

韩团军,尹继武,赵增群,等. 基于 LoRa 的远程分布式农业环境监测系统的设计[J]. 江苏农业科学,2019,47(19):236-240.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.19.055

# 基于 LoRa 的远程分布式农业环境监测系统的设计

韩团军,尹继武,赵增群,王 楷

(陕西理工大学物理与电信工程学院,陕西汉中 723000)

**摘要:**为解决传统物联网组网复杂、传输距离短、功耗高等问题,提出一种基于 LoRa 技术的农业环境监测系统。该系统以 STM32 微控制器的外设功能驱动传感器实现多种环境数据的监测,利用 LoRa 无线通信模块组建数据传输网络。数据传输网络中的汇总节点接收所有从监测节点传来的数据,然后将数据打包处理后通过通用分组无线服务(GPRS)通信网络上传至服务器,利用 C#语言开发的上位机可以实现对监测数据的实时显示以及保存。经测试,该系统能够实时准确地监测农业环境数据,运行稳定可靠,可以满足农业环境监测的需求。

**关键词:**物联网;农业环境;LoRa;GPRS 通信

**中图分类号:** S275.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)19-0236-05

我国是一个农业大国,农业在国家经济建设中具有十分重要的战略地位,我国农业环境在空间和地域分布上极其不同,如何科学有效地管理和监测农业环境信息成为农业信息化研究的重点。物联网技术的发展给农业环境信息采集和最优化控制提供了可靠的技术基础,已经成为农业科学种植的主要信息化手段。现在已有的农业无线数据监测系统组网和协议比较复杂,系统存在着传输距离短、功耗高和抗干扰性差等缺点<sup>[1-5]</sup>。

本研究提出了一种基于 LoRa 技术的农业数据监测系统,利用 LoRa 无线通信模块组建数据传输网络。数据传输网络中的汇总节点接收所有监测节点的数据,然后将数据打包处理后通过通用分组无线服务(GPRS)通信网络上传至服务器,利用 C#语言开发的上位机实现对监测数据的实时显示以及保存。整个系统设计和组网简单,能够实时准确显示农业环境检测数据,运行稳定可靠,可以满足农业环境监测和有效管理的要求。

## 1 系统结构设计

整个系统利用 LoRa 无线通信模块组建数据传输网络,包含监测节点和汇总节点 2 种节点。监测节点由 STM32 控制器、传感器和 LoRa 模块组成,STM32 驱动各传感器采集数据并通过 LoRa 模块将数据发送给汇总节点。数据传输网络中的汇总节点接收所有从监测节点传来的数据,然后将数据打包处理后通过 GPRS 通信网络上传至服务器,利用 C#语言开发的上位机实现对监测数据的实时显示以及保存。整个农业环境系统的结构如图 1 所示。

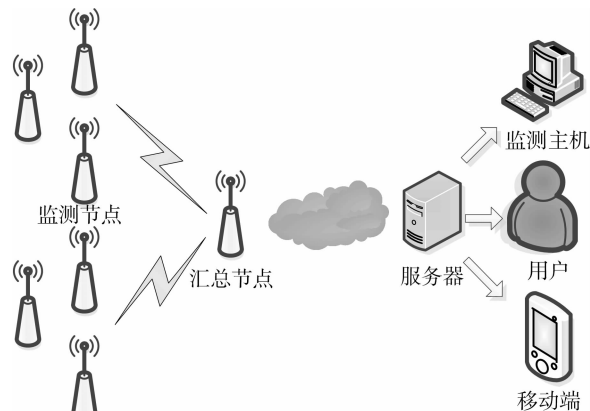


图1 农业环境监测系统结构

## 2 系统硬件设计

整个系统分为监测节点、汇总节点 2 个部分。监测节点包括 STM32 控制器模块、LoRa 无线通信模块、土壤温度和水分传感器模块、土壤酸碱度传感器模块、光照传感器模块以及电源模块,监测节点负责采集数据并通过 LoRa 模块将数据发送给汇总节点。汇总节点包括 STM32 控制器模块、LoRa 无线通信模块、GPRS 模块以及电源模块,负责将数据打包后上传至服务器端。整个系统的硬件框图如图 2 所示。

