兰州石化职业技术大学
Lanzhou Petrochemical University of Vocational Technology

# 《过程控制仪表》

# 基本控制规律

主讲教师：×××

# CONTENTS

01 ▶ 比例控制

02 ▶ 积分控制

03 ▶ 微分控制

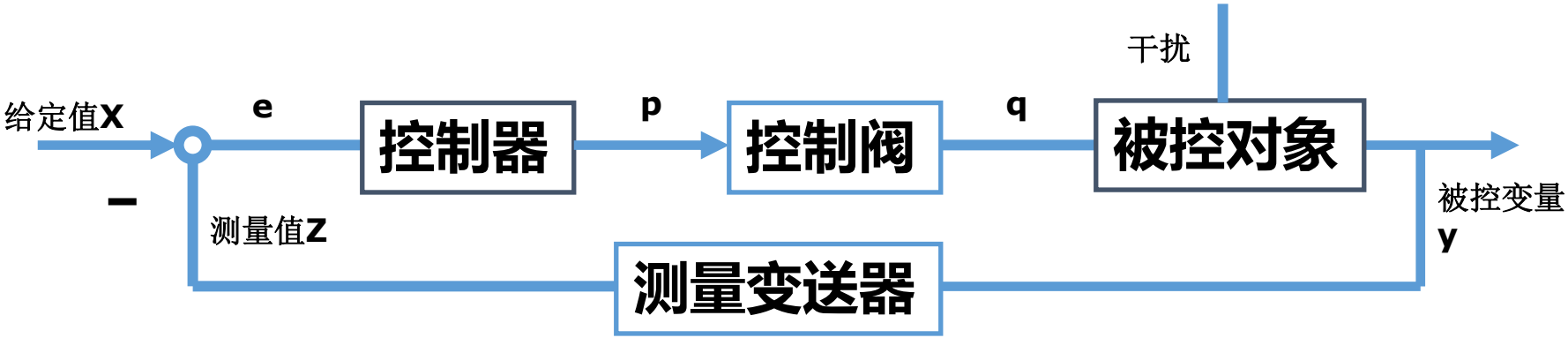
04 ▶ 标题4

# 01

# 比例控制

# 比例控制

●控制器接受偏差信号，按一定的控制规律输出相应的控制信号，使执行机构产生相应的动作，以消除干扰对被控变量的影响，从而使被控变量回到设定值上来。

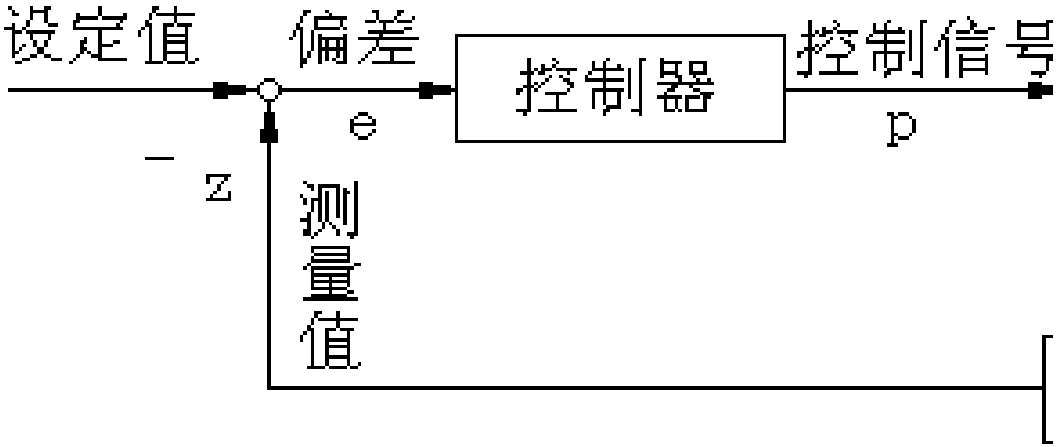


## 控制器特性:

## 控制器的输出信号与输入信号之间的关系

$$p = f(e)$$

**e=z-x**



# 此处为标题

## 规律

在研究控制器的控制规律时，经常是假定控制器的输入信号 e 是一个阶跃信号，然后来研究控制器的输出信号 p 随时间的变化规律。

## 基本控制规律

位式控制、比例控制 (P)、积分控制 (I)、微分控制 (D)

