

高铬不锈钢 BaO 基渣系脱磷的研究

吴永来

(东北大学钢铁冶金系, 沈阳 110006)

摘要 在 5 kg MgO 坩埚中频感应炉中, 用成分 (%) 为 45 ~ 65BaO、35 ~ 55BaF₂、3 ~ 7Cr₂O₃ 渣系对成分 (%) 为 0.12 ~ 0.40C、10.06 ~ 18.89Cr、0.60 ~ 11.00Ni, 精炼温度 1 853 ~ 1 893 K 的不锈钢水进行脱磷试验和研究。实验结果表明, 该试验渣系能在精炼期将高铬不锈钢水中的磷从 0.029% 降至 0.013%, 平均脱磷率超过 20%; 当 (BaO)/(BaF₂) 为 60/40、初始硅含量 ≤ 0.08%、精炼温度 ≤ 1 600 °C (1 873 K)、初始 [Cr] ≤ 15% 时, 可取得较好的高铬不锈钢水脱磷效果。

关键词 高铬不锈钢 BaO-BaF₂-Cr₂O₃ 渣系 精炼 脱磷

A Study on Dephosphorization of High Chromium Stainless Steel With BaO-Base Slag System

Wu Yonglai

(Department of Ferrous Metallurgy, Northeastern University, Shenyang 110006)

Abstract The test and study on dephosphorization of 0.12 ~ 0.40C, 10.06 ~ 18.89Cr, 0.60 ~ 11.00Ni molten stainless steel at refining temperature between 1 853 K and 1 893 K has been carried out in a 5 kg medium frequency induction furnace with MgO crucible by using 45 ~ 65BaO, 35 ~ 55BaF₂, 3 ~ 7 Cr₂O₃ slag series. The test results showed that the phosphorus content in molten high chromium stainless steel in refining period decreased to 0.013% from 0.029% by using the test slag series, the dephosphorizing ratio was more than 20%; and as (BaO)/(BaF₂) was 60/40, initial silicon content in steel ≤ 0.08%, refining temperature ≤ 1 600 °C (1 873 K) and initial [Cr] % ≤ 15%, the better dephosphorization effect of molten high chromium stainless steel could be obtained.

Material Index High Chromium Stainless Steel, BaO-BaF₂-Cr₂O₃ Slag Series, Refining, Dephosphorization

利用传统的石灰基渣系对于高铬熔体脱磷几乎不可能, 即使配加一定量的卤化物, 对于含碳量比较低的不锈钢也有一定的困难, 因此冶金工作者探讨了碱金属氧化物渣系脱磷^[1]。

近年来对高铬合金的氧化精炼脱磷有不少研究^[2-6], 特别是在 MO-MX₂ (M = Ca、Sr、Ba, X = Cl、F) 渣系方面对碳含量高的含铬熔体在较低温度 (1 573 ~ 1 773 K) 下进行了大量的研究, 并取得了较大的进展。本文研究的目的是对于碳含量低的高铬不锈钢在较高的精炼温度下, 采用 BaO-BaF₂-Cr₂O₃ 渣系进行脱磷。

1 试验设备、材料和方法

用 5 kg MgO 坩埚中频感应炉冶炼高铬不锈钢。渣系的基本成分 (%) 为: 45 ~ 65BaO, 35 ~ 55BaF₂, 3 ~ 7Cr₂O₃, 钢液初始成分如表 1。加入钢液重量 5% ~ 10% 的渣料, 待渣料熔融后, 间隔一

表 1 高铬不锈钢液初始化学成分/%

Table 1 Initial chemical composition of molten high chromium stainless steel / %

C	Si	P	S	Cr	Ni
0.12 ~ 0.40	< 1.00	0.027 ~ 0.106	0.005 ~ 0.030	10.06 ~ 18.89	0.60 ~ 11.00

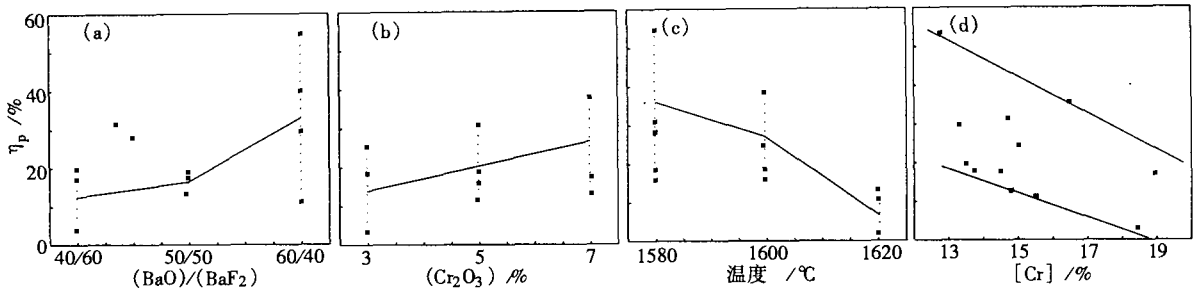
定时间 (约 5 min) 取过程样、终了样, 然后进行样品化学成分分析, 即可得试验结果。

