

文章编号: 0258-7025(2004)Supplement-0185-03

# YAG对撞增强环型相位共轭腔起伏性的研究\*

屈军<sup>1,2</sup>, 张为俊<sup>1</sup>, 高晓明<sup>1</sup>, 刘安玲<sup>1</sup>, 黄伟<sup>1</sup>, 裴世鑫<sup>1</sup>, 杨颀<sup>1</sup>, 邵杰<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院安徽光学精密机械研究所, 安徽 合肥 230031; <sup>2</sup>芜湖师范专科学校物理系, 安徽 芜湖 241008)

**摘要** 报道了在YAG激光器上运行一种新型的对撞型受激布里渊散射环形相位共轭腔,该腔具有较低的启动阈值,与通常的相位共轭腔比较,该腔输出能量和输出峰值功率的大小和稳定性都有很大的提高。实验给出了不同参量条件下的输出能量以及峰值功率的情况。

**关键词** 非线性光学; SBS; 对撞腔; 起伏

中图分类号 O437.2

文献标识码 A

## Study on the Fluctuation of Colliding-Enhanced YAG Phase-Conjugate Ring Laser Cavity

QU Jun<sup>1,2</sup>, ZHANG Wei-jun<sup>1</sup>, GAO Xiao-ming<sup>1</sup>, LIU An-ling<sup>1</sup>, HUANG Wei<sup>1</sup>,  
PEI Shi-xin<sup>1</sup>, YANG Yong<sup>1</sup>, SHAO Jie<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Anhui Institute of Optics & Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui 230031, China)  
(<sup>2</sup>Department of Physics, Wuhu College, Wuhu, Anhui 241008, China)

**Abstract** In this paper, a colliding-enhanced YAG phase-conjugate ring laser cavity is reported which has low threshold and lower fluctuation comparing with line phase-conjugate resonator. The output energy and peak power fluctuation under different conditions are given.

**Key words** nonlinear optical; SBS; colliding-enhanced cavity; fluctuation

## 1 引言

普通SBS相位共轭腔由于启动阈值一般都比较高而且输出能量较低,还会出现相位跃变现象<sup>[1]</sup>,严重影响了它的实际应用。如何降低SBS相位共轭腔的启动阈值以及如何提高输出光束的稳定性一直是人们关心的课题。就降低启动阈值而言,国外采用了光学负反馈<sup>[2]</sup>、多次聚焦池<sup>[3]</sup>、环行光路<sup>[4]</sup>和布里渊环行谐振腔<sup>[5]</sup>等方法,最大可以将阈值功率降低8~10倍,还有利用新型内锥度光纤<sup>[6]</sup>的,将SBS阈值降低到15 mJ。但是,不论采用何种方法,输出的能量波动性都很大。文献[7,8]也讨论了输出脉冲的多峰及输出能量的不稳定性,认为过高或过低的脉冲氙灯抽运均会造成输出能量的较大波动。另有理论和实验表明,对撞传播的两束光波在相互作用时,在一定的条件下可将SBS阈值降低好几倍<sup>[9]</sup>。我们在YAG激光器上设计并运行了对撞增强型SBS相

位共轭腔,实验观测到这种新型的共轭腔和一般的相位共轭相比,该腔具有较低的启动阈值和较高的输出稳定性,这点国内外文献至今尚无报道。

## 2 实验装置

设计的对撞增强型YAG激光相位共轭谐振腔如图1所示, $M_1, M_2, M_3$ 皆为中心波长为1.06  $\mu\text{m}$ ,带宽100 nm的介质膜全反镜,F为聚焦透镜,SBS池内装满介质液体;YAG激光棒长约70 mm,口径约7 mm,氙灯抽运。 $BS_1$ 为中心频率1.06  $\mu\text{m}$ 的45°半透半反介质膜分束镜,对撞型谐振腔在自由运转条件下,静态激光的谐振路径有两路,即 $M_1 \rightarrow \text{YAG} \rightarrow BS_1$ (透射) $\rightarrow M_3 \rightarrow \text{SBS-cell} \rightarrow M_2 \rightarrow BS_1$ (反射) $\rightarrow \text{YAG} \rightarrow M_1$ 和 $M_1 \rightarrow \text{YAG} \rightarrow BS_1$ (反射) $\rightarrow M_2 \rightarrow \text{SBS-cell} \rightarrow M_3 \rightarrow BS_1$ (透射) $\rightarrow \text{YAG} \rightarrow M_1$ ,它们在第二次途经 $BS_1$ 时分别透射和反射部分激光,作为对撞型起

基金项目: 863 激光技术创新基金(20030509)资助课题。

作者简介: 屈军(1970-),男,芜湖师范专科学校物理系副教授,中国科学院安徽光机所博士生,主要从事非线性光学的研究工作。E-mail:qujun@aiofm.ac.cn



