



HDMI Transmitter Over Lvds

上海安路信息科技股份有限公司

APUG058 (v1.0) 2022 年 8 月

Confidential



目 录

目 录	I
1 概述	2
2 功能描述	2
2.1 设计框架	2
2.2 HDMI Transmitter 时钟架构	3
2.3 接口说明	4
2.3.1 HDMI Transmitter 参数说明	4
2.3.2 HDMI Transmitter 接口信号说明	10
2.3.3 EDID 读数据接口时序	11
2.3.4 视频接口时序	12
2.3.5 音频接口时序	14
3 资源消耗	14
4 工程文件信息	14
5 参考文档	16
6 版本信息	17
免责声明	17

1 概述

HDMI (High Definition Multimedia Interface) 是一种全数字化影像和声音发送接口，可以发送未压缩的音频及视频信号。HDMI 可用于机顶盒、DVD 播放机、个人电脑、投影仪与电视等设备，HDMI 发送音频和视频信号采用同一条线材，大大简化系统线路的安装难度。

本文档描述了安路科技基于 LVDS 的 HDMI Transmitter 设计，实现音频和视频数据传输。安路科技为旗下 EG4 系列和 PH1 系列 FPGA 器件提供 HDMI Transmitter 源码。

本 HDMI Transmitter 设计支持的功能如下：

- 最高支持 1080p60 显示分辨率。
- 支持两路音频输入。
- 支持 RGB444 和 YUV444。
- 支持内部视频测试源。
- 支持 EDID 读取。

