

基于单片机的温湿度检测与控制系统研究

梅 荣

(呼和浩特民族学院 计算机系, 呼和浩特 010018)

摘 要: 现代农业生产离不开环境控制, 将单片机控制和智能传感器监测相结合, 提出了基于单片机的温湿度检测系统设计方案。同时, 介绍了一种基于 AT89C51 的单片机的温度和湿度检测与控制的方案, 针对被测对象的温度与湿度在不同变化范围需要不同的 PID 参数的特点, 自动选择合适的一组 PID 参数进行控制。

关键词: 单片机 AT89C51; DS18B20 温度传感器; 检测与控制; PID; 看门狗

中图分类号: TP273+.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2012)01-0131-04

0 引言

温湿度是生产中常见的被控参数, 在系统集成中, 应综合考虑温度和湿度, 而不能把它们视为相互独立的量。目前, 温阻法和湿阻法是国内数字温湿度仪测量温湿度采用的主要方法, 双温通风干湿球测量法是在高精度温湿度测量时常采用的方法。单片机对温、湿度控制, 具有控温、湿精度高, 体积小, 价格低, 功能强和简单灵活等优点, 很好地满足了工艺要求。本文介绍了利用 AT89C51 单片机进行温度和湿度的检测及其智能控制方法。

1 系统的硬件结构及工作原理

实际应用中多数装置温度和湿度需要保持在一个既定的值上, 本文针对实际需要, 设计了一套温度、湿度闭环检测与控制系统。系统整个硬件结构, 如图 1 所示。

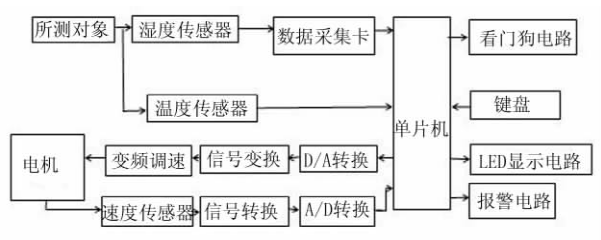


图 1 系统结构框图

Fig. 1 System block diagram

系统的工作中, 把被测对象的温度、湿度经过温度、湿度检测及变换电路转换成电压信号, 经 A/D 变换器转换为数字信号后送入单片机中, 相比较于给定

的对应所要控制的温度、湿度值, 得到现温湿度值的范围; 根据单片机 AT89C51 中设置的 PID 参数, 输出受控对象电机的转速初值对应于相应温度、湿度初值, 经 D/A 转换为模拟电压, 再经信号转化为变频器的频率, 带动被控对象, 控制变频调速装置, 并且把被控对象的转速经 A/D 转换器和变换电路反馈到单片机中, 相比较于输出的转速初值得到偏差值, 被 PID 程序计算出后重新输出; 在规定的时间内循环, 直到达到在误差允许的范围内输出的转速值与转速初值相等, 从而实现对温度、湿度的控制。控制加热功率适用于欠温度; 控制吹风冷却装置适用于过温度, 对于湿度则控制一个加湿、去湿装置。

2 硬件系统的组成

2.1 温度传感器的选择

本系统采用的数字温度传感器 DS18B20 是美国 DALLAS 公司生产的, 其优点是直接将被测温度转化为微机可处理串行数字信号, 9 位的温度读数可通过简单的编程实现, 并且可以并接多个 DS18B20 到地址线上实现与单片机的通信。由于每一个 DS18B20 都有存入其 ROM 中出厂时刻的唯一的一个序列号, 经简单的通信协议 CPU 可以识别它们。它由于具有不需要外接电路, 结构简单, 可用一根 I/O 数据线既传输数据又供电, 并且具有转换快、分辨率高和体积小等优点, 被广泛用于控制和测量温度的地方。

相比于与其它的温度传感器, DS18B20 具有以下特性:

- 1) 独特的单线接口方式, 微处理器与 DS18B20 的双向通讯是仅用一条口线实现的。
- 2) DS18B20 实现多点测温, 支持多点组网功能。
- 3) DS18B20 在使用中不需要外接电路。

