

# 中平均功率无 He 长寿命 TEACO<sub>2</sub> 激光器

吕惠宾 周岳亮 崔大复 郭书平 侯建华

(中国科学院物理研究所)

TEACO<sub>2</sub> 激光器在激光化学、激光分离同位素、激光物理和国防等方面都有重要应用,我们曾报道过无 He 长寿命重复频率 TEACO<sub>2</sub> 激光器<sup>[1,2]</sup>。很多工作要求激光器有较高的平均功率与重复频率,我们又研制了中平均功率无 He 长寿命 TEACO<sub>2</sub> 激光器整机,该机单次输出激光能量 10J,平均功率超过 80W。在相对湿度不超过 85% 的条件下,重复频率在从单次到每秒 30 次的范围内均可无 He 连续长时间正常运转。

## 一、激光器结构

激光管(如图 1 所示)是外径为 30cm,长为 100cm 的有机玻璃圆管。阳极和阴极均用铝合金制作,阳极截面为儒可夫斯基形。阴极沿纵向铣有八条 3mm 宽间隔 2mm 的槽,槽上放入外径约 3.6mm 的硬质玻璃管,其一端烧封,另一端插入直径 0.8mm 的铜丝作为

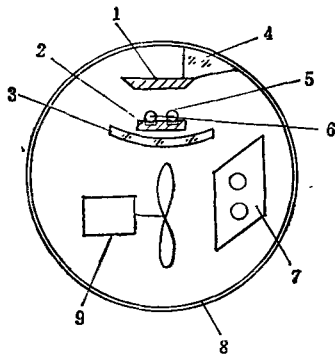


图 1 激光管结构剖面示意图

1. 阳极; 2. 阴极; 3. 下导流板; 4. 上导流板; 5. 压板; 6. 预电离电极; 7. 水冷器; 8. 外壳; 9. 风扇

预电离电极。用四条 2mm 厚 8mm 宽的有机玻璃板固定预电离电极,保证预电离玻璃管与阴极良好的接触,以便获得均匀的预电离效果。激光管的下部装有五个电动小风扇,正对风扇装有水冷器。在电极的上方和下方分别装有两块弧形导流板,在重复频率工作时风扇启动,使横向内循环的工作气体有效地流过放电区。放电体积为  $75 \times 3.8 \times 3.5 \text{cm}^3$ 。在激光管两端用橡皮圈密封的铝合金法兰上,分别装锗平面输出镜和曲率半径为 8m 的镀金全反射镜,构成谐振腔。

物理

激光电源采用三级 Marx 高压发生器,充放电回路的所有电阻与电容,分别装入加有水冷的油箱内,这样做对激光器工作的稳定性与可靠性起到了良好的作用。

减小主放电回路的电感是提高激光器效率的一个主要途径。我们在考虑结构合理紧凑的同时,在主放电回路中,用 0.25mm 厚,12cm 宽的紫铜板作成平板传输线,作为从电源到主放电电极之间的引线。

激光器主机和控制柜的外壳都采用金属材料,主机台面用铝板制作,全部良好接地,工作时既降低了高压放电的空间干扰,又安全可靠。

另外,在激光器上配备了气体发生器<sup>[3]</sup>,可以以空气为气源工作,也可容易地获得 CO 等工作气体。

## 二、激光器的性能

激光器的性能是由多方面的因素决定的,除了结构设计合理之外,调试工作是至关重要的。主放电与预电离之间延迟网络的参数、放电电极间距的微调 and 开关火花隙间距的匹配等都是通过实验确定的。均匀的辉光放电是激光器稳定工作和获得长寿命的关键。

