

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

1. 全息摄影的特点

以光的干涉和光的衍射理论为基础，记录全息图是光的干涉理论，再现全息图是光的衍射理论。当用参考光以拍摄时相同的角度照射全息图，透过全息图，就能在原来放置物件位置再现物件三维立体图，这种将光波全部信息同时记录并再现技术称为全息摄影。

2. 全息摄影记录原理

利用光的干涉原理，使用感光干板可以较高精度地记录下这些干涉条纹。设 $M(x, y)$ 为感光板平面 H 上的任意一点， P 表示物光的一点光源， Q 表示参考光的一点光源，它们在感光板上的任一点 $M(x, y)$ 上的复振幅分别为：

$$P(x, y) = A_1(x, y) \exp[i\varphi_1(x, y)]$$

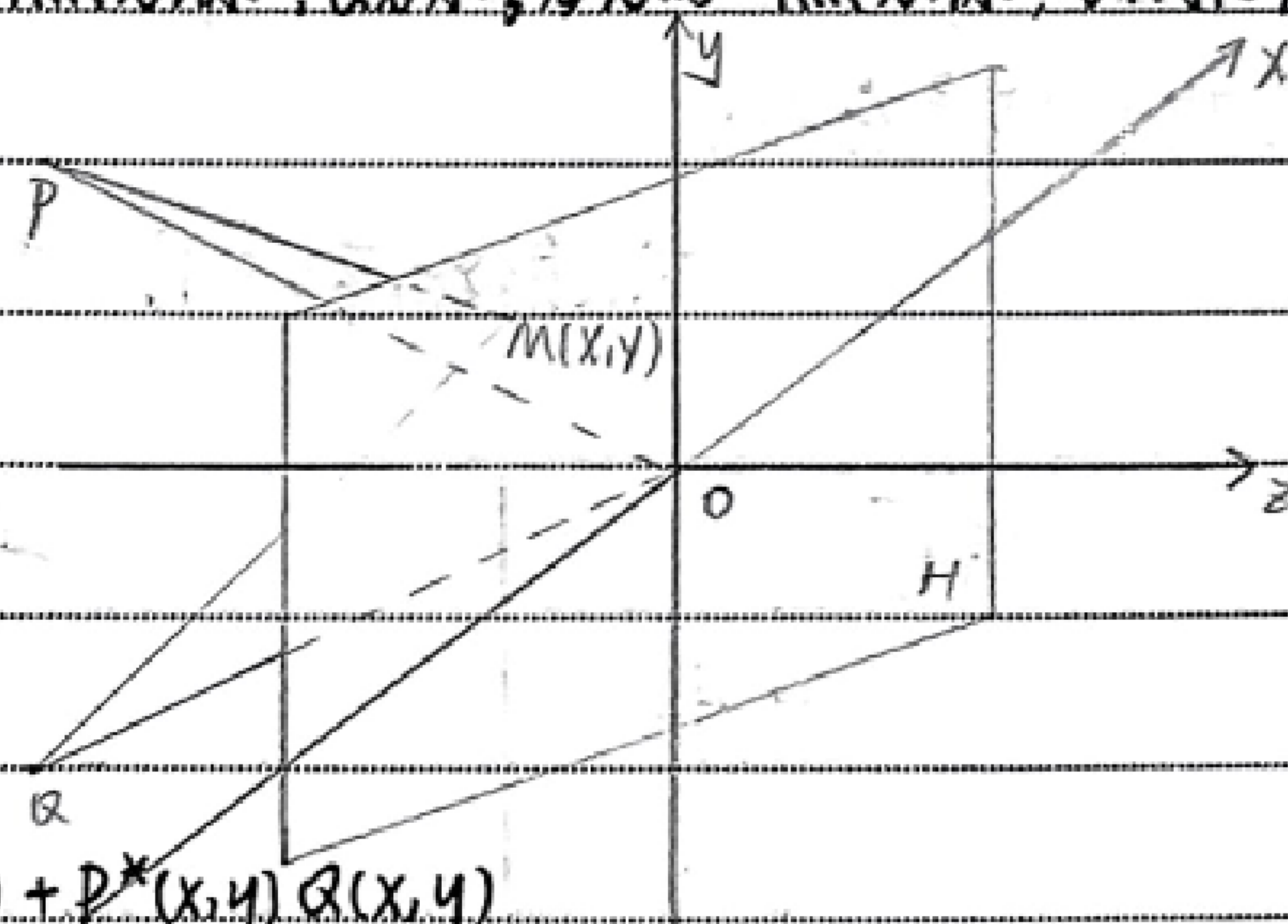
$$Q(x, y) = A_2(x, y) \exp[i\varphi_2(x, y)]$$

