

文章编号:1671-7953(2008)05-0099-03

基于 MSP430 的低功耗水中低频信号采集系统

钟多就¹, 谭志杨², 张久伟³, 张博⁴

(1. 海军湛江航保修理厂, 广东 湛江 524002; 2. 海珠区 91630 部队, 广州 510320;
3. 海军 91991 部队司令部, 浙江 舟山 316001; 4. 天津市海洋测绘研究所, 天津 300061)

摘要:为了采集水中低频信号, 提出基于 MSP430F1611 单片机和 Flash 存储器的水中低频信号数据采集与存储系统, 实现了水中目标测量中的低噪声、低功耗、智能自动记录和大容量存储等关键技术, 海上试验结果表明该系统精度高、性能可靠。

关键词: MSP430F1611; 低频信号; 数据采集; 闪存存储器

中图分类号: TP274 **文献标志码:** A

Data Acquisition System Based on MSP430 for Underwater ELF Signal

ZHONG Duo-jiu¹, TAN Zhi-yang², ZHANG Jiu-wei³, ZHANG Bo⁴

(1. Zhanjiang Factory of Repairing for Ship, Zhanjiang Guangdong 524002, China; 2. Navy 94630 Group, Guangzhou 510320, China; 3. Navy 91991 Group, Zhoushan Zhejiang 316001, China;
4. Naval Institute of Hydrographic Surveying and Charting, Tianjin 300061, China)

Abstract: A data acquisition and memory system was designed for underwater extreme low frequency signal based on MSP430F1611 and flash memory. Some key techniques of low noise, low power, auto-saving and mass storage were implemented in the underwater test. The experimental results by sea trials showed that this system is credible and reliable.

Key words: MSP430F1611; extreme low frequency signal; data acquisition; flash memory

海洋环境中包含丰富的低频信号成分(磁、水压、地震波等), 对这些数据的测量具有重要的军事意义^[1-3]。传统的信号采集主要是在船上拖电缆, 将信号传送至 PC 机。这种测量方式只能在浪比较小的情况下进行, 很难采集到高海况下的低频信号。

为解决海上测量危险性大、难度高的问题, 采用 MSP430F1611 低功耗单片机, 结合 24 位 A/D 转换芯片 AD7799 及 Flash 存储器 K9F2G08U0M 设计低频信号采集系统。

1 系统硬件设计

信号数据采集系统主要由传感器、信号调理

电路、模数转换、控制电路、Flash 存储器及辅助通信电路等组成, 系统原理见图 1。其中, 信号调理电路主要用于阻抗匹配、信号放大、电平转换以及低通滤波等。

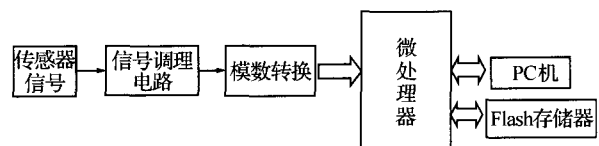


图 1 系统原理框图

1.1 微处理器

考虑系统电池供电, 需要进行低功耗设计。设计采用 TI 公司的 MSP430F1611 型单片机。这是专门为低功耗系统而研制的新型 16 位单片机。它具有 LMP0~LMP4 五种低功耗模式, 其供电电压可以在 1.8~3.6 V 范围内变化; 活动模式下耗电 250 $\mu\text{m}/\text{MIPS}$ (MIPS: 每秒百万条指令数), I/O 输入端口的漏电流最大仅 50 nA; 可以外接 32.768 kHz 和 8 M 的晶振, 增加了功耗和

收稿日期: 2008-06-05

修回日期: 2008-07-08

作者简介: 钟多就(1981—), 男, 硕士生。

研究方向: 水中目标探测及定位。

E-mail: nishaoe@163.com

速度选择的灵活性;内置多种外围设备,如 3 个定时器、看门狗、比较器、12 位 A/D、Flash 存储器、串口通信模块、硬件乘法器等^[4-5],大大简化了硬件电路设计。

