

基于单片机 MSP430 的智能水表设计

宋伟平¹, 沈燕妮¹, 宿忠娥²

(1. 兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 兰州 730050; 2. 兰州城市学院, 兰州 730050)

摘要: 以社区“一卡通”为理念, 设计了一款基于单片机的非接触式 IC 卡智能水表, 实现了水流量的准确采集、处理及 IC 卡预付费功能。装置主要包括流量采集、IC 卡读写、LCD 显示及报警、电磁阀控制、电压监测 5 个模块, 具有可靠性高、低功耗、抗干扰能力强的特点。

关键词: 智能水表; MSP430F149; IC 卡; 低功耗

中图分类号: TP368.1; TH814⁺.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0682(2012)04-0051-02

Design of the intelligent water meter based on MSP430

SONG Weiping¹, SHEN Yanni¹, SU Zhong'e²

(1. College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. Lanzhou City University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Community “card” for the idea, design of an IC card intelligent water meter based on microcontroller, realize the accurate collection and processing of water flow, and the function of IC card prepayment. Device mainly includes flow collection, IC card reading and writing, LCD display and alarm, electromagnetic valve control, safety protection modules, with high reliability, low-power, anti-interference ability.

Key words: intelligent water meter; MSP430F149; IC card; low-power

0 引言

长期以来,我国居民所使用的水表普遍是普通机械旋翼湿式水表,此方式存在着收费周期长、收费困难、效率低下等缺点。随着生活水平的不断提高,住宅智能化越来越受到人们的关注,IC 卡智能水表实现了预付费功能,不但使物业管理更加人性化,也方便了节约水资源的科学管理,而且“一卡通”安全可靠,给人们的生活带来了便利。因此,研制一种低功耗、计量准确的智能水表显得极为重要。

1 系统设计

该智能水表的设计原则是在低功耗的前提下,实现多功能,组成框图如图 1 所示。系统以价格低廉、低功耗、性能可靠的单片机 MSP430F149 作为核心控制芯片,完成 IC 卡读写、流量采集、电压监测、电磁阀控制、LCD 显示及报警功能。

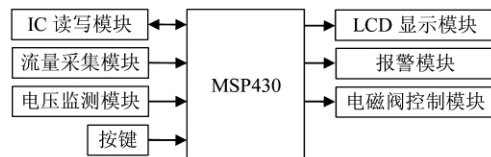


图 1 系统框图

2 硬件设计

2.1 MSP430F149 单片机

系统中单片机的主要功能有: 对流量信号进行计数,并计算累计用水量、本月用水量和可用水量;从 IC 卡读入购水金额,并计算购水量;根据用水量对水表阀门进行开关控制;通过 LCD 显示器显示相应信息;在低电压或可用水量低于阈值的情况下进行报警。

考虑到低功耗的系统需求,选用价格低廉、超低功耗的单片机 MSP430F149。其具有灵活的时钟设置功能,并且可以快速的从超低功耗状态唤醒;片内的 12 位 A/D 转换器,具有采样保持和自动扫描的特点。MSP430F149 提供的片内的 FLASH 为 60 kB,同时片内还提供较多的 RAM,以便进行运算处理。

收稿日期: 2012-03-14

作者简介: 沈燕妮(1983),女,硕士研究生,主要研究自动化仪器仪表,嵌入式开发与应用等。

2.2 流量采集

测量水流量的传感器很多,目前应用较多的有磁电式传感器、光电式传感器、超声波传感器以及霍尔传感器等。其中磁电式传感器结构简单,抗干扰能力强,在水表的流量检测中有很多应用,但由于其为自发电性,在低水量时输出信号很微弱,在水量接近零时无法使用。光电式传感器分辨率高,但易受外界的影响,灰尘、振动等干扰很容易使其失效。超声波传感器精度高,但价格较高。而霍尔式传感器不但分辨率很高,能保证在低水量时都有较强的信号,而且价格低,不怕污染,使用寿命长,电路简单,体积小,对外界环境要求低。所以,系统选择具有良好的低水量性能和抗干扰能力强的霍尔式传感器测量水流量。

