

# 双光栅调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光器输出光脉冲的时空特性研究

许德富<sup>1</sup>, 李育德<sup>2</sup>, 陈梅<sup>2</sup>

(1. 乐山师范学院物理与电子信息科学系, 四川 乐山 614004; 2. 四川大学电子信息学院, 四川 成都 610064)

**摘要:**用光子牵引器和示波器观察了双光栅调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光器输出光脉冲的波形, 发现通过调整两光栅的有效使用面积可改善激光脉冲中两波长成分的时间同步性; 并研究了输出光脉冲在离输出镜较大范围内光场的空间重叠性, 表明空间重叠性并不随离镜距离的变化而改变。

**关键词:**双波长可调谐; TEA CO<sub>2</sub> 激光器; 时空特性; 实验研究

**中图分类号:**TN248.2 **文献标识码:**A

## Experimental Study on the Characteristics of Time and Space of the TEA CO<sub>2</sub> Laser Tuned by Two Gratings

XU De-fu<sup>1</sup>, LI Yu-de<sup>2</sup>, CHEN Mei<sup>2</sup>

(1. Department of Physics and Electronics Engineering, Leshan Teachers College, Leshan 614004, China;

2. School of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

**Abstract:** In this paper, using photon traction and oscillograph we observed the waveform of the laser pulse produced by tunable TEA CO<sub>2</sub> laser. The result showed that the time synchronization of different wavelength pulse can be improved by adjustment of the effective used area of two gratings; At the same time we studied the space overlapping of laser pulse away from Ge-mirror and found the space overlapping won't change along with the distance.

**Key words:** dual-wavelength tunable; TEA CO<sub>2</sub> laser; characteristics of time and space; experimental study

### 1 引言

基于双频激光多光子分离同位素较“单频技术”有较大的优势, 分离的阈值能量密度将比“单频法”有数量级的下降<sup>[1]</sup>, 我们研制出了新型双波长可调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光振荡器, 图 1 是其结构原理图。我们已在文献[2]、[3]中对该激光器的具体结

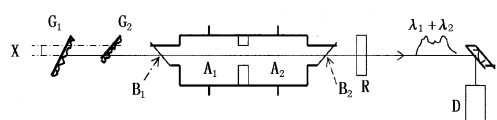


图1 双光栅同步调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光振荡器结构示意图

构和技术参数进行过详细的描述, 并对该激光器输出光脉冲在近场(镜处)的空间重叠性、能量调整特性、波长调谐特性进行过详细的实验和理论研究。在文献[4]中我们将该激光器用于进行了解离 B 同位素实验, 取得了初步的成效, 但在实验中我们发现

激光脉冲中双频成分的时间同步性和空间重叠性对解离效果影响很大, 为了进一步提高 B 同位素的解离效果, 必须改善双频激光脉冲的时间同步性; 为了后续的放大需要了解双频激光脉冲的远场空间特性。本文主要对该激光振荡器输出光脉冲的时间同步性和远场空间重叠性进行实验研究。

### 2 双频激光脉冲时间同步性的实验研究

我们用光子牵引器接收激光脉冲, 并用 TDS210 型示波器观测激光脉冲的波形。实验中, 我们首先以 10P(20) 和 10P(8) 两振荡线为例研究了激光器

**基金项目:**乐山师范学院科研课题及中国核动力研究设计院核燃料及材料国家重点实验室基金项目(No. 51481030103SC0101)资助。

**作者简介:**许德富(1968-), 男, 硕士, 讲师, 从事高功率气体激光技术研究工作和教学工作。E-mail: email: xdf117@sina.com

**收稿日期:**2008-06-26; **修订日期:**2008-08-03

的振荡情况,以  $G_1$  为强线选择光栅,选择 10P(20) 振荡线,且让  $G_1$  光栅表面的竖直中心轴(平行于光栅刻线且位于光栅表面中间)与整个腔的光轴相交,以  $G_2$  为弱线选择光栅,选择 10P(8) 振荡线,且让光栅  $G_2$  表面竖直中心轴偏离腔轴 19mm,当我们用与  $G_2$  面积同样大小的屏蔽挡  $G_2$  光栅后,示波器测得的光脉冲如图 2(a) 所示,从波形图可以看出几乎没有明显的能量输出,说明  $G_1$  和 R 所组成的腔不能独立振荡;当遮挡  $G_1$  后,激光器输出的光脉冲如图 2(b) 所示,从波形图看出有微弱的能量输出,用单色仪检测显示此时输出 10P(8) 振荡线,这说明  $G_2$  和 R 所组成的腔也仅能微弱振荡;去掉遮挡物后,激光器输出光脉冲的波形如图 2(c) 所示,用单色仪检测发现激光脉冲中包含两个波长成分,且用能量计测得两个波长成分的能量分别是:10P(20) 振荡线的能量为 0.84J,10P(8) 振荡线的能量为 0.64J,这说明在激光器振荡过程中,  $G_1$  和  $G_2$  并非分别与 R 建立独立振荡,而是相互利用:  $G_1$  对  $G_2$  光栅选择的支线光场有贡献,  $G_2$  对  $G_1$  光栅所选择的支线光场也有贡献,这和文献[3]中的理论分析吻合得很好。

