

文章编号:1672-4461(2015)03-0008-04

65 t 转炉大修改造设计与实践

魏 强

(山西首钢国际工程技术有限公司,山西 长治 046031)

摘要:钢铁行业已进入微利时代,各钢铁企业都在通过增加产能和品种钢开发来寻求突破,首钢长钢公司针对性地实施了65 t转炉大修改造工程。本文从转炉技术更新与利旧改造等方面进行了多因素分析后,进行了集约化改造设计,并对改造后的冶金效果进行了全面的总结分析。

关键词:转炉;大修;冶金效果

中图分类号:TF748.05

文献标志码:A

Design and Practice of 65 t Converter Overhaul Rebuilding

WEI Qiang

(Shanxi Shougang International Engineering Technology Co. Ltd., Changzhi 046031, China)

Abstract: Iron and steel industry has entered a low profit era, the iron and steel enterprises are seek a breakthrough through capacity expansion and steel varieties development. Shougang Changgang steel company targeted at the implementation of the 65 converter overhaul engineering. From the converter technology update and transformation of the old equipment and many other aspects of multivariate analysis, intensive renovation design was carried out, and the metallurgical effect after transformation is comprehensively summarized and analyzed.

Key Words: converter; overhaul; metallurgical effects

1 引言

根据首钢长钢公司“三步走”发展战略和建设世界一流精品长材生产制造基地的要求,新区新建一条100万t/a精品棒材生产和一条110万t/a优质高线生产线。其中精品棒材的60%约60万t为品种钢;优质高线的75.4%约85万t为品种钢,共计约145万t。

现有工业新区炼钢有65 t转炉三座,其中6#转炉自2007年大修后一直使用至今,存在转炉装备水平偏低、炉体设备多处老化等问题。为配合首钢长钢公司2014年对品种钢开发的要求,迫切需要对6#转炉进行升级改造,以实现工序能力匹配。

2 转炉设备现状

2.1 转炉参数

(1)转炉炉型主要参数见表1。

(2)转炉倾动力矩。

转炉倾动采用全正力矩形式,设置如下:

表1 转炉炉型主要参数

名称	符号	单位	数据
转炉公称容量	T	t	65
转炉最大出钢量	T ₁	t	68
炉壳全高	H	mm	7 680
炉壳外径	D	mm	5 300
转炉炉壳高径比	H/D		1.43
炉膛内径	D	mm	3 730
炉膛内高/内膛内径	H/D		1.77
炉膛内容积(新衬)	V	m ³	58.3
容积比	V/T		0.90
炉口直径	D ₀	mm	2 000
溶池直径	D ₁	mm	3 730
溶池深度	H ₁	mm	1 100
出钢口直径	D ₂	mm	130/140
炉底总厚度	H ₁	mm	860
炉衬总厚度	D ₂	mm	740

钢水量:75 t(最大);最大渣量:9.7 t;转炉倾动角度: $\pm 360^\circ$;转炉最大静态力矩: $\sim 145 \text{ t} \cdot \text{m}$;最大事故力矩: $\sim 435 \text{ t} \cdot \text{m}$ 。

(3)转炉倾动操作方式。倾动机构采用四点啮合

全悬挂形式,力矩平衡机构为扭力杆装置。倾动机构主要由四台交流变频电动机、四台电磁液压制动器、四台一次减速机、一套二次减速机、扭力杆平衡装置、事故止动装置、稀油集中润滑站等部分组成。

电动机为交流变频电动机,其主要性能参数:

电动机容量: 50 kW×4;

电压: 380V, AC;

