

# 波面相干度与可聚焦功率的关系

**Abstract:** Basic research on the characteristics of optical spatial filters have been performed, and the principles on selecting shapes and dimensions of pinholes are given. On the basis of appropriate usage of spatial filters, dependence of wavefront coherence on the focusable power have been found.

在高功率激光器件中,提高输出激光的亮度是至关重要的。近年来,引用了空间滤波器与象传递技术<sup>[1]</sup>,使光束质量得到了较大的提高。但是空间滤波器的小孔怎样影响着滤波的性能,波面的变化又怎样影响着可聚焦功率,在高功率激光器件中难以做出连续的数据。我们利用模拟实验得到了定量的结果。

## 一、空间滤波器的小孔孔径与截止频率的关系

测量装置如图 1 所示。把一根细丝置于扩孔望远镜和 He-Ne 气体管之间。光束扩束后,形成了载有直边衍射条纹的平行光(见图 2(a))。经短距离传输以后,投射到空间过滤器上。分别用狭缝和圆孔滤波,在空间滤波器的象面上观察波面的变化。

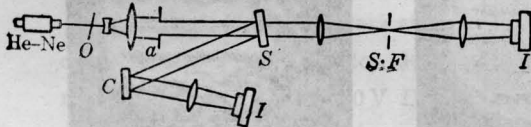


图 1 测量装置图

O—细丝或毛玻璃; a—限孔光阑; S—分光板  
S·F—滤波器; I—照相暗盒; C—干涉板

实际波面的调制频率为:

$$\nu_a = \frac{2\pi D}{x}$$

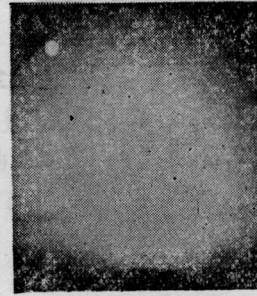
式中  $x$  为记录底片上直边衍射条纹的宽度;  $D$  为空间滤波器入射光的口径与记录底片上光束口径的比值。

滤波以后的光场分布与滤波小孔的大小和形状有关,其调制频率取决于空间滤波器的截止频率<sup>[2]</sup>:

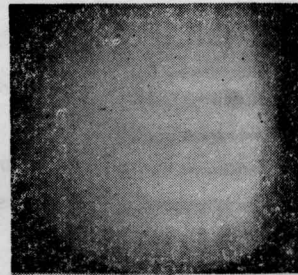
$$\nu_{s,x} = \frac{\sigma H}{\lambda f}$$

式中  $f$  是空间滤波器入射透镜的焦距;  $\lambda$  是入射光的波长;  $H$  是小孔的直径。

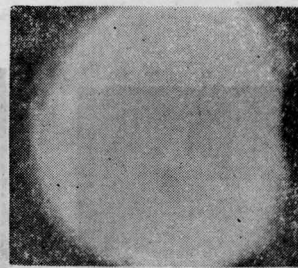
图 2 示出了用狭缝滤波的结果。当改变狭缝宽度时,波面的空间调制情况随之而变,其测量结果如表 1 所示。在狭缝宽度为 170 微米时,基本上滤掉了除第一条之外的调制条纹。



(a) 未经滤波



(b) 330 微米宽度的狭缝滤波



(c) 170 微米宽度的狭缝滤波

图 2 空间滤波器象面上的光强分布

图 3 示出了用圆孔滤波的结果,在孔径为 170 微米时,可滤掉除第一条之外的其它调制条纹,但同时场图的边缘上又出现了调制度为 3% 的环,这是由于傅里叶频谱碰到了圆孔的边缘所致。

实验结果表明,在一般的滤波实验中可以根据截止频率公式确定小孔的孔径。在用圆孔滤波的情

表 1 滤波狭缝宽度与截止频率(厘米<sup>-1</sup>)的关系

| 狭缝宽度(微米)       | 455±5 | 380±5 | 330±5  | 310±5 | 230±5  | 200±5 |
|----------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 实验值(对 6328 Å)  | 19±3* | 16±2  | 15±1.5 | 14±1  | 12±1.5 | 5±2*  |
| 计算值(对 6328 Å)  | 22.6  | 18.8  | 16.4   | 15.4  | 11.4   | 9.9   |
| 计算值(对 10540 Å) | 13.6  | 11.6  | 9.8    | 9.2   | 6.9    | 6.0   |

\* 过粗和过细的光波条纹测量误差较大。

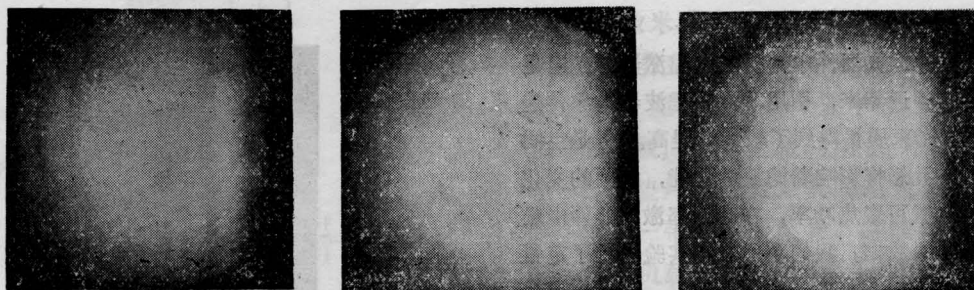


图 3 用圆孔滤波后,空间滤波器象面上的强光分布



图 4 波面剪切干涉图与滤波后的光强分布(滤波小孔为 200 微米)

