

基于 DSC 的高速电子储纬器控制系统*

郑 舟, 胡旭东*, 吴震宇

(浙江理工大学 教育部现代纺织装备技术工程研发中心, 浙江 杭州 310018)

摘要:介绍了目前常见的高速电子储纬器控制系统结构和特点,针对现代喷气织机的高速引纬对电子储纬器提出的要求,在国内外先进技术的基础上,运用美国微芯公司的新型数字控制器 DSC 提出了控制系统的硬件设计方案,分别介绍了控制系统各个模块所实现的功能和设计方法,对其中的关键电路的设计还给出了硬件电路图。最后,对控制系统进行了软件设计,给出了主程序的简要设计流程图。研究结果表明,所设计的控制系统具有新颖、可靠和低成本等优点。

关键词:高速电子储纬器;控制系统;DSC

中图分类号:TH39;TH6;TP273

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2010)12-0053-04

High-speed electronic weft feeder control system based on DSC

ZHENG Zhou, HU Xu-dong, WU Zhen-yu

(Modern Textile Equipment And Technology Engineering Research Center of Ministry of Education,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The common high-speed electronic weft feeder control system's structure and features were described. Aiming at the request of modern high-speed air jet loom's weft storage device, on the basis of the domestic and foreign advanced technologies, the hardware design of control system which based on Microchip's new DSC digital controller was proposed. The function of each subsystem and their designs were introduced, the hard circuit for the key circuit design was given. Finally, the software design was completed, a brief flow chart for the main program was also given. The result shows that the designed control system is novel, reliable and low-cost.

Key words: high-speed electronic weft feeder; control system; DSC

0 引言

随着织造技术的不断发展,现代无梭织机的入纬率有了很大的提高,最高速度已经超过 $3\ 000\ \text{m/min}^{[1]}$ 。在织造过程中控制纬纱张力的恒定将直接关系到织物质量和织造效率的提高^[2]。而在高速引纬的条件下,对张力的控制显得更为必要。因此,使用性能优异的高速电子储纬器是至关重要的。喷气织机作为无梭织机的一种,其高速电子储纬器具有存储纬纱、均衡张力以及定长纬纱三大功能。

本研究主要探讨基于 DSC 的高速电子储纬器控

制系统设计。

1 控制系统概述

喷气织机储纬器是一种高速定长储纬器。目前,这种高速储纬器从控制的角度可以将其分为两大类型^[3,4]:一种是采用“变频器+电动机+存储纬纱量传感器”的形式,它的特点是储纬电机在织造过程中始终处于连续转动状态,从而可以稳定纬纱张力。在幅宽一定时,由变频器驱动电机改变电机转速以适应织机不同转速。并且,移动传感器可以调整纬纱存储量,传感器控制的信号控制储纬器的开停,这种形式应用

收稿日期:2010-06-07

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BAF39B00);浙江省自然科学基金重大资助项目(D1080780)

作者简介:郑 舟(1984-),男,湖北黄冈人,硕士研究生,主要从事机电一体化方面的研究。E-mail: zhengzhou216@126.com

通信联系人:胡旭东,男,教授,博士生导师。E-mail: xdhu@zstu.edu.cn

较为广泛。另外一类是被称为电子鼓式(FDP)测长储纬器,它采用“变频器+储纬电机+光电编码器”的形式,由变频控制的 FDP 储纬电机与织机的动作同步,储纬器转动圈数由光电编码盘反馈的信号来控制,储纬器在织机运行中是固定不变的。这种形式对储纬器的开停要求较高,一般不容易控制,因此,应用的不多。本设计中的高速电子储纬器属于前一种形式。

高速电子储纬器的工作原理是^[5]:储纬器计数纬纱圈数,当接收到传感器的引纬控制信号时,快速驱动电磁针抬起,按原先设定的引纬长度释放一定圈数的纬纱。一次引纬结束,释放电磁针,继续存储纬纱,就这样不断循环地存储和释放纬纱。在这一过程中,采用变频控制的储纬电机全自动调速以实现引纬的连续性。该控制的关键问题是,要求储纬器准确无误地计算纬纱圈数,实现电磁针动作的精确性。

2 控制系统硬件设计

本研究中的控制方案采用美国微芯(Microchip)公司的 dsPIC30F 系列数字控制器(DSC)作为核心控制器。dsPIC30F DSC 是 Microchip 在 2004 年最新推出的,它实质上是一种集成了单片机的控制功能和 DSP 的快速计算功能的芯片,具有指令执行速度快、功耗低、低价实用等特点。因此,dsPIC30F DSC 具有很高的性价比。

