

激光光阀大屏幕显示及其应用

翁文泉 唐春明

(上海市激光技术研究所)

兵贵神速,略有军事常识的人都知道,在战场上把握时机、争取时间往往是克敌制胜的关键。在现代战争特别是空战中,更是分秒必争。指挥所使用的传统方法是人工标图,即由标图员把雷达搜索、跟踪的敌我双方态势标在地图上,供指挥员指挥作战。此法费力费时,难免会贻误战机。当前世界各国都十分重视指挥系统的自动化,部分发达国家业已完成。所谓半自动化或自动化指挥是指将雷达或数字雷达所搜集的信息输入电传打字机或直接馈入电子计算机,然后用大屏幕(大于 1M^2)作终端显示。在屏幕上除了实时显示敌、友、我三方的运动轨迹外,还要显示有关参数和军标,以利于指挥员集体指挥和有关人员的协调工作。

实施自动化指挥系统有较大的难度,它要求雷达的输出信号是数字量而不是模拟量,同时电子计算机有辨别真假目标的能力,使得显示过程中略需或不需人工干预。对大屏幕显示的要求是:1. 屏幕大,能容纳众人观看;2. 亮度高、对比度高,能在正常照明条件下清楚地观看;3. 分辨率高、速度快,能够有足够的容量和速度显示较多的信息;4. 精度高,能较好地判断目标所在的地理位置。此外,有时还需有局部擦除的功能,使新信息不致被老信息所淹没。

我国从六十年代起就非常重视大屏幕显示机研制工作,先后研制过十多种大屏幕显示机,其功能各有千秋,但是从综合指标来看,激光光阀大屏幕显示机较为适合目标的轨迹显示,该机自1980年起已陆续投入应用^[1],成为我国指挥所中第一个实用系统,它不仅用于态势显示,还用于二次引导,成为自动化指挥系统的重要装备。激光光阀大屏幕显示的优点有:屏幕大

($4 \times 4\text{M}^2$),亮度高(白光为 300lx 以上),对比度高(大于 $50:1$),分辨率高(2000×2000)和精度高(1%)。

一、激光光阀大屏幕显示机的主要单元及功能

1. 声光开关和调Q激光器^[2]

声光开关由声光介质和换能器组成(见图1),其换能器将高频电压转成超声波传入声光

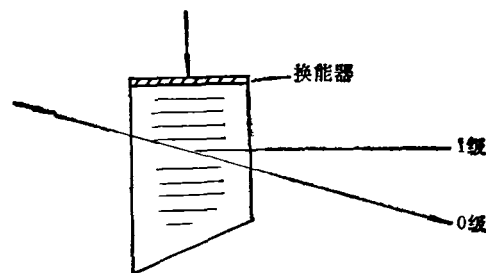


图1 声光开关原理图

介质中,并以行波方式在介质中传播。声光介质的折射率在声波的传播方向上产生周期性的变化,形成位相光栅。当激光束与声波等相面的夹角为布拉喇角入射时就产生布拉格衍射,因而增加了激光腔损耗,振荡停止。当激光工作物质YAG棒内高能态粒子数抽运与自发辐射间达到平衡之后,关断高频电压,声场消失,激光腔又恢复低损耗状态,形成振荡,产生一个高峰值功率的激光脉冲。YAG的共振腔内插入布氏窗片,可得到线偏振度高达95%的激光输出。

2. 电光偏振态选择器^[3]

我们采用 LiNbO_3 电光调制器作为偏振态

选择器。当晶体上没有加电压时，通过该晶体的激光束的偏振面不发生变化；若在晶体上加半波电压，则通过晶体的激光偏振面转动 90° ，所以用控制晶体上加或不加半波电压来获得垂直或水平偏振的激光束。如果加在晶体上的电压为半波电压之半，则通过晶体的激光为圆偏振光。

3. 扫描器——振镜^[4]

本系统采用动圈式振镜作扫描器。它由永久性磁钢和软铁构成的磁回路以及在均匀气隙中可偏转的工作线圈所组成。线圈本身定位力矩为零，要靠弹性元件来定位。工作线圈通电时，线圈带动轴上的反射镜一起偏转，偏转角与电流大小成正比，此时被镜面反射的激光束成倍角关系偏转。

