

# TEA-CO<sub>2</sub>激光器的调频

邱闽旺 陈涛 陈光 陈启仁\*

(中国科学院福建物构所) (华侨大学)

## 摘 要

采用了条片状阴极的双放电结构,制成了一台选频的 TEA-CO<sub>2</sub> 激光器,在 9 $\mu$ m—11 $\mu$ m 范围内,共选频出谱线 85 条。单线最大脉冲输出能量为 2.38 焦耳。

## 一、引 言

因二氧化碳分子的结构特征而产生的振转光谱,在 9—11 $\mu$ m 的波长范围内分布着一百多条激光谱线,它们分属于 00<sup>0</sup>1—10<sup>0</sup>0 和 00<sup>0</sup>1—02<sup>0</sup>0 谱带的 P 支带和 R 支带<sup>[1]</sup>。通常在没有使用调频元件构成激光谐振腔时,我们只能得到多模的输出。也就是说,由于各种振-转跃迁之间的竞争效应,较弱的谱线不容易出现,而激光能量只集中在几条最强的谱线(如 00<sup>0</sup>1—10<sup>0</sup>0 带中的 P<sub>18</sub>, P<sub>20</sub>, P<sub>22</sub>, P<sub>24</sub>, P<sub>26</sub>),有时也可能只集中到一条谱线上,如 p<sub>20</sub>(944.15 cm<sup>-1</sup>, 即 10.5916 $\mu$ m)。但在实际应用中,人们往往要求器件的激光波长在一定范围内连续可调,这就需要在激光谐振腔中安置波长选择元件(如光栅、棱镜)以组成波长选择谐振腔。这样就有可能把激光能量的一部分或相当大部分集中到某一选定的跃迁的谱线上,使得在增益相当大的情况下,尚能抑制较强跃迁振荡的发生,使谐振腔的 Q 值只对某一波长较高。这样 P 支和 R 支中较弱的跃迁也能发生振荡,且由于强的竞争效应,较弱的谱线也能获得一定的输出功率。这是从事激光光谱、激光化学研究及其应用的工作者所想望的。

我们采用了上海光仪厂生产的平面衍射光栅作为调频元件,组成激光谐振腔。光栅规格为每毫米 75 条。其调频原理如下<sup>[2, 3]</sup>。

根据光栅方程  $d(\sin\varphi + \sin\theta) = m\lambda$ , 其中:  $m$  是光栅的衍射级次,  $\lambda$  是波长,  $d$  是光栅常数,  $\varphi$  和  $\theta$  分别为入射角和衍射角

当满足利特罗条件时(自准直时)

$$\sin\varphi = \sin\theta$$

则

$$2d\sin\varphi = m\lambda$$

可见,当激光以  $\varphi$  角入射至光栅时,经光栅色散,只有波长  $\lambda = 2d\sin\varphi/m$  的激光才能

\*本文作者排列:邱闽旺、陈涛、陈光、陈启仁、陈金华、黄文灿。  
本文1984年12月17日收到。

在腔内形成振荡。令  $m=1$ , 则  $\lambda=2d\sin\varphi$ , 当连续转动光栅改变  $\varphi$  时, 则输出的激光波长也连续变化。

## 二、实验装置

我们的 TEA-CO<sub>2</sub> 激光器<sup>[4]</sup> 采用了国内外常见的叶片状阴极结构<sup>[2, 6]</sup>, 玻璃管作为触发丝——阴极之间的绝缘介质, 主电极采用儒可夫斯基形状。谐振腔由  $\phi 70\text{mm}$   $R=6$  米的镀金全反射镜和  $\phi 70\text{mm}$  的 Ge 平面镜组成, 整个器件密封在  $\phi 307\text{mm}$  长为  $1000\text{mm}$  的有机玻璃筒内。在获得较大增益的情况下, 采用复合半外腔式进行选频<sup>[5]</sup>。腔长 1 米, 由  $R=6$  米  $\phi 70\text{mm}$  的镀金膜全反射镜, 透过率为 80% 的  $\phi 70\text{mm}$  Ge 平面镜和上海光仪厂出厂的复制平面衍射光栅组成选频谐振腔。Ge 平面镜兼起密封作用。光栅转台用蜗杆转轮传动机构, 通过手轮转动使光栅偏转, 用数字显示光栅转角。该转台系长春光仪一厂制造。用镀金凹面镜把由光栅的零级输出会聚到 JNK-1 能量计的碳斗上, 测其输出能量。波长用长春光机厂出厂的 CO<sub>2</sub> 谱线分析仪显示。其实验装置如图 1 所示。

