

· 综述评 ·

# 基于 PLC 的加弹机控制系统研究

鄢来朋, 陈宗农, 朱新杰

(浙江大学 机械与能源工程学院, 浙江 杭州 310027)

**摘要** 针对国内加弹机控制系统发展现状, 参照国外各式加弹机控制系统的发展和应用, 对加弹机控制系统的各个组成部分提出了自己的设计。利用友好的人机交互界面, 实现强大的监控管理功能; 利用 PID 模糊控制实现热箱温度的精确控制; 采用 PLC 结合变频器闭环控制和在线张力监测实现电机的高精度控制; 通过四级动程修正和持续改变卷绕角, 防止硬边和叠丝。

**关键词** 加弹机; 控制系统; 变频器; PID; PLC

中图分类号: TS 103.7 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)02-0133-03

## Study of draw texturing machine's control system based on PLC

YAN Lai-peng, CHEN Zong-nong, ZHU Xin-jie

(College of Mechanical and Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China)

**Abstract** Presented a design for the draw texturing machine's control system according to the current domestic situation of draw texturing machines and relied on the all kinds of foreign draw texturing machine's control systems. The design had friend human-computer interfaces to monitor the field situation, realized the high precision temperature control with the PID-Fuzzy control method, realized the high precision control for motor combining PLC with closed-loop control and tension-monitor on-line of variable frequency drives, avoid the hard border and overlapping yarn by four grades stroke modification and changing winding angle incessantly.

**Key words** draw texturing machine; control system; variable frequency drives; PID; PLC

## 1 加弹机的现状与发展

我国纺织机械产品门类全、品种多。随着纺织工业向外向型产业的转变, 国产装备已远远不能满足纺织工业的生产要求, 从而迫使纺机行业加大了产业升级和产品结构调整的力度。目前我国加弹机市场主要依赖进口, 或是与国外厂家开展合作。国际上生产加弹机的化纤机械厂主要来自德国、意大利、日本、瑞士、法国、英国、美国、韩国、奥地利和印度等国。德国巴马格公司 AFK 系列加弹机是该公司的新一代产品, 其热箱的主要特点是采用高温热箱(温度 50 ~ 500 °C), 直线纱路<sup>[1]</sup>; 立达公司在常州生产的 FTF1 2SDS 型加弹机采用联苯加热的高温热箱和纱线 R 式接触等; 印度赫姆生公司的 HDS-TT2 型加弹机、意大利 RPR 公司生产的 3SDX 型加弹机、经纬纺织机械股份有限公司的 FJWFK6-1000 型加弹机等都普遍采用了高温热箱、在线张力检测、自动落筒等技术, 配置有新型的假捻器等。在控制系统方

面, 采用 CRT(LCD) 显示及监控, 中央控制逐渐从单片机控制向 PLC、DSP 以及工控机等处理能力强和组网通讯比较方便的控制方向转变。控制系统越来越人性化、智能化、集成化。这些新技术的采用, 提升了加弹机的控制能力、控制精度, 比较方便地实时显示、设定和调整工艺参数。

## 2 加弹机的控制系统的组成

加弹机的控制系统可分为监视系统、速度调节系统、温度控制系统和卷取控制系统。而监视系统为中央处理系统, 负责与其它系统的通讯以及出错报警、参数显示设定、界面的显示、打印处理等, 中央处理系统对硬件的要求比较高, 软件采用高级语言 VB 编制。系统的组成如图 1 所示。

### 2.1 监控管理系统

监控系统包括了输入输出显示、响应按键输入、对下位机的通讯控制、显示故障和生产过程统计以及工况统计等, 采用 Windows NT 风格界面。上位机

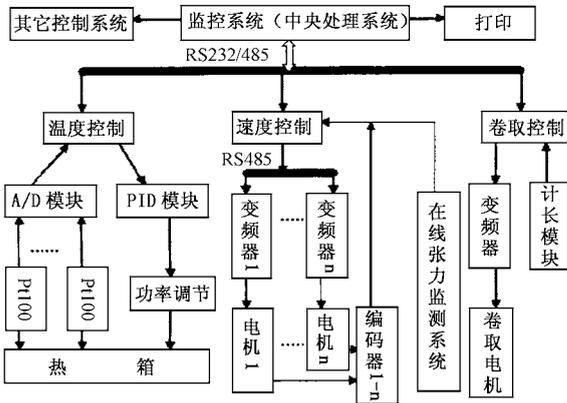


图 1 系统组成图

由工控PC机来完成,工控PC与下位PLC之间的通讯必须经过RS232至RS485的电平转换。

监控子系统基于三菱公司的CC-Link总线的监控管理系统,底层采用三菱N N PLC(FX<sub>N</sub>-20 MR与FX<sub>N</sub>-40 MR组成)通讯网络,网络内采用半双工的RS485通讯方式。网络的第二层,采用一台同时连接CC-Link通讯模块和RS232通讯模块的三菱AISJH系列PLC接收底层传来的数据并加以处理,然后以标准格式传递给上层计算机,同时把来自计算机的命令发往下层系统<sup>[2]</sup>。

