

刘琪芳,刘振宇,王前鹏. 基于 nRF905 与 SIM300 的田间无线多节点远程监测系统设计[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):404-407.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.117

# 基于 nRF905 与 SIM300 的田间无线多节点远程监测系统设计

刘琪芳,刘振宇,王前鹏

(山西农业大学信息科学与工程学院,山西太谷 030801)

**摘要:**为了实现农作物生长环境监测,针对传统有线数据采集距离短和成本高的缺点,利用远近距离无线数据传输技术相结合的方法实现田间环境测量。系统首先基于 nRF905 芯片建立节点间短距离无线传输网络,基于此路由节点再通过 SIM300 建立 GPRS/Internet 网络实现数据信息远距离无线数据传输,从而实现田间环境信息的远程监测和记录,为农业种植、灌溉等生产提供有效信息。最后,系统在开阔地与有障碍物的室内进行试验,结果表明系统运行稳定能获得较好的测量结果,并在 130 m 与 80 m 内的数据传输丢包率不高于 10%,满足测量环境对系统的设计要求。

**关键词:**多节点;nRF905;SIM300;GPRS;远程监测

**中图分类号:** TP274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0404-04

目前农业生产发展的新趋势是精准农业,它利用信息技术在农业保护土壤水分流失、肥力控制、农业病虫害监测等方面可以取得良好的经济与环境效益。由于农作物种植具有受环境影响大、种植面积广、实时监测困难等特点,对精准农业核心问题之一的数据获取监测系统研究具有极其重要的研究价值。传统的方法是在田间铺设光纤电缆,但是它不利于作物的耕种,成本造价昂贵,监测范围有限,不能真正意义地面向广大的农业种植<sup>[1]</sup>。通用无线分组技术 GPRS (general packet radio service) 可以实现数据的接发分组功能,具有高速数据处理的特点,可以满足田间信息数据传输频繁、数据传输量较小、布线成本高等问题<sup>[2-4]</sup>。同时,为了满足便于安装、小型化及低成本等要求,本研究利用具有低成本、控制灵活特点的单片机为核心控制器,建立近距离与远程无线传输技术相结合的无线传感传输网络,利用 nRF 905/GPRS 通信模块实现田间作物生长环境数据获取与远程传输。

## 1 系统结构与原理

本系统主要包括节点获取系统与无线传输系统两大部分。节点获取系统主要通过终端节点利用传感器获取田间环境信息数据。无线传输系统主要包括终端节点与路由节点间的近距离数据无线传输,路由节点与上位机远距离数据无线传输 2 个部分。其中,路由节点与上位机通信通过 GPRS 无线传输网络将获取的数据信息上传到远端监控设备,并且可以满足多个终端节点的加入。为了避免终端节点间通信数据丢失的问题,该系统通过上位机向路由节点发信息控制接收数据的终端节点,从而保证节点间通信的可靠性。系统结构示意图如图 1 所示。

