

# 数字视频技术

# 内容提纲

---

- 电影与电视
- 电视图像的数字化
- 数字视频的获取
- 数字视频编辑技术

# 内容提纲

---

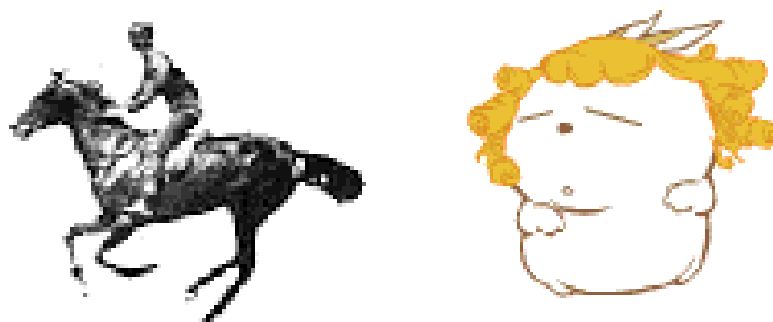
- 电影与电视
- 电视图像的数字化
- 数字视频的获取
- 数字视频编辑技术

# 电影与电视

---

## •电影原理及历史

以一种连续贴图的方式快速播放，再加上人类“视觉暂留”的因素，产生动画。



### 视觉暂留

人眼在观察景物时，光信号传入大脑神经，需经过一段短暂的时间，光的作用结束后，视觉形象并不立即消失，这种残留的视觉称“后像”，视觉的这一现象则被称为“视觉暂留”，是“眼睛”和“大脑”联合起来欺骗自己产生的幻觉。

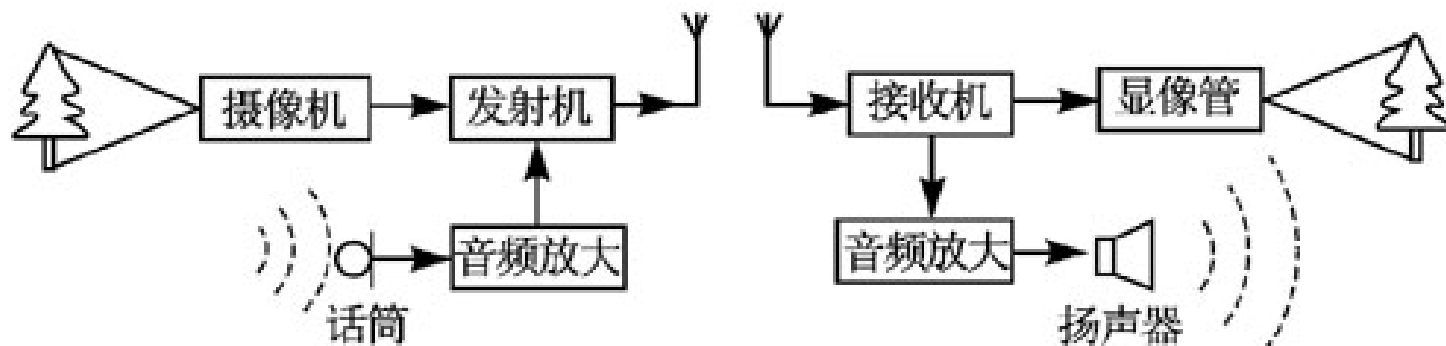
**问题：要获得慢镜头，每秒拍摄大于还是小于24格画面呢？**

# 电影与电视

## • 电视工作原理

**发送端：**摄像机（摄像管）把景物转变成电信号（光-电转换）

**接收端：**由显示设备（显像管）重现原景物（电-光转换）



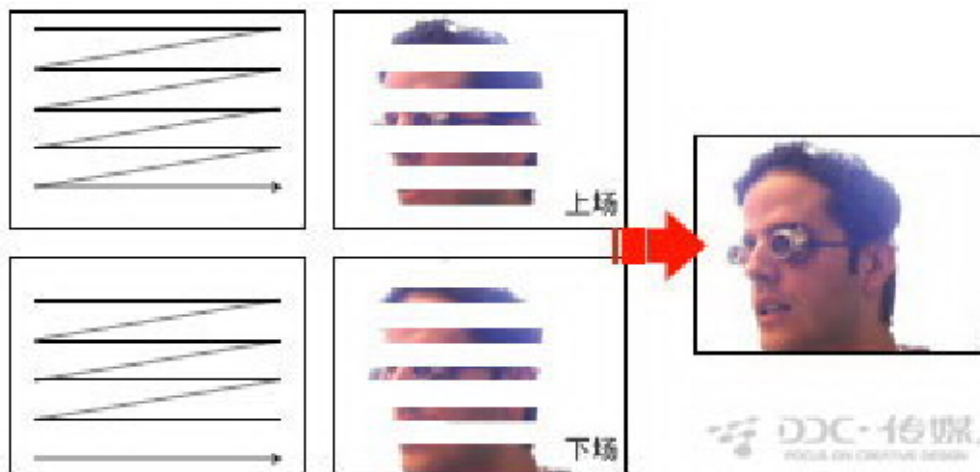
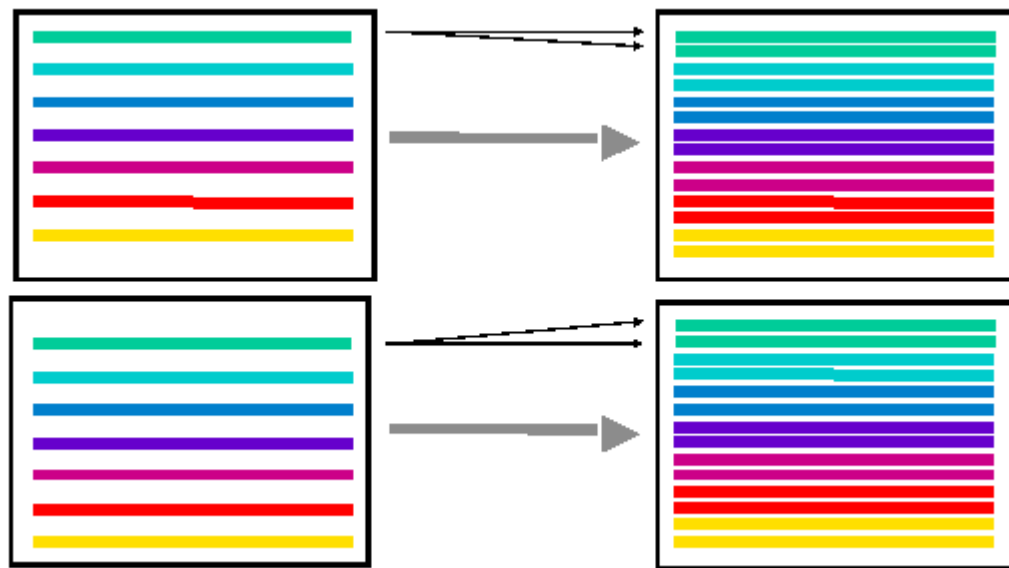
# 电影与电视

- 电视工作原理

扫描的机制

隔行扫描

逐行扫描



# 电影与电视

---

- **电视工作原理**

**帧速率和场速率**

**先有场后有帧**

**PAL制式：分别隔一场抽掉奇数行和偶数行**



被抽掉奇数场的偶数场



被抽掉偶数场的奇数场

# 电影与电视

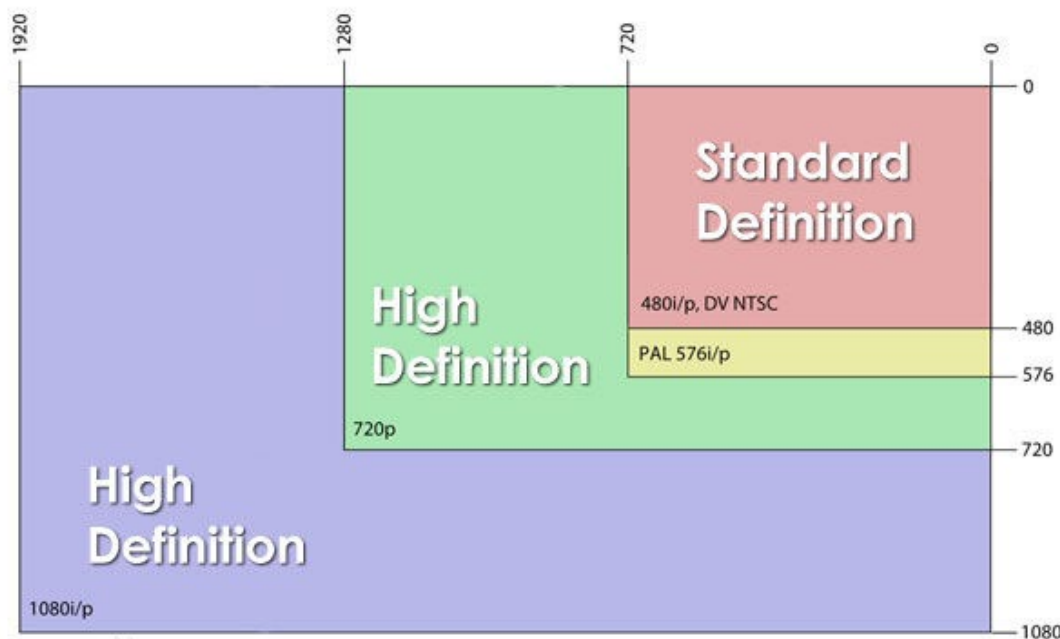
## 1、电视制式

美/加/日/韩/台——29.97帧/秒——NTSC(525线-480可视)——720×480

澳/中/欧/南美——25帧/秒——PAL(625线-576可视)——720×576

法国/部分非洲——25帧/秒——SECAM(625线-576可视)——720×576

## 2、标清与高清





# 彩色全电视信号

---

- 黑白电视中只需传送一个亮度信号，而在彩色电视机中，则需要在满足与黑白电视兼容、而且不增加为黑白电视所规定的信道带宽（如 6 MHz）的条件下，同时传送亮度信号和2个色差信号
- 如何找到一个可取的方案去实现这一要求，是彩色电视制式所解决的问题。不同的色差信号传送方案就形成了不同的彩色电视制式

