

(中国科学院力学研究所流固耦合系统力学重点实验室, 北京海淀区 100190)

摘要 本文通过理论分析得到了点阵夹层板结构在均匀热载荷条件下的结构响应。考虑了 5 种失效模式: 整体屈曲、面板屈曲、面板屈服、夹芯屈曲与夹芯屈服。得到了金字塔、X 型、四面体与 Kagome 构型点阵夹层板结构在不同失效模式下的破坏载荷, 并建立了均匀温升条件下的失效图谱。然后, 将结构等效重量作为优化目标, 以结构失效模式作为约束条件, 并采用基于 Lingo 的数值优化模型对热力载荷条件下点阵夹层板结构进行了优化设计。得到了不同载荷条件下点阵夹层板结构的最优构型尺寸与结构重量。经过优化分析发现, 在满足结构不失效的条件下 Kagome 构型点阵夹层板结构性能优于金字塔、X 型与四面体结构。

编号: CSTAM2015-A35-B0150

固体超燃冲压发动机火焰稳定试验研究

丁士起, 魏志军, 胡明, 迟鸿伟, 王宁飞

(北京理工大学 宇航学院, 北京海淀区 100086)

摘要 本文对固体燃料超燃冲压发动机燃烧室火焰稳定性进行了试验研究, 对比不同燃烧室构型对自点火和火焰稳定的影响。试验采用直连式平台, 燃烧室入口参数为马赫数 1.6, 总压 2.2MPa, 总温 1500K, 分别采用后台阶和凹腔两种构型。试验发现, 后台阶和凹腔构型均能实现自点火和火焰稳定, 点火初期, 在后台阶和凹腔形成的回流区内首先出现火焰, 然后逐渐由上游向下游传播。在稳定燃烧阶段, 固体燃料在超声速气流中持续燃烧, 但燃烧室压力下降较快, 对推力影响较大。

编号: CSTAM2015-A35-B0151

基于动网格的固体燃料超燃冲压发动机工作过程研究

丁士起, 魏志军, 胡明, 武志文, 王宁飞

(北京理工大学 宇航学院, 北京海淀区 100086)

摘要 通过建立固体燃料在超声速气流中的燃速退移模型, 采用移动网格技术, 对固体燃料超燃冲压发动机非稳态燃烧退移过程进行了数值计算, 分析了燃烧室工作过程中内流场参数的变化规律。本文燃烧室由凹腔、等直段和扩张段构成, 数值结果显示, 凹腔后缘燃速较大, 随着燃烧进行, 初始等直段逐渐消失, 燃烧室逐渐趋于等直圆柱形, 与试验结果一致。燃烧室不同时刻型面、燃速和壁面压力值与试验符合较好。本文方法对固体燃料超燃冲压发动机设计和燃速预测具有一定的指导意义。

编号: CSTAM2015-A35-B0152

固体燃料超燃冲压发动机燃烧室构型分析

胡明, 魏志军, 李彪, 丁士起, 王宁飞

(北京理工大学 宇航学院, 北京, 100081)

摘要 根据固体燃料超燃冲压发动机的工作特点, 考虑发动机的气动/推进耦合关系, 建立了适用于固体燃料超燃冲压发动机的一体化设计分析模型, 并与试验数据进行了对比验证。利用该模型, 分析了燃烧室尺寸对发动机性能

的影响规律。结果表明, 在相同燃烧室总长度和相同燃料流量两种情况下, 增大燃烧室等直段长度与减小扩张段扩张半角均能有效增大发动机的推力与比冲, 提高发动机的性能。燃烧室构型设计中应在避免堵塞的前提下采用尽可能大的等直段长度与尽可能小的扩张角。

编号: CSTAM2015-A35-B0153

组合动力空天飞行器未来发展设想

杜斌, 王永圣, 余文学, 查旭

(北京空天技术研究所, 北京丰台区 100074)

