



**AnyWay**

 **银河电气**  
YINHE ELECTRIC

# 测量的基本概念



**AnyWay**

**银河电气**  
YINHE ELECTRIC

# 主要内容

1. 信号的时域描述
2. 信号的频域描述
3. 时域与频域相互变换
4. 测量的目的



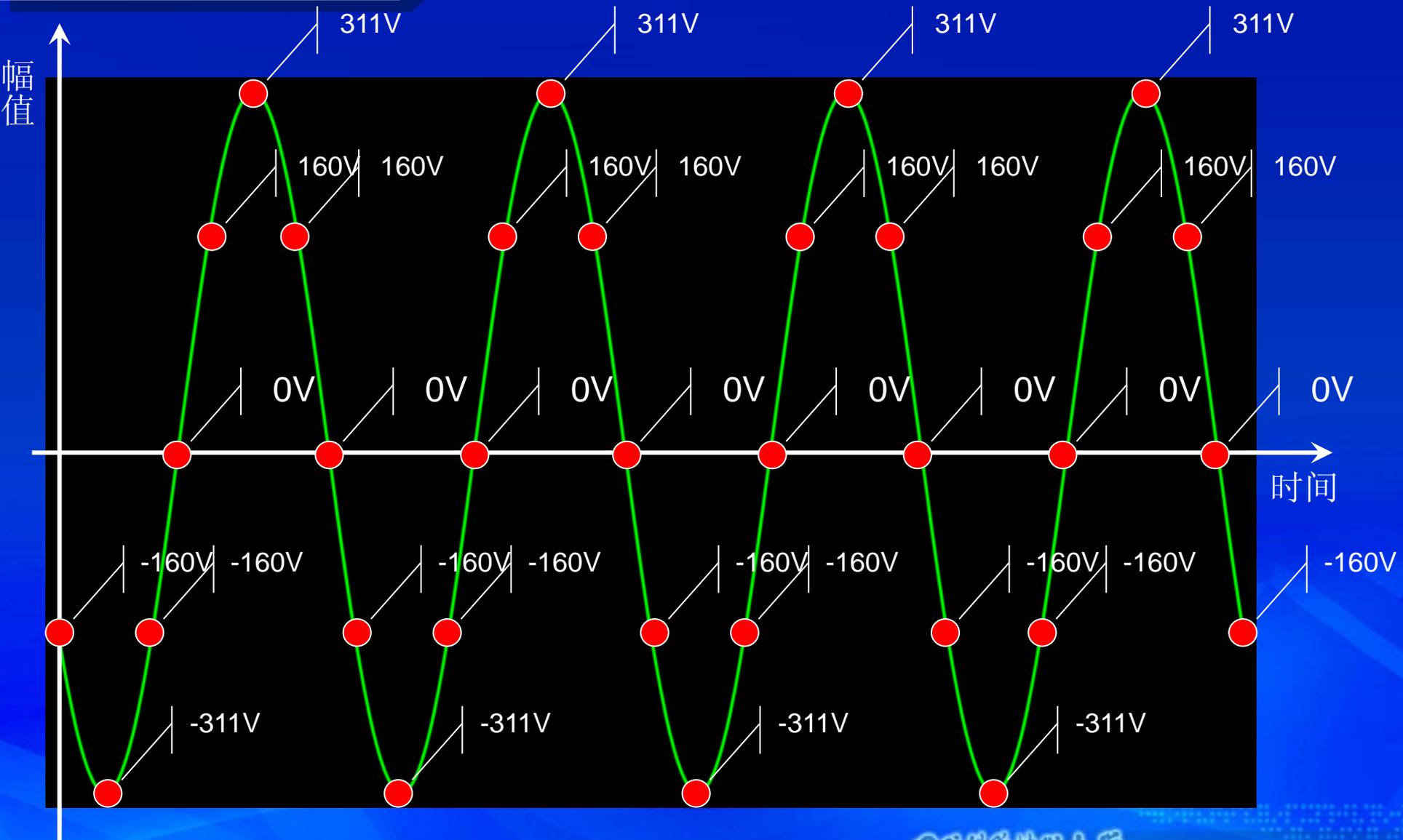
*AnyWay*

 银河电气  
YINHE ELECTRIC

