

基于 PLC 的煤泥微波干燥自动控制系统设计与实验

张 康,刘淑良,井 建,王梓龙

(山东博润工业技术股份有限公司,山东 淄博 255000)

摘要:微波作为高效清洁的能源被广泛应用于食品、药材、化工等领域。针对煤泥的特点,设计了基于 PLC 的煤泥微波干燥自动控制系统。系统选用罗克韦尔 PLC 为核心控制部件,以工业以太网(EtherNet/IP)通讯方式组网,对系统的电弧、压力、温度、流量等进行监控,同时使用 Factory Talk View Machine Edition 绘制控制界面。系统设计完成后,在神华集团大武口选煤厂金能分厂进行连续性生产实验,通过干燥完成煤泥水分及发热量的测量,结果表明系统性能稳定,效果良好,能够有效实现煤泥的快速干燥,节能环保无噪声,安全可靠。

关键词:微波;自动控制系统;PLC

中图分类号:TD679

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0109-03

Design and application of PLC slime microwave drying automatic control system

ZHANG Kang, LIU Shuliang, JING Jian, WANG Zilong

(Shandong Borun Industrial Technology Co., Ltd. Zibo 255000, China)

Abstract: As an efficient and clean energy, microwave is widely used in food, medicinal materials and chemical industry. Based on the characteristics of slime, design PLC slime microwave drying automatic control system. The system uses Rockwell PLC as core component, EtherNet/IP as communication mode, which are used to monitor the voltage arc, pressure, temperature and flow. The Factory Talk View Machine Edition is used to draw the control interface. The newly designed system is put into use in Jinneng Branch, Dawukou coal preparation plant. Test the moisture and calorific value of slime after drying. The results show that the system has better stability, drying efficiency and environmental performance.

Key words: microwave; automatic control system; PLC

0 引 言

煤泥泛指煤粉含水形成的半固体物,是煤炭生产过程中的一种副产品。根据品种和形成机理的不同,其性质差别非常大。中国生产的煤泥大多具有高水分、高黏性、高灰分、低热值等特点,因此必须进行干燥以提升热值^[1]。目前中国煤泥干燥应用

的技术主要有煤泥压滤干燥技术及滚筒加热干燥技术。煤泥压滤干燥效果较差,一次处理后煤泥含水量依然较高,需要二次干燥^[2];滚筒加热干燥操作简单、热效率高,但存在占地面积大,噪声污染、热污染、粉尘污染等缺点^[3]。

微波干燥是在微波理论技术及微波电子管技术的基础上发展起来的一门新技术。目前,微波干

收稿日期:2013-04-12 责任编辑:孙淑君

作者简介:张 康(1983—),男,山东淄博人,硕士,主要从事煤炭干燥干选设备研发工作。E-mail: zhang_kang@borun.com.cn。

引用格式:张 康,刘淑良,井 建,等.基于 PLC 的煤泥微波干燥自动控制系统设计与实验[J].洁净煤技术,2013,19(4):109-111.

燥技术以其干燥效率高、清洁无污染、易控制等优点被广泛应用于食品、药品、木材等领域^[3-4]。将微波干燥技术应用于煤泥干燥中,能有效提高干燥效率,降低环境污染,实现煤炭经济的可持续发展^[5]。

1 系统结构

山东博润工业技术股份有限公司设计的微波干燥系统选用罗克韦尔 PLC,为便于用户调试设备以及选煤厂其他控制系统通讯,选用工业以太网(EtherNet/IP)通讯方式组网^[6],系统结构如图1所示。该结构能将干燥系统并入到整个选煤厂工业控制网络中,既满足选煤厂控制系统的集中管理,又能保证设备的单独运行。

在图1中,网络的第一层为管理层^[7],由编程计算机或触摸屏组成;第二层为控制层,所用处理器为 CompactLogix 系列中型 PLC^[8],可以提供从单机到分布式应用系统解决方案;第三层为设备层,执行机构包括输送带变频器、排风扇变频器等,传感器包括各电弧、压力、温度、流量传感器等。

