

SVGA097 系列 低功耗主动式 OLED 微型显示器

产品说明书

Spec V1.1



SVGA097SC



SVGA097SW



SVGA097SG

适用产品型号：

SVGA097SC—彩色

SVGA097SW—单色白光

SVGA097SG—单色绿光

云南北方奥雷德光电科技股份有限公司

2014 年 1 月 27 日

版本发布记录

版本号	修订日期	页码	内容
Pre-spec. V1.0	2011-10-13		初始发布版本.
Spec. V1.0	2013-05-23		正式版第一版本
Spec. V1.1	2014-01-27		修正像素大小尺寸，修改温度传感器说明以及寄存器配置，增加 19H 寄存器说明，修改两线串行通讯地址

目 录

1. 产品特性.....	1
1.1. 基本特性.....	1
1.2. 产品编码.....	1
2. 产品简介.....	2
2.1. 特性参数.....	2
2.2. 器件结构.....	3
2.3. 像素点排列.....	3
2.4. 功能框图.....	4
2.5. 接口及引脚.....	5
2.5.1. 接口及引脚定义.....	5
2.5.2. 引脚功能描述.....	6
2.6. 额定操作范围.....	7
2.7. 电气特性.....	8
2.7.1. 直流特性.....	8
2.7.2. 交流特性.....	8
3. 详细功能描述.....	8
3.1. 数字视频信号输入及处理.....	8
3.1.1. 信号接口及规范.....	9
3.1.2. 色彩空间转换.....	13
3.1.3. 信号增强.....	13
3.1.4. 测试图案.....	13
3.1.5. 比例变换.....	15
3.1.6. 伽玛校正表.....	16
3.1.7. RGB偏置.....	17
3.2. 3D视频支持.....	17
3.3. 电源及复位.....	18
3.3.1. 上/下电时序.....	18
3.3.2. 复位时序.....	19
3.4. 像素驱动单元电路.....	20
3.5. DC-DC转换器.....	21
3.6. 温度传感器.....	21
3.7. 两线串行接口.....	22
3.7.1. 数据传输格式.....	23
3.7.2. 显示器地址设置.....	24
4. 寄存器描述.....	25
4.1. 寄存器概览.....	25
4.2. 寄存器详细描述.....	27
4.2.1. 视频信号相关寄存器.....	27
4.2.2. 视频显示相关寄存器.....	30
4.2.3. 温度传感器相关寄存器.....	32

4.2.4.	伽马矫正相关寄存器.....	33
4.2.5.	彩色偏移相关寄存器.....	35
4.2.6.	测试图案相关寄存器.....	36
4.3.	寄存器设置示例	37
5.	产品光电特性.....	38
5.1.	测试条件及规范	38
5.1.1.	亮度及色度测试条件.....	38
5.1.2.	亮度均匀性测试条件.....	39
5.1.3.	对比度测试条件	39
5.1.4.	功耗测试条件	39
5.2.	光学特性一览表	40
5.3.	亮度及对比度特性	40
5.3.1.	亮度特性.....	40
5.3.2.	对比度特性.....	40
5.4.	光谱特性.....	41
5.5.	亮度-温度特性	43
5.6.	亮度-功耗特性	43
6.	产品机械特性.....	44
6.1.	机械尺寸	44
6.2.	背板原理图.....	45
6.3.	背板PCB布局图	46
6.4.	PCB背板元器件清单	46
7.	产品操作及储存.....	47
7.1.	清洁方法	47
7.2.	常规操作	47
7.3.	静电防护	47
7.4.	储存	47
7.4.1.	短期储存.....	47
7.4.2.	长期储存.....	47
8.	产品应用技术.....	48
8.1.	状态测试	48
8.2.	亮度（温度）补偿	48
8.2.1.	补偿原理.....	48
8.3.	伽玛矫正	50
8.3.1.	伽玛矫正原理	50
8.3.2.	伽玛矫正方法	50
8.4.	残影效应	52
8.4.1.	避免残影.....	52
8.4.2.	消除残影.....	52
8.5.	典型应用示例.....	52
8.5.1.	数字系统应用	52
8.5.2.	复合视频输入	53
8.5.3.	VGA视频输入.....	53

9. 附录.....	54
9.1. 附图目录.....	54
9.2. 附表目录.....	57
10. 版本历史.....	57

1. 产品特性

1.1. 基本特性

- 低功耗硅基主动式 OLED 微型显示器
 - 0.18 微米 CMOS 工艺
 - 全数字视频信号处理内核
 - 主动驱动技术
 - 高效率顶发射 OLED 工艺
- 800×600 (SVGA) 分辨率
 - 可视面积: 0.6 英寸
 - 像素尺寸: 24.6×24.6 平方 微米
 - 总像素数: 804 (×3) ×604
- 数字视频接口
 - 兼容 ITU-R BT. 601/656 标准
 - 支持 8/16/24 位数字视频
 - 支持 MONO/YCbCr/RGB 编码
 - 支持 PAL/NTSC/SMPTE 等格式
 - 支持逐行/隔行扫描
- 数字视频信号增强
 - 亮度
 - 对比度
 - R/G/B 色度调整
- 伽玛校正
 - 17 点分段查表
 - 8 位输入扩展为 9 位输出
- 8 位输入/9 位输出数字灰度级别
- 支持双目 3D 应用
- 水平/垂直图像镜像
- 显示位置控制
- 内置温度传感器
- 集成负压 DC-DC 模块
- 内建多种测试图案
- 2 线串行编程接口

1.2. 产品编码

SVGA 097 S C V1 R1
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

①型号	
SVGA	800×600
SXGA	1280×1024

③工作温度级别	
S	标准: -40℃ ~ +65℃
N	普通: -10℃ ~ +40℃

⑤连接器	
V1	板到板
V2	FPC到板

②尺寸	
050	0.5英寸
060	0.6英寸
097	0.97英寸

④色彩	
C	彩色
W	单色白光
G	单色绿光

⑥版本	
R1	版本号

2. 产品简介

奥雷德公司的SVGA097 系列产品是采用具有自主知识产权的顶发射、高效率、硅基主动式OLED技术制备的AMOLED微显显示器。SVGA097 系列产品包括全彩色（C）、单色白光（W）、单色绿光（G）等规格，具有低功耗、高分辨率（SVGA 800×600）、微型化等特点，支持SVGA及以下分辨率的显示要求。配合适当的光学系统，可获得高品质的大画面显示效果。

奥雷德公司的SVGA097 系列产品的硅基板采用 0.18 微米CMOS工艺制造，集成了全数字视频信号处理及 804×3×604 个驱动单元等电路。视频信号输入兼容ITU-R BT.601/656 标准，支持 8/16/24 位数字视频输入模式。通过 2 线串行编程接口，可实现显示模式、显示方向、显示位置、亮度、对比度、色度、伽玛校正等功能的控制和调整。接口电平兼容 1.8~3.3V CMOS 标准。可广泛应用于各种微型化、高分辨率、低功耗和宽工作温度范围的近眼显示系统中。

2.1. 特性参数

产品型号		SVGA097		
产品类别		彩色 (C)	单色白光 (W)	绿光 (G)
分辨率		800 (×3) × 600		
有效像素		804 (×3) × 604		
像素纵横比		1:1, 正方形		
彩色像素排列		RGB 垂直条状		
灰度级别		数字 8 位/256 级		
均匀性		> 90%		
对比度		> 10000:1		
输入视频信号		ITU-R BT.601/656 标准 24bit, 4:4:4, RGB 或 YCbCr 16bit, 4:2:2, YCbCr 8bit, 4:2:2, YCbCr 或 Mono		
供电 电源	数字内核	DC 1.8V@Max50mA		
	OLED 驱动	DC 5.0V@Max200mA		
工作 温度	标准	-40℃ ~ +65℃		
	普通	-10℃ ~ +40℃		
工作 色坐标	白光	CIE _x =0.30±0.05, CIE _y =0.33±0.05		
	绿光	CIE _x =0.30±0.05, CIE _y =0.60±0.05		
工作湿度范围		≤85%RH (无凝露)		
像素点尺寸 (μm ²)		24.6 × 24.6		
显示区尺寸(mm ²)		19.78 × 14.86		
机构尺寸(mm ³)		26 × 26 × 4.6		
工作亮度(Cd/m ²)		>70	>100	>1500
工作功耗(mW)		<200	<200	<450
工作寿命(万小时)		2.5	2.5	2
重量 (g)		≤1.8		

2.2. 器件结构

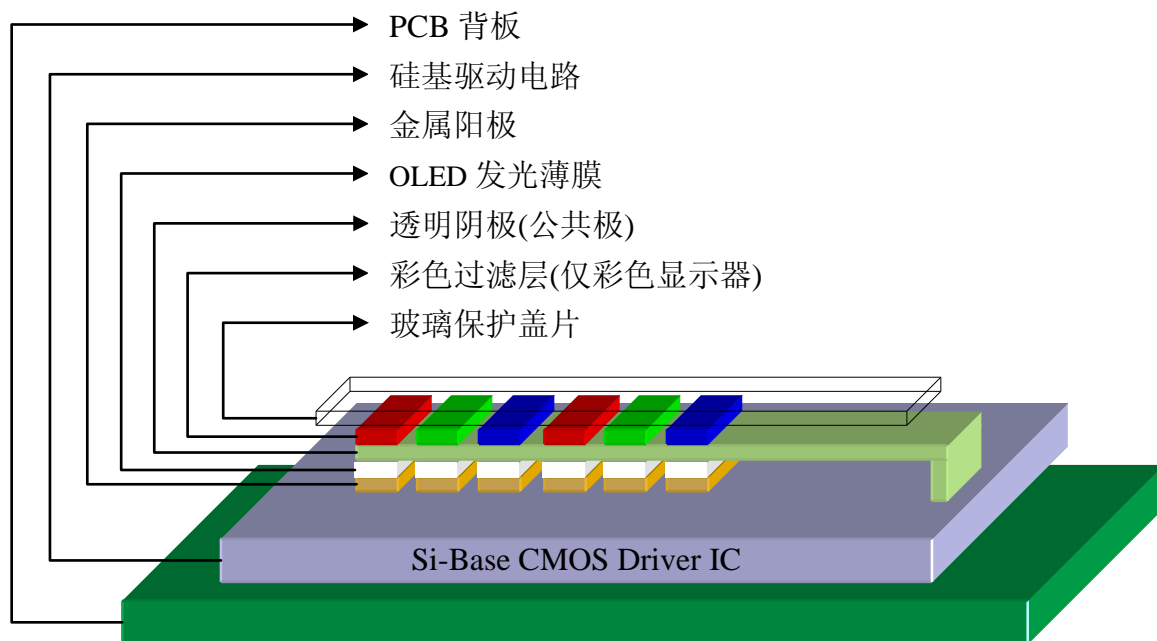


图 2-1 SVGA097 系列 OLED 微型显示器器件结构示意图

奥雷德公司的SVGA097 系列OLED微型显示器，是在集成了视频信号处理和主动驱动电路的硅基片上，通过自有专利技术依次制备各独立亚像素金属阳极、多层OLED发光薄膜、透明阴极（公共极）、复合高密度密封薄膜、RGB彩色过滤层等，并贴装上玻璃保护盖片，最后再与PCB背板互联封装后制备而成的。器件的结构示意如图 2-1 所示。

2.3. 像素点排列

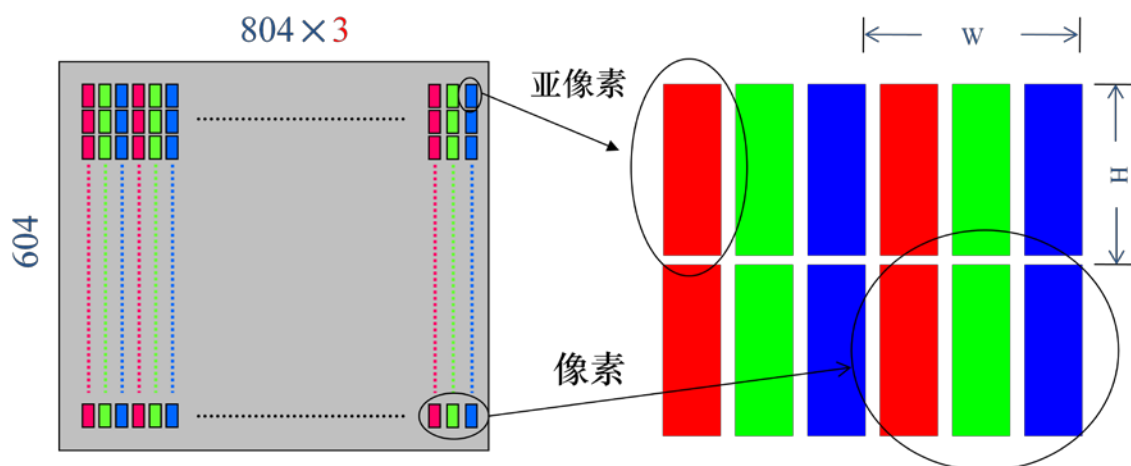


图 2-2 SVGA097 系列 OLED 微型显示器像素排列结构示意图

奥雷德公司的SVGA097 系列微型显示器的每个像素点由三个亚像素点构成（如图 2-2 所示），每个像素的尺寸、发光面积与显示面积的占空比、显示区域尺寸分别为：

型号	像素点尺寸		占空比	显示区域尺寸	
	宽（W）	高（H）		宽度（804×W）	高度（604×H）
SVGA097	24.6μm	24.6μm	75%	19.78mm	14.86mm

彩色显示器的每个亚像素均发白光，通过三基色彩色过滤层实现全彩色显示；单色白光和单色绿光显示器没有彩色过滤层，因此发光效率要高于彩色显示器。

2.4. 功能框图

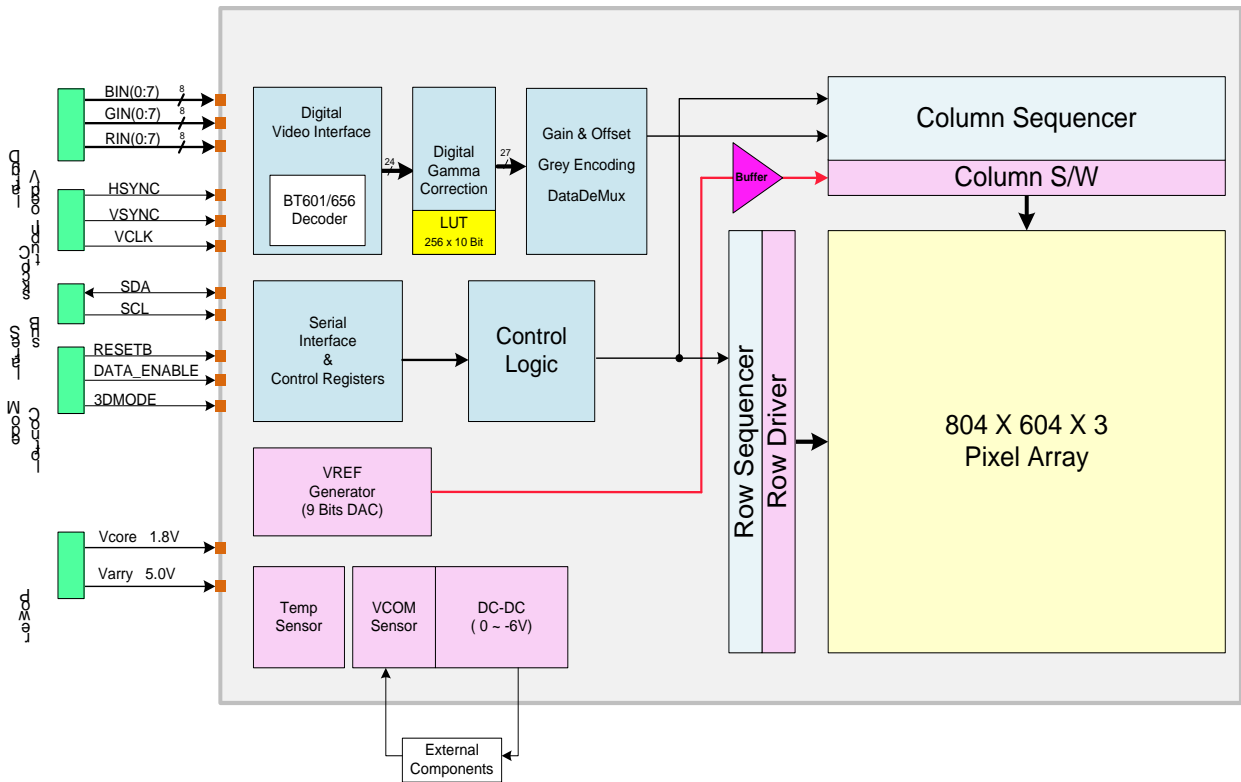


图 2-3 SVGA097 系列显示器驱动电路芯片顶层结构示意图

奥雷德公司的 SVGA097 系列微型显示器的驱动电路芯片顶层功能结构如图 2-3 所示。芯片主要由数字视频信号接口及解码、数字视频信号处理、数字伽玛矫正，色饱和度调整、灰度映射、D/A转换、行列扫描、像素驱动阵列、两线串行通信接口、可编程控制逻辑单元、温度传感器、DC/DC转换等功能模块组成。

数字视频信号接口具有三个 8 位数据通道，可接受 8/16/24 位的 RGB 或 YCbCr 视频信号，兼容 ITU-R BT. 601/656 标准。内部解码器根据不同的视频输入格式解码输出 24 位 RGB 信号；数字视频信号处理电路接收到 24 位 RGB 信号后，可对视频信号的亮度、对比度分别进行调整，并保持 24 位 RGB 信号输出；伽玛矫正电路对 24 位 RGB 信号进行查表矫正后，扩展至 9 位 RGB 信号输出；色饱和度调整电路可独立对 RGB 三路信号进行偏移调整，保持 9 位 RGB 信号输出；

灰度映射电路通过 D/A 转换，将 9 位 RGB 数字信号转换为三个模拟 RGB 亮度电平信号，再通过行列驱动扫描电路按扫描时序依次注入到各亚像素点驱动单元储存；驱动单元电路将 RGB 亮度电平信号施加到 OLED 发光二极管阳极，并维持一帧/场周期时间。DC/DC 模块通过外部提供的 5V 电源和 PCB 背板的外围元件，产生一个负电压施加到全部 OLED 像素发光二极管的公共阴极，配合前述阳极亮度电平信号，使各 OLED 像素在一帧/场的周期时间内持续发光。

控制逻辑单元通过内部 256 个可编程随机静态存储器（寄存器），实现各环节数字视频信号的处理和调整，并控制各单元电路协调工作以及双目 3D 效果的实现。

两线串行接口兼容 I²C 通信标准，用于实现 256 个寄存器的读写操作，从而实现显示器芯片的数字视频信号解码与处理、伽玛校正、DC-DC 阴极负电压等功能电路的可编程控制。

