

基于 AT89C51 的锌空电池温控系统设计

The Design of the temperature control System for Zn-air battery's electrode slice Based on AT89C51

(河北工业大学) 关玉明 程琪 杨戈 姜云峰

Guan,yuming Cheng,qi Yang,ge Jiang,yunfeng

摘要: 锌空电池是高效, 清洁的新型环保能源之一, 采用“干嵌法”工艺生产锌空电池极片时, 对其加热、烘干的温度控制有着很高的要求。我们采用单片机, 温度传感器, 模数转换器, 显示电路, 加热电路等组成闭环温度控制系统, 保证了极片的质量, 使其导电率达到最佳状态。

关键词: 锌空电池 单片机 温度传感器 PWM

中图分类号: TP216.1

文献标识码: B

Abstract: Zinc-air battery is one of the efficient, clean new environmentally energy, using "dry embed" technology for production zinc-air battery electrode slice. It has a very high demands to its heating and drying temperature. We use single-chip microcomputer, temperature sensor, analog-digit converters, the display circuit, heating circuit component the closed-loop temperature control system, ensured the quality of a Implementation to achieve its best conductivity state.

Key words: Zinc-air battery single-chip microcomputer temperature sensor PWM

前言

锌空电池以锌为负极活性物质, 空气中的氧气为正极活性物质。摒弃了传统电池中铅、汞、镉、镍等化学元素, 既降低了成本, 也解决了传统电池污染问题, 成为当今世界能源领域的开发热点。锌空电池极片热压成形过程中, 对温度控制有着很高的要求, 既要准确实时的采集当前环境温度, 又要保证温控的高精度。只有这样才能使极片导电率调整到最佳状态。要求可控温度范围在 98—100℃ 之间。

本设计以 AT89C51 单片机为核心, 采用温度传感器 AD590 和 TLC2543 12 位串行 A/D 转换器构成温度采样模块, 该模块采集的数据由单片机串口送到上位机的串口 COM1, 形成一种串行数据采集, 串行数据传输的方式, 同时传输给显示驱动芯片 MAX7219 驱动数码显示当前的温度值。当温度值不能满足锌空极片加工要求时, 系统自动启动加热装置进行加热。

1 系统结构及控制算法

1.1 系统总体结构

该系统主要由温度采集电路、模数转换电路、AT89C51 单片机、数据显示电路、加热电路五大部分组成, 系统框图如图 1 所示。

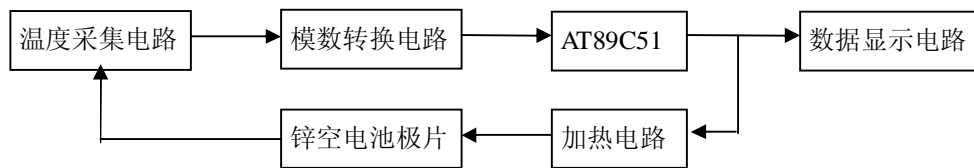


图 1 系统框图

温度采集电路以模拟电压形式将现场温度传至模数转换器, A/D 转换器将模拟电压转化为控制系统可用的数字量。单片机结合现场温度与用户设定的目标温度, 按照已经编程固化

关玉明 河北工业大学 教授

国家自然科学基金项目名称: 锌空燃料电池极片干嵌法成形过程控制的理论与技术

国家自然科学基金项目编号: 50675058

的增量式 PID 控制算法计算出实时控制量。以此控制光电隔离驱动电路，决定加热电路的工作状态，使炉温逐步稳定于用户设定的目标值。系统运行过程中的各种状态参量均由数码管实时显示，并通过 RS232 串口与上位计算机进行全双工通信。用户直接在上位机完成温度测量和加热控制的全部操作。

1.2 系统控制算法

系统采用基于增量式 PID 算法的脉宽调制 (PWM) 控制方法，即 PWM 方波的占空比由增量式 PID 算法求得。增量式 PID 算法的输出量为

$$\Delta U_n = K_p [(e_n - e_{n-1}) + (T/T_i)e_n + (T_d/T)(e_{n-2} - e_{n-1} + e_n)] \quad (1)$$

