

# 实用自动调谐的钛宝石激光器

吴路生 杨春宁 朱桂霞 王爱华 殷绍唐  
(中国科学院安徽光学精密机械研究所,合肥,230031)

摘要: 本文阐述了实用型自动调谐的钛宝石激光器的设计,用 Nd YAG 倍频的脉冲激光泵浦,在 10Hz 的重复频率下获得单脉冲最高输出能量为 60mJ,效率为 37.5%。

关键词: 钛宝石激光器 调谐

## A practical auto-tuning Ti-sapphire laser

Wu Lusheng, Yang Chunling, Zhu Guixia, Wang Aihua, Ying Shaotang  
(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei, 230031)

**Abstract:** In this paper, the design of an auto-tuning Ti-sapphire laser is described. The pumping source is a double frequency Nd:YAG laser, the maximum output energy of 60mJ per pulse with 37.5% conversion efficiency has been obtained at the repetition rate of 10Hz.

**Key words:** Ti-sapphire laser tuning

### 一、引言

钛宝石激光器由于其调谐范围宽,以及优良的光学和物化性能,已经得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。钛宝石可以由激光泵浦<sup>[2,3,4]</sup>和灯泵<sup>[5]</sup>运转,脉冲调 Q 的 Nd:YAG 倍频激光器纵向泵浦方式是最早也是目前比较普遍使用的泵浦源。

作为一个实用化的激光器,要求稳定可靠,然而,脉冲激光器的峰值功率高,且多以多模运转,光斑不均匀,容易引起晶体表面损伤,双向泵浦方式可以较好解决这一问题<sup>[6]</sup>。本文中我们介绍了光路的设计,自动调谐系统以及实验结果。

### 二、装置与光路

图 1a 为该激光器的照片,b 是其光路图。泵浦源为脉冲调 Q 的 Nd:YAG 倍频激光器(型

号为: NY81C), 重复工作频率为 10Hz, 脉宽约 10ns。532nm 绿光经过 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> 组成的望远镜缩束, 由分束镜 BS 一分为二, 分别经 M<sub>1</sub> 和

M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> 反射, 从两端泵浦钛宝石晶体, 构成双向泵浦方式, 这种方式的优点, 在于它能够减轻泵浦光对晶体端面的压力, 从而可以多输入, 既提高了输出, 又降低了光损伤<sup>[6]</sup>。

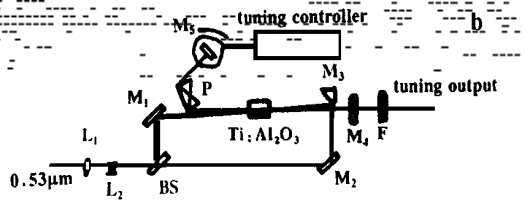


Fig. 1 a—The photograph of the Ti-sapphire laser b—The configuration of the Ti-sapphire laser  
L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>—telescope BS—beam splitter M<sub>1</sub>~ M<sub>3</sub>—full reflection mirror (532nm, 45°)  
M<sub>4</sub>—output coupling mirror M<sub>5</sub>—full reflection mirror P—dispersion prism F—filter

钛宝石晶体是由我所生长的, 尺寸为 10mm 正方体,  $c$  轴与绿光偏振方向平行, 垂直于  $a$  轴的两个表面抛光成平行平面, 并镀有  $0.8\mu\text{m}$  增透膜。谐振腔由全反镜  $M_5$ , 输出镜  $M_4$  和两块  $ZF_3 60^\circ$  棱镜组成, 腔长为 200mm。振荡光与泵浦光在晶体中交叉, 交角约  $2^\circ$ 。全反镜  $M_5$  固定在一个正弦机构的水平转台上, 转台由调谐控制器控制。输出的调谐光经一块滤光片  $F$  除去绿光, 由探测系统进行检测。

### 三、实验结果

钛宝石激光输出波长由光栅单色仪和光电探测系统接收, 由示波器观察输出信号。单脉冲能量由经过标定的功率计测量其平均功率, 而后计算得出。

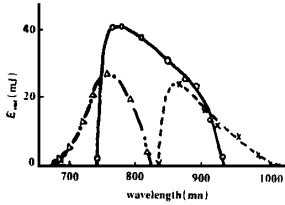


Fig. 2 The relation between the output energy and wavelength of Ti:sapphire laser while the green absorption energy is 120mJ. The three curves correspond with three different output mirrors

量效率为 37.5%, 连续运转 3 万次后, 晶体表面出现损伤点。降低泵浦使输出为 40mJ 时, 器件可连续稳定运行。

波长自动调谐是由电脑控制步进电机去驱动水平转台来实现的。电脑发出指令, 使步进电机快进或快退, 停止在所需的任何波长位置上, 也可设定调谐范围, 在任一波长范围内自动扫描, 扫描速度有五档可供任意选择。为了防止失步, 每次开机或在运转中认为必要时, 可以自动复位。转台转动的角度范围为  $20^\circ$ , 共 10,000 步。每步对应于波长范围为  $0.16\text{nm}/\text{步}$  (在 780nm 附近)。图 3 为步数与波长之间的关系, 在不大的区域内, 调谐近似线性。此外, 调谐系统装有手轮, 如果不使用电脑, 也可以进行手动调谐。步数由数码显示, 波长可通过步数而标定出来。

