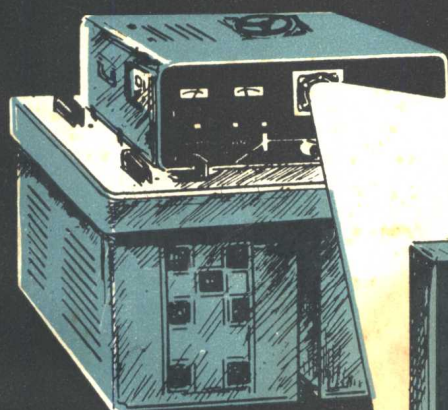


激光光闸大屏幕显示 译文集



上海市激光技术研究所

1979年

目 录

供瑞典空军指挥中心使用的大屏幕多色显示器	(1)
军队作战显示系统	(5)
激光-光色片实验显示系统	(15)
激光束显示卫星轨道	(22)
激光记录与彩色投影组合系统	(23)
用于显示器的激光书写技术	(26)
用液晶投影图象	(27)
声光 Q 开关的设计考虑	(31)
声光调制器的动向	(50)
200 兆赫带宽的阶梯列阵声光偏转器	(54)
高精度高重复性的光束偏转	(58)
动铁式检流计扫描器的扫描精度	(67)
低惯量扫描器选择的实践途径	(73)
激光检流计扫描器的设计	(79)
平视场扫描系统	(84)
传动机构	(91)
输出信号以地为基准并对杂散电容不敏感的 阻抗比较线路	(98)
投影氙灯——摘要	(101)

供瑞典空军指挥中心使用的大屏幕多色显示器

Barry Miller

可以快速显示动态数据（例如目标的轨迹及其他数据）供防空中心观察的大屏幕多色显示器，将在今年晚些时候移交给瑞典皇家空军。

这一新的显示器是若干设计中的第一个，这些设计已列为正在推行现代化的瑞典 Stril 防空系统的不可缺少的部分。该显示器用可编程的脉冲氦离子激光器在软片上作高速记录，而用一台低功率的氦氖激光器作简单的指示器或定位器。

这个4米×4米的大屏幕显示器是由这里（美国加利福尼亚州格伦代尔城）的 Singer 公司 Librascope 部发展起来的。它是综合数据处理系统的一部分，这个综合数据处理系统包括带有跟踪球控制台的平板状阴极射线管显示器，以及供给瑞典防空系统的附属计算机设备。这个大屏幕显示器投射出一幅很容易看懂的防空环境图，图上有连续的、更新了的，并且经过编码的目标轨迹，同时围绕在屏幕的四周显现出大量文字数字式的数据。它可以从较广的角度上观看，并且

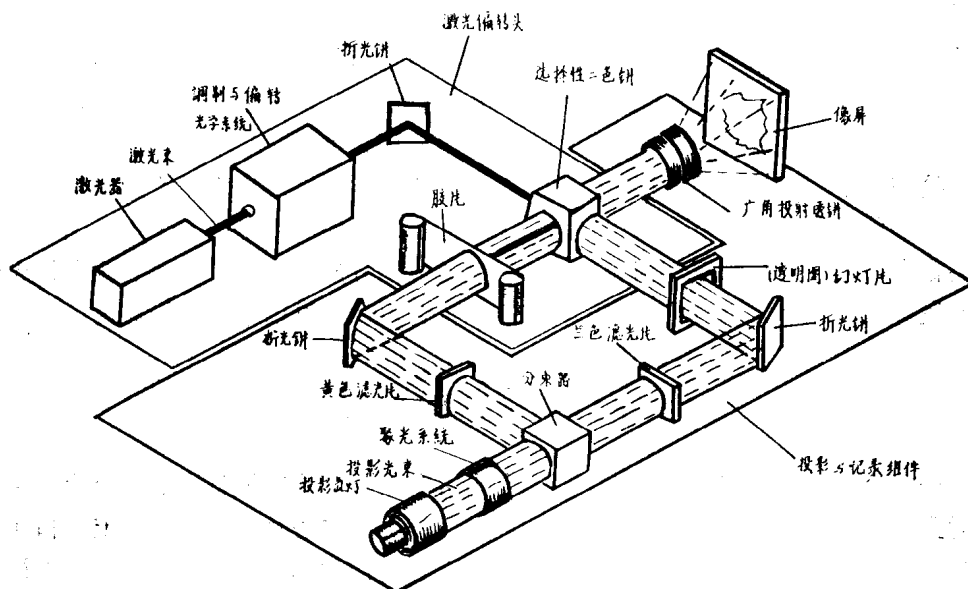


图1 典型的绘迹器平板装置：在屏幕显示中用的典型绘迹器由氦离子激光器提供激光能量，让氦离子激光通过二色镜到达金属膜软片上划出所需要的数据。氦灯作为投影光源，将软片上的影像经过投射透镜投影到大屏幕上，照明光分为两束，经滤色后成为两种颜色的光分别通过软片和透明图幻灯片

在环境照明比较亮的情况下仍看得很清楚。这样，在一个通常弄暗的防空中心里就容许放宽照明的限制，以方便坐在控制台和平面式显示器旁的操作者。

显示中有四种颜色：黄、兰、绿和橙色，就像彩色粉笔似的色彩。据 Librascope 分公司说，这些颜色是瑞典人建议的，因为它们很少会引起疲劳。

在瑞典的这个系统中，受到威胁的信息是从雷达数据中得来的，这些数据被送至一台通用的 Digital Equipment Corp. PDP-11/45 计算机里，计算机将这些数据在大屏幕显示器和在十个分开来的操作人员的位置上转换成图象。大屏幕显示器大量贮存动态信息，而且在各个操作者位置上均可见到。十个操作者显示器有阴极射线管可以显示作为战斗指挥官指令以及飞行安全性、警报和侦察数据的表格式的信息。

从计算机来的数字式信号提供给数字控制系统，这个数字控制系统管理大屏幕的光学记录与投影装置的运转。后者包括一个氩离子脉冲激光器和一个检流计偏转系统，用来将激光束对准涂有铋膜的 Mylar 胶片，在胶片上面划出需要的轨迹、符号或几何图形。之后，描划后的胶片影像与背景地图或方格子座标一起被投影到离开约 9 米左右远的一个 4 米平方的投影屏上。此外，一台低功率的氦氖激光器直接投射在屏幕上以作为指示或定位。

由于投影之前的胶片上已记录了的信息，该显示器为使用者提供了永久性的记录或存贮，以供今后分析之用。假如直接将激光能量投射到大屏幕上去的尝试成功的话，那还少不了要极高的激光功率和增加冷却的麻烦。如果这样做的话，还必须小心地限制指挥中心人员在投影机前的活动以免他们受到激光能量的伤害。

