

# 基于 PLC 的温室大棚自动控制系统设计

卞和营, 王军敏 (平顶山学院电气信息工程学院, 河南平顶山 467000)

**摘要** 在温室大棚控制系统中, 对温室内的环境因子如温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度及光照度等的有效控制是实现农作物优质、高产及高效的关键环节。设计了温室总体控制方案, 应用 S7-CPU226、EM231 和 HMD40Y 等设备构建了 PLC 温室控制系统, 编写了各执行机构的控制程序和模糊算法相关程序, 并应用 wincc flexible 组态了该控制系统的监控画面。结果表明, 该系统能够很好地实现对温室中温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度及光照度等环境因子的有效控制, 实现对温室中各参数的实时监控, 较好地满足温室作物对生长环境的要求。

**关键词** 温室; 自动控制系统; PLC; 监控

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)04-01247-03

## Design on Automatic Control System for Greenhouse Based on PLC

BIAN He-ying et al (College of Electrical and Information Engineering, Pingdingshan University, Pingdingshan, Henan 467000)

**Abstract** Effective control of environmental factors such as temperature, humidity, CO<sub>2</sub> concentration and light intensity is the key to realize high quality, high yield and high efficiency of crops in greenhouse. The research designs the overall control scheme for greenhouse, constructs PLC (Programmable Logic Controller) control system by applying S7-CPU226, EM231, HMD40Y and other equipments, writes control programs of every actuators and fuzzy algorithm programs, configures the monitoring picture of this system. The running result of system shows that this system can effectively control environmental factors such as temperature, humidity, CO<sub>2</sub> concentration and light intensity, realize the real-time monitoring of various parameters in greenhouse, and provide the best environment for crop growth.

**Key words** Greenhouse; Automatic control system; PLC; Monitor

当今农业现代化技术越来越受到重视, 而温室大棚是高效农业发展的一个重要组成部分, 因此研究开发适合我国国情、性能优越、低成本且运行可靠的温室控制系统是当前该领域研究的热点问题<sup>[1]</sup>。温室控制系统主要是通过通过对温室环境因子如温度、湿度、CO<sub>2</sub> 浓度、土壤 pH 及光照度等的有效控制来实现农作物优质、高产及高效生产<sup>[2-4]</sup>。为此, 笔者在对多个温室环境因子深入分析的基础上, 应用 S7-CPU226、EM231 和 HMD40Y 等设备构建了 PLC 温室控制系统。由于温室系统是一个多变量、时变、非线性、强耦合、大惯性的复杂系统<sup>[5]</sup>, 在 PLC 编程中对温湿度的控制引入了模糊控制算法, 并对温湿度的控制效果进行了实际观测; 应用 wincc flexible 组态了该控制系统的监控界面。结果表明, 该系统能够很好地实现对温室中设定的几种环境因子的有效控制, 满足温室作物对生长环境的要求。

## 1 温室总体控制方案设计

该研究主要针对影响作物生长的关键环境因子如温湿度、光照和 CO<sub>2</sub> 浓度等进行控制, 控制器应用西门子 S7-CPU226, 模拟量模块选用 EM231, 温湿度、光照和 CO<sub>2</sub> 浓度传感器选用的型号分别为 HMD40Y、LC-GZ1 和 DCO2-T8。此外, 应用 wincc flexible 组态该系统的监控界面。温室总体控制方案设计如图 1 所示。图 1 中执行机构主要为各种电机和电磁阀, 被控对象为前天窗、天窗、后天窗、遮阳帘、加热器、通风机和水泵等。

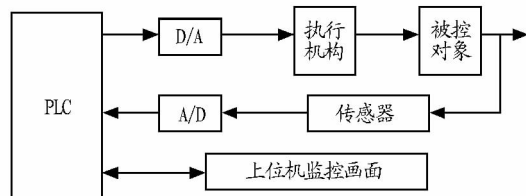


图 1 温室总体控制方案

## 2 硬件电路设计

温室大棚控制系统硬件电路的设计包括主电路和控制电路的设计, 主电路主要应用多个交流接触器如 KM1、KM2 等来实现对前侧窗电机、天窗电机、后侧窗电机、遮阳帘电机、加湿水泵等的控制; 控制电路主要是对 CPU226 的外部接线电路和 EM231 与传感器的接口电路进行设计, 在 CPU226 的输入端接按钮和行程开关, 输出端接 24 V 的中间继电器, 利用中间继电器的触点来实现对主电路中交流接触器的通断控制。

