

新型蓝-绿波段激光染料的研究*

王 娟¹ 程铸生

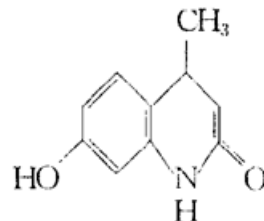
(华东理工大学化学系,¹ 精细化工系 上海 200237)

提要 合成了四种蓝-绿波段的激光染料,测定了它们的光谱数据、激光调谐范围和激光转换效率。用倍频 YAG 激光器泵浦,其中两个含三氟甲基的染料具有较宽的调谐范围:470~540 nm 和 456~516 nm;较高的激光效率:41.4% 和 26.6%,以及稳定的光化学性能。具有实用价值。

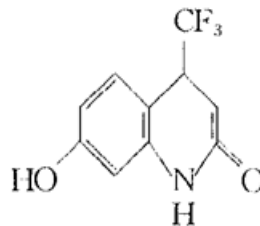
关键词 激光染料, YAG 激光器, 激光效率

本文合成的四种杂环含甲基和三氟甲基的系列染料,其激光输出位于 400~560 nm 的蓝绿波段内,同时表明了含三氟甲基对杂环结构的超共轭效应以及增强染料分子的刚性平面结构,能显著改善激光性能。根据分析鉴定,它们的名称及结构如下:

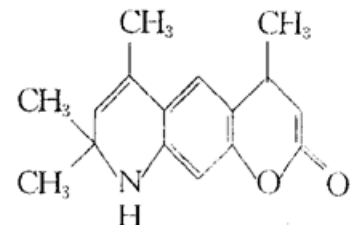
1a: 4-甲基-7-羟基-2-喹啉酮



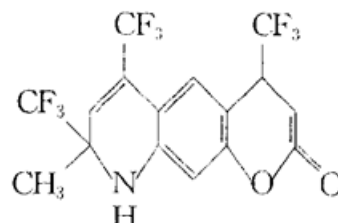
1b: 4-三氟甲基-7-羟基-2-喹啉酮



2a: 2-酮-4,6,8,8-四甲基-8,9-二氢-2H-吡喃[3,2-g]喹啉



2b: 2-酮-8-甲基-4,6,8-三三氟甲基-8,9-二氢-2H-吡喃[3,2-g]喹啉



* 国家自然科学基金资助项目。

这四种染料分别以乙酰乙酸乙酯和三氟乙酰乙酸乙酯为主要原料,以无水氯化锌为缩合剂,以无水乙醇为溶剂,通过 Pechmann 香豆素环化作用及 Michael 加成反应,其中还包括 β -酮酯的酮式分解和醇醛缩合反应而得到。

它们的光物理性能测试包括紫外吸收光谱、荧光光谱、红外光谱、质谱等的测试,其结果如表 1 所示。其中紫外、荧光光谱测定所用溶剂均为无水乙醇,其浓度紫外测定样品为 1×10^{-5} mol/L,荧光测定样品为 1×10^{-4} mol/L。

表 1 染料的各种光谱数据

Table 1 Various spectrum data of dyes

No	UV		Fluorescence spectrum		IR	Mass spectrum
	$\lambda_{\max} / \text{nm}$	$\epsilon / \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$	E_x / nm	E_m / nm	λ / nm	M/e
1a	326	7.85	241.8	360.7	2950, 1650, 1600	175, 146, 118
1b	380	4.20	379.2	477.5	3000, 1660, 1620	229, 201, 182
2a	234	7.50	238.0	458.3	3305, 2960, 1690	255, 240, 168
2b	384	6.95	379.2	477.5	3350, 3240, 1710	417, 402, 348

四种染料的激光性能用中国科学院上海光机所制造的 YAG 倍频激光器测试,激发波长为 357.4 nm,脉冲功率为 500 kW,脉宽为 10 ns。激光能量转换效率采用绝对法测量,即染料激光输出能量 E_d 和泵浦光能量 E_p 之比。染料激光为脉冲输出。它们在最适宜溶剂中、于最佳浓度下测得的激光效率如表 2 所示。

