

# 基于 MSP430 的智能测控模块的设计与实现

*Design and Implement of Intelligent Measure and Control Module Based on MSP430*

(开封教育学院) 徐景波  
XU Jin-bo

**摘要:** 系统采用 IT 公司的 MSP430F149 单片机作为智能模块的主控芯片,设计了一种外挂的、带有 CPU 并且具备对外通信接口的智能测控模块,该模块具有自主的数据采集、数据处理和数据通信能力和网络化接口,可以用于构建网络化实验和工业控制。

**关键词:** 智能测控模块;数据采集;网络化接口

**中图分类号:** TP368 **文献标识码:** B

**Abstract:** The system selects MSP430F149 as MCU of intelligent module. The Paper puts forward and designs one kind of intelligent measure and control module which have CPU and foreign communication interface and does not need to insert the computer. The module wants data collecting, data processing, data communication capacity and network interface. It can carry on networked experiment and be adopted by industry control.

**Key words:** intelligent measure and control module; data collecting; network interface

## 1 引言

当前市场上已有的测控类的集成板卡或模块种类很多,国内的如研华、研祥、华控等公司生产的各种数据采集板卡都是基于 PCI、ISA 或者 EISA 总线的,使用时须插在计算机机箱内部的标准总线插槽中,且不带有自主处理能力,无法独立完成数据采集、处理和控制在功能,必须依赖于计算机才能进行测控任务,一旦计算机故障,控制就会中断;国外的一些大公司也推出了一些数据采集板卡和智能测控模块,这些模块具有较强的数据处理能力,且具有对外的通信接口,能与计算机或网络相连接,但价格昂贵,扩展能力有限,在中小型过程控制系统测控中使用很少。因此对中小型过程控制系统测控的需求,设计一种价格适中,具有自主处理数据能力,可以实现独立控制,使用时不必插到计算机内部,在智能测控模块与计算机联机控制时,一旦计算机系统故障时,可以马上转为独立测控模式,实现了控制的连续性,提高了可靠性。

## 2 智能测控模块功能结构

设计的智能测控模块主要用于过程控制系统的数据采集、数据处理、数据通信和输出控制等。智能测控模块的核心是一个 MSP430F149 微处理器,利用处理器自身带有的丰富的外围模块以及少量的外部芯片实现了液晶、键盘、AD、DA、串行通信、CAN 总线接口等功能。智能测控模块的功能框图如图 1 所示。

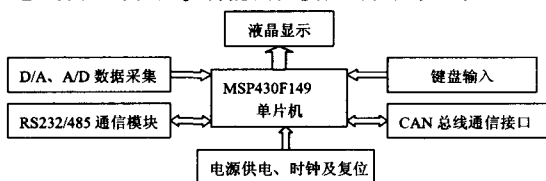


图 1 智能监测系统结构图

## 3 硬件电路设计

### 3.1 电源供电及复位电路

由于模块中既有 +5V 供电的芯片又有 +3.3V 供电的芯片,因此必须在电路中设计电平转换电路。考虑到降压电路易于实现,所以采用 +5V 部分直接供电,而 +3.3V 部分采用降压后的电源供电的供电方案。系统选用比较常用、性能好、价格便宜的 AMS1117-3.3 来实现 +5V 到 +3.3V 的电压转换。同时在 CAN 通信接口部分,考虑到 CAN 工作在控制现场以及在高速通信时可能产生干扰,采用了光电隔离措施,因此为了实现完全的隔离,选用了纹波极低的 DC/CD 模块 B0505S-1W 来实现另一路隔离的 +5V 供电电路,以尽量减少它自身对电路的影响。

考虑到低功耗要求, MSP430F149 单片机采用一个 32KHz 的时钟信号,同时考虑到串口通信的速率的要求,还需采用一个 8MHz 的时钟信号。该系统的时钟部分都是采用晶体振荡实现。由于电源的输入纹波对单片机的影响,在电源的管脚叫一个 0.1 $\mu$ F 的电容来实现滤波,以减小输入端受到的干扰。为了保证复位电路的可靠性,系统采用 MAX809 复位芯片组成复位电路。在设计复位电路时,还需要在复位芯片 MAX809 的电源输入脚叫一个 0.1 $\mu$ F 的电容来实现滤波,以减小输入端受到的干扰。

