

· 电路与控制 ·

基于433 MHz无线模块的数据采集发送系统设计

肖 峰

(中国电子科技集团公司第四十七研究所, 沈阳 110032)

摘 要: 温湿度偏高或者偏低, 都会使农业大棚中的农作物停止生长或者生长放慢, 因此将温湿度始终控制在适合农作物生长的范围内非常关键。所以, 现代化的农业大棚应该采用温湿度自动采集的监控方式, 从而调控农业大棚的温湿度, 以便适应大规模生产。整个系统由单片机及其外围电路以及无线发送模块两个部分组成: 单片机及其外围电路主要由 MCU、温湿度传感器、人机交互组成, 通过温湿度传感器采集环境温度和湿度数据, 将采集的数据经由 MCU 进行处理, 再将数据流通过 433 MHz 无线模块发送给主机, 进而对机械设备进行控制。

关键词: 433MHz无线模块; 温湿度传感器; 数据采集; 无线发送; 通信模块; 农业大棚

中图分类号: TN925.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2019)-03-0028-05

Design of Data Acquisition and Transmission System Based on 433 MHz Wireless Module

XIAO Feng

(The 47th Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shenyang 110032, China)

Abstract: High or low temperature and humidity will stop or slow down the growth of crops in agricultural greenhouses. Therefore, it is crucial to keep temperature and humidity within the suitable range for crop growth. Automatic temperature and humidity collection monitoring mode should be adopted in the modern agricultural greenhouses to regulate the temperature and humidity of agricultural greenhouses, in order to adapt to large-scale production. The whole system consists of MCU and its peripheral circuit as well as wireless transmission module. The MCU and its peripheral circuit are mainly composed of MCU, temperature and humidity sensors and human-computer interaction. The temperature and humidity data are collected by temperature and humidity sensors and processed by MCU, and then are transmitted to the host through 433 MHz wireless module, so the machine equipment is controlled by the host.

Key words: 433 MHz wireless module; temperature and humidity sensor; data collection; wireless transmission; communication module; agriculture greenhouse

在农业生产过程中, 温湿度的监控有着重要的意义和作用。随着社会的不断发展以及科学技术突飞猛进的提升, 世界各国都将科技农业的发展放在了举足轻重的地位, 其中农业大棚环境的基础数据采集更是显得尤为重要, 人们对温湿度采集发送系统的要求也越来越高^[1]。当下较多温湿度采集系

统仍采用传统的人力采集或有线传送方式, 由于这些温湿度采集发送系统存在铺设起来较为复杂, 而且维护成本较高, 温湿度监测精度较低以及强滞后性等不足, 导致用户不能快速、准确地获取到监测点的实时温湿度^[1-2]。

收稿日期: 2019-05-10

作者简介: 肖峰(1981-), 男, 辽宁省沈阳市人, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向为集成电路应用开发设计。

1 系统设计

通过对有线数据采集传输技术的局限性分析,以及对比现有的无线数据采集发送技术,设计如下描述的无线温湿度采集发送系统。选用二合一温湿度传感器设计数据采集模块,负责对环境温湿度的采集,然后使用单片机读取采集数据并进行数据处理,然后再通过无线通讯模块把处理后的数据传送给主机。除了上述功能外,系统还支持按键操作和液晶显示的人机交互,可以实现现场的数据采集及显示功能。

所设计的无线数据采集发送系统的系统框图如图1所示。

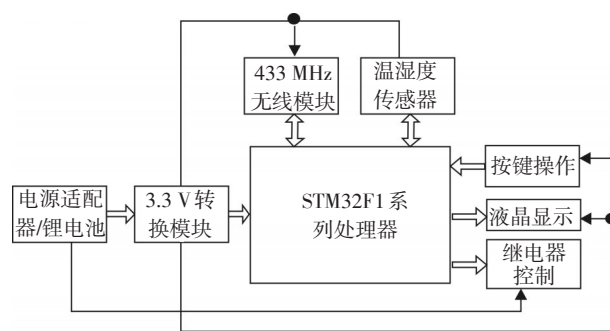


图1 系统框图

整个系统采用3.3 V供电,通过5 V转3.3 V芯片把电源适配器或锂电池的5V转换成3.3 V,单片机选用STM32F1系列处理器,这一系列处理器接口丰富,资源众多,应用的可移植性好,温湿度传感器模块负责对环境温度和环境湿度的采集,单片机通过标准通讯接口读取采集的数据,然后进行数据处理,通过433 MHz无线模块发送出去,如果采集到的温湿度值超出了设定范围,单片机会自动开启或关闭继电器动作,完成对排风机、卷帘机、浇灌系统等设备的控制。系统还支持本地的按键操作和液晶显示,按键选用安装式的带灯按键,液晶显示选用0.96寸OLED液晶屏,方便用户在现场对系统进行简单操作^[3-4]。

