

高碱度中间包覆盖剂对改善 0Cr18Ni9 不锈钢洁净度的影响

王建昌

(山西太钢不锈钢股份有限公司技术中心,太原 030003)

摘要 0Cr18Ni9 奥氏体不锈钢的生产流程为铁水脱磷预处理-75 t 转炉-VOD-LF-200 mm × 1 200 mm 坯连铸工艺。分析了连铸过程 20 t 中间包覆盖剂(/% :40.54CaO,28.89Al₂O₃,7.8SiO₂,6.32MgO,1.84C,碱度 5.2) 组分变化,及钢中氧、夹杂物去除效果。结果表明,采用高碱度中间包覆盖剂时,多炉连浇后覆盖剂吸收钢中硅酸类夹杂物效果明显,0Cr18Ni9 不锈钢中平均氧含量由 LF 钢水中的 56.5 × 10⁻⁶,降低到中间包钢水中的 37.5 × 10⁻⁶和铸坯的 33.3 × 10⁻⁶,铸坯中夹杂物数量及大小较 LF 后有明显降低,高碱度中间包覆盖剂对去除 20 μm 以上的大颗粒夹杂效果明显。

关键词 0Cr18Ni9 奥氏体不锈钢 中间包 覆盖剂 洁净度 夹杂

Influence of High Basicity Tundish Shielding Agent on Improvement of Cleanliness of Stainless Steel 0Cr18Ni9

Wang Jianchang

(Technical Center, Shanxi Taigang Stainless Steel Co Ltd, Taiyuan 030003)

Abstract The production flowsheet of austenite stainless steel 0Cr18Ni9 is hot metal dephosphorizing pretreatment-75 t BOF-VOD-LF-200 mm × 1 200 mm slab casting process. The change of ingredient of 20 t tundish shielding agent (/% : 40.54CaO, 28.89Al₂O₃, 7.8SiO₂, 6.32MgO, 1.84C, basicity 5.2) during continuous casting process, and removal effect of oxygen and inclusions in steel are analyzed. The results show that with using high basicity tundish shielding agent after multi-heats continuous-continuous casting the effect of shielding agent absorbing silicate type inclusions is obvious, the average oxygen content in steel decreases from 56.5 × 10⁻⁶ after LF refining to 37.5 × 10⁻⁶ in tundish and to 33.3 × 10⁻⁶ in casting slab of stainless steel 0Cr18Ni9; as compared with end LF the amount and size of inclusions in casting slab decrease markedly, and the high basicity tundish shielding agent has an obvious effect on removal of larger inclusions with size more than 20 μm.

Material Index Austenite Stainless Steel 0Cr18Ni9, Tundish, Shielding Agent, Cleanliness, Inclusions

随着炼钢技术的不断发展和用户对钢材质量要求的日益提高,中间包已不再是单纯储存和输送钢水的过渡容器,而是净化钢水、去除钢水中夹杂物的理想容器^[1-4]。中间包覆盖剂显酸性时,渣中 SiO₂ 活度增大,成为钢中的氧化剂,使得钢水中的[T]增加。使用碱性中间包覆盖剂,不仅可以有效抑制钢水的二次氧化,吸附上浮到渣钢界面的非金属夹杂物,还可以防止碱性的中间包耐火材料受到侵蚀^[5]。因此,高碱度中间包覆盖剂的使用越来越广泛。

本文针对高碱度中间包覆盖剂对不锈钢 0Cr18Ni9 的夹杂物吸附去除能力进行了试验分析。不锈钢 0Cr18Ni9 的工艺流程为:铁水脱磷预处理→75 t 转炉冶炼→75 t VOD→75 t LF→连铸。

1 试验方法

针对 0Cr18Ni9 不锈钢采用硅脱氧工

艺条件下的钢水进行连铸生产,中间包容量 20 t,铸坯断面 200 mm × 1 200 mm,中间包采用高碱度中间包覆盖剂,其组分及理化指标见表 1。试验过程分别取连铸过程不同阶段中间包覆盖剂成分分析,同时取 LF 结束、中间包及铸坯钢样,采用氧氮仪分析全氧含量,采用金相显微镜分析钢中夹杂物大小数量。

2 试验结果与分析

2.1 高碱度覆盖剂的保温性能

表 1 高碱度中间包覆盖剂的理化指标

Table 1 Physical and chemical index of high basicity tundish shielding agent

项目	化学组成/%						碱度	熔点/ °C	熔速/ s
	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	C	H ₂ O			
理化指标	44.0 ± 4.0	28.0 ± 3.0	≤8.0	5.0 ± 2.0	≤2.0	≤1.0		1 320 ± 40	90 ± 25
检测结果	40.54	28.89	7.8	6.32	1.84	0.65	5.2	1 355	110

