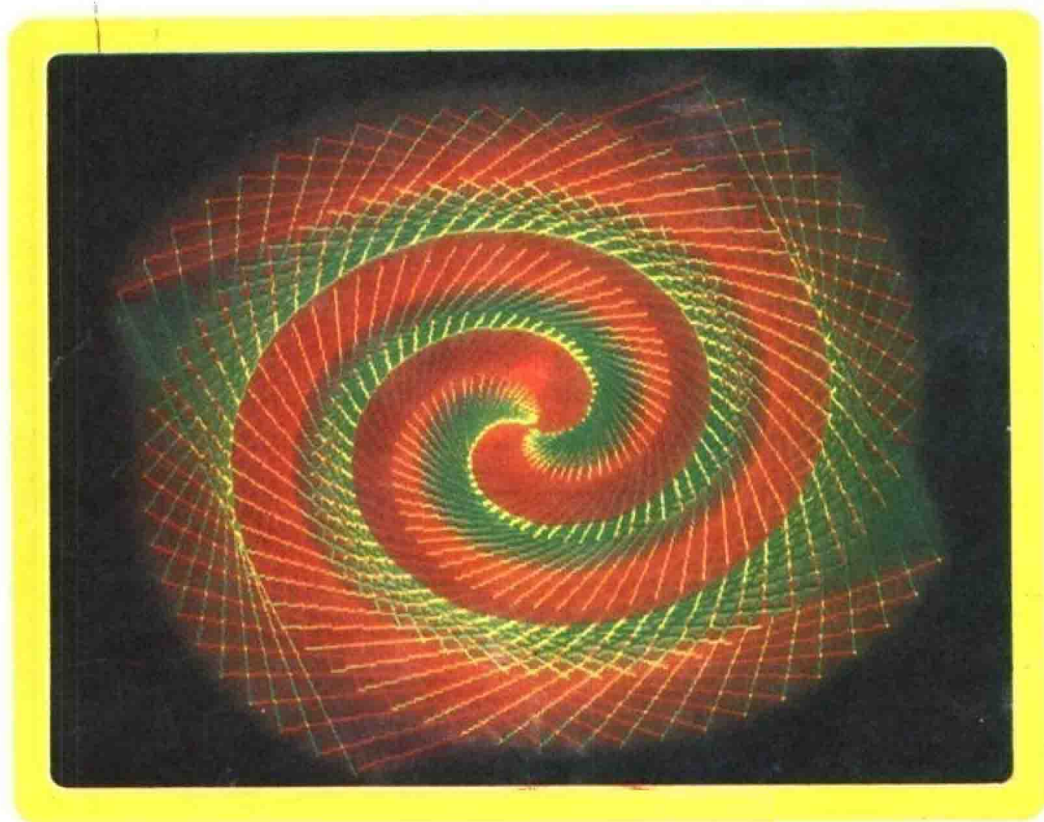


图解计算机丛书

计算机画图

朱迪·塔切尔 莱丝·何渥斯 著

吕嗣杰 虞 绵 译
丘雪明 校



科学普及出版社

内 容 提 要

对于计算机图形, 我们已司空见惯, 那么计算机究竟是如何画图的? 本书将向你讲述计算机画图的用处, 如何利用计算机画图 (包括画立体图) 及作各种设计 (机械设计、建筑设计、电路设计等)。同时, 该书还叙述了计算机对动画片电影的设计制作, 并配有四个图形程序。因而, 该书可使读者充分了解计算机在作图及图形图案设计上应用的广阔前景。

本书为图解计算机丛书6册之一。

(京)新登字 026 号

Usborne Publishing Ltd. England 1983

* * *

图解计算机丛书

计算机画图

朱迪·塔切尔 莱丝·何渥斯 著

吕嗣杰 虞 绵 译

丘雪明 校

责任编辑: 张 楠

封面设计: 王序德

技术设计: 赵丽英

*

科学普及出版社出版 (北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 3 字数: 60千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数: 1—10 000 册 定价: 3.00 元

ISBN 7-110-02455-5/TP·15

目 录

关于这本书.....	1
计算机是怎样画画的.....	2
屏幕上的图像.....	4
将图形信息送入计算机.....	8
屏幕上的游戏	10
三维图形	12
计算机辅助设计	14
计算机仿真	16
用图形解决问题	18
计算机和特技	20
电视图形	22
动画图形	24
显示信息	26
计算机艺术	28
可运行的图形程序	30
图案产生器	32
插补法	34
海龟图	36
跳虫	39
BASIC 转换表	42

关于这本书

在家庭计算机的屏幕游戏中,在电影以及电视中,人们到处都会遇到计算机图形。也许你已经司空见惯了,但并没有意识到这就是计算机画的图。这本书要告诉你计算机画图的用处,如何使计算机画图看上去逗人喜爱,以及送到计算机的信息是怎样变成屏幕上的图像的。另外,在这本书里还可以找到一些可以在家庭计算机上运行的程序,因而你也可以发明一些你个人专用的计算机图形。

