



基于 AVR 单片机温室智能控制系统的设计

郭小龙^{1,2}, 曾光明², 吴兴利², 崔世钢²

(1. 天津滨海高新区综合服务办公室, 天津 300301;

2. 天津职业技术师范大学天津市信息传感与智能控制重点实验室, 天津 300222)

摘要: 设计了一种用于植物工厂的温室智能控制系统. 采取 AVR 单片机完成下位机设计, 通过 RS-485 总线与上位机通信, 并定义了通信协议, 利用 VC6.0 开发人机界面. 将该系统用于对温室环境因子的监控, 用户可以根据植物实际生长需要选择适当的控制参数, 实现对温室环境的管理.

关键词: 植物工厂; AVR 单片机; 人机界面

中图分类号: TP273.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2012)05-0065-04

Design of Intelligent Greenhouse Control System Based on AVR Single-chip Microcomputer

GUO Xiaolong^{1,2}, ZENG Guangming², WU Xingli², CUI Shigang²

(1. Comprehensive Services Office of Tianjin Binhai New Area, Tianjin 300301, China; 2. Tianjin Key Laboratory of Information Sensing & Intelligent Control, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China)

Abstract: An intelligent greenhouse control system for plant factories was designed. A kind of AVR microcontroller was used in designing the hardware of the lower computer. By means of RS-485 bus and the defined communication protocol, it can communicate with PC. VC6.0 was used to develop the human-machine interface. Using the control system to monitor the greenhouse environmental factors, the user can get proper environmental controlling parameters according to the actual needs for plant growing and realize good greenhouse environment management.

Key words: plant factory; AVR single-chip microcomputer; human-machine interface

随着温室农业的普及和发展, 温室作物的品种趋向多样化. 为提高生产效率和作物产量, 对温室内环境因子的控制显得尤为关键, 对控制系统的要求也随之提高. 然而, 手动控制因其控制精度低和生产代价较高等缺点, 已不能满足温室生产的需求; 并且国内目前常见的智能温室系统都是采用工控机或者 PLC 控制方案, 设备的成本较高, 增加了用户的经济负担^[1].

温室控制系统就是根据温室内外安装的光照传感器、温湿度传感器、CO₂ 传感器以及室外气象站等观测或采集的信息, 通过控制设备(如计算机、控制器、控制箱等)控制驱动/执行机构(如风机系统、开窗系统、灌溉施肥系统等), 对温室内的环境(如温度、

湿度、光照、CO₂ 等)和灌溉施肥进行调节控制, 以达到栽培作物的生长发育需要^[2]. 针对当前国内外植物工厂发展速度快, 建设规模逐渐扩大, 生产设施实用化, 系统更加集成化与智能化等发展趋势, 以及现有栽培设施环境控制水平低, 造成植株品质差、产量低等问题, 本文采取上位机与单片机控制系统结合的控制模式, 相比传统温室控制系统, 该方案降低了成本, 并方便用户操作. 系统采用 PC 机作为上位机, 实时动态监测环境, 为植物生长提供合适的温度与湿度; 同时, 在实验环境中配合 LED 植物生长灯的使用, 根据植物生长的不同阶段配置红蓝光不同组合, 有效地改善植物生长所需的光照条件, 促进植物光合作用^[3].

收稿日期: 2012-03-09; 修回日期: 2012-06-02

基金项目: 天津市科技支撑计划项目(09ZCKFGX02100); 天津高校双五科技计划项目(sw200080006)

作者简介: 郭小龙(1980—), 男, 辽宁盘锦人, 硕士研究生; 通信作者: 崔世钢, 教授, cuisg@163.com.

1 控制系统原理与结构

根据植物的生长习性,创造适宜植物生长的最佳环境条件是系统控制的核心^[4]. 温室智能控制系统采用分布式控制的方式,由监控计算机与多台用于环境检测的下位机组成.

每台下位机是一个独立的监控单元,检测并显示温湿度环境因子. 下位机由单片机实现控制,对传感器采集到的温湿度信号经过放大、采样保持、A/D 转换,将模拟信号转换成数字信号,通过 RS-485 串口

通信将数据传输至上位机;同时,在下位机通过液晶显示屏显示当前被检测的各环境因子.

上位机通过人机界面将采集的环境因子以动态数据、曲线的方式实时显示,并储存在相应的数据库中. 通过人机界面还能设置报警阈值. 将检测值与报警阈值比较,根据比较结果向下位机输出控制信号,通过继电器控制空调、换气扇、加热器等实现对环境温度、相对湿度的自动控制. 由于植物的生长发育所需要的环境有一个较宽的范围,所以只要将环境因子控制在一定的范围内即可满足植物的需要^[5]. 上下限值根据各种植物和不同时期的生长需要而定. 温室控制系统结构如图 1 所示.