表 2 激光染料的能量转换效率

Table 2 The energy conversion yield of laser dyes

No	Solvent	Concentration/mol/L	Laser efficiency/%
1a	Aceton	1×10^{-3}	3.6
1b	Aceton	2.5×10^{-3}	26.6
2a	Ethanol	1×10^{-3}	20.0
2b	Ethanol	1×10^{-3}	41.4

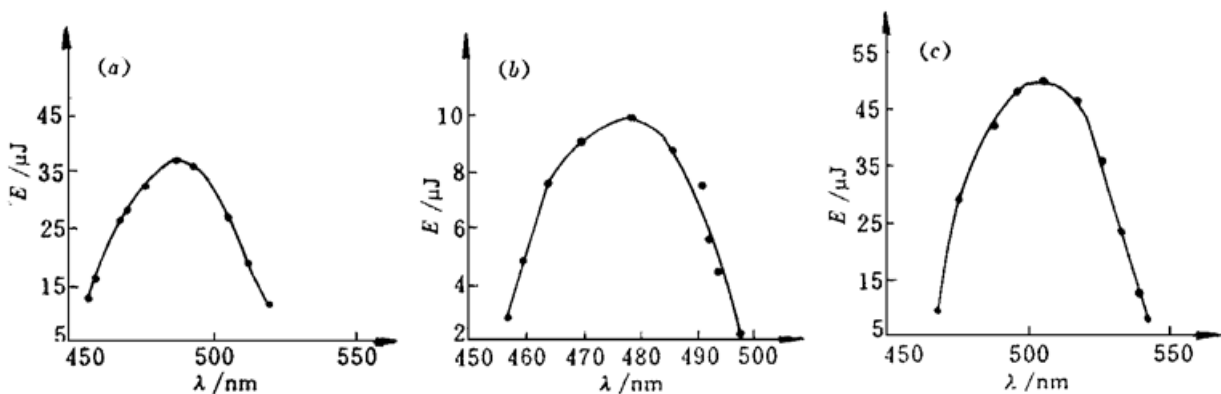


图 1 染料激光的调谐范围

Fig. 1 Turning range of the dye-laser

从表中看出, 1b, 2a, 2b 三种染料的激光转换效率是比较高的。为进一步了解它们的激射

性能,我们采用棱镜调谐的倍频 YAG 激光器测试它们的激光调谐范围,结果分别为 456~ 516 nm, 457~ 496 nm, 470~ 540 nm, 调谐曲线如图 1 所示。曲线 (a) 以丙酮为溶剂,浓度为 2.5×10^{-3} mol/L; 曲线 (b) 和 (c) 均以乙醇为溶剂,浓度均为 1×10^{-3} mol/L。

测试结果表明含三氟甲基的两种染料具有较高的能量转换效率和较为宽广的调谐范围,特别是 2b 染料,其激光效率达到 41.4%,调谐宽度 70 nm,具有很好的应用前景。

Study of Novel Lasing Dyes in Blue-green Region

Wang Juan Cheng Zhusheng

(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

Abstract Four lasing dyes in the blue-green region were synthesised. The spectra and lasing properties of these dyes were determined. Two of them containing trifluoromethyl group have wide laser turning ranges (470~ 540 nm and 456~ 516 nm) and show high lasing efficiencies (41.4% and 26.6%) in a YAG laser pumped experiment.

Key words lasing dye, YAG laser, laser efficiency

930 nm 33 fs 自锁模掺钛蓝宝石激光器*

最近我们采用上海光机所提供的掺钛蓝宝石晶体,晶体尺寸为 $\phi 6 \times 10$ mm,两端布儒斯特角切割,浓度约为 0.2%, FOM > 200,采用通常的像散补偿四镜腔结构,并将晶体冷却到 10°C,在用氩离子全线泵浦功率为 14.5 W 的条件下,成功地实现了在 900 nm 到 970 nm 之间的自锁模运转,在最佳状态下,获得的最短光脉冲为 33 fs,峰值中心波长为 930 nm,光谱带宽为 42 nm,输出功率为 80 mW。

(中国科学院西安光机所 阮双琛 杨建军 毛艳丽 侯 洵 1997-11-14 收稿)

* “八五”国家攀登计划资助项目。