



SMARTSENS

SmartSens™

SC130GS 设计应用指南

V1.9

2018.1.8

Arducam Confidential

目录

目录	2
1. 芯片简述.....	4
1.1. 芯片概述.....	4
1.2. 芯片内部框架.....	4
1.3. 上电时序.....	4
2. 芯片引脚与封装信息.....	6
2.1. 芯片引脚信息.....	6
2.2. 芯片脚位图.....	8
2.3. 封装尺寸图.....	9
3. 典型应用电路.....	10
4. 基本功能.....	11
4.1. 外触发全局曝光.....	11
4.2. 高动态模式.....	12
4.2.1 寄存器控制模式.....	14
4.2.2 Trigger 电平控制模式.....	14
4.3. AEC/AGC.....	15
4.3.1 AEC/AGC 的控制策略	15
4.3.2 AEC/AGC 自动控制方法	15
4.3.3 AEC/AGC 手动控制方法	16
4.3.4 YAVG (图像的亮度均值的统计)	22
4.4. 黑电平控制(BLC)	23
4.5. 行噪声消除(RNC)	24
4.6. 输出黑电平值控制.....	24
4.7. 视频输出模式.....	24
4.7.1 读取顺序.....	24
4.7.2 输出窗口.....	26
4.8. 帧率计算.....	26

4.8.1	非外触发全局曝光模式.....	26
4.8.2	外触发全局曝光模式.....	27
4.9.	测试模式.....	27

Arducam Confidential

1. 芯片简述

1.1. 芯片概述

SC130GS 是一款 Global shutter CMOS 图像传感器，最高支持 $1280H \times 1024V @ 240fps$ 的传输速率。SC130GS 输出黑白 RAW/RGB 图像，有效像素窗口为 $1288H \times 1032V$ ，支持复杂的片上操作——例如窗口化、水平或垂直镜像化等。

SC130GS 可以通过标准的 SPI 及 I2C 接口进行配置。

SC130GS 可以通过 Trigger0 引脚实现外部控制曝光。

1.2. 芯片内部框架

图 1-1 展示了 SC130GS 图像传感器的功能模块。

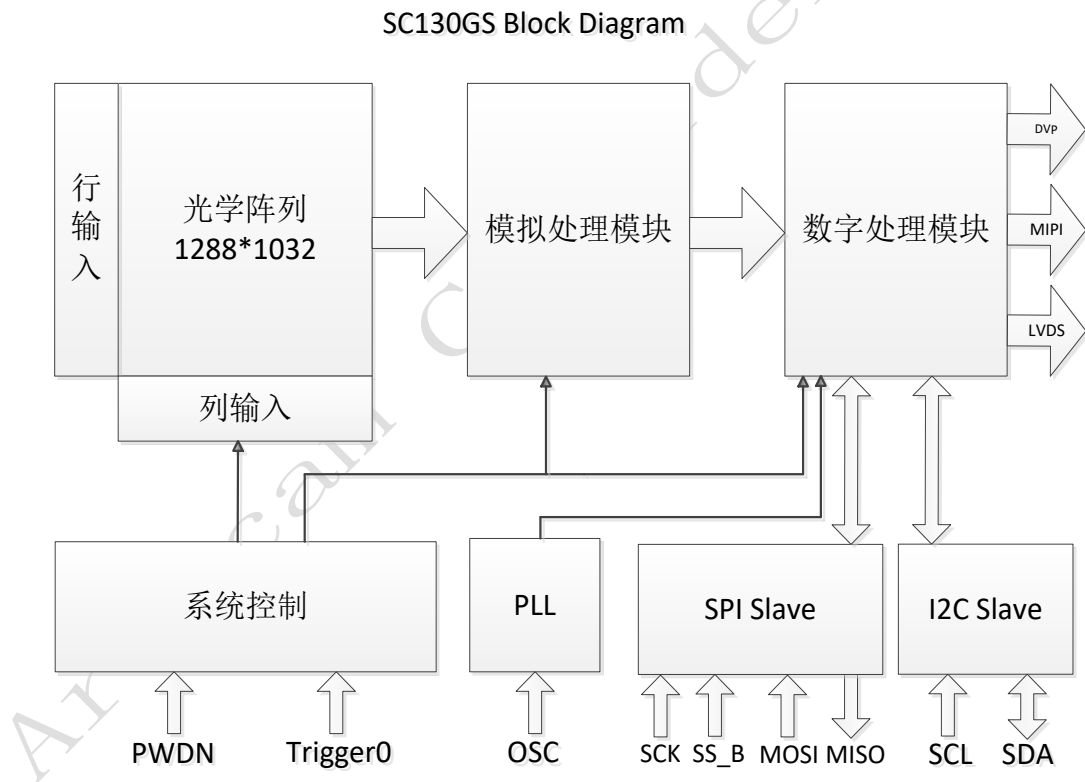


图 1-1 SC130GS 结构图

1.3. 上电时序

DVDD 外部供电 1.5V，上电时序要求如下：

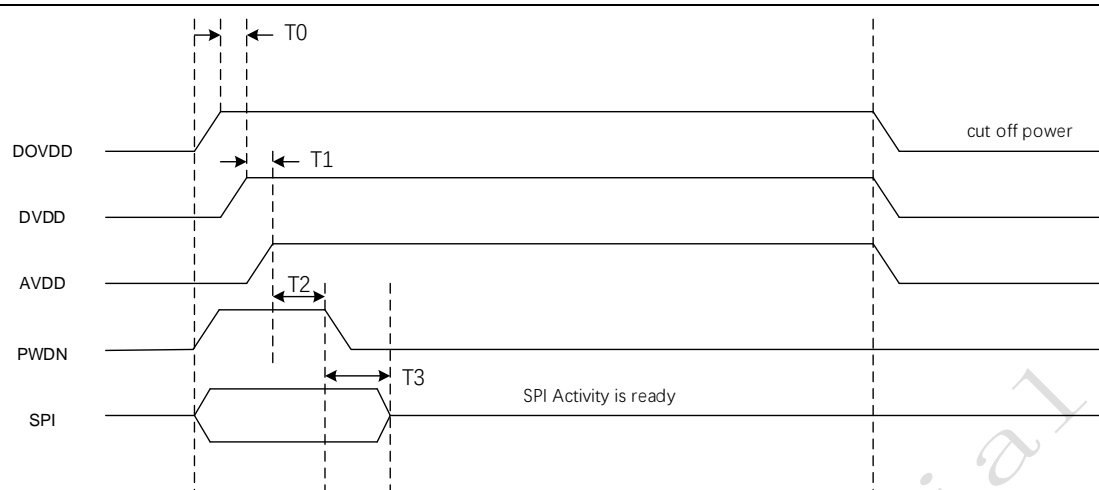


图 1-2 上电时序图

说明:

1. PWDN 由主控芯片控制，在上电期间，保证 PWDN 为高电平。
2. $T0 \geq 0\text{ms}$, $T1 \geq 1\text{ms}$, $T2 \geq 1\text{ms}$, $T3 \geq 1\text{ms}$ 。

