



基于 SHT71 的温湿度无线远程监控系统

杨金生, 田志宏

(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要: 针对温室大棚的温湿度采集,提出了一种无线远程系统设计方案,介绍了系统结构和软硬件设计. 系统以 HT46R24 单片机为节点控制核心,采用了数字式微型智能传感器 SHT71,通过 GSM 网络与上位机进行无线数据通信. 当温湿度出现异常时,启动语音报警功能,控制通风装置进行环境温湿度调节. 上位机软件采用 VB 6.0 编写,实现了与温湿度采集节点的数据通信以及对采集到的数据进行处理、储存、分析等操作. 实验表明,系统运行稳定,具有很好的环境适应性.

关键词: HT46R24; SHT71; 温湿度; GTM900; GSM

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2009)02-0051-04

Wireless Remote Monitor System of Temperature and Humidity Based on SHT71

YANG Jin-sheng, TIAN Zhi-hong

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: A scheme to implement the wireless remote monitor system of temperature and humidity for greenhouse was put forward. The structure of the system and the key techniques of hardware and software design were introduced. Using a micro intelligent sensor SHT71 which was controlled by HT46R24, the temperature and humidity could be measured by monitor terminal, depending on GTM900 module to communicate with the upper personal computer through GSM wireless net. When abnormal circumstance happened, the audio alarm system could be enabled to broadcast the alarm contents and the ventilation device was activated to regulate environmental temperature and humidity. The upper PC software was programmed by mean of VB 6.0 and could communicate with the temperature/humidity controller node to implement the data processing, storage and analysis operation. Results show that this system needs no calibration and has good environment adaptability.

Keywords: HT46R24; SHT71; temperature and humidity; GTM900; GSM

温室作为农业生产的“工厂”在农业现代化发展中扮演着越来越重要的角色,其控制系统的精确与否将决定着农作物的产量和质量,而温湿度的测量又是温室控制系统精确运行的关键,所以设计一个高效、准确的温湿度测量系统是改善温室控制系统性能的前提条件^[1]. 在传统测量中,采用热电阻和湿敏元件等检测温度和湿度,输出是模拟信号,需 A/D 转换,使得测量电路复杂,带来了许多干扰,且数据处理麻烦^[2]. 为了提高测量精度,减少外界干扰,选择智能型数字式温湿度传感器 SHT71 作为温湿度测量芯片.

采用有线网络实现温湿度监测,会有布线麻烦、设备移动性不强等缺点,系统抗干扰能力差,当某一通信节点出现故障时,还会影响整个系统^[3]. 随着移动通信技术发展^[4-5],低成本、高精度、高可靠性的无线数据传输技术得到广泛应用,无线方式在传感器网络构建、维护方面有着与有线方式无可比拟的优势.

本文提出基于 SHT71 的温湿度监控方案,借助公共 GSM 网络,致力于解决数据采集点分散、覆盖面广、监控点移动、实时性要求较低的监控任务. 此外,系统采用模块化设计,可以根据需要设置节点.

收稿日期: 2008-08-28; 修回日期: 2008-12-03

作者简介: 杨金生(1983—),男,天津人,硕士研究生.

1 系统原理

采用 SHT71 传感器,每隔设定时间采集环境温度和湿度信息.当温度和湿度出现异常时,由报警模块进行语音报警,同时启动温湿度调节系统和除湿降温工作.单片机通过通信模块将温湿度数据信息以短消息的形式发送给上位机,上位机收到数据信息后经过判断,及时做出相应处理,控制启动或关闭通风设备.若在规定时间内温度或湿度未下降至安全范围,或者出现需要人为排除的故障时,系统按照规定的时间间隔向控制中心及管理人员发送报警短信息,同时上位机将故障信息保存到数据库中.管理人员还可以随时向系统发送短信息,查询实时温湿度数据,或修改报警温湿度、报警间隔等系统参数,实现随时随地有效监控与管理.系统总体结构如图 1 所示.

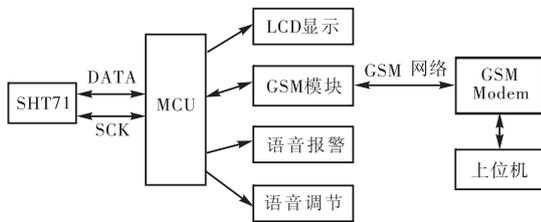


图 1 系统总体结构图

Fig.1 Diagram of system structure

2 硬件设计

单片机选用 HT46R24,其为 8 位高性能的 RISC 结构一次可编程型单片机,具有工作可靠和性价比高的特点,工作电压为 2.2~5.5 V,程序存储器为 8kB,数据存储器为 384 kB,有 23 个 I/O 口,2 个定时器,5 个中断源.HT46R24 硬件接口原理如图 2 所示.

