

# 电工技术与电子技术



## 第 4 章 正弦交流电路

主讲教师：刘玉英



# 正弦电压与电流

主讲教师：刘玉英





# 正弦电压与电流

## 主要内容:

正弦量的概念; 正弦量的三个要素。

## 重点难点:

相位差及其意义。



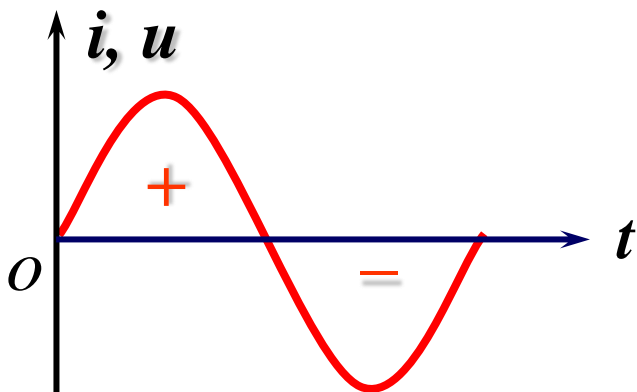
## 正弦电压与电流



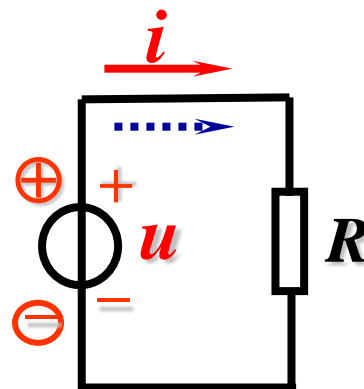
# 正弦电压与电流

**交流电：**方向和大小随时间变化的电动势、电压、电流，统称为交流电。

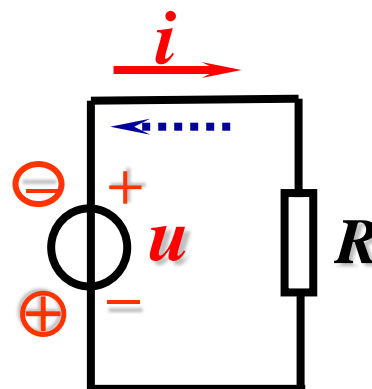
**正弦交流电：**按照正弦规律变化的交流电称为正弦交流电。



正弦电流和电压

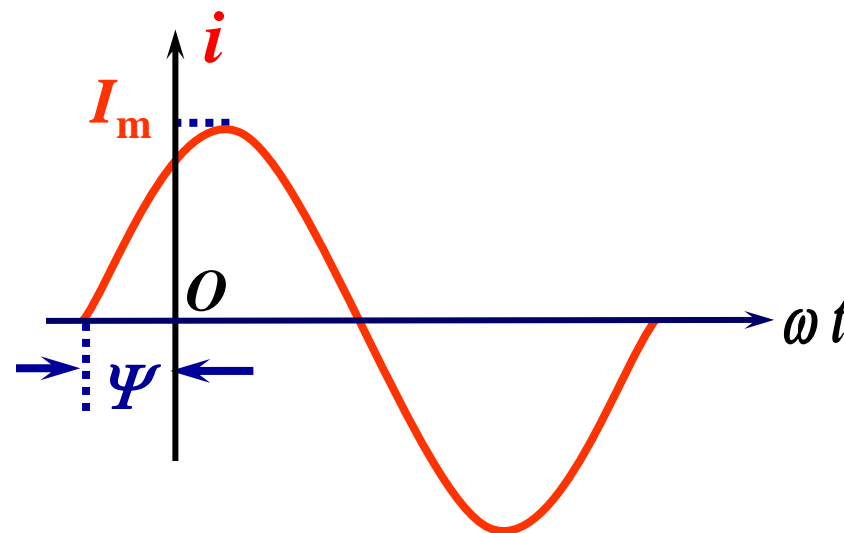


正半周



负半周

设正弦交流电流：



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

初相角：决定正弦量起始状态

角频率：决定正弦量变化快慢

幅值：决定正弦量的大小

幅值、角频率、初相角称为正弦量的三要素。



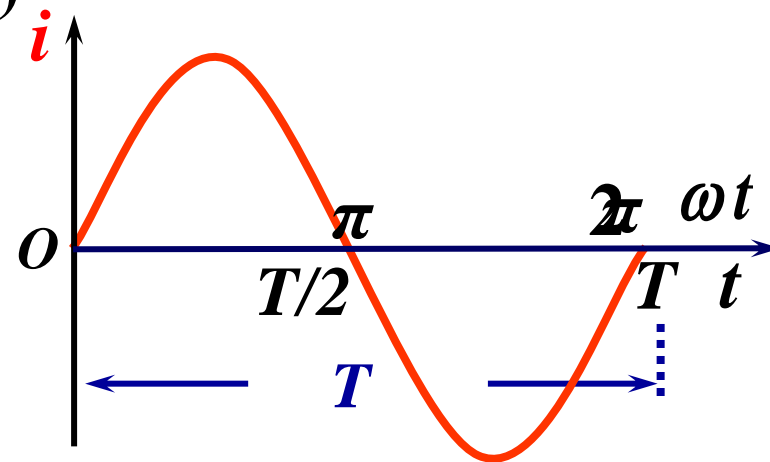
## 1. 频率与周期

周期  $T$ : 正弦量变化一周所需的时间 (s)

频率  $f$ :  $f = \frac{1}{T}$  (Hz)

角频率:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ (rad/s)}$$



- \* 电网频率: 我国 50 Hz , 美国、日本 60 Hz
- \* 高频炉频率: 200 ~ 300 kHz (中频炉 500 ~ 8000 Hz)
- \* 收音机中频段频率: 530~1600 kHz
- \* 移动通信频率: 900MHz~1800 MHz
- \* 无线通信频率: 高达 300GHz



## 2. 幅值与有效值

幅值大写, 下标加 m

幅值:  $I_m$ 、 $U_m$ 、 $E_m$

有效值: 与交流热效应相等的直流定义为交流电的有效值。

$$\int_0^T \underbrace{i^2 R dt}_{\text{交流}} = \underbrace{I^2 RT}_{\text{直流}}$$

则有

有效值  
必须大写

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

同理:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$







## 2. 幅值与有效值

幅值:  $I_m$ 、 $U_m$ 、 $E_m$

有效值:  $I$ 、 $U$ 、 $E$        $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$     $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$     $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$

注意:

交流电压、电流表测量数据为有效值

交流设备名牌标注的电压、电流均为有效值

各种电气设备的绝缘水平——耐压值是指电压的最大值。

例如: 电容器的耐压值是 10 V, 它是指电容器最大能承受 10V 直流电压。若接在 10V 的正弦电路中, 承受最大电压  $10\sqrt{2}V$  导致电容器被击穿损坏。