2 功能描述

2.1 设计框架

HDMI Transmitter 设计框架如图 2-1 所示。

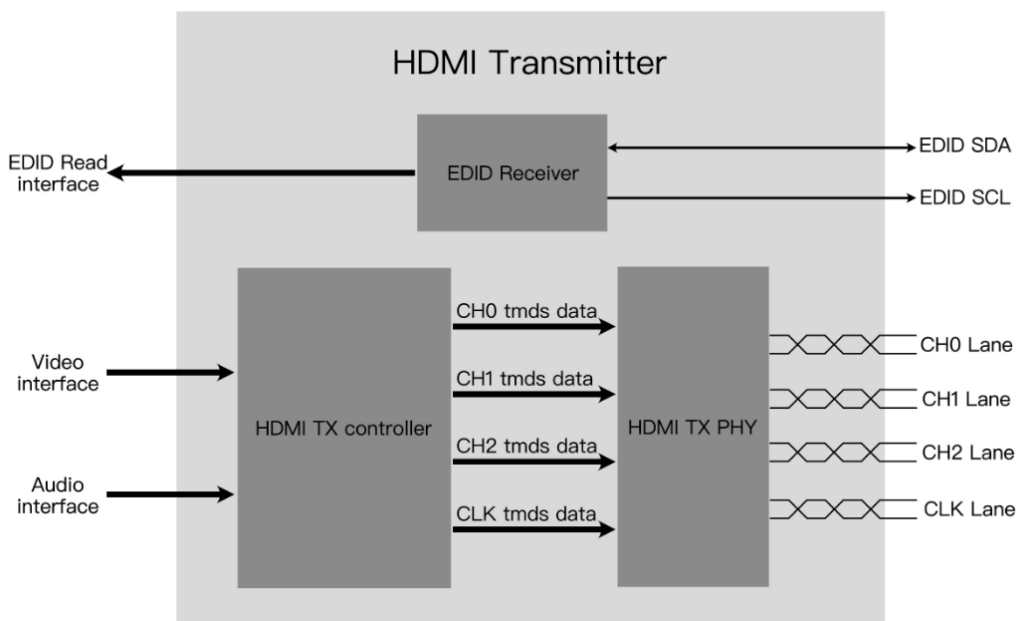


图 2-1 HDMI Transmitter 设计框架

HDMI Transmitter 设计包含以下三部分：

HDMI_TX_controller: HDMI 的协议层，用于将音频数据、视频数据以及配置数据打包编码，输出 TMDS 编码数据。

HDMI_TX_PHY: HDMI 的物理层，用于将协议层传输的 TMDS 编码数据转换为串行数据并发送出去。

EDID_Receiver: 读取 HDMI 接收端的 EDID 数据。

2.2 HDMI Transmitter 时钟架构

在使用 HDMI Transmitter 时，时钟的配置至关重要，用户逻辑和 HDMI Transmitter 的结构如图 2-2 所示。

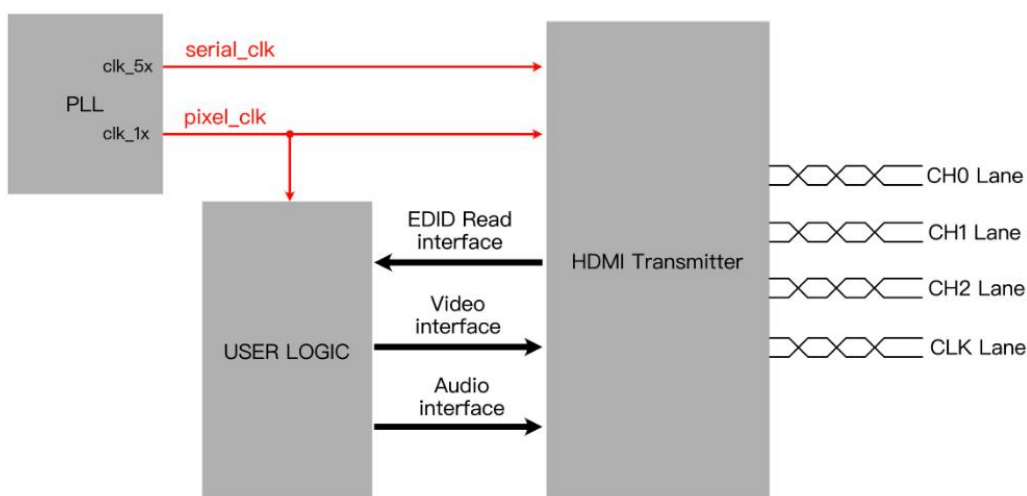


图 2-2 HDMI Transmitter 时钟架构

HDMI Transmitter 工作需要两个时钟，像素时钟 pixel_clk 和串行发送时钟 serial_clk。两个时钟都是通过 PLL 生成，其中 serial_clk 的频率是 pixel_clk 频率的五倍。HDMI Transmitter 的三个接口 EDID_Read_interface、Video_interface 和 Audio_interface 都是工作在 pixel_clk 时钟域下，因此用户逻辑需要使用 pixel_clk 来生成音视频数据。

HDMI Transmitter 的 pixel_clk 频率和 serial_clk 频率需要根据显示分辨率进行计算。以 1080p60 的分辨率为例，有效分辨率为 1920x1080，在计算频率的时候需要加上消隐区，图像总的长宽为 2200x1125，每秒 60 帧，因此像素时钟的频率为：

$$F_{pixel} = H_{total} \times V_{total} \times FrameRate$$

$$F_{pixel} = 2200 \times 1125 \times 60 = 148500000Hz = 148.5MHz$$

串行发送时钟 serial_clk 频率为像素时钟频率的五倍，因此串行发送时钟频率为：

$$F_{serial} = 5 \times F_{pixel} = 5 \times 148.5MHz = 742.5MHz$$



2.3 接口说明

2.3.1 HDMI Transmitter 参数说明

HDMI Transmitter 的参数说明如表 2-1 所示。

表 2-1 HDMI Transmitter 参数

参数	可选值	默认值	说明
HTOTAL	–	2200	一行总长度，包括行消隐和行有效，单位为时钟个数
HSA	–	44	行同步脉冲宽度，单位为时钟个数
HFP	–	88	行显示前沿，单位为时钟个数
HBP	–	148	行显示后沿，单位为时钟个数
HACTIVE	–	1920	一行有效显示长度，单位为时钟个数
VTOTAL	–	1125	总列数，包括场消隐和场有效部分，单位为图像行数
VSA	–	5	场同步脉冲宽度，单位为图像行数
VFP	–	4	场显示前沿，单位为图像行数
VBP	–	36	场显示后沿，单位为图像行数
VACTIVE	–	1080	有效列数，单位为图像行数
VIDEO_VIC	–	16	视频识别码
VIDEO_TPG	“Enable” “Disable”	“Enable”	测试视频源使能： “Enable”：使能测试视频源，外部视频输入无效 “Disable”：禁用测试视频源
VIDEO_FORMAT	“RGB444” “YUV444”	“RGB444”	视频格式： “RGB444”：外部输入视频格式为 RGB “YUV444”：外部输入视频格式为 YUV
AUDIO_CTS	–	148500	音频时钟参数“CTS”
AUDIO_N	–	6144	音频时钟参数“N”
AUDIO_SAMPLE_RATE	“32K” “44.1K” “48K” “88.2K” “96K” “176.4K” “192K”	“48K”	音频采样率
IIC_SCL_DIV	1–65535	125	EDID IIC 时钟分频系数

视频分辨率参数

HTOTAL、HSA、HFP、HBP、HACTIVE、VTOTAL、VSA、VFP、VBP、VACTIVE 用于配置 HDMI 显示的分辨率，视频时序如图 2-3 所示。

