

基于 PLC 的温室自动监控系统设计

王宏涛, 李红莉, 程真英, 陈晓怀

(合肥工业大学 仪器科学与光电工程学院, 合肥 230009)

摘要:有效控制温室温湿度环境是温室业研究的重要课题之一,以西门子 S7-200 系列小型 PLC 作为控制器,组建温室自动监控系统,可实时采集控制温室的温湿度,并利用串行口通信实现与上位 PC 机的信息交互,用户可通过上位机监控软件监测温湿度信息,并可选择手动或自动两种控制模式实现温湿度调节控制。通过试验,该系统实现了温室温湿度信息的采集、显示与预警,并能够可靠实现温湿度控制;上位机监控软件界面友好,操作方便,能够保存采集的温湿度信息,方便用户进行数据分析。该设计对于温室环境自动监控以及 PLC 实践教学具有一定实际意义和应用价值。

关键词:温湿度控制;可编程逻辑控制器;串口通信;实践教学

中图分类号:TP 29

文献标志码:A

文章编号:1006-7167(2017)05-0021-03



Design of the Greenhouse Automatic Monitoring System Based on PLC

WANG Hongtao, LI Hongli, CHENG Zhenying, CHEN Xiaohuai

(School of Instrument Science and Opto-Electronic Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: It is one of the important issues in the greenhouse industry to effectively control the temperature and humidity of greenhouse. This article describes a PLC-based greenhouse automatic monitoring system. The S7-200 PLC of SIEMENS is used as controller to collect and control the temperature and humidity information of greenhouse. The PLC communicates with the host PC by serial port. The host PC monitors the PLC to collect and control the temperature and humidity of greenhouse by PC monitoring software. Users can select manual or automatic control mode. In the test, the system has realized the acquisition, display and alarm functions about the greenhouse temperature and humidity information, and can reliably control the temperature and humidity. The PC monitor software is convenient for user operation. The design has a certain practical significance and application value for greenhouse environment monitoring and PLC practice teaching.

Key words: temperature and humidity control; programmable logic controller(PLC); serial communication; practical teaching

0 引言

温室能够为农作物提供一个相对良好的生长环境,能够带来巨大的经济效益。随着科学技术的不断

进步,温室产业发展迅速^[1-6]。目前,美国、加拿大等农业强国在温室管理方面已经完全实现自动化、智能化操作,极大地节省了人力物力。我国温室管理自动化水平相对较低,控制效果不佳,因此通过自动监控系统有效调控温室的温湿度环境,对我国温室业的发展具有重要意义。

PLC 控制系统具有可靠性高、抗干扰能力强等突出优点,广泛应用于生产生活的各个领域。其中,西门子 S7-200 系列小型 PLC 结构紧凑、功能丰富、通信灵活方便^[7-9]。因此,采用西门子 S7-200 系列 PLC 作为

收稿日期:2016-08-31

基金项目:国家自然科学基金项目(51275148);院级教研项目(2016YQJY0110)

作者简介:王宏涛(1967-),男,河南偃师人,硕士,高级工程师,实验室主任,研究方向为精密测试技术及仪器、实验室与设备管理。

Tel.: 13955196760, 0551-62901781; E-mail: wanght@hfut.edu.cn

温室温湿度自动监控控制器,实现温室温湿度采集与控制,切实可行。

1 硬件组成

根据实际温室面积,可考虑采用多台 PLC 进行现场控制,利用网络,集中应用一台上位 PC 机实现分布式控制。每台 PLC 控制器均可与上位机进行交互,对所辖温室温湿度进行自动监控。上位机基于 Labview 图形化软件开发平台编制监控软件,设立自动和手动两种控制模式,方便用户进行监视和操控,用户可通过上位机指挥 PLC 控制器实现温湿度采集,根据温室控制要求,系统能够对温湿度超限情况做出报警,并控制通风、供热、除湿、加湿等设备,实现温室温湿度的自动调控。系统搭建方便,经济实用。

1.1 硬件配置

系统采用一体化温湿度传感器 SM1910B 采集温湿度信息,成本低、实用性强,较传统温湿度分别检测更加安全可靠,且可以避免过多的外部接线。温度测量范围 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 123.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度测量范围 $(0\% \sim 100\%) \text{ RH}$ 。传感器可通过 RS485 接口与 PLC 相连,采用工业广泛使用的 MODBUS-RTU 通信协议传输数据信息。

