

# 基于 LPC2468 的水质监测系统数字采集设计

温阳东, 钱梦然, 王 军

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009)

**摘 要:** 介绍了利用 LPC2468 处理电导率、温度传感器等所采集的信号, 使传感器的测量由手控转变为自动化, 且其精度大大提高。提出使用传感器、ADC7656 芯片、AD7502 芯片等建立基于 LPC2468 的水质监测系统, 利用 DM9000 芯片实现单片机与计算机之间的通信, 同时用  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  开发采集系统的控制程序。

**关键词:** LPC2468; AD7656;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ; 水质监测

中图分类号: TP212.6; TM769

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)17-0028-03

## Design of water quality monitoring data acquisition system based on LPC2468

Wen Yangdong, Qian Mengran, Wang Jun

(School of Electric Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** This paper introduced how to use LPC2468 to deal with the signal acquisition by conductivity, temperature sensors and so on. This system makes sensor testing change from manually operation to automation, which can raise the precision of testing. It offers that computer can be connected to single chip processor by DM9000. We can use sensors, AD7656, AD7502 and so on to built water quality monitoring system based on LPC2468.

**Key words:** LPC2468; AD7656;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ; water quality monitoring

中国是一个严重缺水的国家, 目前全国多数城市地下水受到一定程度的点状和面状污染, 严重威胁到城市居民的饮水安全和人民群众的健康。水质监测是水资源管理与保护的重要基础, 是保护水环境的重要手段, 所以对水质监测系统的研究就显得尤为的重要<sup>[1]</sup>。本文以 LPC2468 为 CPU, 利用 AD7656 进行 A/D 转换、通过 DM9000 进行以太网通信, 实现的水质监测系统具有体积小、测量精度高、反应速度快等优点。

### 1 系统总体设计方案

水质监测系统采用 ARM 单核处理系统, 其总体设计方案如图 1 所示。水温、电导率等 8 路模拟量经过传感器转换为电压信号, 经数据采集模块进行信号滤波调理与 A/D 转换后, 通过 SPI 总线进入 ARM。对 ARM 扩展了一片铁电存储器和一片 RAM 进行数据缓存, 还扩展了一片 DM9000 用于实现以太网通信。另外, 人机接口模块中的液晶显示模块以及按键控制模块使得系统能够脱离 PC 机作为独立的便携装置使用。

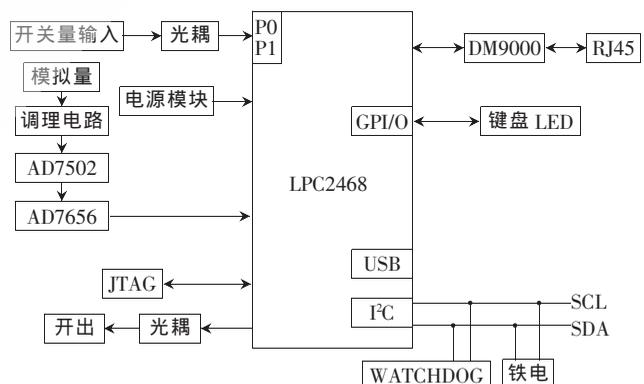


图 1 总体设计方案

#### 1.1 CPU 模块

本设计采用 NXP 公司的一款具有极高集成度的以 ARM7TDMI-S 为内核的 32 位微控制器 LPC2468, 该微控制器支持实时仿真和嵌入式跟踪, 处理器时钟高达 72 MHz。该芯片内集成了 10/100 M 以太网媒体访问控制器、USB2.0 全速 Device/Host/OTG 控制器、UART、CAN-

bus 等众多资源,同时它还具有 98 KB RAM、512 KB FLASH,使其非常适合于通信网关、协议转换器、嵌入式软件调制解调器以及其他各种类型的应用<sup>[2]</sup>。