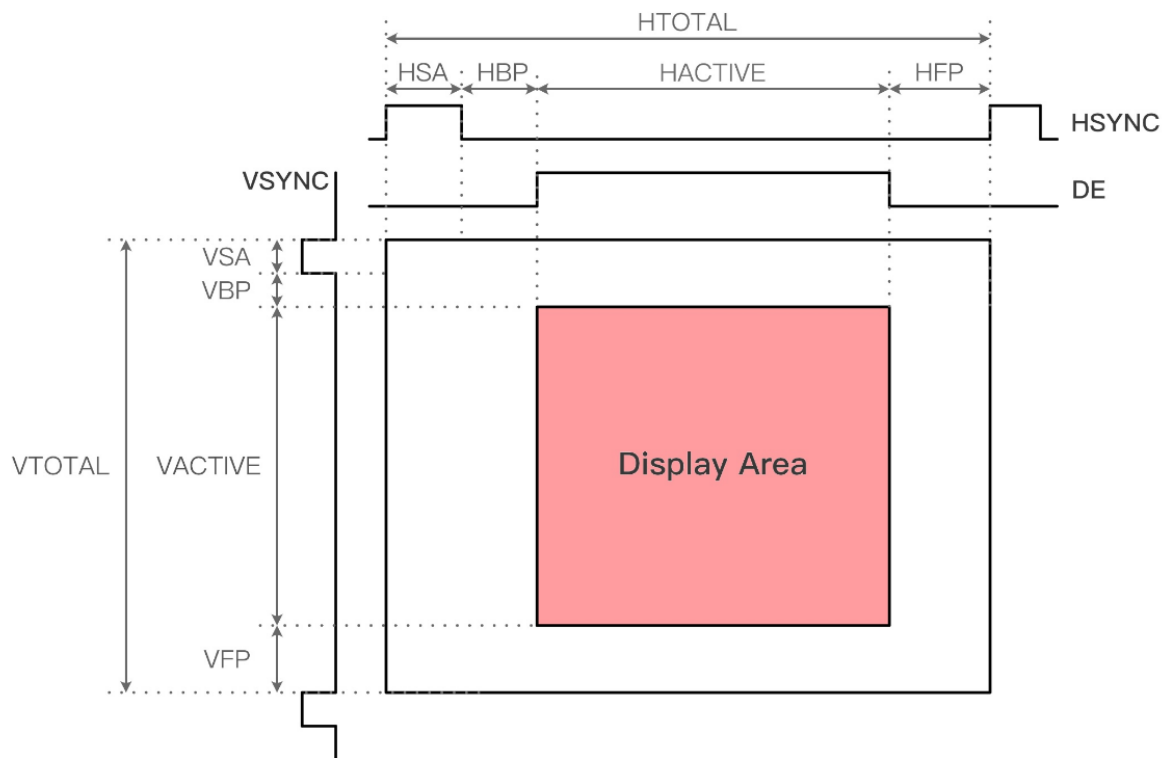


图 2-3 视频输出时序

VIDEO_VIC 参数

VIDEO_VIC 参数用于设定 HDMI 辅助视频信息包中的 VIC 参数，VIC 是视频的识别码，不同的视频格式具有唯一的识别码，视频格式对应的 VIC 如表 2-2 所示。

表 2-2 视频识别码 VIC

VIC	视频格式	帧率	VIC	视频格式	帧率
1	640x480p	59.94Hz/60Hz	15	1440x480p	59.94Hz/60Hz
2	720x480p	59.94Hz/60Hz	16	1920x1080p	59.94Hz/60Hz
3	720x480p	59.94Hz/60Hz	17	720x576p	50Hz
4	1280x720p	59.94Hz/60Hz	18	720x576p	50Hz
5	1920x1080i	59.94Hz/60Hz	19	1280x720p	50Hz
6	720 (1440) x480 i	59.94Hz/60Hz	20	1920x1080 i	50Hz
7	720 (1440) x480 i	59.94Hz/60Hz	21	720 (1440) x576 i	50Hz
8	720 (1440) x240p	59.94Hz/60Hz	22	720 (1440) x576 i	50Hz
9	720 (1440) x240p	59.94Hz/60Hz	23	720 (1440) x288p	50Hz
10	2880x480 i	59.94Hz/60Hz	24	720 (1440) x288p	50Hz
11	2880x480 i	59.94Hz/60Hz	25	2880x576 i	50Hz
12	2880x240p	59.94Hz/60Hz	26	2880x576 i	50Hz
13	2880x240p	59.94Hz/60Hz	27	2880x288p	50Hz
14	1440x480p	59.94Hz/60Hz	28	2880x288p	50Hz



VIC	视频格式	帧率
29	1440x576p	50Hz
30	1440x576p	50Hz
31	1920x1080p	50Hz
32	1920x1080p	23. 98Hz/24Hz
33	1920x1080p	25Hz
34	1920x1080p	29. 97Hz/30Hz
35	2880x480p	59. 94Hz/60Hz
36	2880x480p	59. 94Hz/60Hz
37	2880x576p	50Hz
38	2880x576p	50Hz
39	1920x1080i (1250 total)	50Hz
40	1920x1080i	100Hz
41	1280x720p	100Hz
42	720x576p	100Hz
43	720x576p	100Hz
44	720 (1440) x576 i	100Hz
45	720 (1440) x576 i	100Hz
46	1920x1080i	119. 88/120Hz
47	1280x720p	119. 88/120Hz
48	720x480p	119. 88/120Hz
49	720x480p	119. 88/120Hz
50	720 (1440) x480 i	119. 88/120Hz
51	720 (1440) x480 i	119. 88/120Hz
52	720x576p	200Hz
53	720x576p	200Hz
54	720 (1440) x576 i	200Hz
55	720 (1440) x576 i	200Hz
56	720x480p	239. 76/240Hz
57	720x480p	239. 76/240Hz
58	720 (1440) x480 i	239. 76/240Hz
59	720 (1440) x480 i	239. 76/240Hz
60	1280x720p	23. 98Hz/24Hz
61	1280x720p	25Hz
62	1280x720p	29. 97Hz/30Hz
63	1920x1080p	119. 88/120Hz
64	1920x1080p	100Hz
65	1280x720p	23. 98Hz/24Hz
66	1280x720p	25Hz
67	1280x720p	29. 97Hz/30Hz
68	1280x720p	50Hz