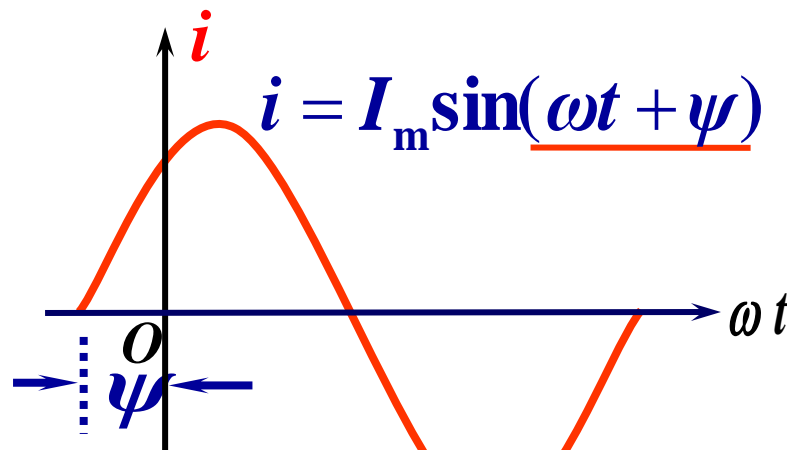




### 3. 初相位与相位差

相位:  $\omega t + \psi$

反映正弦量变化的进程。



初相位: 表示正弦量在  $t=0$  时的相角。

$$\psi = (\omega t + \psi) \Big|_{t=0}$$

$\psi$ : 给出了观察正弦波的起点或参考点。



相位差  $\varphi$  :

两同频率的正弦量之间的初相位之差。

如:  $u = U_m \sin(\omega t + \psi_1)$

$i = I_m \sin(\omega t + \psi_2)$

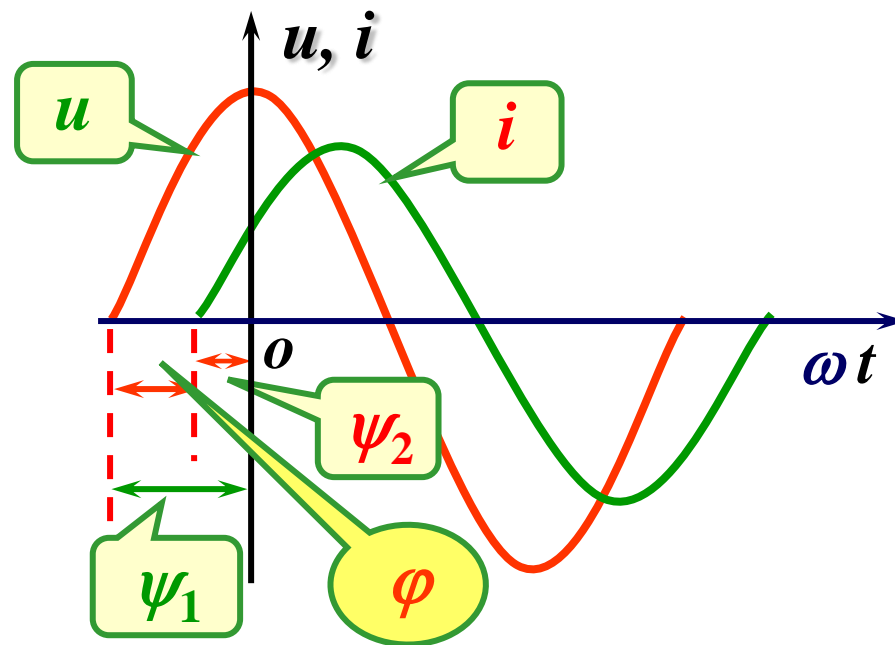
$$\begin{aligned}\varphi &= (\omega t + \psi_1) - (\omega t + \psi_2) \\ &= \psi_1 - \psi_2\end{aligned}$$

