

# 基于CAN总线的电脑横机机头控制器的开发

张弛,张成俊,吴晓光

(武汉纺织大学 机械与自动化学院,湖北 武汉 430073)

**摘要:**介绍一种电脑横机控制系统机头控制器的设计方案。该方案以F040高性能单片机为核心,通过CAN总线与上位机通讯,完成对电脑横机机头执行元件的控制。机头控制器由核心板、电动机驱动板、选针器与电磁铁驱动板和电源底板几个部分组成,分别介绍了各部分的功能及电气原理。该方案结构简单,维护方便,数据传输量少,可应用于CAN总线传送方式的电脑横机的控制系统。

**关键词:**电脑横机;CAN总线;机头控制器;F040单片机;核心板

**中图分类号:**TS 183.4+2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1000-4033(2012)11-0018-04

由于横机的工作特点是机头在主伺服的带动下做往复运动完成编织,这就要求主机与从机之间除电源线外,连接线尽量少,便于安装与运行。正是由于这样的特点,利用计算机的ISA、PCI总线实现主机直接控制伺服与机头执行装置的方案<sup>[1-3]</sup>在此处不太合适。而若将机头上控制器部分拆除,只保留输入与输出点(IO点)的接线,则将导致主控制器与机头连线过多,给安装与运行带来不便。所以目前主流的横机控制器还是采用主、从两级结构,主机完成人机交互、数据转换、伺服电动机控制等功能;从机直接安装于机头,完成驱动执行元件的功能。

常用的主从两线通讯方式有RS232、RS485、CAN总线、光纤通讯等方式。RS232和RS485通讯速度较低,抗干扰能力差,一般不采用。光纤通讯速度快(100 Mb/s),常应用于多轴数控机床系统中,成本较

高。CAN总线速度可达1 Mb/s,通讯稳定,当主机与从机之间数据传输量少,实时控制要求不严格时,可满足横机控制系统要求。

本文分析并给出一个由F040单片机为核心的机头控制系统设计方案,利用CAN总线与主机进行数据交换。本方案设计的主、从机通讯协议数据传输量为24 Byte/针,数据传送时间约为0.3 ms,完全可以满足现有横机双系统控制器的控制要求。本方案利用通用器件完成横机机头上的工作电磁铁、选针器与步进电动机控制,提高了机头

控制器的性价比。为电脑横机控制系统的设计与实施提供一种可靠的设计依据。

## 1 电脑横机机头控制器设计要求

电脑横机机头上的执行元件数量较多,按被控对象的类型可分为两大类:电动机类和电磁铁类。电动机类包括:度目步进电动机、沉降片步进电动机。电磁铁类包括:三角电磁铁(挺针、翻针三角、接针压片、集圈、吊目压片),选针器电磁铁与导纱器(选线器纱嘴)电磁铁<sup>[1-3]</sup>。以双系统电脑横机机头为例,驱动IO点个数如表1所示。

表1 双系统电脑横机机头IO点说明

| 名称     | 个数/个 | 说明                |
|--------|------|-------------------|
| 度目电动机  | 8    | 驱动电流1.5 A,两相四拍电动机 |
| 沉降片电动机 | 2    | 驱动电流1.5 A,两相四拍电动机 |
| 三角电磁铁  | 16   | 每个系统前、后板各4个       |
| 导纱器电磁铁 | 16   | 每个系统8个,双系统共16个    |
| 选针器    | 8    | 每个选针器8个电磁铁        |
| 零位传感器  | 10   | 每个步进电动机一个         |
| 其他报警信号 | 4    | 撞针、破洞等检测          |

**基金项目:**湖北省创新群体项目(针织服装机器装备的数字化关键技术研究,2007CDA013)。

**作者简介:**张弛(1979—),男,副教授,硕士。主要从事机电一体化和纺织装备数字化制造方面的研究工作。

根据设计花型的要求,机头在针床上每移动一个针距,选针器、工作电磁铁、选线电磁铁的驱动数据都要进行刷新。机头的最大移动线速度一般在 1.2~1.4 m/s,以机号为 12 针/25.4 mm 的横机为例,移动一针的最短时间为 1.5 ms。本设计中利用 CAN 总线传输一针控制数据,时间约为 0.3 ms,完全可以满足机头控制要求。

