

# 首钢炼铁厂鱼雷罐渣线砖改进前后的对比分析

范万臣<sup>1)</sup> 曹 勇<sup>1)</sup> 邵 雷<sup>1)</sup> 张贺顺<sup>2)</sup> 杨宏强<sup>2)</sup>

1)首钢技术研究院 北京 100043

2)首钢炼铁厂

首钢公司北京地区炼铁厂现有4座高炉,年产铁水750万t,使用48台260t鱼雷罐车进行往返运输。自20世纪90年代初期开始使用铝碳化硅碳砖以后,使用寿命一直稳定在800~900次。但2004年以后,由于冶炼制度的变化,鱼雷罐的平均使用寿命下降到450次左右,其中渣线部位成为影响鱼雷罐使用寿命的薄弱环节。为此,各耐火材料供货厂家对渣线砖的质量进行了改进,并且在现场加强施工质量跟踪检查,严格控制砌筑砖缝,使其远低于规程所规定的标准。同时,在日常使用过程中,对不同使用周期结合热检和冷检,综合分析并及时调整鱼雷罐的使用情况。经过近两年的使用实践,鱼雷罐的使用寿命提高并稳定在700~800次。本工作对4个耐火材料供货厂家改进前后鱼雷罐渣线砖的理化性能进行了对比分析。

## 1 化学组成对比分析

改进前后渣线砖的化学组成见表1。从表1可知,渣线砖化学组成的进厂要求指标只有SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和C等3个。从各厂改进前渣线砖的化学分析来看, SiC含量只有一家的略低于标准值,其余均符合要求;改进后各渣线砖的SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、C含量均有较大幅度的提高,其中SiC和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量提高幅度最大。进厂要求中没有规定的指标, SiO<sub>2</sub>含量比改进前大幅度降

表1 不同供货厂家鱼雷罐渣线砖改进前后的化学组成(w) %

供货商	SiC	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>
改进前	A	6.61	64.81	10.66	14.52	0.83	1.07
	B	14.82	61.81	11.53	10.24	0.54	0.11
	C	12.15	62.63	9.41	13.51	0.53	0.38
	D	11.58	65.45	10.53	10.25	0.66	0.14
改进后	A	15.92	61.36	11.69	9.04	0.72	0.096
	B	10.15	65.90	11.31	10.12	0.96	0.12
	C	8.78	69.27	11.41	7.43	0.68	0.12
	D	8.81	69.72	11.74	7.86	0.66	0.18
进厂标准	≥7	≥54	≥8	-	-	-	-

低, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、TiO<sub>2</sub>等成分的含量变化不大。

C含量的增加对砖的抗热震性和抗渣性有利; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量的大幅度增加和SiO<sub>2</sub>含量的大幅度降低,说明其使用的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>质材料应属于或者接近刚玉质,这对砖的高温性能有利;在Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量变化不大的情况下, CaO含量的降低和TiO<sub>2</sub>含量的增加,说明其配料中都不同程度地使用了抗氧化剂。

## 2 基本物理性能对比分析

按国家标准测定各供货厂家改进前后渣线砖的烧后线变化率、体积密度、显气孔率、常温强度、高温抗折强度(1400℃ 0.5h)等常规物理性能,结果见表2。因1000和1500℃是鱼雷罐砖使用的关键温度,因此,在测定耐压强度、抗折强度和烧后线变化率时,均测试了这2个温度处理后的数据。

表2 4个供货厂家改进前后试样的基本物理性能对比

项 目	改进前				改进后				进厂标准	
	A	B	C	D	A	B	C	D		
体积密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	2.81	2.81	2.91	2.74	2.92	2.93	2.96	2.91	≥2.55	
显气孔率/%	8	5	6	10	1.3	1.4	4.8	5.0	≤9	
线变化率/%	1000℃ 3 h	0.2	0.1	0	-0.1	-0.1	-0.1	0	-	
	1500℃ 3 h	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	-
耐压强度/MPa	110℃ 24 h	51	44	50	53	65	48.5	58.5	57.5	≥40
	1000℃ 3 h	松散	22	25	12	22	26	26.5	27	-
	1500℃ 3 h	24	34	37	28	42.5	43	38.5	39.5	-
抗折强度/MPa	1000℃ 3 h	无	无	1.8	无	3.7	4	2.1	1.3	-
	1500℃ 3 h	10.9	11.1	13.2	8.3	10.8	11.3	13.5	8.3	-
高温抗折强度/MPa	1 400℃ 0.5 h	5.4	9.4	7.9	6.8	13.2	15.4	9.7	11.4	≥3

从表2可以看出,改进前,有个别厂家的鱼雷罐渣线砖的极个别指标达不到进厂要求,但改进后渣线砖的各项物理性能指标都有较大的变化:体积密度增大,显气孔率明显下降;110℃烘后试样的常温耐压

\* 范万臣:男,1953年生,高级工程师。  
E-mail: gysfanwanchen@163.com  
收稿日期:2008-03-17

强度平均升幅较大,1 000 和 1 500 ℃ 的烧后试样的常温耐压强度也有明显的提高;不同温度处理后试样的常温抗折强度都有明显的改善;高温抗折强度提高最大;烧后线变化率的指标变化不大。

