

压气机转子气动噪声声源特性的数值模拟¹⁾

杨焱^{*, 2)}, 申义庆^{*, 3)}

* (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 航空风扇与压气机气动噪声作为飞机噪声的重要来源而备受关注, 尤其是在射流噪声得到降低的情况下。其中包含复杂的非定常流动和气动噪声产生机制, 关于其声源的特征, 如成分、物理意义等, 还缺少实验和数值模拟数据。本文基于现有声学比拟理论, 包括 Lighthill 方程和涡-声理论, 结合声源区域计算流体力学高精度模拟, 研究 NASA 风扇转子 rotor 67 标模在设计工况下的非定常流动和气动噪声声源特征。采用高精度数值方法进行非定常流动模拟, 湍流模型采用 S-A 模型, 分析其非定常流动特性, 在此基础上利用声比拟理论和涡-声理论研究相应的四极子声源和“涡-声”声源特性, 分析气动噪声声源与非定常流动和涡运动的关系, 从而探索压气机转子在高效率工作条件下的流动与气动噪声产生的机理。

关键词 计算气动声学; 气动噪声; 声比拟声源模型; 压气机

1) 基金资助项目: 11272325

2) 联系作者 Email: yangyan@imech.ac.cn

矢量气动声学的理论研究进展及其应用¹⁾

毛义军^{*, 2)}, 徐辰^{*}

* (西安交通大学能源与动力工程学院, 陕西西安 710049)

摘要 气动声学的声比拟理论以密度、声压等标量为波动算子变量建立非齐次波动方程描述流体运动及其与边界作用诱发声音的辐射, 其不足在于标量无法直接描述声能量的传播过程和途径。在流体力学研究中, 标量用于描述当前当地的物质状态, 而矢量用于描述质量和能量的传输。借鉴于上述思想, 作者开展了矢量气动声学的研究, 本文概述矢量气动声学的理论研究进展及其应用, 主要包括如下几个方面: (1) 以声粒子速度为变量, 采用声比拟理论的思想直接从 Navier-Stokes 方程出发推导建立了气动声学的矢量波动方程及其两种频域解; (2) 综合利用声压和声粒子速度的积分解, 直接求解声源周围的瞬时和有功声强矢量场, 直观显示声能量的传播途径, 应用于旋转声源辐射声能量的传播分析,