

用光栅扫描图象

用光栅扫描图象，很容易设计图解法阴极射线管显示器。外加一微处理机，你就可以享受到细微、稳定的彩色或黑白画面之乐。

一旦你决定以微处理机为基础搞图解法显示器，你就可以用光栅扫描方法降低成本，采用标准监视器，轻而易举地重复显示，以彩色或灰阶自由闪烁图象以及利用它的高分辨率——达到1024个点。

设计图解法显示器时，要保持尽可能低的空间分辨率。基本图象显示元是称为 pixel 的点。如果说，一个图象显示光栅有 64×64 个独立的点，并且每个点都可能是八种颜色之一，那么显示器将有4096个 pixel，分辨率为每 pixel 3个比特。

然而认真做出的最低分辨率是一个 256×256 点的光栅。较高的分辨率 512×512 将适合几乎所有应用场合，而 512×1024 (分辨率) 是采用标准电视监视器的图解法显示器的极限。

当然用比特/pixel 表示的所需要的彩色/灰阶分辨率取决于应用。对于曲线，波形或字母数字式，通常一个比特/pixel 就足够了；三个比特/pixel 给出八种不同颜色或灰阶平。对于广播应用来说，产生一个与正常广播模拟电视信号大致相同的图象来说，八个比特/pixel 是可接受的标准。

存储器不落后

一旦你选定了分辨率，显示重复存储器，通常是动态的，就是你下一个任务了。自动刷新动态存储器可以用很小的附加电路合并到正常电视扫描同步中。

但在生产一个光栅扫描图解法显示器之前，必须解决两个抵触的显示重复存储器问题：多么大和多么快。一方面，一个电视图象的存储信息量是两兆位（二进制数），另一方面，存储器必须有快的存取（速度）。

对一标准的 256×256 显示器，共有 8 比特/pixel (256 种不同颜色或灰阶电平)，所需要的比特数 = $256 \times 256 \times 8 = 2^{10} = 524288$ 比特，需要128个4-K动态存储集成电路。没有容易的方法解决这个问题。幸而，每个最新半导体存储器的价格在下降，而密度在增长，起码显示重复存储器的物理尺寸和价格在收缩。(注：恰巧32个16-K随机存储器RAM满足这种情况。)

基本上有三种方法把一个图解法图象存储在一个显示重复存储器中。最简单的但不是最便宜的方法是一点一点地形成图象，这种方法是把一幅图象分解成一系列的点，然后存储每一点的参数——强度，颜色的饱和度和色调，黑白的灰阶平。(见图1)唯一的缺点是需要大量的显示重复存储器。

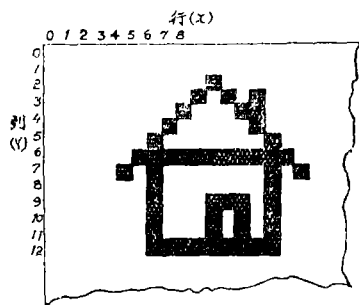


图1 用点再现图象是产生图象法显示的一种简单方法。每点都被指定为一种颜色，或对黑白图象来说，被指定为一个灰度级。

当被显示的信息量对可能点的总数来说

太小时，你可以用点曲线节省存储器，它仅把那些实际被显示的点存储在薄片上。如果在一个 256×256 的显示器中，8 比特/pixel，被显示点的总数是1024，那么显示重复存储器的大小是 $1024 \times (8 + 8 + 8) = 24576$ 比特。当然与 pixel 数据一起，被显示的 pixel 的 x 和 y 位置也必须被存储。

点曲线法可以节省存储器仅等于一个“点”。在所画的例图 1 中，如果 $1/16$ 以上的点被照明，那么图象曲线法需要更少的存储器。由于点曲线法很难适于光栅扫描，所以它最适于可定位的 x - y 显示。注意，对 x - y 显示来说，刷新时间和闪烁由于薄片变得更长而成了问题。

被称为特性曲线法的第三种方法，最经常被用到电视方案和其它特殊显示器中。如果一个图解法图象能被分成一些较小的确定的图象，那么就能设计一个较简单的系统。例如，一个字母数字式显示器是一套确定的小图象（特性系列字体），他们被“随机地”定位在显示屏上形成一个信息。

