

# 基于单片机的电阻炉温度控制系统设计

## Resistance Furnace Temperature Control System Based on Single-chip Computer

(武汉科技大学) 吕小红 周凤星 马亮

LV Xiao-hong ZHOU Feng-xing MA Liang

**摘要:** 文中介绍了以单片机 AT89C52 作为核心元件构成的电阻炉温度控制系统的工作原理,详细说明了采用的新型元件,分析了系统硬件结构,最后给出了系统流程图。

**关键词:** 单片机;电阻炉;温度测量;控制系统

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A

**Abstract:** This paper introduces the principle of resistance furnace temperature control system whose nuclear component is single-chip computer of AT89C52. The used new component and hardware structure of system is presented detailedly and the flow chart is given at last.

**Key words:** Single-chip computer; Resistance Furnace; Temperature measurement; Control system

### 1 引言

电阻炉在化工、冶金等行业应用广泛,因此温度控制在工业生产和科学研究中具有重要意义。其控制系统属于一阶纯滞后环节,具有大惯性、纯滞后、非线性等特点,导致传统控制方式超调大、调节时间长、控制精度低。采用单片机进行炉温控制,具有电路设计简单、精度高、控制效果好等优点,对提高生产效率、促进科技进步等方面具有重要的现实意义。本文介绍的温度控制系统的主要技术指标有:温控范围:300℃~1000℃;恒温时间:0~24小时;控制精度:±1℃;超调量<1%。

### 2 整体设计及系统原理

本系统由单片机 AT89C52、温度检测电路、键盘显示及报警电路、时钟电路、温度控制电路等部分组成。系统中采用了新型元件,功能强、精度高、硬件电路简单。其硬件原理图如图1所示。

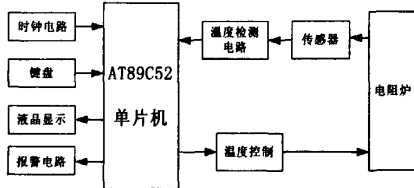


图1 硬件原理图

在系统中,利用热电偶测得电阻炉实际温度并转换成毫伏级电压信号。该电压信号经过温度检测电路转换成与炉温相对应的数字信号进入单片机,单片机进行数据处理后,通过液晶显示器显示温度并判断是否报警,同时将温度与设定温度比较,根据设定的PID算法计算出控制量,根据控制量通过控制固态继电器的导通和关闭从而控制电阻丝的导通时间,以实现炉温的控制。该系统中的时钟电路可以根据要求进行准确计时。

吕小红:研究生

基金项目:湖北省教育厅重点研究项目(D200711004)

### 3 硬件设计

#### 3.1 温度检测电路

本系统采用的K型(镍铬-镍硅)热电偶,其可测量1312℃以内的温度,其线性度较好,而且价格便宜。K型热电偶的输出是毫伏级电压信号,最终要将其转换成数字信号与CPU通信。传统的温度检测电路采用“传感器-滤波器-放大器-冷端补偿-线性化处理-A/D转换”模式,转换环节多、电路复杂、精度低。在本系统中,采用的是高精度的集成芯片MAX6675来完成“热电偶电势-温度”的转换,不需外围电路,I/O接线简单、精度高、成本低。

MAX6675是MAXIM公司开发的K型热电偶转换器,集成了滤波器、放大器等,并带有热电偶断线检测电路,自带冷端补偿,能将K型热电偶输出的电势直接转换成12位数字量,分辨率0.25℃。温度数据通过SPI端口输出给单片机,其冷端补偿的范围是-20~80℃,测量范围是0~1023.75℃。表1为MAX6675的引脚功能图。

引脚号	名称	功能
1	GND	接地端
2	T-	热电偶负极(使用时接地)
3	T+	热电偶正极
4	VCC	电源端
5	SCK	串行时钟输入端
6	CS	片选信号
7	SO	数据串行输出端
8	NC	悬空不用

