



鸿石智能

A6M-0011

0.12' VGA Micro-LED Panels

规格书

V0.3

2025-06-20

## A6M-0011

640\*480  $\mu$ LED display with QSPI interface

### 产品特性

- 硅基微显示芯片
  - 0.18微米CMOS工艺
  - 主动驱动技术
- 640\*480分辨率
  - 可视面积: 0.12 英寸
  - 像素尺寸:  $3.75\mu\text{m} \times 3.75\mu\text{m}$
  - 总像素数:  $640(+16+8) \times 480(+16)$
- 数字视频信号
  - 支持 SPI/QSPI 输入
- 内建多种测试图案
- 支持像素单元恒流源驱动
  - 像素恒流源大小支持内部和外部调节
  - 电流密度可达 $100 \text{ A/cm}^2$ (最大电流 $>4\text{A}$ )
- SPI串行通信接口

## 目录

1. 产品说明 .....	4
1.1 特性参数 .....	4
1.2 芯片尺寸 .....	5
2. 连接器管脚分配 .....	6
3. SPI/QSPI 数据通讯格式说明 .....	9
3.1 Summary .....	9
3.2 单色 1 线 SPI 模式 .....	9
3.2.1 单色 8 bit 显示模式 .....	9
3.2.2 单色 4 bit 显示模式 .....	10
3.3 单色 4 线 QSPI 模式 .....	10
3.3.1 单色 8 bit 显示模式 .....	10
3.3.2 单色 4 bit 显示模式 .....	10
3.4 SPI/QSPI 显示局部更新 .....	11
4. 寄存器配置说明 .....	13
4.1 配置方法 .....	13
4.2 SPI 写 Bank0 寄存器时序 .....	13
4.3 SPI 读 Bank0 寄存器时序 .....	13
4.4 SPI 写 Bank1 寄存器时序 .....	14
4.5 SPI 读 Bank1 寄存器时序 .....	14
4.6 不可连续读写 .....	14
5. 内部寄存器配置说明 .....	15
6. 功能介绍 .....	17
6.1 上下电时序 .....	17
6.2 模组点亮流程说明 .....	18
6.3 显示内部自测试图说明 .....	18



---

6.4 水平位移功能说明 .....	19
6.5 亮度调节功能说明 .....	19
6.6 自刷新帧率配置说明 .....	19
7. 产品结构图纸 .....	21
8. 产品操作与存储 .....	22

HS Intelligence Technology

## 1. 产品说明

A6M-0011 产品是采用具有自主知识产权的高效率、硅基微显示驱动芯片，其可使用在显示产品上，支持单色显示，满足 VGA 分辨率显示要求。

A6M-0011 硅基微显示采用纯数字驱动方案，支持 8bit 数据并行输入。采用 0.18 微米 CMOS 工艺制造，通过 2 线串行编程接口，可实现显示方向、显示位置、自建测试等功能的控制和调整；接口电平 1.8V CMOS 标准，可广泛应用于各种微型化、高分辨率的近眼显示系统中。

### 1.1 特性参数

A6M-0011 微显示芯片特性参数如表 1-1 所示

表 1-1 特性参数

Product	A6M-0011
◆ 尺寸(Inch)	0.12'
◆ 颜色	Green
◆ 分辨率	640*480
◆ 有效像素	656*496
◆ Pixel 尺寸 (um*um)	3.75*3.75
◆ 显示区尺寸 (mm*mm)	2.49*1.86
◆ 灰度级别	外围驱动决定
◆ 亮度(nits)	8,000,000
◆ PPI	6800
◆ IO 供电电源	1.8V
◆ 数字内核供电电源	0.9V
◆ 像素阵列电源	1.8V
◆ 动态范围(对比度)	100,000: 1
◆ 功耗(mW)	<100
◆ VCOM	-0.6V~-2V (根据实际亮度需求决定)
◆ 电流密度	100A/cm <sup>2</sup> (最大总电流 4A)
◆ 响应时间	ns
◆ 寿命(h)	100,000
◆ 接口类型	SPI/QSPI

## 1.2 芯片尺寸

芯片分辨率为  $640(+16) \times 480(+16)$ ，其中右侧还预留 8 列 dummy 像素，不能用作正常显示，仅限于测试使用，像素单元尺寸为  $3.75\mu\text{m} \times 3.75\mu\text{m}$ ，其排列示意图如图 1-1 所示，每个像素单元的结构完全相同。整个芯片的尺寸为  $3.445\text{mm} \times 3.090\text{mm}$ ，显示区共有  $(640+16) \times (480+16)$  个像素组成，其中 AA 区的尺寸为  $2.49\text{mm} \times 1.86\text{mm}$ ，芯片尺寸示意图如图 1-2 所示，其中阴极环(即图 1-2 中的深绿色区域)的宽度为  $160\mu\text{m}$ ，阴极环距离 AA 区的间距均为  $70\mu\text{m}$ 。

