

基于 MSP430 的智能水表设计

邓立新, 邹振春, 张 婕

(承德石油高等专科学校 电气与电子工程系, 河北 承德 067000)

摘要:如何提高用水管理的自动化水平,如何为供水部门提供一种有效的监管手段,是供水部门一个亟待解决的课题。使用具有通讯功能的智能水表是解决这一问题的最佳方案。本文给出了一种基于 MSP430 单片机的智能水表的设计方案,着重阐述了系统的硬件构成及软件流程,并介绍了 MSP430 的单片机及外围器件的技术参数。

关键词:智能水表;低功耗;WSP430;RS485

中图分类号:TH814.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-9446(2004)04-0036-04

Design of Intelligent Water Meter on MSP430

DENG Li-xin, ZOU Zhen-chun, ZHANG Jie

(Department of Electrical, & Electronic Engineering
Chengde Petroleum College, Chengde 067000, China)

Abstract: It is urgent to improve the automation level and effective controlling method for water supply sections. The intelligent water meter with communication functions is the best solution to it. The design of the water meter based on MSP430 MPU is given in this paper. Also, the hardware organization and the software flow are introduced here, along with the technical parameters of MPU and its peripheral equipment.

Key words: intelligent water meter; low power; MSP430; RS485

对于传统水表,人工抄表和收费一直是两个效率很低的环节。在我国普遍采用“先用水后收费”的管理方式,用户拖欠水费的现象时常发生,供水部门缺乏用水管理的有效手段。作者开发的基于嵌入式智能系统的新型水表是目前解决传统水表缺陷的一种较好的解决方案。

由于民用水表不同于工业用仪表,必须要满足低功耗、低成本的要求。正是基于以上考虑,我们选择了德州仪器(TI)公司的 MSP430F413 超低功耗单片机作为主控芯片,开发了一种远程通讯端口的智能水表。这种水表除具有传统水表的功能外,还具有与楼宇中继器通讯、预存水费、欠费提示、欠费停水等功能,大大提高了用水管理效率。

1 MSP430 单片机简介

TI 公司 MSP430 系列单片机是一种超低功耗的混合信号控制器,它们具有 16 位 RISC 结构,CPU 的 16 个寄存器和常数发生器使 MSP430 微控制器能达到最高的代码效率。灵活的时钟源可以使器件达到最低的功率消耗。数字控制的振荡器(DCO)可使器件从低功耗模式迅速唤醒,在小于 $6 \mu\text{s}$ 的时间内

收稿日期:2004-05-08

作者简介:邓立新(1969-),男,河北承德市人,承德石油高等专科学校电气与电子工程系讲师,从事检测仪表和自控系统方面的教学和研究工作。

被激活到正常的工作方式。MSP430 的 16 位定时器是应用于工业控制如纹波计数器、数字化电机控制、电表、水表和手持式仪表等的理想配置。内置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。MSP430 单片机具有如下特点:

1.1 低电压、超低功耗

MSP430 系列单片机,在 1.8~3.6 V 电压、1MHz 的时钟条件下运行,工作电流在(0.1~400) μ A 之间;具有 16 个可以任意嵌套中断源,使用灵活方便;将 CPU 置于省电模式时,用中断方式可唤醒程序,唤醒时间只要 6 μ s,编制出的源代码程序实时性较高。

1.2 强大的处理能力

MSP430 系列单片机,为 16 位 RISC 结构,具有丰富的寻址方式(7 种源操作数寻址、4 种目的操作数寻址)、简洁的 27 条内核指令以及大量的模拟指令;大量的寄存器以及片内数据存储器都可参加多种运算;还有高效的查表处理方法;有较高的处理速度,在 8 MHz 晶体驱动下,指令周期为 125 μ s。这些特点保证了可编制出高效率的源程序。

1.3 丰富的片内外设

MSP430 系列单片机的各成员都集成了较丰富的片内外设。它们分别是以下一些外围模块的不同组合:看门狗(WDT)、定时器 A(Timer-A)、定时器 B(Timer-B)、比较器、串口 0、1(USARTO、1)、硬件乘法器、液晶驱动器、8 路 12/16 位 ADC、48 个 I/O 端口、基本定时器(Basic Timer),可在线仿真的 FLASH 内存,7 路 PWM 输出,以及内嵌的 LCD 驱动等。本设计所选用的主控芯片 MSP430F413 就包含了:12 位 A/D,精密模拟比较器,硬件乘法器,2 组频率可达 8 MHz 的时钟模块,2 个带有大量捕获/比较寄存器的 16 位定时器,看门狗、两个可实现异步、同步和多址访问的串行通信接口,能直接驱动液晶多达 96 段等。

