

第三章 四桨碟形飞行器控制系统实现

3.1 控制率设计^{[15][22][16][17]}

3.1.1 PID 控制

将偏差的比例 (P)、积分 (I) 和微分 (D) 通过线性组合构成控制量, 用这一控制量对被控制对象进行控制, 这样的控制器称为 PID 控制器。

PID 控制器结构简单, 参数容易调整, 是控制系统中技术比较成熟, 而且应用最广泛的一种控制器。

早期的 PID 控制器通过硬件来实现, 称之为模拟 PID 控制器; 随着计算机的发展, 出现了数字 PID 控制器。数字 PID 控制器与模拟 PID 控制器相比, 具有非常强的灵活性, 可根据实验和经验在线调整参数, 因此可以得到更好的控制性能。本设计采用数字 PID 控制。

3.1.1.1 数字 PID 控制算法

由于计算机控制是一种采样控制, 只能根据采样时刻的偏差值计算控制量, 而不能像模拟控制那样连续输出控制量, 因此必须对积分和微分进行离散化处理。离散化处理方法为: 以 T 作为采样周期, k 作为采样序号, 则离散采样时间 kT 对应着连续时间 t , 用求和的形式代替积分, 用增量的形式代替微分。

$$\Delta u_k = K_p(\Delta e_k + I e_k + D \Delta^2 e_k) = K_p \Delta e_k + K_I e_k + K_D \Delta^2 e_k;$$

$$u_k = u_{k-1} + \Delta u_k;$$

式中: k 为采样序号, $k=0, 1, 2, \dots$;

u_k 为第 k 次采样时刻的计算机输出值;

e_k 为第 k 次采样时刻输入的偏差值;

e_{k-1} 为第 $k-1$ 次采样时刻输入的偏差值;

K_p 为比例系数;

K_I 为积分系数, $K_I = K_p I = K_p T / T_I$;

K_D 为微分系数, $K_D = K_p D = K_p T_D / T$;

$\Delta e_k = e_k - e_{k-1}$;

$\Delta^2 e_k = e_k - 2e_{k-1} + e_{k-2} = \Delta e_k - \Delta e_{k-1}$;

图 3-1 是 PID 算法程序框图。