4. 分色/偏振立方棱镜

分色/偏振立方棱镜有激光传输分方向和可见光分色两个作用，也就是：(1) 透射 $1.06 \mu\text{m}$ 波长的 P (垂直) 偏振光，反射 S (水平) 偏振光。P 光的透射率和 S 光的反射率均要大于 90%；(2) 透射蓝绿光，反射黄橙光。

二、金属膜作记录片的大屏幕显示

这种显示是用涤纶薄膜上镀铅作记录介质，系统(见框图 2)由激光、幻灯投影和控制三部分组成。

1. 激光记录部分

$\text{Nd}^+:\text{YAG}$ 激光器 1 由声光开关 2 控制，它输出波长为 $1.06 \mu\text{m}$ 、脉宽为 160ns 、重复频率可达 kHz 、峰功率为 kW 的单模光脉冲。经电光调制器 3 改变激光偏振态，再由扩束望远镜 4 减少激光发散角，后再经正交安置的 X 方向偏转的振镜 5 和 Y 方向偏转的振镜 6 的镜面反射，使激光束进行二维扫描。然后，经 $f(\theta)$ 透镜 7 聚焦后经分光/偏振立方棱镜 8 将 S 光或 P 光进行分光，使其透射或反射到涤纶薄膜 9 或 10 上。当激光脉冲聚焦到镀铅的涤纶薄膜上时，铅膜被加热气化，于是在 $50 \times 50\text{mm}^2$ 有效面积的 9 或 10 的“底片”上出现一个直径约

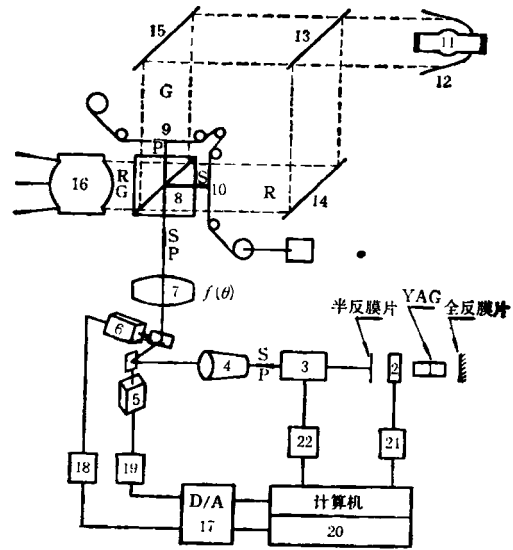


图 2 金属膜作记录片的激光光闸大屏幕显示原理框图

为 0.025mm^2 的透明小孔。随着激光束的扫描，焦点依次移动，这些小孔就依次排列成和计算机送来的信息相应的线条或字符，制成了能够永久保留的记录片。

2. 幻灯投影部分

投影光采用无臭氧氙灯 11，并用反光碗 12 反射会聚。此碗是内表面镀冷光膜的深椭球玻璃碗，能将 70% 的红外光透射而散发热量，同时使 90% 的可见光反射会聚，经分光镜 13 使红光 (R) 反射，橙绿光 (G) 透射。R 光和 G 光分别经反射镜 14 和 15 反射并将 9 和 10 上所记录的信息送至立方棱镜 8。它能让 R 光透过，G 光反射，从而使合成光经投影物镜 16 最终将记录的信息实时地成像在大屏幕上。

除用红绿光显示敌我之外，也可用红绿光重叠所形成的黄光显示友方。方法是：让加在电光调制器上的电压为半波电压之半，让激光为圆偏振光。这样，在记录片 9 和 10 上同时得到等量的激光而形成两个小孔，调整足够的精度，使红绿光在屏幕上重叠成黄光。