内部温度传感器电路实时监测芯片内部的工作温度，外部控制单元通过两线串行接口读取该温度值后，可根据显示器的亮度-温度特性，按需要及时调整 DC-DC 阴极负电压，从而实现显示器亮度的温度补偿功能。

2.5. 接口及引脚

2.5.1. 接口及引脚定义

SVGA097 系列产品接口采用 Hirose 公司的“DF12D(3.0)-40DP-0.5”40Pin 连接器。

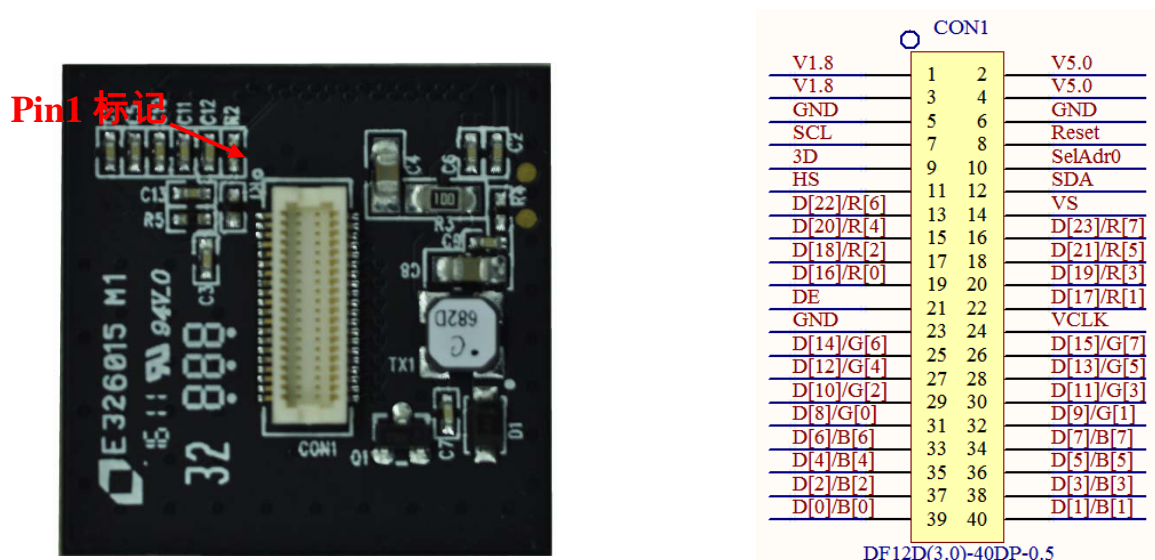


图 2-4 SVGA097 系列产品接口及引脚定义

2.5.2. 引脚功能描述

引脚编号	标识	类型	功能描述	备注
1	V _{1.8}	电源	1.8V电源，数字内核工作电源	
2	V _{5.0}	电源	5.0V电源，OLED驱动电源	
3	V _{1.8}	电源	1.8V电源，数字内核工作电源	
4	V _{5.0}	电源	5.0V电源，OLED驱动电源	
5	GND	电源	电源地	
6	GND	电源	电源地	
7	SCL	I	串口时钟	
8	Reset	I	主复位，低电平有效，不能悬空	
9	3D	I	3D模式选择	未使用，已接地
10	Se1Adr0	I	串行端口地址选择	默认上拉
11	HS	I	水平同步信号输入	
12	SDA	I/O	串行数据传输端口	
13	D[22]/R[6]	I	Cr[6]，Red[6]视频信号输入	
14	VS	I	垂直同步信号输入	
15	D[20]/R[4]	I	Cr[4]，Red[4]视频数据输入	
16	D[23]/R[7]	I	Cr[7]，Red[7]视频数据输入(MSB)	
17	D[18]/R[2]	I	Cr[2]，Red[2]视频数据输入	
18	D[21]/R[5]	I	Cr[5]，Red[5]视频数据输入	
19	D[16]/R[0]	I	Cr[0]，Red[0]视频数据输入	
20	D[19]/R[3]	I	Cr[3]，Red[3]视频数据输入	
21	DE	I	数字视频数据使能信号输入	
22	D[17]/R[1]	I	Cr[1]，Red[1]视频数据输入	
23	GND	电源	电源地	
24	VCLK	I	时钟信号输入	
25	D[14]/G[6]	I	YCbCr[6]，Y[6]，Green[6]视频数据输入	
26	D[15]/G[7]	I	YCbCr[7]，Y[7]，Green[7]视频数据输入(MSB)	
27	D[12]/G[4]	I	YCbCr[4]，Y[4]，Green[4]视频数据输入	

引脚编号	标识	类型	功能描述	备注
28	D[13]/G[5]	I	YCbCr[5] , Y[5] , Green[5]视频数据输入	
29	D[10]/G[2]	I	YCbCr[2] , Y[2] , Green[2]视频数据输入	
30	D[11]/G[3]	I	YCbCr[3] , Y[3] , Green[3]视频数据输入	
31	D[8]/G[0]	I	YCbCr[0] , Y[0] , Green[0]视频数据输入(LSB)	
32	D[9]/G[1]	I	YCbCr[1] , Y[1] , Green[1]视频数据输入	
33	D[6]/B[6]	I	CbCr[6] , Cb[6] , Blue[6]视频数据输入	
34	D[7]/B[7]	I	CbCr[7] , Cb[7] , Blue[7]视频数据输入(MSB)	
35	D[4]/B[4]	I	CbCr[4] , Cb[4] , Blue[4]视频数据输入	
36	D[5]/B[5]	I	CbCr[5] , Cb[5] , Blue[5]视频数据输入	
37	D[2]/B[2]	I	CbCr[2] , Cb[2] , Blue[2]视频数据输入	
38	D[3]/B[3]	I	CbCr[3] , Cb[3] , Blue[3]视频数据输入	
39	D[0]/B[0]	I	CbCr[0] , Cb[0] , Blue[0]视频数据输入(LSB)	
40	D[1]/B[1]	I	CbCr[1] , Cb[1] , Blue[1]视频数据输入	

2.6. 额定操作范围

名称	功能描述	最小	典型	最大 ^①	单位
V1.8	1.8V 电源 , 数字内核工作电源	1.62	1.8	2.5	V
V5.0	5.0V 电源 , OLED驱动电源	4.5	5.0	6.0	V
V _{IO}	数字信号逻辑电平 ^②	-	1.8	3.3	V
T _{storage}	储存温度	-55	20	90	°C
T _{operate}	操作温度	-40	20	65	°C

注①：绝对最大额定值 (V_{IO} 除外) , 为瞬间不得超过的极限值。使用或超过这些额定值的条件可能影响产品的寿命和可靠性。在允许可靠性、寿命等其它特性降低的前提条件下 , 产品可以在短时间内工作在该条件下 , 但产品也有可能损坏。建议在产品典型操作条件下工作。

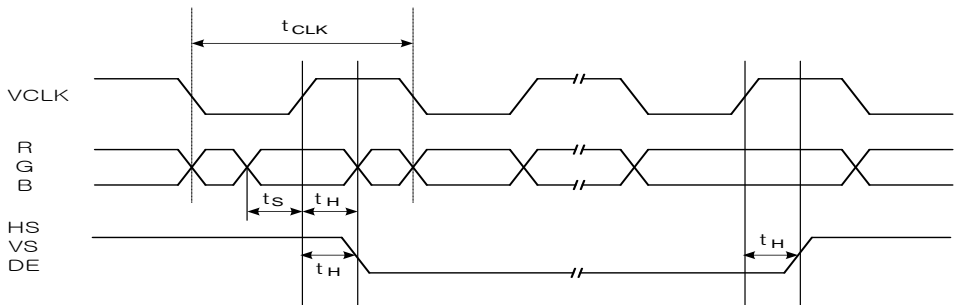
注②：所有数字逻辑 (不包括电源) 引脚电平 , 支持 1.8V/3.3V 逻辑电平标准。

2.7. 电气特性

2.7.1. 直流特性

参数名称	功能描述		最小	典型	最大	单位
I _{1.8}	1.8V 供电电流		9	10	12	mA
I _{5.0}	5.0V 供电电流		10	20	250	
V _{com}	阴极电压		-5	-2	0	V
典型功耗	工作时	彩色(70Cd/m ²)	80	120	200	mW
		单色白光(100Cd/m ²)	60	100	200	
		单色绿光(1500Cd/m ²)	150	280	450	
	关闭时 (Display Off)		71	-	75	
	休眠时 (Power Down)		0	-	0.4	

2.7.2. 交流特性



参数	标识	最小	典型	最大	单位
视频信号	t _S	1	-	-	ns
	t _H	0.5	-	-	ns
时钟周期	t _{CLK}	17.8	-	-	ns
时钟占空比	q	40	50	60	%

3. 详细功能描述

3.1. 数字视频信号输入及处理

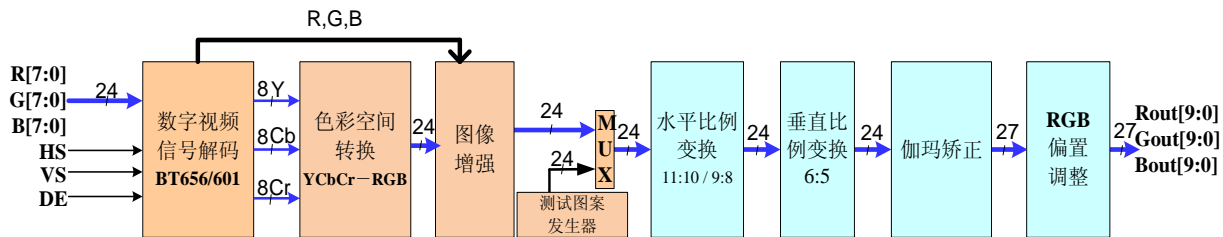


图 3-1 数字视频输入及信号处理流程框图

数字视频信号接口包含三个 8 位 RGB 数据总线通道，以及额外的行（HS）/场（VS）同步信号、数据有效信号（DE）、像素时钟信号（VCLK）。以上共 28 根信号线可依据用户不同的输入视频模式进行连接，不需要的引线可以悬空。采用 8 位嵌入同步信号的模式下（8bit ITU-R BT. 656 YCbCr/Mono 4:2:2），仅需要 G[7:0]共 8 根数据线和像素时钟（VCLK）信号即可。任何模式下，时钟信号 VCLK 均是必须提供的。信号处理流程见

图 3-1。

显示器内部数字视频接口电路允许输入满足 ITU BT. 601/656 标准的 8/16/24 位、4:2:2/4:4:4 的视频信号，并转换为 24 位 RGB 4:4:4 格式的信号进入视频信号增强模块，再依次进行比例变换（仅限于按比例缩小）、伽玛矫正、RGB 偏置调整后，最终输出 3×9 位的 RGB 信号。

如果需要输入常见的复合视频、色差、VGA（模拟 RGB）、HDMI 或 DVI 等视频信号，需使用外部视频解码芯片进行转换，如 ADV7180、AD9883、TVP7002 等。

3.1.1. 信号接口及规范

表 3-1 输入视频信号标准及连接

视频信号标准	色彩编码	引脚		
		R[7:0]	G[7:0]	B[7:0]
8-bit, 4:2:2	YCbCr	-	YCbCr[7:0]	-
8-bit, Mono	Y	-	Y[7:0]	-
16-bit, 4:2:2	YCbCr	-	Y[7:0]	CbCr[7:0]
24-bit, 4:4:4	YCbCr	Cr[7:0]	Y[7:0]	Cb[7:0]
24-bit, 4:4:4	RGB	R[7:0]	G[7:0]	B[7:0]

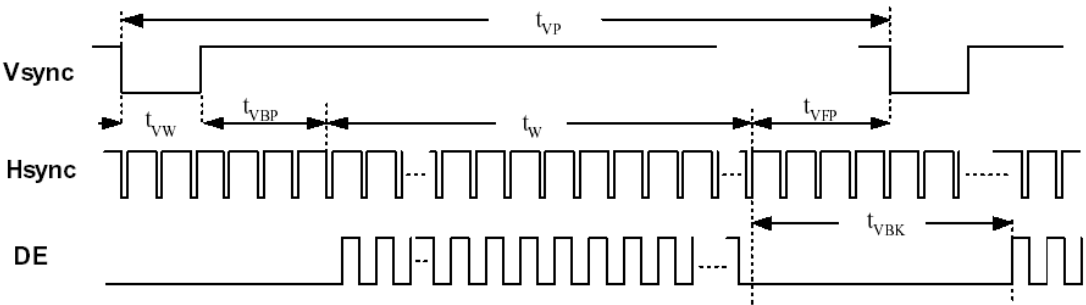


图 3-2 数字视频同步信号时序 (所有格式)

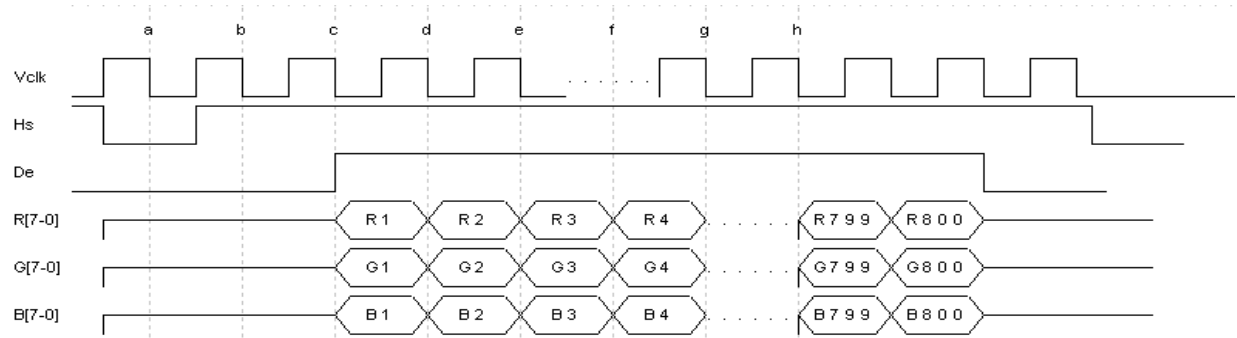


图 3-3 24 位/4:4:4/RGB 信号时序

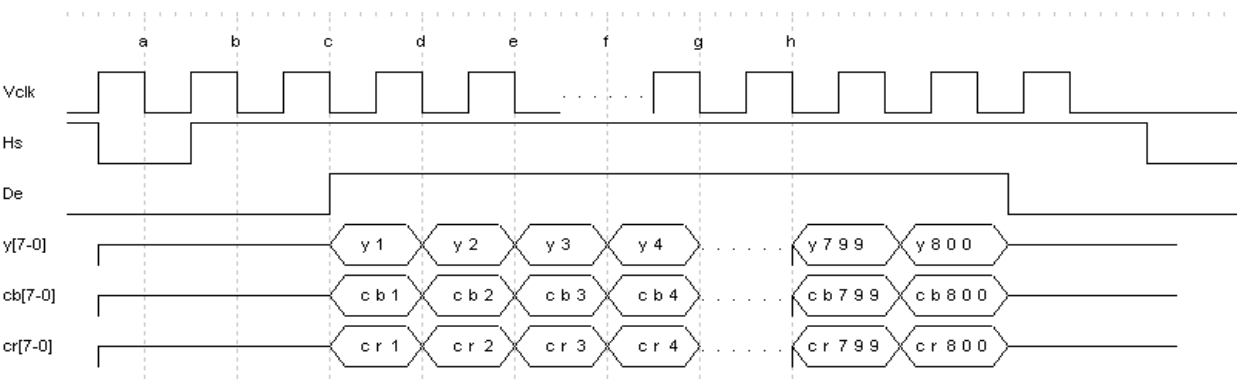


图 3-4 24 位/4:4:4/YCbCr 信号时序

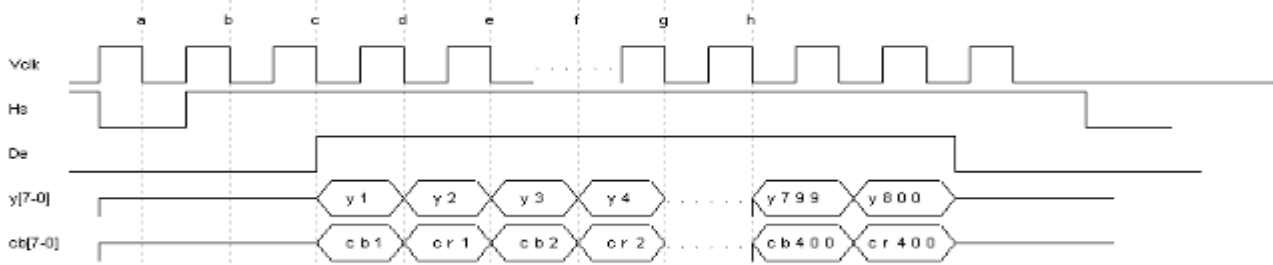


图 3-5 16 位/4:2:2/YCbCr 信号时序

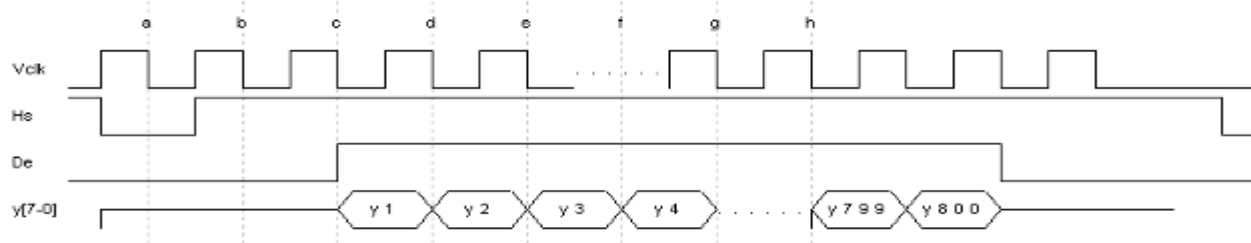


图 3-6 8 位/4:2:2/Mono 信号时序

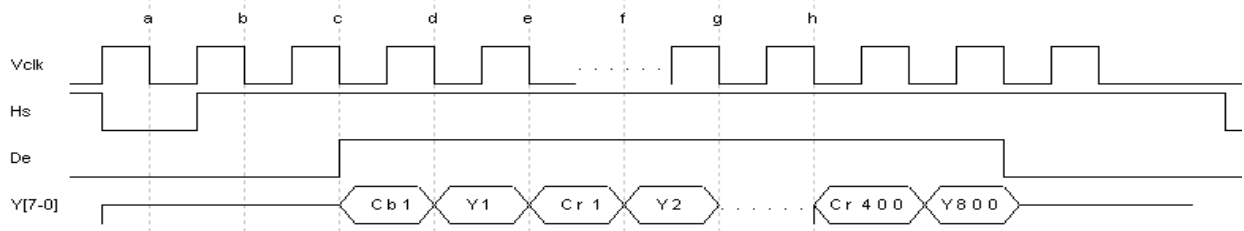


图 3-7 8 位/4:2:2/YCbCr 信号时序

表 3-2 VESA 逐行扫描视频信号模式

模式		频率	总像素	显示像素	前廊	脉冲宽度	后廊
SVGA 800×600@85Hz 逐行扫描	行同步	53.674 KHz	1048 像素	800 像素	32 像素	64 像素	152 像素
	场同步	85.061 Hz	631 行	600 行	1 行	3 行	27 行
	时钟	56.250 MHz					
SVGA 800×600@75Hz 逐行扫描	行同步	46.875 KHz	1056 像素	800 像素	16 像素	80 像素	160 像素
	场同步	75.000 Hz	625 行	600 行	1 行	3 行	21 行
	时钟	49.500 MHz					
SVGA 800×600@72Hz 逐行扫描	行同步	48.077 KHz	1040 像素	800 像素	56 像素	120 像素	64 像素
	场同步	72.188 Hz	666 行	600 行	37 行	6 行	23 行
	时钟	50.000 MHz					
SVGA 800×600@60Hz 逐行扫描	行同步	37.879 KHz	1056 像素	800 像素	40 像素	128 像素	88 像素
	场同步	60.317 Hz	628 行	600 行	1 行	4 行	23 行
	时钟	40.000 MHz					
VGA 640×480@85Hz 逐行扫描	行同步	43.269 KHz	832 像素	640 像素	56 像素	56 像素	80 像素
	场同步	85.008 Hz	509 行	480 行	1 行	3 行	25 行
	时钟	36.000 MHz					
VGA 640×480@75Hz 逐行扫描	行同步	37.500 KHz	840 像素	640 像素	16 像素	64 像素	120 像素
	场同步	75.000 Hz	500 行	480 行	1 行	3 行	16 行
	时钟	31.500 MHz					
VGA 640×480@72Hz 逐行扫描	行同步	37.861 KHz	832 像素	640 像素	24 像素	40 像素	128 像素
	场同步	72.809 Hz	520 行	480 行	9 行	3 行	28 行
	时钟	31.500 MHz					
VGA 640×480@60Hz 逐行扫描	行同步	31.469 KHz	800 像素	640 像素	16 像素	96 像素	48 像素
	场同步	59.940 Hz	525 行	480 行	10 行	2 行	33 行
	时钟	25.175 MHz					

