

微机在电子式电动阀流量控制中的应用

马洪蛟, 蔡 辉

(河海大学交通与海洋工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 在水工模型中,应用电子式电动阀控制流量时,由于电子式电动阀对微机控制信号的响应比较慢,导致流量超调,严重地影响了物理模型的稳定性.针对流量控制中的这一问题,从微机控制电子式电动阀的特点出发,给出了电子式电动阀的优化控制算法,并从软件上予以实现.试验证明,优化的控制算法使流量控制稳定可靠,提高了物理模型试验的精确度.

关键词 电子式电动阀 电磁流量计 物理模型

中图分类号 :TV131.6 ;TP368.1 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2002)02-0078-03

由于电子式电动阀控制流量具有精度高、动作速度快等优点,因此水工模型中经常采用电子式电动阀来控制流量.电子式电动阀控制流量是通过微机控制电子式电动阀的开度达到调节流量目的的.但笔者发现,用传统的 PID 控制算法控制电子式电动阀调节流量时,控制流量的精度不够.根据电子式电动阀的工作原理及微机在流量控制中的特点,笔者对电子式电动阀的控制作了进一步的探索,提出了改进的 PID 算法.改进的 PID 算法充分发挥了电子式电动阀在物理模型中的重要作用,提高了模型的稳定性和精确度.

本控制研究是在鞍山热工自动化设备公司生产的电子式电动阀、自行研制的信号调理器和开发的软件上进行的.

1 电子式电动阀控制原理

流量的控制系统框图如图 1 所示.输出流量的大小与电子式电动阀的开度成正比,电子式电动阀的开度与微机施加在电子式电动阀上的电压或电流相对应,因此可得电压或电流与流量之间的关系.控制流量首先需要计算出施加在电子式电动阀上的对应的电压或电流值.从微机出来的电信号经过 D/A 转换作用在电子式电动阀上,控制电子式电动阀的开启度,从而达到控制流量的目的.

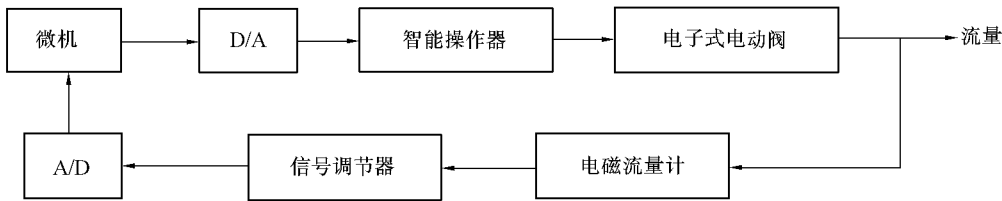


图 1 控制系统框图

Fig.1 Framework of control system

2 控制数学模型

根据电子式电动阀控制原理,建立如下数学模型:

$$|Q_{理} - Q_{实}| \leq \Delta Q \quad Q_{实} = KV + C$$

式中: $Q_{理}$ ——理论上应输出的流量; $Q_{实}$ ——实际输出的流量; ΔQ ——允许误差; V ——电磁流量计输出的

电流信号通过信号调理器转换的电压; C ——实测流量修正值; K ——电磁流量计系数.

依据上述数学模型的控制过程为:电磁流量计输出的电流信号,通过信号调理器转换为电压量,该电压信号经 A/D 卡转换及数学计算便得到了实测流量 $Q_{\text{实}}$. 如果 $Q_{\text{实}}$ 与 $Q_{\text{理}}$ 差值的绝对值大于 ΔQ ,就需要调节电子式电动阀的开度,控制流量的大小. 电子式电动阀的控制是由工控机输出一个新的流量值,经 D/A 卡将其转换成相应的控制电压输出到电子式电动阀智能控制器上,由智能控制器控制电子式电动阀的开启度以达到调节流量目的.

3 控制方法

根据电子式电动阀运行的特点采用 PID 控制中增量计算位置输出电压:

$$U_i = U_{i-1} + \Delta U_i$$

从电子式电动阀的工作特性和 PID 控制特点来看,要达到较高精度,单纯采用位置式 PID 控制算法^[1,2]

$$U_i = K \left[e_i + \frac{T}{T_i} \sum_{i=0}^i e_i + \frac{T_d}{T} (e_i - e_{i-1}) \right] + U_0 \tag{1}$$

或增量式 PID 控制算法^[1,2]

$$\Delta U_i = U_i - U_{i-1} = K \left[e_i - e_{i-1} + \frac{T}{T_i} e_i + \frac{T_d}{T} (e_i - 2e_{i-1} + e_{i-2}) \right] \tag{2}$$

都是不太合适的.

在电子式电动阀的控制中,判断是否改变流量控制的依据是流量增量的大小,电子式电动阀的控制就是电子式电动阀开度的控制即位置控制. 因此,对电子式电动阀的控制需要将上面两种控制方法结合起来,即采用增量式计算、位置式输出. 其控制算法为

$$U_i = U_{i-1} + \Delta U_i$$

实际控制中对 PID 算法又作了进一步改进.

3.1 输出范围限制

电压输出范围为

$$U_{\min} \leq U_i \leq U_{\max} \quad U_{\min} \geq 1 \quad U_{\max} \leq 5$$

3.2 积分项计算限制

积分项计算限制主要用计算误差 e_i 和积分阈值 ϵ 来表示. 当 $|e_i| \leq \epsilon$ 时,则计算积分项;当 $|e_i| > \epsilon$ 时,则不计算积分项.

3.3 干扰信号的抑制

对于作用时间短暂的快速干扰,笔者在控制程序中采用一些体育竞技项目中的平均法. 除了采用以上抗干扰方法外,还用单独修改微分项的办法来抑制干扰的影响,在此用了 4 点中心差分法. 该法不是直接应用当前时刻的误差 e_i 而是用过去和当前 4 个采样时的误差的平均作为基准^[1],即

$$\bar{e} = (e_i + e_{i-1} + e_{i-2} + e_{i-3})/4$$

然后再通过加权求和形式近似构成微分项,即

$$\frac{T_d \Delta \bar{e}_i}{T} = \frac{T_d}{4} \left(\frac{e_i - \bar{e}_i}{1.5T} + \frac{e_{i-1} - \bar{e}_i}{0.5T} + \frac{e_{i-2} - \bar{e}_i}{0.5T} + \frac{e_{i-3} - \bar{e}_i}{1.6T} \right)$$

整理后得

$$T_d \Delta \bar{e}_i = \frac{T_d}{6T} (e_i + 3e_{i-1} - 3e_{i-2} - e_{i-3}) \tag{3}$$

3.4 PID 调节器参数的选择

PID 参数选择应根据电子式电动阀的提升速度和相对应的电压增量来选择. 为了使控制输出基本达到不超调,控制电压的输出量应刚好等于电子式电动阀要求的开启电压. 因为所采用的电子式电动阀根据说明应基本能算出其某一位置的开启电压.

同样,为了保证其控制的灵敏性,可对不同的偏差取不同的 PID 参数. 偏差大其输出电压变化加大,偏差小其输出电压变化减小.

