

## 知识点K2.16

# 系统的 $z$ 域信号流图

### 主要内容:

系统的 $z$ 域流图

### 基本要求:

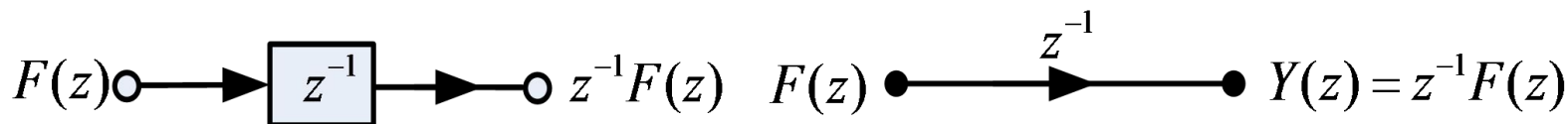
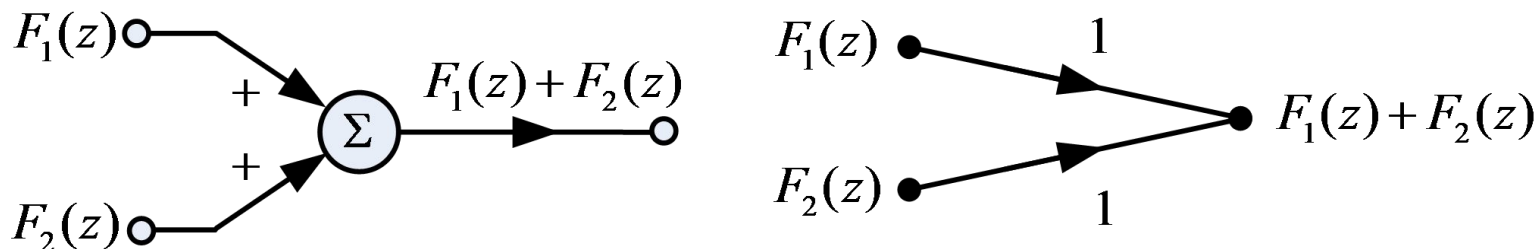
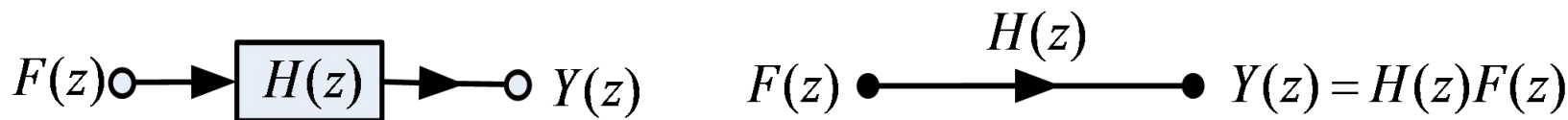
掌握系统的 $z$ 域流图画法



