

# 基于 STM32F103VBT6 的射频加热温湿度监测系统设计\*

刘洲峰, 黎小静, 吕云鹏, 李春雷

(中原工学院 电子信息学院, 河南 郑州 450007)

**摘要:** 研究了利用 AM2303 模块进行温、湿度监控的设计思想和实现方法, 重点研究了数据采集和 TFT-LCD 显示的软硬件结构及微控制器和单总线通信协议。设计了以 AM2303 温、湿度数据采集模块和 STM32F103VBT6 处理器为核心的温、湿度数据采集显示及报警的监测系统。采集数据及报警信息通过 LCD 实时显示; 通过调整脉宽调制的占空比, 控制加热电路继电器的通断时间, 实现温度的闭环控制。该系统具有操作简单、成本低、易扩展等优点。

**关键词:** AM2303; STM32F103VBT6; 射频加热; 温湿度

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)16-0028-04

## Design of RF heating temperature and humidity monitoring system based on STM32F103VBT6

Liu Zhoufeng, Li Xiaojing, Lv Yunpeng, Li Chunlei

(Electronic Information School, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** The paper studies the design and implementation of temperature and humidity monitoring based on AM2303 module, focusing on hardware and software structure and micro-controller and single-bus communication protocol of data acquisition and TFT-LCD display. AM2303 temperature and humidity data acquisition module and STM32F103VBT6 processor as the core when designed the system which is provided with the temperature and humidity data acquisition, display, alarm function. Collect data and alarm information display through the LCD in real time; adjust the pulse width modulation duty cycle to control the heating circuit relay off time to achieve the closed-loop control of temperature. The system is simple, low cost, and easy to expand.

**Key words:** AM2303; STM32F103VBT6; RF heating; temperature and humidity

大功率射频烘干设备作为纺机、印染工业的新型设备之一, 对提高产品质量起着关键的作用。对其的研究, 无论在理论或实际应用方面, 都有十分重要的意义。射频烘干作为一种高效新型加热手段只有几十年历史, 但正是由于其选择性介质加热的特点, 射频烘干能被迅速地应用于食品、化工、纺织、医疗、农林渔业等领域。射频烘干与传统加热方式(热传导、对流、辐射)的机理完全不同, 它能使被加热物料本身发热, 不需要热传导过程, 而且设备与空气不吸收热量, 物料内、外在瞬间达到加热温度。与传统的电加热、远红外加热相比, 它能节能 2~3 倍以上, 加热效率提高 3~5 倍, 并且具有加热均匀、热惯性小、即时性好、易于控制等优点。在其加热过程中, 无有害气体排放, 不产生余热和粉尘污染, 因此射频

加热既高效节能又安全环保, 应用前景十分广阔。

STM32F103VBT6 是意法半导体公司的新推产品, 高性能、高代码密度、小硅片面积三合一。内建了嵌套向量中断控制器 (NVIC), 具有极低的终端延迟, 支持 Thumb-2 指令集 (强大的位操作指令), 拥有 32 bit 硬件除法指令和单周期乘法指令, 性能接近 DSP; 内部各个部件可以进行功耗的控制, 接近 MSP430 超低功耗单片机的水平。

针对射频烘干设备的特点, 本设计选用 STM32F103VBT6 作为核心处理器, 研制了基于 STM32F103VBT6 的射频加热温、湿度监控系统, 其包括 AM2303 温湿度数据采集、SD 卡、Flash、TFT-LCD 显示等模块。温湿度监控系统是射频加热装置控制系统的重要组成部分, 对整个射频加热系统温湿度的有效、精确的控制能保证整个系统高效

\* 基金项目: 河南省重点科技攻关计划项目(072102260008)

