

## 数据驱动的湍流演化预测模型

李新亮<sup>\*2)</sup>, 张吉<sup>\*</sup>, 门弘远<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> (中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室)

**摘要:** 基于少量已有的湍流数据对流场的演化进行快速准确预测, 可为流场分析、气动设计及流动建模提供数据支撑, 具有较强的应用价值。作者提出了两种基于机器学习的湍流演化预测模型。第一种模型是基于光流法及全连接人工神经网络的预测模型。该模型可依据少量时刻的湍流数据, 对中间任意时刻的流场进行预测, 实现流场时间尺度的超分辨。该模型首先采用光流法(即泰勒冻结假设), 对中间时刻湍流场进行预测, 然后再利用全连接人工神经网络, 对预测的结果进行修正, 从而达到更准确地预测湍流场。第二种模型是基于卷积网络的湍流场演化预测模型, 该模型引入了多重融合注意力(MFA)和空间梯度锐化方法(STGS), 可基于已有时刻的湍流场, 对后续多个时刻湍流场进行预测。利用 Mach 4-12 平板湍流边界层及压缩折角激波/湍流边界层干扰问题直接数值模拟(DNS)的流场, 对上述两个模型进行了检验, 两个模型均可较好地预测湍流演化过程。

**关键词:** 机器学习; 湍流; 预测模型; 直接数值模拟

1) 国家自然科学基金项目资助 (No. 12232018)