

织机经纱张力直接测量装置设计*

陈益兵, 刘宜胜, 吴震宇*

(浙江理工大学 机械电子研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对当前高速织机上经纱张力测量精度低的问题, 设计了一种新型的机械数据采集装置。首先从理论分析上确保了该装置的可靠性, 当 $\tan \theta < 0.15$ 时, 测量的经纱张力与实际的经纱张力非常接近, 消除了装置本身的结构误差; 其次, 对装置模型进行了数学建模, 结合 Delphi 编程实现了圈形化的用户界面, 对经纱张力的数据进行了读取与保存; 最后, 对两种不同方法(直接、间接)在 RIFAJA10 喷气织机上进行了实验。实验结果表明, 直接测量方法测得的经纱张力比间接测量方法精确, 并且其在一个织造周期内比较稳定, 受外界干扰较小。

关键词: 经纱张力; 机械装置; 数据采集; Delphi 编程

中图分类号: TH73; TS101.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)04-0397-03

Design of warp tension direct measurement device in loom

CHEN Yi-bing, LIU Yi-sheng, WU Zhen-yu

(Institute of Mechatronic Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the low precision of warp tension in the current high speed loom, a kind of new mechanical data acquisition device was designed. Firstly, the reliability of the device was ensured theoretically, when $\tan \theta$ was less than 0.15, the measured tension was closed to the actual tension, and the error of the structure was eliminated. Secondly, a mathematic modeling was made, and a good user interface was acquired by Delphi to use for reading and saving the data of warp tension. At last, experimental study on the RIFAJA10 air-jet loom was presented with two different methods (directly, indirectly). The results show that the direct method is better than the indirect method in precision and anti-interference, and it has a stable variation of warp tension in a weaving cycle.

Key words: warp tension; mechanism; data acquisition; Delphi programming

0 引言

纺织工业中, 经纱张力的大小和稳定直接影响了织机的生产效率和织物质量。经纱松弛或张力过大都会导致断纱、停机, 因此在生产过程中实现经纱张力的实时测量至关重要。

当前, 大部分技术都是依靠在织机后梁上加传感器^[1-4]进行织机经纱张力的测量, 而这种间接测量织机经纱张力的方法存在最大的问题就是精度不高。并且随着现代纺织机的转速越来越高, 由于采用间接测量方法产生的滞后性将导致在高转速的工作环境下难以达到实时测量和控制的目的。

本研究提出的织机经纱张力直接测量方法是通过所设计的经纱测力装置, 配合测力传感器和数据采集卡采集数据, 所得到的数据经 Delphi 编程^[5-6]能够获得良好的测试界面及其测试结果, 从而达到简易、快速、准确测量的目的。

1 测量装置的系统简介

测量经纱张力的方法很多, 最早的是利用测昆^[7]的方法来测量织机的经纱张力, 但由于测昆本身的重量对经纱有压力作用而导致测量精度较低。后来又有通过在织机后梁上安装传感器来测量经纱张力的方法, 它们的缺点都是精度不够高, 反应迟滞。而本研究

收稿日期: 2011-10-18

基金项目: 浙江省重点科技创新团队资助项目(2011R09018-01); 浙江理工大学科研启动基金资助项目(0903807-Y)

作者简介: 陈益兵(1986-), 男, 安徽安庆人, 主要从事经纱张力方面的研究。E-mail: cyband1217@163.com

通信联系人: 吴震宇, 男, 副教授, 硕士生导师。E-mail: zjuwuzhenyu@gamil.com

提出的直接测量装置的优点是避免了间接测量方法带来的误差,使测量精度更高。该测量装置系统由夹紧装置、三角支座、2个连接杆、传感器、3个细轴杆组成。夹紧装置是将测量装置固定在织机机床上,传感器固定在三角支座上,三角支座和夹紧装置通过两个连接杆相连,3个细轴杆固定在三角支座上。传感器输出端与数据采集卡相连接,再与计算机通讯,组成一个实时测量经纱张力的系统装置。其实物装置如图1所示。

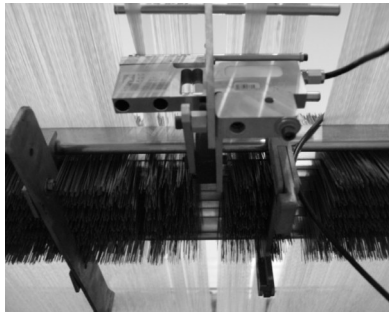


图1 经纱测量装置

2 经纱力学分析

2.1 经纱测力模型

该装置通过夹紧装置固定在停经片轴上,经纱从一个细杆的下方进去,经过中间细杆的上方,再从另外一边的细杆下方出去,这样就通过经纱下压中间细杆将力传递给测力传感器,实现经纱张力的测量。

