

# 近代光学基础仿真实验报告 3

何金铭 PB21020660

## 1 问题 1

### 1.1 问题描述

一束  $632.8nm$  激光，入射到直径为  $200$  微米的相位型全息片上，其透射光在  $z = 400$  微米处，形成一个  $500m * 500m$  的图像 (图像内容自定)。结合角谱方法或 Rayleigh-Sommerfeld 衍射，自主搭建 GS 算法，优化以下两种情况下的全息片位相分布。(上传代码和报告 (包含位相分布和详细的分析结果))

### 1.2 实现方法

选择使用角谱衍射理论和 GS 算法来实现

设置波长  $\lambda = 632.8nm$ ，相位片板边长  $LL = 500\mu m$ ，相位片直径为  $200\mu m$ ；设置全息图尺寸为  $500\mu m \times 500\mu m$ ，全息图与相位片的间隔为  $Z = 400\mu m$ 。设置全息图如下如图2所示。设置像素的大小为  $0.3\mu m$  每格，采用的高斯光束的束腰半径为  $w_0 = 100\mu m$ 。



图 1: 原始全息图——月之暗面专辑

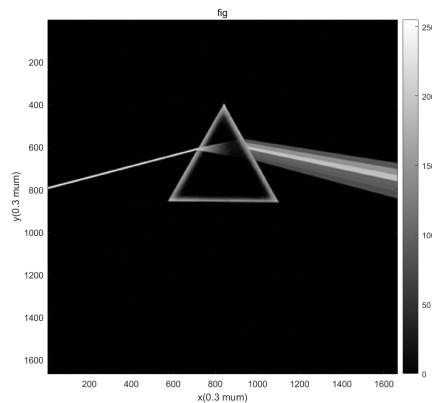


图 2: 灰度处理后的全息图

### 1.3 源码说明

由于利用角谱衍射和 GS 算法，在像素单元尺寸为  $0.3\mu m \times 0.3\mu m$  时会出现错误，所以需要特殊处理，对于像素不同的情况分开来编程。

#### 1.3.1 像素单元尺寸为 $0.3\mu m \times 0.3\mu m$

1. `main1.m` 主程序
2. `rasm.m` 用于获得角谱衍射传输后的光场

其中 `rasm.m` 与 `asm.m` 的区别在于，`rasm.m` 在进行角谱衍射时，由于若像素单元尺寸过小，会导致角谱衍射中的传输函数出现隐失波。

$$H = \exp\left\{ikz\sqrt{1 - \lambda^2 f_x^2 - \lambda^2 f_y^2}\right\} \quad (1)$$

即传输函数出现  $e^{-\alpha}$ , ( $\alpha > 0$ ) 这一项, 但是当反向传播的时候, 这一项会导致出现  $e^{\alpha}$ , ( $\alpha > 0$ ) 这一发散项。若此时用 **asm.m** 进行反向传播, 会导致结果发散, 最后全黑。

考虑到方向传播时, 隐失波会迅速衰减, 故可以直接将传播函数  $H$  乘以瞳函数  $P(x, y)$ , 使得外面的隐失波部分为 0, 从而避免发散。这就是 **rasm.m** 的作用。

