

本讲主要内容

一、直流电路的组成和基本定律

二、正弦交流电路

三、三相交流电路

四、万用表的使用方法

五、安全用电常识

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

一、直流电路的组成和基本定律

1. 电路

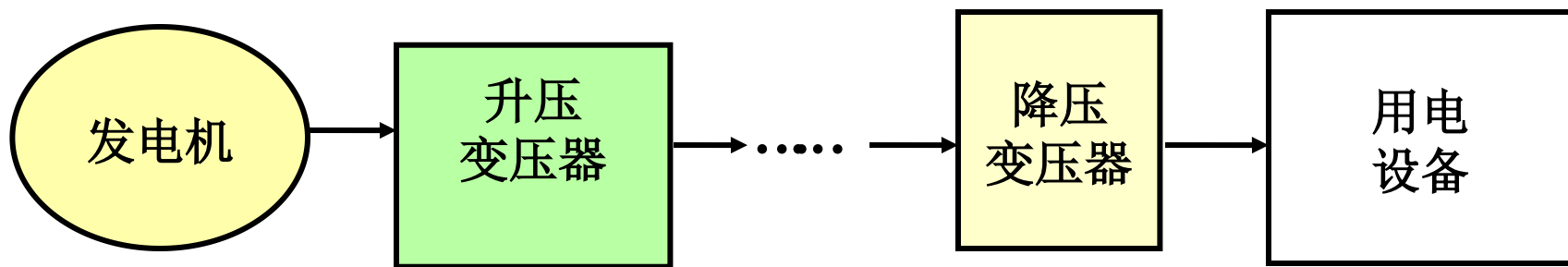
电器元件按照一定的方式组合起来，所构成的电流的通路，叫做电路（Circuit）或称网络（Network）。

所谓电路分析就是给定电路的结构、元件的特性以及独立电源的电压或电流，求出各支路或给定支路的电压或电流。

2. 电路的作用

(1) 传输和转换电能

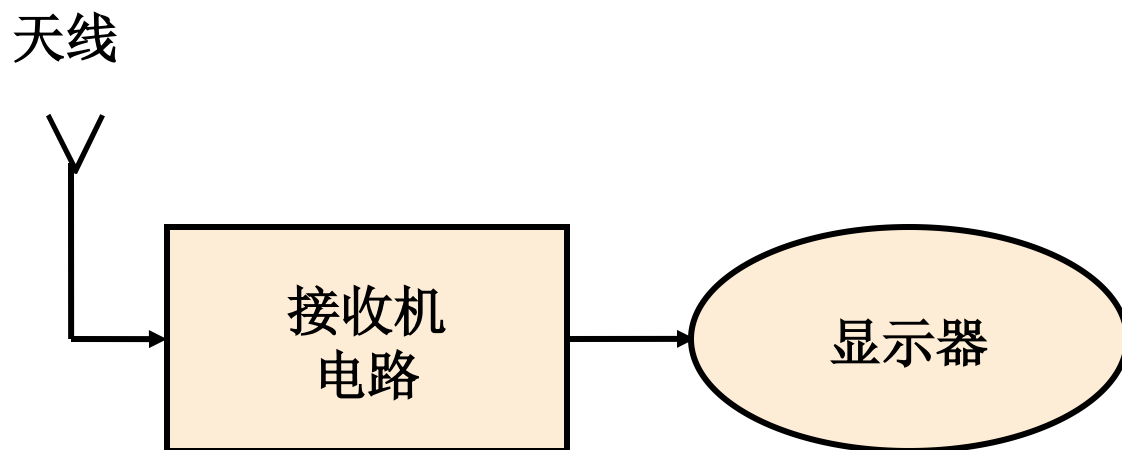
传输电能的电路示意图



传输电能示意图

(2) 传递和处理信号(signal)

电路传递和处理信号示意图：

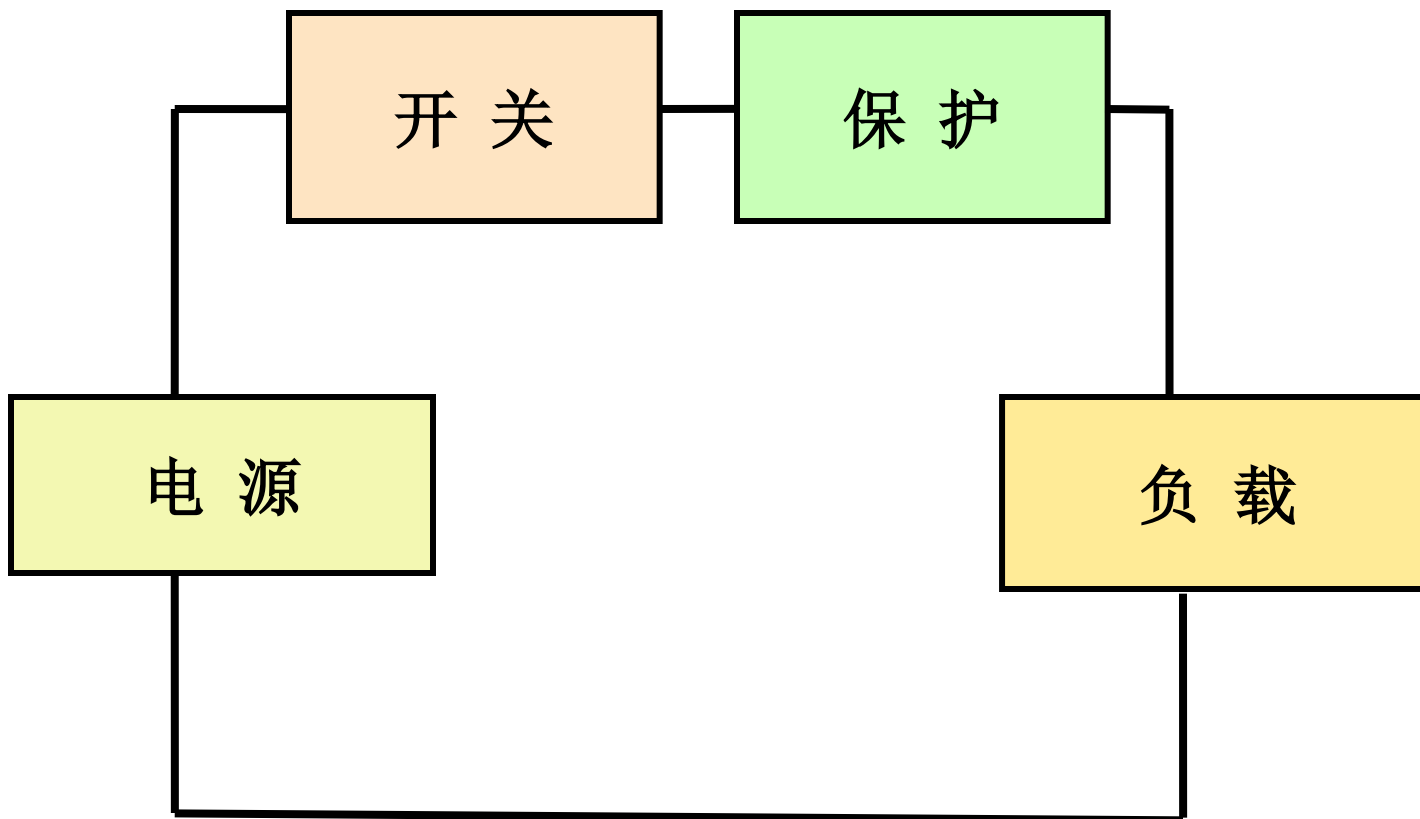


传递和处理信号示意图

(3) 存贮信息

例如计算机的存贮器电路, 存放数据、程序等。

3. 电路的组成



电路的组成框图

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

4. 理想电路

组成电路的实际元件所发生的物理现象是很复杂的，不是理想的，如：

电阻：兼有电感的次要性质。

电容：兼有电阻的次要性质。

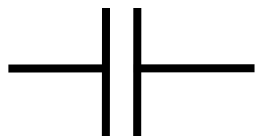
电感：兼有电阻和电容的次要性质。

电源：内阻消耗能量。

为便于对电路进行分析，常常把实际元件加以理想化，忽略其次要性质，用各种元件的主要性质的**模型**加以表示。



电阻



电容



电感

理想元件

理想元件是抽象的**模型**，没有体积，其特性集中在空间的**一点上**，所以又称为“**集总参数元件**”（简称“**集总元件**”）。

淘宝店铺

魅影声光电科技

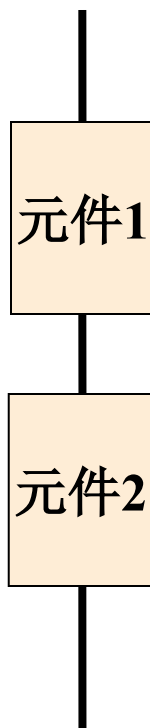
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业。详细的珍珠控制台、老虎控制台、MA控制台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

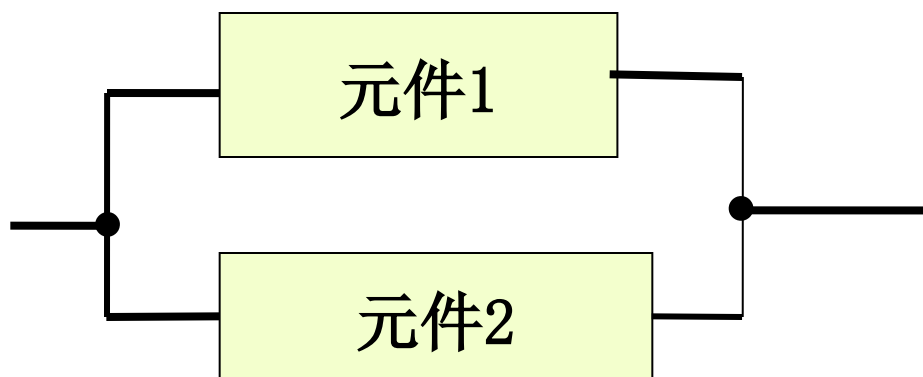
5. 有关电路的几个名词和概念

(1) **串联**：元件首尾相联，中间没有分支。



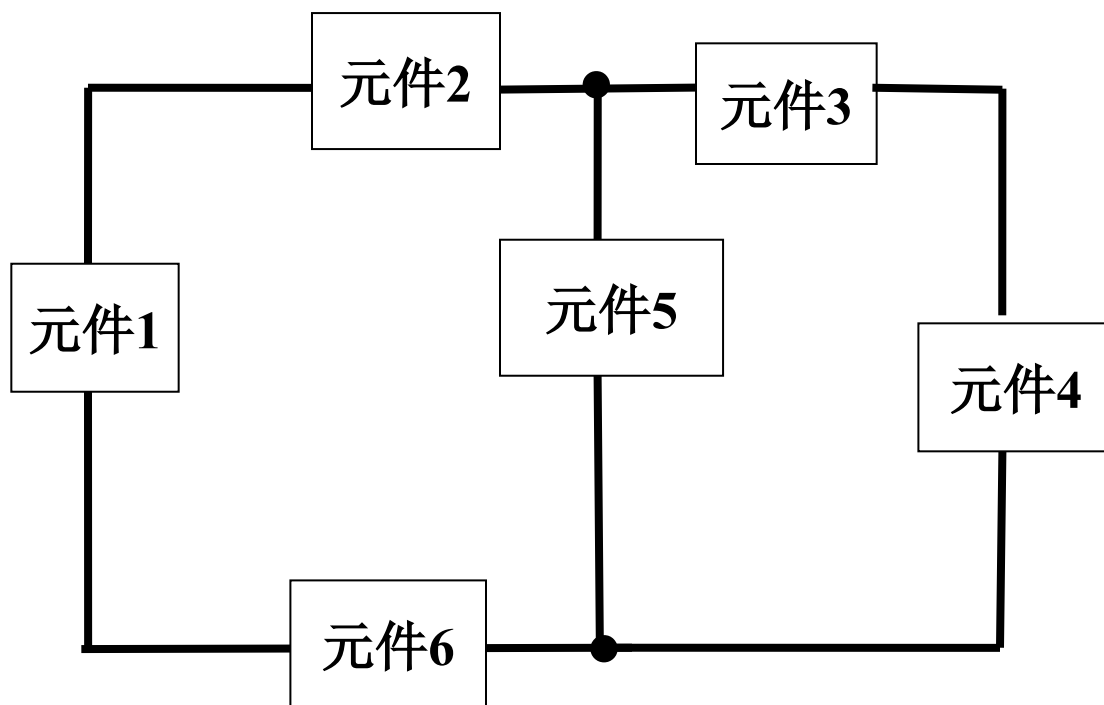
串联电路

(2) 并联：首首相联，尾尾相联。

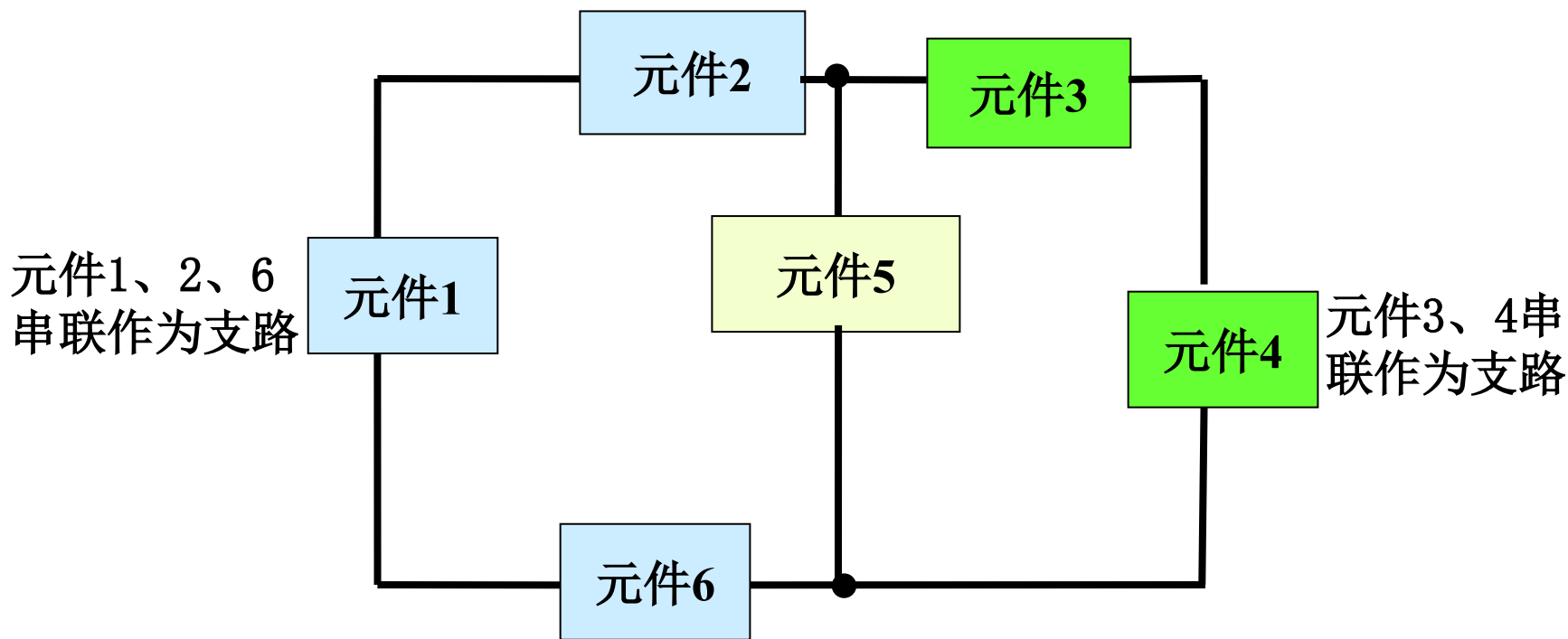


并联电路

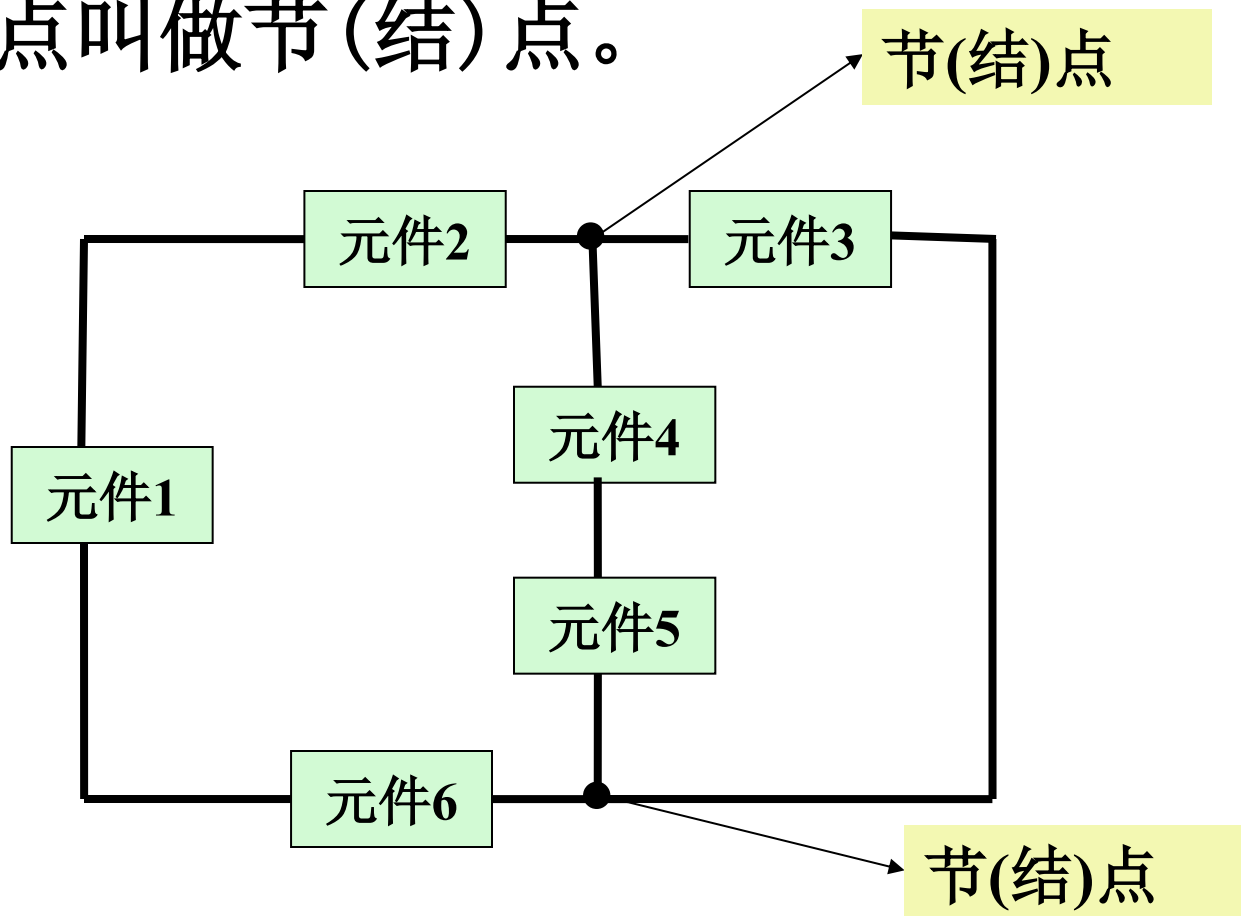
(3) **支路**：每一个二端元件（或电路）叫做一个支路。



在分析电路时，往往把多个元件串联而成的一段看成一条支路。

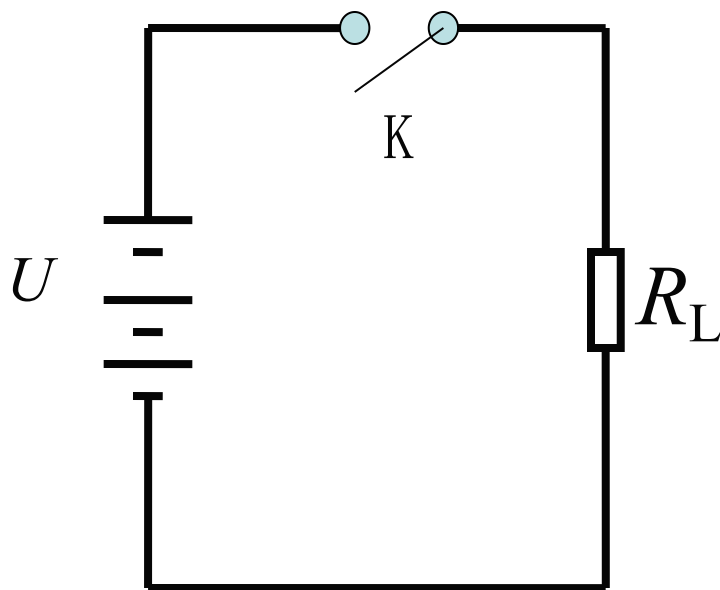


(4) **节(结)点**：两个及两个以上支路的连接点叫做节(结)点。



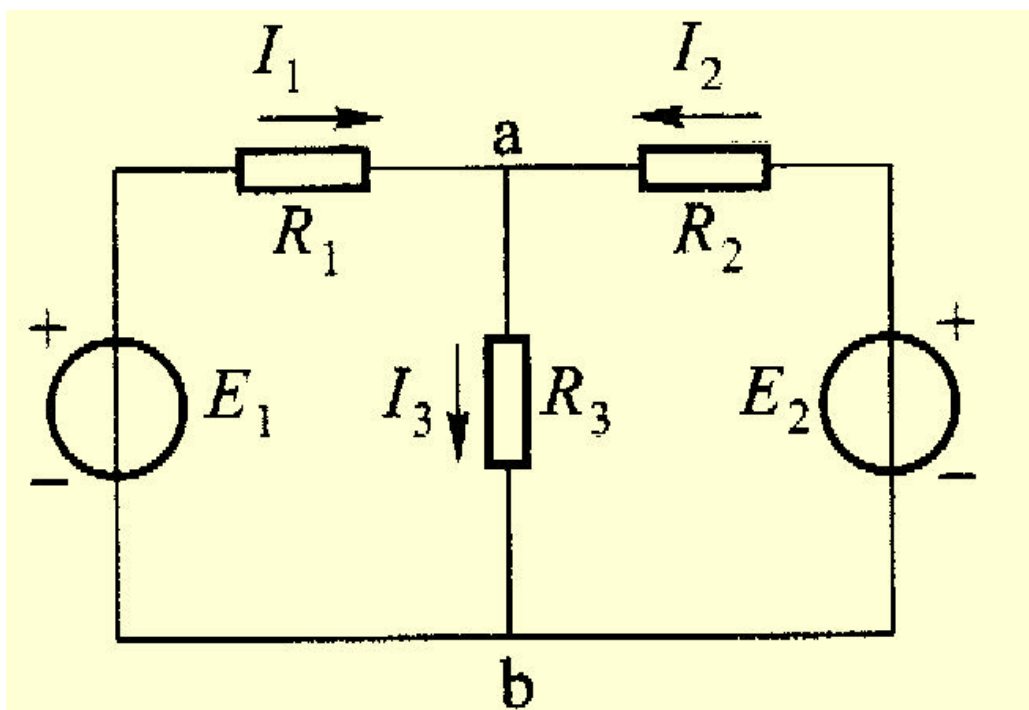
节点

(5) **回路**：由几个支路组成的闭合路径叫做回路。



回路

应用举例：试判断下图有几个结点？几个回路？



淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(6) **电流**：大量电荷有秩序地运动，形成电流。我们把**单位时间内通过导体横截面的电荷量**定义为**电流强度**，用以衡量电流的大小。电流强度简称电流，用*i*（交流）或*I*（直流）表示。

$$I = \frac{Q}{t}$$

习惯上，把正电荷运动的方向规定为电流的正方向。

电流的单位是安培。

1秒（s）内通过导体截面的电荷量为1库仑（C）时，则电流为1安培（A）。

计算小电流时用mA或 μA 。

$$1\text{mA}=10^{-3}\text{A}$$

$$1\mu\text{A}=10^{-3}\text{mA}=10^{-6}\text{A}$$

(7)电压：两点之间的电位差。

电路中a、b点两点间的电压定义为单位正电荷由a点移至b点电场力所做的功。

$$u_{ab} = \frac{W_a - W_b}{q}$$

电压的单位是伏特（V）。

电场力把1库仑（C）的电荷从一点移到另一点时，所作的功若为1焦耳（J），则该两点的电压为1V。

计算或测量低电压时，用毫伏或微伏。

$$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$$

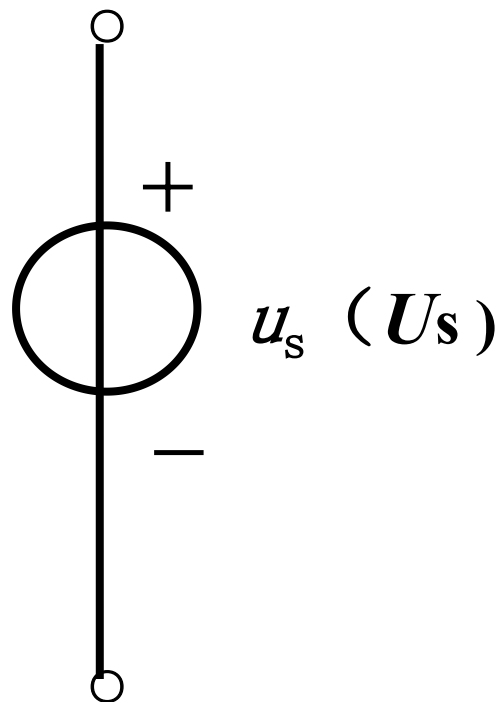
$$1 \mu\text{V} = 10^{-3} \text{ mV} = 10^{-6} \text{ V}$$

(8) 理想电压源与理想电流源

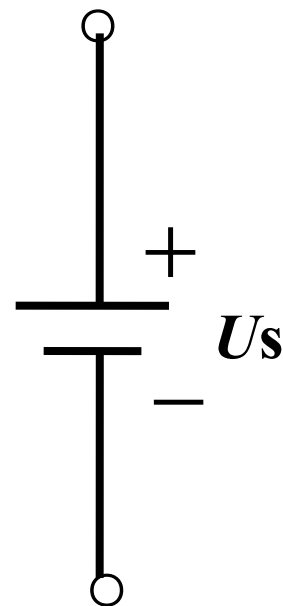
电源是电路中提供能量的元件。常见的有电池和市电，他们都是独立存在的电源。

理想电压源定义：如果一个二端元件接入任一电路后，其两端的电压总能够保持规定值(u_s)，而与流过它的电流大小无关，则称该元件为理想电压源（简称电压源）。

电压源符号:



一般电压源符号



直流电压源符号

电压源符号

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

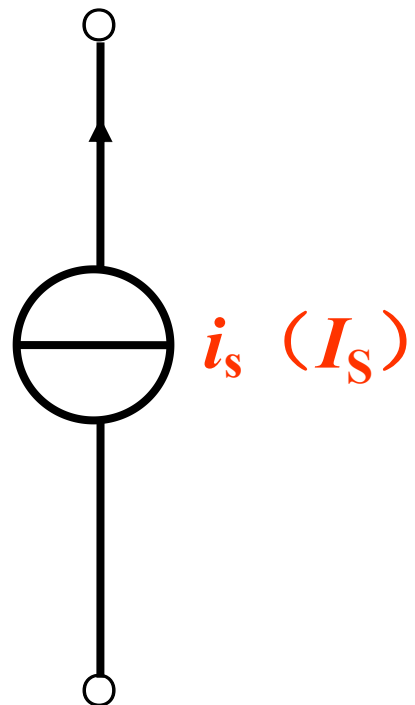
理想电流源

理想电流源定义：如果一个二端元件接入任一电路后由该元件流出的电流总能够保持规定值(i_s)，而与其两端的电压无关，则称此元件为理想电流源(简称电流源)。

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>
超级专业详细的珍珠控制台、老虎控制台、MA控制台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

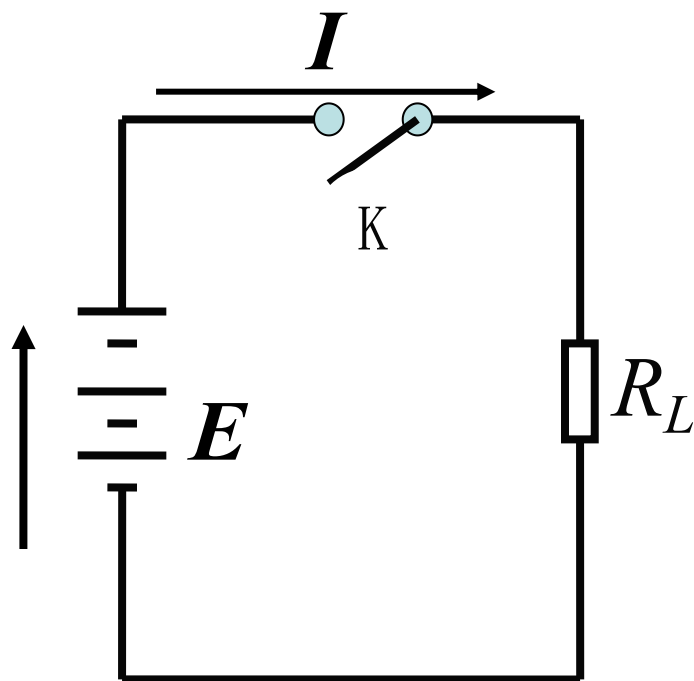
电流源符号:



电流源符号

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>
专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(9) **电动势**: 电动势在数值上等于非静电力把正电荷从负极经电源内部移动到正极时所作的功。



电动势

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

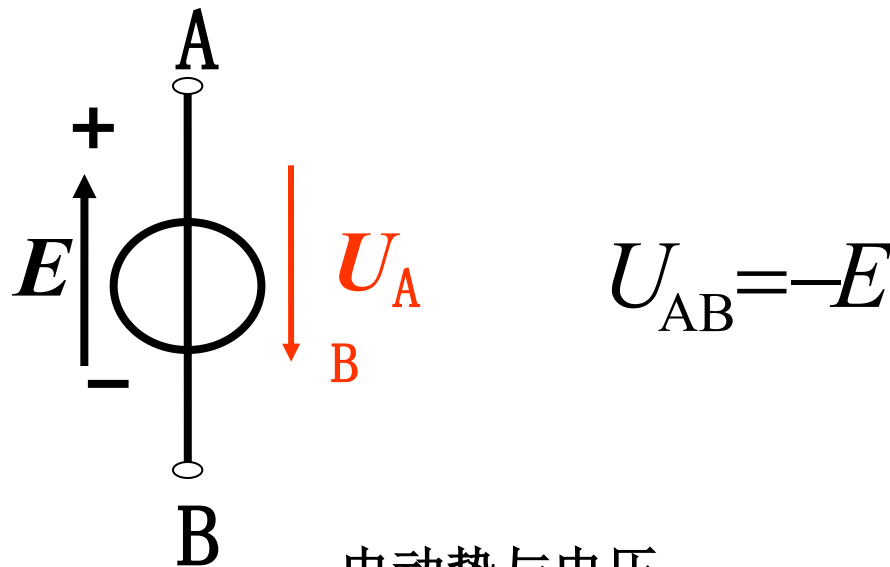
专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

电动势的单位是伏特(V)。

电动势的方向规定为电源内部由低电位指向高电位，即为电位升的方向。

电动势的正方向表示电位升，电压的正方向表示电位降。



电动势与电压

(10) 电功率

电功率的定义：电流在1秒钟内所做的功。

$$P = \frac{W}{t}$$

其中： W 为能量，单位为焦耳（J）；

t 为时间，单位为秒（S）；

P 为功率，单位为瓦特（W）。

淘宝店铺：魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

电路中的功率公式也可以变成电压与电流的乘积形式。

$$P = \frac{W}{t} = \frac{W}{q} \cdot \frac{q}{t} = UI$$

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

根据国际单位制，电压单位为伏特（V），
电流单位为安培（A），功率单位为瓦特
（W），也可以用千瓦（kW）或（mW）表示。

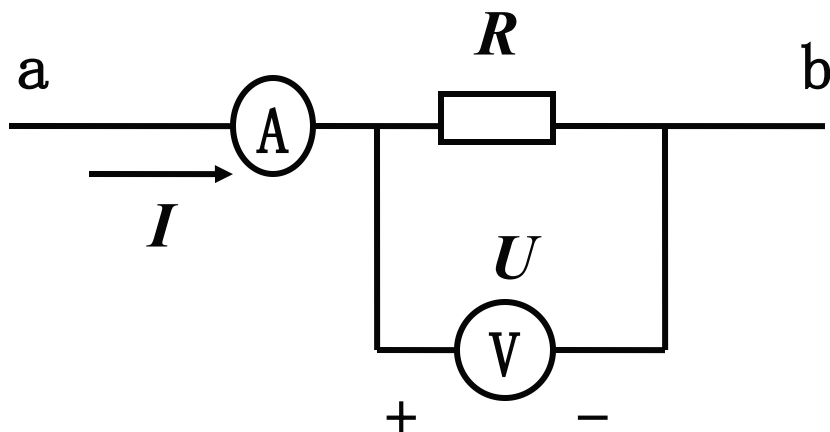
$$1\text{kW} = 10^3 \text{W}$$

$$1\text{mW} = 10^{-3} \text{W}$$

6.欧姆定律

(1) 部分电路欧姆定律

欧姆定律：流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比。



部分电路欧姆定律

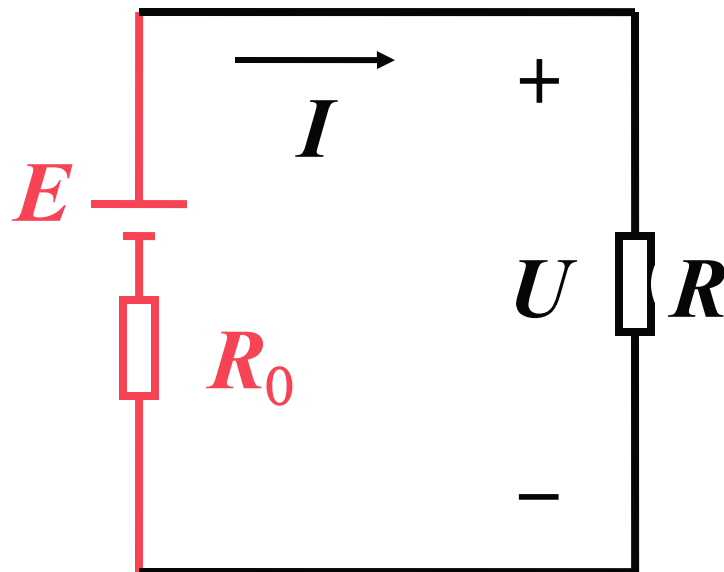
欧姆定律可用下式表示：

$$R = \frac{U}{I}$$

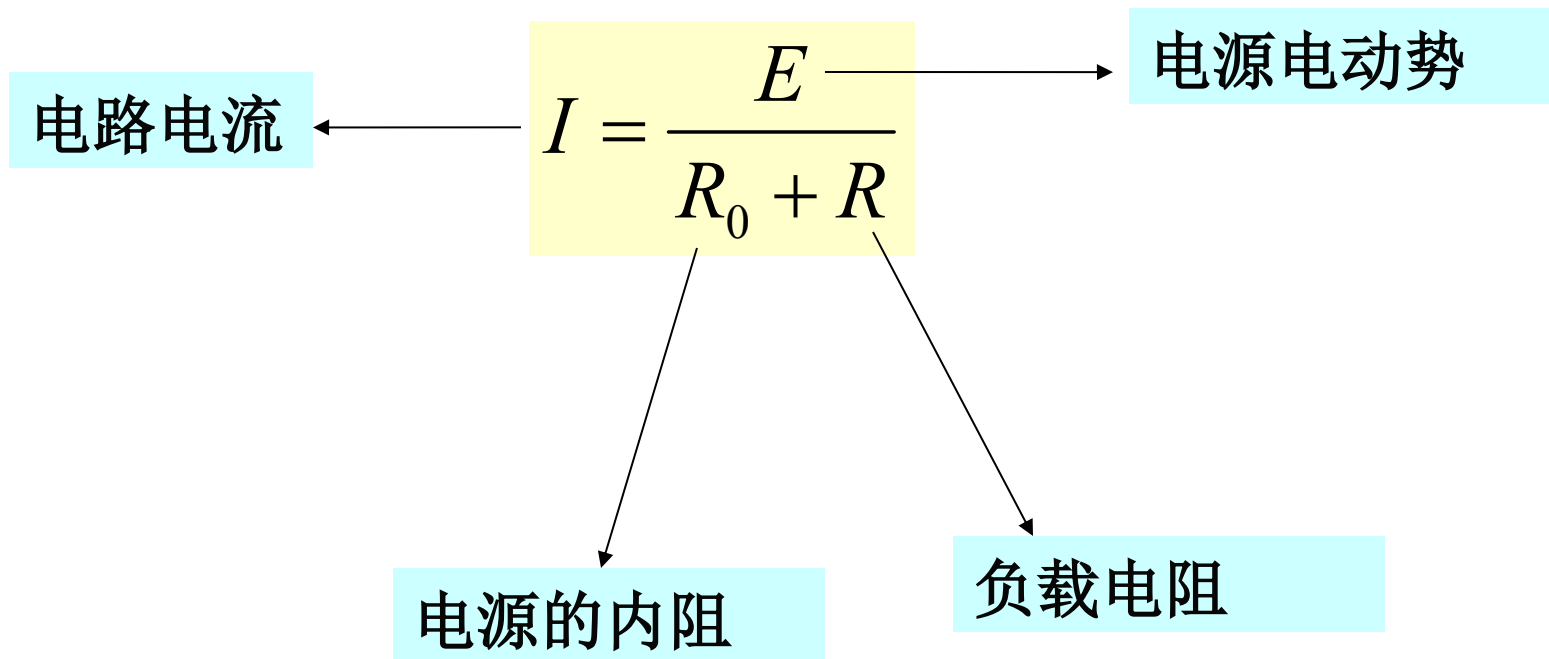
或

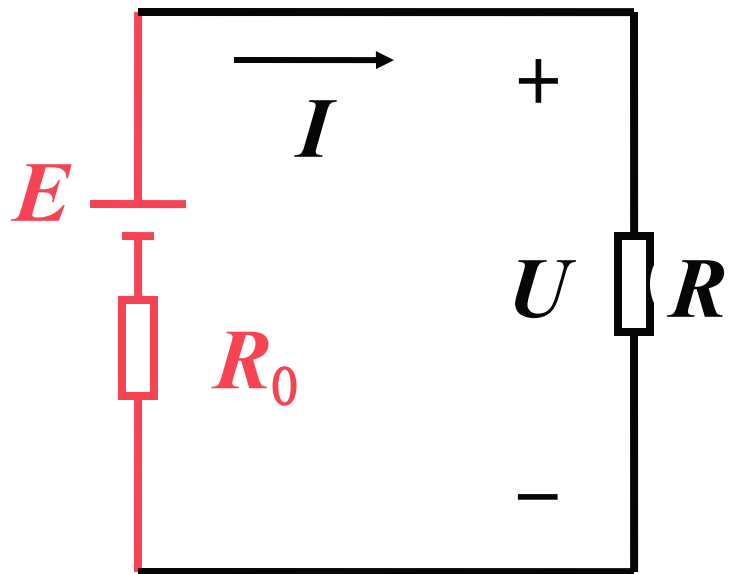
$$U = IR$$

(2) 全电路欧姆定律



全电路欧姆定律





$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$E = I(R_0 + R)$$

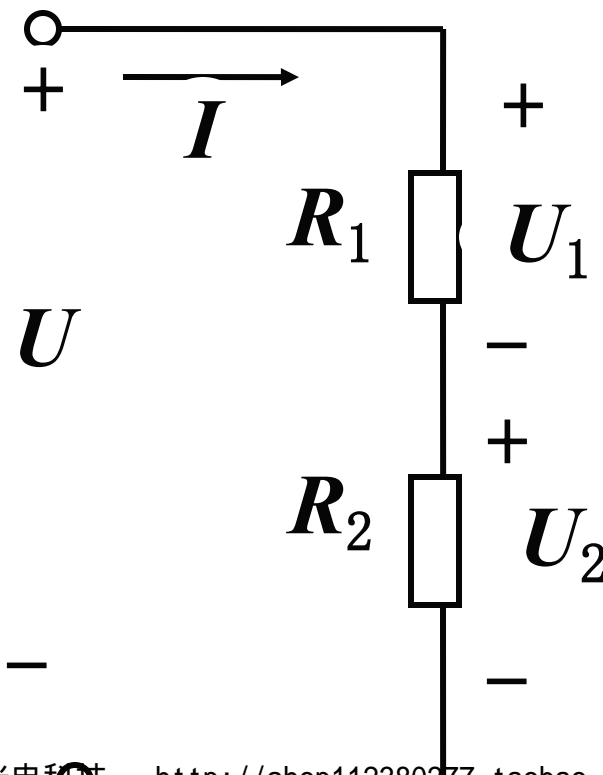
$$= IR_0 + IR \quad U = IR$$

$$E = IR_0 + U \quad U = E - IR_0$$

7. 简单直流电路的计算

(1) 电阻串联电路

串联的概念



淘宝店铺

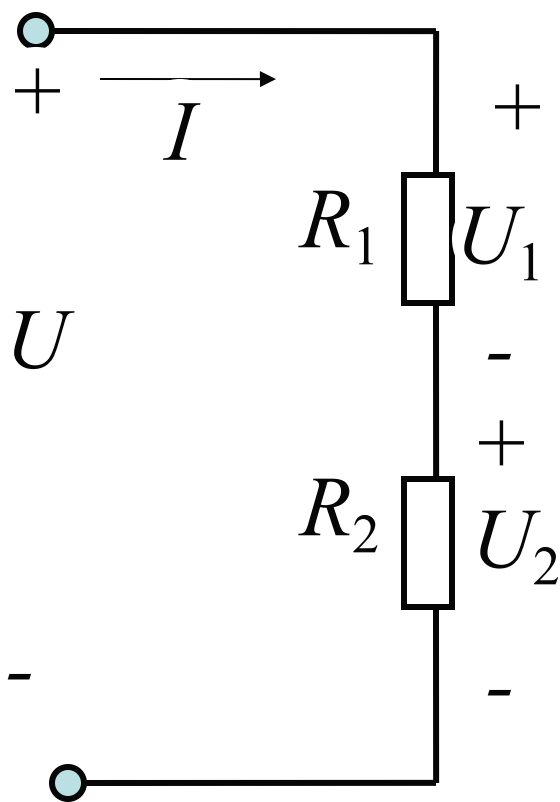
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商 联系QQ8177178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

串联电路的特点



①串联电路中,流过各电阻的电流 I 相等。

②串联电路中, $U=U_1+U_2$ 。

③串联电路中, $R=R_1+R_2$ 。

(4)串联电路中,各电阻两端电压 U_1 、 U_2 与总电压 U 的关系:

$$\text{由于 } \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1 + R_2} = I$$

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$$

分压公式

串联电路中, 各电阻消耗的功率:

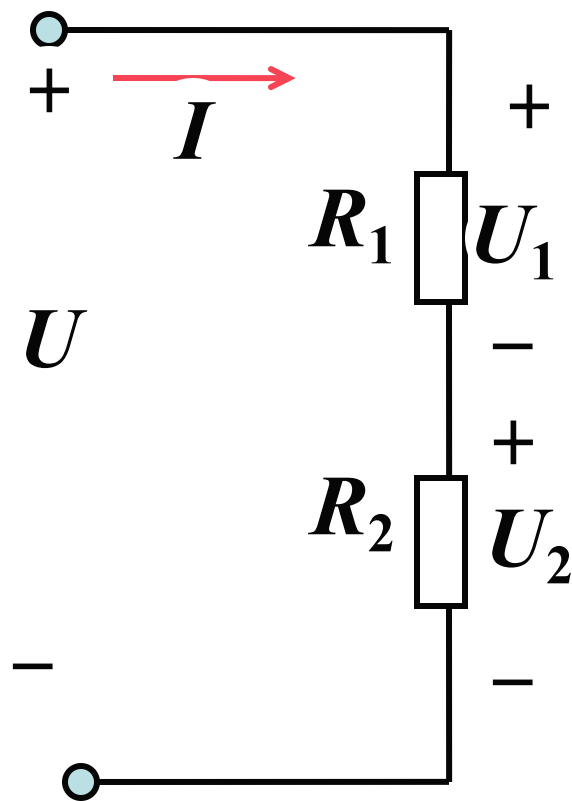
根据: $P = UI = RI^2$

得到:

$$P_1 = R_1 I^2$$

$$P_2 = R_2 I^2$$

$$\begin{aligned} \text{总功率} : P &= P_1 + P_2 \\ &= (R_1 + R_2) I^2 \end{aligned}$$



串联电路的应用

① 获得所需要的大电阻；

② 限制大电流；

③ 分压；

④ 扩大电压表的量程。

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

例1：有人打算将110V100W和110V40W的两只白炽灯串联后接在220V的电源上使用，是否可以？为什么？

解：设100W和40W的白炽灯两端电阻分别为 R_1 和 R_2 ，
根据功率公式：

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

得：

$$R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{110^2}{100} = 121\Omega$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P} = \frac{110^2}{40} = 302.5\Omega \approx 303\Omega$$

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U = \frac{121}{121 + 303} \times 220 = 63V < 110V$$

100W的白炽灯亮度不足。

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U = \frac{303}{121 + 303} \times 220 = 157V > 110V$$

40W的白炽灯会烧毁。

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

例2：一只110V8W的指示灯，现在要接到380V的电源上，问需要串多大的电阻？该电阻的瓦数有多大？

解：根据功率公式：

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} \quad R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{110^2}{8} = 1513\Omega$$

$$\frac{380}{1513 + R_2} \times R_2 = 380 - 110 = 270V$$

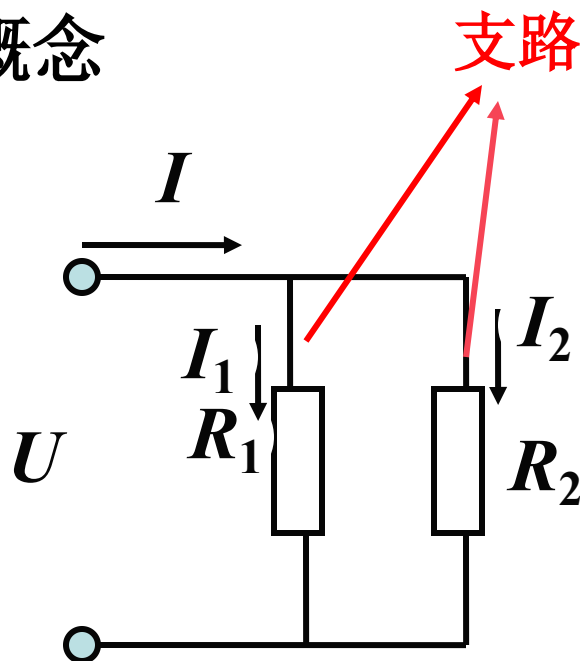
$$380 \times R_2 = 270(1513 + R_2) = 270 \times 1513 + 270 \times R_2$$

$$380 \times R_2 - 270 \times R_2 = 270 \times 1513$$

$$R_2 = \frac{270 \times 1513}{380 - 270} = 3713\Omega \quad P = \frac{U_2^2}{R} = \frac{270^2}{3713} = 19.6W$$

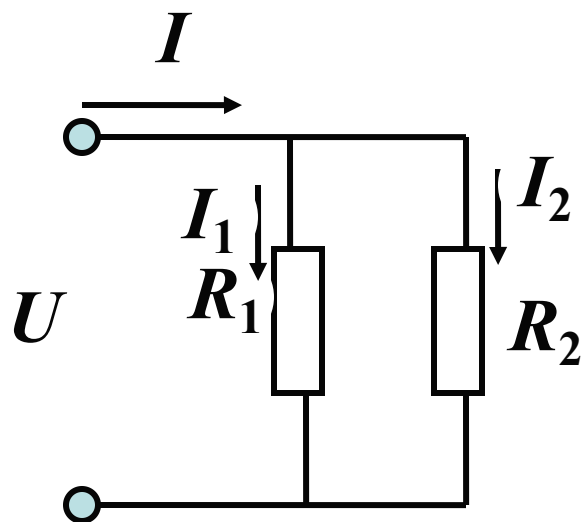
(2)电阻并联电路

并联的概念



电阻并联

并联电路的特点



①并联电路中,各电阻的电压 U 相等。

②并联电路中, $I=I_1+I_2$ 。

③并联电路中,等效 R 为:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

④并联电路中,流过各电阻的电流 I_1 、 I_2 与总电流 I 的关系:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

分流公式

并联电路中, 各电阻消耗的功率:

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2}$$

总功率:

$$\begin{aligned} P &= UI = U(I_1 + I_2) = UI_1 + UI_2 \\ &= P_1 + P_2 \end{aligned}$$

并联电路的应用

- (1) 获得所需要的小阻值电阻;
- (2) 增大电路电流和功率;
- (3) 分流;
- (4) 扩大电流表的量程。

例3:有一个最大量程为1mA的表头, 其线圈内阻 $R_g=1k\Omega$, 若将其扩大成能够测量2.5A电流的电流表, 试求需并联多大的限流电阻 R ?

