

# 基于无线传输的车载温湿度测量系统设计

陈星晨, 张丽萍

(福州大学 机械工程及自动化学院, 福州 350116)

**摘要:** 为了克服传统温湿度静态点测量的局限性大、灵活性差的问题, 设计了一种基于无线传输的车载温湿度测量系统; 用户通过计算机来无线遥控小车, 可以进行人体无法进入或带有危险性质场所的温湿度测量; 使用了 DHT11 数字式温湿度传感器进行温湿度的测量, 并利用 NRF905 收发模块实现了数据的无线传输; 上位机采用 Labview 图形化开发工具, 控制面板上可以进行温湿度历史数据的查询, 以曲线、数字、量程三种不同的形式显示实时温湿度数据, 当温湿度超过预警值时能够报警, 同时能实时显示小车运动轨迹; 整个系统人机界面简洁, 系统工作稳定, 适应性强。

**关键词:** 无线传输; 动态点测量; 温湿度测量; Labview

## Design of Vehicle Temperature and Humidity Measuring System Based on Wireless Transmission

Chen Xingchen, Zhang Liping

(College of mechanical engineering and automation, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China)

**Abstract:** In order to overcome the limitation of the traditional temperature and humidity measurement and the problem of flexibility, a vehicle temperature and humidity measurement system based on wireless transmission is designed. The user is able to use the computer to control the car remotely by wireless commands, which can measure the temperature and humidity in some place where people can not enter or in hazardous conditions. The DHT11 digital temperature and humidity sensor is used to measure the temperature and humidity, and the wireless transmission of data is realized by using the NRF905 transceiver module. PC uses Labview graphical development tools to write programs, the user can check the temperature and humidity history data in the control panel, and which displays real-time temperature and humidity data in three different forms, curve, digital and range, when the temperature and humidity exceeds the warning value, the utility model can alarm, and the track of the car can be displayed in real time. The man-machine interface of the whole system is simple, the system is stable, and the adaptability is strong.

**Keywords:** wireless transmission; wireless remote control; temperature and humidity measurement; Labview

## 0 引言

温度和湿度是工业生产、仓储技术、农林牧业、家居生活中的一个非常重要的参数。它影响着我们生活的方方面面。经过调查和查询相关资料发现, 单个静态点温湿度的测量<sup>[1]</sup>和多个静态点温湿度的测量<sup>[2]</sup>都已经有了较多的研究成果, 并且测量方法<sup>[3]</sup>也有了很大提升。但也存在一些问题, 有线的温湿度采集系统, 布线成本高, 后期改造困难; 而智能化的温湿度无线监控系统造价较高, 特别是在测量点比较多的情况。为此本文设计了将无线遥控小车作为载具, 搭乘温湿度测量装置, 用户可通过 PC 机操控小车并通过无线的方式获得温湿度数据, 将温湿度的静态点检测变为一定范围内动态点检测, 具有较高的灵活性和适应性。

## 1 基于无线传输的车载温湿度测量装置总体方案设计

基于无线传输的温湿度测量仪由两个部分构成: 小车部分

和 PC 机部分。小车部分由温湿度传感器 DHT11, 单片机 STC89C52RC, 液晶显示屏 LCD1602, NRF905 无线收发模块<sup>[4]</sup>, 小车组件(含底盘、车轮和直流电机等)、电机驱动模块 L298N 组成。PC 机部分由单片机 STC89C52RC, NRF905 无线收发模块, PL2303 模块以及 PC 机组成。

对小车轨迹进行控制时, PC 机部分作为小车控制指令发射端。用户通过操作上位机控制面板发送动作信号给单片机, 再由单片机控制无线模块传输数据。小车部分无线模块接收来自 PC 机的小车动作信号并传送给车载的单片机, 单片机根据信号对电机驱动模块发出控制指令, 进而驱动电机, 实现运动。执行温湿度数据信号采集功能时, 小车部分作为数据信号发送端, 通过 DHT11 采集现场温湿度信号, 将测得信号发送给单片机 STC89C52RC, 单片机将收到的温湿度信号传送给无线模块 NRF905 并显示在液晶显示屏 LCD1602 上, PC 机部分则通过无线模块 NRF905 接收现场传来的信号后, 通过单片机和 PL2303 模块转换信号传输给 PC 机进行显示和处理。系统的方块图如图 1 所示。

