

禽蛋孵化温湿度控制系统的设计

方婷, 叶明, 周平* (安徽农业大学工学院, 安徽合肥 230036)

摘要 针对小型禽蛋孵化加工厂出现的温湿度控制不精确、孵化设备成本高等问题, 系统采用加热器以及半导体制冷器作为恒温恒湿的加热与制冷执行元件。DS18B20 温度传感器反馈温度信号, HR202L 湿敏电阻反馈湿度信号, 并且以 STM32F103ZET6 单片机作为核心控制单元, 通过温湿度传感器实时监测封闭环境内的温湿度, 同时将数据反馈在 TFT 彩屏上形成曲线图。采用超声波雾化器和外接带有轴流抽风机、干燥剂(活性炭)的箱体以及导管装置进行加湿和干燥。

关键词 禽蛋孵化; 单片机; 温度检测; 湿度检测

中图分类号 S817.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0223-04

Design of Temperature and Humidity Control System for Poultry Egg's Hatching

FANG Ting, YE Ming, ZHOU Ping* (College of Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract In view of the inaccuracy of temperature and humidity control and the high cost of hatching equipment in small-size egg's hatching factories, a heater and a semiconductor cooler were used as a heating and refrigerating implement element with constant temperature and humidity. DS18B20 temperature sensor feedback temperature signal, HR202L humidity sensitive resistor feedback humidity signal, and STM32F103ZET6 microcontroller was used as the core control unit. The temperature and humidity in the enclosed environment were monitored real-time by temperature and humidity sensors. At the same time, data were feedback to form curve figure on color screen in the TFT form. Humidifying and drying were carried out with an ultrasonic atomizer and an external axial fan, a desiccant (activated carbon) cartridge, and a catheter device.

Key words Egg hatching; Microcontroller; Temperature detection; Humidity detection

随着我国养殖业的兴起, 养禽业得到迅速发展, 禽蛋孵化逐渐成为新的热点。我国一些小型孵化器系统控制仍靠人工经验来管理, 严重影响了孵化率和雏禽质量。在这种情况下, 就需要采用先进的自动控制技术, 科学、合理地调整孵化环境的控制因素, 采用微控制器进行孵化器内部环境调控, 从而给禽蛋的孵化过程建立一个良好的环境, 达到既提高雏禽质量、产量, 又降低禽蛋的孵化成本的目的, 这对于孵化系统施行自动控制很有必要^[1]。在禽蛋孵化过程中, 温度、湿度和氧气浓度是决定孵化成功与否的关键因素, 而孵化系统的关键技术是温度和湿度调控^[2]。

近年来, 温湿度测量与控制系统研究发展迅速。国际上先进的测控技术、自动化技术、PLC 技术、现场总线技术、传感器技术以及数字信息技术的发展都为温湿度测控系统的研制和开发提供了条件, 使温湿度检测的功能集成化大幅度提高^[1]。

我国禽蛋孵化主要为人工孵化, 传统的孵化箱温度控制方式如下: 通过读取孵化室内悬挂温度计的温度值获得孵化室的现有温度, 然后将其与额定温度进行对比, 判断温度过高或过低, 并根据判断结果对孵化室进行升温处理。自动孵化主要基于单片机控制的温湿度测量系统、基于 PLC 的温湿度测量系统、集散型温湿度测量系统、基于 FPGA 控制的温湿度测量系统、基于 DSP 控制的温湿度测量系统^[3]。针对小型禽蛋孵化加工厂要高出雏率和健雏率但经济条件有限的情况, 现有的孵化方式主要存在以下不足之处^[4-14]: ①传统禽蛋孵化方式控制精度有限。传统禽蛋孵化方式主要依

靠人工监测判断, 其中大部分是依赖经验, 因此该方式的缺点是控制不够精确, 可靠性不足, 严重影响了孵化率和雏禽质量, 限制了孵化加工厂的发展。②现有的孵化器设备成本高。市场上出售的孵化器价格一般从几万到十几万元不等, 对于小型禽蛋孵化加工厂而言价格过高, 造成其生产成本偏高, 效益低, 不利于工厂发展。

