

DOI:10.19344/j. cnki. issn1671-5276.2024.03.055

面向整经设备的监控管理系统设计

刘小龙,张昊,米心馨,崔明浩,焦洋浩

(南京航空航天大学 机电学院,江苏 南京 210016)

摘 要:基于目前纺织行业纱线生产过程中设备监控困难和管理低效问题,开发一套针对纱线整经工序的监控管理系统。该系统主要由下位机、上位机和数据库组成。下位机使用 stm32 和传感器实现数据采集,采用 DM9000 网络芯片和 LWIP 协议实现上、下位机的通信;上位机软件使用 Qt 开发,实现设备监控与交互功能;数据库采用 SQLite,实现车间和设备数据的存储。试验结果表明:该系统可同时对车间多台整经设备进行有效监控和管理,提高了整经工序的智能化水平。

关键词:纺织机械;监管系统;数据采集;纱线监控;网络通信;数字化管理

中图分类号:TS103.7 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2024)03-0259-05

Design of Monitoring and Managing System for Warping Machine

LIU Xiaolong,ZHANG Hao,MI Xinxin,CUI Minghao,JIAO Yanghao

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract:With regard to the difficulties of equipment monitoring and inefficient management in the yarn production process in the textile industry, develops a monitoring and management system for the yarn warping process. The system mainly consists of a lower computer, an upper computer, and a database. The lower computer uses stm32 and sensors for data acquisition, and DM9000 network chip and LWIP protocol for communication between the upper and lower computers; the upper computer software is developed with Qt for equipment monitoring and interaction; the database uses SQLite for workshop and equipment data storage. The test shows that the system can effectively monitor and manage multi-warping machines in workshop simultaneously, and improve the intelligence level of warping process.

Keywords:textile machinery; supervisory system; data collection; yarn monitoring; network communication; digitization management

0 引言

整经工序是将一定根数的经纱按规定的长度和宽度平行卷绕在经轴或织轴上的工艺过程。在这一工序中,需要对每一根纱线的张力、行进速度、是否断纱等状态进行实时监测以确保成品不会出现横条、跳丝等瑕疵。因此,在生产过程中,对这些状态和数据有效地采集、监控和及时处理,对于高效生产高质纺织产品具有十分重要的意义。

近年来,国家大力推动产业智能化转型升级,对纱线高效监控管理的研究已经成为纺织行业重点研究方向^[1-2]。在纱线监控方面,东南大学顾李森^[3]基于纺纱过程中出现的氨纶丝和细纱线的状态异常问题,研发设计了一款纺纱机械监测系统,主要由监测装置、节点机和监控管理上位机构成,实现了对氨纶丝工况的实时监测和异常处理。其中,监测装置负责实时监控氨纶丝的运行信号并发送到节点机,节点机负责收集多监测装置的

数据并通过无线 WiFi 发送到监控管理上位机,上位机实现了监测设备信息的显示、异常报错、数据存储等功能。在数据管理方面,索剑等^[4]针对目前纺织企业主要还是人工管理设备、产量和库存等现状,利用计算机网络存取速度快、存储容量大、准确性高等特点,开发了一款针织服装企业纱线管理系统。系统以 C/S 架构为通信模式,以 SQLSever 为数据库管理系统,在保证用户安全和权限认证的情况下实现了纱线和库存数据的增、删、改、查等基本管理功能,满足了用户需求。

目前大部分纱线监控系统功能较为单一,本文开发的系统不仅能够实现对纱线的良好监控和故障报警,还能够对整个生产车间人员和设备进行统一管理,极大提高了企业的智能化水平。

