

基于STM32的智能大棚管理系统

刘 迪, 李 莉, 高 慧, 周 或

蚌埠学院数理学院, 安徽 蚌埠

收稿日期: 2025年11月3日; 录用日期: 2025年12月23日; 发布日期: 2025年12月29日

摘要

为了实现农业大棚的智能化管理, 文中以STM32芯片为核心处理器, 以WiFi作为无线通信模块, 与机智云平台相连接, 集成了温室大棚环境温湿度监测功能、光照强度检测功能、风扇、风扇开关自动控制功能、加湿器、加湿器开关自动控制功能、LED、LED开关自动控制功能、植物自动浇灌功能以及手机APP远程监测和控制功能。经测试表明, 本文设计的一种基于STM32单片机的多功能智能大棚管理系统能够满足普通温室大棚的功能需求, 具有自动加湿、自动补光、自动加水以及自动降温等功能, 并且能利用手机实现实时远程监控。

关键词

STM32单片机, 传感器, 智能大棚, 管理系统

Intelligent Greenhouse Management System Based on STM32

Di Liu, Li Li, Hui Gao, Yu Zhou

School of Mathematics and Physics, Bengbu University, Bengbu Anhui

Received: November 3, 2025; accepted: December 23, 2025; published: December 29, 2025

Abstract

In this paper, in order to realize the intelligent management of agricultural greenhouses, the STM32 chip is used as the core processor and WiFi is used as wireless communication module, connecting with the smart cloud platform. It integrated greenhouse environmental temperature and humidity monitoring function, light intensity detection function, fan, fan switch automatic control function, humidifier, humidifier switch automatic control function, LED, LED switch automatic control function, plant automatic watering function, and mobile APP remote monitoring and control function. The test shows that a multifunctional intelligent greenhouse management system based on STM32

microcontroller designed in this paper can meet the functional requirements of common greenhouse, with automatic humidification, automatic light, automatic water and automatic cooling and other functions, and can use mobile phones to achieve real-time remote monitoring.

Keywords

STM32 MCU, Sensor, Intelligent Greenhouses, Management System

Copyright © 2026 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

随着生活品质的提高，人们对食品安全问题越来越重视，有机蔬菜和水果引领着温室大棚的发展，从而使得研究智能温室大棚管理技术变得十分重要[1]。李建玲[2]将 ZigBee 无线传感网络、视频监控以及 WEB 界面引入智慧温室大棚蔬菜种植技术，系统能根据作物变化智慧调控设备，实现高效优化闭环管理。洗进等[3]利用各类传感器、智慧农业监测 APP 以及大数据分析，设计了一种能实时、精准地监测大棚室内各项环境参数的智慧农业大棚监测系统，保证大棚内最适宜农作物生长的条件。蔡俊等[4]利用 STM32 单片机、各类传感器采集技术以及 Lab VIEW 上位机软件，开发了一款农业大棚环境监测系统，能够自动监测与调节大棚内部的环境，并利用 Lab VIEW 上位机实时显示当前环境数据、设备工作状态。刘迪等[5]利用 STM32 单片机、多种传感器模块以及手机 APP，设计了一款基于物联网技术的智能温室大棚系统，能根据环境变化自动控制相关装置的开启或关闭。

本文以 STM32F103C8T6 单片机为核心，采用 WiFi 模块与机智云平台连接，设计了一款大棚智能管理系统，用户可以通过手机 APP 实现远程实时监测和控制，并调节相关参数，从而使大棚的温湿度、光照强度、土壤的湿度以及二氧化碳的浓度更适宜农作物的生长[6]。

