

摘要：基于 MCU ESP8266 设计了一种具有物联网温湿度结点功能的智能台灯，以 MCU ESP8266 为核心控制器，分别利用了数字温湿度计 DHT11 采集温湿度，使用 OLED 128*64 显示结点信息，实现外设控制与数据交互。同时通过 Httpserver 和按键作为人机交互接口。本文设计并制作出一种花朵外观的具有物联网温湿度结点功能的智能台灯。

关键词：物联网；单片机；智能台灯

中图分类号：TP212.9 文献标识码：A 文章编号：1006-883X(2020)03-0026-06

收稿日期：2019-12-27

用于物联网的温湿度智能台灯

毛浩龙¹ 高国伟^{2,3} 张开宇^{2,3} 景希^{2,3} 王继阳^{2,3} 郭郑岩^{2,3} 王旭¹

- 1. 北京信息科技大学，北京 100192
- 2. 北京信息科技大学 传感器北京市重点实验室，北京 100101
- 3. 北京信息科技大学 现代测控技术教育部重点实验室，北京 100192

一、引言

随着物联网的发展以及成本的降低，人们开始寻求从传统的灯具到实现各个节点连接物联网的转变。传统的灯具功能单一，无法实现信息的实时传输。智能物联网温湿度照明结点^[1]在这方面具有很高的优越性，它不光可以实时传输温湿度，还可以通过 NTP 服务器获取到当地网络时间并在本地显示，大大加强了灯具的功能，方便了人们的生活。

控制模块使用的是 MCU ESP8266，上面集成 WiFi + MCU，使用的是一个 M0 的内核，而且成本很低，因为片上有 WiFi 和 MCU，所以作为网络终端非常的方便^[2]。用 MCU ESP8266 不仅成本低廉而且具有较高的集成度。使用 OLED 128*64 显示信息，通过 Httpserver 和按键作为人机交互接口来达到控制和显示信息的功能。测试结果表明，所设计的系统具有相当的可行性。

二、系统的总体设计

系统框图如图 1 所示。

智能物联网温湿度照明结点系统采用的是锂电池供电充电系统，所以不受电线和有无电源接口的限制。本系统主要采用了按键模块、Httpserver 人机交换模块、锂电池供电充电单元，以及 USB 固件更新模块。通过 Arduino IDE 来编写相关的控制程序，实现温湿度以及时间的实时更新。

智能物联网温湿度照明结点系统平时摆放在卧室床柜上或书桌上，可以充当灯具使用，同时也可当温湿度计使用，以及实时报时。

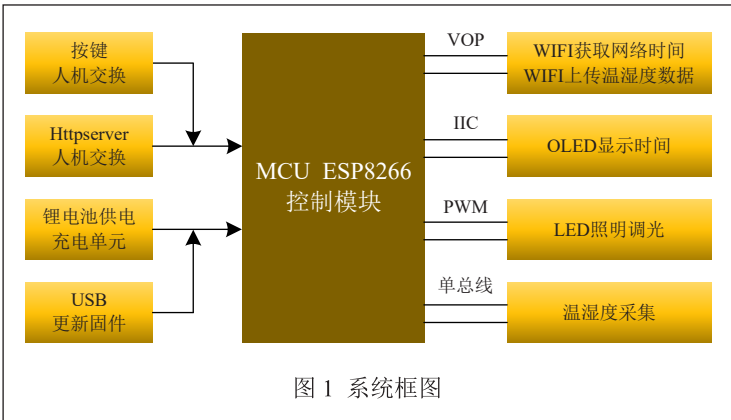


图 1 系统框图

三、硬件设计

硬件系统分为6个部分，分别为USB转串口电路、电源电路、单片机系统、OLED电路、DHT11温湿度传感器电路、LEDmos管放大电路，如图2所示。

1、USB to UART^[3]

USB转串口电路如图3所示，是为了将设备和电脑直接相连，为其提供设备调试、串口更新固件、锂电池充电等功能。电路采用ch340c作为USB转串口芯片，可将设备串口直接与电脑USB相连接，为设备调试和更新程序做出硬件支持。Ch340c自带的DTR、RTS引脚通过三极管与ESP8266 BOOT0、RESET引脚相连，可实现一键下载功能。

2、电源电路

电源电路如图4所示，使用4.2V锂电池供电，通过LDO AMS1117转成3.3V为ESP8266供电和系统供电。另外使用TP4056稳压充电芯片通过USB 5V电源为电池充电。

