

CSTAM2012-B03-0284

主动冷却超燃冲压发动机燃烧室内流道设计

张泰吕, 王晶¹⁾, 范学军

(中国科学院力学研究所高温气动国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 在主动冷却超燃冲压发动机运行过程中, 经过冷却系统后的燃料温度将超过临界温度, 燃料将以超临界态与裂解小分子的形式进入燃烧室。与液态燃料相比, 超临界态或裂解态燃料无需雾化、气化过程, 油气混合水平高, 因此, 点火、稳焰、燃烧强度、燃烧效率与推力性能都大幅度提高。

与液态燃料燃烧室相比, 采用超临界态或裂解态燃料喷注的燃烧室流道设计具有特殊性, 必须单独研究。超临界态或裂解态燃料燃烧强度大, 释热集中, 这就容易出现燃烧反压迅速向上游传播, 引起发动机不起动的问题。如果降低局部喷油流量以防止反压过高, 又会造成推力性能下降或局部当量比低于贫油稳焰极限而导致熄火问题。同时, 燃烧过分集中, 还会造成燃烧室壁面热流分布较大的不均匀性, 为主动冷却系统的设计带来困难, 严重的时候甚至导致整个冷却系统失败。这些问题相互耦合、相互影响甚至相互矛盾, 需要综合考虑。

本工作提出了以发动机性能为基础, 拓展超声速燃烧稳定范围, 避免反压上传导致进气道不起动, 优化燃烧释热分布减轻结构冷却压力的设计原则与思路。通过大量的直联式超燃试验, 系统性地研究了主要影响因素: 燃料喷注格式(喷孔大小、间距、数目、喷注位置与空间分布、流量分配与调节)、隔离段长度与扩张角、燃烧段长度与扩张角、火焰稳定等等, 明确了它们对于发动机性能、稳焰范围、反压过高和释热分布的影响。

¹⁾ Email: wangjing@imech.ac.cn