

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.06.030

# 基于单片机的温度控制系统的研究

殷 斌

(奥托尼克斯电子(嘉兴)有限公司,浙江 嘉兴 314001)

**摘要:**针对当前基于单片机的温度控制系统存在的噪音大、震荡频率大、反应速度慢等问题,对单片机的温度控制系统的工作原理、控温精度、控制算法等方面进行了研究。对温度控制系统的震荡频率调节方法和响应障碍解决策略进行了归纳,提出了一种基于单片机的运用 DS18B20 温度传感器的温度控制系统,对其工作原理进行了分析,并结合孵化箱的实验论探讨现有温度控制系统的实用性,再结合加热炉的实验分析在传统控制算法基础上发展而来的智能控制算法的优越性,研究了基于现有温度控制系统的发展潜力。研究表明,该系统采用了 DS18B20 系列温度传感器,采用在常规控制算法上发展而来的智能控制算法,增进了控温精度,提高了温度控制系统的实用性和响应速度,对于工业生产有重要的意义。

**关键词:**单片机;温度控制系统;应用范围;实现

**中图分类号:**TP273;TH39

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-4551(2015)06-0887-04

## Temperature control system based on single chip microcomputer

YIN Bin

(Autonics Electronic(jiaxing) Corporation, Jiaxing 314001, China)

**Abstract:** Aiming at the current noisy microcontroller based temperature control system exists, large oscillation frequency, slow response and other issues, the microcontroller temperature control system works, precision temperature control, control algorithms and other aspects of the study. Temperature control system for adjusting the oscillation frequency response methods and solution strategies summarized obstacles presented works based on the use of single-chip temperature sensor DS18B20 temperature control system was analyzed, and combined experimental incubator discussion on existing usefulness of temperature control system, combined with experimental analysis in conventional furnace control algorithm developed on the basis of the superiority of intelligent control algorithm was studied based on the development potential of the existing temperature control systems. The results indicate that the system uses a series of temperature sensors DS18B20, using the conventional control algorithm evolved only control algorithm, enhanced precision temperature control, improved usability and speed of response temperature control systems for the industrial production of significance.

**Key words:** microcontrollers; temperature control system; range of application; implement

## 0 引 言

随着经济的发展,人们越来越看重生活质量,智能高效的电子仪器成为提高人们生活质量的必需品,这也就导致了单片机在各个领域的广泛使用,从而也加快了单片机的发展速度。然而随着单片机的发展,人们也认识到了单片机的一些缺陷,为了缓解单片机的

先天缺陷所带来的不良影响,人们开始重视研究并实现单片机的温度测量及控制<sup>[1]</sup>。

纵观单片机的发展史,单片机应用的范围也越来越广阔,这不仅得益于它体积小、高效能等优点,更是因为它具有较好的稳定性和长寿命的原因,根据实验表明,单片机可以稳定可靠地工作十年甚至是二十年的时间。本研究总结了单片机的发展方向:第一,它逐

收稿日期:2015-01-29

作者简介:殷 斌(1970-)女,浙江嘉兴人,工程师,主要从事工业仪器仪表、控制器和传感器信赖性、安全性方面的研究. E-mail:5487495@qq.com

渐朝着低电压、低功耗的方向发展,这是电子产品的普遍发展方向,降低电压和功耗有利于在提高单片机的运行速度的同时,延长单片机的使用寿命,也是对国家节能减排号召的最有效的回应;第二,广泛采用低噪声与高可靠性技术,这项技术能够有效的提高单片机系统的抗电磁干扰能力,众所周知的是电磁干扰会影响单片机的指令的响应的准确性,低噪声与高可靠性技术可以使产品有效地适应恶劣的工作环境,以此来提高单片机在噪声的环境下高效的响应指令,这就满足了高标准的电磁兼容性的要求<sup>[2]</sup>。

本研究就单片机的工作原理进行概述,并且探讨单片机温度控制原理及实现方法,进而分析单片机的环境应用及要求它的发展方向,这些研究对于提高单片机的功能扩展都有利作用。

### 1 基于单片机的温度控制系统概述

随着单片机所应用的领域越来越广泛,它对温度的检测与控制越来越引起人们的广泛关注,因此,本研究主要探讨单片机的温度控制的实现方法。其中,主要探讨单片机与高精度温度传感器结合的方式的合理性与有效性<sup>[3]</sup>。

