

全自动剥多芯线一体机控制系统设计

邹 恩,林锦钱,林 兰,黄浩扬

(华南农业大学 工程学院,广州 510642)

摘要:针对目前国内多芯线材内芯加工困难和生产效率低下问题,介绍了一种全自动剥多芯线控制系统。以C8051F340单片机为控制核心,采用主从式MCU结构,液晶HJ12864ZW为人机界面;主MCU设定和显示多芯线加工的相关参数及报警输出,从MCU通过串口接收主MCU的信息控制4台步进电机和捋线装置实现多芯线材的加工。通过实验表明,该控制系统可实现多芯线材裁剪、剥皮、剥内芯一体全自动加工功能,具有良好的应用前景。

关键词:多芯线;剥皮;全自动;C8051F340单片机;步进电机

中图分类号:TP273 **文献标志码:**B

Control System of Full-automatic Multi-cored Wire Polishing

ZOU En, LIN Jin-qian, LIN Lan, HUANG Hao-yang

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: A full-automatic control system for multi-cored wire stripping was introduced to solve the problem of processing difficulty and low efficiency production of inner core of multi-cored wire stripping in domestic. C8051F340 microcomputer was used as control core, Host-slave MCU structure was used as controller, LCD HJ12864ZW was used for human-computer interface. Related parameters of multi-cored wire and alarm output were set and displayed by host MCU. Four stepping motors and wire stroking were controlled by slave MCU receiving information of host MCU through serial ports to achieve multi-cored wire processing. Laboratory test shows that the control system can achieve a full-automatic processing function, including cutting, surface stripping, stripping of inner core of multi-cored wire, which has a good application prospect.

Key words: multi-cored wire; surface stripping; full-automatic; C8051F340 single-chip microcomputer; stepping motor

在家用电器高速发展的情况下,线材加工成为了一个巨大产业。但由于多芯线材内芯平展技术的难关,目前国内多芯线材加工还主要依赖于手工或单机多工序的半自动操作方式,劳动强度大、效率低下、场地占用多、加工出来的线材长短不一,浪费

线材的现象比较严重。线材加工产量和质量受制于操作工人的熟练程度。在目前一线工人流动频繁,招工困难的情况下,这种劳动集约型生产方式很难保证生产高质量的线材来满足大批量产品订单的需求。实现线材加工机械一体化是必然趋势^[1-2]。

收稿日期:2012-08-14;修订日期:2012-10-12

基金项目:国家自然科学基金项目(31171457);广东省科技厅产学研结合项目(2010B090400451);广东省高等学校大学生创新实验项目(1056411142)

作者简介:邹恩(1956—),女,博士,教授,研究方向为非线性系统的智能控制;林锦钱(1985—),男,在读硕士研究生,研究方向为计算机控制。

根据市场调查和网上查询,集多芯线的裁剪、剥皮、剥多芯一体系统,目前只有瑞士研发了剥4芯的一体机,但价钱昂贵,国内还没有首创,而且如今生产加工的多芯线基本都大于4芯,该机无论从功能上还是价钱上都无法满足当前线材加工市场的需求。

基于以上现状和某企业的需求,研发了一套全自动剥皮、剥多芯线控制系统,目前已通过了模拟调试过程,基本满足设计要求。

1 控制系统总体设计

全自动剥多芯线机驱动部分由4台步进电机组成,分别控制左、右控线滚轮、剥皮刀和剥芯裁线刀。控制器采用主从式MCU结构,主MCU构成控制面板,可设定和显示多芯线材加工的参数及相关信息;从MCU构成电机控制模块,分别控制4台步进电机和捋线装置电磁阀,使其按系统要求完成设定功能,以及将相关错误信息发送到主MCU并且在显示屏上显示。整个控制系统主要由单片机、存储模块、LCD显示屏、键盘模块、报警模块、光电传感器模块、电机驱动模块构成。系统控制框图如图1所示。