### 2.1 电源模块电路设计

电源供电需要 +5.0 V、+3.3 V 和 +12.0 V 3 路电源。控制器采用 +3.3 V 电源供电,放大电路需要 +12.0 V 电源进行供电,+5.0 V 电源由 USB 提供,为了保证电源设计输出稳定,采用 AMS1117 稳压芯片设计 +3.3 V 电源,用德州仪器公司的 LDO 低压差线性稳压器 TPS54140 设计提供 12 V 电源<sup>[6-7]</sup>。供电电路如图 3 和图 4 所示。

### 2.2 土壤酸碱度电路设计

设计中采用电化学法对土壤的酸碱度进行测量,该方法是利用电极电位的大小与检测物质浓度的大小呈线性的电化学法。工作原理是把被测液体的浓度、测量电极和参考比较电极等效为原电池,这样可以使化学能转化为电池的电动势,

收稿日期:2018-07-01

基金项目:国家自然科学基金(编号:61401262);陕西省教育厅基金(编号:16JK1151);陕西理工大学 2017 年科研基金(编号:SLGKY2017-16)。

作者简介:韩团军(1981—),男,陕西咸阳人,硕士,讲师,研究方向为集成电路设计与分析,E-mail:htjzyh@163.com;尹继武,教授,硕士生导师,研究方向为信号处理,E-mail:Yjw23456@163.com。

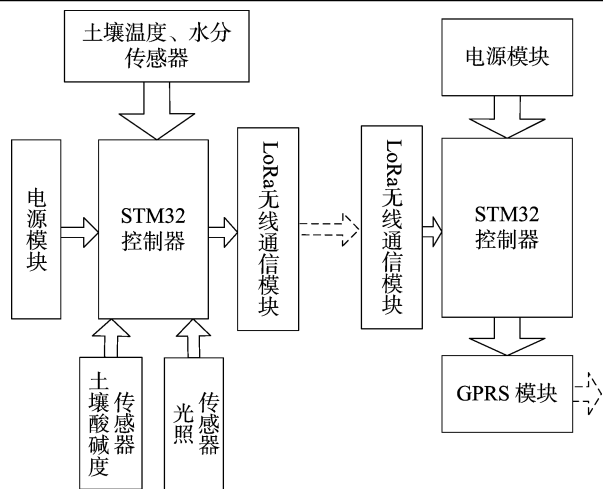


图2 整体的硬件框图

建立起原电池电压和液体中氢离子浓度之间的关系,通过测量电池的电动势得到氢离子浓度,进而得到土壤的酸碱度值。在设计中由于土壤溶液中氢离子浓度转化的电信号比较微弱,不能为后续电路处理,所以必须对该采集到的小信号进行放大处理。本研究采用 CD4575 和 TL048 2 款放大器和相关的外围电路设计了一个四级运放系统。四级放大器的第 1 级采用正相放大设计,这样设计可以提高输入阻抗;用 TL048 设计第 3 级放大器,作用是调节输入电压的零点<sup>[8-10]</sup>。具体电路如图 5 所示。

