

文章编号:1671-251X(2007)01-0071-04

# 基于 MSP430 的 矿用低功耗串行隔离转换器的设计\*

张利娟<sup>1</sup>, 李志军<sup>2</sup>, 任毅<sup>3</sup>

(1. 中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008; 2. 兖矿集团东滩煤矿, 山东 邹城 273512;  
3. 兖矿集团贵州能化公司, 贵州 贵阳 550000)

**摘要:**文章针对煤矿监测监控系统中 RS485 与 RS232 串口通信以及 RS485 之间的隔离问题,提出了基于 MSP430 矿用低功耗串行隔离转换器的设计方案。详细介绍了该转换器的功能及其硬件、软件模块的设计。

**关键词:**矿用; 隔离转换器; 串行通信; RS232; RS485; MSP430

**中图分类号:**TD67; TP393 **文献标识码:**B

Design of Mine-used Isolation Converter with Low-power Consuming and  
Serial Communication Based on MSP430

ZHANG Li-juan<sup>1</sup>, LI Zhi-jun<sup>2</sup>, REN Yi<sup>3</sup>

(1. College of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China.  
2. Dongtan Coal Mine of Yanzhou Mining Group, Zoucheng 273512, China.  
3. Energy and Chemical Company of Yanzhou Mining Group, Guiyang 550000, China)

**Abstract:**In order to solve the serial communication problem between RS485 and RS232 serial interface and the isolation of RS485 signals in the monitoring system for coal mines, a designing scheme of a kind of mine-used isolation converter with low-power consuming and serial communication based on MSP430 was put forward. The functions and the design of hardware and software of the converter were introduced in detail.

**Key words:**mine-used, isolation converter, serial communication, RS232, RS485, MSP430

## 0 引言

在异步串行通信中,RS232 得到了广泛的应用,它适用于传输距离不太远或带调制解调器的场合。它在通信中暴露的缺点很明显,如传输速率慢、距离短。在实际中常常会遇到远距离通信和多个外设的情况,这时 RS232 就不能满足要求了。同时,目前我国煤矿中存在着大量采用 RS485 总线采集井下各种数据的情况,这就需要 RS232 信号转换成 RS485 信号。常用的串行转换器是基于硬件或者是

基于普通单片机的,但这类串行转换器只能用于一般场所,而在煤矿这种含瓦斯及煤尘较多的危险易燃易爆的环境中是不可行的。在矿井下的通信设备必须为本安型的。同时井下 RS485 总线上的信号可能对上位机的工作产生影响,需对 RS485 信号进行隔离。就这些问题本文提出了低功耗串行隔离转换器的设计方案。

## 1 功能简介

该隔离转换器用于煤矿井下,完成 RS232 与 RS485 之间的双向传输,还可以作为 RS485 隔离器使用,即完成 RS485 与 RS485 信号之间的转换。其中,作为 RS485 隔离器使用时,矿井下的 RS485 信号通过防雷电路接入该隔离转换器。用户可以根据自己的需要进行 RS232/485 转换器和 RS485 隔离

收稿日期:2006-09-11

\* 基金项目:国家企业创新基金资助项目(05C26213200595)

作者简介:张利娟(1981-),女,中国矿业大学信电学院在读硕士研究生,现主要从事硬件开发工作。

器2种功能之间的切换。同时用户还可以通过拨码开关选择传输波特率。

## 2 硬件设计

隔离转换器主要由232/TTL电平转换、485/TTL电平转换、MSP430微控制器、防雷、光电隔离、波特率选择等模块组成。RS485总线信号转换为TTL电平,输入微处理器进行处理后经过232/TTL电平转换模块转换为RS232信号和PC机进行通信,或者是由PC机发出的RS232信号转换为TTL电平,输入微处理器进行处理后经过485/TTL电平转换模块转换为RS485信号来控制RS485通信设备。矿井下RS485信号经过防雷、光电隔离、单片机再接入其它RS485设备。其硬件原理框图如图1所示。

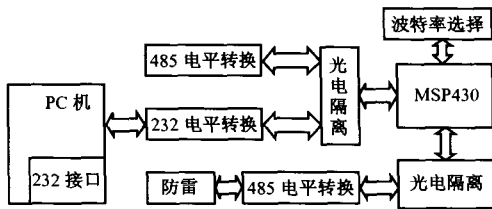


图1 隔离转换器硬件原理框图

### 2.1 主要模块

232/TTL电平转换电路中232信号通过MAX232的第11脚和12脚经过光电隔离接到MSP430的第15脚和16脚,完成电平转换,第13、14脚接上位机(PC机)的RS232信号,如图2所示的MAX232部分。

由于MSP430只有1个串口,所以485部分的串口需要模拟,U3的DI、RO脚分别经过光电隔离接到MSP430的第22脚和9脚,EN2由微控制器的第18脚控制。U4的DI、RO脚分别经过光电隔离接到MSP430的第15脚和16脚,EN1由微控制器的第17脚控制。将数据发送允许DE和数据接收允许RE短接,用1根信号线控制,这样可以做到收发的切换。当EN1、EN2为高电平时,MAX485发送允许;为低电平时,接受允许。通过微控制器MSP430的控制,进行数据的收发,如图2所示的MAX485部分。其中根据需要,MAX232和U4接入MSP430时通过跳线选择。

