

基于 MSP430 的水质监测系统远端测控单元的实现

温宗周, 李丽敏, 李志勇

(西安工程大学 电子信息学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 针对目前水利信息化行业中, 监测仪表功耗比较高、通信不灵活等缺点, 提出一种基于 MSP430 的低功耗水质监测系统远端测控单元的设计方法。通过实验验证, 系统运行正常, 数据传输正确。

关键词: MSP430; 低功耗; 数据采集; 远端测控单元; GPRS; 无线通信

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)09-0024-02

Implementation of water quality monitoring RTU based on MSP430

Wen Zongzhou, Li Limin, Li Zhiyong

(School of Electronics & Information, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The monitoring instrument in water conservancy informationization has shortcomings of high power consumption and it's communication is inflexible. To solve these problems, this paper designs a RTU with the characteristic of low power based on MSP430. The experiments verify that the system runs normally, data transmits correctly.

Key words: MSP430; low-power; data acquisition; RTU; GPRS; wireless communications

水作为自然环境的重要资源其污染问题日益严重^[1]。而应用于水质监测系统的远端测控单元(RTU), 由于大部分要在野外市电供应不便的地方工作, 只能依赖太阳能或者风能通过蓄电池供电, 因此对功耗的要求很苛刻^[2]。传统的 RTU 种类繁多, 但重点在功能的实现, 对功耗的考虑不多且通信的灵活性不够。针对这些问题, 本文充分考虑现实条件对功耗的严格要求, 用 MSP430 低功耗单片机作为控制芯片, 实现了具有低功耗特点的远端测控单元 RTU。

1 系统总体设计

根据设计要求, 该系统采用 MSP430 低功耗单片机^[3]为主控制器, 通过芯片自身携带的 A/D 转换功能进行数据采集, 并通过外扩 GPRS 无线通信模块实现与上位机之间的无线通信。该测控单元可以实现对 8 路模拟信号量进行采集, 将采集到的信号转换成数字量之后存储在存储单元, 当需要时, 则可以实时采样并可以通过 GPRS 无线通信模块将数据发送到上位机, 对数据进行显示。

水质监测系统 RTU 的总体设计框图如图 1 所示。系统以 MSP430F149 芯片为核心控制器, 数据采集模块、存储/时钟模块、键盘/显示模块和无线通信模块作为主要功能模块。数据采集模块定时采集水质参数的信号并将

其转换为数字信号, 存储到指定的数据存储单元中实现巡测功能。如果上位机需要访问则可从存储器中调出需要的数据进行相应的操作以实现召测功能; 存储/时钟模块存储定时采集的数据和记录采样时间; 键盘/显示模块用于设置系统参数、发出相应的控制命令和显示系统信息及实时数据; 无线通信模块完成对采集到的数据向上位机的无线发送以及接收上位机的控制指令。一般工作模式下, RTU 定时采样水质信息。如果上位机要查看实时信息, 则可以通过网络发送即时短消息, RTU 通过 GPRS 无线通信模块接收到信息后, 立即进行数据采集, 并将采集的实时数据进行打包, 以短信息的形式发给上位机。

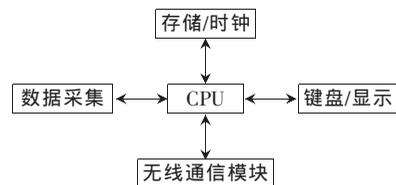


图 1 RTU 整体设计框图

2 系统硬件电路设计

2.1 控制模块设计

MSP430 单片机的超低功耗, 主要体现在以下两个

方面:(1)MSP430 系列单片机的电源电压采用的是 1.8 V~3.6 V 电压,因而可使其在 1 MHz 的时钟条件下运行时,芯片的电流只有 200 μ A~400 μ A 左右,时钟关断模式的最低功耗只有 0.1 μ A;(2)独特的时钟系统设计。在 MSP430 系列中有两个不同的时钟系统:基本时钟系统和锁频环(FLL 和 FLL+)时钟系统(或 DCO 数字振荡器时钟系统)。有的使用一个晶体振荡器(32.768 kHz),有的使用两个晶体振荡器。由时钟系统产生 CPU 以及各功能所需的时钟,并且这些时钟可以在指令的控制下打开和关闭,从而实现对总体功耗的控制。由于系统运行时打开的功能模块不同(即采用不同的工作模式),芯片的功耗也有着显著的不同。在系统中有一种活动模式(AM)和五种低功耗模式(LPM0~LPM4)。在等待方式下,耗电为 0.7 μ A;在节电方式下,最低可达 0.1 μ A。因此本设计采用 MSP430 作为总控制器。系统主控电路如图 2 所示。

