

实验报告

2117号
2023.10.12

课程名称: _____ 实验名称: 光的衍射 实验日期: 2023 年 10 月 12 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____ 12号

一. 实验目的

- (1) 观察光的衍射现象, 测量单缝夫朗和费衍射的光强分布
- (2) 掌握 CCD 单缝衍射仪的使用方法

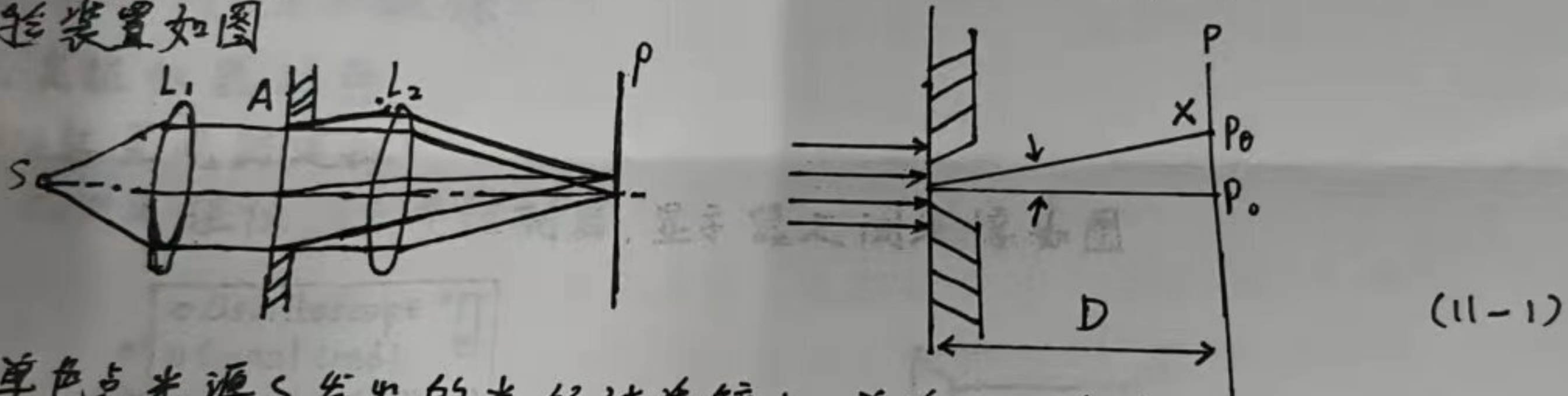
二. 实验仪器

CCD 光强分布测量仪, SB14 数显示波器, 半导体激光器, 组合光栅, 光具座

三. 实验原理

光的衍射分为菲涅耳衍射与夫朗和费衍射两种。本实验观察的是夫朗和费衍射。夫朗和费衍射是远场衍射, 光源和衍射屏到衍射物的距离均为无限远。

实验装置如图



由单色点光源 S 发出的光经过透镜 L_1 , 单缝 AB, 透镜 L_2 后会聚在观察屏 P 上, 呈现一组清晰的明暗相间的衍射条纹。中央的明条纹具有最大光强, 通常称为零级主极大, 其光强记为 I_0 ; 沿图中所示 θ 角的方向穿过单缝 AB 的衍射光束经透镜 L_2 会聚于屏上 P_θ 处, 光强记为 I_θ

$$I_\theta = I_0 \frac{\sin^2 u}{u^2} \quad u = \frac{\pi \alpha \sin \theta}{\lambda}$$

其中: θ 为衍射角; α 是单缝宽度; λ 是入射单色光的波长

- (1) 当 $\theta = 0$ 时, $u = 0$, $I = I_0$, 是衍射条纹中光强最大的值, 称为中央主极大
- (2) 当 $\sin \theta = k\lambda/\alpha$ 时, 其中 $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$, $u = k\pi$, 则 $I_\theta = 0$, 即出现暗条纹。由于 θ 很小, $\sin \theta \approx \theta$, 可近似地认为暗条纹出现的条件是 $\theta = \frac{k\lambda}{\alpha}$

- (3) 中央主极大两侧暗条纹 ($k = \pm 1$) 之间的角宽度为 $\Delta\theta = \frac{2\lambda}{\alpha}$, 其他任意两相邻条纹之间的角宽度为 $\Delta\theta = \frac{\lambda}{\alpha}$, 所有暗条纹以 P_0 为对称轴等间隔均匀分布。

