

# 基于物联网的农业温室大棚智能控制系统研究

腾立国

(大连海洋大学 应用技术学院, 辽宁 瓦房店 116300)

**摘 要:**随着物联网技术的不断发展和应用,农业领域也逐渐引入物联网设施,其中包括农业温室大棚智能控制系统。这种系统利用传感器、数据采集和远程控制等技术,能够实现对农业温室大棚环境的自动监测和调控,提高农作物的生长质量和产量。该文旨在研究基于物联网设施的农业温室大棚智能控制系统,探讨其原理、功能和应用前景。

**关键词:**温室大棚;智能控制;物联网;温湿度;传感器

中图分类号:S625.3

文献标志码:A

文章编号:2096-9902(2023)23-0001-05

**Abstract:** With the continuous development and application of the Internet of Things technology, the agricultural field has gradually introduced the Internet of Things facilities, including the intelligent control system of agricultural greenhouse. By using the technologies of sensor, data acquisition and remote control, this system can automatically monitor and control the environment of agricultural greenhouse and improve the growth quality and yield of crops. The purpose of this paper is to study the intelligent control system of agricultural greenhouse based on Internet of Things, and to explore its principle, function and application prospect.

**Keywords:** greenhouse; intelligent control; Internet of Things; temperature and humidity; sensor

2021 年,第七次全国人口普查结果显示,我国乡村居住人口约为 5 亿人,占全国人口总数的 36.11%。农村人口众多与耕地面积减少,形成鲜明的对比。提高单位面积上耕地的使用率,可以有效提高农民的收入。利用温室大棚就是重要的方法之一。而传统的温室大棚需要农民吃住在大棚,观察作物的生长状况。而基于物联网设施农业温室大棚智能控制系统就可以解决这类问题,实现对大棚内作物的实时监管。

## 1 物联网设施的概述

物联网设施是指通过互联网连接和通信的各种设备和传感器,能够实时获取和传输数据,并进行自动化控制,其由物理设备、传感器、通信网络和数据处理系统等组成,通过互联网进行数据的采集、传输和处理,实现设备之间的沟通和协作。

物联网设施的特点包括以下几点。

**互联互通。**物联网设施可以通过互联网连接和通信,实现设备之间的互联互通。这使得设备可以实时地共享数据和信息,进行协同工作和智能控制。

**智能化。**物联网设施通过传感器和数据处理系统,能够实时监测和分析环境、设备和用户的数据。通过智能算法和决策系统,可以对数据进行分析 and 推断,实现自动化控制和优化决策。

**实时性。**物联网设施能够实时采集和传输数据,实

现实时监测和控制。这使得设备能够迅速响应环境变化和用户需求,提供及时的反馈和服务。

**大数据应用。**物联网设施通过采集和传输大量的数据,为大数据分析和应用提供了基础。通过对数据进行挖掘和分析,可以揭示隐藏的关联和模式,为决策和优化提供依据。

**安全性和隐私保护。**物联网设施在数据传输和存储过程中面临安全性和隐私保护的挑战。因此,物联网设施需要采取相应的安全措施,保护数据的机密性、完整性和可用性,同时保护用户的隐私权。

**多样性和可扩展性。**物联网设施可以适应多种不同的应用场景和需求,包括家庭、工业、农业和交通等领域。同时,物联网设施具有较强的可扩展性,可以根据需要连接和管理大量的设备。

**节能和环保。**物联网设施可以通过智能控制和优化决策,实现能源的高效利用和环境的保护。

农业温室大棚物联网设施是指在农业温室大棚中应用物联网技术的设备和系统,以实现对农作物生长环境的实时监测和智能控制。设施通过传感器、数据采集和远程控制等技术,将温室大棚内的环境参数(如温度、湿度、光照和二氧化碳浓度等)实时采集并传输到数据处理系统中,然后根据农作物的需求和生长阶段,自动控制水肥喷灌、通风和遮阳等设备,提供适宜的生