两波叠加后，点 $M(x, y)$ 的强度为

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

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

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



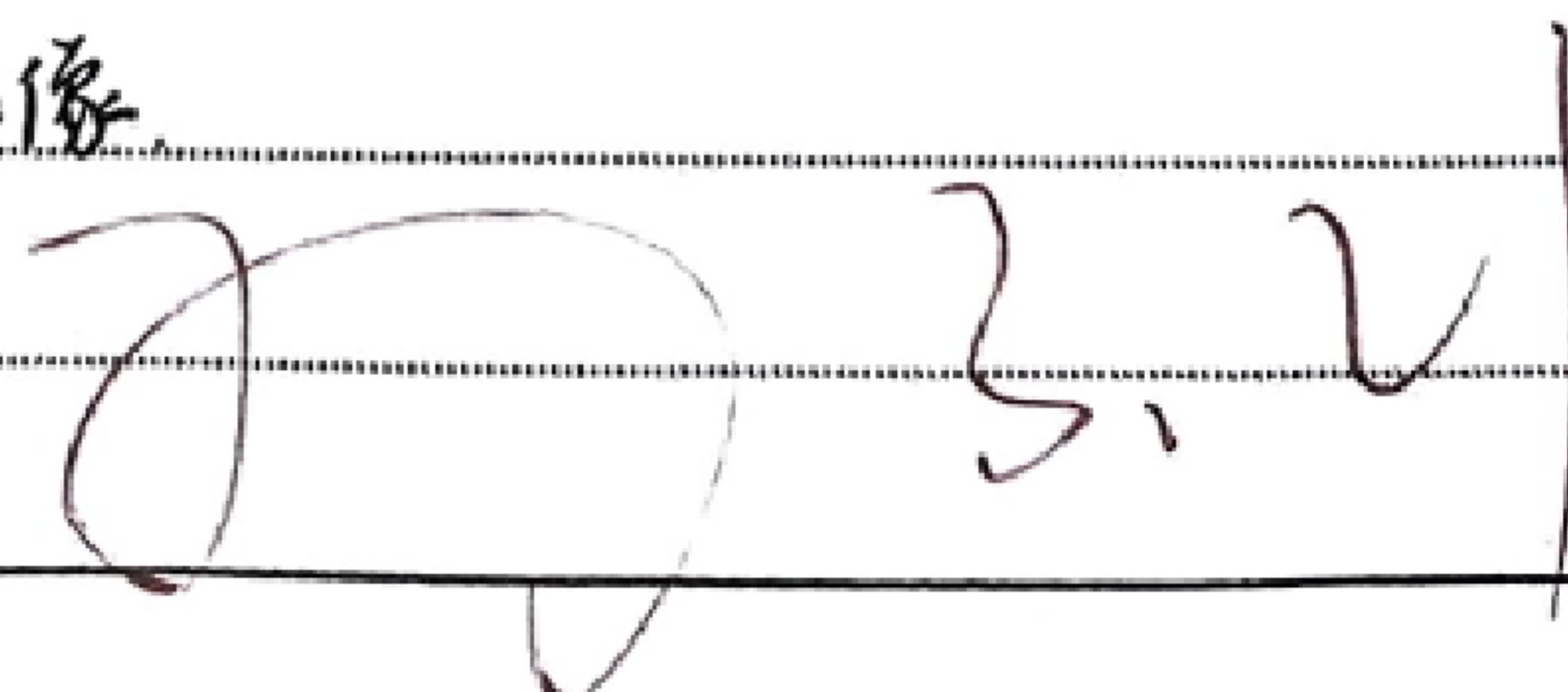
3. 全息摄影光路

- 1) 光路图
- 2) 相干条件
- 3) 拍摄条件

4. 全息图的再现

1) 观察虚像光路：由于光栅对光的衍射作用，透过干板可在载物台位置观察到一和被拍摄物件一样的三维立体虚像。

2) 实像的观察方法：用参考光照射观察虚像。



实验仪器

He-Ne激光器, 全息实验台, 载物台及支架附件, 分片板1片, 反射镜1片, 被摄物1个, 曝光定时器及快门, 全息干板及干板架, 暗室冲洗设备。

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, 以保证激光束构成一平面平行于全息台。

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。

3) 在教师指挥下, 统一曝光, 将干板固定到干板架上, 干板一药膜面向被拍摄物体。

使用干板架一固定螺钉固定干板, 在教师指挥下统一曝光完成拍摄, 曝光时间一般为40s左右。

4) 显影时, 如曝光量合适, 显影液温度为 20°C 左右, 则显影时间一般在2~3 min, 具体时间要根据显影液浓度及曝光强度确定。显影后放入清水中冲洗, 再放入定影液中定影, 定影时间不少于3 min, 然后使用清水冲洗、晾干, 即得一全息照片。

5) 取下被拍摄物体, 将干板放入原光路中观察虚像, 并使用手机相机记录。

6) 将实验现象记录在表中。

漫反射物体三维全息摄影记录

被拍摄物		静态动物模型
描述干板显影状态		良好
虚像 与实物 进行比较	大小	相同
	色彩	基本相同
	完整度	相同(完整)
	清晰度	基本清晰

实验结论

1. 通过实验可得到漫反射物件的三维全息摄影的相片，对全息摄影有了更多的理解；
2. 了解到了全息摄影的基本操作流程，学习了暗室技术；
3. 将得到二成像与原物进行对比，从而更好地了解第一代全息术。

实验讨论

1. 本实验与迈克耳逊干涉仪二调整与使用实验有什么相同点？

均为光学实验，实验过程中均利用了分光镜，同时保证光程相同，减小误差；

2. 每一丁碎片是否也可以产生完整二像？

全息摄影是由单色光（一般用激光）二衍射条纹组成的，每一丁面积上都记录有“全部信息”，所以可以产生完整二像。

思考题

1) 光波的信息包含哪些因素？

在任何物体表面上所发出的光波，可以看成是由其表面上各物点所反射出去光波的总和。其中，振幅和位相为光波的两个主要特征，又称为信息。

2) 再现与原物相同的虚像所需条件是什么？

把拍摄好^{≡修}的全息图放回拍摄光路原处，挡住物光，用参考光照射底片，通过底片就可以看见一个和原物一样的虚像（所以又称全息摄影记录=物像时，需用与原参考光完全相同=光束照射）。

3) 振动对全息摄影有什么影响？如何消除？

振动导致干板记录=条纹起伏，导致全息摄影失真；

必须保证曝光时整个全息摄影台绝对稳定不动。

原始记录

漫反射物体二维全息摄影记录

被拍摄物

静态动物模型

拍摄干涉图状态

良好

虚像

大小

相同

与实物

色彩

基本相同

进行比较

完整性

完整

清晰程度

基本清晰

3.4