图中

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

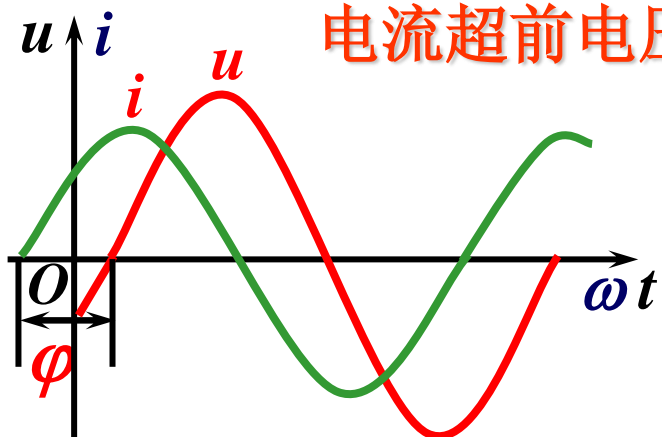
电压超前电流  $\varphi$

或称  $i$  滞后  $u$ ,  $\varphi$  角



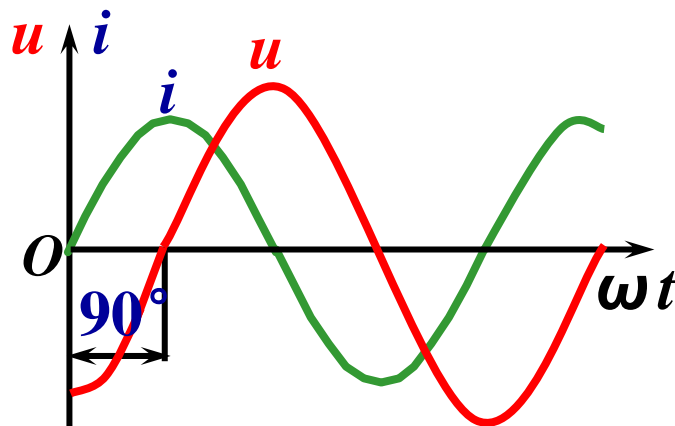
$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 < 0$$

电流超前电压  $\varphi$



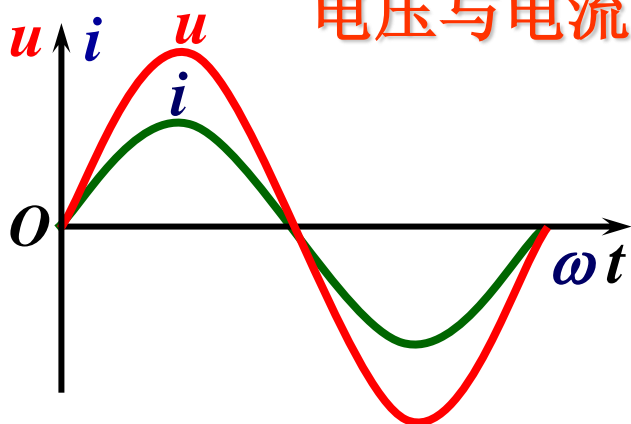
$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 = -90^\circ$$

电流超前电压  $90^\circ$



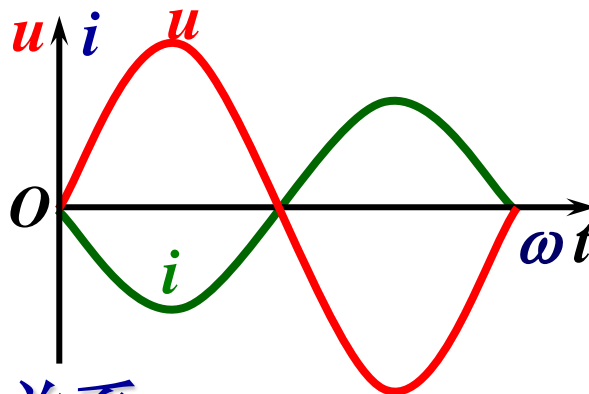
$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 = 0$$

电压与电流同相



$$\varphi = \psi_1 - \psi_2 = 180^\circ$$

电压与电流反相



正弦交流电的相位关系

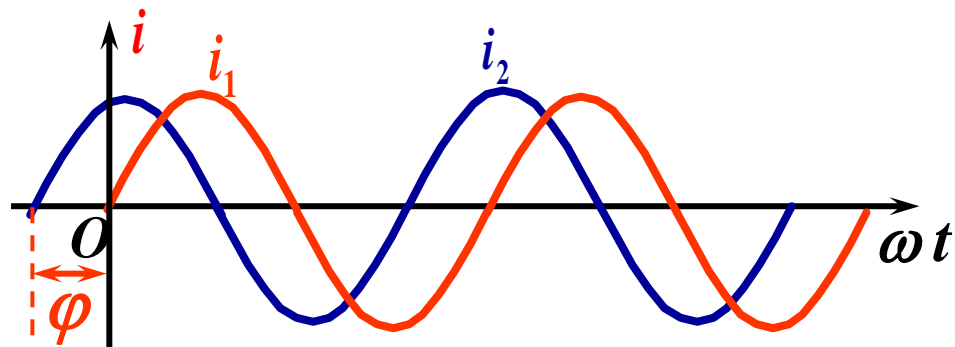
注意:

(1) 两同频率的正弦量之间的相位差为常数，与计时的选择起点无关。

$$i_1 = I_{1m} \sin(\omega t + \psi_1)$$

$$i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \psi_2)$$

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

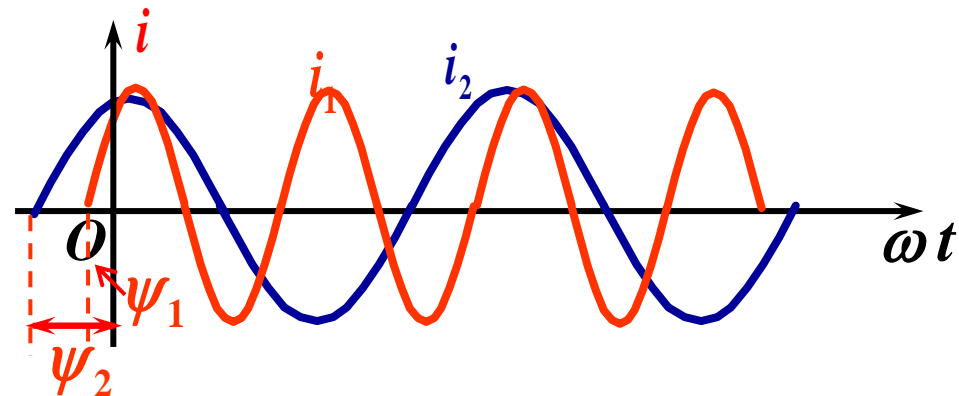


(2) 不同频率的正弦量比较无意义。

$$i_1 = I_{1m} \sin(2\omega t + \psi_1)$$

$$i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \psi_2)$$

$$\varphi \neq \psi_2 - \psi_1$$





**例：**在某电路中， $i = 100 \sin(6280 t - \frac{\pi}{4}) \text{ mA}$

(1) 试指出它的频率、周期、角频率、幅值、有效值及初相位各为多少？

(2) 如果  $i$  的参考方向选得相反，写出它的三角函数式，并问 (1) 中各项有无改变？

**解：(1) 角频率**  $\omega = 6280 \text{ rad/s}$

**频率** 
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6280}{2 \times 3.14} = 1000 \text{ Hz}$$

**周期** 
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000} = 0.001 \text{ s}$$





**例：**在某电路中， $i = 100 \sin (6280 t - \frac{\pi}{4})\text{mA}$

(1) 试指出它的频率、周期、角频率、幅值、有效值及初相位各为多少

**解：(1) 幅值**

$$I_m = 100\text{mA}$$

**有效值**

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7\text{mA}$$

**初相位**

$$\psi = -\frac{\pi}{4} = -45^\circ$$







**例：**在某电路中， $i = 100 \sin(6280 t - \frac{\pi}{4}) \text{ mA}$

(1) 试指出它的频率、周期、角频率、幅值、有效值及初相位各为多少？

(2) 如果  $i$  的参考方向选得相反，写出它的三角函数式，并问 (1) 中各项有无改变？

**解：(2)** 
$$i = 100 \sin(6280 t - \frac{\pi}{4} + \pi)$$
$$= 100 \sin(6280 t + \frac{3}{4} \pi) \text{ mA}$$

除初相位外。其余均未改变。初相位  $\frac{3}{4} \pi$





## 小结

正弦量:

随时间按正弦规律做周期变化的量。

正弦交流电的三个要素

{	幅 值
	角频率
	初相角

