

CSTAM2012-D01-0083

燃烧和高焓流动的激光诊断技术

余西龙¹⁾, 李飞, 张少华, 林鑫, 陈立红, 张新宇

(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: 本文主要介绍了作者在应用于超燃和高焓流动诊断技术方面所做的工作, 包括:

(1) 发展了多通道可调谐激光吸收光谱诊断技术。采用分时扫描-直接探测策略组建多光路吸收测量系统, 在4k Hz的测量频率下, 定量测量了燃烧室气流的静温、水蒸气浓度和流向速度。利用位移机构, 在以C₂H₄为燃料的超燃直连式试验台中, 在单次试验中同时诊断燃烧室内某截面和燃烧室出口的多气流参数的截面分布。利用燃烧室出口截面的水蒸气浓度分布, 并结合壁面静压计算燃烧效率; 利用燃烧室出口截面的静温和速度分布, 获得出口气流马赫数分布; 利用凹腔后部某截面的温度和水蒸气浓度分布, 判读凹腔附近流场特征。目前所发展的诊断技术, 基本上可以判断燃烧室的流动特征, 为将来发展高性能的燃烧室提供有力的技术支持。

(2) 发展了基于激光等离子体光谱的煤油/空气局部当量比诊断技术。利用自行设计建立的煤油/空气高压LIBS实验平台。研究了煤油/空气混合物不同当量比下特定元素谱线强度比同当量比的依赖关系, 分析了不同压力下特定元素谱线宽度随压力的变化关系。此技术可以应用于超燃燃烧室局部当量比的测量, 对发展高性能的燃烧室极为有用。

(3) 利用所建立的PLIF研究平台, 研究了煤油荧光随氧气浓度增加的淬灭规律。所用的煤油的荧光随着氧气浓度的增加被淬灭的程度是随之增大的, 但不是理想状态下单纯依据Stern-Volmer公式那样线性变化, 而是在高氧气含量的情况下有饱和情况出现。即较大氧气浓度时, 淬灭效果不随着氧气的摩尔浓度线性增加, 从而造成整体的荧光强度的倒数随着氧气浓度呈指数规律增大。进一步的工作将有助于获得煤油/空气混合的二维空间分布。

(4) 研究了模拟火星载入激波波后参数的变化规律。利用发射光谱, 测量了激波波后非平衡温度随时间的变化, 发现激波波后激励、驰豫的时间演化特征。采用可调谐激光吸收光谱, 获得了波后组分浓度。

关键词: 超燃; 高焓流动; 光谱诊断; TDLAS; LIBS; PLIF; OES

¹⁾ Email: xlyu@imech.ac.cn