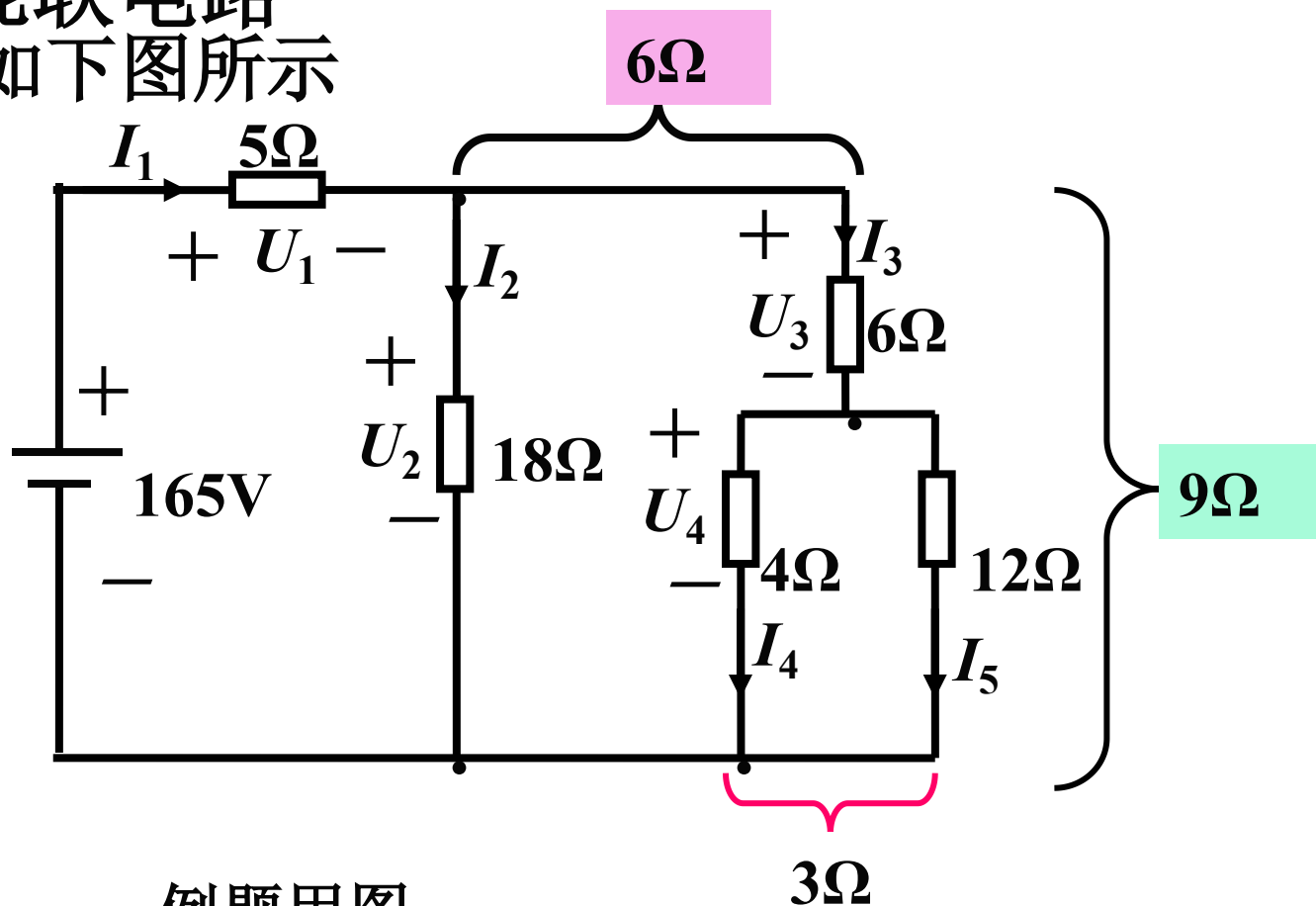
解: 流过限流电阻的电流为:

$$I_R = I - I_g = 2.5A - 0.001A = 2.499A$$

$$R = \frac{I_g R_g}{I_R} = \frac{1 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^3}{2.499} \approx 0.4\Omega$$

(3) 电阻混联电路

例4：电路如下图所示



例题用图

试求各支路的电流与电压。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

电阻混联电路的分析步骤：

①化简电路；

②求总电流；

③按要求计算各支路电流。

(2) 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律(KCL)

表述一:在任一瞬间,流入任一节点的电流之和必定等于从该节点流出的电流之和。

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad \text{所有电流均为正。}$$

表述二:在任一瞬间,通过任一节点电流的代数和恒等于零。

$$\sum I = 0 \quad \text{可假定流入节点的电流为正,流出节点的电流为负;也可以作相反的假定。}$$

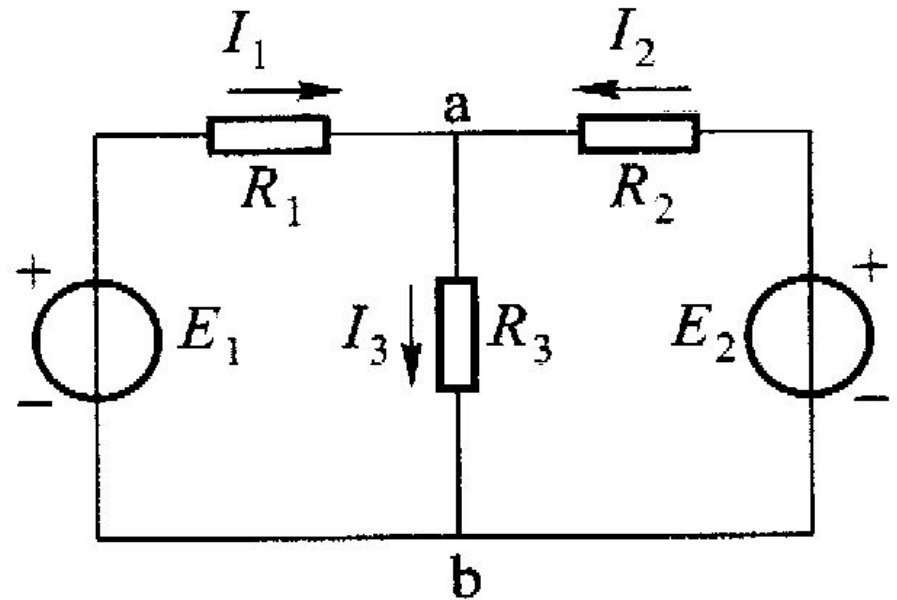
电流正负号的确定：

规定：流入节点（向着节点）的电流取正号，流出节点（背着节点）的电流取负号。

右图的电流可以写成：

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

（电流彼此约束）



基尔霍夫电压定律(KVL)

表述一：在任一瞬间，在任一回路上的电位升之和等于电位降之和。

$$\sum U_{\text{升}} = \sum U_{\text{降}} \quad \text{所有电压均为正。}$$

表述二：在任一瞬间，沿任一回路电压的代数和恒等于零。

$$\sum U = 0 \quad \text{电压参考方向与回路绕行方向一致时取正号，相反时取负号。}$$

淘宝店铺

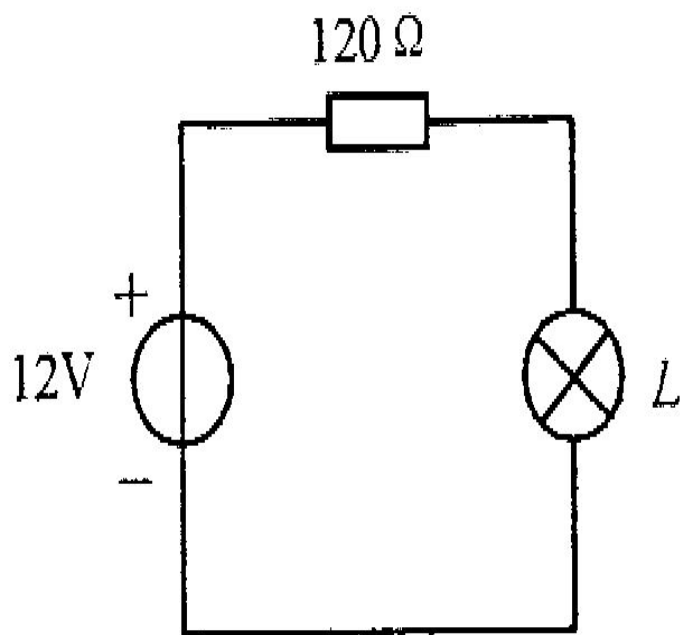
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

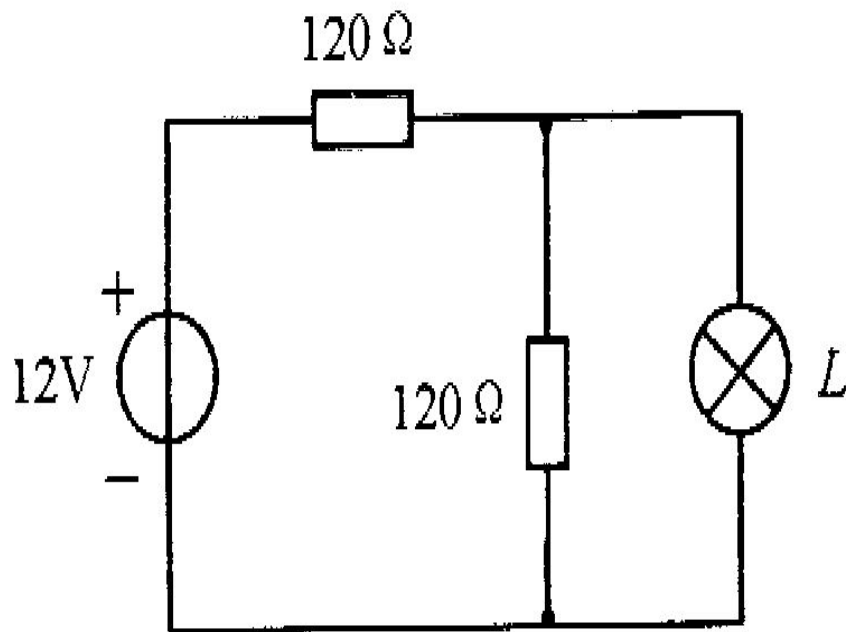
专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

练习题 下图电路中，L为指示灯，其额定电压为6V，额定电流为50mA，其余参数如图所示，试判断哪个电路能正常工作？说明理由。



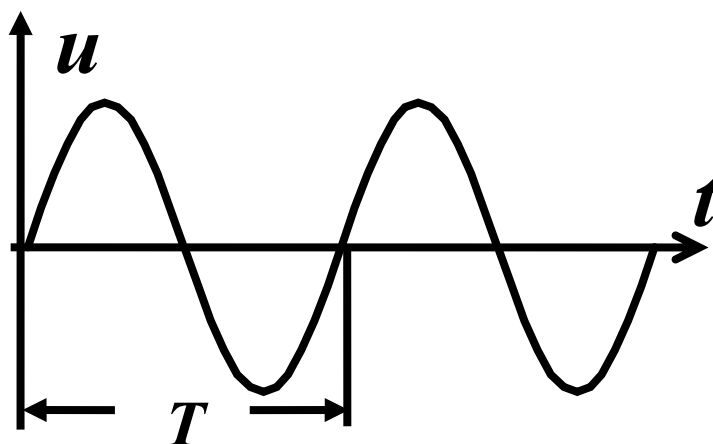
图A

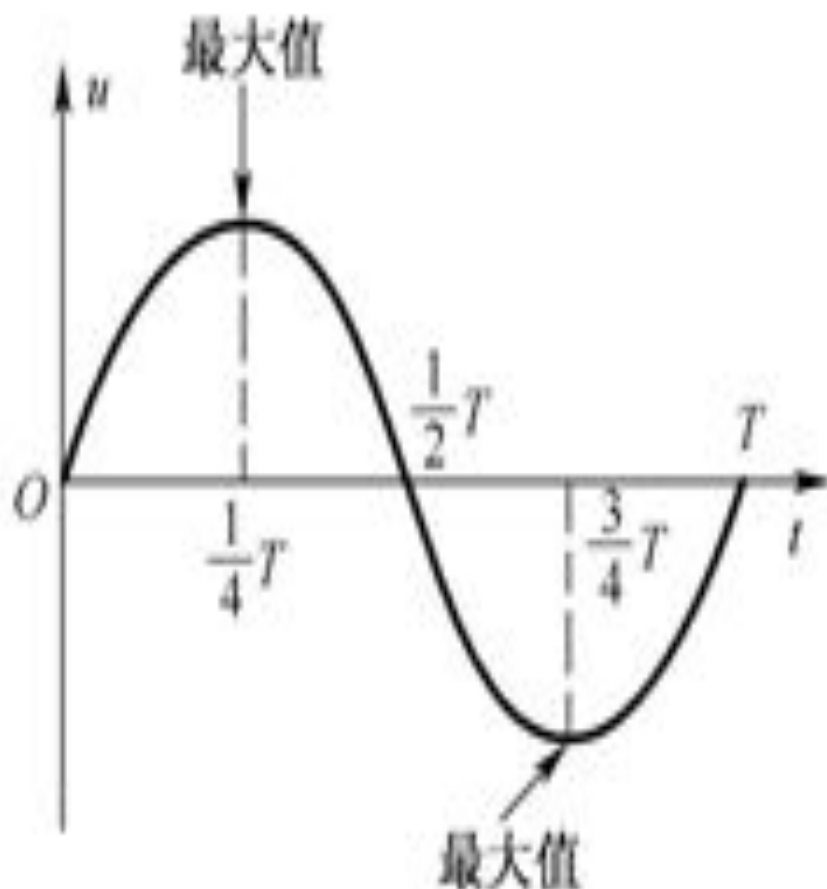


图B

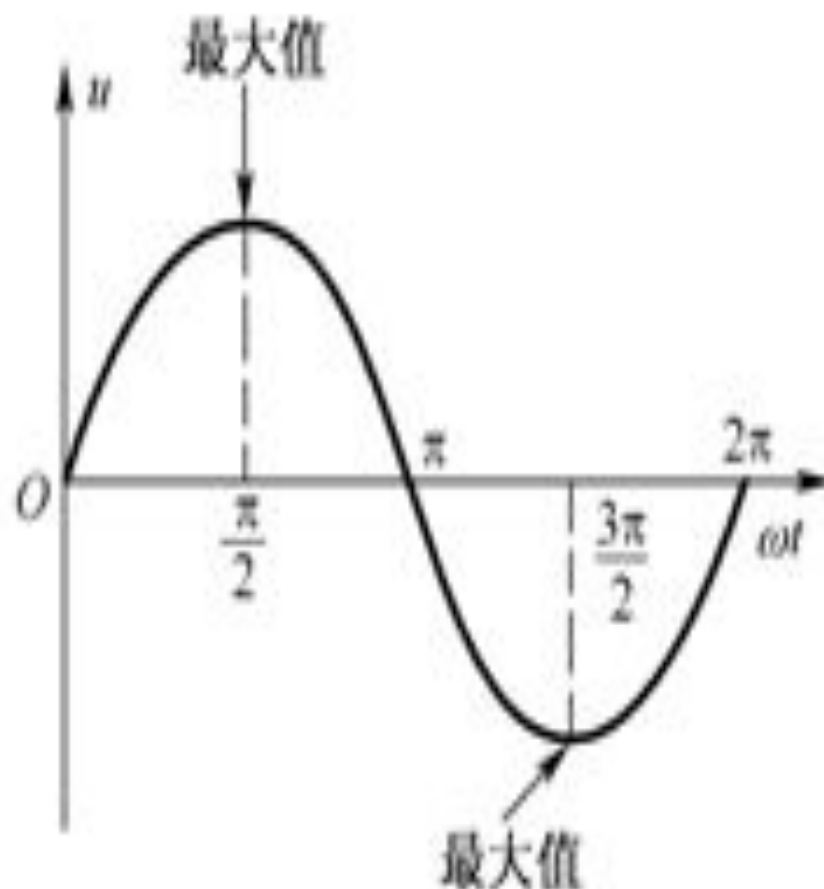
二、正弦交流电路

交流电，简称“交流”。一般指大小和方向随时间作周期性变化的电压或电流。它的最基本的形式是正弦电压或电流。



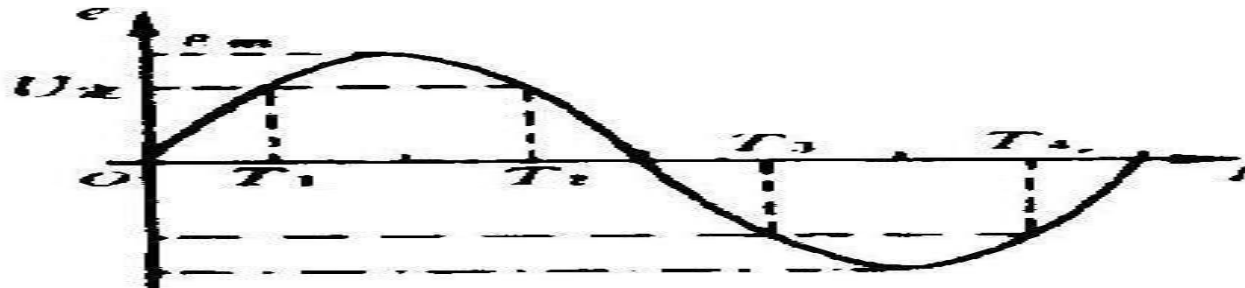
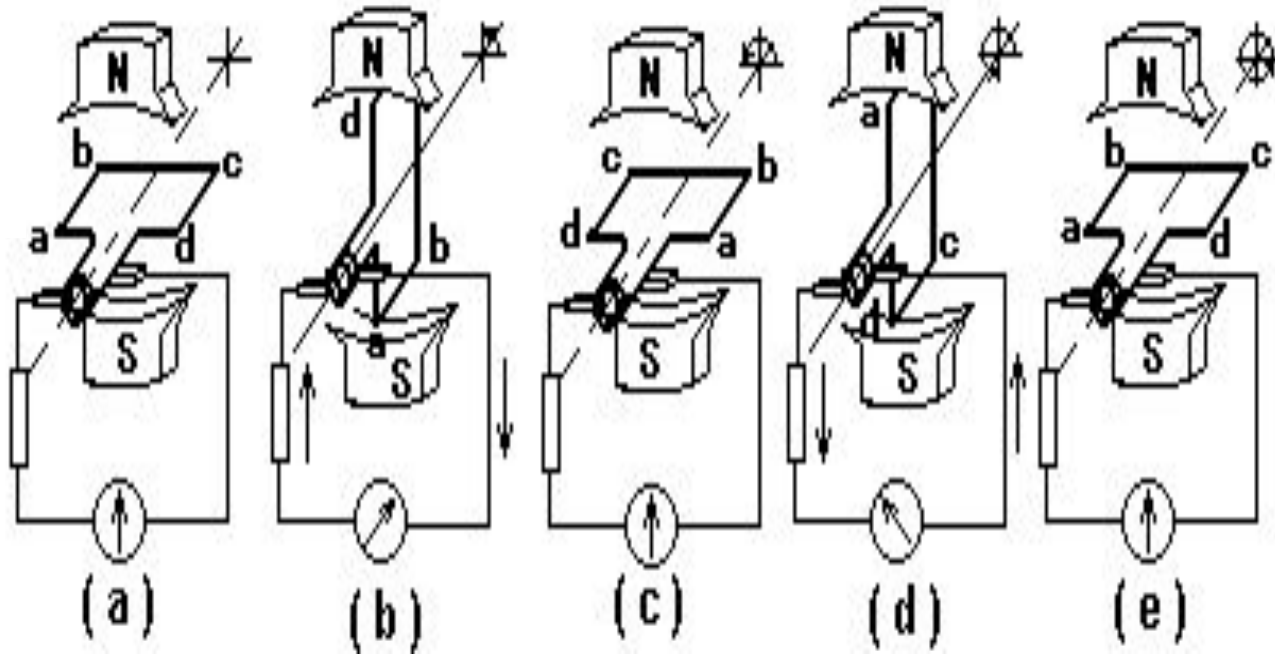


(a) 以 t 为横坐标



(b) 以 ωt 为横坐标

1. 正弦交流电的产生



淘宝店铺

魅影声光电科技

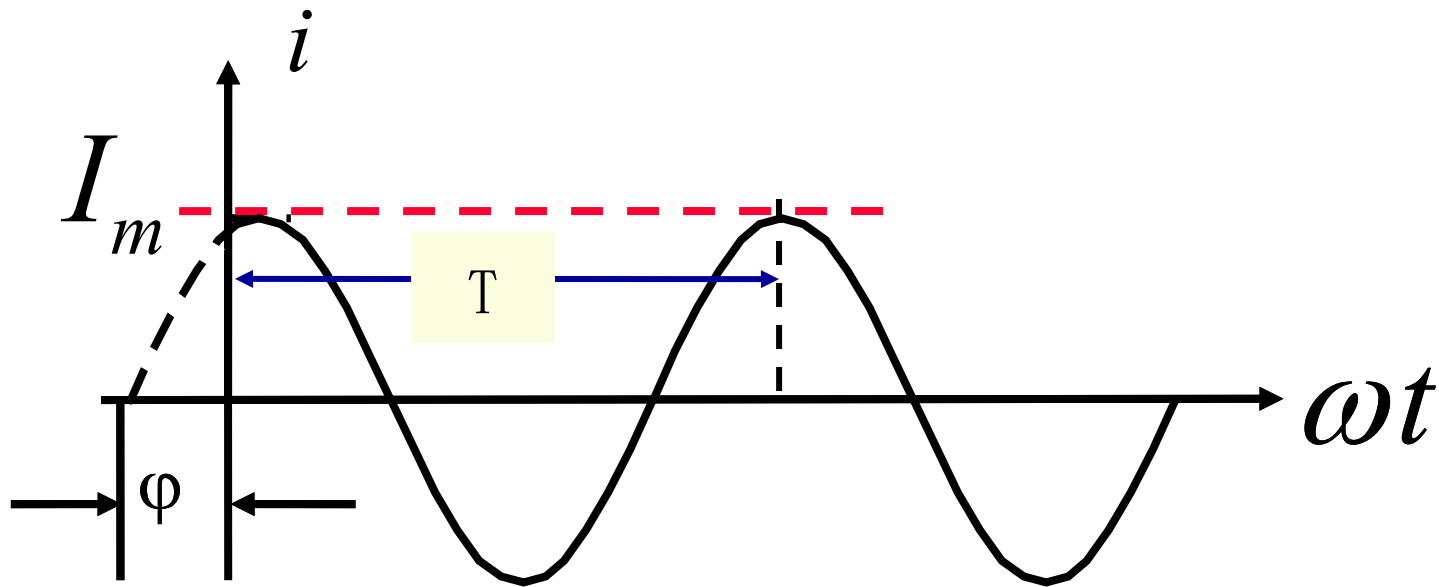
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商 联系QQ33311266 更多资源请到陆灯光音响学习网 <http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSTWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

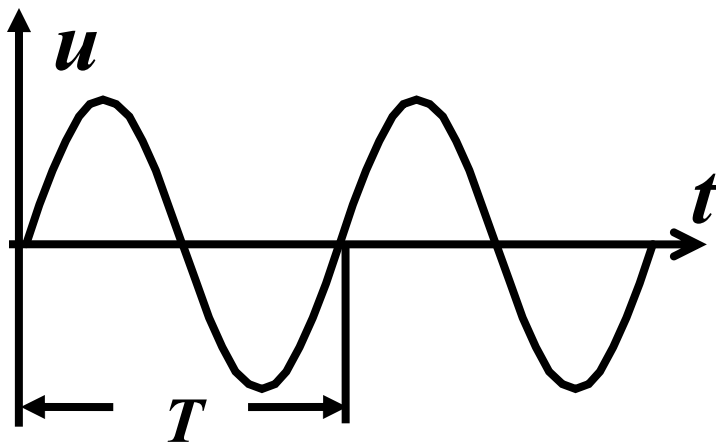
2.正弦交流电的几个概念

(1) 瞬时值；正弦交流电在任一瞬时的值。



(2) 有效值：电流的有效值是从电流的热效应来规定的。不论是周期变化的电流还是直流，只要它们在相等的时间内通过同一电阻而两者的热效应相等，就把它们的安培值看作是相等的。就是说，某一周期电流（ i ）通过电阻（ R ）在一个周期内产生的热量，和另一个直流电流（ I ）通过同样大小的电阻在相等的时间内产生的热量相等，那么这个周期电流的有效值就等于这个直流电流。

交流电通过某电阻在一周期内产生焦耳热，与某恒定电流通过同一电阻在相同时间内产生的焦耳热相等，恒定电流的值就是该交流电的**有效值**。用大写字母 U 或 I 表示电压或电流。



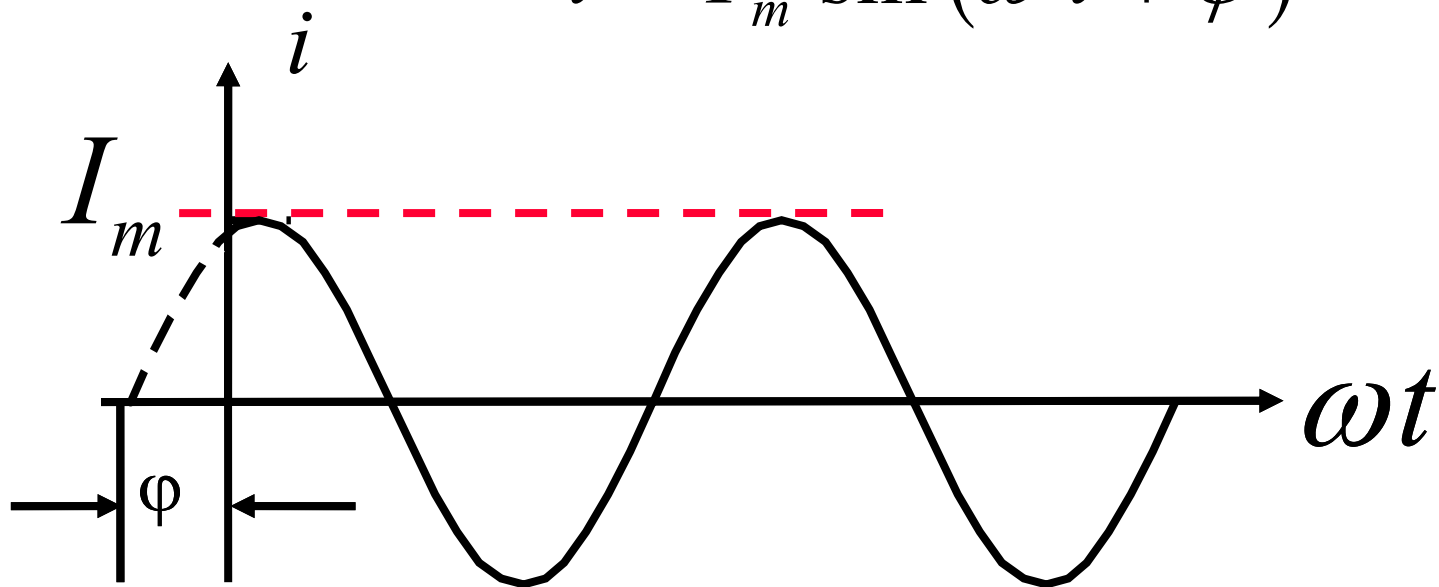
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

(3) 正弦交流电的三要素：

- ①振幅；
- ②频率；
- ③初相位。

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$



正弦交流电三要素

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

①振幅

振幅在交流电中常称为峰值，表示交流电随时间变化的最大幅度。

②频率和角频率

频率表示1秒内交流电循环变化的次数。

$$f = \frac{1}{T}$$

频率的单位是赫兹(Hz)

$$1\text{kHz} = 10^3 \text{Hz}$$

$$1\text{MHz} = 10^3 \text{kHz} = 10^6 \text{Hz}$$

交流电每1秒所经历的电角度叫角频率，用 ω 表示。

$$\omega = 2\pi f$$

单位：弧度/秒 (rad/s)

③初相位和相位

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$$

初相位 φ 则决定了交流电简谐量在初始时刻的状态，即初始时刻交流电量值的大小、极性的正负和变化的趋势。

$(\omega t + \varphi)$ 称为相位。

例5:

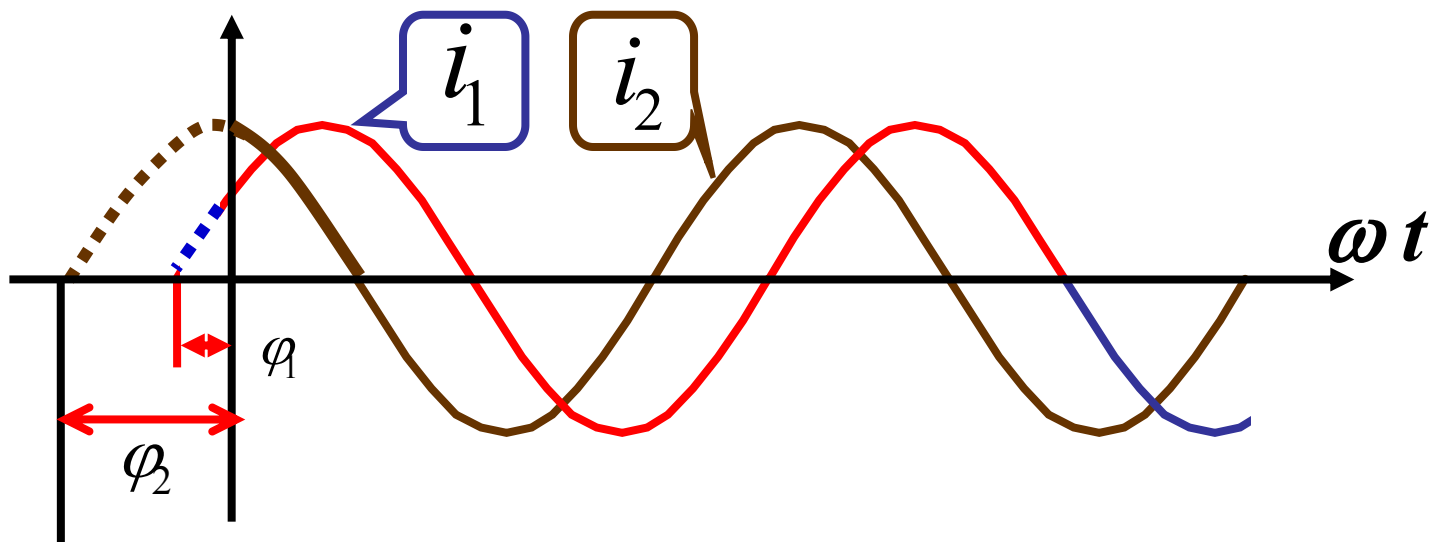
已知 $f = 50\text{Hz}$, 试求周期 T 和角频率 ω 。

解:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\text{Hz}} = 0.02\text{s} = 20\text{ms}$$