MSP430微控制器是整个系统的控制部分,控制RS232/485与RS485的数据通信。可以根据需要设置数据通信的波特率。MSP430的第1、7、25、26、27、28脚作为JTAG调试接口,第11、12、13、14脚作为波特率选择的4位二进制数。

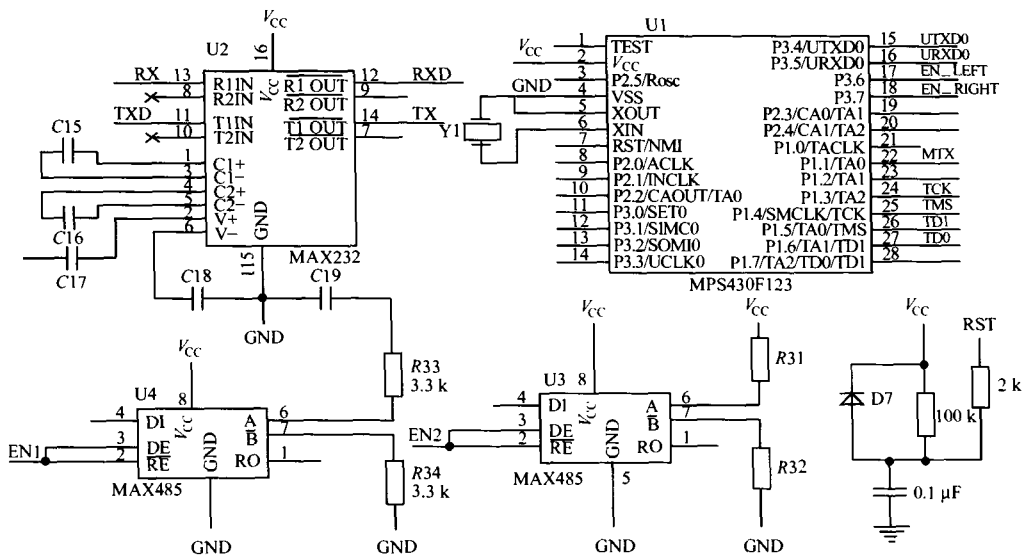


图2 硬件电路图

考虑到工作环境恶劣、存在外界干扰,电路中加上了防雷、防强电电路。防雷电路采用强效放电管和瞬间放电管进行过压过流保护和浪涌保护。可以将电压箝位RS232/485的信号线不是直接和微控制器相连,而是通过光耦后与MSP430连接,这样

就很好地实现了各个节点间的电气隔离。不过,应该特别说明的一点是光耦部分两端所采用的电源必须完全隔离,否则采用光耦也就失去了意义。电源的完全隔离采用小功率电源隔离模块DC-DC实现,需要注意的是DC-DC不可以空载。

## 2.2 主要芯片介绍

基于 MSP430 隔离转换器所需要的芯片主要有 232/TTL 电平转换芯片、485/TTL 电平转换芯片、MSP430 微控制器。

RS232 接口芯片很多,本转换器只需要 1 个单发/单收的 MAX232 就可以满足要求了。考虑到带载能力,RS485 的接口芯片选择 MAX1487,它可以带 128 个节点。

该转换器的 MSP430 微控制器主要采用 TI 公司的 MSP430F123。TI 公司的 MSP430 系列单片机(或称为微控制器)是一种具有超低功耗特性的、功能强大的单片机。

该转换器采用 MSP430F123 单片机,主要是因为它具有以下特点:

### (1) 低电压、超低功耗

MSP430F123 单片机在 1.8~3.6 V 的电压、1 MHz 的时钟频率下运行,耗电电流在 0.1~400  $\mu\text{A}$  之间,时钟关断模式的最低功耗只有 0.1  $\mu\text{A}$ ,功耗和工作模式有关。有 4 种低功耗模式,可以在不同的模式下切换,使电路功耗达到最低。

### (2) 强大的处理能力

MSP430F123 是一个 16 位的单片机,采用了精简指令集(RISC)结构,具有丰富的寻址方式(7 种源操作数寻址、4 种目的操作数寻址)、简洁的 27 条内核指令以及大量的模拟指令;大量的寄存器以及片内数据存储存储器都可参加多种运算;还有高效的查表处理指令;有较高的处理速度,在 8 MHz 晶振下指令周期为 125 ns。这些特点保证了可编制出高效率的源程序。

### (3) 方便的调试功能

因为器件片内有 JTAG 调试接口,还有可电擦写的 FLASH 存储器,因此采用先下载程序到 FLASH 内,再在器件内通过软件控制程序的运行,由 JTAG 接口读取片内信息供设计者调试使用的方法进行开发。这种方式只需要 1 台 PC 机和 1 个 JTAG 调试器,而不需要仿真器和编程器。开发语言有汇编语言和 C 语言代码保护功能。