## 2 硬件设计

### 2.1 车载端电路

小车端电路需要实现的功能: 温湿度数据信号的采集、显示和传输; 小车控制信号的接收以及小车驱动。设计中使用的 DHT11 温湿度传感器来采集数据信号, 液晶显示屏 LCD1602

收稿日期: 2016-11-22; 修回日期: 2016-12-15。

**作者简介:** 陈星晨(1993-), 男, 宁德人, 硕士研究生, 主要从事太赫兹, 无损检测, 激光加工等方向的研究。

**通讯作者:** 张丽萍(1972-), 女, 莆田人, 博士, 副教授, 主要从事自动检测方向的研究。

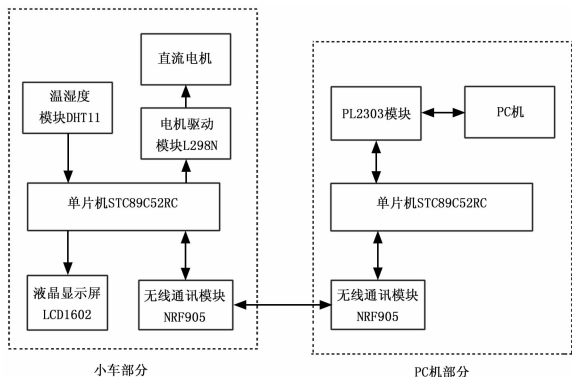


图 1 系统的方块图

显示采集到的温湿度数据, NRF905 无线模块来发送温湿度数据信号并且接收来自上位机的小车控制信号, L298N 电机驱动模块<sup>[5]</sup>用于驱动小车两个车轮的直流电机。

单片机 STC89C52RC 的电源电压是 5 V, NRF905 无线模块的电源电压是 3.3 V, 采用降压芯片 AMS1117-3.3 V 来满足 NRF905 无线模块的供电需求。主控芯片和与无线传输模块 NRF905 之间采用 I/O 口模拟 SPI 进行控制, 其通讯采用 Master 与 Slave 结合的框架模式实现串行数据线 MOSI 与 MISO 的数据通讯。其中 NRF905 芯片选用 430MHzISM 工作频段, 配合内置的无线通讯协议和 CRC 校验功能, 可以自动完成编码解码功能, 另外, 由于该芯片拥有较强的抗干扰能力强, 受环境影响小的高斯频移键控调制方式, 使其在复杂的环境中通信无碍<sup>[4]</sup>。小车端无线传输电路和电机驱动电路如图 2 和图 3 所示。

