



# 基于西门子 PLC 活性炭 活化处理控制系统设计

刘甘霖, 沈 玲, 左 是

(湖北工业职业技术学院 电子工程系, 湖北 十堰 442000)

**摘 要:**一般活性炭活化工厂在活化处理中大都存在因人工操作卸料时间精度难以掌控、活化炉内温度与压力控制效果不佳造成的活性炭成品良品率低,原料浪费严重等问题。活性炭活化自动控制系统应用西门子 S7-300PLC 作为主站, S7-200PLC 作为智能从站, 配合工控机、触摸屏、XCAL-ANCE X208 交换机等利用工业以太网实现, 使产品良品率以及原材料利用率得到提高, 并节省了用人成本。

**关键词:**活性炭; 活化处理; 西门子 PLC; 工业以太网; 自动化改造

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2017) 03-0094-03

## 一、引言

活性炭是一种孔隙结构发达、比表面积大的多孔碳素材料,它广泛应用于环保、催化、食品、医药分离及国防等领域,尤其是高比表面积活性炭以成为国民经济发展国防建设中必不可少的重要功能材料<sup>[1]</sup>。在活性炭制备后期有个关键的活化处理,将炭化后的物料放入活化炉内,交替通入水蒸气和烟道气进行气体活化反应的过程,在这个过程中,炭化料孔隙中的焦油等杂质不断与活化剂、碳发生氧化反应,孔隙不断扩充,并形成新的孔隙,最终形成的碳产品具有巨大的比表面积、丰富的微孔结构,并且具有了优良的吸附性能。而整个过程的温度、压力、活化时间的掌握程度决定了最终的产品质量。本文针对某活性炭活化工厂在斯列普活化炉活化处理工段中人工操作卸料时间精度难以掌控、活化炉内温度与压力控制效果不佳造成的活性炭成品良品率低,原料浪费严重等问题。选用西门子 S7-300PLC 为主站控制器,配合 XCALANCE X208 交换机、S7-200PLC 等通过工业以

太网总线形式进行信息传输搭建的分布式 I/O 自动控制系统,分别对生产车间中的 6 个斯列普活化炉中温度、压力,卸料时间进行控制。该系统投入运行可以节约原材料和大量的人力成本,能够较大幅度提升活性炭制造的自动化水平。

