

文章编号: 2095-2163(2021)12-0171-05

中图分类号: TP273.2

文献标志码: A

# 基于 PLC 的农业温室智能控制系统设计

张希康, 李泽滔

(贵州大学 电气工程学院, 贵阳 550025)

**摘要:** 智能化的温室种植技术是未来智慧农业发展中不可或缺的一部分, 智能化温室控制系统的开发能够有效改善环境条件, 大大提高作物产量跟质量。针对目前农业温室智能化程度较低, 产率低下的问题, 本文基于 PLC 设计了一套农业温室智能控制系统, 通过 4 种模拟量传感器将采集到的温室内模拟量信号传递给 PLC, 实现了根据数据的设定自动控制植物生长发育的条件。运行结果表明, 该系统能够满足农业温室智能控制系统的各项指标要求。

**关键词:** 智能化; PLC; 控制系统

## Design of intelligent control system for agricultural greenhouse based on PLC

ZHANG Xikang, LI Zetao

(College of Electrical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**[Abstract]** Intelligent greenhouse planting technology is an indispensable part of the development of intelligent agriculture in the future. The development of intelligent greenhouse control system can effectively improve environmental conditions and production and quality. In order to solve the problem of low intelligence and production of agricultural greenhouse at present, a set of intelligent control system of agricultural greenhouse is designed based on PLC. The analog signals collected in greenhouse are transmitted to PLC by four kinds of analog sensors, and the conditions of plant growth and development are controlled automatically according to the setting of data. The results show that the system can meet the requirements of the intelligent control system of agricultural greenhouse.

**[Key words]** intellectualization; PLC; control system

## 0 引言

农业发展是中国未来可持续发展的重中之重, 作为农业大国, 农业种植技术的发展在国民经济发展中占据着很大的比例, 实现智慧农业是中国未来农业发展的必然趋势。目前, 农业温室前景好, 种植业成为了最重要的发展之一<sup>[1-2]</sup>。但目前中国许多农业种植技术仍然是从国外引进的, 尽管自动化程度有所提高, 实现了智能控制的需求, 却在诸多方面存在着不足, 一方面设备成本较高, 不利于普及; 另一方面, 由于是从国外引进的设备, 其控制系统的设计大多是根据国外气候条件设计的, 这与中国自然环境气候明显不符<sup>[3]</sup>。因此, 从世界各地引进的诸多设备, 大量农作物出现了“水土不服”, 产出效益低下的情况。

基于这种状况, 本设计从中国实际情况出发, 结合 PLC、上位机组态、以及物联网 3 种技术, 开发出

了一套具有成本较低、普适性较强、智能化成度水平较高的高性价比温室种植设备。

## 1 系统总体设计

本次系统一共采用了 4 种类型的模拟量传感器: 温度传感器、湿度传感器、光照强度传感器以及二氧化碳传感器, 并且将 4 个传感器收集到的模拟量数据通过扩展的模拟量输入模块、数字量输入模块转化为 PLC 可以识别的数字量; 通过 PLC 控制锅炉、遮阳幕、保温幕以及排风机 4 个执行机构来维持温室内的温度; 最后, 通过下位机 WINCC 设计人机交互界面, 设定所需的温室环境参数, 执行实时监控。为了避免后期某一器件出现故障, 不能保证自动控制的正常运行, 该控制系统还通过选择开关, 实现了手/自动两种模式的切换。

系统的总体结构框架如图 1 所示。

**作者简介:** 张希康(1995-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 控制理论与控制工程; 李泽滔(1960-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 智能电网、故障诊断、计算机控制技术。