# 系统的z域信号流图

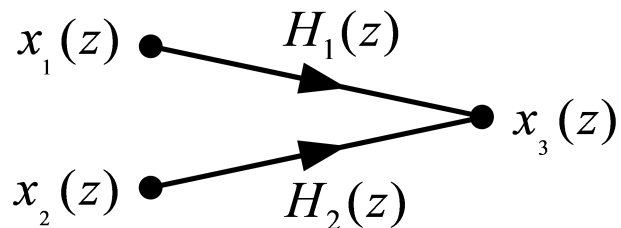
## K2.16 离散系统的信号流图与梅森公式

### 1. 框图与信号流图对应关系:

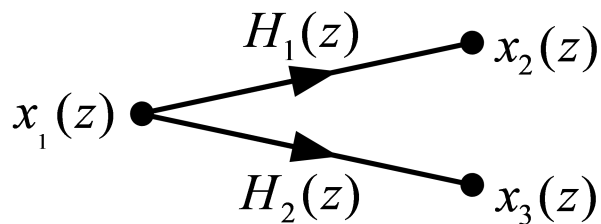


# 系统的z域信号流图

## 2. 信号流图规则：（与连续系统信号流图规则相同）

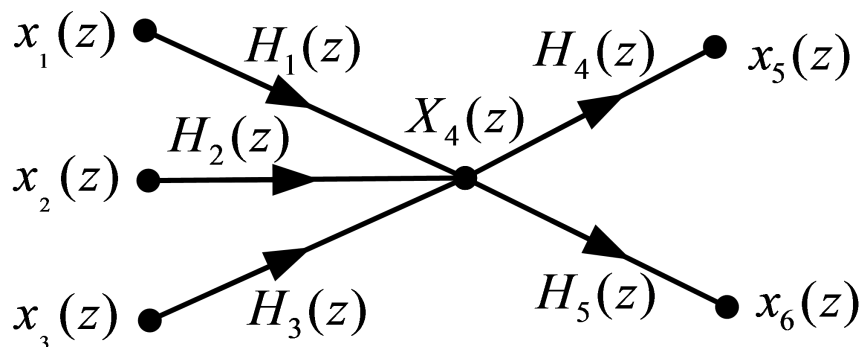


$$x_3(z) = H_1(z)x_1(z) + H_2(z)x_2(z)$$



$$x_2(z) = H_1(z)x_1(z)$$

$$x_3(z) = H_2(z)x_1(z)$$



$$x_4(z) = H_1(z)x_1(z) + H_2(z)x_2(z) + H_3(z)x_3(z)$$

$$x_5(z) = H_4(z)x_4(z)$$

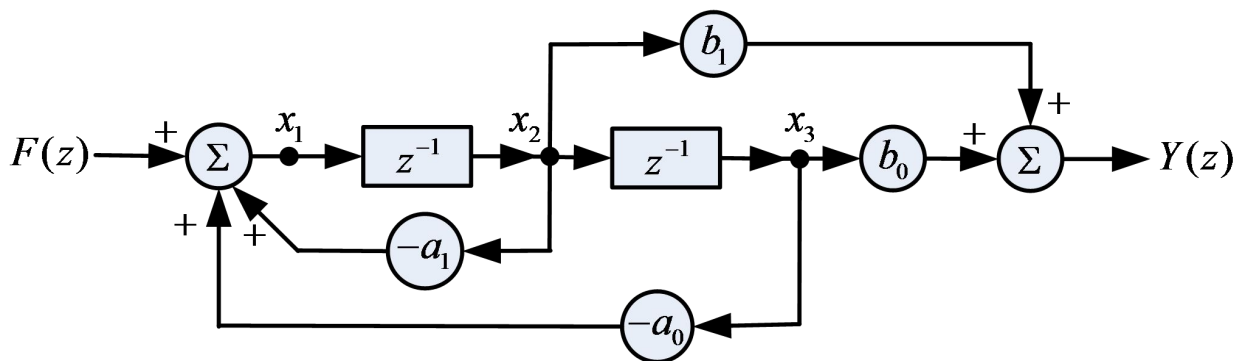
$$x_6(z) = H_5(z)x_4(z)$$



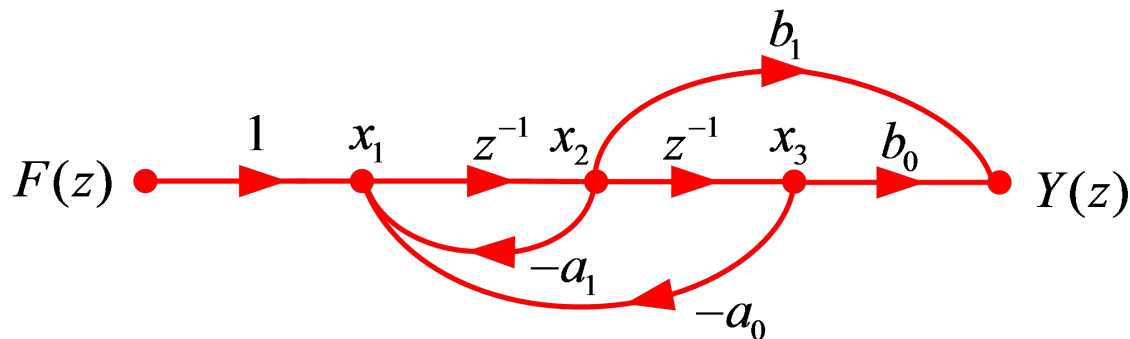
# 系统的 $z$ 域信号流图

## 3. 由框图到信号流图

例 LTI离散系统的框图如下，画出系统的信号流图。



方法：选输入、输出、加法器输出、单位延迟器输出为变量，用点表示；传递函数在箭头处标注。



## 4. 梅森公式

$$H(z) = \frac{Y_{zs}(z)}{F(z)} = \frac{\sum_{i=1}^m P_i \Delta_i}{\Delta}$$

$\Delta$  : 流图行列式 (特征行列式)

$$\Delta = 1 - \sum L_i + \sum_{i,j} L_i L_j - \sum L_l L_p L_q + \cdots$$

$P_i$  : 第*i*条开路的开路传输函数;