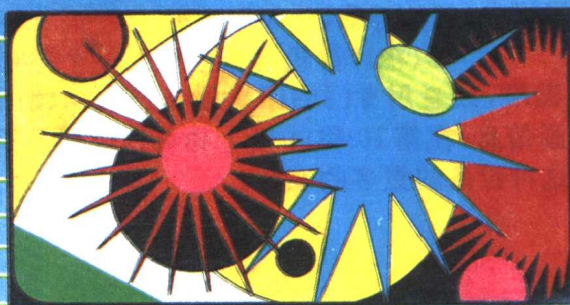
这儿是一些计算机图形的例子。你会在这本书里逐渐知道它们是怎样作出来的。

特技



由计算机画图所产生的背景可以和真实演员的电影相配合,产生一个奇幻的世界。

计算机艺术



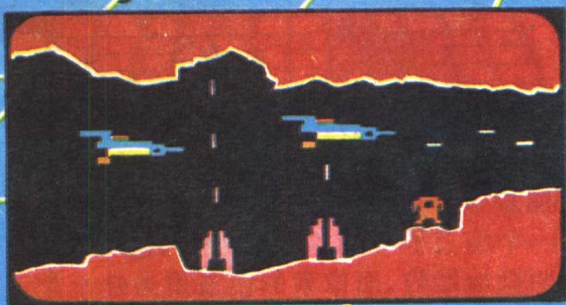
计算机给艺术家一种全新的方法。它们可以不用颜料和画笔,而用电子技术画画。

动画片



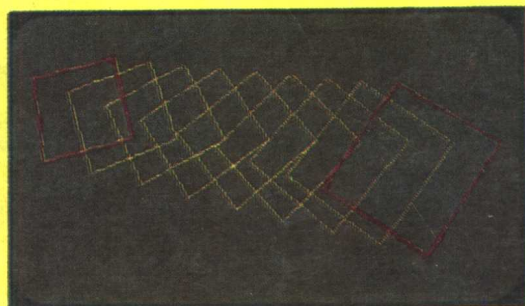
可以直接在计算机屏幕上画动画片,计算机自己还会画一些图像。

屏幕游戏



计算机可以做一些奇妙的游戏,你将会知道计算机是怎样做这些游戏的,以及怎样使图形移动的。

可以运行的图形程序

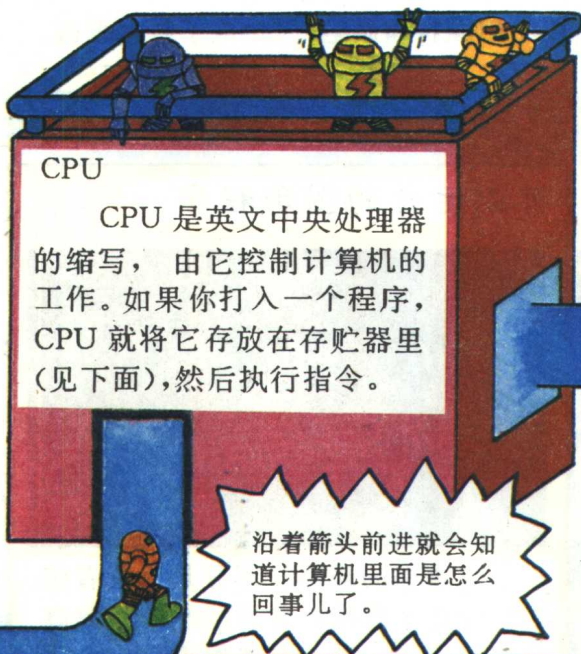


这本书的最后一部分是为读者编的四个图形程序,你可以在一个家庭计算机上试一试。这些程序可以在BBC、Sinclair、Spectrum (Timex2000)、Dragon 和 Apple 等计算机上运行。你会看到,计算机是怎样做那些在这本书的前面部分中讲过的事情的,例如将一种形状变成另外一种形状。但是请你记住,在一个家庭计算机上产生的图形总不如在更高级的计算机上产生的好。

计算机是怎样画画的

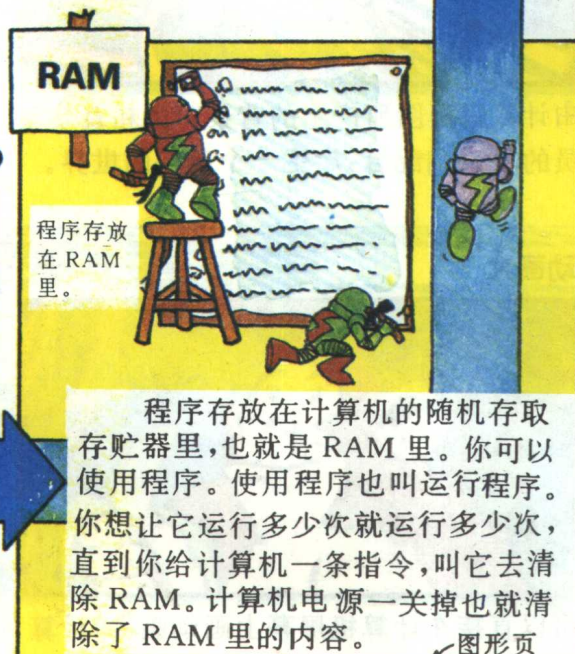
要使计算机画画或作图，就要给它一串命令，这串命令叫做程序。程序告诉计算机在什么地方画线、用什么颜色等等。这几页要告诉你，计算机里的程序是怎么回事儿，以及图画是怎样出现在屏幕上的。程序也叫做软件。而计算机本身和它的附属设备，例如屏幕，就叫做硬件。

你可以在计算机键盘上打入一个图形程序，或者用专门的图形设备送入一幅图画信息。在第10和11页上你可以读到关于这种设备的更多的东西。



计算机的存贮器

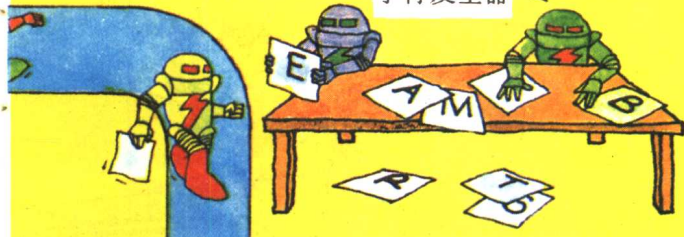
计算机有两种存贮器。随机存取存贮器(RAM)里存放暂时性的信息，信息可以改变也可以清除，例如程序。只读存贮器(ROM)里存放一些计算机经常要用的指令，这些指令不断地告诉计算机怎么工作。它们是永久性的，计算机是不能把它们清除的。



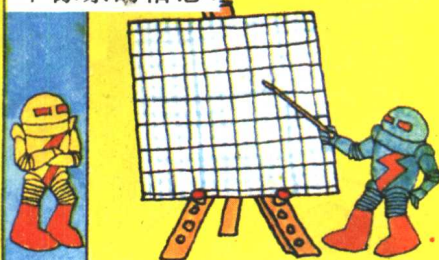
RAM里存放像素信息的区域叫做图形页。每个像素被存放在图形页中的一个编上了号码的小格子中，这个号码叫做地址数。而像素的信息用另外一个数字表示，存放在这些小格里，它表示颜色和亮度。

如果程序里包含有需要显示在屏幕上的文字，ROM 里的一个叫做字符发生器的专用程序就会告诉计算机应在屏幕上亮出什么样的形状，以显示相应的字母、符号或数字。

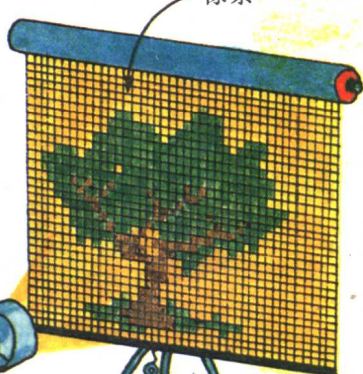
字符发生器



计算机将屏幕划分成许多叫做像素的小区，并控制每一个像素使它发亮或熄灭，从而形成了一定的图形。ROM 里有一个专门的区域会告诉计算机，在 ROM 里的什么地方存放着各个像素的信息。



像素



计算机使各个像素发亮或熄灭，而且还根据它们各自的信息，使它们发出不同的颜色。而这些信息就存放在 RAM 的图形页里。

编写程序的语言

机器码就象这里写的那样。二进制数字 0 和 1 叫做位。



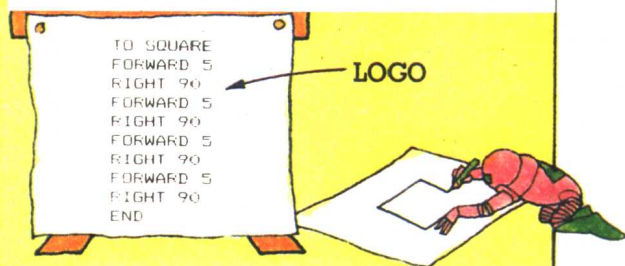
计算机用一种数字码工作，这种码叫做机器码，就是将数字 0 和 1 做各种不同的排列得到的一种二进制码。大部分程序是用比较容易的编(写)程(序)的语言写的，这些语言包含词、数和符号。

ROM 里的一个永久性的固定程序将它们翻译成机器码。这个固定程序叫做翻译程序。



大部分家用计算机都有一个翻译程序。

ROM 里的翻译程序每次翻译一行程序，接着就执行这一行所表示的指令，然后再翻译下一行。有些计算机里用的是编译程序，而不是翻译程序。编译程序在执行任何指令前，先翻译全部程序。这样，程序运行起来就快多了。专门的图形计算机的编译程序可以翻译包含多种运动和颜色变化指令的程序。

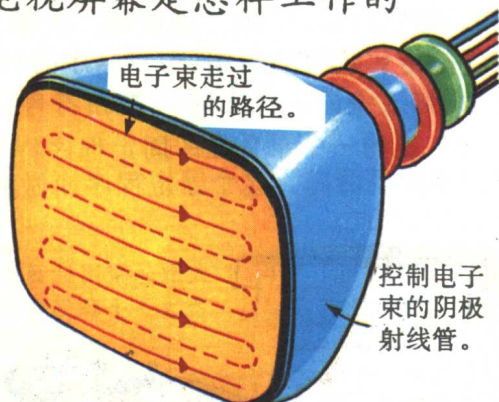


有些编程语言，例如 LOGO，是专门为画图用的。大部分家用计算机懂得 BASIC 语言。但是不同的计算机有不同的 BASIC 图形指令，相互之间差别很大。这本书的最后一部分中有 4 个用 BASIC 写的图形程序，对不同的计算机需要更改的指令也作了说明。

