

现代温室的单片机控制系统

梁发强, 曾志专, 梁辛征

(广西大学 电气工程学院, 广西 南宁 530004)

摘要: 开发了一套与我国温室生产现状相适应的温室自动控制系统。系统下位机软件用汇编语言编程, 采用结构化的编程方法, 主要由数据采集模块, 信号处理模块, 输出控制模块, 串口通讯模块组成。系统功能独立, 其中下位机既可单独运行控制, 也可通过串口由PC机进行监控。

关键词: 温室; 单片机; 控制

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2007)06-0064-03

Control System of Single Chip Micro Controller in Modern Greenhouse

Liang Faqiang, Zeng Zhizhuan, Liang Xinzheng

(School of Electrical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: A set of the greenhouse automatic control system is developed which adapts to our country greenhouse production present situation. The lower-lever computer's software is used by assembly language. It mainly comprise data acquisition module, signal process module, output control module and serial port communicate module. The lower-lever computer can run monitor and control function independently or run by PC through serial port communicate.

Key words: greenhouse; single chip micro controller; control

一个现代化的温室主要由以下部分组成: 框架结构, 覆盖材料, 通风系统, 灌溉施肥系统, 二氧化碳施肥系统, 室内喷雾, 屋顶喷淋和湿帘风机系统, 加热系统, 计算机控制系统和必要的生产机具等。温室里影响作物生长发育的主要环境因子包括: 温度、光照、水分、土壤、空气和生物条件等。所有这些条件间相互作用、相互联系、相互影响, 作物的生长发育状况是这些条件综合作用的结果。

本文拟对温室环境中影响作物生长发育的较为重要的温度、空气相对湿度、 C_{CO_2} 及光照度 4 个因子的调控加以研究, 并设计出一套成本低廉、经济实用、可靠性高且适合于中小型温室的自动监控系统。^[1-4]

1 系统的总体方案与功能^[2]

系统以单片机为核心, 对温室的温湿度、 C_{CO_2} 和光照度等环境因子实施设控, 组成一个既可独立运

行, 又可通过串行口与计算机通讯的分布式控制系统。系统分为 4 个功能模块: 数据采集模块、中心控制模块、人机对话模块和输出控制模块。

系统的结构框图如图 1 所示。

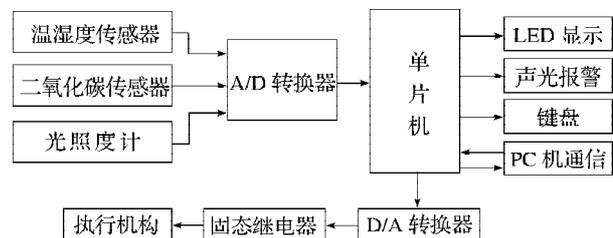


图 1 系统总体框图

Fig. 1 The frame of the system

2 主要元器件的选取

2.1 单片机的选取

经综合考虑, 笔者决定选用美国 ATMEL 公司生产

收稿日期: 2007-07-16

作者简介: 梁发强 (1949-), 男, 广西藤县人, 广西大学副教授, 主要研究方向为运动控制, 计算机控制及电力电子变换技术。

的AT89S51型单片机,其主要特性为: 8031 CPU与MCS-51 兼容; 4 k 字节可编程 FLASH 存储器 (寿命: 1 000 写/擦循环); 全静态工作: 0 Hz ~ 24 kHz; 三级程序存储器保密锁定; 128*8 位内部 RAM; 32 条可编程 I/O 线; 两个 16 位定时器/计数器; 6 个中断源; 可编程串行通道; 低功耗的闲置和掉电模式; 片内振荡器和时钟电路。^[5, 6]

2.2 传感器的选取^[2, 5, 6]

传感器的主要性能指标有线性度、灵敏度、迟滞性、重复性与分辨率。选择传感器时, 不必要求各项指标均最优, 而应根据实际情况, 在保证主要性能指标满足要求的前提下, 使整机性价比达最优。

2.2.1 温湿度传感器的选取

常用的测温方法分为如下 3 类: 一是利用物体的电参数随温度的变化而发生变化的特性来检测温度, 如热电偶、热敏电阻等; 二是利用物体受热膨胀的原理来检测温度, 如水银温度计、压力式温度计等; 三是利用物体表面热辐射强度与温度的关系来检测温度, 如辐射温度计、光学高温计等。

湿度传感器按照湿度传感元件的不同, 可分为电解质, 半导体和陶瓷, 有机物和高分子聚合物 3 类。

本系统温湿度传感器选用 HMP233 型温湿度变送器, 工作电压 DC24/AC28, 温度有 2 个可供选择的范围, 本系统选择 -40 ~ +80 °C, 温湿度两路模拟输出, 有多个输出标准可供选择, 本系统选择输出标准的 0 ~ 5 V 电压信号, 可以直接输入到 A/D 转换器中。