3 抗热震性和抗渣性对比

4 个供货厂家改进前鱼雷罐渣线砖的抗热震性,

除厂家 D 的只有 7 次外,其他的都大于 10 次。但是,这些抗热震性大于 10 次的试样在热震试验后的外观却不完全一样,其中有 3 个试样出现疏松、掉粒现象(如图 1 所示)。4 个供货厂家改进后渣线砖的抗热震性均大于 10 次,而且热震试验后试样的外观有了明显的改变:试样表面致密,没有发现疏松和掉粒的现象(如图 1 所示)。

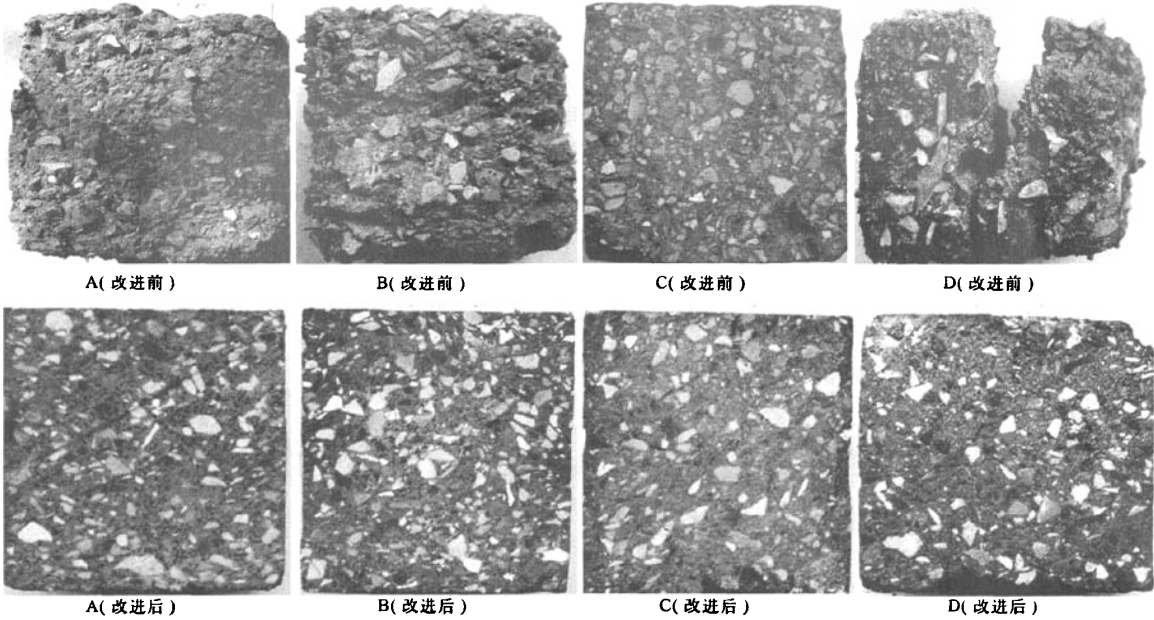


图 1 4 个供货厂家产品改进前后渣线砖抗热震性试验后的剖面照片

抗渣试验采用静态坩埚法。试样尺寸为 80 mm × 80 mm × 75 mm,中心钻有  $\phi 42$  mm × 40 mm 的孔。试验用渣从炉前铁沟内采集,其化学组成为(w):SiO<sub>2</sub> 32.13%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 14.63%, FeO 0.83%, CaO 36.78%, MgO 7.62%, MnO 0.13%, TiO<sub>2</sub> 0.55%, S 0.89%, K<sub>2</sub>O 0.52%, Na<sub>2</sub>O 0.45%;碱度( $m(\text{CaO}):m(\text{SiO}_2)$ )为 1.145。

将 80 g 渣样放入坩埚试样内,在高温炉内加热至 1 500 ℃ 保温 3 h,待试样冷却至室温后,沿坩埚孔的中轴线剖开,测量侵蚀后坩埚渣孔直径,侵蚀前后渣孔的直径差即为侵蚀深度。各厂家改进前后渣线砖的侵蚀深度见表 3。

表 3 各厂家改进前后渣线砖的侵蚀深度 mm				
厂家	A	B	C	D
改进前	10.68	16.10	8.95	12.66
改进后	3.20	5.62	6.82	4.10

从表 3 可看出,改进后鱼雷罐渣线砖的抗渣侵蚀能力远远高于改进前渣线砖,这说明改进后鱼雷罐渣线砖所使用材料纯度相对高。

目前,抗热震性和抗渣性最优的耐火材料仍然是含碳材料。改进后鱼雷罐渣线砖抗热震性和抗渣性的提高,应该与其碳含量的增加有关。由于改进后鱼雷罐渣线砖的抗热震性和抗渣性提高,它在使用初期和中期发生层裂和大量剥落的现象比改进前有较大改善。

4 结语

综上所述,由于改进后鱼雷罐渣线砖的许多性能都有了明显的改善,鱼雷罐的抗冲刷性、抗侵蚀性、抗热震性得到较大幅度的提高,这对提高鱼雷罐的整体使用寿命具有良好的保证作用。