

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.12.019

基于 ARM-CPLD 的可编程金属带锯床控制系统*

朱雅光,程志海,吴永平

(长安大学 道路施工技术与装备教育部重点实验室,陕西 西安 710000)

摘要:针对传统金属带锯床操作复杂、切割精度低、控制接口扩展性差等问题,对金属带锯床的切割要求作出了归纳,对控制系统中主要元件的选型、控制系统配电电路、软件控制界面、工作流程控制等方面进行了设计,提出了一种基于 ARM-CPLD 技术的可编程金属带锯床控制系统的方法。利用数控切割试验台对金属带切割尺寸和系统响应时间进行了测试。实验结果表明,该控制系统能实时显示并控制锯床运行状态,能够全自动进行加工,切割精度高,运行稳定,可扩展多路接口,不失为一套具有先进型、新颖性、实用性的控制系统。

关键词:ARM;CPLD;金属带锯床;可扩展性

中图分类号:TH39;TG56

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2015)12-1616-04

Metal band sawing machine control system based on ARM and CPLD

ZHU Ya-guang, CHENG Zhi-hai, WU Yong-ping

(Key Laboratory of Road Construction Technology and Equipment, Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710000, China)

Abstract: Aiming at the complex operation with low cutting precision and the poor control connector scalability of traditional metal band sawing machine, the induction to cut requirements for metal band sawing was made. The control system based on ARM and CPLD technology was proposed, and the selection of the main components, the control system of the power distribution circuit, the control interface of the software and the control of the work process were designed. The metal belt cutting size and system response time was tested by CNC cutting test-bed. The experimental results show that the control system which can display and control the running state of sawing machine at real-time is a set of advanced, novelty, practical control system with the advantages of automatic processing, high cutting precision, stable running and extensible multichannel interface.

Key words: ARM; CPLD; metal band sawing machine; scalability

0 引 言

随着现代制造工业朝着高效、高精度和经济性的方向发展,锯切作为金切加工的起点,已成为零件加工过程中重要的组成环节。锯切可以节约材料、减少二次加工量和提高生产效率。实现金属带锯床^[1-3]的自动化是必然发展趋势,而目前自动化技术在向集成化、智能化和网络化方向发展。目前嵌入式技术 ARM 已经得到了广泛应用,CPLD 器件也经常用在各行各业,

但在金属带锯床目前主要使用的还是传统分散、断续的控制方法,这种控制操作复杂、线路繁琐、精度不高、维修困难,可靠度低,很难适应现在产业的发展。另有一种基于 PLC 的控制方法,但其造价昂贵,而且 PLC 的程序已经集成,编程的灵活性受到限制。

本研究设计的基于 ARM-CPLD 的金属带锯床控制系统采用先进的变频电动机驱动、精密光栅定位方式、输入输出光耦隔离,配以基于 ARM 和 CPLD 芯片控制电路,由计算机自动在线监控锯切全过程,锯条速

收稿日期:2015-08-12

基金项目:国家科技支撑计划项目(2015BAF07B02);中央高校基本科研业务费专项资金项目(310825151041)

作者简介:朱雅光(1986-),男,陕西榆林人,讲师,主要从事电液控制、智能机器人控制方面的研究。E-mail:zhuyaguang@chd.edu.cn

度、进给速度、卡紧力均可做到任意设置、最优化组合,由此来提高锯床的加工精度。

与传统技术相比,本研究设计实现精确化控制,且拥有极高的编程的灵活性,对金属带锯床控制系统的研究有重大意义,同时也具有较大的经济价值^[4]。

1 控制系统硬件设计

本研究根据数控切条机控制系统的要求,采用 32 位 ARM + CPLD 为核心架构的新一代锯床控制系统。该控制器管理能力强大,有较强的通信能力,ARM 可方便扩展 CAN 工业总线,485 通讯接口,ISP 网络接口,RS232 通信接口,USB 等。CPLD 点数扩展方便,输入/输出点数依需求最高可扩展至 100 个。

