

激光等离子体不稳定自聚焦细丝可能性的实验研究

林尊琪

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

O. Willi P. T. Rumsby R. G. Evans J. Szechi

(英国卢瑟福-阿普尔顿实验室)

作者曾提出冕区激光等离子体中光自聚焦细丝可能是大量的、不稳定的过程。它可能会影响激光的吸收和冕区多种非线性相互作用过程。

这里我们首次报告倍频打靶($\lambda=0.53\mu\text{m}$)后向散射 ω_0 时间分辨谱呈现强烈时间和光谱调制的实验结果。调制的时间和光谱尺度分别约为10ps和3~5Å。当激光靶面功率密度在 $10^{12}\text{W}/\text{cm}^2$ 到 $5\times 10^{15}\text{W}/\text{cm}^2$ 大范围内调整及靶原子序在大范围内变动的条件下都发现明显的调制现象。实验表明,光谱时间调制结构在靶面各取样点的空间相关性是很差的。这可能意味着 ω_0 谱的时间调制结构不象一般均匀等离子体理论分析的那样由靶平面空间较大面积产生的离子声波散射造成,而是由分散在互不相关的不稳定细丝内部的离子声波瞬间散射造成的。后向散射 ω_0 阈值研究表明,低Z靶具有较高的阈值。这恰恰类似于 $(3/2)\omega_0$ 谐波辐射的阈值特性。

在另外的一组实验中,长脉冲激光烧穿薄膜靶,在起始烧穿的位置附近“透过激光”的时空分辨特性显示强烈的时间和空间调制。其时间变化尺度约为10ps,空间变化尺度约为5~10 μm 。

比较作者以前发表的关于 $(3/2)\omega_0$ 谐波辐射实验结果,简单实验推论趋向于肯定以前发表的关于“不稳定细丝模型”的设想。

1) 双等离子体衰变或受激布里渊散射可能发生在不稳定细丝密度轮廓的底部。由于不稳定细丝的快速运动而造成谐波辐射谱强烈的时间及光谱调制。

2) ω_0 后向散射谱的调制可解释为单个细丝内部离子声波的调制。

3) 除了不稳定细丝模型,布里渊散射的拍频作为一种解释也可能是 ω_0 谱强烈时间调制的起源。