



# 显示后端基础知识培训

图形显示平台中心 黄家钗 2017-09-28

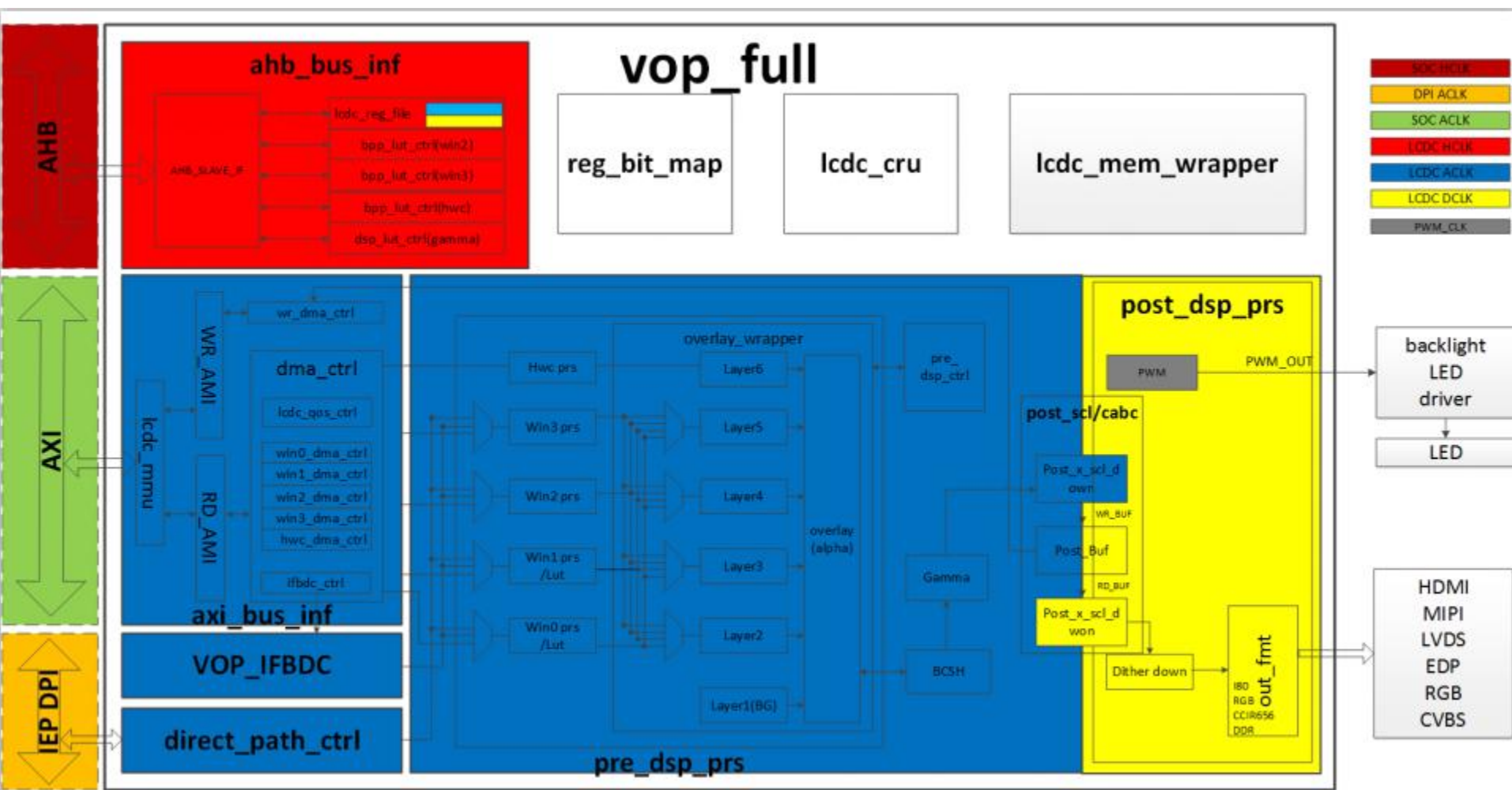
# Agenda

- ❖ VOP
- ❖ HDR
- ❖ 显示接口

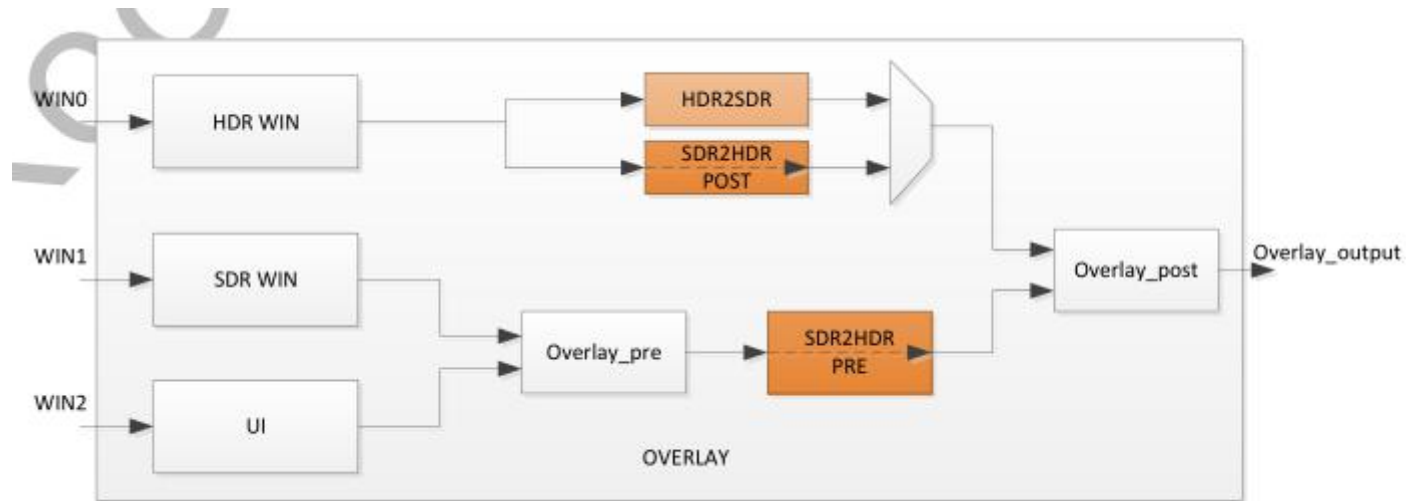
# VOP

- ❖ Video Output Processor, VOP is the display interface from memory frame buffer to display device (LCD panel, LVDS, MIPI, eDP, HDMI and TV set)
- ❖ RK3288之前称之为LCDC
  - TI: LCDC
  - ARM/INTEL: DC
  - All winner: Display Engine
  - Samsung: FIMD (Fully Interactive Mobile Display)

# VOP architecture



# RK322xh VOP architecture



# Key feature

## ❖ Win0/1 feature

- Support rgb565/888, argb8888, yuv420/422/444.
- Support virtual display, max solution in(4k), out(4k)
- Support 1/8 ~ 1 scaling down(bilinear, average)
- Support 1 ~ 8 scaling up(bicubic, biliner)
- Support alpha, color key
- Support x/y mirror
- Support csc (bt2020 <-> bt 601/709)

## ❖ Win2/3 feature

- Support rgb565/888, argb8888
- Support virtual display, max solution in(2k), out(2k)
- Support alpha, color key
- Support x/y mirror
- Support csc (bt2020 <-> bt 601/709)

