

## 第二章 数字彩色 电视摄像机 第四节 视频信号处理放大器

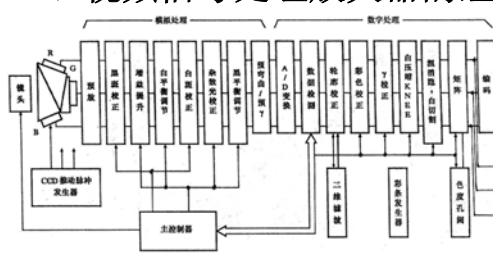
1

### 需要解决的问题

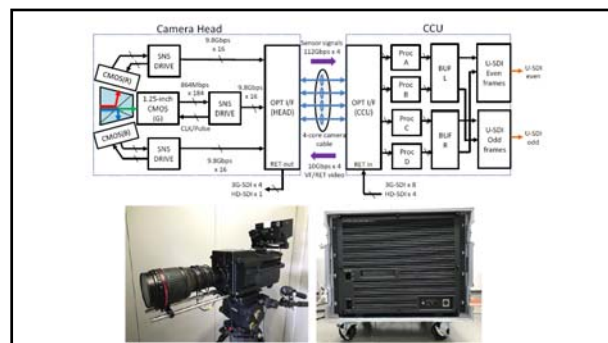
- 摄像机光学系统存在的主要问题
  - 杂散光
  - 白斑
  - 彩色失真
  - 像差
- 摄像器件存在的主要问题
  - 分辨率不够高 (高频图像)
  - 孔阑失真
  - 灵敏度不够高
  - 暗电流不均匀
  - 杂散光
  - 彩色还原特性
  - 安装精度

2

### 一、视频信号处理放大器的组成



3



4

### 一、视频信号处理放大器的组成

#### 1、黑斑校正 B. shadow

- 现象：无光照时，图像上的黑色不均匀。
- 原因：由摄像器件的暗电流不均匀引起固态噪声。
- 方法：
  - 模拟校正：把一个幅度与黑斑信号相同，但极性相反的行/场锯齿波或抛物波叠加到图像信号上，抵消黑斑信号。
  - 数字校正：通过数字检测电路把像面上的电平差检测出来，存储在存储器里，工作时从RAM中依次读出校正数据，自动叠加到图像信号上，消除由暗电流产生的信号。
- 注意
  - 关闭光圈
  - 在消隐期间不存在黑斑，不应该有校正信号

5

### 一、视频信号处理放大器的组成

#### 黑色设定 (黑跟踪) BLK SET

- 作用：增益变化时保证不会引起黑电平变化。
- 原因：差放的输入不为“0”，增益变化时黑电平也变化。
- 方法：在黑斑校正电路中，将黑电平校正到零。增益变化就不会引起黑电平变化。

6

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 2、增益提升 GAIN

- **作用：**拍摄暗场景时，需升高增益，使白色电平达 $0.7V_{PP}$ 。
- **方法：**自动控制电路的微机根据增益开关的位置，送出控制电压使增益提升。
- 现在的摄像机增益分为-3dB、0dB、6dB、9dB、12dB、18dB、24dB等档。 $20\log_{10}(U_{out}/U_{in})$
- **注意：**增益提升时，图像杂波也会增加，所以一般用0dB档。

7

## 一、视频信号处理放大器的组成



8

### 自动增益控制 (AGC)

一些专业摄录一体机提供自动增益控制，可拍摄黑暗环境中的图像。该功能开启时，系统检查感光器件上的输出亮度，当摄像机在镜头光圈全部打开后仍然无法收到足够多的光时，自动增益控制功能会自动对视频信号进行电子放大，增加图像亮度。

9

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 3、黑平衡调节 B.B (Black Balance)

- **现象：**拍纯黑物体（或关闭光圈时），摄像机输出的红、绿、蓝电平送到显像管时荧光屏不发光呈现黑色。
  - **方法：**
    - 关闭光圈后，调节红路和蓝路的增益，使它们都与绿路的电平相等，荧光屏上呈现黑色。
  - **总黑电平 (M.PED) 调节：**同时调节红、绿、蓝黑色电平，只改变黑色的深浅，而不影响黑平衡。（调灰度）
- 演播室使用前：先调黑平衡，再调白平衡  
分为：ABB自动黑平衡调节、手动黑平衡调节

10

## 一、视频信号处理放大器的组成

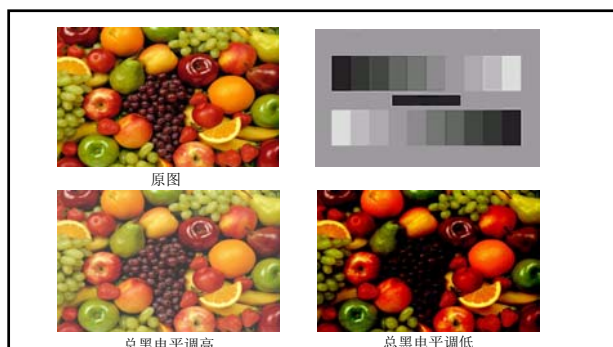
### 黑电平建立

- **定义：黑电平**
  - 黑色电平与消隐电平之差称为黑电平提升或黑电平，常用“PED”表示。
- **总黑电平 (M.PED) 调节：**同时调节红、绿、蓝黑色电平，只改变黑色的深浅，而不影响黑平衡。（调灰度）
- **原因：**
  - 增益调节电路之前，黑色电平与消隐电平一致，并等于零。
  - 摄像机最后输出的黑电平是在混消隐后建立的。消隐电平为0时，白色电平为700mV规定为100%电平；黑电平提升定为白色电平的2~5%，即14~35mV。由于消隐电平是固定的，所以黑电平调节电路调节了放大器的直流电平，从而调节了图像的直流电平，从此改变了黑电平与消隐电平之差。