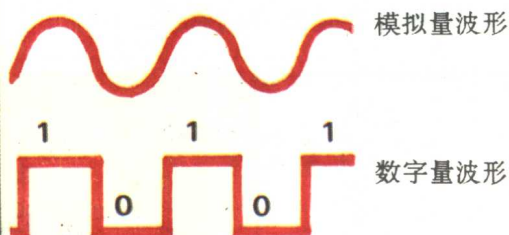
屏幕上的图像

家用计算机一般用普通电视机做屏幕显示。但是也有专门为计算机设计的屏幕，称为监视器，这种屏幕的图像较为清晰，下面你会发现电视机与监视器之间的差别。如果你离电视机很近，你就会看到，它的图像是由不同色彩的小点组成的。大部分计算机不能控制单个的光点，只能将它们成组地进行处理，这些组就称为像素。像素的大小决定了图像的质量它与计算机里存放像素存储器的多少有关。

电视屏幕是怎样工作的



电视机里的主要部件是一个阴极射线管(CRT)。电子束经过 CRT 扫描到屏幕的背面，在那里从左到右、从上到下地扫动，每秒几百次，比眼睛看东西要快的多。就这样，电子束使屏幕上许多点发光，组成一幅图像。这个过程叫做“光栅扫描”。



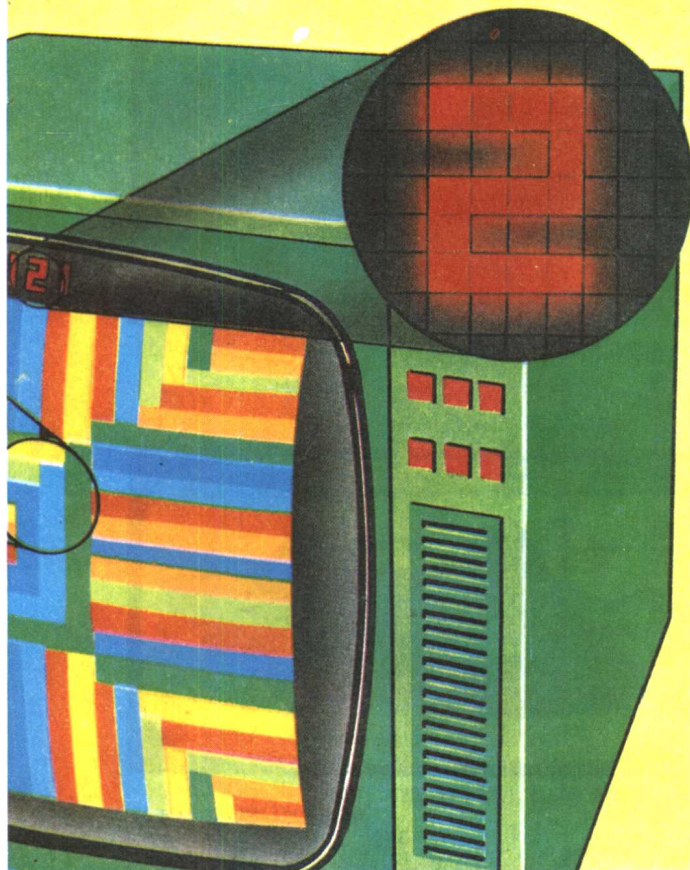
电视机是接收电视发射台发射的模拟信号的，也就是连续变化的波形。计算机向电视机发送数字信号，这些信号是方波，它们表示二进制数。计算机是用二进制工作的。电视机使这些方波的棱角变圆，所以在屏幕上的图像有点模糊。监视器是接收数字信号的，所以它的图像清晰。



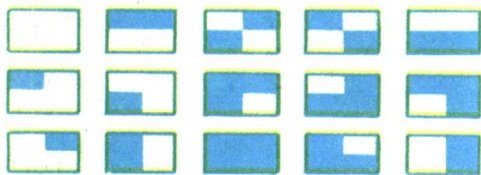
计算机作图形的另一个办法是矢量作图法。电子束可以沿着任何方向，直接从屏幕上的一个点移到另一个点，在屏幕上留下一条直线。矢量作图比光栅扫描快，因为电子束只经过需要画线的路径，不必对整个屏幕扫描。一种叫Vectrex型号的电子游戏机就用了矢量作图法。它有自己的小屏幕。

字符发生器

计算机 ROM 里的字符发生器是一个永久性的固定程序。它告诉计算机，为了在屏幕上出现字母、数字、标点和符号，应该使哪些点发光。组成字符的点通常比组成图形的像素小。

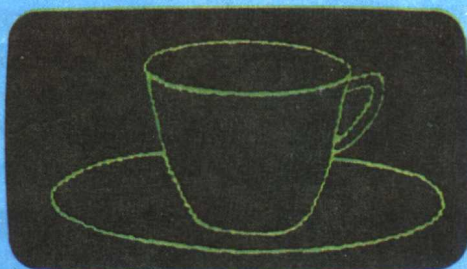


图形符号

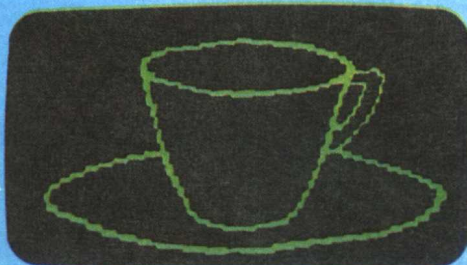


某些计算机，例如 VIC20、Sinclair Spectrum 和 ZX81 (Timex 2000 和 1000)，可以将预先给定的一些图形符号显示在屏幕上。这是一些简单的图形。字符发生器产生这些图形的方法与产生其它字符的方法一样，让屏幕上不同组合的点发光。这些预先给定的图形符号印在键盘的一些键上，只要你一按这些键，屏幕上就会自动显示这些图形。

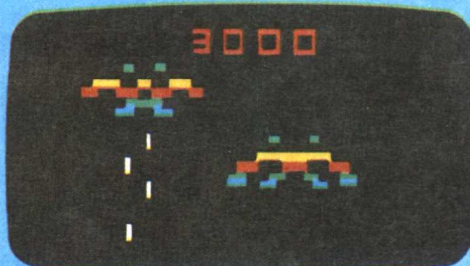
分辨率、方式和存贮器



根据 RAM 的容量的大小，不同的计算机将屏幕划分成不同数量的像素。由数千个极小的像素组成的图形，线条细腻，曲线光滑。这种图形称为高分辨率图形，这就需要大容量的 RAM。



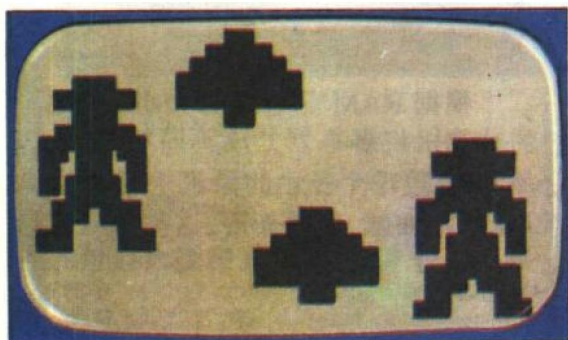
低分辨率图形是用数量较少的面积、较大的像素组成的，只需要较少的存贮器。这种图形的线条较粗，曲线不光滑，像“台阶”的形状。计算机可使用的颜色的数量也与存放信息的存贮器的容量有关。