# 彩色全电视信号

---

- 当前世界上主要的彩色电视制式有 3 种：
  - NTSC: 正交平衡调幅制
    - 美国、加拿大、日本、韩国、菲律宾等地区
  - PAL: 逐行倒相正交平衡调幅制
    - 德国、英国、中国、朝鲜等
  - SECAM: 顺序传送彩色与存储制
    - 法国、前苏联及东欧国家

# 彩色全电视信号

---

- U和V（用副载波 $w_{sc}$ ）经平衡正交调制，加到亮度Y上，形成彩色全电视信号
- 对于NTSC制，U信号调制在副载波的零相位上，而V信号调制在90°相位上，如下：

$$Cvbs = Y + U \sin w_{sc} t + V \cos w_{sc} t$$

色度信号

# 彩色全电视信号

---

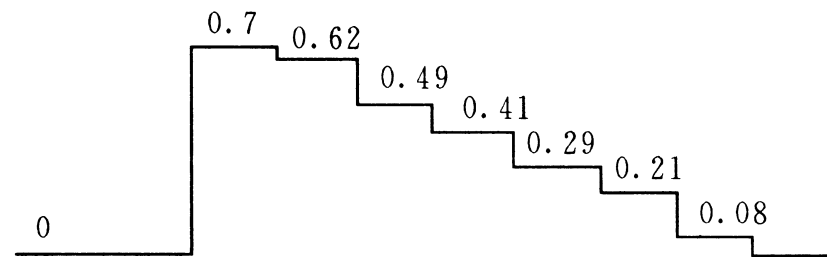
- NTSC制式系统对信道微分相位敏感，导致图像色调失真。
- PAL制式是为克服这一缺点而提出的，具体做法是将V分量调制相位逐行倒相180°。PAL制式色度信号表达式如下：

$$Ch = U \sin w_{sc}t + S(t)V \cos w_{sc}t$$

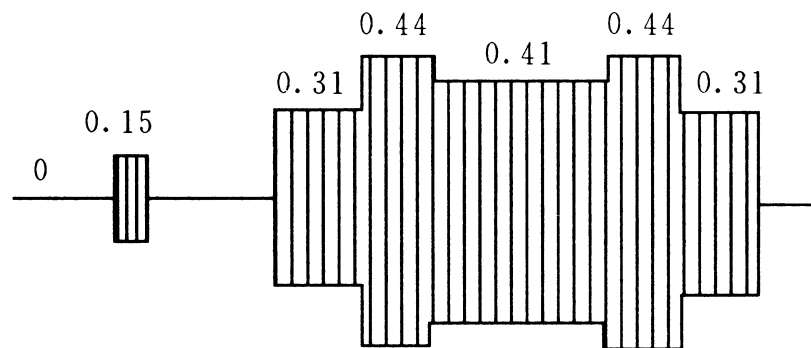
- S(t)称为PAL开关函数，它是双极性矩形脉冲，其重复周期为行周期的两倍，幅度为+1和-1

- 彩色全电视信号各部分（以一行彩条波形为例）
- 将亮度信号、色度信号和相关的同步信号进行混合，构成彩色全电视信号，或称复合电视信号

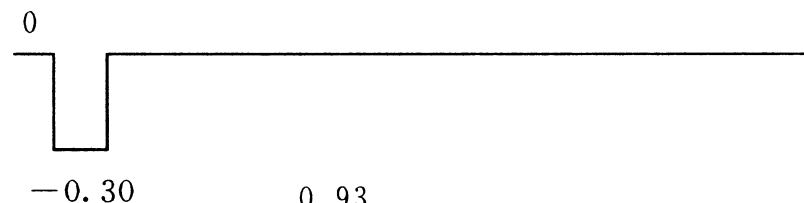
亮度信号 $Y$



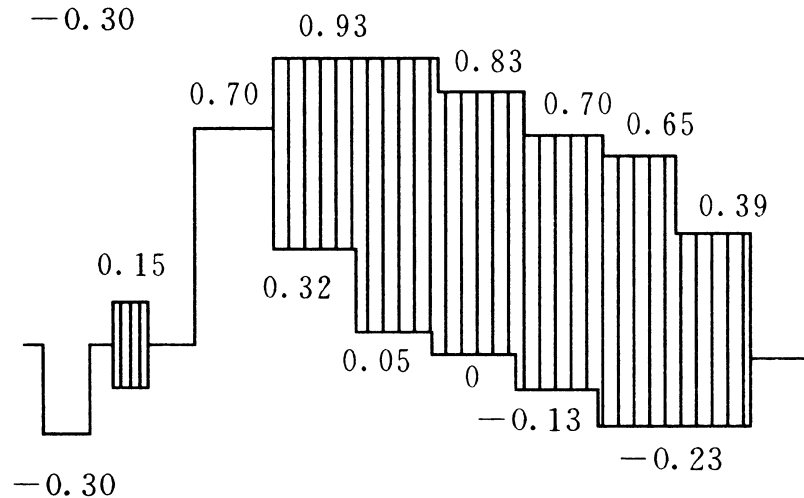
色度信号 $C$



复合同步信号 $S$



彩色全电视信号



# 视频信号类型

- 复合电视信号 (CVBS)

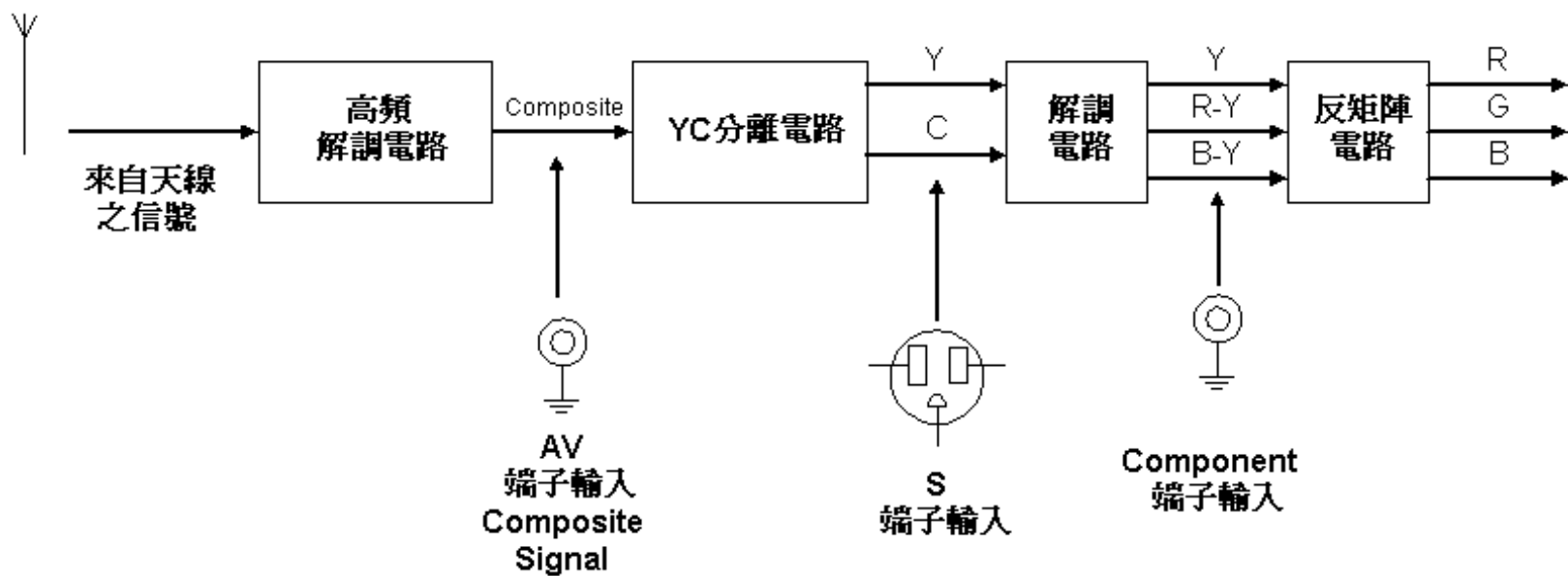
- 包含亮度信号、色差信号和所有定时同步信号的单一电视信号，或称**全电视信号**

- 分离电视信号 (S-Video)

- 是亮度和色差分离的一种电视信号(Y/C)

