

# 高效激光染料 DCM 的调谐特性

邵子文 岳传华 马美丽

(上海激光技术研究所)

王鹏飞 吴永华 王公俊 奚敏君

(上海染料研究所)

**提要:** 实验研究了激光新染料 DCM 在不同溶剂、不同浓度时的激光特性。测量了它的调谐范围和峰值波长。指出在  $N_2$  激光泵浦情况下, DCM 的激光转换效率可与若丹明 6G 相当。

## Tunable properties of a new efficient laser dye DCM

Shao Ziwen Yue Chuanhua Ma Meili

(Shanghai Institute of Laser Technology)

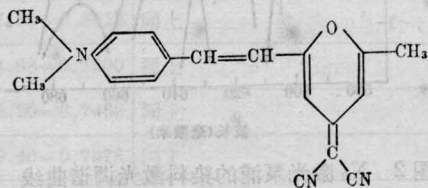
Wang Pengfei Wu Yonghua Wang Gongjun Qi Minjun

(Shanghai Dyestuffs Research Institute)

**Abstract:** The characteristics of laser dye DCM, such as tuning range and peak wavelength in different solvents and at several concentrations have been studied experimentally in detail. The conversion efficiency of DCM with nitrogen laser excitation is as high as that of Rhodamine 6G.

最近, Hammond<sup>[1]</sup> 报导了一种新激光染料 DCM, 在红光区域可以达到和若丹明 6G 相当的效率, 而且调谐范围宽, 具有很大应用前途。我们对 DCM 在不同溶剂、不同浓度时的激光特性进行了详细的实验研究。

有机染料 DCM 化学全名: 4-二氰亚甲基-2-甲基-6-对 N, N 二甲基胺基苯乙烯-4H 吡喃。属于花菁型染料, 其结构式为:



我们通过 N, N 二甲基胺对苯甲醛和 4-二氰亚甲基-2, 6 二甲基 4H 吡喃在醋酐介质中, 以磷酸为触媒, 在回流情况下进行反应。通过醋酸及苯重结晶而取得此 DCM。

收稿日期: 1980 年 12 月 29 日。

实验测试装置如图 1。泵浦用的  $N_2$  激光峰值功率为 300 千瓦, 频率每秒 5 次, 染料无循环。输出的染料激光引入 GDM-1000 双光栅单色仪测定波长, 由光电倍增管接收讯号, AC-15 检流计读数。测试结果画于图 2。为了比较, 我们还对若丹明 6G、甲酚紫(西德 E. Merck 公司); 若丹明 B、耐尔兰(上海试剂三厂)等几种染料做了相同的实验测定。对 DCM 则仅画了它在乙醇及二甲亚砜两种溶剂中的调谐曲线。由图 2 可见, DCM 的激光输出能量远远高于原来红光波段的常用染料甲酚紫、耐尔兰。其峰值处已接近若丹明 6G 的转换效率。

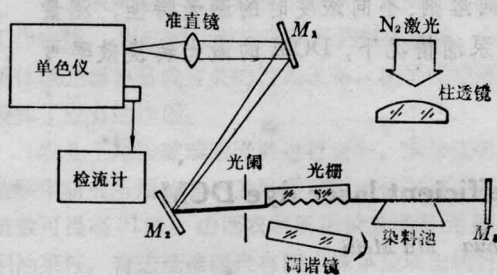


图 1 染料激光调谐特性测试装置  
( $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  都是全反射镜)

