

在许多行业的高剪切混合操作中，粉体会与其它粉体或粘结剂相混合，形成均匀的混合物，供下游进一步处理。混合机尺寸、形状和方法多种多样，意味着不同机器的性能千差万别，将产生不同流动性的混合物，在后续操作中的表现也各异。

理解任何给定单元操作对下游性能的影响有着重要意义，如果不兼容，将可能导致产品不符合技术规范，不适合使用目的。要确保下游性能不受上游过程的不利影响，需要理解粉体和过程之间的相互影响。一旦理解了两者的交互作用，就能优化过程，得到具有所需属性的产品。这样既增效减费，又实现了可观的商业效益。

## 处理粉体的影响

耐火砖生产中使用了由氧化镁 (MgO)、石墨以及树脂粘合剂三种材料组成的混合物。混合物的原料相同，但使用不同的混合机 (混合机 1、混合机 2 和混合机 3) 制备，观察到不同混合物的得到最终产品存在质量差异。混合物 1 表现出最佳性能，混合物 3 的表现了最差的行为。混合物 2 代表了居中的性能。

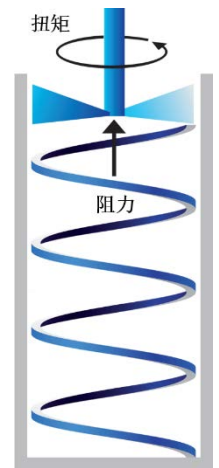
使用 FT4 粉体流变仪™对三种混合物进行评估，研究其动态流动、整体和剪切特性。

## FT4 粉体流变仪™



FT4 粉体流变仪是一种通用型粉体测试仪，可自动、可靠且全面地测量过程相关材料的特性。这些信息能够与加工经验相关联，以提高效率，帮助实现质量控制。FT4 专于动态流动属性的测量，同时集成了剪切盒，并能够测量密度、可压性和透气性等整体属性，实现工艺相关的粉体全面特性表征。

动态测试采用具有专利的测量技术，确定粉体的流动阻力。测试过程中特殊形状的桨叶沿着预定路径穿过精确定量的粉体。在轴向和旋转移动时，作用在桨叶上的阻力和扭矩组合成流动能值。

