

## CW 选支双波长CO激光器

张顺怡 归振兴

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 本文报导 CW 选支双波长运行的 CO 激光器, 并对谱线组合的输出特性进行了实验研究。

## A CW tunable CO laser with two wavelengths

Zhang Shunyi, Gui Zhenxin

(Shanghai Institute Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** A CW tunable CO laser operating at two wavelengths is reported and the output characteristics for line composition are studied.

近几年来, 人们采用了多种双波长运行方案, 在 TEA CO<sub>2</sub> 激光器上同步输出两个波长不同的光脉冲<sup>[1,2]</sup>。文献[3]是采用单一 CO<sub>2</sub> 激光振荡通过交替地改变光栅的角度实现双波长交替振荡。我们采用有别于以上几种方案的双波长腔的结构, 在一台连续 CO 激光器上获得同时可调谐双波长输出。

## 一、双波长腔的结构

放电长度为 3 米, 内径为 15 毫米, 内充 CO:Xe:He=1:1.5:15 的混合气体 18 托。实验光路示于图 1。双波长腔分别由  $M_1G$  和  $M_1GM_2$  构成。腔  $M_1G$  的振荡波长为  $\lambda_1$ , 腔  $M_1GM_2$  的振荡波长为  $\lambda_2$ 。 $M_1$  为曲率半径 8 米的全反射镜,  $G$  是闪耀波长为 5 微米的平面镀金复制光栅 (150 条/毫米), 它的一级集光效率为 80%, 由零级输出。 $M_2$  为中间开孔 15 毫米的条形平面全反射镜,  $M_2$ 、 $G$  距

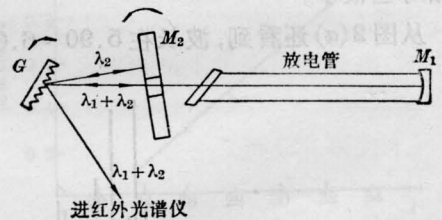


图 1 双波长腔光路图

离为 41 厘米。通过转动  $G$  和  $M_2$  实现波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  的组合。用屏遮住  $M_2$  则只让  $\lambda_1$  振荡, 然后取走遮光屏, 转动  $M_2$ , 这时出现  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  的组合振荡谱线(这里  $\lambda_1$  作为基准线)。波长测量是用 1 米红外单色仪, 谱线强度测量是用放置在光路中的光栅分光, 由 JG-3-S 型激光数字功率计读数。

## 二、谱线组合的输出特性及分析

双波长激光器的输出谱线的组合特性是

收稿日期: 1982 年 6 月 14 日。

与光栅  $G$  的入射角有关的。取不同的  $\lambda_1$ , 调谐  $M_2$ , 获得一组合双波长振荡的组合线。图 2 画出了当  $\lambda_1$  分别处于  $P_{18-17}$  (17) 或  $P_{8-7}$  (20), 与  $\lambda_2$  组合时  $\lambda_2$  的强度分布。由图可见, (b) 比 (a) 组合的谱线数少, 而且强度也弱, 这说明在双波长 CO 激光器中存在着谱线的相关作用。并且谱线组合的输出特性与基准线  $\lambda_1$  所处的振动能级有关。当  $\lambda_1$  处于高振动能级时, 对低振动能级的  $\lambda_2$  谱线基本上不产生影响, 因而能组合的谱线多; 当  $\lambda_1$  处于低振动能级时, 使得高振动能级的  $\lambda_2$  强度减少, 其减少的程度与  $\lambda_1$  的强度有关。我们选择  $P_{12-11}$  (20) 谱线为  $\lambda_1$ , 观察双波长振荡时  $\lambda_2$  对  $\lambda_1$  输出强度的影响, 结果列于表 1。由表 1 可看出,  $\lambda_2$  不同支的振荡输出, 对  $\lambda_1$  的影响也是不同的。低振动支谱线强度越大, 对高振动支的强度减少越多。如果属于低振动能级的  $\lambda_1$  的强度很强, 那么将使属于高振动能级的谱线在很大区域内不能振荡, 即使离开  $\lambda_1$  较远的  $\lambda_2$  能够振荡的话, 其  $\lambda_2$  的强度相对也很小。