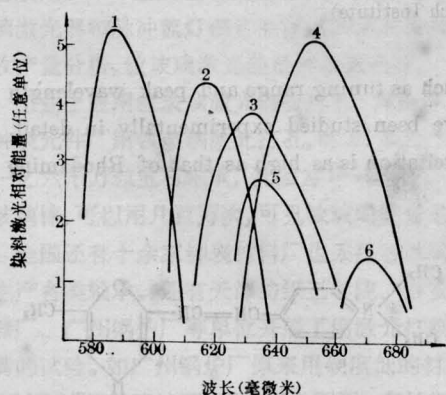


图 2  $N_2$  激光泵浦的染料激光调谐曲线  
1—若丹明 6G, 乙醇溶液, 浓度  $5 \times 10^{-3} M$ ;  
2—若丹明 B, 乙醇溶液, 浓度  $5 \times 10^{-3} M$ ;  
3—DCM, 乙醇饱和溶液, 稀释 1/2;  
4—DCM, 二甲亚砜溶液, 浓度  $2.5 \times 10^{-3} M$ ;  
5—甲酚紫 ( $3 \times 10^{-3} M$ ) + 若丹明 6G  
( $2.5 \times 10^{-3} M$ ), 溶剂乙醇;  
6—耐尔兰 ( $1 \times 10^{-3} M$ ) + 若丹明 B  
( $4 \times 10^{-3} M$ ), 溶剂乙醇

激光调谐范围和输出线宽有关。例如 DCM 的浓度  $2.5 \times 10^{-3}$  克分子的二甲亚砜溶液, 在输出线宽为 0.3 埃时, 调谐范围 628~685 毫微米; 而在线宽 2.8 埃时, 调谐范围扩大到 618~716 毫微米。

浓度对 DCM 的激光输出有很大影响。不仅激光的能量而且激光的峰值波长都有所不同。图 3 画出了在二甲亚砜溶剂中 DCM 不同浓度时的染料激光输出特性。随着 DCM 浓度的增加, 其激光峰值波长向长波方面移动。浓度变化一个数量级, 波长移动达 160 埃。但激光输出能量以  $2.5 \times 10^{-3}$  克分子浓度时为最高。

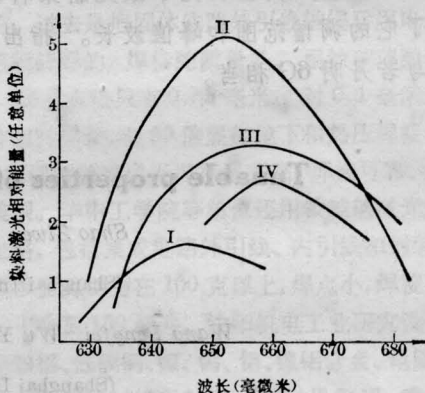


图 3 不同浓度时的 DCM 激光输出特性  
I—浓度  $8 \times 10^{-4} M$ , 峰值波长 645 毫微米;  
II—浓度  $2.5 \times 10^{-3} M$ , 峰值波长 652 毫微米;  
III—浓度  $5 \times 10^{-3} M$ , 峰值波长 655 毫微米;  
IV—浓度  $8 \times 10^{-3} M$ , 峰值波长 659 毫微米

由于二甲亚砜的冰点为  $18^\circ C$ , 因此, 温度对 DCM 的激光输出也有影响。温度低于  $15^\circ C$  时, 染料激光的强度显著减弱。

我们在 12 种溶剂的不同浓度的 DCM 染料溶液中获得了可调谐的激光输出。总的结果列于表 1。采用不同溶剂, DCM 的激光峰值波长可从黄光 590 毫微米(二氧六环)改变到深红的 652 毫微米(二甲亚砜), 移动 620 埃。

