

# 基于 STM32 的便携式温、湿、压监测系统设计

熊峰, 卢会国, 蒋娟萍

(成都信息工程学院电子工程学院, 成都 610225)

**摘要:** 为了满足应急气象监测提供及时准确的气象数据的需要, 本文设计了一种基于 STM32 微控制器的便携式温湿压监测系统。该系统采用体积小、重量轻、功耗低的传感器采集温湿压数据, 可连续对环境温度、湿度及气压进行观测, 并在液晶屏上实时显示数据信息。同时使用 C# 语言编写上位机软件, 实现温湿压数据的接收、显示及存储。该系统具有便携性、精度高、实时性好等特点, 可作为应急气象监测系统的一部分进行温湿压监测。

**关键词:** STM32; 温度; 湿度; 气压; 应急气象监测系统

**中图分类号:** TH765      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1006-009X(2014)03-0054-05

## Design of portable temperature, humidity and pressure monitoring system based on STM32

Xiong Feng, Lu Huiguo, Jiang Juanping

(Electronic Engineering College, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225)

**Abstract:** In order to meet the needs of emergency meteorological monitoring to provide timely and accurate weather data, this paper presents a portable temperature, humidity and pressure monitoring system based on STM32 microcontrollers. The System uses small size, light weight, low power consumption sensors to collect temperature, humidity and pressure data, which can observe continuously ambient temperature, humidity and pressure, and display real-time data on the LCD screen. While using the C# language programming PC software, it achieves the reception, display and storage for the temperature, humidity and pressure data. The System has portable, high accuracy, good real-time characteristics, which can be used as a part of the emergency meteorology monitoring system to monitor temperature, humidity and pressure.

**Key words:** STM32; temperature; humidity; pressure; emergency meteorology monitoring system

### 0 引言

随着人类社会的发展, 一方面突发气象灾害对社会造成的危害越来越大, 另一方面人们在日常生活中对气象服务的要求越来越高。研究一种能满足灾害天气监测、特殊地点监测等气象应用的便携式气象监测系统, 可为应急气象服务提供

重要的气象数据, 进而进一步提高灾害天气的预警能力。目前, 业务台站运行的自动气象站由于体积大、成本高, 不适合用于应急气象服务平台, 因此设计一种便携式气象监测系统进行气象数据测量很有必要<sup>[1]</sup>。为此, 本文设计了一种以 stm32f103 微控制器为核心, 使用数字温、湿、压传感器采集环境温度、湿度以及气压信息的监测

收稿日期: 2014-05-05.

基金项目: 基于压电感应的雨量传感器研究(13Z202).

作者简介: 熊峰(1990-), 男, 硕士研究生. 研究方向: 地面气象探测仪器.

系统。该系统通过对采集数据的实时处理,可连续对温度、湿度及气压进行观测,并在液晶屏上对观测数据进行实时显示。同时利用C#语言编写了上位机软件,实时接收系统传输的数据并进行数据处理、显示以及存储。该系统具有体积小、精度高、实时性好等特点,可用于应急气象服务进行温、湿、压的实时监测。

## 1 监测系统总体设计

该监测系统选用低功耗32位微处理器stm32f103zet6作为主控芯片,通过温度传感器、湿度传感器、气压传感器将环境温度、湿度、气压值转化为电信号,然后利用微处理器处理得到温、湿、压数据。获取的数据一方面通过液晶屏实时显示,另一方面则通过RS232接口将数据送给上位机软件进行数据处理、显示及存储,系统总体设计如图1所示。本系统选用DS18B20传感器作为温度测量元件;选用DHT11温湿度传感器中的湿度模块作为湿度测量元件;选用BMP085传感器作为气压测量元件。温湿度传感器通过单总线的形式与微处理器进行数据通信;气压传感器则通过IIC总线形式与微处理器进行通信;同时微处理器利用自带的FSMC总线驱动液晶模块。

