

斜爆轰发动机燃料预喷注及燃烧室内斜爆轰波起爆与驻定数值研究

辛宜荣^{*}, 项高翔^{*·+2)}, 张益晨⁺⁺, 汪球⁺⁺⁺, 尚甲豪⁺⁺⁺

^{*} (西北工业大学力学与土木建筑学院, 西安 710129)

⁺ (西北工业大学大学极端力学研究院, 西安 710072)

⁺⁺ (西北工业大学大学航空学院, 西安 710072)

⁺⁺⁺ (中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 本文通过求解具有详细 H₂ 燃烧机理的多组分雷诺平均纳维-斯托克斯 (RANS) 方程, 数值研究了斜爆轰发动机内流道中燃料的喷注与混合以及燃烧室中的流动和燃烧。在燃料掺混段中对燃料的喷射和混合进行 3D 模拟, 对燃烧室中的流动和燃烧进行 2D 模拟。结果表明: 仅使用悬臂喷油器向主流喷注燃料时, 氢气燃料主要分布在气流中层, 此时燃烧室内的燃烧模式为激波诱导燃烧。增加壁面喷油器与悬臂喷油器配合使用可有效增加壁面附近的燃料分布, 成功实现燃烧室中的爆震模式。然而, 由于受限空间的几何约束与激波-边界层相互作用, 上壁面容易产生分离激波与主爆轰波面发生马赫反射, 造成爆轰波失稳前传, 使爆震模式失效, 通过前移上壁面膨胀角的位置可使爆轰波重新驻定在燃烧室内。

关键词: 斜爆轰; 燃料喷注; 燃烧室; 边界层

1) 国家自然科学基金 (12202365); 中国博士后科学基金 (2021M692633, 2022T150534); 广东省基础与应用基础研究基金 (2022A1515011565, 2023A1515010031); 重庆市自然科学基金 (2022NSCQ-MSX5709)