

湘钢采用熄焦添加剂提高焦炭质量的试验研究

尹 坚

(湖南华菱湘潭钢铁公司)

摘 要 对湘钢采用熄焦添加剂提高焦炭质量的试验研究进行了总结分析。工业试验结果表明,与试验前相比,焦炭质量得到明显改善, M_{40} 提高1.59%, M_{10} 降低0.25%, CRI 降低3.82%, CSR 提高3.22%;高炉生产指标也明显改善,焦比降低12.29 kg/t。

关键词 焦炭 熄焦添加剂 CRI CSR

1 引言

随着湘钢高炉大型化以及冶炼的不断强化,对焦炭质量的要求也不断提高,不仅要有高的冷态强度,更要求有高的热强度、抗溶蚀能力等良好的热态性能。为此,我们决定进行一种新的改善焦炭质量的试验,即采用一种熄焦添加剂,将其溶解于水而配制成的浓度为0.1%的水溶液,替代普通水熄焦。其原理是在熄焦过程中,能在焦炭表面形成气膜,让焦炭在气膜保护下降温冷却。气膜可有效地阻隔焦炭与水的直接接触,使红焦在气膜的阻隔下窒息而灭,避免了焦炭水熄后的强烈收缩,减少了大量的内部裂纹产生。因此有效地改善了焦炭的冷态性能,显著地改善焦炭的热态性能。采用这种工艺方法熄焦(以下简称气膜熄焦),既能有效提高焦炭的冷热态强度和降低焦炭含水量,又能大幅度减少有害蒸

汽排放量,等同于采用水熄焦工艺达到干熄焦效果。

2 实验室试验

2004年开始进行各类不同添加剂的试验,多次组织进行了配煤过程加入添加剂、在熄焦水中加入不同添加剂的小焦炉试验,但试验结果却出现反复,效果不尽人意。

2005年我们采用了湖南广和化工有限公司的一种新型的熄焦添加剂进行摸索试验,直至2007年该添加剂在实验室的试验效果取得突破,焦炭的冷热态性能显著提高(见表1)。表中,实验1、2、3为同一配煤比,其中实验2为配合煤中加添加剂,实验3为熄焦水中加添加剂。从试验结果来看,配合煤中加添加剂和熄焦水中加添加剂对 M_{40} 、 M_{10} 与 CSR 、 CRI 均有提高。

表1 配合煤中加添加剂和熄焦水中加添加剂对焦炭质量的影响

实验 序号	配煤比,%						焦炭冷态强度,%				焦炭热性能,%		备注
	1号主 焦煤	2号主 焦煤	6号主 焦煤	4号 1/3焦煤	1号 1/3焦煤	肥煤	瘦煤	气煤	M_{40}	M_{10}	CRI	CSR	
1	22	10	10	20	10	17	8	3	86	9.6	35.5	46.5	原样
2	22	10	10	20	10	17	8	3	91	6.0	35.5	52.7	配合煤中加添加剂
3	22	10	10	20	10	17	8	3	90	6.4	34.7	53.2	熄焦水中加添加剂

注:只引用了一组试验数据。

为了进一步验证熄焦水加添加剂的效果,我们从一炼焦同一炭化室中取焦炭,分成2个样,1号样用工业水熄焦,2号样用工业水(加添加剂)熄焦,然后做冷态强度与热态强度对比,结果见表2。由表中可见,加添加剂后, CRI 降低了2.3%, CSR 提高

了7.5%,这表明添加剂对提高焦炭的热态强度有显著作用。

3 工业试验

为了验证生产效果,我们分别于2008年3月11-16日和2008年3月26日-4月25日进行了

表2 现场焦炭试验的结果

项目	冷态强度,%		热态性能,%	
	M_{40}	M_{10}	CRI	CSR
1号样	78.8	6.4	30	58.8
2号样	78.8	5.6	27.7	66.3