2.2.2 CO₂ 浓度传感器的选取

根据传感器的种类, CO₂ 气体检测方法可分为电化学法、光学法、电子法等。本课题的 C_{CO₂} 传感器选用 GMT/M222, 其输出量与 C_{CO₂} 呈良好的线性关系, 本系统中选择测量范围 0 ~ 2 × 10⁻³, 选择输出电流为 0 ~ 20 mA, 然后通过电路转换成 0 ~ 5 V 的电压输出。

2.2.3 照度计的选取

照度为照射到表面一点处的面元上的光通量除以该面元的面积, 量的符号为 E (E_v); 单位为 lx。照度计选用北京东方吉华科技有限公司的照度传感器/光照度变送器, 本系统输出选择 0 ~ 5 V 电压。

3 单片机软件设计^[7, 8]

本系统单片机软件程序主要用汇编语言编写。本系统软件由主程序模块, 子程序模块和中断服务程序模块组成。

3.1 系统主程序设计

系统的主程序流程图见图 2。

主程序首先完成内部寄存器的初始化工作, 包括堆栈区首址定义, 数据存贮区清零, 定时/计数器初值设定, 串口寄存器初始化, 中断寄存器初始化等。然后

依次调用采集、滤波、标度变换、BCD 转化、显示等子程序, 完成数据的显示工作。根据采样值与设定值比较, 通过一定的算法输出各种控制量, 然后循环往复不断地执行。

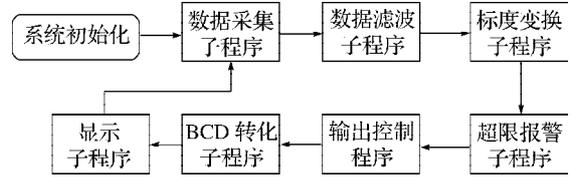


图 2 系统主程序流程图

Fig. 2 The flow chart of system main program

3.2 数据采集子程序

根据本系统要求, 8 个模拟量输入通道的地址分别为 7FF8H-7FFFH。由 ADC0808 的工作时序图 (见图 3) 可知, 当送入启动转换信号后, EOC 有一段时间保持高电平 (大约 10 us), 表示上一次转换结束, 然后变为低电平, 直到转换过程结束后变为高电平, 因此, 在启动转换后应延迟一段时间后再进行查询是否转换结束。数据采集子程序流程图见图 4。

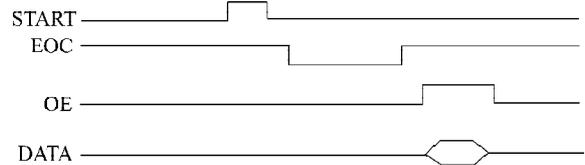


图 3 ADC0808 工作时序图

Fig. 3 The timing diagram of ADC0808

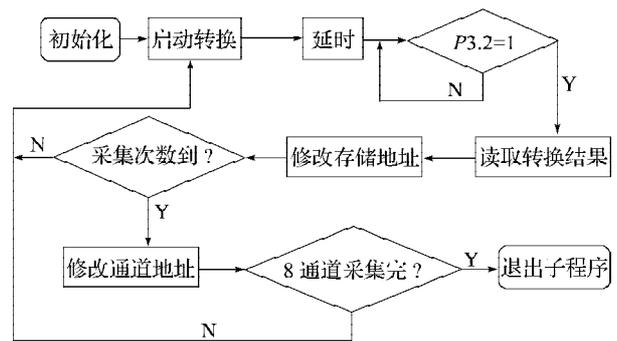


图 4 数据采集子程序流程图

Fig. 4 The flow chart of data acquisition subprogram

3.3 数据滤波子程序

一般在微机应用系统的前向通道中, 输入信号往往含有来自被测信号源, 传感器或者外界的各种噪音或干扰, 为了准确地进行测量和控制, 必须想办法消除这些干扰。一般干扰信号有两种: 一种是周期性的, 一种是随机性的。前者的典型代表是工频干扰, 这可以用硬件滤波的方法来消除。对于后者, 可以用数字滤波的方法予以削弱或消除。