### 3.2 液晶显示部分电路

模块设计的时候不需要在液晶上实现图形显示,选用了 16 字符 $\times$ 2 行的字符型液晶显示模块 C1623。智能测控模块的液晶显示电路原理图如图 2 所示,用 P4 口的 8 个引脚作为液晶模块的数据线,用 P5.1-5.3 来实现液晶模块使能、内部寄存器选择和读写模式控制位。由于 MSP430F149 采用 +3.3V 供电,而液晶显示模块采用 +5V 供电,因此为了方便 MSP430F149 和 C1623 的接口,中间加了 74HC245 作为电平接口芯片,74HC245 可以与来自 MSP430F149 的 +3.3V 左右的高电平接口,它的输出又可以与 +5V 工作 C1623 接口。

徐景波: 讲师

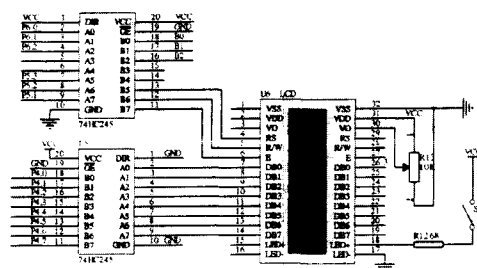


图2 液晶显示电路

### 3.3 RS-232、RS-485 通信电路

该系统实现串口通信模块主要是与上位机进行通信。单片机系统将保存在RAM中的数据送到上位机进行处理，从而减轻单片机系统的负担。由于单片机与上位机进行通信时接口电平不同，因此需要进行接口转化，这里采用MAX232芯片来实现接口电平的转化。

系统选用的MAX3485芯片的输出电平符合RS-485串行通信标准。CAN总线接口通过RS-485接口可以实现传统的组网控制，通过CAN接口，可以实现新型的现场总线网络控制系统，通过RS232通信接口，可将模块与上位监控计算机连接，这样，在上位计算机可以充分利用各种网络技术（如Internet技术、Web技术、网络安全技术），进一步提升控制水平。

### 3.4 A/D 和 D/A 接口电路

MSP430F149内置了8通道，12bit，20kbps的AD转换器，自带采样保持器。对于需要采集的外部电压、电流信号，只要通过信号调理电路，转换成为0-3.3V的电压信号，就可以使用智能测控模块进行采样。

由于MSP430F149本身不带有DA转换外围模块，因此这一功能必须通过外加电路来实现。考虑到模块要实现的功能比较多，I/O口比较紧张，因此这里选用了串行DA芯片MAX525来实现。MAX525采用三线制的SPI接口，但是MSP430F149的两个USART外围模块已经被通信接口占用，因此系统使用了普通I/O口P6.0-P6.2三根引脚，通过软件方法模拟MAX525的SPI接口时序。DA采集电路如图3所示。

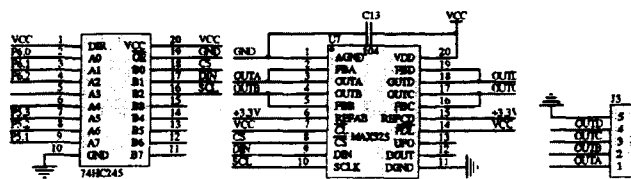


图3 4路12位D/A转换接口电路

### 3.5 CAN 通信接口电路

系统设计的CAN总线接口电路如图4所示，选用的CAN控制器为SPI接口的MCP2510，该芯片支持CAN2.0B技术规范，支持标准帧和扩展帧两种格式，并具有接收滤波和信息管理功能。MCP2510正常工作之前，需要进行正确的初始化，包括SPI接口的数据速率、CAN通信的速率、MCP2510的接收滤波器和屏蔽器、发送和接收中断允许、发脚接收缓冲器控制寄存器、发送/接收缓冲器标志符寄存器、发送/接收缓冲器数据长度寄存器等，如果是扩展帧或远程帧还需要填写对应的控制和标志寄存器，如果发送的帧包含数据，还需要填写发送数据寄存器。单片机对MCP2510的发送和接收缓冲器必须通过SPI接口

用MCP2510内部的读写命令来完成。由图中的接线方式可以知道，MCP2510工作在从模式，MCP2510所需要的时钟信号由MSP430F149的UCLK0输出给MCP2510的SCK脚提供。

