

第9章 数字电视基础



■ 9.1 电视简介

- 9.1.1 什么是电视?
- 9.1.2 电视的分类

■ 9.2 模拟彩色电视

- 9.2.1 模拟彩色电视制
- 9.2.2 电视扫描与同步
- 9.2.3 彩色电视信号的类型

■ 9.3 数字电视

- 9.3.1 电视图像数字化
- 9.3.2 图像子采样
- 9.3.3 数字电视原理及标准
- 9.3.4 数字电视图像格式

■ 9.1 电视简介

- 9.1.1 什么是电视?
- 9.1.2 电视的分类

■ 9.2 模拟彩色电视

- 9.2.1 模拟彩色电视制
- 9.2.2 电视扫描与同步
- 9.2.3 彩色电视信号的类型

■ 9.3 数字电视

- 9.3.1 电视图像数字化
- 9.3.2 图像子采样
- 9.3.3 数字电视原理及标准
- 9.3.4 数字电视图像格式



9.1.1 电视简介

■ 电视是什么

- 英文 “television”的译名，简写为TV
 - tele来自希腊语，表示far(远)
 - vision来自拉丁语，表示看到的景物

- 捕获、广播和重现活动图像和声音的远程通信系统

- 两种类型的电视系统
 - 黑白电视(black & white TV): 重现黑白图像的电视系统
 - 彩色电视(color television): 近似重现彩色图像的电视系统



9.1.1 视频原理

■ 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”。
- **视觉**：是靠眼睛的晶状体成像→感光细胞感光→光信号转换为神经电流→传回大脑引起人体视觉。
- 感光细胞的感光是靠一些感光色素，感光色素的形成是需要一定时间的，这就形成了视觉暂停的机理



9.1.1 视像原理

■ 视觉的时间域响应特性

让观察者观察按时间重复的亮度脉冲，如果闪烁频率比较低，人眼就有一亮一暗的感觉。如果闪烁频率足够高，人眼看到的则是一个恒定的亮点。

闪烁感刚好消失的重复频率叫做临界闪烁频率，经测定为46Hz。

9.1.1 视频原理

- **视频：**连续的随着时间变化的一组图象
(24, 25, 30帧/秒) , 又叫运动图象或活动图象
- **常见视频：**
电影, 电视, 动画

光对视网膜所产生的视觉在光停止作用后, 仍保留一段时间的现象, 视觉神经的反应速度造成的. 其时差值是 $1/24$ 秒。是动画、电影等视觉媒体形成和传播的根据。

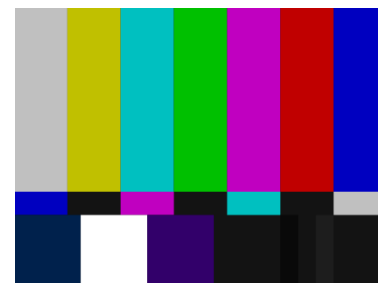
9.1.2 电视的分类

■ 按内容形式分：

➤ 模拟黑白电视



➤ 模拟彩色电视



➤ 数字电视



➤ 智能电视



➤ 3D电视



9.1.2 电视的分类

■ 电视按广播系统分：

- 地面电视广播系统
- 有线电视广播系统
- 卫星电视广播系统
- 因特网电视广播系统



9.1.2 电视的分类

■ 按显示技术分类：

➤ CRT



➤ 数字光处理 (DLP)



➤ 等离子Plasma



➤ 液晶显示LCD



➤ 有机发光二极管OLED





Panasonic's
invisible
OLED TV

■ 9.1 电视简介

- 9.1.1 什么是电视?
- 9.1.2 电视的分类

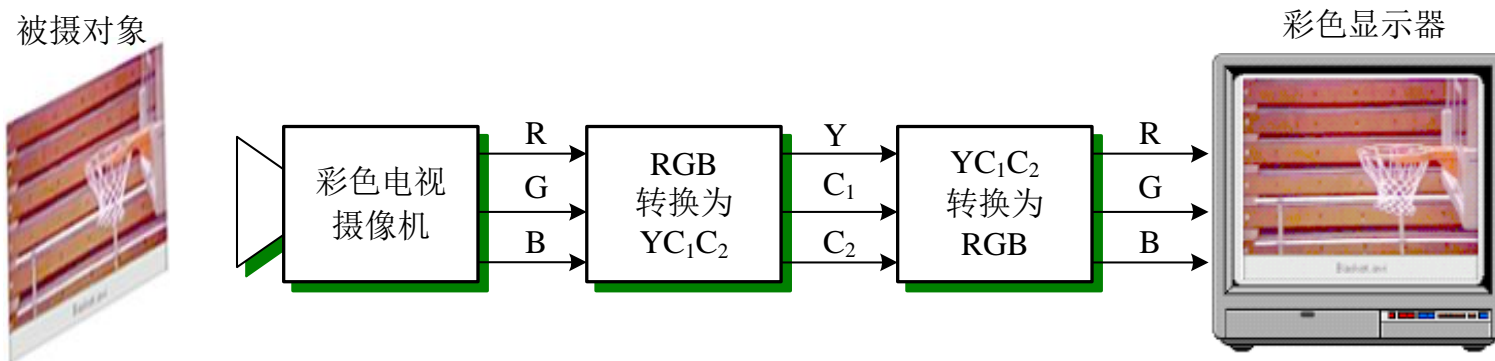
■ 9.2 模拟彩色电视

- 9.2.1 模拟彩色电视制
- 9.2.2 电视扫描与同步
- 9.2.3 彩色电视信号的类型

■ 9.3 数字电视

- 9.3.1 电视图像数字化
- 9.3.2 图像子采样
- 9.3.3 数字电视原理及标准
- 9.3.4 数字电视图像格式

9.2.1 模拟彩色电视制



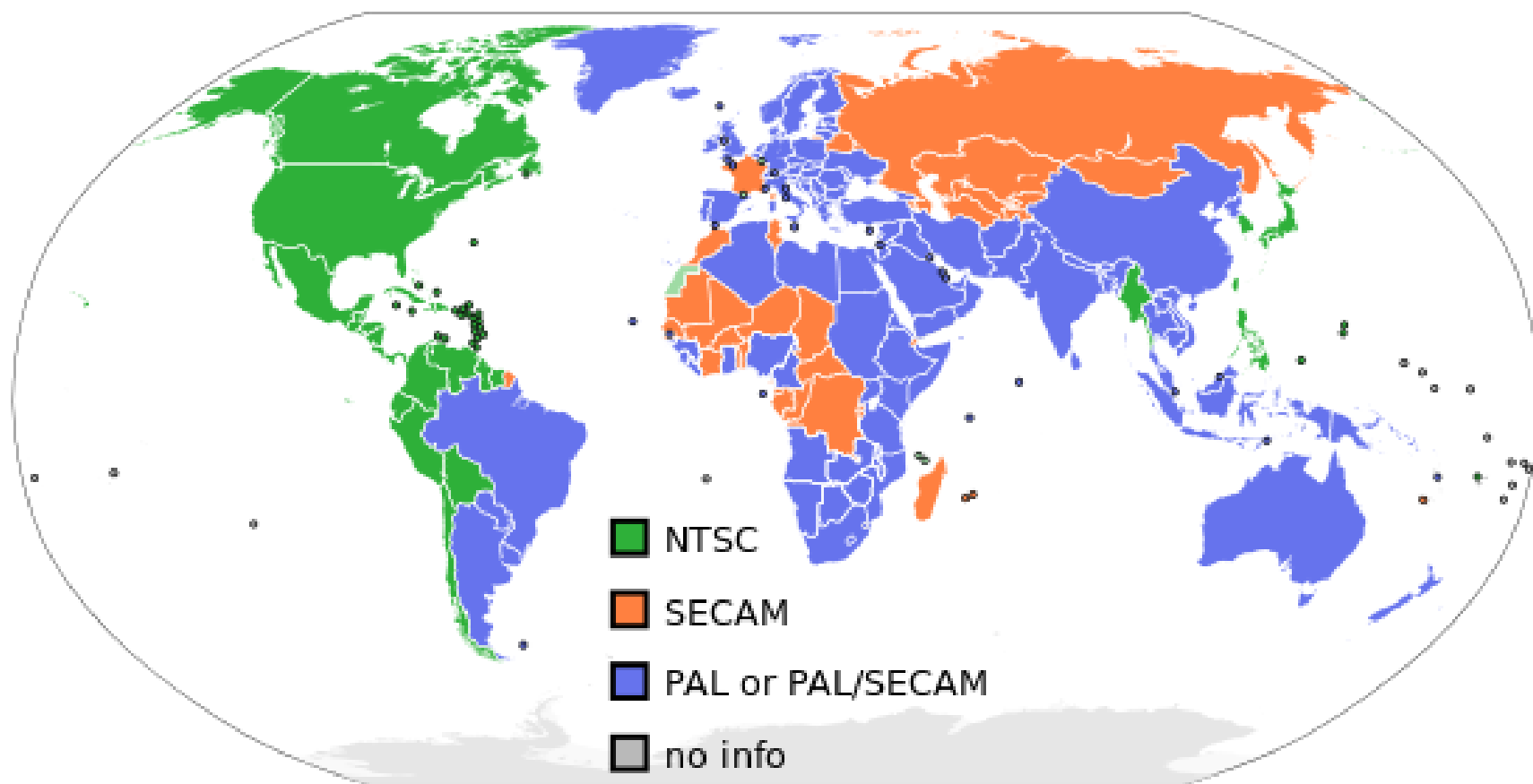
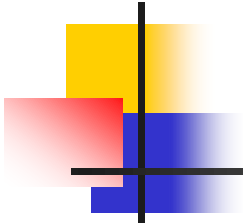
■ 重现彩色图像的过程

