

提高 45 t AOD 炉龄的工艺实践

王贵平 范红军

(太原钢铁(集团)有限公司,太原 030003)

摘要 通过采用镁钙砖取代镁铬砖作为太钢 45 t AOD 精炼炉的炉衬材料,制定合理的 AOD 炉衬烘烤制度,缩短精炼时间,控制炉渣碱度 $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1.8 \sim 2.0$, $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2 = 2.0 \sim 2.4$,使 45 t AOD 炉龄由 50 炉次提高到 189 炉次。

关键词 AOD 精炼 炉龄 工艺

Process Practice for Increasing Lining Life of 45 t AOD Units

Wang Guiping and Fan Hongjun

(Taiyuan Iron and Steel (Group) Co Ltd, Taiyuan 030003)

Abstract With using magnesite-calcium brick as lining material of 45 t AOD refining units at Taiyuan Steel to replace magnesite-chrome brick, establishing available AOD line baking procedure, shortening refining time, and controlling slag basicity $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1.8 \sim 2.0$, $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2 = 2.0 \sim 2.4$, the 45 t AOD lining life has been increased to 189 heats from 50 heats.

Material Index AOD, Refining, Line Life, Process

1 影响 AOD 炉衬寿命的主要因素

由 2 座 20 t 电弧炉(表 1)向 AOD(表 2)提供初炼钢水。AOD 精炼时,向炉内吹入氧气和 Ar、N₂ 的混合气体,用 Ar(或 N₂)稀释由脱碳反应产生的 CO 气体的分压,促进脱碳反应并抑制钢水中铬的氧化。由于精炼温度高、冶炼周期长、气体搅拌剧烈、钢渣冲刷严重、炉衬温度周期性变化幅度大等,炉衬工作条件十分恶劣。

表 1 AC 电弧炉主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of AC electric arc furnace

项目	参数
熔炼周期/h	2.5
平均容量/t	20
炉料组成	废钢 + 合金
变压器容量/MVA	6 300
电极直径/mm	350
电耗/kWh·t ⁻¹	458
年产量(6座电弧炉)/万 t	45
投产年份	2002

1.1 炉衬耐火材料

耐火材料质量、炉衬砌筑工艺、风口周围耐火材料浸蚀和炉衬氧化物的解体均影响 AOD 炉衬寿命。

表 2 AOD 主要技术参数

Table 2 Main technical parameters of AOD

项目	参数
公称容量/t	45
工作容积/m ³	22.37
炉容比/m ³ ·t ⁻¹	0.497
炉子总高/mm	5 420
炉子外径/mm	3 710
风口数	3
顶吹氧枪(最大吹氧量)/m ³ ·h ⁻¹	3 600
生产能力/万 t·a ⁻¹	45(3座3吹2)
主要冶炼钢种	0Cr18Mn9、1Cr18Ni9Ti、0Cr19Ni9、00Cr17Ni14Mo2、1Cr17Ni7

1.2 冶炼工艺和操作

研究显示^[1],熔池温度在1 700 °C以上时,每提高 50 °C,耐火材料浸蚀速度提高 1 倍。AOD 冶炼不锈钢时,脱碳期熔池温度在1 750 °C左右,炉衬耐火材料在高温下的工作时间较长,要求耐火材料具有较高的高温强度。

此外,根据 AOD 精炼的特点,要求其耐火材料应具有高的抗渣浸蚀性及抗热震性。因此耐火材料应杂质低,主晶相含量高,显微结构致密。

2 提高 AOD 炉龄的措施

2.1 炉衬耐火材料的选用

太钢 AOD 早期使用 Mg-Cr 砖,因其价格高且

对环境污染较大,进而发展为使用镁钙砖^[2](其理化指标见表 3)。

Mg-Cr 砖的高温强度高,但抗热震性能及耐碱度大于 1.5 的渣浸蚀性不如镁钙砖。镁钙砖高温性能好,可以承受 1 750 °C 以上的高温,且可以

适应碱性渣碱度的大范围波动。同 Mg-Cr 砖相比,镁钙砖含较高比例的 CaO。CaO 与渣中的 SiO₂ 能生成 C₂S(硅酸二钙)致密层,从而保护砖不再受浸蚀。另外 CaO 在高温下有较大的蠕变性,可以延缓温度冲击热应力裂纹的产生。但镁