作者简介:腾立国(1979-),男,讲师。研究方向为智能控制。

长环境。

## 2 农业温室大棚智能控制系统的原理

农业温室大棚智能控制系统的原理是基于物联网和传感器技术,通过采集和分析环境参数数据,实现对温室大棚内环境的实时监测和智能控制。其主要原理如下。

### 2.1 传感器数据采集

温室大棚智能控制系统通过部署各种传感器,如温度传感器、湿度传感器、光照传感器和二氧化碳传感器等,实时采集温室内的环境参数数据<sup>[1]</sup>。这些传感器将环境数据转化为电信号,并通过数据采集设备将其传输给数据处理系统。

### 2.2 数据处理和分析

数据处理系统接收传感器采集的数据,并进行处理和分析。系统利用智能算法和模型,对数据进行分析 and 推断,从而得出温室内环境的状态和变化趋势。例如,通过分析温度和湿度数据,系统能够判断温室内是否需要进行通风或加湿。

### 2.3 控制策略生成

根据农作物的需求和生长阶段,系统生成相应的控制策略。控制策略包括水肥的喷灌量、通风设备的开关、遮阳设备的调节等。策略的生成通常基于农作物的生长模型和环境参数的分析结果。

### 2.4 控制设备操作

控制策略生成后,系统将相应的指令发送给控制设备,实现对温室内环境的智能控制。例如,可以通过自动化控制系统控制水肥喷灌设备的开关和喷洒量,调节通风设备的开关和风量,以及调节遮阳设备的开合程度,以提供适宜的生长环境。

### 2.5 远程监控和控制

温室大棚智能控制系统通常还具备远程监控和控制的功能,即可以通过手机、电脑等终端设备对温室内环境进行实时监测和控制。用户可以通过终端设备查看温室内的环境参数和实时图像,同时可以远程控制温室内的设备进行调整和操作。

### 2.6 数据存储和分析

温室大棚智能控制系统通常还具备数据存储和分析功能,将采集的环境参数数据进行长期存储,并进行数据分析和挖掘。这些数据可以用于优化农作物的生长管理和决策制定,提高农作物的产量和质量<sup>[2]</sup>。

农业温室大棚智能控制系统通过传感器采集温室内的环境参数数据,通过数据处理和分析,生成相应的控制策略,并通过控制设备实现对温室内环境的智能控制<sup>[3]</sup>。同时,系统还具备远程监控和控制、数据存储和

分析等功能,为农作物的生长管理提供支持和便利。这样的智能控制系统能够提高农作物的生长质量和产量,节约资源和能源,提高生产效率和农业可持续发展水平。

## 3 农业温室大棚智能控制系统的功能

农业温室大棚智能控制系统具有多种功能,可以提供全面的温室管理和自动化控制。以下是一些常见的功能。

### 3.1 环境监测

系统可以实时监测温室内的环境参数,如温度、湿度、光照强度和二氧化碳浓度等<sup>[4]</sup>。通过传感器采集环境数据,并将其传输到数据处理系统进行分析和展示,农户可以随时了解温室内的环境状态。

### 3.2 智能控制

基于环境监测数据和农作物的需求,系统可以自动控制温室内的设备,如水肥喷灌系统、通风设备、遮阳设备等。系统根据预设的控制策略,自动调整设备的运行状态,以提供适宜的生长环境。

### 3.3 水肥管理

系统可以根据农作物的需求和生长阶段,智能调控水肥喷灌系统。根据监测的环境参数和土壤湿度等数据,系统可以自动控制水肥喷灌设备的开关和喷洒量,实现精准的水肥管理,减少资源浪费和环境污染。

### 3.4 通风调节

系统可以通过自动控制温室内的通风设备,实现温度和湿度的调节。根据环境监测数据和设定的控制策略,系统可以自动开启或关闭通风设备,调节温室内的气流和湿度,保持适宜的生长环境。

