

基于 MSP430 的智能流量积算仪的设计

林志坚, 沈萌红

(浙江大学 机械设计研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要:设计了一种以 MSP430F149 单片机作为控制核心, 辅以实时时钟、数据存储、打印输出、模拟控制量输出、小键盘、液晶显示、及带串行通信远程抄表的智能流量积算仪表。给出了系统的框架原理图、各功能部件的硬件电路设计和软件流程图及部分源程序。

关键词:微处理器; 模/数转换; 通信; 实时时钟; 液晶显示; 调制解调器

中图分类号: TP368.1; TH814 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4551(2006)03-0026-04

The Design of Intelligent Flow Totalizer Based on MSP430

LIN Zhi-jian, SHEN Meng-hong

(Institute of Mechanical Design, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: An intelligent flow totalizer based on MSP430F149 microprocessor was introduced, with real-time clocker, data save, printer, analog signals output, keyboard, LCD and flow meter by serial communication. The principle of system and the design of hardware and software of function modules is preset.

Key words: microprocessor; A/D transition; communication; real-time clocker; LCD; modem

0 前言

流量检测仪表与系统可广泛应用于水泥、化工、轻纺、医药、造纸、给排水、食品饮料等技术部门, 其产品的性能、质量和可靠性对上述企业的经济效益有着重要的影响。特别是近年来, 企业污水监督和控制已成为环保等政府职能部门的重要工作任务, 计量污水排放的流量仪表系统则是定量管理企业污水排放不可或缺的工具。而随着社会经济的高速发展, 智能三表已经越来越多的走进智能小区和居民区。

1 硬件设计

1.1 系统方案

系统的主要组成原理图, 如图 1 所示。以 TI 公司的 MSP430F149 单片机作为主处理器, 根据传感器产生的模拟信号经放大转换送到集成了高精度 A/D 转换器的 MSP430F149 单片机进行转换, 在微处理器中完成数据处理, 通过点阵 LCD 实时显示瞬时流量、累积流量和提供历史数据查询, 通过打印机打印需要的数据, 参数的设定通过键盘完成, 并掉电

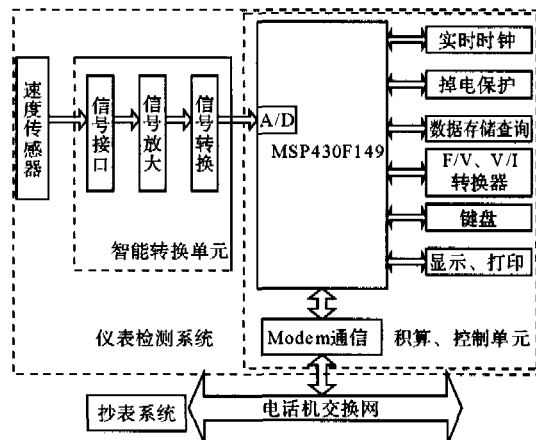


图 1 系统组成原理图

保存参数和积算后的数据。系统附加有实时时钟、恒流源输出模块和通过 Modem 串行通信的远程抄表系统。恒流源输出通过 MSP430F149 根据流量数据产生频率信号, 经过 F/V、V/I 转换将数字量转变为 0 ~ 10 mA 或 4 ~ 20 mA 的电流量。远程抄表系统用外置式 Modem 通过共用的电话交换网调用流量检测仪表的流量数据, 并把命令下达到各流量仪表节点。

1.2 MSP430F149

MSP430 系列是 TI 公司开发的具有 16 位总线的 RISC 指令集单片机,具有丰富的片上外围模块。MSP430F149 有 60K 的 FLASH 型 ROM, 2K 的 RAM, 片内有精密硬件乘法器、2 个 16 位定时器、1 个 14 路的 12 位的模数转换器、1 个看门狗、6 路 8 位的双向 P 口、两路 USART 通信端口、1 个比较器、1 个 DCO 内部振荡器和 2 个外部时钟,可以通过 JTAG 在线对单片机进行调试和下载,方便实用。而且具有 5 种省电模式的超低功耗工作方式。其中 P1 和 P2 口可作为中断源,自带的 A/D 转换器简单好用、精度达到了万分之一。MSP430F149 集超低功耗、超强外围模块、超精度的数据采集、大容量程序空间于一身,在数据采集系统里有很大的优势,是一款性价比极高的芯片。

