

C13

基于多种介质的逆向射流特性研究

姚子康, 潘利生, 魏小林

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

摘要: 飞行器在大气层内飞行期间, 气动热带来的高温会损害飞行器的结构完整性和内部设备, 而气动阻力对推进系统提出了额外的要求。研究空天飞行器的气动减阻和热防护方案具有重要意义。采用数值模拟方法对以空气、氮气、二氧化碳为工质的逆向射流特性开展了研究。

结果表明, 逆向射流对钝头体防热减阻具有积极的作用, 射流可以将前缘的激波朝飞行方向推离, 形成脱体激波和再附激波, 在飞行高度为 30 km 来流马赫数为 4, 射流总压为 71172 Pa, 总温为 300 K 的条件下, 钝体总阻力下降可达 20.5%, 钝体前缘斯坦顿数最高下降 93.7%; CO₂ 射流的防热性能最优, N₂ 防热能力次之, Air 防热能力相对较差 (如图 1 所示); 减阻能力刚好相反, 射流 Air 的减阻能力最优, N₂ 减阻能力次之, CO₂ 减阻能力相对较差。

如图 2 所示, 可以随着 CO₂ 的膨胀加速, 温度不断降低, 凝结相比例不断上升, 在射流孔前 0.0048 m 处完全膨胀。因其凝结致使射流 CO₂ 动量下降, CO₂ 射流膨胀最大速度低于 N₂ 和 Air, 其激波脱离位置更为靠近前缘, 使其前缘部分阻力较 N₂ 和 Air 有所增加, 射流 CO₂ 综合减阻能力略低于相同控制参数下的 N₂ 和 Air; 但是 CO₂ 存在较大的凝结潜热, 带走的热量高于 N₂ 和 Air, 所以 CO₂ 射流降温能力高于相同控制参数下的 N₂ 和 Air。

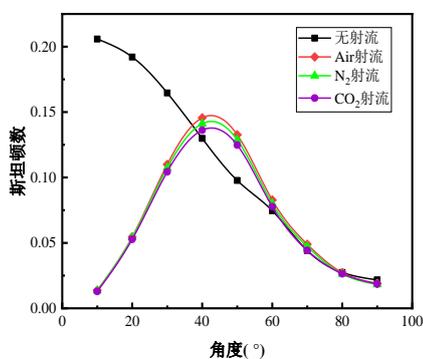
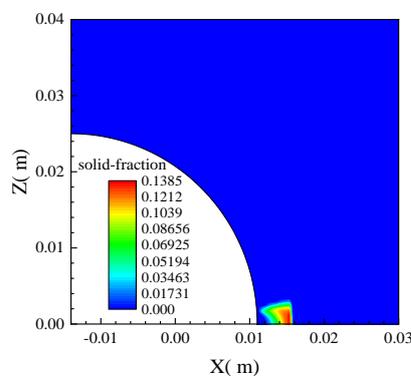


图 1 无射流和不同射流工质的壁面斯坦顿数分布图

图 2 CO₂ 射流固相分布图

关键词: 降热减阻; 逆向射流; CO₂; N₂; Air