2 硬件设计

单片机应用电路图如图2所示。包括ISP程序下载接口X5,使用了串口1的硬件资源,复位电路由按键S1及电阻R5、电容C10组成,下载使能由跳线W1及电阻R31和R32组成,继电器控制部分包括光耦Q3、三极管Q1、继电器K1以及接口P3,用户现场操作的人机交互包括带灯按键接口X3,X4以及液晶显示接口X8^[5]。

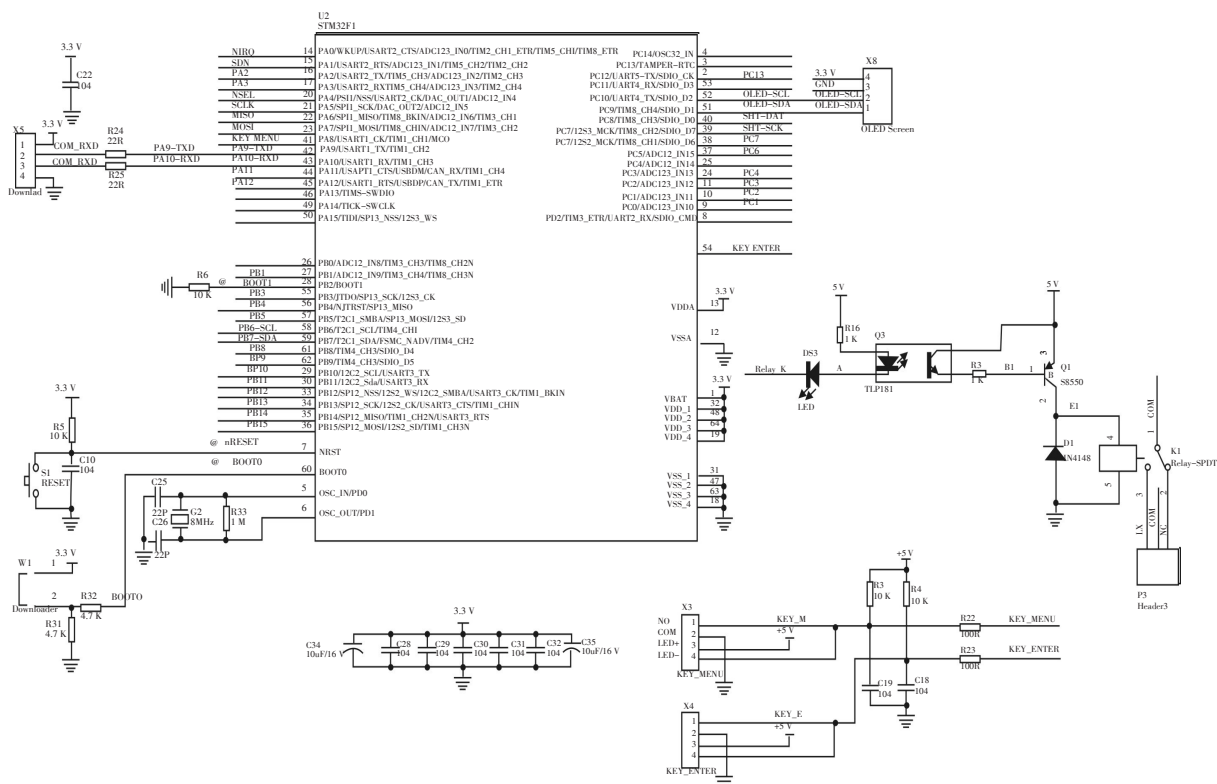


图2 单片机电路原理图

温湿度传感器电路图如图3所示。

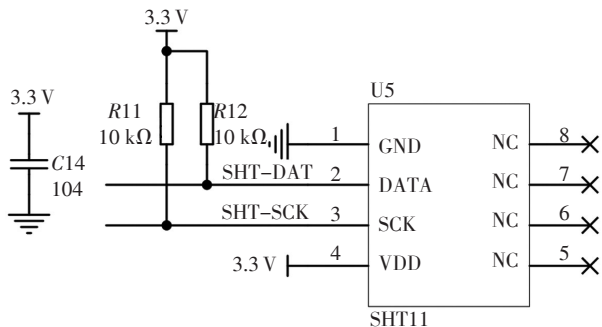


图3 传感器电路原理图

采用瑞士 Sensirion 公司生产的单片数字式湿度和温度传感器,采用标准 I²C-serial-interface technology,湿度值和温度值的输出分辨率分别为14位和12位,具有可靠的CRC数据传输校验功能。计算湿度时,采用温度实时补偿,有效保证其采集精度^[7-8]。

433 MHz无线模块电路图如图4所示。

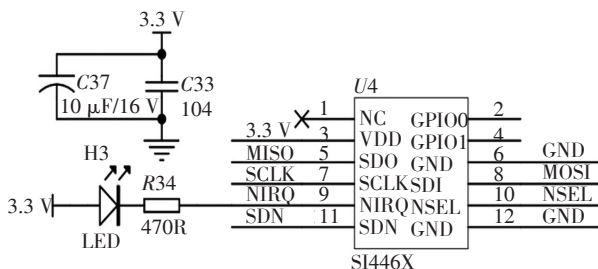


图4 433 MHz无线模块电路原理图

模块采用 SiliconLab 公司的新一代无线收发芯片 SI4463 设计的一款 433 M 无线收发模块,具有多种调制方式,工作在国际通用 ISM 频段 433.92 MHz,最高调制速率可达 1MBPS。基于标准 SPI 接口方式,方便与各种 MCU 连接。使用外置天线设计,开阔地在 1.2 K 速率下,收发 10 个字节的数据量测试距离最远可达 2 000 m 左右^[6]。

3 软件设计

下位机软件采用 Keil C 编写,运行于以 STM32F1 为核心的硬件平台上。下位机软件设计由人机交互部分、信号采集部分、数据处理部分、继电器控制部分、无线通讯部分等组成。人机交互部

分包括按键操作和液晶屏显示,当现场用户操作按键时,液晶屏显示当前的温湿度值;信号采集部分负责采集当前环境下的温湿度数据,然后通过标准 IIC 接口发送给单片机处理;数据处理部分执行温湿度的数据转换,并采用了必要的算法对数据进行补偿;继电器控制部分根据温湿度的设定范围,实现继电器的开启和关闭,无线通讯部分实现与主机指令、数据的互传。

