

吴霞,王世荣,王长军,等. 基于 STC 单片机的温室自动通风系统设计与应用[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):396-398.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.127

基于 STC 单片机的温室自动通风系统设计与应用

吴霞,王世荣,王长军,罗昀

(宁夏农林科学院农业资源与环境研究所,宁夏银川 750002)

摘要:针对我国北方日光温室通风主要靠人工操作、管理费用偏高且常因监控不及时导致温室农作物受损的问题,设计了温室自动通风控制系统,本系统的核心由 STC12C5A60S2 单片机、温度传感器输入接口、12864LCD 显示屏、操作按键及 LED 指示灯、继电器输出控制、外部执行机构 6 个部分组成。系统输入接口连接 DHT21 温湿度传感器,可将采集的温度数据显示在 LCD 显示屏上,供用户进行观测;同时,通过继电器输出控制接口与温室通风口驱动电机相连,可控制温室通风口的开与关。系统可设定温室内温度的上、下限值,通过采集的实时温度与设定值的比较来确定温室通风口的开关,实现温室温度实时监测和自动调温控制。另外,控制系统设计有手动操作按钮和 LED 指示灯,实现自动手动多种工作方式,方便用户选择。经过多次实地试验,本系统性能稳定且简单易用,可基本满足温室自动通风的需求,降低人工成本,提高经济效益。

关键词:日光温室;温度监测;自动调温;单片机;控制系统

中图分类号: S24;TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0396-03

目前,我国北方日光温室大多以专用的塑料棚膜进行保温,通过在棚膜上方或侧下方开 1 m 左右宽的开口进行通风和温度调节。目前,均靠人工感觉温度开关棚膜,进行通风降温或保温。开关通风口的方式主要有 3 种:(1)为纯手工操作,就是用绳子或杆子拨动开关棚膜,很费劲;(2)用手摇卷膜器,就是用一个钢管进行卷膜,装有手摇卷膜器;(3)用电

动操作,通风口用电机进行控制,但是需要人每天操作电机进行控制^[1-2]。这 3 种都是人工进行操作,才能开关通风口,不但费时费力且常常因为管理不及时导致温室内农作物受热或者受冻,造成一定的经济损失。也有一些温室采用现代化的智能控制装置或者控制系统,可以自动监测温室环境参数并进行自动控制,但往往是集成温度、湿度、光照、CO₂ 等多种数据监测和通风口、棚膜、灌水等多种控制功能于一体,虽然这些设备和系统功能全面,但是存在系统复杂、操作繁琐、不易维护、成本较高等问题,普通农户不但难以负担高额的成本,且由于文化水平的限制较难操作和使用^[3]。因此,需要研究设计一些功能简单、操作方面且价格低廉的温室自动化控制设备和系统,满足更多农户的需求。

收稿日期:2014-07-09

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金(编号:NZ14202)。

作者简介:吴霞(1984—),女,宁夏吴忠人,硕士,助理研究员,主要从事农业信息化研究。E-mail:wuxia-xia@163.com。

通信作者:王世荣,研究员,主要从事精准农业研究。E-mail:309713495@qq.com。

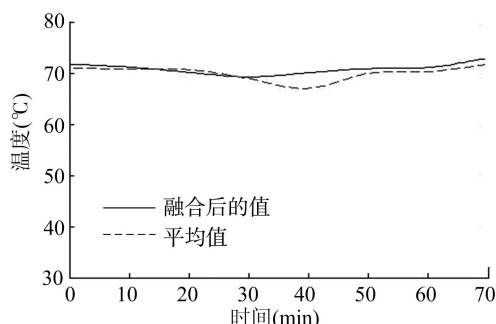


图4 湿度融合曲线

4 结论

本温室温湿度控制系统利用一种改进的拉依达准则识别和剔除异常值,再通过自适应加权平均算法对温室温度、土壤湿度分别进行数据融合,利用融合后的数据控制环境参数的调整,模拟作物生长的最佳环境。从分析结果可以看出,采用

本数据融合方法可提高传感器测量精度,同时有效消除了由于传感器失效引起的误差,增强了系统的稳定性和可靠性。

参考文献:

- [1] 杨万海. 多传感器数据融合及其应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004:60-101.
- [2] 何友,王国宏. 多传感器信息融合及其应用[M]. 北京:电子工业出版社,2000:35-86.
- [3] 马平,吕锋,杜海莲,等. 多传感器信息融合基本原理及应用[J]. 控制工程,2006,13(1):48-51,77.
- [4] 王耀南,李树涛. 多传感器信息融合及其应用综述[J]. 控制与决策,2001,16(5):518-522.
- [5] 蒋鼎国. 无线传感器网络农业信息监控系统设计与数据融合研究[D]. 无锡:江南大学,2010:1-24.
- [6] 王东. 基于多传感器融合的温室环境智能控制系统研究与应用[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012:12-36.
- [7] 武晓嘉. 多传感器数据融合在温室智能控制中的应用研究[D]. 太原:太原理工大学,2005:24-29.

