

转炉钢水炉外脱硫剂成分优化及应用实践

张利武¹, 姚娜², 贾培刚¹

(1 山东石横特钢集团有限公司 技术中心, 山东 肥城 271612; 2 安徽工业大学 冶金与资源学院, 安徽 马鞍山243002)

摘要: 为降低精炼比, 利用转炉出钢过程中钢渣混冲的良好动力学条件, 通过伴随钢流添加脱硫剂, 达到降低钢中硫含量的目的。经多次工艺试验, 优化的脱硫剂成分为: $\text{CaO} \geq 40\%$ 、 $\text{SiO}_2 \leq 5\%$ 、 Al_2O_3 20%~35%, 粒度5~20 mm, 加入量3 kg/t, 脱硫率达22.4%。使用脱硫剂, 钢水无需精炼, 保持了转炉高效生产, 吨钢可降低生产成本14元。

关键词: 转炉; 炉外脱硫; 脱硫剂; 成分优化

中图分类号: TF769 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2008) 02-0052-02

Component Optimization and Application Practice of External Desulphurizer for Converter Molten Steel

ZHANG Li-wu¹, YAO Na², JIA Pei-gang¹

(1 The Technology Center of Shandong Shiheng Special Steel Group Corporation, Feicheng 271612, China; 2 School of Metallurgy and Resources, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: In order to reduce refining ratio and utilize the good-dynamic conditions of converter steel slag mixing in tapping process, desulfurizer was added to molten steel accompanying the steel flow to reduce the sulfur content in steel. By several technology experiments, optimized desulfurizer components were as follow: $\text{CaO} \geq 40\%$, $\text{SiO}_2 \leq 5\%$ and Al_2O_3 20%~35%. The granularity was from 5 to 20 mm and the addition amount was 3 kg/t. Then the desulfurization ratio reached 22.4%. The molten steel after using desulfurizer did not need refine, maintain high efficient production of the converter and then reduce production cost 14 Yuan per ton.

Key words: converter; external desulfurization; desulfurizer; component optimization

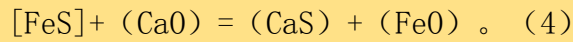
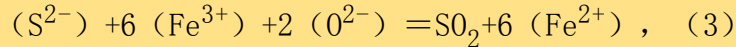
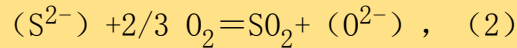
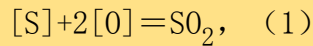
1 前言

山东石横特钢集团有限公司三炼钢以生产普碳钢为主, 主要设备为600 t混铁炉、60 t氧气顶吹转炉、60 t LF精炼炉、R7 m四机四流弧形连铸机。当前产品定位较低, 要实现最大效益, 必须加快生产节奏, 发挥最大产能。

由于石横特钢三炼钢转炉入炉铁水硫含量高, 转炉为最大限度地脱硫实行二次造渣制度, 造成冶炼周期延长, 且精炼比居高不下, 高产能优势得不到发挥。为此, 立足将脱硫任务从转炉、精炼炉分解开, 积极探索炉后脱硫的可行性, 经过多次工艺实践, 成功解决了这一难题。

2 转炉脱硫机理

在氧气顶吹转炉冶炼过程中，主要脱硫反应过程如下^[1]：



以上4个反应式，(1)、(2)、(3)式均为气化脱硫，(1)式中反应平衡的SO₂分压为0.02 Pa，反应很容易达到平衡，可以认为钢液中硫的氧化去除作用不大。由(2)、(3)式可见，对于渣中硫向气相转移与炉渣中硫的活度与氧势有关，硫在渣中的活度与炉渣碱度有关，碱度越高，硫的活度越低。因此，高碱度对气化脱硫不利，但对炉渣脱硫有利。一般认为氧气转炉铁水硫含量的10%左右是通过气化脱硫去除的。而(4)式为炉渣脱硫，要实现脱硫必须化好渣，要有充分脱硫的热力学条件。

综合考虑，脱硫的基本条件为：高温、高碱度、低氧化性（渣中FeO含量低）、大渣量、强动力学条件（强搅拌）。

3 生产条件

由于没有铁水预处理，铁水磷、硫含量较高，其平均成分见表1。

表1 铁水成分 %

C	S	Si	Mn	P
4.412	0.060	0.403	0.253	0.136

转炉不采取二次造渣时，终点[S]成分：0.045%~0.055%，而钢种要求成品成分[S]≤0.040%；由于冶炼过程控制不当，导致出钢终点硫高，经过LF精炼脱硫，精炼比达到了30%。

4 工艺试验

4.1 方案设计

根据生产条件现状，为提高转炉生产效率，减少后吹造成的铁损，缩短冶炼周期，提高炉龄，摸索能在高硫条件下出钢而不需要LF精炼处理的生产工艺，从而减轻转炉、精炼炉的负担。

为此，设计合适的脱硫剂，充分利用转炉出钢过程中高温钢水对脱氧、造渣材料强大的冲击搅拌动能形成高碱度、低熔点脱硫熔渣，进而对钢水产生“渣洗”效果，将终点硫含量控制在较低的水平。

4.1.1 转炉出钢条件的确定 转炉出钢要求达到双命中，即温度、成分（不含硫）的双命中。因此，考虑出钢过程中增加脱硫剂用量和增强搅拌带来的温降，出钢温度较正常情况提高10~20℃。

