

聚丙烯酸钠分散氧化铝陶瓷注浆成型工艺的研究

王奇新, 易彬, 陈登初, 黎邦诚, 李静波, 石棋

(景德镇陶瓷学院, 景德镇 333001)

摘要: 采用聚丙烯酸钠为分散剂, 获得分散性好、悬浮性稳定的氧化铝陶瓷浆料。分析了聚丙烯酸钠的添加量对氧化铝陶瓷浆料粘度的影响, 以及固相含量对成坯时间、脱模性能、坯体收缩等性能的影响。认为浆料的固相含量不同, 对注浆的工艺性能有一定差异, 宜根据实际生产需要灵活选用。

关键词: 聚丙烯酸钠; 氧化铝陶瓷; 注浆成型; 成坯时间

中图分类号: TQ174.6+22 文献标识码: A 文章编号 1001-9642(2013)12-0083-3

The Research of Sodium Polyacrylate's Dispersion in Process of Alumina Ceramic Injection Molding

WANG Qixin, YI Bin, CHEN Dengchu, LI Bangchen, LI Jingbo, SHI Qi

(Jingdezhen ceramic institute, Jingdezhen 333001, China)

Abstract: Using sodium polyacrylate as dispersant, acquired good dispersibility, suspension stability of alumina ceramic slurry, analyzed the influence of sodium polyacrylate's amount to viscosity of alumina ceramic slurry, and influence of solid content on the billet formation rate, demoulding performance and body contraction performance. Think of different solid content of slurry have certain differences to grouting process performance, so we should be selected according to actual production need

Key words: sodium polyacrylate; high alumina ceramic; Slip casting; Billet formation rate

0 前言

近年研究证明, 大分子电解质聚丙烯酸钠 (PAAS) 对陶瓷浆料具有良好的分散效果, 在高固相含量、低粘度的氧化铝陶瓷浆料制备领域已经得到成功的应用。高固相含量浆料是凝胶注模成型法制备均匀性好且密度高的近净尺寸坯体的重要条件^[1-4]。注浆成型是典型的浆料成型法, 在氧化铝陶瓷产品制备中得到广泛的应用, 常用浆料的含水率多为 30% 左右^[5-6]。用高固相含量浆料进行注浆成型, 对注浆成型工艺进行深入探索, 以期提高注浆成型坯体及产品的质量, 降低生产成本、提高生产效率。

1 高铝陶瓷配方及原料

高铝陶瓷试验配方为: 氧化铝 93%, 高岭 5%, 白云石 2%。以聚丙烯酸钠为分散剂, 试验使用原料的化学组成如表 1 所示。

2 试验工艺流程与参数

本试验工艺流程如图 1 所示。工艺参数为: α - Al_2O_3 用滚筒球磨机球磨 48h, 白云石用滚筒球磨机球磨 12 h, 料: 球: 水 = 1 : 1.5 : 0.8, 250 目筛筛余 $\leq 0.5\%$; PAAS 预混液制备: 聚丙烯酸钠 5 g 加入到

500 mL 蒸馏水中, 然后加热溶解, 搅拌 30 min 制成预混液备用。坯体在 1650 ~ 1680 °C 烧成, 高温保温 4 h。



图 1 试验工艺流程

Fig 1 The process of test

3 试验结果分析与讨论

3.1 聚丙烯酸钠对氧化铝浆料性能的影响

用流速杯测定了聚丙烯酸钠加入量与浆料相对流速的关系, 如图 2 所示。用转子粘度计 (转子速率为 60 r/min) 测定了浆料的粘度, 如图 3 所示。

聚丙烯酸钠是长链高分子电解质, 对陶瓷浆料既有静电稳定作用, 又有空间位阻稳定作用, 对氧化铝陶瓷浆料分散效果好^[7-8]。图 3 显示, PAAS 含量为 0.18 wt% 时浆料的粘度值约为 350 mPa·s, 粘度最低。PAAS 增加或降低, 粘度都增大, 与其它分散解胶剂性能相同。在含水量 33 wt% 时, 分散剂用量在 0.16 ~ 0.19 wt% 范围, 粘度均小于 650 mPa·s, 流动性好, 适合注浆成型浆料要求。比较图 2 图 3, 浆料流速与粘度呈良好的对应

