

文章编号 : 0253-9721(2007)12-0113-04

基于 PCI 总线的新型捻线机传动与控制系统

魏平俊¹, 蔡丽丽², 李铭³

(1. 中原工学院 电子信息学院, 河南 郑州 450007; 2. 河南广播电视大学, 河南 郑州 450003;
3. 中原工学院 机电学院, 河南 郑州 450007)

摘要 新型捻线机的控制系统多采用多电机传动系统, 目前国内主要采用单片机控制, 针对其控制系统的缺点, 设计了基于 PCI 总线的新型捻线机传动与控制系统。传动系统采用 4 个电动机的多电机传动, 运用解析法对新型捻线机的多电机传动系统进行运动分析, 建立适合多电机传动系统的数学模型, 综合运用交流伺服技术、变频调速技术和 PCI 局部总线控制技术, 结合捻线工艺理论设计出合理的控制系统。通过程序实现锭子转动、筒子卷绕和导纱杆往复运动控制。结果表明, 设计的传动与控制系统能实现新型捻线机的加捻卷绕的工艺目标。

关键词 捻线机; 传动控制系统; PCI 局部总线; 变频调速

中图分类号: TSI 22. 234 文献标识码: A

A novel transmission and control system for twisting machine based on PCI bus

WEI Pingjun¹, CAI Lili², LI Ge³

(1. School of Electric and Information Engineering, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China;
2. Henan Radio & Television University, Zhengzhou, Henan 450003, China;
3. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract Most of the control systems of the latest twisting machine adopt the multi-motor drive system. However, at present in China, the use of single chip processor for its control is still popular. Aiming at the shortcomings of the control system, a new type transmission and control system based on PCI bus technology is developed, which is a multi-motor transmission system of four motors. An appropriate mathematic model has been developed. The running of spindles, the winding of bobbins and the reciprocate of guiding-yarns are controlled in phase by the control system, which is based on the integration of the AC servo technology, the frequency conversion technology, the PCI local bus technology and the twisting theory. Experiments show that the design of the transmission and control system can achieve the process objectives of winding of the latest twisting machine.

Key words twisting machine; transmission and control system; PCI local bus; speed control by frequency conversion

捻线机是对纱线进行后加工处理的一种重要的纺织机械设备。传统的加捻方法是单捻, 国内常见的环锭捻线机就属于这种。高倍捻线机由于具有较多优点已成为捻线机发展的重点^[1]。

20 世纪 80 年代以后, 机电一体化已成为纺织机械发展的必然趋势。随着电子技术、计算机技术、变频调速技术和伺服控制技术等的不断发展, 用计算机

控制各类电机, 完成新颖的、高性能的控制策略实现复杂的运动成为可能^[2]。各种先进控制技术在捻线机控制系统上的应用主要有以下几种: PLC + 变频器^[3]; 单片机 + 交流伺服系统^[4]; PC 机 + (步进电机 + 交流伺服传动系统)^[5]; 总线技术的应用^[5]。

目前较先进的捻线机的传动系统多为多电机传动系统, 往复导纱系统采用单片机控制步进电机^[6]。

收稿日期: 2007-02-03 修回日期: 2007-08-20

作者简介: 魏平俊(1963—), 男, 副教授, 硕士。研究方向为电子信息与电气控制。E-mail: weipingjun@yeah.net。

单片机控制主要存在以下问题:1) 单片机控制系统维护困难,人机界面操作不便,编写程序较麻烦;2) 程序可移植性差;3) 控制精度不高,加工高品质纱线难度较大。

现场总线技术在纺织机械上的应用是一个较新的研究方向,国外也只有少数设备应用这项技术,主要应用于织造设备。国内对现场总线在其他纺织机械上的应用也有研究。本文应用 PCI(peripheral component interconnect) 局部总线技术实现新型捻线机控制系统的设计^[7]。

1 新型捻线机传动系统的设计

新型捻线机主要由动力部分、高倍捻单元、传动和控制部分组成。动力部分有 4 台电动机(2 台交流异步电动机和 2 台交流伺服电动机)。新型捻线机传动系统如图 1 所示。