收稿日期: 2011-07-10

基金项目: 内蒙古高校发展重点项目(NJ10197)

作者简介: 梅 荣(1977-), 女(蒙古族), 内蒙古通辽人, 讲师, 硕士研究生(E-mail: jigasus@126.com)。

4) 固有测温分辨率 0.5°C , $-55 \sim +125^{\circ}\text{C}$ 。

5) 以 9 位数字量方式串行传送测量结果。

DS1820 采用 3 脚 TO-92 封装或 8 脚 SO 封装 , 管脚排列 , 如图 2 所示。

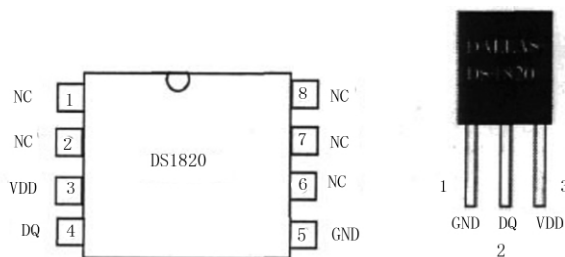


图 2 管脚排列

Fig. 2 Pin arrangement

DS1820 的引脚功能说明如下:

NC: 不连接外部信号的空引脚。

VDD: 接电源。

GND: 接地。

DQ: 输入和输出数据。

DQ: 1/0 为输入/输出数据端 , 该引脚为常态下呈高电平 , 漏极开路输出。

DS1820 的内部框图 , 如图 3 所示。它主要包括温度传感器、寄生电源、存放中间数据的高速暂存器、64 位激光 ROM 单线接口、触发器存储与控制逻辑、用于存储用户设定的温度上下限值和 8 位循环冗余校验码发生器等 7 部分。

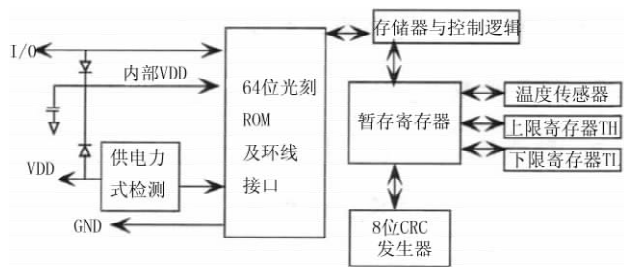


图 3 DS1820 的内部结构

Fig. 3 DS1820 internal structure

2.2 湿度传感器的选择

本系统采用的是电容式湿敏传感器 HSI101 , 电容式湿度传感器的感湿机理是介电常数随电极间的感湿材料吸附环境中的水分而变化 , 环境中水蒸汽相对压 (P/P_0) 与其电容量关系为

$$c_{\mu} = \varepsilon_0 \varepsilon_{\mu} \frac{s}{d}$$

式中 ε_0 —介电常数(真空);

ε_{μ} —介电常数(感湿材料);

s —湿敏传感器有效面积;

d —感湿膜厚。

$$\varepsilon_{\mu} = \varepsilon_r + a w_u \varepsilon_{\text{H}_2\text{O}}, w_u = b(p/p_0) = bu/100$$

式中 ε_r —介电常数(0% RH 时);

w_u —U% RH 时感湿材料单位质量吸附水分子的质量;

a, b —结构常数;

$\varepsilon_{\text{H}_2\text{O}}$ —介电常数(吸附水时)。

HSI101 湿度传感器特点: 长期稳定性 , 高可靠性 , 不需校准的完全互换性 , 快速响应时间 , 侧面接触封装 , 专利设计的固态聚合物结构 , 适用于频率输出和线性电压输出两种电路 , 适宜于制造流水线上的自动装配过程和自动插件等。图 4 为湿敏电容工作的温、湿度范围 , 图 5 为湿度—电容响应曲线。

