

## 连续波染料激光器的实验研究

中国科学院电子学研究所 黄振国 梅其初 陈 晔 汪其政 郭建荣

连续波染料激光器是一种单色性极好,波长连续可调,输出功率和效率高的可调谐激光器。目前的国标水平是:线宽几十千赫,功率几瓦至几十瓦,效率20~30%,调谐范围4000埃~1微米。

由于它的这些特点,连续波染料激光器在光化学、高分辨光谱学、同位素分离、生物学、医学、物性研究等方面有它独特的应用。

连续波染料激光器要求有极细的光腰以减少泵浦阈值,因此腔镜的曲率都很小。另一方面,在腔内必须包括调谐元件,这又使腔镜曲率半径不能太小。作为折衷的办法,人们发现了三镜折迭象散补偿腔。但是,这种腔的稳定区的大小很严格,很难掌握。我们对三种常用腔体稳定区的计算列表于下:

型号	已 知 尺 寸 (毫米)				计 算 尺 寸 (毫米)			
	$R_1$	$R=2f$	$R_2$	$d_2$	$d'_2$	$R'_2$	$d$	$d_1$
1	50	100	$\infty$	500	56	-6	44~50	100~106
2	50	75	$\infty$	500	41	-3	47~50	88~91
3	50	50	$\infty$	500	26	-1	49~50	75~76

由表可以看出,对于第一种腔( $R_1=50, R=100, R_2=\infty, d_2=500$ ),稳定区范围为6毫米;对于第二种腔( $R_1=50, R=75, R_2=\infty, d_2=500$ ),稳定区为3毫米;对于第三种腔( $R_1=50, R=50, R_2=\infty, d_2=500$ ),稳定区为1毫米。所以,连续波染料激光器在调节和对准上比较困难,但只要熟练掌握操作技术,出光也是很快的。

我们采用第一种腔体尺寸,用一个 $R=100$ 的反射镜来引入氩离子激光器的泵浦光。泵浦功率0~5瓦可调,多谱线多模输出。染料是若丹明6G,浓度为 $1 \times 10^{-3}M$ ,溶于乙二醇中,流速从3米/秒~7米/秒变化,折迭角 $2\theta$ 从 $7^\circ \sim 13^\circ$ 变化,以双折射滤光片作调谐元件,得到5700~6300埃的调谐输出。

在泵浦功率为4.5瓦时,在加有三重态猝灭剂环辛四烯的情况下,得到中心波长5900埃处1瓦的输出功率,效率超过20%。

## 高效染料激光器及紫外可调谐激光的产生

中国科学院上海光机所 叶 霖 杨香春 杨天龙

采用具有优良特性的脉冲Nd:YAG激光器的高次谐波作泵浦源,研制了一台高效染料激光器。可见波段可调谐的染料激光通过非线性晶体倍频,获得了高功率紫外可调谐激光。

脉冲Nd:YAG激光器的高次谐波用来泵浦染料激光器具有下列优点:①提供多种泵浦波长。Nd:YAG激光器的二次谐波0.532微米光束,四次谐波0.266微米光束,还有1.06微米基波光束和二次谐波光束经一块KDP晶体和频获得的0.3547微米光束,都可用来泵浦染料激光器。因此可做多种染料的激光实验,获得较宽范围的波长复盖。用四次谐波泵浦对联三苯的环己烷溶液,获得了目前波长最短的染料激光3400埃。②泵浦光束功率大。0.532微米光束功率大于 $10^7$ 瓦,可不经聚焦系统直接泵浦染料溶液,对大部分染料可进行近纵向泵浦,因而染料激光亦获得良好的方向性。0.3547微米和0.266微米光束的功率亦大

于  $4 \times 10^6$  瓦。③ 泵浦光是线偏振光，因而也得到线偏振的染料激光和线偏振的紫外可调谐激光。④ 泵浦光脉宽  $< 10^{-8}$  秒，可不考虑染料的三重态效应。⑤ 重复频率高，最高可达 20 次/秒。

高效染料激光器由染料盒、平板宽带介质膜全反射镜和部分反射镜组成。染料盒两通光面不平行，有一很小夹角，以防止自振损失能量。腔内插入三块高色散玻璃分光棱镜作调谐元件，便可获得波长范围很宽的可调谐染料激光。腔内各元件通光面法线与染料激光束成布儒斯特角，以减少反射损失。该装置具有结构简单，插入损耗小，能承受高功率等优点。

