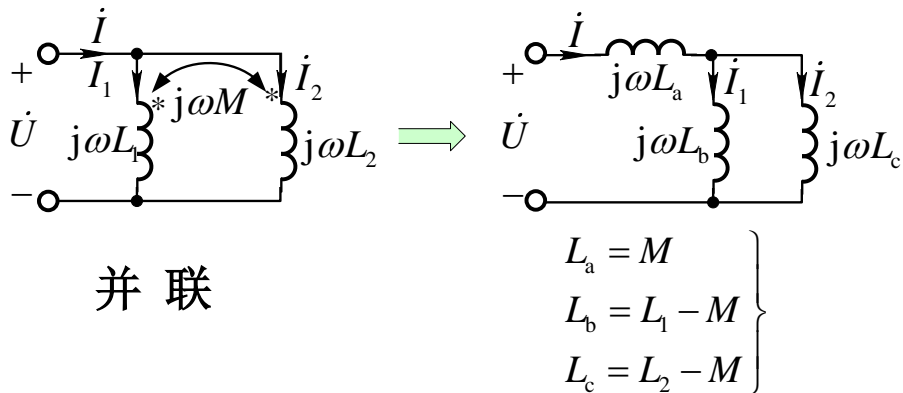
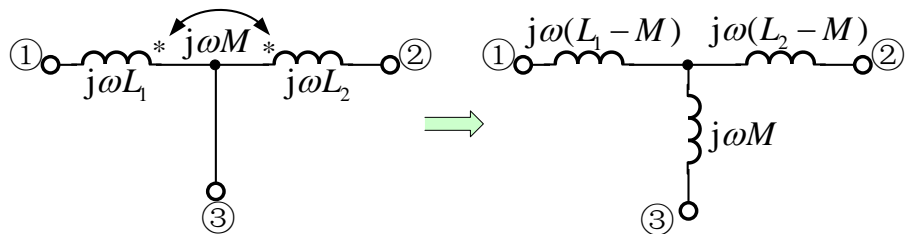
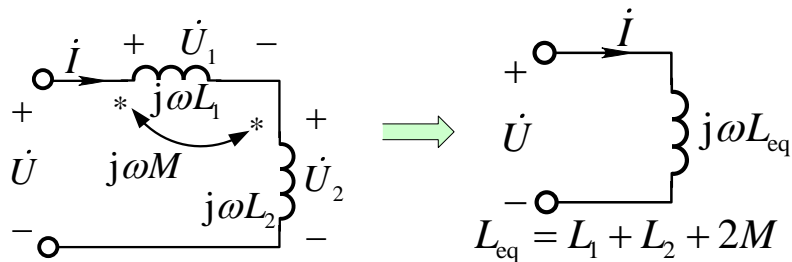
负载获得最大功率  $P_{L\max} = \frac{U_S^2}{4R_S}$

# 小结

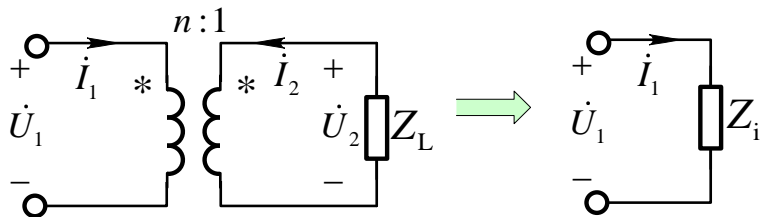
## 电阻、电感、电容元件对比

比较项 元件	相位差 $\varphi = \psi_u - \psi_i$	有功功率 $P = UI \cos \varphi$	无功功率 $Q = UI \sin \varphi$
电阻 $R$	$\varphi = 0^\circ$	$P_R = RI^2 = GU^2$	$Q_R = 0$
电感 $L$	$\varphi = 90^\circ$	$P_L = 0$	$Q_L = \omega LI^2 = U^2 / (\omega L)$
电容 $C$	$\varphi = -90^\circ$	$P_C = 0$	$Q_C = -I^2 / (\omega C) = -\omega CU^2$