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 50 = 314\text{rad/s}$$

3. 两个同频率正弦交流电的相位关系



两个正弦的相位差

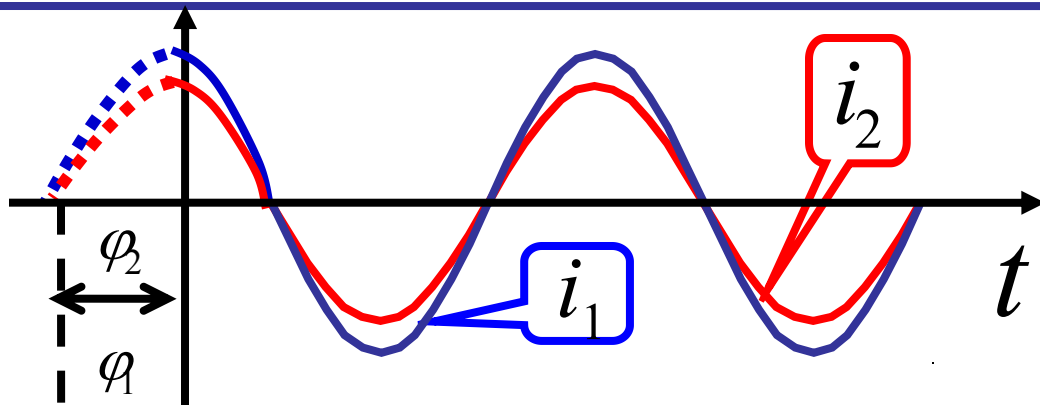
$$i_1 = I_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \varphi_2)$$

相位差： $(\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$

两种正弦信号的关系

同
相
位

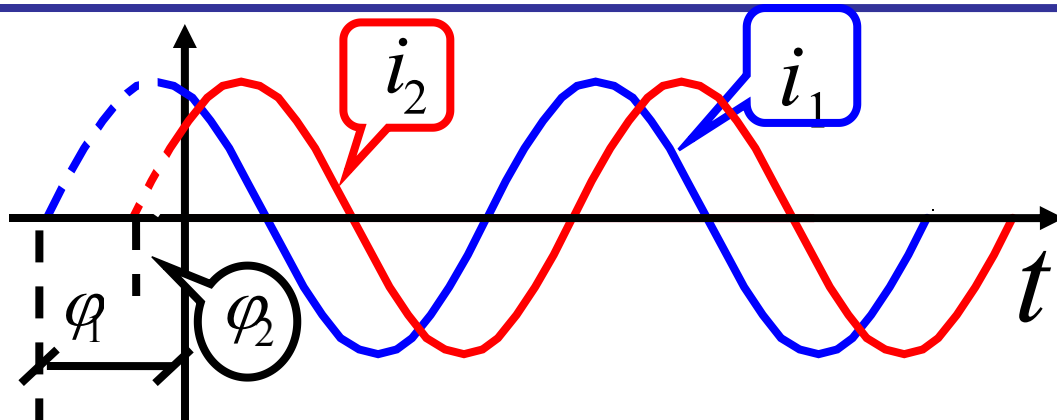


$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 = 0$$

i_1 与 i_2 同相位

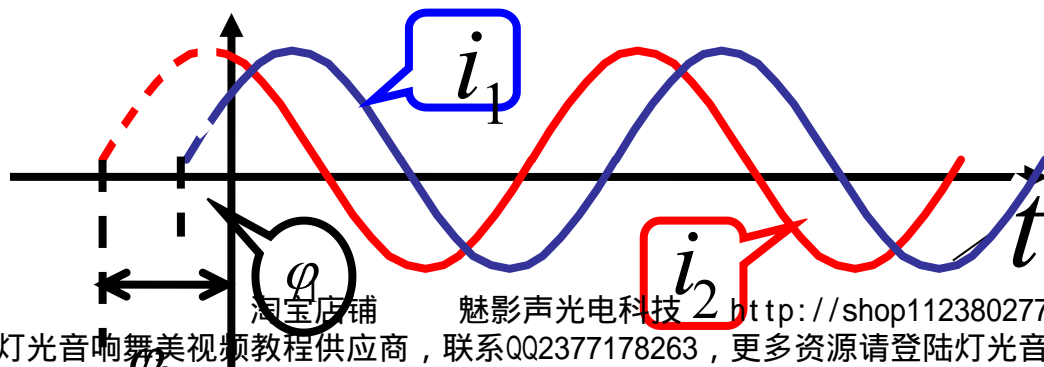
相
位
超
前



$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 > 0$$

i_1 超前于 i_2

相
位
滞
后



$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 < 0$$

i_1 滞后于 i_2

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

小常识

*** 电网频率：** 中国 50 Hz
美国、日本 60 Hz

*** 有线通讯频率：** 300 - 5000 Hz

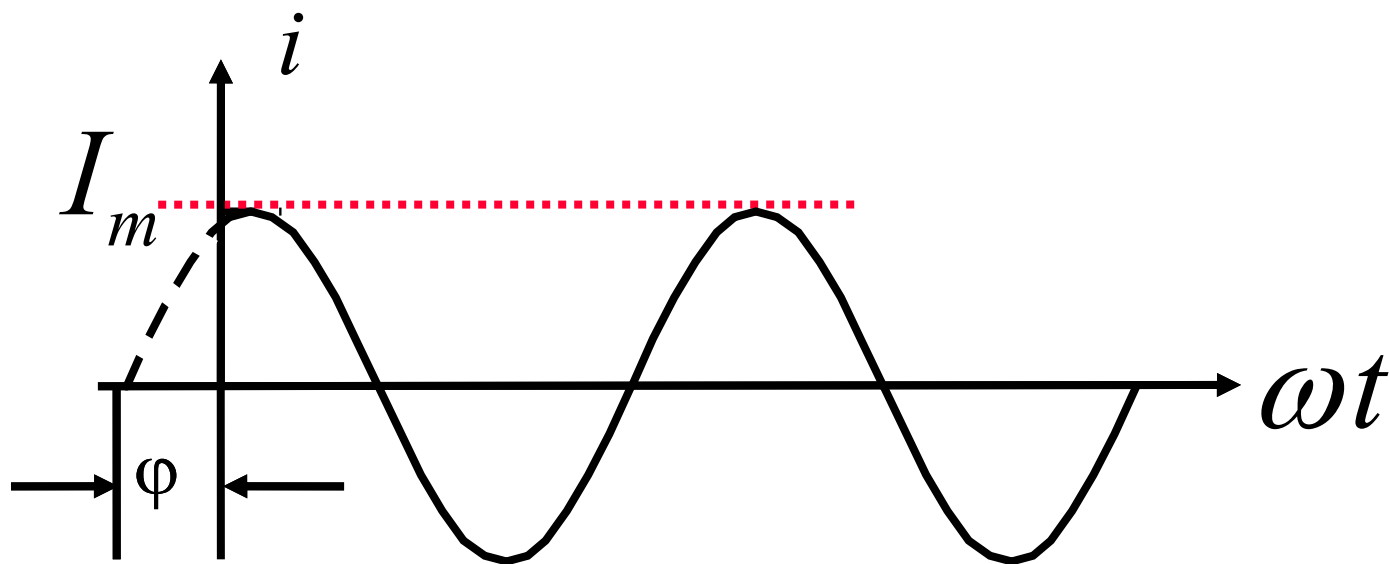
*** 无线通讯频率：** 30 kHz - 3×10^4 MHz

4. 正弦交流电的表示法

(1) 解析法

$$\left. \begin{aligned} e &= E_m \sin(\omega t + \varphi) \\ i &= I_m \sin(\omega t + \varphi) \\ u &= U_m \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned} \right\}$$

(2) 图解法



正弦波图解表示法

符号说明

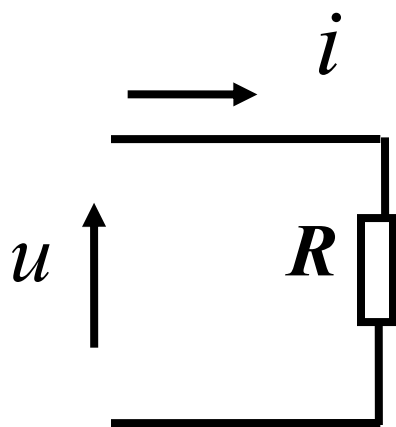
瞬时值 --- 小写 u 、 i

有效值 --- 大写 U 、 I

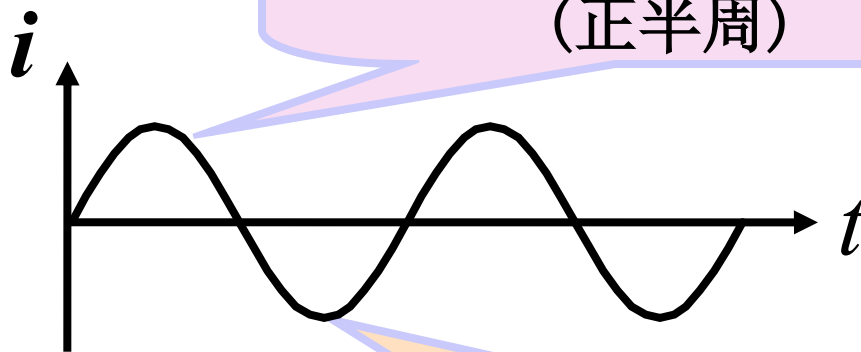
最大值 --- 大写+下标 U_m 、 I_m

5. 纯电阻电路

(1) 电流、电压间的数量关系

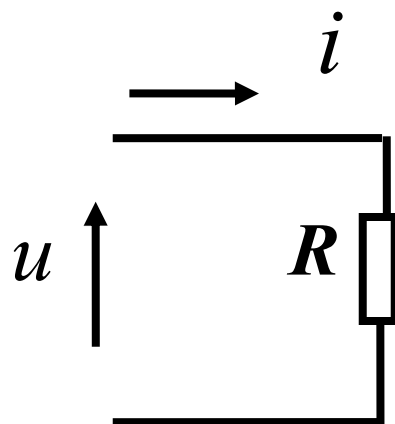


纯电阻电路



实际方向和假设方向一致
(正半周)

实际方向和假设方向相反



$$R = \frac{u}{i} \quad \text{或} \quad I = \frac{U}{R}$$

两边同乘以 $\sqrt{2}$

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

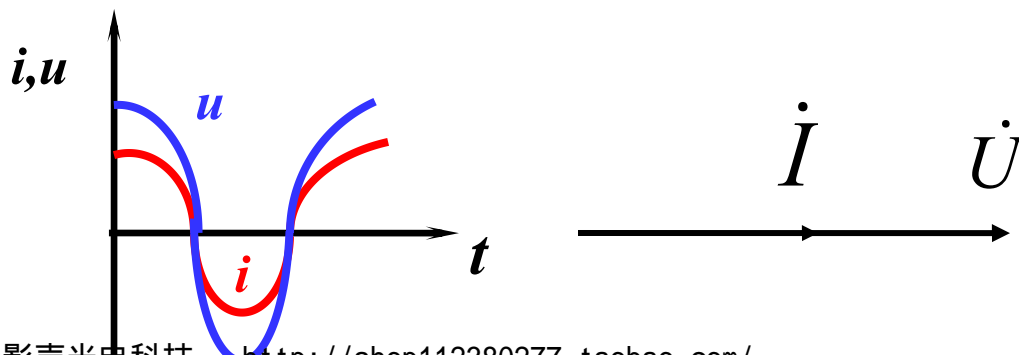
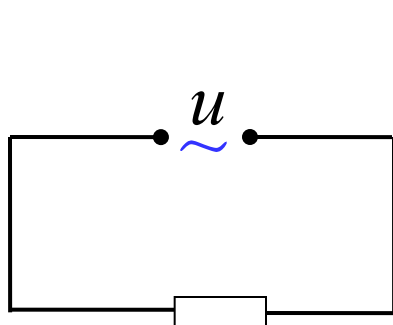
(2) 电流、电压间的相位关系

把电压 $u_R = U_{Rm} \sin \omega t$ 加在电阻 R 的两端。通过电阻的电流为

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_{Rm}}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

$I_m = U_m / R$ 是电流的峰值。得到 $\varphi_u - \varphi_i = 0$

纯电阻两端的电压与通过其中的电流同相位。



(3) 电路的功率

设流过电阻元件的电流为： $i_R = I_m \sin \omega t$ (A)

其电阻两端电压为： $u_R = U_m \sin \omega t$ (V)

则瞬时功率为：

$$\begin{aligned} p &= U_m \sin \omega t \cdot I_m \sin \omega t = U_m I_m \sin^2 \omega t \\ &= \sqrt{2} U_R \sqrt{2} I_R \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} \\ &= U_R I - U_R I \cos 2\omega t \\ &= U_R I (1 - \cos 2\omega t) \end{aligned}$$

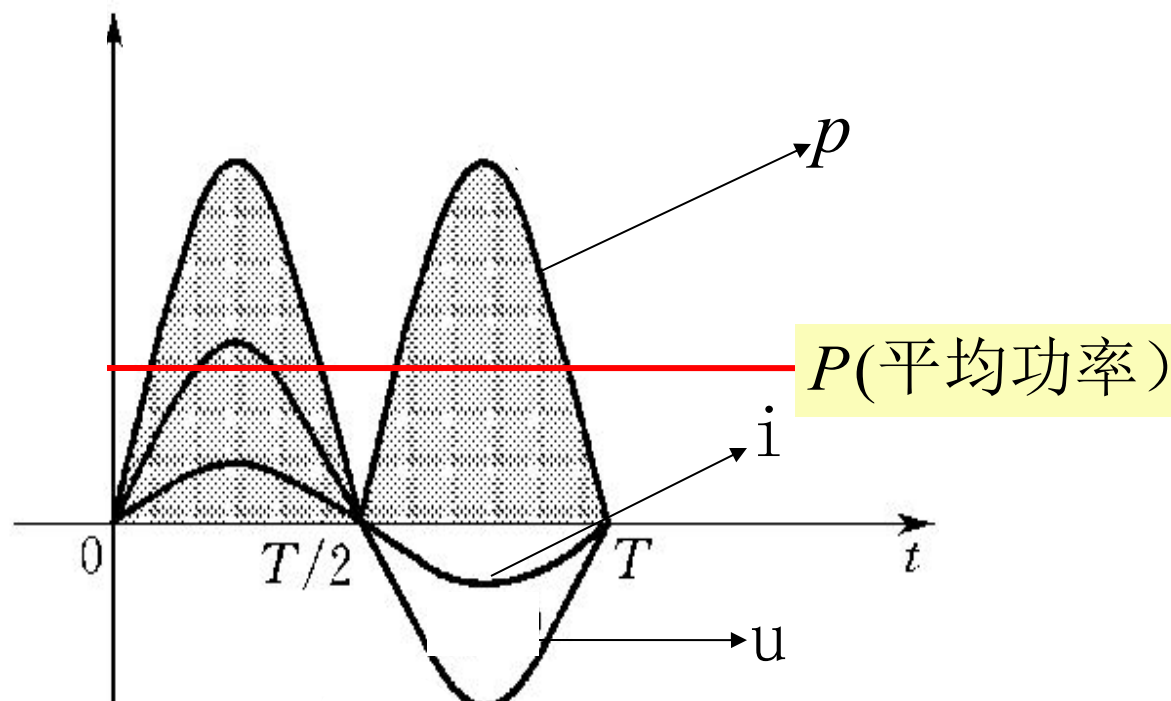
淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

由于 $\cos 2\omega t \leq 1$,故此

$$p = U_R I (1 - \cos 2\omega t) \geq 0$$



淘宝店铺

魅影声光电科技

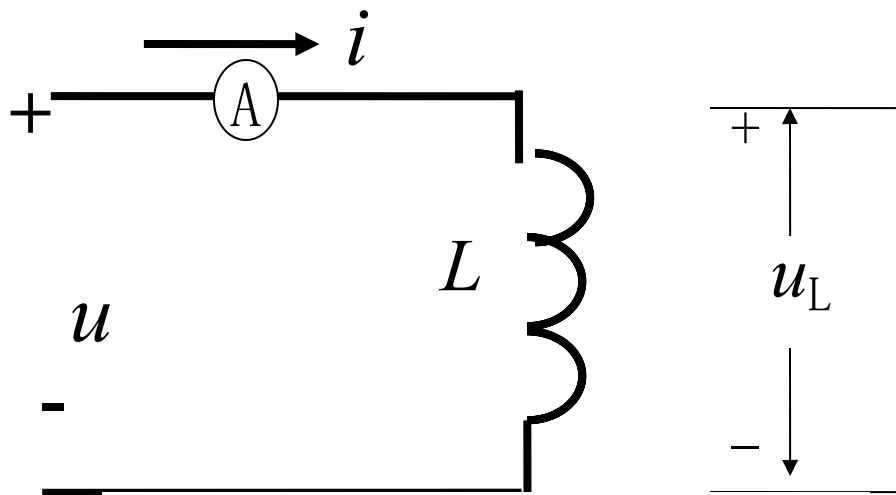
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ27171263 舞美音响灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSTWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

6. 纯电感电路

(1) 电流、电压间的数量关系



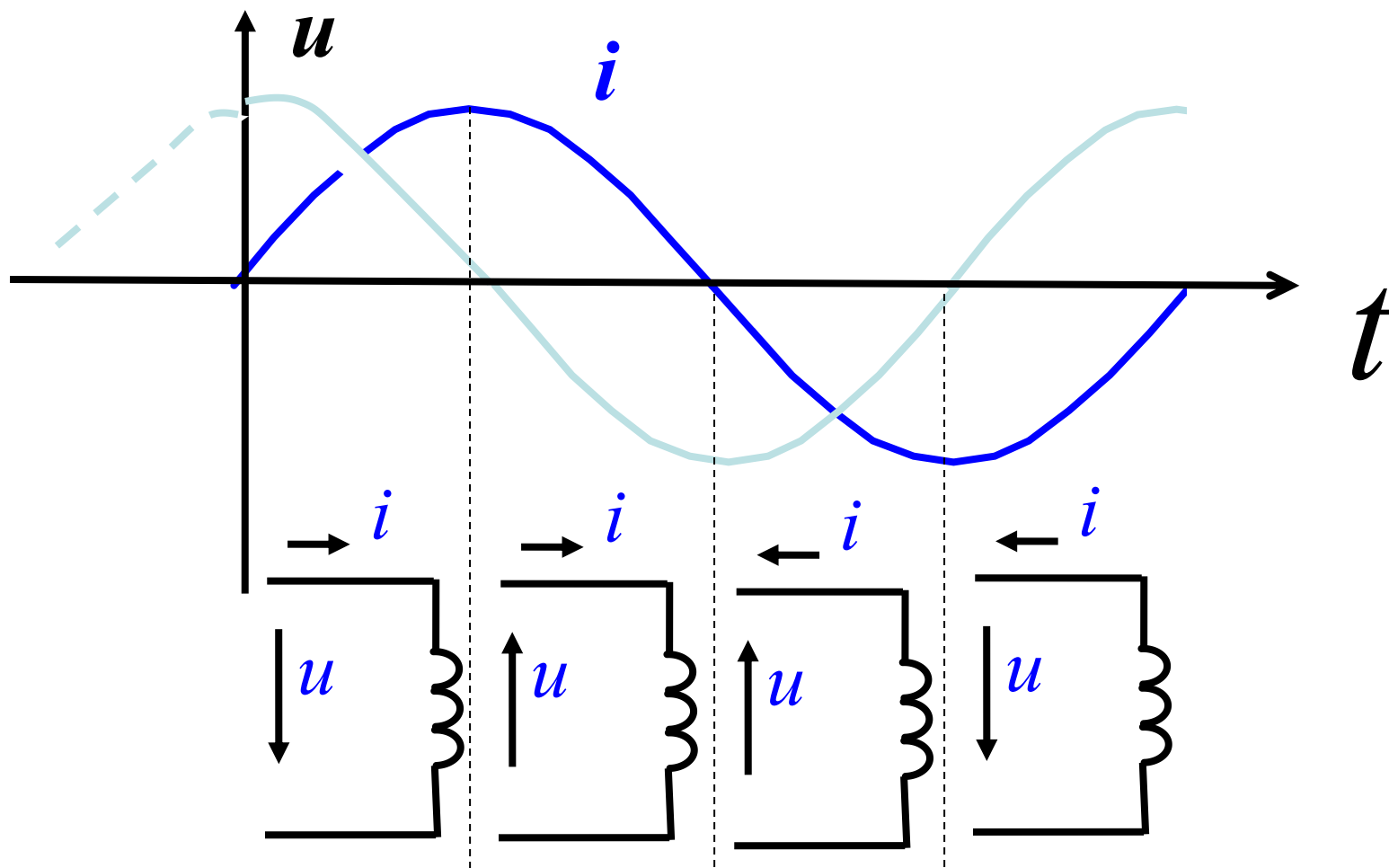
纯电感电路

$$\frac{U_L}{I} = X_L \quad U_L = X_L I \quad U_{Lm} = X_L I_m$$

感抗

$$X_L = 2\pi fL = \omega L$$

(2) 电流、电压间的相位关系



淘宝店铺

魅影声光电科技

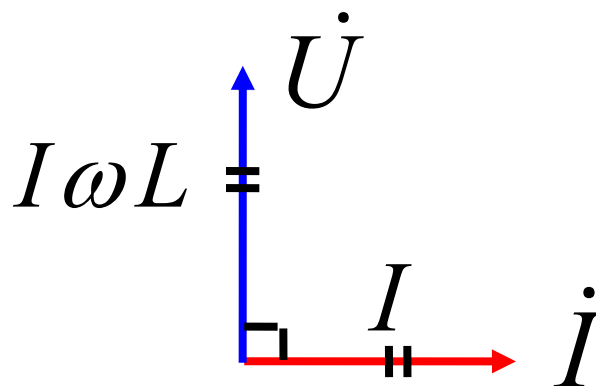
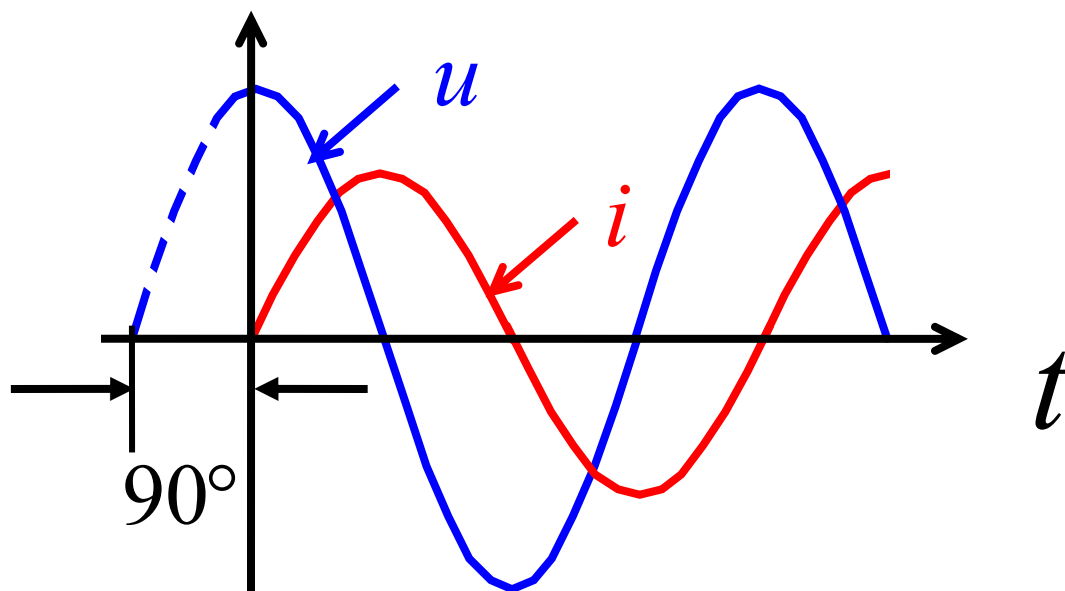
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美音视频科技应用 电话:020-7178268 更多资源请登陆灯光音响学习网 <http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWTG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

频率相同

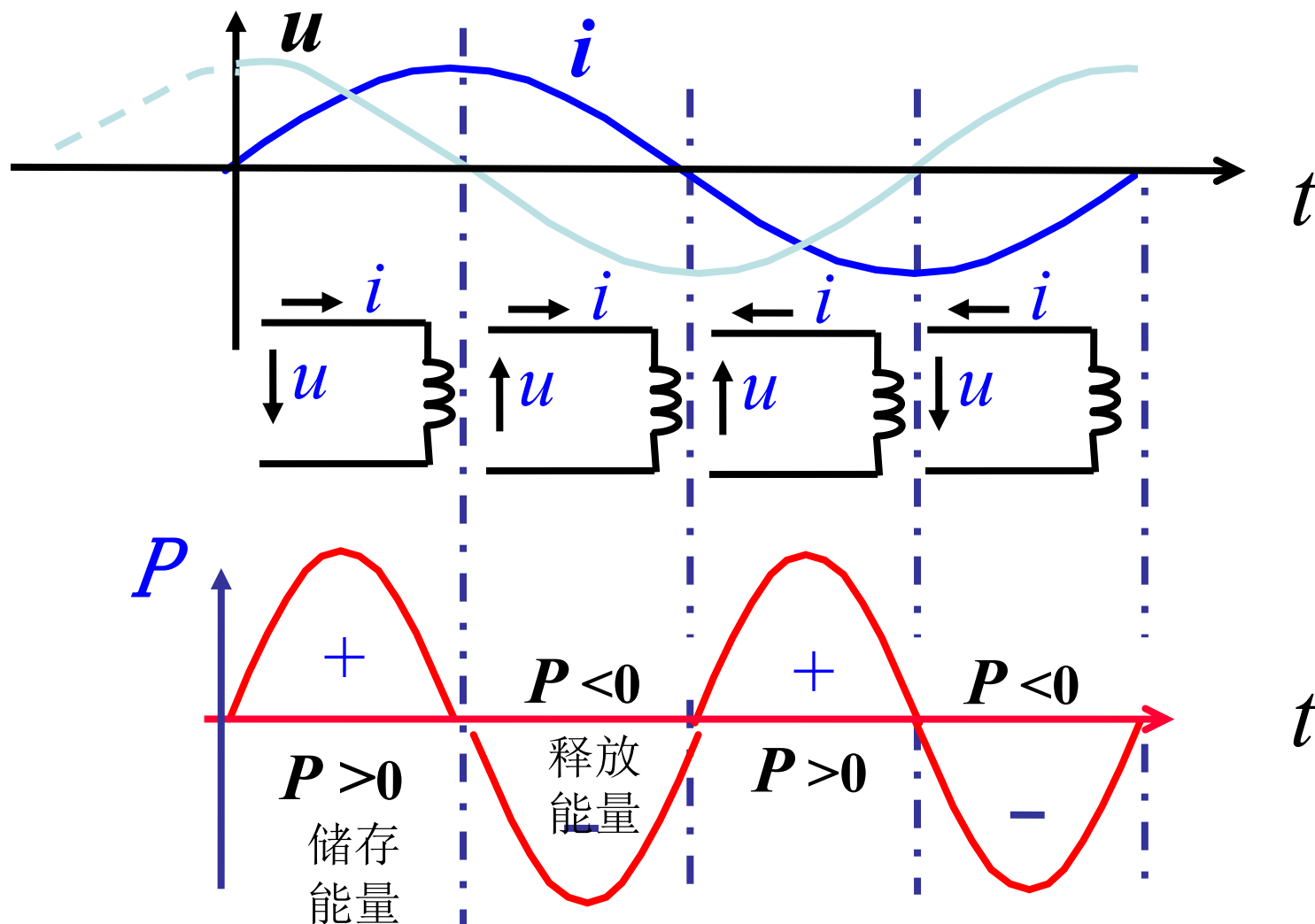
相位相差 90° (u 超前 i 90°)



