

新型配电柜WIFI无线温湿度传感系统研究

李芳亚*, 徐可, 孙思友, 胡兵, 杨帆, 蒋晶晶, 吴霞, 冯依

国网湖北省电力有限公司孝感供电公司, 湖北 孝感

收稿日期: 2024年10月20日; 录用日期: 2024年11月18日; 发布日期: 2024年11月28日

摘要

随着物联网技术的发展, 温湿度监测已经广泛应用在日常生活、工业、医学、环境保护、化工、石油等领域。由于配电柜的湿度波动范围宽、实现精确测量难度大, 同时安装成本受限, 现有的温湿度监测产品很难满足电力系统用户的多样化需求。因此, 本系统采用STM32F103C8T6芯片作为主控, 通过DHT11模块来收集所处环境的温湿度数据, 并利用ESP8266模块将监测到的数据上传到中国移动的OneNET云平台, 使用OneNET云平台创建自有的产品和设备, 利用数据可视化实时展示收集来的数据。系统的硬件部分采用模块进行搭建, 使整个系统安装简单且更加便于维护。根据系统制作了实物, 并进行了相关的测试实验, 结果表明系统完全满足电力配电柜应用需求。

关键词

温湿度监测, STM32F103C8T6, OneNET云平台

Research on the New WIFI Wireless Temperature/Humidity Sensing System for Distribution Cabinets

Fangya Li*, Ke Xu, Siyou Sun, Bing Hu, Fan Yang, Jingjing Jiang, Xia Wu, Yi Feng

Xiaogan Power Supply Company, State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd., Xiaogan Hubei

Received: Oct. 20th, 2024; accepted: Nov. 18th, 2024; published: Nov. 28th, 2024

Abstract

With the development of the Internet of things technology, temperature and humidity monitoring has been widely applied in daily life, industry, medicine, environmental protection, chemical industry,

*通讯作者。

文章引用: 李芳亚, 徐可, 孙思友, 胡兵, 杨帆, 蒋晶晶, 吴霞, 冯依. 新型配电柜 WIFI 无线温湿度传感系统研究[J]. 传感器技术与应用, 2024, 12(6): 870-876. DOI: 10.12677/jsta.2024.126095

petroleum and other fields. Due to the wide range of humidity fluctuations in distribution cabinets, the difficulty of achieving accurate measurement, and limited installation costs, existing temperature and humidity monitoring products are difficult to meet the diverse needs of power system users. Therefore, this system uses the STM32F103C8T6 chip as the main controller, collects temperature and humidity data of the environment through the DHT11 module, and uploads the monitored data to China Mobile's OneNET cloud platform using the ESP8266 module. The OneNET cloud platform is used to create its own products and devices, and the collected data is displayed in real-time through data visualization. The hardware part of the system is built using modules, making the installation of the entire system simple and easier to maintain. Based on the system, physical objects were made and relevant testing experiments were conducted, and the results showed that the system fully meets the application requirements of power distribution cabinets.

Keywords

Temperature and Humidity Monitoring, STM32F103C8T6, OneNET Cloud Platform

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着物联网技术和传感器技术的不断发展, 温湿度监测技术得到了快速的发展和应用。对于温湿度监测系统的开发, 需要采用更加通用化和标准化的方案, 以降低开发成本和提高开发效率, 并且在设计时需要考虑方案的维护性和可扩展性, 以便后续的更改和维护。同时, 应该尽量选择通用性强、易于更换的器件, 以便在更换时能够快速适应不同的需求和场景[1]-[4]。

基于上述研究背景下, 设计开发出了一款适用于配电柜应用场景的 WIFI 无线温湿度传感系统[5]-[9]。系统采用了 DHT11 温湿度传感器, 能自动采集 0℃到 50℃的温度和 20% RH 至 90% RH 的湿度, 发送给单片机, 该测温湿度模块体积小、功耗低, 可用作室内温湿度等方面的测量。整个系统模块化, 用户可自行安装拆卸模块, 当某个模块损坏的情况下, 用户可以自行购买模块安装, 使系统维护变得更加方便快捷。

