



当前位置: 主页 -> 教程 -> 数字PID -> 数字PID控制算法

停留时间:

数字PID控制算法

PID控制器的实现

在电子数字计算机直接数字控制系统中, **PID控制器**是通过计算机PID控制算法程序实现的。计算机直接数字控制系统大多数是采样-数据控制系统。进入计算机的连续-时间信号, 必须经过采样和整量化后, 变成数字量, 方能进入计算机的存储器 and 寄存器, 而在数字计算机中的计算和处理, 不论是积分还是微分, 只能用数值计算去逼近。

在数字计算机中, PID控制规律的实现, 也必须用数值逼近的方法。当采样周期相当短时, 用求和代替积分, 用差商代替微商, 使PID算法离散化, 将描述连续-时间PID算法的微分方程, 变为描述离散-时间PID算法的差分方程。

位置式PID控制算法

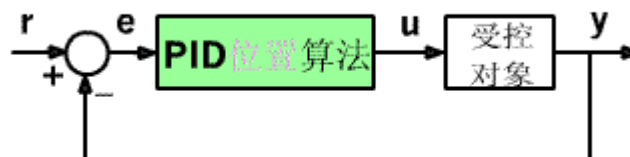


图3-2 位置式PID控制算法的简化示意图

考虑式 (3-4), 用矩形积分时, 有

$$\frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau = \frac{T_s}{T_i} \sum_{j=0}^k e(j) \quad (3-5)$$

用差分代替微分

$$T_d \frac{de(t)}{dt} = \frac{T_D}{T_s} [e(k) - e(k-1)] \quad (3-6)$$

将式 (3-5)、(3-6) 代入式 (3-4), PID算法变为

$$u(k) = K_p + [e(k) + \frac{T_s}{T_I} \sum_{j=0}^k e(j) + \frac{T_D}{T_s} (e(k) - e(k-1))] + u_0 \quad (3-7)$$

或

$$u(k) = K_p e(k) + K_I \sum_{j=0}^k e(j) + K_D [e(k) - e(k-1)] + u_0$$

式中 u_0 ——控制量的基值，即 $k=0$ 时的控制；

$u(k)$ ——第 k 个采样时刻的控制； K_p ——比例放大系数； K_I ——积分放大系数；

$$K_I = \frac{K_p T_s}{T_I}$$

K_D ——微分放大系数；

$$K_D = \frac{K_p T_D}{T_s}$$

T_s ——采样周期。

式 (3-7) 是数字PID算法的非递推形式，称全量算法。算法中，为了求和，必须将系统偏差的全部过去值 $e(j)$ ($j=1, 2, 3, \dots, k$) 都存储起来。这种算法得出控制量的全量输出 $u(k)$ ，是控制量的绝对数值。在控制系统中，这种控制量确定了执行机构的位置，例如在阀门控制中，这种算法的输出对应了阀门的位置（开度）。所以，将这种算法称为“位置算法”。

增量式PID控制算法

当执行机构需要的不是控制量的绝对值，而是控制量的增量（例如去驱动步进电动机）时，需要用PID的“增量算法”。

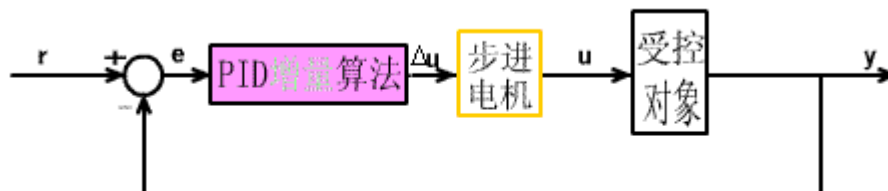


图3-2(b) 增量式PID控制算法的简化示意图

由位置算法求出

$$u(k) = K_p[e(k) + \frac{T_s}{T_I} \sum_{j=0}^k e(j) + \frac{T_D}{T_s} (e(k) - e(k-1))] + u_0$$

再求出

$$u(k-1) = K_p[e(k-1) + \frac{T_s}{T_I} \sum_{j=0}^{k-1} e(j) + \frac{T_D}{T_s} (e(k-1) - e(k-2))] + u_0$$

两式相减，得出控制量的增量算法

$$\begin{aligned} \Delta u(k) &= u(k) - u(k-1) \\ &= K_p[e(k) - e(k-1) + \frac{T_s}{T_I} e(k) + \frac{T_D}{T_s} [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]] \end{aligned} \quad (3-8)$$

式(3-8)称为增量式PID算法。

对增量式PID算法(3-8)归并后，得

$$\Delta u(k) = q_0 e(k) + q_1 e(k-1) + q_2 e(k-2) \quad (3-9)$$

其中

$$q_0 = K_p[1 + \frac{T_s}{T_I} + \frac{T_D}{T_s}]$$

$$q_1 = -K_p[1 + 2\frac{T_D}{T_s}]$$

$$q_2 = K_p \frac{T_D}{T_s}$$

(3-9)已看不出是PID的表达式了，也看不出P、I、D作用的直接关系，只表示了各次误差量对控制作用的影响。从式(3-9)看出，数字增量式PID算法，只要贮存最近的三个误差采样值 $e(k)$ 、 $e(k-1)$ 、 $e(k-2)$ 就足够了。

图3-3表示了增量式PID控制算法的流程图。

 [上一篇](#)

 [本章目录](#)

 [下一篇](#)