- 分量电视信号

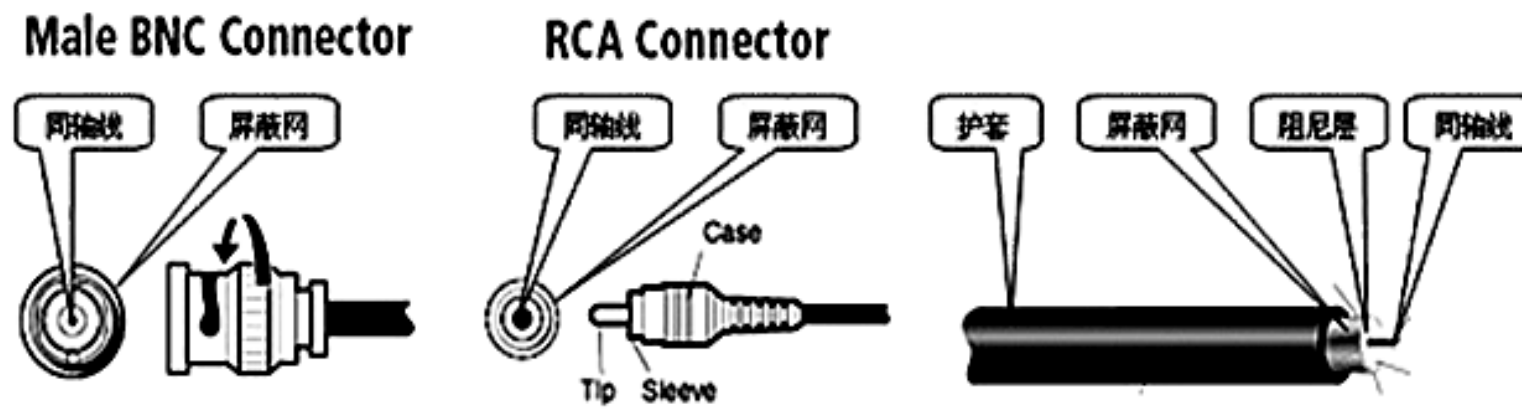
- 是指每个基色分量作为独立的电视信号，如：RGB或YUV



# 视频信号类型

## • 复合视频信号

- 复合视频信号是将亮度信号和色度信号采用频谱间置方法复合在一起。这种方法易导致亮色串扰、清晰度降低等问题。
- 复合电视信号接口的基本特性：
  - ①传输介质：单根带屏蔽的同轴电缆
  - ②传输阻抗： $75\Omega$
  - ③常用接头：BNC接头、莲花(RCA)接头
  - ④接线标准：插针是同轴信号线，外壳公共地是屏蔽网线



复合视频信号常用接线头和标准

# 视频信号类型

---

- 分量视频信号

- 分量视频信号(Component Video Signal)是指每个基色分量作为独立的视频信号。每个基色既可以分别用R、G和B表示，也可以用亮度-色差表示，如YIQ、YUV。
- 使用分量视频信号是表示颜色的最好方法，但需要比较宽的带宽和同步信号。





# 视频信号类型

- **S-Video信号（S端子视频信号）**

- S端子视频信号俗称S端子信号，它同时传送两路信号：亮度信号Y和色度信号C。由于将亮度和色度分离，所以图象质量优于复合视频信号，色度对亮度的串扰现象也消失。
- 色度信号仍须解调，所以其图象质量的提高是有限的。
- S端子用四芯插头，一些计算机显卡或是非线性编辑卡也有用七芯插头，其外形与S端子一样，只是又包含了复合视频信号。



S-Video四芯插头（座）

# 内容提纲

---

- 电影与电视
- 电视图像的数字化
- 数字视频的获取
- 数字视频编辑技术

# 电视信号的数字化

---

- 数字电视图像有很多优点
  - 例如，可直接进行随机存储使电视图像的检索变得很方便
  - 复制数字电视图像和在网络上传输数字电视图像都不会造成质量下降
  - 很容易进行非线性电视编辑等等

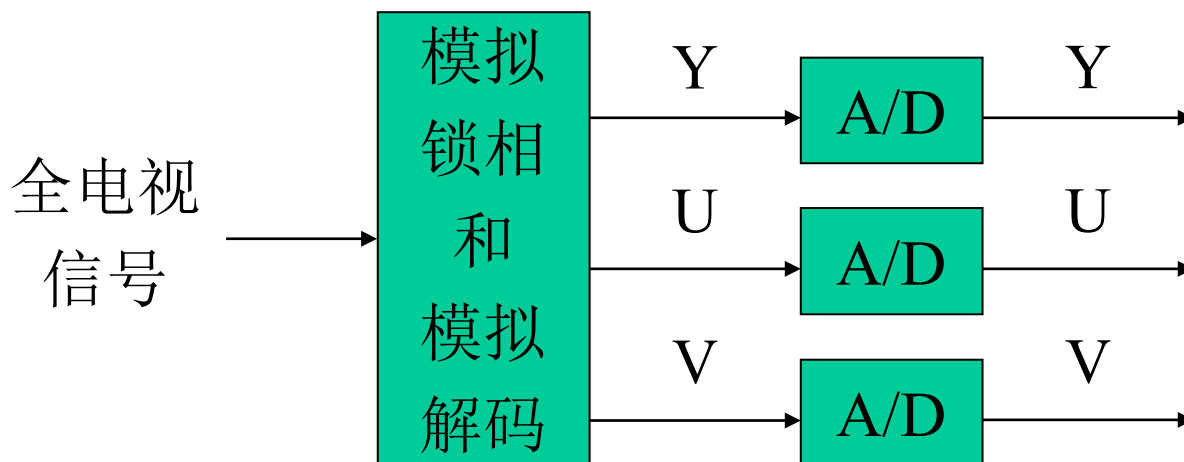
# 电视信号的数字化

---

- 常用的方法有两种：
  - 分量电视信号的数字化
    - 先从复合彩色电视图像中分离出彩色分量，然后数字化
  - 复合电视信号的数字化
    - 对色度信号和亮度信号共频带所形成的复合电视信号直接进行数字化

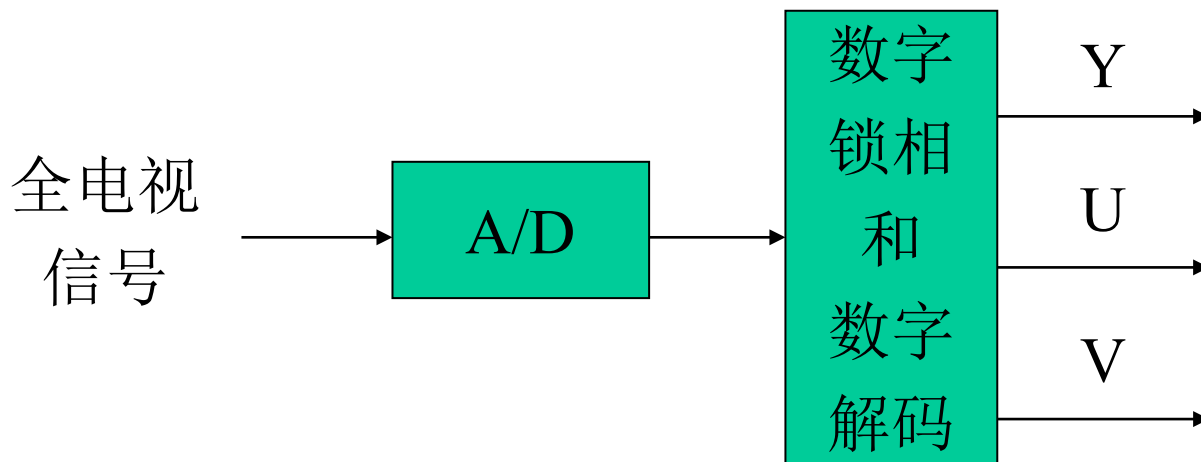
# 电视信号的数字化

- **分量电视信号的数字化**：首先把模拟的全彩色电视信号（如来自录象带、激光视盘、摄象机等）分离成YCbCr, YUV, YIQ或RGB彩色空间中的分量信号，然后用三个A/D转换器分别对它们数字化



# 电视信号的数字化

- **复合电视信号的数字化**：首先用一个高速A/D转换器对彩色全电视信号进行数字化，然后在数字域中进行分离，以获得所希望的YCbCr, YUV, YIQ或RGB分量数据



# 电视信号的数字化

---

- 早在20世纪80年代初，国际无线电咨询委员会 CCIR (International Radio Consultative Committee) 就制定了彩色电视图像数字化标准，称为CCIR 601标准，现改为ITU-R BT.601标准
- 该标准规定了彩色电视图像转换成数字图像时使用的采样频率，RGB和YCbCr两个彩色空间之间的转换关系等

# 电视信号的数字化

---

- 为了保证信号的同步，采样频率必须是电视信号行频的倍数。CCIR为NTSC、PAL和SECAM制式制定的共同的电视图像采样标准：

$$f_s = 13.5\text{MHz}$$

- 这个采样频率正好是PAL、SECAM制行频的864倍，NTSC制行频的858倍，可以保证采样时采样时钟与行同步信号同步
- 对于4:2:2的采样格式，亮度信号用  $f_s$  频率采样，两个色差信号分别用  $f_s/2 = 6.75\text{MHz}$  的频率采样



# 电视信号的数字化

表7-04 彩色电视数数字化参数摘要

采样格式	信号形式	采样频率	样本数/扫描行		数字信号取值 范围(A/D)
			NTSC	PAL	
	Y	13.5	858(720)	864(720)	220级(16 ~ 235)
4:2:2	Cr	6.75	429(360)	432(360)	225级(16 ~ 240)
	Cb	6.75	429(360)	432(360)	(128 ± 112)
	Y	13.5	858(720)	864(720)	220级(16 ~ 235)
4:4:4	Cr	13.5	858(720)	864(720)	225级(16 ~ 240)
	Cb	13.5	858(720)	864(720)	(128 ± 112)

