



力学所在新型大涡模拟模型构建与应用研究方面取得进展

作者：于长平 2022-09-06 08:15

【放大 缩小】

随着计算机技术的快速发展，大涡模拟逐渐成为湍流模拟的主要手段，并在湍流理论研究以及航空航天、海洋工程等领域发挥了至关重要的作用。但迄今为止，仍有一系列关键问题阻碍着大涡模拟研究的顺利发展，比如模型的稳定性与高保真性无法兼顾的问题、传统建模囿于湍流惯性子区、可压缩湍流及转捩预测精度不足等问题。

针对当前大涡模拟建模遇到的难题，中科院力学所空天飞行器流动数值模拟课题组近期利用多物理场对传统的涡粘模型进行多重约束得到了新的准动态大涡模拟模型，并基于“亚格子能流是湍流级串的核心物理量”（*Moser et al. Annu. Rev. Fluid Mech. (2021), 53 (1), 255–286*）认识，亚格子能流首先被引入来约束亚格子模型，考虑到模化后的亚格子能流系数的不定性，引入了附加的亚格子动能对其进行约束，由此产生的额外未封闭项均以亚格子能流的方式分别建模。同时，滤波后的可压缩N-S方程中的其它未封闭项也采用类似的思想来约束建模。通过该建模方法，在不需要二次滤波的情况下每个时刻、每个局部位置都具有一个确定的动态系数。新模型针对可压缩湍流方程中的未封闭项重新单独建模，兼具稳定性与高保真性，同时也突破了惯性子区的限制具有一定的尺度自适应性，可直接推广到具有复杂几何外形的工程湍流模拟。

新模型在典型可压缩壁湍流的验证中也表现出了优异的性能。与此同时，新模型已应用于汇聚几何界面RM不稳定性所致湍流混合问题的模拟以及高超声速激波/湍流边界层流动的高热流问题模拟中，并得到了与真实值（DNS /实验数据）高度吻合的模拟结果，较当前的主流大涡模拟模型具有明显优势。

该研究成果以“*Quasi-dynamic subgrid-scale kinetic energy equation model for large-eddy simulation of compressible flows*”为题发表在 *Journal of Fluid Mechanics* 杂志上。

