

基于单片机 MSP430 智能化天然气表的设计

方奋奇¹, 王惠中²

(1. 兰州资源环境职业技术学院 信息管理系, 兰州 730020;

2. 兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 兰州 730050)

摘要: 主要介绍基于单片机 MSP430 的智能化天然气表的设计。该天然气表可以对天然气流量进行计量, 同时还可以进行火灾探测、电压监控、漏气检测、通风控制。为了实现预付费功能, 方便天然气公司的管理, 该设计采用非接触式 IC 卡作为付费介质。

关键词: 天然气表; 单片机; IC 卡

中图分类号: TP368.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0682(2010)02-0030-02

Design of intellectual natural - gas meter based on single - chip computer MSP430

FANG Fenqi¹, WANG Huizhong²

(1. Department of Information Management, Lanzhou Resources & Environment Voc - tech College, Lanzhou 730020, China;

2. College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou Univ. of Tech, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper mainly introduces the design of the intelligent natural - gas meter based on single - chip MSP430. The natural - gas meter can measure the natural gas flow, at the same time, it can also be used for fire detection, voltage monitoring, leak detection and ventilation control. In order to achieve pre - paid function and facilitate the management of natural gas companies, the design uses a non - contact IC card as a payment medium.

Key words: natural - gas meter; single - chip computer; IC card

0 引言

天然气是现代家庭中不可缺少的能源之一, 随着“西气东送”工程的快速开展, 对天然气表的使用量将越来越大。由于信息化的发展速度加快, 智能化住宅小区应运而生, 对多功能的智能化天然气表的需求量急速增加。因而, 研制、开发符合当前发展的智能天然气表十分必要。

目前使用的天然气表如图 1 所示。

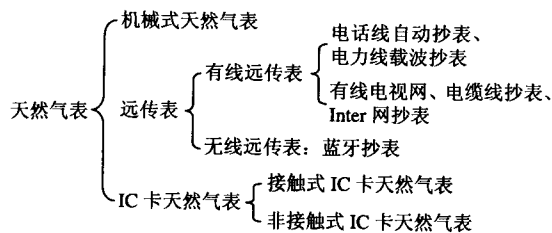


图 1 常用天然气表

其中, 在美国等国家多半是使用无线远传表, 而

在欧洲许多国家使用的是有线远传表和 IC 卡天然气表, 近年, 日本等国家也开始使用电话网抄表。而我国仍然广泛使用传统的机械式天然气表和接触式 IC 卡天然气表, 非接触式 IC 卡天然气表的使用正在慢慢增加。

IC 卡天然气表包括接触式和非接触式两种。接触式 IC 卡天然气表的 IC 卡触点在厨房等易污染的环境中长期使用, 会造成接触不良的现象。而非接触式 IC 卡天然气表可工作在各种恶劣环境下, 且非接触式 IC 卡技术已发展成熟。因而, 选择设计非接触式 IC 卡天然气表符合目前的现实情况。

另外, 由于我国还有数千万台普通天然气表正在使用, 更新换代将是一个耗资巨大的工程, 因此, 必须在原有普通天然气表的基础上进行研制。带有微机的 IC 卡智能天然气表在安装上能与原天然气表互换, 无需额外布线, 成本低, 从目前看, 设计非接触式 IC 卡天然气表更是一种比较合理的选择。

1 硬件设计

由于天然气是易燃混合气, 并且天然气表的安装有地方限制, 在天然气表的设计时必须要考虑天

收稿日期: 2009 - 07 - 29

作者简介: 方奋奇(1962), 女, 甘肃兰州人, 大学本科, 副教授, 从事计算机方面的教学工作。

然气使用安全。严禁在使用过程中产生任何电火花。所以,天然气表一般采用低电压电池供电,要保证一节电池使用3年以上,需要系统功耗很低。所以,在设计时CPU采用MSP430F413。MSP430F413可工作在1.8~3.6V,而且耗电电流也特别小,在休眠状态下只有十几微安的电流。其内部功能模块非常丰富,有16位的功能模块,也有8位的功能模块,外部接线简单。有5种可选择的低功耗模式。是专供仪表使用的控制器,满足天然气表可靠性高、功耗低、计量准的要求。

