

图1 光致光栅及光栅激光实验示意图

为100厘米和50厘米。在屏 P_1 、 P_2 处记录瞬时光栅的衍射光场。观察屏与染料盒的距离为80毫米，染料池厚度为1毫米。屏 P_1 上所示为泵浦光的自衍射光场，屏 P_2 上为光栅染料激光束的输出光场。

两个交会光在材料中形成光强度的空间调制，并由此产生非线性折射率的空间调制以及吸收和放大调制，因而在光束的交会区域形成了一个空间位相光栅和吸收或放大光栅。这种感应光栅的几何结构示于图2。选轴 z 沿交会光束的夹角的平分线，轴 x 和交会光束共面（在纸面中）。当光束 \bar{S}_1 和 \bar{S}_2 的发散角很小时，在其交迭区形成的感应光栅的空间周期是 Λ ：

$$\Lambda = \frac{\lambda}{2n \sin\left(\frac{\theta}{n}\right)} \quad (1)$$

空间光栅的方向则沿 x 轴，取光栅矢量

$$\mathbf{K} = \frac{2\pi}{\Lambda} \mathbf{K}_0,$$

\mathbf{K}_0 为沿折射率调制或吸收调制的梯度方向的单位矢量。在式(1)中， λ 为光在空气中的波长， n 为材料的线性折射率。若两束光在空气中的直径为 D_1 和 D_2 ，且 $D_1 \neq 0$ ， $D_2 \neq 0$ 时，则交迭区的光栅条纹数 N ：

$$N = \frac{2n(D_1 + D_2)}{\Delta \text{ctg}(\theta/n)} \quad (2)$$

在式(2)中，光束直径 $D = f \cdot \alpha$ ， α 为光束的发散角， f 为聚焦透镜的焦距。

在图3中给出了入射光的自衍射照片。中间和下部两排为交会的两束光分别入射时，从染料池上透过的光场，仅有一个光点。图3上部一排为两束光同时入射到染料池上时，从染料池中透过的光场，共有六个光点。

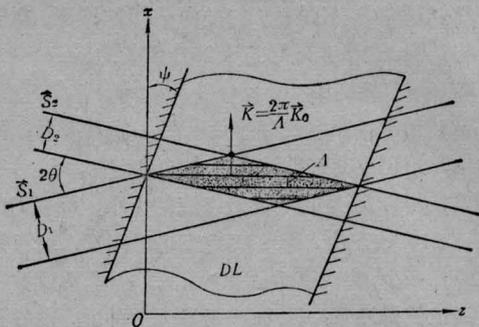


图2 光致光栅结构图

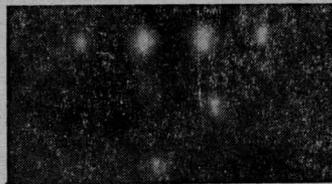


图3 光致光栅上的自衍射

当以同一会聚角将两种波长的光同时入射到染料池上时，可以在染料中产生两组光栅，它们都可以产生入射光束的自衍射和相互衍射。这种在材料中同时存在两组光栅的现象称为瞬时双频光栅。图4是将1.06微米和0.53微米的激光以同一角度同时

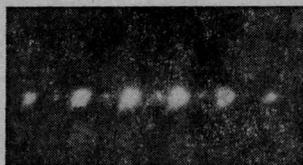


图4 双频光栅的衍射光斑照片

入射到染料上时所获得的绿光双频衍射的照片。产生这种光栅的机制，可能主要是热光栅效应。

若用染料池形成染料激光器，使交会光束之一的强度达到抽运阈值，染料中的感应光栅区就构成波导激光列阵，其激光输出具有多缝衍射的场分布。

(中国科学院上海光机所 杨天龙 舒海珍)

单缝衍射的自动检测

单缝衍射现象早为人们所熟知，但只有在激光问世以后，才使这一现象在工业上的应用得以发展。激光通过一条细长的狭缝后，所产生的衍射图样与

狭缝大小有简单的函数关系：

$$d = \frac{\lambda L}{S} \quad (1)$$

式中, d 为狭缝宽度, λ 为入射激光波长, L 为狭缝与屏幕间的距离 ($L \gg d$), S 为屏幕上衍射图样相邻两暗点的间距。因此, 测量衍射图样的 S , 就可得到相应的狭缝宽度 d 。而 S 通常比 d 要大几十倍至几百倍。衍射使狭缝的变化得到了光学放大, 因而可用于测量微小的位移^[1]。