综合考虑温湿度监控所需要连接的输入输出设备,控制器采用 S7-200 系列小型 PLC CPU224XP,它具有数字量 I/O 点数 14 输入 10 输出,模拟量 I/O 点数 2 输入 1 输出,以及两个 RS485 通信接口,可与温湿度传感器和上位 PC 机同时进行通信。

1.2 I/O 地址分配

PLC 控制器的输入主要是启停控制信号,输出信号主要控制交流接触器、继电器、电磁阀等,I/O 地址分配如表 1 所示。

表 1 I/O 地址分配表

| 输入信号 | | | | |
|------|-------|-----|------|---------|
| 序号 | 名称 | 符号 | 端子分配 | 备注 |
| 1 | 按钮 | SB1 | I0.0 | 启动按钮 |
| 2 | 按钮 | SB2 | I0.1 | 停止按钮 |
| 输出信号 | | | | |
| 序号 | 名称 | 符号 | 端子分配 | 备注 |
| 3 | 交流接触器 | KM1 | Q0.0 | 通风窗反转 |
| 4 | 交流接触器 | KM2 | Q0.1 | 通风窗正转 |
| 5 | 交流接触器 | KM3 | Q0.2 | 风机系统 |
| 6 | 继电器 | KA | Q0.3 | 供热系统 |
| 7 | 电磁阀 | YV | Q0.4 | 灌溉开关电磁阀 |
| 8 | 报警系统 | L | Q0.5 | 声光报警 |

1.3 PLC 外部接线图

根据 PLC 的 I/O 地址分配列表,参考西门子 PLC

系统手册,可绘制出该系统的 PLC 外部接线如图 1 所示。在接线时,需要考虑电机保护,采用接触器辅助开关实现互锁保护。

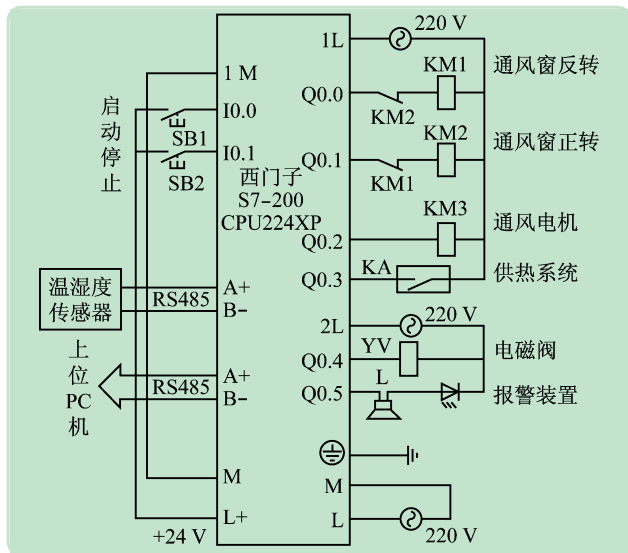


图 1 PLC 外部接线图

2 通信协议

设计中采用串行自由口通信实现 PLC 与上位 PC 机的信息交互。上位 PC 机利用 LabVIEW 中 VISA 串口通信函数编写数据采集程序,采用串口通信的方式与 PLC 实现数据通信。

设计中自定义 PC 机与 PLC 通信协议,协议格式中包含数据包头、PLC 地址、代码、校验位^[10]。具体协议数据包定义如表 2 所示。

表 2 自由口通信数据包定义

| 通信方向 | 含义 | 协议数据包格式 |
|--------|----------|--|
| PC→PLC | 读取温湿度值 | ‘S’ PLC 地址 CRC |
| PLC→PC | 发送温湿度值 | ‘S’ PLC 地址 x x y y CRC xx 代表温度值,yy 代表湿度值 |
| PC→PLC | 发送控制命令 | ‘S’ PLC 地址 a ₁ a ₂ a ₃ a ₄ a ₅ a ₆ CRC “a ₁ a ₂ a ₃ a ₄ a ₅ a ₆ ”分别对应通风窗关、通风窗开、风机开关、供热系统开关、电磁阀开关、报警开关 |
| PLC→PC | 控制命令反馈正确 | ‘S’ PLC 地址 R CRC |
| | 控制命令反馈错误 | ‘S’ PLC 地址 R CRC |

