

# 基于 PLC 的旋转式家用小温棚控制系统

唐梓豪 刘亮 欧阳有伟 王福平\*

北方民族大学电气信息工程学院 甘肃银川 750021

**摘要:**近年来,面对生活中屡见不鲜的食品安全事故和农药超标事件,不少居民开始选择在家中种植无污染的绿色蔬菜。在此背景下,诸多新型家庭种植模式得到研发和使用。其中,旋转式家用蔬菜花卉一体种植智能微型小温棚(后文简称:旋转式家用小温棚)就是一种典型的现代化家庭种植设施,利用其特有的旋转式结构更好的提高了家庭蔬菜和花卉的种植效果、提升了室内种植的空间利用率。为实现旋转式家用小温棚的智能控制,利用 PLC(可编程控制器——Programmable Logic Controller)、触摸屏及无线模块为控制单元,电机、水泵、电磁阀等设备为执行机构,进行了控制系统结构设计、输入输出统计、硬件选型、电路设计等一系列工作,最终实现了种植架的自动旋转、浇水、通风、加热和数据采集等功能。其控制结构简单、控制效果稳定,可支持多种植物和花卉同时种植,具有显著的应用价值。

**关键词:**温棚种植; PLC; 触摸屏; 远程控制

## The control system of rotary household small temperature shed based on PLC

Zihao Tang, Liang Liu, Youwei Ouyang, Fuping Wang\*

School of Electrical and Information Engineering, Northern University for Nationalities, Yinchuan, Gansu 750021

**Abstract:** In recent years, faced with frequent food safety incidents and pesticide residue violations, many residents have started to choose to grow pollution-free green vegetables at home. In this context, various new types of home gardening models have been developed and used. Among them, the rotating-style smart micro greenhouse for household vegetable and flower cultivation (referred to as the "rotating-style home greenhouse" hereafter) is a typical modern home cultivation facility. Its unique rotating structure improves the planting effect of vegetables and flowers in households and enhances the space utilization of indoor cultivation. To achieve intelligent control of the rotating-style home greenhouse, a control system was designed using a Programmable Logic Controller (PLC), a touchscreen, and wireless modules as the control unit, and motors, water pumps, electromagnetic valves, and other devices as the execution mechanism. This involved a series of work including control system structure design, input-output statistics, hardware selection, circuit design, and more. Ultimately, functions such as automatic rotation of the cultivation frame, watering, ventilation, heating, and data collection were achieved. The control structure is simple, and the control effect is stable. It can support simultaneous cultivation of multiple plants and flowers, demonstrating significant practical value.

**Keywords:** greenhouse planting; PLC; touch screen; Remote control

### 引言

为了满足家庭蔬菜、花卉的智能化种植需求,需要对温棚内温度、湿度等植物生长关键环境参数进行控制。旋转式家用蔬菜花卉一体种植智能微型小温棚如图 1 所示,由封闭外壳、旋转种植架、温控系统、通风系统、喷淋系统及中控系统构成。使用 PLC 控制水泵、电机等设备实现喷淋、旋转等功能,并设有手动、自动、远程三种控制模式。相较于目前市场上可购买到的主流家庭种植设备——仅可提供恒温恒湿环境的培养箱,大幅度的提升了家庭植物种植的自动化、科技化程度。

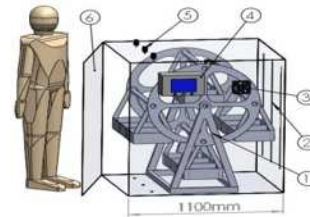


图 1 旋转式多功能温棚

- 1 旋转种植架 2 温控系统 3 通风系统  
4 控制系统 5 喷淋系统 6 操作门

### 一、温棚总体控制方案

#### 1.1 功能分析与设计

用于大规模农业生产的温室大棚的作用有:(1)降低大棚内的湿度而不降低地温(2)提高肥料利用率,降低施肥量(3)防止棚内病虫害,减少用药量(4)提高产量,

尽早成熟。

因此, 根据实际工况结合温室大棚的作用分析出旋转式家用小温棚应满足以下需求: (1) 实时监测植物的生长环境参数 (2) 具备手动、自动、远程操作功能 (3) 支持种植多种植物 (4) 自动旋转 (5) 自动浇水 (6) 温度控制 (7) CO<sub>2</sub> 浓度控制。