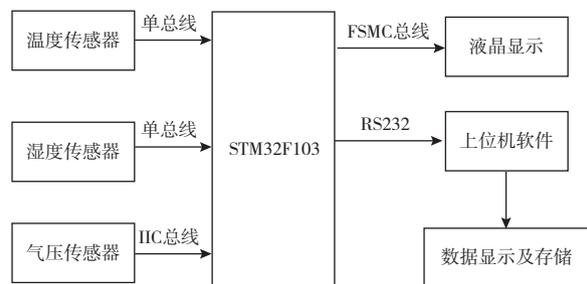


图1 系统总体设计框图

## 2 监测系统硬件设计

### 2.1 控制器模块

控制器模块是整个监测系统的核心,其主要任务是采集、处理温、湿、压传感器的数据,将获取的温度、湿度、气压值送到液晶上实时显示,同时通过RS232接口上传至上位机软件进行数据的存储以便查询使用。本系统选用基于ARM Cortex-M3内核的32位微处理器stm32f103zet6作为主控制器,该微处理器最高工作频率达到72 MHz,内置高达512 K字节的闪存和64 K字节的SRAM,同时具有丰富的增强I/O端口及连接到两条APB总线上的外设:3路12位的ADC,

4个16位通用定时器,2个PWM定时器,还包含多个先进的通信接口:2个I2C接口、3个SPI接口、2个I2S接口、1个SDIO接口、5个USART接口、一个USB接口和一个CAN接口<sup>[2]</sup>,完全能满足温、湿、压监测系统设计要求。

### 2.2 温湿度测量模块

目前气象台站业务运行的温度测量器件主要为PT100铂电阻,其测量精度高且性能稳定<sup>[3]</sup>,但其组成的测温电路比较复杂,成本高、且占用空间较大。本设计采用数字传感器DS18B20作为温度测量单元,DS18B20是由DALLAS半导体公司推出的一种单总线接口的温度传感器,它是一种体积小、与微处理器接口简单的温度传感器,其测量范围为 $-55\sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>[4]</sup>,符合本系统温度测量要求。其与STM32控制器的接口电路如图2(a)所示。从图中可以看出,本设计使用STM32的PG10端口和DS18B20的DQ引脚相连,实现微处理器与DS18B20之间的数据通信。

气象部门已投入业务运行的湿度测量器件主要为Vaisala公司生产的HMP45D温湿一体传感器,该传感器是一种电容式传感器,其电容的电介质具有感湿特性,具有响应速度快、精度高等特点<sup>[5]</sup>,但其成本较高。本设计选用温湿度传感器DHT11中的湿度模块作为系统湿度测量单元,该湿度传感器是一种电阻式测湿元件,湿度测量范围为 $20\sim 90\%\text{ RH}$ ,精度为 $\pm 5\%$ <sup>[6]</sup>,符合本设计湿度测量要求,同时具有体积小、结构简单、成本低等特点。其与STM32控制器的接口电路如图2(b)所示,从图中可以看出,本设计使用STM32的PG11端口和DHT11的DQ引脚相连,实现微处理器与DHT11之间的数据通信。

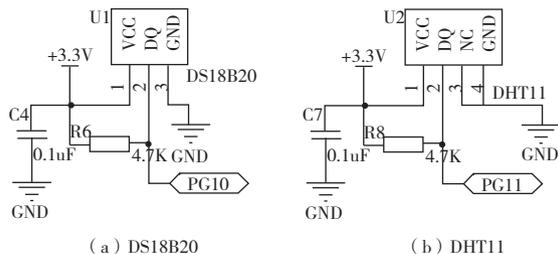


图2 DS18B20、DHT11与STM32的接口电路

### 2.3 气压测量模块

现有台站业务运行的气压传感器主要是PTB220智能型数字气压表,其感应元件是硅电容压力传感器,该传感器具有测量精度高、测量范

围宽等特点<sup>[7]</sup>,但体积较大且成本高。本设计采用 BMP085 数字气压传感器,气压测量范围为 300~1 100 hPa,绝对精度可达到 0.03 hPa<sup>[8]</sup>,满足本设计气压测量要求,且传感器具有体积小、响应速度快等特点,适用于便携式气象监测系统。BMP085 与 STM32 控制器的接口电路如图 3 所示,本设计使用 STM32 自带的 I2C 总线与 BMP085 实现数据通信来获取气压值。

