

## 四种超声全光照象术

迄今为止依赖于相干激光的全光照象术，已发现可用超声波进行。

至少有四个实验室的科学工作者已用超声波束照明物体以形成全光照片，并借助于激光重现。声波的分辨力比光波粗糙得多，但超声能量有穿透本领，已拍摄下物体内部的声波全光照片。

超声全光图的明显应用为医疗诊断。人体内部器管可用超声波成象，而无危险。激光照象则不行。

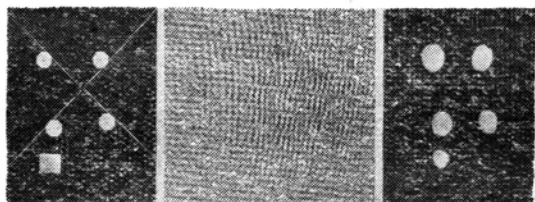


图1 铝板列阵的声波全光照片是接收从其表面反射的超声波构成的。光栅扫描造成水平带，声波则产生垂直条纹。重现照片在右侧。列阵的长对角线为84厘米。

超声全光照象的原理与激光全光照象一样：照明束与参考束的干涉，及波前重现。美帝本迪克斯公司的米勒 (R. K. Mueller) 与谢里登 (N. K. Sheridan) 即利用这种原理。在他们的方案中，利用超声波在空气与水的界面上产生的干涉条纹，将两台超声换能器置于水槽内，以一台射频发生器激励，使其输出彼此相干。可把这两个换能器看作点源，向表面发出射束。在两射束相交处，水面便受辐射压力而变形。

将一物体(例如打了孔的铁板)置于相干

声束之一的通路上时，表面的辐射压力为一常数。压力的图案反对重力的恢复力，表面张力则形成一幅静止的波纹图案。变形的水面代表冲击声波强度的记录。波纹图案的振幅正比于表面声波的强度。因而波纹图案便具有全光照片的全部特性。

重现声波全光照片时，在右上角装上一台激光器，使之照明波纹图案。其光束受到表面图案的位相调制。将一聚焦于无穷远处的望远镜瞄准全光照片，收集从水面反射回来的光。通过目镜观看时，可以看见物体，就象看到从水下照明的物体一样。象的取向与暴露于超声束时一样。如果望远镜视场仅包括波纹图案的一部分，依然可以看到水中沉没的物体，就象普通全光照象一样。

此种照象的一个大优点是：以声波照明的物体可以进行实时观察。

迄今为止所产生的图象质量均不太好，这是由于参考声束偏离球状的结果。此外，光学重现象按声波波长与光波波长的比率粗略缩小，而又必须用光学放大来产生有用的图象。然而，由于声波象的分辨力受到声波波长的限制，缩小不应降低分辨力。

西耳伐尼亚电子系统公司的马西 (G. A. Massey) 发展出另一种方法，可保持参考光束法的基本特点，但是由参考声波分送。马西指出，声换能器，包括扩音器和微音器，对所有的实用目的说来都是线性装置。其电压或电流输出因而代表它们取样的声场。故

靠换能器输出电压运转的系统可用来记录全光照片。

马西用一个 25 千赫振荡器馈给的扩音器作照明换能器，以一个微音器作扫描换能器。从物体(铝板列阵)反射回的能量以微音器线性地接收，转移至距铝板 5 米处全光照片的 XY 平面上。这一平面故意倾斜，使表面对物体平面偏置  $25^\circ$ 。这就相当于前一方案中由偏置参考束所提供的空间频率转移。

当微音器扫描时，其输出被过滤、放大，并与馈给放大器的振荡器的直接输出结合。总电压为全光照片光学场的电子模拟。将此电压施加于一个光激励器上，使附于扫描微

音器的钨丝灯强度变化。光输出以一台照象机记录。此照象机的曝光时间相当于扫描间隔。由于灯输出与电输入呈线性关系，照象机中的胶片曝光的强度分布类似于激光全光照片，但其空间频率低得多。

振荡器为此提供了充足的声波。失配 20 或 30 分贝也不严重，因为可以反射足够的功率。基本问题是拾取反射。

在一个 100 厘米  $\times$  100 厘米的光栅上扫描。工作波长为 1 厘米，分辨力为 2 度。理论分辨力为波长除以孔径(全光照片的长度)的两倍，或 20 毫弧度度。

