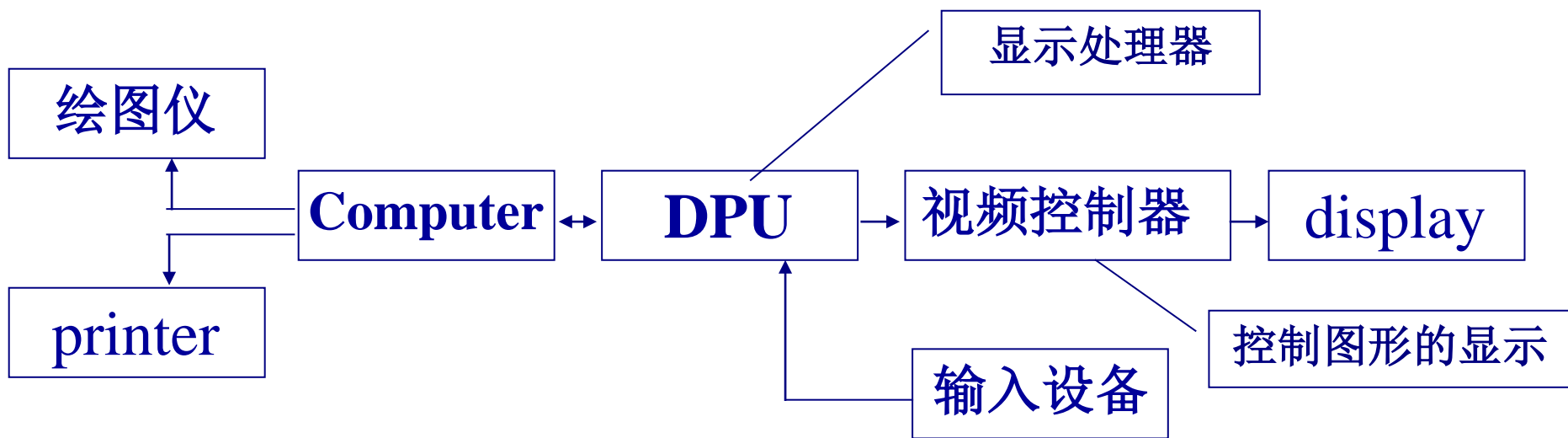


## 第2章

# 交互式计算机图形处理系统

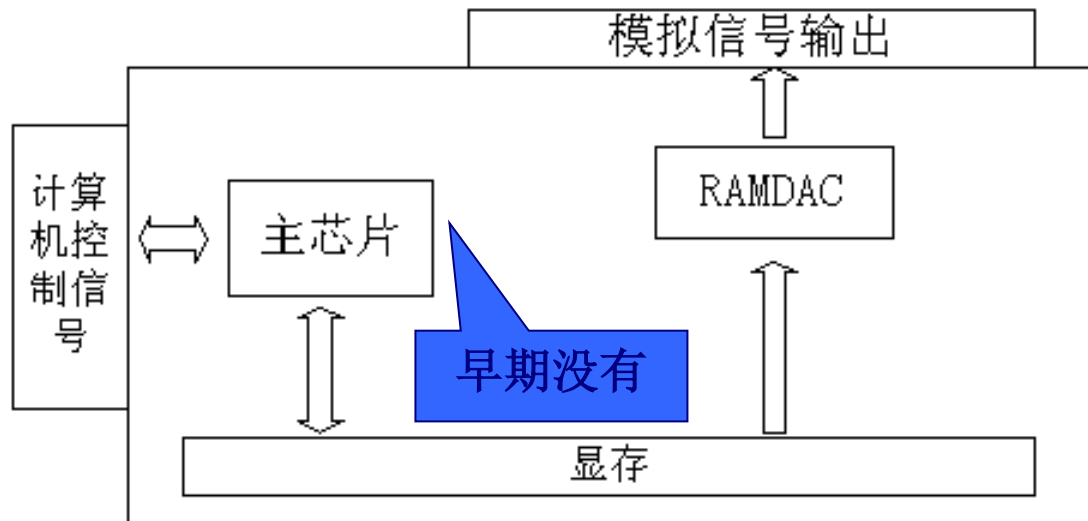
# 计算机图形处理系统



- 应用程序发出绘图命令，解析成显示处理器可接受命令格式
- 帧缓冲存储器（**Frame Buffer**）
  - 存放所有的绘图信息
- 视频控制器（**Video Controller**）
  - 对颜色缓冲器进行逐行扫描，控制驱动电子枪在屏幕上绘图
- 显示处理器（**Display Processing Unit**，简称**DPU**）
  - 负责解释执行(刷新)
- CRT

