

# 窄带、高光谱纯度、高效率染料激光器振荡-放大系统

江锦泉 上官诚 林英仪 乔福堂 王之江

(中国科学院上海光机所)

## A narrow bandwidth, high spectral purity and high efficiency dye laser oscillator-amplifier system

Jiang Jinquan, Shanguan Cheng, Lin Yingyi, Qiao Futang, Wang Zhijiang  
(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

**Abstract:** A dye laser oscillator-amplifier system with narrow bandwidth, high spectral purity and high efficiency was developed. A linewidth of 700 MHz (single longitudinal mode) has been obtained at  $\lambda=600$  nm. The conversion efficiency is 13%, and S/N ratio is 0.25% (at  $\lambda=591$  nm). Conversion efficiency of up to 15% has been obtained.

### 一、引言

欲在振荡器获得较大的峰功率(或能量),则腔内损耗元件(如 F-P 标准具等等)不能过多;而要使激光线宽变窄,则因增加腔内损耗元件而加大腔内损耗。即欲从振荡器里同时获得高峰功率(或能量)和窄线宽是相互矛盾的。解决此问题有两个途径:一是采用增加放大级的方法;二是采用注入锁定技术的方法。我们采用前一种方法。参考文献[1],研制了染料激光器振荡-预放大系统,以及染料激光器振荡-预放大-放大系统,用XeCl准分子激光作为泵浦源,对它们的参数与性能分别进行了测试和讨论。

### 二、实验结果和讨论

研制的振荡-预放大系统的结构如图1所示,其中振荡器的分束镜11系由透过率为75%(入射角45°)的石英平板构成;腔内 F-P 标准具4的厚度为5mm,折射率  $n=1.5$ 。选取振荡级泵浦光与预放大级泵浦光的延迟时间为4ns(即空间距离为120cm);

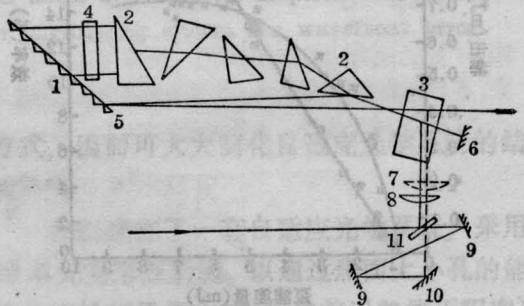


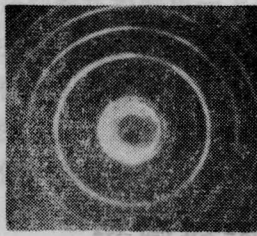
图1 振荡预放大器系统结构

1—光栅; 2—五棱镜扩束器; 3—染料池; 4—F-P 标准具; 5—光栅滤色片; 6—腔反射镜; 7—预放大器的柱透镜; 8—振荡器的柱透镜; 9—延时反射镜; 10—全反射镜; 11—分束镜

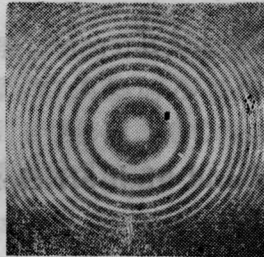
染料池浓度为  $2 \times 10^{-3}$  M/l(Rh6G 染料)。

#### 2.1 预放大器

图2(a)、(b)分别给出腔内未加 F-P 标准具和加上 F-P 标准具的干涉环。计得线宽分别为 8.6 GHz( $\sim 0.01$  nm)和 1.6 GHz,均较振荡级在同等条件下的线宽宽。



(a) 预放大级输出光(未加腔内 F-P 标准具)的干涉环。测量 F-P 标准具厚  $d=2\text{mm}$ ,  $n=1.5$ , 线宽  $\Delta\nu=8.6\text{GHz}$ , 波长  $\lambda=580\text{nm}$



