

新科技

X I N K E J I

浙江大学《新技术译丛》编译组

第 1 辑

新 科 技

(第 一 辑)

浙江大学《新技术译丛》编译组

1973年

前 言

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”

二十世纪以来，人类在发展现代科学技术方面所取得的巨大成就，又一次极其生动地证明了毛主席这一光辉论断的无比正确。

今天，人类对客观物质世界的认识，小的方面已经深入到探索基本粒子内部微观世界的奥秘，大的方面已经扩展到搞清银河星系以外宏观现象的根源。

激光的出现，全息照相的发明，微电子技术的发展，超大型高速电子计算机的创制，开发海洋，利用地热，探索新能源，研制新材料，科学研究的范围日益扩大，科学成果的应用更加迅速，学科之间彼此渗透，科学技术相互促进。

为了更快地发展我国的科学技术，一个重要的方面就是要求我们更多地接触新事物，了解新动向，扩大知识面。

为此，我们试汇编了这本《新科技》第一辑，内容主要介绍当前国外某些最新科学技术的概况、特点、基本原理、主要应用和发展动向等。材料均取自国内外有关书刊和资料。

由于我们知识浅薄、水平很低，再加上缺乏经验，错误和缺点一定不少，希望读者批评指正。

目 录

激光	(1)
全息照相	(9)
现代显微技术	(16)
摄影技术的发展	(20)
集成电路	(23)
电子计算机的发展	(27)
液晶	(31)
超导技术	(37)
受控热核反应	(45)
磁流体发电	(49)
电流体发电	(54)
地热能	(59)
燃料电池	(63)
海洋开发	(69)
仿生学	(75)
微生物采矿	(80)
有限单元体法	(84)
飞船的新用途	(87)
空间技术的未来	(89)
超光速粒子	(93)

激 光

激光,又名莱塞。它的英文全称是“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”,意即“利用辐射的受激发射来放大光波”。莱塞这个名称就是根据英文“Laser”(由英文全称的第一个字母组成)这个词译音得来的,而激光则是我们的通俗叫法。

作为一种新颖的光源,激光在1960年刚一出现,便受到了很大的重视。它具有许多奇异的特点,发展异常迅速,应用也极其广泛。目前激光技术已经发展成为一门内容十分丰富的科学技术。在它的推动下,光学理论和光学技术开辟了一个崭新的领域——强光光学,即非线性光学。

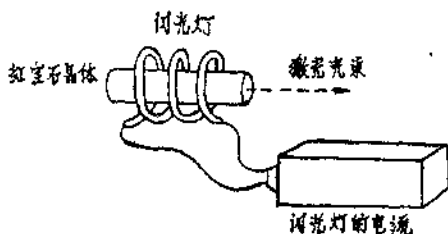
一、激光是什么东西

让我们打个比喻来说,一块石头放在地上并没有多大的力量和能力,但当我们人为地把它搬上山顶,然后又从山顶把它推下山;它的力量就相当大了。如果不止一块而是好多块石头,推下山又不是向所有方向乱推,而是只推向一个方向,那石头的力量就更大了。同理,由于物质是由原子构成的,而原子又是由原子核和在一定轨道上绕核运行的电子所组成。在通常情况下,如同水总是从高往低流,一块石头往上抛又总是会自动落下来一样,电子总是处于低能态或者说处于低能级的轨道上,也可以说,通常低能态(低能级)轨

道上的电子数远远大于高能态（高能级）上的电子数。如果我们人为地把电子从低能级搬运（光学上叫泵浦）到高能级，并积累起来，使高能级上的电子数反过来远远大于低能级上的电子数，即所谓的粒子数反转或说反转分布，然后再人为地给高能级上的电子一个适当的激发力量（能量），高能级上的大量电子便会象从山上推下大量的石头一样，突然从高能级跃回低能级。伴随着这种跃迁，原子以光的形式释放能量，这种能量很大的光就是激光。

二、激光是怎样产生的

让我们举个例子来说明。下图是一台晶体激光器的简图。这台激光器用的晶体是红宝石，大小象一支纸烟，两端磨光并且互相平行。两个端面都镀上银膜，其中一端的银膜是全反射的，另一端则允许部分地透光。以一螺旋形的闪光灯（氙灯）套在红宝石上。当闪光灯闪光时，使红宝石晶体获得粒子数反转，形成光受激放大，就从部分透光的一端发射出一束耀眼的红光。这就是人们在1960年第一次制造出来的激光器。



