

基于 MSP430 单片机的新型智能 IC 卡水表

王云平¹, 任力², 李朝东¹, 邵定国¹

(1.上海大学 机电工程与自动化学院,上海 200072; 2.马鞍山自来水公司,安徽 马鞍山 243000)

摘要:介绍了 TI 公司的 MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机及其在新型智能水表开发中的应用,给出了控制系统硬件电路框图,并简单介绍了控制系统的软件流程设计。

关键词:MSP430; 自动控制; 智能水表

中图分类号:TH715.3

文献标识码:A

文章编号:1002-2333(2005)03-0079-02

The Research on the New Type of Intelligent Water Meter Based on MSP430

WANG Yun-ping¹, REN Li², LI Chao-dong¹, SHAO Ding-guo¹

(Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: A new type of ultra-low-power microcontroller MSP430 is introduced in this paper. Its implementation in the development of a new type of intelligent water meter is given as well.

Key words: MSP430; auto control; intelligent water meter

1 前言

老式水表结构上存在的缺陷及传统的自来水收费方式存在着计量不准确、水表易被人为破坏、管理费时费力等问题^[1],这在很大程度上困扰着供水部门,产品急需更新换代。笔者开发的智能水表就是为了解决这一难题而开发的。本项目开发的是体积较小的高度集成和数字控制的表阀一体化非接触式 IC 卡智能水表,可以精确测量和控制用水量。

2 基于 MSP430 单片机的新型水表系统构成

新型水表的控制系统组成如图 1 所示,主要分为以下几个部分:即主控 CPU、检测计量单元、阀门控制系统、IC 卡通讯、电源监控系统、液晶显示及声音报警等子系统。

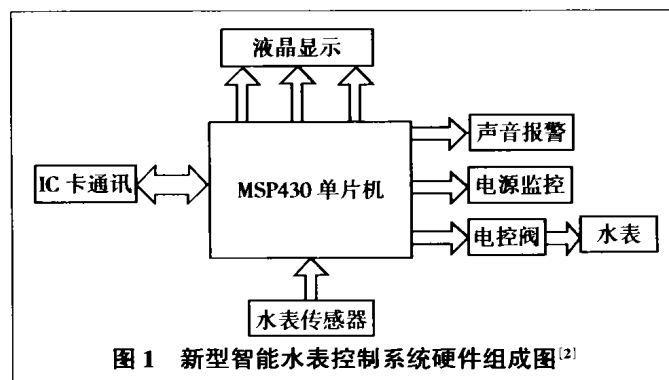


图 1 新型智能水表控制系统硬件组成图^[2]

2.1 MSP430 系列单片机性能简介

本系统的核心元件采用的是 TI 公司的 MSP430 系列单片机。该单片机是一种具有超低功耗特性的功能较全的低成本 16 位单片机,它特别适合应用在各种要求低功耗的场所,如应用电池的场合或手持设备上,它的硬件乘法器大大加强了其功能并提供了软硬件相兼容的范围,提高了数据处理能力。同时,该系列单片机将大量的外围模块整合到片内,特别适合于设计片上系统,有不同型号

的器件可供选择,给设计者带来很大的灵活性。适应工业级应用环境 MSP430 的运行环境温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ^[3]。该系列单片机的主要特点:电源消耗的超低功耗及 CPU 外围的高度整合性。它具有多种省电模式,功耗特别低,一颗电池可工作 10 年,在液晶显示时也能达到 $0.8\mu\text{A}$ 的低电能消耗。

2.2 基于 MSP430 单片机的功能开发

笔者设计的水表控制系统中,MSP430 单片机主要应用在包括水流信号的检测、采集处理以及对外围辅助电路的实时监控。主要体现在:

(1) 水流信号的检测及处理

来自流量计传感器的水流信号经前置电路处理后,转换成一系列可供测量的电压脉冲信号^[6]。这些脉冲信号由单片机的 TIMER_A 定时器进行捕获并由中断服务程序实时记录,经过积算处理后,可以准确地转换成用户的耗水量,从而达到对微小流量进行精确计量的目的(预期目标是 $0.01\text{ m}^3/\text{h}$ 以下)。

(2) 阀门控制系统

阀门控制系统由电磁阀与电磁阀驱动电路组成。电磁阀驱动电路利用 MSP430 单片机的基本 I/O 口输出控制信号,经放大后用以控制电磁阀的开启与关闭。为保证水表长时间使用的可靠性及关断水流的有效性,需要电磁阀开启可靠灵活,功耗小。我们采用的是改进后的双稳态自保持电磁阀,使用时,在线圈上加正向脉冲开启,加反向脉冲关闭。在持续关闭或持续开启期间,没有电能消耗。和常规电磁阀相比,具有不烧毁线圈、耗电低、无噪音等优点,特别适合应用在低功耗场合^[7]。

(3) 电源监控系统

为确保水表可靠运行,配备了电源监控系统。当电源电压降至一定值后,水表会将有用信息保存,同时关闭水

阀并发出报警信号。更换电池后,水表会自动恢复有用的数据并重新开始工作。

(4) IC 卡通讯

非接触式 IC 卡又称射频卡,是射频识别技术和 IC 卡技术相结合的产物。它具有应用的可靠性高、操作速度快等优点,因而特别适用于自动收费系统、公共交通自动售检票系统等环境。本项目选用的是上海华虹的 SHC1704 读写器芯片和 SHC1101 非接触式 IC 卡芯片组成 IC 卡读写模块。IC 卡存储容量为 8K,数据保持时间大于 10 年,擦写次数大于 10 万次,充分保证了其使用寿命和可靠性。