地运行<sup>[1]</sup>。

## 1 系统硬件设计

系统由温湿度数据采集电路、电源电路、TFT-LCD 显示电路、MCU、Flash、EEPROM、SD 卡、继电器驱动电路、继电器等构成,系统结构框图如图 1 所示。主处理器采用意法半导体的 STM32F103VBT6,温湿度数据采集采用 AM2303 模块,数据显示采用 SPI 接口的 TFT-LCD 触摸屏。AM2303 采集射频加热装置的温、湿度数据并通过单总线传给处理器,处理器对数据处理后作出相应动作并将信息送至 TFT-LCD 屏进行显示。当温湿度过高时,系统将停止加热,并启动冷却和抽湿装置。

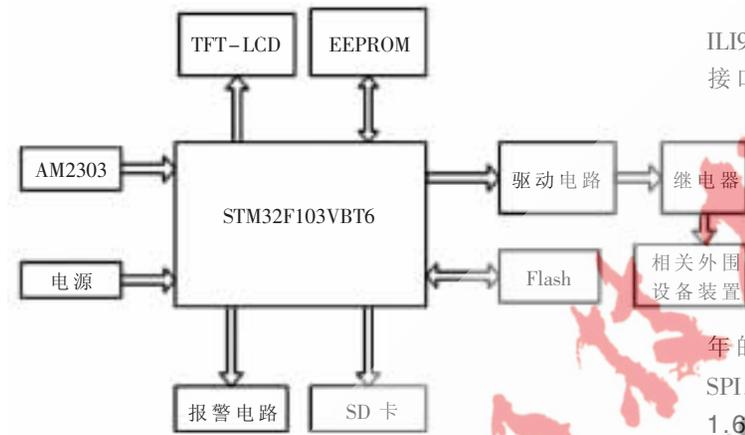


图 1 系统构成框图

### 1.1 电源设计

通过变压器将 220 V 交流电转换为 9 V,然后经过整流、滤波后输入 LM7805 三端稳压集成芯片,从而输出 5V 电压。由于 STM32F103VBT6 工作所需电压为 3.3 V,故需进一步降低电源电压。本设计选取 AMS1117 作为系统的 3.3 V 稳压芯片给处理器供电。

### 1.2 控制器设计

本设计中 STM32F103VBT6 外接 8 MHz 晶振,采用手动和上电自动复位,启动方式选择 Flash 启动,MCU 与

SPI 外设通过 SPI 口相连。

### 1.3 SD 卡接口设计

SD 卡一般支持两种操作模式:SD 卡模式和 SPI 模式。SPI 模式允许简单地通过 SPI 接口与 SD 卡通信,这种模式同 SD 卡模式相比丧失了速度。

SD 卡只能使用 3.3 V 的 I/O 电平,所以 MCU 一定要能支持 3.3 V 的 I/O 端口输出。在 SPI 模式下,CS/MOSI/MISO/CLK 都需要加 10 kΩ~100 kΩ 的上拉电阻。在 SD 卡收到复位命令(CMD0)时,若 CS 为有效电平则 SPI 模式被启用。

### 1.4 TFT-LCD 接口设计

本设计中 TFT-LCD 模块采用的 LCD 驱动器 IC 为 ILI9320,屏幕采用 26 万色的 TFT-LCD,分辨率为 320×240,接口为 16 bit 的 80 并口。TFT-LCD 模块接口采用 2×17 的 2.54 排母与外部连接,接口定义如图 2 所示。

### 1.5 Flash 电路设计

本设计中采用的 Flash 芯片为 SPI Flash 芯片 W25×16,该芯片容量为 2 MB,与 AT45DB161 一样。W25×16 的最少擦除单位为一个扇区,即每次必须擦除 4 KB。W25X16 的擦写周期多达 10 万次,具有 20 年的保存期限,支持电压为 2.7 V~3.6 V,支持标准的 SPI,最大 SPI 时钟可到 75 MHz,其连接电路如图 3 所示。