# 信号的时域描述

以时间为独立变量，描述信号幅值随时间的变化特征，反映信号幅值与时间的关系

以时间为横坐标，信号幅值为纵坐标的波形图可直观的表述信号幅值与时间的关系

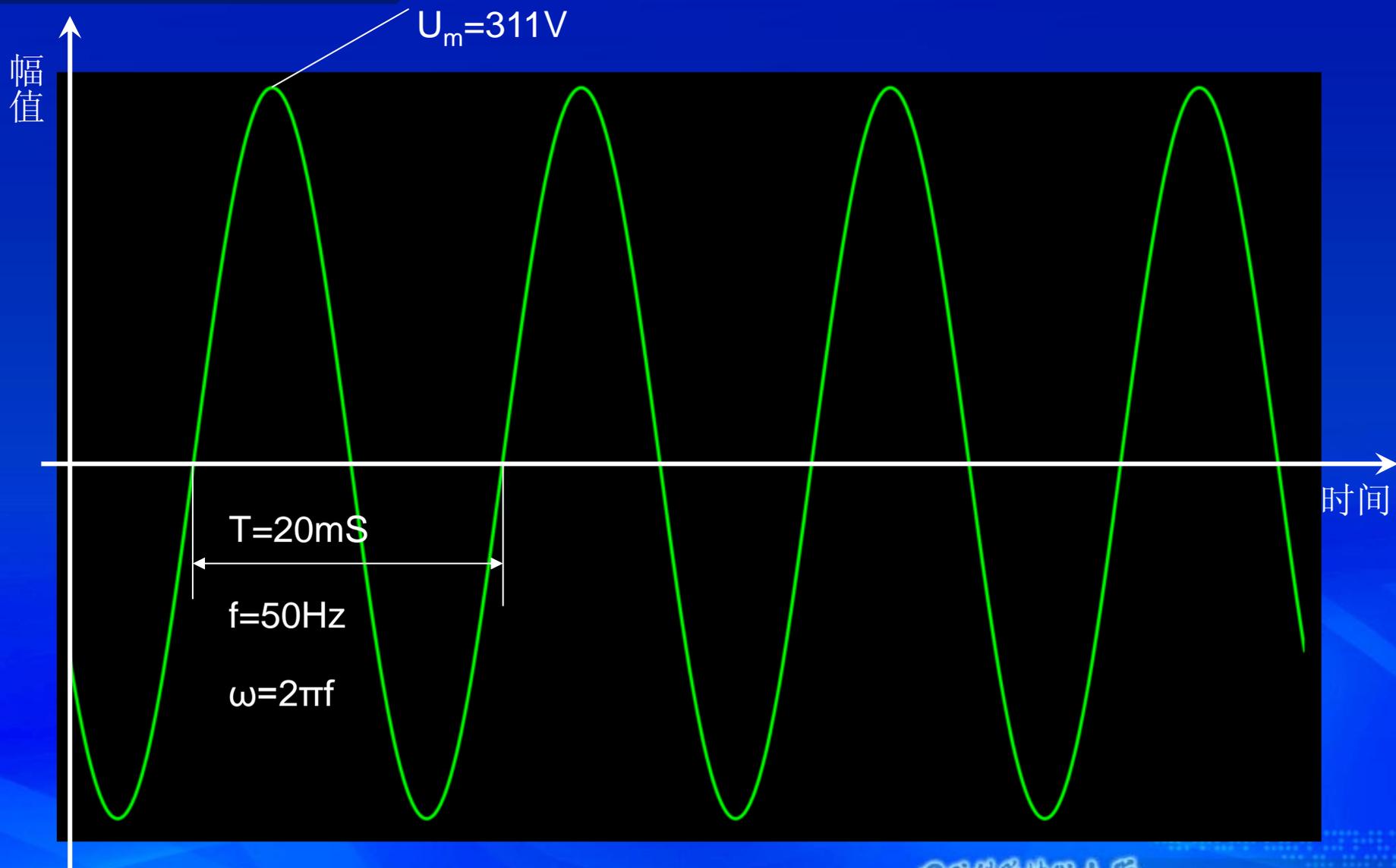


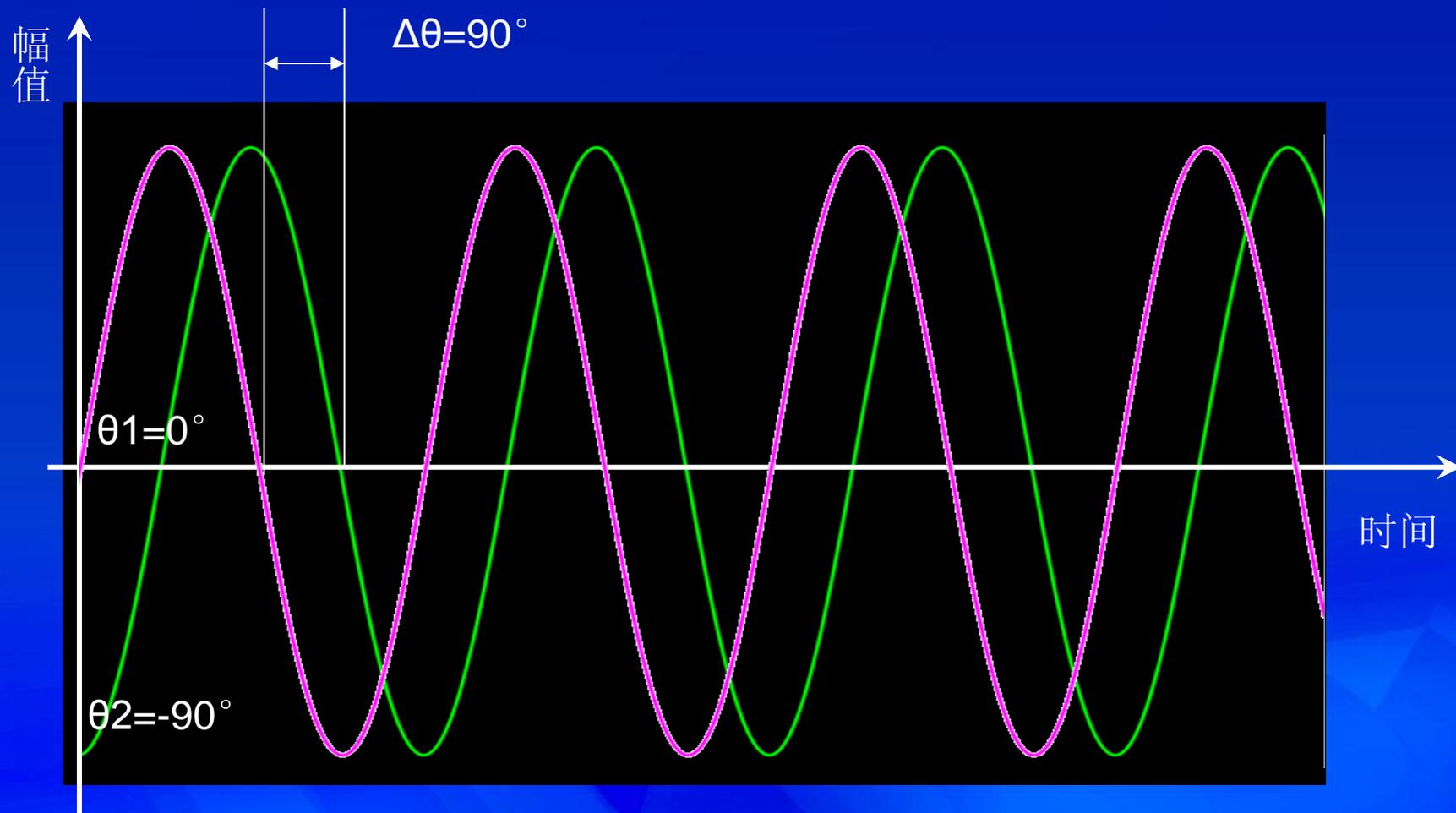


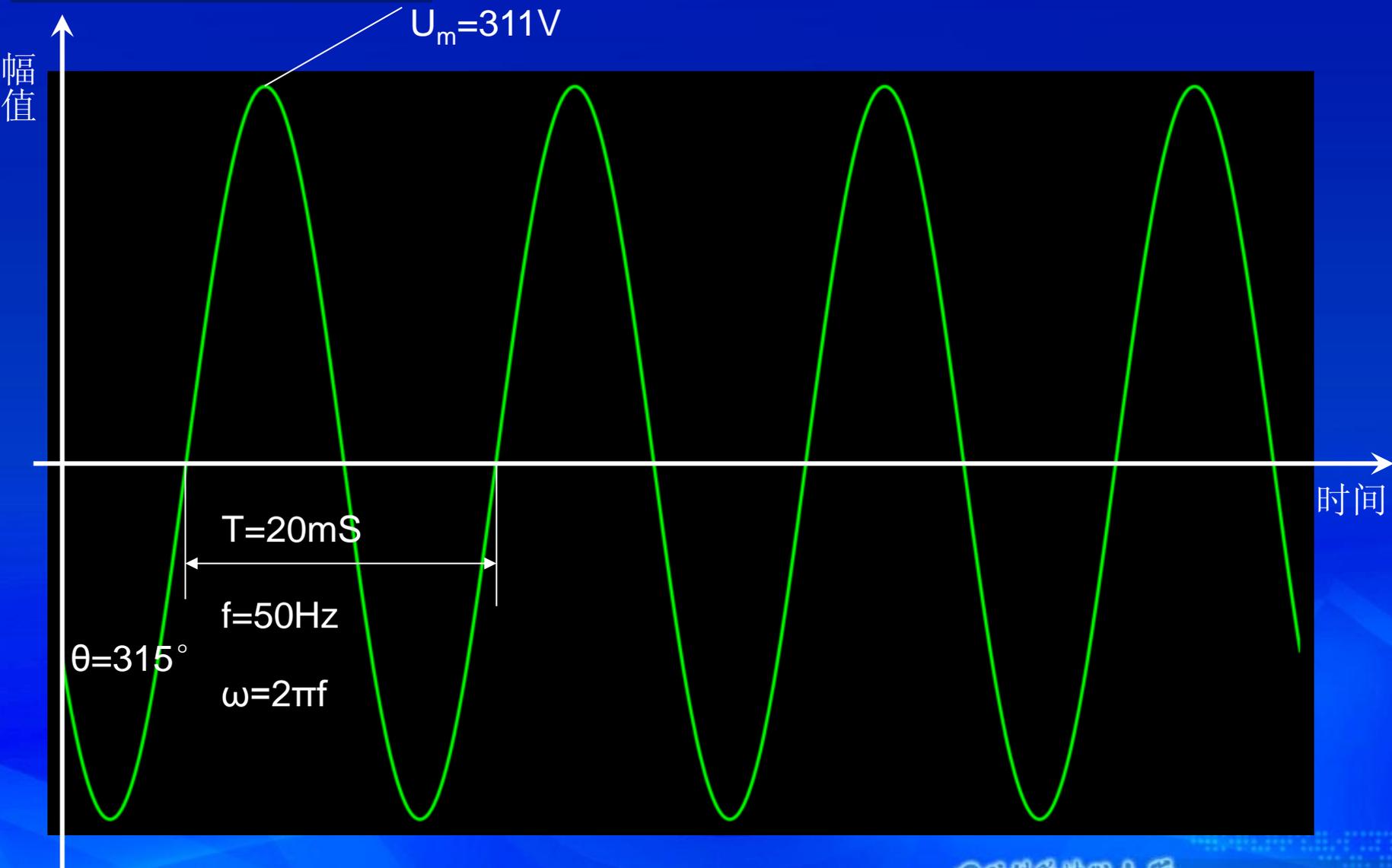
*AnyWay*

 银河电气  
YINHE ELECTRIC

