

高炉喷煤量算法模型的优化改进

夏江波

(山钢股份济南分公司 检修工程公司,山东 济南 250101)

摘要:针对高炉喷吹小时喷煤量算法模型和瞬时喷吹量算法模型存在数据失真、精准性差等问题,重新构建了高炉喷吹的小时喷煤量算法模型和瞬时喷吹量算法模型,小时喷煤量算法模型按照1 h时间段内喷煤量累积的方式计算,瞬时喷吹量算法模型以倒罐后5 min之内和倒罐后5 min之外分别采用不同的算法。该算法模型应用后,提高了小时喷煤量和瞬时喷吹量的精准性。

关键词:高炉喷煤;精准性;小时喷煤量;瞬时喷吹量

中图分类号:TF538.6'3

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2016)05-0010-02

1 前言

高炉喷煤是高炉生产的重要组成部分,在高炉喷煤系统中,喷煤量是重要的工作参数,喷煤量分为小时喷煤量和瞬时喷吹量,两者主要用作高炉热量计算和燃料比分析,是高炉操作的重要参考依据,也是喷吹设备操作的重要参考依据,使喷吹过程接近目标值。这两个参数算法模型的准确可靠与否直接关系到高炉喷煤的精准性,关系到高炉炉况的稳定顺行。

原采用的小时喷煤量和瞬时喷吹量控制算法存在的弊端主要有:小时喷煤量控制算法采样时间较短,经过放大计算后,波动较大,存在数据失真,失去真实意义;同时,瞬时喷吹量控制算法在喷吹倒罐时罐重信号数据波动幅度较大,经过计算获取的瞬时喷吹量表现为数据突然上升或下降,也存在数据失真问题,不能直接指导生产,影响高炉喷煤喷吹的精准性。为此,需对这两种算法模型进行重新构建^[1]。

2 高炉喷吹工艺流程

山钢股份济南分公司3 200 m³高炉配备1套喷吹系统,采用3罐并列、相同输煤主管加分配器方式。喷吹系统由上球阀、下球阀、充压阀、放散阀、补气阀、流化阀、给煤阀、出煤阀组成,分为ABC 3个喷吹罐。

整个喷吹过程按照泄压、装煤、等待、预倒罐、倒罐和喷煤6个状态顺序循环执行,其中,3个喷吹罐,2个在待喷吹,1个在喷吹,依次交替执行。假设B罐处于喷吹状态,C罐处于待喷吹状态,A罐刚刚

完成喷吹。首先A罐先泄压,依次打开下钟阀、下料阀,煤粉进入A罐中,A罐罐重到达上限,依次关闭下料阀和下钟阀,A罐进入待喷吹状态。当B罐罐重下降到达C罐流化极限时,C罐开流化阀;当B罐罐重下限到达时,C罐进入预倒罐状态,C罐依次开充压阀和补气阀,向罐内充压,到达罐内压力上限停止充压;当B罐罐重下下限到达时,C罐进入倒罐状态,此时C罐依次开启送煤阀、补气阀和下煤阀,C罐进入喷吹状态。同时B罐依次关闭下煤阀、补气阀和送煤阀,停止喷吹,接着B罐开始泄压,执行流程与A罐泄压相同。这样,ABC 3个喷吹罐依次交替作业,喷吹工艺连续、稳定进行。

3 小时喷煤量算法模型优化

3.1 小时喷煤量算法模型

小时喷煤量算法模型采用与喷煤工艺同步记录的方式,系统采集喷吹罐开始喷吹信号和喷吹结束信号,严格按照1 h时间段内喷煤量累积的方式,实现小时喷煤量准确可靠计量。如图1所示,系统以 T_0 时刻为1 h的开始时刻,记录下喷吹罐的重量 M_0 。1 h后,1个喷吹罐内喷吹结束,记录下喷吹结束时喷吹罐的重量 M_1 ,则1 h内喷吹煤量 $W_1=M_0-M_1$ 。同时,下一个喷吹罐开始喷吹,记录后1个喷吹罐开始喷吹时的重量 M_2 ,喷吹结束时记录喷吹罐重量 M_3 ,下一个喷吹罐喷煤量 $W_2=M_3-M_2$ 。以此类推,计算出最后1个喷吹罐的喷煤量 W_n ,由此可以计算出小时喷煤量为: $W=W_1+W_2+\dots+W_n$ 。高炉喷煤正常生产中1个喷吹罐喷吹时间为25 min左右,所以一般情况下 $n\leq 3$ 。