四台电动机同步启、制动,同步运行,电机转速可调。

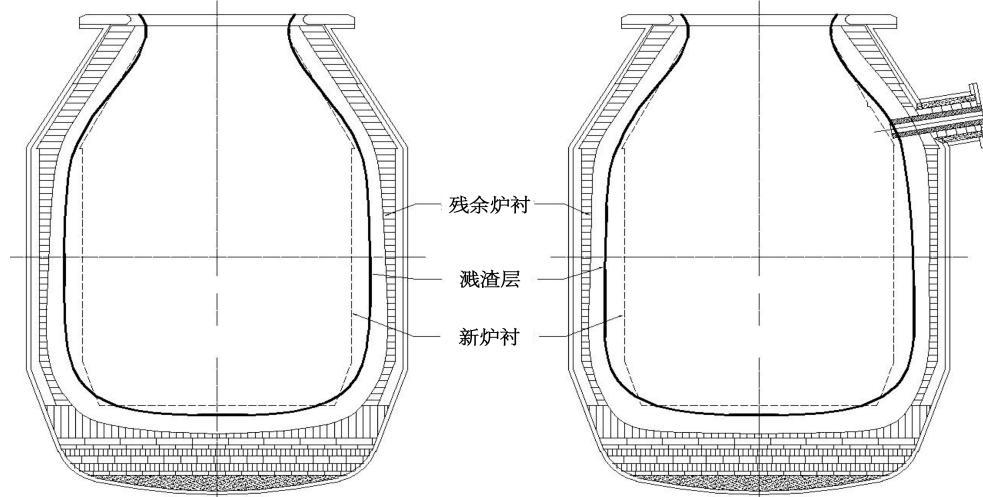


图1 转炉内衬被侵蚀示意图

(2)转炉底吹功能。现有转炉无底吹功能,无法实现顶底复吹工艺。即不能有效控制品种钢的洁净度、生产冶炼节奏、冶炼周期、出钢温度等,不能有效满足公司新产品的开发要求。

(3)出钢口。现有出钢口内径为130/140 mm,出钢时间为3.5~4.5 min,出钢时间长,增加了出钢降温和钢液的二次氧化。现有出钢口炉壳开孔直径为500 mm,耐火层薄,出钢时间长,在强化冶炼过程中经常出现出钢口炉壳发红,甚至漏钢现象。

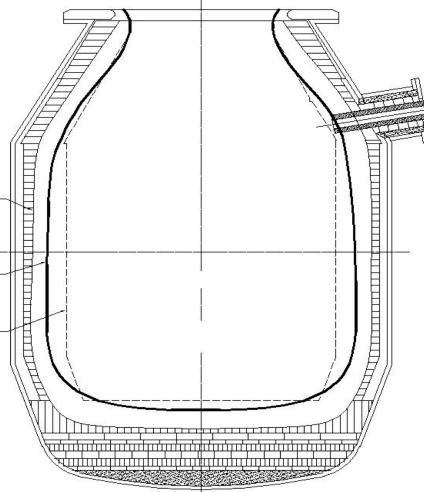
(4)转炉炉帽及衬裙。由于冶炼强调高、操作水平自动化程度不高等原因,经常会出现大面积喷溅,给转炉设备造成不同程度的损害。尤其对转炉炉帽及衬裙的损害最大。导致3座转炉的炉帽温度一直偏高,大大缩短炉帽的使用寿命。现有炉帽冷却水管路为角钢倒扣焊接于炉壳上,作为管路使用,由于角钢材质为普碳钢,现已腐蚀严重,且在炉口打渣的冲击下,部分管路受损严重,使得炉帽冷却管路漏水甚至局部断水,只能采用氮气冷却,加速了设备的老化,给安全生产造成极大隐患。同时衬裙结渣打渣过于频繁,导致衬裙部分变形甚至脱落。严重影响正常的生产节奏,无法实现高效生产。

3 设计改造方案

3.1 转炉炉型改造

2.2 设备状况

(1)负力矩现象。由于转炉冶炼操作特点导致转炉在使用寿命的中后期会出现炉底及下部内衬减薄现象^[1],熔池工作层厚度只剩100 mm左右,炉身工作层厚100~200 mm,炉帽工作层厚度200~350 mm,详见图1。溅渣层除炉底和出钢口部位较厚,为300~400 mm,其余部位厚度为150~250 mm。以及衬裙结渣较多,导致转炉出钢过程中多次产生负力矩,导致转炉倒挂,给安全生产带来极大隐患。



基于消除生产操作中的负力矩、减少冶炼喷溅等问题,同时有能适当增加炉膛容量的设计思路,最终采取了不扩大转炉炉身直径,只将转炉炉身垂直(耳轴以下)加长100 mm的方案。

改造后转炉炉型主要参数见表2。

表2 转炉炉型主要参数

名称	符号	单位	数据
转炉公称容量	T	t	70
转炉最大出钢量	T ₁	t	75
炉壳内高	H	mm	7 780
炉壳外径	D	mm	5 300
转炉炉壳高径比	H/D		1.47
炉膛内径	D	mm	3 730
炉膛内高/内膛内径	H/D		1.80
炉膛内容积(新衬)	V	m ³	59.5
容积比	V/T		0.85
炉口直径	D ₀	mm	2 000
溶池直径	D ₁	mm	3 730
溶池深度	H ₁	mm	1 150
出钢口直径	D ₂	mm	140/150
炉底总厚度	H ₂	mm	860
炉衬总厚度	D ₂	mm	740

炉身加长100 mm后,整个转炉(含炉壳和耐火材料)的重量增加约3.8 t,钢水重量增加5 t,炉帽粘渣最大8 t。在此情况下对50 kW×4倾动电机进行详细的模拟核算后认为,现有倾动电机能够满足负

