

激光等离子体的二次谐波发射的时间分辨特性

徐至展 张伟清 赵世诚 周复正

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

二次谐波的发射是激光等离子体间非线性相互作用的重要标志,我们曾通过观察其时间积分的发射特性而获得临界密度面附近激光与等离子体耦合的信息。本文将进一步报道我们近期得到的有关二次谐波发射的时间分辨特性的新结果。

实验是利用六路亚毫微秒脉宽钎玻璃激光装置中的一束激光辐照平面靶而完成的。靶面上的激光辐照强度为 10^{13} - 10^{15} W/cm², 入射角一般取 0° 、 20° 、 32° 等;通过插入旋光片以得到 p 偏振或 s 偏振激光。激光等离子体发射的二次谐波的时间分辨特性是本文实验的重点测试项目;考虑到不同的机制所发射的二次谐波有不同的谱分布,我们通过联合使用高时间分辨测量装置与光栅光谱仪而同时拍摄包含有整个谱分布(记为 I_2)与只包含有“红移”(取谱分布中某一波长的长波侧)部分谱(记为 I_2')的后向散射(进入聚焦透镜锥角)的二次谐波的强度-时间波形。另外,实验中还布置有其他多种等离子体诊断仪器以对激光等离子体的特性进行监测。

结果表明,二次谐波发射的时间宽度(FWHM)一般为 $\sim(50-220)$ ps,与入射激光的宽度(FWHM) $\sim(100-220)$ ps 大致相当。然而,对应于 p 偏振与 s 偏振激光打靶时的二次谐波,却有明显不同的时间发射特性。对于 p 偏振光,有较强的全谱发射(I_2)波形,但却只有相当弱的红移部分谱发射(I_2')波形,即使激光强度高达 10^{15} W/cm²,情形也相似;对于高强度的 s 偏振激光, I_2 发射将减弱,但 I_2' 波形明显增强,差不多与 I_2 有相近的宽度与形状。根据上述结果,可清楚判明两种不同的二次谐波的产生机制。至于强度 $\geq 10^{15}$ W/cm² 的 p 偏振激光打靶所发射的二次谐波,其 I_2' 仍很弱,主要是因强烈的密度轮廓变陡而进一步将参量蜕变不稳定性抑制住。

实验中还发现,当 p 偏振激光辐照靶的强度高至 $\geq 10^{15}$ W/cm² 时,二次谐波的强度-时间波形将呈现明显的周期性时间调制结构,各分裂子脉冲间距约 $30-50$ ps。这种时间结构很可能与足够高强度的倾斜入射的 p 偏振激光引起的临界密度附近的密度轮廓变陡并形成凹腔及其随时间演变有关。