

激 光 技 术

——《科技赶超参考资料》选编

中国科学技术情报研究所

一九七三年七月

目 录

激光偵察.....	(1)
全息照相技术.....	(7)
激光防护鏡.....	(11)
激光热武器.....	(17)
激光通訊.....	(21)
激光受控核聚变.....	(27)
非綫性光学.....	(31)
激光对抗.....	(37)

毛主席语录

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

激 光 侦 察

激光技术在軍事上的各項应用，資格最老、进展最快、应用最广的，要算激光偵察。开始是应用在測距上，随后逐步扩大到夜視、夜間摄影、跟踪等各个方面。

激光偵察一出現，一些傳統的电子和光学偵察工具就相形見拙。激光偵察的特点和优点是：一、反应灵敏，观察精細；二、擅长夜間偵察，即使在伸手不見五指的黑夜里也能完成偵察任务；三、一机多用，一台装置能同时起观察、測距和制导等多种作用；四、行动隐蔽，不易察觉。因此，激光偵察和別的偵察手段相比，就显得神通广大。目前，激光偵察的某些技术已經达到实战要求，并已实际应用。

夜 間 攝 影

紅外激光扫描摄影机能在完全无光的黑夜里，拍摄出极为清晰的偵察照片。早期的試驗表明，在时速为二百到五百公里的飞机上，从五百到一千米的高度对地面进行夜間摄影，由照片上能清楚地看到地面的建筑物和汽車，港口的船舶，机場上的飞机，甚至能发现机場跑道上的裂紋。

利用激光摄影，还可以从飞机上直接把拍摄到的图象变成无綫电訊号发送出去，地面接收到这些訊号，再把它还原成偵察照片。美帝在侵越战争，就曾在飞机上利用这种装置进行偵察摄影，然后通过人造卫星把图象直接发送到五角大楼。

夜 視

目前使用的夜視技术，都各有其缺点。例如，低亮度电视要在微弱的自然光（月光、星光、天空輝光和其它的微光）之下，才能看清目标，在完全无光的黑夜，还是无法看到景物；紅外夜視装置虽然能在漆黑的夜里观察目标，可是显示出来的图象却只能看到大致的輪廓。