**通讯作者:** 李泽滔 Email:gzulzt@163.com

**收稿日期:** 2021-09-14

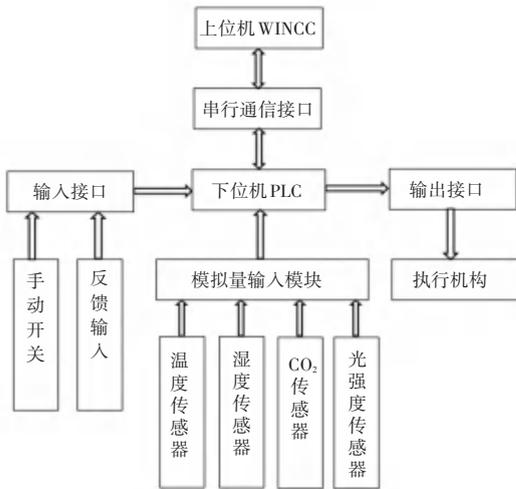


图 1 系统总体结构框架图

Fig. 1 The overall structure of the system

## 2 硬件设计

### 2.1 传感器的选型

**温度湿度传感器:** 系统选用由瑞士盛思瑞 (Sensirion) 传感器公司生产的 SHTIX 系列新型集成温湿度传感器, 可以实现对温度和湿度两种参数同时进行实时检测。

根据系统要求, 控制的温度范围以及湿度范围分别为:  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0\% \sim 100\% \text{RH}$ , 且要求选用的传感器具有体积小、灵敏度高、测试电路简单, 输出电压值较大, 故系统选用由瑞士盛思瑞 (Sensirion) 传感器公司生产的 SHTIX 系列新型集成温湿度传感器, 可以实现对温度和湿度两种参数同时进行实时检测。

其主要技术参数如下:

- (1) 测温区间和测湿区间分别为:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 123.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (默认  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 和  $0\% \sim 100\% \text{RH}$ ;
- (2) 测湿精度以及测温精度分别为:  $\pm 4.5\% \text{RH}$  和  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- (3) 易于连接 (2-wire), 传输效率高;
- (4) 采用全量程标定、两线数字输出的方式, 能耗较低、自动休眠;
- (5) 相对湿度分辨率和相对温度分辨率为:  $0.05\% \text{RH}$  和  $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 时间响应的典型值与响应区间分别为:  $5\text{ s}$  和  $5 \sim 30\text{ s}$ 。

**光照度传感器:** 为了便于安装和增加光照传感器的使用年限, 本次设计选用检测探头外部为壁挂防水外壳封装的新型 NHZD203T 光照度传感器, 其测量输出值单位为 Lux。

其主要技术参数如下:

- (1) 能耗较低, 最大可输出  $1.2\text{ W}$  的电流功率;
- (2) 运行时需提供稳定的  $24\text{ V}$  直流电压源;
- (3) 具有  $0 \sim 200\text{ }000\text{ Lux}$  的超高精度检测范围;
- (4) 可输出  $4 \sim 20\text{ mA}$  范围内的电信号;
- (5) 易于操作, 外接设备较少;
- (6) 响应较快, 其测量精度为  $0.07$ 。

**二氧化碳传感器:** 为尽可能使控制系统结构紧凑、重量轻, 满足对检测和分辨率的高精度需求, 系统采用由红外线检测仪、调制器以及电子放大器等电子元器件共同组成的微型、高精度的 NH-ZI4A 型二氧化碳气体传感器。该传感器不仅能很好适用于温室环境, 还能在一定程度上进行室内温度补偿, 其输出值的电流范围为  $4 \sim 20\text{ mA}$ 。

其主要技术参数如下:

- (1) 需外接  $24\text{ V}$  直流电压源;
- (2) 可测量  $0 \sim 500\text{ ppm}$  变化范围内的  $\text{CO}_2$ ;
- (3) 测量精度值可达  $\pm(40\text{ ppm} + 3\% \text{F.S.})(25\text{ }^{\circ}\text{C})$ ;
- (4) 输出平均电流值小于  $85\text{ mA}$ ;
- (5) 响应时间小于  $90\text{ s}$ 。

### 2.2 控制器设计

控制器主要由数据采集模块, 控制模块以及报警模块 3 大部分组成。控制器的主要任务是通过控制锅炉、遮阳幕、保温幕以及排风机的启停来维持温室内的温度值和湿度值, 从而保证农作物生长的条件。

数据采集模块的主要任务是进行温室环境参数的采集, 传感器在获取环境参数后, 通过扩展的模拟量模块进行转换, 输入到 PLC 中; PLC 将采集到的参数和上位机所设置的参数进行比较, 不同的比较结果进入不同的状态, 相应的执行装置在对应的状态下开始动作, 直到所有参数在预先所设定的区间内。报警模块是当各环境因素超出所设定的范围时, 系统自动报警。

控制器的端口接线图如图 2 所示。

根据农业温室的种植需求, 本系统选用具有 40 个 I/O 点的 S7-200 CPU226CN PLC 作为主控制器, 该控制器能同时扩展 7 个模块, 具有 24 个输入点位, 16 个输出点位, 可存储  $10\text{ KB}$  容量的数据。此外, 为了增强控制器的通信能力, 还采用了双通讯口的通讯方式。