### 3 系统软件设计

整个系统软件设计主要包括监测节点软件设计、汇总节点软件设计和上位机软件设计。

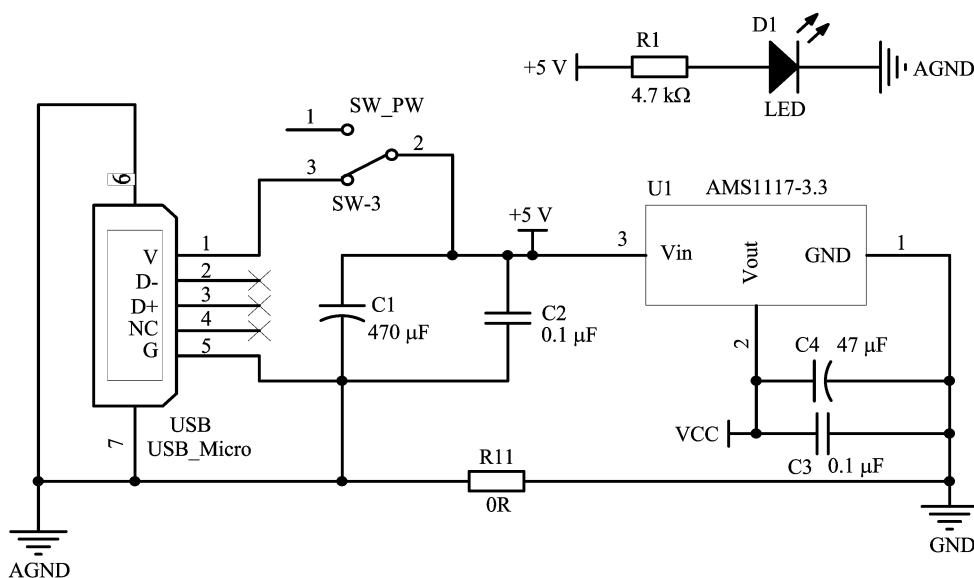


图3 +3.3 V 电源电路

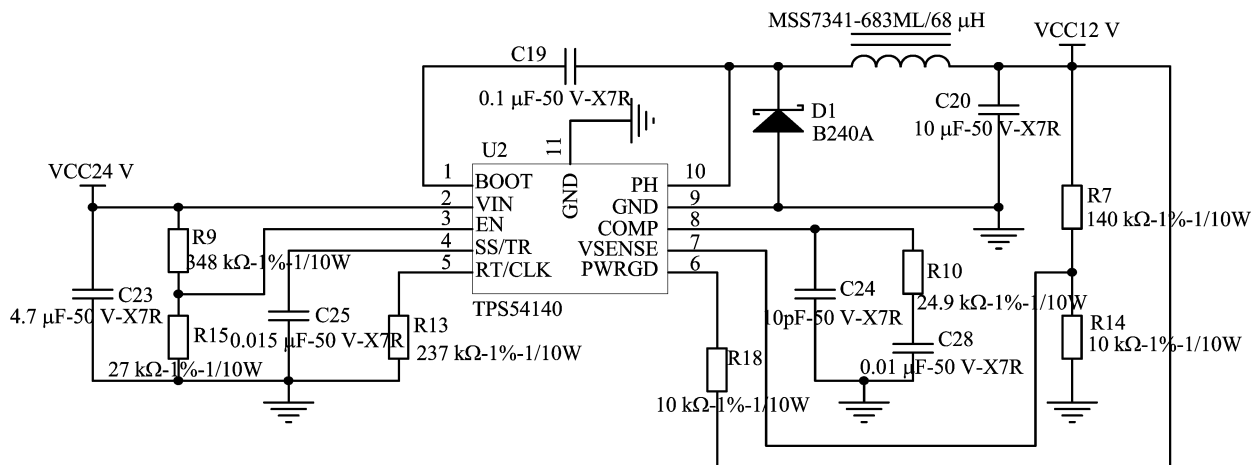


图4 +12.0 V 电源电路

#### 3.1 监测节点软件设计

监测节点由 STM32 微控制器、多传感器、LoRa 模块组成,土壤温度、水分传感器和 STM32 之间通过 IIC 总线通信,

酸碱度传感器和光照传感器的数据通过 STM32 内部的 ADC 模块读取,LoRa 模块和 STM32 控制器之间通过串口通信,程序流程如图 6 所示。

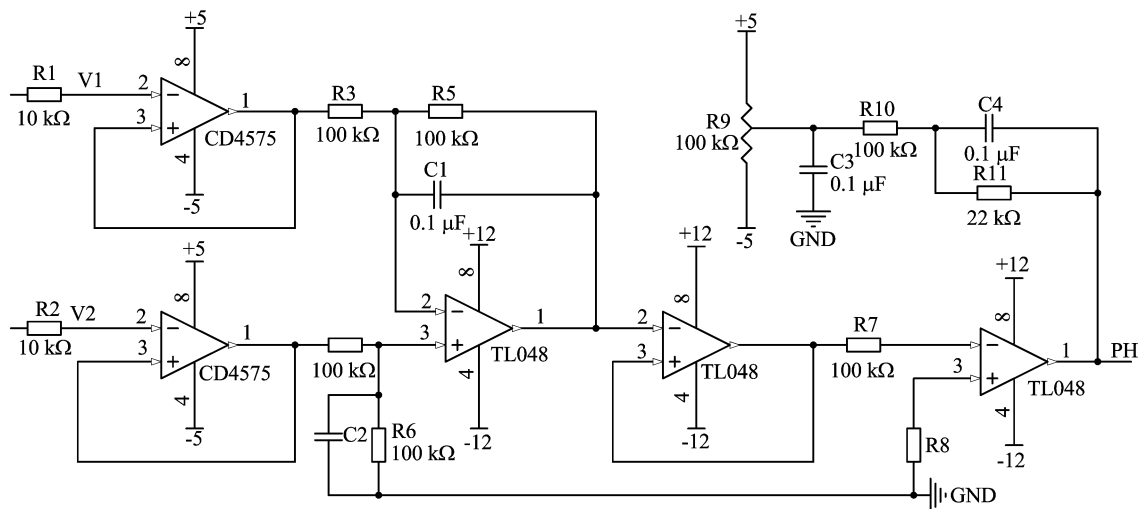


图5 酸碱度传感器信号放大电路

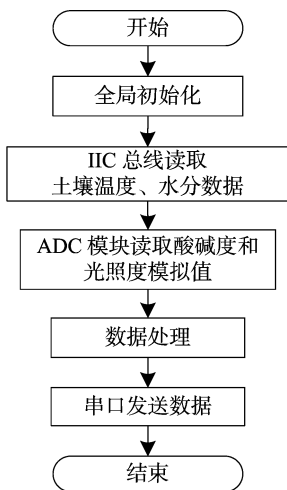


图6 监测节点程序框图

将数组中的数据发给 GPRS 模块, 然后 GPRS 模块将所有的数据上传至服务器端。其程序流程如图 7 所示。

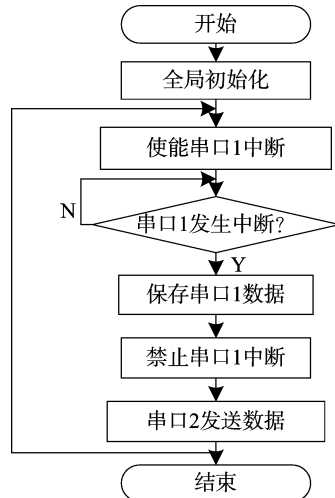


图7 汇总节点程序框图

