

# 室温 TEA CO 激光器

王裕民 归振兴 黄美英 张顺怡 胡文富

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 本文报导了室温运转的 TEA CO 激光器,并研究了输出特性。在气压为 160 托的 CO:Ar (1:1) 混合物中,最大输出能量为 5 毫焦耳,峰值功率约 3.6 千瓦。封闭 TEA CO 激光器在连续工作超过  $10^5$  次后,其输出能量基本稳定。

## A room temperature TEA CO laser

Wang Yumin Gui Zhenxing Huang Meiyang Chang Shunyi Hu Wenfu

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** A TEA CO laser operating at room temperature is reported. The output characteristics were studied. For CO:Ar (1:1) mixtures, the maximum output was 5 mJ at a total pressure of 160 torr, and the peak power was approximately 3.6 kW. The output energy of the sealed-off TEA CO laser was essentially stable after over  $10^5$  shots.

自 TEA CO<sub>2</sub> 激光器问世以来,各种结构的横向放电激励的 CO 激光器的研究也取得了很大进展,如电子束控制放电的低温 CO 器件单脉冲输出千焦耳能量<sup>[1]</sup>, Peters 等人在自持放电的低温 CO 激光器中获得大于 600 毫焦耳的水平(45 焦耳/升·大气压)<sup>[2]</sup>, Smith 等人在封离的光预电离器件中获得连续工作大于  $10^5$  个脉冲而无功率下降的结果<sup>[3]</sup>等。我们对 Smith 的器件作了改进,研制了一台结构简单、制作容易的光预电离 TEA CO 激光器,获得较好的性能。

## 实验装置

我们采用了光预电离结构器件,其结构见图 1。主放电电极是由两块长 60 厘米、宽

5.3 厘米,按张氏<sup>[4]</sup>型线设计的黄铜电极相对平行组成,电极间距 2 厘米。主电极两侧是电容列阵式的火花预电离电极,每根预电离电极是在长 31 厘米、直径 5 毫米的石英管上,等间距套上 15 个小电极针所组成。器件真空度可抽到  $1 \times 10^{-4}$  托。

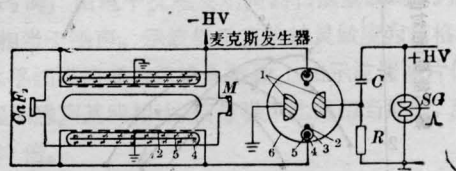


图 1 TEA CO 激光器和放电线路示意图

1—主放电黄铜电极; 2—电极针; 3—金属(铜)筒; 4—石英管; 5—黄铜棒; 6—玻璃管;  
SG—充气球隙开关

收稿日期: 1980 年 12 月 24 日。

主放电电容  $C'$  为 0.047 微法, 通过充气球隙开关加到主电极上。预电离电极接麦克斯发生器的负高压, 总电容量为 0.047 微法, 输出峰值电压约 60 千伏。主放电和预电离放电之间的时间延迟, 分别用可调时间延迟触发器来控制。

谐振腔是由一块曲率半径为 5 米的镀金反射镜和一块在波长为 5 微米处反射率为 95% 的镀膜  $\text{CaF}_2$  窗口组成, 反射镜间距 85 厘米, 有效通光孔径为 18 毫米。

激光能量用热辐射能量计测量, 光信号用铈化铟接受器输到 SR-36 型示波器上显示。所用的气体是工业纯气体, 未进一步纯化过。

### 实验结果和讨论

我们测量了纯 CO 和在 CO 中掺不同比例的  $\text{N}_2$ 、He、Xe、Ar 等气体时对输出能量的影响, 图 2 给出了输出能量随气压变化的主要结果。从图 2 可以看到, 用 CO、Ar 混合气体时输出能量最高。在 CO:Ar 比分为 1:1, 总气压为 160 托时, 最大输出能量为 5 毫焦耳, 峰值功率约 3.6 千瓦(半最大值时脉宽约 1.4 微秒)。

由图 2 可见, 在室温下运转时, 加  $\text{N}_2$  和 He 对输出能量没有贡献, 随  $\text{N}_2$  和 He 的比

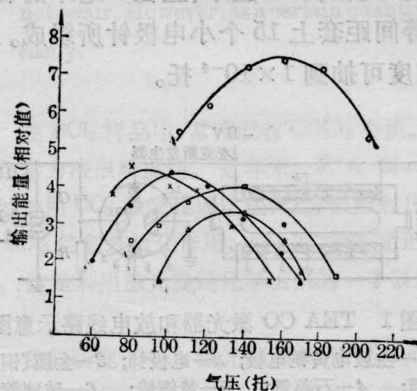


图 2 在各种气体比分子下输出能量和气压的关系

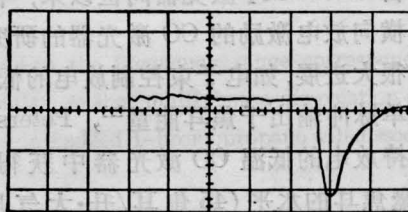
●—CO; ×—CO:Xe(1:0.1); □—CO:He(1:1);  
△—CO: $\text{N}_2$ (1:1); ○—CO:Ar(1:1)

