

CSTAM2012-B03-0051

携带颗粒二相湍流的大涡模拟及颗粒亚格子模拟¹⁾

晋国栋²⁾, 何国威³⁾

(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: 携带颗粒的湍流二相流在工业和环境流动中普遍存在。二相湍流的预测和控制具有重要的科学意义和工程应用价值。大涡模拟方法是下一代湍流预测的主要工具。对单相, 不可压缩流动, 已发展了动态亚格子模型等封闭模型。大涡模拟方法现已应用于湍流噪声和湍流燃烧等复杂流动。大涡模拟方法面临的新挑战之一是二相湍流, 其原因在于二相湍流是一个多过程相互耦合的多尺度系统。本报告以较简单的携带稀疏惯性颗粒的均匀各向同性湍流为例, 研究大涡模拟方法中亚格子湍流对颗粒碰撞相关统计量如径向分布函数 (颗粒非均匀分布的度量) 和颗粒相对速度及颗粒碰撞率等双颗粒统计量的影响。进一步采用随机微分方程的形式构建颗粒所见亚格子流体的模型, 以反映流体亚格子速度对颗粒湍流扩散的影响。在构建模型的过程中, 考虑颗粒的惯性, 滤波宽度和重力引起的惯性颗粒在湍流中的轨迹穿越效应。最后, 把所构建的亚格子模型应用于大涡模拟中, 并通过与直接数值模拟结果比较来进行模型验证。发现在初始分离距离位于惯性区的颗粒对, 与直接数值模拟的结果比较, 所构造的颗粒亚格子模型能较好地模拟亚格子湍流对惯性颗粒相对扩散的影响。

关键词: 二相湍流, 大涡模拟, 颗粒亚格子模型, 随机微分方程, 湍流相对扩散

1) 国家自然科学基金 (10702074, 11072247) 资助

2) Email: gdjin@lnm.imech.ac.cn

3) Email: hgw@lnm.imech.ac.cn