

高超声速下斜板上液膜冷却的数值模拟研究

邵芳琪^{+ 2)}, 韩桂来*, 周芳⁺

* (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)

⁺ (中国计量大学机电工程学院, 杭州 310000)

摘要: 在高超声速飞行过程中, 飞行器表面将受到严重的气动加热, 表面温度可能达到数千摄氏度甚至更高。本研究通过数值模拟方法探索了高超声速条件下斜板表面液膜冷却的效果及不同因素的影响。在模拟中, 建立了二维数值计算模型, 采用了Navier-Stokes方程和能量方程来描述流体流动和热传输过程, 考虑了高温气体与液态冷却工质之间的传热和相互作用。为了提高数值模拟的准确性, 采用了高阶精度的耦合隐式算法, 结合了流体体积法, 使用自适应网格加密技术, 并考虑了蒸发的影响。通过模拟, 可以发现斜板表面液膜冷却能够显著降低表面温度, 液相冷却工质的质量流量、斜板的倾角等参数对冷却效果具有重要影响, 通过优化液膜冷却系统的参数, 如增大冷却工质的质量流量, 可以进一步提高冷却效率。

关键词: 高超声速; 液膜冷却; 膜态演化; 壁面热流

1) 资金资助项目 (国家自然科学基金重点项目 (12132017)、国家重点研发计划项目 (2022YFB3207000)、中国科学院青年交叉团队 (JCTD-2022-02) 中国科学院青年创新促进会(2020019))