由于单片机具有体积小、可靠性高、功能强、成本低和开发周期短等优点, 已成为测控领域中必不可少且应用广泛的器件。为了有效提高禽蛋孵化中温湿度控制精确度, 有效降低孵化设备成本, 笔者设计了一种基于单片机控制的禽蛋孵化温湿度控制系统。

1 系统设计

1.1 部分系统方案的选择

1.1.1 传感器系统。传感器系统主要分为温度和湿度 2 个模块, 温度传感器应用较多的是铂电阻和热电偶。湿度的测量方法有 2 种: 干湿球温度计法和固态电子式传感器直接测量法。由于干湿球法测量精度不高, 目前恒温恒湿箱正逐步以固态传感器代替干湿球来进行湿度的测量。

DS18B20 温度传感器具有体积小、硬件开销低、抗干扰能力强、精度高、耐磨耐碰等优点; HR202L 湿敏电阻是采用有机高分子材料的一种新型湿度敏感元件, 具有感湿范围宽、响应迅速、抗污染能力强、长期使用性能稳定可靠等优点。因此, 将 DS18B20、HR202L 构成传感器系统的方案最为理想。

1.1.2 加热系统。①方案一: 半导体加热制冷片实现升温。半导体加热制冷片主要是珀尔帖效应的应用, 具有加热制冷双向工作、制热效率高等特点。半导体升温通过反接半导体制冷片的正负极来达到加热功能。但在实际应用中发现其制热效果缓慢。②方案二: 采用加热器升温法。加热器的制作材料为立体式电阻丝, 当电流通过电阻时, 消耗电能, 产生

基金项目 安徽省质量工程项目(2015ckjh008)。

作者简介 方婷(1995—), 女, 安徽合肥人, 本科生, 专业: 车辆工程。
* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事农业自动化、农业信息化等技术研究。

收稿日期 2017-09-18

了热量,在实际应用中采用中空式电阻排列和立体式设计,发现采用这种升温方式效果很好,且在短时间内可达到快速升温的目的。由于在实际应用中采用加热器升温法效果理想,满足实际需求,因此采用第 2 种方案实现温度控制。

1.1.3 控制器选择方案。①方案一:AT89S52。AT89S52 是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器,但其反应速度慢,晶振的频率太低,不能满足其使用要求,由于该系统需要一种高精度、反应灵敏的控制器,因而不符合试验条件。②方案二:STM32F103ZET6。使用 STM32F103ZET6 作为处理芯片,完成对电路的监控测试和控制功能。通过 STM32F103ZET6 对温湿度进行处理与控制,保持温湿度上升或者下降到某固定值,以实现温湿度的恒定,并且携带 2.8 寸 TFT 彩屏,使得曲线表达更为精准、清晰。由于 STM32F103ZET6 具有多功能、宽范围及高精度等特点,因此选用 STM32F103 更为理想。

1.2 对流系统 采用轴流流风机进行空气对流以及循环作用。将 2 个轴流流风机设置成对角形式,进行空气流动导向,达到理想运作模式。

1.3 恒温单元实现 该温控系统是采用闭环控制理论进行设计的,将 STM32F103ZET6 微处理器作为控制器,受控对象为加热器和半导体制冷器,并将其作为禽蛋孵化器的加热与制冷执行元件,反馈通路由 DS18B20 温度检测电路和转换模块构成。

热敏电阻将孵化器内的温度信号转变为电压信号,经过转换送入微处理器将检测温度值显示在 TFT 彩屏上,同时将键盘预设值和检测到的温度值显示于 TFT 中形成曲线图进行比较,通过继电器的控制作用来实现对孵化器密闭空间的温度调节,并辅以外围包有隔热层,以达到恒温的目的。恒温实现结构图如图 1 所示。