### (4) 温度适应性强

适应工业级运行环境,MSP430 系列器件均为工业级的,运行环境温度为一 40~+85  $^{\circ}\text{C}$ ,所设计的产品适用于工业环境。

Timer-A 是 MSP430 系统中一个功能强大的模块,主要有可以工作在 4 种不同模式下的 16 位定时器以及多个捕获/比较模块,每个捕获/比较寄存

器能被软件用于获得时间标记,可用于各种目的,例如测量软件程序所用时间等。

在本文中,利用 Timer-A 处理异步通信,作为定时器使用。在发送 1 位数据前,定时器先清零,发送数据时定时器开始计数,采用增计数的模式,计数至 CCR0,则完成 1 个数据位的传输,如此不断循环直至数据处理完。

## 3 软件系统设计

本设计中使用 C 语言完成 MSP430 的控制程序。程序主要包括串口初始化子程序、单片机接收 RS232/485 数据子程序、单片机送数据到串口子程序、单片机接收串口数据中断服务程序、单片机送数据到 RS232/485 总线子程序等功能模块。

程序主要完成单片机的初始化、串口的初始化、RS232/485 与 RS485 信号的双向传输。程序流程如图 3 所示。

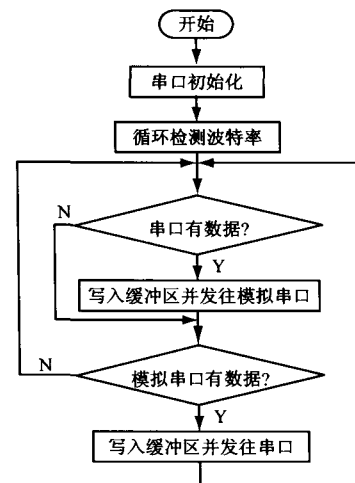


图 3 程序流程图

### 3.1 主程序

单片机上电复位,首先进入主程序部分,主要完成单片机和串口初始化、发出命令、循环检测波特率等功能。在系统空闲时,进入低功耗模式,降低电路消耗,减少由于消耗过高而引起电路故障的几率。

### 3.2 中断程序

中断服务程序分为 2 个,分别是串口中断服务程序和模拟串口中断服务程序。串口接收到数据后,进入到串口中断,将数据放入串口数据缓冲区中,调用模拟串口接收程序,将数据缓存到临时定义的缓存区,由于数据是一位一位地接收,需要经过多次缓存,直至接收完毕。模拟串口接收到数据后,进入模拟串口中断,将数据存入端口寄存器中,接收到

文章编号:1671-251X(2007)01-0074-04

# 矿用组合开关主控单元的设计

黄静波, 牟龙华

(同济大学, 上海 201804)

**摘要:**根据矿井生产的需要,文章设计了一种基于 AVR 单片机的组合开关,概括地介绍了其主要功能及控制方式,简述了上位机控制单元硬件构成及软件设计思想。实际应用表明:该开关有助于提高矿井生产安全性,可靠性高,使用灵活。

**关键词:**矿井; 组合开关; 控制单元; 控制模式; 单片机; AVR

**中图分类号:**TD63; TP393      **文献标识码:**B

## Design of Main Control Unit of Mine-used Assembled Switch

HUANG Jing-bo, MU Long-Hua

(Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** According to the requirement of production in coal mine, an assembled switch based on AVR single-chip microcomputer was designed. Its main functions and control mode were introduced summarily. The design of hardware and software of control unit of the upper-computer were proposed. The practical application proved that this kind of assembled switch was helpful to enhance the security of production in coal mine and had high reliability and flexibility.

**Key words:** coal mine, assembled switch, control unit, control mode, single-chip microcomputer, AVR

## 0 引言

煤矿井下的恶劣工作环境及各种安全隐患决定了发展安全生产研究的重要性。随着采煤自动化程度的提高,选用可靠性高、故障率低、管理操作方便、

性能优良的电气设备也是各煤炭企业实现高效安全生产的必然选择。组合开关是将原先多台用于控制采煤机、转载机、破碎机、运输机等用电设备的开关控制回路以及监控主控制回路集中起来,1台组合开关的功能就相当于多台单体开关的功能,例如6组合开关,就相当于6台单体开关。组合开关代替单体开关:一方面,简化了各单体开关之间的电缆连接,减少了设备占地面积,且有利于设备的频繁变迁,也便于集中管理,发生故障时也有助于排除;另

收稿日期:2006-09-11

作者简介:黄静波(1982-),男,现为同济大学硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化。

的数据有可能是站号调整时误发,所以要判断接收数据的有效性。接收到的数据包包含命令和站号,要判断该站号是否与本机站号相符,不相符则抛弃该命令。

## 4 结语

经实验证明,本隔离转换器在波特率为 110~57 600 bps,串口发送数据的时间间隔为 5 ms,发送的数据个数任意,可以实现无误码收发。

该转换器能有效地解决矿井下 RS485 总线与

RS232 信号通信的问题和消除矿井下 RS485 总线信号对上位机的威胁。

## 参考文献:

- [1] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] 秦 龙. MSP430 单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社, 2005.
- [3] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.