

基于手机短信的无线温湿度监控系统设计

曾素琼, 宋亮兴

(嘉应学院 电子信息工程学院, 广东 梅州 514015)

摘要: 系统设计利用 STC89C52 单片机控制, 基于 GSM 通信、手机短信方式, 实现了对室内温湿度的远距离监测与控制; 监测空间一旦温度或湿度超过阈值, 系统会通过 GSM 模块发送短信到管理员手机显示温度、湿度数据, 管理员可通过手机短信远程操控继电器工作, 进而启动相关设备升温、降温、加湿、去湿等工作; 通过实验测试, 系统实现了对室内温度、湿度的远距离监测与控制; 系统具有准确度高、体积小、性能稳定、灵活方便等优点, 在智能家居、农作物管理、仓储等领域有广泛的应用。

关键词: 温湿度检测; 温湿度监控; GSM 短消息

Design of Wireless Temperature—Humidity Monitoring System Based on Text Messaging on Mobile Phones

Zeng Suqiong, Song Liangxing

(School of Electronics and Information Technology, Jiaying University, Meizhou 514015, China)

Abstract: The system design using STC89C52 single-chip microcomputer control, based on GSM communication, mobile phone short message way, realized the remote monitoring and control of indoor temperature and humidity. Monitored space once temperature or humidity exceeds the threshold, the GSM module send text messages to mobile phone to display temperature and humidity data, the administrator can work through the SMS remote control relay, and then start the related equipment heating, cooling, humidification, dehumidification, etc. Through experimental test, the system realized the remote monitoring and control of indoor temperature and humidity. System has a high accuracy, small size, stable performance, convenient and flexible, in smart home, crop management, warehousing, and other fields have a wide range of applications.

Keywords: temperature—humidity testing; temperature—humidity monitoring; GSM note

0 引言

随着科技的发展和进步, 人类与温湿度的关系越来越紧密。在传统的温湿度控制领域, 是以人力为主, 浪费了人力物力资源, 使得管理成本很大。采用基于手机短信的无线温湿度监控系统能让室内的温湿度监测及管理更加简单有效, 且管理的成本降低, 能让资源得到更好的运用。系统在智能家居、安防监控、农作物管理、仓储等领域有广泛的应用。

1 基于手机短信的无线温湿度监控系统总体设计

无线温湿度监控系统框图如图 1 所示。系统以单片机为控制核心, 使用温湿度传感器采集待测室内的温湿度数据, 使用 AT24C02 存储湿度的阈值, 若温湿度超过设置的阈值, 系统自动报警且会发信息给管理员手机报告目前温湿度数据, 管理员根据信息回复针对性的操作, 系统收到信息启动相应的工作。温湿度恢复正常后工作自动停止, 停止报警。采集的温湿度数据显示在显示屏上。

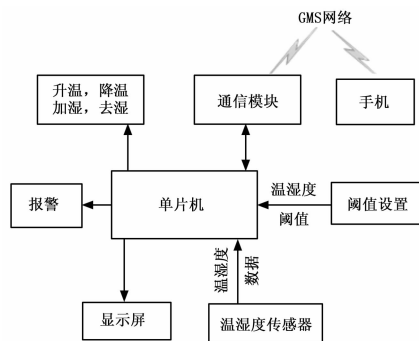


图 1 无线温湿度监控系统框图

2 硬件设计

2.1 控制芯片、温湿度检测、显示及无线通信芯片选择

系统选用 STC89C52 单片机为控制芯片, STC89C52 是一款低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器, 其主要特性: 8kB 程序存储空间、512B 数据存储空间、4kB 的 EEPROM 存储空间, 下载时, 使用串口能直接方便地下载^[1-2]。

系统的温湿度采集模块采用 DHT11 温湿度传感器。DHT11 是数字温湿度一体的传感器, 含电阻式感湿元件和 NTC 测温元件各一个, 它具有稳定性高和反应快等优点, 它的校准系数储存在内存中, 在处理信号时它会调用这些系数^[3], 具有体积小, 功耗低, 信号传输距离长等优点, 产品为 4 针单排引脚封装。它的接口使用单线串行, 它与单片机相连