系统结构图如图 1 所示。

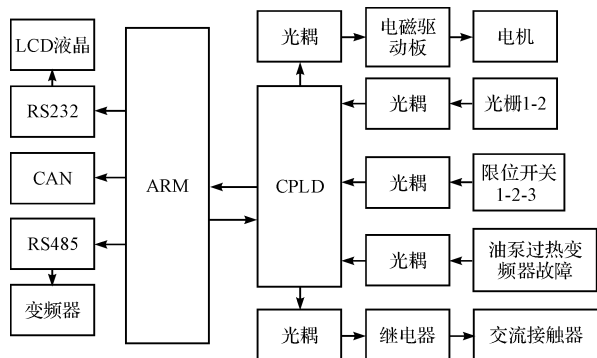


图 1 金属带锯床控制系统结构

图 1 中,控制器 CPLD 芯片通过 2 路光栅^[5]、3 个限位开关(上限位、下限位、原点限位)、温度传感器、变频器获取锯床工作状态;上位机 ARM^[6] 通过 RS232、RS485 接口将锯床工作状态传输到 LCD 显示并处理,发出应答指令给 CPLD;最后由 CPLD 输出信号通过光耦传输给电磁驱动器和继电器来控制电机电作,进而控制整个金属带锯床的运作。上位机 ARM 与控制器 CPLD 通过串口 USART 和 SPI 进行数据传输^[7-8]。

1.1 主要元器件的选型

该系统以 ARM 芯片 LPC2368 作为核心控制器,包含了 Ethernet MAC、USB 2.0 全速接口、4 个 UART、2 路 CAN 通道、1 个 SPI 接口、2 个同步串行端口 (SSP)、3 个 I²C 接口、1 个 I²S 接口外围扩展了 RS232、485、CAN、JTAG 接口、ISP、E²PROM、LCD 等功能模块。以 CPLD 芯片 EPM1270GT144C5 作为协控制器,解决了 I/O 口、4 × 8 键盘的扩展,并实现了键盘、光电编码器、输入的中断请求^[9]。本研究控制器采用的 LCD 液晶显示屏信号为 KNY240128B^[10-13],

KNY240128B 是一种图形点阵液晶显示器。它主要采用动态驱动原理由行驱动器、控制器和列驱动器 3 部分组成了 240(列) × 128(行)的全点阵液晶显示。

1.2 电路模块的设计

该系统电源供电模块:外围电路供电 PWB2405 (C)是隔离稳压模块电源。输入额定电压为 24 V,输出电压为 ±5 V,最大输出电流为 ±1 000 mA,。核心板供电 SPX29150 是 1.5 A 低压差稳压器,输出电压为 3.3 V,输入电压范围为 2.5 V ~ 16 V,静态电路为 900 μA,具体电路如图 2 所示。

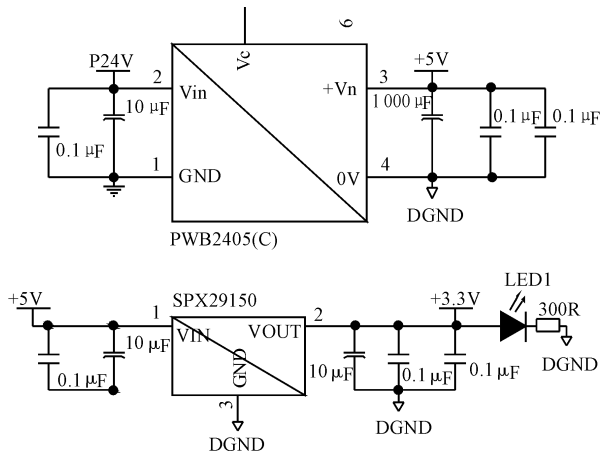


图 2 电源供电电路

1.2.1 输入接口电路

该系统通过 2 路光栅,准确获取锯架和送料车床的位置及速度,通过光电耦合器 HCPL2630 连接 CPLD,将数据传给上位机 ARM 处理。系统通过 3 个限位开关,准确判断是否到达锯架的上、限位和车床的原点限位 3 个极限位置,通过光耦连接 CPLD,再将数据传给 ARM。