实质上，投影装置给信息提供七条通道或投射路径，就是：三条双通道的绘迹器装置和一个随机存取的幻灯片转盘。绘迹器装置是一个将激光能量偏转并书写在 35 毫米胶片上的机构。它是一个垂直安装的平板，其中包含一个激光束的光学偏转和书写系统、一个胶片处理机械和许多必需的光学投射元件。

三个绘迹器装置中的两个是相同的，其中一个用黄色和兰色的光投射描划的数据；另一个则用橙色和绿色。因而提供了四种不同的颜色。在每一种情况下，影像通过在它们各自的绘迹器平板装置中的一个广角透镜投射在屏幕中心的 3 米平方的面积上。

这两个绘迹器平板中数据记录在两个框架（两个通道）里；两者之间的选择是由一个偏振旋转器和一个靠近胶片平面的二色玻璃立方体支配的。投影或照明光是由一个一千瓦的氙灯发出的，三个装置中的每一个都与氙灯相连。光由二色滤光器分成两束，并以适当颜色的光通过各自的胶片框架发送。第二个二色玻璃立方体将光重新复合以便通过扁平场投影透镜。

字母数字式的数据

余下的一个绘迹器装置在单框胶片上产生字母数字信息，这些信息通过一个分成四种光色的滤光器投射到大屏幕 3 米平方中心区域以外的周围面积上。这些数据以黄、兰、橙色和绿色呈现。这第三个绘迹器装置还调节低功率氦氖激光指示器。它将低功率激光器输出的激光直接反射到屏幕上去，屏幕上便出现了一个红色的（氦氖激光器发射这种波长的光）可移动的记号。

作为数据的第七个通道的源是一个预先装入的转盘，里面包含多达 80 张背景地图的幻灯片和其他静态信息，由三个绘迹器装置产生的信息将与背景地图和其他静态信息一起叠加在大屏幕上。

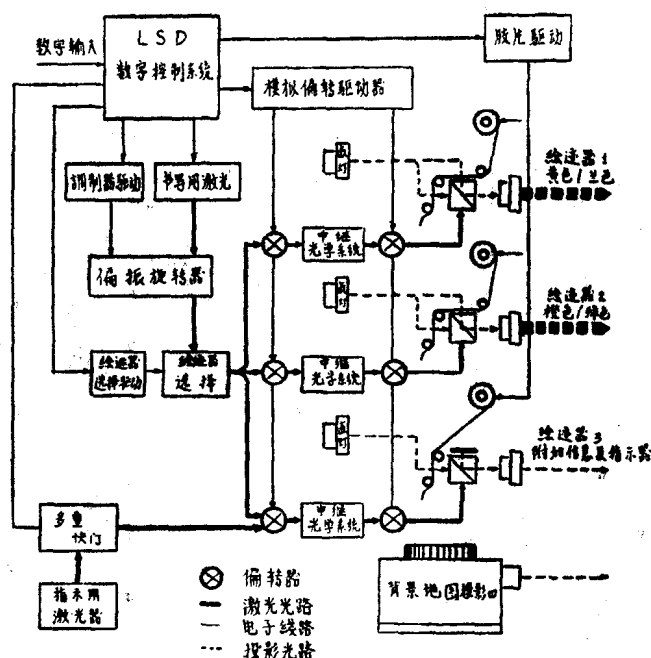


图2 大屏幕显示器方框图：这是 Libracscope 公司为瑞典皇家空军发展的大屏幕显示器，其中用三个双通道的绘迹器和一个转盘投影机，将七个信息通道投影到一个4×4米的屏幕上，动态数据用四种颜色显示，而定位或指示则用第五种颜色显示

可见的数据显示

大屏幕显示器提供数据的可见图象是实时的，或接近实时的。从数据抵达氩激光器（它在七个数据通道的五个通道中作为书写光源）直到数据在大屏幕上显现出来仅仅只需要毫秒的时间。每个通道有12米胶片，为了有大的存储容量，每0.3米长能安8个框架。

坐在控制台和操纵盘位置上的操作人员，通过信息选择键盘和跟踪球操纵着大屏幕上的显示。他可以转换各种地图和方格坐标，改变定标，倾斜地图，以及打开或关闭彩色显示。

数字控制系统为这个光学装置产生全部必要的偏转信号、视频信号、书写信号和其他信号以控制显示器工作。它将保证书写脉冲信号用于氩激光；偏置控制信号送到调制器驱动源上，以便通过偏振旋转器或调制器选择信息通道；还将绘迹器选择信号送到绘迹器选择开关上，这个开关将确定在任一时刻使用三个绘迹器中的哪一个。

三个垂直安装的绘迹器是与书写激光器、指示激光器以及转盘一起固定在一块平板基底上。氩激光器放在装置的后部，它的光束是被折迭的，通过偏振旋转器后由绘迹器选择开关送到所需要的绘迹器中去。

这个光学投影装置与照明装置、电子设备、能源一起安装在一个自制的机壳里，机壳的尺寸为：高1.6米、宽1.3米、长0.7米。这个投影装置可以通过打开机壳背后的有铰链的罩子而接触得到。重量达612公斤的设备分成八组安装在添设的滑板上。当显示器必须重新安置时，这些

板是很容易拆卸的。

Librascope 分公司说, 这种型式的显示器具有高亮度和高清晰度的优点。在强的环境照明情况下也能有效地使用。它的清晰度相当于一个 1500 线的显示器, 而且又有可选择的颜色。

