高效率低成本 KR 脱硫的研究*

陈晓刚，云 旗，张瑞烜

（内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章针对铁水预处理 KR 脱硫生产过程中脱硫剂的使用量配比及脱硫搅拌时间进行研究，在减少原设计脱硫剂加入量 30% 的基础上，同时延长 3 ~ 6 min 的搅拌时间，可提高脱硫剂的利用率，实现低成本脱硫，进而降低原材料消耗成本。

关键词： 铁水预处理；KR 脱硫；料量配比；搅拌时间

中图分类号： TF704.3 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009 - 5438(2017) 05 - 0008 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.05.003

Study on KR Desulfurization with High Efficiency and Low Cost

CHEN Xiao - gang, YUN Qi, ZHANG Rui - xuan

(*CSP Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In the paper, usage amount ratio of desulfurizer and stirring time of desulfurization are studied in the process of KR desulfurization for pretreatment of hot metal, and on the basis of reducing 30% desulfurizer addition amount in the original design, while extending the stirring time 3 ~ 6 min, which can improve the utilization of desulfurizer, achieve desulfurization with low cost, thereby reducing the cost of raw material consumption.

Key words: pretreatment of hot metal; KR desulfurization; material quantity ratio; stirring time

为了提升冶炼钢水纯净度，提高冶炼效率，炼钢厂对铁水 w [S] 的要求越来越严格，需要通过铁水预处理达到脱硫目的。包钢薄板厂生产的无取向硅钢(50W 系列) 等不经精炼处理，需严格控制钢水 w [S] ≤0.005%。而宝钢和武钢等钢厂铁水预脱硫技术已接近国际先进水平，如武钢 KR 脱硫法已应用生产 20 多年，各项指标都处于先进行列[1]。而包钢薄板厂 2012 年引进 KR 铁水预脱硫设备，只局限于依据技术附件中设计好的数据模型进行操作，虽脱硫效果较好，但脱硫剂消耗成本较高。因此，有必要对 KR 脱硫进行优化，满足高效率，低成本脱硫目的。

1 铁水脱硫使用现状及成本分析

包钢薄板厂 KR 脱硫剂在加工费中所占比例较大，操作中如铁水 w [S] 平均 0.045%，KR 脱硫剂使用量平均需 1 839 kg，吨钢消耗 8.76 kg/t 钢，吨钢成本 7.62 元/t 钢，吨钢成本较高，直接影响加工费的增加。

原设计要求铁水温度≥1 300 ℃，而实际来铁温度在 1 250 ~ 1 360 ℃之间，与设计要求有偏差，导致脱硫效果与设计研究情况偏差较大，为保证脱硫剂的使用量在脱硫时尽可能地有效利用，我们在现有铁水条件下，通过实验，研究出使用低消耗的脱硫

* 收稿日期：2017 - 06 - 30

作者简介：陈晓刚(1982 -)，男，内蒙古包头市人，工程师，现从事转炉炼钢工艺技术工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

剂，达到低成本、高效率脱硫冶炼，为此，通过对脱硫工艺的优化，以达到研究的目的。

2　KR 脱硫工艺原理

KR 脱硫法为机械搅拌脱硫，其工作原理主要为：在铁水中加入脱硫剂，利用动力学条件，通过机械搅拌将脱硫剂与铁水在搅拌过程中充分结合反应，生成脱硫产物 CaS，将脱硫产物扒除，得到含硫量较低的铁水。

KR 脱硫剂在铁水预处理过程中，石灰大部分未参与反应，通过改善脱硫动力学条件 ，可提高脱硫效率和石灰的利用率，其次，增大石灰与铁水的接触面积，有利于脱硫反应的进行[2] 。

本工艺优化通过对脱硫剂的使用量配比及脱硫搅拌时间的研究，以优化现场工艺操作，达到高效、低成本脱硫的目的。

3　工艺优化过程

3.1　脱硫剂使用量比例

3.1.1　原设计脱硫剂使用量情况

表 1 列出了原设计脱硫剂吨铁消耗量。按原设计使用量进行脱硫后，对脱硫后终渣检验发现有部分脱硫剂未能够完全参与反应，含有过剩脱硫剂，说明脱硫剂部分浪费，见表 2。其检验结果对比参考文献[2] 中脱硫渣成分 w(CaO) 25.127，其 w(CaO) 远远过剩。

表 1　原设计脱硫剂吨铁消耗量

每降 0.001 [S] 脱硫剂消耗	0.28 kg/t 铁	0.22 kg/t 铁	0.20 kg/t 铁	0.21 kg/t 铁
原始 w [S]	≤0.035	0.036 ~ 0.050	0.051 ~ 0.070	0.071 ~ 0.100
目标 w [S]	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005
脱硫剂使用量/kg	1 722	1 398 ~ 2 030	1 886 ~ 2 665	2 841 ~ 4 090

表 2　脱硫后终渣成分检验结果(质量分数)　%

项目	CaO	SiO_2	S	TFe	Al_2O_3
脱硫后终渣均值	45.14	21.49	1.58	19.84	3.68

3.1.2　对脱硫剂使用量比例的摸索

针对上述情况，持续跟踪，发现有以上情况的炉次占 85% 以上，针对这种情况，逐渐减少 KR 脱硫的使用量，摸索最佳脱硫剂配比，减少脱硫剂的浪费。具体试验情况如下：