# 正弦信号的特征值







$$u(t) = \sqrt{2}U \sin(2\pi ft + \theta)$$

幅值：

U

频率：

f

相位：

$\theta$

幅值、频率、相位为正弦波的充分且必要特征值。

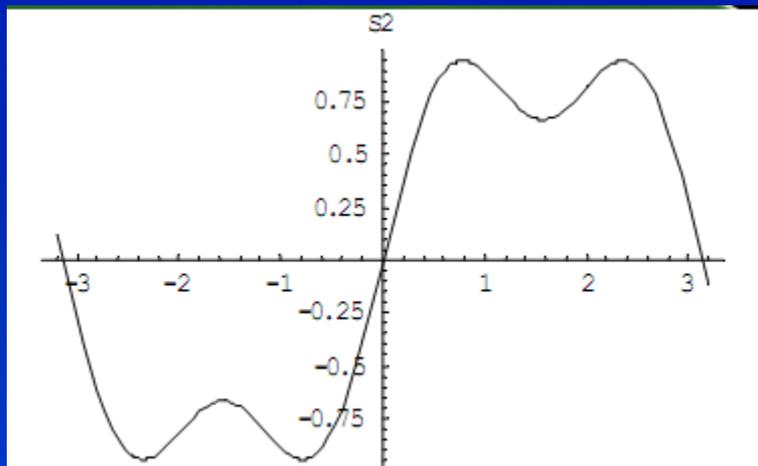
波形图可直观反映正弦信号的幅值、频率、相位。



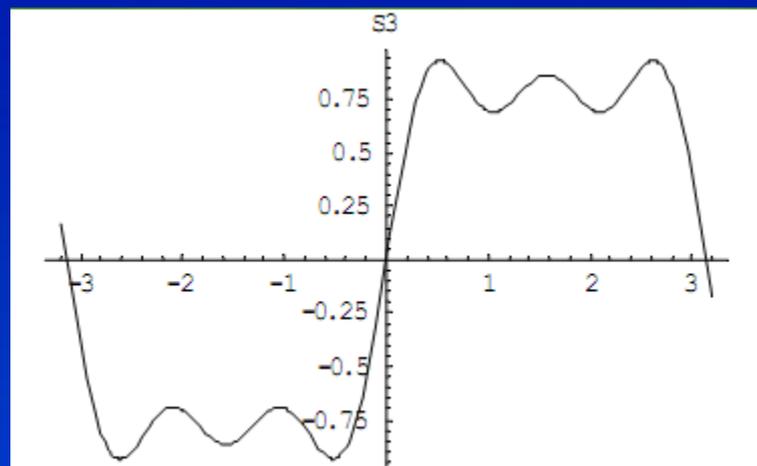
*AnyWay*

