

# XeCl 紫外激光与 Xe 红外激光同时振荡

马树森 姚永邦

(中国科学院安徽光机所, 合肥 230031)

张迺豪 陈叔琦

(香港浸会大学物理系)

**提要** HCl/Xe/He 混合气体在横向快放电激发下同时输出 XeCl 紫外激光和 Xe 红外激光。研究了各参量对激光输出的影响, 讨论了有关的动力学过程。

**关键词** 准分子激光器, XeCl, Xe 激光器

## 1 引言

一台激光器同时输出两个或两个以上波长的激光对于科学研究和实际应用都是极有意义的。在调谐染料激光器中已实现了多波长激光的同时输出<sup>[1~5]</sup>; 在准分子激光器中也实现了 XeF (B-X)、XeF (C-A) 两个跃迁的同时输出<sup>[6,7]</sup>; ArF, KrF<sup>[8,9]</sup>; XeCl, XeBr<sup>[10]</sup>; KrCl, XeCl<sup>[11]</sup> 等同时振荡; XeF (R-X) 紫外激光和 Xe 红外激光同时振荡<sup>[12]</sup>, 以及 XeF (B-X), XeF (C-A) 和 KrF (B-X) 三个波长的激光同时输出<sup>[13]</sup>。

本实验在 HCl/Xe/He 混合气体中通过横向快放电激发实现了 XeCl 紫外激光和 Xe 红外激光的同时振荡。823 nm 红外激光脉宽仅 4 ns, 在同时振荡操作中该激光比 XeCl 308 nm 激光提前~70 ns, 这一时间关系对了解准分子激光动力过程是有益的。

## 2 实验结果与讨论

实验所用的激光器放电长度为 60 cm, 电极间距为 17 mm, 自动紫外光预电离由 60 个火花提供。谐振腔由  $\phi 50$ , R5000 的镀铝全反镜和  $\phi 50$  未镀膜的光学石英平面镜组成, 谐振腔长为 95 cm。采用电荷转移式放电网路, 放电电容量 ( $20 \times 2700$  pF) 与储能电容量 ( $30 \times 2000$  pF) 之比为 0.9, 放电均匀无弧光, 用 PT-1 型能量计测量激光能量, 用 WDG30 型光栅单色仪测量波长, 脉冲波形由快速光二极管配 120 MHz CRT 型存储示波器测得, 所用工作气体纯度均优于 99.99%。

Xe 的 823 nm 激光对应于 Xe 的  $6P[3/2]_2 - 6S[3/2]_2$  跃迁<sup>[14]</sup>。工作气体为 Xe/He 混合气体, 加入 0.5 mb HCl 后红外激光能量由 2.5 mJ 降到 1.1 mJ, 继续增加 HCl 一直到 6 mb 输出基本上不再下降。

采用适当比例的 Xe/HCl/He 混合气体即可实现 Xe 红外激光和 XeCl 紫外激光的同时输出。这个比例范围是比较宽的。图 1 是同时振荡激光能量随 Xe 分压的变化曲线。图 1(a) 是

总输出能量、紫外输出能量随  $P_{Xe}$  的变化,图 1(b) 是 Xe 红外激光随  $P_{Xe}$  的变化.对于紫外、红外激光,  $P_{Xe}$  的最佳值是不一样的.对 Xe 红外激光而言有无 HCl,  $P_{Xe}$  最佳值基本上是一致的. HCl

