

压电贾卡经编机控制系统核心技术研究

周国鹏

(武汉纺织大学 机械工程与自动化学院,湖北 武汉 430073)

摘要:详细阐述压电贾卡经编机控制系统核心组成部分的工作原理及基本结构,通过分析现有压电贾卡经编机控制系统中存在的问题,给出对应的解决方案,即改变控制系统中中继板的连接方式,由串行改为星型。实际的应用结果显示,文中提出的解决方案能够大幅度改善压电贾卡经编机现有设计中存在的问题,可以为此类设计提供思路与方法。

关键词:压电贾卡经编机;控制系统;经编CAD;中继板;花型设计

中图分类号:TS 183.3

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2019)03-0001-04

Study of Core Control Technology of Piezoelectric Jacquard Warp Knitting Machine

Zhou Guopeng

(School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei 430073, China)

Abstract:The working principle and basic structure of the core components of control system of piezoelectric Jacquard warp knitting machine are introduced in detail. The existed problems are analyzed, and the corresponding solution which is to change the link mode of the relay board in the control system from serial to star type is proposed. Based on the practical application results, it shows that the solution worked out in this paper can effectively tackle the existed problems in the design of piezoelectric jacquard warp knitting machine, which can provide some useful ideas and methods for such design.

Key words:Piezoelectric Jacquard Warp Knitting Machine; Control System; Warp Knitting CAD System; Relay Board; Pattern Design

随着社会的发展,人们对纺织品提出了更高要求,除了要求纺织品具备基本的物理特性外,还要求其花型、样式等具有更多特色,以满足不同消费者的个性需求。传统经编机因单纯地通过机械装置控制(花盘或链块等)来完成更换花型、花型循环等工作,所以导致更换花型麻烦、成本较高,难以适应快速生产,特别是当花型变换频繁时更降低了生产效率与弹性。随着电子技术的发展,压电贾卡经编技

术出现并被国内外纺织设备生产商应用,如德国卡尔·迈耶(Karl Mayer)公司的压电贾卡经编机。

压电贾卡经编技术的核心是控制系统,它要求系统工作可靠、稳定,能够适应长时间相对恶劣的工作环境,数据传输准确、快速、易于集成,可以和经编CAD软件配套工作。本文研究压电贾卡经编机控制系统的常见组成结构与核心技术,并针对现有技术中存在的问题提出对应的解决思路。

1 压电贾卡经编机控制系统工作原理与基本结构

1.1 工作原理

压电贾卡经编机是基于经编CAD软件而工作的,常见的工作流程如下^[1-3]:

a. 工艺师利用经编CAD,如武汉纺织大学开发的HZCAD系统和江南大学开发的WKCAD系统,将对应花型生成花型文件,一般不同经编CAD软件生成的花型文件格式不同,但基本都可以读取大部

基金项目:湖北省教育厅科学研究计划项目(B2015305);湖北省数字化纺织装备重点实验室开放课题资助(DTL2018010)。

作者简介:周国鹏(1974—),男,讲师,硕士。主要从事服装设备自动化方面的研究。

分格式的花型文件;

b. 利用软件将花型文件的内容转换为对应压电贾卡针的控制数据文件,即二进制文件,每位二进制数值对应一根压电贾卡针的运动状态,如 0 为向左偏,1 为向右偏;

c. 将生成的二进制文件导入经编机主控系统,通常为带触摸屏的工控机,再将此文件传递给贾卡主控板或贾卡主控系统;

d. 贾卡主控板根据采集到的经编机主轴位置信息,在合适时刻将对应控制数据传递给压电贾卡驱动板,驱动板根据收到的数据控制驱动压电贾卡针进行左右方向的偏移动作,从而可以实现不同花型的编织。

1.2 基本结构

从上述工作流程可以看出,压电贾卡经编机控制系统的主要工作就是接收数据、存储数据、传递数据、转换数据,因此,压电贾卡经编机控制系统的基本结构是为了完成上述工作而设计的,最常见的控制系统结构如图 1 所示。

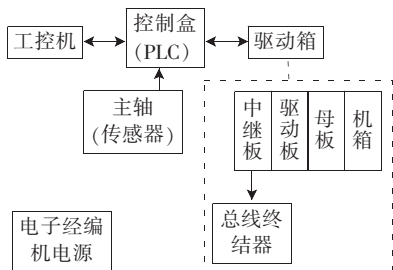


图 1 压电贾卡经编机控制系统结构框图

工控机主要是用于读取经编 CAD 文件并将其转换为二进制文件再传递给主控制器,以及提供测试与工作界面,也可以用于其他功能扩展。因需要的功能不多,所以基本上主流工控机都可以满足使用要求。

