

模拟以 h_0QM 为优。对于酒精燃料加热气流, 匹配 TPM 和匹配 h_0QM 所得来流参数的差异很小, 因此对这种污染气流上述两种匹配方案的气动效应也相仿, 此时 CO_2 在高温下的离解将占主导因素, 试验中更加难以通过调整来流参数来达到发动机性能的准确模拟。

编号: CSTAM2015-A35-B0024

高速飞行器外形沿弹道烧蚀行为数值模拟

高效伟*, 赵智勇*, 王晓婕*, 吕军*

* (大连理工大学 航空航天学院, 大连 116024)
+ (中国航天科工集团冲压发动机技术重点实验室, 北京 100074)

摘要 高超声速飞行器表面气动加热和烧蚀所引起的外形变化以及其相关的数值模拟技术, 对高超声速飞行器热防护结构的设计具有重要意义。飞行器在沿弹道的飞行过程中, 气动热与外形烧蚀是耦合作用的, 对其进行瞬态数值仿真是极具挑战性的课题。本文提出了一种沿飞行弹道计算气动热, 并在不同时刻根据结构的温度场与烧蚀模型计算飞行器型面的烧蚀量, 并进行网格自适应重构的时间推进数值仿真方法。首先, 采用气动热工程算法计算飞行弹道中指定时刻的气动热环境, 然后采用热分析软件计算热结构内部的温度场, 并根据烧蚀模型确定烧蚀掉的网格单元及结构型面的后退量, 并根据新的型面进行气动热网格与热分析网格的重构与调整, 采用时间推进法进行下一时刻的计算。数值算例表明, 本文发展的烧蚀行为模拟方法可快速实现烧蚀表面退缩全程的自动数值计算, 且所计算出的烧蚀退缩表面精确光滑。此外, 由于该方法只对处于烧蚀表面处的局部单元进行重构, 其余部分网格不变, 具有较高的计算效率。

编号: CSTAM2015-A35-B0025

高温真实气体效应对飞行器气动特性的影响与分析

王杨, 周丹杰, 任坦

(北京机电工程研究所, 100074)

摘要 本文基于 FASTRAN 软件, 通过求解流体动力学多组分 NS 方程, 耦合化学反应动力学模型, 对不同外形飞行器的气动特性进行了数值模拟研究。分别采用了量热完全气体、5 组元 Gupta 化学动力学模型, 双温模型, 求解 LOBB 球头柱问题。其中, 三维 5 组元双温模型的激波脱体距离和实验吻合较好。在此基础上, 进一步研究高温真实气体效应对 Apollo-style 的气动特性影响。结果表明, 高温真实气体效应使 Apollo-style 轴向力系数增大, 法向力系数基本不变, 升阻比减小。

编号: CSTAM2015-A35-B0026

高超声速飞行器飞行机理与特性研究

李海林, 吴德伟, 张斌

(空军工程大学信息与导航学院, 陕西 西安 710077)

摘要 高超声速飞行器的飞行机理是研究高超声速飞行器的核心问题, 与以往遵循万有引力的飞机和遵循开普勒定律的航天器不同, 高超声速飞行器有独特的飞机机理和特性。本文以高超声速飞行器飞行机理和特征为研究对象,

分析了高超声速流五大特性对飞行器本身的影响; 论证了高超声速飞行器飞行轨道属于非开普勒轨道的研究范畴, 并通过公式进行了推导分析; 最后通过仿真分析表明非开普勒轨道动力学方程的正确性, 从而为高超声速飞行器的导航与控制研究提供了一种新的有效途径。

编号: CSTAM2015-A35-B0027

防热复合材料烧蚀过程数值模拟

唐立富, 万田, 张新宇

(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 为分析复合材料烧蚀的防热过程, 本文建立了该材料的数学模型。该模型将复合材料分为三层: 碳化层、热解层、原始材料层; 同时考虑了热解动力学、材料的传热和传质。在烧蚀表面假设热化学平衡、结合 B' 查表法和表面能量方程、用牛顿迭代法求得壁面温度及无量纲烧蚀率。为验证模型正确性, 我们进行了四个算例的计算, 分别进行热解、传热和烧蚀的验证。所得计算结果和已有烧蚀文献进行了对比吻合较好。

编号: CSTAM2015-A35-B0028

隔离段一维流分析模型研究

陈云, 苏伟仪, 王赫, 张莹元

(江苏省航空动力系统重点实验室, 南京航空航天大学能源与动力学院, 南京 210016)

摘要 在一维流理论的基础上, 考虑了壁面温度、附面层分离、壁面摩擦、主流区面积变化等因素, 建立了隔离段的一维流分析模型, 可快速计算隔离段参数沿轴向的变化以及激波串的前缘位置。利用一维流分析模型计算, 研究了反压以及壁温对激波串前缘位置的影响并且与实验结果进行对比。通过与实验对比, 发现在不同反压下, 激波串前缘误差在 2.5% 以内, 在不同的壁温下, 热壁的激波串前缘位置较冷壁靠前, 与实验结果一致。结果表明, 一维流分析模型能较好地对隔离段进行快速计算与分析, 对隔离段的性能研究具有重要的作用。

编号: CSTAM2015-A35-B0029

脉冲燃烧风洞模型测力系统动态标定试验

武龙, 王锋, 任虎

(中国空气动力研究与发展中心 高超声速冲压发动机技术重点实验室, 四川绵阳 621000)

摘要 针对一个单分量测力试验系统, 分析建立了其动力学模型, 通过动态标定试验辨识得到了其模型参数。动态标定试验采用瞬时卸载方式对系统进行激励, 分别用阶跃函数和斜坡阶跃函数描述卸载过程, 对比了两种载荷模型对系统参数辨识结果的影响, 表明后者得到的结果更准确。

编号: CSTAM2015-A35-B0030

国外高超声速飞行加速地面模拟能力研究进展

钟 萍

(中国空气动力研究与发展中心, 四川绵阳 621000)

摘要 作者提出了国外高超声速技术和飞行器性能研究