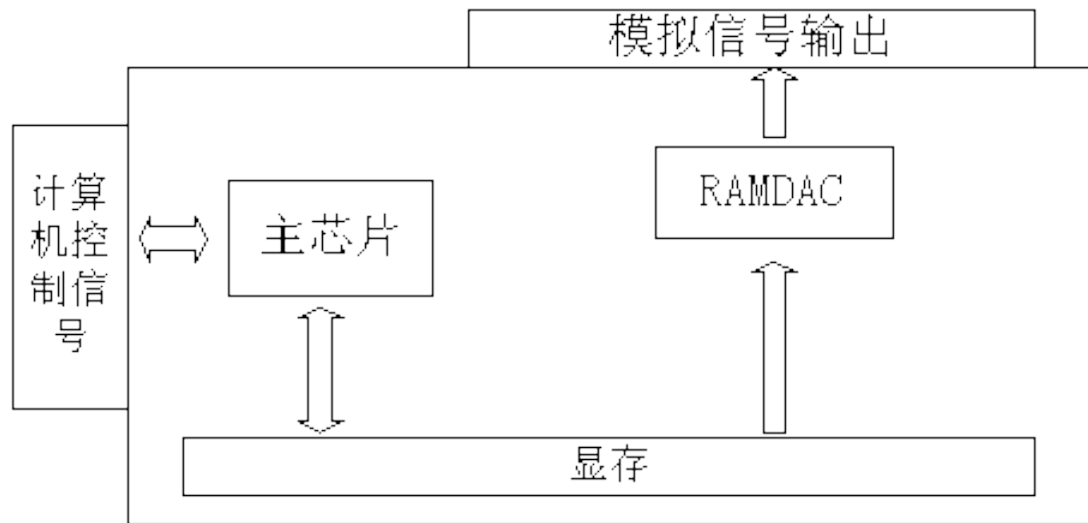
## 图形处理器

- 俗称显卡
- **CGA EGA VGA**
- **TVGA SVGA**
- **XGA SXGA**
- 现在开发新型显卡把注意力都集中在散热上，同时寻找散热性能更好的材料



## 显示主芯片

- 显卡的心脏，俗称GPU
- 代替**CPU**完成部分图形处理功能，扫描转换、几何变换、裁剪、光栅操作、纹理映射等等
- 各图形函数基本上都集成在这里



## RAMDAC

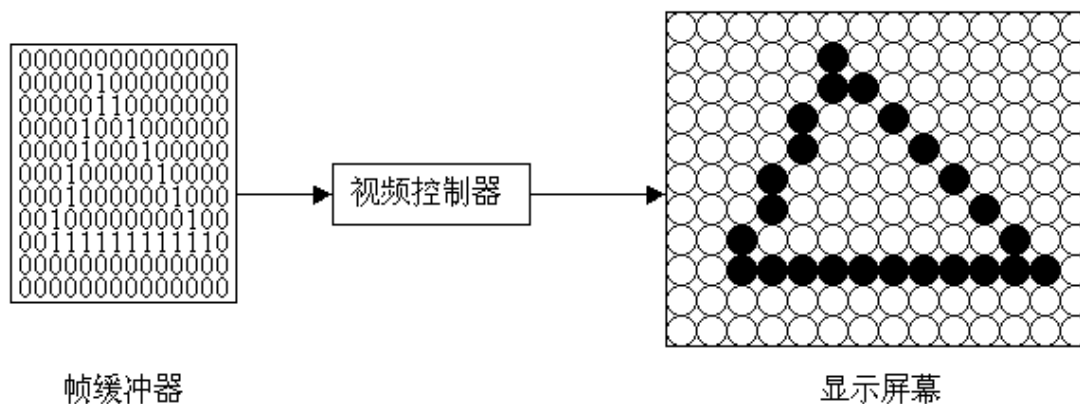
- 视频存储数字模拟转换器
- 在视频处理中，把二进制的数字转换成为和显示器相适应的模拟信号