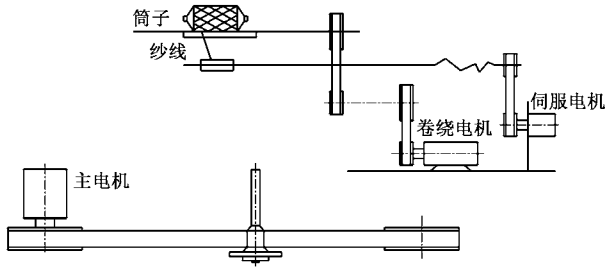


图 1 新型捻线机传动系统示意图

Fig.1 Transmission system of the latest twisting machine

传动系统的工作过程:交流异步电动机(主电机)通过皮带盘经龙带切向传动左右两侧锭子,依靠张紧轮和压轮保持龙带对锭盘有一定的压力;卷绕罗拉单独由 1 台交流异步电动机通过同步带传动;两侧导纱杆各采用 1 台交流伺服电动机通过皮带拖动滚珠丝杠带动导纱杆作往复直线运动。锭子的转动由交流异步电动机(主电动机)通过龙带切向传动,卷绕回转运动由另一台交流异步电动机(卷绕电动机)通过同步带驱动摩擦滚筒实现,这 2 台交流异步电动机通过变频调速器调速控制;往复导纱运动分别由 2 个交流伺服电动机驱动滚珠丝杠,带动导纱杆实现往复导纱运动。4 个电动机的运动由微机协调控制,实现对纱线加捻、卷绕的工艺目标,使所加工纱线的捻度、卷绕角、卷装成形符合工艺要求。该系统取消了传统的导纱成形凸轮机构,防叠机构,捻度变换齿轮机构,防凸边、硬边机构,机械结构简单。交流伺服电动机使导纱运动灵活、可靠、便于控制。

2 传动系统数学模型的建立

新型捻线机实现捻线工艺的运动主要有 3 个:主电动机通过龙带带动锭子转动;卷绕电机通过同步带驱动摩擦滚筒实现卷绕运动;交流伺服电动机通过齿形带轮传动滚珠丝杠带动导纱杆实现往复导纱运动。3 个运动由微机通过控制程序统一协调。

2.1 主电动机转速 N_1 的计算

根据主电机到锭子的传动路线可以得到主电机的转速公式^[8]:

$$N_1 = \frac{N_d \times D_0}{D_1} \tag{1}$$

式中: N_d 为锭子转速, r/s,不同规格的纱线其锭子转速范围不同; D_0 为从带轮直径, m; D_1 为主带轮直径, m。

2.2 卷绕电机转速 N_2 的计算

卷绕电机的速度^[9]为:

$$N_2 = \frac{K \times N_d}{2\pi r \times T} \tag{2}$$

式中: T 为捻度,捻/m; K 为高倍加捻系数; V_j 为摩擦滚筒表面的线速度, m/s; r 为摩擦滚筒半径, m。

由式(2)可知,新型捻线机加捻过程中在主电机速度不变的条件下,捻度确定,卷绕速度也就确定了,所以加捻过程中卷绕速度不能发生变化,卷绕筒子采用没有槽形的摩擦滚筒传动。

2.3 伺服电机转速 N_3 的计算

导纱运动规律应根据给定的卷装上纱圈形状来确定,然而纱圈形状多种多样,不同工艺条件下卷装纱圈形状可以不同。根据导纱杆往复运动及防叠防硬边理论,鉴于等速导纱规律也能满足目前卷绕工艺要求,本系统仍以等速运动规律为例来分析。为了运行过程中的平稳性,选用速度控制方式实现对伺服电机的控制。为防止两端瞬时换向时加速度突变在换向点产生较大的惯性冲击,在换向点处必须采用适当的运动规律,以减小换向点的加速度突变,系统利用伺服电机系统自带的 s 曲线控制模型,达到理想的控制效果。

由于 1 个周期内,导纱杆往返各 1 次,往返运动规律基本相同,方向相反,故只研究半个导纱周期内的运动规律即可。可以推出导纱运动的数学模型^[10]:

$$\omega_d = \omega_0 \left| 1 + k_3 \sin \frac{\pi}{k_2 T_0} t \right| \tag{3}$$