表1 MAX6675的引脚功能图

图2为本系统中温度检测电路。

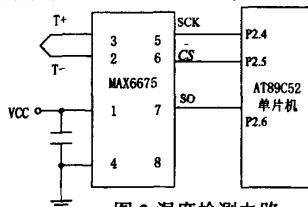


图2 温度检测电路

当P2.5为低电平且P2.4口产生时钟脉冲时,MAX6675的SO

脚输出转换数据。在每一个脉冲信号的下降沿输出一个数据,16个脉冲信号完成一串完整的数据输出,先输出高电位 D15,最后输出的是低电位 D0,D14~D3 为相应的温度转换数据。当 P2.5 为高电平时,MAX6675 开始进行新的温度转换。在应用 MAX6675 时,应该注意将其布置在远离其它 I/O 芯片的地方,以降低电源噪声的影响;MAX6675 的 T-端必须接地,而且和该芯片的电源地都是模拟地,不要和数字地混淆而影响芯片读数的准确性。

### 3.2 时钟电路

在系统中需要准确显示升温时间、恒温时间等,因而选用了时钟芯片 DS12887 构成定时电路来完成对时间的准确计时。DS12887 具有时钟、闹钟、12/24 小时选择和闰年自动补偿功能;包含有 10B 的时钟控制寄存器、4B 的状态寄存器和 114B 的通用 RAM;具有可编程方波输出功能;报警中断、周期性中断、时钟更新中断可由软件屏蔽或测试。使用时不需任何外围电路,并具有良好的外围接口。在本系统中,DS12887 的地址/数据复用总线与单片机的 P0 口相连。通过定时器中断,CPU 每隔 0.4 秒读一次 DS12887 的内部时钟寄存器,得到当前的时间,并送到液晶显示器进行显示。每当电阻炉从一个状态转入另一个状态,CPU 通过 DS12887 把时间清零,重新开始计时。此外,通过 DS12887,还可以设定电阻炉的加热时间和恒温时间。电路如图 3 中所示。

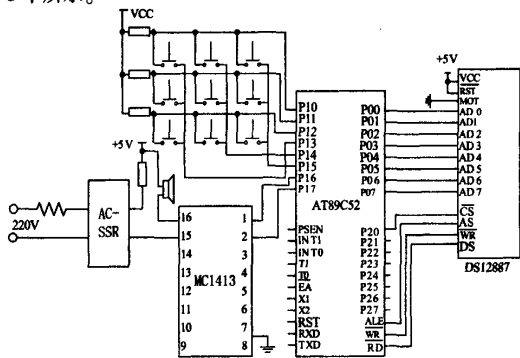


图3 键盘、时钟、报警和控温电路

### 3.3 键盘显示和报警电路

本系统采用 3\*3 键盘,由单片机 I/O 口控制,可通过按键设定温度和时间,有的按键在不同情况下可以实现不同功能。显示器选用点阵字符液晶显示器 TC1602,系统中将扩展芯片 8155 的 P0 口、PC.0~PC.2 口与 TC1602 接口相连,TC1602 的显示形式是 16\*2 行,可显示炉温、设定时间、实际时间等。报警电路是将单片机的 I/O 口与驱动芯片 MC1413 相连,通过 MC1413 驱动蜂鸣器。键盘电路和时钟电路如图 3 中所示。

### 3.4 控温电路

控温电路包括驱动芯片 MC1413、过零型交流固态继电器(Z 型 SSR)。报警和控温电路如图 3 中所示。

Z 型 SSR 内部含有过零检测电路,当加入控制信号,且负载电源电压过零时,SSR 才能导通;而控制信号断开后,SSR 在交流电正负半周交界处断开。也就是说,当 Z 型 SSR 在 1 秒内为全导通状态时,其被触发频率为 100HZ;当 Z 型 SSR 在 1 秒内导通时间为 0.5 秒时,其被触发频率为 50HZ。在本系统中,采用 PID 控制算法,通过改变 Z 型 SSR 在单位时间内的导通时间达到改变电阻炉的加热功率、调节炉内温度的目的。

