

激光测高计有助于空中摄影

Barry Miller

新近完成的飞行试验表明，连续波气体激光测高计已显示出足够高的精确度和分辨能力，超过雷达。使航空摄影测绘和航空探测可能有重大的进展。

测高计和一系列机载试验是美国光谱物理学公司和里顿工业公司所属的航空服务公司之间将近两年合作的结果。光谱物理学公司设计并发展了测高计装置，航空服务公司在其工厂附近进行了飞行试验。

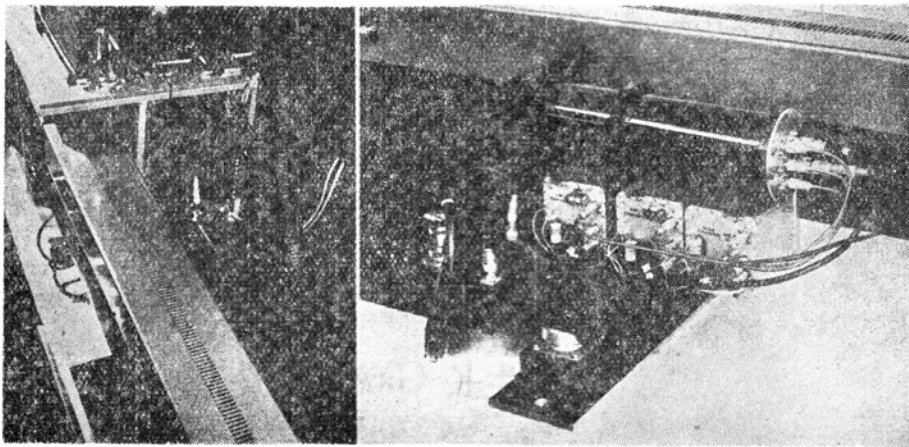


图 1 装在飞机上的激光测高计的局部图(左)。激光器是浅色装置，光电倍增管在它的右边。光电倍增管的特写镜头(右)表示位于其下的该装置三个接收信道的信号混频器。

测高计装在改良的道格拉斯 A-26 型飞机上，通过道路的上空时，能辨别通常的边石，看到凸起的公路和树木，并看出跑道旁通常看不见的壕沟。

在飞过一所大学的运动场时，它能辨认出大约 9 吋宽的狭窄的看台座位。此外，因为测高计是产生连续窄光束的连续波装置，所以能提供完整的地面轮廓，如在费城地区一所大学体育场上空 1,000 呎高度所作的记录那样。

