

文章编号: 1671-251X(2010)02-0089-03

# 基于双 PI 控制的水煤粉制备系统设计

陈杰, 张开明

(盐城师范学院物理科学与电子技术学院, 江苏 盐城 224002)

**摘要:** 针对传统的水煤粉制备系统产品质量不稳定的问题, 设计了一套双 PI 控制的水煤粉制备系统, 介绍了系统的工作原理、硬件组成和程序设计。该系统以 OMRON C200HE PLC 为核心, 利用模拟量单元 AD003 和 DA003 及外部执行器分别构成煤粉量调节回路和水量调节回路, 由 2 条 PID 指令自动控制, 实现了水煤粉制备系统的随动控制。

**关键词:** 水煤粉; 煤粉量调节; 水量调节; PI 控制; PLC

**中图分类号:** TD672      **文献标识码:** B

Design of Water-coal Powder Mixer System Based on Double PI Control

CHEN Jie, ZHANG Kai ming

(Dept. of Physical Science and Electronic Technology of Yancheng Teachers University,  
Yancheng 224002, China)

**Abstract:** In view of the instability of product quality in traditional water-coal powder mixer system, a set of water-coal powder mixer system based on double-PI control was designed. The system's working principle, hardware components and program design were introduced. The system takes OMRON C200HE PLC as core and uses analog unit AD003, DA003 and external elements to constitute adjustment circuits of quantities of coal powder and water, which realizes follower control of water-coal powder mixer system by two PID commanders.

**Key words:** water-coal powder, adjustment of coal powder's quantity, adjustment of water's quantity, PI control, PLC

收稿日期: 2009-10-15

作者简介: 陈杰(1965-), 男, 高级工程师, 2000 年毕业于徐州师范大学, 现为江南大学在读硕士研究生, 研究方向为控制工程, 主要从事工业自动化控制系统的开发与研究工作, 已发表文章 7 篇。E-mail: ycjiechen@yahoo.com.cn

的自身负担, 提高了工作效率。该系统在某些地区可能由于某些设备问题暂时无法实现, 但是随着电力线载波传输技术的广泛应用, 这种智能化的系统将会越来越受到人们的欢迎。

## 参考文献:

- [1] 曹晔, 张光友. 有毒有害和可燃气体的自动检测技术及应用[J]. 现代仪器, 2001(2): 10-12.
- [2] 周芳, 韩立岩. 多传感器信息融合技术综述[J]. 遥测遥控, 2006, 27(3): 1-7.

## 0 引言

水煤粉是一种由 70% 左右的煤粉、30% 左右的含有有机质的工业废水和少量药剂混合制备而成的粉状物, 可直接用于各种锅炉、窑炉的燃烧, 具有很

- [3] 陈帅, 钟先信. 无线传感器节点模型[J]. 自动化与仪器仪表, 2007(1): 27-29.
- [4] 李冬梅, 黄元庆. 几种常见气体传感器的研究进展[J]. 技术综述, 2006(1): 6-7.
- [5] 王赞基. 电力线载波通信技术及其应用[J]. 电力系统自动化, 2000(11).
- [6] 陈轶, 潘孟春, 吴峻. 基于 SSCP200 的自动抄表系统[J]. 电测与仪表, 2001(11): 10-12.
- [7] 逯绍锋, 逯跃锋. 基于无线传感器网络的有毒气体监测系统的设计[J]. 现代电子技术, 2007(23).

好的环保节能优势。使用水煤粉在不增加费用的前提下, 可大大提高煤炭的环保和经济效益。目前, 水煤粉已成为替代油、气等能源的最基础、最经济的洁净能源。但由于生产现场环境恶劣, 加之混合过程是随动过程, 水煤粉的制备目前多采用人工观察加水的半自动方式, 混合比例因人而异, 产品质量不稳定。为此, 笔者利用 PLC 扩展的 PID 控制功能, 提出了一种水煤粉混合的 PID 控制设计方案, 实现了水煤粉制备系统的随动控制, 使水煤粉质量不再受人为因素影响。

## 1 水煤粉制备的工艺流程及控制要求

水煤粉制备工艺流程如图 1 所示。在水煤粉制备过程中, 煤粉由煤粉振动仓下料, 经旋转给料机(变频调速电动机)和刮板秤传送到搅拌机, 煤粉量由压力传感器检测; 水由水泵经调节阀送到搅拌机混合, 水量由流量计检测。煤粉和水按一定比例送到搅拌机内搅拌, 混料后由输送带输出。