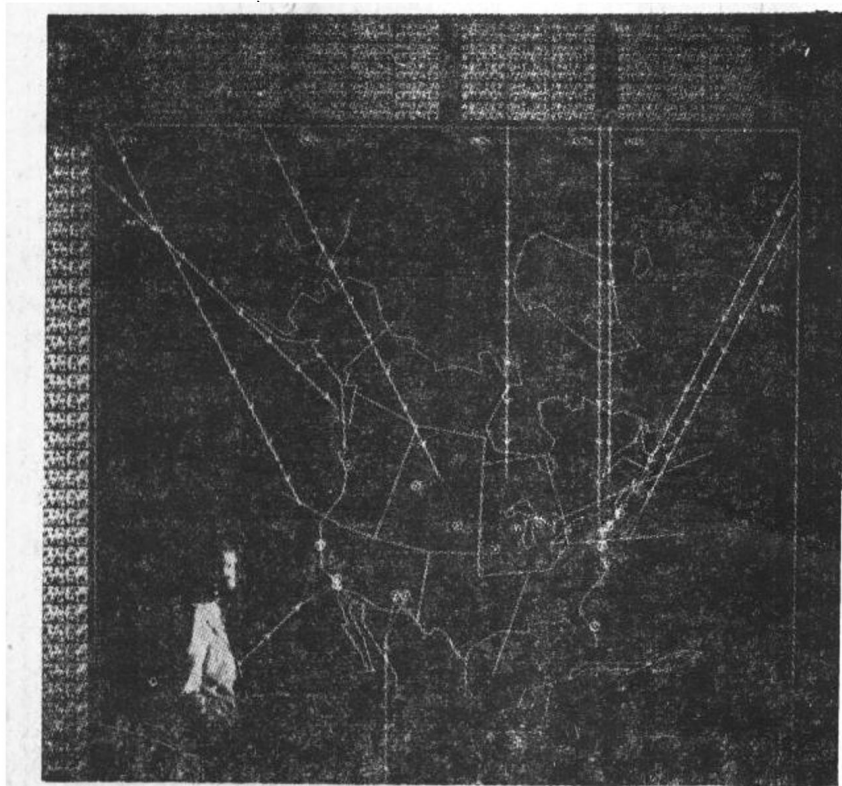


图 3 多色显示器提供实时的、可见的防空资料的图象于大屏幕上, 以便在防空中心观察。如图所示, 大屏幕显示器在可选择的地图背景上投影出多重目标的行迹

这个公司还说, 由于整个装置除了胶片驱动以外, 没有其他活动的部分, 因此, 它的可靠性比其他型式的划线显示器要高。在七个通道上所有图象的套准精度均在 0.4% 的误差范围以内。

方正译自 Aviation Week and Space Technology November 15, (1976), p. 55—57 沈湛率校

军队作战显示系统

[美] Berry A. Cannon

摘 要

本文叙述一个先进的显示系统，它包括一个分析控制台、一个显示组和一个迭片复制器。本系统可供作战环境中陆军师团管区或上级指挥部控制中心之用。通过使用一军用小型计算机和新颖的程序编制，系统的机动性大为提高。本系统能被单独使用，或为了发挥显示硬设备的更多作用，可通过接口把它与遥控计算机相联接。在指挥需要时，三个辅助显示系统能单独或共同地操作。

引 言

为了使军队现代化和加强国防力量，陆军如同其他武装力量一样，非常必要使用计算机和自动数据处理（ADP）技术。

各级军队均重视研究及发展计算机以及它们的辅助设备。计算机速度已大为增加，在使用这种快速的计算机后，军队的相应能力提高了，同时通过复杂的软件程序编制，数据处理较过去既快速又准确。

在新杰赛蒙毛斯堡地区的通讯和自动数据处理实验室的显示组里，现已具有信息处理较过去愈为快速和准确的能力，正着手研究如何显示供个人和集体观察的作战信息，并把该信息立即传送到各级指挥部作程序编制。在与加州格伦代尔城 Singer Co. Librascope Div. 的契约下，军队作战显示系统（ATDS）发展起来了。ATDS 是一种先进的军事系统，它能使作战信息迅速而准确地输入计算系统，并使信息投射于师团军区或高级指挥部指挥控制中心的屏幕上或别种显示器上。

概 述

本显示系统（图 1）由下列各机组组成：

1. 数据控制机组（DCU）；
2. 中央处理机组（CPU）；
3. 电源机组（PSU）；
4. 数据入口及编辑监视器（DEEM），用于分析控制台；
5. 光色胶片显示器（PFD），用作集体观察的显示设备；
6. 叠片复制器（OR）。

上述设备中每一组与另一组相互作用，把它们集中做一示范操作时，能明显地看出来。

一指令发布官坐在数据控制机组（DCU）处，该机组是一特制键盘，其上面除了有许多字母

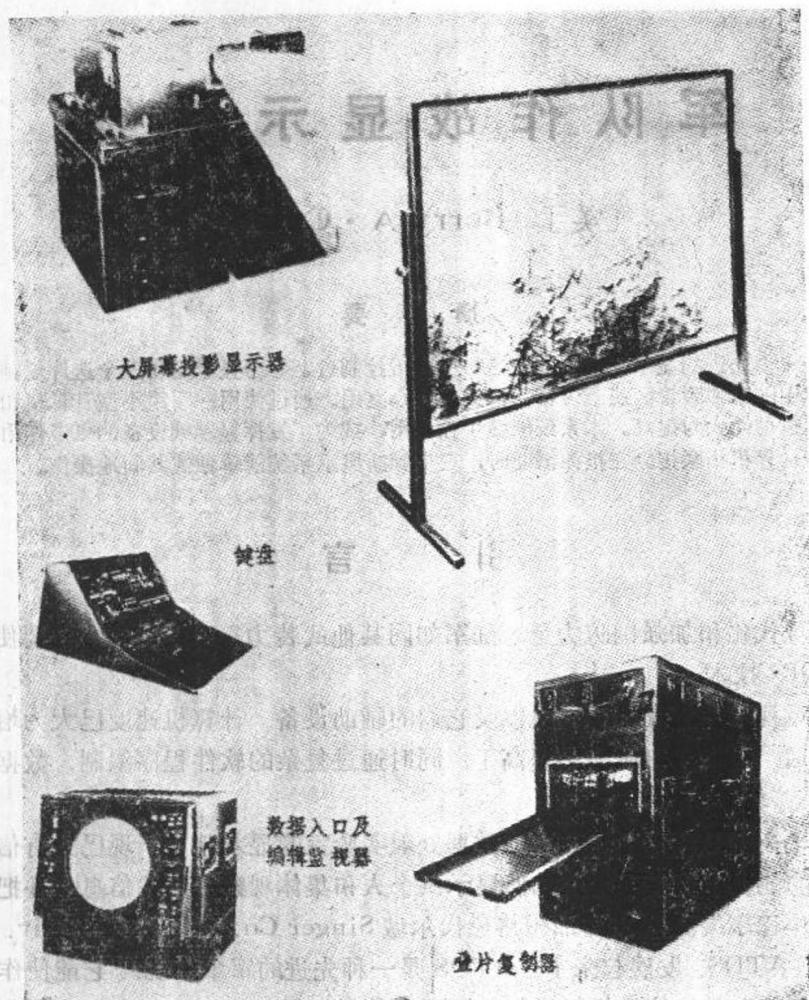


图 1 军队作战显示系统

数字键以外，还有许多军事作战符号和功能控制开关。用电缆把 DCU 连接于中央处理机组(CPU)的军用小型计算机。按下 DCU 的某些键钮，指令发布官在 DEEM 中 80 个 35 毫米幻灯片中任选一幻灯片。该幻灯片平常是待查询的作战区域全色军事地图，但它也是一种图表，例如一伤亡报表。幻灯片上的图象通过阴极射线管(CRT)后窗投影于管内磷光层上。磷光层作为一后向投影屏，能使指令发布官看到投影地图幻灯片的图象。指令发布官在 DCU 键盘上按压适当的键时，借助于 CRT 的电子束扫描，将待显示的作战记号或字母数字叠加在投射于 CRT 磷光层的地图上；在传送按钮中再按压其中适当的一个，于是用任何电子方法产生的信息出现于数据入口及编辑监视器(DEEM)上，同时也出现于为集体观察的光色胶片显示器(PFD)上。光色胶片显示器上的图象精度如同 DEEM 一样准确，因此显示器上供集体观察的图象精度如同分析控制台上的。假使显示于 DEEM 上或者 PFD 上的信息是重要的，便把信息传送给叠片复制器(OR)，那里产生了可供逐级传送的图片。