表 3-3 VESA 隔行扫描视频信号模式

模式		频率	总像素	显示像素
MPTE-170M-1 640×480 单色 30Hz 隔行扫描	行同步	15.734 KHz	780 像素	640 像素
	场同步	60 Hz Field	262.5 行	240 行
	时钟	12.27 MHz		
SMPTE-170M-2 800×600 单色 25Hz 隔行扫描	行同步	15.625 KHz	1052 像素	800 像素
	场同步	50 Hz Field	312.5 行	600 行
	时钟	16.437 MHz		
NTSC 720×480 彩色 30Hz 隔行扫描	行同步	15.734 KHz	858 像素	720 像素
	场同步	60 Hz Field	262.5 行	240 行
	时钟	13.5 MHz		
PAL	行同步	15.625 KHz	864 像素	720 像素

模式		频率	总像素	显示像素
720×576 彩色 25Hz 隔行扫描	场同步	50 Hz Field	312.5 行	288 行
	时钟	13.5 MHz		
NTSC (Square) 640×480 彩色 30Hz 隔行扫描	行同步	15.734 KHz	780 像素	640 像素
	场同步	60 Hz Field	262.5 行	240 行
	时钟	12.2727 MHz		
PAL (Square) 768×576 彩色 25Hz 隔行扫描	行同步	15.625 KHz	944 像素	768 像素
	场同步	50 Hz Field	312.5 行	288 行
	时钟	14.75 MHz		

表 3-4 VGA 和 SVGA 视频信号参数

参数名称	标识	数值			单位	备注
		最小	典型	最大		
Clock Frequency	f _{CLK}			56.25	MHz	SVGA 85Hz
Hsync Period	t _{HP}	660			t _{CLK}	
Hsync Pulse Width	t _{HW}	10			t _{CLK}	
Hsync Back Porch	t _{HBP}	10			t _{CLK}	
Horizontal Valid data width	t _{HV}	296		804	t _{CLK}	
Hsync Front Porch	t _{HFP}	60			t _{CLK}	t _{HV} >= 580
Horizontal Blank	t _{HBK}	80			t _{CLK}	
Vsync Period	t _{VP}	106			t _{HP}	
Vsync Pulse Width	t _{VW}	1			t _{HP}	
Vsync Back Porch	t _{VBP}	7			t _{HP}	
Vertical valid data width	t _w	96		604	t _{HP}	
Vertical Front Porch	t _{VFP}	2			t _{HP}	
Vertical Blank	t _{VBK}	10			t _{HP}	

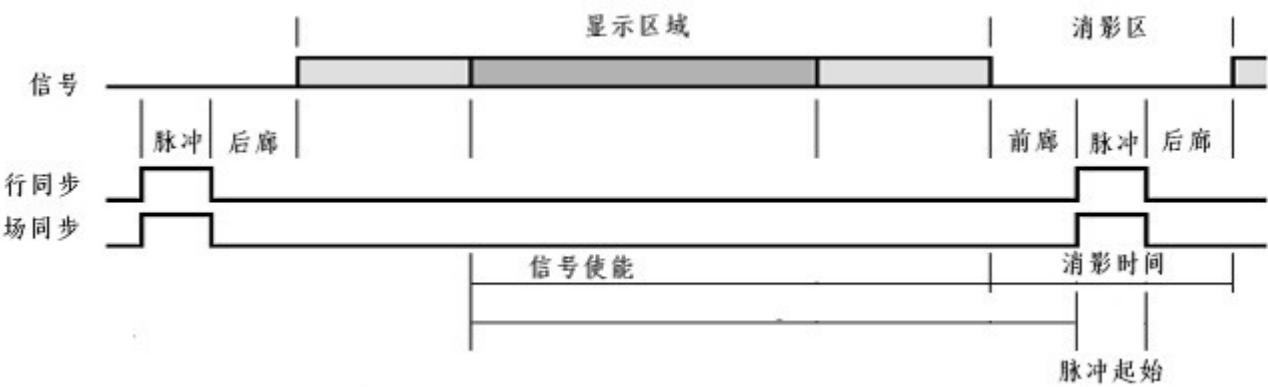


图 3-8 VESA 定义

3.1.2. 色彩空间转换

如果输入 YCbCr 的视频信号，内置色彩空间转换功能模块将会把信号转换为 24 位的 RGB 信号，转换公式如下：

$$R = 1.164 \times (Y - 16) + 1.596 \times (Cr - 128)$$

$$G = 1.164 \times (Y - 16) - 0.813 \times (Cr - 128) - 0.392 \times (Cb - 128)$$

$$B = 1.164 \times (Y - 16) + 2.017 \times (Cb - 128)$$

3.1.3. 信号增强

视频信号增强功能是通过调节视频信号的亮度和对比度来实现，如所示图 3-9。

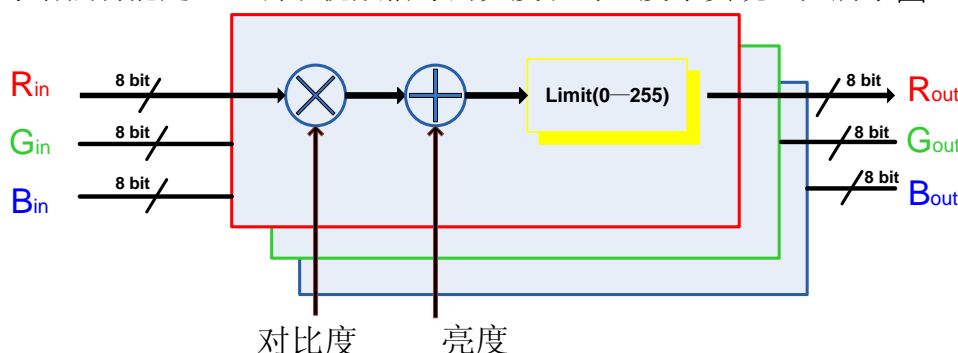


图 3-9 数字视频信号增强原理框图

- 亮度调节采用加减法实现，输出值等于输入值加上寄存器 08H 的设定值再减去 128。当寄存器 08H 的设定值大于 128 时，等效于亮度增加，反之则为亮度减小。亮度调整范围为 ± 128 。

$$V_{out} = V_{in} + \text{Reg}(08H) - 128$$

- 对比度调节采用乘除法实现，输出值等于输入值乘以寄存器 09H 的设定值再除以 128。当寄存器 09H 的设定值大于 128 时，等效于对比度增加，反之则为对比度减小。对比度调整范围为 0 至 2 倍增益。

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{\text{Reg}(09H)}{128}$$

注：上述算法中只保留 8 位数据，计算溢出时自动丢弃高位。

3.1.4. 测试图案

内置测试图案发生器可产生彩色条、灰度图、黑白方块、水平条纹、垂直条纹，以及各单色红、绿、蓝、白等测试图案。各测试图案的线宽、线间距、前景色、背景色等均可通过寄存器来进行设置。其中寄存器 4AH 用于模式选择，默认设置为 0，测试图案发生器关闭；

寄存器 4BH、4CH、4DH 分别用于设置线宽、线间距等。各测试图案示意图及详细设置参见图 3-9 和表 3-5。

表 3-5 测试图案模式设置

测试图案 \ 寄存器	模式 (4AH)	线宽 (4BH)	线间距 (4CH)	背景色 (4DH) _{MSB}	前景色 (4DH) _{LSB}
彩色条	001	X	X	X	X
灰度图	010	X	X	X	X
黑白方块	011	X	X	X	X
垂直条纹	100	线宽	线间距	000	111
水平条纹	101	线宽	线间距	000	111
垂直&水平条纹	110	线宽	线间距	000	111
黑	100	X	X	000	000
白	100	X	X	111	111
红	100	X	X	100	100
绿	100	X	X	010	010
蓝	100	X	X	001	001

注：“X”表示任意值；“线宽”和“线间距”取值范围为 0~255；“000”~“111”为二进制数值。

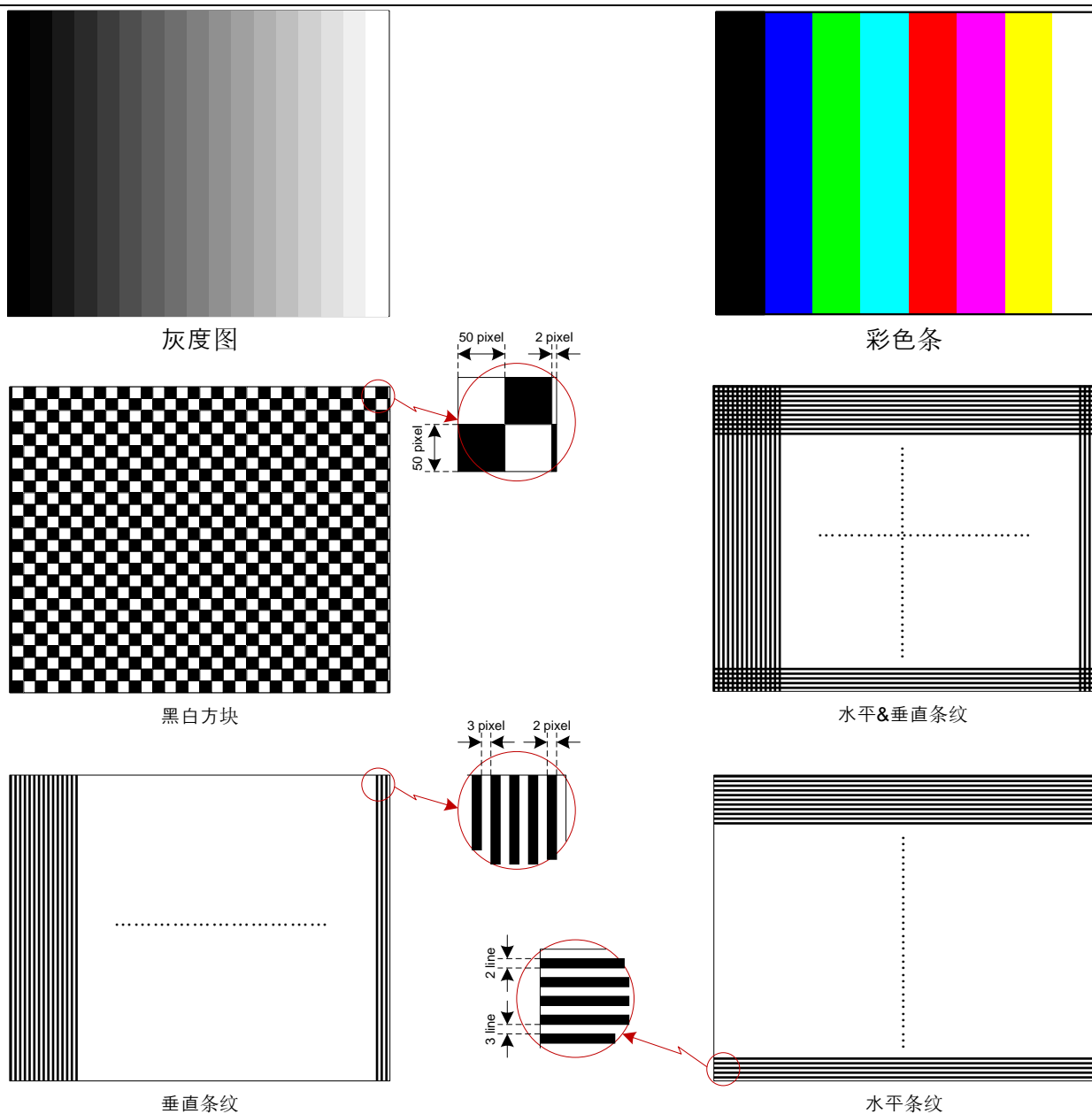


图 3-10 内置测试图案示意图

3.1.5. 比例变换

为保持图像信号的纵横比例，某些视频模式下需进行比例变换。比例变换通过寄存器 07H 的设置来实现，算法参见图 3-11 和图 3-12，适用模式请参阅表 3-6。

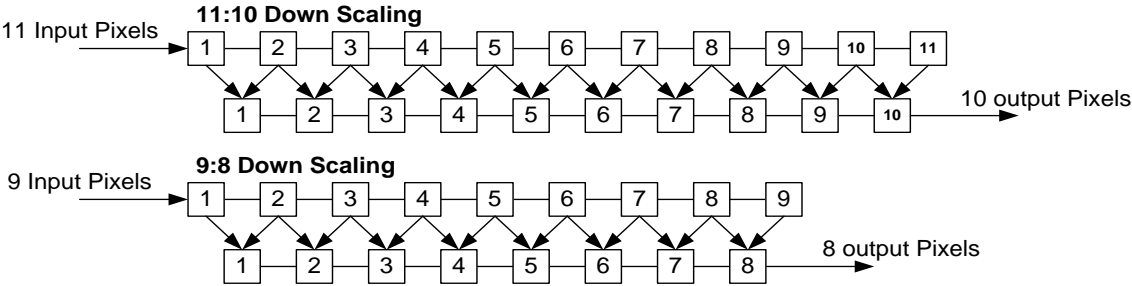


图 3-11 水平比例变换算法示意图

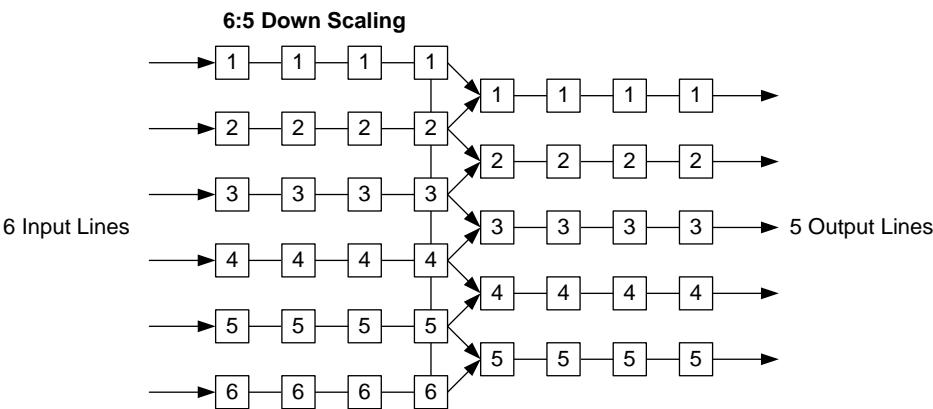


图 3-12 垂直比例变换算法示意图

表 3-6 比例变换适用模式

输入信号格式	输入分辨率	扫描方式	水平比例	垂直比例	显示分辨率
SVGA	800 × 600 彩色	逐行	1:1	1:1	800 × 600
VGA	640 × 480 彩色	逐行	1:1	1:1	640 × 480
SMPTE-170M-1	640 × 480 单色	隔行	1:1	1:1	640 × 480
SMPTE-170M-2	800 × 600 单色	隔行	1:1	1:1	800 × 600
NTSC	704 × 480 彩色	隔行	11:10/9:8	1:1	640 × 480
PAL	704 × 576 彩色	隔行	11:10/9:8	6:5	640 × 480
NTSC (Square)	640 × 480 彩色	隔行	1:1	1:1	640 × 480
PAL (Square)	768 × 576 彩色	隔行	1:1	1:1	768 × 576

3.1.6. 伽玛校正表

伽马校正通过如图 3-13 的 17 段分段线性函数来实现。伽马校正输入为 8 位，输出为 9 位（通过查找表 LUT[0~16]可得）。输出数据根据输入数据对应查找表分段区域相邻两点（LUT[n]和 LUT[n+1]）的设定值进行计算，算法的 C 语言表达式为：

$$V_{out} = LUT[V_{in}/16] + V_{in}\%16 * (LUT[V_{in}/16 + 1] - LUT[V_{in}/16]) / 16$$

注：

- “/” 表示整除去余数；“%” 表示整除取余数；“*” 表示乘法。
- 查找表 LUT[0~15]均为 9 位的寄存器，有效范围为 0~511

- 查找表 LUT[16] 是一个 10 位的寄存器，LUT[16]=200H 时，表示最大值 512（十进制），LUT[16]=3FFH 是，表示最小值 -1（十进制）。LUT[16] 有效范围为 201H~3FEH。

