

# 利用光电流光谱法观察 CO 激光跃迁的相互作用

**Abstract:** Using optogalvanic spectroscopy we observed the correlation phenomena of the vibration-rotational transitions in the CO discharge medium.

## 一、引言

我们曾采用双波长腔结构研究了 CW CO 激光跃迁的相互作用<sup>[1]</sup>。由于这种腔结构给调谐谱线的组合带来了某些限制,以及存在腔损耗、饱和等因素,不能直接反映能级间激光跃迁的作用。文献[2]报道了 CO 放电正柱中的稳态光电流模型,从这点出发,我们利用光电流光谱法来观察在 CO 激光介质中激光跃迁相互作用所引起增益(或吸收)的变化,从而提供了光电流技术在研究激光能级相互作用以及其它方面的应用。

## 二、实验装置

实验装置示意图如图 1。激光束 I 经调制器调制作为探测光束,激光束 II 作为作用光束。两束光经反射镜  $M_1$ 、 $M_2$  反射进入充有 CO:Xe:He 混合气体的放电管。示波器监视光电压信号的符号,产生的光电压信号振幅由 FP-2 选频放大器读出。入射到放电管的光束强度由功率计读出。探测光束通过放电管时产生光电压  $\Delta V_1$ ,如果打开遮光屏,作用光束 II 通过放电管后,由于能级间的相互作用,使探测的能级的增益(或吸收)相应会产生变化,从而使得光束 I 产生的光电压发生  $\Delta V$  的变化。因此,改变

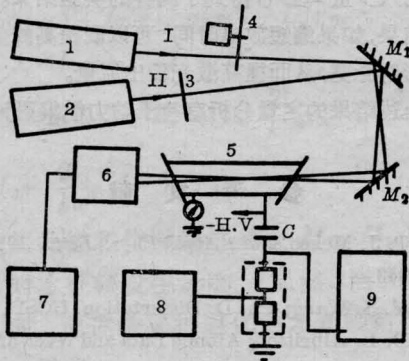


图 1 实验装置示意图

1,2—选支 CO 激光器; 3—遮光屏; 4—斩波器;  
5—放电管; 6—炭斗; 7—功率计; 8—选频放大器; 9—示波器

作用光束的振转支会观察到光电压的变化。这样就可研究介质在不同谱线作用时的增益特性。

## 三、结果和分析

我们首先观察了 CO 放电介质处于吸收状态下的能级相互作用。放电管气压为 11 Torr, 放电电流 7 mA, 水温 8°C, 此时放电介质处于吸收状态。实验选用探测光束是  $P_{11-10}(J)$ , 作用光束分别是  $P_{11-10}(18)$ 、 $P_{10-9}(16)$  和  $P_{12-11}(24)$  时能级相互作用的结果见图 2。从图中可以看到,对于同一振动态的谱线相互作用,如图中  $P_{11-10}(18)$  跃迁对  $P_{11-10}(J)$  的作用,吸收比  $P_{11-10}(J)$  单独跃迁时减少了。这是因为当它的同一振动能级间发生  $P$  支跃迁后,由于转动能级间存在能量弛豫过程,导致这一对能级的粒子数差减少,使得其它  $P$  支跃迁的吸收也减少。

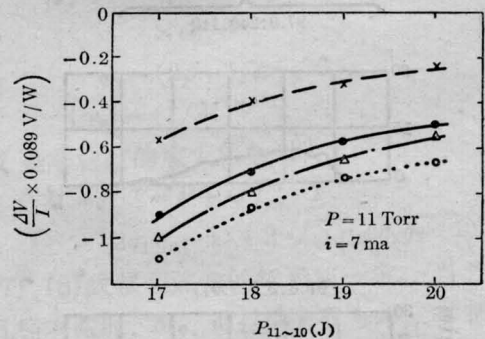


图 2 作用光束  $P_{10-9}(16)$ 、 $P_{11-10}(18)$ 、 $P_{12-11}(24)$  对  $P_{11-10}(J)$  作用后光电流的分布

● 表示  $P_{11-10}(J)$  的光电流分布; △ 表示  $P_{10-9}(16)$  对  $P_{11-10}(J)$  的作用; ○ 表示  $P_{12-11}(24)$  对  $P_{11-10}(J)$  的作用; × 表示  $P_{11-10}(18)$  对  $P_{11-10}(J)$  的作用

