

CSTAM2012-B03-0282

超声速燃烧稳燃极限的理论研究

齐力, 张泰昌, 范学军¹⁾

(中国科学院力学研究所高温气体动力学重点实验室, 北京 100190)

摘要: 超声速燃烧稳燃极限是研究超声速稳燃机制的重要途径。我们实验发现, 在来流马赫数 2 到 3 的实验条件下, 上游横向喷射超临界煤油的贫油稳燃极限对应的总当量比随着总温的升高而升高, 而且马赫数越大, 上升趋势越明显。这与预混条件下以及凹腔内喷油条件下的稳燃极限当量比在变化趋势上正好相反。这说明燃料与来流的混合很可能影响稳燃极限。本文对超声速燃烧中凹腔上游横向喷注燃料的燃烧稳定极限进行了分析。穿透深度影响燃料和空气的混合程度, 而燃烧时的穿透深度目前无适用公式求算, 因此我们首先通过纹影拍摄, 得到了燃烧时的穿透深度; 因燃烧时穿透深度与喷油能量及波后背压相关我们在原有的穿透公式基础上进行了修改并与纹影实验测量结果相对比, 验证了公式的可靠性。通过对凹腔前台阶穿透深度方向上局部当量比的分布作高斯近似, 并借助穿透深度及剪切层的厚度求得凹腔剪切层内的平均当量比, 力求通过穿透深度和剪切层内当量比对进入凹腔的油气量及其混合程度作进一步了解。另一方面, 从理论上解释上游喷射稳燃极限随来流总温的变化, 定性的解释了稳燃极限当量比随总温变化的趋势。通过建立凹腔上游喷射稳定燃烧的条件, 为燃烧实验的参数设定及凹腔的优化设计提供理论依据与数值参考。

关键词: 超燃, 凹腔, 火焰稳定性, 横向喷射, 剪切层

¹⁾ Email: xfan@imech.ac.cn