收稿日期: 2016-09-28; 修回日期: 2016-11-02。

基金项目: 2015 年嘉应学院质量工程项目(415B0252); 2015 年嘉应学院教改重点项目(415B0361)。

作者简介: 曾素琼(1967-), 女, 广东五华人, 副教授, 硕士, 主要从事电路与系统、检测与自动控制及电子技术应用方向的研究。

简易方便^[4]。

系统的 GSM 模块设计采用 SIM900A, SIM900A 是双频 GSM/GPRS、紧凑型、高可靠性的无线模块^[5]。模块和用户移动应用的物理接口为 68 个贴片焊盘,提供了模块和客户电路板的所有硬件接口,其主串口和调试串口可以帮助用户轻松地进行开发应用。SIM900A 内嵌 TCP/IP 协议,扩展的 TCP/IP AT 命令让用户能够很容易使用 TCP/IP 协议,这些在用户做数据传输方面的应用时非常有用。该模块有 AT 指令集接口,支持文本和 PDU 模式的短消息等。常用工作模式有正常工作、掉电模式、最小功能模式等模式^[6-7]。

使用 LCD1602 液晶显示屏显示室内温湿度情况,能让管理员能更加直观的了解室内温湿度情况。LCD1602 是慢显示器件,它在执行每条指令之前,要先判断模块的忙标志是否为低电平,否则该指令会无效。需要显示字符之前,应先输入显示字符的地址^[8]。

2.2 系统的主控模块设计

主控模块结构框图如图 2 所示,单片机 STC89C52 作主控模块,它控制系统的运行,用其各个接口控制其他模块。单片机主控模块读取来自 DHT11 传感器的数据,把数据进行处理后,将其发送给 1602 液晶显示器,并连接其它部分模块。STC89C52 的 P0 口接晶振电路、复位电路^[9]及上拉电阻。晶振电路使用 12MHz 的晶振,给单片机提供工作信号(12 MHz)的脉冲,晶振两端各接一个 30 pF 的电容来减小谐波对电路的稳定性的影响。复位电路采用 RST 引脚接 10 uF 电容到 V_{CC}端,下接 10 kΩ 电阻到 GND 端组成,来实现系统开机自动复位。

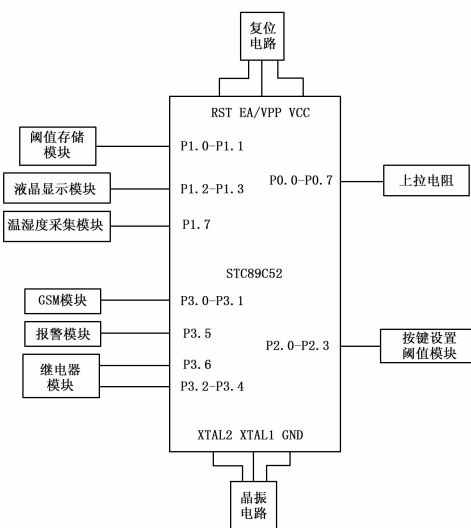


图 2 系统电路的硬件连接框图

3 系统主要硬件电路设计

3.1 阈值设置及存储模块设计

阈值设置模块采用 AT24C02 及按键组成。AT24C02 是一个 2k 位串行 COMS E2PROM,内部大小为 256B,使用 COMS 技术降低了产品的功耗,它有一个 16B 的写缓冲,通过集成电路总线接口进行操作^[10]。温湿度的阈值存储在 AT24C02 中,通过 S1~S4 按键调节并保存,其中 S1 为设置键 (SET),S2 为提升阈值键 (ADD),S3 为降低阈值键

(SUB),S4 为确认键 (OK),S1~S4 按键分别连接至单片机的 P2.0~P2.3 端,当按键按下时,单片机引脚接口会接收到低电平,程序上监测到低电平,则会执行相应的控制程序。

