

基于ARM嵌入式热熔焊机智能控制器的设计

程文伟, 李 军, 刘秀义

(广东工业大学 自动化学院, 广东 广州 510006)

摘要: PE管道热熔对接焊的工艺参数随管道尺度和环境条件的不同而不同, 同时还受人为因素的影响, 对焊机自动化程度要求很高。介绍了基于ARM嵌入式热熔焊机智能控制器的硬件和软件的设计方案。此方案符合焊接各个阶段工艺参数指标, 并具有操作纠错及错误信息管理功能, 最大程度地消除了人为因素的影响, 提高焊接质量, 并具备焊接数据的可追溯性, 便于管理人员对焊接工程的管理。

关键词: PE管道; 热熔对接焊; ARM7; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$

中图分类号: TP391.8 文献标识码: A

Design of butt-fusion welding machine controller based on ARM

CHENG Wen Wei, LI Jun, LIU Xiu Yi

(Automation college, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The polythene pipes of butt-fusion welding, which has numerous parameters and complex procedure, it has a high demand on equipment's automaticity. The design method of the hardware and software of butt-fusion welding machine controller based on ARM was introduced. The control system we designed can not only realize the welding process parameters, but also featured on operation modification and mistake management. So it can avoid people's mistake and improve welding quality. The design method also tracked on welding data in order to supervised the welding project.

Key words: polythene pipe; butt-fusion welding; ARM7; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$

热熔对接^[1]焊技术是聚乙烯(PE)塑料管道户外最常用的连接技术, 在同样密封和工作压力下有良好的经济性。热熔对接焊是采用热熔对焊机来加热管道端面, 使其熔化, 迅速将其粘合, 并保持一定的压力, 经过冷却达到熔接的目的。焊接过程中, 多余的熔融塑料被挤出, 形成了焊接接头(焊口)。焊接接头的大小和形状直接影响管道焊接质量。目前国内热熔焊机的控制器多使用多CPU的工作方式, 而且多数以8位CPU为主, 每个CPU分担不同的任务。8位单片机自身的资源相当有限, 无论是I/O口、RAM、ROM、总线接口等都无法满足复杂系统的要求, 因此必须要外扩I/O口扩展器件、大容量的存储器件、总线接口器件。这样, 一方面加大了PCB设计的难度, 另一方面由于外扩大量的器件, 导致了系统可靠性下降。在数据分析和处理方面, 由于处理速度慢, 在焊口质量跟踪方面, 目前国内所使用的热熔焊机功能上还是很简单的。随着32位ARM的普及, 市面上的ARM^[2]芯片价格越来越

低。片内集成了大容量的Flash与SRAM, 还有多种常用的总线接口, 并且时钟速率一般在40MHz以上, 这样为进一步提高热熔焊机的自动化程度和热熔焊机焊口质量跟踪的功能提供了可靠的平台。

1 ARM智能控制系统硬件设计

飞利浦公司的LPC2138处理器^[3]是一款支持实时仿真和嵌入式跟踪的16/32位ARM7TDMI-STMCPU的微控制器, 功耗低, 性价比高, 内置有32KB的静态RAM和512KB的Flash, 2个8路10位ADC、10位DAC和多个32位定时器。综合考虑了热熔焊机控制器的复杂性和32位ARM的优势。提出用ARM7作为主控制器的CPU。基于ARM的热熔焊机具有强大的功能, 实现了热熔焊接全自动化, 具有操作纠错及错误信息管理功能, 以及焊接数据的可追溯性。

1.1 主控制器结构

图1给出了嵌入式热熔焊机控制器中主控制器的结构框图。

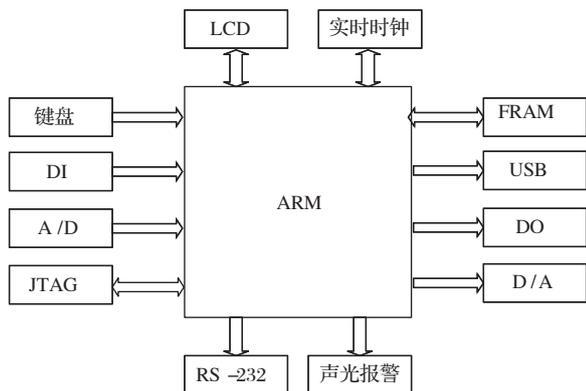


图1 嵌入式热熔焊机控制器结构框图

从图1中可以看出，嵌入式热熔焊机控制器具有以下特点：

(1) LCD和键盘接口。实现丰富的人机交互界面，主要功能是显示、设置工艺参数，显示焊接曲线和设备状态。LCD采用240×64点阵、内置T6963C控制芯片的液晶模块。

