



SMARTSENS

SmartSens™

Hermes 数据手册

Preliminary V0.1

2018.10.19

SmartSens Confidential NDA on

应用

- 安防监控系统
- 网络摄像机
- 可移动设备相机
- 视频电话会议设备

特性

- 高光敏度
- 高动态范围
 - 支持两 or 三重曝光行间宽动态
- 高信噪比
- 850nm/940nm 近红外增强
- 55x 模拟增益, 32x 数字增益
- 支持高速 DPC
- 支持外部控制帧率及多 sensor 同步
- 水平/垂直窗口调整
- 水平/垂直窗口翻转
- 支持 2×2 binning 模式
- I²C 接口寄存器编程
- 内置温度传感器

关键指标 (典型值)

- 分辨率: 2MP
- 像素阵列: 1920H×1080V
- 像素尺寸: 4.0μm×4.0μm
- 镜头光学尺寸: 1/1.8"
- 最大图像传输速率:
 - 1920H×1080V@60fps@12bit
 - 1920H×1080V@90fps@10bit
- 输出接口:
 - 12bit DVP
 - 12/10/8-bit@4lane MIPI
 - 12/10/8-bit@4lane LVDS
- 输出格式: RAW RGB
- CRA: 9°
- 灵敏度: 10800mV/Lux·s
- 动态范围:
 - HDR 模式>100dB
 - Linear 模式 84dB
- 信噪比: 43dB
- 工作温度范围: -30°C~+85°C
- 最佳工作温度范围: -20°C~+60°C
- 电源电压:
 - AVDD = 2.8V±0.1V
 - DVDD = 1.2V±0.06V
 - DOVDD = 1.8V±0.1V
- 封装: 70pin CSP
- 封装尺寸: 8.89mm×5.79mm

目录

1. 系统描述.....	6
1.1. 芯片概述.....	6
1.2. 系统框架.....	6
1.3. 引脚描述.....	7
1.4. 芯片初始化.....	10
1.4.1. 上电时序.....	10
1.4.2. 睡眠模式.....	11
1.4.3. 复位模式.....	11
1.5. 配置接口.....	11
1.6. Sensor ID	13
1.7. 数据接口.....	13
1.7.1. DVP	13
1.7.2. MIPI	14
1.7.3. LVDS.....	18
1.8. 锁相环.....	20
2. 功能介绍.....	20
2.1. SLAVE MODE	20
2.2. HDR	22
2.3. AEC/AGC.....	25
2.3.1. AEC/AGC 的控制策略	25
2.3.2. AEC 控制寄存器说明	25
2.3.3. AGC 控制寄存器说明.....	26
2.4. GROUP HOLD.....	33
2.5. DPC.....	33
2.6. TEMP SENSOR	34
2.7. 视频输出模式.....	34
2.7.1. 读取顺序.....	34
2.7.2. 输出窗口.....	35
2.8. 帧率计算.....	36
2.9. 测试模式.....	36
3. 电气特性.....	37
4. 光学特性.....	39
5. 封装信息.....	40
6. 版本变更记录.....	42

图片索引

图 1-1 Hermes 结构图	6
图 1-2 典型应用示意图	7
图 1-3 Hermes 封装引脚图	10
图 1-4 上电时序图	10
图 1-5 I ² C 接口时序	12
图 1-6 DVP 时序	13
图 1-7 MIPI 时序示意图	14
图 1-8 MIPI 底层数据包示意图	15
图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图	15
图 1-10 MIPI 1/2/4 Lane 模式数据包传输示意图	16
图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构	17
图 1-12 LVDS 1 个 data lane 数据结构示意图（以 10bit 为例）	18
图 1-13 PLL 控制示意图	20
图 2-1 Slave Mode 时序图	20
图 2-2 Slave Mode 曝光实现图	21
图 2-3 两重曝光行 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序	22
图 2-4 三重曝光行 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序	23
图 2-5 两重曝光行 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序	23
图 2-6 三重曝光行 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序	23
图 2-7 两重曝光行 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序	24
图 2-8 三重曝光行 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序	24
图 2-9 像素阵列图一	34
图 2-10 像素阵列图二	35
图 2-11 镜像和倒置实例	35
图 2-12 测试模式	36
图 4-1 Hermes 光谱曲线	39
图 5-1 封装尺寸示意图	40

表格索引

表 1-1 Hermes PIN 脚描述	7
表 1-2 睡眠模式控制寄存器	11
表 1-3 软复位控制寄存器	11
表 1-4 I ² C 设备地址控制	11
表 1-5 I ² C 接口时序详细参数	12
表 1-6 SENSOR ID 寄存器	13
表 1-7 DVP 同步调整寄存器	14
表 1-8 MIPI 数据类型	17
表 1-9 MIPI 调整寄存器	17
表 1-10 LVDS 数据同步信息编码示意表	18
表 1-11 LVDS 调整相关寄存器	19
表 2-1 Slave mode 控制寄存器	22
表 2-2 HDR 控制寄存器	24
表 2-3 曝光的手动控制寄存器	25
表 2-4 Normal 模式/HDR 模式下增益寄存器控制	26
表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器	27
表 2-6 数字 gain 值控制寄存器	30
表 2-7 Group hold 控制寄存器	33
表 2-8 DPC 控制寄存器	33
表 2-9 TEMP SENSOR 控制寄存器	34
表 2-10 镜像和倒置模式控制寄存器	35
表 2-11 输出窗口寄存器	35
表 2-12 帧率相关寄存器	36
表 2-13 测试模式控制寄存器	36
表 3-1 绝对最大额定值（以上所有电压都是 to pad 电压）	37
表 3-2 直流电气特性（以上所有电压都是 to pad 电压）	37
表 3-3 交流特性（TA=25°C，AVDD=2.8V，DOVDD=1.8V）	38
表 5-1 Hermes 封装示意图	40

1. 系统描述

1.1. 芯片概述

Hermes 是监控相机领域先进的数字 CMOS 图像传感器，最高支持 $1920H \times 1080V @ 90fps$ 的传输速率。Hermes 输出 raw 格式图像，有效像素窗口为 $1928H \times 1088V$ ，支持复杂的片上操作——例如窗口化、水平或垂直镜像化等。

Hermes 可以通过标准的 I²C 接口进行配置。

Hermes 可以通过 EFSYNC 引脚实现外部控制帧率及多 sensor 同步。

1.2. 系统框架

图 1-1 展示了 Hermes 图像传感器的功能模块。图 1-2 展示了一个典型的应用示例。

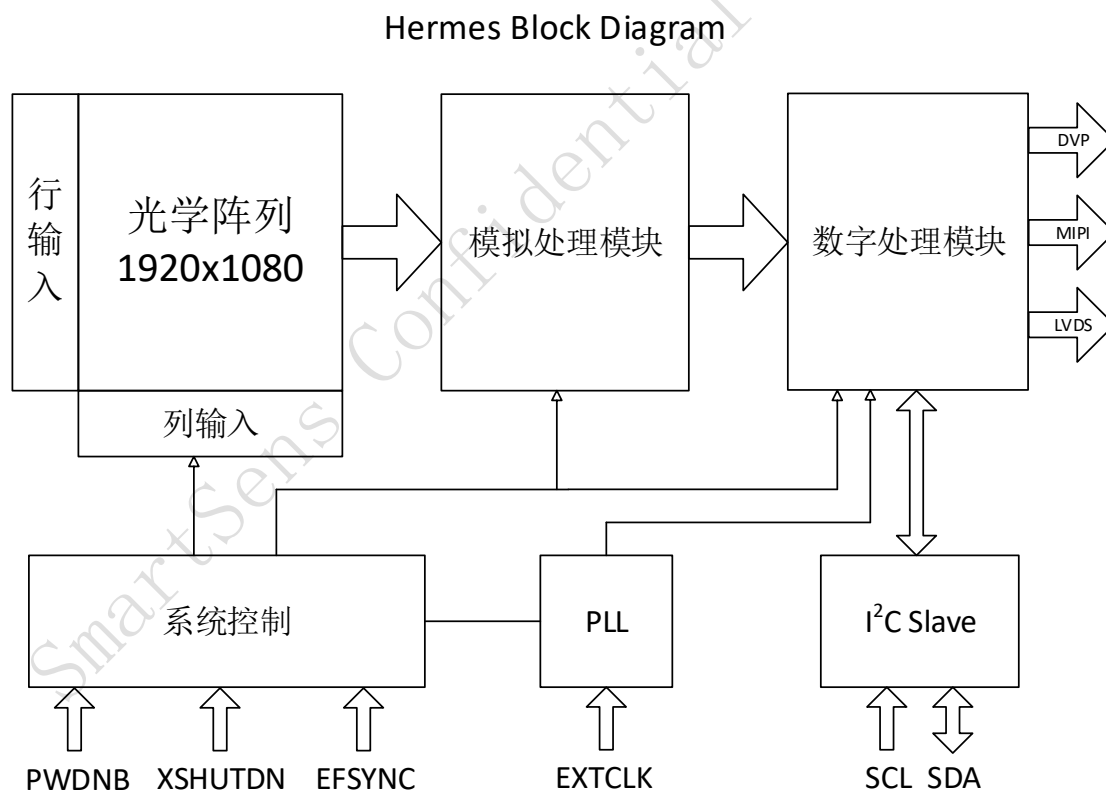


图 1-1 Hermes 结构图

Hermes 支持 DVP、MIPI 和 LVDS 接口，以 MIPI 接口为例：

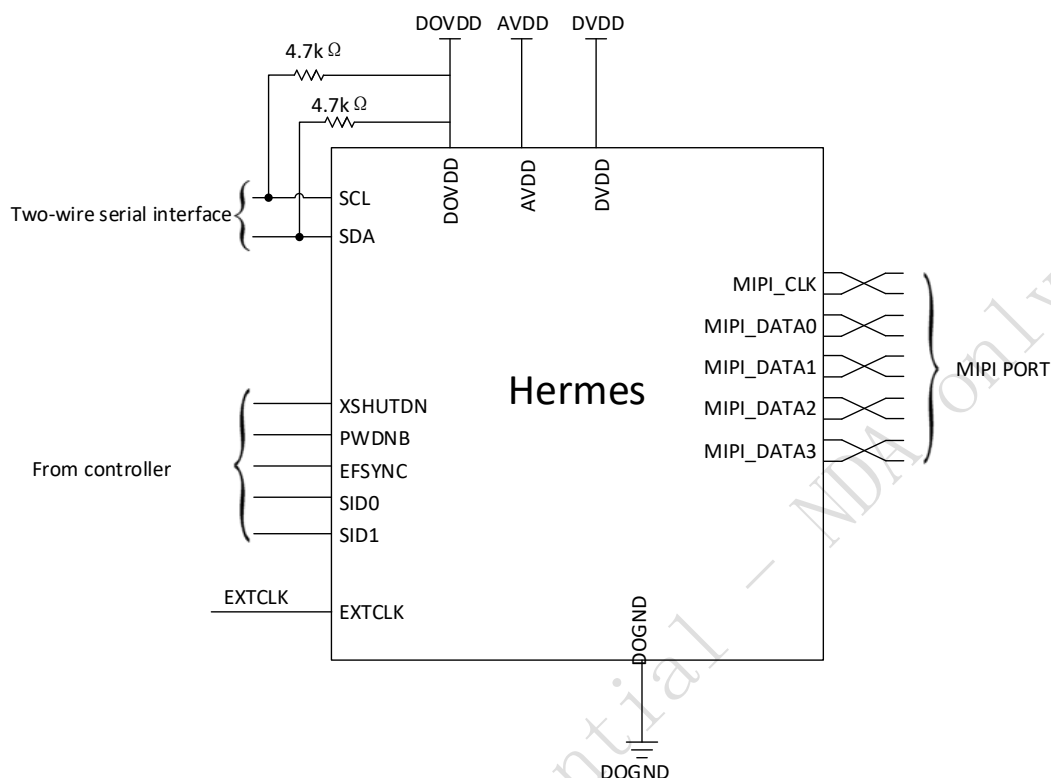


图 1-2 典型应用示意图

1.3. 引脚描述

表 1-1 列出了 Hermes 图像传感器的引脚信息及相关描述。

表 1-1 Hermes PIN 脚描述

序号	编号	信号名	引脚类型	描述
1	A1	DOGND	地线	模拟地/数字地
2	A2	DOVDD	电源	1.8V IO 电源
3	A3	DOVDD	电源	1.8V IO 电源
4	A4	SCL	输入	I ² C 时钟线
5	A5	DVDD	电源	1.2V 数字电源
6	A6	SID1	输入	I ² C Device ID 的选择 1 (内置下拉电阻，默认 Device ID 是 7'h30)
7	A7	XSHUTDN	输入	复位信号输入(内置上拉电阻，低电位有效)
8	A8	DVDD	电源	1.2V 数字电源
9	A9	VREFN	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)