高碱度低碳中间包覆盖剂加入中间包后熔化较好,熔化后的覆盖剂能够很快的覆盖在中间包钢水表面。高碱度低碳中间包覆盖剂碱度(CaO/SiO₂)达5.2,其主要功能是吸附钢水中上浮的大型夹杂物,其材料的堆积密度、膨胀性能、固态流动性能要低一些,所以其保温性能可能稍低于低碱度中间包覆盖剂的保温性能,使用过程中有轻微结壳,采用双层结构后解决这个问题。统计使用高碱度中间包覆盖剂后中间包钢水温度变化见图1。

由图1可以看出,连铸第1炉由于中间包烘烤温度远低于钢水浇铸温度,浇铸过程前25 min温度变化较大,随后连浇炉次浇铸过程中间包钢水温度变化较小,高碱度低碳中间包覆盖剂可以满足连铸工艺对中间包钢水温度的要求。

2.2 高碱度中间包覆盖剂使用过程成分变化

试验过程中,分别于钢包开浇20 min后,每个中间包在塞棒区取4炉样(分别为每个中间包连浇的第2、3、4、5炉),分析液渣成分变化并与原渣样对比,结果见图2。

由图2看出,渣中SiO₂含量提高,Al₂O₃、MgO含量基本不变,说明高碱度低碳中间包覆盖剂有吸附硅酸盐的能力,同时对中间包侵蚀较小。分析认为低碱度覆盖剂由于SiO₂含量比较高,能够结合并溶解夹杂物的CaO均处于CaO·SiO₂结合状态,呈游离状态CaO含量较低吸附钢水的硅酸盐夹杂较为困难,所以其吸附能力极其有限,导致钢中上浮到表面的夹杂物不能及时与保护渣溶合,随后在钢水的带动下又进入钢水中,最终形成钢材的夹杂物数量增多,特别是大型夹杂物的数量增加,降低了钢材的使用性能。

高碱度中间包覆盖剂由于渣中SiO₂含量低,呈

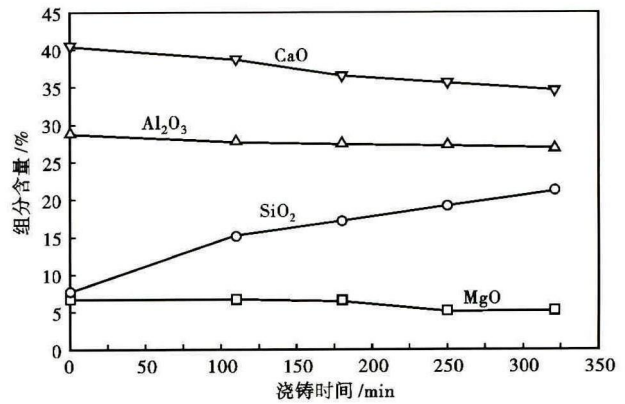


图2 连铸过程高碱度中间包覆盖剂主要组分的变化
Fig.2 Change of main ingredient in high basicity tundish shielding agent during continuous casting process

游离态的CaO含量较高,能较好地与钢水中的硅酸盐夹杂物发生化学反应,使夹杂物能与覆盖剂溶合。

2.3 氧含量分析结果

为了分析高碱度中间包覆盖剂对钢中夹杂物吸附效果及钢中洁净度水平,分别取10炉LF处理结束、铸坯钢样,分析钢中全氧含量,结果如表2。

由表2看出,采用硅脱氧后钢中氧含量较高,LF软搅拌后钢中全氧含量平均 56.5×10^{-6} 、钢水经连铸钢包到中间包,在中间包内流经中间包覆盖剂后,钢中全氧含量降低为 37.5×10^{-6} ,平均降低 19×10^{-6} ,说明钢水流经中间包过程夹杂物上浮去除,使钢中全氧含量降低。钢水经过连铸后,钢中全氧含量进一步降低,达到了 33.3×10^{-6} 。

2.4 金相显微镜分析结果

为了对比中间包覆盖剂吸附夹杂效果,采用金相显微镜(500×,100个视场,64 mm²)对LF精炼后和中间包内5 μm以上夹杂数量进行分析,钢中夹杂是以硅酸盐为主的夹杂物(如图3)。

表2 LF软搅拌后中间包钢水和铸坯中全氧含量分析
Table 2 Analysis of total oxygen content in steel after LF soft stirring argon, in tundish liquid and in casting slab

序号	[O]/10 ⁻⁶		
	LF软搅拌后	连铸中间包	铸坯
1	43	41	32
2	59	32	36
3	48	36	34
4	58	29	28
5	49	28	23
6	56	42	29
7	65	38	40
8	65	40	35
9	69	43	40
10	53	46	36
平均	56.5	37.5	33.3