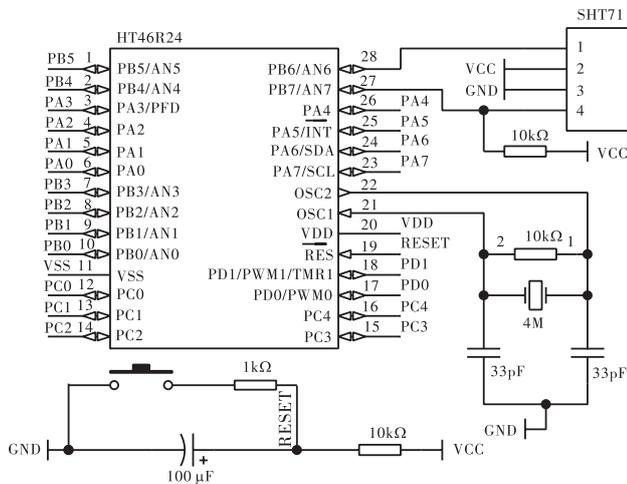


图 2 HT46R24 硬件接口原理

Fig.2 Interface circuit of HT46R24

2.1 数字温湿度传感器 SHT71

SHT71 是一款高度集成的数字式温湿度传感器芯片,有响应时间快、精度高(相对湿度精度为±3.0%,温度在 25℃时的精度为±0.40℃)、测量分辨率可编程设置(湿度 8/12 bit,温度 12/14 bit)、抗干扰能力强、低功耗等特点.此外,SHT71 数字式传感器具有 I²C 总线数字接口与循环冗余码校验(CRC)数据传输校验,可以方便地与其他微控制器系统直接相连,增加对传感器接口开发的方便性与可靠性.串行时钟输入 SCK 用于实现与 MCU 之间的通信同步,串行数据引脚 DATA 用于数据的输出和输入,微控制器可以在 SCK 的高电平段读取有效数据.

本系统设定传感器的测量分辨率为 8 位湿度和 12 位温度,分别对应 0.5% 和 0.04℃的测量分辨率,可以满足对温室大棚的测量要求^[6],同时也能实现测量节点的高速和超低功耗设计.为将传感器输出的数字量转换为直观的物理单位量,需要进行数据转换处理.SHT71 传感器的温度输出具有极好的线性,可用式(1)进行转换处理^[7].

$$t = d_1 + d_2 \cdot t_s \tag{1}$$

式中: t 为实际温度,℃; $d_1 = -40.00$ ℃; $d_2 = 0.04$ ℃; t_s 为传感器输出数字量.

SHT71 传感器的湿度输出呈一定的非线性,可用式(2)进行修正^[7].

$$H_1 = c_1 + c_2 \cdot H_s + c_3 \cdot H_s^2 \tag{2}$$

式中: H_1 为线性修正后的湿度; H_s 为传感器输出数字量;各系数分别为 $c_1 = -4$, $c_2 = 0.648$, $c_3 = -7.2 \times 10^{-4}$.

由于湿度计算公式是在参考温度 25℃时进行计算的,与实际温度可能存在显著不同,所以,应该进行温度修正,可用式(3)修正补偿^[7].

$$H_r = (t - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot H_s) + H_1 \tag{3}$$

式中: H_r 为修正后的湿度; t 为实际温度;对于 8 位测量精度,系数 $t_1 = 0.01$, $t_2 = 0.00128$.

2.2 GSM 通信模块

采用 GTM900 作为无线通信模块,串口通信方式,实现数据、语音传输和短消息服务,接口电路见图 3. PWON 信号为输入开机控制信号;RXD0(计算机的串口接收信号)和 TXD0(计算机的串口发送信号)引脚用于实现与单片机的通讯信;SIM_CD(输入 SIM 是否在位信号)、SIM_RST(输入 SIM 卡复位信号)、SIM_DATA(SIM 卡数据接口)、SIM_CLK(输出 SIM 卡时钟信号)、SIM_VCC(输出给 SIM 卡供电信号)、SIM_GND(SIM 卡接地信号)与 SIM 卡相应引脚相连.