### 3.2 汇总节点软件设计

汇总节点由 STM32 微控制器、LoRa 模块以及 GPRS 模块组成,其主要功能是接收所有从监测节点传来的数据,然后将所有数据打包处理上传至服务器端。LoRa 模块和 GPRS 模块都是通过串口和 STM32 通信,所以在汇总节点部分须要用到 STM32 内部的 USART 模块。STM32 和 LoRa 模块之间使用 USART1 通信,STM32 和 GPRS 模块之间使用 USART2 通信。USART1 采用中断方式采集数据,一旦有数据传入则会触发中断,串口每中断一次发送一个八位数据,数据会保存在缓冲寄存器中,在串口中断处理函数中将缓冲寄存器中的数据保存到一个数组中,接收完一帧数据关闭串口 1 中断,使用串口 2 发送数据。为了区分不同节点的数据,程序规定每个监测节点发送的数据格式为节点号+数据+结束标志符。所以在汇总节点处要对不同节点数据进行识别,如果接收到的是数据节点号,则表示要开始一帧数据的接收,此时将数据接收标志位置 1。如果接收到的是结束标志符,则表示一帧数据的接收已结束,此时将数据接收标志位置 0,将数据接收完成标志位置 1。主程序中判断到数据接收完成标志位置 1 后会中断串口 1,此时转入串口 2 发送,利用串口 2 的发送函数

### 3.3 上位机软件设计

上位机软件设计利用 Visual studio 开发平台完成,通过 C#.NET 的窗体应用程序开发中若干类库设计出软件整体。本系统上位机软件主要由下面 3 个部分组成:软件参数设置模块、数据接收及显示模块、数据处理及绘图模块,详细模块功能如图 8 所示。