纯电感电路电压与电流的波形

淘宝店铺 魅影光电科技 <http://shop12380277.taobao.com/>
专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网 <http://www.dgyxpssp.com/>
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(3) 纯电感电路的功率 $p=i \cdot u=U I \sin 2 \omega t$



淘宝店铺

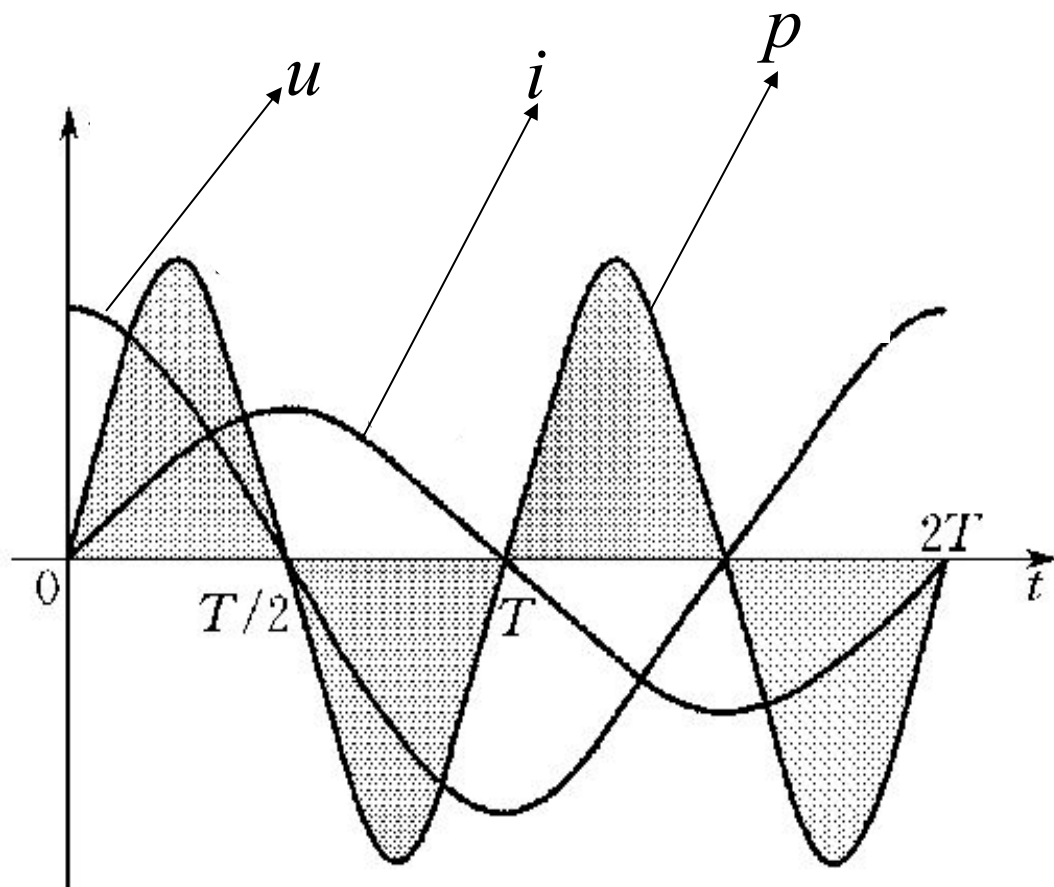
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSHIYING 音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

纯电感电路的功率



纯电感电路的功率波形

淘宝店铺

魅影声光电科技

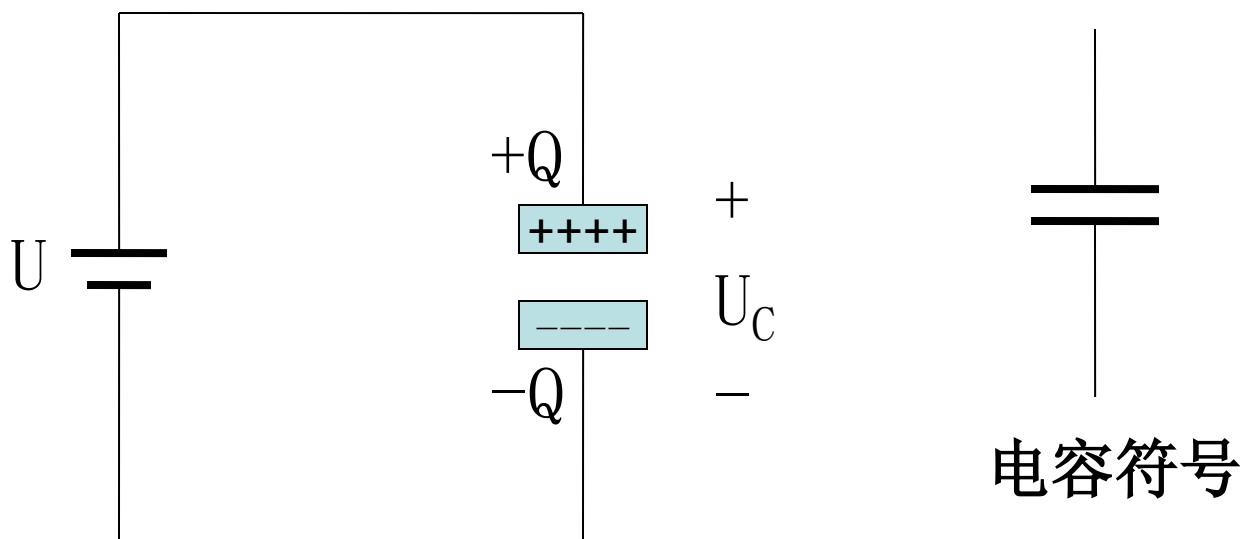
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

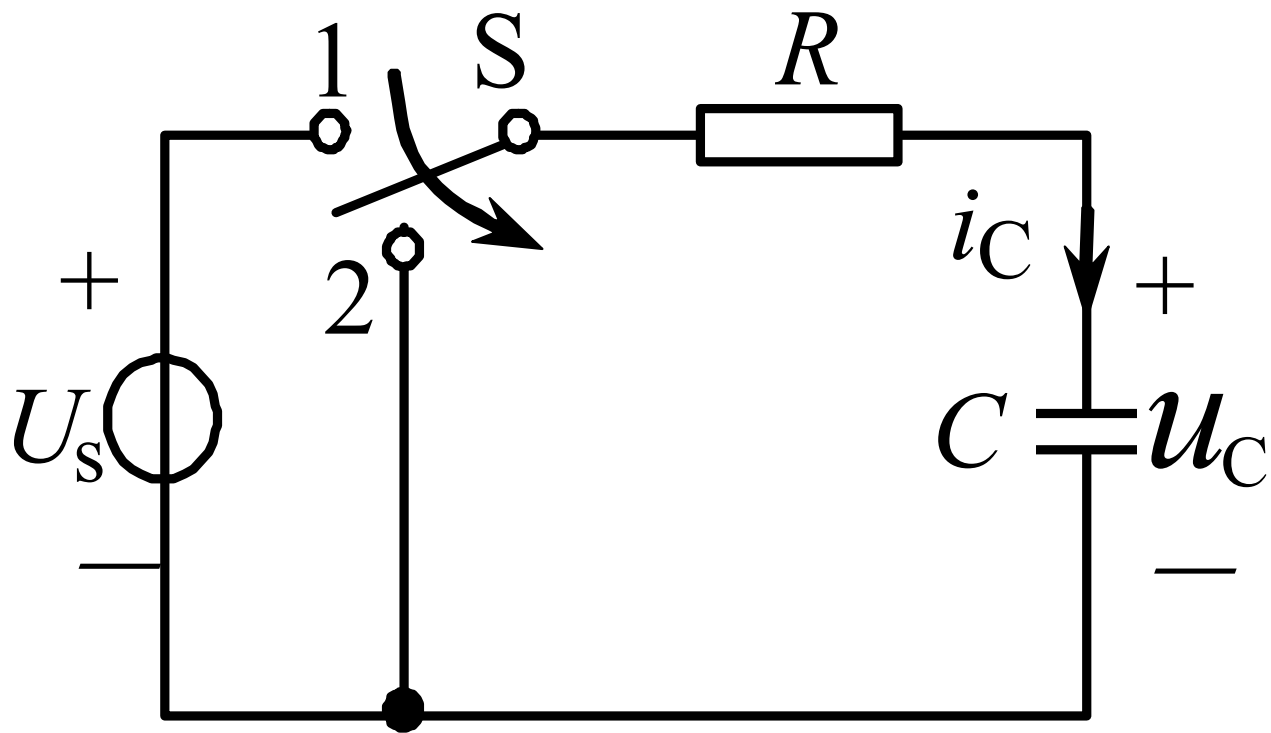
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

7. 纯电容电路

(1) 绝缘介质隔开的两个导体的总体称为电容。



电容的充电与放电



电容器的充电与放电

结论：电容两端的电压不能突变。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

电容器任一极板所带的电荷量，单位为库仑（C）

$$C = \frac{q}{U_C}$$

电容器两极板之间的电压单位（V）

电容器的电容，单位为法拉（F）

$$1F = 10^6 \mu F$$

$$1\mu F = 10^6 pF$$

电容器的耐压

加在电容器两端的电压不能超过一定限度，超过一定限度电容器就要被击穿。这个一定限度的电压，称为击穿电压，也称为电容器的耐压。

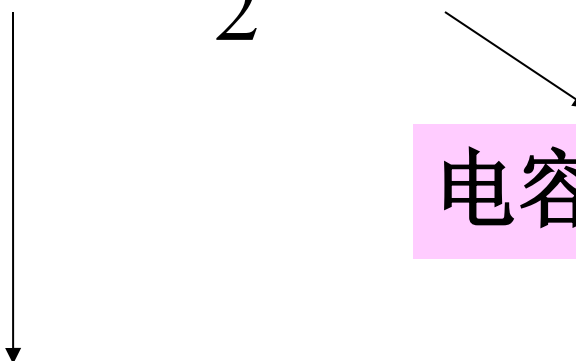
淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(2) 电容器中的电场能量

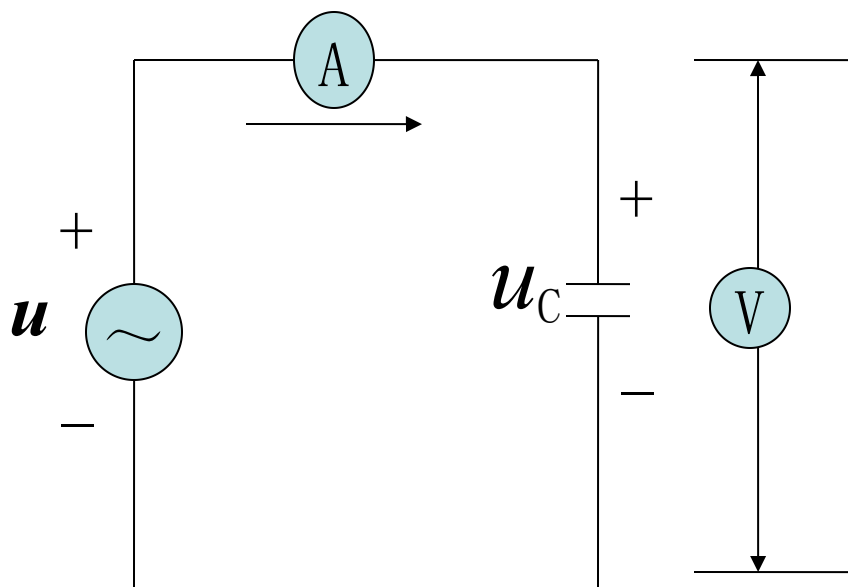
通过实验和理论分析可以得到：

$$W_c = \frac{1}{2} C U_c^2 = \frac{1}{2} q U_c$$


电容器两端的电压(V)

电容器储存的电场能量(J)

(3) 电流、电压间的数量关系



电容器电压与电流数量关系图

$$\frac{U_C}{I} = X_C \quad U_C = X_C I \quad U_{Cm} = X_C I_m$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\omega C}$$

淘宝店铺

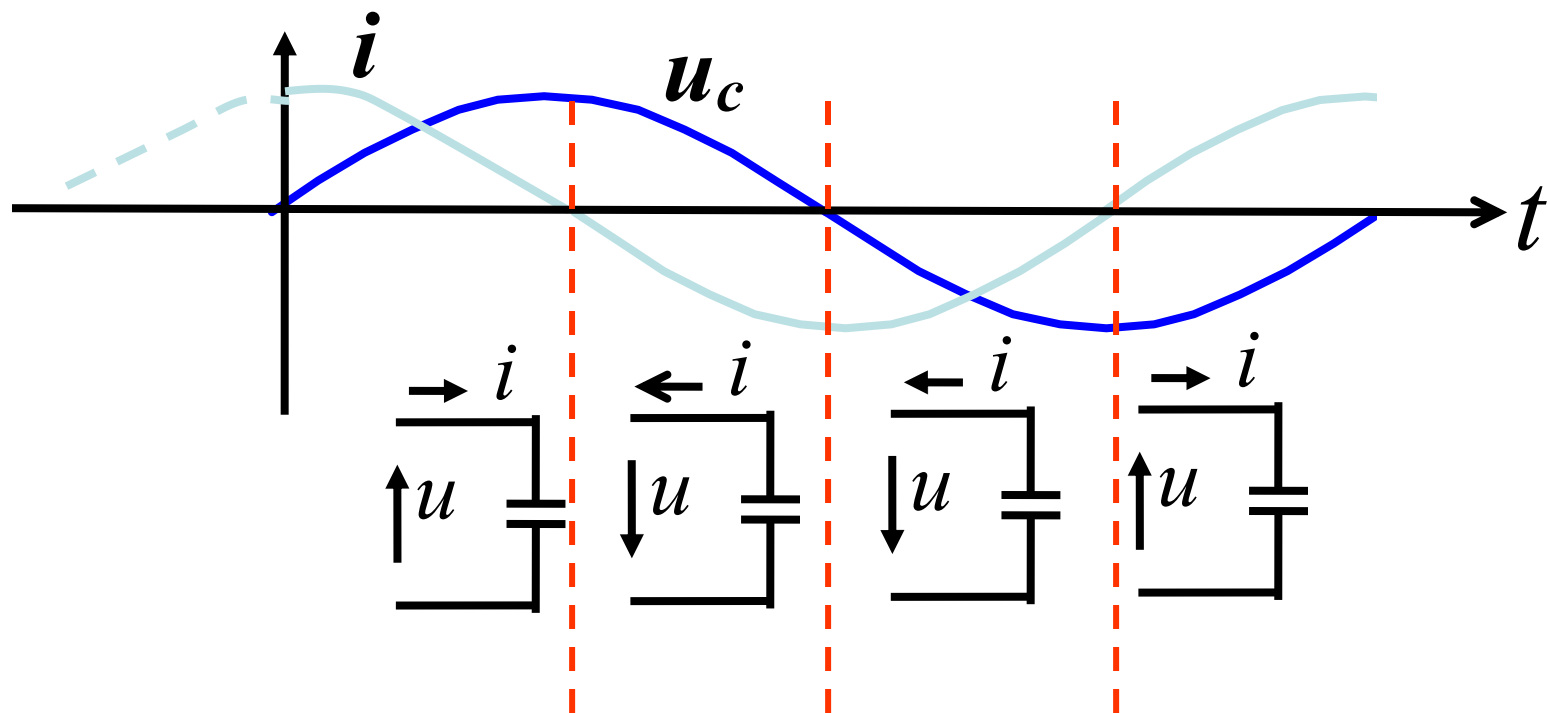
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178265, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(4) 电流、电压间的相位关系

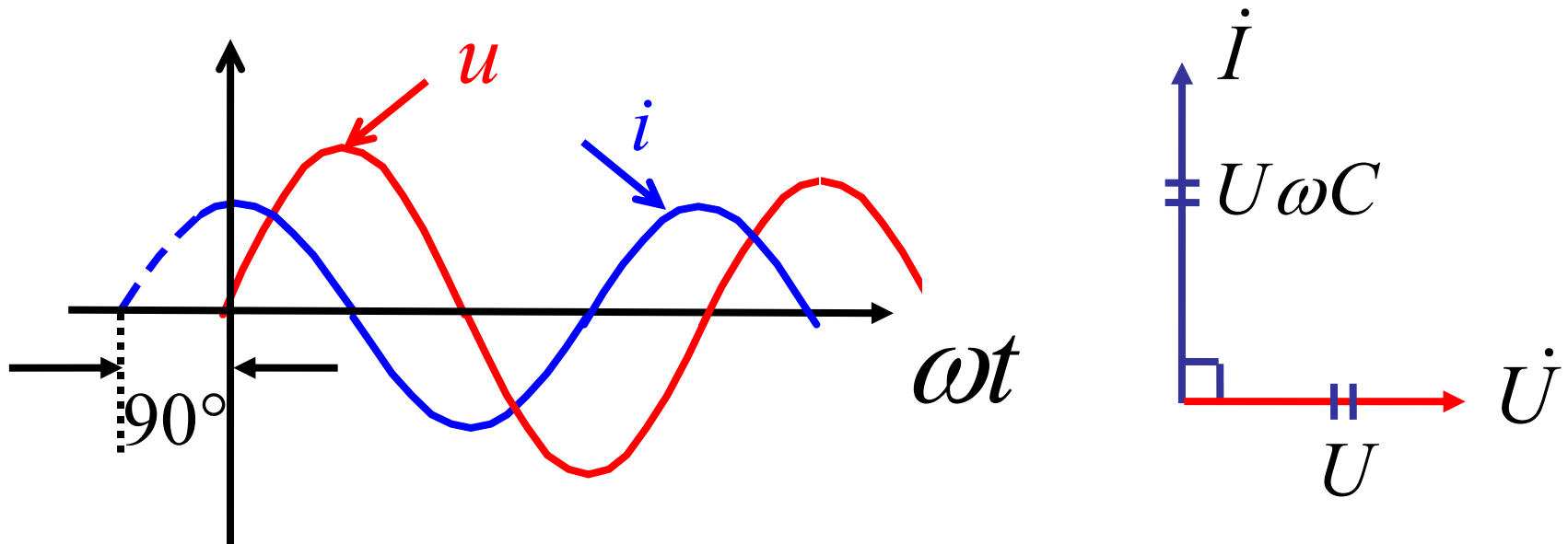


电容器充电与放电

频率相同

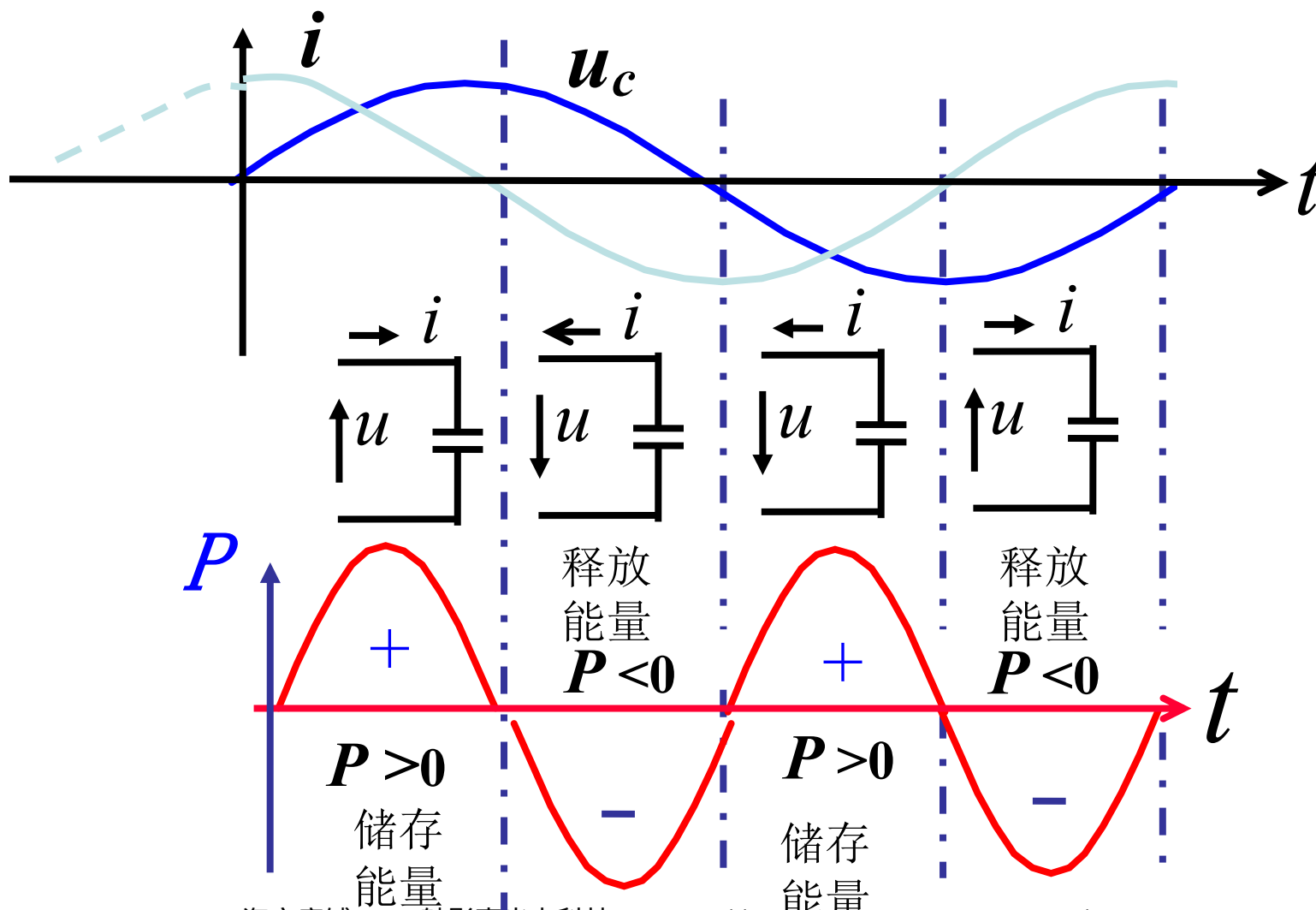
相位相差 90° (u 落后 i 90°)

在电容元件电路中，电流的相位比电压超前 90° ，或者说电压相位比电流滞后 90° 。



(5) 纯电容电路的功率

$$p = i \cdot u = -U I \sin 2\omega t$$



淘宝店铺

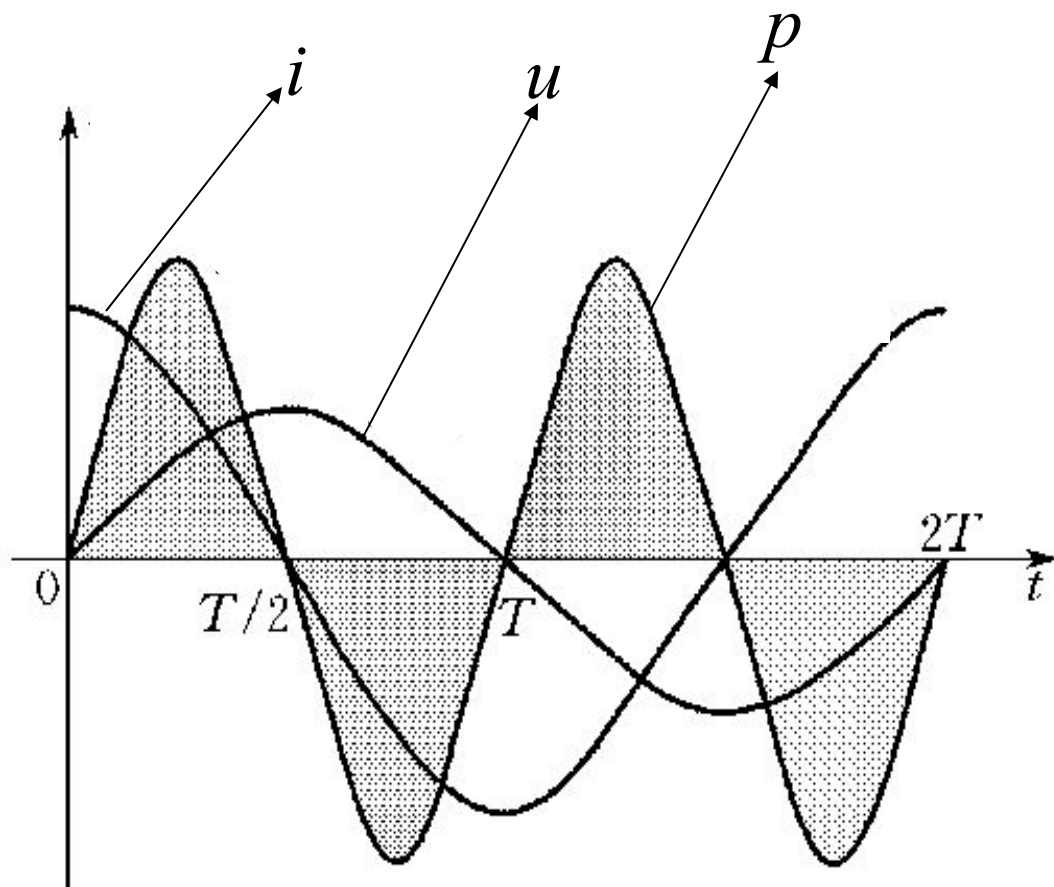
魅影声光电科技

<http://shop112580277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、MUSDMYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