2. 芯片引脚与封装信息

2.1. 芯片引脚信息

表 2-1 列出了 SC130GS 图像传感器的引脚描述。

表 2-1 SC130GS 引脚描述

编号	信号名	引脚类型	描述
1	DVDD	电源	1.5V 数字电源
2	DGND	地线	数字地
3	AGND	地线	模拟地
4	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
5	DGND	地线	数字地
6	DVDD	电源	1.5V 数字电源
7	DOVDD	电源	1.8V~3.3V IO 电源
8	D9/D0_N	输出	DVP 输出 bit[9]/MIPI 或 LVDS 0 通道（负端）
9	D8/D0_P	输出	DVP 输出 bit[8]/MIPI 或 LVDS 0 通道（正端）
10	D7/D1_N	输出	DVP 输出 bit[7]/MIPI 或 LVDS 1 通道（负端）
11	D6/D1_P	输出	DVP 输出 bit[6]/MIPI 或 LVDS 1 通道（正端）
12	D5/C_N	输出	DVP 输出 bit[5]/MIPI 或 LVDS 时钟通道（负端）
13	D4/C_P	输出	DVP 输出 bit[4]/MIPI 或 LVDS 时钟通道（正端）
14	DGND	地线	数字地
15	D3/SYNC_N	输出	DVP 输出 bit[3]/LVDS 同步通道（负端）
16	D2/SYNC_P	输出	DVP 输出 bit[2]/LVDS 同步通道（正端）
17	D1/D2_N	输出	DVP 输出 bit[1]/MIPI 或 LVDS 2 通道（负端）
18	D0/D2_P	输出	DVP 输出 bit[0]/MIPI 或 LVDS 2 通道（正端）
19	FSYNC/D3_N	输出	DVP 帧同步/MIPI 或 LVDS 3 通道（负端）
20	LREF/D3_P	输出	DVP 行同步/MIPI 或 LVDS 3 通道（正端）
21	DOVDD	电源	1.8V~3.3V IO 电源
22	DVDD	电源	1.5V 数字电源
23	DGND	地线	数字地
24	DVDD	电源	1.5V 数字电源
25	VQPNS	输入	OTP 烧录电压控制管脚。使用 4.7K 电阻下拉至 DGND。
26	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
27	PIXCLK	输出	DVP 时钟
28	DVDD	电源	1.5V 数字电源
29	OSC	输入	时钟输入
30	DGND	地线	数字地

编号	信号名	引脚类型	描述
31	DVDD	电源	1.5V 数字电源
32	SS_B	输入	SPI 片选信号(低有效)
33	SDA	输入/输出	I2C 数据线(open drain)
34	SCL	输入	I2C 时钟线
35	SCK	输入	SPI 时钟输入
36	MISO	输出	SPI 数据输出
37	MOSI	输入	SPI 数据输入
38	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
39	AGND	地线	模拟地
40	VREFN2	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
41	VREFN1	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
42	VREFN	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
43	VREFH	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
44	PIXVDD	电源	3.3V Pixel 电源
45	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
46	AGND	地线	模拟地
47	ATM	NC	--
48	PIXVDD	电源	3.3V Pixel 电源
49	AGND	地线	模拟地
50	PIXVDD	电源	3.3V Pixel 电源
51	AGND	地线	模拟地
52	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
53	PIXVDD	电源	3.3V Pixel 电源
54	VREFH	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
55	VREFN	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
56	VREFN1	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
57	VREFN2	输出	内部参考电压(外接电容至 AGND)
58	AGND	地线	模拟地
59	AVDD	电源	3.3V 模拟电源
60	PWDN	输入	Power Down 信号输入 (内置下拉电阻, 高电位有效)
61	SPI_I2C_MODE	输入	配置模式选择(需外部控制, 拉高是 SPI, 拉低 I2C)
62	Trigger0	输入	触发信号 0, 外部曝光控制
63	Trigger1	输入	触发信号 1, 外部 HDR 拐点控制
64	SID	输入	I2C 地址配置, 内置下拉电阻。

