

Laboratory Temperature and Humidity Monitoring System Research Based on nRF905

Huijuan Zheng*, Yong Lei

Guizhou University, Guiyang
Email: *616380096@qq.com

Received: Nov. 21st, 2012; revised: Dec. 18th, 2012; accepted: Dec. 25th, 2012

Abstract: This paper SHT11 digital temperature and humidity sensors as the foundation, the design with nRF905 wireless rf transmission module and AT89C51 single-chip microcomputer as the core by upper machine and lower machine two parts constitute a laboratory temperature and humidity monitoring system. This system and communication between a machine developed by the design of the RS-232 interface circuit. After testing experiments show that the system not only has high precision and easy to operate, and other characteristics and has good real-time and stability.

Keywords: SHT11; AT89C51; Communication; nRF905

基于 nRF905 的实验室温湿度监测系统研究

郑慧娟*, 雷 勇

贵州大学, 贵阳
Email: *616380096@qq.com

收稿日期: 2012 年 11 月 21 日; 修回日期: 2012 年 12 月 18 日; 录用日期: 2012 年 12 月 25 日

摘 要: 本文以 SHT11 数字式温湿度传感器为基础, 设计了以 nRF905 无线射频传输模块和 AT89C51 单片机为核心的由上位机和下位机两部分构成实验室温湿度监控系统。本系统的上下位机之间通信采用自行研制设计的 RS-232 接口电路。经过测试实验证明, 该系统不仅具有精度高、操作方便等特点, 而且具有良好地实时性与稳定性。

关键词: SHT11; AT89C51; 通信; nRF905

1. 引言

温湿度一直以来都是影响实验结果的一个重要因素(例如, 温湿度对力学性能试验机实验结果的影响)。因此, 对实验室的温湿度进行合理有效的监测及控制, 具有十分重要的意义, 目前, 我国大多数仍采用人工监测的方法, 对温湿度检测的可靠性、实时性都很差。文献[1]提出了室温的多点测量方法, 但是系统总体设计比较复杂, 特别是与上位机之间的通信方

面, 本文以力学性能试验机实验室为对象, 采用自行研制设计的 RS-232 通信电路来进行上位机间的通信。设计了基于 nRF905 的实验室温湿度监测系统。

2. 系统总体设计

温湿度检测系统主要由: 温湿度传感器 SHT11; 以 AT89C51 单片机为核心的控制器; 无线收发器 nRF905; LCD 显示模块以及 PC 机等几部分构成。系统的总体结构图如图 1 所示。

数字式温湿度传感器 SHT11 将采集到的温湿度

*通讯作者。

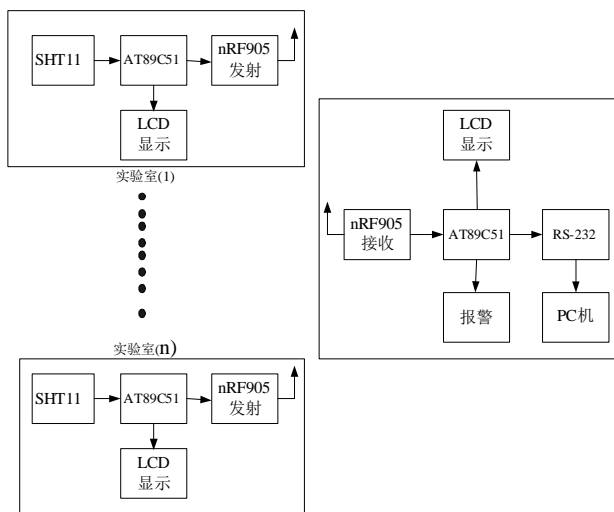


Figure 1. Overall system structure diagram
图 1. 系统总体结构图

信号传递给 AT89C51 单片机，由 LCD 进行实时的显示以及通过 nRF905 传送到监控中心。

3. 系统关键部分设计

3.1. 温湿度采集模块设计

SHT11 温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的复合传感器。它应用专利的工业 COMS 过程微加工技术，具有极高的可靠性与卓越的长期稳定性，传感器包括一个电容式聚合体测湿元件和一个能隙式测温元件，并与一个 14 位的 A/D 转换器以及串行接口电路在同一芯片上实现无缝连接。其内部结构图如图 2 所示。

两线制串行接口和内部基准电压，使系统集成变得简易快捷。超小的体积、极低的功耗，使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选择。SCK 线为单片机与 SHT11 之间的同步通信串行时钟输入线，DATA 线用于内部数据的输出和外部数据的输入。SHT11 与 AT89C51 单片机的接口连接图如图 3 所示。