3、单片机系统

单片机采用了ESP8266作为主控MCU，如图5所示，80MHz的主频使其可以快速有效的处理信息，不需要安装晶振，减少了成本。

ESP8266集成了WiFi功能，内置了TCP/IP协议栈，使其可以方便地进行二次开发和接入云端服务。ESP8266EX集成了32位Tensilica处理器、标准数字外设接口、天线开关、射频balun、功率放大器、低噪声放大器、过滤器和电源管理模块等，仅需很少的外围电路和7个外围元器件，可将所占PCB空间降低。具有超宽的工作温度范围（-40℃~+125℃），其内封8Mbit Flash，ESP8266还自带省电模式，在待机状态下功耗极低。

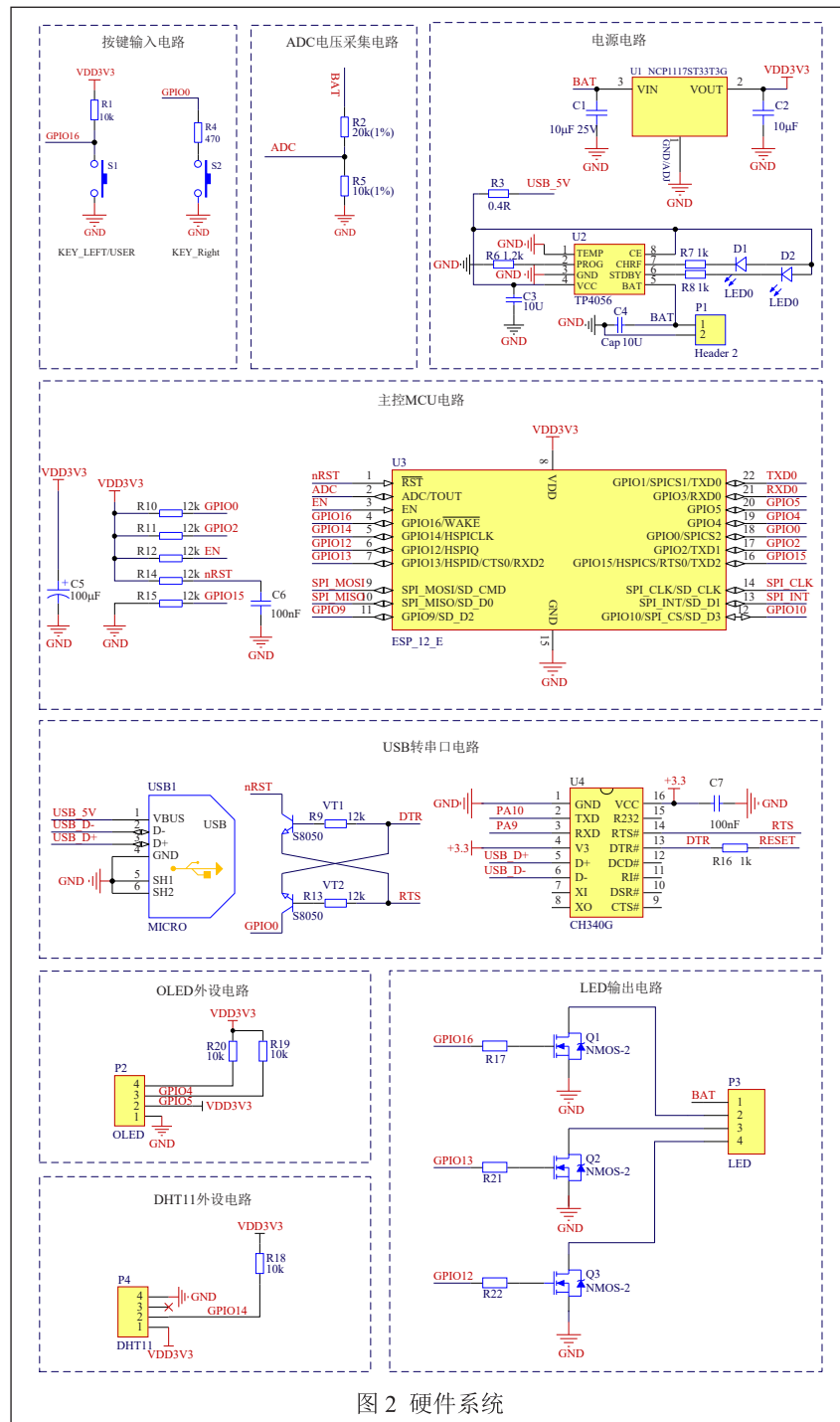


图2 硬件系统

ESP8266 中内置了超低功耗的 Tensilica L106 32 位 RISC 处理器，CPU 时钟速度最高可达 160MHz，支持实时操作系统（RTOS）和 WiFi 协议栈，可将高达 80% 的处理能力留给应用编程和开发。

