

非织造布面密度均匀度在线控制系统的研制

游文明 周胜 戴瑶

(扬州职业大学,扬州,225002)

摘要:针对非织造布面密度均匀度控制水平低的实际情况,设计了一套以 PC 机为上位机,以 P89C51 单片机为下位机的实时控制系统,并介绍了该系统软、硬件的结构、算法及其性能。

关键词:非织造布 面密度 单神经元 PSD 控制器 均匀度

中图分类号:TS 174.1 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)01-0102-03

非织造布产品具有生产工艺流程短,加工成本低和可选用的原料范围广、产品用途广泛等特点,在过去 20 年中得到飞速发展,我国目前拥有非织造布生产流水线近 1000 条^[1]。但大多生产线尚未有完整的测控系统,甚至无检测装置,有误差时只能手动调节,其精度很大程度上依赖于操作者的经验,这样既影响生产率,又制约产品质量的提高,特别是影响着非织造布面密度均匀度的大小。因此,开发非织造布的面密度均匀度在线监控系统具有实际意义。

1 控制系统的总体设计

系统的主要要求是进行实时、可靠、稳定、动态响应特性较好的非接触式在线控制;同时要求所设计的控制系统有一定的通用性和高的经济效益。尽管由常规仪表组成的连续控制系统已获得广泛的应用,但难于实现自适应控制^[4]。而计算机控制系统除了能完成常规连续控制系统的功能外,还具有运算速度快、精度高、性价比高和易于由程序实现控制等优点,故得到广泛的应用。为便于数据采集、数据管理以及保证控制的实时性等,本系统采用上、下两级微机控制结构。其中上位机采用 PC 机,其主要功能是实现非织造布的厚度设定、厚度超差报警、控制参数的设定及修改、显示厚度实时曲线、打印各种报表等。下位机采用 P89C51 单片机系统,它主要完成当前非织造布的厚度检测,进行数字滤波、实现 A/D 及 D/A 转换、执行控制算法,调制激光输出,并根据光电传感信息来控制电机的转速。上、下位机间的数据传输是通过 RS232 串行接口实现的,其结构示意图如图 1 所示。

2 系统的工作过程

非织造布生产线的驱动机构是原料喂给罗拉电机,调节该电机的转速,可以控制非织造布原料的喂

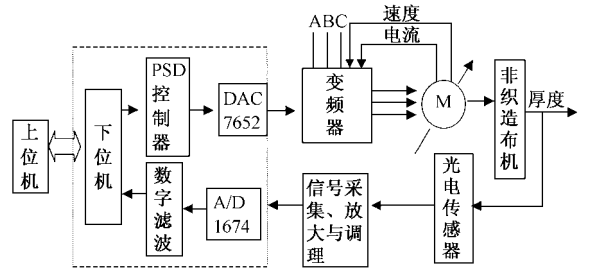


图 1 系统结构示意图框图

入量,从而控制非织造布面密度均匀度的大小。系统采用 He-Ne 激光器发出的调制激光束作为光源照射到非织造布的表面上,然后测量与光源在同一侧的两个位置上的光强之差,利用该差值与非织造布面密度之间的对应关系来衡量非织造布面密度大小^[2]。控制基本过程参见图 2,首先由下位机将激光光源调制成具有一定周期的脉冲激光,位于与机器方向以及机器垂直方向上的 2 个光电传感器分别输出与其检测到的光强所对应的光电压。经过计算机一系列的转换和运算后,计算机输出一个电压使用在变频器上,变频器据此控制喂料罗拉电机的转速,实现控制非织造布面密度均匀度的大小^[3]。

