

来流扰动条件下超燃冲压发动机燃烧响应数值分析

李鑫康^{*,+}, 叶桃红^{*}, 姚卫⁺, 岳连捷⁺, 刘起立^{+,1)}

^{*}中国科学技术大学工程科学学院近代力学系, 合肥 邮编 230027

⁺中国科学院力学研究所空天飞行高温气动全国重点实验室(筹), 北京 邮编 100190

摘要: 本文基于 URANS 方法对马赫 6 飞行条件下超燃冲压发动机开展三维非定常数值模拟研究, 揭示在来流氧气浓度变化条件下的流动-燃烧耦合的演化过程。数值研究使用乙烯燃料, 采用 21 组分/63 步骨架机理、SST $K-\omega$ 湍流模型、部分搅拌器化学反应 (PaSR) 模型, 数值结果与试验吻合, 并据此分析了隔离段入口来流氧气摩尔分数分别突降为 0、0.05、0.1 时的燃烧响应过程。计算结果表明, 低氧扰动显著影响燃烧室内的流动与火焰机构, 三组低氧扰动均会导致凹腔稳焰模式经历从射流尾迹稳焰模式到凹腔剪切层稳焰模式再恢复为射流尾迹稳焰模式的转变。期间伴随释热强度与分布、流动分离的突变及激波串的移动, 导致沿程静压的突变, 体现为推力性能经历先下降后上升再恢复到原有水平的变化过程。此外, 推力变化幅度与氧浓度突降程度呈正相关。

关键词: 超燃冲压发动机; 骨架机理; 凹腔稳焰模式; PaSR 模型; 低氧扰动