

文章编号:1671-6833(2007)03-0098-03

利用冶金高炉渣制备微晶玻璃的研究

卢红霞^{1,2}, 张伟³, 李利剑¹, 关绍康², 张锐²

(1. 安阳钢铁集团公司 博士后工作站, 河南 安阳 455004; 2. 郑州大学 材料科学与工程博士后流动站, 河南 郑州 450001; 3. 郑州大学 物理工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要: 利用 X 荧光、X-ray 和 DTA 等技术分析高炉渣原料的成分、晶相组成和热学性能, 并以冶金高炉渣为主要原料添加少量长石, 通过较简单的烧结法制备出 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{MgO}$ 4 元系为基础的微晶玻璃, 测试分析炉渣微晶玻璃的性能。结果表明, 炉渣微晶玻璃晶相主要为钙黄长石, 样品的吸水率为 0.1%, 维氏硬度为 5~6 GPa, 三点弯曲强度为 60~70 MPa, 其性能明显优于黏土砖。

关键词: 炉渣; 微晶玻璃; 烧结法; 晶化处理

中图分类号: TQ 171.73³ **文献标识码:** A

0 引言

我国是世界上钢铁产量最高的国家, 占世界总产量的 50%, 钢铁工业的发展产生大量的炉渣。以安阳钢铁集团公司为例, 2 200 m³ 高炉每吨生铁约出 0.3~0.4 t 高炉渣。钢铁炉渣的利用率较低, 大量炉渣堆放不仅危害环境, 而且浪费资源, 因此, 如何合理开发利用这些炉渣, 制备出高附加值产品, 是亟待解决的问题^[1-2], 高炉渣的主要成份以玻璃相为主, 并含有少量钙铝硅酸盐结晶体, 是构成玻璃陶瓷的重要成份。利用高炉渣制备微晶玻璃为炉渣的高附加值综合利用开辟一条有效的新途径^[3-6]。

1 实验

以安阳钢铁集团公司 2 200 m³ 高炉水淬渣为主要原料, 采用天然矿物钾长石或黏土作为助烧剂。根据炉渣的原始成份, 微晶玻璃设计成钙铝黄长石或硅灰石为主晶相的 $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}$ 3 元系或 $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{MgO}$ 4 元系, 据此确定微晶玻璃基本配方为 90%~95% 的炉渣, 5%~10% 的添加剂(长石、黏土等), 得到以下组成的炉渣微晶玻璃: 40%~50% SiO_2 、10%~15% Al_2O_3 、25%~35% CaO 、5%~10% MgO 、1%~5% $\text{K}(\text{Na})_2\text{O}$ 和少量成核剂。具体的微晶玻璃制备工

艺为: 粉碎→配料→混合→压制成型→烧结→性能测试, 烧结温度为 1 120~1 200 °C, 保温 2 h。

采用岛津(SHIMADZU) XRF-1700 型 X 荧光光谱仪对高炉渣的化学组成进行分析。粉体的相组成用荷兰 PHILIPS 公司的 X'pert pro 型 X 射线衍射仪测定。辐射 $\text{CuK}\alpha$ (0.154 06 nm); 管压: 35 kV; 管流: 30 mA; 扫描速度为 6°/min, 扫描范围 2θ 为 10°~70°。实验采用德国耐驰(STA 449C, NETZSCH) DTA 差热分析仪进行炉渣原料的热分析, 实验中采用高纯 Al_2O_3 坩埚, 升温速度为 10 K/min, 空气气氛, 气体流动速度为 30 mL/min。

微晶玻璃体密度和吸水率采用阿基米德原理测量; 利用显微硬度计测量微晶玻璃样品的硬度, 测量时载荷为 300 g, 加载时间 15 s; 微晶玻璃的三点抗弯强度利用德国 Zwick/Roell Z030 试验机完成, 跨距 30 mm, 加载速率 0.5 mm/min; 耐酸性的测试采用尺寸为 $\Phi 30 \times 5$ mm 的试样, 在 25 °C 温度下, 置于 1% H_2SO_4 溶液中浸泡 600 h 后质量减少的百分数。

2 结果与讨论

图 1 为安钢高炉渣 XRD 图谱, 表 1 为 X-ray 荧光法测定的安钢高炉渣的主要化学组成。从图 1 和表 1 可以看出, 安钢高炉渣主要为玻璃相, 并

收稿日期: 2007-03-21; 修订日期: 2007-04-30

基金项目: 中国博士后科研基金资助项目(20060400790)

作者简介: 卢红霞(1969-), 女, 河南新乡市人, 郑州大学副教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为陶瓷基复合材料及冶金资源再利用技术。

表 2 炉渣烧结微晶玻璃与普通黏土砖的性能

Tab. 2 Property compare of slag glass-ceramics and clay brick

	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	维氏硬度	抗弯强度/MPa	吸水率/%	耐酸性
炉渣微晶玻璃	2.5 ~ 2.6	5 ~ 6	60 ~ 70	0.1 ~ 0.2	0.02
普通黏土砖	2.3 ~ 2.4	5	10 ~ 20	4 ~ 18	2 ~ 5

3 结论

(1) 高炉渣的主要化学组成为 SiO_2 、 CaO 、 Al_2O_3 和 MgO , 可设计成 $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{MgO}$ 微晶玻璃体系。

(2) 以冶金高炉渣为主要原料, 1 170 $^{\circ}\text{C}$ 烧结晶化可获得吸水率为 0.1% ~ 0.2%, 显微硬度 5 ~ 6 GPa, 三点弯曲强度 60 ~ 70 MPa, 化学性能良好的微晶玻璃制品, 综合性能优于黏土砖。

参考文献:

- [1] KHATER G A. The use of saudi slag production of glass - ceramic materials [J]. Ceramics International, 2002, 28(1): 59 - 67.
- [2] 殷瑞钰, 蔡久菊. 钢铁生产流程与大排放[J]. 钢铁, 1999, 34(5): 61 - 65.
- [3] 陈登福, 白晨光. 我国钢铁工业的清洁生产和二次资源利用[J]. 钢铁, 2001, 36(2): 67 - 71.
- [4] 杨家宽, 肖波, 王秀萍. 利用钢铁炉渣制备微晶玻璃技术[J]. 有色金属, 2003, 55(3): 130 - 133.
- [5] TULYAGANOV D U, RIBEIRO M J, LABRINCHA J A. Development of glass-ceramics by sintering and crystallization of fine powders of calcium-magnesium-aluminosilicate glass [J]. Ceramics International 2002, 28: 515 - 520.
- [6] 张培新, 文蛟业, 刘剑洪, 等. 矿渣微晶玻璃研究与进展[J]. 材料导报, 2003, 17(9): 45 - 48.

Preparation of Sintered Glass - ceramics from Blast Furnace Slag

LU Hong-xia^{1,2}, ZHANG Wei³, LI Li-jian¹, GUAN Shao-kang¹, ZHANG Rui²

(1. Postdoctoral Working Station of Angang Group, Anyang 455004, China; 2. Postdoctoral Research Station of Material Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. School of physics, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The crystal phases, chemical composition and thermal performance of slag were studied by X-ray fluorescence spectrometry, X-ray diffraction and DTA. Slag with other additives for the production of $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{MgO}$ system glass-ceramics by sintering was obtained. As-received glass-ceramics are investigated. The results showed that the main phase of the glass-ceramics is gehlenite. The as-received glass-ceramics also show better mechanics properties and lower water absorbition than that of clay brick. A reasonable explanation for comprehensive utilization of slag was discussed in this paper.

Key words: slag; glass-ceramic; sintering; crystallization