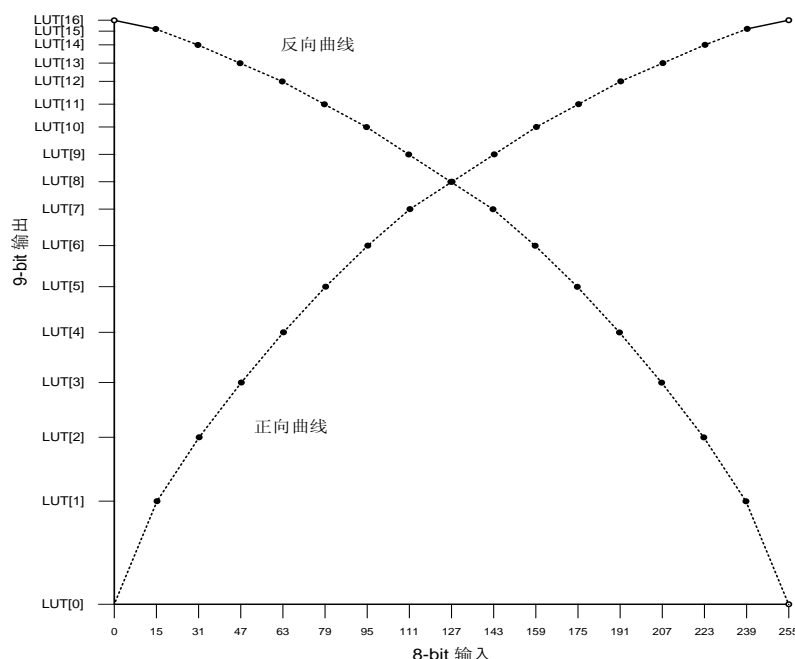


图 3-13 17 段伽玛矫正曲线示意图

3.1.7. RGB 偏置

在伽马矫正过后，红、绿、蓝三基色的矫正，还可分别由红、绿、蓝三个颜色偏移设置寄存器 44H~49H 进行调整。伽玛矫正后输出数据为 9 位（每通道），因此 RGB 偏置调整有效范围为 0~511，保持 9 位输出，如图 3-14 所示：

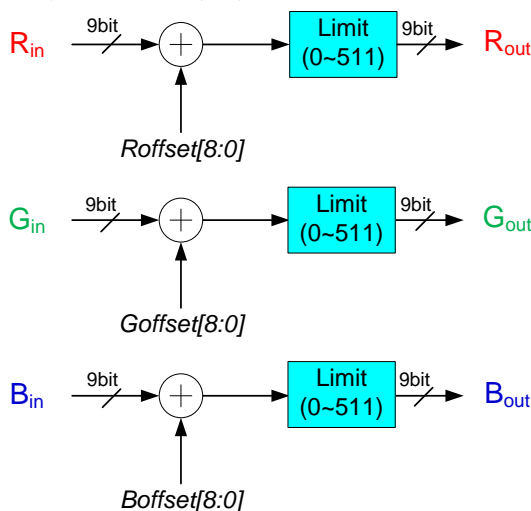


图 3-14 RGB 偏置调整示意图

3.2. 3D 视频支持

帧序或场序 3D 视频显示通过 3D 信号引脚和 02H 寄存器配合实现。当 3D 引脚电平和 02H 寄存器 3D 位设置一致时，视频信号数据输入有效，显示器更新为当前输入的帧/场数据，否

则，数据无效，显示器维持上一帧/场的的数据。3D 引脚信号在场同步信号下降沿检测，图 3-15 为 3D 显示时序示意图。

逐行扫描模式下，3D 视频信号采用帧序模式，如奇数帧更新左眼显示，偶数帧更新右眼显示。

隔行扫描模式下，3D 视频信号采用场序模式，如奇数场更新左眼显示，偶数场更新右眼显示。此时，每一场图像纵向分辨率降低，应将 01H 寄存器的末两位设置为“11”。显示器会同步将每一行数据复制为两行显示，以保证图像纵横比及显示效果。

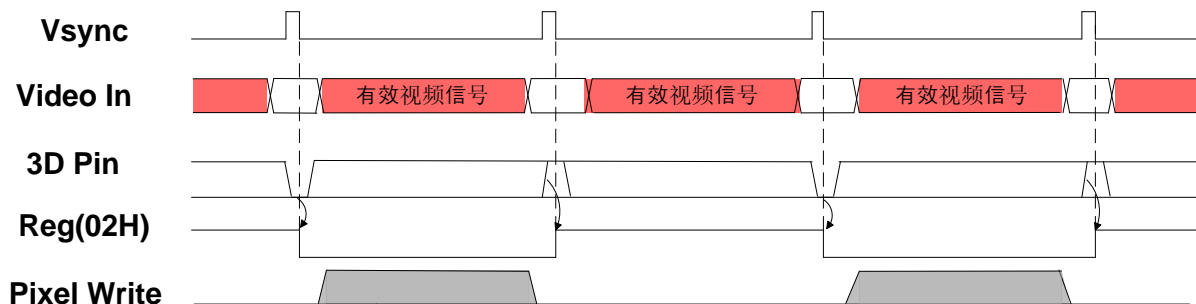


图 3-15 3D 显示时序示意图

3.3. 电源及复位

SVGA097 系列显示器需要外部提供 1.8V 和 5V 两路直流稳压电源，其中 1.8V 电源用于显示器内部的数字内核，包括视频解码、视频信号增强、伽玛校正、通讯等；5V 电源用于 OLED 像素驱动和 D/A 转换等。为保证显示图像品质，请注意 5V 电源的纹波和干扰抑制。

3.3.1. 上/下电时序

本系统上电机制依赖于时钟信号(VCLK)，因此电源输入和时钟输入顺序尤为重要。SVGA097 上电顺序首先为时钟信号VCLK，之后为 1.8V，最后为 5V。正常上电工作时序如图 3-16 上电时序（1.8V 上电阈值 = 1.2V）所示。

如果上电时序不满足上述所说，则SVGA097 将会出现工作异常的现象。为确保工作正常，用户应在复位及初始化之后先将PDOWN(寄存器 0FH 第 7 位)置为 1，等待 20ms 之后再 PDOWN 置为 0。

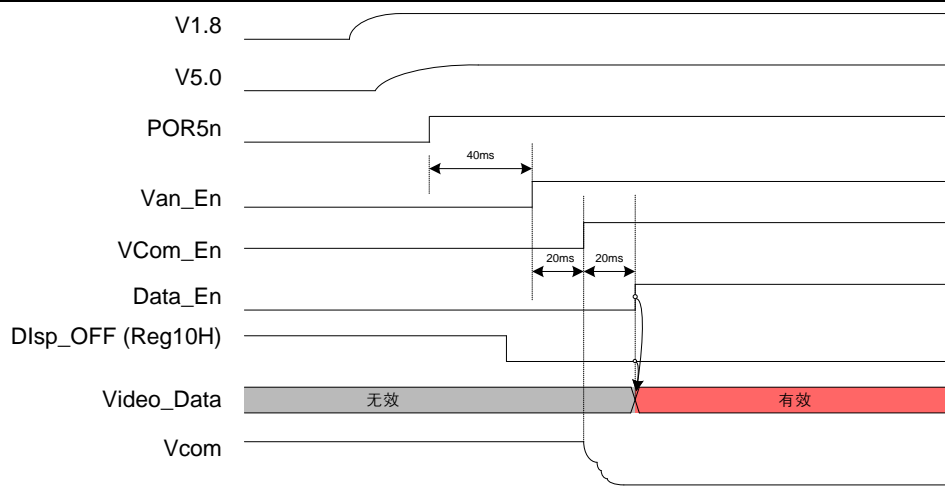


图 3-16 上电时序 (1.8V 上电阈值 = 1.2V)

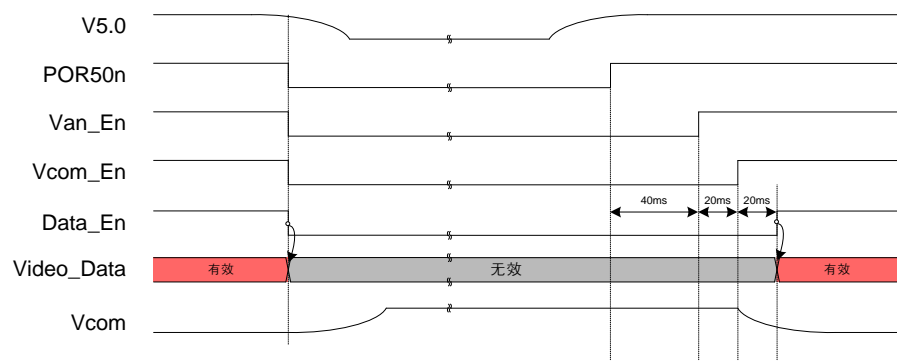


图 3-17 V5 电源上/下电时序 (POR5n 阈值电压为 4V)

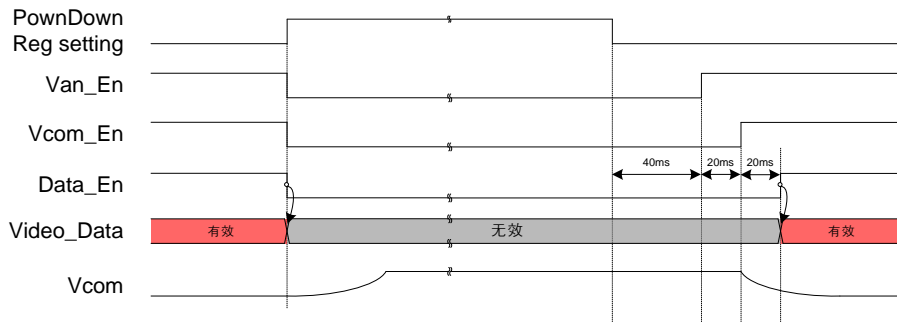


图 3-18 寄存器控制电源开/关时序

3.3.2. 复位时序

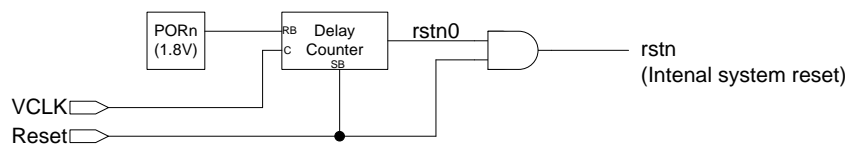


图 3-19 复位机制原理图

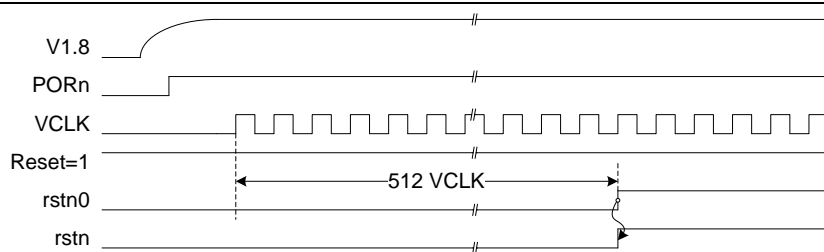


图 3-20 复位时序 1 (Reset 引脚固定)

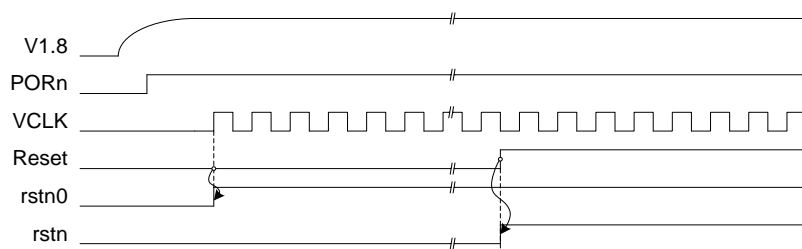


图 3-21 复位时序 2 (Reset 引脚变化依赖于 VCLK)

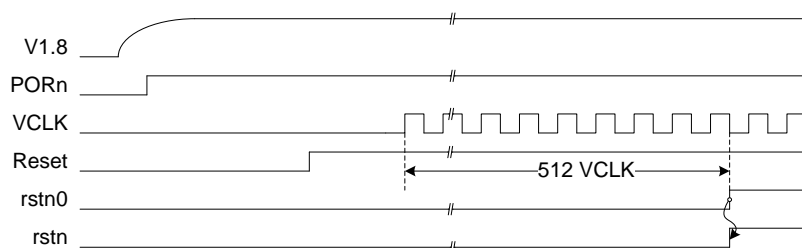


图 3-22 复位时序 3 (Reset 引脚变化与 VCLK 无关)

3.4. 像素驱动单元电路

SVGA097 系列 AMOLED 像素驱动单元电路如图 3-23 所示。每个 OLED 发光二极管采用电压驱动方式，其典型光电特性如图 3-24 所示。

视频信号 Video_In 在扫描信号 ROWSEL 和 ROWSWL_B 同时有效后，经 P1、N1 向储能电容 C 充电，同时控制 N2 的输出。储能电容 C 可保证在一帧/场周期内维持 N2 的输出。N2 采用源极跟随器结构，控制 5V 电源 (Van) 经保护电阻 R 施加到 OLED 阳极。

所有像素点的 OLED 阴极连接到负电压 Vcom (共阴结构)，Vcom 可通过 19H 寄存器进行调整，从而实现整个显示屏的亮度调整。

N3 用于对 OLED 器件的寄生电容实现快速放电，从而改善显示屏的动态对比度。N3 的放电电流可通过寄存器 17H 选择，并通过寄存器 18H 来控制使能。

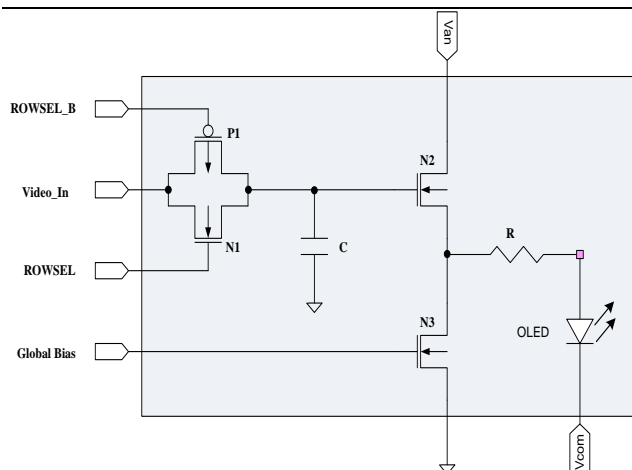


图 3-23 像素驱动单元电路原理图

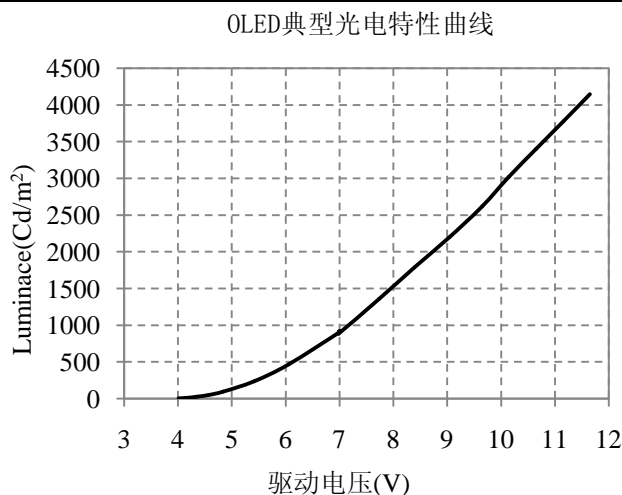


图 3-24 OLED 典型光电特性

3.5. DC-DC 转换器

OLED 发光需要在阳极和阴极之间施加正向偏压，阳极电压由 5V 电源通过驱动管控制，所有像素的共阴极电压 Vcom 由显示器 PCB 背板的 DC/DC 转换器提供。DC-DC 转换器的驱动脉冲由显示器内部可编程脉冲信号发生器提供，电路如图 3-25 所示。Vcom 有效调节范围为 0~ -3V，对应控制寄存器为 19H，其典型工作曲线如图 3-26 所示。

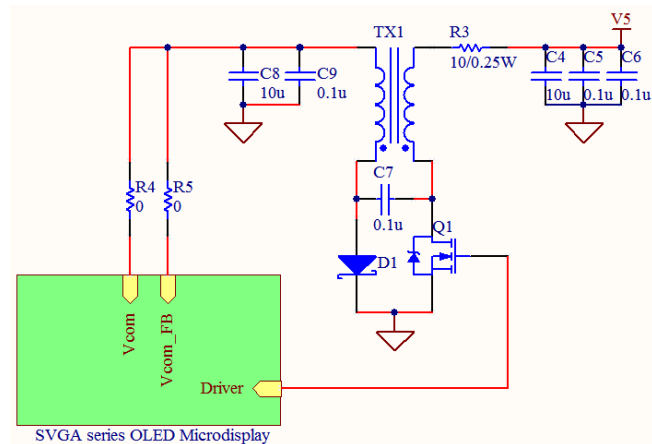


图 3-25 阴极负压 DC/DC 电路原理图

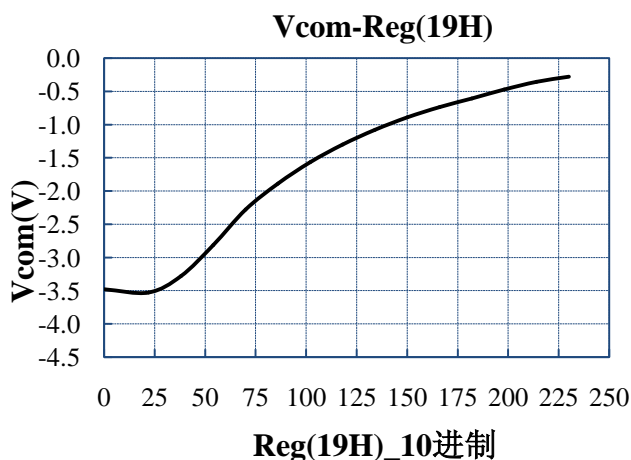


图 3-26 Vcom 可编程典型工作曲线

3.6. 温度传感器

SVGA097 系列显示器内置由 Maxim 公司生产的 DS75LX 温度传感器，通过 2 线串行接口 (SDA 和 SCL) 读/写数据。DS75LX 的 7 位总线地址为 **1001000X**。该温度传感器支持测量温度范围为 -55℃~125℃，默认分辨率为 9 位。对应温度增量为 0.5℃。温度数据以 16 位 2 的补码形式存储在 2 字节温度传感器中见图 3-27。符号位 (S) 表示温度值的正或负：正值时 S = 0，负值时 S = 1。可以在任何时间从温度寄存器中读取最近一次的温度转换值。当温度转换在后台进行时，读温度寄存器不影响正在运行的操作。数据转换时间最大为 25ms。表 3-7 举例 9 位分辨率的数字输出和对应的温度。

MS Byte	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
	S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
LS Byte	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
	2 ⁻¹	2 ⁻²	0	0	0	0	0	0

