

表面张力对保护渣设计及选用的影响

刘 振

(济南钢铁股份有限公司 第一炼钢厂, 山东 济南 250101)

摘要: 通过对结晶器保护渣性能影响钢液面裹渣的理论分析、试验研究, 提出通过提高液渣表面张力及钢渣界面张力, 在实际生产中达到减少结晶器钢液面裹渣的目的。通过降低渣中 SiO_2 、 Na_2O , 提高 MgO , 减少 FeO 、 Fe_2O_3 改进了原保护渣, 批量应用表明, 铸坯粘渣现象大大减轻, 夹渣协议板率由6%降为0.61%。

关键词: 保护渣; 表面张力; 界面张力; 裹渣

中图分类号: TF777 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2005) 01-0038-02

Influence of Surface Tension on Design and Use of Mould Powder

LIU Zhen

(No.1 Steelmaking Plant of Jinan Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: According to the theoretic analysis and experimental research on the influence of the performance of mould powder on enclosed slag at molten steel surface, the enclosed slag in crystallizer can be decreased by improving the surface tension and boundary tension between steel and slag. The original mould powder is improved by decreasing the content of SiO_2 , Na_2O , FeO and Fe_2O_3 and increasing the content of MgO in the mould powder. Batch applications show that the slag inclusion in the casting bland is decreased obviously and the ratio of inferior steel blank is reduced from 6% to 0.61%.

Key words: mould powder; surface tension; boundary tension; enclosed slag

1 前言

随着洁净钢技术的发展, 钢水在进入结晶器前的纯净度愈来愈高, 但如果结晶器钢水液面控制不稳, 保护渣性能不合适, 钢液裹渣成为钢中大型皮下夹杂物的主要来源。控制钢液裹渣的办法除了控制钢液面的稳定之外, 保护渣的性能起着至关重要的作用。因此, 探讨保护渣性能对钢液面裹渣的影响具有实际意义。

济南钢铁集团总公司(简称济钢)共有4台板坯铸机, 保护渣年消耗1200t左右, 1998年之前为外购某厂粉渣。但保护渣质量波动较大, 铸坯质量难以保证。为解决这一问题, 济钢建保护渣厂供应炼钢。在使用济钢1#保护渣的两个月内, 铸坯表面质量明显提高, 但同时发现轧钢厂的夹渣退废急剧增加, 夹渣协议板率由1.0%上升到6.0%左右, 大大降低了合格率。经过现场攻关和技术分析, 发现铸坯夹渣的增多和使用的保护渣的表面张力有关, 表面张力偏小, 钢液面容易卷渣。济钢1#保护渣与某厂保护渣的化学成分、理化指标对比见表1、表2。

表1 济钢保护渣与某厂保护渣化学成分 %

成份	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	K_2O	Na_2O	F	C
济钢1#	35.8	33.8	1.12	4.08	2.36	0.01	0.94	10.6	5.62	5.97
某厂	31.0	32.7	3.86	1.12	0.56	0.01	0.68	8.02	5.68	8.64

表2 济钢保护渣与某厂保护渣理化指标对比

性能	熔点/°C	熔速/s	容重/g.cm ⁻³	粘度/Pa. s	表面张力/N.m ⁻¹	凝固温度/°C
济钢1#	1043	25	0.8	1.55	0.31	1055
某厂	1068	29	0.56	2.25	0.46	1081

2 表面张力影响钢液面裹渣的机理

钢/渣界面的表面张力称为界面张力。同类质点之间的聚合和其质点的内聚功 ($W_{内}$) 有关, 即:

$$W_{内}=2\sigma \text{ (表面张力)}$$

内聚功和物质的表面张力有关。当液渣的表面张力大时, 能够使液渣的表面积缩小, 降低体系的总表面能。内聚功表征相同液体表面间的吸引强度。

两相质点之间的结合称为粘附, 分开单位面积粘附所消耗的功为 $W_{粘附}$ 。粘附功表征不同液体之间的吸引强度:

$$W_{粘附}=\sigma_1+\sigma_2-\sigma_{1,2}$$

式中 σ_1 ——钢液的表面张力;