收稿日期: 2013-8-5

通信作者: 石棋, 教授, 硕导。

E-mail: sq9898@163.com

表1 原料化学组成

Table 1. Chemical composition of raw materials

原料	SiO ₂	CaO	MgO	CO ₂	H ₂ O	Al ₂ O ₃	产地
白云石		30.41	21.87	47.72			河南
高岭土	46.54				13.96	39.5	景德镇
α-氧化铝		-		-	-	99.9	河南
PAAS	无色或微黄色胶体或白色粉末, 分子式为: (CH ₂ CHCOONa) _n						国药集团

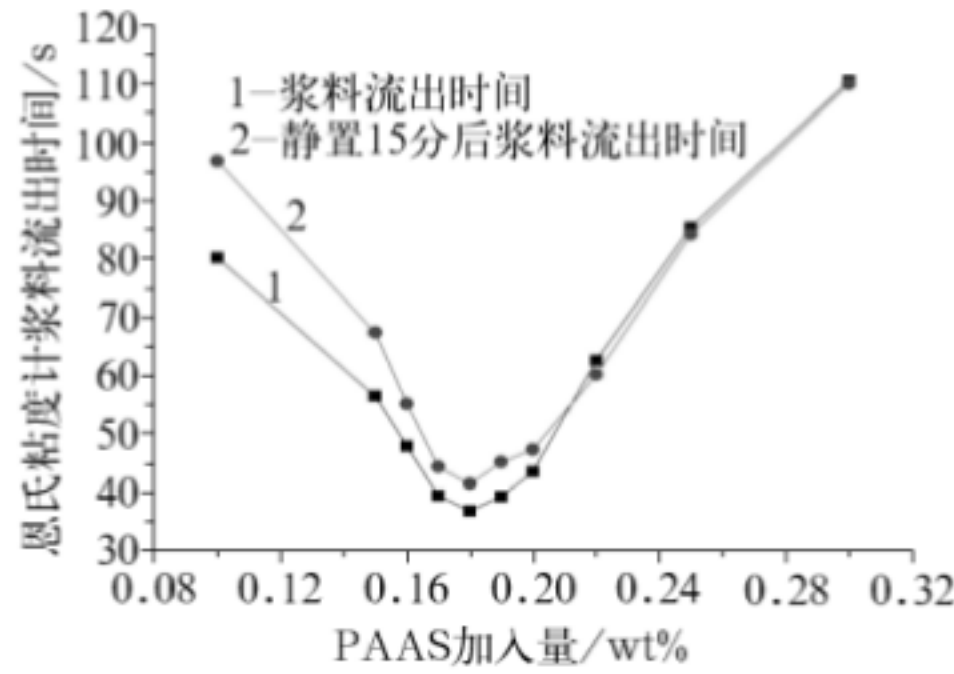


图2 聚丙烯酸钠加入量与浆料的流速关系

Fig 2. The relationship of sodium polyacrylate 's content and velocity of flow

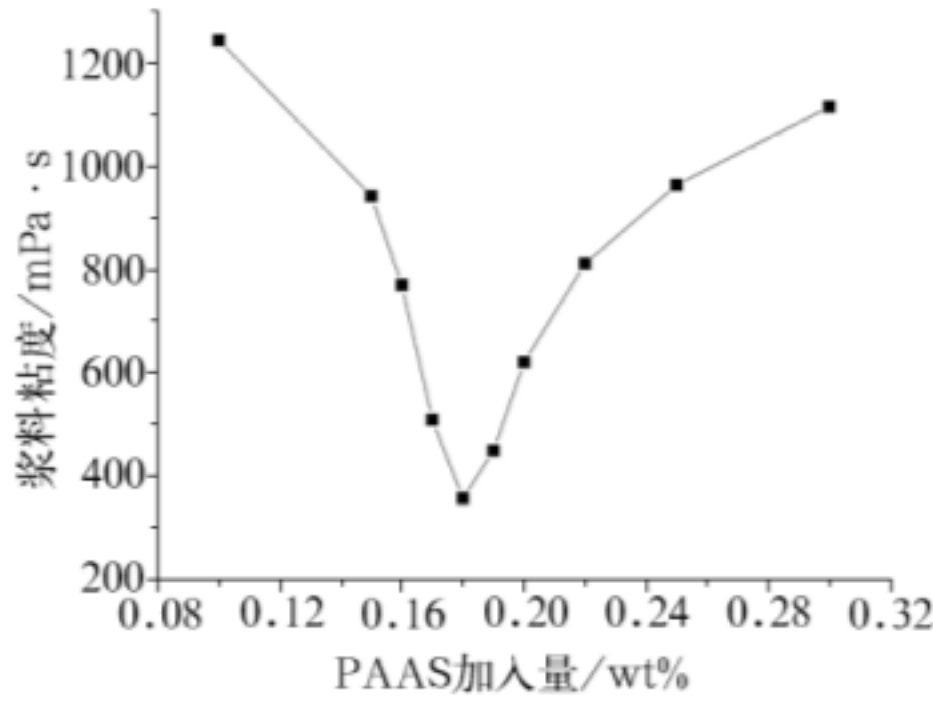


图3 聚丙烯酸钠的含量与浆料粘度的关系

Fig 3. The content of sodium polyacrylate and the relationship between viscosity of the slurry

关系, 但分散剂用量小于 0.18 wt% 后浆料的触变性增大明显, 而在大于 0.18 wt% 用量后, 浆料触变性变小。因此, 较佳的分散剂用量为 0.14 ~ 0.22 wt%, 浆料触变性为 1.13, 适合注浆成型。

3.2 固相含量对浆料粘度、成坯时间及脱模性的影响

3.2.1 固相含量对浆料的粘度的影响

不同固相含量的氧化铝浆料的粘度与流速情况如图 4 所示。料浆流速随固相含量增加而减小。当固相含量增大时, 料浆中颗粒间的距离减小, 相互作用力增大, 颗粒间的相对移动阻力加大, 宏观上表现为料浆的流动性下降。当固相含量大于 66 wt% 后, 料浆粘度增长速率加大; 当固相含量在 66 wt% 以下, 料浆粘度变化不大。当固相含量大于 72 wt% 后, 流速变缓趋势明显; 固相含量在 72 wt% 以下, 浆料流速变化不大。当固相含量超过 85% 以后, 浆料粘度过大, 流出困难, 达不到空心注浆成型用浆料的要求。

