

基于 ARM 和 Zigbee 的智能浮纹织造控制系统

束 慧, 陈卫兵

(南通职业大学, 江苏 南通 226007)

摘要: 针对纺织业中浮纹布的织造一直依赖纯机械控制的现状, 为提高浮纹布织造的精度和效率, 特设计了智能浮纹织造控制系统, 通过上位机的工艺软件进行浮纹花色品种的设计, 以 U 盘将多种浮纹工艺文件导入到浮纹织造控制系统里, 以 STM32 处理器为核心根据浮纹工艺进行相关织造的电气控制; 为了便于实时掌握浮纹布的产量并按订单及时进行品种的更换, 系统以 Zigbee 技术实现数据的传输及命令的远程控制, 避免了复杂的布线; 经现场长时间运行, 系统稳定可靠, 织造速度可达 250 转/分以上, 控制精度达到 0.1 mm, 具有很好的应用价值。

关键词: STM32; Zigbee; 浮纹织造; 智能控制

Intelligent Floating Embroidery Textile Control System Based on ARM and Zigbee Technology

Shu Hui, Chen Weibing

(Nantong Vocational University, Nantong 226007, China)

Abstract: Aiming at the present situation of the pure mechanical control relied on by floating cloth weaving in textile industry, to improve the accuracy and efficiency of floating cloth weaving, the control system of intelligent fabric weaving is designed. Through the process software of the upper machine for the design of lappet colours and varieties, many kinds of lappet technology files are imported to lappet weaving control system by use of U disk, and the relevant electrical control of weaving is carried out according to the lappet technology taking STM32 processor as the core. In order to grasp the real time production of the lappet cloth and replace the varieties according to the order timely, data transmission and remote control of command are achieved based on Zigbee technology, so as to avoid the complex wiring. For a long time running, the system is stable and reliable, the weaving speed can reach more than 250 r/min, and the control precision is 0.1 mm. So the system has the very good application value.

Keywords: STM32; Zigbee; floating embroidery textile; intelligent control

0 引言

目前, 浮纹布——在平布的表面嵌有浮纹, 以美观、大方很受国内外用户青睐, 并且浮纹布具有较高的附加值, 是纺织行业的创汇品种之一。但目前国内外, 浮纹布的生产主要还是在有梭织布机上增加机械装置为主要生产手段, 表现在:

1) 有梭织布机噪音大、转速慢, 效率低。

2) 浮纹针综的运动以凸轮机构控制, 品种翻改必须重新设计凸轮, 而且需多次摸索、多次修改、成本大、精度低, 严重影响品种更换效率和精度。

3) 由于凸轮的安装受限, 往往只能安装 1 到 2 个凸轮, 若安装 2 个凸轮, 同步调整非常困难, 因此常采用 1 个凸轮控制浮纹花色, 造成织出的花纹单一, 不能很好的满足国内外客户的要求。

针对以上浮纹织造现状, 设计了一种智能浮纹织造控制系统, 通过上位机软件设计浮纹花型, 并产生浮纹工艺文件, 由 U 盘导入到浮纹织造控制系统里, 以 ARM 为核心根据浮纹工艺进行复杂花型的织造电气控制, 从而取代了纯机械控制, 使

织造效率和精度大大提高。同时为了便于实时掌握浮纹布的产量并按订单及时进行品种的更换, 特采用 Zigbee 技术实现数据传输及远程控制。

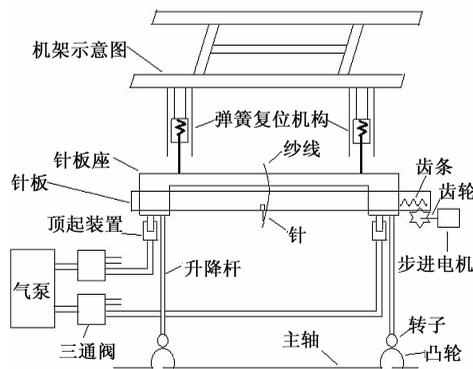


图 1 系统执行机构示意图

1 系统执行机构设计

为了实现智能控制, 首先要对原有的有梭或剑杆织布机进行技术改造^[1], 如图 1 所示, 主要在原机架的基础上, 安装一针板座, 根据实际花色需要, 在针板座中安装多个针板, 在针板上安装若干个织针, 通过织针将纱线织入平布里。为了织造花型, 通过步进电机+齿轮+齿条的结构, 控制针板左右运动, 从而使织针带动纱线也左右运动, 进而织出花型。