- 用彩色摄像机摄取自然景物、转换彩色分量信号和在彩色显示器上重现自然景物的过程
- 使用Y, C_1 , C_2 传输的优点:
 - Y和色差(C_1 , C_2)是相互独立的, 因此彩色电视接收机和黑白电视接收机可同时接收彩色电视信号
 - 可利用人的视觉特性来节省信号的带宽和功率



9.2.1 模拟彩色电视制

- 电视制(television system): 传输图像和声音的方法
 - 黑白电视制
 - 彩色电视制
 - 三种互不兼容的模拟彩色电视制:
 - ◆ NTSC制
 - ◆ PAL制
 - ◆ SECAM制
 - HDTV高清晰度数字电视标准



9.2.1 模拟彩色电视制

■ NTSC彩色电视制

- 20世纪50年代初美国国家电视系统委员会(National Television Systems Committee, NTSC)制定的标准
 - 美国、加拿大等大部分西半球国家以及日本、韩国、菲律宾和台湾地区采用
- 主要特性
 - 图像的宽高比为4:3, 525条扫描线, 隔行扫描, 30帧每秒
 - 视像带宽为4.2 MHz, 使用YIQ信号, 色度信号用正交幅度调制(quadrature amplitude modulation, QAM)
 - 声音用调频制(FM)
 - 总的电视通道带宽为6 MHz

9.2.1 模拟彩色电视制

■ PAL彩色电视制

- 德国于20世纪50年代制定的标准
 - 德国、英国等西欧国家，以及中国、朝鲜等国家采用。
 - 我国大陆采用PAL-D制式。
- 逐行倒相(Phase-Alternative Line, PAL)
 - 颜色分量V的相位每隔一行反相一次。
 - 克服NTSC制存在相位敏感造成彩色失真的缺点。
- 主要特性
 - 图像的宽高比为4:3，625条扫描线，隔行扫描，25帧图像每秒
 - 视像带宽至少为4 MHz，使用YUV颜色模型，色度信号用正交幅度调制
 - 声音用调频制(FM)，总的电视通道带宽为8 MHz

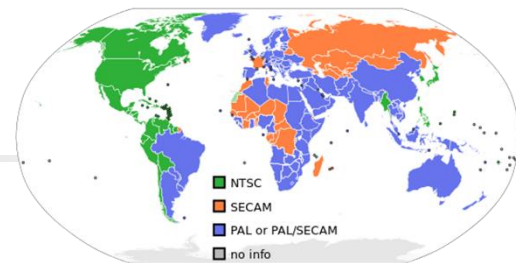


9.2.1 模拟彩色电视制

■ SECAM制

- SECAM: Sequential Couleur Avec Memoire(顺序传送彩色与存储)的缩写
- 法国于20世纪五六十年代制定的标准
 - 法国、俄罗斯、东欧和中东等地区和国家使用
- SECAM与PAL制
 - SECAM制与PAL制具有相同的扫描线数(625线每帧)、帧频(25帧每秒, 50场每秒)和图像宽高比(4:3), 视像带宽最高为6 MHz, 总带宽为8 MHz。
 - SECAM制的色度信号使用频率调制(FM), PAL制用的是正交幅度调制

9.2.1 模拟彩色电视制



■ 国际彩色电视标准

- 1961年ITU为每一种黑白电视制分配A ~ N中的一个字母，与NTSC，PAL和SECAM彩色电视制相结合，如我国大陆地区使用的PAL-D，……

表 9-1 国际彩色电视标准

TV制式	PAL					NTSC	SECAM	
	B, G, H	I	D	N	M		B, G, H	D, K, K1, L
每帧的行数	625					525	625	
帧频(场频)	25(50)					30(60)	25(50)	
行频(Hz)	15625					15734	15625	
彩色副载波频率(Hz)	4433618 (± 5)			3582056 (± 5)	3575611 (± 10)	3579545 (± 10)	4250000(+U) ± 2 kHz 4406500(-V) ± 2 kHz	
视像带宽(MHz)	5.0	5.5	6.0	4.2	4.2	4.2	5.0	6.0
声音载波频率(MHz)	5.5	6.0	6.5	4.5	4.5	4.5	5.5	6.5
彩色调制	QAM					QAM	FM	