(5) 液晶显示和声音报警系统

为了有一个良好的人机界面,便于管理及用户使用,利用液晶显示相关数据和状态信息。MSP430F449 单片机自带内置 LCD 驱动器 160 段,可以缩小体积,降低成本,在休眠模式下典型电流仅为 $0.7\mu\text{A}$ 。采用外部按键触发引起中断或插拔 IC 卡开启液晶,显示关键信息,并降低了功耗。

当有异常情况发生,如有人为破坏事件,或可用水量低于设定值或电池电压低于设定工作电压时,蜂鸣器会发出报警信号提示用户引起注意。

3 控制系统软件流程设计

本系统软件采用 MSP430 系列的 C 语言进行开发,它与标准 C 语言兼容程度高,开发调试的集成环境和人机界面良好。由于 IAR 公司提供的 C 语言集成调试环境和 C 语言调试器的广泛应用,配合 C 语言的简洁、直观、高效等特点,可以极大地缩短开发周期、降低开发成本,而且开发出来的系统易于维护、可靠性高、可移植性强,即使在代码的使用效率上,也完全可以和汇编语言相比。本项目中单片机控制软件采用 C430 开发,主要包括主程序、中断服务程序及几个功能子模块。主程序结构流程图如图 2 所示。

3.1 主程序

主程序主要用于系统初始化,判断是否符合用水条件。经比较、判断后,才执行相应的开启、关断、显示等功能。

3.2 两个外部中断子程序

一个外部中断子程序是由插卡动作触发。这个中断服务程序包括 IC 卡密码的认证、卡中可用水量的读入及不同条件下相应的处理动作;另一个外部中断子程序是用于耗水检测。水表叶轮每转动一个栅格,就触发一次中断,实现脉冲信号实时计数,从而可进行耗水量的计算。

3.3 其它功能子程序

其它功能子程序包括电源监控子程序、声音报警子程序、LCD 液晶显示子程序等。每个子程序都负责一个功能模块的实现。

4 新型水表的主要特征

(1) 功耗极低,普通锂电池可持续工作 6 年之久;

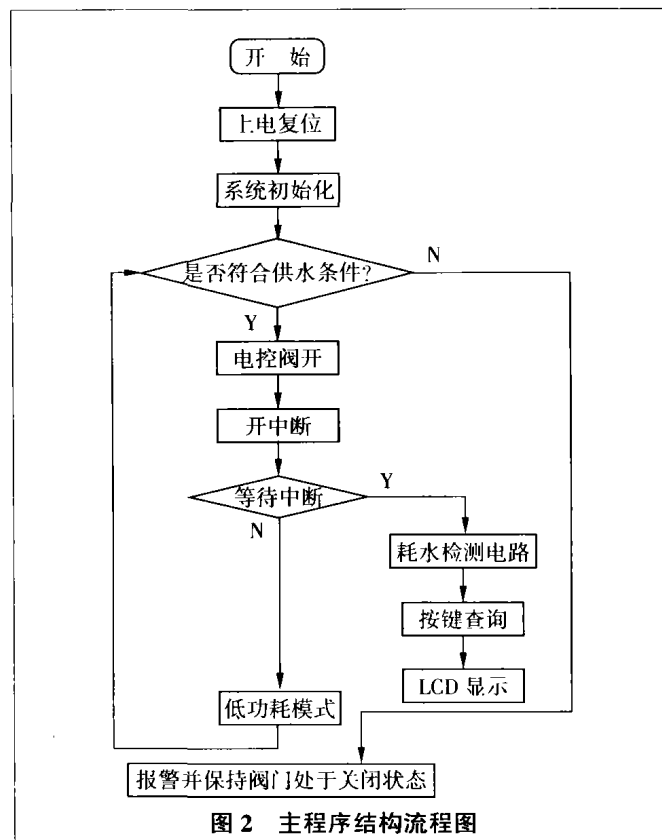


图 2 主程序结构流程图

(2) 灵敏度高,可有效检测水管的滴水、漏水现象;

(3) 响应快,信号处理及时,不存在盲计现象;

(4) 机械结构简单,使用和安装方便,降低了制造和安装成本。

5 结束语

本文开发的以 MSP430 单片机为核心、体积小、高度集成的表阀一体化 IC 卡智能水表,可以精确测量和控制用水量,根据我们所取得的阶段性成果,说明该智能水表具有广阔的发展和前景。相信经过我们的努力,一个功能完善、性能可靠的新型智能水表将在自来水行业中得到推广和应用。

[参考文献]

- [1] 吴志成,肇启明,马步青,等.国内智能化水表的应用现状与发展方向[J].中国给水排水,2003,19(9):19-21.
- [2] 王韧.IC 卡智能水表的设计与实现[J].仪表技术,2003,(4):16-17.
- [3] 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.
- [4] 胡大可.MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [5] 胡大可.MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M].北京:航空航天大学出版社,2003.
- [6] 吴志刚.光电编码器的原理与应用[J].浙江冶金,2001,(4):50.
- [7] 单水磊,庄瑛.智能型电控阀[J].阀门,2000,(6):11-13.

(编辑 吴天)

作者简介:王云平(1973-),男,工程师,硕士,研究方向为机械制造及自动化

收稿日期:2005-01-18