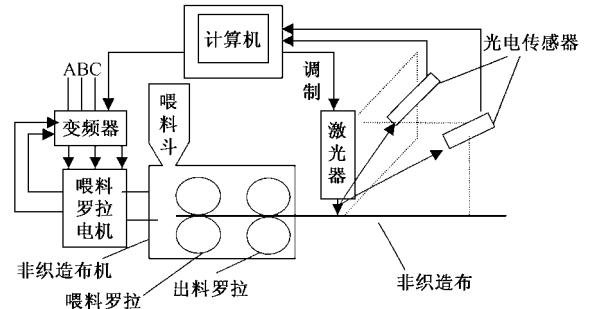


图 2 系统工作过程示意图

3 控制算法和系统软件的设计

3.1 系统数字控制器的控制算法

图 2 所示的系统的工作过程表明,系统存在着

一定的纯时间滞后。过程纯滞后是一种比较典型的非线性特性,由于纯滞后往往使扰动不能被及时察觉,调节效果不能适时反映,从而产生较大的超调或振荡,而且纯滞后占整个动态过程的时间越长,控制的难度越大。如果控制器设计不当的话,会加剧系统的超调和引起系统的持续振荡。为此,针对非织造布生产机具有一定的时间滞后、非线性变化以及环境干扰大,特别是难以建立精确的数学模型的特点,将神经元自适应的控制算法应用到比例(P)、求和(S)、微分(D)控制器中,利用 PSD 控制器无需辨识控制过程的优点,和在线检测到的误差的几何特性建立性能指标,形成类似与神经元自适应 PID 控制器的神经元自适应 PSD 控制器,使其能够在线实时调整神经元的比例参数,具有比神经元自适应 PID 控制有更好的自适应能力和鲁棒性。使之能进一步提高系统的响应速度、稳态收敛速度及改善系统抗干扰能力^[5]。系统在单神经元控制器中通过修改神经元控制器的权系数 W_i 使性能指标趋于最小,从而实现自适应 PSD 的最优控制。

系统的控制算法如下:

$$U(k) = U(k-1) + K(k) \times \sum_{i=1}^3 W'_i(k) \times X_i(k) \quad (i = 1, 2, 3) \quad (1)$$

式中,

$$W'_i(k) = W_i(k) / \left(\sum_{i=1}^3 |W_i(k)| \right) \quad (i = 1, 2, 3) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} W_i(k+1) &= W_i(k) + \eta_p \times \\ &e(k) \times |u(k)| \times [e(k) + \Delta e(k)] \\ W_i(k+1) &= W_i(k) + \eta \times \\ &e(k) \times |u(k)| \times [e(k) + \Delta e(k)] \\ W_i(k+1) &= W_i(k) + \eta_p \times \\ &e(k) \times |u(k)| \times [e(k) + \Delta e(k)] \end{aligned} \quad (3)$$

而增益 $K(k)$:

当 $\text{sign}[e(k)] = \text{sign}[e(k-1)]$ 时, $\Delta K(k) = CK(k-1) / T_v(k-1)$ ($0.025 \leq C \leq 0.05$)

当 $\text{sign}[e(k)] \neq \text{sign}[e(k-1)]$ 时,取 $K(k) = 0.75 K(k-1)$

学习速率 $\eta_j(k)$ 的取值:

$$\eta_j(k) = \begin{cases} 1.05 \eta_j(k) & X_i(k) < X_i(k-1) \quad (J = P, I, D) \\ 0.7 \eta_j(k) & X_i(k) > 1.04 X_i(k-1) \quad (J = P, I, D) \\ \eta_j(k) & \text{其它} \quad (J = P, I, D) \end{cases}$$

其中 $X_1(k) = e(k) = R(k) - C(k)$:为控制器 k 时刻的偏差; $X_2(k) = \Delta e(k) = e(k) - e(k-1)$:

为控制器 k 时刻偏差的一次微分输入,可理解为 k 时刻的偏差变化的速度, $X_2(k) = \Delta^2 e(k) = e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)$:为控制器 k 时刻偏差的二次微分输入,可理解为 k 时刻偏差变化的加速度。

从神经元的输入层到隐层权值全部都取 1, $\theta = 0$,同时输出节点的激活函数为 s 型函数,取隐层的激活函数 $f(x) = (1 - e^{-x}) / (1 + e^{-x})$ 。

