

基于 MSP430 单片机的智能变送器设计

凌振宝,王 君,邱春玲

(吉林大学电子科学与工程学院,吉林 长春 130026)

摘要:介绍了德州仪器公司推出的又一代低功耗、高性能的 MSP430 系列单片机的功能和特点,并在此基础上,以 8 通道 16 位单片机 MSP430F149 为核心,提出了一种智能化、小型化多参数变送器的设计方法。给出了智能变送器的各部分电路硬件设计框图和软件流程图。该变送器已在松源油田水源井项目中得到应用。它具有性能价格比高,体积小,抗干扰性强,互换性好,应用范围广等优点,还可用于测控系统进行多种参数的检测与变送。

关键词:传感器;变送器;MSP430

中图分类号:TP212 **文献标识码:**B **文章编号:**1002-1841(2003)08-0032-02

Design of Smart Transmitter Based on MSP430 Chip Microcomputer

LING Zhen-bao, WANG Jun, QIU Chun-ling

(College of Electronic Science and Engineering, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: The functions and characters of another generation MSP430 chip microcomputer with low power consumption and high performance are introduced. Based on this, centered on 16 bite chip microcomputer MSP430F149 of 8 channel, another kind of designing method of intelligentized, miniaturization, multi parameters transmitter is put up. The hardware design block diagram and software flowchart of every part of the intelligentized transmitter are supplied. This transmitter has been applied in the Water Well Project of Songyuan Oil Field. This transmitter has such advantages like high cost performance ratio, small size, strong noise resistance, good interchangeability, broad field of application, etc, it can also be used for the measurement and control system to detect and transmit the various parameters.

Key Words: Sensor; Transmitter; MSP430

1 引言

传感器是获取信息的窗口,一切科学研究与自动化过程都需要通过传感器来获取信息,它是信息技术的基础与支柱,它推动了科学技术的发展。而变送器是将传感器输出转换成标准信号的器件或装置,传统的变送器是将被测量转换成标准的电流、电压或标准气压信号,不仅体积大、价格高,而且不能完全满足当前仪器数字化、智能化的要求。

2 MSP430 系列单片机功能和特点

MSP430 是 TI(德州仪器)公司推出的又一代功能强大的系列单片机,其特点^[1]为:功耗低,典型功耗是:在工作电压 2.2V、时钟频率 1 MHz 时,活动模式为 200 μ A,关闭模式仅为 0.1 μ A,且具有 5 种工作方式;采用 16 位 RISC(精简指令计算机系统)CPU,只有 27 条核心指令,8 MHz 时钟频率时指令周期为 125 ns,绝大多数指令 1 个时钟周期完成,32 kHz 时钟频率时 16 位 MSP 单片机的执行速度高于典型的 8 位单片机 20 MHz 时钟频率时的执行速度;低电压供电、宽工作电压范围:1.8~3.6 V;灵活的时钟系统(两个外部时钟和 1 个内部时钟);低时钟频率可实现高速通信;具有可在线编程能力;强大的中断功能;唤醒时间短,从低功耗模式下唤醒仅需 6 μ s;ESD(静电放电)保护,抗干扰能力强。基于上述特点,MSP430 系列单片机在温度检测、智能变送器、便携式仪表、实用检测仪器、电机控制等领域得到了广泛的应用。

单片机 MSP430F149 具有 2 k 字节 RAM 数据存储器和 60 k 字节 Flash ROM 程序存储器、2 个 UART 接口和 2 个 SPI 接口、

包含了 1 个具有 8 个外部信道的 12 位高性能 A/D 转换器(采样率可达 200 kHz)、1 个乘法器。利用芯片内置的自动扫描功能,A/D 转换器可以不需要 CPU 的协助而独立工作,并且将转换后的数据自动存入缓冲区,这样 CPU 的工作大大减少。此外参考电压(1.5 V、2.5 V 可选)、时钟、采样保持以及电源电压低时的检测电路全部采用内置,减少了外部器件数目,并降低了系统成本,因此选用了这款单片机设计智能变送器可以明显简化外围电路器件。

3 电路设计

小型智能变送器,以低功耗高性能 16 位单片机 MSP430F149 为核心,将不同种类的传感器如电阻式传感器(如电阻应变计、光敏电阻、热敏电阻、磁敏电阻等)、输出量为电压或电流信号的系列传感器等,设计相应的测量电路,将被测量转换成标准信号,即 1~5 V 或 0~5 V 电压、4~20 mA 或 0~10 mA 电流,接入通用信号调理电路,直接转换成标准数字信号,通过串行方式输出给显示电路或传输给测控系统,其设计电路原理框图如图 1 所示。

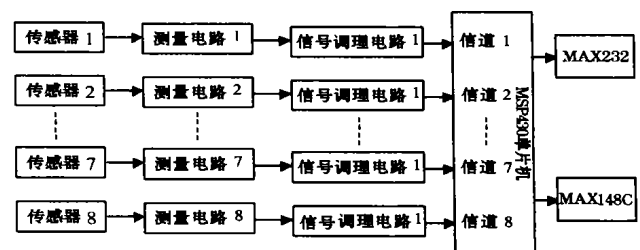


图 1 电路原理框图

3.1 测量电路

传感器将被测参数转变成非标准电信号后,必须和特定的仪表或装置配套,才能实现检测或调节功能。为了加强通用性和灵活性,传感器的输出可以通过测量电路把非标准信号转换成标准信号^[2]。对于电阻式传感器,通过电桥电路变换成标准电压信号接入信号调理电路如图 2 所示,为了提高灵敏度 4 个桥臂可以全部挂接传感器,也可以在一个或两个桥臂挂接传感器;对于输出量为电流信号的系列传感器,在传感器的输出端挂接一个阻值适当的电阻,将被测参数的变化由传感器变换成电压信号接入信号调理电路如图 3 所示,该电阻 R 的阻值根据传感器输出信号的大小和其驱动能力确定;对于输出量为电压信号的系列传感器可直接通过电阻网络接入信号调理电路。

