

## 【理论与探索】

## 基于 MSP430 单片机温湿度控制器\*

周乐安

(中航油烟台有限公司, 山东 烟台 264007)

**摘要:**设计并实现了一种基于 MSP430F123 单片机的温湿度控制系统, 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的基础上进行补偿, 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, 该系统设计的温湿度控制器应用于各种仪器控制箱中, 操作方便, 成本低, 性能可靠。

**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:**TO18

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-0707(2008)02-0113-02

## 1 系统的总体设计方案

MSP430 系列单片机是美国德州仪器公司推出的 16 位超低功耗、高性能产品, 它具有处理能力强、运行速度快、资源丰富、开发方便等优点, 有很高的性价比, 在各国已得到广泛的应用, 在国内, 也已经进入飞速发展阶段。MSP430 超低功耗 16 位单片机, 越来越受到电子工程师青睐, 并得到广泛应用。MSP430 微控制器 MCU (MicroControllerUnit) 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 P 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  $\mu$ 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, 其成本低廉。所以整个系统与传统的温湿度控制器相比, 具有功耗低、性价比高、电路简单、易于实现等特点。

## 2 温度测量及算法实现

传统的温度检测系统大多采用热敏电阻作为传感器。采用热敏电阻作为传感器的传统温度检测系统必须经过

专门的接口电路转换成数字信号后才能由微处理器进行处理, 存在可靠性差、成本高、精度低等诸多缺点。本系统利用美国 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  $^{\circ}$ C, 0.25  $^{\circ}$ C, 0.125  $^{\circ}$ C, 0.0625  $^{\circ}$ 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, 而且使整个系统简单可靠。

## 2.1 DS18B20 温度传感器的特点。

1) 单线接口, DS18B20 是美国 DALLAS 半导体公司继 DS1820 之后最新推出的一种改进型智能温度传感器。它只有一根线与 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。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

\* 收稿日期: 2008-01-08

作者简介: 周乐安(1977—), 男, 山东青岛人, 主要从事单片机及其控制原理研究。

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。实现温度转换要进行的操作主要有复位 DS18B20、读 DS18B20、写 DS18B20 等,并且每次操作都要满足下列时序:

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 Ls,然后再写入实际数据,持续时间大于 30 Ls。另外,DS18B20 在写初始化后的 15~60 Ls 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 Ls,然后释放总线。DS18B20 在数据线由高变低后 15 Ls 内送出数据,而主机在读初始化 15 Ls 之后采样,从 DS18B20 读入数据,每次读取 1 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的基础上进行补偿。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 是复合型电阻敏感元件,所以需要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,同时记下充放电次数。但是须注意,条件是 VCA0 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 APD 转换前使 VCA0 = VCA1,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 APD 转换。如果充电计数值为  $m$ ,电源电压为 3.3 V,则被测电压  $VCA0 = (m/4 096) \times 3.3$ ,即得被测电压。

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 °C,湿度范围 RH 20%~95%。在精度要求不高的情况下,湿度每隔 RH 5%,温度每隔 5°C 来获得数据,形成温度—湿度—电压数据表。特别是在常温 25 °C 情况下,测量多组湿度和

电压数据,经数据处理后,便可得到在 25 °C 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。因此需要先检测温度,然后根据电压—湿度关系进行湿度检测,根据实验得到 25 °C 下电压和湿度的关系曲线,来获得 25 °C 的相对湿度,最后再根据湿敏电阻厂家所提供的技术手册得修正公式,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/°C,此时修正公式为:

$$H(t) = H(25) - 0.4 \times (t - 25)$$

其中: $t$  为实际测量的温度,单位为 °C; $H(t)$  为此温度下的湿度值。

### 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,然后根据常温 25 °C 情况下实验得到的湿度—电压关系,可知在常温 25 °C 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,获得当前温度下的湿度,如果相对湿度大于 RH 75%,则启动加热器工作,停止加湿器的工作;如果相对湿度小于 RH 20%,则关闭加热器,启动加湿器的工作。

### 5 结束语

本研究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、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] 孙涵芳,徐爱卿. 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1988.
- [2] 王兴鸣. 系列单片机应用系统研究[M]. 上海:上海人民出版社,2003.
- [3] HenryWOtt. 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.
- [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,杨文焯. 单片机应用技术大全[M]. 成都:西南交通大学出版社,1990.
- [7] 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.
- [8] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 2 版. 北京:清华大学出版社,2004.