

抚顺特钢电弧炉 USTB 炉壁氧气喷吹工艺的应用

孙立国 阎丽峰 李 澍 肖令之
(抚顺特钢公司, 抚顺 113001)

朱 荣 焦 兵 李晓强 王振宙
(北京科技大学冶金学院, 北京 100083)

摘 要 抚顺特钢与北京科技大学合作在第一炼钢厂 1 座 50 t EBT 电弧炉和 1 座 60 t 竖式电弧炉上采用 USTB(北京科技大学)炉壁氧气喷吹工艺。使用结果表明,全废钢炉料冶炼周期缩短 4.9~7.2 min,废钢+30%铁水冶炼周期缩短 9.4~10.9 min,电耗降低 17.9~37.2 kWh/t,氧耗增加 ~4.5 m³/t。USTB 氧枪的使用寿命达 1 000 炉以上,取得了良好的经济技术效果。

关键词 电弧炉炼钢 USTB 氧气喷吹 铁水热装

Application of USTB Furnace Wall Oxygen Injection Technology for EAF Steelmaking at Fushun Special Steel

Sun Ligu, Yan Lifeng, Li Shu and Xiao Lingzhi
(Fushun Special Steel Co Ltd, Fushun 113001)

Zhu Rong, Jiao Bing, Li Xiaoqiang and Wan Zhenzhou
(University of Science and Technology, Beijing 100083)

Abstract The USTB (University of Science and Technology Beijing) furnace wall oxygen injection technology have been used for a 50 t EBT arc furnace and a 60 t shaft arc furnace at No1 melting shop at Fushun Steel by cooperation of Fushun Steel and University of Science and Technology Beijing. The application results showed that the tap to tap time reduced by 4.9~7.2 min with 100% scrap charging and reduced by 9.4~10.9 min with 70% scrap and 30% hot metal charging; the electric power consumption decreased by 17.9~37.2 kWh/t, while oxygen consumption increased by ~4.5 m³/t. The service life of USTB oxygen lance was up to more than 1000 heats to get good economic and technical effect.

Material Index EAF Steelmaking, USTB Oxygen Injection, Hot Metal Charging

2003 年 11 月,抚顺特钢公司与北京科技大学合作,在第一炼钢厂的 50 t EBT 电弧炉及 60 t 竖式电弧炉采用 USTB(University of Science and Technology Beijing)炉壁氧气喷吹新工艺^[1]。经过 6 个月的实践,取得了显著的经济效益。

1 电弧炉设备状况

1# EBT 电弧炉变压器容量 3.5 MVA,电极直径 $\Phi 500$ mm,平均出钢量 65 t,留钢量 10 t,采用炉门供氧方式,进口双孔碳氧水冷枪装置,氧气常用氧压 0.8~1.2 MPa,氧气最大流量 2 400 m³/h。

2# 竖炉电弧炉变压器容量 4.0 MVA,电极直径 $\Phi 550$ mm,平均出钢量 65 t,留钢量 10 t,采用炉门供氧方式,进口双孔碳氧水冷枪装置,氧气常用氧压 0.8~1.2 MPa,氧气最大流量 3 000 m³/h。竖炉处采用进口油氧助熔工艺设备。

2 USTB 炉壁供氧工艺

1# EBT 电弧炉 USTB 炉壁供氧工艺参数:系统采用两支具有脱碳及助熔的集束氧枪布置在炉门两侧的冷区,一支助熔及二次燃烧氧枪布置在 EBT 区域。USTB 炉壁集束氧枪的流量设置:助熔 400~800 m³/h,脱碳 1 200~1 500 m³/h,EBT 氧枪助熔流量为 300~800 m³/h。

2# 竖式电弧炉 USTB 炉壁供氧工艺参数:原系统在竖炉下采用 5 支油氧烧嘴助熔,现采用 3 支具有脱碳及助熔的集束氧枪布置在竖炉下,取代炉壁的油氧烧嘴。另一支集束氧枪放置在铁水槽一侧进行脱碳操作。USTB 集束氧枪的流量设置:助熔 400~1 000 m³/h,脱碳用集束氧枪为 1 200~1 800 m³/h。

由于电弧炉每天 40 炉次使用铁水仅 12~15

炉,每次铁水比例 30%,系统采用两个工作程序,即全废钢自动操作和兑铁水自动操作程序,整个熔化及加料过程的系统开启及关闭不需人工干预。操作人员可根据实际情况调整喷吹参数。

3 使用效果及分析

2004 年 3~12 月的指标见表 1,可见 1[#] 电弧炉在用氧量增加 4~5 m³/t 的情况下,全废钢条件

表 1 USTB 炉壁供氧工艺使用前后的电弧炉技术指标对比

Table 1 Comparison of technical index of EAF before and after application of USTB furnace wall oxygen injection technology

