

信息化建设

莱钢1 080 m³高炉喷煤喷吹率优化控制

王彩琴,陈铁军,吴鸿鹏

(莱芜钢铁集团有限公司 自动化部,山东 莱芜 271104)

摘要:莱钢1 080 m³高炉喷煤采用拟合平均法和专家库建模对喷吹率进行优化控制,提高了煤粉喷吹量,煤粉喷吹精度偏差由原来的10%降到1%,保证了系统稳定运行。

关键词:喷煤;喷吹率;专家库;模型;拟合平均法

中图分类号:TF325

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2010)06-0055-02

当前,高炉喷煤已经成为我国大中型钢铁企业冶炼生铁所普遍采用的技术,具有大幅度降低焦炭消耗、提高经济效益、减轻环境污染等优点。喷煤速率的调节控制对高炉冶炼工艺有重要的影响,速率过低易造成炉凉,过高则高炉顺行困难(如透气性差、料层压差变大等)^[1]。莱钢结合生产实际,经过多次试验,建立专家数据库模型,优化高炉喷煤控制。

1 喷煤系统组成

莱钢1 080 m³高炉配套喷煤系统主要由原煤储运系统、烟气炉系统、制粉系统和喷吹系统组成。

1)原煤储运系统主要通过胶带机圆盘取料机及犁式卸料等把原煤转运到料仓。

2)烟气炉系统主要为制粉系统的煤粉及原煤提供干燥气,温度180~250℃,风量31 000~53 800 m³/h。干燥气是热风炉废气与烟气炉烟气混合物,主要是热风炉废气。混合后由高温风机吸运到磨煤机干燥原煤和煤粉。其控制系统实现干燥气流量、温度的自动调节,磨煤机出口温度调节入口热风炉废气调节阀开度。

3)制粉系统包括给煤机、磨煤机、稀油站、布袋收尘器、主引风机和螺旋输送机等,控制系统完成上述设备的连锁启停。

4)喷吹系统主要向高炉输送煤粉。高炉设有2个喷吹罐,细煤粉利用自重从煤粉仓落到喷吹罐中,并用N₂充压。当1个喷吹罐装满煤粉并充压到压力设定值后,即准备喷煤。当另1个正在喷吹的喷吹罐喷空后,准备好的喷吹罐与煤粉输运管道接通开始喷煤,喷空的喷吹罐开始卸压,装煤粉和再充压。其控制系统包括电磁阀的连锁控制、喷吹罐罐压自动调节和喷吹量的控制,喷吹率控制是核心。

收稿日期:2010-05-04

作者简介:王彩琴,女,1975年生,1998年毕业于包头钢铁学院计算机及应用专业。现为莱钢自动化部高级工程师,从事自动化控制工作。

2 喷煤喷吹率优化控制

2.1 常规喷吹率的计算与控制

莱钢炼铁老区现有4座高炉,均采用并罐喷吹工艺,高炉煤粉喷吹率的计量是采用电子称方式,根据喷煤罐重量减少的速率计算得出,即:

$$R = \Delta W / \Delta T$$

式中: R 为喷吹率, ΔW 为前后2次采样时刻喷吹罐内煤粉重量差, ΔT 为采样时间间隔。

电子秤在称量前后2次采样时刻内煤粉重量差可产生较大的随机误差,产生原因是:1) ΔW 相对较小,按实际情况,罐重称量为三点式电子称重,每个传感器的量程为5 t,总量程为15 t,正常喷煤时煤粉喷吹量约为8 kg/s,远远小于电子称的量程;2)现场测量使得测量参数的值更易受到外界环境、系统运行方式及一些不确定因素的影响,如罐体晃动、电磁干扰等,得到的测量数据变化规律复杂,随机起伏波动较大。

煤粉喷吹量一般通过调节补气调节阀来控制,以喷吹率为主回路,补气量为副回路的串级调节来实现。在工况变化时,此种方法调节不及时。

2.2 数据优化处理

为得到准确的喷吹率,采用防脉冲干扰平均值滤波法对称重数据进行平滑滤波处理。防脉冲干扰平均值滤波法的基本原理是先把采集到的信号用中值滤波法滤去由脉冲干扰引起的误差采样值后,再把剩下的采样值进行算术平均值滤波。这种滤波方法兼容了算术平均值滤波法和中值滤波法的优点,在快、慢速系统中都能有效地削弱干扰,提高控制质量。具体方法如下:每次采样时连续读取5个数据,将这5个数据去除最大和最小值,剩余的3个数据算出算术平均值,作为本次采样的最终结果用于喷吹率计算。