3 软件设计

3.1 PLC 控制

PLC 上电运行首先初始化,进行自由口通信设置,设置特殊标志寄存器中的 SMB30 和 SMB130,选择自由口通信模式,波特率 9 600 bit/s,打开通信和定时中

断。PLC 定时采集温室温湿度信息,并实时响应上位 PC 机的通信要求,根据要求传送温湿度数据或执行相应控制动作。程序流程如图 2 所示。

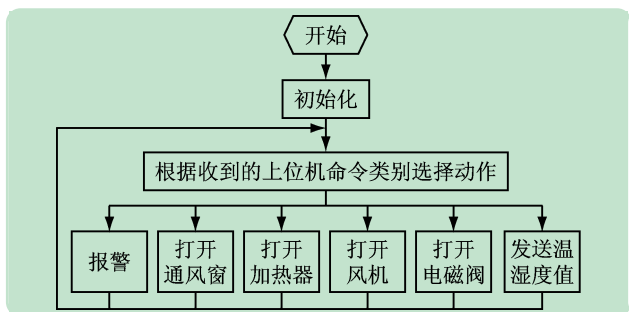


图2 PLC程序流程

3.2 上位机监控

图形化软件开发平台 labview 采用数据流编程方式,程序执行效率高,且方便创建友好的用户界面^[11-15]。因此,上位机基于 Labview 平台编制温湿度监控软件。

系统开启后,温湿度传感器集现场温湿度值,通过 PLC 将采集到的温湿度值送入上位机中,PC 机读取温湿度流程如图 3 所示。上位 PC 机将其与预先设定的温湿度值进行比较,根据手/自动控制模式选择相应控制流程,监控流程如图 4 所示。

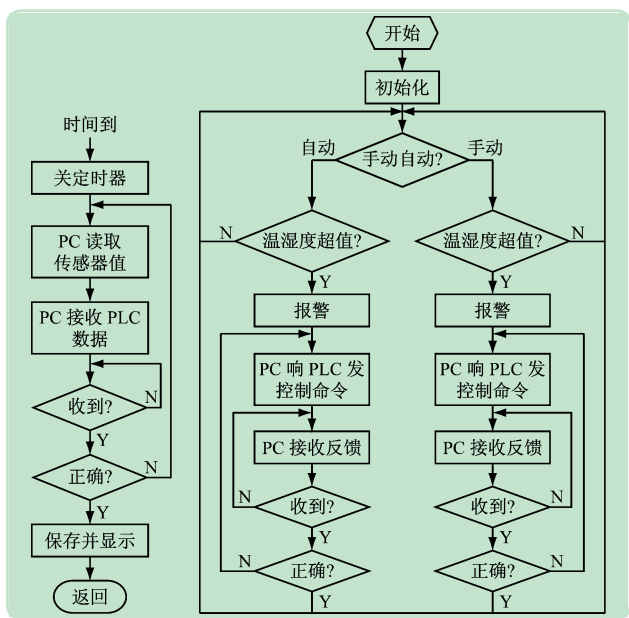


图3 PC机读取温湿度 图4 PC机监控流程

在自动模式下,当采集到的温度值超过设定值时,上位机发出控制信号,控制信号通过 PC/PPI 电缆将控制信号发给 PLC,通过 PLC 对执行机构中的通风窗启动控制,当温度值低于预先设定的温度下限时,此时上位机发出控制信号,通过 PLC 启动执行机构中的供热系统,同时关闭通风窗,以调整温室环境中的温度

值;同理当采集到湿度值超过预先设定的上限值时,上位机发出控制信号,通过 PLC 开启风机系统,当采集到的湿度值低于预先设定的湿度下限时,开启电磁阀,打开加湿系统。

手动模式下,当采集到的温湿度值超出预先设定的上下限值时,此时进行手动控制来生成控制信号,通过 PLC 对执行机构中的相应系统进行控制。

4 系统测试

通过上位机监控软件登录后即可进入监控界面,能够准确进行实时显示、保存、报警、控制等功能。在运行过程中,可以自动保存采集到的温湿度数据。运行监控界面如图 5 所示。