# 电视信号的数字化

---

- CCIR为NTSC制、PAL制和SECAM制规定了共同的电视图像采样频率

- 对PAL制、SECAM制：

$$f_s = 625 \times 25 \times N = 15625 \times N = 13.5 \text{ MHz}$$

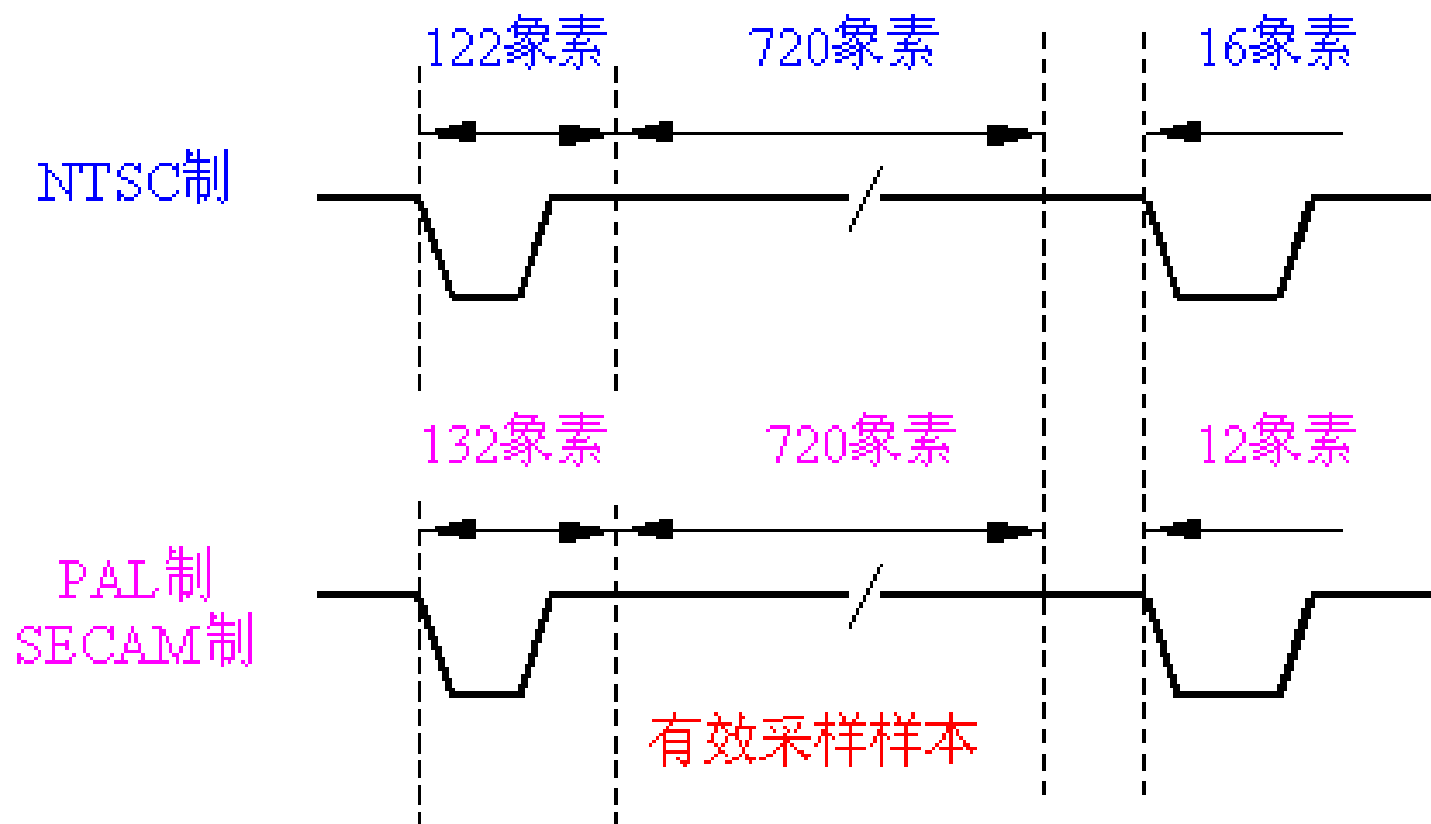
N=864，N为每一扫描行上的采样数目

- 对NTSC制：

$$f_s = 525 \times 29.97 \times N = 15734 \times N = 13.5 \text{ MHz}$$

N=858，N为每一扫描行上的采样数目

# 电视信号的数字化



# 电视信号的数字化

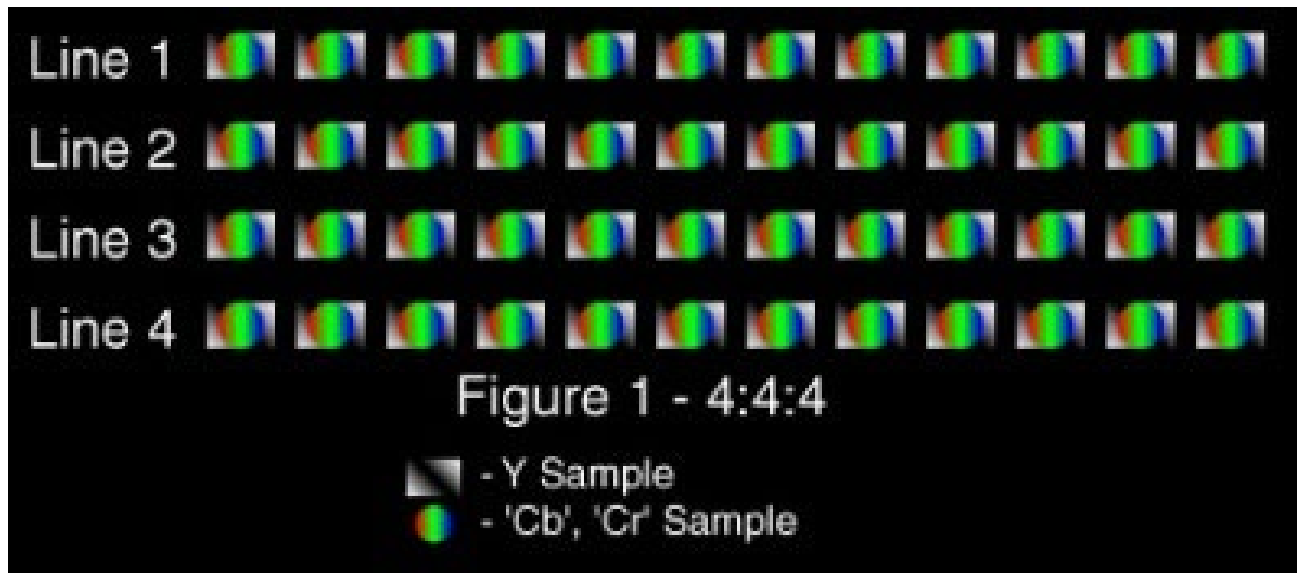
---

- 人眼对彩色细节的分辨能力远比对亮度细节的分辨能力低，可利用人的视觉特性降低数据量
  - ITU-R BT.601推荐使用4:2:2的彩色电视图像采样格式。Y用13.5 MHz的采样频率，Cr、Cb用6.75 MHz的采样频率
  - 根据不同的应用，分量信号还可以采用其它不同的采样格式，4:4:4、4:2:2、4:2:0等