2. 系统总体设计

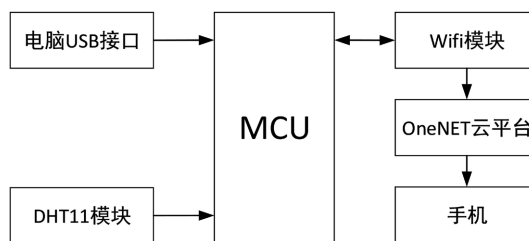


Figure 1. Overall system block diagram

图 1. 系统总体系统框图

总体系统框图如图 1 所示, 本系统主要由电源供电端、MCU 主控端、信息采集端、联网端和显示输出端五部分组成。电源供电端采用了电脑 USB 接口提供的电源, 以满足正常的工作, 这样使设计与实现

更为简单,系统具有较好的便携性,并且供电模块成本低。MCU 控制端采用了 STM32F103C8T6 核心板,以 STM32F103C8T6 单片机作为主控芯片。信息采集端采用 DHT11 模块采集所处环境的温湿度信息,并上传到 STM32F103C8T6 单片机。联网端通过串口与 ESP8266-12F WIFI 模块进行通信,并将温湿度数据上传到 OneNET 云平台。显示输出端采用 OneNET 云平台和手机以仪表盘形式实时显示温湿度数据。

2.1. 单片机最小系统电路

STM32F103C8T6 单片机最小系统主要由电源电路、复位电路、下载电路、晶振电路和其他外围电路组成,具体如图 2 所示。供电电路使用 USB 接口电路,5 V 电源输出,降压电路将 5 V 输入降压为 3.3 V 输出。5 V 的电源是系统的外部供电电源,而 3.3 V 的电源主要是给 STM32F103C8T6 单片机、DHT11 温湿度传感器模块和 ESP8266 ESP-12F WIFI 模块供电使用的。复位及晶振电路均是与单片机配合,组建最小系统,其他外围电路有外接引脚、状态指示灯和去耦电容,最小系统板上有两个 LED 灯,D1 为+3.3 V 电源指示灯,如果板卡上电正常,D1 灯常亮。如果 D1 不亮,则可能板卡电源异常。D2 灯为程序状态指示灯,可供软件调试或者程序运行指示用。

