

递推远程预报自校正控制及其应用

钟慕良 谭永红

(华南理工大学自动化系, 广州) (桂林电子工业学院计算机系)

摘要 本文给出了一种基于递推远程预报的自校正控制算法. 因采用递推方法, 简化了计算. 仿真实验表明本算法有较强的鲁棒性. 在温度过程控制中应用也获得了满意的结果.

关键词: 远程预报控制; 预报时域长度; 自校正控制; 多步预报器

1. 引言

近年来各种远程预报控制算法^[1, 3, 4], 由于具有良好的控制性能, 因而引起了人们的重视. 但是现有的远程预报控制所用的预报方法较复杂, 因此本文提出了一种简单的递推远程预报方法, 并在其基础上得到一种自校正控制算法. 最后给出了仿真和实时控制结果.

2. 递推远程预报

常用的远程预报方法主要有三种^[1, 2, 4]. 它们有的需要一组各自独立的超前 k 步预报器^[1], 有的则采用一组独立的预报器与递推预报相结合的方法^[2]. 当预报器的参数未知时, 二者都需用相应的一组独立的参数估计器来估计参数, 其计算量相当大. [4]给出的方法则要在每步预报时推求一次 diophantine 方程, 并进行一次预报器计算, 当预报步数较多时, 计算量亦不小. 下面我们给出一种递推远程预报算法, 它要比其它方法显得简便.

我们采用 CARIMA 模型来描述对象

$$A(z^{-1})y(t) = B(z^{-1})u(t-1) + C(z^{-1})\xi(t)/\Delta, \quad (2.1)$$

其中 y 、 u 分别为输出、输入, ξ 是方差为 σ^2 的零均值白噪声, $\Delta = 1 - z^{-1}$, 多项式

$$A(z^{-1}) = a_0 + a_1 z^{-1} + \cdots + a_{n_a} z^{-n_a}, \quad (a_0 = 1),$$

$$B(z^{-1}) = b_0 + b_1 z^{-1} + \cdots + b_{n_b} z^{-n_b},$$

$$C(z^{-1}) = 1 + c_1 z^{-1} + \cdots + c_{n_c} z^{-n_c}.$$

当对象时滞为 k 且 $k > 1$ 时, $b_0 = \cdots = b_{k-1} = 0$. 设 $A(z^{-1})$ 和 $C(z^{-1})$ 的零点都在单位圆外 ($|z^{-1}| > 1$). 为简便, 令 $n_c = 1$. 则 (2.1) 变成

$$A(z^{-1})\Delta y(t) = B(z^{-1})\Delta u(t-1) + \xi(t). \quad (2.2)$$

注意到 diophantine 方程

$$1 = E(z^{-1})A(z^{-1})\Delta + z^{-k}F(z^{-1}), \quad (2.3)$$

式中 $E(z^{-1})$ 和 $F(z^{-1})$ 的阶次分别为 $k-1$ 和 $n_f (=n_a)$. 令 $k=1$ 并代入 (2.2) 得

$$y(t+1) = F(z^{-1})y(t) + B(z^{-1})\Delta u(t) + \xi(t+1). \quad (2.4)$$

由于线性最小方差预报 $\hat{y}(t+k/t)$ 是 $y(t+k)$ 在已知信息 $y(t), y(t-1), \dots, u(t-1), u(t-2), \dots, u(t)$ 条件下的条件数学期望, 因此对 (2.4) 取条件数学期望便得超前一步最优预报

$$\hat{y}(t+1/t) = F(z^{-1})y(t) + B(z^{-1})\Delta u(t). \quad (2.5)$$

为求超前 k 步最优预报, 我们有

定理 1 若已知超前一步最优预报 (2.5) 式, 则通过

$$\hat{y}(t+k/t) = F(\tilde{z}^{-1})\hat{y}(t+k-1/t) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1), \quad (k > 1) \quad (2.6)$$

递推, 便可得超前 k 步最优预报, 其预报方差为

$$\begin{aligned} E[\varepsilon^2(t+k)] &= E\{[y(t+k) - \hat{y}(t+k/t)]^2\} \\ &= \left(1 + G_1^2 + \dots + G_{k-1}^2\right)\sigma^2. \end{aligned} \quad (2.7)$$

在 (2.6) 中, $F(\tilde{z}^{-1})$ 是仅对 $\hat{y}(t+k-1/t)$ 的第一个时标变量进行运算的 $F(z^{-1})$. 在 (2.7) 中, G_i 由格林函数确定. 下面给出定理 1 的证明.

