

TD-20 密度控制系统在鸿源选煤厂的应用

郭学坡

(天地科技股份有限公司 唐山分公司 河北 唐山 063012)

摘要: 通过对 PLC 系统、密度测量系统、密度控制系统的详细介绍,阐明了 TD-20 密度控制系统的组成、功能及理论依据。系统 PLC 采用西门子 S7 300 系列,CPU 选用适于中等程序处理量的 314 型号,控制程序采用 PID 控制理论,通过阿姆德尔同位素密度计在线测量悬浮液密度。该系统在鸿源选煤厂应用后,悬浮液密度控制精度达到了 0.5%,实现了对悬浮液密度高精度控制的同时,优化了其它各选煤工艺参数,确保了产品的灰分及回收率等指标,实现了良好的经济效益。

关键词: 重介选煤; TD-20 密控系统; 系统组成; 应用效果

中图分类号: TD94

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2012)05-0113-03

Application of TD-20 density control system in Hongyuan coal preparation plant

GUO Xue-po

(Tangshan Branch, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Tangshan 063012, China)

Abstract: Introduce PLC system, density measure and control system, analyse the composition, function and theoretical basis of TD-20 density control system. Its PLC system adopts Siemens S7 300 series, the model of CPU is 314 which is more suitable for medium program processing capacity. PID control theory is used to regulate program, the suspension density could be on-line measured with Amdahl isotope densimeter. With the help of this system, the density control precision reaches up to 0.5 percent, ash content and recovery meet the requirement, other coal preparation technological parameters are optimized. This system helps to improve the economic benefits.

Key words: dense-medium separation; TD-20 density control system; system composition; application effect

贵州鸿源选煤厂是入选量 1.2 Mt/a 的重介选煤厂,主要产品为冶炼用精煤。在重介质洗选过程中,悬浮液的密度变化直接影响分选效果,因此需要精确的密度控制系统。天地科技股份有限公司唐山分公司的 TD-20 密控系统是在国家“九五”攻关课题的基础上,经过数年的完善、升级而形成的先进、成熟的控制系统,被广泛应用于选煤行业。系统在鸿源选煤厂投入运行后,性能稳定,功能先进,很好地控制了悬浮液密度,保证了产品指标和分选效率。

1 PLC 系统

为保证系统的先进性、可靠性,密控系统采用

德国西门子公司 S7-300 系列可编程控制器。CPU 选用 314 型,该型适于中等程序处理量的应用,对二进制和浮点数运算具有较高的处理能力,允许有冷凝,适用于选煤厂潮湿的工作环境。系统机架采用标准的 VEM 总线结构,具有标准的硬件方式,可响应开关量或模拟量中断输入,具有方便的系统和模块自诊断功能,且故障极易排除,非常适用于选煤厂这种劳动密集型企业^[1]。本系统配有模拟量输入输出、模块,进行密度、磁含量、压力、液位、执行器开度等的测量及执行机构的控制输出,开关量输入、输出模块,进行设备的连锁控制。软件采用 STEP7 V5.3,硬件组态如图 1 所示。与上位采用 MPI 通讯,速率为 187.5 kB/s。

收稿日期: 2012-08-08 责任编辑: 孙淑君

作者简介: 郭学坡(1976—),男,河北遵化人,工程师,从事选煤自动控制系统的研发及推广工作。

引用格式: 郭学坡. TD-20 密度控制系统在鸿源选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(5): 113-115.

1	PS 307 5A
2	CPV 314
3	
4	AI8x12Bit
5	AI8x12Bit
6	AO4x12Bit
7	DI16/DO16x24V/0.5A
8	
9	
10	
11	

图1 硬件组态

2 密度测量系统

系统采用阿美德尔在线同位素密度计进行合介管内悬浮液的密度测量,仪表采用进口元件,质量可靠,操作简便,测量精度高。

2.1 仪表组成及工作原理

密度计由放射源室、探测器、电缆、驱动器和二次仪表组成,放射源室内含有放射源 Cs^{-137} ,发射出 γ 射线光子穿过悬浮液。 γ 射线根据悬浮液密度不同而产生衰减,衰减程度与悬浮液密度有关。透射部分 γ 射线被探测器接收,探测器内的光电倍增管将透射的 γ 射线光子转换成一定幅度的电脉冲信号送到二次仪表,二次仪表内的微处理器采用公式进行计算,输出密度值。

