# 第十三章 3 实验：用双缝干涉测量光的波长

## 实验原理

如图13.3-1，与两缝之间的距离*d*相比，每个狭缝都很窄，宽度可以忽略。两缝S1、S2的连线的中垂线与屏的交点为P0，双缝到屏的距离OP0＝*l*。

**图13.3-1 导出相邻亮条纹距离的表达式**

我们考察屏上与P0的距离为*x*的一点P1，两缝与P1的距离分别为P1S1＝*r*1、P1S2＝*r*2。

在线段P1S2上作P1M＝P1S1，于是S2M＝*r*2－*r*1。由于两缝之间的距离*d*远远小于缝到屏的距离*l*，所以能够认为三角形S1S2M是直角三角形。根据三角函数的关系，有

*r*2－*r*1＝*d*sin*θ*

另一方面

*x*＝*l*tan*θ*≈*l*sin*θ*

消去sin*θ*，有

*r*2－*r*1＝*d*

根据上一节的分析，当两列波的路程差为波长的整数倍，即*d*＝±*kλ*，（*k*＝0，1，2…）时才会出现亮条纹，也就是说，亮条纹中心的位置为

*x*＝±*kλ*

相邻两个亮条纹或暗条纹的中心间距是

Δ*x*＝*λ* （1）

根据这个公式可以测出波长。

这里的推导用到了几个关系：当角*θ*很小时，用弧度表示的*θ*与它的正弦sin*θ*、正切tan*θ*，三者近似相等。这些关系的严格证明要用到高等数学，本书不做讨论。

### 思考与讨论

1．利用（1）式估算：按照你所用的器材、光源，实验中相邻两个亮条绞的距离预期为多少？从（1）式看，改变什么条件可以增大相邻亮条纹的距离以便于测量？在你的实验器材中，哪些条件可以改变，哪些难以改变？

2．不同颜色的单色光的干涉条纹会有什么不同？请你做出猜想，并在后面的实验中验证。

## 观察双缝干涉图样

双缝的实验装置如图13.3-2所示。光源发出的光经滤光片成为单色光，把单缝照亮。单缝相当于一个线光源，它又把双缝照亮。来自双缝的光在双缝右边的空间发生干涉。遮光筒的一端装有毛玻璃屏，我们将在这个屏上观察干涉条纹。

**图13.3-2 双缝干涉的实验装置**

在这个实验中我们不用激光，而像杨氏当初的实验那样，用通过单缝的光把双缝照亮。

实验前先取下双缝，打开光源，调节光源的高度和角度，使它发出的光束沿着遮光筒的轴线把屏照亮。然后放好单缝和双缝。注意使单缝与双缝相互平行，缝的中点大致位于遮光筒的轴线上。

做好以上调整后，在单缝与光源之间放上滤光片就可见到单色光的双缝干涉图样。分别改变滤光片的颜色和双缝的距离，观察干涉条纹的变化。

**图13.3-3 不同双缝、不同色光的双缝干涉条纹**

## 测定单色光的波长

在（1）式中，双缝间的距离*d*是已知的，双缝到屏的距离*l*可以用米尺测出，相邻两条亮条纹间的距离Δ*x*需用测量头（图13.3-4）测出。

测量头由分划板、目镜、手轮等构成。转动手轮，分划板会左右移动。测量时，应使分划板的中心刻线与条纹的中心对齐（图13.3-5），记下此时手轮上的读数。然后转动测量头，使分划板申心刻线与另一条纹的中心对齐，再次记下手轮上的读数。两次读数之差表示这两个条纹间的距离。测出*n*个亮条纹间的距离*a*，就可以求出相邻两个亮条纹间的距离Δ*x*＝。最后，根据（1）式算出波长。

换用不同颜色的滤光片，观察干涉条纹间距的变化，求出相应的波长。

**图13.3-4 测量头**

**图13.3-5 分划板中心刻线应与条纹的中心对齐**

### 做一做

**用光传感器做双缝干涉的实验**

用光传感器可以方便、直观地演示双缝干涉现象。

图13.3-6是实验装置图。光源在铁架台的最上端，中间是刻有双缝的挡板，下面是光传感器。这个实验的光路是自上而下的。

**图13.3-6 用传感器和计算机观察双缝干涉的实验装置**

光传感器是一个小盒，在图中白色狭长矩形部分，沿矩形的长边分布着许多光敏单元。这个传感器各个光敏单元得到的光照信息经计算机处理后，在荧光屏上显示出来。

在荧光屏显示的干涉图象上移动鼠标，可以得到条纹间距，从而算出光的波长。

与图13.3-4的方法相比，这种方法除了同样可以测量条纹间距外，它还可以方便地、形象地在荧光屏上展示亮条纹的分布，并能定量地描绘传感器上各点的光照强度。

## 问题与练习

1．用图13.3-2的实验装置观察双缝干涉图样，双缝之间的距离是0.2 mm，用的是绿色滤光片，在毛玻璃屏上可以看到绿色干涉条纹。

（1）毛玻璃屏上的干涉条纹与双缝垂直还是平行？

（2）如果把毛玻璃屏向远离双缝的方向移动，相邻两亮条纹中心的距离如何变化？

（3）把绿色滤光片换为红色，相邻两亮条纹中心的距离增大了，说明哪种色光波长更长？

（4）如果改用间距为0.3 mm的双缝，相邻两亮条纹中芯的距离如何变化？

（5）如果把灯泡与双缝间的单缝向双缝移近，相邻两亮条纹中心的距离是否变化？

2．用双缝干涉测量光的波长的实验中，为什么不直接测Δ*x*，而要通过测*n*个条纹的间距求出Δ*x*？

3．用双缝干涉测量光的波长的实验中，已知两缝间的距离为0.3 mm，以某种单色光照明双缝时，在离双缝1.2m远的屏上，用测量头测出10个亮条纹间的距离为22.78 mm，求这种单色光的波长。