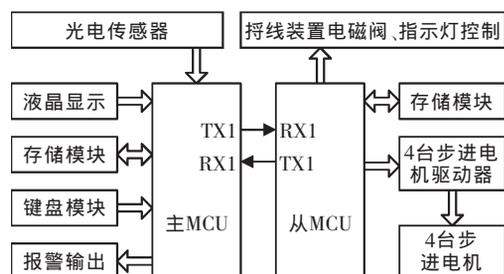


图1 控制系统框图

Fig.1 Diagram of control system

系统利用键盘模块设置线材加工参数并在LCD上显示,同时把参数发送到从MCU,从MCU按设定功能控制4台步进电机:左、右控线电机驱动分别被加工线材左右移动;剥皮刀电机控制上、下剥皮刀之间位移,实现剥皮功能;剥芯裁线刀电机控制上、下剥芯裁线刀之间的位移,实现剥芯和裁线功能;置于剥芯裁线刀两边的捋线装置,通过控制电磁阀得电与否实现线材的捋平;步进电机驱动器的脉冲、方向等信号均由C8051F340控制部分发出。

2 系统硬件设计

硬件设计主要包括:主MCU单片机核心控制

模块、LCD显示模块、存储模块、驱动模块及光电传感器模块等5部分。

2.1 主控芯片选型

考虑到控制器需要驱动4台电机、液晶显示、键盘以及大量数据运算和指令解析功能,主MCU和从MCU都选择C8051F340单片机作为主控芯片。C8051F340采用高速8051微控制器内核,速度高达48 MI/s,是普通8051单片机的24倍;有4个16位定时器、5个捕捉/比较模块和看门狗定时器功能的可编程计数器/定时器阵列(PCA)、扩展的中断系统及40个耐压达到5V的I/O口;同时该芯片还集成UART串口、SPI和SMBUS等接口,为控制外围设备并和外围设备进行数据传输提供了方便;集成的时钟恢复电路无需外部晶体就可实现全速和低速两种速度运行。JTAG仿真电路提供全速的非侵入式的在线系统仿真,支持断点、单步、全速运行和停止等调试命令^[3]。

2.2 主MCU单片机核心控制模块

主MCU单片机核心控制模块的设计主要包括主MCU单片机的最小系统、键盘及报警电路的设计。其中P3.4作为报警电路的输出控制端;P1口作为键盘引出端,采用4×4矩阵键盘;P2口和P3口的部分引脚作为液晶的数据口和控制口;P3口的低3位作为AT24C02控制信号输出端;P0.4和P0.5作为主从MCU的通信接口。

2.3 LCD显示模块

选用HJ12864ZW做LCD显示模块,HJ12864ZW是一种图形点阵液晶显示器,它主要由行驱动器/列驱动器及128×64全点阵液晶显示器组成,可完成图形显示,也可以显示8×4个(16×16点阵)汉字。如图2所示,数据线D0~D7连接到C8051F340的P2口,用于数据传输;RS接在P3.5口,用做片选;R/W接P3.6口,用于设定数据的读写方向;EN引脚接入P3.7,用于实现数据的锁存与读取^[4]。

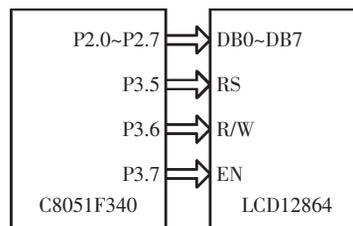


图2 LCD显示电路

Fig.2 Circuit of LCD display

2.4 驱动模块

驱动模块是从 MCU 按设定功能控制 4 台步进电机。从 MCU 只要产生步进电机驱动器的脉冲及方向信号就可控制步进电机的转速和方向。步进电机驱动器与从 MCU 的连接如图 3 所示, P0.7 和 P0.6 分别是外部中断 0、外部中断 1 的输入口用来对输出脉冲计数, 由于只有左、右控线电机需要同时驱动, 故经过双输入与门, 节省单片机的 I/O 口资源。

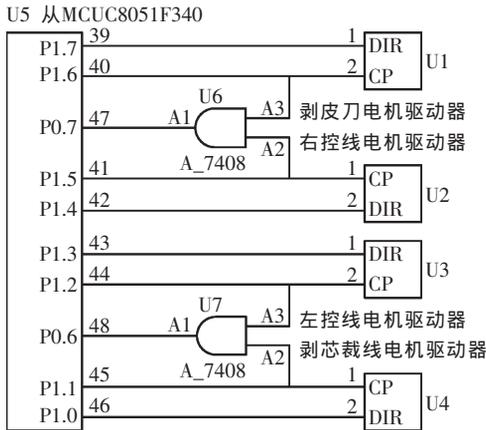


图 3 步进电机控制电路图

Fig.3 Circuit diagram of stepping motor control

2.5 光电传感器模块

光电传感器是各种光电检测系统中实现光电转换的关键元件。光电检测方法具有精度高、反应快、非接触等优点, 而且可测参数多, 传感器的结构简单, 形式灵活多样, 因此, 光电式传感器在检测和控制中应用非常广泛。光电传感器模块的光电开关采用 MOCH26A, 用于反馈剥皮刀、剥芯裁线刀的归位和线材相关信号, 光电传感器模块电路如图 4 所示。当光被挡住时, 输出高电平; 有光时, 输出低电平。