晶体激光器简图

三、激光器有数百种

自从第一台激光器问世后，经过了短短的十几年时间，制成的激光器已有数百种之多。激光器的核心是一个可以造成粒子数反转的原子（或分子、离子）体系。这种体系我们称它为激光器的工作物质。

根据所用工作物质的不同，现阶段的激光器可以分为四类。

1. **固体激光器**——是指用晶体或玻璃制成的激光器。其工作原理是把强闪光灯成稳定的白炽灯所发出来的一部分光转变为相干光。这类激光器有红宝石激光器、掺钕钇铝石榴石激光器、氟磷酸钙激光器、玻璃激光器等。

2. **气体激光器**——是指用气体作为工作物质的激光器。其工作原理是，用气体放电的方法通过电子与原子、分子之间的碰撞，使原子、分子被激发到高能态，实现粒子数反转，从而获得激光。气体激光器分原子气体激光器、分子气体激光器和离子气体激光器三种。其中包括氮-氛激光器、二氧化碳激光器和氦离子激光器等。

3. **半导体激光器**——是指用半导体材料制成的激光器。其工作原理是把电能直接转变为相干光。砷化镓二极管激光器（或简称砷化镓激光器）就是这类激光器中最好的一个例子。

4. **染料激光器**——是指用有机染料溶液制成的激光器。其工作原理基本上与固体激光器相同。这类激光器可以利用的染料种类很多，而且可以通过特种技术，使所发射出来的激光波长作连续地变化。在这一点上它同上述三类激光器不

同，前三类激光器所发射出来的激光波长是固定的。

此外，还有一种化学激光器，它的工作物质可以是气体，也可以是液体，但它在激发方法及建立粒子数反转等方面有它的特殊性，也就是说，它是在化学反应中建立粒子数反转而产生辐射，即直接利用化学能产生激光的，所以可认为它是激光器中的一个单独的分支。

四、奇特的光

激光同普通光的产生机理截然不同。普通的光是自发辐射，其光源杂乱无章，射向四面八方，颜色也极为复杂，即使是看来好象很单纯的太阳光，实际上也是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等光的混合体。而激光却是受激辐射，其光源只射向某一特定的方向，波长范围很窄。因不同颜色的光对应于不同的波长范围，所以激光颜色很纯，相位关系恒定。激光之所以奇特，就奇特在这里。

方向性强——激光几乎是一束平行而准直的光束，不仅光束狭窄，且发散角极小，通常为毫弧度（ 10^{-3} 弧度）数量级。用激光作标准直线，几公里长度上误差不超过几毫米。若用激光照射月球，其投影不超过5公里；而用普通光，即使最好的探照灯，并假设亮度足够强，其投影将达几千公里。由此可见，激光的强方向性是前所未见的。这对军事应用极为重要，对宇宙通讯也有很大实用价值。

亮度高——由于激光的方向性强，不是向四面八方辐射分散能量，而是在发射方向上高度集中，所以亮度很高。若再采取一定的技术措施，不仅可大大提高辐射功率，且可使激光光束聚焦，其焦点处的亮度比普通光强 $10^8 \sim 10^{10}$ 倍。它

可以在千分之几秒甚至更短的时间内使一些难熔的物质熔解以至汽化，也可以在百分之几毫米的范围内产生几百万度的高温、几百万个大气压、每厘米几千万伏的强电场。这是迄今为止任何其他光源所望尘莫及的。激光的这一特性对于工业加工，特别是激光武器，具有重大的意义。

单色性好——激光依赖其内部的规律性，使光能在光谱上高度集中，其颜色极为单纯，比目前最好的单色光源——氪灯还要纯上万倍。这一特性对精密测量、机械制造加工、光学工业很重要。

相干性很好——激光的相干性是光的波动现象的普遍属性。由于激光是受激辐射，各点密切相关，可在较长时间内保持恒定相位差，频率又完全一致，干涉效应特别明显、突出、强烈，故相干性很好。氦-氖激光的相干长度（观察到干涉现象的最大光程差）可达几十公里。这一特性在测量技术、波动光学、地球物理学等方面很有意义。

