[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.06.013

# 基于STM32的制管机人机界面系统

季 俊,蔡锦达

(上海理工大学 出版印刷与艺术设计学院,上海 200093)

**摘 要**:为了提高制管机的人机交互性,课题组设计了基于STM32控制器的人机界面系统。在硬件设计方面采用四线电阻式触摸屏,CPU采用基于ARM9内核的32位处理器芯片的S3C2416;在界面设计方面,引入了自主研发的组态软件参与设计,在软件编程方面,用面向对象的方法,实现触摸屏与上位机软件的数据传输;通过对通信协议的研究,给出了STM32与触摸屏通信的软件实现流程图,完成触摸屏与STM32的数据交互。经调试表明系统运行稳定、响应速度快、通用性强。该设计在制管机系统中能够基本达到预期显示和控制效果。

**关 键 词**:制管机;人机界面;S3C2416;组态软件;数据交互

**中图分类号**:TP277;TH-39 **文献标志码**:A **文章编号**:1005-2895(2020)06-0068-05

## HMI Design of Pipe Manufacturing Machine Based on STM32

JI Jun, CAI Jinda

(College of Communication and Art Design, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract**: In order to improve the human-computer interaction of the pipe manufacturing machine, a HMI system based on STM32 controller was designed. The four-wire resistive touch screen was used in hardware design, and the S3C2416 based on 32-bit processor chip of ARM9 core was adopted as CPU; the self-developed configuration software was introduced to participate in the interface design; the object-oriented method was used to realize the data transmission between the touch screen and the upper computer software in software programming; through the research of the communication protocol, the software implementation flow chart of the communication between STM32 and the touch screen were presented and the data interaction between the touch screen and STM32 was completed. The debugging results shows that the pipe manufacturing machine system has stable operation, fast response speed and strong universality. The design can basically achieve the expected display and control effect in the pipe manufacturing machine system.

**Keywords**: pipe manufacturing machine; HMI (Human Machine Interface); S3C2416; configuration software; data interaction

制管机是一种生产软管包装材料的包装机械。主要以铝塑复合片材为原料,经过翻卷、焊接、冷却和切割等工艺,生产各种规格的复合管[1]。目前制管机一般采用PLC作为控制器,PLC具有结构简单、抗干扰能力强以及程序直观易懂的特点,但在人机交互性方面存在实时性差、通用性低的问题;在界面设计方面具体体现为每增加一个功能会对其他功能程序造成影响,甚至需要对原有PLC程序进行修改。因此课题组采用STM32作为制管机的主控制器,通过语言编程进行软件系统设计,实现与触摸屏的通信。

## 1 HMI系统工作原理

系统工作原理如图1所示,在PC上通过组态软件设计画面,经过交叉编译形成二进制文件,由RS232接口将文件下载到触摸屏的Flash中,运行于触摸屏中的系统软件会针对下载的文件信息进行解码,触摸屏通过系统任务调度,完成画面管理、通信等任务[2]。触摸屏和STM32之间通过RS232连接,用于上传信息和下发控制信息。

**收稿日期**:2020-04-30;**修回日期**:2020-07-20

**第一作者简介**:季俊(1997),男,江苏南通人,硕士研究生,主要研究方向为机电一体化。E-mail:JJUNIVE@163.com

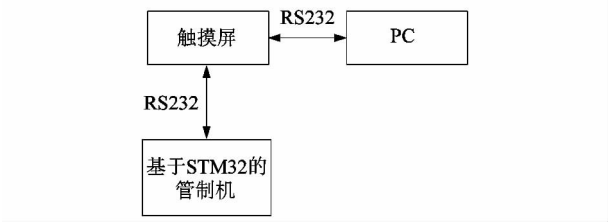



图 1　系统工作原理

Figure 1　System working principle

### 1.1　触摸屏选型

基于嵌入式的工业级触摸屏硬件系统实际上是由液晶显示屏、触摸屏控制器、ARM 处理器、程序存储器、画面存储器和串口 RS232 电路等部分组成[3],硬件组成如图 2 所示。

