

# 超声速压缩-膨胀构型激波与湍流边界层干扰直接数值模拟研究<sup>1)</sup>

段俊亦<sup>\*+, ‡</sup>, 童福林<sup>‡, +</sup>, 李新亮<sup>+\*, †</sup>, 刘洪伟<sup>+ 2)</sup>

\* 中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049

+ 中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190

‡ 中国空气动力研究与发展中心计算空气动力研究所, 绵阳 621000

**摘要:** 采用直接数值模拟方法对来流马赫数 2.9 24°压缩-膨胀构型中的激波与湍流边界层干扰问题进行了数值研究。系统探究了膨胀角法向高度对干扰区内的若干基本流动现象的影响, 如分离泡、激波非定常运动、湍流边界层的演化特性等。研究发现, 随着膨胀角法向高度减小, 膨胀效应导致分离泡流向与法向尺度均急剧减小。物面压力脉动信号预乘谱结果表明, 膨胀效应抑制了分离激波的低频振荡运动。相较于压缩折角构型, 压缩-膨胀构型下游存在复杂的膨胀波系结构, 导致下游湍流边界层的内层、外层出现相反的恢复过程。

**关键词:** 激波/湍流边界层干扰; 直接数值模拟; 膨胀角; 湍动能

1) 国家自然科学基金(91852203); 国家重点研发计划(2016YFA0401200, 2019YFA0405300)