限位信号输入电路如图 3 所示。

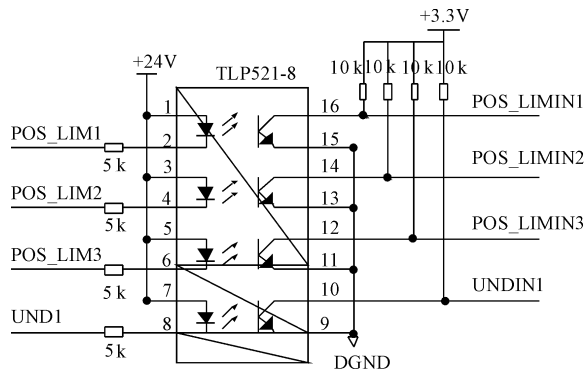


图 3 限位信号输入电路

1.2.2 输出接口电路

ARM 发出指令,CPLD 通过 3 个光耦与 12 个继电器连接^[14-15],驱动电磁驱动板来使电机做出相应动

作。其中,2 个接口如图 4 所示。

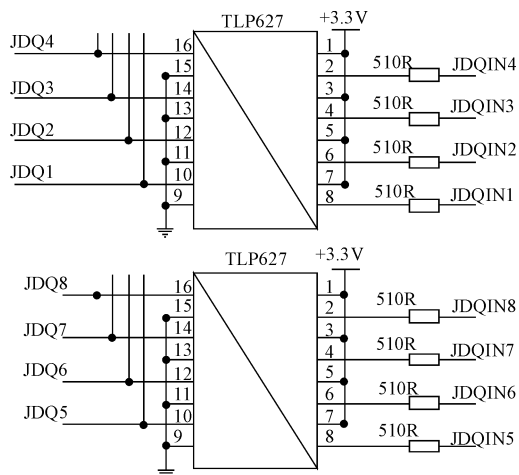


图 4 CPLD 输出电路

实物接线如图 5 所示。

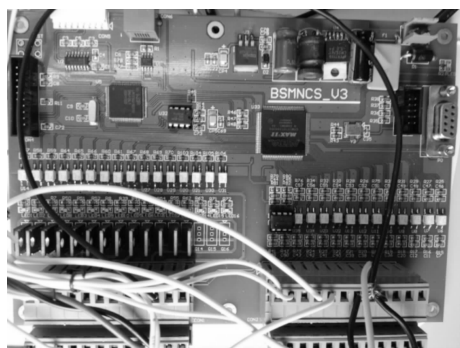


图 5 控制器 PCB 电路板

2 控制系统软件设计

2.1 上位机软件系统

本研究采用 ARM 芯片 LPC2368 作为上位机,通过 USART 串口和 SPI 串口与下位机 CPLD 相连传输数据。一方面作为锯床运行状态监控的人机交互界面,另一方面对监测的数据进行分析处理,控制机器的运行。

该控制器界面采用 16.7 M 色 7 寸真彩触摸液晶屏,集成了触摸屏操作与按钮操作。主控界面主要完成一些主要参数的设定以及主要实时参数的显示,并且一些系统重要检测的开关也设定在该界面。如锯刀的上限位和下限位指示灯、送料原点和无料检测指示灯、断带检测和原点开关指示灯、当前锯轮速度、锯切位置、当前料架位置、刀具补偿、完成数量、任务数量等参数,以及油泵开关、回原点、总停等按钮。主控界面如图 6 所示。在选择自动模式且配置好加工尺寸、加工数量等参数后,锯床可自动运行切割直至完成所设定数量。