 银河电气  
YINHE ELECTRIC

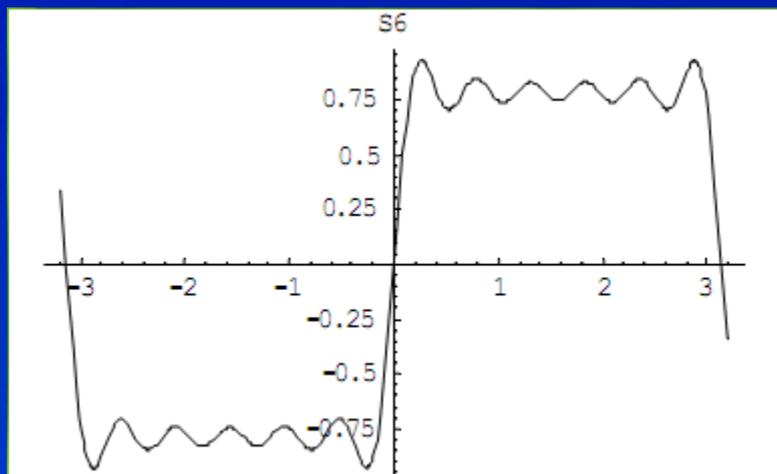
# 非正弦波的特征值



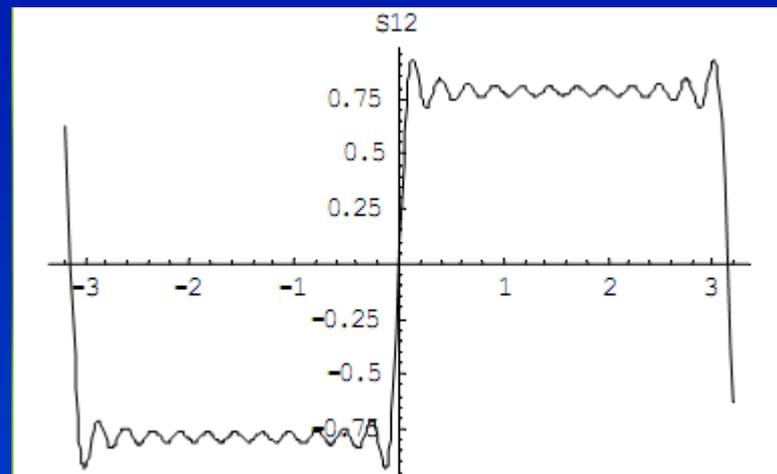
$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3}$$



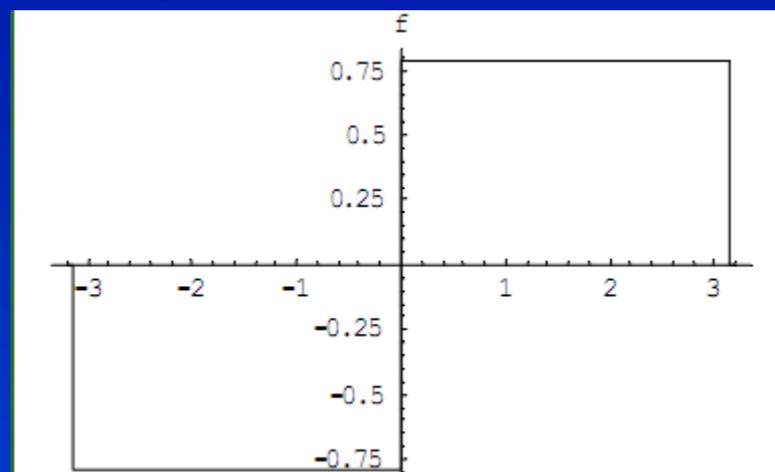
