

京唐铁水包用铝碳化硅碳砖与镁碳砖抗渣性能的对比分析

祝少军¹⁾ 崔园园¹⁾ 付中锋²⁾ 唐永祥²⁾

1) 首钢技术研究院 北京 100043

2) 首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北唐山 063200

摘要:对首钢京唐公司“一包到底”铁水包用铝碳化硅碳砖与镁碳砖做了静态坩埚法抗渣性能试验研究。试验结果表明,镁碳砖的抗渣性能优于铝碳化硅碳砖。

关键词:铁水包;抗渣性;镁碳砖;铝碳化硅碳砖

首钢京唐公司炼铁系统采用 300 t 容量的“一包到底”铁水包储存和运输铁水,并用 $\text{CaO} + \text{CaF}_2$ 复合脱硫剂进行 KR 法脱硫。“一包到底”的工艺模式,无混铁炉及鱼雷罐装运铁水,而铁水包装运铁水时,长时间受高温、热冲击、机械磨损和渣铁化学侵蚀等作用,蚀损严重,特别是接收铁水时,铁水的冲击面破坏更严重,同时,铁水包处于冷热交替作用下的间隔时间越长,内衬损毁越严重;在采用机械搅拌 KR 法进行铁水预处理时,石灰和萤石复合脱硫剂等冶金辅料会严重侵蚀铁水包内衬,搅动的铁水冲刷内衬,间歇作业造成的温度剧烈波动,使采用 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ 质不

烧砖的铁水包内衬快速损毁,铁水包寿命也大幅度降低。为提高京唐公司 300 t 铁水包寿命,就常规的铝碳化硅碳砖和镁碳砖进行了实验室研究,以期找到一种铝碳化硅碳砖的替代材料。

1 试验

1.1 铁渣化学分析

试验用渣取自京唐公司炼铁系统 KR 脱硫前渣和 KR 脱硫后的表面渣,脱硫剂取自现场。两种铁渣和脱硫剂化学分析结果见表 1。可以看出,铁渣中含有较多的氧化钙、二氧化硅和氧化锰等。

表 1 铁渣和脱硫剂化学分析结果

试样名称	w/%									
	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	S	灼减
脱硫前渣	13.94	31.74	5.45	1.09	32.70	3.33	6.88	1.48	1.98	0.90
脱硫后渣	7.69	11.47	1.46	2.44	65.95	4.57	0.17	0.14	5.16	2.00
脱硫剂	0.22	0.93	0.25	0.36	76.48	5.26	0.026	0.03	0.058	1.40

1.2 铝碳化硅碳砖和镁碳砖 XRD 分析

对铁水包用铝碳化硅碳砖和镁碳砖进行了 XRD 物相分析,结果见图 1 和图 2。可以看出:铁水包用铝碳化硅碳砖的相组成(w):刚玉 67.3%,硅线石 15.3%,石墨 11.6%,氧化硅 5.8%;钢包渣线镁碳砖

的相组成(w):氧化镁 98%,石墨 2%。

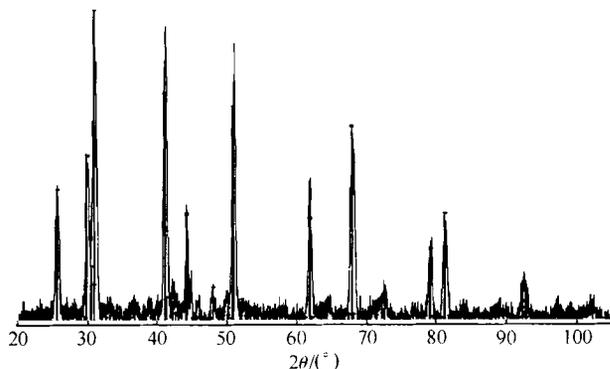


图 1 铁水包用铝碳化硅碳砖的 XRD 图谱

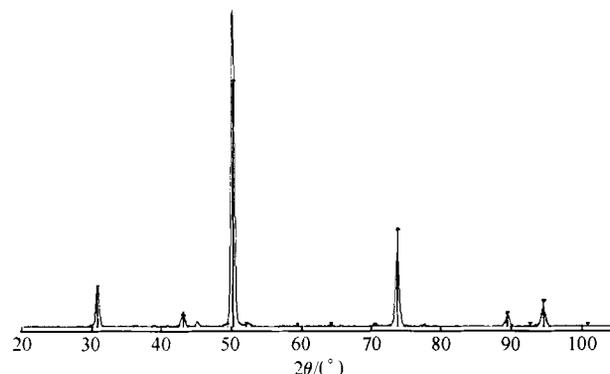


图 2 钢包用渣线镁碳砖的 XRD 图谱

* 祝少军,男,1961 年生,博士,教授级高级工程师。

E-mail: zhush@tom.com

收稿日期:2013-08-19

编辑:黄卫国

1.3 抗渣试验

用铝碳化硅碳质砖和镁碳砖制备试样,分别采用脱硫前渣、后渣和脱硫剂进行静态坩埚法抗渣试验。试验坩埚的内孔直径、高度与添渣量一致。抗渣试样在埋炭条件下于 1 500 ℃ 保温 3 h。对抗渣试样切割,进行了宏观观察和扫描电镜微观分析。