2. 系统的总体设计方案

STM32 单片机通过 ADC 转换采集光照强度、土壤湿度的数据，利用单总线采集 DHT11 模块的温湿度信息，利用 CO₂ 传感器采集 CO₂ 浓度，并且显示在 OLED 屏幕上，还可以通过 WiFi 模块将采集的数据上传给手机 APP。智能大棚管理系统采用 STM32 为主控芯片，利用 IIC 协议驱动 OLED 显示屏，实现电路板上可以实时查看测量到的温度、湿度、光照强度以及 CO₂ 浓度；通过 UART 串口通信协议与 ESP8266 WiFi 模块进行传输数据，将当前采集的数据发送给远程的手机 APP，同时也可以通过这个模块接收 APP 下发的命令，实现 I/O 口输出高低电平，驱动三极管，从而打开水泵、风扇或加湿器，实现自动加水、自动降温、自动加湿。当光照不足时，打开 LED 补光，反之关闭 LED。整个系统通过 USB 数据线外部电源供电。其中风扇、加湿器、LED 以及水泵有自动控制、按键控制以及手机 APP 控制三种模式。系统的总体框图如图 1 所示。

3. 智能大棚管理系统的硬件设计

3.1. 光照强度检测电路设计

本系统采用光敏电阻监控大棚内的光照强度，光敏电阻是一种基于光电导效应的光电探测器，可以将采集的光信号转换成电信号。当环境光较弱时，光敏电阻的阻值迅速升高；当环境光较强时，光敏电

阻的阻值降低，亮电阻值可减小至 $1\text{ k}\Omega$ 以下[7]。通过光敏电阻的这种特性来打开或关闭 LED 灯，从而实现自动补光功能。光敏电阻的电路如图 2 所示，通过 AD 进行模数转换，加电位器可以进行校准当前光照值，比如当前光照强度是 50%，若想调节为 60%，可选择电位器进行校准。

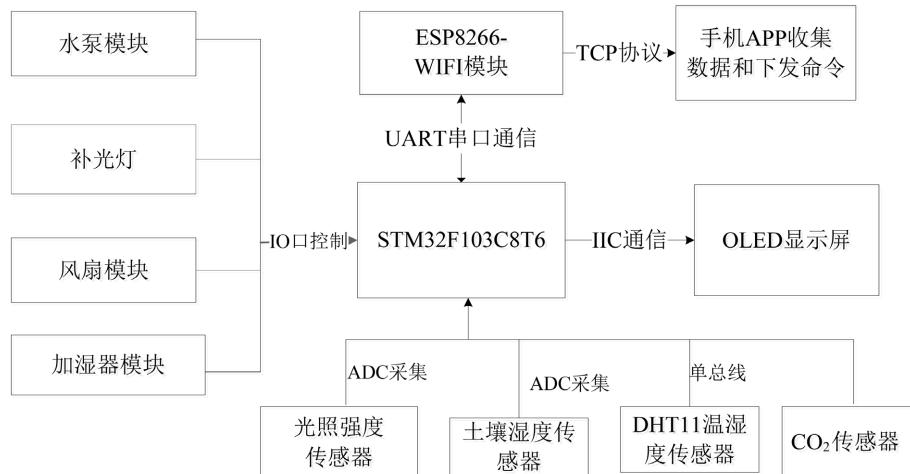


Figure 1. Overall block diagram of the system
图 1. 系统总体方框图

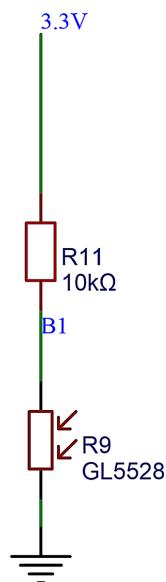


Figure 2. Circuit of the light sensor
图 2. 光照传感器电路

3.2. 土壤湿度检测电路设计

本设计采用 YL-69 土壤湿度传感器来检测大棚内的土壤湿度，通过暴露在电路板上的镀镍线路和土壤的接触来测量土壤的湿度，土壤湿度传感器探头相当于一个电阻，当悬空时电阻无穷大，但在土壤中时，湿度越大电阻越小，检测的土壤湿度被传感器以电压信号的方式输出，通过输出的电压值来判断土壤中水分含量的程度。土壤湿度传感器电路图如图 3 所示，其中 AO 引脚输出模拟电压信号，与单片机的 A0 引脚相连，用来指示土壤含水量的程度，当土壤中所含水分比例越高时，传感器输出的电压越低[8]。