采用此小时喷煤量算法模型,避免了改造之前算法中取样信号被放大到3 600倍产生的误差,直接反映了喷吹罐实际喷吹煤量,小时喷煤量数据更加准确可靠,提高了喷吹的精准性。

收稿日期:2016-01-08

作者简介:夏江波,男,1982年生,2006年毕业于安徽工业大学自动化专业。现为山钢股份济南分公司检修工程公司高炉部工程师,从事高炉炼铁自动化方面工作。

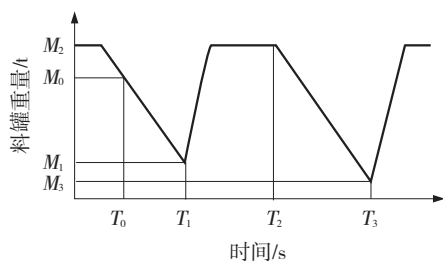


图1 小时喷煤量计算模型原理

3.2 应用效果

改进后的小时喷煤量算法模型是根据喷吹罐的状态,由喷吹罐的重量直接计算出来,避免了计算乘以一个倍数的弊端,不会将误差放大,提高了稳定性,同时改进后的计算模型考虑了倒罐时的重量变化,消除了倒罐状态对小时喷煤量的影响。以3 200 m³高炉喷煤生产为例,工况预计小时喷煤量在45 t/h左右,采用原小时喷煤量算法模型计算出来的数据基本上在50 t/h以上,采用改进后的小时喷煤量算法模型计算出来的数据在44~46 t/h,高炉理论计算更加准确,为高炉生产提供重要依据。

4 瞬时喷吹量算法模型优化

4.1 瞬时喷吹量算法模型

由于倒罐时罐重信号数据波动幅度较大,瞬时喷吹量算法模型以倒罐后5 min之内和倒罐后5 min之外为分界点,分别采用不同的算法。

1)倒罐后5 min之内瞬时喷吹量算法模型。在倒罐后5 min之内,按照喷煤罐开始喷煤时刻记录经过滤波后的罐重值 $A(t)$,同时进行时间计算,设定时间为 $C(h)$,并且再设置1个5 s定时器,从倒罐喷煤的开始时刻每个5 s中采集一次经过滤波后的罐重值 $B(t)$ 。这样采用如下公式计算出倒罐后前5 min之内的瞬时喷吹量,倒罐后前5 min之内的瞬时喷吹量 $I=(A-B)/C$ 。

由于每隔5 s采集一次 B 值,所以 $A-B$ 不停地做均匀的变化,这样瞬时喷吹量的值就实现了滤波效果,数值不会跃变,比较客观真实地反映倒罐后前5 min之内的瞬时喷吹量。

2)倒罐后5 min之外瞬时喷吹量算法模型。在这一阶段原来的瞬时喷吹量算法模型计算出来的瞬时喷吹量,表现为数据突然上升或下降,波动较大。主要原因为操作人员在根据瞬时量数据进行喷吹设备操作的过程中引起喷吹罐压力、流量等参数突变,造成数据失真。对于这个问题,构建的瞬时喷吹量算法模型采用对罐重值进行二次滤波和优化数据的方法进行处理。对于经过一次滤波的罐重值采用同样的技术手段进行二次滤波,参与到倒罐后5 min之外瞬时喷吹量算法模型计算,并且