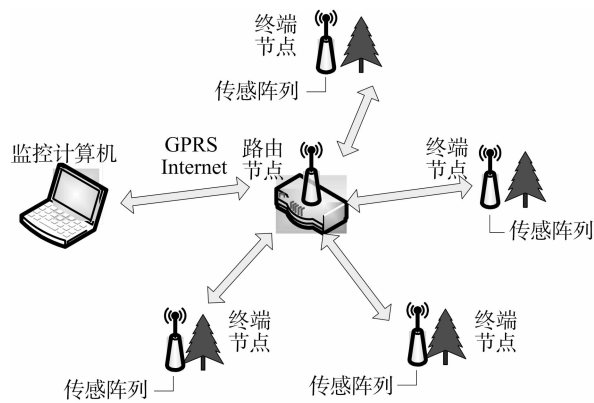


图1 系统结构示意图

## 2 硬件设计

系统的硬件部分主要包括终端节点数据获取电路与路由节点无线传输电路 2 个部分。

### 2.1 数据获取硬件电路设计

终端节点数据获取系统主要由 AD 转换电路、nRF905 无线传输芯片、传感器组合及主控芯片 AT89S52 构成。主控芯片与无线传输芯片 nRF905 之间采用全双工同步串行 SPI 总线实现通信,其通信采用 Master 与 Slave 结合的构架模式实现串行数据线 MOSI 与 MISO 的数据通信。其中,nRF905 芯片选用 433 MHz ISM 工作频段,配合内置的无线通信协议和 CRC 校验功能,可以自动完成编码解码功能。另外,由于该芯片采用具有抗干扰能力强、受环境影响小的高斯频移键控调制方式,使其在田间开阔式的环境中通信无碍。此节点传感器主要包括 HSTL-FS01 型号风向风速传感器,具有抗电解性的不锈钢探针土壤水分传感器(其工作频率在 100 MHz,响应时间 < 1 s),空气温湿度传感器(其工作环境为湿度 0 ~ 100% RH,温度 - 40 ~ 123.8 °C 内)及数字光照度传感器等<sup>[5-6]</sup>。

收稿日期:2015-11-21

基金项目:国家“863”高技术研究发展计划(编号:2013AA102306)。

作者简介:刘琪芳(1981—),女,山西太谷人,博士,讲师,主要从事信号获取与处理等方向的研究。E-mail:anqi1016@163.com。

## 2.2 无线传输硬件电路设计

路由节点无线传输硬件电路主要由 nRF905 无线传输收发芯片、SIM300 模块及 STC12C5A60S2 微控制器构成,其硬件电路主要结构如图 2 所示。该节点功能通过短距离无线传输 nRF905 芯片接收采集的传感器数据信息,再通过 SIM300

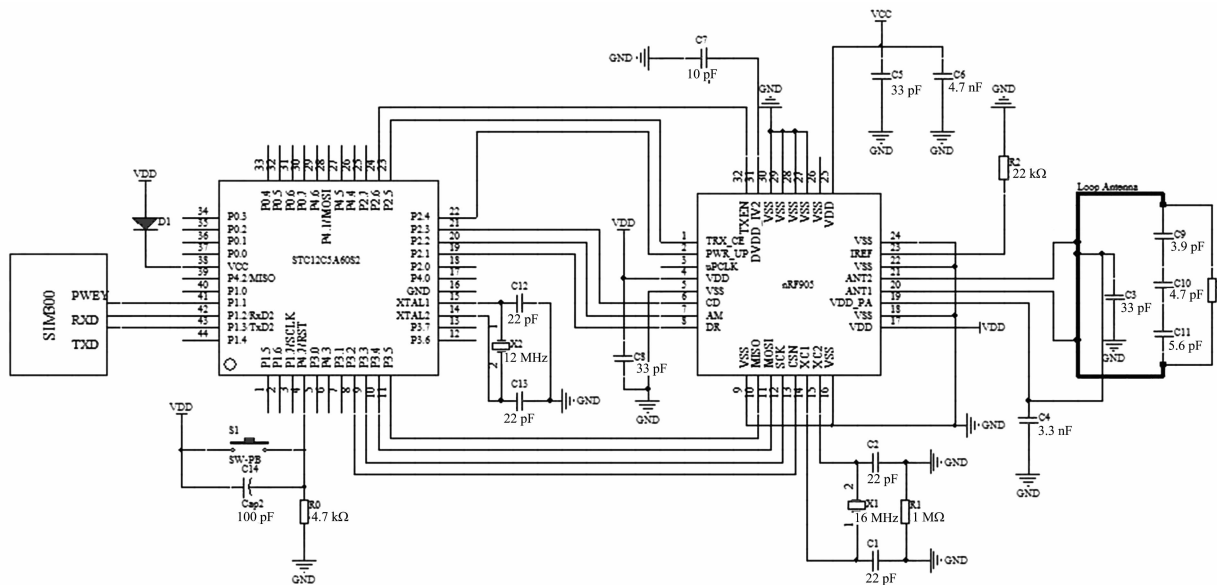


图2 路由节点电路原理

### 2.3 电源

系统总的电源是通过太阳能光伏电板和市电共同供电,节点电源的设计主要包括 SIM300 和 nRF905 芯片电源供电 2 个部分<sup>[7]</sup>。其中,需要提供输出电流为 2 A,输出为 3.4 ~ 4.5 V 区间范围的单电压信号为 SIM300 模块供电。为了匹配模块供电电源,系统选用 MIC29302 稳压芯片提供 4 V/3 A 的电源参数,可以较好地满足模块工作的要求。另外,系统选用低压差线性稳压芯片 AMS1117 为 nRF905 提供稳定的 3.3 V 供电电压,并具有过流、过热保护,其电压输出精度在  $\pm 1\%$  内。

