

基于 MSP430 的数字式压力传感器的

殷波 张志昊 关唯凤

随着传感器技术的发展, 电子技术和计算机技术的成熟, 已经有越来越多的全数字智能传感器逐渐代替传统的模拟信号输出的传感器, 并且在性能上远高于传统的传感器。从目前应用情况看, 数字化传感器分为两种, 一种是基于 HART 协议的混合模拟信号和数字信号的传感器; 另一种是纯数字化信号, 通过串口、CAN 总线或 USB 接口等与上位机进行通信。本文介绍的数字式压力传感器属于后一种。



本文第一作者殷波先生

(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 8MHz 晶振驱动下指令周期为 125 ns。这些特点保证了可编制出高效率的源程序。见图 1。

2. A/D 转换

MSP430 内部集成了 12 位 8 通道 A/D 模块, 为保证转换精度, 我们选择高性能的 A/D 芯片 CS5532, 它是 24 位 $\Sigma\delta$ 算法的双通道转换芯片, 两通道可同时独立工作, 线性误差小于 0.0007%FS。外接 4.9152 MHz 晶振, 采样转换率最高可达 3840 S/s。可编程的转换率和方便的供电电源设置使得该芯片的完美解决方案可以更好地适用于控制系统中。见图 2。

3. 通信接口

选用美信集成产品公司的 MAX491, 它是一种具有静电保护 ($\pm 15kV$) 的 RS-422 串口

关键词: 压力传感器 数字式 高精度

殷波先生, 沈阳仪表科学研究院助理工程师; 张志昊先生, 工程师; 关唯凤先生, 沈阳松宁有限公司工程师。

转换器。采用单一电源 +5V 工作, 静止电流低至 300 μA , -7V 到 +12V 的共模输入电压范围, 30ns 传输延时, 可选择全双工和半双工工作模式, 具有电流抑制和过热保护功能, 最高传输速率为 2.5 Mb/s。图 3 是通信部分示意图。

4. 敏感器件

该传感器最大的特点在于将两种不

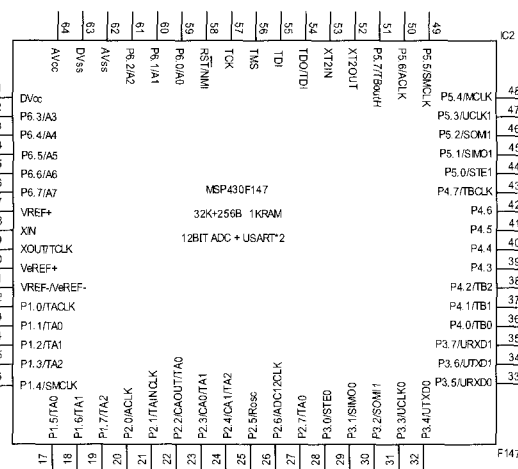


图 1 单片机外部引脚示意图

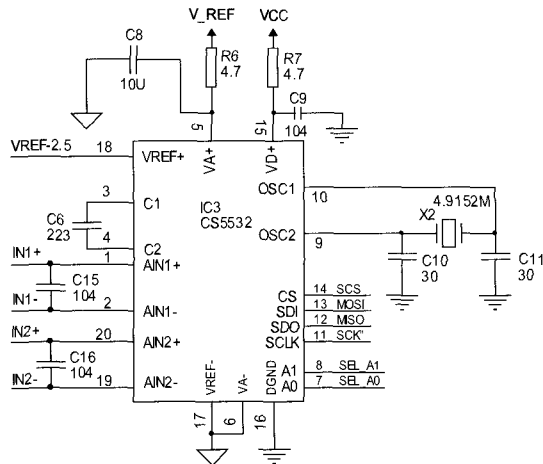


图 2 A/D 转换部分示意图

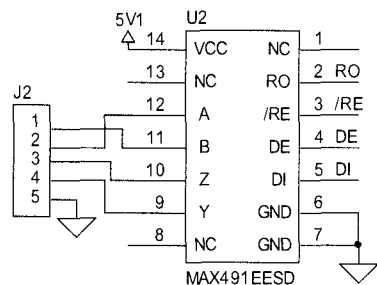


图3 通信部分示意图

同量程(分别为0.6MPa和5.5MPa)的敏感器件封装在同一个压力接口中,同时采集压力信号并处理,这样使得传感器在拥有较宽的测量范围,在较小压力段时有更高的准确度。另外,我们采用当前性能更为优异的SOI结构扩散硅芯片,提高了敏感器件的稳定性,使得传感器的数字转换部分精度大大提高。

