

## 一级放大的超短腔染料激光器

钱列加 刘一先 李富铭  
(复旦大学物理系, 200433)

邓锡铭  
(中国科学院上海光机所, 201800)

### Ultrashort cavity dye laser with a one-stage amplifier

*Qian Liejia, Liu Yixian, Li Fuming*  
(Department of Physics, Fudan University, Shanghai)

*Deng Ximing*  
(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

**Abstract:** The short cavity dye laser with a one-stage amplifier is studied. It shows that the amplification factor is about 20 and a considerable reduction in intensity fluctuations can be achieved when a strong, nonsaturable absorber is used in the amplifier.

**Key words:** ultrashort cavity dye laser, amplification of energy, intensity fluctuation

### 一、前 言

超短腔染料激光器可产生窄脉冲、可调谐光脉冲输出<sup>[1~3]</sup>。但由于其能量较小( $\sim 1 \mu\text{J}$ )，它的应用受到限制。本文使用纵向泵浦的一级放大，可获得能量放大 20 倍左右，稳定性较好的 ps 激光脉冲，而且超短腔染料激光器光脉冲的时间抖动小<sup>[4]</sup>，它可作为用于高时间分辨率研究中的探测光。

### 二、实验装置及结果

实验装置如图 1 所示，用单脉冲的主被动锁模 Nd:YAG 激光器(Quantel 401 型)的 532 nm 光作为泵浦光，泵浦光脉冲时间宽度为 40 ps。超短腔染料激光器的详细结构见文献 [5, 6]，其腔长靠三只调节螺丝配合压电陶瓷调整，实验中染料溶液由循环泵驱动。超短腔染料激光器使用  $Y_3$  二甲基亚枫溶液，染料浓度为  $3 \times 10^{-3} M$ ，泵浦能量固定在  $20 \mu\text{J}$ ，泵浦光在腔内的聚焦光斑大小约  $\phi 0.5 \text{ mm}$ 。纵向泵浦的放大级染料池厚 5 mm， $Y_3$  染料浓度为  $1 \times 10^{-3}$

注： $Y_3$  染料为华东化工学院精细化工研究所新近研究的激光染料。

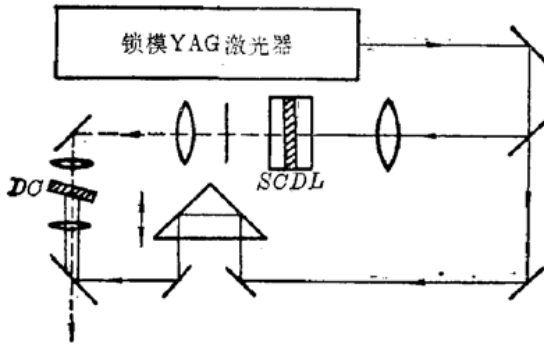


图1 一级放大的超短腔染料激光器实验装置  
SCDL—超短腔染料激光器, DC—染料池

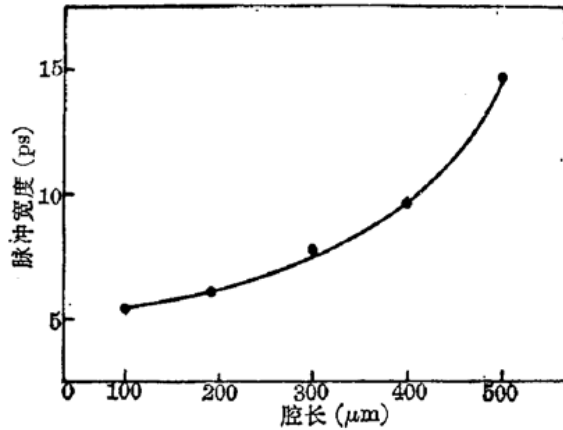


图2 输出激光脉冲时间宽度与超短腔染料激光器腔长的关系

$M$ , 泵浦能量固定在  $0.8 \text{ mJ}$ 。染料池内的染料激光光斑大小为  $\phi 1 \text{ mm}$ , 泵浦光斑尺寸为  $\phi 2 \text{ mm}$ 。输出染料激光的中心波长为  $685 \text{ nm}$ 。

超短腔染料激光器腔长不同时, 经放大后输出激光脉冲能量见表 1 所示, 输出激光能量随着腔长的缩短而变小, 这是由于振荡级光脉冲能量在短腔长时较小的缘故。作为比较, 实验中也测量了振荡级光脉冲能量在  $500 \mu\text{m}$  时约  $1.1 \mu\text{J}$ , 放大倍数近 20 倍。短腔长时因能量计灵敏度限制而无法测量。

表 1 放大后激光脉冲能量与超短腔染料激光器腔长的变化关系

腔长 ( $\mu\text{m}$ )	100	200	300	400	500
输出能量 ( $\mu\text{J}$ )	5.5	9.9	13.2	15.4	19.8