图 3-27 温度传感器数据存储位

温度 (°C)	数据输出 (二进制)	数据输出 (十六进制)
+125°C	01111101 00000000	FA00h
+60°C	00111100 00000000	3C00h
+25°C	00011001 00000000	1900h
+0.5°C	00000000 01000000	0080h
0°C	00000000 00000000	0000h
-0.5°C	11111111 10000000	FF80h
-55°C	11001001 00000000	C900h

表 3-7 温度传感器对应输出

温度传感器 2 线串行接口

DS75LX 通过标准的双向、2 线串行数据总线通信，该总线包含串行时钟 (SCL) 和串行数据 (SDA)。DS75LX 接口通过 SCL 输入引脚和漏极开路 SDA I/O 引脚与总线连接，所有通信为最高位在前。读取温度传感器时序见图 3-28。

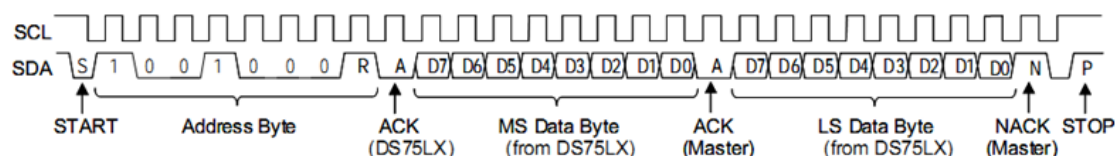
a) Read 2-Bytes From the Temperature, T_{OS} or T_{HYST} Register (current pointer location)

图 3-28 温度传感器 2 线通讯时序图

3.7. 两线串行接口

两线串行接口兼容 I²C 标准。通过对显示器内部寄存器的控制可以实现视频输入模式选择、视频信号增强、伽玛校正、Vcom 调整等功能。SDA 和 SCL 必须通过外部控制器经电阻上拉至 1.8V/3.3V 电源。

显示器只能作为从机使用，所有读/写操作必须由主机来实现。主要特性及通讯标记如下：

- 通讯速率 (SCL) 支持 100K~1MHz；
- 采用 7 位从机地址+1 位读/写标志构成 8 位的从机地址 (Slave Address)；
- 起始标志 (Start/Re-Start)：当 SCL 为高电平时，SDA 由高电平变低电平，如图 3-27 所示；
- 停止标志 (Stop)：当 SCL 为高电平时，SDA 由低电平变为高电平，如图 3-27 所示；
- 有效应答标志 (ACK)：当 SDA 为低电平表示有效应答；

- 无效应答标志（NAK）：当 SDA 为高电平表示无效应答；
- 每次通讯传递 8 位数据+1 位应答位，共需要 9 个 SCL 周期；
- 除 Start/Stop 标志外：
 - 每一位的数据（SDA）变化需在 SCL 为低电平期间完成；
 - 在 SCL 为高的周期内，SDA 应维持状态稳定；

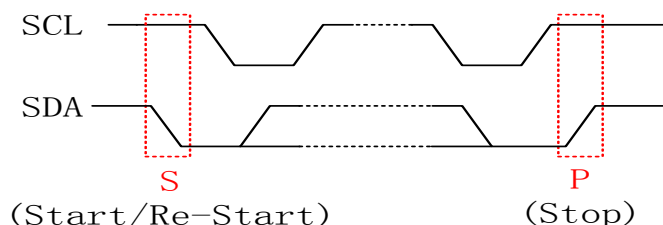


图 3-29 起始/停止标识时序图

3.7.1. 数据传输格式

主机向从机写数据格式如图 3-28 所示，具体步骤为：

- 1) 主机发送起始标志（S）
- 2) 主机发送 7 位从机地址（Slave Addr）和 1 位低电平写（ \bar{W} ）标志
- 3) 从机发送 1 位低电平有效应答标志（A）
- 4) 主机发送 8 位寄存器地址（Register）
- 5) 从机发送 1 位低电平有效应答标志（A）
- 6) 主机发送 8 位数据（Data）
- 7) 从机发送 1 位有效应答标志（A）
- 8) 主机发送停止标志（P）



图 3-30 主机向从机写数据的基本格式

主机向从机读数据格式如图 3-29 所示，具体步骤为：

- 1) 主机发送起始标志（S）
- 2) 主机发送 7 位从机地址（Slave Addr）和 1 位低电平写（ \bar{W} ）标志
- 3) 从机发送 1 位低电平有效应答标志（A）
- 4) 主机发送 8 位寄存器地址（Register）
- 5) 从机发送 1 位低电平有效应答标志（A）
- 6) 主机发送重复起始标志（Sr）
- 7) 主机发送 7 位从机地址和 1 位高电平读（R）标志
- 8) 从机发送 1 位有效应答标志（A）

- 9) 从机发送 8 位数据 (Data)
- 10) 主机发送 1 位高电平无效应答位 (\bar{A})
- 11) 主机发送停止标志 (P)

S	Slave Addr	\bar{W}	A	Register	A	Sr	Slave Addr	R	A	Data	\bar{A}	P
---	------------	-----------	---	----------	---	----	------------	---	---	------	-----------	---

图 3-31 主机向从机读数据的基本格式

3.7.2. 显示器地址设置

显示器（从机）地址（Slave Addr）可以通过 SelAdr0 引脚进行选择。默认 SelAdr0 通过内部 10K 电阻已上拉至高电平（1.8V）。双目应用时，请将其中一个显示器 SelAdr0 接地。对应显示器读/写地址如表 3-7 所示。

表 3-8 显示器地址与 SelAdr0 引脚设置及读/写时序对应关系表

A7 (MSB)	A6	A5	A4	A3	A2 (SelAdr0)	A 1	A0 (R/ \bar{W})	SlaveAddress (R/ \bar{W})
0	0	0	1	1	0	1	1/0	1BH/1AH
0	0	0	1	1	1 (默认)	1	1/0	1FH/1EH

4. 寄存器描述

4.1. 寄存器概览

表 4-1 显示器寄存器一览表

地址	字节	功能描述	默认值
00H	1	驱动电路版本信息	00H
01H	1	输入视频信号模式设置	34H
02H	1	同步信号极性和 3D 功能控制	00H
03H	1	纵向扫描无效行数设置 (V_ Blank)	00H
04H	1	水平扫描无效列数设置 (H_Blank)	00H
05H	1	起始有效视频信号偏移量 (SAV Offset)	01H
06H	1	奇数场扫描信号起始行位置偏移量 (V_Offset)	00H
07H	1	比例缩小设置 (NTSC、PAL)	00H
08H	1	视频信号亮度调整 (Video Brightness)	80H
09H	1	视频信号对比度调整 (Video Contrast)	80H
0AH	1	保留	4AH
0BH	1	保留	5AH
0CH	1	保留	00H
0DH	1	保留	00H
0EH	1	保留	00H
0FH	1	省电模式控制	00H
10H	1	显示器开/关和显示方向控制	04H
11H	1	显示区域左边距	02H
12H	1	显示区域右边距	02H
13H	1	显示区域上边距	02H
14H	1	显示区域下边距	02H
15H	1	保留	44H
16H	1	D/A 转换偏移量设置	80H
17H	1	放电电流设置	01H
18H	1	放电功能使能控制	00H
19H	1	共阴极电压设置 (屏幕亮度调节)	FFH
1AH	1	保留	1DH
1BH	1	保留	74H
1CH	1	保留	FFH
1DH	1	保留	-
1E ~ 1FH	2	保留	-

地址	字节	功能描述	默认值
[21,20H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT0	000H
[23,22H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT1	020H
[25,24H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT2	040H
[27,26H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT3	060H
[29,28H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT4]	080H
[2B,2AH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT5	0A0H
[2D,2CH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT6	0C0H
[2F,2EH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT7	0E0H
[31,30H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT8	100H
[33,32H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT9	120H
[35,34H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT10	140H
[37,36H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT11	160H
[39,38H]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT12	180H
[3B,3AH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT13	1A0H
[3D,3CH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT14	1C0H
[3F,3EH]	2	9 位伽玛矫正查找表 LUT15	1E0H
[41,40H]	2	10 位伽玛矫正查找表 LUT16	200H
42H	1	保留	-
43H	1	保留	-
[45,44H]	2	9 位红色信号偏移量	100H
[47,46H]	2	9 位绿色信号偏移量	100H
[49,48H]	2	9 位蓝色信号偏移量	100H
4AH	1	测试图案模式选择	00H
4BH	1	测试图案线宽设置	02H
4CH	1	测试图案线间距设置	03H
4DH	1	测试图案前景色和背景色设置	07H
4E ~ FFH	178	保留	—

4.2. 寄存器详细描述

1) 版本信息

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
00H	未用					版本信息		
默认	-					0	0	0

4.2.1. 视频信号相关寄存器

2) 输入信号类型设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
01H	未用		信号模式		同步信号		扫描模式	
默认	-	0	1	1	0	1	0	0

- 信号模式：选择输入信号格式

信号模式	输入信号格式
000	16-bit 422, YCbCr
001	24-bit 444, YCbCr
010	8-bit 单色
011	24-bit 444, RGB
100	8-bit 422, YCbCr

- 同步信号：选择同步信号模式

同步信号	同步信号模式
00	嵌入同步信号
01	外同步+DE
10	不使用（状态不定）
11	外同步（DE 无效）

- 扫描模式：选择扫描模式

隔行扫描	隔行扫描模式
00	逐行扫描
01	隔行扫描
10	未用（状态不定）
11	伪隔行扫描(适用于场序隔行 3D 信号模式, 第 2 行复制于第 1 行信号)

3) 水平/垂直同步信号极性和 3D 功能设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
02H	未用		3D 使能	未用		3D 刷新	Vs 极性	Hs 极性
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

- 3D 功能控制：适用于双目帧/场序 3D 视频模式

3D 使能	3D 刷新	3D 引脚	工作模式	显示
0	X	X	2D 模式	正常刷新
1	0	0	3D 模式	刷新
		1		维持上次显示
	1	0		维持上次显示
		1		刷新

- Vs/Hs 同步信号极性设置

Vs/Hs	极性选择
0	高电平有效
1	低电平有效

4) 纵向扫描无效行数设置 (VBlank)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
03H	VBlank							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

5) 水平扫描无效列数设置 (HBlank)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
04H	HBlank							
默认								

• VBlank 和 HBlank 设置及使用方法参见图 4-1 和图 4-2 所示

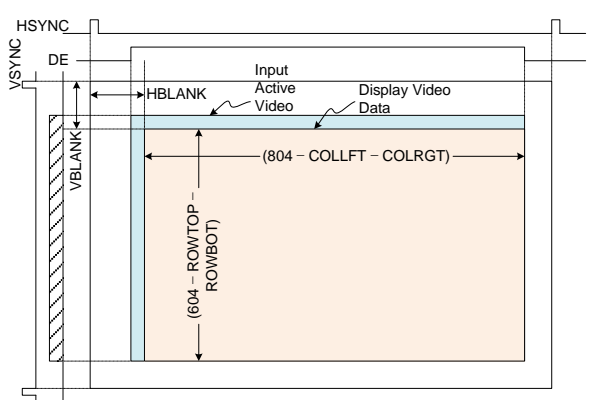


图 4-1 显示区域设置示意图(DE 有效)

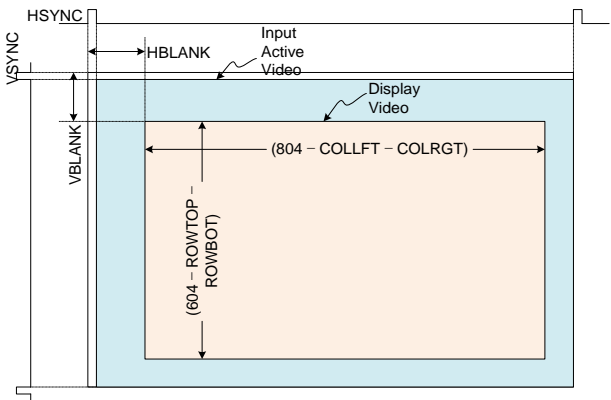


图 4-2 显示区域设置示意图(DE 无效)

6) 起始有效视频信号偏移量 (SAV Offset) 设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
05H	N.A.						SAV Offset	
默认	-						0	1

• SAV Offset：调整起始显示位置

SAV Offset	起始有效视频信号
00	起始于 SAV 前 1 个像素
01	与 SAV 同步
10	起始于 SAV 后 1 个像素
11	起始于 SAV 后 1 个像素

7) 奇数场扫描信号起始行位置偏移量 (V_Offset)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
06H	N.A.						V_offset	
默认	-						0	0

- **V_offset:** 隔行扫描模式时调整奇数场显示信号起始位置

V_offset	奇数场显示信号起始位置偏移量
00	同偶数场一致
01	在偶数场 1 行之后
10	未用，状态不定
11	在偶数场 1 行之前

8) NTSC & PAL 信号的比例缩小设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
07H	N.A.					V_Scale	H_Scale	
默认	-					0	0	0

- **V_Scale:** 垂直比例缩小，适用于非 4:3 的 PAL 信号输入

V_Scale	缩小比例 (输入:输出)
0	1:1
1	6:5

- **H_Scale:** 水平缩放，适用于非 4:3 的 PAL/NTSC 信号输入

H_Scale	缩小比例 (输入:输出)
00	1:1
01	11:10
10	9:8
11	未用，状态不定

9) 视频信号亮度调整

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
08H	Video Brightness							
默认	1	0	0	0	0	0	0	0

- $V_{out} = V_{in} + \text{Reg}(08H) - 128$ (只保留 8 位有效数据)

Video Brightness	视频信号亮度调整效果
00H	亮度最小
80H	无改变
FFH	亮度最大

10) 视频信号对比度 (增益) 调整

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
09H	Video Contrast							
默认	1	0	0	0	0	0	0	0

- $V_{out} = V_{in} \times \text{Reg}(09H) \div 128$ (只保留 8 位有效数据)

Video Contrast	视频信号对比度调整效果
00H	增益 = 0 (黑屏)
80H	增益 = 1 (正常)
FFH	增益 = 2 (对比度最大)

11) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
0AH	未用	保留						
默认	-	1	0	0	1	0	1	0

12) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
0BH	未用	保留						
默认	-	1	0	1	1	0	1	0

13) 省电模式控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
0FH	PDOWN	未用	BSGENPD	RDACPD	RAMPPD	VCOMPD	TSENP	
默认	0	-	0	0	0	0	0	0

- PDOWN: 所有系统电源关闭
- BSGENPD: 放电电流发生器模块电源关闭
- RDACPD: DAC 模块电源关闭
- RAMPPD: DAC 缓冲器模块电源关闭
- VCOMPD: VCOM 驱动信号发生器模块电源关闭
- TSENP: 温度传感器模块电源关闭

4.2.2. 视频显示相关寄存器

14) 显示器开关 & 扫描方向控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
10H	N.A.					DispOff	VSCAN	HSCAN
默认	-					1	0	0

DispOff	显示开关
0	开 (正常工作)
1	关 (黑屏)

VSCAN	垂直扫描方向
0	上 → 下
1	下 → 上

HSCAN	水平扫描方向
0	左 → 右
1	右 → 左

15) 显示区域左边距

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
11H	左边距							
默认	0	0	0	0	0	0	1	0

16) 显示区域右边距

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
12H	右边距							
默认	0	0	0	0	0	0	1	0

17) 显示区域上边距

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
13H	上边距							
默认	0	0	0	0	0	0	1	0

18) 显示区域下边距

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
14H	下边距							
默认	0	0	0	0	0	0	1	0

19) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
15H	保留							
默认	0	1	0	0	0	1	0	0

20) D/A 转换偏移量设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
16H	DAOFFSETH				DAOFFSETL			
默认	1	0	0	0	0	0	0	0

- 寄存器 16H 设置为 00~FFH 时，对应 D/A 输出调整范围为 -40%~+40%。
- 该寄存器设置会影响伽玛校正曲线，请不要更改默认值。

21) 放电电流设置

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
17H	保留						BIAS	
默认	-	0	0	0	-	-	0	1

- BIAS: OLED 像素点放电电流设置。可增强显示器动态对比度，但可能导致显示器亮度降低。

BIAS	放电电流
00	0nA (关闭)
01	0.5nA
10	1nA
11	未用，状态不定

22) 放电功能使能控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
18H	N.A.							BIAS_En
默认	-							0

- BIAS_En: OLED 像素点放电功能使能开关。

BIAS_En	放电功能状态
0	关闭
1	开启

23) 共阴极电压调整（显示器亮度调整）

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
19H	Vcom							
默认	SVGA097	1	1	1	1	1	1	1

- Vcom 设置有效范围为 20H~FFH, 对应阴极电压约为 -3V~0V。阴极电压越低, 显示器越亮。工作原理及对应曲线参见第 3.5 小节 (DC-DC 转换器)。
- 过高的亮度设置将导致显示器过亮, 有可能损伤使用者眼睛, 且显示器发热严重, 从而导致显示器损坏。

4.2.3. 温度传感器相关寄存器

24) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
1AH	未用		保留					
默认	-	-	0	1	1	1	0	1

25) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
1BH	保留							
默认	0	1	1	1	0	1	0	0

26) 保留

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
1CH	保留							
默认	1	1	1	1	1	1	1	1

27) 保留 (只读)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
1DH	Temp_Out							
默认	-							

4.2.4. 伽马校正相关寄存器

28) 9 位伽玛校正查找表 LUT0

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
21H	未用							LUT0[8]
默认	-							0
20H	LUT0[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

29) 9 位伽玛校正查找表 LUT1

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
23H	未用							LUT1[8]
默认	-							0
22H	LUT1[7:0]							
默认	0	0	1	0	0	0	0	0

30) 9 位伽玛校正查找表 LUT2

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
25H	未用							LUT2[8]
默认	-							0
24H	LUT2[7:0]							
默认	0	1	0	0	0	0	0	0

31) 9 位伽玛校正查找表 LUT3

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
27H	未用							LUT3[8]
默认	-							0
26H	LUT3[7:0]							
默认	0	1	1	0	0	0	0	0

32) 9 位伽玛校正查找表 LUT4

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
29H	未用							LUT4[8]
默认	-							0
28H	LUT4[7:0]							
默认	1	0	0	0	0	0	0	0

33) 9 位伽玛校正查找表 LUT5

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
2BH	未用							LUT5[8]
默认	-							0
2AH	LUT5[7:0]							
默认	1	0	1	0	0	0	0	0

34) 9 位伽玛校正查找表 LUT6

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
2DH	未用							LUT6[8]
默认	-							0
2CH	LUT6[7:0]							
默认	1	1	0	0	0	0	0	0

35) 9 位伽玛校正查找表 LUT7

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
2FH	未用							LUT7[8]
默认	-							0
2EH	LUT7[7:0]							
默认	1	1	1	0	0	0	0	0

36) 9 位伽玛校正查找表 LUT8

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
31H	未用							LUT8[8]
默认	-							1
30H	LUT8[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

