

文章编号:1671-251X(2012)06-0011-04

曾苛,付周兴. 基于 ARM 的掘锚连续采煤机传感器信息采集模块设计[J]. 工矿自动化,2012(6):11-14.

基于 ARM 的掘锚连续采煤机传感器 信息采集模块设计

曾苛^{1,2}, 付周兴²

(1. 天地科技股份有限公司上海分公司, 上海 200030;

2. 西安科技大学电气与控制工程学院, 陕西 西安 710054)

摘要:针对掘锚连续采煤机中传感器数量较多、且输出信号制式多种多样的特点,设计了一种以 ARM 处理器为控制核心的掘锚连续采煤机传感器信息采集模块;介绍了该模块硬件电路中信号调理电路、AD 转换电路、信号隔离电路和通信接口电路的设计,并给出了该模块的主程序流程。实际应用表明,该模块运行稳定、可靠,有效地实现了掘锚连续采煤机中各传感器数据的实时采集、上传功能。

关键词:掘锚连续采煤机;传感器;信息采集;ARM 处理器;通信接口

中图分类号:TD632 文献标识码:A 网络出版时间:2012-05-28 14:51

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120528.1451.004.html>

Design of Information Collection Module of Sensor of Continuous Miner with Digging and Anchor Based on ARM

ZENG Ke^{1,2}, FU Zhou-xing²

(1. Shanghai Branch of Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Shanghai 200030, China.

2. School of Electrical and Control Engineering of Xi'an University of Science and Technology,
Xi'an 710054, China)

Abstract: In view of characteristics of more sensors and various output signal forms of continuous miner with digging and anchor, a information collection module of sensor of continuous miner with digging and anchor taking ARM processor as control core was designed. Design of signal processing circuit, AD conversion circuit, signal isolation circuit and communication interface circuit in hardware circuits of the module were introduced, and main program flow of the module was given. The actual application showed that the module runs stably and reliably, which realizes functions of real-time collection and uploading of data of each sensor of continuous miner with digging and anchor.

Key words: continuous miner with digging and anchor, sensor, information collection, ARM processor, communication interface

0 引言

在井下巷道的掘进过程中,如何更好地完成巷道支护工作是保障煤矿安全生产的重要环节。传统

的巷道支护是在掘进机或人工开挖巷道后再采用锚杆机等进行支护作业,巷道掘进与支护过程分开,造成掘进速度慢、危险系数比较大的问题。掘锚连续采煤机(以下简称掘锚机)为掘锚一体化的新型机

收稿日期:2012-04-13

基金项目:国家科技部科研院所技术开发研究专项资金项目(NCSTE-2000-JKZX-166)

作者简介:曾苛(1983-),男,四川资中人,助理工程师,工程硕士研究生,主要研究方向为煤矿电气自动化控制。E-mail:dingdingzeng@vip.qq.com

组,实现掘进机与锚杆机的一体化,使巷道掘进支护同步进行,大大提高了巷道掘进作业的效率和安全系数。

由于掘锚机采用掘进机与锚杆机一体化结构,机械结构及液压系统比较复杂,为了保护关键部件并使得动作机构正常工作且实现特定的控制功能,掘锚机电气控制系统设置了较多传感器对其运行情况进行检测并保护。

针对该特点,笔者专门为掘锚机设计了一种传感器信息采集模块,由该模块对各传感器信号进行采集、处理汇总后通过总线接口把传感器信息传给掘锚机电气控制系统的主控制器。

1 传感器信息采集模块硬件设计

掘锚机电气控制系统的主要传感器类型及传感器输出信号制式如表1所示。

表1 掘锚机电气控制系统的主要传感器类型及传感器输出信号制式

传感器采集的物理量	数量	传感器输出信号制式	传感器采集的物理量	数量	传感器输出信号制式
左右切割减速箱温度/℃	2	PWM 脉冲信号	电动机温度/℃	6	Pt100 电阻信号
切割臂高度/m	1	485 总线信号	进水水压/MPa	1	4~20 mA 电流信号
掏槽深度/m	1	电阻信号,0~12.32 kΩ	进水量/(L·min ⁻¹)	1	频率信号,20~5 000 Hz
油箱温度/℃	1	PWM 脉冲信号	油泵输出油压/MPa	1	频率信号,200~2 000 Hz
油箱油位/cm	1	电阻信号,0~2.1 kΩ	瓦斯体积分数/%	1	频率信号,200~2 000 Hz
电动机功率/kW	6	0~10 V 电压信号	限位开关/个	4	开关量

