

高速自动剪线平缝机的实时控制系统

张寅孩 张仲超

(浙江工程学院, 杭州, 310033) (浙江大学)

摘要: 介绍一种高速自动剪线平缝机微机实时控制系统。它用带高性能 PTS 中断内核的 16 位微处理器 196 MC 对平缝机的平缝、定缝、花样缝、倒缝、点动、抬压脚等功能实现全自动控制。

关键词: PTS 中断 196 MC 自动剪线平缝机

中图分类号: TS 941.5622 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)03-0112-02

纺织服装行业大量使用的平缝机过去多为滑差离合器马达驱动, 自动化程度差。近年来出现的能自动完成启动 - (升速) - (减速) - 自动剪线 - 自动停车等动作的国产高速平缝机, 采用变频调速, 大大提高了工效, 但其关键部件伺服控制箱一直主要从日本或台湾进口。国内多家机构从 20 世纪 90 年代初即开始该控制箱的研发, 并由浙江大学电气工程学院首先研制成功, 其技术难点主要在于: 1) 复杂实时逻辑信号的高速处理; 2) 机电动作的鲁棒性控制; 3) 精密快速的上/下针位置定位; 4) 方案的低成本化和高可靠性, 较高的性价比以便与国外同类产品展开竞争。

本文设计的伺服控制系统, 微处理器为 196 MC, 由脚踏控制器、电磁铁联动机构驱动器、工作模式输入器、工作状态显示器、主轴编码盘信号检出器、逆变器等组成见图 1。定位精度在额定转速 5 000 r/min, 停车时间小于 0.15 s 下不大于 $\pm 1.5^\circ$ 。

综合成本不到国外产品的 2/3, 成果的产业化表明了其经济效益巨大。

1 功能设计

系统待实现的功能取决于模式输入器设置的运行模式以及脚踏控制器发出的运行指令。

1.1 停机时的针位置及自动剪线功能

由输入器软件设定上/下位, 使用专用工具通过缝纫机头上轮的调节孔细微调整主轴编码盘的位置, 实现针位置的准确无误; 总电源启动或自动剪线后针处于上位, 不受输入器控制。自动剪线使能与否由输入器和硬开关共同决定, 两者为与关系, 当使能后, 可在一个工作流程结束(定缝、花样缝及倒缝)或脚踏后顶指令作用下激活动作。

1.2 平缝、定缝及花样缝功能

平缝模式下, 只有在复位停车或后顶停车指令作用后, 才能实现停车; 定缝模式在设定针数完成后, 自动停车, 也可中途复位或后顶停车; 花样缝适合缝制商标等用途, 是定缝的一种特殊模式。诸模式由输入器事先设定。

1.3 组合加固缝和单独加固缝功能

把平缝、定缝及花样缝模式组合, 可完成针线头尾分别加固或共同加固, 也能设置成单独加固缝功能, 两者为非关系, 由模式输入器事先设定。

1.4 自动抬压脚和点动补针功能

在自动剪线或花样缝一个定针动作结束后, 布压脚自动抬起, 可降低劳动强度, 提高工效, 该功能不受模式输入器控制。点动补针功能在停车状态下, 由点动按钮或脚踏控制器实现, 动作角 $10^\circ \sim 360^\circ$, 点动频率固定为 9 Hz。在运行状态下, 点动按钮复用作倒缝按钮。

1.5 故障状态指示和掉电数据保存等附属功能

当出现电网欠压、逆变器过载、电机无法启动或负载过重、控制板通讯或编码盘信号检出故障、机械

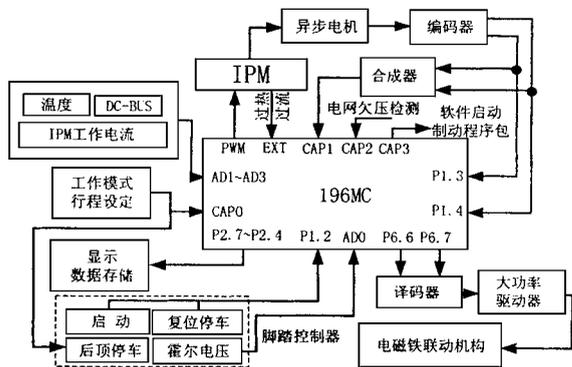


图 1 高速自动剪线平缝机微机控制系统集成

系统的核心: 1) 用 MCU 内置的外设事务服务器 PTS^[1] (Peripheral Transaction Server) 处理高速实时信号; 2) 用模糊控制技术实现基于 bang-bang 控制思想的无速度传感器低成本高鲁棒性精密快速定位^[2], 采用一种“用于高速运动机件点对点快速精确定位器的数控装置”^[3], 新的技术使系统经济实用可靠,