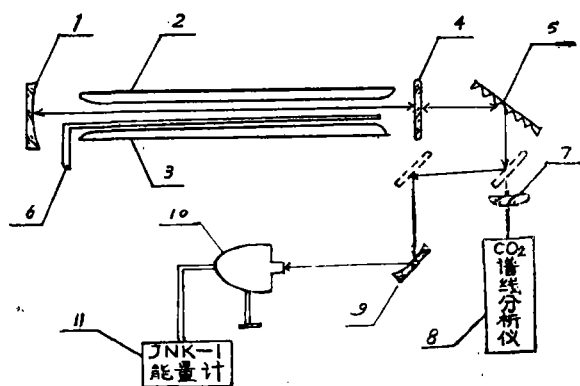


图 1

- 1—全反射镜, 2—阳极, 3—阴极, 4—Ge 平面镜,  
5—光栅, 6—触发线, 7—Ge 平凸镜, 8—谱线分析仪  
9—凹面聚光镜, 10—碳斗, 11—JNK-1 能量计

## 三、结 果

通过转动光栅, 改变光束的入射角  $\varphi$ , 我们已测得  $00^\circ 1' - 10^\circ 0'$  和  $00^\circ 1' - 02^\circ 0'$  两个谱带的 85 条谱线。当  $\text{CO}_2 : \text{N}_2 = 1 : 1.5 \sim 1.6$ , 总气压为 260 毛, 主高压  $V_\lambda = 20\text{kV}$  时, 测得的  $R_{16}$  ( $10.27\mu\text{m}$ ) 单线输出为 1.7 焦耳左右。而在这种情况下, 多模输出约为 4 焦耳。如果想得到较高的单线输出, 在总气压不变的情况下, 可适当升高主高压, 即可获得。例如, 当  $V_\lambda = 23\text{kV}$  时, 我们测得  $00^\circ 1' - 10^\circ 0'$  谱带的  $R_{16}$  ( $10.27\mu\text{m}$ ) 线的输出为 2.38 焦耳。现在把在  $V_\lambda =$

