

文章编号: 1000-2278(2007)03-0177-04

助熔剂对氧化铝陶瓷结构及性能影响的研究

谢远红

(集美大学生物工程学院, 福建厦门: 361021)

摘 要

以铝型材厂废渣和可塑粘土为主要原料, 添加滑石及碳酸钡复合助熔剂研制氧化铝陶瓷。主要探讨助熔剂不同添加量对产品微观结构及各项性能指标的影响。采用 XRD 和 SEM 等主要测试手段探讨其晶相结构和显微结构, 以气孔率、吸水率、体积密度等性能指标为主要评价标准选择最佳的助熔剂添加量。结果表明: 体系内除刚玉相外, 还有少量莫来石、镁铝尖晶石和钡冰长石相。当滑石含量为 3.5%, 碳酸钡的含量为 5.5% 时, 瓷球吸水率、气孔率和体积密度达到了极值, 此时吸水率为 0.21%, 气孔率为 0.67%, 体积密度为 3.18 g/cm³。

关键词 氧化铝陶瓷, 助熔剂, 晶相结构, 性能

中图分类号: TQ174.75 文献标识码: A

1 前 言

氧化铝耐磨陶瓷因强度高、硬度大、耐高温、耐腐蚀及耐磨损等广泛应用于冶金、矿产、电力、建材、化

工领域等各种应用场合^[1], 又因氧化铝难以烧结, 因此在生产过程中常需添加助熔剂^[2-3]。目前生产氧化铝瓷球的主要原料是工业氧化铝, 由于价格昂贵, 限制了产品的推广应用, 因此很多学者都在研究用其他低成本的原料甚至工业废料来取代工业氧化铝^[4-6], 研究较成熟的是铝矾土, 由于铝矾土中 Fe、Ti 等着色杂质

表 1 主要原料的化学组成(wt%)

Tab.1 Chemical composition of raw materials

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	I.L.	Total
Waste slag	2.34	61.16	0.27	-	0.48	0.37	0.03	0.34	34.26	99.25
Clay	48.67	35.59	0.39	0.14	0.22	0.22	1.13	0.01	13.52	99.89
Talc	60.44	1.19	0.14	-	3.1	29.02	-	-	5.32	99.21

BaCO₃ 为工业纯原料

表 2 试样配方(wt%)

Tab.2 Prescription of each sample

Sample	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
Talc content	0.0	1.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.5	6.0	6.5	9.0
Barium carbonate										
Content	9.0	7.5	6.0	5.5	5.0	4.5	3.5	3.0	2.5	0.0

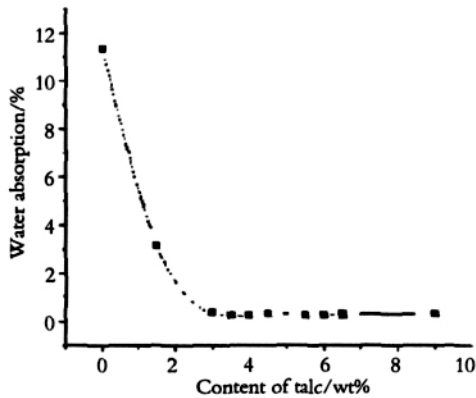


图 1 不同试样吸水率图

Fig.1 Water absorption vs. talc content

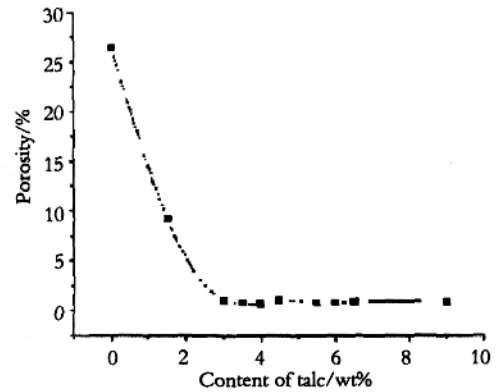


图 2 不同试样气孔图

Fig.2 Porosity vs. talc content

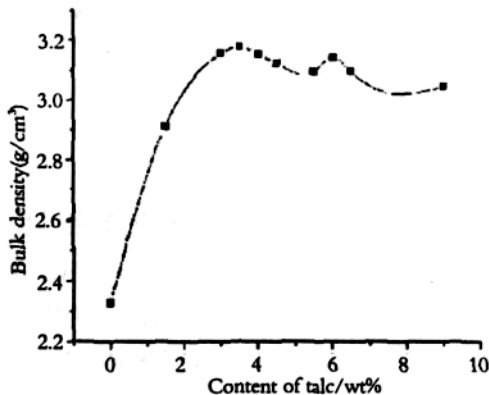


图 3 不同试样体积密度图

Fig.3 Bulk density vs. talc content

含量较高, 降低了产品的白度, 也限制了其应用范围。研究采用铝型材厂工业废渣为主要原料, 其是铝型材表面处理(酸洗, 碱洗和阳极氧化)的废液经过滤得到的固体废渣, 主要成分是 γ - AlOOH , 经煅烧可转化为 α - Al_2O_3 粒子超细, 活性很高^[7], 由于该废渣氧化铝含量高(>92%), 原料成本极低, 因此具有显著的环保和经济效益。