### 3 软件设计

### 3.1 无线传输软件设计

无线传输软件设计主要包括节点间近距离数据传输软件设计与 GPRS 远距离数据传输软件设计 2 个部分<sup>[8]</sup>。节点间数据传输主要是利用无线传输芯片 nRF905 来通信<sup>[9]</sup>。nRF905 无线传输功能主要利用内部集成的高速数据传输 ShockBurst 技术,由 ShockBurst RX 接收模式与 ShockBurst TX 发送模式构成,其工作模式的选择由上电控制引脚 PWR\_UP、芯片状态标志位引脚 TRX\_CE、模式设定引脚 TX\_EN 3 个引脚决定。在 ShockBurst TX 模式中,首先设置 TRX\_CE = 0、TX\_EN = 1 和 PWR\_UP = 1,令其处于空闲模式,待有数据发送时,通过 SPI 总线将接收信息的微控制器地址和数据发送给 nRF905,端口 TRX\_CE = 1 时,激活 ShockBurst TX 模式。此时,nRF905 将校验信息与数据合并打包发送,通过引脚 DR 信息判断数据是否发送成功,如果发送成功,引脚 TRX\_CE 置低,返回初始状态。在 ShockBurst RX 模式中,先设定空闲等待模式,当引脚 TRX\_CE = 1,进入数据接收模式。延时 650

无线模块串口实现远距离的数据传输。其中, SIM300 内置强大 GPRS 功能, 支持 TCP/IP 协议, 可以通过 RS232 串口通信方式接收来自微控制器的 AT 指令。上电后用户不需要配置通信协议, 可以直接建立 GPRS 网络链接实时收发远端监测设备的数据信息, 快速实现数据通信与传输。

$\mu\text{s}$  后监测总线载波信号,当监测到信号,载波监测标志位 CD 置高。当上传信号地址匹配相同,开启接收模式,此时引脚 AM 置为 1。接收完毕时,进行 CRC 位校验,数据准备就绪引脚 DR 置高;判断引脚 TRX\_CE 状态,置低进入空闲模式等待下一次数据接收,置高继续监听与接收总线数据。nRF905 内部结构示意图及引脚说明如图 3 所示。

终端节点工作时,先配置 nRF905 芯片中 DR、AM、CD 及 MISO 等引脚,状态寄存器模式及 CRC 位校验信息,接着配置频段为 430 MHz,输出功率为 10 dB,设定芯片接收与发送有效数据长度分别为 4 bp 和 32 bp。当终端节点接收到向路由节点回传数据指令时,进入中断服务响应读取数据并判断数据的有效性。如果数据有效,将数据保存到数组 TX\_RX\_PLAYLOAD 中打包发送,完成后将此时节点状态设置为接收状态,为下一次接收做准备。

路由节点工作时,先按照终端节点配置 nRF905 芯片参数,接着配置 SIM300 模块串口、定时器等引脚及寄存器参数<sup>[7]</sup>。当进入工作状态时,先进行与模块握手判断,判断是否收到模块返回并显示命令。接着,通过指令 AT + CREG 检测是否注册到服务商,成功后进入链接状态。为了防止之前节点工作未关闭服务器造成链接失败,链接前先通过指令 AT + CIPCLOSE 与 AT + CIPSHUT 关闭先前的链接状态。随后,向模块发送“AT + CLPORT = \”TCP\“, \”2022\“指令指定本地端口,并利用 AT + CIPHEAD = 1 指令添加数据 IP 头“+ IPD(数据长度)”。接着,查询标志位 flg\_DNS 状态判断服务器链接。当 flg\_DNS = 1 时,通过 AT + CDNSORIP 指令选择域名连接服务器链接状态,并通过 AT + CIPSTART 指令设定链接服务器域名及端口号;当 flg\_DNS = 0 时,通过 AT + CIPSTART 指令设定 IP 服务器域名及端口号。如果链接成