## 显存

- 存储将要显示的图形信息
- 保存图形运算的中间数据
- 它与显示主芯片的关系，就像计算机的内存之于**CPU**一样

## ■ 帧缓冲存储器 (Frame Buffer)

- 作用：存储屏幕上像素的颜色值
- 也称刷新存储器(Refreshing Buffer)
- 简称帧缓冲器，俗称显存

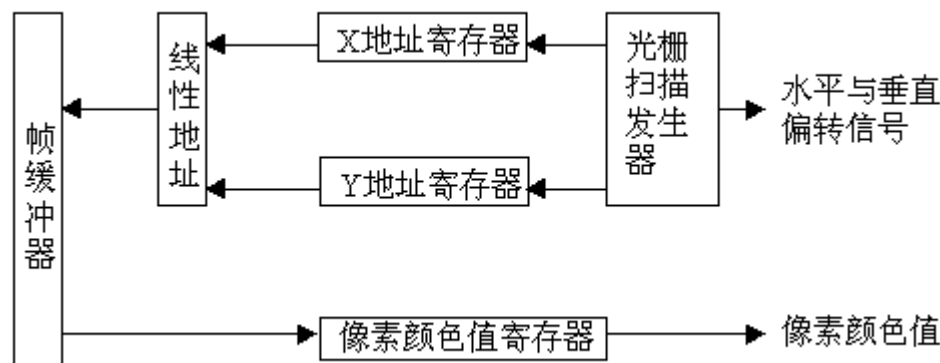


- 帧缓存中单元数目与显示器上像素的数目相同
- 单元与像素一一对应
- 各单元的数值决定了其对应像素的颜色
- 显示颜色的种类与帧缓存中每个单元的位数有关

## ■ 视频控制器（显示控制器）

■ 作用：控制图形的显示，建立帧缓存与屏幕像素之间的一一对应关系，负责按固定刷新频率和扫描顺序刷新屏幕图形

## ■ 逻辑结构



## ■ 工作原理

- 刷新周期开始，光栅扫描发生器置X地址寄存器为0，置Y地址寄存器为N-1，首先取出对应像素（0，N-1）的帧缓存单元的数值，放入像素值寄存器，用来控制像素的颜色，然后X的地址寄存器的地址加一，如此重复，直到该扫描线上的最后一个像素。

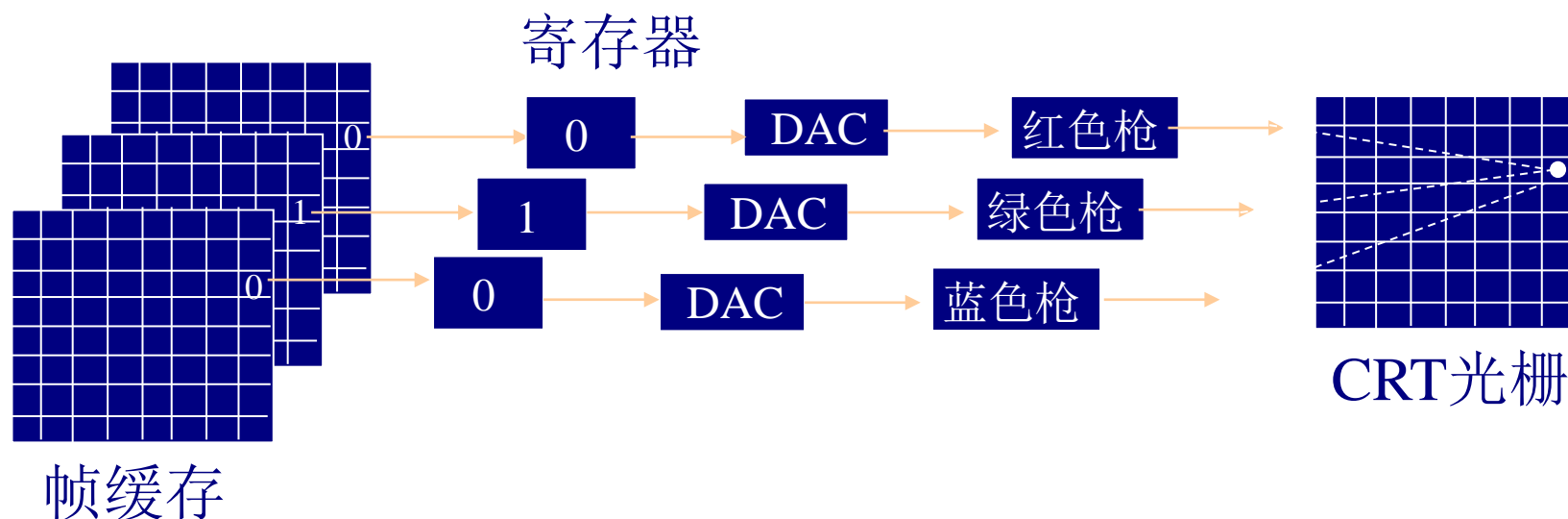
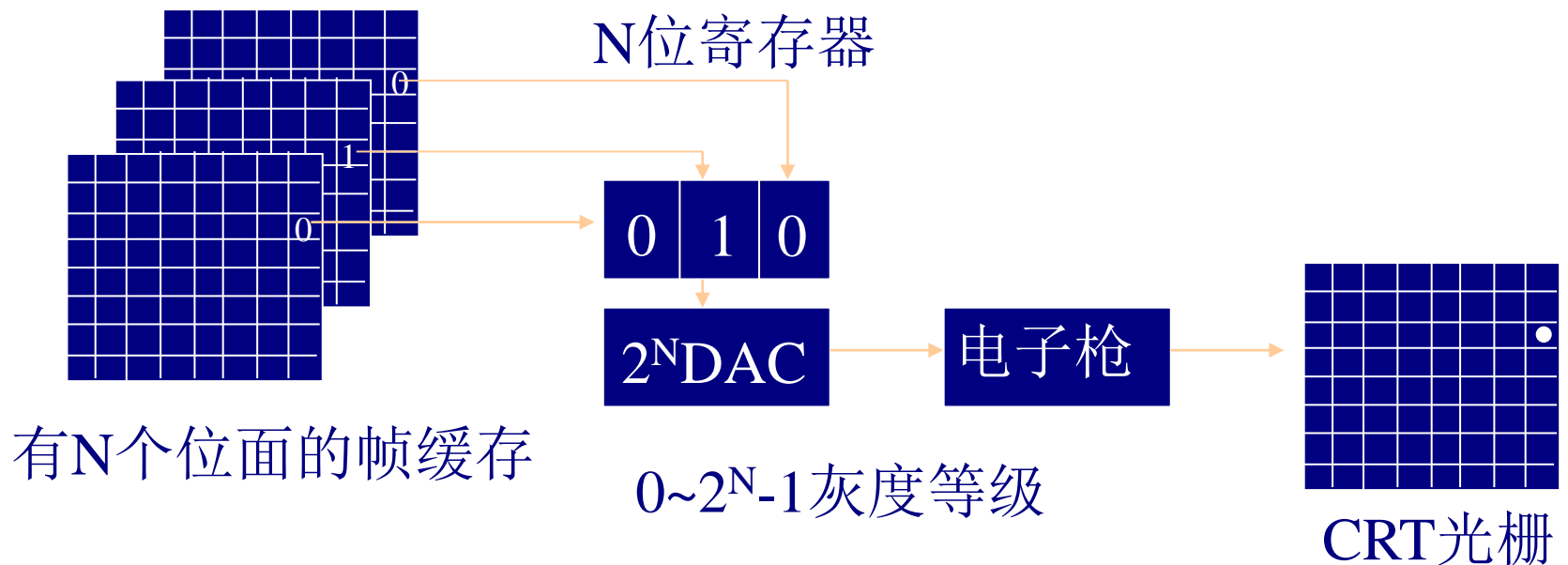
# 位面技术（1/3）