本文采用滑石和碳酸钡复合助熔剂, 借助 XRD 和 SEM 等测试手段探讨和表征不同烧结温度对氧化铝陶瓷的晶相结构和性能的影响, 确定了最佳的助熔剂添加量。

2 实验方法及过程

2.1 原料及成分

采用福建南平铝业有限公司的废渣为主要原

料, 添加少量可塑粘土(广东新会)及滑石(辽宁海城)和碳酸钡(化学纯)复合助熔剂。原料化学成分列于表 1 中。

2.2 试样制备

将废渣生料预烧至 1300℃, 冷却, 破碎, 得到熟料, 按: 废渣熟料 70wt%, 粘土 20wt%, 外加剂 1.0wt%, 滑石 + 碳酸钡 9.0wt% 的比例准确称料, 改变滑石与碳酸钡的比例, 所得试样如表 2 所示。各试样经配料、过筛、制粉、成型、干燥, 在 1410℃ 烧成, 保温 2 小时, 冷却后样品代号依次记为 No.1~No.10。

2.3 晶相结构及性能表征

测试的性能指标包括抗压强度, 显微硬度, 磨损率和体积密度, 吸水率等^[8-9]。

采用 Philips Xpert-MPD X 衍射仪(分析条件 $\text{CuK}_{\alpha 1}$, 电压 40KV, 电流 40mA)分析各试样的晶相组成, 采用 Philips xl-30 ESEM 扫描电镜观察样品的微观结构(样品经 10% 的 HF 腐蚀 3min)。

3 结果分析及讨论

3.1 性能结果分析

不同滑石和碳酸钡添加量对氧化铝陶瓷各项性能指标包括气孔率、吸水率和体积密度的影响分别如图 1-3 所示。

从图 1 和图 2 可以看出, 氧化铝陶瓷的吸水率和气孔率都随着滑石的含量增加而迅速地下降, 当滑石的含量为 3% 时瓷球的吸水率从未添加滑石的

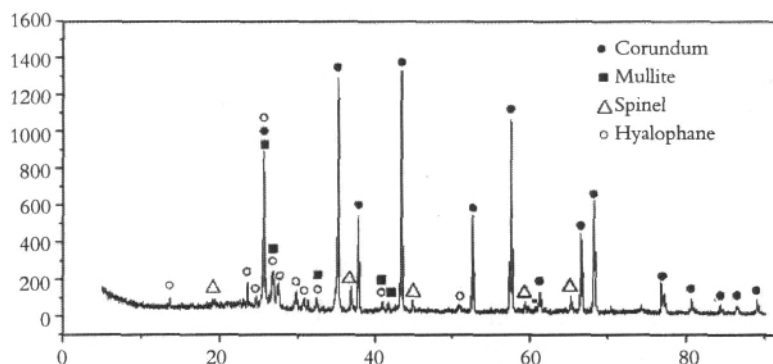


图 4 No.4 试样的 XRD 图谱

Fig. 4 XRD patterns of No.4 sample



图 5 No.4 试样的 SEM 图片

Fig. 5 SEM photo of No.4 sample

11.35%降至 0.32%，气孔率从未添加滑石的 26.44%降至 1.01%，这说明添加滑石能促进陶瓷的烧结；而后吸水率随着滑石含量的增加而变化不大，在 0.65~0.98%之内波动，气孔率在 0.21~0.27%之内波动，这说明当滑石的含量超过 3%时，瓷球在 1410 烧结下都达到了较致密的烧结状态。从图 3 可以看出添加滑石后，陶瓷的体积密度提高十分明显。当添加 3.5%的滑石时，体积密度达到 3.180 g/cm³，比未添加滑石的瓷球体积密度上升了 36.5%，这可以说明，在纯碳酸钡助熔剂中加入少量的滑石就能大大促进烧结，使陶瓷结构更致密，碳酸钡和滑石的二元复合添加剂比纯碳酸钡添加剂的助熔效果更好；当滑石含量 3.5~6%这一范围内时，陶瓷的体积密度开始随着滑石的含量的增加而缓慢下降至 3.10 g/cm³，而后又略有上升至 3.14 g/cm³；当滑石的含量超过 6%时，其体积密度又开始呈下降趋势。因此从性能分析，选择滑石的含量为 3.5%，碳酸钡的含量为 5.5%时，试样吸水率、气孔率和体积密度达到了极值，此时吸水