## 常用控制规律

比例控制（P）、比例积分控制（PI)、比例微分控制 (PD)、比例积分微分控制 (PID)

**比例控制规律的控制器（称为比例控制器），**

其**输出信号**（指变化量）**p 与输入信号 e 之间成比例关系**，即

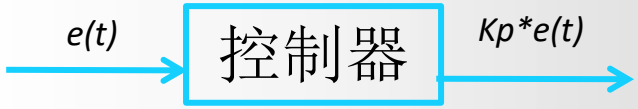
$$p(t) = K_c e(t) \xrightarrow{e} \boxed{\text{比例控制器}} \xrightarrow{\Delta p}$$

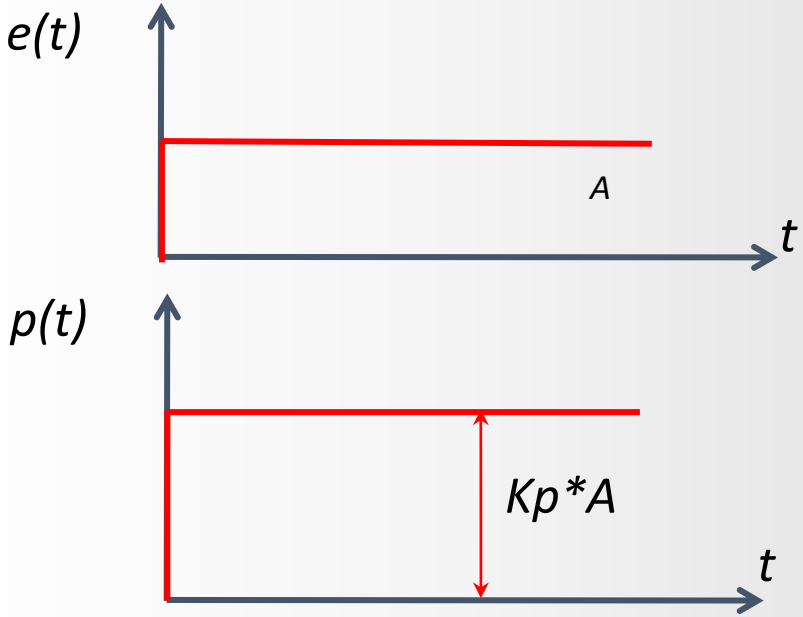
**式中: *Kc* 是一个可调的放大倍数（比例增益）。**

- ***Kc* 越大，比例控制作用越强。**
- **在实际的比例控制器中，习惯上是用比例度δ来表示比例控制作用的强弱，而不用放大倍数 Kc 来表示比例控制作用的强弱。**

