

文章编号: 1671-0444 (2018)05-0762-04

# 基于 LabVIEW 的立体织机经纱张力检测系统设计

韩天赐<sup>1</sup>, 周其洪<sup>1</sup>, 陈 革<sup>1</sup>, 万德军<sup>2</sup>, 周钧天<sup>1</sup>

(1. 东华大学 纺织装备教育部工程研究中心, 上海 201620; 2. 扬州远睿精密机械有限公司, 江苏 扬州 225235)

**摘要:** 为解决多经轴立体织机织造过程中经纱张力检测、数据保存和查询等问题, 设计了基于 LabVIEW 的经纱张力检测系统。对该立体织机经纱张力检测系统的结构和原理进行阐述的同时, 搭建了系统的基本框架(包括硬件和软件两部分), 其中, 硬件基于工控机平台而设计。采用三滑轮张力传感器和数据采集卡对纱线张力进行实时多路采集, 通过 LabVIEW 访问数据库 Access, 将采集的张力数据自动保存在数据库中, 以方便历史数据的查询与管理, 并开发出经纱张力的实时显示和报警功能。该系统具有良好的操作性和实用性, 并且数据存储容量大, 提高了立体织机的自动化水平, 同时便于基于张力参数对立体织物结构性能进行分析。

**关键词:** 立体织机; 经纱张力; LabVIEW; 检测系统; Access

中图分类号: TS 103.7

文献标志码: A

## Design of Warp Tension Testing System for Three-Dimensional Loom Based on LabVIEW

HAN Tianci<sup>1</sup>, ZHOU Qihong<sup>1</sup>, CHEN Ge<sup>1</sup>, WAN Dejun<sup>2</sup>, ZHOU Juntian<sup>1</sup>

(1. Engineering Research Center of Advanced Textile Machinery, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China; 2. Yangzhou Yuanrui Precision Machinery Co. Ltd., Yangzhou 225235, China)

**Abstract:** To resolve problems of warp tension test, data storage and query in the process of weaving of the three-dimensional loom with multiple warp beams, a warp tension testing system based on LabVIEW was designed. Then a basic framework of the system was built including a software part and a hardware part designed by industrial-based platform. Meanwhile, its structure and principle of the three-dimensional loom was introduced. And data acquisition of the warp tension was performed with three rollers tension sensor and data acquisition card. Then tension data was saved in database automatically through visiting database Access by LabVIEW, which was convenient for historical data query and management. Besides, real-time display and alarm function of the warp tension were also developed. This system has good operability, practicability and large data storage capacity, improving the automation level of three-dimensional loom, and it is convenient for structure performance analysis of the three-dimensional textile based on tension parameters.

**Key words:** three-dimensional loom; warp tension; LabVIEW; testing system; Access

收稿日期: 2017-04-26

基金项目: 上海市自然科学基金资助项目(16ZR1401800); 扬州“绿扬金凤”人才计划资助项目; 江苏“双创”人才计划资助项目

作者简介: 韩天赐(1994—), 男, 安徽淮南人, 硕士研究生, 研究方向为机电一体化, E-mail: 2452646553@qq.com

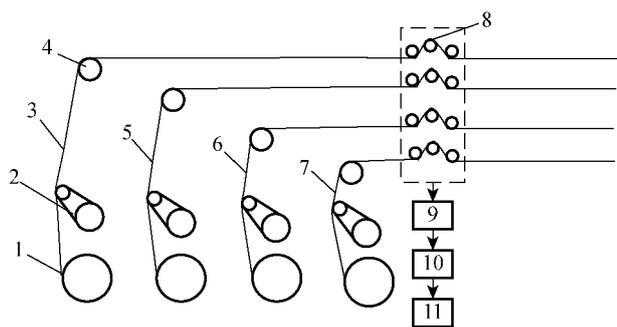
周其洪(联系人), 男, 副教授, E-mail: zhouqihong@dhu.edu.cn