**2.1 主电路设计** 由于篇幅限制, 在此仅给出前侧窗电机和天窗电机控制的主电路, 其他电机的控制电路类同。主电路如图 2 所示<sup>[6]</sup>。

### 2.2 PLC 控制电路设计

**2.2.1 PLC 的 I/O 地址分配表。** 根据温室控制实际需要, 制定的 PLC 的 I/O 地址分配如表 1 所示<sup>[7]</sup>。

**2.2.2 CPU226 外部接线。** 在 PLC 的 I/O 地址分配基础上, 绘制的 CPU226 外部接线如图 3 所示<sup>[7]</sup>。

**2.2.3 EM231 与传感器的接口电路。** 模拟量模块 EM231 与温湿度、CO<sub>2</sub> 浓度、光照度传感器的接口电路如图 4 所示。

## 3 PLC 控制系统软件设计

系统软件设计主要是 PLC 控制程序编写和监控界面的组态, 该研究在实现对温湿度程序的编写时引入了模糊控制算法<sup>[8-9]</sup>。

**基金项目** 河南省科技计划资助项目 (132102110173); 河南省高等学校骨干教师资助计划项目 (2010GGJS-212)。

**作者简介** 卞和营 (1971-), 男, 河南兰考人, 副教授, 硕士, 从事智能控制理论及应用方面的研究。

**收稿日期** 2014-01-11

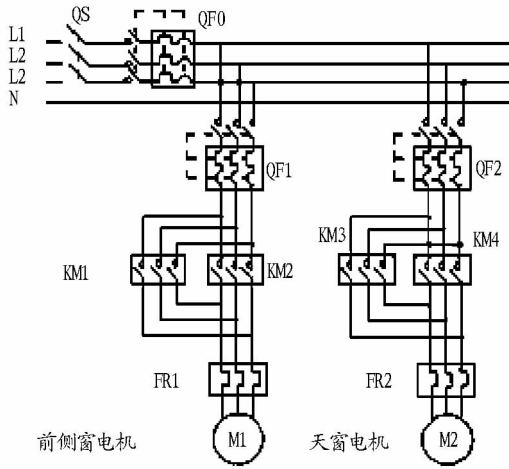


图 2 前侧窗与天窗电机控制电路

表 1 PLC 的 I/O 地址分配

符号	地址	功能描述
SB1	IO. 0	总启动按钮
SB2	IO. 1	总停止按钮
SQ1	IO. 2	前侧窗开限位开关
SQ2	IO. 3	前侧窗关限位开关
SQ3	IO. 4	天窗开限位开关
SQ4	IO. 5	天窗关限位开关
SQ5	IO. 6	后侧窗开限位开关
SQ6	IO. 7	后侧窗关限位开关
SQ7	II. 0	遮阳帘开限位开关
SQ8	II. 1	遮阳帘关限位开关
KA1	QO. 0	前侧窗开
KA2	QO. 1	前侧窗关
KA3	QO. 2	天窗开
KA4	QO. 3	天窗关
KA5	QO. 4	后侧窗开
KA6	QO. 5	后侧窗关
KA7	QO. 6	遮阳帘开
KA8	QO. 7	遮阳帘关
KA9	QI. 0	加热器开/关
KA10	QI. 1	通风机开/关
KA11	QI. 2	加湿水泵开/关
DT1	QI. 3	CO <sub>2</sub> 浓度控制阀开/关

**3.1 数据类型转换程序设计思路** 研究中选取的温湿度传感器的变送单元分别取 0~50℃、0~100%RH,线性对应电流模拟量均为 4~20 mA,因此在编写 PLC 程序时必需把温湿度的模拟量值与 PLC 中的数字量关系建立起来<sup>[10]</sup>。具体方法如下:以温度为例,用  $T$  表示温度值,  $I$  表示电流值,  $X$  表示实时温度转换为 PLC 中的数字量值。由于 0~50℃ 对应 4~20 mA,4~20 mA 又对应 PLC 中的数字量 6 400~32 000,因此得曲线方程如式(1)、(2)所示。

$$\frac{T-0}{I-4} = \frac{50-0}{20-4} \quad (1)$$

$$\frac{X-6\ 400}{I-4} = \frac{32\ 000-6\ 400}{20-4} \quad (2)$$

由式(1)、(2)可得式(3):