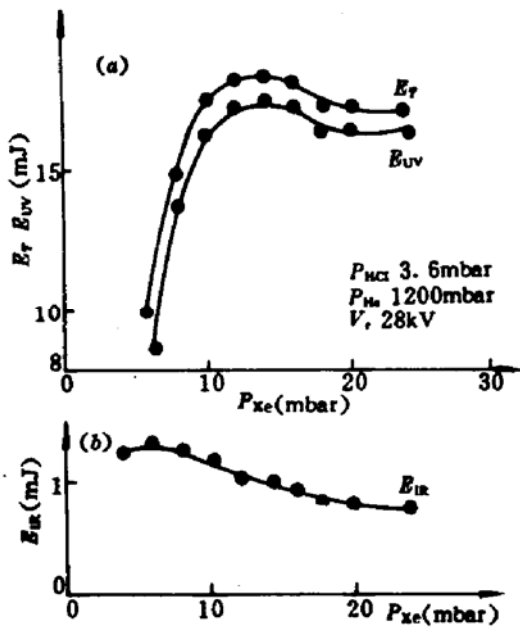


Fig. 1 The laser output energy as a function of the Xe partial pressure  
 (a) total energy  $E_T$  and ultraviolet energy  $E_{UV}$   
 (b) energy of infrared laser ( $E_{IR}$ )

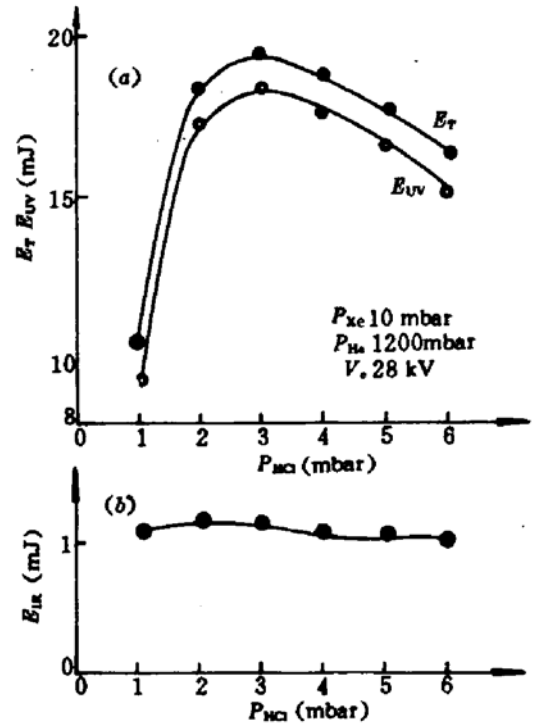


Fig. 2 The influence of HCl on the output energy of the dual oscillation laser

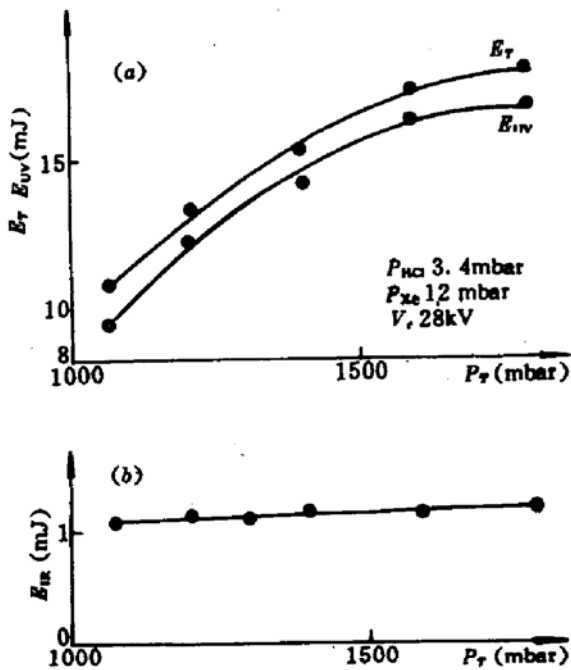


Fig. 3 The output energy of the dual oscillation laser as a function of the total pressure  $P_T$

