

# 基于 MSP430 单片机温湿度控制器的实现

杨学存, 侯媛彬

(西安科技大学 电控学院, 西安 710054)

**摘 要:** 设计并实现了一种基于 MSP430F123 单片机温湿度控制系统, 主要包括了控制器的硬件和软件设计。系统利用单线数字温度传感器 DS18B20 和湿敏电阻进行温湿度测量, 在分析了温度及湿度的测量原理、噪声影响和计算方法基础上进行补偿, 设计系统软件, 通过温湿度测量来控制测量区域的加热器和加湿器的工作, 最终确保仪器箱在合适的外界环境下稳定工作。本系统设计的温湿度控制器已小批量生产, 用在各种仪器控制箱中。经测试表明, 该系统简单, 操作方便, 成本低。测量范围:  $-40 \sim 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , RH20% ~ 95%。

**关键词:** MSP430 单片机; 单线数字温度传感器; 湿敏电阻

**中图分类号:** TP18

**文献标识码:** A

## 1 系统的总体设计方案

MSP430 微控制器 MCU (Micro Controller Unit) 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 MSP430F123 有一个串口通信接口, 一个带有大量捕获/比较寄存器的 16 位定时器, 看门狗, 一个模拟电压比较器。

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。该系统与传统的温湿度控制器相比, 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  $0.1 \mu\text{A}$ 。整个系统在平时处于低功耗状态, 每隔 5 min 自动从低功耗下唤醒, 进行温度和湿度测量, 并通过温度和湿度的对应关系, 来确定是否启动加热器和加湿器。其中, 温度测量使用单线数字温度传感器 DS18B20, 其体积小, 构成的系统简单, 精度高, 湿度测量使用湿敏电阻 CHR-01, 成本低廉。所以整个系统与传统的温湿度控制器相比, 功耗低, 性价比高, 电路简单, 易于实现。

## 2 温度测量及其算法实现

传统的温度检测以热敏电阻为温度敏感元件, 热敏电阻成本低, 但需要后续信号处理电路, 而且热敏电阻的可靠性相对较差, 测量温度的准确度低, 检测系统的精度差。

本系统中利用美国 DALLAS 公司最新推出的 DS18B20 可编程单线数字式温度传感器, DS18B20 是 DS1820 的更新产品, 它与传统的热敏电阻温度传感器不同, 它能够直接读出被测温度并且可根据实际要求通过简单的编程实现 9 ~ 12 位分辨率的数字值读数方式, 相对应的温度分辨率为  $0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.125 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $0.0625 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。现场温度直接以“一线总线”的数字方式传输, 大大提高了系统的抗干扰性。

### 2.1 DS18B20 温度传感器的特点

(1) 单线接口, 只有一根线与 CPU 连接, 支持总线模式, 通过一个 I/O 口, 可以进行多点温度测量。

(2) 用户可以根据需要自己设定非易失的报警上下限值以及分辨率。

(3) 每一个数字温度传感器内均有唯一的 64 位地址序列号 (最低 8 位是产品代码, 其后 48 位是器件序列号, 最后 8 位是前 56 位循环冗余校验码), 用户可以对特定地址序列号的传感器进行操作, 在多传感器系统中将它们一一识别, 实现一根总线上挂接多个 DS18B20 的目的。

### 2.2 温度的测量及算法

操作单总线数字温度传感器必须严格按照规定的协议操作, 根据 DS18B20 的通讯协议, 主机控制 DS18B20 完成温度转换必须经过 3 个步骤: 每一次读写之前都要对 DS18B20 进行复位, 复位成功后发送一条 ROM 指令, 最后发送 RAM 指令, 这样才能对 DS18B20 进行预定的操作。ROM 操作命令主要是对传感器地址的操作, 包括读 ROM、匹配 ROM、跳过 ROM 等操作, 通过 ROM 指令选择特定的传感器进行操作。RAM 指令主要完成对温度的测量, 涉及到的 RAM 指令主要有读寄存器、写寄存器、温度转换等操作。实现温度转换要进行一下几个方面的操作, 主要有复位 DS18B20, 读 DS18B20、写 DS18B20 等操作, 并且每次操作都要满足以下时序:

(1) 复位 DS18B20 主机将数据线先变低, 再抬高, 最后由 DS18B20 变低, 完成复位。

(2) 写 DS18B20 每写一位, 先将数据线变低, 持续时间大于  $1 \mu\text{s}$ , 然后再写入实际数据, 持续时间大于  $30 \mu\text{s}$ 。另外, DS18B20 在写初始化后的  $15 \sim 60 \mu\text{s}$  内采样总线, 如果此时总线为高, 则写入“1”, 如果此时总线为低, 则写入“0”。

(3) 读 DS18B20 主机将数据线先置低, 持续时间大于  $1 \mu\text{s}$ , 然后释放总线。DS18B20 在数据线由高变低  $15 \mu\text{s}$  内送出数据, 而主机在读初始化后的  $15 \mu\text{s}$  之后采样, 从 DS18B20 读入数据, 每次读取一位。

本系统在分析了温度及湿度的测量原理、噪声影响和计算方法基础上进行补偿, 应用格罗布斯数据处理方法对温度数据进行滤波, 保证了测量数据的可靠性, 并在此基础上设计了系统软件。