2 结果与分析

2.1 宏观结构观察与分析

图 3 和图 4 分别示出了采用脱硫后渣进行的铁水包用铝碳化硅碳砖和镁碳砖抗渣性试样剖面图。从图 3 可以看到渣与砖体结合为一体,砖剖面出现明显的被铁渣浸润的瘢痕的渗透面;从图 4 可以看出,渣与砖有明显区分界面,未见明显反应侵蚀面和渗透面,进一步切割后渣与砖完全分离,说明渣与砖的反应结合性较差。上述结果表明,镁碳材料应比铝碳化硅碳材料具有更优良的抗渣性能。

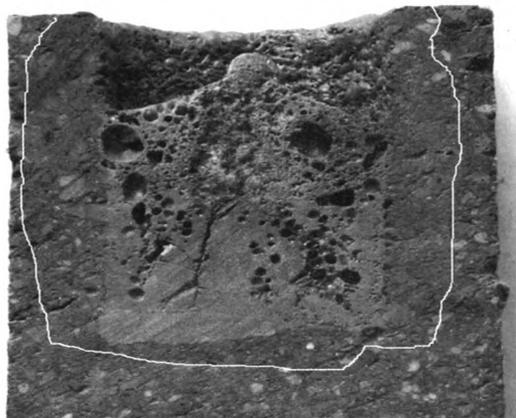


图 3 铝碳化硅碳砖抗渣性试样剖面照片

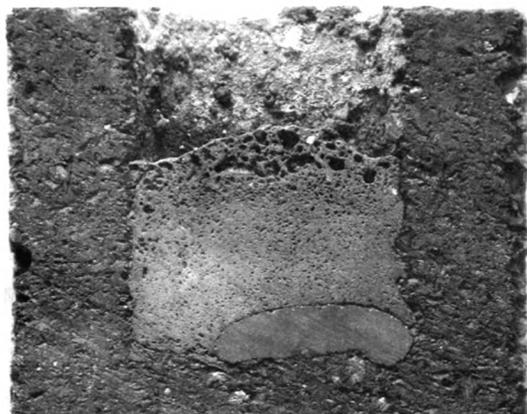
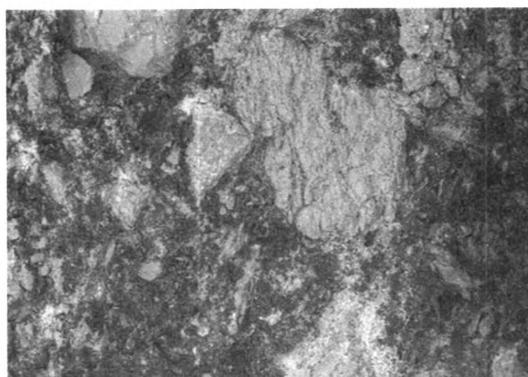


图 4 镁碳砖抗渣性试样剖面照片

2.2 显微结构观察与分析

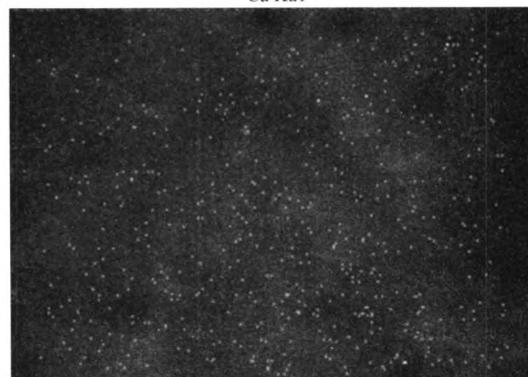
对上述的铁水包用铝碳化硅碳砖和镁碳砖渣性试样进行了扫描电镜微观分析,图 5—图 8 分别示出了扫描电镜微观分析谱图。从表 1、图 5、图 6 中可以看出,渣中含有较多的钙和锰等元素,与渣相接触的



电子图像1



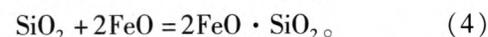
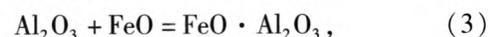
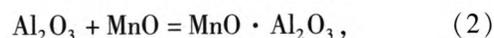
Ca Kα1



Mn Kα1

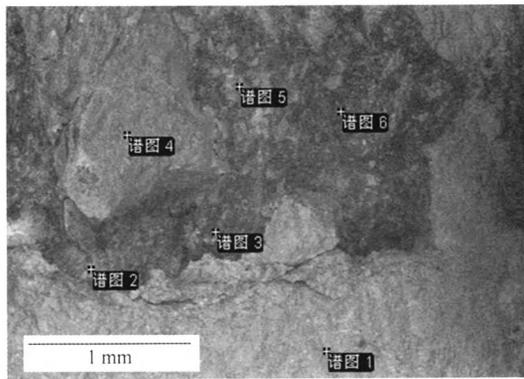
图 5 铝碳化硅碳砖抗渣试样扫描电镜照片和 Ca、Mn 元素分布图(与渣接触的砖一侧)