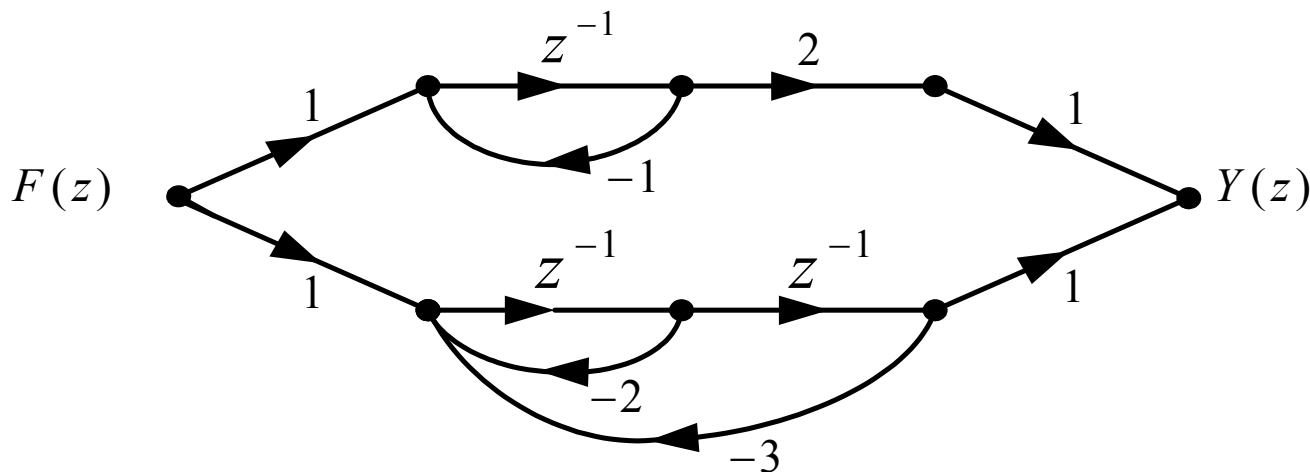
$\Delta_i$  : 除去第*i*条开路后**剩余流图**的行列式;

$m$ : 从 $F(z)$  到 $Y_{zs}(z)$ 的开路数。



# 系统的z域信号流图

**例2** 由离散系统的信号流图，写出其系统函数  $H(z)$ 。



**解：** 流图的环传输函数：

$$L_1 = -z^{-1}, \quad L_2 = -2z^{-1}, \quad L_3 = -3z^{-2}$$

两个不接触环的环传输函数：

$$L_{12} = L_1 L_2 = 2z^{-2}, \quad L_{13} = L_1 L_3 = 3z^{-3}$$



# 系统的z域信号流图

计算流图的特征行列式:

$$\Delta = 1 - (-z^{-1} - 2z^{-1} - 3z^{-2}) + (2z^{-2} + 3z^{-3}) = 1 + 3z^{-1} + 5z^{-2} + 3z^{-3}$$

流图的开路传输函数 $P_i$ 及 $\Delta_i$  :

$$P_1 = 2z^{-1}, \quad \Delta_1 = 1 - (L_2 + L_3) = 1 + 2z^{-1} + 3z^{-2}$$

$$P_2 = z^{-2}, \quad \Delta_2 = 1 - L_1 = 1 + z^{-1}$$

由梅森公式求 $H(z)$ :

$$\begin{aligned} H(z) &= \frac{\sum_{i=1}^2 P_i \Delta_i}{\Delta} = \frac{2z^{-1}(1 + 2z^{-1} + 3z^{-2}) + z^{-2}(1 + z^{-1})}{1 + 3z^{-1} + 5z^{-2} + 3z^{-3}} \\ &= \frac{2z^2 + 5z + 7}{z^3 + 3z^2 + 5z + 3} \end{aligned}$$