在喷吹率计算时采用平行移动窗口和拟合平均的方法。具体方法如下:通过5次采样后,得到的

每次算术平均值为 K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 , 间隔取值进行平均得到 R_1, R_2, R_3 , 最后将 R_1, R_2 和 R_3 平均得到 R 作为本次喷吹率计算的最终结果。当得到第6次采样算术平均值 K_6 后, 则对 K_2, K_3, K_4, K_5, K_6 重复上述方法计算, 作为当次喷吹率计算的最终结果。依次类推, 进行喷吹率计算。采用拟合平均法求得的喷吹率避免采样值波动而引起的偏差。

2.3 专家库建模

莱钢炼铁老区喷煤四期采用施耐德公司的Quantum系列PLC, 监控软件采用GE公司的iFix4.0。由于喷煤量的控制主要是通过调节喷吹罐的罐压和补气量来实现的, 喷吹率 Q 按下式计算:

$$Q=KP^aV^b,$$

式中: P 为罐压, MPa; V 为补气量, m^3/h ; K, a, b 为待定系数。

对喷吹率、罐压、补气量的数据进行采集记录, 将多组数据带入矩阵模型

$$\begin{bmatrix} Q_1 & Q_2 & Q_3 & \dots & Q_i \\ P_1 & P_2 & P_3 & \dots & P_i \\ V_1 & V_2 & V_3 & \dots & V_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_i \\ a_i \\ b_i \end{bmatrix},$$

通过分析, 确定待定系数 K_i, a_i 和 b_i 。

由于 K, a, b 不是定值, 计算得出的结果只能适合一定范围的喷吹率要求, 超出范围后得出的理论补气量或罐压与实际值误差偏大。在一定的压力范围和补气量的条件下, 喷煤量随罐压的提高而加大, 随补气量的增加而减少。通过实际喷吹率和设定喷吹率相比较, 得到的偏差进行归档, 把偏差分为多个档位, 各个档位都对应相应的罐压和补气

量。只要调整好罐压和补气量, 喷吹率就稳定在设定范围内。每个罐的实际工艺条件决定了其罐压和补气量的多少, 将调整后的罐压和补气量作为补压设定值和补气设定值对罐压和补气量进行调整。由此建立喷吹率、偏差档、罐压及补气量相应的专家数据库。

2.4 喷吹率调节

在生产中, 操作人员只需在监控画面中输入需要的喷吹率, 系统即转入专家库选择相应罐压或相应补气量, 将此罐压和补气量作为补压设定值和补气设定值进行调节。解决在喷煤初期喷吹率还没有得出计算结果的这段时间内由于补压和补气的设定不恰当引起的的喷吹率误差过大的问题。喷吹率调节见图1。

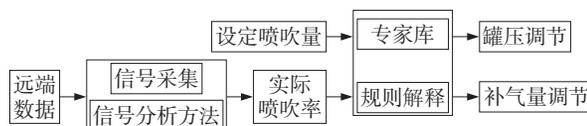


图1 喷吹率调节过程

3 结语

莱钢1 080 m^3 高炉喷煤系统优化控制后, 提高了煤粉喷吹量, 煤粉喷吹精度偏差由原来10%降到1%, 保证了系统稳定运行, 为莱钢节能降耗、高产稳产、安全生产、保护环境等方面发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] 汤清华. 高炉喷吹煤粉知识问答[J]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.

Optimal Control of Injection Rate in the Pulverized Coal Injection of Laiwu Steel's 1 080 m^3 BF

WANG Cai-qin, CHEN Tie-jun, WU Hong-peng

(The Automation Department of Laiwu Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: Laiwu Steel made optimal control of injection rate in the pulverized coal injection of 1 080 m^3 BF by fitting average method and expert database modeling. Therefore, it increased the injection coal quantity and ensured the system stable operation; the accuracy deviation of pulverized coal injection reduced to 1% from 10%.

Key words: pulverized coal injection; injection rate; expert database; model; fitting average method

学会动态

山东省金属矿山地下采空区充填工程和矿山平巷、斜井、斜坡道掘进工程技术标准讨论会在济南召开

2010年12月16、17日, 山东金属学会矿山工程学术委员会在济南组织召开了山东省金属矿山地下采空区充填工程和矿山平巷、斜井、斜坡道掘进工程技术标准讨论会。会议由山东金属学会矿山工程学术委员会石绍海主任委员主持, 山东金属学会袁立宝秘书长到会讲话。山东金属学会领导、标准起草人员及省内主要地下金属矿山总工办、技术、安全处(科)室负责人共18人出席了会议。

两项矿山技术标准由山东金属学会主持编写, 山东

乾舜矿冶科技有限公司等单位起草, 2010年10月完成初稿, 山东金属学会以鲁冶会字[2010]13号文发送省内主要地下开采金属矿山征求意见。各矿山十分重视此项工作, 组织采矿及安全管理方面的技术人员进行了认真的审阅和讨论。会上, 与会人员充分发表了意见和建议, 对进一步提高两项标准的技术性和适用性起到了十分重要的作用。

(张作金)