单片机正常的工作状态为 3.3V 供电电压，因此单片机系统设计为 GPIO0 和 GPIO2 上拉电压管脚，GPIO15 下拉电压管脚，并且正负极放置大的去耦电容，极大地降低了原件耦合到电源端的噪声，间接减少了其他元件受此元件噪声的影响。

LED 输出电路及其外设电路如图 6 和图 7 显示所示。外设电路中使用了 IIC 总线控制 OLED 作为节点的显示和菜单，为人机交互提供良好的环境。使用单总线协议驱动的 DHT11，价格低廉，又能同时获得温

湿度信息，在此产品中非常合适。并且 LED 使用三个 MOS 管驱动由单片机引脚控制，实现电平转换和驱动放大，CMOS 期间允许高频切换，可以使用 PWM 来控制 LED 的亮度。

四、系统特点

智能物联网温湿度照明结点具有以下特点：

1、传统的物联网模块是控制模块和 WiFi 模块分开设计，不光增加了设计的难度，同时也增加了系统的成本。而本次设计的智能物联网温湿度照明结点的网络数据的采集和接收全部由 MCU ESP8266 模块进行，其高度集成了 WiFi 模块和控制模块于一体^[5]，大大简化了系统的结构，降低了设计成本；

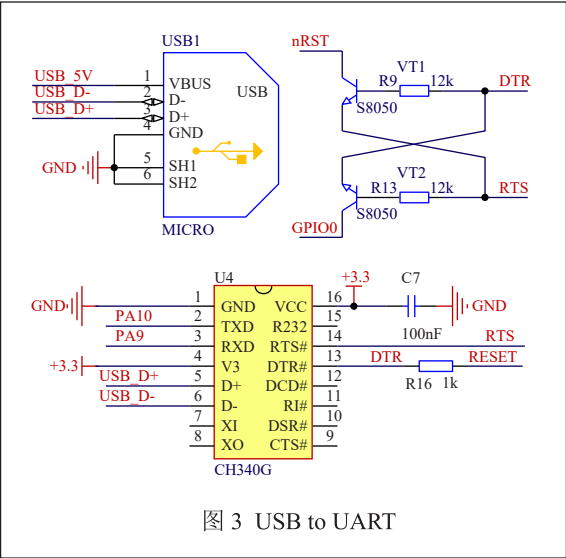