Visual studio 为开发人员提供了大量可以直接使用的控件,操作方便。对于一个 Winform 应用程序来说,常见的控件主要有 TextBox 控件、Button 控件、Label 控件、Panel 控件、CrystalReport 控件等。C# 中的网络通信和传统语言采用的模型相同,但用户需要管理的细节较少。C# 网络编程采用 System.Net 和 System.Net.Sockets 2 个命名空间来实现类的调用。

上位机和服务器之间基于传输控制协议(TCP)通信。TCP 协议通过一个端口进行信息的传输和获取。低于 1 024 的端口是公共端口,由互联网数字分配机构(IANA)分配,1 024 至 65 535 是没有公共定义的端口,用户可以自己定义这些端口<sup>[11-12]</sup>。上位机界面如图 9 所示。

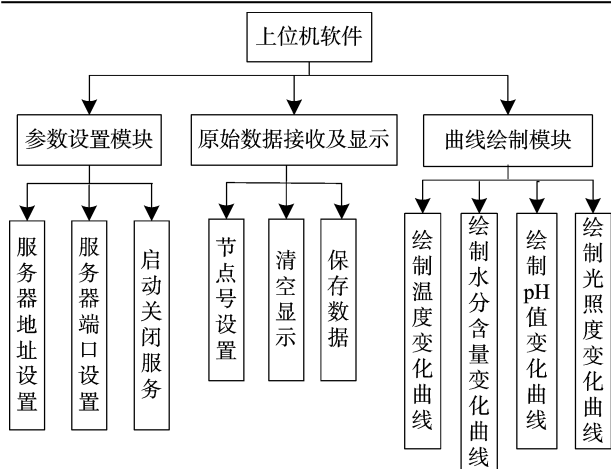


图8 上位机功能模块

## 4 系统测试及分析

### 4.1 系统测试终端

系统软、硬件设计完成后,为了验证系统的可行性,搭建了一个试验测试平台。为了简化测试条件,整个测试平台包括 2 个监测节点、1 个汇总节点以及 1 个阿里云服务器。监测节点搭载温湿度、土壤酸碱度、光照传感器,汇总节点包括 LoRa 模块和 GPRS 模块。

### 4.2 监测数据采集

测试中将 2 个监测点设置在农田的主要工作区,测试过程主要是验证本系统的网络结构、LoRa 通信方式稳定性和通信距离,能否准确可靠地显示环境监测数据。通过验证,整个系统能正常工作,且通过服务器可以准确检测到农田环境中的温湿度、光照度变化以及土壤的 pH 值。测试各种参数的