## 2 整体方案设计

一般机头控制器是由底板和各功能板组成的一个多板结构。底板完成机头执行元件的接拆,各功能板通过卡槽系与底板相连。当某功能板发生故障时,只需更换相应的模块。当需要扩展时,只需换上需要扩展的功能板卡即可。本方案选用性价比高,指令执行速度快,并自带 CAN 总线协议处理器的 F040 单片机为核心处理器。机头控制器由核心板、功能板(包括电动机驱动板、选针器、工作电磁铁驱动板)和电源底板几个部分组成。核心板包括单片机、CAN 收发模块,传感器信号检测模块按 32 路输入设计;电磁铁驱动按每个驱动板 32 路输出设计;选针器驱动板按每个驱动板 32 路驱动;电动机驱动板按每块驱动 10 个步进电动机设计。整个系统的逻辑结构示意图如图 1 所示。

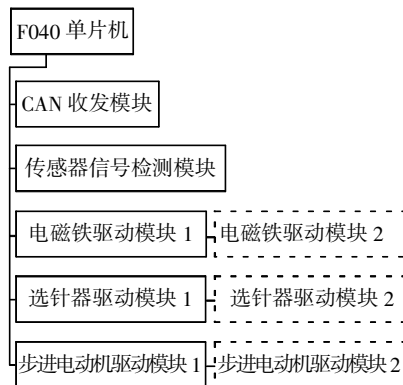


图 1 机头控制器系统结构图

根据表 1 的 IO 点要求,双系

统机头需要核心板、电磁铁驱动板、选针器驱动板、步进电动机驱动板、IO 底板各一块。当扩展为 3 系统或 4 系统机头控制器时,只需更换 IO 底板和增加电磁铁驱动板、选针器驱动板和步进电动机驱动板的数量即可。图 1 中虚线框部分表示可扩展的模块。

## 3 核心板设计

核心板上通过 F040 单片机完成 CAN 总线通讯、协议解析、信号采集、IO 扩展等工作。由于 IO 板独立设计,所以核心板上的 IO 总线接口要能快速高效地访问所有 IO 结点,并预留出扩展的空间。核心板的设计主要包括 3 个模块。

### 3.1 CAN 通讯模块

CAN 总线收发器采用 A82C51 (U2), 利用 6N137 光耦对 (U3、U4) 实现光电隔离。其中隔离电源由 B0505LS (U1) 提供,输入端 +5 V, 输

出端亦为 +5 V。CANH、CANL 为 CAN 总线接入端。如果是点对点连接请在两端加上 120  $\Omega$  匹配电阻。CANRXD 和 CANTXD 与 F040 单片机的 CANRX 和 CANTX 分别相连,完成 CAN 总线与 F040 单片机的连接。详细电路原理图如图 2 所示。

### 3.2 信号检测模块

机头上电动机零位传感器和其他报警信号一般为数字型开关信号,多为 NPN (PNP) 型电容式或霍尔式接近开关。其工作电压一般为 12~30 V。F040 的工作电压 VCC 一般为 3.3 V, 所以需经光电隔离电路接入。由于 F040 的可用 IO 端口较多,作为双系统机头用 16 个端口即可完全满足工作需要。为了能扩展至 4 系统机头,核心板信号检测部分的设计输入信号为 32 个点。每部分的电路原理图如图 3 所示。