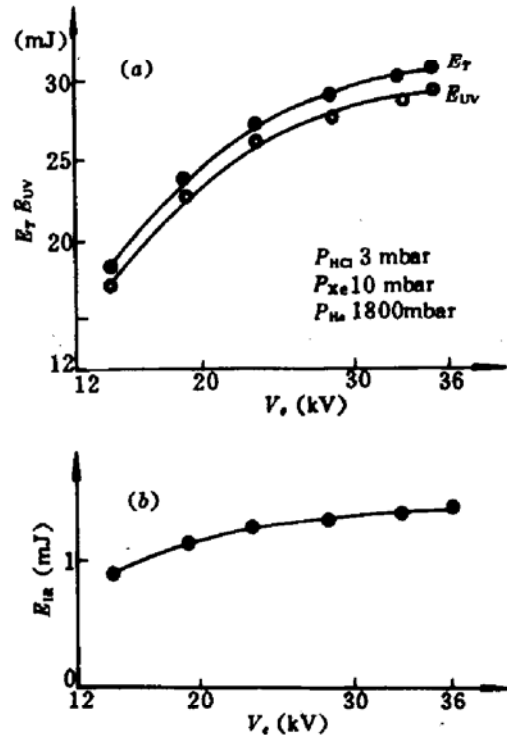


Fig. 4 The output energy of the dual oscillation laser as a function of  $V_0$

分压对激光输出的影响示于图 2。在同时振荡所取的  $P_{\text{HCl}}$  值范围内, 红外激光能量没有明显的变化, 总能量的变化几乎全是紫外激光的变化所致。HCl 不仅对  $\text{XeCl}^*$  的形成起决定性作用, 对  $\text{XeCl}^*$  也有较大的猝灭作用。图 3 是输出能量随总气压的变化曲线, 紫外激光增加显著, 红外激光增加很少。在无 HCl 时, Xe 红外激光能量随  $P_T$  的增加明显大于有 HCl 时的增加。图 4 是激光输出随工作电压  $V$  的变化曲线。紫外增加得快, 红外增加得慢。

红外 823 nm 激光与紫外 308 nm 激光同时振荡的时间关系如图 5 所示。图 5(a) 是同时振荡时的示波图; 图 5(b) 是 Xe 分压比较小, 只有 823 nm 激光振荡的波形; 图 5(c) 是没有 HCl 时 Xe 823 nm 激光的波形。可以看出 HCl 对 Xe 激光的波形有较明显的影响。从图 5(a) 可以看出, 823 nm 激光较 308 nm 激光提前  $\sim 70$  ns, 823 nm 激光脉宽  $\sim 4$  ns, 308 nm 激光脉宽  $\sim 15$  ns。红外激光的产生急剧影响了  $\text{Xe}^*(P)$  和  $\text{Xe}^*(S)$  的粒子数。若中性反应通道是形成  $\text{XeCl}^*$  的主要通道, 紫外激光波形将发生变化, 实际上红外激光的存在对紫外激光波形没有影响。紫外激光较红外激光推迟  $\sim 70$  ns 表明形成  $\text{XeCl}^*$  的主要通道不是中性通道而是离子通道。从形成  $\text{XeCl}^*$  的整个动力学过程看, 离子过程是滞后的。

