



北京交通大学

# 数字信号处理

Digital Signal Processing

主讲人：陈后金

电子信息工程学院



# 引论

- ◆ FIR数字滤波器的定义
- ◆ FIR数字滤波器的特点
- ◆ FIR数字滤波器的指标
- ◆ FIR数字滤波器的设计

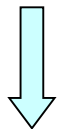


# 1. FIR数字滤波器的定义

离散LTI系统

$$H(z) = \frac{\sum_{j=0}^M b_j z^{-j}}{1 + \sum_{i=1}^N a_i z^{-i}}$$

若  $a_i = 0$



$$H(z) = \sum_{j=0}^M b_j z^{-j} \longrightarrow h[k] = \mathcal{Z}^{-1}\{H(z)\} = \{b_0, b_1, \dots\}$$

有限长单位  
脉冲响应

FIR ( **F**inite **I**mpulse **R**esponse ) 数字滤波器



# 引论

- ◆ FIR数字滤波器的定义
- ◆ FIR数字滤波器的特点
- ◆ FIR数字滤波器的指标
- ◆ FIR数字滤波器的设计



## 2. FIR数字滤波器的特点

$$\text{IIR} \quad H(z) = \frac{\sum_{j=0}^M b_j z^{-j}}{1 + \sum_{i=1}^N a_i z^{-i}}$$

※ 系统可能不稳定

※ 系统为非线性相位

$$\text{FIR} \quad H(z) = \sum_{j=0}^M b_j z^{-j}$$

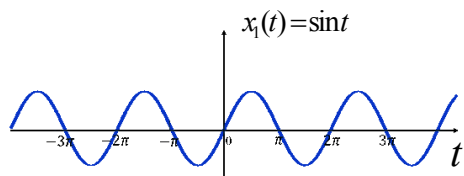
※ 系统一定稳定

※ 系统可为线性相位

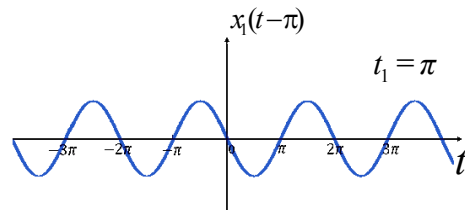


## 2. FIR数字滤波器的特点

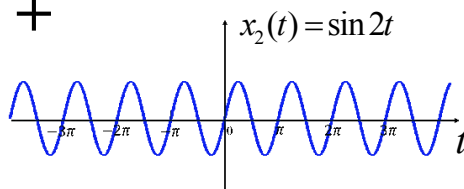
### 线性相位



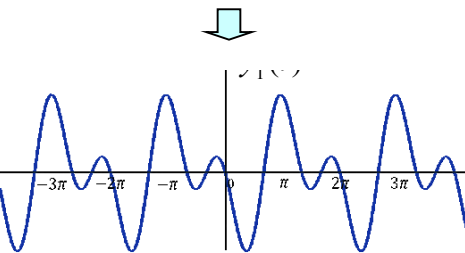
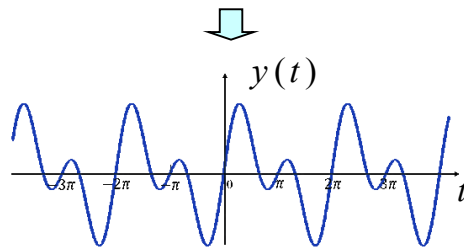
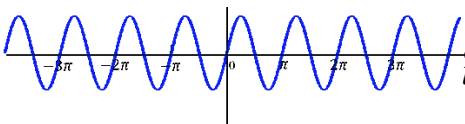
线性相位  
系统A



+



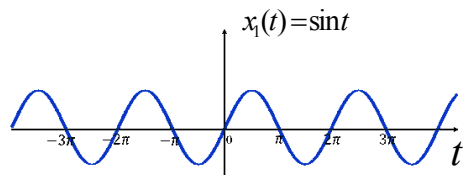
线性相位  
系统A



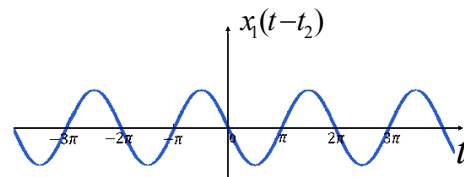


## 2. FIR数字滤波器的特点

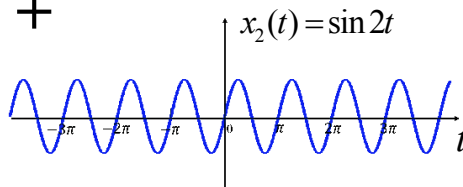
线性



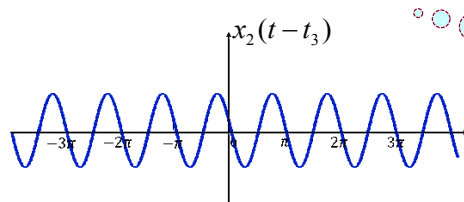
非线性相位系统B



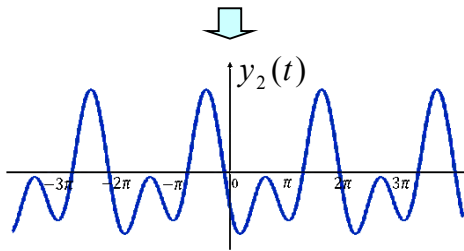
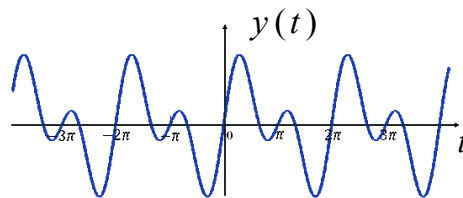
+



