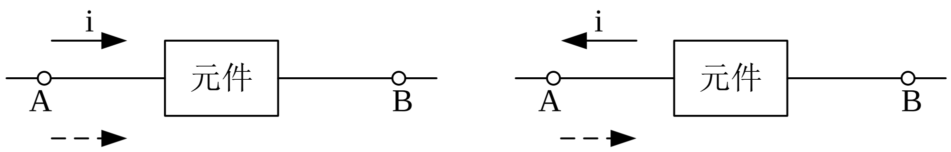
电 路 分 析 复 习

第 1 章 电路模型和电路定律

一、电路变量

1、电流

- 参考方向：电流的参考方向可以任意指定，分析时：若参考方向与实际方向一致，则 $i>0$，反之 $i<0$。



（a）i>0　　　　（b）i<0

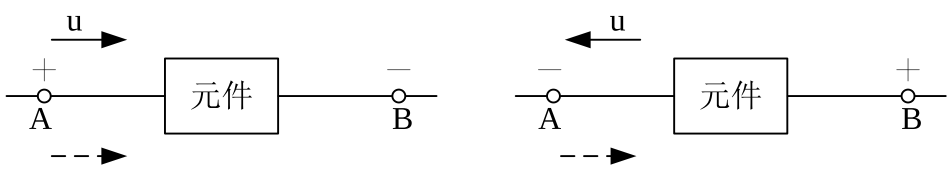
电流的参考方向

$$\begin{cases} \text{图a：} i>0\text{，参考方向与实际方向一致；} \\ \text{图b：} i<0\text{，参考方向与实际方向相反.} \end{cases}$$

- 表示方法
  - 箭标法；
  - 双下标法，如 ：i_{AB}。

2、电压

- 参考方向：电压的参考方向也可以任意指定，分析时：若参考方向与实际方向一致，则 $u>0$，反之 $u<0$。



（a）u>0　　　　（b）u<0

图 1-3 电压的参考方向

$$\begin{cases} \text{图a：} u>0\text{，参考方向与实际方向一致；} \\ \text{图b：} u<0\text{，参考方向与实际方向相反.} \end{cases}$$

- 表示方法：均为电压（降）的参考方向
  - 箭标法；
  - 双下标法；如：u_{AB}
  - 正负极性法

3、关联参考方向

关联参考方向：电压参考方向和电流参考方向一致，即电流由高电位流向低电位，称为非关联参考方向。反之，当两者参考方向不一致时，称为非关联参考方向。

注意：

- 分析电路前必须选定电压和电流的参考方向
- 参考方向一经选定，必须在图中相应位置标注 (包括方向和符号)，在计算过程中不得任意改变。
- 参考方向不同时，其表达式相差一负号，但实际方向不变。

4、 功率

- u, i 取关联参考方向

  P＝ui 表示元件吸收的功率

  P＞0 吸收正功率 (实际吸收)

  P＜0 吸收负功率 (实际发出)

  关联参考方向显示正电荷从高电位到低电位失去能量

- u, i 取非关联参考方向

  p＝ui 表示元件发出的功率

  P＞0 发出正功率 (实际发出)

  P＜0 发出负功率 (实际吸收

二、基尔霍夫定律

- KCL $\sum i = 0$

- KVL $\sum u = 0$

三、电路元件

- **电阻元件**

  - 电压电流关系（VAR） $U=Ri$（关联参考方向）

  - 功率和能量

    $P=ui=Ri^2=u^2/R\geq 0$(关联参考方向)

    $W = \int_{t_0}^{t} R\, i^2(\xi) d\xi$；耗能元件。

- **电容元件**

  - 电压电流关系（VAR） $i = c\dfrac{du}{dt}$

    $u(t) = \dfrac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i(\xi) d\xi = u(t_0) + \dfrac{1}{C}\int_{t_0}^{t} i(\xi) d\xi$ ，

