

零死角玩转STM32



DCMI—OV2640摄像头

淘宝：firestm32.taobao.com

论坛：www.chuxue123.com



扫描进入淘宝店铺

主讲内容



01

OV2640摄像头简介

02

STM32的DCMI功能框图说明

03

DCMI的初始化结构体

04

实验：OV2640摄像头图像采集

参考资料《零死角玩转STM32》的
“DCMI—OV2640摄像头”章节

DCMI—OV2640摄像头



摄像头简介

在各类信息中，图像含有最丰富的信息，作为机器视觉领域的核心部件，摄像头被广泛地应用在安防、探险以及车牌检测等场合。摄像头按输出信号的类型来看可以分为数字摄像头和模拟摄像头，按照摄像头图像传感器材料构成来看可以分为CCD和CMOS。现在智能手机的摄像头绝大部分都是CMOS类型的数字摄像头。

DCMI—OV2640摄像头



数字摄像头跟模拟摄像头区别

- **输出信号类型**

数字摄像头输出信号为数字信号，模拟摄像头输出信号为标准的模拟信号。

- **接口类型**

数字摄像头有USB接口(比如常见的PC端免驱摄像头)、IEEE1394火线接口(由苹果公司领导的开发联盟开发的一种高速度传送接口，数据传输率高达800Mbps)、千兆网接口（网络摄像头）。模拟摄像头多采用AV视频端子（信号线+地线）或S-VIDEO（即莲花头--SUPER VIDEO，是一种五芯的接口，由两路视频亮度信号、两路视频色度信号和一路公共屏蔽地线共五条芯线组成）。

DCMI—OV2640摄像头



数字摄像头跟模拟摄像头区别

- 分辨率

模拟摄像头的感光器件，其像素指标一般维持在752(H)*582(V)左右的水平，像素数一般情况下维持在41万左右。现在的数字摄像头分辨率一般从数十万到数千万。但这并不能说明数字摄像头的成像分辨率就比模拟摄像头的高，原因在于模拟摄像头输出的是模拟视频信号，一般直接输入至电视或监视器，其感光器件的分辨率与电视信号的扫描数呈一定的换算关系，图像的显示介质已经确定，因此模拟摄像头的感光器件分辨率不是不能做高，而是依据于实际情况没必要做这么高。

DCMI—OV2640摄像头



CCD与CMOS的区别

摄像头的图像传感器CCD与CMOS传感器主要区别如下：

- **成像材料**

CCD与CMOS的名称跟它们成像使用的材料有关，CCD是“电荷耦合器件”(Charge Coupled Device)的简称，而CMOS是“互补金属氧化物半导体”(Complementary Metal Oxide Semiconductor)的简称。

- **功耗**

由于CCD的像素由MOS电容构成，读取电荷信号时需使用电压相当大(至少12V)的二相或三相或四相时序脉冲信号，才能有效地传输电荷。因此CCD的取像系统除了要有多个电源外，其外设电路也会消耗相当大的功率。有的CCD取像系统需消耗2~5W的功率。而CMOS光电传感器件只需使用一个单电源5V或3V，耗电量非常小，仅为CCD的1/8~1/10，有的CMOS取像系统只消耗20~50mW的功率。

DCMI—OV2640摄像头



CCD与CMOS的区别

摄像头的图像传感器CCD与CMOS传感器主要区别如下：

- **成像质量**

CCD传感器制作技术起步早，技术成熟，采用PN结或二氧化硅(SiO_2)隔离层隔离噪声，所以噪声低，成像质量好。与CCD相比，CMOS的主要缺点是噪声高及灵敏度低，不过现在随着CMOS电路消噪技术的不断发展，为生产高密度优质的CMOS传感器提供了良好的条件，现在的CMOS传感器已经占领了大部分的市场，主流的单反相机、智能手机都已普遍采用CMOS传感器。