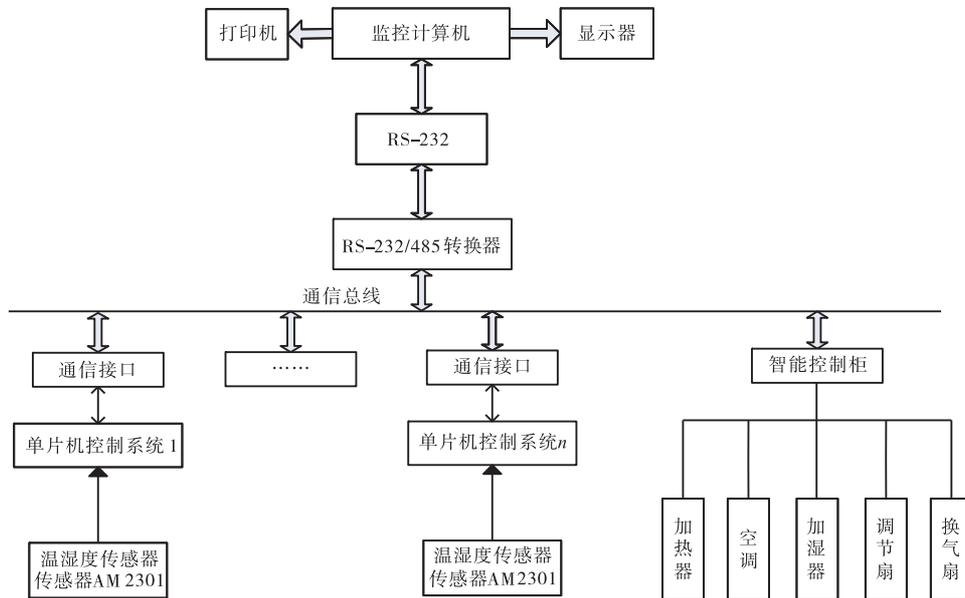


图 1 温室智能控制系统结构图
Fig. 1 Schema of intelligent control system

设计中采用 AVR 单片机取代传统单片机,每秒采集一次温湿度数据,配合多种传感器完成环境因子的采集和存储. 为了提高系统的兼容性,降低成本,采用 AM2301 模块,它是一款已校准数字信号输出的温湿度复合传感器. 传感器包括一个电容式感湿元件和一个 NTC 测温元件,并与一个高性能 8 位单片机相连接. AM2301 传感器都已在极为精确的湿度校验室中进行校准,校准系数以程序的形式储存,传感器在检测信号的过程中调用这些校准系数^[6]. 下位机采取 12864ZB 模块实时显示所采集的温湿度数据.

采用绿色 LED 指示下位机当前工作状态,当下位机正常工作时指示灯每秒闪烁一次,当指示灯熄灭或常亮则表示故障. 采用红色 LED 指示通信状态,当

下位机器接收到上位机发送过来的请求数据命令后,则闪烁,当未收到数据或通信线路故障时则熄灭.

当下位机未收到上位机发来的命令时,LCD 正常显示从机号及温湿度,当收到上位机发来正确的命令时,LCD 屏幕则依次显示“PC 请求建立连接”、“同意握手”、“握手成功”,然后上传数据到上位机,并在 LCD 上显示“数据上传成功”.

下位机与上位机之间的通信方式(见图 2)是:下位机采用 RS-485 总线传输数据,然后通过转换器转换为 RS-232 信号与上位机连接. RS-485 最大通信距离约为 1 219 m,最大传输速率为 10 Mb/s,传输速率与传输距离成反比,接线简单,最大支持 32 个节点,这种通信方式可以满足基本通信需要.

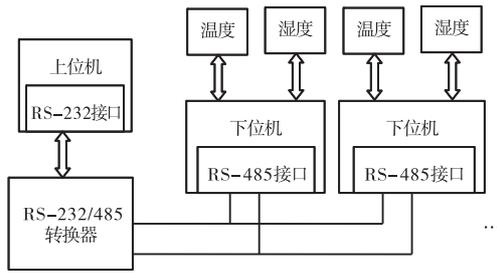


图 2 分布式控制系统框图

Fig. 2 Block diagram of distributional control system

通过上位机和下位机配合, 系统可以实现温湿度控制. 同时, 通过上位机人机界面的“手/自动切换”可以切换为采用手动控制, 这样就不受设定值和相应传感器信号的限制, 可以强制开启加热器、空调、加湿器、调节扇和换气扇电磁阀等执行机构.