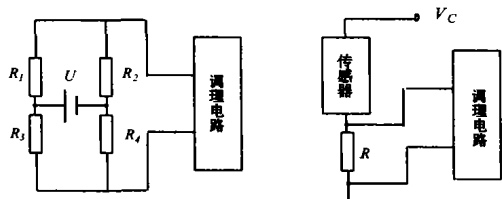


图 2 电阻传感器测量电路 图 3 电阻传感器测量电路

3.2 信号调理电路

信号调理电路的主要作用是把不同性质、不同输入阻抗信号统一到标准直流信号的变换后,进行放大和滤波处理,如图 4 所示。放大电路采用差动比例放大器^[3],电路中运放根据不

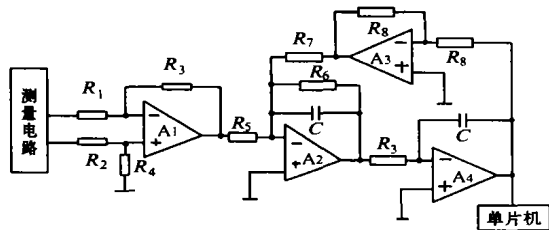


图 4 电阻传感器测量电路

同传感器输出信号频率和阻抗等参数选取,图中电阻 R_1 和 R_2 、 R_3 和 R_4 选用精密电阻,且其阻值保证分别对应相等,这样放大器的增益为 $A_1 = R_1/R_3$,同时采用这种电路可以提高电路的共模抑制比和抗干扰能力;滤波电路采用双二次型同相增益滤波器,它由 A_1 、 A_2 和 A_3 3 个运放组成,其传递函数表达式为

$$K(S) = \frac{1}{R_5 R_8 C^2} \cdot \frac{1}{S + \left(\frac{1}{R_6 C}\right)S + \frac{1}{R_7 R_8 C^2}}$$

这种滤波器具有调整容易、稳定性好和 Q 值高的特点。

3.3 处理单元设计

微处理器是智能变送器的核心部件之一,选用 TI 公司研制的新型单片机 MSP430F149,由于它具有 12 位 8 路外部信道 A/D 转换器,因此将 8 种传感器的信号调理电路直接与单片机相连,减少了外部器件数目,降低了成本。由图 1 可以看出外围电路与其他变送器相比明显得到了简化。

设计电路时应注意, MSP430F149 的工作电压是 3.3 V,因此其 I/O 电平也是 3.3 V 逻辑电平,并且与 5 V 的 TTL 电平兼容,但与 5 V 的 CMOS 标准电平是不同的,所以 MSP430 系列单片机不能直接与 5 V 的 CMOS 标准器件相连。在这种情况下,

可采用双电压(一边是 3 V,一边是 5 V)供电的驱动器,如 TI 公司生产的 SN74ALVC164245、SN74LVCA245,或选用 74HCT、74ACT 系列的 CMOS 器件。

3.4 通讯接口

单片机 MSP430F149 内部含有两个串行接口,与传统的串行通信相比,它可以用低时钟频率实现高速通信,它除了分频因子外,还有 1 个分频因子调整寄存器。它用分频因子加调整的方法实现每一字节内各位有不同的分频因子,从而保证每位数据的中心 3 个时钟状态都处于有效的数据范围内,在低时钟频率时实现高通信波特率。

为了使模块具有通用性,在设计通讯接口时,既考虑了变送器与测控系统近距离通讯,又兼顾了变送器与测控系统远距离通讯,因此设计了 RS-232C 和 RS-485 两种通讯方式,而且通讯速率通过软件设置,实现了不同变送器输出信号的传输。

4 软件设计

软件的设计包括数据采集和串行通讯两部分。利用单片机 MSP430F149 进行多种被测测量数据采集,该部分程序用汇编语言完成;单片机和上位机通讯用 VC++ 编制^[4]。软件流程图如图 5 所示。

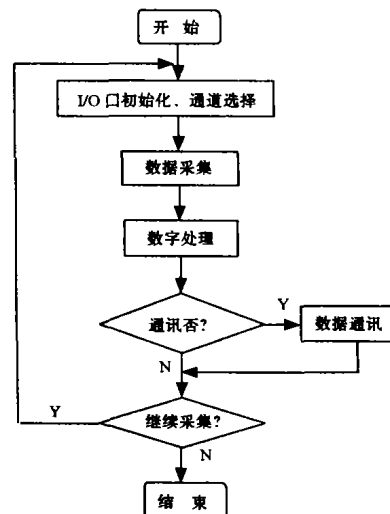


图 5 软件流程图

5 结束语

小型智能变送器由于采用了单片机 MSP430F149,使设计电路大大简化,从而降低了成本,减小了体积,提高了变送器运行的可靠性和稳定性。目前该变送器已在松源油田水源井项目的液位、压力、流速、流量、电压和电流等参数检测中应用,实际运行中取得了很好的效果。

参考文献

- [1] 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用. 北京:北京航空航天大学出版社, 2000.
- [2] 王家桢, 王俊杰. 传感器与变送器. 北京:清华大学出版社, 1996.
- [3] 吕俊芳. 传感器接口与检测仪器电路. 北京:北京航空航天大学出版社, 1996.
- [4] 官章全, 刘加明. Visual C++ 6.0 类库大全. 北京:电子工业出版社, 1999.