### 3.5 遮阳调节

系统可以通过自动控制遮阳设备,依据设定的阈值进行判断。当光照强度超过阈值时,系统会自动启动遮阳设备,降低温室内的光照强度,防止作物因过度照射而受到伤害。当光照强度低于阈值时,系统会自动关闭遮阳设备,提供足够的光照量,促进作物的生长。

### 3.6 光照控制

系统可以根据农作物的光照需求和外界光照条件,智能控制温室内的光照设备。通过自动调节光照设备的亮度和工作时间,系统可以提供适宜的光照条件,促进农作物的生长和发育。光照强度对作物光合作用具有重要影响。光合作用积累有机物的速率随着光照强度的增大而加快,但光照强度超过临界值“光饱和点”后,该速率将不再加快而是保持在一定水平,当光照强度降低到某一水平后,作物的生长发育受到限制,需要人工补光操作提高光照强度。该水平上的光照强



度称为“光补偿点”。

### 3.7 病虫害监测

系统可以通过安装相应的传感器和监测装置,实时监测温室内的病虫害情况。通过检测病虫害的指标和预警系统,系统可以及时发现和报警,帮助农户采取相应的防治措施,保护农作物的健康。

### 3.8 数据分析和决策支持

系统可以对采集的环境参数数据进行存储、分析和挖掘。通过数据分析和建模,系统可以提供农作物生长环境的优化建议和决策支持,帮助农户作出更科学的决策,提高农作物的产量和质量。

### 3.9 远程监控和控制

系统通常具备远程监控和控制的功能,农户可以通过手机、电脑等终端设备,随时随地监测温室内的环境参数和设备运行状态,并进行远程控制和调整。

### 3.10 故障报警和维护管理

系统可以监测温室设备的运行状态,及时发现异常和故障,并通过报警系统提醒农户进行维护和修复。系统还可以记录设备的使用情况和维护记录,帮助农户进行设备管理和维护。数据记录和报告生成。系统能够记录温室内的环境参数数据,并生成相应的报告。农户可以根据这些报告了解温室内的环境变化和农作物的生长情况,为决策提供参考依据。

### 3.11 节能和资源管理

系统可以通过智能控制和优化策略,实现温室能源的高效利用和节能减排。例如,通过自动调节通风设备和遮阳设备,系统可以减少能源的消耗和浪费,并提高温室内的能源利用效率。温室大棚智能控制系统的应用可以提高农作物的产量和质量,减少资源和能源的浪费,提高生产效益。通过精准的水肥管理、环境调控和病虫害监测,系统可以提供最优化的生长环境,支持作物的健康生长和发展。

### 3.12 多种模式选择

系统通常会提供多种模式选择,以适应不同的农作物和生长阶段。农户可以根据自己的需要选择不同的模式,系统会根据模式的设定调整环境参数和设备的运行。

### 3.13 数据共享和分析

系统可以将采集的数据进行共享和分析,与其他农业智能化平台和系统进行数据交互。通过数据共享和分析,可以实现更广泛的农业资源整合和决策支持。

温室大棚智能控制系统通过物联网、传感器、控制设备等技术的应用,可以实现对温室内环境的智能监测和控制。系统可以根据农作物的需求和环境变化,自

动调节温室内的温度、湿度、光照等参数,提供最适宜的生长环境。通过智能化的管理和优化,系统可以提高农作物的产量和质量,减少资源和能源的浪费,实现农业的可持续智能化。温室大棚智能控制系统可以与其他农业智能化设备和平台进行集成,实现农业生产的全面智能化。提高农作物的产量和质量,减少资源和能源的浪费,实现农业的可持续发展。系统的应用可以帮助农户提高生产效益,降低生产成本,提高农业的竞争力和可持续性,推动农业现代化和智能化的发展。

