

 Kingfisher 精飞

Tel: 0571-85221820

Fax: 0571-85223700

<http://www.kf777.com>

E-mail: [hzkf777@163.com](mailto:hzkf777@163.com)

杭州市西湖区留下工业园区9号

No.9 Liuxia Industrial Zone, Hangzhou, Zhejiang, China

**杭州精飞光学仪器制造有限公司**

HANGZHOU KING FISHER OPTICAL INSTRUMENT MFG. CO., LTD.

KF-SLJ型

# 双棱镜干涉实验仪

## KF-SLJ 双棱镜干涉实验仪

### 实验讲义

#### 【目的要求】

1. 观察光的干涉现象，掌握一种分波前光路实验双光束干涉的方法；
2. 用双棱镜干涉测量光波波长；
3. 学会双棱镜干涉光路的共轴调节方法；
4. 学会用测微目镜测微小长度。

#### 【实验原理】

光的干涉体现出光的波动性。所谓光的干涉指的是因为波的叠加而引起光强重新分布的现象。两个独立的光源不可能产生干涉，必须将同一光源发出的光用分波前或分振幅的方法来产生相干光束。

双棱镜是典型的分波前干涉元件，它是由玻璃制成的等腰三角形棱镜，有两个非常小的小棱镜（约  $1^\circ$ ）和一个非常大的钝角。其干涉光路如图 4-1 所示，经钠光灯 N 照明，从狭缝 S 发出的单色光经双棱镜 B 折射后形成两束相干光，在两束光的重叠区域发生干涉，结果在观察屏 P 上形成等间距的明暗交替的直线形干涉条

纹。

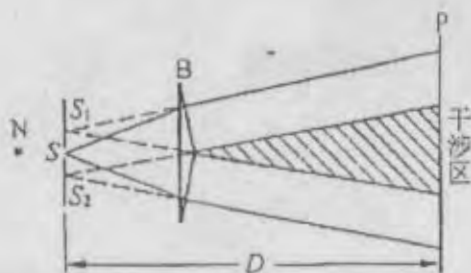


图 4-1 双棱镜

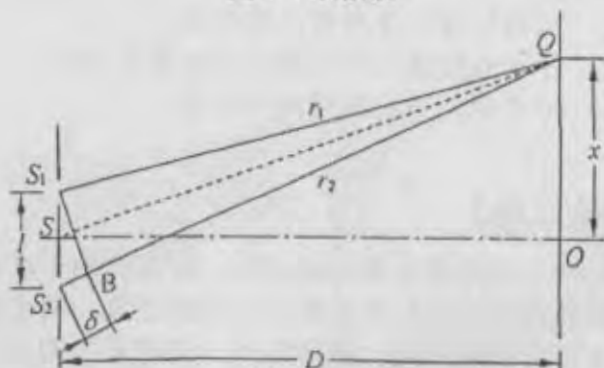


图 4-2 干涉条纹的计算

双棱镜干涉条纹的计算方法与杨氏干涉相同。如图 4-2 所示，设缝  $S$  的虚像  $S_1$  和  $S_2$  的间距为  $l$ ，缝  $S$  至观察屏的间距为  $D$ ，且  $D \gg l$ ， $O$  点是  $S_1S_2$  的中垂线与屏的交点。由虚光源  $S_1$  和  $S_2$  射出的两束光到达  $O$  点的光程相等，在  $O$  点形成亮条纹。现在研究屏上距  $O$  点为  $x$  的  $Q$  点的情况，虚光源  $S_1$  和  $S_2$  到  $Q$  点的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ ，

光程差为  $\delta = r_2 - r_1$ 。当  $D \gg l$ ， $D \gg x$  时， $\angle S_2S_1Q \approx \angle OSQ$  且很小，有  $\delta / l \approx x / \sqrt{SQ} \approx x / D$  则光程差为

$$\delta = \frac{l}{D} x$$

(31.1)

由上式可知：

(1) 当  $\delta = k\lambda$  时，在  $x = (D/l) k\lambda$  ( $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) 处产生亮条纹。

(2) 当  $\delta = (k+1/2)\lambda$  时，在  $x = (D/l)(k+1/2)\lambda$  ( $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) 处产生暗条纹。相邻亮条纹（或暗条纹）之间的距离是  $= x_{k+1} - x_k = D\lambda / l$ ，即

$$\lambda = \frac{l}{D} \Delta x$$

(31.2)

由实验测得  $D$ 、 $l$  及  $\Delta x$ ，由式 (31.2) 由确定光波的波长  $\lambda$ 。

## 【实验内容】

### 1. 实验光路及光路调节。

实验光路如图 31-3 所示， $N$  是钠光灯， $S$  为宽度可调的狭缝， $B$  是双棱镜（镶嵌在金属框内，棱脊方位可微调） $E$  是测微目镜（其叉丝面相当于于图 4-1 中的观察屏）， $L$  是凸透镜。为了便于调节和测量，将所有仪器，