在设计中,考虑到天然气是易燃混合气体,安全可靠非常重要,因而,增加了火灾探测、漏气检测、通风控制等安全保护功能。

为了提高天然气表的可靠性,满足功耗低、计量准的要求,采用模块化设计思想。设计框图如图2所示。

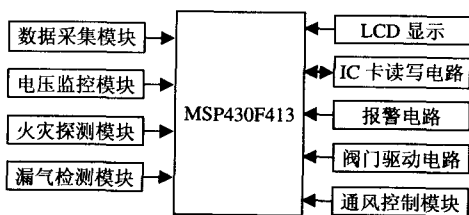


图2 天然气表硬件组成框图

2 软件设计

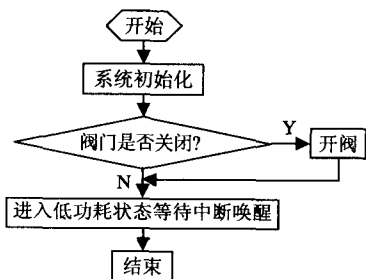


图3 主程序流程图

天然气表在设计中充分考虑了低功耗情况下CPU处于休眠状态,只有在中断发生时才将它唤醒。主程序流程如图3所示,系统中的中断源有定时器A、火灾探测信号、电压监控信号、IC卡读写操作中断信号。当中断发生后,系统立即调用中断处理程序进行处理,中断服务程序如图4所示。

计量过程:当用户用气时,流量传感器将流量信号进行差动放大、整形后送入控制器。该信号作为定时器A的输入脉冲,一有信号输入,定时器A就计一次,当计够10次时(1 cm³),定时器A发出一个中断信号(CCIFG0),这时,系统在不到6 μs时

间里被唤醒,并转入计量处理中断程序进行处理。在计量处理时,还要对漏气检测接口进行扫描,看是否有漏气现象出现,如果出现,就要立即关阀通风,并报警。如果没有才能继续用气,计量。计量过程是一个比较重要的环节,该系统中,使用定时读数的方法。当没有漏气发生时,先将天然气可用量减去1 cm³,再将定时器A的中断禁止,开启基本定时器。基本定时器定时1 ms,在定时中断发生后,系统就对定时器A中的数据读一次,并将读出数据相加存入0220H单元,当0220H单元读出的数据大于1000(即1 cm³)时,就将可用量减去0220H单元读出的数据。在可用量减去10 cm³十次之后,还要对其进行显示;若可用量小于5 m³,就要显示“请充值”;若可用量小于1 m³,则要显示“欠量”;若可用量为0,则关阀,且显示“欠量”。

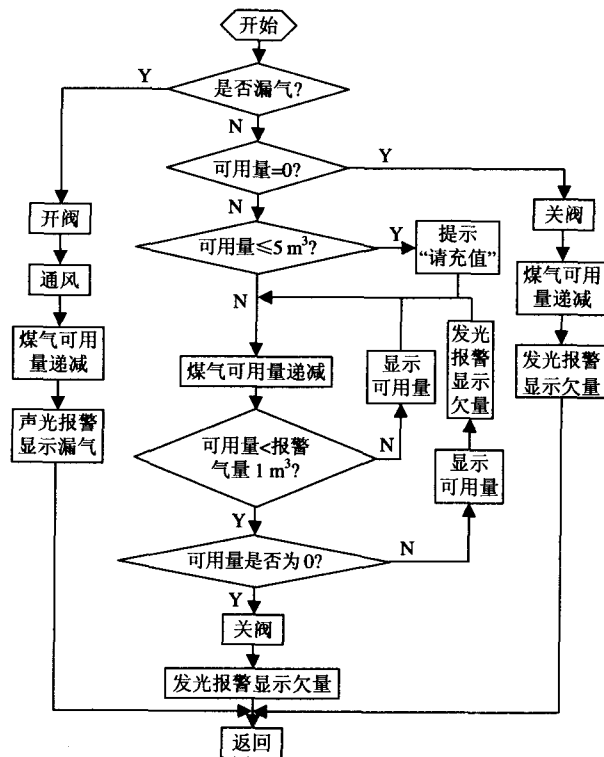


图4 中断程序流程图

IC卡进入读写器天线的操作范围后,读写器向控制器MCU发出中断请求。在读写操作时,需通过软件校验密码,检查卡机是否相符,如果卡片类型号、序列号都正确,且成功通过了选卡及密码验证,则可读入卡中天然气可使用量,向卡片中写入0。如IC卡操作完后,可将读入的购气数送LCD显示,并与表中可用量相加,得到新的可用量。

火灾探测信号、电压监控信号都是以中断形式输入的。当有火灾发生或有欠压 (下转第55页)

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1)$$

改进的粒子群算法的速度和位置进化方程为:

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + c_1 r_{ij}(t)(p_{ij}(t) - x_{ij}(t)) + c_2 r_{2j}(t)(P_{gj}(t) - x_{ij}(t))$$

