

基于MSP430F449的便携式高精度流量计的设计与开发

Based on MSP430F449 Portable High Accuracy Flow Meter Design and Development

傅江辉 易万程

Fu Jianghui Yi Wancheng

(东华理工学院信息工程学院, 抚州 344100)

(School of Information Engineering, East China Institute of Technology, Fuzhou 344100)

摘要: 本文介绍了一种便携式高精度流量计, 它是以TI的MSP430F449为控制芯片, 配有显示模块、键控模块、信息检测及输入模块等。本文还具体阐述了该流量计的工作原理、总体设计及硬件电路设计和软件设计。该流量计适用于各种复杂环境, 并可以和其他上下游设备结合, 实现流量控制的高精度及携带方便。

关键词: 流量计; MSP430F449; 高精度

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1671-4792-(2006)1-0062-02

Abstract: This paper introduces a kind of portable high accuracy flow meter. It controls the chip by TI MSP430F449, has the demonstration module, the key modulation module, the information examination and the load module and so on. This paper elaborates this flow meter principle of work, the system design and the hardware circuit design and the software design specifically. This flow meter is suitable for each kind of complex environment and may be used with other upstream and downstream equipment and realizes flow control high accuracy conveniently.

Keyword: Flow Meter; MSP430F449; High Accuracy

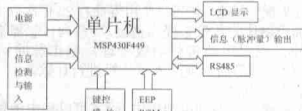
0 引言

随着微型计算机技术和嵌入式系统的迅速发展, 以微型计算机(单片机和嵌入式系统)取代传统仪表的常规逻辑电子线路, 开发新一代的具有某种智能的灵巧仪表, 已成为仪表开发领域的新趋势。MCU(微控制器或单片机)及嵌入式系统等问世的性能和性能的不断改善, 大大加快了仪器仪表微机化和智能化的进程。MCU本身具有体积小、功耗低、价格便宜等优点, 用它们开发各类智能产品具有周期短、成本低等优点, 因此在计算机和仪表一体化设计中有着更大的优越性和潜力。

1 总体设计

本文介绍的是用MSP430F449单片机开发的新型便携式高精度流量计, 能够在线测量管道内流体流量, 并且自动定时定量控制流体流量和温度监测。其基本原理是: 依靠部件旋转, 用磁敏传感器产生电脉冲信号, 并送至由单片机构成的流量计算装置进行处理。它采用电池作供电电源, 功耗低, 体积小, 重量轻, 满足了便携式的需要, 而且在必要时可以采用外带电源供电。

流量计组成框图如图一所示。该流量计共有三种输入量, 分别为模拟输入量(4~20mA)、热电阻(Pt1000)模拟输入量以及用于流量计算的脉冲量。而流量计的输出量有两种, 分别为脉冲量和模拟量(4~20mA)。通信接口采用RS485串行通信总线。流量计的输出和数据通信仅在有外接电源时工作, 无外接电源时不工作, 并采用光电隔离。该流量计采用LCD进行数据显示, LCD为字段型显示, 9位8段, 字体高



图一 流量计组成框图

约20~30mm, 有外接电源均可正常工作。这里为流量计设计的键盘与LCD一起形成菜单式的人机交互界面, 可以手动输入流量计测量所需的各种参数。

为了精确计量, 在流量计设计时专门外接了DS1302实时时钟芯片, 以提供精确的时钟来弥补MSP430系列单片机没有实时模块的缺陷。该实时时钟芯片采用三线串行输入/输出的方式与单片机相连。流量计在使用时需存储部分参数, 为此使用了带1°C总线的EEPROM。

2 硬件设计

2.1 核心单片机 MSP430F449

MCU最终采用了MSP430F449。MSP430F449是TI公司最近推出的具有极高性价比的16位MCU, 具有功耗低、存储容量大、集成度高、在线支持性强等特点。MSP430F449属于一种中低端的单片机, 运用非常灵活, 具有2K字节的RAM, 60K字节的FLASH, 48个I/O口, 三个16位定时器, 一个看门狗定时器, 两个串行通讯口, 一个集成LCD驱动模块, 一个模/数转换模块(ADC12), 一个16位的硬件乘法器。MSP430F449

除了正常的工作模式外,还具有五种低功耗模块。

2.2 信息检测及输入部分

温度和其它被转换的模拟量要进行实时处理,故应采用序列通道多次转换模式,可以依次转换所选的转换通道并重复进行。每次转换结束,转换结果被存放在ADC12MEM中,中断标志ADC12IFG置位,产生中断服务请求并对数据进行处理。采用序列通道多次转换模式,可以节约软件开发量和时间。

为提高温度测量的准确性和可靠性,在A/D转换后采用数字滤波来消除信号中混入的无用成分,以减小随机误差。因为温度变化较为缓慢,故采用中值滤波,连续采样N(N由测量周期和采样频率决定,本仪表定为奇数)次。信息检测就是对流体流量的检测,是需要根据流体特性来进行的,要根据现场温度采取补偿措施才能保持高的计量精度。为了精确地测量温度,采用Pt1000热电阻,其精度可以达到0.1℃。通过MSP430F449本身带有的ADC12模块,将采集到的温度进行A/D转换。ADC12转换内核带有一个转换结果寄存器;采样速度快,最高可达到200ksps;具有12位转换精度,一位非线性微分误差,一位非线性积分误差;内置采样与保护电路;有多种时钟源可以提供给ADC12模块,而且模块内置时钟发生器;内置温度传感器。