本研究以 DALLAS 公司生产的一线式高精度数字温度传感器 DS18B20 位例阐述单片机的温度控制系统的工作流程,流程方框图如图 1 所示。

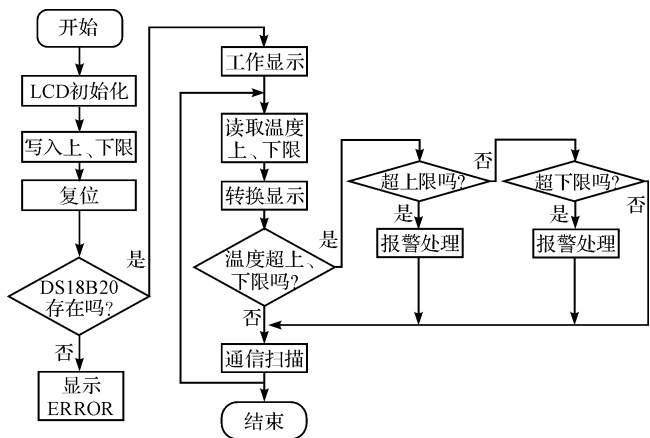


图 1 单片机的温度控制工作流程方框图

#### 1.1 温度控制系统工作原理分析

当温度控制系统开始工作时,温度系数振荡器开始工作,它产生出稳定的频率,这种频率用于检测高温的情况的发生,一旦检测到高温状态的发生,低温度系数振荡器便开始运作,它主要运用计数门对高温进行温度测量,先用减法计数器和温度寄存器将已检测到

的高温数值减到零,再用计数比较器将温度逐步升高至控制指数范围内,此时需要关闭计数门,随后再在系统内输入控制指数,将这个控制指数储存到温度寄存器中,这样在系统开始运作后,一旦机器的温度超出控制指数,温度系数振荡器就会开始工作,关闭计数门后对温度按照控制指数进行相应的调节,直到将温度调节到控制指数之内。由此可以看出,只要计数门保持在开启状态,温度控制系统就会持续工作,如此循环往复,就达到了将温度控制在控制指数范围内的目的,DS18B20 系统构成方框图如图 2 所示。

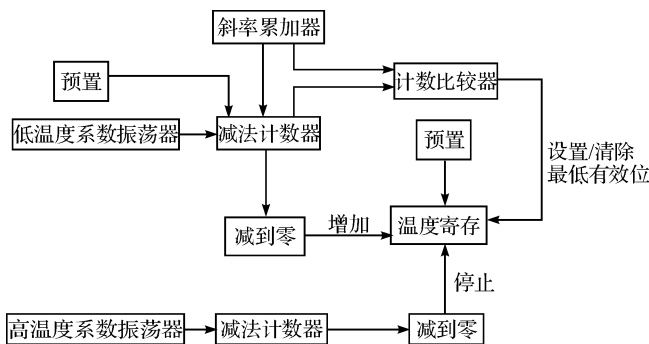


图 2 DS18B20 系统构成方框图

#### 1.2 基于孵化箱对温度控制系统工作原理的分析

孵化箱是一种需要能够精准地控制温度的电子仪器,蛋类孵化的成功率的高低与孵化箱是否能够精准的控制温度有直接的关系,为了保证孵化的成功率,温度控制系统已经在基于单片机的孵化箱中广泛应用。此处,笔者以基于单片机的孵化箱温度控制系统为例,以对孵化箱中的孵化温度的精准控制为主要目标,来分析 DS18B20 的工作原理。首先在孵化箱中围绕鸡蛋放置 4 个温度传感器 DS18B20,为了准确的记录温度指数,实现准确的温度控制的目的,本研究将孵化室的温度指数设置为 37 ℃,将温度指数更新频率设置为每 15 s 一次,并将这些数据完整地记录在数据库文件中,随后在温度值趋于稳定之后再读取这些数据。此时,本研究发现,当温度指数超过所设的控制指数时,温度指数会迅速降低到控制指数,这说明温度控制系统的响应速度很快,也很精准<sup>[4]</sup>。