## 二、活化处理自动控制系统总体设计方案

根据活性炭活化处理过程的工艺特点,被控现

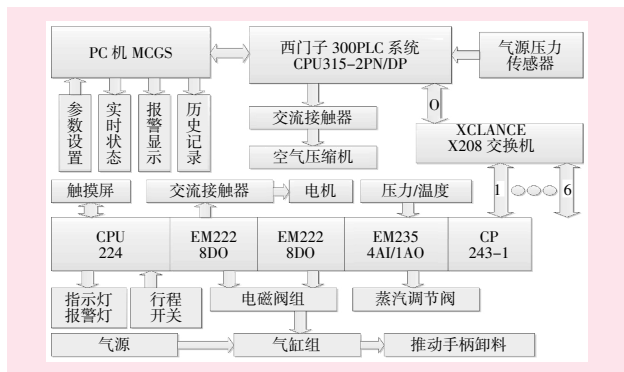


图 1 控制系统总体结构图

收稿日期: 2016-12-19

作者简介: 刘甘霖(1988-),男,安徽霍山人,硕士,湖北工业职业技术学院电子工程系助教,研究方向:计算机控制技术、工业机器人技术。

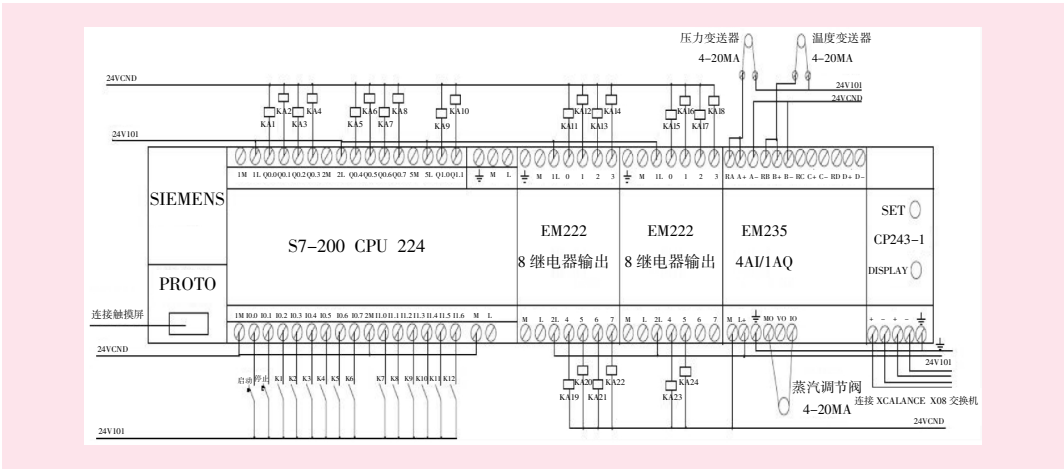


图 2 从站 PLC 硬件接线图

场有 6 个相同的斯列普活化炉，每个活化炉相对独立,单个活化炉需要被控制的量有活化温度、压力,以及卸料时间。斯列普炉的活化工艺过程属于燃烧过程,是典型的复杂过程,其变化规律仅靠一般的控制理论是不能描述清楚的<sup>[2]</sup>。活化反应系统具有大惯性,大时滞性<sup>[3]</sup>,故本系统对单个活化炉的温度、压力采用模糊控制器进行控制,而根据压力和温度数据综合对卸料间隔进行计算,给出最佳卸料间隔,由于各个活化炉相对独立,间隔较远,控制运算量较大,故采用西门子 200PLC 构成智能从站,配合 XCALANCE X208 交换机利用工业以太网总线将各个独立活化炉信息同主站进行信息交换,采用西门子 S7-300PLC (CPU317-2PN/DP) 作为主站对各个从站的信息进行采集送上位机显示,并对操作人员设置的参数传送到各个从站,上位机操作界面采用 MCGS 组态软件进行开发,控制系统的总体结构图如图 1 所示:

执行机构主要是由送料机带动送料皮带进行加料,通过蒸汽调节阀对蒸汽量进行调节,从而间接控制温度、压力。卸料主要是通过电磁阀控制气缸推动手柄进行卸料。检测机构主要包括活化炉上安装的温度变送器、压力变送器,卸料手柄上的行程开关提供手柄完全关闭信号。

三、控制系统设计

(一)控制系统的硬件设计

单个活化炉由西门子 S7-200PLC 组成的智能从站控制系统,选择具有 14 点输入、10 点输出的 CPU224 作为主控制器,扩展 2 块数字量输出模块 EM222,采用扩展模块 EM235 进行压力、温度模拟信号的输入以及蒸汽调节阀的控制输出。各个智能从站使用带以太网连接的 CP243-1 模块进行以太网连接,通过交换机同主站 300PLC 系统进行信息交换。如图 2 所示是从站 PLC 硬件接线图。

考虑工人巡检时对单个活化炉操作的便利性,在各智能从站上安装一块触摸屏,采用 MCGSE 嵌入版

进行开发,可靠性高,安装维护方便,适于生产现场参数调整以及监控。主站采用 CPU317-2PN/DP,通过 PN 口连接工业以太网从交换机中读取从站的各种参数,以及发送上位机的操作指令给各个从站。主站扩展了模拟量输入模块对气源压力进行检测,扩展的数字量模块控制空气压缩机的启停,以保证气源正常。上位机采用 MCGS 组态软件开发操作界面,通过工控机上安装西门子专用通信板卡同主站 PLC 进行通信。

