

织机纬纱 WBS 控制系统研究*

郑 舟, 胡旭东*, 林 坤

(浙江理工大学 浙江省现代纺织装备重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要: 织机纬纱制动系统(WBS)是一种电子纬纱张力控制装置,对高速运动的纬纱起制动作用,类似于车辆运动过程的防抱死制动装置。针对一种典型 WBS 装置的基本结构,对其工作原理进行了详细地分析,指出了 WBS 装置具有消减纬纱张力和拉回纬纱两种功能,能有效降低纬纱张力。对纬纱张力控制系统进行了理论分析,讨论了影响纬纱张力峰值的因素。设计了 WBS 控制系统的硬件电路方案及相应模块,编写了控制系统软件程序。研究表明,所设计的 WBS 控制系统取得了比较理想的效果。

关键词: 纬纱制动系统;纬纱张力;控制系统;张力峰值

中图分类号:TH693.9;TP273;TS103.7

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)01-0103-03

Research on control system of WBS for loom weft

ZHENG Zhou, HU Xu-dong, LIN Kun

(The Provincial Key Laboratory of Modern Textile Equipment, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The system of weft braking system(WBS) for loom weft is similar to the vehicle anti-lock braking system. It is an electronic weft tension control device which has a braking effect on the high-speed weft. Aiming at a basic structure of a typical WBS device, its operational principle was described. WBS device's important functions with reducing tension and pulling back weft were pointed out. The control system of weft tension was analyzed theoretically, the factors affecting weft tension peak value were discussed. The scheme of WBS control system and hardware modules were designed, the software program was created. The results indicate that a better effect is gained.

Key words: weft braking system(WBS); weft tension; control system; tension peak value

0 引 言

近年来,纺织机械的机电一体化程度不断提高,各种电子控制系统在织机上的应用也日益增加^[1]。织机纬纱 WBS 就是一种应用在织机纬纱张力控制上的电子纬纱制动装置。现代新型织机的高速引纬对纬纱张力的控制提出了较高的要求^[2]。已有学者对织机引纬过程中的纬纱张力进行了研究,Adanur 等人对引纬过程中纬纱的张力进行了实验分析,指出纬纱张力在引纬过程中会出现波动的情况^[3]。Meulemeester 等采用计算机仿真的方法模拟了纬纱张力峰值,为张力峰值的分析提供了数值分析方法^[4]。文献[5]中明确地阐述了电子纬纱张力控制器的发展现状和技术难

点。在文献[6]中对纬纱张力控制方法进行了研究,提出了一种引入纬纱到达时间的线性预测的方法。WBS 可以从很大程度上有效降低高速引纬结束时产生的峰值张力,使得高速运转中的强捻织物起皱均一,从而有效地防止了纬纱的断头和松弛。在织机速度较高(800 r/min)和宽幅织机上,储纬器 WBS 的使用效果明显,特别是使用强力较低的纬纱时效果更加显著。先进织机速度的提高和某些织物性能上的需要,将会逐步推广应用 WBS 系统。

本研究主要探讨织机纬纱 WBS 控制系统的研究。

1 WBS 装置的结构及其工作原理

WBS 作为一种纱线制动装置,其总体结构是大致

收稿日期:2010-08-09

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,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

相同的,一般主要是由电机动力驱动部分和制动执行部分组成。然而,具体结构形式较多,这里仅以一种常见的结构形式为例,介绍 WBS 功能和工作原理。

如图 1 所示是一种典型 WBS 装置^[7],1 是所有部件支撑结构,整个装置通过 9 安装在储纬器伸出的支架空心轴上,纬纱从储纬器储纱鼓引出后经空心轴,从同一轴心的 7、8 中穿出后到达织机左侧。7、8 及 8、9 之间均存在间隙,6 呈 U 型,它被固定在 5 上,将随着 5 的回转而在端部套筒 4 与底部套筒(图中未给出,在 7、8 的正下方位置)之间摆动,摆动过程中穿过间隙,与纬纱在两点处发生摩擦接触。电机正转过过程中纬纱被制动件压下而被制动,电机反转时纬纱被释放为自然运动状态。

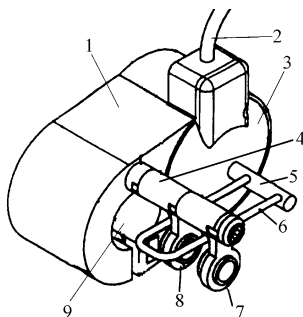


图 1 WBS 装置结构示意图

1—WBS 装置外壳;2—WBS 电机的接线束;3—WBS 电机安装位置;4—端部套筒;5—电机轴;6—制动件;7—端部衬套;8—中央衬套;9—安装孔

当织机引纬结束时,WBS 电机驱动制动件正向回转,高速纬纱在制动件的摩擦力作用下被制动。当达到一定的制动强度后,电机迅速发生反转,停止制动纬纱,然后电机进入停机状态。电机就这样“正转-反转-停机”反复循环工作,从而不断地实现纬纱制动。在纬纱制动过程中,制动的开始时刻、制动强度的大小等通过控制系统软件编程实现。对于喷射织机而言,WBS 装置还具有将纬纱拉回的功能。将线头收回主喷嘴,以避免两种问题^[8]:①交织或混色织造时,伸出主喷嘴的线头会发生相互缠结;②切纬机重复切纬。伸到主喷嘴以外的线头很可能会进入切纬机而被再次切断,产生玻纤断头或尘埃,前者易被织入造成织疵,后者污染环境。