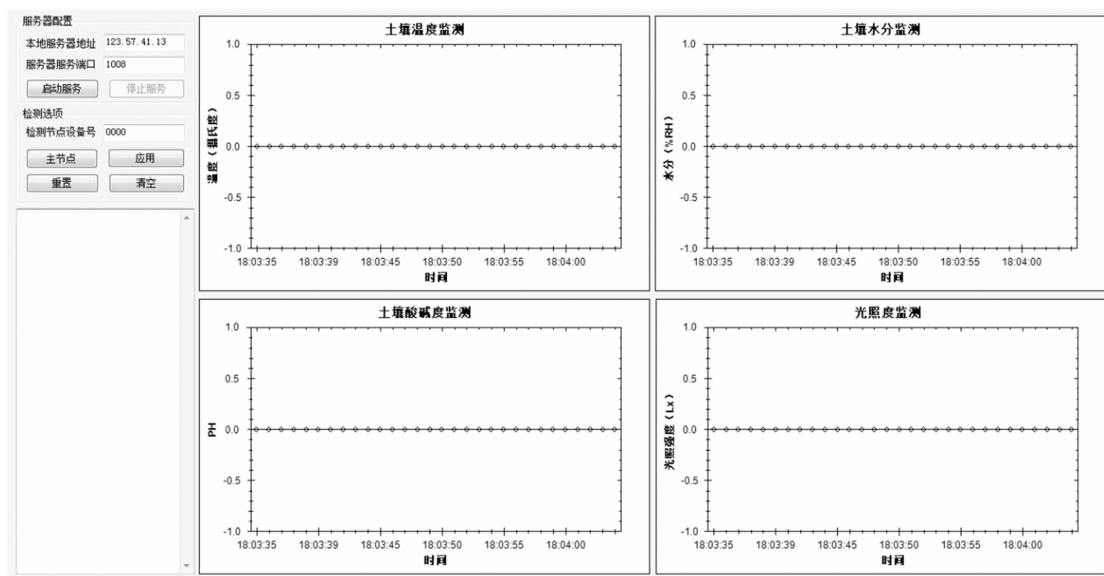


图9 上位机界面

变化曲线可以通过上位机观察,结果如图 10、图 11、图 12 和图 13 所示。通过监测系统对环境数据进行采集,不同时刻的温、湿度数据如表 1 所示。

由表 1 可以看出,监测系统测量得到的土壤温度和含水量数据与实际数据基本一致,误差较小,符合监测系统需求。

通过图 8 至图 13 可以看出,系统测试灵敏度比较高,能准确实时地监测土壤 pH 值的大小和光照度的变化,整个设

计符合系统需求。

## 5 结语

采用 LoRa 技术设计了一种远程分布式农业环境数据监测系统,实现了对农业环境信息的实时监测,通过对系统的实地调试,证明了该系统能够精确测量农业环境参数,可以被广泛应用于智能化农业系统中,系统设计灵活、网络拓扑结构简