2次工业性试验。第一次试验在一炼焦1、2号焦炉上进行,连续6天;第二次试验在1、2、3、4号焦炉上进行,连续1个月。

3.1 试验方案

(1) 添加剂添加操作。添加剂添加操作工艺如图1所示。

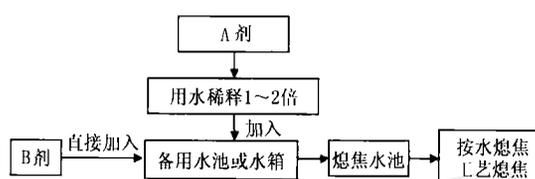


图1 熄焦水中添加剂操作工艺流程

(2) 配料。①新型熄焦添加剂由A剂、B剂两组原料组成。B剂为液体,A剂为胶状物,平时不能相混。②测量熄焦水池尺寸并计算出每个水池的熄焦水贮量。③先将A剂搅拌5min后再倒入大盛料桶内,再将同样重量的B剂倒入和A剂混合搅拌均匀,混合搅拌均匀10min后,再加入相当于A剂、B剂总重量1~2倍的水再搅拌稀释均匀;然后将稀释均匀的熄焦添加剂高浓度水溶液放入(或泵入)熄焦水池内,其加入量按水池水量将A剂、B剂混合溶液0.05%的比例加入到水池中,让其自动扩散。

(3) 熄焦。采用加入了本熄焦剂的熄焦水熄焦,熄焦平稳,没有普通水熄焦的那种爆炸声,但熄焦速度要比普通水熄焦慢20%左右。为了保障熄焦完全,须采取措施,如延长熄焦时间至160s等。

(4) 补充熄焦剂。在连续熄焦过程中,熄焦水被不断消耗,需及时补加熄焦剂(回用水性能不变,可反复使用)。其补加方案定为:其加入量根据熄焦量来决定,1t焦炭一般按0.2~0.25kg熄焦添加剂来补加。

(5) 检验步骤。①试验期间生产管理中心按正常取样方法进行冷态与热态性能检测(或将干熄焦分开取样)。冷态每班做一次,科技开发中心每天进行一炼焦的热态性能检测。②每班进行焦炭含水量的检测。③观察熄焦塔上的蒸汽排放量及观察焦炭倒放于凉焦台上后的蒸汽状况。④倾听两种熄焦方法的爆炸声音大小对比。

3.2 第一次工业试验

(1) 试验前后焦炭质量对比。试验初期,一切按预定的计划进行,一炼焦的质量明显改观,单独取样的 M_{40} 达到86.6%, M_{10} 6.7%,热反应性仅22.4%,反应后强度为68.4%。综合样的结果也令人惊喜(见表3)。

由于湘钢到煤的问题,天安1/3焦完全断料,因此试验过程没有得到同等状态下的延续。一炼焦于14日中班起开始调整配煤方案,配煤方案增加了官桥煤5%,增加地方1/3煤10%。此配煤方案是今年以来的最差的方案,使用的煤种质量明显变差。如:地方1/3焦中冷热态性能均差的通泰1/3占比很大,官桥煤配量又达到20%。配煤方案改变后的焦炭,16日开始使用,16日夜班开始焦炭的冷热态质量比试验初期的明显下降,但比试验前的焦质波动小得多,热态性能基本得到保障,高炉使用后,炉况没有受到影响。

从表3可看出,试验期间,焦炭质量得到明显改善。同配煤比的条件下,试验前后相比, M_{40} 平均提高1.59%, M_{10} 降低0.25%,反应性降低3.82%,反应后强度提高3.22%。由此可见,气膜熄焦对焦炭质量的改善效果明显。

表3 气膜熄焦前后焦炭质量情况

时间	$M_{40},\%$	$M_{10},\%$	CRI,%	CSR,%
试验前	82.08	7.08	29.35	61.68
试验中	83.38	6.87	27.27	62.81
试验前后的比较	1.30	-0.21	-2.08	+1.13
试验前	82.08	7.08	29.35	61.68
试验中(改配比前11-13日)	-83.67	-6.83	25.53	64.90
试验中配比相同时的比较	1.59	-0.25	-3.82	+3.22

(2) 试验前后高炉使用效果比较。试验开始后的第二天,3月12日4号高炉因设备故障休风8h,这种好焦炭全部给3号高炉使用。3号高炉使用后炉况明显好转,两道煤气流明显,炉况得到明显改观。4号高炉复风后,开始使用此焦炭,炉况顺行,煤气流稳定,产量增加,各项指标明显改善(见表4)。从表中可看出,试验期间内由于焦炭质量好,高炉风量增加,焦炭负荷加大,炉况稳定。在这种有利条件下,高炉操作提高了喷煤量,因此焦比下降幅度大,经过校正后焦比下降值为12.29kg/t。