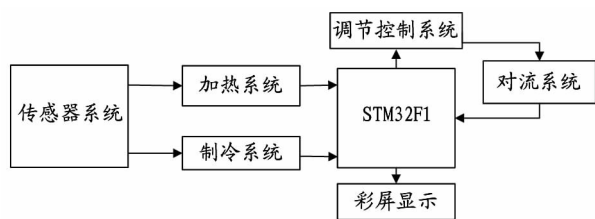


图 1 恒温实现结构图

Fig. 1 Constant temperature realization structure chart

1.4 加湿与除湿单元实现

1.4.1 加湿系统。加湿系统通过超声波雾化器来实现。电路超声波振荡,传输到压电陶瓷振子表面,压电陶瓷振子会产生轴向机械共振变化,再传输到与其接触的液体,使液体表面隆起,并在隆起的周围发生空化作用,由这种空化作用产生的冲击波将以振子的振动频率不断反复,使液体表面产生有限振幅的表面张力波,通过张力波的飞散作用使液体雾化将空气润湿。

1.4.2 除湿系统。将各种干燥剂通过多次试验进行对比,最终确定最佳除湿方案,确定以活性炭为首的干燥剂,通过孵化装置外接带有轴流流风机和活性炭的箱体以及导管装

置,加上轴流流风机的引向作用,将封闭空间内的空气引入干燥剂装置内进行除湿,再返回到孵化系统内,直至满足条件要求。恒湿系统结构图如图 2 所示。

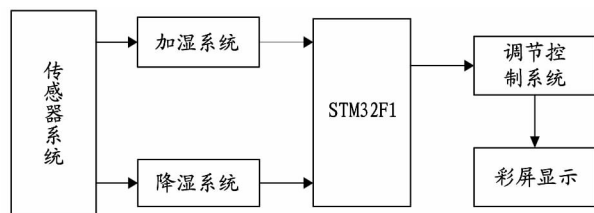


图 2 恒湿系统结构图

Fig. 2 Constant humidity system's structure chart

2 系统硬件电路的设计

2.1 电压跟随器 电压跟随电路的作用是避免热敏电阻和微处理器的相互影响,提高数据采集速度与精确度。电压跟随电路如图 3 所示。

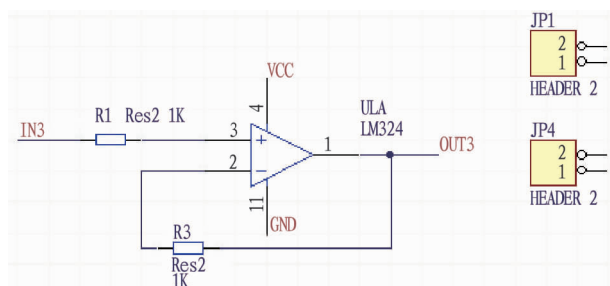


图 3 电压跟随电路

Fig. 3 Voltage follower circuit

2.2 程控电路 以 STM32F103VE 芯片的 FSMC 接口连接 RGB 接口数字屏,并利用 DMA 从片外 FLASH 读取显示数据。DMA 即直接内存存取,CPU 只需配置 DMA 相关的寄存器后,DMA 控制器就会自动将数据从一个地址传送到另一个地址,不占用 CPU 时间。程控电路图如图 4 所示。