率为 0.21%，气孔率为 0.67%，体积密度为 3.18g/cm³。

3.2 晶相结构分析

图 4 所示为 No.4 试样即滑石添加量为 3.5%时氧化铝陶瓷的典型 XRD 图谱。从图中可以看出，共有 4 种结晶相生成，其中刚玉相为主晶相，其衍射峰强度最高，除刚玉外，还有莫来石、尖晶石和钡冰长石相。其中的刚玉相主要由铝厂废渣中的 γ -AlOOH 经高温煅烧转化而来，在高温烧结过程中，粘土中的高岭石在高温下会与铝厂废渣中的部分 Al_2O_3 反应生成一定量的莫来石，而加入的滑石和碳酸钡复合助烧剂一方面能促进体系在较低的温度下形成液相，另一方面滑石在高温分解的 MgO，碳酸钡高温分解的 BaO 会与 Al_2O_3 及 SiO_2 反应生成少量镁铝尖晶石和钡冰长石相。其中刚玉、莫来石和镁铝尖晶石都具有膨胀小，硬度高，抗腐蚀能力强，高温性能优良等优点，是保证该氧化铝陶瓷优良特性的基础。

图 5 (a),(b) 所示分别为 No.4 试样不同位置的扫描电镜图片，从图(a)中可以看出各晶相晶粒排列致

密,晶界清晰,刚玉呈片状或粒状,从(b)中可以看出许多晶粒被玻璃相包裹,晶粒尺寸与图(a)大致相同,晶粒尺寸均匀,可保证得到性能优良的陶瓷制品。

4 结 论

(1) 最佳的滑石含量为 3.5%, 碳酸钡的含量为 5.5%, 此时试样吸水率、气孔率和体积密度达到极值, 吸水率为 0.21%, 气孔率为 0.67%, 体积密度为 3.18 g/cm^3 。

(2) 该氧化铝陶瓷中刚玉为主晶相, 除此以外还有少量莫来石, 尖晶石和钡冰长石相。各晶相致密排列, 晶粒尺寸均匀, 可保证得到性能优良的陶瓷制品。

参 考 文 献

- 1 秦麟卿, 吴伯麟, 谢济仁等. 耐磨氧化铝研磨球的生产和应用. 武汉理工大学学报, 2001, 23(3): 12- 15
- 2 刘 银, 武成利, 黄文中等. 纳米 Al_2O_3 粉添加对氧化铝陶瓷烧结行为的研究. 安徽理工大学学报 (自然科学版), 2006, 26 (1): 41- 44
- 3 饶平根, 吴建青, 叶建东等. 添加氧化锆对氧化铝陶瓷的性能的影响. 兵器材料科学与工程, 2006, 29 (2): 13- 17
- 4 刘永先. 我国氧化铝瓷球的生产现状及市场前景. 陶瓷, 2000, 1: 18- 20
- 5 颜东亮, 吴伯麟, 曹晓国. 陶瓷辊棒废料制造高档高耐磨研磨介质研究. 非金属矿, 2004, 27(6): 14- 16
- 6 马小娥, 白振幅, 李有国等. 利用高铝矾土研制低温耐磨氧化铝瓷. 陶瓷, 2004, 3: 32- 35
- 7 于 岩, 阮玉忠, 黄清明等. 铝厂污泥在不同煅烧温度的晶相结构研究. 结构化学, 2003, 22(5): 607- 612
- 8 施惠生. 无机材料实验. 上海: 同济大学出版社, 2002, 198- 199
- 9 熊兆贤. 无机材料研究方法. 厦门: 厦门大学出版社, 2001, 383- 384

INFLUENCE OF FLUX ON STRUCTURE AND PROPERTIES OF ALUMINUM CERAMICS

Xie Yuanhong

(Bio- tech Engineering College, Jimei University, Xiamen, Fujian Province, 361021)

Abstracts

Aluminum ceramics was successfully prepared with waste aluminum slag, small amount of clay, talc and barium carbonate as raw materials. The influence of different amount of flux on the properties and microstructures were discussed. X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) were used to characterize the crystalline phases and microstructures. The properties such as porosity, water absorption and bulk density were tested. The results show that besides target corundum phase, there are mullite, Mg- Al spinel and hyalophane phases. The best content for talc is 3.5wt%, for barium carbonate is 5.5wt%. The corresponding properties are water absorption: 0.21%, porosity: 0.67%, bulk density: 3.18 g/cm^3 .

Keywords Aluminum ceramics, flux, crystalline phases, properties