

多点、宽带转动和振动的 CARS

J. B. Zheng*, J. B. Snow, A. Leipertz⁺ and

R. K. Chang

(美国耶鲁大学应用物理部和激光诊断中心)

本文介绍了利用 N_2 和 O_2 的相干反斯托克斯喇曼散射(CARS)来决定瞬时空间分辨的温度和浓度的可行性,使用了从单一激光脉冲产生整个 CARS 讯号的宽带技术。

一个大角度位相匹配的几何结构可以从沿着柱面线的多个空间分辨的体积元 ($0.1 \times 0.1 \times 2\text{mm}^3$)产生转动的 CARS。用一台光学多通道分析仪 (OMA) 探测空间和光谱分布。从两种气体样品在同一喷流中产生的 CARS 讯号可得到 20 多个瞬时半定量分离体积元 ($0.1 \times 0.1 \times 0.1\text{mm}^3$)的相对样品浓度的分布图。

利用一个小角度位相匹配的几何结构,测量单点(即一个空间体积元)宽带转动和振动的 CARS 可以确定 1900K 附近火焰中的 N_2 气温度。比较两种 CARS 方法表明,转动的 CARS 的讯号强度和感温灵敏度可以与振动的 CARS 相比拟。因此,应该考虑把转动的 CARS 作为一种可行的低温到高温的测温技术。

感谢美国国家宇航局和中华人民共和国对这项工作的部分支持。

* 中国上海复旦大学物理系;

⁺ 西德热力学和流体力学研究所。

$$\frac{dI}{dt} = \frac{I^2}{L} \left(n_0 + \frac{dn}{dT} \right) \quad (6)$$

η 为激光能量转换成介质吸收热的效率。

对乙二醇为溶剂的若丹明染料,据(6)算得阈值激光功率密度为 $5\text{mW}/\text{mm}^2$ 。据(4)式算得热传导时间当腔长为 $10\mu\text{m}$ 时为 1ms ,当腔长为 $1\mu\text{m}$ 时为 10ns 。

本实验采用 He-Ne 激光和 Ar⁺ 激光光源,染料溶液靠毛细作用置于 $L < 100\mu\text{m}$ 的干涉仪的两反射镜之间,用透镜将激光聚焦于染料上。实验测得维持双稳运转的最低功率为 40W , 脉冲宽度在 10ns 至 10ms 范围。这说明理论计算与实验结果基本一致。