证 在 (2.5) 中令 $t = t+k-1$, 则有

$$\begin{aligned} \hat{y}(t+k/t+k-1) &= F(z^{-1})y(t+k-1) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1) \\ &= \sum_{i=0}^{n_f} f_i y(t+k-i-1) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1). \end{aligned} \quad (2.8)$$

据附录对上式求条件期望 (假定 $u(t+1), \dots, u(t+k-1)$ 是确定量), 即得 $k > 1$ 时的超前 k 步最优预报

$$\begin{aligned} \hat{y}(t+k/t) &= \sum_{i=0}^{n_f} f_i \hat{y}(t+k-i-1/t) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1) \\ &= F(\tilde{z}^{-1})\hat{y}(t+k-1/t) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1), \quad (k > 1), \end{aligned} \quad (2.9)$$

其中 当 $k \leq i+1 (i=0 \sim n_f)$ 时, $\hat{y}(t+k-i-1/t) = y(t+k-i-1)$. 并用到 [2]

给出的 $\tilde{z}^{-1}$ 算子使得 $\tilde{z}^{-1}\hat{y}(t+k/t) = \hat{y}(t+k-1/t)$. 在 (2.4) 中令 $t = t+k-1$, 则有

$$\begin{aligned} y(t+k) &= F(z^{-1})y(t+k-1) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1) + \xi(t+k) \\ &= \sum_{i=0}^{n_f} f_i y(t+k-i-1) + B(z^{-1})\Delta u(t+k-1) + \xi(t+k), \end{aligned} \quad (2.10)$$

则 (2.8) 与 (2.10) 之差即为一步预报误差

$$e(t+k) = y(t+k) - \hat{y}(t+k/t+k-1) = \xi(t+k). \quad (2.11)$$

显然有

$$E[e(t+k)/t] = E[\xi(t+k)/t] = \begin{cases} \xi(t+k), & k \leq 0, \\ 0, & k \geq 1. \end{cases} \quad (2.12)$$

再由 (2.2) 式, 令 $t = t+k$, 得

$$y(t+k) = y(t+k-1) + \frac{B(z^{-1})}{A(z^{-1})} \Delta u(t+k-1) + G(z^{-1})\xi(t+k), \quad (2.13)$$

其中 $G(z^{-1}) = \frac{1}{A(z^{-1})}$ 为格林函数, 它反映了噪声对系统的影响程度. 前面已假定 $A(z^{-1})$ 的零点在单位圆外故满足平稳条件. 则可将 $G(z^{-1})\xi(t+k)$ 展成均方收敛的级数 $G(z^{-1})\xi(t+k) = \sum_{j=0}^{\infty} g_j \xi(t+k-j)$. 而 g_j 可由 $A(z^{-1})G(z^{-1}) = 1$ 得到

$$g_j = \begin{cases} 1, & j=0, \\ -\sum_{i=1}^j a_i g_{j-i}, & 0 < j \leq n_a, \\ -\sum_{i=1}^{n_a} a_i g_{j-i}, & j > n_a. \end{cases} \quad (2.14)$$

由 (2.10) 与 (2.13) 之差可得:

$$\begin{aligned} F(z^{-1})y(t+k-1) &= \sum_{i=0}^{n_f} f_i y(t+k-i-1) \\ &= y(t+k-1) + Q(z^{-1})\Delta u(t+k-1) \\ &\quad + [G(z^{-1}) - 1]\xi(t+k), \end{aligned} \quad (2.15)$$