实际上经纱在测量装置中被中间杆分为对称的两部分,这也是该装置的一个优越之处。该装置中,在纵向高度不变的情况下,本研究在横向将经纱分成对称的两部分,使经纱的伸长量达到最小,这样可以使测量装置对织机的控制调节系统的影响减少到最小,使其测量的准确度更高。下面本研究将证明测量装置的对称度对经纱伸长的影响。

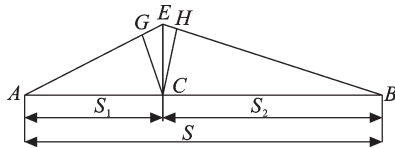


图2 装置中的经纱伸长模型

经纱伸长模型如图2所示。图2中,AB是初始长度, AEB是经纱被拉升后的长度。S₁, S₂ 分别是中间轴与两边轴的距离, AB=S、CE=h, 在图中作CG、CH, 使AG=AC、BC=BH, 则总的伸长量为:

$$K = K_1 + K_2 = AE + EB - AB \quad (1)$$

式中: K₁, K₂ 一两边的伸长量。

在△ACE中有:

$$(S_1 + K_1)^2 = S_1^2 + h^2 \quad (2)$$

展开得:

$$2S_1K_1 + K_1^2 = h^2 \quad (3)$$

而式中的 K₁² 的值较小, 可以忽略, 则得到: K₁ = h²/2S₁, 同理 K₂ = h²/2S₂。所以经纱在测量装置上的经纱伸长量为:

$$K = \frac{h^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) \quad (4)$$

设 i = S₁/S₂, 将此式代入式(3)得:

$$\lambda = \frac{h^2}{2S} \cdot \left(2 + i + \frac{1}{i} \right) \quad (5)$$

当且仅当 i = 1 时, K 有最小值, 且 K = 2h²/S, 装置的对称度使伸长量最小, 尽量避免了给织机控制系统带来外界的干扰。

2.2 模型中经纱受力的分析

根据上文中经纱的受力分析, 其力学示意图如图3所示。

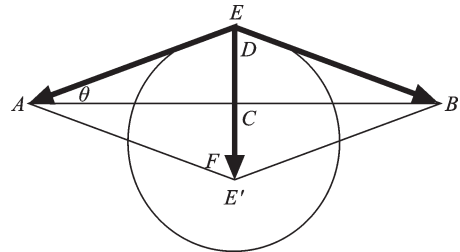


图3 经纱受力示意图

从图3中可以看出: 设经纱两边的张力为 F₁, F₂, 且 F₁ = F₂ = F, AB = S, CD = h, 则: 合力 T/F = EE'/AE, EE' ≈ 2CD = 2h。

所以:

$$F = \frac{T \cdot AE}{2h} \quad (6)$$

从图3中可以看出, 测量时 θ 的值对测量经纱张力的值有很大影响, 因此在设计装置时, 中间细轴杆直径小于两边细轴杆直径。本研究将装置安装在喷气织机后梁与停经架之间, 让经纱从3个细轴杆中穿过, 由于直径的不同, 中间细杆将使经纱提起高度不超过 7.5 mm, 而两大直径细轴杆之间的距离为 100 mm, 在此情况下 tan θ = CE/AC < 0.15 的值时, 经纱相对伸长率 (K/AB × 100% < 1.2%) 可控制在 1.2% 以内。故所测得的张力与真实情况下的张力比较接近。此时有 0.989 < cos θ = AC/AE < 1, 由上式可以看出: 如果用 AC 代替 AE 时, 其误差只有 0~1.1%。所以完全可以代替。即上面的公式(6)可以改写为:

$$F = \frac{S}{4h} T \quad (7)$$

式中: T—测量细杆上方所有经纱张力的总和。

如果设经纱测量细杆处经纱密度为 d ,测量细杆上有效经纱处的长度为 L ,这样可以求得单根经纱张力值:

$$F' = \frac{S}{4hLd}T \quad (8)$$

其中,合力 T 通过测力传感器和数据采集卡进行测量所得。通过式(8)可以方便地计算出所要求的单根经纱张力值 F' 。

3 测试系统及原理

该测试系统主要由IL型张力传感器、数据采集卡、计算机以及相关软件等组成。

测试原理是:以起始织机主轴的位置作为织机的 0° 开始。开启织机,采集角度传感器与张力传感器^[8-10]的输出,按预定的采样点数采集结束后,用软件方法判断每个转角脉冲(即主轴每转动 0.5°)的下降沿,并记录其对应的张力测试值。为了精确测量经纱的值,在试验时,本研究取300根经纱为研究对象安放在测量装置上,利用Delphi编程界面实现对单根经纱张力随织机转角的变化曲线的记录。其程序流程图如图4所示。