况下, 应尽量避免光路中出现直边衍射和剪切干涉产生的直条纹。对高功率激光滤波时, 需根据小孔边缘的负载强度确定其孔径的大小<sup>[3]</sup>, 因此高功率激光在滤波以后都保留着由小孔孔径决定的低频调制。

## 二、波面相干度与可聚焦功率的关系

在图 1 中, 用特制的毛玻璃代替上述实验中的细丝。当扩孔时, 毛玻璃的散射光与透射光相互干涉, 形成了类似于高功率激光器中由小尺度自聚焦引起的波面<sup>[4-6]</sup>。这种波面是强光经过非线性光学

元件时产生的, 元件的非线性折射率引起了波面的位相变化<sup>[7]</sup>。我们用劈板分出一束光做横向剪切干涉测量, 如图 4 所示。并利用透射光做空间滤波器的透过率测量。前者测量了波面的位相变化而引起的相干面积的减小, 后者测量了波面的可聚焦功率。

测量结果如图 5 所示。测量曲线表明, 空间滤波器的透过率随着波面相干面积的减小而下降。波面的相干面积在 20% 以下者, 透过率不再有大的变化。即使波面相干度严重破坏, 也有 10% 以上的光透过小孔, 这是与高功率器件的实际情况相符合的<sup>[2]</sup>。图中虚线是文献[2]给出的高功率激光的可聚焦功率曲线。比较实线与虚线可以看出, 器件输出的激光功率密度与可聚焦功率的关系和波面相干面积与可聚焦功率的关系是相一致的。图 6 示出钨玻

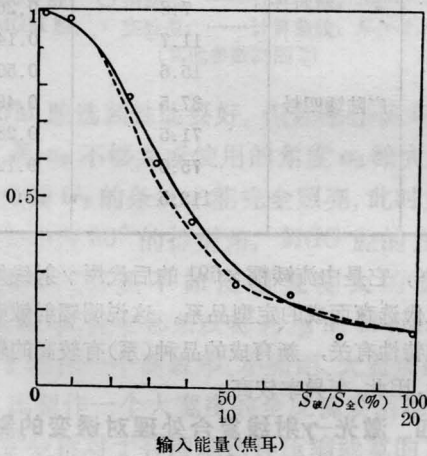


图 5 波面相干度与可聚焦功率的关系  
实线为测量曲线; 虚线为文献[2]中激光束的能量与可聚焦功率的关系

璃高功率激光器输出功率密度为  $5 \times 10^9$  瓦/厘米<sup>2</sup> 时的波面干涉图, 波面不相干面积约为 30%, 在图 5 曲线上查得可聚焦功率为 65%, 实测为 70%。



图 6 钨玻璃高功率激光器件输出 5 焦耳/100 微微秒光束时的波面干涉图

### 参 考 文 献

- [1] J. T. Hunt *et al.*; *Appl. Opt.*, 1978, **17**, No. 13, 2053.
- [2] 吉田国雄(イカ); *レーザー研究*, 1977, **5**, No. 1, 26.
- [3] LLL Report; UCRL 50021-78; Laser Program Annual Report 1978, **2**, 7~106.
- [4] B. R. Suydam; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1975, **QE-11**, 225.
- [5] W. W. Simmons; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1977, **QE-13**, 50.
- [6] В. И. Беспалов и др.; *Письма в ЖЭТФ*, 1966, **3**, 471
- [7] С. А. Акманов и др.; *Письма в ЖЭТФ*, 1967, **5**, 509

(中国科学院上海光机所 王桂英  
范滇元 天津大学 郝长青  
1980年10月17日收稿)

## 水稻激光诱变效应的初步探讨

**Abstract:** This paper introduces briefly the effects of laser irradiation on rice with different wavelengths and doses, variety characteristics, and the effects of complex treatment with laser and <sup>60</sup>Co gammarays on the variation rate of rice L<sub>2</sub>.

激光对生物有机体产生光效应、热效应、光压效应和电磁场效应等多种作用, 近年来国内外用激光进行了诱变育种的尝试, 有了初步的效果。但是由于激光用于诱变育种的历史很短, 对于激光波长、照射剂量、品种特性等因子与诱变频率的关系尚研

究不多, 本文在这些方面作了初步的探讨。

### 一、激光波长对诱变的影响

我们采用 He-Ne、CO<sub>2</sub>、钨玻璃、N<sub>2</sub> 等四种激光器对广陆矮四号干种子进行了诱变处理, 结果见表 1。