2.2. 芯片脚位图

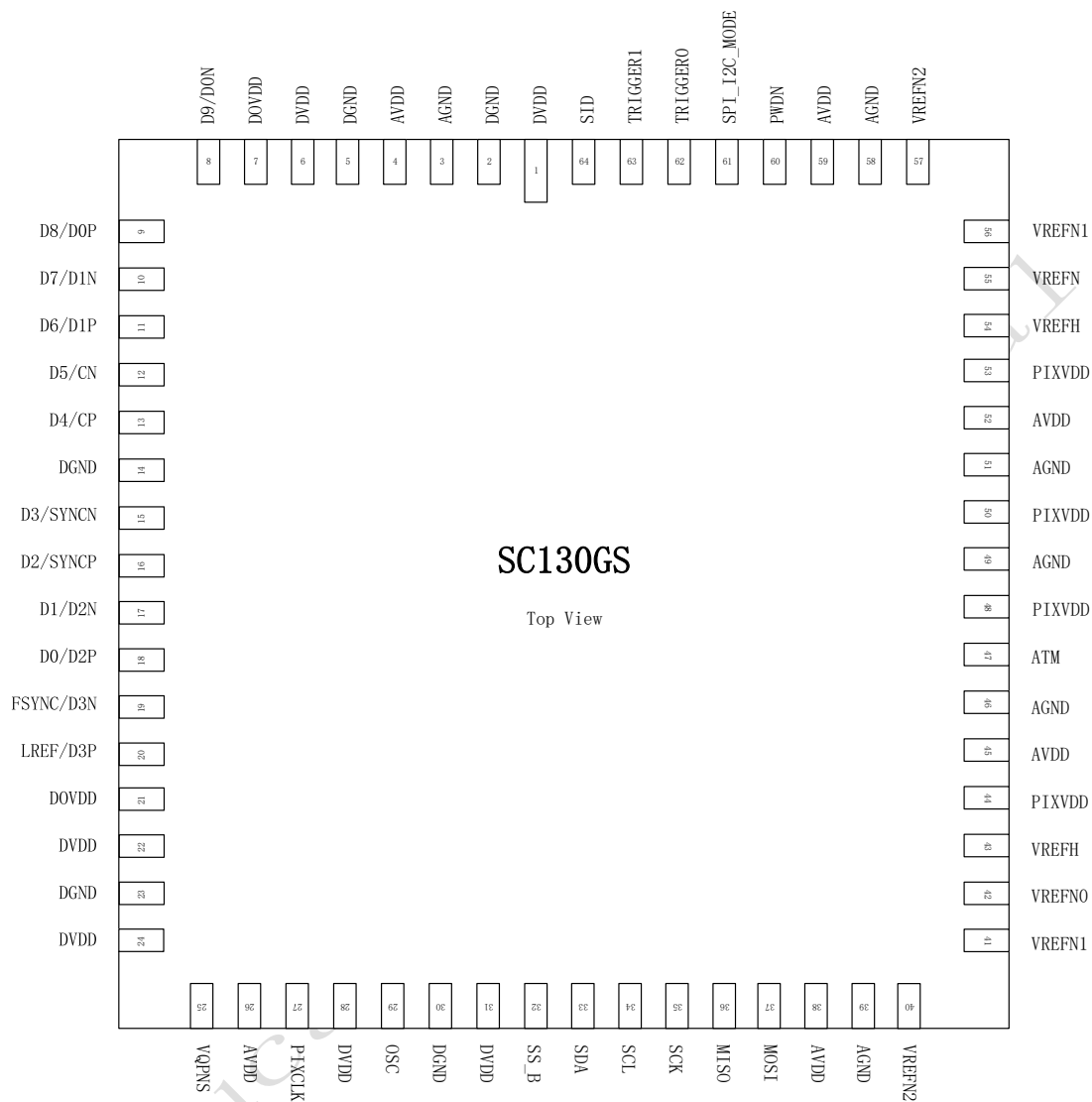


图 2-1 引脚图

图 2-2 为 SC130GS 的封装尺寸图，单位为毫米。

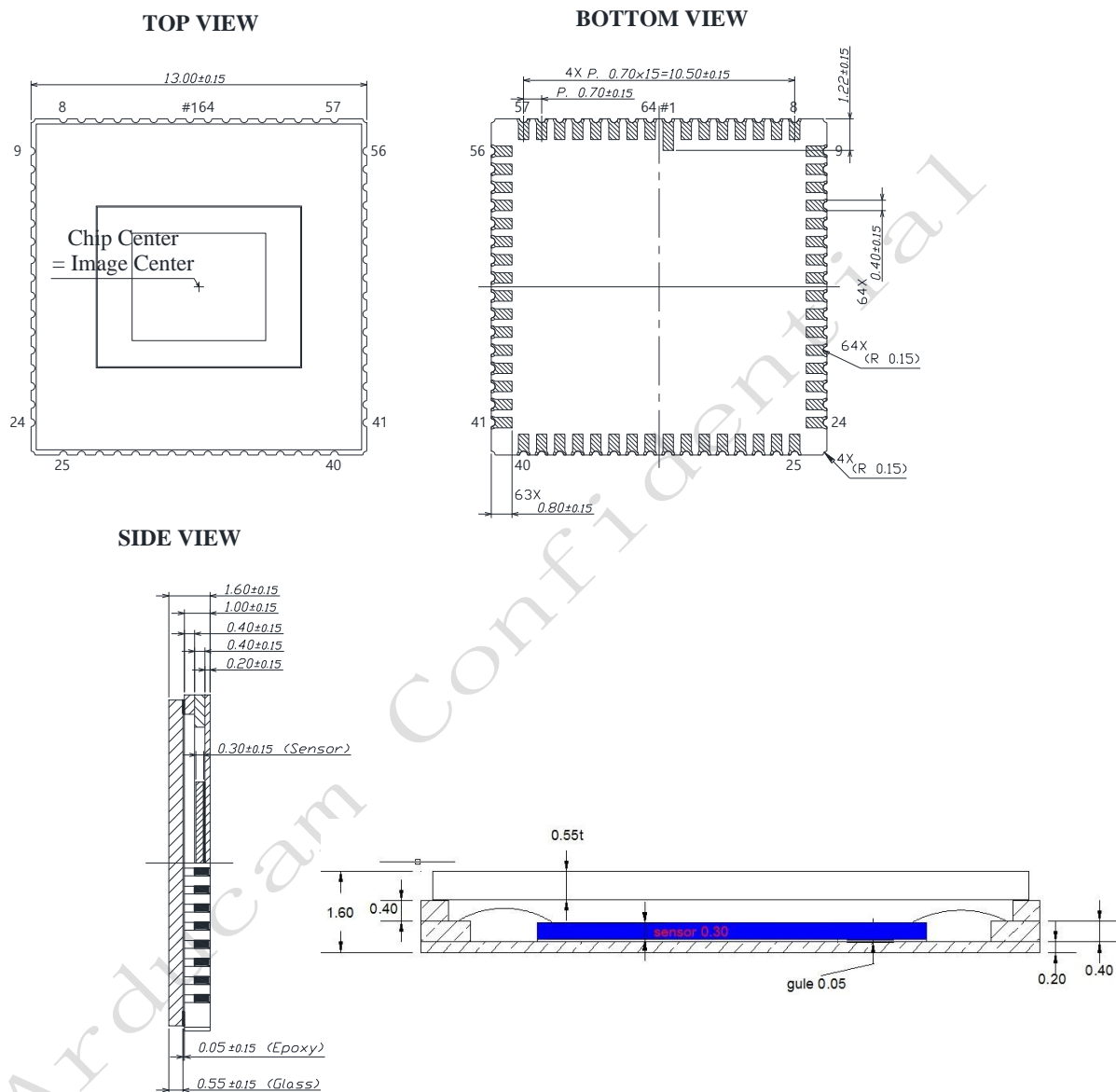


图 2-2 封装示意图

备注：SC130GS 光学中心与封装中心是重合的。

3. 典型应用电路

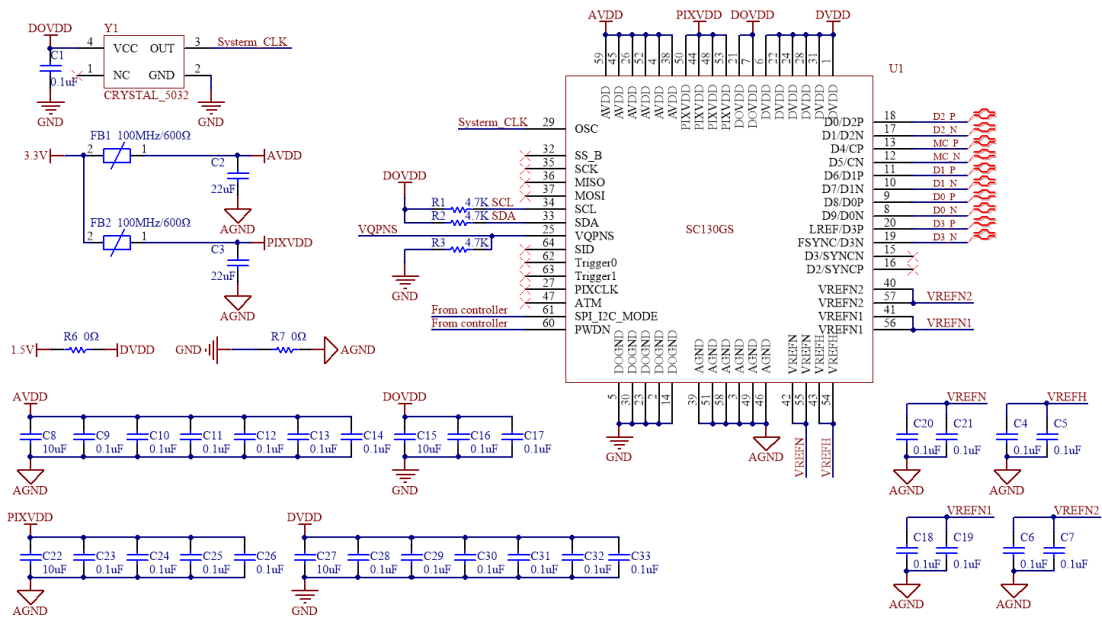


图 3-1 SC130GS MIPI 接口典型应用电路

注意:

- 1) SC130GS 芯片分四路电源供电: DOVDD 外接 1.8V~3.3V (为了更好的性能, 推荐使用 1.8V 电源), PIXVDD 与 AVDD 外接 3.3V, DVDD 外接 1.5V。
- 2) PWDN 由主控芯片控制, 在特定的上电时序下, PWDN 也可以直接接低电平。
- 3) System_CLK 可以采用有源晶振供给 OSC 端, 也可以由系统直接给 OSC 端提供时钟信号。信号频率范围 6-27MHz。
- 4) 打×引脚必须悬空不接。
- 5) VREFH、VREFN、VREFN1、VREFN2、TXVDD 必须外接电容 (推荐 0.1uF) 至地。

4. 基本功能

4.1. 外触发全局曝光

外触发全局曝光模式是主控芯片通过 Trigger0 信号触发曝光，以达到多个 sensor 同步曝光及视频数据输出。当 Trigger0 信号发生时，SC130GS 开始曝光，曝光结束后输出视频数据，帧率受外部控制。

当 SC130GS 工作在外触发全局曝光模式时，主控芯片通过 Trigger0 引脚触发曝光。根据曝光时间的控制方法，外触发全局曝光模式分为外部触发全局 Master Mode，外触发全局 Slave Mode。

外触发全局 Master Mode 模式下，曝光时间由寄存器{0x3e01,0x3e02[7:4]}控制具体时序如图 4-1。

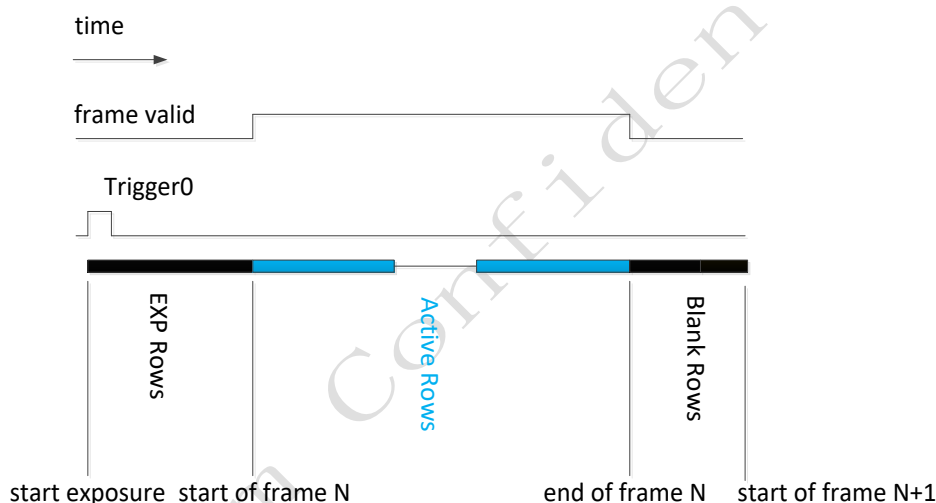


图 4-1 外部触发全局 Master Mode 模式时序图

注释：

- 1) EXP Rows = (exposure time + 0x3227)x2，以行为单位
- 2) 当 Trigger0 上升沿发生后，经过 0x3227x2 行，SC130GS 开始曝光
- 3) Start of frame N 表示曝光结束及开始读取图像数据
- 4) Active Rows 时读出芯片图像数据，由寄存器控制，以行为单位
- 5) Blank Rows 时读出芯片图像数据之后的消隐时间，由寄存器控制，以行为单位

外触发全局 Slave Mode 模式下，曝光时间由 Trigger0 控制，当 Trigger0 的上升沿发生时，SC130GS 开始曝光，当 Trigger0 的下降沿发生时，SC130GS 结束曝光，接着开始读出视频数据，具体时序如图 4-2。

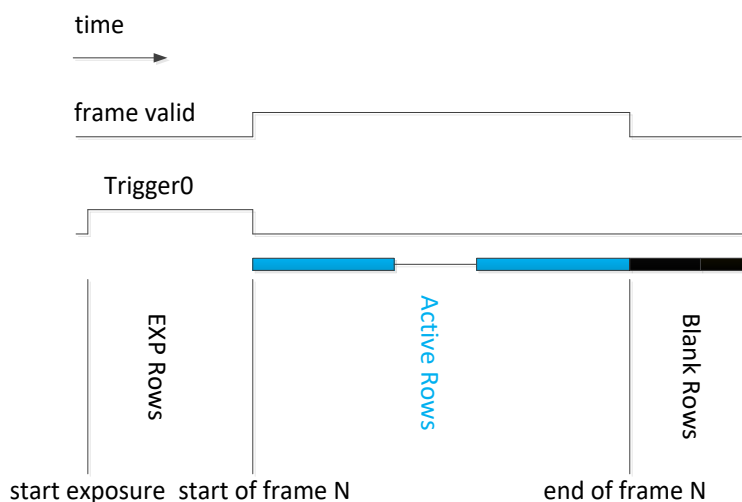


图 4-2 外部触发全局 Slave Mode 模式时序图

注释:

- 1) 曝光时间等于 Trigger0 高电平持续时间
- 2) 当 Trigger0 上升沿发生后, SC130GS 开始曝光
- 3) Start of frame N 表示曝光结束及开始读取图像数据
- 4) Active Rows 时读出芯片图像数据, 由寄存器控制, 以行为单位
- 5) Blank Rows 时读出芯片图像数据之后的消隐时间, 由寄存器控制, 以行为单位

表 4-1 外部触发全局曝光控制寄存器表

功能	寄存器地址	说明
Trigger mode enable	16'h3234[7]	Trigger mode 使能控制 1~Trigger mode enable 0~Trigger mode disable
Slave mode enable	16'h3234[0]	Slave mode 使能控制 1~slave mode 0~master mode
Active Rows	{16'h3202,16'h3203} {16'h3206,16'h3207}	Active Rows = $(\{16'h\ 3206, 16'h\ 3207\} - \{16'h\ 3202, 16'h\ 3203\} + 1) \times 2$
Blank Rows	{16'h3218,16'h3219}	Blank Rows = $\{0x3218, 0x3219\} \times 2$

