

信息化建设

# 烧结配料控制系统优化改进

刘征

(山信软件股份有限公司 莱芜自动化分公司,山东 莱芜 271104)

**摘要:**针对莱钢烧结配料存在控制精度不高、配料效率低、自动连锁运行易出现故障等问题,在配料自动化控制系统中应用模糊控制和数据拟合技术,实现了数学模型化的配料,配料精度由3%提高到3‰,返矿率平均下降1.3%,转鼓指数提高1.3%,烧结矿碱度稳定度提高,设备故障率明显下降。

**关键词:**烧结配料;控制系统;模糊控制;数据拟合

中图分类号:TP273

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2017)02-0062-02

## 1 前言

山钢股份莱芜分公司炼铁厂老区配料于2002年建成投产。由于现场环境恶劣,整个配料系统皮带秤存在严重设备老化、秤体损坏或瘫痪现象,造成皮带秤流量不准或无法进行平衡调节,在根本上抑制了烧结配料的精度;日常生产中,大部分设备仅仅是依靠传统的人工操作,操作人员劳动强度大,配料效率不高,很难在第一时间发现皮带断料、配比失调的情况,影响了烧结矿的产量与质量,甚至导致烧结机停机事故的发生;由于圆盘、皮带等关键设备无法按工艺要求自动连锁运行,一旦系统出现故障极易造成设备压料现象,影响烧结安全稳定运行,制约烧结能效提高。为此,本着“打造精品工程,建设集成综合自动化控制系统”的设计理念,对老区烧结配料控制系统进行了综合改造。

## 2 模糊控制的应用

模糊设备控制烦人准确性必须依靠控制程序对设备的启动、中间运行、停止等不同状态实施不同的控制方式,控制设备以不同的运行速度、角度作不等速运动,通过在控制系统中增加智能纠错技术、PID使设备最终停止的状态与预定的控制目标偏差最小,并且偏差在增大时作自我修正,使偏差一直保持在可允许范围内。

烧结配料主要是混匀料、焦粉、白云石、生石灰、返矿等的重量配比,通过调整混匀料流量和返矿流量的比例来获得达标的混合料,对混合料的控制要求可以简化为总量恒定控制,所以其首要环节是混合料总量的控制,是整个配矿稳定的基础。老区烧结二次配料大多数采用圆盘配料方式,给料量

的大小依靠变频器来调节圆盘给料机的转速,其控制原理是通过保证恒定的瞬时料流量,从而实现累计流量的稳定。由于烧结配料系统较为复杂,难以建立数学模型,如采用传统的PID控制器存在超调、响应时间慢、系统振荡等缺点,既不容易维护,也很难满足实时控制的要求。

烧结配料系统通常有两种调速方式:调节圆盘给料机速度给料和调节皮带输送机速度给料。模糊控制技术与传统的PID控制技术结合起来,共同应用于实际系统的调节当中,误差较小时采用PID控制,误差较大时采用模糊控制,大大提高了系统抗外部干扰和适应内部参数变化的鲁棒性,有效地解决了系统运行中误差不稳定和动态特性不理想的问题。

模糊控制系统中(模糊控制结构图见图1) $R(s)$ 为初始值,经过自学习算法计算出 $K$ 值, $K$ 作用于输出值 $O(s)$ , $O(s)$ 反馈给算法初始值,从而调整 $K$ ,最终达到预期值。

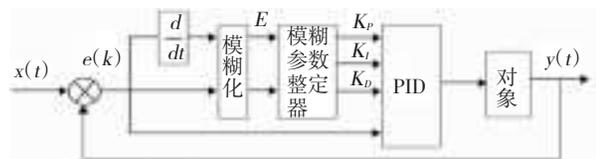


图1 模糊PID控制结构

采用模糊控制,其中 $K=0.12$ 时,模糊控制的阶跃响应曲线仿真见图2。

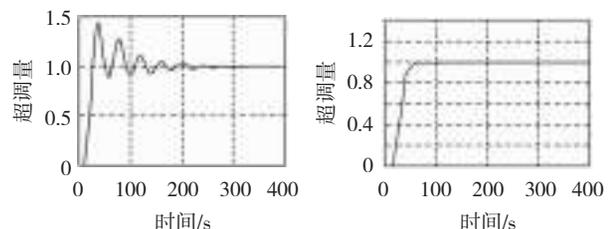


图2 模糊控制算法的阶跃响应曲线

经仿真试验可以看出,利用模糊控制算法后,系统超调量小,响应速度快,具有良好的控制精度,且

收稿日期:2017-01-09

作者简介:刘征,男,1983年生,2007年毕业于德州学院计算机技术与应用专业。现为山信软件莱芜自动化分公司工程师,从事自动化控制工作。

系统静差小,动态性能稳定。

### 3 拟合算法的应用

通过模糊控制应用与实现,配料精度与稳定性得到了很大提高,为进一步实现数学模型化的配料优化,引入拟合控制技术,对备料系统中影响烧结配料运行的多个变量参数进行综合优化,确保烧结配料的长期良好稳定运行。

