

大范围土壤水分含量智能监测无线传输测试仪^①

赵安庆, 王敏杰, 李聪, 李辉, 郑丹

(河南农业大学, 郑州 450002)

A Wide Range of Intelligent Monitoring of Soil Moisture Content in Wireless Transmission Tester

ZHAO An-qing, WANG Min-jie, LI Cong, LI Hui, ZHENG Dan

(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

摘要: 从土壤墒情监测和指导田间变量灌溉的要求出发, 本设计应用单片机控制相应的电器元件对土壤水分进行测量, 并结合手机模块通过 GSM 网络以短信息的方式向外部发送, 让管理者实时有效地了解土壤的水分情况, 进而控制其他的灌溉设备, 及时做好灌溉工作。GSM 短信无线通讯技术在无线(手机)通讯领域已相当成熟, 把这项技术移植到大范围土壤含水量监测方面是可行的。

关键词: 水分含量检测; 无线发射; 定时自动检测; GSM; 土壤含水量

中图分类号: S126

土壤含水量是土壤的重要物理性质之一^[1]。我国目前土壤水分含量(水势、墒情)监测方法多是靠技术人员带着检测器材, 到达被检测的土地上, 进行人工操作检测, 人工记录。这种监测方法不仅费时、费力, 人为干扰比较大, 而且不能进行大范围、大规模土壤水分含量的及时监测。为此, 本文研究了一种可以大范围检测土壤水分含量的装置, 主要是将手机模块移植入水分探测仪, 实现大范围农田含水量自动监测, 定时发射含水量信息。

1 系统总体设计思路

本系统由时间模块、数据采集模块、温度模块和通信模块组成, 通过无线通信网络进行传输数据, 系统结构图如图 1 所示。

系统开机后, 控制中心开始工作, 首先对时间模块进行操作, 主要是写入初始时间, 并启动计时器, 然后不断地读取时间, 定时时间到了后, 就接通测量、温度、通信模块的电源, 接着数据采集模块开始采集数据, 温度模块采集温度数据, 采集完毕时就将数据传递给通信模块, 通过 GSM 网络发送出去, 这样一次测量发送就算是完成了。然后切断测量、温度、通信

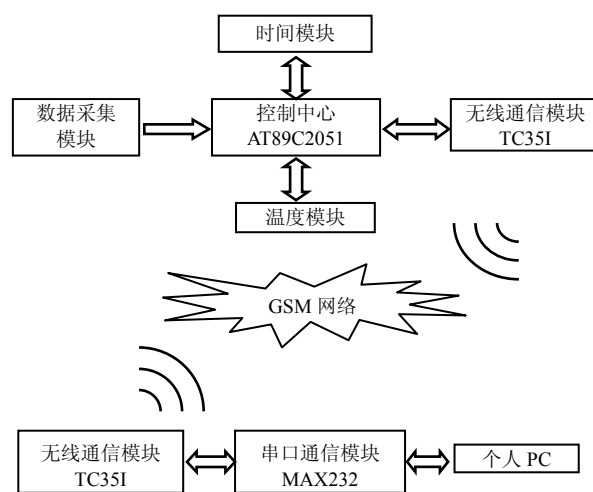


图 1 系统结构图

模块的电源, 等待下次定时时间的到来。如此循环, 一天一次。

2 数据采集系统

2.1 水分测量设计

探针插入土壤中可以等效为一个阻容结构, 含水量的不同影响电容的变化, 利用 555 振荡器来实现电

①基金项目: 河南省科技厅科技攻关计划项目(991240201)资助。

作者简介: 赵安庆(1953—), 男, 山西五台人, 硕士, 副教授, 研究方向为农用物理学。E-mail: zaq1020@163.com

容的变化转化为频率的变化。555 振荡电路如图 2 所示。

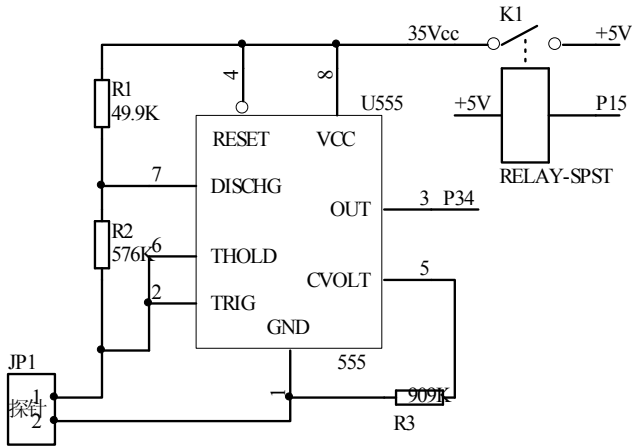


图 2 555 振荡器设计图

探针是不锈钢制成的两针结构，可以等效为一个电容 C ，水的介电常数为 80 多，所以土壤的介电常数主要取决于土壤的含水量，电容的改变主要取决于介电常数，也就是土壤的含水量是电容变化的主要因素，TLC555 的输出频率可以间接反映含水量。电源电压范围是 $VCC = 5V$ 。利用一片 CMOS 定时器 TLC555，探针和电阻 R_2 、 R_1 构成单稳态电路，将相对湿度转换成频率信号。输出频率信号可送至单片机系统，AT89C2051^[4]的 T0 作为计数器来计算频率的数目通过查表来确定频率对应的湿度值。