    或 $u(t) = u(0) + \frac{1}{c}\int_{0}^{t} i(\xi) d\xi$ ；记忆元件。

  - 功率和能量

$p = ui = cu\dfrac{du}{dt}$（关联参考方向）；吸收功率，无源元件。

$W_C = \dfrac{1}{2}CU^2$；储能元件。

- **电感元件**
  - 电压电流关系（**VAR**）

    $u = L\dfrac{di}{dt}$ ，

    $i = \dfrac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} ud\xi \dfrac{1}{L} = i(t_0) + \dfrac{1}{L}\int_{t_0}^{t} ud\xi$，或 $i == i(0) + \dfrac{1}{L}\int_{0}^{t} ud\xi$，记忆元件。
  - 功率和能量

    $p = ui = Li\dfrac{di}{dt}$（关联参考方向）； 吸收功率，无源元件。

    $W_L = \dfrac{1}{2}Li^2$；储能元件。

- **电源元件**
  - 电压源：供出定值的电压或一定的时间函数，电流为不定值，由外电路决定。

    $u=U_S$
  - 电流源：供出定值的电流或一定的时间函数，两端电压为不定值，由外电路决定。

    $i= i_s$
  - 受控源

    受电路中其他支路电压或电流控制的电压源或电流源。

    电压控制电压源(VCVS)

    电流控制电压源(CCVS)

    电压控制电流源(VCCS)

    电流控制电流源(CCCS)

第 2 章电阻电路的等效变换

一、电阻串、并联

- **电阻串联**

  ➢ 等效电阻 $R_{\mathrm{eq}} = \sum R_{\mathrm{K}}$

  ➢ 分压公式 $u_k = \dfrac{R_k}{R_{eq}} u$ ； 特殊地：$\begin{cases} u_1 = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} u \\ u_2 = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} u \end{cases}$

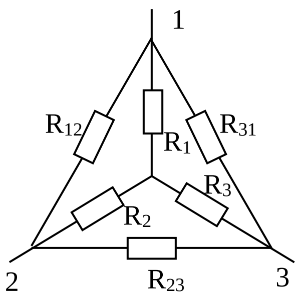
- **电阻并联**

  ➢ 等效电导 $G_{\mathrm{eq}} = \sum G_{\mathrm{K}}$

  ➢ 分流公式 $i_k = \dfrac{G_k}{G_{eq}} i$ ； 特殊地：$\begin{cases} i_1 = \dfrac{G_1}{G_1 + G_2} i = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} i \\ i_2 = \dfrac{G_2}{G_1 + G_2} i = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} i \end{cases}$

二、电阻的 Δ—Y 等效 变换

$$\text{Y形电阻} = \frac{\Delta\text{形相邻电阻的乘积}}{\Delta\text{形电阻之和}}$$



$$\Delta\text{形电导} = \frac{\text{Y形相邻电导的乘积}}{\text{Y形电导之和}}$$

$$\text{当}R_1 = R_2 = R_3 = R_{\mathrm{Y}}, \text{则}R_{12} = R_{23} = R_{31} = R_{\Delta}, \ \text{且}R_{\Delta} = 3R_{\mathrm{Y}}$$

记忆： **内小外大，三倍关系；**

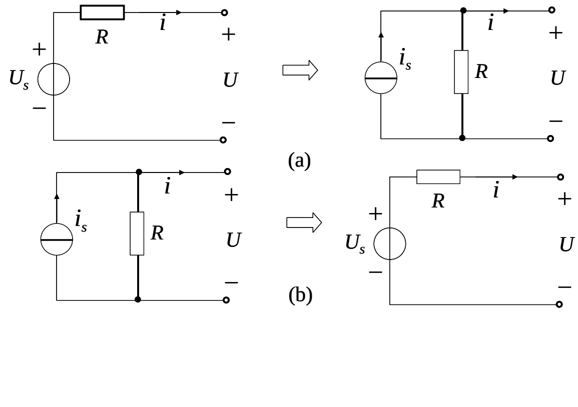
Y 形电阻、⊿形电导

三、实际电源模型的等效变换

等效条件

- 电阻 R 不变

- $U_S = R\, i_S$ 或 $i_S = U_S / R$



第 3 章 电阻电路的一般分析

一、电路的图论的基本知识

1. **电路的图：**
   - 连通图、有向图、树、树支、连支、基本回路；
   - 树支数：n−1、连支数：b−（n−1）、基本回路数：连支数 b−（n−1）。