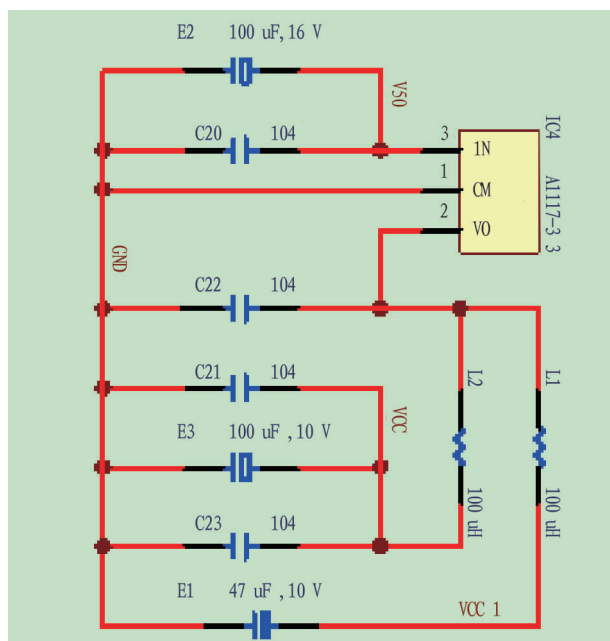


图 4 程控电路图

Fig. 4 The programme control circuit

3 系统软件的实现

主程序流程图如图 5 所示。主程序主要通过延时函数、复位函数、位读写函数、字读写函数、DAC 转换函数、Ds18B20 和 HR202L 的控制函数以及控制算法部分,从而实现温湿控系统的基本功能。通过人工按键的方式实现手动设置预设值,再通过程序控制,使得实际值满足要求。系统升温程序和系统发挥部分程序分别见图 6 和图 7。

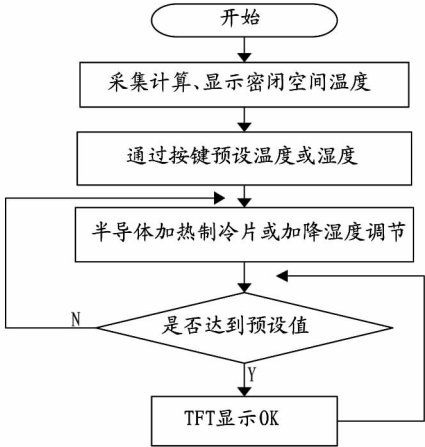


图 5 主程序流程图
Fig. 5 Main program flow chart

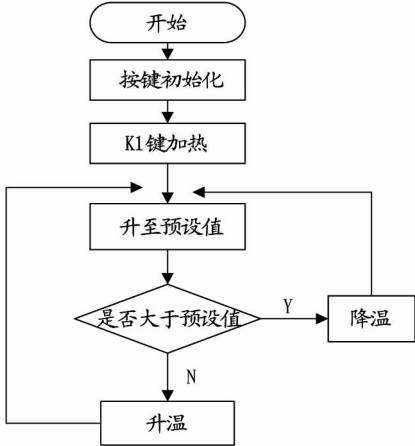


图 6 系统升温程序
Fig. 6 Temperature programming of the system

4 系统测试

4.1 仪器与设备 数字温湿度计,型号 HT6290,温度范围为 -10 ~ 60 ℃,湿度 10% ~ 95%;高精度温度计,型号 TM917HA,温度范围为 -100 ~ 1 370 ℃;开关电源,型号 LRS-200-12,额定功率 204 W。

4.2 试验数据

4.2.1 温度试验数据。依据设计的禽蛋孵化温湿度控制系统进行温度精确控制检测,在试验孵化箱内放置 8 个 Ds18B20 温度传感器,通过设置采集数据频率,达到每 10 s 更新 1 次数据,并最后显示在 TFT 彩屏。系统检测的孵化箱温度值见表 1。

为了更加精确地验证该试验的可靠性,采用 TM917HA 高精度温度计进行另一组试验,每 10 s 进行 1 次记录。人工

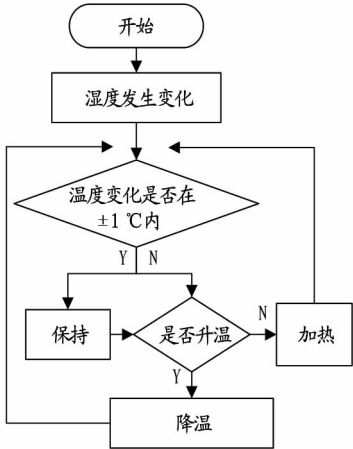


图 7 系统发挥部分程序
Fig. 7 Some display programs of the system

检测的温度值见表 2。

表 1 系统检测的孵化箱温度值

Table 1 Incubator's temperature value detected by the system			
时间 Time	温度 Temperature//℃	时间 Time	温度 Temperature//℃
09:30:10	37.6	09:31:10	37.7
09:30:20	37.6	09:31:20	37.6
09:30:30	37.7	09:31:30	37.6
09:30:40	37.7	09:31:40	37.6
09:30:50	37.6	09:31:50	37.7
09:31:00	37.6	09:32:00	37.7