霍尔传感器包括单霍尔传感器和双霍尔传感器,由于单霍尔传感器在使用中会出现检测不准确的情况,如基表的叶轮即将停止转动,或管道中出现回水现象时,都有可能引起传感器反向转动,从而增加了用水量的计量。因此,在系统中最终选用了双霍尔传感器,即同时检测两路霍尔信号,定时根据采样数据判断是正向计数还是反向计数^[4]。正向作加计数,反向作减计数,这样就可以达到准确计量。

2.3 LCD 显示

系统选用 LCD 显示累计用水量、本月用水量、可用水量,以便于用户更好的掌握水量的用度情况,从而能够及时购水;在读 IC 卡时,LCD 还能显示充值金额选项。为了避免白天时,因光线太足而使得显示器上的字迹模糊不清,因而选用高亮度、功耗低、体积小的 LCD 显示器。

2.4 电磁阀的控制

智能水表根据可用水量的多少对水表阀门进行开关控制,由于电磁阀的灵敏度高,易辨识,易更换,功耗低,所以水表阀门选取电磁阀,电路如图 2 所示。系统选用自保持型脉冲电磁阀,当输入正向脉冲信号时,线圈产生工作磁通,使动芯吸合,阀门打开。输入负向脉冲信号时,动芯在弹簧力的作用下回复到初始状态,关闭阀门。

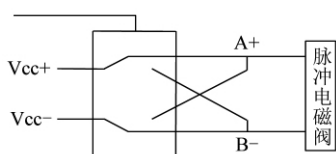


图 2 电磁阀电路

2.5 电压监测及报警

水表采用锂电池供电,电池随着时间的增加,其电压值会下降,当低于一定值时整个系统将无法正常工作。所以,为了保证系统可靠工作,系统选用

TPS3825-33 监控芯片进行电压监测,当电压低于 2.93 V 时,关闭并提示用户更换电池。

为便于用户及时购买水卡,当用水量为 5 m³ 时,水表可通过指示灯闪烁及发出蜂鸣声的方式,提醒用户应及时购水。

2.6 IC 卡读写

IC 卡读写模块主要完成 IC 卡的真伪辨识,及购水时单片机和 IC 卡的信息交互。IC 卡分为接触式和非接触式两种,接触式的 IC 卡插槽长期在潮湿、油污等恶劣环境中使用后会容易出现接触不良的情况,而非接触式 IC 卡可避免这种情况的发生,并且具有使用简单、动作可靠、速度快等特点,因而系统选用了 Mifare 1 非接触式 IC 卡。

读卡器采用 Philips 公司基于 ISO/IEC 14443 TYPE A 标准的 MCM200 模块,其射频的标准操作距离为 25 mm,与卡片的通信速率可达 106 kbps,该卡的容量为 8 kbit,共划分 16 个扇区,每个扇区设有 3 套密码及其认证和密码存储器,有防卡片重叠及防盗功能,对 RF 射频通道能进行自动监控,工作温度范围在 -20 ~ +70 °C,适合水表的使用,并且完全可以满足社区“一卡通”的需要。

使用“一卡通”购水时,可通过键盘选择要充值的金额,如 30 元、50 元、100 元等。智能水表可根据事先设置好的费率计算出购水量。

3 软件设计

系统上电复位后进行初始化和自检,在自检正常的情况下开始工作。流量采集和 IC 卡的读写都是通过中断来完成的。系统主流程如图 3 所示,在水表进入工作状态后打开中断,以便于 IC 卡的及时响应和流量的计量。在开机后如果没有流量采集信号产生的中断,系统将根据可用水量判断是否开阀,并进入低功耗模式,只有中断才能将系统唤醒。

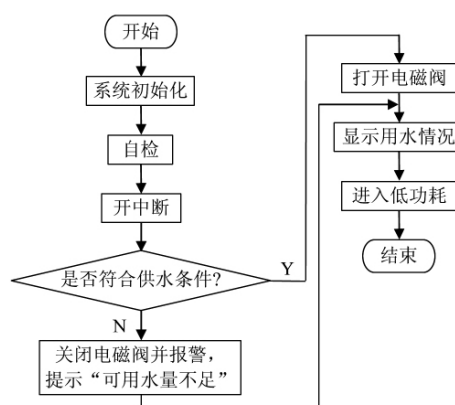


图 3 系统主流程

(下转第 83 页)