## 雷厉风行

### 比例控制规律公式



# 比例控制

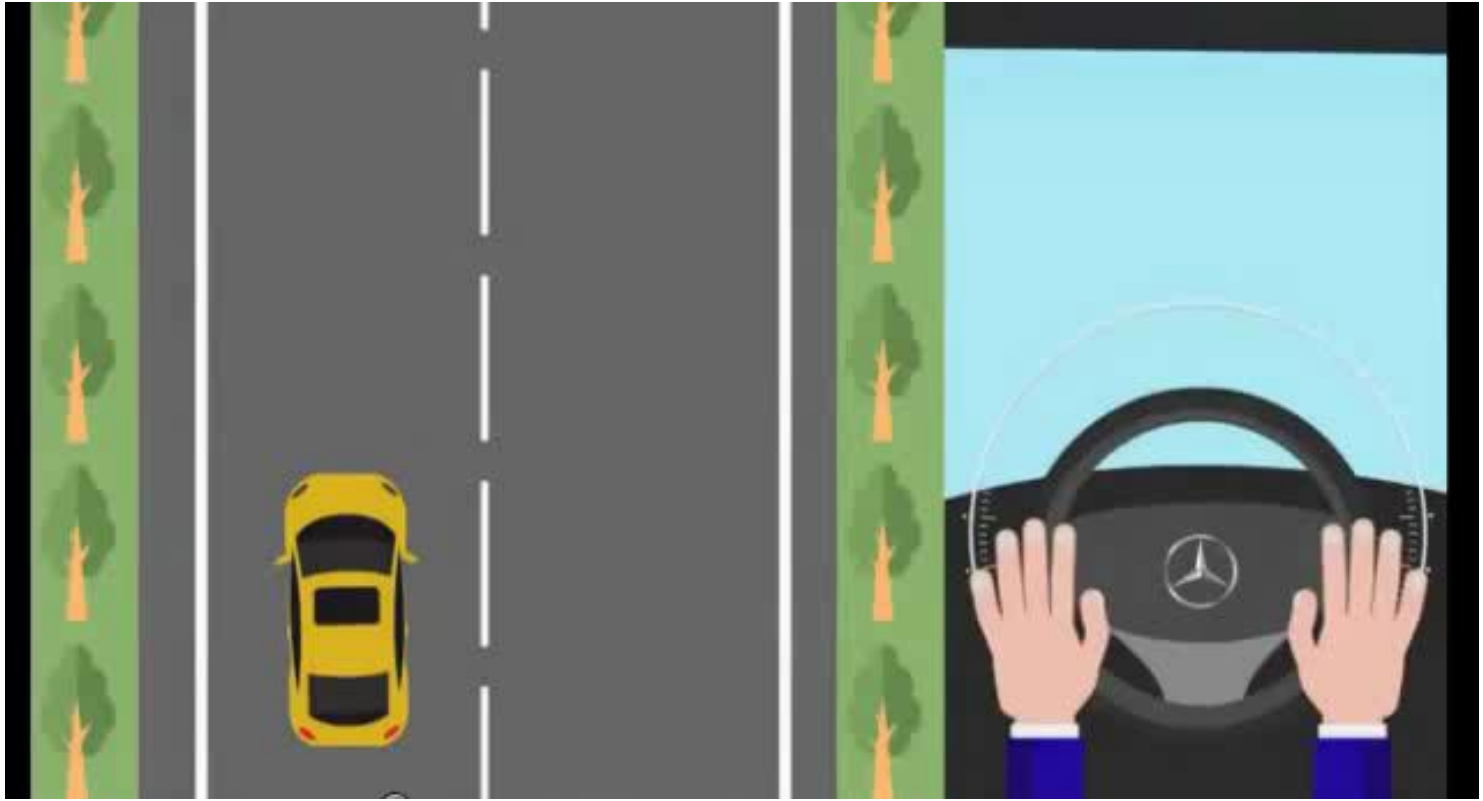
01

**比例系数Kc 越大**
**比例控制作用越强**

02

**一旦偏差存在**
**比例作用马上出现**

# 比例控制



■比例度及其对控制过程的影响

**比例度：就是指控制器输入的变化相对值与相应的输出变化相对值之比的百分数，用式子表示为：**

$$\delta = \frac{\dfrac{e}{X_{max} - X_{min}}}{\dfrac{\Delta p}{P_{max} - P_{min}}} \times 100\%$$

**式中：e -输入变化量； p -相应的输出变化量；**

比例度就是使控制器的输出变化满刻度时（也就是控制阀从全关到全开或相反），相应的仪表测量值变化占仪表测量范围的百分数。或者说，使控制器输出变化满刻度时，输入偏差变化对应于指示刻度的百分数。

# 比例控制

对一只控制器来说，
$K$是一个固定常数

$$\delta = \frac{K}{K_C} \times 100\%$$

$$K_C = \frac{\Delta p}{e}$$

比例度δ与放大倍数 Kc 成反比关系。控制器的比例度δ越小，它的放大倍数 Kc 就越大，它将偏差放大的能力越强

比例度δ和放大倍数 Kc 都能表示比例控制器控制作用的强弱。Kc 越大，表示控制作用越强，而δ越大，表示控制作用越弱。

# 比例控制

例如一台比例作用的电动温度控制器，它的量程是100℃~200℃，电动控制器的输出是4~20mA，假如当指示值从140℃变化到160℃时，相应的控制器输出从6mA变化到14mA,这时的比例度为

$$\delta = \frac{(160-140)/(200-100)}{(14-6)/(20-4)} \times 100\% = 40\%$$

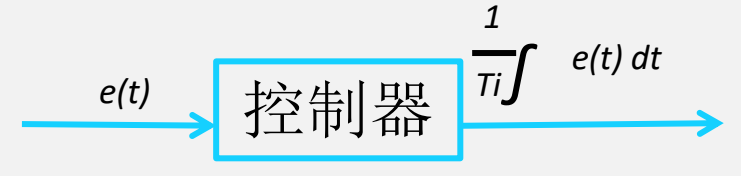
这就是说，当温度变化全量程的40％时，控制器的输出从4mA变化到20mA　当温度变化超过全量程的40%时　,控制器的输出就不能再跟着变化了。控制器的输出最多只能变化100%。比例度实际上是使控制器输出变化全范围时,输入偏差改变量占满量程的百分数。

