

CSTAM2012-B03-0258

## 支板凹腔耦合增强燃烧研究

顾洪斌<sup>1)</sup>, 王丹, 陈立红, 高占彪, 余西龙, 张新宇

(中国科学院力学研究所高温气体国家重点实验室, 北京 100190)

**摘要:** 在超声速燃烧研究中, 火焰传播是非常关键的问题, 特别是在流速变化较大的流场下, 实现宽运行范围内的火焰稳定与传播是一个亟需解决的问题。凹腔是目前碳氢燃料超声速燃烧研究中常用的手段, 凹腔燃烧的特点是, 凹腔与主流的火焰传播依靠自由剪切层的扩散, 对于点火延迟较长的碳氢燃料, 反应区主要集中在剪切层内。支板喷注在展向的分布能够保证足够的燃料进入凹腔剪切层区, 同时支板尾迹的涡结构能够起到增强火焰强度和火焰传播的作用。而两种方式的耦合使用, 既解决了燃料向核心流快速扩散的问题同时也保证了火焰的快速传播, 改善双模式燃烧室中燃烧不稳定之间的耦合特性。在实验进行。燃烧室的进气条件有 4 个, 马赫数为 1.8, 2.2, 2.5, 3.0。支板有两种尾部结构, 一种是直角, 另一种是交错尾翼结构。仍燃料喷注方式包括支板和壁面两种。支板 B 实验结果中的纹影图, 比较明亮并且细小明暗条纹交织在一起的是存在火焰的地方。点火过程非常迅速, 在 1 ms 内火焰已经形成并且点燃支板喷注的燃料。凹腔内由于释热回流区体积增大, 引起自有剪切层向主流抬起, 与支板尾迹流动结合火焰迅速向主流和上游传播。从图中不同时刻的可以看到火焰是从凹腔前台阶的自由剪切层向支板尾迹传播的过程, 在释热引起激波上传过程之前火焰仅在凹腔剪切层的扩展区内, 在激波前推到支板前火焰充满支板尾迹区, 并且接近支板后壁。火焰传播特性可以从不同时刻的纹影图中清晰看到, 火焰是从凹腔前台阶的自由剪切层逐渐向支板尾迹和主流传播, 在释热引起激波上传过程之前火焰仅存在凹腔剪切层的影响区内。在激波前推到支板前时, 火焰充满支板尾迹区, 并且接近支板后壁。支板 A 的实验结果从图 4 可以看到, 支板燃料已经深入到凹腔区域内, 从图 4 可以看到, 支板燃料已经深入到凹腔区域内, 这引起凹腔内区域燃料浓度高而且温度较低, 火花塞点火不足以点燃低总温混气, 一个原因是支板后缘与凹腔前缘一齐时, 接触面的角涡直接进入凹腔内部, 凹腔内的火焰无法形成。由此分析可以得出, 支板尾迹与凹腔的剪切层要实现顺利火焰传播就不能破坏凹腔内的主要火焰结构, 而且在火焰形成后, 支板尾迹主要是与上扬的凹腔剪切层进行质量和能量交换才能形成稳定的火焰。

**关键词:** 燃烧, 凹腔, 支板, 火焰传播

<sup>1)</sup> Email: guhb@imech.ac.cn