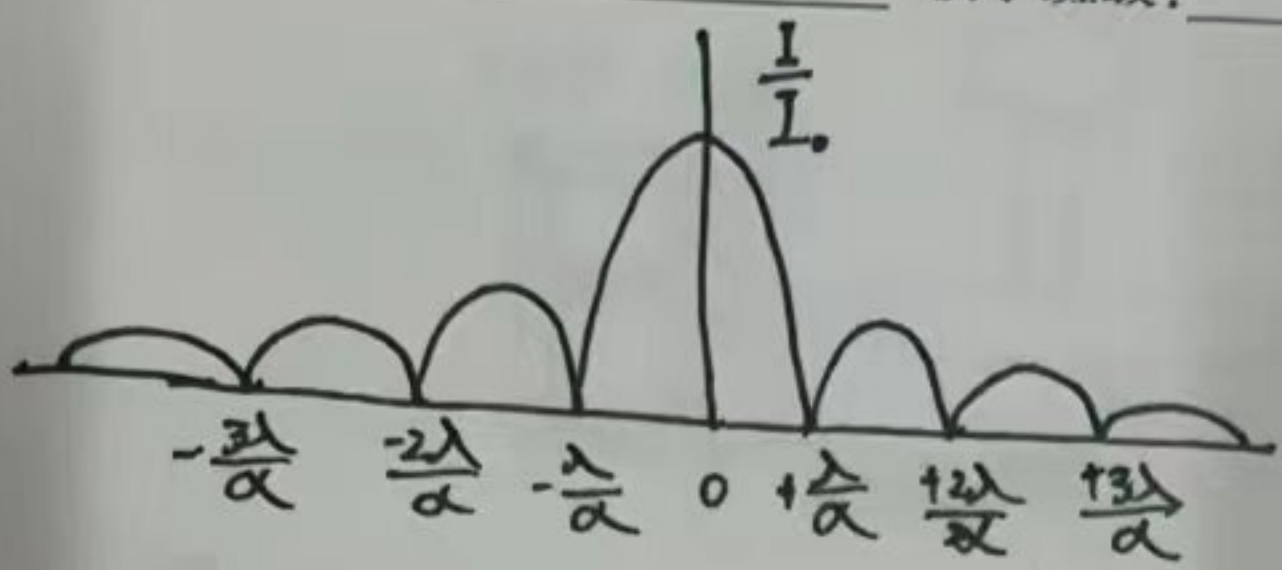
如图所示

指导教师签字: _____

联系方式: _____

由光强的变化可以推测条纹宽度逐渐减小, 中央条纹的宽度较大

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____



(4) 除中央主极大外, 两相邻暗条纹之间还存在各级亮条纹, 其光强的最大值称为次极大

由图1-1, $\tan \theta = \frac{x}{D}$, 因为 θ 很小, 所以 $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$.

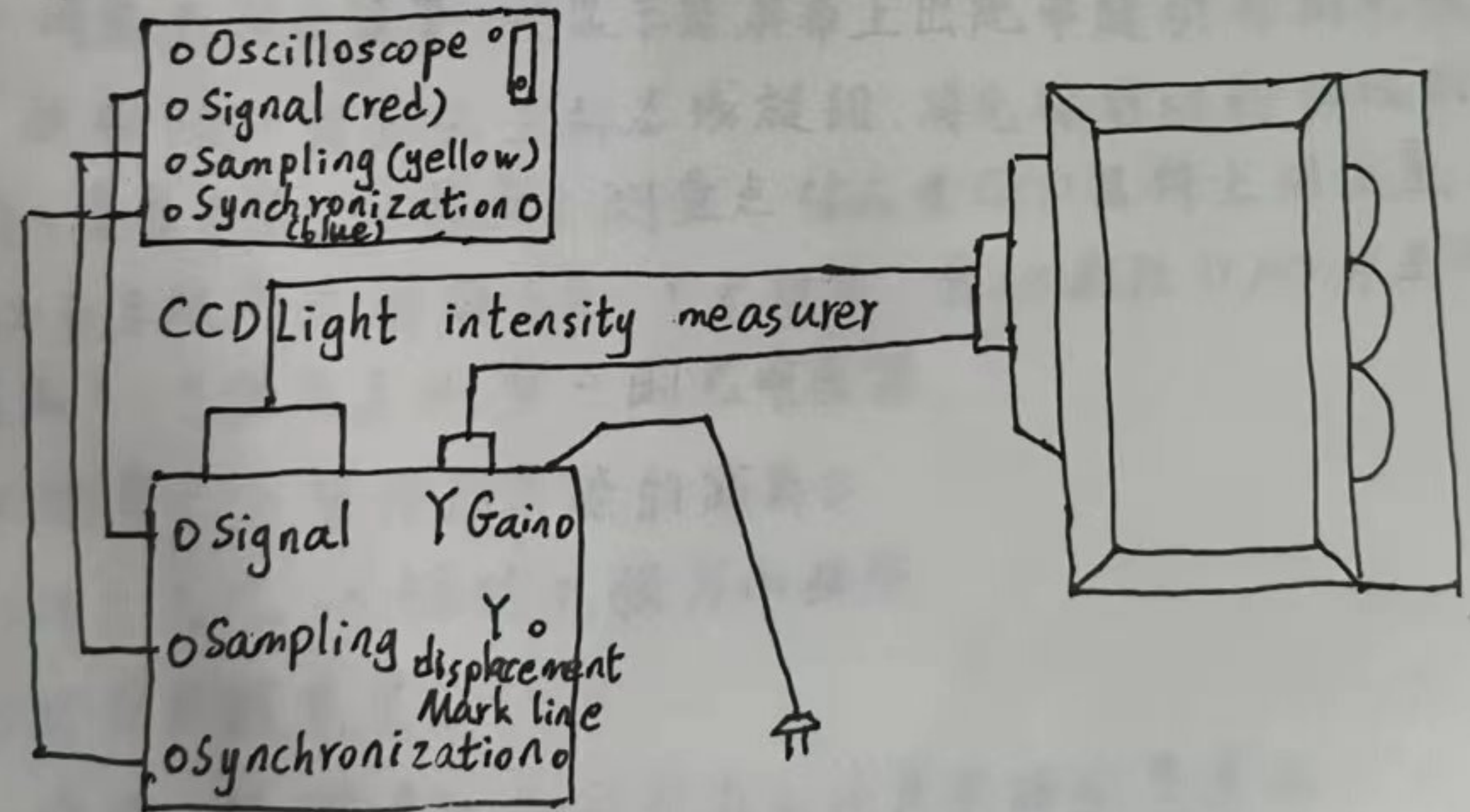
故 $\theta = \frac{k\lambda}{D} = \frac{x}{D}$ ($k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$)

