

激光各种战术应用的发展

B. 米 勒

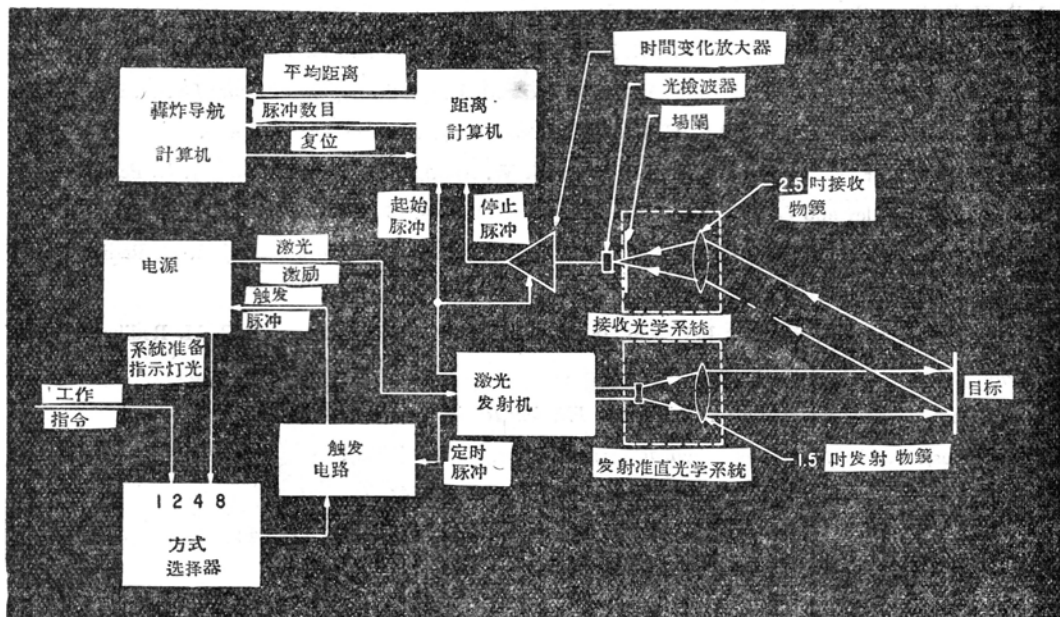
在国内外，激光正接近这样的境界，有可能广泛地用于各种战术军事应用之中。

基本激光应用中，正大力发展和进行野外试验的是用于炮火控制及武器导引、目标指定及半主动武器制导、航空摄影照明及低照度电视侦察的空-地测距及地-地测距，以及用于卫星监视及由测视雷达获得的侦察数据光学处理的地-空测距。

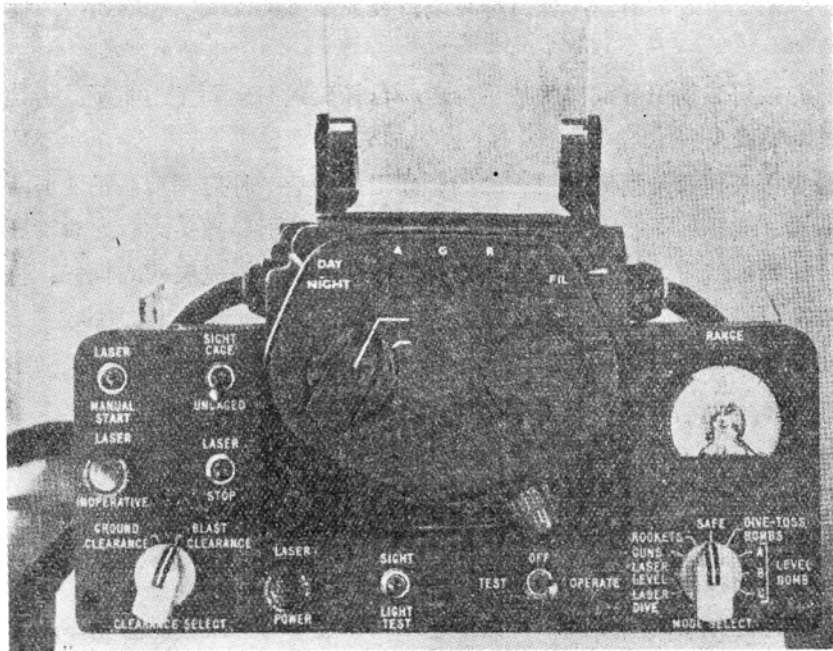
近几个月里，在爱格林空军基地麦克唐纳 F-4C 飞机上的休斯飞机炮火控制激光雷达系统成功的飞行试验增强了人们对空-地测距的兴趣。表现的迹象之一是空军和陆军将分别在 F-111A、MK-2 飞机和先进的空中炮火系统(AAFSS)里采用激光测距仪。