### 1.6 EEPROM 电路设计

本设计中的 EEPROM 采用 ATMEL 公司生产的具有 PC 总线接口的 AT24 系列 EEPROM,操作时有芯片寻址和片内子地址寻址两种寻址方式。EEPROM 原理图如图 4 所示。A0、A1、A2 为可编程地址输入端,GND 为电源地,SDA 为串行数据输入/输出端,SCL 为串行时钟输入端,WP 为写保护输入端,用于硬件数据保护,V<sub>CC</sub> 为电源正端。

### 1.7 温、湿度数据采集电路设计

温湿度传感器采用广州奥松公司的 AM2303 模块,该模块的特点为:超低功耗、传输距离远、全部自动化校

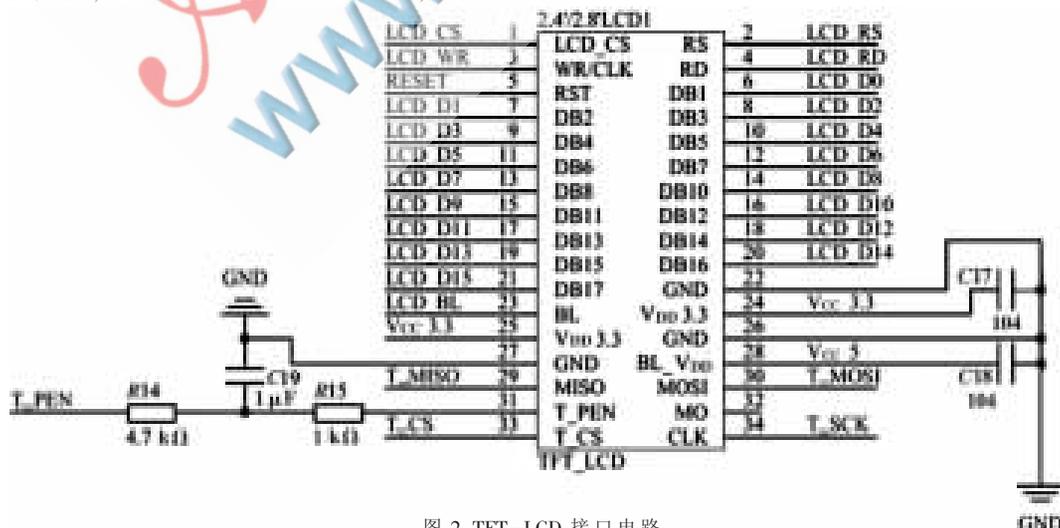


图 2 TFT-LCD 接口电路

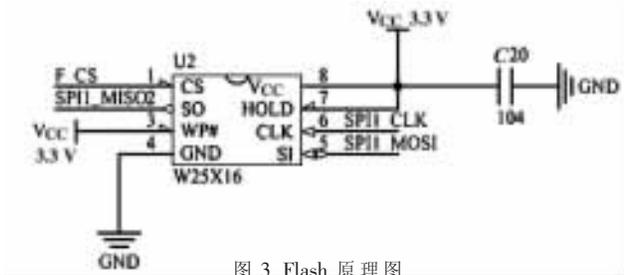


图3 Flash原理图

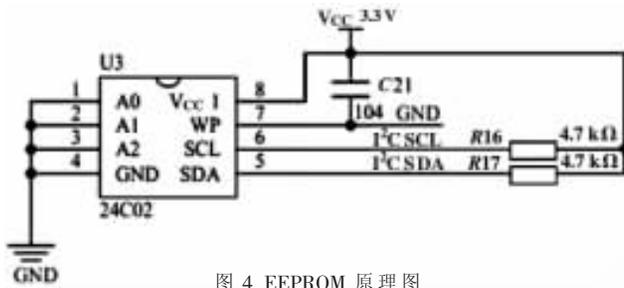


图4 EEPROM原理图

准、采用电容式湿敏元件、完全互换、标准数字单总线输出、卓越的长期稳定性、采用高精度测温元件。

温湿度数据采集原理图如图5所示。AM2303的供电电压范围为3.5V~5.5V,建议供电电压为5V。数据线SDA引脚为三态结构,用于读/写传感器数据。 $V_{DD}$ 为电源引脚,GND为电源地。