### 1.2 控制系统结构设计

为实现旋转式家用小温棚的预设功能, 设计出控制系统结构。其中, 手动\自动\远程模式选择按钮、光照传感器、CO<sub>2</sub> 浓度传感器、温度传感器、湿度传感器作为输入设备与可编程控制器 (PLC) 相连接, 可实现操作模式的切换以及实时监测植物的生长环境参数。可编程控制器对读取的实时数据进行计算、分析、判断后发出指令, 控制接在输出端的风扇、水泵等执行机构, 将温棚内的温湿度、CO<sub>2</sub> 浓度等植物生长过程中关键的环境参数调节到适宜范围内。

## 二、系统硬件设计

### 2.1 输入输出统计

根据设计出的控制系统结构, 做出旋转式家用小温棚的控制系统输入输出统计如表 1 所示。其中, 工作模式选择按钮与急停按钮的工作信号类型为无源常开触点, 以数字量的形式接入 PLC 输入端; 各种传感器的工作信号类型均为 4-20mA, 则以模拟量的形式接入 PLC 的输入端。为了实现种植架中不同植物分别浇水的功能, 在温棚顶部与种植架平行的方向设计了三个带电磁阀, 与电机、加热器、水泵、风扇共同以数字量的形式接入 PLC 的输出端。因此, PLC 共需要数字量输入触点 4 个、模拟量输入触点 4 个、数字量输出触点 8 个。

### 2.2 硬件选型

本设计选用了西门子公司生产的 1200 系列 PLC 组件, CPU 型号为 1214C DC/DC/DC。此 CPU 共可提供 14 个数字量输入触点、10 个数字量输出触点以及 2 个模拟量输入触点, 其数字量输入输出触点即可满足设计要求, 不需要额外增加数字量模块。但是由于设计需要使用 4 个模拟量输入触点, CPU 提供的触点数量已不满足设计要求, 因此选用一个模拟量输入模 SM 1231 AI4, 可增加 4 个模拟量输入触点, 即可满足设计要求。另外, 此 CPU 需要使用 24V 直流电源供电, 选用型号为 S-120-24 的直流开关电源将家庭 220V 交流电压转换为 24V 直流电压。

对于远程操作需要使用到的物联网功能, 选用巨控

GRM530 远程模块以实现 PLC 与云平台服务器的数据通讯。RM530 内置 2 网口交换机, 可以同时连接一个触屏和一个 PLC, 模块同时具备 2 路 RS485 和一路 232, 可以接串口 PLC 和仪表。现场的 GRM530 可以通过 4G、有线或者 WIFI 接入因特网。

### 2.3 PLC 电路设计

对 PLC 进行电路设计时首先应考虑各模块的供电问题, 本设计使用的 CPU 模块以及模拟量拓展模块均有 S-120-24 开关电源将 24VDC 电压接入 L+和 M 端子。在 CPU 的第一数字量输入端口的 DI 0.0-DI0.3 分别接入 SB1 自动模式按钮、SB2 手动模式按钮、SB3 远程模式按钮以及 SB4 急停按钮, 与接入 24VDC 负极的 1M 端子构成回路。常开触点接通后进行模式切换; 常闭触点断开时, 系统立即停止, 起到安全与保护的作用。两个模拟量输入端子 AI 0.0、AI 0.1 分别接入 CO<sub>2</sub> 浓度传感器和光强传感器, 与接入 24VDC 负极的 2M 端子构成回路, 读取温棚内的 CO<sub>2</sub> 浓度和光照强度数据。PROFINET 接口通过网线与巨控 GRM530 远程模块相连, 进行 PLC 与云平台服务器的数据通讯, 实现物联网功能。

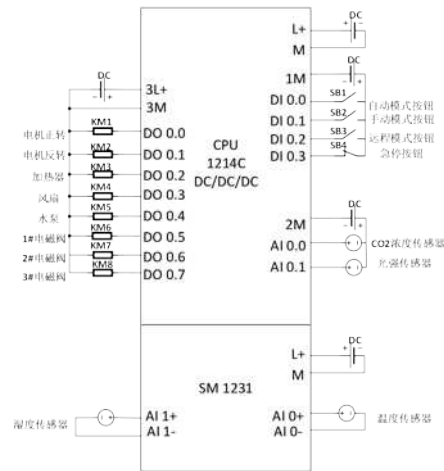


图 2 PLC 接线图

## 三、PLC 程序设计

以温度控制为例, 在读取温度传感器数据时, 传感器发出的是一个 4-20mA 的模拟量电流信号, 并不是一个具体的实时温度数字。因此需要在软件中对模拟量信号进行转换, 依据的公式为:

$$Ov = [(Osh - Osl) * (Iv - Isl) / (Ish - Isl)] + Osl$$

式中: Iv 为模拟值, 数据类型为整型; Ish 为模拟值高限, 数据类型为整型; Isl 为模拟值低限, 数据类型为整

型; Ov 为实际工程值,数据类型为实数型; Osh 为实际工程值高限,数据类型为实数型; Osl 为实际工程值低限,数据类型为实数型。

则在本次设计中: Iv 为传感器输出的温度模拟值; Ov 为实际温度值; Osh 与 Osl 对应温度传感器的测量上下限,分别为 100 与 -50; Lsh 与 Lsl 分别对应 S7-1200 系列 PLC 的模拟量计算范围 27648 与 0。

温棚温度控制时,结合温棚内植物生长温度控制要求,可将温棚温度调节分为温度保持、升温和降温三种情况。夏季温度超过温度设定值时,使用风扇通风实现温棚内降温;冬季温度低于温度设定值时,使用加热器实现温棚内升温,如图 3 所示。

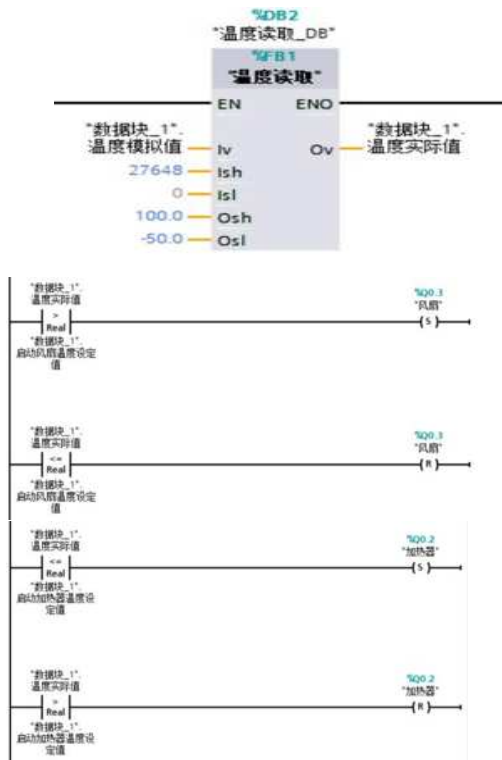


图 3 温度控制程序

#### 四、系统调试

##### 4.1 控制功能测试

温棚内实时数据的采集是分析和控制植株生长环境的关键关键步骤,随机抽取了各个传感器的数据,其结果如表 1 所示。

表 1 传感器数据

传感器名称	实时数据
温度	22.4℃
光照强度	388.4lx
CO <sub>2</sub> 浓度	478ppm
土壤含水量	14.49%

##### 4.2 物联网功能测试

旋转式家用小温棚的控制算法和数据库部署在物联网云平台上,因此需要对云平台的数据传输功能进行测试,其服务器部署及数据监控界面如图 4 所示。



图 4 云平台功能测试

#### 五、结论

本系统中,基于 PLC 系统、传感器、执行机构组成旋转式家用小温棚的控制系统,实现了温度、湿度、光照强度、CO<sub>2</sub> 浓度等环境数据的采集。同时,与部署在云平台上的服务器进行数据交互,实现常见家庭种植植物生长过程的智能控制。系统运行情况实验表明,本控制系统能够实现在不同操作模式下对温棚内关键环境因素数据的动态采集和有效控制,能够满足不同人群的多种使用场景需要。

#### 参考文献:

- [1]李明,王雄卫,王宏亮,张静. 温室环境监控系统设计[J]. 中国仪器仪表,2021,(12):66-70.
  - [2]贾华,马坤. 基于 NB-IoT 技术的智能温室监控系统[J]. 电工技术,2021,(15):124-126.
  - [3]殷振新,辜松,范开钧,刘小耿,谢忠坚. MINI 温室智能种植系统构建[J]. 农机化研究,2021,43(07):136-140.
  - [4]丁莉君. 基于 PLC 的智能温室控制系统的设计[J]. 科技资讯,2018,16(04):32-33.
  - [5]金龙国. 基于 PLC 的智能温室控制系统设计[J]. 电气传动自动化,2022,44(03):27-31.
- 基金项目:北方民族大学研究生创新项目(项目编号: YCX22132);