

【CFD仿真案例】VOF转Lagrangian混合建模方法，鱼与熊掌可以兼得

原创 小欧同学 Opatiya欧帕提亚 2026年1月15日 06:00 江苏

// 点击蓝字 关注我们

在工业与工程领域，对液体喷雾和射流过程进行高效精准的模拟一直是科研与工程人员的追求。传统模拟方法往往在“界面分辨率”和“计算效率”之间难以两全——高分辨率模拟计算成本巨大，而简化模型又可能丢失关键物理细节。

如今，一种创新的VOF 转 Lagrangian 混合建模方法 正在改变这一局面。

一、传统方法的局限：近场与远场的“两难”

在模拟喷雾、射流等过程时，喷嘴附近的流动往往包含复杂的界面变形、撕裂和初步雾化现象。对界面捕捉精度要求极高。而在远场区域，雾滴数量巨大、分布广泛，若继续采用高分辨率界面追踪方法，计算资源消耗将呈指数级增长。

因此，单一模型往往难以兼顾“近场精度”与“远场效率”。

二、混合方法的核心思想：“接力式”模拟

该方法的核心在于“分阶段、分区域”使用最适合的数值模型：

- 1.近场使用VOF模型
VOF (Volume of Fluid) 方法擅长捕捉复杂界面变化，能够在喷嘴附近精确描述液体的形态演变、颈缩和断裂过程。
- 2.液滴断裂后转为Lagrangian追踪
一旦液滴从液柱中分离，系统自动将其转换为 Lagrangian 粒子，在远场中以离散相的形式进行高效运动与碰撞计算。

这样一来，模拟过程就像一场精密的接力赛：VOF 跑好“近场精细段”，Lagrangian 接过“远场高效段”。



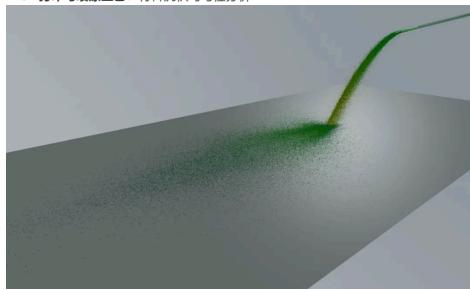
三、技术优势：既清晰，又快捷

- ✓ **界面清晰：**在雾化初始阶段保留完整的界面信息，捕捉关键破碎机制。
- ✓ **计算高效：**远场无需解析每个雾滴的界面，大幅降低计算量。
- ✓ **物理合理：**符合实际喷雾过程“近场连续、远场离散”的特征。
- ✓ **易于耦合：**可与气流场、燃烧、多相反应等模型无缝衔接。

四、应用前景广阔

该混合方法已在多个领域展现出潜力：

- 内燃机与燃气轮机：燃油喷雾模拟与优化
- 农业与医药喷雾：喷头设计与粒径控制
- 灭火系统与冷却喷雾：覆盖范围与效率评估
- 3D打印与喷涂工艺：材料沉积均匀性分析



五、结语

VOF 转 Lagrangian 混合建模方法，本质上是一种“因地制宜”的数值智慧。它告诉我们：在复杂的多相流动模拟中，并不存在“一招通吃的”模型，而是应通过动态切换、有机融合不同方法的优势，实现精度与效率的最佳平衡。

未来，随着算法进一步优化与计算能力的提升，这类智能混合模拟方法有望成为喷雾、射流乃至更多多相流领域的标准工具。

往期回顾

【谷歌AI智能体技术白皮书（5）】AI智能体从原型到生产的“最后一英里”：AgentOps如何破解部署难题

南京欧帕提亚信息科技有限公司
地址：南京市江宁区天元西路59号银城INC中心

电话：13921197961（微信同） 19005444324
邮箱：owen9020@126.com

珠海欧帕提亚信息科技有限公司
地址：珠海市香洲区正方云溪谷A座1803
手机：13921197961
邮箱：owen9020@126.com

湖南云数仿真信息技术有限公司
地址：长沙市高新区芯城科技园一期2栋
手机：15345188568
邮箱：owen9020@126.com



Opatiya欧帕提亚

基于深度学习的流固耦合国产CAE技术平台，提供深度学习、CFD、结构分析...
1520篇原创内容

公众号