四. 实验内容与步骤

1. 实验仪器调整

(1) 检查电路连接

CCD光强仪, SB14控制器, 显示器之间连接如图



将*CCD光强仪后面板上的“示波器/微机”开关指向“示波器”

(2) 调整实验系统光路

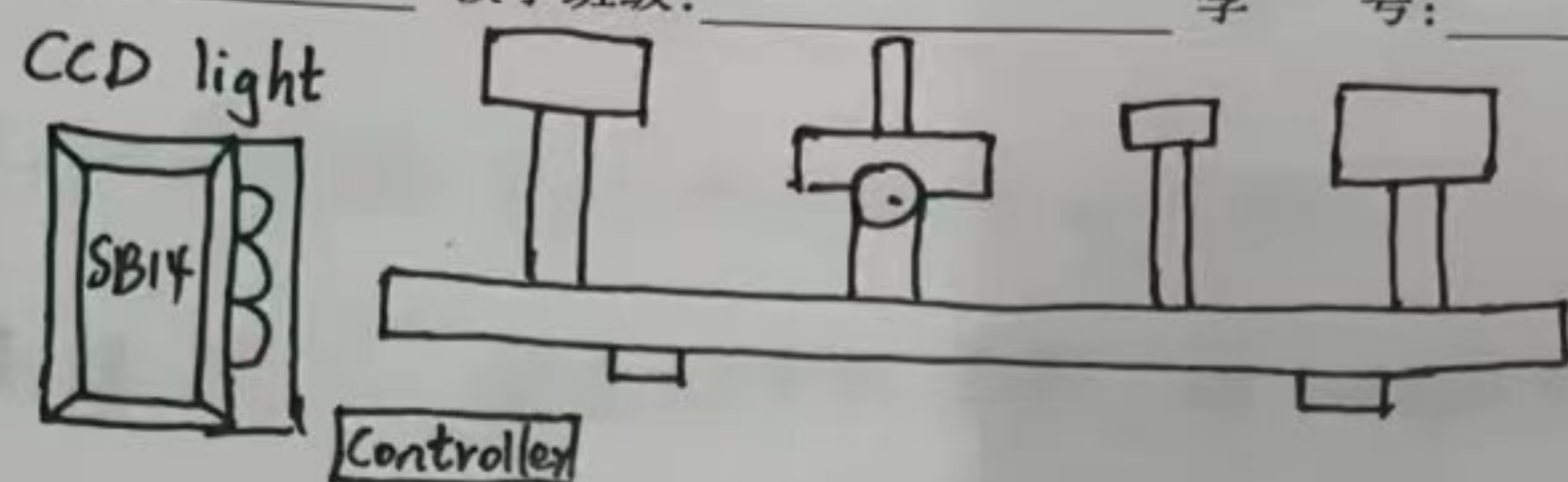
调整激光器使光束照射到 CCD 光强仪采光窗口的中间; 调整组合光使其与激光束垂直