11



12



13

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 4、白平衡调节 W.B

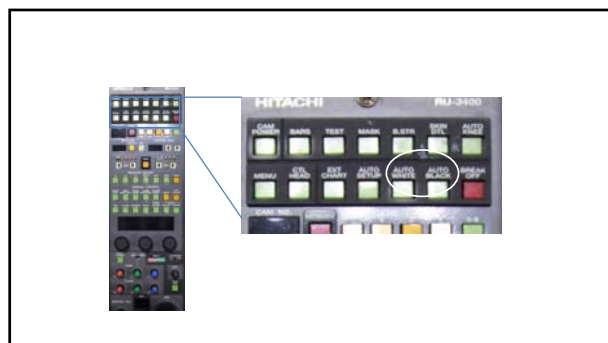
- **作用：**无论环境光如何，拍摄标准白色对象时，荧光屏上重现出标准白色。
- **原因：**摄像机的光谱特性，环境色温变化
- **方法：**
  - **手动调白：**拍摄纯白图像，调节红路和蓝路增益，使红路和蓝路的电平与绿路的电平相等，荧光屏上重现出标准白色。
  - **自动调白：**AUTO W/B BAL—**AWB**
- **注意：**可实现增益微调

14

## 自动白平衡调整步骤：

- 选择合适的色度片和灰度片
- 切换开关分别选择：“CAM”，增益“0”，白平衡切换“A”或“B”
- 拍摄一张白纸（其他白色物体如衣服或墙壁也可以代替），取景框中白色画面占总画面的70%以上。
- 选用自动光圈，并注意避免曝光过度。
- 按下“AUTO AWB”。
- 调整完毕，寻像器上会显示“AWB:OK”，此时，该环境下的白平衡设置已存储在步骤2所选择的存储器“A”或“B”中。
- 拍摄环境发生变化时，请重新调整白平衡。

15



16

## 自动白平衡

- **原理：**
  - 自动白平衡是基于假设场景的色彩平均值落在一个特定的范围内，如果白平衡感测器测量得到结果偏离该范围，则调整对应参数，校正直到其均值落入指定范围。该处理过程可能基于YUV空间，也可能基于RGB空间来进行。通常的处理方式是通过校正R/B增益，使得UV值落在一个指定的范围内。从而实现自动白平衡。
- **自动跟踪白平衡**
  - **原理：**自动跟踪是指依靠摄像机的自动跟踪功能（ATW），摄像机自身根据画面的色温变化时实调整。

17

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 5、白斑校正 w.shadow

- **现象：**
  - 拍摄均匀的白色画面时，荧光屏上重现出的白色不均匀，称为白斑（调制型黑斑）；
  - 白斑的程度与图像亮度成比例。
- **原因：**
  - 镜头的透光率在整个像面上不均匀；
  - 分光棱镜存在色渐变。
- **方法：**
  - **模拟校正：**用与白斑反向的抛物波或锯齿波与图像信号相乘；
  - **数字校正：**通过数字检测电路检测出白斑信号，存储在存储器中，工作时从RAM中读出校正数据，与信号相乘，自动校正白斑。
- **注意：**在消隐期间不存在白斑，不应该有校正信号。

18

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 6、杂散光校正(Flare correction)

#### • 现象:

- 提高了黑色电平, 降低了黑白对比度;
- 破坏了黑色平衡, 黑色偏红;
- 杂散光强度与入射光强度成比例。

#### • 原因:

- 反射光在镜头的各片透镜之间反复地反射和透射;
- 感光器件内晶体结构和各半导体内有微量的反射光。

#### • 方法:

- 对图像信号的平均电平进行负反馈, 调节反馈量, 使之恰好抑制杂散光所引起的黑电平变化。

19

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 7、拐点与HDR

#### (1) 摄像机的动态范围

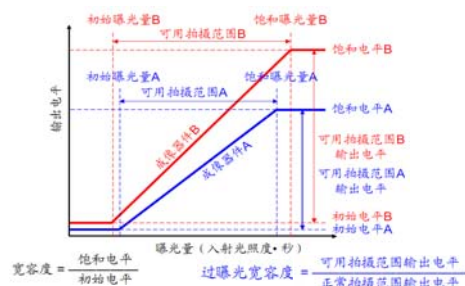
##### • 定义

- 拍摄一幅图像所能传送的最大亮度变化范围, 即拍摄景物的最大对比度。对此范围以外的亮度变化, 输出信号电平已无响应。
- 放大器增益为0dB时, 相应100%信号电平的景物照度定为100%的入射光强度。
- 业界常以90%的白为基准的过曝光宽容度做为动态范围。

与宽容度不同。宽容度是摄像器件的饱和电平与初始电平的比值。

20

宽容度: 成像器件能够再现的最大与最小曝光量之比

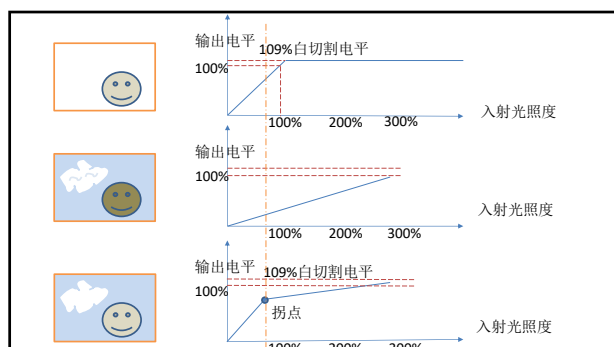


21

#### 动态范围的影响因素

- 感光器件的动态范围。其最低亮度受摄像器件的热杂波电平限制。
- 白切割电平。最高亮度由处理放大器的白切割电平限定。白切割电平设为(105~115)% 景物亮度超过115%后, 摄像机输出的信号电平不再随景物亮度增强而提高, 荧光屏上呈现的白色不变。

