

CSTAM2012-B03-0169

基于 CFD 降阶模型的跨声速颤振主动抑制方法研究

聂雪媛, 杨国伟¹⁾

(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: 跨声速颤振分析强烈依赖于气动非线性, 需要时间精确的 CFD/CSD 耦合计算, 其计算效率仍然非常低, 非定常 CFD 降阶模型成为目前提高气动弹性计算效率的主要方法。当颤振发生时, 设计控制方法抑制这种结构动不稳定特性是目前研究的热点问题之一。

经典控制方法通过频域传递函数设计控制律, 现代控制方法都是采用时域状态空间法设计, 这就需要发展气动/结构/控制耦合系统状态空间模型。本文以 AGARD445.6 机翼气动弹性标模为研究对象, 采用 Volterra 级数作为降阶模型, 以结构广义位移的主模态阶跃激励作为输入, CFD/CSD 计算得到广义气动力进行降阶模型参数辨识, 确定气动力的状态空间模型, 与结构动力学方程的状态空间模型结合构成气动弹性开环状态空间分析模型, 并对其采用求解离散系统特征根和气动时间推进法两种求解方法, 确定颤振边界, 其准确性通过 CFD/CSD 直接耦合结果进行验证。

气动弹性状态空间模型确认和验证后, 通过加入操纵面, 构成广义受控对象, 采用 LQG、极点配置等多种现代控制理论算法, 控制操纵面偏转, 产生控制力, 抑制颤振。结果表明基于 CFD 的降阶模型在颤振主动控制中具有良好的应用前景。

关键词: CFD/CSD 耦合, 降阶模型, 气动弹性, 控制算法, 主动抑制

¹⁾ Email: gwyang@imech.ac.cn