

自动煎药机的原理与设计

王江 李韬 邓斌 天津大学电气与自动化工程学院(300072)

Abstract

The working principle, software and hardware compose, the function of the automatic boiling machine are introduced in this paper. Different from other congener products' temperature control principle, time-sharing power control is used in this system. The boiling process is more fit for the Chinese Materia Medica (CMM) pharmacology than other products. The efficiency of the boiling-machine is almost the same as the traditional CMM boiling method. The interrupt service subprogram is used in this system to make dynamic display software. In order to control the output power, adjusting the duty ratio of the square-wave is used to control the bidirectional thyristor's conducting and closing time, and avoids to using the PWM control, which is a bit complex in designing the software and hardware. The process of designing this system is clear and simple.

Keywords: automatic boiling-machine, on-chip microcomputer, power control, dynamic LED display

摘要

本文介绍了自动煎药机的工作原理、软硬件组成及系统功能。不同于其他同类产品的温度控制原理,本系统采用分时功率控制。煎制过程更加符合中药药理,煎制功效基本与传统的中药煎制方法相同。本系统采用中断服务子程序完成动态LED显示,解决了动态显示软件设计复杂的问题;运用调节输出方波的占空比控制双向可控硅的导通与截止时间,从而控制输出功率,避免了采用软硬件设计都比较复杂的PWM控制。系统设计思路简单清晰。

关键词: 自动煎药机, 单片机, 功率控制, 动态LED显示

韩国研制了第一台自动煎药机,并在各大医院与制药厂得到广泛应用,也很快被引进到我国。本系统采用工作性能稳定、价格低廉的单片机作为硬件基础,结合中药煎制要求设计软件,符合中药药理,操作简单,工作性能可靠,在实用中得到了用户较高的评价。

1 系统原理与功能

1.1 基本原理

目前常用的自动煎药机大多数采用温度控制方法,煎制过程不同阶段将汤药温度控制在不同值。这种煎制原理与中药传统煎制方法有较大出入,传统的中药煎制主要靠火候控制煎制效果。本系统对中药煎制进行分时功率控制,通过控制各时程的加热功率来模拟传统煎制方法的大火、中火与小火,使自动煎制达到与传统煎制方法相同或相似的效果。煎制之前可调整系统的正、倒计时设定时长,各模式的输出功率(系统功率设定值为该模式功率占全功率输出的百分数),以及温度保护范围等参数。定时控制通过单片机内部定时中断来完成。功率输出采用内部中断控制输出方波的占空比,用输出脉冲控制双向可控硅的通断时间从而达到对平均输出功率的控制。这种控制方法简单,比PWM控制易于操作,适应于这种控制要求不太高的情况。不同的输出功率对应于不同的工作模式(分为全功率模式、A与B两种倒计时模式),这些模式分别与中药传统煎制方法的大火、中火、小火相对应。为了防止系统温度过高烧坏加热装置,系统对加热温度进行

监控,以免发生故障。

1.2 系统功能

1)参数可调功能:在开始煎制之前可以调整系统的所有参数,系统将调整好的参数保存于可断电保持的EEPROM芯片中,供下次参考使用。在煎制的过程中也可以调整目前计时值,以延长或缩短当前煎制时程的时长。

2)数字显示功能:用3位LED动态显示计时值以及系统设定参数。为了便于维护,也用来显示温度采集系统热敏电阻的短路、断路以及温度超标等信息。

3)自动报警功能:系统在出现故障即热敏电阻短路、断路以及当前加热温度超出系统设定温度范围,蜂鸣器立即报警,LED显示相应的报警信息。用户确认报警信息后,解除报警状态。

4)断电数据保护功能:系统参数保存到EEPROM中,断电后数据不丢失,数据可保存200年以上。

2 硬件电路组成

系统硬件电路的设计思想是:在保证系统功能及其运行可靠性的前提下,尽可能降低成本。故本系统选用单片机作为控制和信息处理的核心。AT89C52具有三个16位定时中断器,8K flash EPROM,256字节RAM,32根I/O线,指令系统与MCS51单片机兼容,1000次电可擦写,程序可三级加密,安全性高,性价也比较高。本系统所需定时中断层数较多,程序存储所占容量较大,因此选用AT89C52作为硬件核心而不选

用价格稍低的 AT89C51。TLC1549 是美国德州仪器公司生产的 10 位模数转换器。它采用 CMOS 工艺,具有内在的采样和保持、采用差分基准电压高阻输入,抗干扰,可按比例量程校准转换范围,总不可调整误差达到 $\pm 1\text{SB Max}(4.8\text{mV})$, 串口通信占用管脚少(仅需占用单片机三个管脚),芯片体积小等特点。因此本系统选用其作为模数转换器。本系统采用 24C01C 来存储系统参数,24C01C 的存储空间为 1KB, 体积小,采用串行通信,只需两个管脚与单片机相连,读写方便,可进行页读写操作,数据存储可靠性强,可保存 200 年以上。硬件电路原理如图 1 所示。

