

试验研究

红柱石对脱硫喷枪用耐火浇注料性能的影响

李 振

(济南钢铁集团耐火材料有限责任公司, 山东 济南 250200)

摘 要:在铁水脱硫喷枪用耐火浇注料中加入不同量的红柱石颗粒,研究红柱石对脱硫喷枪用耐火材料各项指标的影响。实验结果表明,随着红柱石添加量的增加,喷枪用耐火材料的强度和体积密度降低,气孔率升高,线变化率增大,能有效提高耐火浇注料的热震稳定性。

关键词:脱硫喷枪;浇注料;热震稳定性

中图分类号:TQ175.6

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2014)05-0042-03

长期以来铁水喷吹脱硫技术一直存在着喷枪寿命短、成本高等问题。喷枪是喷吹脱硫设备的重要组成部分,在1 350~1 400 ℃的铁水中频繁承受热冲击,由于工作时强烈的温度梯度使其承受了巨大的热应力,使枪体耐火材料产生纵向裂纹,从而导致耐火材料剥落,铁渣和铁水浸入枪芯,烧坏内芯钢管,使喷枪无法继续使用^[1]。目前脱硫喷枪所使用的浇注料大多是以莫来石为主要原料并加入适量的具有膨胀性的原料来改善浇注料的热震稳定性,而红柱石就是一种膨胀性的原材料,本研究重点探讨红柱石对脱硫喷枪用浇注料的各种性能的影响。

1 试 验

1.1 试验原料

试验用主要原料为莫来石、红柱石、氧化铝微粉、铝酸钙水泥、硅微粉。原料粒径分别为8~5 mm、5~3 mm、3~1 mm、1~0 mm以及小于0.088 mm的细粉,选用的红柱石精矿粒度为3~1 mm。基质部分采用莫来石细粉填充,同时加入硅微粉、氧化铝微粉、铝酸钙水泥。原料的主要化学成分见表1。

表1 原料的主要化学成分 %

原 料	Al ₂ O ₃	SiO ₂
莫来石	72.40	28.40
红柱石	56.84	40.58

1.2 试样的制备及性能检测

按照表2配料,各种原料加水搅拌混合5 min后,将搅拌好的混合物加入40 mm×40 mm×160 mm的三联模内,在震动台上震动成型。制备好的试样在室温下放置24 h,然后脱模经110 ℃干燥24 h。试样分别在500、800、1 100、1 400 ℃保温3 h烧成。

收稿日期:2014-05-13

作者简介:李振,男,1982年生,2005年毕业于济南大学材料科学与工程专业。现为济南钢铁集团耐火材料有限责任公司助理工程师,从事耐火材料浇注料、预制件、镁碳砖的技术管理工作。

表2 试验配方 %

试样编号	莫来石	红柱石	铝酸钙水泥	氧化铝微粉	硅微粉	三聚
1 [#]	82		3	10	5	0.1
2 [#]	76	6	3	10	5	0.1
3 [#]	70	12	3	10	5	0.1

根据YB/T 5200—1993, GB/T 3001—2007, GB/T 5072—2008, GB/T 5988—2007,测定浇注料试样的体积密度、显气孔率以及冷态抗折强度、冷态耐压强度、线变化率。

将不同温度热处理后的试样冷却至室温后,放入已升温至1 100 ℃并保温20 min的热震炉中。保持20 min后,立即从炉中取出试样浸入流动冷水中保持3 min。如此反复急冷急热5次,然后将试样干燥,测定试样剩余的冷态抗折强度,以热震后抗折强度保持率来评价试样的热震稳定性,热震后抗折强度保持率越大,试样的热震稳定性越好。

2 试验结果及分析

2.1 红柱石对试样强度的影响

试验结果见表3。

表3 试样在各温度下的抗折强度和耐压强度 MPa

编号	测试项目	测试温度/℃			
		110	500	800	1 400
1 [#]	抗折强度	5.15	2.50	9.72	32.61
	耐压强度	51.23	20.05	27.62	92.36
2 [#]	抗折强度	5.72	2.63	5.87	15.83
	耐压强度	55.02	21.26	17.24	86.24
3 [#]	抗折强度	5.53	2.55	4.51	10.28
	耐压强度	52.48	21.24	15.04	68.42