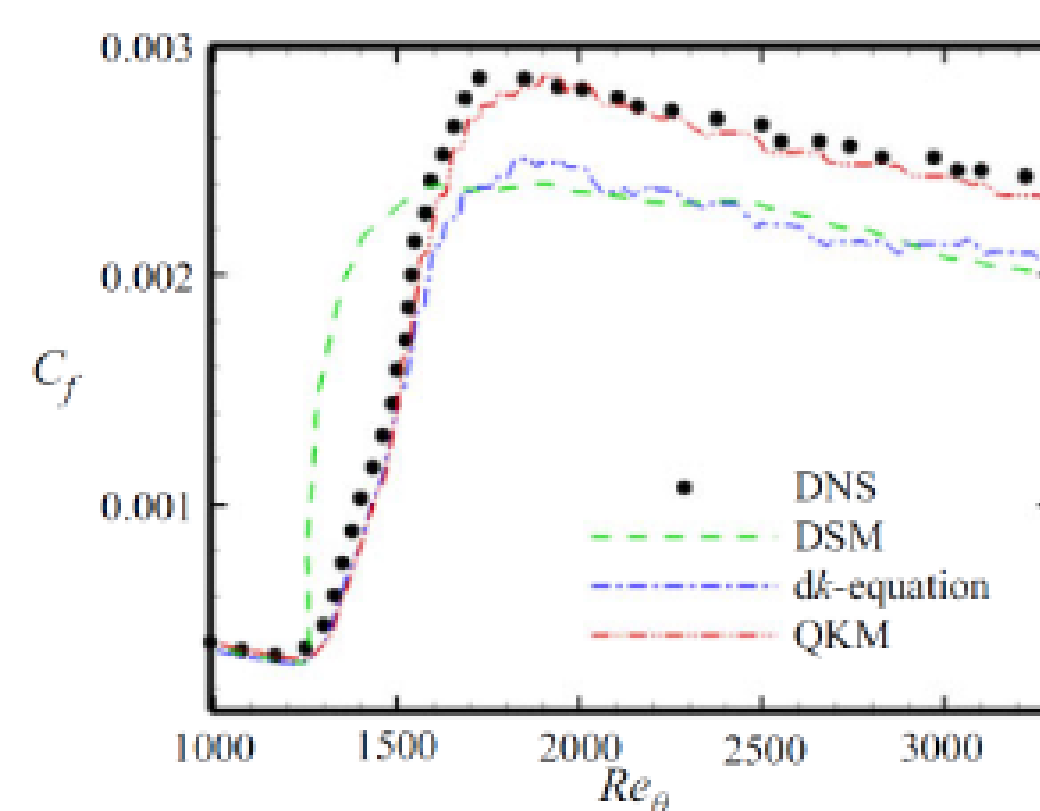


图1 新模型（QKM）预测壁面摩阻系数随动量厚度雷诺数分布

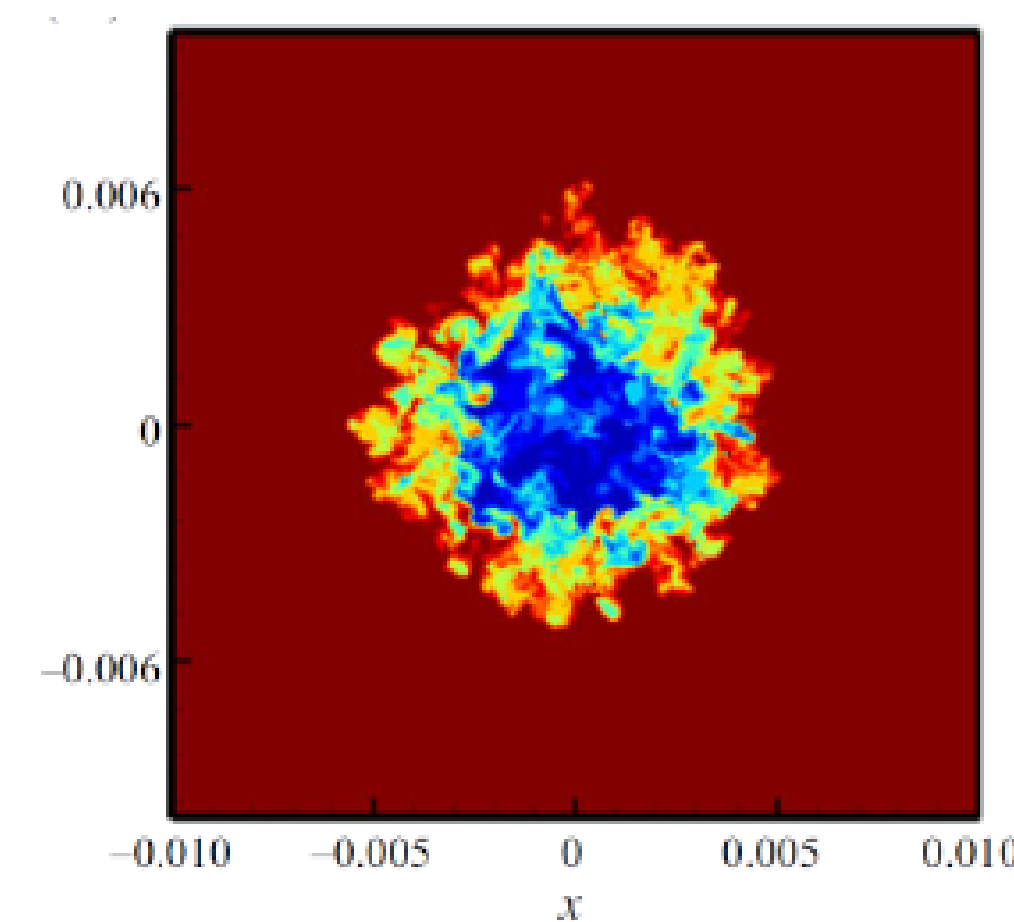


图2 QKM预测RM湍流混合区流体密度分布（t=0.2 ms）

论文链接：<http://doi:10.1017/jfm.2022.65>.