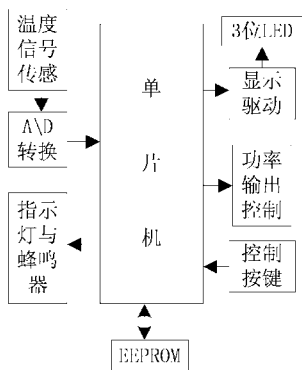


图 1 硬件电路方框图

2.1 温度采集

采用热敏电阻将温度信号转变为电阻值,通过分压电路将电阻值转换为电压信号,运用模数转换器 TLC1549 将电压信号转换为单片机可识别的数字量。在软件中运用电压与温度的对应关系,将电压值变换成为温度值。由于本系统测量温度只是为了达到系统保护的目,对采样频率以及温度精度要求不高,温度绝对精度 $\leq 1^{\circ}\text{C}$, 采样频率 $\geq 50\text{Hz}$ 。本系统采用的这种温度采集方法成本很低,并且满足系统要求。温度采集电路原理如图 2 所示。

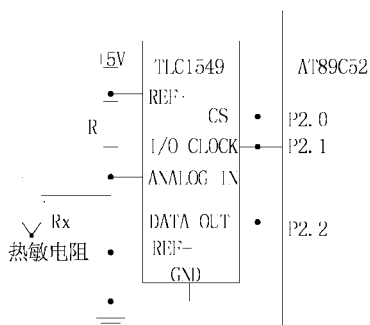


图 2 温度采集电路原理图

2.2 功率控制与输出

运用单片机管脚输出的方波放大后控制双向可控硅(BT136-200)的导通截止。双向可控硅在门极信号为低电平时,可控硅处于导通状态,加热盘中的电阻丝与电网构成回路,电阻丝中有电流流过,加热盘对汤剂进行加热;门极信号为高电平时,可控硅处于截止状

态,电阻丝中没有电流流过,加热盘停止加热。设定可控硅的一个导通截止周期为 100ms, 则其导通时间(以 ms 为单位)与各模式的输出功率设定值相等。通过控制双向可控硅的导通时间来达到系统输出功率控制的目的。

2.3 显示电路与断电数据保护

为了节省管脚,降低成本,本系统采用动态 LED 逐位显示当前计时值。如图 3 所示,待显示位数字的代码段通过 P0 口输出至驱动器 74LS245, 然后在相应位显示。数码管接成共阴极形式,通过三极管 TR1、TR2、TR3 分别选通 DG1、DG2、DG3, 显示百位、十位、个位。动态显示虽然能够节省成本,但一直困扰系统设计者的问题是如何合理分配各位的显示时间,使动态显示达到稳定的视觉效果。常用的显示方法是将动态显示各位数字作为主程序框架,在显示的过程中完成系统其他功能。这种显示方法主次颠倒,程序设计复杂,可读性差。本系统运用独立于主程序之外的定时中断服务子程序完成显示功能,程序设计思路简单清晰、可读性强。系统所用的 24C01C 操作简单,除图 3 所示的 3 个管脚外,其余管脚接地即可。

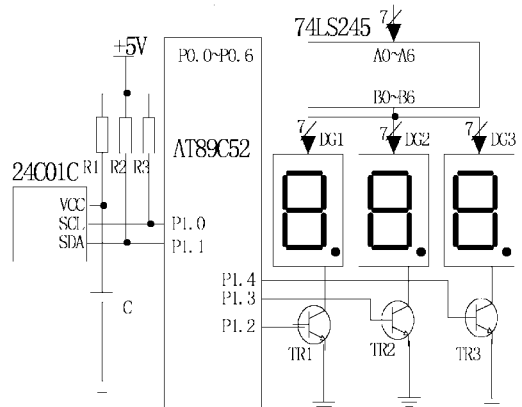


图 3 显示与存储硬件电路图

3 系统软件

系统软件由主程序如图 4、显示数字中断服务子程序如图 5、功率控制中断服务子程序如图 6、计时中断服务子程序以及故障处理子程序组成。人眼视觉暂留时间为 20ms, 每位显示时间间隔必须小于 20ms。显示中断每次中断间隔 9ms, 轮流切换显示三位 LED, 每位数字的显示时间间隔为 18ms~20ms, 可以达到稳定的视觉效果。计时中断服务子程序包括正计时和倒计时, 其中倒计时又分为以分为单位计时和以秒为单位计时。故障处理子程序完成的功能是关闭系统中断、关闭加热输出、根据采样温度判断并显示故障的类型(短路、断路以及温度超标)、发出报警以及等待用户确认故障信息后程序自动复位等功能。为了编程方便, 本系统具体编制了按键检测确认子程序、A/D 转换子程序、电压/温度转换子程序、读 EEPROM 以及写 EEPROM 等等子程序。

(下转第 63 页)

```

Ldi R27, $00 'Load R27 with MSB of address
Ldi R26, $60 'Load R26 with LSB of address
Ld R1, X 'load memory location $60 into R1
!SWAP R1 'swap nibbles