3.3 第二次工业试验

(1) 试验期间煤质的变化情况。试验期间,一炼焦经常性地发生煤种断料,以致于不断地变化配

表4 湘钢4号高炉气膜熄焦第一次工业试验前后的指标

项目	试验前	试验中	差值
日产量,t	4847.5	5140.4	292.9
焦比,kg/t	398.2	380.0	-18.2
煤比,kg/t	145.1	154.2	9.1
风量,m ³ /min	3532	3584	52
风温,℃	1100	1097	-3
焦炭负荷,t/t	4.31	4.35	0.04
入炉品位,%	57.92	58.22	0.3
富氧量,m ³ /h	8013	7759	-254
CO ₂ ,%	20.1	20.5	+0.4
烧结率,%	75.71	75.85	+0.14
顶压,kPa	219	214	-5
[Si],%	0.41	0.42	+0.01
渣碱度,(倍)	1.18	1.20	+0.02
焦炭S,%	0.79	0.80	+0.01
焦炭灰分,%	13.2	13.0	-0.2
煤粉灰分,%	11.24	11.45	+0.19

煤结构。由于煤品种断料,经常用到一些底子煤,因此焦质的稳定性受到严重的影响。试验期间,8号主焦煤、4号1/3焦煤以及地方煤配用较多,而主打煤种中1号主焦煤与1号1/3焦煤、2号主焦等煤发生多次断料现象,因此4月煤种变化是最多,煤的质量也是最差的一个月。

(2)焦炭质量。从表5可看出,一炼焦焦炭冷态强度有较大的波动,这与煤质的大幅度下降有很大的关系。在停止使用试验后的随后一个月,虽然干熄焦恢复正常,但焦炭质量仍然波动很大,公司多次调整配煤比,改善配煤结构,但焦炭质量依然是时好时坏(见表6)。

表5 湘钢一炼焦的焦炭质量

项目	M ₄₀	M ₁₀	CRI	CSR
	%	%	%	%
3月26日 - 4月24日	80.8	7.4	28.9	61.8
波动范围	78.0~83.4	6.6~9.0	28.1~30.8	58.8~63.0

表6 停止气膜熄焦(干熄焦恢复正常)的焦炭质量

项目	M ₄₀	M ₁₀	CRI	CSR
	%	%	%	%
4月26日 - 5月25日	81.5	7.6	28.9	61.7
波动范围	79.2~83.3	6.8~8.5	26.8~32.3	58.1~64.5

(3)高炉使用气膜熄焦后的效果。从表7可看出,4号高炉平均日产达到5281.7t,利用系数达到2.94,创下历史最好纪录,焦比下降多达10kg/t。试验期间,高炉炉况顺行,没有发生因焦炭质量影响炉

况的事故,在品位、富氧率下降的前提下,风温、煤比、烧结率、原料条件相当的情况下,高炉能取得如此好的成效不能否认气膜熄焦在其中的作用。正是由于气膜熄焦对焦炭起到保护作用,使焦炭在热性能比较稳定,在炉内粉化程度下降,焦炭在炉内的骨架作用得到了体现。加之高炉操作精心调整,使高炉的产量消耗等各方面都得到充分的发挥。

表7 湘钢4号高炉气膜熄焦第二次工业试验前后的指标

项目	试验前	试验中	差值
日产量,t	5281.7	4847.5	+434.2
焦比(含焦丁),kg/t	387.5	398.2	-10.7
煤比,kg/t	146.8	145.1	+1.7
风量,m ³ /min	3631.2	3532	+99.2
风温,℃	1099.2	1100	-0.8
焦炭负荷,t/t	4.34	4.31	+0.03
入炉品位,%	57.78	57.92	-0.14
富氧量,m ³ /h	7758.8	8013	-254.2
CO ₂ ,%	20.5	20.1	+0.4
烧结率,%	76.9	75.71	+1.19
顶压,kPa	219.5	219	+0.5
[Si],%	0.44	0.41	+0.03
渣碱度,(倍)	1.21	1.18	-0.03
焦炭S,%	0.81	0.79	+0.02
焦炭灰分,%	12.76	13.2	-0.44
煤粉灰分,%	11.65	11.24	+0.41

3.4 环境效果

(1)气膜熄焦后,由于气泡丰富,阻止了熄焦后蒸汽挥发过程中的扬尘。现场观察:以往熄焦塔附近,有很多的焦粉随蒸汽带到空中后再落下,而气膜熄焦后,气泡裹着粉状焦末进入熄焦水中,因此现场环境明显好转。