元件都安装在光具座上。

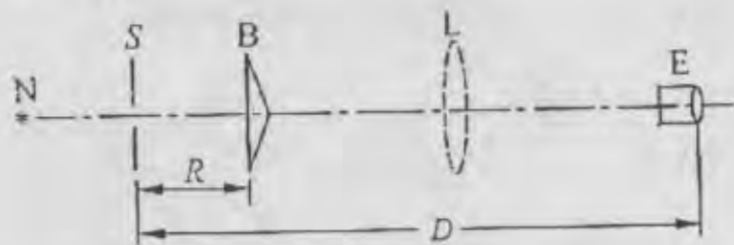


图 4-3 实验光路

为了观察到清晰的干涉条纹并得到较好的实验数据，必须认真调节光路。

光路调节的基本步骤如下：

(1) 在光具座上放上钠光灯 N，狭缝 S，凸透镜 L 以及毛玻璃 S。先粗调，后细调，移动透镜 L 成小像时，调毛玻璃屏，成大像时调透镜，使狭缝 S 的大像，小像处于毛玻璃屏的中心。

(2) 放入双棱镜 B，调其高低左右与原光路共轴，并纵向微调 B 的位置，使毛玻璃屏上出现的两个虚光源  $S_1$  和  $S_2$  的光强基本相同，并尽可能地长。

(3) 以测微目镜 E 代替毛玻璃屏，进一步细调目镜 E 共轴，使两个虚光源  $S_1$  和  $S_2$  的像与叉丝双线板重合无视差，且位于视野的中心部位。

(4) 移去透镜 L，调节双棱镜 B 的棱脊取向与狭缝 S 大致平行。同时，减小狭缝 S 的缝宽并微调棱脊的取向，使棱脊与狭缝严格平行，直到从测微目镜 E 中看到清晰的干涉条纹。获得条纹后，改变狭缝 S 与双棱镜

B 以及测微目镜 E 的距离 R，D，使目镜视野中出现近 20 条宽度合适的清晰的干涉条纹。

1. 测量钠光的波长  $\lambda$ 。

(1) 测量干涉条纹的间距  $\Delta x$ 。

固定狭缝 S，双棱镜 B 以及测微目镜 E 在光具座上的位置，记下 S 与 B、E 之间的距离 R，D。用测微目镜 E（关于测微目镜的结构和使用方法，请参看附录）测量相隔较远的两条暗（或亮）纹之间的距离，除以所经过的亮（或暗）纹之间的距离，除以所经过的亮（或暗）条纹的数目，即得到相邻两条纹的间距  $\Delta x$ 。重复测量三次，求出间距  $\Delta x$  的平均值  $\overline{\Delta x}$ 。

(2) 测量两个虚光源  $S_1$  和  $S_2$  的间距  $l$ 。

保持 S 与 B 的位置不变，即与测量  $\Delta x$  时相同。在 B、E 之间放上凸透镜 L（焦距为  $f$ ），使 S 与 E 之间距离 A 略大于  $4f$ （A 可以不等于 D）。调节 L 可以找到两个位置，使两虚光源  $S_1$  和  $S_2$  在 E 的叉丝双线板处成实像，如图 4-4 所示。用测微目镜测得大像  $S'_1$  和  $S'_2$  的间距  $l'$  以及小

像  $S''_1$  和  $S''_2$  的间距  $l''$ ，则有

$$\frac{l}{a} = \frac{l'}{b}, \quad \frac{l}{b} = \frac{l''}{a}.$$

从上两式中消去 a, b，可得两个虚光源  $S_1$  和  $S_2$  的间距  $l$ ：

$$l = \sqrt{l'l''}$$

重复测量三次, 求出间距  $l$  的平均值

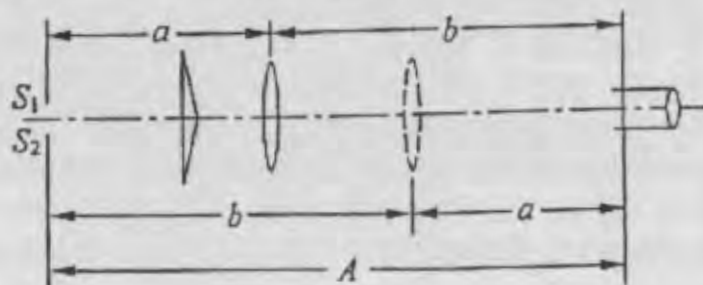


图 4-4 测量间距

该方法省略了对  $a, b$  的直接测量, 因此避免了虚光源  $S_1$  和  $S_2$  与狭缝  $S$  不共面引入的测量误差, 即  $a, b$  从  $S$  量起的不准确性, 至于  $D$ , 由于它本身的数值很大, 仍可以从  $S$  量起无妨。

(1) 将  $\overline{\Delta x}, \overline{l}$  和  $D$  代入式 (31.2) 中, 可求出钠光的波长  $\lambda$ 。

1. 用白炽灯取代钠灯作为光源, 观察干涉条纹, 记录所观察到的现象并做出相应的解释。

2. 以氦氖激光器作为光源的双棱镜实验。

用氦氖激光器取代钠光源做双棱镜实验, 可以带来如下方便:

(1) 激光具有良好的空间相干性, 利用扩束后的激光直接照射双棱镜, 可省去狭缝  $S$ ;

(2) 激光方向性好, 能力集中, 即使屏幕较远 (例如  $D=4\text{m}$ ), 也可以用眼睛直接观察到屏幕上的干涉条纹。

具体的光路图如图 31-5 所示。由于激光直接照射眼睛会损失视网膜, 故不宜将测微目镜直接放在激光束中观察干涉条纹。为了观察和测量干涉条纹的间距, 可在显微镜前放一毛玻璃屏, 利用毛玻璃对激光束的散射来显著减弱光强, 起到保护眼睛的作用。由于干涉条纹的分布范围较大, 用读数显微镜取代测微目镜进行测量。

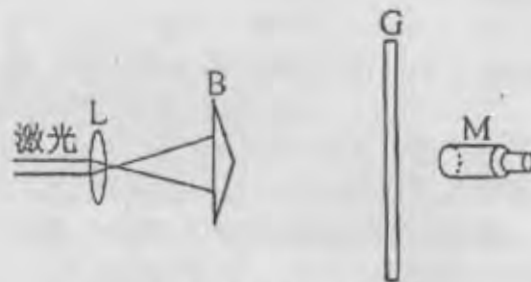


图 4-5 光源为激光的光路

### 【仪器配置清单】

- |               |     |
|---------------|-----|
| 1、光源: 低压钠光连电源 | 1 台 |
| LED 白光光源      | 1 套 |
| 半导体激光器连电源     | 2 套 |
| 2、调节架: 微倾架    | 2 套 |
| 固定镜架          | 2 套 |

双棱镜座	1 套
3、扩束镜连座	1 套
4、可旋转微调狭缝连座	1 套
5、精密导轨 (1m)	1 支
6、滑座	5 套
7、透镜连框	1 套
8、测微目镜	1 只
9、双棱镜连框	1 套
10、像屏	1 只
11、毛玻璃	1 片
11、合格证	1 份
12、实验讲义	1 份

### 【思考题】

1. 如果狭缝和双棱镜的棱脊不平行, 是否能观察到干涉条纹? 为什么?
2. 干涉条纹的间距与哪些因素有关? 当狭缝  $S$  和双棱镜  $B$  之间的距离加大时, 条纹间距是变大还是变小?
3. 如果在双棱镜前面用一小孔代替狭缝, 得到的干涉条纹是什么形状? 为什么本实验中用狭缝而不用小孔?
4. 用白炽灯代替钠灯作光源时, 干涉条纹有何特点?
5. 用双棱镜测量波长时, 怎样减小测量误差?

### 【附录】

#### 测微目镜的结构和使用

测微目镜是一种专门用于测量的目镜, 其结构图如图 4-6 所示

(1) 测微目镜的主尺是刻有 9 条刻线的一片玻璃, 刻线间距为 1mm, 固定在壳体上。

(2) 主尺下方有一移动的叉丝双线板, 可随鼓轮副尺的转动而左右移动。鼓轮转一周叉丝移动 1mm。鼓轮上刻有 100 等分的刻线, 因此利用鼓轮可读出  $1/100\text{mm}$ , 估计到  $1/1000\text{mm}$ 。

(3) 目镜可上下调节, 改变它与叉丝间的距离, 适应不同视力的差异, 以使叉丝及主尺从目镜中看起来最清晰。目镜的放大作用使被测对象及主尺看得更清楚, 从而提高了测量的准确度。由于目镜把被测对象与主尺同时放大了, 因此不影响测量数据的大小。

(5) 被测对象应严格成像在叉丝双线处, 利用主尺、鼓轮副尺及叉丝双线即可测出被测对象的长度或宽度。

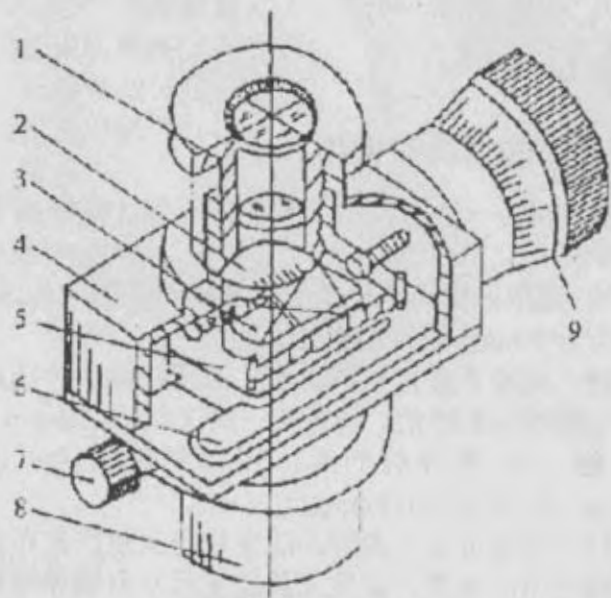


图 4-6 测微目镜

- 1 目镜 2.主尺 3.叉丝双线板 4.壳体 5.滑板 6.底板  
7.锁紧螺丝 8.接头套筒