其中 $Q(z^{-1}) = [A^{-1}(z^{-1}) - 1]B(z^{-1})$. 对上式取条件期望, 并注意到 (2.12) 式, 则当 $k \geq 1$ 时有

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^{n_f} f_i \hat{y}(t+k-i-1/t) &= F(\tilde{z}^{-1})\hat{y}(t+k-1/t) \\ &= \hat{y}(t+k-1/t) + Q(z^{-1})\Delta u(t+k-1) + \sum_{j=k}^{\infty} g_j \xi(t+k-j). \end{aligned} \quad (2.16)$$

将 (2.15) 和 (2.16) 代入 (2.9) 和 (2.10), 则超前 k 步预报误差

$$\begin{aligned} \varepsilon(t+k) &= \hat{y}(t+k) - \hat{y}(t+k/t) \\ &= F(z^{-1})\hat{y}(t+k-1) + \xi(t+k) - F(\tilde{z}^{-1})\hat{y}(t+k-1/t) \\ &= y(t+k-1) - \hat{y}(t+k-1/t) + \sum_{j=0}^{k-1} g_j \xi(t+k-j) \\ &= \varepsilon(t+k-1) + \sum_{j=0}^{k-1} g_j \xi(t+k-j) \\ &= \varepsilon(t+k-2) + \sum_{j=0}^{k-2} g_j \xi(t+k-j-1) + \sum_{j=0}^{k-1} g_j \xi(t+k-j) \\ &\dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= g_0 \xi(t+k) + (g_0 + g_1) \xi(t+k-1) + \cdots + \left(\sum_{j=0}^{k-1} g_j \right) \xi(t+1) \\
 &= \left(G_0 + G_1 z^{-1} + \cdots + G_{k-1} z^{-k+1} \right) \xi(t+k).
 \end{aligned} \tag{2.17}$$

上式的推导用到了 $\xi(t+1) = e(t+1) = \varepsilon(t+1)$ 这一事实, 式中

$$G_k = \begin{cases} 1, & k=0, \\ \sum_{j=0}^k g_j, & k>0. \end{cases} \tag{2.18}$$

因此超前 k 步最优预报的方差即如 (2.7) 式所示. 证毕.

由定理 1 可知, 在超前一步预报的基础上, 只须逐步递推便能进行多步预报. 当预报器的参数未知时, 只须在线估计 $n_a + n_b + 2$ 个参数, 因此比较简便.

3. 递推远程预报控制

我们通过优化下列性能指标, 来求得远程预报控制 $u(t)$, $u(t+1)$, $\cdots$, $u(t+N-1)$. 性能指标为

$$J = \sum_{k=1}^l [w(t+k) - \hat{y}(t+k/t)]^2 + \lambda \sum_{k=1}^N [\Delta u(t+k-1)]^2, \tag{3.1}$$

其中 λ 为加权系数, l 为预报长度, N 为控制长度, $\hat{y}(t+k/t)$ 为最优预报值, $w(t)$ 为系统输出的参考轨迹, 即

$$\begin{cases} w(t) = y_r(t), \\ w(t+k) = \delta w(t+k-1) + (1-\delta) y_r(t), \quad (0 < \delta < 1), \end{cases} \tag{3.2}$$

其中 $k=1 \sim l$. $y_r(t)$ 为系统给定. 由 (2.5) 和 (2.6) 可知, 当预报长度超过时滞后, 预报不仅与过去的已知输入输出有关, 而且还与将来的输入有关. 现据 (2.5)、(2.6), 将预报器中与 t 以前的输入输出及与将来的输入各自相关的两个部分分解开来:

$$\begin{aligned}
 \hat{y}(t+1/t) &= \left(\sum_{i=0}^{n_f} f_i z^{-i} \right) y(t) + \left(\sum_{i=1}^{n_b} b_i z^{-i+1} \right) \Delta u(t-1) + b_0 \Delta u(t) \\
 &= \alpha_0 (z^{-1}) y(t) + \gamma_0 (z^{-1}) \Delta u(t-1) + \beta_0 \Delta u(t), \\
 \hat{y}(t+2/t) &= \left[f_0 \alpha_0 (z^{-1}) + \sum_{i=0}^{n_f-1} f_{i+1} z^{-i} \right] y(t) \\
 &\quad + \left[f_0 \gamma_0 (z^{-1}) + \sum_{i=1}^{n_b-1} b_{i+1} z^{-i+1} \right] \Delta u(t-1) + (f_0 \beta_0 + b_0) \Delta u(t) + b_0 \Delta u(t+1), \\
 &= \alpha_1 (z^{-1}) y(t) + \gamma_1 (z^{-1}) \Delta u(t-1) + \beta_1 \Delta u(t+1) + \beta_0 \Delta u(t+1), \\
 &\quad \dots\dots \\
 \hat{y}(t+k/t) &= \alpha_{k-1} (z^{-1}) y(t) + \gamma_{k-1} (z^{-1}) \Delta u(t-1) + \beta_{k-1} \Delta u(t) + \cdots \\
 &\quad + \beta_0 \Delta u(t+k-1) \\
 &\quad \dots\dots
 \end{aligned}$$

其中 系数多项式 $\alpha_k(z^{-1})$ 和 $\gamma_k(z^{-1})$ ($k=0, 1, \dots, l-1$) 分别为

$$\alpha_k(z^{-1}) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{n_f} f_i z^{-i}, & k=0, \\ \sum_{i=0}^{k-1} f_i \alpha_{k-i-1}(z^{-1}) + \sum_{i=0}^{n_f-k} f_{i+k} z^{-i}, & 0 < k \leq n_f, \\ \sum_{i=0}^{n_f} f_i \alpha_{k-i-1}(z^{-1}), & k > n_f. \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\gamma_k(z^{-1}) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n_b} b_i z^{-i+1}, & k=0, \\ \sum_{i=0}^{k-1} f_i \gamma_{k-i-1}(z^{-1}) + \sum_{i=1}^{n_b-k} b_{i+k} z^{-i+1}, & \begin{cases} 0 < k \leq n_f, \\ 0 < k \leq n_b \end{cases}, \\ \sum_{i=0}^{n_f} f_i \gamma_{k-i-1}(z^{-1}) + \sum_{i=1}^{n_b-k} b_{i+k} z^{-i+1}, & n_f \leq k < n_b, \\ \sum_{i=0}^{k-1} f_i \gamma_{k-i-1}(z^{-1}), & n_b \leq k < n_f, \\ \sum_{i=0}^{n_f} f_i \gamma_{k-i-1}(z^{-1}), & \begin{cases} k > n_f \\ k > n_b \end{cases}. \end{cases} \quad (3.4)$$

将来输入序列 $\{\Delta u(t+j)\}$, $j=0, 1, \dots, l-1$ 的系数

$$\beta_k = \begin{cases} b_0, & k=0 \\ b_k + \sum_{i=0}^{k-1} f_i \beta_{k-i-1}, & \begin{cases} 0 < k \leq n_f \\ 0 < k \leq n_b \end{cases} \\ b_k + \sum_{i=0}^{n_f} f_i \beta_{k-i-1}, & n_f \leq k < n_b \\ \sum_{i=0}^{k-1} f_i \beta_{k-i-1}, & n_b \leq k < n_f \\ \sum_{i=0}^{n_f} f_i \beta_{k-i-1}, & \begin{cases} k > n_f \\ k > n_b \end{cases} \end{cases} \quad (3.5)$$

将与 i 以前输入输出相关的部分记为

$$d_k(t) = \alpha_k(z^{-1})y(t) + \gamma_k(z^{-1})\Delta u(t-1), \quad k=0 \sim l-1. \quad (3.6)$$

