

大光的线宽与两晶体的间隔有关: 两晶体相距越远, 线宽越窄, 但同时转换效率也下降; 两晶体相距越近, 线宽越宽, 同时转换效率增加。

参 考 文 献

- 1 P. G. Kryukov *et al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **7**(1), 127(1977)
- 2 A. Seilmeier *et al.*, *Appl. Phys.*, **23**, 113(1980)
- 3 D. W. Anthon *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, **58**(1), 2054(1987)
- 4 V. Kabelka *et al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **9**(8), 1088(1979)
- 5 陈创天 *et al.*, 中国科学B辑, **28**(3), 598(1984)
- 6 A. Seilmeier *et al.*, *Opt. Commun.*, **24**(3), 237(1978)

(收稿日期: 1990年8月3日; 修改稿收到日期: 1990年10月23日)

固体火箭推进剂燃烧粒子场的离轴全息研究

赖天树

谭玉山

陈树响 王敬超

(中国科技大学近代物理系, 230026)

(西安交通大学机械系, 710049)

(陕西动力机械研究所)

Off-axis holographic investigation of particle fields of solid rocket propellant combustion

Lai Tianshu

(Department of Modern Physics, University of Science and Technology of China, Hefei)

Tan Yushan

(Dept. of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an)

Chen Shuxiang, Wang Jingchao

(Shanxi Power Mechanical Institute, Xi'an)

Abstract: In this paper, the particle fields of solid rocket propellant combustion are investigated using the off-axis laser-pulsed holography and the reconstructed particle images are obtained with higher quality.

Key words: particle field, holography, solid rocket propellant

一、引 言

粒子场测量在能源、动力和航空航天等工程领域中是一个重要的研究课题。根据粒子场的背景介质的性质, 粒子场可分为两大类: 均匀背景介质粒子场和非均匀背景介质粒子场。目前研究的粒子场主要是均匀介质粒子场^[1, 2], 对非均匀背景介质粒子场的研究较少^[3, 4]。本课题是由航空航天部提出的。为了提高固体推进剂的密度比冲和燃烧温度, 通常在推进剂中添加铝粉。添加铝粉的优越性是否得到充分发挥与燃烧后生成的氧化铝粒子的大小及空间分布有关。国际上已开始应用全息术研究推进剂燃烧粒子场^[4], 国内还未开展这一工作, 但随着航天技术

的发展,对火箭发动机性能预测的精度要求越来越高,对燃烧粒子场的研究就显得日益重要。为此,航天部提出了这一研究课题。我们首次对其进行了初步研究。

二、实验装置

实验光路原理图如图 1 所示。所使用的主要实验设备为:1. 激光器: JQS-II 型红宝石激光器,脉宽为 40 ns,振荡级单横模输出能量约 150 mJ; 2. 燃烧室: 燃烧室位于图 1 中 O 处。它是一个耐高压的钢质密闭容器。开有供光学测试用的透明窗口。高压氮气瓶与燃烧室连接,以便实验时给燃烧室内充高压模拟实际燃烧环境; 3. 延时电路: 它是整个实验中时序的控制中心。其工作过程为: 当固体火箭推进剂着火后,光电三极管输出电流,触发延时电路,延时电路延迟预先设置的时间后输出一个脉冲信号触发激光器; 4. 干涉滤光片: 用于滤除燃烧火焰光。它位于燃烧室的光出口端。滤光片参数为: 带宽 $\Delta\lambda = 2.8 \text{ nm}$, 中心波长为 $\lambda_0 = 694.3 \text{ nm}$, 中心波长处的透射率为 50%。

