

涡流稳定闪光灯抽运染料激光实验

罗正纪 许祖彦 邓道群 邓 鲁 郭东升 李秀芳

(中国科学院物理研究所)

采用闪光灯抽运染料激光, 由于装置简单和总效率高而被广泛应用. 但是, 常用的闪光灯如同轴型^[1]和直管型^[2]因电极溅射和灯管汽化, 所以寿命短, 爆炸能量低, 不利于高功率高重复率运转. 短弧闪光灯阻抗太低, 难于电匹配, 而且效率低. 本文报道一台涡流稳定闪光灯^[3,4], 在一定程度上可克服上述缺点, 可作为长寿命高平均功率染料激光的有效泵源.

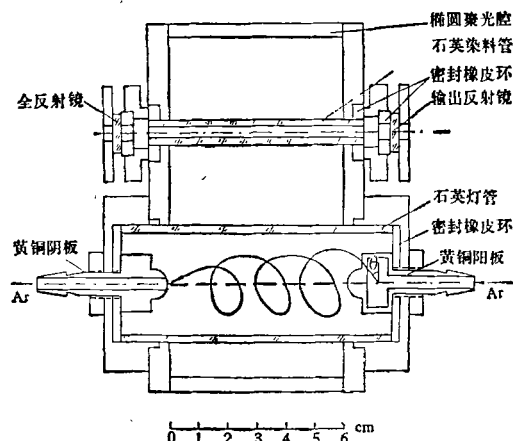


图1 激光器构造和涡流闪光灯气体流动图

图1是实验装置示意图, 灯电极是直径为12mm的半球, 阴极中心气孔直径为4mm, 阳极周围有八个孔径为1mm与灯轴成75°的喷气口, 其喷气方向在灯管切线方向, 以保证在灯管内产生涡流, 使灯轴线上造成较低气压, 以令放电电弧呈直线并不接触灯管. 使用2 μ f, 30kV低感电容贮能, 通过火花隙开关对闪光灯供电, 并使用强脉冲预电离^[5]建立放电通道.

实验使用工业纯氩气, 观察到稳定放电存在一临界气压值(0.8大气压), 低于此临界气压; 电弧弯曲并不能再现. 稳定放电电弧直径随氩气气压增大而减小、随输入能量的加大而

线性地增加. 实验测得灯光光谱分布集中在300—700nm范围, 色温约18000K. 一具闪光灯在高输入能量(250J)下运转10⁵次以上, 未发现灯管有可见损伤和透明度降低现象, 电极仅有轻微的溅射斑痕.

抽运染料激光实验采用Rh6G染料乙醇溶液(浓度 2.5×10^{-4} mol/l)进行, 聚光器系镀银单椭圆结构, 石英染料管内径约为4.5mm, 长度约为60mm(与闪光灯电极间距匹配), 激光腔长为100mm, 平面输出镜反射率为35%. 激光输出能量随氩气气压增加缓慢地增大, 2.8大气压后趋向饱和(见图2). 染料管内径与电弧直径之间存在最佳耦合问题, 实验测得激光输出能量与染料管直径的关系如图3所示.

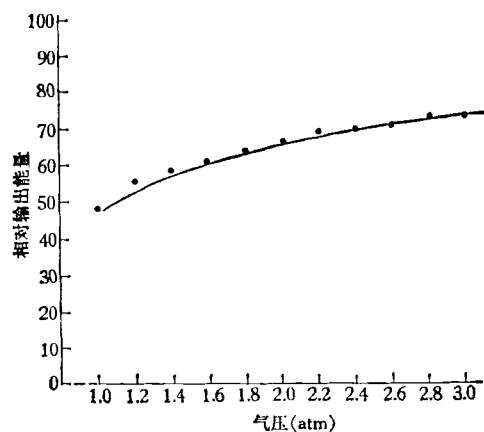


图2 激光输出能量与氩气气压的关系
(输入能量: 196J)

在输入225J/脉冲条件下, 激光输出总效率约为0.09% (图4), 激光脉冲半宽度约为1.2 μ s, 激光峰值功率约为13kW. 当运转频率为5Hz时, 激光输出平均功率约为1W.

