

基于 MSP430 单片机的网络智能电子水表的设计

Design of Networked Intelligent Electronic Water Meter
Based on MSP430 Single Chip Computer

吴雅楠 吴国华 张士文

(上海交通大学电子信息与电气工程学院,上海 200240)

摘要:介绍了一种网络型智能电子水表的设计方案,阐述了系统的组成特点及各部分功能。重点探讨了基于 MSP430F1232 超低功耗单片机在智能电子水表上的应用与开发及其控制部分的硬件电路结构和软件控制流程的实现。采用软硬件结合的方法,对用水量信号由检测到传输过程中的可靠性和抗干扰性也做了进一步的研究,提出了双霍尔传感器检测的方法。

关键词: MSP430 单片机 智能水表 可靠性 双霍尔传感器 数据采集

中图分类号: TP393.02 **文献标志码:** A

Abstract: The design scheme of a networked intelligent water meter is introduced. The features of the composition and the functions of each part of the system are described. The application and development of the intelligent water meter based on the low power consumption single chip computer MSP430F1232, and the hardware structure of its control section and the implementation of software control flowchart are investigated emphatically. By combining both software and hardware, anti-interference capability and the reliability of the signal transmission procedure are studied in further. The detecting method of using double Hall sensor is proposed.

Keywords: MSP430 single chip computer Intelligent water meter Reliability Double Hall sensor Data acquisition

0 引言

随着现代微电子技术的迅猛发展,在新型电子水表的开发设计过程中,以单片机为处理核心单元实现流量数据的采样与累加已经成为一种趋势。目前新型水表的开发研制,都遵循计量准确、低功耗、数据传输可靠、能够远程抄表管理等原则。

本设计利用德州仪器(TI)公司超低功耗单片机 MSP430F1232 作为主控芯片,开发了一种网络型智能电子水表系统。这种水表除具有传统水表的功能外,还将一个住户单元的数据统一收集,并着重考虑了用水量信号采集的计量准确性,采用了双霍尔传感器检测方法。综合了抄表方式中总线制和分线制的优点,采用了单芯片多路采集用户水量的设计方案。

1 系统功能和总体结构

1.1 系统功能

本设计的智能网络水表适合传统机械水表的改造,并具有下列功能:①数据采集,通过传感器将水流量转化为脉冲信号,记录用水量;②实时用水量显示,

抄表人员通过打开 LED 显示开关,观察已用水量信息,抄表完毕可以关闭显示;③上位机管理界面,通过与上位机通信,可以在 PC 机界面上显示及修改各户用水量数据、用户户号、系统复位次数以及检测电池电压是否欠压等。

1.2 系统总体结构

该网络智能电子水表系统共分为上位机管理部分、远程集中抄表部分和智能网络水表表体部分三层结构。多个分散的智能网络水表通过 RS-485 总线和集中器连接,各个集中器再通过调制解调器与上位机(PC机)相连,形成组网结构。系统总体框图如图 1 所示。

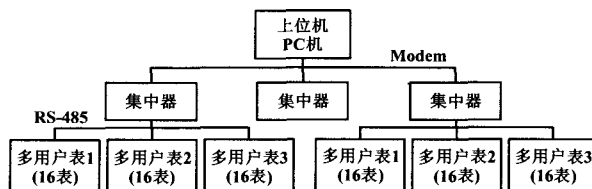


图 1 系统总体框图

Fig. 1 Block diagram of the whole system

目前国内应用的网络智能水表系统的抄表方式主要有两种:

①分线制集中抄表方式:水表只计量流经管道的水量,并不对数据进行存储,该水表内置计数传感器,将生成的电子计量信号经传输线送至集中器,再由管

修改稿收到日期:2007-09-10。

第一作者吴雅楠,女,1982年生,现为上海交通大学电工理论与新技术专业在读硕士研究生;主要从事智能化网络控制技术的研究。

基于 MSP430 单片机的网络智能电子水表的设计 吴雅楠,等

理中心 PC 机通过数据采集器读取用户消费量。远传水表计费是自来水行业发展的趋势,由于其对通信网络等技术有较高的要求,从现阶段实际情况看,还存在布线困难、需要人员维护的缺点,并且如出现断电等特殊情况容易造成数据丢失。

② 总线制抄表方式:在设计水表电子部分硬件时将采集、计数工作单元均安装在智能水表内并密封,水表的数据采集、处理、存储等基础工作全由智能水表本身完成,外留接口进行数据通信。因智能水表挂接的总线通/断不影响单表数据采集和保存,也不影响其它水表数据的输出,所以其安全性、稳定性是较可靠的。但由于单表内设置单片机和后备电源,成本较高,推广普及较慢。

