



# 闭环系统辨识

可辨识性概念

SISO 闭环系统辨识

邢超

西北工业大学航天学院

## 可辨识性概念



闭环系统可辨识性与控制器的结构、阶次和反馈通道的噪声有关。例：

闭环系统辨识

邢超

反馈 1:

可辨识性概念

SISO 闭环系统辨识

$$u_k = y_k$$

$$y_k = -ay_{k-1} + by_{k-1} + \varepsilon_k$$

$$y_k = (-a + b)y_{k-1} + \varepsilon_k$$

反馈 2:

$$u_k = y_{k-1}$$

$$y_k = -ay_{k-1} + by_{k-2} + \varepsilon_k$$

$$Y = \Phi\theta + \varepsilon$$



闭环系统辨识

邢超

可辨识性概念

SISO 闭环系统辨识

$$y_k = -\sum_{i=1}^{n_a} a_i y_{k-i} + \sum_{i=q}^{n_b} b_i u_{k-i} + \varepsilon_k$$

$$u_k = -\sum_{i=1}^{n_c} c_i u_{k-i} + \sum_{i=p}^{n_d} d_i y_{k-i} + s_k$$

$$Y = \Phi \theta$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} -y_n & \cdots & -y_{n+1-n_a} & u_{n+1-q} & \cdots & u_{n+1-n_b} \\ -y_{n+1} & \cdots & -y_{n+2-n_a} & u_{n+2-q} & \cdots & u_{n+2-n_b} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ -y_{n+N-1} & \cdots & -y_{n+N-n_a} & u_{n+N-q} & \cdots & u_{n+N-n_b} \end{bmatrix}$$

$$\theta = [a_1 \quad \cdots \quad a_{n_a} \quad b_q \quad \cdots \quad b_{n_b}]^T$$

$$Y = [Y_{n+1} \quad \cdots \quad Y_{n+N}]^T$$



- 当  $s(k)$  为白噪声时:
  - 前向通道最小二乘估计为惟一性估计。
  - 如果  $\varepsilon(k) = 0$  或者是与  $s(k)$  无关的白噪声：则前向通道最小二乘估计为一致性与惟一性估计。
- 当  $s(k) = 0$  时, 如果  $n_c > n_b - q$  或  $n_d > n_a - q$ :
  - 则最小二乘估计为惟一性估计。
  - $\varepsilon(k) = 0$  或为白噪声时, 若满足  $q > 0$  或  $p > 0$ , 前向通道最小二乘估计为一致估计。
- 若  $\varepsilon(k)$  为有色噪声, 最小二乘估计不是一致性估计, 可用改进的最小二乘估计方法得到一致性估计。