```

程序中的 SWAP 语句便会被 BASCOM 视为汇编语言而编译通过。

3.2 源程序的优化问题

目前, BASCOM-AVR 的最新版本中还没有提供对程序代码的自动优化功能, 为了有效地减少程序和数据存储空间, 使 AVR 单片机有限的系统资源得以充分发挥, 掌握一些程序优化的技巧是很有必要的。

1) 尽可能减少程序中使用的数据类型的种类, 尽量使用位(bit)、字符(char)等机器语言直接支持的数据类型;

2) 尽可能减少对某些数据类型的运算种类。越是复杂的数据类型, 优化效果越明显。

3) 应将重复的程序段构造造成函数, 或者利用库文件管理工具, 将其添加到库文件中。

4) 在数据表达的精度范围内, 用近似的算法来替

换复杂的计算, 既保证了精度又减少了大量的代码。

5) 尽可能使用片内存储器, 提高存储器空间的利用率。

3.3 显示方面的问题

BASCOM-AVR 目前仅支持点阵字符型 LCD, 在其 1.11.6.2 版中只支持 40×4, 16×1, 16×2, 16×4, 16×4, 20×2, 20×4 和 16×1 等规格。所以, 在使用 BASCOM-AVR 进行 LCD 显示设计之前, 一定要先看帮助中的相关说明。

参考文献

- 1 Bascom -AVR User's Manual.MCS Electronics Inc, 2002
- 2 耿德根.AVR 高速嵌入式单片机原理与应用[M].北京航空航天大学出版社, 2001
- 3 黄定华, 宋炳达. 嵌入式系统中的软件设计技术—C 语言程序设计[J].工业控制计算机, 2001(5)

[收稿日期: 2002.11.2]

(上接第 55 页)

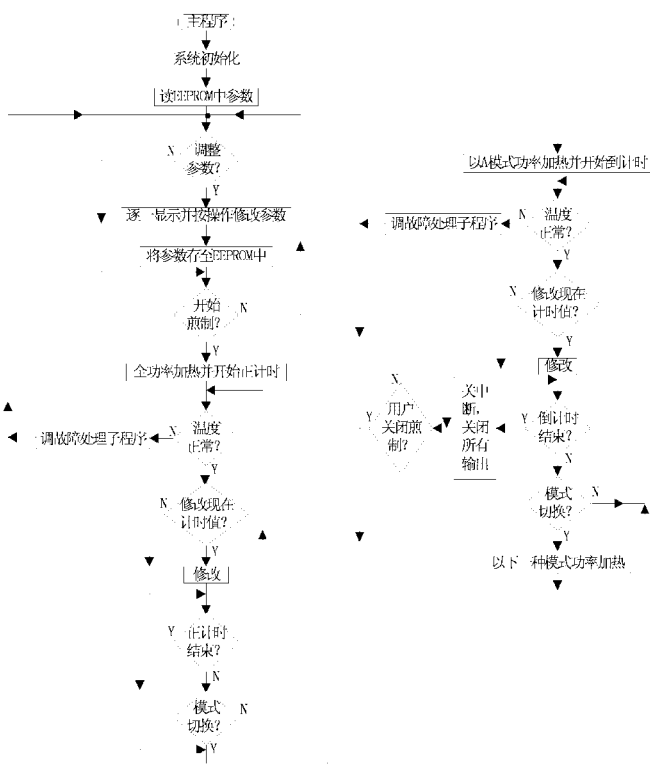


图 4 主程序流程图

4 结束语

自动煎药机目前受到了各大医院与制药厂家的欢迎, 它也存在一些需要解决的问题, 如: 如何解决先煎、后下问题, 增加浓缩功能等。这些问题有待于在进一步

的实践中不断完善。

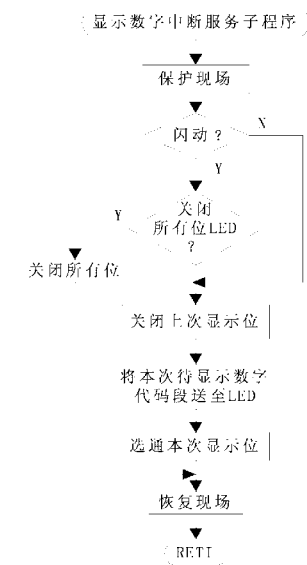


图 5 显示数据中断服务子程序流程图

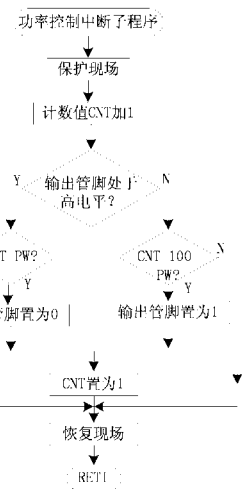


图 6 功率输出中断服务子程序流程图

参考文献

- 1 王定发, 徐庆红. 电热式自动煎药机和自动包装机的应用及优点. 时珍国医国药, 2001, 12(4): 342
- 2 林卫星, 马常旺. IC 卡预付费电表系统. 工业控制计算机, 2001, 14(12): 59
- 3 何立民. 单片机应用系统设计系统配置与接口技术. 北京航空航天大学出版社, 1993

[收稿日期: 2002.9.11]