

一种小型的电阻炉温度数据采集控制系统的设计*

顾光旭¹ 孙业梅²

(1. 盐城工学院 电气工程系 江苏 盐城 224003 2. 淮安市计量测试所 江苏 淮安 223001)

摘 要 :设计了一种以 8097BH 单片机为核心的小型电阻炉温度数据采集控制系统。给出了该温度测控系统的基本原理、电路结构和软件的实现过程。

关键词 :单片机 ; 温度采集 ; 电阻炉 ; 8097BH

中图分类号 :TP368.2

文献标识码 :A

文章编号 :1671-532X(2002)04-0014-03

1 硬件系统设计

本设计选用 CKS-70-1 型电阻炉。工艺要求使用电压范围 0~220 V(AC);升温速度 0.5℃/min;显示精度:1℃;控制精度:±0.5℃;允许最高温度 256℃;加热功率 700 W。电阻炉温度控制通过 PWM 脉冲调宽功率放大器,再经 SSR 固态继电器来提供电阻炉炉丝的供电电压。为了达到上述指标,系统控制算法采用了带死区的 PID 算法。由铂热电阻测温桥检测电阻炉的温度(3 处)经过运放输入至 8097BH 单片机的 A/D 转换通道,再通过数字滤波、线性化处理、标度变换后,一方面送往 LED 显示;另一方面与系统温度设定值比较,再按照 PID 算法进行运算,其结果通过 PWM 口去控制固态继电器的导通时间,从而可以控制电阻炉的平均输入功率,实现炉温的调节。控制系统硬件组成框图如图 1 所示^[3],其中各部分工作原理介绍如下。

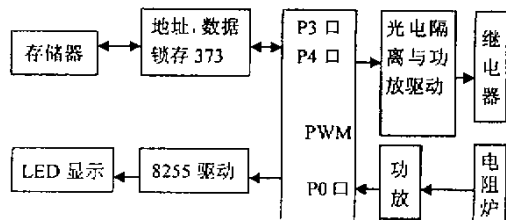


图 1 控制系统硬件组成框图

Fig.1 The hardware block of the control system

1.1 温度检测电路

由于铂在氧化性介质或高温中有较好的物理和化学性质的稳定性,本设计采用了铂电阻作为温度传感器。由实验将铂电阻在不同温度下的电阻值测量出来,绘成铂电阻的特性曲线近似如图 2 所示。由图可以得到用二次函数近似表达的温度特性公式:

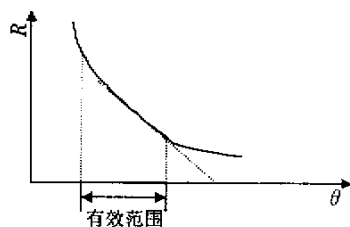


图 2 铂电阻的特性曲线

Fig.2 The characteristic curve of the resistance platinum

$$R_{\theta} = R_0 \times (1 - A\theta + B\theta^2)$$

R_{θ} —温度为 θ 时的铂电阻的电阻值;

R_0 —温度为 0℃时铂电阻的电阻值,现采用 100Ω;

$$A = 3.90802 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}, B = -5.80195 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}^2$$

$$k_D = k_p T_D, k_p = 1.2\tau/kt, T_D = 0.5\tau$$

为了测试与编程的需要,必须得到 A/D 转换位数与被测温度的对应关系。当模入电压为 V_{in} (0~5 V) 时, A/D 转换的输出结果为: $D = 1023 \times (V_{in} - V_{angnd}) / (V_{ref} - V_{angnd})$

* 收稿日期 2002-07-15

作者简介:顾光旭(1967-),女,盐城工学院讲师,南京航空航天大学在职硕士生,主要从事电机控制等方面研究。

为了在特性曲线中利用有效的线性范围,认为电阻与温度成正比,将 $0 \sim 256^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度与阻值(对应于采样后输入8097BH的A/D通道的电压值)曲线分割成若干段,将这些数据以表格的形式存入RAM中去,供实际测试和程序运行过程中查表之用。本设计采用三线制的惠斯登电桥测量温度。考虑到电阻炉的大小、温度可能分布不均,分别采样炉的高、中、低3处的温度值,取其平均值作为电阻炉的实际温度值。本设计中的3路温度采样经过功放F032放大后,分别送至8097BH的ACH0~ACH2端口,进行内部处理。

1.2 数模转换(PWM温控)电路

本设计充分利用了8097BH内部的PWM输出功能,通过将采集到的温度数据进行温度上下限的判定后,根据温度偏差调整PWM输出脉宽的大小,即固态继电器SSR开通的时间长短,从而达到调节温度的目的。PWM输出要经过光电隔离以免外界电磁干扰,设计中采用了4N30光耦。由于PWM输出不足以驱动固态继电器,还要加驱动电路,设计中使用的是9013功率三极管。