3.2 系统的程序设计

系统中下位机程序主要由数字采集与处理程序、A/D 及 D/A 转换程序、数字滤波程序、单神经元 PSD 算法程序、以及串行接口通信程序等几部分程序构成。系统的主程序框图如图 3,数字采集与处理程序框图如图 4。

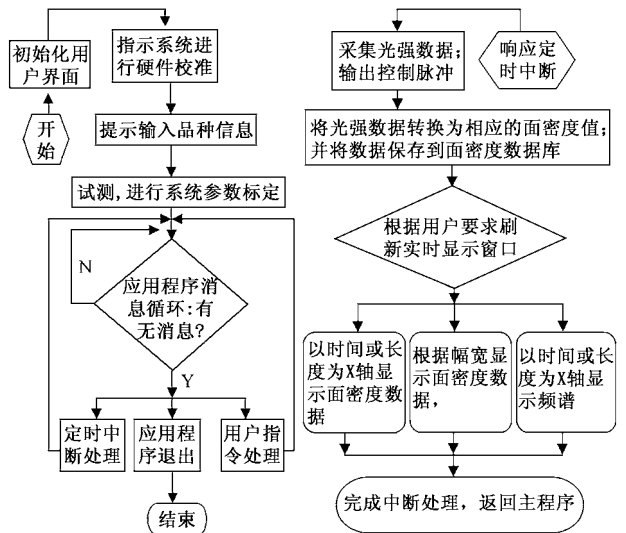


图3 主程序流程

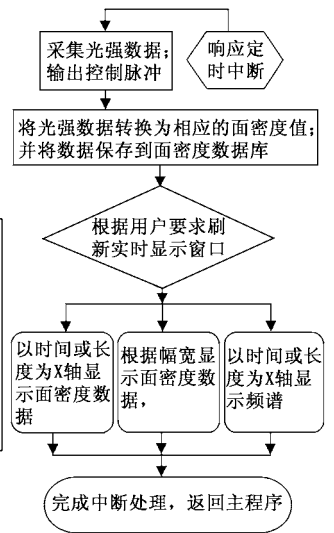


图4 数据采集与处理

4 结论

图 5 是本测控系统在线检测面密度为 35 g/m² 非织造布的部分数据(非织造布的生产速度为 15 m/min)。从图 5 测试系统的实时显示的曲线来看,该段非织造布的最大面密度是 35.45 g/m²,最小面密度为 34.6 g/m²,它们与设定值 35 g/m² 分别相差 0.55 g/m² 和 0.4 g/m²。而非织造布面密度允许的偏差在面密度的 5%~10% 之间,即 1.75~3.5 g/m² 之间。上述 2 个极值偏差值均在此范围内,完全符合要求。非织造布的面密度的不匀率实际是指某一段非织造布面密度的不匀率。如果将该段非织造布

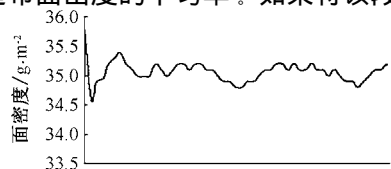


图5 在线实时曲线(m)

的面密度值进行统计平均,并将所得到该段布的面密度的平均值为 35.2 g/m^2 与设定值 35 g/m^2 相比相差 0.2 g/m^2 ,此偏差更小。因此,本系统在线控制的效果是完全可以达到设计要求的。

参 考 文 献

- 1 沈志明等.新型非织造布技术.北京:中国纺织出版社,2001.
- 2 周 胜.激光散射法测定非织造布取向分布与面密度的研究.东

华大学博士论文.1998:30~42,58~64,102~118.

- 3 游文明.非织造布面密度面密度均匀度在线控制系统的研制.东南大学硕士论文.2002:4~68.
- 4 S. A. Mortiner et al. A Device for On-Line Measurement of Fiber Birefringence. Textile Res. J., 1995(9):544~551.
- 5 徐 中等.单神经元自适应PID控制器的研究.大连理工大学学报, Vol5:667~672.
- 6 高光天等.模数转换器应用技术.北京:科学出版社,2001.