这一试验作为先进发展目标 53(ADO 53)的一部分，在同一工作里，空军正对 MK-2 飞机系统进行竞争性的研究。休斯公司已接受近五十万美元的合合作激光飞行试验，并单独是 MK-2 竞争中的一个参与者。至少还有另外两个 MK-2 的参与者，北美航空公司和西屋公司，也在评价航空激光测距装置。

作为空-地测距传感器，激光具有非常大的希望，因为当低空突入战术以低掠角飞向目标时，它将能使飞行员获得精确的距离信息。普通雷达的波束远宽于激光的波束，在 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的掠角下，其回波几乎被地面杂波淹没，而据休斯公司的工程师们说，即便掠角低于 5° 时，



由北美航空公司沃托奈提克斯分公司研制的空-地激光测距仪，包括一个供飞行员选择待发射脉冲数的方式选择器(左下)。距离值是所选脉冲数回波的平均值。该装置能成功地测量距离大于7哩的目标。



与光学瞄准具相连的空-地激光雷达的座舱陈示

激光也具有较好的性能。激光测距仪简单、可靠和高稳定性使之极适合于战术应用。

此外，激光器很小，且比较便宜，使它可以作为一般前视雷达的辅助传感器，装在高性能的飞机(如麦克唐纳 F-4 或通用动力学/Ft Worth F-111)中，由于它比较轻，或者单独装在较轻而装备较差的飞机里。这种装置没有全天候工作的能力，但是目前装在高性能飞机里的地形回避雷达增加了阴天飞行的机会，而使用激光测距则用于可见飞行情况下。

除 F-111A 飞机和先进的空中炮火控制系统之外，另外一些军用飞机也被看作是空-地激光系统的活动场所，包括麦克唐纳 F-4d 与共和 F-105，以及格鲁曼 A-6 和 Ling-Temco-Vought A-7。

诺恩洛普 F-5 飞机没有前视雷达，在任一种可能实现的空军销售品和外国货之间，它是另一种可能的选择。其它的欧洲候选者是洛克希德 F-104G, G-91 和 VI-101。洛克希德 F-104G 已有一个供激光用的窗口，和一个固定式瞄准具。

空军和陆军在激光方面都有浓厚的兴趣，两个部门分别订有计划，以评价作为地面指向袭击控制辅助设备的激光测距和目标照明。北美航空公司哥伦布分部正进行空军把激光测距仪装在变流机翼飞机里的计划，而贝耳的航空系统则执行陆军的计划，将装置装在旋翼飞机里。

两种情况里任务都是相似的。目前正在寻找方法，使飞行员或野炮指挥员可以正确地定位目标。其微小差异是给前沿的地面观察员一种装置，使他借此可以检出目标，并把其位置告诉轰炸机或远程武器。