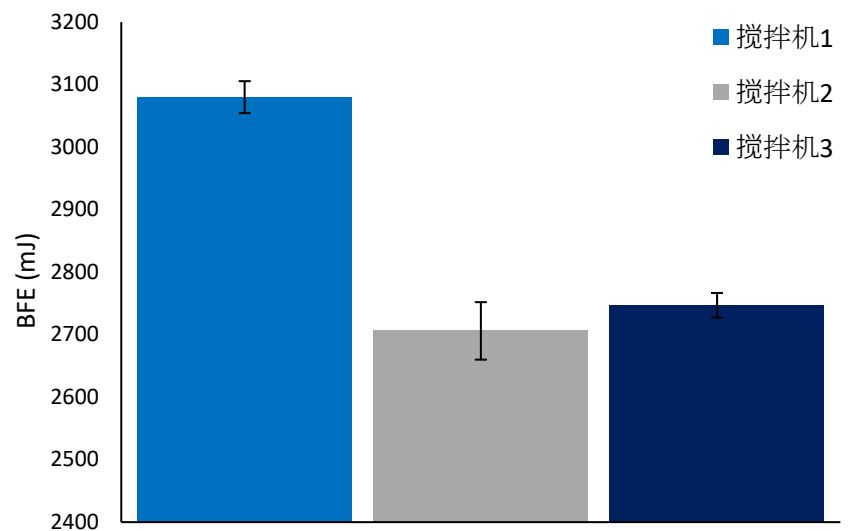


## 结果

### 动态测试：基本流动能 (BFE)

混合物 2 和 3 产生的 BFE 值差不多，而混合物 1 的 BFE 值要高得多。

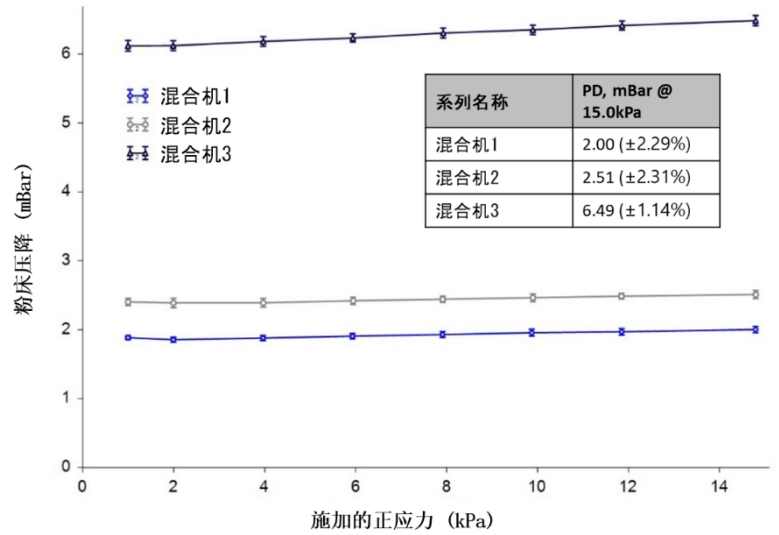
高 BFE 表明流动阻力大，在该例中，很可能是由于更均匀的颗粒排列结构。



## 整体测试：透气性

可以清楚地观察到与报告的过程性能相关的趋势。混合物 1 的粉床压降最低（透气性最好），而混合物 3 的最高。

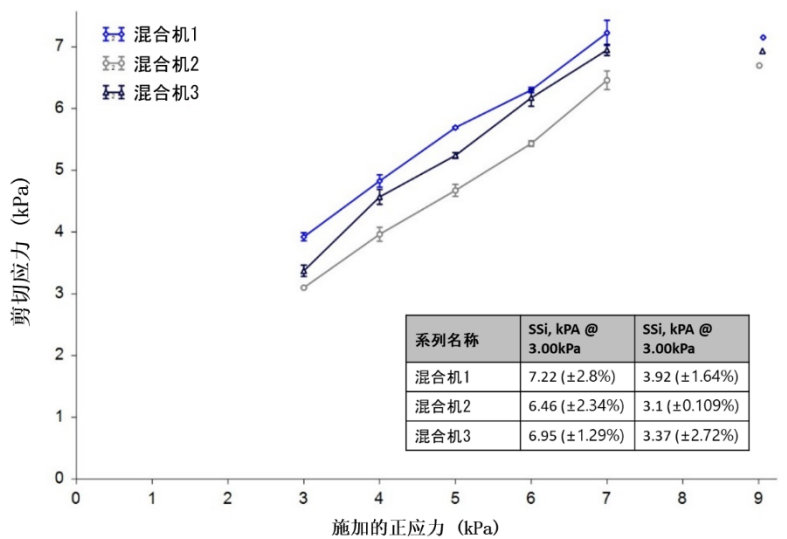
低压降（高透气性）表示粉体更容易携带空气，这有助于重力流动，促进均匀填充。



## 剪切盒测试

剪切应力值可观察到微小差异，但该趋势并不能反应所观察的性能。另外，混合物 1 和 3 的差异很微小，也无法反应其过程性能中的显著差异。

缺少与过程行为的相关性表明，剪切盒测试（研究粉体在固结后如何从静态转变为动态）可能与干燥、输送和填充操作中存在的高动态、低应力条件无关。



## 结论

FT4 粉体流变仪可清晰、重复地区分三种粉体混合物，合理地解释了观察到的过程性能差异。透气性所显示的差异最大，表明在干燥和填充操作中释放夹带的空气显著影响了最终产品的质量。BFE 也说明了混合物排列均匀，在生产过程中表现最有效。剪切盒测试只能提供有限的信息，表明剪切属性对整体性能的影响很小。因此，可使用动态流动和整体参数预测下游工艺性能，从而根据最终混合物所需的目标属性优化混合操作。

粉体流动性并非材料的固有属性，而是粉体在特定设备中以所需方式流动的能力。成功的加工过程需要粉体与工艺的完美配合，相同的粉体在一个工艺中性能良好，而在另一个工艺中却不佳的情况并不罕见。这意味着，需要多元特性表达方法，得出的结果能够与过程评估相关联，找到对过程行为最有影响的参数。FT4 多元法模拟一系列单元操作，从而直接研究粉体对各种工艺和环境条件的响应，而不是依靠单一的特性表征来描述所有的过程行为。

更多信息可拨打电话+86 (0) 21 5108 5884 或通过电子邮箱 [info@freemantech.com.cn](mailto:info@freemantech.com.cn) 联系应用团队。