$$\frac{T}{X-6\ 400} = \frac{50}{25\ 600} \quad (3)$$

根据式(3)计算 0~50℃ 对应 PLC 内部的数字量值。如

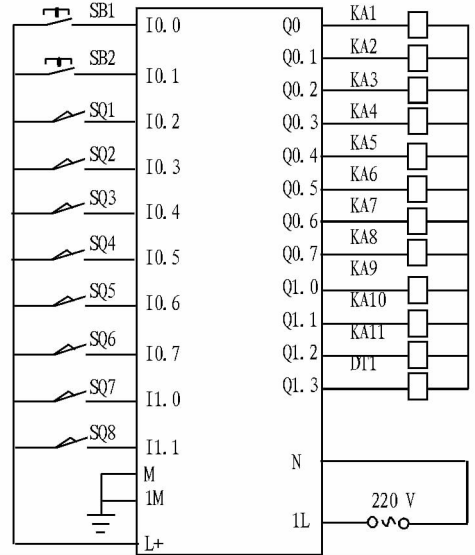


图 3 CPU226 外部接线

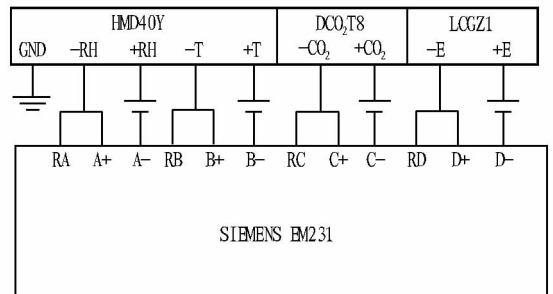


图 4 EM231 与传感器的接口电路

22℃ 对应数字量值为 17 664。同理求得的湿度值与 PLC 中数字量的对应关系为:

$$\frac{H}{X-6\ 400} = \frac{100}{25\ 600} \quad (4)$$

式中,  $H$  表示湿度。

**3.2 温湿度控制程序设计** 在采用模糊控制算法的情况下,以温度为 22℃ 和湿度为 70% 的情况编写相应的 PLC 程序,温度为 22℃ 对应的数字量为 17 664,湿度 70% 对应的数字量为 24 320。编写的模糊控制查询程序如下:

```
LD SM0.0
MOVD &VB200, VD48
MOVW VW20, VW22
*I +9, VW22
MOVW VW18, VW24
+I VW22, VW24
MOVW VW24, VW26
*I +2, VW26
ITD VW26, VD30
+D VD30, VD48
MOVW *VD48, VW28
```

**3.3 监控界面的组态** 该研究应用 wincc flexible 组态了温室自动控制系统的监控界面,包括用户程序主画面、现场数据显示画面、输出状态显示画面、模拟量趋势图选择画面、手

动强制控制画面、参数设置选择画面和参数查看画面等。设计的监控界面能实现对温室大棚控制情况的实时监测,譬如现场参数监控界面,如图 5 所示。

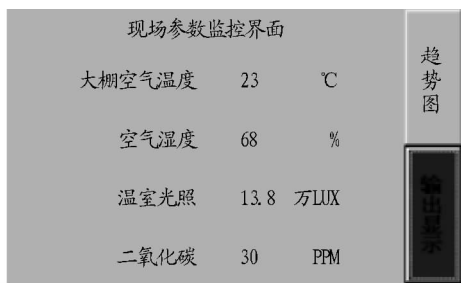


图 5 现场参数监控界面

#### 4 系统实际运行测试

控制系统投入运行后,以温湿度为例,随机选取某一天采集数据进行分析。测试时的起始温度和湿度分别为 32 °C 和 52%, 温度和湿度控制设定值分别为 22 °C 和 70%, 采样时间间隔均为 5 min, 根据采集数据绘制的曲线如图 6 所示。

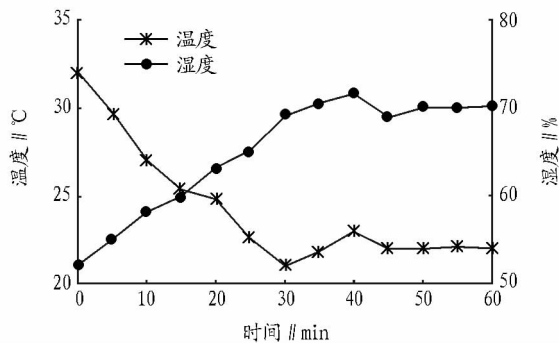


图 6 温湿度控制曲线

由图 6 可知,30 min 左右时温湿度值均达到设定值,然后经 10 min 左右温湿度值达到预设的稳定状态值,控制效果理想。

#### 5 结论

应用 S7 - CPU226、EM231 和 HMD40Y 等设备构建了 PLC 温室控制系统,并在温湿度的控制程序中引入了模糊控制算法,编写了各执行机构的控制程序和模糊算法相关程序,并应用 wincc flexible 组态了该控制系统的监控画面,对温湿度进行了数据采集与分析。结果表明,该系统能够很好地实现对温室中设定的几种环境因子的有效控制,实现对温室中各参数的实时监控,较好地满足温室作物对生长环境的要求。