从图 2(a) 还看到, 波长在 5.90~6.08 微

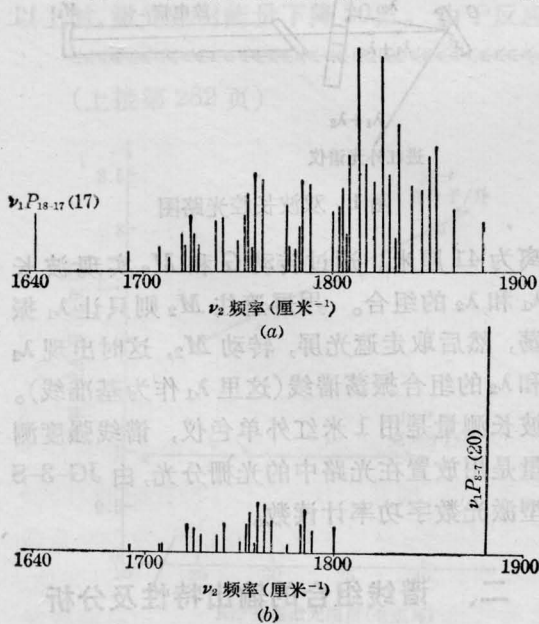


图 2 双波长振荡时  $\lambda_2$  的强度分布  
(a) 取  $\lambda_1 = P_{18-17}$  (17); (b) 取  $\lambda_1 = P_{8-7}$  (20)

表 1 双波长振荡时  $\lambda_2$  对  $\lambda_1$  输出强度的影响

振转支	$\lambda_2$		
	$I_2$ (相对值)	$I_1$ (相对值)	$\Delta I = I_0 - I_1$
$P_{8-7}$ (25)	0.22	0.29	0.01
$P_{9-8}$ (21)	0.32	0.24	0.06
$P_{10-9}$ (21)	0.58	0.16	0.14
$P_{11-10}$ (17)	0.62	0.15	0.15

注: 单  $\lambda_1$  振荡时输出强度  $I_0 = 0.30$  瓦 (相对值)

米范围内没有出现双波长组合谱线, 在图 2(b) 中波长在 5.31~5.52 微米范围内也未出现组合谱线, 这主要是由光栅的角色散所造成的。不能出现组合谱线的范围近似地可由下式决定:

$$\Delta\nu = \Delta\theta\nu_1 \quad (1)$$

其中  $\nu_1$  为基准线的频率, 即为  $1/\lambda_1$  (厘米<sup>-1</sup>),

$$\text{色散角 } \Delta\theta \approx \frac{d_{\text{孔}} + d_{\text{光}}}{L}$$

$d_{\text{孔}}$  是  $M_2$  镜的中间孔径,  $d_{\text{光}}$  是光束在  $M_2$  镜面上的直径,  $L$  是光栅  $G$  到  $M_2$  镜的距离。

从式(1)可以看出, 在腔的结构一定时, 不出现组合谱线的范围是与基准线的频率有关的。基准线的频率越高, 则这个范围就越大。从而也说明了图 2(b) 不出现组合谱线的范围比图 2(a) 中要大。还观察到谱线  $P_{12-11}$  (16)、 $P_{11-10}$  (21) 分别对  $P_{17-16}$  (12)、(14)、(17)、(18)、(19) 输出有明显的增强作用, 这是由于在 CO 激光器中存在共振自吸收现象<sup>[4,5]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] H. Lotem et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, No. 6, 344.
- [2] R. G. Harrison et al.; *Phys. Lett.*, 1977, **61A**, No.3, 154.
- [3] Mostafa Hamza, Takao Kobayasi et al.; *Optical and Quantum Electronics*, 1981, **13**, No.3, 187~192.
- [4] W. B. Lacina et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **26**, No.3, 86.
- [5] 归振兴, 张顺怡; 《中国激光》, 1983, **10**, No. 6.