

全息照相实验报告

吴熙楠

2021 年 9 月 4 日

目录

1	实验目的	2
2	实验器材	2
3	实验过程及数据整理	3
3.1	实验光路	3
3.2	实验现象记录及分析	4
4	收获与感想	7

摘要

全息照片是一种记录被摄物体反射（或透射）光波中全部信息的先进照相技术。全息照相的原理是依据光的干涉原理，利用两束光的干涉记录被摄物体的信息，并通过衍射重现被摄物体信息。激光束被分光镜一分为二，其中一束照到被拍摄的景物上，被称物光束；另一束直接照到感光胶片即全息干板上，称为参考光束。当物光束被物体反射后，其反射光束也照射在胶片上，就完成了全息照片的摄制过程，彩虹全息照相技术还可拍立体图像。

关键词：干涉，衍射，激光束

1 实验目的

- (1) 了解全息照相的基本原理；
- (2) 学习全息照相的实验技术，拍摄合格的全息图；
- (3) 了解摄影暗室技术。

2 实验器材

光学平台，He-Ne 激光器及电源，快门及定时曝光器，扩束透镜，反射镜和分束器，光功率计，全息底片，被摄物体，显微镜，暗室技术及使用设备。

3 实验过程及数据整理

3.1 实验光路

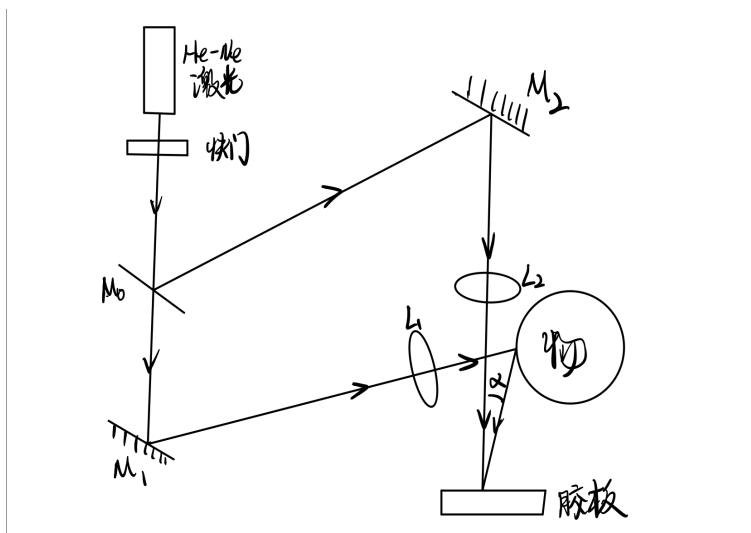


图 1: 全息记录光路图

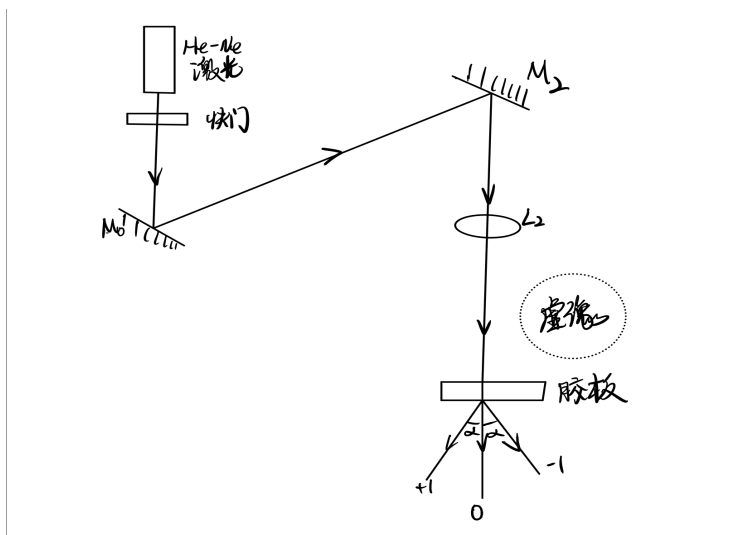


图 2: 全息再现光路图

参考光光程 $L_1 = 109.0\text{cm}$, 物光光程 $L_2 = 107.5\text{cm}$, 物光与参考光夹角 $\alpha \approx 25^\circ$, 曝光时间 $t = 4.0\text{s}$

3.2 实验现象记录及分析

1、原位观察虚像

(1) 虚像位于原物处, 与原物基本等大, 正立, 如图 3 所示; (2) 从底片不同位置观察, 像基本不变; (3) 旋转底片, 改变入射角, 像的大小未变, 发生转动, 且转动方向与底片转动方向相反, 同时光强发生变化, 当入射角增大到某一个值时像将会消失; (4) 将底片向远离透镜方向移动, 像变大, 反之向靠近透镜方向移动, 像变小。原因: 再现时照明光为发散球面波, 等效于在底片后放入一球心在球面波球心的凹透镜。移远底片相当于增大凹透镜焦距, 由放大率公式 $\beta = \frac{1}{1+|s/f|}$ 可知, 横向放大率也会增大; 反之靠近的话像会变小。