在视频方案中，一系列确定的图象（运动员，球，浆等等）被存储在只读存储器 ROM 或随机存取存储器 RAM 中，然后被显示在屏幕的不同位置上。这里优点是确切的图象装置可以容易地用软件代换。当用相对小的显示重复存储器时，特性曲线显示器能提供有限的高分辨率的随时可以放映的节日图形。

现在，你准备好电视同步发生器。图象法系统在设计上与字母数字式显示器相类似。（参见 ED №19 sept 13. 1977. p68）举个例子说，电视同步发生器对两种显示器来说都是重要的。所有必要的同步都是由相应的计算状态的译码产生的，并且发生器为显示重复存储器提供所有信号，扫描，水平和垂直电视同步以及消隐。

你所确定的分辨率在设计同步发生器中起关键的作用。同样，你的图象或曲线技术，以及你的显示重复存储器也起重要作用。

用。

对一特性曲线，图象法界面与字母数字式阴极射线管显示器的界面几乎是一样的，具有用包含图象符号的特性发生器替换的 ROM。可寻址的 RAM 迄今是另外的选择，允许符号板被改变，以便适应各种不同的应用。

图象曲线界面也比得上字母数字式显示器的界面：屏幕被分成一些单元，比方说，每单元在一行包含 8 个或 16 个点。由

$f_{\text{点}} = f_{\text{线}} \times \text{线数} \times \text{单元数/线} \times \text{水平点数/单元}$ 给出点时钟频率。

设计同步发生器

假设你希望有一个 256×256 标准的美国监视器。由于一个标准电视按 262 行工作，并且需要总行数的 10% 到 20% 作为垂直回扫，所以不可能根据美国标准显示 256 行。你必须选择一个非标准的视频行数，或减少被显示的行数。比方说，你选择 240 条显示行和 262 条视频行。你可以保留 22 行作为垂直回扫线。

对水平方向，选取 16 个点单元。16 个单元产生所需要的 256 个点分辨率。每行总共 22 个单元，允许 6 单元作回扫用。注意， $f_{\text{行}} = 60\text{Hz}$ 因此 $f_{\text{点}} = 60 \times 262 \times 22 \times 16 = 5.53344\text{MHz}$ 。

每场视频行总数的限制看来严重地限制了光栅扫描图象的垂直分辨率。幸而，隔行扫描——在第一组扫描线间插入第二组扫描线——能使行数加倍。偶数行——0, 2, 4, ..., 524——首先被扫描，然后扫描所有的奇数行。每组线都包含不同的资料。

同步发生器将不得不采取一些特殊的电子步骤来产生隔行显示。窍门是在每一交替场相对于水平同步移动垂直同步脉冲的位置。（见图 2）在一场中，垂直同步在一行的起端开始（扫描奇数行），在另一场中，垂直同步在一行的中间开始（扫描偶数行）。在两

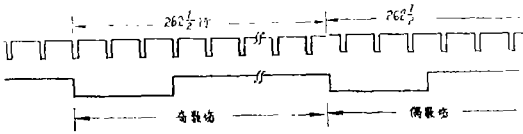


图2 隔行扫描视频线使分辨率加倍。通过移动交替的奇、偶场上的垂直同步脉冲来对一个显示器进行隔行扫描。然而，这样做时，刷新速率降低一半。

种情况中，水平同步并不中断，垂直同步具有3—4行的总长度。

因此，一场的行相对于另一场的行移动了半行空间。究竟准备显示奇数行还是偶数行，由来自同步发生器的场信号给显示重复存储器以指示。

然而，隔行扫描还是有些缺点。第一，电路是复杂的。第二，整个刷新速率下降到

非隔行扫描部分刷新速率的一半，所以，当你采用标准P4发光物质的CRT（阴极射线管时），显示器可能闪烁。因此，当你需要高分辨率行图形时，就用P33或P39长余辉荧光体的CRT。当要显示图象时，两场包含几乎完全相同的信息，同时眼睛能积累（图象），因而闪烁不再引人注意。这里还是P4好。

显示重复存储器、闭锁、视频移动时钟、 μP 同步，同样，水平和垂直同步以及消隐等所有的时基信号都能通过把同步发生器计算器的不同输出端结合起来译码。特别是，动态RAM的刷新信号——RAS，CAS， μP 同步——由点时钟而来。水平和垂直计时分别由单元计算器和行计算器来译码。（见图3）

