

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级：_____

学号：_____ 姓名：_____ 日期：_____

实验名称：实验十二 单缝衍射光强分布研究

实验目的：

- 观察单缝夫琅禾费衍射图样及其光强分布。
- 使用光电探测器测量衍射光强的相对变化。
- 由暗纹位置测定单缝宽度。

实验原理：

单色平面光垂直照射宽度为 d 的单缝，在远场形成夫琅禾费衍射。光强分布为

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

暗纹条件为

$$d \sin \theta = k \lambda, \quad k = \pm 1, \pm 2, \dots$$

若屏距 $D \gg d$ ，小角度下 $\sin \theta \approx x/D$ ，第 k 级暗纹中心距满足

$$x_k \approx \frac{k \lambda D}{d},$$

因此

$$d = \frac{k \lambda D}{x_k}.$$

主要仪器设备：氦氖激光器、可调单缝、光具座、光电探测器及扫描装置、光电流计或数字采集仪。

实验步骤：

- 调整激光器、单缝和探测器共轴，使激光垂直照射单缝；不得直视激光束。
- 测量单缝到探测器的距离 D ，调节缝宽使衍射图样清晰。
- 以中央主极大中心为 $x = 0$ ，按固定步长扫描探测器并记录光电流。
- 扣除暗电流并以中央最大值归一化，得到 I/I_0 。
- 精确记录左右各级暗纹中心位置，取对称平均得到 $|x_k|$ 。
- 利用多个级次分别计算缝宽并求平均。

原始数据记录：

本实验用激光照射单缝，在距离 $D=800.0$ mm 处用光电探测器扫描衍射光强分布。激光波长取 $\lambda=632.8$ nm。

表1 单缝衍射归一化光强扫描记录

位置 x/mm	归一化光强 I/I ₀
-8	0.020
-7	0.024
-6	0.033
-5	0.018
-4	0.055
-3	0.039
-2	0.078
-1	0.589
0	1.000
1	0.589
2	0.078
3	0.039
4	0.055
5	0.018
6	0.033
7	0.024
8	0.020

表2 暗纹中心位置测量记录

暗纹级数 k	暗纹中心距 x _k /mm
1	2.54
2	5.06
3	7.60
4	10.10

数据处理：

单缝衍射光强分布为

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

暗纹位置满足

$$d\sin\theta = k\lambda, \qquad x_k \approx \frac{k\lambda D}{d}.$$

因此

$$d = \frac{k\lambda D}{x_k}.$$

表 3 由暗纹位置计算狭缝宽度

k	x _k /mm	d/mm
1	2.54	0.1993
2	5.06	0.2001
3	7.60	0.1998
4	10.10	0.2005

平均狭缝宽度为

$$\bar{d} = 0.1999\text{ mm}, \qquad u = 0.0002\text{ mm}.$$

实验结果与讨论：

本实验测得单缝宽度 d≈0.1999 mm。光强分布呈中央主极大最强、两侧次级极大迅速减弱的特征，暗纹位置与 kλ D/d 的线性关系基本一致。

误差主要来自暗纹中心位置不够锐利、探测器狭缝宽度导致的空间平均、屏距 D 的读数误差和激光束未严格垂直照射单缝。中央主极大附近光强变化陡峭，若扫描步长过大，会使理论曲线与实测点之间出现偏差。