

铁水喷吹脱硫渣新型隔断剂的开发试验

刘 勇 陈跃军 俞海明

(新疆八一钢铁集团股份有限公司第二炼钢厂, 乌鲁木齐 830022)

摘 要 在脱硫扒渣的过程中, 不同批次铁水包扒出的铁水会相互渗透, 导致渣铁凝固结成大块, 难以破碎, 针对这一问题第二炼钢厂开发了一种使用炼钢系统自产废料制备脱硫渣隔断剂($\% : 6 \sim 15\text{SiO}_2, 20 \sim 35\text{CaO}, \geq 50\text{MgO}, 5 \sim 15\text{FeO}$), 使用该隔断剂后不仅降低了脱硫渣的加工处理难度, 渣铁回收率由原来的 10% 增加至 92% 以上, 而且减轻了环境污染。

关键词 脱硫渣 分层 隔断剂

Development and Experimentation on a New Partitioning Agent of Desulphurization Slag in Hot Metal Blowing Process

Liu Yong, Chen Yuejun and Yu Haiming

(No2 Steelmaking Plant, Xinjiang Bayi Iron and Steel Group Co Ltd, Wulumuqi 830022)

Abstract In desulphurization slag skimming process, the hot metal of different heats shall be brought into slag pot, led to freeze together and hard to break up, in view of this situation a new partitioning agent-lamination material ($\% : 6 \sim 15\text{SiO}_2, 20 \sim 35\text{CaO}, \geq 50\text{MgO}, 5 \sim 15\text{FeO}$) is developed and manufactured by using waste material in steelmaking system at No2 Steelmaking Plant. With using this lamination material not only the treatment of desulphurization slag is easier but also the yield of slag iron increases to 92% from original 10%, and the enviromental pollution is lightening.

Material Index Desulphurization Slag, Partition, Partitioning Agent

铁水在喷吹法脱硫过程中, 一般产生 15 ~ 30 kg/t 的脱硫渣, 脱硫渣主要成分为 $\text{CaO} < 33.23\%$ 、 $\text{Fe} < 22.8\%$ 、 $\text{S} < 2.5\%$ 。这些脱硫渣进入电弧炉或者转炉, 会造成冶炼过程中渣量的增加以及钢水硫含量的波动, 所以这些脱硫渣必须及时的扒出铁水包。由于该脱硫渣属于一种还原性渣, 具有铁含量高, 铁渣相互渗透, 难以分离的特点, 在扒渣的过程中不同批次铁水包扒出的铁水会相互渗透, 凝固结成大块, 难以破碎和加工成合适的块度, 供回收使用, 大部分喷吹脱硫渣大块遭废弃或掩埋, 造成了资源的浪费和对环境的影响。

从国内各厂家的处理工艺来看, 不同的厂家处理工艺各不相同, 但是相应的处理成本较高, 效果也不尽相同。以攀钢为例^[1], 攀钢提钒炼钢厂对脱硫渣进行了一系列的分层隔断试验, 开发出一种单配 B 型隔断剂, 对炼钢铁水脱硫渣起到了比较理想的隔断效果, 其理化性能指标为 ($\%$): $2.5\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 9.0SiO_2 、 48.0CaO 、 7.2MgO 、 $26.0\text{Fe}_2\text{O}_3$, 熔点为 1326°C 。此种隔断剂原料制备复杂, 成本较高。

为解决以上问题, 八钢二炼钢厂铁水预处理作业区开发了一种使用炼钢系统自产废料制备的新型脱硫渣隔断剂, 使渣铁大量回收利用, 产生了较好的

经济效益和环境效益。

1 铁水预处理喷吹脱硫工艺

二炼钢厂目前有镁基喷吹脱硫站两座, 该厂采用复合脱硫技术, 以氮气为载体, 以氧化钙为主要成分的镁基脱硫剂对高炉铁水进行脱硫预处理, 投资成本低, 喷吹时间短, 操作灵活, 脱硫效率高, 能满足生产运行需要。该厂脱硫渣经过多次的检测表明, 喷吹脱硫渣的主要成分是 CaO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 , 铁水预处理喷吹法脱硫后, 每吨铁水产生脱硫渣约 30 kg, 其含铁量达 20% ~ 30%, 若不加以回收, 将浪费了宝贵的资源。经取样分析, 得出脱硫渣的理化指标, 见表 1 所示。