目前,国内三维织造技术还处在开发研究阶段,三维织物的织造设备——立体织机的自动化水平相比于国外较低,经纱张力检测系统存在着检测精度低、实时监测难、数据存储容量小等问题<sup>[1]</sup>。低精度检测导致经纱张力控制精度较低,直接影响三维织物的品质<sup>[2-3]</sup>。实时监测不当引起织物次品率上升,而数据储存容量小将无法满 足张力数据的保存。因此,三维织物织造过程中经纱张力的检测精度、实时监测水平、数据存储容量是提升立体织机性能的核心要素。

国内外学者对经纱张力问题进行了研究,例如,对经纱张力进行多点检测,然后将检测的信号进行模糊信息融合<sup>[4]</sup>;对霍尔式张力传感器的磁钢探头建立运动学模型,提出动态张力信号提取方法<sup>[5]</sup>。当前研究主要集中在提高传统织机经纱张力检测精度等方向。立体织机工艺结构复杂,经纱张力的测控水平直接影响织物的性能。为解决经纱张力检测系统存在的问题,以便于实时控制和后续数据分析,本文研究了基于 LabVIEW 的经纱张力检测系统。

## 1 检测系统的结构及原理

多经轴立体织机经纱张力检测系统结构如图 1 所示。整个经纱张力检测系统主要由经纱张力测量和数据后处理所构成。



1—经轴;2—张力补偿设置;3—经纱 1;4—固定导纱辊;5—经纱 2;6—经纱 3;7—经纱 4;8—张力传感器;9—信号放大;10—A/D 转换;11—工业计算机

图 1 多经轴立体织机经纱张力检测系统结构

Fig. 1 Warp tension testing system of the three-dimensional loom with multiple warp beams

### 1.1 经纱张力测量部分

立体织机工作时,经纱张力测量部分的张力传感器将送经过程中经纱的张力信号转换成毫伏级的电压信号,利用调节电路中的放大电路将电压信号放大后通过 A/D 转换变成数字信号。最后,数据采集卡采集数据并将数据传入到装有 LabVIEW 软件的工业计算机上。

### 1.2 数据后处理部分

数据后处理部分的工作全部由操作室内装有 LabVIEW 软件的工业计算机完成,包括:(1)实时检测经纱动态张力,确定立体织机正常运行,防止织造工作中断;(2)实时张力显示,保证各经纱张力处在正常范围;(3)经纱张力异常时进行事故声光报警;(4)保存张力数据,为后续数据查询或织物质量评定提供依据。

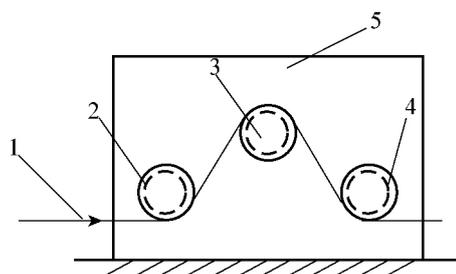
## 2 系统硬件设计

### 2.1 张力传感器

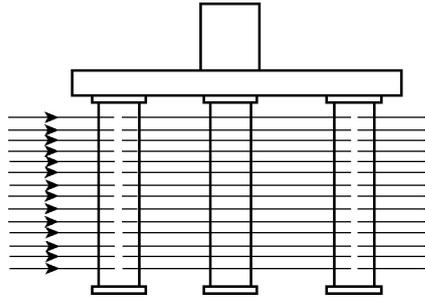
传感器是感受经纱张力信号的重要部件,可以把张力信号转换成电信号,从而满足信号的传送、处理、保存、显示、查询等要求,是实现经纱张力精确检测的主要环节之一<sup>[6]</sup>。

电阻应变片式张力传感器的主要工作原理是利用了电阻应变效应,即在导体产生机械形变时,电阻值相应发生变化。送经过程中每根经轴放出的经纱有上百根,所产生的张力信号比单根纱线大很多,一般的纱线张力传感器量程偏小,无法满足测量要求。因此本方案采用 JZHL-3 型三滑轮张力传感器,该传感器滑轮长度可按要求定制,可用于测量片纱张力,量程为 0~200 N,输出电压信号为 0~10 V,具有精度高、线性度良好、结构简单、频率响应宽、使用寿命长等优点,其不仅耐振动性好,而且具有不怕灰尘、油污、水汽、粉尘的特点。由此可知,该传感器非常适合在工作环境复杂的纺织厂中使用。JZHL-3 型传感器结构如图 2 所示。

