

## 受激布里渊后向散射波的位相复共轭特性

**Abstract:** The phase conjugation characteristics of backward stimulated Brillouin scattering (SBS) are experimentally investigated. The intense backscattered radiation is observed in CS<sub>2</sub> using a giant ruby pumping beam. The conversion efficiency is about 80%. When the pumping beam is distorted by passing through an aberrant plate, the distorted wavefront is compensated.

在 1972 年实验发现了后向受激布里渊散射波 (SBS) 与激发入射波成位相复共轭关系<sup>[1]</sup>。即

$$E_s(r, z) = \text{常数} \cdot E_L^*(r, z)$$

式中  $E_s$  和  $E_L$  分别是散射光和激发光的电场;  $r$  和  $z$  是空间坐标。因此, 一具有理想波前的光束通过畸变介质时, 利用 SBS 后向波的位相复共轭特性可以使波前的位相畸变得到补偿。

我们采用巨脉冲红宝石激光束作为激发入射波, 在 CS<sub>2</sub> 介质中观察到了强的后向受激布里渊散射。CS<sub>2</sub> 的 SBS 最大稳态增益因子为 0.197 厘米/兆瓦, 远大于其它介质, 其受激布里渊散射的阈值最低, 约 30 兆瓦/厘米<sup>2</sup>, 因此可能获得高的转换效率。

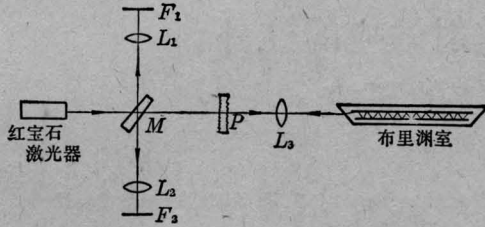
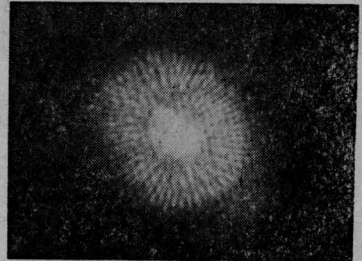


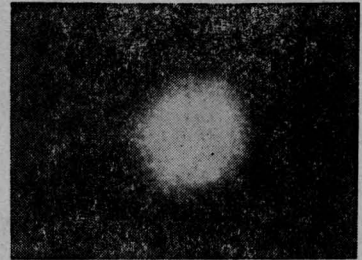
图 1 受激布里渊散射实验装置

实验装置如图 1 所示。一台典型的巨脉冲红宝石激光器, 输出功率约 5 兆瓦, 脉宽约 20 毫微秒。激光光束经尖劈取样板  $M$ , 一部分反射经透镜  $L_1$  聚焦在底片  $F_1$  上, 以便监视入射波场。透过的光经透镜  $L_3$  入射到石英布里渊室内, 室内有长 1 米、直径为 4.5 毫米的光导管, 充以 CS<sub>2</sub> 液体。透镜  $L_3$  焦距为 20 厘米, 将其焦点调至光导管入口处, 由于石英的折射系数小于 CS<sub>2</sub> 的折射系数, 光线在光导管内呈全反射传播。后向散射波经取样板反射, 在底片  $F_2$  上拍摄场图。

为观察后向 SBS 的位相补偿效应, 将一块用氢



(a) 激发入射波



(b) SBS 反射波

图 2 无畸变时的近场图

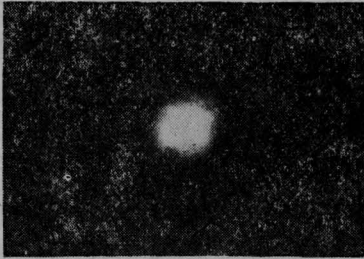
氟酸腐蚀的平面玻璃, 做为位相畸变板  $P$  置于光路中。当用平面镜代替布里渊室时, 可以观察到反射波前严重畸变。