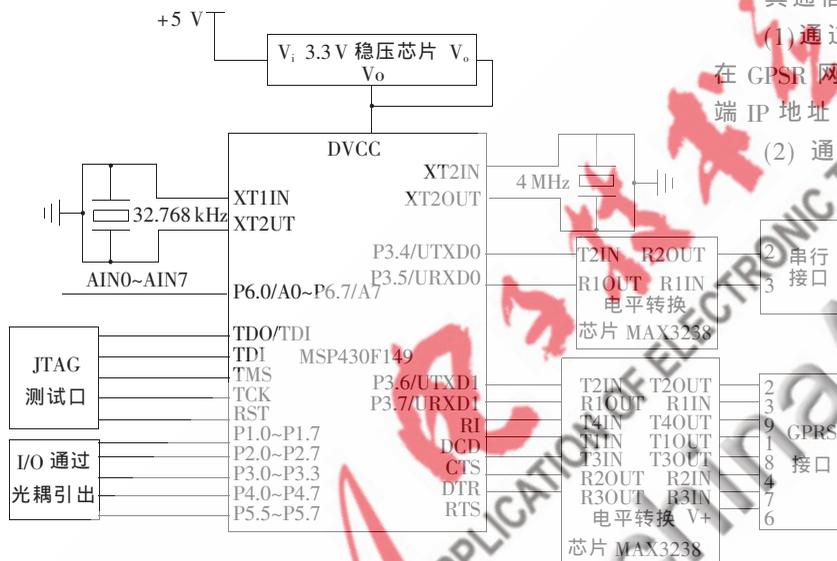


图2 系统主控电路图

系统主控电路的设计主要包括:

(1)电源转换电路

由于 MSP430 单片机的供电电压为 3.3 V,因此在 MSP430 的电源端 DVCC 处必须接入 3.3 V 的电压。而 5 V 电压的开关电源很普遍,因此可以通过将 5 V 的电压转换为 3.3 V 的电压,在本电路中采用三端稳压芯片 AMS1117 实现电平转换。

(2)晶振电路

为了编程时时钟选择的灵活性,MSP430 单片机的两个晶振输入端口,分别接入 32.768 kHz 和 4 MHz 的晶振。

(3)模拟量输入电路

8 路的模拟量可以通过插座方便地接入电路中。

(4)JTAG 测试电路

引出 MSP430 单片机的相应引脚到 JTAG 测试插座上,电路则可以作为程序的下载入口,如图 2 所示。

(5)串口电路

先将单片机的串口 0 和串口 1 通过电平转换芯片 MAX3238 进行电平转换,然后分别连接到两个 9 帧的串口上,以便与其他设备进行通信。

2.2 无线通信模块设计

基于 GPRS 的无线通信模块的结构框图如图 3 所示。MSP430 单片机控制 GPRS 模块的接收和发送信息,通过标准 RS232 串口与外部控制器(如数据采集端)进行数据通信。其中,GPRS 模块采用的芯片是 MC35i。用软件实现中断,完成数据的转发。

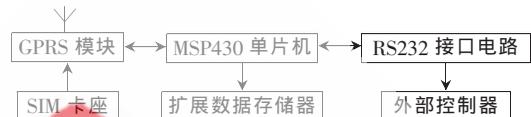


图3 基于GPRS的无线通信模块的结构框图

其通信模块主要实现过程如下:

(1)通过 AT 指令初始化 GPRS 无线模块,使之附着在 GPRS 网络上,获得网络运营商动态分配的 GPRS 终端 IP 地址,并与目的终端建立连接。

(2)通过串口 0 扩展 RS232 标准串口与外部控制器(数据采集端)连接,外部控制器端接出标准串口,按照约好的协议可很容易利用 GPRS 无线通信模块进行通信。

(3)复用 P3.6 和 P3.7(即串口 1)分别与 GPRS 模块的 TXD0 和 RXD0 连接,P1 口的其他 6 个端口分别接到 GPRS 模块对应的剩余 RS232 通信口,通过软件置位完成对 GPRS 的初始化和控制 GPRS 模块的收发数据。

2.3 附加功能模块设计

附加功能模块包括存储/时钟模块和键盘/显示模块,其结构框图如图 4 所示。图中,MSP430 的 Flash 存储器可全部作为 Flash 程序存储器,也可以全部作为 Flash 数据存储器。因为要嵌入实时操作系统和网络协议需要一定的空间,因此本设计将其全部用作程序存储器,74LS373 作为地址锁存器。6264 芯片作为扩展数据存储器,8 KB 的数据存储空间可以供存储平时定时采样的数据。由于设计中 I/O 口剩余较多,同时为了编程方便,采用独立式连接方式设计键盘。点阵式液晶 LCD 显示采用 122X32A 芯片。122X32A 内置有 SED1520 液晶显示控制器的屏,集行、列驱动器和控制器于一体,被广泛应用于小规模液晶显示模块中。



图4 附加功能模块结构框图

3 系统软件设计

由于该系统要实现数据的采集、通信以及显示等功

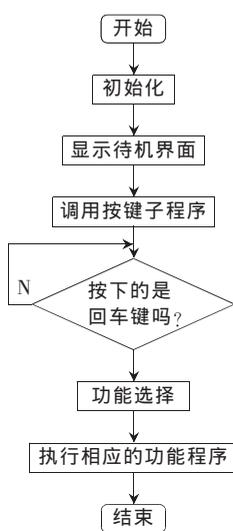


图5 单片机总体软件流程图

能,因而软件设计是重要的一环。系统的总体软件流程图如图5所示。系统上电后,首先进行单片机自身的初始化(包括时钟、堆栈的初始化等);调用显示模块,显示初始待机界面;按动相应的按键之后执行相应的操作。最常用的定时采样设置是可以设置多长时间采样一次现场参数,设置之后系统就会按照设置进行定时采样,并且将采集到的数据存储到指定的数据存储区。如果在这个过程中接收到上位机的实时采样命令,那么立即开启A/D转换,进行数据采集,并将采集到的数字量通过网络以短信信息的形式发送给上位机。

4 实验验证

系统的验证主要验证数据采集的正确性和无线通信数据传输的正确性。本设计通过自动测量液位值来检测本装置采集和通信的正确性,选择一个液位变送器对液位进行测量。已知容器中水液位为2m,通过运行该RTU,采集得到的最后数据为eb90 07 10 02 20。已知eb90为协议标识符,07为设备地址,10表示数据位液位

值,而02为经过单片机内部软件编程之后换算出的液位值,20为校验值。由此可知,该系统运行良好,并且能够保证对模拟量的正确采集以及通信中数据传输的正确性。

本文详细设计了一种低功耗的水质监测系统远端测控单元(RTU),并且进行了相关的正确性和有效性的验证。通过对一种液位变送器测量值的分析,验证了该系统可以实现良好运行和数据传输的正确性。

参考文献

- [1] 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,2001.
- [2] Wei Yechen, Wu Jin, Liu Hunguan. Performance analysis of radio resource allocation in GSM/GPRS networks [J]. IEEE VTC, 2002, 8(3):1461-1465.
- [3] 李朝青.PC机与单片机数据通信技术[M].北京:航空航天大学出版社,2002.

(收稿日期:2010-12-03)

作者简介:

温宗周,男,1962年生,硕士生导师,主要研究方向:嵌入式系统应用与开发。

李丽敏,女,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统应用与开发。

李志勇,男,1983年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统应用与开发。