## 4 温室大棚智能控制系统的硬件设计

该系统由 STC89C52 单片机、4G 通信模块、射频芯片、温湿度传感器、光强传感器和二氧化碳含量传感器组成。主控单片机是控制系统的核心,负责所有的数据处理和控制,4G 通信模块负责将单片机处理的数据以无线方式发送到手机或计算机,并接收来自手机或计算机的命令。一方面用射频芯片接收传感器采集的数据,另一方面将采集到的数据发送到单片机。

### 4.1 温湿度传感器 DHT11

DHT11 数字温湿度传感器是一种温湿度复合传感器,其能够输出标定的数字信号。该传感器采用独特的数字模块采集技术和温湿度传感技术,以确保产品具有高可靠性和长期稳定性。该传感器由电阻式湿度传感器和 NTC 温度传感器组成,并与高性能的 8 位微控制器连接。因此,该产品具有优良的质量、超快的响应速度、强大的抗干扰能力、高性价比等优点。每个 DHT11 传感器都经过在非常精确的湿度校准实验室中进行校准。校准系数以程序的形式存储在 OTP 存储器中,并在传感器信号检测过程中调用这些校准系数。该传感器采用单线串行接口,方便快捷地进行系统集成。由于体积超小且功耗极低,所以在苛刻的应用中是最佳选择。该产品采用 4 针单排引脚包装,方便连接。

由于温室的温湿度要求非常高,所以在选择温湿度传感器时,主要考虑以下 2 个方面。一方面是准确测量,因为温室温度和湿度过高或过低会导致作物损失甚至危害产量,所以必须准确地测量温湿度。另一个方面是高可靠性,传感器在不同环境中都能正常工作。基于以上考虑,选择了数字式相对温湿度传感器(DHT11)。该传感器由电阻式湿度传感器和 NTC 温度传感器组成,温度范围分别为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和 $-20\sim +60^{\circ}\text{C}$ ,能够满足温室作物的温湿度要求。DHT11 的数据引脚可以直接连接到单片机的 IO 端口,用于数据传输。

### 4.2 光照传感器

光照强度对作物光合作用具有重要影响。光合作用积累有机物的速率随着光照强度的增大而加快,但

光照强度超过临界值“光饱和点”后,该速率将不再加快而是保持在一定水平,当光照强度降低到某一水平后,作物的生长发育受到限制,需要人工补光操作提高光照强度,该水平上的光照强度称为“光补偿点”<sup>[5]</sup>。

光传感器是将照明转换为电信号的传感器,其输出以 LUX 单位进行测量。大多数作物的最佳光照范围是 8 000~12 000 lx,通常采用遮阳和遮阳作业来确保作物在最佳光照范围内生长。人工光源用于人为地延长照明时间或增加照明来补充照明工作,遮阳网用于遮阳工作。

在本设计中,选择了 BH1750FVI 光照强度传感器作为光照传感器。BH1750FVI 采用了两线式串行总线接口的数字型光强度传感器集成电路。该集成电路能够通过收集的光线强度数据来调节液晶或键盘背光的亮度。其高分辨率使其能够探测较大范围的光强度变化。BH1750FVI 的内部由光敏二极管、运算放大器、ADC 采集器和晶振等组件构成。该传感器对应着广泛的输入光范围(相当于 1~65 535 lx),最小误差的变化范围在±20%之内,并且对红外线的影响较小。

#### 4.3 二氧化碳浓度传感器

植物的光合作用必须有二氧化碳的参与,普遍将二氧化碳称作植物的“食物”。大多数农作物的生长需要 0.1%的二氧化碳浓度,而大气中只有 0.03%的二氧化碳,无法满足作物所需理想浓度,这严重限制了农作物产量。因此,需要通过人工方法在设施农业温室大棚中补充二氧化碳。然而,过高的二氧化碳浓度同样会限制农作物的生长,因为会导致叶表气孔关闭,减少光合作用的强度<sup>[6]</sup>。

