

高焓来流下气液相互作用的数值模拟研究 1)

王永康^{*,+}, 韩桂来^{+,**,2)}, 钱丽娟^{*}, 孟宝清^{+,**}, 王大高^{+,**}

^{*}(中国计量大学机电工程学院, 杭州 310000)

⁺(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)

^{**}(中国科学院大学工程科学学院, 北京 100190)

摘要: 斜爆轰发动机进气道燃料预混是决定发动机性能的关键问题之一, 燃料预混主要有两个技术问题: 预混燃料在进气道内混合均匀和避免预混燃料进入燃烧室之前提前燃烧。现有对氢气燃料研究较多, 氢气难贮存、难运输及易燃, 相比而言对液体燃料更接近实际应用的研究较少。液体燃料混合是一个复杂的多相流问题, 液相燃料需要经过变形、破碎、输运和混合多个物理过程, 斜爆轰发动机进气道为高马赫数来流进一步使影响因素增加, 因此研究液相在高超声速来流中混合机理比较困难。本文采用 VOF-Level Set 耦合相界面捕捉方法, 对 25km 飞行高度参数下高马赫数来流中气液相互作用进行数值模拟。通过改变液相的入射速度、液相射流角度和来流马赫数条件, 讨论气体和液体相互作用的流场结构和液体分布特征。结果表明, 高马赫数气流作用下, 液柱受压差影响, 液柱向流向方向弯曲并发生破碎, 在气流剪切作用下液相演化形态分别为连续液膜、液丝/块、液滴和气液混合层。液相射流速度对下游剪切层扰动有主导作用, 对下游液相截面分布影响较大。液相射流角度改变对液柱附近流场结构及液相形态影响较大, 进而影响液相破碎距离和液相分布特征。来流马赫数越大, 气流惯性力增大, 气流惯性力起主导作用, 下游液相截面分布占比明显减少。

关键词: 斜爆轰发动机; 高马赫数; 燃料预混; 多相流

1) 国家自然科学基金项目(12132017, 12372252)和国家重点研发计划项目(2022YFB3207000)、中国科学院青年交叉团队(JCTD-2022-02)、中国科学院青年创新促进会(2020019)资助。