

米左右。结构示意图图 2 表示了波导结构件的相对位置上，述波导壁围成 1 毫米×1 毫米的方形波导腔。实验中所用的 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 和 He 气的混合物从波导的一端流入，从另一端流出，总气压为 200~300 托，CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>:He=1:1:56。用砷化镓平面作为基底的多层介质反射镜，对于 10.6 微米波长的红外光反射率为 95%，被设置于波导口的两端，距离波导口分别为 1.5 毫米及 2.5 毫米，完成波导的光学密封。激光的输出由介质模板的透射来实现。

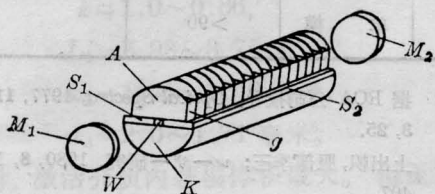


图 2 横向激发波导激光器结构示意图

$M_1$ 、 $M_2$ —电介质反射镜； $K$ —波导的底壁兼阴极； $S_1$ 、 $S_2$ —侧壁抛光的石英块； $A$ —阳极，由黄铜抛光制成； $g$ —抛光石英垫块； $A$  和  $g$  胶合成波导顶壁； $W$ —为  $K$ 、 $A$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  围成的波导腔

采用类似于 Blumlein 型快放电结构，所不同的是用各种集中参量元件取代分布元件。总电容量为 6300 微微法左右，起脉冲形成作用的是电容为 3000 微微法左右的有机介质电容器。用 4.5~5 千伏对装置充电，以高压脉冲触发器或高频火花发生器触发火花开关，使波导激光器放电。在波导口处用复写纸接收到一系列由激光烧蚀的斑点，但少数几次实验就使激光器的介质膜被破坏，结果如图 3 所示。

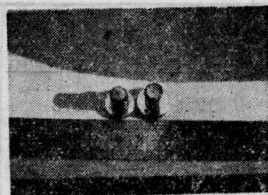


图 3 被激光破坏的电介质多层反射镜  
左面一块破坏较重，距波导口 2.5 毫米；  
右面一块距波导口 1.5 毫米

## 参 考 文 献

- [1] P. W. Smith *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1973, **23**, 524.
- [2] H. Nishihara *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **25**, 391.
- [3] O. R. Wood II *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1975, **27**, 539.
- [4] P. W. Smith *et al.*; *Opt. Commun.*, 1976, **16**, 50.
- [5] A. C. Walker, K. R. Rickwood; *J. Phys.*, 1976, **E9**, 452.
- [6] A. F. Gibrón *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **31**, 176.
- [7] R. R. Jain *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **31**, 260.
- [8] A. Papayoanov; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **31**, 736.
- [9] P. W. Smith *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **31**, 738.

(中国科学院上海光机所 王福敦

周慧芬 龚光源 1981 年 1 月 26 日收稿)

## 用列阵成象方法测量激光束的远场

**Abstract:** In the experiments on laser heating of plasma, angular distribution of laser beam energy is measured by array imaging. In combination with the principles of equivalent planes, the time-integrated energy distribution was measured at the focal plane and various planes out of focus of target lens.

### 一、引言

在激光加热等离子体的实验研究中，对入射激光束能量的角分布和光束聚焦在靶上的时间积分能量分布都是重要的参量，它们表征了激光束的远场特性。本文报导采用一台列阵成象装置，能同时测量上述两个参量。

### 二、列阵成象装置的结构和等面原理

图 1 示出了列阵成象装置<sup>[1]</sup>的结构，它是由长焦距透镜(焦距 2 米)、两对反射镜和照相暗盒三部份组成的。激光束通过长焦距透镜后，进入第一对镜子，它们靠得很近，形成小的尖劈空气隙。相邻两个镜子的内表面分别镀对 1.06 微米波长反射率为

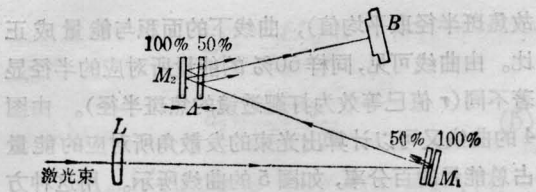


图1 列阵成像装置结构

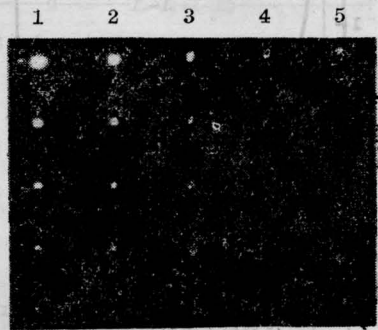
L—测量透镜, 焦距 2 米;  $M_1$ 、 $M_2$ —反射镜对;  
B—照相暗盒