在这个例图中，每一层座位，以及座位之间的足距，场地周围的煤渣跑道，短跑道和其

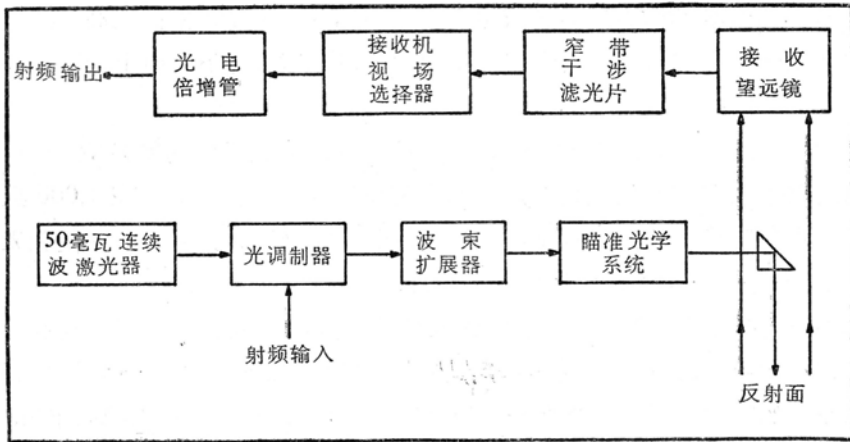


图 2 激光测高计的发射和接收光学系统是共轴的，因而接收望远镜能观察到发射光束扫描的地形区域。光路由测高计光学部分的方框图表示。

它类别的地形都清晰可见。据航空服务公司勘探系统分部的帕克尔(Alan K. Parker)说，在类似的情况下，射频雷达只能给出这个体育场的总坡度。

飞行高度：1,000'
对地速度：300'/秒
图表速度：8"/秒
时间常数：5米·秒

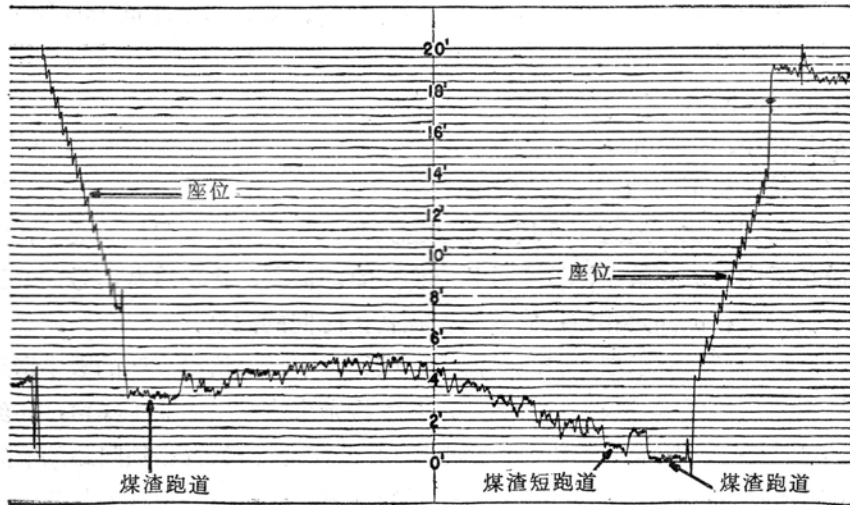


图 3 在费城地区用激光测高计获得，并由图表记录器保存下来的一所大学体育场的剖面图。该装置可算出座位排数和每排座位后的低凹部分。煤渣跑道上峰值—峰值的噪声是 0.1 到 0.2 呎。场上有一个 2 呎的顶。横过场地基面的变化是由于在跨越期间飞机下降造成的，在完整的系统中可用气压计的压力传感器修正此一误差。

该公司对于测高计有巨大的计划，将把它当作一件飞行设备，而不单是飞行试验物或初型。计划在四月初把测高计投入使用，设想有很多工业和军事应用。

据光谱物理学公司声称，同类的测高计除航空测量和摄影测绘范围以外还有其它的应用。这些应用包括用作雷达测高校准器——测定高度和在特殊飞行计划中，例如对于垂直起飞着陆飞机，测定接近速度时作测高计。至少已经知道一家垂直起飞着陆飞机制造者对这种

方法感到兴趣。但是激光测高计不能满足全天候飞机着陆系统极精确测高计的重要要求，因为它所产生的光束严重地受水蒸汽衰减和散射，在最坏情况下，使上升限度和能见度很低。

测高计的飞行试验在大约 1,000 呎到 13,000 呎的高度进行，两家公司希望让仪器在 20,000 呎以上飞行，虽然预期噪声在这些高度将极大。指示的精确度在 1,000 呎高度是在 1 呎以内，13,000 呎高度在 4 到 5 呎之内。测高计的高精确度和高鉴别力是使强光能光束聚焦在一个小点上，产生高的信号-噪声比的结果。

激光测高计与航空服务公司通常测定地形上空高度的微波雷达比较，显示出精确度与分辨力的改善。射频感受器有 1 度的束散，从 1,000 呎高度照明地上一个直径为 17 呎的圆形面积。由此而来的回波将产生整个面积上积分了的距离值，而不是感兴趣的单独一点。但是，激光测高计产生一个 $1\frac{1}{8}$ 吋宽的波束，对于低高度它不发散。在 1,000 呎的高度，在垂直平面上的分辨力在 1 到 3 吋之内，在水平面上小于 1 呎。这表明分辨力改进几个数量级。

据光谱物理学公司鲁道克(Kenneth A. Ruddock)说，在这里进行的地面测距试验表明此装置能以 0.1 到 0.2 呎之内的绝对精度测量胶合板靶，在离激光器 7,500 呎处测量到 1 厘米。

测高计由具有 150 厘米长的光学谐振器的氩氟气体激光器，发射和接收光学系统，发射和接收三个信道所需的电路，加上电源和控制单元组成。激光器本身重 75 到 80 磅，整个装置约 175 磅，其大部分重量是由于支承基座，它使仪器在空气中稳定。测高计产生 50 到 60 毫瓦 6,328 埃衍射的限制光。