1.2 模数转换

AD7799 带有三路可选择的差分输入缓冲器(可以接缓冲器或不接缓冲器),输出数据速率可以由软件设置,允许速率为 4.17~470 Hz。它在 16.6 Hz 默认转换速率条件下,能提供 50、60 Hz 的同步抑制,适合用于低频测量的低功耗模拟前端。AD7799 与 MSP430F1611 的数字接口电路见图 2。

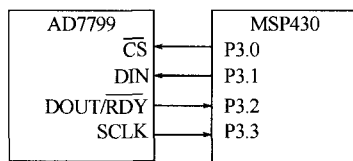


图 2 AD7799 与 MSP430F1611 的接口电路

AD7799 通过 SPI 串口与单片机进行连接,这里使用的是 4 线方式,即片选信号 \overline{CS} 、串行同步时钟 SCLK、数据输入线 DIN 和数据输出 DOUT/ \overline{RDY} 管脚与单片机进行连接。DOUT/ \overline{RDY} 的第二个功能是 AD 转换结束后通知信号。当转换没有结束时该端口输入为高电平;一旦转换结束该端口输入为低电平,触发中断,进入中断服务程序。通过对 430 单片机的 IO 口编程模仿 AD7799 的读写时序,读写 AD7799 中各个寄存器的数据,读写过程 \overline{CS} 应保持为低电平^[6]。

1.3 存储及通信模块

为使数据采集系统能记录较长时间的被测物理量,数据存储单元应具有较大的容量和较低的功耗。同时为与现场环境下的采样频率相匹配,对数据存储器的读写速度也有相应要求。本系统采用 SAMSUNG 公司生产的大容量、高可靠性及非易失性闪速存储器 K9F2G08U0M。该器件供电电压 2.7~3.6 V,采用 CMOS 浮置门技术与非存储结构,存储容量为 256 M×8 位,可以在 0.2 ms 内完成 2 112 B 的页编程。以 100 Hz 采样频率为例,1 h 数据量可达 2.8 M,可连续存储 91 h,完全满足系统对存储容量和低功耗的要求。PC 机与 MSP430F1611 内部提供的串口通信模块,配合电平转换芯片 MAX3223 可以很容易实现串口通信^[7]。主要完成仪器控制、参数预置、数

据回收等功能。

2 系统软件设计

本系统软件包括单片机系统软件和控制及数据回收软件。MSP430 的内核 CPU 结构是按照精简指令集和高透明指令的宗旨来设计的,因此下位机开发采用专门用于 MSP430 系列单片机而设计集成开发环境 IAR Embedded Workbench,编程采用 C 语言。上位机软件设计采用 Visual C++ 设计,编写的串口控制软件稳定、可移植性好。