有些计算机允许你选择一些画图形的方式。各种方式的分辨率不同、颜色的数量也不同。通常，计算机有一块专门的图形芯片用来控制屏幕的显示方法。这样，计算机画起图来要快的多。这对动画图像和做复杂的设计是很有用的。

再谈谈分辨率和存贮器

下面这些图像表示了不同的分辨率和不同数量的颜色看上去是什么样的,以及它们需要多少存贮器。计算机存贮器的大小是用千字节(K)衡量的。一个字节中有八位(二进制数字)。一个千字节是1024个字节。多色彩的高分辨率图形需要的存贮器最多。分辨率高低的定义也是在改变着的,随着计算机功能的增强,较高的分辨率也就成为平常的事了。



很低的分辨率(63×43 像素)

黑白

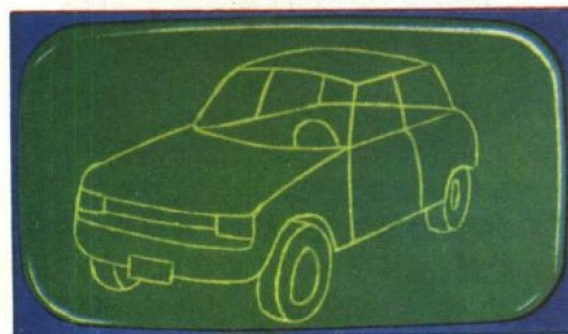
1K 存贮器



低分辨率(160×256 像素)

4 色

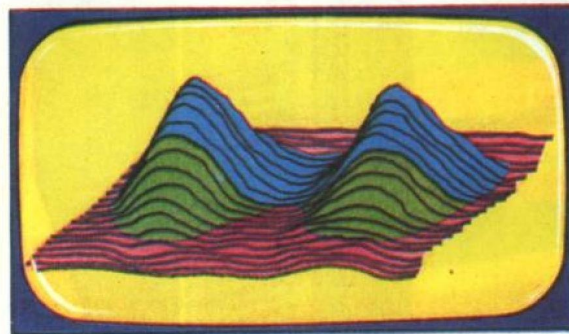
10K 存贮器



高分辨率(640×256 像素)

双色

20K 存贮器



高分辨率(640×256 像素)

4 色

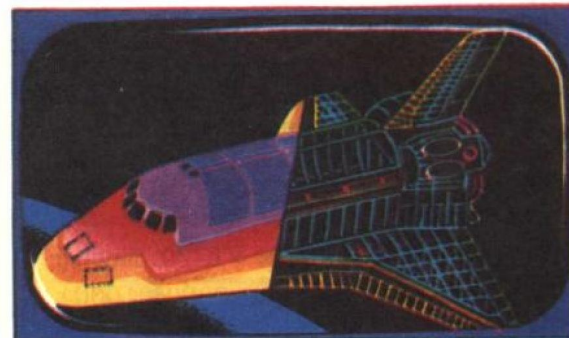
40K 存贮器



很高分辨率(512×512 像素)

8 色

96K 存贮器



很高分辨率(512×512 像素)

16 色

128K 存贮器

很高分辨率图形中的像素几乎和广播电视节目中的光点一样小。但是为了得到同样的图形质量,至少需要255种颜色,要占去256K存贮器。

为了显示很高分辨率的图形,需要一个彩色监视器代替电视机,不然图形中的一些细节就会丢失。请回过去看“电视屏幕是怎样工作的”那一部分,就可知道监视器是怎样与电视机不同的。

家用计算机的图形

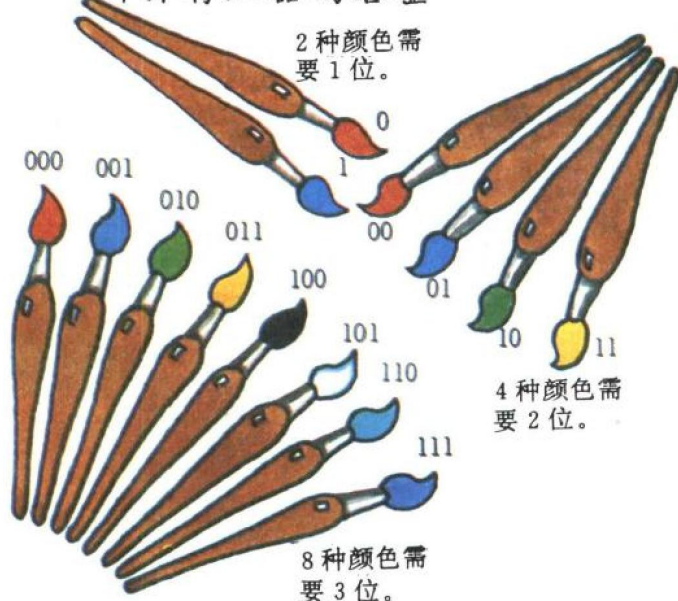
这儿是3种家用计算机的屏幕显示图形，可以看出它们是如何使用分辨率和色彩的。大部分家用计算机有8K或16KRAM，但是通常还可以加上更多的存贮器，至少可以加到64K。

Atari 800 家用计算机有10种分辨率，最高的是 320×192 个像素。颜色多达16种，每种有16个不同的深浅度，可以画出令人兴奋的计算机游戏图形。

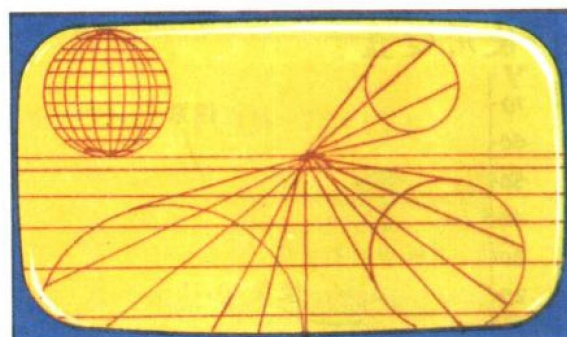
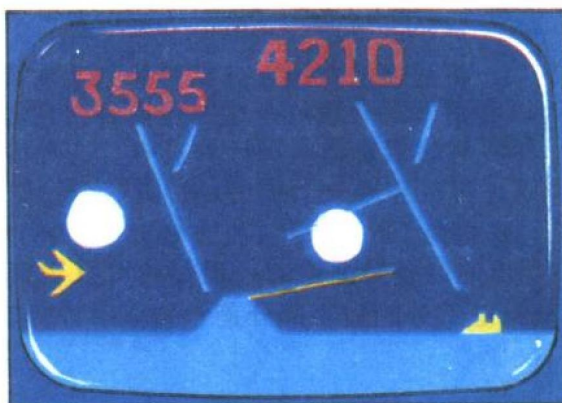


VIC 20 在屏幕上显示文字和图形符号的区域四周有一条边框。你可以从8种颜色中选择一种用于边框和文字，可以从16种颜色中选择一种用于屏幕区域。

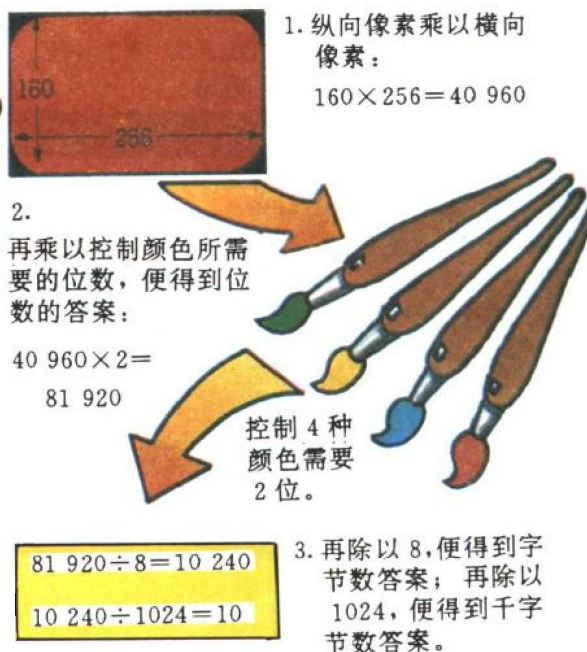
计算存贮器的容量



你可以算出一个计算机需要多少存贮器来得到不同的分辨率和不同数量的颜色。每1种颜色受1位数字控制，这1位可以是0或1，所以1位便可以控制2种颜色。2位控制4种颜色，3位控制8种，依此类推。



