

CSTAM2012-B03-0285

超声速燃烧场中的煤油射流结构及混合机理研究

袁越明, 张泰吕, 范学军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)

摘要: 燃料在超燃发动机燃烧室中滞留的时间通常只有几毫秒。如何高效完成超声速主流与喷注燃料的混合、燃烧以及保持火焰的稳定性, 是超燃发动机研究中的关键问题之一。

横向喷注是一种常用的燃料喷注方式。燃料以垂直主流的方向喷射到超声速来流当中。该种喷射方式可以获得较大的穿透深度, 并且燃料射流与主流间的剪切作用使得其交界面发生变形、拉伸并产生大尺度结构, 从而增大燃料射流与主流的接触面积, 使其能够在较短的距离内有效混合。此外, 喷嘴上游处产生的弓形激波与主流边界层相互作用形成亚声速回流区, 能够起到稳焰的作用。因此, 开展燃料射流结构研究, 分析燃料射流与超声速主流之间的混合机理, 有助于进一步提高超声速燃烧室的燃气混合效率。

然而, 由于超声速燃烧流场具有流速快、温度高、可见光波段背景辐射强的热点, 流场显示较为困难。因此, 日前国内外绝大多数学者针对燃料在冷流场中的射流结构及其与超声速主流的作用过程开展研究。为了更深入地认识超声速燃烧室中燃料射流与超声速主流的混合机理, 还需在燃烧情况下对燃料射流结构以及与超声速主流的混合作用过程进行精确的观察。

本文利用脉冲纹影系统, 在直联式超声速燃烧实验台上, 对超临界煤油燃烧过程中的煤油射流结构及混合机理进行研究。通过对超临界煤油燃烧过程的瞬态流场结构及其演化过程进行显示, 分析超燃流场中的煤油射流结构; 结合燃烧室壁面静压、温度测量数据, 分析马赫数、喷射压力、边界层厚度等参数对射流穿透深度的影响规律; 通过高频纹影拍摄, 获取煤油射流中大尺度结构的连续脉动纹影图像, 分析大尺度结构的几何特征及脉动频率特性, 并研究其与超声速主流的混合作用机理。

¹⁾ Email: wangjing@imech.ac.cn