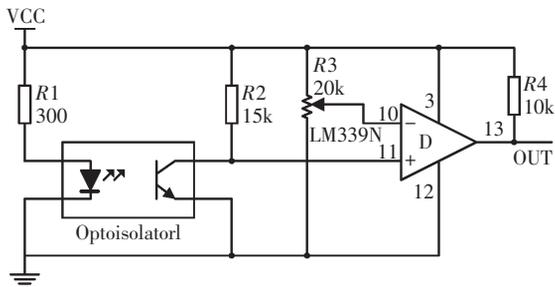


图 4 光电传感器电路

Fig.4 Circuit of photoelectric sensor

2.6 存储模块

存储模块采用 AT24C02, 用来存储设定线材加工的参数及生产的产量。该器件通过 I²C 总线接口

进行操作, 带有专门的写保护功能。AT24C02 与单片机的连接图如图 5 所示。SCL 为串行移位时钟, SDA 为串行数据或地址。通过 SDA, 单片机对芯片写入或读出数据, WP 为写保护。若 WP 接 VCC, 所有的内容都被写保护。

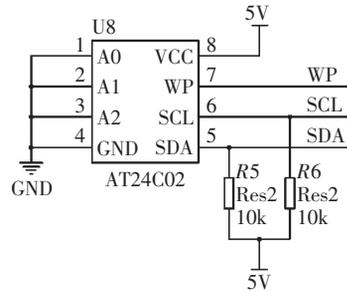


图 5 存储模块电路图

Fig.5 Circuit diagram of memory module

3 系统软件设计

系统软件设计包括主/从属 MCU 的软件设计。主 MCU 的软件设计主要是完成显示和设定线材加工参数, 并通过串口发送给从 MCU; 从 MCU 主要是接收主 MCU 的数据, 并进行处理, 包括 4 台步进电机的控制、4 路 PWM 的产生、数据的存储、电磁阀以及捋线装置的控制等。

3.1 主 MCU 程序设计

3.1.1 主 MCU 的主程序设计

主 MCU 主程序流程图如图 6 所示, 主要进行 C8051F340 初始化以及液晶初始化, 读取 AT24C02 的值, 开启中断, 然后循环调用参数设置子程序, 并与从 MCU 实时通信。

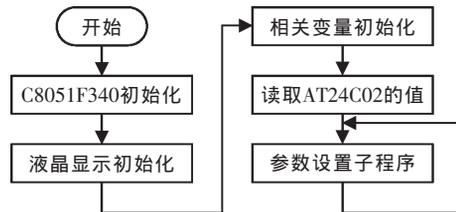


图 6 主 MCU 主程序流程图

Fig.6 Flow chart of master program of Host MCU

3.1.2 参数设置子程序设计

线材加工的参数主要有: 加工模式、速度选择、剥皮剥芯长度设置、线长设置以及线径设置等。不同的加工模式对剥皮剥芯有不同的要求。参数设置子程序流程图如图 7 所示, 首先调用键盘处理函数, 如返回的值为 11, z_x 变量加 1; 如返回的值是 12, z_x

