

# 优化的保单调差分格式及激波/湍流边界层干扰的直接数值模拟

李新亮, 冷岩, 何志伟

(中国科学院力学研究所高温气体动力学重点实验室, 北京海淀区 100190)

基于色散及耗散的非线性优化及保单调技术, 构造了 6 阶精度的优化保单调差分格式 (OMP6)。通过 Shu-Osher, 双 Mach 反射, R-T 不稳定问题对格式进行了测试。算例表明, 与目前常用的 7 阶 WENO 格式相比, OMP6 在激波及小尺度波分辨率上具有一定优势, 且计算效率有了明显提高, 是进行可压缩复杂流动高分辨率数值模拟的良好候选方法。运用该方法, 进行了激波-湍流边界层干扰的直接数值模拟 (DNS), 并通过壁面压力信号的频谱分析对激波的低频振荡进行了初步分析。

**关键词** 保单调, 非线性优化, 激波/湍流边界层干扰

# 飞行高度对高超声速模型飞行器气动性能影响的计算分析

朱辉玉<sup>1</sup>, 杨弼杰<sup>1</sup>, 孙泉华<sup>1,2</sup>, 樊菁<sup>1,2</sup>

(1 中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室(筹), 北京海淀区 100190)

(2 中国科学院高超声速科技中心, 北京海淀区 100190)

高超声速飞行器飞行时具有激波-激波、激波-边界层、以及激波-漩涡相互作用等复杂的流动物理, 正确预测高超声速飞行器的气动性能具有很大的挑战性。而层流条件下的数值预测能力应该是真实环境计算评估的基础。本文针对高速飞行器在近空间大范围的飞行条件, 对二维外形的模型飞行器在马赫数 6 飞行时的气动性能作了层流计算。计算外形采用吸气式气动布局, 能够很好地包含高超声速流动中的一些相互作用现象。计算发现, 激波-漩涡现象的捕捉需要计算网格在流向和法向都具有很高的密度。随着飞行高度在 30-70km 范围变化, 飞行器的流动可以明显地分为两类: 在 50km 以上, 飞行器产生的流动是定常的, 但在前体具有大的分离; 在 50km 以下, 流动呈现非定常特点, 造成飞行器的升阻比下降。在计算网格密度不够时, 飞行器表面的压力可以近似计算, 但摩阻和热流的预测误差较大, 造成飞行器的压心和最大热流预测不准。

**关键词** 高超声速流动, 计算网格, 吸气式布局, 层流