同时在织造的过程中, 以主轴为动力, 通过凸轮+转子的

收稿日期: 2014-11-17; 修回日期: 2015-01-09。

基金项目: 江苏省科技项目 (BC2013171); 南通市科技计划项目 (BK2014077) 发明专利 (ZL201310014066.1)。

作者简介: 束 慧 (1969-), 女, 江苏南通人, 副教授, 工学硕士, 主要从事智能控制及物联网技术方向的研究。

结构,控制针板座的上下运动,实现浮纹织造和原织造过程同步。为了实现织造头巾类织物,特设计了顶起装置,由气泵提供压缩空气,通过控制三通阀为顶起机构供气,使针板座顶起,从而控制针板在每条头巾类织物的结束、下一条开始前,与原织物脱离,不织出浮纹,实现分条处理的目的。当要进行浮纹织造时,由三通阀将顶起机构的气放出,在弹簧复位机构的作用下,继续进行浮纹织造。

2 系统控制总设计

根据浮纹织造的控制要求,结合图 1 所示的执行机构,系统控制采用图 2 所示的总设计,以工作频率高达 72 MHz 的 ARM Cortex™-M3 32 位的 RISC 内核 STM32F103VE6 芯片^[2]为核心,配以大容量存储器、液晶触摸屏模块、断纱检测电路、位置传感电路、步进电机驱动电路、三通阀控制电路、USB 接口电路、串口电路、补纬输出信号电路及 Zigbee 通信模块等。

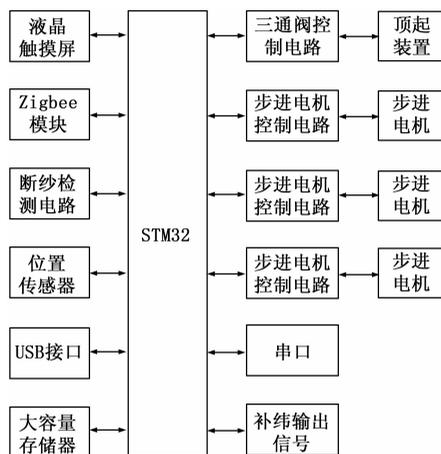


图 2 系统控制总框图

主控芯片 STM32F103VE6 内置 64KB SRAM 和 512 KB 闪存,RTC,5 个 USART、2 个 I²C、3 个 SPI、1 个 USB 等通信接口。通过其 SPI 接口与具有 SPI 接口的 W25Q512 大容量存储器连接,进行数据存储。通过 1 个 USART 接口实现 RS232 通信,以便与电子纹板等其他控制装置进行通讯,配合织机的补纬等协调动作。液晶触摸屏选用迪文工业串口屏,通过 1 个 USART 接口实现 STM32F103VE6 和迪文工业串口屏之间的通信。

系统以上位机工艺软件进行花色的设计,生成工艺文件后导入到 U 盘,以 STM32F103VE6 的 USB 接口将 U 盘数据读入,并保存到存储器 W25Q512 中。

3 关键硬件电路的设计

在浮纹织造控制中,涉及到以下关键点,通过这些关键点的协调工作,以确保浮纹织造的精度和效率。

3.1 位置传感器接口电路

浮纹织造的控制是通过步进电机带动针板的左右运动实现的,其动作必须根据织机的转速确定一合适的启动位置,位置的确定,通过易于安装的接近开关进行调整和检测,为了提高抗干扰性,接近开关的信号由光耦进行隔离,然后接入 STM32F103VE6 的引脚。

3.2 断纱检测电路

断纱会造成浮纹花色的破坏,从而织出废品,为了在浮纹

织造过程中及时检测到断纱,并立刻停机,便于接纱头,为此特设计了断纱检测装置和电路,通过在织布机的横梁上加装了两根金属横杆,将浮纹的纱线通过停经片穿过,当纱断时,停经片掉下,导致两根金属横杆接通,通过光电耦合电路,便可方便的实现断纱的检测。