指导教师签字: _____

联系方式: _____

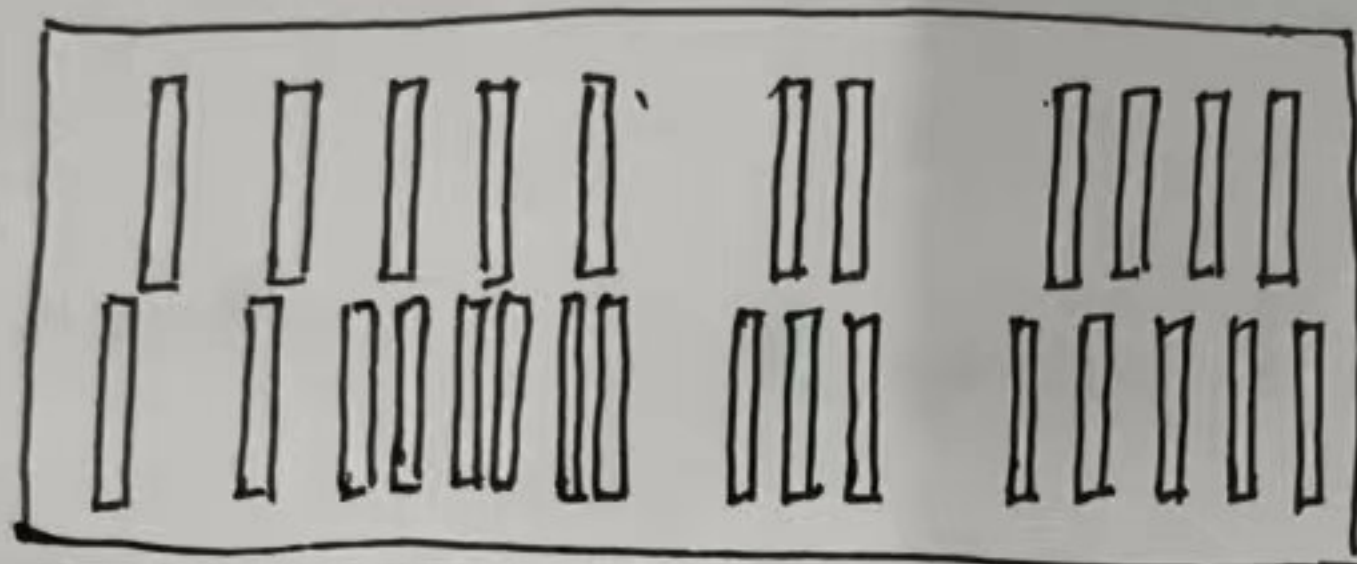
实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____



2. 观察光的衍射现象

移动光栅片,使激光束分别照在单缝,双缝,多缝,单丝上,观察它们的衍射现象



(光栅片结构)

3. 测量单缝夫朗和费衍射的光强分布及单缝宽度

- (1) 调整光路及装置,使显示器屏幕上出现单缝衍射的光强分布曲线
- (2) 旋转SB14控制器上标志线旋钮,将光标移动到曲线的各测量点上,记录各点的 x 值与 y 值。 x 值表示测量点对应在CCD器件上的位置,两个测量点的 x 值之差 Δx 表示这两点间隔了多少个光敏元,用 Δx 乘以 $11\mu m$ 才是两测量点间的实际水平距离 x ; y 值表示测量点的光电压值。
- (3) 测量CCD器件到单缝的距离 D
- (4) 作出 $I_0/I_0 - x$ 相对光强分布曲线
- (5) 计算单缝宽度。

由第一级暗条纹的衍射角 θ ,计算单缝的宽度 a

$$a = \frac{\lambda}{\theta_k} \approx \frac{\lambda}{x} D$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

2023.10.12

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

1. $L = (108.00 \pm 37.00) - (20.00 \pm 21.00) = 97.84 \text{ cm}$

3. 随缝隙减小, 圆率明条纹变宽, 暗条纹变宽, 条纹数减小.

左 ~~最小值~~ 0.027 (λ) 0.187 m
 右 0.028 0.104 m.