DCMI—OV2640摄像头

OV2640摄像头

秉火OV2640是一款分辨率为200万的CMOS摄像头，它主要由镜头、图像传感器、板载电路及下方的信号引脚组成。

OV2640摄像头



摄像头内部电路



DCMI—OV2640摄像头



OV2640摄像头

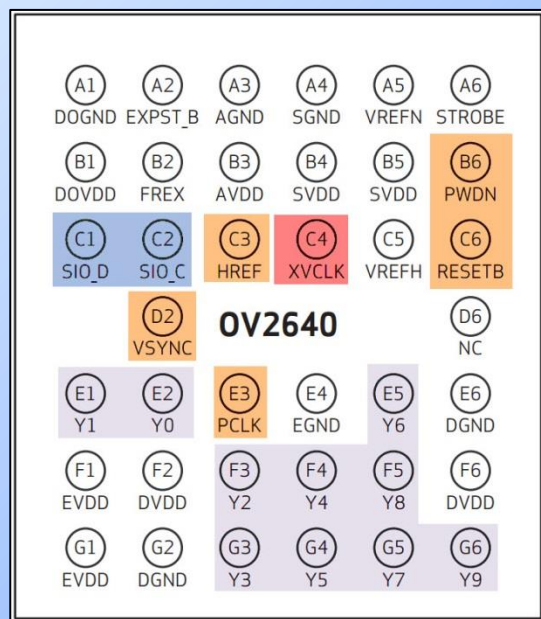
- 镜头部件包含一个镜头座和一个可旋转调节距离的凸透镜，通过旋转可以调节焦距，正常使用时，镜头座覆盖在电路板上遮光，光线只能经过镜头传输到正中央的图像传感器，它采集光线信号，然后把采集得的数据通过下方的信号引脚输出数据到外部器件。
- 图像传感器是摄像头的核心部件，该摄像头中的图像传感器是一款型号为OV2640的CMOS类型数字图像传感器。该传感器支持输出最大为**200万像素**的图像 (1600x1200分辨率)，支持使用VGA时序输出图像数据，输出图像的数据格式**支持YUV(422/420)、YCbCr422、RGB565以及JPEG格式**，若直接输出JPEG格式的图像时可大大减少数据量，方便网络传输。它还可以对采集得的图像进行补偿，支持伽玛曲线、白平衡、饱和度、色度等基础处理。根据不同的分辨率配置，传感器输出图像数据的帧率从**15-60帧**可调，工作时功率在125mW-140mW之间。