在典型的工作中，由激光器产生，并在特殊的磷酸二氢钾(KDP)调制器中被三种射频调制过的光，扫掠飞机下的地面。从地面反射回来的激光被直径 6 吋、与发射光学系统共轴的折迭式折射望远镜接收，通过 1.5 埃的干涉滤光片，然后通过视场选择装置，并打在光电倍增管的灵敏单元上。射频输出滤波后进入它们各自的信道。比较这些信号的回波与参考信道中所含发射信号的相位测定相差，它就是全程传播时间的测量。

类似的输出信号可以显示在图表记录器上，或经数字转换给出高度的数字指示。

接收机的接收角度可用机械方式改变，并且维持光束狭窄，以减少噪声，和维持它足够大，使接收机可以一直看到地面上的发射点之间达到平衡。接收机相锁回路的响应时间也是可变的，以适应不同的飞行高度。太阳光是主要的噪声源，在高空时特别如此。

光电倍增管上的偏转系统使得即使有机械变形激光束也能正确地集中在光电倍增管上。这有效地提供了一种好的电子学系统校准。

测高计的三个信道在 20, 100, 和 500 呎间隔里给出三个灵敏度水平。这三个信道能同时以 0.33 最大调制指数调制，或它们之中的任一个能够由开关选择被 100% 全调制。按增加间隔的次序又等于这三个信道调制频率大约分别是 25, 5 和 1 兆周。对于在粗糙地形上低空高分辨力工作将使用 20 呎间隔的信道。当需要分辨任一不定点时，所有三个信道都工作，但将损失信号-噪声比，因而也将降低分辨力。

