

# 恒温烤箱系统的设计

（电气与电子工程学院 20 届自动化 1601 班） 指导教师：张松林

## 引言

随着社会的发展，烤箱进入了越来越多的家庭中，人们可以使用恒温烤箱加热食物做出美味的熟食。本设计恒温烤箱系统主要的工作内容是对温度进行检测和控制，对温度控制的准确性将直接表明了恒温烤箱系统的性能。温度具有很强的滞后性，想要完成对温度的准确控制需要采取一套表现优异的温控算法，这对系统的工作性能表现和能源节约都具有现实意义。本设计采用 STM32 微控制器作为恒温烤箱系统的控制核心，使用单片机作为系统控制的核心，有着操作简单、工作速度快、电量消耗小、体积小等方面的优点，很适合应用在类似烤箱这类家用电器中。

在恒温烤箱系统的设计过程中，系统的控制算法是本设计中最为重要的部分，因此对于自动化专业的学生来说，学习并掌握自动控制方面的相关知识是特别重要的。在本次的设计中，采用增量式 PID 作为恒温烤箱控制系统的温控算法，此算法可以将烤箱的温度恒定保持在设定温度允许误差范围之内。本次的毕业设计要求我完成产品开发的整套工作,这对我来说是一次很好的锻炼机会。

本次设计的主要内容有：

- （1）设计系统控制算法；
- （2）设计系统硬件；
- （3）设计系统软件；
- （4）设计系统仿真；

在本次的毕业设计中，需要仔细分析选择不同的电子器件、设计各模块的功能，并绘制具体的硬件电路图，在这个过程中大大提升了个人的设计能力。

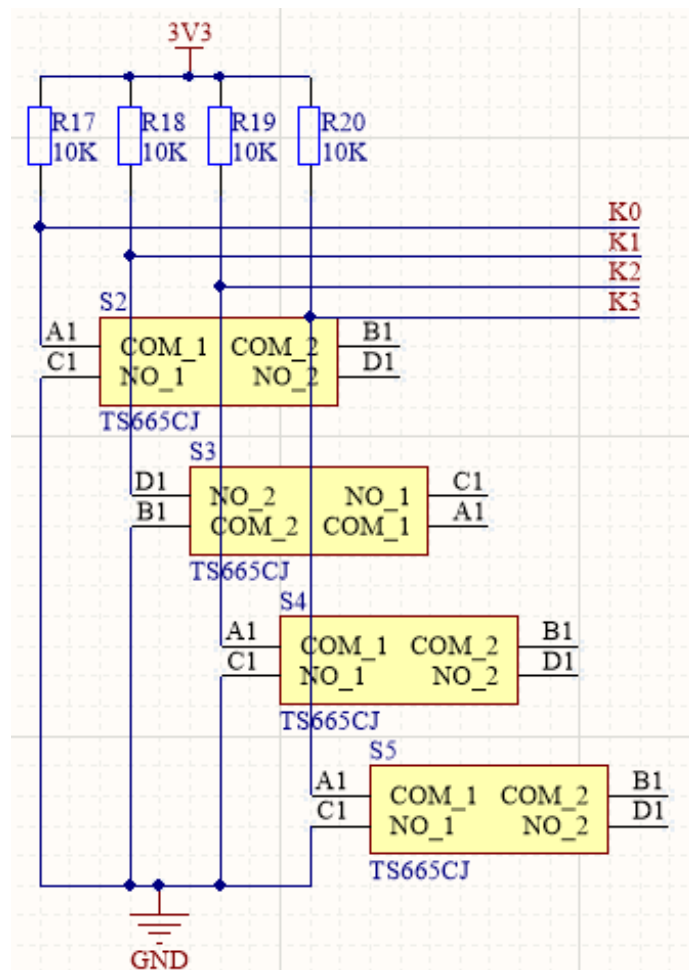


图 3-14 按键电路图

### 3.7 声光报警模块

声光报警模块使用 LED 灯和无源蜂鸣器，在恒温烤箱发生异常时，系统的蜂鸣器持续发出刺耳响声，LED 灯不停的闪烁，用来提醒用户烤箱此时工作出现了异常状况。具体的硬件连接图如下图 3-15 所示：

