

# 基于 MAX6675 的温度控制器设计

李平, 李亚荣

(大连交通大学, 辽宁 大连 116028)

**摘要:**以热电偶等模拟测量控制元件为基础的温度控制器,由于冷端温度补偿、A/D转换、D/A转换等环节的存在,使得测量控制电路较为复杂,调试也很麻烦。为此,以新型数字器件为主,设计了一种温控器电路,结构简单,又能满足一定的精度要求,有关参数通过了实验调试。以2 kW电阻炉为被控对象,以K型热电偶为测温传感器,介绍了基于MAX6675的温度控制器的构成、硬件原理、软件方法,重点说明了测量转换器件MAX6675、控制器件MOC3083的使用方法以及与单片的接口。

**关键词:**温度控制器; K型热电偶; 双向可控硅

**中图分类号:** TP216 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1841(2004)07-0029-02

## Design of Temperature Controller Based on MAX6675

LI Ping, LI Ya-rong

(Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

**Abstract:** The circuits of temperature controllers which are based on thermocouple and other analog devices are often complicated and can't be adjusted easily, because there are so many parts such as cold junction compensation, A/D converter and D/A converter. Now, having designed a circuit for the temperature controller which consists of new type of digital devices. It has simple structure and enough accuracy. The circuit parameters concerned have been tested in practice. Taking the stove of two kilowatts as the controlled object and the K thermocouple as the temperature sensor. Introduced the structure, hardware principle and software manner for the temperature controller based on MAX6675. Emphasized the using method and interface with the measuring element MAX6675 and the controlling element MOC3083.

**Key Words:** Temperature Controller; K thermocouple; Triac

## 1 引言

温度的测量与控制是工程实践中的常见问题。温度控制器是温度控制中不可缺少的设备。对于以热电偶为测温传感器的温控器,由于热电偶需要冷端补偿,其输出的模拟电势信号需经放大及A/D转换后送入计算机处理。计算机输出的温度控制信号一般要经D/A转换,因而测量控制电路较复杂,调试也很麻烦。以实验室1台2 kW电阻炉为被控对象,以原有的K型热电偶为传感器,选用MAXIM公司生产的自带温度补偿的K型热电偶串行模/数转换器MAX6675为测量电路,选用双向可控硅为控制元件,以AT89C51为中心,设计了一套温控器电路。电路参数经过了实际调试。由于测量和控制元件都可以与单片机直接接口,硬件电路结构简单,体积小,可靠性高,又能满足一定的精度要求。

## 2 温控器硬件构成及原理

### 2.1 温控器原理框图

如图1所示,电阻炉温度控制范围为100~1000,传感器采用应用较广的K型热电偶,热电偶测量电路选用MAX6675。MAX6675将热电偶输出的mV信号直接转换成数字信号送给单片机AT89C51,冷端温度补偿问题由MAX6675自行解决。单片机通过串行口与上位机通讯,发送测量数据,接收温度给定值,并将温度测量值与给定值比较分析,送出控制信号驱动光耦MOC3083,以控制可控硅BCR50GM的导通与截止,使电阻炉的温度能够稳定在给定点附近。



图1 温控器原理框图

### 2.2 MAX6675 工作特性

MAX6675是美国MAXIM公司生产的带有冷端温度补偿、线性校正、热电偶断线检测等功能的K型热电偶测量转换电路,其输出为12位二进制数字量。测温范围0~1023.75,温度分辨能力为0.25,在0~700范围内温度显示误差不大于8LSB。冷端补偿范围为-20~+85,工作电压3.0~5.5V,可以满足大多数工业应用场合。

MAX6675的内部结构如图2所示,主要由热电偶模拟信号放大电路、冷端温度补偿电路、A/D转换电路及数字控制电路等组成。根据热电偶的原理,其产生的热电势满足下列关系:

$$E_{AB}(t, 0) = E_{AB}(t, t_0) + E_{AB}(t_0, 0)$$

式中:  $t$  为热端温度;  $t_0$  为冷端温度; 0代表0。

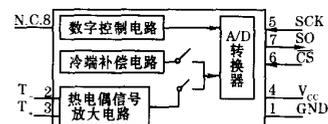


图2 MAX6675 内部结构框图及引脚

A/D转换电路将热电偶信号  $E_{AB}(t, t_0)$  与温度补偿电路的补偿信号  $E_{AB}(t_0, 0)$  相加后得到  $E_{AB}(t, 0)$ , 再进行模拟量到数字量的转换,以12位串行方式从引脚SO上输出。当12位全为0时,说明被测温度为0;12位全为1,则被测温度为1023.75。由于MAX6675内部经过了激光修正,因此转换的数字量与被测温度值之间具有较好的线性关系,可由下式给出:

$$\text{温度值} = 1023.75 \times \text{转换后的数字量} / 4095$$

MAX6675采用SO-8封装,体积小,可靠性好,其引脚安排参见图2,功能如表1所示。

表 1 MAX6675 引脚功能

引脚	符号	功能
2	T <sub>-</sub>	热电偶负极(使用时接地)
3	T <sub>+</sub>	热电偶正极
5	SCK	串行时钟输入
6	CS	片选
7	SO	串行数据输出
4	V <sub>CC</sub>	电源端
1	GND	接地端
8	N.C.	悬空不用