纯电容电路的功率

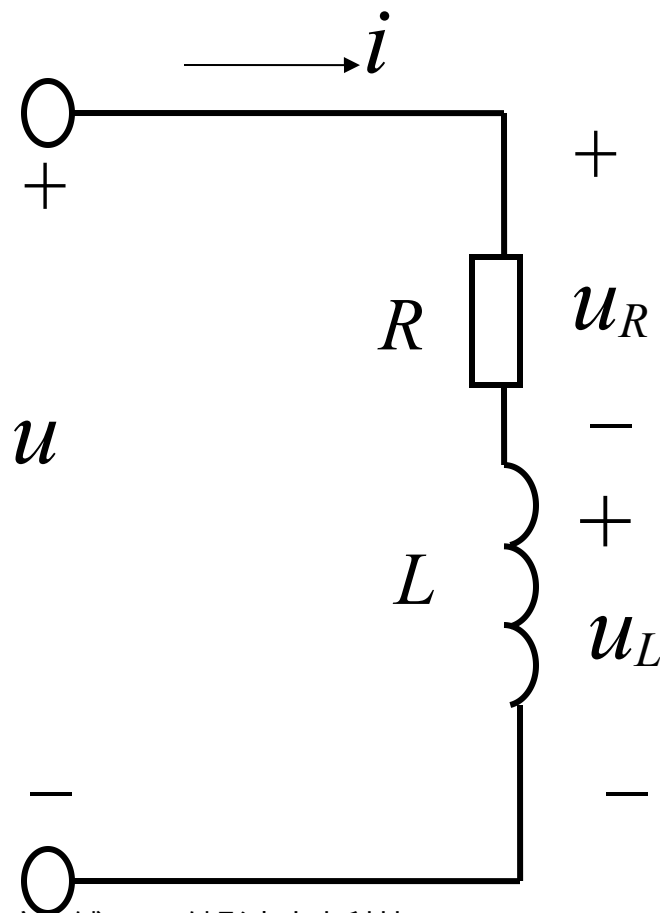


纯电容电路的电压、电流与功率

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>
专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

8. 电阻、电感串联电路

(1) 各电压间的关系



淘宝店铺

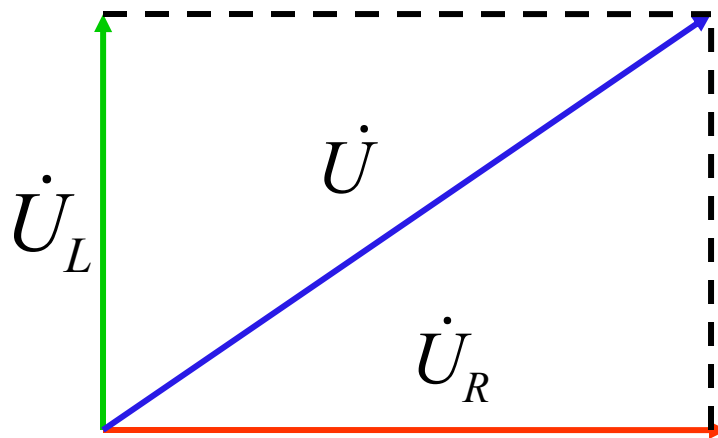
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ237717263，多光源串接灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSTWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

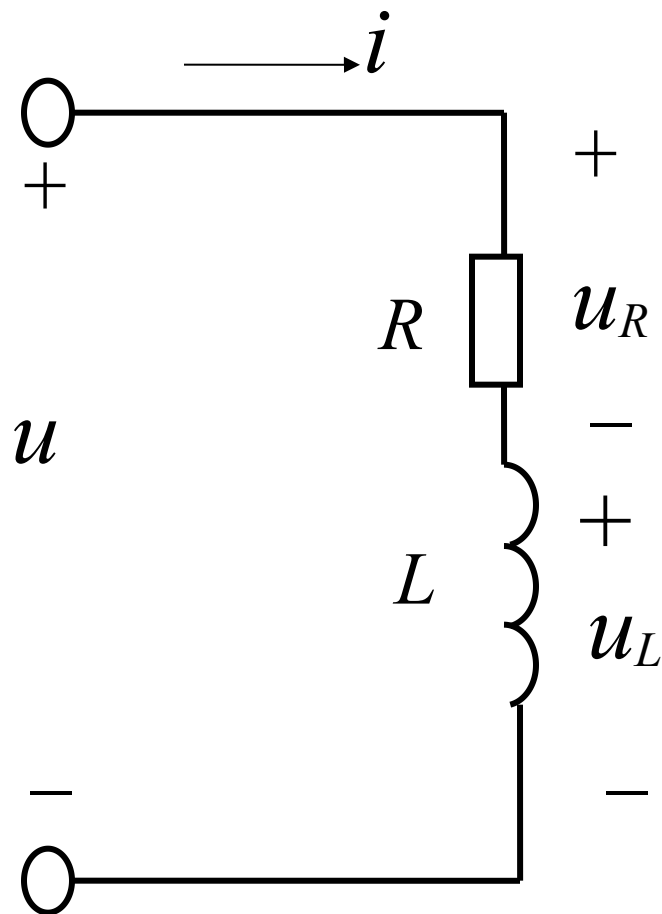
$$U_L = U \sin \varphi$$



$$U_R = U \cos \varphi$$

RL串联电路电压关系

(2) 电阻、感抗与阻抗间的关系



***RL*串联电路**

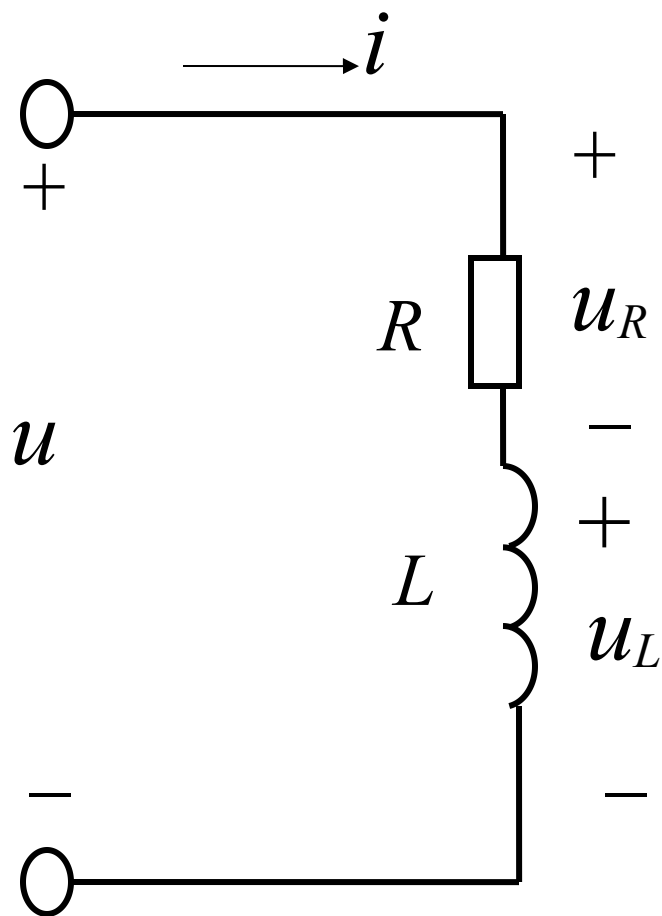
淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件



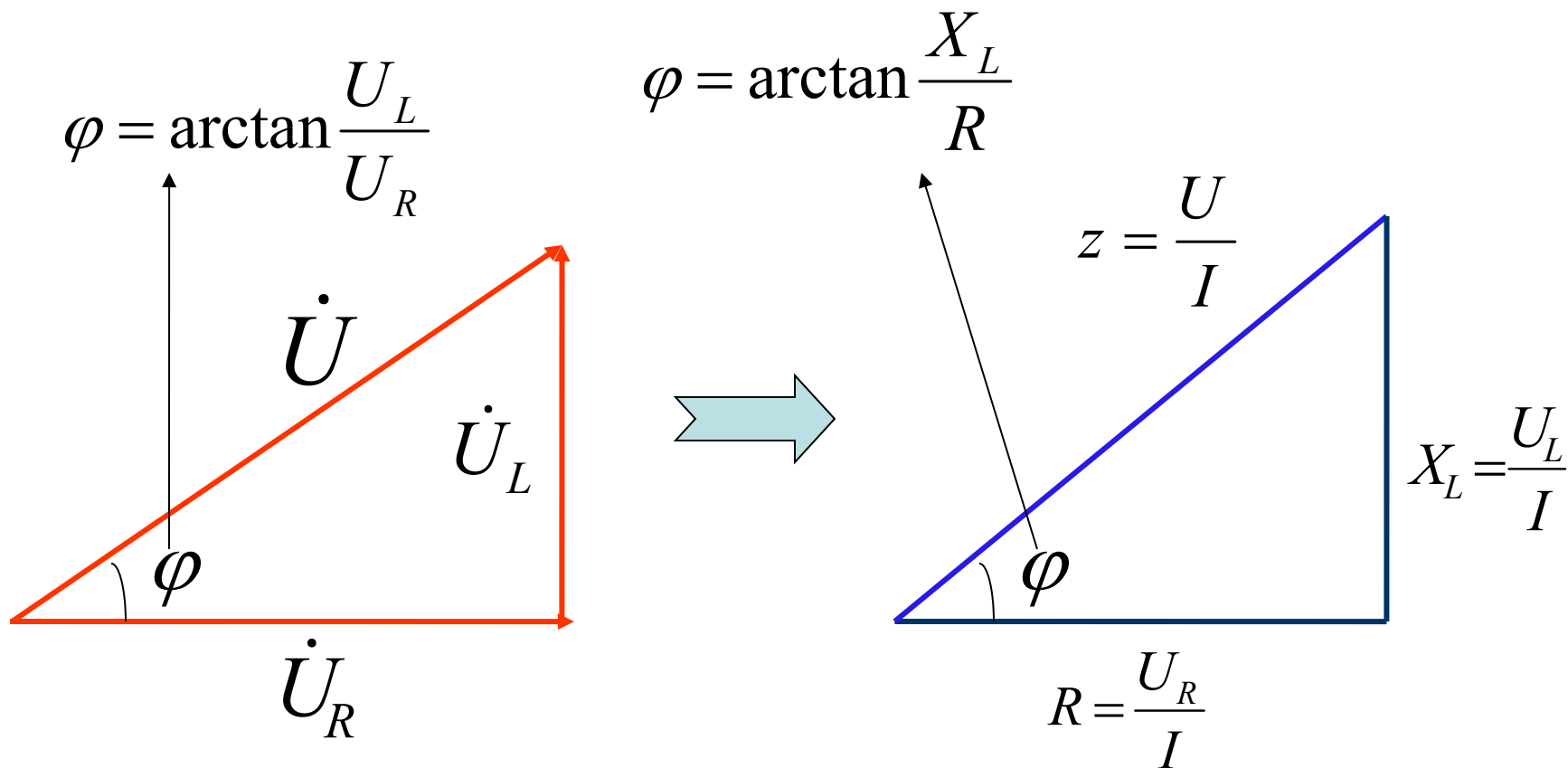
$$\text{电流 } i = I_m \sin \omega t$$

电阻两端的电压：

$$u_R = U_{Rm} \sin \omega t$$

电感两端的电压：

$$u_L = U_{Lm} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$



RL串联电路阻抗三角形

$$U_R = RI$$

$$U_L = X_L I$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

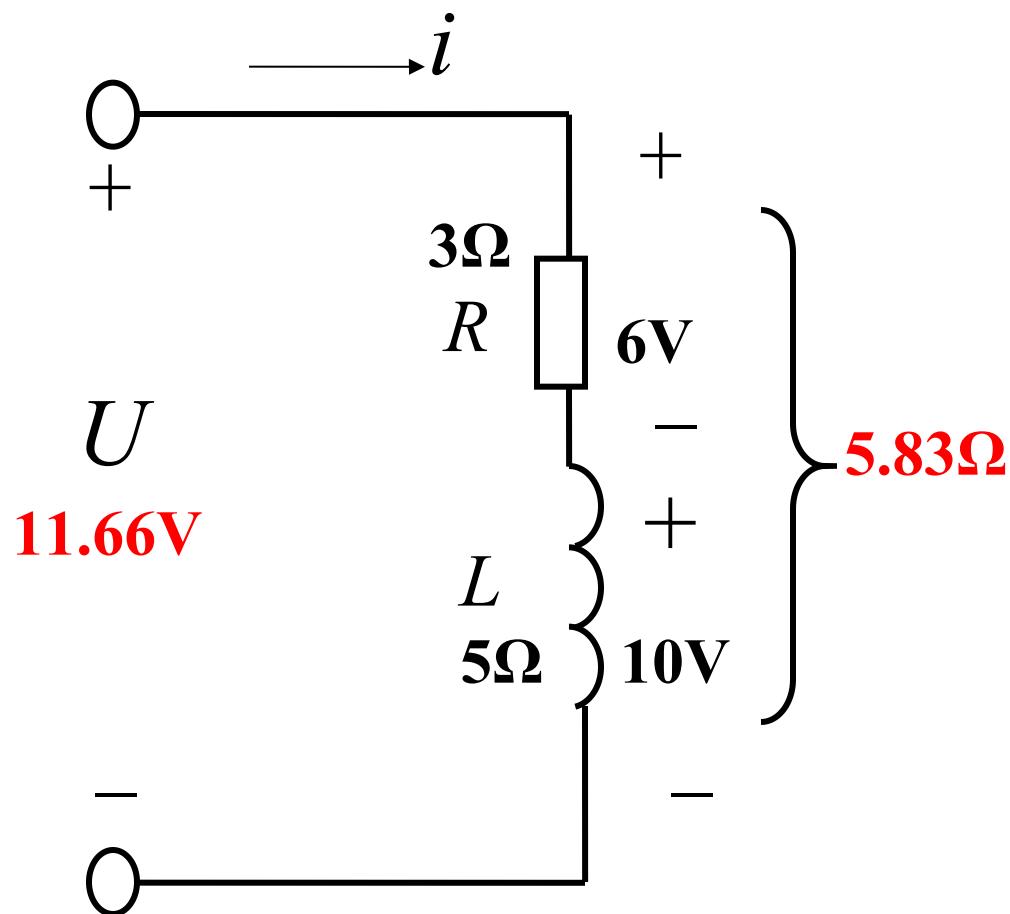
$$= \sqrt{(RI)^2 + (X_L I)^2}$$

$$= I \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\text{令 } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$= ZI$$

实例：试求下图的总电压和总阻抗。



RL串联电路

淘宝店铺

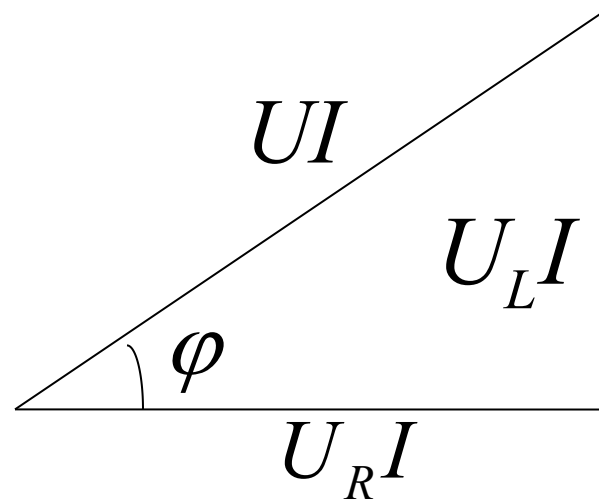
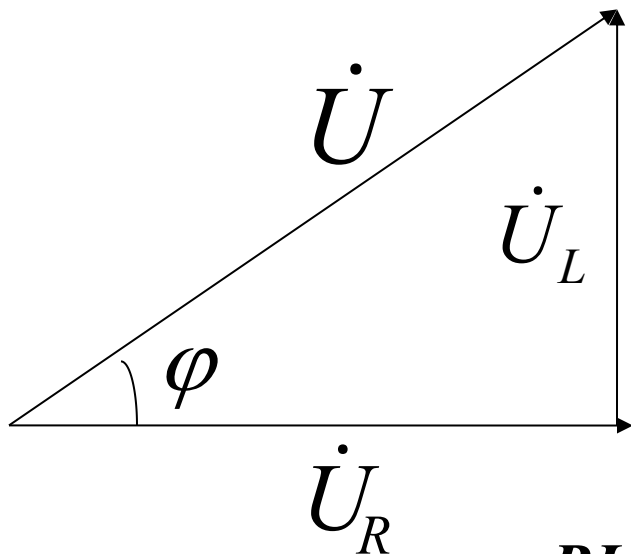
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(3) RL 串联电路的功率



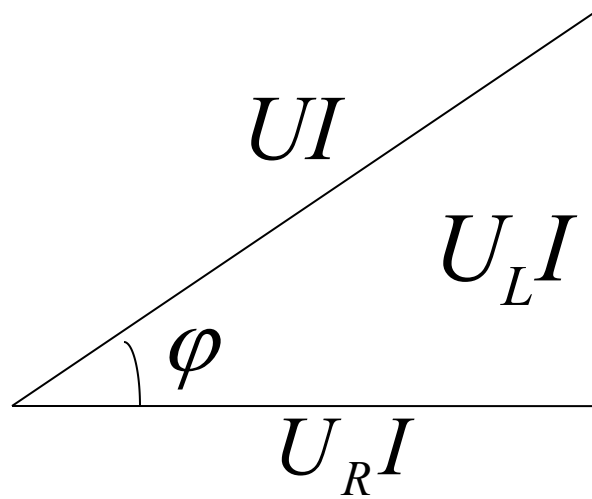
RL 串联电路的功率

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

$$\varphi = \arctan \frac{Q_L}{P}$$

$$P = S \cos \varphi$$

$$Q_L = S \sin \varphi$$



$$P = S \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

功率因数

练习题：

一个线圈接在 $U=120\text{V}$ 的直流电源上，电流 $I=20\text{A}$ ；若接在 $f=50\text{Hz}$ ， $U=220\text{V}$ 的交流电源上，则 $I=28.2\text{A}$ 。试求线圈的电阻 R 和电感 L 。

三、三相交流电路

1.三相交流电的特点

定子中放三个线圈：

$U_1 \rightarrow U_2$

$V_1 \rightarrow V_2$

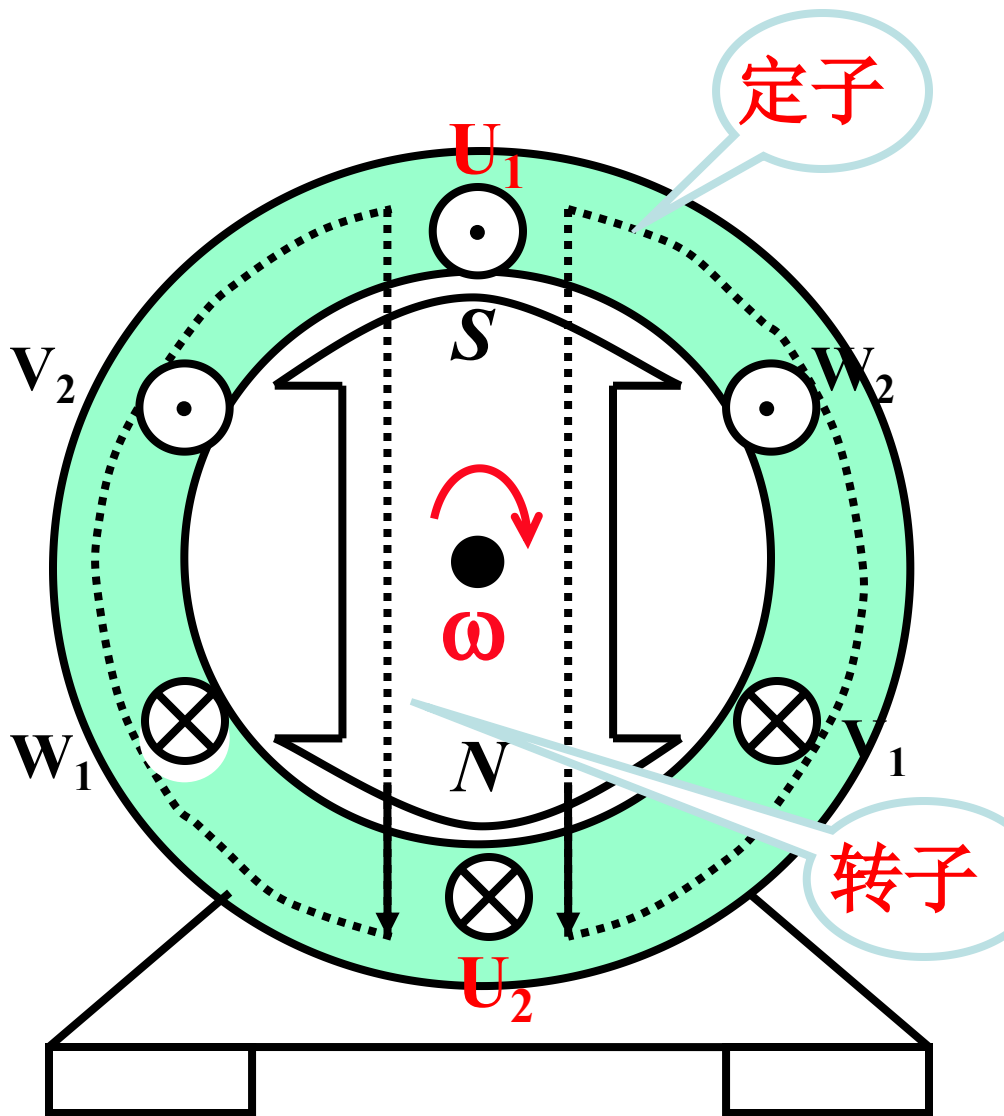
$W_1 \rightarrow W_2$

首端

末端

三线圈空间位置
各差 120°

相序： $U_1 \rightarrow V_1 \rightarrow W_1$

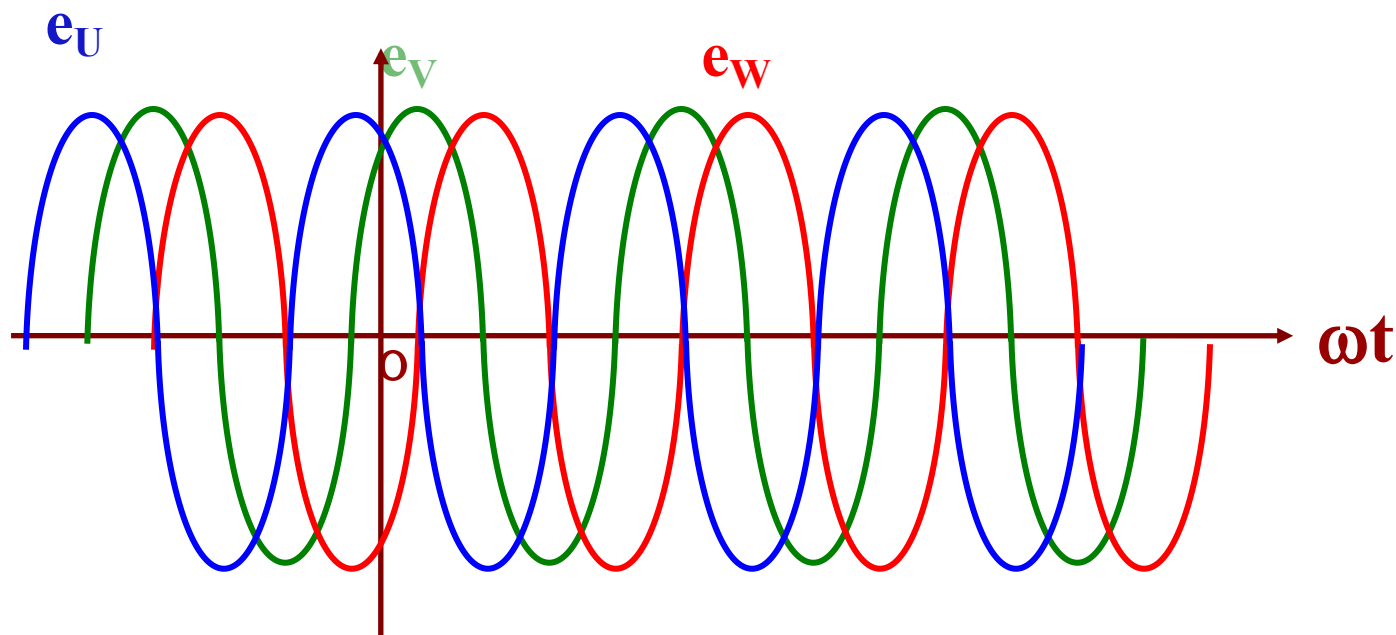


三相发电机原理图

$$e_U = E_m \sin \omega t$$

$$e_V = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$e_W = E_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$



三相电压波形图

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

三相电动势的相位特征:

$$\dot{E}_U = E \angle 0^\circ$$

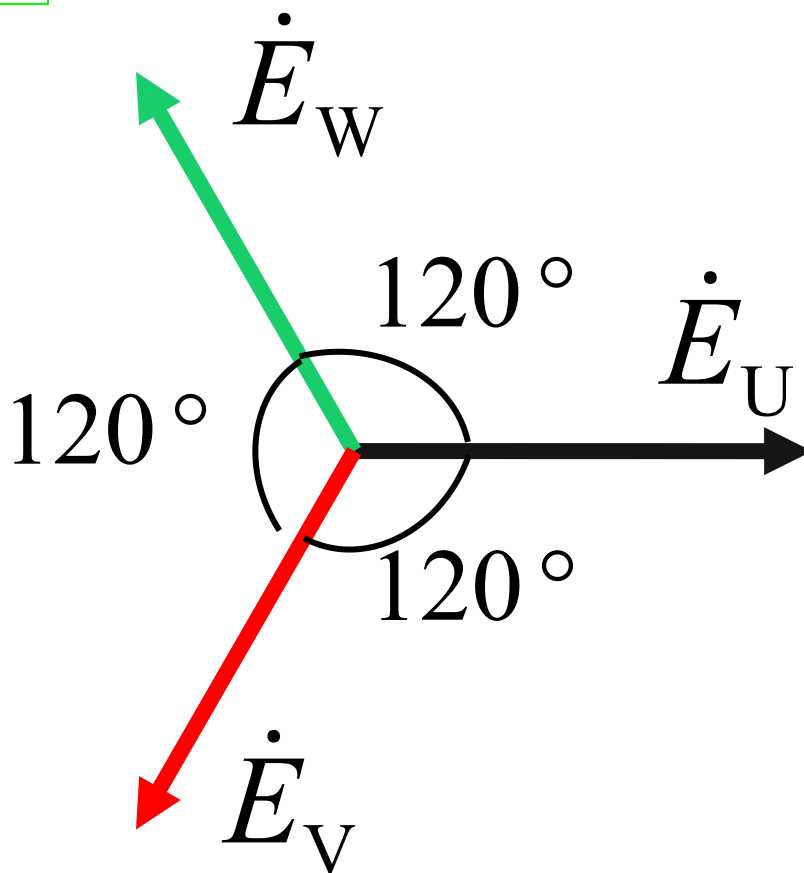
$$\dot{E}_V = E \angle -120^\circ$$

$$\dot{E}_W = E \angle 120^\circ$$

电动势相量关系:

$$\dot{E}_U + \dot{E}_V + \dot{E}_W = 0$$

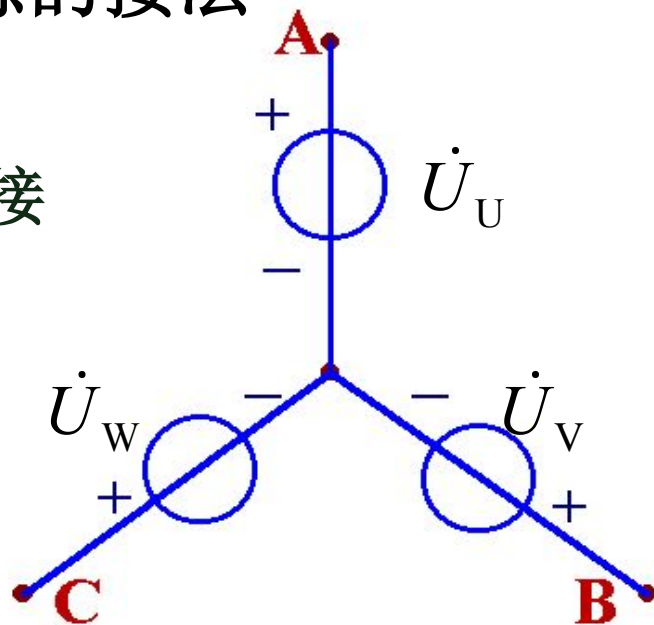
相量图:



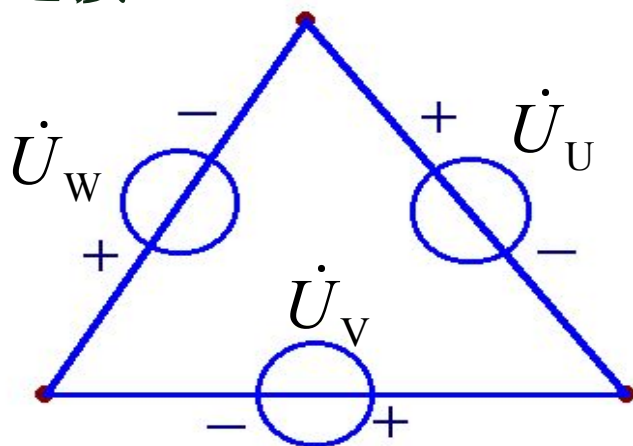
三相电动势相量图

2.三相电源的接法

(1) Y形连接



(2) Δ 形连接



淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

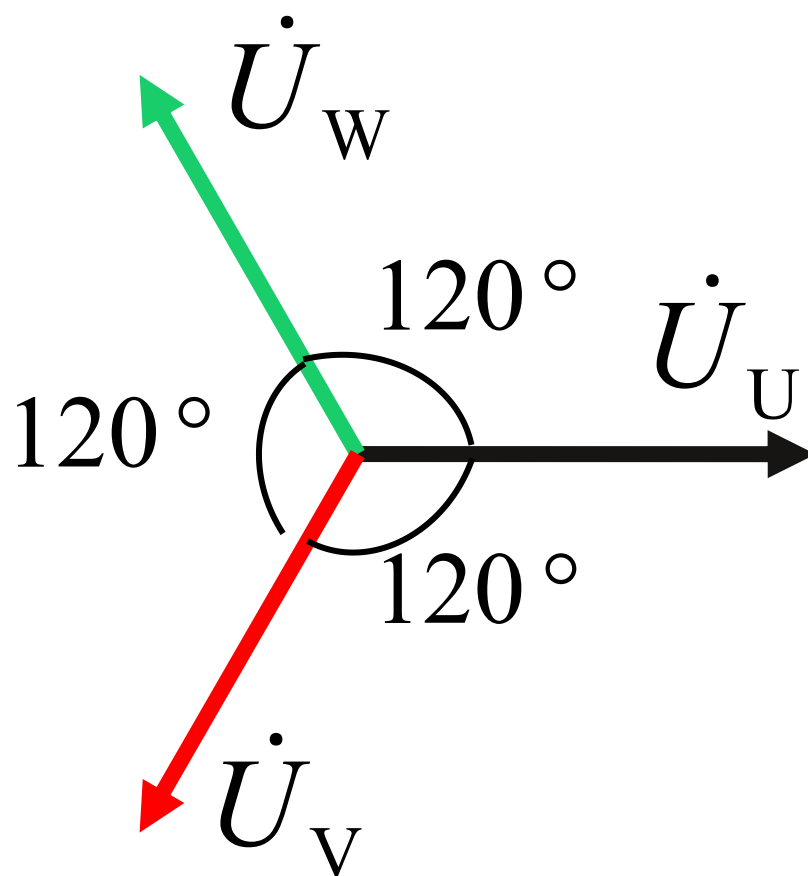
专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA舞台、W8/W9、音响、灯光、CASE等视频教程和灯光设计软件

三相电源的两种接法

3. 三相电路常用名词

(1) 相电压



相电压相量图

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

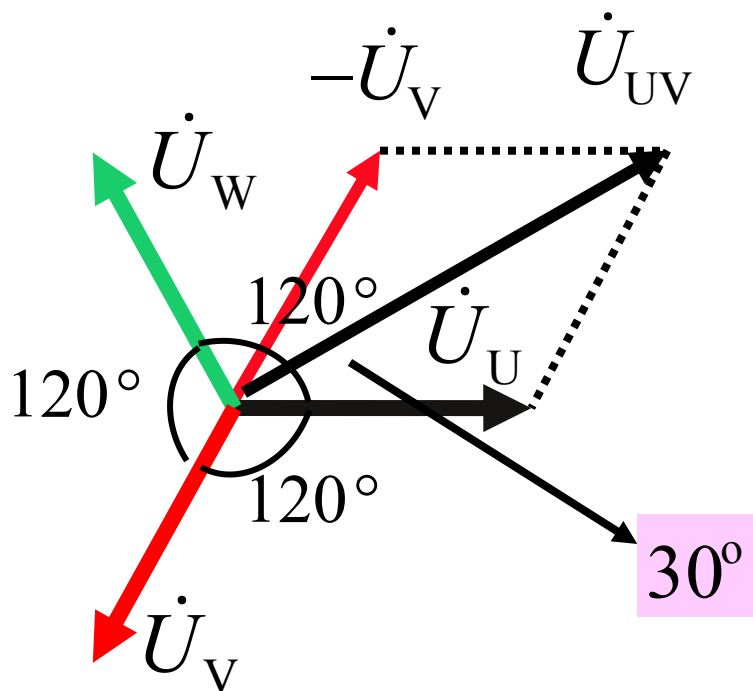
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(2) 线电压

$$\dot{U}_{UV} = \dot{U}_U - \dot{U}_V$$

$$\dot{U}_{VW} = \dot{U}_V - \dot{U}_W$$

$$\dot{U}_{WU} = \dot{U}_W - \dot{U}_U$$



用相量图求线电压

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

线电压与相电压的关系为：

$$\frac{1}{2}U_L = U_P \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}U_P$$

线电压 $U_L = \sqrt{3}U_P$ (相电压)

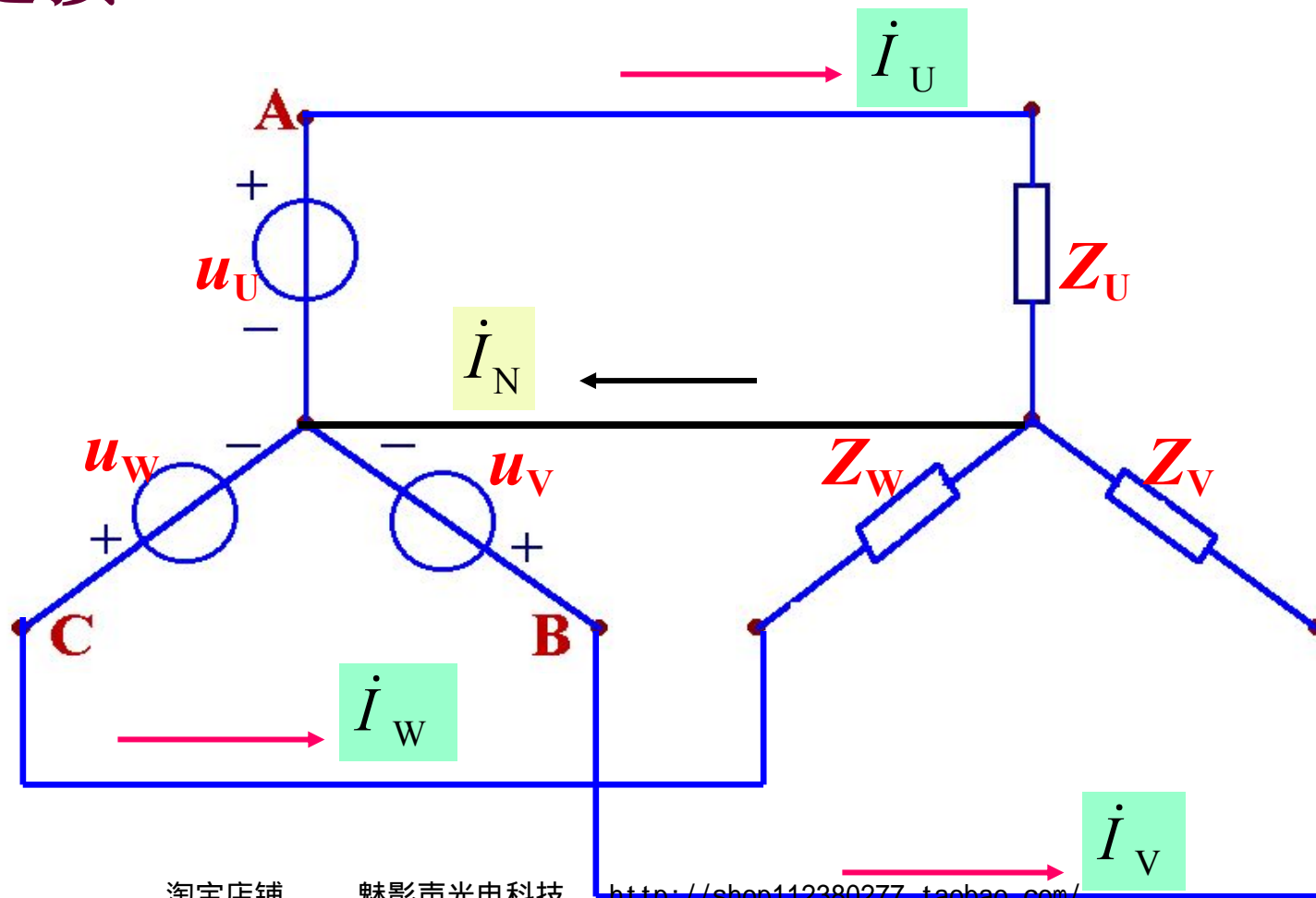
通常低压配电系统中的相电压为220V，

则线电压为： $\sqrt{3} \times 220V = 380V$

4. 三相负载的接法

Y-Y连接

三相四线系统



淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商

联系QQ2377178263

更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

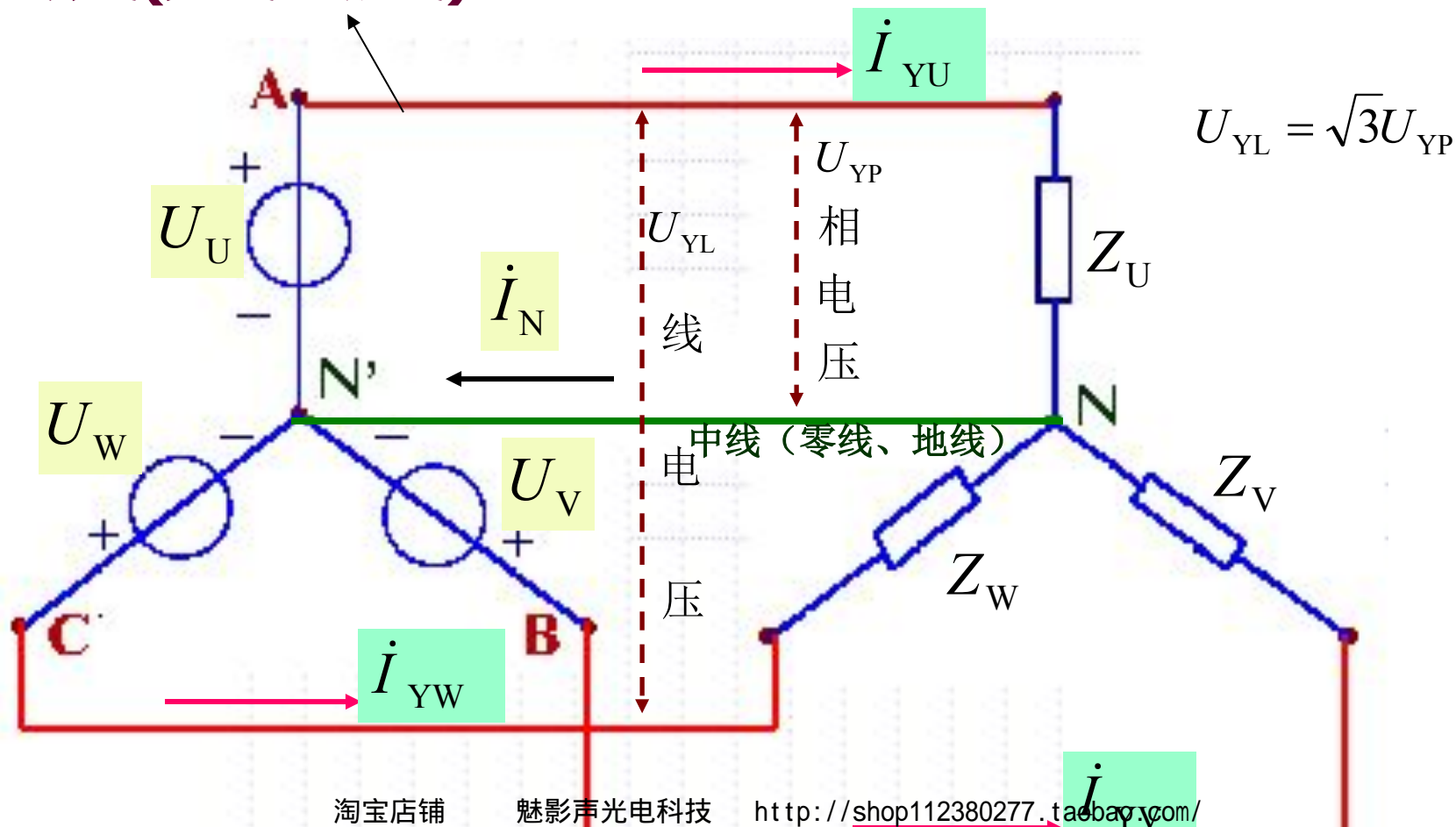
超级专业详细的彩灯舞台灯光设备、LED设备、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

对称三相负载电路

$$Z_U = Z_V = Z_W = Z$$

$$I_{YU} = I_{YV} = I_{YW}$$

端线(火线、相线)



淘宝店铺

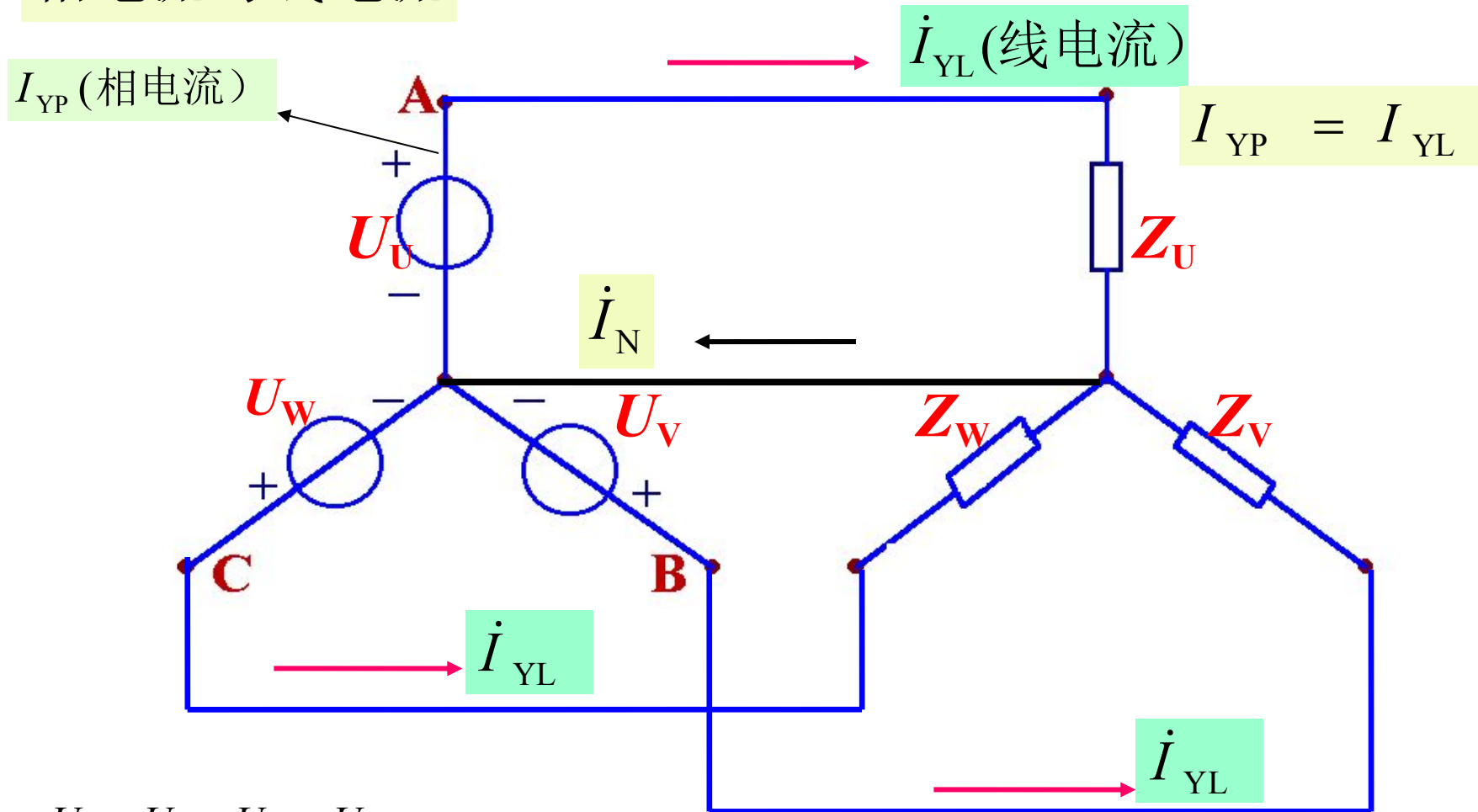
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

相电流与线电流



$$U_U = U_V = U_W = U$$

$$Z_U = Z_V = Z_W = Z$$

$$I_{YU} = I_{YV} = I_{YW} = \frac{U}{Z}$$

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>
 专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

$$I_{YU} = I_{YV} = I_{YW} = I_{YP} = I_{YL}$$

例6:

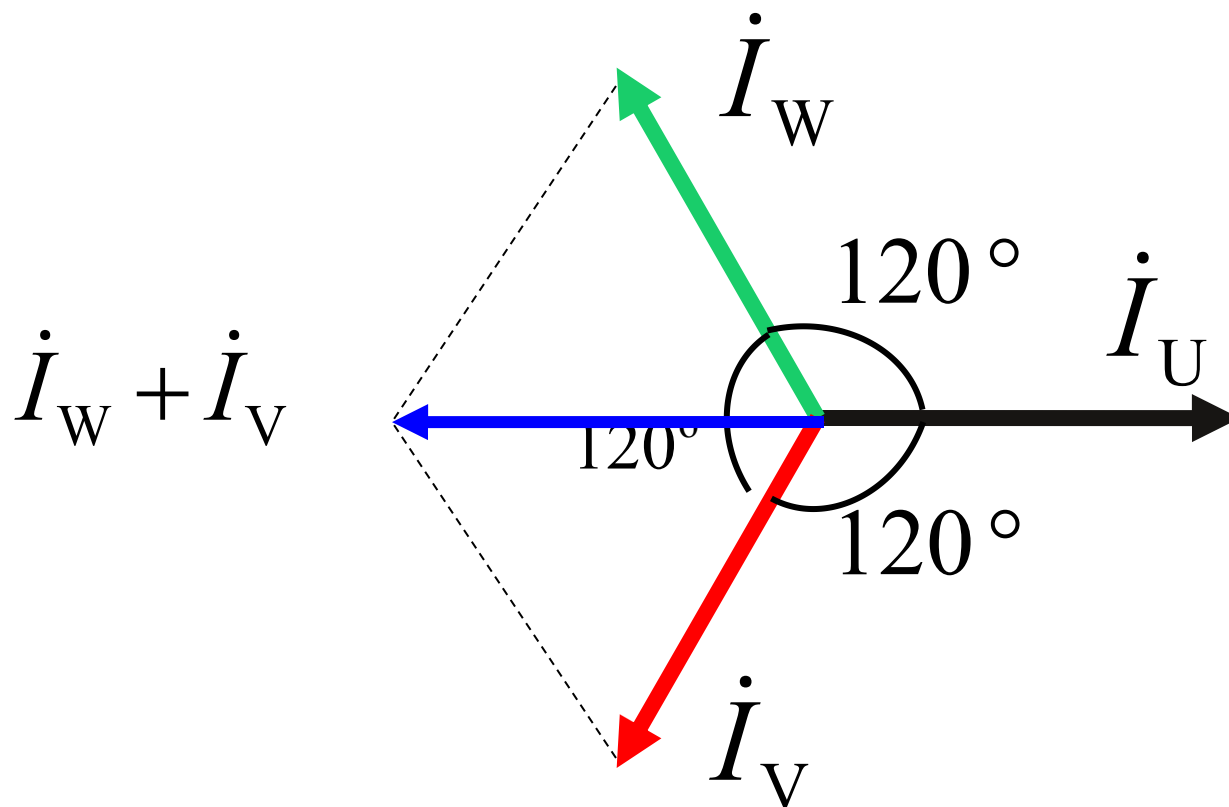
已知有一对称负载三相电路，每相阻抗为 10Ω ，接在线电压 $380V$ 的电源上。试求相电流和线电流。

$$\text{解: } I_{YP} = \frac{U_{YP}}{Z}$$

$$U_{YP} = \frac{U_{YL}}{\sqrt{3}} = \frac{380V}{\sqrt{3}} = 220V$$

$$I_{YP} = \frac{220V}{10\Omega} = 22A$$

对称三相负载电流相量



三相对称负载电流相量图

$$\dot{i}_U + \dot{i}_V + \dot{i}_W = \dot{i}_N = 0$$

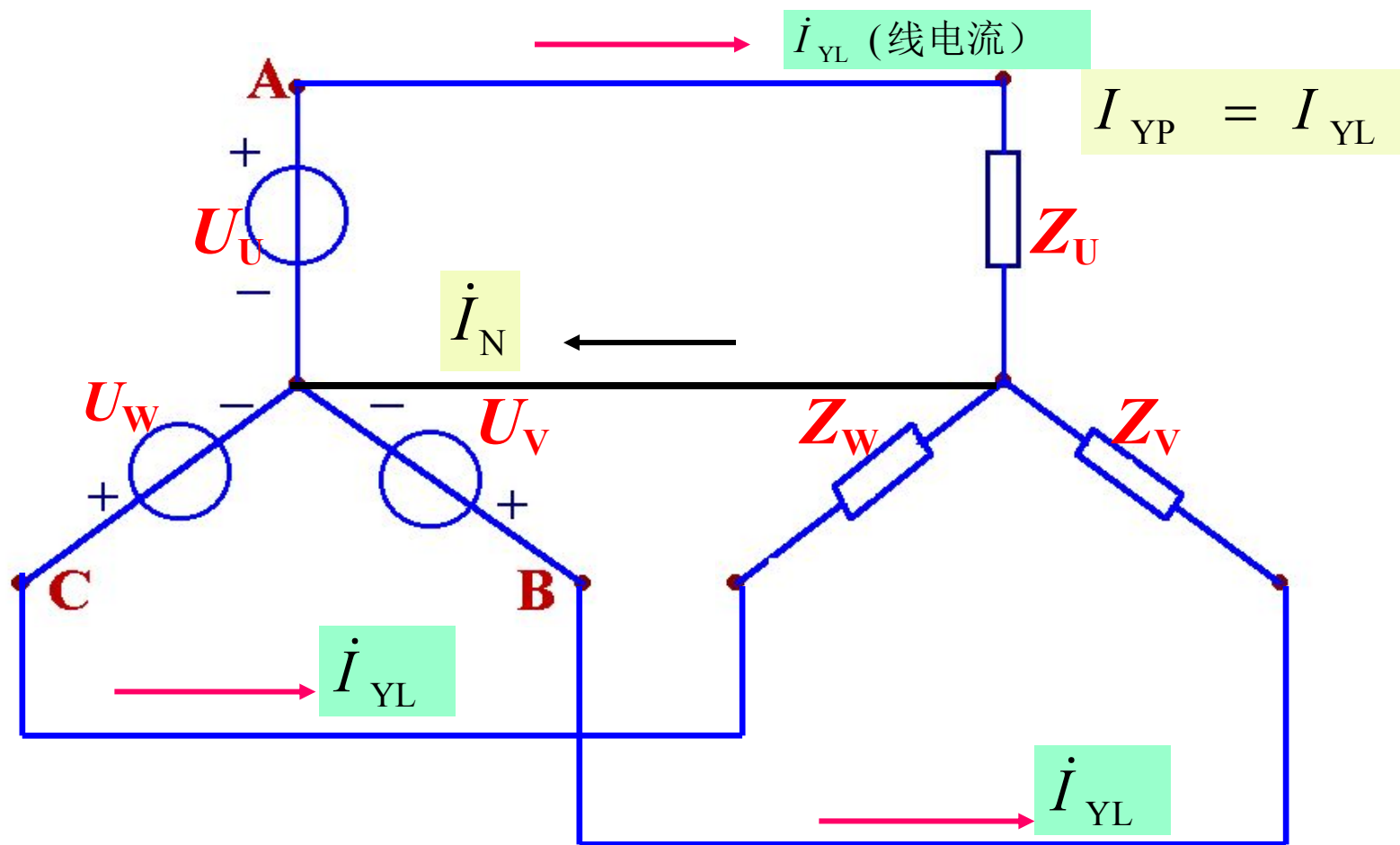
淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop12380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件