10	A10	DVDD	电源	1.2V 数字电源
11	A11	DOGND	地线	模拟地/数字地
12	B1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
13	B2	DOGND	地线	模拟地/数字地
14	B3	LREF	输出	DVP 行同步
15	B4	EXTCLK	输入	时钟输入
16	B5	DOGND	地线	模拟地/数字地
17	B6	SID0	输入	I ² C Device ID 的选择 0 (内置下拉电阻, 默认 Device ID 是 7'h30)
18	B7	EFSYNC	输入	外部同步触发(内置下拉电阻)
19	B8	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
20	B9	NC	---	NC
21	B10	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
22	B11	DOGND	地线	模拟地/数字地
23	C1	DOGND	地线	模拟地/数字地
24	C2	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
25	C3	FSYNC	输出	帧同步信号
26	C4	SDA	输入/输出	I ² C 数据线(open drain)
27	C5	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
28	C6	TM	输入	接 DOGND
29	C7	PWDNB	输入	Power Down 信号输入(内置上拉电阻, 低电位有效)
30	C8	DOGND	地线	模拟地/数字地
31	C9	DOGND	地线	模拟地/数字地
32	C10	DOGND	地线	模拟地/数字地
33	C11	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
34	D1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
35	D2	DOGND	地线	模拟地/数字地
36	D3	DOGND	地线	模拟地/数字地
37	D6	DOGND	地线	模拟地/数字地
38	D9	DOGND	地线	模拟地/数字地
39	D10	DOGND	地线	模拟地/数字地
40	D11	DOGND	地线	模拟地/数字地
41	E1	DOGND	地线	模拟地/数字地
42	E2	D<0>	输出	DVP 输出 bit[0]
43	E3	DOVDD	电源	1.8V IO 电源
44	E4	DVDD	电源	1.2V 数字电源
45	E5	DOGND	地线	模拟地/数字地
46	E7	DVDD	电源	1.2V 数字电源
47	E10	VREFN2	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
48	E11	DOGND	地线	模拟地/数字地

49	F1	DVDD	电源	1.2V 数字电源
50	F2	D<1>	输出	DVP 输出 bit[1]
51	F3	D<3>(MD3P)	输出	DVP 输出 bit[3]/MIPI 数据 3 正极信号
52	F4	D<5>(MD1P)	输出	DVP 输出 bit[5]/MIPI 数据 1 正极信号
53	F5	D<7>(MCP)	输出	DVP 输出 bit[7]/MIPI 时钟正极信号
54	F6	DOVDD	电源	1.8V IO 电源
55	F7	D<8>(MD0P)	输出	DVP 输出 bit[8]/MIPI 数据 0 正极信号
56	F8	D<10>(MD2P)	输出	DVP 输出 bit[10]/MIPI 数据 2 正极信号
57	F9	DOGND	地线	模拟地/数字地
58	F10	VREFH	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
59	F11	AVDD	电源	2.8V 模拟电源
60	G1	DOGND	地线	模拟地/数字地
61	G2	D<2>	输出	DVP 输出 bit[2]
62	G3	D<4>(MD3N)	输出	DVP 输出 bit[4]/MIPI 数据 3 负极信号
63	G4	D<6>(MD1N)	输出	DVP 输出 bit[6]/MIPI 数据 1 负极信号
64	G5	PCLK(MCN)	输出	DVP 输出时钟/MIPI 时钟负极信号
65	G6	DVDD	电源	1.2V 数字电源
66	G7	D<9>(MD0N)	输出	DVP 输出 bit[9]/MIPI 数据 0 负极信号
67	G8	D<11>(MD2N)	输出	DVP 输出 bit[11]/MIPI 数据 2 负极信号
68	G9	VQPNS	输入	接 DOGND
69	G10	TXVDD	输出	内部参考电压(外接电容至 DOGND)
70	G11	NC	--	---

A1 DOGND	A2 DOVDD	A3 DOVDD	A4 SCL	A5 DVDD	A6 SID1	A7 XSHUTDN	A8 DVDD	A9 VREFN	A10 DVDD	A11 DOGND
B1 DVDD	B2 DOGND	B3 LREF	B4 EXTCLK	B5 DOGND	B6 SID0	B7 EFSYNC	B8 AVDD	B9 NC	B10 AVDD	B11 DOGND
C1 DOGND	C2 AVDD	C3 FSYNC	C4 SDA	C5 AVDD	C6 TM	C7 PWDNB	C8 DOGND	C9 DOGND	C10 DOGND	C11 AVDD
D1 DVDD	D2 DOGND	D3 DOGND		D6 DOGND				D9 DOGND	D10 DOGND	D11 DOGND
E1 DOGND	E2 D<0>	E3 DOVDD	E4 DVDD	E5 DOGND		E7 DVDD		E10 VREFN2	E11 DOGND	
F1 DVDD	F2 D<1>	F3 D<3>/MD3P	F4 D<5>/MD1P	F5 D<7>/MCP	F6 DOVDD	F7 D<8>/MD0P	F8 D<10>/MD2P	F9 DOGND	F10 VREFH	F11 AVDD
G1 DOGND	G2 D<2>	G3 D<4>/MD3N	G4 D<6>/MD1N	G5 PCLK/MCN	G6 DVDD	G7 D<9>/MD0N	G8 D<11>/MD2N	G9 VQPN5	G10 TXVDD	G11 NC

图 1-3 Hermes 封装引脚图

1.4.1. 上电时序

Timing diagram for I²C activity ready signal. The diagram shows the relationship between DOVDD, DVDD, AVDD, XSHUTDN, PWDNB, and I²C signals. Key timing parameters T1 through T5 are indicated. T1 is the delay from DOVDD rising to I²C activity ready. T2 is the delay from AVDD rising to XSHUTDN rising. T3 is the delay from XSHUTDN rising to PWDNB rising. T4 is the delay from PWDNB rising to I²C activity ready. T5 is the delay from I²C activity ready to I²C activity ready. The diagram also shows the 'cut off power' signal.

图 1-4 上电时序图

1) $T1 \geq 0\text{ms}$, $T2 \geq 0\text{ms}$, $T3 \geq 0\text{ms}$, $T4 \geq 0\text{ms}$, $T5 > 2\text{ms}$.

1.4.2. 睡眠模式

睡眠模式下，Hermes 停止输出图像数据流，工作在低功耗状态，保持当前寄存器值。
Hermes 提供两种方式进入睡眠模式：

- 1) 将 PWDNB 拉低，此时不支持 I²C 读写；
- 2) 将寄存器 16'h0100[0]写入 0，此时支持 I²C 读写。

表 1-2 睡眠模式控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
软睡眠模式使能	16'h0100	8'h1	Bit[0]: manual sleep model ctrl 1~sleep model disable 0~ sleep model

1.4.3. 复位模式

复位模式下，Hermes 停止输出图像数据流，工作在低功耗状态，重置所有寄存器，Hermes 提供两种方式进入复位模式：

- 1) 将 XSHUTDN 拉低，此时不支持 I²C 读写；
- 2) 将寄存器 16'h0103[0]写入 1，此复位模式持续 150ns。

表 1-3 软复位控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
软复位使能	16'h0103	8'h0	Bit[0]: rst soft

1.5. 配置接口

Hermes 提供标准的 I²C 总线配置接口对寄存器进行读写，I²C 设备地址由 PAD SID0、SID1 的电平值决定，如表 1-4 所示。PAD SID0、SID1 内部有下拉电阻。

表 1-4 I²C 设备地址控制

7Bit I ² C 设备地址	SID0	SID1
7'h30	低电平	低电平
7'h31	高电平	低电平
7'h32	低电平	高电平
7'h33	高电平	高电平

消息类型：16-bit 地址、8-bit 数据和 7-bit 设备地址

S	Slave Address	R/W	A	Sub Address[15:8]	A	Sub Address[7:0]	A	data	A/Ā	P
---	---------------	-----	---	-------------------	---	------------------	---	------	-----	---

I²C 读操作

S	Slave Address	0	A	Sub Address[15:8]	A	Sub Address[7:0]	A	Sr	Slave address	1	A	data	Ā	P
---	---------------	---	---	-------------------	---	------------------	---	----	---------------	---	---	------	---	---

I²C 写操作

S	Slave Address	0	A	Sub Address[15:8]	A	Sub Address[7:0]	A	data	A/Ā	P
---	---------------	---	---	-------------------	---	------------------	---	------	-----	---



从机到主机

S: 起始条件

A: 答复



主机到从机

P: 终止条件

Ā: 拒绝答复



方向取决于具体操作

Sr: 重复起始条件

I²C 时序

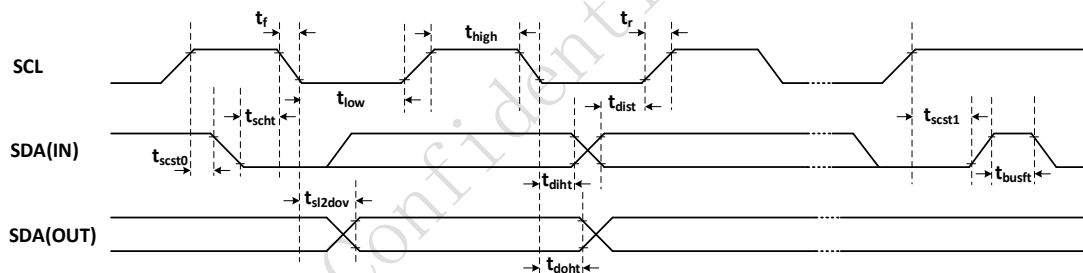


图 1-5 I²C 接口时序

表 1-5 I²C 接口时序详细参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
f_{i2c}	时钟频率	—	—	400	kHz
t_{low}	时钟低电平时间	1.3	—	—	μs
t_{high}	时钟高电平时间	0.6	—	—	μs
t_{cl2dov}	SCL 拉低至输出数据有效间时间间隔	0.1	—	0.9	μs
t_{busft}	下一个起始状态前总线空闲时间	1.3	—	—	μs
t_{scht}	起始条件保持时间	0.6	—	—	μs
t_{scst0}	起始条件建立时间	0.6	—	—	μs
t_{diht}	输入数据保持时间	0	—	—	μs
t_{dist}	输入数据建立时间	0.1	—	—	μs
t_{scst1}	终止条件建立时间	0.6	—	—	μs
t_f/t_r	下降上升时间比	—	—	0.3	
t_{doht}	输出数据保持时间	0.05	—	—	μs

备注:

- 1) 这是在 400kHz 模式下的 I²C 时序；
- 2) 判断上升沿起始或下降沿终止的电平阈值为 10%；判断上升沿终止或下降沿起始的阈值为 90%。

1.6. Sensor ID

表 1-6 SENSOR ID 寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
SENSOR ID 高位	16'h3107	8'h22	SENSOR ID[15:8]
SENSOR ID 低位	16'h3108	8'h10	SENSOR ID[7:0]