1.3 实时时钟

为了使系统能够记录发生的意外掉电事件时间和打印当前时间下的累积流量和方便用户使用,设计了时钟电路。时钟芯片采用 Maxim 公司的 DS12C887, DS12C887 芯片的晶体振荡、振荡电路、充电电路和可充电锂电池等一起封装在芯片的上方,组成一个加厚的集成电路模块,正常工作时可保证时钟数据十年内不会丢失。此外该芯片提供 114 字节的掉电保护的 RAM 单元;DS12C887 和 430 连接图,如图 2 所示。其中的 DB 数据线接 430 的 P1 口,74LVC4245 是 3/5 V 电平转换芯片,起电平匹配作用。

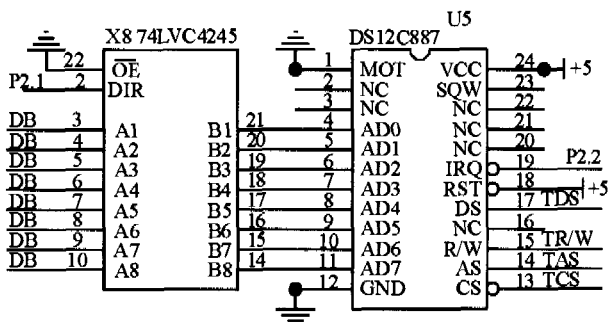


图 2 实时时钟硬件连接图

1.4 液晶显示和键盘

本流量计显示功能采用液晶 GDM12864A 来实现。GDM12864A 是 128 × 64 低功耗点阵式 LCD 模块,具有以下特点:

(1) 显示格式为 128 点(列) × 64 点(行),能显示 8 页,每页为 128 点(列) × 8 点(行);(2) 与 CPU 的接口采用 8 位并行数据总线和 5 条控制线,每次

接受一个字节的显示数据,每一位对应一个点,可以控制每个点的亮暗来产生图画或动画;(3) 一屏可显示 16 × 16 点阵的汉字 32 个或 16 × 8 点阵的西文字符 64 个或 8 × 8 点阵西文字符 128 个。液晶按键具体接口电路,如图 3 所示。其中数据线接 430 的 P1 口,5 个控制线直接接 430 的 P5 口,用 I/O 口模拟时序来控制液晶。

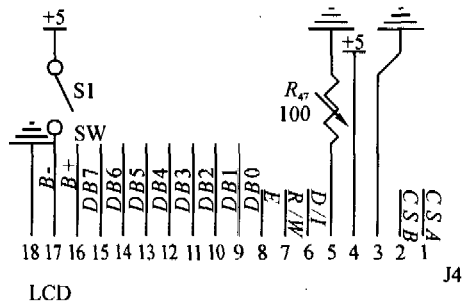


图 3 LCD 硬件连接图

另外采用 6 个按钮来接受用户输入,6 个按钮为取消、上、下、左、右、确认。上下键用来给用户在主菜单项上下移动和实现可修改参数数值的上下循环变化;左右键用来给用户在主菜单项左右移动和在可修改参数的位置上实现左右移动选择;确认键表示用户选择确认和参数输入确定,取消键表示用户退出或放弃当前操作。6 个按钮通过上拉电阻接 430 的 P2 口,按键按下时,产生的边沿信号引发 P2 口产生中断。

1.5 Modem 通信

为了给生产管理人员参考和管理,提供了远程的流量抄表系统。当前远程数据通信既灵活方便又经济实用的方法是利用调制解调器通过公共电话网进行远程数据传输。主处理器采用 MAX232 芯片实现电平转换,按照 RS-232 通信标准与 MODEM 相连接通电话线路,使用 AT 命令集可实现对 MODEM 的控制。抄表系统原理图,如图 4 所示。用 VB 编写的抄表软件位于远程 PC,通过通信协议和远程流量检测仪表方便有效地调用数据和发送指令。

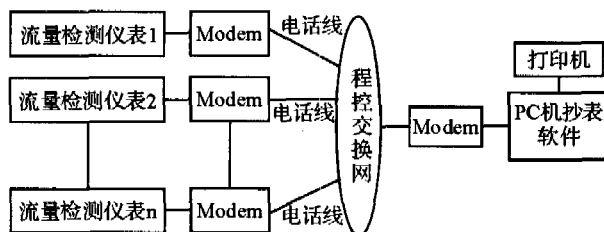


图 4 远程抄表系统硬件原理图

1.6 串行 EEPROM

流量数据提供 4 年内的查询,这里选用串行 E²PROM 的 24C64 作为数据的存储器,主要是考虑到 IIC 模块的成熟和减小印刷板空间。系统先用 DS17287 附加的 114B 静态 RAM 来缓冲要不累加的新的流量值,当新的一天到来时,再把这日流量和可能的年月流量数据,写到 24C64 里面去,解决 FLASH 的 10 万次写寿命问题。24C64 与单片机的接口电路,如图 5 所示。用 430 的普通 I/O 口虚拟 IIC 的数据、时钟线。

