

## 医用洗板机自动控制系统的研制

王 坦 傅水根

(清华大学)

周一鸣

(中国农业大学车辆工程学院)

**摘 要** 研制的医用洗板机选用可程序控制器作为洗板机清洗过程的自动控制设备。自动控制系统采用以控制开关量为主的顺序控制过程和条件编码顺序控制方案,依据医用洗板机自动控制过程的工艺流程图,按预定的条件,逐步进行各阶段动作步序的控制。经过反复的实际测试,在程序设计中设计直流电机停电后反向转动 0.2 s,以消除直流电机的旋转惯性,从而达到了用直流电机代替步进电机来降低硬件成本的目的。

**关键词** 医用洗板机; 自动控制系统; 可编程控制器; 程序设计

**分类号** TP 273

## Development of Automatic Control System for Hospital Plate Washer

Wang Tan Fu Shuigen

(Tsinghua University)

Zhou Yiming

(College of Vehicle Engineering, CAU)

**Abstract** The automatic control system of hospital plate washer is developed. Programmable controller is used as a control element in hospital plate washer. Meanwhile, the software programming is developed to make the direct-current motor instead of the step-control motor. The cost of the plate washer is reduced and the reliability of the plate washer is improved.

**Key words** hospital plate washer; automatic control system; programmable controller; programming

医用洗板机是医疗科研单位开展酶免疫实验以检测各种感染性病毒所必需的重要设备之一,其作用是通过清洗实现酶免疫实验过程中结合相与游离相的分离。医用洗板机清洗的自动化代替了手工操作,减少了人为因素的影响,使检测结果更加真实可靠。目前,大部分医疗科研单位使用的全自动洗板机均是从国外进口的,不仅价格昂贵,而且常因维修不及时而导致设备被搁置一旁,在造成资源极大浪费的同时,也致使用户重新采用落后的手工操作,因此,研制开发适合我国国情、低价位、高性能的医用洗板机就成了当务之急。

### 1 工作原理

医用洗板机所要清洗的是反应板内的微孔,酶免疫实验的整个反应过程就在每个微孔内完成。图 1 为医用洗板机工作原理示意图,其工作原理是:注水头在直流电机 1,2 的驱动下,可

收稿日期: 1999-11-15

王 坦,北京清华园 1 号 清华大学机械工程学院金属工艺学教研室,100084

周一鸣,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)206 信箱,100083

以前后、上下移动; 交流电机控制水泵正、反向旋转, 通过注水头实现注水与吸水; 当微孔都注满水后, 超声波清洗器对反应板进行超声波清洗。医用洗板机的主要工作顺序依次为逐排注水、超声波清洗、逐排吸水, 以上过程重复 3 遍, 从医用洗板机的工作原理可知, 其控制过程是以控制开关量为主的顺序控制过程。

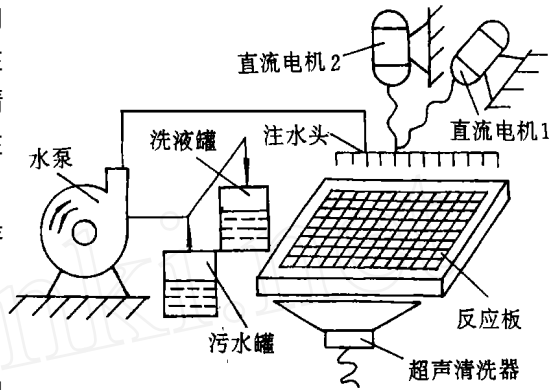


图 1 医用洗板机工作原理示意图

## 2 控制系统硬件部分的设计

电器控制系统的选择<sup>[1]</sup>。常用的电器控制系统有继电器控制系统、单片机控制系统、可编程序控制器控制系统、台式计算机控制系统。继电器控制系统存在电器触点可靠性差, 固定接线的通用性和灵活性差的问题。单片机控制系统主要适用于实时控制, 可靠性较可编程序控制器控制系统、台式计算机控制系统差。台式计算机控制系统编程较复杂, 使用维修不方便, 成本较高, 适用于较复杂的自动控制系统。而可编程序控制器主要适用于以控制开关量为主的顺序动作控制场合, 通用性和灵活性较好, 可靠性高, 较计算机控制系统价格便宜。洗板机的控制以开关量为主, 并且还要克服水泵工作时较大的振动及超声振动对控制系统的影响, 因此选用可编程序控制器作为洗板机清洗过程的自动控制设备。

控制要求。1) 完成反应板的逐排注水、超声波清洗、逐排吸水过程, 并重复进行 3 遍; 2) 通过转换开关的选择, 完成 2 排、4 排、8 排微孔条的清洗工作; 3) 用行程开关定位并限位, 确保注水头的起始位置准确; 4) 控制超声波清洗的时间, 有效的减少重复清洗的遍数, 提高洗板机的工作效率; 5) 蜂鸣器报警, 提示清洗工作完成。