### 1.2 A/D 转换模块

在水质监测装置中,为了达到测量精度,采用了 ADI 公司 16 bit、6 通道、高集成度逐次逼近型同步采样 ADC。AD7656 采用 iCMOS 工艺,功耗比最接近的同类双极型 ADC 降低了 60%,采样率每通道达 250 kb/s,并且在片内包含一个 +2.5 V 内部基准电压源和缓冲器,因此能很好地满足电能质量装置对高分辨率、多通道、高转换速率和低功耗的要求。AD7656 接口电路如图 2 所示。图中 V1~V6 为 6 路经信号调节电路处理的模拟信号,通过低通滤波器滤除高频分量。 $V_{DD}$  与  $V_{SS}$  为采样保持开关工作的电源,为保证 AD7656 正常工作,需保证  $V_{DD}$  和  $V_{SS}$  大于模拟输入电压范围,这里取 -12 V~+12 V。 $AV_{CC}$  与  $DV_{CC}$  是 AD7656 模拟电压输入端和数字电压输入端。系统提供 +5 V 给  $AV_{CC}$  模拟电压端,然后将  $DV_{CC}$  和  $AV_{CC}$  连接在一起, $AV_{CC}$  与  $DV_{CC}$  通过磁珠隔离,以减少工作过程中  $DV_{CC}$  引起的数字噪声对  $AV_{CC}$  的影响。由于对实时性要求不高,因此 A/D 转换器与 LPC2468 之间采取 SPI 通信,大大简化了硬件接线。

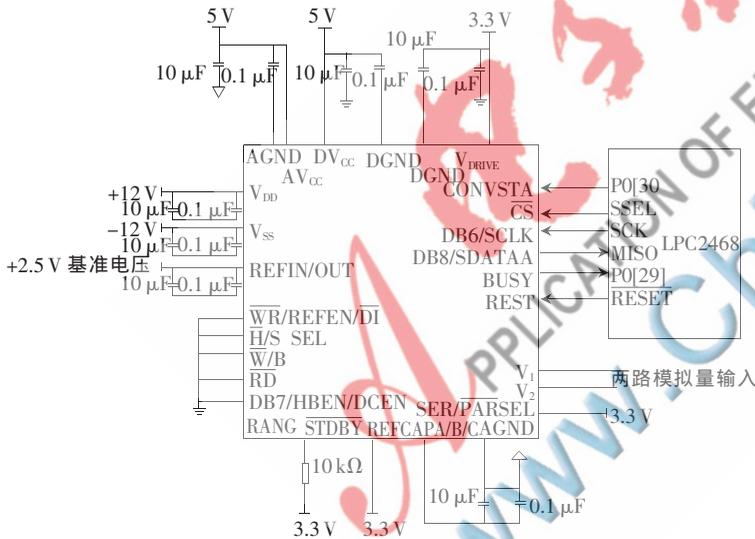


图2 AD7656与CPU接线图

模拟量总共有 8 路,而 AD7656 只有 6 路通道,因此采用一片双 4 通道多路开关 AD7502 进行扩展。同时,由于 AD7656 为双极性输入,且输入电压为 -5 V~+5 V,而经调理电路传到 AD7656 的电压信号为 0~10 V,这将导致采样丢失。为了解决这一问题,进行了如图 3 所示的电压转换设计,把 0~10 V 电压转换为 -5 V~+5 V 电压,从而提高了准确度。

### 1.3 其他模块

(1)看门狗电路以及存储器模块。本系统看门狗采用 CAT1161,因其无上电复位功能,所以在复位端应另加

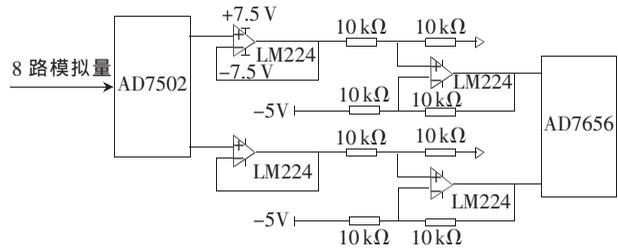


图3 电压转换

RC 复位电路。此外,给 ARM 外扩了一片 512 KB 的 RAM 和一片 256 KB 的铁电存储器 FM31256。其中铁电存储器为 PC 接口,因其非易失性用来存储一些设定值,FM31256 内部具有时钟伴侣功能,可同时为系统提供实时时钟。

