

# 基于STM32芯片的“简绿管家” 智能种植箱系统设计研究

卢毓桦, 李宗泳, 高永杰, 叶子琪, 李坚材

(百色学院, 广西 百色 533000)

**摘要** 智能种植箱系统旨在改变传统的种植方式, 主要服务于现代都市的阳台种植, 为植物提供智能养护。本系统极大地减少了种植经验的需求及时间精力的投入, 同时满足现代人对智能化的追求。本文的系统设计基于STM32芯片, 外接雨露传感器、DHT11温湿度传感器、MQ135空气质量传感器、光敏电阻模块以及土壤水分传感器进行数据采集, 控制舵机平台、水泵、风扇模块和水雾模块对种植箱的环境进行调整, 使用ESP8266WiFi模块实现移动通信, 根据植物状况实现智能灌溉、实时检测和环境控制等一系列养护功能。

**关键词** STM32芯片; 阳台种植; 智能养护; 物联环境

**中图分类号**: TP3

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2023)04-0010-03

## 1 研究意义

随着我国城镇人口数量的攀升、人均耕地面积资源问题严峻化, 阳台种植成为都市人实现种植的首选。传统阳台种植需要投入很大的时间成本和维护精力, 繁忙的都市人群很难保证给到植物很好的养护。而通过本系统的智能化调控实现对植物智能养护, 极大减少了个人对种植投入的时间和精力<sup>[1]</sup>。本系统能够检测天气变化, 维持适宜植物生长的环境, 及时有效地对种植箱内的植物进行养护管理, 让忙碌的都市人群也能不被时间限制、不受空间约束地享受“田园生活”, 体验智能种植的乐趣, 丰富都市人群的生活方式, 营造出更好的城市生活环境。

## 2 系统方案基本组成

本系统以STM32系列单片机作为主控制单元, 以舵机平台为底座, 利用雨露传感器检测箱外是否下雨, 光敏电阻模块检测植物所受光照强度, DHT11温湿度传感器检测箱内空气湿度的高低, MQ135空气质量传感器模块检测箱内空气质量, 土壤水分传感器检测土壤中的含水量, 水泵运输水源进行浇灌湿润土壤, 水雾模块对空气加湿降温, 风扇模块用于箱内排气通风, 舵机平台用于种植箱的固定和转移, 使用串口屏来显示箱内环境数据, 用屏幕的触摸功能代替传统的

独立按键, 方便对种植箱进行人工手动控制操作<sup>[2]</sup>。利用手机作为上位机, ESP8266WiFi模块作为中转设备发送数据和接收信息, 在配套的APP界面进行查看和操作。其系统框图如图1所示。

## 3 系统论证与选择

### 3.1 控制器单元

STM32F103C8T6的封装引脚较少, 在电路中占用体积小, 片内的外设丰富, 有三组可用的串口通讯, 可以很好地满足对于项目联网通信的需求, 与外部设备之间的数据处理功能强劲, 比51类型的8位单片机处理速度快, 在性能和价格方面都是最好的选择。STC15是51单片机中最新款的系列芯片, 速度相比传统51单片机提升了12倍, 芯片的内部外设资源也有很大的升级, 但和STM32单片机比较来说数据精度方面还存在短板。与实际相结合考虑, 此系统合适采用STM32F103C8T6单片机作为主控制器。

### 3.2 温度采集模块

DHT11数字温湿度模块用专门的技术将采集到的环境参数输出为数字信号, 能够在低功耗模式和高速模式之间自动转换, 内部将采集到的温湿度数据一起转换为40比特数据, 且单总线协议让模块只需要一个引脚便可将采集到的数据进行传输。而热电偶传感器