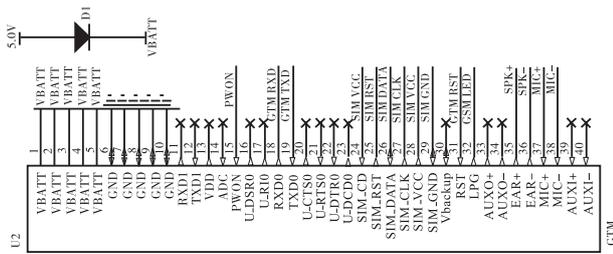


图3 GTM900接口电路
Fig.3 Interface circuit of GTM900

2.3 语言报警模块

ISD4004 语音芯片是单片语音录放集成电路. 它

采用 CMOS 技术, 内含晶体振荡器、防混叠滤波器、平滑滤波器、自动静噪、音频功率放大器及高密度多电平闪存存储阵列等, 因此只需很少的外围器件就可构成一个完整的语音录放系统^[8].

数据传输采用 SPI 接口方式, 采用四根 IO 口线就可以实现与 HT46R24 间的连接, 大大节省 IO 资源. 事先用语音芯片将语音录制好, 当温湿度发生异常时, 根据不同情况播放分段语音信号, 实现语音报警. 语音报警电路如图 4 所示.

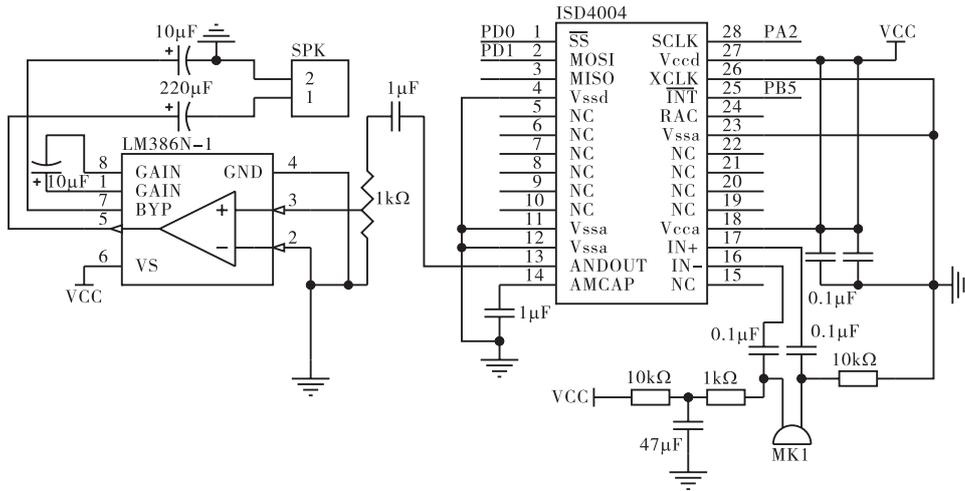


图4 语音报警电路
Fig.4 Design of audio alarm circuit

2.4 温湿度调节

使用风扇进行降温除湿控制, 风扇由继电器控制. 上位机可远程设定温湿度阈值, 单片机将采集到的温湿度数值与相关阈值进行比较, 从而采取相应控制措施, 语音报警的同时, 开启风扇, 进行降温. 在实际应用中, 根据情况还可以增设增湿、增温等装置.

系统首先考虑进行湿度调节. 若湿度在允许范围内, 则当温度高于上限值时进行降温, 当温度低于设定值时, 则进行升温操作; 若湿度不在允许范围内, 首先进行除湿或增湿操作, 待湿度达到要求后, 判定温度是否在允许范围内, 进行相应温度调节.

目前, 发送短消息常用 Text 和 PDU (Protocol Data Unit, 协议数据单元) 模式. Text 模式的代码简单, 实现起来十分容易, 缺点是不能收发中文短信; PDU 模式支持中文短信, 也能发送英文短信. PDU 模式收发短信可以使用 3 种编码: 7-bit、8-bit 和 UCS2 编码. 7-bit 编码用于发送普通的 ASCII 字符, 8-bit 编码通常用于发送数据消息, UCS2 编码用于发送 Unicode 字符^[9].

3 软件设计

3.1 GSM 短消息数据传输

3.1.1 AT 指令与 SMS 编码规则

HT46R24 或上位机软件与 GSM 模块之间采用 AT 指令实现通信. 与本系统相关的 AT 指令如表 1 所示.

表 1 AT 指令

Tab.1 AT command

AT 指令	功能
AT+CMGD	删除内存中的一条短消息
AT+CMGF	选择短消息格式(0 为 PDU; 1 为文本模式)
AT+CMGL	列出内存中指定类型的短消息
AT+CMGR	读取短消息
AT+CMGS	发送短消息
AT+CSCA	设置短消息中心地址

温湿度数据采集采用 Text 格式发送. 报警信息采用 PDU 格式发送. 所有 AT 指令的指令符号、常数、PDU 数据包等以 ASCII 编码形式传送^[10].

