

# 数字PI调节器算法

主讲人：张敬南 副教授

# 主要内容

01 PI调节器的算法

02 PI调节器的限幅

## (一) 位置式算法

### (1) PI调节器的表达式

#### ① PI调节器的传递函数

$$W_{\text{pi}}(s) = \frac{K_{\text{pi}}\tau s + 1}{\tau s} = K_{\text{pi}} + \frac{1}{\tau s}$$

#### ② PI调节器的时域表达式

$$\begin{aligned} u(t) &= K_{\text{pi}}e(t) + \frac{1}{\tau} \int e(t)dt \\ &= K_{\text{P}}e(t) + K_{\text{I}} \int e(t)dt \end{aligned}$$

其中： $K_{\text{p}}=K_{\text{pi}}$  为比例系数； $K_{\text{I}}=1/\tau$ 为积分系数。

## (一) 位置式算法

### (1) PI调节器的表达式

#### ③ PI调节器的差分方程（离散化）。

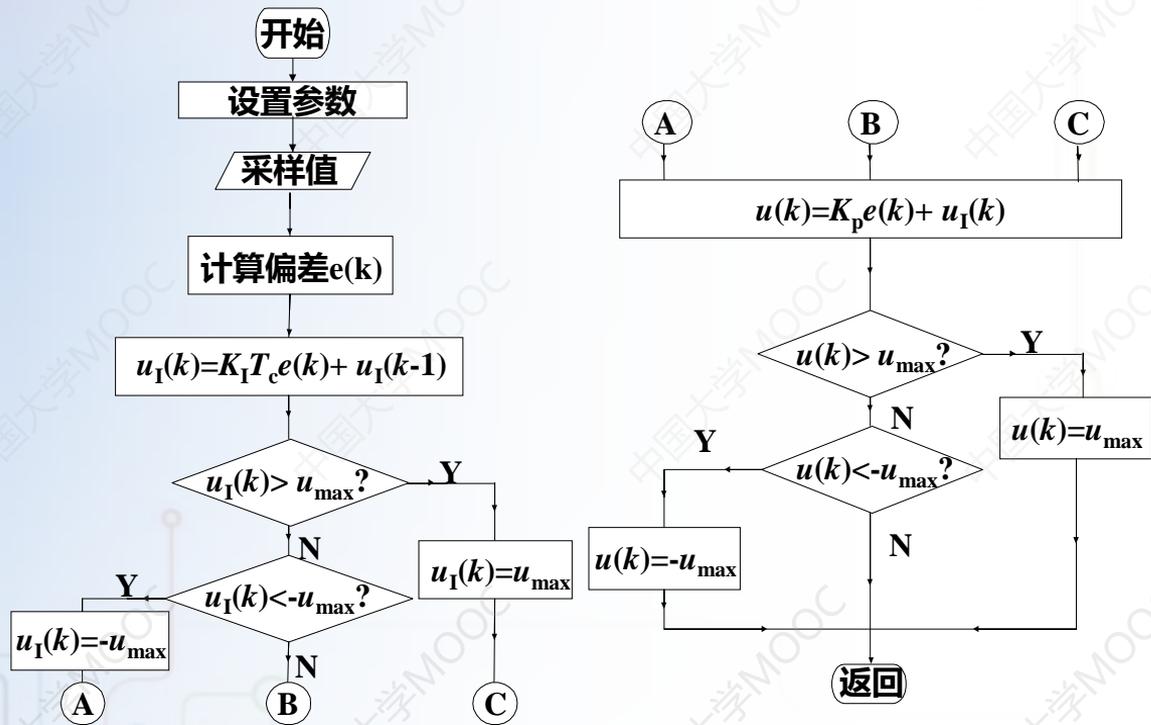
第 $k$ 拍输出：

$$\begin{aligned}u(k) &= K_P e(k) + K_I T_{\text{sam}} \sum_{i=1}^k e(i) \\&= K_P e(k) + u_I(k) \\&= K_P e(k) \\&\quad + u_I(k-1) + K_I T_{\text{sam}} e(k)\end{aligned}$$

其中： $T_{\text{sam}}$ 为采样周期。

# (一) 位置式算法

## (2) 位置式PI调节器算法流程



## (二) 增量式算法

### (1) PI调节器的表达式

#### ① 增量值的算法:

$$\begin{aligned}\Delta u(k) &= u(k) - u(k-1) \\ &= K_P [e(k) - e(k-1)] + K_I T_{\text{sam}} e(k)\end{aligned}$$

