

文章编号:1671-251X(2008)06-0079-03

基于 MSP430F449 的低功耗电量测量仪的设计

刘 朋, 夏伯锴, 王维波, 崔海朋

(中国石油大学(华东)信息与控制工程学院, 山东 东营 257061)

摘要:文章介绍了一种基于 MSP430F449 的手持式低功耗电量测量仪的设计,详细介绍了该测量仪的硬件和软件实现,以及为降低功耗所采取的措施。该电量测量仪对于低功耗便携式仪器的设计具有一定的参考意义。

关键词:电量测量;低功耗;单片机;MSP430F449

中图分类号:TP216.1 **文献标识码:**B

0 引言

油田采油生产过程中,往往要通过对设备电量参数的检测来监视供电状态和设备的工作状况,同时由于采油设备分布分散、地域跨度大,在巡检过程中要求使用低功耗、便携式的电量测量仪。为此,本文开发了一套使用电池供电的单相电量测量仪,该测量仪具有功耗低、便携、操作简单等特点,适用于工业环境电量数据的检测。

1 硬件设计

电量测量仪以 MSP430F449 微处理器为核心,主要由键盘输入电路、LCD 显示电路、串口通信电路、电量变送器模块、FLASH 存储芯片等构成。此外保留 JTAG 接口,以方便系统升级。电量测量仪的硬件结构如图 1 所示。

1.1 MSP430F449 单片机

德州仪器公司生产的 MSP430^[1] 系列单片机是一种 16 位超低功耗微处理器,1.8~3.6 V 的低供

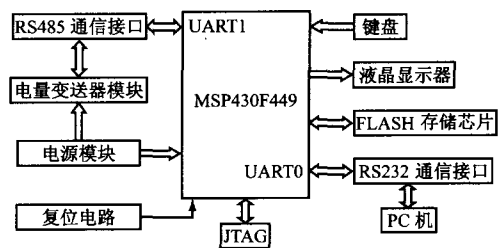


图 1 电量测量仪的硬件结构图

电电压范围;在 1 MHz 时钟条件下工作电流为 0.1~280 μ A,从中断请求到 CPU 唤醒只需 6 μ s 的时间;具有丰富的片内资源。选择的 MSP430F449 单片机具有 5 种节电模式(LPM0~LPM4),1 MHz 下工作电流为 0.1~280 μ A,具有 2 个 16 位和 1 个 8 位定时器;具有 1 个 12 位 A/D 转换器,2 个串行通信接口,可通过软件选择 UART/SPI 模式;60 KB 的 FLASH 存储器,2 KB 的 RAM。

1.2 电量变送器模块

电量变送器模块采用维博 WB 系列隔离型智能单相电量变送器,该变送器用以测量单相交流电的电压、电流、频率、功率因数等 8 个电量参数,通信方式为半双工 RS485 方式,采用 Modbus-RTU 通信协议。

1.3 通信接口

采用 2 种串行接口标准:RS485 和 RS232 分别

收稿日期:2008-07-15

作者简介:刘 朋(1984-),男,山东邹城人,中国石油大学(华东)信息与控制工程学院在读硕士研究生,研究方向为计算机测控系统。Tel:13792092630,E-mail:liupeng02upc@sina.com

参考文献:

[1] (美)巴拉赫,兰 宝. UML 面向对象建模与设计[M]. 2 版. 车皓阳,杨 眉,译. 北京:人民邮电出版社,2006.

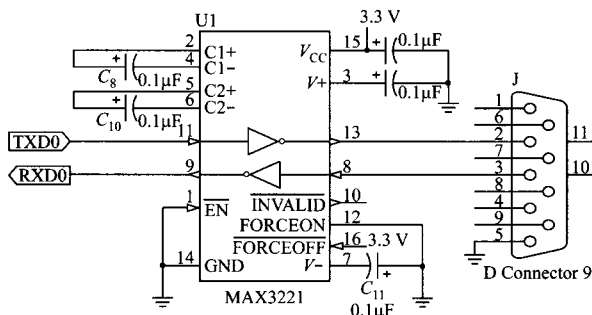
[2] 刘艳慧,宋宗虎. 基于 UML 的面向对象设计[J]. 现代电子技术,2003(6).

[3] 郭 红. 软件开发的利器 UML 和 ROSE[J]. 四川电力技术,2004(4).