荷要求,在冶炼后期需控制炉帽粘渣量小于4 t时,可实现全正力矩操作。

同时,对现有球绞支撑、耳轴、托圈等承重部位的受力情况也进行了核算,可以满足改造后受力要求,可利旧使用。

3.2 转炉底吹功能

新增一套转炉底吹氩/氮气设施,实现顶底复吹功能。

(1)原有转炉耳轴主动侧预留了底吹孔,因此本次改造转炉耳轴利旧。本工程只需在耳轴主动侧外侧预留位置安装一套旋转接头,用于连接转炉底吹用氩气和氮气。

(2)在转炉从动侧平台下设独立吹氩站1座,以实现对转炉底吹工艺的自动化控制。

(3)对炼钢厂新增一套D89×4中压氩气管道,压力为1.6~1.8 MPa,专供转炉底吹氩。

(4)采用钢铁研究总院专利产品——双环缝式底吹供气元件,底吹供气元件寿命与溅渣护炉后的转炉炉龄基本同步。

3.3 出钢口改造

将出钢口转炉炉壳开孔由Φ500 mm扩至Φ700 mm。

将出钢口由Φ130/140 mm扩至Φ140/150 mm。

3.4 转炉炉帽及衬裙改造

3.4.1 炉帽改造

将炉帽冷却水通道由角钢改为锅炉管,并适当增加换热面积,有效改善炉帽冷却效果。将炉帽出水管由明管改为暗管,有效防止喷溅对连接管路的损毁。

3.4.2 转炉衬裙改造

(1)增加衬裙钢板厚度,由18 mm改为20 mm。

(2)增加衬裙内支撑数量,可有效减小衬裙的变型。

(3)内支撑与衬裙的螺栓连接开孔由圆形改长圆形,可有效改善由于热应力的钢板变型对螺栓的剪切力,并在螺母周边焊接与螺母同高的钢板,防止打渣机直接对螺母造成破坏,延长紧固件使用寿命,减少衬裙脱落率。

4 效果

4.1 改造后运行情况

(1)通过以上改造,转炉容积扩大 1.2 m^3 ,有效出钢量增加至70 t,有效提高冶炼效率7%。

(2)通过本次转炉改造对转炉全正力矩冶炼进行了充分的模态分析和计算,并提出严格的冶炼操作规程,保证转炉炉帽粘渣量小于4 t。实践操作以来,未出现负力矩,导致转炉倒挂现象。

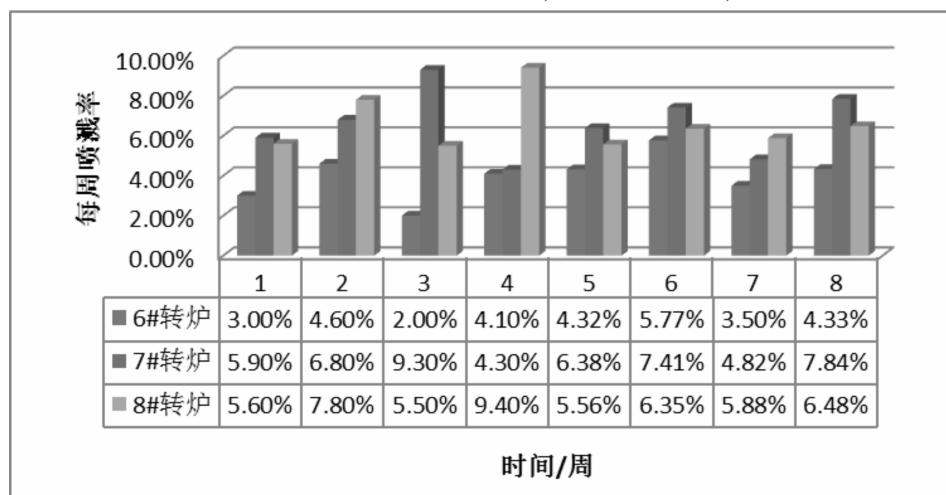


图2 转炉喷溅事故频率统计表

(3)由于采用了顶底复吹工艺,既加快了造渣速度,同时可促使转炉冶炼趋于平稳,减少喷溅,有效改善吹炼的可控性。同时转炉高径比的增大,也可减少转炉喷溅的事故发生率,可减弱喷溅事故的次生危害^[2]。发生喷溅事故的频率详见柱状表统计表。图标中6#转炉为改造后转炉,7#和8#为未改造转炉,由图2中可看出6#转炉的平均喷溅率明显低于

