

活性 α - Al_2O_3 微粉对刚玉质浇注料性能的影响

李文¹ 胡梁¹ 宋文喜¹ 周安宏¹ 张旭帆² 刘学新¹

1 湖北斯曼新材料股份有限公司 湖北红安 438400

2 攀钢冶金材料有限责任公司

摘要 以电熔白刚玉骨料及细粉、铝酸盐水泥为主要原料,对比了市场上有代表性的双峰活性 α - Al_2O_3 微粉 A、B、C、D 对刚玉质浇注料性能的影响,结果表明:(1)微粉粒度越细,浇注料初始流动度越高,pH 值越高,流动性衰减越快, R_2O 杂质含量对流动性能有负面影响;(2)微粉的粒度越细,填充性能越好,浇注料的强度发展越高;(3)综合对比实验结果,D 组浇注料的检测指标最好。

关键词 双峰活性 α - Al_2O_3 微粉;粒度;刚玉质浇注料

活性 α - Al_2O_3 微粉的化学性质稳定,高温性能优越,是高性能耐火材料的重要基质原料,在耐火材料生产中有着广泛的应用^[1,2]。随着活性 α - Al_2O_3 微粉对不定形耐火材料性能影响的研究不断深入,耐火材料性能升级对原料选择和使用不断的精细化,双峰活性 α - Al_2O_3 微粉产品得到了广泛的应用。本文从市场上选取有代表性的双峰活性 α - Al_2O_3 微粉样品开展对比试验,研究不同厂家的活性 α - Al_2O_3 微粉在水泥结合刚玉质浇注料中的应用性能,与业内同仁交流。

1 试验

1.1 试验原料

试验用主要原料有电熔白刚玉、活性 α - Al_2O_3 微粉、CA70 纯铝酸钙水泥、WSM-R1 减水剂,活性 α - Al_2O_3 微粉(编号:A-山东、B-河南、C-进口、D-斯曼),见表 1。

表 1 不同活性 α - Al_2O_3 微粉的性能指标

原料	化学成分 / w%			pH	$d_{50} / \mu\text{m}$	S/V cm^2/cm^3	峰形
	Al_2O_3	SiO_2	R_2O				
A	99.4	0.12	0.25	8.5	2.95	31484	双峰
B	99.6	0.03	0.12	8.2	2.78	36584	双峰
C	99.6	0.10	0.08	8.8	2.65	41728	双峰
D	99.7	0.06	0.05	7.9	1.73	46206	双峰

1.2 试验配方

本实验的配方见表 2。

表 2 试验配方 (w)

原料	加入量
电熔白刚玉	87%
5~3、3~1、1~0mm 200、325 目	
铝酸钙水泥 CA70	5%
活性 α -Al ₂ O ₃ 微粉	8%
减水剂 WSM-R1(外加)	0.4%

1.3 实验方法

将称量好的原料在搅拌锅中干混 30 秒后，加入 3.8% (w) 的水搅拌 3 分钟出料，迅速在振动流动台上测量浇注料振动 15 秒的流动度及放置后的流动度衰减；流动度按料饼摊开直径平均值-100 计算，流动性试验均在 20℃ 下测试。将搅拌好的浇注料成型为 40 mm×40 mm×160 mm 的试样。成型后的试样经过 20℃、70%相对湿度下养护 24 小时后脱模，然后经过 110℃×24 小时干燥，干燥后的试样分别进行 1 100℃×3 小时、1 550℃×3 小时热处理。按照相应标准，测定试样处理后的线变化率、显气孔率和体积密度及耐压强度。

