

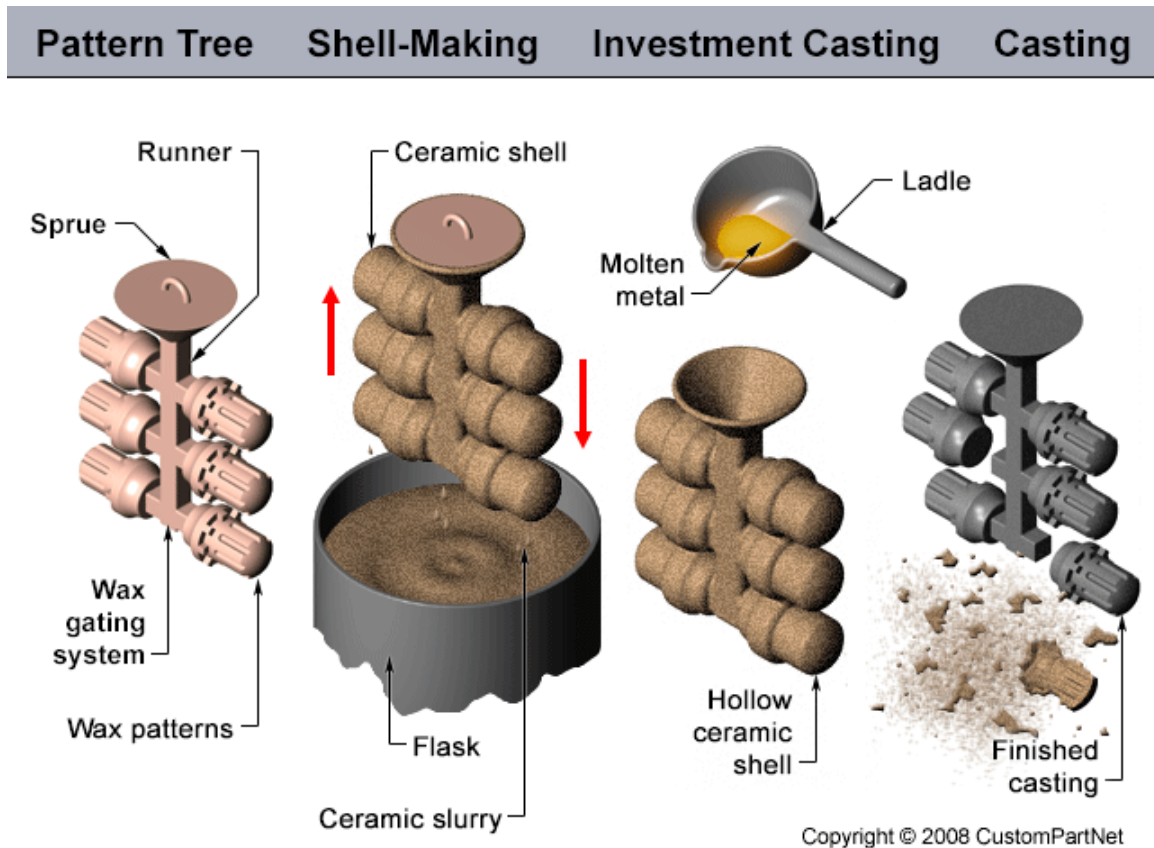
## Brookfield 在线粘度计应用：陶瓷浆料的熔模铸造

### 应用

陶瓷型铸造是在普通砂型铸造基础上发展起来的一种新工艺。陶瓷型有两种类型：①陶瓷型全由陶瓷浆料浇灌而成。其制作过程是先将模样固定于型板上，外套砂箱，再将调好的陶瓷浆料倒入砂箱，待结胶硬化后起模，经高温焙烧即成为铸型。②采用衬套，在衬套和模样之间的空隙浇灌陶瓷浆料制造铸型。衬套可用砂型，也可用金属型。用衬套浇灌陶瓷壳层可以节省大量陶瓷浆料，在生产中应用较多。