摘要 重点梳理了国外采用吸气式动力的空天飞行器发展情况以及组合动力技术的发展情况, 结合我国技术基础提出了一种融合了涡轮、冲压与火箭技术的新型三组合发动机概念, 以该新型组合发动机为动力, 提出了首先发展两级入轨空天飞行器, 随着技术的进一步成熟后发展单级入轨空天飞行器的发展设想, 为我国未来空天飞行器的发展探索新的技术途径。

编号: CSTAM2015-A35-B0154

高超声速飞行器颤振试验数据处理研究

郑华, 裴承鸣

(西北工业大学 动力与能源学院, 陕西西安 710072)

摘要 鉴于高超声速飞行器颤振仿真计算及试验方法的现存不足, 本文提出了基于结构响应分析的该类飞行器颤振试验分析方法, 设计并实现了相应的监测分析系统, 用于完成基于飞行器颤振试验中亚临界结构响应信号的在线颤振评估。该方法基于非平稳信号分析理论, 融合了多种稳定性分析准则。全文概述了结构响应分析方法的原理和预测系统的主要结构, 并应用数值仿真对其有效性和工程实用性进行了验证。

编号: CSTAM2015-A35-B0155

西北工业大学 RBCC 进气道研究进展

石磊, 刘晓伟, 何国强, 秦飞, 魏祥庚, 刘杰

(西北工业大学 航天学院, 西安 710072)

摘要 本文梳理了西北工业大学近年来在 RBCC 进气道方面开展的研究工作及取得的部分成果: 开展了不同形式 RBCC 进气道的试验研究和数值方法的校验研究; 针对 RBCC 进气道具有的关键技术如引射模态工作特性、低速起动特性及其与其他部件的匹配特性等关键技术进行了研究; 在上述基础上, 开展了多种宽范围工作 RBCC 进气道变几何调节方案设计研究。通过十余年的研究, 对宽速域 RBCC 进气道有了全面系统的认识, 掌握了 RBCC 进气道设计方法。

编号: CSTAM2015-A35-B0156

中红外激光吸收光谱诊断 ADN 基推力器实验研究

曾徽, 李飞, 张少华, 余西龙

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

摘要 ADN 基推进技术是下一代卫星推进技术的研究热

点,在卫星和火箭姿态控制以及小卫星主推进系统有广泛的应用前景。ADN 基推进技术兼具单组元推进结构简单、可靠性高和双组元推进性能的优点,同时其推进剂是一种绿色无毒推进剂,被认为是肼类推进剂的理想替代品。目前关于 ADN 基推力器的工作,国内已经成功研制了工程样机,但是对于发动机内部燃烧机理的研究还很欠缺,这部分的掣肘也极度影响对工程样机可靠性的验证。本实验利用中红外吸收光谱技术,利用 QCL 量子级联激光器对发动机燃烧中重要的特征组分:CO,NO,N₂O 进行诊断测量。CO,NO,N₂O 是 ADN 基发动机燃烧室催化分解和燃烧反应的重要产物,是燃烧完全程度的直接指标,本实验的得到了发动机在稳态点火和脉冲点火两种典型工况下,CO,NO,N₂O 浓度演化规律,从实验上验证了 ADN 推进剂催化分解和燃烧两步反应阶段,脉冲点火的浓度结果呈现与脉冲序列一致的特性,验证了发动机正常工作的稳定性和可靠性。同时,本实验通过近红外 H₂O 双线吸收获得了燃烧室的温度,使用高频压力传感器获得了燃烧室的压力。

编号: CSTAM2015-A35-B0157

钨铜合金燃气阀在高温流场中作动特性研究

杨泽南,王革

(哈尔滨工程大学航建学院航天工程系,黑龙江哈尔滨 150001)

摘要 推力矢量控制作为一种飞行器姿态调节的重要技术,在航天领域有着广泛的应用。燃气阀是该技术的关键部件,工作于高温高压的极端环境中,其材料选取一直是推力矢量系统研制的难点。本文首先验证采用的松耦合算法精度,之后应用等效热容法对钨铜相变材料燃气阀工作过程进行了瞬态多场耦合数值仿真。分析结果表明,该材料能减小燃气阀作动时的结构热应力与温度峰值。