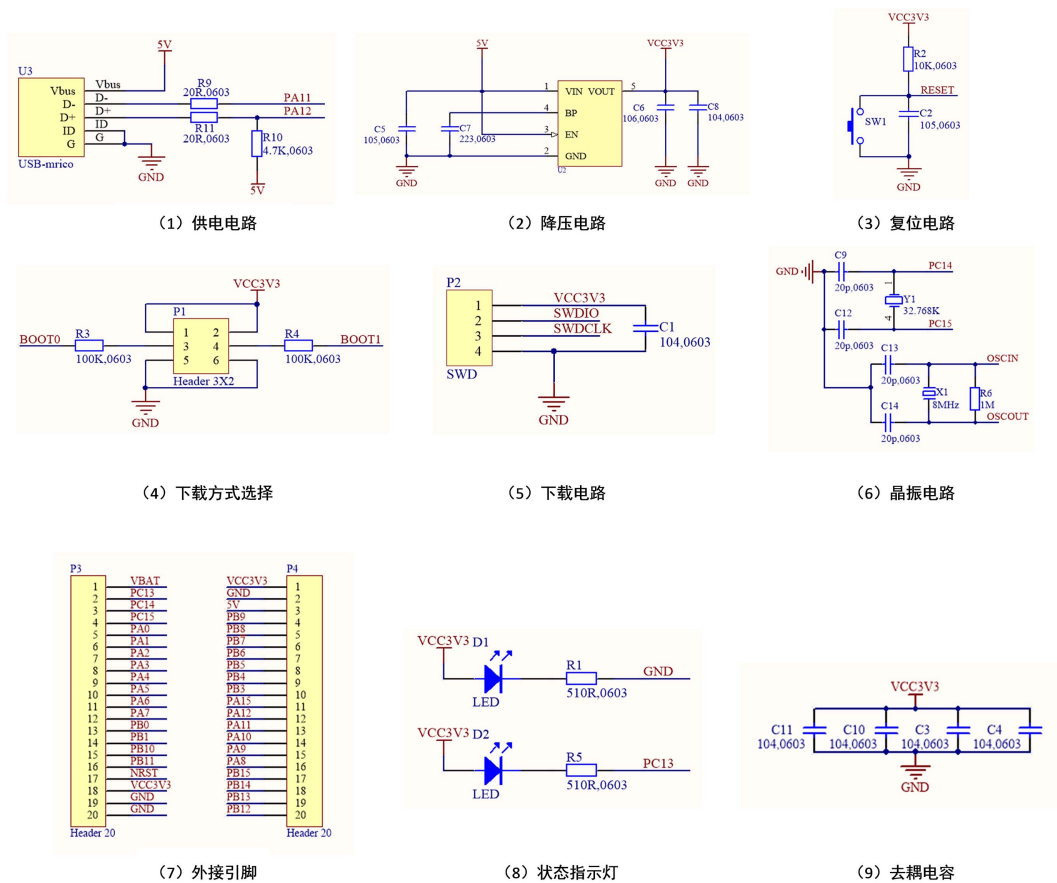


Figure 2. Schematic diagram of the minimum system circuit of the microcontroller
图 2. 单片机最小系统电路原理图

2.2. DHT11 温湿度传感器模块

模块原理图如图 3 所示,当 DHT11 模块被激活时,它会发送一个起始信号,然后开始发送 40 个位

的数据信号。其中前 16 个位是温度值，后 16 个位是湿度值。最后 8 个位是校验位，用于检验数据的准确性。通过读取这些信号，微控制器可以确定环境的温湿度值。DHT11 模块的响应时间比较长，大约需要 1 秒钟左右才能完成一次测量，因此在使用时需要考虑这一点。

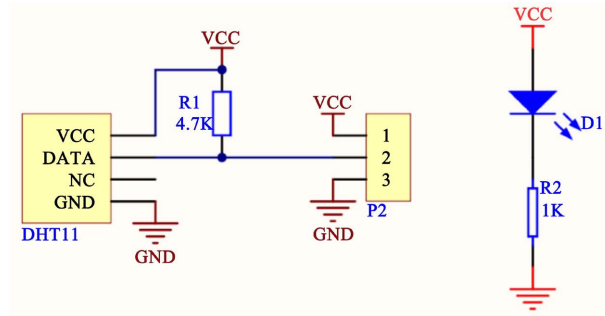


Figure 3. DHT11 temperature and humidity sensor module circuit
图 3. DHT11 温湿度传感器模块电路图

2.3. ESP8266 ESP-12F WIFI 模块

系统中无线模块采用的是 ESP8266 ESP-12F WIFI 模块，该模块内部集成了 Tensilica L106 32 位处理器和 4MB 闪存，可以独立运行各种应用程序和操作系统，且可以实现网络通信和存储数据等功能。芯片内置了 WIFI 模块，它支持 802.11 b/g/n 协议，可以实现无线网络连接和数据传输，用户可以通过 AT 指令或编程的方式进行配置和控制。本设计中，单片机和 ESP8266 主要是通过串口进行通信，由 ESP8266 链接至 OneNET 云平台，从而实现单片机采集到的实时信息更新在云平台上。

3. 软件程序设计

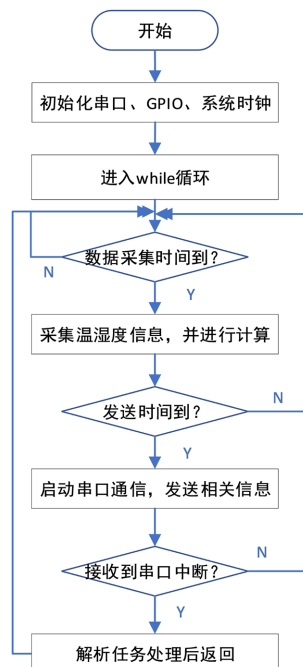


Figure 4. System software execution flowchart
图 4. 系统软件执行流程图

系统软件执行的总流程图如图 4 所示,系统上电后,单片机首先进入初始化程序,初始化串口外设、IO 口、系统时钟和定时器等,之后进入 while 无限循环。在循环体内,根据定时时间设定需求,实时判断是否达到数据采集时间,若是达到,则进行温湿度采集,进而进行相关的计算。再次判断是否达到上报数据的设定时间,若是设定时间符合要求,则通过串口将相关信息发送出去。最后,则判断是否接收到串口中断,主要是来自于上位机的设定信息,若收到中断,则进行解析并处理任务后返回。

