

文章编号 :0253-9721(2006)10-0102-03

# 基于 PLC 的电子送经和电子卷取控制系统

陈宗农,蒋振磊,詹建潮,陈天丰

(浙江大学,浙江 杭州 310027)

**摘 要** 为提高电子送经和电子卷取系统在国产织机上的普及度,进而提高织物的质量,设计了一种可以用较低成本完成所需控制功能的电子送经和电子卷取控制系统。该系统根据织机主轴角度选择合适的采样时间,采集有效的经纱张力信号;利用 PLC 内置的 PID 控制功能和位置功能,在 PLC 的软件设计中应用数字 PID 控制的部分成果,结合交流伺服系统,以高分辨率精确、快速地控制伺服电机的转速和方向,保证纺织过程中经纱张力均匀。多次打纬试验证明,该电子送经和电子卷取控制系统运行稳定,响应速度较快,经纱张力恒定。

**关键词** 电子送经;电子卷取;PLC;交流伺服;PID

中图分类号:TS103.7 文献标识码:A

## Electronic let-off and take-up control system based on PLC

CHEN Zong-nong,JIANG Zhen-lei,ZHAN Jian-chao,CHEN Tian-feng

(Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China)

**Abstract** To popularize the electronic let-off (ELO) and electronic take-up (ETU) control system on home made loom and improve the quality of textiles, the article designed an ELO and ETU control system which can fulfill the required control function at a comparatively low cost. The system collects available signals of warp tension by choosing appropriate sampling time according to the loom's axis angle, applies partial results of numeral proportional-integral-derivative (PID) control in programmable logic controller (PLC) software design by means of the built-in PID control function and the position function of PLC, and, coupled with AC servo system, accomplishes fast and accurate control of the rotating speed and direction of the servo electromotor, thus ensuring a uniform tension of the warps during weaving. The experiments of beating-up proved that the ELO and ETU control system runs stably and responds quickly, and that the warp tension is uniform and constant.

**Key words** electronic let-off; electronic take-up; PLC; AC servo; PID

织机采用电子送经和电子卷取系统既能提高产品质量,解决织疵问题,又可任意调节纬密,快速变化织造品种,而且结构简单,灵敏度高,操作方便,是当前送经和卷取系统发展的方向之一<sup>[1]</sup>。高性能的电子送经与配用的电子卷取系统已经成为国外无梭织机的标准配置。意大利 Somet 公司的 superexcel 剑杆织机配备的电子送经与电子卷取装置采用电子同步联结器,同机械齿轮传动一样准确;德国 Donier 公司的 H 和 HS 型剑杆织机配备的电子送经与电子卷取装置可实现 0.1 根/cm 的纬密,最高可以承受 37 kN 的特强经纱张力。而我国对电子送经和电子

卷取装置的研究和使用起步较晚,与世界先进水平相比差距较大<sup>[2]</sup>。目前仅有一部分织机上配用了电子卷取,而且多采用单片机和工控机为控制器,并且是作为选购件。部分织机仍在机械式送经机构,灵敏度低,经纱张力波动大,难以保证织物质量。

本文利用 PLC 内置的 PID 控制功能、位置功能和伺服放大器高精度定位及其平稳的速度控制功能,改进 PID 控制算法,提出以 PLC 为控制器的电子送经和电子卷取子系统,保证恒定的经纱张力,可任意调节纬密。此子系统可以通过扩展 I/O 集成到原来以 PLC 为控制器的主系统上,以最小的成本完成

所需控制功能,或者作为分离式的控制单元,通过通讯与主控制系统配合使用。

## 1 系统组成

本文采用的电子送经和电子卷取综合控制系统由经纱张力感应系统、电子送经控制系统和电子卷取控制系统组成。

### 1.1 经纱张力感应系统

张力采集用张力传感器检测方式<sup>[3]</sup>。张力传感器装在后梁系统上,输出与经纱张力相关的电信号。在织造周期打纬时,产生的冲击和振动较大,按通常的做法,将工作圆平均划分为 12 等份或其它的等份进行张力采集,所采集到的张力受打纬等因素影响太大,不适合作为送经的依据。可以利用光电编码器反馈的角度信号,选择采样时间,避开打纬时的峰值张力,以减少开口运动对经纱张力的干扰。在选定的采样时间里,采集多个信号,计算出平均张力值,作为下一纬送经的依据。

### 1.2 电子送经控制系统

电子送经结构示意图如图 1 所示。利用综合经纱张力实际值、经纱张力设定值、织机主轴角度 3 个参数,经 PLC 的 PID 控制和伺服放大器的调节,控制织机送经电机动作。张力设定值通过人机界面输入;张力反馈信号放大后经 A/D 转换输入 PLC;织机主轴运行角度由装在织机主轴上的光电编码器检测,反馈给 PLC,作为采集经纱张力的时间和送经时间的参考。

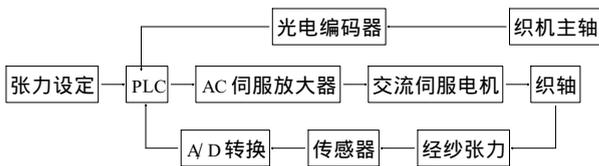


图 1 电子送经结构图

PLC 选用 LG 公司 Master KI 20S 系列的 K7M DRT40U。该 PLC 内置强大的 PID 控制功能,可以简单地实现电子送经的 PID 控制。其 PID 功能内置于 CPU 模块,不需其它单独的 PID 模块,使用指令 (PID8, PID8AT) 即可执行 PID 功能,编程简单。该 PLC 提供了 8 路 PID 控制,可以在不同的阶段采用不同的 PID 通道,使用不同的 PID 组合(可任意选择 P 操作、PI 操作、PID 操作),获得较好的控制效果,