卡死或手和杂物卷入时卡死等情况,系统进入锁定保护状态,确保安全。当掉电或关机时,运行模式和工作数据经虚拟的串行 I²C 总线转存至非易失性 E²PROM。

2 硬件构成

微机控制系统集成见图1,大体分6个部分:1) 处理器送出 PWM 脉冲驱动富士公司 R 系列 IPM 逆变模块 6MBP20RY060,直流侧最大电压 450 V,最大电流 20 A,逆变频率 5 kHz,IPM 的过流、过热保护复用一条检测线反馈至 MCU 的 EXT 中断口,可屏蔽级别最高,上述所有信号通过光耦隔离传递。2) 主轴上安装的二分辨率光电编码盘分内外两层,对应于检测上/下针位置,通过脉冲合成器合成为四分辨率,由端口 CAP1 捕获,合成器的作用:以较高精度测算 360° 为一个度量单位的已缝针数;提高停车定位的快速性。输入口 P1.3、P1.4 则对具体针位置进行检测。3) 脚踏控制器输出启动、复位停车、后顶停车、抬压脚等运行指令以及升降速变频调速电压信号。后顶停车为强制性停车信号,归入 CAP0 捕获口中断响应,变频电压由 Allegro 公司生产的三端线性电压非接触式霍尔传感器 UGN3503UA 产生。4) 显示器指示工作状态和行程设置,由 P2.5~P2.4 口输出数据,74HC164 静态驱动。5) P6.7~P6.6 输出译码后驱动大功率电磁铁联动机构工作,实现倒缝、剪剥线、抬压脚等动作。6) 4 个 A/D 口分别用作变频电压转换、检测电磁铁组供电变压器温度、预采样 IPM 工作电流及监控直流母线电压以保证足够的转矩输出或提供合适的停车制动电流。

3 软件设计

软件设计的关键:一是生成定缝模式下,以足够短的时间完成规定行程且针位置准确定位的模糊控制曲线,其经大量实验以内存表格形式生成,满足了实时性要求;另一是合理协调现场多个复杂 EPA (Event Processor Array) 事件的中断时序。整个软件运行状态由监视程序器监测。

系统 EPA 中断源包括:1) 键盘和后顶停车响应 CAP0 捕获中断;2) 主轴编码盘信号检出 CAP1 捕获中断;3) 电网欠压 CAP2 捕获中断;4) A/D 转换响应比较中断;5) PWM 波形发生器中断;6) IPM 逆变模块保护中断 EXT、INT;7) 机电保护中断。196MC 独

有的 PTS 中断技术是高效有序处理多重 EPA 中断的核心解决方案,特别适于高速自动剪线平缝机伺服控制系统。PTS 技术实质是一种并行于主程序流、能独立运行的微代码硬件中断处理器,并在初始化程序中激活。系统软件的主要流程见图2。

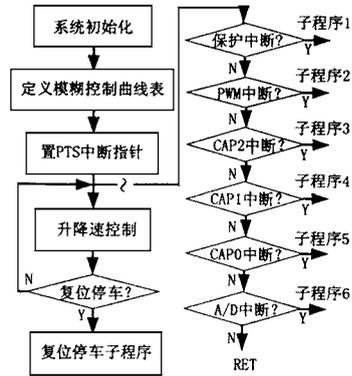


图2 系统软件主要流程

4 系统的电磁干扰(EMI)问题

除了在电源进线施加线路滤波器外,EMI 问题主要表现为停车制动时,主轴编码盘脉冲信号出现边缘振荡导致的停车针位误差较大,以及大功率电磁铁组动作时引起的软件运行紊乱或死机。前者通过 PTS 滤波程序可以有效防止^[2],后者则不能单纯依靠监视程序器(WDT)来捕捉“跑飞”的程序或在电磁铁触点上并接 RC 吸收电路来解决,它不是根本上可靠的方法。

系统中单个电磁铁的工作电压 48 V,工作电流 5 A,同一时刻至多 2 个电磁铁共同工作,电强度等级相对较高,为简化电路,MCU 的输出驱动信号不用光耦隔离,采取了严格的控制回路与输出回路单点共地的接地方式^[4],两回路无共阻地,使退耦电路大大简化。实际系统无 RC 吸收支路,辅以监视程序器,在恶劣环境下工作仍十分可靠。

参 考 文 献

- 1 孙涵芳. Intel 16 位单片机. 北京:北京航空航天大学出版社,2000 (5):215~221.
- 2 张寅孩. 无速度传感器异步电机变频调速与位置伺服控制技术研究. 浙江大学博士学位论文,2003(5):48~59.
- 3 张寅孩等. 国家发明专利,受理号:03115717.3,2003.
- 4 White, D. R. J. Electromagnetic Interference and Compatibility. Vol. 3 (EMI Control Methods and Techniques), 1973(5):434~441.