22

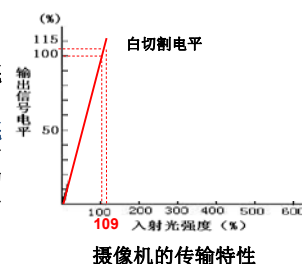


23

## 一、视频信号处理放大器的组成

### (2) 摄像机的传输特性

- 斜率slope: 放大器增益, 影响显示的亮度层次。
- 最高亮度: 能反映亮度层次的入射光强的最大值, 和达到白切割电平的入射光强的最小值

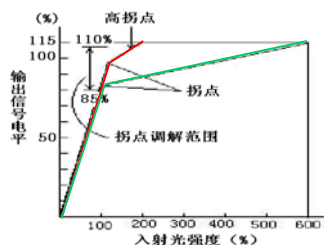


24

## 一、视频信号处理放大器的组成

### (3) 拐点KNEE Point

- **拐点目的**：提高摄像机的动态范围
- **方法**：减小放大器的增益（斜率），白压缩开始作用的点即**拐点（KNEE Point）**。拐点最佳调节范围（85%~110%）。
- 假设拐点设在85%处，当入射光强超过85%时，以**牺牲亮度层次**为代价，使大于85%的亮度仍能在荧光屏上有层次感，从而扩大了动态范围。



25



26



27

## 一、视频信号处理放大器的组成

### • 自动拐点(Auto KNEE) (Dynamic Contrast Control, DCC)

– 拐点可随入射光的强度自动调节：

- 光强时，拐点低，光强到600%，拐点降到85%；
- 光弱时，拐点高，光强不超过200%，拐点设在100%~110%；

28

## 一、视频信号处理放大器的组成

DCC ON

DCC OFF



29

## 一、视频信号处理放大器的组成

DCC OFF

DCC ON



30



## 一、视频信号处理放大器的组成



DCC OFF

DCC ON



31

## 一、视频信号处理放大器的组成



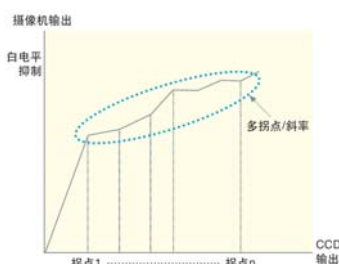
NORMAL

WIDE  
DYNAMIC  
RANGE

32

### a. 自适应高亮度控制

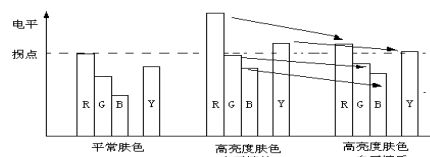
采用多拐点/斜率，能够更加清晰还原高亮对比度。该功能能对图像所有区域的亮度进行智能监控，并优化拐点/斜率，使视频动态范围能够被更加有效地使用。



33

### b. 高亮度区色度保真 (True Colour/eye)

- 原因：白压缩扩大了动态范围，但高亮度处有明显的色度失真。

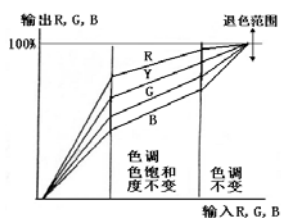


34

- 方法：MAX(R,G,B) 只要某一路电平超过拐点，另2路信号就同时开始压缩。

— 若R路为MAX信号，R信号开始压缩时，其它信号也都开始压缩，压缩系数相同，色调不变，饱和度不变。

— 亮度再高时可出现第2个拐点，某些彩色的色饱和度开始变化，但用色调保持电路，可使色调在一定电平范围仍保持不变。



白压缩特性

$$\text{Saturation} = \left[ 1 - \frac{I_{\min}}{I_{\max}} \right] \times 100\%$$

35

### c. 拐点饱和度控制

自然再现高亮度区域的色彩



36

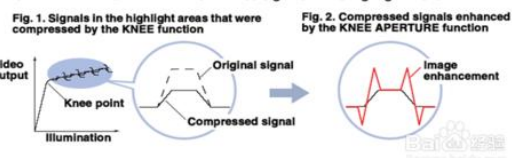


37

#### d. 拐点清晰度 KNEE APERTURE

拐点会令高亮度区域对比度下降，边缘更加模糊，Knee Aperture仅作用于图像被拐点压缩的高亮度区域，令该区域细节增强，锐度增高。

The KNEE APERTURE function enhances signals in the highlight areas



38

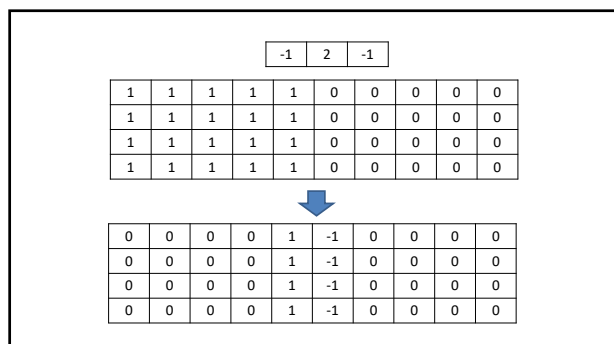
### 一、视频信号处理放大器的组成

#### 8、轮廓校正 (contour/DTL)

##### • 原因：孔阑失真 (aperture)

- 对光学信息的传送是按抽样方式进行的，CCD的感光单元面积不是极小。
- 现象**
  - 使高频信号幅度下降，图像细节和黑白跳变处变模糊。





43

## 一、视频信号处理放大器的组成

### (1) 行轮廓校正电路 FIR滤波器

行细节信号:  $y(n) = 2x(n-T_s) - x(n) - x(n-2T_s)$

系统的频率响应为:

$$H(e^{j\omega}) = 4 \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) e^{-j\omega} \quad \omega = 2\pi fT_s$$