程序开始运行后,首先进行系统的初始化工作,其中包括按键初始化、液晶显示初始化和串口中断初始化等,然后进行无线模块初始化、传感器初始化以及系统中断使能,判断是否串口接收中断(即判断是否接收到了主机的控制命令),如是,则清除中断标志,并根据主机命令判断是读取命令还是设置命令,如果是读取命令,则采集温湿度数据并处理,判断数据是否在设定范围内,如是,则继电器不动作,如若,继电器动作,然后发送给主机,如果是设置命令,则设置参数,完毕后清缓存,继续判断是否接收到主机的控制命令;如若,则判断当前是否有按键动作,如果有按键动作,则执行单次采集传感器数据并显示在液晶屏上,如果没有按键动作,则继续判断是否接收到主机的控制命令。部分程序代码如下:

读温湿度传感器数据的代码,

char s_read_byte(unsigned char ack) //从总线上读取一个字节,并给出一个ack 响应

```
{
    unsigned char i,val=0;
    SHT11_DATA_OUT;
    delay(2);
    SHT11_DATA_H;           //释放数据线
    delay(20);
    SHT11_DATA_IN;
    for (i=0x80; i>0; i/=2) //偏移记录数据
    { SHT11_SCK_H;
        delay(10);
        if (SHT11_DATA) val=(val | i); //读取每一位
        SHT11_SCK_L;
        delay(10);
    }
    SHT11_DATA_OUT;        //输出模式
    if(ack==1){SHT11_DATA_L;}
    else {SHT11_DATA_H;}
    SHT11_SCK_H;           //第9个时钟输出响应ack
    delay(50);
}
```

```

SHT11_SCK_L;
delay(20);
SHT11_DATA_H;      //释放数据线
return val;
}