VIC	视频格式	帧率
69	1280x720p	59. 94Hz/60Hz
70	1280x720p	100Hz
71	1280x720p	119. 88/120Hz
72	1920x1080p	23. 98Hz/24Hz
73	1920x1080p	25Hz
74	1920x1080p	29. 97Hz/30Hz
75	1920x1080p	50Hz
76	1920x1080p	59. 94Hz/60Hz
77	1920x1080p	100Hz
78	1920x1080p	119. 88/120Hz
79	1680x720p	23. 98Hz/24Hz
80	1680x720p	25Hz
81	1680x720p	29. 97Hz/30Hz
82	1680x720p	50Hz
83	1680x720p	59. 94Hz/60Hz
84	1680x720p	100Hz
85	1680x720p	119. 88/120Hz
86	2560x1080p	23. 98Hz/24Hz
87	2560x1080p	25Hz
88	2560x1080p	29. 97Hz/30Hz
89	2560x1080p	50Hz
90	2560x1080p	59. 94Hz/60Hz
91	2560x1080p	100Hz
92	2560x1080p	119. 88/120Hz
93	3840x2160p	23. 98Hz/24Hz
94	3840x2160p	25Hz
95	3840x2160p	29. 97Hz/30Hz
96	3840x2160p	50Hz
97	3840x2160p	59. 94Hz/60Hz
98	4096x2160p	23. 98Hz/24Hz
99	4096x2160p	25Hz
100	4096x2160p	29. 97Hz/30Hz
101	4096x2160p	50Hz
102	4096x2160p	59. 94Hz/60Hz
103	3840x2160p	23. 98Hz/24Hz
104	3840x2160p	25Hz
105	3840x2160p	29. 97Hz/30Hz
106	3840x2160p	50Hz
107	3840x2160p	59. 94Hz/60Hz
108	1280x720p	47. 95Hz/48Hz
109	1280x720p	47. 95Hz/48Hz



VIC	视频格式	帧率	VIC	视频格式	帧率
110	1680x720p	47.95Hz/48Hz	120	3840x2160p	119.88/120Hz
111	1920x1080p	47.95Hz/48Hz	121	5120x2160p	23.98Hz/24Hz
112	1920x1080p	47.95Hz/48Hz	122	5120x2160p	25Hz
113	2560x1080p	47.95Hz/48Hz	123	5120x2160p	29.97Hz/30Hz
114	3840x2160p	47.95Hz/48Hz	124	5120x2160p	47.95Hz/48Hz
115	4096x2160p	47.95Hz/48Hz	125	5120x2160p	50Hz
116	3840x2160p	47.95Hz/48Hz	126	5120x2160p	59.94Hz/60Hz
117	3840x2160p	100Hz	127	5120x2160p	100Hz
118	3840x2160p	119.88/120Hz	0	无效VIC	-
119	3840x2160p	100Hz			

VIDEO_TPG 参数

HDMI Transmitter 内置了测试视频源，当 VIDEO_TPG 参数设定为” Enable” 时，内置的测试视频源会按照图 2-4 所示的显示顺序播放测试画面，此时外部输入的视频源无效。当 VIDEO_TPG 参数设定为” Disable” 时，关闭测试视频源，外部输入视频有效。

需要注意的是内部测试视频源只支持 RGB444，为了显示正常，VIDEO_TPG 参数设定为” Enable” 时，VIDEO_FORMAT 参数需要设为” RGB444” 才能显示正常，否则显示的颜色会有异常。

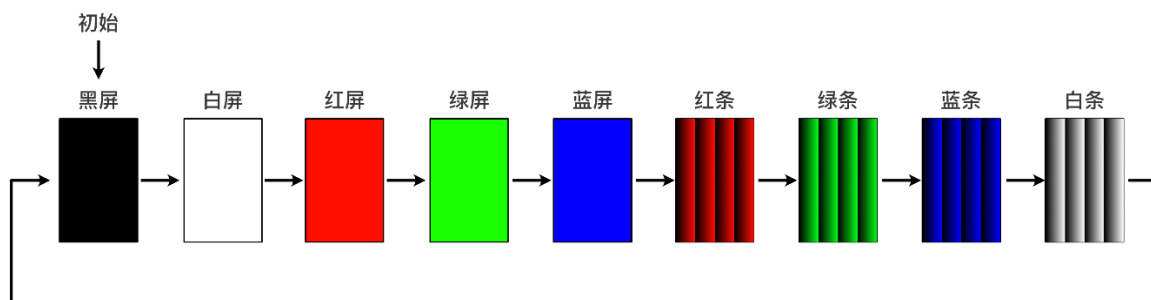


图 2-4 测试视频画面

VIDEO_FORMAT 参数

VIDEO_FORMAT 用来告知 HDMI 接收端图像数据的颜色空间，当外部输入的视频颜色空间为 RGB 时，VIDEO_FORMAT 需要设定为” RGB444” ，当外部输入的视频颜色空间为 YUV 时，VIDEO_FORMAT 需要设定为” YUV444” ，目前 RGB444 和 YUV444 仅支持 8Bit。

AUDIO_CTS、AUDIO_N 参数

AUDIO_CTS 和 AUDIO_N 参数用于设定音频时钟生成包中的 CTS 和 N 的值，音频时钟生成和恢复如图 2-5 所示。

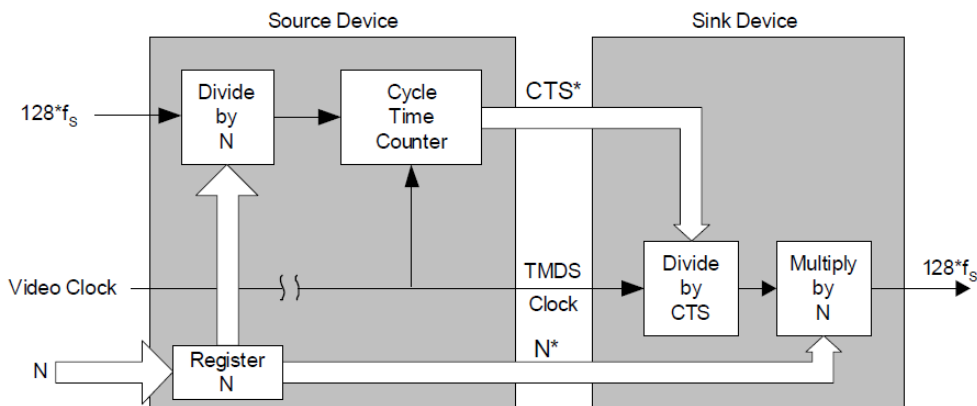


图 2-5 音频时钟生成和恢复

CTS 和 N 的关系如下, 其中 f_s 是音频采样率, f_{TMDs_clk} 是 HDMI 的时钟线的频率, 也是像素时钟频率, 确定了像素时钟频率和采样率之后就可以根据下面的公式计算 CTS 和 N 的值。