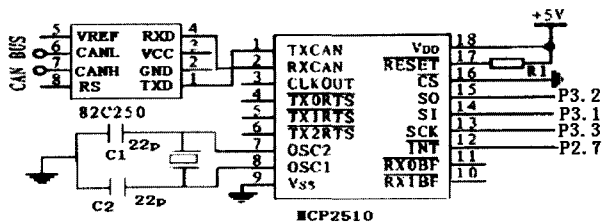


图4 CAN通信接口电路

### 3.6 键盘输入电路

模块设计了按键数目比较多的4x4矩阵键盘，这样可以在实现丰富输入方式的同时，尽可能简化了软件的设计工作。以PI.0-1.3作为4条行线，行线一端通过限流电阻接高电平+3.3V，另一端接PI.0-1.3。PI.0-1.3引脚为中断输入引脚，由高到低的跳变沿触发。以PI.4-PI.7作为4条列线，列线一端接按钮，另一端接PI.4-1.7。PI.4-PI.7为普通的IO引脚，方向为输出，初始化时，在PI.4-1.7输出低电平。平时没有按钮按下时，PI.0-PI.3保持为高电平，无中断发生，CPU不需要处理键盘；如果有按钮按下，对应的行线会被拉为低电平，一个高低跳变触发PI.3-PI.0的某一个脚的中断，从而进入键盘处理程序。

## 4 智能侧控模块的软件设计

在系统软件设计中，为了尽量减轻CPU的负担，使CPU有更多的时间来处理有用的运算，同时为了减小电路的功率损耗，全部功能都使用中断方式实现。主程序不做过多的工作，只进行一些必要的初始化，然后开中断，之后进入低功耗模式死循环，并等待中断。一旦有中断，循环被中断，CPU从低功耗模式唤醒，进行中断处理，中断结束后再次返回低功耗死循环。主程序的流程图如图5所示。

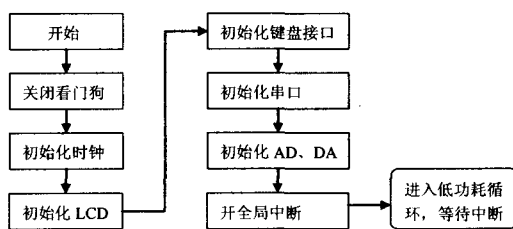


图5 主程序流程图

### 4.1 键盘处理

模块设计了按键数目比较多的4x4矩阵键盘，这样可以在实现丰富输入方式的同时，尽可能简化了软件的设计工作。这十六键包含0-9这10个数字键、小数点键、功能键、X键、逗号键、确认键、取消键。其中“功能键”用来进入设定模式，按1次为水位设定，按2次为温度设定，按3次为压力设定等等；“逗号键”作为分隔符，如输入Kp、Ti、Td这3个参数时，写为“Kp,Ti,Td”就可以一次完成参数设定；“X键”未定义，留给功能扩展使用。

因为键盘只有在开始输入的时候才会使用，进入控制阶段后，键盘就基本上不再使用了。因此没有必要耗费大量的时间来做无用的键盘扫描，论文采用中断方式进行键盘处理。

#### 4.2 AD采集和DA输出

设计的智能测控模块不需要过于高速的连续采样过程。我们在这里把AD采样的模式设定为由定时器B每隔100ms触发一次的单通道单次采样模式,也就是说把AD采集的处理放到了定时器B的中断处理程序中,这样做的好处是平时CPU不需要进行AD采集处理,CPU处于低功耗模式,每100ms定时时间到,定时器B产生中断唤醒CPU完成一次AD采样,同时把得到的控制数据通过DA输出,之后立刻进入低功耗模式。

#### 4.3 RS232/485通信

MSP430F149使用USART1模块来实现RS232/485通信。由于RS232/485异步串行通信使用的是同一个模块USART1,因此在进行一种方式通信的时候另一种通信模式无效。由于这两种通信方式采用的是同一个串口模块UART1实现的,因此RS485的初始化和收、发数据的编程与RS232的基本相同,只是RS485通信有一个发边接收使能端,在传送数据时,发送端要先使能发送,然后发送数据,而接收端,必须先使能接收,然后等待数据。对于RS-232或者RS-485接收数据的处理放在对应的串口中断程序里进行。

#### 4.4 CAN通信

智能测控模块设计使用了MSP430F149的UART0模块工作在同步模式,来实现MCP2510的SPI口时序,因此对于读写等操作,只要将MSP430F149的USART0模块配置为同步模式,然后向对应的输出寄存器中写入操作MCP2510的命令字和地址即可。在进行CAN通信以前,必须先对MCP2510相关的寄存器进行正确的初始化。由于MCP2510上电复位以后,默认进入的就是配置模式,用户要在而且只能在配置模式下完成MCP2510相关寄存器的初始化。初始化完成后,必须把MCP2510改为正常模式,才可以进行数据的通信。