图 6 主控界面

2.2 控制系统工作流程

本研究通过一定的扫描时间对 CPLD 的状态进行扫描,当送料车和刀架完成相应动作后,CPLD 会有相应的一个状态位,ARM 通过 SPI 扫描 CPLD 的状态位,对状态位进行置位处理,并发命令使 CPLD 中的相应控制位改变,控制锯床下一步的动作及状态。

(1)通过光栅 1 来扫描送料车床位置,将位置信号由 CPLD 传给上位机 ARM,判断送料车是否在机械原点,如果在,由 CPLD 控制电磁驱动板使送料车床后退;

(2)如果送料车退回设定位置,就通过 ARM 发送命令给 CPLD 控制电磁驱动板使后钳口夹紧;

(3)通过 ARM 的定时器 TIMER1 设定后钳夹紧时间,如果夹紧时间到达,则产生中断位,由 ARM 和 CPLD 发送指令使送料车床前进;

(4)如果送料车前进到原点处,原点开关 LED0 闪烁,驱动前钳夹紧,后钳松开;

(5)由 ARM 的定时器 TIMER1 设定后钳松开时间,如果松开时间到达,则产生中断,控制送料车后退;

(6)当送料车后退至设定距离,通过 ARM 发送命令至 CPLD 控制继电器驱动电磁驱动板使后钳夹紧;

(7)如果后钳夹紧时间到,通过 ARM 发送命令给 CPLD 控制电磁驱动板使锯架下降,同时用光栅 2 扫描锯架位置,并将位置信息传送到 ARM 中;

(8)如果锯架到达下限位置,下限位 LED1 发光,ARM 发送命令给 CPLD 控制锯架上升;

(9)如果锯架到达上限位置,上限位 LED2 发光,ARM 发送命令给 CPLD 控制前钳松开;

(10)由 ARM 中的定时器 TIMER2 设定前钳松开时间,如果到达,则产生中断,送料车床后退至设定位置,形成循环控制。控制系统工作流程图如图 7 所示。

3 实验及结果分析

本研究测试进行直径 100 mm,总长 5 m 金属棒料

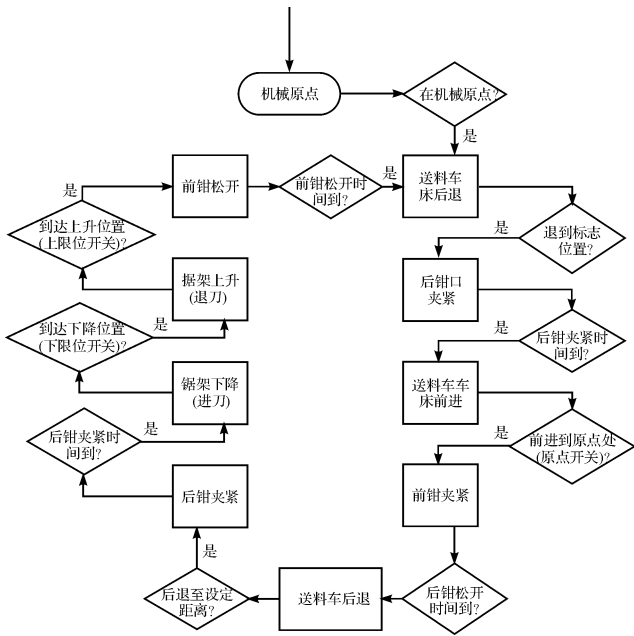


图 7 控制系统工作流程图

的连续切割,选择自动模式,配置锯条偏移距离 1.5 mm,额定报警电流 10 A,切割速度 0.5 mm/s,加工尺寸 5 组、分别为 1 mm,3 mm,5 mm,10 mm,150 mm,对应的加工数量为 10,5,2,1,1。结果表明,整个过程系统运行稳定,各接触开关按时开启关闭,各定时功能定时准确。ARM 与 CPLD 通讯精确无误。上位机显示正确,界面响应快速无滞后。测试锯床用于粗加工,整个测试过程切割距离误差不超过 0.01 mm,且重复精度高,若精确测量锯条偏移距离可用于要求较低的精加工。对金属带锯床系统界面经过反复调试,其运行稳定,数据无丢失,无溢出。而且,该控制器预留有 CAN 总线接口,可用于扩展拓扑结构多机联合加工,能全自动进行切割工作,操作简单。