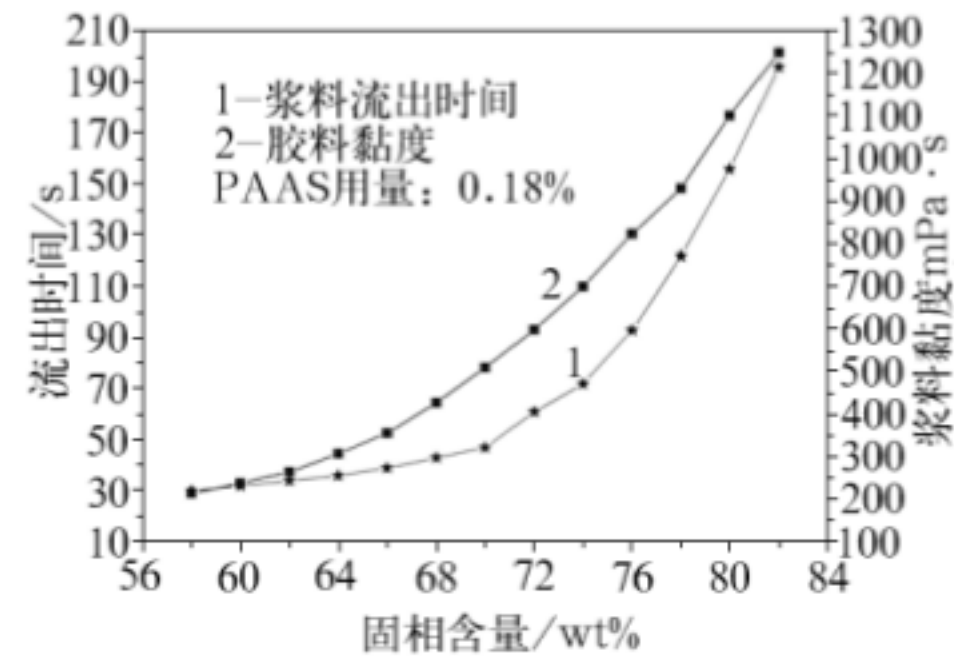


图4 固相含量对浆料粘度与流速的影响

Fig 4. The influence of Solid content to viscosity of the slurry and flow rate

3.2.2 固相含量对浆料的成坯时间和脱模性的影响

利用石膏模毛细管对水分的吸收过滤, 浆料中的固体颗粒在模壁堆积并达到要求厚度所需时间即为成坯时间^[9-10]。成坯时间是一个重要的实用指标, 影响生产周期、生产效率。

如图 5 所示, 成坯时间随固相含量的增大而减小。当固相含量为 80 wt% 以上, 10 mm 坯体成坯时间小于 10 min, 但坯体中易夹杂气泡。50 wt% 以下成坯时间超过 1 h, 过稀的浆料难于成坯, 且随成坯时间延长, 浆料沉淀现象逐渐明显, 造成各部位坯体厚度不均匀, 以坯体底部较厚。当固相含量在 75 ~ 60 wt% 范围内时, 厚 10 mm 坯体的成坯时间为 20 ~ 45 min, 坯体均匀性较好。

成坯后倒回余浆, 带模干燥 1 h, 测定坯体的尺寸得到浆料含水率与坯体离模尺寸的关系, 如表 2 所示。随含水率增大, 坯体离模间隙增加, 脱模容易。含水率低于 22 wt%, 坯体离模具间隙低于 0.3 mm, 对外形简单规范制品, 脱模尚方便, 而当坯件外形不规范时, 脱模难度增加。

