

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0111- 04

# 基于 S7- 200 PLC 的白炭黑反应釜 自动控制系统的设计

谢国强, 徐文尚, 刘洪霞, 庄艳艳

(山东科技大学信电学院, 山东 青岛 266510)

**摘要:** 针对某公司白炭黑生产系统采用人工手动控制存在生产效率低、产品质量差的问题, 提出了一种基于 S7- 200 PLC 的白炭黑反应釜自动控制系统的改造方案; 分析了白炭黑生产系统的工艺流程, 详细介绍了改造后的自动控制系统的硬件及软件设计。实际应用表明, 改造后的自动控制系统实现了对酸、碱和水流量的自动控制、溶液温度的自动控制、溶液 pH 值的自动控制, 提高了产品质量及生产效率。

**关键词:** 白炭黑; 反应釜; 自动控制; S7- 200 PLC

**中图分类号:** TD67 **文献标识码:** B

## Design of Automatic Control System of Silica Reactor Based on S7-200 PLC

XIE Guoqiang, XU Wen Shang, LIU Hong-xia, ZHUANG Yanyan

(College of Information and Electrical Engineering of Shandong University of Science and Technology,  
Qingdao 266510, China)

**Abstract:** In view of problems of low production efficiency and bad products quality existed in manual control used by silica production system of one company, the paper proposed a reform scheme of automatic control system of silica reactor based on S7-200 PLC. It analyzed technology process of silica production system and introduced design of hardware and software of the reformed automatic control system in details. The actual application showed that the reformed automatic control system realizes automatic control for flow of acid, alkali and water, automatic control for solution temperature and solution pH value, which improves products quality and production efficiency.

**Key words:** silica, reactor, automatic control, S7-200 PLC

## 0 引言

山东弘兴白炭黑有限责任公司是枣庄矿业集团的重点非煤项目, 生产广泛用于轮胎、制鞋业、硅橡胶行业以及饲料、农药、涂料油墨、牙膏等领域的白炭黑。目前该公司以沉淀法生产白炭黑, 该生产系统以人工手动控制为主, 生产效率低, 最重要的是由于人为因素, 导致生产配方跟标准配方有所差异, 从而影响了产品质量。为了实现白炭黑生产系统的自动化控制, 提高生产质量及生产效率, 改善工作环

境, 笔者对白炭黑生产系统进行了改造。改造范围为 60 方、60 方、90 方 3 个反应釜自动控制系统的生产过程自动化控制。

通过对该公司的实际工艺过程的分析及对改造设备的性价比综合考虑, 笔者制定了以下改造方案: 3 个反应釜分别采用西门子 S7- 200 PLC 以及扩展模块独立控制, 3 套 PLC 分别通过 Profibus 总线与上位机通信, 保留原来的手动系统, 将其作为白炭黑反应釜自动控制系统的备用。由于 3 个反应釜的控制方式基本一样, 本文只介绍 60 方反应釜的设计。

## 1 白炭黑生产系统工艺

### 1.1 工艺流程

白炭黑生产系统的工艺流程如图 1 所示, 有酸、碱和水 3 个上位槽, 每个上位槽有 2 个泵进行补给,

收稿日期: 2010- 08- 13

作者简介: 谢国强(1979- ), 男, 山东菏泽人, 山东科技大学控制理论与控制工程专业在读硕士研究生, 主要研究方向为计算机控制系统控制与仿真。E-mail: xgqwf@qq.com