σ_2 ——液渣的表面张力;

$\sigma_{1,2}$ ——液渣—钢液的界面张力。

粘附功愈大, 界面张力愈小, 则钢液与液渣就愈难分离; 反之则界面张力愈大, 钢液与液渣就愈易分离。液渣卷入钢液中的难易程度和 $W_{内(渣)}/W_{粘附}$ 有关, 当 $W_{内(渣)}$ 愈大, $W_{粘附}$ 愈小, 则液渣不容易卷入钢液中。因此, 提高保护渣的表面张力及钢渣界面张力可以减少裹渣。

3 表面张力影响因素分析

3.1 保护渣表面张力

保护渣的基本成分包括: SiO_2 、CaO、MgO、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、MnO、 K_2O 、 Na_2O 、 Li_2O 、 B_2O_5 、 F^- 、C, 其表面张力可按下式计算:

$$\sigma=\sum \sigma_i X_i$$

式中 σ_i ——组分的表面张力, N/m。

因此, 保护渣的表面张力和组分中氧化物及其摩尔数有关, 而氧化物的表面张力和其内部离子键能有关。氧化物的表面主要为 O^{2-} 所占有, 因为 O^{2-} 的半径比阳离子半径大, 所以在形成熔体时, 氧化物表面张力的变化主要决定于表面 O^{2-} 与邻近阳离子的作用力。根据这种理论将保护渣影响表面张力的成分分成以下几类:

(1) 复合阴离子: SiO_2 、 Fe_2O_3 、 B_2O_5 中的阳离子静电势大, 和 O^{2-} 能形成静电势较小的复合阴离子团, 容易被排挤到表面上, 降低保护渣表面张力。

(2) Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O 的阳离子静电势较小, 对 O^{2-} 的吸引力小, 因而表面张力也很小。

(3) CaO、MgO 的阳离子静电势较大, 对 O^{2-} 的吸引力大, 因而表面张力也很大。MnO、FeO、 Al_2O_3 的阳离子和 CaO、MgO 的阳离子静电势差不多, 表面张力也相近。

(4) F^- 比 O^{2-} 有更小的静电势, 能够排斥 O^{2-} 到表层, 因而能大大降低保护渣的表面张力。

3.2 渣钢界面张力

界面张力一般是指两种互不相溶的相之间表面张力，但如果两相之间有互溶的组分，则可大大降低两相之间的界面张力。根据这一原理，渣中所含 Fe_2O_3 、 FeO 、 MnO 能在钢液中存在，使渣液与钢液之间的界面结构趋于相近，降低了表面质点的不对称性，也使渣钢界面张力大大减弱。而渣中 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 在钢液中的溶解度极低，增加渣钢之间的界面张力。另外，渣中的 CaF 和钢液中的氧、硫等表面活性强的组分能大幅度降低表面张力。

4 应用情况

1998年5月，针对提高保护渣的表面张力进行研究和实验测定，在原来济钢1#保护渣的基础上，降低 SiO_2 、 Na_2O ，提高 MgO ，尽量减少 FeO 、 Fe_2O_3 ，同时注意粘度、凝固温度的调整。表3、表4是调整后的成分性能。

表3 济钢2#保护渣成分 %

SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	K_2O	Na_2O	F	C
29.8	36.61	4.38	4.68	0.56	0.01	0.84	7.56	5.64	4.65

表4 济钢2#保护渣性能

熔点/ $^{\circ}\text{C}$	熔速/s	容重/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	粘度/ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	表面张力/ $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$	凝固温度/ $^{\circ}\text{C}$
1088	31	0.74	0.22	0.40	1102

经过批量生产使用后，铸坯粘渣现象大大减轻，同时，铸坯表面振痕深度较小，光洁度提高。统计使用济钢2#保护渣360炉，共轧板4561块，除去非正常生产情况下造成的14块夹渣协议板，其它夹渣协议板仅12块，两项一共协议板率为0.61%，远远低于使用济钢1#保护渣产生的夹渣协议板。

[返回上页](#)