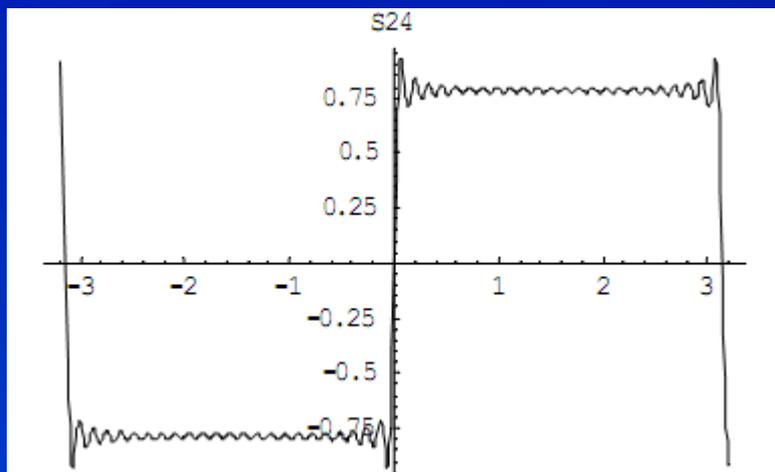
$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3} + \frac{\sin 5\omega t}{5}$$



$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3} + \frac{\sin 5\omega t}{5} + \dots + \frac{\sin 11\omega t}{11}$$