频率高而稳定——光的振动频率高达每秒百万亿次。由于电磁波所能携带的信息量和它的频率成正比，这就意味着用激光可以同时传送1亿套电视节目或1000亿路电话。同时，光载波频率高又意味着不用巨大的天线就能发射极窄的光束。比如，发散角为 $1/20$ 度的红宝石激光束所需天线的直径为7.62厘米，而微波天线要得到同样方向性的波束，天线直径就要305米以上。激光的这一特性对通讯技术也有很大意义。

五、应用设想有几千种

由于激光具有上述这许多优异的性能，因此一经出现，很快便在测距、雷达、制导、监视、侦察、激光武器，以及

工业、农业、宇宙空间、医疗、气象、地质、建筑、物理、化学、数学等各个方面得到极为广泛的应用，其发展也异常迅速，激光器的输出功率大约每年以一个数量级的比例增长。例如固体激光器的脉冲峰值输出，最初只有几千瓦，现在已达到25兆瓦。

目前，使用激光器的设想已不下几千种。在工业生产上，激光已广泛地用来加工微孔，例如：加工钟表的宝石轴承、钻石拉丝模、尼龙喷丝头等等，孔的直径可以小到千分之几毫米，可以打圆孔，也可以打其他形状的孔。用激光来切割和焊接各种微小、难熔的工件，速度快、效率高、表面变形小。激光还可以用作长度标准和精密测量，它能以小于1微米的精度去测量大于1米长的工件，因此，在精密加工与电子元件制造方面都能应用。激光还可以测量流体速度，无需接触就能测出超高压输电线中的电流等等。

用激光作光源，能够得到屏幕象电影银幕一样大的彩色电视，其色彩非常接近自然颜色。利用激光的相干性，还可以拍摄一种叫做“全息照片”的立体照相，立体感极强，如果改变观察的角度，还能够看到原来被挡住的景物，用这种“全息照相”来拍摄电影，那才是真正的立体电影。用激光作光源，又可以每秒几百万帧的速度进行高速摄影。

在科学实验中，用激光可以进行等离子体诊断，并正在研究用激光实现受控热核反应。聚焦的激光能够将小量的物质加热到极高的温度，有时候超过绝对温度5千万度。对化学家来说，这种能力意味着化学反应可以在短于1毫微秒（十亿分之一秒）的时间内发生，并可以在以前认为不可能获得的条件下进行研究。

在医学上，利用激光可以焊接剥落的视网膜，使眼睛恢复视力。利用激光的高能又可制成“光刀”，进行细微的外科手术，既无痛感又不流血，特别适合在血管丰富的部位开刀。

激光在军事上的应用更是当前许多国家全力以赴的一个主要目标。这方面的应用虽然有许多还只是设想或仍然处在研究试验阶段，但发展很快。例如：

激光武器——曾经用激光炮把数百米以外的装甲板击穿了一个拳头大的洞；用激光束破坏一架靶机的电子设备，使这架靶机坠落；用激光照射一枚战术导弹的弹头，在不到1秒的时间内，弹头破裂为许多碎片。

激光雷达——用无线电雷达测量月球距离（大约为35万公里）的误差约为千米数量级，而最近用激光测量（使用了放在月球上的向后反射器），其误差只有1.5米。把利用激光的高度计装在飞机上时，可以辨别出凸起的公路和树木，看出跑道旁边通常看不到的壕沟。在飞机飞经一个运动场时，可以辨认出9吋宽的狭窄看台座位与座位之间的距离。

激光制导——用激光制导1000~3000磅的炸弹，命中率可达80%，而不用制导的还不到10%。这种制导是从轰炸机或伴随的飞机上，以激光瞄准地面目标，而炸弹上则装有红外传感器以检测激光的反射，实际上炸弹是“乘”着光束趋向目标的。据称，这种用激光制导的炸弹有时能以5呎的精确度击中目标。

激光侦察——利用红外激光扫描摄影机能在完全无光的黑夜里拍摄出极为清晰的侦察照片。早期的试验表明，在时速200~500公里的飞机上，从1000米的高度对地面进行夜间

摄影，照片上能清楚地看到汽车、船舶和机场上的飞机，甚至能发现机场跑道上的裂纹。采用红外激光器的夜视装置不仅能在伸手不见五指的黑夜里从飞机上清晰地观察地面情况，而且还可以同时对目标进行测距，并引导空中火力瞄准目标进行攻击。

