

氮激光泵浦的染料激光器的性能研究*

颜炳玉

(北京光电技术研究所)

自从染料激光器问世以来,发展是十分迅速的。这是由于它是激光光谱学不可缺少的手段之一。高分辨率激光光谱用来研究物质的超精细结构;超短脉冲的时间和空间高分辨率光谱用来研究物质的瞬态变化及微观动力学过程;在工业上用激光光谱可进行微量和超微量的高灵敏度的物质分析。此外,可调谐染料激光器在同位素分离、光化反应等方面也有着极其重要的意义。

近年来我们研制了 QJR2-1 型和 QJR-2 型可调谐染料激光器。在 QJR2-1 型可调谐染料激光器的某些技术参数的基础上,我们做了部分的修改,研究了染料激光器的性能。主要进行波长调谐范围,用光栅和法布里-珀罗标准具压缩线宽等方面的实验研究。

一、实验装置及其结构参数

实验装置如图 1 所示。泵浦源为北京光电技术研究所研制的密封油浸式氮分子激光器。它的具体参数如下:

输出波长: 337.1 毫微米;

输出能量: 3.3 毫焦耳/脉冲;

脉冲宽度: 4 毫微秒;

脉冲重复频率: 50 次/秒。

染料激光器的结构参数如下: 谐振腔反射镜镀有宽带多层介质膜,中心波长为 590 毫微米,反射率 $R = 40\%$ 。染料池为不锈钢的,两端面夹角约为 5° ,紫外光入射窗口为石英镜片,染料激光器的输出窗口为镀可见光增透膜的光学镜片。柱面镜焦距 $f = 45$ 毫米,镀有紫外增透膜。扩束望远镜为 20 倍内调焦式。法布里-珀罗标准具由两块石英镜片和一个钨钢隔离环构

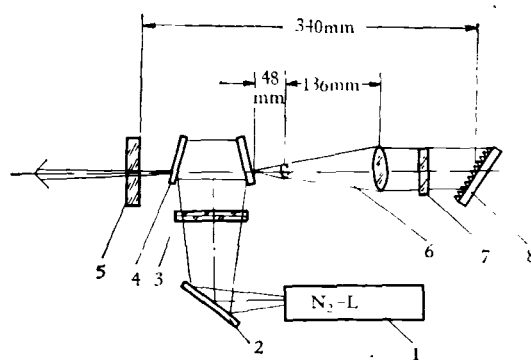


图 1 可调谐染料激光器的原理图

1——泵浦源——氮激光器; 2——镀铝反射镜; 3——柱面镜; 4——染料池; 5——谐振腔反射镜; 6——扩束望远镜; 7——法布里-珀罗标准具; 8——光栅

成,两反射镜面的间隔 $d = 2.35$ 毫米,反射镜面镀有宽带多层介质膜,反射率 $R = 87\%$;光栅为 1800 条/毫米的原刻光栅,闪烁波长为 546.1 毫微米。对染料激光器除正确的选择各元件及其相互配合的参数外,精心细致地进行调正是十分重要的,只有这样才能获得最佳的结果。

二、染料激光器的性能及测试方法

使用上述结构参数,获得如下的实验结果。

1. 染料激光器的波长调谐范围

我们分别对十几种染料进行了实验。用光栅调谐可获得 360.0—713.5 毫微米的波长连续覆盖的调谐范围。在此范围内所需的染料,溶剂,浓度及输出波长等列于表 1。染料激光器的输出波长是用 GDM-1000 型光栅双单色仪测得的。

* 1979 年 2 月 20 日收到。

表 1 脉冲式可调谐染料激光器的波长覆盖范围

染料名称	溶剂	浓度[克分子/升]	波长范围[毫微米]	峰值波长[毫微米]
PBD	乙醇	1×10^{-3}	360.0—388.3	367
POPOP	四氢呋喃	5×10^{-4}	410.9—448.7	427
四甲基伞形酮	乙醇	1×10^{-2}	390.0—540.0	489
香豆素	乙醇	1×10^{-2}	515.9—543.2	522
荧光素钠	乙醇	1×10^{-3}	539.0—574.1	556
二氯荧光素	乙醇	1×10^{-2}	546.8—599.4	563
罗丹明 6G	乙醇	2×10^{-3}	564.0—607.2	586
罗丹明 B	乙醇	2×10^{-3}	595.3—642.7	623
甲酚紫+罗丹明 B	乙醇	$2 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-3}$	637.4—666.3	649
甲酚紫	乙醇	2×10^{-3}	647.3—692.8	678
耐尔蓝	乙醇	$1 \times 10^{-3} + 1 \times 10^{-4}$	688.3—713.5	699

2. 染料激光器的输出谱线宽度

使用罗丹明 6G 染料，溶于乙醇中，得到 2×10^{-3} 克分子浓度。仅用光栅调谐，对 600 毫微米的波长，输出线宽为 0.03—0.04 毫微米。该线宽是用 GDM-1000 型单色仪测得的。

如果在光栅和望远镜之间加一个法布里-珀罗标准具（参数如前所述），所得精细常数 $F = 22.5$ ；自由光谱区 $\Delta\lambda = 0.074$ 毫微米，计

算线宽为 $d\lambda = 0.0033$ 毫微米。该线宽用一个测试法布里-珀罗标准具测得的^[1]。测试标准具的平面度为 $\lambda/20$ ，反射率 $R = 94\%$ ，反射面间隔 $d = 20$ 毫米。测试装置见图 2。用该装置拍摄的干涉条纹见图 3。我们分别对已拍摄的四个干涉条纹底片进行测量，所得线宽为 $d\lambda_{\text{平均}} = 0.0032$ 毫微米。

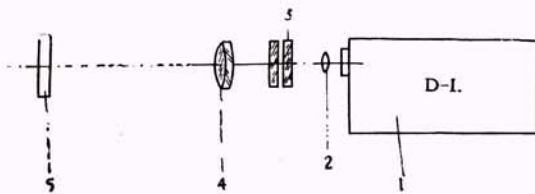


图 2 谱线宽度测量装置

1—染料激光器；2—发散透镜；3—测试标准具；4—聚光镜；5—底片盒

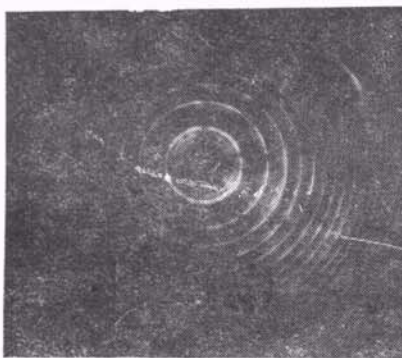


图 3 测量染料激光器输出线宽的干涉条纹

三、结 束 语

我们用输出功率为 825 千瓦密封油浸氮激光器泵浦染料激光器。运用这种结构的装置获得染料激光器的性能参数归纳如下：

- (1) 波长调谐范围：360.0—713.5 毫微米，
- (2) 谱线宽度：光栅调谐线宽为 0.03—0.04 毫微米加上标准具线宽 0.0032 毫微米（对 600 毫微米波长），
- (3) 光束发散角：1—2 毫弧度（半角，对 600 毫微米波长），
- (4) 脉冲宽度：3.5 毫微秒。

发散角是通过多次测量和拍摄不同位置光斑尺寸得到的。脉冲宽度是使用 SS-6300 示波器测得。

参 考 文 献

- [1] H. G. Heard, Laser Parameter Measurements Handbook, 1968.