3.3 三通阀控制电路

为了实现头巾类织物的分条处理,特以压缩空气为动力,通过 STM32F103VE6 引脚经光耦隔离控制场效应管 IRF640N 驱动三通阀实现气体的控制。

由于顶起装置的机械惯性较大,织布机的车速直接影响到顶起的控制精度,因此引入 Smith 预估算法可以实现精确控制^[3],控制流程如图 3 所示。

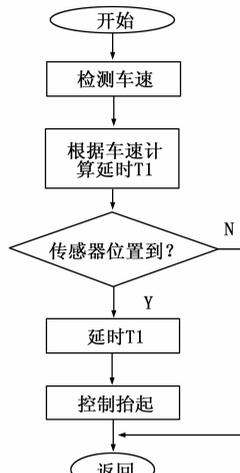


图 3 抬起控制策略

其中传感器位置安装在动作前的位置,以最快车速决定,然后根据车速预估动作延时时间,实现精确控制。

3.4 步进电机控制电路

步进电机的控制电路会直接影响浮纹织造的精度和速度,对步进电机的驱动尤其重要,在控制中为确保不失步,特选用北京海华博远科技发展有限公司生产的 THB6064AH 高细分两相混合式步进电机驱动芯片,进行步进电机的驱动。该芯片采用双全桥 MOSFET 驱动,导通电阻低,耐压高,峰值电流大,内置温度保护及过流保护。

THB6064AH 芯片的 CLK 为脉冲信号输入端,上升沿输出励磁,CW/CCW 为正/反转信号输入端,CW/CCW 为低电平时,电机正转。CW/CCW 为高电平时,电机反转。M1、M2、M3 为细分设置,可直接连接平拨开关。

STM32F103VE6 的通用接口通过光耦与它们连接,实现步进电机的控制。

3.5 补纬输出电路

当纬纱断后要进行补纬时,通过触摸屏可以设置补纬的纬数,在 STM32F103VE6 控制步进电机反转使针回位的同时,通过串口发送补纬信号外,还以图 4 所示的电路,输出与纬数相同的方波脉冲信号,便于其他控制装置进行补纬同步。

3.6 Zigbee 组网的设计

根据纺织车间的特点,并考虑到数据采集和控制的可靠性,本系统采用星型网络组合的拓扑结构,如图 5 所示。

以每个车间为 1 单位,设置一汇聚节点,与车间的浮纹织造控制装置采用 Zigbee 技术进行通信连接。

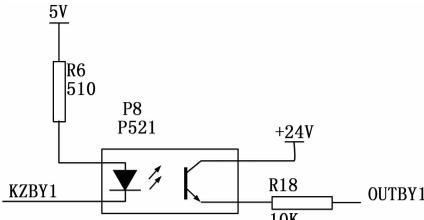


图 4 补纬脉冲输出电路

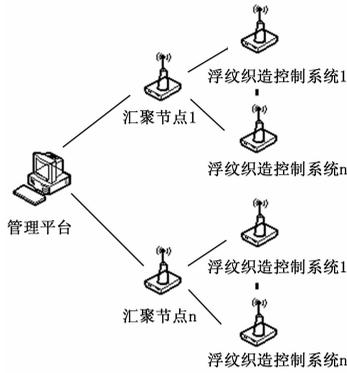


图 5 Zigbee 组网结构框图

浮纹织造控制装置在此作为信号采集及控制节点, 负责产量的计量, 并发送到汇聚节点, 汇聚节点负责对各浮纹织造控制装置的信息汇聚和处理, 并将信息通过有线或无线的方式传给管理平台, 由管理平台实现产品品种和产量的管理, 并按产量要求将控制命令通过汇聚节点下发给浮纹织造控制装置, 实施更换品种的控制。

3.6.1 Zigbee 通信模块的设计

在设计中, 选用真正的 ZigBee 片上应用系统 CC2530 和射频放大前端 CC2591 组成 Zigbee 通信模块^[4], 实现远距离的通信。

3.6.2 汇聚节点的设计

汇聚节点以 STM32F103VE6 为核心, 配有串行通信模块、射频收发模块和电源模块^[5], 来实现对数据的无线传输。并将数据传给上位机。其组成结构如图 6 所示, 其中串行通信模块可以直接用 RS485 进行有线连接, 也可以连接无线模块(如 Zigbee 通信模块、GPRS 模块), 实现无线传输。

