

文章编号:1006-2777(2002)03-0013-04

40 t LF 钢包炉吹氩工艺的探讨

贺 道 中

(湖南冶金职业技术学院,湖南 株洲 412000)

摘 要: 介绍了衡阳钢管厂 40 t LF 钢包精炼吹氩工艺,探讨了包底吹氩操作和参数的控制,分析了优化吹氩工艺的效果。

关 键 词: LF 炉;吹氩;控制

中图分类号: TF769.9 **文献标识码:** B

Approach into Argon Blowing Process of 40 t Ladle Furnace

HE Dao-zhong

(Hunan Metallurgy Professional Technology Institute, Hunan Zhuzhou 412000, China)

Abstract: This article describes the argon blowing process of 40 t ladle furnace in Hengyang steel pipe works. At the same time, it investigates the argon blowing process and its parameter control and analyses the result of optimizing argon blowing process.

Key Words: ladle furnace; argon blowing process; control

1 概述

电炉短流程钢厂具有建设投资省,周期短,占地面积少,生产率高,环境污染少等优点。二次精炼是短流程炼钢的关键,它对控制钢水纯净度,降低有害元素含量,减少连铸坯对裂纹的敏感性,保证连铸坯的质量极其重要,衡阳钢管厂对二次精炼工艺进行了大量的探索,取得了较好的效果。

衡阳钢管厂炼钢车间 30 t UHP(EBT) 40 t LF HCC 短流程自 1998 年 2 月改造投产以来,主要生产碳素结构钢、合金结构钢,还成功开发了 J55, N80 钢级油井管钢,高压锅炉管系列 20G, 15CrMoG, 12Cr1MoVG, 102 钢等高附加值钢种。LF 炉具有电弧加热、底吹氩搅拌、还原气氛下可控炉渣精炼等功能,其底吹氩工艺对于降低钢中气体含量,减少钢中非金属夹杂,精确控制钢水成分和温度十分重要。

2 工艺流程与设备

2.1 工艺流程

衡阳钢管厂(衡管)炼钢工艺流程如图 1。

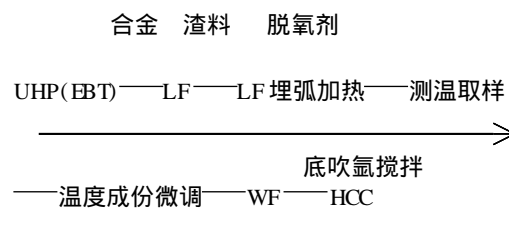


图 1 工艺流程图

2.2 设备参数

2.2.1 衡管 LF 炉设备技术参数

衡管 LF 炉设备技术参数见表 1。

收稿日期:2002-04-04

作者简介:贺道中(1967-),男,湖南津市人,讲师,从事钢铁冶金教学与科研工作。

2.2.2 底吹氩装置

透气塞是钢包底吹氩的核心元件,为了充分发挥吹氩搅拌的作用,透气砖应安装于钢包底部合适位置。其愈靠近包底中心,混匀时间愈长,愈靠近钢包边缘,包衬浸蚀愈严重,最佳位置是在包底半径方向上的 $1/2 \sim 1/3$ 处(离包底中心),此时吹入的氩气带动钢液运动,产生大的涡环流动,促进钢液的混合,特别对底部钢液的搅拌有利^[1]。衡阳钢管厂结合生产实际,通过大量的试验,采取将透气塞安装于钢包底部滑动水口的下滑板上。

底吹氩装置通过上、下滑板滑动来控制吹氩和开浇,吹氩过程如图2所示。

表1 40 t LF炉设备技术参数

名称	参数	名称	参数
钢包公称容量/t	40	钢包直径/mm	2 260
变压器容量/kVA	6 000	自由空间高度/mm	720
二次电压/V	175 ~ 215	钢水升温度, $^{\circ}\text{C}$	1 ~ 4
二次电流/A	17 000	供氩透气塞数量	1 块
电极直径/mm	350	氩气压力/MPa	0.2 ~ 0.6
电极分布圆直径/mm	350	氩气流量/L min^{-1}	50 ~ 200

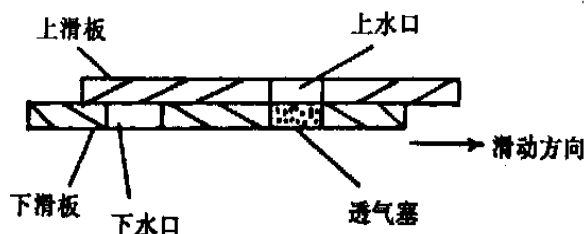


图2 底吹氩装置示意图

下滑板装在滑动盒内,透气塞装在下滑板上,氩气经透气塞、上水口,进入钢包,搅拌钢液。

透气塞材质与氩气要求:

高铝质透气塞 TS-65,规格 40 mm/ 45 mm ×40 mm;

Al_2O_3 含量 65 %;

耐火度 1 790 ;