### 四、结 论

脉冲调 Q 的 Nd:YAG 倍频激光器泵浦的钛宝石激光器有着广泛的应用, 主要要解决的技术问题是克服晶体的光损伤。我们采用了双向泵浦光路分离等新技术, 有效地克服了损伤问题, 波长调谐由电脑自动控制, 使用方便。在 10Hz 重复频率下, 获得最高输出能量 60mJ, 线宽约 0.1nm, 调谐范围为 675nm 到 1002nm。其整机性能良好, 向实用化大大迈进了一步, 该装置现已商品化, 即将推向市场。

本实验的泵浦源是南京大学国家微结构实验室提供的, 主要数据也是在该实验室测得的。作者在此感谢阎乃本院士, 杨正举和陆亚林两位教授对本项工作的支持。

图 2 为该激光器的波长调谐曲线。整个调谐范围用两块宽带全反镜 ( $R \geq 99.5\%$ ) 和三块输出镜进行复盖, 其中一块全反从 660nm 到 800nm, 另一块从 780nm 到 1100nm; 输出镜中有两块的中心波长分别在 700nm 或 1000nm, 中心处反射率为 90%, 另一块从 780nm ~ 830nm, 反射率在 50% 到 60% 之间, 全部反射镜均为平面镜, 获得的调谐范围为 675nm 到 1002nm。输出线宽主要由两块色散棱镜的总色散及棱镜到全反镜之间的距离来决定, 在我们的实验中约为  $0.1\text{nm}$  ( $\lambda = 780\text{nm}$ )。

最高输出能量是在 780nm 处和在 10Hz 的情况下测得的。当晶体吸收的绿光为 160mJ 时, 激光输出为 60mJ, 能

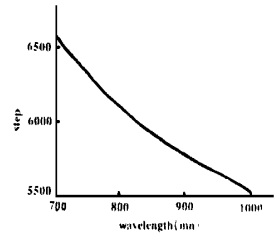


Fig. 3 Output wavelength vs steps of the step motor

# 燃油喷雾内部构造可视化的激光 CT 技术(1)

## ——喷雾图象重建方法的研究

王德忠 黄震 陈来高\* 张连方 童澄教 庄天戈\*

(上海交通大学动力机械工程系,\* 仪器工程系,上海,200030)

**摘要:** 为应用激光 CT (Computed Tomography) 技术实现燃油喷雾内部构造可视化, 本文针对燃油喷雾的特点, 对卷积反投影法 (Convolution back projection 简称 CBP)、代数重建技术 (Algebraic reconstruction technique 简称 ART) 和同时迭代重建技术 (Simultaneous iterative reconstruction technique 简称 SIRT) 三种算法应用于喷雾图象的重建进行了研究。在 P540 图象处理系统上对标准喷雾模型进行重建, 结果表明在投影数据存在噪声时, SIRT 法重建图象质量最佳, 但所需时间最长, CBP 法重建图象质量最差, 但运算时间最少, 而 ART 法介于两者之间。

**关键词:** 图象重建 激光 CT 燃油喷雾 数字图象处理系统

## Visualization of internal structure of fuel spray using laser computed tomography technique(1)

### ——A study of image reconstruction algorithms for fuel spray

Wang Dezhong, Huang Zhen, Chen Laigao

Zhang Lianfang, Tong Chengjiao, Zhuang Tiange

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200030)

**Abstract:** According to the characteristics of fuel spray, CBP (Convolution back projection), ART (Algebraic reconstruction technique) and SIRT (Simultaneous iterative reconstruction technique) were studied on the image reconstruction of fuel spray. The reconstruction results of the phantom using P540 digital image processing system showed that when there is noise in the projection data, the best image

#### 参 考 文 献

- 1 Catts Y A. L F World, 1989; 25: 73
- 2 Moulton P F. J O S A, 1986; B3: 125
- 3 吴路生, 陈一宏, 赵梅荣 *et al.* 中国激光, 1989; 16(1): 4
- 4 谢建平. 量子电子学, 1992; 9: 338
- 5 高国昌, 夏宇兴, 李予尧 *et al.* 量子电子学, 1990; 7: 366
- 6 吴路生, 韦 丽, 周东方 *et al.* 中国激光, 1995; 22(3): 168

**作者简介:** 吴路生, 男, 1949 年出生。副研究员, 研究室副主任。从事可调谐固体激光器、非线性光学、单晶光纤生长以及激光应用等研究工作。1987~ 1990 年赴瑞士联邦苏黎世高级理工大学工作。