2 纬纱张力的理论分析

现代高速织机的入纬率已超过 3 000 m/min,在如此高速引纬的状态下,纬纱飞行速度极高^[9]。然而引纬运动是一种间歇运动,纬纱从喷气织机储纬器运动

至织机梭口右侧的过程如下:首先假定在某一特定时刻,储纬器挡纱针接收到一次引纬开始的信号,挡纱针抬起开始放纱,纬纱在高速气流的牵引下进入梭口左侧最终到达右侧。当达到预定纬纱长度时,挡纱针落下,停止放纱,一次引纬运动结束。此时高速纬纱的速度在挡纱针落下瞬间将迅速降至零,纬纱张力会急剧增加,因此纬纱张力峰值最大值发生在引纬结束瞬间。在未使用任何纬纱张力控制装置的情况下实验测得的纬纱张力变化曲线^[10]如图 2 所示。可以看到,在主轴转角 225 ~ 250°之间,曲线有一个最高点,即引纬结束瞬间纬纱张力的最大值。这一冲击张力正是由于挡纱针止纱所造成的。冲击张力使纱线发生拉伸变形,纬纱的动能转换为储纬器与织机梭口之间纬纱的弹性势能。

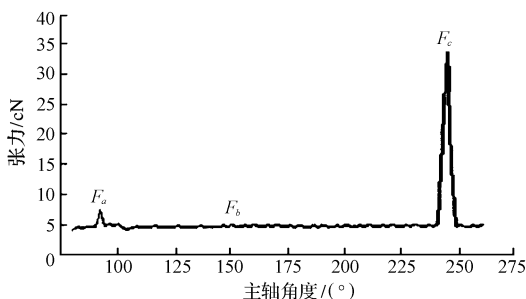


图 2 纬纱飞行张力变化曲线

为了研究纬纱张力峰值的变换规律,从图 2 中将横坐标 225 ~ 250°之间的曲线单独取出,并简化得到如图 3 所示的曲线。纬纱被挡纱针制动后,经过时间 t_1 速度降至 0。根据能量守恒

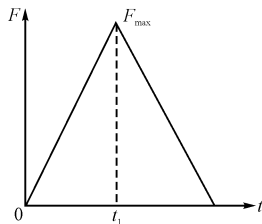


图 3 纬纱张力峰值曲线

定律及相关的关系式,可以推导出纬纱张力峰值公式。纬纱张力峰值公式为 $F_{\max} = v_0 \rho_y \sqrt{E} \times 10^{-3}$ (其中, v_0 为挡纱针止纱时纬纱速度, E 为纬纱的弹性模量, ρ_y 为纱线的线密度)。由公式可知,纬纱的峰值张力由引纬结束时纬纱速度和纱线固有属性决定。显然,纬纱的固有属性是不能调整的,故降低纬纱张力峰值的方法是减小引纬结束时纬纱速度。虽然在织机运行过程中存在一些低纬纱张力峰值的方法,但是均不能获得令人满意的效果。因此,在储纬器与织机之间安装纬纱 WBS 装置是一项可行的控制纬纱张力的方案。

3 WBS 控制系统设计

通过对纬纱张力的理论分析,进一步表明了高速织机采用 WBS 控制系统的重要性。利用储纬器主控器的部分外围资源可以完成 WBS 控制系统的设计。

3.1 硬件设计

系统的硬件框图如图4所示,与储纬器共用同一主控制器,MCU的PORT端口输出控制信号经过处理后驱动功率MOSFET开关电路,通过UART接口电路完成与织机等的通讯。

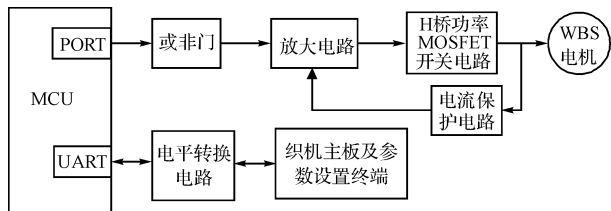


图4 WBS系统的硬件框图

通过对主控制器编程而输出的控制信号,驱动H桥功率MOSFET开关电路的栅极^[11-14],可以实现WBS直流电机的正/反转。在WBS机电机驱动电路中,为了防止电流过大的情况出现,设计了电流保护电路。电流保护电路中采用串接精密小电阻的方法,将电流信号转换成电压信号,作为电压比较器的反相输入信号。一旦电流过大,电压比较器翻转,电机驱动回路停止工作。