表3的数据显示无论是哪个配方,500 ℃热处理后抗折强度最低,仅为烘干后抗折强度的1/2;从800 ℃热处理后强度开始回升,抗折强度已经接近烘干后强度,随着处理温度的提高,强度继续增加。当热处理温度为1 400 ℃时,试样的抗压强度与抗折强度都显著提高。为了清楚表明红柱石材料对浇注料性能的影响,试验结果见图1、图2。

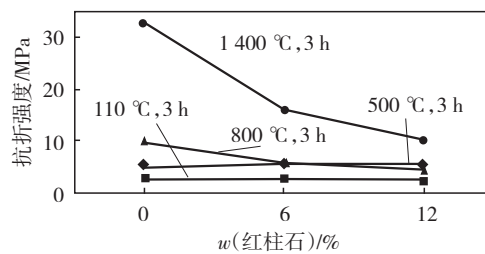


图1 试样抗折强度与红柱石加入量、温度的关系

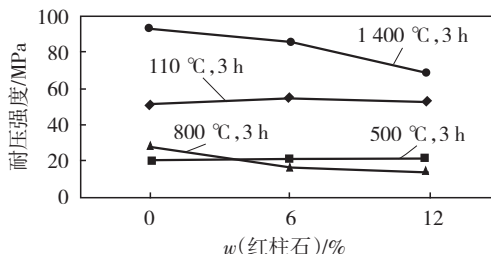


图2 试样耐压强度与红柱石加入量、温度的关系

由图1和图2可以看出,当热处理温度不变时,除低温110 °C热处理外,试样的耐压强度和抗折强度都随着红柱石量的增加而有所下降。

比较相同温度处理后的不同试样可以发现,对于110 °C烘后和500 °C烧后试样,红柱石添加与否对抗折强度影响不大。从800 °C开始,烧后试样的抗折强度随着红柱石添加量的增加而降低,随着处理温度的提高,抗折强度随着红柱石添加量的增大下降的越剧烈。耐压强度随处理温度以及红柱石含量的变化与抗折强度相似。

红柱石添加量对试样强度的影响是由于红柱石的热膨胀系数比莫来石的膨胀系数大,试样在加热处理的过程中,基质部分限制红柱石颗粒的自由膨胀,使红柱石周围产生应力,在这个应力的作用下造成红柱石颗粒周围基质结构的重排并出现结构缺陷,而在冷却过程中,红柱石颗粒又产生较大的收缩,在红柱石颗粒和周围基质之间产生了环状裂纹,所以红柱石添加量越大,这种现象就越明显,结果使其试样的强度下降越大^[2]。

2.2 红柱石对试样体积密度和气孔率的影响

试验中还研究了红柱石加入量对浇注料的体积密度和气孔率的影响,其试验结果见图3、图4。

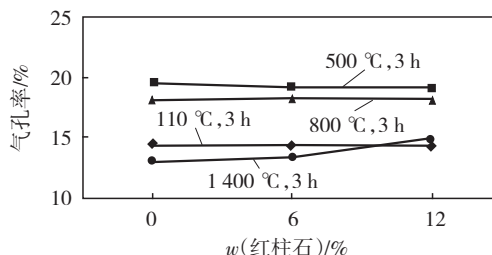


图3 试样气孔率与红柱石加入量、温度的关系

由图3、图4可以看出,当浇注料中加入红柱石后,并随红柱石加入量的增加,在110、500、800 °C,对浇注料的体积密度和显气孔率影响不大,但是在

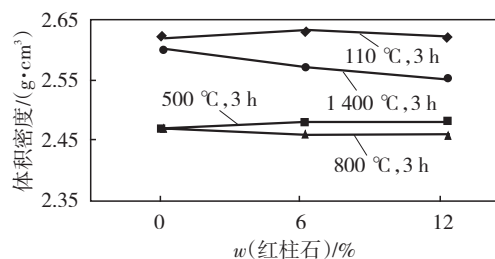


图4 试样体积密度与红柱石加入量、温度的关系

1400 °C,随着红柱石加入量的增加,浇注料的体积密度会逐渐下降,气孔率逐渐升高,这是由于在1100 °C以后,随着红柱石的莫来石化越来越剧烈,由于红柱石与周围基质部分的膨胀率有较大差异,会造成红柱石颗粒周围出现较多的裂纹,所以随着温度的升高和红柱石加入量的增加,浇注料的体积密度会逐渐下降,气孔率会逐渐升高。