为便于处理; 将 $\{\hat{y}(t+j/t)\}$, $\{w(t+j)\}$ ($j=1 \sim l$) 等记成

$$Y^T = [\hat{y}(t+1/t) \cdots \hat{y}(t+l/t)], \quad W^T = [w(t+1) \cdots w(t+l)], \quad \text{其中} \quad Y = D + \beta U. \quad (3.1)$$

上式中 $D^T = [d_0(t) d_1(t) \cdots d_{l-1}(t)]$, 由于一般有 $N \leq l$, 我们令 $\Delta u(t+k) = 0$

($k \geq N$), 则 $U^T = [\Delta u(t) \Delta u(t+1) \cdots \Delta u(t+N-1)]$.

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \beta_1 & & \beta_0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ \vdots & & \vdots & \cdot & \cdot & \cdot & \vdots \\ \beta_{N-1} & & \beta_{N-2} & \cdot & \cdot & \cdot & \beta_0 \\ \vdots & & \vdots & & & & \vdots \\ \beta_{l-1} & & \beta_{l-2} & \cdot & \cdot & \cdot & \beta_{l-N} \end{bmatrix}_{l \times N}$$

将 (3.1) 式记成

$$J = (W - Y)^T (W - Y) + \lambda U^T U, \quad (3.1')$$

由 $\frac{\partial J}{\partial U} = 0$ 可得最优控制

$$U = (\beta^T \beta + \lambda I)^{-1} \beta^T (W - D). \quad (3.8)$$

通常只用 U 的第一个分量 $\Delta u(t)$, 将其变成 $u(t) = u(t-1) + \Delta u(t)$ 输出到对象, 在下个采样周期再重新计算 U , 此即所谓 receding horizon 方法.

令 q^T 为 $(\beta^T \beta + \lambda I)^{-1} \beta^T$ 的第一个行向量, 则

$$u(t) = u(t-1) + q^T (W - D). \quad (3.9)$$

若时滞是时变的, 且时滞变化上限 k_m 已知, 则可扩展 $B(z^{-1})$ 的阶次, 使其包含时滞变化上限即可. 在确定控制算法时, 要选择 l 、 N 和 λ 三个参数. l 的选择至少要满足 $l \geq N + k_m - 1$. 若 $l < N + k_m - 1$, 如果时滞为 $k_m > 1$, 则 $B(z^{-1})$ 的前 $k_m - 1$ 项系数为零, 由 (3.5) 可知 $\beta_k = 0 (k = 0 \sim k_m - 1)$, 则 $\beta^T \beta$ 为奇异阵, 从而引起数值计算问题. 由于 N 是控制变化的自由度, $N > 1$ 时, 自由度较大, 可对付较复杂的对象, 但要在在线求逆阵. $N = 1$ 时, $\beta^T \beta$ 为标量, 计算简便, 但自由度小, 可适用于较简单的对象. λ 一般在 $[0, 1]$ 上取值. 若 $\lambda > 0$ 则 $(\beta^T \beta + \lambda I)$ 的非奇异性得到保证. 若 λ 取得过大, 则可能出现控制过缓现象. 关于远程预报控制的稳态特性, 有

定理 2 若采用远程预报控制 (3.9), 在 $t \rightarrow \infty$ 时, 可使系统输出无差跟踪给定输入.

证 令 $q^T = [q_0, q_1, \dots, q_{l-1}]$. 由 (3.3) 及归纳法不难证明 $\alpha(z^{-1})|_{z \rightarrow 1}$
 $= \left[\alpha_0(z^{-1}) \alpha_1(z^{-1}) \dots \alpha_{l-1}(z^{-1}) \right]_{z \rightarrow 1}^T = \underbrace{[1 \ 1 \dots 1]}_l^T$, 此外, 令 $R = [\delta \ \delta^2 \dots \delta^l]^T$,
 则由 (3.2) 不难得到

$$W = Ry(t) + [\alpha(1) - R]y_r(t). \quad (3.10)$$

在 (2.2) 中令 $\xi(t) = 0$ (为简便起见), 则由 (3.9)、(2.2) 并考虑 (3.6), 可得闭环系统

$$y(t) = \frac{z^{-1} B(z^{-1}) q^T [\alpha(1) - R] y_r(t)}{[1 + z^{-1} q^T \gamma(z^{-1})] A(z^{-1}) \Delta + z^{-1} B(z^{-1}) q^T [\alpha(z^{-1}) - R]}, \quad (3.11)$$