控制盒(主控制器)主要用于

接收工控机的数据并下传,以及采集经编机主轴位置信息,接收压电贾卡驱动控制反馈信息并上传,也可以用于控制经编机其他部分的配合工作(较少使用)。考虑到工作稳定性等问题,控制盒多采用 PLC 作为核心器件,选择时主要考虑可靠性问题,一般小型机就可以满足要求。同样,因所需的功能并不多,所以在满足可靠性的前提下,也可以不采用 PLC 而采用单片机,以降低硬件成本;还有一种方案是使用工业总线来完成类似的数据控制工作,但这种方案的成本相对较高,目前应用不是非常普及。

主轴传感器主要用于识别主轴的瞬时转动位置,可以根据实际控制精度的要求选择不同的传感器,常用工业用接近开关,也可以使用精度更高的传感器。

驱动箱一般包含中继板、驱动板、母板等,主要功能是接收由控制盒传递而来的二进制花型文件并将其分配到每个压电贾卡针的驱动单元,当得到进一步的控制信息后同时驱动所有压电贾卡工作,同时还有将本单元驱动板工作状态信息上传的功能,要求驱动箱不仅能够接收数据、上传数据,还要能够存储数据、分配数据,可采用的结构一般有两种,如图 2 所示。从精简系统结构的目的出发,常用的驱动箱一般采用中继板+驱动板的形式,而不是单独一块驱动板。中继板和驱动板一般都采用单片机作为控制核心,因为要完成的工作并不复杂,所以通常 8 位机就可以满足要求。一个完整的电子经编系统根据使用的压电贾卡针数的不同,使用的驱动箱数量也不同,但并不是每个驱动箱都与控制盒直接通信,而是由第一驱动箱中的中继板通过 RS422 接口或类似接

口进行连接,而不同驱动箱之间通过中继板进行一对一连接,所有驱动箱中的中继板可以看成是串联在一起的,所以每块中继板都有两个通信口,最后连接的中继板往往会连接总线终结器以实现总线阻抗匹配并终结总线通信。母板实际上是一块用来插接中继板和驱动板的电路板,上面的主要走线为电源线和通信信号线,并有与中继板和驱动板数量相同的接插头用以插接中继板和驱动板^[4-5]。

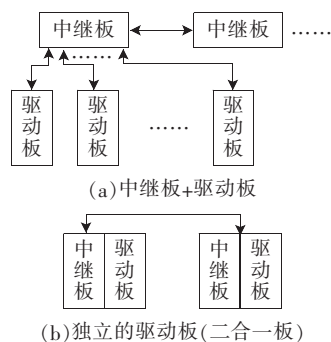


图 2 驱动箱主要结构类型

驱动板是整个系统的核心,是直接用来驱动压电贾卡梳的电路板,其主要结构是一个串转并电路和一个低压转高压电路,也可以使用中央处理器来完成串转并工作。驱动板中的串转并电路主要用来将从中继板接收到的串行驱动数据转换为并行输出格式,并行输出的数据位可以根据实际使用情况在 24~64 之间进行选择。低压转高压电路主要用于实现用控制数据驱动压电贾卡梳的工作,因为控制数据信号通常为 0 或 5 V,而压电贾卡针的工作电压通常为 90 V 以上,所以无法直接用控制数据信号作为高电平(如 90 V)的开关信号。为了隔离低电压电路与高电压电路,驱动板通常使用光电耦合器来连接高压、低压电路。驱动板的结构简图如图 3 所示。

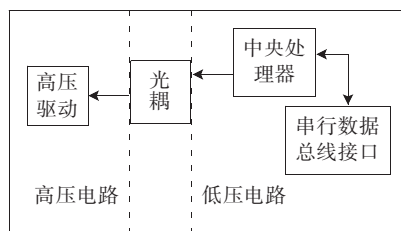


图3 驱动板结构简图

因为经编机使用的电源种类较多,而且要求不同,所以一般会设计专用的经编机电源来保障工作。在上述经编机系统中,通常有4种不同的电源需求:工业计算机使用220 V交流电,PLC使用24 V直流电源,所有中继板与驱动板控制电路使用5 V直流电源和用于驱动压电贾卡针的90 V直流电源。其中220 V交流电可以直接从工厂供电设备中经分压得到,关键要注意电源不能波动太剧烈,相对稳定就可以满足使用要求;24 V直流电和5 V直流电主要用于满足电平要求,小功率电源就可以支持;90 V直流电因为要驱动所有压电贾卡针工作,所以对功率会有一定要求,而且为了保证产品质量,电平必须稳定、可靠。