1.7. 数据接口

Hermes 提供三种数据接口：DVP、MIPI 和 LVDS。

1.7.1. DVP

Hermes 支持并行视频端口（DVP），输出 12-bit 并行数据。FSYNC 脉冲信号表示新一帧数据的开始，LREF 表示数据行同步信号，PCLK 表示输出数据时钟。图 1-6 是 DVP 时序示意图。

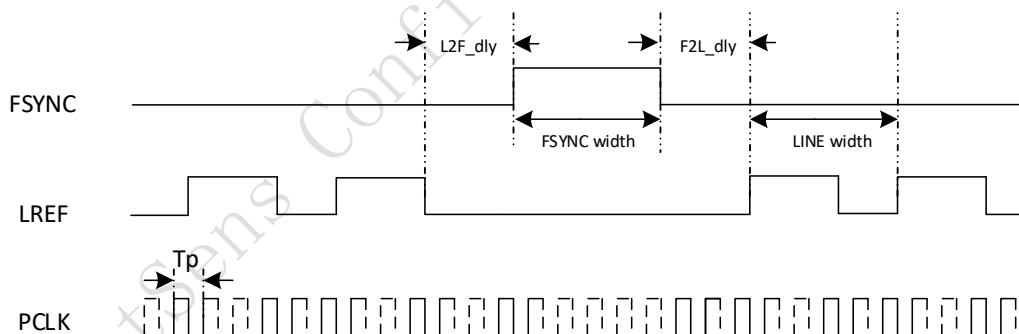


图 1-6 DVP 时序

备注：

- 1) T_p 表示 PCLK 的周期；
- 2) L2F_dly 表示最后的 LREF 下降沿至 FSYNC 上升沿间时延；
- 3) F2L_dly 表示 FSYNC 下降沿至第一条 LREF 上升沿间时延；
- 4) LINE width 表示一行宽度，以 2 个 PCLK 周期为单位，由寄存器{16'h320c,16'h320d}控制；
- 5) FSYNC width 默认值为一行宽度，以 1 行为单位，由寄存器 16'h3d01 调节。

表 1-7 DVP 同步调整寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
FSYNC 信号宽度	16'h3d01	8'h01	FSYNC length, line count
DVP 信号极性	16'h3d08	8'h01	Bit[2]: LREF polarity Bit[1]: FSYNC polarity Bit[0]: PCLK polarity
PAD 驱动能力	16'h3641	8'h00	Bit[1:0]:adjust PAD driver capability
PCLK 延迟	16'h3640	8'h00	Bit[1:0]: PCLK DLY 2ns/step

1.7.2. MIPI

Hermes 提供串行视频端口（MIPI）。Hermes MIPI 接口支持 8/10/12bit, 1/2/4lane 串行输出，每个 lane 传输速率推荐不大于 1.0Gbps。图 1-7 是 MIPI 数据接口示意图。

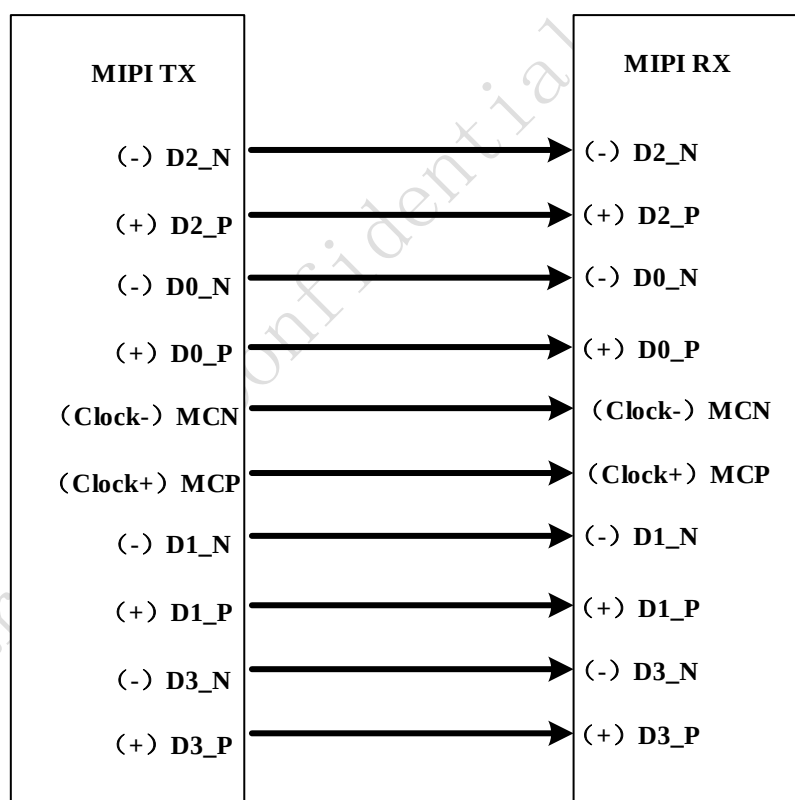


图 1-7 MIPI 时序示意图

图 1-8 是 MIPI 底层数据包的简略示意图，其中分别展示了一个短数据包和长数据包的传输过程。

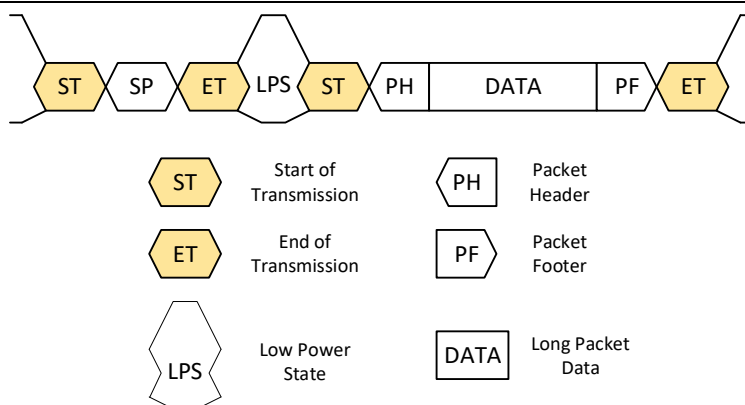


图 1-8 MIPI 底层数据包示意图

图 1-9 展示了 MIPI 长、短数据包结构示意图。其中数据标识 DI(Data Identifier)用来区分不同的数据包类型。图 1-10 展示了 MIPI 工作在 1lane、2lane 和 4lane 模式下的数据包传输示意图。图 1-11 中，DI 包括两部分，分别是虚拟通道（VC）和数据类型（DT）。默认情况下，Sensor 给出的 MIPI 数据 VC 值都是 0，而 DT 值如

表 1-8 所示。

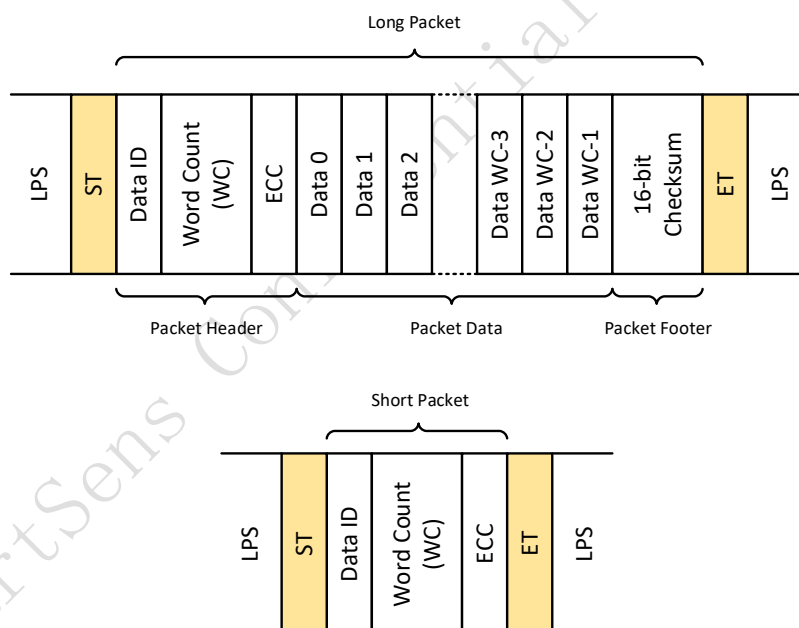
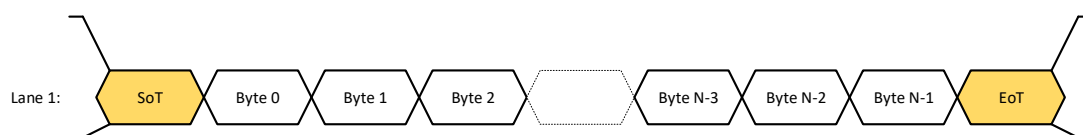
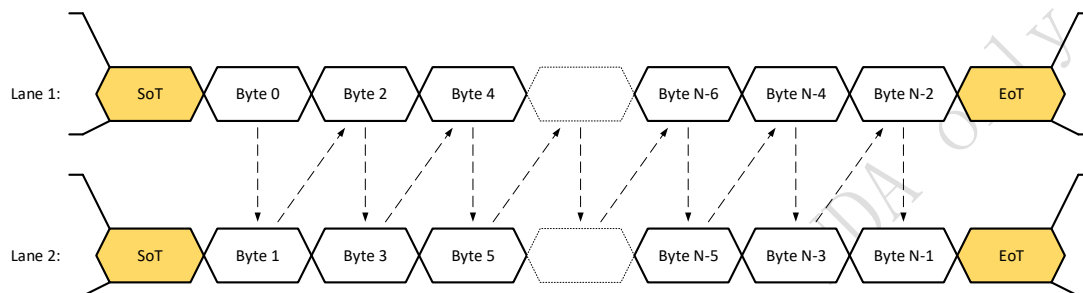


图 1-9 MIPI 长/短数据包结构示意图

MIPI 1-Lane Mode



MIPI 2-Lane Mode



MIPI 4-Lane Mode

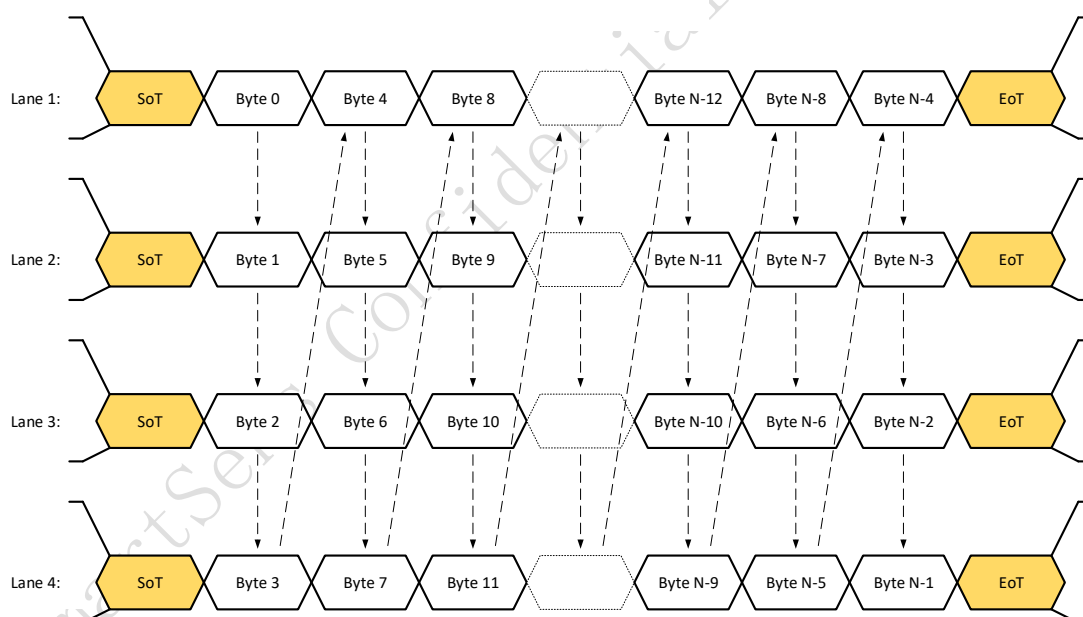


图 1-10 MIPI 1/2/4 Lane 模式数据包传输示意图

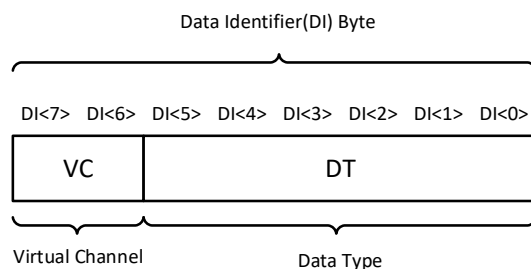


图 1-11 MIPI 数据包 DI 结构

表 1-8 MIPI 数据类型

DT	描述
6'h00	帧起始短包
6'h01	帧结束短包
6'h02	行起始短包
6'h03	行结束短包
6'h2a	8-bit 模式下数据长包
6'h2b	10-bit 模式下数据长包
6'h2c	12-bit 模式下数据长包