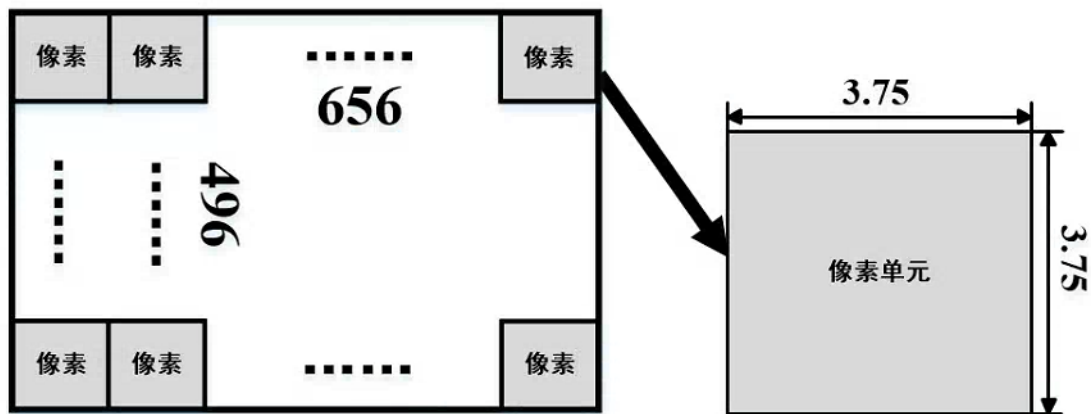


图1-1像素排列示意图

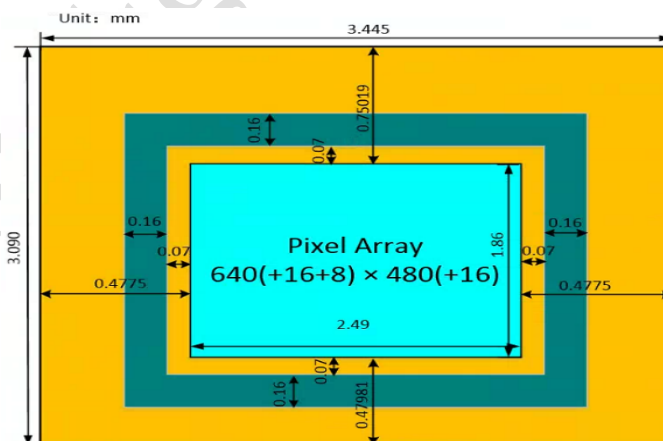


图1-2芯片尺寸示意图

## 2. 连接器管脚分配

A6M-0011 连接器管脚 PIN 定义，如表 2-1:

表 2-1 管脚分配

编号	名称	功能描述
P1	VCC 1V8	1.8V 电源 (1.7V ~ 1.9V)
1	NC	/
2	NC	/
3	VCC 0V9	ASICS 0.9V 电源(0.85V ~ 0.95V)
4	NC	/
5	GND	地
6	GND	地
7	GND	地
8	IO1	SPI/QSPI 数据输入输出 单线模式 MISO/IO1
9	Error Flag	调试使用，不用时悬空
10	IO0	SPI/QSPI 数据输入输出 单线模式 MOSI/IO0
11	CS	位选信号
12	IO3	QSPI 数据输入输出
13	SCLK	时钟信号
14	IO2	QSPI 数据输入输出
P2	VCOM	共阴极，默认-1.2V (-1 V ~ -2V)

在进行操作时，建议客户遵循规定的点亮条件。若超出推荐阈值，需要加装额外散热块：（1）正常不加散热使用场景： $V_{com}=-1.2\text{ V}$  时，按  $APL \leq 25\%$  点亮；（2）若需要以更高的条件点亮，则需要额外加散热块。

$V_{com}$  客户可根据不同的应用场景，选择不同的  $V_{com}$ ，不同的  $V_{com}$  对应不同的亮度曲线。如下图：

APL 10% 最高亮度 加散热			
$V_{com} (\text{V})$	$I (\text{mA})$	$L (\text{Wnit})$	$T(^{\circ}\text{C})$
1	31.4	282	25
1.1	39.8	334.6	26.3
1.2	50.2	391.2	27.5
1.3	70.1	484.2	29.3
1.4	85	544.7	31
1.5	105.7	620.8	38.7
1.6	127.1	689.6	40.6
1.7	152.7	761.8	52.3
1.8	180.1	830.5	58.4