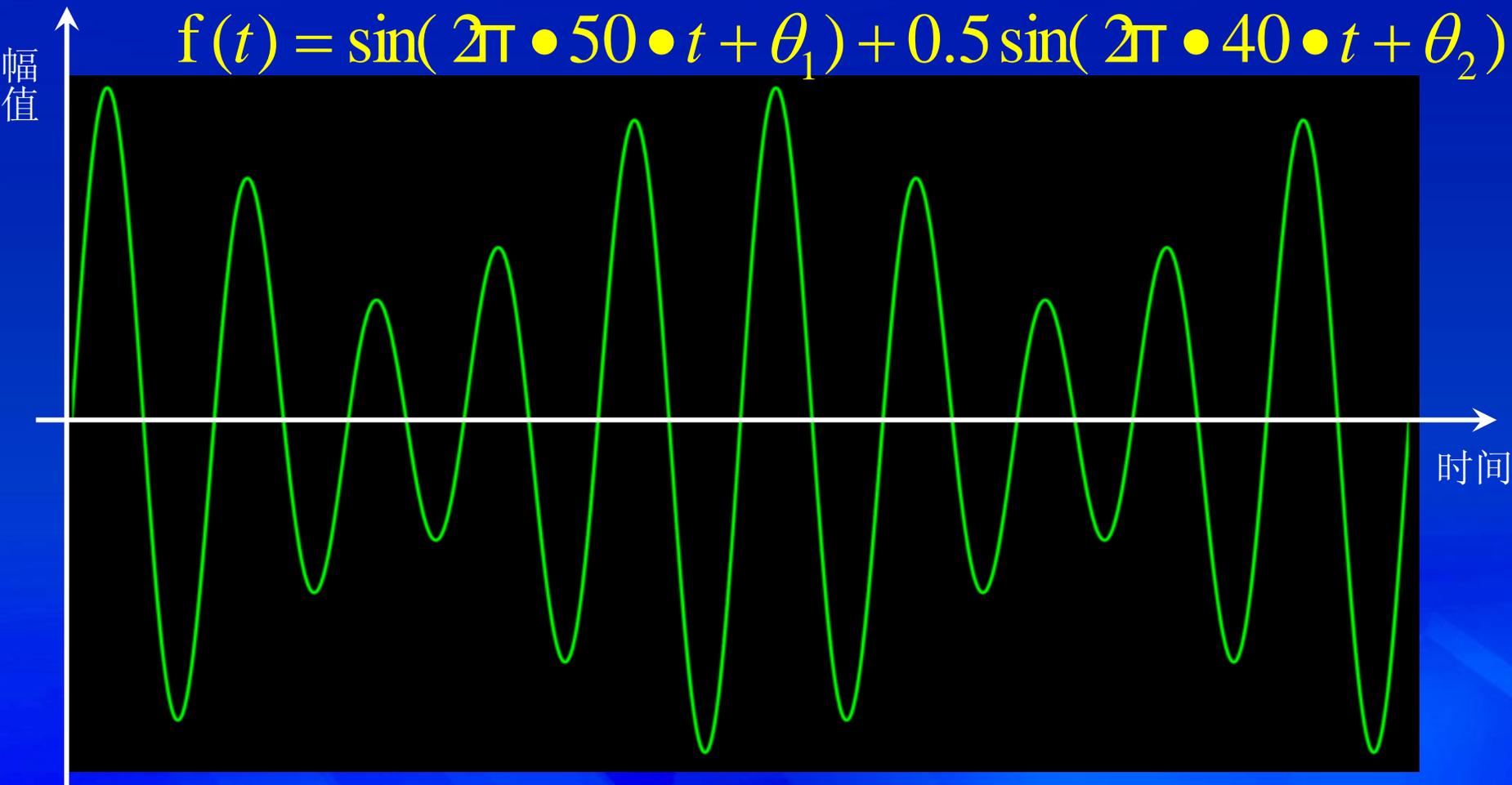
$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3} + \frac{\sin 5\omega t}{5} + \dots + \frac{\sin 23\omega t}{23}$$



$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3} + \frac{\sin 5\omega t}{5} + \dots + \frac{\sin 49\omega t}{49}$$

$$f(t) = \sin \omega t + \frac{\sin 3\omega t}{3} + \frac{\sin 5\omega t}{5} + \frac{\sin 7\omega t}{7} + \dots$$

$$= \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\sin (2n-1) \cdot \omega t}{2n-1}$$