测量吸收光谱是用日本岛津公司 UV 360 自动记录分光光度计, 测荧光光谱用

表 1 DCM 在不同溶剂中的激光特性

溶 剂	浓 度 (克分子/升)	激光调谐范围 (毫微米)	激光峰值波长 (毫微米)	荧光峰值波长 (毫微米)	吸收峰值波长 (毫微米)	介电常数 $\epsilon$
二氧六环	$2.5 \times 10^{-3}$	578~639	590	552	452	2.21
三氯甲烷	$2 \times 10^{-3}$	582~616	593	559	470	4.64
氯 苯	$2 \times 10^{-3}$	579~638	608	560	470	5.62
邻二氯苯	$5 \times 10^{-3}$	592~631		570	474	9.93
$\beta$ -苯乙醇	$5 \times 10^{-3}$	608~669	616	595	484	13.10
丁 酮	饱和溶液	593~665	629	595	464	17.9
环己酮	饱和溶液	610~660	629	596	469	18.2
丙 酮	$2 \times 10^{-3}$	602~663	631	597	464	20.7
乙 醇	饱和溶液	610~665	632	597	474	24.3
甲 醇	饱和溶液	622~673	638	600	468	32.6
二甲基甲酰胺	$2.5 \times 10^{-3}$	614~676	646	602	476	36.7
二甲亚砜	$2.5 \times 10^{-3}$	628~685	652	605	480	46.7

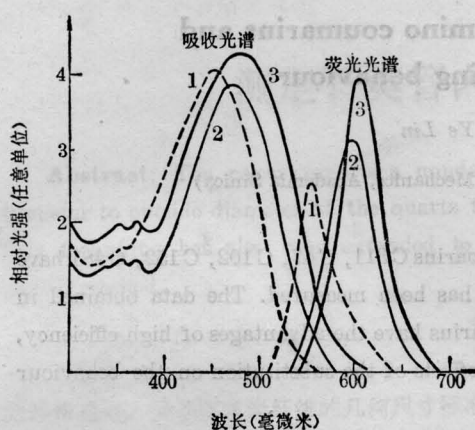


图 4 DCM 在三种溶剂中的吸收光谱和荧光光谱  
1—二氧六环；2—乙醇；3—二甲亚砜

RF-502 荧光光谱仪。典型的曲线如图 4。实验发现，即使 DCM 的二甲亚砜溶液的浓度不同，但其荧光峰值波长的位置不变，都是在 605 毫微米处。这是 DCM 和若丹明 6G 染料的不同之处，若丹明 6G 的荧光峰值波长位置是随着其在乙醇溶液中的浓度的改变而移动的。

从表 1 可以看到一个很明显的结论：激光峰值波长和荧光峰值波长都是随着介电常数  $\epsilon$  的增大而增大的，即向长波方向改变。介电常数的值引自文献[2]。

由实验看来，二甲亚砜是 DCM 的最好溶

剂，染料激光输出最强。其次为乙醇、甲醇、丙酮。多数溶剂的 DCM 溶液都具有光化学稳定性，能经受长时间的高峰值功率紫外脉冲激励。例如  $2.5 \times 10^{-3}$  克分子浓度的 DCM 二甲亚砜溶液，以峰值功率 300 千瓦、泵浦频率每秒 5 次的  $N_2$  激光连续激励 8 小时，其激光输出能量仅变化 14%。但在邻二氯苯溶剂中，DCM 激光性能不稳定， $N_2$  激光刚开始泵浦时，它有一定强度的激光输出，约半小时即荧光淬灭，且再也不能恢复。DCM 的  $\beta$ -苯乙醇溶液也不能长期工作，然而停止泵浦一、二天后，它又能恢复激光输出。

此外，中国科学院盐湖研究所 601 组对 DCM 用于连续波染料激光器时的转换效率作了测定，溶剂为 20% 二甲亚砜 + 80% 乙二醇，DCM 浓度为  $2.5 \times 10^{-3}$  克分子，以功率 4 瓦的氩离子激光泵浦，在波长 6708 埃处的染料激光输出功率达 200 毫瓦。而原来所用的染料若丹明 101 + 若丹明 6G，其激光输出功率仅 40 毫瓦。效率提高了五倍。

### 参 考 文 献

- [1] P. R. Hammond; *Opt. Commun.*, 1979, **29**, No. 3, 331.
- [2] D. Dobos; "Electrochemical Data", Budapest Akademiai Kiado, 1975, 340.