2 喷吹脱硫渣隔断方式及隔断剂原理和实践过程

2.1 喷吹脱硫渣隔断工艺简介

表 1 铁水脱硫渣组成和熔点

Table 1 Ingredient and melting point of hot metal desulphurization slag

组成/ $\%$					熔点/ $^\circ\text{C}$
SiO_2	CaO	Al_2O_3	TFe	S	
29.2 ~ 30.03	31.53 ~ 34.93	3.8 ~ 4.3	22.75 ~ 22.86	1.6 ~ 2.9	1 200 ~ 1 250

喷吹脱硫渣的隔断处理方式主要分为渣盆内实施的格栅技术^[2]和分层隔断技术^[1]两类。

格栅技术即在渣盆内人工砌筑格栅,或者在渣盆内放置预制的格栅,然后渣盆进行受渣作业,脱硫渣进入渣盆以后,被格栅材料分隔成为2块以上的渣坨,为后续的回收利用创造了条件。

分层隔断技术是渣盆内每扒渣一次后,在渣盆内脱硫渣的上表面添加一层隔断剂,这种隔断剂属于耐火材料的一种,具有抵抗高温铁水和脱硫渣的耐火度,以及高温下抗铁水、渣相渗透的作用,然后进行下一次的扒渣,隔断剂将前后两次扒入脱硫渣盆的脱硫渣和铁水分隔开来,避免了前后两次脱硫渣中间的铁水、渣相之间的相互渗透,凝固成为难以处理的大块。如此循环,直到脱硫渣盆装满,然后进行渣盆的冷却、倾翻和后续的选铁、回收利用工艺的实施。

2.2 渣盆改型隔断原理及隔断方式的实践

八钢的脱硫渣从2007年投产以来至2011年,没有采用隔断工艺,造成脱硫渣渣坨堆积如山,渣场难以堆放,只有作掩埋废弃处理,造成了大量的铁元素浪费和环境影响。为了解决这个问题,2012年先后采用了渣盆格栅技术和滚筒渣分层隔断技术实验。

2.2.1 渣盆改型隔断

导致喷吹脱硫渣块难以破碎处理回收的原因是渣铁相互渗透,形成大块。在渣罐内人工砌筑“十”字型耐火砖,将渣罐分成4块,这样就将渣块度减少到原来的1/4,处理难度就减小了,有利于回收利用。采用人工砌耐火砖的方式,一个渣罐只需要砌一次,直到渣罐扒满,然后拉运到渣场处理回收。通过在渣盆人工砌“十”字型耐火材料砖,将渣块分成4份,拉到渣场翻盆,通过落锤作业,即达到可以回收的块度。试验结果基本达到目的,试验数据见表2。

但是人工砌砖需要专门砌筑人员,劳动量大,人工成本高,而且耐火砖只能作为一次性消耗品,无疑导致回收成本升高。另外,脱硫生产任务重,砌砖速度明显跟不上生产节奏。故这种隔断方案费时费力,成本高,不适合作为脱硫渣隔断处理的工艺。