# YCbCr 4:4:4

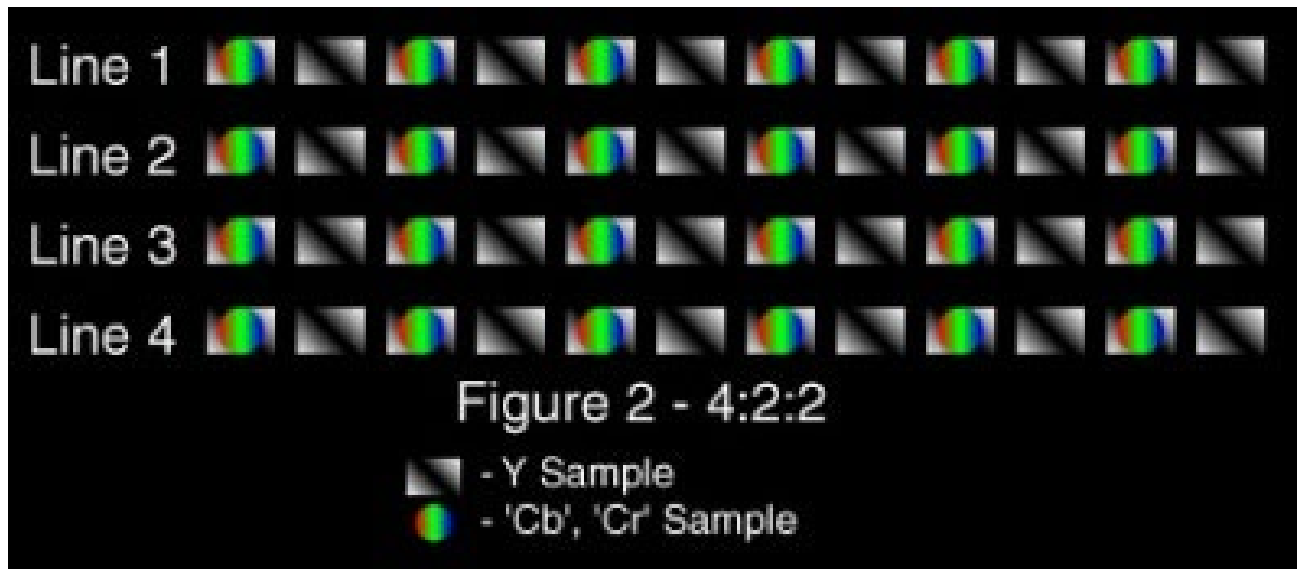
---

- 色度信号分辨率最高的格式是4:4:4
  - 每4点Y采样，就有相对应的4点Cb和4点Cr
  - 在这种格式中，色度信号的分辨率和亮度信号的分辨率是相同的



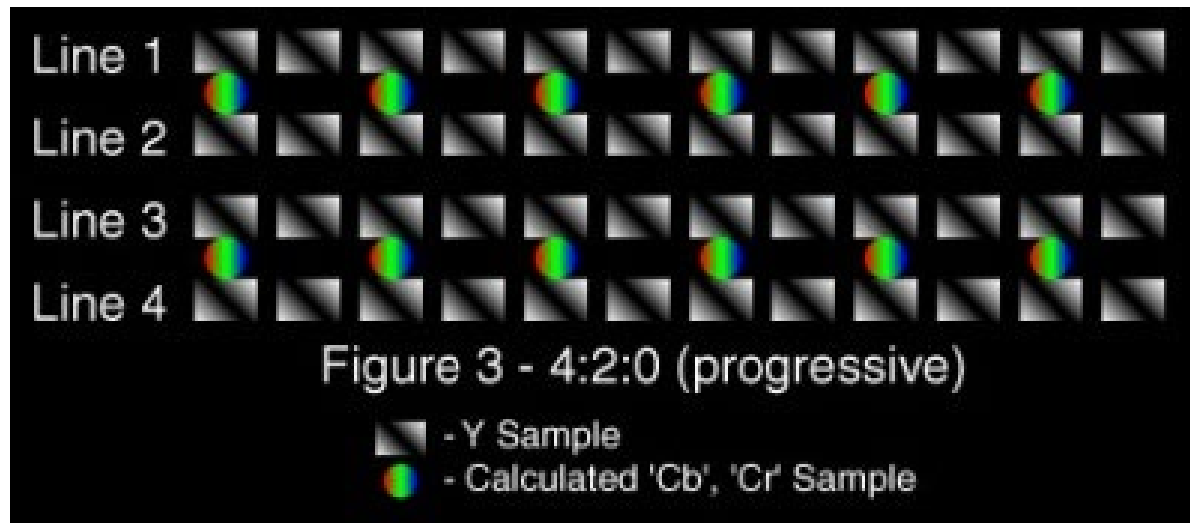
# YCbCr 4:2:2

- 每4点Y采样，就有2点Cb和2点Cr
  - 每个像素都有与之对应的亮度采样，同时一半的色度采样被丢弃，色度采样信号每隔一个采样点才有一个
  - 当整张画面显示的时候，缺少的色度信息会由两侧的颜色通过内插补点的方式运算得到



# YCbCr 4:2:0

- 色度采样在每条横向扫描线上只有亮度采样的一半，扫描线的条数上，也只有亮度的一半
  - 无论是横向还是纵向，色度信号的分辨率都只有亮度信号的一半。如果整张画面的尺寸是720\*480，那么亮度信号是720\*480，色度信号只有360\*240。
  - “缺失”的色度采样不单单要由左右相邻的采样通过内插补点计算补充，整行的色度采样也要通过它上下两行的色度采样通过内插补点运算获得。



# 数字视频文件格式

---

- 目前，视频文件格式可以分为两大类
  - 适合本地播放的本地影像视频
  - 适合在网络中播放的网络流媒体影像视频
- 尽管后者在播放的稳定性和播放画面质量上可能没有前者优秀，但网络流媒体影像视频的广泛传播性使之正被广泛应用于视频点播、网络演示、远程教育、网络视频广告等等互联网信息服务领域



# 数字视频文件格式

---

- **数字视频文件格式**

- MPEG (Moving Pictures Experts Group )
  - MPEG-1、 MPEG-2、 MPEG-4
- MOV
- ASF (Advanced Streaming Format) , MPEG-4算法
- WMV (Windows Media Video)
- RM (Real Media)
- RMVB

# 本地影像视频

---

- **AVI格式(Audio Video Interleaved)**，即音频视频交错格式
  - 所谓“音频视频交错”，就是可以将视频和音频交织在一起进行同步播放
  - 这种视频格式的优点是图像质量好，可以跨多个平台使用，其缺点是体积过于庞大。压缩标准不统一是其主要问题
- **DV-AVI格式**
  - 是由索尼、松下、JVC等多家厂商联合提出的一种家用数字视频格式
  - 它可以通过电脑的IEEE 1394端口传输视频数据到电脑，也可以将电脑中编辑好的的视频数据回录到数码摄像机中
  - 这种视频格式的文件扩展名一般是.avi，所以也叫DV-AVI格式

# 本地影像视频

---

- **MPEG格式**，英文全称为Moving Picture Expert Group，即运动图像专家组格式
  - MPEG文件格式是运动图像压缩算法的国际标准，它采用了有损压缩方法减少运动图像中的冗余信息，从而达到压缩的目的(其最大压缩比可达到200:1)。
  - 目前MPEG视频格式常见的压缩标准是：MPEG-1、MPEG-2、和MPEG-4。

# 本地影像视频

---

- **DivX格式**，是由MPEG-4衍生出的另一种视频编码标准，也即DVDrip格式
  - 它采用了DivX压缩技术对DVD盘片的视频图像进行高质量压缩，同时用MP3或AC3对音频进行压缩，然后再将视频与音频合成并加上相应的外挂字幕文件而形成的视频格式
  - 其画质直逼DVD，体积只有DVD的数分之一
- **MOV格式**，美国Apple公司开发的一种视频格式
  - 默认的播放器是苹果的QuickTime Player。具有较高的压缩比率和较完美的视频清晰度等特点
  - 最大特点是跨平台性，即不仅能支持MacOS，同样也能支持Windows系列

# 网络影像视频

---

- **ASF格式** (Advanced Streaming Format)
  - 是微软为了和Real Player竞争而推出的一种视频格式
  - 用户可以直接使用Windows自带的Windows Media Player对其进行播放。使用了MPEG-4的压缩算法
- **WMV格式** (Windows Media Video)
  - 也是微软推出的一种采用独立编码方式并且可以直接在网上实时观看视频节目的文件压缩格式
  - 主要优点包括：本地或网络回放、可扩充的媒体类型、部件下载、可伸缩的媒体类型、流的优先级化、多语言支持、环境独立性、丰富的流间关系以及扩展性等

# 网络影像视频

---

- **RM格式**，Real Networks公司所制定的音频视频压缩规范称为Real Media
  - 用户可以使用RealPlayer或RealOne Player对符合RealMedia技术规范的网络音频/视频资源进行实况转播，并且RealMedia可以根据不同的网络传输速率制定出不同的压缩比率，从而实现在低速率的网络上进行影像数据实时传送和播放。
  - 这种格式的另一个特点是用户使用Real Player播放器可以在不下载音频/视频内容的条件下实现在线播放
  - 另外，RM作为目前主流网络视频格式，可以通过其Real Server服务器将其它格式的视频转换成RM视频并由Real Server服务器负责对外发布和播放

# 网络影像视频

---

- **RMVB格式**，是一种由RM视频格式升级延伸出的新视频格式
  - RMVB打破了原先RM格式那种平均压缩采样的方式，在保证平均压缩比的基础上合理利用比特率资源：静止和动作场面少的画面场景采用较低的编码速率，这样可以留出更多的带宽空间给快速运动的画面场景
  - 在保证了静止画面质量的前提下，大幅地提高了运动图像的画质，从而图像质量和文件大小之间就达到了微妙的平衡。

# 内容提纲

---

- 电影与电视
- 电视图像的数字化
- **数字视频的获取**
- 数字视频编辑技术



# 数字视频的获取

---

- 数字视频的获取
  - 数字视频的获取方式
  - 数字视频获取设备及特性

# 数字视频的获取方式

---

- 主要途径:

- 从现成的数字视频库中截取
- 利用计算机软件制作视频
- 用数字摄像机直接摄录
- 视频数字化: 电视机、激光视盘、摄像机等都可提供丰富多彩的模拟视频信号, 通过视频采集设备获取数字视频。

# 数字视频获取设备

---

## 摄像机

镜头系统

主机

寻像器

附件：电池、摄像带、摄像包、UV镜等



## 录像机

## 视频采集卡



# 摄像机

---

## • 摄像机工作原理

- 不论是什么样的摄像机，其工作的基本原理都是一样的，即把光学图像信号转变为电信号
- **在拍摄一个物体时，此物体上反射的光被摄像机镜头收集，使其聚焦在摄像器件的受光面（例如摄像管的靶面）上，再通过摄像器件把光能转变为电能（在管外偏转线圈驱动下，电子束逐点逐行扫描靶面，把扫描路径上各像素的电位信号按序输出），即得到了视频信号**
- 得到的标准信号可以送到录像机等记录媒介上记录下来，或通过传播系统传播或送到监视器上显示