利用该实验装置, 我们观察到了强的后向受激布里渊散射, 用定标了的卡计测量其转换效率约为 80%。图 2(a)、(b) 为未加畸变板时激发入射波和 SBS 反射波的近场图样。可以看出后向 SBS 光斑比入射光斑均匀, 这是由于入射辐射是一个多模激光束, 有明显的强度分布不均匀, 只有较低阶模才能达到 SBS 阈值, 因此得到较好光束质量的后向 SBS 波。

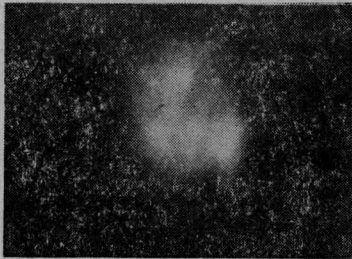
当将位相畸变板置于光路中时, 观察到了后向 SBS 的波前畸变补偿现象。图 3(a) 是未畸变 SBS 反

射波远场图, 当有畸变板  $P$  并用平面镜取代布里渊“镜”反射时, 其远场图严重畸变(如图 3(b)所示), 然而, 经布里渊“镜”反射两次通过  $P$  板时的远场图(图 3(c))与图 3(a)相似, 即位相畸变得得到补偿。

后向 SBS 的位相复共轭特性有重要的实用价值。在研制高功率激光器时, 可用于补偿放大器介质



(a) 无畸变 SBS 反射波



(b) 有畸变平面镜反射波



(c) 有畸变 SBS 反射波

图 3 无畸变和有畸变的远场图

引起的位相畸变, 以获得好的光束质量, 在强激光的传输过程中, 可用于补偿大气扰动或光学元件引起的位相畸变。

本工作得到邹海兴、陈兰英、刘凤琴等同志的热情帮助, 在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] B. Ya. Zeldovich *et al.*; *JETP Lett.*, 1972, 15, 109.

(中国科学院上海光机所 徐捷 陈钰明

何国珍 张宝富 1980 年

6 月 27 日收稿)

## 基于受激电子喇曼散射效应的红外 可调谐激光系统的研究

**Abstract:** Tunable coherent radiation in the infrared region of 2.78 to 3.25  $\mu\text{m}$  has been obtained in Cs vapor by 6S~7S stimulated electronic Raman scattering (SERS) effect. The tunable infrared laser system developed is described, and the performances of the radiation are presented.

发展红外区的连续可调谐激光器是当前激光技术及其应用的一个重要研究课题。近几年来发展了一种由金属原子蒸气中的受激电子喇曼散射效应产生可调谐相干红外辐射的方法<sup>[1~3]</sup>。这种方法可将脉冲染料激光所输出的调谐的可见辐射直接转换为调谐相干红外辐射。

图 1 为铯原子产生 6S~7S 喇曼跃迁的有关能级图。 $\omega_L$  为泵浦光频率;  $7P$  为喇曼跃迁的近共振中间态, 则斯托克斯辐射频率为:

$$\omega_s = \omega_L - \Omega \quad (1)$$

式中  $\Omega = 18536 \text{ 厘米}^{-1}$  为喇曼位移。由于喇曼位移  $\Omega$  是固定的, 因而当调谐泵浦频率  $\omega_L$  时就可以得到调谐的红外斯托克斯辐射。

受激电子喇曼散射过程亦看作四波混频过程, 因而用三阶极化率来描述它。在忽略所有非共振项对极化率的贡献后, 三阶极化率可表示为:

$$\chi^{(3)}(\omega_s) = -\frac{iNe^4}{24\Gamma_{fg}\hbar^3} \left| \sum_n \frac{r_{gn}r_{nf}}{\omega_L - \omega_{ng}} \right|^2 \quad (2)$$

式中  $r$  为电偶极跃迁矩阵元;  $\Gamma$  为相应能级间的衰减常数;  $N$  为基态  $g$  的原子浓度;  $\hbar$  为普朗克常数。