2.1 系统总体方案设计

整个高速电子储纬器控制系统由主控制器 dsPIC30F3011、电源子系统与织机通讯子系统、纬纱探测传感器子系统、储纬电机变频调速子系统、纬纱制动(WBS)子系统以及电磁针驱动子系统构成。系统的硬件结构框图如图 1 所示。

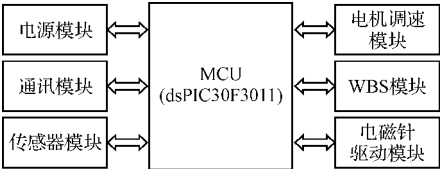


图 1 系统硬件结构框图

电源模块为控制系统提供各种可靠的工作电压,为 DSC 及其他集成电路提供 +5 VDC 和 +15 VDC,为储纬电机和电磁针提供 +80 VDC 的驱动电压。通讯模块实现储纬器与织机、参数设置终端之间的通讯。传感器模块的功能是完成检测纱线信号,并将信号进行放大等一系列的处理过程。电机调速模块实现储纬电机的自动变频调速。纬纱制动(WBS)模块的功能是

在引纬结束时驱动 WBS 电机使制动元件对高速纱线进行制动,以减小纱线的瞬间张力。电磁针模块完成电磁针抬起和落下动作的控制。

2.2 主控芯片简介

芯片 dsPIC30F3011 是 DSC 系列中的一种,它具有 16 位的 DSP 内核,运算速度最高可达 30 MIPS,44 引脚 TQFP,1 KB 的片内 RAM,24 KB 的片内程序存储器,1 024 Bytes 的片内 EEPROM,5 个 16 位定时器,4 个输入捕捉单元,4 路比较/标准脉宽调制单元(PWM)模块,62 个中断,7 个优先级,30 条 I/O 口线,有 2 路全双工的 UART 功能模块,1 个同步串行 SPI 功能模块,1 个 FC 串行通信模块,片内设有 1 个 9 通道的 10 位模式的 A/D 转换器,采样保持时间、转换时间、阈值检测方式和零偏补偿校正均可编程,1 个 6 通道的电机专用 MCPWM 控制器^[6-8]。值得一提的是 MCPWM 模块提供了可编程电机驱动用脉冲序列信号的 PWM 输出通道、上下驱动桥死区时间产生电路等,有利于电机控制,为后续的软件编程带来了方便。

2.3 电源子系统设计

电源模块为控制系统提供所需要的电源。高速电子储纬器直接接入 380 VAC 作为输入电源,经过变压器后产生 18 VAC、56 VAC 两种电源。然后,分别通过三极管整流电路,将 18 VAC 电压整流为 +25 VDC,56 VAC 整流后变为 +80 VDC。+80 VDC 为储纬电机变频调速和电磁针驱动提供电源,+25 VDC 将通过如图 2 所示的转换电路为主控制器及其他集成电路提供电源,同时 +25 VDC 也是驱动 WBS 电机的电源。

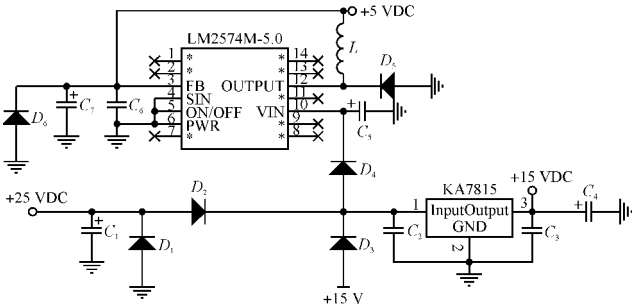


图 2 电源转换电路

在本研究中,+5 V 的电源管理芯片采用 LM2574。它在指定的输入电压和输出负载范围内,可保证 ±4% 的输出电压容差,以及 ±10% 的晶振频率容差。集成了外部关断模式,待机电流仅为 50 μA(典型)。LM2574 的输出开关不仅实现逐周期电流限制,还在故障发生时,采用热关断为器件提供充分的保护。因此,它是一款高性能的稳压芯片,从而为主控制器正常工作提供