★基金项目: 百色学院2022年广西自治区级大学生创新创业训练计划项目: “简绿管家”智能种植箱(项目编号: S202210609225)。

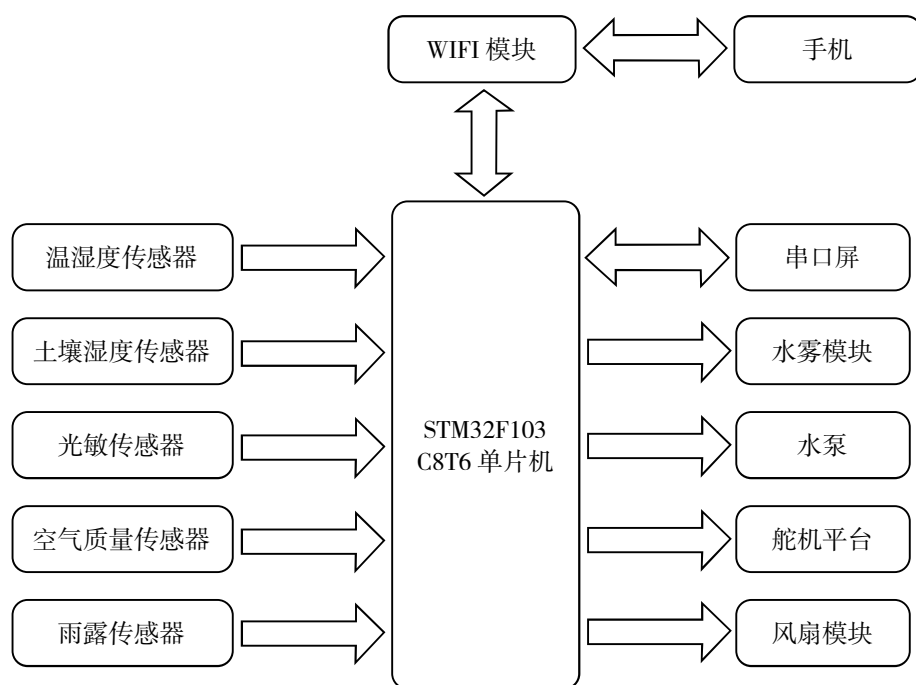


图 1 智能种植箱系统框图

虽然测温范围大，精度较高，但价格较贵，常需要另外搭配一个数字转换器使用。相比之下，DHT11 模块更适合本系统的使用。

### 3.3 显示模块

串口屏是以串口通讯来进行控制的液晶显示屏，只需发送特定的指令信息便可实现画面组态，编程逻辑简单，控件种类多，可扩展性高，可显示的样式和色彩丰富，且带有触摸功能，可省去按键开关等电路便可实现用户和种植箱的交互功能<sup>[3]</sup>。LCD12864 是内部 ROM 自带汉字字库的液晶显示模块，其接口方式多样，但颜色单一，显示分辨率低，不适合需要界面显示的设计。为了提高系统的便捷性和实用性，采用串口屏更为适宜。

### 3.4 无线通信模块

ESP8266 是用于 WiFi 透传的 SOC 模组，专用于移动设备的通信和电子设备联网，单片机用简单配置便可以连接到网络，将设备的数据上传互联网供用户查看，有多种工作模式可选择，体积小且功率消耗低。NRF24L01 模块可实现单点和多点之间的无线通信，外接天线时传输距离可达千米，但不能连接通用网络，配置条件相对复杂。综合比较，项目的物联网和无线通信功能适合采用 ESP8266 联网来实现。

综合方案的分析与选取，整体作品以 STM32F103C

8T6 单片机为主控，采用 DHT11 温湿度传感器、雨露传感器、MQ135 空气质量传感器模块、土壤水分传感器、光敏电阻模块，舵机平台、小功率水泵、风扇模块、水雾模块、ESP8266WiFi 模块和电源、控制电路组合，可以起到避雨防晒、智能养护、移动通信的功能。

## 4 功能分析

### 4.1 避雨防晒功能分析

避雨功能以雨露传感器检测和舵机平台为主，当雨露传感器检测雨量超过植物所能吸收的阈值时，蜂鸣器通电进行警报，如果种植箱未接收到响应，单片机自动控制舵机平台移动种植箱，防止植物涝害。防晒功能以光照强度和箱内温度为参考，在光敏电阻模块检测光照过强，且 DHT11 温湿度模块监测温度超过植株最适温度时，系统将会控制遮荫装置进行遮光减光处理，防止植株因高温天气被晒伤；如果天气温度还是持续升高，风扇模块会开始运行，同时水雾模块喷洒水雾，以降低箱内的温度<sup>[4]</sup>。该功能的实现能够避免箱内植物被暴雨雨淋的情况，降低阳台植物因突发天气而损伤或影响生长的风险。