## ❖ Hwc feature

- Support rgb565/888, argb8888
- Support alpha, color key
- Support limit size: 32x32, 64x64, 96x96, 128x128
- Support 4 display regions

## ❖ 相同色域空间的csc

- yuv2rgb:

  - mpeg: limit range yuv(y: [16, 235], uv:[16, 239]) to rgb[0, 255]

  - jpeg: full range yuv[0, 255] to rgb[0, 255]

  - hd: full range yuv[0, 255] to rgb[0, 255]

  - bt2020: limit range yuv to limit range rgb(64, 960)

- rgb2yuv:

  - only support full range rgb to limit range yuv

## ❖ 不同色域空间的csc

- 支持bt2020 <---> bt601/bt709之间的转换

# post process

❖ **post scale**

❖ **CABC**

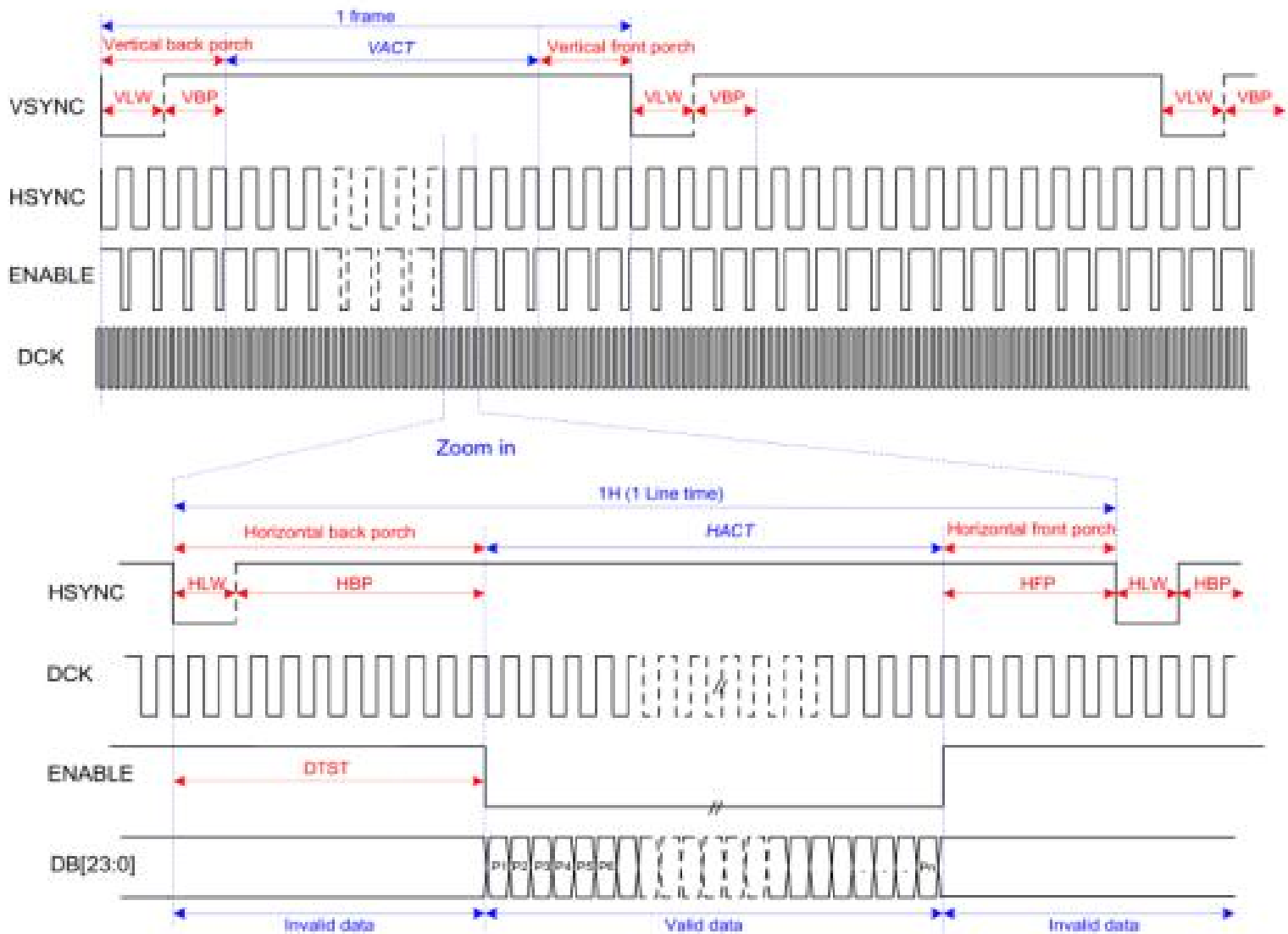
❖ **BCSH**

❖ **Dither down**

❖ **GAMMA**

❖ **Write back**

# VOP 输出时序



# HDR

- ❖ HDR标准
- ❖ 基本概念
- ❖ static vs dynamic tone mapping
- ❖ HDR Display方案
- ❖ others

# HDR标准

## ❖ 什么是HDR?

High-Dynamic Range，也就是高动态范围。

从内容的角度来说：HDR是通过后处理技术让视频或者照片中加入更多的动态范围。

从电视显示的角度说：HDR是能够提供更大的动态范围，更广的色域空间的显示设备的一种能力。

# HDR



# HDR



R

PQ HDR



# HDR标准

- ❖ HDR10
- ❖ Dolby Vision
- ❖ HLG
- ❖ HDR10+

# HDR10

❖ 由HDMI, UHD联盟发起

❖ 定义:

- Color container/primaries: ITU-R BT.2020
- Transfer function (OETF/EOTF): SMPTE ST.2084
- Bit Depth: 10bit
- Static metadata:  
SMPTE ST.2086  
MaxFALL& MaxCLL for per contents  
MaxFALL: max frame average light level  
MaxCLL: max content light level

❖ 特点:

- 应用最广的HDR标准
- 无法兼容SDR
- 显示效果一般

# Dolby vision

❖ 由杜比视界发布的HDR标准

❖ 定义:

- Color container/primaries: ITU-R BT.2020
- Transfer function (OETF/EOTF): SMPTE ST.2084
- Bit Depth: 12bit
- Dynamic metadata:

❖ 特点:

- 使用动态metadata和12bit色深，可以提供更好的显示效果；
- 可以兼容SDR电视
- 需要付费授权，每一个设备都需要集成dolby vision的专用芯片；

# HLG

❖ 由BBC和NHK针对电视广播开发的一项HDR技术

❖ 定义:

- Color container/primaries: ITU-R BT.2020
- Transfer function (OETF/EOTF): ITU-R BT.2390
- Bit Depth: 10bit/12bit
- metadata: null

❖ 特点:

- 兼容性最好,能适配各种亮度空间的SDR电视;
- 针对电视广播系统开发,可以在拍摄阶段直接完成HDR的编码, 无需后期处理, 成本更低;
- 显示效果一般

# HDR10+

- ❖ 三星在HDR10的基础上参考Dolby Vision加入动态metadata技术的一项HDR标准
- ❖ 定义：
  - Color container/primaries: ITU-R BT.2020
  - Transfer function (OETF/EOTF): SMPTE ST.2094-40
  - Bit Depth: 10bit
  - Static metadata:
    - Max R/G/B luminance per scene
    - Average of frame maxRGB in a scene
    - Pacentiles per scene
- ❖ 特点：
  - 使用动态tone mapping，显示效果较好；
  - 免授权费
  - 无法兼容SDR
  - 生态还没有起来