极限值范围参考如下图：

项目	最小值	典型值	最大值	单位	备注
环境/运行温度	-30	-	70	$^{\circ}\text{C}$	
储存温度	-40	20	85	$^{\circ}\text{C}$	
$V_{CC\_1.8V}$	1.7	1.8	1.9	V	
$V_{CC\_0.9V}$	0.85	0.9	0.95	V	
$V_{COM}$	-1	-1.2	-2	V	
$V_{IH}$ 高电平输入电压	$0.65 \cdot V_{IO}$	-	$V_{IO}$	V	$V_{IO}$ 即 $V_{CC\_1.8V}$
$V_{IL}$ 低电平输入电压	-0.3	-	$0.3 \cdot V_{IO}$	V	
$V_{OH}$ 高电平输出电压	1.35	-	-	V	
$V_{OL}$ 低电平输出电压	-	-	0.45	V	
$I_{L\ IO}$ 漏电流	-	-	16	$\mu\text{A}$	



ESD(空气放电)	-	-	±10	KV	
ESD(接触放电)	-	-	±2	KV	

三路电源电流及总功耗上下限：

(1) Vcom 电流我们芯片最大支持到1A，建议不要超过300 mA，AR眼镜上不能加散热，建议不超过45 mA；Vcom电流值是只有上限没有下限的，下限取决于客户寄存器的设定。（例如，客户寄存器设定1，那么Vcom电流值就只有1 mA左右）

(2) 1.8V总电流=逻辑芯片部分消耗电流+与Vcom形成的像素电路消耗电流；

逻辑芯片耗电@APL10%		
频率	0.9V 耗电/mA	1.8V 耗电/mA
60Hz	9~13	2~4

## 3. SPI/QSPI 数据通讯格式说明

### 3.1 Summary

支持一线 SPI 或者四线 QSPI GRAY256（单色 8bit）显示数据，支持一线 SPI 或者四线 QSPI GRAY16（单色 4bit）显示数据。

使用 SPI/QSPI 发送显示数据，每次 CS 拉低发送的显示数据量需要是每行数据量的整数倍。比如 8bit 模式下，每次 CS 拉低至少发送 640 字节显示数据。

### 3.2 单色 1 线 SPI 模式

#### 3.2.1 单色 8 bit 显示模式

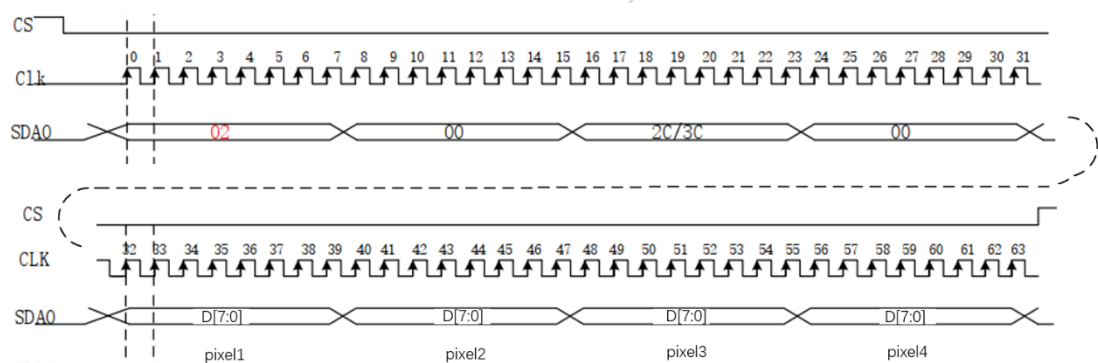


图 3-1 单色 8bit 1 线 SPI 显示模式时序示意

单色 8bit 1 线 SPI 显示模式时序如图 3-1 所示，在发送显示数据前需要加 4 字节的写数据指令，此模式下具体写数据指令为 0x02002C00 或者 0x02003C00，每个字节都是高位(MSB)在前，低位(LSB)在后。发送写指令后，紧接着发送显示数据，8bit 显示模式下对应一个像素是 8bit 数据，每个字节像素数据对应都是高位在前低位在后，共发送 640\*480 个像素数据后结束这一帧的数据发送。

### 3.2.2 单色 4 bit 显示模式

4bit 显示模式一个像素是 4bit 数据，此模式下发送显示数据时序与单色 8bit 显示模式基本相同，唯一区别是：8bit 显示模式使用 SPI 传输一个像素数据需八个时钟周期，而 4bit 显示模式使用 SPI 传输一个像素数据只需四个时钟周期。