### 4.2 补水通风功能分析

当土壤水分传感器检测到土壤中的水分含量低于适合植物生长的湿度阈值下限时，单片机会打开水泵

抽取自来水,并通过管道喷洒到土壤,保持良好的土壤质量,待土壤渗透水量达到适合植株生长的程度时自动停止浇灌。在阴天、沙尘多等影响植物光合作用的环境,如果MQ135空气质量传感器检测到箱内空气状况不佳,系统会打开风扇模块和水雾模块,以合适的风速和喷雾量进行通风除尘,提高空气质量。通过单片机和各模块之间配合,种植箱可以随时根据环境变化为植物提供适宜的调整。

#### 4.3 移动通信功能分析

移动通信功能是通过WiFi模块进行无线数据传输,ESP8266连接网络并与云服务器相连,让整个系统的数据能够传输到互联网。利用手机作为上位机可以在配套的APP上查看种植箱内实时准确的环境状况,同时也可以手机上自行设定环境参数的阈值上下限,起到移动通信的功能。

### 5 系统设计与实现

#### 5.1 主控电路

主控电路以STM32F103C8T6单片机为核心,运用片内中断控制和定时器来实现程序精准定时、处理迅速的功能。串口屏、ESP8266模块与单片机之间通过串口通讯,电路设计时需要将单片机内对应的三组串口功能复用的引脚引出,方便进行线路连接;DHT11温湿度模块采用单总线通讯方式,只需一个可接收数据的I/O口即可读取,而土壤水分传感器、雨露传感器、光敏电阻模块和MQ135空气质量传感器模块的信号为模拟量输出信号,数据通过单片机的内部ADC外设进行模拟电压信号的采集处理,需要有ADC功能复用的引脚进行连接;水雾模块、水泵直接控制电源的通断进而控制模块的开关,而风扇模块和舵机平台是可以利用PWM控制的模块,所以需要利用有定时器复用功能的引脚进行控制。

#### 5.2 电源和控制电路

整个种植箱系统需要5V和3.3V两种直流供电电压,可直接外接一个将家庭220V交流电压转换成5V直流电压的电源作为系统电源,大多数模块电路统一采用5V进行供电,而STM32单片机和ESP8266模块工作电压为3.3V,则系统电路中需要另外加入将5V系统电压降低到3.3V电压的电路。水泵需要外接5V继电器控制开关,水雾模块也需要5V控制电压,而STM32单片机输出电压为3.3V无法驱动,需要使用三极管组成简单的开关电路实现电平转换功能以及控制功能。

#### 5.3 系统流程

系统首次上电进入初始化,串口屏界面提示进入配网模式,可通过串口屏进行网络配置,也可将手机连接种植箱WiFi热点,并在APP进行网络连接将种植箱连接上家中WiFi网络,如配网成功,后续使用系统会直接自动连接;之后可进行环境参数的阈值上下限设置,系统依据设定值进行植物环境调节,保证不同种类的植物都能在种植箱获得最佳的生长环境;系统会将种植箱的环境参数展示在串口屏界面,同时由ESP8266将数据流上传至手机端进行显示<sup>[5]</sup>。高温暴雨情况下,单片机会先将传感器采集的实时数据和存储的阈值进行对比,系统判断为对植株有危害时,种植箱会进行转移或遮蔽处理;植物缺水或种植箱内空气温湿度不佳时,种植箱会通过打开蜂鸣器并在APP显示提示信息,系统自动开启环境调节,做出浇灌、通风、降温等相应措施,以自动化、智能化的功能来进行阳台种植。

### 6 结论

通过STM32单片机的程序处理,以多种传感器采集的相应环境参数为参考,对相应的控制电路进行调控,实现了种植箱对植物的智能化养护;ESP8266将种植箱与互联网连接,实现了家居物联,可触摸的串口屏和手机APP提高了人机交互的体验感,整个智能种植箱提供了方便的智能化操作,解决了阳台种植难题,具有很强的可操作性和智能性。

#### 参考文献:

- [1] 胡东旭,彭飞辰,乔焯,等.基于微信小程序的阳台种植助手开发设计[J].农业科技与装备,2020(05):30-32.
- [2] 白青昀.智能种植系统[J].电子世界,2018(08):146-147.
- [3] 李梁京,张雪芹,刘华波.基于USART-HMI智能串口屏的节能恒温控制系统设计[J].制造业自动化,2022,44(06):113-115.
- [4] 唐瑜谦,谢亚男.一种可自动浇水花架的设计与实现[J].价值工程,2022,41(27):97-99.
- [5] 张亚峰,郭霞云.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.