4.1.2 脱硫剂的配比 转炉出钢过程中，要创造良好的钢渣混冲效果，形成具有较强脱硫能力的顶渣。参考钢液温度1550℃，渣中(MgO)8%、(SiO₂)7%，钢液中[Al]0.03%、[C]0.2%时，炉渣硫容量随(%Al₂O₃)/[%CaO]变化的规律^[2]，渣中(%Al₂O₃)/(%CaO)比值的增加使得硫容量降低，即随着炉渣中(CaO)含量的降低，炉渣吸收硫的能力降低。基于电石、铝屑、石灰对脱硫剂进行成分设

计，见表2。

表2 脱硫剂成分设计

CaO/%	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	熔点/℃	水分/%	粒度/mm
≥70	≤10	≤10	≤1380	≤0.5	10~40

4.1.3 转炉出钢及炉后操作控制要点 1) 保证一次拉碳合格率，减少转炉终点钢水的后吹，降低[O]含量。2) 出钢前部分合金、脱氧剂及增碳剂提前加入钢包底部。3) 转炉出钢时间一般为200 s左右，在转炉出钢时开启钢包底吹氩，且控制流量在100~120 L/min，吹氩时间不小于5 min，在出钢过程中加入脱硫剂、合金和增碳剂。4) 减小下渣量（挡渣塞+镁碳质整体出钢口+挡渣球）。

4.2 试验情况

4.2.1 第1次试验 2007年6月使用表2所示设计的脱硫剂进行了生产试验，共试用20炉，应用情况见表3。

表3 第一次脱硫剂试验情况

转炉出钢温度/℃	转炉出钢硫/%	脱硫剂加入量/(kg·t ⁻¹)	成品硫/%	脱硫率/%	精炼比/%
1680	0.048	3	0.040	16.7	18

由表3可以看出，转炉出钢过程中加入脱硫剂基本能够满足脱硫任务的要求，但是存在以下问题：

1) 钢水及炉渣的氧化性较强时，特别是出钢下渣比较严重、脱氧效果不好时，脱硫剂的使用效果并不理想。2) 为得到较好的脱硫效果，使渣料快速熔化，完全弥散于钢液中，宜选择细小的渣料来增加反应面积。3) 由于铝屑的加入，钢水的可浇性受到了一定的影响，在连铸浇注过程中部分炉次发生了轻微的“结瘤”（缩流）现象。

4.2.2 脱硫剂成分优化 基于第1次试验的情况，要提高脱硫剂的使用效果必须保证良好的脱氧，减小粒度，并且充分考虑钢渣混冲后的钢包顶渣对脱氧产物及脱硫产物的吸附能力，参考低熔点熔融渣12CaO·7Al₂O₃具有较强的脱硫能力和吸附铝脱氧产物的能力（参见CaO—Al₂O₃—SiO₂渣系相图），对脱硫剂配比进行优化改进，见表4。

表4 脱硫剂成分优化

CaO/%	SiO ₂ /%	Al ₂ O ₃ /%	熔点/℃	水分/%	粒度/mm
≥40	≤5	20~35	≤1380	≤0.5	5~20

4.2.3 第2次试验 2007年8月使用优化后的脱硫剂进行了生产试验，共试用100炉，应用情况见表5。

表5 第二次脱硫剂试验情况

转炉出钢温度/℃	转炉出钢硫/%	脱硫剂加入量/(kg·t ⁻¹)	成品硫/%	脱硫率/%	精炼比/%
1680	0.049	3	0.038	22.4	10

由表5可知，在转炉出钢过程中加入脱硫剂能够满足脱硫任务的要求，且对钢液的连铸可浇性没有负面影响。

4.3 脱硫剂试验应用分析

脱硫剂使用前后的冶炼指标对比见表6。

表6 脱硫剂使用前后的冶炼指标对比

项 目	转炉出钢温度/℃	转炉出钢硫/%	脱硫剂加入量/(kg·t ⁻¹)	二次造渣比例/%	LF精炼比例/%	成品硫/%	脱硫率/%
未加脱硫剂	1670	0.048	0	1.0	30	0.037	16.7
加脱硫剂	1680	0.049	3	0.2	10	0.038	22.4

使用高效脱硫剂，钢水无须精炼，减少了转炉、连铸等精炼时间，保持了转炉高效生产。虽增加脱硫剂成本6元/t，但降低精炼成本20元/t。因此，转炉炉后使用脱硫剂脱硫，吨钢可降低生产成本14元。

5 结 论

5.1 转炉出钢过程中加入脱硫剂脱硫工艺可行，而且简单有效，减少了转炉因终点硫高造成的后吹、经过LF精炼等不利局面，减轻了转炉的生产负担，提高了生产效率，具有显著的经济效益。

5.2 要提高脱硫剂的使用效果必须保证良好的脱氧，保证一次拉碳合格率，减少转炉终点钢水的后吹，降低[O]含量，同时严防转炉炉后下渣。

参考文献：

[1] 郑沛然. 炼钢学[M]. 北京：冶金工业出版社，2004：52.

[2] 郝宁，王海涛，王新华，等. 硫容量和硫分配比的计算及分析[J]. 北京科技大学学报，2006，28（1）：25-28.

[返回上页](#)