式中， e_n 、 e_{n-1} 、 e_{n-2} 分别为第 n 次、 $n-1$ 次和 $n-2$ 次的偏差值， K_p 、 T_i 、 T_d 分别为比例系数、积分系数和微分系数， T 为采样周期。单片机每隔固定时间 T 将现场温度与用户设定目标温度的差值带入增量式 PID 算法公式，由公式输出量决定 PWM 方波的占空比，后续加热电路根据此 PWM 方波的占空比决定加热功率。现场温度与目标温度的偏差大则占空比大，加热电路的加热功率大，使温度的实测值与设定值的偏差迅速减少；反之，二者的偏差小则占空比减小，加热电路加热功率减少，直至目标值与实测值相等，达到自动控制的目的。

2. 硬件结构

2.1 温度采集电路

温度采集电路包括温度传感器 AD590 和差动运放 AD524，温度传感器 AD590 把温度值转换成电压值，差动运放 AD524 把电压信号放大输入到模数转换电路，其电路图如图 2 所示

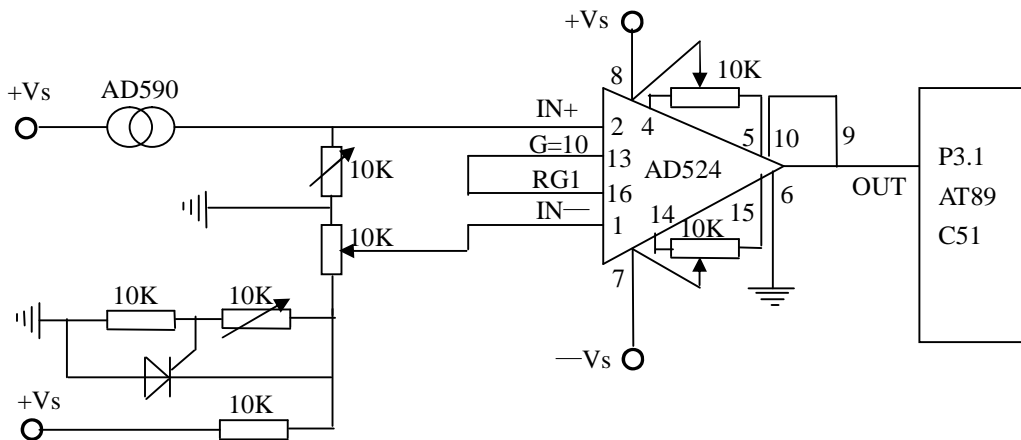


图 2 温度采集电路

温度传感器 AD590 是一种新型的两端式恒流器件。激励电压可以从 +4V 至 +30V，测温范围为 $-55^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，流过它的电流值等于绝对温度的度数，即 0°C 时流过它的电流为 $273 \mu\text{A}$ 。它的温度每升高 1°C ，电流增加 $1 \mu\text{A}$ 。AD524 是一种低噪声、高共模抑制比的单片式精密仪用放大器，能对微弱信号进行很好的放大。增益 $G=10$ 时，温度在 $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 间变化时 AD524 的输出在 $0\text{V} \sim 5\text{V}$ 间变化，当温度为 20°C 时，流过 AD590 的电流为 $293 \mu\text{A}$ ， 5K 电阻上的电压为 1.465V ，AD524 的输出为 1V ，因此，AD524 的输出值乘以 20 后才是真正的摄氏温度值

2.2 模数转换电路

模数转换器是将模拟信号转换成数字信号的系统，是一个滤波、采样保持和编码的过程。模拟信号经带限滤波，采样保持电路，变为阶梯形状信号，然后通过编码器，使得阶梯状信号中的各个电平变为二进制码。我们采用 TI 公司的 TLC2543 A/D 转换器，它是 12 位串行模数转换器，具有转换快、稳定性好等特点。TLC2543 使用开关电容逐次逼近技术完成 A/D

转换过程。由于是串行输入结构，能够节省 51 系列单片机的 I/O 资源。

2.3 数据显示电路

显示电路由显示驱动器 MAX7219 和两片四位一体的数码管构成，显示驱动器 MAX7219 是一种高集成化的串行输入/输出共阴极显示驱动器，可实现微处理器与 7 段数码管的接口，可以显示 8 位或 64 位单一 LED，只需外接一个电阻就可为所有的 LED 提供段电流。