5. 隔离

在传感器内部进行信号隔离。采用变压器,在电源部分与电压基准等进行隔离;采用光电耦合器,在串口输出处进行隔离。通过一进一出的两道物理隔离处理,可保证传感器不受外部电源波动影响,同时对共用在同一条线上的其他设备不产生干扰。见图4。

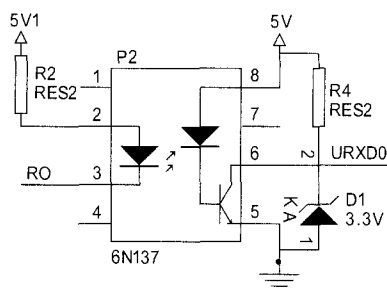


图4 隔离部分示意图

二 软件设计

针对MSP430单片机,有多家公司实现了C语言的编译器和调试工具。其中,IAR公司提供的C430工具Workbench应

用最为广泛。本文中介绍的软件调试所采用的就是IAR的C430工具。

在整个软件设计中,将程序按功能划分为4个部分:A/D转换模块、主程序模块、温度补偿模块、通信模块。其中温度补偿是重点,我们采用性能稳定的铂电阻提供温度信号,先对传感器进行信号标定,在传感器使用的整个温区,在5个温度点下,分别取压力信号和温度信号并存储于MSP430的内部存储器中。当传感器正常工作时,接收到压力信号和温度信号后,与内存中的数据进行比较计算,从而使传感器在整个使用温度范围内有比较小的热漂移。

线性分段标定和温度补偿相似,在对传感器进行调试过程中,将传感器在整个量程范围内分成8~10段。将每段的端点压力输出值存储在内存中。利用计算公式校准传感器输出,使传感器的非线性达到令人满意的效果。传感器补偿前后数据对比见表所示。

传感器补偿前后数据对比表

传感器编号	补偿前热漂移	补偿后热漂移	补偿前线性	补偿后线性
072584	0.45%FS/10℃	0.08%FS/10℃	0.12%FS	0.02%FS
072585	0.36%FS/10℃	0.06%FS/10℃	0.08%FS	0.01%FS
072589	0.52%FS/10℃	0.10%FS/10℃	0.07%FS	0.02%FS
072592	0.60%FS/10℃	0.12%FS/10℃	0.09%FS	0.02%FS

除以上功能外,本传感器还具备了调零和自检功能,使传感器的实用性大大增强。

三 结构设计

本产品在结构上具有体积小、集成度高的特点。将两只压力敏感器件和信号处理电路放置在密封的腔体内,信号部分采用可靠性高的电连接器与外部相连,压力接口尺寸可根据不同用户要求定制。外壳采用质量较轻的硬铝材料,表面经过阳极氧化工艺处理,在减轻重量的前提下提高外壳的环境适应性,同

时在上盖与盒体间加放胶垫,使产品的密封性更好。

四 质量和可靠性设计

1. 抗冲击、耐腐蚀

为了提升产品的适应性,传感器的膜片采用耐腐蚀材料。利用静电封接、氩弧焊和电子束等多种连接方法实现传感器结构中硅片与玻璃、玻璃与金属、耐腐蚀材料与不锈钢材料的硬连接,提供产品的抗冲击性。

2. 高可靠性设计

信号电路的可靠性设计是产品可靠的关键,要提高信号电路的可靠性主要采取的措施有:

(1) 选择性能良好的电子元器件,器件的精度指标、温度指标选择级别较高的,电路设计时根据器件的使用手册进行考虑;

(2) 合理设计电路参数,保证器件在最佳的工作状态下工作;

(3) 增加电源保护器件,避免电源接错或者不正确的操作对电路的损坏。

(4) 在电源输入端和信号输出端增加隔离器件,确保信号不受干扰。

五 结束语

本文中介绍的传感器是一种通用数字式压力传感器,优点明显。可广泛应用于工业过程控制、医疗器械、航天、航空等领域,并可针对不同用户需求进行个性化定制,是一种实用的新型压力传感器。 IIA