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图

OV2640传感器采用BGA封装，它的前端是采光窗口，引脚都在背面引出，引脚的分布如下：

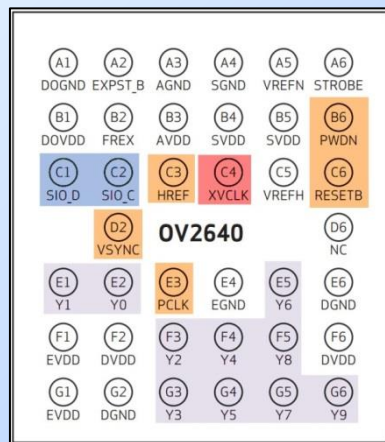


图中的非彩色部分是电源相关的引脚，彩色部分是主要的信号引脚。

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图

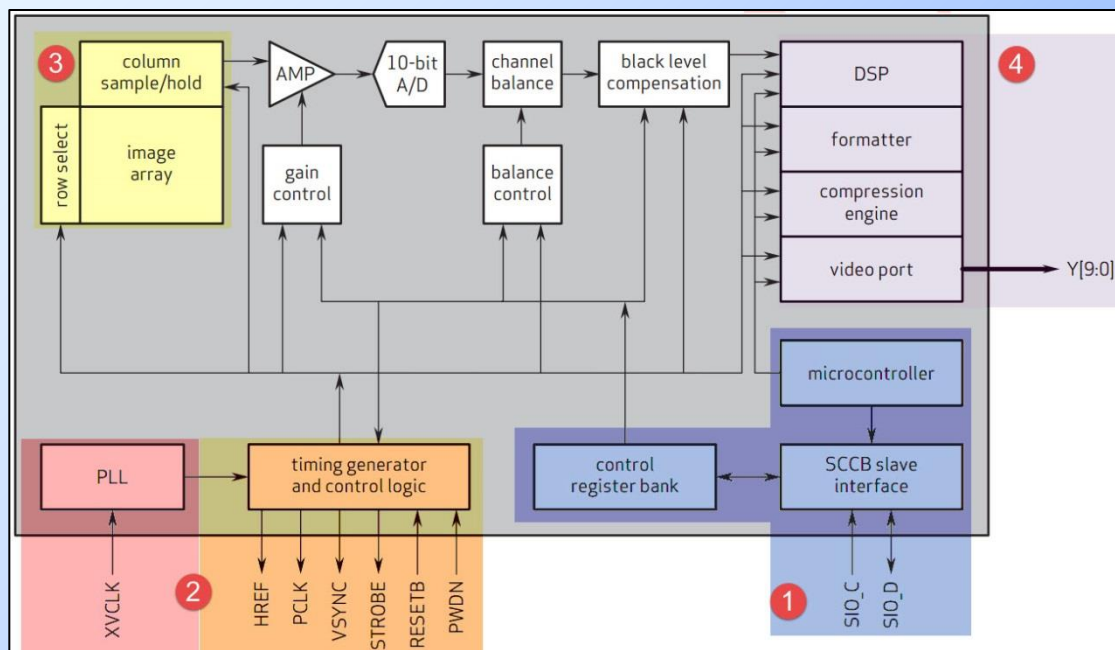


管脚名称	管脚类型	管脚描述
SIO_C	输入	SCCB总线的时钟线，可类比I2C的SCL
SIO_D	I/O	SCCB总线的数据线，可类比I2C的SDA
RESETB	输入	系统复位管脚，低电平有效
PWDN	输入	掉电/省电模式，高电平有效
HREF	输出	行同步信号
VSYNC	输出	帧同步信号
PCLK	输出	像素同步时钟输出信号
XCLK	输入	外部时钟输入端口，可接外部晶振