#### 参考文献

- [1] 刘方,栗霞霄.我国农业温室控制系统控制模式的研究[J].农机化研究,2008(10):223-226.
- [2] 莫建平,蓝海红.基于 WSN 的温室温度测控自动化系统[J].安徽农业科学,2012,40(10):6284-6286.
- [3] 李加利,刘继展,李萍萍.温室光环境及其在立柱栽培中的应用[J].江苏农业科学,2013,41(1):383-386.
- [4] 王忠义,陈端生,黄岚.温室植物生理指标监测及应用研究[J].农业工程学报,2000,16(2):101-104.
- [5] TEIRIEL M,ZHAO Y,MBARAK M, et al. Effect on energy use and greenhouse microclimate through fan motor control by variable frequency drives [J]. Energy Conversion and Management,2004,45(2):209-223.
- [6] 周亚军.电气控制与 PLC 原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2008:26-51.
- [7] 廖常初. S7-200PLC 编程及应用[M].北京:机械工业出版社,2002:32-47.
- [8] 屈毅,宁锋,赖展翅.基于模糊 PID 控制的温室控制系统[J].计算机应用,2009,29(7):1996-1999.
- [9] 于海业,于立娟,陈丽梅,等.基于模糊控制算法的温室变温管理系统[J].农机化研究,2008(5):25-27.
- [10] 王立舒,杨广林,徐向峰,等.日光温室温、湿度模糊控制系统研究[J].东北农业大学学报,2005,36(5):625-627.
- [11] earth fissures in Jiangyin, China [J]. Environ Earth Sci, 2010, 61: 1085-1093.
- [12] KUEHN F, ALBIOL D, COOKSLEY G, et al. Detection of land subsidence in Semarang, Indonesia, using stable points network (SPN) technique [J]. Environ Earth Sci, 2010, 60: 909-921.
- [13] 栢道远,王先辉,李长安,等.洞庭盆地第四纪构造演化特征[J].地质评论,2011,57(2):261-176.
- [14] 刘海军,余德清,刘登,等.草尾河灵官嘴“跳水”成因的遥感研究[J].国土资源遥感,2006,69(3):65-68.
- [15] 傅宠.地质专报-湖南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1988.
- [16] 黄朝安. SRTM DEM 数据空洞插值填补方法对比分析[J].测绘与空间地理信息,2011,34(4):110-112.
- [17] 余鹏春,刘时银,杨萍,等.基于可变窗分析的中国云贵高原地区 SRTM DEM 数据填补方法研究[J].云南大学学报:自然科学版,2010,32(3):273-279.
- [18] 詹蕾,汤国安,杨昕. SRTM DEM 高程精度评价[J].地理与地理信息科学,2010,26(1):34-36.
- [19] 张朝忙,刘庆生,刘高焕,等. SRTM3 与 ASTER GDEM 数据处理及应用进展[J].地理与地理信息科学,2012,28(5):29-34.
- [20] 徐斌.基于 DEM 的洞庭湖盆地非均匀沉降研究[D].长沙:湖南师范大学,2012.

(上接第 1238 页)

的结果只是对洞庭盆地地表形变的一个半定量或定性认识。为了得到洞庭盆地区域的更加准确的形变结果,需选用精度更高的数据以及更可靠的地表垂直形变测量技术,如 D-InSAR 技术。

#### 参考文献

- [1] 梁杏,张人权,皮建高,等.构造沉降对近代洞庭湖区演变的贡献——答李春初先生对《洞庭湖地质环境系统分析》的质疑[J].海洋与湖泊,2001,32(6):690-696.
- [2] 李春初.构造沉降是控制近代洞庭湖演变的关键因素吗?——评《洞庭湖地质环境系统分析》[J].海洋与湖泊,2000,31(4):460-464.
- [3] TEATINI P, FER RONATO M, GAMBOLATI G, et al. A century of land subsidence in Ravenna, Italy [J]. Environ Geol, 2005, 47: 831-846.
- [4] TOSI L, TEATINI P, CARBOGNIN L, et al. A new project to monitor land subsidence in the northern Venice coastland (Italy) [J]. Environ Geol, 2007, 52: 889-898.
- [5] 熊文福,朱文耀,李家权,等. GPS 技术在上海市地面沉降研究中的应用[J].地球物理学进展,2006,21(4):1352-1358.
- [6] WANG G Y, WU S L, SHI B, et al. Large differential land subsidence and