

# 基于 PLC 及 HMI 的洗瓶机自动控制设计

赵安,马彬彬

(泰州职业技术学院,江苏 泰州 225300)

**摘要:**为解决制药企业西林瓶的再次洗净、反复使用的问题,根据企业洗瓶机的控制要求,提出一种自动清洗西林瓶的方法。西林瓶清洗过程通过 PLC 和 HMI 实现可视化自动控制,控制过程可做到无人值守且灵活多变,西林瓶清洗质量和效率均可显著提高,并可降低企业工人的劳动强度及企业用工成本。

**关键词:**西林瓶;可编程控制器;人机界面;洗瓶机;自动控制

**中图分类号:**TP273 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)04-0209-03

## Automatic Control Design of Bottle Washing Machine Based on PLC and HMI

ZHAO An, MA Binbin

(Taizhou Polytechnic College, Taizhou 225300, China)

**Abstract:** To solve the problem that medical bottles are cleaned and reused, according to the control requirements of the bottle washing machine, a method of automatically cleaning the bottle is put forward in this paper. The cleaning process can be controlled automatically and visually by PLC and HMI. The cleaning quality and efficiency is improved obviously. At the same time, it can be used to reduce the labor intensity of workers and the production cost of enterprise.

**Keywords:** vial; programmable logic controller; human machine interface; bottle washing machine; automatic control

## 0 引言

西林瓶一般用做疫苗、生物制剂、粉针剂、冻干粉等药品的包装,是制药企业的非一次性常规包装用瓶,可再次洗净、反复使用<sup>[1]</sup>。在走访中国医药城部分制药企业的过程中,发现不少企业的西林瓶清洗装置都是先用超声波自动进行物理清洗,再由操作工人手动控制进行化学清洗。超声波清洗虽然先进,但往往只属于粗洗,洗过的瓶子还要再经过人工精洗过程,且超声波空化效应中产生的分频谐波噪声很大,严重影响操作工人身体健康,需要在隔离间进行。手动洗瓶需要工人长时间在岗或者定期多次到清洗岗位切换清洗项目。因人工值守效率低下,要定期就近启停不同的清洗项目,还要手动估算各个清洗项目的时间,增加了工人的劳动强度及出错的概率。若采用微型 PLC 和 HMI 进行控制,则可实现全程自动化,各个操作项目的过程还可在触摸屏上动态监视,整个控制过程一目了然。

## 1 洗瓶机清洗工艺描述

西林瓶的清洗工艺过程主要包括:洗前准备—水质检查—洗瓶—收瓶—灭菌等,其中洗瓶的质量最为关键。洗瓶的方法多种多样,一种方式是采用超声波粗洗,另一种



图1 西林瓶外观

是高压反冲清洗,主要经过自来水洗、皂液洗、纯化水洗等过程,洗净质量较高。如果直接使用高压反冲清洗效果好,可省去超声波清洗这一环节,并可直接进行收瓶。本文介绍高压反冲洗瓶方法的自动化控制过程,根据西林瓶粘连异物程度灵活选择洗瓶项目和设定洗瓶时间,比如预先只设定皂液洗 5 min 和纯化水洗 3 min,那么系统自动调用 PLC 控制程序只完成这 2 个项目的清洗过程,控制过程和清洗时间均可在 HMI 上动态形象地实时监控。自来水、皂液、纯化水的清洗可以自由选定,各个清洗过程中的水压还可以根据需要进行灵活地调整,提高清洗质量和效率。控制过程有点类似于智能洗衣机,不过自动洗瓶机功能更灵活、清洗要求更高,同时加入 HMI,人机交互界面更友好<sup>[2]</sup>。

## 2 洗瓶机自动控制硬件配置

自动洗瓶机的控制核心为 PLC, PLC 输入设备为启动、暂停、停止等按钮, 输入信号也可通过 HMI 给出和实际按钮实现两地控制。PLC 输出执行元件为控制各个液体管道的电磁阀、增压泵, 通过 PLC 控制各个电磁阀及增压泵的得电与失电来选择各个清洗项目, 清洗时间也可由 PLC 程序任意设定, 所有 PLC 输出设备的运行状态均可在 HMI 上实现监控。图 2 为洗瓶机控制示意图。在不同地理纬度, 考虑到环境温度等因素对洗瓶机的化学清洗剂 and 效果可能产生影响, 可以选择整合模拟量输入和输出的小型 PLC, 或者增加模拟量扩展模块, 实时监测环境温度, 通过 PLC 读取温度模拟量, 选择最佳洗瓶环境, 达到最优的洗瓶效果<sup>[3]</sup>。