通电后，电源沿着 $VCC-R_1-R_2-C$ 地的途径给 C 充电，经过 T_1 时间后土壤电容的压降 VC 就被充电到 TLC555 高触发电平 ($VH = 0.67VCC$)，使内部比较器翻转，OUT 端的输出变成低电平。然后 C 开始放电，放电回路为 $C-R_2-DISCHG$ 端—内部放电管—地。经过 T_2 时间， VC 降至低触发电平 ($VL = 0.33VCC$)，内部比较器再次翻转，使 OUT 端输出高电平。这样周而复始的进行充、放电，就形成了震荡。充电、放电时间分别为：

$$T_1 = C \times (R_1 + R_2) \times \ln 2 \quad (1)$$

$$T_2 = C \times R_2 \times \ln 2 \quad (2)$$

输出波形的频率 (f) 和占空比 (D) 的计算公式如下：

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{T_1 + T_2} = \frac{1}{C \times (2 \times R_2 + R_1) \times \ln 2} \quad (3)$$

$$D = \frac{T_1}{T} = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = \frac{R_2 + R_1}{2 \times R_2 + R_1} \quad (4)$$

通常取 $R_1 \ll 112$ ，使 $D \approx 50\%$ ，输出接近于方波。

由式 (1) ~ (4) 可知，输出频率通过计数、查表

就能实现频率和含水量的对应关系，从而就得到了土壤水分的含量。

该模块运用过程中可以适应不同质地、有机质含量和不同温度条件下的测定，在相同的质地、地势范围内可以埋放一块数据采集模块，其精度是精确到小数点后两位。

2.2 温度检测设计

温度模块的核心采用 DALLAS 公司生产的一线式数字温度传感器 DS18B20，它采用 3 引脚 TO-92 小体积形式封装。信息经过单线接口送出 DS18B20，DS18B20 到单片机 AT89C2051 仅需连接一条线，原理图如图 3 所示。

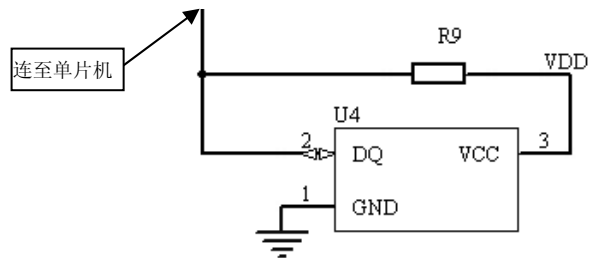


图 3 原理图

光刻 ROM 中的 64 位序列号是出厂前被光刻好的，它可以看作是 DS18B20 的地址序列码，这样就可以实现标记测量装置的序号。而分析不同质地、有机质含量和不同温度的土壤信息需要室内后期进一步研究。

2.3 时间模块

为实现每隔一定时间检测装置自动检测，采用时钟电路^[5]HT1380 来实现定时处理。时钟电路控制的定时时间到，测量模块启动测量，单片机与 TC35i 均启动，进行数据处理和数据发送、接收。时钟电路 HT1380 与单片机 AT89C2051 的连线如图 3 所示。

设定定时时间参考程序如下所示：

```
DINGSHI: MOV R1, #00H
          MOV A, CHOUR
          CJNE A, #10,DINGSHI1
DINGSHI1: SETB P1.3
          MOV A, CMINUTE
          CJNE A, #0,DINGSHI2
DINGSHI2: CLR P1.3
          SETB P3.4
          MOV R1, #0FFH
          RET
```

3 通信模块

检测装置与监控中心之间采用无线网络进行通信。通信模块是本系统实现无线测量的重要部分，需要 GSM^[6]数据发送模块和 GSM 数据接收模块。GSM 模块采用 TC35i^[7]，数据的收发均采用 SIM 卡为媒介，分别在 TC35i 模块里放置一张 SIM 卡。SIM 卡模块原理图如图 4 所示，其中 SIM 卡的 CCVCC、CCRST、CCCLK、CCGND、CCIO 分别接 TC35i 模块的 CCVCC、CCRST、CCCLK、CCGND、CCIO 端口。

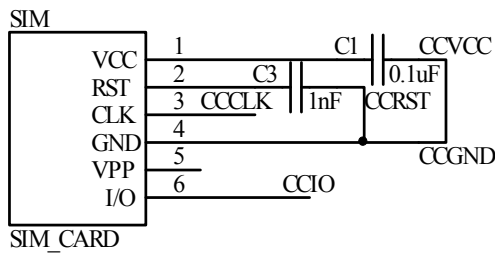


图 4 SIM 卡模块原理图

3.1 GSM 数据发送模块

该模块负责将单片机处理后的数据以短消息“SD:22.08%,WD:20.C,Time:2009-12-20,13:20”的形式发送到短消息服务中心，使用 AT 指令^[8]控制模块工作，若干 AT 指令如表 1。