中央处理机组 (CPU)

作战显示系统的核心是中央处理机组 (CPU)，它被安置于光色胶片显示器下面。它由一个全部军用的 ROLM1601 小型计算机构成，具有 32K 的 16 位磁芯存储器，32K 存储器分隔数区：其中 4K 为着 DEEM 显示内容的贮存，4K 为着 PFD 内容的贮存，4K 为着 OR 内容的贮存，这些内容彼此可能不同。加上，存储器的 2K 是用于 PFD 和 OR 符号表，1K 用于 DEEM 符号表；存储器余下部分 17K，13K 是作为由坐在 DCU 处的使用人员操作着的输入/输出控制所需的工作程序贮存之用，该程序也包括诸如更新光色和监视系统有关部件的辅助功能。剩下 4K 留着以供以后的工作程序贮存之用。三个显示系统 PFD、OR 和 DEEM 中每一个有它自己 4K 的磁芯存储器，用于贮存它自己的显示内容。这给 ATDS 很重要的作用：能在同时间里显示三个内容截然不同的图象。例如，一位指令发布官用光色胶片显示器显示当时的作战形势，而同时他考虑下一个待发布的战区情况，或者监视正在 PFD 上显示的情况变化。在整个过程进行中，指令发布官根据需要可在 OR 中获得先前作战形势的复制照片。

在军事作战显示系统 (ATDS) 中，军事的和字母数字的一切符号是由软件产生的。硬件数字字母发生器并不使用。这一能力给予整个系统巨大的机动性。例如，假使指令发布官觉得某些需要的符号在设置的符号表内没有，但可由较简单程序编制变化创造这些符号和准确地使用它们如同已有的表中符号。PFD 和 OR 使用同样符号表，许多字母数字是按 7×9 点阵构成，军事符号按其特殊要求由不同大小的点阵产生。符号位置和符号型式按它们输入的次序，贮存于显示表上。系统主程序在某个时候，扫描出这表上一个项目，读出符号点阵左下角的 x 、 y 坐标，促使用于 PFD 或 OR 中的记录激光移到这个位置。程序然后跳到存贮于磁芯存储器的符号表部位，其中安放着的特别的符号。从符号表中程序接受指令去移动记录激光而构成选择的符号。这些指令包含几个基本操作：上移一单位点和记录，下移一单位点和记录，右移一单位点和记录，左移一单位点和记录，不变换和记录，跳到下条地址所示位置。在符号库中，(图 2) 每个 16 位字长的地址中包含四个上述内容的指令。首二位字给出水平位移指令，后二位字给出垂直位移指令。每次水

字符扫描偏转指令内容

$X_1 \ X_1 \ Y_1 \ Y_1$	$X_2 \ X_2 \ Y_2 \ Y_2$	$X_3 \ X_3 \ Y_3 \ Y_3$	$X_4 \ X_4 \ Y_4 \ Y_4$
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

XXYY = 位置数据

00 = 无变换

01 = +1 增量

11 = -1 增量

10 = 端点，下一指令内容是跳跃位置指令内容

跳跃位置指令内容

$S \pm x$	$S \pm y$
-----------	-----------

S = 起点

$S \pm x$

或

$S \pm y = 10000000$ ，下条指令内容为待写符号点阵的左下角位置

图 2 软件字母数字发生器程序编制技术

平和垂直指令给定后，紫外线激光器自动触发记录一光点于光色胶片上。在后面 12 位。这信息顺序重复三次。程序按以下方式编制：把设想的符号或图案，先一点一点地绘于一张表格纸上，然后利用上面所述基本指令编制软件指令。这样，在 PFD 或 OR 上能比较容易变换已给定的符号或创造许多新的符号。软件符号如何产生？取字母“1”作为例子。对于这个字母，9 个地址 16 位字长是需要的，如同图 3 中见到。第一个地址给出待写符号起始扫描端点相对于该 7×9 点阵左下角“S”的坐标位置。该例中：表示扫描端点离左下角“S”在水平方向向右偏转 5 个单位距离，在垂直方向没有距差。以下三个地址中的每四位表示逐点偏转的相对位移。0, 0 表示无位置变化，0, 1 表示 +1 增量，1, 1 表示 -1 增量，1, 0 表示下一个地址是一“跳跃部位”指令，在第四条地址的末四位 1010 表示下一个地址为构成该字符的第二扫描段起点，相对应于 7×9 点阵的下部左角 S 点的相对坐标。在一“跳跃”指令后，全部零字指示回转 到主程序。应着重说明：按这样编列符号程序，仅在这些符号是永久被加到符号表上时做到。特殊符号可能仅用于某天或为一连串的演习，有一个为构成容量为十个符号的调节设备。操作人员利用存贮在 DEEM 或 PFD 的内存中的一组矢量程序段来绘制所需符号。如此产生的符号被操作人员编一序号而存贮于贮存器的一“特殊符号”区。他能在显示器上在任何时候和位置上，先压掀“特殊符号显示”按钮，再指定特殊字符的序号，便可反复使用这些特殊符号。

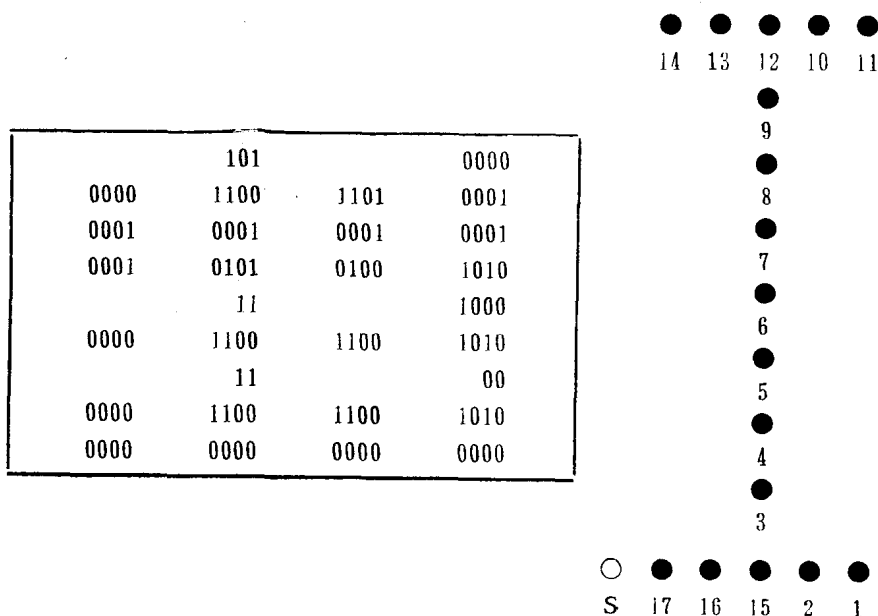


图 3 指令字语产生字母“1”