DATA 线上加 10k 的上拉电阻，这样可以确保测量结果的精确度。若增加检测点，只需增加对应的 I/O 口及对程序进行稍加修改便可实现，因此，扩展十分灵活。

3.2. 无线传输与显示设计

nRF905 单片机无线收发器由一个完全集成的频调制器，一个带解调器的接收器，一个功率放大器及

晶体振荡器与调节器组成。nRF905 是实现高效、可靠无线数据传输的重要环节^[2-4]，nRF905 与单片机的接口连接电路如图 4 所示。

图 4 中，将 AT89C51 单片机的 P2.0~P2.2 与 nFR905 的模式接口相连，P2.4~P2.6 与 nFR905 的 SPI 接口相连，P3.2~P3.4 与 nFR905 的状态接口相连^[5-7]。其中 PWR_UP、TRX_CE、TX_EN 接口主要实现对 nRF905 的发射和接收等 4 种工作模式的控制，CSN、SCK、MOSI、MISO 接口主要实现对 nRF905 的数据传输

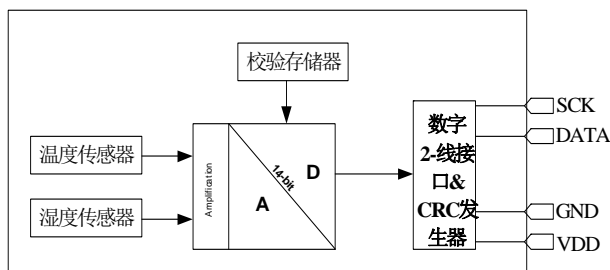


Figure 2. SHT11 internal structure
图 2. SHT11 内部结构图

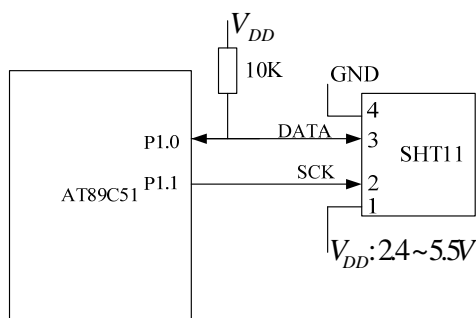


Figure 3. SHT11 and AT89C51 single-chip microcomputer interface connection diagram
图 3. SHT11 与 AT89C51 单片机的接口连接图

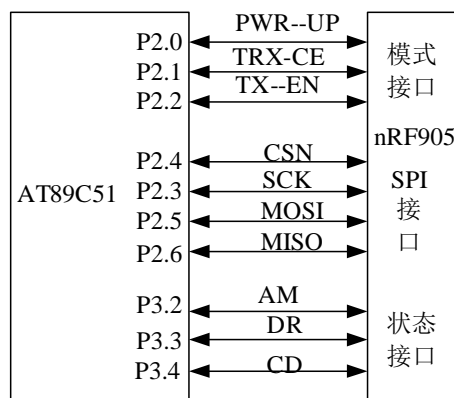


Figure 4. AT89C51 and nRF905 interface circuit
图 4. AT89C51 与 nRF905 接口电路

参数的设置和控制而 AM、CD、DR 状态接口中的 AM 接口用检测目的地址与本机地址是否相同，DR 接口用于判断数据收发是否完成，CD 接口用于 nRF905 的载波检测；系统的显示部分由性价比高、功耗低的 LCD1602 液晶显示模块组成，该模块的数据接口与 AT89C51 的 P1 口相连接，其中 P1.2 及 P1.3 分别用于控制液晶屏的读写操作，而温湿度数据通过 D0~D7 口并实时显示在液晶屏幕上^[8]为了解现场的温单片机 P0 口的 P0.0~P0.7 分别传递到 LCD1602 的湿度情况提供了直观的观测手段。

3.3. RS-232 无线通信设计

通常情况下，单片机与电脑的接口都是采用集成芯片 MAX232，为了降低系统的设计成本，这里采用自行设计的分立元件来搭建 RS232 电平转换电路，该电路结构简单设计巧妙用三极管实现 RS-232 转 TTL 电路其电路图如图 5 所示。