表 1-9 MIPI 调整寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
MIPI lane 数量	16'h3018	8'h72	Bit[7:5]: mipi lane num-1 3'h0~ 1 lane mode 3'h1~ 2 lane mode 3'h3~ 4 lane mode
MIPI 输出数据模式	16'h3031	8'h0a	Bit[3:0]: mipi bit mode 4'h8~ raw8 mode 4'hc~ raw12 mode others~ raw10 mode
PHY 数据模式	16'h3037	8'h00	Bit[6:5]: phy bit mode 2'h0~ 8bit mode 2'h1~ 10bit mode 2'h2~ 12bit mode
MIPI clock 设置	16'h303f	8'h01	Bit[7]: pclk sel 1'h0~ sel pll_pclk
MIPI 数据使能	16'h3c00	8'h41	Bit[2]: mipi read disable 1'h1~ mipi read disable 1'h0~ mipi read enable
MIPI 驱动	16'h3651	8'h7d	Bit[3:0]:MIPI 驱动能力调整, 默认 4'hd

MIPI Lane 0 延时	16'h3652	8'h00	Bit[3]: lane0 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane0 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 1 延时	16'h3652	8'h00	Bit[7]: lane1 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane1 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 2 延时	16'h3653	8'h00	Bit[3]: lane2 相位反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: lane2 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Lane 3 延时	16'h3653	8'h00	Bit[7]: lane3 相位反向, 默认 1'h0 Bit[6:4]: lane3 延时, 40ps/step, 默认 3'h0
MIPI Clock 延时	16'h3654	8'h00	Bit[3]: 时钟反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: 时钟延时, 40ps/step, 默认 3'h0

1.7.3. LVDS

Hermes 提供串行视频端口 (LVDS), 其数据接口与 MIPI 数据接口复用, 通过寄存器控制选择输出 LVDS 格式数据。支持 1/2/4 个 Data lane 来传输图像 8/10/12 bit 数据, 默认先传输数据 (8/10/12 bit) 的 HSB 位。

Hermes LVDS 传输顺序为: 上电复位后 → first active line → second active line → ... → last active line → only one dummy line → next frame first active line → ...。LVDS 输出时在行开始插入 line sav 同步编码, 行结束处插入 line eav 同步编码, 使用 dummy line 做帧结束标识。LVDS 同步编码数据结构如图 1-12 所示。

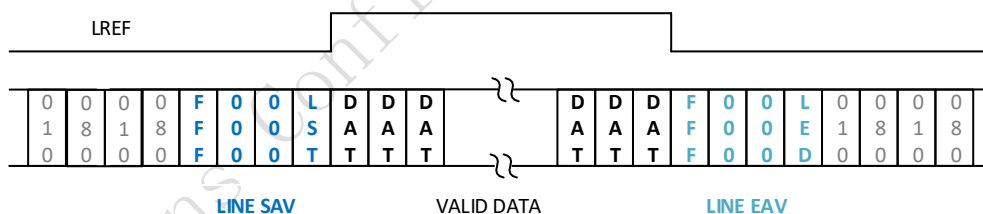


图 1-12 LVDS 1 个 data lane 数据结构示意图 (以 10bit 为例)

- 1) 图中的 10'h010, 10'h080 分别是 Dummy0 data, Dummy1 data, 可由寄存器控制;
- 2) 1lane、2lane 及 4lane 模式的数据结构与图 1-10 一样。

Hermes LVDS 同步编码信息为 8bit 数据, 放在数据高 8bit 传输, 同步编码信息如表 1-10 所示。

表 1-10 LVDS 数据同步信息编码示意表

编码值	描述
8'hab	Dummy line SAV
8'hb6	Dummy line EAV
8'h80	Active Line SAV
8'h9d	Active Line EAV

备注：以 10bit 为例，Active Line SAV 为 10'h200。

表 1-11 LVDS 调整相关寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
LVDS/MIPI 功能切换	16'h4b01	8'h11	BIT[3]:mipi_lvds_mode 1'h1 ~ LVDS 1'h0 ~ MIPI
LVDS lane 数量	16'h3018	8'h72	BIT[7:5]:lane_num-1 3'h0 ~ 1 lane mode 3'h1 ~ 2 lane mode 3'h3 ~ 4 lane mode
LVDS 输出数据模式	16'h3031	8'h0a	BIT[6:5]:bitsel_man 2'h0 ~ raw 8 mode 2'h1 ~ raw 10 mode 2'h2 ~ raw 12 mode
PHY 数据模式	16'h3037	8'h00	Bit[6:5]: phy bit mode 2'h0~ 8bit mode 2'h1~ 10bit mode 2'h2~ 12bit mode
LVDS CLOCK 设置	16'h303f	8'h01	Bit[7]: pclk sel 1'h0 ~ sel pll_pclk
LVDS bit 设置	16'h4b00	8'hba	BIT[3]:r_bit_flip_i, 1'h1 ~ HSB first 1'h0 ~ LSB first
DUMMY0 data	{16'h4b02[3:0],16'h4b03}	12'h080	Dummy0 data
DUMMY1 data	{16'h4b04[3:0],16'h4b05}	12'h010	Dummy1 data
LVDS 驱动	16'h3651	8'h7d	Bit[3:0]:LVDS 驱动能力调整，默认 4'hd
LVDS Lane 0 延时	16'h3652	8'h00	Bit[3]: lane0 相位反向，默认 1'h0 Bit[2:0]: lane0 延时，40ps/step，默认 3'h0
LVDS Lane 1 延时	16'h3652	8'h00	Bit[7]: lane1 相位反向，默认 1'h0 Bit[6:4]: lane1 延时，40ps/step，默认 3'h0
LVDS Lane 2 延时	16'h3653	8'h00	Bit[3]: lane2 相位反向，默认 1'h0 Bit[2:0]: lane2 延时，40ps/step，默认 3'h0
LVDS Lane 3 延时	16'h3653	8'h00	Bit[7]: lane3 相位反向，默认 1'h0 Bit[6:4]: lane3 延时，40ps/step，默认 3'h0

LVDS Clock 延时	16'h3654	8'h00	Bit[3]: 时钟反向, 默认 1'h0 Bit[2:0]: 时钟延时, 40ps/step, 默认 3'h0
---------------	----------	-------	---

1.8. 锁相环

Hermes 的 PLL 模块允许的输入时钟频率范围为 6~27MHz，其中 VCO 输出频率(FVCO) 的范围为 100MHz-1200MHz。PLL 结构示意图在图 1-13 展示。

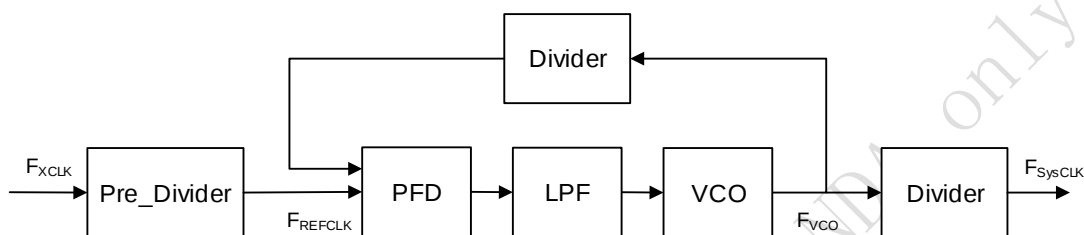


图 1-13 PLL 控制示意图

2. 功能介绍

2.1. SLAVE MODE

Slave Mode 是主控芯片通过 EFSYNC 信号触发帧读出，以达到多个 sensor 同步成像的工作模式。

当 Hermes 工作在 Slave Mode 时，主控芯片通过 EFSYNC 引脚控制图像数据输出，并以此决定图像帧率，具体时序如图 2-1:

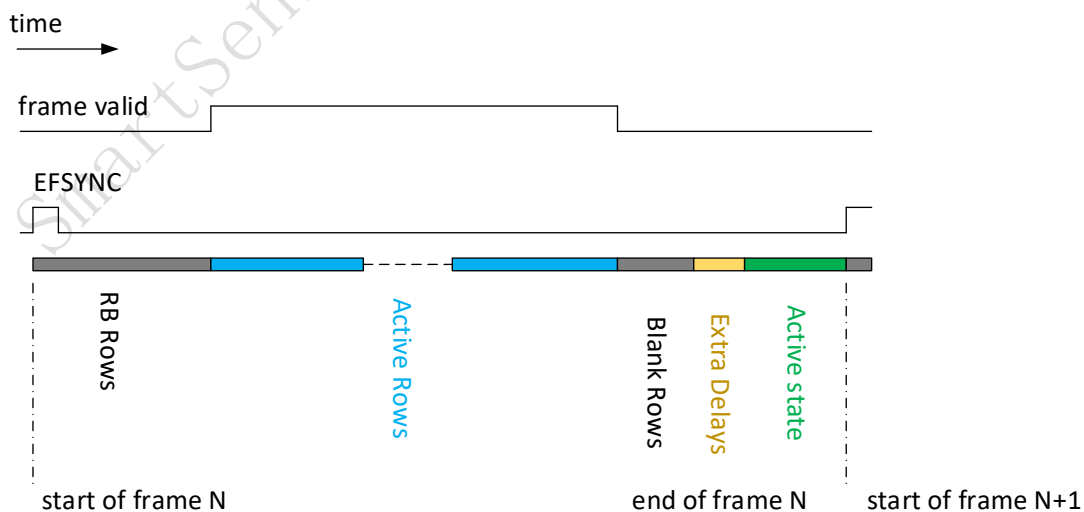


图 2-1 Slave Mode 时序图

Slave Mode 工作流程

- 1) 当 Hermes 工作在 Slave Mode 时，芯片自动进入 Active state 状态，等待 EFSYNC 触发；
- 2) 当 EFSYNC 触发后，芯片进入 RB Rows，RB Rows 是有效数据读出之前的等待时间，由寄存器控制，以行为单位；
- 3) Active Rows 时读出芯片图像数据，由寄存器控制，以行为单位；
- 4) 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；
- 5) Extra Delays = $4T_{PCLK}$ (PCLK 周期)；
- 6) Active state 时芯片等待下一次 EFSYNC 触发。