激光脉冲的时间宽度用无本底的自相关方法测量(KDP 晶体厚约  $0.5 \text{ mm}$ ), 倍频信号经光电倍增管, 由 PAR165 型 Boxcar 接收。不同腔长时, 一级放大的超短腔染料激光器输出脉冲宽度的变化示于图 2。激光脉冲宽度从腔长为  $500 \mu\text{m}$  时的  $14.8 \text{ ps}$  随着腔长的缩短被进一步压缩至腔长为  $100 \mu\text{m}$  时的  $5.3 \text{ ps}$  (假定光脉冲为高斯型)。在超短腔染料激光器中, 由于腔长短, 腔内光子寿命短而导致输出染料激光脉冲的压缩。这与仅仅只有振荡级时, 光脉冲的压缩效应相似<sup>[7]</sup>。腔长为  $500 \mu\text{m}$  时, 典型的光脉冲自相关曲线见图 3(a) 所示, 光脉冲的强度涨落较大 ( $\sim 15\%$ ), 图 3(a) 从另一个侧面反映了其涨落的程度。为改善稳定性, 可采用在放大级染料池中混入强的、未饱和的吸收体的方法<sup>[8]</sup>。我们在实验中使用隐花菁作为相应的吸收体, 浓度为  $3 \times 10^{-4} \text{ M}$ ,  $Y_3$  染料浓度仍固定在  $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 。在这种情况下, 放大级输出光脉冲的强度涨落有较大改善 ( $< 10\%$ ), 与  $532 \text{ nm}$  泵浦光脉冲相当, 脉冲能量为  $16.5 \mu\text{J}$ 。它小于没加吸收体隐花菁时的光脉冲能量 ( $19.8 \mu\text{J}$ )。这一现象并不奇怪, 因为隐花菁浓度较高, 未被饱和, 会减弱光脉冲的放大。在相同的 Boxcar 积分时间及量程条件下, 其输出脉冲的自相关曲线如图 3(b) 所示, 脉冲宽度为  $14.5 \text{ ps}$ , 振荡级光脉冲的自相关曲线如图 3(c) 所示, 脉宽为  $15.1 \text{ ps}$ 。我们把自相关曲线的光滑程度作为衡量激光脉冲强度涨落大小的相对标准。从图 3 可以看出, 在放大级中使用隐花菁可以改善脉冲的稳定性。激光脉冲经放大后, 脉冲宽度稍有变化, 其原因可能是由不同时测量以及加入吸收体隐花菁所导致。

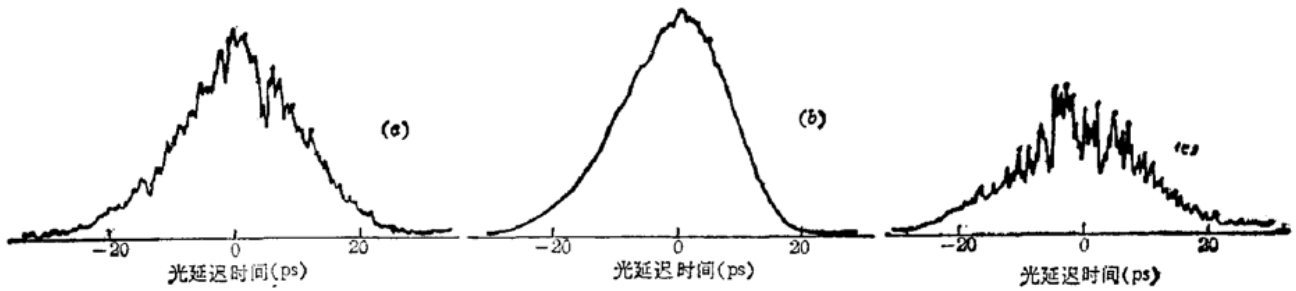


图3 腔长  $500 \mu\text{m}$  时的自相关曲线

(a) 放大级中未加吸收体; (b) 放大级中加入吸收体; (c) 振级光脉冲的自相关曲线

### 参 考 文 献

- 1 A. J. Cox, C. D. Merritt *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **40**, 664(1982)
- 2 G. W. Scott, J. H. Clark *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-19**, 554(1983)
- 3 H. P. Krotz, A. J. Cox *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-21**, 1795(1985)
- 4 L. J. Qian *et al.*, to be Published
- 5 陈凌冰, 伍长征 *et al.*, *中国激光*, **11**(11), 369(1984)
- 6 刘一先, 伍长征 *et al.*, *应用激光*, **5**, 207(1985)
- 7 D. Roess, *J. Appl. Phys.*, **37**, 2004(1966)
- 8 Z. W. Li, C. Radzewicz *et al.*, *Opt. Lett.*, **12**, 416(1987)

(收稿日期: 1988年11月3日)

## 稳定大功率单频输出 He-Ne 激光器的新进展

李尚义

(北京科学仪器厂激光研究室, 100011)

### New advance of high power single frequency He-Ne lasers

Li Shangyi

(Beijing Scientific Instrument Factory, Beijing)

**Abstract:** 26mW stable single frequency output was obtained from an extracavity He-Ne laser of 1m long high gas pressure longitudinally discharge tube with additional unhomogeneous magnetic field. Conversion coefficient from multi-frequency into single frequency output is greater than 1. This type of laser has a *p.d* value of approximate constant, being 10~13.

**Key words:** high power, single frequency

继文献[1~3]之后, 为了提高输出功率, 并消除放电毛细管不规则带来的腔损耗, 作者研磨了放电毛细管的内壁, 将输出功率进一步提高到 24mW。此时激光器的主要结构参数为: 腔长 1140mm, 放电管长 1m, 放电管内径 2.48mm; 采用平凹腔结构, 凹面曲率半径为 4m,