# 基本概念

- ❖ OETF
- ❖ EOTF
- ❖ OOTF
- ❖ Tone Mapping

# OETF

- ❖ Opto-Electronic Transfer Function-->光电转换函数
- ❖ 常见的有:BT.601/BT.709/BT.2020

# OETF

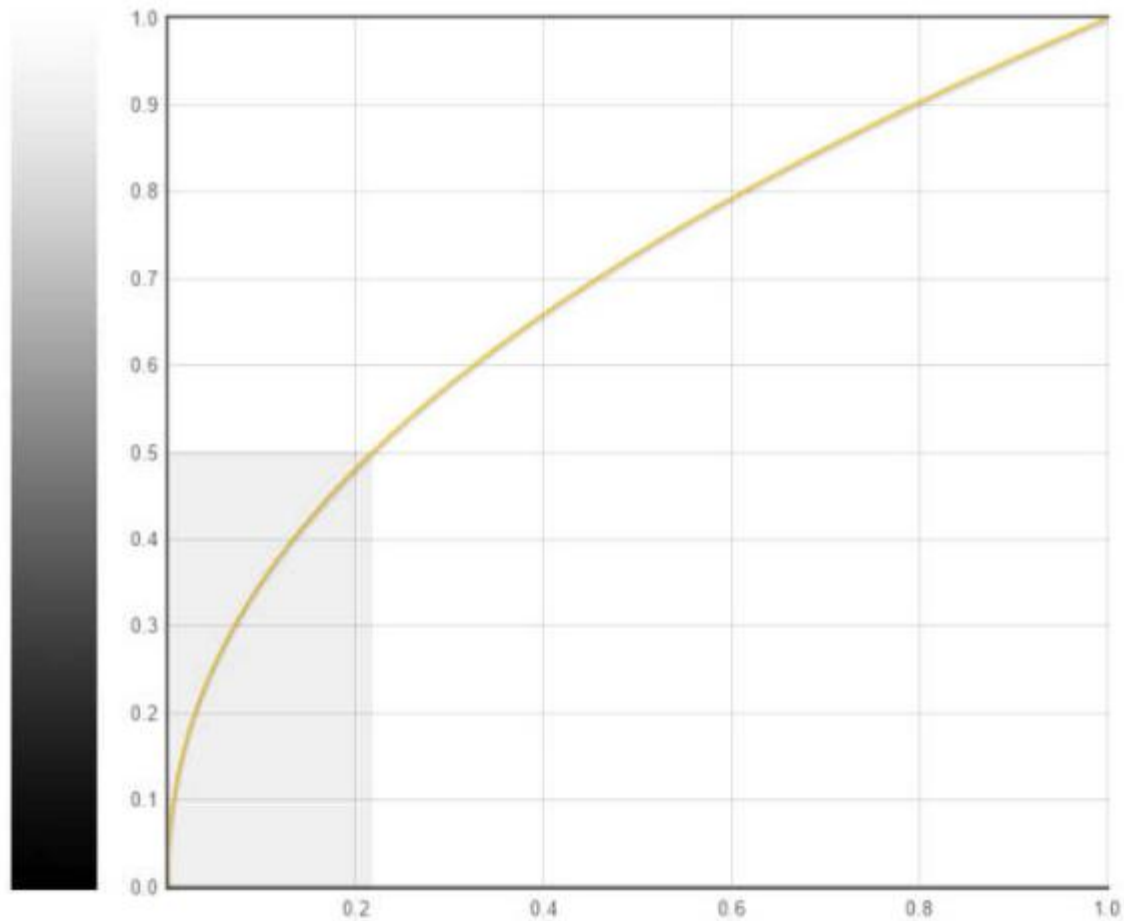
❖人对自然界刺激的感知，是非线性的，外界以一定的比例加强刺激，对人来说，这个刺激是均匀增长的。

--韦伯定律

❖知乎：以光为例，若在一小黑屋中，点亮了一支蜡烛A，这支蜡烛对屋内的贡献是显著的，在视觉上也感受到极大的明度提升。但是若是屋内已经点亮了255支蜡烛，此时再点亮一支蜡烛B的话，从物理能量贡献上，这支新蜡烛B与蜡烛A的物理贡献是一样大的，但是在人的视觉中，B引起的“明度”变化，远远不如A。

# OETF

人心理上感受到的均匀灰阶



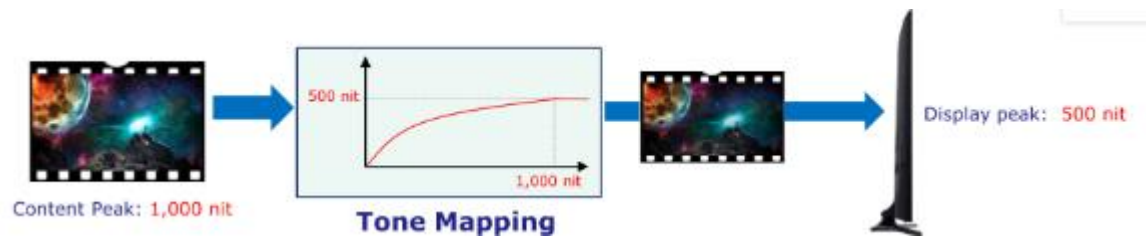
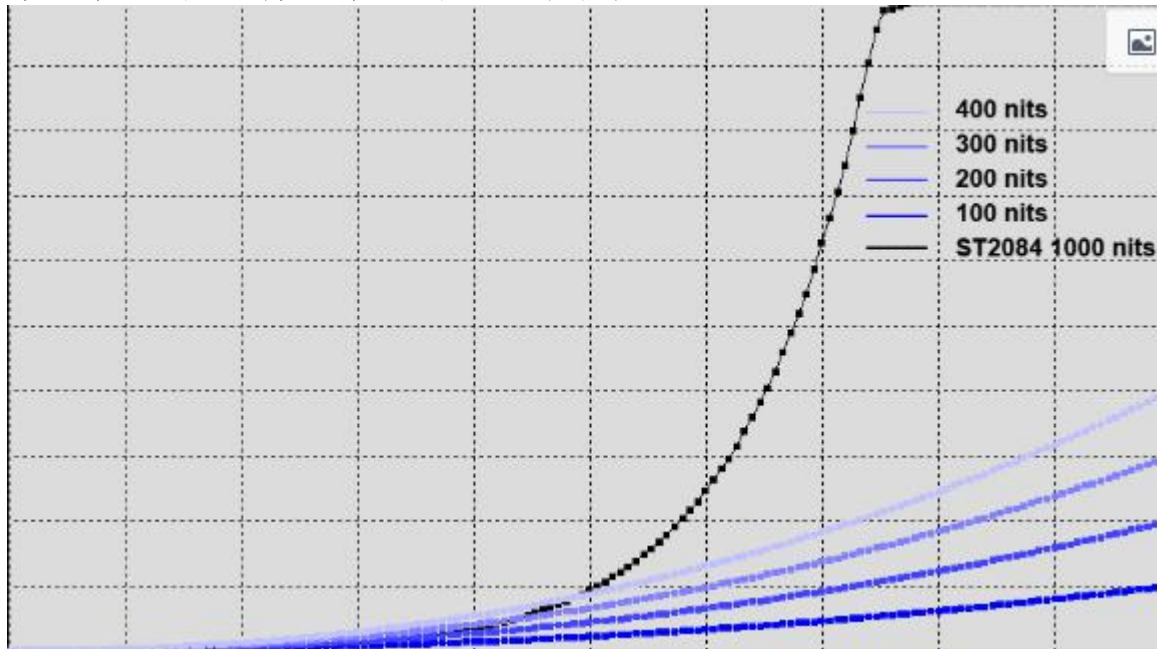
自然界线性增长的亮度

