

0.8 毫米, 吊重 100 公斤) 进行比较, 测得激光点与钢丝挠度最大点的数值大于按照拉钢丝挠度计算公式计算出来的数值 5 毫米。为了证实激光准直仪的精度, 我厂用一台经检定的照光仪在和轴线同样长的距离上作模拟校验, 测量结果, 在先设置于轴线上的四个靶上, 激光准直仪和照光仪的投射聚光点完全重合。从而证实了我厂自己制作的激光准直仪精度同样符合生产要求, 于是就在轴系安装中投入使用激光准直仪。

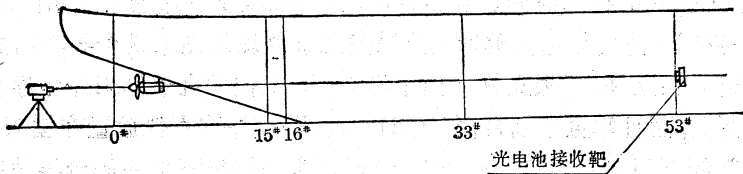


图 4 激光准直仪用于拖轮轴系的安装

我厂在建造中、小型船舶的过程中, 对船体的放样、船体中心线找正、轴系定位、主机安装, 以及大型机床设备的定位安装等方面, 抛弃拉钢丝、吊线锤和用一般的光学仪器的工艺, 采用激光准直新工艺, 可不受工作距离、气候条件、工作经验、工作场所的光亮强度等影响, 操作简单、劳动强度小、工效高, 精度得到了保证。

激光准直仪虽在我厂研制成功并得到较好的使用, 但由于我厂开展这项工作不久, 实践经验较少, 水平有限, 因此还存在一些问题。在船台操作时, 考虑机体的稳固性, 所以体积较大, 辅助机架也较笨重, 因此携带也不方便。我厂选用的激光管是小于 1 毫瓦的, 因亮度不够, 白天工作效果较差。今后我们打算参照经纬仪的结构, 进行改制, 再装上较大功率的激光管, 改革笨重的辅助机架, 使工作时更为方便。同时还准备在造船中的船体胎架、船体水线、船体大合拢无余量装配一次定位等生产工艺中广泛应用激光准直仪。

在“旧貌变新颜”的大好形势下, 激光技术象灿烂的花朵, 开遍在祖国的各行各业。我们决心虚心学习兄弟单位的好经验, 使激光这门新技术在造船工业中得到普遍的应用。

## 激光全息照相显微技术的应用

福建师范大学物理系激光全息组

### 一、概 述

应用激光全息照相显微技术, 可以在极短的曝光时间内制得样品的全息照片。这种全息照片记录了样品的所有三维特点, 样品不需要特殊制备, 更不需要象用普通显微镜观察时那样要将样品制得很薄, 以便使样品在观察时不在焦点内外漂浮。这种全息照相可以在很大景深范围内观察, 而且观察到的再现象是立体的, 并具有很高的放大倍数、高分辨力和高亮度, 是一种详细记录生物和物理现象的有效方法。可以长期保存生物样品的三维结构和其详细细节的全息照片, 作为完全没有变形的生物样本, 便于以后随时对这种样品进行观察和分析之用。同时还可以记录生物体活动的情况。

全息照相显微技术,在生物学方面有广泛的应用价值,将使生物科学研究提高到一个新水平,带来新的飞跃。在海洋生物学中,已成功的用来研究海水中的有机浮游生物,如鱼卵、幼鱼、苔藓类孢子以及海藻、硅藻等。在其他微生物方面,已用来研究分散细胞、繁殖及微小生物等。在物理学方面用来研究液体流动、空穴、泡沫结构、沉淀物、悬浮物及悬浮微粒引起的光散射,这对加深微观世界的认识有重要意义。在医学方面,能非常仔细的观察活细胞分裂或移动前后的情况。这对改进诊断效果意义极大。在工业方面,在无损伤显微技术精密检查中,已成功地用来检查集成电路。总之,全息显微技术在各个领域中的应用是有极大生命力和前途的。

我们应用全息显微技术,在微生物的研究方面,初步做了一些工作,如对硅藻、水绵合子以及其他原生动动物或生物等进行了一系列的全息显微照相,其效果是很好的。本文就是在上述实践的基础上,对一些有关的实践和技术问题进行分析讨论。