表 2 人工检测的温度值

Table 2 Temperature value in manual detection			
时间 Time	温度 Temperature//℃	时间 Time	温度 Temperature//℃
09:30:20	37.6	09:31:10	37.6
09:30:30	37.6	09:31:20	36.7
09:30:40	37.7	09:31:30	37.6
09:30:50	37.7	09:31:40	37.6
09:31:00	37.7	09:31:50	37.7

通过对表 1 与表 2 数据的对比发现,该系统的温度控制精度在 0.1 ℃ 以内,控制精度完全达到孵化箱的要求,因此该系统符合设计要求。

4.2.2 湿度试验数据。对于该系统的湿度检测,采用 4 个 HR202L 湿度传感器放置于孵化箱内部不同位置,每 20 s 采集 1 次数据。系统检测的湿度值见表 3。

表 3 系统检测的湿度值

Table 3 Humidity value detected by the system			
时间 Time	相对湿度 Relative humidity//%	时间 Time	相对湿度 Relative humidity//%
13:20:10	65.6	13:21:50	66.0
13:20:30	65.7	13:22:10	66.3
13:20:50	65.6	13:22:30	66.3
13:21:10	65.6	13:22:50	65.4
13:21:30	65.9	13:23:10	65.4

利用 HT6290 数字温湿度计进行另一组试验,测定数据

如表 4 所示。

表 4 人工检测的湿度值

Table 4 Humidity values in manual detection

时间 Time	相对湿度 Relative humidity %	时间 Time	相对湿度 Relative humidity %
13:20:30	65.7	13:21:50	66.0
13:20:50	65.7	13:22:10	66.3
13:21:10	65.6	13:22:30	66.5
13:21:30	65.7	13:22:50	66.6

通过对表 3 和表 4 数据的对比发现,数据偏差较小,由于禽蛋孵化对湿度精度要求不高,因此该系统的设计方案符合要求。

5 结论

笔者对一种禽蛋孵化温湿度控制系统进行设计,通过系统方案的选择(包括温湿度传感器、控制器和加热加湿方案的选择)以及软硬件的配合,设计了一种理论可行的系统方案,并通过对比试验发现采集的数据精确性较高,能满足设计要求,总体设计合理。该研究为小型禽蛋孵化加工厂提供了一种切实可行的方案。

(上接第 220 页)

表 1 试模结果

Table 1 Results of trial mold

mm

批次 Batch	长度 Length	宽度 Width	进水口厚度 Thickness of water intake	出水口厚度 Thickness of water outlet	中间厚度 Thickness of intermediate
1	24.97	6.00	2.82	2.83	2.85
2	24.96	6.02	2.84	2.82	2.84
3	24.98	6.03	2.80	2.85	2.81
4	24.99	6.01	2.85	2.81	2.80
5	25.01	5.98	2.82	2.84	2.84
6	25.03	5.96	2.83	2.82	2.83
7	25.01	5.96	2.78	2.84	2.84
标准值 Standard value	25 ± 0.05	6 ± 0.05	2.8 ± 0.05	2.8 ± 0.05	2.8 ± 0.05

构的设计做了一定的分析,提高了产品模具设计的速度。对该模具进行了冷却系统的计算与分析,解决了生产中冷却水道尺寸单纯依靠经验的不足,提高了模具的试模成功率;并且根据试模的结果,优化了产品的设计参数,提高了产品的精度。一模多腔的模具设计,也大大提高了生产效率,提高了产品的竞争力。

参考文献

[1] 陈若男,王全九,杨艳芬.新疆砾石地葡萄滴灌带合理设计及布设参数的数值分析[J].农业工程学报,2010,26(12):40-46.

[2] 王维娟,牛文全,孙艳琦,等.滴头间距对双点源交汇入渗影响的模拟研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(4):219-234.