式中: ω_d 为伺服电动机的旋转角速度, rad/s; ω_0 为伺服电动机旋转基本角速度, rad/s(等速导纱时伺服电动机的旋转角速度); k_2 、 k_3 为速度调节系数, 参考经验可取 $k_2 = 120$, $k_3 = 1/10$; T_0 为导纱杆往复在 2 个折返点附近作变速运动的时间间隔, s。

伺服电机的速度 N_3 可由下式求得:

$$N_3 = \omega_d / 2\pi \quad (4)$$

从式(3)、(4)可知伺服电机在运行时为正弦曲线。伺服电机速度规律曲线如图 2 所示。

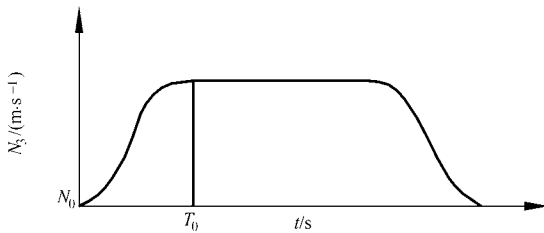


图 2 伺服电机运行曲线

Fig.2 Drive diagram of servo motor

伺服电动机实现图 2 所示的曲线运动,即可完成往复导纱运动。它既能满足交流伺服电动机的特性要求,也能满足纱线成形卷绕的需要。由于导纱运动单独由伺服电动机通过程序控制实现,只需修改控制程序即可改变导纱运动规律,从而得到不同形状的卷装。

各电动机之间的关系决定了加工纱线的捻度、卷装成形,控制和协调它们之间的运动关系是保证纱线符合工艺要求的关键。

3 控制系统的设计

3.1 系统的主要功能

根据对捻线机的加捻和卷绕成形的理论分析,新型捻线机控制系统的主要功能为:1) 根据用户的要求,通过人机界面输入不同的参数,经设计程序计算,将参数转换为控制信号,驱动电机和执行机构运动,完成加捻和卷绕成形,得到规定捻度的纱线,使系统具有很强的灵活性和适应性;2) 通过程序实现防叠、防硬边及捻度变换等功能;3) 在线监测实际运行的工艺参数,如各电机的转速、捻度等;4) 产量自动累计。

3.2 控制方案设计

按照图 1 所示传动系统,新型捻线机控制系统的硬件结构框架如图 3 所示。PC 机负责人机交互界面的管理和实时监控等方面的工作(例如参数的

输入、系统状态的显示、控制指令的发送等);数据采集卡负责采集所需数据,反馈给 PC 机,运动控制卡通过驱动器驱动交流伺服电机完成导纱杆运动控制的所有细节(包括速度和位置的控制);变频调速器调节主电机和卷绕电机的速度。其中,运动控制卡采用 PCI-1240 运动控制卡^[6],数据采集卡采用 PCI-1710 数据采集卡,变频调速器采用 FR-E540 和 FR-E500 变频调速器。

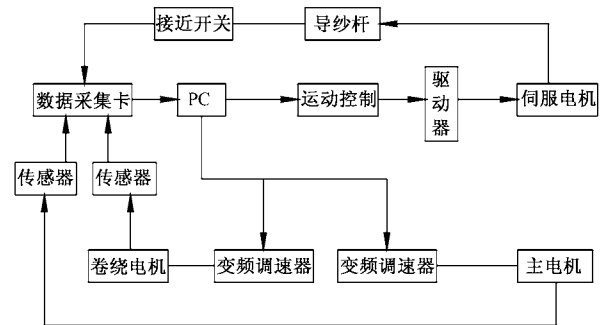


图 3 新型捻线机控制系统硬件结构框架图

Fig.3 Hardware structure of the latest twisting machine control system

PC 机与变频调速器之间采用 RS-485 串行通信方式,控制主电机和卷绕电机的速度,通过 PCI-1240 运动控制卡控制交流伺服电机实现往复导纱运动^[7],整个运动过程中的速度、位移等数据的采集由速度传感器、接近开关传递给 PCI-1710 数据采集卡,实现在线监测。