2.2 特点

自动测定并数字显示被测流体的密度,显示周期可调;测量精度达到 0.002 g/cm^3 ;可自动对放射源的衰减进行补偿;二次仪表具有密封外壳,防溅渗,可长期在恶劣的工业环境中正常运行。

2.3 安装

通过对放射源剂量、悬浮液的流速、测量精度的综合考虑,采用旁路安装方式,安装方法如图2所示。安装点距离合介泵出口 10 m 左右,因为合介泵运行时振动较大,对测量造成一定影响,同时,远离

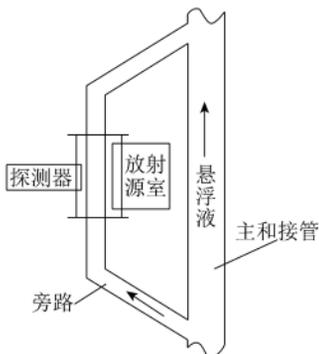


图2 密度计安装示意

出口,悬浮液更加充分地混合,所测密度值更具有代表性。

3 密度控制系统

3.1 控制原理

由于重介选煤厂工艺的复杂性,影响悬浮液密度值的参数很多,很难建立精确的数学模型,因此密度控制系统采用PID控制技术,即比例、积分、微分控制,结构简单,稳定性好,工作可靠,调整方便。PID控制工作原理如图3所示。

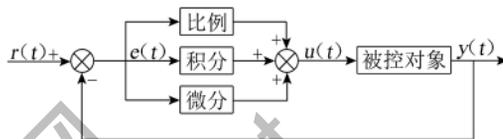


图3 PID控制系统原理

图中 $r(t)$ 是给定值, $y(t)$ 是系统的实际输出值,给定值与实际输出值构成控制偏差 $e(t)$ 。

$$e(t) = r(t) - y(t)$$

$e(t)$ 作为PID控制的输入, $u(t)$ 作为PID控制的输出和被控对象的输入,所以PID的控制规律为

$$u(t) = K_p [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt}]$$

式中: K_p 为比例系数; T_i 为积分系数,也称积分时间; T_d 为微分系数,也称微分时间^[2]。

比例环节的作用是对偏差瞬间做出反应,即一旦偏差出现,控制系统立即产生控制作用,以减小偏差。比例系数 K_p 越大,系统的调整时间就越短,稳态误差也越小,但 K_p 过大,会造成超调量过大,引起系统不稳定;积分环节用于消除系统的偏差,只要存在偏差,它的控制作用就不断增加,只有当 $e(t) = 0$ 时,控制作用才会是常数;微分环节作用于阻止偏差的变化,有助于减小超调量,克服振荡,使系统趋于稳定。

3.2 控制方法

在PLC软件STEP7中建立周期性中断组织块OB35,按照设定的时间间隔循环执行FB6 PID功能块,如图4所示。安装在合格介质液上升管道上的密度计实时测量悬浮液的密度,密度测量值作为PID的输入变量 $y(t)$,给定洗选密度值作为PID的给定值 $r(t)$,CPU运算后输出值 $u(t)$ 经由4DA模拟量输出5模块输出 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 信号,控制加水执行器的开度,调解补水量,控制悬浮液密度。

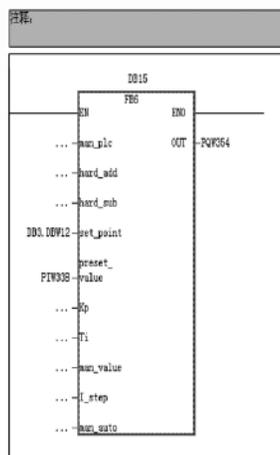


图4 FB6 PID 功能块

本功能块分手动、自动 2 种控制方式。在生产准备阶段,合介桶中的合介液沉积分层,密度很不均匀,合介泵启动后,经过密度计的悬浮液密度值波动范围很大,此时,宜于进行手动控制,根据密度值波动范围,手动控制加水;当和介泵循环一段时间后,合介桶中悬浮液的密度层被打乱,悬浮液得到充分混合,此时通过密度计的悬浮液密度值趋于稳定,准备带料生产,此时转到自动控制方式,由 PLC PID 程序自动控制,当密度测量值大于给定值时,PLC 自动输出控制加大加水执行器开度,增加洗选系统中的补加清水量,使密度值下降到给定密度值。当测量密度值等于给定值时,PLC 控制加水执行器开度不变,补加清水量不做调整,这时整个密度控制系统处于稳定状态。当测量密度值小于给定值