二氧化碳传感器主要有以下几种。

红外二氧化碳传感器。该传感器利用非色散红外(NDIR)原理来检测空气中是否存在二氧化碳,具有良好的选择性,不依赖氧气,广泛应用于存在易燃易爆气体的各种场合。

催化式二氧化碳传感器。将现场检测到的二氧化碳浓度转换为标准的 4~20 mA 电流信号输出,广泛应用于石油、化工、冶金、炼油、输配气、生化医药和污水处理等行业。

热传导二氧化碳传感器。基于混合气体的总热导率随气体含量而变化的原理制成,由电桥的 2 个臂组成,电桥由检测元件和补偿元件组成。当遇到可燃气体时,检测元件的电阻减小,而当遇到二氧化碳气体时检测元件的阻力增大(空气背景)。其输出电压变化,电压变量随着气体浓度的增加而成比例增加,补偿元件起到参考和温度补偿的作用。主要用于民用和工业场所

的天然气、液化气、煤气和烷烃等可燃气体以及汽油、酒精、酮和苯等有机溶剂蒸汽的浓度检测。

根据实际情况,本设计选择了 TGS4161 型二氧化碳气体传感器。这是一种用于低能耗的小型固体电解质二氧化碳传感器,检测范围为 300~10 000 ppm。满足作物对温室内二氧化碳浓度需求的测量范围。二氧化碳感测部分由 2 个由固体电解质形成的电极组成。同时,其还配有 1 个印刷的加热底座。监测 2 个电极之间产生的电动势,测量二氧化碳的含量。传感器顶部有 1 个吸附装置,可防止其他气体的干扰。TGS4161 的电动势输出与二氧化碳含量呈线性比例。该传感器具有长期稳定性和优异的防潮性能。

#### 5 温室大棚智能控制系统的软件设计

温室大棚智能控制系统的软件设计包括单片机控制程序设计、移动终端显示软件设计。农户可以通过物联网和计算机设备与智能温室及相关设备建立信息交互关系,相关传感器设备监测作物生长、环境变化等。信息以图片、文字或视频的形式传输到移动终端上,设备建立相关模型对数据变化进行分析,并根据分析结果自动调整风机、采暖、照明设备。通过改善室内环境,供应作物,提供最佳的生长环境。并且可以通过设备了解温室内农作物的生长情况,通过智能终端实时监控温室内的相关信息,高效管理温室大棚。

##### 5.1 单片机控制程序设计

控制系统的工作原理是通过测量模块将测得的温度、湿度和二氧化碳浓度值发送到核心板上,并保存到特定的寄存器中。与预先设定的值比较,如果超过预定范围,就启动风机、遮阳棚、喷灌等设备,将其参数恢复到正常值范围。

单片机控制程序设计的流程图如图 1 所示。

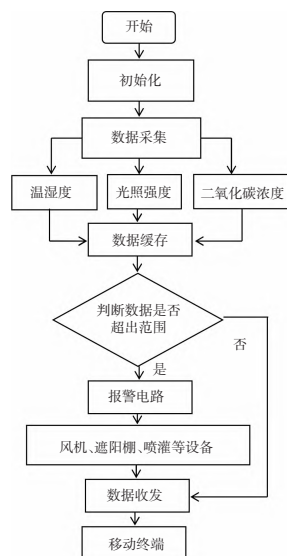


图 1 单片机控制程序设计的流程图



## 5.2 移动终端软件设计

移动终端软件设计主要向管理人员提供参数和下发控制指令,发射模块主要是把温湿度、光照强度、二氧化碳浓度打包上传到上位机,在云端可以检测到用户所得的数据。上位机方面,在上位机设置 APP 的格式,利用手机软件即可在界面查看数据。控制部分可以利用手机 APP 在云端控制相应装备,设计按钮触发控制继电器、电机和风机。在系统上有 1 个参数,是智能控制的一层保障,第二层就是用户的手机 APP 控制,只要连上公网,即可实现远端操控。

