

doi: 10.7690/bgzdh.2014.02.023

基于通用缝制设备控制平台的 430F 套结机控制系统开发

赵毅忠, 陈志锦, 祝本明

(中国兵器工业第五八研究所数控产品事业部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为快速推出成熟可靠的缝制机电控产品并节约开发成本, 综合应用 ARM、DSP 和 FPGA 等嵌入式技术, 开发一种基于嵌入式 ARM 主机和 DSP+FPGA 从机的通用缝制设备控制平台。在此平台基础上, 开发了 430F 套结机控制系统。应用结果表明: 该控制平台具有通用性好、开放性高、控制精度高、速度快、操作方便、成本低等优点。3 mm 针距时最高加工速度达到 3 200 针/min。

关键词: ARM; DSP; FPGA; 套结机控制系统; 通用缝制设备控制平台

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

430F Bartacker Sewing Machine Control System Development Based on General Sewing Equipment Control Platform

Zhao Yizhong, Chen Zhijin, Zhu Benming

(Department of CNC Products, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: As the quick launch of the mature and reliable sewing machine control product, saving the development cost. Use ARM, DSP and FPGA embedded technology, development a general sewing equipment control platform based on embedded ARM and DSP+FPGA. Base on this platform to develop the 430F bartacker sewing machine control system. Result shows that he platform is versatility well, open well, control accuracy, high speed, feature rich, operation convenient, running is stable and low cost, etc. The highest processing speed is 3 200 rmp/min when the needle distance is 3 mm.

Keywords: ARM; DSP; FPGA; bartacker sewing machine control system; general sewing equipment development platform

0 引言

430F 型套结机是日本兄弟公司推出的高速电子套结缝纫机, 具有加工速度快(最高可达 3 200 针/min)、剪线稳定、噪音低和机械结构稳定简单等优点。在该机型的机械平台上开发出具有相当指标的控制平台, 能在一定程度上反映出该控制平台相关技术与世界领先水平的差距。基于此, 笔者综合应用 ARM、DSP 和 FPGA 等嵌入式技术, 结合多年从事缝制设备控制系统开发的技术资源, 开发出基于嵌入式 ARM 主机和 DSP+FPGA 从机的通用缝制设备控制平台。

1 套结机工作原理分析

套结机的工作原理和其他缝纫机基本一致, 都是主轴电机带动机针上下运动, 电机旋转一圈, 带动机针缝纫一针; X(左右)轴、Y(前后)轴电机带动压布框前后移动, 实现定位; X、Y 轴电机运动受主轴电机编码器反馈信号控制, 只允许机针在布料上方时才能动作, 以保证送料与缝纫的同步关系。

套结机运动关系算法^[1]如图 1。

以针孔中心点为坐标原点 $O(0,0)$ 、压板水平框

为 X 轴、压板垂直框为 Y 轴建立坐标系, 有如下运动方程成立:

$$\begin{cases} y_2 = y_1 + \frac{(L_1 - y_1) - \sqrt{L_2^2 + \tan^2 \theta [L_2^2 - (L_1 - y_1)^2]}}{1 + \tan^2 \theta} \\ y_2' = y_1' + \frac{(L_1 - y_1') - \sqrt{L_2^2 + \tan^2 \theta' [L_2^2 - (L_1 - y_1')^2]}}{1 + \tan^2 \theta'} \\ x_2 = \tan \theta (y_2 - y_1) \\ x_2' = \tan \theta' (y_2' - y_1') \\ \varphi = \arcsin x_2 / L_2 \\ \varphi' = \arcsin x_2' / L_2 \\ \theta_x = (\varphi' - \varphi) / K \\ y_1 = y + \sqrt{L_1^2 - x^2} \\ y_1' = y' + \sqrt{L_1^2 - x'^2} \\ \theta = \arcsin x / L_1 \\ \theta' = \arcsin x' / L_1 \\ \theta_y = (y_1' - y_1) / r \end{cases}$$

由以上公式可知: 用户坐标 (x,y) 和 (x',y') 得到 $x、y$ 方向驱动步进电机的转动角度坐标 (θ_x, θ_y) 。最

收稿日期: 2013-08-12; 修回日期: 2013-10-11

基金项目: 国家科技支撑计划资助(2011BAF12B03)

