

CSTAM2014-B01-0260

## 基于任意多面体网格的 Navier–Stokes 方程并行求解器

张明锋<sup>1)</sup>, 郑冠男, 刘中玉, 杨国伟

(中国科学院力学研究所流固耦合系统力学重点实验室, 北京 100190)

**摘要:** 介绍了一种基于任意多面体网格的 NS (Navier–Stokes) 方程并行计算求解器, 基于积分守恒形式 NS 方程组发展了支持任意多面体网格的有限体积方法。对于无黏通量空间离散格式采用 HLLE 格式, 对于黏性通量采用中心格式, 使用通量限制器避免求解过程中的数值振荡。湍流模型采用 Wilcox  $k-\omega$  模型。对于定常计算, 时间推进格式采用 DP-LUR (data-parallel lower-upper relaxation) 格式的隐式算法, 对于非定常计算, 对时间微分采用二阶三点近似, 引入伪时间项, 实现含有伪时间子迭代过程的双时间推进。为提高计算效率, 采用并行程序计算, 划分整个物理区域为合理的多块网格, 等分到若干个 CPU 上, 达到并行计算载荷平衡和通信量最小的目的。

针对 RAE2822 翼型的结构网格、混合网格和任意多面体网格进行了计算得到了多工况下的不同网格结构的定常计算结果, 为验证并行程序效率, 针对 DLR-F6 翼身组合体进行了验证计算, 测试了加速比和并行效率。计算结果与风洞实验结果吻合较好, 且并行计算能充分利用计算资源, 加快计算进程, 结果证明该求解器较为稳定、精确, 且具有较宽的网格类型适应性。

**关键词:** 并行求解器, Navier–Stokes 方程, 任意多面体网格, 有限体积方法, 计算效率

<sup>1)</sup> Email: zhangmingfeng@imech.ac.cn