该电路的工作原理如下：

1) 从 TTL 转为 RS2323 电平，其中二极管与电容的作用使得在二极管 D1 与电容 C7 交接处的电压保持在 $-3V \sim -15V$ 。当 TXD 为“1” (TTL)时，Q3 截止，PCRXD 上的电压与 PCTXD 电压相等，也为 $-3V \sim -15V$ ，即“1” (RS232)当 TXD 为“0” (TTL)时，Q3 导通，则 PCRXD 电压约为 $+5V$ ，这个电压在 $+3V \sim +15V$ 之间，根据 RS232 电平，它是“0”即 TTL 的“1”经过这个电平转换电路后，RS2323 可以识别出它是“1”，还是“0”这就实现了从 TTL 到 RS232 的电平转换；

2) 从 RS232 转换为 TTL 电平，当 PCTXD 为“1”，即 $-3V \sim -15V$ 时，Q4 截止，此时 RXD 电压约为 $5V$ ，即“1”，当 PCTXD 为“0”时，Q4 导通，电压为 0，即为“0”电平。这样就简单的实现从 RS232 到 TTL 的电平转换。电路中的 D2 是为了防止 Q4 的 BE 反向击穿，TXD 的最低电压时 $15V$ ，Q4 的 BE 耐压是 $6V$ 左右。

4. 软件设计

系统软件设计采用模块化的设计方法^[9]系统软件设计主要包括：主程序、LCD 液晶显示程序、无线收发模块程序、上位机监控程序等几部分。限于篇幅，此处仅给出系统主程序流程图及无线收发模块程序流程图。图 6 为系统的主程序流程图，图 7 为 nRF905 收发数据程序流程图。

5. 系统实验

在室温为 $9.0^{\circ}C$ ，湿度为 $35.5\%RH$ 的环境中试运行该系统，每隔 10 min 记录一次数据，连续测量一个小时，实验数据如表 1 所示。

温湿度测量的数据不仅可以在 LCD1206 液晶显示模块上进行显示，还通过 nRF905 实时高效的传递到 PC 机，进行显示与汇总。图 8 为上位机温湿度实时显示图。

图中的黄实线代表被测时刻理想的温湿度，黑色的波浪线为实时的温湿度变化曲线。

从图 8 可以看出，该系统可以实时的反应实验室的温湿度变化情况，具有很高的实时性。

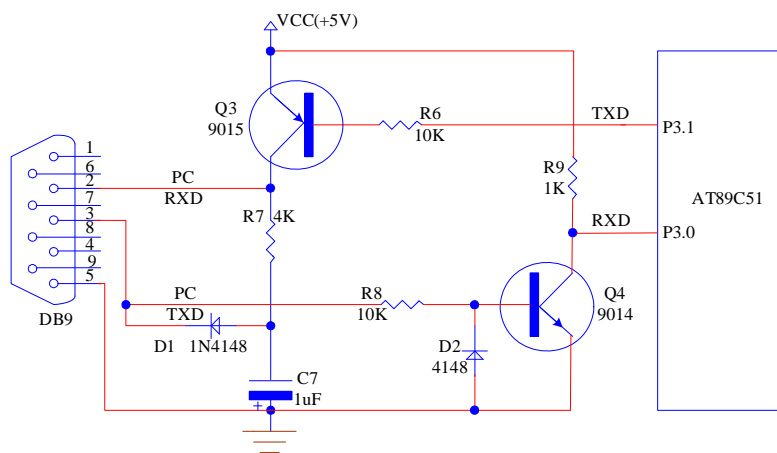


Figure 5. Single chip microcomputer and computer interface circuit diagram
图 5. 单片机与电脑接口电路图