2.2.2 分层隔断方式的试验

表2 渣盆格栅处理时对隔断率的影响结果

Table 2 Effect of grid treatment in slag pot on partition ratio

试验数/ 罐	耐火砖/ 块	完全隔断/ 罐	部分或 未隔断/罐	有效隔断率/ %
15	2 500	14	1	93.3

分层隔断剂的主要类型有高铝质和高镁质两种类型,也有将炼钢氧化渣的尾渣粉破碎至1 mm以下做隔断剂的。由于该厂的渣处理采用宝钢先进的滚筒渣技术,而滚筒渣属于预熔料,具有化学成分均匀稳定、烧失量低;玻璃体含量高,具有远程结构缺陷,对温度变化不敏感,熔点范围在1 350~2 130℃,在耐火度上具有承受铁水温度条件下的稳定性,典型滚筒渣的成分(%)为:15.75SiO₂、46.30CaO、11.39MgO、10.42FeO、0.12S、0.78P、20.46TFe。

故采用滚筒渣进行隔断试验:

(1)一次扒渣结束后,在红渣面上手投滚筒渣,再进行下一次的扒渣。渣盆扒满后,拉到渣场翻盆,通过落锤作业回收渣铁。

(2)在扒渣过程中,扒出的脱硫渣向渣盆的边缘滑落,添加的滚筒渣向这一区域集中,但是仍然没有效果,其试验结果为:试验200罐,单罐消耗0.6 t,完全隔断10罐,部分或未隔断190罐,有效隔断率5%。

由于滚筒渣中基本不含高熔点的MgO物质,熔点低于熔渣的温度,在前后两次扒渣的过程中,高温脱硫渣将绝大部分隔断层烧穿,滚筒渣起不到隔断剂的作用,此试验表明滚筒渣也不适合做隔断剂。

3 新型分层隔断剂的开发与实践

3.1 新型隔断剂隔断的基本原理

晶界工程原理和耗散结构理论是本次隔断剂开发使用的基本原理,也是设计开发新型隔断剂工艺的基本思路。

由于物质的晶粒生长和晶体的形成与分子间相互作用的关系密切。在铁水脱硫的扒渣过程中,难免有铁水进入渣盆,铁水的渗透和高温给渣相中间含有铝、镁等元素的物质提供了生成尖晶石固溶相的热力学条件和动力学条件,在条件合适的情况下,脱硫渣渣铁间分子晶体的相互融合长大,成为硬度高、难以分离的尖晶石相,典型的为铁镁尖晶石和铝镁尖晶石,如果产生尖晶石相,由于尖晶石分子间的相互渗透长大,就会成为难以分离的结合相,所以隔断铁水和脱硫渣大面积接触,防止产生大块的尖晶石固溶体是解决问题的关键。而耗散理论和晶界工程原理在电弧炉、矿热炉的炉底捣打料的应用中已经很成熟,借鉴捣打料在电弧炉、矿热炉冶炼情况下,炉底捣打料在高温下形成的烧结陶瓷相,能够抵御钢水或者铁水的渗透这一现象,参考捣打料的成分,选用了中间包使用以后废弃的粉末状涂料,添加

部分的其它原料,设计出温度在 750 ~ 1 200 ℃ 形成烧结层的新型隔断剂,应用于隔断试验,取得了成功。

3.2 中间包涂料为主成分的隔断剂试验

该隔断剂的制备材料,来源于炼钢系统的工业废弃物,即中间包铸余上面粘附的中间包涂料为主要成分(MgO) $\geq 75\%$,粉末状精炼白渣(硅铝镇静钢白渣冷却粉化后的主要部分,主要成分为硅酸二钙)和部分的氧化铁皮(炼钢连铸环节旋流井系统收集, (FeO) 30% ~ 50%) 为添加成分,以质量百分比 75:20:5,经过机械混匀配制而成,包装成为 10 kg/袋,进行使用,其组成的质量百分数如表 3 所示。其中添加精炼白渣和氧化铁皮的主要目的是降低隔断剂的熔点,便于烧结陶瓷相的尽快形成。具体操作过程如下:

(1) 每经过一次扒渣,扒渣结束以后,人工手投袋装的隔断剂 1.5 kg/t 铁(脱硫铁水的量),均匀加在渣罐内的渣面上,形成陶瓷相,起隔断作用。

(2) 渣罐扒满以后,拉运到渣场打水冷却,罐体温度冷却至 50 ℃ 以下,进行翻罐作业。

(3) 渣罐翻罐以后,使用落锤或者炮头车击打渣体,使之碎裂成为块状。

(4) 对于含铁量较高的渣铁,进行回收利用。

试验以后,隔断成功率大于 95%,试验前后的结果对比见表 4。

试验结果表明,用中间包铸余粘附的中间包废弃涂料作为隔断剂,配制简单,易于操作。使用过程中,中间包废弃涂料中的 MgO [其熔点可达 $(2\ 800 \pm 35)^\circ\text{C}$] 含量高,耐熔性较好,完全可以避免被高温的脱硫渣烧穿,加上粒度较合适,能够防止铁水和渣液的渗透。从最初的包装到最后的投料,其物理状态恒定,在投入渣罐中依然保持松散度,能全面地覆盖脱硫渣表层,形成一定的隔离层,从而隔断前后扒渣时脱硫渣的相互粘连。所以选其作为隔断剂是比

较理想的。

使用以后,从隔断剂的断面观察到,隔断剂大部分的断面均出现了烧结相。分析认为,这与中间包废弃涂料在连铸机中间包使用过程中经高温烧制,性能较为稳定有关。这些以稳定的熟料为主成分的隔断剂,在接触高温脱硫渣时,不同颗粒的晶界相互交接,成为晶界网络,在接触层面的烧结过程中发生一系列的物理化学变化,使隔断剂断面变成具有一定形状和结构强度的烧结陶瓷相,故能够起到极好的隔断作用。

4 实践结果

2012 年 3 月起,八钢二炼钢厂大规模采用此工艺处理喷吹脱硫渣,实施 9 个月的效果表明:

(1) 采用中间包铸余粘附的中间包废弃涂料作为隔断剂分层隔断铁水脱硫渣,可使隔断成功率达到 95% 以上,渣铁回收率达 92% 以上。

(2) 采用该脱硫渣隔断剂降低了脱硫渣加工处理难度,缓解了渣场环境压力,降低了工人劳动强度。

(3) 二炼钢厂的工业废弃物中间包铸余粘附中间包废弃涂料得到合理的回收利用,变废为宝,同时,随着脱硫渣充分的回收利用,对环境的污染明显减轻。

5 经济效益

按照二炼钢厂目前年产 300 万 t 合格钢水计算,需 250 万 t 铁水,按 95% 的脱硫率,40% 的喷吹脱硫利用率计算,需处理 95 万 t 铁水,约 8 260 炉的喷吹法脱硫,按每炉铁水扒渣带入渣罐铁 400 kg 计算,全年可以回收渣铁 3 304 t,按照目前生铁的价格 2 500 元/t 计算,直接经济效益约 826 万元,加上每年减少脱硫渣的外排污染治理费用约 144 万元,全年产生直接经济效益 970 万元以上。

参考文献

- [1] 钱强. 炼钢铁水脱硫渣分层隔断试验研究[J]. 鞍钢技术, 2011(1): 20-23.
- [2] 程东波, 张健. 宝钢铸余渣在线处理利用与格栅新技术工程研究[J]. 宝钢技术, 2010(3): 23.

刘勇(1973-),男,助理工程师,1998年西安建筑科技大学毕业,转炉炼钢和铁水预处理工艺研究。

E-mail: liuyong5@bygt.com.cn

收稿日期: 2013-02-30

表 3 新型隔断剂的成分/%

Table 3 Ingredient of new agent for partition / %

SiO_2	CaO	MgO	FeO
6 ~ 15	20 ~ 35	> 50	8 ~ 15

表 4 新型隔断剂的试验效果

Table 4 Experimental results of new agent for partition

措施	月喷吹渣铁量/t	月渣铁回收量/t	渣铁回收率/%
未加隔断剂	1 540	154.0	10
加隔断剂	1 540	1 416.8	92