

基于 PLC 的智能种植方舱控制系统设计与应用

李琳杰¹, 赵伟博¹, 杨 杰²

(1. 陕西工业职业技术学院 航空工程学院, 陕西 咸阳 712000;

2. 中国工程物理研究院 流体物理研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要:针对现有温室大棚温湿度、光照等自然环境因素难于精确控制,且人工种植效率低、成本高等问题设计了一种基于 PLC 的智能种植方舱控制系统。该文以菌菇人工养殖为例,介绍了种植方舱的基本结构和控制系统架构,并结合方舱控制逻辑,给出了 PLC 主控系统流程、硬件连接及软件设计方案,实现了菌菇养殖的信息化和智能化。系统采用 MCGS 触摸屏,设计了包含自动养殖、手动养殖及用户自定义三种功能的人机交互界面,结合传感器技术实现了种植方舱环境数据的自动控制和实时调节。该系统已在陕西某农业科技公司投入使用,有效地提高了农技员的工作效率,节省了人力成本,对传统温室大棚的升级改造具有很好的借鉴意义。

关键词:PLC; 人机交互界面; 种植方舱; 传感器

中图分类号:S625; TP273

文章编号:1000-0682(2024)05-0009-04

文献标识码:A

DOI:10.19950/j.cnki.CN61-1121/TH.2024.05.002

Design and application of an intelligent farming square control system based on PLC

LI Linjie¹, ZHAO Weibo¹, YANG Jie²

(1. School of Aeronautical Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Shaanxi Xianyang 712000, China;

2. Institute of Fluid Physics, China Academy of Engineering Physics, Sichuan Mianyang 621900, China)

Abstract: A PLC based intelligent planting cabin control system is designed to address the difficulties in accurately controlling natural environmental factors such as temperature, humidity, and lighting in existing greenhouses, as well as the low efficiency and high cost of artificial planting. This article takes the artificial cultivation of mushroom as an example, introduces the basic structure and control system architecture of the cultivation shelter, and combines the control logic of the shelter to provide the PLC main control system process, hardware connection, and software design scheme, realizing the informatization and intelligence of mushroom cultivation. The system adopts MCGS touch screen design to create a human-machine interaction interface that includes three functions: automatic breeding, manual breeding, and user customization. Combined with sensor technology, it realizes automatic control and real-time adjustment of environmental data in the planting cabin. The system has been put into use in an agricultural technology company in Shaanxi, effectively improving the work efficiency of agricultural technicians and saving labor costs. It has good reference significance for the upgrading and renovation of traditional greenhouses.

Keywords: PLC; human computer interaction interface; farming square; sensor

0 引言

近年来我国温室产业发展迅速,随着温室种植技术的不断推广和普及,中小农户温室种植越来越多。但由于我国农业设施的现代化应用技术普遍较为缓慢,根据目前的市场调研数据^[1-3],许多温室种植中的温湿度、光照等参数测控还需要人工监测、手

收稿日期:2024-04-25

基金项目:陕西省教育厅科学研究计划项目资助(22JK0267)

第一作者:李琳杰(1990—),女,硕士研究生,讲师,主要从事智能控制技术研究。E-mail:linjie_zwb@163.com

动控制,劳动强度大,效率低,效果差,造成养殖的产出量不高^[4-5]。

随着物联网和大数据技术的发展^[6],农业自动化、数字化及智能化得到了极大的促进。赵慧娟^[7]设计了一款温室大棚监测设备,将 PLC 技术、传感器技术与监测设备相结合,完成了大棚内环境数据的监测;胡开明,刘薇^[8]等人采用单片机结合无线通信模块 GPRS-GA6 实现了大棚环境数据的远程智能调节;王俊博,杜洪波^[9]等人结合物联网技术制作小型智能温室模拟真实环境,监测农作物生长数据;闫浩然,张贺龙^[10]等人采用 arduino mega2560 板设计了智能大棚监控系统,并通过触摸屏实时显示大棚环境数据。上述研究均针对的是室外传统温室大棚,其受自然因素影响较大,且环境数据不易控制,导致现有监测系统设计复杂,大多停留在实验室模拟阶段,无法直接应用于实际的大棚环境监测。