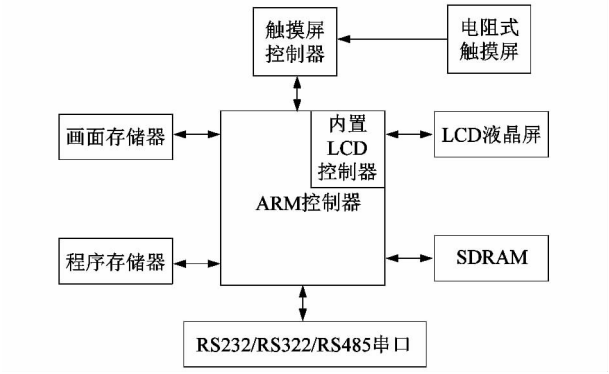



图 2　工业级触摸屏系统结构

Figure 2　Industrial touch screen system structure

触摸屏采用四线电阻式触摸屏,CPU 采用三星公司的 S3C2416,它是基于 ARM9 内核的 32 位处理器芯片,具有低功耗、高性能和低成本的特点,可将输入的表示坐标的电压信号转换成 10 位的二进制数字量[4-5],使 S3C2416 的触摸屏控制器能够完成对触摸屏中位置点的采集,此外可通过 S3C2416 芯片配置 GPIO 来实现对 LCD 屏寄存器的读写操作。

### 1.2　制管机主控芯片选择

在本设计中,主控芯片选用 STM32F103VCT6 芯片。STM32F103VCT6 芯片是基于 ARM Cortex-M3 的 32 位处理器芯片,其运行频率高达 73 MHz,主要负责对系统资源的控制、通信等模块功能进行调度。控制功能主要是通过配置芯片 IO 产生中断来对系统任务进行处理,包括根据设定的参数来控制电机的运转,以及对外围设备的使用管理,还要完成对异常数据的处理;通信功能主要实现控制芯片与触摸屏之间的信息交互,芯片有 3 个 USRAT 串口接口,利用串口将得到的控制信号通过 RS232 经过特定的协议输入到伺服驱动器中。STM32F103VCT6 芯片基本能够满足本设计对运算性能、存储能力和可扩展性的要求。

## 2　HMI 界面设计

根据制管机的功能要求,利用自主开发的组态软件进行 HMI 画面设计。主要包括制管机运行控制界面和参数设置界面。

自动运行监控界面是制管机控制系统的主界面,主要包含了当前工作模式、刀架位置和产品产量等实时数据显示元件与静态文本元件。通过这些显示元件,用户可以清晰地查看制管机的当前工作状态,同时用户可以通过启停等位控制元件控制系统的开始与停止。图 3 所示为制管机控制系统的自动运行监控界面。图 4 所示为制管机控制系统的参数设置界面。

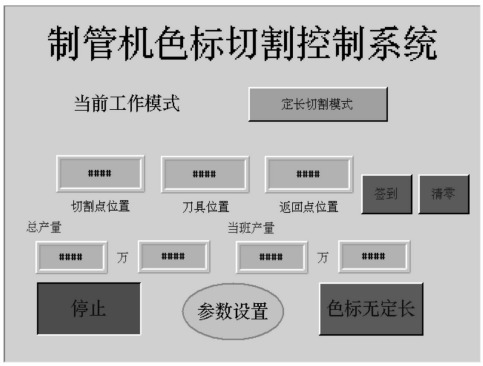



图 3　自动运行控制界面

Figure 3　Automatic operation control interface

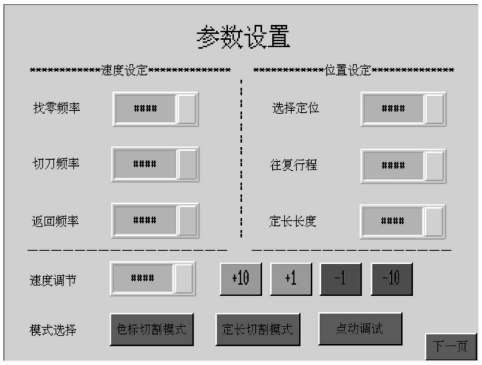
图 3 和图 4 中基本控件包括控制按钮、状态显示控件和文本显示等,通过分配变量地址和返回值以及指定按键的触发条件来实现控制功能。

## 3　触摸屏与上位机的通信设计

用户画面设计完成之后,对画面信息进行编译,把编制好的“工程文件”通过 RS232 接口进行下载操作,写入到触摸屏中的数据存储器中,触摸屏的终端程序会完成组态文件的保存与解析、组态界面及变量的显示。