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图



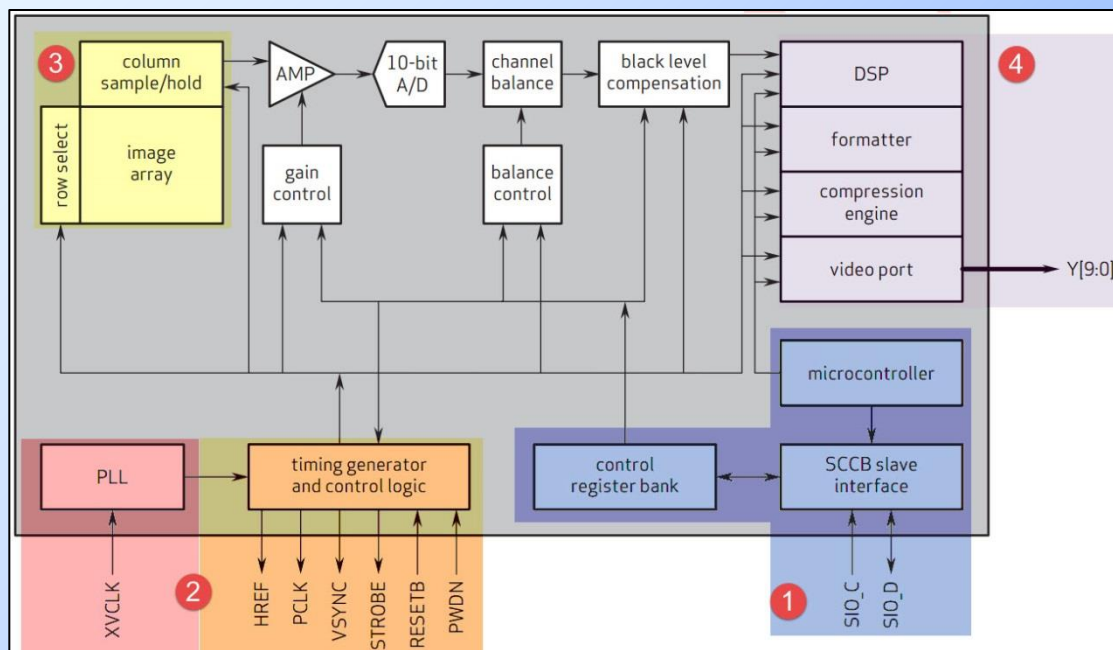
• 控制寄存器

标号①处的是OV2640的控制寄存器，它根据这些寄存器配置的参数来运行，而这些参数是由外部控制器通过SIO_C和SIO_D引脚写入的，SIO_C与SIO_D使用的通讯协议跟I2C十分类似，在STM32中我们完全可以直接用I2C硬件外设来控制。

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图



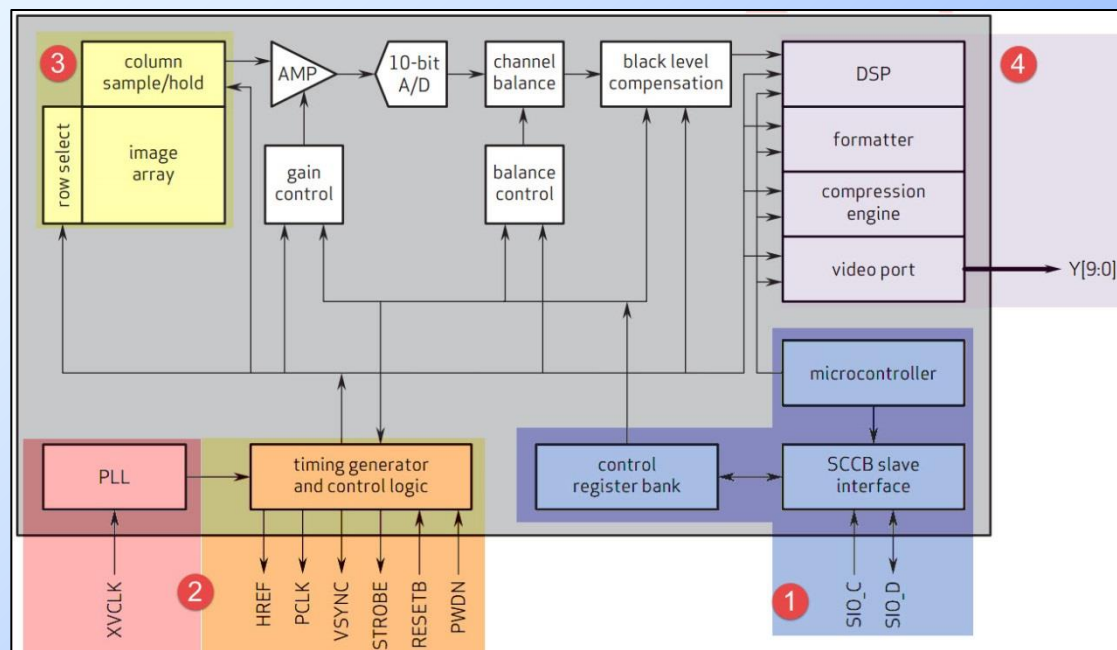
• 通信、控制信号及时钟

标号②处包含了OV2640的通信、控制信号及外部时钟，其中PCLK、HREF及VSYNC分别是像素同步时钟、行同步信号以及帧同步信号，这与液晶屏控制中的信号是很类似的。RESETB引脚为低电平时，用于复位整个传感器芯片，PWDN用于控制芯片进入低功耗模式。注意最后的一个XCLK引脚，它跟PCLK是完全不同的，