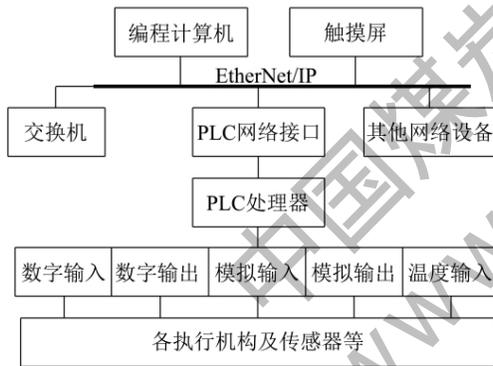


图1 微波干燥系统结构

2 系统设计

微波干燥系统硬件组成如图2所示。

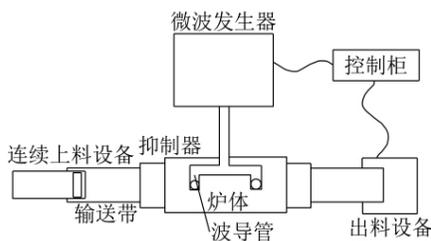


图2 微波干燥系统硬件组成

微波干燥系统工作时,煤泥由连续上料设备装载到贯穿炉体的物料输送带上,并平铺成厚度均匀

的一层,输送带连续工作使煤泥匀速通过炉体,进入炉体的煤泥受到微波辐射,使各部分在同一时间获得能量而升温,部分水分蒸发达到干燥目的,干燥后的煤泥由输送带转载到出料设备上运走^[9-10]。

2.1 控制柜

触摸屏及 PLC 等均安装在控制柜中,通过人机界面使操作人员能够直观地对设备进行监测和控制。炉体上的电弧传感器放大器、炉体的输送带电机变频器、排风扇变频器等均安装在控制柜中,同时微波发生器中的冷却系统压力、温度、流量等模拟信号也接入控制柜中。

2.2 微波发生器

本系统微波发生器直接使用 75 kW 微波磁控管^[11],发生器内安装波导管、水负载、环形器、高压变压器、高压整流单元、电磁铁及控制单元等,系统通过调整电磁铁磁场改变磁控管输出功率。波导管内安装有电弧传感器,在波导管出现电弧时报警。发生器内安装冷却回路,对电磁铁、磁控管、变压器等进行冷却。

2.3 炉体

微波炉体由物料输送带、排风扇、微波抑制器^[12]、保护开关等组成。物料输送带贯穿炉体。为了防止微波泄露,在炉体两端均设有抑制器,微波发生器产生微波后通过波导管传输到炉体中,物料输送带以及排风扇的运行速度可通过人机界面控制。

2.4 系统软件设计

系统程序由 RSLogix 5000 编程软件进行编写,人机界面使用 Factory Talk View Machine Edition 进行绘制^[13],系统总控制界面如图3所示。

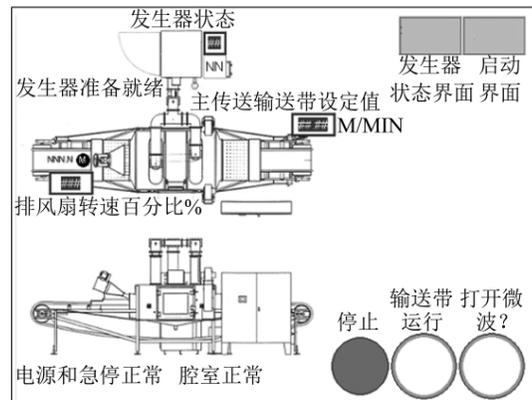


图3 微波干燥系统总控制界面

3 系统实验

本系统设计完成后在神华集团大武口选煤厂金能分厂进行连续性生产实验,选煤厂实际生产的煤泥密度为 $1.5 \text{ m}^3/\text{t}$ 左右,含水量在 20% 左右浮

