

基于 STM32 温室大棚控制系统设计

摘要：随着信息智能技术的迅速发展，物联网成为新一代信息技术的重要组成部分，在智慧农业上有着广阔的应用前景。本文设计了一种基于 STM32 单片机温室大棚控制系统，可实时采集大棚中农作物生长的环境参数，如温湿度、光照强度、CO₂ 浓度等，通过无线通信模块传送给上位机，上位机分析处理数据及时对温室大棚环境参数进行调控。该系统能针对农作物的生长环境需求对温室大棚实施自动控制，有效提升农业智能化水平。

关键词：STM32；温室大棚；系统设计

■ 赵圆圆

物联网是一种用于信息交换和通信的新型网络技术，近年来受到了越来越多的关注。我国作为农业大国，温室大棚种植技术在农业生产中有着广泛的应用，以物联网技术为基础通过传感器及时高效采集温室大棚的环境数据，再对采集数据进行比较分析处理，根据农作物的生长特点对温室大棚的环境参数进行智能化调节。本控制系统具有广泛的应用前景，使人们能够直接准确地观察到农作物环境数据，及时做出相应调整，有效提高农作物的产量。

一、温室大棚控制系统方案设计

温室大棚控制系统主要包括以下六个模块：STM32F103C8T6、信息采集模块、OLED 显示模块、WIFI 通信模块、按键输入模块和声光报警模块。系统选用 STM32F103C8T6 单片机为主控芯片，可独立稳定运行，利用相关传感器采集温室大棚环境

的相关数据，并通过 OLED 显示器实时显示采集的环境数据值。系统利用 WIFI 模块与手机端的无线远程通信，使所测大棚环境的相关数据可以在手机上同步显示，方便直接地观察到当前环境的各种指标。本系统能准确采集大棚环境中的温湿度、室内光照强度、CO₂ 气体浓度等数据，进行精准高效的监测，且性能稳定，性价比高。其中，光敏电阻和 CO₂ 气体浓度传感器选用 AD 转换功能完成数据的采集，温湿度则通过单总线采集数据。当系统检测到环境中温湿度、光照强度或 CO₂ 浓度超过系统设定的上下限定值时，系统会自动对大棚环境参数进行调节控制如打开电灯、发出声光报警、打开风扇促进空气流通等，维持大棚中农作物生长环境稳定。

二、控制系统硬件设计

（一）主控模块

STM32F103C8T6 是一款基于 ARM Cortex-M 内核 STM32 系列的

32 位的微控制器，程序存储器容量是 64KB，工作电压 2~3.6V，采用 LQFP48 封装。由意法半导体公司（ST）推出，2 个 12bit ADC 合计 12 路通道，37 个通用 I/O 口，4 个 16bit 定时器，2 个 IIC，2 个 SPI，3 个 USART，1 个 CAN，系统时钟最高可到 72MHz。系统并行 I/O 口有三组 16 位，共十九个引脚，都能作为通用端口使用。该芯片资源充足，能满足本系统设计需求，运行稳定可靠。

（二）信息采集模块

1. 温湿度传感器

本系统用于大棚环境智能监测，需要实用性强、精度高的传感器，选用 DHT11 温湿度传感器。DHT11 是一款应用数字信号采集技术的复合式传感器，具有反应快、优异的采集效率、性价比高的特性。DHT11 在实际应用中使用四针单排引脚的封装方式，可以简化系统连接。DHT11 使用到了三个引脚。DHT11 模块通过 DATA 与 MCU 进行数据通信，

驱动 DATA 线的同时再连接一片 5K 的电阻,保持低电平有效,能够起到增强电路的抗干扰性和限制电流的作用。

2. 光敏电阻传感器

光敏传感器是利用光敏元件将光信号转换为电信号的传感器。光敏传感器通常选用硫化镉或硒化镉等半导体材料制成的光敏电阻,敏感元件对光线十分敏感,无光照时呈高阻状态,暗电阻一般可达 $1.5\text{M}\Omega$,基于内光电效应,阻值随光照强度的增强而减小,亮电阻值可小至 $1\text{K}\Omega$ 以下。光敏电阻模块有模拟输出和 TTL 输出两种信号。该传感器具有极高的精度和良好的环境选择性。

