

首钢京唐公司炼钢硫含量控制生产实践

吉立鹏

(首钢京唐钢铁有限责任公司)

摘要 首钢京唐公司定位为生产高端热轧和冷轧薄板生产基地,对产品的硫含量要求较高,但是随着煤炭资源越来越枯竭造成焦煤的硫份越来越高,进而造成铁水硫含量越来越高。面对两难的状况,首钢京唐公司通过加强 KR 脱硫扒渣,加强外购废钢管理,降低外购废钢比例,使用脱硫铁块等措施,将转炉终点硫含量控制在平均 0.005%左右,满足了首钢京唐公司生产和品种质量的要求,同时又降低了生产成本。

关键词 硫 废钢 LF 炉

the Practice of Sulphur Content Control in Steel Plant of Shougang

Jingtang Iron and Steel Co., Ltd

Ji Lipeng

(Shougang Jingtang Iron and Steel Co., Ltd)

Abstract Shougang Jingtang iron and steel Co. positioning the company for the production of hot-rolled and cold-rolled sheet production base for high-end. Products require a higher sulfur content. But with the coal resource increasingly dried up cause coke sulfur is more and more high, then cause more and more high sulfur content in hot metal. Face the dilemma situation, Shougang Jingtang company through strengthening KR desulphurizing、strengthening purchasing scrap management、reduce purchasing scrap ratio and the use of measures such as desulfurizing iron, The BOF end-point sulfur content be controlled in an average of 0.005%. The BOF end-point sulfur content meets the Shougang Jingtang company production and product quality requirements. At the same time, reduce the production cost.

Key words Sulfur; scrap; LF furnace

首钢京唐公司在首钢面临搬迁调整的情况下结合国家“十一五”发展规划的背景下成立的。其目标是建设 21 世纪国际先进水平的精品板材基地,主要是满足汽车、家电、建筑及结构、机械、电机电工及轻工五金等行业急需的热轧、冷轧、热镀锌、电镀锌、彩涂、冷轧硅钢等高品质、高技术含量、高附加值的板材产品,特别是高强度、超深冲的汽车板、高强度管线钢和结构钢、高牌号无取向硅钢和取向硅钢等产品,弥补我国市场空缺,替代进口。

首钢京唐公司主要工装设备如下: 4 座 70 孔 7.63 米焦炉及配套的干熄焦设施, 2 台 550 平方米烧结机, 1 台 504 平方米球团带式焙烧机, 2 座 5500 立方米高炉, 2 座 300 吨脱磷转炉、3 座 300 吨脱碳转炉、1 座 LF 精炼炉、2 套 RH 真空精炼装置、2 台 2150 毫米双流板坯连铸机、2 台 1650 毫米双流板坯连铸机, 2250 毫米、1580 毫米热连轧机组各 1 套, 2230 毫米、1700 毫米、1550 毫米酸洗冷轧联合机组各 1 套以及配套的连续退火机组、热镀锌线。产品冷热转化比例 47%以上。

炼钢的主要职责是脱磷、脱碳、脱硫和脱氧合金化。1879 年英国冶金学家托马斯发明碱性转炉转炉炼钢法以来,脱除铁水中的磷含量已经不是困难的事情;1949 年 6 月奥地利林茨的奥钢联公司在 2 吨转炉上进行顶吹氧气试验成功以来,去除铁水中的碳含量已经变的很轻松;1856 年罗伯特·马歇尔发现往钢水中

添加镜铁可以脱氧开始，转炉炼钢脱氧合金化的问题也基本得到解决。1965年，日本钢管公司和住友金属发明了用机械搅拌法（KR法）脱硫，去除铁水中的硫含量也变成较为简单的事情，但是由于炼钢其他原料（主要是废钢）质量不好控制，转炉终点硫含量经常偏高，而随着管线钢、石油钻井平台、压力容器、高级船板、汽车板的低硫钢种的需要越来越大，1971年日本特殊钢大森工厂开发了LF精炼处理法，解决了钢水硫高的问题，满足了低硫钢种的需要。