(上接第 112 页)

- [3] 邹才能,朱如凯,吴松涛,等. 常规与非常规油气聚集类型、特征、机理及展望—以中国致密油和致密气为例[J]. 石油学报, 2012, 33(2): 173-187.
- [4] 於俊杰,朱玲,周波,等. 中国煤层气开发利用现状及发展建议[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(3): 5-8.
- [5] 宁宁,王红岩,雍洪,等. 中国非常规天然气资源基础与开发技术[J]. 天然气工业, 2009, 29(9): 9-12.
- [6] 李向东,冯启言,刘波,等. 中国 CO₂ 地质储存研究现状和应用前景[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(1): 9-13.
- [7] 邹才能,陶士振,袁选俊,等. “连续型”油气藏及其在全球的重要性: 成藏、分布与评价[J]. 石油勘探与开发, 2009, 36(6): 669-682.
- [8] 许浩,汤达祯,唐书恒,等. 鄂尔多斯盆地西部侏罗系煤储层特征及有利区预测[J]. 煤田地质与勘探, 2010, 38(217): 26-28.

时,PLC 自动输出控制减小加水执行器开度,减少洗选系统中的补加清水量,使密度下降到给定密度值。

4 效果

TD-20 密度控制系统投入生产运行后,控制性能优异,将悬浮液密度控制在 $\pm 0.005 \text{ g/cm}^3$ 的范围内,达到了选煤行业先进水平,悬浮液密度曲线如图 5 所示。

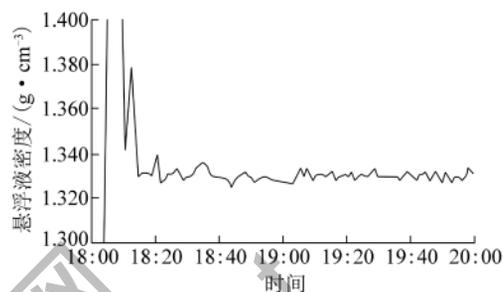


图5 悬浮液密度曲线

由于悬浮液密度的稳定,其他工艺参数如黏度、旋流器压力、液位等都得到了优化,确保了产品灰分及回收率等各指标。同时,该系统先进可靠,故障率低,易于维护和管理,为鸿源选煤厂创造了显著的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 郭学坡. 基于 S7-300 系列 PLC 的集中控制系统在如意核源选煤厂的应用[J]. 选煤技术, 2010(6): 58-61.
- [2] 于岩洲,张颖新,王建业,等. PID 控制系统设计及其选矿应用实践[J]. 有色金属, 2011(S1): 254-257.
- [9] 阎亚明,武戈,邓蜀平,等. 山西省煤层气开发现状及利用方案的探讨[J]. 洁净煤技术, 1998, 4(2): 17-21.
- [10] 付才国,张振红,郝春建. 煤化度对煤层气成藏特性影响规律的研究[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 27-29.
- [11] 杜金虎,杨华,徐春春,等. 关于中国页岩气勘探开发工作的思考[J]. 天然气工业, 2011, 31(5): 6-8.
- [12] 张大伟. 加快中国页岩气勘探开发和利用的主要路径[J]. 天然气工业, 2011, 31(5): 1-5.
- [13] 伏海蛟,汤达祯,许浩,等. 致密砂岩储层特征及气藏成藏过程[J]. 断块油气田, 2012, 19(1): 47-50.
- [14] 王金琪. 中国大型致密砂岩含气区展望[J]. 天然气工业, 2000, 20(1): 10-16.
- [15] 王许涛,刘文斌,张百良. 煤层气开发利用的制约因素及对策[J]. 洁净煤技术, 2006, 12(4): 27-30.