Computer System Networking and Telecommunications, 计算机系统网络和电信 (2)2020,2
ISSN:2661-3719(Print)

基于 ZigBee 的大棚温湿度远程监控系统

熊治文
广西机电职业技术学院、电气工程系　广西　南宁　530007

【摘　要】基于无线传感和 ZigBee 技术，设计了一种远程实时监控大棚温湿度的系统。该系统以 DHT22 数字式温湿度传感器采集温度和湿度，AT89S52 单片机作为逻辑和数据处理核心，ZigBee 模块作为无线传输单元，传感器数据与无线模块从站直接连接，经无线模块主站转发至单片机，将数据进行处理后，通过以太网发送至远程上位机，上位机监控界面可用于显示与控制操作，实现温室大棚中温湿度远程实时监控。

【关键词】DHT22 数字式传感器；远程监测；大棚温湿度；ZigBee

随着经济水平的发展和提高，人民物质生活水平和需求也随之提高，应季蔬菜的供应已经不能满足人民生活的需求，这对农业生产提出了更高的要求。在中国东北、华北等北方地区出现了很多农业温室大棚，这为人们提供了大量可食用的反季节作物，让人们可以吃到自己喜欢的反季节蔬菜。通过提升农业技术水平、大力推广大棚种植，普及农业设施化，是现代农业的一个必然趋势。

现有的大部分大棚温室系统数据的采集主要通过有线数据远距离检测记录方式和传统无线检测记录方式。有线数据远距离检测方式，受物理线路、环境因素及布线成本的影响，局限性明显。传统检测记录系统中的无线通信方式通常信号衰减快、传输距离短且组网复杂。为了解决上述问题，研制一种能够远距离传输的无线大棚温湿度监控系统。

本文所述大棚温湿度远程监控系统，是利用 DHT22 数字式温湿度传感器采集温度和湿度。通过基于 ZigBee 远距离传输技术，可实现多点环境温湿度实时监控，通过远程控制大棚现场的执行机构改变大棚温湿度值。

1 系统总体架构设计

基于 ZigBee 的大棚温湿度远程监控系统，系统由上位机端 PC、控制核心 MCU、无线装置主节点 WLT2420SZ、大棚无线终端检测和控制装置组成。监测系统总体框架如图 1 所示。

温湿度监控系统设计由软件设计和硬件设计组成。软件设计主要是对 ZigBee 控制模块的程序设计和 PC 远程客户端应用设计；硬件设计，主要是实现温湿度信息采集和温湿度控制，所以在设计中，要实现温湿度远程采集并发送给客户端，客户端通过采集信息反馈来对控制模块发出控制指令，控制模块实施温湿度控制，最终达到设定需达到的温湿度。

2 硬件电路设计

本文设计的监测系统以 AT89S52 单片机作为逻辑和数据处理核心，由上位机远程 PC、通讯模块、温湿度采集、显示、报警温湿度控制、存储等模块组成，其系统硬件结构如图 2 所示。现场传感器数据通过采用 ZigBee 技术的温湿度采集模块 WLT2420SZ 进行组网，主站节点与单片机通信传输数据。经过单片机处理的多路数据在 LCD12864 上实时显示并显示当前时间，另外，每间隔一定时间便自动记录当前采集到的数据和当前时间。另外单片机通过以太网通讯模块与上位机进行通讯，实时监控大棚环境参数。