- 显存分成若干颜色的位平面（**bit plane**）
- 各平面上相同位置的每一位和屏幕上的一个像素对应
- 同一像素点在各位面占同一地址
- 不同位面上同一像素地址中的内容决定像素的颜色

色平面越多，可表达的色彩越丰富

增加一个位面，色彩就增加一倍  
而存储器写操作程序无需重新计算新地址  
程序兼容性好

# 位面技术 (2/3)





# 位面技术 (3/3)

- 红绿蓝三个位面，组合成8种颜色
- 增加一个亮度位面，形成16种颜色

	红	绿	蓝
Black	0	0	0
Blue	0	0	1
Green	0	1	0
Cyan	0	1	1
Red	1	0	0
Magenta	1	0	1
Yellow	1	1	0
White	1	1	1

- 若有**24**个位面（每种基色**8**个位面）
- 可同时显示 $(2^8)^3 = 2^{24} = 16777216$ 种颜色（**24**位真彩色）

# 显存容量

■ 分辨率 **$M \times N$** 、颜色个数 **$K$** 与显存容量 **$V$** 的关系

$$V \geq M \times N \times \lceil \log_2 K \rceil$$

– 3个位面分辨率是 **$1024 \times 1024$** 的显示器

■ 需要 **$3 \times 1024 \times 1024$  (3145728)**位的存储器

# 显存容量

■ 若存储器位长固定，则屏幕分辨率与同时可用的颜色种数成反比

- 1兆字节的帧缓存

- 若设分辨率为 $640 \times 480$ ，则帧缓存每个单元可有24位，可能同时显示 $2^{24}$ 种颜色

- 若设分辨率为 $1024 \times 768$ ，则每个单元分得的位数仅略多于8，只能工作于256色显示模式下

■ 高分辨率和真彩要求有大的显存



- 解决方法

- 采用查色表(Look-up Table) 或称彩色表(Color Table)