## 3.3 单色 4 线 QSPI 模式

### 3.3.1 单色 8 bit 显示模式

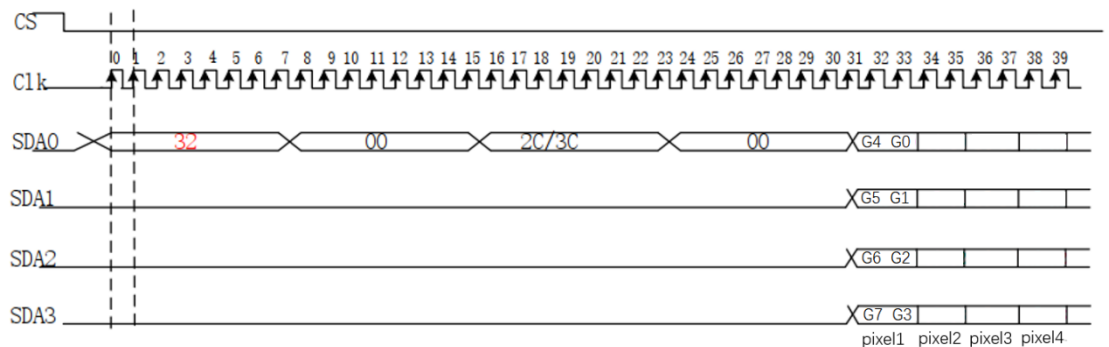


图 3-2 单色 4 线 QSPI 8 bit 单色时序示意

单色 8 bit 时序示意如图 3-2 所示，在发送显示数据前需要加 4 字节的写数据指令，此模式下具体写数据指令为 0x32002C00 或者 0x32003C00，每个字节都是高位(MSB)在前，低位(LSB)在后。发送写指令后，紧接着发送显示数据，8bit 显示模式下对应一个像素是 8bit 数据，每个像素数据是使用两个时钟周期发送出来。

### 3.3.2 单色 4 bit 显示模式

4bit 显示模式一个像素是 4bit 数据，此模式下发送显示数据时序与单色 8bit 显示模式基本相同，唯一区别是：8bit 显示模式使用 QSPI 传输一个像素数据需两个时钟周期，而 4bit 显示模式使用 QSPI 传输一个像素数据只需一个时钟周期。

### 3.4 SPI/QSPI 显示局部更新

支持 SPI/QSPI 发送局部几行显示数据功能，即 SPI/QSPI 可以更新指定几行区域的显示数据。

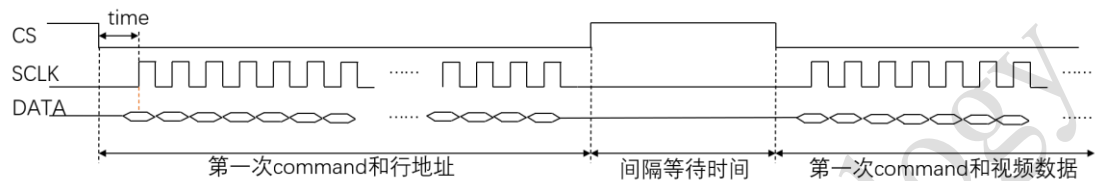


图 3-3. SPI 局部行格式要求

SPI 局部行格式要求如图 3-3 所示。其形式为：发送命令及行地址→间隔等待时间→发送命令及视频数据→间隔等待时间→发送命令及行地址……。也支持发送一次行地址，连续发送多次视频数据，地址芯片内部递增：发送命令及行地址→间隔等待时间→发送命令及视频数据→间隔等待时间→发送视频数据……。

其中间隔等待时间至少为 1us。数据必须以行为单位。time 时间至少为 3ns。

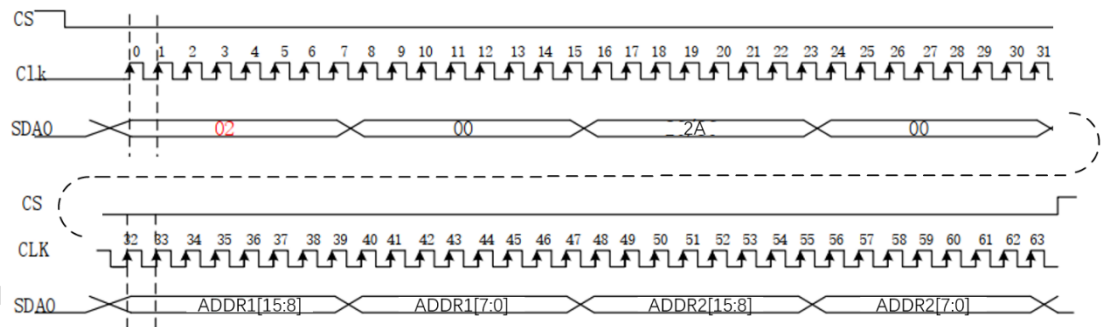


图 3-4. SPI 发送行地址时序

SPI 发送行地址时序如图 3-4 所示，在发送局部显示数据前，需先发送 8 字节的设置局部数据区域指令，这个指令的前 4 个字节固定为 0x02002A00，接着发送 16 bit ADDR1 地址，然后发送 16bit ADDR2 地址。其中 ADDR1 地址表示起始行，ADDR2 值是终止行。如 640x480 分辨率共有 480 行，行地址编号为 0-479，即第一行是 0，第 480 行是 479。