编号: CSTAM2015-A35-B0158

非平衡气体模型耦合滑移边界条件对升力体气动力特性的影响分析

蒋勤学^{*+,},叶友达^{+,},田浩^{*,+}

^{*}(国家计算流体力学实验室,北京海淀区 100191)

⁺(中国空气动力研究与发展中心,四川绵阳 621000)

摘要 在高超声速飞行过程中,流场中的高温可导致气体分子的振动自由度激发,引起气体的离解甚至电离;另一方面,在高层临近空间飞行中,由于空气稀薄,局部地区连续性假设不再完全满足。高空高超声速气动力的数值模拟需要同时考虑稀薄气体效应和真实气体效应的影响。本文采用求解 Maxwell 滑移边界条件下完全气体模型、混合组分的滑移边界条件耦合带化学非平衡的 NS 方程模型的方法对临近空间高超声速升力体外形气动力进行了数值模拟,并研究分析了两种不同模型对气动力特性的影响。

编号: CSTAM2015-A35-B0159

高超声速飞行器发动机前体/进气道设计与分析

郭健,徐颖珊,王永圣,周宁,余文学

北京空天技术研究所,北京,100074;

摘要 应用斜激波理论及等比压缩原理,结合三角几何关

系式,给出了一种前体/进气道的快速设计方法,通过计算给出了设计状态下前体/进气道的基准构型。分析了前体/进气道启动性能的约束条件,研究了气动参数、总压缩角和压缩级数对前体/进气道性能的影响规律,进而为超燃冲压发动机的总体设计及分析提供参考。

编号: CSTAM2015-A35-B0160

吸气式空天运载器飞行模式分析

徐颖珊,郭健,杜斌,周宁,查旭

北京空天技术研究所,北京市 100074

摘要 基于吸气式组合动力的空天运载器具有廉价、可靠、快速、便捷、可重复使用等特点,具有远程快速响应、大机动性、大生存概率和自由进入空间的潜在优势,是未来天地往返运输系统的发展方向。本文以吸气式组合动力飞行器为研究对象,全面分析飞行器的使用功能,提出满足任务需求的技术指标,并对其飞行模式进行设计。

编号: CSTAM2015-A35-B0161

空间机动飞行器气动力辅助共面变轨技术研究

徐忠达,查旭,王永圣,张浩成

北京空天技术研究所,北京市 100074

摘要 针对空间机动飞行器典型共面变轨任务,基于直接配点轨迹优化算法,本文以燃料最省为指标进行了大气层内的轨迹优化及仿真,证明了优化方法的有效性;通过与 Hohmann 转移变轨方式对比,计算了典型任务下气动力辅助变轨节省燃料的比例,并给出了气动力辅助共面变轨节省燃料的条件;通过仿真计算分析了最大升阻比、质面比等飞行器主要设计参数对气动力辅助共面变轨性能的影响,结果表明:减小飞行器质面比、提高零升阻力系数和最大升力系数可有效提高飞行器气动力辅助变轨性能。

编号: CSTAM2015-A35-B0162

HIFiRE 项目进展概况及其思路分析

周建兴,余文学

(北京空天技术研究所,100074)

摘要 HIFiRE 项目的进展情况概况进行了介绍,进一步对 HIFiRE 项目飞行试验的特点和思路进行了分析,为研究性飞行试验设计提供参考。

编号: CSTAM2015-A35-B0163

德国吸气式空天飞行器机体/推进一体化设计发展综述

周宁,芮姝,曹特,郭健,余文学

北京空天技术研究所,北京 100074

摘要 吸气式重复使用运载器是未来航天运输系统的发展方向,可形成廉价、便捷的航天运输模式。上世纪 80 年代,美欧相继开展了吸气式空天飞行器研究计划,试图在 21 世纪初实现吸气式空天往返。最具代表意义的是德国的桑格尔空天飞机计划(两级入轨技术路线)和美国的国家空天飞机计划(单级入轨技术路线),上述计划历经十余年,对世界高超声速技术的发展起到了前所未有的推动作用。以今天的观点来看,两级入轨技术路线更体现了