项目	50 t EBT 电弧炉				60 t 竖式电弧炉			
	全废钢		废钢 + 30% 铁水		全废钢		废钢 + 30% 铁水	
	未用 USTB	用 USTB	未用 USTB	用 USTB	未用 USTB	用 USTB	未用 USTB	用 USTB
冶炼周期/min	89.7	75	82.6	65	63.0	60.2	60.3	56.4
冶炼电耗/kWh·t ⁻¹	424.8	360.0	308.8	270.2	343.9	313.5	265.7	236.4
氧耗/m ³ ·t ⁻¹	51.6	56.0	51.6	56.0	47.5	52.0	55.3	54.0
脱碳速度/%·min ⁻¹	0.04	0.08	0.04	0.08	0.06	0.10	0.06	0.10
后升温速度/℃·min ⁻¹	10	19	10	19	12	20	12	20
电极消耗/kg·t ⁻¹	2.8	2.5	2.8	2.5	-	-	-	-
油耗/L·t ⁻¹	-	-	-	-	4.35	2.14	4.35	2.14

下的冶炼时间缩短 15 min,电耗下降 65 kWh/t,铁水条件下的冶炼时间缩短 17 min,电耗下降 38 kWh/t,电极消耗下降 0.3 kg/t。2[#] 电弧炉全废钢条件下的冶炼时间缩短 3 min,电耗下降 30 kWh/t,铁水条件下的冶炼时间缩短 4 min,电耗下降 29 kWh/t。

此外,2[#] 竖炉原采用油氧助熔工艺,采用 USTB 氧枪后,取消了原 5 支油氧枪中的 3 支,使油耗下降 60%。吨钢降低生产成本约 10 元。

对 1[#] 使用 USTB 炉壁吹氧工艺前后的终渣取样分析,共取样 26 个炉次,平均值见表 2。

表 2 USTB 炉壁供氧工艺使用前后的平均终渣成分/%

Table 2 Average ingredient of end slag before and after application of USTB furnace wall oxygen injection technology /%

项目	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃
使用前	23.36	18.65	6.79	26.60	12.62	0.48	5.53
使用后	18.23	7.68	10.92	31.48	20.70	0.27	4.61

使用 USTB 工艺后有下列改善:

(1) 采用多点喷吹技术,使系统由炉门的一点供氧转变为多点供氧,改善了熔池中碳的传质速度,有利于钢中碳的氧化,抑制了铁的氧化。

(2) 为了保持射流衰减较小,达到集束状态的目的,采用环氧气流保护主气流的流动,能够在较长的距离内保持出口时的直径和速率。更好地将氧气喷吹到熔池深处,减少氧化铁的产生。

(3) 保证冶炼过程全程造泡沫渣,渣中碳颗粒处于较高水平,降低终渣氧化铁。系统在使用过程的低故障率也保证了使用效果。1[#] 电弧炉

的氧枪及模块使用寿命达到国内外同类设备的先进水平,氧枪寿命达到 1 000 炉以上。模块寿命达到 2 000 炉以上。

4 USTB 炉壁供氧工艺需进一步解决的问题

采用 USTB 炉壁供氧工艺后,由于铁水供应、精炼系统速度慢等原因,使用效果还未达到最佳效能,主要表现在:(1) 除尘压力增大,车间排烟能力不足,供氧强度受到限制,高氧无法使用;(2) 未采用水泼渣工艺,供氧强度增大后,渣流出钢包,增加工人劳动强度,非通电时间延长;(3) 1[#] 电弧炉对应的 LF 精炼炉采用在线操作,而精炼系统速度慢影响了电弧炉的出钢时间;(4) 炉内氧化性气氛对电弧炉耐火材料的维护提出了更高的要求。氧气射流对渣线的冲刷,使渣线的维护非常重要;(5) 料源质量不稳定,铁水不能保证正常供应,造成整个车间物流不畅。

以上这些问题都影响到 USTB 炉壁供氧工艺的使用效果,目前正在逐步解决。到 2004 年底,工艺改进后,指标均已达到。

参考文献

- 1 朱 荣,张志诚,仇永全,等.电弧炉炼钢炉壁碳氧喷吹系统的开发和应用.特殊钢,2003,24(5):39
- 2 朱 荣,刘建辉,张昌剑,等.电弧炉炼钢用氧模块化控制理论及工业应用.钢铁,2003(10):16

孙立国,男,32岁,工程师,1994年东北大学毕业。从事冶炼技术工作。

收稿日期:2004-12-31