(二)控制系统的控制策略设计

活化炉中的温度压力控制系统的基本组成如图 3 所示。

本系统是典型的串级控制系统,由于活化反应具有大时滞性,无法建立精确的数学模型,故主控制器采用模糊控制算法,副控制器采用传统的 PID 控制器对蒸汽量进行控制。首先进行模糊变量的模糊子集的制定,活化最适宜温度在[850,920]度<sup>[2]</sup>,由于活化炉开始使用后基本常年运转,很少停工,故初始温度调节采用 PID 控制,当温度上升至 700 度时切换为模糊控制,故温度偏差范围取[-200,+200],模糊量取为{负大、负中、负小、零、正小、正中、正大},将模糊语言变量量化到整数论域为[-3,-2,-1,0,1,2,3],故量化因子  $K_1=3/200$ 。炉内温度变化率 EC 变化较慢,一般在[-20,+20]度/小时,量化到整数论域为[-3,-2,-1,0,1,2,3],故量化因子  $K_2=3/20$ 。输出量的控制范围根据蒸汽调节阀的开度变化范围[0,100]之间,本文控制方法将此范围划分为[-50,+50]几个分段进行调节<sup>[4]</sup>,模糊量取{负大、负中、负小、零、正中、正大},其整数论域为[-3,-2,-1,0,1,2,3],故量化因子  $K_3=20/3$ 。对现场采集的三个样本数据进行规律总结,得到三个输

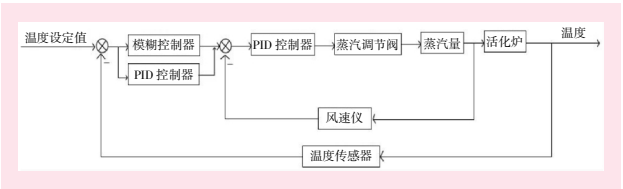


图 3 控制系统基本组成

刘甘霖,沈玲,左是:基于西门子PLC活性炭活化处理控制系统设计

表 1 模糊控制规则表

EC \ E	U							
		NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB		PB	PB	PB	PB	PM	ZO	ZO
NM		PB	PB	PM	PB	PM	ZO	ZO
NS		PM	PM	PM	PM	ZO	PS	PS
ZO		PM	PM	PS	ZO	NS	NM	NM
PS		PS	PS	ZO	NM	NM	NM	NM
PM		ZO	ZO	NM	NB	NB	NB	NB
PB		ZO	ZO	NM	NB	NB	NB	NB

入输出变量的隶属度表。通过采集熟练操作工人的现场操作数据制定了模糊控制规则表,如表 1 所示。

根据 IF(E=X1)AND(EC=X2)THEN(U=X3)模糊控制规则采用西门子 STEP 7 MicroWIN V4.0 对 PLC 程序进行编写<sup>[9]</sup>,对卸料过程采用了手柄防卡抖动处理,有效的避免了上卸料手柄在关闭时卡住造成的机械损伤,设计的程序流程图如图 4 所示。

四、人机界面设计

上位机操作界面采用 MCGS 组态软件进行开发<sup>[9]</sup>,

从站触摸屏操作界面采用 MCGSE 嵌入版进行开发,上位机主要向操作人员提供各从站监控的活化炉中的温度、压力、卸料等信息,操作人员可以设置相应的温度和卸料时间等。从站上的触摸屏主要向操作人员提供卸料信息,以及手动操作等功能,组态后的主站和从站的部分运行图如图 5 所示。