4. 系统测试及结果分析

4.1. 系统测试前的准备工作

在系统测试时,具体需要以下两步:1) 云平台上创建模块信息,2) 模块与云平台的网络连接,具体如下:

1) 首先,在 OneNET 云平台的多协议接入中添加产品,其次,在设备列表中添加设备 DHT11,如图 5 所示。设备名称为 DHT11,设备编号为 1,数据保密性选择私密,设备就添加成功了。

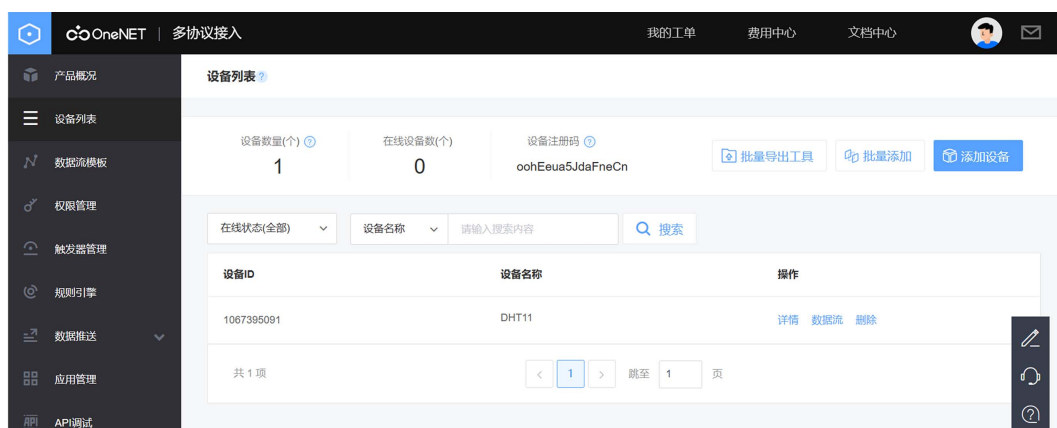


Figure 5. Add equipment diagram
图 5. 添加设备图

2) 模块与云平台连接

通过 ESP8266 ESP-12F WIFI 模块的 AT 指令,连接手机热点,然后连接 OneNET 云平台,如图 6 所示。可知,WIFI 模块已经成功连接手机热点,并成功连接上 OneNET 云平台。向 OneNET 云平台发送数据,在单条发送处,给 OneNET 云平台传送温湿度数据信息,此时,已成功传送温湿度数据到 OneNET 云平台,在设备数据流中可查看传送的初始数据。

4.2. 系统测试及结果

测试方式:在开阔区处,节点距离观测点距离不低于 5 km,温湿度采集节点为 3 个,可自动采集 0℃~50℃的温度和 20% RH~90% RH 的湿度,OneNET 云平台和手机上都可实时查看各个监测点的温湿度数据。

1) 模块温湿度稳定性测量

测量方式:将模块安放于一个泡沫箱(内贴铝膜)内,泡沫箱可以通过电吹风进行加热,也可以通过加湿雾化头进行加湿,从而改变环境的温湿度信息,箱体内放置成品的温度计和湿度计计量标准的环境温度(℃)和湿度(%RH),测试后的数据见表 1。