Slave Mode 注意事项：

- 1) 只有当 Hermes 处于 Active state 时，EFSYNC 触发才有效。

Hermes Slave mode 下的曝光实现如图 2-2：

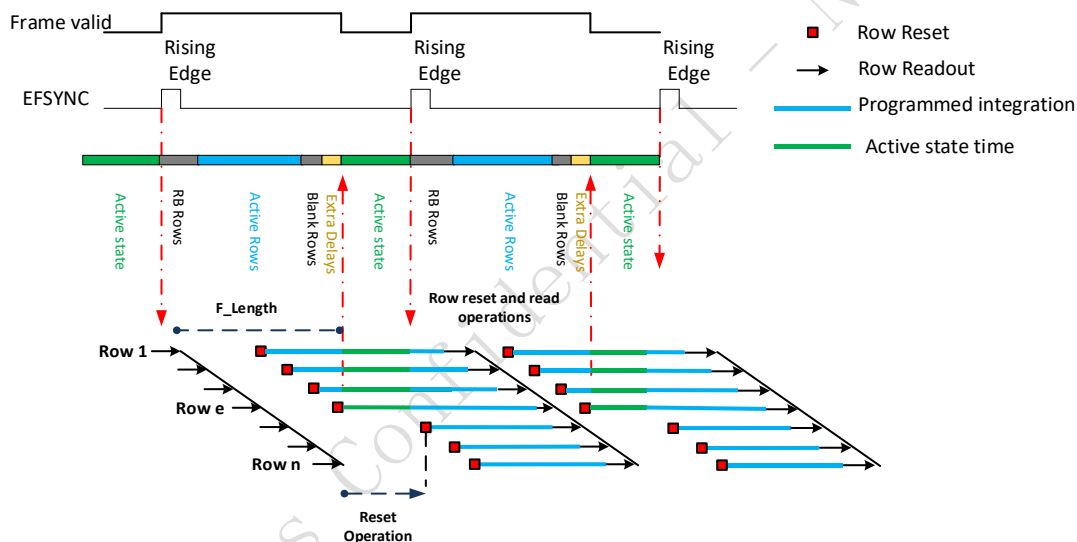


图 2-2 Slave Mode 曝光实现图

备注：

- 1) Row Reset 开始曝光操作，Row Readout 开始前结束曝光操作，曝光包括 Active state 时间；
- 2) F_Length 表示帧长， $F_Length = RB\ Rows + Active\ Rows + Blank\ Rows$ ；
- 3) 当芯片工作在 slave 模式下，曝光时间需要小于 F_Length，为了留一定余量，我们建议曝光时间最大为帧长 F_Length-4；
- 4) Active state 时，芯片停止输出及停止 Row reset 操作，如图 2-2 所示，会导致一帧图像 Row 1~Row e 行与 Row (e+1)~Row n 行的曝光时间不同，Row 1~Row e 行的曝光时间比 Row (e+1)~Row n 行的曝光时间大，多出的时间为 Active state time，为避免这种曝光差异，要求外部精确控制 EFSYNC，使 Active state 控制在 20 个 T_{PCLK} (PCLK 周期) 以内，保证一帧内的每行曝光时间基本一致；
- 5) 当 RB Rows 大于曝光时间时，注释 4) 中帧内曝光时间不一致的情况便不会出现，一帧内的每行曝光时间一致，此时 EFSYNC 引脚可实现同步曝光。

表 2-1 Slave mode 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
Slave mode enable	16'h3228	8'h01	Bit[4]:Slave mode 使能控制 1'h1~slave mode 1'h0~master mode
RB rows	{16'h3230,16'h3231}	16'h0004	Rows Before Read 控制寄存器
Active Rows	NA	NA	图像传输行数, 该值由 AE 提供
Blank Rows	{16'h322e,16'h322f}	16'h0002	Blank Rows

2.2. HDR

Hermes HDR 是指通过把两帧或者三帧相同场景、不同曝光时间的图片合成一帧, 从而提高图像的动态范围。Hermes 支持行间 HDR。

Hermes 行间 HDR 是指两重或者三重不同曝光时间的图像在帧内逐行交替输出。Hermes 行间 HDR 的优势是同一像素的不同曝光时间间隔短, 这样进行 HDR 合成时, 可以一定程度上避免拖尾现象。

Hermes 可以通过 MIPI 接口的 virtual channel 来区分不同曝光数据, 默认长曝光的 virtual channel 为 2'b00, 默认中曝光的 virtual channel 为 2'b01, 默认短曝光的 virtual channel 为 2'b10。

Hermes 行间 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序图如图 2-3,图 2-4 所示。

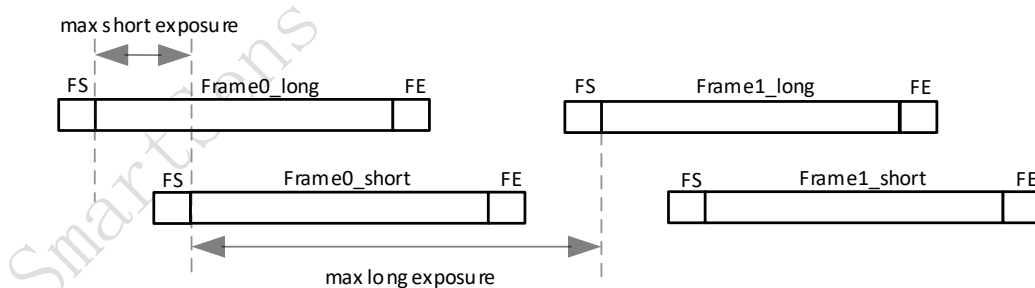


图 2-3 两重曝光行 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序

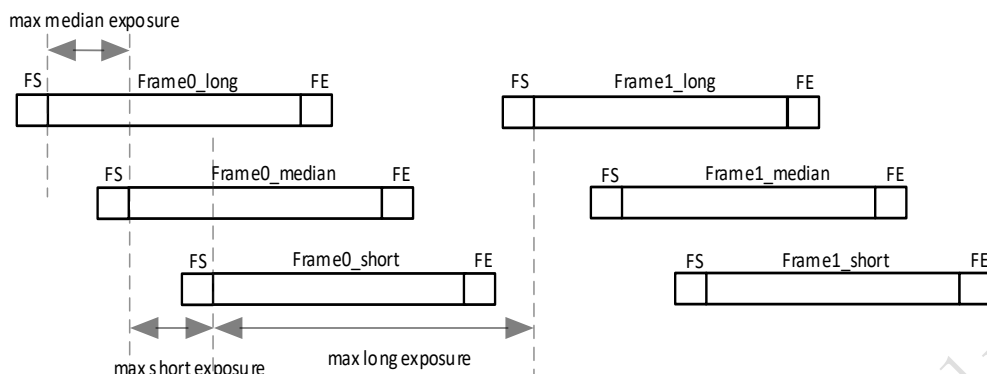


图 2-4 三重曝光行间 HDR 使用 virtual channel 数据读出时序

Hermes 也可不通过 virtual channel 区分长短曝光数据，而是通过长短曝光数据读出行偏差来区分。这其中，又分为两种模式，模式 a 与模式 b。模式 a 时，长短曝光数据只输出有效行。模式 b 时，长短曝光数据插入无效（dummy）行数据。

Hermes 行间 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 a 的读出时序图如图 2-5 图 2-6 所示。

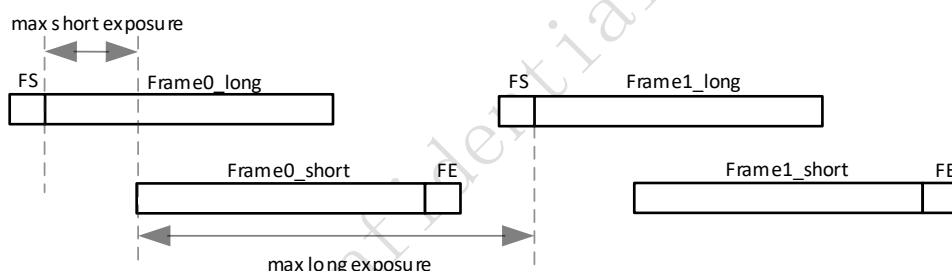


图 2-5 两重曝光行间 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序

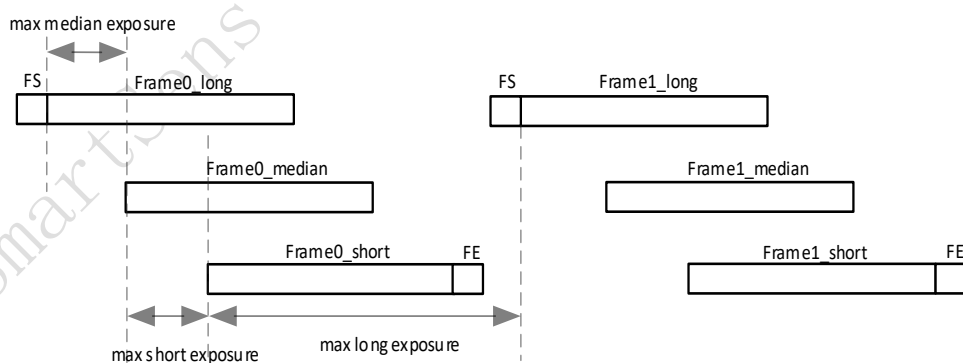


图 2-6 三重曝光行间 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 a 读出时序

Hermes 行间 HDR 不使用 virtual channel 时数据模式 b 的读出时序图如图 2-7 图 2-8 所示。

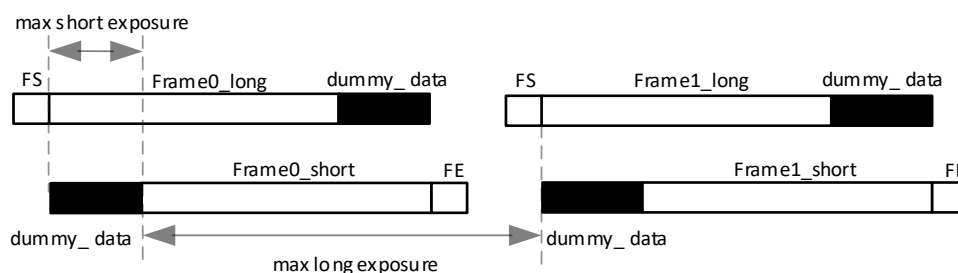


图 2-7 两重曝光行间 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序

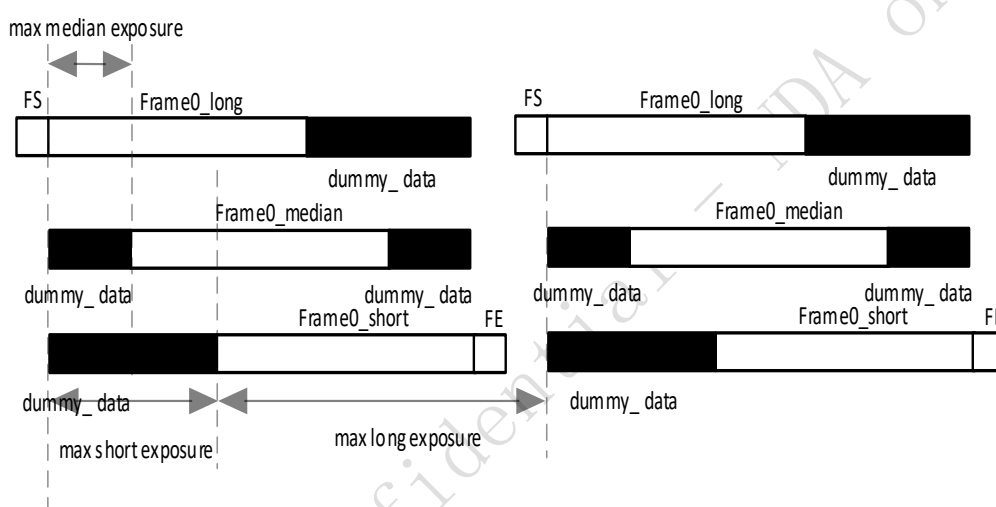


图 2-8 三重曝光行间 HDR 不使用 virtual channel 数据模式 b 读出时序

表 2-2 HDR 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
HDR mode enable	16'h3220	8'h13	Bit[7]: Three exposure 使能控制 Bit[6]: HDR mode 使能控制 1'h1~HDR mode 1'h0~HDR mode
MAX median exposure	{16'h3e53,16'h3e54}	16'h01bc	Max median exposure
MAX short exposure	{16'h3e23,16'h3e24}	16'h013e	Max short exposure
VC(Virtual Channel)	16'h4853	8'hf0	Bit[3]: hdr_vc_en 1'h1~ hdr vc enable 1'h0~ hdr vc disable

