

激光核聚变研究的有关问题

Chiyoë Yamanaka

(日本大阪大学激光工程研究所)

采用诸如吸收、输运、预热、均匀性和点火等若干聚爆过程的数据,使惯性约束聚变用的靶球设计达到最佳。评述了靶球直接的或间接的,消蚀的非消蚀的各种聚爆方案。

更短波长的激光,由于更强的吸收,更好的流体动力学效率,热电子较少,因而对消蚀压缩是有利的。但是,因非均匀性而导致平滑效应下降是由于吸收压更接近于消蚀表面引起的。

就均匀性而言,如采用适当的靶球设计就可有效地控制热电子,波长为 10 微米的 CO_2 激光是令人感兴趣的。用自稳流模型分析了热电子激励的消蚀作用。推导了消蚀压力标度。在 $5 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$ 时测得消蚀压力为 10 Mbar,与标度一致。

至于间接聚爆,由激光产生的 X 射线源甚为重要。X 射线引起的聚爆的优点是良好的均匀性,较高的流体动力学效率。更短波长的激光可以得到更高的 X 射线转换率,可高达 40~50%。入射激光强度为 $10^{13} \sim 10^{14} \text{ W/cm}^2$ 时,消蚀压力大于 10 Mbar。

至于非消蚀聚爆,用一种炮弹型微球新靶,具有均匀性良好、压缩效率高和预热小这样一些优良的特点。众所周知,炮弹靶由球形燃料靶组成,包容在由重材料制成的直径较大的腔中。经外部护持器腔上的空调引入激光束。这种靶的流体动力学性质与绝热压缩完全一致。正如聚爆的流体动力学效率仅依赖于纵横比的立方而与初始推进器质量无关一样,采用适当的推进器设计,减少预热,即可得到较高的聚爆效率。在腔内,如果由于脱逸热电子引起的双极性场可以降低,预热即可大大减少。这一点可用模拟实验加以证明。我们也演示了护持器腔上无孔的 X 射线激励的炮弹靶。并给出了初步的结果。

炮弹靶的点火条件估计为 30 kJ 的激励能量。炮弹型方案对波长很不敏感。由炮弹型和线性压缩型组成的混合型靶也将加以讨论。