在算法模型中,建立一组60位的寄存器 W ,采集二次滤波值,即从倒罐后5 min开始每5 s采集一次经过二次滤波后的罐重值,并在每5 s的触发时间将罐重值放入寄存器 $W[60]$ 中。在第1个5 s的时刻将 $W[60]$ 放入寄存器 $W[59]$ 中,依次循环。在第60个5 s的时刻将 $W[1]$ 放入寄存器 $W[0]$ 中。这样,倒罐前5 min之外的瞬时喷吹量 $I=(W[0]-W[60]) \times 12$ 。

4.2 程序设计

程序采用Rockwell公司Rslogix 5000软件开发,在程序设计中,依靠喷吹罐喷吹状态信号触发5 s方波信号,利用5 s方波信号采集料罐罐重值,并实现在60个寄存器中数据传递,实现滤波和微分效果。

瞬时喷吹量算法模型消除了瞬时喷吹量数据失真的问题,算法模型计算出来的瞬时喷吹量没有出现数据突然上升或下降的现象,比较真实的反映了瞬时喷吹量数据,提高了瞬时喷吹量的准确性,有助于高炉调剂。

4.3 应用效果

喷煤操作人员根据高炉生产的需要和设备的工况条件随时操作设备,对瞬时喷吹量进行调节,使瞬时喷吹量与高炉要求的瞬时喷吹量相一致,调节的重要依据就是依照算法模型计算出来的瞬时喷吹量数据曲线,较之以前的瞬时喷吹量算法模型。改进后的瞬时喷吹量算法模型计算出来的数据更加接近真实情况,曲线波动较小,解决了原算法的数据波动弊端,实现稳定、精准喷吹。

以3 200 m³高炉喷煤生产班组统计为例,高炉需求瞬时喷吹量为45 t/h。按照高炉需求瞬时喷吹量和实际瞬时喷吹量的差值在45 t/h且持续时间>1 min的喷吹偏差为统计依据,原瞬时喷吹量算法模型计算出来的数据曲线指导生产,平均每小时产生的喷吹偏差达到5次,采用改进后的瞬时喷吹量算法模型后,平均每小时产生的喷吹偏差达到1次,同时瞬时喷吹量偏差的幅度也在减小。

5 结语

小时喷煤量和瞬时喷吹量控制算法的开发应用克服了原控制算法模型的弊端,减少了由于原算法模型的缺陷所带来的数据失真的弊端,提高了小时喷煤量和瞬时喷吹量的准确性,真实地反映了喷煤生产状态,实现了提高高炉喷煤系统的精准性,有助于提高对高炉的调剂能力,对于稳定炉况、降低焦比、提高高炉产量有着重要的意义。

参考文献:

- [1] 尚巍,翟蔚,陈秀清,等.高炉喷煤预计模型的改进[J].辽宁科技大学学报,2011,34(3):247-250.

(下转第13页)

3) 熔化期不送电, 全部靠吹氧熔化废钢升温, 目的是将大部分入 C 在熔化期得到脱除。

4) 冶炼过程中造好泡沫渣, 避免强化冶炼后炉内发生喷溅。要形成泡沫和泡沫渣并维持一定体积比, 必须具备以下条件: 气相供给, 炉渣的高黏度和低表面张力。在高铁水比冶炼模式中, 氧气与铁水中的碳产生剧烈的碳氧反应形成大量 CO 气泡, 通过调整炉渣碱度、黏度可以稳定气泡。随着冶炼的不断进行, 不断补加新渣料, 控制碱度和温度, 可以在渣中形成 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, 从而增大炉渣黏度, 同时渣-钢反应形成的 (P_2O_5) , 具有较强的表面活性, 可以降低液膜表面张力, 维持泡沫渣的高度和时间。

电炉采用高铁水比冶炼, 为防止炉内发生大沸腾现象, 电炉工序要根据铁水化学成分调整兑铁水操作, 保证铁水检测数据准确。在高铁水比冶炼时, 应该格外注重安全措施, 冶炼前认真检查、确认炉门氧枪位置, 枪头与电极之间必须留有足够的安全距离; 操作时需要熔池搅拌, 炉内渣量应适度; 熔清后炉前应有警戒工作, 炉门前方不得有行人逗留; 熔清后炉后附近不得有行人逗留, 取样、测温等操作必须注意安全和防护。