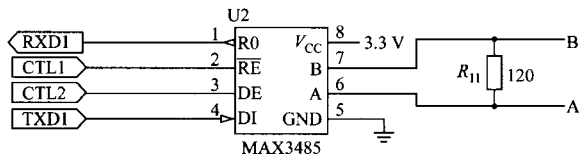
[4] 高焕堂. UML 嵌入式设计[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[5] (美)BOOCH G, RUMBAUGH J, JACOBSON I. UML 用户指南[M]. 2 版. 邵维忠,麻志毅,马浩海,等译. 北京:人民邮电出版社,2006.

对应于电量变送器模块和 PC 机端。MSP430F449 具有 2 个 UART 模块,配合不同接口芯片,分别用于电量变送器模块和 PC 机端。RS232 和 RS485 通信接口连接如图 2 所示。



(a) RS232 通信接口连接图



(b) RS485 通信接口连接图

图 2 RS232 和 RS485 通信接口连接图

1.4 FLASH 数据存储器

由于电量测量仪要存放大量的数据,因此,笔者选用 AT45DB041B^[3] 串行 FLASH 芯片作为数据存储器,该存储器主存储页容量为 4 Mbit,共分为 2 048 页,每页容量也为 264 B,此外,该存储器还具有 2 个 264 B 的缓存 (BUFFER1 和 BUFFER2),采用 4 线 SPI 接口实现存储器和单片机间的通信。

1.5 其它外围模块

由于该测量仪的操作较少,使用独立 I/O 方式配合软件即可完成键盘功能设计,减少了键盘体积并简化了硬件接口设计,操作也较简单;键盘输入采用中断方式,以提高单片机的效率;液晶显示器选用青云公司的 LCM128645ZK 液晶模块,该模块自带中文字库,具有 8 位、4 位并行编程模式和 3 线串行编程模式。该测量仪中用到 5 V 和 3.3 V 电源,因此,采用 9 V 电池供电,使用 LM1117-3.3 和 LM1117-5 超低压降线性稳压电源芯片实现 9 V 到 3.3 V 和 5 V 的转换。

2 软件设计

软件采用模块化设计,分别对每一个功能模块进行独立编程,便于测量仪的调试和修改。软件结构框图如图 3 所示。单片机在完成初始化工作后即

进入低功耗模式 4,等待键盘、传感器以及上位机的操作,处理中断请求并刷新液晶显示后,重新进入低功耗模式 4。

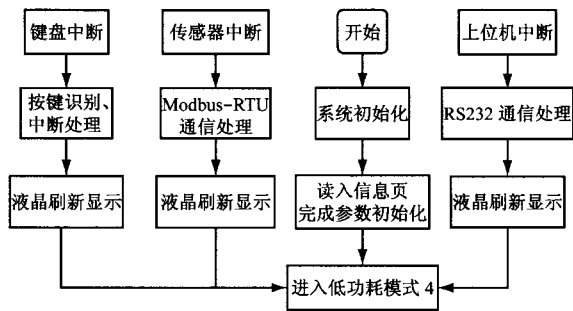


图 3 软件结构框图

2.1 电量数据的采集

由于 WB 系列电量变送器采用 Modbus-RTU 协议,因此,单片机端必须编写符合 Modbus-RTU 协议的程序,以便于电量变送器进行通信。

利用 MSP430F449 单片机的 UART1 和 RS485 转换电路发送请求消息帧给电量变送器,电量变送器在接收到请求帧并经校验正确后,返回包含测量参数的消息帧给 MSP430F449 单片机。MSP430F449 单片机得到消息帧以后,同样经过 CRC 校验后,若数据正确则将相应数据保存到数组中,当全部数据采集完毕后,将数据存储至 FLASH 存储器中。

2.2 数据的存储和显示

每采集完 1 页数据后,根据用户命令可到 FLASH 存储器查看、存储数据。实际使用中,AT45DB041B 的每一页对应一口井的数据。AT45DB041B 无法对存储页进行直接写操作,但可通过 2 个 BUFFER 完成对存储页的写操作。数据从 BUFFER 到存储页的操作,由 AT45DB041B 的内部时序发生器产生,不需要外部时钟的干预,简化了编程。液晶显示器在用户键盘操作的配合下负责显示动态数据和操作状态。

2.3 与上位机的通信

PC 机一般配有 1~2 个 RS232 接口,因此,单片机端要配有 1 个 RS232 接口用以和 PC 机连接。如前所述,采用 UART0 和 MAX3221 构成 RS232 硬件连接,通信波特率设置为 9 600 bps,自定义通信协议。上位机处理软件采用 VB6.0 编写,利用 VB 的 MSComm 控件实现对串口的控制,负责发送命令给单片机,并利用 CommEvent 的 comEv-