$$128f_s = f_{TMDs_clk} \cdot N / CTS$$

对于不同像素时钟频率和音频采样率, 推荐的 CTS 和 N 的值见表 2-3 所示。

表 2-3 CTS 和 N 推荐值

音频采样率	像素时钟频率 (MHz)	N	CTS
32K	25. 2	4096	25200
	27	4096	27000
	54	4096	54000
	74. 25	4096	74250
	148. 5	4096	148500
	297	3072	222750
	Other	4096	根据 N 计算得到
44. 1K	25. 2	6272	28000
	27	6272	30000
	54	6272	60000
	74. 25	6272	82500
	148. 5	6272	165000
	297	4704	247500
	Other	6272	根据 N 计算得到
48K	25. 2	6144	25200
	27	6144	27000
	54	6144	54000
	74. 25	6144	74250
	148. 5	6144	148500
	297	5120	24750



音频采样率	像素时钟频率 (MHz)	N	CTS
	Other	6144	根据 N 计算得到
88. 2K	25. 2	12544	28000
	27	12544	30000
	54	12544	60000
	74. 25	12544	82500
	148. 5	12544	165000
	297	9408	247500
	Other	12544	根据 N 计算得到
96K	25. 2	12288	25200
	27	12288	27000
	54	12288	54000
	74. 25	12288	74250
	148. 5	12288	148500
	297	10240	247500
	Other	12288	根据 N 计算得到
176. 4K	25. 2	25088	28000
	27	25088	30000
	54	25088	60000
	74. 25	25088	82500
	148. 5	25088	165000
	297	18816	247500
	Other	4096	根据 N 计算得到
192K	25. 2	24576	25200
	27	24576	27000
	54	24576	54000
	74. 25	24576	74250
	148. 5	24576	148500
	297	20480	247500
	Other	24576	根据 N 计算得到

AUDIO_SAMPLE_RATE 参数

AUDIO_SAMPLE_RATE 参数用来设定音频的采样率，可选项有“32K”、“44.1K”、“48K”、“88.1K”、“96K”、“176.4K”、“192K”，需要根据实际的音频采样率来设定。

IIC_SCL_DIV 参数

IIC_SCL_DIV 参数用来设定 EDID IIC 时钟的分频系数，EDID IIC 的时钟频率计算如下公式所示，其中 f_{pixel_clk} 为 HDMI 像素时钟频率， f_{iic_scl} 为 EDID IIC 时钟频率。如果 pixel_clk 频率为 150M，IIC_SCL_DIV 为 125，那么 IIC 时钟频率为 $150M / (2 * 125) = 600kHz$ 。

$$f_{iic_scl} = f_{pixe_clk} / (2 * IIC_SCL_DIV)$$

2.3.2 HDMI Transmitter 接口信号说明

HDMI Transmitter 模块引脚如图 2-6 所示。

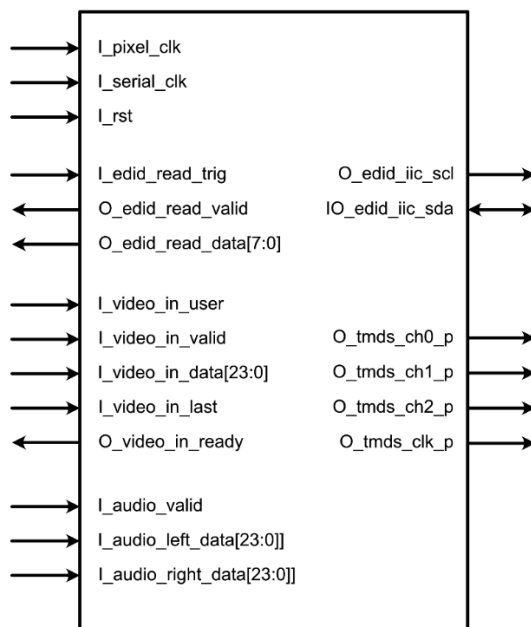


图 2-6 HDMI Transmitter 模块引脚图

HDMI Transmitter 的接口信号说明如表 2-4 所示。

表 2-4 HDMI Transmitter 接口信号

接口名称	信号名称	方向	时钟域	描述
clock and reset	l_pixel_clk	in	NA	像素时钟
	l_serial_clk	in	NA	串行发送时钟
	l_rst	in	NA	异步复位信号，高电平有效
EDID Read interface	l_edid_read_trig	in	l_pixel_clk	EDID 读触发信号
	O_edid_read_valid	out	l_pixel_clk	EDID 读有效信号
	O_edid_read_data[7:0]	out	l_pixel_clk	EDID 读数据
Video interface	l_video_in_user	in	l_pixel_clk	视频输入帧起始信号
	l_video_in_valid	in	l_pixel_clk	视频输入有效信号
	l_video_in_data[23:0]	in	l_pixel_clk	视频输入数据
	l_video_in_last	in	l_pixel_clk	视频输入行结束信号
	O_video_in_ready	out	l_pixel_clk	视频输入 ready 信号
Audio interface	l_audio_valid	in	l_pixel_clk	音频输入有效信号