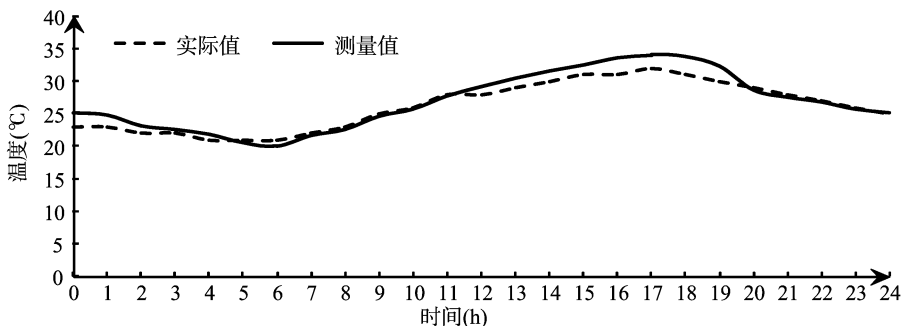


图10 温度变化曲线

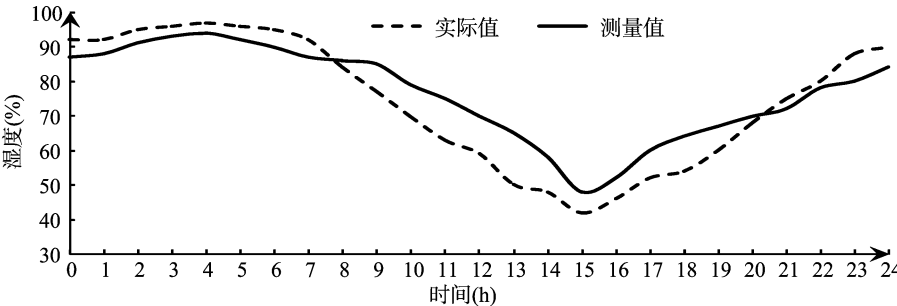


图11 湿度变化曲线

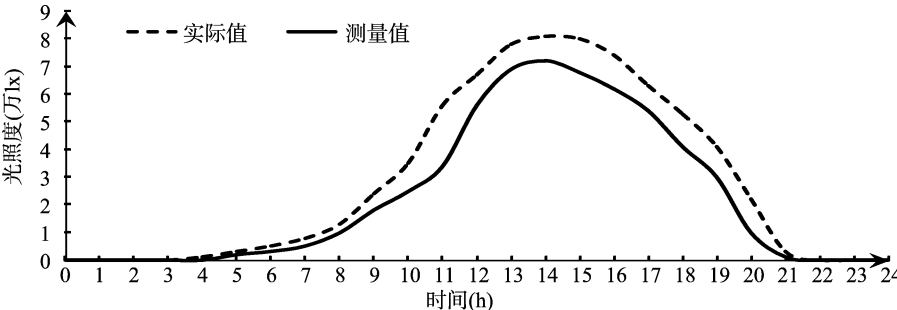


图12 光照度变化曲线

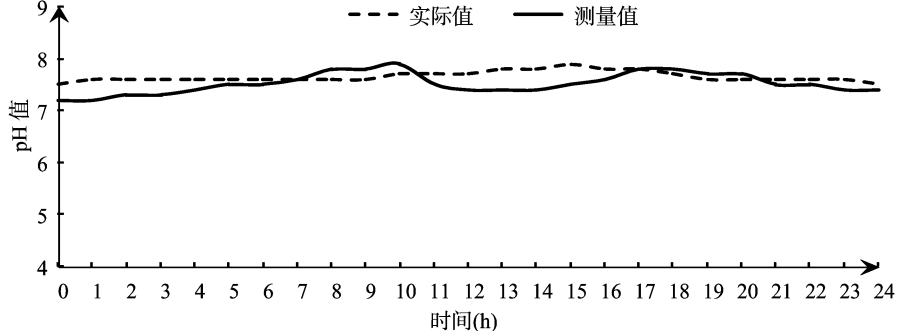


图13 土壤 pH 值变化曲线

表 1 温湿度监测数据

测量时间	测量值		实际值	
	温度(℃)	含水量(%)	温度(℃)	含水量(%)
09:00	19.081	38.212	19.152	38.582
09:20	19.122	38.375	19.245	38.598
09:40	19.337	39.293	19.399	39.114
10:00	19.742	39.349	19.656	39.454
10:20	20.001	38.734	19.892	39.038
10:40	20.335	38.255	20.028	38.563
11:00	20.648	38.991	20.434	38.687

单、传输距离远、功耗极低,且该系统具有良好的测量准确性,可以被广泛推广。

参考文献:

[1]王玖林,赵成萍,严 华. 基于 LoRa 的节水灌溉系统设计与研究[J]. 节水灌溉,2017(12):104-106,111.  
[2]王 钧. 基于 LoRa 的设施农业区自动气象站监测系统设计与研究[J]. 中国农机化学报,2018,39(5):82-86.  
[3]万雪芬,崔 剑,杨 义,等. 地下 LoRa 无线传感器网络的传输

测试系统研究[J]. 华南农业大学学报,2018,39(3):118-124.  
[4]张永棠,周富肯,吴圣才. 精确农业无线传感器网络节点部署研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(3):200-205.  
[5]张 辉,李艳东,赵丽娜,等. 基于无线 Mesh 网络的智慧农业大棚监控系统[J]. 现代电子技术,2016,39(16):71-74.  
[6]陈 诚,李必军,张永博. 基于无线传感器网络的农业信息采集系统设计[J]. 安徽农业科学,2016,44(10):242-245.  
[7]饶 强,于舒娟,张 昀,等. 基于无线传感网络精细农业系统盲检测[J]. 电视技术,2015,39(21):87-90,103.  
[8]陈 瑜,张铁民,孙道宗,等. 基于无线传感器网络的设施农业车辆定位系统设计与试验[J]. 农业工程学报,2015,31(10):190-197.  
[9]马少华,张 兴,韩 冬,等. 基于 ECDSA 优化算法的智能农业无线传感器节点的网络安全认证[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):389-392.  
[10]李士军,温 竹,宫 鹤,等. 无线传感器网络在农业中的应用进展[J]. 浙江农业学报,2014,26(6):1715-1720.  
[11]王玲玲,严锡君,严 妍. 无线传感器网络在温室农业中的应用研究[J]. 节水灌溉,2013(6):54-57.  
[12]施云波,王萌萌,南慧杰,等. 基于无线传感器网络的农业微环境监测系统的设计[J]. 黑龙江大学自然科学学报,2013,30(2):254-258.