针对上述问题,选取方舱作为农作物的种植载体,较传统温室大棚,种植方舱受外界自然环境影响很小,光照、温湿度等环境因素便于精确控制。在此基础上,笔者设计了一种基于 PLC 的智能种植方舱控制系统,并结合菌菇种植技术参数搭建了种植数据库,实现了种植数据的自动调节和实时监测。

1 系统总体架构

1.1 方舱基本结构

如图 1 所示,该种植方舱是陕西某农业种植科技公司生产制造的菌菇种植箱,箱体采用不锈钢制作,整体尺寸为 3150 mm × 1750 mm × 1960 mm。种植方舱主要由总控系统、供电系统、空调系统、光照系统及种植区五大模块组成。其中,空调系统包括制冷机组、内风机、四通阀 3 个部分,制冷机组 3 千瓦,内风机 500 瓦 380 V,四通阀为 50 瓦 220 V。

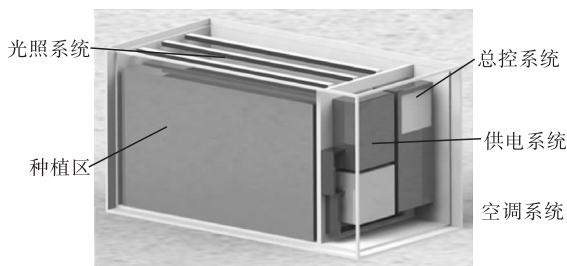


图1 种植方舱结构图

1.2 系统设计方案

PLC 作为一种专门用于工业控制和多为逻辑运算工作的小型计算机系统,具有较高的稳定性和可靠性,可以实现信息采集、信息计算、逻辑输出、网络通

信等功能。如图 2 所示,大棚内的温度、湿度等环境因素通过 SM1231 模拟量采集模块发送给主控 PLC, PLC 将数据进行分析处理,与内部数据块存储的农作物种植数据进行对比,实现大棚内部环境的实时调控。同时,PLC 与 MCGS 进行数据通信,将大棚内的环境因素和现场电气控制单元状态进行实时显示,可通过 MCGS 触摸屏进行手动和自动控制的自由切换。

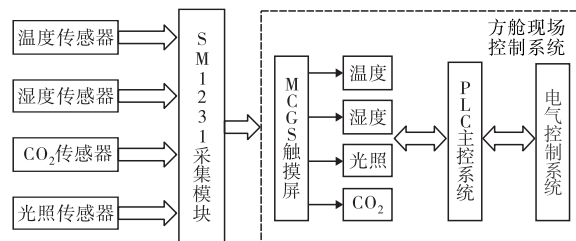


图2 系统架构图

2 主控系统

2.1 控制逻辑

种植方舱的整体控制要求如下:

(1)温度控制。温度控制包括制冷机组、内风机、四通阀 3 个部分。制冷或制热时制冷机组和内风机必须同时开启。四通阀不通电制冷时,通电系统自动转化为制热。同时系统中有压力保护器,高压或低压机组停止运转。

