

回旋式烘干窑的 IVLS 辨识

吴惕华

(河北化工学院)

大型回旋式烘窑的自适应控制是一项新颖而困难的课题,对节能有重大意义。本研究作为该过程自适应系统设计的部分工作而提出。

1. 机理模型。 为了用 CADCS 技术对干燥的动态过程作研究,作者推导出机理模型。其数学描述为具有分裂边界条件的四联立非线性双曲型 PDE 组^[1]。仿真结果证实了该数学模型相当精确。但它过于复杂,包含变量多,而与控制有关的变量隐含在方程中,又是非线性的,故很难直接用于控制系统和获得最优控制。

2. 试验模型。 对数学模型激发(相当于视过程为黑箱),利用输入和输出的观测值确定反映有关输入-输出特性的简化了的线性离散模型结构。当无测量误差时,试验模型结构是 $y_t = \varphi x_{t-1}$ 。式中 y 为输出变量测量值; x 为观测变量的 $(m+n)$ 维列向量 $x_{t-1} = [y_{t-1} \cdots y_{t-m} u_{t-1} \cdots u_{t-n}]^T$; u 为输入变量测量值; φ 为模型参数 $(m+n)$ 维行向量 $\varphi = [a_1 \cdots a_m b_1 \cdots b_n]$ 。确定模型结构时,用了预估纯滞后的办法。这就避免辨识过程时非线性回归的麻烦。这实际相当于非线性过程在确定工作点的线性化,而在线辨识相当于该过程的准线性化或连续线性化,实现对特性变化的及时跟踪。

3. 噪音。 在进入过程的干扰、检测噪音的影响下,试验模型变为 $y_t = \varphi x_{t-1} + w_t$, 其中 w 为噪音。由于变量 y 是掺杂了噪音的测量值,而不是真正输出值,故 x_{t-1} 中也包含了误差。这样,检测噪音 w 虽本身为非相关,但与过程辨识相关,使辨识误差明显加大。

4. IVLS 模型参数估计法。 为了克服噪音的影响,将 LS 法加以改进,得到所谓仪表变量最小二乘参数估计法,如图 1 所示。只需将参数估计值 $\hat{\varphi}_t$ 与适配器连接,就构成闭环系统,实现在线辨识。若与 LS 原理图比较,主要区别是辨识回路中加进一个与过程同阶和特性一样的辅助模型,其输出 v 称为仪表变量,并有

$$v_t = \hat{\varphi}_{t-1} z_{t-1}$$

式中 z 为仪表变量的 $(m+n)$ 维列向量, $z_{t-1} = [v_{t-1} \cdots v_{t-m} u_{t-1} \cdots u_{t-n}]^T$ 。IVLS 辨识