图 3 USB to UART

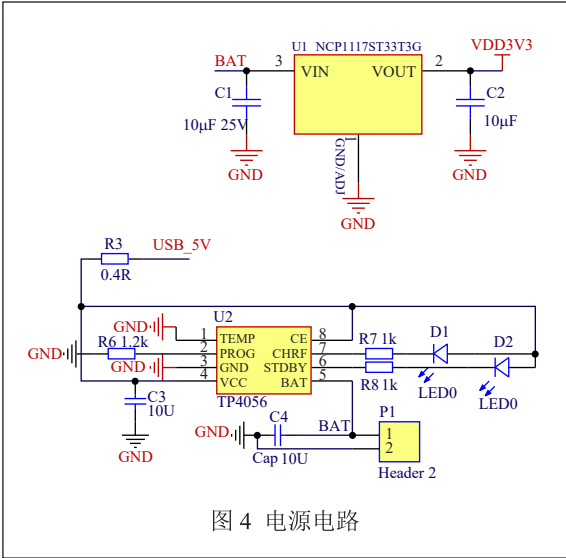


图 4 电源电路

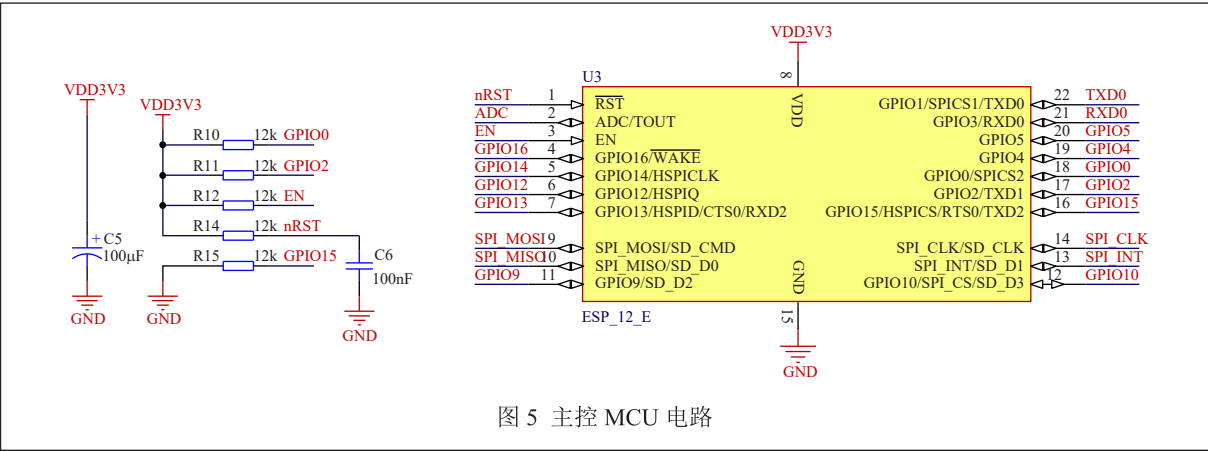


图 5 主控 MCU 电路

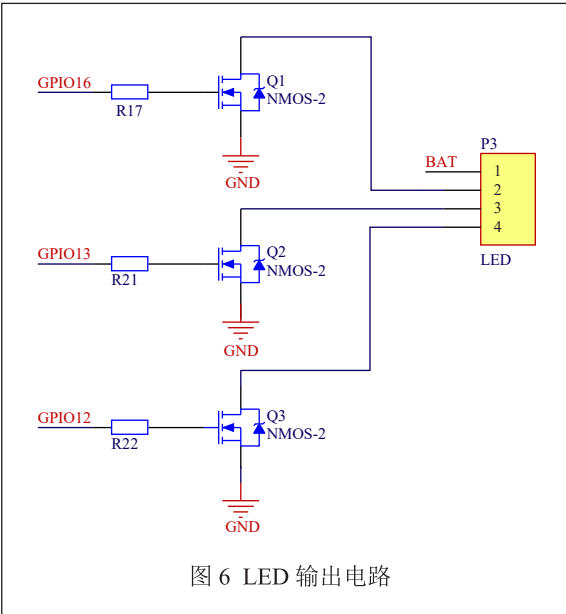


图 6 LED 输出电路

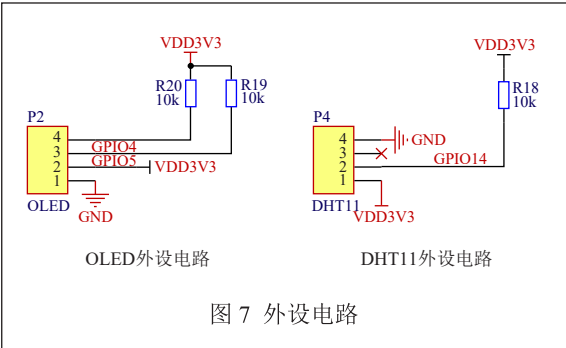


图 7 外设电路

2、系统电源为锂电池供电，使得结点不必考虑电源线和有无电源接口的问题，大大提高了使用的方便性，同时也降低了系统的成本；

3、使用开源 Arduino IDE 对 ESP8266 编程。Arduino IDE 支持 C/C++，有许多开源的库，又支持 avr、stm32、esp8266、esp32 等多种单片机，编程简单，通用性强。在提高了数据处理能力的同时也提高了实用性；

4、系统可以自动控制台灯的亮灭，做到人来灯亮，人走灯灭，大大节约了能源；

5、系统可以使用 httpserver 通过网页与移动端和 PC 端通信 [6]，实现方便的远程控制与信息查看，也可介入云计算服务器为物联网云控制做出数据保障 [7]。