BBC 的 B 型有不同分辨率的2种文字方式和5种图形方式。在很高分辨率的方式(640×256 像素)中，你只能用2种颜色。在其它方式中你可以选择2种、4种或16种颜色。

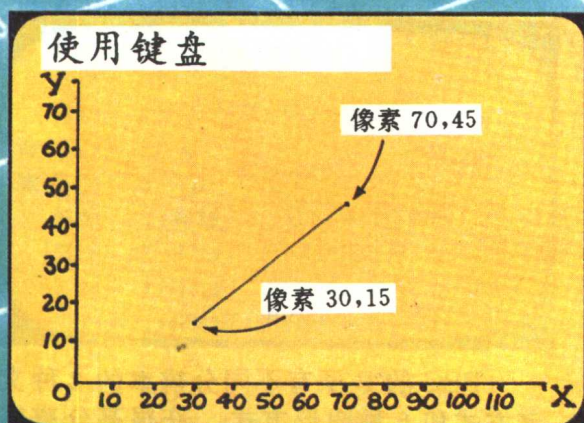


为了计算出计算机需要多少存贮器，你可以将屏幕上的像素乘以用来控制颜色的位数，然后象上面所做的那样，再作除法，就得到字节数或千字节数答案。

将图形信息送入计算机

将图形信息送入计算机的方法有很多种。你可以在键盘上打入一个程序，也可以利用下面介绍的一些专用设备。它们使用方便，因为它们自动地将线条、颜色和形状的信息输入到计算机中。这种信息是模拟量(也就是连续变化的)，所以计算机需要一个模(拟量)数(字量)转换器，这是一个将信息转变成数字的特殊电路。此外，计算机还需要一个程序来告诉它如何使用这种信息。象这里给出的设备是商用的，但是你可以买到较便宜的用在家庭计算机上的相应设备。这部分的後半部分是一些显示计算机图形的不同的方法。

使用键盘



屏幕上的像素是按行和列排列的。为了画一条图形上的直线，你可以用键盘打入两个像素的坐标 X 和 Y，同时用一条作图的指令，如 DRAW 或 LINE，告诉计算机将它们连起来。



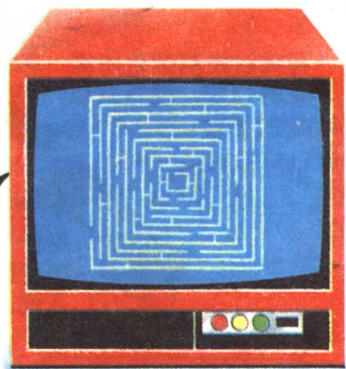
鼠形操纵器的导线与计算机相连。

鼠形操纵器

鼠形操纵器底面有轮子。当你在一个平面上推它时，计算机就记下它移动的距离和方向的变化，即而在屏幕上作出相应的线条。在跟踪图形形状进行描绘时，它是很有用的。它上面还有按钮，按下按钮可以给计算机发出一些附加指令，例如停止或开始画图。

图形显示

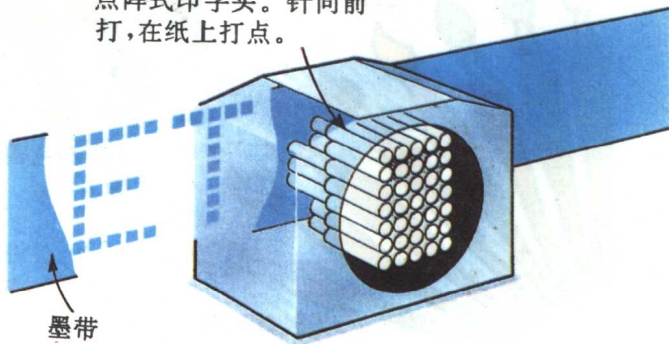
为了作出高质量的很高分辨率的图形，你需要一个监视器。



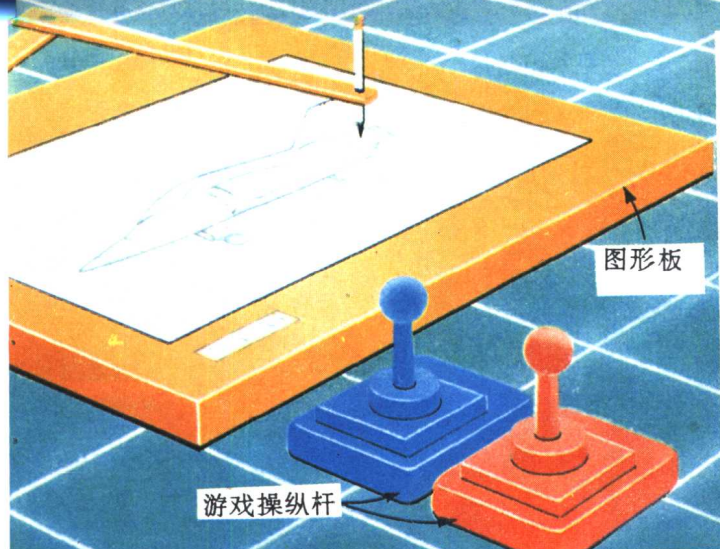
监视器可以是单色(黑白)的，或者是 RGB(彩色)的。RGB 表示英语的、红、绿、蓝三字的字首。电视机也有 RGB 屏幕，将这些色点经过不同的组合，便可产生你在图上看到的所有的颜色。

打印机

点阵式印字头。针向前打，在纸上打点。



点阵式打印机有一组小针，这些小针在纸上敲打出点，就可写出字形。某些打印机可以对这些针逐个地进行控制，打出图形。每一点是和屏幕上的一个像素等同的。



游戏操纵杆

也可以用一些游戏操纵杆来画图。计算机需要一个程序来告诉它,按照你扳动操纵杆的方向在屏幕上画出一条线来。

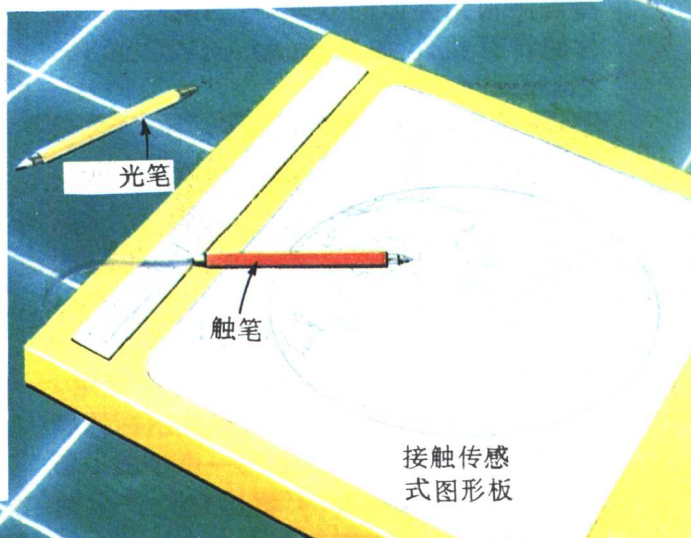
光笔

你可以用一支光笔在屏幕上画图。光笔有一个光敏头,将它放在屏幕上,就能测量到闪过的电子束。它给计算机一个信号,计算机就可以算出笔的位置,因为计算机知道任何时候电子束的位置。计算机使光笔划到的地方发光,这样就画出了线条。