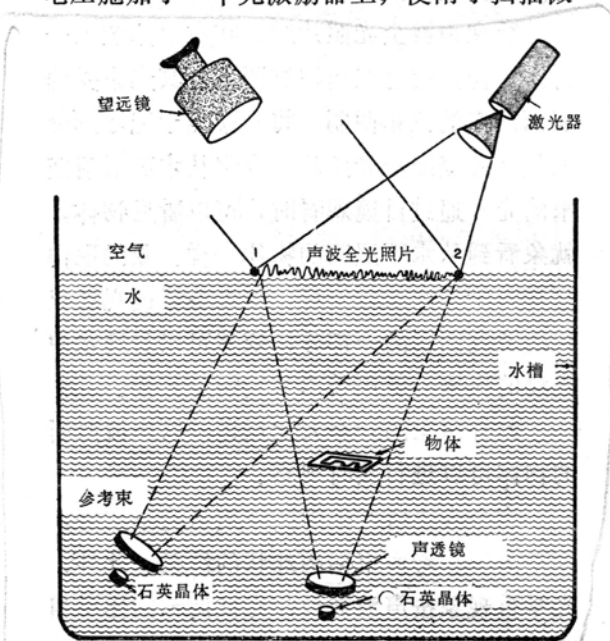


图 2 以激光照明水面可以重现水中的物体。空气与水的界面就是全光照片。以一台射频发生器激励两块晶体，以产生相干超声束。

使用很大的扫描和小角度，模糊程度较低，因为分辨力与全光照片宽度为线性关系。增加扫描角便会减少分辨力。

取消参考声波有以下几点好处：

- 在原理上，可使显明的参考波与任何

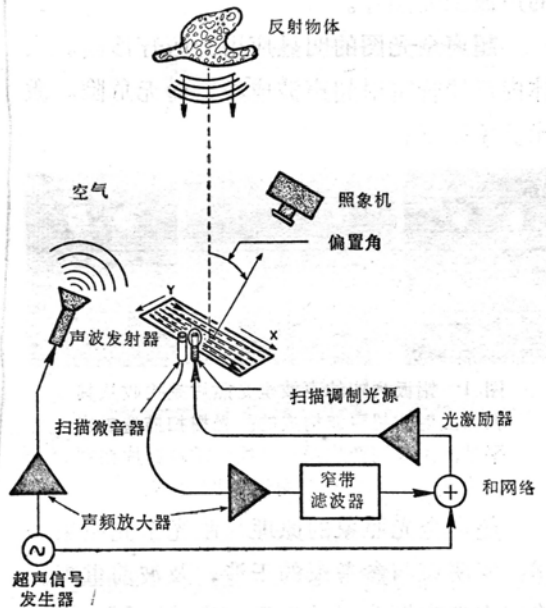


图 3 超声信号发生器将 25 千赫的声能束射到空气中的反射镜上。以扫描微音器接收被反射的声波，并将它们转送至全光片平面上，照片以光束扫描。

所需的位相或振幅特性合成。

• 免除了对在介质中第二个声源的需要。便于对物体空间不能接近的固体进行工作。

超声全光照象最可能的应用是医疗诊

断。因为在医疗应用中，人们关心的是体分辨，而不是角分辨。声波波长愈短，可成象的物体愈小。

马西的实验准备证实这些可能性。如果他用水作介质，就会使用 5 兆赫。他还举了些其它的应用，特别是地下考察。如果使用长波穿透散射层，这种技术对测绘断层以及千呎以下的矿床就会很有用。

珀肯·埃耳默公司的小普雷斯頓 (K. Dreston Jr.) 和克鲁译 (J. L. Kreuzer) 还宣布了另一种技术。以一台 5 兆赫信号发生器激励的换能器，相干地照明水槽中不透明物体中的一个小孔。以 X-Y 扫描器将一个小接收换能器定位于水面，故其扫描下的图案类似于电视光栅。以此测绘出声场。以 5 兆赫的频率共振的接收换能器，其输出以电子装置与信号发生器的直接输出相加。将合成输出整流、过滤，并用以调制与换能器相连的钨丝灯泡光。被调制的光脉冲宽度为 2

至 10 毫秒。以照象机对扫描光曝光。胶为上产生的透明度即构成全光照片。

要重现图象，便以激光束照明超声全光照片。利用使光衍射的透镜系统拍摄物体。已拍出螺丝钉的三维全光照片，甚至拍出铝块内的小孔。

由于球差存在，图象稍有变质。这是由于以一个波长记录全光照片，而以另一波长再现之故。

第四种技术与第三种很相似，但所用的装置较简单。这是由鲍曼格医科学学校的瑟斯通 (F. L. Thurstone) 报导的。

迄今为止，这个新兴领域的所有工作都还是实验性的，最近也不会有产品出售。所有的扫描技术，对诊断说来都太慢。因为病人不会 20 分钟不进行呼吸。

译自 Einhorn R. N., *Electronic Design*, 1967, (Sept. 13), 15, №19, 17~21

## 用激光束研究上层大气及大气外的目标

由于激光束具有高度的相干性及单色性，且能获得高功率的强脉冲，因此便成了一种强有力的工具，不仅在测量距离，人造地球卫星的跟踪等方面得到应用，也在一系列其他的领域中，如行星的定位、地球物理学(如大气的散射等等)得到应用。

用激光器可以进行各种大地测量，如从各个不同的点来测定人造地球卫星轨道或观察轨道随时间的缓慢变化。激光器的所有这些方法均具有极高的测量精度。

用激光来测量人造地球卫星的距离，虽然对天空的要求比较苛刻，必须要无云的晴天，但比起无线电定位来，不需要任何活动的合作目标，这就是它的一大优点。只要在

卫星上配上固定的反射器就可以了。例如，1963 年发射的 S-66A 卫星上，就预先制作了 360 个每边长 2.5 厘米的三棱体，安装在外壳的表面上。这种三棱体能反射从辐射源来的全部能量，因此，地上接收的信号也有很强的功率。在激光器的应用中，最困难的问题是如何准确地瞄准卫星。

1963 年，美帝国家航空和宇宙航行局第一次进行了测量人造卫星距离的实验。法国国家宇宙研究中心也参加了这一试验，因此，在上普洛旺斯建造了一个专用的观测台。

第一次实验时，用的是红宝石激光器，发射短脉冲。脉冲能量为~0.3 焦耳，空气冷却系统保证器件每秒能发射三次。出口处