

通过耦合随机粒子方法中的分子对流运动和碰撞过程,可以使算法的输运系数在大尺度连续流的计算中满足 NS 方程,如 Fokker-Planck 模型的时间积分算法。在本文中,通过构造辅助粒子,我们将分子间的碰撞作用耦合至分子的运动中,发展了统一的 ESBGK 模型随机粒子方法(USP-ESBGK),并对典型的一维、二维算例进行了验证。进一步,通过将该方法与 DSMC 方法混合计算(USP-ESBGK-DSMC),可以在随机粒子方法的框架下,实现从高度非平衡流至连续流整个多尺度流动区域的统一模拟计算。

**关键词:** 随机粒子方法; BGK 模型; 时空离散; 多尺度流动

1) 资助项目(国家自然科学基金青年基金 No. 51506063)

2) 通讯作者 Email: ffei@hust.edu.cn

CSTAM-2018-I067

## 面向湍流和噪声计算的低耗散低色散紧致格式研究<sup>1)</sup>

靳瑶\*, 廖飞<sup>+</sup>, 蔡晋生\*,<sup>2)</sup>

\* (西北工业大学航空学院流体力学系, 西安 710072 )

+ (中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

**摘要:** 紧致格式比显式格式具有更好的谱特性,因此在湍流及气动噪声等多尺度流动模拟中备受青睐。为了进一步使紧致格式具有更好的色散特性和更低的耗散,本文提取紧致中心格式中两个自由度用于耗散色散谱特性优化,采用 DRP 优化思路为基于插值格式的有限差分方法设计了一系列优化紧致格式(L-Opt5/7/9)。新的优化紧致格式具有和迎风紧致格式相当的色散特性,但耗散却比现有同模版的迎风紧致格式更小。气动声学 and 低速湍流中的测试算例说明本文提出的优化紧致格式表现良好。此外,为了进一步模拟包含激波的流动,本文引入非线性加权技术并给出了紧致格式加权格式构造的准则,随后提出了一类高精度高分辨率紧致加权非线性激波捕捉格式(N-CI6/8)。数值算例验证了本文发展的紧致非线性格式相比显式非线性格式具有更小的误差和更高精度。

**关键词:** 紧致格式; 低耗散低色散; 非线性格式; 湍流; 噪声

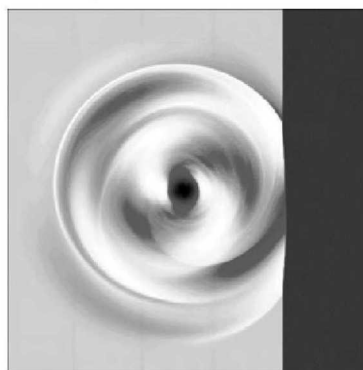
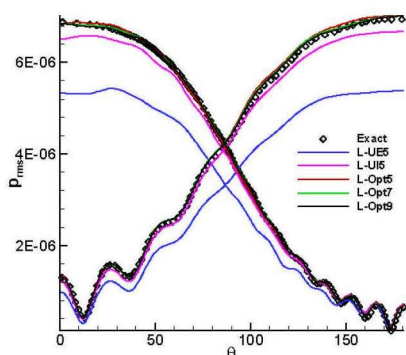


图 1 线性紧致格式计算双圆柱声散射问题 图 2 非线性紧致格式计算的涡与激波相互作用问题

1) 资助项目(111 Project of China (B17037),中国留学基金委 (No.201706290086) )

2) 通讯作者 Email: caijsh@nwpu.edu.cn