激光通讯——激光通讯不仅通讯量大（比微波通讯大10万倍），而且保密性特强。利用激光同几千公里远的地方通讯，只有在直径十几米的范围内才能接收到。

总的来说，激光的应用围范很广，发展很迅速，其潜在用途更是无可限量。它的出现，不仅大大地促进了物理学的发展，产生了象强光光学这种新的分支学科，而且还将促进一系列学科（如量子电子学、微波学与波谱学、天文学与宇宙科学、化学、生物学、医学）的发展。但它也不是象国外报刊所吹嘘得神乎其神的“万能技术”，它也有它的局限性，也需要其他学科及技术的配合，它的发展也是以一定的基础工业的发展为前提的。

目前激光的发展趋向是，除了继续提高激光器各方面的性能外，重点是把研究成果迅速应用到各个领域中去。

全息照相

一、照相学的全新概念

全息照相(holography)是现代照相技术中一个全新的概念。它同普通的照相术大不一样。普通的照相术只是根据从物体反射回来的光的振幅大小不同,把物像记录在照相底片上;而全息照相术记录的不仅是光波的振幅,而且还有光波的相位。从某种意义上说,这是记录了光波的全部信息,所以称作全息照相,记录下来的图像称作全息图。

全息照相术从试验室里的课题发展到成为引起全世界注意的新技术,仅是最近十年来的事情。1947年英国人盖伯在研究电子显微镜的分辨率时提出了波前再现的原理,同时第一次使用了“全息照相”这个名词。但是由于当时没有适当的相干光源,在十年左右的时间里,这项技术的发展几乎处于停顿状态。直到1960年激光器出现之后,提供了一种理想的高相干、高强度的光源,使拍摄物体的高质量三维图像成为可能,这种全新的照相方法才又引起人们广泛的兴趣。目前,全息照相术已发展成为一门科学,对它的理论和应用也正在进行着广泛的研究。

二、真正的立体图像

全息照相,现在多数还是照在照相底片上。从这一点来

看，它和普通的照相是一样的。但仔细一看，却有根本的差别。拿一张全息照片，几乎什么也看不到，就是在显微镜下，也只能见到底片上是一些星云式的亮点或波浪式的条纹，和实物毫无相似之处。但如果将照片用激光照射，在另一边透过照片看过去，在适当的角度下，就能看到在光源的同一边显现出一个物像。这个物像具有强烈的立体感，与原来的维妙维肖，十分逼真。在观看时，只要角度变化，照片中的景物位置也相应变化。如果这一个像是一扇半开的门，当你把头移动一下，就会看到原来被门挡着的东西。这是真正的立体图像。

普通照相的底片若遭到部分破坏，势必毁损图像；全息照相的底片则不然，即使剪切成许多小块，每一小块仍能再现原来景物的全部。

一张普通照相底片只能拍摄一个景物。如果多次曝光，洗出来的照片就会模糊不清，面目全非；但一张全息照相底片却可重迭多个全息图像，在分别重现时，各个图像互不影响。

普通的照相有正负片之分，但全息照相没有这个区别。

三、怎样记录和再现全息照相

全息照相术最重要的一点是利用了光的干涉现象。摄制全息照相时，来自照明光源的光先被光束分光器分成两束光束。一束从物体反射后投到底片上，叫做物体光束；另一束直接照射在底片上，叫做参考光束。这两条光束都来自同一光源，它们有固定的相位关系。二者在底片上相遇时，波峰重迭的地方强度增加，波峰和波谷重迭的地方则互相抵消，强度变为零。这样，在底片上就出现了干涉花纹，花纹的图

样取决于光波间的相位关系。底片经过曝光、显影，记录下这些花纹。照相底片本来只能感受光的振幅信息，但通过干涉现象，它把光波传来的相位信息也记录下来了。这就是和普通照相的原则区别（见附图1）。这些干涉花纹底片成为一个极其复杂的光栅，它能对参考光束产生衍射。这就是说，当仅用参考光束照射底片时，参考光束除了透过底片直线行进之外，还有一部分改变了方向。这个方向就是原来物体光束的行进方向。因此，如果我们在这个方向上透过底片看过去，就觉得好象光是从一个物体发出的，其实这个物体已不存在，我们看到的是物体的虚像，但它和实物是完全一样的。