2.3. 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。

2.3.1. AEC/AGC 的控制策略

Hermes 本身没有 AEC 功能，需要通过后端平台实现 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。

以图像过暗的情况为例，调控的先后顺序为：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，再开始调用自动增益控制。需要明确指出的是，增益开启，将直接导致平均噪声呈倍数放大；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；当所有增益关闭时，如果图像仍旧过亮，则降低曝光时间。

曝光时间与增益是一个交互的调节体系，在调试的时候，应该综合考虑。

2.3.2. AEC 控制寄存器说明

AEC 的控制寄存器如表 2-3 所示。

表 2-3 曝光的手动控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
长曝光时间	{16'h3e00[3:0], 16'h3e01[7:0], 16'h3e02[7:4]}	16'h0020	Normal 模式手动曝光时间/HDR 模式下的手动长曝光时间，以 1 行为单位
中曝光时间	{16'h3e50[3:0], 16'h3e51[7:4], 16'h3e52[7:0]}	16'h0020	三曝光 HDR 模式下手动中曝光时间，以 1 行为单位
短曝光时间	{16'h3e04[7:0], 16'h3e05[7:4]}	12'h0200	HDR 模式下手动短曝光时间，以 1 行为单位

AEC 控制说明如下：

Normal 模式下：

- 1) AEC 的调节步长为 1 行曝光时间，1 行时间等于行长乘以 T_{PCLK} （其中的 T_{PCLK} 为 PCLK 的一个周期），行长 = 寄存器{16'h320c, 16'h320d}值 * 2；
- 2) 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；
- 3) 曝光时间下限为 0 行，上限为帧长减去 4 行，帧长=寄存器{16'h320e, 16'h320f}的值，即写入 {16'h3e00[3:0], 16'h3e01[7:0], 16'h3e02[7:4]} 的值下限为 0，上限为 {16'h320e, 16'h320f} - 4。

两重曝光 HDR 模式下：

- 1) AEC 的调节步长为 1 行曝光时间，1 行时间等于行长乘以 T_{PCLK} ，行长 = 寄存器 {16'h320c, 16'h320d} 值 * 2；
- 2) 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；
- 3) 长曝光曝光时间下限为 0 行，上限为 {16'h320e, 16'h320f} - {16'h3e23, 16'h3e24} - 8 行；
- 4) 短曝光曝光时间下限为 0 行，上限为 {16'h3e23, 16'h3e24} - 6 行。

三重曝光 HDR 模式下：

- 1) AEC 的调节步长为 1 行曝光时间，1 行时间等于行长乘以 T_{PCLK} ，行长 = 寄存器 {16'h320c, 16'h320d} 值 * 2；
- 2) 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；
- 3) 长曝光曝光时间下限为 0 行，上限为 {16'h320e, 16'h320f} - {16'h3e53, 16'h3e54} - {16'h3e23, 16'h3e24} - 11 行；
- 4) 中曝光曝光时间下限为 0 行，上限为 {16'h3e53, 16'h3e54} - 9 行；
- 5) 短曝光曝光时间下限为 0 行，上限为 {16'h3e23, 16'h3e24} - {16'h3e53, 16'h3e54} - 9 行。

2.3.3. AGC 控制寄存器说明

AGC 的控制寄存器如表 2-4 所示。

表 2-4 Normal 模式/HDR 模式下增益寄存器控制

模式	ANA GAIN register	ANA FINE GAIN register	DIG GAIN register	DIG FINE GAIN register
Normal 模式/ HDR 模式下的长曝光数据	16'h3e08	16'h3e09	16'h3e06	16'h3e07
三曝光 HDR 模式下中曝光数据	16'h3e58	16'h3e59	16'h3e56	16'h3e57
HDR 模式下的短曝光数据	16'h3e12	16'h3e13	16'h3e10	16'h3e11

Hermes 提供两种 AGC 控制方法：

- 1) 16'h3e03[3:0] 设置为 4'h03 时：

gain 值 = {ANA GAIN register, ANA FINE GAIN register} / 8'h20

- 2) 16'h3e03[3:0] 设置为 4'h0b 时：

模拟 gain 值如表 2-5 所示，数字 gain 值如表 2-6 所示。一般情况下，优先调节模拟 gain 值，模拟 gain 调节到上限时，如果要继续增大图像亮度，可以调节数字 gain 值。Hermes 的 DIG fine gain 的精度为 1/128，表 2-6 以 1/32 的精度为例，列出了 DIG fine gain 的控制方法。

表 2-5 模拟 gain 值控制寄存器

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h03	8'h20	1.000	0.00	8'h07	8'h24	2.250	7.04
8'h03	8'h21	1.031	0.27	8'h07	8'h25	2.313	7.28
8'h03	8'h22	1.063	0.53	8'h07	8'h26	2.375	7.51
8'h03	8'h23	1.094	0.78	8'h07	8'h27	2.438	7.74
8'h03	8'h24	1.125	1.02	8'h07	8'h28	2.500	7.96
8'h03	8'h25	1.156	1.26	8'h07	8'h29	2.563	8.17
8'h03	8'h26	1.188	1.49	8'h07	8'h2A	2.625	8.38
8'h03	8'h27	1.219	1.72	8'h07	8'h2B	2.688	8.59
8'h03	8'h28	1.250	1.94	8'h07	8'h2C	2.750	8.79
8'h03	8'h29	1.281	2.15	8'h07	8'h2D	2.813	8.98
8'h03	8'h2A	1.313	2.36	8'h07	8'h2E	2.875	9.17
8'h03	8'h2B	1.344	2.57	8'h07	8'h2F	2.938	9.36
8'h03	8'h2C	1.375	2.77	8'h07	8'h30	3.000	9.54
8'h03	8'h2D	1.406	2.96	8'h07	8'h31	3.063	9.72
8'h03	8'h2E	1.438	3.15	8'h07	8'h32	3.125	9.90
8'h03	8'h2F	1.469	3.34	8'h07	8'h33	3.188	10.07
8'h03	8'h30	1.500	3.52	8'h07	8'h34	3.250	10.24
8'h03	8'h31	1.531	3.70	8'h07	8'h35	3.313	10.40
8'h03	8'h32	1.563	3.88	8'h07	8'h36	3.375	10.57
8'h03	8'h33	1.594	4.05	8'h07	8'h37	3.438	10.72
8'h03	8'h34	1.625	4.22	8'h23	8'h20	3.500	10.88
8'h03	8'h35	1.656	4.38	8'h23	8'h21	3.609	11.15
8'h03	8'h36	1.688	4.54	8'h23	8'h22	3.719	11.41
8'h03	8'h37	1.719	4.70	8'h23	8'h23	3.828	11.66
8'h03	8'h38	1.750	4.86	8'h23	8'h24	3.938	11.90
8'h03	8'h39	1.781	5.01	8'h23	8'h25	4.047	12.14
8'h03	8'h3A	1.813	5.17	8'h23	8'h26	4.156	12.37
8'h03	8'h3B	1.844	5.31	8'h23	8'h27	4.266	12.60
8'h03	8'h3C	1.875	5.46	8'h23	8'h28	4.375	12.82
8'h03	8'h3D	1.906	5.60	8'h23	8'h29	4.484	13.03
8'h03	8'h3E	1.938	5.74	8'h23	8'h2A	4.594	13.24
8'h03	8'h3F	1.969	5.88	8'h23	8'h2B	4.703	13.45
8'h07	8'h20	2.000	6.02	8'h23	8'h2C	4.813	13.65
8'h07	8'h21	2.063	6.29	8'h23	8'h2D	4.922	13.84
8'h07	8'h22	2.125	6.55	8'h23	8'h2E	5.031	14.03
8'h07	8'h23	2.188	6.80	8'h23	8'h2F	5.141	14.22

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h23	8'h30	5.250	14.40	8'h27	8'h34	11.375	21.12
8'h23	8'h31	5.359	14.58	8'h27	8'h35	11.594	21.28
8'h23	8'h32	5.469	14.76	8'h27	8'h36	11.813	21.45
8'h23	8'h33	5.578	14.93	8'h27	8'h37	12.031	21.61
8'h23	8'h34	5.688	15.10	8'h27	8'h38	12.250	21.76
8'h23	8'h35	5.797	15.26	8'h27	8'h39	12.469	21.92
8'h23	8'h36	5.906	15.43	8'h27	8'h3A	12.688	22.07
8'h23	8'h37	6.016	15.59	8'h27	8'h3B	12.906	22.22
8'h23	8'h38	6.125	15.74	8'h27	8'h3C	13.125	22.36
8'h23	8'h39	6.234	15.90	8'h27	8'h3D	13.344	22.51
8'h23	8'h3A	6.344	16.05	8'h27	8'h3E	13.563	22.65
8'h23	8'h3B	6.453	16.20	8'h27	8'h3F	13.781	22.79
8'h23	8'h3C	6.563	16.34	8'h2F	8'h20	14.000	22.92
8'h23	8'h3D	6.672	16.48	8'h2F	8'h21	14.438	23.19
8'h23	8'h3E	6.781	16.63	8'h2F	8'h22	14.875	23.45
8'h23	8'h3F	6.891	16.77	8'h2F	8'h23	15.313	23.70
8'h27	8'h20	7.000	16.90	8'h2F	8'h24	15.750	23.95
8'h27	8'h21	7.219	17.17	8'h2F	8'h25	16.188	24.18
8'h27	8'h22	7.438	17.43	8'h2F	8'h26	16.625	24.42
8'h27	8'h23	7.656	17.68	8'h2F	8'h27	17.063	24.64
8'h27	8'h24	7.875	17.93	8'h2F	8'h28	17.500	24.86
8'h27	8'h25	8.094	18.16	8'h2F	8'h29	17.938	25.08
8'h27	8'h26	8.313	18.39	8'h2F	8'h2A	18.375	25.28
8'h27	8'h27	8.531	18.62	8'h2F	8'h2B	18.813	25.49
8'h27	8'h28	8.750	18.84	8'h2F	8'h2C	19.250	25.69
8'h27	8'h29	8.969	19.05	8'h2F	8'h2D	19.688	25.88
8'h27	8'h2A	9.188	19.26	8'h2F	8'h2E	20.125	26.07
8'h27	8'h2B	9.406	19.47	8'h2F	8'h2F	20.563	26.26
8'h27	8'h2C	9.625	19.67	8'h2F	8'h30	21.000	26.44
8'h27	8'h2D	9.844	19.86	8'h2F	8'h31	21.438	26.62
8'h27	8'h2E	10.063	20.05	8'h2F	8'h32	21.875	26.80
8'h27	8'h2F	10.281	20.24	8'h2F	8'h33	22.313	26.97
8'h27	8'h30	10.500	20.42	8'h2F	8'h34	22.750	27.14
8'h27	8'h31	10.719	20.60	8'h2F	8'h35	23.188	27.31
8'h27	8'h32	10.938	20.78	8'h2F	8'h36	23.625	27.47
8'h27	8'h33	11.156	20.95	8'h2F	8'h37	24.063	27.63

ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	ANA GAIN	ANA FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h2F	8'h38	24.500	27.78	8'h3F	8'h2C	38.500	31.71
8'h2F	8'h39	24.938	27.94	8'h3F	8'h2D	39.375	31.90
8'h2F	8'h3A	25.375	28.09	8'h3F	8'h2E	40.250	32.10
8'h2F	8'h3B	25.813	28.24	8'h3F	8'h2F	41.125	32.28
8'h2F	8'h3C	26.250	28.38	8'h3F	8'h30	42.000	32.46
8'h2F	8'h3D	26.688	28.53	8'h3F	8'h31	42.875	32.64
8'h2F	8'h3E	27.125	28.67	8'h3F	8'h32	43.750	32.82
8'h2F	8'h3F	27.563	28.81	8'h3F	8'h33	44.625	32.99
8'h3F	8'h20	28.000	28.94	8'h3F	8'h34	45.500	33.16
8'h3F	8'h21	28.875	29.21	8'h3F	8'h35	46.375	33.33
8'h3F	8'h22	29.750	29.47	8'h3F	8'h36	47.250	33.49
8'h3F	8'h23	30.625	29.72	8'h3F	8'h37	48.125	33.65
8'h3F	8'h24	31.500	29.97	8'h3F	8'h38	49.000	33.80
8'h3F	8'h25	32.375	30.20	8'h3F	8'h39	49.875	33.96
8'h3F	8'h26	33.250	30.44	8'h3F	8'h3A	50.750	34.11
8'h3F	8'h27	34.125	30.66	8'h3F	8'h3B	51.625	34.26
8'h3F	8'h28	35.000	30.88	8'h3F	8'h3C	52.500	34.40
8'h3F	8'h29	35.875	31.10	8'h3F	8'h3D	53.375	34.55
8'h3F	8'h2A	36.750	31.31	8'h3F	8'h3E	54.250	34.69
8'h3F	8'h2B	37.625	31.51	8'h3F	8'h3F	55.125	34.83