# 02

# 积分控制

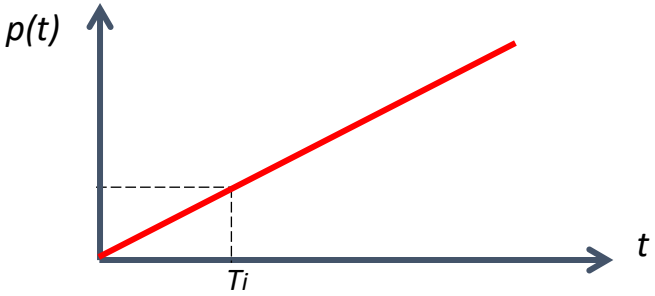
润物细无声

## 积分控制规律公式



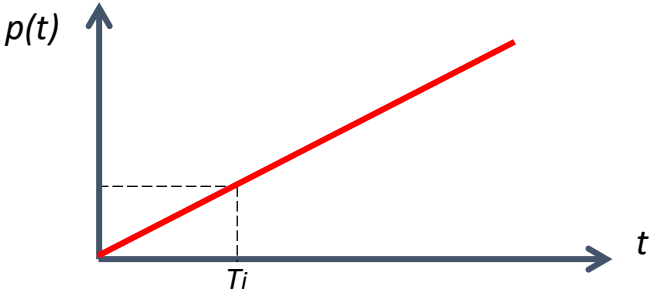

$$\Delta p(t) = \frac{1}{T_I}\int e(t)dt$$

$$\Delta p(t) = \frac{1}{T_I}\int A dt = \frac{1}{T_I}At$$



# 积分控制

1. 积分控制作用输出信号的大小不仅取决于偏差信号的大小，而且主要取决于偏差存在的时间长短。
2. 积分控制作用输出信号的大小不仅取决于偏差信号的大小，而且主要取决于偏差存在的时间长短。
3. 积分控制作用在最后达到稳定时，偏差等于零。