0.02 左: 0.075 m 右: 0.162 m

0.04 左: 0.104 m 右: 0.149 m

~~增大间距~~

α 不变, d 增大, 干涉条纹变宽, 衍射^{条纹}变宽

d 不变, α 增大 干涉变宽, 衍射变窄

$n=6$, 左: 0.1143 m 右: 0.1533 m

$n=11$, 左: 0.0942 m 右: 0.1727 m

$n=5$, 左: 0.1382 m 右: 0.1582 m

$n=12$, 左: 0.1268 m 右: 0.1719 m

联系方式: _____

指导教师签字: _____

0.02mm的缝宽减小, 中央条纹变宽, 由光强的变化可以推测条纹宽度逐渐减小, 中央条纹变宽

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

2. 单缝衍射实验中, 随着缝隙宽度的减小, 中央亮条纹逐渐变亮。
图案亮度变暗

双缝干涉实验中, 当增大双缝间距离时, 衍射条纹 ~~间距~~ 变窄

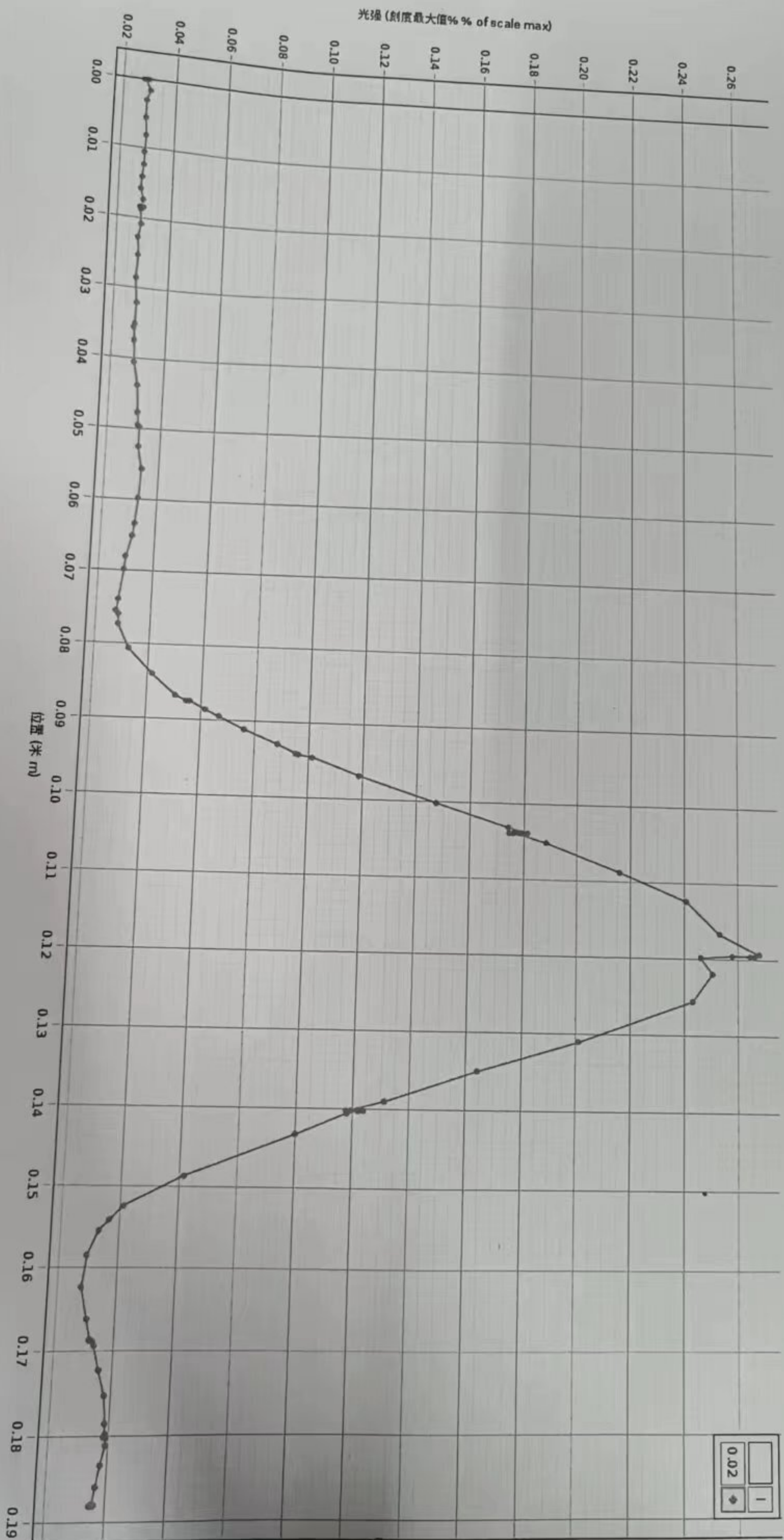
选择图上 0.04mm 运行数据和 $0.04-0.25d$ 运行数据同时显示,
图形的整体趋势相同, 双缝主极大与单缝极值大值出现的位置相同, $0.04-0.25d$ 运行数据中存在次极大。

选择图上 $0.04-0.25d$ 运行数据和 $0.04-0.50d$ 运行数据同时
显示, 两个图形的整体均呈正弦趋势, 由中央向两端减小, 出现
主极大的位置相同, 但 $0.04a-0.50d$ 的次极大数量更多, 间距相
对于 $0.04a-0.25d$ 更密集

