

# 基于嵌入式 ARM 全自动横机的控制系统

吕建飞, 傅建中

(浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027)

**摘要** 介绍了电脑横机的工作原理及编织过程中对横机各部件的动作要求, 提出采用 32 位处理器 ARM 和群组单片机作为嵌入式全自动横机的主控制和从控制, 通过并行数据总线和地址总线使主控和从控达到协调配合, 实现嵌入式全自动横机的控制, 对所研究的全自动横机控制系统的核心技术予以分析和阐述。

**关键词** ARM 处理器; 嵌入式; 单片机; 并行总线; 电脑横机

中图分类号: TS 183.42 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)06-0101-03

## Study on the control system of the automatic flat knitting machine based on embedded ARM

LÜ Jian-fei, FU Jian-zhong

(Institute of Contemporary Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China)

**Abstract** This paper discussed the working principle of the flat knitting machine and the operational requirements of each component during knitting. A 32-bit ARM microprocessor and groups of MCU were suggested as the main control unit and hypotaxis control respectively, and the coordinated working of them were effected by the parallel data bus and address bus, thereby realizing fully automatic control of the knitting machine. The key technologies of the auto knitting machine control system under development were presented.

**Key words** ARM processor; embedded; multi-MCU; parallel bus; computer aided control knitting machine

电脑横机是一种涉及到计算机、机械、电子、控制等诸多领域, 比较复杂的典型机电一体化产品<sup>[1]</sup>。近几年来, 电脑横机的需求不断增加, 传统的手摇横机以及其它一些针织机械已经无法满足需求。20 世纪 80 年代以来, 电脑横机得以广泛的发展, 从事电脑横机开发和生产的厂家不断推出系列产品, 如进口的有德国斯托尔公司的 CNCA 和 CMS 系列, 日本岛精公司的 SEC 系列, 德国环球公司的 MC 系列等, 国产的有张家港郁翔公司的 FS 系列, 南京天元公司的 TY 系列等<sup>[2]</sup>。当前国内大多针织公司使用进口电脑横机, 其价格昂贵, 维修困难, 而国产横机技术不成熟, 无法满足众多针织公司的需求。

传统的电脑横机大多采用通用 PC 机作为控制硬件载体, 往往无法满足横机控制对象的特定要求, 且实时数据和相应任务处理困难, 可靠性相对较差。随着微处理器和集成电路的发展, 嵌入式系统的应用领域越来越广, 嵌入式技术以其高集成度和高稳定性在工控领域有了一定的应用。本文讨论的嵌入式全自动横机, 可积极促进电脑横机的国产化<sup>[1]</sup>。

## 1 电脑横机的编织原理和功能要求

电脑横机的编织加工是一个较为复杂的过程。为实现平纹、罗纹、提花、绞花等各种组织和花型的编织, 横机的编织针及针板应实现相应的控制, 如实现编织针道、移圈针道、集圈针道等控制以及相应的摇床针板控制<sup>[3]</sup>。

本文研制的全自动电脑横机的机械本体是双针床、三针道、双系统结构。需要控制的部件包括 8 组选针器(每组 10 个选针线圈), 16 个导纱磁铁, 16 个多功能三角磁铁, 8 个密度电机, 机头伺服电机及编码器反馈, 针板步进电机及编码器反馈, 卷布罗拉步进电机, 以及相应电机的零位、限位检测和断纱、掉布、启停按钮等外围检测。

## 2 嵌入式全自动横机控制系统结构

为实现横机自动化编织, 需要较多的电机控制和开关量输入输出控制。采用主从控制方式, 由 32 位 ARM 处理器实现主控, 由一系列 8 位单片机实现底层终端控制, 主控和从控采用 8 位并行总线实现数据通讯, 其结构框架参见图 1。

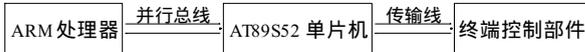


图 1 控制系统结构框架图

### 2.1 控制系统的功能模块

花型数据通过网络传送到嵌入式全自动横机控

制系统中,由主控( ARM) 负责中央控制,并有人机交互式的操作界面。由操作人员通过键盘发送执行指令,ARM 接收相应键盘指令后开始执行编织任务,并将选针数据、纱嘴动作等其它指令分别发送到相应单片机,单片机接收指令和数据,并完成相应的数据发送和任务执行,整个控制系统如图 2 所示。