#### 1.3 重点控制电路详解及优势(曲线图)

重点控制电路结构示意图如图 3 所示,在重点控制电路图中,电流首先从一端进入传感器,通过变压器将电压变小,然后通过电路的处理变为直流电,再在 C<sub>1</sub> 和 C<sub>2</sub> 处分别输入和输出电容来稳定电流,实现重点控制的目的,以此来影响传感器的温度值。重点控

制电路的优势在于通过降低电压和输入电容来使在高温情况发生时能够迅速的响应温度控制器的指令,这就需要提前输入一个控制指数来稳定可能发生的高温情况,此时系统就会实现对温度的自动调节,从而保持稳定的温度,这就实现了温度控制的目的。其中,用于稳压的二极管  $VD_1$  串接在稳压器的两脚之间,能够提高输出的电压,将电压稳定在输出电压和稳定电压值的和中,其中  $VD_2$  用于保护二极管,一旦输出电压低于稳压值是,它就会将输入的电压导入变压器进行变压,待电压恢复到输出电压和稳定电压值的和中时,  $VD_2$  就会导通并输出电流旁路,这样做就能够保证稳压器不被损坏的同时实现温度控制的功能有效地运作<sup>[5-6]</sup>。

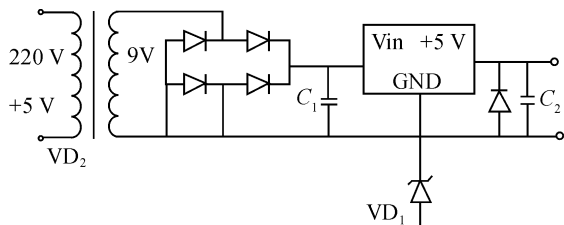


图3 重点控制电路结构示意图

## 2 温度控制系统的精度分析

在企业生产的过程中,为了提高生产效率、降低生产耗能,选用合理有效的控温系统尤为重要。控温系统的运作效率的高低主要依靠控温精度的准确性来实现,控温精度的实现需要输入准确的控制指数,在机器运转产生高温状况时有效的控制温度,将温度降低到控制指之内,同时依靠输入准确的控制算法来提高温度控制系统的响应速度和控温精度的准确性。无论是对于孵化箱来说,还是对于加热炉来说,它的温度控制系统都需要靠控温精度来实现,只有准确地在温度控制系统中输入准确有效的控温精度表,才能有效地将温度控制在控制指数,控温精度的准确性能够有效地减少偏差,提高生产效率的同时,减少耗能,控制机器生产温度,延长机器生产寿命,实现最优生产。

该系统中温度控制值为  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,实际温度范围在  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 235\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,实时温度监控实测值如图4所示,控温精度分析数据如表1所示,由图4可以看出运用温度控制系统之后,在系统运行之初,温度在  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,后逐步升温到  $235\text{ }^{\circ}\text{C}$  之后温度开始下降,到6 min后温度下降到最初的温度,也就是说基于单片机的温度控制系统能够有效地将温度控制在控制指数之内。

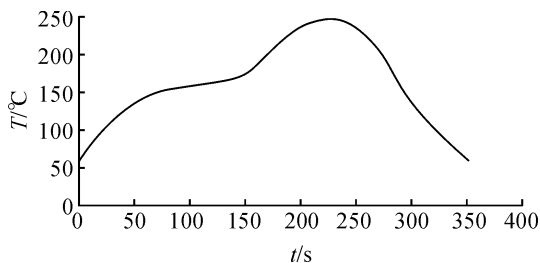


图4 实时温度监控实测值

表1 控温精度分析数据表

$t/s$	$T/^{\circ}\text{C}$
0	60
50	135
100	158
150	175
200	235
250	185
300	135
450	60

## 3 智能控制算法对加热炉温度控制的应用

加热炉是工业生产的主要耗能设备,为了解决它存在的惯性大、参数结构落后、温度高、能耗大等缺点,提高对它的控制水平,现本研究对加热炉的温度控制引用智能控制算法,以此来分析单片机温度控制系统的运作的合理性。所谓智能算法就是传统的PID控制算法与模糊控制、专家控制和神经网络控制算法相结合的新型算法,这种新型算法解决了加热炉滞后性严重的缺点,提高了它的反应效率,加速了设备运转速度,对于工业生产效率的提高有重要意义<sup>[7]</sup>。