(三) 显示模块

OLED 屏是电子产品设计中常用的显示屏。该显示屏由 128×64 个点阵构成,能完成 ASCII 码、中文汉字和图形的精确扫描显示。OLED 显示屏的接口可以直接与微处理器连接。同时也支持 IIC 通信方式传输信号。OLED 显示屏幕可视角度大、功耗低,具备自发光、操作方便、功能丰富等特性。

(四) 按键输入模块

本系统的交互功能较少,因此选用方便快捷的独立按键进行硬件设计。本系统按键输入接口设计选用两个独立按键。按键一脚直接接地线,另一脚与主控芯片程序设定的对应 I/O 口相连。其中 1 号键为设置键,按下可以进入报警范围的设置,2 号键为调节数值键,支持连续按。

(五) 传输模块

ESP8266 是一个串口转 WIFI 芯

片,用户操作容易,采用 3.3V 的直流电源供电,具有体积小、功耗低、支持透传、性价比高等特性。ESP8266 为用户提供了根据实际生产需求自定义编写的 ROM,可以实现数据透传功能。控制器会向 WIFI 模块发送串口数据,当 RXD 端接收到控制器的数据后,会自行通过路由以网关的方式将数据上传到平台,然后云平台下发数据到手机端或者 Web 端,从 TXD 端发送下位机最开始发送的串口数据。

(六) 报警模块

本系统采用声光报警装置。当温度、湿度、CO₂ 浓度和光照强度超过预设定的阈值,红色报警灯会点亮、蜂鸣器报警。

三、控制系统软件设计


控制系统启动时,主程序首先对主控芯片及外部设备初始化,其中包括 I/O 口、ADC 的初始化等。主程序设计主要包含了有数据的采集、处理、显示、传送、调控等功能。首先,系统利用按键对农作物生长参数进行设置,可设置温湿度和光照强度值等参数的阈值。其次,发送指令启动 DHT11、GP2Y1014AU0F、CO₂ 传感器将采集到的相关参数显示到 OLED 上。同时,启动 ESP8266 进行 MCU 与阿里云的通信,在手机上也直接查看到实时采集的大棚环境参数信息。至此扫描周期结束,下一周期将主程序开始处继续往下执行。在整个循环过程中,需要将采集值与设置值相比较。当采集到的参数值在正常范围内,则程序回到开始执行的地方,准备进行下一次采集。倘若偏离了正常范围,

上位机则发送控制指令对大棚环境进行调控,比如说温度过高开启风扇、关闭电灯、开启声光报警等。

四、系统测试

系统调试主要是将完成硬件搭建的实物模型与程序相结合进行联调。在调试过程中,传感器能够完成温室大棚环境数据采集的任务,误差也都在设计指标之内。OLED 屏上可以清晰地显示数据采集结果。在控制方面,风扇、点灯能按照控制要求正常运转,加速空气流通。本系统预留了一定的 I/O 接口,可以添加其他模块进行下一步的扩展研究。利用 ESP8266WIFI 模块与手机进行通信,这样方便用户在手机上实时观察环境数据,系统配备的按键可以设置报警阈值的加减。

五、结束语

本控制系统利用物联网技术对温室大棚环境进行实时采集、传送、显示和控制,对农作物的生长环境进行全面精准的调控。整个控制系统具有稳定性好、精准性高、制造成本低的特点。无线传感器网络技术在数据信息的传输上要明显优于传统的有线或者人工监测系统,其中最显著的不同就在于电路的简化和成本的节约,在后期系统维护的次数也相对较少。本系统具有良好的扩展性,可以根据农作物的生长特性对环境参数的控制进一步完善,如模拟空气净化、控温控湿等,具有一定的推广价值。 (作者单位系怀化职业技术学院电气工程系)