了保证。

2.4 通讯子系统设计

储纬器在工作过程中需要不断地与织机进行通讯,例如,织机向储纬器发送织机的启/停状态信号、电磁针触发信号,同时储纬器也向织机发送停机等信号。储纬器还将与储纬器参数设置终端进行通讯,在参数设置终端上可以对储纬器的各种参数进行设置,如储纬长度、花样等。由于它们之间的通讯接口不一致,需要进行电平转换。在本设计中,笔者采用 MAX487E 完成接口电平的转换。MAX487E 接口转换电路如图 3 所示,接收器输出端口 RO 连接到 DSC 的 UART1 备用接收引脚 U1ARX,驱动器输入端口 DI 与 DSC 的 UART1 备用发送引脚 U1ATX 相连。为使控制方便,将接收器输出使能端 $\overline{\text{RE}}$ 和驱动器使能端 DE 两引脚通过一个电阻连接在一起,由 DSC 串行口输出端 SDO1 经过移位寄存器后并行输出端 QA 来控制。A 为非反向接收器输入端和非反向驱动器输出端,B 为反向接收器输入端和反向驱动器输出端。当 DE = 1 时,处于发送器工作模式,DI 端为输入端,A、B 端为输出端;当 DE = 0 时,发送器被禁止,输出高阻态。当 $\overline{\text{RE}}$ = 0 时,处于接收器工作模式,A、B 为输入端,RO 为输出端;当 $\overline{\text{RE}}$ = 1 时,接收器被禁止,RO 为高阻。D₁ ~ D₃ 作为 3 个双向二极管在电路中起到保护作用。

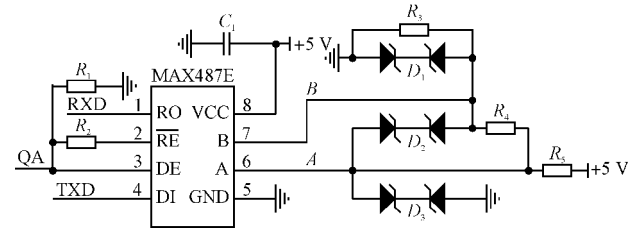


图 3 MAX487E 接口转换电路

2.5 传感器子系统设计

传感器子系统主要功能是进行纱线探测信号的检测及信号的滤波、放大等信号处理。储纬器存储纬纱时,利用安装在储纱鼓上方的

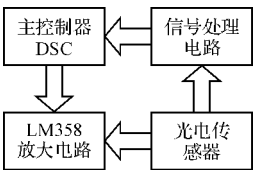


图 4 传感器子系统结构框图

两个光电传感器探测纱线的存储量,控制回路框图如图 4 所示,通过控制器控制两个光电传感器发出红外光探测纱线,光电传感器将接收到的信号送给信号处理电路进行处理,处理后送入主控制器 DSC。主控制器根据这些信号决定是否驱动光电管发光,同时作为电磁针驱动的决策依据和电机速度控制的反馈信号。

2.6 电机调速子系统设计

储纬电机要实现自动调速,以适应间歇的引纬运动。通过变频控制电机速度,将织机的间断的引纬运动转变为储纬电机的连续的存纱、放纱运动,从而也就均衡了纱线的张力,达到控制纬纱张力的目的。主回路为“交—直—交”的逆变电路,380 VAC 经过变压器降压,再通过整流电路处理后变为驱动电机的 80 VDC 电源。控制电路如图 5 所示,本研究采用三半桥驱动电路^[9-10],每一相驱动电路都是相同的,图中为其中一相的情况。半桥驱动芯片采用 FAN7842,该半桥式 MOSFET 栅极驱动器的高端悬浮通道通过自举可工作于 200 V,高低端栅极驱动均具有 350 mA/650 mA 典型值的输出/吸收驱动能力,还具有欠电压封锁功能,可控延迟时间小于 50 ns。主控制器 DSC 的脉宽调制 (PWM) 高低电平作为 FAN7842 的输入控制信号,按照一定的算法对 DSC 进行软件编程,可以输出合适的 PWM 波形。

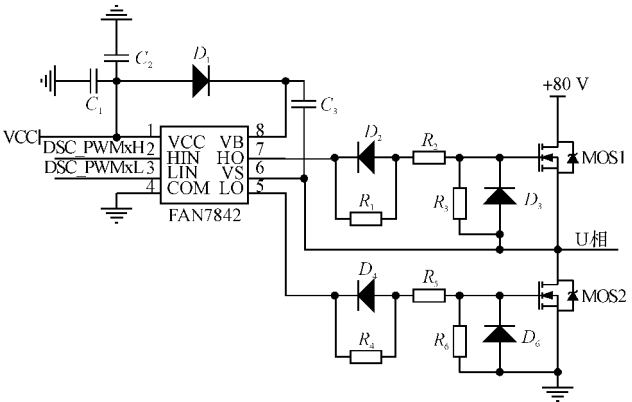


图 5 电机驱动电路图

2.7 电磁针驱动子系统设计

在本设计中,电磁针为双线圈电磁针,在磁针抬起和落下时都是电气控制,时间准确,无弹簧,没有任何机械疲劳。电磁针驱动系统控制原理图如图 6 所示。采用高低电压驱动电磁针,MOSFET 漏极的电压值为 80 VDC。在电磁针抬起和落下的瞬间,为了提高电磁针动作响应的速度,采用较高的驱动电压。当电磁针完成抬起或者落下后,再切换为一较低的电压。电磁针动作过程的控制都是通过对 DSC 软件编程来实现的,由 DSC 决策电磁针动作的开始时刻和结束时间,这一点对于储纬器是否能准确定长纬纱是很关键的。