1.4 高效的开发方式

MSP430 支持在线仿真和编程,所配编译器功能强大;具有 FLASH 存储器,利用单片机本身具有 JTAG 接口或片内 BOOT ROM,可以在一台 PC 机及一个 JTAG 控制器的帮助下实现程序的下载,完成程序的在线调试,实时修改片内寄存器和存储器的内容,对开发人员来说将大大提高程序的调试效率。

MSP430 系列器件均为工业级的,运行环境温度为 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$,因此很适合作为便携仪表和水、电表的主控芯片。

2 系统硬件的组成

智能水表以 MSP430413 单片机为主控芯片,采用 RS-485 总线方式进行通信,将各种信息送入主控端。水表能够按用户预付费自动开阀送水,当预付费用完自动关阀停止供水,从而达到了“先买水、后用水”、实现“分散使用、集中管理”的目的,节省了供水部门的人力物力,提高了效率。水表主要由以下几个单元电路组成:传感器电路、阀门控制电路、抄表电路、显示电路、电源管理电路、故障处理电路、数据备份电路及时钟电路等,具体电路结构见图 1。

2.1 流量传感器电路的设计

流量传感器采用于簧管式的流量传感器,干簧管用来采集水流量信号。在普通转盘计数的水表中加装干簧管和磁铁,干簧管固定安装在计数转盘附近,永磁铁安装在计数盘位上,当转盘每转一周,永磁铁经过干簧时,干簧管的簧片开闭一次,由此输出一个计量脉冲,然后对这个脉冲记数,得到总水量。主控芯片采用计脉冲的方式,对 2 路流量传感器送来的计数脉冲进行计数。当检测到 2 路依次脉冲信号时才能确定为一个单位水量,如果 2 路流量传感器同时吸合则为故障情况,并作用相应处理。

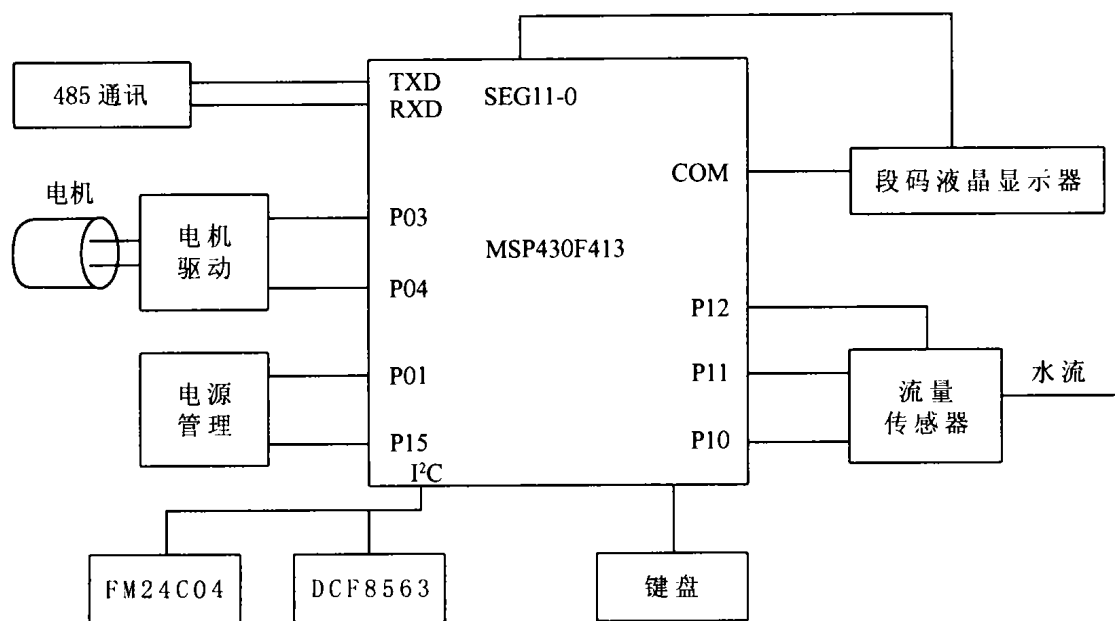


图1 低功耗智能水表硬件结构图

2.2 液晶和键盘接口电路的设计

针对用户使用的一般情况,水表采用的是段式液晶显示器,它可以显示6个字符,其中第一位为状态标志,后五位为流量数。为了延长液晶显示器的使用寿命,驱动方式选用了4MUX驱动方法,示意图见图1。为了便于操作水表,分别设有三个功能开关:k1显示当前月用水量;k2显示剩余水量;k3显示总用水量。

2.3 数据备份电路的设计

为了保证系统在掉电后不丢失信息,本表又外扩了一片新型寄存器;4K(512×8bit)铁电寄存器FM24C04,它既拥有RAM技术的优点,又具有ROM技术的非易失性特点,是目前唯一的一种非易失性RAM。铁电存储器和其它非易失性存储器相比显示出多项优点,首先是写入速度快,铁电存储器可以跟随总线速度写入,写入后无需任何等候时间,而常用的EPROM需要等几个ms才能写入下一数据。