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图



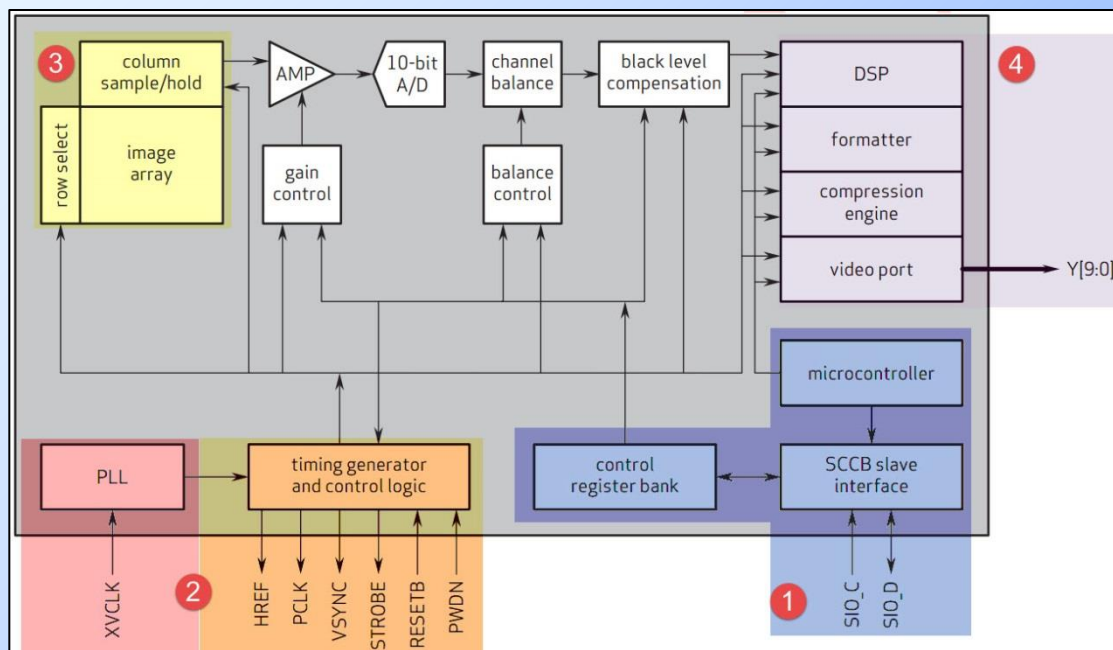
- 感光矩阵

标号③处的是感光矩阵，光信号在这里转化成电信号，经过各种处理，这些信号存储成由一个个像素点表示的数字图像。

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图



• 数据输出信号

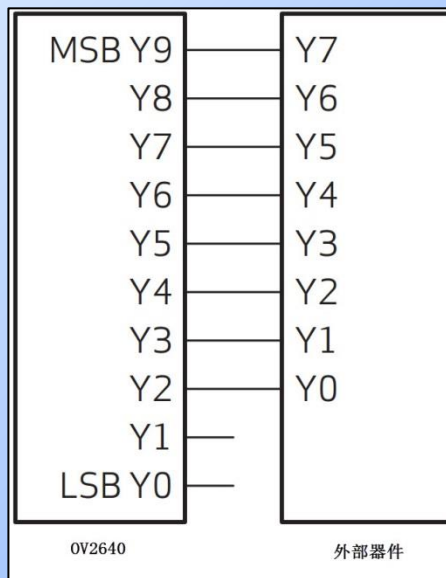
标号④处包含了DSP处理单元，它会根据控制寄存器的配置做一些基本的图像处理运算。这部分还包含了图像格式转换单元及压缩单元，转换出的数据最终通过Y0-Y9引脚输出，一般来说我们使用8根数据线来传输，这时仅使用Y2-Y9引脚，OV2640与外部器件的连接方式

DCMI—OV2640摄像头



OV2640引脚及功能框图

仅使用Y2-Y9引脚时，OV2640的数据信号与外部器件的连接方式：



DCMI—OV2640摄像头



SCCB时序

外部控制器对OV2640寄存器的配置参数是通过SCCB总线传输过去的，而SCCB总线跟I2C十分类似，所以在STM32驱动中可直接使用片上I2C外设与它通讯。

SCCB与标准的I2C协议的区别是它每次传输只能写入或读取一个字节的数据，而I2C协议是支持突发读写的，即在一次传输中可以写入多个字节的数据(EEPROM中的页写入时序即突发写)。关于SCCB协议的完整内容可查看配套资料里的《SCCB协议》文档。