高效染料激光器采用的染料是若丹明 6G 乙醇溶液。我们测量了该染料溶液的吸收光谱、荧光光谱和激光光谱，还测量了染料溶液浓度对激光光谱和能量转换效率的影响。找到最佳浓度为  $5 \times 10^{-5}$  克分子/升。当 0.532 微米泵浦光束功率为 10.4 兆瓦时，测量了染料激光器的能量转换效率；腔内未插入调谐元件时，染料激光器输出功率为 5.3 兆瓦，能量转换效率高达 50% 以上；腔内插入三块棱镜后，可调谐输出功率最大可达 3.1 兆瓦，转换效率仍高达 30%。光谱可调谐范围为 5600~6000 埃，谱宽为 15 埃。

对染料激光进行放大，效果很好。同一台 Nd:YAG 激光器获得的两束 0.532 微米激光同时泵浦两只染料盒，振荡级输出的小信号染料激光经放大级后放大了近十五倍。

上述染料激光器输出的在可见波段可调谐的激光，通过腔外一块  $\varphi = 45^\circ$ ， $\theta = 65^\circ$ ，I 类相位匹配，尺寸为  $20 \times 20 \times 48$  毫米<sup>3</sup> 的优质 ADP 晶体倍频后，获得谱宽为 3 埃，波长范围为 2800~3000 埃的紫外可调谐激光。其峰值功率最大可达 0.3 兆瓦，倍频效率为 10%。测量了晶体相匹配角与倍频波长的关系。发现仅用一块 ADP 晶体，当上述染料激光入射角在  $18^\circ$  范围内改变时，便可获得 2800~3000 埃的高功率紫外可调谐相干辐射，具有很大的实用价值和广泛的应用前景。改变染料品种，采用相同方法便可获得其它波长范围的紫外可调谐激光。另外，采用可调谐染料激光与固定波长激光（例如：1.064 微米或 0.532 微米等）和频的方法，也可获得紫外可调谐激光。

## 若干新的有机闪烁体激光的测量

南开大学 物理系光学教研室  
化学系有机化学结构理论研究室

本文报导若干种新型有机闪烁体激光性能的测量结果。其中有些闪烁体虽已有报导，但其激光性能的测量尚未见发表，而有些闪烁体则尚未见报导，是我们首次合成成功的新型闪烁体<sup>[1]</sup>。这些闪烁体的激光转换效率较高，其中有些高于目前常用的闪烁体，是染料激光器的较好的工作物质。

所用闪烁体都经过精制提纯，溶剂也经过提纯处理。

采用氮分子激光作为闪烁体激光的泵浦光源，氮激光器采用典型的 Blumlein 平板传输线结构，但在放电腔中，我们加入第三个电极作为预电离电极。它不仅使主电极放电较均匀、稳定，而且激光输出能量较之无预电离者提高 30% 左右。本工作所用的氮激光器输出能量约为 2 毫焦耳。

为了获得闪烁体激光的最大转换效率，避免介质镜及衍射光栅对不同波长的反射率不同所产生的影响，我们采用无色散光腔来测量闪烁体的激光输出能量。用一个 10 毫米宽的石英比色池作为染料池，池的一侧壁镀铝膜当作全反射镜，另一侧壁不镀介质膜，利用石英平面的自然反射当作反射镜。氮激光通过一个柱面透镜在染料池内壁附近聚焦成一条细光束以激励闪烁体。闪烁体的激光从染料池不镀膜的侧壁输出。激光能量采用热电堆能量计进行测量。

采用氮激光 3371 埃作为激发光源，用光栅单色仪测量了这些闪烁体的荧光光谱。

对闪烁体激光进行波长调谐是采用 Hänsch<sup>[2]</sup> 装置。闪烁体激光波长的覆盖范围，依赖于氮激光器泵浦光源的强弱而定。泵浦光源较强时，其覆盖范围就较宽；泵浦光源较弱时，其覆盖范围就较窄。一般说来，闪烁体激光波长的强度分布大体上与其荧光光谱的强度分布相似。