且手动输出有效,扫描时间可变,改变扫描时间可以使系统特性达到最佳化。

该 PLC 支持两轴位置功能。通过设定参数和指令,可以在端子 P40 和 P41 上输出脉冲信号,在端子 P42 和 P43 上输出脉冲方向信号,带符号的脉冲串以正逻辑方式输入到交流伺服放大器,伺服放大器选用三菱通用 AC 伺服系列的 MR-E70A,设定其在位置控制模式下控制电机的旋转速度和方向,并以 10 000 脉冲/转的分辨率实现高精度定位,进而控制送经,实现恒张力的自动控制,保证织轴在由大变小的过程中能保持综平时经纱张力均匀。

### 1.3 电子卷取控制系统

电子卷取系统和电子送经的控制驱动系统一致,由 PLC、交流伺服放大器和交流伺服电机组成。

可通过人机界面输入织物纬密,若  $P'_w$  为织物的机上纬密,则卷取电机的转速为

$$v_d = \frac{v}{2\pi R_d I_d P'_w}$$

式中: $v$  为织机的织造速度(引纬速度); $R_d$  为卷取辊半径; $I_d$  为电机与卷取毛刺辊的传动比。

根据  $v_d$  值,由 PLC 和交流伺服放大器以位置控制方式精确、快速地控制卷取伺服电机的转速,实现织物定量定速卷取,并可以实现卷取量的精密无极调节,从而可任意调节纬密。如果事先按设计要求输入一组纬密指令,通过程序控制,电子卷取机构将根据设定要求织出相应变纬密的织物。另外,还可以有效地消除开车痕,从而提高织物质量。

## 2 PLC 的 PID 控制软件设计

控制算法采用增量式 PID 算法<sup>[4]</sup>,控制方程为

$$u(k) = u(k-1) + K_p[e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d[e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

式中: $K_p$  为调节器的比例系数; $K_i$  为调节器的积分系数; $K_d$  为调节器的微分系数; $u(k)$  为第  $k$  次送经量; $e(k)$  为经纱张力实际值与设定值之差。

常规 PID 方法可以进行较好的静态张力控制,张力跳变误差在 2% 以内,满足控制系统的要求。但是,在动态张力控制阶段,则很难达到要求的精度<sup>[5]</sup>,为此采用改进的 PID 算法。

1) 由于织机在开车、停车或大幅度开口时, $e(k)$  较大,由于积分项的作用,产生一个较大的超

调量。为避免系统振荡,采用积分分离的 PID 算式<sup>[6]</sup>: $\varepsilon$ 为设定阈值,当 $e(k) \leq \varepsilon$ 时,用 PID 控制;当 $e(k) > \varepsilon$ 时,用 PD 控制。

2) 虽然张力采样的时间区域避开了最大开口和打纬区间,但是由于剑杆织机现场随机干扰和织机与后梁的振动对传感器采样造成的冲击,使得采样得到的数据不稳定,有时采样数据严重偏离实际值,所以采用限幅滤波,即对于张力信号:当 $y(n) > y(H)$ 时,取 $y(n) = y(H)$ ;当 $y(n) < y(L)$ 时,取 $y(n) = y(L)$ ;当 $y(L) \leq y(n) \leq y(H)$ 时,取正常的 $y(n)$ 。这里 $y(n)$ 为当前采样值; $y(H)$ 为上限值; $y(L)$ 为下限值。

这种处理同样用在对 PID 控制的输出数据处理中:当 $u(k) > u(\max)$ 时,取 $u(k) = u(\max)$ ;当 $u(k) < u(\min)$ 时,取 $u(k) = u(\min)$ ;当 $u(\min) \leq u(k) \leq u(\max)$ 时,对 $u(k)$ 进行常规的增量式 PID 控制。

3) 在满足控制精度的情况下,为了避免电机动作过于频繁,以消除由于频繁动作所引起的振荡,可以考虑采用带死区的控制算法<sup>[6]</sup>:若 $\lambda$ 为设定阈

值,则当 $\Delta u(k) \leq \lambda$ 时,取 $u(k) = u(k-1)$ ;当 $\Delta u(k) > \lambda$ 时,采用常规的增量式 PID 控制算法。

### 3 结 论

通过对送经和卷取电机的持续运行和连续打纬实际运行,证明所采用的方案和电路是合适的,采用的控制方法可行且机构运行稳定,系统响应速度较快,能保证经纱张力恒定。

FZXB

#### 参考文献:

- [1] 吕渭贤. 我国纺织机械行业自动化技术应用现状与发展趋势[J]. 江苏纺织, 2004, (5): 8-11.
- [2] 申琼. 高档剑杆织机电子送经和电子卷取装置的研究和开发[D]: [硕士学位论文]. 上海: 东华大学, 2002.
- [3] 毛新华. 新型织造设备与工艺[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2000. 141.
- [4] 潘新民, 王燕芳. 微型计算机控制技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003. 279.
- [5] 李军宏, 阎建国, 张洪才, 等. 剑杆织机经纱张力控制方法的研究[J]. 自动化仪表, 2002, (11): 14-17.
- [6] 陶永华. 新型 PID 控制及其应用[M]. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2002. 8-10, 16.