# EOTF

- ❖ Electronic-Opto Transfer Function
- ❖ 显示端的电光转换函数,比如BT.1886

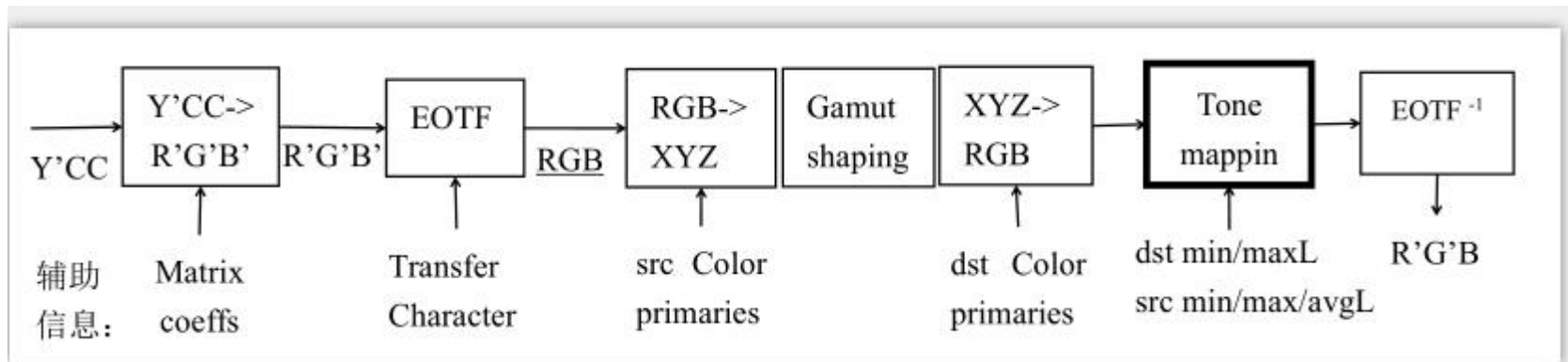
# OOTF

- ❖ Opto-Opto Transfer Function
- ❖ 光信号到光信号的转换



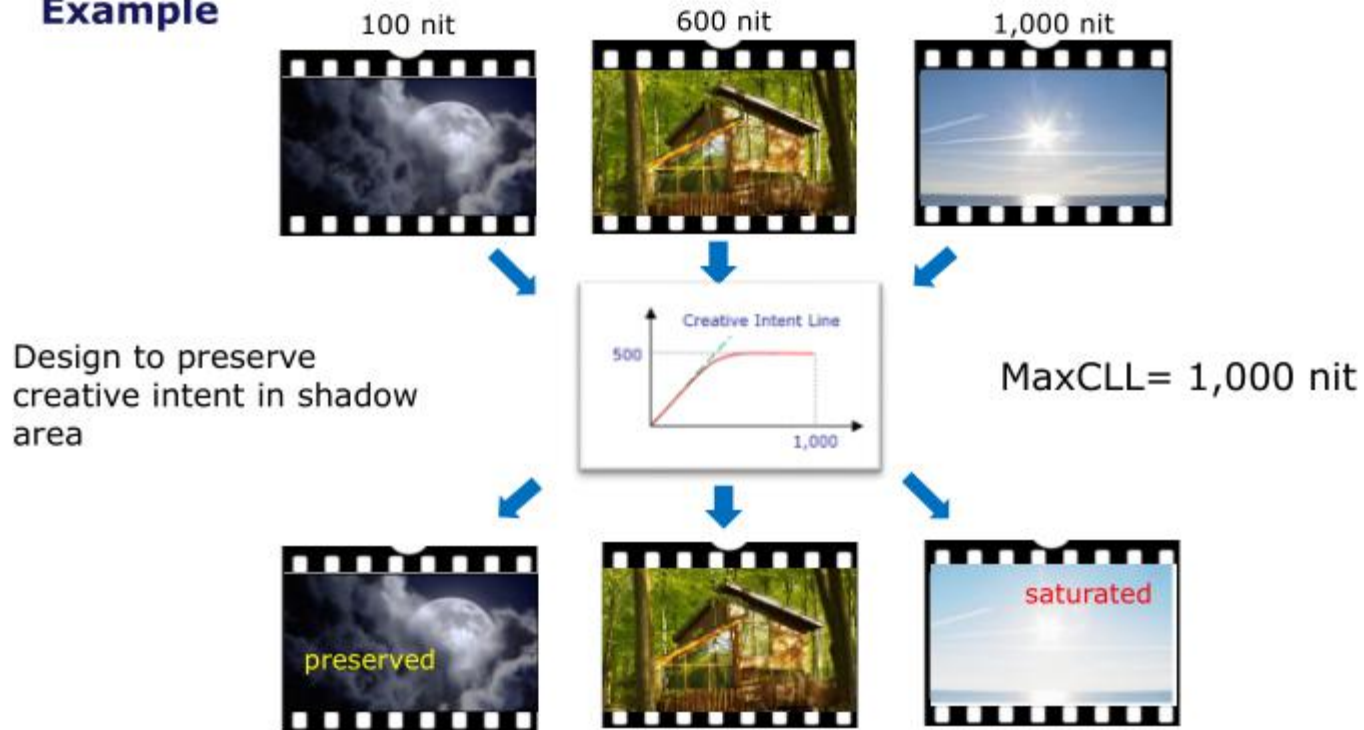
# tone mapping

## ❖ RK322XH HDR2SDR处理流程



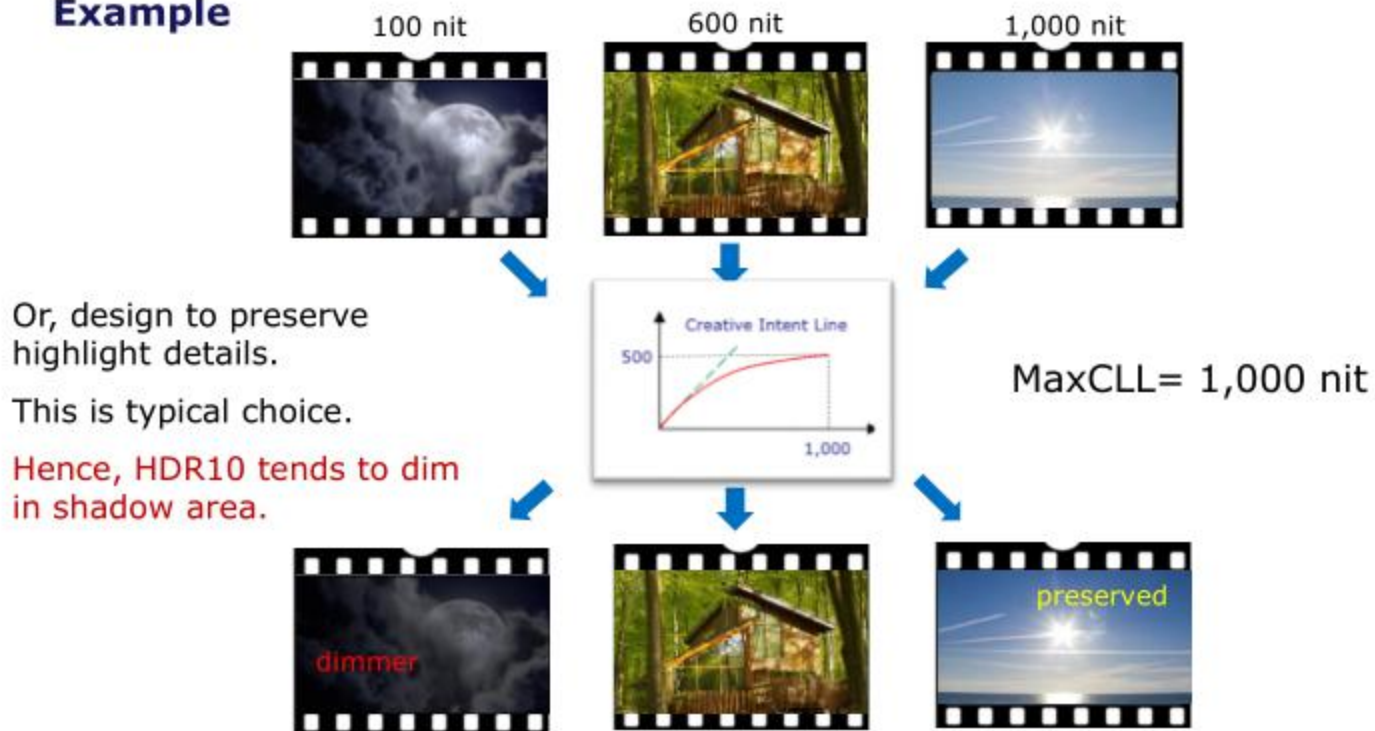