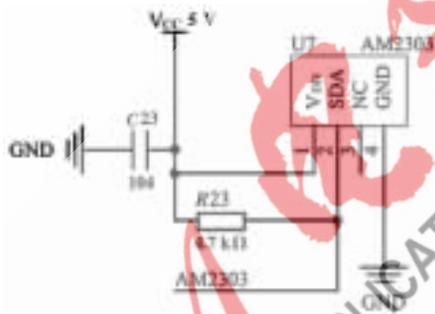


图5 温湿度数据采集原理图

### 1.8 报警电路设计

报警电路采用有源蜂鸣器,电路如图6所示,有源蜂鸣器操作简单,且实用性强。当MCU处理器I/O口输出低电平时,蜂鸣器响起;相反,则蜂鸣器停止。

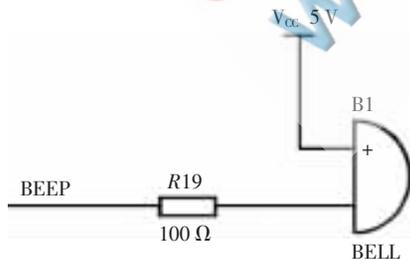


图6 报警电路原理图

### 1.9 继电器电路设计

本设计中继电器采用松乐公司的单路继电器,其设计电路如图7所示。2、5端接J3接线端子,2、4端常闭,通过1、3端的电流由驱动芯片提供,当驱动芯片控制端

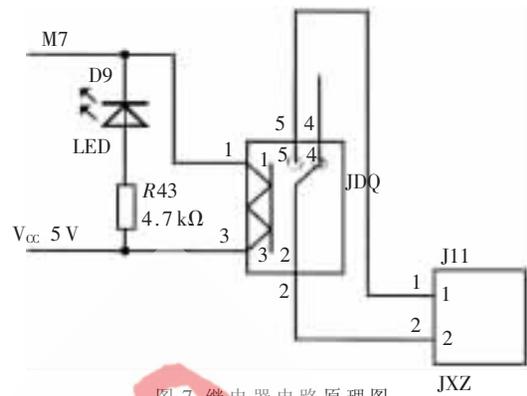


图7 继电器电路原理图

送出低电平时,继电器1、3端有电流流过,继电器吸合;当驱动芯片控制端送出高电平时,继电器1、3端无电流流过,继电器断开。LED作为继电器的工作状态指示灯,当继电器吸合时,LED灯亮;当继电器断开时,LED熄灭。

## 2 系统软件设计

### 2.1 初始化配置

初始化STM32F103VBT6的时钟配置寄存器,用函数Stm32\_Clock\_Init(u8\_PLL)初始化时钟,采用外部8MHz晶振。用delay\_init()函数初始化延迟函数,对端口配置寄存器CRL和CRH进行配置,对数据寄存器IDR和ODR赋值确定端口初始状态。

### 2.2 采集数据

MCU发送一次起始信号(把数据总线SDA拉低至至少800μs)后,AM2303从休眠模式转换到高速模式。待主机开始信号结束后,AM2303发送响应信号,从数据总线SDA串行送出40bit的数据,先发送字节的高位,发送的数据依次为湿度高位、湿度低位、温度高位、温度低位、校验位。发送数据结束触发一次信息采集,采集结束传感器自动转入休眠模式,直到下一次通信来临。AM2303传感器读单总线的流程图示意图如图8所示。