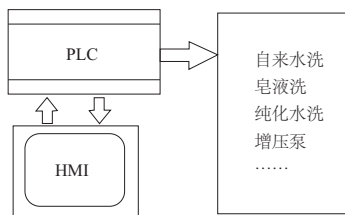


图 2 洗瓶机控制示意图

## 3 洗瓶机控制软件设计

分析洗瓶的工艺流程、洗瓶控制要求以及环境对洗瓶效果的影响。组态出洗瓶机精洗自动控制人机界面如图 3 所示。洗瓶机根据西林瓶的清洗要求, 通常在超声波粗洗之后再行精洗, 精洗内容主要包括自来水洗、皂液洗、纯化水洗等过程。自来水洗的过程可能不止一次, 各个清洗项目可自由组合, 可以只有 1 个清洗项目, 也可任选其中 2 个或 3 个不同项目进行清洗。各个清洗项目的时长可以任意设定, 清洗总时长不受限制, 清洗总时间大多在 10 min ~ 15 min, 清洗时长设定简单易行。各种清洗液通过各自的增压泵加压后经过相应的电磁阀、单向阀送至清洗架, 每个清洗项目的清洗时长均会在 HMI 画面上实时动态显示, 同时画面显示当前清洗项目的泵和电磁阀得电, 当前清洗液动态流动情况。环境温度也实时显示在组态画面中, 并能在环境温度不适于清洗时, 及时停止清洗过程。清洗过程有启动和停止, 也有暂停。暂停时, 清洗过程停在当前位置, 清洗的时间保持有效, 暂停后若重新启动, 清洗过程接着暂停点后继续清洗, 并不从头开始。

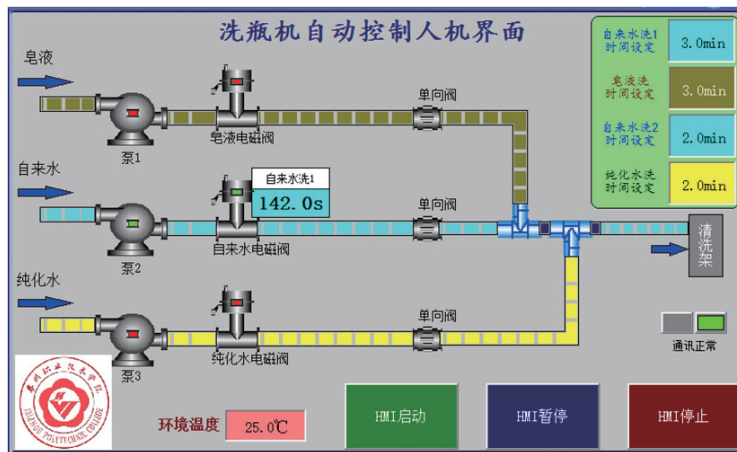


图 3 洗瓶机自动控制人机界面组态画面

若有需要, 画面中也可组态清洗的具体时间点<sup>[4]</sup>。总之, 清洗过程中的控制可随时按要求改变, 极其方便灵活, 整个清洗过程自动控制涉及开关量控制、模拟量控制、现场数据采集、整数和浮点数运算、信号监控、联网通信等, 能够胜任此控制过程的核心设备首选 PLC。各大 PLC 生产商供应的小型 PLC 产品, 只要进行合理配置, 都可以满足控制要求。本文的洗瓶机控制核心采用西门子 SMART200 小型 PLC, 功能扩展方便, 性能稳定, 配合昆仑通态的 MCGS 人机界面, 性价比高, 能充分满足上述所有控制要求。

洗瓶机的 PLC 控制程序部分包括: 洗瓶机启动停止控制、暂停控制、环境温度显示及温度对洗瓶机的控制、各个清洗项目时长设定、各个清洗项目清洗时长动态显示、通讯状态显示等。例如: 清洗时长设定程序如图 4 所

示<sup>[5]</sup>。各个清洗项目的时长设定值通过 HMI 画面预设, 单位为 min, 转换成 100 ms 后, 送 VW520 ~ VW526, 作为 PLC 的保持型接通延时定时器的时间设定值。

## 4 结语

该洗瓶机自动控制设计已经过模拟调试验证, 满足使用方目前所有控制要求, 并为将来的升级换代预留扩展空间, 是洗瓶机自动控制中较好的控制方案之一。今后, 若能在需要时将超声波粗洗融入其中, 并解决超声波的分频谐波噪声问题; 或者实现超声波洗瓶、化学洗瓶、换瓶、烘干、收瓶、灭菌一体化优选控制, 将彻底实现完全无人值守, 大大提高工作效率。

