

乳液的屈服应力对液滴浓度的依赖性

文件编号: AN 163

前言

乳液是指一种液态连续相或液滴分散相体系。这两种类型的乳液中最常见的是水包油乳液和油包水乳液（图 1）。在水包油乳液中，连续相是水，分散相是油，而油包水乳液中，连续相是油，分散相是水。

油包水乳液是否转变为水包油乳液取决于两相的体积分数和乳化剂。乳化剂是一种通过吸附在油水界面来稳定乳液的材料。

乳液流变特性往往对分散相体积分数和液滴大小有很强的依赖性。其研究大多关注黏度、法向力、黏弹性和屈服应力等流变系数。低到中浓度的乳液往往没有屈服应力。

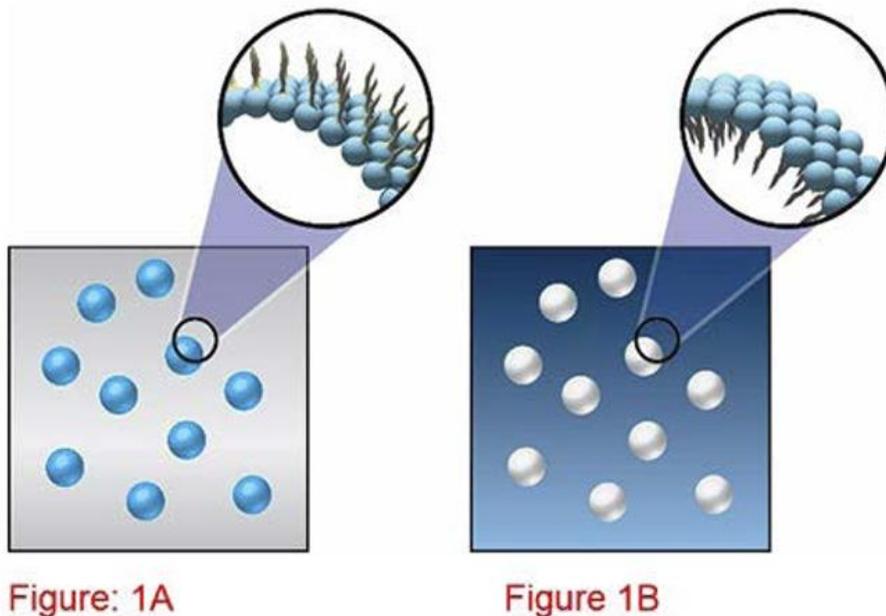


图1 油包水乳液（图1A）和水包油（图1B）。乳化剂表面活性剂具有亲水和疏水的端基

随着液滴的体积分数增加，会达到一个相转变点。但如果乳液液滴由表面活性剂或粒子稳定，即使体积分数为接近 1，液滴也会保持稳定。浓稠乳液的流变性能往往很有趣，如当分散相的体积分数超过紧密堆积的球体结构时的屈服应力以及高黏弹性（对于单分散变形体系 $\phi=0.74$ ）。根据 Princen 和 Kriss [1]，在这种稠乳液中，屈服应力（ σ_y ）依赖于液滴的体积分数：

$$\sigma_y = \frac{\Gamma}{a_{32}} \phi^{1/3} Y(\phi)$$

其中 $Y(\phi)$ 由经验函数给出：

$$Y(\phi) = -0.080 - 0.114 \log_{10}(1 - \phi)$$

其中 ϕ 是液滴体积分数， Γ 是界面张力， a_{32} 是液滴半径。

为了实际运用这一理论，需要测量乳液在一系列用户定义的体积分数（浓度）下的屈服应力。如果用户知道界面张力和液滴半径，则可以应用 Princen 和 Kriss 模型对特定的乳液样品进行分析。

半径为 1 微米或更小的液滴受布朗运动的强烈影响，在低频区表现为“类液态”行为，则不能用以上的模型分析。

实验

- 本测试方法作为一种预配置的测试序列，已内置于 rSpace 软件中，可在 Kinexus 旋转流变仪上运行。
- 在一系列用户确定的体积分数处，进行应力增长测试，程序可以确定屈服应力，并绘制屈服应力随浓度的变化，以便进一步分析。
- 用户需要注意，虽然分析可得到所有的测试样品的屈服应力值，但该测试原则上仅适用于高体积分数的样品。

参考文献

1. An Introduction to Rheology-Barnes, Hutton & Walters.
2. The Structure & Rheology of Complex Fluids-Ronald G. Larson