```

433M 无线模块的 SPI 操作代码,

```
u8 SPI_ExchangeByte(u8 TxData)
```

```

{
    u8 i,ret=0;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        if(TxData&0x80)    SI_SDO_HIGH;
        else    SI_SDO_LOW;
        TxData<<=1;
        ret<<=1;
        SI_SCK_HIGH;
        delay_us(20);
        if(SI4463_SDI)
            ret|=1;
        SI_SCK_LOW; //下降沿, 锁存
    }
    return ret;
}

```

0.96 寸 OLED 液晶屏初始化程序代码,

```
void OLED_Init(void)
```

```

{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOC,
ENABLE); //使能 C 端口时钟
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin    =    GPIO_Pin_
10|GPIO_Pin_11;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_Out_PP;
        //推挽输出
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
//速度 50MHz
    GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStructure);    //初 始 化
GPIOC10,11
    GPIO_SetBits(GPIOC, GPIO_Pin_10|GPIO_Pin_11);
    OLED_Write&Read_Byte(0xAE,OLED_COMMAND);//显
示关闭
    OLED_Write&Read_Byte(0x00,OLED_COMMAND);//设
置列低位地址
    OLED_Write&Read_Byte(0x10,OLED_COMMAND);//设

```

置列高位地址

```
OLED_Write&Read_Byte(0x40,OLED_COMMAND);//设
```

置开始行地址

```
OLED_Write&Read_Byte(0xB0,OLED_COMMAND);//设
```

置页地址

```
OLED_Write&Read_Byte(0x81,OLED_COMMAND); //对
```

比度设置

```
OLED_Write&Read_Byte(0xFF,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xA1,OLED_COMMAND);//设
```

置段起始地址

```
OLED_Write&Read_Byte(0xA6,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xA8,OLED_COMMAND);//显
```

示驱动路数

```
OLED_Write&Read_Byte(0x3F,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xC8,OLED_COMMAND);//重
```

映射模式

```
OLED_Write&Read_Byte(0xD3,OLED_COMMAND);//设
```

置显示偏移

```
OLED_Write&Read_Byte(0x00,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xD5,OLED_COMMAND);//设
```

置震荡器分频

```
OLED_Write&Read_Byte(0x80,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xD8,OLED_COMMAND);//设
```

置区域颜色模式关闭

```
OLED_Write&Read_Byte(0x05,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xD9,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xF1,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xDA,OLED_COMMAND);//通
```

讯引脚配置

```
OLED_Write&Read_Byte(0x12,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xDB,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0x30,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0x8D,OLED_COMMAND);//设
```

置电荷泵使能

```
OLED_Write&Read_Byte(0x14,OLED_COMMAND);//
```

```
OLED_Write&Read_Byte(0xAF,OLED_COMMAND);//打
```

开 OLED 面板

```
}
```

具体软件流程图如图 5 所示。

上位机的无线数据采集系统监控软件可对采集的数据进行分析、处理和存储,并具有数据列表显示等功能。软件支持不同从机编号的单次获取数据,以及自动采集功能,可以导出数据,数据存储为 excel 格式,方便后续的分析处理。软件界面如图 6 所示。