Receive事件完成对返回数据的接收,接收到的数据利用 VB 数据库访问对象(DAO)模型技术,将接收的数据存放在一个 Access97 文档中。

3 低功耗设计

该电量测量仪从硬件和软件 2 个方面进行低功耗设计;硬件方面主要是通过合理选用一些低功耗或具有节电模式的器件来降低功耗;软件方面通常是结合电量测量仪的工作状态,合理设置硬件状态,使功耗降至最低。

MSP430F449 单片机是低功耗单片机,即使其处于活动模式功耗也很低,因此,单片机的功耗往往是可以忽略不计的。外围模块是电量测量仪的主要耗能元件,只有设法降低这些元件的功耗才能从根本上降低电量测量仪的功耗。由于大多数元件并不是在所有时刻都工作,而仅是在需要的时刻才进入工作状态。该电量测量仪消耗功率的主要元件为液晶显示屏和电量变送器,尤其是电量变送器的功耗约占整个仪表功耗的 80%左右,而电量变送器仅在数据采集时才会用到,因此,可以仅在数据采集时给电量变送器加电。如图 4 所示,进行数据采集前先使 Power_CTL 输出高电平,此时三极管导通,完成对电量变送器的加电;数据传送完毕后,重新使 Power_CTL 输出低电平,此时三极管截止,电量变送器掉电。可以通过相同方式设置液晶显示屏。

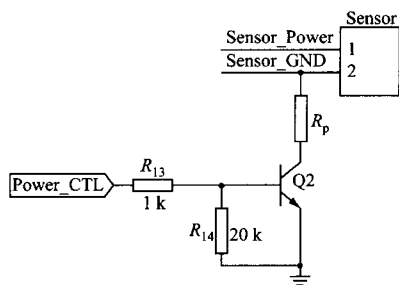


图 4 电量变送器节电控制电路图

此外,利用主要耗能芯片的低功耗和自动关断模式可以进一步降低功耗。如:使 MAX3221 的 FORCEON 和 FORCEOFF 分别接低电平和高电平,使 MAX3221 工作在自动关断模式;通过控制 MAX3485 的 RE 和 DE 引脚可以使 MAX3485 进入低功耗模式。

4 测试结果

经测试,该电量测量仪在待机状态下的电流消

耗小于 5 mA,在 1 节普通单节 9 V 层叠电池供电下可连续工作 50 h 以上,避免了频繁更换电池所带来的不便;电压电流测量精度可达 0.2 级,频率测量精度可达 0.1 级,其它参数为 0.5 级。以市电为采集对象,使用该电量测量仪测量的电量结果如图 5 所示(以电压、频率数据为例)。

设备号	帧号	电压	频率
0001	1	233.55	50.34
0001	2	233.55	50.34
0001	3	233.54	50.34
0001	4	233.55	50.34
0001	5	233.55	50.34
0001	6	233.54	50.33
0001	7	233.55	50.34
0001	8	233.55	50.34
0001	9	233.55	50.34
0001	10	233.53	50.34

图 5 电量测试结果界面

5 结语

该电量测量仪以低功耗单片机 MSP430F449 为核心,通过合理的硬件和软件设计,大大降低了系统功耗并成功完成了电量数据的采集;编写的 Modbus - RTU 协议,可以连接符合 Modbus - RTU 协议的电量变送器模块;利用 RS232 接口可方便地与 PC 机通信,同时改用 RS485 接口可实现数千米的数据传输距离。该电量测量仪尺寸仅为 24 mm×12 mm×45 mm,重量约 1 kg,携带使用极其方便。另外,采用该电量测量仪可方便地组建具有就地显示和操作功能的小范围自动抄表系统或车间电量监控系统。

参考文献:

- [1] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及设计实例 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 袁 野,张晓萍. 一种低功耗微型抄表器的实现[J]. 电测与仪表,1999,36(4):19~23.
- [3] 张师群,于敦山,盛世敏. 根据数据统计特征的低功耗 FFT 处理器[J]. 北京大学学报:自然科学版,2008(1).
- [4] 叶锡恩,夏银水,陶伟炯. 面向多级逻辑的低功耗有限状态机状态分配[J]. 计算机学报,2007(9).
- [5] 林添成,郝卫东,徐 健,等. 基于 AT89C52 的电量测量仪设计[J]. 中国科技信息,2007(12).