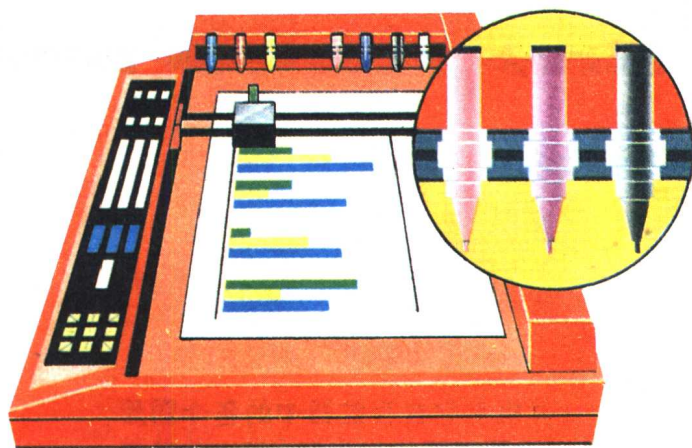
图形板

这种图形板有一支笔(或者是其它种类的指示器),它架在一条连杆臂上。你移动笔的时候,叫做电位器的电子器件就测量出连杆之间的角度。计算机就能算出笔的位置,并且在屏幕上画出相应的线条。

如果你用一支叫做触笔的专用笔,在一块接触传感式图形板或数字垫板上画图,屏幕上就会出现图象。图形板将笔尖当作一个点,读出它的X和Y坐标。计算机程序将读入的数字转换为屏幕上的坐标。这种接触式图形板就比较准确,但是也比较贵。

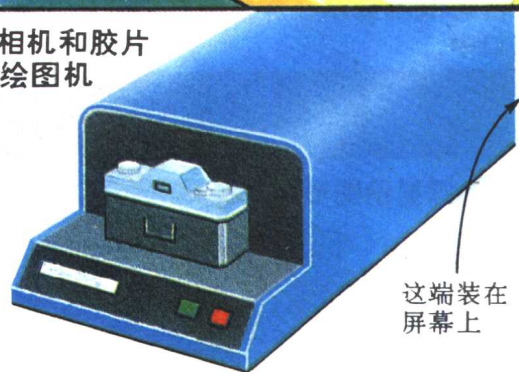


绘图机



绘图机用几支悬在一张图纸上的笔来画图。计算机告诉它选择什么颜色的笔,在哪儿画。有些绘图机很大,可以画出放大的计算机图形。

照相机和胶片绘图机



可以用一个专用照相机将图形从一个平的、不发光的屏幕上拍摄下来。这种相机曝光三次,红、绿和蓝信号每种一次。

昂贵的胶片绘图机利用光导纤维或激光跟踪图形,直接将图形从计算机中取出记录在胶片上。然后可以将胶片上的图形投射到大型的银幕上。

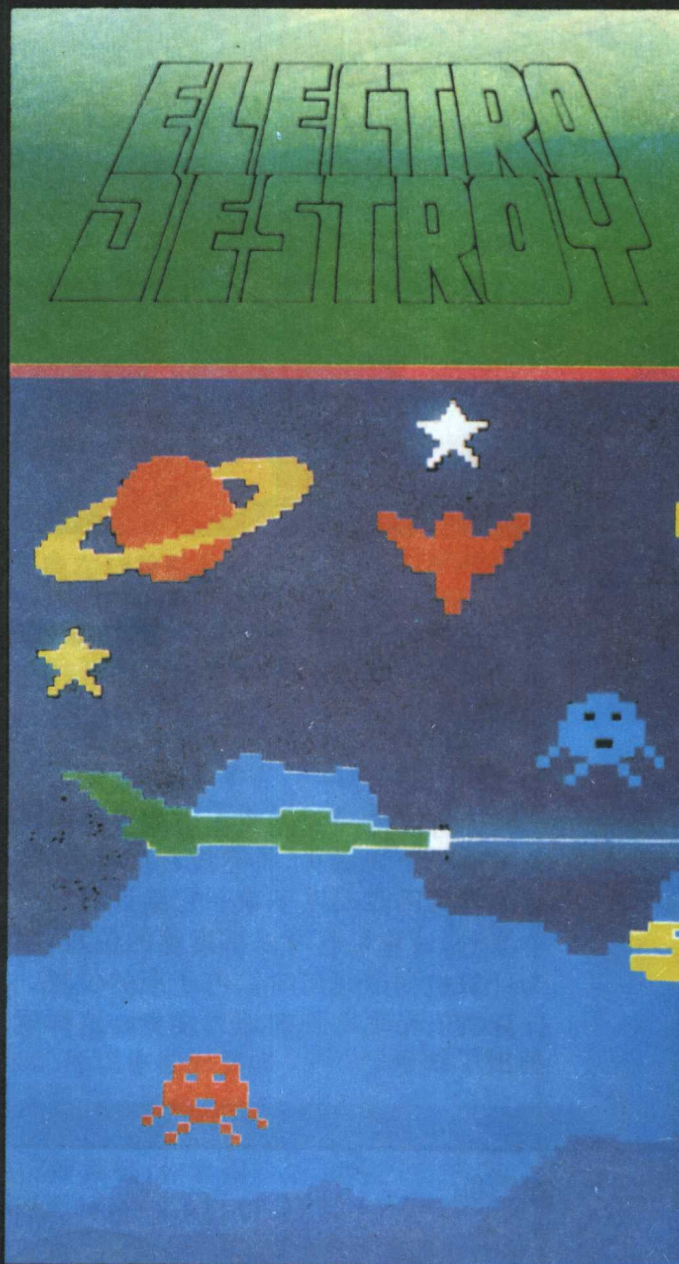
屏幕上的游戏

由于计算机屏幕游戏工业界展开了激烈的商业竞争，竞相发展更多的激动人心的视觉效果，使得计算机图形技术有了很多突破。下面通过一个叫做“电子歼击战”的游戏的例子，告诉你如何产生某些效果。

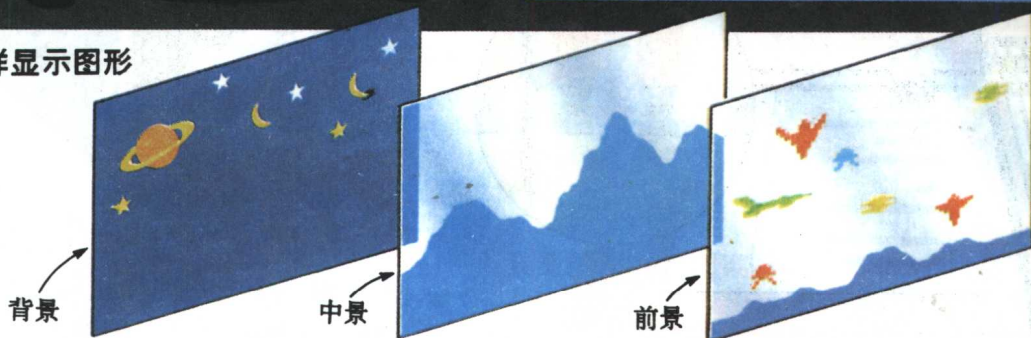
做电子游戏需要一台带有专用的“显示处理器”芯片的计算机。“显示处理器”专门处理图形。它处理图形非常快，所以你可以得到强烈的爆炸、闪烁的色彩。物体或图景可以在太空中或在异国景色中快速地移动。有些家用计算机可以通过编写程序得到类似的效果，特别是有专用芯片的计算机，如BBC、Atari、VIC 20 和 Commodore 64。