# 颜色信息的存放方式

## ■ 两种存放方式：

- 颜色值直接存储在帧缓存中
- 把颜色码放在一个独立的表中，帧缓存存放的是颜色表中各项的索引值，索引色

## ■ 单显

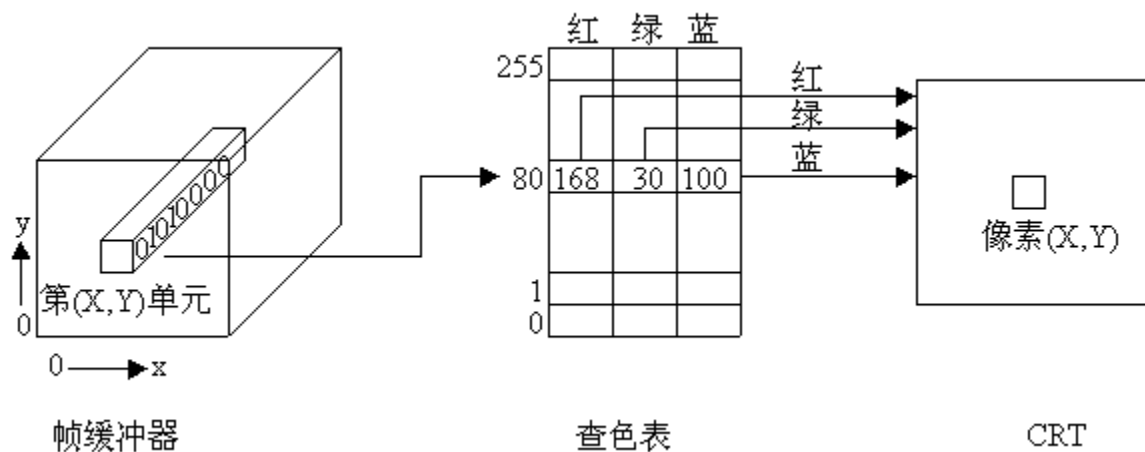
- 查色表固化

## ■ 彩显

- 可修改、创建查色表

# 查色表（LUT）工作原理

- 是一维线性表，其每一项的内容对应一种颜色
- 它的长度由帧缓存单元的位数决定
  - 例如：每单元有8位，则查色表的长度为 $2^8=256$



- 目的
  - 在帧缓存单元的位数不增加的情况下
  - 具有大范围内挑选颜色的能力

# 颜色缓冲器

## ■ 真彩色模式

- 每个颜色通道，一个字节
- RGB, 24bit, 16777216 (约1.68千万) 色
- RGBA, 32bit, 用于加速目的
  - 剩下的8位存储alpha通道, 描述给定像素处的物体透明度, 1.0表示物体不透明, 0表示像素不会被任何物体遮挡。
  - 利用over操作实现像素颜色与像素处物体颜色的线性混合。

## ■ 高彩色模式

# 颜色缓冲器

- 真彩色模式

- 高彩色模式

  - 一个像素，两个字节，16bit，65536色

    - 5-6-5分割方式，绿色使用更高的颜色分辨率

    - 5-5-5-1分割方式，剩下的一位不用或做为alpha通道

# 常用缓冲技术

## ■ 单缓冲技术

## ■ 双缓冲技术

- 应用于绘制区域更新频繁时
- 前缓冲（**Front Buffer**）：显示绘制完成的场景
- 离屏后缓冲（**Back Buffer**）：保存当前正在绘制的场景
- 图形驱动器控制对其进行交换，避免图像撕裂（**Tearing**）现象



# 常用缓冲技术

## ■ 三缓冲技术

— 等待缓冲器：对缓冲器进行清除并开始绘制

单缓冲	帧0	帧1	帧2	帧3
缓冲器0	前	前	前	前
双缓冲	帧0	帧1	帧2	帧3
缓冲器0	前	后	前	后
缓冲器1	后	前	后	前
三缓冲	帧0	帧1	帧2	帧3
缓冲器0	等待	后	等待	等待
缓冲器1	前	等待	后	前
缓冲器2	后	前	等待	后

DirectX支持，但  
OpenGL不支持

# 其他缓冲器

## ■ Z缓冲器（深度缓冲器）

- 解决可见性问题

## ■ 累计缓冲器

- 生成一些特殊效果，如景深、反走样、运动模糊等

## ■ 立体缓冲器

- 立体视觉（**Stereo Vision**）

- 绘制两幅视图（对应左眼和右眼），获得深度信息

- 立体影像（**Stereopsis**）

- 一幅为红色，一幅为绿色（或青色分别绘制到蓝色和绿色通道）
- 使用红绿眼镜观看合成结果
- 使用快门眼镜，每次仅允许一只眼睛看到屏幕，双眼快速交替，同时和显示器同步

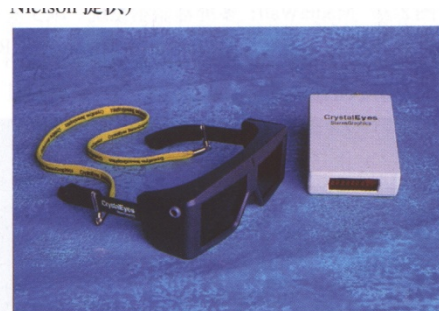


图2-21 观察立体感场景的眼镜，并配有红外线同步发射器(StereoGraphics 公司提供)

