

# 五甲川红外锁模染料的研究\*

吴荣良 郑庆东 姚祖光\*\*

(华东理工大学精细化工研究所 上海 200237)

**提要** 合成了 6 个最大吸收波长在  $1.06 \mu\text{m}$  附近的五甲川红外染料(两个为不对称结构)。结构经红外,  $\text{H}^1$  核磁, 元素分析表征, 并测量了其 1, 2-二氯乙烷溶液的电子吸收光谱, 范围在 1052~ 1095 nm 之间。它的 1, 2-二氯乙烷溶液对  $1.06 \mu\text{m}$  波长的  $\text{Nd}^{3+}$  ·YAG 激光进行锁模, 全部锁模成功, 波形稳定。脉宽为 26.8~ 35 ps。

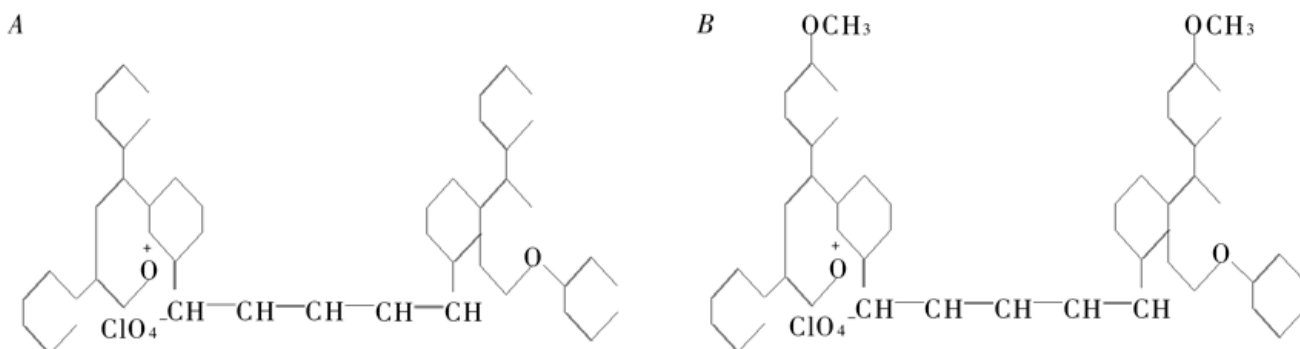
**关键词** 锁模染料, 红外染料, 对撞锁模

## 1 引 言

对撞锁模(CPM)技术是一种 80 年代才发展起来的新锁模方法, 不仅使脉宽大幅度地压缩, 而且大大提高了稳定性。 $\text{Nd}^{3+}$  ·YAG 激光器是用得最广泛的固体激光器件之一, 但用于锁模的饱和吸收体红外染料, 因波长和光稳定性的相互制约令人满意的并不多<sup>[1]</sup>。国内至今未见对锁模染料的合成筛选工作。五甲川红外染料, 相对于十一甲川, BDN 类, 孙占鳌等证明是较满意的<sup>[2, 3]</sup>。本文在已知染料的基础上, 加以结构修饰, 使其最大吸收波长与激光发射波长更接近, 从而增大其吸收截面。本文合成了 6 个五甲川红外染料(含两个不对称结构), 经过红外, 元素分析,  $\text{H}^1\text{NMR}$  表征, 并用 CPM 技术研究了其锁模情形。