## 积分控制特点

积分时间 TI 越短，积分速度 KI 越大，积分作用越强

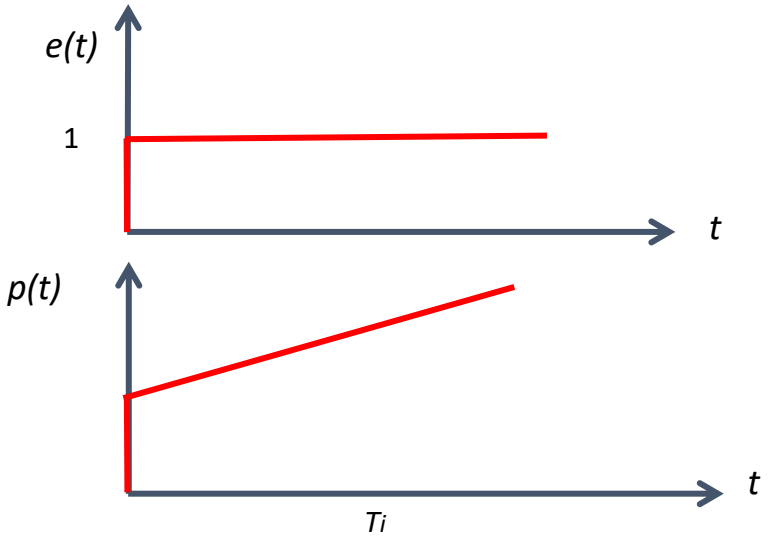
积分作用可以消除余差

积分时间 TI 越短，系统稳定性越差

积分控制动作缓慢，控制不够及时

## 比例积分控制规律公式

$$p(t) = Kp\left[e(t) + \frac{1}{Ti}\int e(t)dt\right]$$



## 积分时间对过渡过程的影响具有两重性

当缩短积分时间,加强积分控制作用时,一方面克服余差的能力增加。另一方面会使过程振荡加剧,稳定性降低。积分时间越短,振荡倾向越强烈,甚至会成为不稳定的发散振荡。

# 03

# 微分控制

**微分控制规律:**

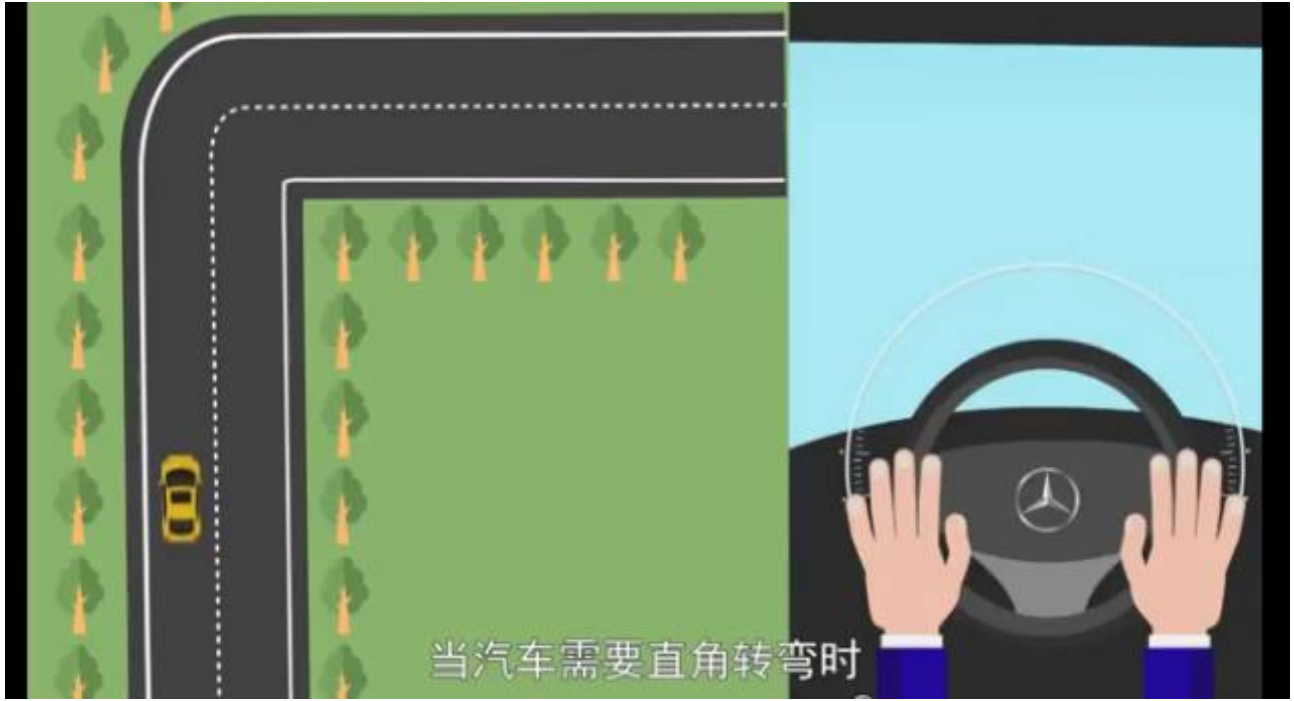
控制器的输出与偏差的变化速度成正比:

$$P = T_D \frac{de}{dt}$$

$T_D$为微分时间;

de/dt为偏差信号变化速度。

# 微分控制



## 比例微分控制规律

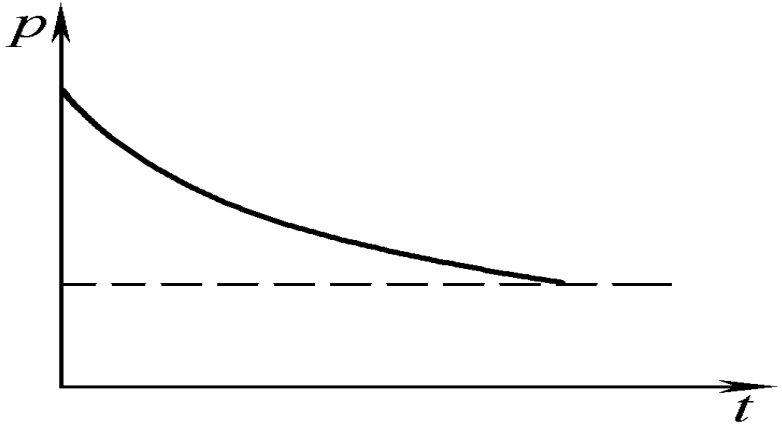
$$p = K_P\left(e + T_D\frac{de}{dt}\right)$$

