

**毕业设计（论文）**

|  |  |
| --- | --- |
| **题 目：** | 基于STM32的智能温室大棚控制系统设计 |
| **姓 名：** | 年志豪 |
| **学 号：** | 20210040216 |
| **学 院：** | 电子与信息工程学院 |
| **专 业：** | 电子信息工程 |
| **指导教师：** | 邵慧 |
| **完成时间：** | 2024年x月x日 |

**摘 要**

本研究提出了一种基于FreeRTOS实时操作系统的智能温室大棚环境监控与控制系统设计方案。该系统的核心硬件平台采用了高性能的STM32F407微处理器，实现了对温室大棚内关键环境因子——包括温湿度、土壤湿度、光照强度和二氧化碳浓度等的实时精确监测。系统运用了一系列传感器和执行机构，如温湿度传感器、土壤湿度传感器、光照强度传感器以及高精度的CO2浓度传感器，实时捕获环境变化数据。

自动控制模式下，通过舵机装置动态调整通风口大小以适应不同通风需求，而加热片可根据温度传感器反馈的信息精确调节温室大棚温度。另外，系统结合土壤湿度，空气湿度以及CO2浓度数据，分别智能控制浇水器，加湿器和通风扇的工作状态，确保温室环境始终保持在适宜植物生长的范围内。手动模式下，用户可以直接介入对各设备进行独立操作，赋予了管理者在特殊情况下根据个人经验或临时需求灵活调整温室环境参数的能力。同时，系统创新性地融入了蓝牙无线通信模块，实现了远程监控和控制功能，显著提高了管理效率。

此外，为了直观呈现各项环境参数，系统配备了OLED显示屏，实时更新并显示温湿度、土壤湿度、光照强度、CO2浓度等关键指标，为用户提供清晰易读的可视化界面。综上所述，本研究构建的智能温室大棚环境监控与控制系统具有智能化和可远程操控等特点，有效提升了农业生产的精细化管理水平，对于促进现代设施农业的可持续发展和提升农业生产效率和质量具有显著的科学价值和广阔的应用前景。

关键词： STM32；FreeRTOS；DHT11；HC-05；SGP30；OLED

**ABSTRACT**

This study presents a design for an intelligent greenhouse environmental monitoring and control system based on the FreeRTOS real-time operating system. The core hardware platform of this system utilizes the high-performance STM32F407 microcontroller to achieve real-time and precise monitoring of critical environmental factors within the greenhouse, including temperature and humidity, soil moisture, light intensity, and CO2 concentration. A suite of sensors and actuators such as temperature and humidity sensors, soil moisture sensors, light intensity sensors, and high-precision CO2 sensors is employed to capture environmental data dynamically.

Under the automatic control mode, the system adjusts the size of ventilation openings using servo mechanisms in response to varying ventilation requirements. Moreover, the heating panel precisely regulates the greenhouse temperature based on feedback from temperature sensors. Additionally, the system intelligently controls the operation of humidifiers and ventilators by integrating soil moisture, air humidity, and CO2 concentration data, thereby ensuring that the greenhouse environment consistently remains within the optimal range for plant growth. In manual mode, users can directly intervene to independently control each device, granting managers the flexibility to make adjustments based on their expertise or temporary needs in special circumstances.

Innovatively, the system integrates Bluetooth wireless communication modules, enabling remote monitoring and control capabilities, significantly enhancing management efficiency. Furthermore, an OLED display is incorporated to present various environmental parameters in a clear, readable format, updating real-time values for temperature, humidity, soil moisture, light intensity, and CO2 concentration.

In summary, the intelligent greenhouse environmental monitoring and control system developed in this research exhibits both intelligent control and remote operability characteristics. It effectively raises the level of precision in agricultural production management, thereby contributing significantly to the sustainable development of modern facility agriculture and offering considerable scientific value and broad application prospects for improving agricultural production efficiency and quality.

**Keywords：**STM32;FreeRTOS;DHT11;HC-05;SGP30;OLED

**目 录**

[第1章 绪论 6](#_Toc164544956)

[1.1 研究背景与意义 6](#_Toc164544957)

[1.2 国内外研究现状 7](#_Toc164544958)

[1.3 研究内容 7](#_Toc164544959)

# 绪论

## 1.1 研究背景与意义

随着全球气候变化和人口增长带来的粮食安全问题日益突出，提高农业生产效率和保障农产品质量已成为世界农业发展的迫切需求。与此同时，现代农业正逐步转向精细化、智能化和绿色化的发展方向，智能温室大棚作为一种高效的设施农业形式，其环境控制技术的研究与应用显得尤为重要。