(2)通风控制。通风系统由内风机与新风风阀组成。通风系统和温度系统共用一台风机。二氧化碳过高时,新风风阀打开,同时风机运转,外界新风通过新风风阀吸入箱体内。

(3)湿度控制。加湿系统由高压微雾泵组成。通过中间继电器控制高压微雾泵运转对箱体内加湿。

(4)空气搅拌控制。空气搅拌系统由内风机组成。为了使箱体内温度和湿度均匀,内风机隔一定时间运转一定的时间,对室内空气进行搅拌。

(5)光照控制。光照系统由两组 LED 灯组成,分强光和弱光控制。强光时两组 LED 灯同时运作,弱光时只有一组 LED 灯组成。

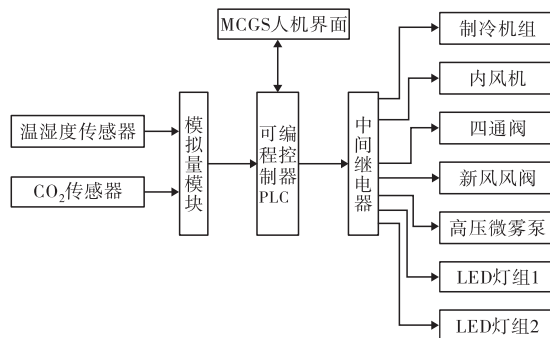


图3 PLC 主控系统图

如图 3 所示,控制系统包括温湿度传感器、CO₂ 传感器、模拟量模块、可编程控制器 PLC、MCGS 人机交互界面、中间继电器、制冷剂组、内风机、四通阀、新风风阀、高压微雾泵、LED 灯组 1、LED 灯组 2。其中温湿度传感器、CO₂ 传感器用来采集环境的各项数据;模拟量模块将传感器采集的信息输送到可编程控制器 PLC;西门子 PLC 根据采集来的信息做逻辑处理;中间继电器跟 PLC 端输出的信号控制设备的启停;制冷机组等设备的运行与停止改变环境参数;MCGS 人机界面用来显示用户的可视化内容,更改 PLC 内部数据,切换系统的手动、自动控制方式。

2.2 系统硬件结构

整个控制系统硬件部分由熔断器、空气开关、开关电源、传感器电源,西门子 PLC、模拟量模块 SM1231、MCGS 触摸屏、温湿度传感器、二氧化碳传感器、中间继电器组等组成。AV220 V 电源先通过熔断器,再通过空气开关,通过空气开关后分为两路,一路输入到开关电源,分别为 MCGS 触摸屏、西门子 PLC 和 SM1231 模块提供 24 V 直流电,将 PLC 连接到中间继电器,中间继电器来控制执行设备;另一路输入到传感器电源分别为温湿度传感器和二氧化碳传感器供电。温湿度传感器和 CO₂ 传感器分别接入 SM1231 模块进行数据采集。实物连接如图 4。

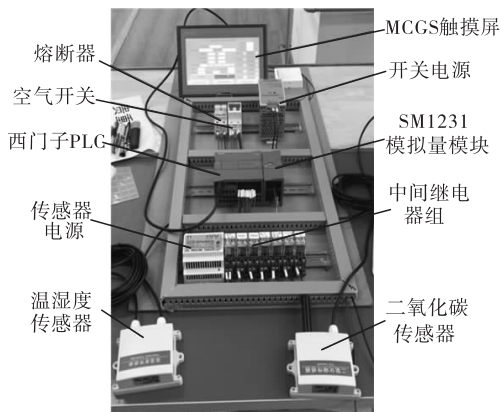


图 4 主控系统硬件连接图

3 软件设计

3.1 PLC 程序设计

如图 5 所示,程序开始运行时,用户首先根据需求选择模式,分为 3 种模式:自动模式、手动模式、用户自定义模式。自动模式时,手动模式失效,系统调用 FB 块,将当前环境参数与系统内部保存的适宜作物生长的参数进行对比,并对相应 I/O 进行操作。手动模式时,自动模式失效,此时用户可以通过触

屏界面上的按钮控制系统进行升温、降温、通风、空气搅拌及补光等操作。用户自定义模式时,用户可对各类菌类的生长周期时长,每个周期适宜生长的温度范围、二氧化碳浓度范围、光照时长、空气搅拌时长等参数进行设定,大大提高了系统的灵活性。

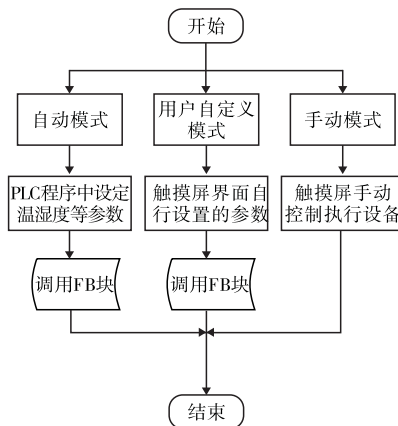


图 5 程序流程图

3.2 人机交互界面设计

MCGS 人机交互界面主要由自动养殖界面、手动控制界面和参数修改界面组成。3 个界面之间可以互相切换。

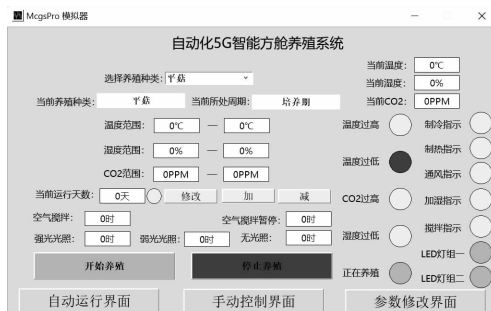


图 6 自动养殖界面

自动养殖界面如图 6 所示,此界面可实时显示当前环境信息、设备运行状态,当前环境是否符合作物生长要求以及当前所养殖的作物名称和所处的生长周期。用户也可以根据此界面启动和停止自动养殖,并且可以选择养殖种类,改变养殖周期。



