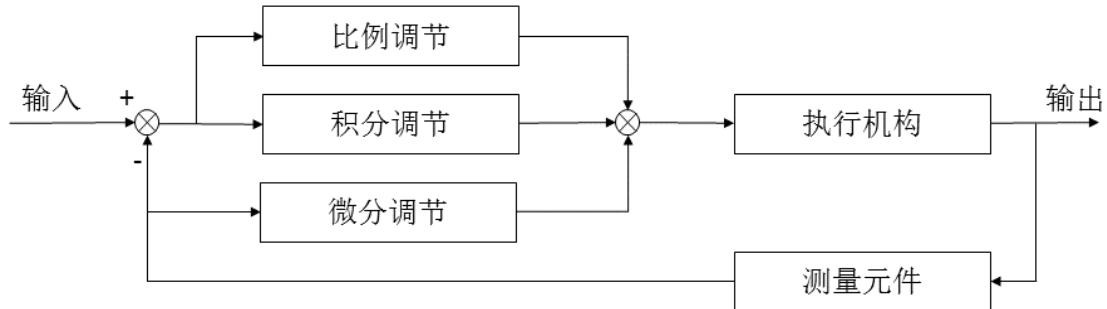


### 微分先行 PID 控制算法:

微分先行 PID 控制结构,其特点是只对输出量  $y(k)$  进行微分,而对给定值  $y_d(k)$  不做微分。这样,在改变给定值时,输出不会改变,而被控制量的变化通常是比较缓和的。这种输出量先行微分控制适用于给定值  $y_d(k)$  频繁升降的场合,可以避免给定值升降时所引起的系统震荡,从而明显地改善了系统的动态特性。



### 积分分离 PID 算法

PID 算法中,积分可消除稳态误差,提高控制精度,在系统启动或设定值大幅改变时,被控量与设定值之间会产生较大的偏差,造成过大的积分积累,甚至使控制量超过执行机构允许最大动作范围对应的极限控制量,引起系统过大的超调量,从而振荡,为避免这些不利的情况出现,可在被控量与设定值之间有较大偏差时,取消积分作用,避免超调量增大;当被控量接近设定值时,引入积分控制,消除稳态误差,提高控制精度。

设被控量与设定值之间的偏差阈值为  $X > 0$ , 该值人为设定, 即

$$\begin{cases} |error(k)| > X \text{ 时, 采用 PD 控制, 避免产生过大超调量, 还可提高系统响应} \\ |error(k)| \leq X \text{ 时, 采用 PID 控制, 保证系统控制精度} \end{cases}$$

算法表达式如下:

$$u(k) = K_p error(k) + \beta K_i \sum_{k=1}^n error(k) + K_d [error(k) - error(k-1)], \quad \beta = \begin{cases} 0, & |error(k)| > X \\ 1, & |error(k)| \leq X \end{cases}$$

### 带死区的 PID 算法

带死区的 PID 算法主要用于存在闭环死区的系统,当系统达到稳态时,系统的输出值仍在设定值上下有微小的震荡,其算式为

$$e(k) = \begin{cases} 0, & |e(k)| \leq |e_0| \\ e(k), & |e(k)| > |e_0| \end{cases}$$

CSDN @浪客小子

$e(k)$  表示偏差,  $e_0$  表示人为设定的一个阈值,当  $e(k) = 0$  时,控制器的输出也会逐渐降为 0,这是由于积分的原因,而对于 PD 或 P 控制,当  $e(k) = 0$  时控制器的输出会迅速衰减到 0。例如直流电机的位置控制,当电机转动到预定位置时,如果存在一些干扰,电机会在预定位置上下震荡,此时引入一个死区,位置环控制器输出就会为 0,系统也就稳定下来了。