相频特性线性, 幅频响应为:

$$H_s(f) = 4 \sin^2(\pi fT_s)$$

频率响应的峰值出现在下列各个频率上:

$$f_{pv} = (2n+1) \frac{1}{2T_s}$$

视频带宽内出现峰值的频率为  $1/2T_s$ 。

44

## 一、视频信号处理放大器的组成

### (2) 场轮廓校正电路

场细节信号  $y(n)$ :  $y(n) = 2x(n-T_H) - x(n) - x(n-2T_H)$

相频特性线性, 幅频响应为:

$$H_y(f) = 4 \sin^2(\pi fT_H)$$

频率响应的峰值出现在下列各个频率上:

$$f_{py} = (2n+1) \frac{1}{2T_H}$$

峰值频率为半行频的奇数倍。

45

## 一、视频信号处理放大器的组成

### • 多种形式的轮廓校正 (数字处理器)

- 红色场轮廓校正:
  - 场细节(VDTL)由G路和R路图像共同产生, 对紫色、红色等无绿色图像也能进行垂直轮廓校正。
- 高色度(High Chroma)细节:
  - 单独增强或抑制任意彩色的细节
- 行细节 (HDTL) 信号的宽度可调:
  - 采用数字FIR滤波器产生DTL信号, 增加运算的样点数和改变样点的空间分布即可改变细节信号的宽度。可做到细节宽度在  $0.18 \sim 0.07 \mu s$  范围可调。
- 斜向线条轮廓校正:
  - 可从斜向结构的图像直接获得细节信号。
- 暗处轮廓校正:
  - 采用多级亮度灵敏度算法, 专对暗处产生适当的细节信号, 降低杂波。

46

## 一、视频信号处理放大器的组成



47

## 一、视频信号处理放大器的组成

### - 增强的肤色孔阑校正

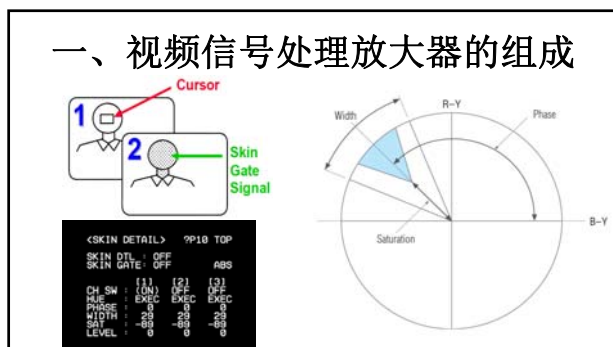
轮廓校正提高了图像的清晰度, 人物皮肤纹理斑点也随之加重, 变得粗糙, 尤其特写镜头。

方法: 通过肤色检测电路, 根据确定的肤色范围, 实时计算出图像上的肤色部位, 检测电路送出抑制脉冲到校正信号放大电路, 使其校正信号减至最小, 其它颜色校正信号无影响, 重现自然肤色。

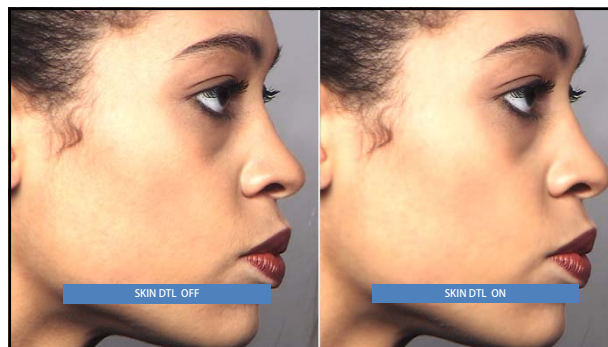
48



## 一、视频信号处理放大器的组成



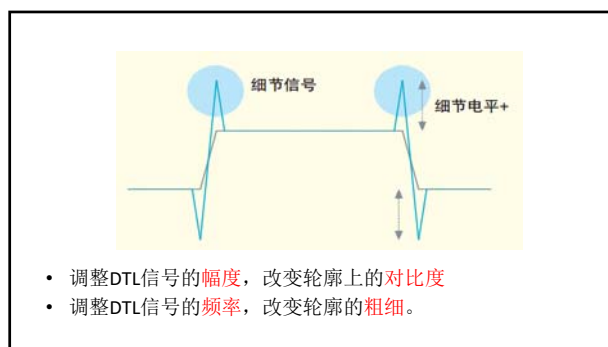
49



50



51

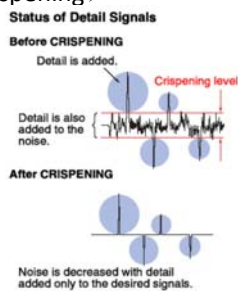


52

### • Detail的勾边调整 (Crispening)

细节增强时，图像中噪声的细节也被增强，但其幅度较小。

通过调整Crispening Level可设定噪声幅度阈值，从而消除噪声。



53

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 9、彩色校正(Matrix)

• 现象：彩色失真

• 原因：

— 实际的光谱响应缺少了理想特性中的负区和正次区。摄像机光谱响应曲线：由镜头的透过特性、分光系统的分光特性和摄像器件的光谱灵敏度综合决定。实现一些艺术效果。

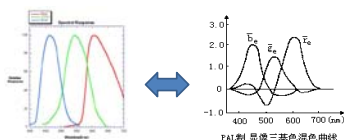
• 方法：

— 用彩色校正电路（线性矩阵电路）模拟理想光谱响应的负区和正次区；  
— 一般，彩色校正后杂波会增加，要求校正系数小于1.5；  
— 彩色校正后不影响黑/白平衡。

54

为了色度匹配，摄像机红绿蓝三路综合光谱响应特性必须正比于显像三基色的混色曲线，也就是说，显像三基色的混色曲线就是理想的摄像光谱响应曲线，但是：

- (1) 由于镜头的透光特性、摄像器件的光谱灵敏度基本平坦，综合光谱响应特性主要指分光棱镜的分光特性；
- (2) 在显像三基色的混色曲线中，有正主瓣和负次瓣。