### 2.2 PC 机端电路

PC 机端电路需要实现的功能: 温湿度信号的接收和控制

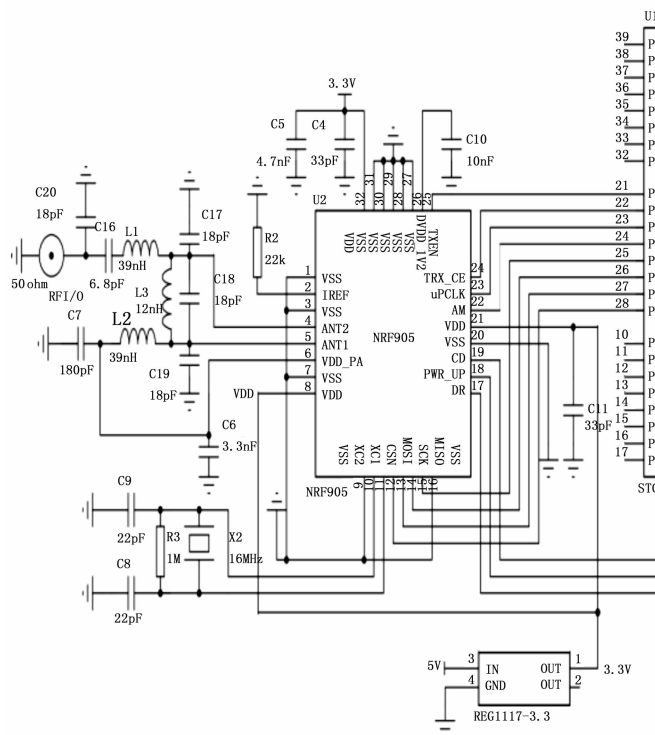


图 2 小车端无线传输电路图

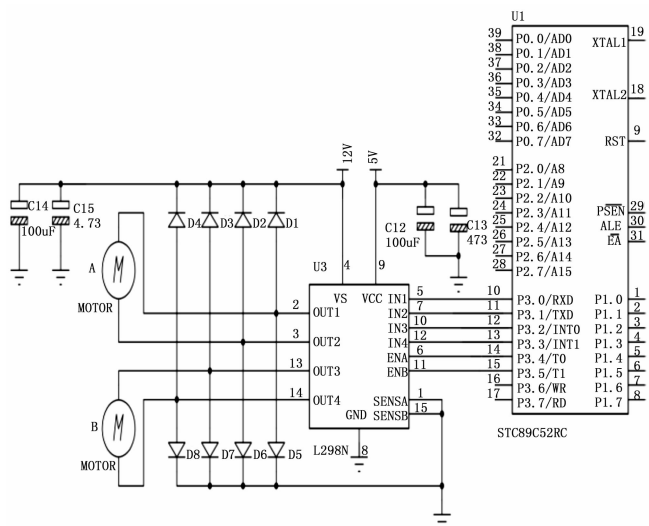


图 3 小车端电机驱动电路图

指令的发送。设计中采用 NRF905 无线模块接收温湿度信号并且发送小车控制指令信号, 单片机与 PC 机之间的串口通讯使用 PL2303 模块<sup>[6]</sup>来实现。NRF905 无线模块的接线同车载端电路相同, 可参见小车端的无线传输电路, 串口通讯电路如图 4 所示。

## 3 软件设计

### 3.1 下位机无线传输软件设计

在设计中车载端和 PC 机端都需要发送和接收数据信号, 无线传输程序首先需要对 NRF905 无线模块进行初始化<sup>[7]</sup>和寄存器配置, 配置频段在 430MHz, 输出功率为 10db。芯片

ShockBurst RX 接收模式与 ShockBurst TX 发送模式的切换只需控制上电控制引脚 PWR\_UP、芯片状态标志位引脚 TRX\_CE, 模式设定引脚 TX\_EN 这三个引脚就能够完成。在 ShockBurst TX 发送模式中, 设置 TRX\_CE=0、TX\_EN=1 以及 PWR\_UP=1, 使得芯片处于空闲状态, 待有数据发送时, 通过 I/O 口模拟 SPI 总线将接收信息的微控制器地址和数据发送给 NRF905, 再使得端口 TRX\_CE=0, 激活 ShockBurst TX 模式。此时, NRF905 将校验信息与数据合并打包发送, 待数据就绪引脚 DR=1 时, 表示数据发送成功, 将引脚 TRX\_CE 置低, 返回初始状态。在 ShockBurst RX 接收模式中, 先设置芯片为空闲等待模式。当引脚 TRX\_CE=1, 进入数据接收模式。延时 650 μs 等待数据接收, 随后检测总线载波信号, 当检测到信号时, 载波检测标志位 CD 置高。接收地址与数据地址匹配相同时, 引脚 AM 置高。等到 CD 和 AM 引脚都置高时, 开始接收传输数据, 接收完毕后, 进行 CRC 位校验, 校验正确后引脚 DR 自动置高表示数据信号正确且接收成功, 此时