(2) 开关量及电源模块。接口电路一律采用光耦隔离,避免外界干扰进入 CPU 模块。电源模块采用两级供电方式,首先经过一层 DC/DC 将 15 V 电压转换成直流 5 V、12 V、24 V 的电压,然后再经过一层 DC/DC,将电压转换成 +3.3 V 和 +2.5 V 供器件使用。

(3) 通信模块。用 DM9000 扩展以太网接口,实现与站控层连接。

(4) 人机交互模块。人机界面采用 320×240 大屏幕彩色 LCD 显示器,配有 3×2 的按键,同时还有 6 个 LED 显示灯来反映装置的运行情况。

## 2 软件设计

软件部分采用源码公开的嵌入式操作系统  $\mu C/O S-II$  作为软件平台,其具有易移植、可靠、稳定等特点,并可编写文件管理系统和相关的通信协议栈<sup>[3]</sup>。主要流程包括系统初始化和系统任务编写两大部分,如图 4 所示。系统初始化包括  $\mu C/O S-II$  操作系统初始化与系统外设初始化。操作系统初始化包括操作系统启动代码、任务函数的定义和初始化、文件系统及相关协议栈的安装;系统外设初始化包括定时器初始化、SPI 和串口控制器初始化等。该系统共有 4 个任务,根据其轻重缓急分配了任务优先级和任务堆栈的大小。安装的协议栈包括 USB 协议栈和 TCP/IP 协议栈<sup>[4]</sup>。

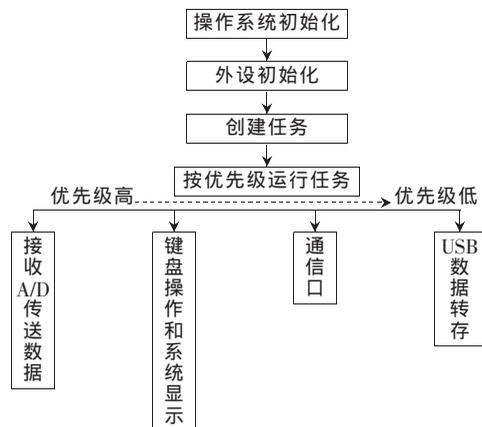


图4 部分软件方框图

## 2.1 AD7656 软件的设计

进入定时器中断,初始化 AD7656,软件延时产生一定频率的 CONVST 采样信号,用来启动 AD7656 的数据转换<sup>[5]</sup>,等待 BUSY 信号。在接收到 BUSY 信号后读取数据,采样完成,关闭定时器中断。图 5 为采样流程图。

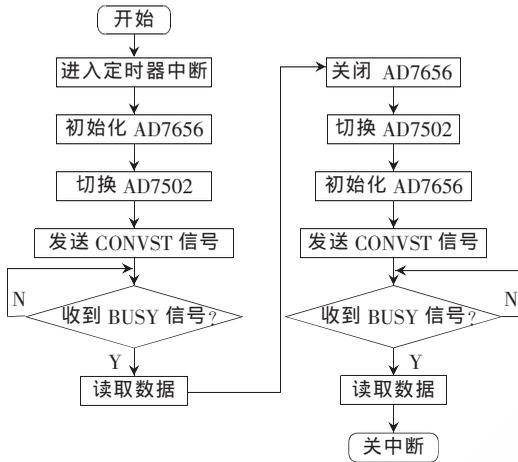


图 5 数据采集流程

A/D 转换电路是一个模拟输入模块,μC/OS-II 内核把它作为一个独立的任务 ADTask() 来调用<sup>[6]</sup>。A/D 的初始化、读取等要用到以下几个函数:

(1)ADInit(), 初始化所有的模拟输入通道、硬件 ADC 以及应用程序调用 A/D 模块参数,并且 ADInit() 创建任务 ADTask()。

(2)ADTbl[], 使一个模拟输入通道信息、ADC 硬件状态等参数配置以及转换结果存储表。

(3)ADUpdate(), 负责读取所有模拟输入通道,访问 ADDRd(), 并给它传递一个通道数。

(4)ADDRd(), 负责通过多路复用器选择合适的模拟输入,启动并等待 ADC 转换,以及返回 ADC 转换结果到 ADUpdate()。

(5)AD\_in(int x,int y), x 为模拟量输入起始通道, y 为模拟量输入个数。

## 2.2 数据打包

系统共转换了 8 路不同类型模拟量,防止接收数据时混乱,在数据传送时需对数据进行打包。数据的类型、长度等用一个结构体来表示,即

```
typedef struct
{
    unit8 STATE_Type;
        //数据类型,0x01 表示温度,0x02 表示电导率,等
    unit8 len;
        //数据长度
    uint16 CRC;
        //CRC 校验码
};
```

## 2.3 尺度变换

由于经过 A/D 转换后的量为数字信号,而不是所熟悉的工程量,因此要将这些数字量转换为相应的带有量纲的数值,以方便使用。

尺度变换有软件实现法、硬件实现法、实物定标法和综合实现法四种方法<sup>[7]</sup>。由于硬件实现法费用高且占

用线路板面积,因此不采用。综合考虑价格、实现的难易以及信号转变的精度等因素,选择了软件实现法中的多项式变换公式法。这是一种最简单实用的方法,适用于绝大多数场合。

差值多项式公式如下:

$$p(x_i) = a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 + \dots + a_nx_i^n = y_i \quad (1)$$

其中,  $x_i (i=0, 1, 2, \dots, n)$  为经传感器输出的值,  $y_i$  为实际参数值。将式(1)进行变形,令  $l_i(x) (i=0, 1, \dots, n)$  表示  $n$  次多项式,且满足

$$l_i(x_j) = \begin{cases} 1, & i=j \\ 0, & i \neq j \end{cases} \quad (2)$$

考虑如下形式的多项式:

$$p_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i l_i(x) \quad (3)$$

$$l_i(x) = \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_{j-1})(x-x_{j+1})(x-x_n)}{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_{j-1})(x-x_{j+1})(x-x_n)} \quad (4)$$

$n$  由转换精度决定,然后选取  $n+1$  个检测点。检测出此时的  $x_0, x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$ , 以及与之对应的  $y_0, y_1, \dots, y_i, \dots, y_n$ , 代入式(3)、式(4)可以计算出差值多项式。然后在程序中可以按照这个差值多项式计算出其他所有检测点,这样可以实现尺度变换。

本文设计了水质监测数字采集系统,该采集系统以 LPC2468 为核心,采用高度集成的 AD7656 转换器,大大简化了系统硬件和软件设计,减小了体积,提高了系统工作的可靠性。此系统具有很高的数据采集精度,由于采用了低功耗的微处理器作为控制芯片,因此整个系统功耗低,电路简单易且实现。

## 参考文献

- [1] 董甲彬,王金鑫,李玲,等.GPRS 技术在水库水质监测系统中的应用研究[J].信息与科技,2007(7):122-125.
- [2] 周立功.ARM 嵌入式系统软件开发实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] LABROSSE J J. MicroC/OS-II the real-time Kernel Second Edition[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [4] 任哲.嵌入式实时操作系统 μC/OS-II 原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [5] 崔艳林,赵焕军.基于 AD7656 和 ADSP21369 的多路信号采集系统[J].电子技术应用,2008(12):54-56.
- [6] 夏靖波,王航,陈雅蓉.嵌入式系统原理与开发[M].西安:西安电子科大出版社,2006.
- [7] 仆玉明.智能仪表测量信号的尺度变换及实现[J].自动化仪表,2000(2):47-48.

(收稿日期:2011-04-07)

## 作者简介:

温阳东,男,1955 年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:自动控制、计算机控制、现场总线技术应用、嵌入式系统、电力系统监控与继电保护。

钱梦然,男,1988 年生,硕士研究生,主要研究方向:复杂系统的建模与控制。

王军,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机测控系统。