本设计综合考虑了抄表方式中总线制和分线制的优缺点,将传统旋翼式湿式水表内置霍尔传感器,通过带有磁铁的叶轮转动,传感器产生电子计量信号。16 路用户的信号传输线共同连接至由单 MSP430 芯片搭建的网络智能水表上,智能水表通过轮询方式,分时采集 16 路用户信号,同时进行 16 路用户数据的处理和存储。当上位机发出通信指令时,智能水表通过其 RS-485 接口连接至集中器进行数据交换和通信。这种方案设计既可以节省成本,又可以避免数据在较长的传输路径中受到干扰或意外中断破坏,保证了一定的通信稳定性。

2 智能水表硬件设计

智能水表的硬件设计主要包括微控制器、数据采集模块、数据通信模块、外扩 EEPROM 存储模块和 LED 显示模块,系统框图如图 2 所示。

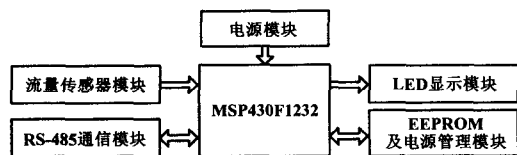


图 2 智能水表硬件设计框图

Fig. 2 Hardware design of intelligent water meter

2.1 主控芯片的选择

由于智能水表采用电池供电,因此本次设计选用美国 TI 公司生产的 MSP430 系列单片机,其主要特点有以下 3 点:

① 超低功耗。该系列的单片机有独特的时钟设计系统,时钟系统产生 ACLK、MCLK、SMCLK 三种不同的时钟信号提供 CPU 和各外围模块所需的时钟。根据这些时钟开关的排列组合,系统运行分为不同的工作模式,包括 1 种活动模式和 5 种低功耗模

式。CPU 平时工作在低功耗模式下,在需要时使用中断方式将 CPU 从低功耗模式中唤醒,完成工作后又可以进入相应的低功耗模式,这样实现了对总体功耗的控制。

② 丰富的片上外围模块,包括看门狗、定时器、硬件乘法器和 ADC 等,为系统设计提供了极大的方便,还可以缩小水表体积,降低成本。

③ 具有方便高效的开发调试环境,支持 JTAG 在线编程等。

因此根据低功耗智能网络水表所要实现的功能,本次设计选择 MSP430F1232 芯片作为该水表的控制芯片。这种芯片工作电压为 1.8 ~ 3.6 V,在休眠模式下典型电流仅为 0.7 μ A。有 28 个管脚,串行通信可软件选择异步或同步通信,芯片内部有 10 位 AD 转换器,综合功能和成本都比较合适。

2.2 数据采集模块

智能网络水表的脉冲采集装置对于仪表本身的测量精度非常重要,是智能水表设计中较为关键的环节。目前主要有光电传感器、霍尔传感器、干簧管传感器等。由于霍尔传感器精度比较高、性能稳定,所以本次设计选用了霍尔传感器。最初使用的单霍尔传感器会影响水表用水量的准确性和计量精度,这是因为叶轮磁体每经过霍尔电路一次,便输出一个电压脉冲。当基表的叶轮即将停止转动,并且顺时针逆时针摆动时,会造成信号脉冲的颤动,增加了用水量的计量。同时,针对管道中存在的回水现象,单霍尔传感器也无能为力。因此,在本次设计中,使用了双霍尔传感器,即同时检测两路霍尔信号,定时采样数据判断是正向计数还是反向计数。假设两路霍尔为 A、B,(导通为低电平,不导通为高电平)则其导通过程如下:顺时针,A、B 不导通,A 导通,A、B 导通,B 导通,A、B 不导通;逆时针,A、B 不导通,B 导通,A、B 导通,A 导通,A、B 不导通。顺时针作加计数,逆时针作减计数,如图 3 所示。