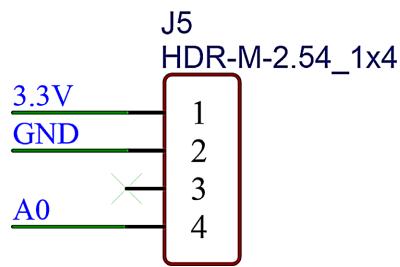


Figure 3. Circuit diagram of soil moisture sensor
图 3. 土壤湿度传感器电路图

3.3. 温湿度检测电路设计

农业大棚系统选用 DHT11 数字温湿度传感器，该传感器广泛应用于农业生产监测和收集数据，能够方便地将温、湿度量转换成容易测量和处理的电信号装置[9] [10]。单线制串行接口，使系统集成变得简易快捷。超小的体积、极低的功耗，信号传输距离可达 20 米以上，使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选择。DHT11 为 4 针单排引脚封装，其与主控芯片 STM32F103 接线图如图 4 所示。

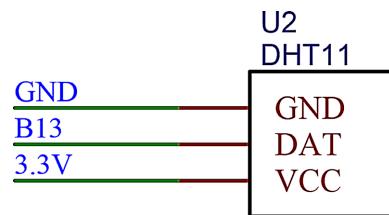


Figure 4. Circuit diagram of DHT11 temperature and humidity sensor
图 4. DHT11 温湿度传感器电路图

3.4. CO₂浓度检测电路设计

MG-812 是采用固体电解质池原理来检测 CO₂ 的半导体氧化物传感器[11]。当传感器保持在一定的工作温度，置于 CO₂ 气氛中时，电池正负极发生电极反应，传感器敏感电极和参考电极之间产生电动势，输出信号电压与 CO₂ 浓度的对数成反比例线性关系，通过测试信号电压的变化可检测到 CO₂ 浓度的变化。其电路图如图 5 所示，传感器外部 1 引脚接地，4 引脚接+5 V 电源，3 引脚 DO (数字信号输出口) 与 STM32 单片机的 A1 引脚相连。

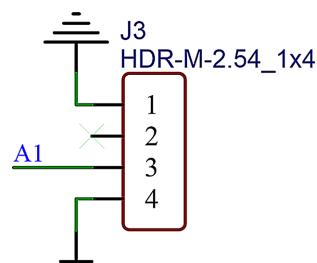


Figure 5. Circuit diagram of CO₂ sensor
图 5. CO₂ 传感器电路图

3.5. WiFi 模块电路设计

无线传输模块采用 ESP8266-01s，它是比较常用的 WiFi 模块，具有体积小、功能强大的优点。STM32

单片机通过 UART 串口通信协议与 ESP8266 WiFi 模块进行传输数据，该模块通过天线进行电磁波的传播，利用网络端与手机通信，将当前采集的数据发送给远程的手机 APP，在手机界面可以实时查看检测到的光照强度、土壤湿度、温湿度以及 CO₂ 浓度，同时也可以通过该模块接收手机 APP 下发的命令，使 STM32 执行一系列操作。其与主控芯片 STM32F103 接线图如图 6 所示。

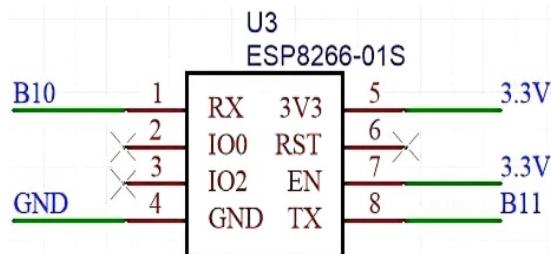


Figure 6. Circuit diagram of WiFi module
图 6. WiFi 模块电路图

3.6. 小型水泵驱动电路设计

如图 7 所示是一个三极管扩流电路，具有放大电流的作用，I/O 口输出高电平，驱动小型水泵工作，对农业进行灌溉。其中 I/O 口输出高电平，三极管处于放大状态，这时， $I_B = (U_{IO} - 0.7)/R_6$, $I_c = \beta I_B$ 。