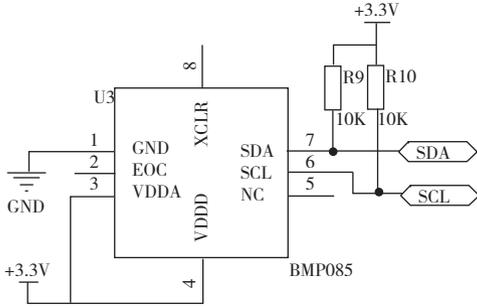


图 3 BMP085 与 STM32 的接口电路

### 2.4 其他硬件模块

#### (1) 液晶模块

本设计采用分辨率为 320×240,16 位真彩显示的 TFT LCD 屏,实时显示温度、湿度、气压值,系统通过 STM32 自带的 FSMC 总线驱动液晶屏实时显示数据。

#### (2) 系统电源模块

整个系统需要用到 3.3 V 电压,而通常提供的电压为 5 V,本设计通过 AMS1117-3.3 电源芯片把 5 V 电压转换为 3.3 V 电压,用于温、湿、压传感器、控制器最小系统、液晶等模块供电。

#### (3) RS232 串口模块

监测系统需要通过串口将温、湿、压数据实时发送给上位机软件进行存储,故系统需要 232 串口电平转换电路。本设计采用 MAX3232 芯片将 TTL 电平转换为 RS232 电平,实现温、湿、压数据的 232 串口传输功能。

## 3 监测系统软件设计

### 3.1 嵌入式软件设计

由于 stm32 微控制器拥有的寄存器较多,为了节省开发周期以及方便对程序后续的升级和维护,系统采用库函数法进行嵌入式软件编程。意法半导体公司在推出 STM32 微控制器时便提供了完整细致的固件开发包,里面包含了 stm32 开发过程中所涉及到的所有底层操作,使用固件开发包能够极大地提高编程效率。

嵌入式软件主要任务包括系统初始化、温、湿、压数据采集及处理、液晶模块显示及数据 RS232 串口传输。图 4 是嵌入式程序的主流程图。

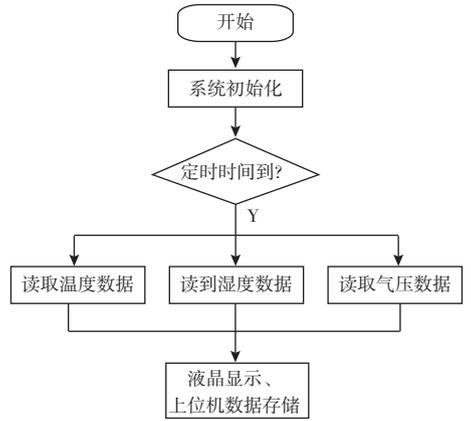


图 4 嵌入式程序主流程图

首先对系统硬件初始化,包括对系统时钟、GPIO 口、嵌套中断的配置,以及对温、湿、压传感器、定时器、串口通讯模块的初始化;程序中定时器设置定时时间为 1 s;每次定时时间到,采集温度、湿度及气压数据,并通过算法转换得到当前时刻温、湿、压值;温、湿、压值一方面在液晶屏上实时显示,另一方面通过 RS232 接口上传给上位机软件进行数据存储。

### 3.2 上位机软件设计

上位机软件采用 Microsoft Visual Studio2008 开发环境作为开发平台,使用 C# 语言编写 Windows 应用程序。上位机软件主要任务是将监

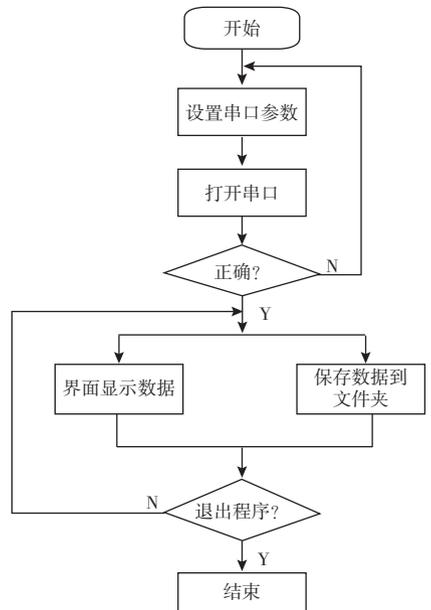


图 5 上位机程序流程图

测系统上传给串口缓冲区中的数据接收、显示以及保存到指定文件夹进行文本存储。

上位机程序流程图如图 5 所示,首先设置好串口通信参数,包括串口号、波特率等,然后打开串口,如果监测系统能和上位机软件之间正常通信,则上位机软件接收监测系统发送的数据,并在上位机界面上显示当前时刻温、湿、压值,同时把接收到温、湿、压数据保存到 txt 文本中。

