

MSP430F449 在新型流量计中的应用

Application of MSP430F449 in New Flowmeter

(临沂师范学院)王守志

WANG SHOUZHI

摘要:提出了采用三值梯形波励磁方式的电磁流量计设计。构建了采用 MSP430F449 单片机的电磁流量计样机。试验表明,三值梯形波励磁方式在小流速阶段,相对误差在-4.8%以内,小于矩形波励磁方式的-6.9%,可以减弱微分干扰,提高测量准确度。文中对系统的软硬件设计作了详细的介绍。

关键词:电磁流量计;梯形波励磁方式;MSP430F449

中图分类号:TP368.1

文献标识码:B

Abstract:Electromagnetic flow meter adopting three-value trapezoidal waveform exciting mode is proposed in this paper. Flowmeter prototype was built based on MSP430F449 MUC. Experiments showed that the relative error based on three-value trapezoidal waveform exciting mode is less than -4.8%, while relative error based on low frequency square waveform exciting mode is less than -6.9%. The proposed scheme can minimize differential interference and improve measurement accuracy. The software and hardware design of the system is introduced in detail.

Key words:electromagnetic flowmeter, trapezoidal waveform exciting mode, MSP430F449

技术创新

1 引言

电磁流量计是基于法拉第电磁感应定律的一种测量导电液体体积流量的仪表。其励磁方式的选择直接影响传感器内部励磁线圈所产生的磁场情况,进一步影响传感器输出的感应电动势信号和仪表的测量准确度。本人在总结现有励磁方法及前人的工作的基础上,提出了三值梯形波励磁方式。这种励磁方式采用正—零—负三极性规律的梯形波作为励磁电压波形。使用梯形波代替矩形波可以减小励磁波形上升沿和下降沿造成的磁场突变,有效地降低了对感应电动势产生的微分干扰,有利于仪表零点稳定性和测量准确度的提高。

2 电磁流量计硬件系统设计

基于三值梯形波励磁的电磁流量计硬件系统主要由励磁电路、信号处理电路和单片机系统三部分组成。其总体结构如图1所示。

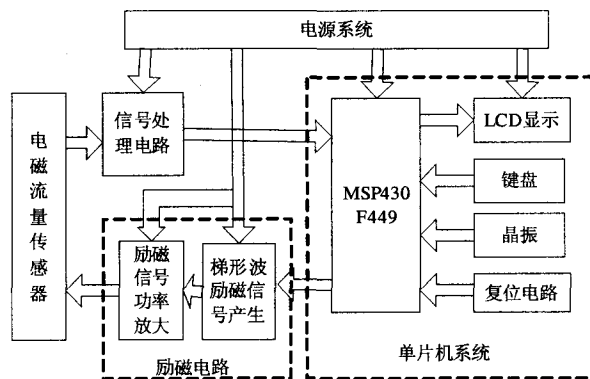


图1 硬件总体结构图

2.1 励磁电路

励磁电路由梯形波励磁信号产生电路和励磁信号功率放大电路两部分组成。梯形波励磁信号产生部分采用16位D/A转换芯片DAC7731通过电平转换芯片SN74AHC245与MSP430F449单片机的USART通信模块相连的方式产生励磁信号。DAC7731输出量程为-5V~+5V,内部参考电压10V,USART为4线SPI主机模式。此励磁信号产生电路,通过MSP430单片机的定时器进行分频,可软件编程修改励磁频率,为电磁流量计选择不同的励磁频率提供了更大的方便。功率放大电路部分,采用互补对称式功率放大电路。通过运算放大器对励磁信号电压放大,两级互补对称功率放大电路对励磁信号电流放大,放大后的信号输入电磁流量计励磁线圈作为励磁电压。此电路可线性放大梯形波斜边部分,满足了梯形波励磁方式的要求。

2.2 信号处理电路

电磁流量计是法拉第电磁感应定律的具体应用。导电流体在磁场中流动切割磁力线,产生感应电动势。此感应电动势是一个微弱的交变信号,在实际测量中基本上可以测出1m/s流速对应为0.1mV感应电动势,且此信号内阻高,为兆欧级,同时噪声信号多,尤其为50Hz工频干扰,幅值远远大于流量的感应电动势信号。

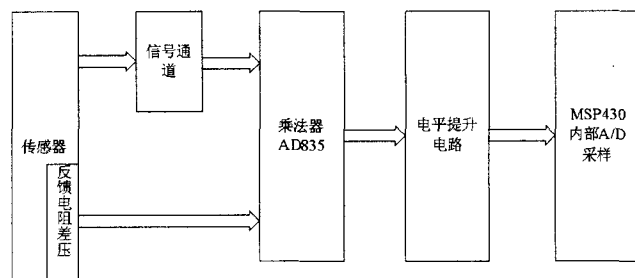


图2 信号处理电路单元框图

根据感应电动势信号的特点,信号处理电路是测量系统中的关键部分,它是传感器和单片机之间的桥梁,作用是将传感器的感应电动势信号(微伏至毫伏级的梯形波励磁信号)经过放大、滤波、相乘等处理,转变为 A/D 采样可接受的信号,并且通过对这个采样信号的计算可得到流速信息,其电路单元框图如图 2 所示。