图 7 手动控制界面

手动控制界面如图 7 所示,当系统处于手动模式时,可通过按钮实现温度控制、湿度控制、通风、空气搅拌及补光操作。

参数修改界面如图 8 所示,通过此界面用户可以修改每种菌类不同时期的生长时长、适宜生长的温度范围、湿度范围、二氧化碳浓度范围、空气搅拌时长、强弱光照时长,保障菌类的健康成长。



图 8 参数修改界面

4 实际应用

目前该方舱控制系统已安装于陕西某农业科技公司生产的菌菇种植方舱内,如图 9 所示。对系统进行不断电、不间断的运行测试,系统总体运行稳定。传感器能够实时准确地将环境信息发给下位机 PLC, MCGS 触摸屏也能实时显示方舱运行状态。系统能够根据用户设定的适宜作物生长的参数对环境进行实时调节。在保障农作物正常生长的同时,极大降低了农技员的劳动强度。

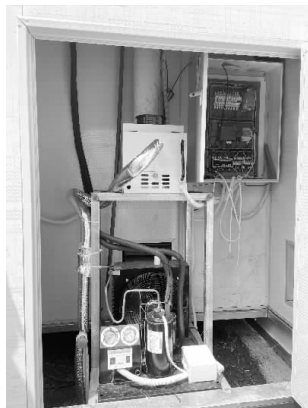


图 9 方舱主控柜

5 结束语

该文设计了一种基于 PLC 的智能种植方舱控

制系统,给出了方舱的基本结构和系统架构。结合方舱控制要求,给出了主控程序软硬件设计方案。系统采用 MCGS 触摸屏设计了方舱的人机交互界面,实现了种植方舱环境数据的实时监控,并详细介绍了自动养殖、手动养殖及用户自定义 3 种操作界面。目前,该系统已投入实际应用,极大地提高了农技员的工作效率。

随着 5G 通信技术的普及,该智能控制系统后续还可增加远程监控功能,对农作物整个生长过程进行远程监测,进而实现农作物种植信息的可追溯性。同时,该系统对于普通大棚的升级改造具有很好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 李琳杰,赵伟博,齐锴亮,等. 基于阿里云的智能大棚远程监控系统研究[J]. 自动化与仪表,2021,36(01): 28-30+35.
- [2] 李志宏. 基于 OpenHarmonyOS 的智能温室大棚数据采集系统[D]. 重庆:重庆三峡学院,2023.
- [3] 苑光明,王曼娜,丁承君,等. 基于物联网和雾计算的温室智能感控系统[J]. 传感器与微系统,2020,39(08):110-113.
- [4] 冯天明. 基于物联网的智能温室大棚开发设计与实现[D]. 大连:大连海洋大学,2020.
- [5] 孟子涵,龙振超,宋明智,等. 基于 S7-300 型 PLC 的农业大棚智能养护系统设计[J]. 自动化控制理论与应用,2019(10): 12-14.
- [6] 王业宁. 基于 PLC 的智能光伏生态大棚控制系统的设计[D]. 天津:天津科技大学,2020.
- [7] 赵慧娟. 基于 PLC 的农业温室大棚智能监测设备应用[J]. 农机化研究,2021,43(06):214-218.
- [8] 胡开明,刘薇,付志坚. 基于物联网智能温室大棚控制系统的设计[J]. 自动化技术与应用,2021,40(10): 64-67.
- [9] 王俊博,杜洪波,梁振华,等. 智慧农业预警及其自动调节系统的设计与实现[J]. 软件工程,2022,25(12): 54-58+49.
- [10] 闫浩然,张贺龙,王建强. 基于物联网的智能温室大棚控制系统设计[J]. 农机使用与维修,2022(06): 1-6.