### 1.3.2 像素单元尺寸为 $2\mu m \times 2\mu m$

1. **main2.m** 主程序
2. **asm.m** 用于获得角谱衍射传输后的光场

## 1.4 结果

### 1.4.1 像素单元尺寸为 $0.3\mu m \times 0.3\mu m$

设置像素的大小为  $0.3\mu m$  每格, 仿真全息结果见下图3。

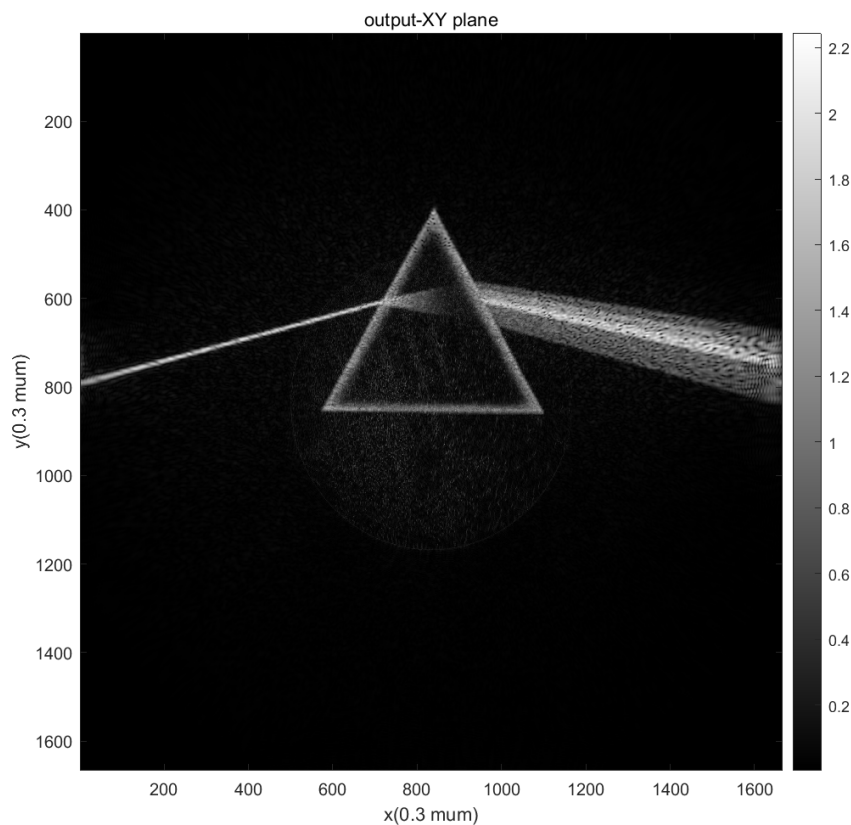


图 3: 像素的大小为  $0.3\mu m$  时全息图结果

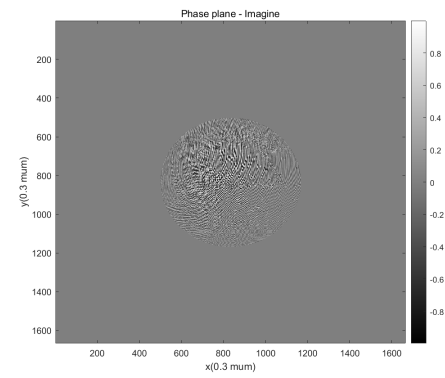
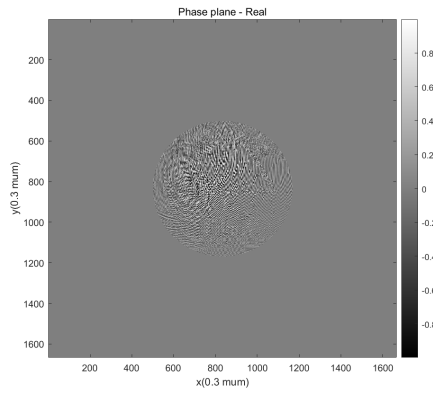


