

壁面热源对高超声速边界层基频共振的抑制

纪晓阳*, 董明*, 1)

* (中国科学院力学研究所 非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 边界层从层流到湍流的转捩是航空航天飞行器气动设计的关键基础难题。为减少飞行器表面的总阻力和热流, 人们致力于发展层流控制技术以延迟转捩。在高超声速边界层的自然转捩中, 基频共振是非线性作用的主要机制之一, 其表现为二维基本平面波累积到有限幅值以后促进三维斜波与条带模态快速增长。近期的渐近分析表明, 基频共振本质上是二维基本模态、条带模态和斜波模态构成的三波共振系统。若通过一定的控制手段可以抑制这一共振系统的增长率, 则可以达到抑制转捩的目的。本文通过渐近分析, 定量刻画了壁面热源对基频共振系统增长率的抑制作用, 并通过 Floquet 分析验证了渐近理论的预测结果。最后, 采用直接数值模拟 (DNS) 验证了该方案在工程应用中的可行性。

关键词: 高超声速边界层; 基频共振; 层流控制; 壁面热源