## 5. 互感串联、并联和T型连接去耦等效电路如下



## 6. 理想变压器具有变压、变流、变阻抗本领

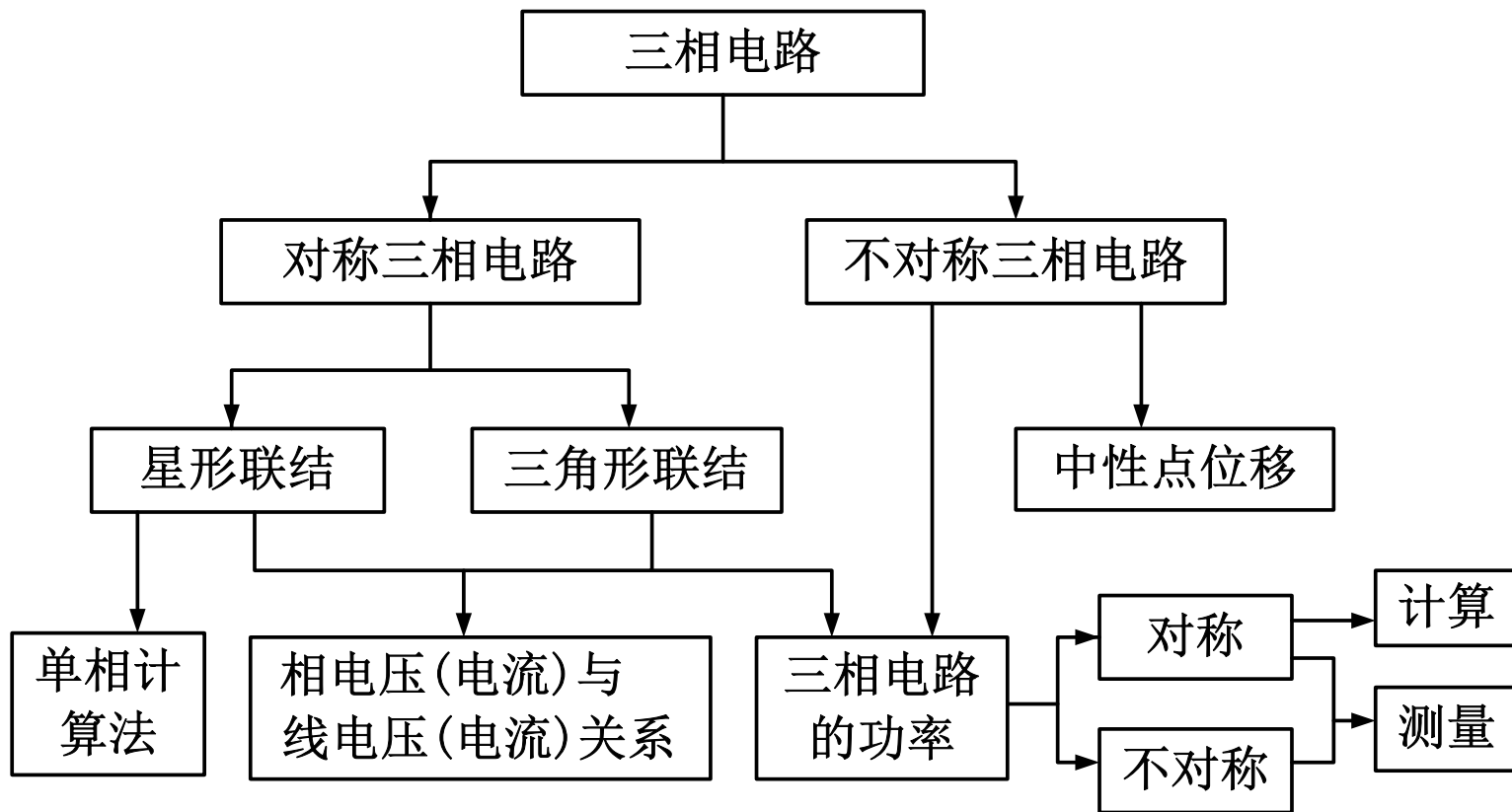


$$\dot{U}_1 = n\dot{U}_2$$

$$\dot{I}_1 = (-1/n)\dot{I}_2$$

$$Z_i = n^2 Z_L$$

# 三相电路小结





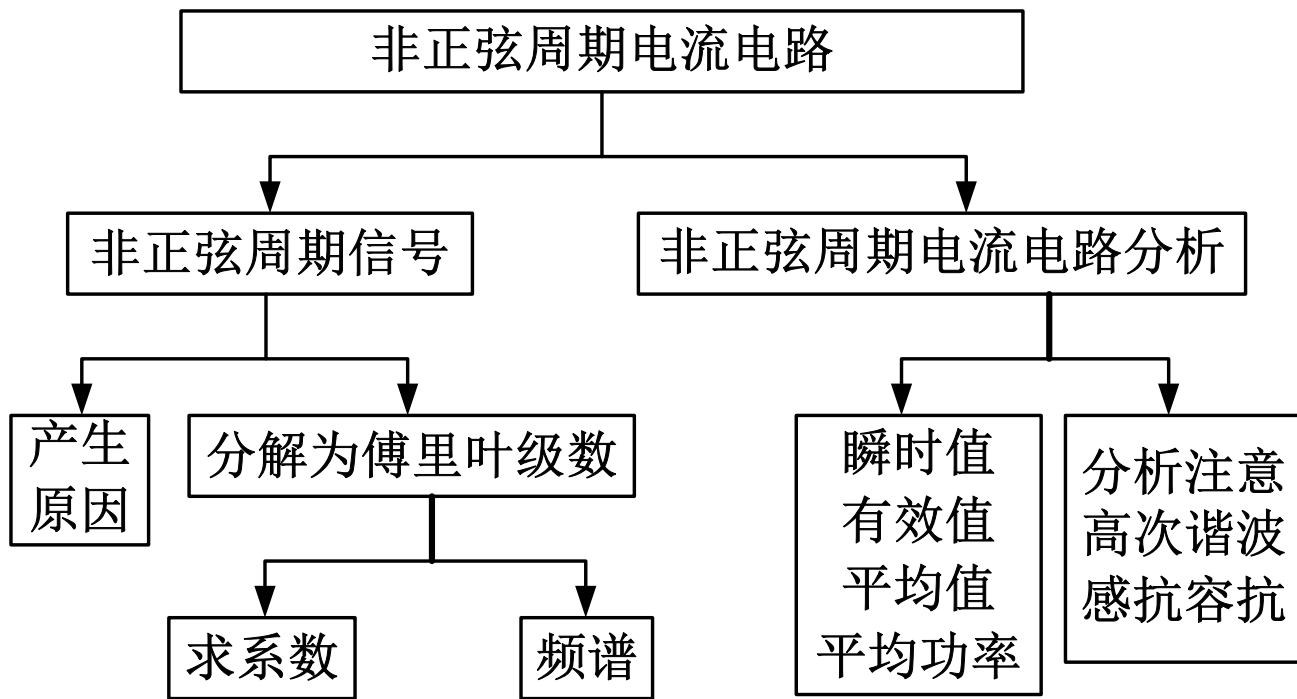
1. 在星形联接的三相电路中，线电流等于相电流，若相电压对称，则线电压有效值为相电压有效值的  $\sqrt{3}$  倍。
2. 在角形联接的三相电路中，线电压等于相电压，若相电流对称，则线电流有效值为相电流有效值的  $\sqrt{3}$  倍。
3. 对称三相正弦电流电路不论接成星形或三角形，其平均功率都等于

$$P = 3U_P I_P \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

式中  $\varphi$  是相电流滞后于相电压的相位差。

4. 计算对称星形联接的电路时，可用无阻抗的中线将各中性点连通，然后取出一相进行计算，若对称三相电路中有三角形联接的部分，则应先将其等效变换为星形联接，再取出一相计算。
5. 不对称三相电路不能直接取出一相计算，应视为一般正弦电流电路选择适当的分析方法。

# 非正弦周期电路小结



1.  $f(t)$  可以分解为  $f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{mk} \cos(k\omega_1 t + \psi_k)$

2.  $f(t)$  有效值

$$A = \sqrt{A_0^2 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2} A_k^2} = \sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 + \cdots}$$