最小二乘法是一种数学优化技术通过最小化误差的平方和寻找数据的最佳函数匹配。利用最小二乘法可以简便地求得未知数据,并使这些求得的数据与实际数据之间误差的平方和为最小。最小二乘法在拟合中的应用原理为:对给定数据点 $(X_i, Y_i) (i=0, 1, \dots, m)$ ,在取定的函数类中,求 $P(x) \in \varphi$ ,使误差的平方和最小,寻求与给定点的距离平方和为最小的曲线 $y=P(x)$ ,把此结果称为最小二乘拟合多项式的平方误差。

将影响配料的转速变化,脉冲速度,以及下料量变化3个重要参数做了分析拟合。这类曲线的变化比较平缓,如启动时转速曲线(见图3),利用最小二乘法分成3段拟合就可满足精度要求。

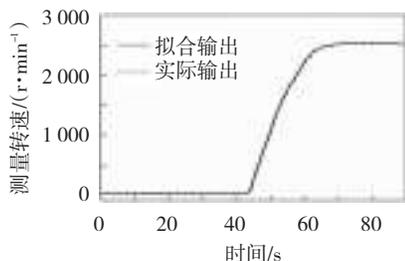


图3 最小二乘法拟合启动时的转速曲线

系统在一个较小的数值范围内持续频繁波动,此类曲线产生的原因是试车开始时一些数据的初

始值往往很小,但同时还带有一定的噪声干扰,拟合这类数据时,先要用多项式的最小二乘法拟合出一条表示其趋势的曲线,然后在曲线上加入一个噪声,最终只要能表示出该曲线大体波动的范围即可,对编码器速度进行拟合趋势见图4。

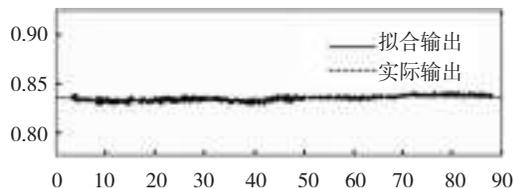


图4 编码器速度拟合趋势

拟合后的输出与实际的输出值非常接近,这也证实了该算法的可行性。

### 4 结语

烧结配料控制系统优化后,系统应用良好,各项生产技术指标均能满足需要,各受控电仪设备运转良好,设备故障率明显下降;高炉炉况稳定,配料精度由3%提高到3‰,返矿率平均下降1.3%,转鼓指数提高1.3%;增加高炉顺产的时间,计量误差降低;烧结矿碱度稳定度提高,I类烧结矿的波动范围在+0.08以内,II类烧结矿碱度波动范围在0.12以内;II类烧结矿占烧结矿总产量的比重明显降低。

#### 参考文献:

- [1] 田社平,丁国清,颜德田.数据拟合及其在测试数据处理中的应用[J].仪器仪表学报,2002(6):14-16.
- [2] 田社平.数据拟合及其在动态测试数据处理中的应用[J].计量技术,2003(2):37-38.
- [3] 周江文,黄幼才,杨元喜,等.抗差最小二乘法[M].武汉:华中理工大学出版社,1997.
- [4] 田社平,颜德田,丁国清.一种用于线性参数的 $z$ 数据拟合方法[M].自动化仪表,2001,22(12):9-14.

## Optimization and Improvement of Sintering Proportioning Control System

LIU Zheng

(Laiwu Automation Branch of Shanxin Software Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

**Abstract:** For the problem of the lower control accuracy in sintering burdening and mixing efficiency, the easy failure for the automatic interlock operation and so on in Laiwu steel, the fuzzy control and data fitting technology in automatic batching control system was applied. The mathematical model for the ingredients was realized, the proportioning accuracy is increased from 3% up to 3 per thousand, and the returns rate is reduced 1.3% in an average. The drum index is increased 1.3%, the stability of sinter basicity is improved, the equipment fault rate is decreased obviously.

**Key words:** sintering burden; control system; fuzzy control; data fitting

学会动态

### 2017年省科协学会企事业科协和外事工作会议召开

2017年3月15日,2017年省科协学会企事业科协和外事工作会议在济南召开。会议传达了2017年中国科协学会工作会议和省科协八届四次全委会会议精神,总结了2016年学会企事业科协和外事工作,部署了2017年工作任务。省科协党组成员、副主席纪洪波出席会议并讲话。各省级学会、各学会办、各省属企事业科协和高校

科协负责同志、各市科协分管学会和外事工作的领导及负责同志近200人参加会议。会议还对省科协2016年度学会企事业科协工作先进单位和个人、2016年度助驱工程先进集体进行了表彰。学会徐新洲秘书长、顾大庆常务副秘书长参加了会议;徐新洲秘书长作为“学会工作先进集体”代表上台领奖。(秘书处)