2 结果与讨论

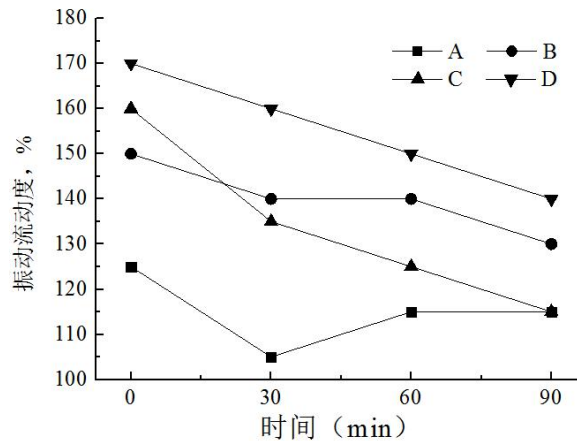


图 1 活性 α -Al₂O₃ 微粉对浇注料流动性的影响

图 1 可以看出，由 A 组到 D 组，初始流动度依次增大，C 组的流动值衰减最快，A 组流动值衰减表现不同，先下降后上升。分析认为，活性 α -Al₂O₃ 微粉的粒度小，可以填充浇注料颗粒间堆积产生的微小间隙中，排出间隙水从而增加用于流动的水量，改善了浇注料的流动性^[3, 4]。微粉粒度越小，其表面积越大，吸附的高分子减水剂的量越多，由于减水剂吸附产生的静电排斥效应和/或位阻效应越大，减水效果越好^[5, 6]。由表-1 可知，各微粉的粒度差别较大，D 组粒度最小，表面积最大，其对应的浇注料

流动性最好，A组相反，流动性最差。至于各浇注料的流动值衰减结果，可以从微粉的pH值分析，pH值越高，越促进水泥的水化，加速浇注料的絮凝，因此C组流动性衰减最快^[4]。

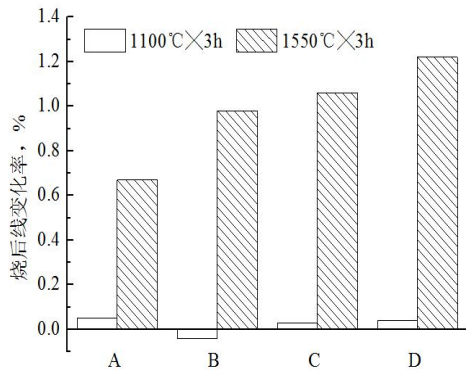


图2 活性 α - Al_2O_3 微粉对线变化的影响

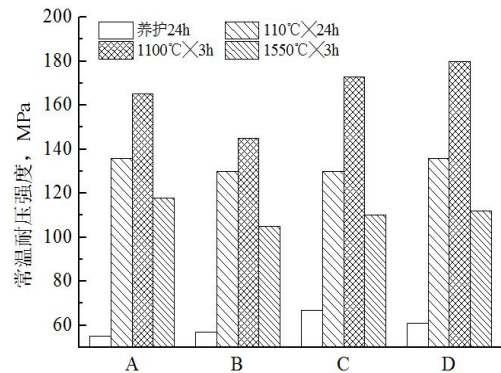


图3 活性 α - Al_2O_3 微粉对强度发展的影响

图2可以看出，添加不同活性 α - Al_2O_3 微粉的浇注料1100°C烧后线变化都很小，而1550°C烧后线变化率均依次增加。分析认为，热处理后的体积变化是浇注料烧结收缩与新物相生成引起的体积变化的综合结果。在1100°C的处理温度下，铝酸钙水化物脱水产物CA与浇注料基质中的氧化铝反应生成 CA_2 不完全，各浇注料的烧结程度较轻，综合表现体积变化不明显。1550°C高温条件下，CA与浇注料中的氧化铝发生反应生成了 CA_6 ，导致所有浇注料都有较大的体积膨胀^[7]，足以抵消浇注料的烧结收缩。在水泥含量相同的情况下，高温下生成 CA_6 引起的浇注料体积膨胀量相等；浇注料流动性越好，其成型后的浇注料致密度越高，高温处理后的体积收缩越小，与 CA_6 产生的体积膨胀相抵后，残余的体积膨胀最大，表现为烧后线变化率越大。因此，由A组到D组浇注料的流动性逐渐增加，其线变化率也相应增加。另外，微粉中的杂质含量也会对浇注料的体积变化产生影响，一般认为，碱金属氧化物含量越高，越有助于烧结收缩，A组氧化铝微粉的 R_2O 含量最高，与其线变化最小的结果一致。