五、系统的软件设计

软件开发采用流行的开源软件 Arduino IDE 作为 windows 端开发 IDE，如图 8 所示。Arduino 支持 C/C++ 编程，有许多开源的功能包以类的形式继承，使其能拥有很多强大的功能。另外，Arduino 支持许多种型号的板卡，如 AVR 系列的 atmag328，Stm32 系列的各种控制器，还有对 ESP8266、ESP32 控制器的支持。智能物联网温湿度照明结点系统采用的基于 Arduino IDE 平台的 C 语言编写。根据硬件模块来编写程序。采用了模块化设计，可分别调试每个模块，最后进行统一协调处理。其中主程序为调用和激活各个子程序，判断温湿度采集是否正常和能否联网。软件流程如图 9 所示。

系统上电后，主控芯片开始进行初始化，端口外设和温湿度传感器、ADC 模块、OLED 屏幕、Wi-Fi 模块 WiFident，以及联网协议 HTTP server 开始运行，同时初始化定时器。当 OLED 显示开机界面的时候，开始电池电压 AD 采集，通过 AD 转换，最后显示在 OLED 上，可以判断电池电量，然后进行温湿度采集，采集到的数据经过数据格式转换刷新 OLED 显示。系



图 8 软件系统

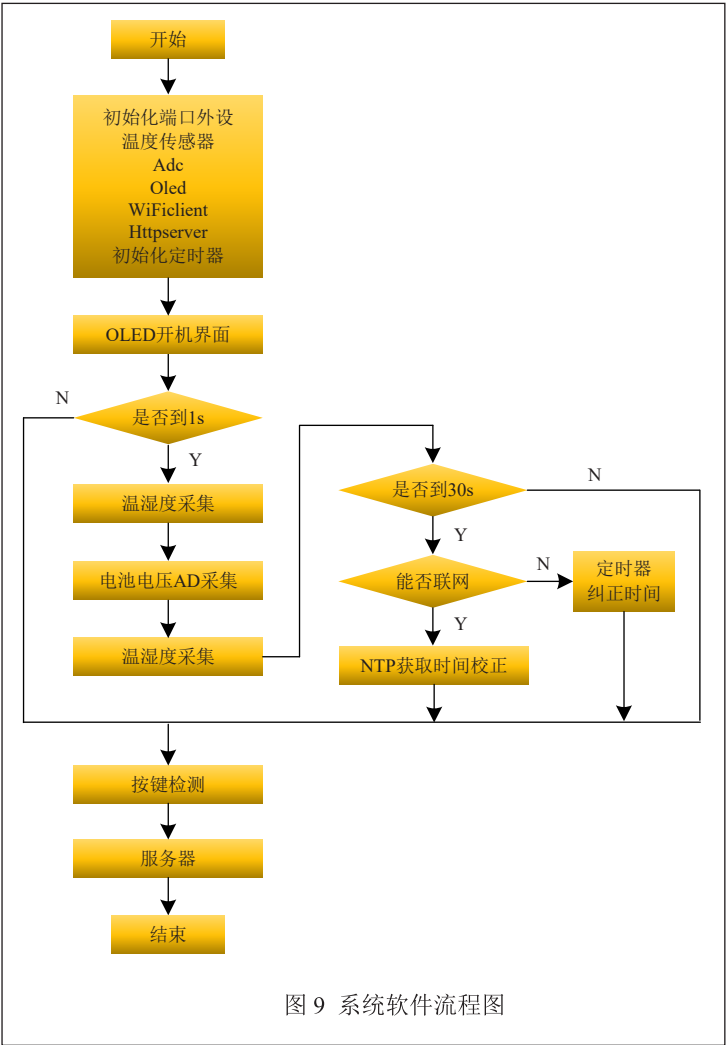


图9 系统软件流程图

统每隔 30s 进行一次联网判断，既保证功耗，又保证系统实时性。然后判断能否联网，当可以通过 WiFi 和路由器进行连接时，系统会通过 NTP 进行时间的校正，使结点显示网络时间，运行结果如图 10 所示。

运行结果：
通过进行按键来检测结点系统能否正常工作，开机系统显示启动画面，待初始化完成，系统联网刷新，实际显示为当前时间、温度、湿度信息。
按面板左键查询 IP 地址，OLED 显示当前 IP 地址，如图 11 所示。
系统可以进行 RGB 调光，按面板右键，灯亮，再按，进行 RGB 调光，后面 3 次均为 RGB 调光，第 5 次则灯灭，如图 12 所示。

当打开电脑浏览器输入结点 IP 地址，弹出 web 交换页面，温湿度信息被绘成图像显示，同时有远程开关按钮，点击进行灯开关控制。
上述仿真结果是在实验室进行的模拟测试，通过 30 次的按键测试和连续 24 个小时的温湿度检测，以及时间更新检测，系统正常运行，没有出现错误，可以判断系统稳定性可靠。