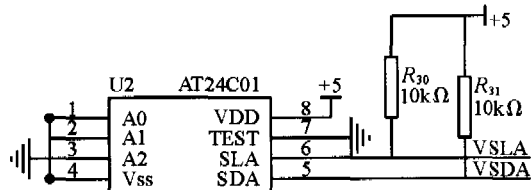


图 5 24C64 硬件接口图

2 软件设计

2.1 系统程序

该系统的应用程序主要包含 4 个部分的功能:①流量的测量功能(包括采集、处理和显示);②是数据的复现,即对已往保存的数据进行查询;③是远程抄表通信功能;④是实时时钟、模拟量输出等附加功能。其中流量的测量功能贯穿于整个应用程序,而后三者相对独立为子程序。用 TB 产生 125ms 的定时中断来进行 A/D 采样,由于 430 单片机没有中断嵌套性能,所以在时间和按键的 P2 口中断和串口通信中断中设置中断标志位,在主程序里循环查询执行, TB 中断级别最高,有执行优先权。应用程序的主要流程框图,如图 6 所示。在 TB 中断中执行的 A/D 转换和数据处理流程图,如图 7 所示。

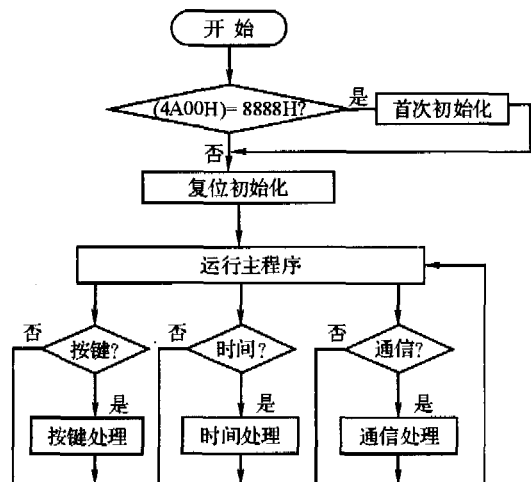


图 6 系统主应用程序程序流程图

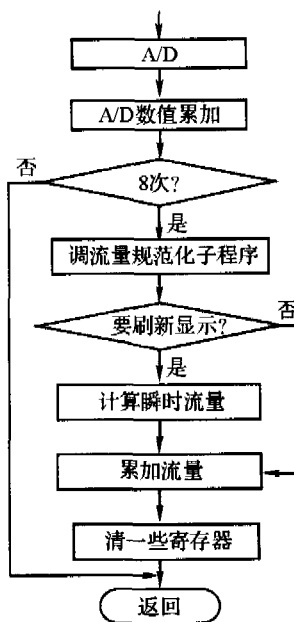


图 7 A/D 转换和数据处理流程图

2.2 LCD 显示操作

字符或数字在液晶中的显示是通过写相应的内码(1 对应点亮,0 对应暗)实现的,于是先做好码表。把用到的字符或数字对应的内码保存在表中,在显示一屏时,先给屏幕变量 RM_PICNO 赋值,根据屏幕变量值调对应表数值,根据数值的定义意义写数字、汉字或参数,直到取到表示屏幕结束的 FEH 值。程序流程,如图 8 所示。