4 结束语

本研究提出了一种基于 ARM-CPLD 的可编程金属带锯床控制系统,该控制系统以 ARM + CPLD 为核心,完成了对微机主控制板的软硬件设计,通过 ARM 实时显示锯床的运行状态,通过 CPLD 驱动电磁驱动

板控制送料距离及切频率从而来控制系统送料速度。切条试验结果表明,该控制系统人机交互界面简洁,操作简单,界面响应快速无滞后,运行可靠稳定,金属带锯床的切条距离控制在要求范围内,具有一定的工程使用价值。

参考文献 (References):

- [1] 么永强,弋景刚,徐鹏云,等. 基于虚拟仪器的高精度立式金属带锯床在线测控系统研究[J]. 河北农业大学学报, 2007,30(3):119-122.
- [2] 陈 蕾,谈 峰,戴 娟. 数控机床的发展趋势[J]. 机械设计与制造,2005(9):175-176.
- [3] 安鹏铨,千 静,蒋 聪,等. 数控机床的外观演进及其特征研究[J]. 机械,2014(1):76-78,86.
- [4] 夏玮玮,沈连丰,肖 婕,等. 嵌入式系统关键技术分析与开发应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2003(2):5-9.
- [5] 闫 丽,段发阶,方志强,等. 基于 CPLD 芯片的光栅信号细分模块的设计[J]. 计量技术,2005(10):5-8.
- [6] 赵劲峰,王 凯,王为民. 基于 ARM 微处理器的智能控制器[J]. 化工自动化及仪表,2005,32(1):77-78.
- [7] 熊劲松. 基于工控机的配料控制器设计[J]. 机电信息, 2013(18):158-159.
- [8] 郝同弟,周其洪,陈 革. 基于 ARM 和 CPLD 的毛巾织机主控系统设计[J]. 制造业自动化,2014(7):153-156.
- [9] 李妮妮,陈章位. 基于 ARM 和 CPLD 的开放式数控系统设计[J]. 电子技术应用,2009(11):36-42.
- [10] 王 岩,胡朝春,黄 革. 一种基于 CPLD 的交流电源信号发生器[J]. 兵工自动化,2013(2):84-87.
- [11] 陈冬发,朱宁西. 基于 ARM-LPC2368 的网络接口的设计与实现[J]. 微计算机信息,2008,24(14):119-129.
- [12] 高立龙,王新晴,蒋文峰. 基于 ARM 的液压模拟加载系统的设计[J]. 液压气动与密封,2013(7):6-8.
- [13] 蔡启仲,陈文辉. PLC-单片机-点阵液晶显示器双总线监控系统的设计[J]. 仪器仪表学报,2002(3):241-245.
- [14] 王 颖,姚跃飞. 基于 CPLD 扩展的嵌入式织机控制系统硬件结构设计[J]. 浙江理工大学学报,2007,24(2):139-142.
- [15] 于坤林,陈曾平. 基于 CPLD 扩展单片机接口的多路数据采集系统[J]. 现代电子技术,2004,27(24):60-61.

[编辑:洪炜娜]

本文引用格式:

朱雅光,程志海,吴永平. 基于 ARM-CPLD 的可编程金属带锯床控制系统[J]. 机电工程,2015,32(12):1616-1619.

ZHU Ya-guang, CHENG Zhi-hai, WU Yong-ping. Metal band sawing machine control system based on ARM and CPLD[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(12):1616-1619.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>