行供电。

控制器硬件组成与路由器类似,也包括 JN5139 模块、USB - UART 转接电路及电源管理电路。JN5139 模块通过 ZigBee 协议无线发送控制指令和接收来自路由器的数据,并通过 USB 接口和 PC 主机通信。

4 系统软件设计

4.1 固件程序

针对所选择的硬件平台进行底层驱动程序的开发是固件程序设计最基本的一个环节。

CC2420 硬件驱动主要就是 MSP430 通过 SPI 通信接口实现对 CC2420 片上寄存器、收发缓冲区的读取和写入。对 CC2420 片上寄存器的读写采用单字读写模式,对缓冲区的读写则采用包模式。

ADXL345 与微处理器的通信方式有 SPI 和 I²C 两种,根据 MSP430 单片机和 ADXL345 的 SPI 时序特点选择了 SPI 的 4 线方式来编写程序。对 ADXL345 的控制主要是通过其寄存器来完成的,全部 30 个寄存器的设定都可以通过写操作来完成。

4.2 主机软件

PC 主机软件采用 VC++6.0 进行开发。软件具有数据处理、分析、查询等一系列功能。

5 故障分析实例

在系统实际运行中,检测发现 8 号泵数据异常,将其水平方向与垂直方向的时域波形图叠加(如图 3 所示),可以看出水平方向的振幅明显大于垂直方向,并且波形接近正弦波,可以判断出泵机组与地基之间存在松动现象。

解体大修后,经检查发现存在泵地脚螺栓松动现象。修复后复检结果显示泵机组总振值明显减小,故障特征消失,运行状态良好,并且底座松动故障特征消失。

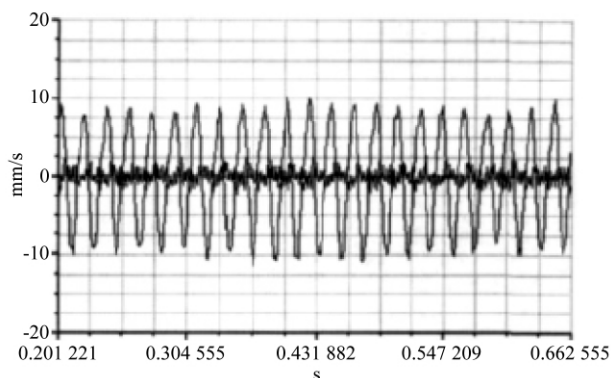


图3 时域波形图

该系统性能稳定可靠,技术指标合理,参数显示正确,操作方便直观,自动化程度高,维护工作量减少。为高港枢纽泵机组状态监测、故障诊断提供了一种简便易用的解决方案,保障了设备安全稳定运行,具有明显的先进性、实用性和经济性,能够在更多的领域推广应用。

参考文献:

- [1] 陈长征. 设备振动分析与故障诊断技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [2] 赵海鸣. 旋转机械在线状态监测与故障诊断系统 [J]. 机电工程, 2006, 23(8): 16.
- [3] 王中生, 曹梅. 基于 ZigBee 的串口监控软件设计与实现 [J]. 电子设计工程, 2011(14): 13 - 15.
- [4] 蒋伟民, 毕红军. 五种主流近距离无线技术比较 [J]. 科技资讯, 2007, 14(2): 2.

(上接第 52 页)

当用户用水时,传感器就会自动检测用水量,并发出中断信号,单片机立即进入工作状态,并在计量时及时判断可用水量,如果不足 5 m³时提示用户购水,如果可用水量为零则要关阀。

4 结论

IC 卡智能水表实现了预付费的用水收费方式,采取由用户自行到自来水管理部门预购自来水的形式,解决了传统收费方式所带来的人工和社会问题。通过从硬件、软件两方面进行低功耗设计,降低了系统功耗,延长了电池使用寿命。运用霍尔传感器采集水量,实现了用水精确计量。非接触式 IC 卡智能

水表使用方便,安全可靠,用户可以直观地了解用水情况,同时“一卡通”的设计可以促进一体化的物业管理,对管理工作带来了便利。

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, 2000.
- [2] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型低功耗 16 位单片机 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [3] 魏小龙. MSP43 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.
- [4] 吴雅楠. 基于 MSP430 单片机的网络智能电子水表的设计 [J]. 自动化仪表, 2008, 29(4): 49 - 51.