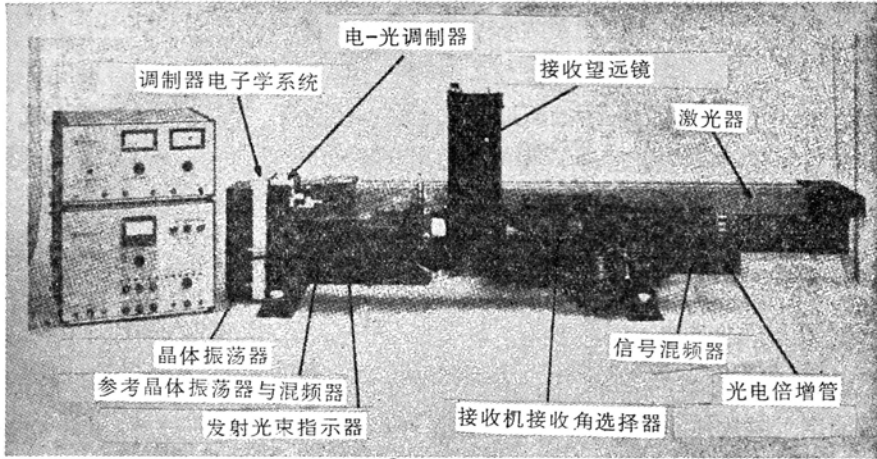


图 4 光谱物理学公司发展的激光测高计，以氦氖激光器受调连续波测距，获得极高的分辨率和精确度。

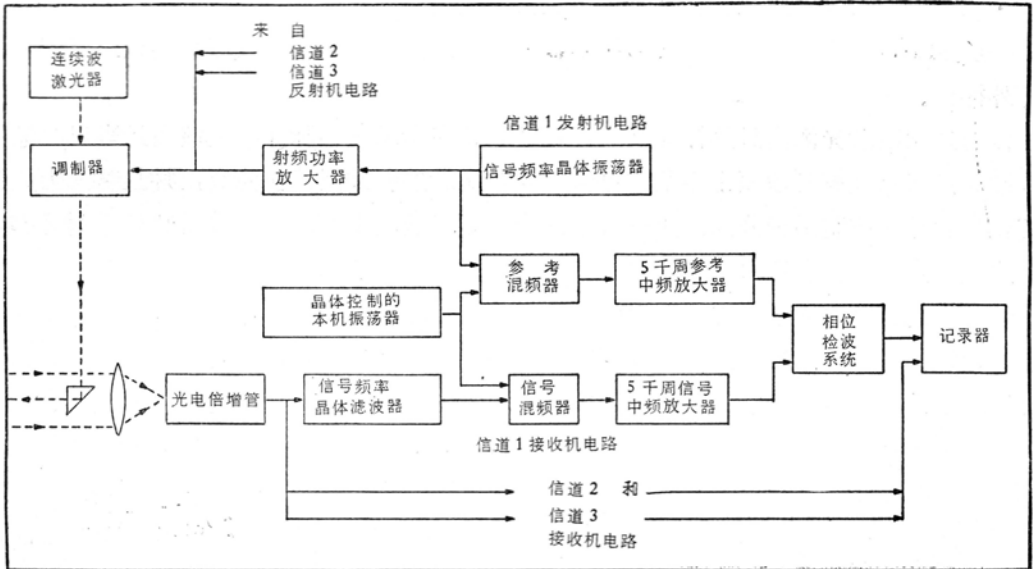


图 5 激光测高计用具有可变响应时间的相锁回路接收技术以适应不同的飞行高度。测高计有一个产生 50 毫瓦连续波的氦氖气体激光器。

航空事业公司根据其实验举出连续波激光测高计的两大类应用。第一类是从快速飞行的飞机上不依赖于任何地面辅助设备或侦察就可以迅速和经济地测定自然地形的粗略特征。

在这一类粗糙量计中包括如下测定：

- 雪面粗度，作为雪的测量研究中的一种辅助工作，或可能在北极紧急着陆场地的辅助测定。横着飞过雪堆，以空中测定在空中看不见的坡度而得到选择和着陆场地的指示。
- 最低倾斜飞行途径，为了在未测绘地区快速军事侦察。
- 波浪高度和海的状态。
- 海滩形状，帮助快速着陆飞机测定。

- 表面粗度，远距离着陆场地的砂州或草地。
- 北极气压脊，在黑暗妨碍摄影的季节，测定的图案。

在航空测绘系统中，激光测高计将是系统的一个部件。此系统由胶片照像机，气压传感器和胶片照像机或空中膛孔瞄准的垂直照像机组成。激光测高计将连续测量飞机对地面的高度，而气压传感器能够提供稳定到1呎的飞机高度基准。气压传感器由激光测高计测量已知高度的地形轮廓校准。航空事业公司解释说，胶片照像机，与激光测高计安装在一起的膛孔瞄准式光学系统，将给出剖面线的连续记录。将激光测高信息，气压传感器输出和胶片照像机与地图或照片相互对比，即能获得经过路线上精确的剖面图。

这种装置或其变型，有包括如下的很多应用：

- 垂直控制 建立摄影测绘应用，而不需要野外测量队。
- 作图测定 微波通讯线路、高压传输路线位置的相对高度。
- 作图测定 输油管或水管的地面坡度和高度差。
- 作图测定 在新开道路和铁路测量中斜度、捷路和满载运行的最好路线。
- 用已知地面高度或湖泊作为参考研究气压表面。

一般说来，现在能以高精度得到沿任一线路的高度，只是受气压计的极限限制，而没有野外操作。

作为连续波激光测高计的补充装置，该公司正在考虑一种脉冲激光测高计当以照像机膛孔瞄准时，能精确测定地面上空给定摄影点的高度。这种装置已在研究，并且新近由里顿系统公司的制导和控制系统分部制成一台。脉冲红宝石装置小而轻，足以安装在照像机转台上，这对高空运行富有潜力。

然而，由于这些装置的重复频率低，在每秒一个脉冲或几个脉冲的数量级，因此即使对于运动比较慢的测量飞机，测量的地面位置也将相隔几百呎。而且，由于脉冲可能照射树顶而给出不正确的高度，精确度将受到影响。连续波激光测高计的连续测量将避免这一点。

译自 *AW & ST*, 1965, 82, №13, 60~64 (张云三译, 王宏宇校)

用计算机产生全光照片

美国国际商业机械公司的研究者，已经发现一种用计算机产生的全光照片来重现真实或假想物体的复杂三维图象的方法。

这种技术的应用是实际的。例如，借助于计算机产生的全光照片，军事飞行员总有一天会看见现在出现在阴极射线管上的尖头脉冲信号所指示的目标的三维重现图像。此种人工全光图也可以用来识别字体与贮存信息。

普通全光照片是由从反射物体散射的相干光所建立的相干图案记录在胶片上构成的。这些全光图在胶片上看起来好象是具有不同灰色色调的杂乱无章的图案。当经过显影的胶片重新被照时，在空中就重现出原物的三维照片。