2.3 红柱石对试样烧后线变化的影响

由图5可见,经1100 °C和1400 °C烧后,随红柱石加入量的增加,线变化有很大的不同。在1100 °C下煅烧时,所有的试样都收缩,但收缩随红柱石加入量的增加而减少。1400 °C烧后,所有加红柱石的试样都表现为膨胀,而且随红柱石加入量的增大其膨胀线性提高,其原因仍然是红柱石的莫来石化所致。当热处理温度为1100 °C时,就有少量的莫来石化发生,但莫来石化的程度还比较小,造成的膨胀量也相对较小。当热处理温度达1400 °C时,虽然试样的烧结程度要大一些,但是由于红柱石在此温度下已发生了相当部分分解,分解产生的膨胀效应使得试样的线变化增大,因此,试样的线变化要比1100 °C烧后试样的残余线变化大一些。

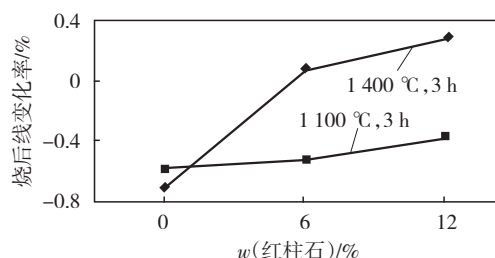


图5 试样线变化与红柱石加入量、温度的关系

2.4 红柱石对试样热震稳定性的影响

图6为试样热震5次后抗折强度保持率随红柱石含量和烧成温度的变化。可以看出,800 °C烧后和1400 °C烧后试样的热震后的抗折强度保持率是随添加红柱石的增加而不断升高,这说明红柱石原料的加入可以大大提高浇注料的热震性能,为脱硫喷枪使用寿命的提高提供了保障。

出现以上结果的原因是:800 °C和1400 °C烧后试样热震后在莫来石颗粒和基质界面上出现裂纹,并且沿着莫来石颗粒的边缘扩展,如果不遇到气孔或者其他阻碍来吸收裂纹扩展的应力,裂纹将一直

扩展下去,直至贯穿整个试样使试样断裂。当试样中添加了红柱石后,由于红柱石骨料周围沿其与基质的交界处有一圈环状裂纹,当裂纹沿莫来石颗粒的边缘扩展到红柱石颗粒周围时,裂纹将发生分岔或者消失。由此可见,红柱石可有效阻止热震过程中试样裂纹的发展,以提高试样的热震稳定性。

800℃抗折保持率之所以高是由于基质中的氧化铝微粉和硅微粉在1100℃发生反应生成莫来石相,增加试样冷态时的抗折强度,使热震后试样的抗折强度有所提高。

3 结论

1)随着喷枪用浇注料中红柱石含量的增加,浇注料的抗折和耐压强度会随温度的增加不断降低,特别是在1400℃处理后下降程度较大。

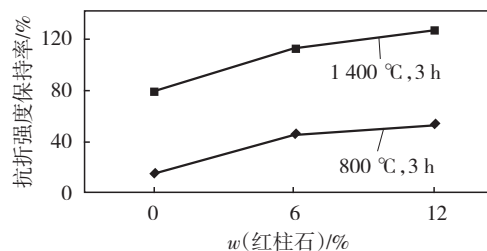


图6 试样热震抗折强度保持率与红柱石加入量、温度的关系

2)浇注料的体积密度、气孔率在1100℃处理后会随红柱石含量的增加而下降。

3)浇注料的热震性能及强度保持率随红柱石含量的增加而提高。

参考文献:

- [1] 王长刚.脱硫喷枪用莫来石-刚玉质浇注料的研究[D].鞍山:鞍山科技大学,2006.
- [2] 戚建强,李楠.红柱石骨料对脱硫喷枪用莫来石浇注热震稳定性的影响[J].耐火材料,2004,38(2):107-120.

