

发动机中的关键流体力学问题专题序

连 欢¹⁾

(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)

化学燃料发动机通过燃料与氧化剂燃烧, 将化学能转换为工质动能, 使机械结构运动或形成高速射流产生冲量而产生动力. 其中, 吸气式发动机利用稠密大气中的氧气, 大幅降低氧化剂携带需求, 具有较高的能源转换效率; 增压式发动机依靠自身增压系统实现燃料和/或氧化剂增压运输, 具有较强的环境适应性. 针对多种天地活动需求, 不同的动力循环方式有效支撑了各类运载任务, 是运载系统的关键技术之一.

发动机进排气系统以气体动力学为基础, 发动机燃烧室/推力室以多相反应流体力学和燃烧化学反应动力学为基础; 针对发动机内进气压缩、掺混、点火、燃烧、排气做功等工作过程, 可分别提炼出多项流体力学基础科学问题. 化学燃料发动机产业链长, 覆盖面广, 对国家安全和国民经济均有重要保障和带动效能, 流体力学基础问题研究对科技创新体系具有策源作用.

因此, 《力学学报》组织了“发动机中的关键流体力学问题”专题, 包括 2 篇综述、6 篇研究论文. 由于专题篇幅有限, “发动机中的关键流体力学问题”科学内涵广泛, 本次专题仅粗略涵盖了航空发动机、冲压发动机、火箭发动机三种类型发动机中的部分流体力学问题. 希望专题能够促进学术交流, 供相关学者和技术人员参考, 使发动机中的关键流体力学问题得到持续研究和关注.

专题具体包括:

(1) 航空发动机压气机流动稳定性

许登科等撰写的《压气机流动稳定性自适应控制方法研究进展》论文, 综述了航空发动机压气机流动稳定性自适应控制方法领域的相关进展, 主要包括压气机流动稳定性通用理论、壁面阻抗边界扩稳方法、在线实时失速预警方法和自适应扩稳控制方法. 为未来智能航空发动机提供了一种自适应扩稳控制关键技术.

(2) 航空发动机燃烧热声振荡

甘振鹏和杨东撰写的《带冷却气流的亥姆霍兹共振器的声类比模型》论文, 针对作为航空发动机燃烧室典型被动消声装置的亥姆霍兹共振器, 建立了预测带有冷却气流的亥姆霍兹共振器安装于一维声学管道消声性能的理论新模型. 该模型基于声类比思想, 引入带有源项的波动方程, 有效区分了熵扰动和声扰动引起的声源项.

(3) 超燃冲压发动机仿真

孙明波等撰写的《超燃冲压发动机仿真: 从数值飞行到数智飞行》论文, 综述了基于内外流一体化仿真和叠加多物理场的数值仿真技术现状, 展望了人工智能在数值仿真技术方面的应用前景, 在新一代发展时期进行了创新研究范式前沿探索.

(4) 多级压缩乘波体设计

郑晓刚等撰写的《基于局部偏转吻切方法的多级压缩乘波体设计》论文, 针对常规单级压缩乘波体前

2022-03-14 收稿, 2022-03-17 录用, 2022-03-18 网络版发表.

1) 连欢, 研究员, 主要研究方向: 空天发动机、湍流燃烧. Email: hlian@imech.ac.cn

引用格式: 连欢. 发动机中的关键流体力学问题专题序. 力学学报, 2022, 54(3): 557-558

Lian Huan. Preface of theme articles on fluid mechanics in engines. *Chinese Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 2022, 54(3): 557-558

体压缩量不足的问题, 基于局部偏转吻切方法提出一种多级压缩乘波体设计方法, 为复杂外形条件下的高超声速飞行器设计提供新的思路, 是吸气式冲压发动机与乘波体飞行器之间高效一体化设计的关键技术.

(5) 超燃冲压发动机燃烧组织

时文等撰写的《乙烯燃料超燃燃烧室流动特性与燃烧稳定性研究》论文, 基于纹影、激光诱导荧光、化学自发光高速摄影等高时间分辨率测量方法, 系统研究了多种喷注方式条件下乙烯燃料火焰动态变化过程, 获得了先锋氢条件下乙烯燃料燃烧组织规律.

(6) 高马赫数推进技术

何粲等撰写的《飞行 Ma_{12} 条件超燃发动机流场及燃烧特征分析》论文, 为提高高马赫数发动机数值模拟能力, 对 AHL3 D 软件计算方法进行了可压缩性修正, 基于修正模型开展了高马赫数发动机计算仿真, 获得了飞行 Ma_{12} 条件燃烧室三维波系以及燃烧性能特征.

(7) 激波与爆轰物理

韩信等撰写的《提高高马赫数超燃冲压发动机推力的理论方法》论文, 对超燃冲压发动机燃烧室内的爆燃波传播特性以及提高发动机工作马赫数的方法进行了理论研究, 探讨了斜爆轰以及激波诱导燃烧发动机在高马赫数发动机中的应用前景.

(8) 液体燃料火箭发动机雾化机理

关新燕等撰写的《Oldroyd-B 黏弹性液滴碰撞过程的数值模拟》论文, 针对聚合物胶凝剂雾化产生黏弹性液滴的问题, 对两个等体积黏弹性液滴的碰撞行为进行了直接数值模拟研究, 给出了松弛时间、黏度比、韦伯数和碰撞因子对黏弹性液滴碰撞过程的影响规律.

doi: 10.6052/0459-1879-22-106