## 参考文献

- [1]梁剑平.基于 STM32 单片机的汽车防盗系统设计与实现[J].玉林师范学院学报,2015,36(05):128-134.
- [2]张仲俊,汪材印.基于 STM32 单片机的四轴飞行器飞行系统设计[J].集宁师范学院学报,2017,39(06):27-32.
- [3]陈东升,高俊侠,胡科堂.基于 STM32 的远程温控系统设计[J].电子产品世界,2011,18(05):30-32.
- [4]高立兵,康雁林.基于 AVR 单片机的 PID 温控系统设计[J].工业控制计算机,2010,23(04):91-92.
- [5]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,2015,25(08):13-16+21.
- [6]杨伟,肖义平.基于 STM32F103C8T6 单片机的 LCD 显示系统设计[J].微型机与应用,2014,33(20):29-31+34.
- [7]李曦,周冬梅.基于 STM32 的无刷直流电机驱动板设计[J].科技传播,2015,7(17):139-140.
- [8]孙艳波,苏凤,刘美丽.基于 STM32 的车载酒精检测系统的设计[J].电子技术与软件工程,2015(24):112-113.
- [9]雷慧杰.基于 STM32 的直流电机 PID 调速系统设计[J].现代电子技术,2016,39(08):165-167+170.
- [10]林森,刘志东,吕庆军.基于 STM32 的 PID 算法控制直流电机系统设计[J].产业与科技论坛,2017,16(02):78-79.
- [11]张宝峰,张耀,朱均超,豆梓文,符焯.基于模糊 PID 的高精度温度控制系统[J].传感技术学报,2019,32(09):1425-1429.
- [12]徐湏基,肖城钢,李婷,龚明,陈芳.串级 PID 算法在滚球控制系统中的应用[J].现代电子技术,2020,43(09):122-125.
- [13]杨娜,武昆.基于双模糊 PID 的食品包装机热封温度控制研究[J].包装工程,2019,40(17):187-193.

- [14]Haibo Liang,Bo Ma,Kai Zuo,Jiangna Cao. Fuzzy immune algorithm based remote wireless transmission for Throttled PID control strategy[J]. Elsevier B.V.,2020.
- [15]S. F. Toha,M. O. Tokhi. PID and inverse-model-based control of a twin rotor system[J]. Cambridge University Press,2011,29(6).



## 附录 C 程序

PID 算法程序

```
void PID_Init()
```

```
{
```

```
    pid.T=200;    //采用周期
```

```
    pid.pwmcycle=1000;    //控制周期
```

```
    pid.Kp=5;
```

```
    pid.Ti=4000;
```

```
    pid.Td=2000;
```

```
    pid.OUT=0;
```

```
    pid.K1=pid.Kp*(1+pid.T/pid.Ti+pid.Td/pid.T);
```

```
    pid.K2=pid.Kp*(1+2*pid.Td/pid.T);
```

```
    pid.K3=pid.Kp*pid.Td/pid.T;
```

```
}
```

```
void PID_Calc( )
```

```
{
```

```
    static u16 calc;
```

```
    calc++;
```

```
    float t1,t2,t3;
```

```
    if(calc<pid.T) return ;    //判断计算时间
```

```
    pid.Ek=pid.Sv-pid.Pv;    //偏差
```

```
    t1=pid.K1*pid.Ek;
```

```
    t2=pid.K2*pid.Ek_1;
```

```
t3=pid.K3*pid.Ek_2;

pid.increment=t1+t2+t3; //增量
pid.OUT+=pid.increment; //实际控制量
if(pid.OUT>pid.pwmcycle)
{
    pid.OUT=pid.pwmcycle; // 全量控制
}
if(pid.OUT<0)
{
    pid.OUT= pid.OUT1; //最小控制量
}

pid.Ek_2=pid.Ek_1;
pid.Ek_1=pid.Ek;

calc=0;
}
```

温度采集程序

```
void read_temper()
{
    static u16 samtim;

    samtim++;

    if(samtim<pid.T) //判断采样时刻
        return ;

    pid.Pv=adc_get_temp(); //adc 采样
    samtim=0;
```

```
}  
  
double adc_get_temp()  
{  
    int i;  
    double temp;  
    uint32_t sum;  
    sum = 0;  
    for (i = 0; i < ADC_BUFFER_SIZE; i++) //读取采样数值  
    {  
        sum += adc_buffer[i];  
    }  
    sum *= 25; //数值转换  
    temp = sum / 819.0;  
    temp /= ADC_BUFFER_SIZE;  
    return temp;  
}
```

控制程序

```
void PID_out() //每 1us 调用一次  
{  
    static u16 pw;  
    pw++;  
    if(pw>=pid.pwmcycle) //PWM 周期超出判断  
    {  
        pw=0;  
    }  
    if(pw<pid.OUT) //加热  
    {
```



```
        pwmout_0;  
    }  
    else    //不加热  
    {  
        pwmout_1;  
    }  
}
```

## 附录 D 主要参考文献的题录及摘要

[1]梁剑平.基于 STM32 单片机的汽车防盗系统设计与实现[J].玉林师范学院学报,2015,36(05):128-134.

【摘要】本系统使用 STM32 单片机作为控制器。中央模块控制器产生随机码作为密码地址，通过无线方式发送到钥匙模块，钥匙模块根据地址发回加密信息，中央模块对加密信息进行解密并校验，返回校验结果，同时根据校验结果判断是否要进行声光报警；在解锁后中央模块可以更改加密方法和密码；随机密码用 EEPROM 储存，系统掉电时密码信息不丢失，密码信息也不能通过无线遥控方式进行更改或泄露，提高了汽车防盗系统的安全性。本系统经过多次试验，性能稳定，取得很好的效果，在汽车防盗方面有重要的研究意义。

[2]张仲俊,汪材印.基于 STM32 单片机的四轴飞行器飞行系统设计[J].集宁师范学院学报,2017,39(06):27-32.