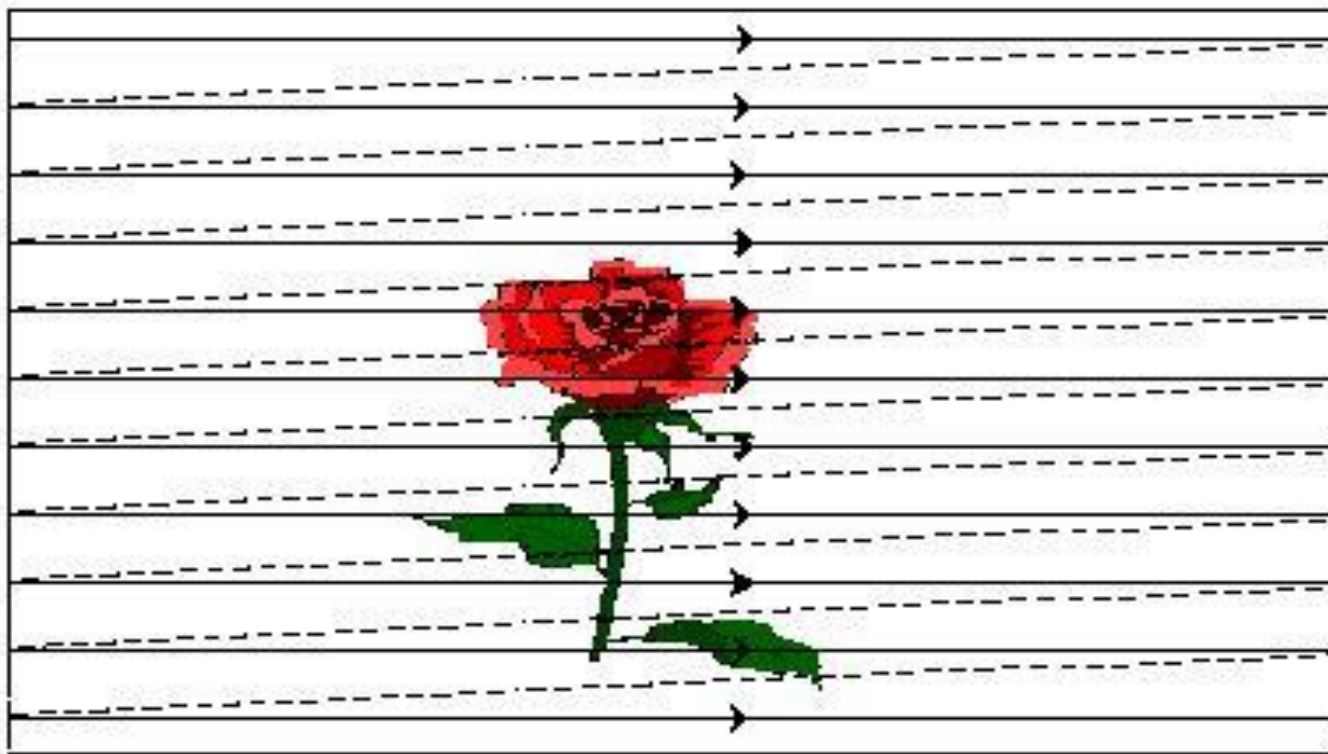
9.2.2 电视扫描和同步

- **真实的图形和声音是分别基于光亮度和声压值的空间和时间的连续函数,需要转换成电信号。**
- **电视摄像机便是一种将真实图像转换为电信号的传感器。**

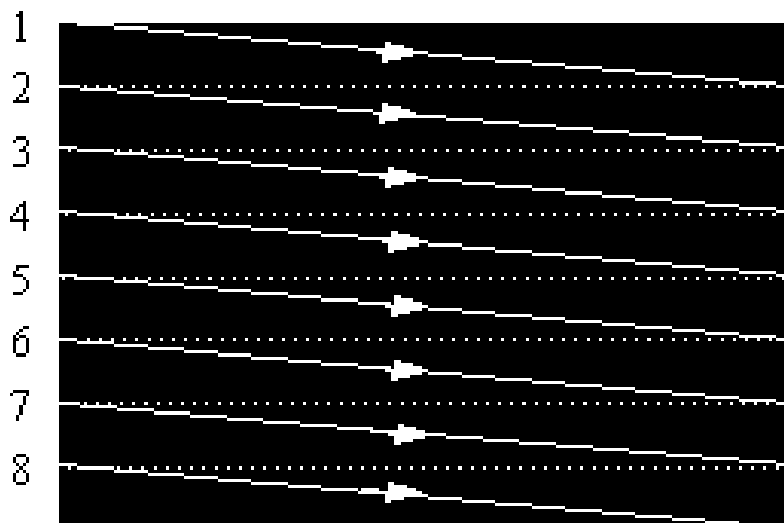
电信号是一维的。图像是两维的,并在一个图像的不同位置有许多值。

9.2.2 电视扫描和同步

光栅扫描(Raster Scan)：为了将两维的图像转换成为一维的电信号,图像被以一种步进次序的方式来扫描

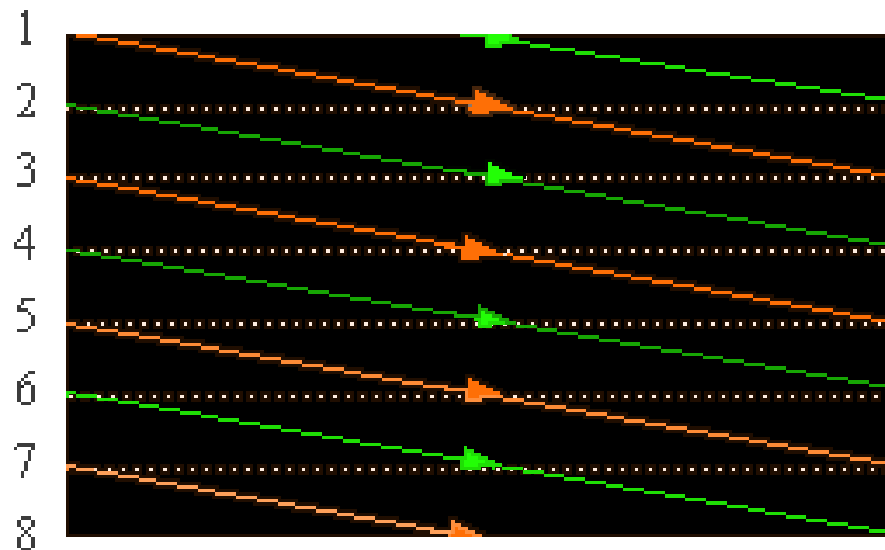


9.2.1 模拟彩色电视制基本概念



逐行扫描
(non-interlaced scanning)

计算机显示图像



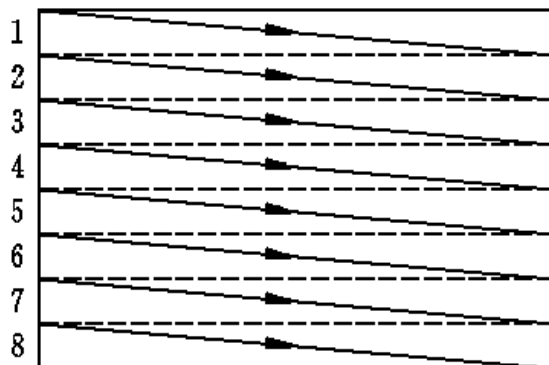
隔行扫描
(interlaced scanning)

黑白电视、彩色电视

9.2.2 电视扫描和同步

■ 电视的扫描方式

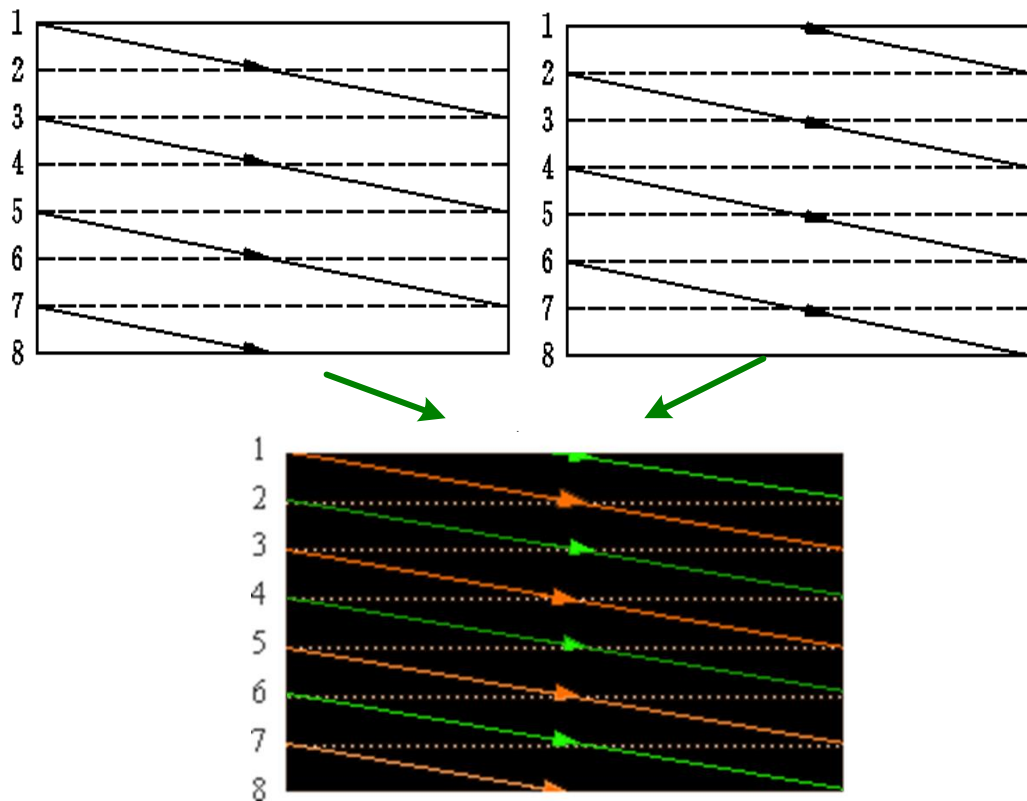
- 逐行扫描/非隔行扫描/顺序扫描(progressive scanning)
 - 电子束从显示屏的左上角一行接一行地扫到右下角, 在显示屏上扫一遍就显示一幅完整的图像



9.2.2 电视扫描和同步

➤ 隔行扫描(interlaced scanning)