### 4 实验结果及分析

系统经过软硬件调试后,能正常实现温度、湿

度、气压的采集、处理、显示及存储功能。图 6 为在 2014-04-15TT11:20:24 监测系统测量到的温度、湿度及气压值,从液晶屏和上位机软件界面上都看出当时环境温度为 23 °C,湿度为 37%RH,气压为 956.46 hPa。图 7 为 2014-04-15 全天存储的 24 个温、湿、压数据 txt 文本及文本存储数据的格式,其中第一列为数据记录的时间,后三列分别为温度值,湿度值和气压值。

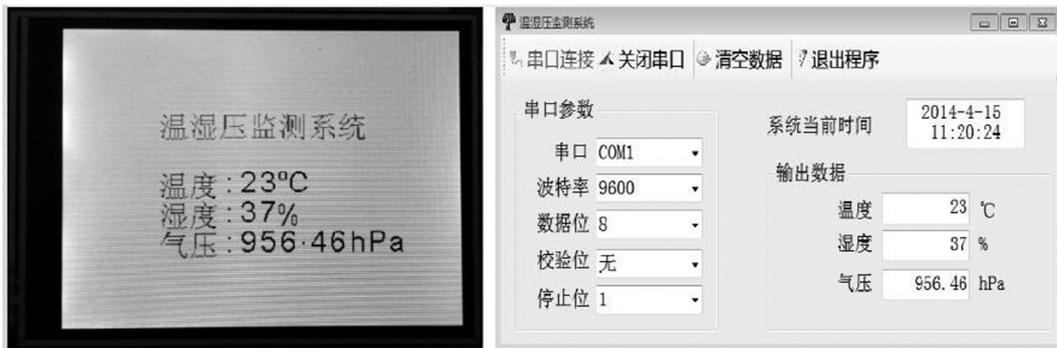


图 6 某一时刻的温度、湿度及气压测量值

- 00.txt
- 01.txt
- 02.txt
- 03.txt
- 04.txt
- 05.txt
- 06.txt
- 07.txt
- 08.txt
- 09.txt
- 10.txt
- 11.txt
- 12.txt
- 13.txt
- 14.txt
- 15.txt
- 16.txt
- 17.txt
- 18.txt
- 19.txt
- 20.txt
- 21.txt
- 22.txt
- 23.txt
- 24.txt

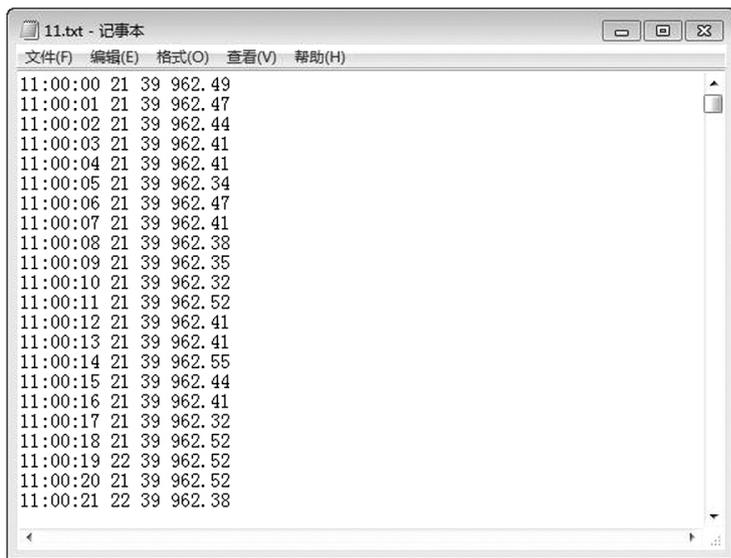


图 7 2014-04-15 全天存储的 24 个温、湿、压数据 txt 文本及文本存储数据格式

### 5 结束语

突发气象灾害对社会造成的危害越来越大,研究能满足应急气象服务需求的便携式气象环境监测仪器,实时获取特殊地点各气象要素值,可提升灾害天气气象决策服务能力。基于 STM32 的便携式温、湿、压监测系统,采用体积小、重量轻、功耗低的温、湿、压传感器,可实时测量环境温度、

