

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.04.011

基于 ARM9 的可变针织直径小圆机的控制系统

王德铭, 蔡锦达*, 金政宇

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要:针对传统小圆机只能编织单一直径裤型的问题,对小圆机工作原理及送纱、收布速度控制进行了研究,设计并实现了基于 ARM9 工业触摸屏控制器的可变编织直径的小圆机控制系统。通过 I/O 与通信的方式控制外设,采用跟踪系数 P 和与编织大盘相连接的编码器实时反馈信号对送纱电机进行了速度控制,编码器采用双相判定消除了设备机械原因引起的信号抖动。设备经过调试后,成功编织出了符合要求的裤型,即直径上大小并且具有分层部分,并且实现了实际生产环境要求的所有功能。研究结果表明,该控制系统控制精度符合生产要求,并能够及时对生产中产生的异常进行正确的响应,稳定性好、人机交互友好,可适用于各种小圆机机械设备。

关键词:小圆机;ARM9;速度控制

中图分类号:TH39;TS103

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)04-0376-04

Control system multi-diameter circular knitting machine based on ARM9

WANG De-ming, CAI Jin-da, JIN Zheng-yu

(Mechanical Engineering School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093)

Abstract: Aiming at the problem of single shape trouser because of traditional manufacture method, a new circular knitting machine control system which can weave multi-diameter trouser was designed and realized. The industrial touch screen controller based on ARM9 as the interaction media was used, and all the peripherals were controlled via I/O ports or communication. The step motors' speeds were totally controlled by the feedback of the encoder and the tracking calculation factor P, and the signals of the encoder were filtered for eliminating errors. After testing and modifying, a qualified trouser can be produced. The results indicate that this system can not only be precisely controlled, but also respond to error status quickly and correctly. It has great robustness as well as friendly human machine interface, so can be applied in various production environments.

Key words: circular knitting machine; ARM9; speed control

0 引言

纺织机械主要分为纺纱机械,织造机械,针织机械这3个大类^[1]。小圆针织机俗称一体裤机、裤袜机,是一种2+2双面机^[2],作为针织机械系列中的一个重要机种,目前市场上的小圆机大多仅能生产统一直径的布料,毛坯布料仍需要经过大量加工工艺才能形成下尖上大的成品裤型,给生产制造带来诸多不便,无法满足

当前消费者与生产者的需求。

笔者研发一套全新的小圆机控制系统,能够使小圆机在运行过程中自动实现大小头(即大直径、小直径)的编织及过渡,操作工在使用的过程中仅需要输入各个阶段所需圈数即可,并且在出现异常情况的时候能够及时报警,并使设备停止,采用基于 ARM9 的工业触摸屏替代 PLC,在降低成本的同时,可提高设备的稳定性、精度和实时性^[3]。

收稿日期:2016-10-21

作者简介:王德铭(1992-),男,贵州贵阳人,硕士研究生,主要从事工业嵌入式系统方面的研究。E-mail:wangdeming92@163.com

通信联系人:蔡锦达,男,教授,硕士生导师。E-mail:cjd6309@126.com

1 小圆机原理

针织是利用织针把纱线弯成线圈,然后将线圈相互串套而成为针织物的一门工艺技术^[4],圆纬机的编织原理是通过针筒转动,使三角斜面作用于织针的针踵上,使织针在针筒的针槽内作有规律的上下运动,织针每一次上下都钩入新的纱线,从而完成针织物组织结构单元的编织^[5]。

该工业触摸屏控制器处理芯片为基于 ARM9 内核的三星 S3C2416,辅以适当外部电路,以显示触摸屏为人机交互工具,以 IO 端口和通讯接口为外设控制手段,扩展能力强,稳定性好,软件编程采用基于 ARM9 S3C2416 的控制器 C 语言主控程序^[6]。当今触摸屏作为人机界面的输入设备已被广泛应用于手持设备、工业控制、信息家电等领域,而且基于 ARM 处理器的触摸屏也已成为嵌入式系统开发中的主流部件^[7]。

2 系统软件设计

控制系统基本功能如图 1 所示。

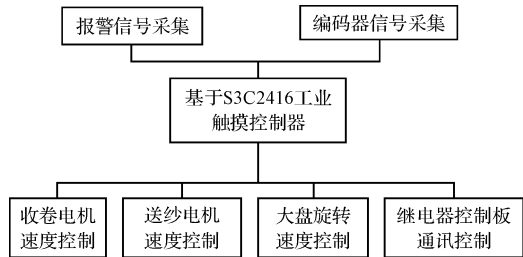


图 1 控制器基本输入输出功能示意图

其中,编码器采集的是大盘转速反馈的信号,送纱电机与收卷电机的速度基准就由这个编码器采集,并且 4 个送纱电机 1 个收卷电机与大盘的比例参数均不相同,即 5 个电机速度需进行分别控制。在信号采集方面,由于机械制造等方面的原因,机械抖动较大,故通过对采集的信号进行消抖处理,才能正确地进行判断,否则将会引起系统不稳定。