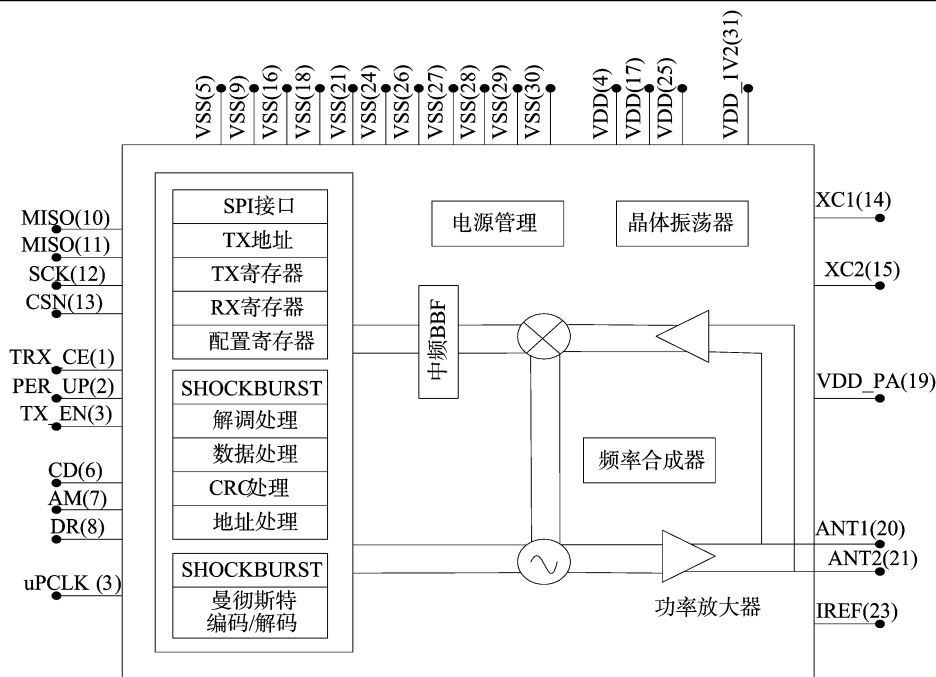


图3 nRF905内部结构示意图

功,模块可以检测到“CONNECT OK”,单片机便可以通过 AT + CIPSEND 指令进行数据通信。

### 3.2 上位机软件设计

系统基于 Microsoft Winsock Control 控件实现服务器端网络通信、数据存储及数据显示等功能。其中,网络链接与监听前,为了保证当前数据获取的有效性,避免运行错误,需要对其之前的链接及监听状态进行关闭。然后,对本地计算机名、IP 地址及端口号初始化,并开启端口监听模式。当接收到下位机链接请求时,触发 Winsock 的 Connection Request 事件,利用 Accept 属性建立通信连接。链接成功后,数据上传触发 Winsock 的 Data Arrival 事件,利用 Get Data 属性获取数据,判断数据准确性并显示。

当系统建立网络链接成功后,系统会显示远程节点的 IP 地址和端口号,通信进入链接状态,上位机触发节点控制按钮开始测量数据并保存数据。系统可以连续测量也可以等间隔定时测量,并可以通过命令发送区向远程节点发送命令,实现对测量环境的调节控制。系统操作控制流程图如图 4 所示。网络链接成功示意图如图 5 所示。

## 4 测试及结果

为了验证系统的可行性与可靠性,选择在开阔地与有障碍环境下对系统终端节点与路由节点间数据包传输进行测试。无障碍环境系统测试选择山西农业大学 150 m×50 m 的小麦试验田作为试验场地,节点设置高度为 1.5 m,其中,设定传输数据包为 300 帧数据,节点工作在最大发射接收功率,选择 10 m 作为起始测试点,每间隔 10 m 测试 1 次。重复上述过程选择在室内有障碍物环境下进行测试。测试结果为:无障碍环境下测试时,终端节点距离路由节点为 130 m 处时,接收数据包为 276 帧,丢包率为 8%;在 150 m 处数据接收不稳定,接收率小于 90%。在有障碍环境下测试时,终端节点距离路由节点为 80 m 处接收数据为 269 帧,丢包率为 10%;终