[3] 黄凯,蔡德所,潘伟,等.广西赤红壤甘蔗田间滴灌带合理布设参数确定[J].农业工程学报,2015,31(11):136-143.

[4] 谭小红,罗晓晔.细长杆多腔模不平衡注塑工艺优化[J].塑料工业,2015,43(12):64-68.

[5] 潘宏歌,王东东,魏家鹏.基于 Pro/E 的一模多模腔压铸模具设计[J].热加工工艺,2013,43(5):230-231.

[6] 周先保,吕湘江,黄贵清.基于 UG 的一模多腔注射模设计[J].价值工

参考文献

[1] 李大军.基于单片机的恒温恒湿孵化器系统设计[D].成都:电子科技大学,2016.

[2] 熊利荣,刘倩,王树才.用模糊控制算法实现多孵化箱温湿度精确控制[J].湖北农业科学,2008,47(11):1346-1349.

[3] 吕俊亚.一种基于单片机的温度控制系统设计与实现[J].计算机仿真,2012,29(7):230-233.

[4] 蔡兵.智能孵化控制系统的设计与实现[J].电子科技大学学报,2004,33(2):188-191.

[5] 王小增,杨久红.家禽孵化温度控制系统设计:基于 Smith 预估算法[J].农机化研究,2011,33(10):171-174.

[6] 杨东波.小型全自动孵化机及其效益分析[J].农业机械,2006(12):135-136.

[7] 殷斌.基于单片机的温度控制系统研究[J].机电工程,2015,32(6):887-890.

[8] 苏万鸿,刘天宇.基于单片机的恒温孵化箱控制系统的设计[J].科技创新与应用,2015(14):47.

[9] 韩冰,杨景发,刘记祥,等.基于单片机的禽蛋活胚孵化系统设计[J].中国家禽,2013,35(22):44-45.

[10] 童诗白,华成英.模拟电子技术[M].4版.北京:高等教育出版社,2011:1-300.

[11] 阙秀福,陈伟,杨连乔,等.基于 TEC 的小型快速高精度恒温系统设计[J].计算机测量与控制,2015,23(8):2696-2698.

[12] 赵畅,张嵘.小型温控系统的研究[J].微计算机信息,2008,24(19):8-10.

[13] 范寒柏,谢汉华.基于可控硅移相控制的高精度半导体制冷温控系统[J].仪表技术与传感器,2012(5):103-105.

[14] 华成英.模拟电子技术基本教程[M].北京:清华大学出版社,2006.

程,2015(23):129-130.

[7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.塑料节水灌溉器材压力补偿式滴头及滴灌管:GB/T 19812.2—2005[S].北京:中国标准出版社,2005.

[8] 何静,李光永,刘志峰.典型压力补偿滴头结构分析[J].节水灌溉,2006(5):29-31.

[9] 刘海海.齿轮套注塑模设计[J].工程塑料应用,2015,43(6):70-72.

[10] 吴晓,薛春娥.鼠标外壳注塑模具设计[J].工程塑料应用,2015,43(8):70-72.

[11] 宋小辉,苏庆勇,唐萍.汽车空调暖风机壳体注塑模具设计[J].工程塑料应用,2012,40(1):59-61.

[12] 沈言锦,常浩.电脑主机箱挡板的注塑模设计[J].工程塑料应用,2015,43(6):73-76.

[13] 段家现,闫西坡.手机壳体注射成型困气缺陷的消除方法[J].工程塑料应用,2015,43(9):49-53.

[14] 沈言锦.电话机面板注塑模设计[J].工程塑料应用,2015,43(11):68-71.

[15] 刘昌祺.塑料模具设计[M].北京:机械工业出版社,2000:602-606.

[16] 黄鹤辉,谭振威.注塑模冷却水孔直径计算及流量校核 MATLAB 计算程序[J].中国塑料,2002,16(6):72-75.

[17] 战国隆.新型高效内镶贴片式滴头研制[J].安徽农业科学,2015,43(31):344-345.