该传感器通过滑轮 1 与滑轮 3 将张力传到被测滑轮 2 上,滑轮 2 上纱线的包角为 120°,其所受压力即为经纱张力。当滑轮 2 受到来自纱线的压力时,导体发生形状变化,电阻值随之也会发生改变,反映到后级电路上则表现为电压的变化,后级电路根据电压的变化大小便可知晓经纱张力的大小。



(a) 主视图



(b)俯视图

1—经纱;2—滑轮 1;3—滑轮 2;4—滑轮 3;5—支架

图 2 JZHL-3 型张力传感器结构

Fig. 2 Structure of JZHL-3 tension sensor

### 2.2 数据采集卡

数据采集卡是构成检测系统硬件部分的核心硬件,主要用来完成张力数据采集、A/D 转换等相关功能。根据检测系统需求以及检测精度的要求,本系统选用了研华的 PCI-1710/1710GH 型数据采集卡。该数据采集卡是一款 PCI 总线接口的多功能 DAS 卡,优异的电路设计使其具有更高的品质和更多的功能,其中包括最重要的 5 个测量与控制功能,即 12-bit A/D 转换、D/A 转换、数字量输入、数字量输出,以及计数器/定时器功能。数据采集卡的转换精度为 12 位;采样频率为 0.01~10<sup>5</sup> Hz;模拟输入通道总数为 16 路单端,8 路差分;存储器深度为 4K 字 FIFO 存储器。

### 3 系统软件设计

张力传感器和调理电路采集到的张力信号转变成电信号经放大电路放大以后,通过 A/D 转换输送到数据采集卡 PCI-1710/1710HG 中,通过 LabVIEW 的数据采集助手将所采集的数据信号传输到计算机中。软件设计的主要工作是纱线张力值的实时显示、历史数据查询、张力异常报警、数据保存。软件的设计实现流程如图 3 所示。

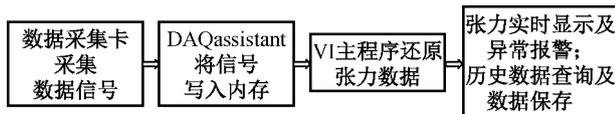


图 3 软件设计实现流程

Fig. 3 Implementation process of the software design

#### 3.1 软件部分主要设计步骤

(1)确定张力采样频率。立体织机送经速度较慢且由于经纱张力是一个连续变化的量,考虑到所采集数据的准确性,设定每秒采集 10 次张力数据,

因此在 DAQ 采集助手中设置其采样率为 10 Hz,以采集的每 10 个数据为一组,并将其以数组的形式向下级程序传递。

(2)确定张力保存时间间隔。考虑到系统的实际应用情况,不必每隔 0.1 s 就对张力数据进行保存。因此,对 1 s 内采集到的 10 个数据求平均值,即存入 1 s 内的平均张力。这样既能兼顾到检测系统的灵敏性又不至于使保存的数据文件过于庞大。

(3)利用 LabVIEW 软件设计出满足以上要求的程序。

#### 3.2 张力实时显示及报警界面

张力实时显示及报警界面主要功能是将采集到的数据进行转化后以直观易懂的方式实时地提供给工作人员,便于工作人员及时掌握整个系统的运行状态。张力实时显示及报警界面如图 4 所示。