模块的选型主要是根据设计所需的数字量与模拟量端口的多少而决定的, 本次设计选用了 EM235 模拟量输入模块和 EM221 数字量输入模块, 与 PLC 的连接方式如图 3 所示。

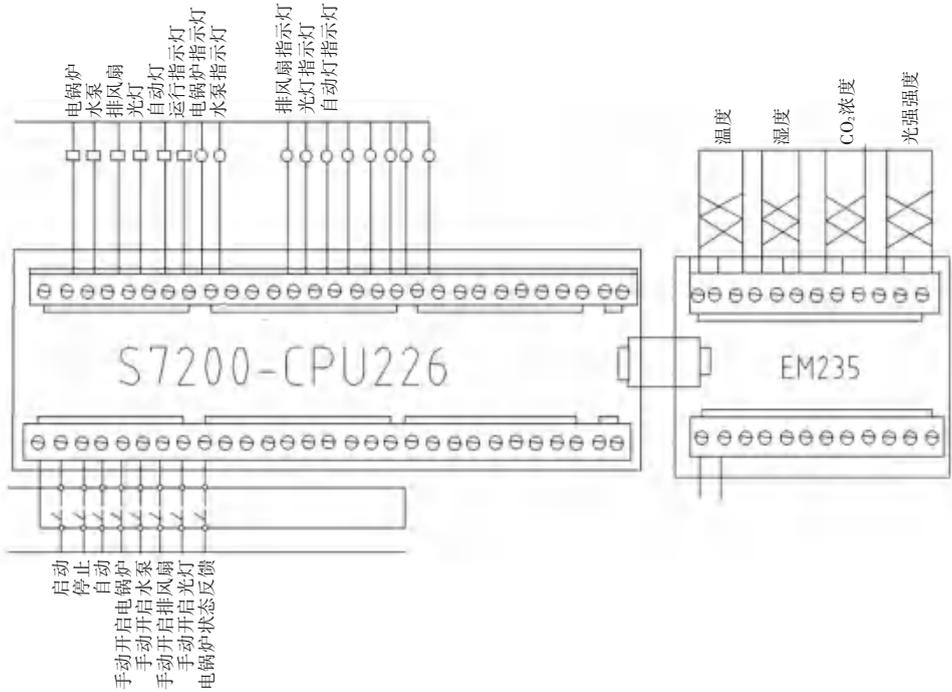


图 2 控制器端口接线图

Fig. 2 The wiring diagram of controller port



图 3 采集模块连接图

Fig. 3 Controller port distribution

### 2.3 I/O 地址分配

由于控制器自身只携带一定量的 I/O 点,因此需额外加装 EM235 和 EM221 两个扩展模块来满足温室控制系统的功能需要。

EM221 是拥有 8 个输入点的数字量输入扩展模块,运行时需为其提供稳定的 24V 直流电压源;EM235 为拥有可扩展 4 个模拟量输入的模拟量模块,内部采用光耦隔离。其模拟量信号的输入方式为差分方式输入,输入响应值为 1.5ms,电流值输入范围为 4 -20mA。输出电压值精度较高,其精度可达满量程的±0.5%左右。测量精度也较高,通常情况误差值不高于 0.5%<sup>[4]</sup>。

输入输出点代码和地址编号见表 1。

表 1 输入输出点代码和地址编号

Tab. 1 Code and address number of input and output point

地址	名称	地址	说明
10.0	启动	Q0.0	电锅炉
10.1	停止	Q0.1	水泵
10.2	自动	Q0.2	排风机
10.3	手动开/关锅炉	Q0.3	光幕
10.4	手动开/关水泵	Q0.4	自动灯
10.5	手动开/关排风扇	Q0.5	启动灯
10.6	手动开/关光幕	Q0.6	正常指示灯
AIW0	温度采集	Q0.7	温度过低报警
AIW2	湿度采集	Q1.0	温度过高报警
AIW4	CO <sub>2</sub> 采集		
AIW6	光照强度采集		

## 3 软件设计

### 3.1 温度控制程序设计

系统启动后,程序将判断当前实际温度值是否在用户预先设定的温度区间范围内,当 PLC 接收到的值低于用户设定的下限温度时,系统将发出指令使各个有助于温度上升的机构开始动作,直到温度高于设定的下限。同理,当传感器采集到的温度高于用户设定范围时,系统会自动控制升温,这样温度