Effect of Andalusite on Castable Refractory Performance Used for Desulfurization Spray Gun

LI Zhen

(Jinan Iron and Steel Group Refractory Co., Ltd., Jinan 250200, China)

Abstract: With adding different amount of andalusite particle into refractory used for desulfurization spray gun for hot metal, effect of andalusite on every item index of refractory used for desulfurization spray gun was studied. Experimental results showed that with the increase of andalusite addition amount the strength and bulk density of refractory used for desulfurization spray gun will decrease, the porosity and line rate change will increase, and the thermal shock resistance of castable refractory can be improved.

Key words: desulfurization spray gun; castable refractory; thermal shock resistance

(上接第41页)

- 性[J].北京科技大学学报,1996,18(2):117-122.
- [4] 苍大强,周渝生,杨天钧,等.高炉氧煤枪空气动力学特性的试验研究[J].钢铁,1994,29(9):7-10.
 - [5] 姜秀民,李巨斌,邱建荣.煤粉颗粒粒度对煤质分析特性与燃烧特性的影响[J].煤炭学报,1999,24(6):643-647.
 - [6] 任燕,徐万仁,李军.高炉风口结渣机理的研究[J].炼铁,2004,23(3):23.
 - [7] 祁成林,张建良,贺鑫杰,等.太钢4350m³高炉喷吹清除煤特性[J].北京科技大学学报,2011,33(1):80-86.
 - [8] Babich.A, Yaroshevskii.S, Formoso.A, et al. Co-injection of non-coking coal and natural gas in blast furnace[J]. ISIJ International,1999,39(3):229-238.
 - [9] 丁玉龙,苍大强,杨天钧,等.高炉直吹管条件下粉煤热解前的传热分析[J].北京科技大学学报,1993,15(2):145-151.
 - [10] Hideyuki Aoki, Hiroshi Nogami, Hideo Tsuge, et al. Simulation

of transport phenomena around the raceway zone in the blast furnace with and without pulverized coal injection[J]. ISIJ International,1993,33(6):646-654.

- [11] Khairil, Daisuke Kamihashira, Katsuya Nakayama, et al. Fundamental reaction characteristics of pulverized coal at high temperature[J]. ISIJ International,2001(41):136-141.
- [12] 刘新,杜鹤桂.高炉风口直吹管预燃煤粉模拟实验和计算[J].化工冶金,1994,15(1):77-79.
- [13] 刘新,杜鹤桂.高炉风口直吹管预燃煤粉—维数学模型方程[J].化工冶金,1993,14(4):360-365.
- [14] 陈华宝,高斌,王尚,等.直吹管内煤粉燃烧的数值模拟[J].钢铁研究,2011,39(1):8-10.
- [15] Jung In-Ho. Overview of the applications of thermodynamic databases to steelmaking processes [J].CALPHAD: Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry, 2010, 34: 332-362.

Influence of Slagging Characteristic of Coal Ash on the Performance of Pulverized Coal into BF

SUN Zhonggui

(The Ironmaking Plant of Weihai Xinshan Group Co., Ltd., Rushan 264500, China)

Abstract: Scorification properties of coal ash in certain composition were forecasted by FactSage, which is software for analysis of dynamics. Reasons for the scorification at the tuyere was obtained by microcosmic analysis of PC sample and blockages from the belly pipe. Following conclusions can be obtained that scorification characteristics of PC was determined by basic matters and showed a positive correlation to CaO content in the CaO-Al₂O₃-SiO₂-MgO slag system. In order to stabilize the scorification temperature at 1650℃, CaO content should be controlled under 10%. Particle size of bituminite and lean coal should be under 74 μm, meanwhile, cut down the amount of micro particles under 2 μm.

Key words: coal ash; ash fusion temperature; slag forming mechanism; coal performances