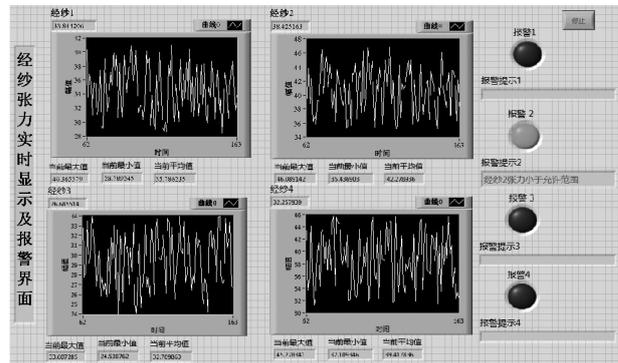


图 4 张力实时显示及报警界面

Fig. 4 Interface of tension real-time display and alarm

该界面包括 3 部分,分别是张力实时显示、数据处理和张力异常报警。张力实时显示部分,主要是将采集的张力以数字及曲线的形式实时显示出来。数据处理部分,主要是对采集的张力数据进行实时分析并得到当前数据的平均值、最大值以及最小值。工作人员可参考这 3 个指标决定当前立体织物是否需要继续进行织造。张力异常报警部分,主要是进行张力出错报警,当经纱张力值超出系统所允许的范围时,对应报警器立刻工作,提醒工作人员在立体织机经纱张力出现问题时须进行停机检查。

#### 3.3 数据保存

实时显示的张力信号数据可以通过软件程序自动保存下来。以往检测系统对张力数据采用 Excel 保存方法。立体织机长时间工作采集的数据多,随之产生的数据文件较大,如采用 Excel 保存则数据管理比较难,因此,张力数据可采用数据库保存。数据库保存方法将解决数据文件大、文件数多、管理难等问题<sup>[7-9]</sup>。

### 3.3.1 LabVIEW 与 Access 数据库的连接

Access 使用方便、灵活性好、开发成本低、统计功能强,同时存储空间满足张力数据的要求,因此,系统数据库采用 Access。LabVIEW 访问 Access 前,必须首先对 ODBC(open database connectivity)数据源进行配置。ODBC 数据源的配置一般是通过 Windows 系统下的 ODBC 数据源管理器进行手动完成<sup>[10-11]</sup>。通过 ODBC 数据源连接 Access 数据库的具体操作流程如图 5 所示。

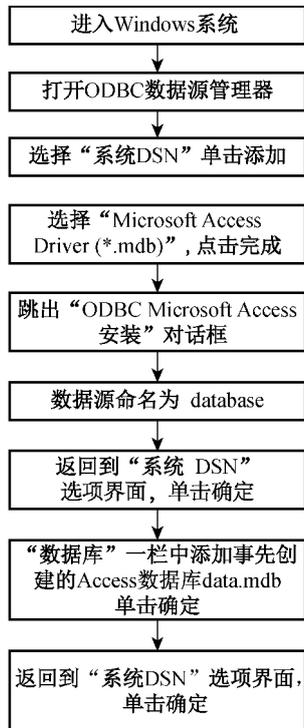


图 5 ODBC 数据源配置操作流程

Fig. 5 Operation process of ODBC data source configuration

### 3.3.2 序列号形式

数据库与 LabVIEW 的连接完成以后利用 LabSQL 工具包编程,实现 LabVIEW 与 Access 数据库之间的通信。数据可采用的保存方式有两种,分别是整体存储和按天存储。整体存储方式适用于连续数据保存,按天存储方式可避免存入数据时间出现中断并且存入的数据便于查询和调取。立体织机无法保证连续工作,因此,张力数据的保存适合采用按天存储模式,每天采集的张力数据存储到当日表格中,表格按日期自动生成的序列号命名。

### 3.3.3 数据保存格式

立体织机工作时,系统程序在数据库中自动创建保存当天经纱张力数据的表格,并对其进行命名。该系统连续运行一段时间以后自动记录并保存下来的

张力数据如图 6 所示。例如,第一行数据表示的是 2017 年 5 月 1 日第 301 次进行数据采集,并显示该次采集时间是发生在 21:22:24,各经纱张力值分别是 30.173 248、38.435 731、25.436 183、32.367 178 N。保存下来的张力数据条理清晰、可读性强、信息量丰富并为后续历史数据查询以及人工分析与反馈提供依据。

