

刘海龙<sup>1</sup>, 曹宇<sup>2</sup>, 王建成<sup>1</sup>, 刘志伟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国, 江苏省, 镇江市, 江苏大学

<sup>2</sup>江苏大学、镇江市、江苏省、中国

## Abstract

摘要：机械搅拌作为一种重要的混合技术在化工生产、环保安全、生物制药等领域有着广泛的应用。搅拌效率和流场的分布是衡量搅拌质量的重要指标。然而，在层流搅拌流场中，搅拌桨周期性的扰动产生环形动力流场，搅拌槽内普遍存在混合隔离区，成为实现高效混合的主要障碍。合理的设计搅拌反应器强化流体流动与混合行为，是实现流体高效节能的重要手段。本研究基于有限元方法采用COMSOL-Multiphysics®分析平台的搅拌器模块中的层流接口进行模拟计算，参照搅拌器模块"案例库"中的"模块化搅拌器"边界条件，采用滑动网格技术求解 Navier-Stokes 方程模拟中低雷诺数的瞬态搅拌流动。结果表明，模拟出的环形流流线图与荧光可视化的结果呈现高度一致；通过模拟得出涡流强度指导实验，得到搅拌槽内挡板设置的最优方案：不同的搅拌槽内的隔离流场位置分布不同，通过搅拌槽的高度与直径的比值计算出隔离流场的中心位置，设置几何挡板结构侵入隔离流场中心位置，改变环形流线的分布和速度矢量，破坏隔离流场，从而引发混沌混合，实现高效节能操作。该研究可为高效层流搅拌混合器的设计和工业应用提供了理论依据。

## Figures used in the abstract

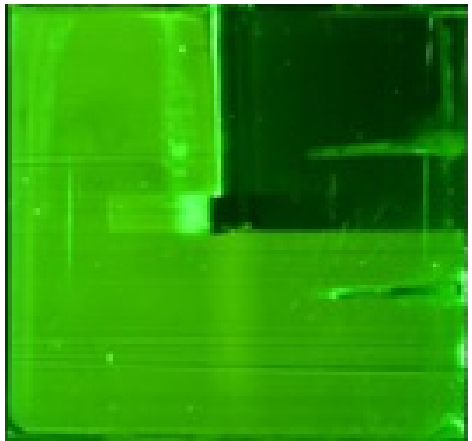
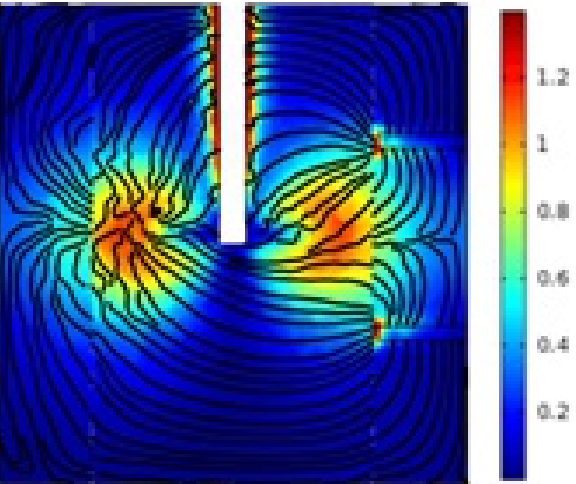
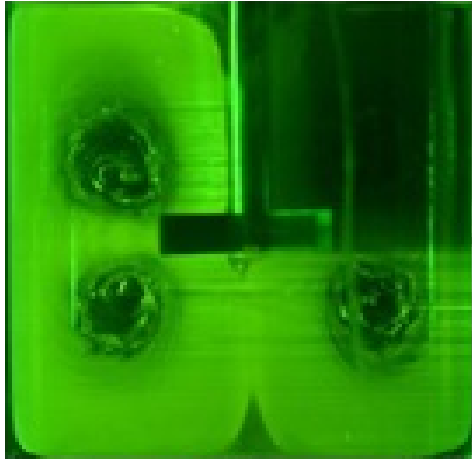
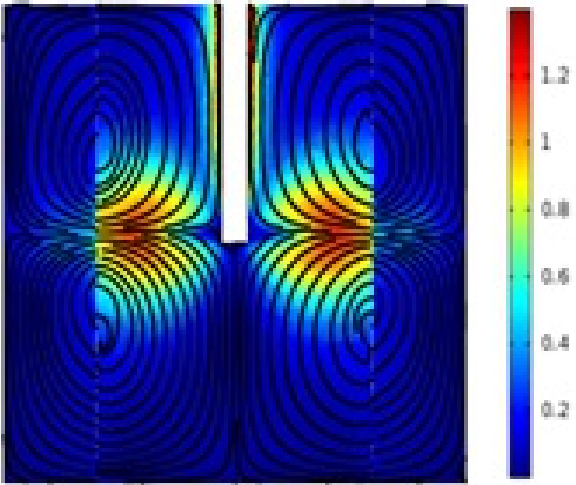


Figure 1: 模拟流线图与荧光可视化图对比