的变化幅度始终都在一定的范围内,避免了极端温度值的出现,保证了农作物的正常生长。温度控制

程序的流程图,如图 4 所示。

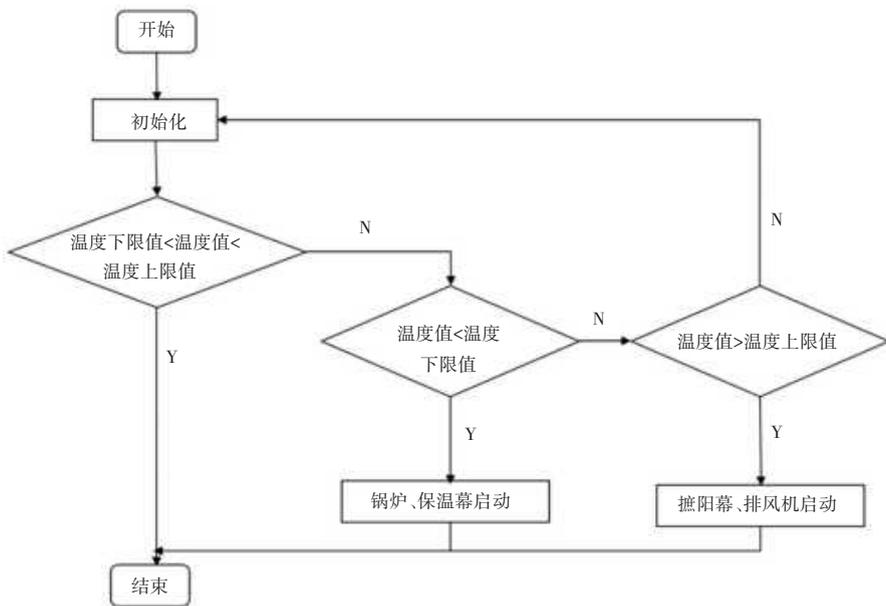


图 4 温度控制流程图

Fig. 4 Temperature control flow chart

### 3.2 报警程序设计

系统启动初始化后,开始采集温度值、湿度值、二氧化碳值以及光照强度值,采集值与设定范围比较,超出上限或者低于下限时均产生报警信号。

报警程序流程图如图 5 所示。

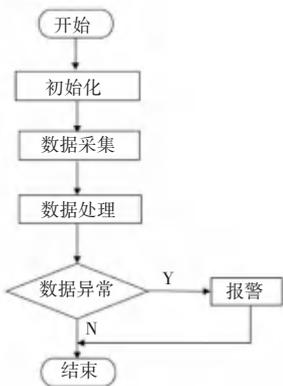


图 5 报警程序流程图

Fig. 5 Alarm program flow chart

以温度报警为例,Q0.6、Q0.7 和 Q1.0 分别为温度正常、温度低于下限、温度高于上限时的报警指示灯地址编号,当达到报警值时,相应的报警指示灯就会点亮。

### 3.3 采集程序设计

传感器将采集到的环境参数经过变送器的输出,变为电流、电压信号;通过扩展的 EM235 模拟量输入模块将电流信号转换为数字信号,传送到

PLC,实现温室的智能控制。

以温度采集为例,温度采集梯形图如图 6 所示,传感器会通过变送器将在温室中检测到的温度转换为 4~20 mA 的电流信号输入到模拟量模块,转化为 PLC 内部可识别的数字信号,紧接着传递给 PLC 的 CPU。

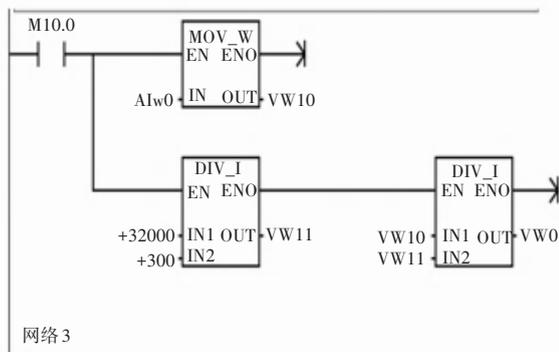


图 6 温度采集梯形图

Fig. 6 Temperature acquisition trapezoid diagram

## 4 可视化界面

首先,上位机 WINCC 与控制器 PLC 的通信采用 OPC 通信方式,并通过在 OPC 上定义 PLC 的输入输出变量,再在 WINCC 上调用 OPC 中定义好的变量组,从而建立 PLC 同 WINCC 之间的通信。

(下转第 178 页)