矢量迅速和容易地通过 DCU 输入到系统中。输入的是一个矢量或一组矢量。指针先位于矢量的起点，“座标输入”按钮被掀下，指针再移动到矢量的端部，“座标输入”按钮再被掀下，如此继续直到一组矢量全部被输入。矢量发生器自动地编制程序，在每点坐标输入时把它与矢量连接。

全套中央处理机组是：数据入口和编辑监视器、光色照相胶片显示器和叠片复制器三种显示系统的共同装置。一切数据，包括输入、消去或修改均被 CPU 控制着。此外，没有数据需要处理时，这机组仍然控制着这些显示器。

数据控制机组 (DCU)

如图 4 所示, 数据控制机组 (DCU) 包含一字母数字键盘、一作战军事符号键盘、光色和叠片复制控制器、幻灯片放映控制器、可听到的信息键揞压指示器、音量控制器、故障状态系统指示器、记忆过载指示器、叠片复制控制器、特殊符号控制器、地图数据输入控制器、为显示指标的控制操纵杆和一符号旋转控制器。对于 DCU, 为战场使用的键盘加固新技术已被应用。这包括利用弹性材料为信息键接触点、能使 DCU 在战场上使用时更易防水和更能耐受震动和扭歪。使用时数据控制机组安放在邻接于数据入口及编辑监视器处, 但与光色胶片显示器相离开。DCU 主要用于加入、擦掉和修正在中央处理机组 (CPU) 中的数据。

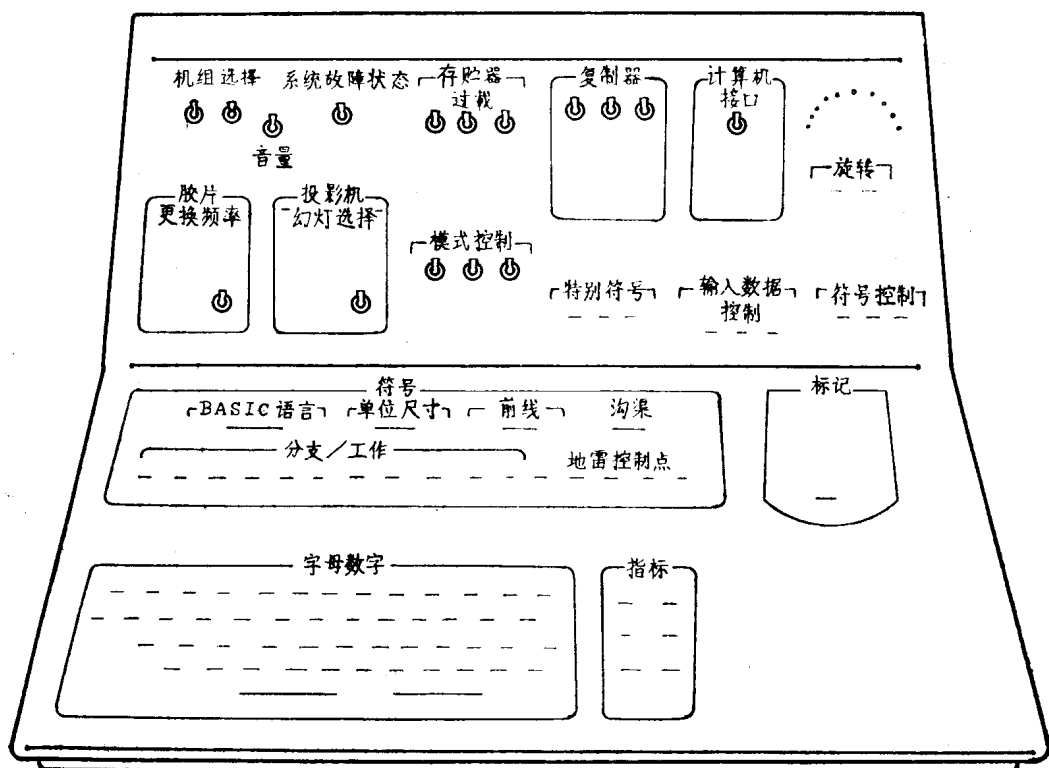


图 4 数据控制机组 (DCU)

数据入口及编辑监视器 (DEEM)

数据入口及编辑监视器 (DEEM) 是一个后窗式阴极射线管, 该管显示着计算机所处理的军事作战数据。操作人员利用 DCU 把这数据输入于 DEEM 中或显示原先在一遥控计算机内的数据。操作人员能监控和编辑这数据, 同时对信息和查问进行组合和编辑 (图 5)。

监视器的显示面积是 25.4 厘米×25.4 厘米, 上部 19 厘米×25.4 厘米, 主要用于显示作战军事位置。把一个 35 毫米地图幻灯片通过在阴极射线管边部的窗口或通孔, 投影于射线管的内

面，其上涂以磷光体，P-31，而它用为操作人员使用的后向投影屏幕。在操作人员把地图影像投射于监视器涂磷光体的内面的同时，他能用电子方法产生作战符号并把它们重叠于投影地图上。屏幕的下部 6.4 厘米×25.4 厘米用于接收、编辑和组合字母数字信息和查问。假使需要的话，整个显示面积能用于显示字母数字或表格式信息。