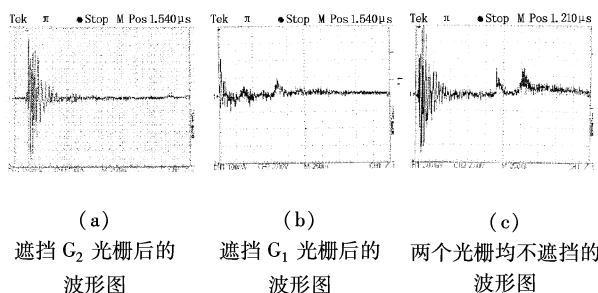


图2 10P(20)和10P(8)两振荡线输出波形图

为了研究激光脉冲中两个不同频率成分的时间同步性,我们用示波器详细观察了 10P(20) 和 10P(10) 两振荡线输出波形随  $G_1, G_2$  有效使用面积变化情况。图 3(a) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 12.5mm 时输出激光波形,两波峰滞后时间约 650ns(每格 250ns);图 3(b) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 12.0mm 时输出激光波形,两波峰滞后时间约 550ns;图 3(c) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 11.0mm 时输出激光波形,两波峰滞后时间约 450ns;图 3(d) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 10.5mm 时输出激光波形,两波峰滞后时间约 400ns;图 3(e) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 10.0mm 时输出激光波形,两波峰滞后时间约 350ns;图 3(f) 是  $G_2$  光栅中轴线离腔轴 9.0mm 时输出激光波形,

两波峰滞后时间约 250ns。由激光脉冲波形图可看出,在一定的范围内,随着  $G_2$  光栅有效使用面积的增大,两激光脉冲波峰的时间滞后越来越小,时间同步性越来越好,但超过一定的程度后,光脉冲的输出总能量减小,这对于同位素解离是不利的。而且随着  $G_2$  光栅有效使用面积的进一步增大会导致只有 10P(8) 弱线振荡输出,10P(20) 不能起振,失去使用价值。