非线性相位系统B



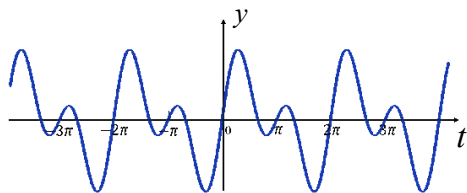
时延不同



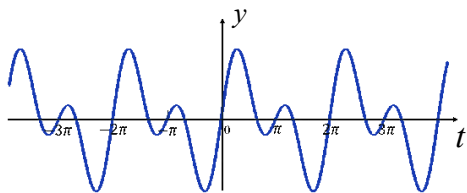
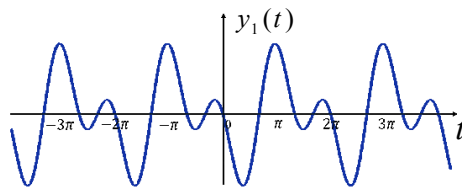


## 2. FIR数字滤波器的特点

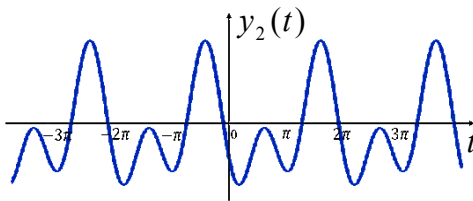
线性相位



线性相位  
系统A



非线性相  
位系统B

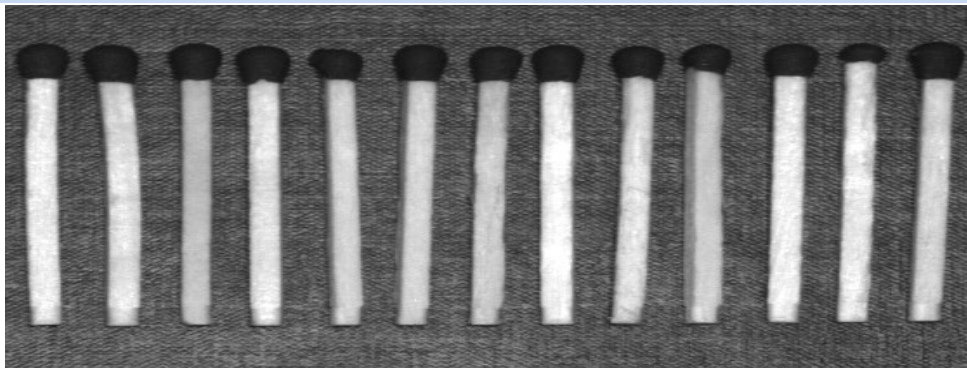


信号失真

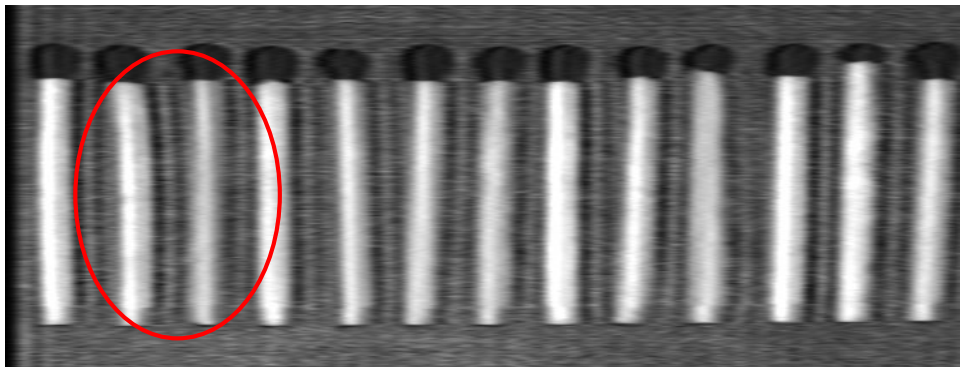




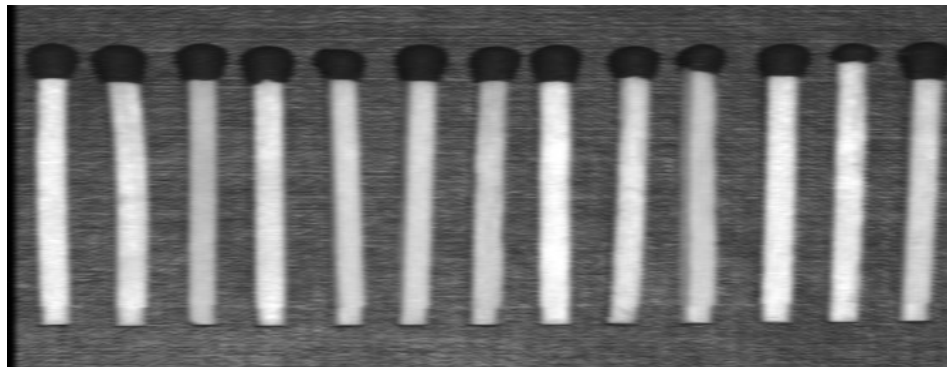
## 2. FIR数字滤波器的特点



原图



经过非线性相位系统后的结果



经过线性相位系统后的结果

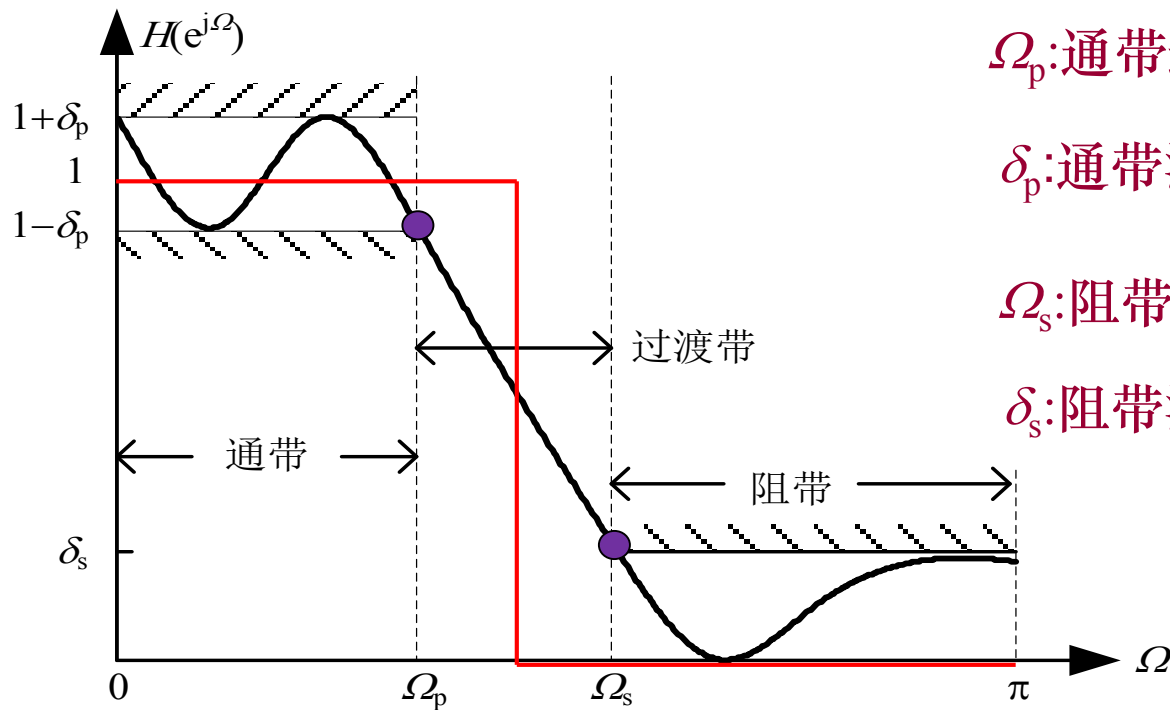


# 引论

- ◆ FIR数字滤波器的定义
- ◆ FIR数字滤波器的特点
- ◆ FIR数字滤波器的指标
- ◆ FIR数字滤波器的设计



### 3. FIR数字滤波器的指标



$\Omega_p$ :通带边界频率

$\delta_p$ :通带波动  $\longrightarrow A_p = -20\lg(1 - \delta_p)$   
通带最大衰减(dB)

$\Omega_s$ :阻带边界频率

$\delta_s$ :阻带波动  $\longrightarrow A_s = -20\lg \delta_s$   
阻带最小衰减(dB)



# 引论

- ◆ FIR数字滤波器的定义
- ◆ FIR数字滤波器的特点
- ◆ FIR数字滤波器的指标
- ◆ FIR数字滤波器的设计



## 4. FIR数字滤波器的设计

数字滤波器的设计：

根据给定的设计指标确定数字滤波器系统函数 $H(z)$

对于FIR数字滤波器，由于

$$H(z) = \sum_{k=0}^M b_k z^{-k} = \sum_{k=0}^M h[k] z^{-k}$$

因此设计FIR数字滤波器，只需求出 $h[k]$ 即可。



## 4. FIR数字滤波器的设计

FIR滤波器设计常用方法:

※ 窗函数法

※ 频率取样法

※ 优化设计法



# 引论

## 谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！