铝碳化硅碳砖体一侧,钙和锰的元素浓度明显升高,这说明渣中的钙和锰渗透到了砖体中,此两种元素的氧化物与砖中的氧化铝、氧化硅等反应,将对铝碳化硅碳材料起损害作用。由于铝碳化硅碳材料中的 Al_2O_3 和 SiO_2 可能与钢水中的 FeO 、 MnO 等发生反应,生成低熔点化合物,从而使砖体损毁速度加快,可能的反应式为:



可能形成 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-MnO-FeO}$ 低熔点物质,使得砖体熔蚀。

另外,渣中的 CaO 与砖中 Al_2O_3 、 SiO_2 也可能会反应生成低熔点的化合物,从而形成侵蚀。



谱图	w/%							备注
	O	Al	Si	S	Ca	Ti	Mn	
谱图 1	56.16	9.04	10.78	7.11	14.42	—	2.48	铁渣
谱图 2	59.93	10.69	14.20	—	15.18	—	—	铁渣
谱图 3	38.34	10.42	9.90	6.23	25.57	4.99	4.56	渗透层
谱图 4	54.71	45.29	—	—	—	—	—	砖骨料
谱图 5	47.11	46.73	4.53	1.63	—	—	—	砖基质
谱图 6	47.48	16.12	10.13	—	6.74	—	19.54	渗透层

图6 铝碳化硅碳材料抗渣试样扫描电镜照片(下部为渣,上部为砖体)及能谱分析结果



谱图	w/%							备注
	O	Al	Si	S	Ca	Ti	Mn	
谱图 1	47.63	49.32	1.33	0.69	—	1.03	—	基质
谱图 2	48.09	30.64	—	17.56	—	2.00	1.71	基质
谱图 3	37.90	60.68	1.41	—	—	—	—	镁砂细粉
谱图 4	46.47	51.95	1.58	—	—	—	—	基质
谱图 5	45.02	26.42	6.14	—	7.58	14.84	—	基质
谱图 6	40.37	59.63	—	—	—	—	—	镁砂细粉
谱图 7	44.45	33.48	—	10.50	—	11.58	—	—
谱图 8	49.16	46.72	—	4.12	—	—	—	镁砂

图8 镁碳材料抗渣试样(渣砖接触的砖一侧)扫描电镜照片及能谱分析结果(已归一化)

从图7与图8中可以看出,对于同样的含有较多的钙和锰等元素的渣,钙对镁碳砖有一定渗透作用,而锰则渗透较少。因氧化镁对渣中氧化钙和氧化锰的侵蚀具有较强的抵抗作用,因此可以断定,镁碳材料抗渣性应好于铝碳化硅碳材料。

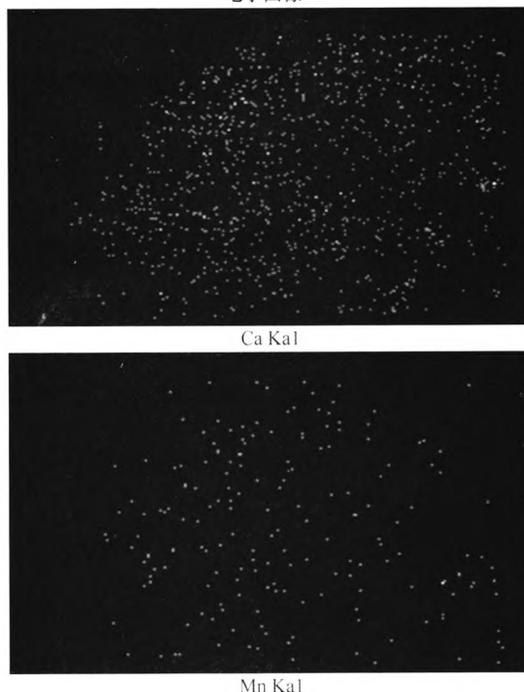


图7 镁碳材料抗渣试样扫描电镜照片(砖一侧)和Ca、Mn元素分布图

3 结论

(1)铁水包用铝碳化硅碳砖试样抗渣性试验中,渣与砖体试样结合为一体,并有肉眼可见的渗透面产生;镁碳砖试样中,渣与砖有明显区分界面,未见明显渗透面,切割后渣与砖分离,说明渣与砖结合性较差,无明显反应面;可以认为,镁碳材料比铝碳化硅碳砖抗渣性能优良。

(2)铁渣中含有较多的钙和锰等元素,与渣相接触的铁水包用铝碳化硅碳砖体一侧,钙和锰的元素浓度明显升高,这说明渣中的钙和锰渗透到了砖体中,这两种元素的氧化物与砖中的氧化铝、氧化硅等反应,将对铝碳化硅碳材料起损害作用。对于同样的含有较多的钙和锰等元素的渣,钙对镁碳砖有一定渗透作用,而锰则渗透较少。因氧化镁对渣中氧化钙和氧化锰侵蚀具有较强的抵抗作用。就抗渣性而言,镁碳材料应好于铝碳化硅碳材料。