对于不同振动能级的相互作用,从图 2 看到不论是处于较高振动态 ( $V' > 11$ ) 或较低振动态 ( $V' < 10$ ) 之间发生感应跃迁时都将使  $P_{11-10}(J)$  的吸收增加。这是由于当  $V' \rightarrow V' - 1$  之间发生跃迁时,通过 CO 分子的  $V-V$  过程,前者 ( $V' > 11$ ) 使  $V = 11$  振动态粒子数减少,后者 ( $V' < 10$ ) 使  $V = 10$  振动态粒子数增加,两者作用结果使  $V = 11 \rightarrow 10$  能级粒子数差

值增加,因而使吸收增加。

图3是表示  $P_{12-11}(23)$  谱线的强度变化对  $P_{11-10}(18)$  跃迁的作用。从图中看到光电电压振幅的变化  $\Delta V$  与光强的变化基本上是成正比的。我们把实验中作用光束的强度经归一化后,得到作用光束的能级离探测光束的能级越远作用也越弱,这是容易理解的。

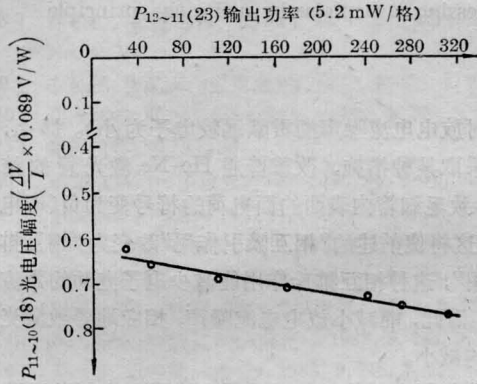


图3  $P_{12-11}(23)$  的强度变化对  $P_{11-10}(18)$  的作用

我们还观察了介质处于吸收状态下共振自吸收作用,作用结果表示在图4中。从图看到,相互作用后吸收比其单独跃迁时减小了。这是因为  $P_{11-10}(21)$

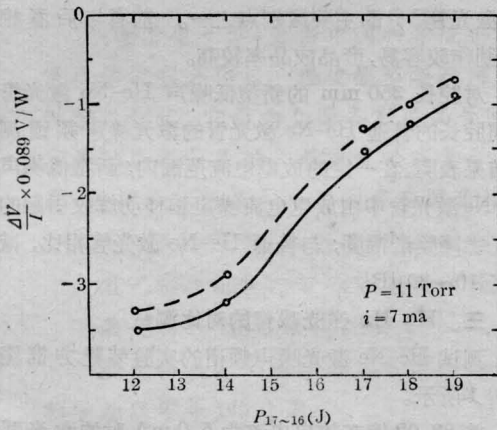


图4 共振自吸收作用

实线表示  $P_{17-16}(J)$  的光电流分布  
虚线表示  $P_{11-10}(21)$  对  $P_{17-16}(J)$  的作用

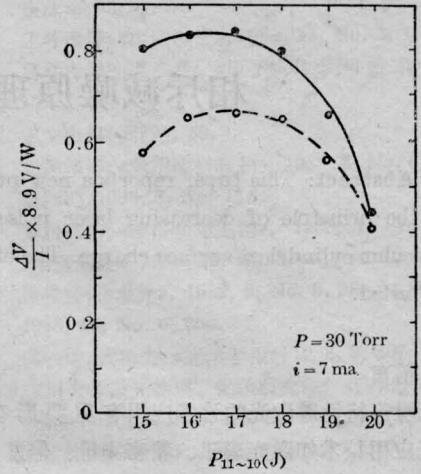


图5 作用光束  $P_{11-10}(18)$  对  $P_{11-10}(J)$  作用后光电流的分布

● 表示  $P_{11-10}(J)$  的光电流分布  
○ 表示  $P_{11-10}(18)$  对  $P_{11-10}(J)$  的作用

通过吸收介质后,发生  $R_{17-16}(25)$  的共振吸收跃迁,导致  $V=17$  粒子数增加,因而使  $P_{17-16}(J)$  粒子数密度差减小。

气压为 30 Torr 的介质处于增益状态,图5是表示在同一振动能级间相互作用的结果。从图看到,作用后增益分布比单独跃迁时减少了。这与上面解释吸收介质中同一振动态间相互作用的结果原因是一致的。

在介质处于增益状态下,由于光束本身强度较弱,另外,气压较高时,粒子数分布密度较高,饱和强度也较大,所以,作用光束(跃迁为  $V' \rightarrow N'-1, V'=V$ )对探测光束(跃迁为  $V \rightarrow V-1$ )的作用不明显。

### 参 考 文 献

- [1] 归振兴,张顺怡;《中国激光》,1983, 10, No. 6, 343.  
[2] 王裕民等;《光学学报》,1983, 3, No.9, 797.

(中国科学院上海光机所 张顺怡 归振兴  
王裕民 1984年3月21日收稿)