接口名称	信号名称	方向	时钟域	描述
	I_audio_left_data[23:0]	in	I_pixel_clk	音频左声道数据
	I_audio_right_data[23:0]	in	I_pixel_clk	音频右声道数据
DDC interface	O_edid_iic_scl	out	I_pixel_clk	EDID IIC 时钟信号
	I0_edid_iic_sda	inout	I_pixel_clk	EDID IIC 数据信号
TMDS interface	O_tmds_ch0_p	out	NA	HDMI 数据通道 0
	O_tmds_ch1_p	out	NA	HDMI 数据通道 1
	O_tmds_ch2_p	out	NA	HDMI 数据通道 2
	O_tmds_clk_p	out	NA	HDMI 时钟通道

2.3.3 EDID 读数据接口时序

EDID 读数据接口时序如图 2-7 所示，I_edid_read_trig 信号是一个单时钟周期的脉冲信号，当 I_edid_read_trig 信号为高时会触发一次 EDID 读操作，输出 128 字节的 EDID 数据，EDID 数据在 O_edid_read_valid 信号为高期间有效。

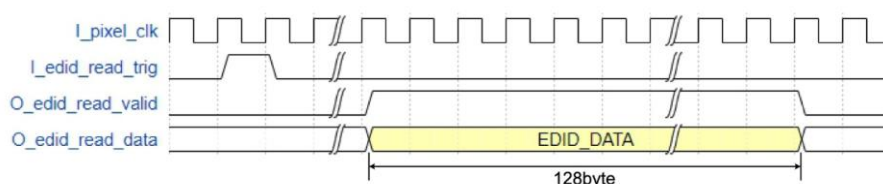


图 2-7 EDID 读数据接口时序

EDID 的数据结构如图 2-8 所示。



Address	Bytes	Description	Format
00h	8	Header: = (00 FF FF FF FF FF FF 00)h	
08h	10	Vendor & Product Identification:	
08h	2	ID Manufacturer Name	ISA 3-character ID Code
0Ah	2	ID Product Code	Vendor assigned code
0Ch	4	ID Serial Number	32-bit serial number
10h	1	Week of Manufacture	Week number or Model Year Flag
11h	1	Year of Manufacture or Model Year	Manufacture Year or Model Year
12h	2	EDID Structure Version & Revision:	
12h	1	Version Number: = 01h	Binary
13h	1	Revision Number: = 04h	Binary
14h	5	Basic Display Parameters & Features:	
14h	1	Video Input Definition	
15h	1	Horizontal Screen Size or Aspect Ratio	Listed in cm. → Aspect Ratio --- Landscape
16h	1	Vertical Screen Size or Aspect Ratio	Listed in cm. → Aspect Ratio --- Portrait
17h	1	Display Transfer Characteristic (Gamma)	Binary --- Factory Default Value
18h	1	Feature Support	
19h	10	Color Characteristics:	
19h	1	Red/Green: Low Order Bits	Rx1 Rx0 Ry1 Ry0 Gx1 Gx0 Gy1 Gy0
1Ah	1	Blue/White: Low Order Bits	Bx1 Bx0 By1 By0 Wx1 Wx0 Wy1 Wy0
1Bh	1	Red-x: High Order Bits	Red-x Bits 9 → 2
1Ch	1	Red-y: High Order Bits	Red-y Bits 9 → 2
1Dh	1	Green-x: High Order Bits	Green-x Bits 9 → 2
1Eh	1	Green-y: High Order Bits	Green-y Bits 9 → 2
1Fh	1	Blue-x: High Order Bits	Blue-x Bits 9 → 2
20h	1	Blue-y: High Order Bits	Blue-y Bits 9 → 2
21h	1	White-x: High Order Bits	White-x Bits 9 → 2
22h	1	White-y: High Order Bits	White-y Bits 9 → 2
23h	3	Established Timings	
23h	1	Established Timings I	
24h	1	Established Timings II	
25h	1	Manufacturer's Reserved Timings	
26h	16	Standard Timings: Identification 1 → 8	
36h	72	18 Byte Data Blocks	
36h	18	Preferred Timing Mode	
48h	18	Detailed Timing # 2 or Display Descriptor	
5Ah	18	Detailed Timing # 3 or Display Descriptor	
6Ch	18	Detailed Timing # 4 or Display Descriptor	
7Eh	1	Extension Block Count N If Block Maps are used then 00h ≤ N ≤ FEh and FFh is invalid. If Block Maps are not used then 00h ≤ N ≤ FFh.	Number of (optional) 128-byte EDID EXTENSION blocks to follow – if Block Maps are used then 254 is the maximum value of 'N'. If Block Maps are not used then 255 is the maximum value of 'N'.
7Fh	1	Checksum C 00h ≤ C ≤ FFh	The 1-byte sum of all 128 bytes in this EDID block shall equal zero