系统阈值存储电路图中,AT24C02 芯片的 WP 端接地,允许系统进行读/写操作,SCL (串行时钟)和 SDA (串行数据/地址)分别与单片机的 P1.0 和 P1.1 口相连,SCL 和 SDA 两端各接 10 kΩ 的上拉电阻,起到信号稳定的作用^[11]。

3.2 温湿度传感器模块设计

5 V 电源电压与引脚 1 (VDD) 相接;引脚 4 (GND) 接地;引脚 2 (DATA) 与单片机系统的 P2 口 (收发串行数据) 相连,发送串行数据,引脚 2 (DATA) 还与一个 10k 的电阻相连并接电源,该电阻是上拉电阻,起到信号稳定的作用。

DHT11 的引脚 DATA 用于 DHT11 与单片机之间的数据传送,4 ms 通讯一次并传输大小为 40bit 的数据,高位先出。数据格式:8bit 湿度整数数据+8bit 湿度小数数据+8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据+8bit 校验和。传输正确时校验和数据=(8bit 湿度整数数据+8bit 湿度小数数据+8bit 温度整数数据+8bit 温度小数数据)的末八位。

3.3 基于继电器模块的负载控制电路设计

系统的继电器模块设计采用电磁继电器为核心设计电路,以动、静触点的吸合、分离,实现接通和断开温湿度控制电路^[11]。

继电器模块电路如图 3 所示,当单片机引脚接口输出低电平,经过大小为 1 kΩ 的限流电阻 R₇,使三极管 Q₁ 导通,线圈通电,使衔铁的动、静触点吸合,使电路导通。无线温湿度监控系统的降温继电器和去湿继电器各自外接一个小风扇降温 and 去湿操作,升温继电器接一个加热片,加湿继电器接一个加湿器。D1 是 LED 灯 (额定电压为 3 V),而电源电压为 5 V,因此串联一个 2.2 k 的分压电阻,避免 LED 灯烧掉,当继电器断开时,会产生反向的电动势,因此使用一个 1N4148 二极管与线圈并联,通过二极管的分流达到保护电路的目的。

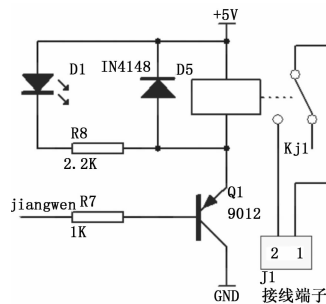


图 3 继电器模块电路

3.4 GSM 模块设计

GSM 模块电路如图 4 所示,由于 SIM900A 模块供电电压为 3.4~4.5 V^[5],而电源电压为 5 V,因此引脚 1 (V_{CC}) 串联一个 1N4007 二极管,该二极管的管压降为 0.7 V,降低后的电压为 4.3 V,正好给模块供电。引脚 1 (V_{CC}) 还与一个大小为 470 μF 的滤波电容相连,该电容使电路工作性能更加稳定。SIM900A 模块的 TXD 与单片机的 RXD 相接,模块的 RXD 与单片机的 TXD 相接,使单片机与模块可相互读写。

4 软件设计

软件设计包括:主程序、温湿度采集程序、GSM 发送和

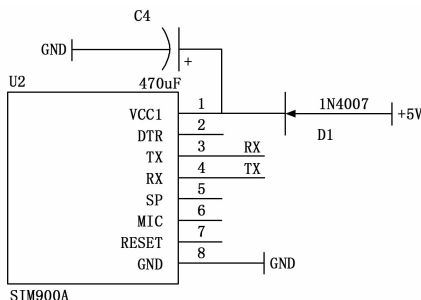


图 4 GSM 模块电路

处理短信程序、阈值设置程序、显示程序^[5]。

主程序流程图如图 5 所示，程序设计时首先对整个系统进行初始化（包含定时器、串口、液晶显示的初始化），设置短信格式，清理 GMS 接收缓存区，显示未读短信；系统从 EEPROM 中读取温湿度上下限值，系统读取从传感器模块采集到监控现场的温湿度信息，液晶显示屏显示温湿度，同时系统判断温湿度是否超出阈值并执行相应命令；系统检测按键是否

