

## 数字化奶牛场挤奶机自动清洗控制器的设计

熊秀忠 王建平 曾庆猛

(中国农业大学 信息与电气工程学院,北京 100083)

**摘要** 研制出控制功能齐全的挤奶机自动清洗控制器。该控制器采用 RS-485 标准与上位机通信,选用 80C51 系列单片机 80C552 芯片作为 CPU,控制器由 80C552 基本系统、显示、通信、功能键、信号检测和输出控制等部分组成;软件采用 C51 和 VC++ 语言开发。该控制器可以实现 6 种功能:1) 整个清洗过程自动完成;2) 清洗结束时自动检测清洗质量;3) 水温不够时自动报警;4) 向上位机传送每班的挤奶量;5) 显示清洗过程及时间;6) 能够接收上位机控制信号。使用此控制器可以提高生产效率,确保挤奶机清洗干净,同时可实现清洗过程的计算机控制。该控制器可以安装在厅式或管道式挤奶机上。

**关键词** 挤奶机;自动清洗;控制器

**中图分类号** TP 274.5

**文章编号** 1007-4333(2004)04-0069-04

**文献标识码** A

## Controller design of automatic cleaning milking machine in digital cattle farm

Xiong Xiuzhong, Wang Jianping, Zeng Qingmeng

(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** A new controller with full functions was developed. This controller communicated with supervising computer by RS-485 standard, used chip 80C552 as CPU and was composed of display, communication, keyboard, input signals measure and output control circuits other than the system of 80C552. The software was developed by c51 and VC++. This controller can clean milking machines automatically, communicate with supervising computer, cleaning time can be adjusted and installed on milking machines of pine-line and hall mode. The application of this controller was able to increase efficiency, ensured the milking machines were cleaned. This controller could clean milking machines by supervising computer.

**Key words** milking machines; clean automatically; controller

奶牛场挤奶设备在每次挤奶前后必须清洗<sup>[1]</sup>,通常为挤奶前预洗,挤奶后立即碱洗,每周一次酸洗。目前国内生产的挤奶机自动清洗控制器的控制功能不全,一般只有上述 3 个功能或没有预洗功能,清洗结束时不检测是否已清洗干净,清洗时间不可调,且没有与上位机的通信功能;因此,国内使用的带自动清洗系统的挤奶机大部分从国外进口。国外的挤奶机自动清洗控制器,技术上比较先进的有瑞典 DeLaval 乳业机械有限公司、英国 Fullwood 畜牧机械有限公司、丹麦的 SAC 挤奶设备有限公司和荷

兰的 GM 公司等。这些公司生产的控制器控制功能比较全,但都不具备与上位机通信的功能,且售价非常高。目前国内中小型奶牛场基本没有安装自动清洗系统,挤奶机为手工清洗。小型挤奶机如提桶式或移动式挤奶机手工清洗比较方便,而大型挤奶机手工清洗时必须由操作人员多次反复打开闸阀,清洗时间由操作人员控制,是否清洗干净由操作人员观察确定,所以清洗质量难以保证,有可能导致牛奶的卫生和质量降低,影响奶牛场的经济效益。随着计算机和信息技术的发展,实现计算机和信息化

收稿日期:2004-03-15

作者简介:熊秀忠,硕士研究生;王建平,副教授,主要从事智能化检测与控制的研究。

管理是大中型奶牛场发展的必然趋势。如果控制器能与上位机通信,就可实现在控制室中用计算机控制挤奶机的清洗。为此,笔者参与研制了适合我国国情,成本较低的自动清洗控制器。该控制器可以安装在管道式或厅式挤奶机上,奶牛场在现有的管道式或厅式挤奶设备上添加真空电磁阀和自动清洗控制器就可将手工清洗改为自动清洗。

为了确保牛奶的卫生和质量,世界上许多国家都制定了挤奶机清洗标准。目前我国尚未制定挤奶机清洗的国家标准,但有许多相关的国家标准可资借鉴,例如 GB/T 8186—1987《挤奶设备 试验方法》、GB/T 6914—1986《生鲜牛乳收购标准》和 GB 12073—1989《乳品设备安全卫生》等。本文中介绍的自动清洗控制器就是依据以上相关国家标准并参考英国标准<sup>[2]</sup>研制的。根据挤奶机清洗和系统设计的要求,控制器可以实现6种功能:1)整个清洗过程自动完成;2)清洗结束时自动检测清洗质量;3)水温不够时自动报警;4)向上位机传送每班的挤奶量;5)显示清洗过程及时间;6)能够接收上位机的控制信号。