2.4 抄表电路的设计

为了便于对入户的水表进行集中管理,本系统采用了适用于信号的远传的两线制RS485通信方式。RS485通信方式中主节点一般最大可以带127个负载,这样对于一个单元楼仅仅安装一个楼宇中继器即可,这样大大节省了设备的投资。

2.5 时钟电路的设计

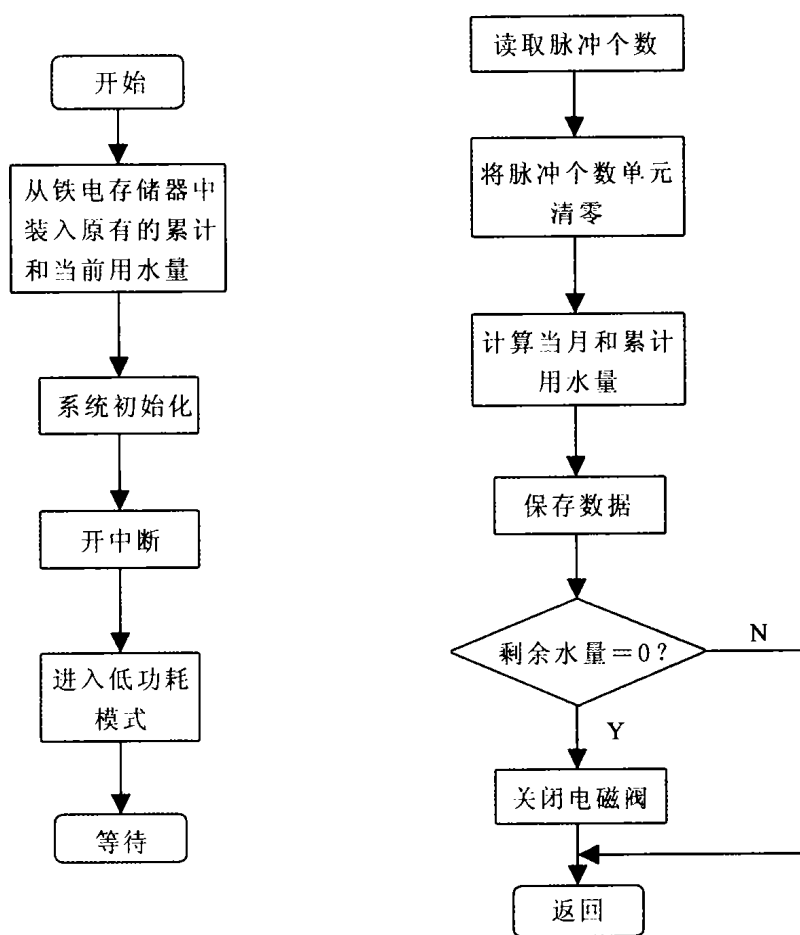
PCF8563是低功耗的CMOS实时时钟/日历芯片,提供一个可编程时钟输出,一个中断输出和掉电检测器,所有的地址和数据通过I²C总线接口串行传递。最大总线速度位400Kbit/s,每次读写数据后,内嵌的字地址寄存器会自动产生增量。所有16个寄存器设计成可寻址的8位并行寄存器,但不是所有位都有用。前两个寄存器(内存地址00H,01H)用于控制寄存器和状态寄存器,内存地址02H-08H用于时钟计数器(秒-年计数器),地址09H-0CH用于报警寄存器(定义报警条件),地址0DH控制CLKOUT管脚的输出频率,地址0EH和0FH分别用于定时器控制寄存器和定时器寄存器。该器件采用I²C总线方式和MSP430处理器相连,可实时获取秒、分钟、小时、日、月、年等信息,编码格式为BCD码。

3 系统软件的开发

为了降低系统的功耗,水表系统的软件主要包括以下几个部分:主程序、数据采集中断子程、键盘显示中断子程、数据存储中断子程、用户用水量统计中断子程、电磁阀控制子程等模块。由于篇幅所限,图2中仅给出了主程序和用户用水量统计中断子程流程图。为了进一步降低系统的功耗,系统功能子程均采用中断方式来实现。实时用水量每隔1s用中断计数器统计脉冲个数,再通过换算公式获得当前和总的用水量,当前的用水量和总的用水量的计算公式如下。

$$Q_{\text{当前}} = K_1 M$$

$$Q_{\text{总}} = Q_{\text{总}} + Q_{\text{当前}}$$



a) 主程序框图用户

b) 用水量统计中断子程框图

图2 智能水表软件部分程序流程图

4 结论

本文利用廉价的超低功耗单片机设计完成了一款可以实现远传功能的智能家用水表的设计。在实际调试和试验过程中,仪表工作可靠,满足了设计要求。

参考文献:

- [1] 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.
- [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,2003.