#### ② PI调节器输出的算法:

$$u(k) = u(k-1) + \Delta u(k)$$

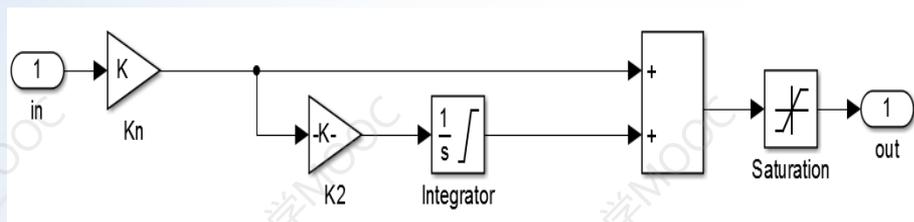
### (三) PI调节器限幅设置

限幅分为2种形式：

- ①内限幅：积分限幅；
- ②外限幅：输出限幅。

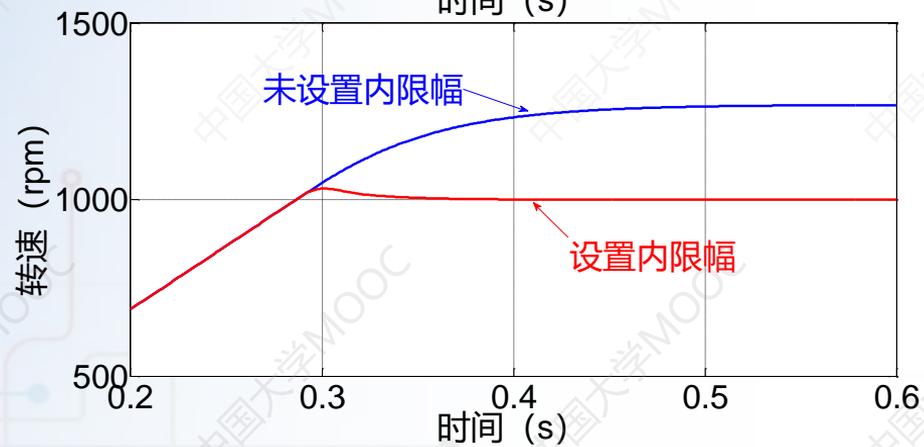
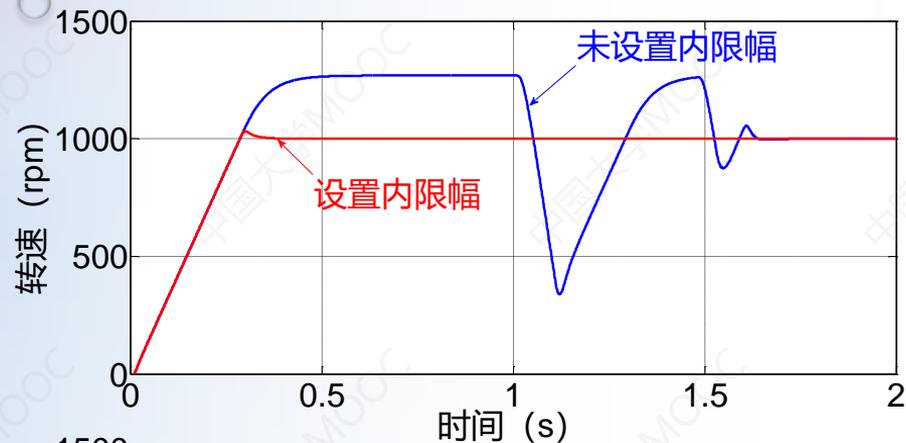
位置式算法需要设置：积分限幅和输出限幅；

增量式算法只需要设置：输出限幅。

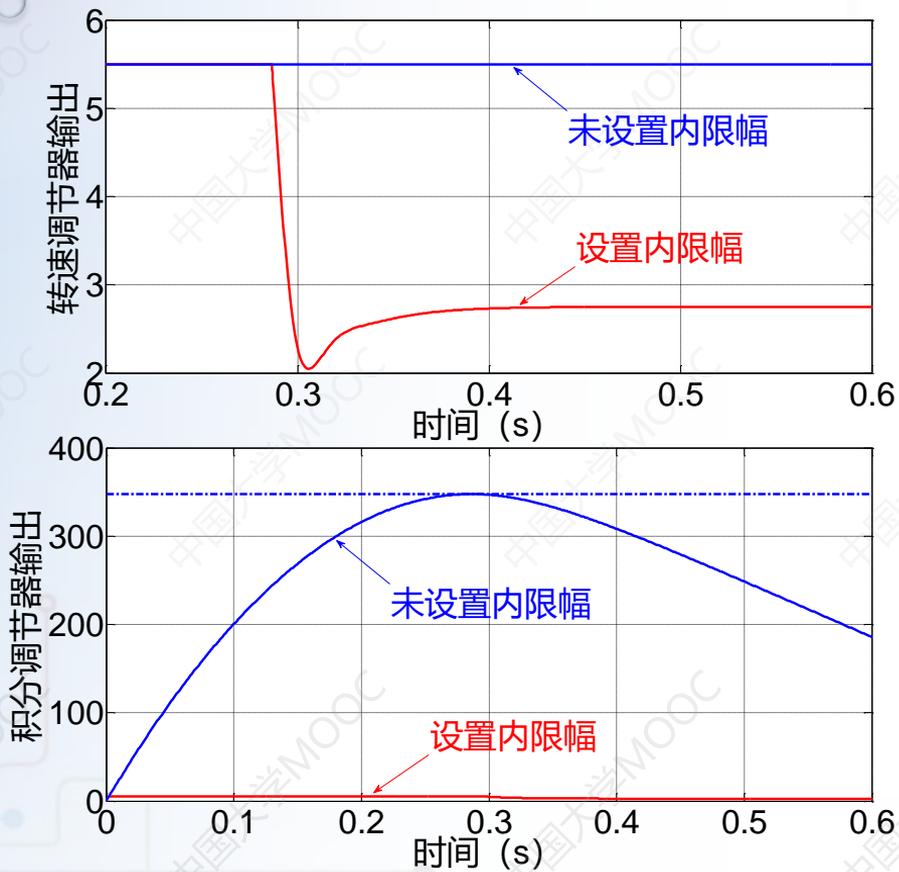


位置式算法的限幅设置

### (三) PI调节器限幅设置



### (三) PI调节器限幅设置



### (三) PI调节器限幅设置

#### 结 论

增量式PI调节器算法只需输出限幅。

位置式算法必须同时设积分限幅和输出限幅，缺一不可。

位置式算法若没有积分限幅，积分项可能很大，将产生较大的退饱和和超调。

# 主要内容

01 PI调节器的算法

02 PI调节器的限幅

# 数字PI调节器算法

主讲人：张敬南 副教授