



**LIST<sup>+</sup>**



**揉捏、混合、干燥**

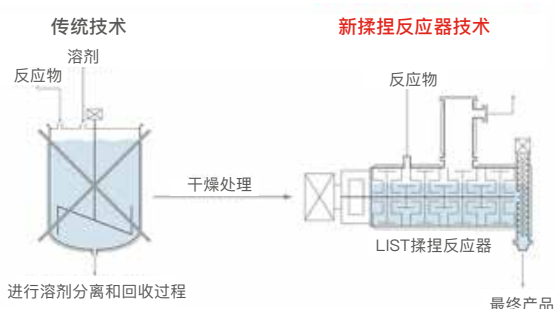
**LIST 技术的本体聚合  
可提高转化、温控和  
反应速率等性能**

# 本体聚合

## 浓缩阶段的聚合物加工。

LIST 技术的揉捏反应器允许在浓缩相中进行聚合物加工，例如无溶剂本体聚合和节能的含水本体聚合。揉捏器可以处理活性链和自由基聚合。自清洁和表面更新在本体（共）聚合中至关重要。

该反应器为卧式大容积揉捏反应器，具有卓越的混合和均质化性能。外壳、轴和混合元件由导热流体加热，并可快速自清洁。



图一：替代传统技术的LIST技术的揉捏反应器工作原理

## 一种在浓缩阶段聚合的无溶剂聚合流体

对于停留时间在 5 分钟以上，传统的聚合技术是连续搅拌釜式反应器和装有静态混合器的管式反应器。釜式反应器需要大量的溶剂对物料进行稀释以进行聚合。由于聚合物的粘度的增加会产生堵塞，管式反应器要么需要使用溶剂，要么降低转化率以避免被堵塞 [1]。

因此，以往没有一种成熟的技术允许在浓缩阶段聚合时停留时间超过 5 分钟。无溶剂意味着需要处理高聚合物粘度，意味着物料在这种粘度下，在低于产品降解的温度下处理并几乎可以完全转化。

## LIST 技术工程师填补了这一技术空白。

LIST 技术揉捏反应器是一种新型的高容量加工解决方案，可提高转化、温度控制和反应速率方面的聚合性能。



## LIST 技术揉捏反应器：自清洁和有效的表面更新。

多功能揉捏反应器技术的核心是其有效混合、处理高粘度（高达 50000 Pas）的能力、低剪切率、高效率的传热和传质、可根据工艺和产品调整的停留时间及其自清洁性能。

揉捏反应器是一种装载有一个或两个装有混合元件的旋转轴的卧式反应器。混合元件包括可加热或冷却的径向安装板，其外边缘焊接有特殊的板片的装置。

反应腔体通常在1-6立方米的范围内，使单线的生产能力1-15万吨/每年，具体取决于停留时间。无溶剂可提高反应率从而提高生产能力。

自清洁和有效的表面更新是在浓缩阶段提高工艺的核心技术。低转速允许聚合物在低剪切时轴向输送，通常为  $100 \text{ s}^{-1}$ 。受益于高强度的搅拌，产品温度状况可通过如下方式来有效控制：大换热面积，通过变化轴的速度，如有必要，可通过蒸发回流单体（蒸发冷却）来精确控制温度。

为了严格控制进料的停留时间，必须保证反应器内进料容量恒定，可通过测量搅拌器扭矩、产品重量（称重传感器）或液位计（雷达式或辐射式）来调整排放速度。下料由双螺杆下料机完成，通常由一个齿轮泵为下游工段（脱挥、化学改性、过滤、造粒等）增压。

揉捏反应器充当一系列混合单元，每个混合单元由两个混合元件之间的空间组成。对于给定的反应系统，混合单元的数量是揉捏反应器的设计参数。对于活性聚合系统，混合单元的数量保持相对较高，从而形成一个平推流系统。基于自由基系统的聚合则不需要很多混合单元，这样就能快速加热进料到开始聚合时的温度。

混合旋转轴两端由轴承支撑。因此，壳体和动态揉捏元件之间没有金属直接接触。这消除了聚合物中任何金属污染的可能性。

对于所有级别的聚合物，从低粘度到高粘度，清洁、混合和输送元件的配置形成了一个独特的几何形状。此属性简化了揉捏器的操作。



瑞士阿里斯多夫, LIST 技术测试中心

揉捏器可以连续地实现甲基丙烯酸甲酯的本身聚合和甲基丙烯酸衍生物共聚的生产。为此专门设计的揉捏反应器, 通过控制良好的混合, 可以将单体在进料入口处达到正确反应温度。高转换率(接近平衡值), 高效混合, 聚甲基丙烯酸甲酯表面更新率和产品温度控制都优于传统的聚合技术。

胶合剂的本身共聚在可快速混合的揉捏反应器中进行。低温单体混合物迅速变成聚合物固体, 并迅速达到反应温度。因此, 生产能力得到提升, 并且与其表面积无关。蒸发回流冷却带走了大量的反应放热。通过外部冷凝蒸发单体, 避免了凝胶形成。

## 可以实现高达 97% 的单体转换率

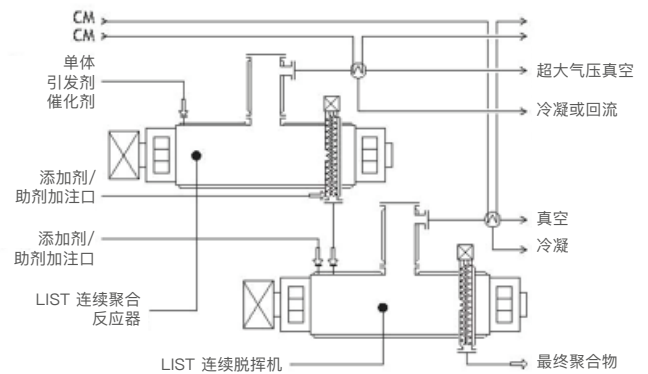
用于生产超级吸水树脂 (SAP), 需要事先准备含水的混合均匀的反应物。一般来说, 水是混合物里唯一的溶剂。

随着聚合的进行, 反应混合物变得越来越粘稠, 类似凝胶的 SAP 逐渐形成。自清洁混合元件可以消除可能导致热降解的死角。

表面更新促进蒸发冷却, 从而对高放热反应进行精确的温度控制, 从而解决在高粘度下, 反应自动加速的问题。

注入反应器的进料是低温或常温的单体和引发剂或催化剂的混合物。当物料进入 LIST 技术揉捏反应器时, 进料与其中的聚合物固体接触。由于它迅速升温并引发反应, 蒸发回流冷却可以安全的移除反应放热。快速混合则抑制任何与低粘度材料产生起泡的倾向。

因此, 单条生产线即可实现大产能, 能提供可持续发展的经济规模。



工艺流程图: 使用LIST技术揉捏反应器工艺的高转换聚合过程



聚合物的多种应用

# 成功转化

A Jakob Müller Company

