

# 基于 STM32F407 的温度控制系统

王艳<sup>1</sup> 张平<sup>1</sup> 王莉<sup>2</sup>

(1、潍坊理工学院, 山东 潍坊 262500 2、青岛科技大学, 山东 青岛 266061)

**摘要:**本设计是以 STM32F407 单片机为核心控制单元, 按键模块配合触摸屏模块的方式, 对温度的参数进行调节控制和显示的温度控制系统。本系统通过温度传感器 DS18B20 采集水泥电阻的温度, 将反馈的温度值与设定的温度值进行比较, 使用增量式 PID 算法, 调节输出电压的 PWM, 以实现控制温度的功能。该温度控制器可以通过调节控制电压输出来调节被加热物体的加热速率, 从而达到目标温度, 同时具有维持温度稳定和实时显示加热速率曲线、当前温度、目标温度的功能。

**关键词:**STM32F407; 温度传感器; PID 算法; 温度控制

**中图分类号:**TP277

**文献标识码:**A

**文章编号:**2096-4390(2019)32-0085-02

## 1 概述

随着智能化时代的到来, 温度控制系统的应用也逐渐趋向于智能化。温度控制应用于生活生产中的方方面面, 尤其是对生产环境要求较高的工业, 实现温度控制智能化将会大大节约人力资源, 降低社会消耗, 因此, 实现温度控制在未来将变得越来越重要。本文使用 STM32F407 单片机建立了一套比较完整可行的温度控制系统, 实现了对温度的控制, 尤其是在温度恒定方面。经过检验, 本方案切实可行, 结果合理可靠。

## 2 方案介绍

本方案分为六个模块: 电源模块、按键模块、显示模块、信号处理模块(包含 ADC 采集功能)、单片机控制模块、功率输出模块。

下图是整个方案的介绍:



图 1 设计方案流程图

系统通过驱动电路对水泥电阻进行加热, 在加热过程中, 温度传感器 DS18B20 感知水泥电阻的实时温度, 并输出自身的电压值, 根据电源模块提供的电压, 得到热敏电阻的电流值, 进而由电阻值使用二分法查表计算出水泥电阻的温度。将采集到的温度与目标温度进行比较, 如果目标温度高于采集温度, 则对驱动电路继续输出 PWM; 如果目标温度低于采集温度, 则停止加热。同时本系统使用了 PID 算法对 PWM 输出进行精确的控制, 从而可以调节温度的加热速率, 维持目标温度稳定。

## 3 单片机系统硬件设计

### 3.1 单片机

在本方案中, STM32F407 单片机是实现温度控制的核心部分。它能够方便对温度传感器采集回来的数字信号进行处理。它还可以进行低功耗、低电压的操作, 并且具有高效性、实时性, 同时拥有一个完全集成和易于编程的开发环境。经过比对, 发现 F407 的处理速度明显比 F103 快, 所以最终选取了 STM32F407 单片机。

### 3.2 按键模块和显示模块

本方案使用了按键模块和显示模块。通过四个按键的加減

实现目标温度的设定和加热速率的调节; 配合显示屏模块显示目标温度、加热速率曲线以及当前温度。

当按键一按下时, 显示屏进行模式转换, 分别显示目标温度、加热速率及加热曲线、当前温度; 在需要改变参数显示的情况下, 按键二、三分别表示温度的加減; 因精度的需要, 按键四可以选择参数的十位、个位、小数位。

### 3.3 温度采集电路

在本次设计的温度控制系统中, 使用了温度传感器 DS18B20, 它是常用的数字式温度传感器, 它的输出是数字信号, 方便单片机的读取。这种温度传感器不仅具有体积小, 硬件开销低的优势, 还具有抗干扰能力强, 精度高的特点。此外, 它只用一条口线, 就可实现微处理器 STM32F407 与温度传感器 DS18B20 的双向通讯, 无需繁琐的接线, 使用起来较为方便。下图是温度采集电路和驱动电路, 其中 P1 为热敏电阻, 即温度传感器 DS18B20:

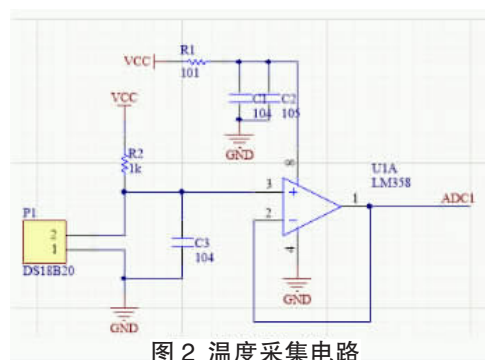


图 2 温度采集电路

其中, ADC1 采集的是温度传感器 DS18B20 两端的电压值, 经放大器跟随输出, 用 VCC 减去 ADC1 采集的电压, 使用欧姆定律计算得到 P1 两端的电流值, 进而求得 P1 的阻值。在图 3 中, ADC2 采集的是经过处理后的采样电阻两端的电压值, 用来反馈给信号处理部分, 根据比较结果, 改变输出 PWM 控制温度。ADC3 采集的电压值通过 R6、R7 分压, 采集的是六分之一倍的电压值; ADC2 采集的是经过一级跟随、比例放大 100 倍水泥电阻两端的电压值, 使用时需进行加工处理。

## 4 软件部分

本系统使用 KeilVision5 开发环境对单片机进行程序的编写, 主要使用了定时器中断、ADC 采集、显示、LED、按键、延时等函数。

4.1 在使用 ADC 采集函数对温度传感器的电阻值进行温度换算时采用了二分法查找, 查找温度精准快速, 提高了程序的运行效率。二分法查找数据快速, 不需要一一比对数 (转下页)