为了做到这点，带有轻型激光照明器的前沿观察员可以用望远瞄准具把此种装置的窄波

束瞄准目标，照明足够长的时间，使目标可以目视或以飞机探测器观察到，以便协助向目标开火。

至少在导弹或可自动引导武器的最后阶段，目标反射回来的光谱能量能射到它上面的时候，才有可能对它发射。

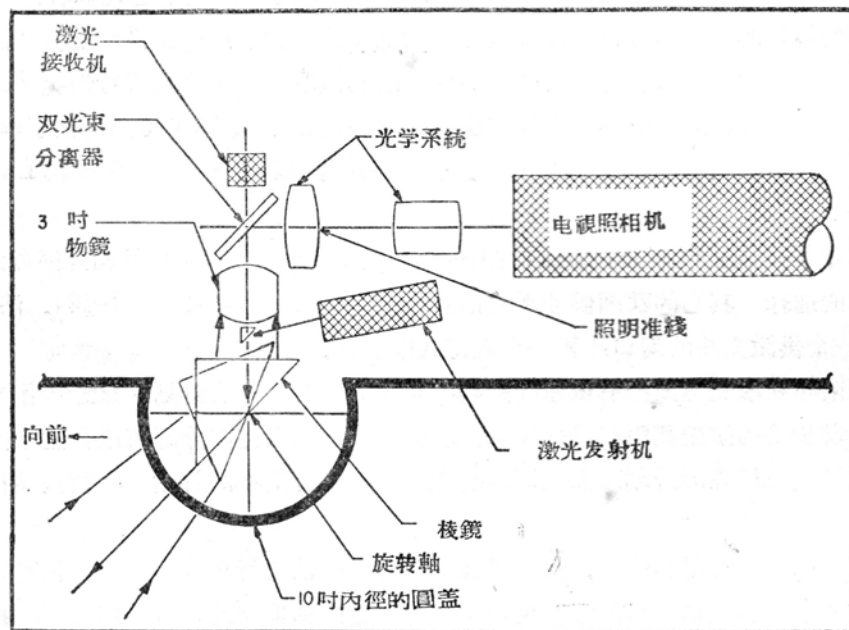
马丁·梅里塔公司在陆军导弹指挥部的合同下，为后一种应用现在正发展两种人带的便携式激光照明器。同样，沃托奈提克斯公司也在终程自动引导弹头方面为陆军导弹指挥部工作，研制适合于较低效率的脉冲激光照明器将能把导弹引向激光照明的目标。科拉德公司同样致力于为海军武器局研制轻型半主动激光束引导系统。

斯珀里陀螺仪公司将为武器局做实验，以表明能实行半主动激光制导。陆军的福兰克福兵工厂在研究半自动引导校准炮弹上已进行了一段时间的工作。

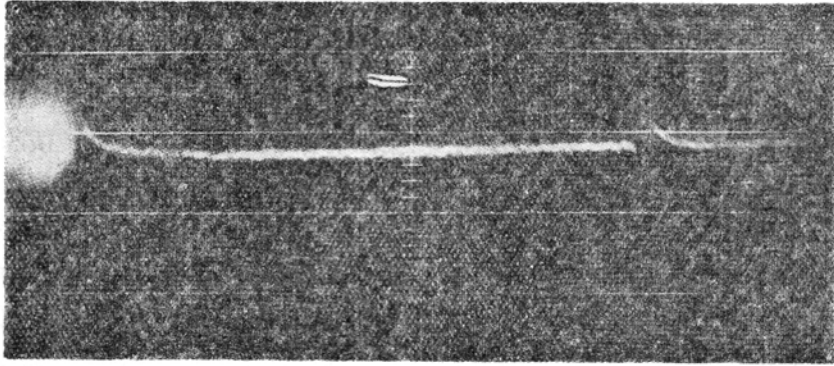
这种照明的概念不同于雷达波束自动引导武器，在于它既不需要把武器包在引导波束里，也不需要武器从波束得到它航行中途的引导信息。

贝耳航空系统部在它的可见空载目标定位系统 (VATLS) 里，在寻找直升飞机定位目标的方法中正在考虑一种激光测距仪。

照明系统方向选择中的一个困难是由于想用工作在不可见波长的激光器而引起的。在目前这种工艺水平，不得不选用 1.06 微米的钕玻璃激光器。在这方面陆军在美国光学公司的研究中已化了五十万美元。但是为了其它目的，脉冲红宝石装置更引人注目。例如，利用在人们感到兴趣的工作波长处，具有足够量子效率的探测器时，钕玻璃比红宝石的问题大。



激光测距仪和便于激光瞄准的、与共同稳定系统装在一起的电视传感器。激光的能量折入电视视场的中心，并使收发公用棱镜与瞄准具同指向。



示波器踪迹的偏振照片里看到由小山返回的讯号。目标离激光器 7.3 哩。激光器发出 2 兆瓦峰值功率的脉冲。接收物镜的直径是 2.6 吋。示波器刻度是每分度 10 微秒，每一大分度 2 伏。