中央处理系统采用轮回查询的方式与下位机子站进行通讯。每隔一定的时间,中央监控计算机就会依次向所有的下位机子站发出信号,每个信号都带有监控计算机欲进行通讯的子站的站号信息,这样就建立了相应通讯信道。在这种通讯关系中,监控计算机始终处于主导地位,具有绝对的主动权。它可以依据程序事先定好的方式开始或结束与监控网络内任意一台子站的通讯。这样就保证了监控计算机对通讯总线的控制,在某一时刻只有特定的数据出现在总线上,由此从根本上避免数据收发混乱的出现。

中央监控计算机发给下位子站的数据格式如图2所示,子站的返回数据格式如图3所示。



图 2 上位机发出的数据的格式

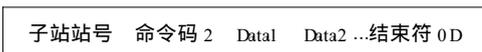


图 3 下位机发出的数据格式

命令码1和命令码2为通讯协议的编制主要内容<sup>[3]</sup>。基于通讯协议,上位机(工控PC)要对整个监控网络中的各子系统进行实时监测与控制。实时监控模块定时地发出命令,要求网络中的下位子机上

传自己的运行和控制参数,包括温度设定值与当前值、上下罗拉与中罗拉速度、假捻摩擦盘速度、牵伸倍数、横动速度、卷绕速度和统计张力等。经过处理后,监控模块将这些数据以数字、图形或表格的形式显示出来,可以选择性地加以保存,根据处理结果产生对下位子系统相应的控制命令。

### 2.2 温度控制系统

加弹机的热箱加热方式一般分为电加热和联苯加热2种方式,其中电加热方式的温度可以高达700℃,而联苯加热的温度则在0~300℃之间<sup>[4]</sup>。

本文设计的高精度温度控制系统,采用模糊智能PID控制方式,对热箱温度实现连续闭环控制。PID控制参数根据热箱温度偏离设定值的大小进行模糊自适应调整,以寻求最小的超调量和最快的调节速度。和现有的位式温控方式相比,温度控制的精度和稳定性均有较大程度的提高。此外,该温控系统具有功能全面、抗干扰能力强等特点,达到高精度控制全封闭气相联苯加热箱温度的目的。全封闭式联苯热箱温度控制系统技术关键包括:不同种类、粗细化纤维加弹、定型对加热箱温度的不同要求;联苯相变过程对加热箱上、下温差的影响、温度测点的布置;热电阻信号的精确测量,信号转换模块的设计,干扰、误差信号的抑制及补偿;可控硅驱动信号转换、驱动模块的设计;控制回路内、外扰影响因素试验研究,模糊智能PID自适应控制算法研究及控制回路调试;上位工控机人机界面软件的编制及调试;整机合成后的温度控制系统联调。

热箱温度控制系统主要由温度传感器(Pt100)、PLC信号输入、输出模块、电功率调节模块等组成。以一台完整的高速加弹机为例,共分为9节,每节包含第一和第二热箱,每只热箱布置上、下2个温度测点。对每只热箱的温度控制,并配置有独立的PLC从站控制系统,不同温控从站之间进行数据通讯,同时和PC主站系统进行通讯,这样既可以提高热箱温度控制的精度和速度,也能保证不同热箱温度控制不会相互干扰。PLC系统根据每节热箱上、下温度值,经过模糊智能PID自适应运算<sup>[5]</sup>,根据热箱加温过程中的不同阶段,自动调节PID控制参数,然后将计算获取的模拟输出信号转换为与之成比例的脉宽调制信号输出至功率调节模块,最终实现高精度温控的目的,同时对热箱温度越限实现保护和报警。温度检测信号显示和PID控制用参数可以通过触摸屏实现。PLC脉宽调制输出的分辨率可达10ms,温度测量分辨率为0.2℃,足以保证控制的精度和快速性。

### 2.3 速度控制系统

子系统采用原有技术<sup>[6]</sup>的改进方式,三菱 FX 系列 PLC 通过通讯扩展卡与变频器进行通讯,利用 PLC 自带的 PID 功能实现调速。结合了 PLC 与变频器的速度控制系统和在线张力监测系统,实现加弹丝的牵伸比率、喂给速度、丝线张力的实时控制。