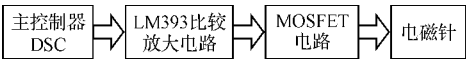


图 6 电磁针驱动控制原理图

2.8 WBS 子系统设计

纬纱制动(Weft Braking System, WBS)的控制原理图如图 7 所示。这种纬纱制动装置原理是:在引纬结束时,降低纬纱速度,极大地减少了在引纬结束瞬间产生的峰值张力,使得高速运转中的强捻织物起皱均一,也有效地防止了加工丝的紧纬、松纬。它往往用在速度较高(800 r/min)和宽幅的织机上效果明显,特别是使用纬纱强力较低时效果更加显著。在引纬结束的时刻,DSC 输出的控制信号经过放大后,作为 MOSFET 栅极的控制信号,MOSFET 漏极电压为 25 VDC。MOSFET 导通后,WBS 电机转动使制动元件对纱线进行制动。LM393 比较电路实质是一个电流反馈电路,以保护 WBS 电机的正常工作。

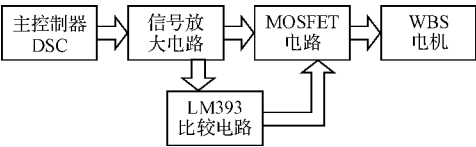


图 7 WBS 控制原理图

3 系统软件设计

系统软件设计包括主程序设计和中断服务子程序的设计。

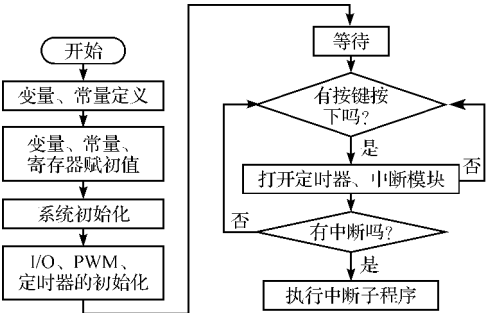


图 8 主程序流程图

主程序设计将完成 dsPIC30F3011 的初始化,包括各个变量的定义及赋初值、寄存器赋初值、中断的初始化、I/O 模块初始化、PWM 模块的初始化、定时器模块初始化等。主程序设计流程图如图 8 所示。中断服务

子程序主要包括 PWM 中断子程序、A/D 采用中断子程序、测速中断子程序以及故障保护中断子程序。中断服务子程序将实现电机调速、测速和故障检测与保护等功能。

4 结束语

通过上机实验调试验证表明,本设计中给出的基于 dsPIC30F3011 新型高性能数字控制器的高速电子储纬器控制系统的设计方案充分利用了 dsPIC30F3011 的内部资源,提高了控制系统的可靠性,而且使外围电路的设计更为简洁,缩短了开发周期,降低了开发成本。因此,具有一定的新颖性和实用性。

参考文献 (References):

[1] 秦贞俊,梁 峰. 喷气织机的技术进步[J]. 棉纺织技术, 2002,30(3):47-51.

[2] BRUN A, CORTI D, POZZETTI A. The impact of the setting of air-jet looms on the fabric quality; an investigation [J]. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 2008, 25(3):313-329.

[3] 秦贞俊. 纺织器材及专件的发展[J]. 纺织器材, 2009, 36(z1):284-285.

[4] 佟 昀. 变频调速器在现代织造设备上的应用[J]. 上海纺织科技, 2009, 37(2):1-4.

[5] 张培建. ROJ-Elf 型储纬器控制系统分析及故障诊断[J]. 棉纺织技术, 2008, 36(4):253-255.

[6] 何礼高. dsPIC30F 电机与电源系列数字信号控制器原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007.

[7] Microchip Technology Inc. . dsPIC30F3011 dataSheet [M]. Microchip Technology Inc. , 2008.

[8] 石朝林. dsPIC 数字信号控制器入门与实战—入门篇 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2009.

[9] Microchip Technology Inc. . VF control of 3-phase induction motors-using PIC16F7X7 microcontrollers [M]. Microchip Technology Inc. , 2005.

[10] Microchip Technology Inc. . Using the dsPIC30F for vector control of an ACIM [M]. Microchip Technology Inc. , 2005.

[编辑:李 辉]