1 系统总体结构

本系统主要由下位机、上位机和数据库模块构成。下位机包括数据采集模块和网络模块,路由器

第一作者简介:刘小龙(1998—),男,江西吉安人,硕士研究生,研究方向为智能机电系统,liuxiaolong@nuaa.edu.cn。

用于扩展连接设备数量,其总体结构如图1所示。

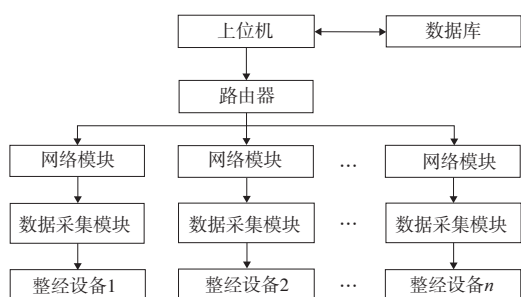


图1 系统总体结构图

数据采集模块对设备数据进行采集后通过网络模块发送到上位机,上位机对数据进行分类处理后在软件界面显示并与数据库进行交互,将有效信息存储到数据库,方便后续查询、统计和分析。

2 下位机设计

系统下位机包括数据采集和网络通信两部分。下位机整体结构框图如图2所示。本文所述整经设备已具备基本的设备参数采集功能,即图中实线框模块,包括 stm32 核心板、张力控制、纱线速度检测等模块,能够实现设备运行所需的基础功能。

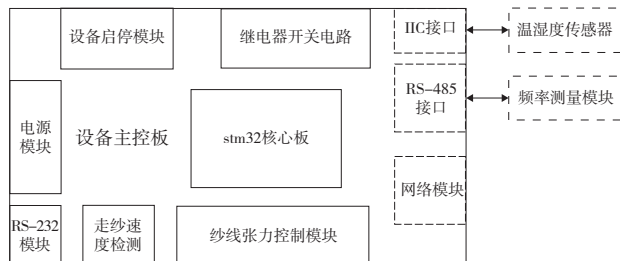


图2 下位机功能模块结构框图

在整经工艺中,对纱线张力的稳定性要求较高,而设备主控板只能调整纱线张力的大小,无法检测纱线张力波动情况。因此,为了监控纱线张力的稳定性,需要对主控板功能进行扩展,如图2虚线框所示。在纱线运行过程中,张力的直接测量较为困难,但有研究证明其与纱线振动频率的平方存在一定的线性关系^[5-6],并且环境温度和湿度也会使纱线线密度发生改变,间接影响张力大小^[7]。因此,在设备参数测量方面,本系统在原控制板的基础上增加了频率和温湿度测量模块,以实现设备运行过程中对纱线张力稳定性的监控。网络模块提供通信接口,实现上位机与下位机的数据通信。

2.1 频率测量模块

纱线频率测量模块为独立模块,硬件部分使用红外二极管和光敏三极管组成的红外光电对管作为传感器,两管相对安装,中间形成一条光路用于信号采集,采用 stm32f103c 芯片作为处理器,模块 PCB 实物图如图3所示。光电对管捕获纱线自激振动信号,经过信号调理电路滤波、放大、整形后转换成合适的方波信号后输入处理器,处理器捕获信号后计算得到信号的周期和频率,每次测量完成后使用串口转 RS-485 电路将数据发送到主控板,主控板通过 RS-485 接口接收频率数据。

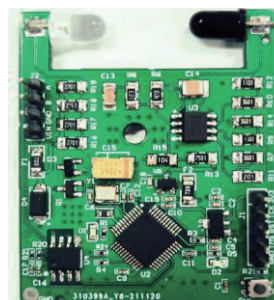


图3 频率测量模块实物图

模块软件部分主要用到 stm32 的串口、外部中断和定时器。处理器通过 IO 外部中断模式对信号进行识别,信号发生上升沿跳变触发一次外部中断,在中断处理函数中统计上跳变次数。频率测量方法采用计频法,即通过采集一定时间内信号周期的个数计算频率。每次计算完频率值则通过 RS-485 接口向主控板发送一次数据。

2.2 温湿度测量模块

本系统采用 AHT10 对设备环境温湿度进行测量^[8]。该传感器温度测量范围为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,精度误差 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,湿度测量精度误差 $\pm 2\%$,满足一般工业环境测量需求。