下位机软件设计流程见图 3。

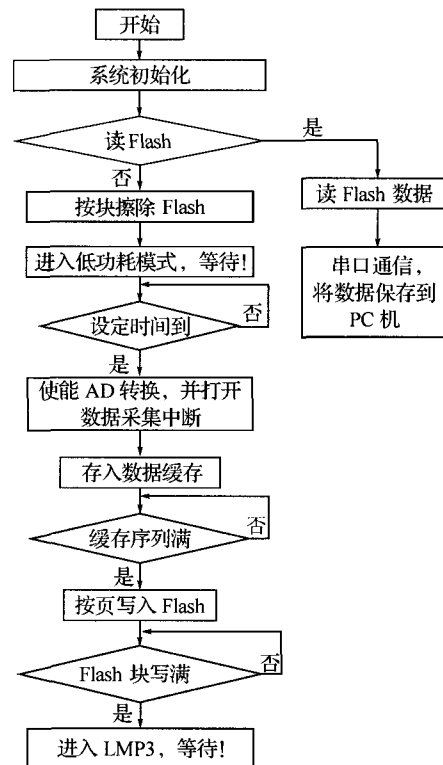


图 3 软件设计框图

通过 PC 机的串口命令控制本系统是工作于数据采集模式还是数据回收模式。数据采集模式下,首先按块擦除 K9F2G08U0M, MSP430 工作于 LMP3 模式,定时器开始计时,待定时时间到,使能 AD7799,AD 转换后的数据先放到 MSP430F1611 存储器中,待达到 2 112 B 后将其按页编程写入 K9F2G08U0M 中。数据采集结束后,PC 机控制系统运行于数据回收模式, MSP430F1611 将 K9F2G08U0M 中的数据读出,并利用串口发送至 PC 机。实际使用表明,软件具有运行稳定,数据传送速度快(115 200 b/s)的特点。

3 海上试验及数据

为检验本系统的性能,以水压信号采集为例,水压传感器使用压阻式绝压传感器,供电电压 8~32 V,最大测量水深 70 m,满量程输出 5 V,AD7799 转换频率 16.6 Hz,此时峰-峰分辨率 19 位,系统最小测量精度 1.33 Pa。

系统采用碱性干电池供电,共使用 2 组电池,分别为 15 V 和 6 V。15 V 电源给传感器供电,6 V 经电压转换成 3 V 后给 AD7799、MSP430F1611 及 K9F2G08U0M 供电。

经功耗测试后,系统可自动运行 40 d 左右,完全满足测量时间要求。

测试地点在渤海某海域,测量水深约 20 m,天气晴朗,海况 3~4 级。

实测海浪水压场数据见图 4。实测海浪水压场及舰船水压场数据见图 5。

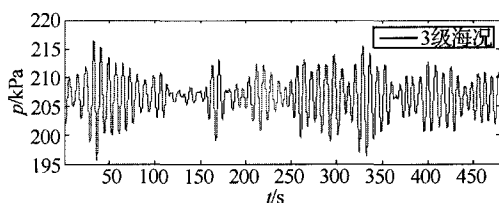


图 4 海浪水压场数据

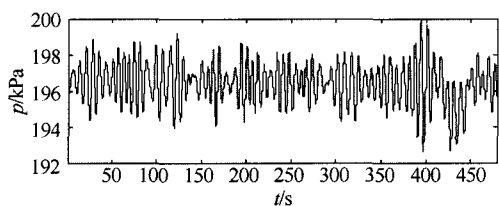


图 5 海浪水压场及舰船水压场数据

可以看出,该系统在巨大静压(200 kPa 左右)条件下,能够有效地分辨海浪水压场及舰船水压场数据,测量精度较高。

4 结论

采用 MSP430F1611 低功耗单片机结合 24 位 A/D 转换芯片 AD7799 和 Flash 存储器 K9F2G08U0M 设计的采集系统具有精度高、功耗低、存储容量大等特点,解决了水下测量系统的低功耗和大容量存储两大难题,海上试验表明该系统性能可靠,有着广泛的军事应用前景。

参考文献

- [1] 林春生,龚沈光. 舰船物理场[M]. 北京:兵器工业出版社,2007.
- [2] 陈云飞,吕俊军,于 飒. 航行舰船地震波及其在水中目标探测中的应用[J]. 舰船科学技术,2005,27(3): 62-66.
- [3] 姜润翔,姜礼平,龚沈光. 基于 AR 模型和神经网络的舰船水压信号检测方法[J]. 数据采集与处理,2006, 21(4):459-462.
- [4] 沈建华,杨艳琴,翟晓曙. 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, 2004.
- [5] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [6] 靳 斌,李司宇,曾统一. 基于 AD7799 的色谱工作站数据采集器研制[J]. 微计算机信息,2007,23(10): 279-281.
- [7] 冯峻域,戴青云,植俊文. 基于多线程串口通信的生产数据实时采集[J]. 微计算机信息,2006,22(4): 150-151.