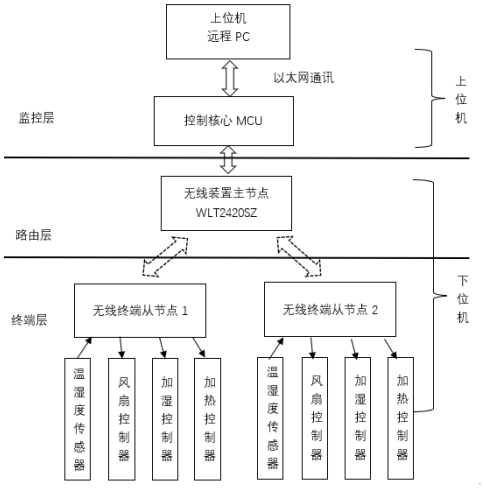


图 1 监测系统总体框架图

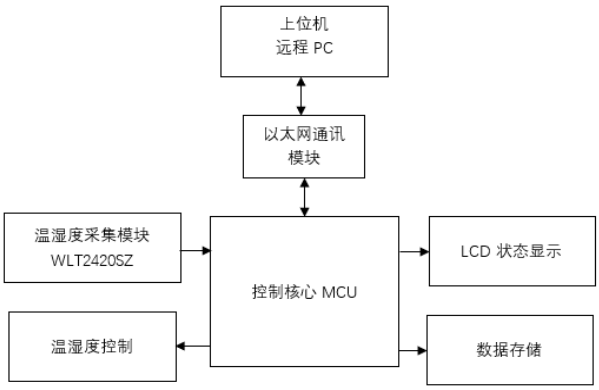


图 2 系统硬件结构图

2.1 温湿度采集电路

2.1.1 DHT22 温湿度传感器检测原理

采用 DHT22 作为温湿度检测模块。DHT22 传感器是一款数字量输出的温湿度一体传感器。可测 0%~99%RH 的湿度，误差 ±2%RH（10%~90%RH），-40~80 °C，误差 ±0.5°C。具有超低能耗，传输距离远，全部自动化校准等优点。该传感器可以直接与温湿度采集模块 WLT2420SZ 相连接。串行数据端采取的是单总线数据格式，与采集模块之间通讯一次的时间为 5ms 左右，数据格式：40bit 数据 =16bit 湿度数据 +16bit 温度数据 +8bit 校验和（图 3）。

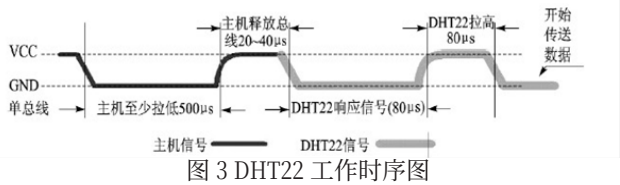


图 3 DHT22 工作时序图

2.1.2 DHT22 的连接电路

实际使用中 DATA 端（引脚 2）需要接一个合适的上拉电阻，一般距离小于 20m 时接 5.1kΩ 左右的电阻。由于设备通过一个三态端口连至 DHT22 的 DATA 端，因此设备在不发送数据的时候能够释放出总线，而让其他设备使用总线，为了保证当总线空闲时状态为高电平，所以在 DATA 端上接了一个 5.1K 上拉电阻。DATA 端与单片机相连接，传感器与单片机接口的电路如图 4 所示。3 个传感器分别连接在单片机 P3 口，用以将传感器采集到的数据与单片机进行通信，1 脚和 3 脚之间的 0.1uF 电容为去耦电容，用以去耦滤波的作用。

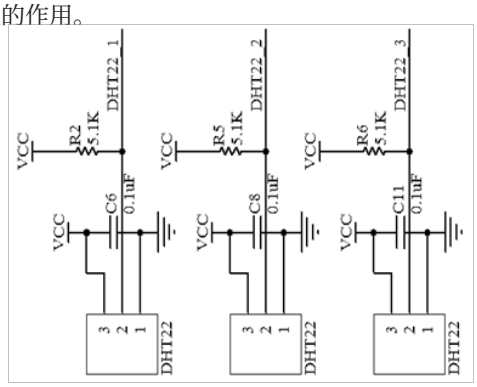


图 4 DHT22 接口电路

2.2 24C08 存储电路

监测系统的现场数据存储用到 24C08 存储芯片，其连接电路如图 5 所示。采用二线制存储器 24C08，是一个 8K 位串行 CMOS EEPROM，具有 400kHzI² C 总线兼容；输入引脚经过施密特触发器滤波抑制噪声；支持硬件写保护功能。7 端（WP）为写保护引脚，高电平有效，存储器进入写保护状态，只能进行读操作，不能进行写操作。在本设计中 WP 引脚直接接地，可进行读写操作。6 端（SCL）是 24C08 串行时钟引脚，在通信时用于产生数据发送或接收的时钟。5 端（SDA）为串行数据输入 / 输出引脚。在通信时用于器件对所有的数据进行发送或者接收的作用。24C08 仅用 A2 作为地址脚，可寻址 8K，A1、A0 内部未连接，在这里地址端（A2、A1、A0）接地。