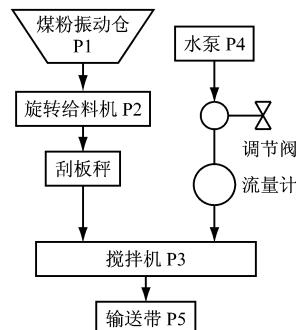


图 1 水煤粉制备工艺流程图

控制要求: 水煤粉制备系统的启动和停止按流程进行顺序控制, 其动作顺序如图 2 所示, 即启动时, 煤粉振动仓 P1 先振动下料, 延时几秒后, 螺旋给料机 P2 和水泵 P4 工作, 延时一定时间后, 搅拌机工作, 再经一定时间后水煤粉由输送带送出。停机时, 也是先关煤粉振动仓, 然后依次关螺旋给料机和水泵、搅拌机、输送带。

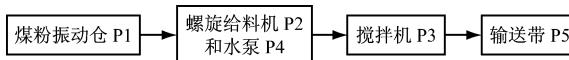


图 2 水煤粉制备系统的启动/停止顺序图

控制系统中的供水量随煤粉量的变化而变化, 是一个随动控制。根据控制要求, 煤粉控制回路采用 PI 控制, 水回路也采用 PI 控制, 其控制原理如图 3 所示。PLC 输出驱动螺旋给料机(执行器 1)及调节阀(执行器 2), 分别控制螺旋给料机的转速及出水阀的开度。

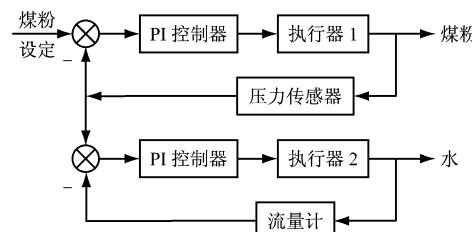


图 3 水煤粉制备系统控制原理框图

## 2 系统设计

### 2.1 硬件选择与参数设置

水煤粉制备系统由 PLC、水煤粉制备设备(包括煤粉振动仓 P1、振动下料电动机、螺旋给料机 P2、水泵 P4、搅拌机 P3 和输送带 P5 等)、传感器等部分组成。其中, PLC 选用一台 OMRON C200HE 主机作为基本单元, AD003 模拟量输入模块进行模拟量(压力和水流量)的输入, DA003 模拟量输出模块进行模拟量的输出; 开关量的输入/输出分别由 ID212 和 OC225 模块实现。AD003 模块的单元号为 0, DA003 模块的单元号为 1。PLC 的外部接线如图 4 所示。

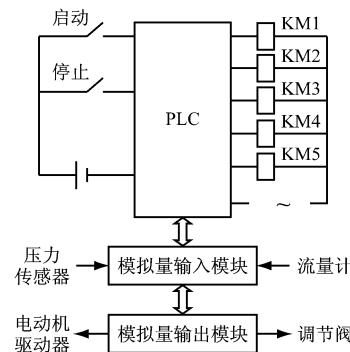


图 4 PLC 的外部接线图

该系统的总输入点: 5 点开关量, 2 点模拟量, 分别用直流 24 V 的开关量输入模块 ID212 和模拟量输入模块 AD003 实现; 总输出点: 5 点开关量, 2 点模拟量, 分别用开关量输出模块 OC225 和模拟量输出模块 DA003 实现。I/O 分配如表 1 所示。

表 1 PLC 的 I/O 分配表

输入		输出	
00000	启动	00100	煤粉振动仓 KM1
00001	停止	00101	变频器电源 KM2
00002	给料电动机热继电器触点输入	00102	水泵 KM3
00003	水泵电动机热继电器触点输入	00103	搅拌机 KM4
00004	搅拌电动机热继电器触点输入	00104	输送带 KM5
101	压力	111	调节阀
102	流量	112	电动机驱动

刮板秤中压力传感器的电压信号输出范围:0~10 V;流量计的电压信号输出范围:0~5 V;模拟量输出模块输出信号范围:0~10 V。要在PLC中实现模拟量输入/输出功能,必须对PLC的内部继电器区(即IR区)和数据存储区(即DM区)进行设置,设置汇总表如表2所示。