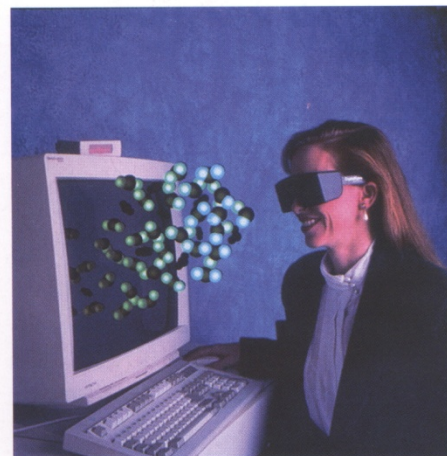


图2-19 观察一个有立体感的投影(Stereo Graphics 公司提供)

# 带宽问题

- 带宽T与分辨率、帧频（刷新频率）F的关系

$$T \geq M \times N \times F$$

- 带宽问题

- 高分辨率和高刷新频率要求高带宽

- 解决方法：

- 隔行扫描（现在已基本不用，主流显示器都用逐行扫描）

- 对Z缓冲器内容进行压缩和快速清除

- 电视机仍采用隔行扫描，将计算机动画用于电视机并不容易

# ■ 光栅显示系统的特点

## — 优点：

- 成本低
- 易于绘制填充图形
- 灰度和色彩丰富，图像逼真
- 可以和电视机兼容
- 刷新频率一定，与图形的复杂程度无关

## — 缺点：

- 需要扫描转换
- 扫描转换速度偏低，交互操作响应慢
- 分辨率偏低，有阶梯效应

# 衡量CRT的指标

- 屏幕尺寸大小
- 显像管种类
- 点距
- 分辨率
- 画面刷新频率
- 带宽

# 走向平面和高清晰度的显像管

## ■ 球面显象管

- 表面：球面的一部分
- 时间：~**90**年代初

## ■ 柱面显象管

- 表面：柱面的一部分，垂直方向上平直，水平方向上有弯曲
- 时间：**90**年代中期

## ■ 平面直角显象管

- 表面：球面的一部分，接近于平面，曲率相对比球面柱状管小，反光及四角失真现象减少
- 时间：**90**年代中后期

## ■ 纯平显象管

- 表面：纯平面，水平和垂直方向平面如镜，色彩和亮度对比鲜明
- 适合影像处理、多媒体展示、影片欣赏
- 时间：**90**年代后期
- 市场上的主流显象管

# CRT显示器的缺点

- 屏幕的加大导致显象管的加长，体积加大，使用时受到空间的限制
- 利用电子枪发射电子束来产生图像，产生辐射与电磁波干扰，长期使用对健康不利

节省防置空间的短管

# 平板显示器的优点

- 平板显示器的重量仅为**CRT**的**1 / 6**
- 耗电量约为**CRT**的**1/3**
- 色彩清晰，图像失真小
- 不受磁场影响等



# 平板显示器

## ■ 主动发光显示器

### — 显示媒质本身发光

- 等离子显示器 (**PDP**)
- 真空荧光显示器 (**VFD**)
- 场发射显示器 (**FED**)
- 电致发光显示器 (**LED**)
- 有机发光二极管显示器 (**OLED**)

## ■ 被动发光显示器

### — 本身不发光，利用显示媒质被电信号调制后，其光学特性发生变化，对环境光 and 外加光源（背光源、投影光源）发出的光进行调制，在显示屏上进行显示

- 液晶显示器 (**LCD**)
- 微机电系统显示器 (**DMD**)
- 电子油墨 (**EL**) 显示器

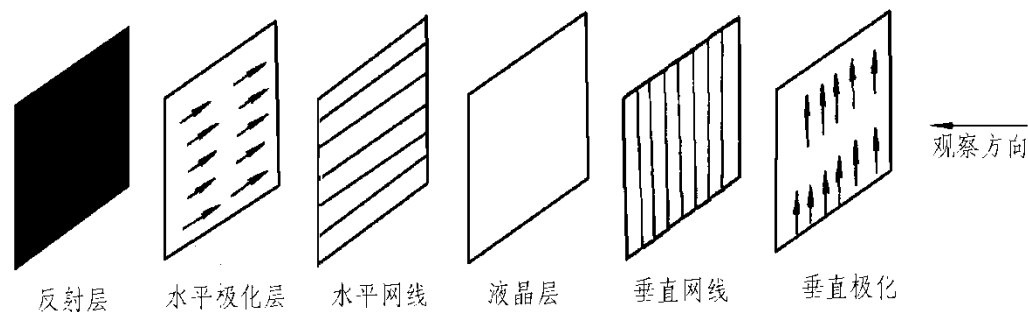
# LCD显示器（1/6）

## ■ 液晶显示器

– LCD（Liquid Crystal Display）

## ■ 原理

- 液晶是一种介于液体和固体之间的特殊物质
- 它具有液体的流态性质和固体的光学性质
- 当液晶受到电压的影响时，就会改变它的物理性质而发生形变
- 此时通过它的光的折射角度就会发生变化，而产生色彩