## 1 硬件设计

根据设计的总体要求,选择 MCS-51 系列单片机 80C552 芯片作为控制器的 CPU,在 80C552 芯片外部扩展 64 K 程序存储器 AM28F512 和 8 K 静态数据存储器 6264。80C552 芯片是荷兰 Philips 公司生产的增强型 80C51 芯片,其指令系统与 80C51 单片机完全兼容,有 6 个 I/O 口,内部集成有 A/D 转换器。除 80C552 芯片及其基本系统外,硬件部分还包括键盘、显示、通信、信号检测和输出控制部分等。控制器硬件结构见图 1。

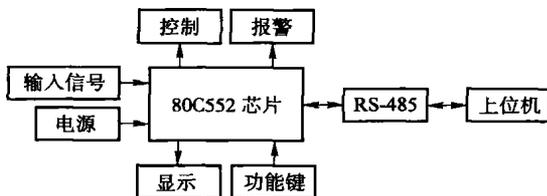


图 1 挤奶机自动清洗控制器硬件结构

Fig. 1 Hardware configuration chart of controller

### 1.1 输入信号

输入信号包括水温、水质检测和奶泵启动次数。挤奶机在碱洗或酸洗时,一般采用 60~85℃ 的热水加清洗液清洗。清洗过程中,控制器自动检测水温

是否达到要求,只有水温满足要求时控制器才按设定步骤清洗,如果水温低于 60℃,控制器自动报警。控制器中水温检测采用 National Semiconductor Corporation 生产的 LM35DZ 型温度传感器,LM35DZ 是电压输出型集成温度传感器,直接以摄氏温度校准,使用方便。25℃ 时其精度为 0.5℃,测温范围 -35~+150℃。其线性度好,灵敏度为 10.0 mV·℃<sup>-1</sup>。因水温为 0~100℃,所以 LM35DZ 测温时输出电压为 0~1.0 V,通过 1 级放大就能满足 80C552 芯片 P5 口的输入要求,放大倍数为 5。系统中选用低漂移型集成运算放大器 AD OP-07 放大 LM35DZ 的输出信号。AD OP-07 是高精度运算放大器,具有极低的失调电压(10 μV)和偏置电流(0.7 nA),它的温度漂移系数为 0.2 μV·℃<sup>-1</sup>,长期稳定性指标为 0.2 μV·月<sup>-1</sup>。AD OP-07 具有较高的共模输入范围(±14 V),共模抑制比 CMRR 为 126 dB,以及极宽的供电电源范围(±(3~18) V),系统供电电压为 ±15 V。温度检测传感器 LM35DZ 输出的信号经集成运算放大器 AD OP-07 放大后输入到 80C552 芯片的 ADC7(P5.7)口,由 80C552 内部的 A/D 转换成数字信号。

挤奶机清洗结束时,控制器自动检测清洗质量,如果已经清洗干净,则发出清洗结束信号,否则再次清洗直至清洗干净为止。挤奶机是否清洗干净,由专用水质检测仪根据对洗奶机所排水的检测结果确定。水质检测仪检测水质时输出 0~15 mV 的电压信号,经放大后输入 80C552 芯片的管脚 ADC6(P5.6),由 80C552 芯片内部的 A/D 转换为数字信号。为了满足 80C552 A/D 转换的电压要求,电路中选用 2 级放大,第 1 级放大倍数为 20,第 2 级放大倍数为 16.5,共放大 330 倍。水质检测仪输出的电压信号经 2 级放大后为 0~4.95 V,可以满足 A/D 转换的输入要求。

挤奶时集乳罐中的牛奶达到一定液位(不同集乳罐其值不同,一般为 15 L)时,奶泵自动启动,将集乳罐中的牛奶抽到冷藏罐中。控制器通过统计奶泵的启动次数来计算当班的挤奶量(挤奶量=奶泵启动次数×奶泵启动时集乳罐液位值)。设计时利用计数器 T0 统计奶泵的启动次数。奶泵启动信号是开关量信号,系统中利用 RC 电路和光电隔离抑制干扰。