- 电子束扫完第1行后从第3行开始扫，接着扫第5行、7行、...，一直扫到最后一行的中间
- 一帧图像由两部分组成：由奇数行组成的奇数场；由偶数行组成的偶数场



9.2.2 电视扫描和同步

■ 电视扫描术语

- 场频/场速率(field rate) f_f , 每秒钟扫描的场数
 - 根据人的视觉特性和电网频率(50Hz或60Hz)确定的, 目的是使在屏幕上显示的图像看起来不会让人感觉到在闪烁, 以及减低电网频率的干扰
- 帧频/帧速率(frame rate) f_F , 每秒扫描的帧数
 - 用“帧每秒(frames per second, fps)”做单位
 - PAL制和NTSC制电视的帧频分别为25 fps和30 fps。
- 行频/水平行速率(horizontal line rate) f_H , 每秒钟扫描的行数
 - 例如, NTSC制精确的帧频是29.97 Hz, 525行每帧, 因此行频为 $29.97 \times 525 = 15\,734$ 行/秒。



9.2.2 电视扫描和同步

■ PAL制的扫描特性

- 一帧图像的总行数为625，分两场扫描
 - 场频为50 Hz，周期为20 ms
 - 帧频为25 Hz，周期为40 ms

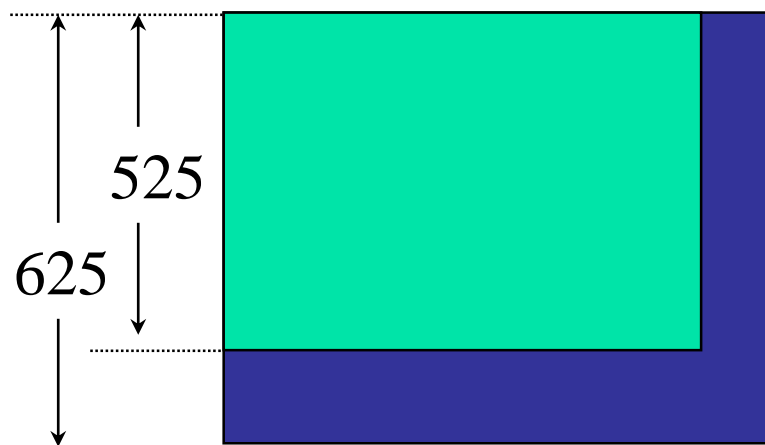
- 行扫描频率(行频)为15 625 Hz，周期为64μs
 - 每一行传送图像的时间为52.2μs
 - 行扫描逆程时间为11.8μs，兼作行同步和消隐

9.2.2 电视扫描和同步

non flicker ($\geq 50\text{c/s}$)

(PAL制式: 25 frames/s, interlaced

NTSC制式: 30 frames/s, interlaced)



行频: $625 \times 25 = 15.625\text{kHz (P)}$; $525 \times 30 = 15.75\text{kHz (N)}$



9.2.3 彩色电视信号的类型

■ 复合电视信号

- 包含亮度信号、色差信号和所有定时信号的单一信号

■ 分量电视信号

- 每个基色分量作为独立的电视信号
- RGB, YIQ, YUV

■ S-Video (Separate Video) 信号

- 亮度和色差分离的一种电视信号，使用单独的两条信号电缆线
- 减少亮度信号和色差信号之间的交叉干扰。

■ 9.1 电视简介

- 9.1.1 什么是电视?
- 9.1.2 电视的分类

■ 9.2 模拟彩色电视

- 9.2.1 模拟彩色电视制
- 9.2.2 电视扫描与同步
- 9.2.3 彩色电视信号的类型

■ 9.3 数字电视

- 9.3.1 电视图像数字化
- 9.3.2 图像子采样
- 9.3.3 数字电视原理及标准
- 9.3.4 数字电视图像格式

9.3.1 电视图像数字化

■ 数字化方法

- 分量数字化(component digitization)
 - 对彩色空间的每个分量进行数字化
- 信号源
 - 录像带、激光视盘和模拟摄像机等输出的彩色全电视信号
- 数字化方法
 - 先分离后数字化。
 - ◆ 先把模拟的全彩色电视信号分离成YCbCr, YUV, YIQ或RGB彩色空间中的分量信号
 - ◆ 用三个A/D转换器分别对分量信号数字化
 - 先数字化后分离
 - ◆ 用一个高速A/D转换器对彩色全电视信号进行数字化
 - ◆ 在数字域中分离出YCbCr, YUV, YIQ或RGB颜色空间中的分量数据

9.3.1 电视图像数字化

➤ 采样频率

- CCIR为NTSC、PAL和SECAM彩色电视制规定了共同的电视图像采样频率：**13.5 MHz**
 - ◆ 对PAL和SECAM： $f_s = 625 \times 25 \times N = 15625 \times N = 13.5 \text{ MHz}$, $N=864$
 - ◆ 对NTSC: $f_s = 525 \times 29.97 \times N = 15734 \times N = 13.5 \text{ MHz}$, $N=858$
N为每一扫描行上的采样数目

9.3.1 电视图像数字化

■ CIF电视图像格式

- CIF(Common Intermediate Format)——公用中间分辨率格式
 - 用于625行和525行的电视图像
- QCIF (Quarter-CIF)——1/4公用中间分辨率格式
- SQCIF(Sub-QCIF)——小1/4公用中间分辨率格式

表 9-5 CIF、QCIF和SQCIF图像格式参数

颜色分量	CIF		QCIF		SQCIF	
	行/帧	像素/行	行/帧	像素/行	行/帧	像素/行
亮度(Y)	288	360(352)	144	180(176)	96	128
色度(Cb)	144	180(176)	72	90(88)	48	64
色度(Cr)	144	180(176)	72	90(88)	48	64