首先设置 TC35i 模块的工作模式：AT + CMGF = n，n = 0 为 PDU 模式；n = 1 为文本模式。本系统使用

表 1 若干 AT 指令

AT 指令	功 能
AT+CMGF	发出一条短消息命令
AT+CMGR	选择短消息信息格式 0-PDU 1-文本
AT+CSCA	读短消息
AT+CSMP	短消息中心地址
AT+CSMP	设置短消息文本模式参数
AT+CSMP	选择短消息服务

文本格式 (AT + CMGF = 1 回车) 发送短消息。

软件编程通过向 TC35i 写入不同的 AT 指令能完成多种功能。

3.2 GSM 数据接收模块

同样，需要另外一个 GSM 数据接收模块来接收短消息，并通过串行口把短消息的内容传送到监控中心的计算机上。本系统通过 SIM 卡接收数据，将收到的短消息存储在 SIM 卡中，同时从串行口输出提示信息，以防止计算机未实时联机时短消息的丢失。

TC35i 模块收到的信息通过 RS-232 串行口传送给计算机。

4 系统应用

本实例运用定时检测无线传输系统实现了土壤含水率的定时远程测量，系统分为室外定时检测及传输部分和室内接收分析数据部分。

本系统在实验测试时采用 SIM 卡为媒介。系统调试在 Proteus 下进行。系统仿真如图 5。

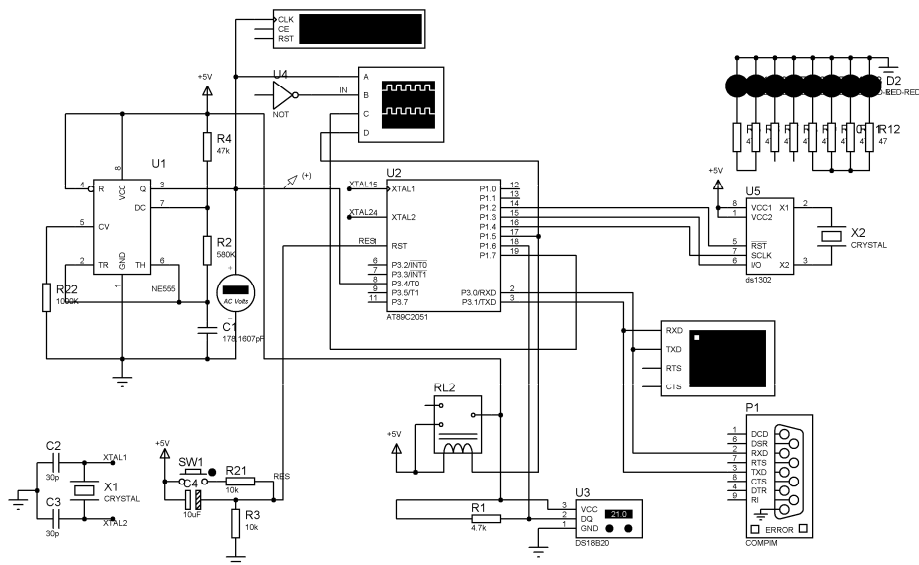


图 5 系统的仿真调试环境

每片温度传感器均有唯一的序列号, 分析不同质地、有机质含量和不同温度的土壤信息需要室内后期进一步研究。

5 总结

本文将 GSM 无线通信技术, 特别是手机短消息通信应用到土壤水分含量的测量系统中, 建立了大范围土壤水分含量智能监测无线传输测试系统, 解决了测量范围及系统长时间测量等难题。试验表明该测量系统方式可行, 而且实现大范围、大规模土壤水分含量的及时监测, 可以及时掌握全局情况; 定时自动监测, 远距离无线传输, 节省人力资源; 实现了智能化, 具有广泛性。

参考文献:

- [1] 黎庆淮. 土壤学与农作物. 2版. 武汉: 武汉水利电力大学出版社, 1979
- [2] 赵燕东. 土壤水分快速测量方法及其应用技术研究. 北京: 中国农业大学出版社, 2002
- [3] 徐玮, 徐富军, 沈建良. C51 单片机高效入门. 北京: 机械工业出版社, 2007
- [4] 孙莹. 基于 AT89C52 单片机的短信息收发系统设计. 仪器仪表用户, 2009, 16(5): 44-45
- [5] 李学海. EM78 单片机实用教程: 扩展篇. 北京: 电子工业出版社, 2003
- [6] 毕卫红, 陈鑫. 基于 GSM 的智能温室监测系统. 电子测量技术, 2009, 34(3): 114-116
- [7] Siemens. TC35i cellular engine hardware interface description. Siemens Version 00. 03. WWW. Siemens. Com, 2003
- [8] Siemens. Siemens cellular engine AT command set. Siemens Version 03. 10. WWW. Siemens. Com, 2003
- [9] 王忠飞, 胥芳. MCS-51 单片机原理及嵌入式系统应用. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007