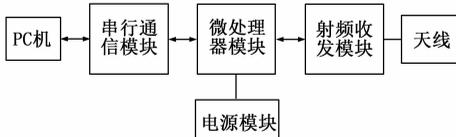


图 6 汇聚节点结构图

3.6.3 通信协议

本系统采用星型结构的无线传感器网络, 各节点位置相对固定, 为实现高可靠性, 在通信中采用了基于发送信标帧的通信协议, 规定了信标帧和数据帧两种帧格式。

1) 信标帧:

信标帧包括前导码序列 (2 字节)、信标帧识别标志 (1 字节)、信标帧序号 (1 字节) 和 CRC 校验 (1 字节)。定义如下:

CRC 校验	前导码序列	信标帧识别标志	信标帧序号
--------	-------	---------	-------

前导码为了通信双方同步, 信标帧设别标志用于和数据帧区别, 信标帧序号表示先后发送的不同信标帧, 最后采用 CRC 进行校验。

2) 数据帧:

数据帧包括前导码序列 (2 字节)、数据帧识别标志 (1 字节)、节点地址 (1 字节)、数据或命令 (6 字节) 和 CRC 校验。定义如下:

前导码序列	数据帧识别标志	节点地址	数据或命令	CRC 校验
-------	---------	------	-------	--------

节点地址标识每个浮纹织造控制系统的序号, 数据或命令是要传送的产量或下发的控制命令。

通信方式采用主从应答的方式, 即汇聚节点先发送信标帧, 然后进入接收状态等待接收数据帧, 浮纹织造控制在接收到汇聚节点发来的相应的信标帧, 在延时一个固定时间后, 将数据以数据帧的格式发送出去。其中不同节点采用不同的延时时间, 很好地避免了数据碰撞。若有命令下发, 汇聚节点也按数据帧格式下发命令。

4 软件设计

系统软件包括浮纹织造控制软件、工艺软件和管理平台软件。

浮纹织造控制软件的流程图如图 7 所示, 包括读工艺文件、控制步进电机和气阀、补纬等操作。

工艺软件采用 C++ 进行编程, 具体包含画图区, 文件、编辑、视图、工具、窗口等菜单以及工具条。其中, 画图区的设计主要通过调用 MFC 中的派生类 COBject 和以此为基类的 CGdiObject 类实现, 在界面上以网格的形式呈现, 每个网格和步进电机运动的步数对应, 通过点击网格, 设计出织造的花色。为了便于作出逼真的浮纹图, 该画图区可进行放大缩小、颜色选取等。

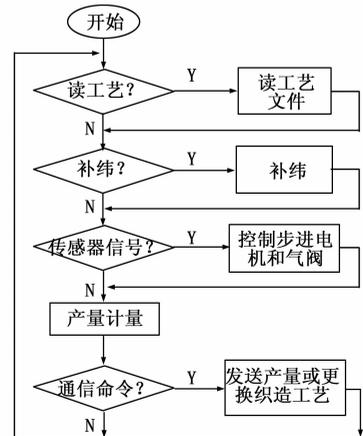


图 7 浮纹织造控制流程图

管理平台软件采用 C# 编程, 主要包括产量统计、品种的定单管理、根据定单结合产品进行命令下发等功能。

5 试验结果与分析

该系统可以控制 3 组以上的浮纹针板, 实现复杂图形的织造, 通过测量所织造的浮纹布, 其花色精度达到 0.1 mm。织造控制的最快速度可达 250 转/分以上, 接近传统织造速度的 2 倍。

在数据传送方面, 以 10 台 10 天的 10 分钟数据进行统计分析, 结果如表 1 所示。

表 1 数据上传率

数据应收	数据实收	丢包率/(%)
14400	14376	1.7
14400	14380	1.4
14400	14372	1.9

从表 1 中可见, 数据丢码率小于 0.2%, 通过增加补发应答机制, 可确保有效数据接收率达到 100%, 很好的满足了系统要求。

6 结束语

本系统给出了一种浮纹织造智能控制系统, 采用新型的结构设计和无线传感器网络技术, 摆脱了浮纹织造一直依赖纯机械控制的局面, 通过实际运行, 性能稳定、可靠、控制精度

.....