3 输入与输出相关计算

机械针织物的尺寸控制是无缝针织产品生产设计中十分重要但却困难复杂的问题,至今没有完美的解决方案^[8],无缝针织喂纱量与完全组织线圈横列长度值具有以下近似关系:

$$L_c = PR(n_2l + n_3lp + n_4f_2 + n_5fn) \tag{1}$$

式中: L_c —完全组织线圈横列长度值,即针织物直径; PR —花型宽度; n_2 —每一横列中罗纹总数; l —罗纹线

圈长度值; n_3 —在单针床编织平针线圈总数; lp —平针线圈长度; n_4 —针筒针盘间长浮线总数; f_2 —针筒针盘间浮线长度; n_5 —越过一个针槽的横浮线总数; fn —横浮线长度,即 1/隔距^[9]。

单位时间的送纱速度即为各长度值综合之和,其余参数均在特定工艺中为常量,故可以看出编织物直径与送纱速度成正相关关系,即在大盘转速一定的情况下,若提高送纱速度,将使得线圈横列长度变大,从而实现编织直径的改变。

由于需要送纱电机与大盘转速高度相关,并且要求控制响应快,故本研究在控制器接收到编码器脉冲后,将速度控制变量 F_n 加上跟踪系数 P_n ,若速度控制变量 F_n 大于 1,则将相应位输出端口电平拉低,并使 F_n 减一,然后在编码器脉冲另一沿的中断函数中将对应输出端口电平拉高,以形成脉冲,使对应送纱电机旋转。该方案将大盘速度与送纱电机速度进行耦合,并且发送条件简单,滞后量小,反应速度快。

大盘与送纱电机速度公式为:

$$v_d \times \frac{\theta \sigma}{\varepsilon} P_n = v_s \tag{2}$$

式中: v_d —大盘旋转速度, v_s —送纱电机旋转速度, σ —编码器线数, ε —步进电机驱动器分频数, θ —大盘到编码器之间的传动比。

从公式中可以看出,编码器线数、分频数、传动比 3 个参数为由硬件决定的参数值,即 P_n 值直接影响大盘与送纱的速度比,发出脉冲的频率为接收频率的 $1/P_n$ 。

4 输入输出控制

增量式编码器是电机控制中常用的速度测量设备,通过检测编码器输出的脉冲信号或征询型号可以计算出电机转速^[10]。编码器输入信号的处理模式为中断模式,中断触发方法为双边沿触发,采取使用 A, B 双相的方法来消除抖动,在中断函数中,判断中断输入是否为高电平,并且 B 相电平是否与前次中断中所记录的 B 相电平一致,若一致则表明 A 相中断为编码器信号抖动,若不一致则将进入循环,将此次 B 相电平记录后计算 $F_n = F_n + P_n, n = 0, 1, 2, 3, 4$,并判断 F_n 是否大于 1,若大于 1,则将所对应的端口电平置“0”,并将 F_n 减一,然后对大盘圈数、送纱电机送纱量的记录,至此上升沿脉冲中断处理函数结束。若在判断终端输入是输入电平非高电平,则进入下降沿脉冲中断处理函数,将所有端口电平置“1”,这样就能够如上升沿中断函数配合形成一个脉冲。其流程逻辑如图 2 所示。

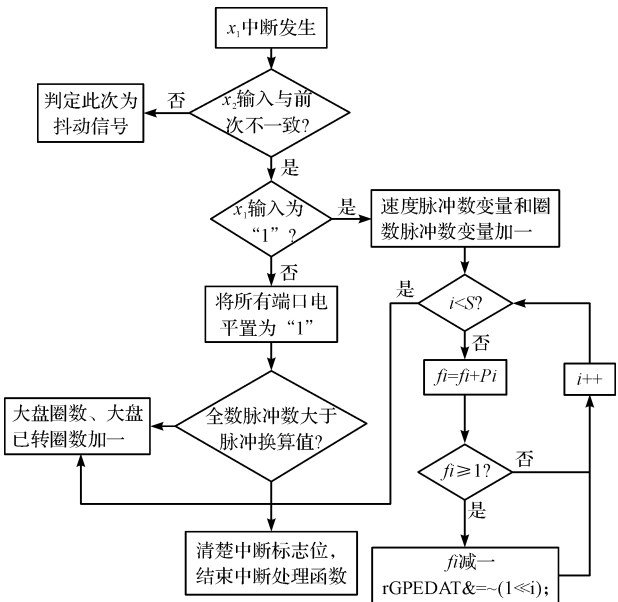


图 2 编码器中断函数处理流程图

由于控制器输入输出有限,本研究采用通讯方式来控制变频器和继电器输出模块。通信协议采用 MODBUS RTU 协议,并且为了实现一对多的通信要求,使用 RS-485 总线的通信形式,这样只需使用一个串口,就可以使触摸屏与多个控制器进行连接和通信^[11]。

