

在喷涂的应用中，从仓储设备中抽取精细粉体 (通常是聚合物)，然后将其流化，最后再通过带电喷嘴喷射到基质上。粉体是否能够有效、一致地流化十分关键，过程中也不会形成可能堵塞喷嘴或影响单个颗粒充电的团聚物，导致在基质上粘附性不佳或形成团块。仓储设备中形成流畅的粉流也很关键，涡流进入流化室将形成流化不良的粉体。

识别和量化工艺中与最优性能相关的粉体属性，并用以优化新配方，从而避免花费高昂的成本使样品经历整个加工过程来评估适用性，大大节省了时间和原材料，同时最小化了喷射产品的浪费。

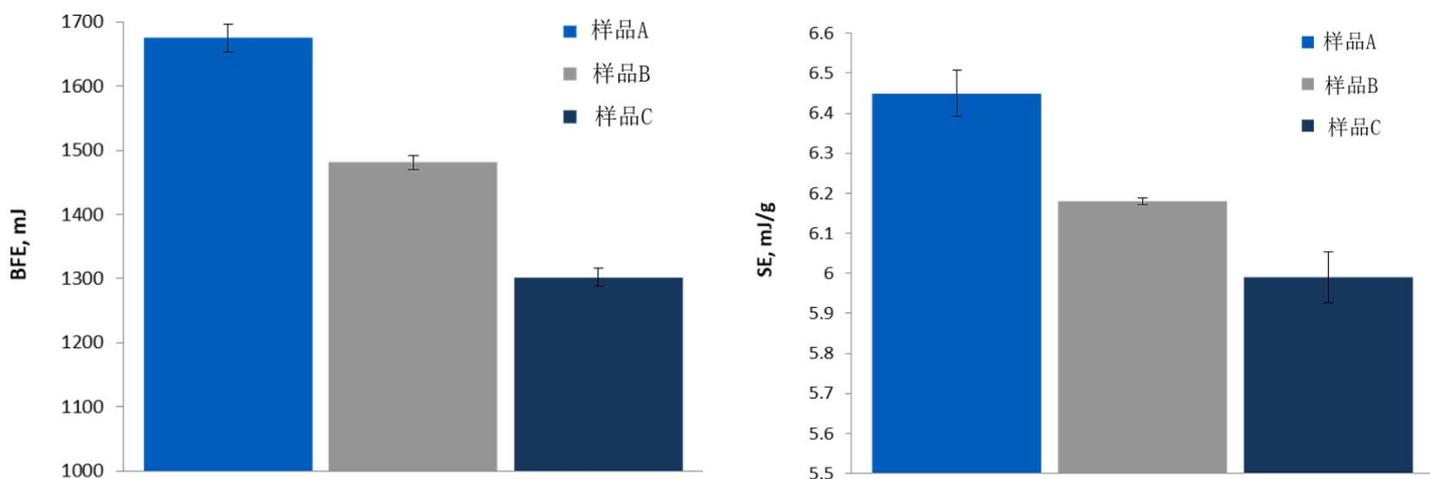
## 过程性能和产品质量的差异

在喷涂应用中，三种聚合物粉体样品用于电晕充电系统。样品 A 在喷嘴流通性、基质粘附性上表现出良好的性能，样品 B 的表现尚可接受，而样品 C 则在两方面的表现都欠佳；易于导致喷嘴堵塞，并在运输至干燥炉的过程中就从基质上脱落。粒径分析结论表明，三个粉体都有相同的  $D_{50}$  和尺寸分布。

使用 FT4 粉体流变仪™对三批样品进行分析。在多个测试中都可观察到样品间清晰、可重复的差异，对性能差异给出合理的解释，以便日后加工前即可剔除相应的批次。

## 测试结果

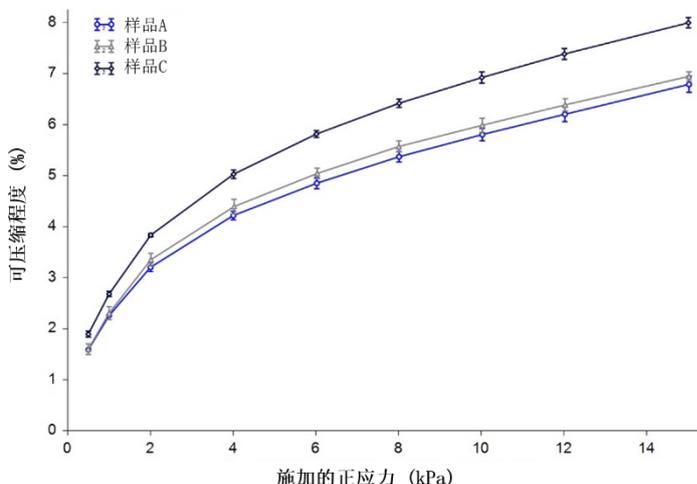
### 动态测试



在三种样品中，样品 A 产生的基本流动能 (BFE) 和比流动能 (SE) 最高，它们都表明样品具有较大的粘附和颗粒间锁合。样品 C 产生的 BFE 和 SE 最低，显示如需在基质上形成均匀的涂层，则样品应具有一定程度的颗粒间粘附，而样品 C 不满足这个标准。