采用紅外激光器的夜視装置，不仅能在伸手不見五指的黑夜里从飞机上清晰地观察地面情况，而且还可以在同时对目标进行测距，并

且引导空中火力瞄准目标进行攻击。

图一是装在飞机上的一种夜视望远镜。右下方箭头所指的，是可以轉动的鏡頭，全机总重約十二公斤，观测距离可达十八公里。

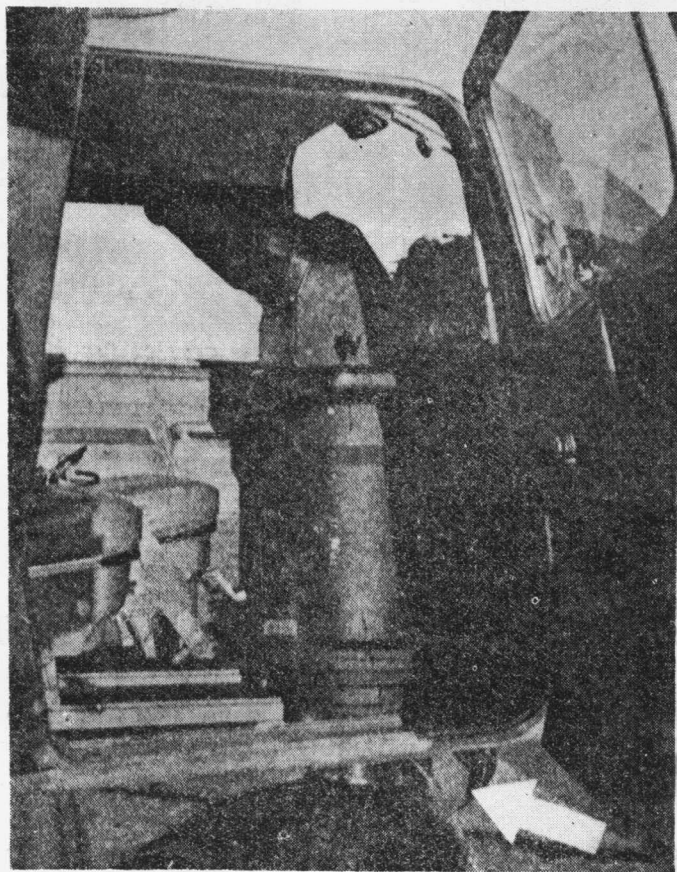


图 一

图二是一种可携带的目标搜索器，它也可以装在直升飞机上。用紅外激光器照射目标，通过目标搜索器就能迅速发现目标，以便发动攻击。

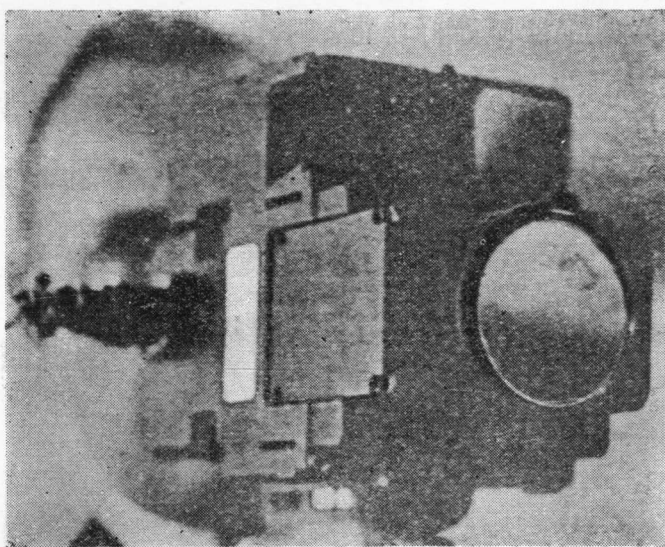


图 二

测 距

利用激光测距，是激光在军事上应用较早的项目之一，技术也比较成熟。

激光测距的突出优点，是操作简单，测量快速以及测距精确度高。地面激光测距，在十六公里的距离上，误差不超过两米，这比普通的测距方法要准确得多。

地面测距方面，美帝已在一些坦克上采用激光测距仪。

空对地测距方面，激光测距装置除了比雷达成本低之外，还可以供飞机在超低空飞行时进行测距，这也是雷达所做不到的。近几年来，世界各国都纷纷开始在各种飞机上安装激光测距仪，而这些装置同时还用作飞机的火力制导系统。