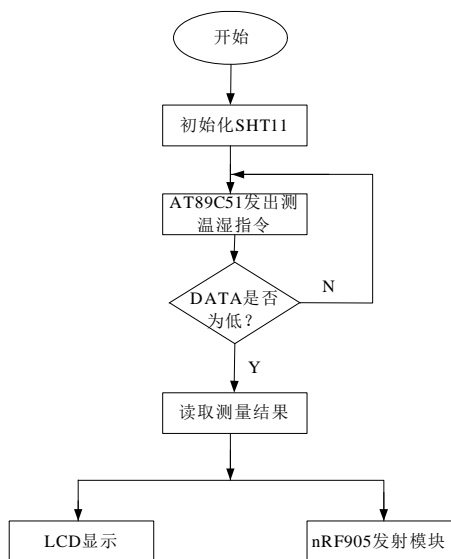


Figure 6. System main program flow chart
图 6. 系统主程序流程图

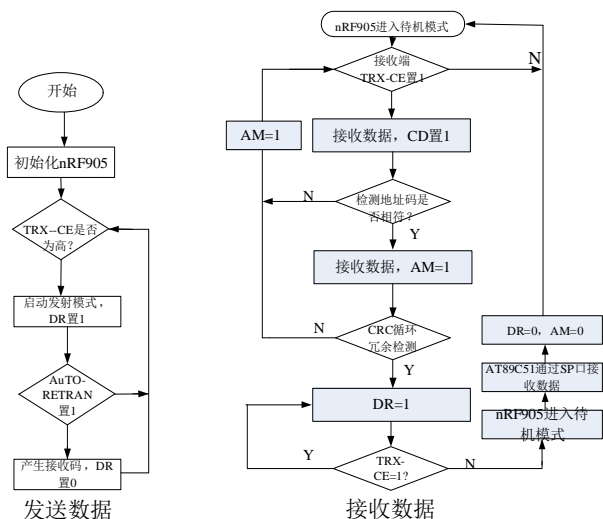


Figure 7. nRF905 sending and receiving data program flow chart
图 7. nRF905 收发数据程序流程图

Table 1. Temperature and humidity experimental measurement data

表 1. 温湿度实验测量数据

测量时刻	温度(°C)	湿度(%RH)
09:00	9.00	35.50
09:10	9.01	35.50
09:20	9.00	35.51
09:30	9.00	35.50
09:40	9.01	35.50
09:50	9.00	35.50
10:00	9.00	35.50

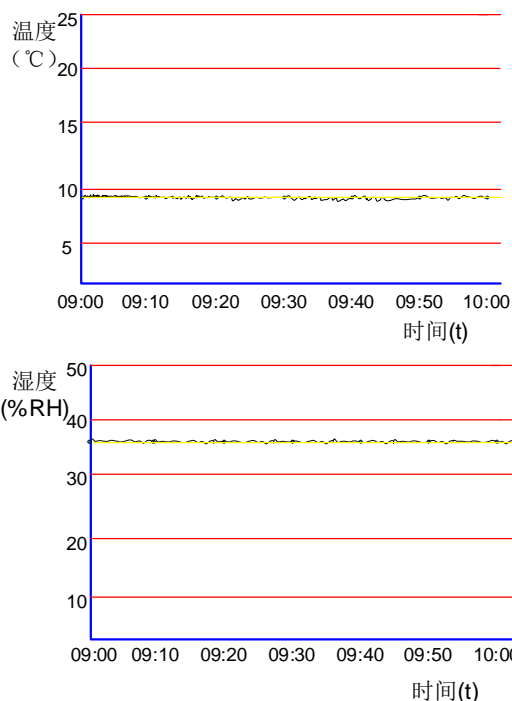


Figure 8. Epistatic machine temperature and humidity real-time mapping
图 8. 上位机温湿度实时显示图

6. 结束语

本文设计了基于 nRF905 无线通信模块的实验室温湿度监控系统, 采用 SHT11 数字式温湿度传感器对温湿度进行监测, 以 AT89C51 单片机为核心控制器^[1,10], 本文采用自行设计研制的 RS-232 串口通信接口电路不仅成本低而且系统结构简单。实验测试表明本系统具有较好的实时性与可靠性。

参考文献 (References)

- [1] 樊建明, 陈渊睿. 基于 SHT11 的温室多点测量系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2006, 25(11): 4-8.
- [2] 邵文冕. 基于 PLC 的温湿度检测仪的设计[J]. 煤矿机械, 2012, 33(8): 175-176.
- [3] 田素贞, 屈芳升. 基于单片机的粮仓温湿度检测系统的设计与研究[J]. 河南科学, 2012, 30(1): 91-93.
- [4] 李文仲. 短距离无线数据通信入门与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [5] 赵建华, 韩玉杰. 基于 nRF905 的温室无线数据传输系统[J]. 机电产品开发与创新, 2009, 22(6): 141-142.
- [6] 朱卫华. 基于单片射频收发器的无线数据采集系统设计[J]. 南华大学学报, 2003, 17(2): 6-8.
- [7] 韩磊, 张宇, 张国强, 贾志敏. 基于 nRF905 的陶瓷窑炉无线温度检测系统设计[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2009, 23(2): 107-108.
- [8] 张迎新. 单片机(微控制器)原理及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

基于 nRF905 的实验室温湿度监测系统研究

- 出版社, 2009.
- [9] 题原, 宋飞, 刘树东, 王艳春. 基于 nRF905 的无线温湿度检测与传输系统设计[J]. 化工自动化及仪表, 2010, 4(38): 404-406.
- [10] 安永宁, 李崇栋, 金磊. 基于 AT89C51 的倒车防撞预警系统的设计[J]. 机械工程与自动化, 2011, 6: 121-123.