2 试验结果的分析与讨论

2.1 (BaO)/(BaF₂) 对脱磷的影响

所采用的 BaO-BaF₂-Cr₂O₃ 渣系特点为: (1) 渣系的主要成分是碱土金属氧化物 BaO; (2) 渣系中的卤化物是主要成分而不是辅助成分; (3) 渣系中不含 SiO₂ 等酸性氧化物; (4) 氧化剂采用过渡族金属氧化物 Cr₂O₃ 等。

在 1 853 ~ 1 893 K 下, 对于 BaO-BaF₂ 渣系,

图1 (BaO)/(BaF₂) (a), (Cr₂O₃) (b), 温度(c)和初始[Cr] (d)对脱磷率的影响Fig.1 Effect of (BaO)/(BaF₂) (a), (Cr₂O₃) (b), temperature (c) and initial [Cr] (d) on dephosphorizing ratio

(BaO)/(BaF₂)和脱磷率 η_p 的关系如图 1(a)。从该图可以看出,在(BaO)/(BaF₂)从 40/60 至 60/40 的范围内, η_p 随着(BaO)/(BaF₂)的增大而增大。这是由于温度升高, BaO 含量增加,改善了熔渣的物理化学性质,使之在高温下充分发挥其脱磷能力。

2.2 熔渣中 Cr₂O₃ 对脱磷的影响

从图 1(b)可以看出,随着熔渣中 Cr₂O₃ 的增加,当 Cr₂O₃ 在 5% ~ 7% 范围内时,有较好的脱磷效果。这是因为渣中 Cr₂O₃ 含量低,氧势低,不利于脱磷,且易造成铬损; Cr₂O₃ 含量高,由于 Cr₂O₃ 熔点高,在渣中溶解度小,而且熔渣粘度大,流动性不好,阻碍渣系脱磷。

2.3 温度对脱磷的影响

从图 1(c)可以看出,随着温度的降低,脱磷率升高。由于 BaF₂ 熔点较低,而且 BaO-BaF₂ 的共熔点也低,同时脱磷反应为放热反应,所以低温有利于脱磷。文献[5,6]采用 CaCO₃ 渣系或 BaO-基渣系,对于含碳高的含铬熔体在低温(1 623 ~ 1 823 K)下脱磷;在本试验中,熔体含碳低(0.12% ~ 0.40%),采用 BaO-BaF₂ 渣系,而且 BaO 配比高,所以在高温(1 853 ~ 1 893 K)下也取得了较好的脱磷效果。

2.4 钢液初始成分对脱磷的影响

2.4.1 铬含量对脱磷的影响

从图 1(d)可以看出,初始铬含量越高,脱磷率越低。这是由于钢中初始[Cr]高,[Cr]优先于[P]氧化,使钢中氧[O]下降,同时铬降低磷在钢中的活度,因此初始[Cr]高不利于脱磷。

2.4.2 初始硅含量对脱磷的影响

从表 2 可见,初始[Si]越高,越不利于脱磷。因钢液中的硅在加入渣料后优先于磷氧化,生成酸性氧化物,阻碍 BaO-BaF₂ 渣系脱磷。

表 2 高铬不锈钢液初始硅含量对脱磷的影响

Table 2 Effect of initial silicon content in molten high chromium stainless steel on dephosphorization

[Si]/%	0.20	0.12	0.10	0.081	0.04	0.022
脱磷率/%	14	3	11	17	19	55

3 结论

- (1) 采用 BaO-BaF₂ 渣系,在 1 853 ~ 1 893 K 的精炼温度下能将高铬不锈钢中的磷从 0.029% 降至 0.013%,其平均脱磷率超过 20%。
- (2) 当(BaO)/(BaF₂)为 60/40 时,脱磷率效果较好,其平均脱磷率为 35%。
- (3) 较低温度(1 853 K)以及钢液中的硅、铬含量低,有利于脱磷。

参考文献

- 川原田美裕,金子恭二郎,佐野信雄. The Dephosphorization of Melt 18Cr%-4C%-Fe With Na₂CO₃, K₂CO₃-Halogen, 铁と钢, 1981, 67: S916
- 岩濑正刚,濑英再,芦田浩司,等. The Measurement of P₂O₅ in the Slag System BaO-BaCl₂-P₂O₅ for the Dephosphorization in the Melt Containing Chromium, 铁と钢, 1986, 72: S934, 1987, 73: S230
- 井上亮,李宏,水渡英昭. Dephosphorization and Desulfurization Equilibria Between Liquid Iron Containing Cr and BaO-Cr₂O₃-Fe₂O Slags, 铁と钢, 1988, 74: 1939
- 原彻,月桥文孝,佐野信雄. Phosphorus Partition Between Fe-Cr-C Melts and BaO-BaF₂ Fluxes and the Activity of BaO, 铁と钢, 1990, 76: S352
- 山本浩太郎,尾上俊雄. The Dephosphorization of Crude Stainless Steel With CaCO₃ Slag System, 铁と钢, 1986, 72: A37
- 松尾亨,龟川宪一,板根武良. Dephosphorization of Crude Stainless Steel With BaO-based Flux, 铁と钢, 1989, 75: 454

吴永来(1965-),男,教授级高工,1988年毕业于东北大学钢铁冶金系,从事技术研究开发。