---

在发送设置局部数据区域指令后，紧接着可通过 SPI/QSPI 发送局部显示数据，注意发送显示数据前都需要加写数据指令，参考 3.2 及 3.3 章节内容。

HS Intelligence Technology

## 4. 寄存器配置说明

### 4.1 配置方法

模组的寄存器地址和数据位宽都是 8bit, 共分为 2 个 Bank(Bank0 和 Bank1)。Bank0 与 Bank1 寄存器都是通过 SPI 接口读写, 不过读写指令不同。下列时序图中 SDA0 对应 SPI 主控输出口, SDA1 对应 SPI 主控输入口。

### 4.2 SPI 写 Bank0 寄存器时序

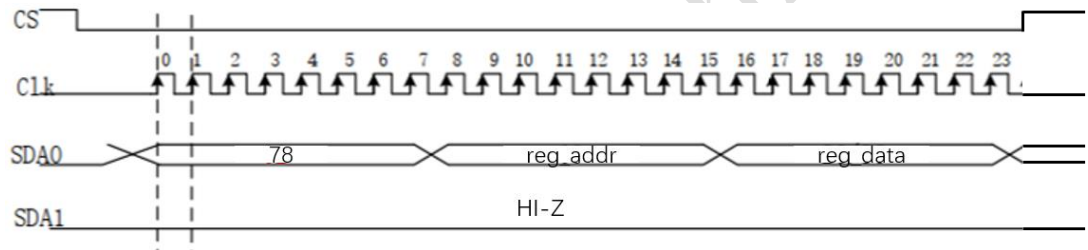


图 4-1 SPI 写寄存器时序

SPI 写 Bank0 寄存器时序如图 4-1 所示。CS 拉低后, SDA0 发送命令 0x78, 再发送寄存器地址, 接着发送寄存器值, SDA1 未用。

### 4.3 SPI 读 Bank0 寄存器时序

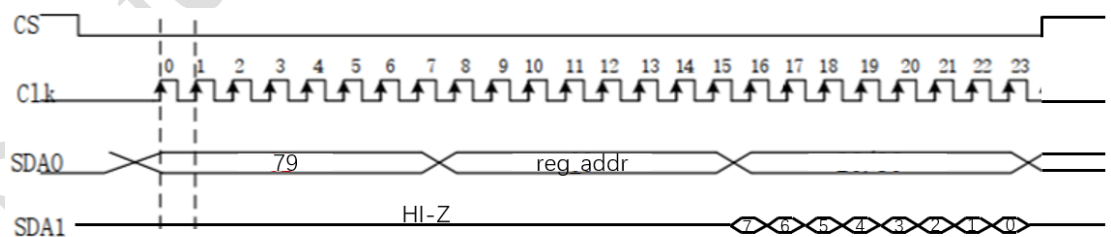


图 4-2 SPI 读寄存器时序

SPI 读 Bank0 寄存器时序如图 4-2 所示。CS 拉低后, SDA0 发送命令 0x79, 再发送寄存器地址, 接着 SDA1 返回 8Bit 寄存器值。返回寄存器的值先发送高位。