图三是装在法国一种战斗机上的激光测距仪。包括电源在内，总重二十六公斤。测程约十公里，误差约五米。

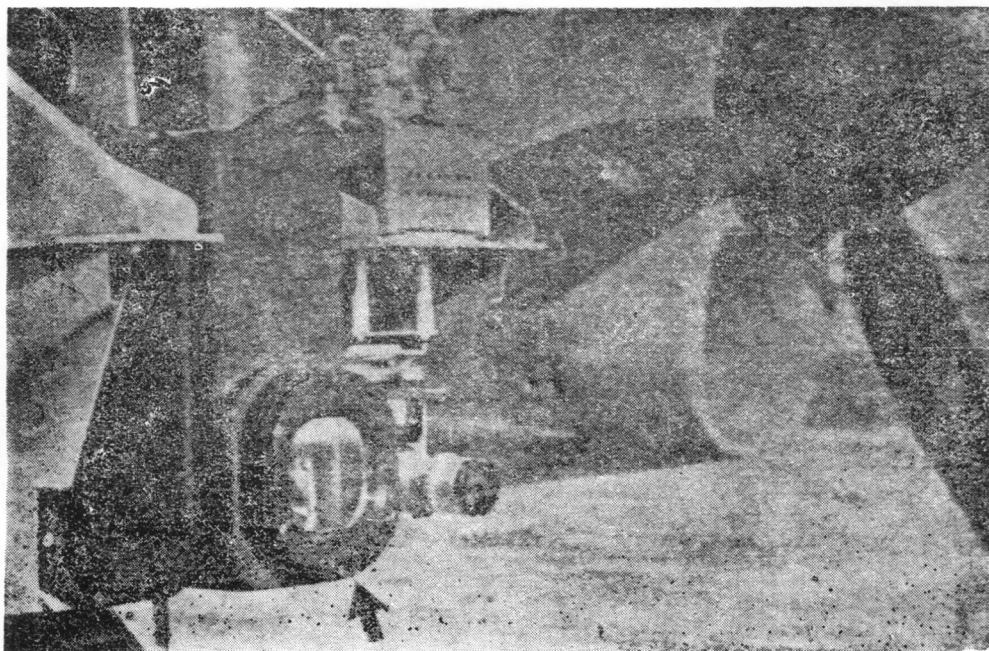


图 三

跟 踪

激光跟踪目前基本上仍处于试验阶段，技术还没有过关，特别是跟踪高速飞机和导弹，现在还做不到。

在这方面，美帝和法国都曾经进行过用激光跟踪数百到一千多公里的轨道上的人造卫星的试验。日本也搞成了一种激光跟踪装置，能跟踪三百到两千公里的轨道上的人造卫星。

水 下 偵 察

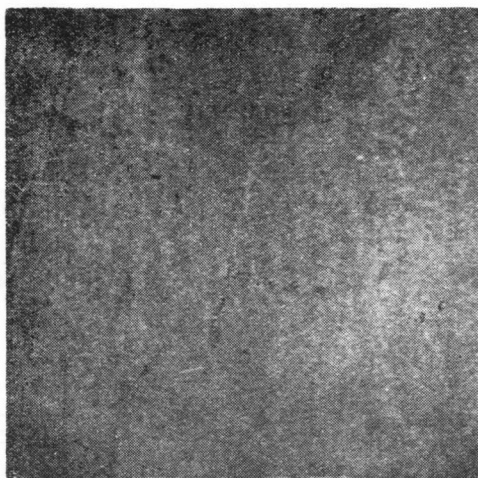
激光应用于水下偵察，也是一个值得重視的領域。激光可用于水下摄影、測距以及水雷探測等方面。与目前广泛使用的声波探測装置相比，激光比較不易被敌方发现。存在的問題是，激光在水中的穿透距离还很有限，这是激光用于水下偵察的最大障碍。

毛主席语录

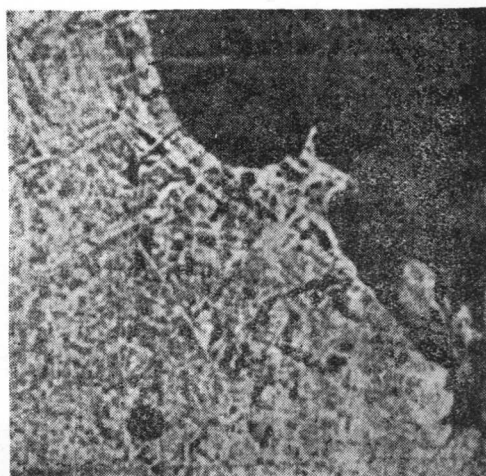
外国有的，我们要有，外国没有的，
我们也要有。

全息照相技术

下面左边这张模糊不清、布满条纹的照片，是一张照相底片。不过，这张底片同普通照相的底片迥然不同。普通底片经过冲洗，显示出来的是平淡无奇的平面图片。而这张底片，只需用激光照射，就呈现出右边的立体的港湾图景，港湾的景色一览无遗。这种照相技术是一种新技术，叫作全息照相术。



模糊不清，布满条纹的全息照相底片



经激光照射后呈现出立体的原景

全息照相的特点

与傳統照相相比，全息照相技术具有以下四个特点和优点：

(一) **立体感强** 全息相具有強烈的立体感，与原来的景物維妙維肖，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，甚至隐藏在后面的景物也能看得一清二楚。

(二) **夜間摄影** 全息照相不用太阳光作光源，在无光的黑夜里，也能拍摄。

(三) **不易损坏** 普通照相底片表面若遭到部分损坏，势必毀損图象。全息底片則不然，即使全息底片剪切成許多小块，也对图象无损，每一小块仍能再現原来景物，一模一样。

(四) **不怕重迭** 一張普通照相底片只能拍摄一个景物。如果多次曝光，洗出来的象片就会模糊不清，面目全非。但一張全息底片可重迭多个全息图象，在分別再現时，各个图象互不影响。