# 摄像机

---

- 摄像机的组成和功能

- 主要组成部分：**镜头系统、主机、寻像器和附件**
- 镜头与普通照相机的镜头起着同样的作用，用来收集从物体反射来的光，并使其聚焦并投射到摄像器件的受光面上；
- 主机也可称为摄像机回路，它是摄像机的主体部分，可将镜头形成的光学图像转变为适用的电视信号；
- 寻像器：微型黑白监视器，为取景构图、调准焦点、调试机器、显示机器的工作状态、监看来自录像机或特技台的视频运送信号提供了方便；
- 摄像机的附件一般包括：电池、摄像带、摄包、UV镜、三角架、广角镜、增倍镜、摄灯等。

# 摄像机

---

- 摄像机的分类

- 根据制作节目图像质量的要求可将摄像机分为：广播级、业务级、家用级。
- **广播级摄像机**被用于电视台和节目制作中心，目前电视台用的广播档级摄像机多为氧化铅管的三管机以及FIT CCD三片机（亦有IT CCD的）。
- **非广播级业务档摄像机**常应用在教育 and 工业系统中，早先都是用的彩色单管机和双管机，现在是非广播档的三管（多为硒砷碲管）式或三片（多为IT型CCD）式彩色摄像机。
- **家用档级摄像机**都是单管机或单片CCD摄像机，结构简单，体积小、重量轻，操作简单易学，又较便宜，而且多数为摄录一体化机。

# 数码摄像机

---

- 数码摄像机就是**DV**，是指摄像机的图像处理及信号的记录全部使用数码信号完成的摄像机。**此种摄像机的最大的特征是磁带上记录的信号为数码信号，而非模拟信号。**
- 数码摄像机摄取的图像信号经CCD转化为电信号后，经电路进行数字化，以后在记录到磁带之前的所有处理全部为数码处理，最后直接将处理完的数码信号记录到磁带上。
- 数码摄像机具有以下的特点：图像质量佳、记录密度高、可靠性高、低成本、完美的录音音质。

# 数码摄像机

---

- **DVD数码摄像机**由于其使用的存储媒介是DVD刻录盘，所以与普通磁带摄像机相比，在简便易用性上取得了突破性的进步：
  - DVD数码摄像机可以随机地进行回放，免去了倒带、快进等繁琐程序；
  - 省却了上传到电脑后再制作成光盘的步骤，拍摄后可直接在DVD播放机或PC上播放，不必另外购置刻录机和压缩卡。



# 录像机

---

- 录像机的原理

- 录像机是利用磁记录原理把视频信号及其伴音信号记录在磁带上的设备，故也称为磁带录像机（VTR—Video Tape Recorder 或VCR—Video Cassette Recorder）。与电视机类似，不同的录像机对应于不同制式的电视信号。录像机除了包含电子部件来进行电视信号的变换和处理以外，还主要包括精密机械部分来控制磁带的运动和读写等操作。机械部分的精密程度不同、磁带尺寸及磁记录的方式不同，导致了记录信号的精度不同以及磁带的通用性。

# 录像机

---

- 录像机的分类
  - 广播级录像机
  - 专业用录像机
  - 家用录像机

# 录像机

---

- 广播级录像机

- 广播级录像机是最高质量的录像机，其技术指标是以视频信号的带宽来衡量的；
- 一般视频带宽可高达5MHz，相当于400多线的水平分解率（每1MHz带宽相当于水平分解率约80线），基本上可以无失真记录和重放视频信号；
- 采用分量视频信号的记录方式，分量视频指的是亮度Y，色差U和V分别是三路模拟信号，他们通过三路导线传送并记录在模拟磁带的三路磁迹上。分量视频由于其具有很宽的频带，可以提供最高质量及最精确的色彩重放。

# 录像机

---

- 专业用录像机

- 专业用录像机一般指工业、文教、卫生等方面使用的录像机，其视频信号的水平分解率可达250线以上。
- 除了具有信号的记录和重放功能以外，它还具有编辑等功能，价格是家用录像机的十倍左右。这是目前制作电视或录像节目时大量使用的机种。

# 录像机

---

- 家用录像机

- 家用录像机可处理和记录的视频带宽不够，因此采用将全电视信号中的色度信号降频到1MHz以下进行记录，重放时再将其升至色度副载波的方式；
- 这样一降一升，信号质量自然下降。视频信号水平分辨率只能达到230—240线；
- 一般具有射频、复合视频以及音频的输入输出端口，可以与电视机的相应端口连接，进行节目的录制和重放。

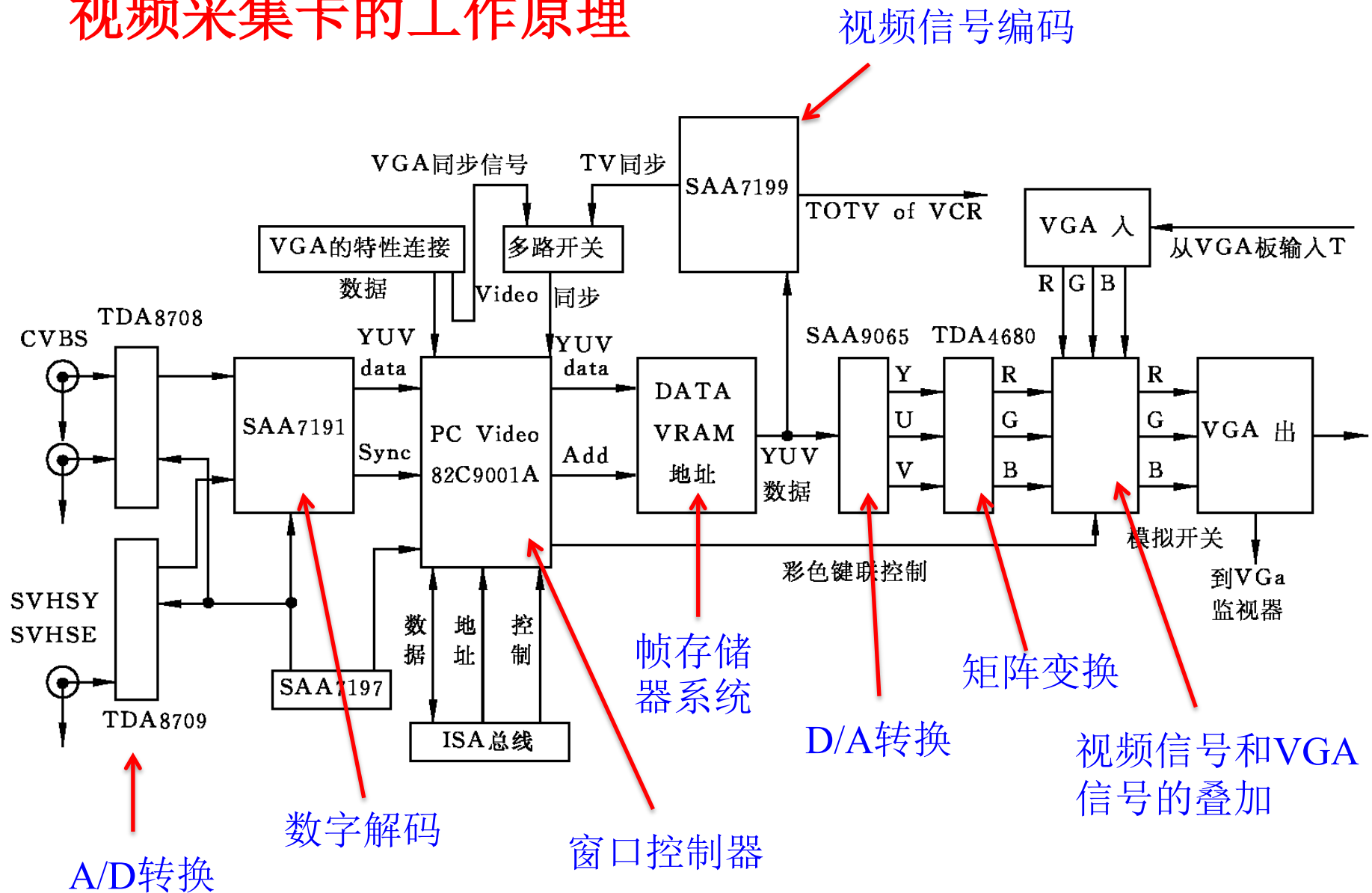
# 数字视频获取设备及特性

---

- 视频采集卡

- 视频采集卡的作用是将模拟摄像机、录像机、LD视盘机、电视机输出的模拟视频信号输入电脑，并转换成电脑可辨别的数据，存储在电脑中，成为可编辑处理的视频数据文件。
- 目前的视频采集卡是视频采集和压缩同步进行，也就是说视频流在进入电脑的同时就被压缩成MPG格式文件，这个过程就要求电脑有高速的CPU、足够大的内存、高速的硬盘、通畅的系统总线。