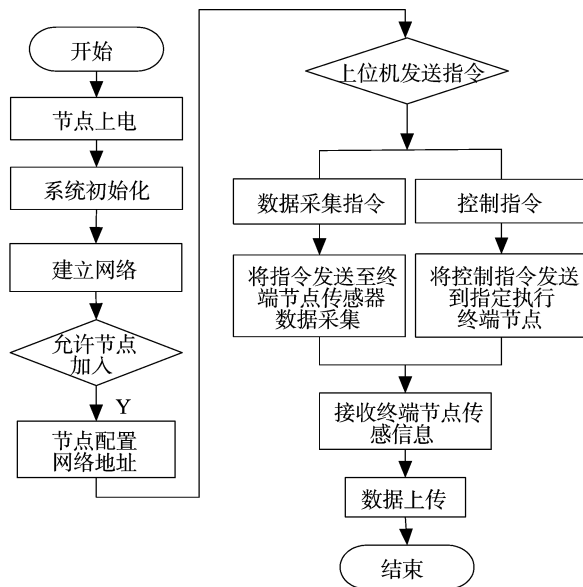


图4 系统工作流程示意



图5 网络链接成功示意

端节点距离路由节点为 90 m 处时,接收到 259 帧数据包,丢包率为 13.7%。接收数据测试结果如图 6 所示。

对系统在田间实地测试,2015 年 10 月 26—28 日(均为晴天)全天测试,室外温度最高分别为 9、14、17℃,抽取间隔 30 min 采集结果。图 7 给出其时间段土壤温度及水分的测量

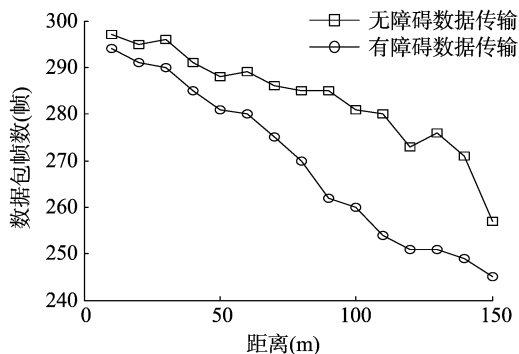


图6 接收数据包测量结果

结果。结果表明,随着时间变化,不同温度对测试结果影响与理论分析结果一致。特别指出的是,由于10月25日是小雨天气,在土壤温度与水分测试过程中对此现象有较好的体现。对2015年10月23—25日(其中,23日为晴天,24日与25日为小雨天气)全天测试,室外温度最高分别为18、15、10℃,同样抽取间隔30 min采集结果。图8给出其时间段土壤温度及水分的测量结果。结果表明,在复杂环境下对环境的测试符合实际情况,伴随着雨量的增加,其土壤温度与水分含量与分析结果一致,也较好地体现了系统测量的稳定性。