# static vs dynamic tone mapping

## Example



# static vs dynamic tone mapping

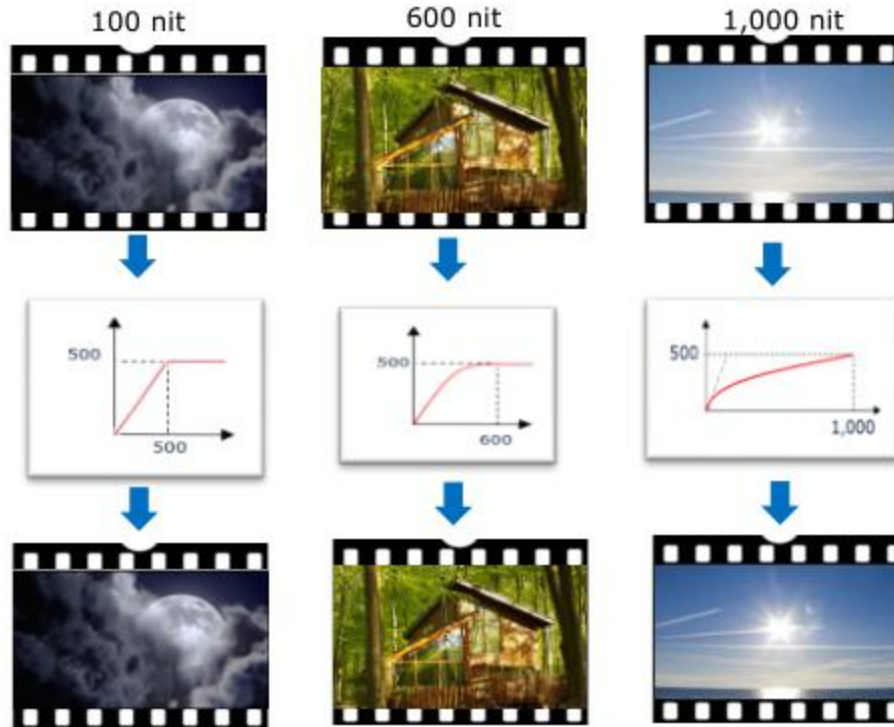
## Example



# static vs dynamic tone mapping

Examp

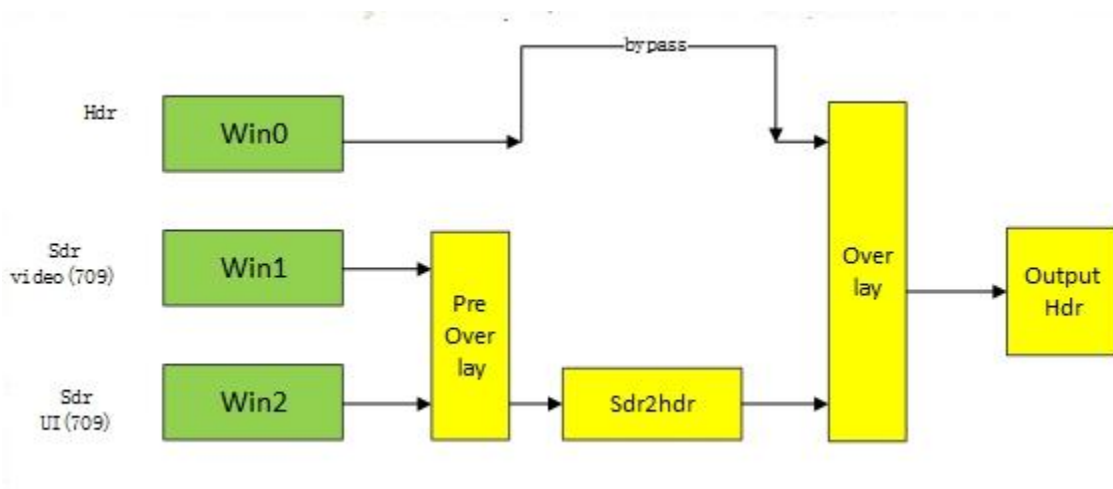
Design to  
creative in  
area



# HDR Display方案

## · HDR Bypass & SDR2HDR

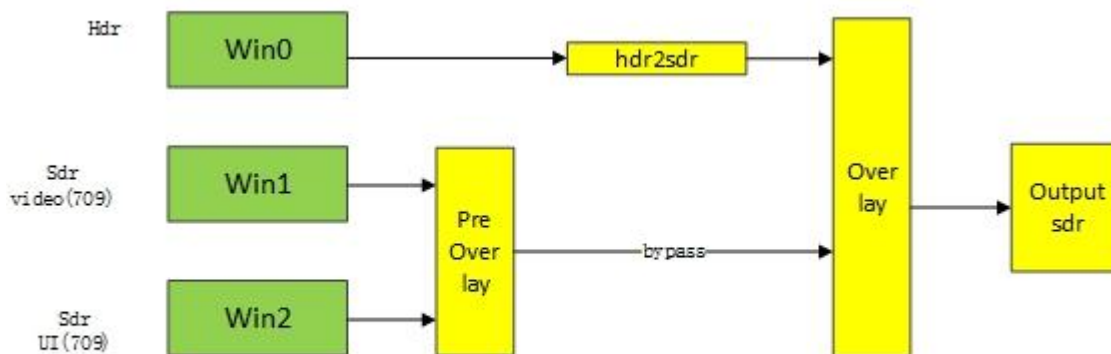
在支持HDR10的电视上播放HDR10的视频，将解码器得到metadata信息通过hdmi发送到电视