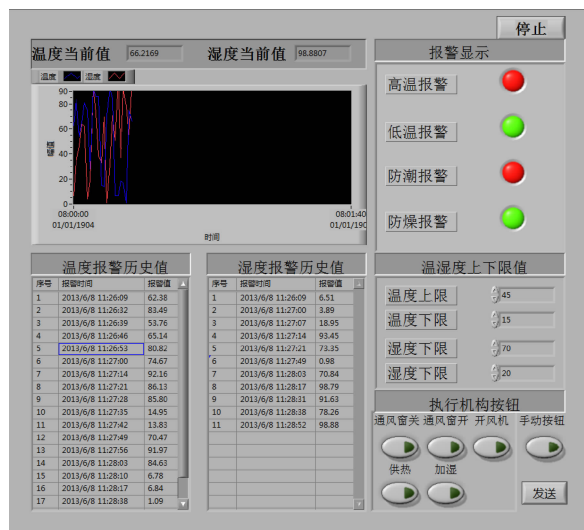


图5 系统监控界面

5 结语

所设计温室自动监控系统基于 S7-200 PLC,控制可靠,由 Labview 开发的上位机监控软件使用友好方便。利用该系统可以有效将温室温湿度控制在要求范围内,同时可将检测值进行备份处理,可方便后续温室环境变化的研究分析。该设计对于温室环境自动监控以及 PLC 实践教学具有一定实际意义和应用价值。

参考文献(References):

- [1] 冯 达,张震坤. 实验室环境温湿度无线监测系统[J]. 实验室研究与探索,2012,31(2):22-25,49.
- [2] 袁洪波,王海华. 日光温室封闭式栽培系统的设计与试验[J]. 农业工程学报,2013(21):159-165.
- [3] 徐立鸿,苏远平. 面向控制的温室系统小气候环境模型要求与现状[J]. 农业工程学报,2013(19):1-15.
- [4] 王金环. 基于单片机的温室环境监控系统的设计[J]. 硅谷,2014(24):12-13.

(下转第 71 页)

用串口下载程序^[17-18]的STC89C52。控制器程序设计流程如图5所示。其工作步骤为:设置工作模式,接收或检测;若为接收模式,则接收上位机发来的功能表或真值表并存入E²PROM;保存功能表或真值表,进入检测模式;首先判断VCC与GND是否连通,如果短路,得出芯片损坏的结果;VCC与GND未短路,则遍历功能表或真值表,判断芯片功能是否正常;得出芯片检测结果并发回上位机。

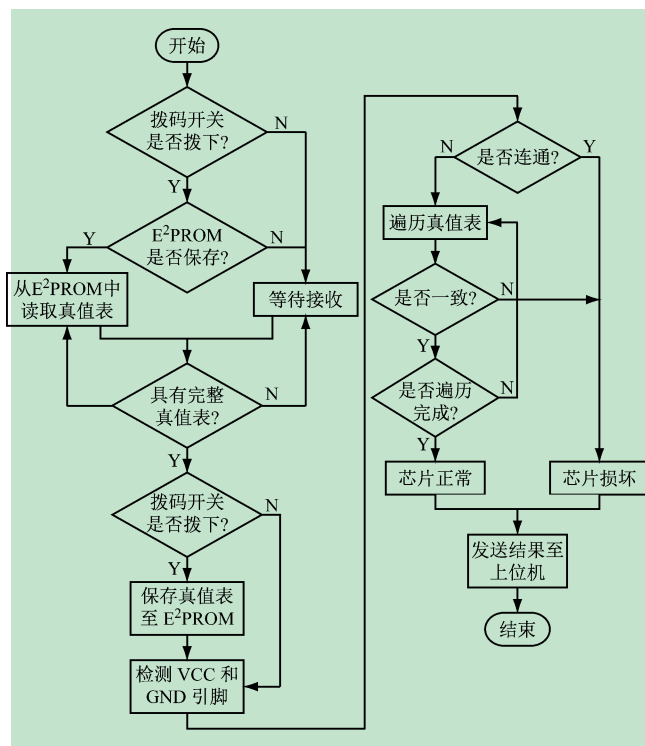


图5 控制器程序设计流程图

4 结 语

用于数字电子技术实践教学的芯片功能检测系统,基于数字电子技术相关实践课程教学设计,包括适用于各种芯片安装并检测的硬件电路和可指定芯片功能表/真值表的上位机,灵活、快速地就芯片功能进行检测。这种与实践课程联系紧密、易于实施、操作简单的检测系统,改变了传统的手工检测芯片的方式,为快速、准确检测芯片是否损坏提供了保障。该系统得出