1 首钢京唐公司炼钢生产存在的问题

目前京唐公司开发的139个钢种中 $S \leq 0.015\%$ 的钢种占119个，也就是占85.6%。由于首钢京唐公司产品以薄板为主，钢种的碳含量较低，如使用LF炉进行精炼处理容易产生增碳，所以首钢京唐公司在选择精炼设备时仅设计1座LF精炼炉。从生产组织的角度来看，1座LF精炼炉最多能解决30%低硫钢冶炼要求。要满足生产85.6%（将来可能更多）的低硫钢种的要求生产组织难度较大，而且一些硫钢种硅含量要求也较低，在LF炉脱硫时容易产生回硅现象。

同时，板坯连铸恒拉速要求当钢水硫含量 $\geq 0.012\%$ 时就变拉速，而变拉速就容易对板坯质量造成影响，这对钢水硫含量又进一步提出更高的要求。

从产品要求、工装设备瓶颈和铸机恒拉速三个方面要求来看，钢水硫含量必须稳定的控制在0.012%以下才能满足首钢京唐公司生产需要和产品质量要求。要控制钢水硫含量同时还不能依靠LF精炼处理，也就要求转炉终点硫含量必须控制在0.012%以内（其中高级别管线钢硫含量需控制在0.0010%左右，则必须使用LF炉进行处理）。

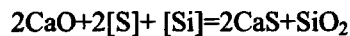
而当前炼焦煤质量越来越贫瘠，造成焦炭的硫份越来越高（目前京唐公司使用的焦炭的硫份在0.8%左右），进而造成铁水的硫含量也越来越高（铁水硫含量平均0.060%左右）。

面对铁水硫含量越来越高，钢水硫含量要求越来越严格的情况，炼钢需要经济合理的解决硫的问题。解决硫的问题目前成熟的由两种途径：1）铁水脱硫处理；2）LF炉精炼处理。

炼钢厂在铁水脱硫和LF精炼脱硫上如何取舍？

从原理上的区别

铁水脱硫原理，以KR脱硫为例：



LF脱硫原理：



由上式可知，每脱除铁水中0.050%的硫含量，使用KR脱硫需要损失0.022%的Si含量，使用LF脱硫需要损失0.028%的Al含量。而铁水中的Si含量由高炉炼铁过程中必然产生，不需要额外添加，但是钢水中的Al含量需要在钢水脱氧合金化后额外加入一定量的铝制品，由此可知，在成本方面铁水脱硫较LF脱硫有较大优势。

从以上计算和相关资料可知铁水脱硫费用最低。如在高炉、转炉、炉外精炼脱除1kg硫，其费用分别是铁水脱硫的2.6、16.9、6.1倍^[1]。

由以上可知铁水脱硫成本最低。在选择哪种铁水脱硫方式，目前各主要大钢厂不太相同：宝钢本部炼钢选择颗粒镁脱硫；武钢本部有CaO脱硫、颗粒镁脱硫和CaC₂脱硫；首钢迁钢有颗粒镁脱硫和CaO脱硫。

以下是三种脱硫方式的优缺点：

颗粒镁脱硫

优点：脱硫效率高，过程反映可控，铁损较少，温降少；

缺点：脱硫渣流动性好不容易去除，造成回硫较多，同时原料贵。

CaC₂ 脱硫

优点：脱硫效率高，不损失铁水化学热，回硫较少；

缺点：产生的脱硫渣中含有残余 CaC₂ 遇水容易产生乙炔气体，给渣处理造成很大的难度，同时原料较贵且不易存储；

CaO 脱硫

优点：脱硫效率高，回硫较少，原料较便宜且易储存；

缺点：温降较大，铁损较高。

由于首钢京唐公司以循环经济理念进行设计的，产生的含铁固废都可综合处理，而首钢京唐公司生产的产品定位较高，因此首钢京唐公司设计了4座CaO基KR铁水脱硫站，铁水100%脱硫处理。

首钢京唐公司从2009年5月21日投产，随着品种钢的开发和“全三脱”冶炼比例的提高，转炉终点硫高的问题越来越突出。以2011年1月为例，转炉终点硫含量平均为0.011%，其中S>0.012%的比例在26%左右。