# LCD显示器（2/6）

## ■ 分类:

- **DSTN（dual-scan twisted nematic）**

- 双扫描交错液晶显示——被动矩阵（无源矩阵）

- **TFT（thin film transistor）**

- 薄膜晶体管显示——主动矩阵（有源矩阵）

- 彩色液晶显示可用不同材料或染料，并在每个像素上放置三个薄膜晶体管。晶体管用来控制像素位置的电压，并阻止液晶单元慢性漏电。

## ■ TFT-LCD特点:

- 屏幕反应速度快、对比度和亮度都较高、屏幕可视角度大、色彩丰富逼真、分辨率高。

- 在每个像素配置一个半导体开关器件，其加工工艺类似于大规模集成电路
  - 每个像素可通过点脉冲直接控制，使每个节点相对独立，并可以连续控制，提高了反应时间，在灰度控制上也可以做到非常精确

- 目前最好的**LCD**彩色显示设备之一，桌面型 **LCD**显示器和笔记本电脑显示屏的主流显示设备。

# LCD显示器（3/6）

- 每个像素含有**3**个亚像素（对应**RGB 3**原色），每个亚像素由一个**TFT**元器件控制
- 在每个像素上分别设置一个开关元件(**TFT**器件)，进行选择性的驱动矩阵中的各个像素，能够以更高分辨率和更高清晰度显示画面

# LCD显示器（4/6）

- 两块玻璃板之间的液晶具有两个特性系数：
  - 介电系数：
    - 液晶受电场的影响决定液晶分子转向的特性
  - 折射系数：
    - 光线穿透液晶时影响光线行进路线的重要参数
- 利用液晶本身的这些特性, 适当的利用电压来控制液晶分子的转动, 进而影响光线的行进方向, 来形成不同的灰阶, 作为显示影像的工具。

# LCD显示器（5/6）

## ■ 基本技术指标

### — 可视角度

- 指左右两边的可视最大角度相加

### — 点距

- 两个液晶颗粒（光点）之间的距离

### — 分辨率

- 指其真实分辨率
- 比如**1024×768**的含义就是指该液晶显示器含有**1024×768**个液晶颗粒

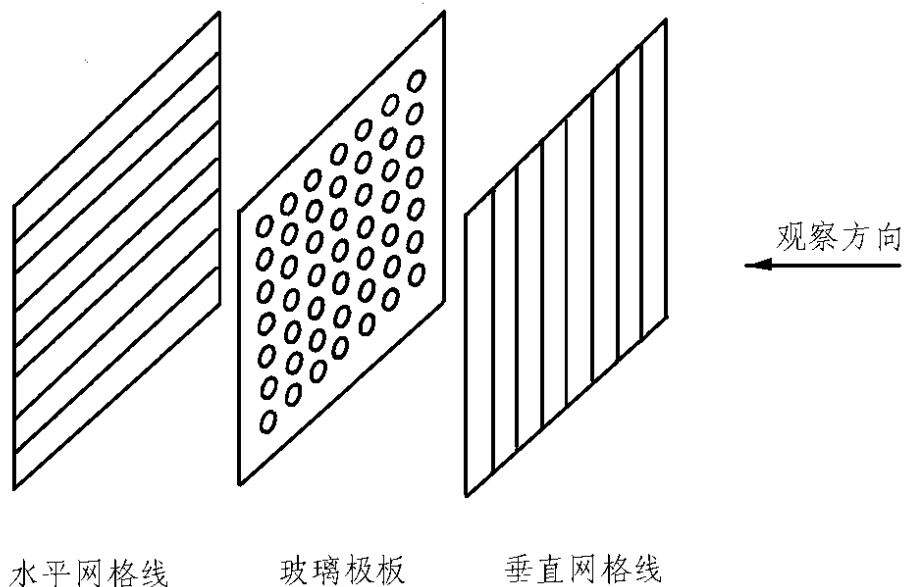
# LCD显示器（6/6）

- 显示效果有差距
- 但有后来居上之势
  - 外观小巧精致，厚度只有**6.5~8cm**左右
  - 响应速度快、无闪烁、无干扰
  - 工作电压低，功耗小，省电
  - 没有电磁辐射，对人体健康没有任何影响