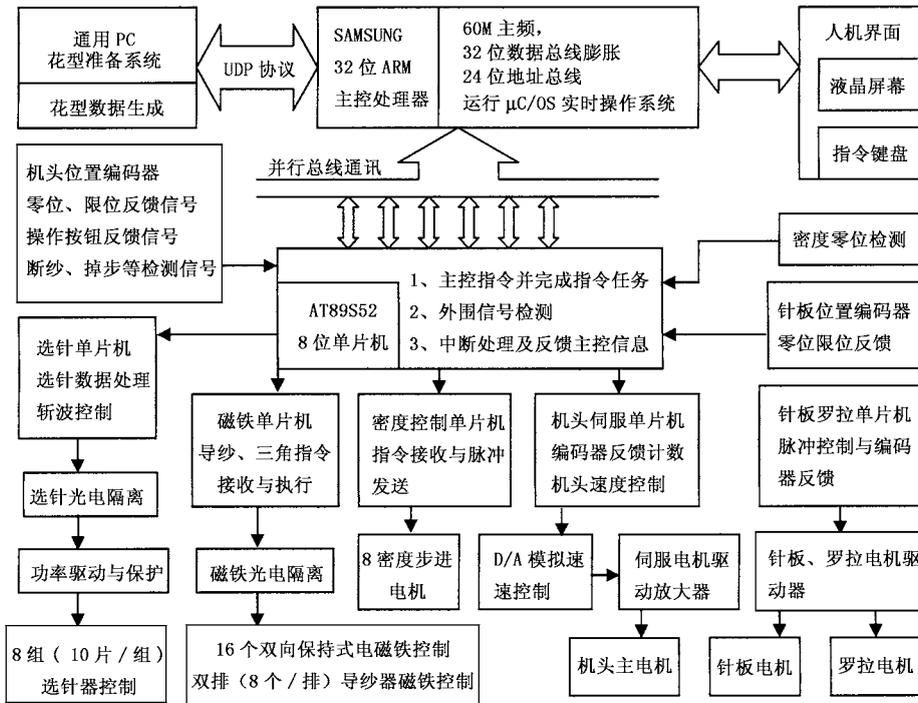


图 2 控制系统功能模块图

### 2.2 花型数据的产生与通讯传输

嵌入式全自动横机在通用 PC 下进行花型设计,并通过网络(UDP 协议)和横机控制系统进行数据通讯。

用手工编码和图形编辑分类的花型排版方式,对有规律的衣片组织,采用手工编辑,利用手工编辑行列循环的方式大大减少了花型设计工作量。对无规律的花型设计,采用图形界面,并可以载入在画图板下设计的位图文件,对衣片每针花型进行任意编辑,实现多功能针织服饰的花型设计。

设计好的花型通过程序查错和编译,转化成控制系统所需要的衣片加工代码,并保存于服务器默认的目录下。打开服务器,控制系统就可通过网络下载花型进行编织。

### 2.3 ARM 主控制器实现编织控制

从服务器下载的花型数据是一个文件,按照自定义的文件格式读取衣片的控制信息和花型选针数据。根据用户在键盘中输入的指令,执行相应任务,包括对选针控制参数的修改。修改好参数后,用户键入编织运行命令,横机进入编织状态,并通过操纵

杆控制横机编织、暂停、慢速、继续编织。

### 2.4 单片机群的数据指令接收和任务执行

嵌入式全自动横机采用主从控制方式,即由 32 位 ARM 处理器作为控制系统的主控中心,单片机负责接收 ARM 指令和数据,完成指令任务并反馈编织信息。嵌入式全自动横机采用多个单片机执行功能模块的终端任务。包括 4 个单片机控制前后双系统的 8 组选针器,1 个单片机控制双系统前后 8 个双向三角磁铁,1 个单片机控制 16 个导纱器,4 个单片机控制 8 个密度步进电机,1 个单片机控制针板步进电机和罗拉步进电机,1 个单片机对机头伺服电机进行模拟量速度控制。除选针单片机进行数据通讯外,其余均采用自定义的指令通讯方式,既减少数据通讯量,又实现模块化分工,提高系统的可靠性和可维护性。

## 3 嵌入式全自动横机控制系统的关键技术

### 3.1 选针器的斩波控制

选针器是嵌入式全自动横机的一个重要部件,由 1 个高频率的线圈控制(选针原理见图 3)。当电

磁线圈 1 中通入某方向电流时,产生的极性磁场与永久磁铁 2 产生的磁场相互作用,同性相斥,异性相吸,推拉结合,使选针器的选针头 3 绕轴 4 摆动,从而达到选针目的。