信息传输为异步方式,并以字节为单位。在主站和从站之间传递的通讯报文的信息帧格式如表 1 所示。

表 1 RTU 通讯帧的格式

设备地址	功能码	数据内容	CRC16 校验码
1 字节	1 字节	N 字节	2 字节

MODBUS RTU 采用主从方式,若主机设备发送一个信息,则可从一台从机设备返回一个响应^[12]。当通讯命令由主机发送至从机时,符合相应地址码的从机接收通讯命令,并根据功能码及相关要求读取信息,如果 CRC 校验无误,则执行相应的任务,然后把执行结果返送给主机,若写完指令后读不出相应应答,则判定此次通讯失败,然后进行重复通讯,直至通讯成功,即收到相应应答。

5 主功能流程

本研究在所有初始化进行完毕后,根据设定值,设备开始运转,整个正常运转过程包括五个阶段:大头阶段,过渡阶段,小头阶段,分层阶段,过渡阶段。分成这几个阶段的主要原因是这几个阶段中的值不同,特别是在过渡阶段,其值按照下式进行计算:

$$P_n = (P_D - (P_D - P_d) / Num_{mid} \times (Num_r - Num_D)) \quad (3)$$

式中: P_n —每个电机每接收到一个编码器脉冲所累加

的系数, P_D —大头累加系数当量值, P_d —小头累加系数当量值, Num_{mid} —过渡阶段所需要织的圈数, Num_r —大盘已转的圈数, Num_D —大头阶段所需要织的圈数。

在过渡阶段, P_n 值在大盘每转一圈后都会更新,即所织直径会逐渐平稳减小。在大头阶段及小头阶段,大盘需要在比较高的转速状态下工作,在小头阶段与分层阶段的切换时,大盘需要工作在比较低的转速状态下,方便气缸切换状态,切换完成之后需要将大盘转速提升到中间转速状态下工作,接下来到分层阶段快结束的时候,再次将大盘降到比较低的转速,方便气缸改变工作状态,气缸改变状态后再次把大盘转速提升到全速,过程如图 3 所示。

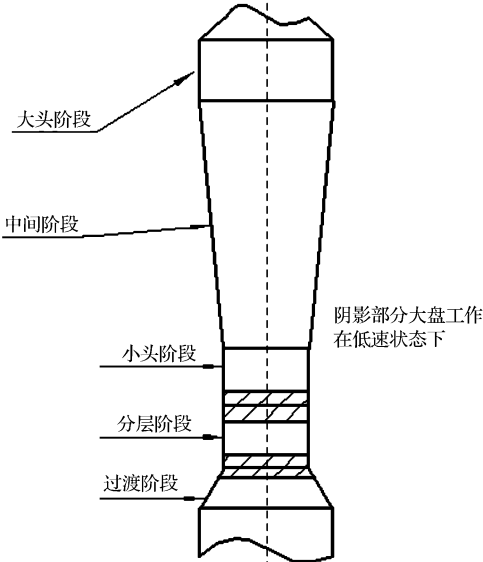


图 3 裤型分段

6 HMI 设计

为了获得更好的用户体验及更高效率及良品率,友好的人机界面也能提高控制系统与人的交互性能^[13],所设计的 HMI 应足够简洁、明了,在将需要经常修改的参数放置在最为醒目,最容易修改的地方,稍微重要且不经常修改的参数,需要放置在管理员界面中,必须输入密码才能够进入并修改,并且对于厂家来说,还需要实现分期付款的功能,故需要更高级别的管理员界面,进行分期付款时限的设置。系统用户界面采用上海理工大学自动化研究所自主开发的 HMI 软件编写。它可将用户画面编译转化为二进制文件进行保存,通过离线调试并下载到控制器的信息储存区^[14-15]。