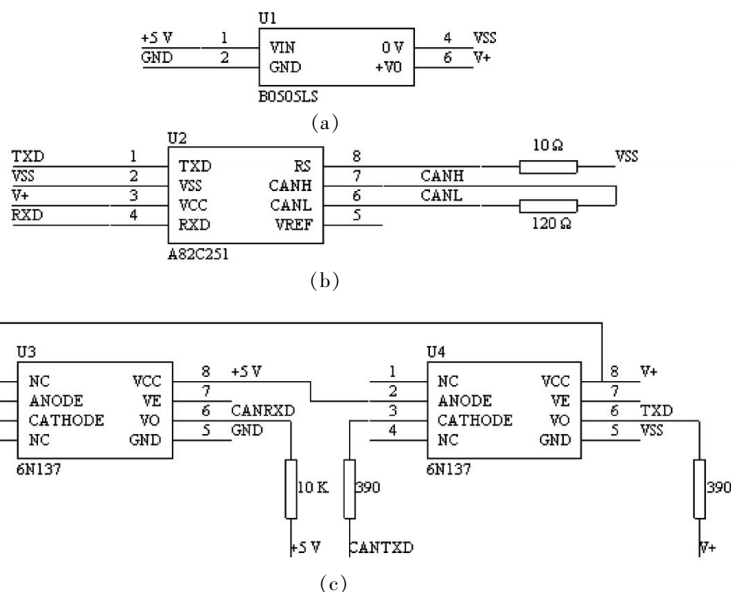


图 2 CAN 总线收发模块电气原理图

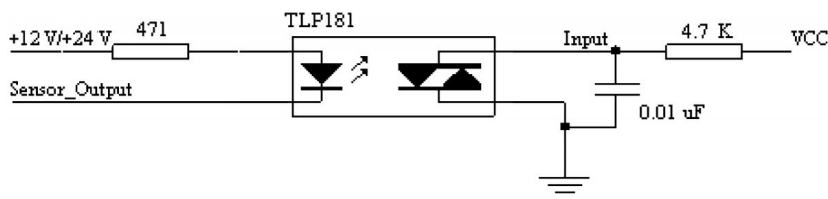


图 3 归零/报警信号检测电气原理图

### 3.3 IO 扩展总线模块

IO 扩展总线的原理图如图 4 所示。其原理是利用 CPU 提供一个 14 位的总线(CPU\_dat13: CPU\_dat0) 进行端口译码。总线高 6 位(CPU\_dat13: CPU\_dat8)接入译码器 U1,可片选 8 个功能板(MOD1: MOD8)。总线低 8 位(CPU\_dat7: CPU\_dat0)接入各功能板,其中高 4 位(CPU\_dat7: CPU\_dat4)用于译码,可片选该功能板的 16 个总线扩展器 74HC259。低 4 位(CPU\_dat3: CPU\_dat0) 用于控制 74HC259 的输出。

由图 4 可知,该设计核心板可扩展 8 个功能板,每个功能板上最多可扩展 128 个 IO 点。所有 IO 地址不会发生复用。依图 4 的原理图,要使功能板 U3 的 OUT1 脚输出为高电平,其输出位总线数据为: 0x08f0; 输出为低电平的总线数据为: 0x08f1。此方案中每次只能接通或关闭一个 IO 点,不能完成严格意义上的多个 IO 点同时工作的要求。应用此方案 IO 点输出的控制对象为步进电动机和电磁铁线圈。对于步进电动机,由于没有联动要求,而且电动机的动作是在机头处于停止状态下完成的,所以此方案可以满足控制要求。对于电磁铁线圈,每个线圈从通电至完成驱动,电平信号至少要保持 7~30 ms,而依此方案将所有的 IO 逐一接通或关闭软件执行时间不超过 200  $\mu$ s,完全可以满足控制要求。因此此译码方式的 IO 扩展方案简单有效,性价比高,完全能满足电脑横机机头控制要求。