2 造成转炉硫高的原因

针对转炉终点硫高的问题首钢京唐公司进行了对比分析：1) 相同铁水，不同的废钢配比下转炉终点硫含量的情况；2) 相同废钢配比，不同的脱硫铁水扒渣量(90~95%)下转炉终点硫含量的情况；3) 相同铁水，相同废钢，不同的副原料下转炉终点硫含量的情况。经过系统的对比分析，相同铁水，不同的废钢配比情况下转炉终点硫含量波动最大，可以确定造成转炉终点硫高的主要原因是废钢造成的，尤其是在“全三脱”冶炼模式下，转炉增硫最为严重。通过加强脱硫扒渣，在KR脱硫后硫含量控制在10ppm以下的情况，经进一步进行分析，常规冶炼时主要以消耗自产重废为主，所以转炉增硫较少；“全三脱”冶炼时主要消耗外购废钢为主，所以转炉增硫较多。

3 针对转炉增硫采取的措施

首钢京唐公司炼钢工艺设计为在脱磷炉脱磷、脱碳炉脱碳的工艺。脱磷炉冶炼温度较低终点控制在1350℃左右，冶炼时间控制在7分钟左右，重型废钢(厚度≥10mm)入炉很难完全融化。为此，脱磷炉需使用中型废钢或者统料废钢，从融化的角度来说，脱磷炉使用统料废钢较好，但是外购统料废钢很容易掺杂杂质更容易造成转炉增硫；从增硫角度来说，脱磷炉使用中型废钢较好。

为了控制外购废钢质量，首钢京唐公司采取了如下措施：强化外购废钢质检；停止接受汽运废钢，一律改为船运，目的是减少不法供应商往废钢中掺杂的机会；采购定向回收废钢等。转炉终点的硫含量得到稳步降低。

另外，随着高炉生产的稳定，铁水硅含量的降低(目前Si平均0.20%)，炼钢使用外购废钢量逐渐减少，使用一部分自产脱硫铁块，也促使转炉终点硫含量得到进一步的降低。

4 总结

通过以上措施,转炉终点硫含量逐步降低,截止到2012年8月份,转炉终点硫含量控制在平均0.005%。以下是2012年1-8月份铁水硫含量和转炉终点硫含量控制情况:

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
脱硫前铁水 S (%)	0.049	0.050	0.048	0.054	0.051	0.055	0.061	0.071
脱硫后铁水 S (ppm)	9	9	7	7	6	7	7	5
转炉终点 S (%)	0.008	0.009	0.007	0.007	0.006	0.007	0.006	0.005

通过首钢京唐生产实践证明,采用KR铁水预处理并严格控制废钢质量可以将转炉终点硫含量平均控制在0.005%左右。京唐公司S含量判定 $\leq 0.006\%$ 的钢种占10%左右,目前转炉终点硫含量控制水平完全可以满足首钢京唐90%钢种需求。通过硫含量的控制,可以释放LF炉的压力,使一大部分钢种可以转移到RH或者CAS精炼设备上(尤其适用生产薄板的钢厂),既降低了生产成本,又提高了生产效率。

5 展望

目前LF精炼装备在国内二次精炼中占有很重要的地位(在62%左右),如下表:

2007年国内二次精炼设备能力总汇(不包括一般钢包吹氩)^[2]

精炼种类	台数	比例
RH	61	13%
AOD	43	9%
VOD	27	6%
LF	295	62%
VD	32	7%
CAS-OB	16	3%
合计	474	100%

在当前钢铁产能严重过剩、电力较为紧张的情况下,通过控制高炉Si含量(控制在0.20%左右)、使用铁水100%脱硫、适当铸造一部分脱硫铁块替代废钢、不采购外购废钢、不使用LF炉的措施,完全可以建立一条低成本、高品质的精品炼钢生产线。

参考文献

- [1] 黄聪玲 现代钢铁生产概论[M] 冶金工业出版社 2011: 76.
- [2] 殷瑞玉 关于高效率、低成本洁净钢平台的讨论[J], 中国冶金, 2010(10): 2.