

基于 MSP430 系列单片机的智能 IC 卡热量表 电控系统设计

管元峰, 王树众

(西安交通大学 能源与动力工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要:提出了一种基于 MSP430 系列单片机的智能 IC 卡热量表电控系统设计, 论述了智能 IC 卡热量表的控制模式、电控系统电路构成、系统软件设计。为了有效地降低功耗, 电控系统的外围电子元器件以低压、低频、静态低功耗的 CMOS 器件构成; 对于系统软件, 则在低功耗、信息安全、抗干扰及可靠性等方面进行了设计。系统整体的功耗很低, 且运行稳定可靠、操作方便、抗干扰能力强。

关键词:电控系统; 热量表; IC 卡; 单片机

中图分类号:TK3; TP368.1

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2004)03-0001-04

Design of the Circuit Control System for Intelligent Card Heat Meter Based on MSP430 Microcontroller

ZAN Yuan-feng, WANG Shu-zhong

(School of Energy and Power Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Based on the MSP430 Microcontroller, the design of circuit control system for Intelligent Card Heat Meter is proposed, in which the control mode of IRQ is adopted. In order to effectively reduce the power consumption, the electron parts in the circuit control system are composed of low voltage, low frequency, low static power consumption CMOS components. Meanwhile, in the design of corresponding system software special attentions were paid to the low-power consumption, information safety, anti-disturbance and reliability.

Key words: circuit control system; heat meter; IC card; microcontroller

1 引言

智能 IC 卡热量表是根据用户 IC 卡购热量实施自动计费、自动控制的一种高科技民用产品, 具有远程抄表及人工抄表无可比拟的优越性。并且随着超大规模集成电路的发展, “金卡工程”的深入, 节能环保和热计量结算方式的改革, 智能 IC 卡呈现出十分广阔的应用前景。本文介绍了该产品的技术核心——基于 MSP430 系列单片机的智能 IC 卡热量表电控系统设计。

1 智能 IC 卡热量表控制模式

智能 IC 卡热量表是在热量表中集成了 IC 卡电

路检测系统及加装了卡座而构成, 该测控系统主要由 IC 卡、热量、流量计量电路, 电控系统及管道上的电磁阀等构成。系统原理图, 如图 1 所示。

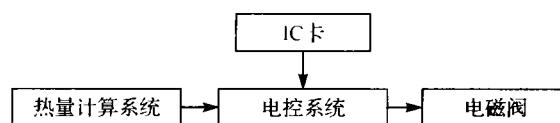


图 1 智能 IC 卡热量表测控系统结构图

当用户把含有热量的 IC 卡插入卡座时, 触点 K1 接通路并向 MSP430 单片机发出中断请求信号, 单片机响应中断请求后对 IC 卡进行识别, 以防插入的是坏卡或金属片破坏仪表。经识别后把 IC 卡中的热量读出并写入 MSP430 单片机的信息存储器中

存储起来,然后对 IC 进行清零,同时电磁阀在电控系统下开通供水开关,开始供热。用户的热水量计每产生一个脉冲就产生一次中断进行脉冲累计,累计到 10 个脉冲时,启动 A/D 转换器进行热量计算,算出的热量与信息存储器中的热量相减,其值回存入信息存储器中,进行热量值的判断,当信息存储器中的热量小于 10MJ 时蜂鸣器发出蜂鸣声要求用户重新购热,如果用户不购热,在信息存储器中的热量等于 0 时,电磁阀将自动关闭停止热量的供应。只有重新购热之后才会开启电磁阀。在正常情况下电磁阀输入电平为低电平,只有在特殊情况下才会发生开启与关闭,3 种情况下电磁阀的通断情况,如图 2 所示。

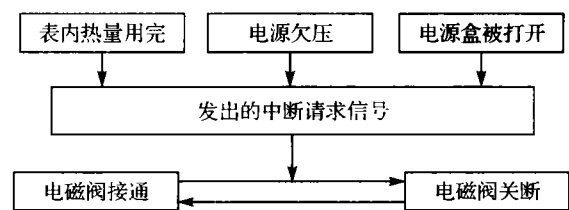


图 2 控制阀从接通到关断模式

2 系统电路构成

智能 IC 卡热能表电控系统电路由低功耗 MSP430F133 单片机,温度、流量测量电路、电源电压检测电路、电池保护电路、液晶显示及声音报警电路、IC 卡读写控制电路等构成,如图 3 所示。