2 现有压电贾卡经编机控制系统存在问题

如前所述,现有压电贾卡经编机的控制系统已经很完善,而且对应的产品也大量地应用于新机器或者改机,但是这套控制系统是十年前的设计方案,随着实际应用的增加,如今看来还有很多可以优化的地方。

压电贾卡经编机控制系统的工作并不复杂,简单来说就是数据变换、数据传输、高压驱动,而用户最关心的是寿命、维护和可靠性3个要素,对于这3个要素,上述方案中存在如下问题^[6-8]:

a. 下载数据的时间相对较长;

b. 驱动板发热量大,压电贾卡针的寿命短;

c. 所有的中继板接成串行链状,一旦其中某块中继板出现故障,其后连接的中继板都无法正常工作;

d. 现有设计中,系统工作时通常只保存一组花型设计数据,如果需要更换花型就需要重新下载数据,系统弹性差;

e. 驱动板价格较贵,但是现有设计并不方便进行维护修理,一旦出现故障就只能更换整板;

f. 因为驱动端是串行链状连接,导致驱动动作存在一定时差。

上述问题虽然并不影响现有压电贾卡经编机控制系统的工作,但是如果能够解决它们,对于提高该系统的工作效率以及完善系统的功能还是非常有帮助的。

3 解决方案

3.1 下载数据时间相对较长

造成下载数据时间相对较长的原因主要有两个:一方面是现有花型数据相对较大,导致数据传输时间较长;另一方面是现有数据传输方式是链式串行传输,经过多次中转,数据不是一次传输到位,因此延长了数据传送时间。

针对第一个原因,可以通过压缩花型数据来解决。但是,一方面需要上位机具备特定的数据压缩软件,虽然常规压缩软件也能部分胜任这个工作,但是专门设计的压缩软件可以更好地解决这个问题;另一方面,需要下位机具备解压缩能力,第一级下位机不是非常适合使用PLC,而更适合使用单片机,也可以使用专门的硬件解压技术。因为这个问题的解决方案需要新的软、硬件设计,所以解决起来略显麻烦,但是随着电子技术的发展,应用新的硬件解压缩应该可以

解决。

针对第二个原因,可以通过改变传输方式来解决,具体措施如下。

a. 采用高速USB接口进行数据传输;如USB3.0的最大传输带宽高达5.0 Gbps(640 MB/s),理论上只需几秒就可以完成所有数据的下传任务,但一方面要求上位机具备USB3.0接口(一般都能满足),另一方面要求重新设计下位机,因为一般的下位机都无法满足这个传输速率,同时因为PLC的结构限制,难以具备这个数据传输率,按照传统设计方案就无法再使用PLC作为主控设备。

b. 考虑到控制盒(主控设备)对花型数据只具备接收和下传功能,并没有对数据进行处理,所以可以将花型数据直接传送到第一级驱动箱的中继板,从而减少一次数据传输时间,事实上,如果不考虑控制盒对机器整体的控制功能,完全可以在系统中使用强化的第一级驱动箱中继板来替代原方案中的PLC控制器,既能简化系统结构,又能减少数据传输时间。

c. 改变驱动端的串行链式数据传输结构,将数据在控制盒或上述强化的第一级驱动箱中继板中先行处理,分解为对应的驱动板数据后尽可能以并行方式进行数据传输,而不是整体数据串行传输,以现有技术实现64位并口对应64块驱动板进行并行数据传输是没有难度的。

3.2 驱动板发热量大且压电贾卡针寿命短

造成驱动板发热量大且压电贾卡针寿命短的原因主要有两个:一方面,驱动板设计不合理,没有充分考虑电路板散热问题,同时传统的驱动板多采用分立的三极管

或电阻分压法来驱动经编机压电贾卡提花装置运动,因电阻或三极管的体积与数量均比较大,而且发热量大,导致整体结构发热量大;另一方面,传统驱动板都是利用正负极转换来控制压电陶瓷的运动,在转换过程中并没有有效的放电过程,由于缺乏有效的电荷释放通道,不但会降低转换速度,而且会大大降低压电陶瓷晶片的寿命。