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1)T(t)$$

利用 MPSO 算法整定 PID 参数的流程如下:

(1) 确定参数 K_p, K_i, K_d 的范围;

(2) 确定粒子的适应值;

(3) 如果 $J_i > J_{ibest}$, 则 $J_{ibest} = J_i, p_i = x_i$; 如果 $J_i < J_{gbest}$, 则 $J_{gbest} = J_i, p_g = x_i$;

(4) 更新每个粒子的速度与位置;

(5) 如未达到结束条件, 返回(2)。

被控对象采用二阶传递函数:

$$G(s) = \frac{400}{s^2 + 50s}$$

仿真结果如图 1 所示。

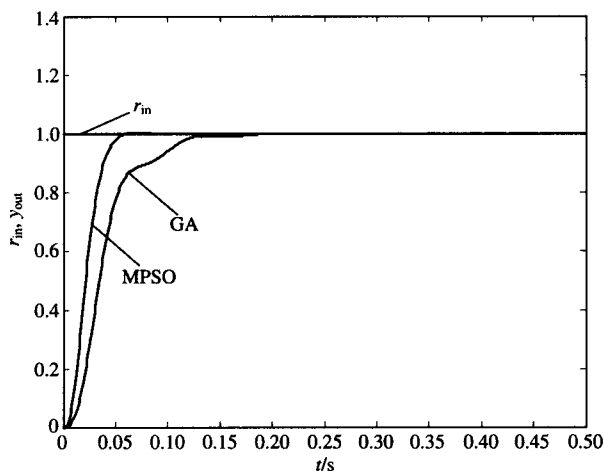


图 1 仿真结果

通过比较可以看出, 利用改进后的自适应调整的 MPSO 算法来整定 PID 的参数可以取得比遗传算法更好的控制性能。改进的 MPSO 算法能较快地寻找到最优参数, 其收敛速度比遗传算法快。

参考文献:

- [1] Shi Y, Eberhart R. A Modified Particle Swarm Optimizer. [C]. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Evolutionary Computation. Piscataway, NJ: IEEE Press, 1998: 69-73.
- [2] Eberhart R, Shi Y H. Comparing Inertia Weights and Constriction Factor In Particle Swarm Optimization [C]. Proc 2000 Congress on Evolutionary Computation, IEEE Press, 2000: 84-88.
- [3] Lovbjerg M, Rasmussen T K, Krink T. Hybrid Particle Swarm Optimizer with Breeding and Subpopulation [C]. San Francisco: Proc of the 3th Genetic and Evolutionary Computation Conference, 2001: 469-476.
- [4] Shi Y, Eberhart R. Fuzzy Adaptive Particle Swarm Optimization [C]. Seoul, Korea, In: Proceedings of the IEEE Conference on Evolutionary Computation, 2001: 101-106.
- [5] 谢晓锋, 张文俊, 杨之廉. 微粒群算法综述[J]. 控制与决策, 2003, 18(2): 129-134.
- [6] 万佑红, 李新华. 用遗传算法实现 PID 参数整定[J]. 自动化技术与应用, 2007, (7): 7-8.
- [7] 曾建潮, 介倩, 崔志华. 微粒群算法[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [8] 王介生, 王金城, 王伟. 基于粒子群算法的 PID 参数自整定[J]. 控制与决策, 2005, 20(1): 73-76.

(上接第 31 页)

情况出现时, 系统转入相应中断程序进行处理。有火灾发生时, 立即关阀, 并声光报警。有欠压情况出现时, 关阀, 发光报警, 显示“欠压”。

3 结论

该天然气表在设计中充分考虑了天然气表是一个计量器具, 应具备准确、可靠的性能。同时还考虑了天然气表的特殊性(安全及低功耗的特性), 设计了火灾探测、漏气检测、通风控制模块。天然气表的设计基本达到了要求, 经计算, 系统的功耗很小, 正常工作时, 工作电流 $< 20 \text{ mA}$, 休眠方式下, 工作电

流 $< 30 \mu\text{A}$ 。

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] 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.
- [3] 杨恢先, 陶霞, 杨穗, 等. 基于单片机控制的多功能数字式天然气表的设计[DB]. 中国期刊全文数据库.
- [4] 蔡柏良, 王宜怀. 基于 MSP430F413 MCU 的 IC 卡天然气表的设计与实现[DB]. 中国期刊全文数据库.
- [5] 设计基于 MSP430 单片机的微功耗中文人机界面[OL]. 广东电子商贸网.