表 2-6 数字 gain 值控制寄存器

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h00	8'h80	1.000	0.00	8'h01	8'h80	2.000	6.02
8'h00	8'h84	1.031	0.27	8'h01	8'h84	2.063	6.29
8'h00	8'h88	1.063	0.53	8'h01	8'h88	2.125	6.55
8'h00	8'h8C	1.094	0.78	8'h01	8'h8C	2.188	6.80
8'h00	8'h90	1.125	1.02	8'h01	8'h90	2.250	7.04
8'h00	8'h94	1.156	1.26	8'h01	8'h94	2.313	7.28
8'h00	8'h98	1.188	1.49	8'h01	8'h98	2.375	7.51
8'h00	8'h9C	1.219	1.72	8'h01	8'h9C	2.438	7.74
8'h00	8'hA0	1.250	1.94	8'h01	8'hA0	2.500	7.96
8'h00	8'hA4	1.281	2.15	8'h01	8'hA4	2.563	8.17
8'h00	8'hA8	1.313	2.36	8'h01	8'hA8	2.625	8.38
8'h00	8'hAC	1.344	2.57	8'h01	8'hAC	2.688	8.59
8'h00	8'hB0	1.375	2.77	8'h01	8'hB0	2.750	8.79
8'h00	8'hB4	1.406	2.96	8'h01	8'hB4	2.813	8.98
8'h00	8'hB8	1.438	3.15	8'h01	8'hB8	2.875	9.17
8'h00	8'hBC	1.469	3.34	8'h01	8'hBC	2.938	9.36
8'h00	8'hC0	1.500	3.52	8'h01	8'hC0	3.000	9.54
8'h00	8'hC4	1.531	3.70	8'h01	8'hC4	3.063	9.72
8'h00	8'hC8	1.563	3.88	8'h01	8'hC8	3.125	9.90
8'h00	8'hCC	1.594	4.05	8'h01	8'hCC	3.188	10.07
8'h00	8'hD0	1.625	4.22	8'h01	8'hD0	3.250	10.24
8'h00	8'hD4	1.656	4.38	8'h01	8'hD4	3.313	10.40
8'h00	8'hD8	1.688	4.54	8'h01	8'hD8	3.375	10.57
8'h00	8'hDC	1.719	4.70	8'h01	8'hDC	3.438	10.72
8'h00	8'hE0	1.750	4.86	8'h01	8'hE0	3.500	10.88
8'h00	8'hE4	1.781	5.01	8'h01	8'hE4	3.563	11.04
8'h00	8'hE8	1.813	5.17	8'h01	8'hE8	3.625	11.19
8'h00	8'hEC	1.844	5.31	8'h01	8'hEC	3.688	11.33
8'h00	8'hF0	1.875	5.46	8'h01	8'hF0	3.750	11.48
8'h00	8'hF4	1.906	5.60	8'h01	8'hF4	3.813	11.62
8'h00	8'hF8	1.938	5.74	8'h01	8'hF8	3.875	11.77
8'h00	8'hFC	1.969	5.88	8'h01	8'hFC	3.938	11.90

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h03	8'h80	4.000	12.04	8'h07	8'h80	8.000	18.06
8'h03	8'h84	4.125	12.31	8'h07	8'h84	8.250	18.33
8'h03	8'h88	4.250	12.57	8'h07	8'h88	8.500	18.59
8'h03	8'h8C	4.375	12.82	8'h07	8'h8C	8.750	18.84
8'h03	8'h90	4.500	13.06	8'h07	8'h90	9.000	19.08
8'h03	8'h94	4.625	13.30	8'h07	8'h94	9.250	19.32
8'h03	8'h98	4.750	13.53	8'h07	8'h98	9.500	19.55
8'h03	8'h9C	4.875	13.76	8'h07	8'h9C	9.750	19.78
8'h03	8'hA0	5.000	13.98	8'h07	8'hA0	10.000	20.00
8'h03	8'hA4	5.125	14.19	8'h07	8'hA4	10.250	20.21
8'h03	8'hA8	5.250	14.40	8'h07	8'hA8	10.500	20.42
8'h03	8'hAC	5.375	14.61	8'h07	8'hAC	10.750	20.63
8'h03	8'hB0	5.500	14.81	8'h07	8'hB0	11.000	20.83
8'h03	8'hB4	5.625	15.00	8'h07	8'hB4	11.250	21.02
8'h03	8'hB8	5.750	15.19	8'h07	8'hB8	11.500	21.21
8'h03	8'hBC	5.875	15.38	8'h07	8'hBC	11.750	21.40
8'h03	8'hC0	6.000	15.56	8'h07	8'hC0	12.000	21.58
8'h03	8'hC4	6.125	15.74	8'h07	8'hC4	12.250	21.76
8'h03	8'hC8	6.250	15.92	8'h07	8'hC8	12.500	21.94
8'h03	8'hCC	6.375	16.09	8'h07	8'hCC	12.750	22.11
8'h03	8'hD0	6.500	16.26	8'h07	8'hD0	13.000	22.28
8'h03	8'hD4	6.625	16.42	8'h07	8'hD4	13.250	22.44
8'h03	8'hD8	6.750	16.59	8'h07	8'hD8	13.500	22.61
8'h03	8'hDC	6.875	16.75	8'h07	8'hDC	13.750	22.77
8'h03	8'hE0	7.000	16.90	8'h07	8'hE0	14.000	22.92
8'h03	8'hE4	7.125	17.06	8'h07	8'hE4	14.250	23.08
8'h03	8'hE8	7.250	17.21	8'h07	8'hE8	14.500	23.23
8'h03	8'hEC	7.375	17.36	8'h07	8'hEC	14.750	23.38
8'h03	8'hF0	7.500	17.50	8'h07	8'hF0	15.000	23.52
8'h03	8'hF4	7.625	17.64	8'h07	8'hF4	15.250	23.67
8'h03	8'hF8	7.750	17.79	8'h07	8'hF8	15.500	23.81
8'h03	8'hFC	7.875	17.93	8'h07	8'hFC	15.750	23.95

DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值	DIG GAIN	DIG FINE GAIN	GAIN 值	dB 值
8'h0F	8'h80	16.000	24.08	8'h0F	8'hC0	24.000	27.60
8'h0F	8'h84	16.500	24.35	8'h0F	8'hC4	24.500	27.78
8'h0F	8'h88	17.000	24.61	8'h0F	8'hC8	25.000	27.96
8'h0F	8'h8C	17.500	24.86	8'h0F	8'hCC	25.500	28.13
8'h0F	8'h90	18.000	25.11	8'h0F	8'hD0	26.000	28.30
8'h0F	8'h94	18.500	25.34	8'h0F	8'hD4	26.500	28.46
8'h0F	8'h98	19.000	25.58	8'h0F	8'hD8	27.000	28.63
8'h0F	8'h9C	19.500	25.80	8'h0F	8'hDC	27.500	28.79
8'h0F	8'hA0	20.000	26.02	8'h0F	8'hE0	28.000	28.94
8'h0F	8'hA4	20.500	26.24	8'h0F	8'hE4	28.500	29.10
8'h0F	8'hA8	21.000	26.44	8'h0F	8'hE8	29.000	29.25
8'h0F	8'hAC	21.500	26.65	8'h0F	8'hEC	29.500	29.40
8'h0F	8'hB0	22.000	26.85	8'h0F	8'hF0	30.000	29.54
8'h0F	8'hB4	22.500	27.04	8'h0F	8'hF4	30.500	29.69
8'h0F	8'hB8	23.000	27.23	8'h0F	8'hF8	31.000	29.83
8'h0F	8'hBC	23.500	27.42	8'h0F	8'hFC	31.500	29.97

2.4. GROUP HOLD

Hermes 具有 Group hold 功能，Group hold 指的是把寄存器打包在一帧特定时刻生效的功能。Hermes 最大支持 4 个 group，一共可以存入 320 个寄存器，各 group 存储区域寄存器可控，打包及写入独立控制；支持帧延迟写入功能，延迟帧数寄存器可控。

使用方法：寄存器 16'h3800 写 8'h0X，需要打包生效的寄存器写入 group X（X=0、1、2、3），打包结束后寄存器 16'h3800 写 8'h1X；寄存器 16'h3800 写 8'h6X 后，group X 内存入的寄存器立即生效，16'h3800 写 8'h4X 时，group X 内存入的寄存器在延迟 N（寄存器可控）帧后于特定时刻生效。备注：①默认情况下每个 group 可存入的寄存器最多为 16 个；②打包生效的时刻为 16'h3800 写 8'h6X/8'h4X 之后立刻/第（N+1）个帧内生效时刻，帧内生效时刻由寄存器{16'h3235,16'h3236}控制，{16'h3235,16'h3236}==16'h0 时表示帧开始。

表 2-7 Group hold 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧内生效时刻	{16'h3235,16'h3236}	16'h0000	帧内生效时刻，以行为单位，该值表示生效时刻距离帧开始的距离，当该值等于 0 时表示帧开始
帧延迟控制	16'h3817	8'h20	Bit[3:0]:帧延迟控制，生效时间帧延迟控制，写 0 表示不做帧延迟，写 N 表示 N 帧延迟
状态控制	16'h3800	--	Bit[7:0]:（以下 X=0、1、2、3） 8'h0X~寄存器开始打包到 group X 8'h1X~寄存器结束打包到 group X 8'h6X~group X 内存入的寄存器立刻生效 8'h4X~group X 内存入的寄存器第（N+1）个帧内时刻生效，N 为 16'h3817[3:0]

2.5. DPC

Hermes 支持 DPC 功能。Hermes 坏点判断的原理是当前 pixel 值比周围相同颜色的 pixel 值都大（或者小），并且差值都大于设定阈值。Hermes 根据坏点判断的原理把坏点分为亮坏点（white dead pixel）和暗坏点（black dead pixel），具体控制寄存器如表 2-8。

表 2-8 DPC 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
长曝光亮坏点消除功能开关	16'5000[2]	1'b1	white dead pixel cancellation enable 1~enable 0~disable
长曝光暗坏点消除功能开关	16'5000[1]	1'b1	black dead pixel cancellation enable 1~enable 0~disable

中/短曝光亮坏点消除功能开关	16'5002[2]	1'b0	white dead pixel cancellation enable 1~enable 0~disable
中/短曝光暗坏点消除功能开关	16'5002[1]	1'b0	black dead pixel cancellation enable 1~enable 0~disable

2.6. TEMP SENSOR

Hermes 内置一个温度传感器 (Temperature Sensor)，通过寄存器可以读出当前芯片温度值。默认情况下，读出的温度值的单位为 K (开尔文)，精度为 1/4 K。

表 2-9 TEMP SENSOR 控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
芯片温度值	{16'h4c10 16'h4c11[2:0]}	---	temp[10:0]

2.7. 视频输出模式

2.7.1. 读取顺序

图 2-9 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 A1 pin 脚置于左上方的时候得到 (top view)。