正常情况下，为设计你自己的电视同步

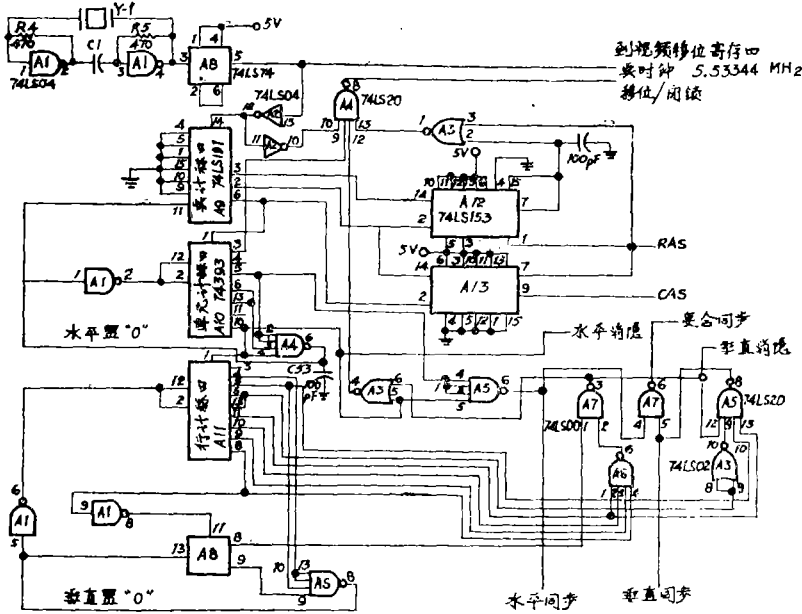


图3 同步发生器的设计决定了显示器的计时，扫描和分辨率特性。垂直和水平同步以及存储器更新信号发生于译码的计算器输出端。

发生器，将只需要10到20块中规模和小规模TTL 集成电路。一些半导体制造厂最近已予告CRT 控制单元。尽管想做字母数字式显示器，它们可能被用作简单的图象法显示

八个灰度级的 Mona Lisa 和八级假彩色（对灰度级任意被指定的颜色）的 Mona Lisa 证明了光栅扫描图象法的容量。

彩色图象是在标准彩色监视器上产生的。

器以便代替电视同步发生器部分。然而外电路仍是需要的：所有的点和动态存储器刷新，以及读出——写入计时必须出现在片（chip）的外面。

μP 进入工作状态

现在你必须作的整个工作就是把显示重复存储器与同步发生器和 μP 对接起来。现在你有三种供选择的对接方法：视频 RAM 接口，DMA 接口或交错存储器。对一图象法显示器来说，交错存储器是最好的。因为它为动态 RAMs（在所有半导体存储器中通常是每位最廉价的存储器）提供了连续的刷新。作为 μP 的存储器部件，寻址的显示重复存储器对同步发生器和外寻址电路都能有规律地和系统地应用。

寻址复合器控制存储器的存取并且该复合器在同步发生器和外址电路之间更迭。开

关可由同步发生器或 μP 的状态程序装置来控制。

同步发生器不间断地连续扫描产生刷新的图象存储器。象 RAS 和 CAS 一样，特殊的动态 RAM 刷新信号可以经过点计算器译码。显示重复存储器以这样的方式分配，即位长等于点计算器的长度（通常 8 或 16 点），并连接到视频移位寄存器中，这种编制方法由于信息以并行方式读出，因而允许相对慢的存储器。