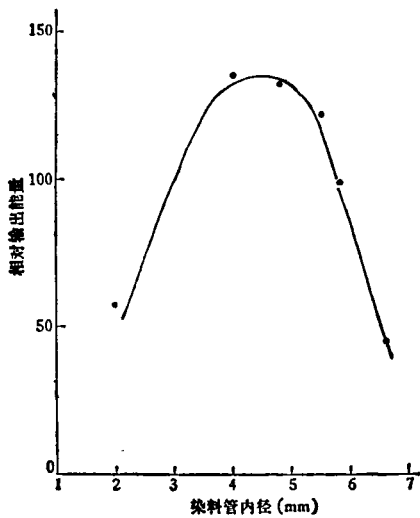


图3 激光输出能量与染料管内径的关系
(输入能量 196J, 氩气气压为 2 大气压)

由于实验用贮能电容电感较大 (> 200 nH)、椭圆聚光器反射率较低(约 60%)、涡流闪光灯电极间距较小等原因,实验获得的激光效率较低,若拉长闪光灯电弧(如加长到 100 mm),采用高发光效率气体(如 Xe),改用更低电感的电容和改进聚光器设计,激光效率提高 1—4 倍是可能的。因贮能电容损耗较大,不能高重复率运转,我们的实验仅作到 5Hz 重复频率,但从闪光灯运转 10^3 次以上发光效率不降低并且无可见机械损伤看,采用高质量电容后,平均激光功率提高 1—2 个量级似为可能。

综上所述,涡流稳定闪光灯是一种长寿命

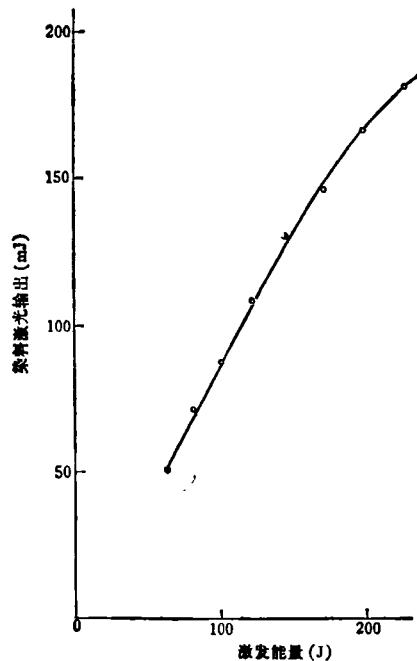


图4 激光输出能量与激发能量的关系
(氩气气压为 3 大气压,染料管内径为 4mm)

而有效可靠的新型脉冲光源,作为高平均功率染料激光器的泵源是较好的、可行的。

参 考 文 献

- [1] 许祖彦等,激光, 1-11(1980), 57.
- [2] 许祖彦等,物理, 11(1982), 49.
- [3] M. E. Mack *Appl. Opt.*, 13(1974), 46.
- [4] W.W. Morey et al., *IEEE J. Quantum Electron.* QE-12(1976), 311.
- [5] 郭东升等,激光, 8-8(1981), 23.

(上接第120页)

- [18] 陆学善、梁敬魁,物理学报, 21(1965), 849.
- [19] 梁敬魁,结构化学, 3(1964).
- [20] H. M. Rietveld, *Acta Cryst.*, 22(1967), 151; *J. Appl. Cryst.* 2(1969), 65.
- [21] R. B. Von Dreele, A. K. Cheetham, *Proc. Roy. Soc. London*, A338 (1974) 311.
- [22] B. O. Loopstra, H. M. Rietveld, *Acta Cryst.*, B25

- (1969), 787.
- [23] G. Caglioti, A. Paoletti, F. P. Ricci, *Nucl. Instrum.*, 3(1958), 223.
- [24] C. P. Khattak, D. E. Cox, *J. Appl. Cryst.*, 10(1977), 405.
- [25] A. M. Glazer, M. Hidaka, J. Bordas, *J. Appl. Cryst.*, 11(1978), 165.