在任一情况里，对于自动引导导弹说来，激光器的输出必须有足够高的平均功率和足够的持久性，以便探测器或人眼观察。若选择不可见波长，则为了搜索，飞行员必须戴上观察辅助镜。

美国无线电公司正为陆军发展一种目标指示系统，其中地面观察员用激光照明目标反射回来的能量被飞机上的地形观察电视机拾取，并在荧光屏上显示给飞行员。因有效地为飞机指出了它的目标，这就给士兵一个机会来实行远程空载火力控制。

用坦克战地激光测距仪或野战部队战地激光测距仪决定各种目标的距离在欧洲比国内引起的兴趣更大。休斯公司最近正为一个欧洲政府研制一种坦克测距仪。技术研究集团已为瑞典、英国、西德、荷兰、法国、瑞士、希腊、土耳其和以色列的武装部队表演了便携式激光测距仪。该公司的欧洲分部估计，仅仅在欧洲，五年内的激光测距仪销售额就将是三亿美元，然而有些观察家认为这是过于乐观的。

作为战地测距仪，激光器便于迅速而准确地获得距离，并有可能一次命中目标。采用较复杂和较耗费时间的方法，也能用于 2,000 米以上的极限距离上。

而且，激光测距的优点不只依赖于它的精度，它的重量轻（野战装置约 20 磅），并能与自动炮火控制组成一体。

国内，虽然在把这些活动的主要责任移交给福兰克福兵工厂之前，美国无线电公司已为通讯兵团小量生产，但是陆军测距仪计划还是进行得较慢。该兵工厂需要一种便携式的、对温度不敏感的系统，这种系统也可用于坦克。后一种要求是很重要的，因为在冷空气里，由于晶体增益加强的结果，红宝石测距仪可能产生双脉冲。这种双脉冲转而导致假的距离测量。为了克服这一缺点，可以将红宝石加热至极限增益处，但是装置将限制在低功率状态工作。正在发展解决这个问题的其它技术。技术研究集团正使用一种称为 Daly-Sims 的 Q 开关，能使能量输出集成一个单脉冲。

激光接近实用的其它军事应用包括：

航空侦察——许多组织正在研究采用激光用作空中扫描和照明地面地形，来照象和作低照度电视侦察的不同用途。西屋公司在激光侦察方面曾有一个比较大的计划，资金由美国空

军的研究和技术部提供。在这方面进行工作的其它机构还有海康制造公司，休斯飞机公司，珀肯·埃耳默公司和仙童照象机公司。

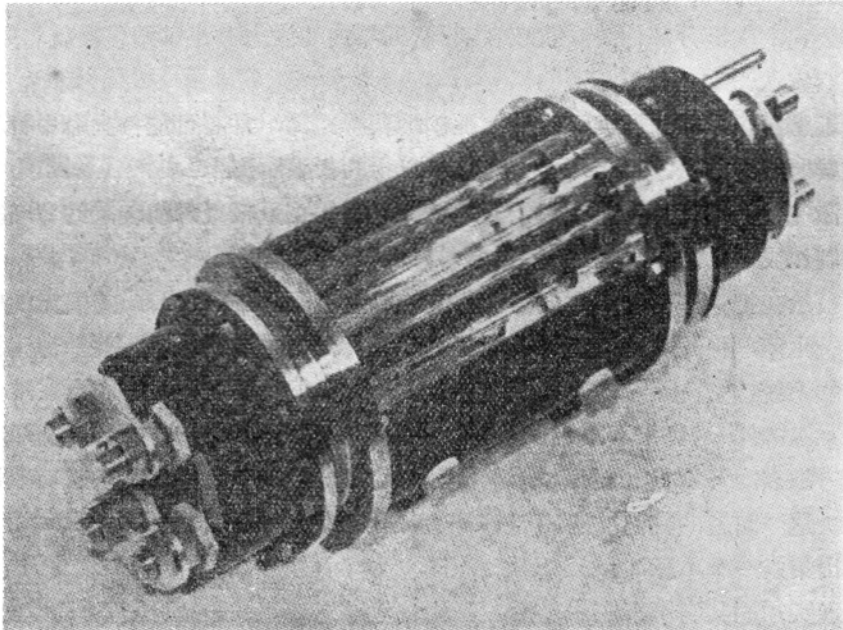
空间监视——密西根大学不久即将选择制造一种为跟踪 1,500 哩以外的人造卫星而发展的新型激光监视系统的承包商。这一系统是为远景研究规划局在夏威夷岛毛依的海里卡拉山建造一座几百万美元的观察站。这种系统可进行极高分辨的卫星跟踪。在沃洛普岛上建造了一台类似的激光测距系统，准备用于空军克劳德克洛夫特观察台。