然而，图象存储器的尺寸经常超出 μP 的整个寻址范围。对一特殊的地址/数据母线位置，在屏幕上标绘点也是难办的。

应用 X-Y 寄存器

为了把显示重复存储器标绘在一对 x-y 寄存器中，比交错存储器更巧妙的方法依赖于（计算机）硬件。（图 4）

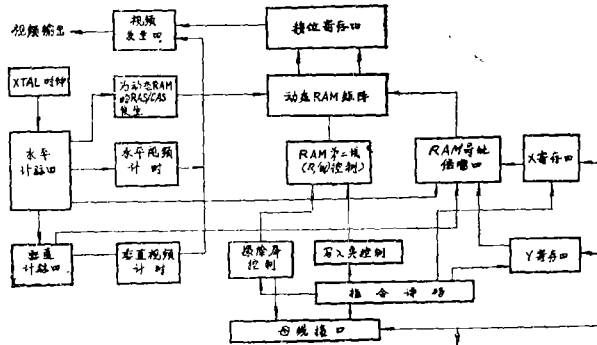


图 4 通过从 x-y 位置寄存器对每一图象点寻址，寻址隔行扫描的变化可节省存储器。于是软件指令控制每个点。用这种方法，几个地址能控制数千比特。

一个给定的点在被该寄存器寻址之后，能由一独立的指令接通或断开。这项技术的优点是，恰恰两个存储单元就可寻址达到 262000 位（对一个 512 × 512 显示器来说）。还增加了其它优点：x-y 寻址容易用软件办到，并且该方法能容易形成彩色/灰度阶图象。注意，在某一时刻仅有一个点经过图象—数据一位线被写入或读出。

为了提供一个彩色/灰度阶成象系统，

一个简单的同步发生器/CRT 控制器驱动多重的、相同的图象存储器板。（见图 5）相同的 x-y 寄存器和寻址复合器驱动所有图象存储器。每个图象板都包括一个 RAM 阵列，视频移位寄存器和图象数据一位线。把图象数据一位线联结到不同数据—母线位上是方便的，用该数据母线作为 Z 座标，就能同时寻址所有图象板。

你可以把视频移位寄存器的输出端结合

是一件必须做的事。当然一个彩色显示器会增加产品在市场中的吸引力。

产生彩色

最简单的彩色图象显示器是一个八色系统，其中每一个三基色阴极射线管电子枪都由一个数字信号接通或断开（见图7）。如果你需要更多的彩色，就采用对每一基色都带有适当的数模转换器的更多的图象板。图象法成象应用的最好结果用 RGB 监视器来得到。其中，三基色信号——红、绿和兰——被直接输入到监视器。不推荐采用单一的，合成的，彩色信号输入的电视监视器，因为彩色带宽本来就低。为了产生正确的合成彩色视频信号，也需要一个彩色编码电路。对一给定的应用场合选择正确的彩色监视器时，你必须保证管面上的彩色点密度对于所需要的分辨率来说是足够好的。

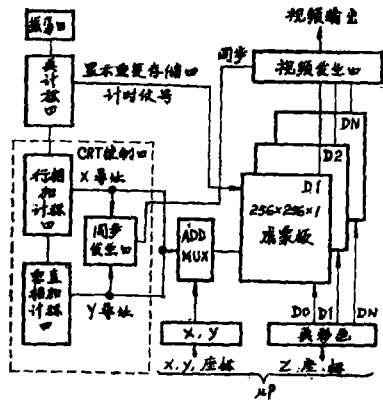


图5 在简单的成象系统中，CRT（阴极射线管）控制器驱动所要求数量的存储器，或成象板。彩色或黑白都是可能的，灰度级随板数的增加而增加。

起来形成一个彩色/灰阶成象系统。把视频输出端连到一个高速 d/a（数模）转换器上，如图6所示。增加图象板的数目就增加了图象中灰阶平的数目；三个板给出八个灰度平，四个存储器产生16个平。