# 空气等离子体显示器（PDP）

## ■ 等离子体（Plasma）显示结构

- 用通常包括氖气的混合气体充入两块玻璃板之间的区域
- 一块玻璃板上放置一系列垂直导电带
- 另一玻璃板上构造一组水平带

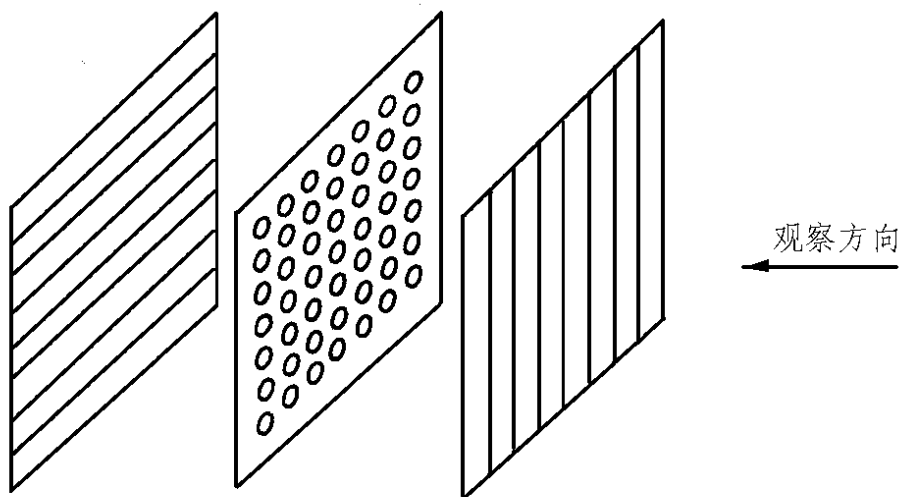




# 空气等离子体显示器（PDP）

## ■ 等离子体显示原理

- 在成对的水平和垂直导电带上施以点火电压，导致两导电带交叉点处的气体进入辉光放电的等离子区。
- 图形的定义被存储在刷新缓冲器
- 点火电压以每秒**60**次的速率，用于刷新像素位置（导电带的交叉处）
- 使用交变电流方法快速提供点火电压，可得较亮的显示



水平网格线

玻璃极板

垂直网格线

# 空气等离子体显示器（PDP）

## ■ 特点

- 大尺寸，功耗大，质量稍差

## ■ 技术发展趋势

- **ACPDP(交流型PDP)**

- **DCPDP(直流型PDP)**

- 显示板比**ACPDP**复杂得多

- 发展大尺寸、改善彩色和灰度，使其符合**HDTV**要求

- 等离子体显示技术适合于制造较大屏幕的显示器

- 将面对中等尺寸屏幕的竞争

# CRT市场预测

- 90年代初期，有人说**CRT**是“夕阳工业”，有的公司开始宣布停止**CRT**的研究与开发
  - 但事实并非如此，每年都有**CRT**新技术发表，各大公司仍在不遗余力地开发**CRT**
  - **CRT**的每个像素的性能 / 价格比相对于其他显示器高得多，中屏幕显示器仍有市场  
每当**CRT**采用新技术，就能提高其附加值，就能赚钱
  - 短期内不会消失，但在小尺寸和小体积应用中  
将不断损失市场给平板显示器

# CRT技术发展趋势

- 更高分辨率、更低成本、更平屏面、更宽偏转角、更长寿命
- 设计出电子束电流更强、光点更小的电子枪

# 下一代显示器 ——纸张型显示器

## ■ 发光聚合物技术

- 纸张特点——柔韧性好，可以卷起来，携带方便，可以像纸张一样装订成“书”，形成多页显示器；
- 显示画面具有无与伦比的清晰度；
- 真正的平面直角。

# 下一代显示器 ——立体显示技术

## ■ 2D图形显示器的缺陷

- 采用平行投影，失去了真实感
- 采用透视投影，又无法进行测量

## ■ 裸眼立体显示器



# 下一代显示器 ——立体显示技术

## ■ 2D图形显示器的缺陷

- 采用平行投影，失去了真实感
- 采用透视投影，又无法进行测量

## ■ 2005年8月，IO2 Technology推出了世界首款交互式3D显示器

# 下一代显示器 ——3D显示器

## ■ 3D显示器HelioDisplay

- 通过激光在空气中进行3D图像显示，可接受的视频输入来源可为电脑、电视和DVD等设备。
- 用户能通过手指与显示器达到交互控制。
- 不需显示屏和投影底片，在空气中直接显示三维物体影像。