4 系统验证

实验在 XY388 型倍捻机(去掉了机械传动装置、捻度变换装置等)上进行。

4.1 参数设置

变频器通信参数的设置。为使变频器和计算机之间通过 RS-485 通信,必须对变频器有关通信的参数预先用变频器面板进行必要的设定。

PCI 板卡安装与设置。当计算机机箱中有 2 张卡片时,必须设置机板代码。PCI-1710 和 PCI-1240 有 1 个内建的 DIP 开关(SWI),是用以定义每张卡片在公用程序中的机板代码,程序通过机板代码识别卡片。本文中 PCI-1710 数据采集卡的机板代码为“0”,PCI-1240 运动控制卡的机板代码为“1”。

4.2 程序调试

程序的调试分不同的模块进行。

1) 通信模块程序调试。通过调用通信程序模块

控制变频调速器,从而控制主电机和卷绕电机的速度。

2) 数据采集模块程序调试。调用该程序模块,检测 PCI-1710 数据采集情况,包括速度传感器和行程开关输出情况。

3) 运动控制模块程序调试。调用该程序模块,通过 PCI-1240 运动控制卡控制交流伺服电机的驱动器,达到控制交流伺服电机的目的。调试时,以不同的速度、加速度运行。

4) 系统调试。检测整个系统的协调性和预期功能。

4.3 实验结果

实验时锭速 6 000 r/min、卷绕速度 30 m/min、往复导纱频率 40 次/min、导纱动程 150 mm。

通过人机界面,在硬件许可范围内可以实现不同捻度纱线的加工和不同卷绕角的卷绕成形。卷装无重叠、硬边、凸边现象。实验结果表明,设计的传动与控制系统能实现新型捻线机的加捻卷绕的工艺目标。

5 结 语

本文应用 PCI 局部总线,技术设计的新型捻线机控制系统,将高倍加捻方法应用于捻线设备,简化传统捻线机复杂的机械传动系统,用多电机传动系统取代机械传动系统,通过计算机来控制多电机协调运动,实现捻线机的锭子回转、筒子卷绕、导纱杆往复导纱运动,得到不同捻度和捻向的纱线。其突出优点是:加捻效率高;控制更方便,更适合小批量、

多品种生产,机械结构简单,有利于维护与保养;传动路线缩短,功耗减少,而且故障率低。软件系统维护简单,人机界面操作方便,程序移植性好。总线技术与捻线机控制系统有机地结合可提高捻线机的技术含量、附加值和市场竞争力。

FZXB

参考文献:

- [1] 曹红梅,沈晓飞,任学勤,等. CHF 导入式倍捻锭子[J]. 纺织学报,2006,27(3):77-78.
- [2] 徐海黎. 基于 CC-Link 的并条生产系统的研究[J]. 纺织学报,2003,24(5):56-57.
- [3] 王应铃. 国外倍捻机的优势及我国的发展对策[J]. 丝绸技术,1995(2):40-42.
- [4] 丁小命. 电动机的单片机控制[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [5] Tajana Simunić, Luca Benini Giovanni De Michelietal. Source code optimization and profiling of energy consumption in embedded systems[C]// Proceedings of IEEE International Symposium on System Synthesis. Madrid:[s. n.],2000:193-198.
- [6] 梅顺齐,张智明,尤洪松. 基于成形步进控制的往复导纱系统的研究[J]. 机电产品开发与创新,2003(4):64-65.
- [7] 王磊. PCI 总线电机控制卡的 WDM 设备驱动程序设计[J]. 自动化技术与应用,2003(6):52-54.
- [8] 张文赛,陈铭右. 加捻过程基本原理[M]. 北京:纺织工业出版社,1980.
- [9] 王小勇. 现代工业控制领域的主力军——变频调速器[J]. 青海电力,1994(2):69-70.
- [10] 冀森彪,高志毅,宋立平. 电子控制的往复导丝系统[J]. 纺织机械,2002(4):45-46.