波形图不能直观的反映非正弦信号的内在构造。



*AnyWay*

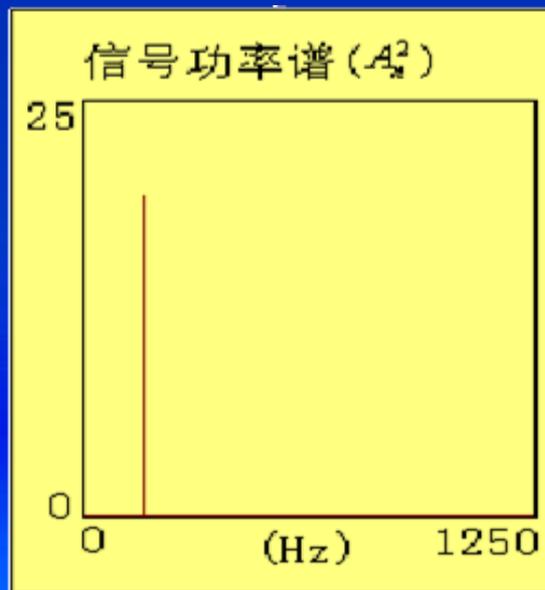
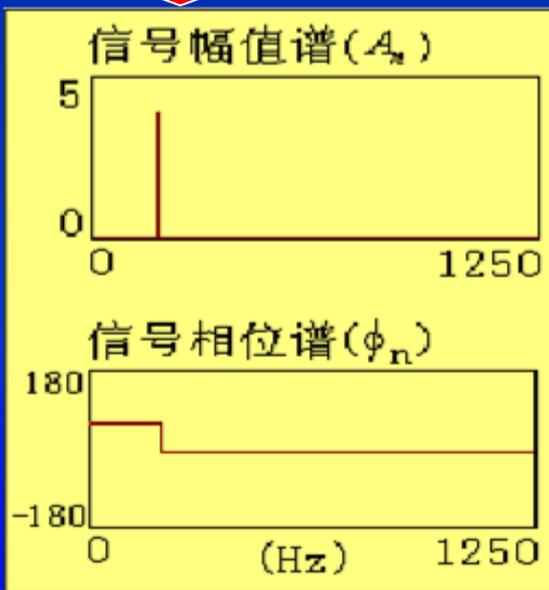
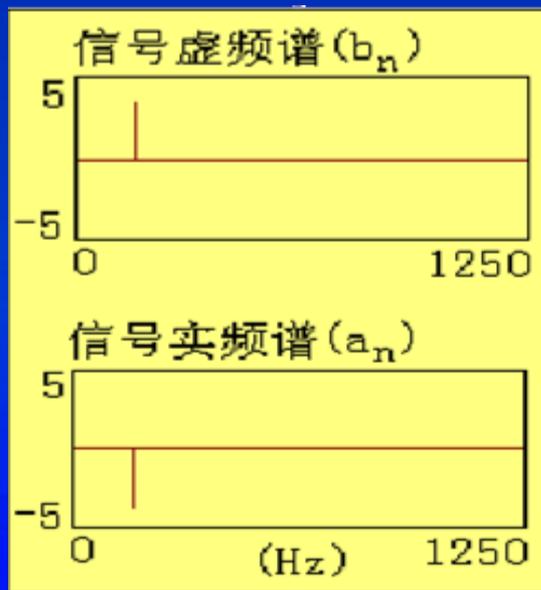
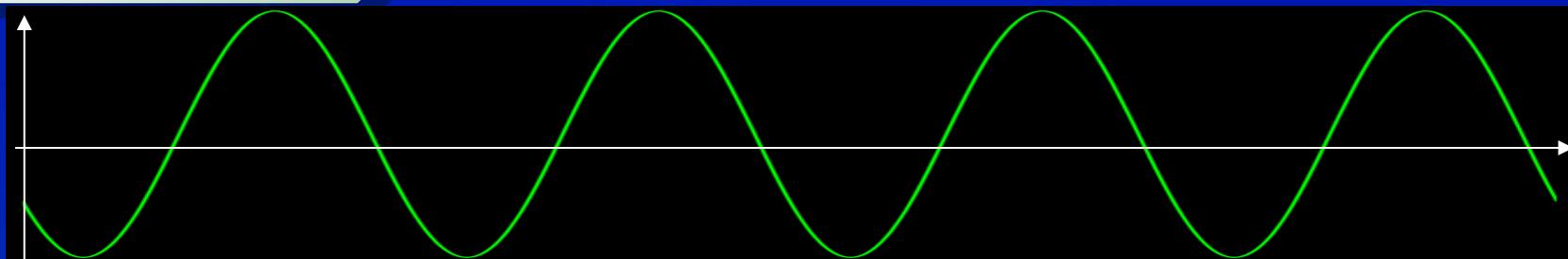
 银河电气  
YINHE ELECTRIC

# 信号的频域描述

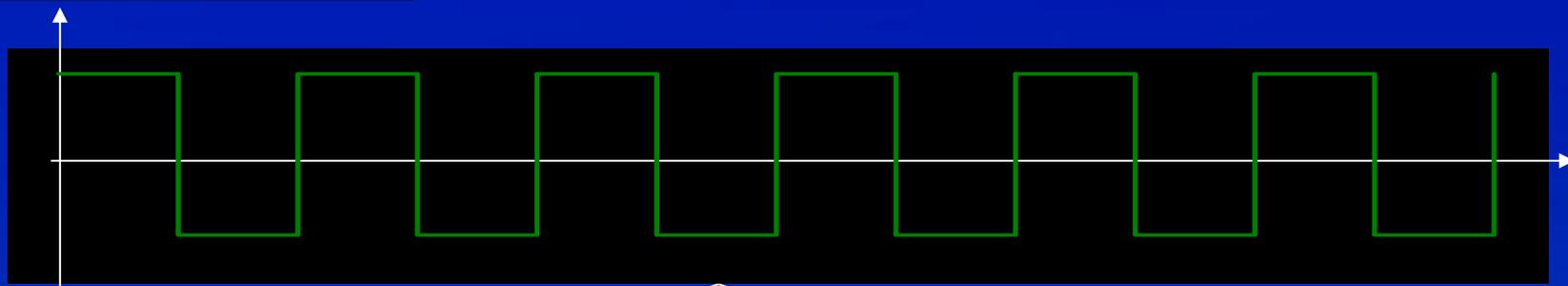
以频率为独立变量，描述信号幅值、相位、功率等随时间的变化特征，反映信号幅值、相位、功率等与频率的关系。