全息照相的应用

由于全息照相具有以上特色，其应用正在日益扩大。

工业应用

(一) **探索內伤** 已成功用来檢驗輪胎內部微小潛伏缺陷。其灵敏度頗高，甚至可以測出零点三微米小的变形缺陷。

(二) **集成电路新工艺** 利用全息照相技术把集成电路图直接投影在硅片上，不但取代了昂貴的光掩模，制造精度也高。

(三) 精密的观察工具 采用全息照相技术可观察物体因受热、电作用及其它因素所引起的形变。脉冲全息照相技术又可用于研究液体、烟雾和气溶胶中微粒的运动状态。

(四) 计算机存储元件 已制成一种能经受反复清洗的光学数据存储器。在二厘米见方的全息胶片上可存储一亿个二进位数。

(五) 全息电影与全息电视 全息电影与全息电视目前还仅是远景设想。关键是尚未找到适当的传输技术。

军事应用

(一) 指引飞机着陆 全息照相技术可以引导飞机作全天候着陆。一九六九年，美帝空军曾试用砷化镓半导体激光拍摄的全息图来引导驾驶员在不良能见度下着陆。

(二) 观察飞行目标 由于地球外层存在大气湍流，如何从地面拍摄大气层外的景物长期未得解决。一九六九年，美帝某研究小组曾在沙漠地区进行夜间十三公里外人象拍摄试验，结果拍摄到清晰的叼着烟斗的人象。因此，只要进一步改进底片的质度和提高激光强度，将来可望拍摄一百公里高空的飞船、导弹与人造卫星的全息照相。这种技术还可用来辨认真伪弹头，从而改进目前的反导弹系统。

全息照相的新领域

目前已实际应用的全息照相主要是用激光拍摄的。除此之外，一些国家正在研究采用超声波、微波来拍摄全息图，为全息照相这门新

技术开辟新的领域。

(一) 超声波全息照相 超声波能够在质密的物体内部传播。因此，可以用来获得高分辨度的海底图，以及岩层、矿床和油田的立体图象。也可用之取代X射线作为常规的物理诊断手段，如检查骨骼组织、血管、肿瘤等。

超声波全息照相技术更引人注目的用途是作为水下监视工具。近几年来，苏美等国都在秘密研究这个课题。这种水下监视工具一旦成功，不仅能够对水下潜艇作出及时正确的识别，并能记下航向和航速。

(二) 微波全息照相 微波的特点是在浓云密雾情况下能畅通无阻。因此，国外正在探索微波全息照相技术。此种技术有人称之为“无光电视”。它将是产生全息雷达图象的新途径。有朝一日，也可望应用到反导弹技术中。

毛主席语录

提高警惕，保卫祖国。

激 光 防 护 镜

激光的能量高度集中，对人体，特别是眼睛都会引起伤害。因此，激光技术出现之后，便产生了激光的防护问题。最近，美帝扬言要在越南战场上使用一种激光致盲的武器。美帝正在加紧对微微秒级Q开关激光器、绿光波段激光器和超短波激光器*的研究，看来这是为实现这一险恶目的而进行的。有矛就有盾。尽管美帝大肆吹嘘，实际上激光致盲武器是可以防护的。

激 光 对 眼 睛 的 伤 害

动物和人体受一定强度激光照射时，会引起种种的生物效应。譬

* Q开关脉冲激光输出的时间极短，因此输出功率峰值很大。

绿光波段激光具有不易被水吸收和对视觉反应两倍于红外光的特点。

激光的波长越短，相同能量水平的激光所具有的破坏力就越大。

如，各种生物酶以及脱氧核糖核酸一类生物高分子在一定强度激光照射之下，都会呈现活性降低或受到严重的破坏。含色素多的皮肤以及红血球等一类生物细胞对激光辐射更为敏感。此外，根据对鸡的胚盘照射实验表明，激光辐射会造成后肢、心脏或血管发育的畸形等等。

激光对人体引起的种种效应中，最严重的莫过于对眼睛造成的伤害。这是因为眼睛直接暴露在体外，加上水晶体以及眼底的某些折光介质本身又是构成良好的聚光机构，更易受到激光照射的伤害。根据对各类动物的试验表明，引起眼睛伤害的激光照射强度比其它部位要小得多，而且会引起种种不同的病变。轻者如造成水晶体表面与眼前室的压力和温度上升、伤害视网膜血管、改变水晶体成分等。严重者则引起前庭室蛋白质凝聚、组织蒸发、角膜炭化、角膜烧伤、角膜溃烂，甚至角膜穿孔等，从而造成眼睛永久失明。此外，由于视觉系统与大脑皮层相连通，视觉系统一旦受到突然的冲击和破坏，还可能对神经系统引起不良影响。

