



成都航空职业技术学院
CHENGDU AERONAUTIC POLYTECHNIC



正弦交流电的产生 及其表示方法

工程实训中心

电工电子教研室



航空报国 追求卓越



长绸舞



正弦交流电？

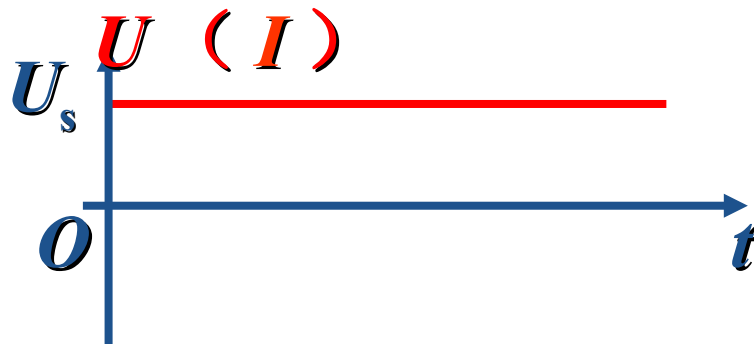
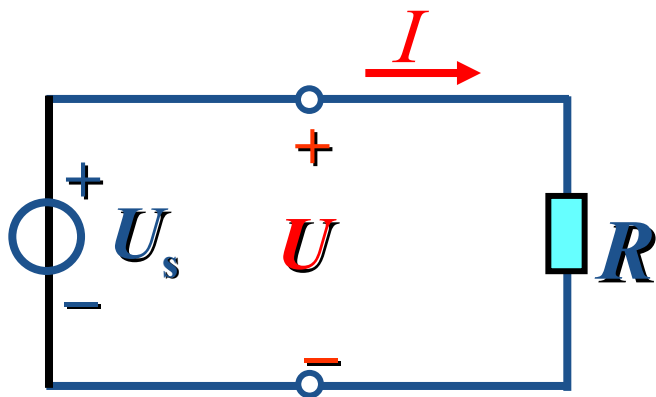
概述



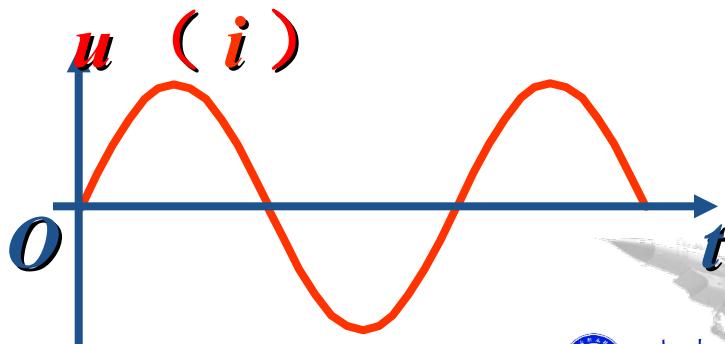
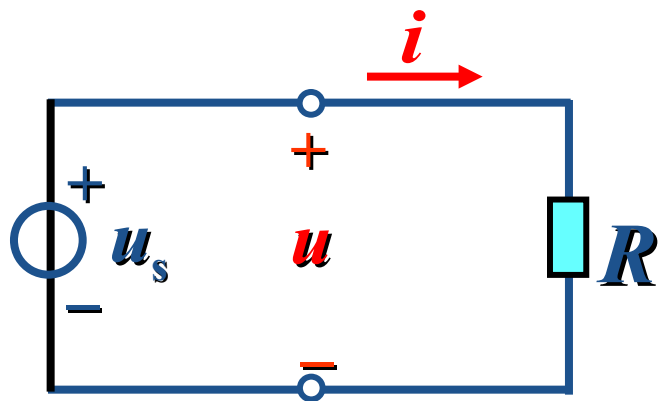
航空报国 追求卓越