采集次数	采集时间	经纱1张力	经纱2张力	经纱3张力	经纱4张力
301	2017/5/1 21:22:24	30.173248	38.435731	25.436183	32.367178
302	2017/5/1 21:22:25	28.972837	40.334547	24.245771	34.162729
303	2017/5/1 21:22:26	28.016583	41.667354	22.117542	35.627330
304	2017/5/1 21:22:27	30.317529	39.345209	24.732637	33.562146
305	2017/5/1 21:22:28	32.563270	42.653774	26.305258	31.078473
306	2017/5/1 21:22:29	34.017843	44.233037	27.417990	35.443081
307	2017/5/1 21:22:30	33.456357	45.776564	29.308873	35.892742
308	2017/5/1 21:22:31	31.776828	42.334779	31.442659	37.137939
309	2017/5/1 21:22:32	32.435179	41.009240	28.927124	38.956297
310	2017/5/1 21:22:33	30.277804	38.790232	31.586231	40.014285
311	2017/5/1 21:22:34	33.895431	36.874254	33.472998	41.155339
312	2017/5/1 21:22:35	36.724590	35.173582	30.621808	39.345267
313	2017/5/1 21:22:36	34.675489	38.902893	27.438575	37.778389
314	2017/5/1 21:22:37	37.221348	40.985476	31.743099	40.189272
315	2017/5/1 21:22:38	38.432593	43.554281	35.672074	38.256488
316	2017/5/1 21:22:39	36.887374	47.243205	37.189207	41.827143
317	2017/5/1 21:22:40	33.097861	45.314677	37.354142	43.673970
318	2017/5/1 21:22:41	31.842782	42.907538	34.219776	44.219769
319	2017/5/1 21:22:42	32.335647	40.063197	33.523109	43.178275
320	2017/5/1 21:22:43	29.438535	43.572985	35.409248	44.761844
321	2017/5/1 21:22:44	30.976292	45.718243	37.281972	45.902829
322	2017/5/1 21:22:45	32.426971	45.490176	34.721077	42.690205
323	2017/5/1 21:22:46	34.528184	41.728095	33.916785	45.318774
324	2017/5/1 21:22:47	39.443037	43.562943	36.528046	39.293908
325	2017/5/1 21:22:48	37.219563	40.039271	35.419080	40.628441
326	2017/5/1 21:22:49	34.302739	39.127953	34.102879	38.739587
327	2017/5/1 21:22:50	33.671971	37.671034	31.089141	36.283793
328	2017/5/1 21:22:51	31.154286	36.208160	30.456952	35.066762

图 6 张力采集数据保存

Fig. 6 Preservation of tension data acquisition

### 3.4 张力查询界面

张力查询界面主要功能是对数据库中历史数据进行调用,并进行分析处理后以曲线及数字的形式供工作人员参考,便于工作人员及时了解所查询数据包含的重要信息。张力查询界面如图 7 所示。

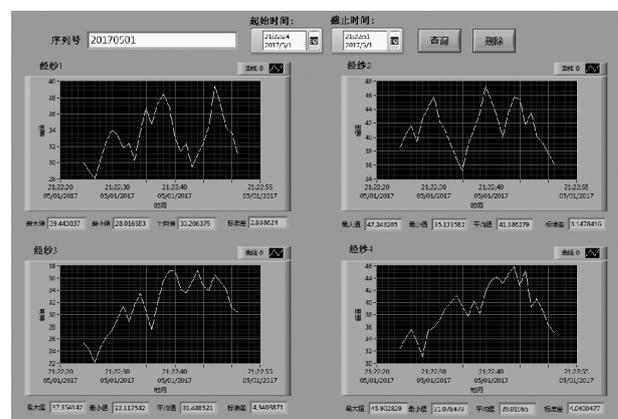


图 7 张力查询界面

Fig. 7 Interface of tension query

(下转第 771 页)

