

实验目的

- 1) 了解全息摄影的基本原理。
- 2) 掌握全息摄影的基本技术。
- 3) 学习暗室技术, 提高动手能力。

实验原理

全息摄影与普通摄影的区别

全息摄影的特点	全息摄影	普通摄影
比较项目	光的干涉、衍射原理	几何光学透镜成像原理
原理	振幅、相位分布	振幅分布
介质上的记录形式	干涉条纹	像
物体与底片的对应关系	不是一一对应	一一对应
将底片分成小块	每块均可再现完整图像, 但分辨率下降	每块图像不完整, 分辨率下降
像的性质	三维实像、虚像 (均在底片外)	二维实像 (底片上)

2. 全息摄影的记录原理

$$P(x, y) = A_1(x, y) \exp[i\varphi_1(x, y)] \quad Q(x, y) = A_2(x, y) \exp[i\varphi_2(x, y)]$$

$$I(x, y) = |P(x, y) + Q(x, y)|^2$$

$$= A_1^2 + A_2^2 + A_1 A_2 \exp[i(\varphi_1 - \varphi_2)] + A_1 A_2 \exp[-i(\varphi_1 - \varphi_2)]$$

3. 全息摄影光路

(1) 光路图

(2) 相干条件

(3) 拍摄条件

① 物光光程与参考光光程

相等

② 夹角在 30°

③ 光强比, 物光

参考光 = 1:2 ~ 1:5

通常取 1:4

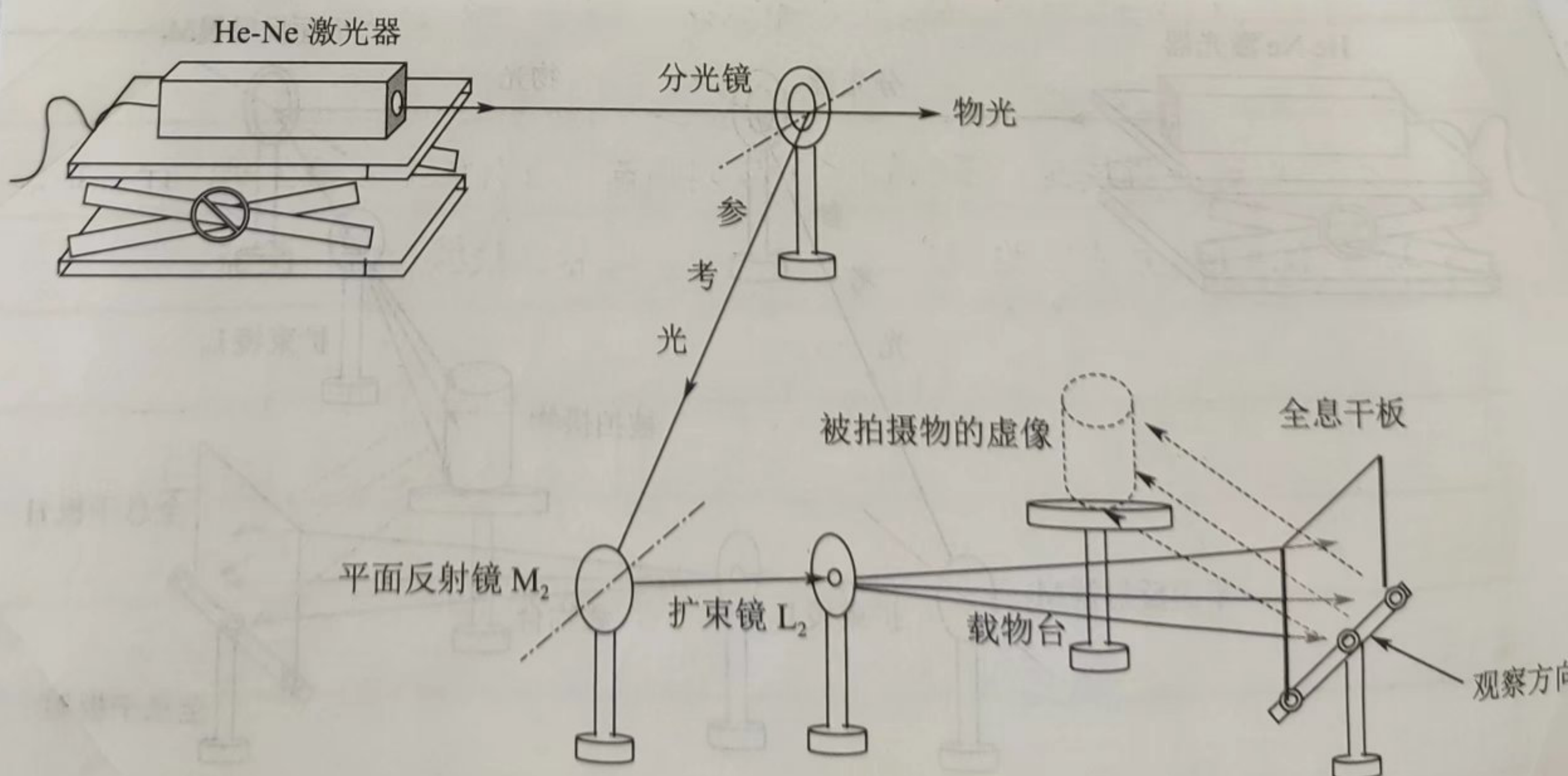


图 2.8.3 观察虚像的光路

实验仪器 暗室冲洗设备

GSZ-1型精密光学平台

QXGY-I全息摄影专用激光光源

200/3/20 升降台

JGQ-250氦氖激光电源

分光板1片

反射镜2片

被摄物1个、光定时器及光快门、全息干板及干板架

实验步骤与数据记录

(1) 打开激光器, 识别各光学元件, 调节各元件的高度及倾斜度以保证激光束构成的平面平行于全息台。

(2) 按照光路图摆放光学元件, 并按照实验原理中拍摄条件逐一进行光路调节。

拍摄条件:

激光需要均匀照亮物体; 漫反射光波较弱, 一般用透射光照射被拍摄物体, 并调节物体方位使漫反射方的最强光阶均匀落在干板上; 参考光需均匀覆盖干板, 并使物光和参考光在干板上重合。

光路设置最重要的四个环节:

① 物光和参考光的夹角在 40° 左右, 便于观察虚像

② 物光和参考光的光程近似相等(等长等高)

③ 载物台需与干板架等高

④ 物光与参考光的光强比在光屏处一般选择在 $1:4$ 左右

(3) 在老师的指挥下, 统一曝光, 将干板固定到干板架上, 干板的药膜面朝向被摄物体, 使用干板架的固定螺钉固定干板, 在老师的指挥下统一曝光完成拍摄, 曝光时间一般为 $40s$ 左右。