# 视频采集卡的工作原理



# 内容提纲

---

- 电影与电视
- 电视图像的数字化
- 数字视频的获取
- 数字视频编辑技术



# 数字视频编辑技术

---

## • 视频编辑基本概念

### 视频编辑

- 1、传统意义上简单的画面拼接；
- 2、影视特效制作。

### 视频编辑可以分为两种形式：

**线性编辑**：在编辑机上进行的编辑，由一台放像机和一台录像机组成。

**非线性编辑**：是相对于传统上以时间顺序进行线性编辑而言，非线性编辑借助计算机来进行数字化制作。



# 数字视频编辑技术

---

## • 视频编辑基本概念



# 数字视频编辑技术

## • 视频编辑基本概念

数字视频中的基本概念

镜头

镜头组接，蒙太奇

转场过渡

淡出与淡入

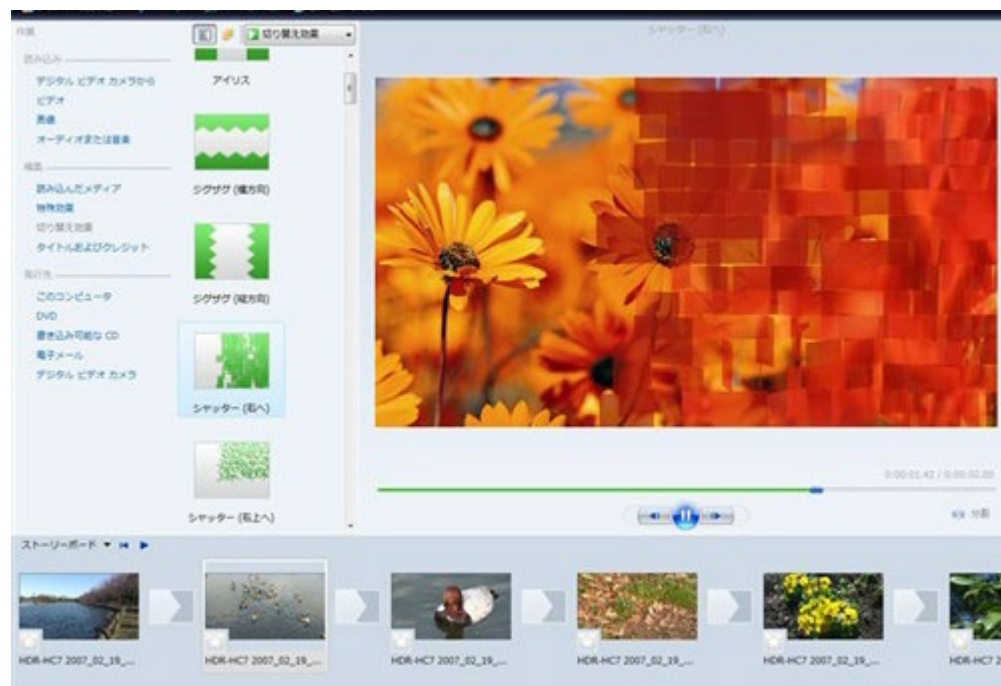
扫换

叠化

翻页

停顿

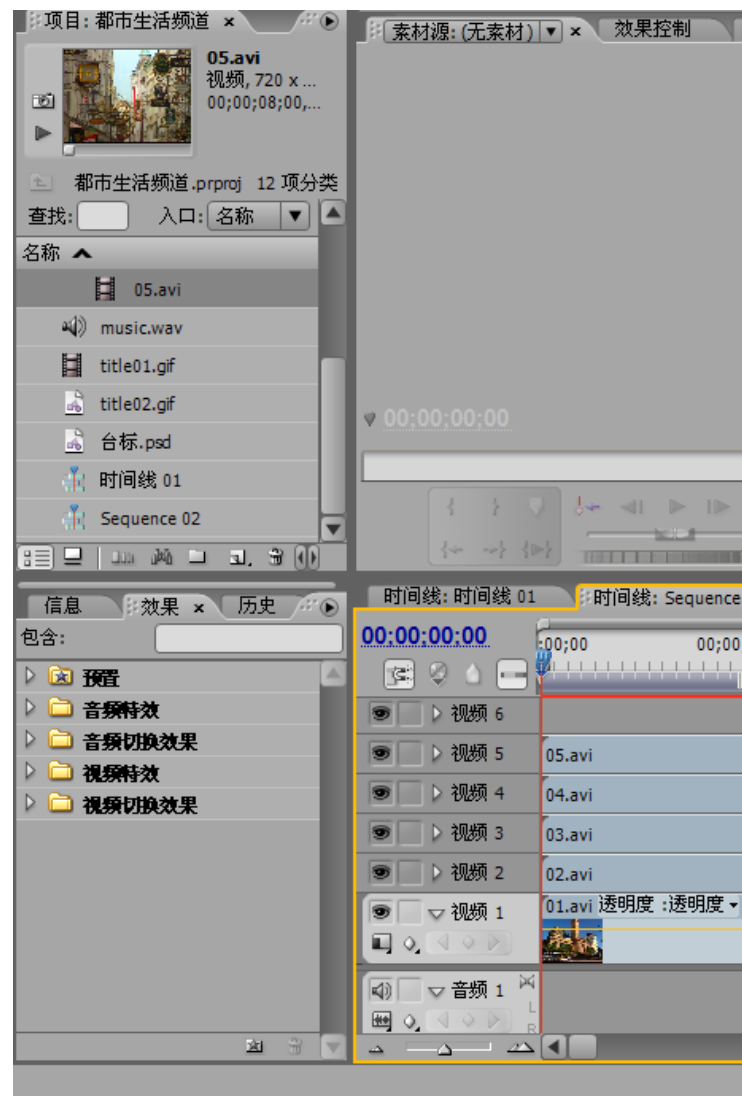
运用空镜头



# 数字视频编辑技术

## •数字视频编辑流程

- (1) 准备素材文件
- (2) 进行素材的剪切
- (3) 进行画面的粗略编辑
- (4) 添加画面过渡效果
- (5) 添加字幕（文字）
- (6) 处理声音效果
- (7) 生产视频文件



# 数字视频编辑技术

---

## •数字视频常用编辑软件

常用软件：

Vegas

Adobe Premiere

Ulead Video Studio, 会声会影

Final Cut



# 数字视频编辑技术

## • 数字视频常用编辑软件

### 数字视频编辑的核心概念

项目

素材

时间线

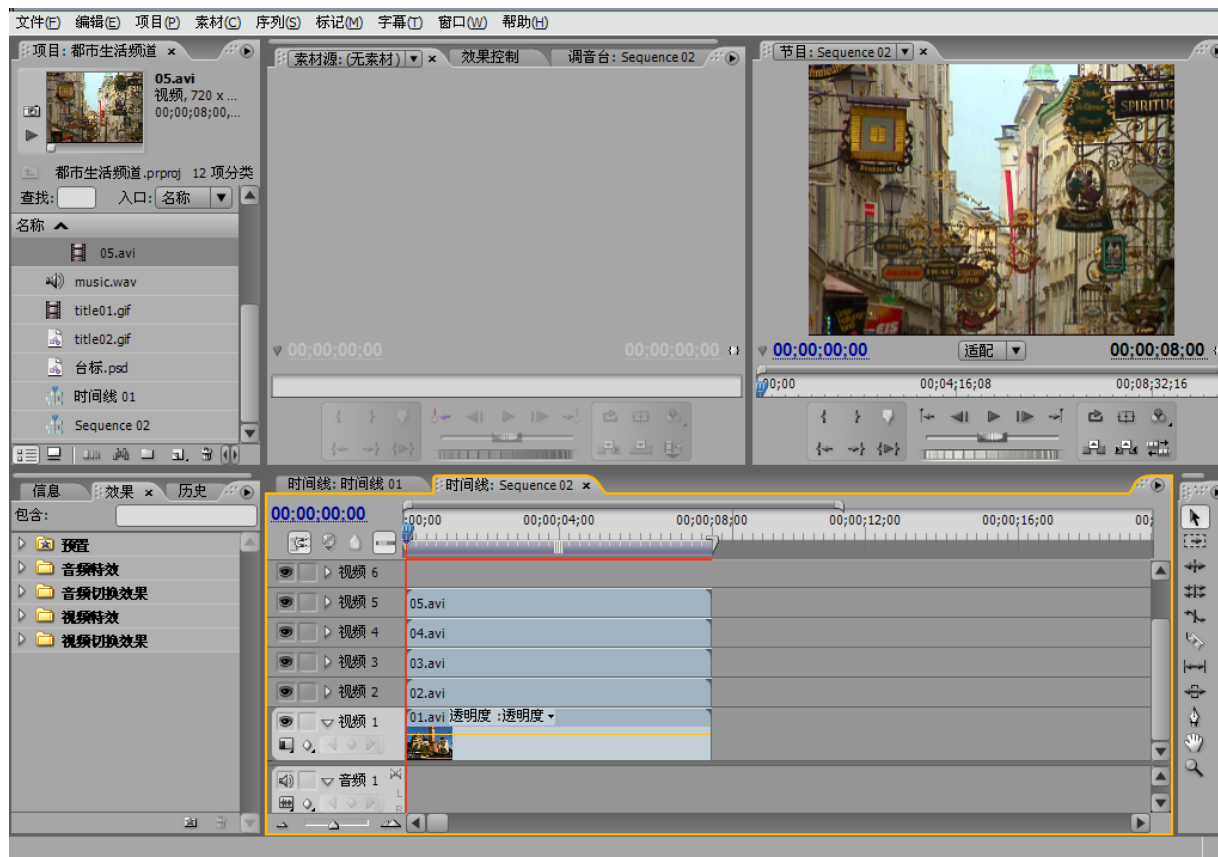
轨道

渲染

字幕

特殊效果

滤镜





# 数字视频后期特效处理技术

---

- **数字视频后期特效处理流程及关键技术**

1. 素材预处理

2. 调色

3. 遮罩与抠像

4. 添加滤镜效果

5. 运动跟踪与画面稳定

6. 调整合成中的相机与灯光

7. 应用粒子系统

8. 合成测试

9. 多画面合成

10. 影像渲染输出

# 数字视频后期特效处理技术

- 数字视频后期特效处理应用软件

- Combustion
- After Effects
- .....





# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

---

## 1、合成素材的预处理（预合成）

- 一般来说，当处理某一特技镜头的合成素材时，一定要以其中一个或一组素材为主要调整参照。
- 通常情况下多是以实拍的素材为首选。

## 2、调色

- 保持影片色调的统一性。
- 营造特殊的氛围。

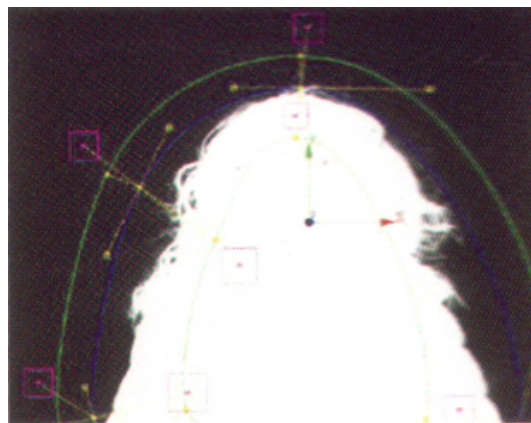
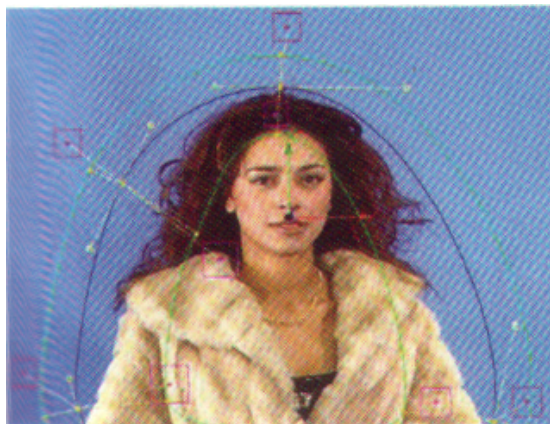
《辛德勒的名单》



# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

## 3、遮罩与抠像

- 遮罩：其实就是添加在层级当中的alpha通道信息。



色彩信息采集点

各色彩信息采集点内的色彩构成信息都已被分析

# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

## 3、遮罩与抠像

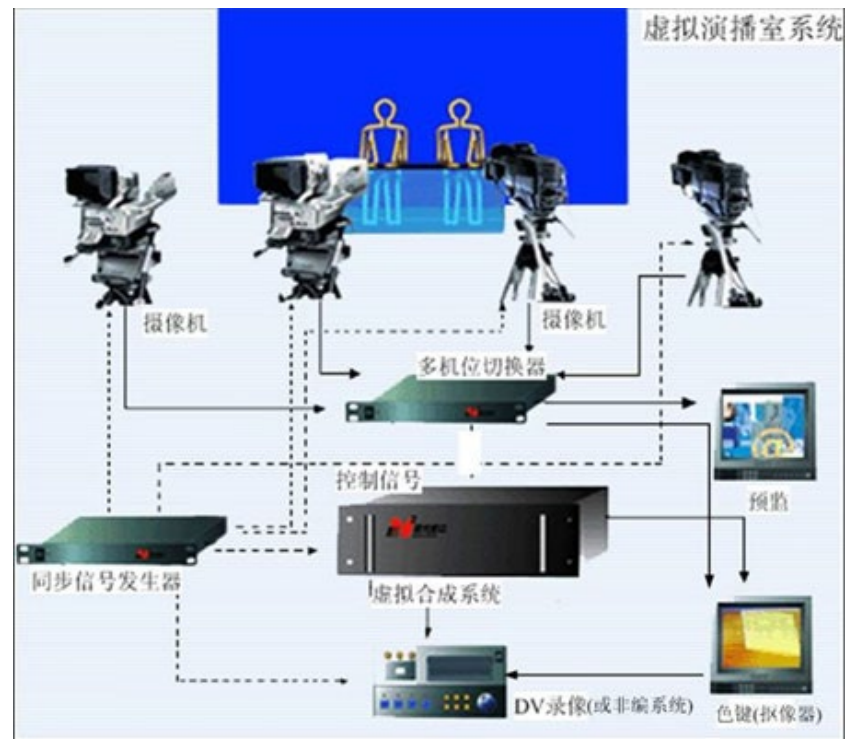
- **抠像：**将图像中指定的区域（尤其是某种色彩）去除，从而产生alpha通道。

**原理：**进行遮罩的绘制并附加给指定的图像。

色度键抠像

手工抠像

差别键抠像



# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

---

## 3、遮罩与抠像





# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

## 4、添加滤镜效果

- 滤镜是一些设定好的图形特殊效果过滤器，用于产生图形图像的特殊效果，如模糊、扭曲、燥波、切换、影像渐变等。
- 一般特效过滤器能够产生十几种甚至上百种不同的特殊效果。

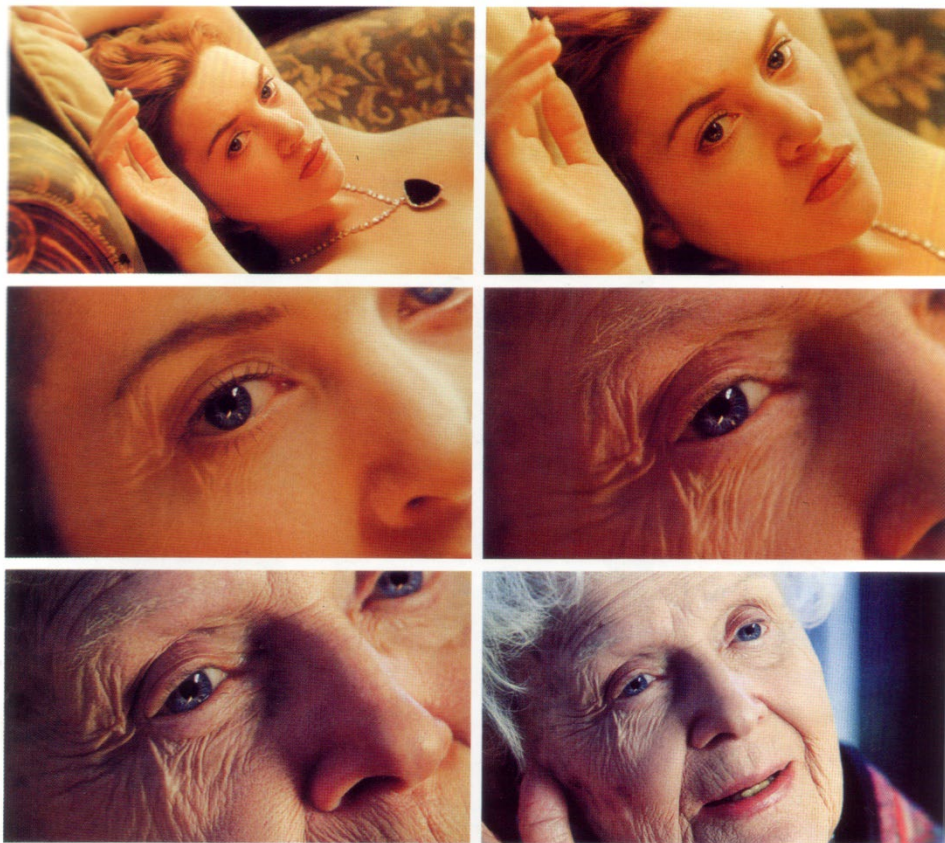


# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

---

## 4、添加滤镜效果

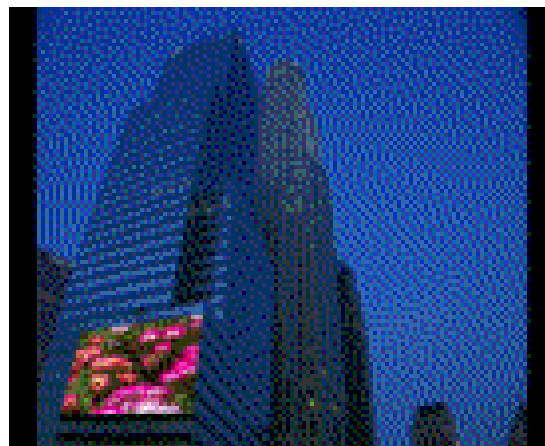
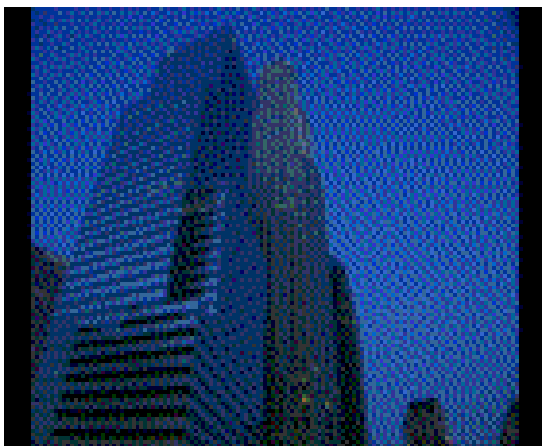
影像渐变 (morphing) 效果滤镜



# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

---

## 5、运动跟踪与画面稳定



# 数字视频后期特效处理流程及关键技术

---

6、合成中的相机与灯光

7、应用粒子系统

8、合成测试

9、多画面合成

10、影像渲染输出