显气孔率 18 % ~ 30 %。

对氩气要求,氩大于等于 99.99 %,若氩气中氧含量超过 0.01 %,透气塞 70 ~ 100 min 内迅速熔蚀,易造成钢包漏钢事故。

3 吹氩工艺与参数控制

3.1 吹氩工艺操作

吹氩搅拌是 LF 钢包炉精炼的一个重要功能。氩气搅拌有利于钢—渣之间的化学反应,它可以加速钢—渣之间的物质传递,有利于钢液的脱氧、脱硫反应的进行。吹氩搅拌还可以去除非金属夹杂物,特别是对 Al_2O_3 类型夹杂物的上浮去除有利。吹氩搅拌也可以加速钢液中温度、成分的均匀,能精确地调整复杂的化学组成,而这对冶炼优质钢是必不可少的要求。此外,吹氩搅拌可加速渣中氧化物的还原,对回收铬、钼、钨等有价值的合金元素有利^[1]。

衡阳钢管厂 40 t LF 钢包炉吹氩是通过安装于钢包底部滑动水口下滑板上的透气塞,连续地吹入惰性气体氩气。吹入的氩气受热膨胀,向上推举钢水,与钢水自身重力作用,促使钢水上下循环搅动。LF 炉底吹氩工艺上,以前通常采用恒压定流量 (P_{Ar} 为 0.3 MPa 左右, Q_{Ar} 为 100 L/min 左右) 操作。经生产实践探索发现:工艺改进为根据不同时期的特定目的而采用不同的氩气流量和搅拌能,可以达到更好的效果。

3.2 吹氩工艺各期参数及分析

LF 钢包炉精炼各期的吹氩搅拌强度可由下式计算^[2]:

$$m = (6.18 \times 10^{-3} \cdot Q / M_1) \cdot T_1 \cdot \{ \ln [1 + H / (1.46 P_2)] + (1 - T_0 / T_1) \}$$

$$e = m \cdot$$

式中: m ——氩对单位钢水搅拌功率, $\text{W} \cdot \text{t}^{-1}$;

Q ——氩流量, $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$;

T_1 ——钢液绝对温度, K;

T_0 ——吹入钢液前氩气的绝对温度, K;

P_2 ——钢包钢液面上的大气压, kPa;

H ——钢液深度(含渣层), cm;

M_1 ——钢液重量, t;

e ——对单位重量钢液所作的功, $\text{J} \cdot \text{t}^{-1}$;

——吹氩时间, s。

工艺改进后精炼各个时期的供氩参数及搅拌强度指标见表2。

由表2可知:在 UHP (EBT) 出钢时,由于钢包内加了大量铁合金和造渣料,为了加速合金和渣料的熔化,采用较大的搅拌强度(单位搅拌功率 $34.4 \sim 45.8 \text{ W} \cdot \text{t}^{-1}$),氩气流量要求大于 $150 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$,以利

于均匀钢包内各区域钢水温度。实际操作中,渣面翻花激烈(翻花面积大于 0.5 m²),同时伴有钢液裸露。此阶段的目的是为了钢包炉中渣化、粗合金化的顺利进行,并防止透气砖堵塞。

出钢完毕,应快速降低氩气流量,并保持在 80 ~ 150 L·min⁻¹。实际操作中要保证钢包炉渣面呈现有节奏地涌动,以钢水不裸露出渣面出为宜。由于出钢过程降温较大,一般达到 30 ~ 50 ℃。当

钢包炉到达加热工位后的首要任务是提高钢液温度,均匀温度和成分。

精炼过程中,当钢水温度达到控制目标时,要及时地再降低氩流量并保持在 80 ~ 100 L·min⁻¹,采用低速缓和的搅拌(单位搅拌功率 18.3 ~ 22.9 w·t⁻¹),促进精炼产物的浮出,整个精炼期,要求渣面波动平稳,在还原性气氛下埋弧加热,电弧燃烧稳定,钢液升温快(平均升温速度 2.5 ℃·min⁻¹,最高 4 ℃·min⁻¹)。

表 2 精炼各期吹氩参数及搅拌强度

	EBT出钢—出钢毕	出钢毕—加热工位	加热工位—精炼毕	精炼毕—喂丝	喂丝毕—吊包	吊包—开浇
吹氩时间,min	4	2	40	2	5	15
氩气压力,MPa	0.4~0.6	0.3~0.5	0.3~0.5	0.2~0.4	0.2~0.4	0.2~0.3
氩气流量,L·min ⁻¹	150~200	80~150	80~100	50~130	50~110	50~80
单位搅拌功率,w·t ⁻¹	34.4~45.8	18.3~34.4	18.3~22.9	11.5~29.8	11.5~25.2	11.5~18.3
单位搅拌功,J·t ⁻¹	8 256~10 992	2 196~4 128	43 920~54 960	1 380~3 576	3 450~7 560	10 350~16 470

喂丝过程中,钢液温度的下降一般为 2 ~ 3 ℃·min⁻¹。为了均匀成分和温度,去除钢中夹杂物和提高金属收得率,生产实践发现:采用氩气压力 0.2 ~ 0.4 MPa,氩气流量 50 ~ 130 L·min⁻¹较弱搅拌,喂丝效果好。考虑到吹氩搅拌流场及实际设备安装位置,采用与透气塞相对应的液面位置喂入铝线或硅钙线。