智能温室大棚环境监控与控制系统作为现代设施农业的重要组成部分，通过集成先进的传感技术、控制策略和信息技术，能够在复杂多变的自然环境中创造出适宜植物生长发育的最佳微气候条件。然而，传统温室环境控制大多依赖于人工观测和经验判断，难以实现精准、高效且节能的环境调控，这在很大程度上限制了其潜在效益的发挥。

本文提出的基于FreeRTOS实时操作系统的智能温室大棚环境监控与控制系统，旨在解决上述问题。系统选用高性能的STM32F407微处理器作为核心控制单元，集合温湿度、土壤湿度、光照强度和二氧化碳浓度等多种环境因素的实时监测，实现对温室环境的全方位、高精度感知。在自动控制模式下，系统能够根据实时数据智能调节温室内部的通风、加湿、加热等设备工作状态，确保环境参数时刻处于植物生长最佳区间。而手动模式则赋予了管理人员在必要时根据自身经验和实际情况灵活调整温室环境参数的能力，体现了系统的灵活性与人性化设计。

此外，系统创新地引入了蓝牙无线通信技术，突破了空间限制，使得温室环境的远程监控与调控得以实现，大大提升了管理效率与便捷性。OLED显示屏的配备则为用户提供了直观、实时的环境参数展示，有助于快速准确地把握温室内部环境状况。

本研究的意义主要体现在以下几个方面：首先，通过智能化环境调控，有助于降低能源消耗，提高资源利用率，实现绿色低碳的农业生产模式；其次，精准的环境控制能有效提高作物产量和品质，满足市场对高品质农产品的需求；再次，远程监控与控制功能为现代农业管理提供了全新的手段和方法，促进了设施农业现代化进程；最后，本系统的研究与应用有助于推动我国乃至全球农业科技进步，对保障粮食安全、促进农业可持续发展具有重要意义。

## 1.2 国内外研究现状

基于STM32单片机的智能温室大棚控制系统设计在国内外已取得了一系列研究成果，并展现出巨大的应用潜力。在国内，黄超等人[1]设计并测试了一种基于STM32的在线恒温光谱分析系统，为环境参数精准监测提供了技术支持。夏志昌等人[2]则研究了STM32在控制半导体激光器输出功率和工作温度稳定性方面的应用，为智能控制系统的稳定性优化提供了理论依据。

纪建伟等人[3]专门针对温室环境，设计了一款基于STM32的CO2浓度自动调控系统，实现实时、精准的环境调控。吴雪雪[4]探讨了基于NB-IOT技术的农作物大棚监测系统，这一研究进一步丰富了智能温室大棚的远程监控功能。

郭磊的硕士学位论文[5]详细阐述了如何利用STM32单片机设计温室环境监测和控制系统，为全面实现温室环境智能化管理奠定了基础。

国外研究方面，Andrzej P和Mateusz S[7]使用STM32处理器开发了一种成本较低的4自由度并联机器人原型，展示了STM32在自动控制机械结构中的可行性。Lei L等人[8]设计了一种基于STM32微控制器和LabVIEW的多通道气体传感器检测系统，强化了STM32在环境监测中的应用领域。

Ionel Z和Gheorghiță V[9]针对STM32嵌入式设备优化了Modbus通信协议以减少数据采集时间，提高了系统整体效率。Rui J等人[10]基于STM32设计并验证了人体代谢测量系统，展示了STM32在跨学科交叉领域的应用。

综上所述，国内外研究者围绕STM32单片机在智能温室大棚控制系统设计方面展开了深入研究，涉及环境参数监测、精准调控、远程通信优化等多个层面，不断推动着智能温室大棚控制技术的发展与完善。

## 1.3 研究内容

本研究的内容是基于STM32的智能温室大棚控制系统设计，研究内容主要包括以下几个核心部分：

1. 硬件设计：设计一套以高性能STM32单片机为核心的硬件平台，集成温湿度、土壤湿度、光照强度、二氧化碳浓度等多种环境参数传感器，用于实时采集温室大棚内部环境数据。同时，对接舵机、加热片、加湿器、通风扇等执行机构，确保系统具备调控温室环境的能力。
2. 软件系统开发：基于FreeRTOS实时操作系统，构建稳定高效的控制软件系统。开发数据采集模块，实现对各类传感器数据的定时采集和预处理；设计智能控制策略，根据实时环境参数自动调节执行机构，实现对温室环境的精准调控。
3. 通信模块集成：研究并实现蓝牙无线通信技术在系统中的应用，实现温室环境参数的远程控制功能，增强系统的智能化水平和管理效率。
4. 人机交互界面设计：采用OLED显示屏，设计直观友好的用户界面，实时显示温室环境的各项参数，同时提供手动模式下的设备独立控制功能，确保在特殊情况或需要人工干预时，管理者可以灵活调整温室环境设定。