#### 4.4 SPI 写 Bank1 寄存器时序

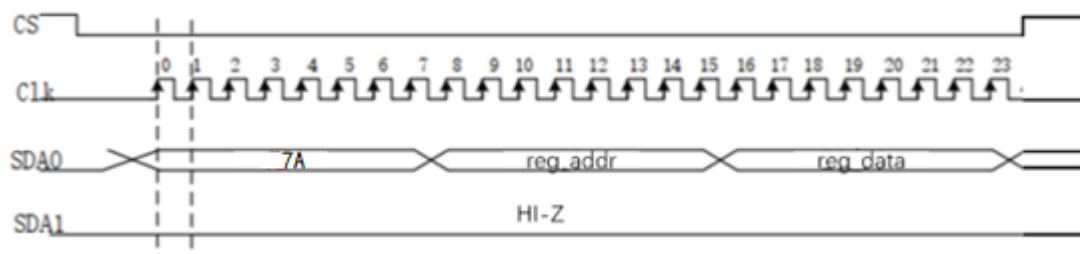


图 4-3 SPI 写寄存器时序

SPI 写 Bank1 寄存器时序如图 4-3 所示。CS 拉低后，SDA0 发送命令 0x7A，再发送寄存器地址，接着发送寄存器值，SDA1 未用。

#### 4.5 SPI 读 Bank1 寄存器时序

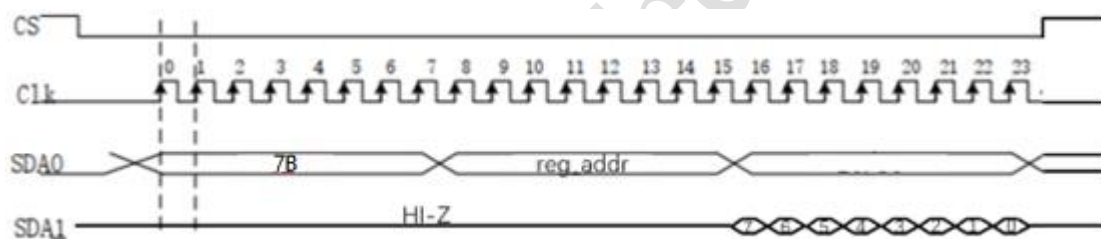


图 4-4 SPI 读寄存器时序

SPI 读 Bank1 寄存器时序如图 4-4 所示。CS 拉低后，SDA0 发送命令 0x7B，再发送寄存器地址，接着 SDA1 返回 8Bit 寄存器值。返回寄存器的值先发送高位。

#### 4.6 不可连续读写

只支持一次写（或一次读）一个寄存器的操作。

## 5. 内部寄存器配置说明

所有寄存器都使用 SPI 接口配置，寄存器的读写方法详见 SPI 协议说明。

Bank (0/1)	SPI 寄存器	Bit 位	描述	默认值
0	0x78	[7:0]	OSC 时钟配置相关 (详见 6.5 章节)	0x0E
	0x7C	[7:5]	Keep 0	0x03
		[4]	OSC 时钟配置相关 (详见 6.5 章节)	
		[3:0]	OSC 时钟配置相关 (详见 6.5 章节)	
	0x8f	[7]	asic 自测试图像功能使能。 0: 功能关闭。1:功能开启	0x00
		[6:5]	Keep 0	
		[4:0]	测试图选择，详见自测图功能说明。	
	0xbe	[7:0]	选择视频格式： 0x82: GRAY256,  0x84: GRAY16	0x82
	0xdd	[7]	水平位移功能：  0:功能关闭	0x81



			1:功能开启	
		[6:0]	水平位移功能设置，详见水平位移功能说明	
	0xde	[7]	水平镜像功能： 0：功能关闭。 1:功能开启	0x01
		[6:0]	水平位移功能设置，详见水平位移功能说明	
	0xe2	[7:0]	模拟亮度调节寄存器， 0-默认值	默认为可配置的最大值
1	0x01	[7:4]	显示画面垂直方向平移； 有效数值为 0-15。	0x00
		[3:0]	Keep 0	
	0x05	[7]	Keep 0	0x19
		[6]	垂直镜像功能： 0：功能关闭。1:功能开启	
		[5:0]	Keep 0x19	