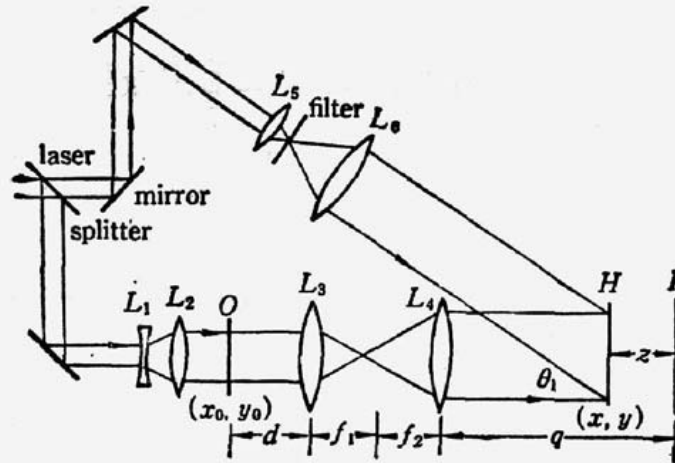


Fig. 1 The recording arrangement of off-axis holography. O —object, H —hologram; I —image of object

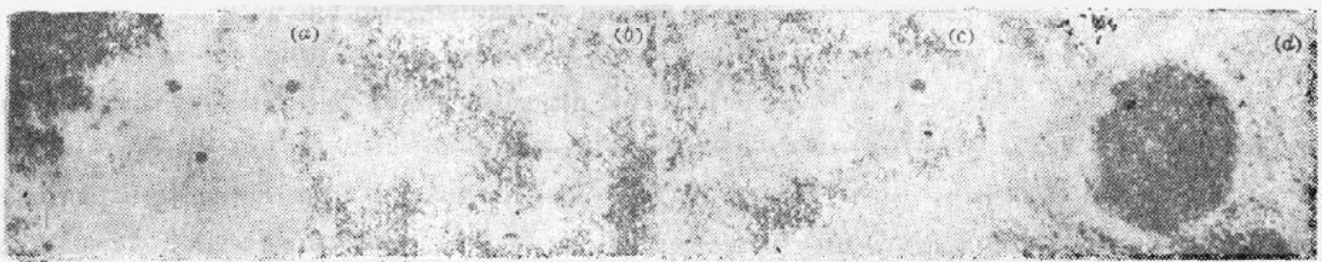


Fig. 2 The photographs of the reconstructed image of particle field hologram of solid propellant combustion

(a) and (b) In-focus particles with different background noise; (c) In-focus and out of particles; (d) Large particle

三、实验过程及结果

利用红宝石激光器自带的 He-Ne 准直光源调节好图 1 所示的实验光路。为了使全息图有高的衍射效率,记录面上的参物比为 1.5:1~2:1。将 $10 \times 5 \times 3 \text{ mm}^3$ 的推进剂小条放入燃

烧室内,并接好点火线。给燃烧室内充氮气到 9 atm,然后,将燃烧室放入图 1 中的试验段 O 处,将滤光片放在燃烧室透明窗的光出口端。设置延时电路的延迟时间并使延时电路和红宝石激光器处于触发等待状态。当上述一切过程全部完成后,在图 1H 处放上记录介质,并让推进剂点火。延时电路延迟预先设置的时间后,激光器触发,完成了固体推进剂燃烧粒子场的全息记录。

图 2 所示为摄像机通过 8× 物镜拍摄的 9 个大气压下固体推进剂燃烧粒子场全息图的再现粒子像照片。(a)、(b)、(c)和(d)分别摄于再现场中不同的截面。与文献[4]中提供的照片相比,本文中的照片清晰得多。尽管如此,还是可以看到,背景很不均匀,强度起伏很大,这是由于燃烧烟雾使得燃烧场的透射率分布不均造成的。

参 考 文 献

- 1 R. Bexon, M. G. Dalzell *et al.*, *Opt. and Laser Technology*, Aug., 161~165(1976)
- 2 W. Grabowski, *Opt. and Laser Technology*, Aug., 199~205(1983)
- 3 James D. Trolinger, Michael P. Heap, *Appl. Opt.*, 18(11), 1757~1762(1979)
- 4 R. A. Briones, R. F. Wuerker, *SPIE*, 125, 90~104((1977)

(收稿日期:1990年5月25日;修改稿收到日期:1990年11月26日)