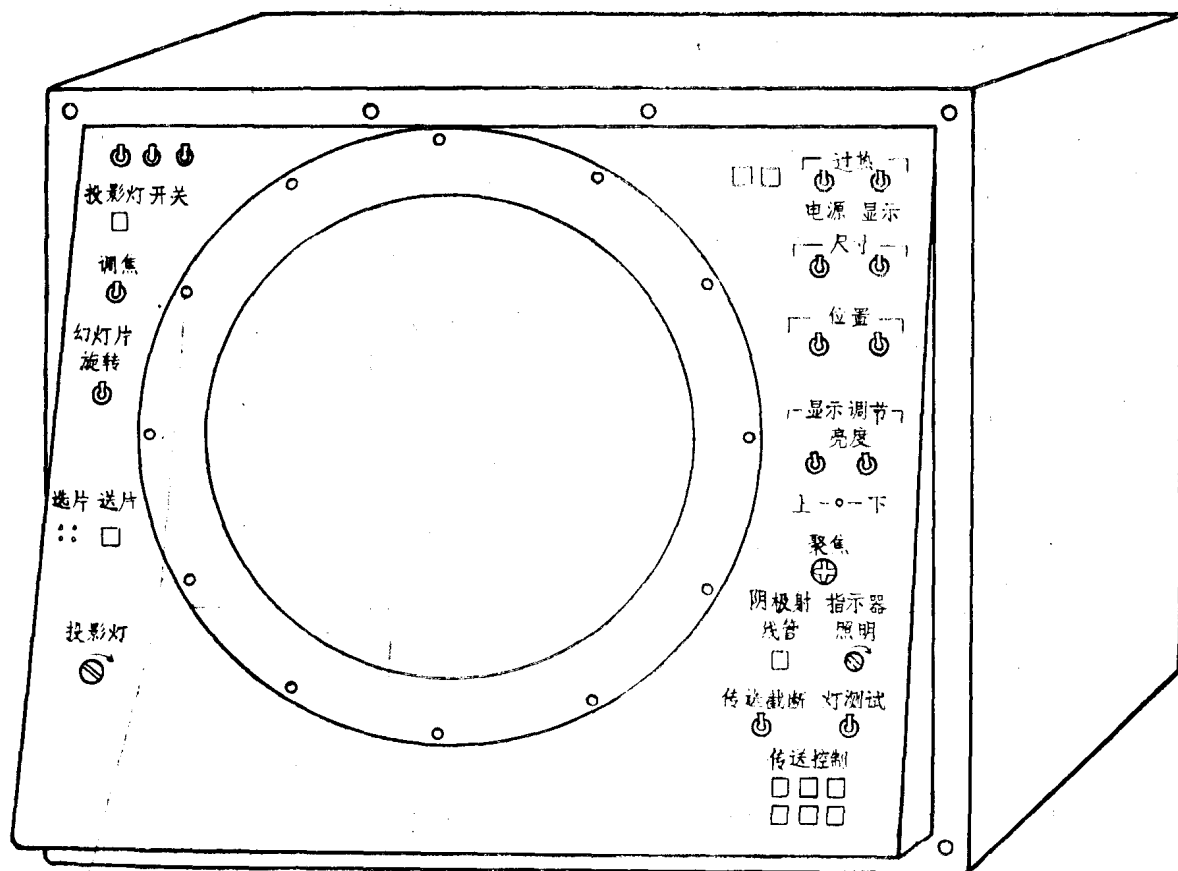


图 5 数据入口及编辑监视器 (DEEM)

DEEM 包含电源机组和显示机组。这些机组与电源、显示缓冲存储器 and 电子控制器用电缆完整地连接在一起。DEEM 除了在 CPU 中有容量为 4K 的磁芯存储器外，还有 32 位字长的 2K 半导体缓冲存储器，所以允许它有一个 60Hz 的画面更新率，而不使中央处理机组 (CPU) 过于负载。无论 CPU 的磁芯存储器内容如何变化，DEEM 中的缓冲存储器，总是跟着更新信息。一旦一个画面已构成，且传送到 DEEM，即使 CPU 失效了，它仍能被看到。假使主要计算机发生故障，它还能保证有一定的操作连续性 (CONOP)。

用于 DEEM 的地图幻灯片，特别制得透明，具有 32 毫米×24 毫米实际尺寸。这些地图及用于 PFD 中 70 毫米大小的片子，均由设在华盛顿的地形利用指挥所国防地图经理处在陆军电子指挥部的指导下制造的。这些特制产品不适宜于商业公司的一般应用。在它们上面显示的图象投影于 CRT 内面 25.4 厘米×19 厘米磷光体涂层上。根据比例为 1:50000 的标准军事地图，一个地图幻灯片复盖面积大约是 36 公里×27 公里。这意味着此时 CRT 上的比例值已为原来地图比例

值的 0.36。一个改进的 Kodak 放映机具有一个夹持着 80 片随机读取幻灯片的旋转器，放映机把幻灯片上的图象通过阴极射线管后窗投射到它内表面上。设计了特殊的投影光学以去除一般投影机所固有的畸变。而这些畸变将降低在地图及叠加其上的作战数据之间的位置准确度。DEEM 上造成的位置误差不大于显示面积宽度的 1%。而且，幻灯片上地形图的缩小比例值，务必与它的投影系统的分辨能力相一致。在 DEEM 上，在水平和垂直方向上，为动态信息的分辨率是 1024。投影光学的分辨率大于 40 线对/毫米。

光色胶片显示器 (PFD)

光色胶片显示器能使指令发布官把当时的作战形势图后向投射于大面积投影屏幕 (1.83 米宽 $\times$ 1.37 米高) 供大批人员观看。显示技术使用一种聚酯薄膜衬底，在其上面涂有一薄层有机光色材料作为动态记录介质。记录于介质上的信息与一有关的作战区域图同时投射。7.6 厘米 $\times$ 5.7 厘米地图是透明的，在 1:50000 比例的地图上，覆盖面积约 36 公里 $\times$ 27 公里。地图和符号结合在一起给出一幅当时作战形势图。

图 6 简略示出使用于光色胶片显示器 (PFD) 的书写及投影系统。PFD 书写系统有二个激光器、一个偏转系统和一个聚焦系统。二种激光器都是空气冷却脉冲式氩激光器：一个工作于紫外光波段 (351 毫微米和 363 毫微米)，另一个工作于可见光波段 (488 毫微米和 523 毫微米)。紫外激光器用于激活光色胶片，至于可见光激光器仅用作指出激光偏转系统位置的指针或标识器。因 PFD 是设计为军用的显示器，被使用的二个氩激光器应具有紧凑、结实和可靠的结构。在这些激光管中使用了吸气剂技术，使激光器的性能非常好和稳定，同时使激光器的寿命预期提高到几千小时。激光器最大脉冲频率大约是 2KHz。偏转系统被中央处理机组 (CPU) 控制着。标识激光位置 (即偏转系统的位置) 可以由操作人员在数据控制机组 (DCU) 用一操纵杆来手动控制。这个偏转系统是检流计反射镜型式的，最大工作频率约 1.4KHz。这系统的水平和垂直的最大偏

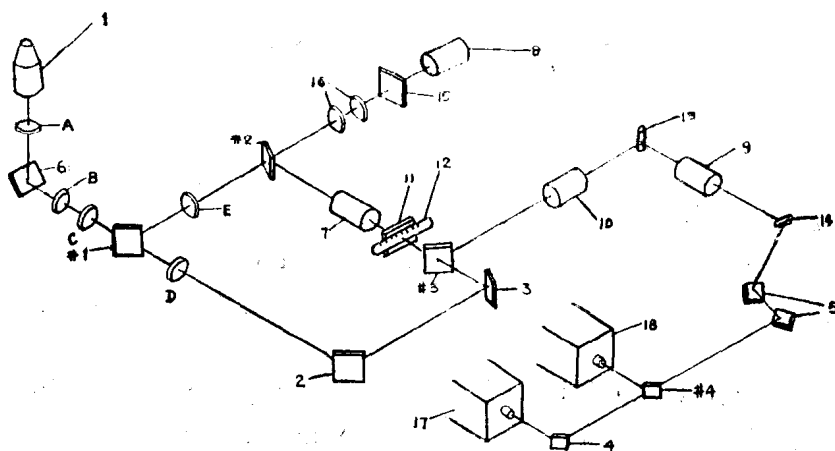


图 6 1—1000 瓦氙灯；2, 3, 4, 5, 6——反射镜；7——中继透镜组合件；8——投影透镜组合件；9——扫描中继设备组合件；10——聚焦透镜组合件；11——热交换器；12——光色照相胶片；13, 14——检流计；15——3 英寸 $\times$ 2 $\frac{1}{4}$ 英寸地图幻灯片；16——中继场元件组合件；17——兰-绿色激光器；18——紫外激光器；#1、#2、#3、#4——二色镜；A、B、C、D、E——透镜