侧视雷达处理——康达克特伦公司即将对侧视雷达获得、并记录在胶卷上的数据进行光学处理时采用气体激光器作傅里叶信息处理机。激光光束通过一个扩展望远镜照亮对应于整个雷达显象屏的全部胶卷。

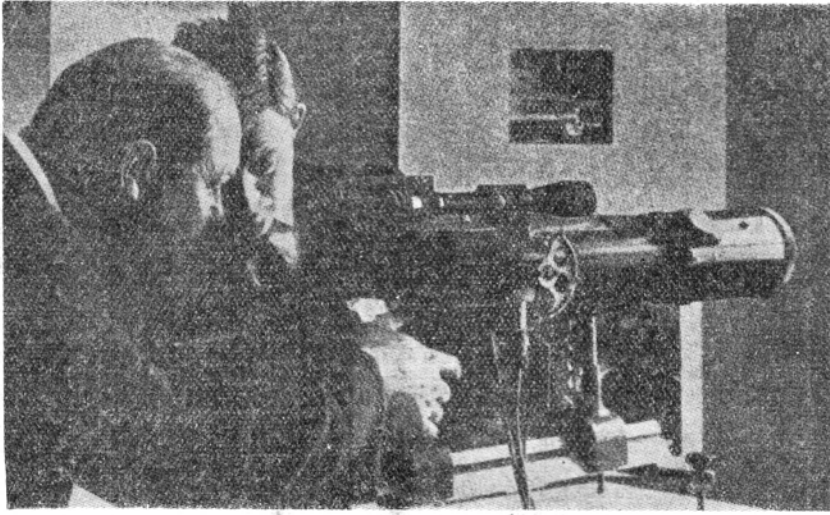
空-空测距——空-空激光测距仪已在海军军械试验站作了飞行试验，空-空测距仪可为多种用途提供方便的技术，例如确定合适的时间放出正确姿态的响尾蛇自导导弹，和可能作为一种反自导导弹的措施，毁坏和消灭自导导弹或者其他传感器中灵敏的光探测器的可能性是看来还较遥远的“辐射武器”概念之一。

障碍回避——陆军电子学指挥部计划研究用于轻型侦察机的激光障碍回避器，它能探测金属线和其他对低飞侦察机危险的障碍。这种激光器轻而小，足以载在小型飞机上，并具有足够的分辨率，能有效地执行上述工作。

晴空湍流显示器——比较遥远，但是军事上最感兴趣的是研究能解除长期以来飞行员在低空湍流环境中紧张心情的激光晴空湍流显示器。昂纳威耳为空军剑桥研究实验室在激光反



技术研究集团公司为克劳德克洛夫特空军装备而研制的监视系统的激光头。系统用来测量非合作卫星的距离。



供前沿观察员用的小型便携激光测距仪是通用电气公司自费设计的。该装置发射 6943 埃的尖脉冲，并用游标计算机比较取样脉冲和回波。在 250~50,000 呎之内精度为 ± 1 呎。重量小于 30 磅，包括可重复充电的镍-镉电池，每充电一次可发 98~100 次（每次间隔 30 秒）。

向散射器方面作了工作，但至今还未发现激光回波和晴空湍流之间的关系。北美航空公司最近接到空军剑桥研究实验室的一个合同，研究一种多普勒系统以解决这个问题。

在爱格林空军基地试验的空对地激光雷达系统，进行得比休斯公司所期望的要好。最近在各种条件下，应用激光器的光学瞄准具投掷了约 36 个炸弹。修正了导航误差引起的偏差后，误差概率小于 50 呎。