六、结束语
设计的智能物联网温湿度照明结点具有很高的使用价值，集温湿度显示、时间显示和智能控制灯亮灭于一体，大大丰富了人们的日常生活。整个系统设计简单、方便、稳定性高，具有较高的自我纠正能力。系统使用了廉价的控制结构，其 WiFi 模块集成于控制结构中，成本低，系统可靠，具有较大的市场应用前景。

参考文献
[1] 李健钊, 罗炜杰, 黄潇曼, 熊明星. 基于 STC 单片机的智能声控自动化台灯 [J]. 智能计算机与应用, 2018, 8(06): 199-202.
[2] 张凌燕, 祝朝坤, 鲁猛. 基于 STM32 和机智云的智能台灯的设计与实现 [J]. 电子产品世界, 2018, 25(05): 59-62+78.
[3] 罗春梅, 肖顺文, 王涌. 基于 FPGA 的 UART 的设计实现 [J].



图10 系统正常运行结果

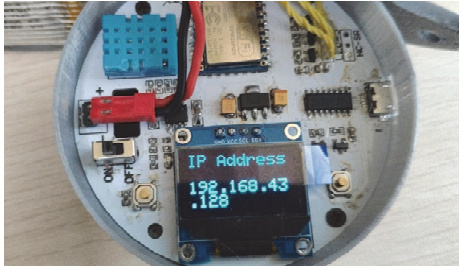


图 11 IP 地址显示



图 12 RGB 调光结果

数字技术与应用, 2019, 37(03): 150-151.

[4] 张琰石, 林伟龙, 邓日练, 韦鸿深, 杨发柱, 陈洁, 覃延帅, 卢欣. 基于 ESP8266 WiFi 模块的物联网数控直流电压源的设计 [J]. 现代电子技术, 2019, 42(20): 33-36.

[5] 陈文澄, 张辉, 张晋滔. ESP8266 Wi-Fi 模块在智能小车控制中的应用 [J]. 工业控制计算机, 2019, 32(07): 134-136.

[6] 丘源, 经本钦, 李精华. 基于 ESP8266WiFi 模块和 MQTT 协议的物联网传感节点设计 [J]. 物联网技术, 2019, 9(06): 24-26+29.

[7] 张萍. 基于 ESP8266 和 OneNET 云平台的远程报警系统 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2017, 17(12): 64-67.

Temperature and Humidity Smart Desk Lamp for Internet of Things

MAO Hao-long¹, GAO Guo-wei^{2,3}, ZHANG Kai-yu^{2,3}, JING Xi^{2,3}, WANG Ji-yang^{2,3}, GUO Zheng-yan^{2,3}, WANG Xu¹

(1. Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China; 2. Beijing Sensor Key Laboratory, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100101, China; 3. Key Laboratory of Modern Measurement & Control Technology, Beijing Information Science & Technology University, Beijing 100192, China)

Abstract: A smart MCU ESP8266-based desk lamp with the temperature and humidity node function of the Internet of Things is designed in this paper, with MCU ESP8266 as the core controller, digital temperature and humidity meter DHT11 is used to collect temperature and humidity, and OLED 128*64 is used to display node information to achieve Peripheral control and data interaction. At the same time, Httpserver and buttons are used as human-

computer interaction interface. This article designs and produces a smart table lamp with a flower appearance and the temperature and humidity node function of the Internet of Things.

Key words: Internet of things; MCU; intelligent lamp

作者简介

毛浩龙: 北京信息科技大学, 硕士研究生, 研究方向为智能仪表与自动化装置。

通信地址: 北京市海淀区清河小营东路 12 号

邮编: 100192

邮箱: 1223041328@qq.com

高国伟: 北京信息科技大学传感器北京市重点实验室主任, 研究员, 博士, 研究方向为新型传感器及系统, ggw@bistu.edu.cn

张开宇: 北京信息科技大学传感器北京市重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为智能检测技术。

景希: 北京信息科技大学传感器北京市重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为智能检测技术。

王继阳: 北京信息科技大学传感器北京市重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为智能检测技术。

郭郑岩: 北京信息科技大学 传感器北京市重点实验室, 硕士研究生, 研究方向为智能检测技术。

王旭: 北京信息科技大学, 硕士研究生, 研究方向为故障诊断技术。