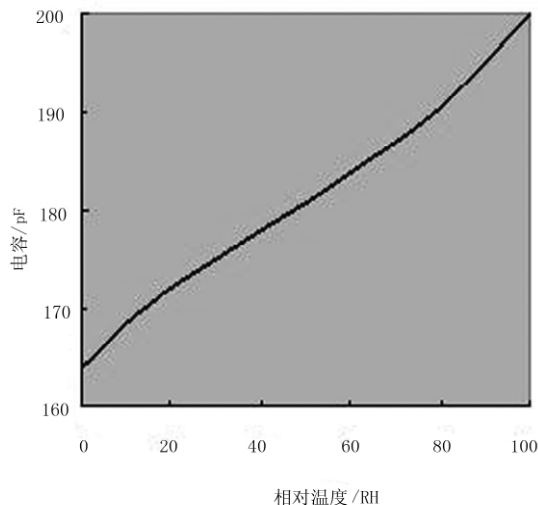


图 4 HSI101 温湿度范围

Fig. 4 HSI101 humidity and temperature range

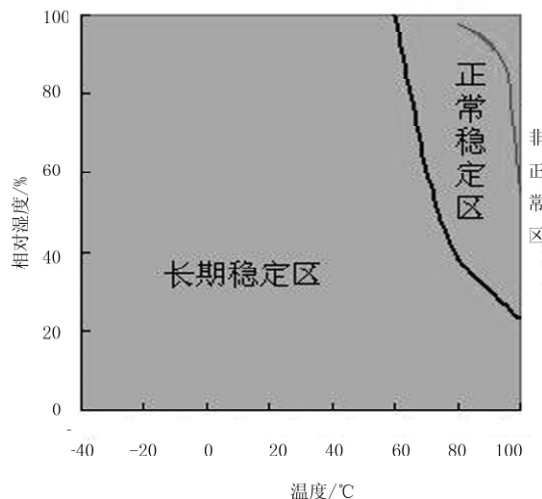


图 5 湿度—电容响应曲线

Fig. 5 Humidity capacitance response curve

电容式湿度传感器性能稳定 , 工艺成熟 , 实用化程度高 , 普遍用于各种情况下湿度测量。

2.3 主控模块单片机的选择

本系统单片机芯片 AT89C51 是 ATMEL 公司的闪存存储器型。AT89C51 是该公司新一代 8 位的单片

机产品,最大工作频率 24MHz,带有 4kROM,128BRAM;同时,具有 16 位定时/计数器,32 条输入输出线,1 个串行口,5 个中断源。它具有体积小、可靠性高、集成度高、处理功能强、系统结构简单和速度快等特点。

2.4 A/D 芯片的选择

本系统 TLC2543 与单片机的接口电路,采用 Ti 公司的串行 A/D 芯片 TLC2543。它是一种片内有 14 位通道,利用 12 位开关电容逐次逼近模拟信号的模数转换器。其 A/D 转换口的分辨率为 12 位,输出数据长度可编程,在标定转换温度范围内转换时间为 10 μ s。输出引脚可以直接与单片机的并行 I/O 口连接,因为 TLC2543 有采样和保持电路。

2.5 D/A 芯片的选择

本系统模拟转换器采用带有缓冲基准输入的 10 位电压输出数据的 TLC5615。作为 TLC5615 与单片机的接口电路 D/A 转换电路,它具有基准电压两倍的输出电压范围,通过微控制器接口、3 线串行总线和标准的微处理器,接收 16 位数据以产生模拟输出。

2.6 看门狗电路

看门狗电路选用 x25045 芯片。它集上电掉电复位电路、电源电压监控功能、看门狗电路、断电数据保存功能于一身,这种组合降低了成本和系统功耗,简化了硬件设计。当系统故障时,x25045 的看门狗在选定的超过时间之后,将以 RESET 信号作为响应,利用 x25045 低 VCC 检测电路,使系统不受低电压的影响;系统在 VCC 降到最小转换点以下时,会复位一直到 VCC 返回规定值且稳定为止。