从表1可看出,掘锚机电气控制系统中的传感器不光数量多、种类多,输出信号制式也多种多样,对实时性的要求也不尽相同,这就对传感器信息采集模块的硬件提出了较高要求。

传感器信息采集模块的整体设计理念是嵌入式、高性能、低功耗、宽输入电压、隔爆兼本质安全型。该模块以 STR912 ARM 处理器为控制核心,主要包括控制电源、开关量输入及隔离、模拟量输入及隔离和 CAN、485 总线接口等^[1-4],其硬件结构如图1所示。

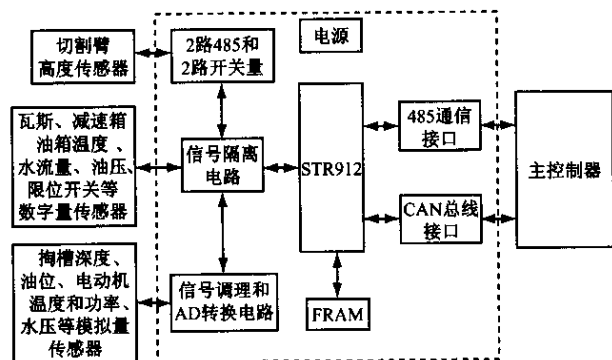


图1 传感器信息采集模块硬件结构

STR912 是 ST 公司推出的最新 ARM9 工业级微控制器,基于 ARM966E-S 内核,片内集成 USB、CAN、SPI、EMI、以太网等外设;具有 512 KB 的 FLASH 存储器、96 KB 的 SRAM;高达 96 MHz 的主频使得高速采样传感器数据有了可能;片内集成 CAN 控制器,使得传感器信息采集模块可以对

外提供高速的 CAN 总线接口,为快速上传传感器数据提供了保障。

1.1 信号调理和 AD 转换电路

传感器信息采集模块采集的许多传感器信号,如掏槽深度、油位、电动机温度和功率、水压等均为模拟量信号,必须经过信号调理和 AD 转换后才能送到 ARM 处理器进行处理。这些模拟量信号中,电动机绕组的温度信号由 Pt100 采集,输出的电压信号幅值小,抗干扰能力很弱,对信号调理电路的要求比较高。这里以 Pt100 为例,说明模拟量信号采集过程。

针对 Pt100 的特性要求,采用恒流源给 Pt100 供电,将 Pt100 的电阻值成比例地转换成电压信号,根据 Pt100 电阻值与温度的关系式反解出温度。Pt100 信号调理电路如图2所示。

由图2可推导出

$$U_o = \frac{3}{200} R_{Pt100} - 1.25 \quad (1)$$

其它模拟量(如电动机功率、进水水压、掏槽深度等)输出信号为标准的 0~10 V 或者 4~20 mA 信号,调理电路相对简单,经过低通滤波器和电平转换后送入 AD 转换芯片,由 AD 转换芯片转换成数字量再经过光耦隔离后送至 ARM 处理器的 SPI 口(或者模拟 SPI 口)。由于传感器数量较多,需要 4 片 AD 转换芯片 AD7739 完成 AD 转换任务^[5]。AD 转换和信号隔离电路如图3所示。

