

纳米纤维素如何分散？

赛路生物 CelluBio | 纳米纤维素实验与应用技术指南

改性后的 CNC/CNF 通常在水中较容易建立分散，但“容易分散”不等于可以随便加料。最常见的失败是粉末一次倒入、先加盐后加纳米纤维素，或在高黏体系中直接硬分散。

一、水相粉末的推荐加料顺序

1. 先加入约 70%–80%的去离子水，启动中速搅拌。
2. 将粉末缓慢、均匀撒入液面，避免成团沉底。
3. 完成润湿后逐步提高剪切强度。
4. 采用间歇超声或高速剪切辅助，并控制温度。
5. 确认无明显颗粒后再根据需要调 pH、补水和加入盐/其他组分。

二、水分散液的稀释与再分散

纳米纤维素水分散液稀释操作简单，可根据目标浓度直接加入所需量的去离子水，充分混合后即可使用。一般可采用以下方式进行再分散：

- 少量样品：装入密闭容器中手动充分摇匀，通常即可获得均匀分散液。
- 较大用量：*可采用磁力搅拌或机械搅拌辅助混合。
- 对分散均匀性要求较高：加入去离子水后超声处理约 3–10 min，可进一步提高分散均匀性。

通常情况下，水分散型纳米纤维素无需复杂的再分散步骤，加水稀释后通过摇匀、搅拌或短时超声即可使用。

三、液体/凝胶型 CNF 怎么加

高黏 CNF 不适合直接丢进已经很黏的树脂或胶体系。更稳妥的方法是先用水或部分相容介质将 CNF 预稀释，再以细流加入主体体系，同时保持足够宏观循环。

四、pH 和盐的影响

变量	可能现象	建议
低 pH	羧基质子化增加，电荷排斥下降	做 pH 梯度观察稳定性

NaCl 等电解质升高	双电层被压缩	先分散后加盐
Ca ²⁺ /Al ³⁺ 等多价离子	桥联絮凝或凝胶	低浓度逐步加入
阳离子聚合物	快速复配/絮凝	稀释后缓慢混合，控制电荷比

五、怎么判断“分散好了”

- 肉眼无大颗粒只是第一关；
- 低浓度 CNC 可结合 TEM/AFM 或适用的粒径手段检查；
- CNF 可看流变重复性、显微形貌和宏观均匀性；
- 做配方前后都要观察 24 h 稳定性，不能只看刚分散完的状态。

实验提示：文中浓度、时间、剪切和添加量用于小试起点，不应替代具体仪器 SOP、标准方法或针对特定样品的验证。涉及食品、医疗等用途时，还应单独确认法规与合规要求。