图 2-8 EDID 数据结构

2.3.4 视频接口时序

视频接口时序图如图 2-9 所示。

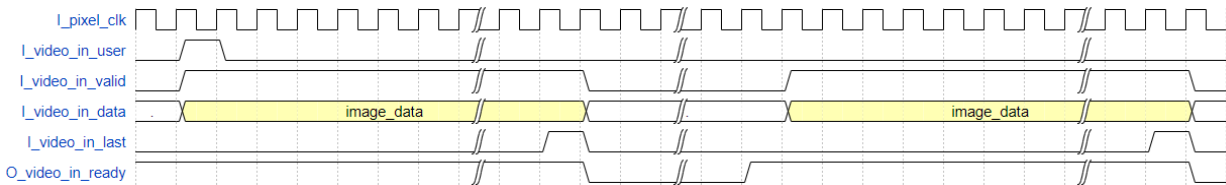


图 2-9 视频接口时序

l_video_in_user 信号是帧起始信号，为一个单时钟周期信号，在第一行第一个有效数据拉高。
l_video_in_valid 是数据有效信号，l_video_in_last 是行结束信号，在一行数据的结尾拉高。
O_video_in_ready 是接收端准备信号，为高表示可以写入数据，在 l_video_in_last 为高之后会拉低。

在 HDMI 协议中，视频和辅助数据在发送时需严格遵循时序要求，为了保证发送视频时序的稳定，HDMI Transmitter 内置了 video_source，生成不同分辨率的视频控制信号，控制视频数据和辅助数据先后映射到数据传输路径上，结构如图 2-10 所示。

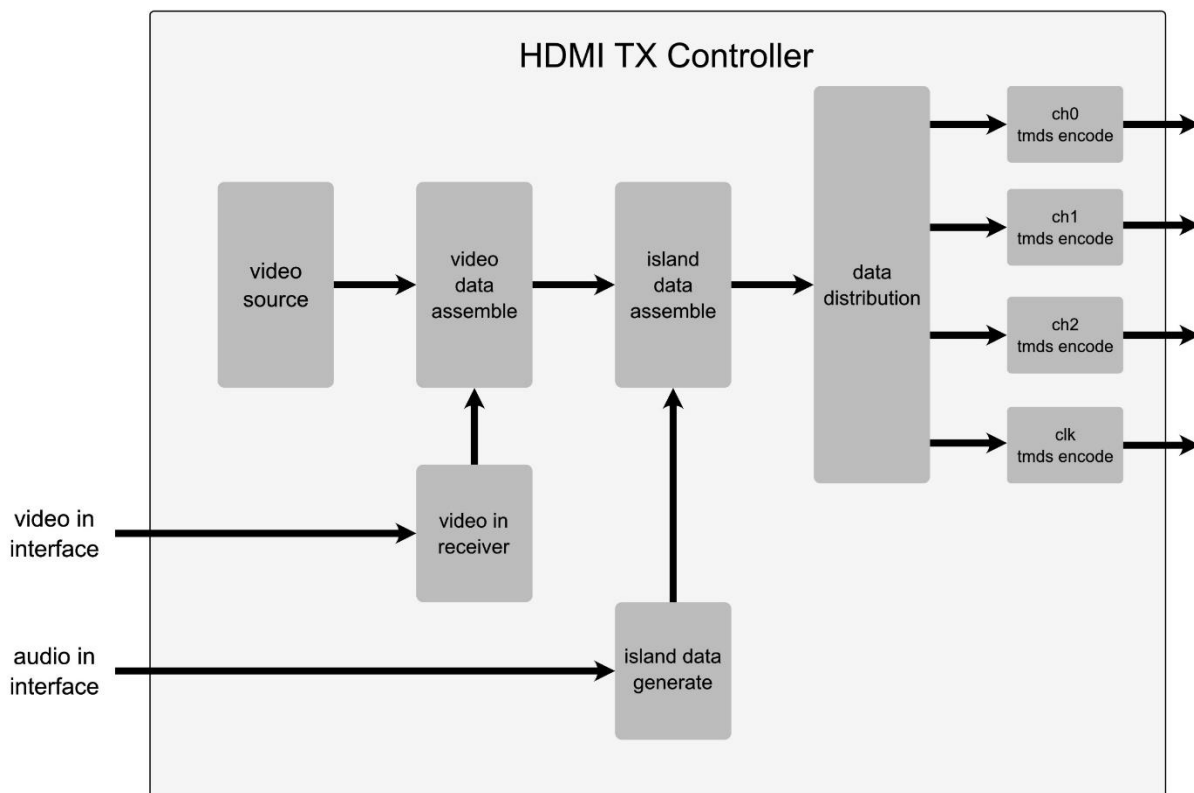


图 2-10 HDMI TX Controller 架构

由于视频数据的数据量大，无法将一帧数据全部缓存，因此在外部视频数据映射到 HDMI 数据路径时需要考虑相位问题，这个相位问题是 HDMI TX Controller 内部 video_source 生成的视频数据和外部输入视频数据之间的延时产生的。例如外部输入的视频数据超前或者滞后内部 video_source 生成的视频数据，那么在进行数据映射的时候就会造成数据错位。

为了解决相位问题，HDMI TX Controller 内部设计了一个相位匹配机制，HDMI TX Controller 开始工作时，video_source 生成帧起始信号时会暂停，一直等到外部视频输入的帧起始信号到来的时候继续工作，这样就可以对两路视频数据进行对准。

为了保证外部视频输入数据能够正确被映射到 HDMI 传输路径上，需要注意行长度 line_length、行间距 line_space 以及帧间距 frame_space 这三个参数，如图 2-11 所示，这三个参数和图像分辨率有关。