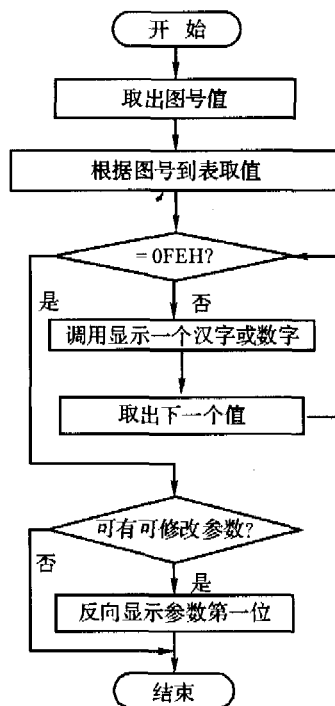


图 8 写液晶屏程序流程图

2.3 按键处理

如果程序检测到有键被按下,先读入键值并判断是哪一哪个键被按下,由于本流量检测仪表显示屏幕较多,在不同的屏幕按键的作用可能是不同的,这里用屏幕号来散转程序,不同的屏幕对应不同的子程序。也可能在几个屏幕,某个按键功能是相似的,可以通过调用同一个子程序来简化。下面是以确定键为例的 MSP430 的汇编部分程序。

```
CR_K:      ;确定键处理子程序
    MOV.B  &RM_PICNO, R13 ;取出屏幕号
    CALL  ENTER(R13)      ;执行对应的子程序
    RET      ;返回
ENTER:     ;11个屏幕下的确定键的11个子程序
    DW CR_1, CR_2, CR_3, CR_4, CR_5
    DW CR_6, CR_7, CR_8, CR_9, CR_10, CR_11
CR_1:..... ;执行对应命令
    RET      ;返回
CR_2:     ;如果按键无效,直接返回
    RET
.....
```

2.4 12887 时钟操作

用 DS12C887 附加的 114 字节 RAM 作设置参数和重要标志字节的掉电保护。同时还利用其定时报警功能进行定时中断,实现流量实时刷新显示和系统定时的流量保存,中断引脚/IRQ 接 430 的 P2.2 脚来引发中断。对 DS12C887 的有关操作技术比较成熟,请参阅参考文献。

2.5 Modem 初始化

所有的标准 Modem 都支持一组通用的 AT 命令、S 寄存器和结果码集,可以用 AT 命令来配置 Modem、拨号、挂断电话或摘机应答一个呼叫等。Modem 通信最关键的就是对 Modem 的初始化,通过 430 的一个 USART 经过电平转换向 Modem 发 AT 命令,每一条 AT 命令都对应 Modem 的某种操作,当然也可以一次发送多个命令。需要注意的是:Modem 要判断 AT 命令头和根据命令头来检测传输的波特率、数据位、停止位、检验位等数据格式,所以发了 AT 命令头后要延时几毫秒到几十毫秒,不然 Modem 会死机或不接收命令。下面是 MSP430 初始化 Modem 的部分汇编程序。

```
SET_MODEM: ;串口0用来和MODEM通信,先要初始化UART0
    CALL  #S_AT      ;AT命令头
```

```
    CALL  #DEL_20MS;延时,必需
    MOV   #MOD_TAB, R9 ;MODEM的初始命令头
M_0:MOV.B 0(R9),R8;取出内容
    INC   R9
    CMP.B #0DH,R8 ;结束回车符?
    JZ    MOD_1
    CALL  #U_MO      ;调和猫通信1字节子程序
    JMP   MOD_0
M_1:CALL  #U_MO
    RET
S_AT:CALL #TOK      ;AT命令头单独发送.
    MOV.B #'A',&TXBUF0 ;发A
    CALL  #TOK
    MOV.B #54H,&TXBUF0 ;发T
    RET
U_MO:CALL #TOK
    MOV.B R8, &TXBUF0
    RET
TOK:BIT.B #UTXIFGO,&IFG1;发送缓冲器准备好?
    JZ    TOK
    RET
MOD_TAB:; AT&F&D0&S0&R1&C0E0X0V0S0 = 3S7 = 60L3
        = 2&W0
    DB
    26H,46H,26H,44H,30H,26H,53H,30H,26H,52H,31H,
    26H,43H,30H,45H,30H,58H,30H,56H,30H,53H,30H,
    3DH,34H,53H,37H,3DH,36H,30H,4CH,33H,4DH,32H,
    26H,57H,30H,0DH
```

4 结束语

本单片机流量检测系统的硬软件设计丰富能满足用户应用的要求,已应用到实际工作中,使用效果良好。本设计的一些特点可供其他人员设计时参考。

参考文献:

- [1] 阮洪富,朱善安. 液晶模块在称重控制系统中的应用及菜单的实现[J]. 机电工程,2004,21(1):45-48.
- [2] 张涛,卢彪,李刚,等. 高性能智能流量积算仪[J]. 自动化仪表,2001,22(1):17-19.
- [3] 彭希南. 跨越2000年的时钟芯片DS12887/DS12C887[J]. 电子技术,1999,26(8):34-38.
- [4] 何立民. I2C总线应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1995.
- [5] 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,2001.