变量减 1;然后根据 zx 变量的值进入相应的参数设置,如 zx 为 1,进入加工模式设置。

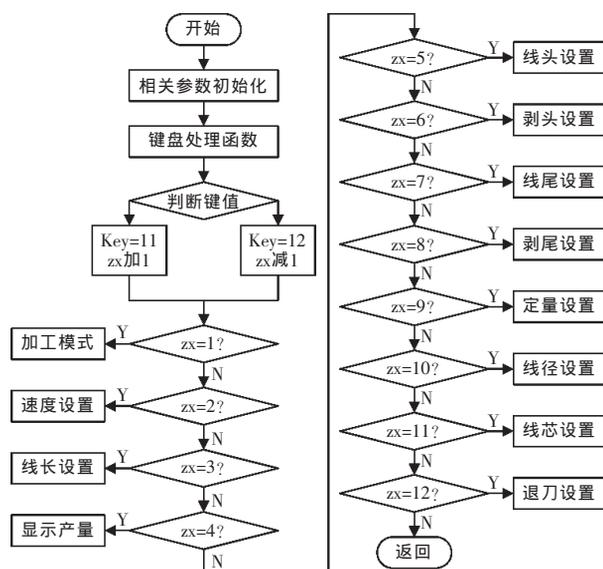


图 7 参数设置函数流程图

Fig.7 Flow chart of parameter setting function

3.2 从 MCU 的程序设计

3.2.1 从 MCU 的主程序设计

从 MCU 主程序流程图如图 8 所示,主要进行 C8051F340 初始化以及相关参数初始化,读取 AT24C02 的值,开启中断,如没启动,进入线材加工参数的处理;如接收到主 MCU 发出启动的信息,进入线材加工,并与从 MCU 实时通信。

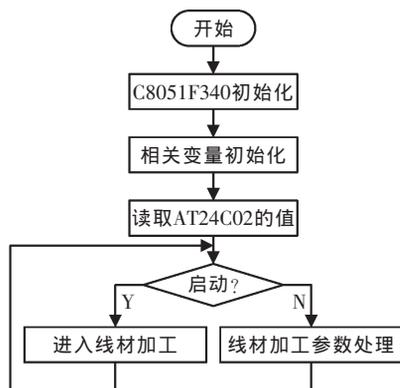


图 8 从 MCU 主程序流程图

Fig.8 Flow chart of master program of slave MCU

3.2.2 步进电机升减速程序设计

步进电机工作时,失步或过冲会直接影响其定位精度。由于步进电机的转动惯性以及负载会对升降频过程产生影响,而步进电机在速度变化过大的情况下,有可能发生失步。因此在每次升降频之后,

电机应持续运行一定的步数,通过这种方式缓解速度变化过大对电机的影响。本系统采用指数型升降频法调节速度,在升降频过程中通过“先快后慢”的方式可得到最佳升降频效果。其关系式为

$$f(t) = f_0 + (f_m - f_0) \times (1 - e^{-t/T}) \quad (1)$$

式中: f_0 为启动频率; f_m 为极限运行频率; T 为驱动系统时间常数。

通过 C8051F340 的 PCA 模块产生 4 路控制脉冲序列,定时器控制每个频率对应的步数,外部中断计算步进电机走过的步数^[5-8]。

4 系统测试

控制系统设计、组装完成后,在实验室对步进电机空载情况下的输入输出进行实测,步进电机型号为 86HB11887,驱动器型号为 STP-MD882,细分数为 25,滚线轮直径为 50 mm,折算成步进电机每个脉冲对应的线长为 0.0314 mm,按行业标准最小允许切割公差为

$$\pm 0.002 \times L (\text{mm}) \quad (2)$$

其中: L 为加工的线长。实测数据如表 1 所示。

表 1 步进电机步数及其对应线长的测量数据

Tab.1 Measurement data of step number and its corresponding wire length

设定步数	设定步数 转换线长/ (mm)	实测步数	实测步数 转换线长/ (mm)	切割 公差/ (mm)	允许的 切割公差/ (mm)
50	1.57	50	1.57	0.0000	±0.0031
200	6.28	200	6.28	0.0000	±0.0126
500	15.7	500	15.7	0.0000	±0.0314
2500	78.5	2500	78.5	0.0000	±0.157
10000	314	10001	314.0314	0.0314	±0.628
30000	942	30001	942.0314	0.0314	±1.884
60000	1884	60002	1884.0628	0.0628	±3.768

从表 1 中可知,实际误差全部在允许误差范围之内。实验结果表明,控制系统能达到预期的控制效果。

5 结语

本文以 C8051F340 单片机为控制核心,采用主从式结构设计出一款参数可调、操作方便、经济实用的全自动剥多芯线机控制系统,利用键盘可以对系统进行参数设置并在液晶屏显示线材加工参数。在实验室对电控部分进行了实测,达到了预期的控制效果,在线束加工行业具有很好的应用前景。

参考文献:

[1] 王璐.全自动剥线机的设计与研究[D].山东:山东科技大学,2006.
 [2] 刘建,罗晓曙,陈赤,等.PLC在自动剥线机中的应用[J].现代电子技术,2008,31(3):128-130.
 [3] 刘国立,王一丁.基于C8051F340的EEG信号采集系统的设计[J].自动化与仪表,2008,23(9):44-47.
 [4] 朱贵宪.基于单片机的数控稳压电源设计[J].自动化与仪表,2011,26(6):50-53.