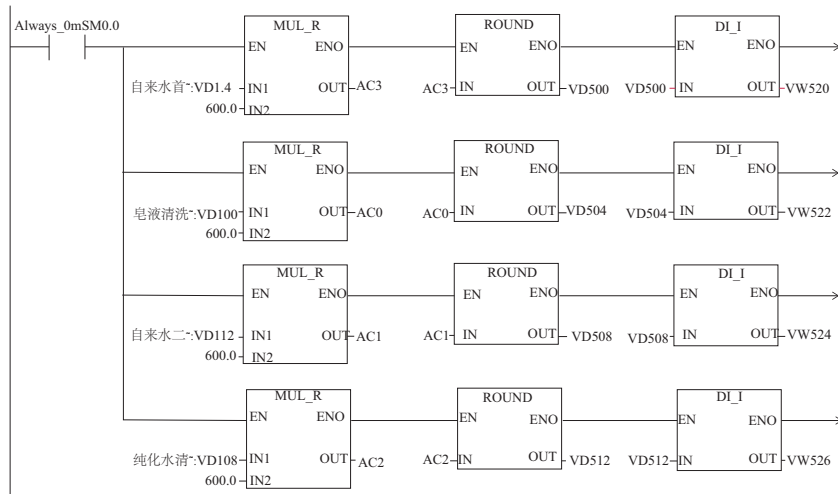


图 4 各个清洗项目清洗时长设定程序

参考文献:

[1] 蔡凤,解彦刚. 制药设备及技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2011.

[2] 张文明,华祖银. 嵌入式组态控制技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2011.

[3] 西门子工业有限公司. SIMATIC S7-200 SMART 系统手册 [Z]. 北京:西门子工业有限公司, 2016.

[4] 李全江. 组态控制技术实训教程(MCGS)[M]. 北京:机械工业出版社,2016.

[5] 韩相争. 西门子 S7-200 SMART PLC 编程技巧与案例[M]. 北京:化学工业出版社,2017.

收稿日期:2018-11-27

(上接第 208 页)



图 7 测试结果

3 结语

本文提出了一种能够与控制系统硬件相独立的 PLC 自动控制系统的配置与组态方法。该方法利用建立硬件配置文件,将 PLC 程序与硬件分离,并通过模块库为 PLC 程序提高可调用、复用的功能块,为机床 PLC 控制程序的标准化以及开发自动化提供了实现思路,有效提升了 PLC 程序的开发效率。通过实例测试表明,本文所述的基于 PLC 自动控制系统的配置和组态思路具有较好的可行性。

参考文献:

[1] 赵粉荣. 基于 PLC 的数控组合机床的控制系统设计[J]. 自动化与仪器仪表,2017(9):117-119.

[2] 李宁,卢子广,罗启平. 镀铬槽液温度自动控制系统研究[J]. 电镀与精饰,2017,39(8):25-28.

[3] 孙永芳. 基于自动生产线上 PLC 的模块化设计[J]. 自动化

与仪器仪表,2017(7):87-88.

[4] 张秋雁,徐宏伟,周克,等. LabVIEW 在 PLC 功耗高精度动态测量中的应用[J]. 电测与仪表,2017,54(13):115-119.

[5] 刘小春. 基于 PLC 的水箱水位 PID 控制系统设计[J]. 装备制造技术,2017(6):171-173.

[6] 暴翔,何小刚. 基于模糊 PID 控制器的等速采样系统[J]. 煤炭技术,2017,36(6):273-275.

[7] 缪正成,倪晓春,金侠杰,等. 基于 PLC 与步进电机的装载机先导手柄阀测控系统开发[J]. 机床与液压,2017,45(8):159-162,176.

[8] 刘水,王致杰,王海群,等. 基于 PLC 的变频恒压供水系统[J]. 信息技术,2017(4):57-60.

[9] 王军华. 单神经元 PID 控制器在 PLC 中的实现[J]. 自动化应用,2017(4):59-60.

[10] 王国荣. 基于 PLC 的船舱内温度自动控制方法研究[J]. 舰船科学技术,2017,39(6):108-110,113.

[11] 陈进,施海涛,李桥. 基于 PLC 的船舶压载舱监控系统设计[J]. 自动化仪表,2016,38(3):30-32,36.

[12] 潘莲辉,张美义,甘桂裕,等. 模糊自整定 PID 控制方案在自动加药系统中的应用[J]. 化工自动化及仪表,2017,44(3):262-266.

[13] 李文宇,王延军,高飞,等. 滞后系统的一种改进 PID 控制方法[J]. 自动化与仪器仪表,2015(1):19-21.

[14] 黄从智,杜斌,郑青. 基于 PLC 的线性自抗扰控制算法设计与实现[J]. 控制工程,2015,24(1):171-177.

[15] 邓洁清,袁宇波. 基于 PLC 模块的变电站自动化测试仿真系统的实现及应用[J]. 电力系统保护与控制,2013,37(24):157-160.

收稿日期:2018-03-19