(2)气膜熄焦蒸汽排放量明显减少,水耗降低。图2、3为两种方式熄焦后的蒸汽产生情况对比,拍照时间均为焦炭刚熄灭时焦炭从熄焦车卸至晾焦台时情景。从图中可看出,气膜熄焦蒸汽产生量明显减少。



图2 普通水熄焦在晾焦台上的状况

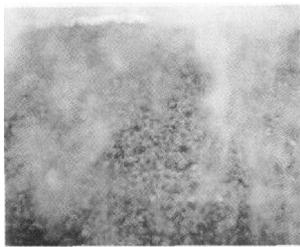


图3 气膜熄焦在晾焦台上的状况

(3)熄焦水质量比较。我们取气膜熄焦的熄焦水及未加气膜添加剂前的熄焦水分别取样,检测证明:加添加剂以后的熄焦水有害成分还少一些,原来呈现碱性的水被中和,对环境影响减少(见表11)。

4 结语

湘钢采用熄焦添加剂提高焦炭质量的试验取得

表11 气膜熄焦熄焦水的检测结果

项目	加添加剂前的熄焦水	加添加剂以后的熄焦水
挥发酚,mg/l	0.223	0.071
氰化物,mg/l	0.468	0.26
COD,mg/l	320	317
石油类,mg/l	22.24	16.73
PH	9.9	7.3

了初步成效。实践表明,虽然煤质变差,配煤比频繁变动,但焦炭质量基本稳定,为高炉强化打下基础。工业试验期间,高炉炉况顺行,产量提高,焦比降低。

联系人:尹 坚 高级工程师 电话:0732-8653045

(411101)湖南省湘潭市湖南华菱湘潭钢铁公司科技开发中心

修回日期:2008-10-29

《炼铁》稿约

《炼铁》杂志主要报道我国炼铁系统(高炉炼铁、烧结球团、焦化、原料场)科技进步的新成果,以报道高炉炼铁技术为主,兼顾报道非高炉炼铁。2009年《炼铁》杂志将重点围绕“优质、低耗、高效、长寿、环保”的高炉炼铁方针,报道高炉有关设计、技术改造、开炉达产、强化冶炼操作的实践经验,以及炼铁系统发展循环经济、节能减排所采用的新技术、新工艺、新设备。欢迎广大炼铁工作者踊跃投稿。

(1)本刊接受电子邮件投稿,电子信箱:lrbjb@wisdr.com,lrbjb@163.com。本刊收到稿件后,通过电子信箱会有回复。

(2)请注意勿一稿多投。若稿件参加学术会议征文(不影响录用)请在投稿时予以说明。自作者收到本刊回复一个月内未接到录用通知(主要通过电子邮件),作者可自行处理。作者若需要了解稿件是否录用,可在一个月后通过电子邮件来函询问。

(3)文稿的著作权,除《著作权法》另有规定者外,属于作者,文责由作者自负。依照《著作权法》第三十三条之规定,期刊社可以对来稿作文字性修改、删节,经作者许可可以对内容进行修改。不愿删改者,务请在来稿中注明。

(4)来稿内容如涉及保密事宜,必须由作者所在单位审查签字同意,并加盖公章。

(5)文章字数以不超过5000字为宜(含图、表及参考文献),请附中英文摘要及中英文关键词。

(6)请注明作者或联系人的姓名、职称、详细通信地址、邮政编码、联系电话及电子信箱。联系电话及电子信箱不愿公开者,务请事先声明。

(7)来稿中摘录或引用他人作品,应指明出处,并列参考文献。参考文献的著录格式执行国家标准(GB/T 7714—2005)。以下是常见参考文献著录格式:

①期刊[序号]作者.题名[J].刊名,出版年份,卷号(期号):起止页码。

②图书[序号]著者.书名[M].版本(第一版不写).出版地:出版者,出版年:起止页码。

③学位论文[序号]作者.题名[D].保存地点:保存单位,年。

④报纸[序号]作者.题名[N].报纸名称,出版日期(版数)。

⑤科技报告[序号]作者.题名[R].报告题名及编号,出版年。

⑥国际或国家标准[序号]作者.标准编号标准名称[S].出版地:出版者,出版年。

⑦专利文献[序号]专利所有者.专利题名:专利国别,专利号[P].公开日期。

⑧论文集、会议录[序号]会议主办者.会议(或会议录)名称[C].地点:出版者,出版日期。

(8)来稿刊登后,即付稿酬(稿酬中已含光盘版、网络版稿酬),并赠《炼铁》杂志1册。