底碱直接用泵打进3个反应釜,2号碱(从上位槽来的碱)、底碱(直接用泵打进的碱)和水(直接用泵打

进反应釜的水)这3路管道的主路(介质进3个反应釜共用的管道)分别共用一个流量计<sup>[1]</sup>。

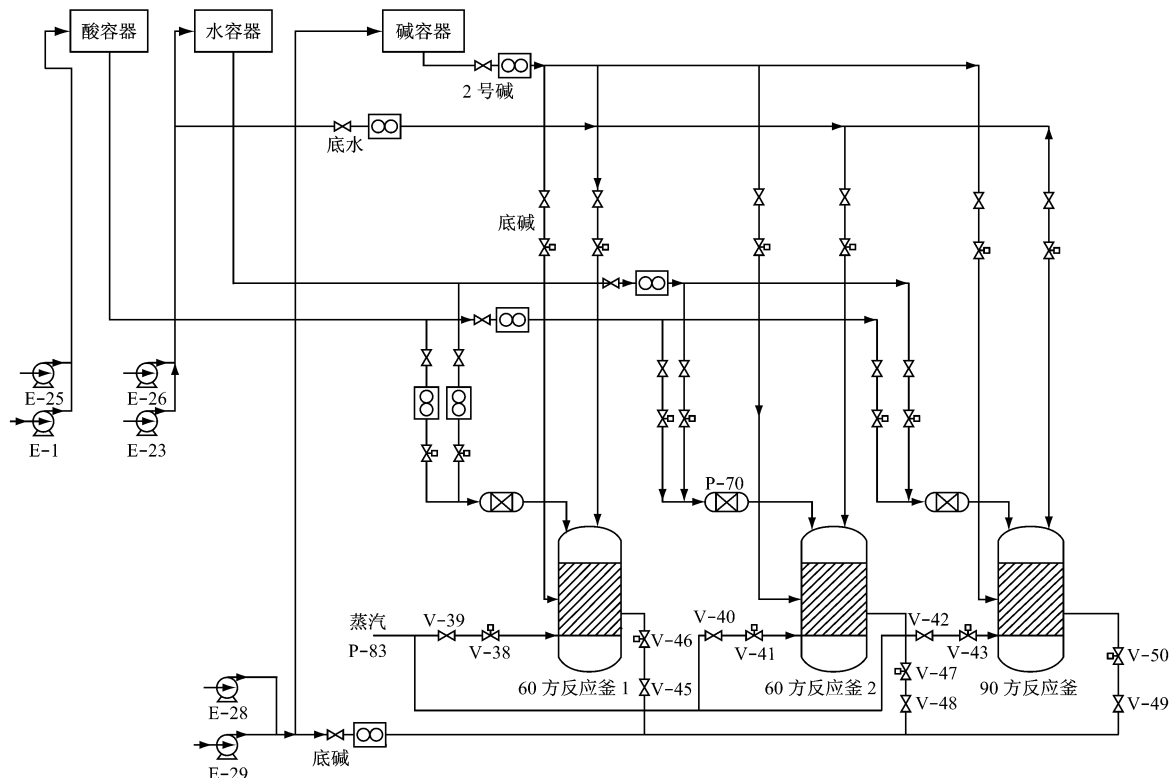


图1 白炭黑生产系统的工艺流程

## 1.2 白炭黑生产工艺

以下介绍60方反应釜的生产工艺(因技术保密问题,下面用字母代替相应的数字)。

(1) 加底水、底碱: 底水为  $M_1 \text{ m}^3$ , 底碱为  $M_2 \text{ m}^3$ , 加底水  $K_1 \text{ min}$  后开始启动搅拌电动机, 同时开始加碱, 直到加完。根据配方要求, 可微调碱或水, 调整到给定的碱浓度; 需要一定的温度控制(通过加入一定的蒸汽把温度稳定在  $T_0 \text{ } ^\circ\text{C}$ )。加底水、底碱的时间约  $K_2 \text{ min}$ 。

(2) 酸化过程: 加酸和水的混合溶液(酸的体积分数一般在  $M_3\%$ , 可根据浓硫酸和水的管径和流速加以调配), 搅拌电动机一直运行, 混合溶液的 pH 值是逐渐下降的, 直到 pH 值为  $R_1$  时停止加酸和搅拌, 反应时间(加酸和水混合液的时间)约为  $K_3 \text{ min}$ 。硫酸液下泵的启停和加酸阀门同步。

(3) 沉化过程: 不加任何反应液, 搅拌电动机停止搅拌, 沉化时间约为  $K_4 \text{ min}$ 。

(4) 加热搅拌: 每分钟升温  $T_1 \text{ } ^\circ\text{C}$  (在配方中可设定每分钟的升温), 加热到  $T_2 \text{ } ^\circ\text{C}$  并保持。加热时间约为  $K_5 \text{ min}$ 。开始加热时的温度大概在  $T_3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ; 搅拌电动机一直搅拌。

(5) 加碱调节 pH 值为  $R_2$ , 然后同时加酸, 使 pH 值稳定在  $R_2$ , 温度保持在  $T_2 \text{ } ^\circ\text{C}$ : 先加碱, 保持碱的流量为  $M_4 \text{ m}^3/\text{h}$ , 当 pH 值达到  $R_2$  时, 开始加酸, 调节酸的流量使 pH 值保持在  $R_2$ 。当所加的碱的累积量为  $M_5 \text{ m}^3/\text{h}$  时, 停止加酸和碱。

(6) 停止加碱、加酸: 将 pH 值调为  $R_3$ 。加酸的时间约为  $K_6 \text{ min}$ 。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 系统硬件组成

白炭黑反应釜自动控制系统的电气部分分为3层:

第一层为集中控制台(上位机)。上位机选用研华工业控制计算机, 利用组态王软件开发出一套白炭黑反应釜生产过程的监控程序, 作为实时监控和发出指令的中枢, 通过 Profibus DP 总线传给下位机(PLC), 并从下位机接收指令。

第二层为现场控制层(下位机)。考虑到现场有近20个数字量输入点、15个数字量输出点、8路模拟量输入及6路模拟量输出, 下位机采用西门子 S7-200 CPU 226(AC/DC/继电器)作为控制核心,

扩展 1 个 EM223(8DI 24 V DC/8DO 继电器) 模块、1 个 EM231(4 路电流/电压输入, 12 位) 模块、1 个 EM 231(4 路热电阻输入) 模块、2 个 EM 232(4 路模拟输出, 12 位) 模块、1 个 EM235(4 路电流电压输入/1 路电流电压输出, 12 位, 无隔离) 模块及 1 个 EM 277(Profibus- DP 从站, MPI/DP 接口) 模块, 下位机根据集中控制台的指令、规定的工艺要求和配方对现场进行实时控制<sup>[2]</sup>。

表 1 白炭黑反应釜自动控制系统的 I/O 点的分配

输入地址	对应功能	输出地址	对应功能	输入地址	对应功能	输出地址	对应功能
I0.0	底碱流量计脉冲	Q0.0	自动运行指示灯	I2.4	水启动按钮	Q1.2~ Q1.7	备用
I0.1	底水流量计脉冲	Q0.1	半自动运行指示灯	I2.5	水停止按钮	Q2.7	备用
I0.2	水流量计脉冲	Q0.2	手动运行指示灯	I2.6	酸启动按钮		
I0.3	酸流量计脉冲	Q0.3	急停指示灯	I2.7	酸停止按钮		
I0.4	2 号碱流量计脉冲	Q0.4	故障指示灯	I3.0	2 号碱启动按钮		
I1.0	紧急停车	Q0.5	底碱阀门运行指示灯	I3.1	2 号碱停止按钮		
I1.1	自动按钮	Q0.6	底水阀门运行指示灯	I3.2	搅拌电动机启动按钮		
I1.2	半自动按钮	Q0.7	水阀门运行指示灯	I3.3	搅拌电动机停止按钮		
I1.3	手动按钮	Q1.0	酸阀门运行指示灯	AIW0	底水流量计		
I1.4	启动按钮	Q1.1	2 号碱阀门运行指示灯	AIW1	底碱流量计	AQW0	底碱电动阀
I1.5	停止按钮	Q2.0	搅拌电动机继电器	AIW2	水流量计	AQW1	底水电动阀
I1.6	底水启动按钮	Q2.1	1 号软化水泵继电器	AIW3	酸流量计	AQW2	水电动阀
I1.7	底水停止按钮	Q2.2	2 号软化水泵继电器	AIW4	2 号碱流量计	AQW3	酸电动阀
I2.0	底碱启动按钮	Q2.3	1 号水玻璃加料泵继电器	AIW5	pH 值传感器	AQW4	蒸汽电动阀
I2.1	底碱停止按钮	Q2.4	2 号水玻璃加料泵继电器	AIW8	1 号测温	AQW5	2 号碱电动阀
I2.2	蒸汽启动按钮	Q2.5	1 号硫酸液下泵继电器	AIW9	2 号测温	AQW6	备用
I2.3	蒸汽停止按钮	Q2.6	2 号硫酸液下泵继电器			AQW7	备用

3 系统软件设计

3.1 整体设计思想

白炭黑反应釜自动控制系统有 3 种工作模式: 手动控制、半自动控制和自动控制模式。手动控制模式直接控制各个电动阀门动作和搅拌电动机的启停。该模式下, 工程师可以手动调节每一个阀门的开度、每种配方的流量, 以满足不同产品的配方需要<sup>[3]</sup>。半自动控制模式按照配方的要求, 在相应的启动按钮下单步执行(主要用于每个回路流量的闭环控制: 设定一定的流量, 启动相应的电动阀, 达到所设定的值后自动停止)。自动控制模式用于平时的正常生产, 按照生产工艺要求在一定的时序下顺序执行。该模式下, 操作员只能监控生产过程的生产数据, 不能修改配方。如果自动控制模式出现问

第三层为现场传感器和执行器。传感器主要由流量计、温度计、操作按钮等组成; 执行器主要由软化水泵、反应水玻璃的加料泵、硫酸液下泵、搅拌电动机和控制各种液体的电动阀等组成。