1 系统硬件设计

本控制系统基于以上考虑,参考相关温度监测和控制系统^[4-8],设计简单易用、成本低廉的温室自动通风控制系统,通过温度传感器对温室温度进行实时监测,并通过输出继电器控制温室通风口的开关,实现温室温度实时监测与自动调节。本控制系统核心由 STC12C5A60S2 单片计算机、12864LCD 液晶显示屏、DHT21 温湿度传感器输入接口、操作按钮及 LED 指示灯、继电器输出控制、外部执行机构 6 个部分组成。温室自动通风控制系统见图 1。

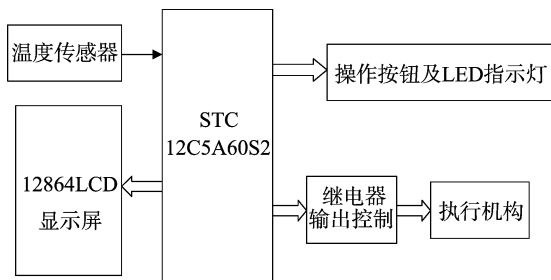


图1 温室自动通风控制系统设计

1.1 主控单片机

本控制系统核心芯片采用 STC12C5A60S2 单片机,该芯片是高速、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机,指令代码完全兼容传统 8051,但速度快 8~12 倍^[9]。该单片机有 4 组 8 位 I/O 口、3 个定时计数器、1 个全双工串行口,具有 6 个中断源、3 个定时计数器中断、2 个外部中断、1 个串口中断。内部带有 1 kB 静态非易失性 EEPROM 和看门狗,利用该芯片的 EEPROM 存储数据可防止掉电丢失^[10]。本系统设计采用双列直插式封装(DIP)40 引脚的 STC12C5A60S2 芯片,系统电源由 5 V 电源输入接口、1 个 0.1 μF 瓷片电容、1 个 25 V 1 000 μF 的电解电容组成,时钟电路由 2 个 30 pF 的瓷片电容和 1 个 11.059 2 MHz 晶振组成,分别接入单片机 XTAL1、XTAL2 引脚。复位操作采用按键电平复位,由 1 个 10 k Ω 电阻和 1 个 10 μF 电容组成 RC 复位电路。电源、时钟电路和复位电路组成了单片机最小系统,可使单片机正常运行,另外通过 I/O 口连接温度传感器、LCD 显示屏、输出控制继电器、操作按钮及 LED 指示灯等可实现本系统的设计功能。

1.2 传感器输入接口

本控制系统设计了 2 个传感器输入接口,分别于单片机 P20、P21 引脚相连接,可接入 DHT11、DHT21、DS18B20 等温度传感器。本系统采用的传感器为 DHT21 温湿度传感器,该传感器是一款数字温湿度传感器,内部包含 1 个电容式感湿元件和 1 个 NTC 测温元件,并与 1 个高性能 8 位单片机相连接,输出为已校准的数字信号,传输距离可达 20 m 以上,具有响应快、抗干扰能力强、稳定性好、性价比高优点^[11-12]。本控制系统可将采集的温度数据经过 STC12C5A60S2 内部程序处理后实时显示在 LCD 显示屏上,供用户随时观测温室内温度。

1.3 LCD 显示

本系统的 LCD 显示屏选用 XY12864G,该显示屏带有 1 个 16 \times 16 的点阵液晶显示模块,可显示 4 行汉字,每行可显示 8 个汉字或 16 个英文字符或数字,也可显示图形,蓝底白

字,清晰美观^[13]。该 LCD 显示屏具有串口和并口 2 种工作方式,本系统设计采用并口工作方式,所以 PSB 引脚接固定高电平。显示屏 DB0~DB7 引脚与单片机 P01~P07 引脚相连接,进行数据传输。显示屏指令/数据选择信号 RS、读写选择信号 R/W、使能信号 E 分别与单片机 P22、P23、P24 引脚相连接,进行读写相关控制。另外,显示屏 V0 引脚接 1 个 10 k Ω 的电位器,用于调节显示屏的亮度。本系统中的 12864LCD 显示屏用于显示温度数据以及系统在不同工作状态下显示不同内容,使操作简单明了,智能化程度高。

