

# 气动声学中不同模态的转换以及关于声模态和声源的界定与分离的再思考

朱建州<sup>\*, 1)</sup>, 杨焱<sup>+</sup>

\* (南京市高淳区速诚基础与交叉科学研究中心, 高淳, 南京 211316)

+ (中国科学院力学研究所高温气体动力学重点实验室, 北京海淀区 100190)

**摘要** 一般可压缩流动中气动声学相关的模态分解是气动声学理论中未解决的基础问题。我们从基本理论角度将问题提为: 如何将解空间分解为(近似)正交的子集的直和, 从而可能得到各模态的动力学方程? 本文结合最近 Krstulovic 等人【Krstulovic G, et al. Generation and characterization of absolute equilibrium of compressible flows. *International Journal of Bifurcation and Chaos*. 2009, 19:3445-3459】关于可压缩流动绝对统计平衡的工作, 进一步发展 Zhu【Zhu J.-Z., Isotropic polarization of compressible flows. *J. Fluid. Mech.* 2016, 787: 440.】关于螺度在局部极化以及线性-非线性竞争中对气动声学中不同模态转换的理论, 探讨一般声模态和声源的界定与分离问题。Krstulovic 等人和 Zhu 的工作对一般的气动声学问题都有各自的局限和困难, 其根本原因也在于我们目前缺乏气动声学中有效彻底的模态分解理论。一方面, 尝试采用一般可压缩气体运动中用到 Lin 约束的 Lagrange 变分(传统仅引入 Clebsch 变换的变分得到的流动的螺度在通常边界条件下是零, 不具有一般性)及相应 Hamilton 描述形式, 考虑有螺旋、任意涨落强度的绝对统计平衡计算分析, 寻找突破口; 另一方面, 试图从现有计算流体力学数值和实验数据出发, 重新考察流体中“声”的定义, 寻找可供系统地进行理论分解和数值求解的线索。

**关键词** 气动声学; 噪声; 高温气动力学; 可压缩湍流

1) 基金资助项目:

2) 联系作者 Email: jz@sccfis.org