动。针对此种煤泥,微波干燥系统处理目标为煤泥含水量降低 10%,处理量为 1 t/h 。

实验在固定入料煤泥厚度的情况下,通过改变微波功率及输送带速度来考察系统的干燥效果,实验结果见表 1。由表 1 可知,系统控制准确,运行可靠。

表 1 煤层厚度 50 mm 不同功率、不同输送带速度下煤泥的脱水效果

微波功率/ kW	干燥前含水量/ %	输送速度/ ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	煤泥层厚度/ m	处理量/ ($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	干燥后含水量/ %	脱水量/ ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	能耗比/ ($\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$)
50	20.2	21	0.05	0.83	7.6	113.83	0.44
	20.2	24	0.05	0.95	9.7	110.93	0.45
	20.2	27	0.05	1.07	10.2	119.52	0.42
55	20.2	21	0.05	0.83	6.1	125.35	0.44
	20.2	24	0.05	0.95	9.6	111.86	0.49
	20.2	27	0.05	1.07	10.3	118.45	0.46
60	19.3	21	0.05	0.83	5.5	121.90	0.50
	19.3	24	0.05	0.95	7.9	118.08	0.51
	19.3	27	0.05	1.07	9.0	121.48	0.49

注:脱水量为干燥过程脱去水的质量;能耗比为每脱掉 1 kg 水所消耗的电量

4 结 语

现阶段微波干燥技术还处于不断发展完善的过程中,由于物料干燥条件、物理性质等不同,目前的微波干燥设备还不适用于所有物料^[3]。本设计以煤泥为研究对象,以罗克韦尔 PLC 为控制器初步进行了煤泥微波干燥系统的设计。山东博润工业技术股份有限公司生产的基于 PLC 的煤泥微波干燥自动控制系统投入使用后,能够有效实现煤泥的快速干燥,节能环保无噪声,安全可靠。同时,微波技术还可应用于褐煤干燥^[14]和煤炭脱硫^[15]等,微波技术在煤炭行业具有广泛的应用前景。

参考文献:

[1] 顾小愚. 低阶煤热力改性提质加工的研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(1): 89-92.
 [2] 孙银辉, 魏宏武. 浅谈煤泥干燥可行性与工艺问题[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(6): 26-28.
 [3] 曹崇文. 微波真空干燥技术现状[J]. 干燥技术与设备, 2004, 2(3): 5-9.
 [4] 霍艳忠, 姜重然, 臧克江, 等. 基于 PLC 的中药丸微波干燥控制系统设计[J]. 佳木斯大学学报, 2009, 27(6): 866-869.

[5] 席波, 刘晓蕊. 煤泥微波烘干技术及设备的研究[J]. 选煤技术, 2011(6): 23-25.
 [6] 李武杰, 郑晟, 陈文辉. Ethernet/IP 工业以太网的研究及应用[J]. 电子设计工程, 2011, 19(9): 26-29.
 [7] 陈传虎, 卢艳峰, 刘海宽, 等. 基于 PLC 的选煤厂除尘系统设计与实现[J]. 工矿自动化, 2010(10): 8-11.
 [8] 王东云, 牛正光. CompactLogix PLC 在污水处理系统中的应用[J]. 电子技术应用, 2008(6): 26-29.
 [9] 李仪凡, 李树君, 韩清华, 等. 连续式微波真空干燥设备的设计与试验[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(1): 29-31.
 [10] 安凤平, 黄建立, 宋洪波, 等. 微波真空干燥机干燥系统的设计及干燥均匀性的改善[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2011, 40(1): 85-90.
 [11] 李春成, 金红丽. 工业微波磁控管控制系统设计[J]. 中国科技财富, 2010(24): 204.
 [12] 蔡云秀, 彭增华, 谭蓉. 微波干燥设备中抑制器的设计[J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2009, 34(2): 81-83.
 [13] 徐涛, 李强, 胡景泰. ControlLogix 系统在川气东送项目中的应用[J]. 低压电器, 2009(3): 24-26.
 [14] 杨景超, 肖雷, 许丽华, 等. 基于微波技术的褐煤脱水实验研究[J]. 煤炭工程, 2012, 44(9): 93-94.
 [15] 丁乃东, 傅家伟, 李兆鑫, 等. 微波驱动的煤炭脱硫研究[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(4): 49-52.