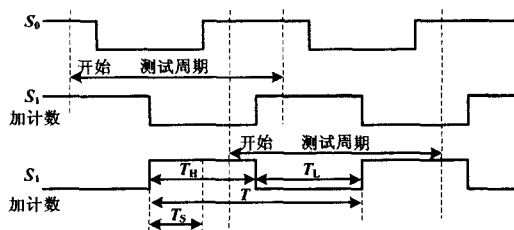


图 3 两路霍尔信号判别状态图

Fig. 3 State distinction of two Hall signals

本设计中采用两片 16 路选择器 CD4067,将 16 路的双路传感信号接入单片机检测口线 P_{2.0}、P_{2.1}。采用

定时器产生定时中断,从第 1 路开始至第 16 路,分别检测每一路的双路传感信号的状态,如果检测到上述两种情况时,分别进行加计数或者减计数。

2.3 数据通信模块

本次设计的智能网络水表采用了远程监测和控制技术,需要与集中器及管理计算机进行双向通信。RS-485 接口器件的电平与单片机的 TTL 电平兼容,传输速率较高,同时抗干扰能力强,其有效传输距离约为 1 000 m。故本次设计采用 RS-485 总线传输方式实现了智能水表与集中器之间的数据通信,RS-485 通信方式中主节点一般最大可以带 127 个负载。

设计时采用一片 ISL83072 低功耗高速 RS-485 收发芯片,使单片机 MSP430F1232 通过其串口收发数据,与上位机进行半双工通信。

2.4 外扩 EEPROM 存储模块

为了保证系统在掉电后不丢失信息,本表又外扩了一片 X4043 EEPROM 寄存器。由于要进行多种类型频繁小数据量的存储,MSP430 中信息存储器要进行分段擦写,使用起来不是很灵活。X4043 把上电复位、看门狗定时器、电源电压监控和块锁(block lock)保护的串行 EEPROM 存储器四种常用的功能组成在一个封装之内。这种组合降低了系统成本、减少了电路板空间和增加了可靠性。如发现电压下降或者出现死机情况,将发出复位信号使系统复位。

利用 I²C 协议在写 EEPROM 时,要注意单片机向 EEPROM 送出数据后,典型的写周期时间为 5 ms,如果器件已经完成了写操作,将返回一个应答证明已完成,则主机可以开始下一次的读或写操作。

3 智能水表软件设计

智能水表平时工作在 LPM3 低功耗工作模式下,通过中断信号对 CPU 进行唤醒,在活动模式下进行中断处理操作。

定时中断定时对传感信号脉冲进行采样和判断处理,将数据存储在外扩 EEPROM 中。如果串口中断接收到一串完整的数据帧,即可以由数据帧的内容判断执行各自的子程序,包括上传抄表数据或下载抄表数据等各类操作。当 LED 开关打开时,16 路用户数据可每隔 3 s 交替显示在 LED 上,方便抄表者实时监控。

软件基本流程如图 4 所示。

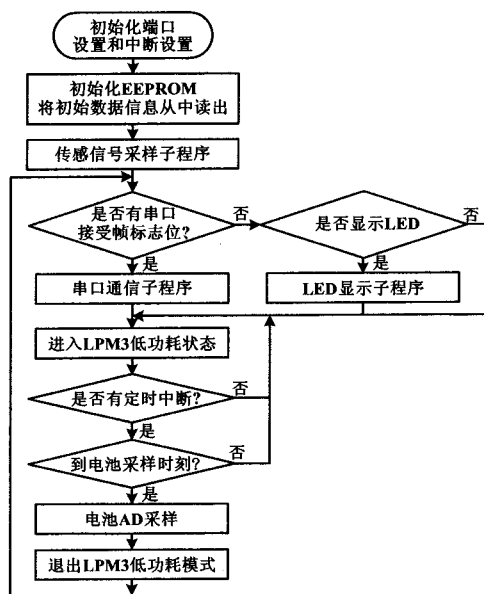


图 4 软件设计基本流程

Fig. 4 Basic flowchart of software design

4 结束语

本文利用低成本的超低功耗单片机设计完成了一款可以实现远传功能的网络型智能电子水表的设计。在实际调试和试验过程中仪表工作可靠,满足了设计要求,并在对多用户用水信息的脉冲采集装置上提出了双霍尔传感器使用的一种方法,增强了系统的可靠性和抗干扰性。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 田建艳,槐利,丁丁. 低功耗智能网络水表的设计 [J]. 电脑开发与应用,2006,19(1):32-35.
- [4] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 2 版. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [5] 王云平,邵定国,李朝东. MSP430 单片机在新型智能水表开发中的应用 [J]. 计量技术,2005(10):11-12.
- [6] 黄祖华,郭华. 远程自动抄表系统的现状及发展趋势 [J]. 浙江建筑,2006,23(5):69-71.
- [7] 熊燕. MSP430 微控制器的能耗计算与低功耗设计 [J]. 计算机技术,2005,21(3):39-41.

《自动化仪表》 邮发代号: 4-304, 2008 年定价: 8.00 元, 全年价: 96.00 元; 国外代号: M721

欢迎赐稿, 欢迎订阅, 欢迎宝贵建议, 欢迎惠刊各类广告