55

## 一、视频信号处理放大器的组成

校正信号产生：

$$\begin{bmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

或：

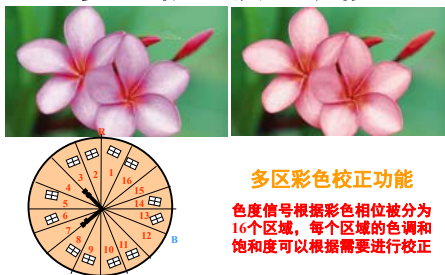
$$\begin{aligned} R_0 &= R + b(G - R) + c(B - R) \\ G_0 &= G + d(R - G) + f(B - G) \\ B_0 &= B + g(R - B) + h(G - B) \end{aligned}$$

校正后不影响黑、白平衡。9个校正系数应满足：

$$\begin{aligned} a + b + c &= 1 & a &= 1 - b - c \\ d + e + f &= 1 & e &= 1 - d - f \\ g + h + i &= 1 & i &= 1 - g - h \end{aligned}$$

56

## 多区彩色校正功能



57



58

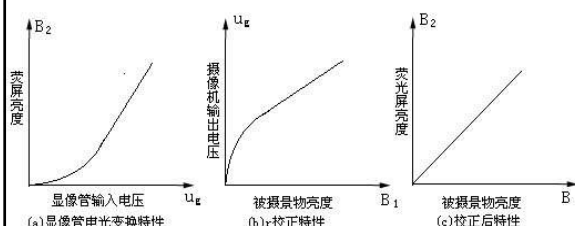
## 一、视频信号处理放大器的组成

### 10、γ（伽马）校正

- 作用：校正摄像-显像系统的非线性，主要是对显像管电光特性的非线性进行预校正。
- 原因：
  - 摄像器件的光电变换特性： $u = k_1 B_1^{\gamma_1}$ ,  $\gamma_1 = 1$ （线性）
  - 显像管的电光变换特性  $B_2 = k_2 u_g^{\gamma_2}$ , 黑白显像管  $\gamma_2 = 2.2$ , 彩色显像管  $\gamma_2 = 2.8$ （非线性）

59

## 一、视频信号处理放大器的组成



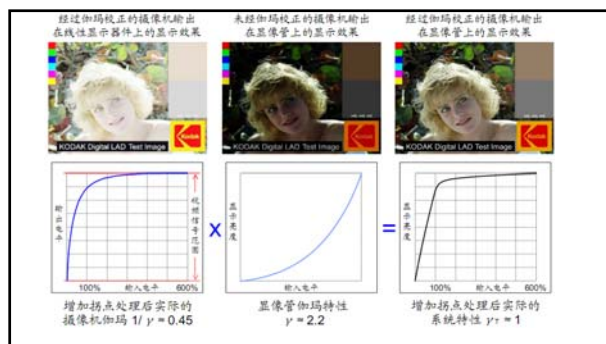
60

## 一、视频信号处理放大器的组成

### • 原理:

- 设  $\gamma$  校正放大器的传输特性应为  $u_o = k u_i^\gamma$ , 则系统传输特性为:  $B_2 = k_2 (k u_i^\gamma)^2 = k_2 [k (k_1 B_1)^\gamma]^\gamma = k' B_1^{\gamma^2}$
- 系统传输特性为线性时, 应  $\gamma^2 = 1$ , 即  $\gamma = 1/\gamma_2$
- 针对黑白显像管  $\gamma = 1/2.2 = 0.45$ , 针对彩色显像管  $\gamma = 1/2.8 = 0.35$ 。
- 实际上采用  $\gamma_1 \gamma_2 = 1.26$  较好,  $\gamma$  值可在  $1 \sim 0.35$  之间调节

61



62

## 一、视频信号处理放大器的组成

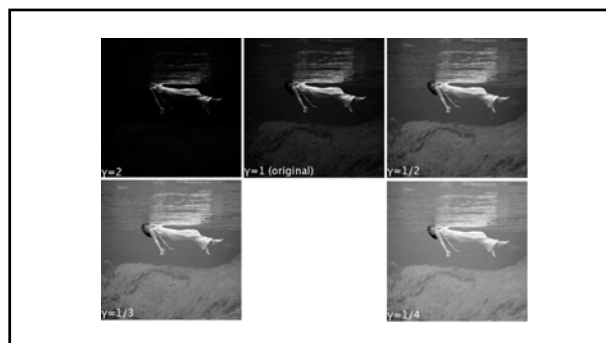
### • 方法:

- 模拟电路: 用晶体管的非线性内阻或用3段折线来逼近曲线, 最多用4段折线逼近。
- 数字电路 (数字  $\gamma$  校正) (True-Gamma): 数字  $\gamma$  校正电路称为  $\gamma$  表。用500多段折线逼近  $\gamma$  校正曲线, 校正精度提高。能使R、G、B三路信号的  $\gamma$  校正特性精确一致, 变光圈时可保持色调不变, 提高了重现图像的彩色质量。输入信号  $u$  的电平作为RAM的地址, RAM中存的是  $u^\gamma$ 。

### • 思考:

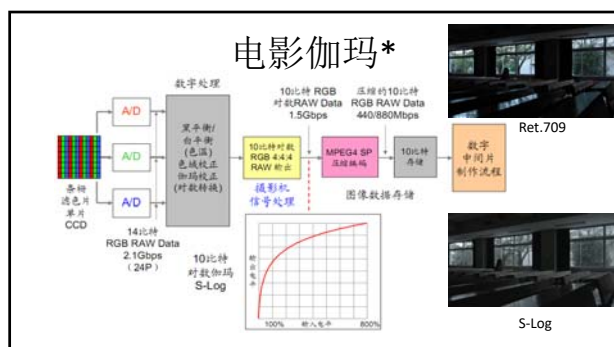
- $\gamma$  值大小对图像的影响?
- 数字电影摄像机需要  $\gamma$  校正吗?
- 为什么要求R、G、B三路的  $\gamma$  特性一致?

