

可压缩准动态亚格子 k 方程大涡模拟模型研究¹⁾

于长平^{*,2)}, 李新亮^{*}, 齐涵^{*}

^{*} (中国科学院力学研究所, 北京 100190)

摘要: 针对可压缩湍流的大涡模拟问题, 本研究提出了一种准动态亚格子尺度(SGS)动能一方程涡粘模型。在 SGS 动能和动能通量(KEF)的双重物理约束下, 可以准确地确定 SGS 涡粘模型系数。采用类似的方案, 可以对可压缩湍流中能量方程以及 SGS 动能方程中的主要未封闭项分别逐一建模。这样, 随着方程的推进, 可以动态地确定所有的模型系数。与经典的动态过程不同, 该方法不需要二次测试滤波, 因此也可称为准动态过程。首先利用可压缩槽道湍流数据进行了先验分析。结果表明, 该模型的 KEF 和 SGS 应力与实际值具有很高的相关性。在可压缩槽道流模拟中, 所建立的湍流模型能够精确地预测一些重要的物理量, 包括平均速度分布、雷诺数应力、密度波动和温度波动等, 并能提供更丰富的湍流结构。对于可压缩平板流动, 新模型能准确预测湍流区的转捩过程、平均速度和湍流强度, 结果表明, 新模型具有明显的尺度自适应优势。最后, 将新模型应用于球形汇聚的 Richtmyer-Meshkov 不稳定湍流混合的模拟, 结果表明新模型对复杂流体的 LES 具有优秀的模拟能力, 非常适于工程推广。

关键词: 可压缩湍流; 大涡模拟; 准动态方法

1) 资金资助项目(NKRDPC: 2019YFA0405300&NSFC:12072349)