# 电气自动化控制中智能技术的应用研究

徐高翔

(山东理工大学电气与电子工程学院, 山东 淄博 255000)

**摘要:**随着我国经济技术飞速发展,我国电气工程领域也随之快速发展,许多先进技术手段都被应用到电气自动化控制当中,以此提高自动化控制能力。当前,电气自动化控制中的智能技术应用已经成为重点技术,该项技术可以提升电力生产效率,提高电力生产安全性能,有效推动电气工程技术发展。本文将围绕电气自动化控制中的智能技术的应用研究展开浅显探究。

**关键词:**电气自动化控制;智能化技术;应用

**中图分类号:**TM76

**文献标识码:**A

**文章编号:**2096-4390(2019)32-0086-02

随着现代社会科学技术的进步,电气工程自动化控制应运而生,该项技术对现代文化有着极其重要的推动力量。将智能技术应用到电气自动化控制不但可以提升控制效率,还能有效节约成本,满足企业改革中的技术需求,有助于企业长久稳定发展。因此,电气自动化控制在智能技术应用方面有着极为深远的意义。

## 1 智能化技术运用概述

人工智能在 20 世纪 50 年代第一次出现在大众视野之中,历经多年改革发展,人工智能无论在理论方面还是技术方面都趋于成熟,并形成一系列的综合技术,且该技术中的计算机是主要核心技术,涉及多个领域。而计算机的人工智能则属于重要研究内容,尤其是机器是否也具备人工智能是科研人员主要研究方向。随后科研人员借助计算年级编程,实现了智能化技术应用与电气工程自动化控制优化融合。技术人员对事先设计好的程序予以操作,然后借助计算机对所操作的信息予以分析处理后,得到相关反馈。电气工程自动化控制将智能化技术引入

之后,促使该行业发展迅速,提高电气自动化控制效率,降低人工成本投入,增加企业经济收入。

## 2 智能化技术应用特点

在电气工程领域中,智能化技术主要有四个特点:①提升工作效率。电气化工程中的自动化控制通常是借助 CNC 电脑进行检测控制,其中控制电气工程自动化的主要核心就是科学技术较为领先的电脑芯片,该芯片的应用既能保证控制技术的精确性,又能提电气设备速度,同时加快电气自动化控制流程之间的协调性,防止各个流程之间发生相互干扰,减少收敛时间,令工作效率大大提升。②在电气工程自动化控制中,技术人员要时刻保证控制性能处于最佳状态,智能化技术与电气工程自动化控制优化结合之后,原有控制性能显著提高。由于传统控制器与智能控制器具有较大差别,使得智能控制器要优于传统控制器,且能对周边环境予以监督控制,有效提高电气工程自动化监控管理水平,这样可以降级专业技术人员的技术水平,又能达到远程让监控。③在电气工程自动化控制中,PLC 有着极为重 (转下页)

据,节省时间,使温度控制系统显示实际温度误差减小,可以做到实时显示。

4.2 在温度控制方面主要应用了增量式 PID 算法,PID 调节规律对连续系统动态品质的校正非常有效。它的参数整定方式简便,结构改变灵活。在过程控制中,按偏差的比例 P、积分 I 和微分 D 进行控制:

$$U(t) = kp \cdot error(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t error(t) dt + \frac{T_d \cdot error(t)}{dt}$$

其中 P 的作用是比例控制,单纯使用比例控制  $u(t) = kp \cdot error(t)$  时,在不存在稳态误差的前提下,单 P 是可以达到我们所需要的目标的。在此温度控制系统中,如果 PWM 输出为 0,温度就会降低,即产生了我们上述所说的稳态误差,这时就需要积分 I 来同步调节:  $u(t) = kp \cdot error(t) + ki \int_0^t error(t) dt$ 。由于加了积分项,输入变大,稳态误差就会减小。微分项的值是一个负数,它的主要作用是减少控制过程中发生的震荡。

## 5 测试部分

### 5.1 加热功能

选取设定温度 100℃作为检验温度,开通电源从室温开始进行加热,在显示屏上显示加热速率。调节加热速率后,记录温度控制系统达到所设定的温度的时间,多次改变加热速率,记录加热时间,将得到的数据做对比,可以得出结论加热速率与加热时间呈线性关系。

### 5.2 保温功能

温度检测仪是工业生产中应用比较广泛的一种检测装置。

选取设定温度 40℃、60℃、80℃、100℃作为检验温度,开通电源,对电路从室温开始加热。当达到设定温度时,使用温度检测仪监测温度,经检验温度保持不变,误差不超过±3℃。

### 5.3 显示功能

设定目标温度为 75 摄氏度,加热速率为 25 摄氏度每分钟,从室温 26 摄氏度开始加热,当达到 75 摄氏度时,温度不再升高,保持在 75 摄氏度。

## 6 结论

本次基于 STM32F407 单片机设计的温度控制系统,对于硬件电路的搭建要求简洁全面,便于操作和显示,且结构稳定;对于软件部分,可以写好程序下载,也可根据需求编写程序,进一步扩展完善本系统。经过检验本系统具有重要的使用价值以及开发价值,可以进行推广使用。

## 参考文献

- [1]乐建波.温度控制系统[M].北京:化学工业出版社,2007,3.
- [2]刘婷.传感器设计中应用单片机技术的分析[J].数码设计,2017,6.
- [3]吕爱华.单片机技术在智能化电子产品中的应用分析[J].南方农机,2018.
- [4]王桔,洪梅.基于 STM32 单片机的恒温箱系统设计[J].长春大学学报,2015.
- [5]廖泽鑫.温度传感器的设计与研究[D].上海:复旦大学,2012.
- [6]唐杉林.温度传感器与温度的测量[J].电子测试,2016.