## 6. 功能介绍

### 6.1 上下电时序

如图 6-1 和图 6-2 为芯片上电时序图和下电时序图

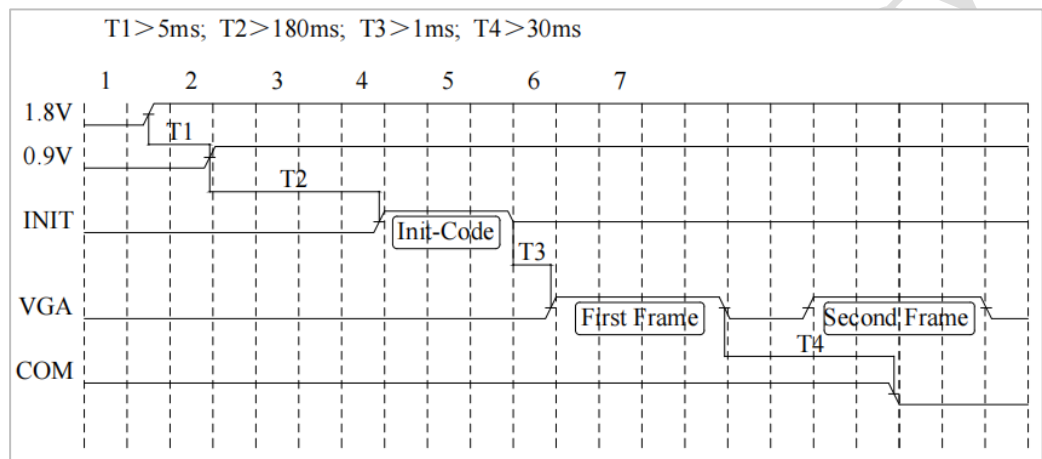


图 6-1 上电时序

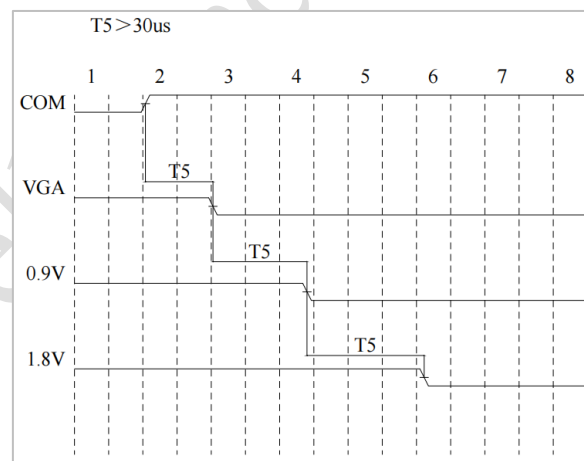


图 6-2 下电时序

注意：

- (1) 在给模组上电前，需要配置主控 QSPI 引脚处于 SPI/QSPI 模式；
- (2) INIT 表示去配置 SPI 寄存器阶段，根据实际需要比如设置初始亮度、方向等添加这部分代码；

(3) VGA 表示使用 SPI/QSPI 给模组送显示数据，“First Frame”是指主控给模组发送的第一帧显示数据。在通过寄存器设置模组显示内部自测试图时，不需要发送显示数据即可显示模组内部自测试图；

(4) COM 表示是给模组提供的负压，只有给负压模组才能点亮，具体负压为多少需要根据亮度需要去设置；

## 6.2 模组点亮流程说明

以 Gray256 格式为例，按照“图 6-1”说明给模组上电，然后在时序图的 VGA 阶段按照“图 3-2”的 SPI 时序说明，用 SPI/QSPI 给模组送显示数据，即可使用最高亮度配置点亮屏；

注意：仅验证屏是否能以 Gray256 格式点亮，可以不需要配置任何寄存器，只需要按“SPI/QSPI 数据通讯格式说明”章节要求发送显示数据即可，默认支持的 SPI/QSPI 时钟频率为 1MHz ~ 32MHz。

## 6.3 显示内部自测试图说明

开启自测试功能之前，需要先设置如下寄存器：

Bank1 0x4d 设置成 0x30

Bank1 0x4e 设置成 0x20

Bank1 0x4f 设置成 0x03

Bank1 0x50 设置成 0x14

Bank1 0x51 设置成 0x02

Bank1 0x52 设置成 0x0e

Bank1 0x53 设置成 0x02

Bank1 0x54 设置成 0x19

设置好以上寄存器后，再去设置 Bank0 0x8f：

设置自测试图类型：

0x8f = 0x80 显示全黑图

0x8f = 0x81 显示全亮图

0x8f = 0x88 显示 2x2 棋盘格图

0x8f = 0x89 显示 4x4 棋盘格图

## 6.4 水平位移功能说明

水平位移只支持 8 列像素步径平移

水平位移开启 0xdd[7]=1。

当 0xdd[6:0]=0, 0xde[6:0]=2 时, 左侧 0 列 border, 右侧 16 列 border;

当 0xdd[6:0]=1, 0xde[6:0]=1 时, 左侧 8 列 border, 右侧 8 列 border;

当 0xdd[6:0]=2, 0xde[6:0]=0 时, 左侧 16 列 border, 右侧 0 列 border。

## 6.5 亮度调节功能说明

通过亮度寄存器 0xe2 去调整屏亮度, 可设置的最大值为 0xe2 寄存器的默认值(正常上电后通过读此寄存器读取), 可设置的最小值为 1。

## 6.6 自刷新帧率配置说明

模组自刷新帧率支持 45Hz、60Hz、90Hz、120Hz 四种, 是通过 OSC 相关寄存器配置。在配置不同自刷新帧率时需要注意: 发送 SPI 指令和数据的时钟频率要满足对应的要求。

具体说明如下:

对主控输入 SPI 时钟频率要求(MHz)	寄存器 0x78 配置值	寄存器 0x7C 配置值	自刷新帧率(Hz)
≤16	0x0E	0x16	45
≤24	0x0E	0x14	60