转角度是 $\pm 20^\circ$ 。一个短焦距透镜把准直的紫外激光束这样地聚焦：保证光束能量的 80% 包含于直径尺寸为 32×10^{-3} 毫米的光斑上，即使位在胶片外部边缘也是一样。在水平方向有 1024 个可分辨光点，在垂直方向有 768 个可分辨光点。光色胶片一般为透明，假使曝光于如同氩激光器发射出的紫外线辐射下，将转变为深蓝。但这作用不是永久性的，按照胶片的温度，经一段时间后，暗区将回到透明状态。例如在 70°F ，有一最大光学密度 1.0 的光点，经几分钟后仍很暗，人们仍将看得到图象。而约在 125°F 时，同样图象将于不到 15 秒里消失。为了控制记录于光色胶片的图象褪色率，把一个电热式冷却器用于控制流经玻璃罩的循环液体温度，该玻璃罩是接触胶片的，通过对流，可以增加或减小图象面上的热量。胶片温度可以被控制于 40°F 和 125°F 之间。因光色材料的褪色率可被控制，PFD 的用途甚广。例如，军队位置相当慢的移动需要一个慢褪色率，至于相当快的军队空中支援力量的位置变化就要一个快褪色率。参考文献 1 和 2 对光色材料的性质有较详细的说明。既然书写于光色胶片的图象不是永久的，它们一定是周期地更新着。在 CPU 中程序执行的重复周期是由 DCU 的操作人员决定的。每次重复周期能在 15 秒和 45 秒之间连续地变化。在 70°F 温度的正常操作下，45 秒的重复周期更适于保证良好的显示对比度。

中继投影透镜把显现在光色胶片的动态数据图象投射于一个 7.6 厘米 $\times$ 5.7 厘米 (3 英寸 $\times$ 2 $\frac{1}{4}$ 英寸) 透明军事地图的象平面上。另一个投影透镜把这合成的图象投射在位于离透镜 2.44 米处的 1.83 米 $\times$ 1.37 米 (6 英尺 $\times$ 4 $\frac{1}{2}$ 英尺) 后向投影屏幕上。最终的显示在轴向平均亮度值超过 40 英尺-朗伯。这在 70 英尺-烛光的一般办公室照明条件下是易于观看的。光色胶片和重叠幻灯片图象平面的光学分辨率都较大于 100 线对/毫米。在地图幻灯片和作战信息之间，图象对准准确度优于 1%，一般目标位置误差仅在两个象素之内。准确度取决于信息是如何输入该系统的。长久以来，通过许多试验的长期考验中，漂移均远远小于 1%。更新周期的重复精度和准确度事实上是优等的，因此在需要更新时，不产生模糊符号。

光色胶片显示器有一个相似于在数据入口及编辑监视器中的 60 张幻灯片的幻灯片旋转器，所以在后者构成的画面可以没有变化地被转移到前者供集体观看。

叠片复制器 (OR)

叠片复制器既不是抄录机器，也不是传真设备，它生产高 53.3 厘米 $\times$ 宽 71.1 厘米 (高 21 英寸 $\times$ 宽 28 英寸) 的透明叠片，把该片叠加在标准比例的军事地图上，便可使用。叠片上的信息是永久性的，是直接从存贮在中央处理机组中的数字信息造成的。

在叠片复制器中复制的信息首先合成于 DEEM。在 DEEM 中，信息可以容易修正和校核，而且信息可以被传送于为集体观察的光色胶片显示器或传送于作为硬拷贝用的叠片复制器；信息也可以从光色胶片显示器转移到叠片复制器。

当操作人员希望复制信息，可在 DCU 处掀下一按钮，它告知 CPU，在 DEEM 或光色胶片显示器中一切信息将转移于安置在叠片复制器侧边的 4K 存贮部件中。在这里信息处理方法同在光色胶片显示器显示的方法非常一致；复制技术也非常相似于用在 PFD 的技术。叠片复制器使用检流计反射镜偏转氩激光光束，书写于一光敏材料之上。

但在叠片复制器 (OR) 和光色胶片显示器 (PFD) 之间存在一些结构上的差别。后者只有二个检流计反射镜，其中一个作水平偏转，一个作垂直偏转；反之，前者有四个反射镜，其中二个作水平偏转，二个作垂直偏转。PFD 的反射镜兼作大小扫描用。叠片复制器的二个水平反射镜

中, 一个处理待写符号坐标位置 (大扫描), 另一个处理待写符号或字母的书写扫描 (小扫描)。在 OR 中需要四个反射镜的理由是信息必需在相当短的时间内被书写完成。在 OR 中大扫描用的检流计工作频率约为 1.4KHz, 但它们能把激光器书写光束偏转到 $\pm 20^\circ$ 。小扫描用的检流计工作频率高到 3.2KHz, 具有一个不过 $\pm 4^\circ$ 的偏转角。为反射镜偏转, 使用速度较高的检流计, 因此系统的全部书写速度大为增加。

用于叠片复制器的胶片是一种卤化银胶片, 由 3M 公司制造, 它在可见光谱蓝绿区域具有最大灵敏度。因此, OR 的书写激光器是一种蓝绿氩激光器, 而不是用于光色胶片显示器的紫外激光器。并且, 因为叠片复制器是一个硬抄录复制器, 它不需一个标识用的激光器。

PFD 和 OR 胶片也互不相同, 前者受热为可逆, 后者受热则显影和定影。由于能做到这些, 在作战形势已被书写于卤化银胶片的 53.3 厘米 $\times$ 71.1 厘米 (21 英寸 $\times$ 28 英寸) 象帧上后, 胶片被输送到一加热处, 在该处被受加热的真空胶片卷筒拉平, 并被加热到约 250°F。同时, 从胶片卷筒的多余部分中用一红热金属线割除象帧。热处理后, 为了立即应用, 叠片被输送出来。完成一个有非常高密度符号的画面, 整个书写和显影周期费时约 45 秒钟, 一筒胶卷可复制到 99 幅画。还有, 作战形势的任何抄录张数都能自动得到。在叠片复制器 (OR) 或数据控制机组中这过程均能被实现。