表2 PLC内部IR区和DM区设置汇总表

通道号	设置值	通道号	设置值
IR100	0003	DM 1001	000D
IR110	0003	DM 1100	0003
DM 1000	0003	DM 1101	0005

## 2.2 程序设计

根据系统的特点,水、煤混合输送的控制属于开关量控制,可根据图2设计顺序控制程序。设计梯形图时采用2条移位寄存器指令SFT,分别实现顺序启动和顺序停机(梯形图略)。启动时,其计数脉冲由定时器TIM000产生,脉冲周期暂设为5 s;停止时,其计数脉冲由定时器TIM001产生,脉冲周期仍设为5 s。启动信号有效后,TIM000每5 s产生一个脉冲,200通道中的每一位依次左移1位,PLC驱动相应的交流接触器工作,相应的设备顺序启动;停止信号有效后,TIM001每5 s产生一个脉冲,210通道中的每一位依次左移1位,PLC相应的交流接触器停止工作,相应的设备顺序停止。

对煤粉及水量的控制利用OMRON的扩展指令——PID指令实现。由于制备设备在机械上进行了限制,煤粉及水量在加入过程中几乎没有大的突变,故对执行器采用PI控制。对PID参数进行设定时,只要对比例带和积分时间常数进行设定,令微分时间常数为零即可。硬件上2个PID控制回路分别由AD003模块的101通道、DA003模块的111通道及变频器构成的煤粉量调节回路和由AD003模块的102通道、DA003模块的112通道及调节阀构成水量调节回路实现。梯形图如图5所示。图5中对加煤量的控制采用PI控制,以使系统在最短时间内加入定量煤粉,水量的控制也采用PI控制。

双PI控制的参数分别存放在以HR00和HR10开始的连续7个通道中,其参数设置如表3所示。煤粉量的给定值存于数据存储区DM0000中,对应煤粉量给定值所需的水量给定值存于DM0010中。

## 3 结语

本文介绍的基于双PI控制的水煤粉制备系统

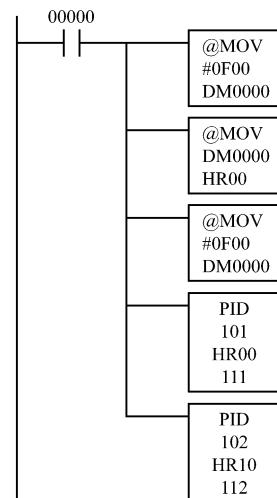


图5 PID控制梯形图

表3 双PI控制参数设置表

煤粉量 PI 参数			水量 PI 参数		
地址	参数值	说明	地址	参数值	说明
H R00	DM 0000	煤粉量给定值	H R10	DM 0010	水量给定值
H R01	0070	比例带	H R11	0080	比例带
H R02	0150	积分时间	H R12	0200	积分时间
H R03	0000	微分时间	H R13	0000	微分时间
H R04	0001	采样周期	H R14	0001	采样周期
H R05	0001	正向作用	H R15	0001	正向作用
H R06	0404	I/O 范围	H R16	0404	I/O 范围

已在盐城城东热电厂试运行半年,达到了较好的控制效果,控制可靠性和水煤粉质量的稳定性都有较大提高,水煤粉成品的合格率有显著提高,同时工作人员的劳动强度得到大大减轻。应用表明以C200HE PLC为核心,利用其扩展的PID指令对原有设备进行改进,不仅减少了设备的硬件投入,而且由于PID参数的设置可通过编程实现,参数调整方便,充分发挥了PLC的功能。

## 参考文献:

- [1] 谢振华,金龙哲,任宝宏.煤炭自燃特性与指标气体的优选[J].煤矿安全,2004,35(2):10~12.
- [2] 何离庆.过程控制系统与装置[M].重庆:重庆大学出版社,2003:49~56.
- [3] 曹辉,霍罡.可编程序控制器过程控制技术[M].北京:机械工业出版社,2006:96~110.
- [4] 孙同景.PLC原理及工程应用[M].北京:机械工业出版社,2008:194~207.
- [5] 丁岩峰.煤粉制备系统设计优化探讨[J].水泥工程,2004(3).