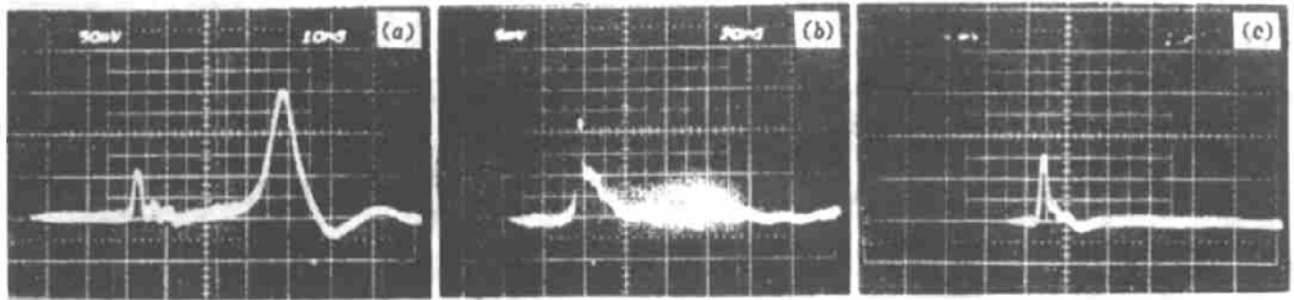


Fig. 5

(a) the pulse shape of the dual oscillation laser, Xe 10 mb, HCl 3 mb, He 1800 mb,  $V$ , 28 kV, 10 ns/div, 50 mV/div; (b) the pulse shape of the 823 nm laser when with rCl in the mixture but no ultraviolet lasing, Xe 1 mb, HCl 2.2 mb, He 1200 mb,  $V$ , 28 kV, 20 ns/div, 5 mV/div; (c) the pulse shape of the Xe 823 nm laser, Xe 1 mb, He 1200 mb,  $V$ , 28 kV, 10 ns/div, 50 mV/div

### 参 考 文 献

- 1 H. S. Pilloff. Simultaneous two-wavelength selection in the  $\text{N}_2$  laser-pumped dye laser. *Appl. Phys. Lett.*, 1972, 21: 339~340
- 2 P. Flamant, Y. H. Meyer. Time-dependent intensity distribution in a two-wavelength dye laser. *Opt. Commun.*, 1975, 13: 13~16
- 3 H. Lotem, R. T. Lynch, Jr. Double-wavelength laser. *Appl. Phys. Lett.*, 1975, 27: 344~346
- 4 R. Wallenstein. Pulsed dye lasers. in *Laser Handbook*, Vol. 3, M. L. Stitch, Ed., Amsterdam, North-Holland, 1979
- 5 M. Namazian, R. L. Schmitt, M. B. Long. Two-wavelength single laser  $\text{CH}$  and  $\text{CH}_2$  imaging in a lifted turbulent diffusion flame. *Appl. Opt.*, 1988, 27: 3597~3600
- 6 R. A. Sauerbrey, Y. Zhu, F. K. Tittel et al.. Simultaneous uv visible laser oscillations on the  $B \rightarrow X$  and  $C \rightarrow A$   $\text{XeF}$  excimer transitions. *IEEE J. Quant. Electr.*, 1985, QE-21: 418~420
- 7 W. Ketterle, A. Arnold, M. Schaffer. Two-wavelength operation of a tunable KrF excimer laser—a promising technique for combustion diagnostics. *Appl. Phys.*, 1990, B-51: 91~93
- 8 High power uv noble-gas-halide lasers. *Laser Elektro-Optik*, 1976, 8(2): 20
- 9 R. A. Sauerbrey, W. L. Nighan, F. K. Tittel et al.. Simultaneous multiwavelength operation of a commercial rare gas halide laser. *IEEE J. Quant. Electr.*, 1986, QE-22: 230~233

- 10 胡雪金, 马树森, 善新新等. XeCl, XeBr 激光同时振荡. 量子电子学, 1984, 1: 29
- 11 马树林, 姚永邦, 善新新等. KrCl 和 XeCl 激光双振荡研究. 中国激光, 1985, 12(9): 521~523
- 12 P. L. Chapovsky, S. A. Kochubei, V. N. Lisitsyn *et al.*. Excimer ArF/XeF lasers providing high-power stimulated radiation in Ar/Xe and F lines. *Appl. Phys.*, 1977, 14: 231~233
- 13 S. Ma, Y. Yao, N. Cheung, W. Ho *et al.*. A megawatt discharge-pumped atomic xenon pulsed laser at 823 nm. submitted for publication
- 14 G. E. Courville, P. J. Walsh, J. H. Wasko. Laser action in Xe in two distinct current regions of ac and dc discharges. *J. Appl. Phys.*, 1964, 35: 2547~2548

## Dual Oscillation of XeCl Ultraviolet Laser and Xe Infrared Laser

Ma Shusen Yao Yongbang

(*Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei 230031*)

Zhang Naiho Chen Shuchi

(*Department of Physics, Hong Kong Baptist College*)

**Abstract** A dual oscillation of XeCl ultraviolet laser and Xe infrared laser has been achieved from a mixture of HCl/Xe/He pumped by fast transverse discharge. The factors which affect the characteristics of laser and the kinetic process were studied and analyzed.

**Key words** excimer laser, XeCl, Xe laser