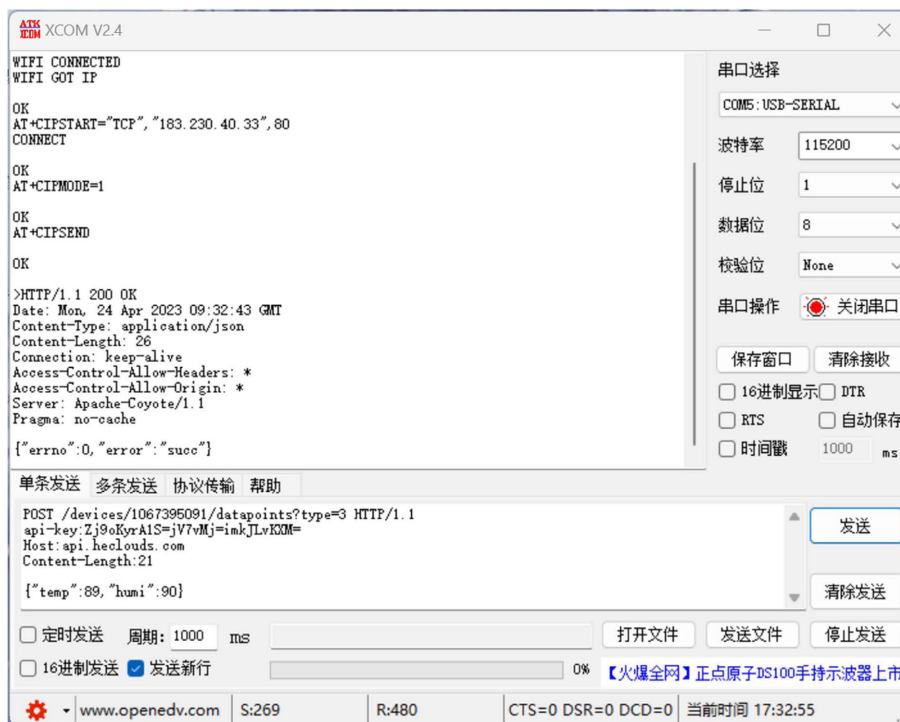


Figure 6. Network connection setting command
图 6. 网络连接设定指令

Table 1. Module temperature and humidity stability test
表 1. 模块温湿度稳定性测试

| 序号 | 标准温度 | 测量值 | 误差 | 标准湿度 | 测量值 | 误差 |
|----|------|------|------|------|-----|----|
| 1 | 25 | 25.3 | 0.3 | 20 | 21 | 1 |
| 2 | 30 | 29.7 | -0.3 | 40 | 42 | 2 |
| 3 | 35 | 35.4 | 0.4 | 60 | 62 | 2 |
| 4 | 40 | 40.2 | 0.2 | 70 | 72 | 2 |
| 5 | 50 | 49.8 | -0.2 | 80 | 78 | -2 |

可见，系统的温度与温湿度计的温度相差 0.4°C ，符合 DHT11 模块温度精度为 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 要求；湿度与温湿度计相差 2% RH，符合 DHT11 模块湿度精度为 $\pm 5\%$ RH 要求。所以，本系统监测的温湿度准确，符合准确度要求。

2) 系统总体性能评价

首先，接通电源，等待温湿度稳定后，截下室内温湿度图，此时温度为 21°C ，湿度为 58% RH，如图 7(1)所示；保持其他变量不变，使用吹风机热档对本系统的位置 2 进行吹风，改变温湿度情况，可见位置 2 温度上升至 28°C ，湿度下降至 51% RH，符合实际生活原理，温度上升，湿度下降，如图 7(2)所示。由于 3 个监测点位置挨的过近，所以位置 0、位置 1 的温湿度也略有变化，但也是温度略有上升，湿度略有下降。

可见，温湿度采集节点为 3 个，可自动采集 0°C 到 50°C 的温度和 20% RH 至 90% RH 的湿度，且温度的精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度的精度为 $\pm 5\%$ RH。