2. KCL、KVL 的独立方程数
   - KCL：n−1 个
   - KVL：：b−（n−1）个

二、电路的几种分析方法

1. **支路电流法：**
   - 以 b 个支路电流为变量列写 b 个方程，并直接求解
   - 列方程的方法：$\begin{cases}\sum i=0 & \text{（KCL方程：n−1个）}\\ \sum u=0 & \text{（KVL方程：b−(n−1)个）}\end{cases}$

2. **网孔电流法及回路电流法**

（1）**网孔电流法：**
   - 以网孔电流为变量，根据 KVL，对全部网孔列出方程组求解。
   - 列方程的方法：

     自电阻×本网孔电流+互电阻×相邻网孔电流=网孔中电压源电压升之和

（2）**回路电流法：**
   - 以一组独立回路电流为变量，根据 KVL，对全部独立回路列方程组求解。
   - 列方程的方法

     自电阻×本回路电流+互电阻×相邻回路电流=回路中电压源电压升之和
   - 注意
     - **自电阻为正，互电阻视两网孔（回路）电流过互阻的方向而定，相同取正，相反取负。**
     - 电流源在沿边支路，可减少方程数
     - 含受控源电路列网孔（回路）方程时，受控源与独立源一样对待，但要找出网孔（回路）电流和控制量的关系
     - 网孔电流法是的回路电流法特例

3. **结点电压法**
   - 以结点电压为求解变量，根据 KCL，对全部独立结点列出方程求解。列方程组求解。
   - 列方程的方法

     自电导×结点电压+互电导×相邻结点电压=流进该结点电流源电流之和
   - 注意
     - 自电导为正，互电导为负
     - 电压源一端接地，另一端电压等于电压源电压或它的负值
     - 含受控源电路列结点电压时，受控源与独立源一样对待，但要找出结点电压与控制量的关系

第 5 章 电路定理

一、 叠加定理

- 线形电阻电路中，任一电压或电流都是电路中各个独立电源单独作用时，在个各个支路形成的电压或电流的代数和。
- 注意
  - 电流的方向和电压的极性
  - 受控源不能单独作用，独立源单独作用受控源要保留
  - 功率不能叠加
- 推论——齐性定理

当所有的激励（独立电源）都同时增大或缩小 K 倍（K 为实常数）时，响应（电路中所有支路的电压和电流）也将同样增大或缩小 K 倍。

二、 替代定理

又称置换定理，是指给定一个线形电阻电路，其中第 k 支路的电压 U_k 和电流 i_k 为已知，那么此支路可以用一个电压等于 U_k 的电压源 Us，或一个电流等于 i_k 的电流源 i_s 替代，替代后电路中全部电压和电流均将保持原来值。

三、 戴维南定理和诺顿定理

1 、戴维南定理

一个含有独立电压源，线形电阻和受控源的一端口，对外电路来是说可以用一个电压源和电阻的串联组合等效置换，此电压源的电压等于端口的开路电压 U_{oc}，电阻 R_{eq} 等于一端口的全部独立电源置零后的输入电阻。

2 、诺顿定理

一个 含独立电源，线性电阻和受控源的一端口，对外电路来说可以用一个电流源和电阻并联组合等效置换。此电流等于该一端口的短路电流 I_{sc}，电阻 R_{eq} 等于一端口的全部独立电源置零后的输入电阻。

3、求等效电阻 R_{eq} 的三种方法：

- 直接法：使一端口的独立源为零值，用电阻的串并联公式化简即为等效电阻
- 外施法：使一端口独立源为零值，外加电压源 U（或电流源 I）求端口电流 I（或电压 U）。