的检测结果,是学生顺利完成实验、达到实验效果的前提,同时也可促进学生对实验原理的理解,提高实践课程的教学效果。

参考文献 (References):

- [1] 李劲松. 数字电子技术的发展现状分析[J]. 电子世界, 2016, 28(10): 42.
- [2] 杨春玲, 朱 敏, 张 岩. 数字电子技术基础研究性教学方法的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2014(2): 58-60.
- [3] 张学成. 数字电子技术试验改革与创新[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(8): 285-288.
- [4] 李 旭, 张为公. 基于科研项目的数字电路创新型实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(1): 168-171, 209.
- [5] 王雪丽. EDA技术在数字电子技术实验中的应用分析[J]. 电子制作, 2014(21): 212.
- [6] 方天红, 张升义. Proteus在“数字逻辑电路”课程项目驱动教学中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(4): 195-197, 285.
- [7] 王艳芳, 张 颖, 赵二刚, 等. 数字电路芯片检测系统的研制与应用[J]. 实验室科学, 2015, 18(1): 43-46.
- [8] 肖宝森. 多功能数字芯片测试仪的设计与应用[J]. 实验技术与管理, 2012, 27(12): 133-136.
- [9] 康华光. 电子技术基础数字部分[M]. 6版. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [10] 李哲英. 电子技术及其应用基础(数字部分)[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [11] 王小海, 祁才君, 阮秉涛. 集成电子技术基础教程(下)[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [12] 潘 方. RS232串口通信在PC机与单片机通信中的应用[J]. 现代电子技术, 2012, 35(13): 69-71.
- [13] 翟希述, 王宝兴, 范 森. 基于Visual C#的串口通信程序设计[J]. 电子科技, 2011, 24(2): 24-26.
- [14] 周 阳, 周美娇, 黄 波, 等. 基于C#的串口通信系统的设计与研究[J]. 电子测量技术, 2015, 38(7): 135-140.
- [15] 内格尔(Nagel, C.), 李 铭译. C#高级编程[M]. 9版. 北京: 清华大学出版社, 2014.
- [16] 徐 晴, 纪 峰, 田正其, 等. 基于EEPROM数据读写的智能电能表白盒测试方法[J]. 电测与仪表, 2014, 51(3): 1-5.
- [17] 周 鹏. 基于STC89C52单片机的温度检测系统设计[J]. 现代电子技术, 2012, 35(22): 10-13.
- [18] 谢运祥, 欧阳森. 电子电力单片机控制技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

(上接第23页)

- [5] 殷 刚, 赵 琳. 全智能大棚监控系统的设计[J]. 国外电子元器件, 2014(1): 64-67, 70.
- [6] 刘德全. 智能温室温湿度检测实验系统电路设计与仿真[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(2): 92-95.
- [7] 陈 洁. PLC入门与应用案例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.
- [8] 陈建明, 王亭岭. 电气控制与PLC应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [9] 张 涛. 西门子S7-200PLC应用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.

- [10] 西门子S7-200可编程控制器系统手册. 2009.
- [11] 禹柳飞. 虚拟仪器在馆藏室温湿度监控中的应用[J]. 微机计算机信息, 2008, 24(13): 158-160.
- [12] 郭 陈, 张志勇. 基于虚拟仪器与PLC的食品仓储监控系统[J]. 包装与食品机械, 2010(3): 18-22.
- [13] 赵铁军, 李晓丽. 基于虚拟仪器的PLC监控系统设计[J]. 电子技术, 2010(8): 63-64.
- [14] 王冠华. LabVIEW图形化程序设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011.
- [15] 谷宇希, 孟先新. 基于LabVIEW的温室大棚监测与控制系统设计[J]. 华北水利水电学院学报, 2013, 34(3): 110-112.