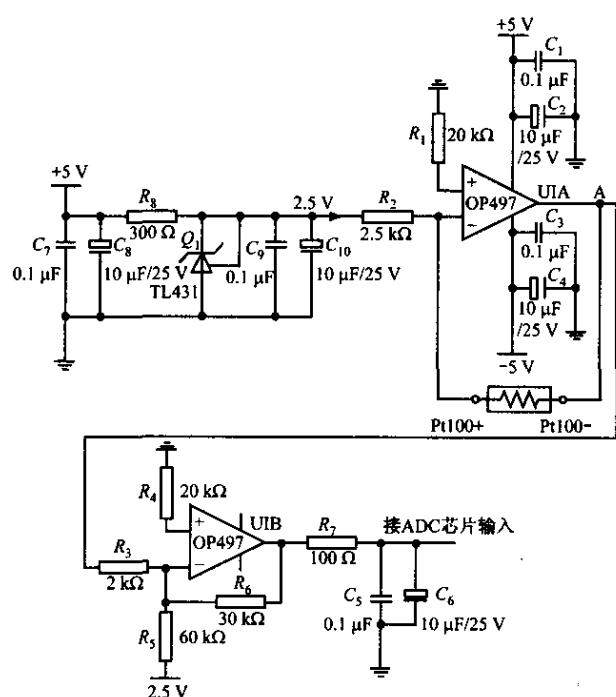


图2 Pt100信号调理电路

AD7739与ARM接口电路采用光电隔离电路,以便保证传感器信息采集模块本质安全电路(外

围传感器及其接口电路)与非本质安全电路(ARM处理器部分)之间的隔离。ARM接口电路是由光电隔离器6N137、缓冲驱动器74LVC125和开漏驱动器74LVC07组成的。读取AD转换数据是通过ARM处理器的SPI接口或者利用GPIO模拟SPI接口,AD转换结束信号也是与ARM处理器的GPIO口线相连。采用74LVC125和74LVC07缓冲驱动器可增加ARM处理器和AD7739输入输出线对光电隔离器件的驱动能量。

AD7739的参考电源采用的是AD公司生产的2.5/3.0V高精度基准源AD780。

1.2 通信接口电路

传感器信息采集模块采集的传感器数据通过CAN或485总线传给掘锚机电气控制系统的主控制器,切割臂高度传感器是通过2路485通信接口将数据发送给传感器信息采集模块,因此,模块需要用到CAN和485两种通信模块。2种通信模块的接口电路如图4所示。