作者简介: 赵毅忠(1972—), 男, 四川人, 高级工程师, 从事数控技术研究。

后根据步进电机步距角、细分数转化为步进电机的脉冲数。

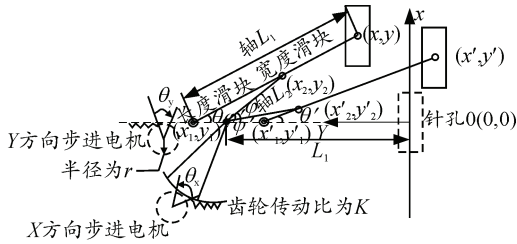


图 1 送布机构原理

套结机的压脚步进电机带动压脚上下运动，实现压布、松布功能，同时该电机还实现剪线功能。该电机主要工作流程如图 2。

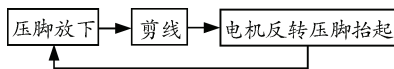


图 2 压脚、剪线控制流程

启动加工前，压脚在抬起位置，按启动踏板后，压脚电机旋转带动压脚放下，开始自动缝制套结，套结完成后，压脚电机继续向前旋转一定角度，使剪线滚轴插入剪线凸轮，此时剪线凸轮在主轴带动下完成剪线。剪线完成后压脚电机反转带动剪线滚轴退出剪线凸轮，并抬起压脚。

套结机的缝制数据是由用户根据需求通过参数生成的，主要包括形状和缩放比例。系统根据这些参数自动生成缝纫数据。运动控制卡将缝纫数据转换成具体的控制指令，控制各轴电机运动，以及 I/O 辅助控制。

2 控制系统

控制系统平台选用中国兵器工业第五八研究所开发的通用缝制设备控制平台，该平台软、硬件设计都采用模块化的设计理念，可覆盖 2~5 轴的各种缝制设备控制需求。由于使用开放式、模块化设计，极大地方便了产品的开发、生产、维护，为快速响应市场，高速、高效推出稳定可靠的缝制设备控制产品打下了基础^[2]。

2.1 硬件总体结构

硬件由 4 大模块组成：1) 控制模块；2) 电源模块；3) 步进驱动器；4) 触摸显示屏。

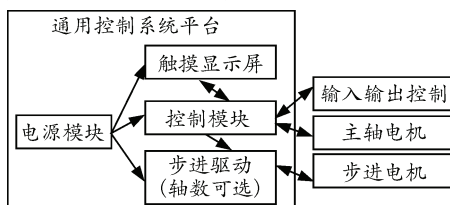


图 3 系统总体结构

控制模块包括：嵌入式 ARM9 工业控制计算机、

彩色触摸液晶屏、运动控制、输入输出信号接口。

电源模块输出 5 V, 12 V, 24 V, 32 V, 65 V 多组电源，为控制模块、主轴驱动、进给轴驱动提供电源。

步进驱动模块按单轴提供，可根据需求任意增减。系统总体结构如图 3。

2.2 运动控制模块

运动控制模块包含运动控制部分和主轴交流伺服电机控制部分。

运动控制部分^[3]以 TI 公司的 16 位 DSP 芯片 TMS320LF2407A 和 ACTEL 公司的 A3P400 FPGA 芯片为核心，DSP 芯片作为控制处理器，基于 FPGA 芯片，应用 ASIC 设计技术，研发了专用大规模集成电路，构成了运动控制单元，实现 1 个主轴、5 个进给轴的运动控制。预留多路 I/O 处理接口包括 20 个输入和 5 个大功率驱动输出；FRAM 能实时动态存储系统的运行状态信息；通过 RS232 通信与触摸显示屏交换数据信息。

主轴交流伺服电机控制部分采用 TI 公司的 32 位 DSP 芯片 TMS320F2806 处理器。

2.3 触摸显示屏

触摸显示屏以嵌入式处理器 ARM9 为核心，TFT LCD 液晶显示屏分辨率 640×480、256k Color，4 线电阻式触摸屏控制。提供 USB 数据存储接口，与运动控制部分通过 RS232 通讯口实时数据交换。

2.4 步进驱动

430F 套结机常用的缝纫针距范围是 2~5 mm，最高速度可达 3 200 针/min。由于步进驱动采用了闭环控制，所以步进电机既保持了跟随性能好和响应快的优点，还解决了不丢走的问题，为最高加工速度的实现提供了有力保证。

3 系统软件设计

系统软件分为上位机 (ARM 主板) 和下位机 (运动控制) 2 部分。原兄弟公司 430F 套结机采用数码管按键操作屏，随着目前液晶显示技术的高速发展，显然该方案已经落后。

如图 4，上下位机软件开发基于通用平台的模块化软件设计。模块化的软件设计大大提高了软件开发效率、减少了开发错误、降低了调试工作量。

上位机采用 WINCE 实时操作系统，使用通用平台的通讯模块、人机交互界面模块、参数管理、文件管理模块、缝制数据编制模块。开发出的图形界面友好、生动，用户操作直观方便。