## 二、实验装置

我们所用的全息显微实验装置如图1所示: He-Ne 激光器发出波长为 6328 埃的激光束,射在分光器 1 上,将激光束均分为两束,一束作为物光束,一束作为参考光束,参考光束经反射镜 3 射向分光器 2,再从分光器 2 反射到底片 H 上。

物光束由反射镜 4 反射进入一般的显微镜,物体放在载物台上,并被物光束所照明。载有物体信息的光束通过显微镜和分光器 2,并在底片上与参考光束相干涉,这样,便完成了全息显微的记录。

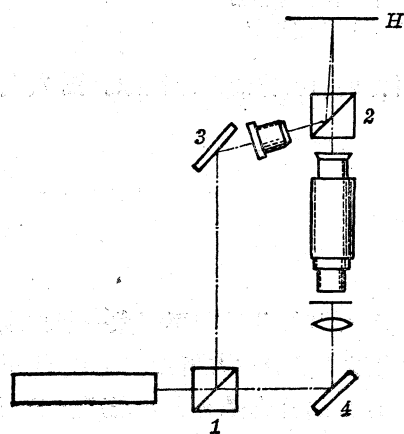


图 1

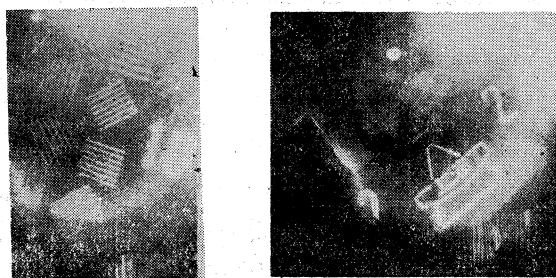
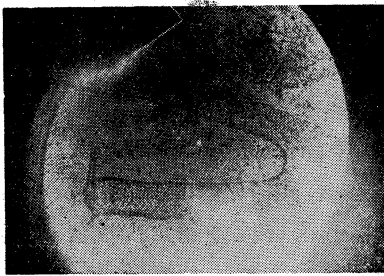


图 2 这是两组鉴别率板的全息显微照片  
(a) 5~10 组; (b) 24~25 组

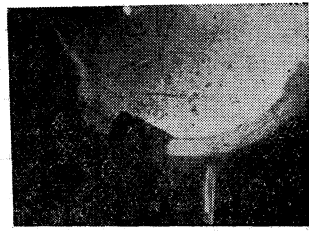


图 3 蚊子翅膀的全息显微照片

(a) 蚊子的两个翅膀交错地迭加在一起。下部为一翅膀的尾部,上部为另一翅膀的中后部;  
(b) 另一蚊子翅膀的中后部



(a)



(b)

图4 (a) 一种多节的藻类,其上附有数条小硅藻  
(b) 很小的硅藻群

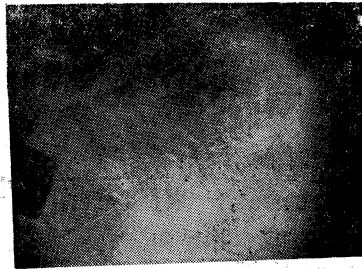


图5 三条多节透明的水绵合子,在显微全息照片上观察时非常清晰,因其透明性很强,故用照相机拍下时,反差低,景深较短

再现时,如同一般全息照片一样,可以用眼睛直接观察再现的物体的三维图象。图2、3、4、5便是从再现的全息显微照片上拍摄下来的。

### 三、讨 论

#### 1. 噪声的产生和消除

对于全息显微技术来说,一个严重的问题是全息照片进行再现时,伴随着再现现象一起出现的噪声,它严重地妨碍和干扰对微小细节的鉴别。尤其当所用显微镜的放大倍数较高时,情况便十分严重。这些背景噪声产生的原因是多方面的。其影响最大的首先是激光光斑产生的斑点图样,这些斑点图样分布在整個全息片上,构成了一个杂乱的背景噪声,再现时与再现现象一起出现在观察者眼中,从而大大降低了成象质量。其次是由于光学部件上的尘埃或其他缺陷所引起的噪声。如透镜或反射镜上的极细微的尘埃斑点或霉斑,都会产生它自己的全息图样,