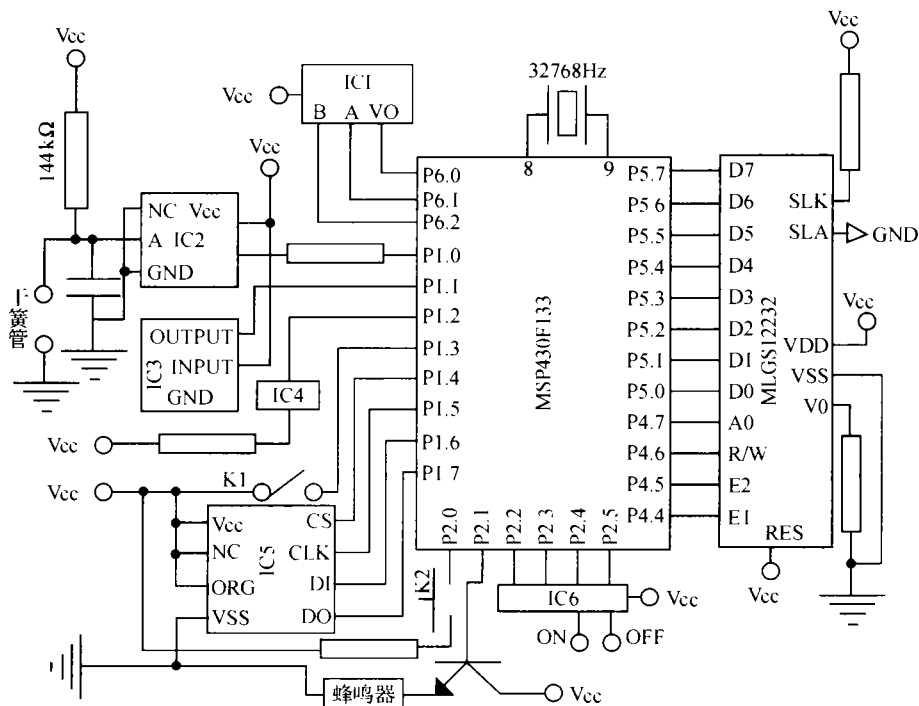


图 3 电路原理简图

2.1 MSP430 系列单片机及电路组成

MSP430 系列单片机是 TI 公司推出的 16 位超低功耗单片机,它采用先进的精简指令,具有高的性价比、超低功耗、高性能等特点,内部集成有可擦除信息存储器,可擦除 10 万次以上这样就可省去外部 EEPROM。本设计采用 MSP430 系列中的具有 flash 存储器的 F133 作为电控系统核心。该单片机在非工作状态时进入低功耗模式 3(LMP3)休眠状态,当有外部中断时,唤醒休眠状态进入工作状态。本系

统中,单片机与外围模块的连接,如图 3 所示。P1.0 口获取流量脉冲信号,P1.1、P1.2 口获取电压欠压和电压保护信号,P1.3~P1.7 口与 IC 卡引脚相接,以串行方式与单片机进行数据交换,P2.2~P2.5 口控制电磁阀的通断及通过 P4.4~P5.7 口控制显示器以输出显示内容。

2.2 温度测量电路 IC1

采用 Pt1000(即 0℃时,铂电阻的电阻值为 1000 Ω)作为温度传感器,用 BB 公司的恒流源 REF200 提

供两路各 $100 \mu\text{A}$ 的电流:一路通过二四模拟开关 MAX4582 选通供水管道上的传感器以提取传感器电压;另一路则通过标准电阻 R_k 提供仪用放大器的标准电压,经 INA122 放大之后接单片机的 P6.0 口以供 A/D 转换之用。由于传感器用 Pt1000 且连接导线短,所以可以忽略导线电阻,采用二线制接法。模拟开关引脚 A 接 P6.1 口,引脚 B 接 P6.2 口。当 $A = 1, B = 0$ 时,选通供水管道上的铂电阻传感器; $A = 0, B = 1$ 时,则选通回水管道上的铂电阻传感器。测温原理图,如图 4 所示:

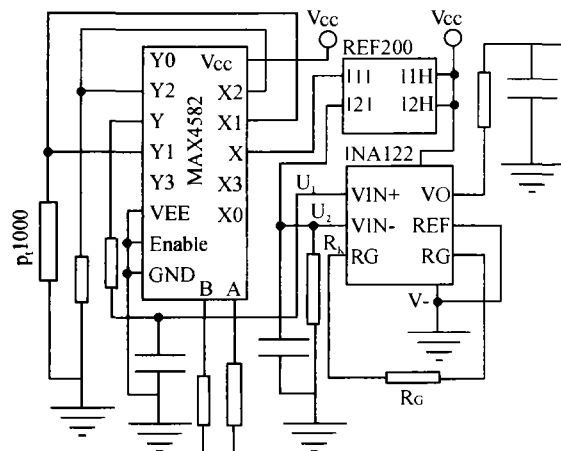


图 4 温度测量电路原理图

2.3 流量测量电路

流量采用叶轮式热水表改装而成,传感元件为干簧管,当流量计上的磁铁随叶轮旋转时,使其上的干簧管通断,从而发出电脉冲信号。经施密特触发器 SN74AHC1G14 整形电路(IC2,如图 3 所示)整形后送微控制器中断口。