五、结束语

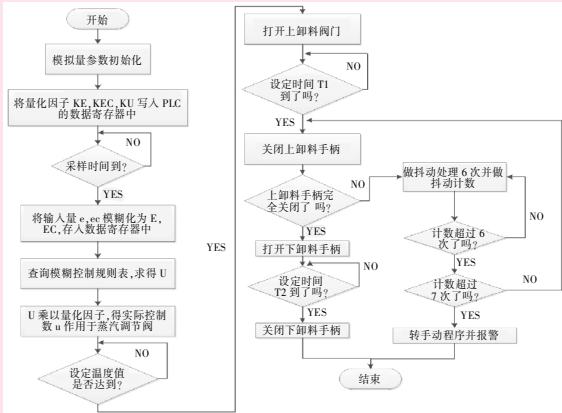


图 4 程序流程图

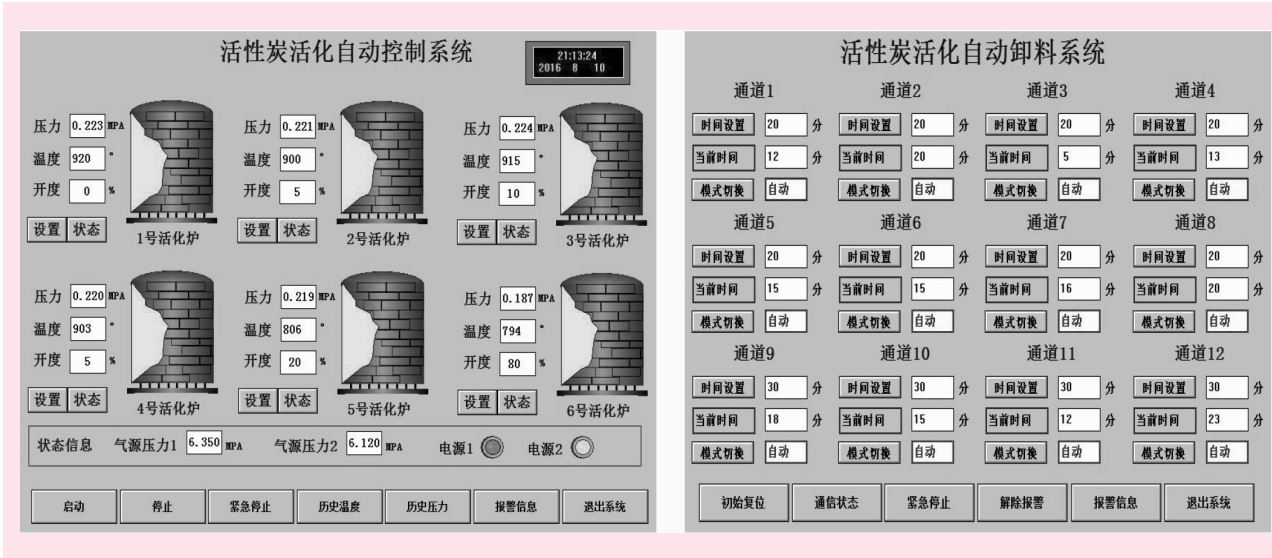


图 5 主站和从站的部分运行界面

本文根据活性炭制备热处理过程的工艺要求,设计了以西门子 S7-300PLC 为核心控制器的自动控制系统,采用工业以太网与智能从站进行通信,上位机使用 MCGS 组态软件开发人机界面<sup>[9]</sup>,采用模糊控制算法控制活化炉内温度、压力,自动完成卸料过程,实现了整个活化过程的自动化生产,实际运行表明该系统能够提高产品的良品率,降低原材料损耗,节约生产成本。

参考文献:

[1] 窦智峰,姚伯元.高性能活性炭制备技术新进展[J].海南大学学报(自然科学版),2006,24(1):74-80.

[2] 杨东.斯列普活化炉生产过程控制系统的应用研究[D].沈阳:东北大学,2008.  
[3] 王君君.煤基活性炭混捏成型过程控制系统设计与研究[D].银川:宁夏大学,2012.  
[4] 张波.串级模糊控制器在过热蒸汽温度控制中的应用[J].锅炉技术,2010,41(2):6-7.  
[5] 西门子中国有限公司自动化与驱动集团.深入浅出西门子 200[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.  
[6] 北京昆仑通态自动化软件科技有限公司.MCGS 用户指南[M].北京:昆仑通态有限公司,2004.

[责任编辑:詹华西]  
(下转第 100 页)

# Design of Activated Carbon Treatment Control System Based on SIEMENS PLC

LIU Gan-lin SHEN Ling ZUO Shi

(Department of Electronic Engineering, Hubei Industrial Polytechnic, shiyan442000, China)

**Abstract:** General activation of activated carbon factory mostly exist in the activation treatment due to manual operation discharging time precision is difficult to control, activation furnace, such as temperature, pressure control are not allowed to be caused by the low yield of activated carbon products, raw material waste is serious. This activated carbon activated automatically control system application of Siemens S7-300 PLC as the main, S7-200 PLC as intelligence from the station, with industrial computer, touch screen and XCAL ANCE X208 switches using industrial Ethernet implementations, so that the yield of product and raw material utilization ratio was improved, and save the cost of choose and employ persons.

**Key words:** activated carbon; activation; Siemens PLC; industrial Ethernet; automation transformation