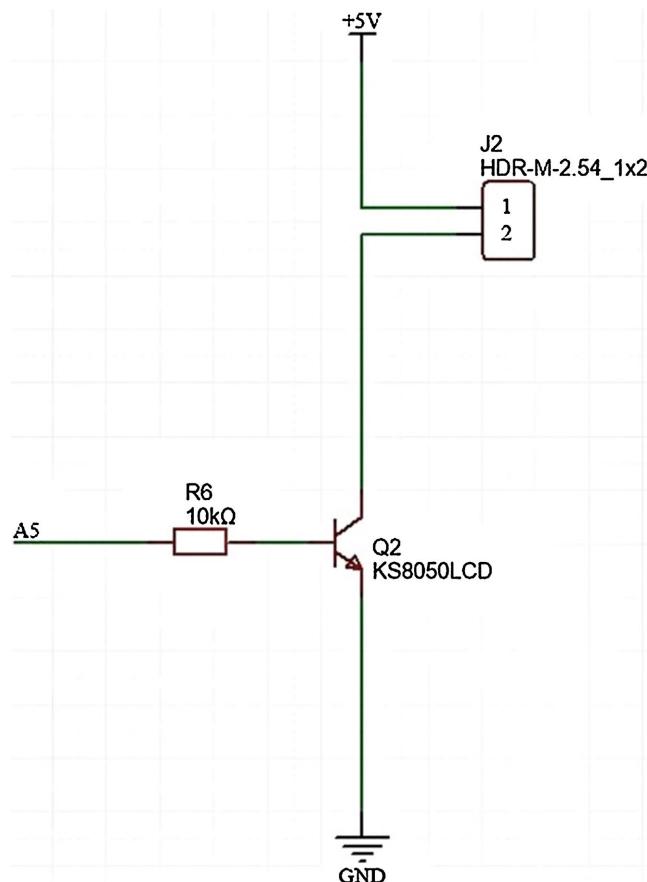


Figure 7. Design of the drive circuit for the small water pump
图 7. 小型水泵驱动电路设计

4. 系统的软件设计

4.1. 主程序设计

系统上电后，先进行初始化，包括定时器初始化、串口初始化、LED 初始化、按键初始化、ADC 初始化、机智云协议初始化、DHT11 初始化以及 OLED 初始化[12]，接着一键配网，各个传感器启动工作，采集相关数据上报系统后进入循环，第一步按键扫描；第二步检测环境亮度是否低于阈值，若低于阈值则打开 LED 补光灯补光；否则进入第三步检测空气湿度是否低于阈值，若低于阈值则打开加湿器加湿；否则进入第四步检测空气温度是否高于阈值，若高于阈值则打开风扇降温；否则进入第五步检测土壤湿度是否低于阈值，若低于阈值则打开水泵浇水，否则返回。通过 OLED 显示屏显示各个传感器采集的数据。系统主程序流程图如图 8 所示。