### 1.2 控制与报警

控制和报警部分通过 80C552 芯片的 P1 口实

现,具体分配如下:P1.0 控制冷水电磁阀;P1.1 控制热水电磁阀;P1.2 控制碱液电磁阀;P1.3 控制酸液电磁阀;P1.4 控制消毒液电磁阀;P1.5 控制海绵球挤水;P1.6 控制挤奶机系统断电;P1.7 水温不够时报警。系统的控制电路控制各个电磁阀的开关,因为启停的负荷不大,所以系统采用继电器隔离输出控制。系统中输出口 P1 与低压小继电器之间接有集电极开路的 OC 门型驱动器 SN75452B。SN75452B 是 TI 公司生产的集成功率驱动芯片,是两路双与非功率驱动器,吸收电流  $I_{OL}$  为 300 mA,几乎能驱动任何型号的小型继电器。

由于 P1 口的 P1.6 和 P1.7 为 80C552 芯片 I<sup>2</sup>C 串口的 SCL 和 SDA 线,内部没有接上拉电阻,所以在设计中 P1.6 和 P1.7 接有上拉电阻。P1 口的其他 6 个管脚内部接有上拉电阻,外部无需再接。

### 1.3 通信

控制器与上位机的通信采用 RS-485 总线标准,由 MAX485 芯片与 80C552 芯片的串行口构成。系统用 80C552 芯片的 P4.4 口控制 MAX485 芯片接收器的输入和驱动器的输出,MAX485 芯片的 A 与 B 点之间接一个 120  $\Omega$  的匹配电阻。

RS-485 总线标准为半双工通信方式。采用该标准可以通过传输线驱动器把逻辑电平转换成电位差,完成始端的信息传送;通过传输线接收器,把电位差转换成逻辑电平,实现终端的信息接受。RS-485 总线标准要求每个通信通道用 2 条信号线,一条为逻辑“1”状态,另一条为逻辑“0”状态。RS-485 总线标准允许驱动器输出为  $\pm(2 \sim 6)$  V,接收器可以检测到低至 200 mV 的输入信号。

控制器安装在远离管理办公室的挤奶车间,与管理办公室中的上位机通信距离较长,选择 RS-485 总线标准,可以克服 RS-232C 数据传输速率慢,传送距离短,接口处各信号间容易产生串扰等缺点。RS-485 总线标准通信速率 100 kbit  $\cdot$  s<sup>-1</sup> 时通信距离可达 1.2 km,完全可以满足控制器与上位机的通信要求,而且它是一种多发送器的电路标准,允许双导线上 1 个发送器驱动 32 个负载设备,每个负载设备可以是被动发送器、接收器或收发器。采用 RS-485 总线标准还便于控制器及将来扩展的其他设备的通信,符合生产车间计算机管理的需要。MAX485 芯片是 MAXIM 公司生产的差分平衡型收发器芯片,包含 1 个驱动器和 1 个接收器。用 MAX485 芯片组成的差分平衡系统抗干扰能力强,接收器可检测

低至 200 mV 的信号,传输数据可以从千米以外得到恢复,因此尤其适合于远距离通信,可组成满足 RS-485 标准的通信网络。

### 1.4 显示与键盘

控制器的显示部分选用北京青云创新科技发展有限公司生产的 LCM12232ZK 液晶显示模块,该模块的液晶屏幕为 122  $\times$  32,可以显示 2 行,每行 15 个字符,能够满足控制器的要求。控制器的键盘由 80C552 芯片 P4.0 ~ P4.3 和 P5.0 ~ P5.3 组成的行列式键盘构成,在行线 P5.0 ~ P5.3 上接有 10 k  $\Omega$  上拉电阻,可设置 16 个键,系统中用了 9 个功能键,分别为预洗、碱洗、酸洗、增 1、减 1、开始、暂停、继续和停止功能键。

## 2 软件设计

控制器的运行程序用 C51<sup>[3]</sup>语言编写,采用模块化设计,整个程序由主程序和各模块程序组成,其主程序流程图见图 2。程序中 rdata 数组用来接收上位机发送的信息,水温检测、真空电磁阀控制、自动检测清洗质量、A/D 转换及显示都在预洗、碱洗、酸洗程序中完成。控制器的上位机控制程序采用 VC++ 语言编写,上位机和控制器之间的串口通信采用 VC++ 中的串口通信 Microsoft Communications Control<sup>[4]</sup>控件,上位机控制程序中采用事件驱动方法处理通信问题。