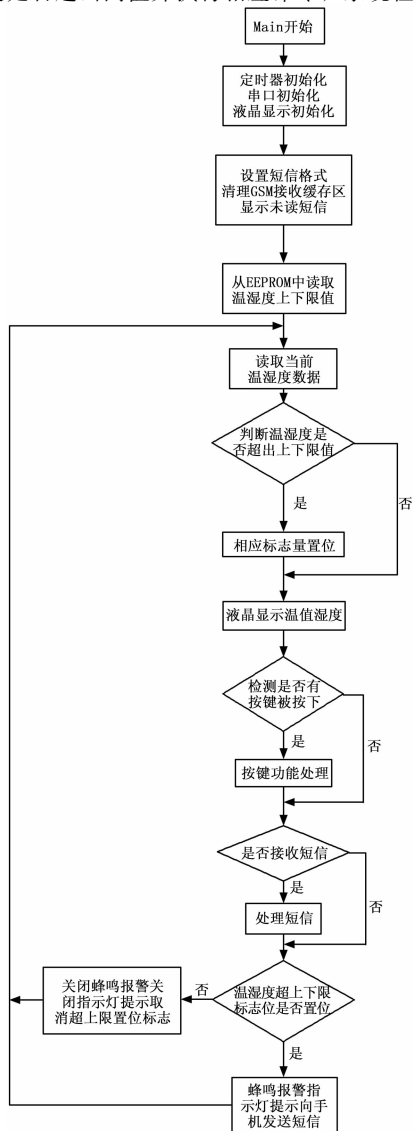


图 5 系统主程序流程图

按下，若按下执行按键功能（测温湿度、设置阈值等功能），按键没按下则继续等待；等待并判断是否接收短信，接收并处理短信，若系统判断温湿度超过上下限值，相应标志量置位，蜂鸣器报警、指示灯亮并向手机发送短信，若温湿度不超限，则关闭蜂鸣器、指示灯，并取消超限置位标志。

GSM 发送和处理短信程序流程图如图 6 所示。GSM 短信发送过程：GMS 发送开始，发送信息、指令和电话号码，程序作一定的延时，温湿度超过阈值时，即检测到接收数据包含“>”时，系统自动向管理员手机发送短信，短信内容包含当前温湿度情况及继电器情况；检测接收数据是否包含“ERROR”、“OK”字段，是“ERROR”则返回错误代码，是“OK”则返回成功代码。GSM 短信处理过程：GSM 短信处理开始，检测接收数据是否包含“kan”，若包含“kan”则向指定手机号发送温湿度阈值和继电器状态，若不包含“kan”则检测接收数据是否包含“JD”，若包含“JD”则根据 JD 后面的 4 个数控制继电器开关，若不包含“JD”则终止短信处理。管理员可发短信“JDxxxx”（x 为 0 或 1，0 为开，1 为关）来控制继电器的开关。平时管理员想了解室内温湿度情况也可发短信“kan”到系统，系统会自动回复当前温湿度情况给管理员。