### 4 电动机驱动板设计

本系统选用东芝公司的步进电动机驱动芯片 TB62209 驱动机头步进电动机,电路原理图如图 5 所示,其中电阻和电容具体可参见手册<sup>[4]</sup>。

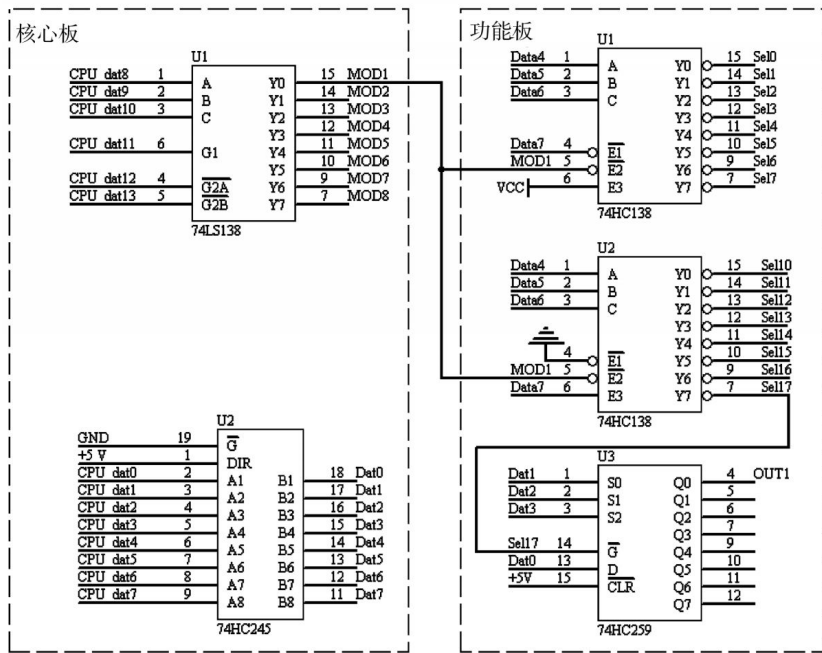


图 4 IO 扩展电气原理图

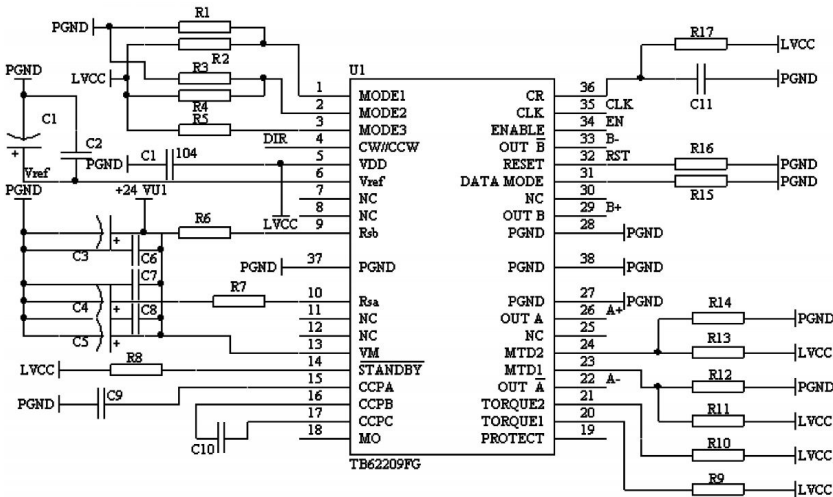


图 5 步进电动机驱动器电气原理图

该驱动器体积小,驱动电流可调,发热量小,性价比高,非常适合应用于横机机头控制器中。由图 5 可知,Vref 脚用来提供参考电压,RST 脚用来复位驱动器,R1~R5 是用来设置电动机细分的跳线电阻,控制电动机只需要使用 CLK、EN、DIR 这 3 个引脚。考虑电动机并不需要联动和严格的同步运动,所有电动机驱动器的 CLK、EN、Vref 和 RST 脚都是并联的。其中 CLK、EN

脚要经过高速光耦电路。主控制器通过 IO 扩展连接至 CLK 和 DIR 引脚,以及每个电动机的 EN 引脚,这样就通过 12 个 IO 点驱动机头上任意一个步进电动机,从而满足控制要求。

### 5 电磁铁驱动部分设计

工作电磁铁中有两个电磁线圈,任何一个线圈通电后能带动中间的铁芯动作,一个为正向动作,一个为反向动作,从而控制驱动装

置到达工作或不工作位置。由于电磁铁不能长时间通电,当铁芯动作到位后即可断电,铁芯动作到位后由机械装置保持。电磁铁线圈内阻为  $10\ \Omega$ ,驱动电压为  $24\ \text{V}$ ,驱动电流需  $2.4\ \text{A}$ ,因此需选用大电流 MOS 管。本文选用的是仙童公司的 FQU13N10L 场效应管,它能满足直流  $100\ \text{V}$ 、 $10\ \text{A}$  电流的工作要求。具体的电路图原理图如图 6 所示。

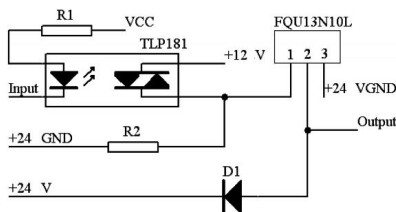


图 6 工作电磁铁驱动单元电气原理图

实际应用中,图中 Input 引脚信号由扩展 IO 的 74HC259 的输出提供,图中的 Output 引脚接电磁铁线圈的一端,另一端接电源(如  $+24\ \text{V}$ )。每个工作电磁铁需两个图 7 所示的单元驱动,线圈电源端并联,通过软件实现两个线圈分别通电(并保证其不同时通电)。