2.7 报警电路简介

本设计的报警电路由扬声器、D/A 转换器和滤波放大器组成,如图 6 所示。

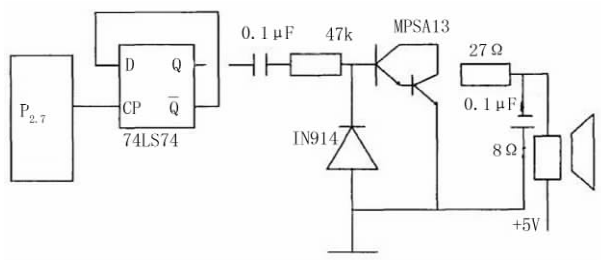


图 6 单片机语音报警电路

Fig. 6 Single chip voice alarm circuit

在图 6 中,D 型触发器 74LS74,其与滤波放大电路的输入端相接的是 Q 端,扬声器由滤波放大电路的输出推动。74LS74 输出端在 AT89C51 从 P2.7 输出一个脉冲时,改变一次状态,经滤波放大电路使扬声

器发出语言报警声。报警电路开始工作的条件是当所采温度超出范围时,令 P2.7 = 1。

2.8 温度、湿度显示电路

本设计中显示电路用静态显示方式的 4 个 LED,采用串行输出节省单片机的内部资源,如图 7 所示。LED 数码管 7 段 a,b,c,d,e,f,g 与串并转换器 74LS164 输出端相连。低电平时不用其他驱动电路,即可允许通过 8mA 电流。移位数据输出为 RXD,移动时钟输出为 TXD,显示器允许控制输出线为 P1.0。温度、湿度经过闭环调节之后的效果值,从每次输出的 32 位段码数据,可直观显示。

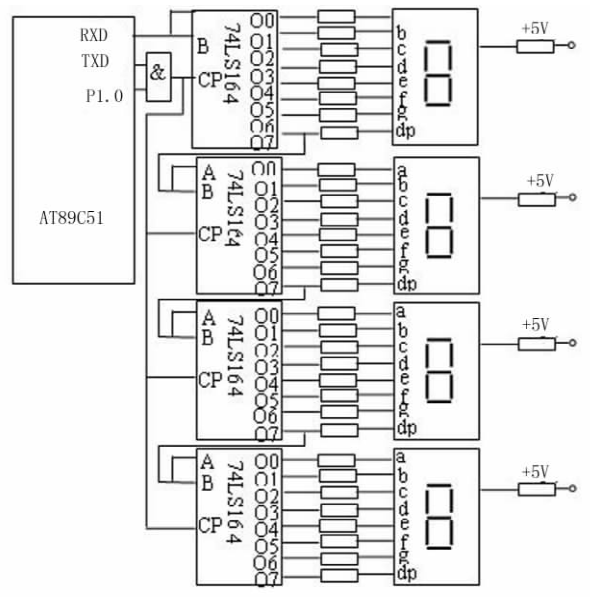


图 7 串行输出的静态显示电路

Fig. 7 Serial output static display circuit

3 系统软件设计

3.1 数据采集

温度数据是经过 DS18B20 特有功能,将采集的数据自动转化为数字量送入单片机进行数据处理;现场湿度信号由传感器测得后经变送器转换成 0~5V 的直流信号,再经 A/D 模数转换器转换,将数字量传入单片机数据处理后,进入 PID 算法比较选择控制量。

3.2 数字滤波

数字滤波是对采样所得的数据进行的,用于滤去来自控制现场对采样值的干扰。本系统采用的数字滤波算法为中值滤波。其原理是对采样过程中的 n 个(一般为 3 个)采样值进行比较,将中间值存入指定的存储单元。

3.3 单片机抗干扰电路的设计

在抗干扰电路设计方面有加硬件看门狗电路,设计软件陷阱等技术。通常使程序脱离“死循环”时采

用“看门狗”技术。

3.4 系统的 PID 控制算法

控制系统的核心部分是控制算法,是稳定控制和良好调节的关键。本系统是单片机直接控制的闭环控制系统,其工作原理是对被控量(温度、湿度)按照一定的采样周期 T 进行采样,控制量经控制算法算出,以此控制量实现对被控对象的控制。自动控制系统的控制器核心是单片机,软件算法流程图,如图 8 所示。闭环温度、湿度控制程序,由求偏差变化率 E_c 和偏差 E 、增量 PID 控制算法、数据量化算法等程序模块组成。首先数字化的实际转速被单片机读取,并相比较于设定的转速,单片机再根据得出的差值,调用 PID 程序,计算和输出模拟电压,通过控制变频调速器调节被控对象电机转速的大小,同时找寻最佳条件,改变 PID 参数。