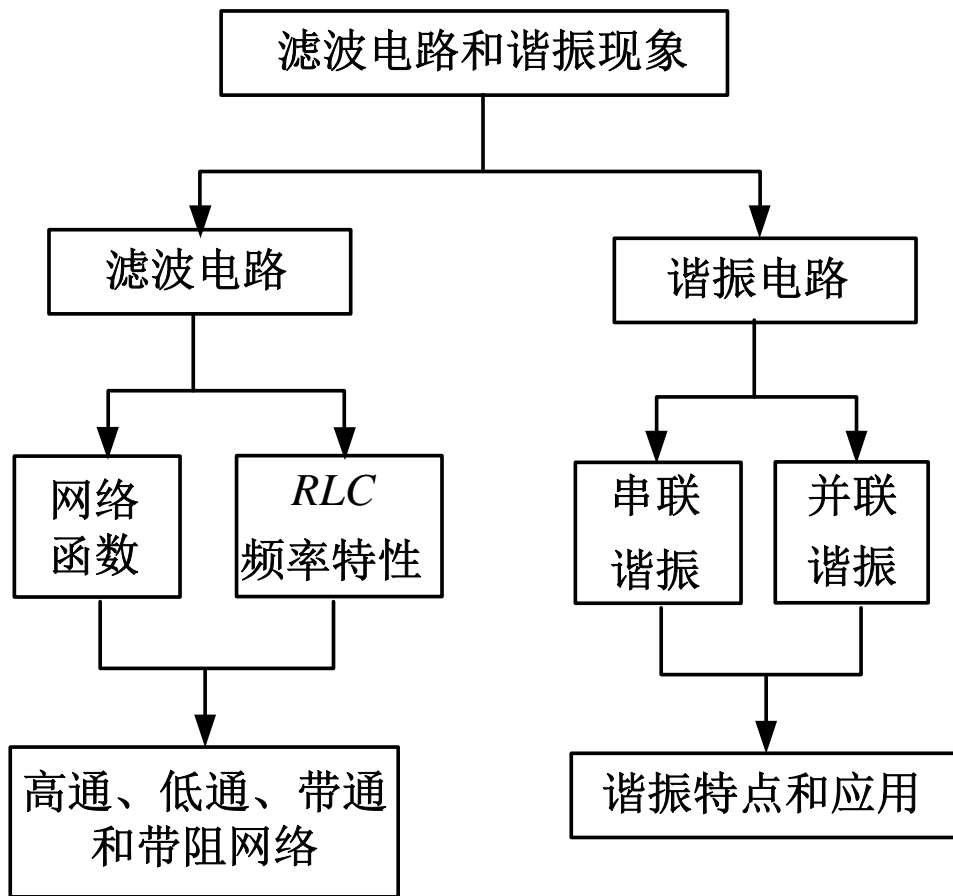
3. 非正弦周期电流电路的平均功率

$$P = U_0 I_0 + \sum_{k=1}^{\infty} U_k I_k \cos \varphi_k$$

## 4. 计算非正弦周期电流电路的步骤:

- 将非正弦周期性激励分解为恒定分量、基波和各次谐波分量;
- 分别计算激励中不同频率的分量引起的响应;
- 最后将响应的各分量的瞬时表达式相加。

# 滤波和谐振小结



1. 只有一个激励的正弦电流电路中响应相量与激励相量成正比，其比例系数称为网络函数，记为

$$H(j\omega) = \frac{\text{响应相量}}{\text{激励相量}}$$

2. 网络函数的模和辐角随频率而变动的规律分别称为网络的幅频特性和相频特性，总称频率特性。利用网络不同的幅频特性可实现低通、高通、带通、带阻等滤波功能。

3. 含有电感和电容的无独立电源的一端口网络，其端口电压和端口电流同相位的现象称为谐振。

一端口网络发生谐振的条件是输入阻抗的虚部等于零或输入导纳的虚部等于零。

4. *RLC*串联谐振和*GCL*并联谐振特点：



5. 线圈与电容器并联电路谐振时，阻抗达到(调节电容)或接近(调节频率或电感)最大值，且为

$R_0 = L/(RC)$ 。当线圈的品质因数  $Q = \omega_0 L/R$  较高时，线圈电流和电容器电流的有效值近似相等，后者等于端口电流的  $Q$  倍。

6. 由  $R$ 、 $L$ 、 $C$  可以构成无源滤波器，由运放和  $R$ 、 $C$  可以构成有源滤波器。



# 祝同学们考出好成绩！



哈尔滨工业大学 电气学院 齐超  
E-mail: [qichao@hit.edu.cn](mailto:qichao@hit.edu.cn)