未改造的2座转炉,证明设施效果良好。

(4)复吹工艺后,由于强化了熔池搅拌,促进钢-渣界面反应,反应更接近于平衡状态,从而显著地降低了钢水和熔渣中的过剩氧含量^[3]。渣中TFe含量的降低钢水余锰含量增加,因而也减少了铁合金的消耗。同时,由于反应接近平衡状态,磷和硫的分配系数较高,渣中TFe含量的降低,明显改善了脱硫

条件。对品种钢冶炼的终点成分、温度实现精准控制,出钢温度平均降低5℃左右。图3为转炉出钢一次命中率的统计分析图,由图3可看出,6#转炉采

用复吹工艺后的一次命中率均高于未采用复吹工艺的7#和8#转炉。

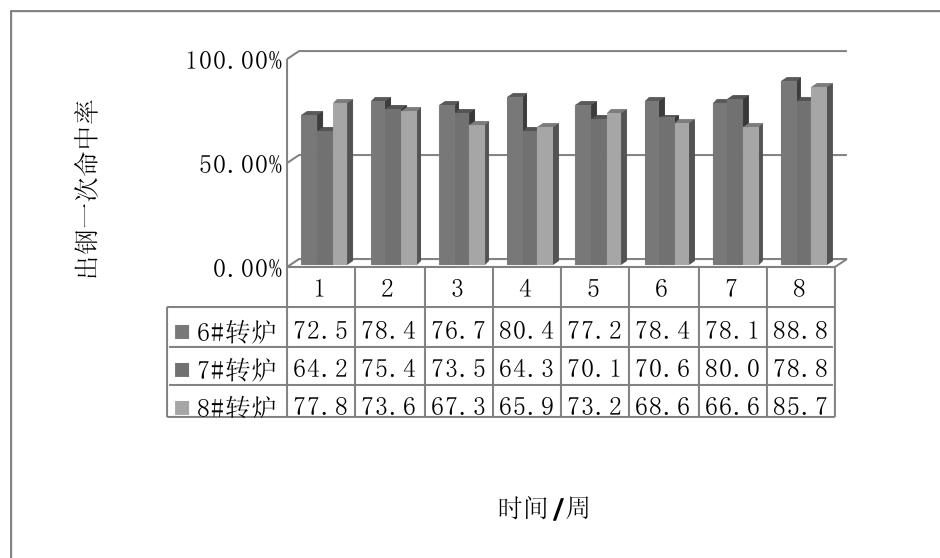


图3 转炉出钢一次命中率的统计分析图

(4)出钢口改造后,转炉炉壳开孔由Φ500 mm 扩至Φ700 mm,增加了出钢口耐火座砖的厚度,可有效防止出钢口过烧和漏钢事故的发生。将出钢口由Φ130/140 mm 扩至Φ140/150 mm,缩短出钢时间1 min,有效控制出钢温度和减少钢水二次氧化,提高了冶炼作业率。

4.2 效益分析

4.2.1 直接效益

(1)改造后,转炉平均出钢量增加3~5 t,年可多产钢7万t以上。

(2)每月停炉清理出钢口挂渣时间缩短约30%,更换出钢口的次数降低了20%以上,中断生产次数的减少有利于生产组织。每月节约冶炼时间12 h,全年144 h,可多产钢2万t以上。

(3)以上两项和为 $7+2=9$ 万t,按吨钢毛利200元计算,则创造直接经济效益超过1800万元。

(4)减少设备损耗:每年减少打渣车运行费、合金钢钻头损耗、炉帽维修费等共计约50万元。

(5)运营消耗降低:采用顶底复吹工艺,吨钢消耗减少量见表3。

吨钢效益为3元/t,年产合格钢水100万t计,年可节约300万元。

(6)以上1~5项合计,直接经济效益 $1800+50+300=2150$ 万元/年。

表3 顶底复吹工艺吨钢消耗量减少统计表

序号	名称	单位	减少数量
1	石灰消耗降低	kg/t	3~6
2	氧气消耗减少	Nm ³ /t	2~4
3	金属收得率提高	%	0.5~1.0
4	钢水终点氧含量降低	%	0.01~0.03

4.2.2 间接效益

通过本次改造,6#转炉停炉事故率改造前减少30%。同时转炉的使用寿命得到延长,降低了资产折旧率。成功开发出多种新产品,且钢水的各项技术指标稳步提高,全年没有磷高废品,取得良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 曲 英.炼钢学原理[M].北京:冶金工业出版社,1987.
- [2] 邹 韬,陈嘉颖.关于转炉炼钢过程中喷溅现象分析[J].上海金属,2004, 26(2):32~35.
- [3] 郑沛然.炼钢学[M].北京:冶金工业出版社,1994.

收稿日期:2015-03-23

作者简介:魏 强(1977-),男,工程师,硕士。从事冶金工艺技术的应用于研究。