MSP430F449的ADC参考电压共有六种情况可供选择,对与实际情况相对应,使用了外部输入的参考电压。ADC12模块有四种转换模式:单通道单次转换、单通道多次转换、序列通道单次转换、序列通道多次转换。因为对次后排序取中位置,得到的值通过查表可最终确定温度^[3]。最终精度达到了0.1℃,满足了设计要求,在实际使用中取得了很好的效果。而关于流量变送器件的设计方面,采用的是磁敏传感器。为了在低功耗下使用流量传感装置,采用了ZP系列零功耗磁敏传感器。它是一种工作时无需外加电源的新型传感器,为双磁极交替触发工作方式。输出信号幅值与磁场的变化速度无关,可实现“零速”传感,使用寿命在20亿次以上,可以通过增加小磁体的数量来提高精度。ZP系列传感器输出信号电流很小,通过电路进行后续处理。输出脉冲信号通过74HC132进行整形后,被送入单片机进行计数。

2.3 电源设计

整个电路由四节锂电池供电,除了可以用电池供电外还可以通过直流输入端由小型的变压器供电。由于TI单片机的供电电压比其它模块低,只有3.6V,因此选择L31A作为MSP430F449的稳压芯片。为保证正常工作,电源电路中还配有电池电量检测装置,在电池电量比较低,可能会影响到正常工作的情况下及时报警,提醒更换电池。采用MSP430F449内置比较器模块,无须外加专门的电池检测芯片,只需两个电阻就可以完成此功能。

2.4 键控模块

根据功能上的需要,键控模块能实现的主要操作如下:

使用前先设定流体流量流速、流体总流量、流体温度等,并且在使用中根据情况进行停止、加大(减少)流量等操作。另外,为了提高整机的安全性能,还配有由于异常情况造成的流速过快而产生的压力超标的报警装置,报警的同时停止并禁止所有操作。

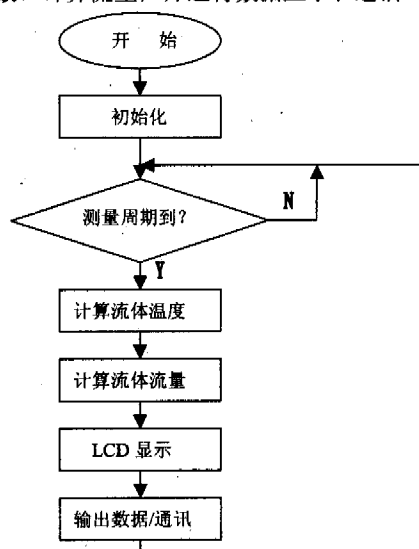
2.5 显示模块

在MSP430F449中存在一个LCD驱动模块,驱动方式有静态、2MUX、3MUX、4MUX四种。LCD显示缓存器为20字节,在4MUX方式下,所有的显示缓存器都用于段驱动,这时可以达

到160段显示。这里只需将LCD的引脚与单片机的LCD输出引脚直接相连,简化了电路的设计。

3 软件设计

MSP430F449的内核结构来自具有高透明格式的精简指令集(RISC)的设计思想。指令分为硬件实现的内核指令和利用这一硬件结构具有更高效率的模拟指令,使用起来非常方便。在本系统中,单片机在完成初始化任务(设置标志位、定时器、比较器和看门狗的工作方式)后,就进入睡眠状态,进而处于低功耗工作模式,任一中断可将其唤醒,转而执行相应的子程序。单片机的工作,大多数的操作都设置成中断方式,在闲置期间单片机处于超低功耗工作模式,大大降低了整机的功耗,本流量计主程序流程图如图二所示。在进入测量周期后(本文中定为5s),计算周期内温度、读取流量的脉冲数、计算流量,并进行数据显示和通信。



图二 主程序流程图

4 结束语

在流量计的设计中,由于选用了超低功耗的MSP430单片机作为控制芯片而且其它的外围芯片功耗也很低,同时在软件设计中也充分采用了MSP430F449的多种节能工作方式,从而使得整机在工作中的功耗很小,可完全满足电池供电的要求。此外,由于MSP430F449单片机功能强大,外围芯片数目少,而且所有的元器件均选择贴片式,从而大大地减小了仪器的体积。并且在设计中采用了Pt1000热电阻,其精度可以达到0.1℃。同时依靠软件进行温度误差修正,而且在需要时可以外加一步进电机作为动力装备,可以使流体流量控制更准确可靠。

参考文献

- [1] 沈建华, 杨艳琴. MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社.
- [2] 曹闹昌,等. MSP430Fxxx系列单片机原理及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社.

作者简介

傅江辉(1980—),东华理工学院信息工程学院,主要研究方向:单片机应用与开发、网络数据库。