系统调控的温度、湿度、 C_{CO_2} 、光照强度等环境因子属于变化缓慢的参数，比较适合用中值滤波法。

3.4 标度变换子程序

在微机过程控制系统中，生产中的各参数都有不同的值，如本系统所测的温度、湿度和 C_{CO_2} 这些参数经过变送器转换成 A/D 转换器所能接收的 0~5 V 统一电源信号，又由 ADC0808 转换成 00--FFH 的数字量。标度变换中又必须把这些数字量转换成不同的单位，以便操作人员对生产过程进行监视和管理。标度变换有许多不同类型，取决于被测参数测量传感器的类型。由于本系统所用的传感变送器输出的数值与所测的参数成正比，线性度较好，故可用线性参数标度变换的方法。

3.5 BCD 转换和数据显示子程序

经单片机处理后的数据，是用二进制的方式存贮的，必须转化成符合人们习惯的十进制数，计算机中的十进制数是用 BCD 码来存贮的，一个字节存放一个 BCD 码。程序将转换后的湿度数据存入 56H、57H 单元，温度数据存入 58H、59H 单元， C_{CO_2} 数据存入 5AH、5BH 单元，照度数据存入 5CH、5DH 单元，然后再调用数据显示子程序送显。具体流程见图 5。

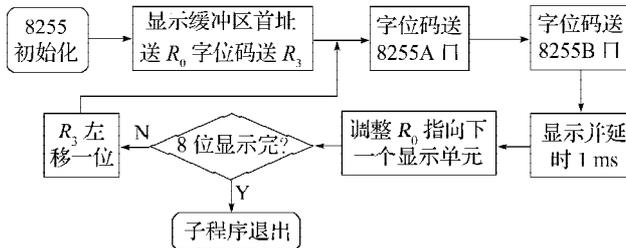


图 5 数据显示子程序流程图

Fig. 5 The flow chart of data display subprogram

3.6 超限报警子程序

本系统设计了超高限报警子程序和超低限报警子程序。为了使系统在报警的同时仍然能稳定地显示数据，防止出现闪烁现象，故用调用显示子程序的方法来实现延时。

3.7 键盘中断子程序

键盘中断程序实现了对温度、湿度、 C_{CO_2} 和光照度参数的给定值调整。流程框图见图 6。

3.8 输出控制

湿度比给定值低 10% 时，启动内喷雾机增湿，比给定值高 10% 时，启动通风机减湿；温度比给定值低 10℃ 时，启动热水加热系统增温，比给定值高 10℃ 时，启动内喷雾机降温； C_{CO_2} 比给定值低 10^{-4} 时，启动 CO_2 发生器增加 CO_2 浓度，比给定值高 10^{-4} 时，启动通风

机减少 CO_2 浓度；光照度比给定值低 10 klx 时，启动高压钠灯补光，比给定值高 10 klx 时，启动遮阳网遮阳。

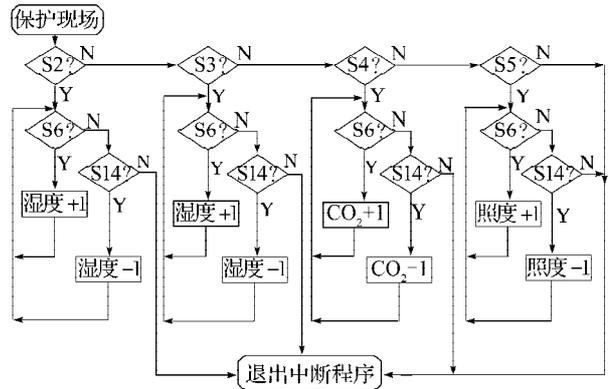


图 6 键盘中断程序流程图

Fig. 6 The flow chart of key board interrupt program

4 结论

笔者综合利用传感器技术、自动检测技术、通讯技术和微机控制技术，开发了一套温室自动控制系统。它可对温室里的 4 个环境参数（温度、湿度、 C_{CO_2} 、光照度）进行监控。

系统软硬件采用模块化设计，其中硬件采用功能模块化设计，各个功能模块相对独立，单片机软件采用模块化的程序设计方法，各模块相互独立，提高了系统的可靠性和可扩展性。

系统功能独立，配置合理。如作为下位机（单片机）部分既可独立运行，也可以通过上位机（PC 机）进行远程监控，这为各种温室提供了选择的余地。

系统具有投资小，操作简便，工作可靠等特点。

参考文献：

- [1] 罗中岭. 当代温室气候与花卉[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994.
- [2] 周长吉. 现代温室工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [3] Ronald H Menage. The Practical Book of Greenhouse Gardening [M]. New York: St. Marth's Press, 1983.
- [4] NEN. 3859-1982, Greenhouse structural requirements[S].
- [5] 杨帮文. 现代新潮传感器应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [6] 孙宝元, 杨宝清. 传感器及其应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [7] 徐煜明, 韩雁. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [8] 余水权. ATME89 系列单片机应用设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.