

# 数字信号处理

周治国

2022.8

## 第二章

# 离散时间信号与系统分析基础

## § 2-12 系统函数

### 五、有关系统的一些概念

1. 最小相位系统（因果稳定的）

2. 最大相位系统（因果稳定的）

3. 非最小相位系统

$$H(z) = H_1(z)H_2(z)$$

最小相位系统

全通系统

P59定义

## § 2-12 系统函数

### 4. 全通系统

$$|H(e^{j\omega})| = 1, \quad |\omega| \leq \pi$$

↓

$$H(e^{j\omega}) = e^{j\varphi(\omega)}$$

→ 纯相位滤波  
→ 相位均衡

## § 2-12 系统函数

全通系统的  
系统函数：

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^N a_k z^{-N+k}}{\sum_{k=0}^N a_k z^{-k}} \quad a_0 = 1$$

二阶节级联  
系数排列  
次序相反

$$\begin{aligned} &= \prod_{k=1}^L \frac{z^{-2} + a_{1k} z^{-1} + a_{2k}}{a_{2k} z^{-2} + a_{1k} z^{-1} + 1} \\ &= z^{-N} \frac{\sum_{k=0}^N a_k z^k}{\sum_{k=0}^N a_k z^{-k}} \\ &= z^{-N} \frac{D(z^{-1})}{D(z)} \end{aligned}$$

$$D(z) \triangleq \sum_{k=0}^N a_k z^{-k}$$

$$\because a_k = a_k^*$$

$$\therefore D(e^{-j\omega}) = D^*(e^{j\omega})$$

$\Downarrow$

$$|H(e^{j\omega})| = 1$$

## § 2-12 系统函数

### 六、无限长单位脉冲响应系统（IIR）

—Infinite Impulse Response

- $h(n), 0 \leq n < +\infty / |n| < +\infty$

- $$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 - \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}}$$

- $$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k x(n-k) + \sum_{k=1}^N a_k y(n-k)$$

## § 2-12 系统函数

### 七、有限长单位脉冲响应系统（FIR）

—Finite Impulse Response

- $h(n), 0 \leq n \leq N-1$
- $H(z) = \sum_{k=0}^M b_k z^{-k}$
- $y(n) = \sum_{k=0}^M b_k x(n-k)$

# 作业

- 第二章 习题：
- 1、2、8、10、13，17、20、21、23、24