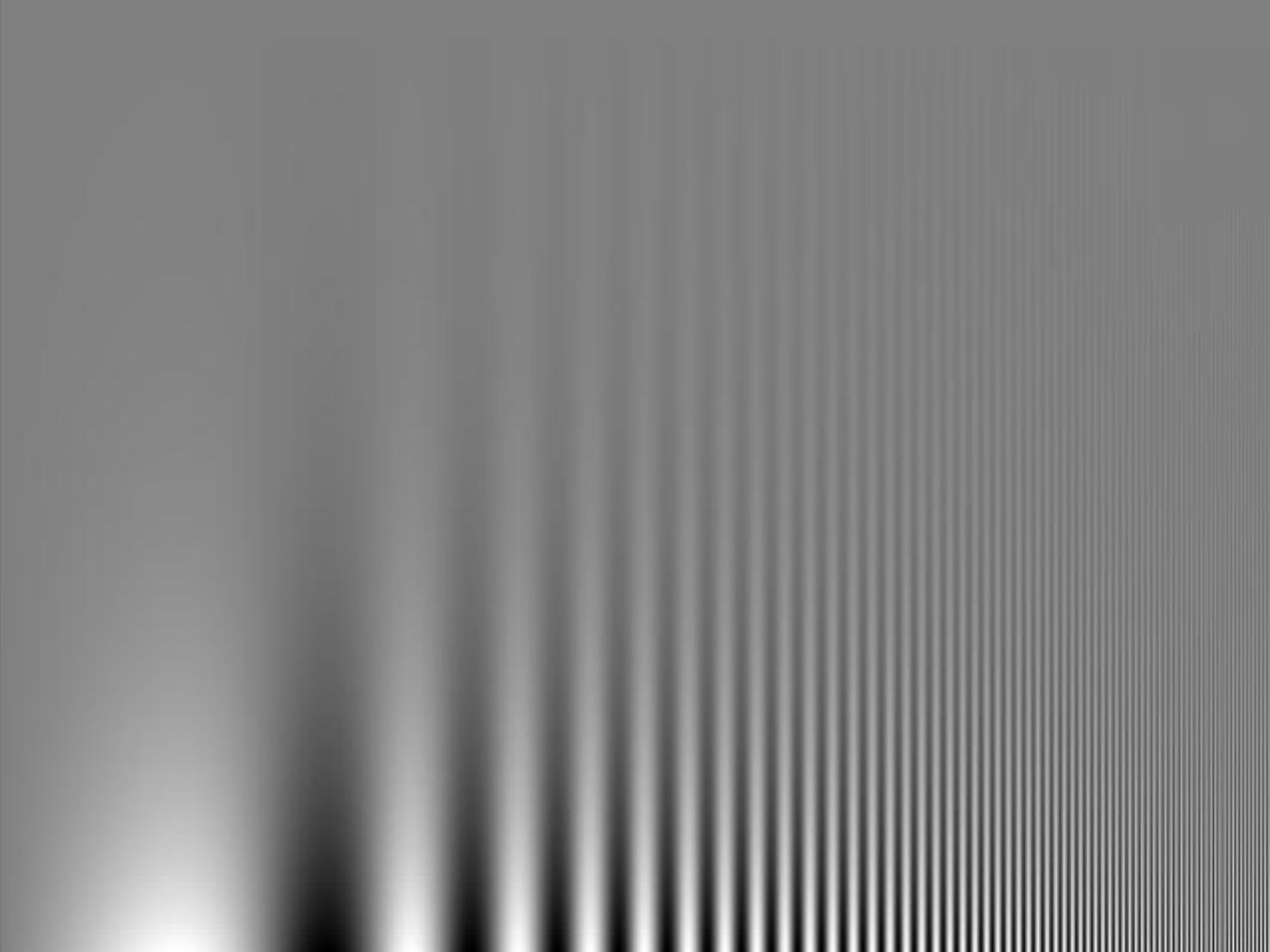


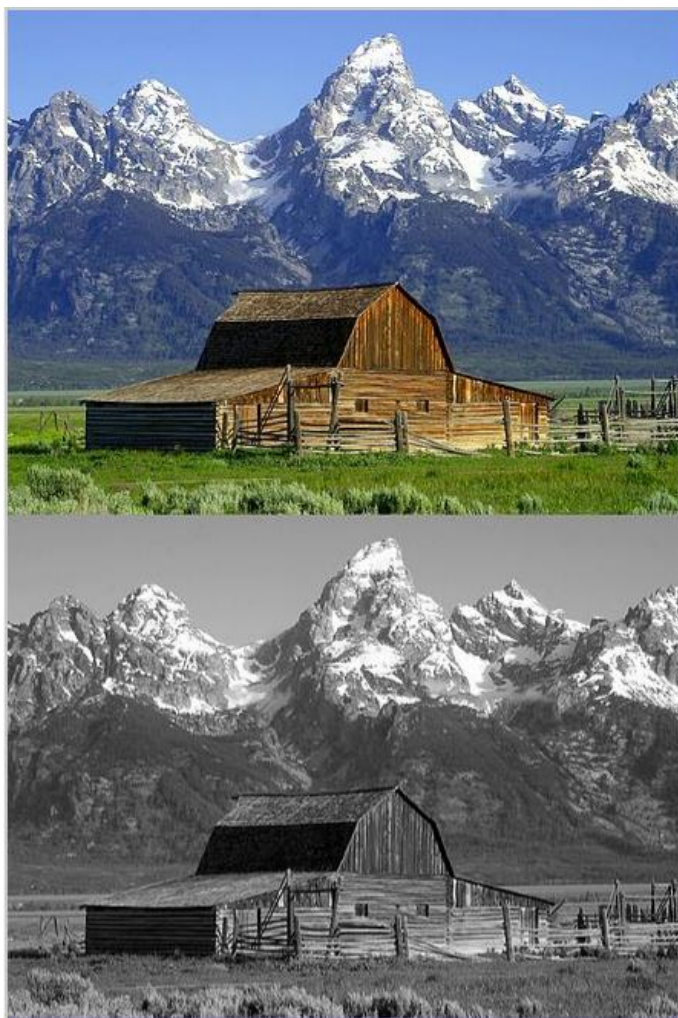


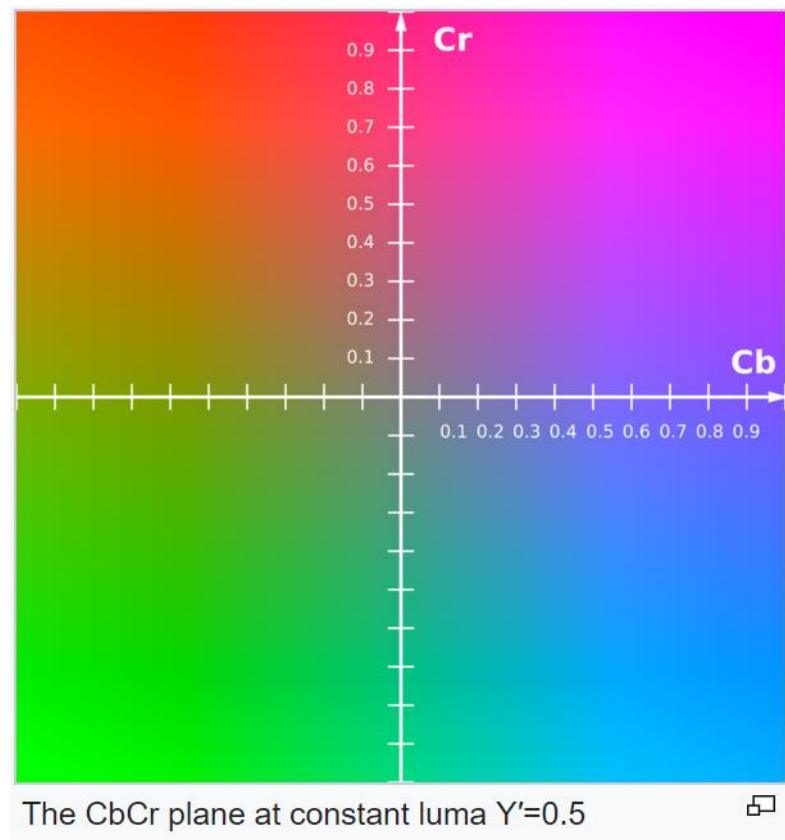
9.3.2 图像子采样

➤ 彩色电视图像的两​​种采样方法

- 对亮度信号和色差信号采用相同的采样频率进行采样
- 对亮度信号和色差信号采用不同的采样频率进行采样







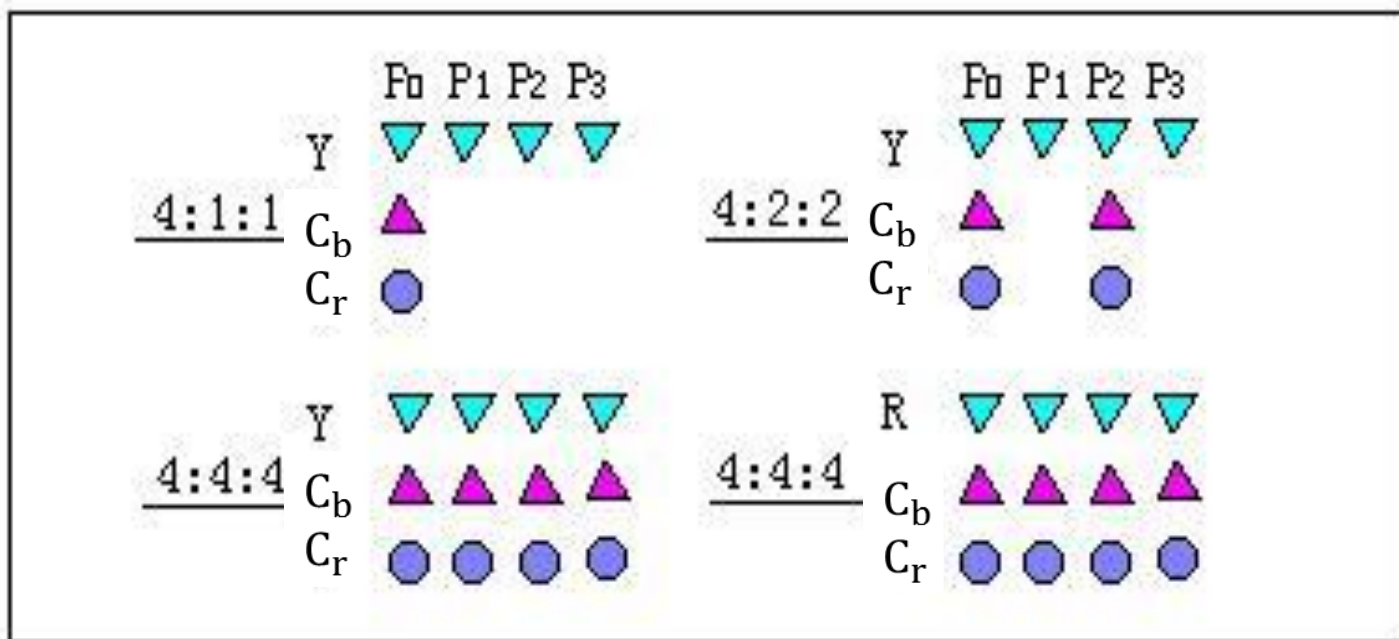


9.3.2 图像子采样

■ 图像子采样(subsampling)