1. 直流电量：不随时间变化的电压和电流的统称

。



2. 交流电量（或称正弦交流电）：随时间按正弦规律做周期性变化的电压和电流的统称。



成都航空职业技术学院
CHENGDU AERONAUTIC POLYTECHNIC



3. 正弦交流电的优越性

- 易于产生。
- 易于转换。
- 易于传输。
- 便于运算：对正弦量求和、求差、积分、求导，频率不变
- 便于分析非正弦周期电流的线性电路。

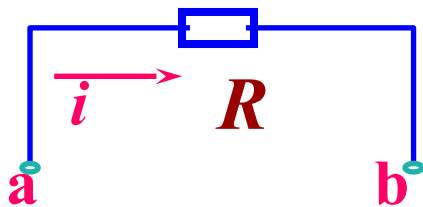
4. 分析与计算正弦交流电路的目的

确定不同参数和不同结构的各种正弦交流电路中 u 与 i 之间的关系和功率。

一、 正弦量的基本特征

正弦量： 正弦电压、电流等物理量统称为正弦量。

规定电流参考方向如图



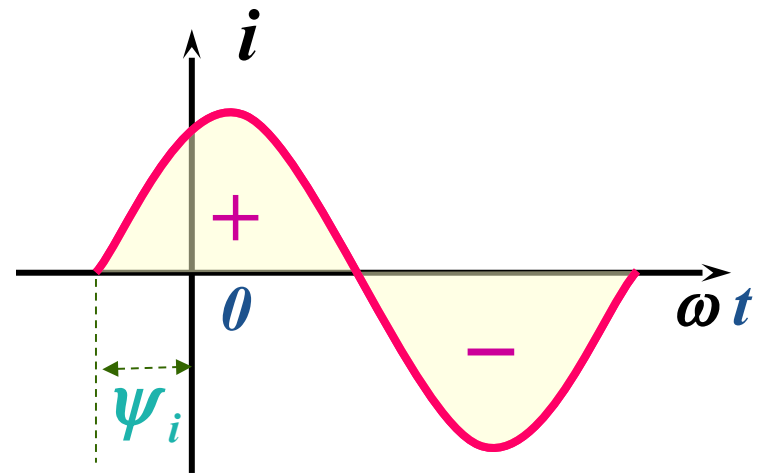
$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$$

振幅

角频率

初相角

正弦量的三要素



正半周：

电流参考方向与实际方向相同

负半周：

电流参考方向与实际方向相反



(1) 周期、频率、角频率

描述正弦量变化快慢的参数:

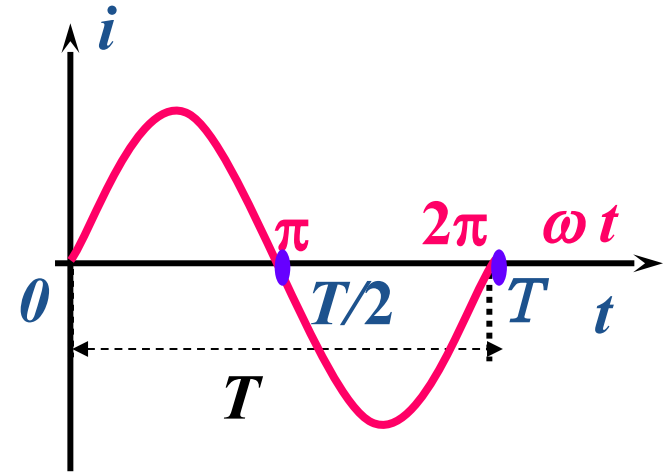
周期 (T): 变化一个循环所需要的时间, **单位 (s)**

频率 (f): 单位时间内的周期数
单位 (Hz)。

角频率 (ω): 每秒钟变化的弧度数, **单位 (rad/s)。**

三者间的关系示为:

$$f = \frac{1}{T} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



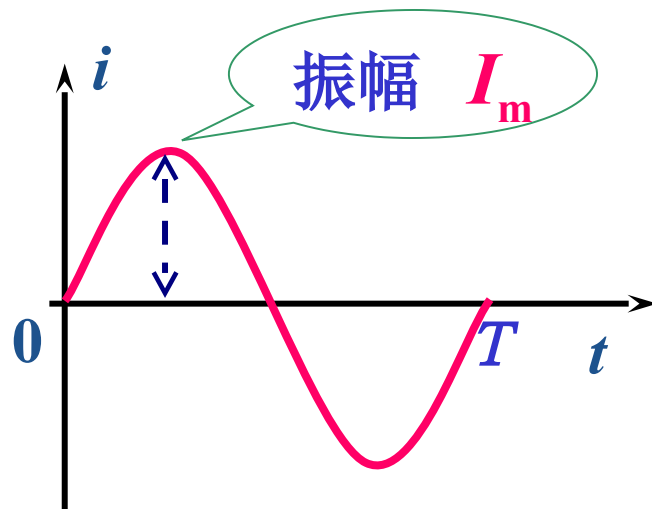
我国和大多数国家采用 **50Hz** 作为电力工业标准频率 (简称**工频**), 少数国家采用 **60Hz**。