## 3 湿度测量及其算法实现

### 3.1 湿度传感器的电压变换

本系统采用高分子湿度传感器 CHR-01,它为新一代复合型电阻型湿度敏感部件,其复阻抗与空气相对湿度成指数关系,直流阻抗(普通数字万用表测量)几乎为无穷大,与传统意义上的电阻相比,有空气中的水分子参与离子导电,由于水分子为极性分子,在直流电存在的情况下,会电离、分解,从而影响导电与元件的寿命,所以要求采用交流电路对传感器进行供电。另外,高分子湿度传感器 CHR-01是复合型电阻型敏感元件,所以需要通过电路将湿度信号变为电压信号输出,先利用 RC 振荡电路产生振荡频率在 1 kHz 左右的信号激励湿度传感器,然后将输出的交流电压信号进行整流、滤波并将电压幅值调整到单片机 MSP430 的允许输入电压范围内,然后将电压的输出端 A0 输入到单片机进行电压测量。

### 3.2 电压的测量

如果要求一个 12 位 A/D 转换,则设定充放电的总次数为 4 096 次,在电压采样模块中循环判断内置比较器的输出,并根据输出的高低电平进行充放电,同时记下充放电的次数。但是须注意,条件是  $V_{CA0}$  在短时间内是不变,并且要先对充放电的电容进行预充电,在开始进行 A/D 转换前使  $V_{CA0} = V_{CA1}$ ,即通过 I/O 口 P3.7 对电容预充电,使内置比较器发生第 1 次翻转后,再开始进行积分 A/D 转换,如果充电计数值为  $m$ ,电源电压为 3.3 V,则被测电压  $V_{CA0} = (m/4\ 096) \times 3.3$ ,即得到了被测电压。

### 3.3 湿度的转换

本系统使用的湿度传感器 CHR-01,其湿度和电压值呈线性关系,所以可以将湿度传感器放在恒温恒湿箱中,用已有的精度较高的湿度传感器来进行校准,即调节恒温恒湿箱的温度和湿度,温度范围 0~60℃,湿度范围 RH20%~95%,在精度要求不高的情况下,湿度每隔 RH5%,温度也每隔 5℃ 来获得数据,形成温度-湿度-电压数据表。特别是在常温 25℃ 情况下,测量多组湿度和电压数据,经过数据处理后,便可以得到在 25℃ 下电压和湿度的关系曲线。但是,由于温度和湿度也在相互影响,所以必须将湿度进行温度修正。所以,需要先检测温度,然后根据电压-湿度关系进行湿度检测,根据实验得到的 25℃ 下电压和湿度的关系曲线来获得 25℃

的相对湿度,最后再根据湿敏电阻厂家所提供的技术手册上得修正公式来修正当前温度下的湿度值(技术手册上标明,如果湿度精度要求不是特别严格的情况,可以推算湿度传感器温度系数为  $-0.4\%$  RH/℃,此时修正公式为

$$H(t) = H(25\text{ }^\circ\text{C}) - 0.4 \times (t - 25)$$

式中  $t$ ——实际测量的温度,℃;

$H(t)$ ——在此时温度下的湿度值。

## 4 温湿度控制的软件实现

整个系统启动后,在平常不工作时处于低功耗状态,每隔 5 min 自动从低功耗下唤醒,此后先测量工作区域的温度和电压值,然后根据在常温 25℃ 情况下实验得到的湿度-电压关系,可知在常温 25℃ 时的湿度值,最后利用技术手册上的温度修正公式进行修正,获得在当前温度下的湿度。如果相对湿度大于 RH75%,则启动加热器的工作,停止加湿器的工作;如果相对湿度小于 RH20%,则关闭加热器,启动加湿器的工作。

## 5 结语

本文设计的温湿度控制器已经广泛用于各种仪器控制箱中,经过测试,它可以有效地防止凝露的形成,使仪器箱的重要仪器正常工作,免受湿度的影响。该温湿度控制器体积小,系统简单,操作简便,而且成本低,可广泛适用于各种工业温湿度调控现场。

### 参考文献:

- [1]何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1990.
- [2]Henry W Ott. 电子系统中噪声的抑制与衰减技术[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.
- [3]胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京:清华大学出版社, 1990.
- [4]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.
- [5]丁振良. 误差理论与数据处理[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 2002.
- [6]高海生,杨文焕. 单片机应用技术大全[M]. 成都:西南交通大学出版社, 1990.

作者简介:杨学存(1979-),女,河南鲁山人,在读研究生,研究方向为检测技术与自动化装置.E-mail:yxcklh79615@163.com.

收稿日期:2005-05-31

# The Realization of Temperature and Humidity Controller Based on MSP430 MCU

YANG Xue - cun, HOU Yuan - bin

(Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Temperature and humidity control system based on MSP430 is designed and realized in this paper, including software and hardware design of this controller. Temperature and humidity are measured using one-wire digital thermometer DS18B20 and humidity-sensitive resistance. Based on analyses of measuring principle of temperature and humidity, influence of interference and algorithm, system software is designed. The heat and humidity in measuring field are controlled by measured temperature and humidity, finally verifying the steady working of measuring meter in the meter box. The temperature and humidity controller in this system have been produced in small batch and used in various meter controller box. Testing proved that this system is simple, operating-convenient and low-cost. Measuring range:  $-40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ , 20%~95% RH.

**Key words:** MSP430 one-wire digital thermometer; humidity-sensitive resistance