陶瓷型铸件表面粗糙度可达  $Ra_{10} \sim 1.25$  微米，尺寸精度高达 3~5 级，能达到减少切削加工的目的。陶瓷型铸造生产周期短，金属利用率高。最大铸件可达十几吨，主要用于铸造大型厚壁精密铸件和铸造单件小批量的冲模、锻模、塑料模、金属模、压铸模、玻璃模等各种模具。陶瓷型铸造模具的使用寿命可与用机械加工方法制成的模具相媲美，而制造成本则比用机械加工方法制成的模具低。

将熔融的金属浇注到一次性的陶瓷铸型或壳模中，以塑成复杂花纹和复杂几何形状的产品部件，如涡轮叶片、武器配件、管道配件、锁具部件、手动工具以及珠宝首饰等。典型的铸造制程如下显示：



此制程要么使用涂覆了陶瓷浆料的蜡模或者消失模而形成的熔模铸型，要么就是如上所提的陶瓷壳模。该铸型由喷涂、浸渍或者浇注陶瓷浆料至模型上并经过多重步骤处理而制成。第一步就是涂覆呈一个光滑表面的细腻陶瓷底漆，以使复杂花纹印到完工成品件上。紧接着逐步增加粗糙陶瓷灰泥形成适当的壁厚，然后待硬化后起模并去除蜡模/消失模，再经焙烧即可成为铸型。一旦陶瓷熔模从完工成品中剥离出来，这项技术就缩减了额外机械加工的必要。

陶瓷浆料的混合物可通过混合陶瓷原料粉末、水溶性丙烯酸粘合剂和水而获得。陶瓷浆料由硅酸乙酯水解液和质地较纯、热稳定性较高的细耐火砂如电熔石英、锆英石、刚玉等混合而成。为使

陶瓷浆料在短时间内结胶，常加入氢氧化钙或氧化镁作为催化剂。由于使用的耐火材料成分及其外观都与陶瓷相似，故称为陶瓷型。其中，水溶性丙烯酸粘合剂的平均分子量大约从 10,000~500,000，并且在水中的惯性平方半径不超过 100nm。陶瓷浆料混合物应具有低粘性和陶瓷原料粉末的良好分散性、良好的流动性和良好的个性态特征。并通过溶液粘度的减少可提供具有高密度和优异干燥特性的陶瓷生料数据，分子量未见减少的水溶性丙烯酸粘合剂则表明包含了厌水性组分。

## 问题描述

此制程非常耗费时间和人力。对于小体积的应用，模型成本可能很高，并且由于强度低而容易损坏或者变形。为了确保产品品质始终一致，当做精密熔模的关键封装时要求一致的陶瓷浆料粘度和固体浓度。如果未施加预定配额的浆料，当烧制或者浇注熔融金属时由于不恰当的粘度控制而产生废料和低的产品产量，从而陶瓷可能无法承受而导致失败。也许直到熔融金属浇注进熔模，或者该制程完成了大约 85%以后，才可能让人意识到浆料涂层的薄弱。

另外对于浸渍过程，浆料槽通过上方槽壁进入到槽中的犁或固定叶片和被混合的产品一同转动。机械手臂可以使得产品部件深入至涂层浆料的中心。AST-100 探头式在线粘度计要求配套一个安装组件。