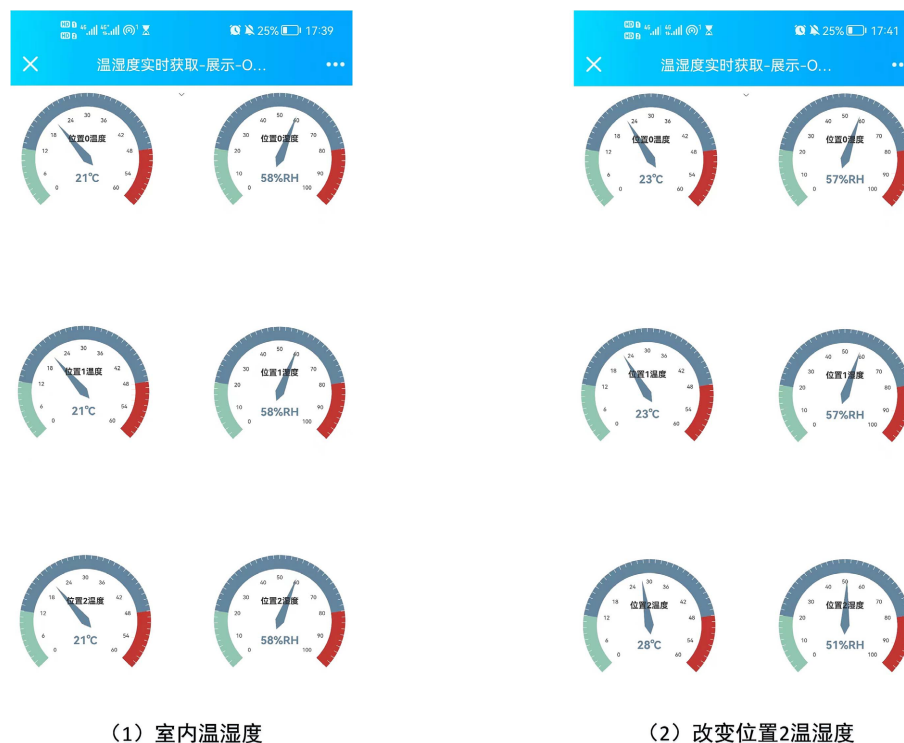


Figure 7. Comparison chart of temperature and humidity conditions
图 7. 温湿度情况对比图

5. 结论

设计中采用 WIFI 通信的方式使单片机对 DHT11 温湿度传感器的数据进行接收并处理，以满足人们对温湿度监测的需求。实现的功能如下：

- 1) 通信方式为 WIFI，在开阔区处，节点距离观测点距离不低于 5 km。
- 2) 温湿度采集节点为 3 个，可自动采集 0°C 到 50°C 的温度和 20% RH 至 90% RH 的湿度。
- 3) OneNET 云平台和手机上都可实时查看各个监测点的温湿度数据。

参考文献

- [1] 唐茂淞. 基于 OneNET 物联网云平台的农田环境监测及远程灌溉系统设计[J]. 电子制作, 2023, 31(5): 39-43.
- [2] 潘浩权, 王淑怡, 周佳鑫. 基于 ESP8266 的自供电温湿度采集系统[J]. 信息记录材料, 2023, 24(3): 107-109.
- [3] 曾海燕, 郑鑫, 韦焱. 基于物联网技术的智能家居控制系统设计研究[J]. 电子制作, 2023, 31(1): 116-120.
- [4] 张亚峰, 郭霞雲. 基于 STM32 和 OneNET 云平台的智能花盆远程操控系统设计[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(12): 151-152+155.
- [5] 王潇枫, 骆邵文, 刘润琪, 等. 基于 STM32 和 WIFI 模块的智能植物养护系统设计[J]. 电子测试, 2022, 496(19): 15-17+51.
- [6] 薛义鹏, 陈鑫, 孙馨瑶, 等. 基于 STM32 和阿里云的棉纺车间环境温湿度监测系统[J]. 自动化与仪表, 2022, 37(8): 67-70+86.
- [7] 刘宇耀, 刘增力. 基于 STM32 的工业污染监测系统[J]. 自动化仪表, 2022, 43(5): 82-86.
- [8] 岳骏, 解乃军. 基于 STM32 的物联网智能家居系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2022, 284(2): 27-31.
- [9] 付文新, 王洪丰. 基于 STM32 单片机和 DHT11 温湿度传感器的温湿度采集系统的设计与实现[J]. 光源与照明, 2022, 165(3): 119-121.