图 3: 原位观察虚像图

(当我们参考光使用会聚光时, 我们观察到的像为原像关于胶板法线的等大镜面对称像, 如图 4 所示, 旋转底片, 改变入射角, 像的大小未变, 发生转动, 且转动方向与底片转动方向相反, 同时因为底片在虚光源与透镜中间, 所以将底片向远离透镜方向移动, 像变小, 反之向靠近透镜方向移动, 像变大, 原因同上。)



图 4: 共轭光观察虚像图

2、另一个像有没有？位置？实像还是虚像？为什么？如果没有，请分析原因。

未观察到另一个像，原因为：参考光、照明光均为发散球面波，对于-1 级衍射像，其像距计算可为 $v = \frac{uR}{R-2u}$, u 为物距， R 为参考光球心。观察不到像说明成像在较远处，即 $u \sim \frac{R}{2}$ ，且光强较小。

3、底片翻转 180 度，用共轭光照射，观察实像，记录实像位置，大小，正倒
共轭光照射将会形成放大正立的实像，其位置如图所示：

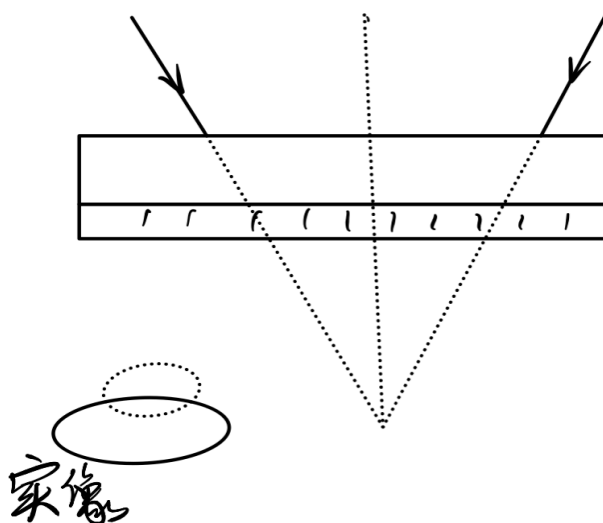


图 5: 共轭光照射实像位置图

4、用激光直接照射来再现，像有什么特点，请与共轭光再现做对比并分析其原因。

当激光从底片背面正入射时，可在法线两侧分别看到放大正立的实像与很弱的虚像；当激光从底片正面正入射时，仅仅在法线一侧看到放大正立的虚像。如图所示：

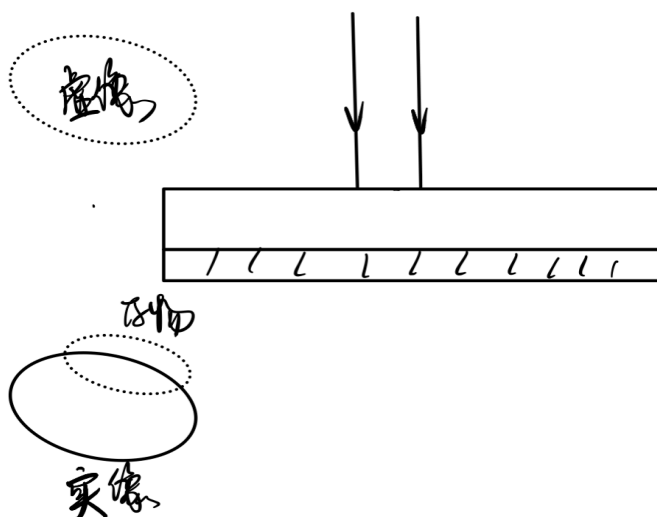


图 6: 激光背射光路图

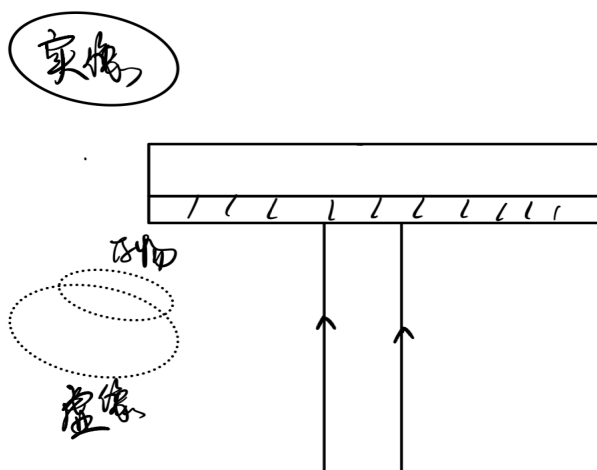


图 7: 激光正射光路图

原因：因为参考光为发散球面波，等效于在底片处的一凸透镜，使得在原物后成一放大正立的像（虚实由光入射方向决定），在以底片为镜像的另一侧有一同样放大正立的共轭像。激光直接正入射时，照明光为平面波，故最终成像如图 6,7 所示。而共轭光再现的图 5 中，照明光为会聚球面波，等效于在底片处的一凸透镜，这使得经过参考光等效的凸透镜所成的像再次被放大，仍为正立放大的像。

4 收获与感想

在本次实验中我们了解了全息照相的基本原理，学习了全息照相的实验技术，并拍摄了合格的全息图，同时也了解了摄影暗室技术，同时也为我们一年的普物实验课程画上了圆满的句号！