## 2 实 验

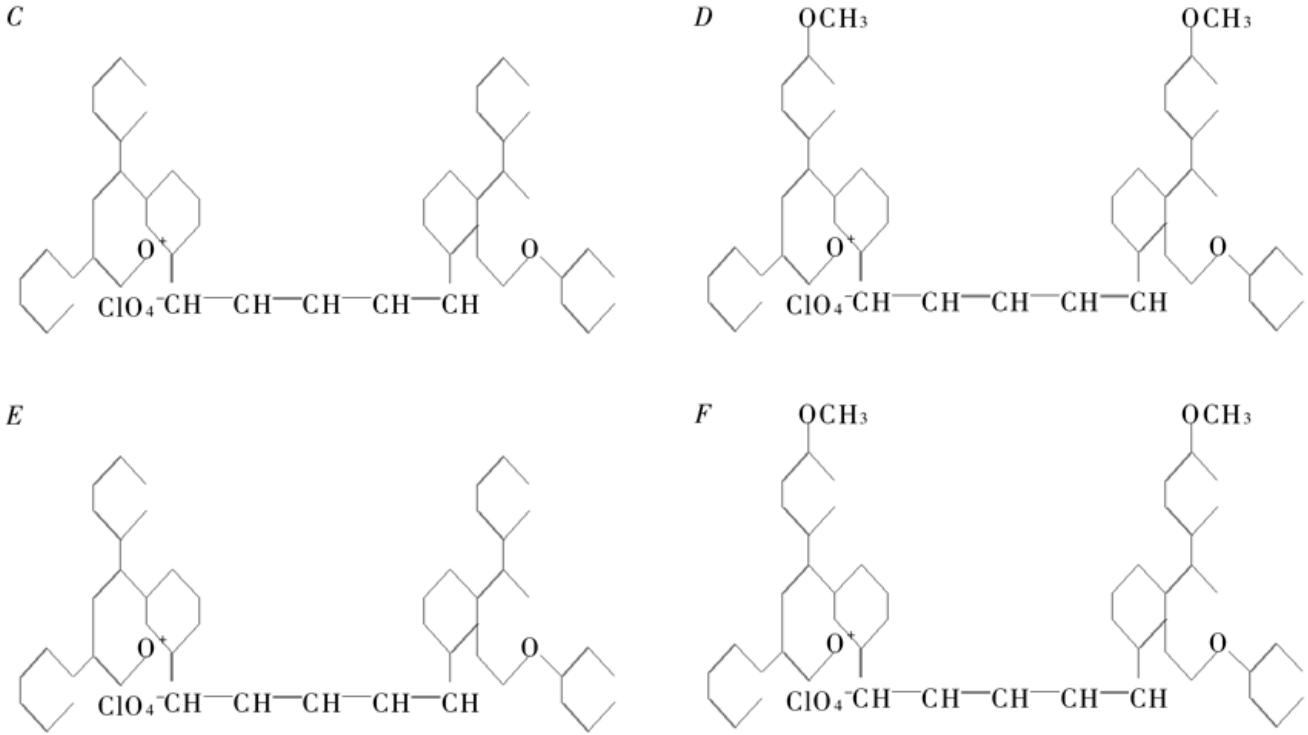
A ~ F 分子结构式



\* 国家自然科学基金(编号: 29676013)资助项目。

\*\* 通讯联系人。

收稿日期: 1998-11-25; 收到修改稿日期: 1999-01-04



## 2.1 染料电子吸收光谱

染料溶液为 1,2-二氯乙烷溶液,仪器为岛津 UV365 型紫外-可见-红外分光光度仪。测试结果见表 1。

表 1 A~F 染料的电子吸收光谱数据

Table 1 Absorption of dye A~F

dye	A	B	C	D	E	F	Kodak9860 <sup>[4]</sup>
$\lambda_{\max} / \text{nm}$	1052	1062	1080	1095	1064	1077	1070

## 2.2 染料锁模测试

实验测试装置如图 1 所示。 $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$  晶体尺寸为  $\phi 6 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ ,腔长为 120 mm。氙灯抽运,激光储能电容为 100  $\mu\text{F}$ 。饱和吸收体为五甲川的 1,2-二氯乙烷溶液,调节染料浓度使其透过率为 15%。测试数据见表 2。