此外，还有一透影系统，使地图以第四种颜色而显示在屏幕上，而在地图背景上显示敌、我、友四色态势。

3. 控制部分

这部分是由高精度数字/模拟 (D/A) 转换

器 17, X 振镜和 Y 振镜的驱动源 18 和 19, 声光开关的驱动源 21, 电光调制的驱动源 22, 以及 Z80 单板机及专用接口 20 等组成。20 中 A 和 B 寄存器输出两组十二位 (包括符号位) 的二进制补码, 同步脉冲 (由启动脉冲形成) 同时输至 D/A 转换器。在同步脉冲作用下, 同时将两路数字信息换成对应的模拟量送到振镜驱动源, 使振镜镜片旋转一个相对应的角度。随后, 计算机输出一个脉冲信号到声光驱动源, 使其高频电压停振, 同时输出一激光脉冲。在送同步脉冲到声光驱动源之前, 先要送一个信号到电光调制电源, 使其根据敌、友、我的判据输出零电压或半波电压或半波电压之半。

三、液晶光阀大屏幕显示^[5]

在实际应用中, 在更换记满信息的记录时, 往往需要用追记的方法把更替片中尚须保留的信息重新补在新记录片上, 这不很方便, 所以常常需要有选择性地擦除的大屏幕显示。液晶大屏幕显示是在上述装置的工作基础上而研制出的一种实验装置。它是用液晶盒及附加控制电路代替金属膜记录片。

液晶盒 (见图 3) 由一层薄的近晶相液晶夹在两片石英玻璃之间构成, 层间用薄塑料垫衬隔, 四周用环氧树脂封闭, 石英内壁镀有氧化物 (ITO) 的薄导热膜。ITO 对可见光有高透过

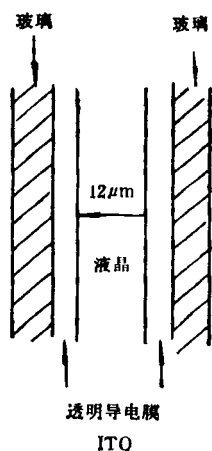


图 3 液晶盒结构示意图

率, 而对红外光强烈吸收, 所以它作为具有高导电率的电极。液晶盒的有效面积也是 $50 \times 50 \text{ mm}^2$, 液晶层的厚度约 $10 \mu\text{m}$, 分辨率约 40 线对/mm, 分辨率可达 2000 线。

液晶的记录过程: 先使液晶温度维持在阈值温度以下, 液晶处于各向同性的有序排列的常态。当 $1.06 \mu\text{m}$ 的激光聚焦到盒上时, 光能被 ITO 薄膜吸收, 使加热后冷却的液晶变为无序状态, 此无序区将强烈地散射光线。这样, 光点扫过的地方, 将以一个一个无序状态所形成的像素构成轨迹和字符。

液晶显示可根据需要做到全部擦除或选择性地擦除。若在电极上加上超过阈值的电场, 液晶分子趋向有序排列, 则全部擦除。选择性擦除的原理如图 4 所示。由于液晶的阈值电压随温度的上升而下降, 若在液晶盒上所加电压略低于环境温度下的阈值电压, 这时用激光束扫描, 则受激光作用过的部分阈值电压下降, 从而实现了选择性擦除。

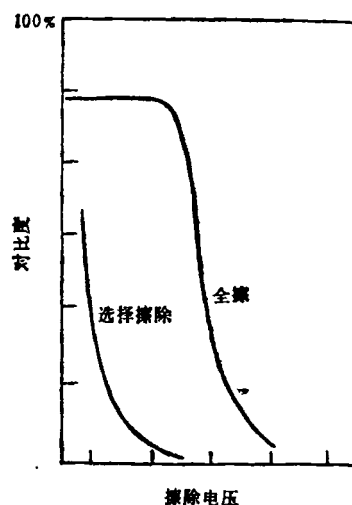


图 4 对比度与擦除电压之间关系

擦除时所加电压用交流或直流均可, 但用交流较好。因为, 当频率足够高时 (例如 5—6 kHz), 电子或离子流破坏的可能性就减少, 因而可以减少电极破坏性电介作用, 从而延长液晶盒的寿命。

液晶显示的对比度决定于: 1. 光学系统的
(下接第 78 页)