4.2. 高动态模式

SC130GS 提供两种曝光模式: 1. Normal mode 2. HDR mode, 如图 4-3。

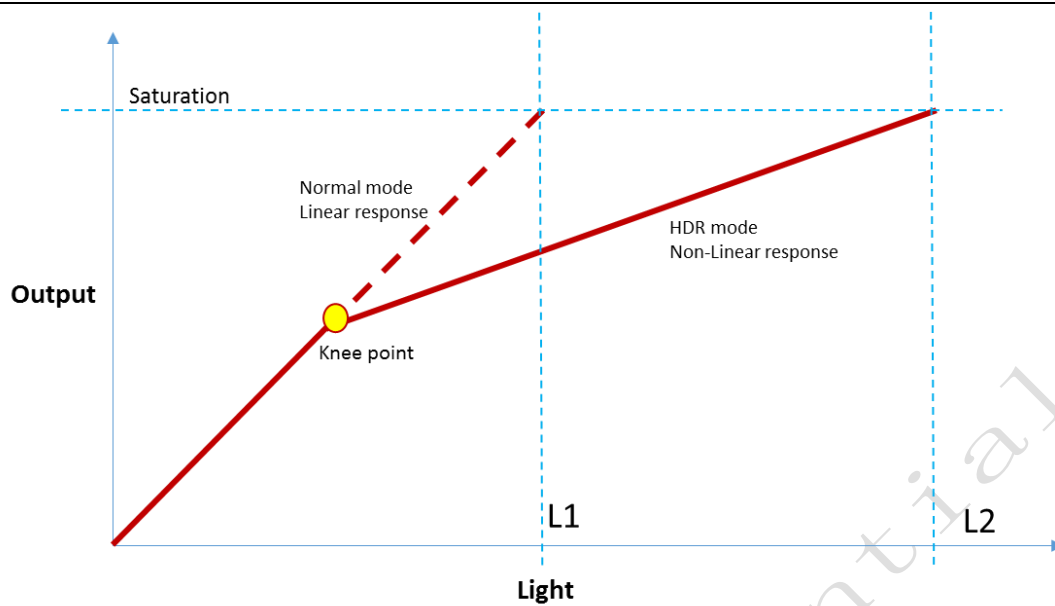


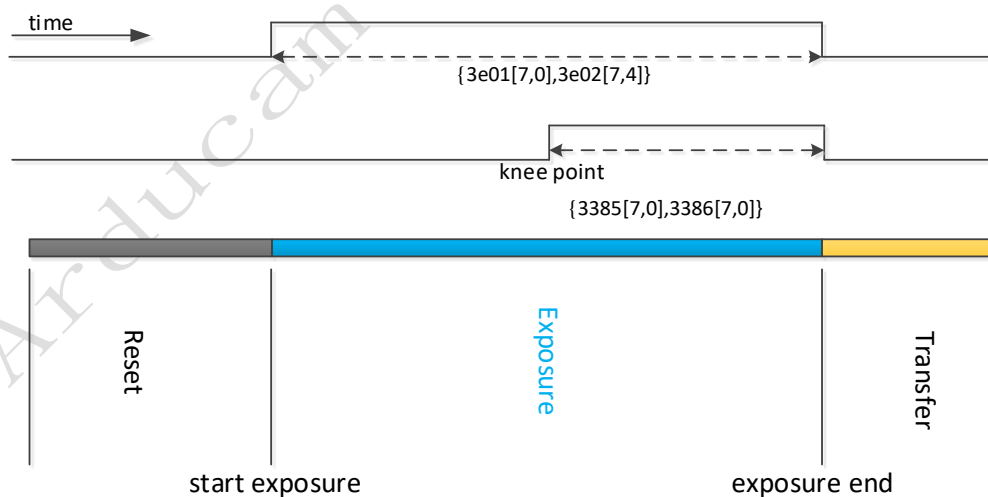
图 4-3 HDR 功能说明

Normal mode 下，Output 随 Light 线性变化，可感应的最大 Light 为 L1。

HDR mode 下，Output 随 Light 变化呈现两段不同的斜率。在 Light 较低时，Output 随 light 变化较敏感，斜率较高，灵敏度更好；在 Light 较高时，Output 随 Light 变化不敏感，斜率较低，可探测更大的 Light 区域，可感应的最大 Light 为 L2。因此，开启高动态模式后，动态范围可以增加 $20 \cdot \log(L2/L1)$ 。

SC130GS 对 HDR mode 有两种控制方法：1.寄存器控制模式；2.Trigger 电平控制模式。

寄存器控制模式



Trigger电平控制模式

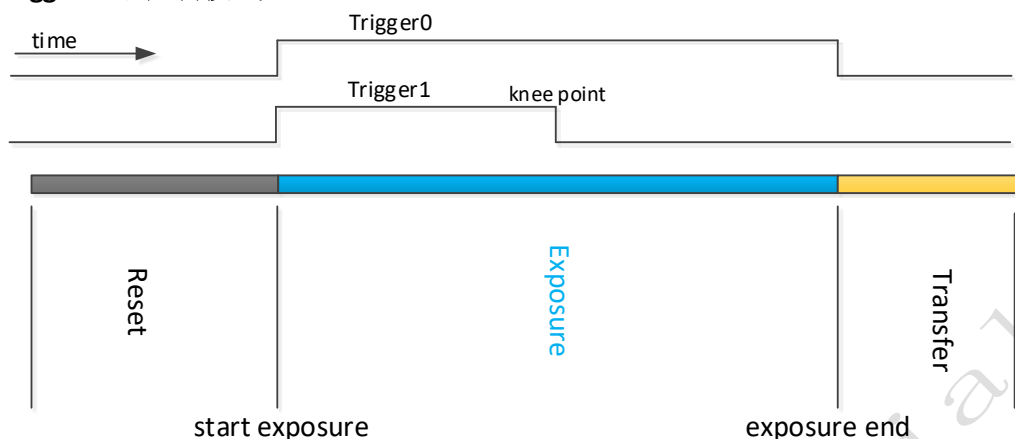


图 4-4 HDR 功能控制

4.2.1 寄存器控制模式

表 4-2 寄存器模式控制寄存器

功能	寄存器地址	说明
HDR mode enable	16'h3221[7]	HDR mode 使能控制 1~HDR mode enable 0~HDR mode disable
Total exposure time	{16'h 3e01[7:0], 16'h 3e02[7:0]}	{16'h3e01[7:0],16'h3e02[7:4]} 以两行为单位, 16'h3e02[3:0] 以 1/8 行为单位
Knee point time	{16'h 3385[7:0], 16'h 3386[7:0]}	以两行为单位

4.2.2 Trigger 电平控制模式

表 4-3 Trigger 电平模式控制寄存器

功能	寄存器地址	说明
HDR mode enable	16'h3221[7]	HDR mode 使能控制 1~HDR mode enable 0~HDR mode disable
Trigger mode enable	16'h3234[7]	Trigger mode 使能控制 1~Trigger mode enable 0~Trigger mode disable
HDR Trigger enable	16'h3234[0]	HDR Trigger mode 使能控制 1~HDR Trigger enable 0~HDR Trigger disable

4.3. AEC/AGC

AEC/AGC 都是基于亮度进行调节的，AEC 调节曝光时间，AGC 调节增益值，最终使图像亮度落在设定亮度阈值范围内。

4.3.1 AEC/AGC 的控制策略

SC130GS 具有 AEC/AGC 功能，也通过后端平台实现 AEC/AGC。

在整个 AEC/AGC 过程中，不是独立的调整 sensor 的曝光时间或者增益，调整策略为：曝光时间优先，曝光时间已经最长无法继续调整时，调整增益。

以当前图像过暗的情况为例，调整的先后顺序为：①不开启任何增益，直到曝光时间达到上限；②曝光时间达到上限后，再开始调整增益。需要明确指出的是，增益开启，将导致噪声呈倍数放大；而曝光时间加大，则有助于提升信噪比。

反之，当图像过亮时，则优先关闭增益，当所有增益关闭，图像仍旧过亮，才会降低曝光时间。

表 4-4 AEC/AGC 手动/自动切换控制寄存器

功能	寄存器地址	说明
AEC 手动/自动切换	16'h 3e03[1:0]	Bit[1]:AGC manual
		0:auto enable
		1:manual enable
		Bit[0]:AEC manual
		0: manual disable
		1:manual enable