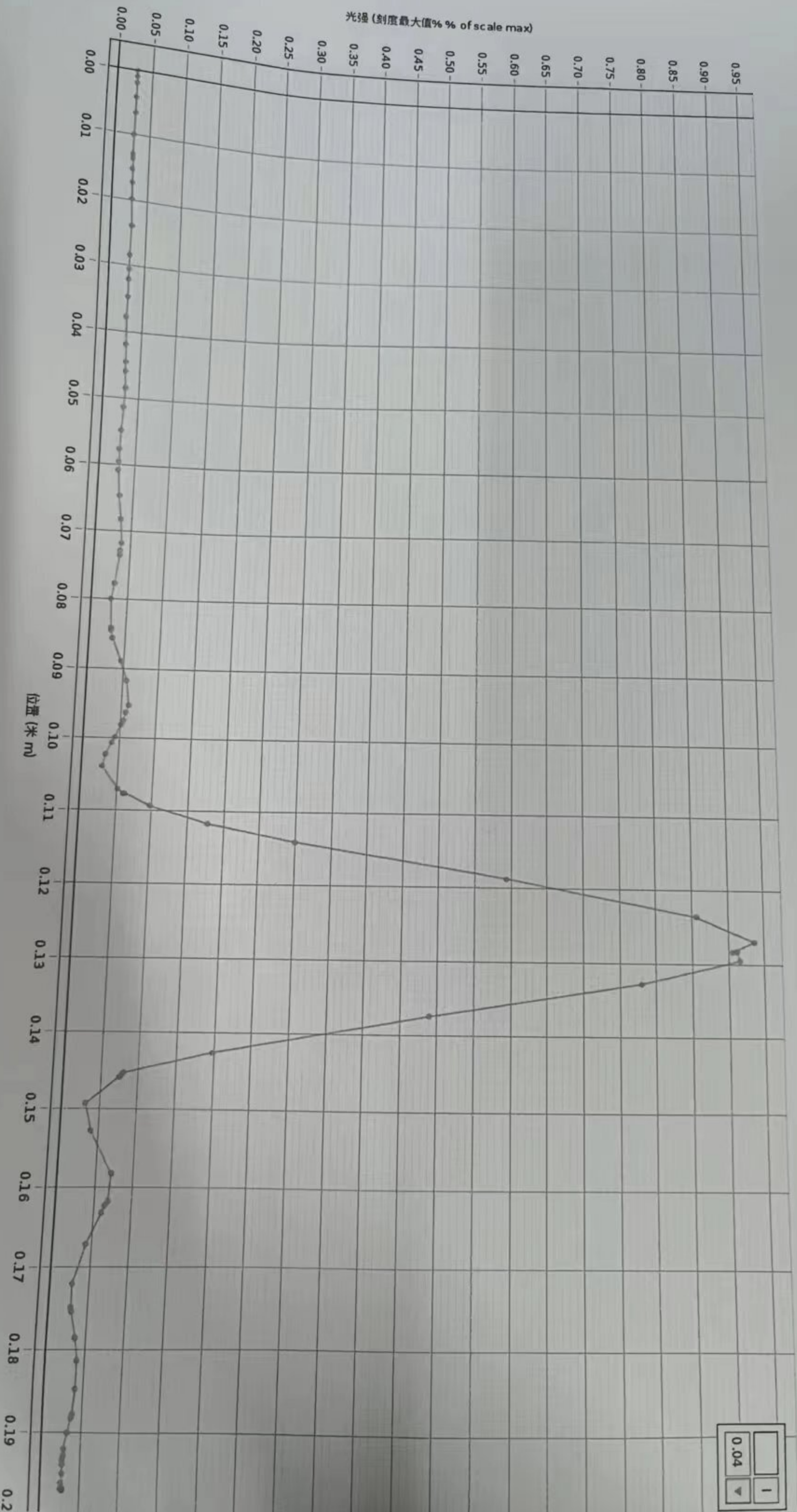
联系方式: _____

指导教师签字: _____

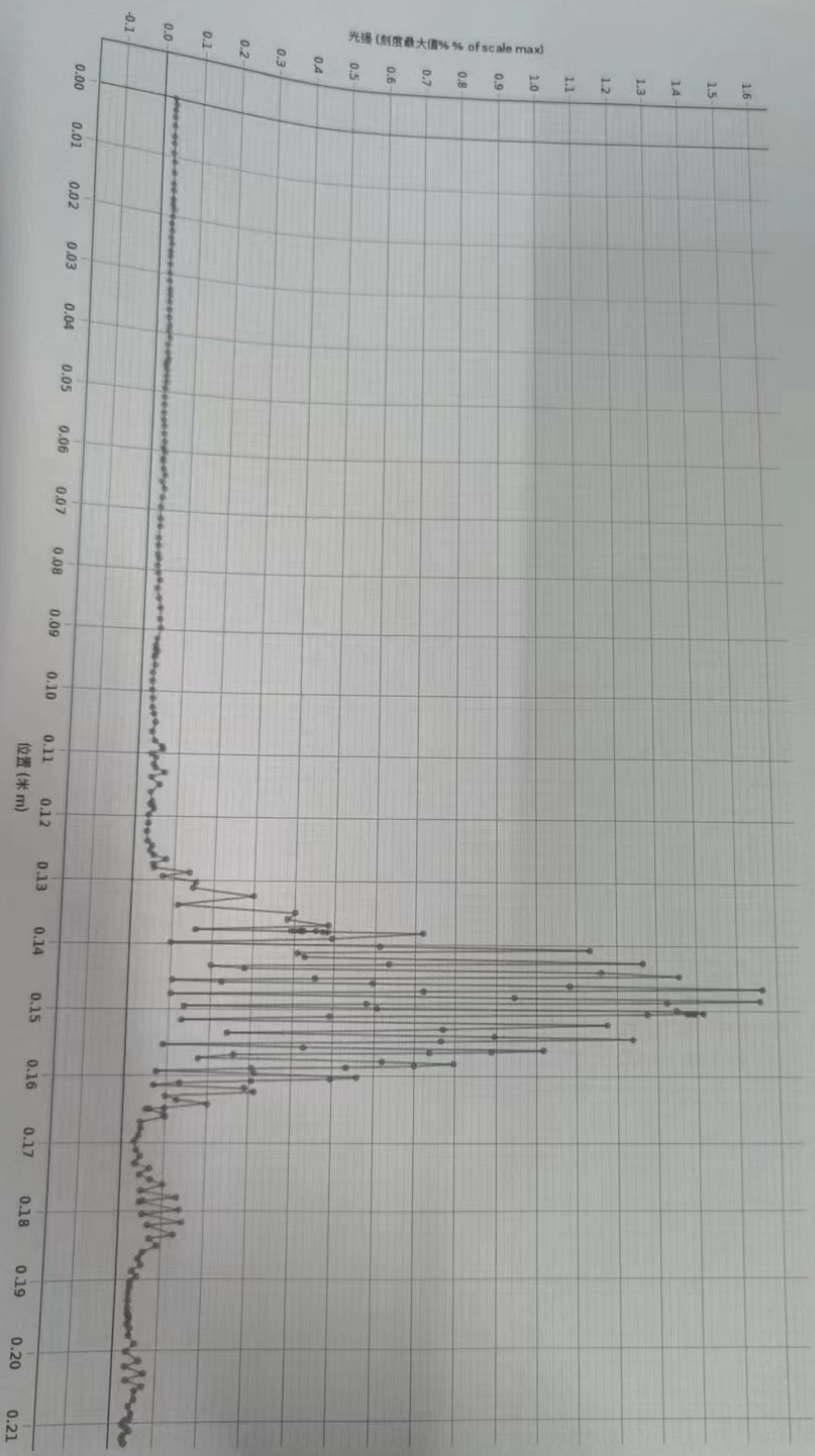
0.02mm的单缝衍射图样. 