传感器输出为经过标定的数字信号,标准 IIC 格式,因此模块与主控板通信采用 IIC 通信协议。为了方便主控板 IO 资源的合理利用,模块程序使用软件 IO 模拟 IIC 通信的数据和时钟线^[9],不使用标准硬件 IIC 接口。主控板每 5 s 读取一次传感器数据,更新环境温度和湿度值。

2.3 网络通信模块

基于有线通信数据传输稳定可靠的特点,工业领域使用较为广泛,因此本系统采用有线传输方式实现上下位机的网络数据通信。为了使网络通信稳定,减少物理接线带来的影响,本系统将网

络模块集成到主控板,统一使用 stm32 作为主控芯片。嵌入式网络硬件一般分为 MAC 和 PHY 两部分,由于 stm32f103 系列芯片没有内置 MAC,所以本系统选择带有 MAC 和 PHY 的 DM9000 作为网卡芯片^[10]。主控芯片通过 FSMC 接口对网卡芯片进行访问,采用 16 位数据位宽。对外网络接口选用带有滤波变压器的 HR911105A 网口。网络模块实物图如图 4 所示。

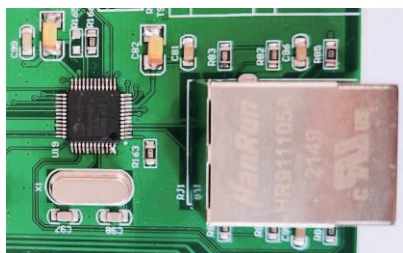


图 4 网络模块实物图

网络模块通信协议采用嵌入式设备常用的轻量级 TCP/IP 协议栈 LWIP^[11]。本系统网络模块作为 TCP 客户端,使用 socket 模式编写程序,便于后期不同操作系统的移植。网络数据接收采用中断方式以减少处理器的开销。程序执行流程如图 5 所示。

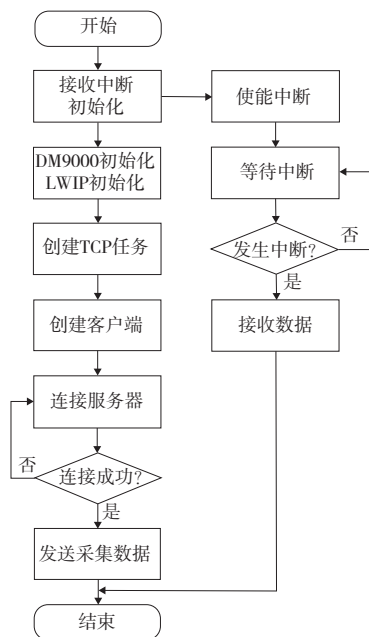


图 5 网络模块程序流程图

3 上位机开发

本系统使用 Qt 作为上位机开发平台^[12],上位机界面按功能分为监控界面和管理界面。监控

界面包括主监控界面和单台设备监控界面;管理界面包括登录界面、个人中心界面、人员和设备管理界面、数据分析界面、报表界面。

3.1 监控界面

主监控界面是对车间环境与所有设备的整体监控,如图 6 所示。最左侧一列显示所有在线设备,上位机作为多线程服务器,下位机为客户端;第二列实时监控环境温湿度和设备运行情况;第三列打印所有设备运行和故障信息;最后两列为设备纱筒位置分布模拟,若产生断纱,则会在监控信息界面输出故障信息并在右侧纱筒分布图中显示断纱位置,详情见试验部分。

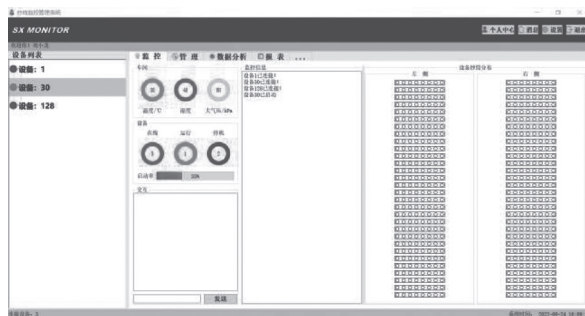


图 6 主监控界面

单台设备监控界面能够对连接到系统的设备进行单独监控,如图 7 所示。主要监控参数为纱线数目、纱线运行速度和频率等。为了更清晰地反映纱线实时状态变化情况,该界面还开发了纱线动态速度和张力变化曲线,曲线每 2s 更新一次,通过曲线的变化可以判断出纱线张力的变化情况,若张力变化曲线的均值误差达到 10%,则曲线右上角亮红灯报警,从而达到监控纱线张力稳定性的目的。