激光伤害眼睛的机理

激光对眼睛的作用机理十分复杂，迄今还有许多地方没有研究清楚。但一般认为有热、压力和电磁场三种效应同时起作用。比较一致的看法是，热效应是造成眼睛损伤的主要因素。它能引起眼体局部温度急

剧上升，从而造成組織表面蒸发和引起膨脹。在压力效应方面，一种是激光自身造成的光压。虽然一般光的压力极为微弱，但由于激光能量高度集中，所产生的光压就不容忽视。据计算，每平方厘米能量密度为一亿瓦的激光束，产生的压强每平方厘米达到四十克，这一数量便相当可观。另一种压力則是由上述的热效应引起的組織表面蒸发和膨脹而造成的所謂次生冲击波压力。据称，这种冲击波的破坏性比之热效应更为严重。此外，据认为，受高强度激光照射的組織相当于受到强电磁场的作用，会导致組織的原子和分子引起激励、振动、热的效应。

激 光 防 护 鏡

工場、手术室所用的激光器种类比較固定，对防护鏡的要求比較易于选择和滿足。但在战場条件下，对防护鏡性能的要求就苛刻得多。譬如，理想的防护鏡應該既能防护能量高和不同波长的激光射束，又不降低使用人員的能見度。但要同时滿足这些要求目前还有一定的困难。

从現在掌握的美帝研制的防护鏡来看，按所依据的防护原理不同大致有以下几种：

反射型防护鏡 它是利用反射介质材料对入射光的反射来达到防护要求的。这类防护鏡的主要缺点是防护性能很大程度上取决于激

光的入射角。

吸收型防护鏡 它是利用吸收介质材料对入射光的吸收来达到防护要求的。由于目前沒有一种兼有吸收波段寬且在热冲击下不致引起破裂等性能的材料，这类防护鏡大多由多层吸光材料构成。象美帝的一种三层防护鏡，每层介质的吸光系数依次增加，具有可防护較高能量激光照射、即使某层因受过強激光輻射而損坏时仍对眼睛起一定保护效果等优点。据称，若每层再由若干层組成并按适当順序組合还可加寬防护鏡的工作波段范围。

反射-吸收型防护鏡 它采用分別具有对激光吸收或反射的介质材料。因此，此种防护鏡具有工作波段范围較寬，又不降低能見度的优点。象美帝的一种防护鏡是由两个吸收鏡片組成，其間还夹有八层反射介质层。前鏡片采用专吸收紫外波段激光的玻璃材料，后鏡片采用专吸收紅外波段激光的玻璃材料。其間的八层反射介质层則担負把其它波长的入射光反射的作用。所选用的材料有硫化鋅、氟化鋁鈉、氟化鎂等。这种防护鏡的良好能見度是依靠控制各层的厚度来达到的。

以上三种类型防护鏡所用的鏡片材料，除玻璃之外，还可选用塑料来制作。塑料的优点是不易碎裂，且有較寬的工作波段。

爆炸型防护鏡 这种防护鏡的特点是，在鏡片上敷有一层厚度約为千分之几厘米的可爆药物薄层。它的特点是当入射激光強度达到

預定的允許值時能迅速引爆，起到遮蔽激光入射從而達到防護眼睛免受傷害的目的。這種可爆藥物必須具有極短的引爆時間。美帝目前已研製成一種摻有百分之一碳黑的聚乙烯醇迭氮化鉛材料，引爆時間達到二十毫微秒水平。此種防護鏡的缺點是，當可爆藥物引爆後，必須更換新的鏡片才能恢復觀測的能力。

光化學反應型防護鏡 這種防護鏡的特点是，在兩層鏡片之間注入一種具有光色互變效應的透明液狀化學藥物。當入射激光強度超過允許值時，此種化學藥物能迅速反應而產生可吸收入射光的色素，而且顏色的深淺程度是隨入射光的強度和波長變化而變化，從而達到防護的效果。但是，現有的材料的反應速度仍然較低，一般僅達到微秒級的水平。

光電型防護鏡 它是採用一種透光度可變的陶瓷材料。當激光強度超過極限時，通過光電控制系統使陶瓷材料的透光度降低，從而阻礙激光通過，達到保護眼睛的目的。

此外，美帝還在研究一種用微晶玻璃製成的防護鏡。此種微晶玻璃能夠隨光強而改變顏色，從而提高對入射光的吸收和反射能力。目前此種玻璃的反應時間約在十毫微秒。