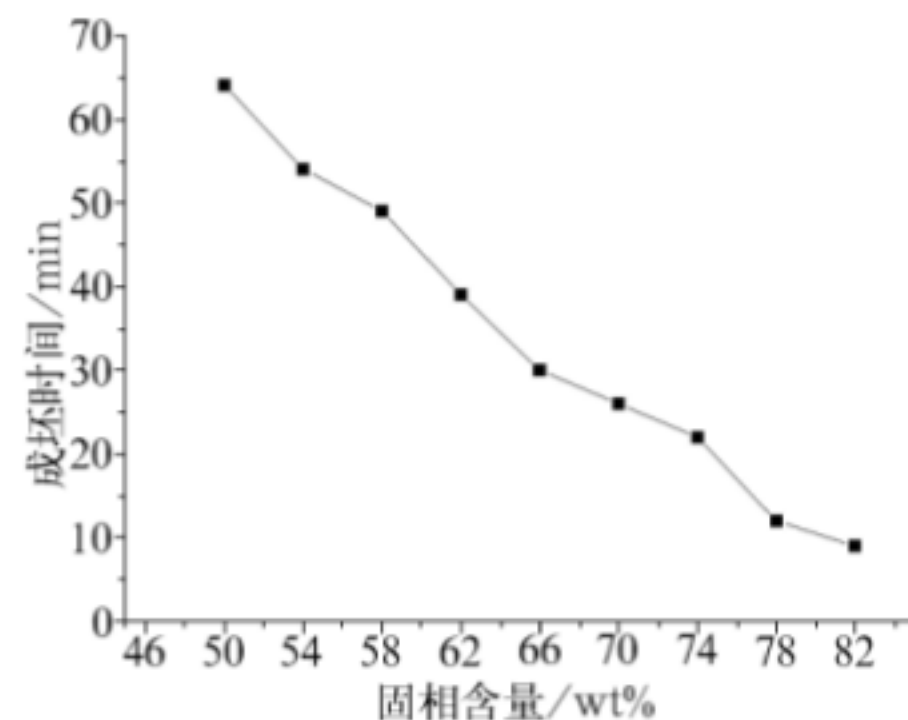


图5 固相含量与成坯时间的关系

Fig 5. The relationship of Solid content and Billet formation rate

表2 浆料含水率与坯体离模尺寸的关系

Table 2. The relationship of moisture content and size of body away from the mold

含水率/wt%	22	26	30	34	38	41	44	47	50
离模尺寸/mm	0.21	0.32	0.71	1.05	1.46	1.67	1.98	2.26	2.47

表3 浆料固相含量与产品的收缩变形关系

Table 3. The relationship of solid content and products 's Shrinkage

固相含量/wt%	54	58	62	66	70	74	78	82	85
总收缩率/%	14.63	14.37	13.93	13.75	13.51	13.38	13.16	12.93	12.67
变形情况	易变形			变形小			基本上无变形		

3.3 固相含量与产品的收缩变形

不同固相含量的氧化铝浆料注浆成型坯体烧结后的坩埚样品如图6所示。变形样品对应62 wt%固相含量浆料，未变形样品对应78 wt%固相含量。从干坯情况看，60 wt%固相含量浆料成型的湿、干坯均轻微变形，经烧结后变形明显，说明坯体干燥过程中因排水量较大导致干坯中存有内应力。



图6 氧化铝陶瓷样品图

Fig 6. Alumina ceramic sample figure

测定样品的总收缩、观察变形情况，结果如表3所示。浆料固相含量从低至高，总收缩逐渐变小，样品从易变形渐变为不变形。

4 结论

(1) 聚丙烯酸钠加入量为0.16 wt%时，水含量为33 wt%，浆料的流速快，粘度低。加入量过少氧化铝浆悬浮性不好，加入量超过0.18%则影响氧化铝浆的流动性。

(2) 固相含量越高的浆料注浆成型，坯体离模快且离模量小，产品不易变形，但易包裹气孔。固相含量越低的浆料注浆成型，坯体离模慢且离模量大，易脱模，但成坯时间长，产品易变形。

(3) 固相含量在66 ~ 82 wt%的氧化铝陶瓷浆料均可采用石膏模注浆，宜根据产品类型、生产效率及其它因素灵活选用。

参考文献：

- [1] 石棋,郭志猛,郝俊杰. 锶铁氧体凝胶注模成型技术研究[J]. 人工晶体学报,2007,36(6),1450-1454.
- [2] 王小锋,王日初,等. 凝胶注模成型技术的研究与进展[J]. 中国有色金属学报,2010,20(3),496-509.
- [3] 彭珍珍,蔡舒,吴厚政. 陶瓷的凝胶注模成型及其研究现状[J]. 硅酸盐通报,2004,(1),67-71.
- [4] 余琴仙,包镇红,苗立峰. 氧化铝凝胶注模成型的工艺研究[J]. 中国陶瓷,2009,45(8),27-29.
- [5] 浙江大学. 硅酸盐物理化学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社,1980.
- [6] 马铁成等. 陶瓷工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社,2011.
- [7] 石棋,郭志猛,郝俊杰. 超薄大规格压电陶瓷换能片水基凝胶流延成形研究[J]. 稀有金属与工程,2007,36(1),460-463.
- [8] 杨立霞. 聚丙烯酸类分散剂的结构及对陶瓷料浆的影响. 河北理工大学硕士学位论文,2005.
- [9] 石棋. 陶瓷工艺师职业培训教程[M]. 南昌: 江西高校出版社,2013.
- [10] 武协,陈振华,李富营. 注浆成型法制备氧化铝陶瓷弯管[J]. 中国陶瓷,2011,47(8),50-53.