MAX7219 工作模式包括译码模式（具有软件译码和硬件译码两种功能，软件译码是根据各段笔划与数据位的对应关系进行编码，硬件译码采用 BCD 码），150 μ A 低压电源关闭模式、模拟数字高度控制、限扫寄存器及测试模式。当 MAX7219 处于关闭模式时，扫描振荡器停止工作，所有的段电流源接地，所有的位驱动器上拉为高电平，显示器为消隐状态，寄存器的数据保持不变。

2.4 加热电路

AT89C51 的 I/O 口输出电流无法直接驱动工业环境中使用的电炉、电机等大功率设备，必须通过中间驱动电路实现单片机对功率设备工作状态的控制。实际应用中，通常采用继电器或交流接触器间接驱动。由于继电器或交流接触器具有机械接触特点，因而很大程度上降低了控制系统整体的稳定性和可靠性。

为了避免机械接触开关的缺点，本系统选用以可控硅为主体的完全光电隔离的中间驱动电路。可控硅是大功率开关型半导体器件。能在高电压、大电流条件下工作，具有无机械接触、体积小、便于安装等优点，广泛应用于电力电子设备中。加热驱动电路示意图如图 3 所示。

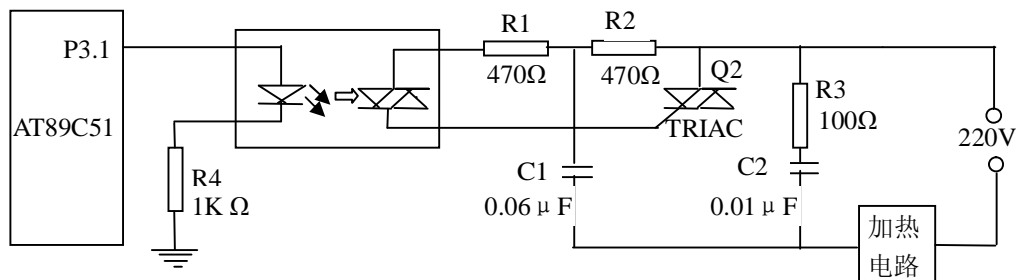


图 3 加热驱动电路示意图

AT89C51 根据现场温度和用户设定的目标温度计相关的控制参数算出实时控制量。将此控制量写入单片机定时器，以决定输出 PWM 波的占空比。在 PWM 波的高电平期间，通过限流保护电阻器 R4 的双向光电耦合器上电工作，双向可控硅 TRIAC1 栅极被经由 R1、R2 和双向光电耦合器的信号触发导通，加热电路得电工作；PWM 波低电平期间，双向光电耦合器截止，双向可控硅 TRIAC1 栅极无触发信号被关断，加热电路断电停止工作。

电路中的 R3、C2 组成阻容吸收单元，可减少可控硅关断时加热电路中感性元件产生的自感电动势对可控硅的过压冲击。R1、C1 组成低通滤波单元，能降低双向光电耦合器误触发对后续电路的影响。同时，双向光电耦合器的使用彻底隔离了强弱电路，避免了大功率器件对单片机的干扰。

3 软件设计

软件设计包括上位机软件设计和单片机软件设计。上位软件是通过 VC 中的 COM 控件编写串口接收程序，并将其与 MGCS 软件进行数据交换，以便上位机将数据作进一步数据处理；单片机程序通过汇编语言编写。

单片机程序主要包括五大部分，分别为串行数据采集模块、数据运算模块、串行数据传输模块、显示子程序以及加热控制子程序。程序开始运行时，首先运行数据采集模块即控制

A/D 转换器 TLC2543 将输入的模拟信号转换成 12 位的数字信号；然后运行串行数据传输模块将 12 位数据传输给 PC 机；再通过运算模块将 12 位数据运算成实际温度值各位的 BCD 值；接后将实际温度值送显示子程序；最后驱动加热子程序来控制加热装置进行加热。温度采集子程序和加热控制子程序如图 4 所示