其中 $\gamma(z^{-1}) = [\gamma_0(z^{-1}) \ \gamma_1(z^{-1}) \dots \gamma_{l-1}(z^{-1})]^T$,

$\alpha(z^{-1}) = [\alpha_0(z^{-1}) \ \alpha_1(z^{-1}) \dots \alpha_{l-1}(z^{-1})]^T$. 当 $t \rightarrow \infty$ 即 $z \rightarrow 1$ 时, 则 $\Delta \rightarrow 0$,

由 (3.11) 可得 $y(t) \rightarrow y_r(t)$. 证毕.

当预报模型 (2.4) 的参数未知时, 可用自校正算法.

1) 用 RLS 算法估计 $F(z^{-1})$ 和 $B(z^{-1})$ 的参数.

2) 利用确定性等价原理将估计得的参数代入 (3.3)~(3.6) 求 β_k 和 $d_k(t)$, 并

由 (3.2) 求 $w(t+j)$ ($j=1 \sim l$).

3) 由 (3.9) 求 $u(t)$, 并输出到对象.

4) $t=t+1$, 采样并返回 1).

4. 仿真及在温控系统中的应用

我们通过仿真实验来验证本文提出的控制算法. 并将该算法用于温度控制系统中.

例 1 设对象随时间按下述形式变化

$$a) \quad \frac{1}{1+10s+40s^2}, \quad 0 \leq t \leq 89$$

$$\frac{e^{-2.7s}}{1+10s+40s^2}, \quad 90 \leq t \leq 179$$

$$\frac{e^{-2.7s}}{1+10s}, \quad 180 \leq t \leq 279$$

$$b) \quad \frac{e^{-2.7s}}{1+10s}, \quad 0 \leq t \leq 89$$

$$\frac{1}{1+10s}, \quad 90 \leq t \leq 179$$

$$\frac{1}{10s(1+2.5s)}, \quad 180 \leq t \leq 279$$

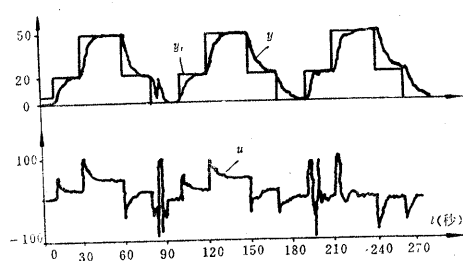


图 1a 时滞和阶次随时间变化的系统 a

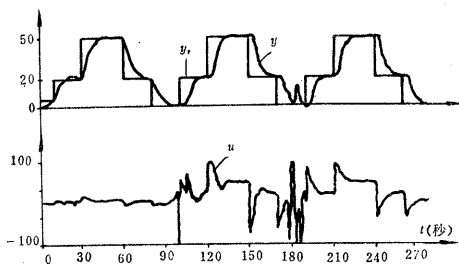


图 1b 时滞和阶次随时间变化的系统 b

对象上加有标准差为 0.1 的零均值白噪声. 采样周期为 1 秒. 仿真曲线分别见图 1a 及图 1b.