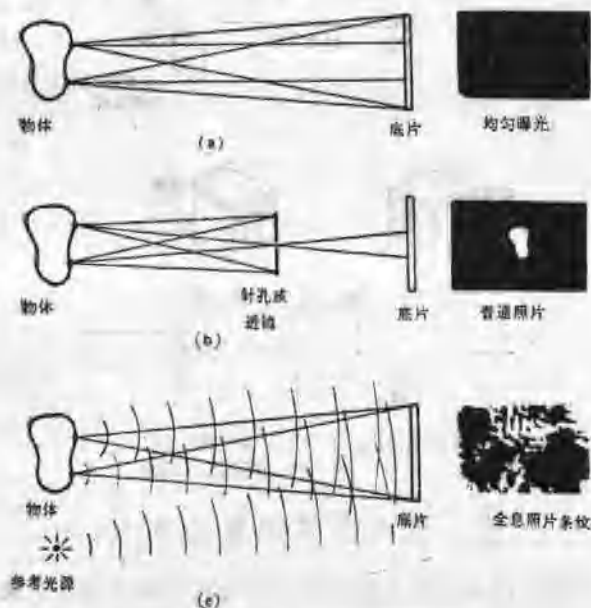


图1 普通照相与全息照相的比较

因为全息图是一种精细的干涉图，是两条相干光束的摄影记录，所以必须使用激光作为光源。一般是用连续波激光和脉冲激光。前者用以记录静止物体，后者用以记录高速运动的物体（例如射出的子弹等）。全息图的显示可使用普通的强光源，但所得图像不如用激光的好。图 2 是全息照相记录 and 重现过程示意图。

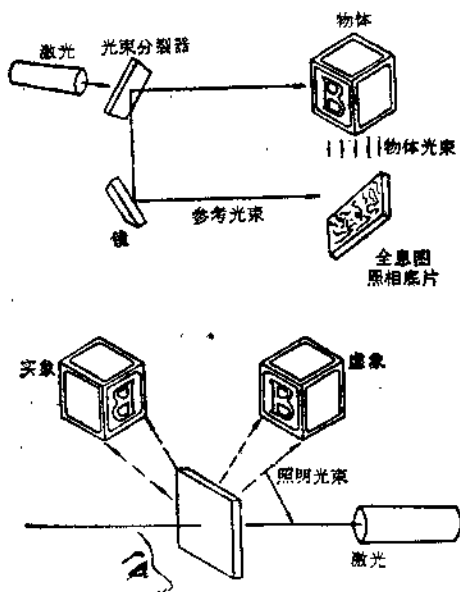


图 2 全息照相示意图：（上）记录过程示意图；
（下）重现过程示意图

四、利用晶体贮存全息图

利用晶体来记录全息图的方法与在照相胶卷上记录全息图的方法一样。过去由于晶体材料对激光的灵敏度低，而且

阅读时全息图有被激光束“擦掉”的可能，所以受到很大的限制。但现在这个问题已得到解决。据报道，已研制成一种新晶体。这种晶体是在氟酸锂和氟酸钡钠晶体内掺杂金属杂质制成，其灵敏度要比过去所用的晶体强500倍。它可以用较小功率的激光器来记录数据，可保存任意长的时间。理论上每立方厘米可贮存一万亿位信息，可把统计资料、建筑工程图、计算机数据、照片、地图等永久地收藏在一块糖果那样大小的晶体中。需要时只要缓慢地转动激光束，保存在晶体中的文献资料就可以象放映幻灯片那样一张一张地显示出来。

五、快速全息照相

据报道，已研制成一种便携式全息照相机。该机包括软片在内重17.4磅，用的是在0.694微米时输出能量为20毫焦耳的脉冲红宝石激光器，脉冲宽度在100~150微秒范围内可调，焦距23.6毫米，视场4.5毫米，景深4毫米，分辨力4.1微米。按下照相机按钮时，可在1分钟内按自动顺序拍下4张全息照相底片。

六、种种设想和应用

目前，全息照相的大量工作在于研究这项技术和解释各种现象的作用机理。其潜在的应用范围虽然很广，但有些还只是设想，有些也正在探索中。

全息电影和全息三维电视——全息电影技术与全息照相技术大致相同。不同的是，电影摄影机以每秒20个画面速度进行拍摄，因此，要用一个旋转的挡光板使激光从每秒160次