## 6 农业温室大棚智能控制系统的应用前景

本节将讨论农业温室大棚智能控制系统的应用前景。随着人口的增长和食品需求的增加,农业生产面临着越来越大的压力。智能控制系统的引入,能够提高农作物的生长效率和产量,减少资源的浪费和环境的污染。因此,农业温室大棚智能控制系统在现代农业中具有广阔的应用前景,其可以提供农作物的精准管理和优化,使农业生产更加智能化和高效化。此外,智能控制系统还能够减少人工操作的需要,降低劳动力成本,并且能够实现远程监控和控制,提升农户的生产管理能力。农业温室大棚智能控制系统具有广阔的应用前景,可以为农户提供更高效、智能化的温室管理解决方案,提升农业生产效益和可持续发展。以下是其应用前景的几个方面。

### 6.1 提高农作物产量和质量

智能控制系统可以根据农作物的生长需求,精确控制温室内的环境参数,包括温度、湿度、光照等。通过优化的环境调控,系统可以提供最适宜的生长条件,促进作物的健康生长和发展,提高产量和品质。

### 6.2 节约资源和能耗

智能控制系统可以通过精准的水肥管理、能源利用等措施,实现资源和能耗的节约。系统可以根据农作物的需求和生长阶段,调节水肥喷灌系统、灯光设备等,减少资源的浪费和能耗,提高资源利用效率和节能减排效果。

### 6.3 降低病虫害风险

智能控制系统可以实时监测和识别温室内的病虫害情况,提供预警和报警功能。通过及时采取措施,如

调节温湿度、喷洒药剂等,系统可以降低病虫害的风险,保护作物的健康和安全。

### 6.4 减轻劳动强度

智能控制系统可以实现温室管理任务的自动化和智能化。例如,系统可以自动调控温室内的设备,如通风设备、遮阳设备、喷灌系统等,减轻农户的劳动强度。农户可以通过系统的远程控制和监测功能,随时随地对温室进行管理,提高工作效率。

### 6.5 支持可持续发展

智能控制系统可以有效地减少农业生产对环境的影响,实现对资源的节约和循环利用。系统可以减少农药和化肥的使用量,降低土壤和水源的污染风险,推动农业的可持续发展<sup>[7]</sup>。

## 7 结束语

基于物联网设施的农业温室大棚智能控制系统具有重要的研究和应用价值,其能够实现对农作物生长环境的精准监测和调控,提高农作物的生长质量和产量。通过自动化控制和远程监控,可以减少人工操作的需求,降低劳动力成本,提升农户的生产管理能力。随着物联网技术的不断发展和应用,农业温室大棚智能控制系统的应用前景将更加广阔。目前,还需进一步研究和实践,以解决系统稳定性、安全性和成本等方面的挑战。

## 参考文献:

- [1] 陈建钢.基于 STM32 与 FreeRTOS 的物联网鱼缸[J].物联网技术,2023,13(1):140-143.
- [2] 韩毅.基于物联网的设施农业温室大棚智能控制系统研究[D].太原:太原理工大学,2016.
- [3] 张皓婷,李明,宋佳泽,等.基于机器学习的温室番茄的环境调控综述[J].农业与技术,2021,41(9):9-12.
- [4] 陈延莉.基于物联网技术的智能大棚控制系统[D].广州:仲恺农业工程学院,2019.
- [5] 姜威.基于 Raspberry Pi 的蔬菜大棚智能控制系统设计与实现[D].桂林:广西师范大学,2018.
- [6] 王慧.基于 OneNET 云平台与 WiFi 的工厂环境远程监测系统的设计与实现[J].信息记录材料,2023,24(5):130-133.
- [7] 许兆伟,叶秀焰,郑健一.土壤改良在农业生产可持续发展中的作用及对策探究[J].南方农业,2021,15(11):236-237.