(2) A/D转换。热熔焊机有4路温度传感器，2路温度传感器，1路检测环境温度，1路检测加热板温度。其中1路压力传感器检测液压系统的压力；另一路位移传感器检测动卡套的行程。

(3) JTAG接口是调试接口。JTAG调试接口实现代码层的调试，可以设置断点、单点调试。

(4) RS-232接口是个复用端口。由于ARM7拥有2个异步串口UART0和UART1。一方面调试程序时，通过UART0连接ISP接口，另一方面通过UART1连接微型打印机。

(5) 声光报警。主要是为了提醒操作者焊接机的状态和PE管材的焊接情况。

(6) D/A转换。D/A转换主要通过调节输出电压来调节比例放大板控制器输出电流的脉宽以及比例调压阀，从而达到调节液压系统的压力。

(7) DO接口。主要是控制电磁单向阀、电磁换向阀、铣刀电机、泵电机和加热板。

(8) USB接口。USB部分主要功能是转存焊接数据到U盘。USB接口控制芯片使用了赛普拉斯的SL811HS，SL811HS是一个嵌入式的主/从设备控制器，可以全速或低速与USB设备通信，可以直接接到多种总线上，例如：ISA、PCMCIA等。SL811HS主机控制器遵从USB1.1协议，支持运转在USB 12 Mb/s的全速模式下，或者在1.5 Mb/s的低速模式下，内部包含1个256B用于控制寄存器和数据缓冲的随机存储器，性价比高，完全能满足系统的要求。

(9) FRAM。FRAM采用无限次读写的FM25L256芯片，它可以满足焊接过程中经常性的读写存储器的要求。采用

SPI总线，在总线上悬挂了2片FM25L256。其中1片主要是把焊接的工艺参数保存在存储器中，另一片是存放中文字库。

(10) 实时时钟。LPC2138的内部时钟存在计时不准的情况，故选用了DS1302作为外部时钟。

1.2 传感器变送电路

1.2.1 温度传感器变送电路

温度传感器采用PT100。PT100的电阻——温度曲线是一条平滑的凸曲线。通过电路如图2的电压——电阻曲线是一条与之相对应的凹曲线。从而达到线性化的目的。

图2中的VR1是调零电阻，VR2的是调幅电阻。不同温度范围可以通过调整R11的阻值来达到要求。

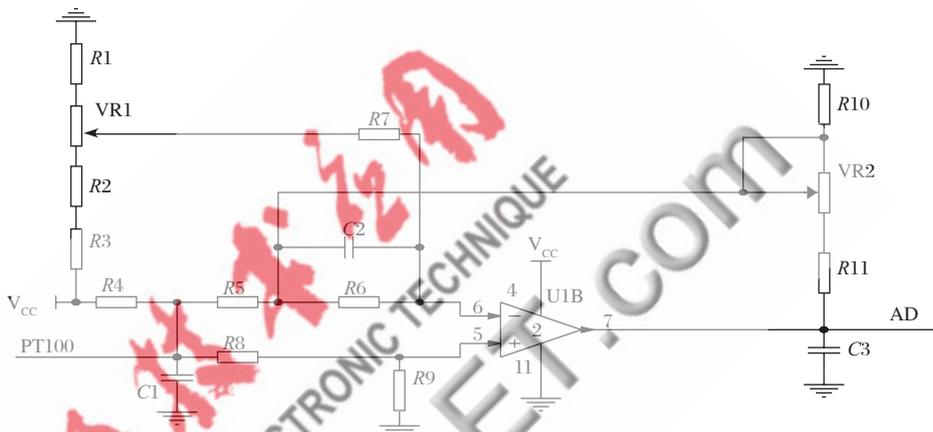


图2 温度变送电路

1.2.2 压力和位移传感器变送电路

压力传感器和位移传感器都是4mA~20mA的电流信号。图3为简单实用的采用双光耦隔离传输模拟量的线性电路。

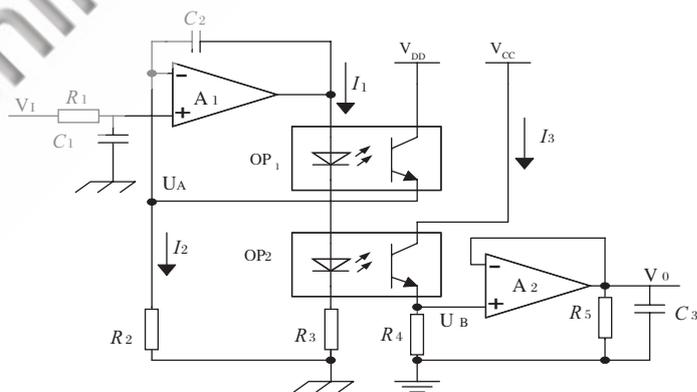


图3 压力和位移变送电路

两个光耦的发光元件通过相同的激励电流 I_1 ，假设OP₁的电流非线性传输函数为 $g(I_1)$ ，OP₂的电流非线性传输函数为 $g(I_2)$ ，则： $I_2 = g_1(I_1)$ ； $I_3 = g_2(I_1)$ ；