6.1 管理员界面

在系统主界面点击管理员后,需要输入 5 位数密码,在管理员界面中有几个相关画面,每个控件对应了

相应的设置画面。

管理员界面如图4所示。

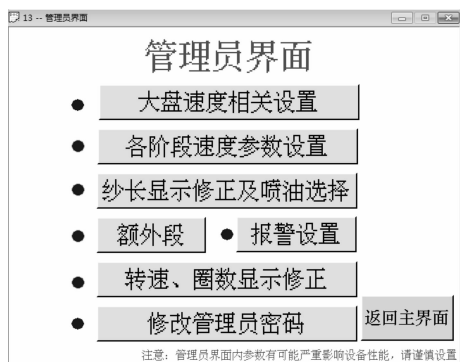


图4 管理员界面

6.2 操作面板界面

操作面板界面中提供了设备的各个功能模块,包括油泵开关,照布灯等,并且提供操作屏幕上的运行,停止,点动按钮,方便操作者使用,也能够方便地使用画面上的控件来让设备加速减速,也能清楚地监视到设备当前发生各个报警信息。操作界面如图5所示。

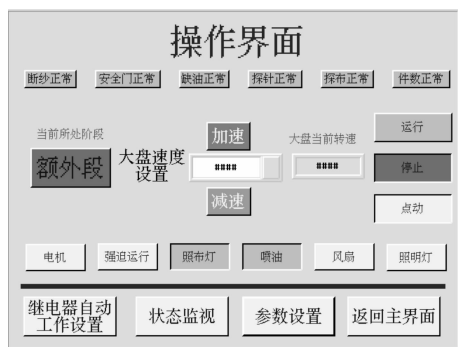


图5 操作界面

7 结束语

本研究针对小圆机生产工艺要求,设计基于S3C2416微处理器的小圆机控制系统。通过跟踪系数 P_n ,实时控制送纱收卷电机与大盘电机的转速比,在裤型的不同阶段系统自动计算出不同的 P_n 值,实现针织物直径按要求进行变化,除此之外,对输入的检测及消抖机制,保证了系统能够正常处理生产过程中出现的各种异常以及干扰,增强系统的鲁棒性及实用性,辅

显示触摸屏作为人机交互介质,界面友好、操作简单。

设备通过调试实验之后,圆机大盘转速达到120 r/min以上,送纱及收卷电机转速仍能够保持稳定,试机结果表明,系统产能及稳定性符合要求,工作可靠。

参考文献(References):

- [1] 肖宏年,张建钢,吴晓光,等. 电子选针中的数据存储量的分析[J]. 东华大学学报:自然科学版,2004,30(6):78-81.
- [2] 陈绍芳. 无缝针织保暖一体裤面料的开发[J]. 现代纺织技术,2015(5):59-61.
- [3] 蔡锦达,齐建虹. 基于ARM9的自适应模糊PID定长切割控制系统[J]. 控制工程,2014(3):315-320.
- [4] 许海燕,李 炜,冯勋伟. 针织基本组织的动态模拟[J]. 东华大学学报:自然科学版,2001,24(4):88-92.
- [5] 刘 玲. 基于ARM9提花控制系统研究与实现[D]. 武汉:武汉科技学院机械与自动化学院,2009.
- [6] 蔡锦达,齐建虹,顾 豪. 基于ARM9的滚筒式生物芯片点样仪的研发[J]. 仪器仪表学报,2013,34(10):2198-2204.
- [7] VISHAL MISRA, GONG WEI-BO, DON TOWSLEY. Fluid-based analysis of a network of AQM routers supporting TCP flows with an application to RED[J]. **Computer Communication Review**,2000,30(4):151-160.
- [8] 赵 灿,龙海如. 无缝针织圆机弯纱深度与织物尺寸的关系[J]. 纺织科技进展,2012(4):23-25.
- [9] 张文圈. 罗纹提花织物平均喂纱量的计算[J]. 针织工业,1975(6):42-43.
- [10] 蔡锦达,王 亮,秦绪祥. 基于工业触摸屏的多点数据通信系统的设计[J]. 计算机应用与软件,2012,29(11):299-301.
- [11] 文晓艳,郑琼玲,韦克康. 增量式编码器测速的典型问题分析及应对策略[J]. 电工技术学报,2012,27(2):185-189.
- [12] 吕国芳,唐海龙,李 进. 基于Modbus RTU的串口调试软件的实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(9):236-237.
- [13] 熊 途. 基于ARM的电脑圆机控制系统[D]. 天津:天津工业大学机械工程学院,2007.
- [14] 赵 燕,陈秋霞,文 凯. 枕式包装机控制系统设计[J]. 包装与食品机械,2015(2):42-45.
- [15] 陟俊杰,蔡锦达,唐 静. 基于ARM9的多功能贴标控制系统研发[J]. 包装工程,2016,37(11):133-139.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:

王德铭,蔡锦达,金政宇. 基于ARM9的可变针织直径小圆机的控制系统[J]. 机电工程,2017,34(4):376-379.

WANG De-ming, CAI Jin-da, JIN Zheng-yu. Control system multi-diameter circular knitting machine based on ARM9[J]. **Journal of Mechanical & Electrical Engineering**, 2017,34(4):376-379.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>