  等效电阻 R_{eq} 等于端口上电压与电流之比。
- 开路短路法：等效电阻等于开路电压 U_{oc} 与短路电流 I_{sc} 之比（一端口的独立源均保留）。

四、 最大功率传递定理

线性一端口传递给可变负载 R_L 的最大功率的条件是：负载 R_L 应与戴维南或(诺顿)等效电阻 R_{eq} 相等。

最大功率 $$P_{max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}}$$

第 6 章 一阶电路

一、动态电路的方程及初始条件

- **动态电路的基本概念**

  动态电路、过渡过程、换路、一阶电路

- **换路定则及初始值的计算**

➢ 换路定则 $u_C(0_+)= u_C(0_-)$ ；$i_L(0_+)= i_L(0_-)$

➢ 初始值的计算

✓ 求 $u_C(0_-)$、$i_L(0_-)$：

由 $t=0_-$的电路计算。此时电路为直流稳态，且 C—断路 L—短路

✓ 画 $t=0_+$的等效电路：求 $u_C(0_+)$、$i_L(0_+)$及其它电量的初始值。

此时，有换路定则 $u_C(0_+)= u_C(0_-)$、$i_L(0_+)= i_L(0_-)$

根据替代定律，电容用 $u_C(0_+)$ 电压源代替，电感用 $i_L(0_+)$ 电流源代替，利用直流电阻电路的计算方法求其它电量的初始值。

二、零输入响应

外加激励等于零由初始状态引起的响应称为零输入响应。

- *RC* 电路 $u_C(t)=u_C(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad t\ge 0 \qquad \tau=R_{eq}C$

- *RL* 电路 $i_L(t)=i_L(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad t\ge 0 \qquad \tau=G_{eq}L=\dfrac{L}{R_{eq}}$

  即 $f(t)=f(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad t\ge 0 \qquad \tau=R_{eq}C$ 或 $\tau=G_{eq}L$

  其中：R_{eq} 为动态元件 C 或 L 两端看进去的戴维南等效电阻

三、零状态响应

初始状态等于零，由外加激励引起的响应称为零状态响应

- *RC* 电路 $u_C(t)=u_C(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad t\ge 0 \qquad \tau=R_{eq}C$

- *RL* 电路 $i_L(t)=i_L(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad t\ge 0 \qquad \tau=G_{eq}L=\dfrac{L}{R_{eq}}$

  即 $f(t)=f(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad t\ge 0 \qquad \tau=R_{eq}C$ 或 $\tau=G_{eq}L$

四、全响应

- *RC* 电路 $u_C(t)=u_C(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}}+u_C(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad t\ge 0 \qquad \tau=R_{eq}C$

- *RL* 电路 $i_L(t)=i_L(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}}+f(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad t\ge 0 \qquad \tau=G_{eq}L=\dfrac{L}{R_{eq}}$

  其中：R_{eq} 为动态元件 C 或 L 两端看进去的戴维南等效电阻

即

$$
\begin{aligned}
f(t) &= \underbrace{f(0_+)e^{-\frac{t}{\tau}}}_{\text{零输入响应}} + \underbrace{f(\infty)(1-e^{-\frac{t}{\tau}})}_{\text{零状态响应}} \\
&= \underbrace{f(\infty)}_{\substack{\text{稳态分量} \\ \text{（强制分量）}}} + \underbrace{\left[f(0_+)-f(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}}}_{\substack{\text{瞬态分量} \\ \text{（自由分量）}}} \quad t \geq 0 \qquad \tau = R_{\text{eq}}C \text{ 或 } \tau = G_{\text{eq}}L
\end{aligned}
$$

- 完全响应=零输入响应+零状态响应

- 三要素法： $f(t) = f(\infty) + \left[f(0_+) - f(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}} \quad t \geq 0$

➢ 求初始值 $f(0+)$

✓ 求状态变量的 $f(0_+)$：用 $t = 0_-$时的等效电路求得 $f(0_-)$,再用换路定则求得 $f(0_+)$ 。

换路定则： $u_C(0_+)= u_C(0_-)= u_C(0)$ ； $i_L(0_+)= i_L(0_-) = i_L(0)$

✓ 求非状态变量的 $f(0_+)$：用 $t = 0_+$时的等效电路求得。

此时 C 用电压值等于 $u_C(0_+)$的电压源置换，电感用电流值等于 $i_L(0_+)$的电流源置换。

➢ 求稳态值 f（∞）

用 $t=0_+$时等效电路求得 $f(0_+)$。此时 C 开路，L 短路

➢ 求时间常数

$\tau = R_{\text{eq}}C$ 或 $\tau = G_{\text{eq}}L$。其中：R_{eq} 为动态元件 C 或 L 两端看进去的戴维南等效电阻