4.3.2 AEC/AGC 自动控制方法

SC130GS AEC/AGC 是基于图像的亮度均值调节的，调节的目的是把图像亮度调到设定目标亮度区间，目标亮度区间由 wpt 和 bpt 控制。Wpt 表示目标亮度区间高限阈值，bpt 表示目标亮度区间低限阈值。当图像的亮度均值在 wpt 和 bpt 之间时，AEC/AGC 不进行调节。当图像的亮度均值大于 wpt 时，AEC/AGC 模块会降低增益或曝光时间。而当图像的亮度均值小于 bpt 时，AEC 模块将会增加曝光时间或增益。

表 4-5 AEC/AGC 自动控制寄存器

功能	寄存器地址	说明
wpt	16'h350f	目标亮度区间高限阈值
bpt	16'h3510	目标亮度区间低限阈值
wpt2	16'h351b	目标亮度区间高限阈值 2,建议跟 wpt 保持一致
bpt2	16'h351e	目标亮度区间低限阈值 2,建议跟 bpt 保持一致
max_gain	{16'h3518,16'h3519}	最大 gain 值=max_gain/'h10

4.3.3 AEC/AGC 手动控制方法

AEC 手动控制寄存器如表 4-6 所示。

表 4-6 AEC 手动控制寄存器

功能	寄存器地址	说明
曝光时间	{16'h 3e01[7:0], 16'h 3e02[7:0]}	手动曝光时间, {16'h3e01[7:0],16'h3e02[7:4]}以两行为单位, 16'h3e02[3:0]以 1/8 行为单位

AEC 控制说明如下:

1) 当曝光时间大于等于两行时, AEC 的调节步长为两行曝光时间, 两行曝光时间等于行长乘以 TPIXCLK (其中的 TPIXCLK 为 Pixel clock 的一个周期) 乘以 2, 行长 = 寄存器 {16'h320c,16'h320d} × 2。

2) 当曝光时间小于两行时, AEC 的调节步长为 1/8 行曝光时间, 1/8 行曝光时间等于行长乘以 TPIXCLK (其中的 TPIXCLK 为 Pixel clock 的一个周期) 除以 8, 行长 = 寄存器 {16'h320c,16'h320d} × 2

3) 曝光时间及增益都是在第一帧 (第 N 帧) 写入, 第三帧 (第 N+2 帧) 生效。

4) 曝光时间上限不能超过当前帧长除以 2 减去 4 行, 帧长 = 寄存器 {16'h320e,16'h320f} × 2, 即在同一时刻, 写入的 {16'h3e01,16'h3e02[7:4]} 值最大为 {16'h320e,16'h320f}-4。如果曝光时间大于等于帧长, 图像真实曝光时间会不等于写入的曝光时间。

增益控制方法有两种, 具体说明如下:

1) 16'h3e03 设置为 8'h03 时的 Gain mapping: 此时真实的 gain 值 = {16'h3e08,16'h3e09}/8'h10, gain 值最大不能超过 124。

2) 16'h3e03 设置为 8'h0b 此时详细的 Gain mapping 如表 4-7。

表 4-7 增益控制寄存器

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3e08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3e09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
增益控制	DGainX1 寄存器值: 0	增益 X1 寄存器值: 0	0x20	1	1
			0x21	1.03125	1.03125
			0x22	1.0625	1.0625
			0x23	1.09375	1.09375
			0x24	1.125	1.125
			0x25	1.15625	1.15625
			0x26	1.1875	1.1875
			0x27	1.21875	1.21875
			0x28	1.25	1.25
			0x29	1.28125	1.28125

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
			0x2a	1.3125	1.3125
			0x2b	1.34375	1.34375
			0x2c	1.375	1.375
			0x2d	1.40625	1.40625
			0x2e	1.4375	1.4375
			0x2f	1.46875	1.46875
			0x30	1.5	1.5
			0x31	1.53125	1.53125
			0x32	1.5625	1.5625
			0x33	1.59375	1.59375
			0x34	1.625	1.625
			0x35	1.65625	1.65625
			0x36	1.6875	1.6875
			0x37	1.71875	1.71875
			0x38	1.75	1.75
			0x39	1.78125	1.78125
			0x3a	1.8125	1.8125
			0x3b	1.84375	1.84375
			0x3c	1.875	1.875
			0x3d	1.90625	1.90625
			0x3e	1.9375	1.9375
		增益 X1.95 寄存器值: 1	0x20	1	1.95
			0x21	1.03125	2.01094
			0x22	1.0625	2.07188
			0x23	1.09375	2.13281
			0x24	1.125	2.19375
			0x25	1.15625	2.25469
			0x26	1.1875	2.31563
			0x27	1.21875	2.37656
			0x28	1.25	2.4375
			0x29	1.28125	2.49844
			0x2a	1.3125	2.55938
			0x2b	1.34375	2.62031
			0x2c	1.375	2.68125
			0x2d	1.40625	2.74219
			0x2e	1.4375	2.80313

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
			0x2f	1.46875	2.86406
			0x30	1.5	2.925
			0x31	1.53125	2.98594
			0x32	1.5625	3.04688
			0x33	1.59375	3.10781
			0x34	1.625	3.16875
			0x35	1.65625	3.22969
			0x36	1.6875	3.29063
			0x37	1.71875	3.35156
			0x38	1.75	3.4125
			0x39	1.78125	3.47344
			0x3a	1.8125	3.53438
			0x3b	1.84375	3.59531
			0x3c	1.875	3.65625
			0x3d	1.90625	3.71719
			0x3e	1.9375	3.77813
		增益 X3.84 寄存器值: 3	0x20	1	3.84
			0x21	1.03125	3.96
			0x22	1.0625	4.08
			0x23	1.09375	4.2
			0x24	1.125	4.32
			0x25	1.15625	4.44
			0x26	1.1875	4.56
			0x27	1.21875	4.68
			0x28	1.25	4.8
			0x29	1.28125	4.92
			0x2a	1.3125	5.04
			0x2b	1.34375	5.16
			0x2c	1.375	5.28
			0x2d	1.40625	5.4
			0x2e	1.4375	5.52
			0x2f	1.46875	5.64
			0x30	1.5	5.76
			0x31	1.53125	5.88
			0x32	1.5625	6
			0x33	1.59375	6.12

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
			0x34	1.625	6.24
			0x35	1.65625	6.36
			0x36	1.6875	6.48
			0x37	1.71875	6.6
			0x38	1.75	6.72
			0x39	1.78125	6.84
			0x3a	1.8125	6.96
		增益 X7.04 寄存器值: 7	0x20	1	7.04
			0x21	1.03125	7.26
			0x22	1.0625	7.48
			0x23	1.09375	7.70
			0x24	1.125	7.92
			0x25	1.15625	8.14
			0x26	1.1875	8.36
			0x27	1.21875	8.58
			0x28	1.25	8.80
			0x29	1.28125	9.02
			0x2a	1.3125	9.24
			0x2b	1.34375	9.46
			0x2c	1.375	9.68
			0x2d	1.40625	9.90
			0x2e	1.4375	10.12
			0x2f	1.46875	10.34
			0x30	1.5	10.56
			0x31	1.53125	10.78
			0x32	1.5625	11.00
			0x33	1.59375	11.22
			0x34	1.625	11.44
			0x35	1.65625	11.66
			0x36	1.6875	11.88
			0x37	1.71875	12.10
			0x38	1.75	12.32
			0x39	1.78125	12.54
			0x3a	1.8125	12.76
			0x3b	1.84375	12.98
			0x3c	1.875	13.20

