

# 中国发展高功率激光系统所用的钽玻璃

姜中宏 余文炎

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

掺钽玻璃激光装置是目前认为有可能最先达到 100GW 以上的激光装置, 本文着重讨论我国用于高功率激光系统的第一代及第二代激光玻璃的研制工作及其总体性能。

目前使用的两个主要玻璃系统是以  $R_2O-CaO-SiO_2$  为主的硅酸盐玻璃,  $BaO-Al_2O_3-P_2O_5$  和  $R_2O-RO-Al_2O_3-P_2O_5$  为主的磷酸盐系统玻璃。

Young 在 60 年代提出了玻璃荧光寿命  $\tau$  对提高激光效率起决定作用。而我们早期的试验表明玻璃的受激发射截面  $\sigma$  比  $\tau$  更重要, 因而提出以  $\sigma \cdot \tau$  作为评价玻璃效率的依据。为了提高钽玻璃的破坏强度, 我们选择了各类光学玻璃及热膨胀系数低的基质玻璃进行腔外破坏测定, 并对比了掺钽后的荧光性质, 选定了  $Na_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  钽玻璃系统作为发展我国高功率激光器的工作介质, 这种玻璃可以采用全陶瓷熔炼工艺制造, 光吸收为  $0.1 \sim 0.15 \text{cm}^{-1}$ , 采用这种玻璃介质, 我们先后为 1973 和 1976 年建成  $3 \times 10^{10} \text{W}$  单路激光器和  $10^{11} \text{W}$  六路激光系统, 在等离子体研究方面获得中子输出和对空心玻璃壳微球靶的压缩。

随着自聚焦研究工作的发展, 国外为了对 B 积分的限制而追求低的  $n_2$ , 并以此作为评价激光玻璃的主要依据, 但通过分析我们认为在国内目前的情况下, 提高玻璃的受激发射截面比降低  $n_2$  值更为重要, 并且通过我们的实验得出玻璃的抗破坏强度并不与  $n_2$  成正比。因此在 70 年代中期开始我国第二代的激光玻璃研制, 决定选用受激发射截面大,  $n_2$  较小的磷酸盐玻璃为目标。通过实验, 分析了玻璃的成分与  $n_2$  及  $\sigma$  关系, 并利用等效方法得出了  $Al_2O_3$  较其它高价氧化物在降低  $n_2$  和提高玻璃化学稳定性方面都有较好的效果。这种类型玻璃已被用作棒状放大器序列和大型片状放大器。

本文列出了有关硅酸盐玻璃荧光及破坏参数, 磷酸盐玻璃的  $n_2$ 、 $\sigma$  和化学稳定性参数以及上述两种玻璃的有关总体数据。