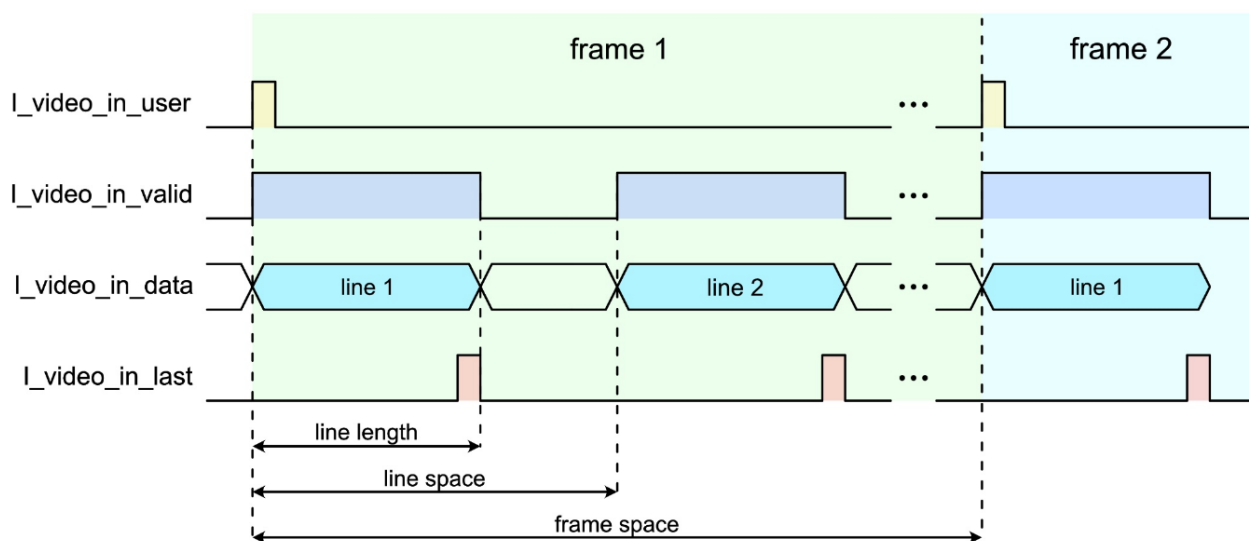


图 2-11 外部视频输入时序

图像一行总长度为 h_{total} ，一行实际长度为 h_{active} ，总的行数为 v_{total} ，实际行数为 v_{active} ，那么行长度 $line_length = h_{active}$ ，行间距 $line_space = h_{total}$ ，帧间距 $frame_space = v_{total}$ 。

24Bit 视频数据中像素分布如图 2-12 所示。

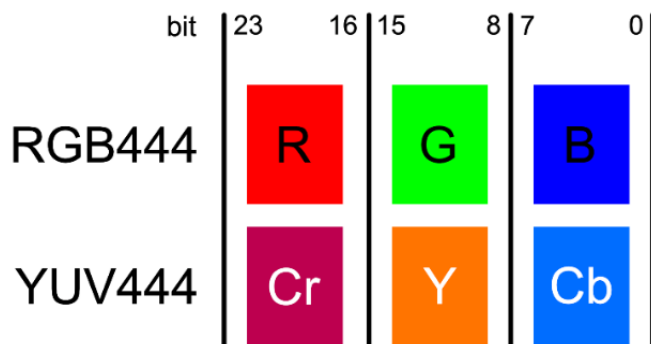


图 2-12 像素分布

2.3.5 音频接口时序

音频接口时序如图 2-13 所示。

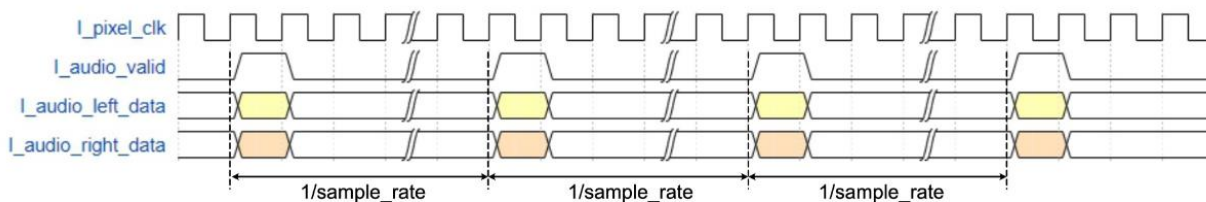




图 2-13 音频接口时序

音频输入数据的速率需要等于音频采样率，例如音频采样率 `sample_rate` 为 48K，那么输入音频数据的速率为 48KHz，间隔时间为 $1/\text{sample_rate}=20.83\mu\text{s}$ 。

3 资源消耗

HDMI Transmitter Over Lvs 资源消耗如表 3-1 所示。

表 3-1 HDMI Transmitter 资源消耗

器件	LUT6	REG	ERAM	GCLK
PH1A	723	1492	8	2
EG4	1414	1513	14	2

4 工程文件信息

本设计涉及的示例工程提供如下文件。

表 4-1 文件信息

参数	说明
Reference Design	Yes
RTL Language	Verilog
Test bench	N/A
Test bench Format	N/A
Simulation	N/A
C	N/A
IP Model	N/A
Project Platform	Yes
TD Soft Version	TD5. 6. 56362



5 参考文档

- [1] High-Definition Multimedia Interface Specification Version 1.4b
- [2] VESA Enhanced Extended Display Identification Data Standard 1.4
- [3] ANSI/CTA-861-H



6 版本信息

日期	版本	修订记录
2022/8/03	1.0	首次发布中文版

版权所有©2022 上海安路信息科技股份有限公司

未经本公司书面许可，任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

本文档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除安路科技在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，安路科技概不承担任何法律或非法律责任。安路科技对安路科技产品的销售和/或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。安路科技对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任，安路科技保留修改文档中任何内容的权利，恕不另行通知。安路科技不承诺对这些文档进行适时的更新。