课题组设计的触摸屏以 ARM9 为控制核心,在数据传输过程中通信协议的制订应简单明了、易于寻址。在本系统中,与. 上位机的通信协议主要包括:触摸屏类型信息、PLC 类型信息、画面信息(画面上的元件及其属性信息)和一些字库、位图库的信息。

ARM9 主程序设计如图 5 所示。读取画面的起始地址,以画面的起始地址作为基址,对这幅画面内的不同元件进行寻址,即通过对此基址地址的加减来访问不同的元件;当得到了一个元件的起始地址之后,则以




(a) 参数设置 I

(b) 参数设置 II

图 4 制管机控制系统的参数设置

Figure 4 Parameter setting of pipe manufacturing machine control system

元件的起始地址作为基址,通过修改基址来访问元件的不同属性。

## 4 STM32 与触摸屏的通信设计

### 4.1 通信原理

点击人机界面上某个按钮,在改变内容的同时或者按钮状态时,会发送相应指令到制管机的控制芯片,再通过程序计算或选择返回指令到触摸屏,最后对界面内容进行刷新,从而显示当前控制设备的状态[6-7]。

在所设计的系统中,触摸屏采用的是松下 PLC 的通信协议 MEWTOCOL,那么只需要对 STM32 进行相应的通信程序设计,使之支持 MEWTOCOL 通信协议,就可以实现两者之间的通信[8-9]。触摸屏与 STM32 控制器之间的通信内容实质为主站对从站设备寄存器的读取和写入。

主从设备的通信流程可分成 3 段,主机与从机的连接挂钩与握手阶段、发送(接收)阶段和结束阶段[10]。在本设计中,设置串口波特率为 115 200,字长为 8 位数据格式,1 个停止位,无奇偶校验位,从而实现主机(STM32)与从机(触摸屏)之间的点对点通信。在连接阶段主要完成通信联络任务,主从双方使用相

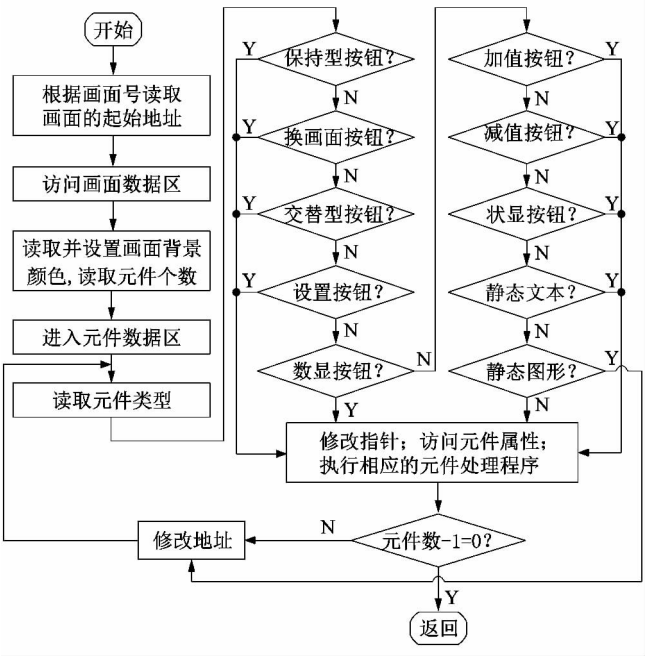



图 5 ARM9 主程序流程图

Figure 5 Flow chart of ARM9 main program

同的通信格式互发握手信号用以确保主从设备能建立通信通道;然后主机向从机发送命令代码,这串数据帧包括帧头、指令代码、有效数据、校验数据和帧尾等。收到应答信号后,开始数据接收(发送)阶段,收/发数据及检验码,其响应帧格式如图 6 所示。只有当数据接收正确时,才会发送一个响应帧;否则会发送出错信息,并重发数据块,直至正确为止[11];结束阶段指的是控制系统停止运行时发送的结束帧,用以告知此次通信结束,停止对设备寄存器的读写操作。