(1) 在原设计基础上按原脱硫剂加入的 90% 进行加入，搅拌时间不改变，取数据对比脱硫效果，取脱硫后的终渣进行检验，发现脱硫渣中 w(CaO) 平均 37.52%，脱硫剂反应不完全。

(2) 在原设计基础上按原脱硫剂加入的 80% 进行加入，搅拌时间不改变，取数据对比脱硫效果，取脱硫后的终渣进行检验，发现脱硫渣中 w(CaO) 平均在 30.14%，没有明显过剩现象。

经试验得出：脱硫剂使用量使用在按原设计的 80% 进行使用，能够达到原脱硫效果。

3.2　延长搅拌时间及不同料量对比(见表 3)

表 3　延长脱硫搅拌时间 3 ~ 6 min 加入不同料量的结果对比

延长脱硫搅拌时间/min	3	4	5	6
铁水初始 w [S] /%	≤0.035	0.036 ~ 0.050	0.051 ~ 0.070	0.071 ~ 0.100
加入 70% 料量最终铁水 w [S] /%	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005
加入 60% 料量最终铁水 w [S] /%	≤0.009	≤0.012	≤0.011	≤0.009
加入 65% 料量最终铁水 w [S] /%	≤0.007	≤0.011	≤0.010	≤0.009

(1) 由于脱硫剂在降低到 80% 后，从表面观察，实际是否还存在过剩现象需要进一步验证，我们将脱硫剂加入量降低到原设计的 70%，然后延长搅拌时间，继续给脱硫剂充分反应时间，取结果加以验证，发现脱硫渣 w(CaO) 进一步降低，均值 23.42%，说明还有部分脱硫剂参与反应；

(2) 在铁水温度同等情况下，根据铁水硫含量的高低，脱硫剂在原使用量 70% 的情况下，通过延长脱硫搅拌时间，为脱硫剂反应增加动力学条件，使未发生反应的脱硫剂颗粒与铁水接触时间延长，充分反应，发现在延长搅拌时间后，脱硫效果依然能够满足要求；

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(3)保证延长时间不变,继续降低脱硫剂使用量比例,按设计料量的60%进行加入,可以看出,60%的脱硫剂使用,没有达到脱硫目标要求;

(4)保证延长时间不变,继续降低脱硫剂使用量比例,按设计料量的65%进行加入,可以看出,65%的脱硫剂使用,也未达到脱硫目标要求。

综上所述,将脱硫剂使用量控制在原设计计算料量的70%,同时,搅拌时间分别延长3~6 min,可发挥脱硫剂的最大利用率。

4 本研究的推广及延展

(1)普通钢种由于经过精炼处理,对钢水硫含量不做硬性要求,为缩短精炼处理时间,可按照表4中方案1执行,能够满足冶炼要求。

(2)对于严格要求钢水硫含量的品钢种,按照表4中方案2进行操作。

表4 分钢种制定脱硫冶炼标准

	铁水初始 w[S]/%	≤0.035	0.036~0.050	0.051~0.070	0.071~0.100
方案1	延长时间/min	3	4	5	6
	普通钢种脱硫剂使用量	原设计料量的45%	原设计料量的45%	原设计料量的45%	原设计料量的45%
	最终 w[S]/%	≤0.015	≤0.017	≤0.015	≤0.018
方案2	品种钢脱硫剂使用量	原设计料量的70%	原设计料量的70%	原设计料量的70%	原设计料量的70%
	最终 w[S]/%	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005

5 经济效益

按铁水 w[S] 0.045%,原设计料量100%,每罐平均使用料量1 839 kg,按料量的70%,每罐平均使用料量1 287.3 kg,KR脱硫剂870元/t,平均出钢量210 t计算:

使用成本为:(1 839 - 1 287.3)×870/210/1 000 = 2.29元/t钢

按实际脱硫率50%计算预计产生效益:

2.29元/t钢×年产量332.25万t×50% = 379.70万元

6 结论

(1)对工艺进行优化改进后,使工艺更完善,更加适合低成本冶炼控制。

(2)使用优化后的工艺,KR脱硫剂效率提升。

(3)降低了脱硫剂消耗,降低脱硫成本。

参 考 文 献

[1] 吴义生,高广才,宫玉秀,等. 国内外铁水脱离处理技术发展概况[J]. 山东冶金,2005,(9):13-15.

[2] 王雪冬,李凤喜,陈清泉,等. KR脱硫技术的应用与进步[J]. 炼钢,2004,20(4):24-25.

启 事

本刊已加入“万方数据库”、“中国知网”、“维普数据库”等。凡向本刊投递的稿件一经采用,即视为作者同意将作品的网络传播权及电子版使用权授予本刊,本刊一次性给付的稿酬已包含上述授权的费用。若不同意上述内容者,请在投递的稿件上予以特别声明,以便本刊酌情处理。

本刊编辑部

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net