- 技术[J]. 中国科学(信息科学),2014,44(5):551-563.
- [3] MEDJAHDI Y, TERRE M, RUYET D L, et al. Performance analysis in the downlink of asynchronous OFDM / FBMC based multi-cellular networks[J]. Wireless Communications, IEEE Transactions on,2011, 10(8):2630-2639.
- [4] QU D M, LU S X, JIANG T. Multi-block joint optimization for the peak-to-average power ratio reduction of FBMC-OQAM signals[J]. Signal Processing, IEEE Transactions on,2013, 61(7):1605-1613.
- [5] LU S X, QU D M, HE Y J. Sliding window tone reservation technique for the peak-to-average power ratio reduction of FBMC-OQAM signals [J]. IEEE Wireless Communications Letters, 2012, 1(4):268-2714.
- [6] KRISHNA C BS S, SHAIK H, ROVIRAS D, et al. Reduction of PAPR for FBMC - OQAM systems using dispersive SLM technique [C]// Proceedings of the 11th International Conference on Wireless Communications Systems, 2014: 568-572.
- [7] LAABIDI M, ZAYANI R, BOUALLEGUE R. A new tone reservation scheme for PAPR reduction in FBMC / OQAM systems [C]// Wireless Communications and Mobile Computing Conference ( IWCMC ), 2015 International. IEEE,2015.
- [8] MÜLLER S H, HUBER J B. A novel peak power reduction scheme for OFDM[C]//International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communication. 1997; 1090-1094.

(责任编辑:徐惠华)

(上接第 765 页)

该界面主要由查询参数设置、历史数据显示、历史数据处理 3 部分组成。查询参数设置部分,主要是对序列号及所要查询的时间段进行设置。历史数据显示部分,主要是将所查询的各项历史数据以曲线的形式显示出来,工作人员可快速地观察到曲线的走向及波动程度。历史数据处理部分,主要对所查询数据进行一定的分析处理,获取最大值、最小值、平均值以及标准差,该 4 项指标对于立体织物的质量等级评定具有重要意义。

#### 4 结 语

本文系统针对立体织机多经轴经纱张力检测的具体要求,利用 LabVIEW 设计了人机友好的工作界面,可以实时检测多个经轴的经纱张力情况,并对检测的张力数据进行处理和分析,相较于以往的张力检测系统,该系统显得要更为直观。高精度传感器及数据采集卡提升了本文系统检测精度。系统稳定性好、安全性高、环境适应能力强,可以实时检测出送过程中经纱的张力,通过对当前数据的分析降低了立体织物残次品出现的几率。同时,该检测系统通用性良好,也可应用于其他纱线张力检测领域。

#### 参 考 文 献

- [1] 鲁喜,杨建成. 用于碳纤维织物的多层织机经纱张力检测方法[J]. 纺织学报,2016,37(7):137-141.
- [2] 张成俊,左小艳,张弛,等. 基于 ARM 的纱线张力检测系统设计[J]. 针织工业,2013(1):17-20.
- [3] 倪敏娜,李萍,李艳. 基于模糊多属性群决策的经纱张力检测及控制方案优选[J]. 东华大学学报(自然科学版),2014,40(3):282-287.
- [4] 杨建成,蒋秀明,周国庆. 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] 吴震宇,陈琳荣,李子军. 接触式纱线张力传感器动态测量模型[J]. 纺织学报,2013,34(8):138-142.
- [6] 黄健. 纱线张力控制系统的设计与实现[D]. 杭州:杭州电子科技大学电子信息学院,2014:11-21.
- [7] 赵梅,胡天亮,张倩,等. 基于 LabVIEW 的 AMT 数据采集系统设计与研究[J]. 山东大学学报,2011,41(6):70-79.
- [8] 胡彩凤,张新. 基于 LabVIEW 的多绳提升钢丝绳张力动态检测系统[J]. 煤矿安全,2010(7):87-89.
- [9] 吕东阳,王显军. 基于 LabVIEW 的电机转台数据采集及检控系统[J]. 测控技术,2014,33(4):75-78.
- [10] ZHANG M L, YUN J T, JIN G G, et al. System on temperature control of hollow fiber spinning machine based on labVIEW[J]. Procedia Engineering, 2012, 29:543-570.
- [11] 张丙才,刘琳,高广峰,等. 基于 LabVIEW 的数据采集与信号处理[J]. 仪表技术与传感器. 2007(12):74-75.

(责任编辑:杜 佳)