表 2 染料 A~F 锁模测试数据

Table 2 Mode-locking testing data of dyes A~F

dye	$U_{\text{in}} / \text{V}$	$E_{\text{in}} / \text{J}$	$E_{\text{out}} / \text{mJ}$	$\bar{E}_{\text{out}} / \text{mJ}$	$\tau_p / \text{ps}$
A	1000	50	38, 37, 33	36	26.2
B	950	45	25, 29	27	28.6
C	1000	50	35, 34, 36	34.6	35.7
D	950	45	25, 29	27	28.6
E	1000	50	55, 50, 49	51.3	29.8
F	1000	50	57, 54, 52	54.3	28.4

Notes:  $U_{\text{in}}$ ,  $E_{\text{in}}$ ,  $E_{\text{out}}$ ,  $\bar{E}_{\text{out}}$  are the input voltage, input energy, fluctuate output energy, average output, respectively;  $\tau_p$  is the width of output pulse.

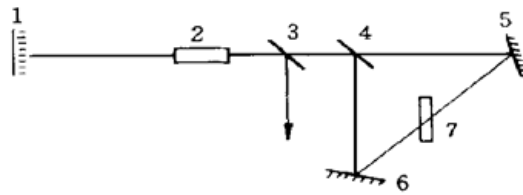


图 1 实验测试装置图

1: 尾反射镜; 2: 激光棒; 3: 输出镜; 4: 50/50 分束镜; 5, 6: 反射镜; 7: 染料池

Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup

11: HR mirror; 2: laser rod; 3: output mirror; 4: 50/50 beam splitter; 5, 6: HR mirror; 7: dye cell

### 3 讨 论

1) 经过结构修饰后的红外染料, 最大吸收波长变化范围在 1052~ 1095 nm 之间, 尤其染料 B 与激光发射波长非常接近;

2) 在上述实验条件下, 6 个染料全部锁模成功。与 BDN 相比, 锁模后脉宽更窄, 波形更稳定<sup>[2, 5]</sup>。E, F 出现双脉冲, 可能是其不对称结构导致激发阈值太窄所致。由于透过率约在 5 ~ 20% 之间, 适当提高染料浓度, 使之有合适的  $I_0$ , 有利于形成稳定的对撞锁模脉冲;