窗口

游戏中的屏幕分为几块不同的区域，叫做窗口。它们用来显示图形和文字。窗口的位置和大小可以在游戏程序中规定。右图的顶部是文字窗口，用来显示标题和分数。重叠在文字窗口上的一个小图形窗口显示敌人部队位置的“雷达”图。产生动作的游戏场显示在屏幕剩余部分的大图形窗口中。

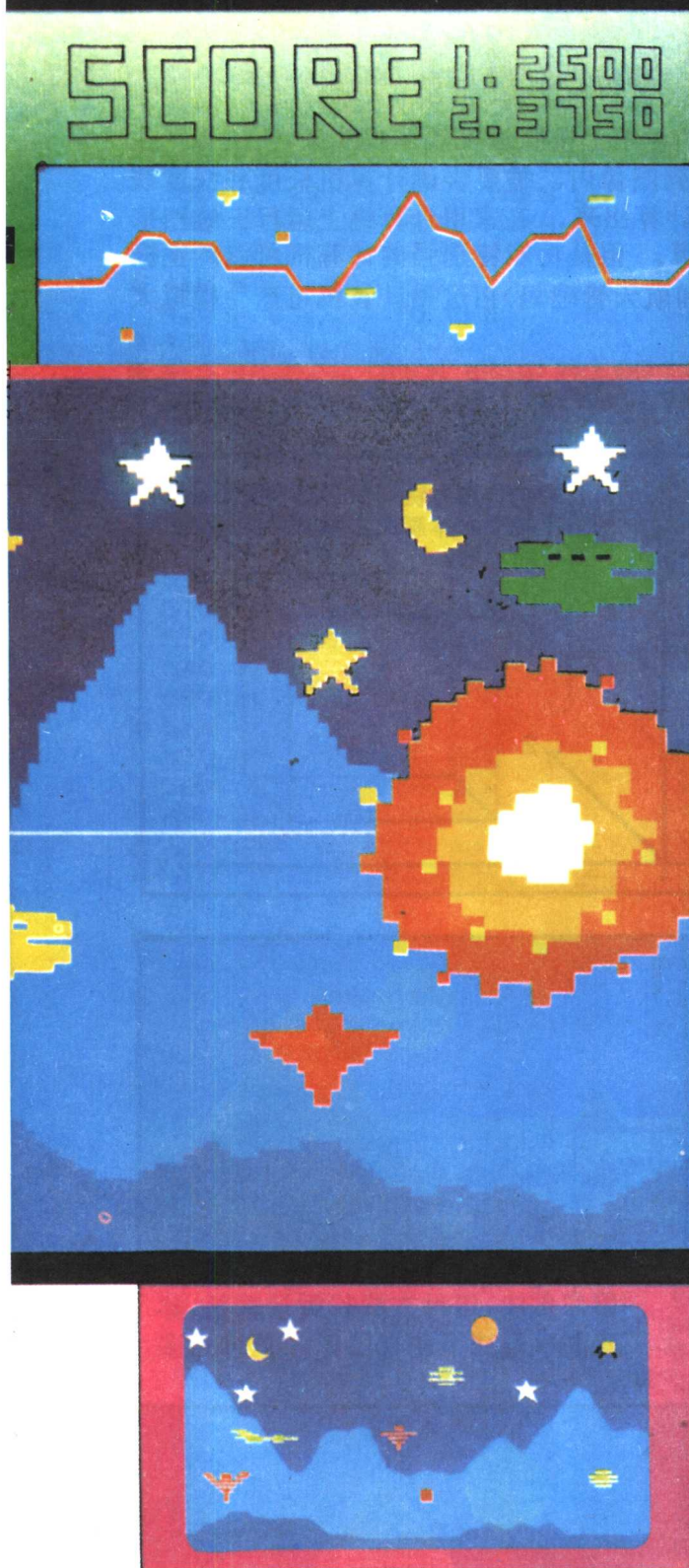


怎样显示图形



主显示图形是用几层场景构成的。你可以想象一下几层画着布景的不同部分的玻璃片。每一层都在计算机的存储器中有各自的区域，也就是图形页，用来存储各个细节的信息。

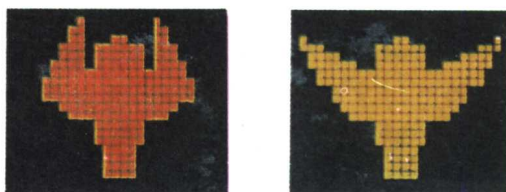
计算机对它在存储器中的各个图形页，分别给予不同的优先权，所以如果两个不同层上的物体重叠在一起时，计算机知道哪一个先到。这样就产生了前景、中景和背景的效果。



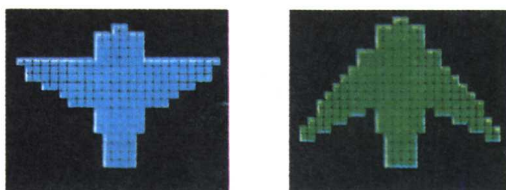
在这个游戏中，景色从右向左移动，所以看上去好象是喷气式飞机在向前飞行。背景层比前景移动的慢，这样就给人以深度与透视的印象。

在上图的“电子歼击战”屏幕游戏中，你是一个孤军奋战的战斗机驾驶员，保护着你的星球上所必需的燃料资源，抗击来自外星球的入侵飞人。你必须在他们着落窃盗燃料和增强实力前就摧毁他们。同时，你也处在敌方飞碟群的攻击之下，他们会出其不意地进行扫射。

动画片和色彩变换



飞人的 4 个位置



图中的飞人拍打着翅膀，在屏幕上从上向下飞动。为了产生这个效果，可以将不同位置的四种图形符号存储起来，然后当飞人下降时，显示出不同的符号。



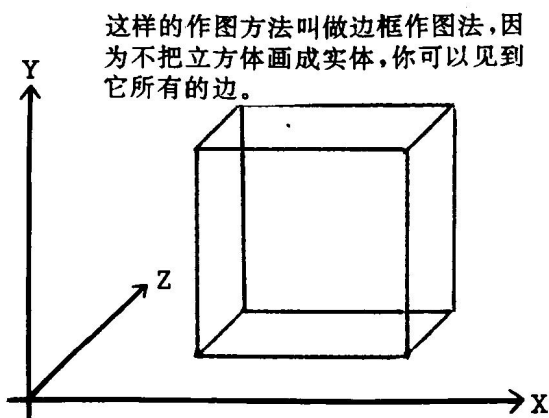
控制游戏的计算机有一个数字编码的“调色板”，计算机可以将它用在屏幕上。可以利用指令改变图形中的颜色。例如，“将带第一种颜色的所有部分涂上第三种颜色”，这叫做色彩变换。在一些游戏中，所有符号有它们自己的调色板，所以改变它们的颜色时，不会影响图形中的其它部分。改变符号的颜色可以表示它们的强弱或者记录命中的次数。

三维图形

三维物体具有长度、宽度和深度。画家们在纸上按照透视规律画线条,使图像产生深度的效果。这些表示深度的线条好象深入到图像内。需要告诉计算机长度和深度线段的角度,或者编一个程序告诉它怎样将它计算出来。在家用计算机上运行三维图形程序是很慢的,因为需要完成全部有关的运算。但是功能特别强的计算机可以产生极好的三维图形。例如 NASA(美国国家航空和航天管理局)用这种计算机可产生模拟太空飞行的电影。