精炼喂丝结束后,为减少易氧化元素的损耗,促进脱氧产物的上浮,保持氩流量 50 ~ 110 L·min⁻¹,且软吹(单位搅拌功率 11.5 ~ 25.2 w·t⁻¹) 5 min 左右,再吊走钢包。

吊包至开浇过程中,为促进脱氧产物继续上浮,减少钢水温度下降,防止耐火材料浸蚀和炉渣卷入钢液,宜将氩气流量控制在 30 ~ 80 L·min⁻¹,采用弱搅拌(单位搅拌功率为 11.5 ~ 18.3 w·t⁻¹)。

4 吹氩精炼效果

4.1 钢中气体分析

取 20 炉 LF 钢包炉吹氩工艺改进前后熔检试样,进行钢中气体分析,结果见表 3。

由表 3 可知:LF 炉吹氩工艺改进后,钢中氧含

量降低幅度较大,氢含量下降幅度较小,而氮含量由于 LF 炉埋弧加热而略有上升。

表 3 LF 钢包炉吹氩工艺改进前后
钢中气体含量分析,×10⁻⁶

项 目	[O]		[N]		[H]	
	波动范围	平均	波动范围	平均	波动范围	平均
改进前	50~109	61	60~110	72	1.9~3.5	2.32
改进后	38~85	45	62~110	73	1.8~2.8	2.04
变化率,%	- 26.2		+ 1.39		- 12.07	

4.2 钢中夹杂物分析

对获得的 10 组吹氩工艺改进前后钢水的有效样进行钢中电解夹杂检验,结果见表 4。

由表 4 可知:因为 LF 炉处理各个时期底吹氩气对钢水长时间搅拌和清洗吸附作用,大大地增加了钢液中夹杂物相互碰撞而聚集,长大的时间和机会,从而上浮被炉渣吸附。与吹氩工艺改进前的钢样比较,工艺改进后的钢中夹杂物总量平均降低 22.3%,Al₂O₃ 夹杂下降幅度达 28.9%,SiO₂ 夹杂下降 5.6%。

表 4 LF 炉吹氩工艺改进前后钢中夹杂物分析,,×10⁻⁶

项 目	夹杂物总量			Al ₂ O ₃			SiO ₂		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
改进前	175	268	99	121	215	72	18	35	5
改进后	136	191	76	86	115	44	17	30	4
变化率,%	- 22.3			- 28.9			- 5.6		

5 结语

衡阳钢管厂炼钢车间 UHP(EBT) 出钢—LF 精炼—HCC 全程底吹氩工艺,生产中根据各个时期的不同目的而采用不同的供氩流量和搅拌能,钢材质量明显改善。

(1) 吹氩工艺改进前后比较,钢中气体氧含量下降了 26.2%,氢含量下降了 12.07%。

(2) 吹氩工艺改进前后比较,钢中夹杂物总量下降率达 22.3%, Al_2O_3 夹杂降低了 28.9%, SiO_2 夹杂

下降了 5.6%。

(3) 由于 LF 钢包炉埋弧加热,钢液吸氮而导致钢中氮含量略有上升,为进一步提高钢的质量和适应优质合金钢的生产需要,衡阳钢管厂炉外精炼应用真空冶金十分必要。

[参 考 文 献]

- [1] 张鉴主编. 炉外精炼的理论与实践[M]. 北京:冶金工业出版社,1999.
- [2] 曾先录,刘兴田,张 妍,等. 60 t LF 的炉衬设计和操作实践[J]. 特殊钢,1996,(1):45~49.

第十一届苏、鲁、皖、赣焦化学术年会在安徽省太平县召开

2002 年 4 月 20~23 日,第十一届苏、鲁、皖、赣焦化学术年会暨江西省第十一届焦化学术年会在安徽省太平县召开。出席本次会议的代表来自 4 省的焦化专业技术人员共 95 人,中国金属学会焦化分会副理事长赵希超出席会议并作了重要讲话,安徽省经贸委、冶金行业协会及山东省冶金工业总公司的有关领导参加了会议。江西省出席会议的有 4 家焦化厂 12 名代表参加。

会议期间,副理事长赵希超作了“当前我国焦化发展现状与存在的主要问题”、安徽工业大学环境与化工学院水恒福博士作了“当前世界焦化发展趋势与现状”的学术报告,他们的报告分析了当今世界和我国焦化现状,指出了其未来发

展的方向,与会代表受到了很大的启发。大会共收到论文 113 篇,内容丰富,其中有反映企业创新的文章 11 篇,配煤焦炭的论文 9 篇,自动化应用的论文 18 篇,技术改革成果总结 32 篇。经筛选后 20 篇论文在大会上进行了交流,山东济钢焦化厂的“济钢干熄焦技术的研究与应用”和江西省金属学会焦化学委会推荐的“稀土用于炼焦的试验研究”两篇论文,吸引了与会代表的极大兴趣和关注。

经讨论提议第十二届苏、鲁、皖、赣焦化学术年会将于 2004 年在江西省景德镇焦化总厂召开。

(朱健崖)