第 7 章　二阶电路

本章内容不是重点，同学们了解基本概念即可。

第 8 章　相量法

一、基本知识

复数、正弦量、相量法的基础

二、电路定律的相量形式

	时域形式	相量形式
KCL	$\sum i = 0$	$\sum \dot{I} = 0$
KVL	$\sum u = 0$	$\sum \dot{u} = 0$
电压源	$u_{\mathrm{s}}(t) = \sqrt{2}U\cos(\omega \mathrm{t} + \psi_{\mathrm{u}})$	$\dot{U}_{\mathrm{S}} = U_{\mathrm{S}}\angle\psi_{\mathrm{u}}$
电流源	$i_{\mathrm{s}}(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega \mathrm{t} + \psi_i)$	$\dot{I}_{\mathrm{S}} = I_{\mathrm{S}}\angle\psi_i$
电阻	$U{=}Ri$	$\dot{U} = R\dot{I}$
电容	$i = c\dfrac{du}{dt}$ 或 $u(t) = \dfrac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i(\xi)d\xi$	$\dot{I} = \mathrm{j}\omega C\dot{U}$
电感	$u = L\dfrac{di}{dt}$ 或 $i = \dfrac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} ud\xi\,\dfrac{1}{L}$	$\dot{U} = \mathrm{j}\omega L\dot{I}$

第 9 章 正弦稳态电路的分析

一、阻抗和导纳

- 一端口阻抗 Z：端口的电压相量$\dot{U}$ 与电流相量$\dot{I}$ 之比。

$$Z=\frac{\dot{U}}{\dot{I}}=\frac{U}{I}\angle\psi_u-\psi_i=|Z|\angle\varphi_z=R+jX$$

R 为电阻（实部），X 为电抗（虚部）

- 一端口导纳 Y：端口的电流$\dot{I}$ 与电压相量$\dot{U}$ 之比。

$$Y=\frac{\dot{I}}{\dot{U}}=\frac{I}{U}\angle\psi_i-\psi_u=|Y|\angle\varphi_Y=G+jB$$

G 为电导（实部），　B 为电纳（虚部）

- 单个元件 R、L、C 的阻抗及导纳

$Z_R=R$

$Z_L=j\omega L$　　　其电抗　$X_L=\omega L$　（感抗）；

$Z_C=\dfrac{1}{j\omega C}$　　　其电抗　$X_C=-\dfrac{1}{\omega C}$　（容抗）

$Y_R=G=\dfrac{1}{R}$

$Y_L=\dfrac{1}{j\omega L}$　　　其电纳　$B_L=-\dfrac{1}{\omega L}$　（感纳）；

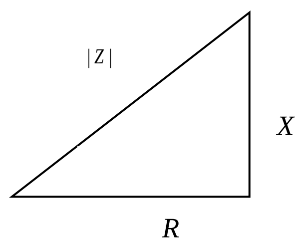
$Y_C=j\omega C$　　　其电纳　$B_C=\omega C$　（容纳）

- *RLC* 电路的阻抗及导纳形式

> *RLC* 串联电路

$$Z=\frac{\dot{U}}{\dot{I}}=R+j\omega L+\frac{1}{j\omega C}=R+j(\omega L-\frac{1}{\omega C})=R+jX=|Z|\angle\varphi_z$$

实部为电阻 R；虚部为电抗 $X=X_L+X_C=\omega L-\dfrac{1}{\omega C}$



阻抗三角形

✓ X>0 即　$\omega L>\dfrac{1}{\omega C}$　　称 Z 呈感性

✓ X<0 即　$\omega L<\dfrac{1}{\omega C}$　　称 Z 呈容性

阻抗模$|Z|=\sqrt{R^2+X^2}$　；阻抗幅角　$\varphi_Z=\arctan(\dfrac{X}{R})$

> *RLC* 并联电路:

$$Y=\frac{\dot{I}}{\dot{U}}=\frac{1}{R}+\frac{1}{j\omega L}+j\omega C=\frac{1}{R}+j(\omega C-\frac{1}{\omega L})=G+jB=|Y|\angle\varphi_Y$$