- 图像子采样的概念
 - 色差信号的采样频率<亮度信号采样频率
- 在数字图像压缩技术中得到广泛应用
 - 基本依据是人的视觉系统特性
 - ◆ 人眼对色度信号的敏感程度<对亮度信号的敏感程度,利用这个特性可把颜色信号去掉一些而使人不易察觉
 - ◆ 人眼对图像细节的分辨能力有一定的限度,利用这个特性可把图像中的高频信号去掉而使人不易察觉

■ 常见的采样格式





常见的采样格式

➤ 4:4:4

- 水平方向上每4个连续的采样点取4个亮度Y样本、4个红色差Cr样本和4个蓝色差Cb样本
- 每个像素用3个样本表示

➤ 4:2:2

- 水平方向上每4个连续的采样点取4个亮度Y样本、2个红色差Cr样本和2个蓝色差Cb样本
- 每个像素用2个样本表示



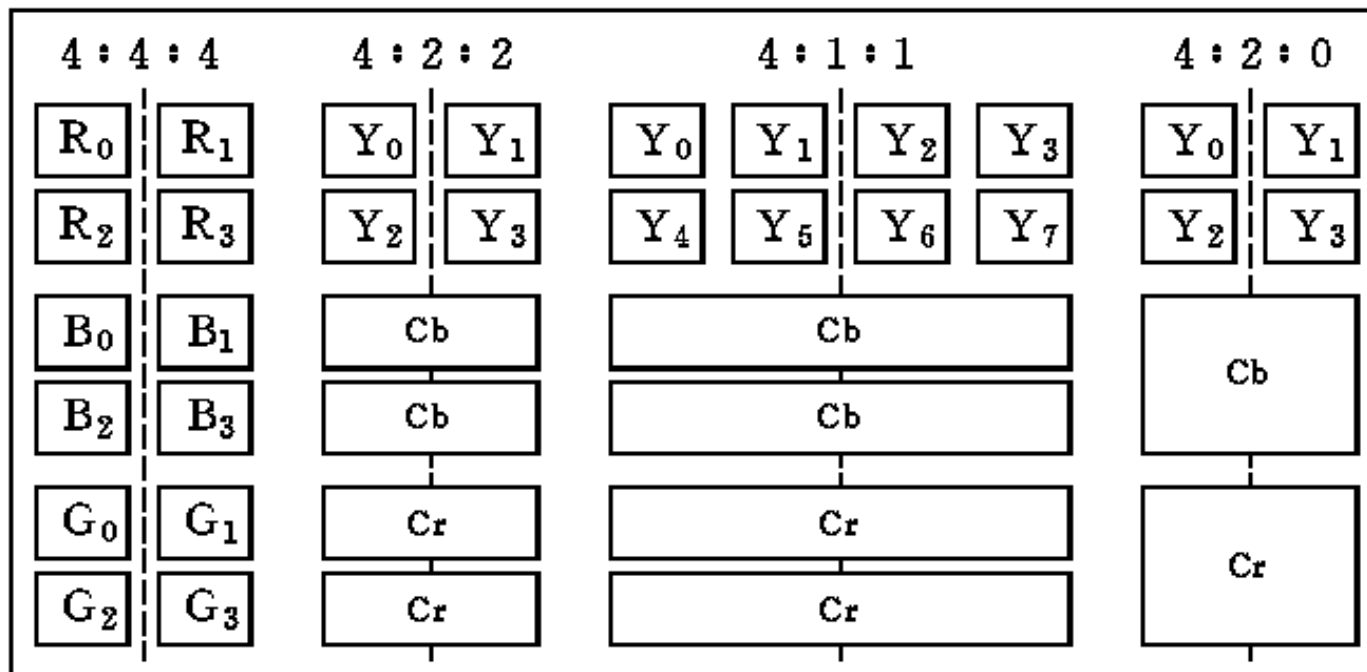
常见的采样格式

➤ 4:1:1

- 水平方向上每4个连续的采样点取4个亮度Y样本、1个红色差Cr样本和1个蓝色差Cb样本
- 平均每个像素用1.5个样本表示

➤ 4:2:0

- 在水平和垂直方向上，每2个连续采样点上取2个亮度Y样本、1个红色差Cr样本和1个蓝色差Cb样本
- 每个像素用1.5个样本表示



彩色图像YCbCr样本空间位置

9.3.3 数字电视

■ 数字电视是什么

- 英文名digital television / digital TV, DTV
- 数字电视是远程通信系统
 - 使用数据压缩技术和数字传输技术
 - 提供质量高于模拟的电视的图像和声音