50% 和 ~100% 的介质膜。由这对镜子可使入射光束分成具有已知强度比的一系列光斑, 然后射向第二对镜子, 这对镜子镀膜与前相同。它的作用是将由第一对镜子射来的一系列光斑, 再分裂成具有不同聚焦位置的几列光斑, 最后在透镜的焦面上成像, 照相后即可获得在水平和垂直两个方向排列的远场花样, 我们称为列阵图。

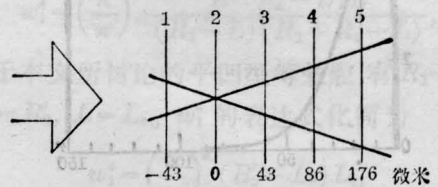
## 二、测试结果分析

图 2 是由列阵成像装置拍摄的六束高功率钕玻璃激光器序列中第 3 路激光器输出的能量为 8.6 焦耳、脉宽为 100 微微秒的一张列阵图(该图在放大印相时只取了一部份)。它的等效靶面范围由焦前 43 微米到焦后 176 微米。在激光加热等离子体实验中, 从列阵图我们分析了在不同输出功率水平下, 激光束

焦点的形状和能量分布, 图 3 是一组典型的照片(焦斑已放大)。照相底片经微密度计扫描、光强定标处理后, 画出强度分布曲线。由图 3 显见, 随着光能量的增加, 焦斑直径变大。这是因为高功率激光在钕玻璃介质传输过程中产生自聚焦效应, 使焦斑分裂成



(a) 列阵图照片(能量比 0.5/阶)