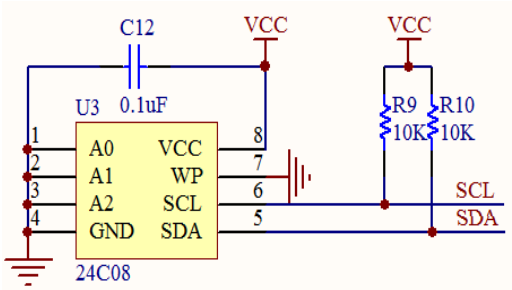


图 5 存储电路

2.3 ZigBee 主站模块电路

本系统在设计时采用主从模式，ZigBee 主站节点模块与单片机采用直接串口通信方式。考虑到单片机与 ZigBee 主站节点模块需要远距离传输，在这里选择 ZigBee 模块 WLT2420SZ，其最远传输距离可达 2500 米，完全符合设计要求。通过 WLT2420SZ 模块串行引脚发送端和接收端分别与单片机串行接收端 RXD 以及发送端 TXD 相连，WLT2420SZ 模块外部中断 INT1 外接按键用于唤醒 MCU，如图 6 所示。

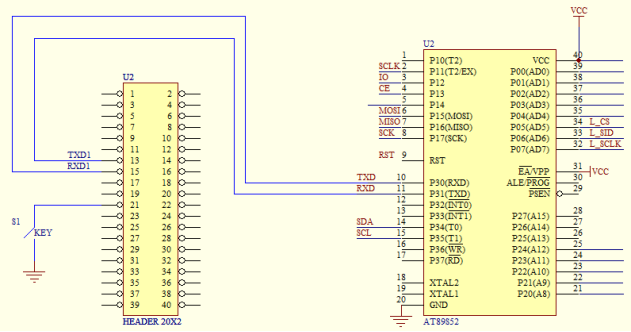


图 6 ZigBee 主站模块连接电路

3 系统软件设计

3.1 软件设计

本系统是采用 C 语言编程，当系统上电后，首先需要对硬件设备和协议栈进行初始化，控制器会根据初始化工作的完成后，建立符合控制系统的通信网络。在系统运行工作时，会有不同的设备持续地申请加入网络，此时主站节点会接收各设备传输的数据，且控制器会根据设备传输的数据类型指定相应的地址，进行数据存储。当系统组网建立完成后，控制器能够通过以太网接口将设备传输的数据上传到上位机，从而进行系统控制的下一步操作。主程序流程图如图 7 所示。

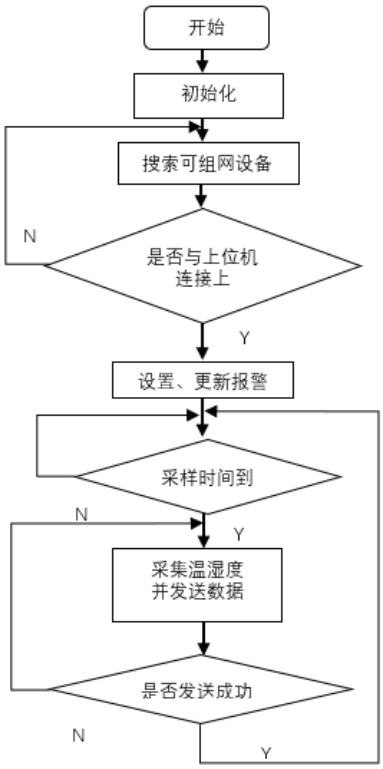


图 7 主程序流程图

3.2WLT 主机模式通讯协议

3.2.1 主从通讯模式

本系统采用多节点主从模式通讯，使用配置软件可以很方便的设置通讯模块的工作方式在这里将通讯模块设置成主机模式，即可实现主站与从站的多点高效传输，该模式下可以设置一个 ZigBee 模块作为主站节点，该节点可以跟多个从站进行双向通信，采用广播式的通讯方式，有利于单片机的指令快速传播至每个 ZigBee 模块并进行数据的交换（图 8）。

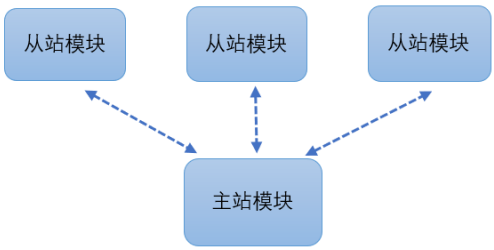


图 8 主从通讯模式

3.2.2 命令格式

采用主从模式通讯时，通讯命令要遵循一定的通讯格式，通常由：命令起始位、命令内容本身、命令控制方式及命令结束位组成，如 0xAA 0xD1 0xffff 0x55，根据命令控制方式可以数据通讯、信号强度查询、读取 I\O 状态等操作，表 1 所示。