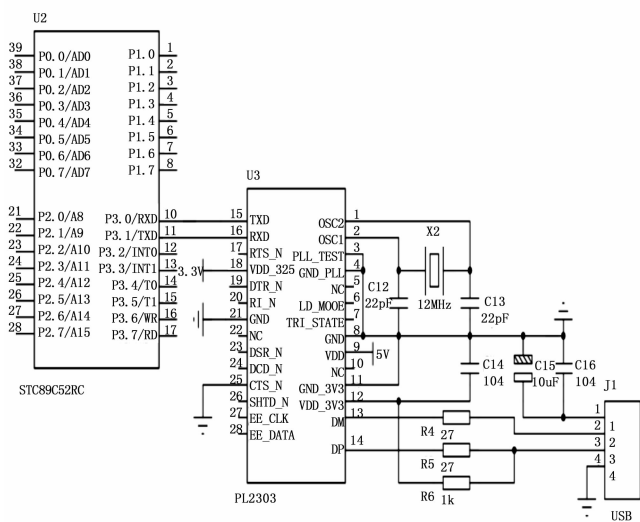


图 4 PC 机端串口通讯电路图

将 TRX\_CE 引脚置低进入空闲模式等待下一次数据接收。

数据的交换采用载波监听 (CSMA)<sup>[7]</sup> 的方法来保证系统有效运行。在发送数据信号时, 采用载波检测的方法防止单片机部分和 PC 机部分同时发送无线数据造成信道冲突。在发送数据前, 单片机需要先判断无线模块 CD 引脚是否为高电平, 若为低电平, 说明空间中不存在同频率的载波, 可以立即发送数据; 若为高电平, 说明空间中存在相同频率的载波, 需要避免一段时间再尝试发送数据。避免时间的选择采用非坚持算法<sup>[7]</sup>, 即等待一个由概率分布决定的随机重发延迟时间 (延时时间是由程序产生的随机数), 再监测无线模块 NRF905 的 CD 引脚的电平, 进而决定发送数据或者是再进行随机延时。采用随机的重发延迟时间可以减少数据发送过程中产生信道冲突发生的可能性, 避免程序运行周期接近导致的反复数据丢失。无线传输的发送流程图如图 5 所示, 无线传输的接收流程图如图 6 所示。

### 3.2 上位机软件设计

上位机采用 Labview 编写, Labview 程序由程序框图和前面板组成。前面板是用户和程序交互使用的界面。程序框图写出的代码能够通过前面板以图形的方式显示出来, 利于用户直观地理解各种界面的功能<sup>[8]</sup>。为了界面简洁, 便于操作, 采用了如图 7 的软件程序结构。

该软件系统主要包括以下功能:

- 1) 从下位机采集到温湿度数据, 并对数据进行处理和显示;
- 2) 将采集到的数据连接到文本中, 进行数据存储;
- 3) 发送对小车的控制信号, 并显示小车运行轨迹;
- 4) 提供一个人机交互的界面以选择需要调整的参数和功能 (小车控制或监测状态, 温湿度预警值)。

小车运行轨迹的计算是采用相对坐标的方法。假设小车运行时间为  $t$ , 直线速度为  $v$ , 旋转角速度为  $\omega$ 。初始位置的坐标设定为  $(x_0, y_0)$ , 小车位置的坐标为  $(x_1, y_1)$ 。

前进和后退按键所对应的小车位置坐标为:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 \pm v \cdot t \\ y_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

左右旋转按键所对应的小车位置坐标为:

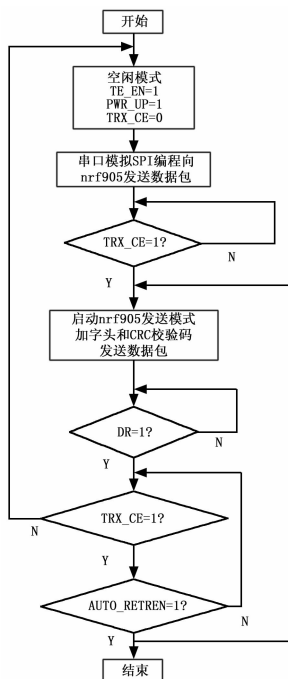


图 5 无线传输发送流程图

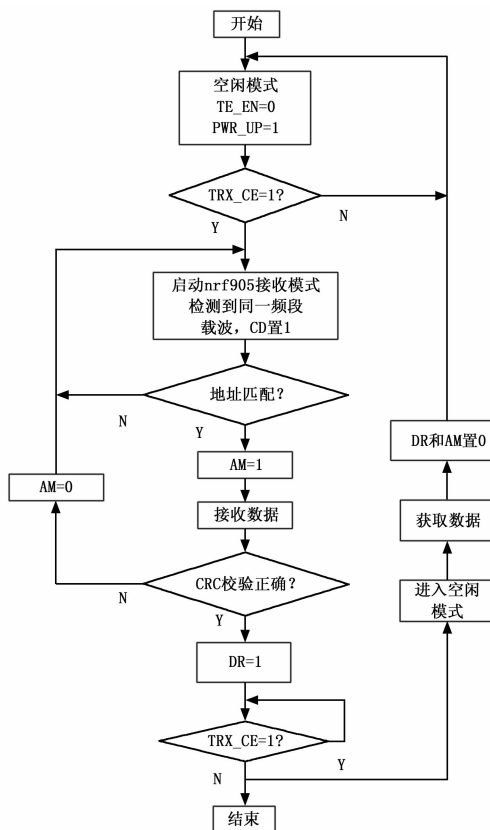


图 6 无线传输接收流程图

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 + vt \cdot \cos\omega t \\ y_0 + vt \cdot \sin\omega t \end{bmatrix} \quad (2)$$

每次运动完成后, 将小车运动结束位置设置为新的初始位

(下转第 48 页)

