

石钢 50 t 电弧炉炼钢炉料结构对电耗的影响

李 峰 曹立国 李士琦

(北京科技大学冶金学院, 北京 100083)

摘 要 用铁钢比描述二元炉料结构, 通过 SPSS 统计软件对石钢 50 t 电弧炉 1 249 炉的两批炉料结构以及废钢铁水、吨钢电耗等进行了统计学分析。用回归分析法进一步得吨钢电耗(SEC)和铁钢比(ISP)之间定量关系, 第 1 批 $SEC = 402 e^{-0.59 ISP}$, 第 2 批 $SEC = 327 e^{-0.49 ISP}$ 。结果表明, 随炉料铁钢比由 0.56 增加至 1.11 时, 吨钢电耗下降 53 kWh/t。

关键词 电弧炉炼钢 炉料铁钢比 吨钢电耗

Effect of Charging Structure on Electric Power Consumption of a 50 t Arc furnace at Shijiazhuang Iron and Steel

Li Feng, Cao Liguang and Li Shiqi

(School of Metallurgy, University of Science and Technology, Beijing 100083)

Abstract The statistics data of charging structure as well as scrap, hot metal and electric power consumption per ton steel of two batches 1 249 heats of a 50 t arc furnace at Shijiazhuang Iron and Steel have been analyzed by using Statistics Package for Social Science (SPSS) soft ware and iron-steel ratio to describe binary charging structure. The results showed that with charging iron-steel ratio increasing the electric power consumption per ton steel decreased. And the quantity relation between specific electric power consumption per ton steel (SEC) and iron-steel proportion (ISP) for two batches was obtained by curve regressive method, that is $SEC = 402 e^{-0.59 ISP}$ for first batch and $SEC = 327 e^{-0.49 ISP}$ for second batch, as iron-steel proportion increased from 0.56 to 1.11, the electric power consumption per ton steel decreased by 53 kWh/t.

Material Index EAF Steelmaking, Charging Iron-Steel Ratio, Electric Power Consumption per Ton Steel

1 数据采集和分析方法

石钢 50 t 电弧炉变压器容量为 32 MVA, 采用高阻抗供电技术, 电抗器容量为 7 000 kvar, 二次电压为 650 ~ 500 ~ 300 V。生产的主要钢种为 45[#]、20[#]、40Cr、20CrMo 等。

炼钢含铁原料有废钢和本公司高炉铁水, 在炉料熔化 30% 左右或在两次装料中间兑入铁水, 以防发生喷溅。

对石家庄钢铁公司 50 t 电弧炉正常炉次的生产数据(冶炼周期 ≤ 100 min; 吨钢电耗 ≤ 400 kWh; 吨钢氧耗 ≤ 60 m³): 第 1 批 394 炉(2003 年), 第 2 批 855 炉(2004 年), 共 1 249 炉进行分析。

研究采用 SPSS(Statistics Package for Social Science, 即社会科学统计软件包)统计软件^[1]对数据进行处理。

2 炉料结构

电弧炉炼钢含铁原料的构成对冶炼过程有重

要影响^[1,2]。石钢电弧炉炉料主要为废钢和铁水(表 1)。

表 1 50 t 电弧炉炼钢的铁水、废钢和终点钢水成分/%
Table 1 Chemical compositions of hot metal, scrap and end melting molten steel in a 50 t EAF steelmaking /%

项目	C	Si	Mn	P	S	Fe
废钢	0.18	0.25	0.20	0.03	0.025	99.31
铁水	4.0	0.45	0.25	0.052	0.025	95.22
终点钢水	0.10	0.01	0.09	0.005	0.025	99.77

因为炉料配比总和一定是 100%, 铁水和废钢配比相互之间不独立, 一种钢铁料增加, 另一种钢铁料必然减少, 这样在分析问题, 就很难说明哪一个因素在起作用。但这两种炉料的比值, 即铁钢比为独立变量, 在炉容量一定时, 不依赖其它变量。所以在描述二元炉料结构时, 引入了铁钢比 ISP 的概念, 即铁水量与废钢量的比值。由两炉批的数据统计分析可得:

(1) 两年相比,2004 年比 2003 年总装入量平均值增加 3.7 t,出钢量增加 2.9 t。

(2) 2004 年铁水比(ISP)为 0.503 比 2003 年(第 1 批)的铁水配比 0.344 增加 0.159。

(3) 石钢两年的铁钢比变异系数都较大,因而,该厂无论铁水还是废钢,波动范围都较大,炉料结构不稳定,对操作的稳定性不利。

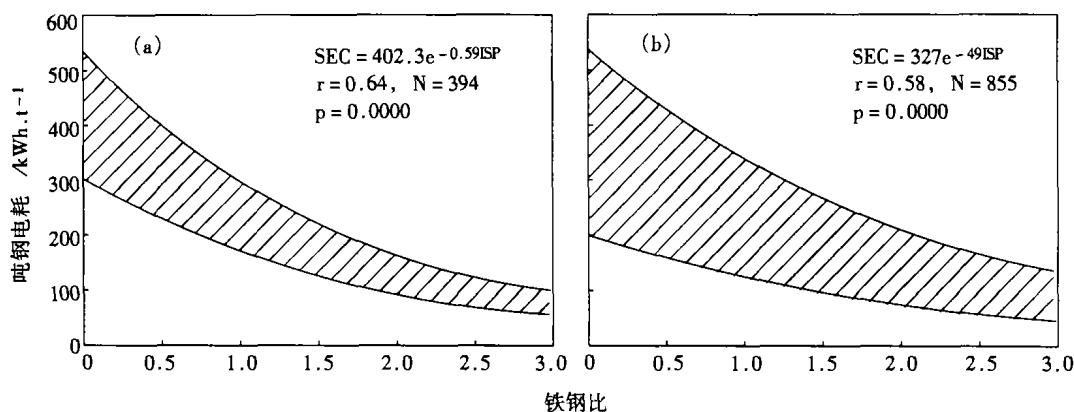


图 1 吨钢电耗与炉料铁钢比关系:(a) 第 1 批 394 炉;(b) 第 2 批 855 炉

Fig. 1 Relation between electric power consumption per ton steel and charging iron-steel ratio: (a) first batch 394 heats; (b) second batch 855 heats

3.2 第 2 批数据集为 TP2¹,吨钢电耗与炉料结构的关系

当铁钢比为 0.56 时,由图 1(a)中给出的回归公式可得吨钢电耗为 289 kWh/t,而由图 1(b)的回归公式计算可知在同样的铁钢比下,吨钢电耗为 248 kWh/t,因此在同样的铁钢比下,2004 年比 2003 年的吨钢电耗降低了 41 kWh/t。这是由于石钢采用合理供电等技术使电弧炉的操作水平得到了提高^[3]。

由统计结果,TP1¹ 中的吨钢电耗平均值为 296.6 kWh/t,TP2¹ 中的吨钢电耗平均值为 202.2 kWh/t,两者相差 94 kWh/t。这种差距是由两种原因造成的,一种是由于炉料结构的变化,另一种原因是由于操作水平的变化。

当铁钢比的平均值从 2003 年的 0.56 上升为 2004 年的 1.11 时,由于炉料结构的改变所引起的吨钢电耗的下降值为 53 kWh/t。

由图 1 可见,无论是哪一批数据,随着铁钢比的增加,吨钢电耗都呈下降的趋势,当铁钢比大于 1 后,吨钢电耗随铁钢比的增加,下降的幅度明显变缓。因此,实际生产中,铁钢比大于 1 后,节电的效果并不理想。

3 炉料结构对吨钢电耗的影响

3.1 第 1 批数据集为 TP1¹,吨钢电耗与炉料结构的关系

铁钢比与吨钢电耗的散点图及其回归曲线如图 1 所示,图中的虚线为吨钢电耗的误差线, r 为相关系数, N 为总炉数, p 为显著性。

4 结论

(1) 通过对石家庄钢铁公司电弧炉厂两年数据的比较,可以看到,该厂的炉料结构发生了显著变化,铁水配比大幅度增加,炉料结构依然不稳定,这种情况对操作是不利的。

(2) 由两批数据得到的回归曲线对比可以发现,石钢电弧炉的操作水平有明显提高。

(3) 炉料结构对吨钢电耗产生非常重要的影响,随着铁钢比的增加,吨钢电耗不断下降。

(4) 通过曲线回归,进一步得到了吨钢电耗与炉料结构的回归关系式,两个关系式都表明,铁钢比大于 1 后,节电效果变差。

参考文献

- 1 李传薪.钢铁厂设计原理.北京:冶金工业出版社,1995
- 2 李士琦.现代电弧炉炼钢.北京:原子能出版社,1995
- 3 李士琦,刘冰.石钢电弧炉合理供电曲线研究.北京科技大学内部资料,2004

李 峰,男,32 岁,在读博士研究生。

收稿日期:2004-07-20