# HDR Display方案

## · HDR2SDR

在SDR电视上播放HDR10视频，VOP做HDR2SDR，不需要提供 metadata;

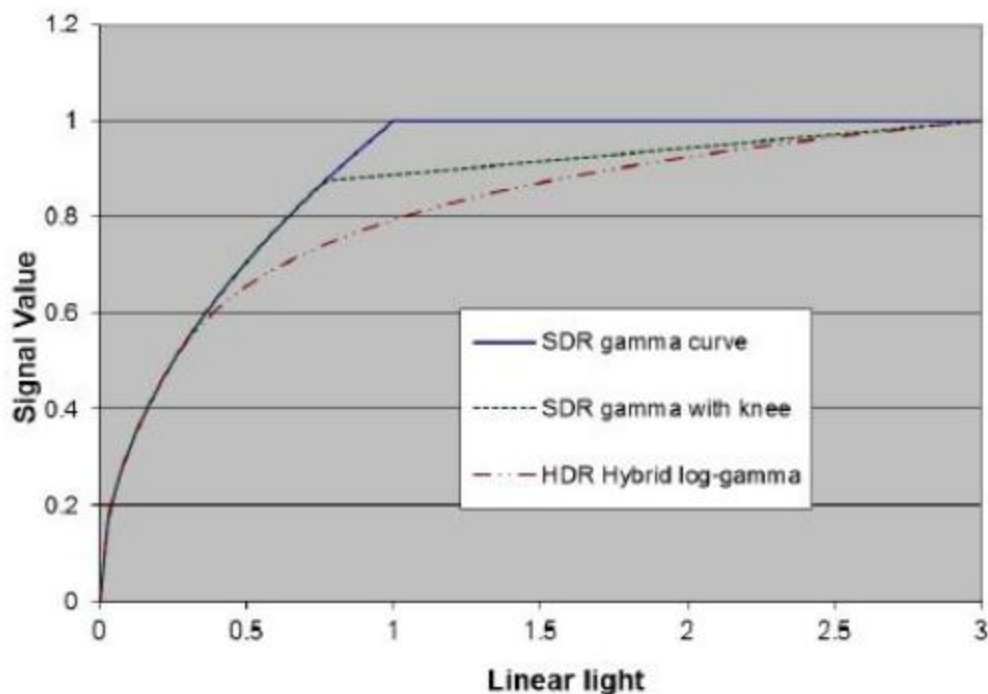


# HDR Display方案

## · HLG支持

由于HLG的OETF曲线和SDR的BT.1886接近，所以在播放HLG视频时：

- 电视支持HLG： HLG视频bypass；
- 电视支持HDR10： 将HLG视频通过SDR2HDR转成HDR10视频；
- 电视不支持HDR： 将HLG视频按SDR视频处理；



# others

- local tone mapping and global tone mapping
- 点控光技术;

# 显示接口

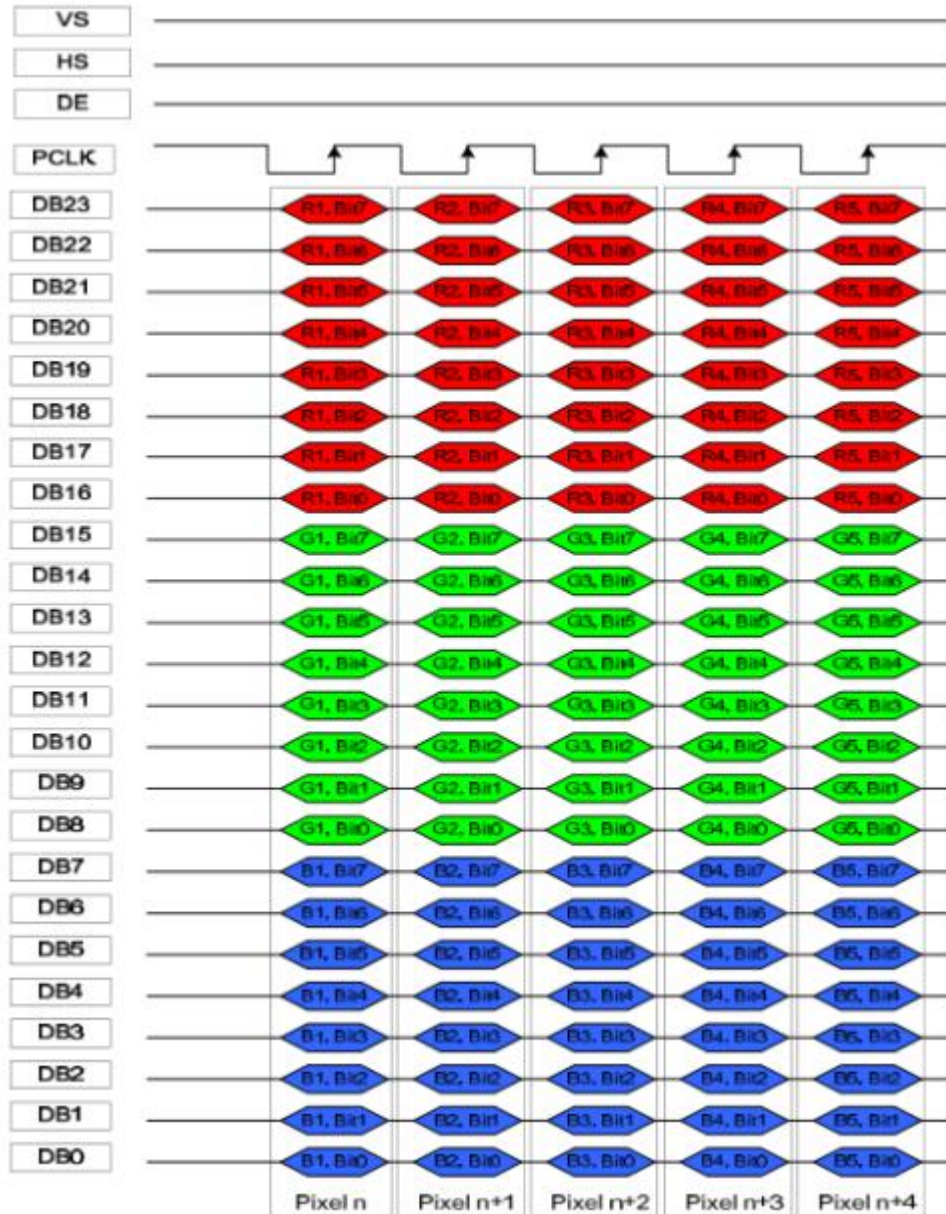
- RGB
- MCU
- LVDS
- MIPI DSI
- eDP/DP
- HDMI
- CVBS/AV
- VGA
- DVI
- 分量视频接口
- S-video

# RGB

- pRGB: 常见的接口类型有RGB888/RGB666/RGB565, 一个dclk cycle从一个pixel。
- sRGB: 常见的接口类型有sRGB 3\*8bit/sRGB 3\*8bit+dummy  
sRGB 3\*8bit: 3个DCLK cycle发送一个pixel  
sRGB 3\*8bit+dummy: 4个dclk cycle发送一个pixel。

接口类型	数据线	控制信号线
RGB888	R[7, 0], G[7, 0], B[7, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN
<b>RGB666</b>	R[5, 0], G[5, 0], B[5, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN
RGB565	R[4, 0], G[5, 0], B[4, 0]	DCLK/HSYNC/VSYNC/DEN