2.2 I/O 点分配

白炭黑反应釜自动控制系统的 I/O 点的分配如表 1 所示。

题, 可以转到半自动控制模式。

3.2 系统软件设计

白炭黑反应釜自动控制系统的主程序流程图 2 所示<sup>[4]</sup>。

白炭黑反应釜自动控制系统的子程序包括自动控制子程序、半自动控制子程序、手动控制子程序、故障处理子程序、配方子程序等。由于篇幅有限, 本文只对自动控制子程序作简要说明, 其流程如图 3 所示。

4 结语

改进的以 S7- 200 PLC 为核心的白炭黑反应釜自动控制系统, 实现了对酸、碱和水的流量的自动控制、溶液温度的自动控制、溶液 pH 值的自动控制, 并能对上位槽进行自动补酸、碱和水, 减轻了劳

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0114- 03

# 基于 EPEC 控制器的采煤机控制系统的设计

初成伍

(辽源煤矿机械制造有限公司, 吉林 辽源 136201)

**摘要:** 针对基于 PLC 的采煤机控制系统存在防护等级低、抗振动能力差、结构布置复杂等问题, 提出了一种基于 EPEC 控制器的采煤机控制系统的设计方案。该系统采用带 CAN 总线的 EPEC 控制器将现场实时数据打包成 PDO 报文传输至 CAN 总线, 再由 CAN232MB 和 CAN485MB 模块分别将报文传输给显示器和上位机, 从而实现对采煤机运行状态的实时监测。实际应用表明, 该系统提高了采煤机控制系统的抗干扰性和可靠性, 降低了采煤机控制系统的故障率。

**关键词:** 采煤机; 控制系统; CAN 总线; EPEC 控制器; PDO

**中图分类号:** TD632 **文献标识码:** B

## Design of Control System of Shearer Based on EPEC Controller

CHU Cheng-wu

(Liaoyuan Coal Mining Machinery Co., Ltd., Liaoyuan 136201, China)

**Abstract:** In view of problems of low protection level, bad anti-vibration ability and complex structure

收稿日期: 2010- 08- 06

作者简介: 初成伍(1979- ), 男, 吉林辽源人, 助理工程师, 现主要从事采掘机械电气设计工作。E-mail: chuchengwu@126.com

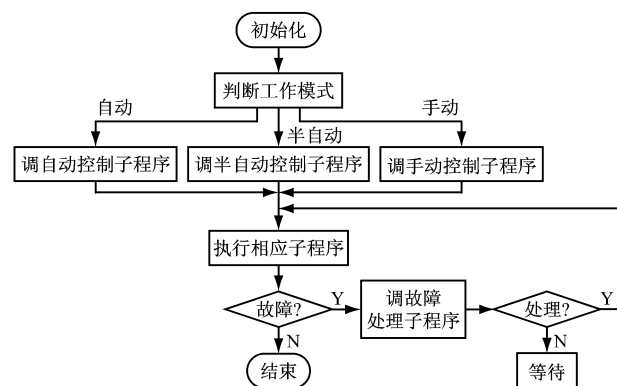


图 2 白炭黑反应釜自动控制系统的主程序流程

动强度, 提高了产品质量, 同时也能减少人工费用, 提高生产效率。

**参考文献:**

- [1] 廖常初. PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 齐从谦, 王士兰. PLC 技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 胡奇芸, 于岩, 于卉. 基于带式输送机电控系统设计与

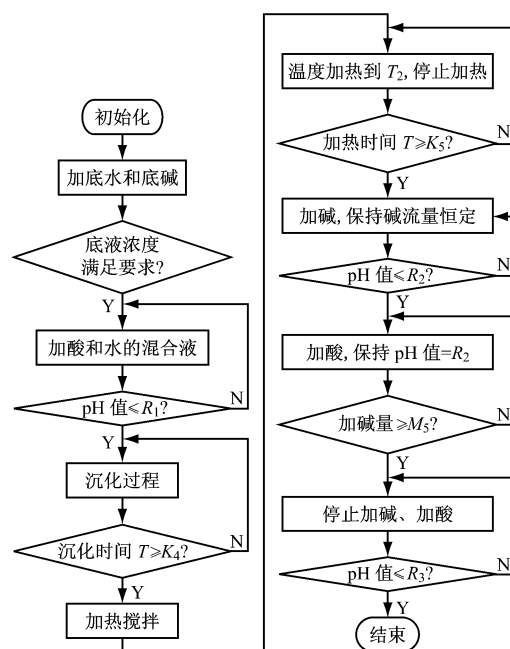


图 3 自动控制子程序流程

应用[J]. 煤矿机械, 2009, 30(3): 114-116.

- [4] 吴丽. 电气控制与 PLC 应用技术[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2001.