(b) 列阵图等效示意

图 2

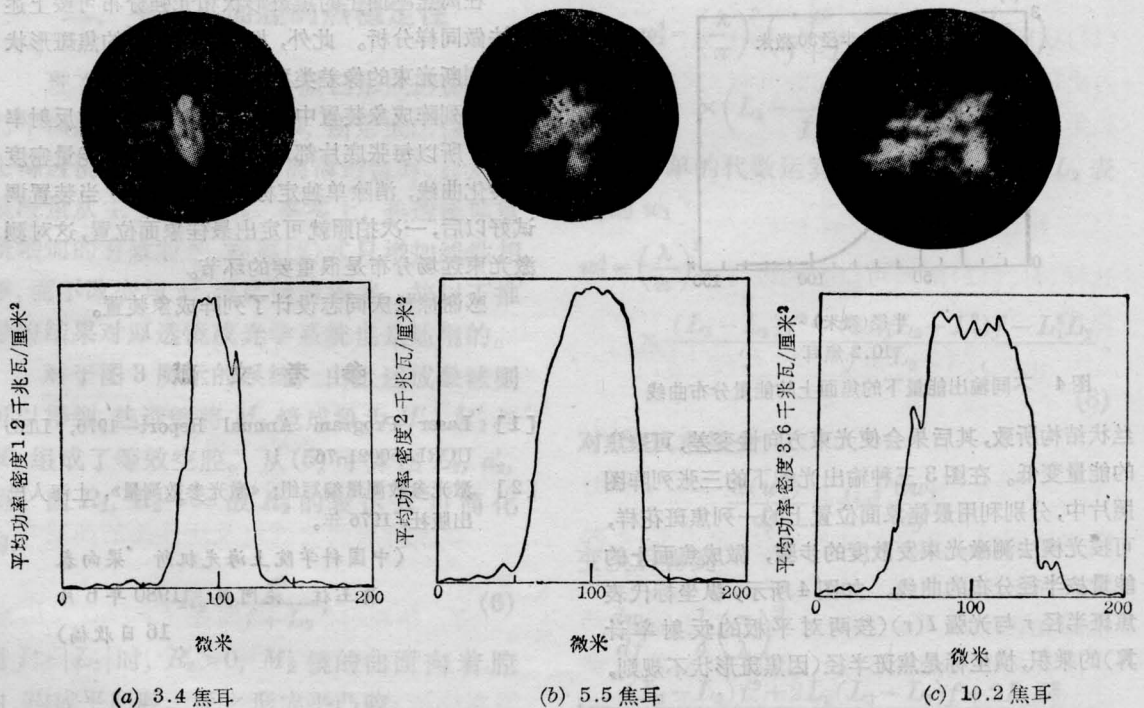


图 3 不同输出能量下的焦斑形状和强度分布

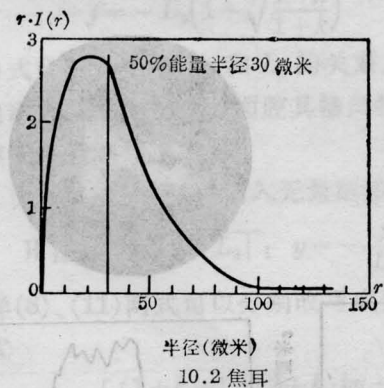
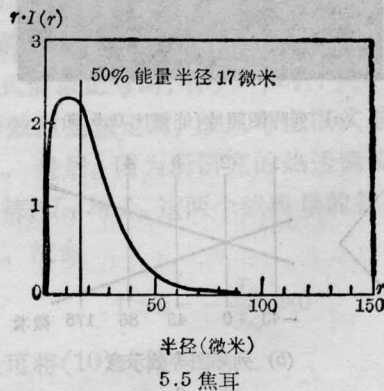
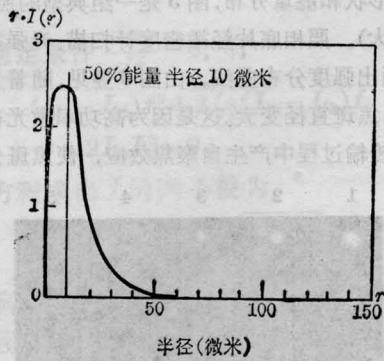


图4 不同输出能量下的焦面上的能量分布曲线

丝状结构所致,其后果会使光束方向性变差,可聚焦的能量变低。在图3三种输出光能下的三张列阵图照片中,分别利用最佳象面位置上一列焦斑花样,可按光楔法测激光束发散度的步骤,做成焦面上的能量按半径分布的曲线。如图4所示,纵坐标代表焦斑半径 $r$ 与光强 $I(r)$ (按两对平板的反射率计算)的乘积,横坐标是焦斑半径(因焦斑形状不规则,

故焦斑半径取平均值),曲线下的面积与能量成正比。由曲线可见,同样50%的能量所对应的半径显著不同( $r$ 值已等效为打靶透镜的焦斑半径)。由图4的曲线又可以计算出光束的发散角所对应的能量占总能量的百分率,如图5的曲线所示。用这种方法测量激光束发散度的精度可达0.1毫弧度,影响测量精度的因素来自底片的处理和焦斑半径的测试。

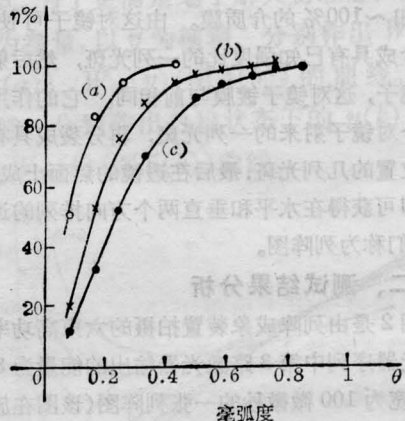


图5 三种输出光能下的发散角所对应的能量占总能量的百分率

(a)—3.4焦耳; (b)—5.5焦耳; (c)—10.2焦耳

在离焦平面上的焦斑形状和光强分布可按上述方法做同样分析。此外,根据离焦面上的焦斑形状还可判断光束的像差类型。

在列阵成象装置中,由于两对反射镜的反射率已知,所以每张底片都可测出照相密度到能量密度的转化曲线,消除单独定标曝光的要求。当装置调试好以后,一次拍照就可定出最佳象面位置,这对测激光束远场分布是很重要的环节。

感谢徐松庆同志设计了列阵成象装置。

### 参 考 文 献

- [1] Laser Program Annual Report—1976, LLL UCRL-50021-76.
- [2] 激光参数测量编写组;《激光参数测量》,上海人民出版社,1976年。

(中国科学院上海光机所 梁向春  
蒋玉柱 施阿英 1980年6月

16日收稿)