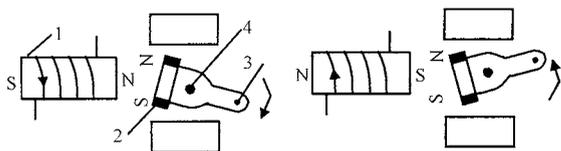


图3 电磁选针原理图

编织机头最快速度按  $1.2 \text{ m/s}$  进行计算。 $1200 \times (14/25.4) = 661$  (针),即机头每秒最快运行 661 针,采用 10 段选针器,按照  $1.2 \text{ m/s}$  的速度即每片选针器每秒最大动作次数为 66 次。再乘上一个安全可靠系数,选针器的频率必须达到每秒上百次。对选针器进行电流测试,选针器线圈电阻约  $50 \Omega$ ,通电电压为  $12 \text{ V}$ ,电流为  $0.24 \text{ A}$ ,当选针器线圈施加  $12 \text{ V}$  电压,即通以  $0.24 \text{ A}$  的电流时,选针器可靠的动作频率为  $150 \text{ Hz}$ ,可满足横机最快  $1.2 \text{ m/s}$  的运动要求。但实验显示,当持续通电  $30 \text{ s}$  后,选针线圈发热,继续通以同样的电流,几分钟后线圈温度继续升高并最终毁坏。

鉴于选针高频率和长期通电 2 种不同的状态,采用斩波控制,解决了上述的矛盾。选针线圈通电少于  $10 \text{ ms}$ ,直接持续通以  $0.24 \text{ A}$  的电流,选针单片机对每个选针线圈进行通电时间计数,当通电时间超过  $10 \text{ ms}$ ,立即开始采用  $5 \text{ kHz}$  的斩波频率进行斩波,由于只须保持住该选针刀片,通过控制电路板上的拨码开关设计可以改变斩波的占空比,选择合适的占空比解决高频率选针和长期通电发热的矛盾。

### 3.2 全闭环的机头位置控制

横机机头的运动是嵌入式全自动横机的主运动,机头运行的稳定性和位置准确性直接关系能否正常编织以及所编织衣片的质量。以往电脑横机多采用霍尔传感器检测针板前面的金属细齿条,由于机头运行速度较快,对传感器的灵敏度要求很高,并且传感器是外露的,灰尘和杂物又对传感器的采集信号进行干扰,横机编织的稳定性受到很大影响。

本文研制的嵌入式全自动横机在机头位置控制上采用齿条齿轮啮合的全闭环方式进行控制,将编

码器轴与齿轮轴通过联轴器连接,编码器和齿轮固定安装在机头上,齿条固定在横机床体,机头在横机床体运动中齿轮和齿条始终啮合,保证了横机机头和床身的相对位置。编码器的信号经过整形接入机头控制单片机的计数器,经过单片机的计数,得出当前机头位置(当前机头处于第几针),直接反馈给主控 ARM,ARM 根据当前机头位置进一步执行下一步指令和任务。

## 4 系统的可靠性与可维护性

本文采用主从控制方式,实现了各部件的模块化控制,采用 8 位并行数据总线和 6 位地址总线,开通了主控通讯的快速通道,主控可以快速发送数据和指令到终端单片机,终端单片机接收数据指令,完成任务并可以及时反馈到主控。

嵌入式全自动横机具有完善的检测系统,可以分析控制系统的工作状态和编织工作中遇到的一些故障。利用主控 ARM 和终端单片机丰富的中断资源,能实现开机系统自检报错,编织过程中对断纱、掉步、纱线粗节、两侧天线、断针、浮线、操纵杆的启慢停信号等进行实时检测,发现故障时作出分析并暂停编织,提示用户故障原因和解决方法,大大降低编织衣片的废品率。

## 5 结束语

嵌入式全自动横机是新一代的电脑横机,它不仅实现了电脑横机的功能,而且简化了电脑横机控制系统的结构。嵌入式全自动横机采用新的嵌入式技术,使用了多种外围芯片集于一体的 ARM 芯片,极大地提高了系统的可靠性和稳定性。嵌入式全自动横机将为提高针织设备自动化水平起到积极的推动作用。

### 参考文献:

- [1] 邹宗峰. 电脑横机控制系统的研制[D]:[硕士学位论文]. 上海:上海大学,2003.
- [2] 李彦永. 电脑针织横机控制数据的处理[D]:[硕士学位论文]. 上海:东华大学,2001.
- [3] 胡红. 新型横机构造与编织[M]. 北京:中国纺织出版社,1993.