信号通道位于乘法电路之前,其作用是将弱信号放大到足够大的电平,兼有抑制和滤除部分干扰和噪声的功能。它由前置放大电路、高通滤波电路、放大电路组成。放大后的信号进入接下来的乘法器,乘法器采用四象限高速高精度乘法器芯片 AD835, AD835 具有很高的差分输入阻抗,不需外接阻抗变换电路。放大后的信号与线圈反馈回来的信号通过硬件乘法器相乘,输出乘积信号。由于 MSP430 单片机为单极性电源供电,因此片内 A/D 电压输入也为单极性输入,即 0~3.3V,而乘法器 AD835 输出的信号为双极性信号,因此必须经过电平提升电路而将信号转换为单极性信号。电平提升电路包括两部分,第一部分完成的功能是把输入信号加 1.6V 后反相输出,第二部分把反相输出的信号再进行反相。这样就使最初输入的信号提升了 1.6V,这样就能进入接下来的 A/D 进行采样。

2.3 单片机系统

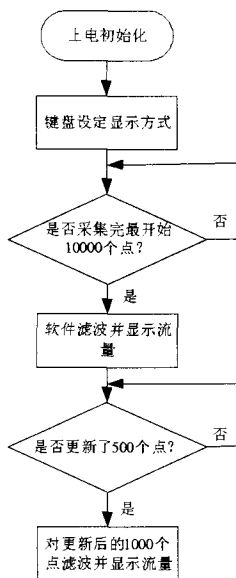


图 3 系统主程序流程图

本测量系统采用 TI 公司的 MSP430F449 单片机作为电磁流量计 CPU,与晶振输入模块、复位电路、显示模块和键盘模块共同构成单片机系统。MSP430F449 超低功耗微处理器是 IT 公司推出的一种新型单片机。它具有 16 位精简指令结构,内含 12 位快速 A/D,60K 字节 FLASH ROM,2K 字节 RAM,片内资源丰富,有 ADC、PWM、若干 TIMER、串行口、看门狗定时器等。单片机的复位电路使用的是将 \overline{RST}/NMI 引脚电压拉低到 GND,然后释放,从而引起系统复位的方法。系统的键盘模块采用独立按键式键盘。由 3 个独立按键分别与 3 只上拉电阻共同和 MSP430F449 的 P1.1、P1.2 和 P1.3 相连,并将这三个端口设置为上升沿中断使能的方式,利用中断处理程序来判断键盘输入。

3 系统软件设计

系统软件由主程序、键盘菜单处理、定时器中断、梯形波励磁信号产生、A/D 采样、LCD 显示等部分组成。系统程序流程图

如图 3 所示。

从流程图中可以看出,系统软件是通过连续等间隔采集来的 1000 个点求平均值来达到滤波目的的,即得到直流分量。这 1000 个点采到的数据都保存在一个数组当中,每采到一个新的点,就在这个数组当中对最老的点进行替换,数组中保存的都是最新的采样点,而对于这些点的求和则采用逐点法求得,即除了最开始采集的 1000 个数据需要做一次求和以外,后面只要把这个和减去最早的点的数据再加上最新的点的数据就可得到当前的最新的 1000 个数据之和(每采集一个新的点,就得到一个和)。然后对每一次求得和作平滑处理,求这 1000 个点的平均值作为直流分量,平滑处理的目的是为了使得到的数据更加稳定,不会因为偶尔的误差或者波动出现显示的跳变。对经过平滑处理的和除以 1000 求得平均值才认为就是软件滤波得到的直流分量。

4 试验结果及结论

试验所用传感器的内径为 50mm,采用标准计量罐进行标定。低频矩形波励磁、三值低频矩形波励磁和三值梯形波励磁方式的励磁频率均为 6Hz,励磁电压最大幅值为 $\pm 8V$ 。

由于仪表的零点稳定性主要反应于小流速(一般在 0.25m/s 以下)的测量准确度,因此主要集中在此流速段进行了试验。从试验结果可以表明三值梯形波励磁方式与低频矩形波励磁方式相比,在相同的标定流速下的相对误差更小,而且在接近零流速的试验点(标定流速为 0.079m/s),三值梯形波励磁方式下的测量相对误差为 -4.8%,小于低频矩形波励磁方式下的 -6.9%,说明了提出的三值梯形波励磁方式在提高零点稳定性方面效果明显。

5 结束语

本系统通过软硬件协同设计,实现了用户通过键盘设置改变励磁频率、梯形波斜坡斜度和高低零值励磁段时间比。在流速变化小,测量准确度要求高的情况下选用较低的励磁频率,以保证更好的零点稳定性和测量准确度,在流速变化大,测量实时性要求高的情况下选用较高的励磁频率,以保证电磁流量计的响应速度。相比现有电磁流量计单一励磁频率难以满足不同测量要求方面取得了一定的突破。因而具有较高的推广应用价值和经济效益。

本文作者创新点:提出了三值梯形波励磁方式下的新型的信号处理方法。

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 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001:4-40.
- [2] 陈茂勇,郭西进. 基于 MSP430 单片机的智能无功补偿控制器的设计[J]. 微计算机信息,2005,21-5:32-33.

作者简介:王守志,男,1969 年 10 月出生,汉族,临沂师范学院工程学院讲师,从事智能控制系统方面的教学与研究。

Biography: Wang Shouzhì (1969.10-), Male (han), Prelector, College of Engineering of Linyi Normal University, Master, main research field and specialities are intelligent control system.

(276005 山东临沂 临沂师范学院工程学院)王守志

通讯地址:(276005 山东 临沂师范学院工程学院)王守志

(收稿日期:2007.8.23)(修稿日期:2007.9.25)