

紫外示波纸用于列阵相机测光束角分布*

何伟明 吕志伟 王 骥

(哈尔滨工业大学光电子技术研究所, 哈尔滨 150001)

摘 要 用列阵相机测 $1.06 \mu\text{m}$ 波长激光束远场角分布, 采用黑白胶片感光, 列阵点不易读准, 且受显影条件的影响, 而采用紫外示波纸就可避免这些缺点, 两者测量光束角分布的结果吻合。用紫外示波纸测量光束 70% 能量的光束发散角相对误差起伏最大为 10%, 而光束 70% 能量的平均发散角处的能量相对起伏在 5% 以内。

关键词 列阵相机, 紫外示波纸。

列阵相机用于测光束角分布^[1], 其精度可达由光束口径所限定的衍射极限角, 并可根据测得的光束远场能量分布, 判断光束传输性能的优劣。所以比其它测量方法^[2]直观, 且包含的信息量多。分析其测量误差, 主要来源是列阵点(尤其是最后几点)直径的读人误差, 以及列阵点的数目, 从原理上讲, 列阵点数目越多, 测量精度就越高, 读人误差对测量精度的影响就会减小。通常列阵相机所采用的感光材料是普通的 21 Din 全色黑白胶片, 其对 $1.06 \mu\text{m}$ 激光不敏感, 当激光能量较大时, 聚焦光将使胶片药膜打飞, 产生的等离子体发光, 使周围曝光, 从而显影后无法读取光斑直径。实验中全色黑白胶片对 $1.06 \mu\text{m}$ 激光实际只能有 8~9 个可读列阵点。用显微镜读取列阵点, 由于其边界黑度没有明显的界限, 所以有读人误差, 尤其是最后的光斑较难读取; 另外, 每次显影可能条件不同, 列阵点中最后的光斑黑度可能不同, 该点的读人误差会较大, 从而影响测量精度。

本文用上海感光材料厂生产的紫外示波(UO)纸代替黑白胶片, 这种紫外示波纸对激光功率很敏感, 使用时既不需暗盒, 也不用显影, 相当方便。另外, 这种紫外示波纸也易于被激光烧蚀。且发现这种示波纸在室内放置多天后, 其感光阈值和烧蚀阈值要比新的示波纸低 4 倍左右。实验比较了在室内放置多天后的示波纸与黑白胶片的感光阈值, 结果示波纸的感光阈值要比黑白胶片约高一倍, 可见示波纸对激光是很敏感的; 而示波纸的激光烧蚀阈值是其感光阈值的 2~4 倍。由于示波纸的可读列阵点基本不受激光能量的限制, 所以采用示波纸的列阵点可在 10 个以上, 因而可望提高测量精度; 另外, 以烧蚀阈值为参考记录阈值, 烧蚀光斑有明显的边界, 其直径易于读准。

图 1 为 YAG 激光器输出用列阵相机测得的远场光束角分布, 对黑白胶片和示波纸两种

* 国家自然科学基金及哈尔滨工业大学科研基金资助。

收稿日期: 1996 年 4 月 28 日

记录材料的测量值作了比较。图中测量曲线 a_1 、 a_2 为示波纸的激光烧蚀光斑测得，曲线 b_1 至 b_4 为黑白胶片经不同时间显影后的感光光斑测得。可见，两者获得的结果很吻合，说明示波纸用以列阵相机测光束角分布是可行的。图 1 中 b_3 的黑白胶片显影不足，会带来一定的测量误差，而对示波纸就不存在这个问题。

对示波纸有两个记录阈值——感光阈值和烧蚀阈值可作为测量光斑直径的参考。经实验测量、计算，采用感光阈值测量光斑直径，列阵点数应多于 8 个，否则和胶片一样，测量误差会使结果存在较大的偏差，而采用烧蚀阈值测量光斑直径，列阵点数即使少至 6 个，结果仍能较精确(如图 1 中 a_1 、 a_2)。若列阵点数多于 10 个，采用这两种记录阈值，所测的结果(如图 2) 基本一致，图 2 中曲线 a_1 、 a_2 是根据感光阈值测量所得，而 $b_1 \sim b_4$ 是根据烧蚀阈值测量所得。从图 2 看到，采用示波纸测量光束 70% 能量处的光束发散角最大相对误差在 10% 以内，平均发散角(70% 能量) 处的光束能量测量值起伏最大在 5% 以内，因而这种方法可以用来测量受激布里渊散射的相位共轭保真度稳定性，分析受激布里渊散射对光束质量的改善情况。

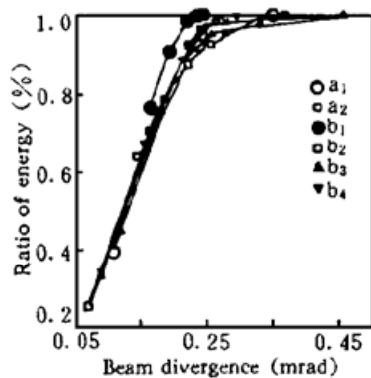


Fig. 1 Measured beam divergence using UO paper (a_1 , a_2) and film ($b_1 \sim b_4$)

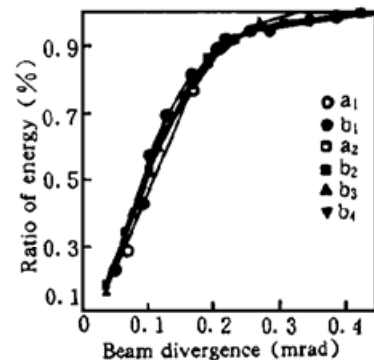


Fig. 2 Measured beam divergence using oscilloscope paper according to the sensitive threshold (a_1 , a_2) and damage threshold ($b_1 \sim b_4$)

参 考 文 献

- [1] 梁向春, 蒋玉柱, 施阿英, 高功率激光的光学特性测试, 光学学报, 1982, 2(2): 113~121
 [2] 激光参数测量编写组, 激光参数测量, 上海人民出版社, 1976: 23

Ultraviolet-Oscilloscope Paper Used in Array Camera to Record the Far-Field of Laser Beam

He Weiming Lu Zhiwei Wang Qi

(Institute of Opto-Electronics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

(Received 28 April 1996)

Abstract For recording the far-field of $1.06 \mu\text{m}$ wavelength laser beam with an array camera, and using film to record the array spot diameter, it is difficult to read the spots diameter exactly and also affected by the developing condition. However, there are no such problems if the ultraviolet-oscilloscope (UO) paper is used instead of the film. Using the UO paper to record the array spot diameter, the measured beam divergence (at 70% energy) fluctuation is less than 10%, and the energy (at mean divergence) fluctuation is within 5%.

Key words array camera, ultraviolet-oscilloscope paper.