只要保证OP₁和OP₂为同一批次的封装在一起的2个光耦，如TLP521-2，则可以认为它们的特性一致，即： $g_1(I_1) = g_2(I_1)$ ； $I_2 = I_3$ ；

A1和A2为运算放大器，根据运放的特性有： $U_1 = U_A = I_2 \times R_2$ ； $U_0 = U_B = I_3 \times R_4$ ；

应用奇葩

Example of Application

可得: $U_0/U_1 = (I_3 \times R_4) / (I_2 \times R_2) = R_4/R_2 = K$ (常数)

即 U_0 和 U_1 的关系是线性的, 可以根据实际情况调整 R_2 和 R_4 的大小, 以产生满足CPU采集要求的 U_0 的变化范围。

2 软件设计

由于硬件设计上提供了丰富的资源, 以及上层应用软件比较复杂, 因此在软件设计时可以采用嵌入式实时操作系统。本系统嵌入的实时操作系统是 $\mu C/OS-II$ ^[4], 要实现的主要有焊接控制程序、USB模块、图形用户界面和焊接数据的管理系统, 其基本框图如图4所示。



图4 软件系统框图

各个功能模块以任务方式和焊接控制程序交互或者以函数调用的方式供焊接机控制程序使用。

2.1 嵌入式操作系统 $\mu C/OS-II$ 的移植

$\mu C/OS-II$ ^[5]是一种免费开源代码、结构小巧、具有可剥夺实时内核的嵌入式实时操作系统。其优越性体现在源码公开、易于移植、占先式实时内核、多任务等。

移植 $\mu C/OS-II$ 到LPC2138所需要做的工作有3步:

- (1)设置includes.h中与处理器和编译器相关的代码;
- (2)用C语言编写6个与操作系统相关的函数(OS_CPU.C.C);
- (3)用汇编语言编写4个与处理器相关的函数(OS_CPU_A.S)。

完成上述工作之后, $\mu C/OS-II$ 就可以正常运行在ARM处理器上了。

2.2 设备驱动程序的编写

设备驱动程序主要是针对热熔焊接机智能控制器用到的外围设备来编写, 包括LCD驱动、SPI驱动、USB驱动、主控键盘、打印机等。

2.3 热熔焊接机应用程序的实现

应用程序包含LCD图形界面显示程序、USB数据转存程序、键盘扫描程序、4路A/D数据采集程序、自动控制程



图5 总体任务关联图

序。根据系统的要求, 创建了4个任务。其中总的任务关联图如图5所示; 分别是LCD显示和键盘任务, 自动焊接任务, USB数据转存任务, 4路A/D数据采集和声光报警任务。LCD显示和键盘任务由主函数创建, 周期性地运行。其他3个任务在LCD显示和键盘任务中创建。自动焊接任务和USB数据转存任务为事件触发任务。触发任务采用消息邮箱通信。

其系统的主程序流程图如图6所示; 通过在LCD任务中对键盘的扫描得到焊接键盘信息, 然后通知正在等待的自动焊接任务, 自动焊接任务收到邮箱消息进行任务的切换, 进入焊接时序。



图6 自动焊接软件的主程序流程图

随着嵌入式技术的不断发展和普及, ARM的性价比不断提升, 本文提出了一种基于32位处理器的智能工业控制器系统设计方案。该方案在 $\mu C/OS-II$ 操作系统的支持下, 实现了热熔对接的全自动化, 以及焊接数据的管理和可追溯性。最大程度地消除了人为因素的干扰, 提高了焊接质量。

参考文献

- [1] 阳代军, 霍立兴. 塑料压力管道热熔对接自动焊机的控制系统[J]. 焊接学报, 2002, 23(3): 41.
- [2] 周立功.ARM嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [3] 周立功. 深入浅出ARM7[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [4] JEAN J.LABROSSE. mC/OS-II——源码公开的实时嵌入式操作系统[M]. 邵贝贝译.北京: 中国电力出版社, 2001.
- [5] 周航慈, 吴光文. 基于嵌入式实时操作系统的程序设计技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.

(收稿日期: 2008-12-12)