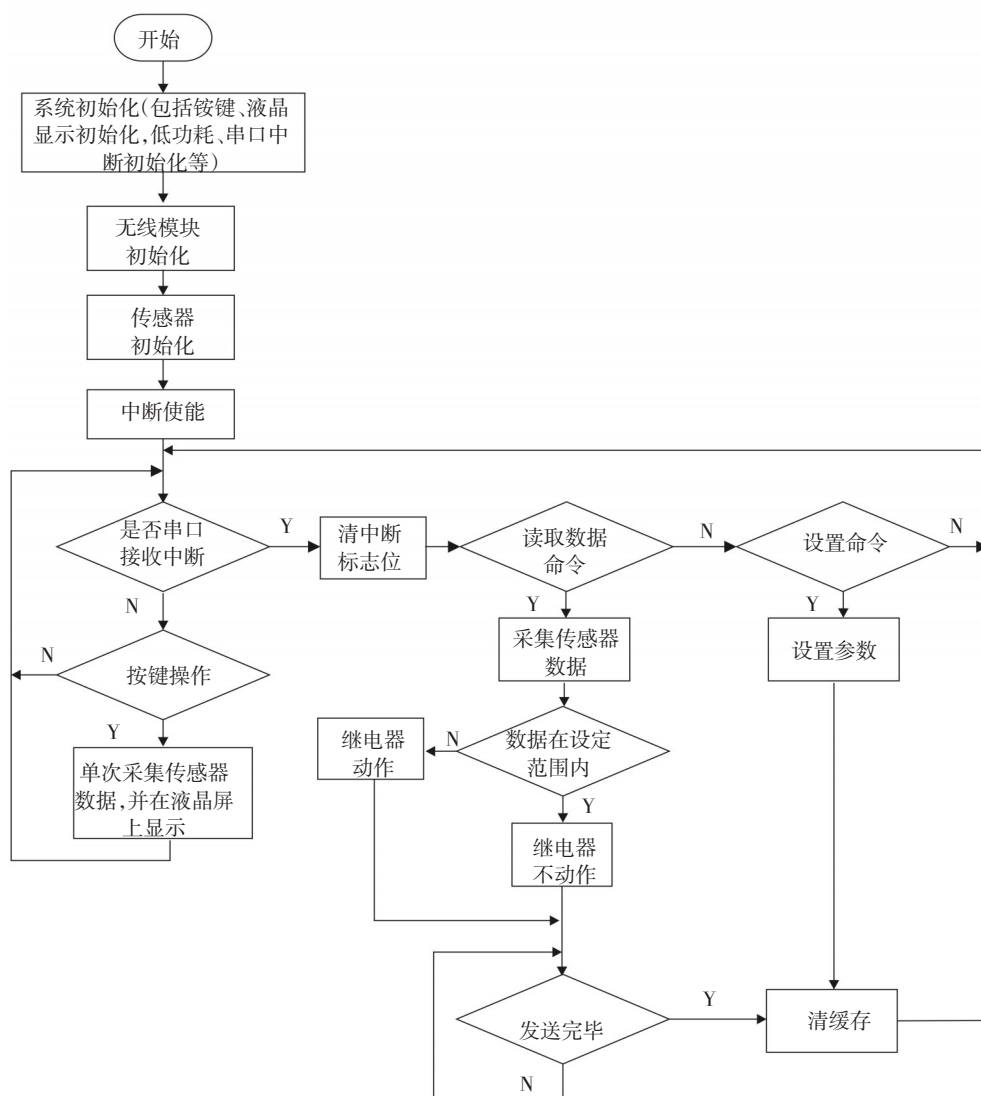


图5 软件流程图

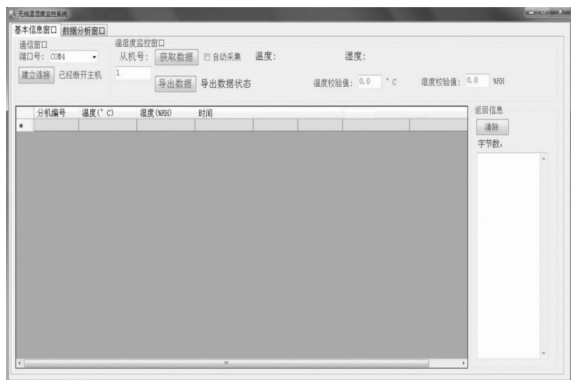


图6 上位机软件界面

4 结 论

经过长期的历史发展,中国作为传统的农业大国,国家的农业科技化一直是一个重点研究课题,其中农业科技化的显著特征就是要对农业大棚环境的基础数据进行采集以及基于基础数据的自动化控制,文中设计介绍的基于433 M无线模块的数据采集发送系统通过适当改变硬件配置,以及适当的修改程序,就可以根据农业大棚的实际情况加以应用,实现对大棚种植的立体式管理,具有广泛的应用前景。

(下转第74页)