# RGB



# MCU

- 主要分：i8080和m6800两种标准
- 数据线的接口类型和RGB模式一致,有8bit/16bit/18bit/24bit。
- 控制信号从dclk/hsync/vsync/den变成了dclk/cs/wr
- mcu屏上有一个RAM缓存

## MCU LCD interface timing (i8080)

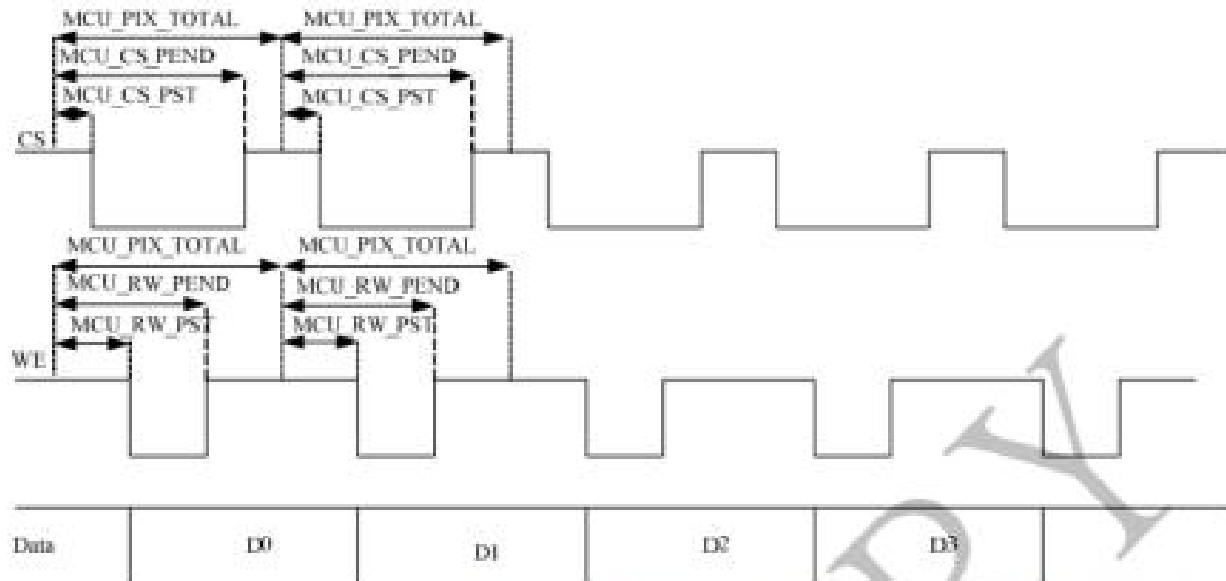


Fig. 9-19 RK281x LCDC MCU LCD interface-output timing

# LVDS

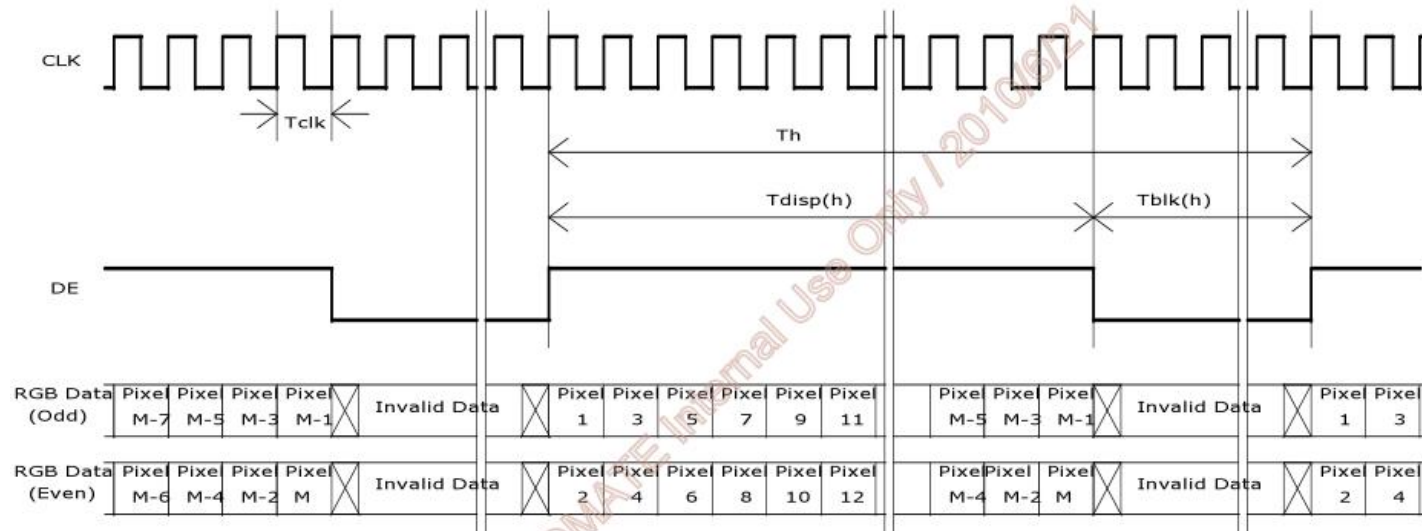
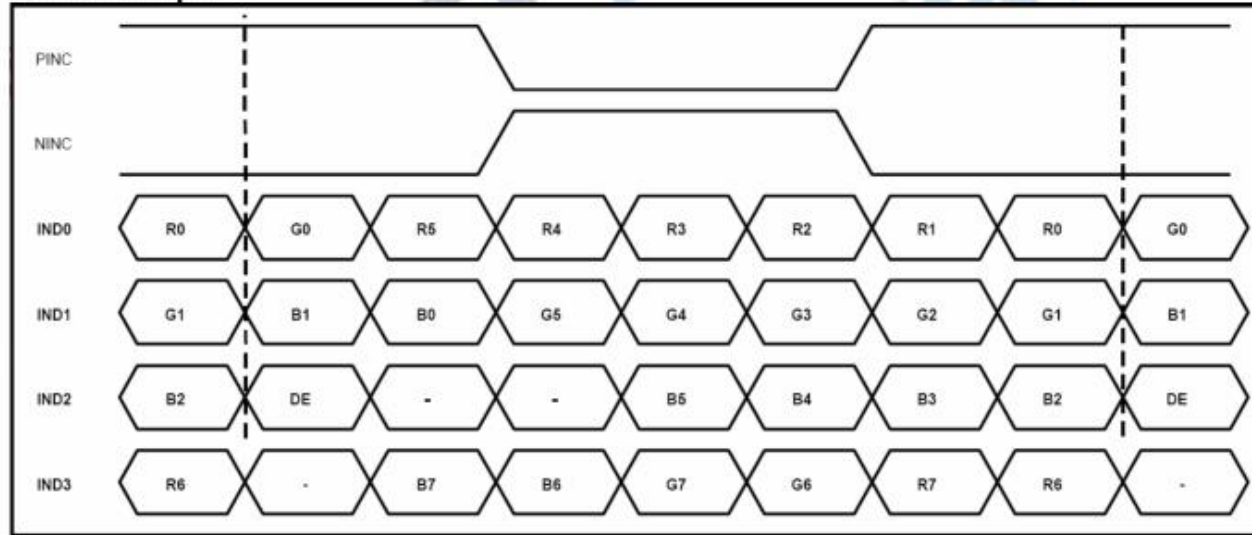
- 1994年由美国国家半导体公司提出的一种信号传输模式，是一种电平标准；
- 根据数据映射标准分为vesa标准和jeida标准；
- 根据数据格式又分为18bit/24bit/30bit三种。
- 根据通道数分为单通道LVDS和双通道LVDS；
- 根据信号标准分为LVDS和subLVDS， subLVDS是LVDS发展，可以工作在更低的电压下，功耗更低；