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
	DGain X2 寄存器值: 1	增益 X7.04 寄存器值: 7	0x3d	1.90625	13.42
			0x3e	1.9375	13.64
			0x3f	1.96875	13.86
			0x20	1	14.08
			0x21	1.03125	14.52
			0x22	1.0625	14.96
			0x23	1.09375	15.40
			0x24	1.125	15.84
			0x25	1.15625	16.28
			0x26	1.1875	16.72
			0x27	1.21875	17.16
			0x28	1.25	17.60
			0x29	1.28125	18.04
			0x2a	1.3125	18.48
			0x2b	1.34375	18.92
			0x2c	1.375	19.36
			0x2d	1.40625	19.80
			0x2e	1.4375	20.24
			0x2f	1.46875	20.68
			0x30	1.5	21.12
			0x31	1.53125	21.56
			0x32	1.5625	22.00
			0x33	1.59375	22.44
			0x34	1.625	22.88
			0x35	1.65625	23.32
			0x36	1.6875	23.76
			0x37	1.71875	24.20
			0x38	1.75	24.64
			0x39	1.78125	25.08
			0x3a	1.8125	25.52
			0x3b	1.84375	25.96
			0x3c	1.875	26.40
			0x3d	1.90625	26.84
			0x3e	1.9375	27.28
			0x3f	1.96875	27.72
	DGain	增益 X7.04	0x20	1	28.16

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
X4 寄存器值: 3		寄存器值: 7	0x21	1.03125	29.04
			0x22	1.0625	29.92
			0x23	1.09375	30.80
			0x24	1.125	31.68
			0x25	1.15625	32.56
			0x26	1.1875	33.44
			0x27	1.21875	34.32
			0x28	1.25	35.20
			0x29	1.28125	36.08
			0x2a	1.3125	36.96
			0x2b	1.34375	37.84
			0x2c	1.375	38.72
			0x2d	1.40625	39.60
			0x2e	1.4375	40.48
			0x2f	1.46875	41.36
			0x30	1.5	42.24
			0x31	1.53125	43.12
			0x32	1.5625	44.00
			0x33	1.59375	44.88
			0x34	1.625	45.76
			0x35	1.65625	46.64
			0x36	1.6875	47.52
			0x37	1.71875	48.40
			0x38	1.75	49.28
			0x39	1.78125	50.16
			0x3a	1.8125	51.04
			0x3b	1.84375	51.92
			0x3c	1.875	52.80
			0x3d	1.90625	53.68
			0x3e	1.9375	54.56
			0x3f	1.96875	55.44
	DGain X8 寄存器值: 7	增益 X7.04 寄存器值: 7	0x20	1	56.32
			0x21	1.03125	58.08
			0x22	1.0625	59.84
			0x23	1.09375	61.60
			0x24	1.125	63.36

Items	Digital gain (16' h3e08[7:5])	Coarse gain (16' h3E08) bit[4:2]	Fine gain (16' h3E09) bit[7:0]		Total gain
			寄存器值	增益	
			0x25	1.15625	65.12
			0x26	1.1875	66.88
			0x27	1.21875	68.64
			0x28	1.25	70.40
			0x29	1.28125	72.16
			0x2a	1.3125	73.92
			0x2b	1.34375	75.68
			0x2c	1.375	77.44
			0x2d	1.40625	79.20
			0x2e	1.4375	80.96
			0x2f	1.46875	82.72
			0x30	1.5	84.48
			0x31	1.53125	86.24
			0x32	1.5625	88.00
			0x33	1.59375	89.76
			0x34	1.625	91.52
			0x35	1.65625	93.28
			0x36	1.6875	95.04
			0x37	1.71875	96.80
			0x38	1.75	98.56
			0x39	1.78125	100.32
			0x3a	1.8125	102.08
			0x3b	1.84375	103.84
			0x3c	1.875	105.60
			0x3d	1.90625	107.36
			0x3e	1.9375	109.12
			0x3f	1.96875	110.88

4.3.4 YAVG (图像的亮度均值的统计)

SC130GS 提供两种窗口化亮度均值的统计模式：自动窗口化和子窗口化模式。在自动窗口化（默认）模式下图像的亮度均值统计基于输出窗口。在子窗口化模式（将寄存器 16'h5690[0] 设为 1）下，图像的亮度均值统计基于的窗口尺寸由寄存器 avg_x_start、avg_x_width、avg_y_start 和 avg_y_height 决定。

表 4-8 YAVG 控制寄存器

功能	寄存器名	描述
yavg 窗口化使能	16'h5690	Bit[0]: win_man_en 0~ auto enable 1~ manual enable
avg_x_start	{16'h5680[3:0],16'h5681}	16'h5680[3:0]=avg_x_start[11:8] 16'h5681=avg_x_start[7:0]
avg_x_width	{16'h5684[3:0],16'h5685}	16'h5684[3:0]=avg_x_width[11:8] 16'h5685=avg_x_width[7:0]
avg_y_start	{16'h5682[3:0],16'h5683}	16'h5682[3:0]=avg_y_start[11:8] 16'h5683=avg_y_start[7:0]
avg_y_height	{16'h5686[3:0],16'h5687}	16'h5686[3:0]=avg_y_width[11:8] 16'h5687=avg_y_width[7:0]
yavg	16'h5693	只读寄存器，图像亮度平均值

4.4. 黑电平控制(BLC)

SC130GS 像素阵列包含 8 条黑行，这些黑行可以为补偿消除算法提供数据。数字图像处理首先要减去黑电平数据，BLC 算法可以从黑行数据中估算黑电平的补偿值，而彩色像素的值会减去各自色彩通道的黑电平补偿值。如果在一些特定的像素点，这样的减法得到了负值，那么将结果置 0。

默认情况下，改变增益值后会重新进行 BLC 操作。

黑电平有两种计算模式：手动 BLC 和自动 BLC。在手动模式下，补偿值由寄存器指定；在自动模式下，补偿值通过黑行计算得到。

表 4-9 BLC 控制寄存器

功能	寄存器名	描述
BLC 使能	16'h5001	Bit[0]: blc_enable 0~ bypass BLC 1~ BLC enable
自动 BLC 使能	16'h3902	Bit[6]: blc_auto_en 0~ manual mode 1~ auto mode
BLC 通道选择	{16'h3928[0],16'h3905[6]}	16'h3928[0]: 0~ use 8 channel offset mode 1~ use 4 channel offset mode 16'h3905[6]: one channel enable 0~ use 8 or 4 channel offset 1~ use one channel mode
BLC 目标值	{16'h3907[4:0],16'h3908}	BLC target

4.5. 行噪声消除(RNC)

像素阵列包含 96 条黑色参考列，这些列可以为行噪声消除算法提供数据。RNC 算法可以从黑色参考列数据中估算出行噪声。对于同一行来说，行噪声是相同的；而不同行之间的行噪声互不相同。考虑到色彩滤镜的存在，必须使用两条通道来消除行噪声。如果消除算法（减法）在特定像素得到一个负值，那么将结果置 0。