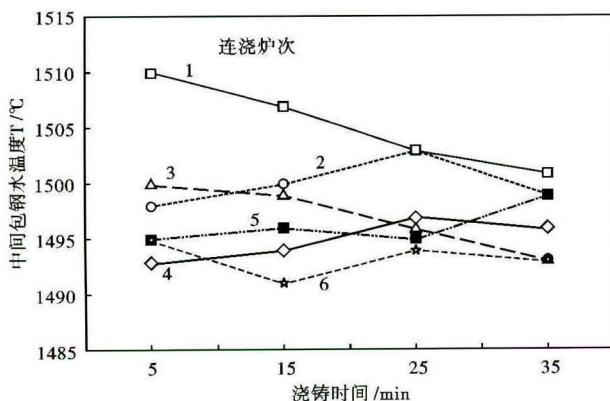


图1 连浇6炉钢各炉次中间包钢水的温度变化
Fig.1 Change of temperature of liquid in tundish for each heat in 6 heats continuous casting process

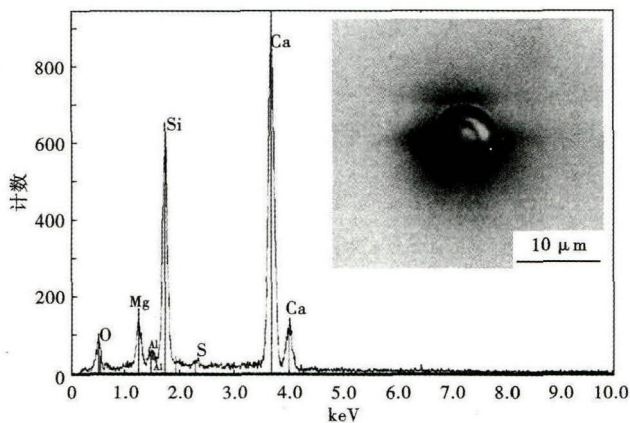


图 3 钢中夹杂物形貌及成分

Fig. 3 Morphology and analysis of inclusion in steel

除,去除率分别为 29.4%、17.7%、16.3%。经过中间包冶金处理后,钢中夹杂物数量及大小明显降低,说明中间包有吸附去除夹杂的作用,特别是对去除大颗粒夹杂效果明显。

3 结论

(1)高碱度中间包覆盖剂保温效果较好,能较好与钢水中的硅酸盐夹杂物发生化学反应,使夹杂物能与覆盖剂溶合,大幅降低了钢中氧含量,0Cr18Ni9 钢全氧含量由 LF 精炼后的 56.5×10^{-6} 降至中间包的 37.5×10^{-6} 。

(2)0Cr18Ni9 不锈钢经过中间包冶金处理后,钢中夹杂物数量及大小明显降低,高碱度中间包覆盖剂对去除大颗粒硅酸盐夹杂效果明显。

表 3 LF 后与中间包钢水夹杂物数量对比

Table 3 Comparison between inclusion amount in end LF and tundish liquid

炉号	过程	64 mm ² 区域内夹杂物数量/个						合计夹杂物数量/个	最大尺寸/ μm	
		5 ~ 10 μm	10 ~ 20 μm	20 ~ 30 μm	30 ~ 40 μm	40 ~ 50 μm	50 ~ 100 μm 以上			
2514	LF 后	122	38	11	9	2	3	0	185	68
	中间包	97	16	6	0	1	0	0	120	42
2515	LF 后	120	21	5	1	0	2	0	149	74
	中间包	103	13	0	0	0	0	0	116	19
2520	LF 后	140	32	4	2	1	1	0	180	72
	中间包	122	22	2	0	0	0	0	146	29

从表 3 可以看出,试验炉次钢水经过 LF 精炼处理后,钢中颗粒 > 30 μm 的夹杂物数量分别为 14 个、3 个、4 个,最大粒度分别为 68、74、72 μm。在连铸过程中钢水从钢包进入中间包后,通过合理控制中间包钢水的流动和采用高碱度中间包覆盖剂,钢水中颗粒 > 30 μm 的夹杂物大部分上浮去除,取样分析中间包钢中夹杂物颗粒 > 30 μm 的降低至 1 个、0 个、0 个;颗粒 < 20 μm 的夹杂物部分上浮去

参考文献

[1] 张立峰,许中波,朱立新,等.连铸中间包钢水的清洁度[J].钢铁研究学报,1998,10(2):9-13.
 [2] 王妍,陈荣欢,朱立新,等.碱性中间包覆盖剂对中间包钢水洁净度的影响[J].宝钢技术,2004(3):36-39.
 [3] 孙永超,黄俊,吴永来,等.碱性中间包覆盖剂吸附夹杂能力的研究[J].钢铁钒钛,2006,27(1):17-19.
 [4] 李仙华,张铁军,李春龙,等.连铸中间包覆盖剂研究[J].炼钢,2000,16(2):31-34.
 [5] 杨伶俐,包燕平,刘建华,等.连铸中间包覆盖剂冶金效果分析[J].炼钢,2007,23(2):34-37.

王建昌(1972-),男,高级工程师,1996 年太原理工大学(本科)毕业,炼钢工艺技术研究。E-mail:wangjc@tisco.com.cn

收稿日期:2015-02-10

“讲文明树新风”公益广告

绿色环保
爱我家园