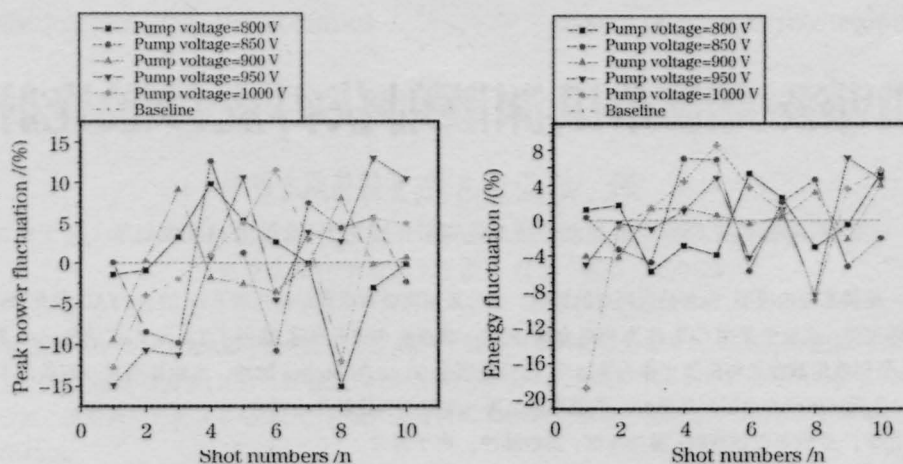


图3 线性腔不同抽运条件下,峰值功率的起伏情况(a),不同抽运条件下,输出能量的起伏情况(b)

Fig.3 Relationship between peak power fluctuation and shot numbers of line cavity in different pump conditions (a), the relationship between output energy fluctuation and shot numbers in different pump conditions (b)

记录了不同的抽运条件下,该腔的能量并计算了峰值功率的输出与波动的情况,具体见图3。

从实验结果可以看出:与前面一样,过高与过低的抽运电压都会造成输出的起伏度加大,这种腔型在抽运电压为950 V时输出能量和峰值功率在大小、起伏上较好,这与前面的解释相同。但总体上线性共轭腔的输出能量和峰值功率起伏都比较大,同对撞腔相比,能量和功率的相对起伏增加了2倍以上,而且在相同的抽运条件下,不论从输出能量和峰值功率的大小,还是从它们的稳定性(从相对起伏和标准差)比较,对撞型相位共轭腔都要明显地好于线性相位共轭腔。这是由于对撞腔形成的反射光栅比较均匀而且反射比较强,因而启动阈值降低,输出稳定。实验也证实了这种自调Q输出腔的低阈值性和能量较高输出的特点。

## 4 结 论

对撞增强型相位共轭腔是一种新型的具有较低启动阈值,又有较高输出稳定性的腔,它能输出稳定的自调Q脉冲。输出能量和峰值功率的大小和稳定性都明显优于通常的相位共轭腔。但当抽运电压过低时,由于形成光栅的不稳定性;以及当抽运电压过高时,由于出现光学击穿现象,二者都会导致所形成的相位共轭镜的反射率变小,使得输出能量和峰值功率的有一定起伏。但相对于一般的共轭腔,输出的起伏性大大降低。

## 参考文献

1 Yang Ailing, Yang Jingguo, Ding Lei *et al.* Phase jump in the process of stimulated Brillouin scattering [J]. *Chinese J.*

*Lasers*, 2001, 28A(8):732~734

杨爱玲,杨经国,丁磊等.受激布里渊散射过程中的相位跃变[J].  
中国激光, 2001, A28(8):732~734

- 2 G. K. N. Wong, M. J. Damzen. Investigations of optical feedback used to enhance stimulated scattering [J]. *IEEE J. Quantum Electron.*, 1990, 26(1):139~148
- 3 M. T. Duignan, B. J. Feldman, W. T. Whitney. Threshold reduction for stimulated Brillouin scattering using a multipass Herriott cell[J]. *J. Opt. Soc. Am. B*, 1992, 9(4):548~559
- 4 A. M. Scott, W. T. Whitney, M. T. Duignan. Stimulated Brillouin scattering and loop threshold reduction with a 2.1  $\mu\text{m}$  Cr, Tm, Ho:YAG laser[J]. *J. Opt. Soc. Am. B*, 1994, 11(10):2079~2087
- 5 A. M. Scott, W. T. Whitney. Characteristics of a Brillouin ring resonator used for phase conjugation at 2.1  $\mu\text{m}$ [J]. *J. Opt. Soc. Am. B*, 1995, 12(9):1634~1641
- 6 A. Heuer, R. Menzel. Phase-conjugating stimulated Brillouin scattering mirror for low powers and reflectivities above 90% in an internally tapered optical fiber[J]. *Opt. Lett.*, 1998, 23(11):834~836
- 7 Chen Jun, Jiang Ruzhong. Nd:YAG laser with SBS phase conjugate mirror[J]. *Acta Optica Sinica*, 1991, 11(8):715~719  
陈军,蒋汝忠.带SBS相位共轭镜的Nd:YAG激光器[J].*光学学报*, 1991, 11(8):715~719
- 8 Chen Jun, Rong Ying, Zhou Yueming. Investigation on the Q-switch mechanism in the phase conjugate resonator with the SBS-cell[J]. *Chinese J. Lasers*, 1993, A20(6):421~425  
陈军,龙鹰,周月明.带SBS池的位相共轭激光器调Q机理的研究[J].*中国激光*, 1993, A20(6):421~425
- 9 O. Kulagin, G. A. Pasmanik, A. L. Gaeta *et al.* Observation of Brillouin chaos with counterpropagating laser beams [J]. *J. Opt. Soc. Am. B*, 1991, 8(10): 2155~2157
- 10 Liu Qiang, Ju Youlun, Wang Yuezhu *et al.* Stimulated Brillouin scattering phase-conjugate resonator and internal optical parametric oscillator [J]. *Acta Optica Sinica*, 1999, 19(8):1090~1093  
柳强,鞠有伦,王月珠.受激布里渊散射相位共轭腔及腔内光学参量振荡器[J].*光学学报*, 1999, 19(8):1090~1093