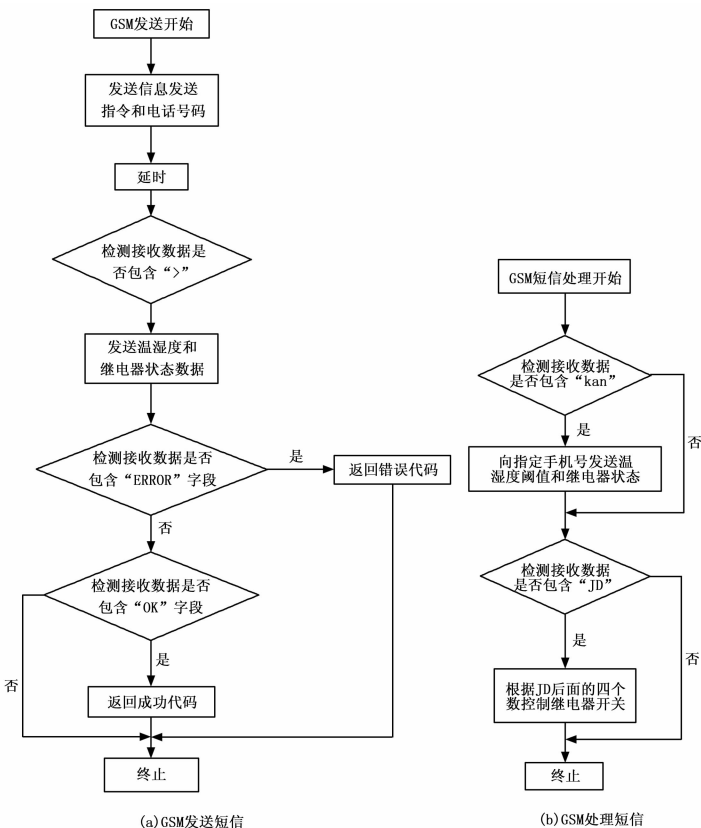


图 6 GSM 发送和处理短信程序流程图

5 系统测试与分析

系统测试包括：温湿度测试及精准度分析，显示界面是否正常，温湿度阈值设置及控制是否正常，继电器开关工作是否正常，短信发送、接收及短信处理（即系统接收信息后工作）是否正常。

系统。仿真试验表明，相比于传统的 PID 控制策略，ADRC 控制策略具有以下特性：

(1) 减小了系统超调量，提高了系统响应速度。相比于 PID 控制策略，ADRC 控制策略表现出更好的静、动态特性。

(2) 通过扩展状态观测器实时观测时变性参数和外部环境扰动的负面影响，并通过控制算法予以补偿，极大地提高了系统的鲁棒性。

参考文献：

[1] 田 华. 船载“动中通”定向天线控制系统的研究与开发 [D]. 西安：西安电子科技大学，2008.

[2] James Debruin. Establishing and Maintaining High-bandwidth Satellite Links During Vehicle Motion [J]. IEEE control magazine, 2008, 28 (1): 93-101.

[3] Xu H, Yao M, Shen X. Study on basic principles of tri-axial stabilization for flat SOTM on vehicle [J]. System Simulation and Scientific Computing . 2008, 47 (2): 1104-1109.

[4] 杜江鹏. 基于三轴自助跟踪平台的研究与实现 [D]. 南京：南京理工大学，2010.

(上接第 62 页)

系统温湿度阈值设置界面中，“TH”为温度上限，“TL”为温度下限，“HH”为湿度上限，“HL”为湿度下限，管理员可通过“+”，“-”按钮进行温湿度阈值设置，确定后按下“ok”按钮即可。若系统温湿度均没超出阈值，显示屏第二行显示“Good enviroment”，经测试系统阈值设置功能及显示界面正常。系统采集的室内温湿度超过阈值时，显示屏的第二行显示“It’s very hot!”，蜂鸣器报警，且系统会发送短信到管理员手机显示当前温湿度及继电器情况。系统发送短信给管理员后，管理员可根据温湿度情况，以系统回复短信的方式进行远程调节室内温湿度。温度超过阈值后系统发送短信给管理员。

继电器开关控制模块中，“JW”为降温继电器开关，“SW”为升温继电器开关，“QS”为去湿继电器开关，“JS”为加湿继电器开关。管理员通过按下“+”按钮进行开关继电器操作，继电器开启，“JW”从“OFF”变为“OK”，风扇开启，经测试继电器开关控制系统及显示界面正常。