【摘要】针对现阶段四轴飞行器飞行中存在的稳定性问题，通过对互补滤波、四元数、串级 PID 等技术的研究，设计了一种基于 STM32 的四轴飞行器飞行系统。该系统采用 STM32 作为主控芯片，利用 9 轴传感器(3 轴加速度计、3 轴陀螺仪、3 轴磁力计)GY-86 测得原始数据，经过四元数姿态解算得到飞行器的姿态信息，再通过遥控器和主控板进行通信，利用串级 PID 控制算法驱动无刷电机实现四轴飞行器的稳定飞行。实验测试结果表明：该系统能够保证四轴飞行器的稳定飞行，有很好的实用价值。

[3]陈东升,高俊侠,胡科堂.基于 STM32 的远程温控系统设计[J].电子产品世界,2011,18(05):30-32.

【摘要】本文介绍了一种基于 STM32 的远程温控系统的设计与实现。系统的硬件部分由工控机和以 STM32F103 为微控制器的温控单元组成,在此基础上设计了基于模糊 PID 的控制算法及其软件实现。最后，将此系统应用于高温高压水流体-固体相互作用实验装置中，取得了令人满意的控制效果。

[4]高立兵,康雁林.基于 AVR 单片机的 PID 温控系统设计[J].工业控制计算机,2010,23(04):91-92.

【摘要】设计了一种基于 Atmega16 单片机的温控系统。该系统采用单片机为控制器，温度传感器 DS18B20 完成对温度信号的采集,并把采集的信号送入单片机进行处理，实时显示温度值，根据系统设定完成相应的数字 PID 控制，并论述了其程序实现方法。

[5]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,2015,25(08):13-16+21.

【摘要】设计以 STM32F103VET 单片机作为系统控制处理器，设计过程中使用温度传感器 PT1000，STRVE TFT(400×240)彩色液晶显示屏，PTC 加热片，半导体制冷片，风扇，状态指示灯及声光报警电路。系统采用 PID 控制算法进行温度控制，当箱体内气温低于设定值时，加热片开始加热，当箱内温度高于设定值时制冷片开始工作。

[6]杨伟,肖义平.基于 STM32F103C8T6 单片机的 LCD 显示系统设计[J].微型机与应用,2014,33(20):29-31+34.

【摘要】基于 Keil for ARM 集成开发环境,设计了一种以单片机 STM32F103C8T6 为核心的 LCD12864 液晶显示系统，可以在屏幕任意位置实现字符显示和图形显示，同时实现了贪吃蛇游戏的功能。该系统操作便捷，界面友好，具有功耗低、速度快、性价比高等优点。

[7]李曦,周冬梅.基于 STM32 的无刷直流电机驱动板设计[J].科技传播,2015,7(17):139-140.

【摘要】无刷直流电机因体积小，转速高等特点因此应用十分广泛，并且工业控制领域中，直流电机作为执行元件得到了广泛的应用。设计基于 STM32 的直流电机驱动系统，驱动系统集成了电机控制、电源、通讯、驱动电路，驱动 24V 直流电机工作。

[8]孙艳波,苏凤,刘美丽.基于 STM32 的车载酒精检测系统的设计[J].电子技术与软件工程,2015(24):112-113.

【摘要】该系统主控制器选用微控制器 STM32F103ZET6，半导体酒精传感器 MQ-3 和电化学酒精传感器 ME3A-C2H5OH 为该系统的传感器，采用 TFTLCD 为显示模块，SIM900A 作为 GPRS 模块,设计了一个自行检测并实时上传酒驾车辆相关信息的车载酒精检测系统。

[9]雷慧杰.基于 STM32 的直流电机 PID 调速系统设计[J].现代电子技术,2016,39(08):165-167+170.

【摘要】设计一种基于单片机的直流电机调速系统，该系统以基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32 微控制器为核心，利用软件产生 PWM 控制信号，采用增量式 PID 算法控制直流电机的起动、制动、正反转和速度调节,简单友好的上位机界面可实时监测电机的各种运行信息。实验结果表明,该系统具有稳态误差小，控制精度高，响应速度快，能耗低、效率高等优点，对上肢康复机器人的研究具有一定的借鉴价值。

[10]Haibo Liang,Bo Ma,Kai Zuo,Jiangna Cao. Fuzzy immune algorithm based remote wireless transmission for Throttled PID control strategy[J]. Elsevier B.V.,2020.

【摘要】Pressure control drilling technology (MPD) an effective solution to the problems of low efficiency and high drilling risk of conventional drilling technology. Based on the current working environment of the oil well site, this paper introduces a data acquisition system based on the well field wireless transmission network, studies and analyzes the factors affecting the bottom hole pressure and the characteristics of the various components of the throttle manifold. Based on the mathematical model of the control system and the remote wireless transmission of data, this paper proposes an improved fuzzy immune PID control model. The model uses fuzzy rules to adjust the parameters of the PID controller in adaptively, which keeps the controlled object in a good dynamic and static stable state, reduces the overshoot of the traditional PID and makes the controlled variable approach the control target quickly. The control system simulation results show that the fuzzy immune PID control algorithm has a fast dynamic response, no overshoot, no static error, and strong self-adaptability when the algebraic model parameters of throttle valve change.