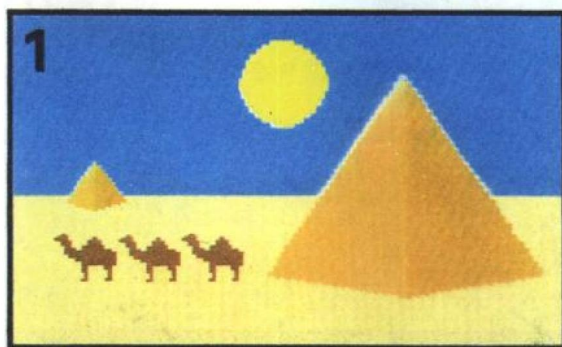
画三维图形

图中的立方体有 12 条边。前面和后面的边与 X 轴和 Y 轴平行;表示深度的边与 Z 轴平行,伸向图像的内部。立方体旋转或移动时,所有的线段和角度在每个位置的大小都必须重新计算,重新画出。在程序里可以告诉计算机要按照一定的规律画图,譬如说使立方体在旋转时仍保持它的形状。

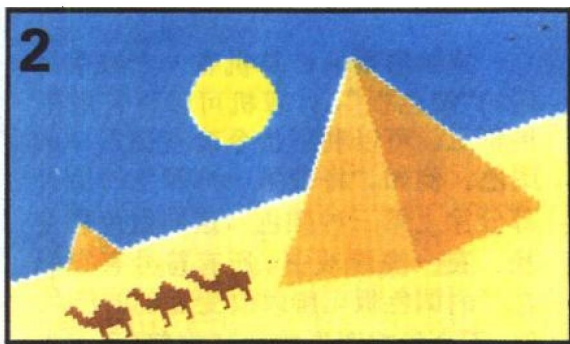


改变你的视点

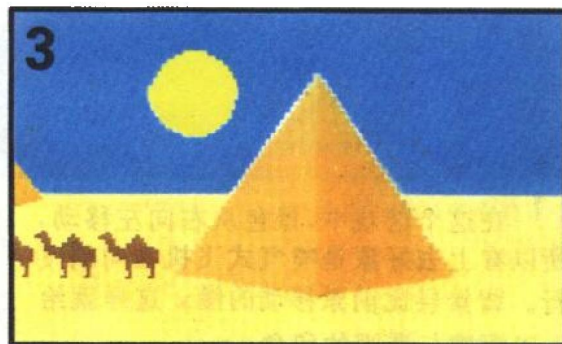
某些三维图形程序可以改变你看图形的角度(你的视点)。你用不着挪动位置,而计算机屏幕上所有的物体在相对你运动。这叫做平移运动。它使你有一种在野外旅行的感觉。例如 Atari 的“战场”游戏就有这种效果。程序可以算出哪些线段是可见的;而哪些到你身后去的,也就是要离开你的视野的线段,应该抹去。这里要描述的是那些可以改变你的视点的方法。



俯仰角法:这种方法告诉计算机,你正在往上或是往下注视图像,俯仰角多少度。



倾斜法:这种方法说明顺时针或反时针倾斜的角度。



方向法:这种方法告诉计算机你正在注视的方向:东、南、西、北,或是你正在注视这些方向上的物体。

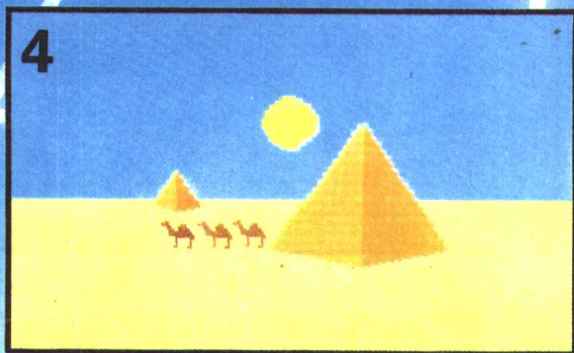
立体感和颜色

计算机画曲线的方法是将曲线分成很短的直线段。有些程序里有一个圆滑子程序，将不光滑的边沿弄光滑。

象这些分辨率很高的三维图形，只可能由一个具有多种颜色和形状的高性能计算机产生。作图时先画出组成物体和背景的所有的线段，构成边框图。然后计算机程序抹去所有在边框后面的线条，使物体象立体形状。

这种方法叫做隐线移去法。

形状的印象(例如月亮的圆度)可以用打阴影的方法实现。根据远近不同改变颜色的深浅，就可增强深度与距离的效果。这称做深度效应。



广角法：用这种方法可以将特别宽广的视野收入画面。



望远法：用这种方法可使镜头变焦，将远处的景象拉近。

计算机辅助设计

计算机可以帮助职业设计者,使他们工作起来比用普通的绘图板时要快的多。这叫做计算机辅助设计或CAD。专用设备和程序是很贵的,但是你可以买那些适于家用计算机的图形程序。使用这些程序,你可以完成同样的工作。在工业界,CAD 可以用在汽车、房屋、飞机、城镇规划、电路和服装以及其它很多方面的设计工作中。它既可以用来设计精细而复杂的芯片,也可用来设计象宇宙飞船那样复杂的大型机械。如果不用计算机,这些设计工作就特别复杂。

CAD 装置

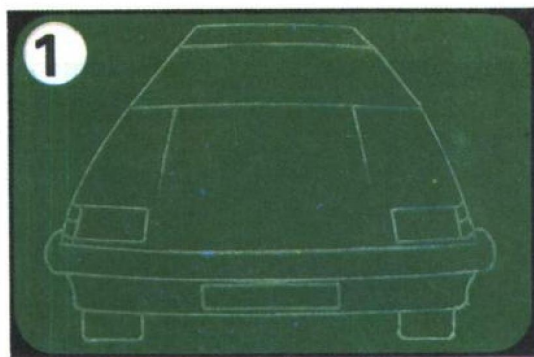
设计者用一支光笔或者一块图形板在屏幕上画图。他或她可以在一台微型计算机上工作,或者在一台图形终端上工作。图形终端是包括屏幕与键盘的一套装置,它与一台功能较强的计算机相连。计算机有一个专用CAD 程序,它可以在屏幕上列出一张选择表。设计者可以进行选择,譬如说是作图呢还是旋转画面,或者是将图形的某一部分放大。设计者只要用光笔在屏幕上点一下所需要的那部分就可以了。



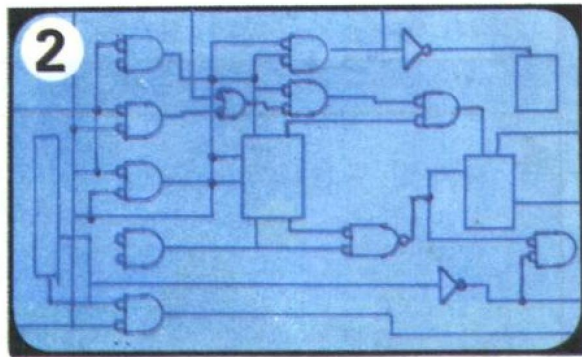
计算机怎样节省时间

一个CAD 程序可以取代某些耗费时间的工作,例如多次重复画同一个零件,或者从不同的角度画一个物体。计算机可以在瞬息之间将存放在存储器里的一个设计清除,以便设计人员做新的设计。这儿介绍的是CAD 节省时间的另外的一些方法。

也可以编写程序让计算机进行与设计有关的计算,例如需要多少材料,价格多少等等。对于房子或桥梁等建筑物,计算机可以计算应力,还可以算出设计是否足够保险。



如果有一个对称的形状,例如一辆汽车的底盘,设计者只需要画出这一半边,计算机就会象镜子那样画出另一半边,而完成整体形状。



各种标准的形状可以存储起来,以便在设计中不必重画就可以用它。例如在屏幕上设计电路时,可以将电气元件的符号画到电路中去。