(b) 预放大级输出光加腔内 F-P 标准具的干涉环。测量 F-P 标准具厚  $d=20\text{mm}$ ,  $n=1.5$ , 线宽  $\Delta\nu=1.6\text{GHz}$ , 波长  $\lambda=589\text{nm}$

图 2

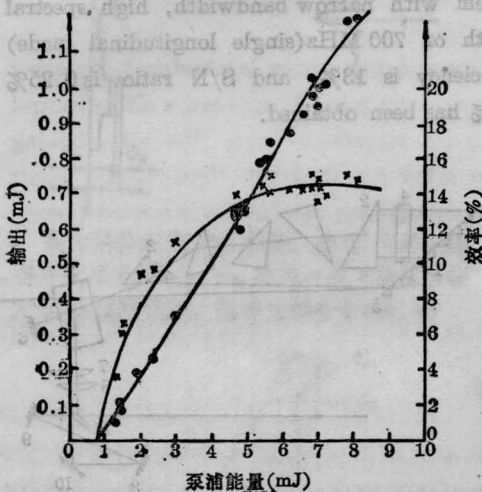


图 3 预放大器效率和输出能量随泵浦能量的变化

波长  $\lambda=580\text{nm}$ 。

●—输出激光能量曲线

×—效率曲线

图 3 示出了预放大级效率(或输出)随泵浦能量的变化。从图 3 知,当泵浦能量约为  $6\text{mJ}$  时,效率增长开始变慢;泵浦能量约为  $8\text{mJ}$  时,效率达到最大,为  $15\%$ 。泵浦能量进一步增大,效率有下降趋势。

## 2.2 放大器

在预放大器(图 1)的基础上再增加一级放大器,

系统装置如图 4 示,其中振荡器的分束镜 11 为一透射率  $\sim 92\%$  的未涂膜石英平板;预放大器的分束镜 10 为透射率  $\sim 75\%$  涂有介质膜的石英平板;振荡器柱透镜 8 和放大器柱透镜 13 的焦距均为  $108\text{mm}$ ;预放大器柱透镜 7 的焦距为  $96\text{mm}$ ;染料池 12 的长度为  $40\text{mm}$ ,其余参数与预放大级相同。

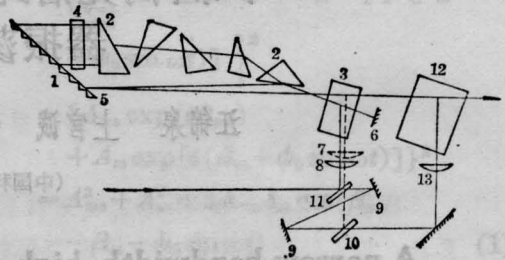


图 4 振荡-预放大-放大系统结构

1—光栅; 2—五棱镜扩束器; 3—染料池; 4—F-P 标准具; 5—光栅滤色片; 6—腔反射镜; 7—预放大器的柱透镜; 8—振荡器的柱透镜; 9—延时反射镜; 10—预放大器分束器; 11—振荡器分束器; 12—放大器染料池; 13—放大器柱透镜; 14—反射镜

在以下放大器参数测试过程中,放大器染料池的浓度为  $1 \times 10^{-3}\text{M/l}$ ,预放大器和振荡器染料池浓度为  $2 \times 10^{-3}\text{M/l}$ 。

在波长  $\lambda=600\text{nm}$  处,拍摄了加有腔内 F-P 标准具的干涉环(图 5)。通过测量此干涉环,得到了放大光的单纵模线宽  $\Delta\nu=700\text{MHz}$ 。我们认为,这是由腔内 F-P 标准具对不同的波长有不同的反射率,即对于不同波长, F-P 标准具具有不同的精细度造成的。从预放大级输出光的线宽测量结果知,预放大级输出光的线宽较同等条件下的振荡级输出光的线宽为宽;而当改变振荡波长后,由于腔内 F-P 标准具的精细度随波长而变,故造成了不同波长的线宽的差别。