以频率为横坐标，以信号幅值、相位、功率等为纵坐标构成幅值谱、相位谱、功率谱等。

幅值谱又分为虚频谱和实频谱。



幅值谱和相位谱能够完全反映信号特征。序频谱、实频谱和功率谱均可通过幅值谱和相位谱重构。

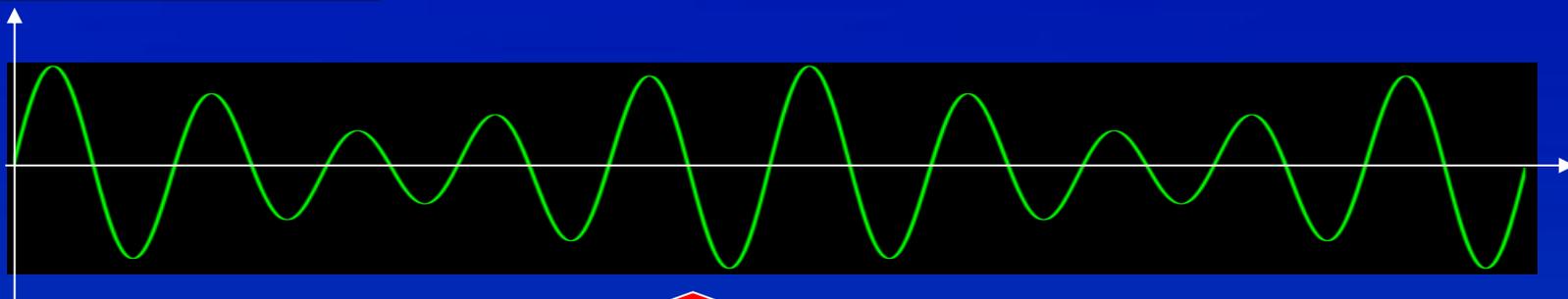


幅值谱



相位谱

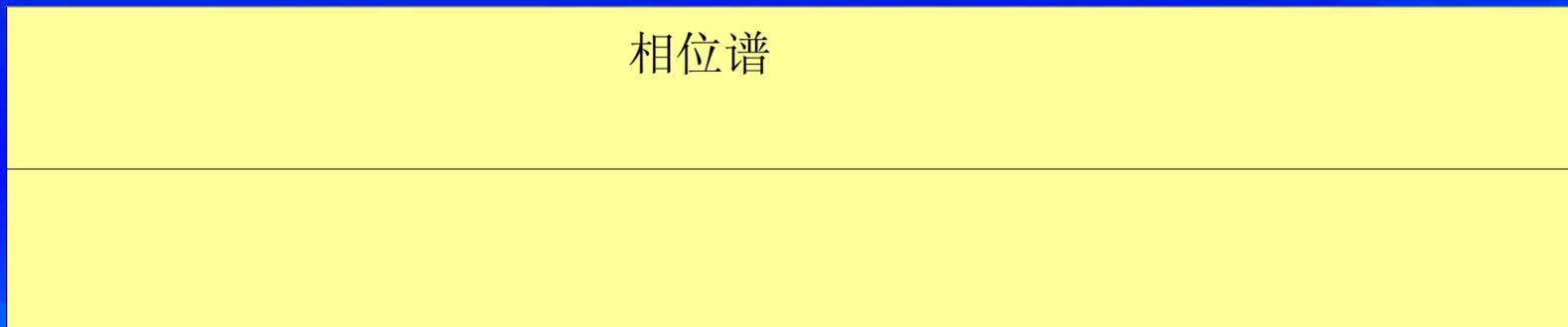




幅值谱



相位谱



频域描述清楚的表明了信号的频率成分构成及其幅值、相位特征值。只要时域样本采样频率够高，可通过这些特征值完全再现信号。



*AnyWay*

 银河电气  
YINHE ELECTRIC

# 时域频域相互转换

## 傅立叶级数 - 周期信号分析的理论基础

任何周期都可以利用傅立叶级数展开成多个乃至无穷多个不同频率的谐波信号的线性叠加

$$\begin{aligned}x(t) &= a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} (a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t) \\ &= a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} A_n \cos(n\omega_0 t - \varphi_n)\end{aligned}$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt;$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \cos n\omega_0 t dt;$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \sin n\omega_0 t dt;$$

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2};$$

$$\varphi_n = \arctg \frac{b_n}{a_n};$$

$T$  —— 周期

$\omega_0$  —— 基波角频率,  $\omega_0 = 2\pi / T$

$a_0$  —— 常值 (直流) 分量

$a_n$  —— 余弦分量的幅值

$b_n$  —— 正弦分量的幅值

$A_n$  —— 各频率分量的幅值

$\phi_n$  —— 各频率分量的初相位

将信号在时域进行采样得到离散时间信号，进行傅里叶变换，得到离散时间的傅里叶变换，在频域，它是连续的，称连续傅里叶变换CT (FT)，连续福利叶变换在频域上以与时域相同的采样点数进行采样，得到离散福利叶变换DFT。

快速傅立叶变换FFT是离散傅立叶变换DFT的一种有效的算法，通过选择和重新排列中间结果，减小运算量。



*AnyWay*

 银河电气  
YINHE ELECTRIC

# 测量的目的

## 百度百科

测量是按照某种**规律**，用数据来描述观察到的现象，即对事物作出**量化**描述。

## 测量目的

找出能够反映被测量规律的特征值，并对其量化。

测量前，一般知道或假设被测量遵循一定的规律。

测量往往只关注被测量的部分特征值。

电压、电流、功率、频率、波形畸变率

真有效值

校准平均值

视在功率

基波有效值

算术平均值

有功功率

功率因数

整流平均值

无功功率

位移因数

整流平均值

谐波功率

谐波失真

谐波含量

波形畸变率

## 基本特征值

基波幅值

谐波幅值

基波频率

谐波频率

基波相位

谐波相位