### 微分作用的特点

在偏差存在但不变化时，微分作用都没有输出。

具有超前控制功能。

实际微分控制规律是由两部分组成。



## 比例微分控制规律

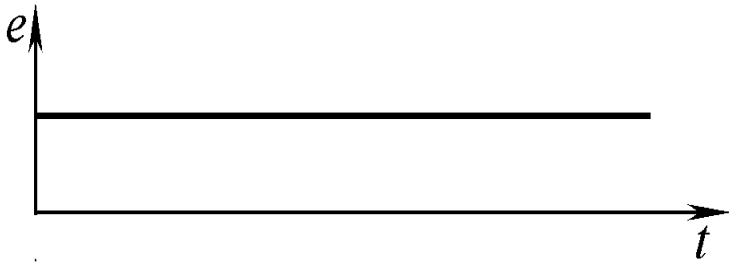
$$p = K_P\left(e + T_D\frac{de}{dt}\right)$$

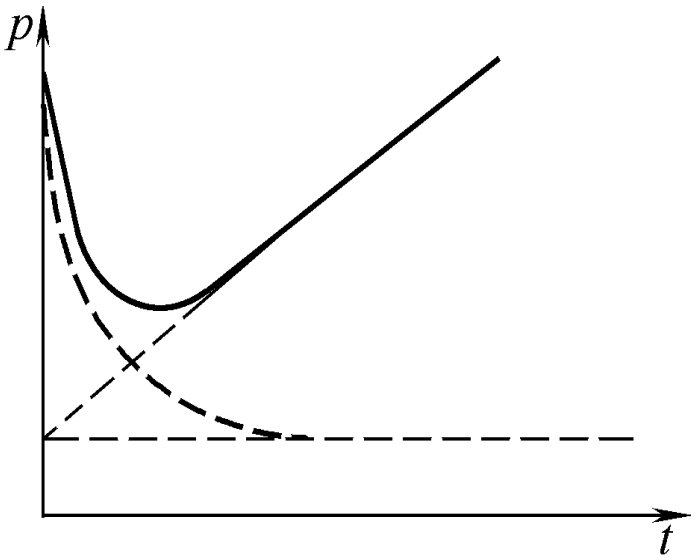
### 微分作用的特点

惯性大的对象用比例微分可以改善控制质量，减小最大偏差，节省控制时间。微分作用有抑制振荡的效果，但如果加得过大，由于控制作用过强，反而会引起被控变量大幅度的振荡 。微分作用的强弱用微分时间来衡量。

比例积分微分控制规律

$$p = K_P\left(e + \frac{1}{T_I}\int e\,dt + T_D\frac{de}{dt}\right)$$




这种控制器既能快速进行控制，又能消除余差，具有较好的控制性能。

# 此处为标题

1. 控制器的基本控制规律有比例控制 (P) 、积分控制 (I) 、微分控制 (D) 。

2. 基本控制规律的组合形式有比例积分控制 (PI) 、比例微分控制 (PD) 和比例积分微分控制 (PID) 。

3. 比例积分微分控制器适用于容量滞后较大、负荷变化大、控制质量要求较高的系统, 应用最普遍的是温度控制系统与成分控制系统。

# 此处为标题

## 比例 P

结构简单 ;控制及时 ;参数整定方便 ;控制结果有余差

## 比例积分PI

能消除余差 ;积分作用控制缓慢 ;会使系统稳定性变差

## 比例微分PD

响应快、偏差小、能增加系统稳定性;有超前控制作用,可克服对象惯性;控制结果有余差

## 比例积分微分 PID

控制质量高;无余差;参数整定较复杂

# 感谢您的观看