

CSTAM2014-B01-0043

周期山状流的大涡模拟

吴霆, 何国威, 张星¹⁾

(中国科学院力学研究所非线性国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 使用非结构网格有限体积方法, 通过大涡模拟与壁模型计算了周期山状流。基于流动整体速度和山顶高度的雷诺数为 10 595。大涡模拟采用的网格可以解析下壁面的壁面层, 而无法解析上壁面的壁面层。首先, 比较了上壁面不采用壁模型时 Vreman 亚格子模式与动态 Smagorinsky 模式这两种亚格子模式的计算结果, 发现在周期山状流中动态 Smagorinsky 模式的计算结果更接近参考值。其次, 在采用动态 Smagorinsky 模式的情况下, 比较了上壁面加上 Werner-Wengle 壁模型后的结果与不加壁模型的结果, 发现壁模型对计算结果有一定影响。最后, 还分析了周期山状流中的瞬态流场结构。

关键词: 大涡模拟方法, 壁模型, 周期山状流

CSTAM2014-B01-0044

湍流亚格子混合的解析模型及其在非预混燃烧中的应用²⁾

高福杰, 张健³⁾, 晋国栋, 何国威

(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: 湍流的小尺度混合特性对湍流燃烧过程至关重要。在大涡模拟中, 由于采用空间滤波操作, 湍流的亚格子尺度运动被过滤掉, 亚格子尺度的湍流混合特性需要进一步模化。假设的标量在亚格子尺度中的概率密度分布函数是一种主要的模化方法。作者之前的研究显示, 使用标量的一阶和二阶滤波矩作为参数的假设双高斯滤波密度函数模型可以很好的描述标量在亚格子中的混合状态, 用于预测三阶和四阶滤波矩时也得到了很好的结果。这预示着, 标量的滤波密度函数可能是一阶和二阶标量滤波矩的某种函数。因此, 以一阶和二阶标量滤波矩作为条件变量, 从解析的角度推导出湍流亚格子混合的条件滤波密度函数表达式, 并与湍流标量混合的 DNS 结果互相验证。更进一步地, 将该模型应用于非预混湍流燃烧中。该模型预测的化学反应生成物质量分数与直接数值模拟结果符合很好, 验证了这一新的湍流亚格子混合的解析模型。

关键词: 湍流燃烧, 湍流混合, 大涡模拟, 滤波密度函数, 概率密度函数

¹⁾ Email: zhangx@lnm.imech.ac.cn

²⁾ 国家自然科学基金项目 (51376190, 50906096), 973 项目 (2009CB724100, 2013CB834100) 资助

³⁾ Email: zhangjian@lnm.imech.ac.cn