这种系统由激光测距装置、光学瞄准具和模拟计算机构成。计算机计算投弹时间，并取出由激光器得到的距离信息，和从飞机惯性导航系统得到的速度和飞行姿态的数据，使激光和光学瞄准具瞄准线同向，这样飞行员通过瞄准具提供的控制指令就能飞到它的目标。

该装置重量约 32 磅，不包括计算机和瞄准具。计算机在 MK-2 里，成为复杂的中央计算机的一部分。激光器产生 25 毫微秒的脉冲，重复频率可选择为每秒 1~3 次，在 5 分钟的时间间隔内共有 30 个可用的脉冲。束宽小于 1 毫弧度，空对地测量距离为 4 哩。

一般而言，空军正在寻找不需要冷却而能长时间以每秒 3 到 10 次脉冲工作的空用器件。

现在研制的系统通常用红宝石或者掺钎玻璃两种。按赞成红宝石者的意见，虽然掺钎玻璃比红宝石的阈值低，在短距离时要求的功率低，但是在比较远的距离时，红宝石组合有较好的导热性，在它的波长处有有效的探测器，1.06 微米器件效率较低，使红宝石在功率要求上比钎玻璃低 40 倍。

西屋公司有一种钎玻璃照明器和跟踪器组合的工程模型，适用于空对地，面对空，和面对面的应用。照明器在约 1 分钟内每秒产生 10 个脉冲，短距离测距精度为 ± 5 米。用四心线组固体单脉冲传感器的跟踪精度为 1 毫秒。据该公司称，照明器和包装的电源约重 20 磅，通过传导冷却。

西屋公司还正在研究一种红宝石空对地测距系统和用于低照度电视的目标照明器。这种器件的脉冲重复率是低的。约每分钟4次。光束能瞄准，并且辅助稳定的光学瞄准具能以三种方式工作。第一种是它能用来直线测距，通过遥控使光束瞄准服务于瞄准具。第二种是这种器件能以较高的信息率照明目标，在“光束突变”条件下用于低照度电视。第三种方式介于一、二之间，以不突变的方式提供距离和照明。

沃托奈提克斯分公司设计的一种用于低掠角时为武器攻击提供距离信息和作为导航校正瞄准辅助装置的调Q掺铈玻璃空用测距仪，已由公司在剧烈的振动条件下进行了飞行试验，性能没受到什么影响。

从方框图可见，这种测距仪有一个工作方式选择器，使飞行员能够选择以每秒400次的速率发射一个、二个、四个或者八个脉冲。上述特点使公司能在实际飞行试验中确定通过重复脉冲回波的平均能否改进测距精度，从而减小单个无规误差的影响。

输出脉冲持续时间50毫微秒，峰值功率1~5兆瓦。

输出集中到一个物镜为1.5吋的6倍望远镜中，使光束发散小于1毫弧度。

该系统要求300瓦峰值功率，重量48磅，其中包括重量40磅、有8个作工作方式选择的储能电容器，光学发射系统和距离计算机。

接收机中用了一个在1.06微米波长有70%极高量子效率的硅光探测器。它由高阻硅制成，采用了锂离子偏移技术，形成很宽的空穴层，使其中产生载流子，并很好地扫掠过去，所以只少数由复合而损失，而且收集时间短。该公司还解释说，因为探测器面积小，结宽，产生的结电容小使响应时间快，对激光测距仪这是一个重要的要求。