图 4: 像素的大小为  $0.3\mu m$  时相位片实部      图 5: 像素的大小为  $0.3\mu m$  时相位片虚部

#### 1.4.2 像素单元尺寸为 $2\mu m \times 2\mu m$

设置像素的大小为  $2\mu m$  每格，仿真全息结果见下图6。

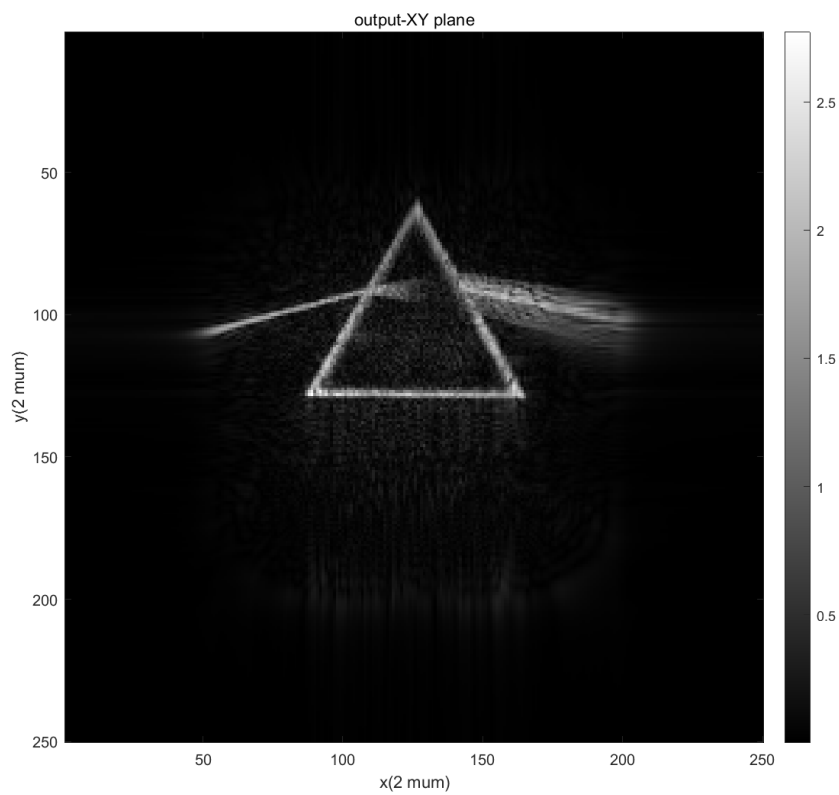
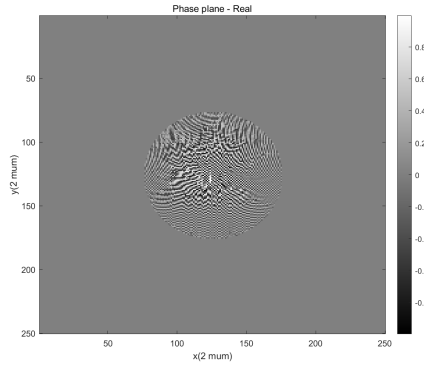
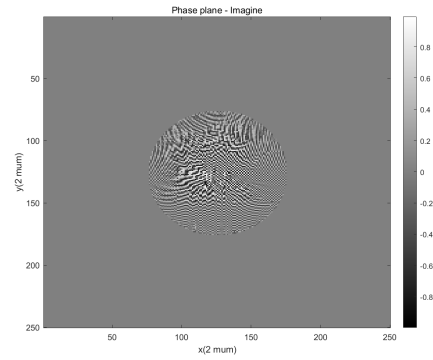


图 6: 像素的大小为  $2\mu m$  时全息图结果

图 7: 像素的大小为  $2\mu m$  时相位片实部图 8: 像素的大小为  $2\mu m$  时相位片虚部

### 1.5 分析讨论

1. 对比  $\Delta l = 0.3\mu m$  与  $\Delta l = 2\mu m$  时的全息图成像效果, 发现当  $\Delta l = 0.3\mu m$  全息图的细节更加完整, 整体图像范围更广, 这是因为像素尺寸  $l$  越小还原的物理过程就更真实, 所以画出的图像更加清晰。
2. 对比  $\Delta l = 0.3\mu m$  与  $\Delta l = 2\mu m$  时的相位片效果, 发现当  $\Delta l = 0.3\mu m$  时, 相位片的条纹比  $\Delta l = 2\mu m$  时更细腻, 这是因为像素尺寸  $l$  越小, 还原的物理过程就更真实, 所以画出的图像更加清晰。