

马-普量子光学研究所的高功率碘激光器研究评述

G. Brederlow, H. Baumhacker, E. Fill,
E. Gerck*, M. A. Greiner-Mothes*, J. Gruber**,
G. Linford*, R. Volk, S. Witkowski,
K. J. Witte

(德意志联邦共和国马-普量子光学研究所, 加欣)

MPI 量子光学研究所在高功率碘激光器方面的研究包括寻找更有效的碘激光介质, 增大目前运转的单束 300J Asterix III 型激光系统的输出及脉宽范围的物理及技术研究, 以及频率变换的实验。在本文中论及了上述研究内容, 从而对目前的碘激光器的重要性能进行了评述。

在碘激光器中, 最常用的激光介质是 $i-C_3F_7I$ 。为了寻找一个具有较宽的泵浦带宽和因有较高泵浦效率的激光介质, 正在进行对新的烷基碘化物的研究。至今已有两种成分被分析, 它们至少和 $i-C_3F_7I$ 具有同样的量子产额, 但其中之一具有较宽的泵浦带宽。它的宽度以至于能期望泵浦效率增加 15%。在这些测量情况下观察到了 $I(^2P_{1/2})$ -缓冲气体分子的受激复合物的发射。

通过描述 Asterix III 型激光系统对高功率碘激光器的结构和性能作了简单介绍。这一器件已成功地用于打靶实验四年以上。此外还给出了这一激光系统的脉冲特性、光束质量和每个脉冲能量等概况。

碘激光器基本上运转在饱和区, 因此发生了很强的脉冲压缩(直至五倍)。由于目前运转的 Asterix III 型激光系统中的锁模振荡器只能产生 1.5ns 的脉冲宽度, 系统输出的脉冲宽度最大不超过 500ps; 然而打靶实验需要达到几个 ns 的脉冲宽度。为了满足这一需要, 发展了一个基于超快速增益开关的振荡器, 它提供了 4~20ns 范围内的脉冲宽度。

为了分析和进一步改进激光系统的性能, 用麦克斯韦-布洛赫方程的数值解计算了沿放大器系列的能量萃取和波型变化。碘激光的六条跃迁谱线被代入计算。这一计算的结果被实验所验证。计算揭示了进一步增强 Asterix III 型激光系统的输出能量到 500J 的可能性。计算机程序还被用于计算还在计划之中的 2kJ Asterix IV 型激光系统的预期特性。这个系统使用了改进了的 Asterix III 激光系统, 它附加了一个第五级 29cm 孔径的放大器。这个新的放大器由八个部分组成, 每一部分激活长度为 1 米, 其中一个部分已在建造并即将试验。

为这个放大器发展了输入能量为 8kJ 的闪光灯, 由于达到了均匀向轴心的电流分布, 我们成功地使这些闪光灯的寿命增加了四倍。

为了研究在激光产生的等离子体中的各种参数与波长的依赖关系。产生了碘激光 ($\lambda = 1.315 \mu m$) 的二次、三次和四次的谐波。它们的转换效率分别为 70%、50% 和 30%。现已用 Asterix III 的三次谐波, 波长为 438nm, 进行了常规的等离子体实验。

* 访问科学家

** 德意志联邦共和国马-普等离子体物理研究所, 加欣