## 6 选针器驱动部分设计

一个电磁选针器含多个小电磁线圈,但选针器中的电磁铁与工作电磁铁结构不同,不能使用图 6 的设计。每个电磁铁只有一个工作线圈,必须在电磁线圈的输入端加上正、反向电压。因此实际设计中,将电磁线圈的一端接地,另一端由图 7 所示电路提供正、负电压,从而实现设计要求。本文选用的是仙童公司的 FQU13N10L 场效应管,它能满足直流  $100\ \text{V}$ 、 $10\ \text{A}$  电流的工作要求。具体的电气原理图如图 7 所示。

实际应用中,Input1 和 Input2 引脚信号由扩展 IO 的 74HC259 的输出提供,图中的 Output 引脚接电磁铁线圈的一端,另一端接地。

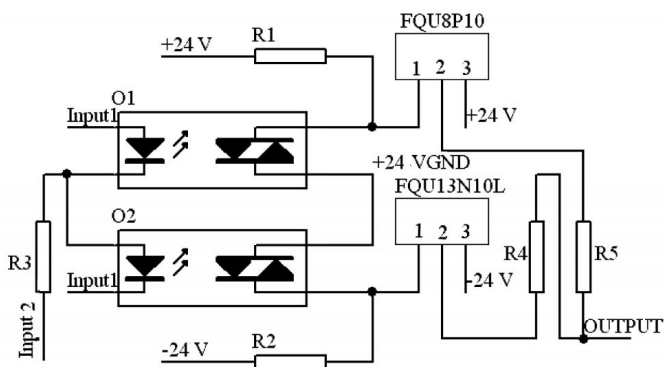


图 7 选针器驱动单元电气原理图

一个八级的电磁选针器 8 个图 7 的驱动单元,线圈接地端并联,通过软件实现线圈的正、反向供电。具体真值表如表 2 所示。

表 2 选针器驱动单元控制真值表

| Input 1 | Input 2 | Output |
|---------|---------|--------|
| 0       | 0       | N      |
| 1       | 0       | +      |
| 0       | 1       | -      |
| 1       | 1       | N      |

注:“0”代表输入低电平;“1”代表输入高电平( $+5\ \text{V}$  或  $+3.3\ \text{V}$ );“N”代表无输出;“+”代表输出为正电压( $+24\ \text{V}$ );“-”代表输出为负电压( $-24\ \text{V}$ )。

## 7 结束语

经过两年的研究工作,我们已经研制出电脑横机双系统主从控制器,该系统采用的高性能 PC104 主机为主控制器,F040 高速流水指令单片机系统作为机头控制器。现已经装备一台幅宽为  $127\ \text{cm}$  ( $50''$ )、机号为 12 针/ $25.4\ \text{mm}$  横机,该控制系统正在试运行中。本

文设计的机头控制,安装方便,数据传输效率高,工作稳定性好。经实际验证完全可满足双系统电脑横机的控制需要,并可扩展至 3 系统与 4 系统电脑横机。

电脑横机计算机控制器的研究对我国针织服装机械向高档次、计算机数字化方向发展提供有力支持,对于替代国外及地区进口,扩大国内外市场,提高我国针织电脑提花圆纬机及其针织机械在境外计算机化的竞争能力具有现实意义。

## 参考文献

- [1]莫易敏,陈彪,金昌. 基于 ARM 的嵌入式电脑横机控制器设计[J]. 武汉理工大学学报,2006(10):117-119.
- [2]颜钢锋,王琛鉴. 基于 ARM 的嵌入式电脑横机控制器设计[J]. 工程设计学报,2006(2):104-107.
- [3]张团善,时剑,魏彬. 基于 FPGA 的电脑横机控制器设计[J]. 针织工业,2007(8):19-20.

收稿日期 2012 年 3 月 14 日

## 链接

电脑横机是一种双针板、舌针、纬编织机。它的三角装置犹如一组平面凸轮,织针的针脚可进入凸轮的槽道内,移动三角,迫使织针在针板的针槽内做有规律的升降运动,并通过针钩和针舌的动作将纱线编织成针织物。目前,全球电脑横机主要生产国为德国、日本、瑞士、中国等国家。其中,德国生产电脑横机的历史最为悠久,瑞士、日本其次,中国此前主要以生产手摇横机和电动横机为主,2000 年以来,开始逐步进入到电脑横机的研制和生产中,并通过技术跟踪,实现了快速发展。