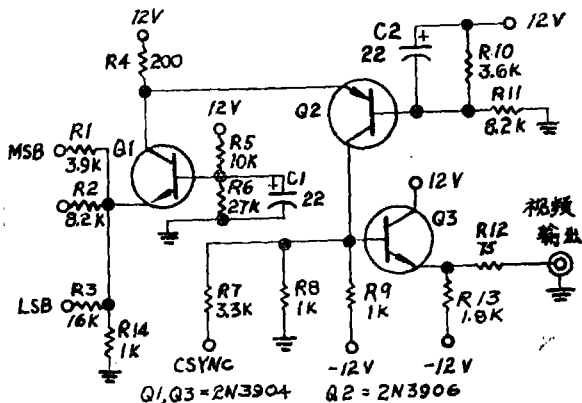


图6 在一快速d/a（数-模）转换器中产生视频输出。转换器结合并变换成象板视频寄存器的3位输出。

在一些商业的单板图象控制器中常见到的移位寄存器工艺的变化决定着同步发生器作为主动的还是受控的。所有卡片的输出端都是完全同步的并且能被结合。

着色是获得图象更大对比度以及每点更高分辨率的一种方法。在图象处理中，着色

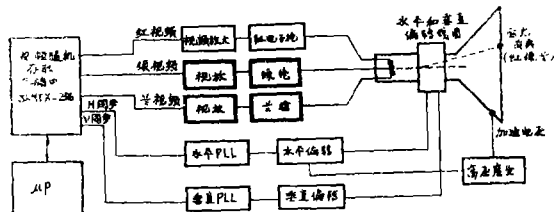


图7 驱动彩色电视监视器：数字信号把彩色电子枪接通或断开，形成一个八彩色。彩色是通过把三基色按正确的比例混合而成的。为了获得更多的颜色，可加成象板和 d/a（数模）变换器，

由电视摄像机输出端经过一个慢扫描 A/D 变换器输出的图象说明了图象法系统的成象能力（Mona Lisa 相片）。3 位数字化的输出经过一个 μP 被存储在 3 卡片 Matrox MTX-256** 2 图象法系统中。依次把 3 卡片的输出馈送到 3 位数模变换器，产生具有八个分立灰度平的图象。把卡片输出传递到 RGB 彩色监视器的红绿兰输入端，就产生了假彩色的八个彩色图象。（在假着色

中，各不相同的颜色被任意指定表示原图象中的各灰度级。)

如果字母数字式也打算显示出来，那么数字可以译为图形并且一点一点地根据数据表标绘在计算机存储器中。用这一方法你可以很机动地安排数字尺寸，数字组及其在屏幕上的位置。其主要缺点是，一点一点地写入比较慢。

处理字母数字式

你可以交替地更迭字母数字式和图象视频信号。 μP 把字母数字和图象界面看作外部设备，既能运用字母数字和图象视频进行数字式更迭，也能通过把两个视频信号附加到电阻网络来重迭。显然，字母数字和图象显示必须被同步。

对低或中等强度 OEM 的应用来说，买些不带支架的图象显示器通常是更经济的。这些显示器对通常的计算机母线(包括 Intel SBC, Digital Equipment LSI-11, HP21 MX, 和 S100 母线)来说，基本上作为插入板；作为带卡片盒、电源和显示处理机的齐全的系统；或者作为带有内装阴极射线管和键盘的终端。

板平图象法对许多应用来说是最便宜的和最灵活的。一些公司，象 Matrox, Intermedia, Hewlett-Packard, Cromemco 和 Miniterm Associates 对许多流行的小型或微型计算机母线提供插入板。价格范围从四百到两千美元，依分辨率和数量而定。

板通常很容易与 8080 或 6800 μP 对接(图 8)，加上 RAM, ROM 和其它 I/O (输入/输出) 装置，你就可以组成一个很有力的系

统。典型的 I/O 装置包括键盘，数据板，操纵杆和光笔。这样一个系统的容量完全由程序 ROM 中的软件来决定。

在一定的图象法应用中，其它一些特性可能是很有用的。读出显示重复存储器的功能允许 μP 读出以往显示过的图象，读出最新的图象和写入以往的图象。这就节省了大量时间和存储器。此外，硬件的特点包括清楚的屏幕，卷轴图象，反视频，以及在两点间画出一条直线。这些功能经常被合并在任何一称之显示信息处理机的单元中。

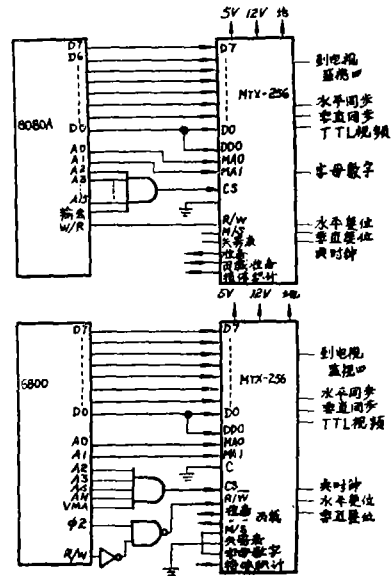


图 8 把商业图象法板同普通的 8080 和 6800 μP 对接需要很少的外电路。可以外加键盘，操纵杆和其它输入/输出装置。ROM 的程序决定系统的容量。

译自“Electronic Design”1978

Vol. 26 No. 4

〔梁玉华 译 陈楚康 校〕