主控制器经过接口电平转换电路与织机主板及参数设置终端进行通讯。例如可以根据实际织造条件合理设置纬纱制动时刻、制动强度的大小。制动时刻过早会造成纬纱到达时间延迟过长,制动强度太大会导致一些低强度的纱线断纬。制动时刻及制动强度是WBS控制系统的重要参数,直接关系到纬纱的制动效果。还可以设置纬纱拉回功能启/闭状态。

3.2 软件设计

系统的软件程序由初始化程序和中断子程序组成。初始化程序主要是完成端口的初始化,寄存器的设置,为变量分配内存和赋初值。当初始化完成之后,进入中断等待。中断发生后,将立即响应中断,进入中断子程序。中断子程序流程图如图5所示。

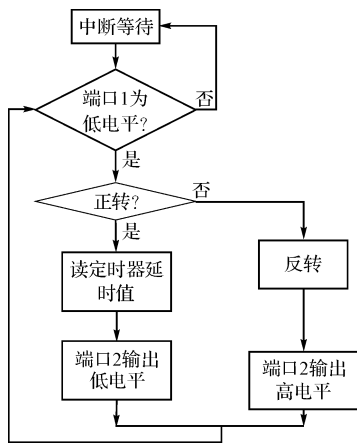


图5 中断子程序流程图

中断子程序是WBS直流电机运行的核心应用子程序。电机有停机、正转和反转3个运行状态,通过接收中断的方式响应正/反转的时刻,正转的时间在定时器中设定。响应中断后,在端口1、2处输出高低电平,实现电机的正/反转。只有在端口1处于低电平时,电机才会

发生转动。当两个端口同时为低电平时,电机正转。端口2在高电平时,电机反转。纬纱制动力强度可以通过设定在一定时间间隔内正反转次数实现,次数越多制动强度越大。

4 结束语

通过上机试验验证,所设计的WBS纬纱张力控制装置有力地控制了纬纱张力,完全起到了对高速纬纱引纬结束时刻的制动作用,减少了纬纱断头,提高了织造效率。在实验中发现,使用WBS装置后引纬结束时纬纱张力大幅度下降,特别是对纬纱张力峰值的控制效果更为明显,在配置WBS装置前后,由试验中测得的数据经比较后发现,纬纱张力峰值由原来的38.9 cN下降至20.3 cN,张力峰值下降近原来的一半。并且,在喷气织机上实验的发现,其纬纱拉回功能有效地减少了纬纱在喷嘴出口处缠结的机率。在实际生产中,需要根据实际情况合理设置各项参数,以便取得更好的效果。

参考文献(References):

- [1] 高孝纲. 纺织机械的机电一体化[J]. 国内外机电一体化技术, 2009(2): 62-64.
- [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] ADANUR S, MOHAMED M H. Analysis of yarn flow in air-jet filling insertion[J]. *Textile Research Journal*, 1991, 61(5): 259-266.
- [4] MEULEMEESTER S D, GITHAIGA J. Simulation of the dynamic yarn behavior on sirjet looms[J]. *Textile Research Journal*, 2005, 75(10): 724-730.
- [5] 梅自强. 国内外织造技术的现状和展望[C]. 2003年全国织造学术研讨会暨年会. 江苏, 常州, 2003: 11-14.
- [6] 沈丹峰, 叶国铭. 可编程纬纱张力控制器的应用[J]. 纺织学报, 2008, 29(2): 90-93.
- [7] 爱吉尔电子股份公司. 纺织机械的纱线制动装置: 中国, 03138143[P]. 2009-07-15.
- [8] 吴浩. 两种喷气织机引纬系统的比较[J]. 棉纺织技术, 2008, 36(6): 60-62.
- [9] 郭兴峰. 喷气织机纬纱的张力峰值与控制[J]. 纺织学报, 2004, 25(3): 32-33.
- [10] 祝章琛. 纬纱飞行和主喷嘴工艺参数[J]. 中国纺织大学学报, 1998, 24(5): 84-87.
- [11] 刘全盛. 一种基于恒流源原理的自举驱动方法[J]. 电机与控制学报, 2004, 8(1): 82-88.
- [12] 李超, 李波. 一种实用型直流电机控制电路的设计[J]. 现代电子技术, 2008, 278(15): 105-110.
- [13] QIAN J R, LEE F C. Charge pump power-factor-correction technologies part II: ballast applications[J]. *IEEE Transition on Power Electronics*, 2000, 15(1): 130-139.
- [14] 张侃旻, 马晓建, 郭金柱. 高速工业缝纫机动力学仿真与分析[J]. 轻工机械, 2010(2): 17-21. [编辑: 柴福莉]