例 2 开环不稳定的非最小相位系统

$$y(t) - 1.1y(t-1) = 0.5u(t-2) + 0.6u(t-3),$$

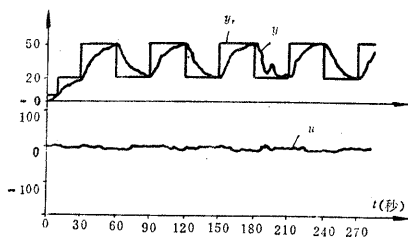


图 2 开环不稳定的非最小相位

系统且其时滞随时间变化

而且时滞在 $t=95$ 、155 和 215 拍时由 2 拍依次变成 3 拍、4 拍、2 拍。仿真曲线见图 2。

例 3 在温度过程控制中的应用。受控对象为温箱温度。温度传感器为 AD590。通过 Apple II 微机控制脉冲调宽功放器控制电加热丝加热(图 3)。电网波动及箱内风机转速不匀都对箱温的恒定形成干扰。温度给定为一阶梯状升-保温曲线

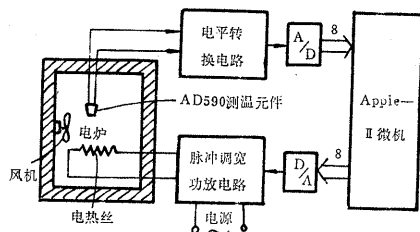


图 3 温度控制系统原理

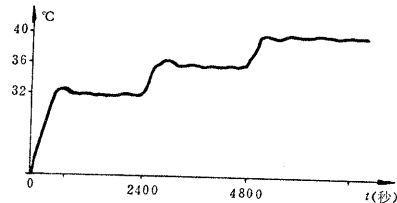


图 4 x-y 记录仪记录的受控温度变化曲线

$$y_r(t) = \begin{cases} 32^\circ\text{C}, & 0 \leq t < 2400s \\ 36^\circ\text{C}, & 2400 \leq t < 4800s \\ 40^\circ\text{C}, & t > 4800s \end{cases}$$

采样周期为 30 秒, 按一阶模型来进行控制。用 x-y 记录仪记录的温度控制曲线见图 4。其效果令人满意。

5. 结 语

本文提出的递推远程预报算法较简单, 计算量小, 在其基础上推得的自校正控制器经仿真实验证明:

- 1) 对时滞等参数变化有一定的鲁棒性。
- 2) 能对付非最小相位系统, 并消除稳态误差。
- 3) 尽管算法是在系统开环稳定的条件下推得的, 但仿真显示对某些开环不稳定系统仍可适用。

在温控系统中实时控制的结果证明了本算法的可行性和实用性。

附 录

定理 设 $E|\eta| < +\infty$, y_1 和 y_2 是 F 的两个子 σ 代数, 且 $y_1 \subset y_2$, 则

$$E\{E(\eta/y_2)/y_1\} = E(\eta/y_1) \quad \text{a.e.}$$

$$E\{E(\eta/y_1)/y_2\} = E(\eta/y_1) \quad \text{a.e.}$$

参 考 文 献

- (1) Lemos J.M., & E. Mosca, A Multipredictor-based LQ Selftuning Controller, 7th IFAC Symp. on Identification and System Parameter Estimation, York, (1985), 137-141.
- (2) De Keyser & Van Cauwenberghe, A Self-tuning Multistep Predictor Applications, Automatica, 17, 1, (1981), 167-174.
- (3) De Keyser & Van Cauwenberghe, Extended Prediction Self-adaptive Control, 7th IFAC Symp. on Identification and System Parameter Estimation, York, (1985), 1255-1260.
- (4) Clarke, D.W., P.S.Tuffs, C.Mohtadi, Generalised Predictive Control, OUEL Reports 1555/84, (1984).

Recursive Long-range Predictive Self-tuning Control and Its Application

Zhong Muliang

(Department of Automatic Control, South China University of Technology, Guangzhou)

Tan Yonghong

(Department of Electronic Computer Science, Guilin Institute of Electronic Engineering, Guilin)

Abstract: An algorithm of self-tuning control based on recursive long-range prediction is presented in this paper. The calculation of the algorithm is simplified, since a recursive approach is used. The experiments of simulation on the computer show that the algorithm is robust to the variation in dead-time or parameters of the systems. A good result is obtained when the algorithm is applied to a temperature process control system.

Key words: long-range predictive control; prediction horizon; self-tuning control; multistep predictor