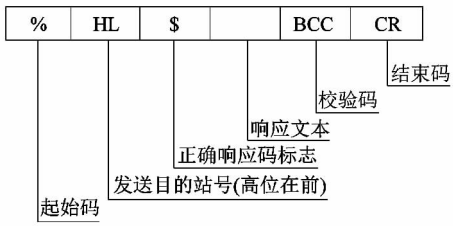



图 6 STM32 响应数据帧

Figure 6 STM32 response data frame

在 STM32 通信协议中,控制器中寄存器读操作和写操作分别对应不同的处理子程序,这些子程序又以控件的类型、寄存器地址等属性为入口参数,根据用户画面设计要求与下位机控制器进行数据交换,主要包括对下位机内部字的读/写和内部位的读/写操作,程序的返回值为控制器的内部位状态或内部字的数据。

### 4.2　通信程序设计

MEWTOCOL-COM 通信协议支持多种触点指令功能,课题组根据实际需求,通过选取读取单个触点的状态信息(RCS)、写入单个触点的状态信息(WCS)、读取数据寄存器值(RD)以及写入数据寄存器值(WD)4种触点功能进行软件编写,来实现读/写操作。通信过程中触点状态与数据寄存器分别用 R[N]与 DT[N] 2个全局数组变量表示。本设计中,在主从设备建立通信后,触摸屏(AM9 内核)会发送数据到 STM32 控制器中,STM32 接收到数据会对数据进行 BCC 检验,判断收到的数据是否完整,在确保数据完整的情况下,对数据帧中的指令代码进行判断,判断是 RCS,WCS,RD,WD 中的哪一个指令功能,并进行相关的指令操作,从而完成对字或位的读写操作。在结束上述流程后,STM32 会发送响应帧给 ARM9 完成通信。在多帧命令发送的过程中,一帧发送后,只有当 STM32 发回响应消息后,下一帧才能发送。其程序流程图如图 7 所示。

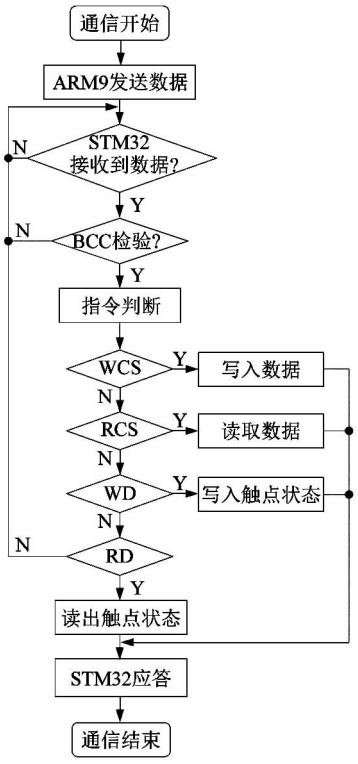



图 7　STM32 通信程序流程图

Figure 7　Flow chart of STM32 communication program

## 5　系统测试

图 8 所示为人机界面应用图,该系统能有效地对画面进行编译并在触摸屏中显示出来。图 9 所示为现场测试图,将制管机人机界面下载到触摸屏中,点击图中参数设置按钮,输入刀架位置相关参数与速度相关参数,设置完成后返回主界面,点击启动完成。经现场调试,当切割长度为 150 mm 时,主界面中切割点位置显示为 10 mm,返回点位置显示为 55 mm。由于刀具是往复运动的,因此刀具位置显示数据不断变化,实测表明此时 HMI 系统能成功显示出当前工作状态。

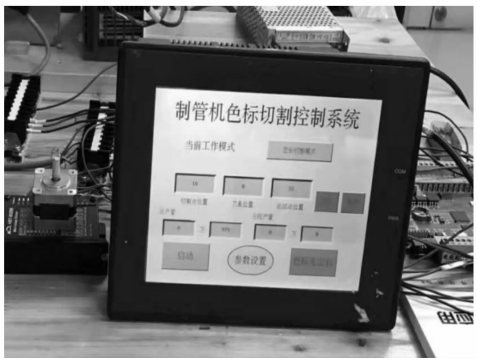



图 8　HMI 应用

Figure 8　HMI application

图 9　现场调试

Figure 9　Field debugging

## 6　结语

课题组基于 MEWTOCOL 协议设计了制管机 HMI 系统,采用 STM32 作为系统控制器,系统实现了触摸屏与 STM32 之间的数据交互,方便用户进行参数设定、设备状态监控等,从而实现设备的智能化控制。该设计已在工厂流水线上成功投入使用,调试结果表明:本设计在制管机系统中能够基本达到预期显示和控制效果,满足客户产品生产要求,操作简单,也适用于其他类似工业自动化领域。

(下转第 76 页)