实部为电导 G；虚部为电纳 $B = B_C + B_L = \omega C - \dfrac{1}{\omega L}$

✓ B >0 即 $\omega C > \dfrac{1}{\omega L}$ 称 Y 呈容性

✓ B <0 即 $\omega C < \dfrac{1}{\omega L}$ 称 Y 呈感容性

导纳模 $|Y| = \sqrt{G^2 + B^2}$ ；导纳幅角 φ_Y =arctan($\dfrac{B}{G}$)

二、阻抗、导纳的串联和并联

- n 个阻抗串联：$Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + \cdots\cdots + Z_n$ ； 分压公式：$\dot{U}_k = \dfrac{Z_k}{Z_{eq}} \dot{U}$
- n 个导纳并联：$Y_{eq} = Y_1 + Y_2 + \cdots\cdots + Y_n$； 分流公式：$\dot{I}_k = \dfrac{Y_k}{Y_{eq}} \dot{I}$

三、电路的相量图

画相量图的原则

- 串联：以电流相量 $\dot{I}$ 为参考相量，然后根据 KVL 画出回路上各电压相量。
- 并联：以电压相量为 $\dot{U}$ 参考相量，然后根据 KCL 画出回路上各电流相量。
- 混联：选取并联支路最多的电压相量为参考相量，在画出其它的相量。

四、 正弦稳态电路的分析

正弦稳态电路分析的相量法

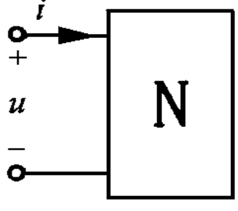
- 画出电路的相量模型

  电阻电路中各种分析方法在正弦稳态电路中具有适应性。只需完成下面三种变化

  - 将时域电路转换为复域电路，即画出电路的相量模型； 0+等效电路
  - 将电阻和电导转换为阻抗和导纳；
  - 将直流变量转换为相量。
- 画出列复系数方程，再求解

  利用电阻电路中的各种分析方法，如支路电流法、网孔电流法、、回路电流法、结点电压法戴维南定理（诺顿定理）等。

五、正弦稳态电路的功率



- **基本概念**
- **瞬时功率**

设：$u(t) = \sqrt{2}U\cos(\omega t + \psi_u)$

$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \psi_i)$ 且 $\varphi = \psi_u - \psi_i$ 是端口电压与端口电流的相位差

$$p(t) = u(t)i(t) = \sqrt{2}U\cos(\omega t + \psi_u)\sqrt{2}I\cos(\omega t + \psi_i) = UI\cos\varphi + UI\cos(2\omega t + 2\psi_u - \varphi)$$

- **平均功率**

也称有功功率，代表一端口实际消耗的功率，是恒定分量，

$p = UI\cos\varphi$　　单位：W

R：$\varphi=0^\circ$，$p=UI$；L：$\varphi=90^\circ$，$p=0$；C：$\varphi=-90^\circ$，$p=0$。

- **无功功率**

与瞬时功率的可逆部分有关，表示电网与动态 L、C 之间能量交换的速率。

$Q=UI\sin\varphi$　　单位：var

R：Q=0；L：Q=UI；C：$Q=-UI$。

- **视在功率**

表征发电设备的容量，

S=UI　　单位：V·A

功率三角形　　$S=\sqrt{P^2+Q^2}$　　$\varphi=\arctan(\frac{Q}{P})$

或

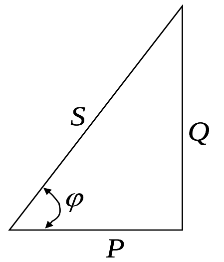


图 9.4-8　功率三角形

- **功率因数的提高**

- 功率因数：　$\lambda=\cos\varphi$　　$\cos\varphi=\frac{P}{S}$　$\varphi=\arccos(\frac{P}{S})$

- 意义：$\cos\varphi$ 越高，电网利用率越高。

（1）$p=UI\cos\varphi=S\cos\varphi$，$S$ 一定时，$\cos\varphi\uparrow\Rightarrow p\uparrow$ 电网利用率一般在 0.9 左右.

