

# 帧率和曝光时间的关系

## Exposure and Sensor Readout

相机上的图像采集过程包括两个截然不同的部分。第一部分是曝光。曝光完成后，进行第二部分 Readout 过程即从传感器的寄存器中读出数据并传送出去（Readout 过程）。

关于图像采集过程中，相机操作有两种常见的方法：“**non-overlapped**”的曝光和“**overlapped**”的曝光。在非重叠(“**non-overlapped**”)模式中，每个图像采集的周期中，相机在下一个图像采集开始前，均要完成曝光/读出整个过程。如 Fig.1 所示。

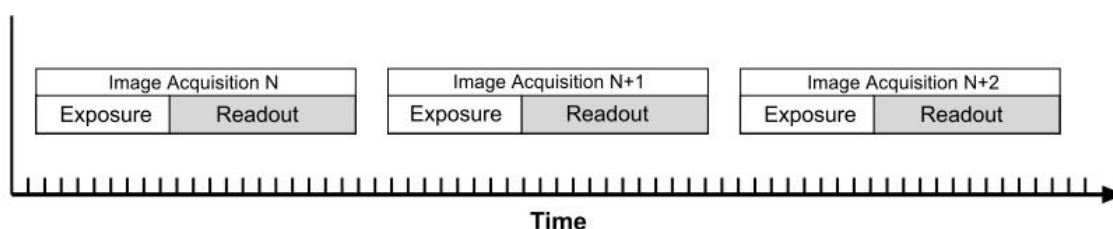


Fig.1 Non-overlapped Exposure

虽然非重叠(“**non-overlapped**”)的模式，可适合于许多情况下，但它并不是最有效的方式。为了提高相机的帧率，允许在下一帧图像开始曝光时候，将前一帧获得的图像数据读出并传送出去。相机“重叠”(“**overlapped**”)曝光的方式见 Fig.2 所示。

从 Fig.2 中我们可以看到，相机读出数据和下一帧曝光开始出现重叠的情况，在同一个时刻内，相机执行两个操作，导致在同样的单位时间内，在“**overlapped**”曝光模式下，可以采集到更多的图片，即相机的帧率更高。

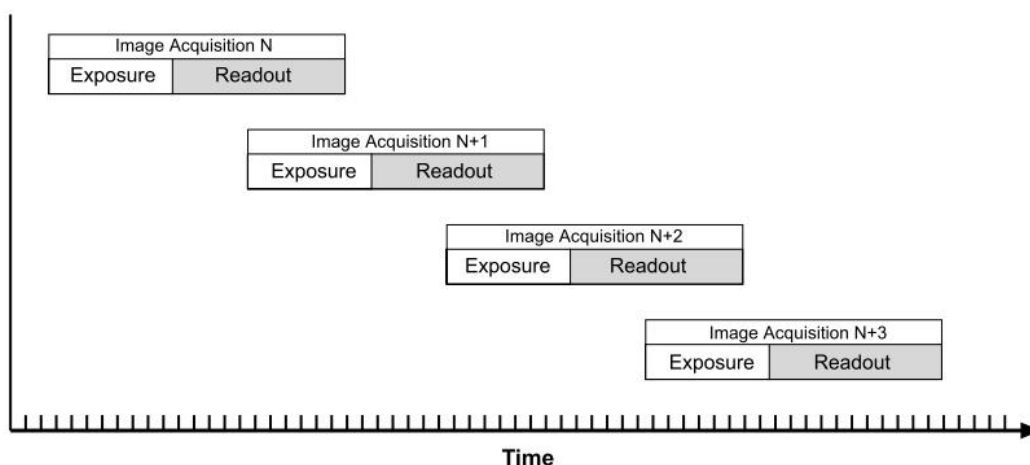


Fig.2 overlapped Exposure

从上边两个图中，我们可以知道在“**non-overlapped**”的曝光和“**overlapped**”的曝光模式底下，一帧图像的周期存在着这样的关系：

**overlapped”的曝光模式下:  $\text{Frame Period} \leq \text{Exposure Time} + \text{Readout Time}$**

**“non-overlapped”的曝光模式下:  $\text{Frame Period} > \text{Exposure Time} + \text{Readout Time}$**

以 STC-A202A 为例:

### I. Specifications

#### A. Electronic Specifications / Mechanical Specifications / Environmental Conditions

Product		STC-A202A
Electronic Specifications	Imager	1/1.8" Interline UXGA monochrome progressive CCD ICX274AL
	Total Picture Elements	1688 (H) x 1248 (V)
	Effective Picture Elements	1628 (H) x 1236 (V)
	Active Picture Elements	UXGA: 1620 (H) x 1220 (V)
	Chip Size	8.5 (H) x 6.8 (V) mm
	Cell Size	4.4 (H) x 4.4 (V) $\mu\text{m}$
	Scanning System	Progressive
	Scanning Method	Full scanning, Partial full scanning, 1/2 partial scanning, 1/4 partial scanning, variable partial scanning Binning, Binning partial scanning, Binning 1/2 partial scanning, Binning 1/4 partial scanning, Binning variable partial scanning
	Vertical Frequency (Frame rate)	15.3164 Hz
	Horizontal Frequency	10.476 kHz
	Pixel Frequency	36.8181 MHz
	S/N Ratio (Standard Deviation)	56 dB (GAIN 0 dB)
	Minimum Scene Illumination	1 Lux at F1.4
	Sync. System	Internal / External
Video Output	1.0 Vp-p / 75 $\Omega$ , DC coupling (0V)	
Shutter Speed	DIP Switch	OFF, 1/200, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/8000, 1/20000 second
	Communication	OFF, 1/2 to 1/100,000 sec. (Variable at every H and clock)
Gain	0 to 27dB	
Gamma	1.0 / 0.45	
Power Supply	Input Voltage	DC12V $\pm$ 10%
	Consumption	Less than 3.0 W
Trigger Mode	Edge Preset Trigger (V-Reset, Non-Reset) Pulse Width Trigger (V-Reset, Non-Reset)	
Communication	RS232 via 12pin connector	

图 1 Spec

从 Spec 中可知, 其 Pixel Frequency 为: 36.8181MHz, 所以 1Clock 的时间为  $1/36.8181\text{MHz} = 27.3836\text{ns}$ , 接下来我们看相机的 Timing chart, 首先先看 Horizontal Timing, 见图 2 所示:



STC-A202A

### III. Camera Output Timing Charts

#### A. Normal Mode (Setting: Address: 10H, Value: 1XX0XXXX)

##### 1. Horizontal Timing

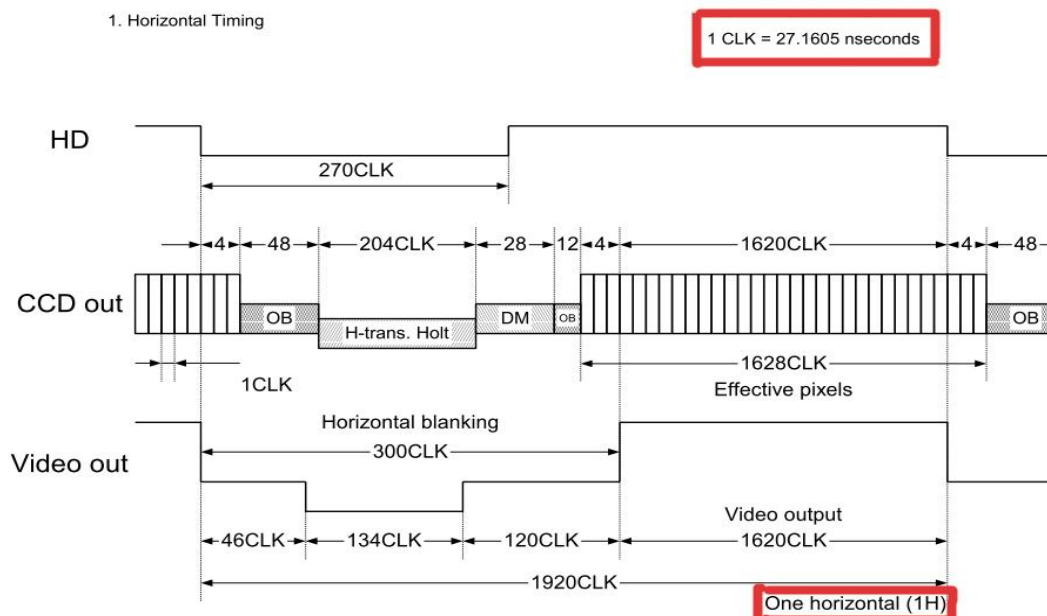


图 2 Horizontal Timing

从图 2 中, 我们从中可读到的信息为,  $1 \text{ CLK} = 27.1605 \text{ nseconds}$ , 和我们从 spec 上得到的 Pixel Frequency 算出来的时间差不多。扫描 1Horizontal 需要  $1920\text{CLK}$ , 即  $1\text{H} = 27.1605 * 1920 = 52148.16\text{ns} = 52.14816\text{us}$

接下来看相机 Vertical Timing 见图 3 所示:

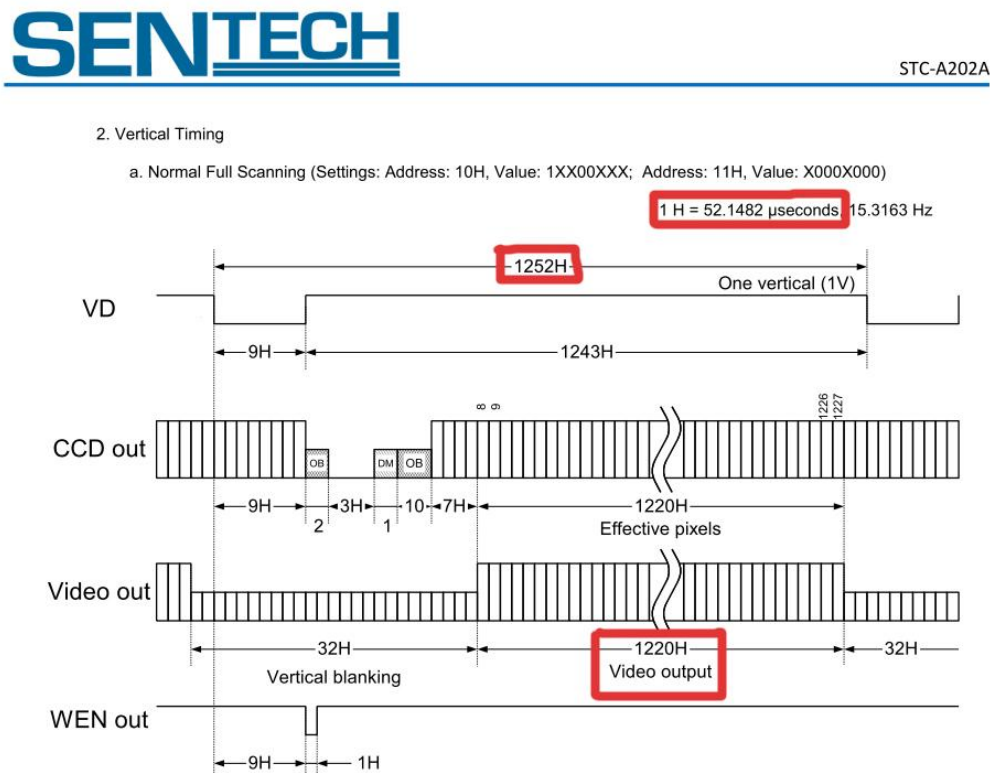


图 3 Vertical Timing

从图 3 中, 我们可读出的信息为,  $1\text{H} = 52.1482\text{useconds}$ , 和我们通过图 2 计算出来 horizontal Scanning 的时间一致, 而在一帧图像中, 需要扫描  $1252\text{H}$ , 其中 Effective Pixels 为  $1220\text{H}$ , 即 1 帧图像中, Effective Pixels Read out 的时间为  $1220 * 52.1482 = 63620.804\text{us} = 63.620804\text{ms}$ , 一个 VD 信号, 所用的时间为:  $1252 * 52.1482 = 67793.5464\text{us} = 67.7935464\text{ms}$ 。按照我们前边的理论, 一个 cycle time 内, 一帧图像的时间为: **Frame Period = Exposure Time + Readout Time** 而我们知道 STC-A202A 的帧率为:  $15\text{fps}$ , 即  $1 \text{ Frame Period} = 1/15 = 66.7\text{ms}$ 。

所以在“**non-overlapped**” exposure 模式下,  $\text{Exposure Time} = \text{Frame Period} - \text{Readout Time} = 66.7\text{ms} - 63.6\text{ms} = 3.1\text{ms}$ , 在此模式下, 若是超过  $3.1\text{ms}$  的曝光时间, 其帧率就会比标准帧率  $15\text{fps}$  低。

假如 1 颗相机 Readout Time 为:  $66.7\text{ms}$ , 即数据传输时间为 A,  $A = 66.7\text{ms}$ , 曝光时间为 B,  $B = 5\text{ms}$ , 则一帧图像的时间为 C, 则  $C = A + B = 66.7\text{ms} + 5\text{ms} = 71.7\text{ms}$ , 则这颗相机的帧率为:  $1000/71.7 = 13.94\text{FPS}$ , 则这颗相机的帧率为  $13.94$ 。

**注意: 一般情况下, 若我们的相机的帧率为  $15\text{fps}$ , 则表示相机 ReadOut 数据的时间为  $1000\text{ms}/15 = 66.7\text{ms}$**