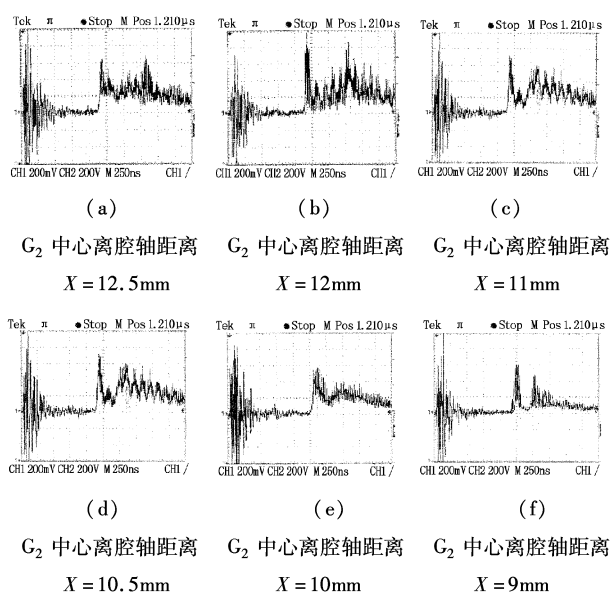


图3 10P(20)和10P(10)两振荡线输出波形随  $G_1, G_2$  有效使用面积变化

### 3 输出激光脉冲的远场空间特性

我们还对激光输出脉冲在腔外的空间特性进行了实验研究,用激光热敏纸在腔外不同距离处承接激光脉冲,接得的光斑图样如图5所示(光栅  $G_2$  中

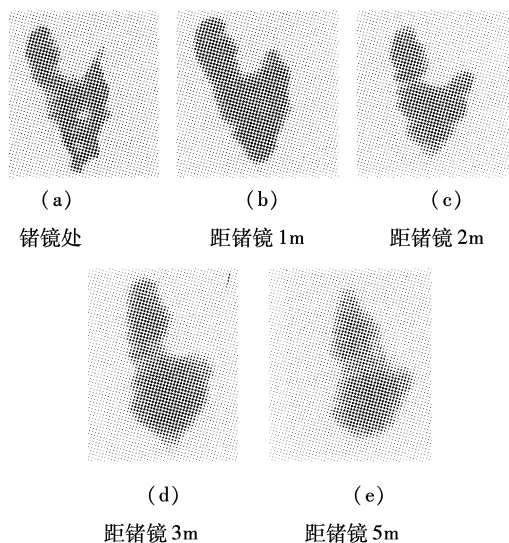


图4 在腔外不同距离处的光斑图样

轴线离腔轴距离  $x = 11.0\text{mm}$ ,起振双波长为 P(16)

和 P(20)), 从不同距离处接得的光斑图样可看出, 激光脉冲在较远距离处, 重叠性并未受到破坏, 光斑形状亦未改变, 仅强度受到衰减, 这说明激光脉冲在较大的距离内保持了良好的空间重叠性。因此, 我们可以在距腔镜一定范围内不用聚焦, 就可获得空间重叠的双波长激光脉冲, 不仅为应用带来了极大的方便, 更为后续的放大奠定了良好的基础。

#### 4 结束语

由本文的实验研究可看出, 我们研制的双光栅可调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光着振荡器的时间同步性可通过调整 G<sub>2</sub> 光栅的有效使用面积来加以改变, 在 G<sub>2</sub> 光栅中轴线离腔轴 11mm 附近激光器的时间同步性和输出能量基本能满足解离同位素的实际需求; 由于振荡器的输出光脉冲在离输出镜距离的较大范围

内的空间重叠性并未发生明显的改变, 由此可以预见振荡器的输出光脉冲经放大器放大后仍可保持良好的空间重叠性。

#### 参考文献:

- [1] Suzuki, Kazuya. Separation of boron isotopes by infrared laser[J]. JAER I-Conf, 1995, 2: 1019 - 1026.
- [2] 许德富, 李育德. 具有同空间特性的双波长可调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光器[J]. 光学技术, 2005, 31(3): 384 - 387.
- [3] 许德富, 李育德. 具有同空间特性的双频可调谐 TEA CO<sub>2</sub> 激光器研究[J]. 激光与红外, 2008, 38(5): 441 - 443, 450.
- [4] 张力军, 李育德, 等. 双频 CO<sub>2</sub> 激光多光子离解分离硼同位素的研究[J]. 激光与红外, 2006, 36(3): 178 - 180.

## 中国光学光电子行业协会红外分会 换届选举在京举行

2008年11月24日, 中国光学光电子行业协会红外分会在北京举行了第五届第五次理事会扩大会议。选举产生了中国光学光电子行业协会红外分会第六届理事会。

会议由杨定江理事长主持, 他在讲话中对各位副理事长及会员给予红外分会4年工作的支持表示衷心地感谢, 并对4年来我们红外技术及产业的发展做了概括, 指出这一届理事会已值我国红外产业蓬勃发展的时期, 许多军用技术越来越走向民用。我们的全员和理事单位都开展了大量的工作。

所洪涛秘书长代表秘书处做了第五届工作总结, 就红外分会4年来的工作做了汇报。红外分会4年来在全国性学术及产业交流会, 国际国内学术交流出访等方面举办了多次活动。达到了促进学术及产业交流, 沟通信息, 启发思路, 加深友谊, 增进了解, 联络感情的目的, 起到了较好的作用。

代表们一致反应, 本届理事会工作明显活力增强, 增加了凝聚力, 有了新的气象。

经理事会讨论通过, 接受尼塞拉传感器有限公司的退会申请, 在听取了对申请新入会单位的情况介绍后, 理事会讨论通过接受武汉华中数控股份有限公司、云南智海光电技术有限公司、西安天发光电技术公司等为新的会员单位。

根据章程及理事会选举决定, 本次换届选举采用了无记名投票的方式。所有候选人、副理事长全部当选, 杨定江理事长继续全票当选中国光学光电子行业协会红外分会理事长。选举结果为:

**理事长单位:** 中国电子科技集团公司第十一研究所

**副理事长单位:** 中国科学院上海技术物理研究所 航天科工集团公司三院 8358 所 昆明物理所 中国空空导弹研究院 天津光学仪器厂 陕西华星红外器件厂

(红外分会秘书处供稿)