光的强度由中央向两端逐渐减小, 由光强的变化可以推测条纹宽度逐渐减小, 中央条纹的宽度较大



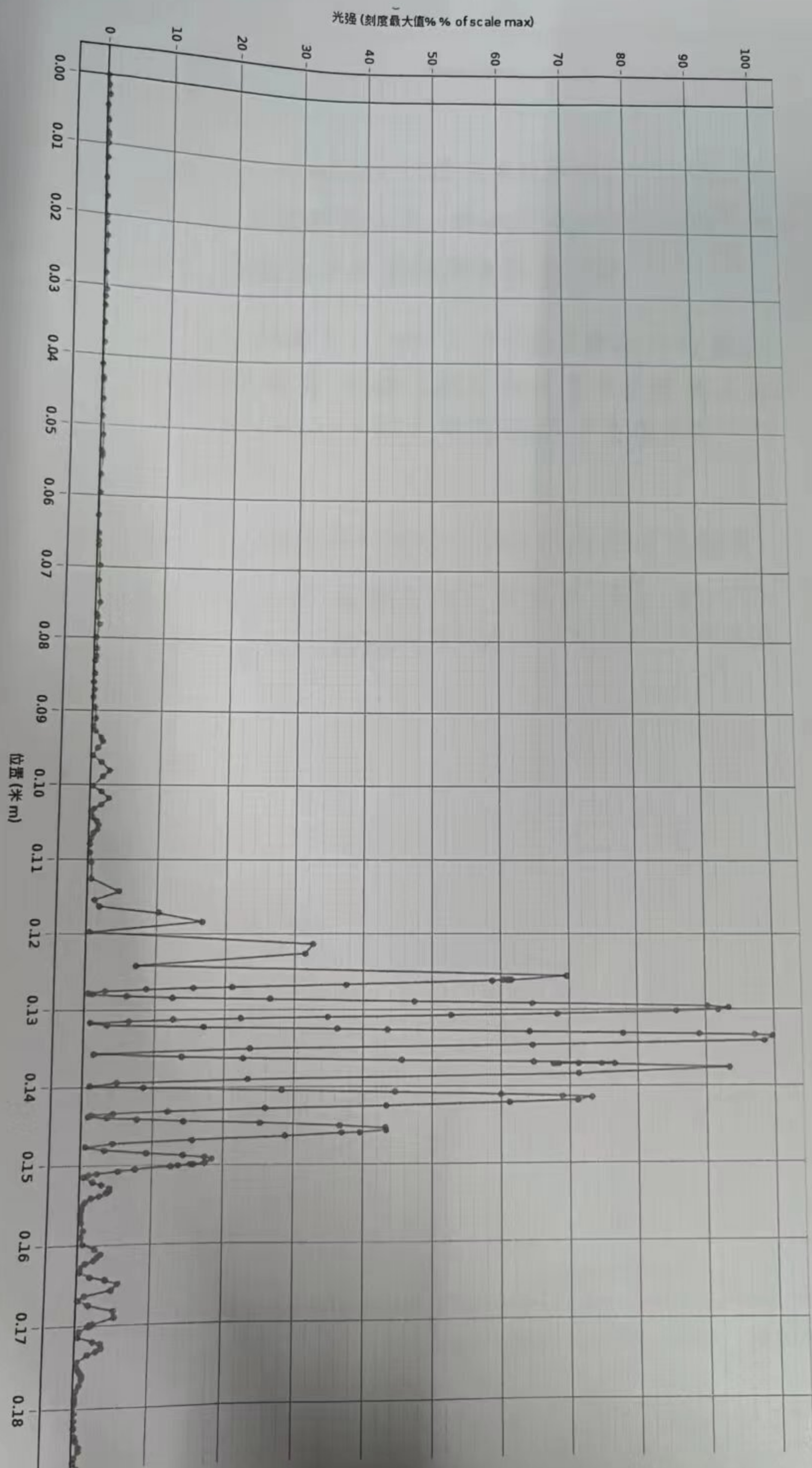
0.04mm的单缝衍射图样, 光的强度由中央向两端逐渐减小, 整体呈现正弦趋势, 主极大的宽度小于0.02mm的衍射图样, 中央主极大宽度最大