分增加, 输出反而有所降低, 这结果和 [3, 5] 报导的一致。在 CO 中加入适量的 Xe, 约占 10%, 能获得和纯 CO 相差不多的输出能量, 但提高了器件的转换效率。

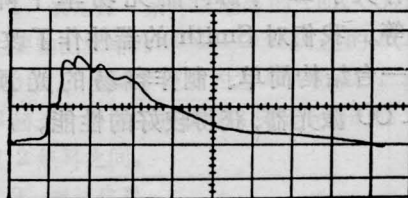
只有加 Ar 时, 输出获得明显增加, 而  $E/P$  却降低了一倍左右 (在纯 CO 时,  $E/P$  值约 80 千伏/厘米·大气压; 在 CO+Ar 时,  $E/P$  值为 40 千伏/厘米·大气压)。这可能是在光预电离 TEA CO 激光器中加入 Ar, 由于紫外光的辐照, 大量的 Ar 被电离。据 Seguin 测量, Ar 的电离密度比其它气体来得大<sup>[6]</sup>, 故提高了气体中初始电子浓度。而另一方面, 亦可能使  $E/P$  值变得更合适, 使电子能量更有效地激发 CO 分子。

图 3 给出的是典型的放电电流波形 (a) 和激光波形 (b)。放电电流波形是用儒可夫斯基线圈测量的。峰值电流约 1400 安, 电流持续时间约 1 微秒, 放电电流密度最大值大于 10 安/厘米<sup>2</sup>。激光波形是用铈化铟接收器接受的, 光脉冲脉宽约 1.5 微秒(半最大值时宽度)。

从 (b) 可以看到, 激光脉冲是由若干个起伏的小峰合成, 这可能是由于 CO 分子激光



(a) 放电电流波形(600 安/格)



(b) 激光波形

图 3

测量条件: 纯 CO 气压  $P_{00}=110$  托;  
 $V_0=18$  千伏; 扫描时间为 0.5 微秒/格

器的“串级跃迁”过程所引起的，光脉冲的每个小峰对应着不同的振转线。

最后，我们进行了寿命实验。将充有110托纯CO的器件封闭，主放电电压为18千伏，以17次/分的重复脉冲每天工作8小时，中间取样测量输出能量，获得图4的结果。在 $7 \times 10^4$ 次左右输出略下降，主要是触

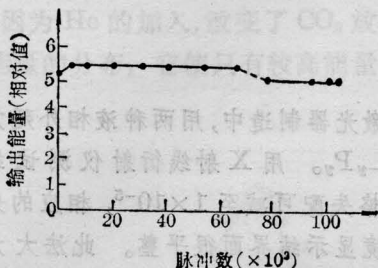


图4 输出能量随脉冲数的关系

发器出现故障，修理后尚未能恢复原水平。器件工作大于 $10^5$ 个脉冲，输出能量仍基本稳定。我们发现，在器件底部管壁上沉淀一薄层细黑粉粒，这可能是由于电弧作用下碳和金属的生成物(待化验分析确定)。

## 参 考 文 献

- [1] R. E. Center; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, No. 2, 208.
- [2] P. J. M. Peters; *Opt. Commun.*, 1978, **25**, 241.
- [3] A. L. S. Smith, B. Norris; *Opt. Commun.*, 1977, **23**, 183.
- [4] J. Y. Chang; *Rev. Scient. Instr.*, 1973, **44**, 405.
- [5] W. Q. Jeffers; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1971, **QE-7**, No. 8, 408.
- [6] H. J. Seguin *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, No. 3, 314.

## 简 讯

# “光电技术在电力工业中应用学术讨论会” 在山东泰安召开

中国电机工程学会1981年6月13日至6月18日在山东省泰安召开了“光电技术在电力工业中应用学术讨论会”。参加会议的有大专院校、电力科研、生产、基建等方面38个单位，共68人。提交会议的论文38篇，按其内容可分为电量、非电量的光电测量、光信息传输、激光准直、全息技术、红外技术应用等几个方面。除16篇在大会宣读外，分组进行了学术交流和讨论。

我国电力系统自1973年以来，先后与大专院校、生产单位协作，开展了光电技术应用的研究，其中激光准直、激光测振、激光测速、电力光通信、应用激光全息术测取汽机叶片振型、工频电流电压以及冲击电流电压的光电测量装置、红外热成像、红外热电视、红外辐射计等的研究和应用都取得一定成果。这些学术报告反映了近十年来电力系统光电技术的研究成果及其在基建、生产、科研中应用的成就。

会议期间代表们还介绍了国内外情况，对如何提高和推广已取得的成果提出了具体建议。

与会代表认为光电技术适合电力工业的特点，能解决一些传统技术不能解决的问题。为解决超高压系统建设中存在的绝缘、电磁感应干扰和系统防护等问题，提出了可供选择的途径。

光纤传感器引起与会者的广泛重视，认为这是继光纤通信后，光纤技术的又一新的应用领域，值得进行理论上和实验上的探索，以期在电力工业中得到实用。

这次会议是电机工程学会关于光电技术应用的第一次学术会议，技术内容较广泛，讨论气氛活跃。会议无疑将对光电技术在电力工业中的应用工作起到推动作用。

(李绍康)