针对第一个原因,可以通过以下方式进行改善:改变驱动板驱动器件,用集成器件代替分立三极管或电阻分压,如采用 HV507PG;因压电贾卡驱动电压越高,左右偏移力度越大,压电贾卡提花动作就越可靠,但电压越高,电路发热量越大,压电贾卡上的压电陶瓷晶片寿命越短,所以需要找出一个可以满足要求的且相对较低的驱动电压,或者改进电路,减小直接加在压电贾卡上的驱动电压,如将单电源驱动改为双电源驱动;优化驱动板电路布局,进行电路热效应设计,并尽量采用低功耗器件以降低电路发热;给每个压电陶瓷晶片增补一个反向电流泄放通路,提高压电贾卡泄放反向电流的速度,进而为提高压电贾卡的工作速率提供契机,但是会使驱动电路设计更加复杂,增加系统成本。

3.3 中继板问题

驱动板的数量较多,可以达到100多块,分布在多个驱动箱内,传统的设计采用串行链状连接方式,数据以串行方式进行传输,所以单块中继板会影响到后续电路的正常工作。

通过改变中继板的连接方式,在系统中强化第一级驱动中继板并以其为核心,其他中继板采用星型连接方式接入第一级驱动中继板,或者将控制盒中的 PLC 更换为

一个 32 位单片机,进而以其作为星型连接的核心,从而避开串行连接导致的隐患。

3.4 更换花型问题

现有设计系统如果需要更换花型就需要重新下载数据,这主要是由简化软件设计、降低软件设计难度、减小存储器件的容量、降低电路成本造成的。

这个问题可以通过重新设计中继板软件和上位机软件来解决,在中继板方面可以划分驱动数据保存空间,设置数据选择入口;在上位机方面可以进行不同组数据下传并实现对不同组驱动数据的选择;此外,随着电子技术的发展,存储器的容量不断增加,而成本不断下降,给这个问题的解决提供了物质基础。

3.5 驱动板

相对于其他电子电路,压电贾卡驱动板的生产量较小,因此总成本较高。这个问题可以通过模块化电路设计来部分解决,也就是将电路设计为多个可方便更换的工作模块,通过非焊接的方式连接到一起或者易拆卸的方式连接在一起,这样可以降低电路板的维护成本,但会适当增加电路成本。

3.6 驱动端

压电贾卡工作时最好能同步工作,但是因为各驱动板之间是采用串行链状连接的,驱动指令不是同步到达,虽然目前来看尚能适应需要,但如果希望进一步提高压电贾卡的工作速率就必然会遇到这个问题。这个问题可以通过改变中继板的连接方式来改善,通过采用阻抗补偿,基本可以实现每块驱动板都同步工作,当然这种连接方式的改变也需要对中继板或控制盒软件进行重新设计才能满足要求,工作示意图如图 4 所示。

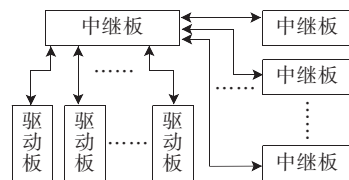


图 4 星型连接中继板示意图

4 结束语

综上所述,现有的压电贾卡核心设计基本能够满足目前的工作需要,但是依然存在很多可以改善的地方,本文通过分析现有压电贾卡控制部分的工作原理与结构,进一步分析存在问题及产生原因,并有针对性地提出了相应的解决方案。有些解决方案已经通过实践检验可行,还有一些设计有待实物测试,希望本文研究为后续设计工作提供思路。

参考文献

- [1]江建君,蒋高明,夏凤林.经编压电贾卡系统工作原理探讨[J].针织工业,2009(3):23-25.
- [2]张琦,蒋高明,夏凤林.经编机数控系统关键技术及其发展[J].纺织导报,2013(4):77-80.
- [3]程龙,蒋高明.RSJ4/2F 型贾卡经编机提花原理及其工艺设计[J].针织工业,2014(10):15-18.
- [4]孙嘉良.压电贾卡梳控制驱动系统:中国,201110033921.4[P].2012-12-05.
- [5]孙嘉良.一种电子贾卡经编机:中国,201120034022.1[P].2011-11-02.
- [6]重庆胜普昂凯科技有限公司.一种控制经编机压电贾卡提花装置运动的驱动电路板:中国,201220335953.X[P].2013-01-30.
- [7]福建宏宇电子科技有限公司.一种用于压电陶瓷贾卡梳的双电源双向驱动电路:中国,201610520697.4[P].2018-05-22.
- [8]李开霞,叶晓东,花加丽.基于 ATmega128 单片机的压电式贾卡控制系统设计[J].现代电子技术,2009(17):211-214.

收稿日期 2018 年 8 月 8 日