(2) 瞬时值、最大值、有效值

描述正弦量数值大小的参数:

瞬时值: 正弦量任意瞬间的值称为瞬时值, 用小写字母表示

i 、 u 、 e



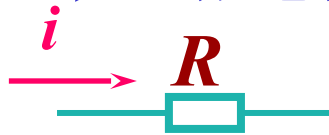
振幅: 正弦量在一个周期内的最大值, 用带有下标 m 的大写字母表示: I_m 、 U_m 、 E_m

有效值: 一个交流电流的做功能力相当于某一数值的直流电流的做功能力, 这个直流电流的数值就叫该交流电流的有效值。用大写字母表示: I 、 U 、 E

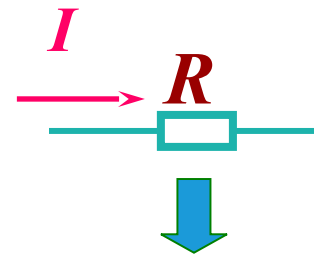


有效值与幅值的关系推导如下

：以电流为例：设同一个负载电阻 R ，分别通入周期电流 i 和直流电流 I 。



同一时间 T
内消耗的能量



$$\int_0^T p dt = \int_0^T i^2 R dt$$
$$= R \int_0^T i^2 dt$$

消耗能量相同



$$PT$$
$$= I^2 RT$$

即： $I^2 RT = R \int_0^T i^2 dt$ 则有： $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$





可见，周期电流**有效值**等于它的瞬时值的平方在一个周期内的积分取平均值后再开平方，因此有效值又称为**方均根值**。

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

整理得： $I_m = \sqrt{2}I$

同理： $U_m = \sqrt{2}U$

$$E_m = \sqrt{2}E$$



例 1 一个正弦电压的初相为 60° ，有效值为 110V ，试求它的解析式。

解 因为 $U=110\text{V}$ ，所以其最大值为 $U_m = 110\sqrt{2}\text{V}$ ，电压的解析式为

$$u = 110\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ)$$

例 2 已知一正弦交流电压 $u=311\sin\omega t$ ， $f=50\text{Hz}$ ，试求该正弦交流电压的有效值和 $t=0.1\text{s}$ 时的瞬时值。

$$\text{解：} U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{311}{\sqrt{2}} \text{V} = 220\text{V}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$u = U_m \sin 2\pi ft = 311 \sin(100\pi \times 0.1) \text{V} = 0\text{V}$$





(3) 相位、初相、相位差

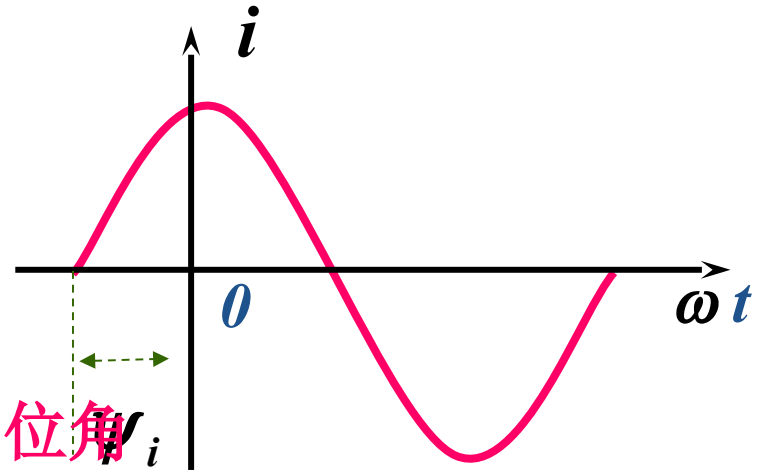
正弦量 $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$

相位:

$(\omega t + \psi_i)$

称为正弦量的相位角 ψ_i

或相位。它表明了正弦量的进程。



初相: $t=0$ 时的相位角 ψ_i 称为初相角或初相位。

(用绝对值 $< 180^\circ$ 的角度表

示)

若所取计时时刻 (时间零点的选择) 不同, 则正弦量初相位不同。

相位差: 同频率正弦量的相位角之差或是初相角之差, 称为相位差, 用 φ 表示。



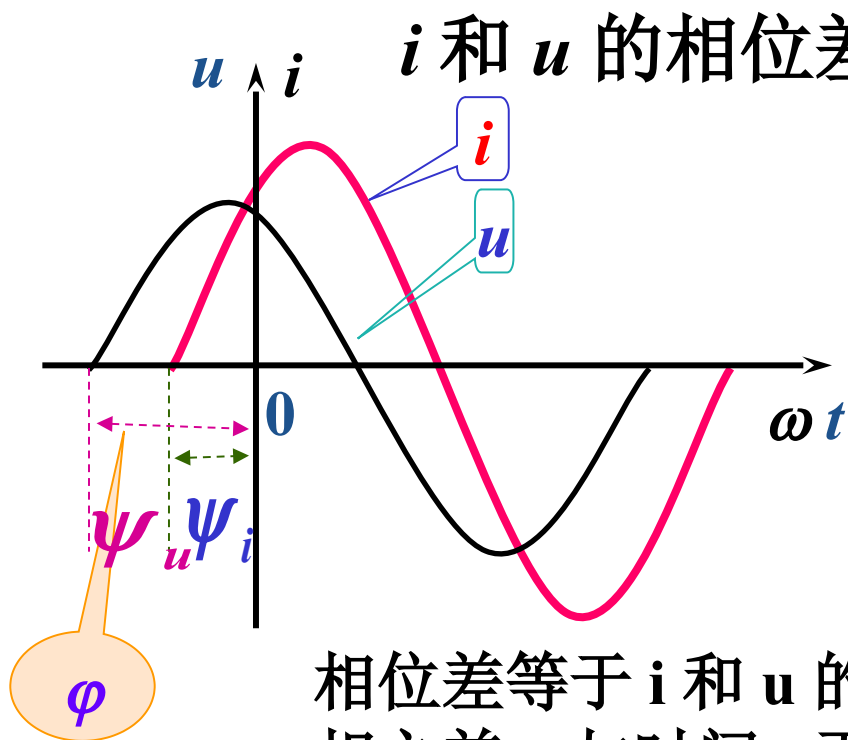
设正弦量: $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$

i 和 u 的相位差为: $\varphi = (\omega t + \psi_i) - (\omega t + \psi_u)$
 $= \psi_i - \psi_u$

如果: $\varphi = \psi_i - \psi_u < 0$

称 i 滞后 u φ 角 (如图示)

如果: $\varphi = \psi_i - \psi_u > 0$
称 i 超前 u φ 角。



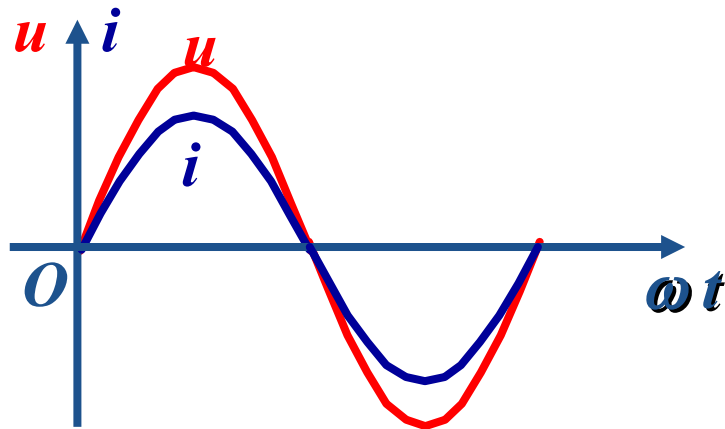
相位差等于 i 和 u 的初相之差, 与时间 t 无关

注意 ① 同频率的正弦量才能比较相位;