上位机控制程序运行界面中“预洗”、“碱洗”、“酸洗”、“暂停”、“继续”和“停止”按钮与控制器的相应按钮对应,数字 0~9 用来设置清洗时间,清洗时间小于 100 min,所以时间按 2 位数设置。“握手通信”部分用来与控制器联络,联络时先发送握手信号,控制器收到上位机发送的握手信号后回送信号,上位机收到并显示回送信号,表示握手成功。“清除”按钮用来清除“发送握手信号”和“接收信号”编辑框中的内容。“发送握手信号”编辑框用来输入发送握手信号“A”,“接收信号”编辑框除显示控制器回应的握手信号外,还显示上位机向控制器发送的信息。上位机程序的设置顺序为:按清洗键 设置时间 按“开始”按钮。程序中默认的通信端口是 COM1 口,如果 COM1 口已被占用,可选择 COM2 口。按钮“传送奶泵启动次数”通知控制器向上位机传送当班的奶泵启动次数,从而估计当班的挤奶量。上位机对控制器发送命令时必须先发送握手信号,握手成功后上位机才向控制器发送控制命令,以确

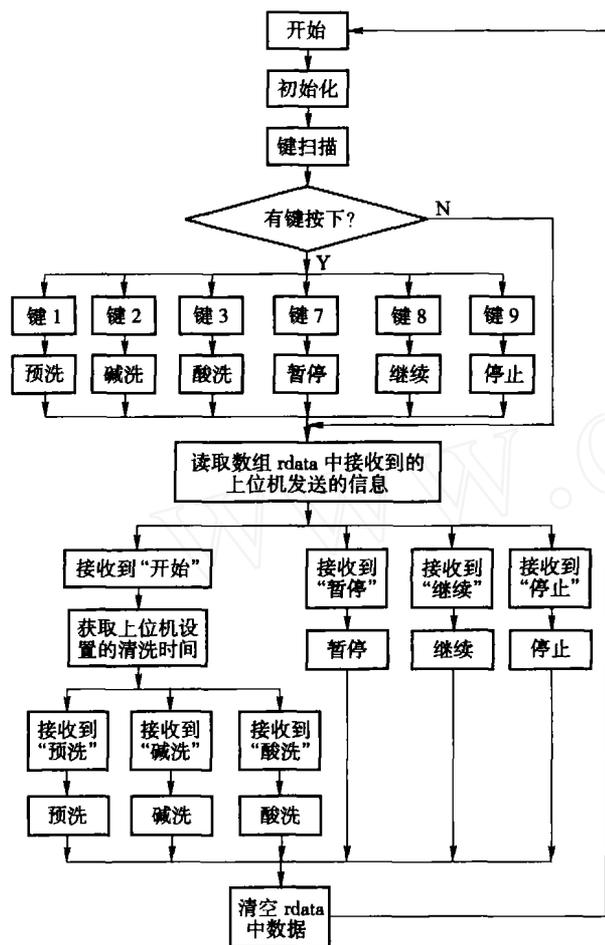


图2 挤奶机自动清洗控制器主程序流程图

Fig. 2 Flow chart of main program of controller

保控制器接收到上位机发送的数据。

控制器的抗干扰设计采用了数字滤波技术<sup>[5]</sup>。数字滤波不需增加硬件设备,可靠性好,稳定性高,不存在阻抗匹配问题,而且使用灵活,修改方便,可

以多次调用,与硬件滤波相比有很多优点。数字滤波方法很多,根据需检测的温度和水质的特点,本控制器中分别采用了中值滤波法和中值平均滤波法,取采样次数为5次。

### 3 结束语

该控制器已经调试,并在实验室试验成功,达到了预期效果。试验结果证明该控制器性能可靠,操作方便,能自动完成挤奶机的清洗与检测,清洗时间可调,能与上位机通信,清洗质量达到了相关国家标准<sup>[6]</sup>。

该控制器还可进一步完善,如果清洗过程中能自动调配碱液或酸液的浓度,则可以提高挤奶机清洗的自动化水平。此问题有待于下一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 乳品设备安全卫生[S]. GB 12073—1989
- [2] Code of Practice for Equipment and Procedures for the Cleaning and Disinfecting of Milking Machine Installations[S]. British Standard 5226—1991
- [3] 徐爱钧,彭秀华. 单片机高级语言 C51 Windows 环境编程与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001. 198~250
- [4] 李现勇. Visual C++ 串口通信技术与工程实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2002. 56~88
- [5] 王辛之,王雷,翟成,等. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000. 364~367
- [6] 生鲜牛乳收购标准[S]. GB/T 6914—1986