4 效果分析

1) 主要消耗指标明显下降。表 2 为 60% ~ 70% 铁水比的各项技术经济指标与 70% ~ 80% 铁水比的指标对比。从指标对比分析看, 电耗、钢铁料消耗、渣中氧化亚铁、电极消耗和冶炼周期均有不同程度降低, 而氧气消耗没有显著增加。

表 2 不同铁水比各项技术经济指标对比

铁水比	冶炼电耗/ (kW·h)	钢铁料 消耗/kg	渣中 FeO 含量/%	电极消耗/ (kg·t ⁻¹)	氧气消耗/ (m ³ ·t ⁻¹)	冶炼周 期/min
60% ~ 70%	68	1 098.65	25	1.25	56	48
70% ~ 80%	52	1 097.32	21	1.12	58	46

2) 产品质量影响。随着铁水加入量的提高, 电炉熔清碳有所提高, 这有利于冶炼后期脱碳氧化去除气体和夹杂物, 提高钢水质量。铁水比提高后电炉 $[\text{P}] < 0.015\%$ 的比例下降, 这是由于铁水中的磷含量较废钢中的磷含量高所致, 操作人员要强化脱磷措施, 防止出现成分出格。

3) 冶炼成本降低。提高铁水比例后, 吨钢降低冶炼成本 3.38 元, 经济效益显著。

5 结 语

莱钢 50 t 电炉通过调整配料结构、优化供氧送电制度和泡沫渣工艺等, 建立高铁水比冶炼操作标模型, 实现了电炉热装铁水比 70% ~ 80% 条件下的正常冶炼, 缩短了冶炼周期, 提高了生产效率和钢铁料回收率, 降低了冶炼电耗、电极消耗, 吨钢降低冶炼成本 3.38 元。

参考文献:

- [1] 姜周华, 芮树森, 刘喜海. 电弧炉兑铁水冶炼工艺的试验研究[J]. 宝钢技术, 1997(5): 41-45.
- [2] 纪国军, 张会全, 王国庆. 50 t 电炉提高铁水比实践[J]. 天津冶金, 2009(5): 3-6.
- [3] 俞海明, 程杰. 70 t 电炉热装铁水的实践与进步[J]. 山东冶金, 2004, 26(1): 13-15.
- [4] 金凤奎, 周伟, 张新文. 电炉提高热装铁水比的生产实践[J]. 宝钢技术, 2009(6): 51-55.

Study and Improvement on the Molten Iron Proportion in 50 t EAF of Laiwu Steel

HUANG Tao, LIANG Chen, QI Fuchuan

(The Special Steel Division of Laiwu Branch of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Laiwu 271105, China)

Abstract: The feasibility of higher hot metal ratio smelting used in 50 t EAF was analyzed. By adjusting the structure of ingredients, optimizing smelting process and operation, the molten iron proportion was improved from 60%–70% to 70%–80%. The steel consumption and melting electric consumption are significantly reduced, and the duration for heating was shortened. At the same time, the quality of the molten steel is improved. The smelting cost was reduced 3.38 Yuan per ton.

Key words: EAF; hot metal ratio; hot charging; smelting cost

(上接第 11 页)

Optimization and Improvement of BF Coal Injection Rate Algorithm Model

XIA Jiangbo

(The Maintenance Engineering Company of Jinan Branch of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: In allusion to the problems of data distortion and bad accuracy from the old algorithm model of hour pulverized coal injection and instantaneous pulverized coal injection, a rebuild method of the algorithm model of hour pulverized coal injection and instantaneous pulverized coal injection was introduced in this paper. The algorithm model of hour pulverized coal injection was applied to accumulate the coal injection in an hour, the algorithm model of instantaneous pulverized coal injection was applied in two different methods, they are at later and before five minutes in tank-to-tank time respectively. The two algorithm models can improve the accuracy.

Key words: blast furnace pulverized coal injection; accuracy; hour pulverized coal injection; instantaneous pulverized coal injection