### 5 总结

本文的创新点是智能测控模块设计所选用的MSP430F149单片机具有丰富的外围模块、强大的处理能力和方便高效的开发工具,并且功耗低,非常适合于此模块的设计;其次设计的RS485和CAN总线接口,使得智能测控模块具有远程监控和组网的能力,有较低的成本克服了使用时须插在计算机机箱内部的标准总线插槽中、不带有自主处理能力、无法独立完成数据采集、处理和控制的弊端。该项目实施半年以来,创造经济效益68多万元。

#### 参考文献

- [1] 沈建华等.MSP430系列16位超低功耗单片机实践与系统设计[M].清华大学出版社,2005
- [2] 胡大可.MSP430系列单片机C语言程序设计与开发[M].北京航空航天大学出版社,2003
- [3] 胡凯,张颖超.生化分析仪的设计及与PC机的通信[J].微计算机信息.2006,22(4-1):208-209
- [4] 马鸿文.基于AT89C52单片机的自动存取柜的设计与实现[J].微计算机信息.2006,22(1-2):101-103.

作者简介:徐景波 性别:女(1962-),河南省开封市开封教育学院计算机系讲师,研究方向:计算机教育

Biography :Xu JingBo (1962-), Female ,HeNan Kaifeng educa-

tion the college calculator fasten Lecturer, research direction: Calculator education

(475000 河南省开封市开封教育学院计算机系) 徐景波

通讯地址:(475000 河南省开封市开封教育学院计算机系)

徐景波

(收稿日期:2008.3.13)(修稿日期:2008.4.25)

#### (上接第94页)

#### 4.应用程序设计

主要实现FAT文件系统。可根据FAT文件系统的基本体系,通过Mass Storage类协议中的UFI子类命令和标准的设备请求命令与设备的Flash闪存建立连接关系,并在USB主机系统中建立磁盘的空间结构,定义MBR, DBR的数据结构,建立FAT表, FDT表,实现对文件系统进行读取等操作功能即可。系统的软件设计即可按照上述的4个功能模块来依次构建。

### 3 结束语

本设计建立了基于单片机的嵌入式USB主机系统,该系统实现了USB协议中的Mass Storage类协议和精简的FAT文件系统,能够对U盘中的文件数据进行读写,完成相应的文件操作等各种功能。结果表明:利用该嵌入式USB主机系统对具体U盘中的文件进行读操作时,平均速度为60~80KB/S,对之进行写操作时,平均速度为40~50KB/S。该系统真正实现了便携式,摆脱了PC机对USB设备的控制,无需PC主机即可对USB设备进行读写操作,具有广阔的应用前景。程序主要采用C语言编写,因此它可以很方便地移植到其它处理器中。

本文创新:目前,市场上脱离PC对U盘操作的单纯产品很少,而且有些此功能的产品都有一定的应用背景。本设计开发了U盘对拷器,留有扩展口,可作U盘对拷器用,也可在此基础上作二次开发。

#### 参考文献

- [1]王成儒.USB 2.0原理与工程开发[M].北京:国防工业出版社,2004.1
- [2]伊勇,王洪成.单片机开发环境uVision2使用指南及USB固件编程与调试[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.11
- [3]李群芳 张士军编.单片微型计算机与接口技术(第2版)[M].西安:电子工业出版社,2005.1
- [4]郭文彬 孙智权等.基于Nios II的usb接口模块设计[J].微计算机信息,2006,10-2:278-279.

作者简介:杨君,(1977-),女(汉族),湖北钟祥人,武汉科技大学信息科学与工程学院,讲师,从事数字信号处理及电路设计的研究。

Biography:YANG Jun (1977-), Female (the Han nationality), Hubei people, College of Information Science and Engineering, Wuhan university of science and technology, Lecturer, Research being engaged in digital signal processing and electronic design.

(430081 湖北武汉 武汉科技大学信息科学与工程学院)杨君 (College of Information Science and Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, 430081, China) YANG Jun

通讯地址:(430081 湖北 武汉科技大学信息科学与工程学院 173#)杨君

(收稿日期:2008.03.13)(修稿日期:2008.4.25)