但是, 在利用光电接收元件对衍射图样进行自动检测时, 会发现暗点的位置难以准确测定。因为暗点附近极微弱的光电信号早就被噪声所淹没, 影响到测量 S 的精度。故此问题一直未能很好解决。本文设计了一种检测衍射图样中央亮斑半宽度的方案, 可以避开这一困难。

根据夫琅和费单缝衍射的强度分布公式:

$$I(\theta) = I_0 \cdot \frac{\sin^2\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta\right)}{\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta\right)^2} \quad (2)$$

式中 I_0 为经过狭缝后沿着原来入射光方向传播的光强度, θ 为入射光经过狭缝后的衍射角度。当照射到狭缝上的光斑直径比狭缝宽度大得多时, 可以近似地认为照在狭缝上的光强是均匀的。

在(2)式中, 若

$$\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta = n\pi,$$

则得到 $I=0$, 即各衍射暗点的位置。但现在我们取

$$\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta_1 = \frac{\pi}{2} \quad (3)$$

代入(2)式得

$$I(\theta_1) = \frac{4}{\pi^2} I_0 \quad (4)$$

当 θ_1 角很小时,

$$\sin \theta_1 \approx \text{tg } \theta_1 = \frac{x_1}{L} \quad (5)$$

见图1。事实上, 当 $\theta \leq 2^\circ 36'$ 时, $\sin \theta$ 和 $\text{tg } \theta$ 在小数

点后第四位都是完全相同的。代入(3)式, 并和(1)式比较, 得:

$$x_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda L}{d} = \frac{S}{2} \quad (6)$$

由此可见, 只要测得相应于衍射强度峰值的 $4/\pi^2$ 倍处两点的间距 (X_1 及其对称点), 则同样可以得出 S 。而衍射中央亮斑是足够强的, 这样, 就免去了测暗点时微弱信号的麻烦。

实验中, 功率为1毫瓦的氩-氟激光束经扩束望远镜后, 投射到待测狭缝 d 上, 所产生的衍射光束投

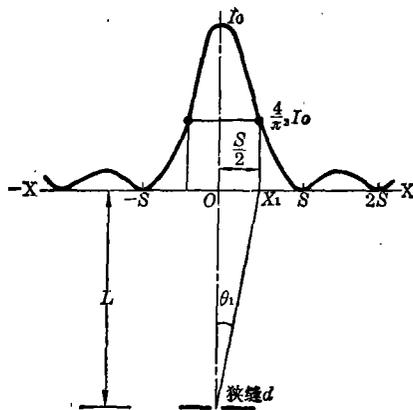


图1 衍射光强度的分布

向全反射的振镜。振镜转动时, 就将衍射图样往复扫过接收狭缝, 经光电管接收, 通过峰值保持、比较电路后送入计数器, 实现了自动检测。检测速度取决于振镜性能。我们实验中测一点需100毫秒, 测0.2毫米以下的位移, 精度为2%。

参 考 文 献

- [1] T. R. Pryor et al.; *Appl. Opt.*, 1972, 11, N.o. 2, 308.

(上海市激光技术研究所 邵子文)

钹玻璃激光机的设计与应用

我们设计和小批生产了一种可用于打孔和焊接的中小功率钹玻璃激光机, 其主要技术指标如下:

1. 腔体参数

单椭圆聚光罩, 镀银抛光, 长轴78毫米, 短轴69.18毫米, 长205毫米。用 $\phi 16 \times 200$ 毫米的多重复脉冲氙灯作光泵光源。工作物质为 $\phi 10$ 或 $\phi 12 \times 220$ 毫米钹玻璃棒, 间距为650毫米的、对1.06微米全反与半反介质膜片构成谐振腔。

2. 激光性能

输出能量在0.5~40焦耳范围内调整, 脉宽一般情况下为0.5~6毫秒, 最大可超过12毫秒。激光输出总效率为0.8~1.2%。

3. 电子线路

设计了一个以单脉冲扫描方式控制可控硅自动调压电路, 以保证直流高压主回路向储能电容充电时的相对恒流, 因而可取消限流电阻, 大大减小了