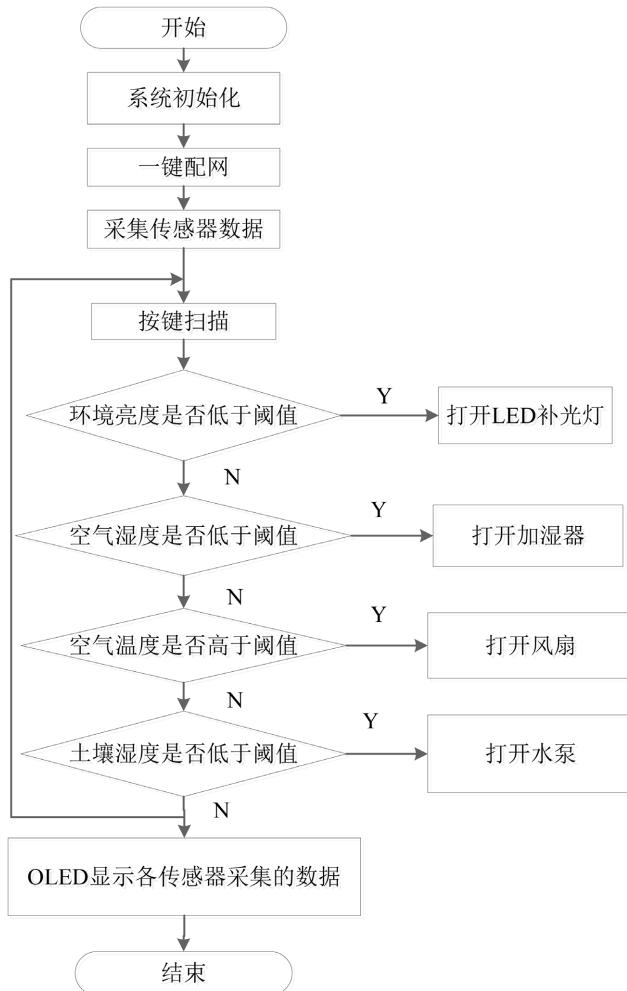


Figure 8. Main program flowchart
图 8. 主程序流程图

4.2. 土壤湿度光照子程序设计

由于土壤湿度和光照都是通过单片机内部 AD 转换来进行获取的，所以程序处理逻辑是一样的，只是选择的 AD 通道不一样。当土壤湿度和光照采集到当前的数据后，把模拟量传输给单片机 ad 引脚进行

处理，进行初始化后，通过模数转换获取当前值。本次设计选择 B0、B1 引脚，进行读取数据，一个字节为 8 位，进行一位一位读取，然后把当前读取的信息转换为数字量，最后换算成当前的电压值。A/D 转换的流程图如图 9 所示。