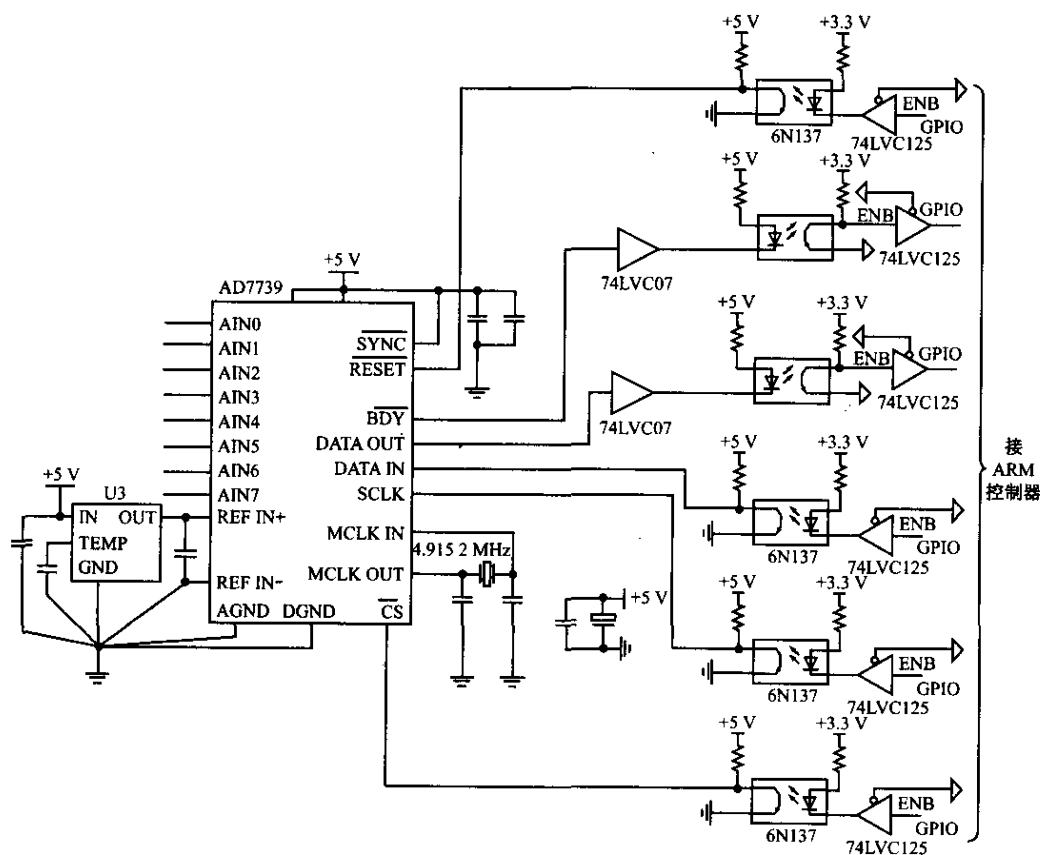


图3 AD转换和信号隔离电路

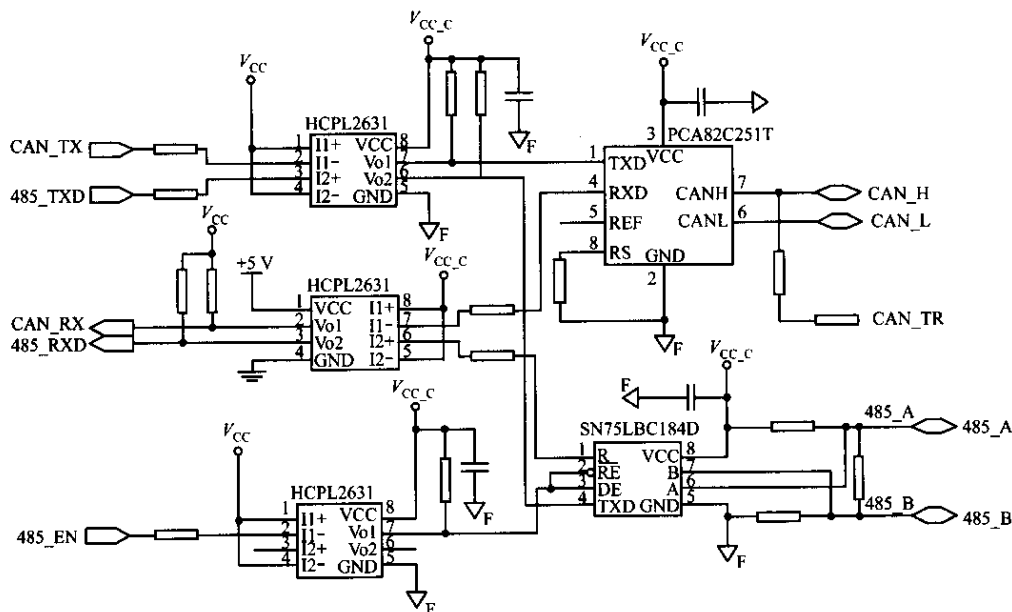


图4 CAN和485通信模块接口电路

1.3 其它电路

由图1可知,传感器信息采集模块为一个完整的信号检测系统,其电路设计还涉及到油箱温度、流量、压力、瓦斯等传感器输出的频率信号的隔离与检测电路,限位开关等其它开关量传感器的信号检测电路,还有ARM最小系统电路和供电电路的问题。由于这些电路设计相对比较简单,可参考的设计资料也比较丰富,本文不再赘述。

2 传感器信息采集模块软件设计

传感器信息采集模块软件采用模块化设计,通过混合编程的方式(即主体程序架构采用C语言,对实时性要求很高的软件采用汇编语言)实现软件的实时可靠运行。

传感器信息采集模块通过各种传感器的接口电路与各传感器相连,经过接口电路的转换与隔离送入ARM处理器,经过ARM处理器的计算、滤波、信号处理,封装成一帧数据,送入数据缓冲区中并不断更新数据缓冲区的数据,等待上位主控制器的查询或者主动发送给上位主控制器。整个模块的程序包括各传感器通道采集子程序、信号调理和滤波子程序、ModBus总线通信子程序、CAN总线通信子程序、授权子程序等。其主程序流程如图5所示。

3 结语

目前,传感器信息采集模块已成功应用于MLE250/500-M型掘锚机上。井下试验结果表

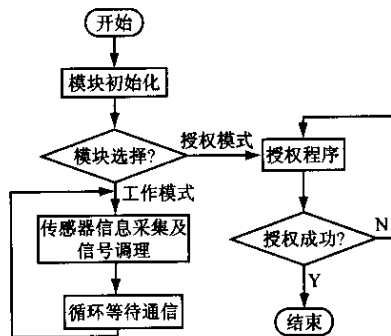


图5 传感器信息采集模块主程序流程

明,该模块运行稳定、可靠,有效地实现了掘锚机中各传感器数据的实时采集、上传功能,为掘锚机的可靠、稳定运行以及以后控制功能的进一步扩展打下了良好的基础。

参考文献:

- [1] 杜春雷. ARM体系结构与编程[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 潘朝霞,王毅. ARM处理器中ARM和Thumb状态的切换[J]. 微计算机信息,2005(2):98-99,129.
- [3] 陈虎,张阳,张福建. 嵌入式电牵引采煤机黑匣子的设计[J]. 工矿自动化,2010(7):6-9.
- [4] 李银河. CAN总线和基于CAN总线的高层协议[J]. 可编程控制器与工厂自动化,2005(11):66-69.
- [5] Analog Devices. 8-Channel, High Throughput, 24-Bit Σ - Δ ADC-AD7739[EB/OL]. (2003-03-30)[2012-03-02]. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7739.pdf.