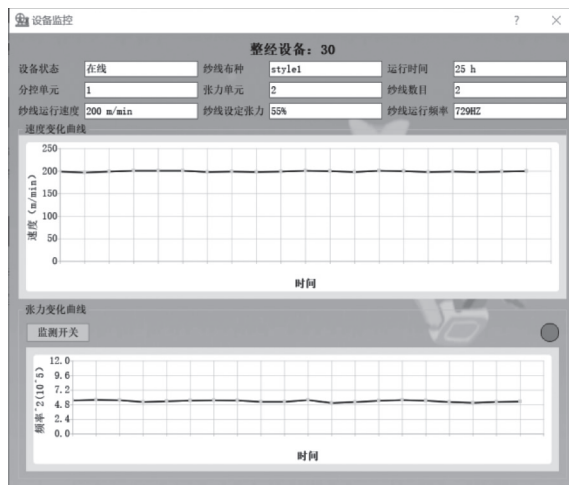


图 7 单台设备监控界面

3.2 管理界面

登录界面对登录用户进行管理,是上位机的第一个界面,用户需输入正确的用户名和密码才能登录系统。系统设有权限功能,管理员与普通用户可操作功能有所不同,部分功能仅对管理员开放。用户权限和密码由数据库进行保存管理,以便用户登录时进行查找校对。个人中心界面可以查询登录用户具体信息以及修改密码。

人员和设备管理界面的主要功能为人员和设备信息的显示和增删改查等,实现了对车间人员和设备的集中统一管理。界面如图8所示,信息的原始数据存储在数据库中。



图8 人员和设备管理界面

数据分析界面主要以统计图的方式对数据进行分析,具体为针对人员产量、设备产量、人员薪资、设备故障、财政收支等方面进行统计和对比,如图9所示。从该界面可以直观地看出车间或工厂人员、设备、资产等各方面的具体情况,简洁明了。

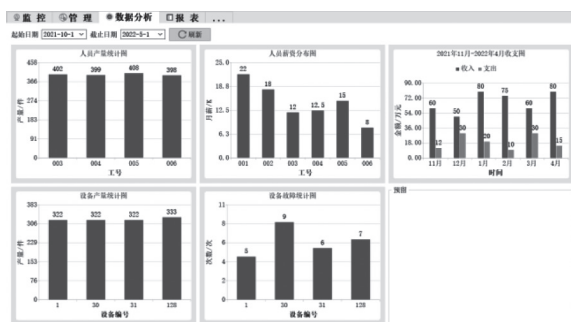


图9 数据分析界面

数据报表界面实现了销售订单和采购订单的录入,并且能够通过时间查询和打印销售和采购报表,使系统功能更全面,如图10所示。

4 数据库设计

SQLite 是一款轻型的嵌入式开源数据库^[13],占用资源低,处理速度快,并且 Qt 中包含了

QSQLITE 驱动^[14],因此本系统使用 SQLite 数据库存储数据。数据库存储的信息主要有人员信息、设备信息、产量信息、报警信息、报表以及每台设备的运行和故障信息,Qt 上位机在添加了 sql 模块后可以调用相关的类函数对数据库进行存取操作。