1.4 操作按钮及 LED 指示灯

本系统设计有复位按钮 1 个,与单片机 RST 引脚连接,可进行系统复位;系统设定按钮 4 个,分别与单片机 P14、P15、P16、P17 引脚连接,可根据软件程序实现选择、加减、翻页等功能操作;自动/手动转换按钮 1 个,与单片机 P37 引脚连接,可实现控制系统在自动和手动 2 种工作状态之间的转换;手动操作按钮 3 个,分别与单片机 P33、P34、P36 引脚连接,可实现手动控制开启、关闭或停止通风口卷膜电机,达到手动控制通风口的功能。另外,系统还设计有手动、自动工作状态指示灯 2 个,分别与单片机 P32、P35 引脚连接;通风口开启、关闭指示 2 个,分别与单片机 P12、P13 引脚连接。系统通过 LCD 显示屏、LED 指示灯以及操作按钮的设计使得系统操作简便、意义明确,简化了系统复杂度,初学者在很短时间内便可掌握。

1.5 继电器输出控制

系统输出控制由 2 个 5 V/10 A 的小继电器组成,电路板上的电源电压一致,便于安装在电路板上形成一个统一的整体。2 个继电器分别与单片机 P12、P13 引脚连接,同时 P12、P13 引脚还和 2 个 LED 指示灯连接,在继电器工作的同时显示工作状态。

1.6 外部执行机构

外部执行机构首先由总电源开关、电源变压器(提供 24、5 V 的电源)、热继电器、2 个 20 A 的单相交流接触器以及接线端子等组成功率驱动箱,再由功率驱动箱与 24 V/120 W 直流卷膜电机连接,控制卷膜电机的正转或者反转,达到开关通风口的目的。本系统中设计的执行电路具有抗干扰能力强、性能稳定、工作可靠等优点,完全可适用于温室工作环境。

2 系统软件设计

本系统的控制程序采用 C 语言编写,利用 Keil uVision4 进行编译生成 Hex 文件,再烧录到 STC12C5A60S2 单片机的 EPROM 内。控制程序的工作过程为:当系统接通电源后复位后,STC12C5A60S2 单片机进入工作状态,首先完成各个端口及 LCD 显示屏的初始化;然后读取 DHT21 温湿度传感器数据,处理后显示在 LCD 显示屏上;同时进行温度范围扫描,超过设定范围后启动“开启”或“关闭”继电器进行通风口操作;另外,在系统运行中不断进行按键扫描,当有按键按下时,进入相应的中断程序进行处理,同时通过 LCD 显示屏及 LED 指示灯显示相关操作状态。系统程序主要包括以下几个部分:(1)温度传感器数据采集处理;(2)EEPROM 数据存取;(3)温度超限输出控制;(4)数据及操作状态 LCD 显示。系统软件程序流程见图 2。

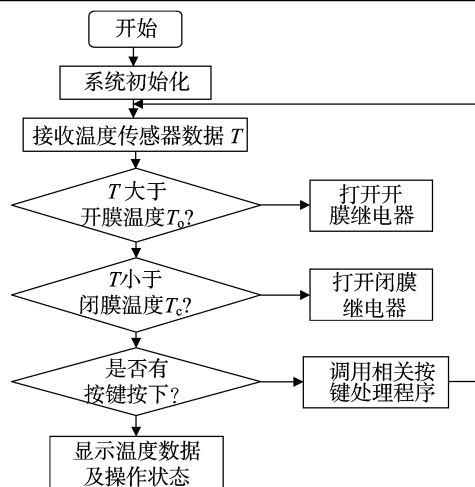


图2 系统主程序流程

2.1 温度传感器数据采集处理子程序

温度传感器数据采集程序主要完成接收传感器发来的数据并进行处理,本系统所采用的 DHT21 温湿度传感器单总线上输出的已经是数字信号,单片机只需直接接收数字信号并处理成十进制 BCD 码即可进行显示或比较等操作。系统开始运行后,STC12C5A60S2 单片机首先向 DHT21 发送开始测量信号,然后等待传感器响应后接收传感器发送的 40 位(包括 16 位湿度数据,16 位温度数据,8 位校验和)二进制数字信号,湿度数据先输出,高位先输出。程序设计中以字节为单位分 4 次接收传感器的 40 位信号,校验通过后分别将温湿度数据高低位组合形成完整的 16 位数据,然后转化成 3 位十进制数值,末位为小数位。处理后的十进制温湿度数据可显示在 LCD 显示屏上,也可用于比较控制其他操作。

2.2 EEPROM 数据存取子程序

本系统温度上限、下限设定数值保存在单片机的 EEPROM 中,掉电后可不丢失,避免重复设定的麻烦。本系统采用的 STC12C5A60S2 单片机内部带有 1 kB 的 EEPROM,分为 2 个扇区,每个扇区 512 kB。读写操作以扇区为单位进行操作,在写数据之前必须先对整个扇区进行擦除,再写入数据。本设计中需要存储的数据只有 2 个,所以分别存储在 2 个扇区,读写、修改等操作非常方便,而且运行速度比外扩存储器要快很多,既满足了设计需求又达到了资源的最大化利用。