1.3 存储器接口电路

本系统扩展了2片8K的2764EPROM构成16位的程序总线,用于存放程序、表格、加温曲

线,扩展了1片8K的6164RAM构成8位的数据总线,用于存放前次输入的PID参数等。采用了2片74LS373用于地址/数据锁存,2片74LS245用于增强总线驱动能力。由于在8097BH内部的2018H单元有一个芯片配置字节用于存储芯片操作方式信息的CCR寄存器,事先可对其编程,当CCR.1=1时,总线宽度受BUSWIDTH信号的控制。在硬件电路中,引脚INST的信号送至BUSWIDTH脚。这样在取指周期中INST=1,使得从外部EPROM取指时总线宽度为16位,取得16位的指令;在访问外部RAM即存取数据时,总线宽度为8位。这样使外部存储器高低字节的片选信号选择变得简单。

1.4 LED显示电路

本系统采用82C55A芯片作为8097BH与LED的显示/驱动接口电路。由于温度范围在 $0 \sim 256^{\circ}\text{C}$ 之间,采用了3位的LED数码管,分别与82C55A的PA、PB、PC口相接。由于PA、PB、PC口均具有数据输出锁存/缓冲器,在工作方式(基本输入/输出)下,无须再加锁存器,可直接驱动LED数码管。

1.5 复位电路

有手动/上电2种复位功能,可实现8097BH和82C55A同时复位,具体硬件电路原理见图3。

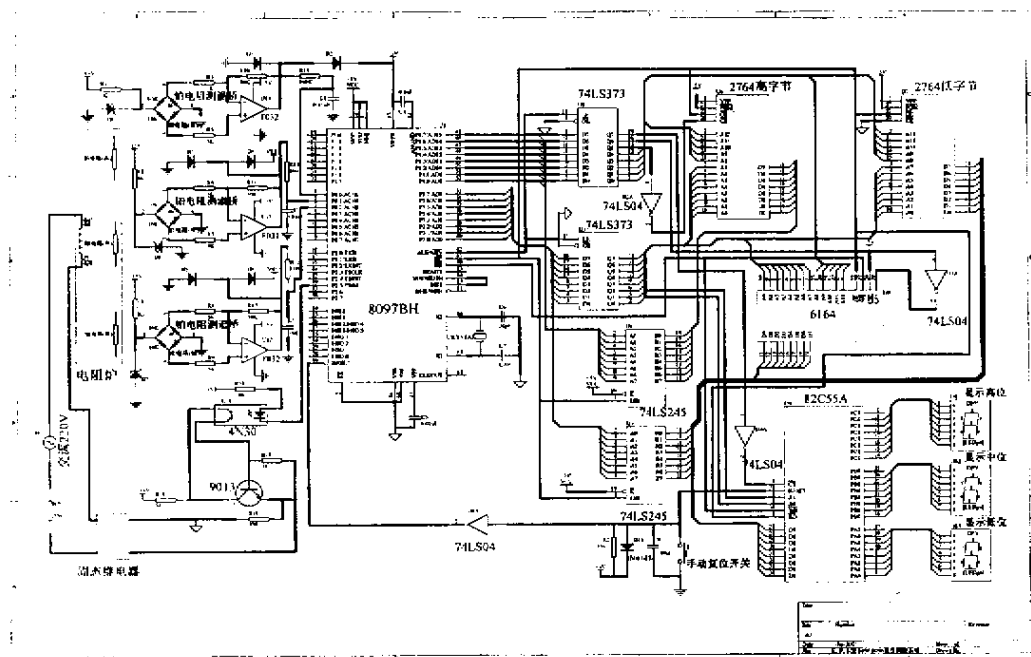


图3 硬件电路图

Fig.3 The Circuit Diagram of the Hardware

2 算法实现与程序设计

2.1 炉温的数学模型及控制算法的选择

温度控制系统属纯滞后系统,采用 PID 控制算法应首先知道其数学模型。电阻炉传递函数经测定为

$$G(s) = K_p e^{-t} / (\tau s + 1)$$

其中 $G(s)$ 为电阻炉的传递函数; K_p 为比例系数; t 为纯滞后时间; τ 为时间常数。利用飞升曲线法可以求出 K, t, τ 来,在本设计中取参考经验值 $K = 4, \tau = 80, t = 1 \text{ min}$ 。

PID 控制的原理是先求出实测炉温对所需炉温的偏差值,然后对偏差值处理而获得控制信号去调节电阻炉的加热功率,以实现炉温的控制。为了更好地控制炉温,增加调节的灵活性,本设计选用了 PID 调节,对于本设计的电阻炉温的控制来说:当 $\theta \leq 90^\circ \text{C}$ 时为自由升温段,要求升温越快越好,所以要全量输出。为避免过冲,将自由升温上限定为 80°C 。当 $\theta > 80^\circ \text{C}$ 时,已接近需要的保温值 90°C 。此时采用比例控制,因炉丝电压变化和炉温变化之间存在很大的时间延迟,因此当用比例控制时,系统只有在炉温与给定值(保温值)相等时才停止输出。这时由于炉温变化的延迟性质,炉温并不因输出停止而马上停止上升,从而超过给定值。而且只有在炉温上升到一定高度后才开始下降,并继续下降到略小于给定值时,系统才重新输出。同样由于炉温变化落后与输出,它将继续下降,从而造成温度的上下波动,即所谓震荡。所以要加入微分成分,即 PD 调节,使炉温不至于出现过大的超调,改善系统的动态品质。积分则可以减小系统的静态误差。实际的 PID 离散算法如下:

$$\Delta U_N = K_P (E_N - E_{N-1}) + K_I E_N + K_D (E_N - 2E_{N-1} + E_{N-2})$$

其中 K_P 为比例系数, K_I 为积分系数, K_D 为微分

系数。可以根据有关经验公式求解。

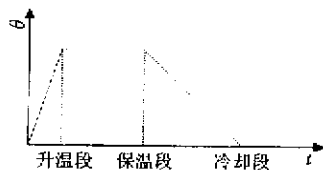


图 4 炉温控制要求曲线

Fig.4 Stove Temperature Control Curve of Request

2.2 控制系统的程序设计

本文设计了主程序^[1]及定时器 0 中断服务、数字滤波、温度数据处理^[2]、PID 控制算法、LED 显示等子程序,因篇幅所限,本文只列出了主程序的流程图。

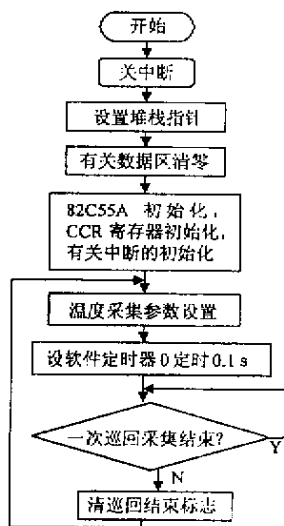


图 5 主程序流程图

Fig.5 The Flow Chart of the Main Programme

3 结论

本文设计的系统外部电路简单,成本低,控制精度高,运算速度快,具有微型化和低功耗的优点。该系统加上外围电路及相关软件程序,就可以转换成多路大型温控系统,具有一定的通用性,如果再与 IBM-PC 构成通讯接口,就可适用于各种工业现场的温度数据采集及控制。

参考文献:

- [1] 孙涵芳,徐爱卿. MCS-51/96 系列单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.
- [2] 唐光荣. 微型计算机应用技术—数据采集与控制技术[M]. 北京:清华大学出版社,2000.
- [3] 李杏春. 8098 单片机原理及实用接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.

(下转第 40 页)

比热粉碎法成本低。不过冷粉碎会使集料性能降低,特别是会产生过量的直径小于 $75\ \mu\text{m}$ (200 号过滤筛)的细粒。

3 结论

本文通过对微波加热技术的研究,认为微波加热沥青材料具有以下显著优点:

(1)具有较高的效率 由于微波能是直接穿透沥青材料内部的,使沥青能里外同时加热,从而大大缩短了加热时间,因此,应用微波加热沥青材料可显著提高路面维修的生产效率,提高路面质量。

(2)控制及时 采用微波加热,给上电源几分

钟即可正常运转,调整微波输出功率,物料的加热情况立即无惰性地改变,便于进行自动控制和连续生产。

(3)热效率高 目前,微波系统将 50 Hz 的交流电转换成材料中的热,效率通常在 90% 左右,随着微波管效率的提高将进一步提高微波加热的效率^[3]。

(4)微波加热清洁卫生、无污染 微波能只要满足一定的技术规范和卫生标准,采用合适的防泄漏措施,它是安全的。采用微波加热沥青将使旧沥青的回收效率进一步提高,同时避免了传统加热方法对周围空气的污染。

参考文献:

- [1] 马如宏,史金飞.沥青混凝土路面现场热再生技术[J].盐城工学院学报,2001,14(1):53-56.
- [2] Al-Ohal A A, Terrel R L. Effect of Microwave Heating on Adhesion and Moisture Damage of Asphalt Mixture[J]. Transportation Research Record 1988(1171):27-36.
- [3] 张兆镗,钟若青.微波加热技术基础[M].北京:电子工业出版社,1988.

Application of Microwave Heating in Maintenance of Asphalt Pavements

MA Ru-hong

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

Abstract This paper studies the application of microwave heating in maintenance of asphalt pavements. When pavement material is exposed to microwave energy, aggregate will generate heat and transfer it to the asphalt cement. Microwave heating has many advantages such as uniformity, working quickly and deeply etc. And its application has a good prospect.

Keywords microwave heating; asphalt; maintenance

(上接第 16 页)

A Design of the Control System for Measuring the Stove Temperature

GU Guang-xu¹, SUN Ye-mei²

(1. Department of Electric Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China; 2. Huaian Institute of Metrology and Measurement, Jiangsu Huaian 223001, China)

Abstract In this paper, the Singlechip 8097BH is employed to design a control system for the small stove temperature measuring and controlling. The rudimental principle, circuit structure and programme block are deeply discussed on how to use this MCU.

Keywords Singlechip; Temperature measurement; Stove; 8097BH