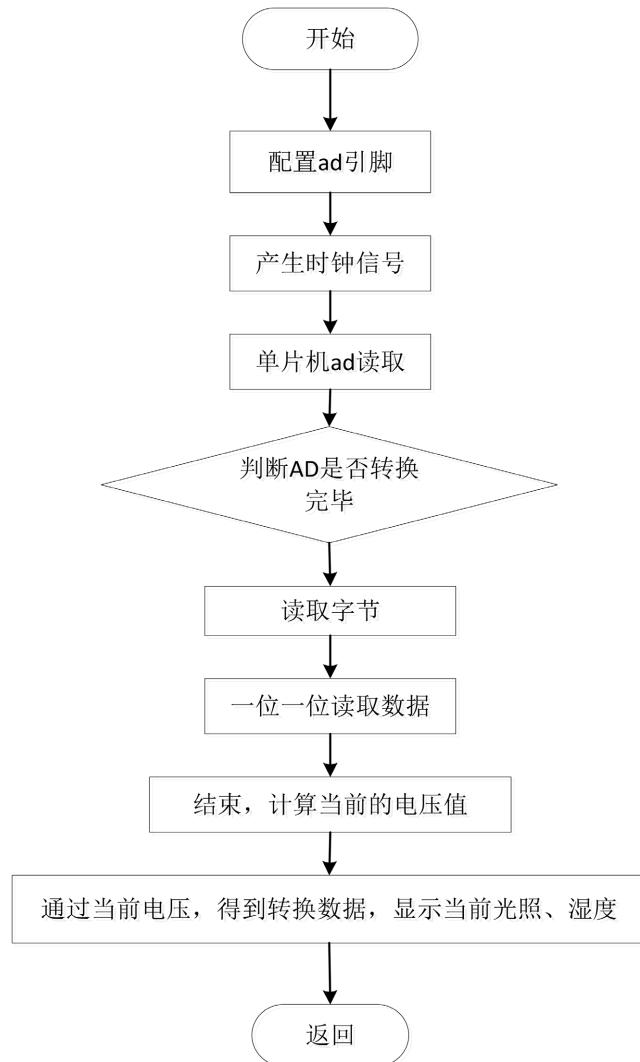


Figure 9. Flowchart of A/D conversion
图 9. A/D 转换的流程图

5. 系统测试

在电脑端设置热点，手机端下载机智云 APP，通过 WiFi 模块与机智云平台相连接，手机监控界面如下图 10 所示。利用该界面能够实时监测各个传感器监测到的参数，并且可以手动设置温度阈值、空气湿度阈值、土壤湿度阈值以及光照强度阈值，当系统监测到的数据高于或低于阈值时，手机 APP 下发命令，STM32 驱动外部设备执行自动加湿、自动补光、自动加水以及自动降温等操作。

智能大棚管理系统实物测试如图 11 所示。利用 OLED 显示屏可以监测温湿度、光照强度、土壤湿度以及 CO₂ 浓度，当监测到的数据超过设定的阈值时，利用 STM32 驱动风扇、加湿器、LED 灯以及水泵，实现自动降温、自动加湿、自动补光以及自动加水等操作。



Figure 10. Monitoring interface of mobile App
图 10. 手机 APP 监控界面



Figure 11. Physical diagram of the intelligent greenhouse management system
图 11. 智能大棚管理系统实物图

6. 总结

本设计从普通温室大棚的功能需求出发，以单片机技术、传感器技术以及物联网技术为基础，通过 WiFi 无线通信模块开发并实现了一种基于 STM32 单片机的智能大棚管理系统，用户可以利用手机 APP 安装程序实现远程实时监控，对于推广和实际应用有参考价值。论文也存在不足之处，没有提出新颖的控制算法等，比如引入机器视觉算法预测农作物的产量、病虫害识别等实用功能。

基金项目

2023 年校级教育教学改革研究一般项目《工程教育认证下光电信息科学与工程专业电路分析课程教学改革探索》(项目编号 2023jyxm37)。

参考文献

- [1] 赵智健. 基于 Zigbee 网络的智能大棚监控系统[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2021.
- [2] 李建玲. 以物联网为基础的智慧温室大棚蔬菜种植技术[J]. 特种经济动植物, 2023, 26(12): 192-195.
- [3] 洗进, 洗允廷. 基于 STM32 的智慧农业大棚系统设计[J]. 现代电子技术, 2023, 46(4): 70-74.
- [4] 蔡俊, 乔玉虎, 赵超, 等. 基于 STM32 的农业大棚环境监测系统设计[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2023, 22(3): 45-50.
- [5] 刘迪, 樊匀. 一种基于物联网技术的智能温室大棚系统设计[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(23): 25-27, 45.
- [6] 崔梦丹, 张家华. 基于机智云平台的大棚智能管理系统设计[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2020, 20(3): 33-36.
- [7] 叶子铭, 党凯文, 孙歆钰. 基于物联网的智慧农业大棚系统探究[J]. 广东蚕业, 2020, 54(2): 15, 17.
- [8] 郑鉉桦, 曾鹏宇, 陈浩. 基于 STM32 的智能一体化智慧农业大棚设计与实现[J]. 电子制作, 2024, 32(1): 106-108.
- [9] 刘岑松, 罗小巧, 洪习欢. 基于物联网的智能浇花系统[J]. 电子测量技术, 2020, 43(1): 176-180.
- [10] 张光跃, 金诚谦. 基于云平台设施种植监测系统设计[J]. 中国农机化学报, 2019, 40(6): 140-144.
- [11] 王昊宇, 李国利, 周创, 等. 基于 ESP8266 的温室大棚远程监控系统设计[J]. 科技创新与应用, 2021(6): 53-56.
- [12] 季通翎, 陈冲. 一种水产养殖水质多参数监控系统设计[J]. 中国科技信息, 2024(3): 100-105.