(4) 由老师将干板带到暗室冲洗: 显影时, 显影液温度在 $20^\circ C$ 左右, 显影时间在 $2\sim 3\text{ min}$, 显影后放入清水中冲洗, 再放入定影液中定影, 时间不少于 3 min , 然后用清水冲洗, 晾干, 即得一张全息照片。

(5) 取下被拍摄物体, 将干板放入原光路中观察虚像。

(6) 记录实验现象。

(7) 整理实验器材并放回原位。

实验数据处理

数据记录:

被拍摄物		猫头鹰
描述干板显影状态		3D 图像
虚像与	大小	等大
原物比	色彩	白色
行比较	完整度	90%左右
	清晰程度	十分清晰

实验结论

- (1) 通过实验, 可观察到等大、白色、完整度90%左右十分清晰的三维虚像。
- (2) 将物光光波与参考光光波叠加, 会产生干涉条纹, 使用感光板可以较高精度地记录这些干涉条纹。
- (3) 利用光的干涉、衍射原理可得到光波的全部信息即振幅相位等。

实验讨论

注意事项:

- (1) 禁止用眼直视激光, 禁止用手或其他东西触摸光学镜头或光学表面。
- (2) 移动光学元件时, 应贴着全息台的台面缓慢移动, 转移轻放。
- (3) 拍摄时保持肃静。
- (4) 拍摄和冲洗底片都在暗室中进行, 不能用手直接接触药水或全息干板的药膜面。
- (5) 物光和参考光的夹角在 40° 左右。
- (6) 物光和参考光的光程近似相等(等长等高)。

思考题

1) 光波的信息包含哪些因素?

任何物体表面上所反射出的光波,都可以看成是表面上物体所反射出的光波的总和,其中振幅和相位是光波的主要特征,称为光波信息。

2) 全息摄影与普通摄影有何异同?

① 全息摄影过程分记录、再现两步,它是以干涉、衍射等波动光学规律为基础的。普通摄影是以几何光学的规律为基础的。② 全息摄影中物体与底片是点面对应的关系,即每个物点所发射的光束直接落在记录介质整个平面上。反过来说,全息图中每一个局部都包含了物体各点的光信息。普通摄影是点对点对应的关系,即一个物点对应平面的一个像点。③ 全息摄影能完全再现原物的波前,因而能观察到一幅非常逼真的立体图像。普通摄影得到的只能是二维的平面图像。④ 全息摄影是干涉,因此要求光源有很高的相干性。普通摄影像的强度记录,不要求光源的相干性。

3) 再现与原物相同的虚像所需条件是什么?

还原光线与原参考光发散程度相同,沿拍摄时一样的方向照射干板药膜面。眼睛看向拍摄时放置的方向,可观察到与原物相同的虚像。

4) 振动对全息摄影有什么影响?如何消除?

会造成干涉条纹紊乱,拍摄失败。远离振源拍摄,采取减振措施,保证曝光时整个全息摄影台稳定。

原始记录

漫反射物体的三维全息摄影记录

被拍摄物

猫头鹰

描述干板显影状态

3D图像

虚像与

大小

等大

原物是

色彩

白色

行比较

完整度

90%左右

清晰度

十分清晰

774.26