3) 染料在 1, 2-二氯乙烷溶液较为稳定。放置两个月后, 锁模性能基本没有改变。

图 2 是染料 D 在实验 2 测试条件下, 用非共线二次谐波强度-延迟相关法测得的二次谐波相关曲线。通过分析计算, 锁模脉冲平均脉宽为 23.8 ps。

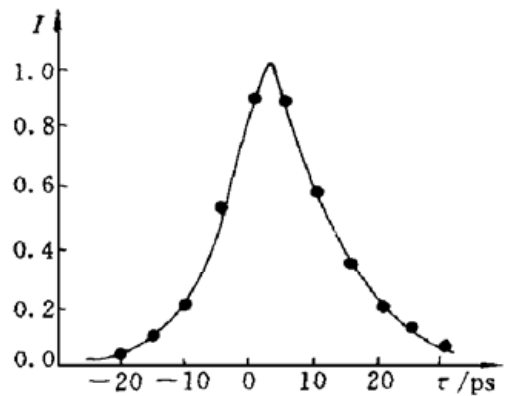


图 2 非共线二次谐波强度延迟-相关法测得的二次谐波相关曲线

Fig. 2 Curve of the auto-correlation function of noncollinear SHG

致谢 锁模测试由中国科学院上海光机所完成, 特此感谢。

### 参 考 文 献

- 1 B. Kopainsky, P. Qiu, W. Kaiser *et al.*. Lifetime photostability and chemical structure of IR heptamethine cyanine dyes absorbing beyond 1  $\mu\text{m}$ . *Appl. Phys. B*, 1982, **29**(1): 15~ 18
- 2 Sun Zhan'ao, Yang Xiangchun, Zhu Xiaolei. Design and performance of a colliding pulse mode-locking Nd:YAG laser using an unstable resonator with antiresonant ring structure. *Chinese J. Lasers* (中国激光), 1989, **16**(5): 302~ 304 (in Chinese)
- 3 Qiu Peihua, Chen Shuchen. Quantum efficiency and absorption recovery time of pentamethylidyne and undecamethylidyne dyes. *Chinese J. Lasers* (中国激光), 1983, **10**(3): 143~ 146 (in Chinese)
- 4 B. Kopainsky, W. Kaiser, K. H. Drexhage. New ultrafast saturable absorbers for Nd lasers. *Opt. Comm.*, 1980, **32**(3): 451~ 455
- 5 Dai Qing, Cheng Zhusheng. A novel IR switching and mode-locking dye. *Chinese J. Lasers* (中国激光), 1996, **A23**(11): 1053~ 1055 (in Chinese)
- 6 Zhu Xiaolai, Sun Zhan'ao, Wu Zhaoqing *et al.*. Investigation on colliding pulse mode-locking of (Ce<sup>3+</sup>, Nd<sup>3+</sup>) :YAG laser. *Chinese J. Lasers* (中国激光), 1992, **19**(7): 553~ 555 (in Chinese)

## Investigation on IR Mode-locking Pentamethylidene Dyes

Wu Rongliang Zheng Qingdong Yao Zhuguang

(Research Institute of Fine Chemicals, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

**Abstract** Six pentamethylidene IR dyes with a peak absorption wavelength at 1.06  $\mu\text{m}$  (including two asymmetric dyes) were synthesized for a mode-locking laser. The structure was demonstrated by IR,  $^1\text{H}$ NMR and element analysis. The absorption wavelength varied from 1052 nm to 1095 nm was tested in the solution of 1, 2-dichloroethane. A stable laser pulse with a duration of 27 ~ 36 ps was observed by using the dyes. The dyes are successfully proved to be used as a collide-pulse mode-locking (CPM) dye for  $\text{Nd}^{3+}$  :YAG lasers.

**Key words** mode-locking, infrared dyes, collide-pulse mode-locking

## 532 nm 波长激光实现偶氮聚合物液晶分子的双光子激发取向\*

我们对偶氮聚合物液晶进行超高密度存储机理研究。采用硫酸钕晶体倍频激光器输出的 532 nm 波长绿色激光照射偶氮聚合物液晶薄膜,发现了偶氮聚合物液晶薄膜样品在 265 nm 吸收峰处的双光子激发光致取向现象。

实验采用侧链型偶氮聚合物液晶材料,其 THF 溶液在玻璃基片上干燥后形成厚度为 50  $\mu\text{m}$  左右的各向同性固态薄膜样品。使用的激光平均功率为 30 mW,通过偏振片照射于液晶薄膜样品表面。探测光源为 He-Ne 激光器,波长为 632.8 nm,功率为 2 mW。在探测光路中,薄膜样品处于一对正交偏振片之间。固态薄膜样品在波长 532 nm 处为弱背景吸收,波长 265 nm 处有一个  $\pi$ - $\pi^*$  强吸收峰。在玻璃化转变温度  $T_g$  以下,所有样品受到 532 nm 波长的激光照射后,通过双光子吸收使分子重新取向,均产生了双折射现象,导致光电探测器接收到的信号发生变化。在温度 17 $^\circ\text{C}$ ,光强 120 mW/cm $^2$  时,样品因光致各向异性产生位相位  $\Delta\phi = \pi$  的平均时间为 6.5 min,介晶基团的 cis-trans 异构化平均速率常数约为  $6 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。关于偶氮聚合物液晶分子的双光子激发光致取向机理研究目前正在进行中。

中国科技大学物理系 合肥 230026

梁忠诚 明海 章江英 龙云泽 夏勇 谢建平

中国科技大学高分子材料科学与工程系

张其锦 沈维仑

收稿日期: 2000-01-17

\* 国家重点基础研究发展规划(973)“新型超高密度、超快速光信息存储与处理的基础研究”项目资助。