Codecs

● Video

- HEVC
- H.262/MPEG-2 Part 2
- H.264/MPEG-4 AVC
- AVS
- VC-1

● Audio

- MP2
- MP3
- AC-3
- E-AC-3
- AAC
- HE-AAC



ISDB-T



NTSC

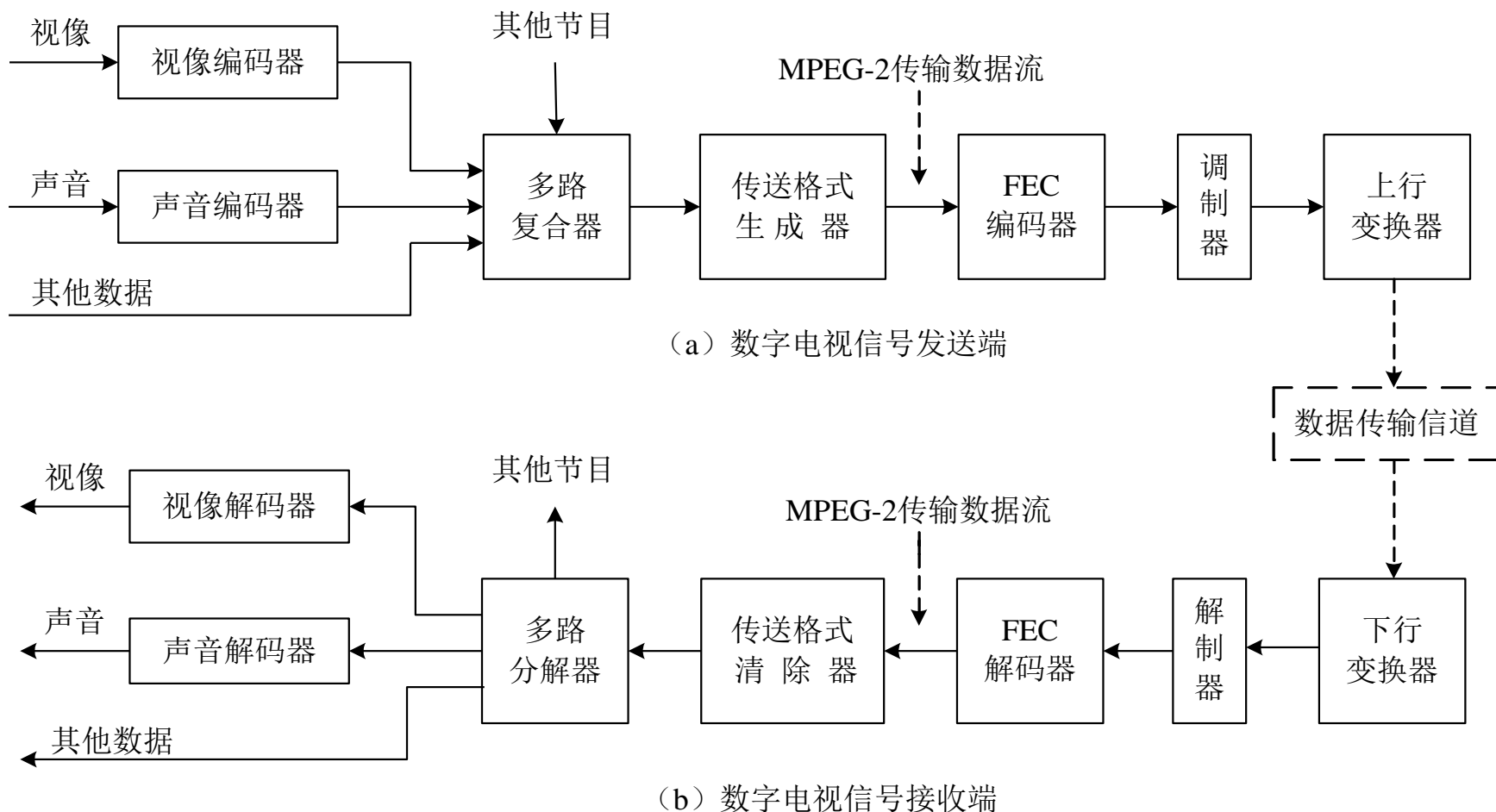


9.3.3 数字电视

■ 传输方式

- 数字电视的传输方式
 - 卫星转播：卫星数字电视(digital satellite TV)
 - 地面广播：地面数字电视(digital terrestrial TV)
 - 电缆传输：有线数字电视(digital cable TV)
- 传输数字电视需要数字电视播出系统，接收数字广播电视需要数字电视机
 - 模拟电视机增加机顶盒后可收看部分数字电视节目
 - 数字电视机可收看模拟电视节目

9.3.3 数字电视的原理



地面数字电视广播系统 (digital-terrestrial-television broadcasting system, DTTB)



9.3.3 数字电视

■ 数字电视的标准

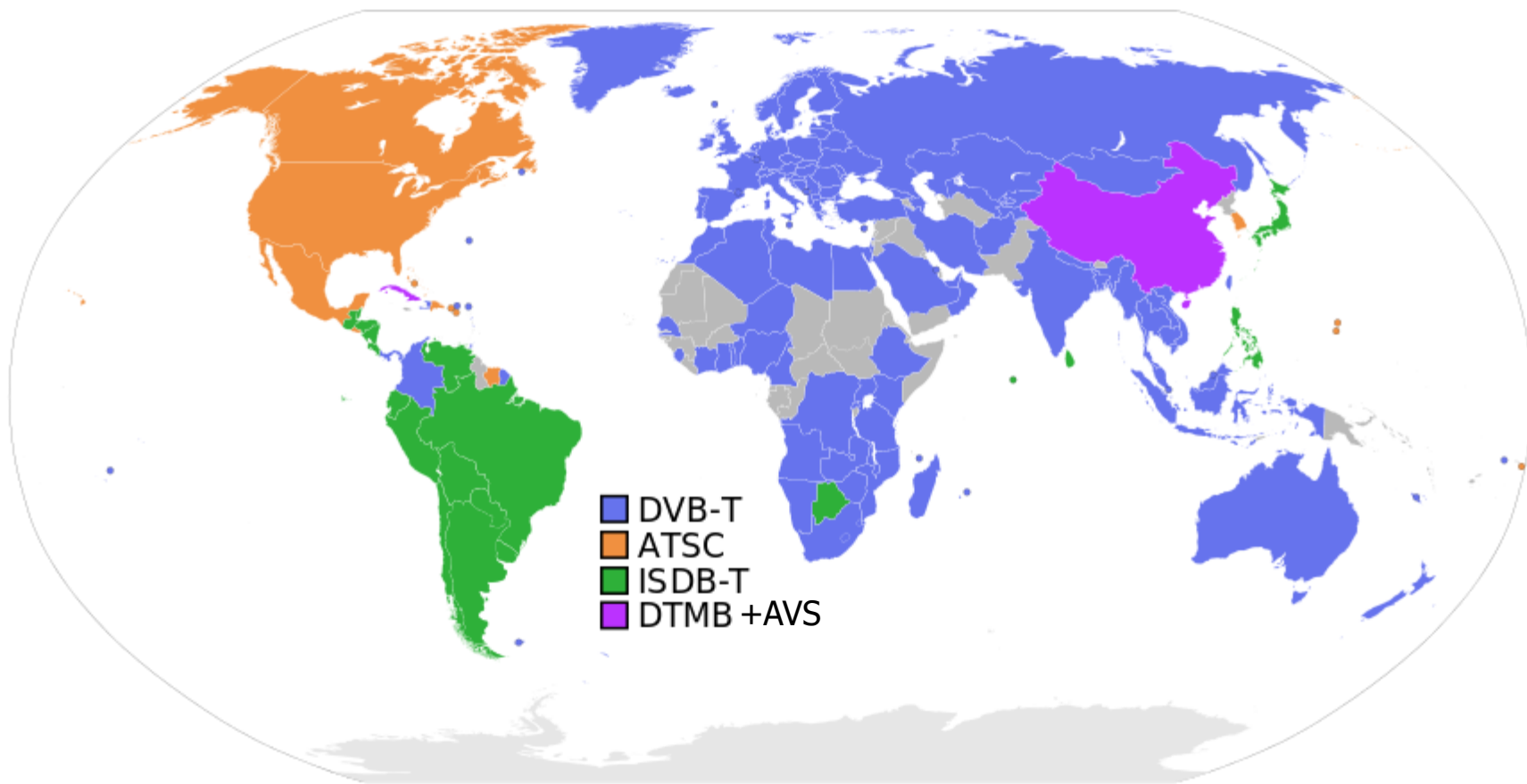
- 模拟电视有NTSC、PAL和SECAM三种主要标准，数字电视也有三种主要标准
 - 美国的ATSC DTV(ATSC数字电视)标准
 - 欧洲的DVB (数字电视广播)标准
 - 日本的ISDB(综合业务数字广播)标准
- 中国采用AVS标准
 - 我国于2002年6月批准成立了“数字音视频编解码技术标准工作组”，简称“AVS(Audio Video Standard)工作组”，其任务是制定与其他国际标准(如MPEG-4/H.264 AVC)类似的标准

南京地面数字电视

接收频率	频道商	频道名称	视频方式	锁码方式	V-PID	A-PID	备注
538		中央电视台综合频道	AVS+				
		中央电视台经济频道	AVS+				
		中央电视台中文国际频道	AVS+				
		江苏城市	AVS+				
		优漫卡通	AVS+				
		中央电视台科教频道	AVS+				
		江苏教育频道	AVS+				
		江苏卫视	AVS+				

香港地面数字电视

接收频率	频道商	频道名称	视频方式	锁码方式	V-PID	A-PID
482		翡翠高清台	MPEG-4			
		ViuTV HD	MPEG-4			
546		翡翠高清台	MPEG-4		811	812
		ViuTV HD	MPEG-4			
		J5 HD	MPEG-4		851	852



9.3.3 数字电视

三种数字电视标准概要

标准名	美国ATSC DTV			欧洲DVB标准			日本ISDB标准		
	地面	卫星	有线	地面	卫星	有线	地面	卫星	有线
调制方式 ^①	8VSB/ 16VSB	QPSK	QAM	2k/8k载波 COFDM	QPSK	QAM	COFDM	QPSK	QAM

■ 美国ATSC DTV标准

- 美国高级电视系统委员会(Advanced Television Systems Committee, ATSC)制定的数字电视标准
- 涵盖视频编码、多声道环绕声、数据广播、卫星直播等方面的规范

9.3.3 数字电视

表 9-6 ATSC DTV 系列中的主要标准和文档

主要标准	主要文档
DTV Audio Coding (DTV声音编码)	A/52: Digital Audio Compression Standard (AC-3) (A/52: 数字声音压缩标准(AC-3))
DTV Video Coding (DTV视像编码)	A/53: ATSC Digital Television Standard (A/53: ATSC数字电视标准)
DTV Transmission System (DTV传输系统)	A/53: ATSC Digital Television Standard (A/53: ATSC数字电视标准)
Program and System Information (节目和系统信息)	A/65: Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable (A/65: 用于地面广播和有线传输的节目和系统信息)
Data Broadcasting (数据广播)	A/90:ATSC Data Broadcast Standard (A/90:ATSC数据广播标准)
Satellite Systems (卫星系统)	ATSC Satellite Transmission Standards (ATSC卫星传输标准), 相关文件是A/80,A/81