PID 的计算公式为

$$U(K) = U(K-1) + K_p [E(K) - E(K-1)] + K_I \times E(K) + K_D [E(K) - 2E(K-1) + E(K-2)] = U(K-1) + PP + PI + PD$$

$$K = T/TK, KD = TD/T$$

式中 T —采样周期;

K_p —比例系数;

TD —微分时间;

TK —积分时间。

根据公式进行编辑,相应的程序流程图,如图 9 所示。

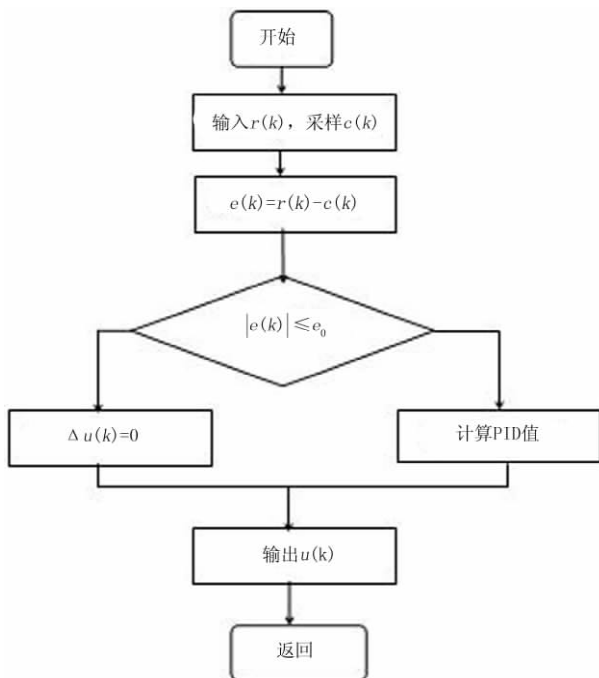


图 8 软件算法流程图

Fig. 8 Software flowchart of algorithm

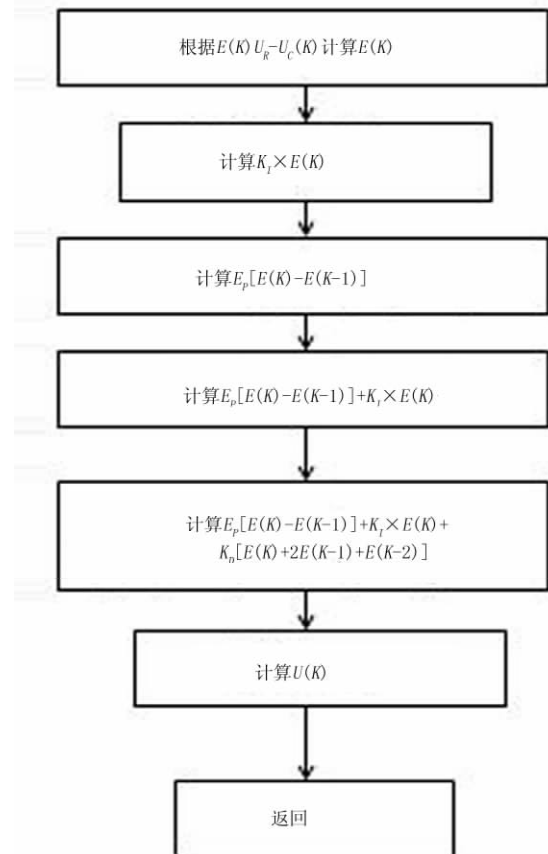


图 9 PID 算法子流程图

Fig. 9 Numerical method of flow chart

4 结束语

该算法达到对温度、湿度的检测及其控制,运行可靠、精度高、响应速度快、操作简单,可以满足温、湿度的控制。同时,通过控制系统后的温湿度值用 LED 数码管直观的显示,当出现异常现象时,通过报警装置发出警告,及时得到处理,从而满足现场需要,具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘攀,俞杰. 基于单片机的温度测控系统[J]. 兰州交通大学学报 2005(12): 103-106.
- [2] 夏晓南. 基于单片机的温箱温度和湿度的控制[J]. 现代电子技术 2005(24): 117-118.
- [3] 赵娜,赵刚. 基于 51 单片机的温度测量系统[J]. 微计算机信息, 2007(1): 146-148.
- [4] 冯建华,赵亮. 单片机应用系统设计与产品开发[M]. 北京: 人民邮电出版社 2004.
- [5] 谭浩强. C 语言程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [6] 王德玉,刘绘新,谢冲,等. 智能井控系统的控制研究[J]. 西南石油学院学报 2006(4): 97-100.
- [7] 李权利,仲伟峰,徐军. 单片机原理及应用[M]. 北京: 清华大学出版社 2006.

(下转第 138 页)

留足够的区域作业,以免压坏作物,降低了辣椒机械化采收的效率。

参考文献:

- [1] 毛亦卉,向拉蛟.对我国辣椒产业发展对策思考[J].辣椒杂志 2007(3):1-4.
- [2] 孔德远.风筛式清选机的工作原理及使用技术[J].种子世界 2006(3):66.
- [3] 侯献伟.关于风力振动清选分离筛的优化设计[J].农村机械化 2000(6):44.
- [4] 柯保康.气吸式辣椒收获机的试验研究[J].北京农业机械化学院学报 1984(4):43-51.
- [5] 丛笙.领先国际的啤酒花自动采摘清选机[J].现代农业装备 2006(4):76.
- [6] 张继春,徐斌,林波. Pro/ENGINEER Wildfire 结构分析[M].北京:机械工业出版社 2003.
- [7] 林清安. Pro/ENGINEER 2001 零件装配与产品设计[M].北京:清华大学出版社 2003.
- [8] 张晓桂.新型分离清洗装置的试验研究[J].农业机械学报 2002(3):47-49.
- [9] 中国农业大学.农业机械学:下册[M].北京:中国农业出版社 1998.
- [10] 中国农业机械化科学研究院.农业机械设计手册:下册[K].北京:中国农业科学技术出版社 2007.
- [11] 卢勇涛,李成松,陈永成等番茄收获机果实分离机构的工作原理及结构特点[J].新疆农机化 2008(4):11-13.

The Development of Chili Pepper Harvester of the Type of 4ls - 1.6

Liu Xiaofei¹, Chen Yongcheng¹, Qin Xinyan², Zhao Jun¹