我们的激光器完全是在无 He 的状态下工作的。

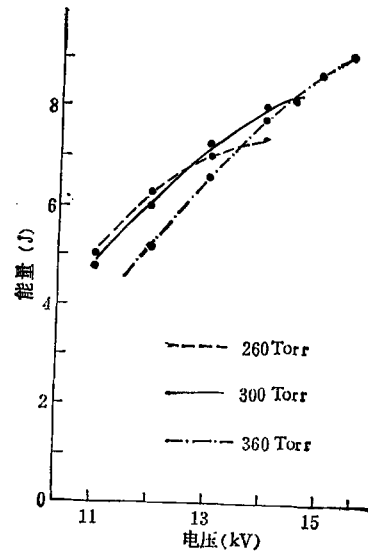


图 2 激光能量与电压的关系

由于采取了气体内冷却循环,充放电回路电器元件浸油水冷等措施,在相对湿度不超过85%的条件下,重复频率在从单次到每秒30次的范围内,均可连续长时间稳定工作,一次充气寿命大于 $10^6$ 次脉冲。图2是工作气体 $\text{CO}_2:\text{N}_2 = 1:1$ 的条件下,测得的激光输出特性曲线,纵坐标为激光能量,横坐标为电源电压。在气体比例

$$\text{CO}_2:\text{N}_2 = 200\text{Torr}:200\text{Torr}$$

时,单次激光能量10J,总效率为16.4%;在气体比例同上,重复频率为每秒10次时,平均功率82W。在重复频率超过每秒10次时,随着重复频率的增加平均功率有所下降,其主要原因是气体流速不够,如果加大气体流速,有望得到更高的重复频率与平均功率。

我们在总气压为360Torr的条件下,用光子牵引探测器,在示波器上测量了不同气体比例的激光脉冲波形,结果表明, $\text{N}_2$ 气的比例对激光脉冲波形的影响是显著的。用空气为气源时,气体比例为 $\text{CO}_2:\text{N}_2 \approx 1:4$ 时,脉冲宽度(FWHM)约 $1.5\mu\text{s}$ ,在主峰之后约有 $3\mu\text{s}$ 的拖尾;气体比例 $\text{CO}_2:\text{N}_2 = 1:1$ 时,脉冲宽度约80ps,在主峰之后有约 $1\mu\text{s}$ 的拖尾。随着 $\text{N}_2$ 气比例的减少,输出激光能量随之下降,但激光脉冲波形主峰后的拖尾明显减小。当气体比例 $\text{CO}_2:\text{N}_2 = 10:1$ 时,单次脉冲能量大于3J,主峰后的拖尾已不明显;气体比例

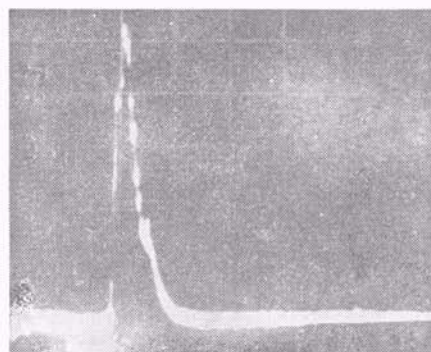


图3  $\text{CO}_2:\text{N}_2 = 20:1$ 时的激光脉冲波形  
( $\text{N}_2:5\%$ ;时标:200ns)

$$\text{CO}_2:\text{N}_2 = 20:1$$

时,输出单次能量大于1.5J,但主峰后的拖尾基本消失,如图3所示。以纯 $\text{CO}_2$ 为气源时,输出单次能量约为0.5J。其脉冲宽度均约为80ps。

以空气为气源时,单次最大能量为7J。

### 参 考 文 献

- [1] 周岳亮等,激光,7-1(1980),29.
- [2] TEACO,激光器研制组,激光,11-5(1984),273.
- [3] 吕惠宾等,物理,12-11(1983),672.

(上接第84页)

- 1604.
- [10] S. F. Edwards and P. W. Anderson, *J. Phys. F*, 5(1975), 965.
- [11] D. Sherrington and S. Kirkpatrick, *Phys. Rev. B*, 17 (1978), 4384.
- [12] G. Parisi, *Phys. Rev. Lett.*, 43 (1980), 1754; 50(1983), 1946.
- [13] H. Sompolinsky, *Phys. Rev. Lett.*, 47 (1981), 935.
- [14] P. M. Levy and A. Fert, *Phys. Rev. Lett.*, 44 (1980), 1538.
- [15] B. I. Halperin et al., *Phys. Rev. B*, 25 (1982), 5849.
- [16] K. L. Yao and C. Dasgupta, *Phys. Rev. B*, 29 (1984), 4071.