9.3.3 数字电视

■ 欧洲DVB(Digital Video Broadcasting)标准

- 1992年由欧洲电信标准学会(ETSI)制定的数字电视广播标准，现由ETSI所属的DVB Project小组负责维护、开发和更新
- DVB的核心标准包括：
 - DVB-T：地面数字电视广播系统标准
 - DVB-S：卫星数字电视广播系统标准
 - DVB-C：有线数字电视广播系统标准
 - DVB-H：移动数字电视广播系统标准
- DVB标准已成为目前世界上影响力最大的数字电视标准体系
 - DVB-S已成为世界性的数字卫星电视标准
 - DVB-C也在全世界范围内被广泛采纳，成为世界性的有线数字电视标准





9.3.3 数字电视

■ 日本ISDB标准

- “综合业务数字广播” Integrated Services Digital Broadcasting的缩写
- 日本数字广播专家组 (Digital Broadcasting Experts Group, DiBEG) 发布的数字电视广播系统标准
- ISDB的标准包括:
 - ISDB-S: 卫星数字电视广播系统标准
 - ISDB-T: 地面数字电视广播系统标准
 - ISDB-C: 有线数字电视广播系统标准
 - 2.6 GHz带宽的移动广播系统标准

9.3.4 数字电视图像格式

■ 数字电视图像格式简介

- 数字电视的图像尺寸和扫描频率受到模拟电视的影响
- 美国高级电视系统委员会(ATSC)只考虑了NTSC制, 定义的电视图像格式:
 - (1) 标准清晰度电视(ATSC SDTV)
 - (2) 增强清晰度电视(ATSC EDTV)
 - (3) 高清晰度电视(ATSC HDTV)
- 欧洲电信标准学会(ETSI)同时考虑了PAL制和NTSC制, 定义了用于SDTV格式和HDTV格式, 但未定义EDTV格式

9.3.4 数字电视图像格式

表 9-8 ATSC DTV 格式

格式号	垂直分辨率	水平分辨率	宽高比	扫描类型	刷新率 [Hz]	电视类型
1	480	640	4:3	隔行扫描	30	SDTV
2				逐行扫描	24	EDTV
3					30	
4					60	
5	480	704	4:3	隔行扫描	30	SDTV
6				逐行扫描	24	EDTV
7					30	
8					60	
9	480	704	16:9	隔行扫描	30	SDTV
10				逐行扫描	24	EDTV
11					30	
12					60	
13	720	1280	16:9	逐行扫描	24	HDTV
14					30	
15					60	
16	1080	1920	16:9	隔行扫描	30	
17				逐行扫描	24	
18					30	



9.3.4 数字电视图像格式

■ HDTV格式

- 高清晰度电视(high definition television, HDTV)是具有正常视力的观众可得到与观看原始景物时的感受几乎相同的数字电视。
- 通常认为, 在观众与显示屏之间的距离等于3倍显示屏高度的情况下就可获得这种感受
- HDTV的电视图像特点:
 - (1) HDTV屏幕的宽高比均为16:9;
 - (2) 电视画面可用1920×1080像素和1280×720像素两种尺寸;
 - (3) 扫描方式为隔行扫描或逐行扫描

9.3.4 数字电视图像格式

表 9-12 HDTV 格式

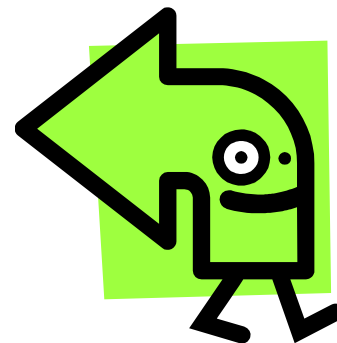
垂直分辨率 (行/帧)	水平分辨率 (像素/行)	宽高比	刷新频率(Hz)*	
			ATSC DTV标准	欧洲DVB标准
1080	1920	16:9	30i, 30p, 24p	25/30i, 25/30p, 50/60p
720	1280	16:9	60p, 30p, 24p	25/30i, 25/30p, 50/60p

* p=progressive scanning, 逐行扫描; i = interlaced scanning, 隔行扫描; 24p 用于电影模式

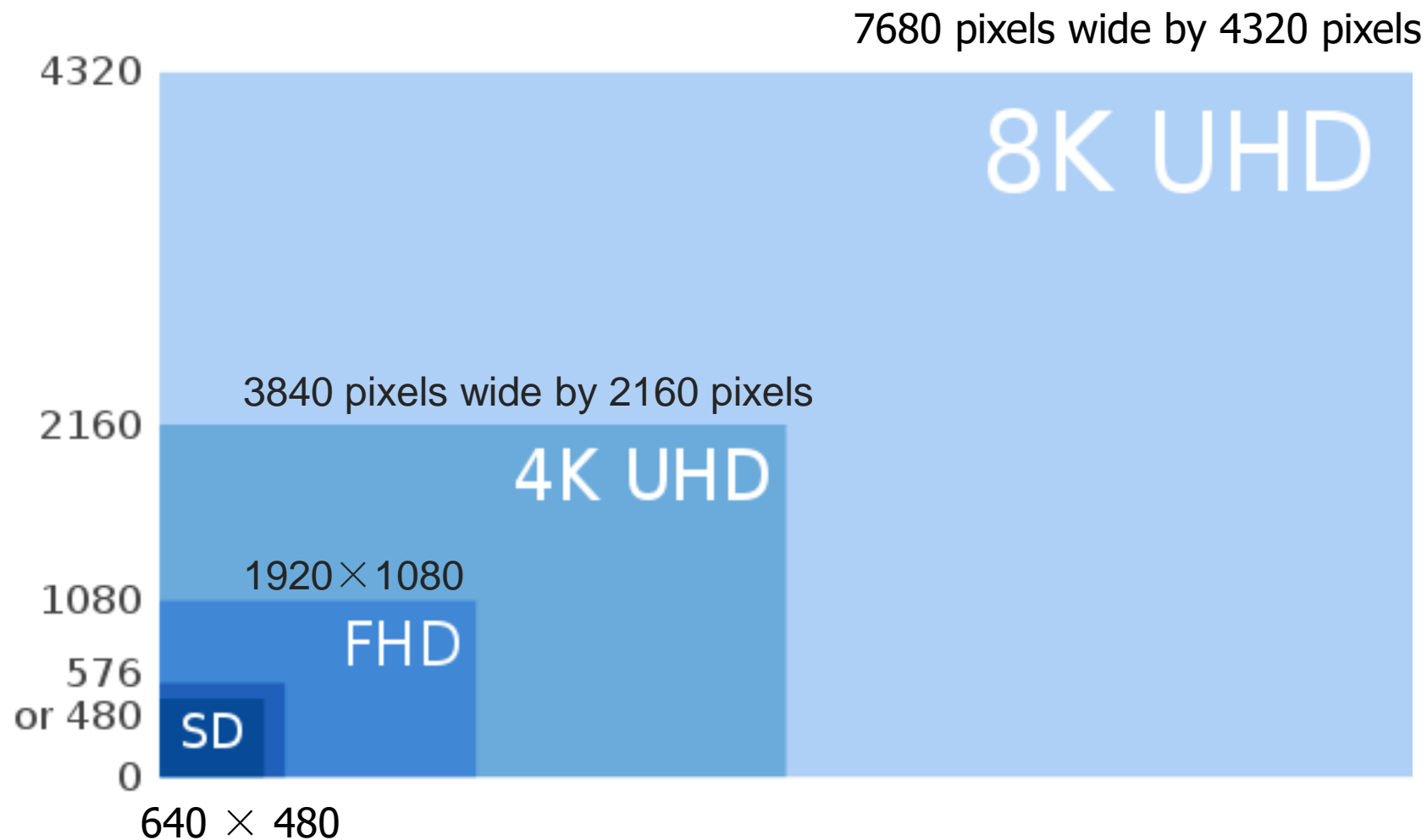


END

第9章 数字电视基础



常见显示分辨率



电影帧率