系统收到管理员短信后会执行相关指令，实现远程控制，例如温度太高，系统接受短信后，降温风扇开启，直至温湿度达到阈值范围内，继电器会自动关闭。平时管理员也可发短信“kan”给系统，系统会自动回复当前温湿度情况给管理员。

系统经测试，无线监控各功能正常，只要有 GSM 信号的地方，管理员均能通过 GSM 无线远程监控系统。系统能正常采集温湿度数据，温度测量精度为±1℃，温湿度情况液晶显示界面正常；温湿度阈值设置及控制、继电器开关工作正常，短信发送、接收及系统收信息后工作正常。

6 结束语

系统是以 STC89C52 单片机为核心的无线温湿度监控系统，管理员可远程即时查看室内温湿度情况，当室内温度或湿

[5] 钱 健, 王维亚. 无刷直流电机模型的建立及控制系统仿真研究 [J]. 广西大学学报 (自然科学版), 1995, 20 (1): 73-77.

[6] Yu X H, Man Z H. Fast terminal sliding mode control design for Nonlinear Dynamical Systems [J]. IEEE transaction on Circuits and Systems: Fundamental Theory and Applications , 2002, 49 (2): 262-264.

[7] 韩京清. 自抗扰控制技术：估计补偿不确定因素的控制技术 [M]. 北京：国防工业出版社，2008.

[8] 韩京清. 非线性状态误差反馈控制律——NLSEF [J]. 控制与决策, 1995 (3).

[9] 孟凡东. 自抗扰控制器的设计与应用研究 [D]. 哈尔滨：哈尔滨理工大学，2009.

[10] Hikert J M. Inertially Stabilized Platform Technology [J]. IEEE Control Systems Magazine, 2008, 28 (1): 26-46.

[11] Lure A I, Postnikov V N. On the theory of stability of control systems [J]. Applied mathematics and mechanics, 2005, 8 (3).

[12] Han Jingqing. From PID to Active Disturbance Rejection Control [J]. Industrial Electronics, 2009, 56 (3): 900-906.

度超过系统设置的阈值时，系统自动启动报警，且系统自动发短信给管理员报告当前室内的温湿度情况。管理员可根据具体情况通过发短信指令给系统的方式远程控制系统，使得系统进行加温，降温，加湿，去湿等操作，直到室内温湿度重新回归正常，系统会自动停止报警，并且会自动终止管理员的操作指令。系统具有体积小、性能稳定、灵活方便等优点，可广泛地应用于在智能家居、农作物管理、仓储等领域。

参考文献：

[1] 薛 玲, 孙 曼, 张志会, 等. 基于单片机 STC89C52 的温湿度控制仪 [J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37 (7): 66-69.

[2] 申忠如, 张 倩. 单片微型计算机原理与接口技术 [M]. 西安：西安交通大学出版社，2013.

[3] 程 军. 传感器与实用检测技术 [M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2008.

[4] 谢自美. 电子线路设计·实验·测试 (第三版) [M]. 武汉：华中科技大学出版社，2010.

[5] 王明新. 基于 SIM900A 的 GSM 远程监控系统设计 [J]. 网络通讯及安全, 2014 (15): 26-43.

[6] 熊志金. 基于无线传感器网络的列车货物安全监测系统 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (8): 2102-2104.

[7] 纪文义, 张继成, 郑 萍, 等. 基于无线网络的农田灌溉智能监测系统 [J]. 农机化研究, 2013, 35 (10): 171-173.

[8] 于志赣, 刘国平, 张旭斌. 液显 LCD1602 模块的应用 [J]. 计算机技术应用, 2009, (3): 35-46.

[9] 曾素琼, 黄华杰. 基于单片机和 LabVIEW 的无线火灾监测系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 196 (1): 43-45.

[10] 宋德杰. AT24C02 在单片机中的应用 [J]. 单片机开发与应用, 2014, (4): 36-47.

[11] 于 眉. 电磁继电器知识及其应用 [J]. 名师导学, 2009, (4): 25-32.