2 下位机硬件设计

ATmega 系列单片机具有高速度、宽电压输入、

低功耗、彻底的保密性等特点^[7]. 因此, 下位机选择 ATmega16 单片机为控制器, 它具有 32 个可编程 I/O 口, 3 个具有比较模式的灵活的定时器/计数器 (T/C), 片内/外中断, 可编程串行 USART, 有起始条件检测器的通用串行接口, 8 路模拟量输入 10 位 A/D 转换器, 16 kB 的系统内可编程 flash, 512 B 的 EEPROM, 1 kB 的片内 SRAM, 具有片内振荡器的可编程看门狗定时器, 一个 SPI 串行端口, 以及 6 个可以通过软件进行选择省电模式. 它采用先进的 RISC 精简指令. 这款芯片的功能齐全, 性价比较高, 可满足系统的需要.

显示器选用 12864ZB 模块, 内部自建振荡源, 具有自动电源启动复位功能. 该模块提供 8 位, 4 位并行接口, 主要由行驱动器/列驱动器和 126×64 全点阵液晶显示器组成, 可以显示 8×4 个 (16×16 点阵) 汉字^[8]. 串行通信 MAX485 接口芯片实现. 温室智能控制系统下位机硬件设计如图 3 所示.

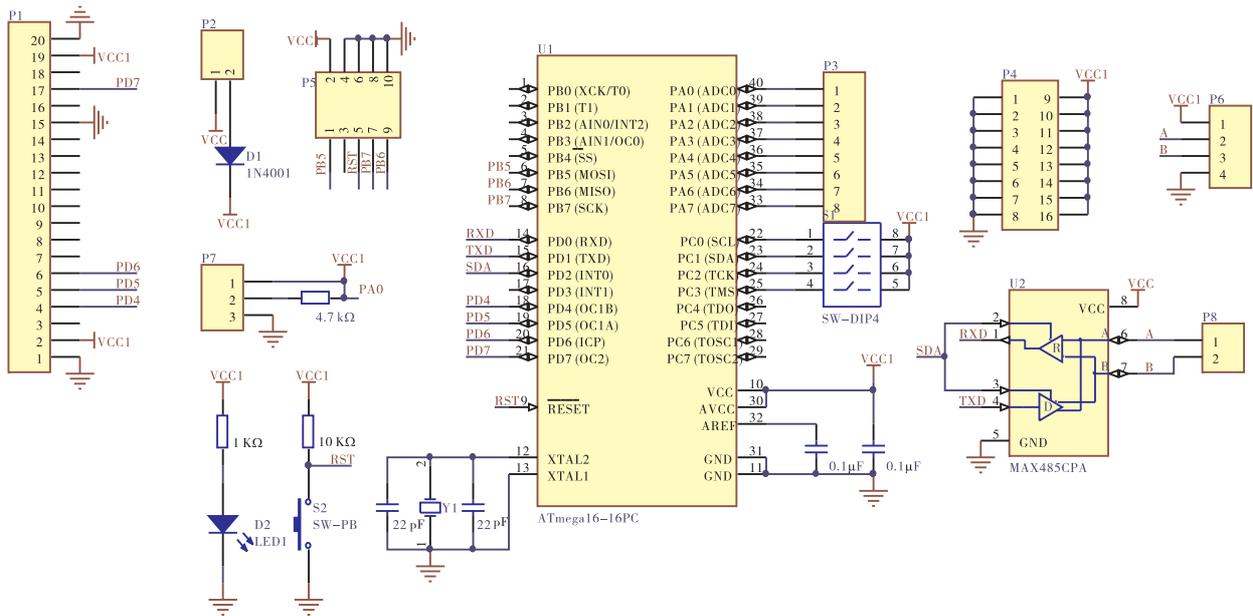


图 3 下位机硬件原理图

Fig. 3 Hardware schema of the lower computer

3 上位机软件设计

温室控制系统的关键在各环境因子的实时控制, 为使操作人员能够直观地察看到所采集环境因子的数据, 人机接口必须采用友好的图形界面, 各项参数指标能显示在上位机, 操作简单方便. 基于控制要求, 软件系统主要有人机界面管理、通信模式管理模

块、设备控制管理模块、数据库管理模块、报警显示模块、控制参数管理模块 6 个模块, 如图 4 所示.