表 4-10 控制寄存器

功能	寄存器名	描述
RNC 使能	16'h3400	Bit[0]: RNC enable 0~ bypass RNC 1~ RNC enable
自动 RNC 使能	16'h3400	Bit[1]: rnc_auto_en 0~ manual mode 1~ auto mode
RNC 通道选择	16'h3400	Bit[5]: one channel enable 0~ use 4 channel mode 1~ use 1 channel mode
RNC 目标值	{16'h3415[7:4],16'h3416}	RNC target

4.6. 输出黑电平值控制

当 BLC,RNC 模块都打开，输出黑电平由寄存器 RNC 目标值控制{16'h3415[7:4],16'h3416}，当 BLC 模块打开，RNC 模块关闭时，输出黑电平值由寄存器 BLC 目标值控制{16'h3907[3:0],16'h3908}。

4.7. 视频输出模式

4.7.1 读取顺序

图 4-5 提供了芯片工作的时候，第一个读取的 pixel 位置，以及整个 array 的结构示意图。此图是在 Pin1 脚置于上方的时候得到（top view）。

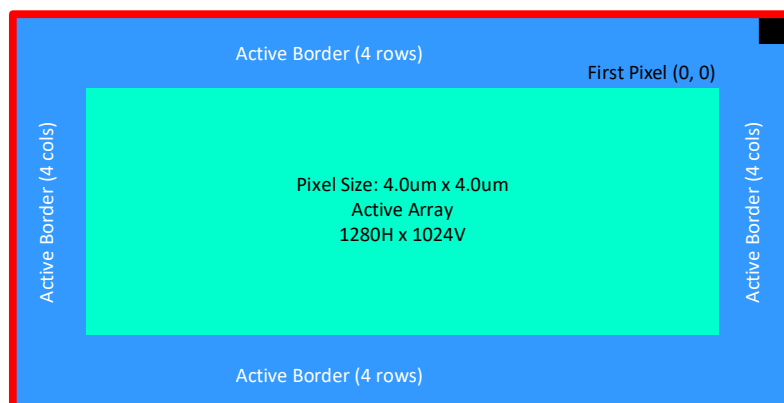


图 4-5 像素阵列图一

图 4-6 给出了 first pixel 的数据颜色格式。

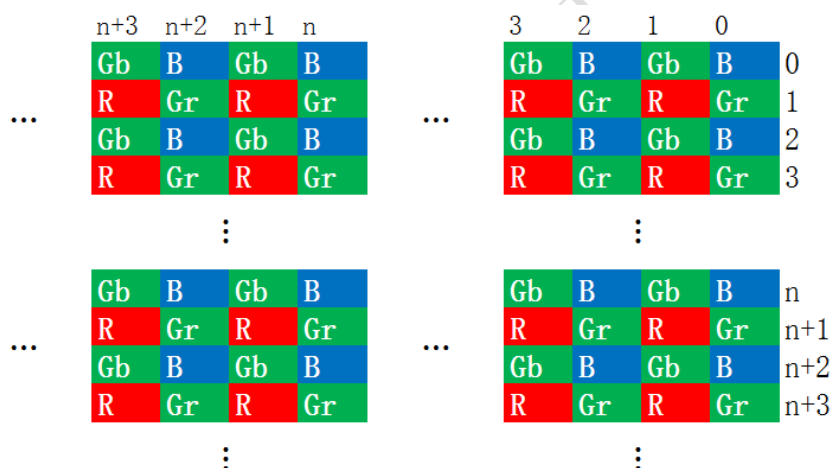


图 4-6 像素阵列图二

SC130GS 提供镜像模式和倒置模式。前者会水平颠倒传感器的数据读出顺序；而后者会垂直颠倒传感器的读出顺序。如图 4-11 所示。



图 4-7 镜像和倒置实例

表 4-11 镜像和倒置模式控制寄存器

功能	寄存器地址	寄存器值	描述
镜像模式	16'h 3221[2:1]	2'h 3	Bit[2:1]: mirror ctrl 2'b00~mirror off 2'b11~mirror on
倒置模式	16'h 3221[6:5]	2'h 3	Bit[6:5]: flip ctrl 2'b00~flip off 2'b11~flip on

4.7.2 输出窗口

表 4-12 输出窗口寄存器

地址	寄存器名	描述
16'h3208	窗口宽度	Bit[7:0]: 输出窗口宽度高八位
16'h3209	窗口宽度	Bit[7:0]: 输出窗口宽度低八位
16'h320a	窗口高度	Bit[7:0]: 输出窗口高度的高八位
16'h320b	窗口高度	Bit[7:0]: 输出窗口高度的低八位
16'h3210	列起始	Bit[7:0]: 输出窗口列起始位置的高八位
16'h3211	列起始	Bit[7:0]: 输出窗口列起始位置的低八位
16'h3212	行起始	Bit[7:0]: 输出窗口行起始位置的高八位
16'h3213	行起始	Bit[7:0]: 输出窗口行起始位置的低八位

4.8. 帧率计算

4.8.1 非外触发全局曝光模式

图 4-8 为有效输出示意图，可以按照以下公式来计算图像帧率：帧率 = $F_{PIXCLK} / (\text{行长} \times \text{帧长})$ 。其中 F_{PIXCLK} 指的是 pixel clk 的时钟频率；行长包括图像水平方向上，有效区域宽度以及行消隐区宽度之和，行长 = 寄存器{16'h320c, 16'h320d} × 2；帧长包括图像垂直方向上，有效区域高度以及帧消隐去宽度之和，帧长 = 寄存器{16'h320e, 16'h320f} × 2。



图 4-8 视频有效输出示意图

表 4-13 帧率相关寄存器

地址	寄存器名	描述
16'h320c	行长控制	Bit[7:0]: 行长的 Bit[16:9]
16'h320d	行长控制	Bit[7:0]: 行长的 Bit[8:1]
16'h320e	帧长控制	Bit[7:0]: 帧长的 Bit[16:9]
16'h320f	帧长控制	Bit[7:0]: 帧长的 Bit[8:1]

4.8.2 外触发全局曝光模式

外触发全局曝光模式下，帧率由外部控制，最大帧率= $F_{PIXCLK}/(\text{行长} \times \text{帧长})$ ，公式中的帧长等于图 4-2 中的 Active Rows + Blanks Rows。

4.9. 测试模式

为方便测试，SC130GS 提供了两种测试模式：灰度渐变模式和彩条模式，如图 4-9 所示。



图 4-9 测试模式

表 4-14 测试模式控制寄存器

功能	寄存器地址	寄存器值	描述
灰度渐变模式	16'h4501	8'hc8	Bit[3]: incremental pattern enable 0~ normal image 1~ incremental pattern
	16'h3400	8'h52	Close RNC
	16'h5001	8'h04	Close BLC
彩条模式	16'h5040	8'h80	Bit[7]: color bar enable

联系我们：

总部：

地址：上海市徐汇区宜山路 900 号 A 座 1101 室

电话：021-64853570

传真：021-64853572-8004

邮箱：sales@smartsensotech.com

美国分公司：

地址：4340 Stevens Creek Blvd. Suite 280, San Jose, CA 95129

电话：+1 (408) 981-6626

深圳分公司：

地址：深圳市龙岗区坂田街道五和大道南星河 WORLD B 座 2908

电话：0755-23739713

思特威技术支持邮箱：

support@smartsensotech.com