DCMI—OV2640摄像头



OV2640的寄存器组

Table 12 Device Control Register List (when 0xFF = 00) (Sheet 1 of 4)

Address (Hex)	Register Name	Default (Hex)	R/W	Description
00-04	RSVD	XX	—	Reserved
05	R_BYPASS	0x1	RW	Bypass DSP Bit[7:1]: Reserved Bit[0]: Bypass DSP select 0: DSP 1: Bypass DSP, sensor out directly
06-43	RSVD	XX	—	Reserved
44	Qs	0C	RW	Quantization Scale Factor
45-4F	RSVD	XX	—	Reserved

Table 13 Device Control Register List (when 0xFF = 01) (Sheet 1 of 6)

Address (Hex)	Register Name	Default (Hex)	R/W	Description
00	GAIN	00	RW	AGC Gain Control LSBs Bit[7:0]: Gain setting • Range: 1x to 32x $\text{Gain} = (\text{Bit}[7]+1) \times (\text{Bit}[6]+1) \times (\text{Bit}[5]+1) \times (\text{Bit}[4]+1) \times (1+\text{Bit}[3:0]/16)$ <i>Note: Set COM8[2] = 0 to disable AGC.</i>
01-02	RSVD	XX	—	Reserved
03	COM1	0F (UXGA) 0A (SVGA), 06 (CIF)	RW	Common Control 1 Bit[7:6]: Dummy frame control 00: Reserved 01: Allow 1 dummy frame 10: Allow 3 dummy frames 11: Allow 7 dummy frames Bit[5:4]: Reserved Bit[3:2]: Vertical window end line control 2 LSBs (8 MSBs in VEND[7:0] (0x1A)) Bit[1:0]: Vertical window start line control 2 LSBs (8 MSBs in VSTRT[7:0] (0x19))

DCMI—OV2640摄像头



OV2640的寄存器

控制OV2640涉及到它很多的寄存器，可直接查询《ov2640datasheet》了解，通过这些寄存器的配置，可以控制它输出图像的分辨率大小、图像格式及图像方向等。

要注意的是OV2640有两组寄存器，这两组寄存器有部分地址重合，通过设置地址为0xFF的RA_DLMT寄存器可以切换寄存器组，

- 当RA_DLMT寄存器为0时，通过SCCB发送的寄存器地址在DSP相关的寄存器组寻址
- 当RA_DLMT寄存器为1时，在Sensor相关的寄存器组寻址。

DCMI—OV2640摄像头



官方配置示例

OV2640官方还提供了一个《OV2640_Camera_app》的文档，它针对不同的配置需求，提供了配置范例，其中write_SCCB是一个利用SCCB向寄存器写入数据的函数，第一个参数为要写入的寄存器的地址，第二个参数为要写入的内容。

3.2 SVGA Preview, 15fps, 24 Mhz input clock

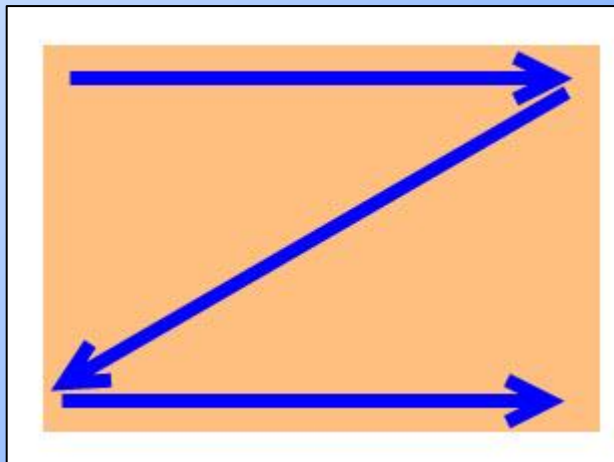
```
SCCB_salve_Address = 0x60;  
write_SCCB(0xff, 0x01);  
write_SCCB(0x11, 0x01);  
write_SCCB(0x12, 0x40);  
write_SCCB(0x2a, 0x00);  
write_SCCB(0x2b, 0x00);  
write_SCCB(0x46, 0x00);  
write_SCCB(0x47, 0x00);  
write_SCCB(0x3d, 0x38);
```

