

激光核聚变研究中对靶球进行 X 射线针孔照相

中国科学院上海光机所 茅建华

激光核聚变研究中,对靶球进行高空间分辨 X 射线针孔照相,以获得靶球压缩程度、温度、密度分布等参数,以及流体力学状态的直观积分图象,并可对靶球照明多路激光束的时间同步和空间对称性进行检查。

在针孔孔径为 10 微米,线度比为 7 倍,空间分辨率为 11.4 微米时,采用胶片作直接记录,当多路激光束能量为 50 焦耳左右时,对直径为 70~100 微米范围内的靶球,进行 X 射线针孔照相获得满意结果。

当针孔孔径为 30 微米,线度比为 20 倍,空间分辨率为 31.5 微米时,采用增益 50 倍的像增强器,以碘化铯闪烁体将 X 射线转换成可见光,增强后的图像以胶片记录,多路激光束能量为 200 焦耳左右,对直径在 300~400 微米范围内的靶球进行照相,获得初步结果。

介绍焦点直径为 15~20 微米电子束,对厚度为 0.5 毫米的钼片加工微孔,经数千次试打获得直径为 6.5 微米的微孔的加工机制。

提出实现针孔孔径为 6.5 微米,线度比为 15 倍左右,采用增益为 35000 倍的像增强器,以碘化铯膜片作 X 射线-可见光转换,分辨率可达 7 微米的针孔相机结构方案。

六束高功率激光装置 LGJ-II 的开关-隔光系统

中国科学院上海光机所 林礼煌 欧阳斌 陈时胜 康玉英 李安民 殷光裕

在构造激光核聚变研究装置时,必须解决的一个重要问题,是提高主激光脉冲的信噪比和有效地防止反向激光对激光装置中光学部件的破坏。本文描述 1976 年间用于进行激光向心压缩核聚变研究的钨玻璃六束高功率激光装置 LGJ-II 中的开关-隔光系统的概况,其中包括设计考虑,开关和隔光器的结构原理,总体配置和实际工作性能,以及有关的实验结果。

LGJ-II 的六束激光是按直角坐标系三维六个方向同时指向位于坐标原点上的球形聚变靶球的。分析表明, LGJ-II 的每条光路的总隔离比 $\eta_{\text{总}}$ 必须满足: $\eta_{\text{总}} > \frac{(R+T) \prod_{i=1}^n G_i^2}{G_0}$, 才能确保 LGJ-II 的正常稳定的运转。其中: R 为靶和等离子体对入射激光的后向反射率, T 为沿同一坐标迎面一束激光透过靶区耦合到所考虑的一路激光器的透光率, G_i 为第 i 级激光放大器的实际放大倍数, G_0 为单级激光放大器安全放大倍数, n 为放大器的级数。

每条光路的开关和隔光器包含有: 一组净通光孔径为 18 毫米的双普克耳斯盒电光开关, 两个净通光孔径为 48 毫米的大口径普克耳斯盒电光开关和一个菲涅耳菱体隔光器。双普克耳斯盒开关能够以高信噪比从调 Q 振荡器输出脉冲中削取具有小于 1 毫微秒上升时间的单个短脉冲(脉冲半宽度从 1 至 4 毫微秒可调), 同时兼作双向隔光器; 大口径普克耳斯盒开关进一步提高主激光脉冲的信噪比, 抑制放大级间耦合兼隔离反向激光; 菲涅耳菱体配合大口径多层介质薄膜偏振器组成隔光器用于隔离反向激光。

实验测得由双普克耳斯盒开关削出脉冲的信噪比 $> 10^6$, 单个大口径普克耳斯盒开关隔光比 $> 4 \times 10^3$, 菱体隔光器的隔光比 > 20 , 故 $\eta_{\text{总}}$ 达到 3×10^{12} 。

实验还测得六束装置总体运转时, 在每束输出为 50 焦耳时, 由每束到达靶面上的漏光和超辐射能量(指在主激光脉冲之前)约为 1 毫焦耳量级, 故信噪比 $\sim 5 \times 10^4$ 。