从而减低了全息图样的有效孔径,并且以噪声的形式再现出来。

上述产生噪声的因素都严重地影响成象的质量,在全息显微技术中必须设法将其消除,而且这是可以办到的。

我们采用的消除方法是,在再现点附近选择一合适的位置,放一转动的毛玻璃板,使其每分钟转动几十次到几百次(视具体情况而定)。这时用眼睛直接观察到的再现现象,其噪声大部分消除,尽管仍有斑纹存在,但对再现现象的细节已无多大妨碍了。而且几乎不影响再现现象的亮度。此装置如图6所示。

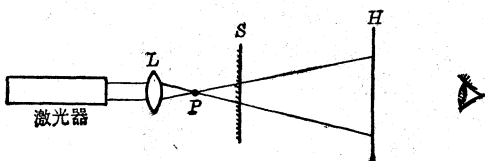


图 6

激光束经过透镜 $L$ (显微镜物镜)扩展,在再现点 $P$ 附近放置毛玻璃板 $S$ ,其形状可以是圆形或长方形,毛玻璃固定在可改变转速的小马达的轴上,用可调变压器控制小马达转动速度。适当调节转速,则透过全息片 $H$ 可在全息片的后面观察到已消除噪声的再现现象。此时,全息片的噪声已为转动的毛玻璃所迭加上的斑点图样均匀掉,显出清晰的再现现象和背景。关于这一方法的理论分析,可参考[1]。

消除噪声的另一种方法是选择合适的物光束与参考光束的强度比。实践中发现,当物光束与参考光束的光强比选择合适,则再现现象的噪声可以降低很多。

## 2、对显微镜物镜的数值孔径的考虑

在全息照相显微技术中,有效的数值孔径(相对孔径) $na$ 是再现现象的限制因素。实践证明,它与一般显微镜不同。全息显微镜所用的物镜数值孔径越小,则噪声越小,分辨率景深越大。对于显微镜来说,数值孔径增大,则放大倍数也增大。即大的放大倍数对应着大的数值孔径,而大的放大倍数由于仪器缺陷导致的背景噪声更为严重,而且再现现象景深也小。图7为普通显微镜和全息显微镜的比较。图7(b)表示当相对孔径越小时,其分辨力景深则越大。

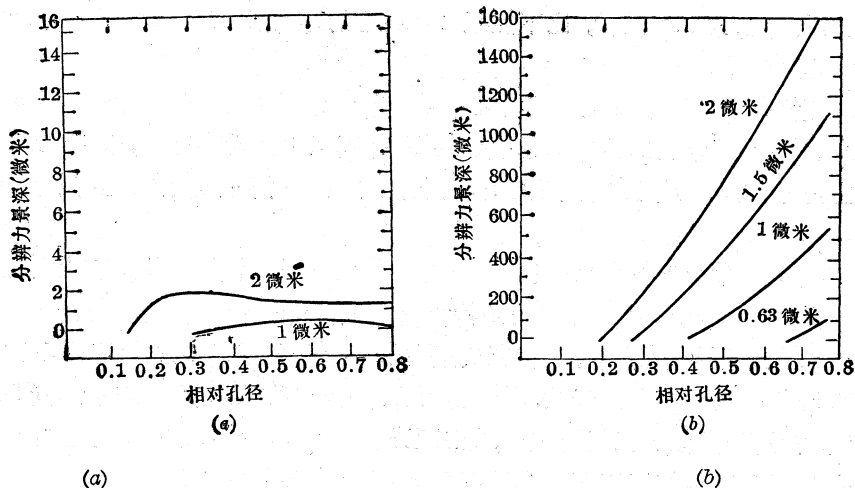


图7 (a)普通显微镜照相的分辨率景深;(b)全息照相的分辨率景深

上面从噪声的角度讨论了几种影响成象质量的因素,这几种因素在全息显微技术的实践中,是必须认真考虑并加以解决和限制的。同样,激光的模式、光束的能量、底片的均匀性等,对成象质量均有较大影响。

## 3. 曝光时间

拍摄一张静态全息显微照片一般在20~30秒内即可。在这样短的时间里,对一些活的微生物如硅藻及水绵合子等均可在其微小的运动情况下拍摄下来。即使对某些运动较快的原生动物的也可让其在甘油中缓慢运动进行拍摄,图4、5中的微生物全息照片,则为活的样本。

目前,我们已应用这种全息显微技术,进行了许多藻类的研究。相信在其他方面如胚胎学等都有重要应用价值。

## 参 考 资 料

[1] SPIE, Semthar Proceedings, 25, 209~211.