DCMI—OV2640摄像头



像素数据输出时序

主控器控制OV2640时采用SCCB协议读写其寄存器，而它输出图像时则使用VGA时序(还可使用SVGA、UXGA，这些时序都差不多)，这跟控制液晶屏输入图像时很类似。OV2640输出图像时，一帧帧地输出，在帧内的数据一般从左到右，从上到下，一个像素一个像素地输出(也可通过寄存器修改方向)。

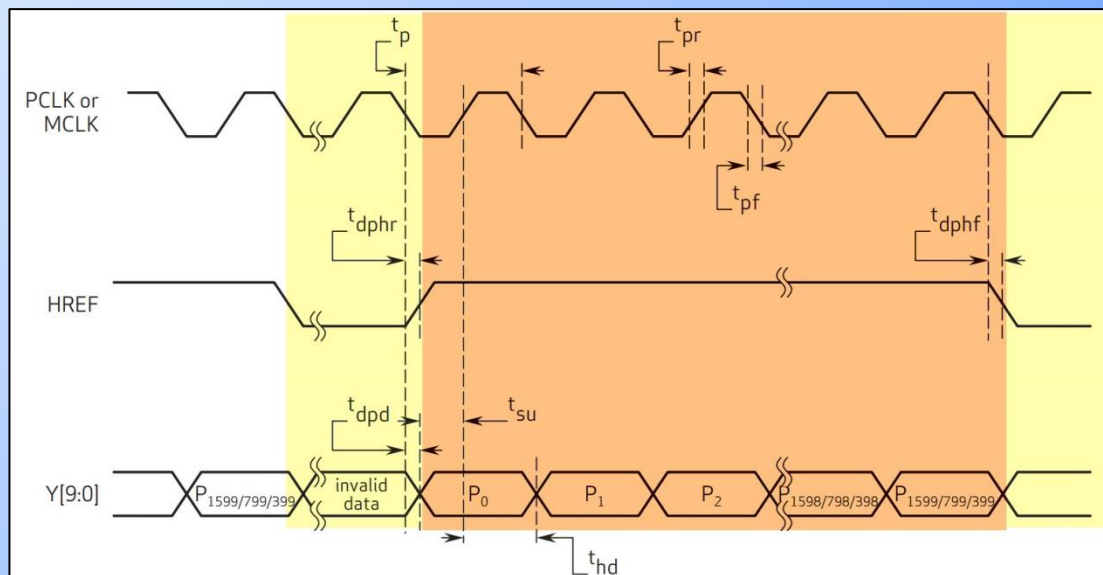


DCMI—OV2640摄像头



像素数据输出时序

若使用Y2-Y9数据线，图像格式设置为RGB565，进行数据输出时，Y2-Y9数据线会在1个像素同步时钟PCLK的驱动下发送1字节的数据信号，所以2个PCLK时钟可发送1个RGB565格式的像素数据。像素数据依次传输，每传输完一行数据时，行同步信号HREF会输出一个电平跳变信号，每传输完一帧图像时，VSYNC会输出一个电平跳变信号。



像素同步时序

Timing diagram for the P0-P1599 output of the P01599 decoder. The diagram shows three signals: VSYNC, HREF, and Y[9:0]. VSYNC is a periodic square wave with a period of $1248 \times t_{\text{LINE}}$. HREF is a periodic square wave with a period of $1248 \times t_{\text{LINE}}$. Y[9:0] is a periodic signal with a period of $1248 \times t_{\text{LINE}}$, showing invalid data during the VSYNC and HREF high periods. The diagram also shows the timing of row 0, row 1, row 2, and row 1199. The timing parameters are: $4 \times t_{\text{LINE}}$, $27193 t_p$, $t_{\text{LINE}} = 1922 t_p$, $322 t_p$, $1600 t_p$, and $57697 t_p$.

帧图像同步时序

零死角玩转STM32



THANKS

论坛 : www.firebbs.c

淘宝 : firestm32.taobao.com



扫描进入淘宝店铺