HS PROPRIETARY INFORMATION

$\leq 32$ (默认)	0x0E	0x13/0x03	90
$\leq 48$	0x0D	0x12	120

HS Intelligence Technology

## 7. 产品结构图纸

产品结构图如图 7-1 所示。

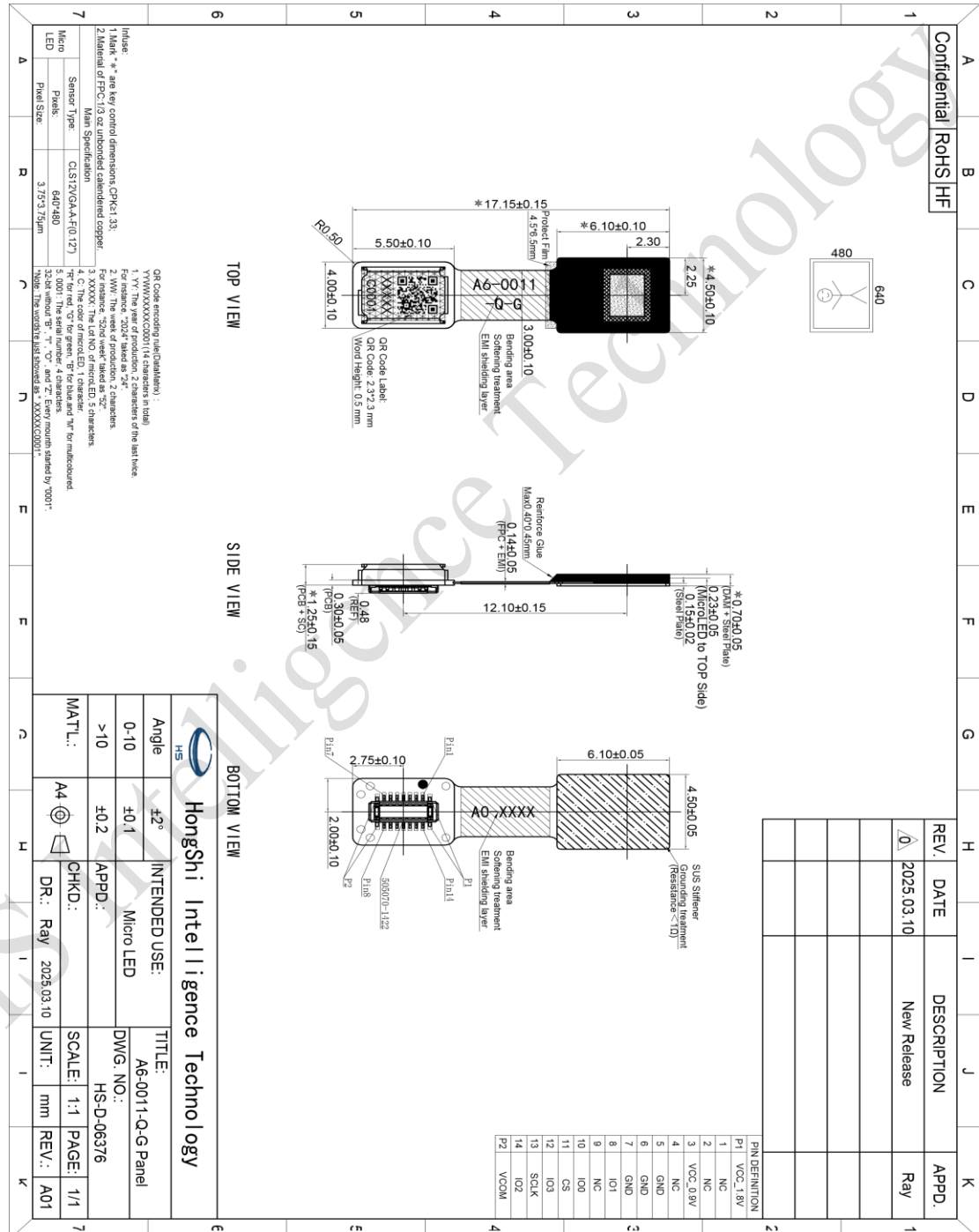


图 7.1 产品结构图

## 8. 产品操作与存储

清洁：建议使用干净的布或镜头纸来擦拭；不可采用任何腐蚀性的化学药品进行清洗。

静电防护：产品内部芯片采用 CMOS 工艺制成，对静电比较敏感，建议在远离带电或者具有除静电设备的区域使用；操作人员可以穿戴相关防静电服饰。

注意事项：

建议使用防护手套进行产品的操作；

不可暴露在有酸、碱等腐蚀性化学试剂的环境；

不可在液体中浸没；

避免产品接触到锐利的物品及外力的撞击。

储存方法：产品在过高或者过低温度下工作可能会缩短寿命，甚至会损毁产品。建议存放的环境为：

室温：25℃上下波动 5℃ 环境：干燥的密封容器中静止：避免撞击