[5] 花同.步进电机控制系统设计[J].电子设计工程,2011,19(15):13-15.
 [6] 兰建武,周凤星,郭航宇,等.基于步进电机的工程车倾动装置模糊控制系统[J].自动化与仪表,2011,26(10):23-26.
 [7] 王宜杰.步进电机自动加减速运行的研究[J].自动化与仪表,2004,19(2):52-54.
 [8] 李大成,高金吉.基于可编程控制器的转速测量及步进电机升降速控制研究[J].北京化工大学学报,2011,38(4):119-123. ■

(上接第12页)

表2 记录器控制信号逻辑关系表

Tab.2 Logic relation of control signals of the recorder

状态	USB 在线 (USB_ONLINE)	系统复位 (RST)	数据上传读请求 (REQ)	数据擦除 (ERASE)	说明
采集	1	-	-	-	采编存储状态
		有效	-	-	系统复位, 暂停读数状态
读数	0	-	有效	无效	记录器读数状态
		-	无效	有效	数据擦除状态
		-	无效	无效	暂停读数状态

2.3 记录器工作时序设计

记录器具体工作时序过程如图7所示。

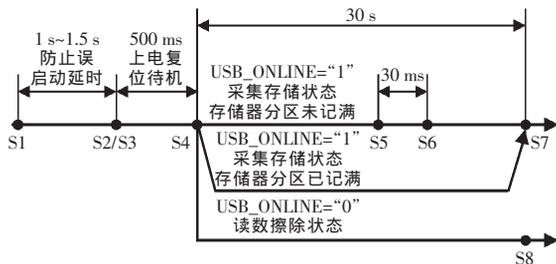


图7 记录器工作时序图

Fig.7 Timing sequence of the recorder

阶段时刻标记 S1~S8 详细内容如下:

S1:启动触点闭合;

S2:存储器上电复位待机;

S3:记录器通过USB接口与上位机连接,由外部USB电源供电,并进入上电复位待机状态;

S4:判断USB在线指令USB_ONLINE,若USB不在线即USB_ONLINE="1",则控制器FPGA下发供电自保持指令有效ENVCC="1",此时系统由锂电池组供电工作,同时启动记录器进入采编存储状态。在该状态下,先按顺序从前向后依次判断FLASH存储器16个分区是否记满。若有空区域,则将本次上电采编数据存入该空着的存储分区中,并启动30s采编存储计时器计时;若判断到16个存储

分区均已记满,则直接跳入S7,系统掉电。

若USB在线指令USB_ONLINE="0",则控制器下发供电自保持指令无效ENVCC="0",此时系统由上位机USB电源供电工作,不再消耗锂电池组的电量。记录器进入暂停读数的待机状态,此时可由上位机软件控制进行存储器分区读数与擦除操作。

S5:接收到时统信号;

S6:时统信号经过30ms消抖判断有效时,采编帧计数清零;

S7:停止采集,控制器下发供电自保持无效指令ENVCC="0",系统掉电。

S8:上位机操作完毕,USB电源断开后,记录器掉电。

3 结语

由于记录器采集的是差分信号,故不能用常规的信号源对记录器进行测试。通过搭建惠斯通电桥为AD623提供差分信号源后,经试验测试表明该记录器误差在5%以内,并且在一次满电后可连续进行上百次采集擦除试验,功耗低,可靠性高。该记录器现已在某水下试验中成功应用。

参考文献:

[1] 张胜勇,高世杰,吴志勇,等.基于FPGA的NAND Flash坏块处理方法[J].计算机工程,2010,36(6):239-240.
 [2] 李鹏,马游春,李锦明.基于FPGA的多路数据采集模块硬件设计[J].仪表技术与传感器,2010(3):80-83.
 [3] 陈颐荣.LM334的特殊应用[J].仪表技术与传感器,2006(12):28-59.
 [4] 张君,赵杰.仪表放大器AD623的性能与应用[J].仪表技术,2002,26(5):45-46.
 [5] 王建新,任勇峰,焦新泉.仪表放大器AD623在数采系统中的应用[J].微计算机信息,2007,23(7):169-170.
 [6] Samsung Electronics K9XXG08XXM Data Sheet[Z].http://www.samsung.com,2006. ■