在 18.5 mm 处取得最小值,一阶固有频率先增大后减小,于 19.5 mm 处取得最大值。

3.3 目标驱动优化

将导轨处筋板厚与侧壁壁厚两个尺寸参数选为优化参数,将最小变形量与最大一阶固有频率设置为优化目标,将一阶固有频率设置为优先级目标进行优化。通过 Optimization 对参数进行筛选,得出对床身最大变形量与一阶固有频率的优化结果。将优化后的结果与原结构的结果进行对比,可以看到,床身的最大变形量与一阶固有频率均有改善,提高了床身静、动态特性。对比结果如表 4 所示。

表 4 床身优化分析结果

$P1/mm$	$P2/mm$	最大变形/mm	固有频率/Hz
原结构 16	18	0.134 6	133.58
优化后 19	20	0.130 1	142.27
改变量+18%	+11%	-3.3%	+6.1%

4 结 论

运用 UG 三维软件对车床床身参数化建模,将模型导入 Ansys Workbench 中进行有限元静力分析与模态分析,得出床身的最大变形量与固有频率,通过比较有限元分析结果和试验结果,证明了有限元模型的有效性。在此基础上,采用试验设计法建立响应曲线,总结出导轨筋板厚与侧壁壁厚的尺寸参数对床身动态特性相关性最大,并采用目标驱动优化的方法,对尺寸参数进行计算和寻优,增加了

床身的结构刚度,改善了床身的动态特性。

参考文献

- [1] 盛伯浩.数控机床的现状与发展[J]. 制造技术与机床, 2004(1):20-23.
- [2] 张炳生,张曙.,机床的动态性能及其优化(上)[J]. 机械设计与制造工程,2017(1).
- [3] 郭俊康,方荣,洪军,等.基于有限元分析的拉刀磨床床身结构优化设计[J]. 组合机床与自动化加工技术,2011(1):9-12.
- [4] 史安娜,刘斯好,曹富荣,等.面向加工中心动态特性的立柱分析及优化设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2018,531(5):156-158.
- [5] 林剑峰,马晓波,李晖,等.数控机床动态特性测试与分析研究[J]. 机械制造,2010,48(8):5-9.
- [6] 郭春星,丁晓红,郭媛美,等.磨床床身结构优化设计[J]. 机械设计与研究,2009,25(5):104-107.
- [7] 库祥臣,傅扬威,杨俊杰.基于有限元的高速数控车床床身结构分析与优化[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2019(2).
- [8] 丁晓红.基于 ANSYS Workbench 的外圆磨床的有限元分析及优化[J]. 机械设计与制造,2010(1):181-182.
- [9] 黄晨华,李湘勤,毛桂生,等.非参数化模型的优化参数定义方法[J]. 电脑知识与技术,2017(6).
- [10] 丁晓红,陈叶林,罗智恒,等.机床床身结构优化设计方法[J]. 机械设计
- [11] 凌桂龙.ANSYS Workbench 15.0 从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2014.
- [12] 张力.模态分析与实验[M]. 北京:清华大学出版社,2011.

(上接第 32 页)

参考文献

- [1] 孙健.基于 3G 网络的农业大棚环境数据采集及自动控制系统设计与实现[D]. 长春:吉林大学,2014.
- [2] 程雪,王彬,贾北平.基于无线通信的多点温湿度采集系统的设计[J]. 农机化研究,2009,31(8):191-192.
- [3] 张彪,徐晓辉,张红涛,等.一种无线数据采集模块的设计[J]. 应用天地,2007,2007(2):61-63.
- [4] 金永福,王黎钦.一个无线数据采集系统的设计与实现[J]. 现代电子技术,2004,27(10):96-98.
- [5] 黄智伟.无线发射与接收电路设计[M]. 北京:北京航空

航天大学出版社,2004.

- [6] Setiyono B, Sumardi, Harisuryo R. Measurement system of temperature, humidity and air pressure over 433MHz radio frequency: an application on quadrotor[C]//Indonesia: International Conference on Information Technology, 2016.
- [7] 李丽荣.基于 SHT10 的无线温湿度采集系统设计[J]. 邢台职业技术学院学报,2012,29(5):90-92.
- [8] 陈子龙,张红雨,李俊斌.CC2540 和 SHT11 的无线温湿度采集系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2013,13(4):41-44.