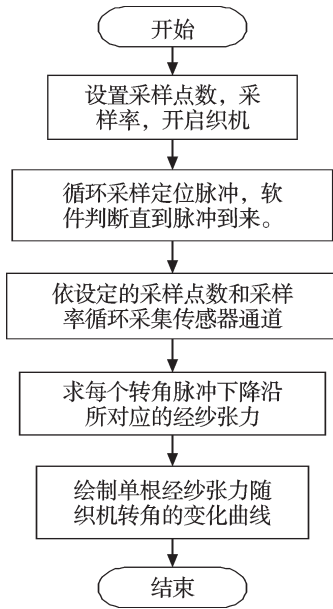


图4 程序流程图

4 实验结果

本研究将测量装置安装在RIFAJA10喷气织机上,通过Delphi设计好的圈形化用户界面进行对实验的操作控制及显示。其图形界面及测得的经纱张力如图5所示。

图5反映了主轴转角和经纱张力之间的关系,说明了单根经纱张力随主轴转角动态变化的过程。且符合实际情况,织机在一个织造周期内(360°),经纱要完成

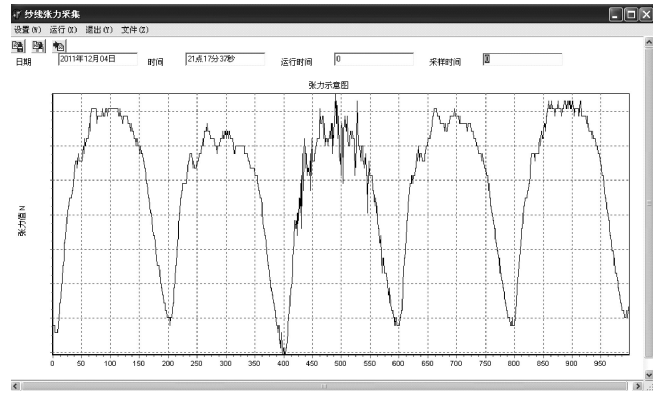


图5 直接测量法经纱张力图

开口、打纬等运动而会出现波峰,在运动过程中织机的活动后梁会摆动,就会出现图中小频率波动的情形。

通过织机后梁上安装测力传感器得到的经纱张力随主轴转角的变化关系如图6所示。图5中的经纱张力波动变化较小,在开口,打纬运动^[11]时张力稳定变化,整个织造过程中经纱张力保持在130 N~205 N变化,受干扰较小。而图6中的经纱张力波动变化较大,经纱张力变动范围在125 N~240 N之间,受外界因素的干扰较大。从图5与图6的对比可以明显地看出,本研究讨论的直接测量方法比在后梁上加传感器的间接测量方法精确。

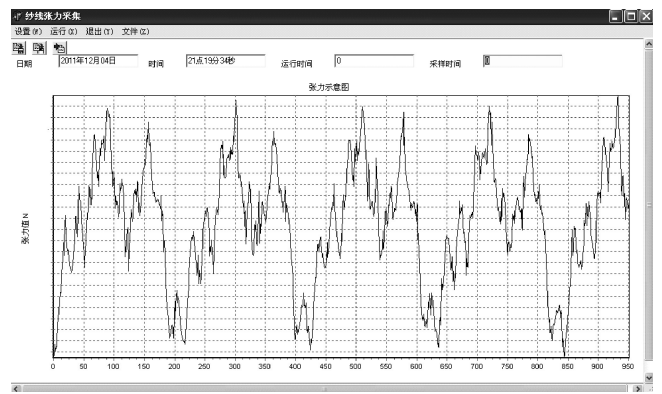
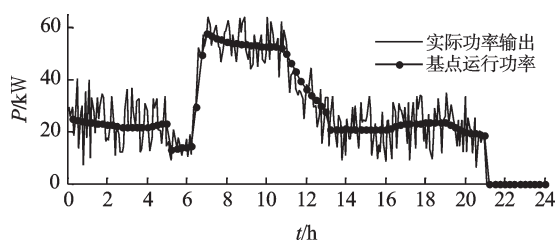


图6 间接测量法经纱张力图

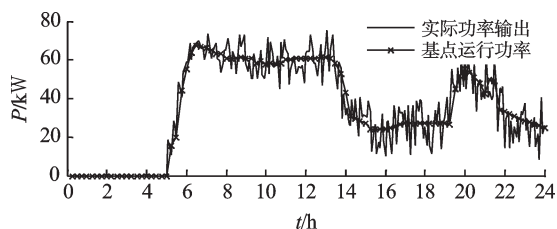
5 结束语

该方法的设计思想是将机械装置上安装测力传感器的直接测量部分和以数据采集卡为中心并利用计算机进行编程的处理部分相结合,其优点是以设计的机械装置为中心实现直接测量,并且不需要任何硬件电路就可以建立快速测量系统,实现织机经纱张力的直接测量,具有简单、可靠、准确、适用、直接、界面友好等特点。该装置相比以前很多间接的测量织机经纱张力的装置更能够准确地测量织机的经纱张力,具有很高的实用价值和推广价值。