图 6 示出了在波长  $\lambda=580\text{nm}$  处放大器输出光效率(输出)随泵浦能量的变化。从此图知,当泵浦

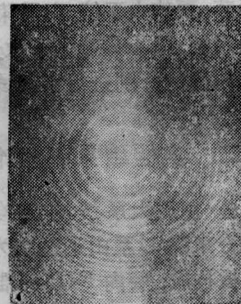


图 5 放大级输出光(加腔内 F-P 标准具)的干涉环,测量 F-P 标准具厚  $d=20\text{mm}$ ,  $n=1.5$

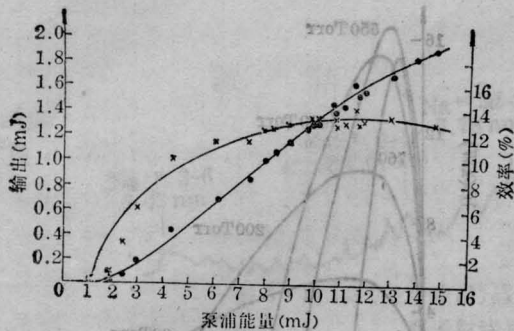


图6 放大器输出光在 $\lambda=580\text{nm}$ 处效率和输出能量随泵浦能量的变化

●—输出激光能量曲线 ×—效率曲线

能量为10~15mJ时,效率 $\geq 13\%$ 。

我们将放大器输出激光输至 WPG-100 型平面光栅摄谱仪,拍摄了 ASE 噪声的强度。我们用钠灯

通过三阶减光板在同一底片上感光,作强度与黑度的定标之用。

用上述方法我们测得在波长 $\lambda=591\text{nm}$ 处放大器的信噪比(即 ASE 峰值强度与激光强度之比)为 0.25%,较传统的染料激光器的信噪比(百分之几的量级)低一个数量级。这主要是采用了光栅滤色片 5 的缘故(见图 4)。因为振荡光从光栅滤色片上输出,这意味着只有沿输出光方向的很小立体角内的某一波长范围的 ASE 才对输出有贡献。

唐景庭同志参加了部分实验工作,窦爱荣同志对实验工作给了许多帮助,梁培辉同志提供了 F-P 标准具,袁才来同志提供了高质量反射,镜特此致谢

### 参 考 文 献

- Hohna K L. *Laser Focus*, 1982; 18(6): 67  
(收稿日期: 1986年8月13日)

## 高压连续 CO<sub>2</sub> 激光器的输出功率

楚泽湘 徐纪华 陈丽吟 吴中祥

(中国科学院力学研究所)

### Output of high pressure CW CO<sub>2</sub> laser

Chu Zexiang, Xu Jihua, Chen Liyin, Wu Zhongxiang

(Institute of Mechanics, Academia Sinica, Beijing)

**Abstract.** In the pressure range of 0~1300 Torr and at temperature of 293 K, the output power of a transversely and electrically excited CO<sub>2</sub> laser with certain composition of CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He is investigated. The influence of output coupling on output has been calculated. The output power varies greatly with coupling, which is different from those at low pressure. The calculated results agree with the experiments.

### 一、前 言

随气体压力增加,单位时间流过激光器的激活介质增加,可望获得较大的输出功率,并能改善器件的封闭寿命和输出稳定性。

待研究的装置见图 1。在此装置中,以金属板 ABCD 为阳极, EFGK 为阴极(可以是管、板或针状),极间距离  $AE=H$ 。假定电子密度  $n_0$ 。在正柱区

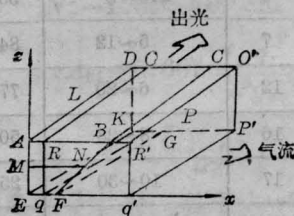


图1 激光器装置图

$EF=b, AB=a$