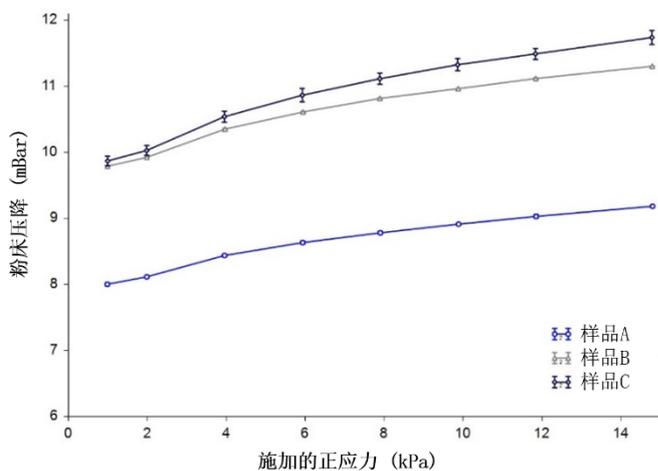
### 整体测试：可压性

在所有样品中，样品 C 的可压缩程度最大，表明在强制流动的条件下 (例如，从储存罐中抽取粉体送入流化室) 倾向于压缩紧实。压缩程度越大，越能促使团聚物的形成，抑制喷嘴的喷涂和充电操作。



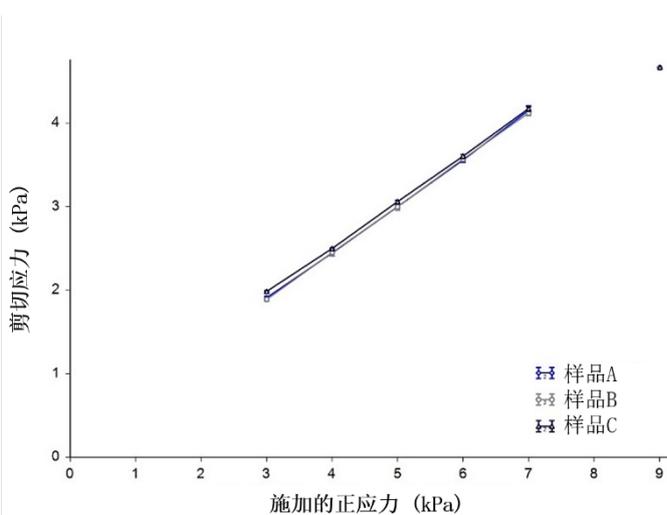
## 整体测试：透气性

样品 A 在粉床上产生的压降最低，表明它的透气性最佳。说明在运输时，它流动性最佳，而一旦流化时，最容易在气流中流动。样品 C 的透气性最差，在粉床上的压降最高，这很可能导致进入流化室的粉流不稳定，出现脉动，进而导致流化不稳定。



## 剪切盒测试

在剪切盒测试中未观察到差异，三种样品的剪切应力测量值接近，在 2.5% 的 RSD 范围内。由于该测试方法与加工性能缺少相关性，说明剪切盒测试中高度固结、低流动的环境无法用于揭示流化操作中动态、充气环境的行为。



## 结论

FT4 的多元方法清晰、可重复地识别了三种粉体样品的动态和整体属性的差异，它们与加工性能有很大的相关性。此外，结果表明，由于应力和流动形式不同，单纯使用剪切盒测试不能有效地表征该加工过程中粉体的特性。在三种样品中，样品 A 的 BFE、SE 和透气性最高，可压缩程度最低。这表明，要形成均匀的涂层，需要一定程度的粘结性，但同时易于结团和粉流不稳定也会导致加工出现问题。样品 C 的 BFE 和透气性最低，可压缩程度最高，在运输到流化室中对压缩最敏感，会形成团块堵塞喷嘴，导致充电不一致。

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匹配，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。这表明，需要多种特性表达方法全面表征粉体在一系列操作中的行为特性，而不能只依靠单一的特性表达方法，FT4 的多元表征方法可模拟一系列单元操作，从而直接研究粉体对各种加工和环境条件的响应。

更多信息可拨打电话+86 (0) 21 5108 5884 或通过电子邮箱 [info@freemantechology.cn](mailto:info@freemantechology.cn) 联系富瑞曼科技应用团队。