20kV 时测得的各单线的相对强度画出相应的增益曲线如图 2。

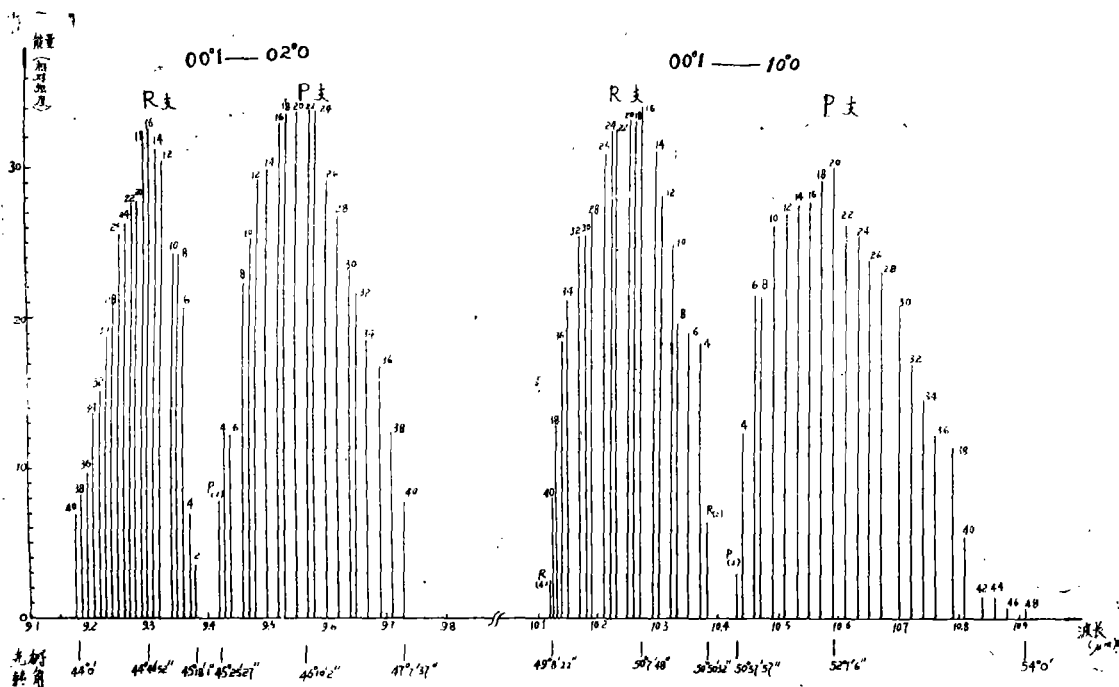


图2 CO<sub>2</sub> 激光器输出谱线分布图

#### 四、讨 论

1. 从实验所得到的增益曲线中, 可以看到 $00^{\circ}1-10^{\circ}0$ 中P支的中心谱线的输出比起R支或 $00^{\circ}1-02^{\circ}0$ 的R支和P支的中心谱线输出比起R支或 $00^{\circ}1-02^{\circ}0$ 的R支和P支的中心谱线输出相应低一点, 这与理论值所预计及实验所证实的 $00^{\circ}1-10^{\circ}0$ 的P支中心谱线( $10.6\mu\text{m}$ )输出最强不大一致。这是因为, 我们使用的光栅, 其闪耀波长不在 $10.6\mu\text{m}$ 处, 而在 $9\mu\text{m}$ 附近, 这样要调谐出含有 $10.6\mu\text{m}$ 的支线, 光栅转角就相应较大, 光束也随之展宽, 衍射损耗增大了, 加上我们的聚光镜孔径较小, 未能把全部光能聚入能量计中, 这样测得结果自然偏低了。只要改善上述两种情况, 测得结果就能与理论上相一致。

2. 由于激光输出受到气体纯度, 配比、总气压、放电电压及电路参数, 激光腔在充气前的真空度等各种因素的影响, 而各单线的测量不可能在一次实验中完成, 要保证每次测得的各种因素都一样是不可能的, 在重复测量中必然会带来一定的误差。通过实验进行比较, 我们估计这种误差约为5~7%。

参加器件调频实验的还有陈继明、黄奕川等同志。

## 参 考 文 献

- [1] 刘玉申等, 选频双放电 TEA CO<sub>2</sub> 激光器, 第五届全国激光会议报告会论文集, (1980)。  
[2] 母国光, 战元龄, 光学, 人民教育出版社, (1979)。  
[3] 邱闽旺等, 横向激励双放电 CO<sub>2</sub> 激光器, 福州大学学报, 2 (1983), 48—52。  
[4] 何建其等, 用复合腔调谐获得高功率 CW CO<sub>2</sub> 激光谱线的研究, 激光, 7, 8 (1980), 15—19。  
[5] 周雷亮等, 长寿命重复频率 TEA CO<sub>2</sub> 激光器, 激光, 7, 1 (1980), 29—32。  
[6] W. Michael Lipchak and Clarence F. Luck, Rev. Sci. Instrum, 53, 11 (1982), 1785—1786。

The Frequency Tuning of a TEA-CO<sub>2</sub> Laser

Qiu Minwang Chen Tao Chen Guang Chen Jiren

## Abstract

A Frequency tuning TEA-CO<sub>2</sub> Laser has been developed with a double discharge construction by using a strips cathode. 85 Laser lines have been selected over a range of the wavelengths from 9 $\mu$ m to 11 $\mu$ m. The maximum pulse energy of laser output is approximately 2.38 J in a single line.