37) 9 位伽玛校正查找表 LUT9

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
33H	未用							LUT9[8]
默认	-							1
32H	LUT9[7:0]							
默认	0	0	1	0	0	0	0	0

38) 9 位伽玛校正查找表 LUT10

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
35H	未用							LUT10[8]
默认	-							1
34H	LUT10[7:0]							
默认	0	1	0	0	0	0	0	0

39) 9 位伽玛校正查找表 LUT11

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
37H	未用							LUT11[8]
默认	-							1
36H	LUT11[7:0]							
默认	0	1	1	0	0	0	0	0

40) 9 位伽玛校正查找表 LUT12

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
39H	未用							LUT12[8]
默认	-							1
38H	LUT12[7:0]							
默认	1	0	0	0	0	0	0	0

41) 9 位伽玛校正查找表 LUT13

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
3BH	未用							LUT13[8]
默认	-							1
3AH	LUT13[7:0]							
默认	1	0	1	0	0	0	0	0

42) 9 位伽玛校正查找表 LUT14

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
3DH	未用							LUT14[8]
默认	-							1
3CH	LUT14[7:0]							
默认	1	1	0	0	0	0	0	0

43) 9 位伽玛校正查找表 LUT15

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
3FH	未用							LUT15[8]
默认	-							1
3EH	LUT15[7:0]							
默认	1	1	1	0	0	0	0	0

44) 10 位伽玛校正查找表 LUT16

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
41H	未用							LUT16[9:8]
默认	-						1	0
40H	LUT16[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.5. 彩色偏移相关寄存器

45) 红色偏移控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
45H	未用							R_Offset[8]
默认	-							1
44H	R_Offset[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

46) 绿色偏移控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
47H	未用							G_Offset[8]
默认	-							1
46H	G_Offset[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

47) 蓝色偏移控制

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
49H	未用							B_offset[8]
默认	-							1
48H	B_Offset[7:0]							
默认	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.6. 测试图案相关寄存器

48) 测试图案模式选择

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
4AH	未用					PatternMode		
默认	-					0	0	0

- PatternMode: 测试图案模式选择

PatternMode	测试图案模式
000	关闭 (正常显示输入视频模式)
001	彩条
010	灰度图
011	黑白方块
100	垂直条纹
101	水平条纹
110	垂直和水平条纹
111	未用, 状态不定

49) 测试图案线宽设置 (PatternMode='100'~'110'时有效)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
4BH	LineWidth							
默认	0	0	0	0	0	0	1	0

50) 测试图案线间距设置 (PatternMode='100'~'110'时有效)

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
4CH	LineSpace							
默认	0	0	0	0	0	0	1	1

51) 测试图案前景/背景色设置（PatternMode='100'~'110'时有效）

寄存器地址	7	6	5	4	3	2	1	0
4DH	未用	BGCOLOR			未用	FGCOLOR		
默认	-	0	0	0	-	1	1	1

- BGCOLOR：背景色设置
- FGCOLOR：前景色设置

BGCOLOR	颜色
000	黑
001	蓝
010	绿
100	红
111	白

FGCOLOR	颜色
000	黑
001	蓝
010	绿
100	红
111	白

4.3. 寄存器设置示例

表 4-2 显示器寄存器配置示例

视频模式				寄存器配置					
Mode	扫描模式	输入	显示	Reg(01H)	Reg(07H)	Reg(11H)	Reg(12H)	Reg(13H)	Reg(14H)
SVGA	逐行	800×600	800×600	3CH	00H	02H	02H	02H	02H
VGA	逐行	640×480	640×480	3CH	00H	52H	52H	3EH	3EH
SMPTE-170M-1	隔行	640×480	640×480	21H	00H	52H	52H	3EH	3EH
SMPTE-170M-2	隔行	800×600	800×600	3DH	00H	02H	02H	02H	02H
NTSC	隔行	720×480	640×480	41H	04h	52H	52H	3EH	3EH
PAL	隔行	720×480	640×480	41H	05H	52H	52H	3EH	3EH
NTSC (Square)	隔行	640×480	640×480	41H	00H	52H	52H	3EH	3EH
PAL (Square)	隔行	768×676	768×576	41H	00H	12H	12H	14H	14H

5. 产品光电特性

5.1. 测试条件及规范

本说明书中，除特别注明外，测试电路如图 5-1 所示，对显示器寄存器进行配置，采用内置测试图案进行测试。典型测试条件和测试模式规范如下：

- 温度：23℃ ± 2℃
- 湿度：(40 ± 10) %RH
- 电源：V5.0=5.0V，V1.8=1.8V
- 时钟：VCLK=40MHz
- 分辨率：804×604
- 显示器点亮：寄存器(10H)=00H
- 典型亮度：寄存器(19H)=80H
- 全白光（或单色全绿光）测试图案：寄存器(4AH)=04H，(4DH)=77H，此时，所有像素驱动为最高（255）灰阶
- 彩色红/绿/蓝（R/G/B）测试图案：寄存器(4AH)=04H，(4DH)=44H/22H/11H，此时，所有对应 R/G/B 亚像素驱动为最高灰阶，其它亚像素驱动为 0 灰阶
- 全黑测试图案：寄存器(4AH)=04H，(4DH)=00H，此时，所有像素驱动为 0 灰阶
- 其它寄存器设置：默认值

5.1.1. 亮度及色度测试条件

亮度和色度测试如图 5-2 所示，针对单色白光/绿光和彩色显示器的典型测试方式为：

单色白光/绿光显示器：

- ◆ 寄存器 19H 典型值设置为 80H
- ◆ 显示模式：全白光/绿光测试图案
- ◆ 采用光度计测量显示器中心，获得亮度(Cd/m²)和色坐标值(CIE_x, CIE_y)

彩色显示器：

- ◆ 寄存器 19H 典型值设置为 80H
- ◆ 显示模式：分别设置为全白光/红/绿/蓝，并分

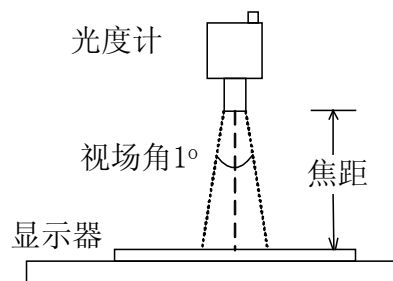
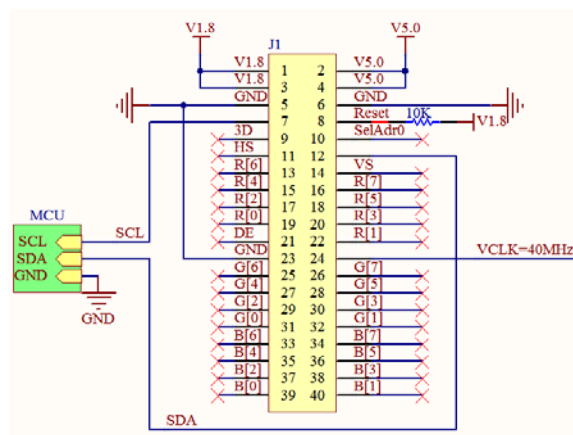


图 5-2 光度计测试示意图

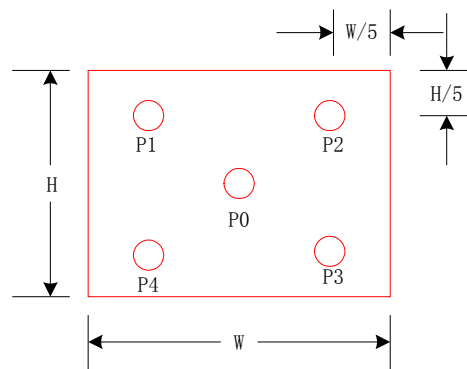


图 5-3 亮度均匀性测试示意图

图 5-1 测试电路原理图

别用光度计测试获得各状态下的亮度和色坐标。

5.1.2. 亮度均匀性测试条件

亮度均匀性测试如图 5-3 所示，显示器设置为全白光模式，在显示区域测试 5 个点（P0～P4）的亮度并按下式计算亮度均匀性百分比：

$$U_L = 1 - \frac{L_{\text{最大值}} - L_{\text{最小值}}}{L_{\text{平均值}}} \times 100\%$$

5.1.3. 对比度测试条件

显示器工作在全白光模式（最大灰阶），调整寄存器 19H 值，使亮度约为 100Cd/m²；切换显示器工作于全黑模式（最低灰阶），分别得到亮度值 L_{max} 和 L_{min}，对比度（CR）为：

$$CR = \frac{L_{\text{max}}}{L_{\text{min}}}$$

5.1.4. 功耗测试条件

显示器工作在典型全白光模式，彩色显示器亮度调至 70Cd/m²，单色白光显示器亮度调至 100Cd/m²，单色绿光显示器亮度调至 1500Cd/m²，分别测试供电电源的电压和电流，得到功耗为：

$$P = V_{5.0} \times I_{5.0} + V_{1.8} \times I_{1.8}$$

5.2. 光学特性一览表

表 5-1 光学特性一览表

项目				说明		最小值	典型值	最大值
对比度				最高灰度:最低灰度		10000:1	-	-
亮度		全彩色	在典型测试条件下，采用内置测试图案，所有像素点点亮，驱动信号均为最高灰阶。			0	70	800
		单色白光				0	100	2600
		单色绿光				0	1500	9000
亮度均匀性				五个测试点平均值		90	95	100
色坐标	全彩色	白	CIE _x	所有像素点点亮	在典型测试条件下，采用内置测试图案，驱动信号均为最高灰阶。	0.25	0.30	0.35
			CIE _y			0.30	0.35	0.40
		红	CIE _x	所有红色亚像素点点亮		0.48	0.61	0.66
			CIE _y			0.32	0.34	0.37
		绿	CIE _x	所有绿色亚像素点点亮		0.15	0.25	0.30
			CIE _y			0.48	0.53	0.58
		蓝	CIE _x	所有蓝色亚像素点点亮		0.10	0.13	0.18
			CIE _y			0.13	0.16	0.19
	单色白光	白	CIE _x	所有像素点点亮		0.25	0.30	0.35
			CIE _y			0.28	0.33	0.38
	单色绿光	绿	CIE _x	所有像素点点亮		0.25	0.30	0.35
			CIE _y			0.58	0.63	0.68

5.3. 亮度及对比度特性

5.3.1. 亮度特性

OLED 的发光亮度取决于 OLED 的偏置电压和流过的电流。为了得到更高的亮度，需要提高 OLED 的偏置电压。SVGA097 系列产品采用主动驱动技术：控制阳极电压（0~5V）来实现每个亚像素点的发光亮度，从而实现图像显示。同时，提供可编程的共阴极电压（Vcom：0~-3V）来统一调整每个亚像素的最高发光亮度（等效于全屏最高亮度）。SVGA097 可编程亮度特性如图 5-4、图 5-5 和图 5-6 中的“255 灰阶”曲线所示。

5.3.2. 对比度特性

OLED 是自发光器件，理想条件下，0 灰阶驱动（黑屏）时，OLED 不发光（亮度为零），此时的对比度为无穷大。但由于漏电流影响，特别是 OLED 工作在较高偏置电压（较高亮度，较低的 Vcom 电压）时，即使是 0 灰阶的驱动，仍然有漏电流流过 OLED，导致 OLED 发光，从而降低此时的对比度。典型条件下，当寄存器 19H 设定值小于 50 时，显示器黑背景开始微微发光，但此时的对比度能维持为 10000；当寄存器 19H 设定值小于 30 时，显示器黑背景发光亮度增加，对比度开始降低。SVGA097 系列产品在不同发光亮度（不同的 Vcom 设置）条件下的对比度特性曲线如图 5-4、图 5-5 和图 5-6 所示。

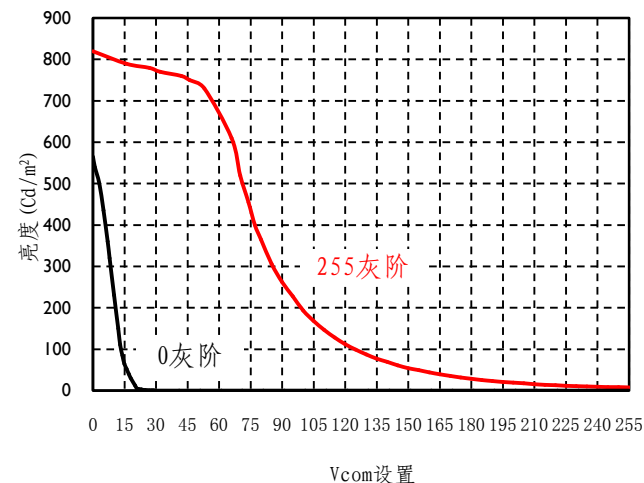


图 5-4 SVGA097 彩色显示器亮度及对比度特性曲线

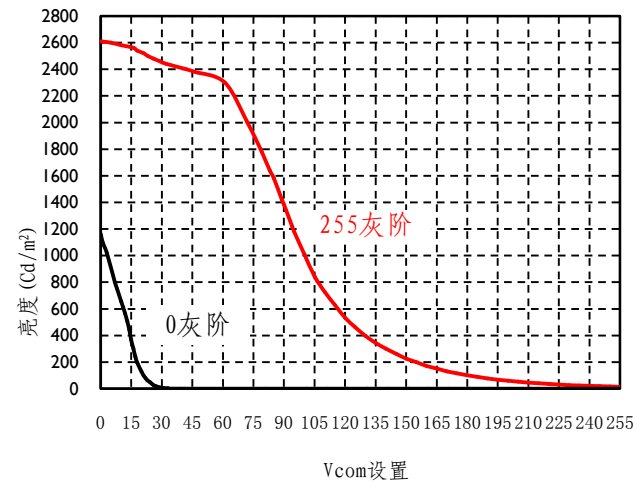


图 5-5 SVGA097 单色白光显示器亮度及对比度特性曲线

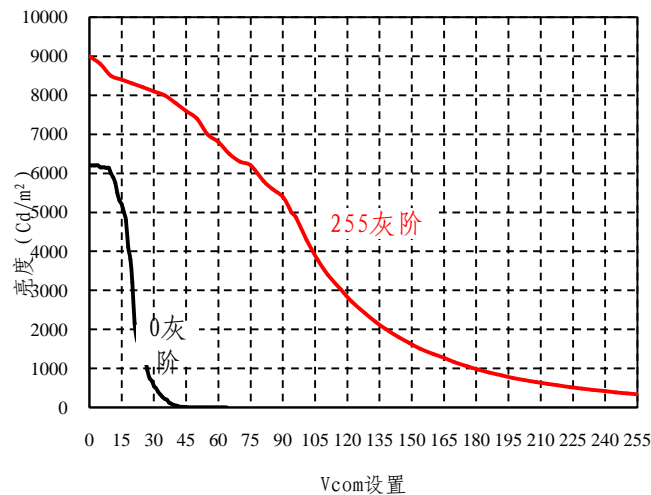
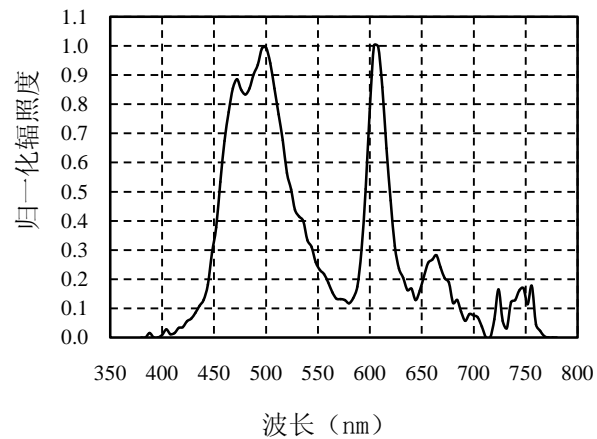


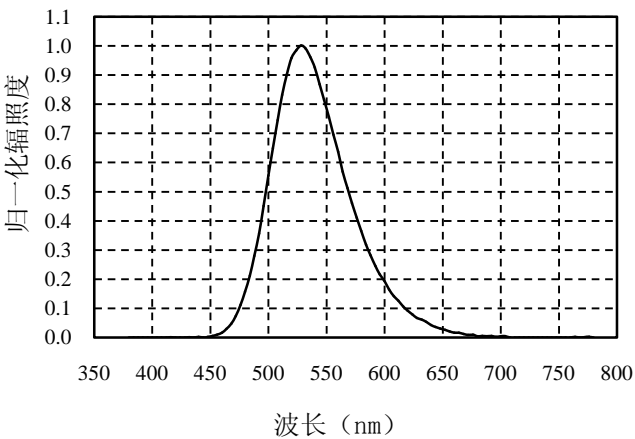
图 5-6 SVGA097 单色绿光显示器亮度及对比度特性曲线

5.4. 光谱特性

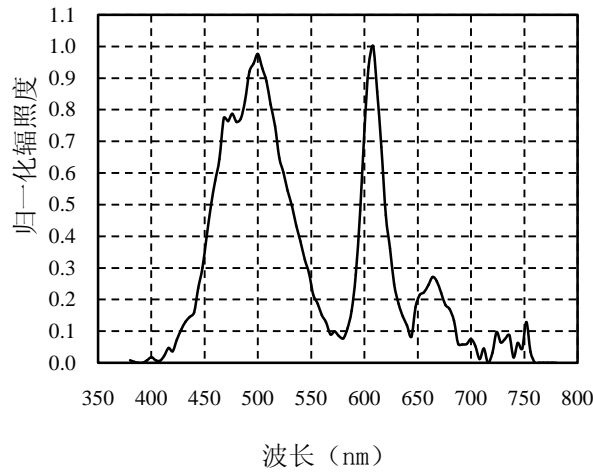
单色白光显示器白光光谱



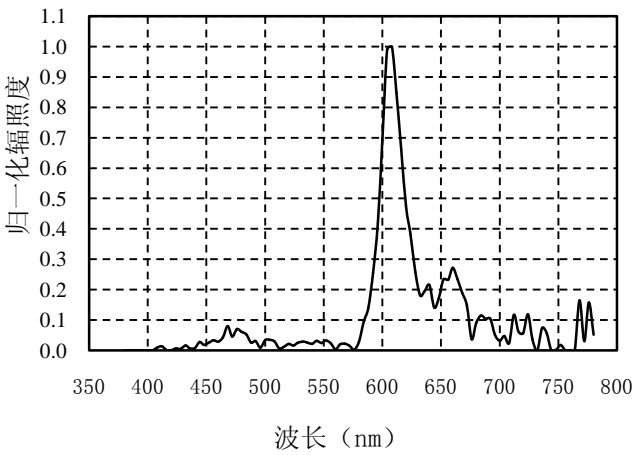
单色绿光显示器绿光光谱



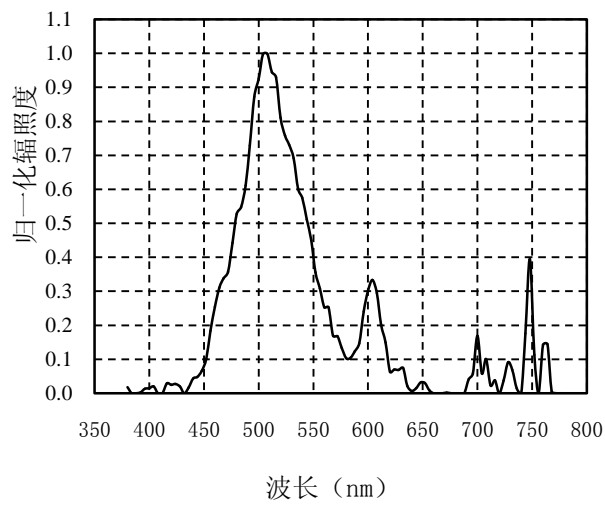
彩色显示器白光光谱



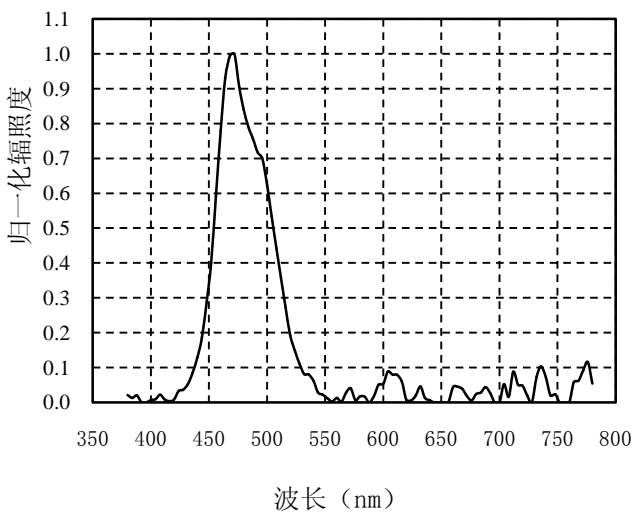
彩色显示器红光光谱



彩色显示器绿光光谱



彩色显示器蓝光光谱



5.5. 亮度-温度特性

测试条件: $V_5=5.0V$, $V_{1.8}=1.8V$, $Reg(4AH)=04H$, $Reg(4DH)=77H$, $Reg(19H)=80H$, $VCLK=40MHz$