### 2.3 数据处理

首次启动系统时,通过SD卡将文件系统烧写进Flash中,将系统上电后先复位,然后初始化各个模块驱动子程序。在初始化过程中先从EEPROM中读取存储的系统信息,看是否需要更新汉字字库等系统数据。如果已经更新过,则读取采集来的温、湿度数据,用PID算法<sup>[2]</sup>对采集的数据进行处理,对处理的结果进行判断并进行相应的处理,程序流程如图9所示。所谓的PID控制<sup>[3]</sup>,就是按偏差的比例、积分、微分进行控制。PID控制的形式多种多样,常用的有位置式和增量式<sup>[4]</sup>。根据对象的特点,系统采用PID增量式控制算法。增量PID算法如式(1)所示:

$$\Delta U = U(k) - U(k-1) = K_p[e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d[e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \quad (1)$$

其中: $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ 分别为比例、积分和微分放大系数, $U(k)$ 表示第 $k$ 个采样时刻的控制量, $e(k)$ 表示第 $k$ 个采样时

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 31

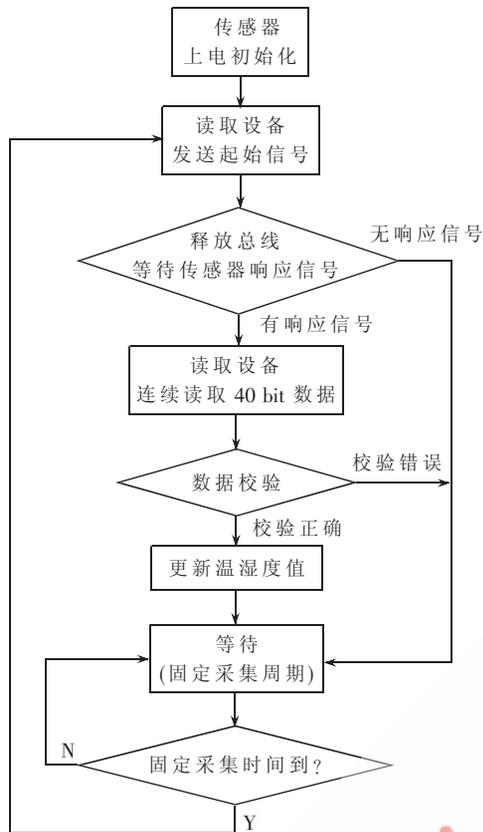


图 9 数据处理流程图

图 8 单总线读取程序流程图

刻的行向输入偏差。

经验证,该系统能充分实现温、湿度的实时显示与控制,达到智能数字控制仪表的要求。系统具有很好的调控功能,静态、动态指标都达到了要求,整个系统抗干扰性强、可靠性高、自适应能力强、精度高、操作方便。系统的超标量低于 1%,调节时间小于 30 s,温、湿度数据采集更新时间为 2 s,射频烘干箱内部温度达到了很好的控制效果。可以根据织物面料的不同来设定加热的温度和湿度,从而使设备的实用性和性价比最大化,不但提高了设备的适用范围,而且提升了织物的品质和附加值。该系统不仅可以用于纸张、茶叶、药材等烘干设备的温、湿度控制系统中,而且在降低设定值时还可以用于空调等恒温控制设备的控制系统中。该系统的设计方法在烘干设备控制器中具有一定的借鉴意义和推广价值。

参考文献

[1] 吴兴纯,赵金燕,杨秀莲.基于 80C52 单片机的电加热数

字恒温控制系统设计[J].电子设计工程,2011,19(11):82-84.

[2] 李芳,白晓虎,纪建伟.基于模糊控制的温室控制系统的研究[J].农机化研究,2007(1):83-84.

[3] SUNG S W. New process identification method for automatic design of PID controllers[J]. Automatic,1998,34(4):513-520.

[4] 李林.电加热炉温度控制系统数学模型的建立及验证[J].北京工业职业技术学院学报,2010,9(4):23-25.

(收稿日期:2012-05-14)

作者简介:

刘洲峰,男,1962年生,教授,博士,主要研究方向:图像处理与目标识别。

黎小静,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:智能控制与模式识别。

吕云鹏,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:从图像处理与纺织检测技术。