图3所示为活性 α - Al_2O_3 微粉对刚玉质浇注料强度发展的影响。可以看出，活性 α - Al_2O_3 微粉的粒度越小，其活性也越大，越利于填充浇注料中骨料、细粉构成的堆积间隙，实现浇注料坯体的致密化，促进强度发展；同时，在热处理时，越有利于烧结反应。A组较高的杂质含量，促进了烧结，在高温烧后，产生一定的玻璃相，提高了浇注料的烧后冷态强度。

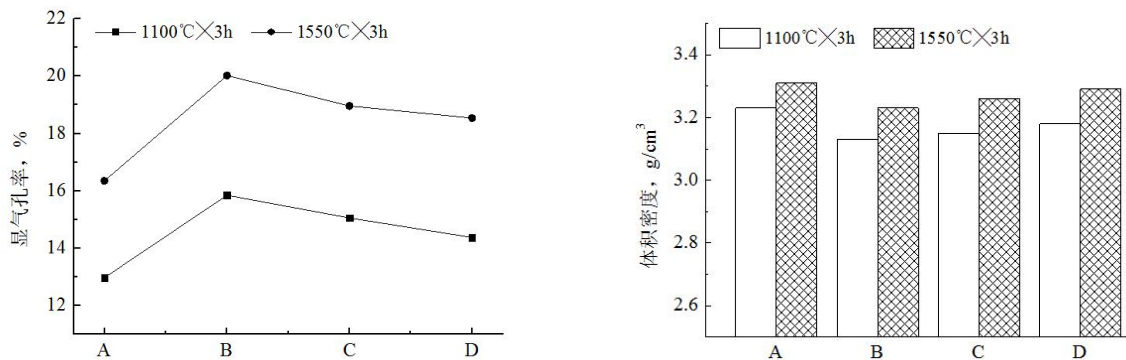


图4 活性 α - Al_2O_3 微粉对显气孔率和体积密度的影响

图4所示，与浇注料的强度发展趋势相对应，活性 α - Al_2O_3 微粉粒度越小，更有利于间隙的填充，

坯体越致密，对应的显气孔率越低，体积密度越大。A 组的显气孔率最小，分析跟其杂质含量相关， R_2O 杂质促进了烧结，使得试样烧后显气孔率降低，体积密度增大。

3 结论

由本实验研究可知，活性 $\alpha-Al_2O_3$ 微粉对水泥结合刚玉质浇注料的性能具有显著的影响。本实验仅从粒度、pH 值、化学组成、比表面积等方面做了初步探讨，后续实验工作还将深入下去。本实验结论如下：

- (1) 活性 $\alpha-Al_2O_3$ 微粉越细，浇注料初始流动度越高，强度发展越快，烧结性能越好。
- (2) 活性 $\alpha-Al_2O_3$ 微粉的 R_2O 含量越高，pH 值越高，浇注料的流动性衰减越快，烧结收缩越大。
- (3) D 组浇注料的综合性能最好。

参考文献

- 1 邓勇跃, 王玺堂, 张保国. $\alpha-Al_2O_3$ 微粉和水泥对刚玉质自流浇注料性能的影响[J]. 耐火材料 2003, 37 (1): 43-44.
- 2 万洪波. 几种微粉对刚玉质浇注料结构与性能的影响研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2009.
- 3 刘学新, 柯昌明. 微粉和水泥用量对刚玉质浇注料性能的影响[J]. 耐火材料 2002, 36 (1): 18-20
- 4 李文平, 刘学新, 李斌, 等. 氧化铝微粉和减水剂对刚玉质浇注料施工性能的影响[J]. 耐火材料 2009, 43 (6): 445-448
- 5 李再耕. 耐火浇注料用分散剂进展[J]. 耐火材料 2010, 44 (2): 144-148.
- 6 刘学新, 许兴山. 高效复合减水剂 WSM-R1 的性能优[C]//第十三届全国耐火材料青年学术报告会暨 2012 年六省市金属(冶金)学会耐火材料学术交流会论文集, 郑州, 中国, 2012: :491-494.
- 7 李志刚, 叶方保, 张宇. 铝酸钙水泥对刚玉基浇注料性能的影响[J]. 耐火材料 2007, 41 (5): 336-340.

作者信息: 李文, 女, 1993, 本科, E-mail:lw@hbssmile.cn。