通过人机界面管理模块可以实现全部设备的启动和停止操作, 并统计操作执行次数; 通信模式管理模块用于设定 RS-485 通信的参数, 例如串口号和通信速率等; 通过设备控制管理模块可以分别对不同区域的控制系统进行开启关闭, 满足不同植物生长的需求; 数据库管理模块完成对各环境因子的记录、查询

和维护;报警显示模块用于实时显示温湿度等参数,并对超出设定阈值的温湿度数据进行报警;通过控制参数管理模块设定不同生长时期植物所需的环境因子和阈值.利用 VC6.0 开发的人机界面如图 5 所示.

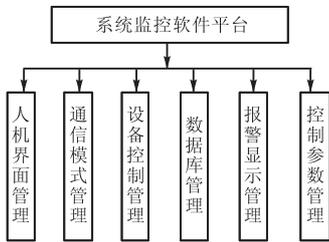


图 4 监测系统软件平台功能示意图

Fig. 4 Functional diagram of software platform for the monitoring system

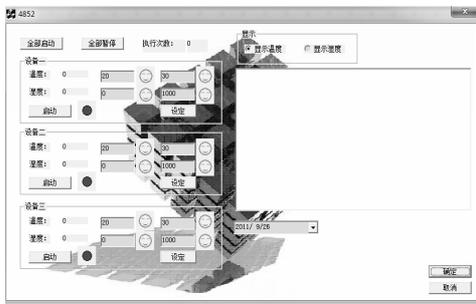


图 5 温室监测系统人机界面

Fig. 5 Human-computer interface of greenhouse monitoring system

4 单片机与上位机通信协议

系统采取 RS-485 总线传输数据,由多个下位机和一台主机组成一主多机的监控系统.监控服务器为主机,采用轮询的方式分时与各个下位机的通信.采取了一种简化的 ModBus 协议,属于简单的固定字长的通信协议,通过两次握手保证系统可靠.

当通信命令由主机发送至下位机时,符合相应地址码的下位机接受通信命令,并根据功能代码及相应要求读取信息,如果 CRC 校验无误,则执行相应的任务,然后把执行结果返送给主机.返回信息中包括地址码、功能码、执行后的数据以及 CRC 校验码.如果 CRC 校验出错,则不应答并不返回任何信息.

下位机与主机间的通信协议如下:[起始符][源地址][目标地址][命令][数据][结束符].

起始符为 0xAA;源地址为 1 字节;目标地址为 1 字节;命令为 1 字节,通过不同命令执行不同操作,如 0x01 为读取温度数据,0x02 读取湿度数据;数据为湿度,温度等数据,最多 20 字节;结束符为 0xCC 0x33 0xC3 0x3C.如:上位机要求 3 号下位机上传 2 通道的温度值(假设为 18.1℃),数据帧为 0xAA 0x00 0x03 0x02 0xCC 0x33 0xC3 0x3C.下位机返回的数据是 0xAA 0x03 0x00 0x02 0x00 0xB5 0xCC 0x33 0xC3 0x3C.

温湿度数据均为 2 字节,精度保留至小数点后一位.以温度为例:

$$\text{温度} = (\text{温度数据高位} \times 256 + \text{温度数据低位}) / 10$$

5 结 语

本文运用传感器技术、通信技术、单片机技术设计了温室智能控制系统,实现对温度、湿度等环境参数的检测;利用 VC6.0 面向对象编程技术开发了温室监测系统人机界面,可以对环境因子进行实时控制,为操作人员直观地察看所采集的环境因子数据提供了方便.

参考文献:

- [1] 丁海业,马成林,孙瑞东. 温室环境自动检测系统[J]. 农业工程学报,1997,13(增刊):262-264.
- [2] 谢向花. 基于 PLC 的智能温室控制系统的设计[J]. 机电信息,2009(24):129,140.
- [3] 陈洪国. LED 在植物工厂中的应用[J]. 液晶与显示,1996,11(4):311-312.
- [4] 周振安. 数据采集系统的设计与实践[M]. 北京:地震出版社,2005.
- [5] 刘再亮. 密闭式人工光组培室的环境控制与洁净技术的研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [6] 王志宏,白翠珍. 基于 DHT11 的实验室多点温湿度报警系统设计[J]. 山西电子技术,2011(4):45-46.
- [7] 郑锋,王巧芝,孙西瑞. 温室大棚自动控制系统的的设计[J]. 农业科技与信息,2008(1):47.
- [8] 郑聪,冯勇建,黄志凌. 12864 J-1 液晶显示器在装载机 XG3090 上的应用[J]. 仪表技术,2011(3):33-35.

责任编辑:常涛