表 1 命令控制方式

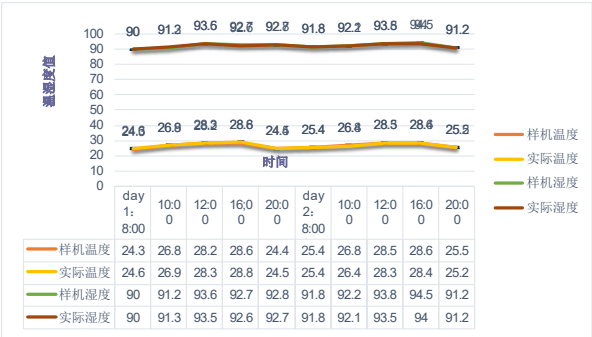
命令控制方式	指令	命令实体
主机数据通讯	0xD1	6.2.1
设置临时通道速率	0xD2	6.2.2
查询信号强度	0xD3	6.2.3
设置 IO 输入输出	0xD4	6.2.4
设置 IO 状态	0xD5	6.2.5
读取 IO 状态	0xD6	6.2.6
读取 AD	0xD7	6.2.7
进入睡眠	0xD8	6.2.8

4 实验结果及分析

大棚温湿度远程监测与控制系统由于部分组网设备尚未完成实物调试，现阶段仅进行了在大棚内为期一周的现场数据测试与对比，每隔 30 分钟记录一次数据，从得到的数据中分别随机抽取每天早上、中午和晚上的五组数据进行对比。测试现场如图 9 所示。左图为本次设计的大棚温湿度检测仪，右图为美德时 JR593 电子温湿度计，与市面上比较主流的温湿度计在同等条件下测试并进行结果对比。

图 9 大棚测试现场

样机实地测量参数设定为：警报值设定湿度上限值为 99%RH，温度上限值为 30℃；温度允许的误差为 ±0.5℃，湿度允许误差 ±2%RH，测试结果如图 10 所示。根据测试结果可知，在不同时间段温湿度数据有比较大的波动，随着温度的升高相应的湿度也升高，而样机测试结果与美德时 JR593 电子温湿度计测试结果基本一致，这说明样机性能比较稳定能达到实际使用的效果。



	day 1: 8:00	10:00	12:00	16:00	20:00	day 2: 8:00	10:00	12:00	16:00	20:00
样机温度	24.3	26.8	28.2	28.6	24.4	25.4	26.8	28.5	28.6	25.5
实际温度	24.6	26.9	28.3	28.8	24.5	25.4	26.4	28.3	28.4	25.2
样机湿度	90	91.2	93.6	92.7	92.8	91.8	92.2	93.8	94.5	91.2
实际湿度	90	91.3	93.5	92.6	92.7	91.8	92.1	93.5	94	91.2

图 10 温湿度测试数据与实际值对比

5 结论

本文基于 ZigBee 的远程大棚温湿度监控系统，分析了

一种利用无线传输技术实现大棚温湿度的远距离实时监测与控制，通过远程的监控能够有效的控制大棚的温湿度。与传统的大棚温湿度计比较，可以多点测量，将多个传感器采集到的数据同时传输到控制器并进行处理。这样有利于节约成本和系统集成，报警系统可实现无需人工巡视的情况下准确的定位温湿度指标超标的大棚，方便管理人员及时处理。

【参考文献】

[1] 黄欣，赵志刚，万荣泽 . 面向精细农业的无线传感器网络关键技术研究 [J]. 农机化研究，2017（11）：208-211.

[2] 郭东平 . 基于单片机的大棚温湿度监测报警装置的研究与开发 [D]. 杨凌：西北农林科技大学，2015.

[3] 王笑宇，汤震 . 基于 Zig Bee 技术的连栋温室环境调节系统设计 [J]. 中国农机化学报，2019（02）：175-179.

[4] 余兆成，杨光友，谢松 . 基于 One-NET 大棚温湿度远程监测系统 [J]. 中国农机化学报，2019（02）：180-185.

[5] 石俊 . 基于 Zig Bee 的温室大棚无线温湿度控制系统设计 [D]. 大连：大连理工大学，2018.

[6] 邢希君 . 基于多变量控制的设施农业温室大棚智能控制系统的开发 [D]. 太原：太原理工大学，2018.

[7] 赵远超，赵建平，田全利，勾宝同，李晓慧 . 基于 NB-Io T 技术的智能温室大棚温湿度检测系统 [J]. 电子技术，2018（07）：76-79.