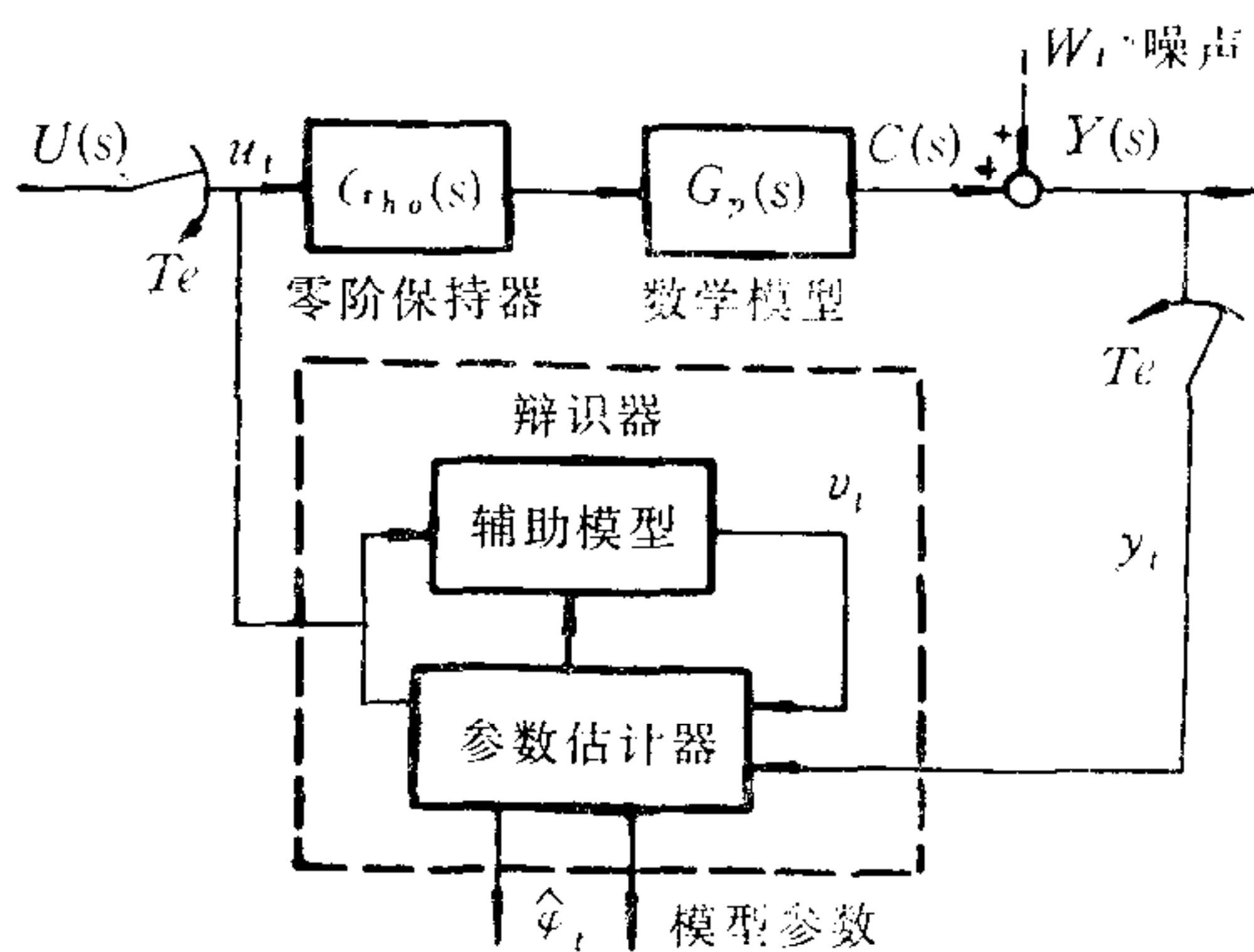


图1 开环 IVLS 辨识框图

的递推算式可推导出

$$\begin{aligned} K_t &= [1 + \mathbf{z}_t^T P_t \mathbf{x}_t]^{-1} \mathbf{z}_t^T P_t, \\ \hat{\boldsymbol{\phi}}_{t+1} &= \hat{\boldsymbol{\phi}}_t + (y_{t+1} - \hat{\boldsymbol{\phi}}_t^T \mathbf{x}_t) K_t, \\ P_{t+1} &= P_t - P_t \mathbf{x}_t K_t. \end{aligned}$$

式中协方差矩阵 P_t 是 $(m+n) \times (m+n)$ 非奇异方阵. 与 LS 算式的差别仅在于 \mathbf{z}_t^T 代替了 \mathbf{x}_t^T . 故 LS 法是 IVLS 法的特殊情况. 无疑, 无噪音时两种方法的结果相同.

5. 结论. 仿真试验结果表明 IVLS 法非常有效地克服了噪音影响, 辨识精度高, 又不失 LS 法的简单性和稳定性. 是值得在工业过程中推广的一种实用的参数辨识方法.

参 考 文 献

- [1] 吴惕华, 回旋窑烘干过程的数学模型, 化工自动化及仪表, No. 5(1985), 5—12。

THE IVLS IDENTIFICATION FOR A ROTARY DRYER

WU TIHUA

(Hebei Chemical Engineering Institute)