(上接第 2358 页)

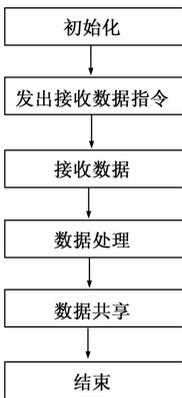


图 5 监控终端软件流程图

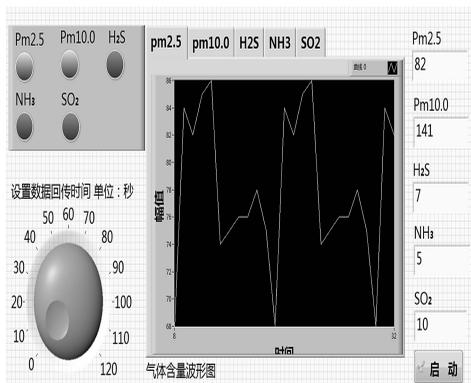


图 6 气体环境监控系统监控软件界面图

我们整个 6LoWPAN 星型网络布置于实验室中, 系统上电后监控软件开始显示测试数据。从监控软件的界面中我们可以看到:

1) 监控软件的主界面会显示 5 种监控气体的采样波形图, 其中 x 轴为时间轴, 每个单位的间隔时间由设置数据回传时间决定, y 轴为监控气体在大气中的含量值, 且数据会根据采样含量值近似调整上下限。

2) 左边的轮轴可设置数据回传的时间, 通常在实际使用中设置回传时间越久, 所读取到的数据越精准。

3) 当数据出现异常, 监控气体的含量超标时, 左边栏的报警灯会由绿色变为红色, 波形图会随着监控气体含量的增大

高、更换品种方便快捷, 为其他特种布的自动化织造起到很好的借鉴意义。

参考文献:

[1] 束 慧, 陈卫兵, 等. 智能浮纹织造控制系统 [P]. 中国专利: 201310014066.1, 2014-04-16.

[2] 束 慧, 陈卫兵. 基于 ARM 和 ATT7022C 的电质量监测终端的设计 [J]. 制造业自动化, 2012, 34 (8): 34-35.

[3] 解英玄, 尤 洋, 谢慕君. Smith-Fuzzy-PID 在集中供热控制系统中的应用研究 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (9): 2823-2825.

[4] 束 慧. 基于物联网技术的污水处理过程动态监控系统 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (8): 2441-2443.

[5] 季建华. 基于 ARM 和 ZigBee 的智能温湿度监控系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (4): 1108-1110.

表 1 五天测试数据平均值

星期	一	二	三	四	五
	一	二	三	四	五
采样气体/ppm					
pm2.5	53	57	68	62	50
pm10.0	70	62	81	78	65
H ₂ S	7	6	7	7	7
NH ₃	5	4	4	3	4
SO ₂	12	6	10	9	6

而呈上升趋势。

经过 5 天的测试, 数据传输稳定, 丢包率极低。表 1 为 5 天的测试数据的平均值, 从数据可知, 实验室内的环境相对稳定, 所采集气体均未达到报警上限。

4 结论

本文讨论了基于 6LoWPAN 技术了气环境监控系统, 完成了整套系统的整体设计, 在底层成功移植了 Contiki 操作系统进行数据传输, 实现了一个 6LoWPAN 星型网络。采用虚拟仪器技术开发了上位机监控软件, 实现了对大气中 PM2.5、PM10、SO₂、NH₃、H₂S 浓度的测量, 并能将大气信息进行实时采集与传输并进行存储。经过实际应用证明, 数据传输准确、稳定, 具有良好的应用前景和实际意义。

本设计为甘肃省自然科学基金支持的重点科技项目, 目前已进入推广阶段, 效果良好, 适宜大规模推广应用。

参考文献:

[1] 盛李立. 基于 Contiki 操作系统的无线传感器网络节点的设计与实现 [D]. 武汉: 武汉工程大学, 2012.

[2] 张 莹, 吴德伦, 陈山枝. 基于 IEEE802. 15.4 的嵌入式 IPv6 技术 [J]. 现代电信科技, 2006, (5): 35-39.

[3] 高 倩. 深入浅出讨论 6LowPan 技术 [J]. 网络与信息, 2007 (6): 44-45.

[4] Kushalnagar N, Montenegro G. 6lowpan : Overview, Assumptions, Problem Statement and goals. [EB/OL] draft - ietf - 6lowpan - problem - 05. txt, 2006.

[5] 侯庆志, 熊继军. 嵌入式传感器节点设计及其应用 [J]. 中国新通信, 2014 (8): 80-81.