MAX6675 与单片机的接口参见图 3,单片机提供 3 个 I/O 口线与 MAX6675 联络。

### 2.3 控制环节原理

温度控制环节采用光电耦合器驱动双向可控硅方式。光电耦合器采用 MOTOROLA 公司生产的用于触发可控硅的 MOC3083。此元件具有过零检测功能,可用直流低电压,小电流来控制高电压,大电流,触发电路简单可靠,抗干扰能力强。

其内部结构及引脚参见图 3,它采用双列直插 6 脚封装。此元件由输入、输出两部分组成。输入部分是一个砷化镓红外发光二极管,该二极管在 5 mA 正向电流作用下,发出足够的红外光来触发输出部分。输出部分为带有一过零检测器的光控双向可控硅,被触发导通后发出控制信号触发主电路控制元件。

主电路由双向可控硅 BCR50GM 控制,其开关电流为 50 A,通过实际调试,确定了控制电路参数,如图 3 所示。

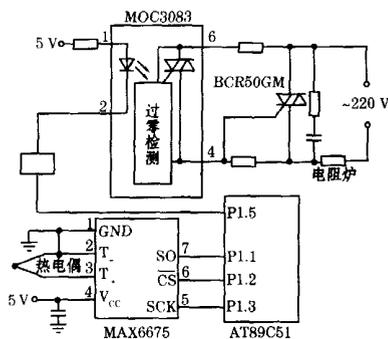


图 3 测量控制接口

## 3 软件设计

### 3.1 测量程序说明

测量环节的软件重点在 MAX6675 测温数据的读取。MAX6675 与单片机通过 3 线串口进行通讯,其工作时序如图 4 所示。当 CS 引脚由高电平变为低电平时,MAX6675 停止任何信号的转换并在时钟 SCK 的作用下向外输出已转换的数据;当 CS 从低电平变回到高电平时,MAX6675 将进行新一轮转换。一个完整的数据读取需要 16 个时钟周期,数据的读取在 SCK 的下降沿进行。

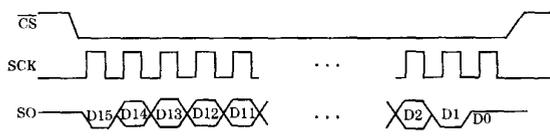


图 4 MAX6675 数据读取时序

MAX6675 的输出数据为 16 位,输出时高位在前。D15 为无用位;D14~D3 对应于热电偶模拟输出电压的数字量;D2 用于检测热电偶是否断线(D2 为 1 表明热电偶断线);D1 为 MAX6675 标识符;D0 为三态。具体的读数据子程序如下。硬件参见图 3。温度数据高 4 位存于 21H,低 8 位存于 20H,断偶标志存于进位位。

```

READ:CLR P1.2
      SETB P1.3
      NOP
      CLR P1.3 ;读 D15
      NOP
      SETB P1.3
      MOV A,#00H
      MOV R0,#04H
READH4:CLR P1.3 ;开始读高 4 位
        RL A
        MOV C,P1.1
        MOV ACC.0,C
        SETB P1.3
        DJNZ R0,READH4
        MOV 21H,A
        MOV A,#00H
        MOV R0,#08H
READL8:CLR P1.3 ;开始读低 8 位
        RL A
        MOV C,P1.1
        MOV ACC.0,C
        SETB P1.3
        DJNZ R0,READL8
        MOV 20H,A
        CLR P1.3 ;读 D2 断偶标志
        MOV C,P1.1
        SETB P1.3
        NOP
        CLR P1.3
        NOP
        SETB P1.3
        NOP
        CLR P1.3
        NOP
        SETB P1.2
        RET
    
```

### 3.2 控制模块软件

温度控制采用过零触发方式控制可控硅在设定周期中的导通周波数。单片机通过 P1.5 控制可控硅在 1 s 内导通的百分率达到调功的目的。根据要求可选用不同控制方式,一般情况下,可采用二位式输出。

## 4 结束语

由于选用了 MAX6675、MOC3083 等数字型测量控制元件,设计的温控器结构简单,控制方便,有关电路参数通过了 2 kW 电阻炉的实验调试,具有实用意义。

### 参考文献

- [1] 虞致国. MAX6675 的原理及应用. 国外电子元器件, 2002(12): 41 - 43.
- [2] 杜维. 过程检测技术及仪表. 北京: 化学工业出版社, 1999: 31 - 37; 306 - 310.
- [3] 蒋光祖. 晶闸管交流电力控制器. 北京: 机械工业出版社, 1988: 121 - 159.
- [4] 6 - dip Zero-cross Optoisolators Triac Driver Output. Motorola Semiconductor Technical Data.