63



64

## 电影伽玛\*



65

专门为数字电影拍摄设计的数字摄影机采用了适用于电影数字中间片制作的功能:

- 不对图像信号进行处理, 原始数据输出 **RAW Data**
- 对数伽玛 (Log) 转换
- RED ONE 针对单片拜尔滤色片用, 采用不对成像器件输出信号做任何处理、无对数伽玛转换的“**线性拜尔原始数据输出**” (Linear Bayer RAW Data Output) 方式, 专门为DI流程设计了RED Log LUT转换处理软件

66

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 黑伽玛 (BLK GAMMA)

#### • 黑扩展(BLACK STRETCH)

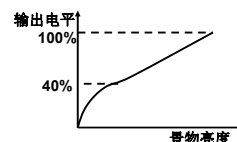
- **现象:** 拍摄高反差图像时, 若光圈大小适合明亮部分, 则暗部层次就很难重现出来了。
- **思考:** 自动拐点或提高黑电平是否可行?



67

## 一、视频信号处理放大器的组成

- **方法:** 黑扩展电路只对电平在30% (或40%) 以下的信号进行“ $\gamma$ 校正”, 提高暗处的亮度, 增强暗处的灰度层次, 而不影响图像的明亮部分。只提高低亮度处的电平, 使暗部图像清晰得重现。



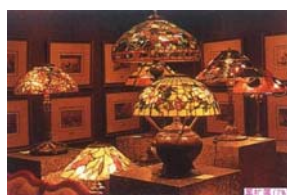
68

## 一、视频信号处理放大器的组成

黑扩展OFF



黑扩展ON



69

## 一、视频信号处理放大器的组成



正常处理



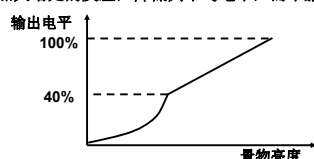
黑GAMMA处理

70

## 一、视频信号处理放大器的组成

#### • 黑压缩(BLACK PRESS)

- **现象:** 拍摄场景中背景朦胧, 对比度低, 前景亮度正常。
- **方法:** 黑压缩电路只对电平在30% (或40%) 以下的信号进行“ $1/\gamma$ 校正”, 加大暗处的反差, 降低其平均电平, 而不影响亮处图像。



71

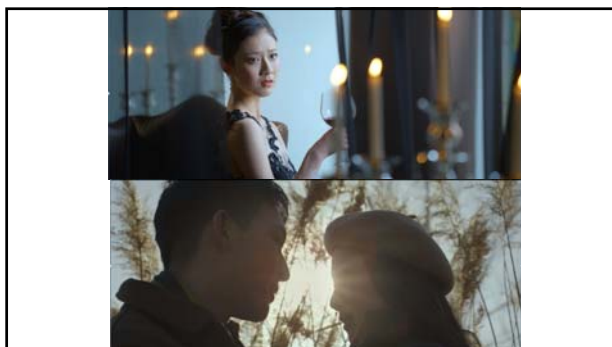
### 11. HDR转换曲线

#### HDR电视的设计原因

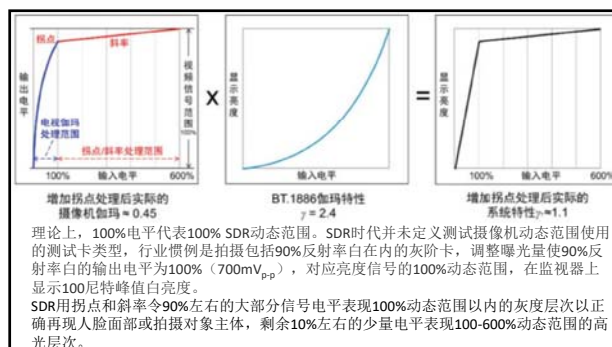
HDR电视使得画面拥有更为丰富的亮度信息, 呈现更为真实自然的影像效果。虽然HDR电视允许画面的平均亮度提升, 但实际目的是:

- 希望室内场景即使在HDR画面中依然与传统SDR电视呈现接近的亮度和效果。
- 而提升的高亮度范围是为了确保室外阳光下的场景可以表现的比室内场景明亮更多, 这样看上去才更接近真实。
- 同样对于暗部区域的细节展现, HDR同样可以更好的支持, 而这一点与显示屏还原纯黑色的能力以及观看环境都有一定关系。