（2）$I=\frac{P}{U\cos\varphi}$，P、U 一定时，$\cos\varphi\uparrow\Rightarrow I\downarrow$ 线路损耗大大降低。

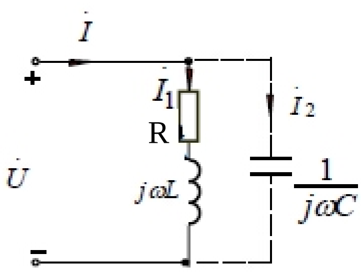
- 提高功率因数的方法：与 感性负载并联一个电容。
- C 的计算公式：

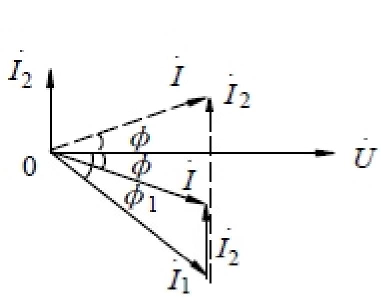
给定 P、$\cos\varphi_1$，要求将功率因数 $\cos\varphi_1$提高到$\cos\varphi$，求 C=？

$$I_2=I_1\sin\varphi_1-I\sin\varphi=\frac{P\sin\varphi_1}{U\cos\varphi_1}-\frac{P\sin\varphi}{U\cos\varphi}=\frac{P}{U}(tg\varphi_1-tg\varphi)=\omega CU$$

即

$$C=\frac{P}{\omega U^2}(tg\varphi_1-tg\varphi)$$





- **最大功率传输定理**

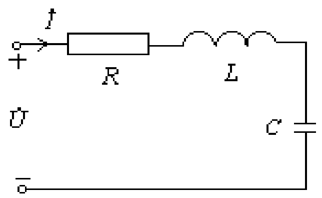
$$P_{\max}=\frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}}$$

➢ 负载得到最大功率

六、谐振

● **串联谐振**

➢ 谐振频率:



$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

➢ 特点:

✓ 电压、电流同相位，电路呈电阻性；

✓ 复阻抗 Z 最小，当 U 一定时，电路中电流最大， $Z = Z_0 = R$；

✓ 特性阻抗 $\rho = \omega_0 L = \dfrac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$；

✓ 电感电压：$\dot{U}_L = jX_L \dot{I}_0 = j\omega_0 L \dfrac{\dot{U}}{R} = j\dfrac{\rho}{R}\dot{U} = jQ\dot{U}$

电容电压：$\dot{U}_C = -jX_C \dot{I}_0 = -j\dfrac{1}{\omega_0 C}\dfrac{\dot{U}}{R} = -j\dfrac{\rho}{R}\dot{U} = -jQ\dot{U}$

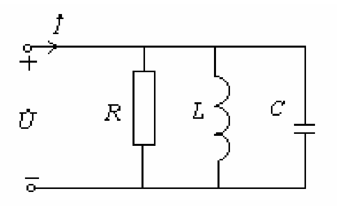
Q 为品质因素：$Q = \dfrac{\rho}{R}$　　若 Q>>1，则 $U_L = U_C = QU \gg U$ ，过电压。

➢ 谐振曲线

Q 越高，谐振电路的选择性越好，但通频带越窄，通频带窄会引起失真现象。

● **并联谐振**

1.　*R*、*L*、*C* 并联：



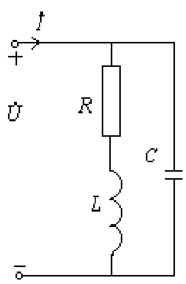
➢ 谐振频率: $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}, f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

➢ 特点:

✓ 电压、电流同相位，电路呈电阻性；

✓ 复导纳 Y 最小，当 U 一定时，电路中电流最小，$Y = Y_0 = \dfrac{1}{R}$；

2．实际 *RL*－*C* 并联电路（线圈与 C 并联）



➢ 谐振条件：$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{1 - \dfrac{CR^2}{L}}$；

➢ 当 $R \to 0$，ω_0 几乎与串联谐振相同；

- 谐振特点：
  - ✓ 电流、电压同相位，电路呈电阻性；
  - ✓ 电流源供电，电路呈高阻抗特性；
  - ✓ $I_C \approx I_L = QI_S$ ，即通过电感或电容等效的电路的电流是总电流的 Q 倍，又称为电流谐振。