其他系统的性能

发展自动作战显示系统的理由之一是可充分利用计算机的高速度。如果要做到这一点, 务必造成人-机间的最佳衔接。其中, 极大部分工作已被军队作战显示系统 (ATDS) 做到。因为中央处理机组 (CPU) 本身就是计算机, 它能直接与安置在远处速度更快和更复杂的大型计算机相连。所以可用作中央计算机, 它几乎立即发送适当的和合时的信息到达 CPU, 再由 CPU 将信息送入数据入口及编辑监视器 DEEM 而显示出来。这种信息闪烁约每秒三次, 直到一位操作人员看到和收到。然后操作人员决定保存或消除它。在需要的情况下, 这个新的自动作战显示系统可能立即把新信息显现于光色胶片显示器 (PFD) 上而供许多人观看。在这种情况下, 指示器闪烁指出新的数据, 可以显示十六个新的项目。另外, 利用这种系统, 叠片可以在任何时候做成和逐级传送下去, 或成为历史性保存着。历史性记录也能被穿成纸带输出、在中央处理机组存储器中存贮和晚些时候读出。假使需要较快读出, 可将作战信息和画面存贮于遥控计算器, 也可使磁盘存储器或磁带存储器配接于这系统, 但这还没有完成。

利用数据控制机组的键盘和 ATDS 的中央处理机组 (CPU) 包含的程序功能, 操作人员能很快地输入数据于 CPU 中, 并把它输入整个计算系统中。对于信息被指挥部无线电收到的典型作战场合是十分方便的。假使认为信息重要, 就把它标识于地图纸上, 否则就简单地记入值班簿。使用 DCU 键盘往往可能更有效和较简地处理这种信息。假使军队的新场所需要作为信息标识于地图上, 使用作战显示系统标识能做得迅速而准确。操作人员不需记牢特别代表信息的符号或键字。他简单地按下他要输入符号的图象按钮, 使信息给出的地图座标转变为需要自动用地图背景标记新数据的 x、y 座标。假使数据不被显示出来, 而不过是归档, 信息便被 DEEM 的较下部分打出, 并被送到为了存贮的遥控计算机; 当需要时, 可由计算机继续处置。在遥控计算机中信息被存贮起来, 过了一些时候, 座标识别和信息内容能非常快地被恢复。利用设备的例子是作战指挥官需要知道在他境内敌军的组成和力量的情况。他要做的一切, 就是利用他的数据控制机组

(DCU) 和中央处理机组 (CPU) 从遥控计算机中探问这些信息, 进行扫描而寻找出要求的信息。假如中央处理机组加上一个磁盘存贮器作为存贮装置, 则他从中央处理机组 (CPU) 中能获得同样的信息。在利用自动显示系统的场合, 一位司令官能在几分钟或更少时间内得到他的信息, 然而假使他需要依靠标准的测绘和读出方法, 同样的工作, 假使能一切做到, 将化费许多小时。

结 论

假使在中央处理机组配置一自动显示系统, 遥控计算机能比过去使用得更有效, 遥控计算机能控制和操作几个不同的性能完善的显示器协调作用。CPU 将不减轻遥控计算机的一切贮存功能, 然而即使把现场快速存取的大容量存贮器加入到 CPU, 因为遥控计算机如同中央情报交换所, 仍将保持信息资料。然而利用一小型计算机去管理许多自动显示器的独一无二基本概念已证明为稳妥的 (参考文献 3)。各种试验已指出中央处理机组 (CPU) 和军队作战显示系统 (ATDS) 的可能应用是多种多样的。上述自动显示系统是一般进展中的一部分, 现正在试验之中, 并且在考虑提高自动数据处理和显示技术的军事用途的质量。供给司令员以计算机硬部件工具, 按使用人员设想贯彻的一切变化, 目前有可能扩大和完善系统中基本软件通用性的能力。

参 考 文 献

- [1] Robert J. Anderson, "A Real-Time Laser Photochromic Display", Proceedings of the SID, Volume 11, № 4, Fourth Quarterly 1970.
- [2] LaForgia, S. F., Cannon, B. A., and Wallace, R. W., "Fixable Photochromic Materials", Technical Report, ECOM-3266, June 1970.
- [3] Aldrich, H. B., Larson, I. W., Kroger, M. H., Sowell, E. N., MASTER Test Report № FM-116, IBCS: Automated Displays, July 1974.

郁曾虞译自 Proceedings of the S. I. D. Vol., 16/1, First Quarter
1975, p. 31—40 沈祖耀校

激光—光色片实验显示系统

G Eoffrey G Fuller*

(英国空间与武器研究实验室)

摘 要

本文描述了一个激光显示系统,它能产生实时电视标准图象,或用光色软片存贮物象并可擦除,描述了激光束调制器件的研制。空间调制器是采用声光衍射盒,而振幅调制器利用 ADP 晶体的电光效应。

1. 引 言

在实时、存贮或非存贮显示中,通常采用各种阴极射线管已可满足大多数的要求,但阴极射线管有一个很大的真空外壳,容易破碎,而且其性能有一定的局限性,特别需要在明亮的大屏幕上显示,可靠而又可擦除的存贮能力以及高分辨力尚感不足。因而需要找到能克服射线管局限性的新的显示技术。人们发现,激光在这一领域里可望获得实用。但是为了实现这种应用,以及将激光用于数据存贮和通信等其他方面,首先必须发展激光束的高速时间和空间的调制技术,为此本实验室研制了此类器件,并将它应用于实验显示系统。目的不在达到其性能的高限,而是演示了激光显示器的原理,并如实反映了应用前景。

主要的空间调制技术有三种:机械、电光或磁光互作用,以及声光互作用。机械偏转具有一定的局限性,主要用于周期扫描。在光激活材料中,电场或磁场能使折射率发生变化,这一现象可直接用于模拟偏转,但分辨力一般很低,也可以间接地利用这一现象产生的偏振变化用一检偏振器转换成数字偏转。后者能够精密地显示出正确的几何位置,但由于每个元件仅产生二个数字输出,所以为达到实用的分辨力,偏转板需要许多元件串联,结果只能在速度、分辨力、光学效率之间寻求一折衷,本系统选用声光偏转,虽然在速度与分辨力互有折衷,但效率较高,而且受材料限制较少。

上述三种调制技术同样可用于外腔幅度调制,只是性能要求不同。幅度调制主要侧重于调制速度。机械器件的速度受限制,只用于周期性调制。电光或磁光器件具有高速度和高效率,而声光调制器速度一般受渡越时间效应的限制。电光和磁光调制涉及的面很广,已有很多文章介绍,主要的选择参数是光学效率、消光比和驱动线路的简易程度。从实验显示系统的观点来看,采用 Dore[1] 首先描述的那种电光调制器较好,已设计用于实验显示系统。

2. 声光偏转

2.1 原理

用声波使折射率变化而导致光束偏转的基础知识已有介绍[2,3],原理示于图 1。发射一个平

* 选自 IERE 于 1969 年 3 月 25—28 月在 Southampton 大学举行的激光与光——电子学会议的记录。