图 2-9 像素阵列图一

图 2-10 给出了 first pixel 的数据颜色格式。

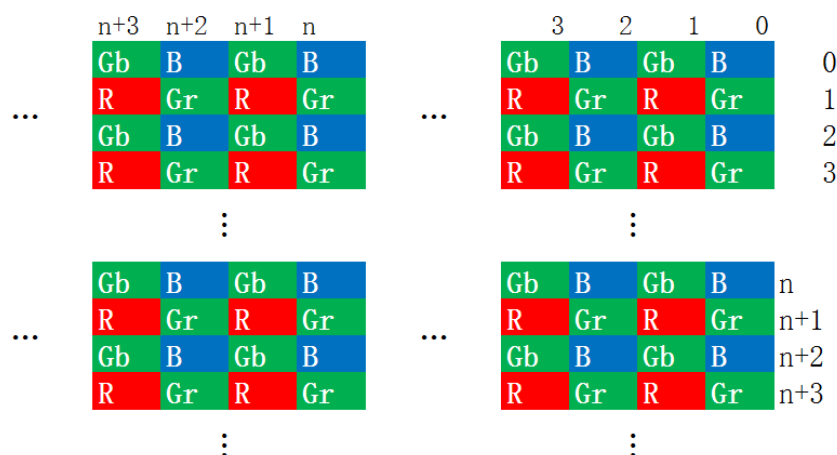


图 2-10 像素阵列图二

Hermes 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 2-11 所示。



图 2-11 镜像和倒置实例

表 2-10 镜像和倒置模式控制寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
镜像模式	16'h3221	8'h00	Bit[2:1]: mirror ctrl 2'b00~mirror off 2'b11~mirror on
倒置模式	16'h3221	8'h00	Bit[6:5]: flip ctrl 2'b00~flip off 2'b11~flip on

2.7.2. 输出窗口

表 2-11 输出窗口寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
窗口宽度	{16'h3208, 16'h3209}	16'h0780	输出窗口宽度
窗口高度	{16'h320a, 16'h320b}	16'h0438	输出窗口高度
列起始	{16'h3210, 16'h3211}	16'h0008	输出窗口列起始位置
行起始	{16'h3212, 16'h3213}	16'h0008	输出窗口行起始位置

2.8. 帧率计算

Hermes 帧率由 FAE 提供，在此提供一种简单的计算一行时间的方法：

$$\text{一行时间} = 1 / (\text{帧率} * \text{帧长})$$

表 2-12 帧率相关寄存器

功能	寄存器地址	默认值	描述
帧长	{16'h320e, 16'h320f}	16'h0508	帧长={16'h320e, 16'h320f}

2.9. 测试模式

为方便测试，Hermes 提供一种灰度递增测试模式，如图 2-12 所示。



图 2-12 测试模式

表 2-13 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'hcc	Bit[3]: incremental pattern enable
			0~ normal image
			1~ incremental pattern
	16'h3902	8'h05	Bit[6]: BLC auto enable
			0~ BLC auto enable
			1~ BLC manual enable
	16'h3e06	8'h03	Bit[3:0]: dig_gain

3. 电气特性

表 3-1 绝对最大额定值（以上所有电压都是 to pad 电压）

项目	符号	绝对最大额定值	单位
模拟电源电压	AVDD	-0.3~4.0	V
IO 电源电压	DOVDD	-0.3~4.0	V
数字电源电压	DVDD	-0.3~1.5	V
I/O 输入电压	—	-0.3~4.0	V
I/O 输出电压	—	-0.3~4.0	V
工作温度	—	-30~+85	°C
最佳工作温度	—	-20~+60	°C
贮存温度	—	-50~+120	°C

表 3-2 直流电气特性（以上所有电压都是 to pad 电压）

项目	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源					
模拟电源电压	AVDD	2.7	2.8	2.9	V
IO 供电电压	DOVDD	$V_{DOVDD}-0.1$	1.8	$V_{DOVDD}+0.1$	V
数字电源	DVDD	1.14	1.2	1.26	V
电流（MIPI 模式，典型条件：AVDD=2.8V，DOVDD=1.8V，4Lane MIPI @10bit 60fps）					
模拟电源电流	I_{AVDD}	—	TBD	—	mA
IO 电源电流	I_{DOVDD}	—	TBD	—	mA
数字电源电流	I_{DVDD}	—	TBD	—	mA
POWER	—	—	TBD	—	mW
数字输入（典型条件：AVDD=2.8V，DOVDD=1.8V）					
输入低电平	V_{IL}	—	—	$0.3 \times DOVDD$	V
输入高电平	V_{IH}	$0.7 \times DOVDD$	—	—	V
输入电容	C_{IN}	—	—	10	pF
数字输出（25pF 标准负载）					
输出高电平	V_{OH}	$0.9 \times DOVDD$	—	—	V
输出低电平	V_{OL}	—	—	$0.1 \times DOVDD$	V
串行接口输入（SCL 和 SDA）					
输入低电平	V_{IL}	-0.5	0	$0.3 \times DOVDD$	V

输入高电平	V_{IH}	$0.7 \times DOVDD$	$DOVDD$	$DOVDD+0.5$	V
-------	----------	--------------------	---------	-------------	---

表 3-3 交流特性 (TA=25°C, AVDD=2.8V, DOVDD=1.8V)

项目	符号	最小值	典型值	最大值	单位
交流参数					
直流微分线性误差	DLE	—	<1	—	LSB
直流积分线性误差	ILE	—	<2	—	LSB
软复位设置时间	—	—	—	1	ms
更改分辨率设置时间	—	—	—	1	ms
配置寄存器设置时间	—	—	—	300	ms
晶振和时钟输入					
输入时钟频率	Fosc	6	—	27	MHz
输入时钟上升/下降时间	—	—	—	5	ns

4. 光学特性

Hermes 光谱响应曲线如图 4-1 所示。

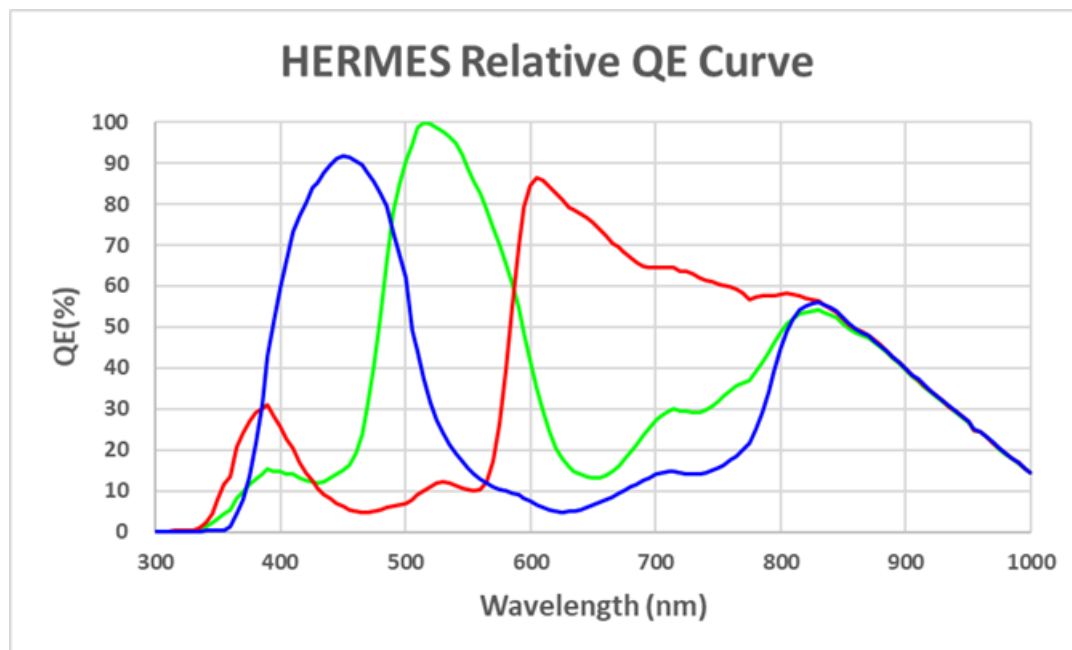


图 4-1 Hermes 光谱曲线

5. 封装信息

Hermes 提供 70Pin CSP 的封装，封装尺寸如图 5-1 所示。

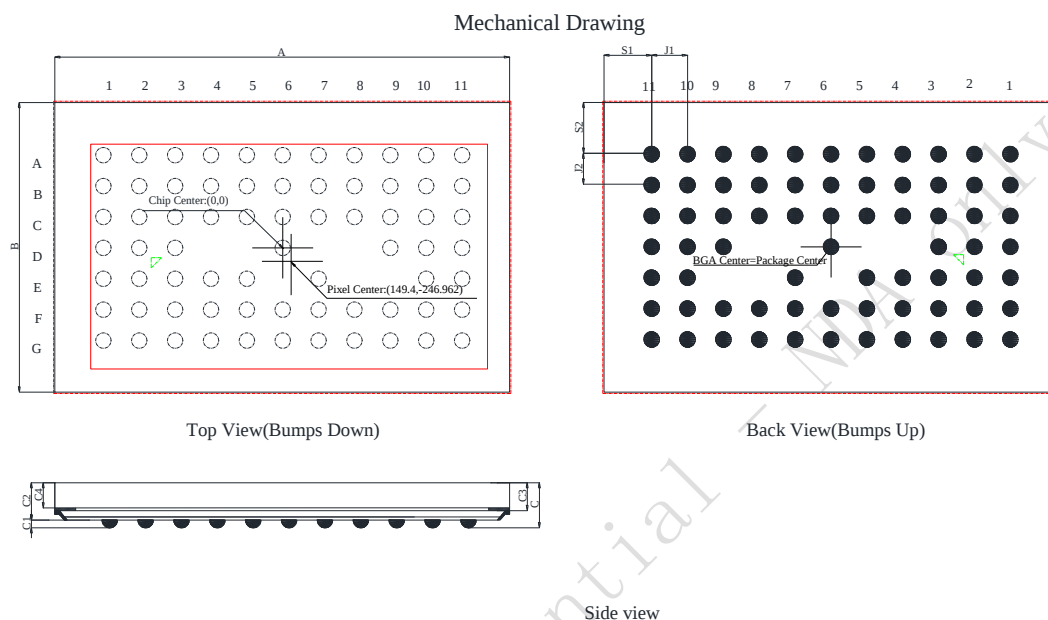


图 5-1 封装尺寸示意图

表 5-1 Hermes 封装示意图

Parameter	Symbol	Nominal	Min	Max	Nominal	Min	Max
		Millimeters			Inches		
Package Body Dimension X	A	8.891	8.866	8.916	0.350	0.349	0.351
Package Body Dimension Y	B	5.795	5.770	5.820	0.228	0.227	0.229
Package Height	C	0.710	0.650	0.770	0.028	0.026	0.030
Ball Height	C1	0.150	0.120	0.180	0.006	0.005	0.007
Package Body Thickness	C2	0.560	0.525	0.595	0.022	0.021	0.023
Thickness from top glass surface to wafer	C3	0.345	0.325	0.365	0.014	0.013	0.014
Glass Thickness	C4	0.300	0.270	0.330	0.012	0.011	0.013
Ball Diameter	D	0.300	0.270	0.330	0.012	0.011	0.013
Total Ball Count	N	70(2NC)					

Pins Pitch X axis	J1	0.700					
Pins Pitch Y axis	J2	0.600					
Edge to Pin Center Distance along X1	S1	0.946	0.916	0.976	0.037	0.036	0.038
Edge to Pin Center Distance along Y1	S2	1.098	1.068	1.128	0.043	0.042	0.044

注：芯片的封装中心与光学中心不是重合的，BGA 中心与封装中心重合。以封装中心为原点，光学中心为（149.4，-246.962），单位为 μm 。

6. 版本变更记录

版本	修改内容以及说明	Owner and date
0.1	初始版本	Ming. Xu/2018.10.19

联系我们：

总部：

地址：上海市徐汇区宜山路 1009 号 11 楼

电话：021-64853570

传真：021-64853570-8009

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