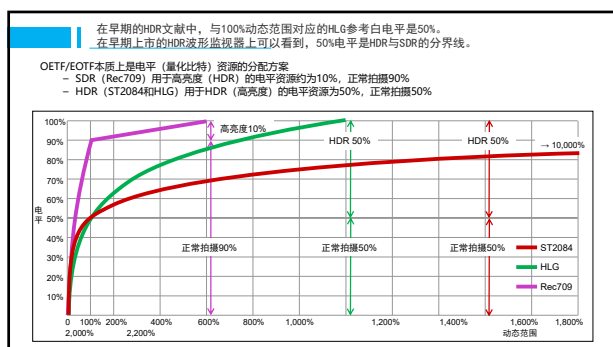
72



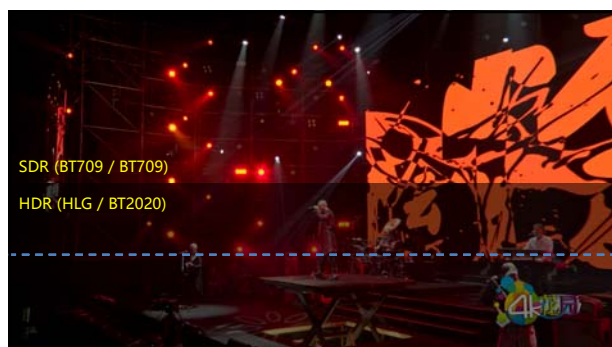
73



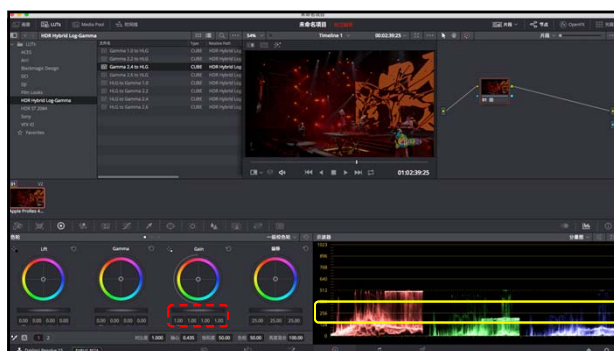
74



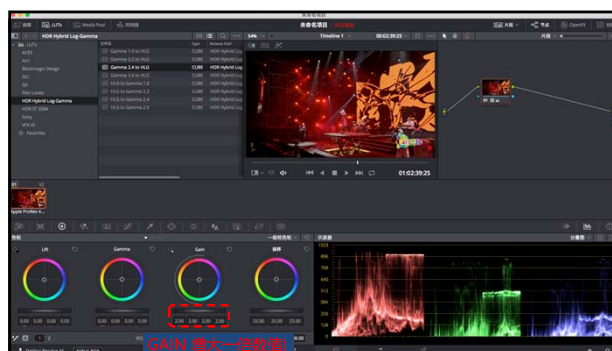
75



76



77



78







### HDR方案的选择

PQ:

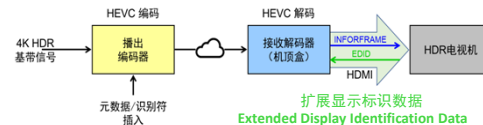
- PQ对显示设备精度要求很高，必须在播出码流中加入控制显示设备性能的元数据形成完善的HDR方案才能充分发挥其优势。
- 用PQ制作的节目可以用HDR10、HDR10+、Dolby Vision-1/2、SL-HDR1/2方案播出、传输。

HLG:

- HLG无需元数据。也可以加入元数据形成HDR方案（如SL-HDR3）。
- 用HLG制作的节目在播出、传输码流里插入识别符就可以直接播出。

目前已经被影视行业和电视机厂商接受的HDR方案有BDA（蓝光盘）/HDR10、HDR10+、Dolby Vision和HLG。  
广电总局已经确定中国用HLG加识别符的方案播出4K HDR节目，采用PQ伽玛的播出方案待定。

85



- 播出、传输用PQ制作的HDR10或Dolby Vision节目时必须同时传输元数据，支持HDR10或Dolby Vision的HDR电视机/显示设备在自动模式时接收到元数据后会自动进入PQ的“绝对亮度”模式，并根据静态元数据控制/选择显示设备参数使之适合信号源的要求；
- 播出、传输用HLG制作的HDR节目时必须同时传输HLG识别符，支持HLG的HDR电视机在自动模式时接收到HLG识别符后自动进入HLG HDR模式。

86

### HDR节目制作

所见即所得的制作，如直播：

- 拍摄调光、记录素材以及成片的伽玛和色域是相同的
- 制作过程中不改变伽玛和色域，成片的图像与拍摄素材相同；
- 应采用适合直播的HLG伽玛、BT. 2020色域、10比特4:2:2 YCbCr视频格式。

所见非所得的制作，如录制：

- 记录素材应为无压缩或浅压缩的16比特线性伽玛RAW，或基于Cineon的12比特对数伽玛（如Log C、S-Log3、C-Log、V-Log等）RGB图像格式；
- 在PQ或HLG空间制作输出，或在更大的空间（例如ACES）制作完成后输出PQ或HLG。

87

ITU-R BT. 2408-2推荐了两种用HDR系统制作节目的流程：

- 一种是用HDR调光制作HDR，即HDR优先。

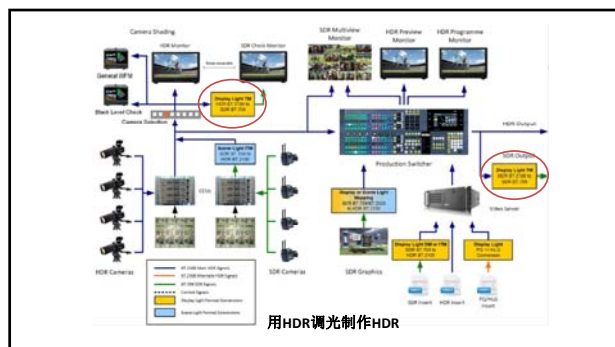
特点：对HDR到SDR映射曲线要求高，市场少见，无法保证SDR图像质量，SDR可能会曝光过度。

- 用SDR调光制作HDR，即SDR优先。

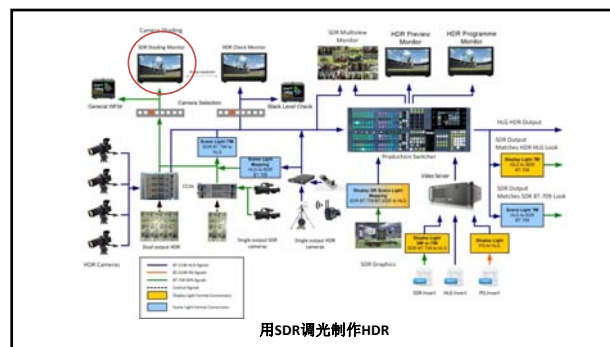
特点：为了获得高质量SDR图像，HDR摄像机使用SDR监视器调光。HDR输出可以使用相对于SDR的固定增益差（相当于曝光偏差）进行下变换，从而获得高质量的SDR图像。成本低、减轻视觉疲劳、提高调光精度、精准控制肤色曝光、确保高清/4K质量、保留传统调光经验和习惯。