表 3 镁铬砖和镁钙砖的理化指标

Table 3 Physical and chemical Index of magnesite-chrome brick and magnesite-calcium brick

耐火材料	主要化学成分/%					体积密度/ g·m ⁻³	显气孔率/ %	常温耐压强度/ MPa	荷重软化温度/ °C
	MgO	Cr ₂ O ₃	SiO ₂	FeO	CaO				
镁铬砖	> 65	18 ~ 20	< 1.2	14	-	3.2	< 16	≥ 50	≥ 1 700
镁钙砖	A 型	62	-	-	37	2.98	13	66	-
	B 型	39	-	-	59	2.95	12.6	105	1 750

钙砖的高温强度和防水化性能不如镁铬砖。此外,镁钙砖的价格比 Mg-Cr 砖低,对环境的污染也较小。

因此,目前太钢已采用镁钙砖作为 AOD 的炉衬耐火材料。另外,针对风口区炉衬浸蚀速度较快的情况,加大了风口区炉衬厚度。

2.2 合理的烘烤制度和工序间衔接

由于耐火材料本身的特性,在使用过程中不宜急冷急热,否则会造成耐火材料的剥落,大大降低炉衬寿命。因此,要制定合理的 AOD 炉衬烘烤制度,使新的炉衬砖能够缓缓升至高温,并保证衬砖被烤透,在出现长时间等钢时也要对炉衬进行烘烤。避免炉衬耐火材料由于在接触钢水时急热,或长时间等钢水时温降过大,而造成耐火材料剥落,所以在生产中要保证工序间的衔接。

2.3 冶炼工艺调整

在炉衬耐火材料、钢种一定的情况下,AOD 的寿命是温度与精炼时间的函数。不锈钢氧化末期温度控制在 1 720 °C 左右,炉龄与精炼时间成反比。因此,在控制温度、碱度的同时应尽量缩短精炼时间。以 304 不锈钢冶炼为例,太钢 AOD 精炼时间 2003 年时为 75 ~ 80 min。经多次技术改进和设备改造,目前已降至 55 ~ 60 min。

2.4 炉渣碱度及成分调整

炉渣碱度、成分对炉衬寿命都有很大影响。试验发现,随着渣中 CaF₂ 含量的增加炉衬寿命显著降低,而随着渣中 MgO 加入量的增加炉衬寿命相应提高。

对还原渣碱度及成分进行了调整,炉渣碱度 CaO/SiO₂ 控制在 1.8 ~ 2.0, (CaO + MgO)/SiO₂ 控

制在 2.0 ~ 2.4,且严格控制 CaF₂ 的加入量及 CaF₂/CaO 比值。

通过上述各项措施,目前 AOD 炉龄已有较大提高。表 4 为太钢不锈钢炼钢厂 1998 年 ~ 2005 年上半年 AOD 炉龄变化情况。

表 4 太钢 45 t AOD 炉龄的变化情况

Table 4 Change condition of line life of 45 t AOD units at Taiyuan Steel

年份	平均炉龄	最高炉龄
1998	35	50
2001	80	99
2003	110	130
2004	120	151
2005 上半年	163	182

3 结论

合理选择耐火材料、优化炉衬结构、严格炉衬砌筑、制定合理的烘烤制度并适当降低脱碳期温度、调整熔渣碱度和成分、缩短冶炼时间可显著提高 AOD 炉衬寿命。

经过多年技术攻关,太钢 AOD 炉龄已有了较大提高。至 2005 年 8 月,AOD 炉龄已达 189 炉次。

参考文献

- 1 赵 沛. 炉外精炼及铁水预处理实用技术手册. 北京:冶金工业出版社,2004:307
- 2 郭家祺,刘明生. AOD 精炼不锈钢工艺发展. 炼钢,2002,18(2):58

王贵平(1975-),男,硕士,工程师,2003 年东北大学毕业,从事不锈钢品种、工艺研究。

收稿日期:2005-10-16