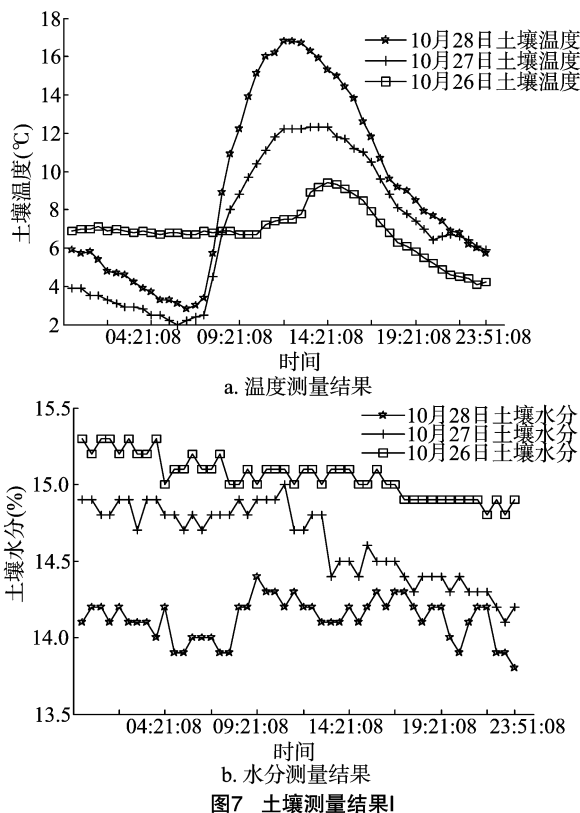


图7 土壤测量结果I

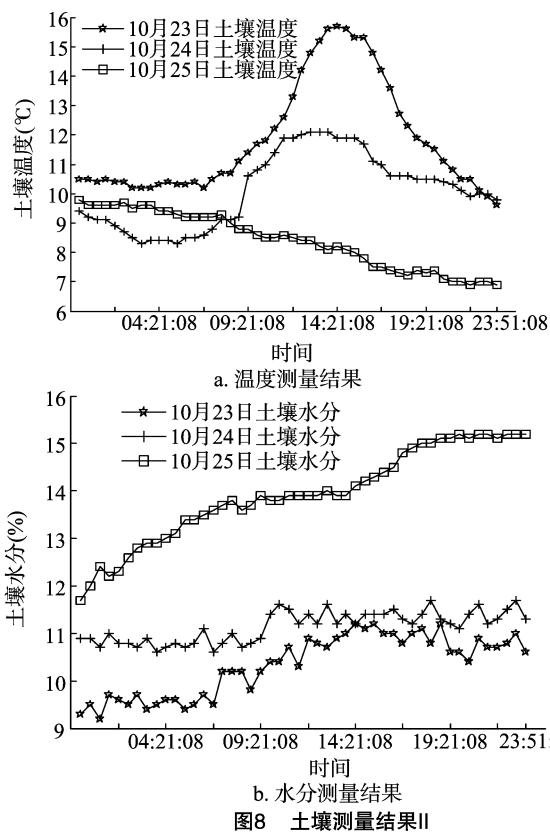


图8 土壤测量结果II

间土壤温湿度、室外温湿度及风向等影响农作物生长信息,利用路由节点中的SIM300模块与上位机建立远距离无线通信,最终实现田间环境数据信息的数据监测。测试系统设计复杂度低、成本不高、便于安装、稳定可靠,能被广泛应用并为开发更精准的田间监测设备提供数据及技术支持。

#### 参考文献:

- [1] 王亚男,王福林,朱会霞. 田间信息的远程获取与无线传输系统的设计[J]. 农机化研究,2013(3):92-95.
- [2] 骆东松,李琼. 基于GPRS的环保数据采集传输系统的研究与设计[J]. 工业仪表与自动化装置,2011(2):22-25.
- [3] 陈帅,钟先信,刘积学,等. GPRS在无线传感器网络远程通信中的应用[J]. 压电与声光,2009,31(2):210-212.
- [4] 孙德辉,卫革,杨扬. 基于ARM的GPRS远程数据传输系统的设计[J]. 自动化技术与应用,2010,29(7):26-28.
- [5] 夏继强,王皓. 灾变现场检测的无线传感器网络节点设计[J]. 仪表技术与传感器,2015(8):85-87.
- [6] 夏如孝,肖文波,张馨心. 温湿度实时采集与无线传输系统的研究[J]. 现代电子技术,2012,35(9):157-158.
- [7] 赵晓顺,桑永英,于华丽. 无线传输及太阳能技术在水田喷灌系统中的应用[J]. 农机化研究,2011,33(12):172-174,178.
- [8] 姜丽飞. 温室中无线环境测控系统的设计[J]. 江苏农业科学,2014,42(4):356-359.
- [9] 题原,宋飞,刘树东,等. 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,2011,38(4):404-407.

## 5 总结

以田间农作物环境为研究对象,针对有线数据传输方式成本高、不利于耕种等特点,设计了基于近距离与远距离无线传输技术相结合的远程监测系统,主要通过终端节点获取田