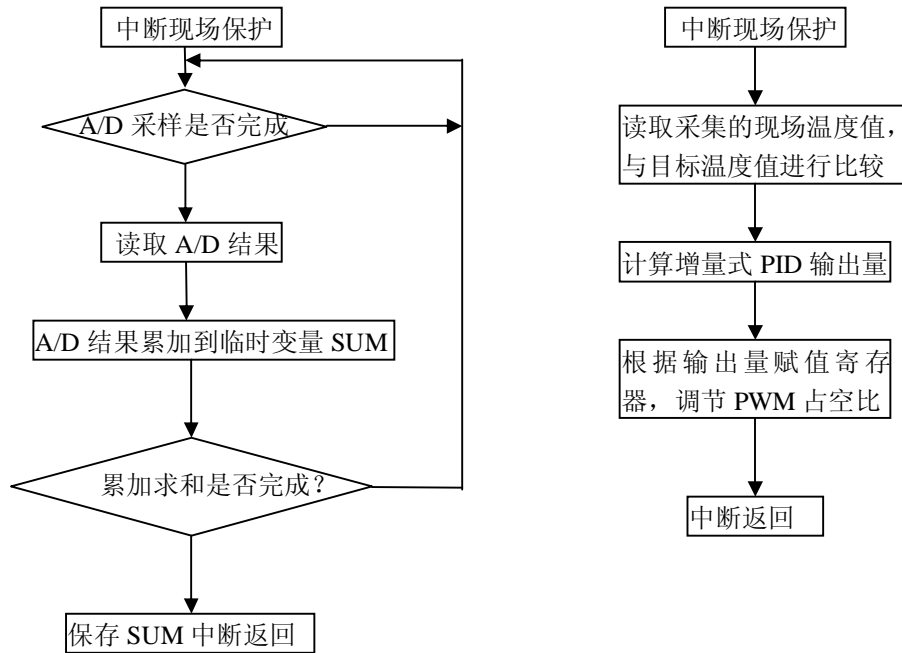


图 4 温度采集子程序和加热控制子程序流程图

总结：本文介绍了锌空电池生产线温控系统的设计方法。通过数据采集并传送到单片机进行数据处理，对温度数据进行了精确有效的采集和显示，同时通过软件判定温度是否在可用范围内以便决定是否自动进行加热。该系统在实践中取得了良好的效果。

创新点：温度测量及加热控制系统充分发挥了 AT89C51 单片机的特点，结合现有技术，大大降低了硬件电路的设计复杂度。具有温控准确、界面友好、稳定性高，抗干扰能力强等优点。

参考文献

- [1] 胡汉才.单片机原理及接口技术.第二版.北京：清华大学出版社，2004
- [2] 李广弟，朱月秀，王秀山.单片机基础.修订本.北京：北京航空航天大学出版社，2001
- [3] 蒋力培.单片微机系统实用教程.北京：机械工业出版社，2004
- [4] 罗兴垅，黄隆胜.基于AT89C51控制的0.01℃数显温度计的设计 [A].微计算机信息，2006，5-2:70-72
- [5] 蔡军，曹慧英.基于 PLC 的温控系统设计与研究[B]. 微计算机信息，2007，2-1:26-28

作者简介：关玉明（1957—），男(汉族)，河北沧州人，河北工业大学硕士研究生导师，教授，研究方向：机电一体化，Email: gyuming@163.com。

程琪（1982—），女，河北晋州人，河北工业大学硕士研究生，研究方向：智能控制；E-mail: cq830@yahoo.com.cn。

杨戈，河北工业大学，助理实验员

姜云峰（1982—），男，河北承德人，河北工业大学助教，研究领域：测控技术与仪器。

Biography: Guan,yuming, born in 1957,male (The han nationality) ,native place is Cang,zhou city of hebei province, graduate master of Hebei University of Technology , professor, Major research direction : mechatronics ;E—mail: gyuming@163.com

Communication address:(mail box :440 school of Mechianical Engineer programs Hebei University of Technology number eight of guangrong street hongqiao district ,tianjin 300130,china) Cheng,qi

通讯地址：（300130 天津市红桥区光荣道8号 河北工业大学(东院) 440信箱）程琪