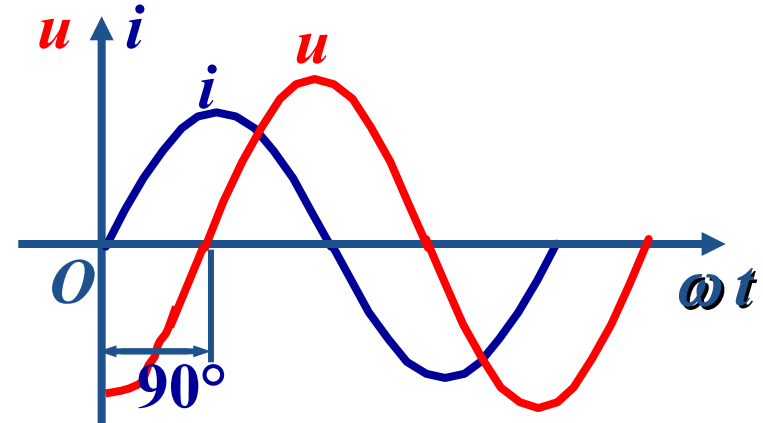
② 相位差和初相都规定不得超过 $\pm 180^\circ$ 。



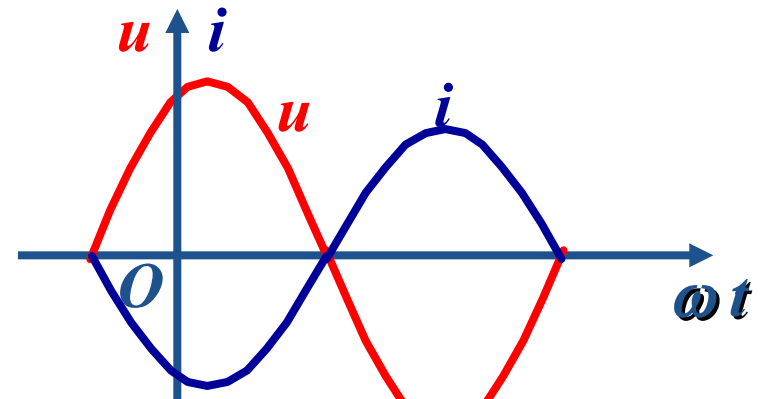
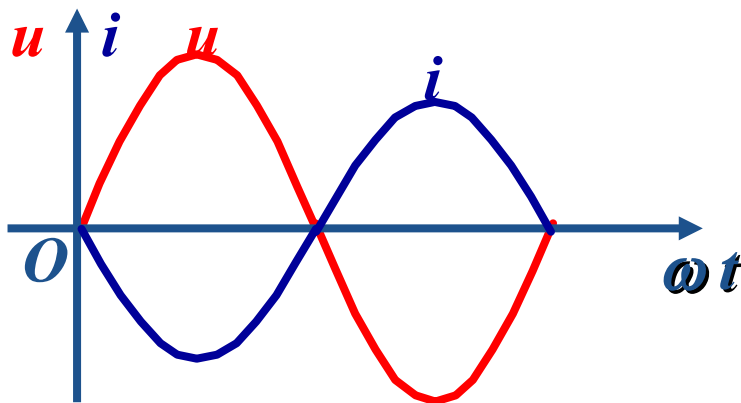
$\varphi = \psi_u - \psi_i = 0$
电压与电流**同相**



$\varphi = \psi_u - \psi_i = -90^\circ$
电压与电流**正交**



$\varphi = \psi_u - \psi_i = \pm 180^\circ$
电压与电流**反相**



当两个同频率的正弦量计时起点改变时，它们的初相改变，但相位差不变。



例： 已知工频电压有效值 $U=220V$ ，初相 $\varphi_u = 60^\circ$ ；
工频电流有效值 $I=22A$ ，初相 $\varphi_i = -30^\circ$ ，
求其瞬时值表达式以及它们的相位关系。

解：

工频电的角频率： $\omega = 2\pi f = 314 \text{ rad} / s$

电压瞬时值表达式为 $u = 220\sqrt{2} \sin(314t + 60^\circ)$

电流瞬时值表达式为 $i = 22\sqrt{2} \sin(314t - 30^\circ)$

相位差为： $\varphi = 60^\circ - (-30^\circ) = 90^\circ$

所以电压超前电流 90° ，二者相位关系为正交。

THANK YOU !

