

染料激光强迫振荡器

汤 晓 冯宝华 张祖仁

(中国科学院物理研究所)

Dye laser forced oscillator

Tang Xiao Feng Baohua Zhang Zuren

(Institute of Physics, Academia Sinica)

A method is described for obtaining high power, tunable dye laser output of narrow linewidth. The experimental set up is introduced on which high power output of 30 mj and 520 mj with linewidths of 0.03 Å and 0.1 Å have been obtained.

调频染料激光器在科研和生产上获得愈来愈广泛的应用。激光光谱学的研究、激光分离同位素、大气污染的监测以及其它许多有关方面,都需要既有窄的线宽、又有较大能量的调频激光。但是,通常的染料激光器,其输出能量和线宽之间,存在一定的矛盾。闪光灯泵浦的染料激光器,输出能量很大,甚至每个脉冲达 400 焦耳^[1],但线宽太宽,单色性极差,应用受到限制。如果在激光器谐振腔内插入选频元件,把线宽压缩到 0.1 埃以下,那么能量损失太大,效率大大降低。

要解决这个矛盾,用前级窄带振荡器后加放大的办法似乎可行。不过,染料分子的激光上能级寿命,比起激光脉冲宽度要短得多,所以放大器的单程饱和增益极低。1972 年 G. Magyar^[2] 等人用强迫振荡器的方法获得大的有效功率增益。1975 年 Mitsuo Maeda^[3] 等人改进了这个方法,获得了 0.05 埃 4 焦耳的窄带大能量输出。

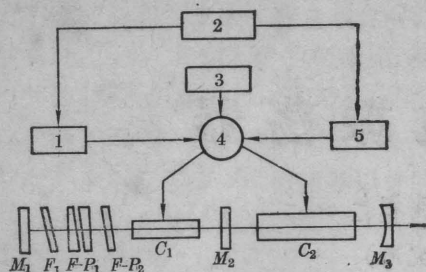
一个普通的脉冲染料激光器,如果腔内不加任何选频元件,它将输出宽带激光。如果在它起振之前,预先注入一个窄带激光信

号,并使注入信号的模式与激光器的腔模相匹配,那么,当它本身起振的时候,与注入信号相应的模式将占优势。最后,由于模式竞争的结果,把大部分宽带能量集中到窄带里去了。这就是强迫振荡器的基本原理。我们的实验结果也证明了这样的观点。

实验装置如图所示。实验中使用若丹明 6G 的乙醇溶液,浓度为 $1 \times 10^{-4} M$ 。前级振荡器是一支由消融闪光灯泵浦的染料激光器,在共焦腔工作时,最大的宽带输出为 300 毫焦耳,效率 0.23%,脉冲宽度 1.4 微秒,调谐范围为 5700~6200 埃。在其腔内插上如图所示的调谐元件后,线宽可压缩到 0.03 埃。这时的输出能量仅 1 毫焦耳左右。强迫振荡器是一个同轴灯泵浦的染料激光器,它的输出能量最高可达 3.6 焦耳,效率 0.58%。如图所示,把两支激光器排列在同一直线上,中间以反射率为 90% 的平面镜耦合起来。

为了实现两者的耦合操作,前级振荡器和后级强迫振荡器必须严格同步,而且,前级的窄带输出,在时间上应略超前于后级,以

收稿日期: 1979 年 4 月 3 日。



实验装置示意图

1—贮能器 1 2—高压电源 3—触发器 4—火花隙
5—贮能器 2 M_1 —平面全反射镜 M_2 —平面反射镜，
反射率 90% M_3 — $R=5$ 米，反射率 10~30% F_1 —
干涉滤光片 $F-P_1$ —空气隙标准具，间距 120 微米，
反射率 50% $F-P_2$ —实心标准具，厚 3.75 毫米，反
射率 50% C_1, C_2 —染料池

保证在模式竞争中，窄带输出获得绝对优势。所以我们只用了一个火花隙开关，让它兼管两支激光器的开启，并在电路参数上作适当调节，使前级输出必然超前于后级，获得了满意的效果。

一般来说，强迫振荡器在没有注入信号时，它输出的宽带峰值波长接近于染料的增益峰。如果注入信号的波长离染料的增益峰较远，则宽带能量不能有效地集中到窄带里去。所以，以前报导的强迫振荡器，其调谐

范围被限制在染料增益峰附近的一个小区域内。我们在强迫振荡器的腔内插入一块透过率很高的干涉滤光片，把宽带输出的波长调整到所需要的位置，然后，在这个位置注入窄带信号，既可把宽带能量集中到窄带里去，又不使效率下降太多。这样一来，就大大地扩展了强迫振荡器的调谐范围。

利用这台装置，我们获得了波长在 5900 埃附近的窄带大能量输出：线宽 0.03 埃时输出 300 毫焦耳，有效的能量增益达 300 以上；线宽 0.1 埃时输出为 520 毫焦耳。这样的指标，已能满足一般研究工作的要求。利用这种方法，要获得线宽 0.1 埃以下，能量几焦耳甚至十几焦耳的调频激光并不太困难。进一步的理论分析和实验工作还在进行之中。

参 考 文 献

- [1] Ф. Н. Балтаков, В. А. Барихин, Л. В. Суханов; *Письма в ЖЭТФ*, **19** (1974), 300.
- [2] G. Magyar, H. -J. Schneide-Muntau; *Appl. Phys. Lett.*, **20** (1972), 406.
- [3] Mitsuo Maeda, Osamu Uchino, Tatsuo Okada, Yasushi Miyazoe; *Jap. J. Appl. Phys.*, **14** (1975), 1975.