3.1.2 软件滤波算法与数据传输协议

温湿度数据的传输使用了 GSM 网络中的信令信道,每条短消息的内容长度不得超过 140 Byte,表 2 为采用的数据传输协议。

表 2 数据传输协议

Tab.2 Data transmission protocol

字段名称	长度/Byte	内容	描述
Header	1	\$	消息开始标志
Humidity	1	0~100	湿度值,只取整数部分
Temperature	2	0~100	温度值,整数和小数部分各占一个字节
Checksum	2	校验和	传输数据的差错校验
End	1	#	消息结束标志

每条短消息分别以“\$”和“#”作为消息的开始和结束,当上位机接收到一条消息后,计算温度和湿度数据的代数和并与 Checksum 字段值进行比较,如果校验和有误,上位机软件通过 GSM 模块申请下位机重新发送短消息,并丢弃错误信息。

考虑到传感器本身非线性误差的影响,在下位机数据采集部分加入软件滤波处理。每隔 5 s 采集一次温湿度数据,对采集到的数据去掉最大和最小的两个数据,然后分别对剩下的数据求算数平均数。最后根据设定的系统采集时间,按照传输协议的格式将温湿度两个参数发送给上位机。

3.2 上位机软件设计

上位机软件采用 VB6.0 编写,进行数据的分析、处理、储存等。上位机通过串口从 GSM 模块中读取短信数据之后,并将数据储存到数据库,实时显示最新数据。软件结构如图 5 所示。软件采用模块化设计方法,软件模块包括服务器设置模块、查询数据记录模块、查询历史数据模块、设置工作模式模块等。

系统全部数据存放在 Microsoft Access 数据库

表 3 温湿度数据测量结果

Tab.3 Measurement results of temperature and humidity

项目	实验序号										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
温度/℃	30.0	29.7	30.0	29.9	29.5	30.1	29.6	29.4	29.8	29.7	29.8
湿度/%	31	31	32	32	31	31	32	33	32	32	32

5 结 语

本文针对温室大棚的温湿度采集,提出了一种无线远程监控系统。系统以 HT46R24 单片机为控制核心,以 GSM 网络为通信平台、GSM 短消息服务为基础,通过收发短消息来实现对温湿度的实时控制、数

据采集等功能。建立 ODBC 数据源,应用 ODBC 访问数据库,通过 DAO 数据的对象即可访问数据库中的数据。

利用 MSComm 控件实现上位机串口通信功能的编程,控制通信设备,从而获取温湿度数据,修改系统参数,实现有效的监控与管理。

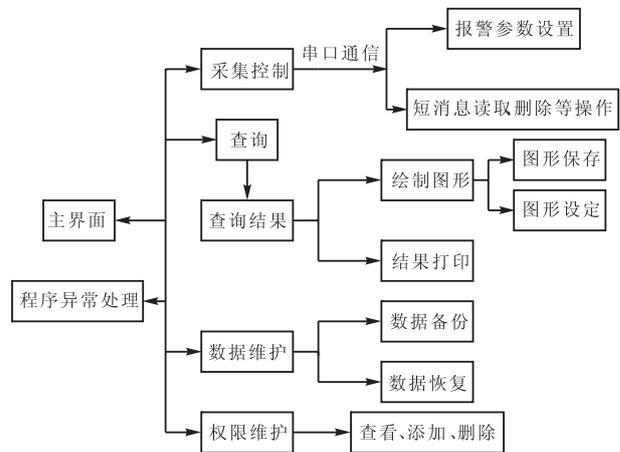


图 5 软件结构

Fig.5 Software structure

4 实 验

利用高精度恒温恒湿试验箱 HS-100 进行测试,试验箱的温度精度为±0.1℃,相对湿度精度为±2%。设定试验箱温度为 30℃,湿度为 31%;采集间隔为 1 min,进行 10 次采集并记录,实验结果见表 3。

从表 3 可以看出,系统采集到的温湿度数据重复性较好,实际测量数据与标准数据误差较小,温度为±0.2℃,湿度为±1%,满足使用要求。考虑到试验箱自身的精度,可以认为测量值与实际值之间的误差主要是来自传感器自身测量误差和试验箱,数据经 GSM 网络传输不会引入误差。

据采集等功能。选用 GSM 短消息服务作为温湿度数据采集通信方法,与常规无线通信相比,具有不需占用频点、干扰小、误码率低的优点,可以较好地解决采集点分散、覆盖面广的问题。

(下转第 62 页)