2.3 温度超限输出控制子程序

根据实际生产情况,温度超限输出控制程序设计为系统预先设定开膜温度 T_o 与闭膜温度 T_c ($T_o > T_c$, 初始设定为 $T_o = 35^\circ\text{C}$, $T_c = 25^\circ\text{C}$),系统运行后程序从单片机的 EEPROM 中读取 T_o 、 T_c ,然后通过温度传感器采集温室室内实时温度 T ,显示在 LCD 显示屏上。同时,不断将实时温度 T 与 T_o 和 T_c 进行比较,当 $T > T_o$ 时,打开闭膜继电器,驱动卷膜电机正转打开棚膜;当 $T < T_c$ 时,打开开膜继电器,驱动卷膜电机反转关闭棚膜 $T_o \leq T \leq T_c$ 之间时不进行操作,此时棚膜既可以是关闭状态也可以是打开状态。这样设计避免了其他控制系统的单一参数所造成的频繁开关膜的缺陷。

2.4 数据及操作状态 LCD 显示子程序

本系统中的温度数据以及各种操作状态都通过 12864LCD 显示屏进行实时显示。设计中采用带内部字库的

12864LCD 显示屏,最多可显示 32 个汉字和 64 个 ASCII 字符,也可用于显示图形等^[14-16]。本系统设计简单,只使用字符显示功能,程序设计中,首先对 12864 进行初始化和基本读写函数的编写,然后就可以进行显示了。在进行显示时,首先写入地址,然后写入数据,就可以在指定的位置显示相应数据或字符了。

3 使用效果

本控制系统已经在宁夏农业科学院试验基地日光温室内进行初步试验。经过试验,本系统可以实现温室温度实时监测,并按照设定温度开启、关闭棚膜,有效保证温室温度在正常范围内,满足蔬菜正常生长的要求。经过多次试验,系统工作性能稳定,在正常情况下不用人工操作,可有效解决人工不及时开关棚膜的问题。本系统结构简单、操作简便、成本低廉,且易于安装维护,可满足一般温室温度控制的需求,可供大量用户使用,减少人工的劳动强度,提升智能化管理水平,提高温室大棚的生产效益。

参考文献:

- [1] 杜尚丰,李迎霞,马承伟,等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报,2004,20(1):7-12.
- [2] 吴小伟,史志中,钟志堂,等. 国内温室环境在线控制系统的研究进展[J]. 农机化研究,2013(4):1-7,18.
- [3] 任启宏,吴年祥. 温室大棚多路温度检测系统设计[J]. 工业控制计算机,2010,23(4):48-49.
- [4] 郑瑞,董万福. 基于单片机的煤矿主通风机监控系统设计[J]. 成都大学学报:自然科学版,2013,32(2):162-164,168.
- [5] 史晓茹,王立新,侯媛彬. 基于单片机 SPCE061A 的粮库通风模拟系统[J]. 数字技术与应用,2014(2):149-150,152.
- [6] Huang W T, Li J P. Design of the temperature control system based on AT89S51 [C]//International Forum on Information Technology and Applications,2010:63-66.
- [7] Ling Z B, Wang J, Qiu C L T, the design of temperature measurement system of grain depot based on GSM technology[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument,2003,24:172-174.
- [8] 戴勇,周建平,梁楚华,等. 基于 AT89S52 单片机的多功能智能温室测控系统[J]. 农机化研究,2009,31(5):135-139.
- [9] 王鑫,崔忠林,刘建. 基于 STC12C5A16S2 的温度采集系统的设计[J]. 微型机与应用,2012,31(20):24-26,29.
- [10] 魏超全,孙长胜,陈家果,等. 基于 STC12C5A60S2 的矿用多参数传感器硬件电路设计[J]. 煤矿机电,2014(2):34-38,41.
- [11] 杨小平. 基于 AT89S52 和 DHT21 的温湿度测量系统设计[J]. 无锡职业技术学院学报,2011,10(1):62-63.
- [12] 胡古月,黄丽华. 基于 STM32 的温室温湿度采集系统[J]. 浙江农业科学,2013(8):1053-1055.
- [13] 靳桅,邹芝权,肖波. 基于单片机 IAP 技术的 LED 显示屏控制系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2007(5):45-48.
- [14] 王林兵,童子权,袁绍涛,等. LCD MGLS12864 在高速数据采集系统中的应用[J]. 电子工程师,2002,28(2):42-43.
- [15] 李金群. 基于 51 单片机的 12864 液晶图文显示研究[J]. 机电信息,2010(36):139-140.
- [16] 远飞. 基于单片机和 MGLS12864 显示模块的液晶显示系统设计[J]. 电子元器件应用,2009(1):22-24.