变频器选择艾默生电气生产的 EV2000 系列变频器。EV2000 采用独特的控制方式实现了高转矩、高精度、宽调速驱动,满足通用变频器高性能化的趋势;而且具有实用的 PI、简易 PLC、零回差、主辅给定控制、定长控制等优异的控制功能。

通讯方式采用 RS485 接口异步半双工通讯。PLC 为主机,变频器为从机,主从式点对点通讯,主机使用广播地址发送命令时,从机不应答;使用从机键盘或串行通信方式设置变频器的本机地址、波特率、数据格式;从机在最近一次对主机轮询的应答帧中上报当前的故障信息。协议格式参见文献[7]。

在线张力监测控制系统已成为高档加弹机必不可少的一个组成部分,可以进行变形工艺优化,它可以对生产过程进行全程张力控制,并且可以根据检测结果直接对加弹丝进行质量分级。德国 Barmag 公司生产的 AFK 系列(采用 UNITENS)、日本的 TMT 公司 AFT 系列(采用 TCS 或 TMS)等加弹机都普遍采用了在线张力监测系统。在线张力监测系统与现场控制器进行直接双向通讯,再由现场控制器与上层的监控子系统进行通讯,对数据进行各种处理,将数据以图形化的界面显示。监控系统将数据处理结果(控制命令)输出至温控子系统,改变前期的变形工艺;输出至现场控制器,改变加弹丝的张力;输出至卷绕成形系统,对加弹丝质量进行分级。

### 2.4 卷绕成形系统

卷绕的防叠及防硬边控制是纺丝过程中很主要的环节,它直接关系到产品的成形质量。为了防止卷装上出现叠丝现象,在横动运动速度上加一个干扰值,使横动速度形成一个均匀的三角波,从而使横动速度有微小的变化,以此来改变丝线卷绕的交叉角,达到防叠的目的。另外,为了防止丝线在卷绕上出现硬边,需要通过改变卷装两端丝的位移大小来实现,即四级动程修正。动程修正要与横动电机的上升下降配合使用,用 PLC 的两个输出端接到动程

修正变频器的正转端子和反转端子上,从而实现四级动程修正<sup>[8,9]</sup>。子系统采取了除机械零件的制造、安装精度必须相应提高外,合理确定摩擦辊、槽筒结构和材料、槽筒的润滑方式,来达到运转平稳、变速准确、丝的张力稳定、磨损小、噪声低的要求。同时采取槽筒辊和摩擦辊独立电机驱动,借鉴文献[8,9]所提出的方式,使交叉角可在一定的范围内变动,进一步改善退绕性和凸边,提高防叠性。与电机同轴相连的还有一个角度探测器,实时探测到角度变化情况,以回馈变频器按正确方式控制电机运转,达到控制要求。该卷绕系统可以满足不同纤维、不同品种的工艺要求,提供不同的卷绕速度,适应高速卷绕的需要。

## 3 结 语

系统上位机与下位机分工明确,上位 PC 完成系统的监控管理功能,中层 PLC 完成上下通讯和协调管理功能,下位 PLC 完成温度的控制(温度控制子系统)、速度算法计算和控制(速度控制系统和卷绕成形系统)。充分发挥了不同控制器的优点,成本适中,而功能更加强大,运行更加稳定,通过在绍兴纺织机械集团公司的实际应用,温度和速度控制达到了很高的精度,加弹丝质量显著提高,适应当前我国加弹机升级的市场要求。

### 参考文献:

- [1] 吴永升,徐妙祥,庞家璐.第八届中国国际纺织机械展览会综述[J].纺织机械,2003,(1):8-10.
- [2] 吕文刚.基于 CG-Link 现场总线的织机网络监控系统研究与开发[D].[硕士学位论文].杭州:浙江大学,2001.
- [3] 朱新杰.面向网络的新型电子提花控制系统的研究与开发[D].[硕士学位论文].杭州:浙江大学,2002.
- [4] 张锡山.牵伸假捻机的发展近况[J].纺织电气,1999,(3):16-20.
- [5] 宋明刚,樊尚春.一种高精度温度控制的复合方法及应用[J].北京航空航天大学学报,2001,27(5):560-563.
- [6] 吕文刚,詹建潮.纺织印染机械中实现同步控制的新方法[J].纺织学报,2002,23(1):64-66.
- [7] EMERSON. EV2000 系列通用变频器用户手册,2003.
- [8] 刘炎斌,武艳花. PLC 在假捻变形机上的应用[J].纺织电气,2001,(3):22-23.
- [9] 齐韶文,侯燕,柴君娜. FK6 卷绕成型机构的研究[J].山西机械,2000,(12):22-23.