

# 基于 MSP430 单片机低功耗湿度计的设计\*

李 昕 曲梦可 荣 誉 尹雪莉  
(燕山大学生物医学工程系 秦皇岛 066004)

**摘 要** 介绍了一种由 MSP430F449 单片机和 HIH-3610 湿度传感器构成的数字式湿度计,并给出了用 MSP430F449 单片机来实现湿度测量的硬件电路及相应的软件设计。该数字式湿度计可以实现低功耗测量并能保证测量精度。

**关键词** MSP430 湿度测量 低功耗

## Design of low-power hygrometer based on MSP430 MCU

Li Xin Qu Mengke Rong Yu Yin Xueli

(Department of Biomedical Engineering of Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

**Abstract** This paper introduces a digital hygrometer that is made up of MSP430F449 MCU and humidity transducer HIH-3610. The hardware circuit and the software program of humidity measurement based on MSP430F449 MCU are provided. This hygrometer is able to realize the low-power measurement and guarantee the precision.

**Key words** MSP430 humidity measurement low-power consumption

## 1 引 言

近年来出现了由各种微控制器构成的数字式湿度传感器,许多应用中,不仅仅要求高性能的数字显示,工业仪器大多数工作在野外的环境中,供电方式比较麻烦,所以使仪器的功耗尽可能地降低是非常必要的。本文介绍一种由超低功耗单 MSP430F449 构成的数字式湿度计,可方便快捷地实现低功耗测量。该系统与传统的湿度计相比,选择了 MSP430 微控制器,它充分运用各种低功耗设计手段,使芯片的电流极小,在超低功耗时可达  $0.1\mu\text{A}$ 。所以整个系统与传统的湿度计相比,功耗低,性价比高,电路简单,易于实现。

## 2 MSP430F449 简介

MSP430 微控制器 MCU 是 TI 公司推出的一款具有丰富片上外围的超低功耗 16 位 FLASH 型混合信号处理器。本系统使用的 MSP430F449 有一个串口通

信接口,一个基本定时器,两个 16 位定时器,看门狗,一个模拟电压比较器,ADC12 模数转换模块,LCD 液晶驱动模块<sup>[1]</sup>。由于 MSP430F449 微处理器有 CPUOff 和 OscOff 两种省电模式,一颗电池可工作 10 年。MSP430 系列单片机以其超低功耗的特点在仪器仪表、工业控制等方面得到了广泛的应用。

## 3 数字式湿度计设计

### 3.1 湿度计电路设计

由于湿度为缓变信号,可利用 MSP430 单片机的省电工作方式实现湿度的低功耗测量。图 1 为一个实时测量和显示湿度的系统。由 MSP430F449 单片机、HIH-3610 湿度传感器和电源组成。MSP430F449 和 HIH-3610 分别采用 9V 和 5V 电源供电。传统的数字式湿度计一般需要几个独立的元器件如 A/D 转换器、CPU 和驱动芯片等,此电路仅由一片 MSP430F449 配以 HIH-3610 湿度传感器构成;而且由于 MSP430F449 同时具有节电检测功能,此电路不需任

\* 基金项目:国家自然科学基金(60304009 60474065)

何特殊的复位电路。

湿度计的简单工作过程如下:湿度传感器输出的电压信号通过片上 ADC12 模数转换模块的 A1 通道传入,在 ADC12 模块对信号进行采样然后转换成数字信号,由单片机经过相应的软件算法把数字信号转换成湿度值,最后,通过片上 LCD 液晶驱动模块显示出来。当湿度计电路显示实时最新数据后,MSP430F449 处于空闲状态,在此期间内辅助时钟(32kHz)工作的模块处于活动状态,按该时钟运行的内部定时器控制 LCD 的工作频率,使其保持并显示最后的湿度读数。经软件延时规定的时间以后,此定时器产生中断,中断启动 CPU 和内部高速振荡器,再一次重复上述测量显示过程。

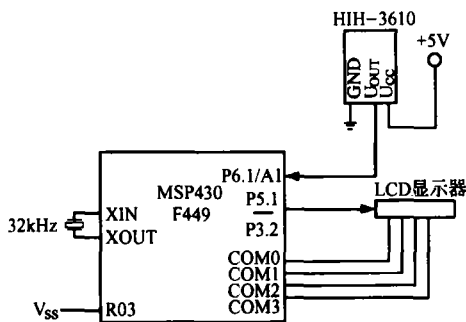


图 1 湿度计电路

湿度测量使用湿度传感器 HIH-3610,属于线性电压输出式集成湿度传感器,输出电压的范围为  $+0.8 \sim +3.9V^{[2]}$ 。采用  $+4 \sim +5.8V$  电源供电,当采用  $+5V$  电源时,电源电流仅为  $200\mu A$ 。

在环境温度为  $25^{\circ}C$  时,HIH-3610 输出电压与湿度的关系为:

$$U_{OUT} = U_{CC} (0.0062RH + 0.16) \quad (1)$$

式中:  $U_{OUT}$  为 HIH-3610 的线性电压输出;  $U_{CC}$  为 HIH-3610 的电源电压; RH 为相对湿度(%)。

由式(1)可知,输出电压不仅与相对湿度成线性关系,而且与电源电压成正比;若电源电压固定为  $5V$ ,则其值仅由相对湿度值决定。另外,HIH-3610 测量的湿度值还与环境温度有关,式(1)是在  $25^{\circ}C$  时传感器输出与湿度的关系,当环境温度改变时应进行温度补偿,补偿公式为:

$$RH' = \frac{RH}{(1.0546 - 0.002162T)} \quad (2)$$

式中:  $T$  为环境摄氏温度值;  $RH$  为相对湿度测量值;  $RH'$  为实际相对湿度值。

湿度值的采集由片上 ADC12 模块完成,ADC12 模块能实现 12 位精度的模数转换,通过软件选择通道 A1 作为输入通道,选择 ADC12 模块提供的参考电源  $2.5V$ 。ADC12 提供单通道单次、序列通道单次、单通道多次、序列通道多次 4 种转换模式,由于湿度计采用中断方式采集数据,所以选择单通道单次转换。这样湿度传感器产生的信号经过采样由式(1)计算转换成湿度值。

湿度值显示用 MSP430F449 片上自带的段式液晶驱动模块实现,片上 LCD 采用 4MUX 驱动方法,最多可以驱动 160 段。前面转换成的湿度值传到 LCD 用 3 位 LCD 显示,当产生新湿度值时对 LCD 进行刷新。

### 3.2 软件设计

湿度计程序主要包括主程序和中断服务程序。主程序首先初始化系统,数据的读取和处理及显示由中断服务程序完成,在不进行采集数据的大部分时间里,MSP430 处于空闲工作方式<sup>[3]</sup>。

## 4 结束语

由于湿度对象有较大的滞后,结合微控制器充分利用软件改善性能克服滞后的各种数字式湿度计必将得到快速发展。该数字湿度计仅利用了 MSP430F449 的一小部分资源,因此,该湿度系统可作为复杂测控系统中的一个子系统,这样可更为有效合理地利用 MSP430F449 的软件与硬件资源,实现较高的性能价格比。MSP430 单片机以其低功耗的特点必将在湿度测量领域得到广泛应用。

### 参考文献

- [1] 沈建华,杨艳琴,翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] 沙占友. 中外集成传感器实用手册[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [3] 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,2003.