(1. Mechanical and Electrical Engineering College, Shihezi University, Shihezi 832000, China; 2. Physics and Electronic College, Hubei Second University of Education, Wuhan 430073, China)

Abstract: This article introduced us the structure, working principle and the overview of test trial of the chili pepper harvester of the type of 4LS - 1.6. And it expounded the principle, feature and three dimensional modeling of the key parts of picking roller and cleaning device emphatically. This article also presented us the test trial of the machine. The field experiments detection results shows that the picking rate of the machine is 99.72% and the loss rate is 5.76%, breakage is 2.59%. The main indicators have met or even passed the design requirements.

Key words: chili pepper; mechanization; structure; picking

(上接第 134 页)

Abstract ID: 1003 - 188X(2012) 01 - 0131 - EA

Research on the Measure and Control System of the Temperature and Humidity Based on Single Chip Microcomputer

Mei Rong

(Department of Computer, Hohhot Nationality College, Hohhot 010018, China)

Abstract: Modern agricultural Production is inseparable from the environmental control. This system combine intelligent sensors test with mcu control. This thesis proposes a design scheme on mcu temperature and humidity testinf system. The schemes of the measure and control of the temperature and humidity based on single chip microcomputer AT89C51 is introduced in this paper. In view of the characteristics of the different PID parameters with the different temperature and humidity, selects appropriate PID parameters to control on the basis of the measured temperature and humidity, and the whole design is very clear and concise.

Key words: single chip microcomputer AT89C51; DS18B20 temperature sensor; measure and control; PID; watchdog