公司选择掺铈玻璃系统有如下几个原因：器件有较大的可靠性，阈值低和能在较大的温度范围内工作。它的装置能以仅一兆瓦的功率输出测2至3哩的目标。最大可测距离超过7哩。

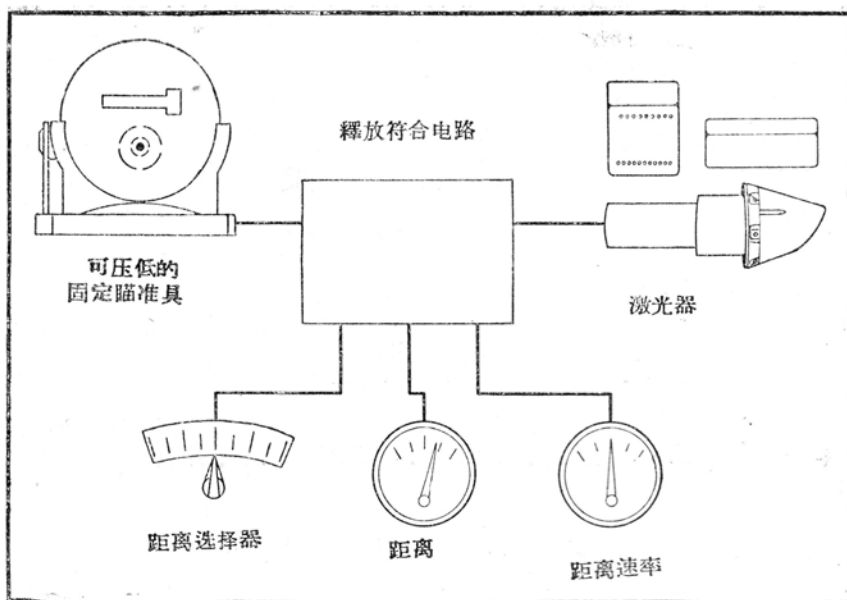
该公司研究的一种瞄准技术，有一种情况，是把激光器和成像传感器装在电视摄像机内，象用来选择目标，在同一位置，使用共同的稳定系统。如图所示，激光器和电视摄像机的共同瞄准线指向公共的收发棱镜。

休斯飞机公司正计划在不能装备昂贵的和庞大的雷达以及没有装备稳定平台的那些飞机上用激光来测距。这些飞机包括道格拉斯A-1E和A-26以及北美的T-28。

只包括一个光学瞄准具和激光器的这种系统能减小预定任务中包含的误差。例如，通过提供有关目标距离的准确信息，可消除轰炸误差中的距离因素。用这个方法，飞行员能在执行任务之前确定目标的距离，当得到到达的指示后就能投弹。他的瞄准具服务于激光器，所以能在瞄准具上表现，也许用一指针来指出正确的投弹点。

如果飞机在正确的距离投掷炸弹，俯冲角允许有一定的误差而任务仍能完成。

所以，虽然爱格林试验的并不是一个全能的系统，但激光器及瞄准具显示一定的优点。因为只有瞄准具和激光器在一起才增加飞机的瞄准性能，而整个系统装在一个稳定系统中，就增加了造价，但是误差概率圆缩小很多。休斯飞机公司的激光器和瞄准具价值不到1万美元，而整个系统则超过3万美元。



休斯航空公司提出的比較簡單的航空激光測距儀不需要穩定台、導航計算機或雷達，僅由脈沖紅寶石激光器和監視瞄準具組成。當飛機到達距目標的預定距離時，修改的瞄準具用降低水平指針來指示。這種系統能消除投擲彈藥誤差中的距離因素。

激光器和瞄準具重約 45 磅。

一些軍事部門已估價激光器對軍事系統所能產生的破壞作用，以及找出防護的方法。進行的工作之一在於研究強光脈沖作用下保護靈敏的光學元件的光閘。

本迪克斯研究實驗室和空軍訂有合同，正在確定激光對紅外探測器的危害；而其他一些公司則探測了防止對人眼、對靈敏的光學和航空電子學元件有危害的技術。即使激光處於它目前這樣的發展階段，這種危險也是能產生的。

譯自 *Aviation Week*, 1965, 82, №22, 39、43、47、49、50、55 (胡企銓 王宏宇譯 王克武校)

(上接第 33 頁)

開關紅寶石光激光器，將規則地產生 0.1 焦耳、40 毫微秒的單尖峰脈沖。束寬小於 3 毫弧度。水冷系統耗電 16 瓩。

顏紹知譯自 *Electro-Technology*, 1965, 76, №3, 125

累達系統公司出售液體激光卡計

據說累達 (Ladar) 系統公司出售的液體激光卡計能克服固體接收器的表面損傷和局部輻射冷卻所導致的誤差。該公司出售的三種卡計適用於 1 到 100 焦耳的測量範圍，精度“高於 10%”。這種卡計能用於紅寶石或鈦玻璃光激光器，並能處理 10^8 瓦/厘米² 數量級的峰值功率。數據可由高阻抗毫伏計或條帶記錄器讀出。

顏紹知譯自 *Laser Letter*, 1965, 2, №7, 6