2.4 电源监控电路

电压监测器采用安森美公司(Onsemi)的 NCP302HSN27T1(IC3),此芯片工作电压范围宽达 $0.8 \sim 10 \text{ V}$,静态电流典型值仅约 $0.5 \mu\text{A}$;电压检测门限精度不大于 2%;当系统电池电压在正常值 2.7 V 时,输出脚 1(output)为低电平;当电池电压低于保护值 2.7 V 时,该芯片的脚 1 变为高电平,并向微控制器发出中断请求,使蜂鸣器发出鸣叫声以提醒用户欠压更换电池,同时关断电磁阀,停止供暖。

2.5 电源保护电路

为有效保护系统电源,可对电池盒位置进行高灵敏检测。当电源盒被拉开时,保护电路(IC4)输出

低电平,微控制器接收到这个中断信号后,P2.3、P2.5 口置 1,大功率开关管 Q2、Q4 接通输出高电平使其控制阀门关断。直到电池安装好并将电池盒推入表内正常位置时,微控制器才会再次控制阀门使其重新开阀供水。

2.6 电磁阀电路

电磁阀采用双稳态脉冲电磁阀,由 3.6 V 锂电池供电,双稳态、低压、低功耗,两位式通断,由 4 个高功率三极管控制其通断。平时正反端均为低电压不消耗能量,工作时,当正端(ON)接 Vcc,反端(OFF)接地时,正电流接通电磁阀;当正端接地,反端接 Vcc 时,反向电流关断电磁阀,开关电流约 270 mA ,时间小于 2 s 。P2.2、P2.3、P2.4、P2.5 口用来控制大功率开关管通断,组合控制电磁阀的通断见图 5,在有以上 3 种事件发生时电磁阀关断:

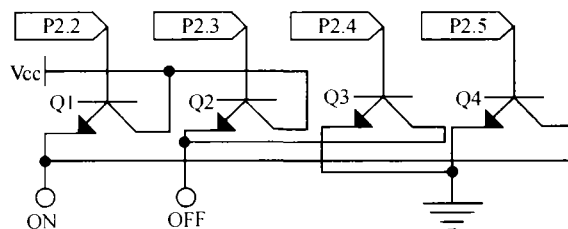


图 5 电磁阀控制电路图

2.7 IC 卡及读写电路

由于 IC 卡具有存储量大、抗干扰能力强、操作速度快等优点,系统采用符合 ISO7816 国际标准的 IC 卡,用于可靠存储用户购热量等关键数据。单片机通过 IC 卡读写电路完成对 IC 卡的读写。IC 卡芯片(IC5)采用 93C46 EEPROM,它采用三总线串行与 MSP430F133 单片机进行数据传输。用户把 IC 卡插入卡座,卡座卡簧的常开触点 K1 闭合,P1.3 具有电平变换引起中断功能,微控制器的 P1.3 口由高电平变为低电平,唤醒微控制器进入工作状态,卡识别之后进行串行数据的传输,先把 IC 卡中的数据写入 RAM,并与微处理器信息存储器中的热量相加,然后对 IC 卡进行清零处理并打开电磁阀,最后拔出 IC 卡

2.8 液晶显示器及蜂鸣器电路

液晶显示器采用 MSLG12232 显示模块,可显示电压欠压、流量、热量、供回水温度、累计工作时间等信息,采用一键多意的方式,根据按键 K2 的次数不同而显示不同的内容。声音报警电路采用高响蜂鸣

器,由单片机控制发出不同的声音,按键 K2 按下即可停止蜂鸣。

3 系统软件设计

系统软件采用模块化结构,用 MSP430 的嵌入式 C 语言编写,软件设计思想紧密结合 IC 卡热量表的控制模式,对 IC 卡信息读写,卡类型的识别,计量信号判断和数据处理,电压的欠压检测与电源保护,降低功耗等方面进行了设计。为了降低功耗,程序大部分集中在中断处理程序中,程序流程图,如图 6 所示:

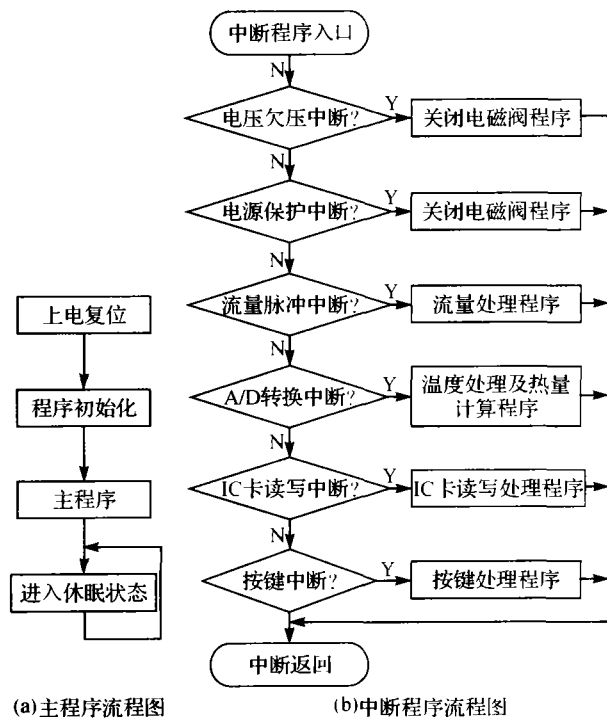


图 6 程序流程图

为了保证 IC 卡信息的安全性,在硬件的基础上对软件也进行了精心设计。当对插入的卡进行识别之后,发出读写命令字,IC 卡芯片接受后,向单片机发出一个应答指令,然后跟随 8 字节读密码,密码错误显示“00”,重试计数器加以 1,最多重试 5 次,否则 IC 卡清零;密码正确,显示“11”,进入写周期。通过串行数据线把 IC 卡中热量读入 MSP430F133 的 RAM 中,最后发停止位;IC 卡的热量清零并显示“01”,这时方可安全地取卡。如果在这之前拔出 IC 卡,那么此次操作将视为无效。在完成读卡、清零之后,读出微处理器信息存储器中剩于的热量至 RAM 中,并与 IC 卡中读出的热量相加,把最后结果回存入微处理器信息存储器中,检测电磁阀的起闭情况,如果处于关闭状态,则开启电磁阀。

为了提高软件系统运行的抗干扰能力和可靠性,除了在硬件上采取相应的措施外,在软件的设计上也采取了相应的对策。其方法主要是:

(1) 在程序初始化时把看门狗定时器(WDT)设置为看门狗模式,并且在各中断子程序入口处添加 WDTCTL = WDTPW 指令(WDTCTL = 0 × 5A00)以启动看门狗,出口处添加 WDTCTL = WDTPW + WDTNTHOLD 指令(WDTCTL = 0 × 5A08)和 WDTCTL = WDTPW + WDTNTHOLD 指令(WDTCTL = 0 × 5A80)以对看门狗清零并使其关闭。设置看门狗定时器的值为 1.0 s,如果看门狗计数器发生溢出,即有异常情况发生时,系统恢复到初始化状态,即程序又回到了正常的轨道上来。

(2) 对一点数据进行多次采样(温度采样 64 次,流量采样 20 次),然后求平均值,这是利用数字滤波方法中的算数平均值法来减少系统地随机干扰对采集结果的影响。

(3) 在非程序区设置拦截措施,使程序进入陷阱,然后强行使程序进入初始状态,即在非程序区使用“LJMP #0 × FFFFH”指令来填满。

4 结论

电控系统采用低压、低频、静态低功耗的 CMOS 器件,而在电路设计采用了关断技术,即当外部器件或设备在不工作时关断供电,减少无效功耗,并且对软件也进行了低功耗的设计,即单片机在等待时进入休眠模式,需要时由外部中断信号唤醒,所以此系统整体的功率消耗很低。运用此控制电路开发出的热量表,其运行稳定可靠,操作方便,抗干扰能力强。对于我国热计量收费制度的改革、金卡工程的深入开展以及节能环保起到很大的促进作用。

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] 吴道悌. 非电量电测技术[M]. 西安:西安交通大学出版社, 2001.
- [3] 于宏军,赵冬艳. 智能(IC)卡技术全书[M]. 北京:电子工业出版社, 1996.
- [4] 李月香,袁涛,木合塔尔. 单片机低功耗技术及应用[J]. 电子技术应用, 2001, (12):17-19.
- [5] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.