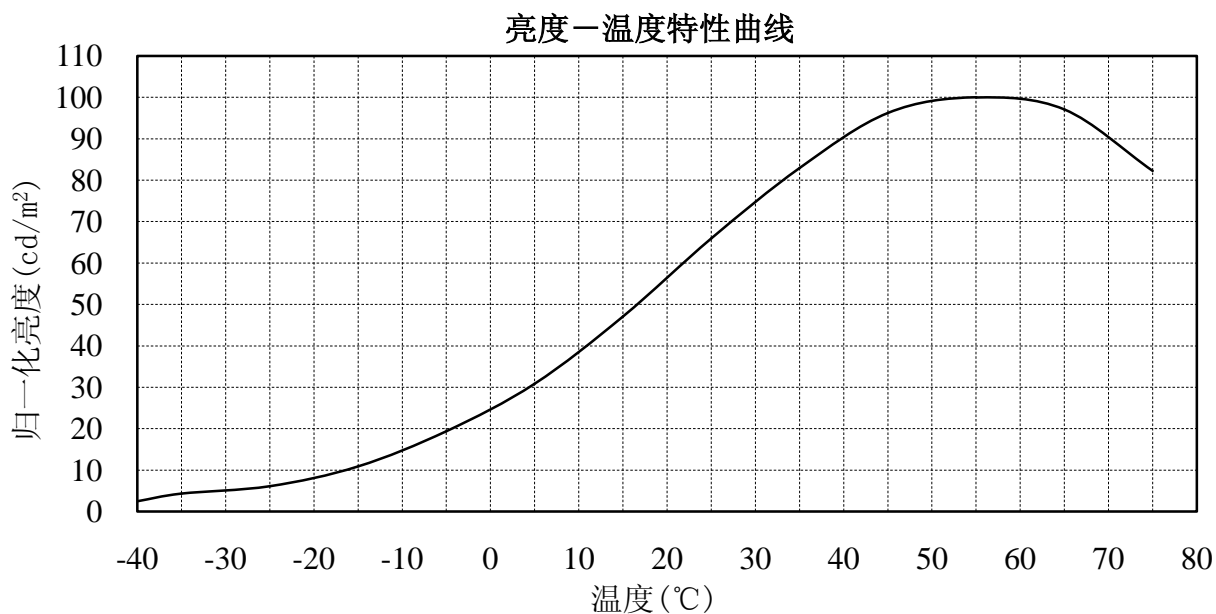


图 5-7 典型亮度 - 温度特性曲线

5.6. 亮度-功耗特性

测试条件: $T=23^{\circ}C\pm 2^{\circ}C$, $V_5=5.0V$, $V_{1.8}=1.8V$, $Reg(4AH)=04H$, $Reg(4DH)=77H$, $VCLK=40MHz$

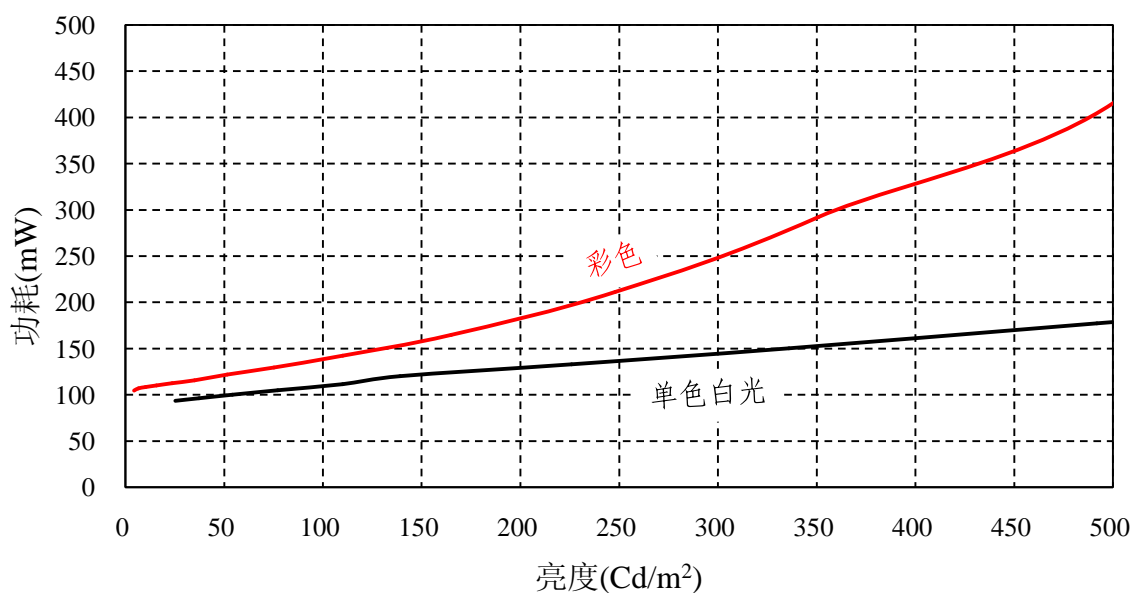
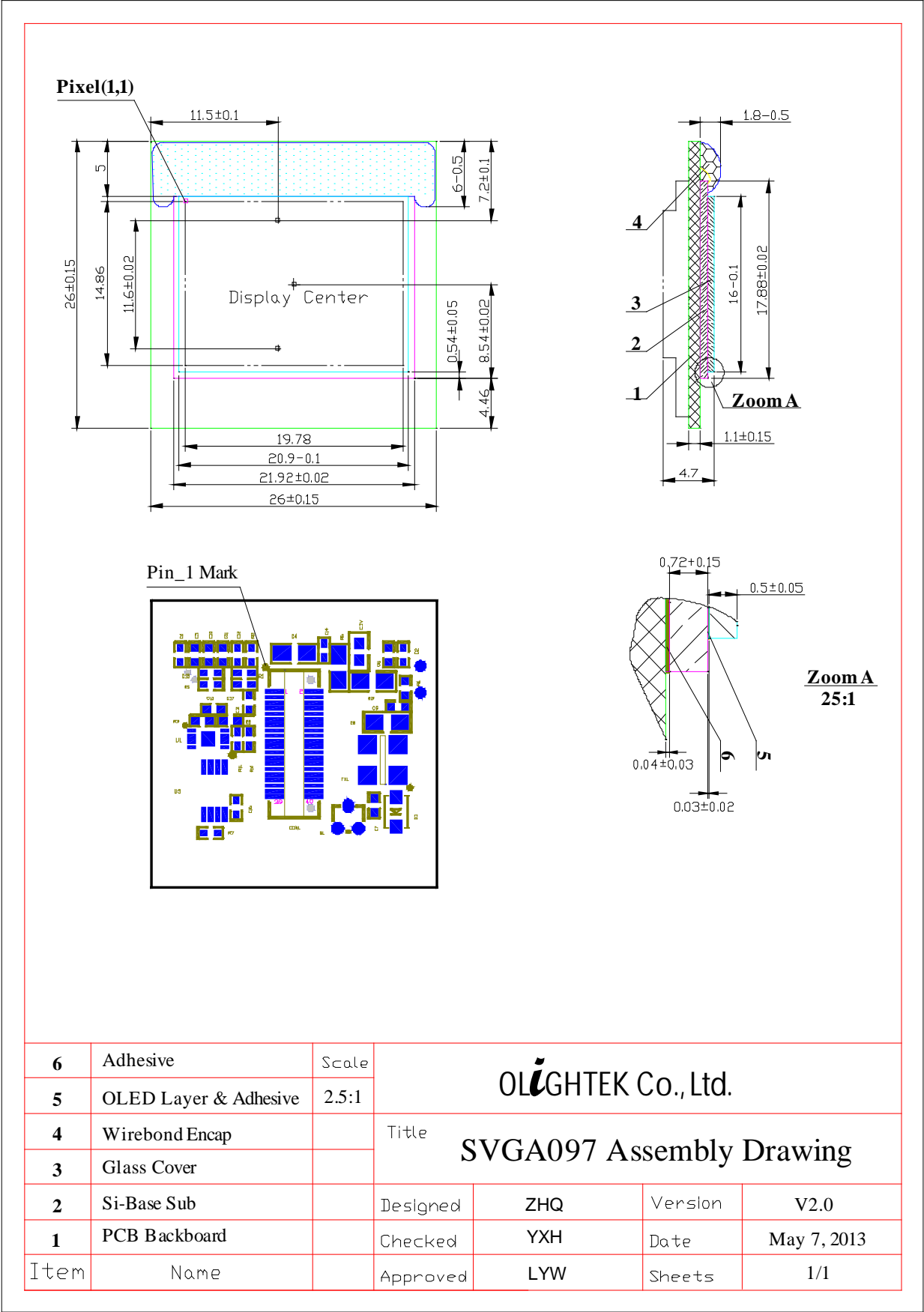


图 5-8 SVGA097 亮度 - 功耗曲线

6. 产品机械特性

6.1. 机械尺寸



1

2

3

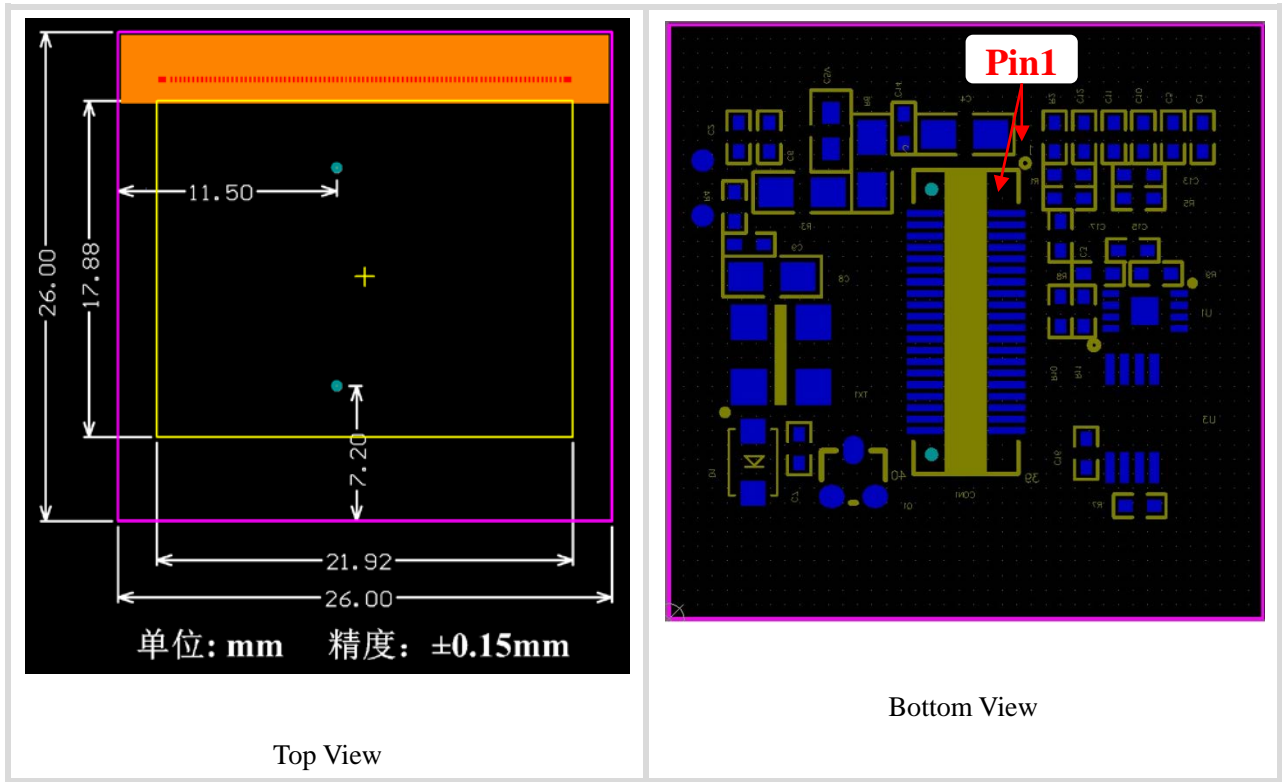
4

SVGA060/SVGA097 Chip

Pin connections and components:

- Power:** V1.8, V5.0, GND
- Biasing:** BIAS, DAC_PGATE, VREF, REXT, DAC_VREF
- Address:** SelAdr0, SelAdr1
- Data:** SDA, SCL
- Control:** Reset, VS, HS, DE, 3D, VCLK
- Video:** R0.7, G0.7, B0.7
- Internal Components:** C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, R1, R2, R3, R4, R5, R6, D1, T1, Q1

6.3. 背板 PCB 布局图



6.4. PCB 背板元器件清单

序号	名称	元器件编号	数量	技术指标	型号编码	生产厂家
1	电容	C1,C2,C3,C5,C6,C7 C9,C10,C11,C12,R7	11	Cap, 0.1μF/25V,X5R,10%,0402	TMK105BJ104KV-T	TAIYO YUDEN
2	电容	C4,C8	2	Cap, 10μF/16V,X5R,10%,0805	EMK212BJ106KG-T	TAIYO YUDEN
3	二极管	D1	1	Diode, Schottky, 30V, 1.5A, SOD123F	PMEG3015EH	PHILIPS
4	连接器	Con1	1	Con, 40Pin, 0.5mm, Header	DF12D(3.0)-40DP-0.5(81)	Hirose
5	场效应管	Q1	1	nFET, 25V/0.22A, SOT-23	FDV301N	Fairchild
6	电阻	R2,R1	2	Resistor,10K,5%,1/16W,0402	RC0402JR-0710KL	YAGEO
7	电阻	R3	1	Resistor,10Ω,5%,1/4W,0805	RC0805JR-0710RL	YAGEO
8	电阻	R4,R5	2	Resistor,0Ω,5%,1/16W,0402	RC0402JR-070RL	YAGEO
9	电阻	R6	1	Resistor,127K,1%,1/16W,0402	RC0402FR-07127KL	YAGEO
10	变压器	TX1	1	Transformer, 6.8μH/0.6A, 1:1	LPD4012-682ML	Coilcraft

7. 产品操作及储存

7.1. 清洁方法

- 禁止使用任何酸、碱、有机溶/试剂等化学药品擦洗或接触产品；
- 推荐采用镜头纸、洁净布擦拭玻璃盖片表面。

7.2. 常规操作

- 禁止产品暴露于酸、碱等有机溶剂气氛中；
- 禁止产品接受紫外线和致电离辐射；
- 禁止坚硬、锐利等物体接触产品的玻璃片和硅片；
- 禁止产品除 PCB 基板外的任何区域（特别是封胶区、硅片边缘和玻璃盖片）受力；
- 禁止产品浸没于任何液体中；
- 建议穿戴 PVC 洁净手套操作产品。



图 7-1 静电防护措施示意图

7.3. 静电防护

产品内部集成 CMOS 电路，对静电敏感，推荐下述方法防范和降低静电损伤：

- 在具备除静电装置（如离子风机）的区域操作；
- 正确佩戴除静电腕带；
- 穿戴防静电服；
- 远离带电区域。

7.4. 储存

7.4.1. 短期储存

产品允许在-50℃~90℃之间的干燥环境中进行短期储存（≤100 小时）。

7.4.2. 长期储存

如果长期存放于过高/过低的温度、或过高的湿度，产品寿命可能缩短，甚至可能导致产品永久损毁。建议长期存放条件：

- 室温：25℃±5℃
- 干燥环境：干燥的氮气或真空密封容器
- 静止：避免剧烈振动

8. 产品应用技术

8.1. 状态测试

SVGA097 系列产品至少需要提供下述条件才能工作：

- 1) 5V 和 1.8V 电源
- 2) VCLK 时钟信号（建议 25MHz 以上）
- 3) 复位引脚输入为高电平（或经 10K 电阻上拉至 1.8V 电源）（Reset=1.8V/3.3V）
- 4) 寄存器 10H 的 DispOff 位设置为 0
- 5) 寄存器 19H 的设置值接近 80H

任何时候，确认上述条件具备后，可以通过设置寄存器 4AH 的值为 01H/02H/03H 来显示内置测试图案，以验证产品状态是否正常。

8.2. 亮度（温度）补偿

8.2.1. 补偿原理

OLED 二极管发光依赖于有机载流子的迁移和复合，而有机载流子的迁移具有明显的温度特性，因此 OLED 微型显示器的发光亮度也具有相应的温度特性。如图 8-1 所示，在恒压驱动模式下，OLED 发光亮度随温度的升高而升高，并在温度超过 60℃ 后开始降低。为了实现在较宽温度范围内的稳定发光亮度，需要对 OLED 驱动电压进行补偿。