(下转第433页)



(a) 燃料电池(FC)发电电子系统的实际功率输出



(b) 微型燃气轮机(MT)发电电子系统的实际功率输出

图10 实时运行时各下垂控制单元的实际功率输出

5 结束语

本研究针对独立运行方式下微电网的经济运行管理问题,提出了一种能量优化管理方法。在建立了各种微电源稳态模型的基础上,提出了微电网能量调度策略,并建立了所涉及的负荷优化分配模型和负荷可中断优化模型。最后通过一个微电网算例验证了这一方法的有效性,为独立运行方式下的微电网优化运行管理提供了有价值的参考。

参考文献(References):

[1] 鲁宗相,王彩霞,闵勇,等. 微电网研究综述[J]. 电力系统自动化,2007,31(19):100-107.

- [2] 王成山,杨占刚,王守相,等. 微网实验系统结构特征及控制模式分析[J]. 电力系统自动化,2010,34(1):99-105.
- [3] HATZIARGYRIOU N, ASAND H, IRAVANI R, et al. Microgrids[J]. *IEEE Power and Energy Magazine*, 2007, 5(4):78-94.
- [4] 茆美琴,丁明,张榴晨,等. 多能源发电微网实验平台及其能量管理信息集成[J]. 电力系统自动化,2010,34(1):106-111.
- [5] 杨艳天,张有兵,翁国庆. 微网并网控制策略的研究[J]. 机电工程,2010,27(2):14-16,20.
- [6] 薛迎成,邵能灵,刘立群,等. 微网孤岛运行模式下的协调控制策略[J]. 中国电力,2009,42(7):36-40.
- [7] 周华锋,涂卫平,刘皓明. 孤岛运行方式下微电网有功功率优化策略研究[J]. 广东电力,2010,23(7):1-4.
- [8] TSICALAKIS A G, HATZIARGYRIOU N D. Centralized control for optimizing microgrids operation[J]. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 2008, 23(1):241-248.
- [9] MOHAMED F A, KOIVO H N. Online Management of Microgrid with Battery Storage Using Multiobjective Optimization[C]//Proceedings of International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, 2007:231-236.
- [10] 王成山,肖朝霞,王守相. 微网综合控制与分析[J]. 电力系统自动化,2008,32(7):98-103.
- [11] 牛铭,黄伟,郭佳欢,等. 微网并网时的经济运行研究[J]. 电网技术,2010,34(11):38-42.
- [12] 丁明,张颖媛,茆美琴,等. 集中控制式微网系统的稳态建模与运行优化[J]. 电力系统自动化,2009,33(24):78-82.
- [13] 陈达威,朱桂萍. 微电网负荷优化分配[J]. 电力系统自动化,2010,34(20):45-49.

[编辑:张翔]

(上接第399页)

参考文献(References):

[1] 严鹤群,戴继光. 喷气织机原理与使用[M]. 北京:中国纺织出版社,1996:93-105.

[2] 本德萍,郭培峰. 纱线动态张力测试系统简介[J]. 棉纺织技术,2000,28(6):50-51.

[3] 朱海民,张森林. 基于 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 和ARM的经纱张力嵌入式智能控制系统[J]. 机电工程,2006,23(4):9-12.

[4] 杨建成,蒋秀明,周国庆,等. 织机经纱张力Fuzzy-PID控制及其检测方法[J]. 纺织学报,2008,29(10):105-108.

[5] 李传钊. Delphi使用编程技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2000.

[6] LISCHNER R. Delphi in a Nutshell[M]. O'Reilly Media, 2001.

- [7] 纪增善. 一种简便的织机上经纱张力的测量方法[M]. 北京:北京光华纺织厂,1995.
- [8] 李瑜芳. 传感器原理及其应用[M]. 成都:电子科技大学出版社,2008.
- [9] TAO An-li, ZHEN Juan-juan, WANG Li-hang, et al. Network intelligent pressure sensor using digital lock-in amplification technology[J]. *Journal of Measurement Science and Instrumentation*, 2010, 15(8):39-41.
- [10] ZHENG Hong-mei. Wrist force sensor's dynamic performance calibration based on negative step response[J]. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 2008(5):92-95.
- [11] 王绍斌. 机织工艺原理[M]. 西安:西北工业大学出版社,2002.

[编辑:李辉]