图10 数据报表界面

5 监控管理试验

5.1 系统运行试验

将上位机与下位机通过网线连接,或者使用路由器作为中转站以连接多台设备。登录上位机,启动设备,查看上位机显示情况。

首先是主监控界面,如图6所示。从左侧设备列表可以看到,此时有编号不同的3台设备已上线,红灯亮表示上线但未启动,绿灯亮表示设备正在运行。由图可以看出所有监控参数均显示正常,监控信息输出正常。接着双击设备列表中编号为30的设备,打开设备30的监控界面,如图7所示,由速度和频率曲线和张力指示灯可知,此时30设备处于正常运行状态,所有参数均显示正常。最后查看其他界面显示情况,如图8—图10所示,画面显示流畅且正常,数据报表能够查询和打印,将数据与数据库进行对比发现数据完全一致。

以上步骤经过多次长时间测试后均正常,因此可以得出结论:系统能够实现对多台设备的监控功能,并且能够对车间设备、人员进行高效管理,能对生产数据进行有效分析。

5.2 故障监控试验

整经设备在运行过程中,由于纱线较细且具有一定张力,容易出现断纱现象,这也是整经工序中最需要监控和及时处理的故障,因此本节仅对断纱故障进行监控试验。

将设备与上位机连接,启动设备,当设备正常运行后人为剪断纱线模拟断纱故障,监控界面如

图 11 所示。监控信息栏打印出了断纱故障报警和断纱位置,同时控制设备停机,右侧纱筒分布栏对应断纱纱筒亮红灯,起到警报效果。操作人员根据断纱位置可快速前往处理。查看数据分析界面,对应设备的故障次数增加 1,说明此次故障已录入数据库。



图 11 断纱报警监控界面显示

点击主监控界面的消息按钮,可以按时间查询历史消息和报警记录,其中报警历史记录查询界面如图 12 所示。



图 12 历史报警记录查询界面

在多次试验过程中系统均能准确判断错误并找到断纱位置,因此得出结论:系统能够对断纱故障进行有效监控。

6 结语

本文主要设计了一款针对纱线整经设备的监

控系统。经试验,本系统能够实现纱线状态的监控和断纱故障报警,同时可以对车间人员和设备进行信息化管理,对生产数据进行有效分析,在一定程度上降低了企业管理成本,提高了生产效率和智能化水平。

参考文献:

- [1] 龚羽,倪远. 环锭细纱机纺纱断头监测技术现状与发展评析[J]. 纺织导报,2012(6):100-104.
- [2] Anonymity. Analysis of the economic operation of the textile industry in 2019 is released, increased development pressure in 2020 [J]. China Textile: English Edition, 2020(2):34-36.
- [3] 顾李森. 纺纱机械监测系统设计与研究[D]. 南京:东南大学,2020.
- [4] 索剑,邱志成. 针织服装企业纱线管理系统的设计与实现[J]. 电脑开发与应用,2007,20(1):34-36.
- [5] 周泰.用谐振频率测量纺丝张力的研究[J].自动化仪表,1987(9):12-15,36.
- [6] 缪宇轩. 非接触式张力监测系统的研制与开发[D]. 南京:南京航空航天大学,2020.
- [7] 夏港东,秦浩杰,王庆东,等. 基于 FPGA 的非接触式张力监测系统的设计[J]. 机械制造与自动化,2022,51(2):195-198,222.
- [8] 任静. 基于 STM32 单片机的温湿度测量系统设计[J]. 智能物联技术,2021(4):16-21,39.
- [9] 余盼. 有线通信技术的现状和发展趋势分析[J]. 科学技术创新,2020(19):87-88.
- [10] 乔有田,王俊,邵万灵,等. 基于 STM32 的 DM9000A 网络接口裸机的应用研究[J]. 工业控制计算机,2020,33(8):41-42.
- [11] 李晨,蒋林,刘思平. 基于 STM32 与 Lwip 协议栈的高效通信技术[J]. 电子技术与软件工程,2019(19):27-28.
- [12] 王维波,栗宝鹃,侯春望. Qt 5.9 C++开发指南[M]. 北京:人民邮电出版社,2018.
- [13] 陈敬静. SQLite 数据库研究与可视化[D]. 南京:南京邮电大学,2020.
- [14] 龙灏. SQLite 数据库在 Qt5 开发环境中的应用[J]. 电子世界,2017(24):61,63.

收稿日期:2022-12-05