湿度及气压值。该系统具有便于携带、精度高、实时性好等特点,可用于灾害天气监测及特殊地点天气监测,具有一定的实用价值。

#### 参考文献:

[ 1 ] 王柏林,胡玉峰,李佳. 移动式自动气象站设计及其在应急气象环境监测服务中的应用[J]. 气象科技, 2006(5):628-632.  
 [ 2 ] 张洋,刘军,严汉字. 原子教你玩 STM32(库函数版)

- [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2013.
- [3] 杨镇博,张加宏,吴雨生. 基于 ATmega16 单片机的微型气象探测系统设计[J]. 现代电子技术,2013(11):106-109.
- [4] 孔庆光. 基于 DS18B20 多点无线温度采集系统设计[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版),2013(1):55-59.
- [5] 孙文良,沈秋宇,于文博,等. HMP45D 温湿度传感器的检定校准[J]. 气象水文海洋仪器,2009,26(3):124-126.
- [6] 倪天龙. 单总线传感器 DHT11 在温湿度测控中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2010(6):60-62.
- [7] 胡帆,陈正一. PTB220 系列数字式气压表的原理与应用[J]. 气象水文海洋仪器,2008,25(2):64-67.
- [8] 王俊彩,王福平,侯瑞峰,等. 基于 BMP085 的一种便携式海拔高度测量系统设计[J]. 传感器与微系统,2011(12):123-125.

(上接 53 页)

科学、合理角度考虑也存在明显地错误。因此,为了既保证极限低温和极限低压条件都能得到考核,又使试验方法比较合理,可以考虑将“温度—高度”试验分解成类似交变湿热模式中高温高湿、低温高湿两个试验条件综合进行。探空仪的“温度—高度”试验可以分为条件 1 和条件 2 两个部分:条件 1 为  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、95 hPa,对应的是 17 km 高度;条件 2 为  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、5 hPa,对应的是 36 km 高度。在进行“温度—高度”试验时,先进行条件 1 试验,然后进行条件 2 试验。根据探空仪的升速要求(400 m/min),从试验开始达到条件 1 的时间大约是 45 min,由条件 1 到条件 2 的时间也大约是 45 min。根据目前的技术能力,这二个条件都可以实现。因此,探空仪的“温度—高度”试验可以在以下综合试验条件下进行:

- (1) 条件 1:温度  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、气压 95 hPa;
- (2) 条件 2:温度  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、气压 5 hPa。

#### 4 结束语

通过分析大气温度的垂直分布以及探空仪的

探测范围和探测过程,发现目前“温度—高度”试验条件存在不合理的现象。因此,提出了新的温度—高度试验条件,使“温度—高度”试验既考核了探空仪在极限温度、极限压力条件下的工作状态,又相符实际探测过程,即科学、且合理,为完善探空仪环境适应性试验方法进行了有益探索。

#### 参考文献:

- [1] GJB 570—1988,气象仪器定型试验方法[S].
- [2] GJB 6556—2008 军用气象装备定型试验方法[S].
- [3] GJB 5601—2006 中国参考大气(地面~80km)[S].
- [4] 吴茜. 中国近 60 年温度和高度探空资料均一性检验及订正研究[D]. 北京:华中师范大学,2011.
- [5] 郭艳君,丁一汇. 近 50 年我国探空温度序列均一化及变化趋势[J]. 应用气象学报,2008,19(6):646-654.
- [6] 郭艳君. 高空大气温度变化趋势不确定性的研究进展[J]. 地球科学进展,2008,23(1):24-30.
- [7] 王颖,任国玉. 中国高空温度变化初步分析[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):780-790.