对称三相负载电路可以省略中性线。

淘宝店铺

魅影声光电科技

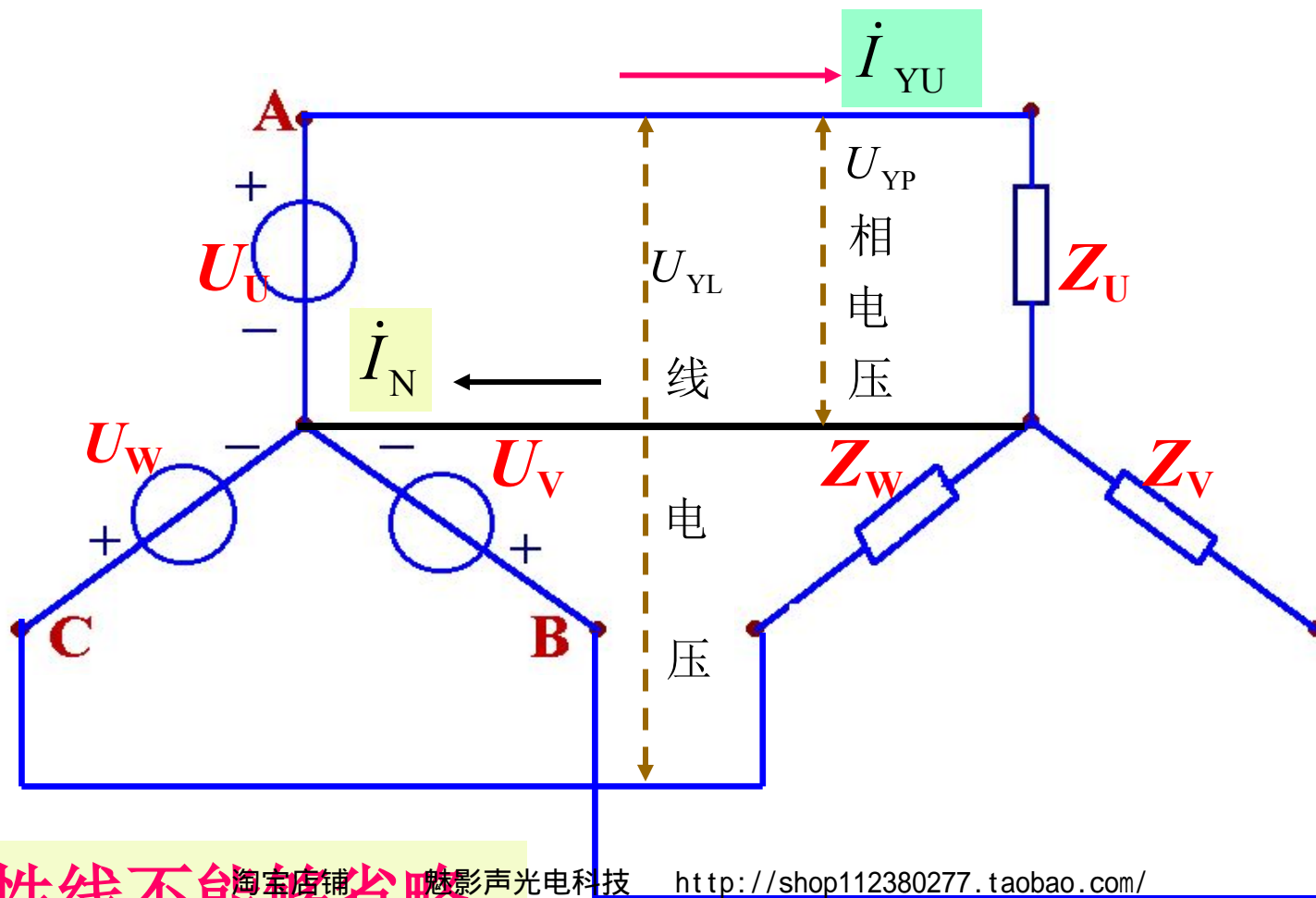
<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

不对称三相负载电路

$$Z_U \neq Z_V \neq Z_W$$



中性线不能省略

淘宝店铺

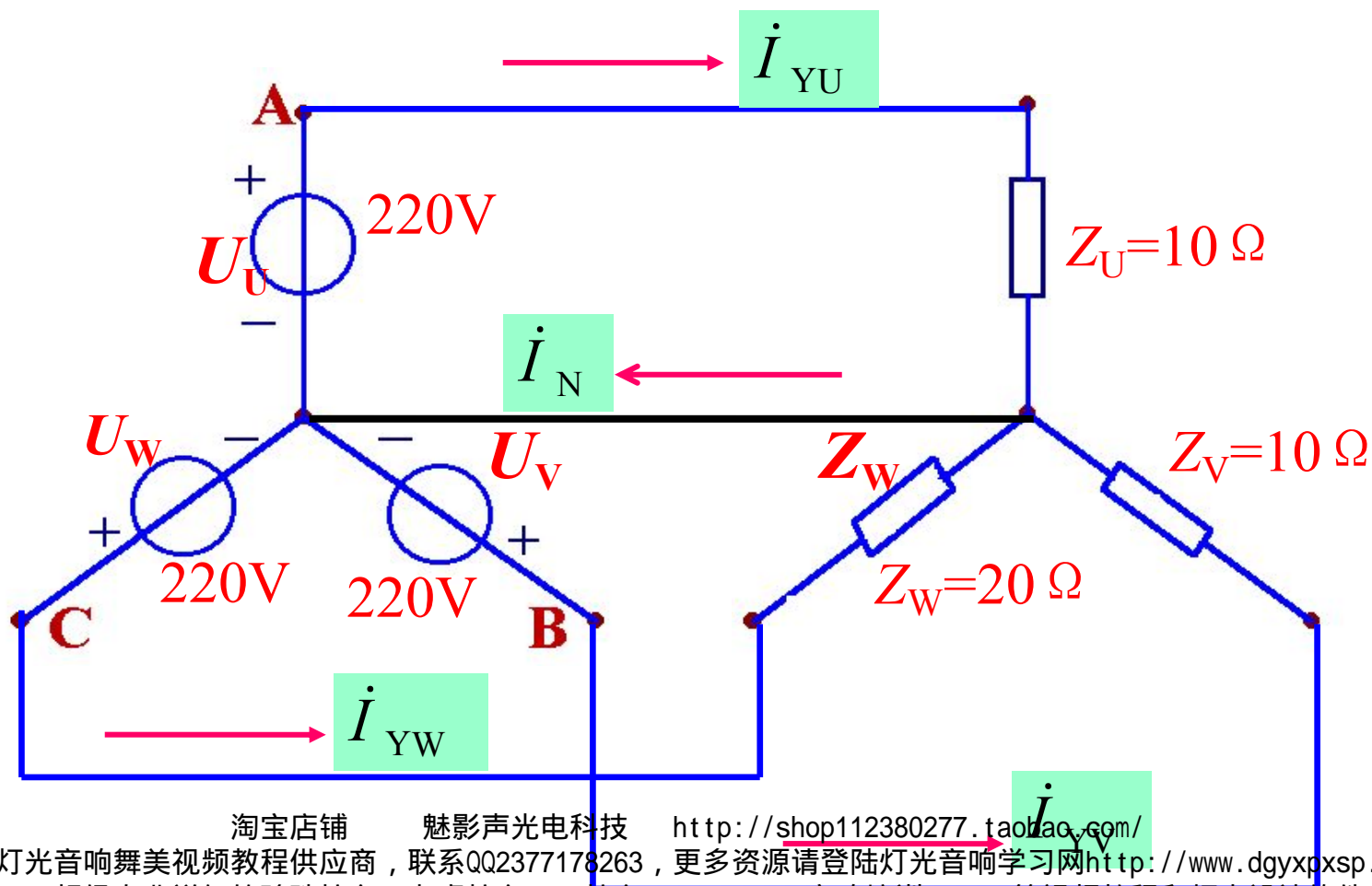
魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

例6：求下图相电流和中型线电流。

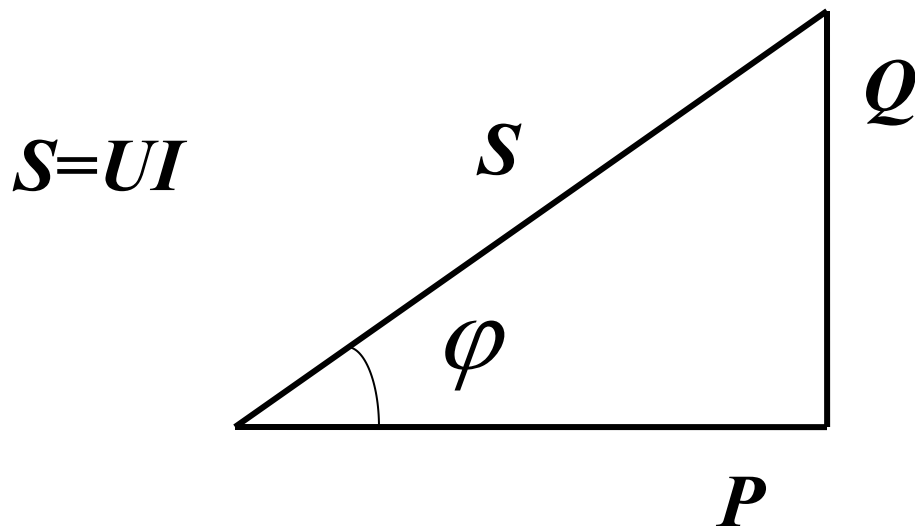


注 意：

在三相四线供电系统中，采用的中性线线径较大，并且在中性线上不允许接入开关或保险丝，严禁中性线开路。

三相电路的功率

根据功率三角形：



$$P = S \times \cos \varphi = UI \times \cos \varphi$$

$$P = P_U + P_V + P_W$$

$$= U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V + U_W I_W \cos \varphi_W$$

平衡三相：

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

讨论题：

有一次某楼电灯发生故障，第二层和第三层的电灯突然暗下来，而第一层的电灯亮度未变，试问这是什么原因？画出电路示意图。

四、万用表的使用方法

指针式万用表

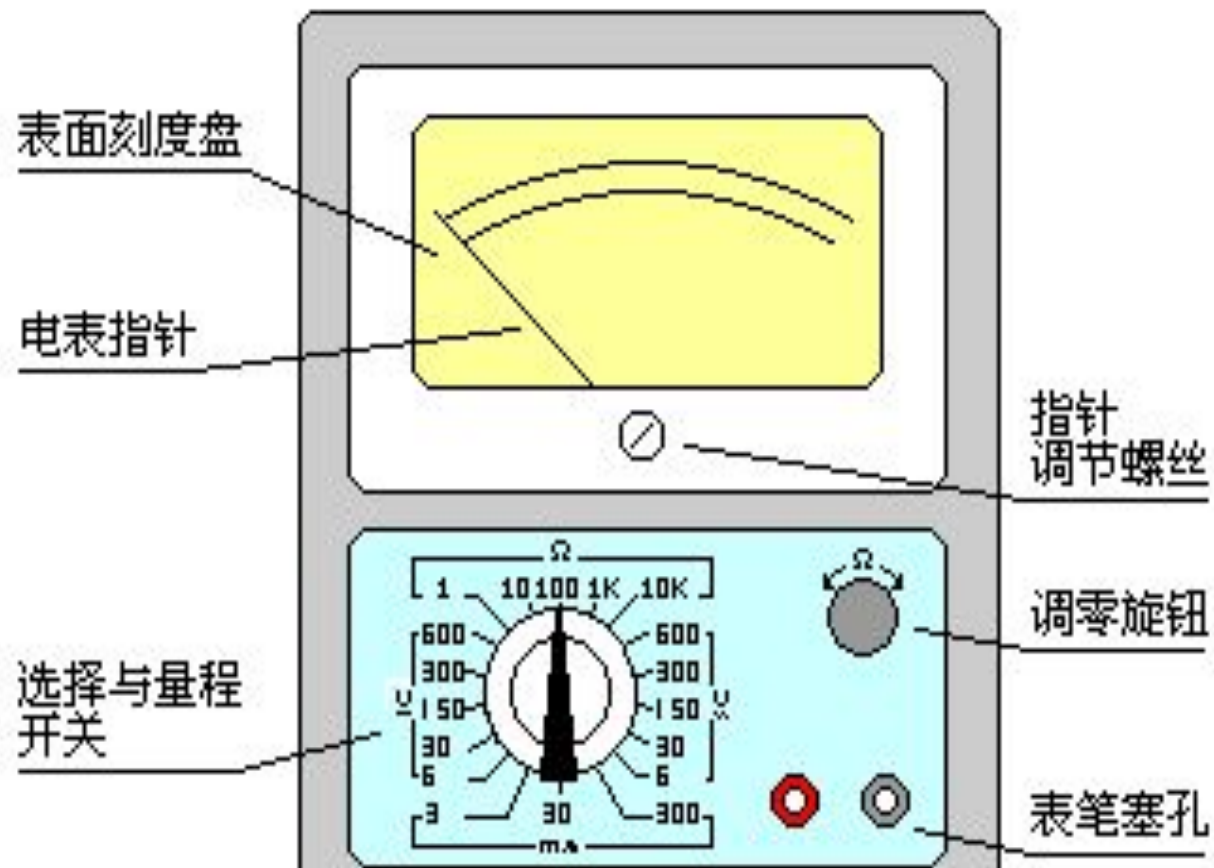


淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

指针式万用表



淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

数字式万用表



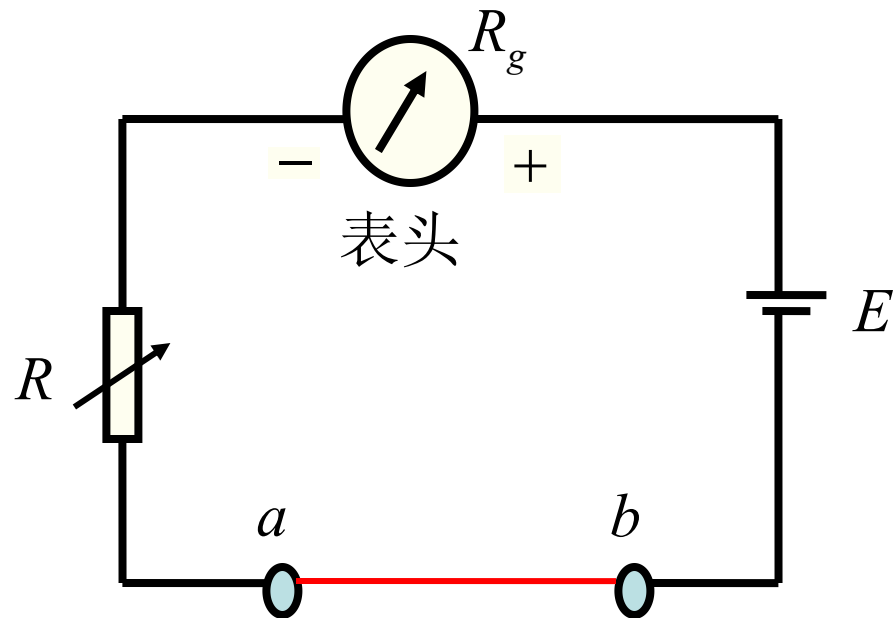
淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

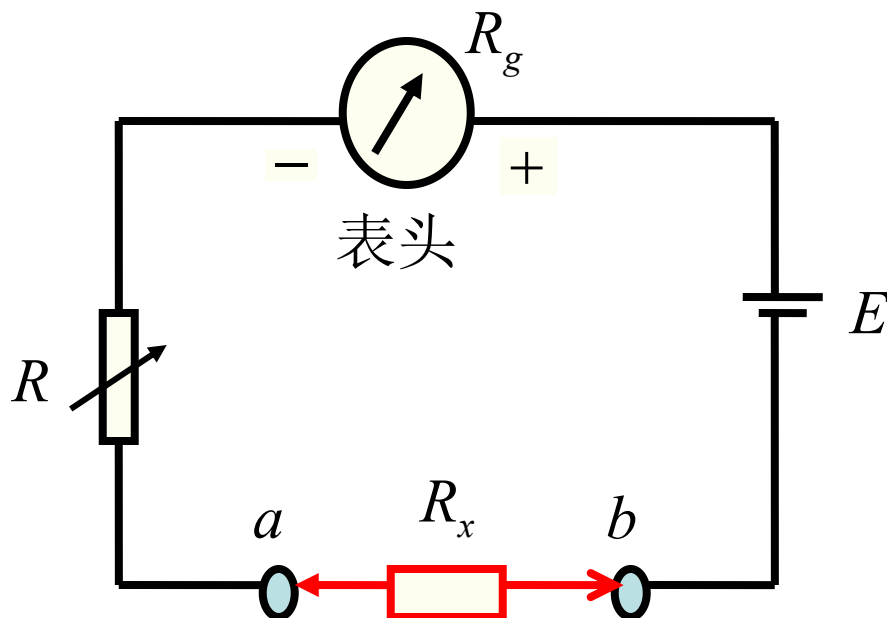
1.电阻的测量方法

测量电阻前先进行欧姆 调零。



$$I_g = \frac{U}{R_g + R}$$

测量被测电阻 R_x 以后



$$I = \frac{U}{R_g + R + R_x}$$

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

测量步骤:

(1) 预估待测电阻大小,

选择适当的档位;

(2) 测量电阻: 手不可触
及测试棒的探针或电阻的
引线;

(3) 读取电阻值: 读取指

示值再乘上档位的倍率。



淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件



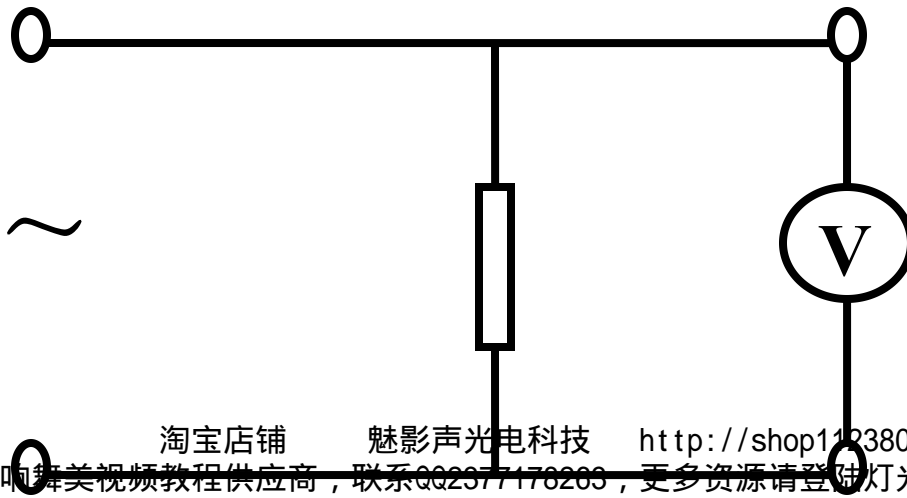
测量电阻时要注意：

- (1) 严禁带电情况下测量电阻，特别是绝对不允许直接测量电池内阻；
- (2) 测量时，直接将表笔跨接在电阻两端；
- (3) 测量前或每次换档时，都要重新调零。

2.电压的测量方法

(1)交流电压的测量方法

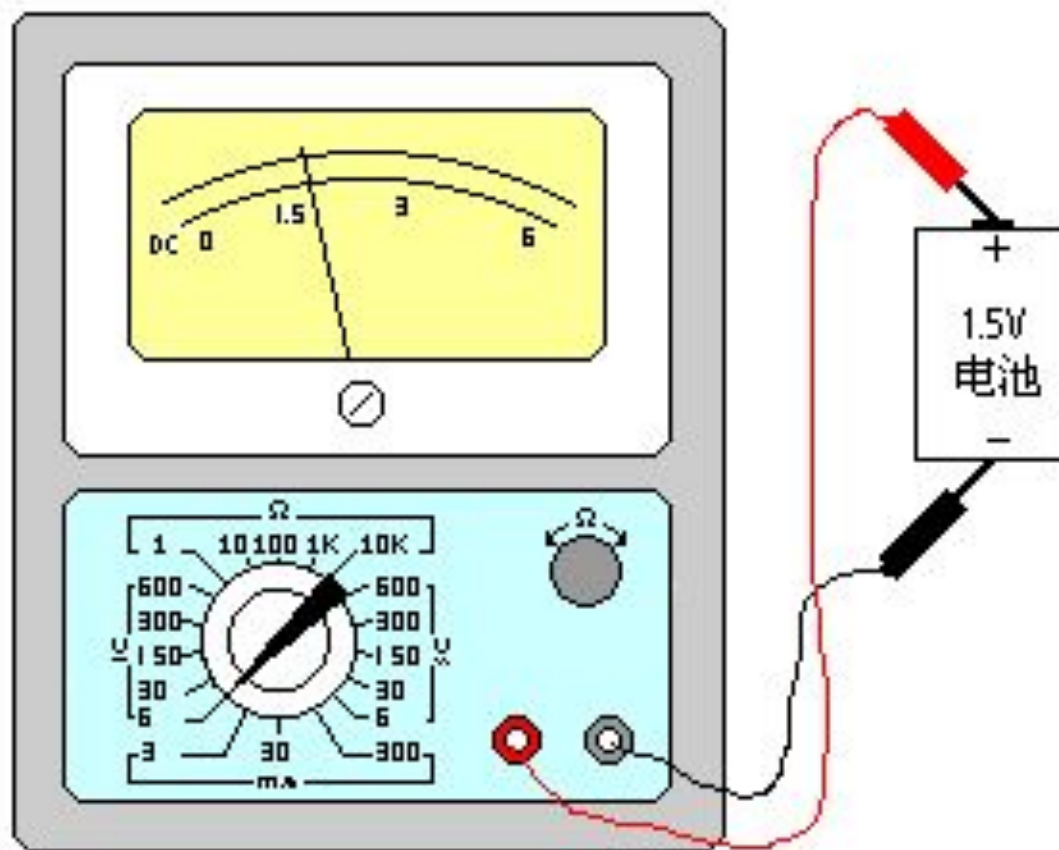
测量交流电压时，电压表不分极性，只需在测量量程范围内直接并入被测电路即可。



测量交流电压应注意：

- ①正确选择万用表的档位，不可选择直流流或电阻档位；
- ②测量时，将表笔并联在被测电路或被测元件两端；
- ③不明确被测电压的大小时，先选高档位进行测量，然后再进行调整，严禁在测量时拨动转换开关选择量程。

测量直流电压的方法



淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

测量直流电压应注意：

- （1）正确选择万用表的档位，不可选择交流或电阻档位；
- （2）测量时，一定注意表笔的正负极性，不可接反；
- （3）不明确被测电压的大小时，先选高档位进行测量，然后再进行调整，严禁在测量时拨动转换开关选择量程。

3.使用仪表注意事项

(1)首先阅读使用说明书;

(2)轻拿轻放, 不得随意调试和拆卸;

(3)在测量进行中不得更换档位或切换开关;

(4)根据测量的物理量合理选择量程和档位。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商, 联系QQ2377178263, 更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSI WYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

五、安全用电常识

1. 电流对人体的危害

触电对人体伤害的严重程度，与电流大小，电流通过人体的时间，电流通过人体的途径。电流的频率以及人体的状况等多种因素有关。

触电后对人体的妨害程度与电流大小有关。一般来说，人体对微安级电流既无感觉又无伤害，随着通过人体电流增大，会有麻、刺痛等感觉；电流再增大，就会剧痛、肌肉不自主强烈收缩、心律失常乃至心脏停止跳动。

淘宝店铺 魅影声光电科技 <http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

一般家用电器绝大多数适使用工频(50Hz、60Hz)交流电，工频交流电通过人体时，按照人体所呈现的生理反应的不同，可将电流的大小按有效值划分为如下三级。

(1) 感知电流

感知电流是引起人感觉的最小电流，通常在0.5~2mA范围内。成年男性平均感知电流约为1.1mA，成年女性的平均感知电流约为0.7mA。

(2) 摆脱电流

摆脱电流是触电后能自主摆脱电源的最大电流，通常在6~22mA范围内。成年男性的平均摆脱电流约为16mA，成年女性约为10.5mA，儿童的摆脱电流较成年人小。

(3) 致命电流

致命电流是指在很短的时间内危及生命的最小电流。在触电电流不超过数百毫安的情况下，触电致死的主要原因是电流引起心室颤动，从而使心脏丧失作为血液循环泵的功能，导致血液停止循环而致命，因此可以认为引起心室颤动的电流即致命电流，其值一般在50mA以上。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

2. 人体触电的形式

按人体触及带电体的方式不同，触电有以下5种形式：

- (1) 单相触电：人体触及某一相带电体时，电流从带电体通过人体流入大地。
- (2) 两相触电：人体两处同时触及两相带电体时，电流从一相带电体通过人体流入另一带电体。

(3)高压电弧触电：当人体接近高压带电体到一定距离时，带电体和人体之间的空气被击穿，产生电弧。

(4)跨步电压触电：高压输电线断落在地面上，当人走近时，两脚之间有跨步电压存在，电流通过人体。

(5)雷击：云中电荷通过人体流入大地。

在触电事故中，多数是上述 (1)、(2) 两种形式，且大都是由于开关、灯头、导线及用电器的绝缘损坏（击穿）或在绝缘性能不良（漏电）使外壳带电而引起。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

3. 触电的预防

(1) 学习关于电的基本知识，掌握安全用电常识，学会在紧急情况下关断总电源。

(2) 严禁触摸金属裸露部分(如铁丝、钉子、别针等金属制品)，即使在低电压情况下也不能例外，养成良好的用电习惯。

(3) 不要用潮湿的手脚去触及用电器具，如灯头等。不用湿布擦拭电器，如电炉等。

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2577178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpxsp.com/>
超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件

(4)应定期检查用电器具是否意外带电，以防误触电。电器使用完毕后应拔掉电源插头；插拔电源插头时不要用力拉拽电线，以防止电线的绝缘层受损造成触电；电线的绝缘皮剥落，要及时更换新线或者用绝缘胶布包好。

(5)一旦发生人身触电事故，应立即切断电源或用干燥木棍等将触电者与带电体分离，并进行必要的

救护。

淘宝店铺

魅影声光电科技

<http://shop112380277.taobao.com/>

专业灯光音响舞美视频教程供应商，联系QQ2377178263，更多资源请登陆灯光音响学习网<http://www.dgyxpssp.com/>

超级专业详细的珍珠控台、老虎控台、MA控台、WUSIWYG、音响培训、EASE等视频教程和灯光设计软件