自动控制过程。医用洗板机自动控制过程的工艺流程如图 2 所示。

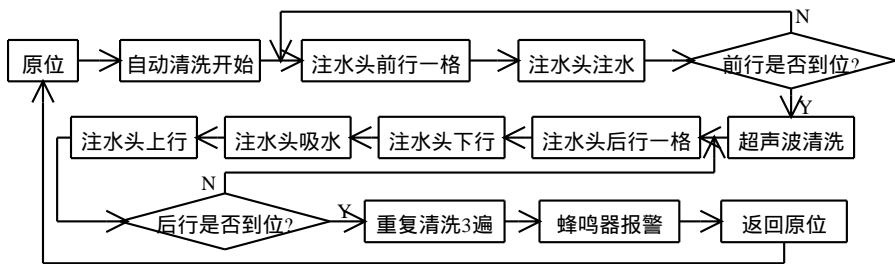


图 2 医用洗板机自动控制过程的工艺流程图

## 3 电器控制系统的软件设计<sup>[2]</sup>

洗板机的工作过程基本上是顺序工作过程, 软件设计主要采用条件编码顺序控制方案, 按预定的条件, 逐步进行各阶段动作步序的控制。其中, 为了满足洗板机的一些特殊需要, 还要用到可编程控制器内部的跳转继电器、记忆继电器、中间继电器、时间继电器和计数继电器。具体

设计如下:

1) 为实现清洗排数的任意选择, 硬件上采用选择开关进行清洗排数的选择, 软件设计上采用跳转继电器进行自动控制。

2) 为保证程序可靠地执行, 采用记忆继电器进行前、后动作步序的互锁, 防止发生误动作, 特别是为了保证直流电机的有效寿命, 在电机正、反转动作步序程序中采用互锁设计; 对于需要连续工作的动作步序, 程序中采用记忆继电器进行自锁设计。

3) 靠控制水泵的旋转时间来控制水泵的吸、排水量; 靠控制直流电机的旋转时间来控制注水头的移动距离, 因此都需要采用时间继电器。

4) 为了简化程序, 用计数继电器控制洗板机重复清洗 3 遍的动作过程。

5) 采用内部继电器进行过渡辅助控制, 以提高程序运行的可靠性。

#### 4 直流电机代替步进电机的程序设计

洗板机注水头的前后运动为一工步、一工步的等距运动, 该动力部分采用步进电机比较理想; 但步进电机需要有单独的脉冲电源, 造价较高, 因此考虑用直流电机代替步进电机, 用增加软件设计的难度, 来达到降低硬件成本的目的。这种替代需要解决的问题是直流电机的惯性问题, 步进电机在得到脉冲电流时, 电机主轴会旋转相应的角度, 断电后能够自锁; 直流电机得电后主轴旋转, 但断电后不能自锁, 在惯性的作用下, 会继续旋转一个角度, 这个角度的大小, 受电机所带负荷的影响, 在没有动力的条件下, 医用洗板机的负荷的变化, 将影响惯性下直流电机旋转的角度, 这个角度要想恒定是比较困难的, 而直流电机在工作时, 需要等距运动, 因此要想用直流电机代替步进电机, 就要在程序设计中消除直流电机的惯性旋转。为了消除直流电机停电后的惯性转动, 在直流电机 1 断电后, 通过 PLC 内部的软继电器及时间继电器的作用, 使直流电机 1 反相转动 0.2 s, 以此达到消除直流电机转动惯性的问题。直流电机 1 反相转动的的时间 0.2 s 是经过反复的实际测试得出的最佳时间。

#### 5 结 论

1) 所研制的医用洗板机已经投入正常使用, 用户反映洗板机控制系统的设计是成功的, 在以控制开关量为主的顺序动作控制系统中, 可编程控制器应当是优选的技术方案。

2) 通过适当的程序控制以消除直流电机断电后的惯性转动, 对工作转速基本恒定的使用场合, 用价格比较低廉的直流电机代替步进电机是可行的。

3) 用提高软件设计的难度和复杂程度的方法, 来降低硬件设备的成本, 已成为机电产品设计的一种趋势, 医用洗板机的成功研制证明这种思路是可行的。

#### 参 考 文 献

- 1 钟肇新, 彭 侃. 可编程序控制器原理及应用. 广州: 华南理工大学出版社, 1991. 1~ 9
- 2 万太福, 唐贤永. 可编程序控制器及其应用. 重庆: 重庆大学出版社, 1994. 80~ 87