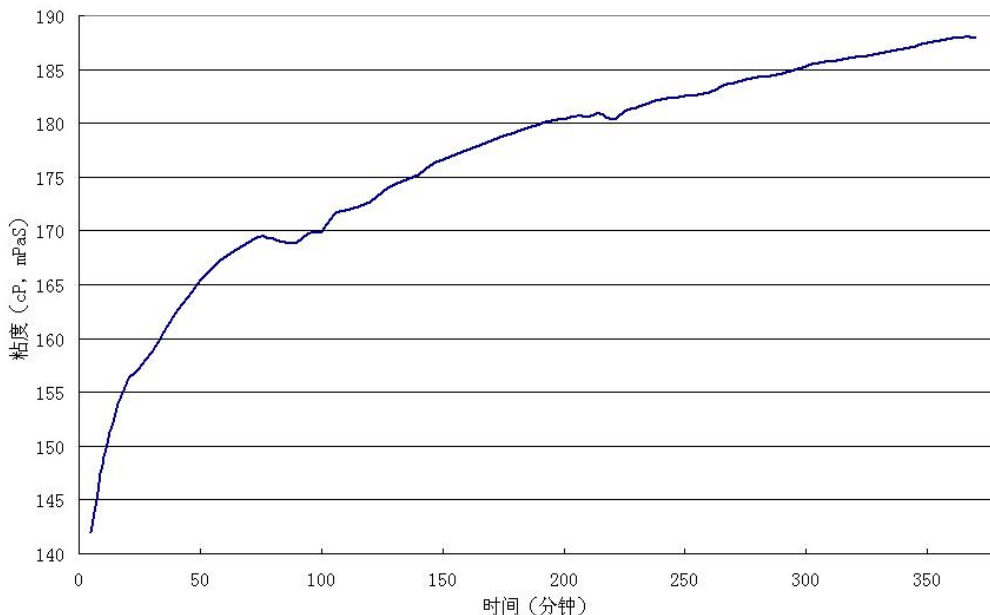
## 解决方案

陶瓷浆料粘度控制的理想性，直接关系到陶瓷铸型的质量好坏和一致性。而后续熔融金属浇注进熔模成型成功与否的主要原因很大可能已经不是设备的问题，而是现场涂料的粘度变化造成的，如附件中的粘度-时间变化图。

绝大部分客户现场是用涂料杯进行配料测试，而不进行喷涂过程的在线实时监测和调整，因此随着溶剂的不断挥发，物料的粘度越来越高，涂层的厚度也会发生很大波动，他们可能会抱怨设备没有调整到最佳状态，从而不得不反复调试。

利用在线粘度计就可以完美解决这个问题，附图中的曲线就是客户用我们的在线粘度计进行实时测量的结果。如果用粘度流出杯（涂料 4 号杯、福特杯、赞恩杯、Shell 杯、ISO 杯等）测试，结果也就相差 1-2 秒，人工的误差也很大。

粘度变化图



而 Brookfield AST-100 探头式粘度传感器已经被成功用来直接安装在浆料槽内精确测量陶瓷浆料的粘度。与此同时，Brookfield AST-300SY 单点粘度控制器提供了输出信号，以便开始泵送；或者用一个精确可编程的且可定时定量给料的控制器去激活电磁阀，以便确保适当的粘度控制。AST-300 也提供了粘度趋势和高/低粘度报警。在线粘度计可内置的上下限报警设置再配合电磁阀，就可以实现无人自动监测和调整浆料的粘度了。

### 陶瓷熔模锻造的应用类型

- 航空配件
- 发电设备 – 涡轮机
- 自动化设备 – 摇杆臂、轴、阀类产品
- 制造厂商 – 设备、转动槽厂家、陶瓷坯泥供应商
- 轻武器 – 枪炮部件
- 医疗器械 – 重构产品 (膝盖、臀部以及牙移植体等)

### 优越性

- 通过限制废料，使用自动化技术来开始/停止开关泵，或者开启电磁阀定时定量给料控制粘度，从而提高了产品产量。
- 通过杯子法（排除了从槽到杯子的时间变化，等同于温度和粘度的变化）消除测试中实际粘度的变化。
- 通过自动调节粘度至设定点，最优化浆料对模型的附着力。
- 针对不合格陶瓷浆料粘度的预警系统。
- 粘度和温度的连续 4-20mA 信号，RS232 或 RS485 输出信号。
- 单点控制器提供了粘度数据走势和高/低报警。
- 多点控制器可适用于高达 10 个测试单元。
- 如需进一步保存数据，无控制器时也可与客户端 DCS 进行联接。