0.04 μ m-0.50 μ m 双缝干涉, 两个主极大之间存在次极大, 整体成正弦趋势, 光的强度由中央向两端减小, 存在着缺级现象, 两个主极大之间是一暗区, 次极大之间比 0.04 μ m-0.25 μ m 密集



$0.04\lambda - 0.25d$ 双缝干涉, 主极大之间存在次极大, 光的强度由中央
 向两端减小, 整体呈正弦趋势, 存在缺级现象, 主极大之间是一暗区, 次
 极大之间比 $0.04\lambda - 0.50d$ 稀疏



实验报告

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: _____

实验日期: _____

年

月

日

教学班级: _____

学号: _____

姓

名: _____

4. 将 0.04mm 单缝衍射和 $0.04a-0.25d$ 双缝干涉的光强曲线放在一起, 当双缝干涉的明条纹与单缝衍射中某一暗纹同时出现, 则明条纹不再产生, 出现缺级现象。缺级是干涉与衍射合成的结果

选择图上 0.04mm 运行数据和 $0.04a-0.25d$ 运行数据同时显示图形的整体运行趋势相同, 双缝主极大的位置与单缝极大值出现的位置相同。双缝 $0.04a-0.25d$ 运行数据中有很多的次极大, 整体波动比较剧烈

选择图上 $0.04a-0.25d$ 运行数据和 $0.04a-0.50d$ 运行数据同时显示两个图形的整体趋势相同, 出现主极大的位置相同, 但 $0.04a-0.50d$ 的明条纹次极大的间距相对于 $0.04a-0.25d$ 更加密集, 波动更剧烈。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

日期: _____
 号: _____

$L = 0.9784 \text{ m}$

狭缝	$a(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	m	n	$X_{\text{左}}(\text{m})$	$X_{\text{右}}(\text{m})$	$\Delta X(\text{m})$	$a(\text{nm})$	$\lambda(\text{nm})$	$\Delta a/a$
0.02 mm	0.020	0.00	1		0.075	0.162	0.087	18619.77	650	6.9%
0.04 mm	0.040	0.00	1		0.104	0.149	0.045	38264.89	650	4.3%

$$\sin \theta = \frac{\Delta x}{2L} \quad \Delta x = X_{\text{右}} - X_{\text{左}}$$

$$a = \frac{m\lambda}{\sin \theta} = \frac{2m\lambda L}{\Delta x} = \frac{2m\lambda L}{X_{\text{右}} - X_{\text{左}}}$$

狭缝	$a(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	m	n	$X_{\text{左}}(\text{m})$	$X_{\text{右}}(\text{m})$	$\Delta X(\text{m})$	$a(\text{nm})$	$\lambda(\text{nm})$	$\frac{\Delta a}{a}$
0.04a - 0.25d (1)	0.040	0.25		5	0.1143	0.1533	0.0390	0.25	622.8281	4.2%
0.04a - 0.25d (2)	0.040	0.25		11	0.0942	0.1727	0.0785	0.25	668.6061	2.9%
0.04a - 0.50d (1)	0.040	0.50		5	0.1382	0.1582	0.02	0.5	638.798	1.7%
0.04a - 0.50d (2)	0.040	0.50		12	0.1268	0.1719	0.0451	0.5	677.8774	4.2%

$$\sin \theta = \frac{\Delta x}{2L} \quad \Delta x = X_{\text{右}} - X_{\text{左}}$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{n} = \frac{d \Delta x}{2nL}$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____