**BT. 2408-2推荐用SDR调光制作HDR节目**

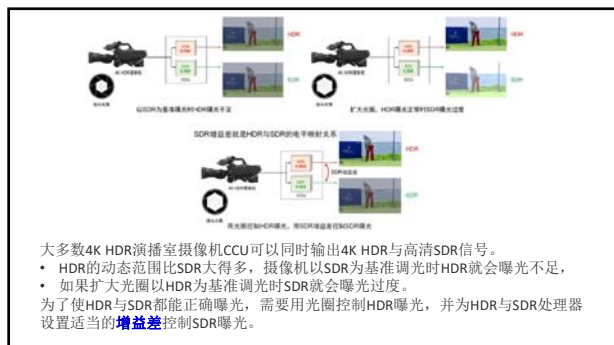
88



89



90

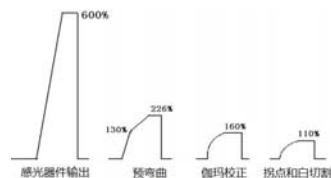


91

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 12、白压缩/拐点和白切割

#### White Press (DCC/ Knee) / White Clip



92

## 一、视频信号处理放大器的组成

白切割(White Clip)电路：白电平限定在

- 110% 标清 PAL
- 109% 高清 PAL
- 115% 标清 NTSC
- 105% 高清 NTSC

93

## 一、视频信号处理放大器的组成

### 13、混消隐与黑切割

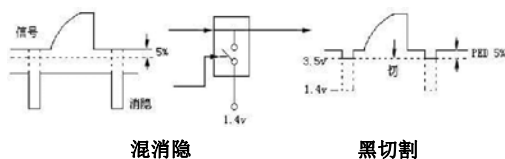
- **原因：** CCD用行推动(HD)和场(VD)脉冲作为消隐脉冲，其宽度比标准消隐时间短。
- **方法：** 混消隐级将标准行消隐(12 μs宽)和场消隐(1.6ms宽)混入图像信号。

94

## 一、视频信号处理放大器的组成

### • 方法：

- 黑切割：将消隐脉冲期间的杂波切除，消隐电平固定在切割电平上。

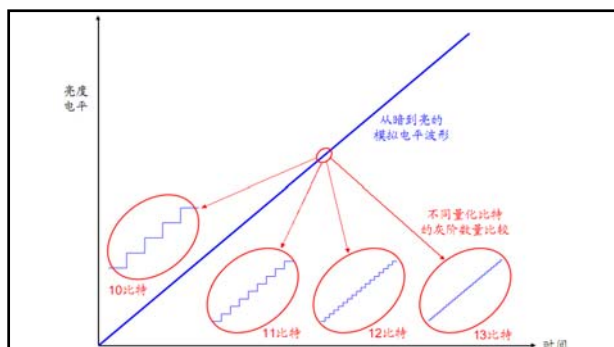


95

### 14\*、摄像机内部数字图像处理的视频信号量化比特数要高于演播室标准

- ITU-R601建议
  - 演播室设备A/D变换条件：输入的视频信号电平都限定在100%的标准电平。
  - 演播室信号数字编码规定：A/D变换最低要求采用8bit量化，高档设备用10bit量化。
- 若在摄像机视频信号处理放大器的输入端就是数字信号，则需更高的量化比特数，摄像机的输出才能达到8/10bit的量化质量。

96



97

#### • 原因:

- ① 处理放大器的输入端 (CCD的输出信号) 最高电平要保留到 **600%**。要保证摄像机输出端的量化级差不大于演播室的级差 **255**, 量化级数需增加到  $6 = 2^{2.5}$ , 约需增加 **2.5bits**。
- ② 白平衡调节、增益提升等电路使最高增益达 **24dB** (相应16倍), 量化级差放大16倍, 要维持量化级差不变, 需增加 **4bits**。
- ③ 经  $\gamma$  校正后的数字信号, 对应图像暗部的增益比亮部约 **高4倍**, 因而暗部量化级差也放大4倍。为保持暗部图像质量, 需增加 **2bits**。

所以, 总量化比特数需要: **8+2.5+4+2=16.5**。

98

#### • 数字降噪滤波器

- 低照度下拍摄时, 必须采用高增益, 这时信噪比会降低。
- 原理: 根据图像的帧相关性和杂波的随机性, 将图像信号在时间上以帧为单位进行平均。每  $n$  个相邻帧信号平均, 信噪比可提高  $\sqrt{n}$  倍, 但多帧存储器价格昂贵。

99

#### • 实际应用情况:

- 8bit量化;
- 10bit量化;
- 96年后生产出12bit量化的视频A/D; 采用12bit A/D时, 可以不用预弯曲。
- 03年后生产出14bit量化的视频A/D。
- 当前主要使用16bit量化的视频A/D

100

#### 需要解决的问题

- 摄像机光学系统存在的主要问题
  - 杂散光 ——— 杂散光校正、黑白平衡调节
  - 白斑 ——— 白斑校正
  - 彩色失真 ——— 彩色校正、黑白平衡
  - 像差
- 摄像器件存在的主要问题
  - 分解力不够高 (高频图像混叠) ——— 虚焦+轮廓矫正
  - 孔阑失真 ——— 轮廓校正
  - 灵敏度不够高 ——— 增益提升
  - 暗电流不均匀 ——— 黑斑校正
  - 杂散光 ——— 杂散光校正、黑白平衡调节
  - 彩色还原特性 ——— 彩色校正 黑/白平衡调节
  - 安装精度

101

#### 需要解决的问题

- 扩大摄像机的动态范围 ——— 拐点
- 校正摄像-显像系统的非线性 ———  $\gamma$  校正
- 暗部对比度控制 ——— 黑伽马

102

## 思考

1. 画出一幅信号频率为2倍行频的图案？及其水平细节信号波形？如何调整轮廓的对比度和粗细？
2. 简述视频信号处理放大器各组成部分的作用？（此题不做，但是是考试内容。）
3. 摄像机拍摄图像的清晰度与哪些因素有关（考虑摄像机拍摄了模糊图像的原因）？彩色失真又与哪些因素有关（考虑摄像机拍摄到的图像色彩失真的原因）？
4. 如何调整摄像机拍摄图像的亮度？
5. 如何改善摄像机拍摄图像的亮部层次？如何改善暗部层次？