传统PID控制算法基本公式:

$$U = K_p \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

式中: $U$ —控制值, $K_p$ —比例系数, $e(t)$ —控制器输入偏差。

此处对智能算法进行简要介绍:

### 3.1 模糊控制算法

模糊控制算法主要是针对加热炉难以现场准确建立模拟控制结构的缺点而应用其中的,这种算法主要是根据人工控制规则组织控制决策表,为控制对象建立精确的数学模型,来输入控制量的大小,这种算法采用的是反馈及时、运转高效的非线性控制器,这种算法随着这种控制器的变化而变化<sup>[8]</sup>。

基于传统 PID 控制算法的模糊控制算法基本公式:

$$u = k_{F-p}e + k_{F-1} \int e + k_{F-D} \hat{e} \quad (2)$$

式中: $u$ —控制值, $K_{F-p}$ —模糊比例系数, $e$ —控制器输入偏差。

### 3.2 专家控制算法

所谓的专家控制算法,就是一种将承载了大量知识储存量的专家系统与常规的 PID 控制算法想结合的智能控制算法,它包含一个涵盖了全方位的知识库的专家系统,这个专家系统可以解决这个算法运行时出现的依靠解析方法不能够解决的问题,它能够准确的采用现有的经验知识解决相应问题,还能处理各种定性信息,因此而备受推崇。

专家控制算法基本公式:

$$u_p(k) = u_p(k-1) + \gamma_1 f(k) \quad (3)$$

式中: $u_p(k)$ —控制值, $y_1$ —控制器输出, $f(k)$ —比例系数。

### 3.3 神经网络控制算法

神经网络控制算法,顾名思义,就是一种主要依靠模拟生物神经网络,来获取思维能力和学习能力,发展为学习、联想、记忆、校对等处理能力,这种算法的实用性高、推理速度快,适合处理加热炉温度控制系统。

神经网络控制算法:

$$u(k) = K_r c(k) + k_1 \sum_{j=0}^k c(j) + K_D [c(k) - e(k-1)] \quad (4)$$

式中: $u(k)$ —控制值, $K_p$ —比例比例系数, $e(k)$ —控制器输入偏差。

## 4 结束语

本研究介绍了基于单片机的温度控制系统的工作

原理,并以孵化箱为例分析了这种温度控制系统工作原理的合理性,实验证明,当温度达到提前存储到温度寄存器中的控制指数时,计数门就会关闭,温度控制器开始运作,将温度逐渐降低到控制指数内。同时,为了保证控温精度,提高系统的综合响应能力,笔者以加热炉为例研究了几种常用的控制算法,并且提出了最为适合于该系统的只能控制算法,该算法基于传统 PID 算法发展而来,吸收了现代算法的精髓<sup>[9]</sup>。

基于精确度的温度控制算法的研究对于温度控制系统的发展有重要意义,具有一定的工程价值。

### 参考文献(References):

- [1] 金波,周渝曦,宁德胜,等. 基于单片机的网络型智能多点温度控制器[J]. 机电工程,2006,23(1):12-15.
- [2] 李新国. 单片机温度控制系统[J]. 机电工程,2001,18(2):16-18.
- [3] 吴兴纯,赵金燕,杨秀莲,等. 智能 PID 算法在炉温度控制系统中的运用[J]. 机电工程,2011,28(8):948-950.
- [4] 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.
- [5] 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(6):146-148.
- [6] 陈志勇,童宝宏,张同雪,等. 基于单片机 AT89C51 的多功能绞肉机开发与实现[J]. 包装与食品机械,2014(1):38-41.
- [7] 刘伯春. 智能 PID 调节器的设计及应用[J]. 电子自动化,2005(3):20-25.
- [8] 王忠飞,胥芳. MCS-51 单片机原理及嵌入式系统应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2007.
- [9] 王忠全. 基于单片机的温度控制系统的研究[J]. 科技信息,2010(33):116-118.

[编辑:张豪]

本文引用格式:

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

YIN Bin. Temperature control system based on single chip microcomputer[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(6):887-890.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>