Parameter	LVDS	subLVDS
<u>Vcmlo</u>	1.0v	0.8v
<u>Vcm</u>	1.2v	0.9v
<u>Vcmhi</u>	1.4v	1.0v



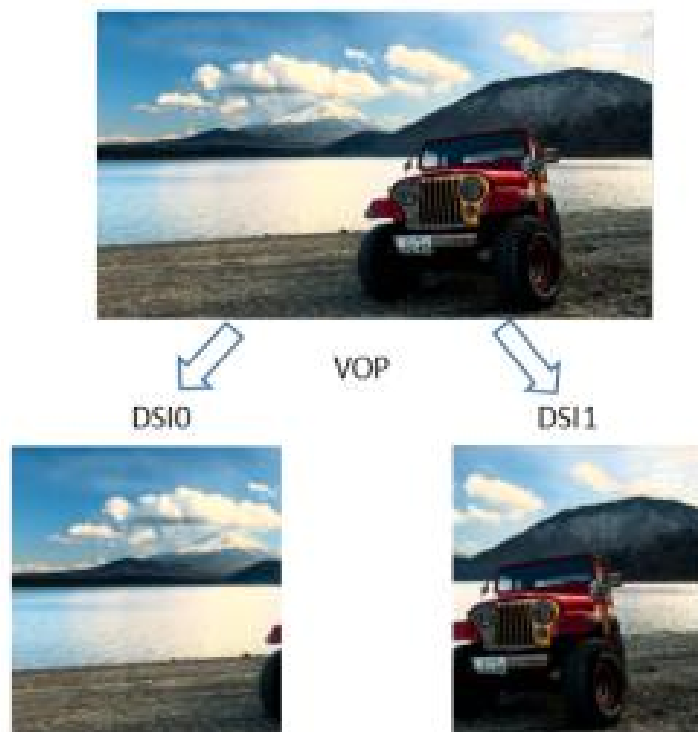
# LVDS

8bit LVDS input



# MIPI DSI

- MIPI DSI是MIPI联盟下的串行显示接口;
- 有4个数据lane和一个时钟lane，根据不同的分辨率可以选1/2/3/4lane模式;
- 双通道MIPI屏
- video mode 和cmd mode



# eDP/DP

- eDP是基于DP协议基础上的扩展
- Rk3399 上eDP的带宽为5.4Gbps/lane，所以4lane可以最大支持 $5.4*4=20.16\text{Gbps}$ ，可以支持最大 $3840*2160@60\text{fps}$ 输出；
- 最新的DP1.4标准单通道带宽可以达到8.1Gbps/lane,4通道带宽达到了32.4Gbps，理论上可以支持 $4\text{k}@120\text{hz}$ 或者 $8\text{k}@60\text{hz}$ 输出。



# HDMI

- 2002年12月发布了HDMI 1.0版本，在接下来的几年陆续发布HDMI 1.1, 1.2, 1.3, 1.4(4k@30hz, 带宽10.2Gbps), 2.0(4k@60hz,HDR,BT2020, 带宽18Gbps), 2.1(8k@60hz, 动态HDR, 带宽48Gbps)。

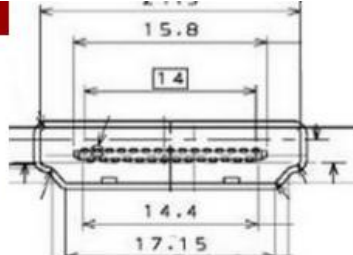


**TYPE A插座**

19针，宽度为13.9毫米、厚度为4.45毫米



**TYPE A插头**



**TYPE B插座**

有29针，



**TYPE B插头**



**TYPE C插座**

19pin 10.42x2.4



**TYPE C插头**



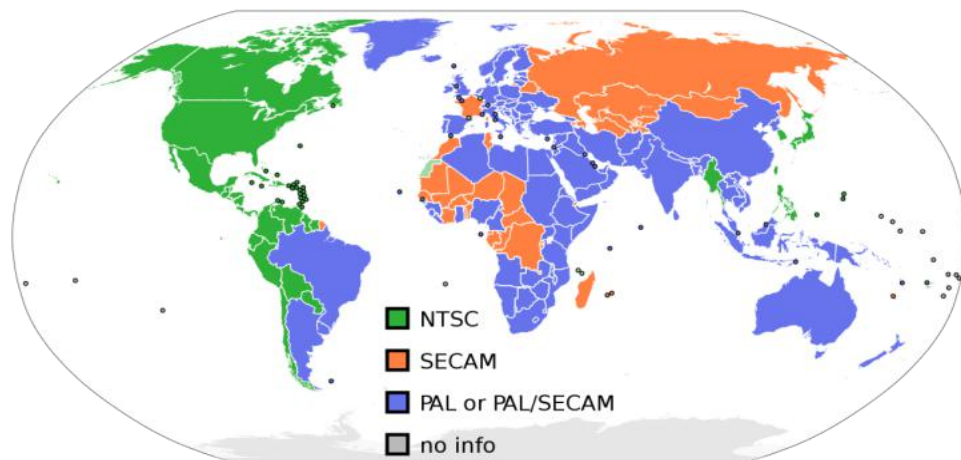
19pin 2.8 mm x 6.4 mm

# HDMI



# CVBS/AV

- 中文名叫做复合视频广播信号，对应CVBS信号的接口又叫CVBS接口，也叫AV接口或者video接口；
- 复合视频信号主要有NTSC、PAL、SECAM三种制式，对应的分辨率分别为720x480i、720x576i、720x576i。下图是三种制式在全球使用的分布图：



# VGA

- IBM在1987年推出的一种视频传输标准，在彩色显示器领域得到了广泛的应用
- VGA接口使用15针D型连接器



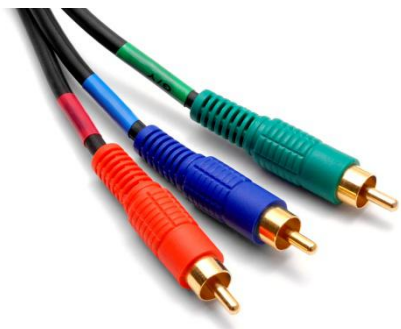
# DVI

- 最早使用TMDS信号技术来传输数字信号;
- 只能传输纯视频信号无法传输音频信号(可以使用预留的接口传输音频x信号但没有明确标准, 每家实现都不一样, 所以最后更多的人选择HDMI接口)



# 分量视频信号

- 采用三根同轴电缆传输线，每个基色信号可以用RGB表示，也可以用亮度-色差表示，如YPbPr(逐行)， YCbCr(隔行)。



# S-video

- S-Video信号使用独立的两条信号电缆线，一条用于亮度信号，另一条用于色差信号。



针脚名称定义说明

针脚	名称	定义说明
1	GND	Y亮度地
2	GND	C色信号地
3	Y	亮度信号
4	C	色信号



# Q&A

❖ Thanks