## 4 软件设计

在系统软件中,主程序完成系统初始化和电炉丝的导通和

关断;炉温测定、键盘输入、时间确定和显示、控制算法等都由子程序来完成;中断服务程序实现定时测温 and 读取时间。流程图如图 4 所示。

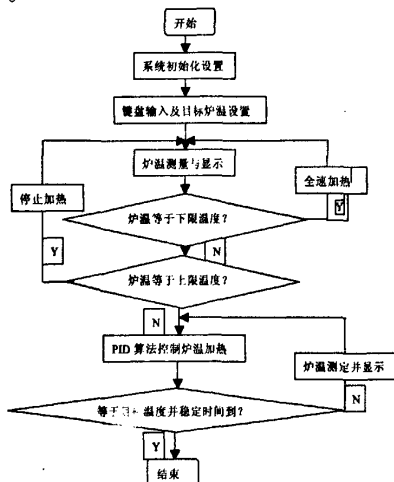


图4 控制系统程序流程图

## 5 结语

该系统采用了 K 型热电偶信号处理集成芯片 MAX6675,改变了传统测温电路复杂、程序复杂、精度低等问题;采用时钟芯片可以对时间准确计时;采用先进 PID 控制算法控制、精度高、超调小;整个设计电路简单、设定功能多、操作简单。经反复实验证明:其工作稳定性强、精度高、实用性强、控制效果好、应用前景广。

本文作者创新点:改变了传统的温度检测电路采用“传感器-滤波器-放大器-冷端补偿-线性化处理-A/D 转换”模式,采用的是高精度的集成芯片 MAX6675 来完成“热电偶电势-温度”的转换,不需外围电路,接线简单,精度高;采用时钟芯片便于精确计时,减小单片机的负担;采用先进 PID 控制算法控制,控制效果好,超调小。

### 参考文献


- [1]赖寿宏. 微型计算机控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2004.
  - [2]何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
  - [3]王延平. 计算机高精度控温系统的研究与开发[J]. 微计算机信息, 2006.6.1: 33-34.
  - [4]刘洪恩. 利用热电偶转换器的单片机温度测控系统[J]. 仪表技术, 2005.2: 29-30.
  - [5]孙凯, 李元科. 电阻炉温度控制系统[J]. 传感器技术, 2003.2: 50-52.
- 作者简介: 吕小红(1978—), 女, 武汉科技大学信息科学与工程学院研究生, 主要从事控制理论与控制工程方向的研究。

Biography: LV Xiao-hong (1978—), female, the master, College of Information Science and Engineering, Wuhan University of Science and Technology, engaged in the control theory and control research of the project direction.

(430081 武汉科技大学信息科学与工程学院) 吕小红 周凤星 马亮  
通讯地址: (430081 武汉科技大学信息科学与工程学院 115 信箱) 吕小红

(收稿日期: 08.4.05)(修稿日期: 08.5.22)

# 基于单片机的电阻炉温度控制系统设计

作者: [吕小红](#), [周凤星](#), [马亮](#), [LV Xiao-hong](#), [ZHOU Feng-xing](#), [MA Liang](#)  
作者单位: [武汉科技大学信息科学与工程学院, 430081](#)  
刊名: [微计算机信息](#)   
英文刊名: [CONTROL & AUTOMATION](#)  
年, 卷(期): 2008, 24(17)  
被引用次数: 4次

## 参考文献(5条)

1. [孙凯](#); [李元科](#) [电阻炉温度控制系统](#) [期刊论文] - [传感器技术](#) 2003(2)
2. [刘洪恩](#) [利用热电偶转换器的单片机温度测控系统](#) [期刊论文] - [仪表技术](#) 2005(02)
3. [王延平](#) [计算机高精度控温系统的研究与开发](#) [期刊论文] - [微计算机信息](#) 2006(6-1)
4. [何立民](#) [MCS—51系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术](#) 2001
5. [赖寿宏](#) [微型计算机控制技术](#) 2004

## 引证文献(4条)

1. [肖鹏博](#). [刘玉超](#). [王力军](#). [卢艳青](#) [实验用窖式燃气加热炉温度控制系统的程序设计](#) [期刊论文] - [辽宁科技大学学报](#) 2011(2)
2. [林雄伟](#). [胡大斌](#) [电磁热水器温度控制系统仿真设计](#) [期刊论文] - [微型机与应用](#) 2010(9)
3. [刘成超](#). [刘会兵](#). [段宁](#). [王方勇](#) [管式热电偶检定炉温控系统的设计](#) [期刊论文] - [装备制造技术](#) 2010(9)
4. [郭焕刚](#). [侯力](#). [李东占](#) [电阻炉温度控制系统总体设计](#) [期刊论文] - [机械设计与制造](#) 2009(6)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjsjxx200817048.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjsjxx200817048.aspx)