SVGA097 系列产品采用共阴极结构，内部集成温度传感器，且阴极电压可以通过编程进行调整，因此可以通过一个简单的外部控制器（MCU）实现闭环自动亮度补偿。外部控制器的软件流程图如图 8-2 所示。

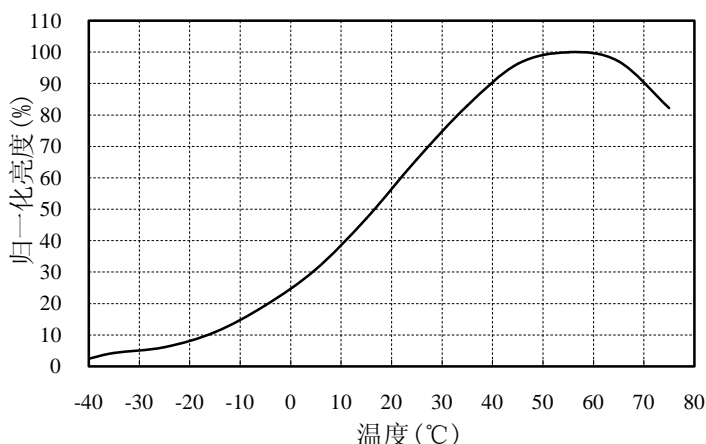


图 8-1 典型亮度-温度特性曲线

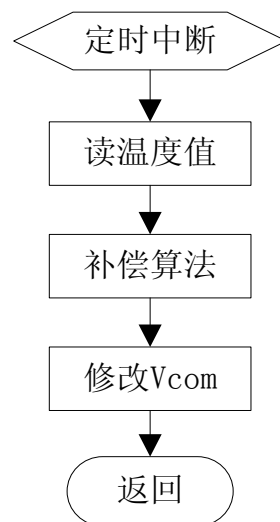


图 8-2 亮度补偿软件流程图

SVGA097 系列产品内置温度传感器监测的是显示器芯片内部的实时温度（通常会比外部环境略高）。亮度补偿的原理是定时读取芯片内实时温度，对默认 Vcom 值进行增减调整，从而实现亮度补偿。

图 8-3 中黑线为实测温度补偿后寄存器 19H 的变化曲线，红色直线为线性拟合曲线。

图 8-4 为室温（20℃）发光亮度为 200Cd/m²时自动温度补偿后，全白光画面亮度在工作温度范围内的变化曲线。

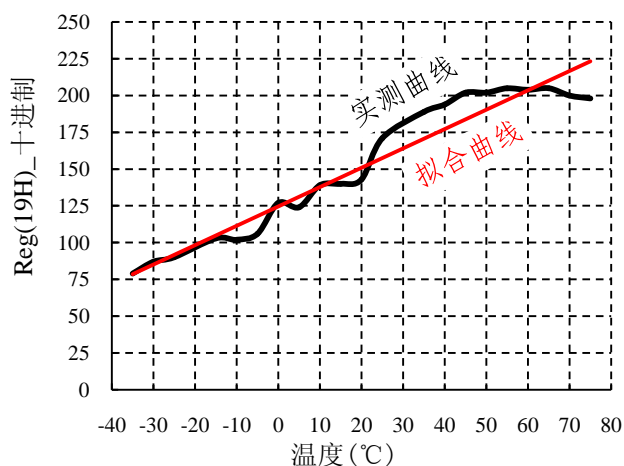


图 8-3 实测 Vcom 补偿及拟合曲线

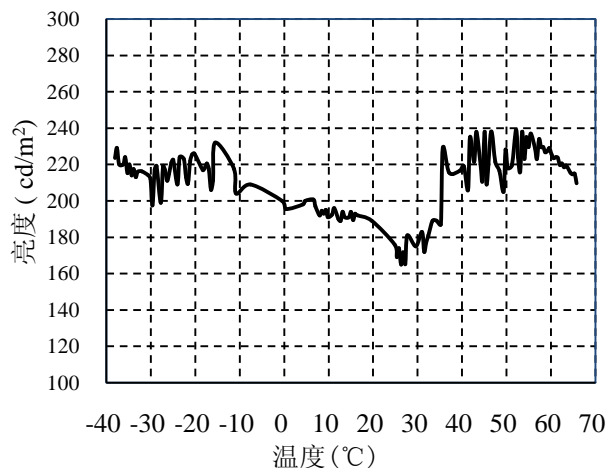


图 8-4 自动温度补偿后的亮度曲线

注：自动亮度补偿功能与手动调节屏幕亮度（修改 Vcom）会产生冲突，因此，在启用自动亮度补偿功能时，应禁用手动或其它方式调整 Vcom。

8.3. 伽玛校正

8.3.1. 伽玛校正原理

典型伽玛校正理论表达式为：

$$L_i = \left(\frac{i}{255}\right)^\gamma \cdot L_{max}$$

式中：

i ：为 8 位数字灰度级别（0~255）；

L_{max} ：为最高灰阶（255）亮度；

L_i ：为伽玛校正后的 i 灰阶的输出亮度；

γ ：为伽玛校正系数。

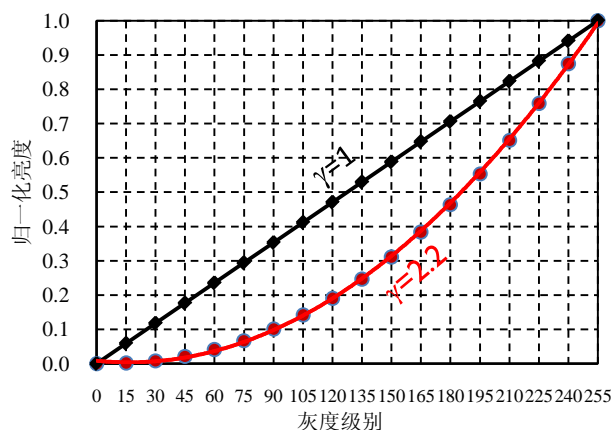


图 8-5 典型伽玛曲线示意图

图 8-5 所示分别为 $\gamma=1$ 和 $\gamma=2.2$ 时的典型亮度伽玛特性曲线。在 SVGA097 系列产品中，默认设置的伽玛系数相当于 1。但是，由于 OLED 在恒压驱动条件下的发光亮度与驱动电压的非线性特性导致在默认设置条件下，典型灰阶特性曲线不是理想的直线，SVGA097 在默认设置下的灰阶特性曲线如图 8-6 所示

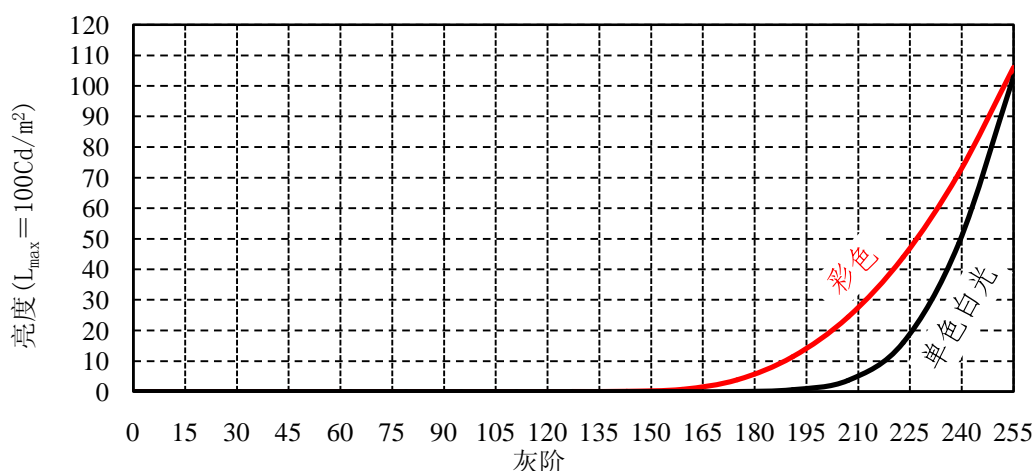


图 8-6 SVGA097 默认设置下的灰阶特性曲线

8.3.2. 伽玛校正方法

对 SVGA097 系列产品的伽玛校正可采用如下步骤进行：

- 1) 调整并固定寄存器 19H 值，使屏幕亮度达到使用要求，用亮度计获得此时的（全白光）最大亮度（ L_{max} ）；
- 2) 固定 LUT[16]=200H（默认值）；

- 3) 将数字灰度 0~255 分为 16 段分别为: $G_n = 16n$ ($n = 0$ to 15);
- 4) 确定所需的伽玛系数 γ , 计算对应的 17 段亮度值: $L_n = (\frac{G_n}{256})^\gamma \cdot L_{\max}$
- 5) 从最高灰阶到最低灰阶分别输入灰阶为 G_n 的视频信号, 利用亮度计监测对应 G_n 输入时的屏幕亮度 L'_n , 分别调整 LUT[n], 使 L'_n 接近或等于计算值 L_n 。

$\gamma=2.2$ 时, 参考伽玛校正表数据如表 8-1 所示, 校正后的灰阶显示效果如图 8-7 所示。

表 8-1 参考伽玛校正表数据 ($\gamma = 2.2, L_{\max} = 100 \text{ Cd/m}^2$)

伽玛表	060单色白光		060彩色	
	10进制	16进制	10进制	16进制
LUT[0]	0	0H	0	0H
LUT[1]	391	187H	320	140H
LUT[2]	394	18AH	328	148H
LUT[3]	403	193H	343	157H
LUT[4]	414	19EH	359	167H
LUT[5]	424	1A8H	372	174H
LUT[6]	433	1B1H	385	181H
LUT[7]	441	1B9H	399	18FH
LUT[8]	448	1C0H	410	19AH
LUT[9]	456	1C8H	423	1A7H
LUT[10]	462	1CEH	435	1B3H
LUT[11]	469	1D5H	447	1BFH
LUT[12]	475	1DBH	459	1CBH
LUT[13]	482	1E2H	470	1D6H
LUT[14]	488	1E8H	480	1E0H
LUT[15]	494	1EEH	490	1EAH
LUT[16]	512	200H	512	200H

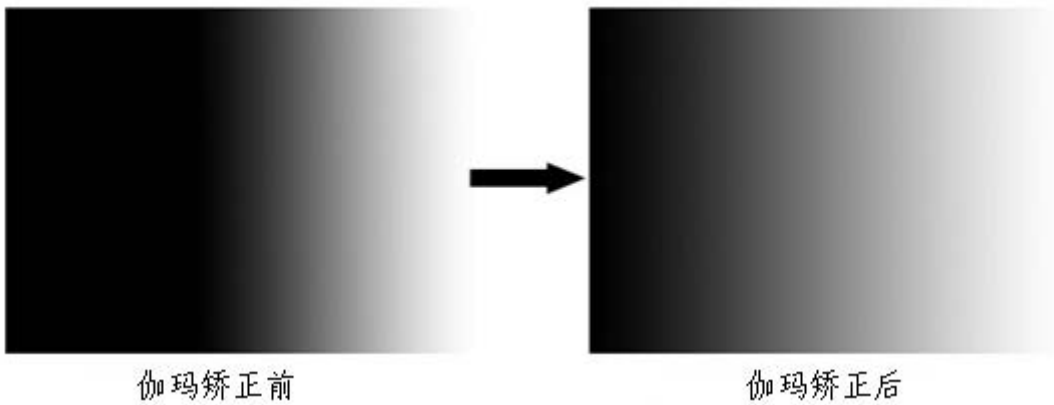


图 8-7 伽玛校正前后的灰阶显示效果对比示意图

8.4. 残影效应

OLED 有机发光与其它类型的发光器件一样均具有寿命衰减的特性，其中发光亮度高的单元比发光亮度低的单元寿命衰减快。长时间、高亮度、高对比度显示静态画面，可导致不同发光亮度单元（像素）在恢复到同样工作条件下时，发光亮度产生较大差异，从而导致“负相”残影效应（Ghost/Sticking），如图 8-8 所示：原来发光亮度高的区域由于寿命衰减较快，发光亮度偏暗；原来发光亮度低的区域由于寿命衰减较慢，发光亮度偏亮。



图 8-8 残影效应示意图

SVGA097 系列产品在典型状态下（发光亮度 $100\text{Cd/m}^2 \sim 200\text{Cd/m}^2$ ），持续显示 30~60 分钟的静态画面就有可能出现轻微的残影现象（Ghost）。

8.4.1. 避免残影

- 避免较长时间显示静态画面，必要时尽量控制在 10 分钟以内；
- 避免反复或长时间在固定位置显示高灰阶的文字或菜单提示信息，必要时采用半灰阶显示和定时消隐等手段关闭文字或菜单提示；
- 避免显示器在高亮度条件下工作。

8.4.2. 消除残影

严重残影将导致显示器产生不可恢复的痕迹（灼伤，Sticking）。

产生轻微残影时，可将显示器工作于全白光模式（利用内置测试图案），并适当增加亮度，维持数分钟后即可消除。

8.5. 典型应用示例

8.5.1. 数字系统应用

SVGA097 系列产品采用数字视频接口，为了简化系统架构，提高系统灵活性，建议用户的视频前端采用数字系统，如 FPGA、DSP 或 SOC 等架构，将数字视频信号直接传输给显示器，

避免不必要的 A/D、D/A 环节。应用示意如图 8-9 所示。

8.5.2. 复合视频输入

SVGA097 系列产品像素点高宽比为 1:1 的正方形，建议用户选择复合视频解码芯片（Decoder）时，采用支持正方形像素（Square Pixel）输出格式的芯片。如 ADV7180 等，支持 PAL 制式的视频解码输出 768×576 ，可充分利用 SVGA097 系列产品的满屏显示分辨率（ 804×604 ）。应用示意如图 8-10 所示。

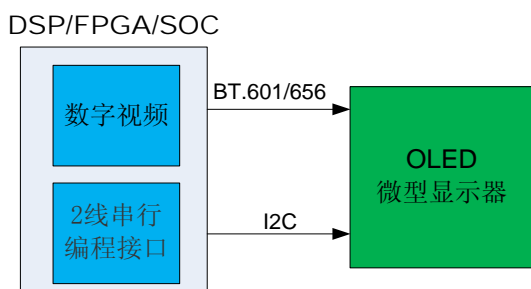


图 8-9 数字系统应用示意图

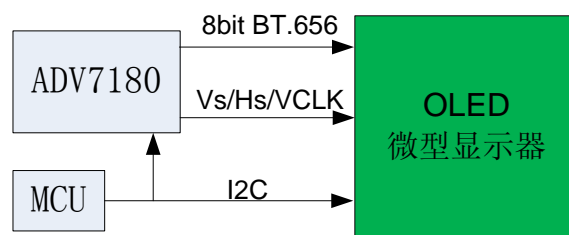


图 8-10 复合视频输入应用示意图

8.5.3. VGA 视频输入

VGA 视频（模拟 RGB）信号输入，可采用 AD9883/9985 等解码芯片，建议输入信号分辨率为 $800 \times 600/60\text{Hz}$ ，应用示意如图 8-11 所示。

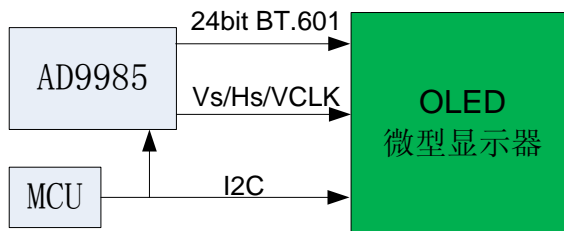


图 8-11 VGA 输入应用示意图

9. 附录

9.1. 附图目录

图 2-1	SVGA097 系列OLED微型显示器器件结构示意图	3
图 2-2	SVGA097 系列OLED微型显示器像素排列结构示意图	3
图 2-3	SVGA097 系列显示器驱动电路芯片顶层结构示意图	4
图 2-4	SVGA097 系列产品接口及引脚定义	5
图 3-1	数字视频输入及信号处理流程框图	8
图 3-2	数字视频同步信号时序（所有格式）	9
图 3-3	24 位/4:4:4/RGB信号时序	10
图 3-4	24 位/4:4:4/YCbCr信号时序	10
图 3-5	16 位/4:2:2/YCbCr信号时序	10
图 3-6	8 位/4:2:2/Mono信号时序	10
图 3-7	8 位/4:2:2/YCbCr信号时序	11
图 3-8	VESA定义	12
图 3-9	数字视频信号增强原理框图	13
图 3-10	内置测试图案示意图	15
图 3-11	水平比例变换算法示意图	16
图 3-12	垂直比例变换算法示意图	16
图 3-13	17 段伽玛校正曲线示意图	17
图 3-14	RGB偏置调整示意图	17

图 3-15	3D显示时序示意图.....	18
图 3-16	上电时序 (1.8V上电阈值 = 1.2V)	19
图 3-17	V5 电源上/下电时序 (POR5n阈值电压为 4V)	19
图 3-18	寄存器控制电源开/关时序.....	19
图 3-19	复位机制原理图.....	19
图 3-20	复位时序 1 (Reset引脚固定)	20
图 3-21	复位时序 2 (Reset引脚变化依赖于VCLK)	20
图 3-22	复位时序 3 (Reset引脚变化与VCLK无关)	20
图 3-23	像素驱动单元电路原理图.....	21
图 3-24	OLED典型光电特性	21
图 3-25	阴极负压DC/DC电路原理图	21
图 3-26	Vcom可编程典型工作曲线	21
图 3-27	22
图 3-28	起始/停止标识时序图.....	23
图 3-29	主机向从机写数据的基本格式.....	23
图 3-30	主机向从机读数据的基本格式.....	24
图 4-1	显示区域设置示意图(DE有效).....	28
图 4-2	显示区域设置示意图(DE无效).....	28
图 5-1	测试电路原理图.....	38
图 5-2	光度计测试示意图.....	38

图 5-3	亮度均匀性测试示意图	38
图 5-4	SVGA097 彩色显示器亮度及对比度特性曲线	41
图 5-5	SVGA097 单色白光显示器亮度及对比度特性曲线	41
图 5-6	SVGA097 单色绿光显示器亮度及对比度特性曲线	41
图 5-7	典型亮度 - 温度特性曲线	43
图 5-8	SVGA097 亮度 - 功耗曲线	43
图 7-1	静电防护操作示意图	47
图 8-1	典型亮度-温度特性曲线	48
图 8-2	亮度补偿软件流程图	48
图 8-3	实测Vcom补偿及拟合曲线	49
图 8-4	自动温度补偿后的亮度曲线	49
图 8-6	SVGA097 默认设置下的灰阶特性曲线	50
图 8-5	典型伽玛曲线示意图	50
图 8-7	伽玛矫正前后的灰阶显示效果对比示意图	51
图 8-8	残影效应示意图	52
图 8-9	数字系统应用示意图	53
图 8-10	复合视频输入应用示意图	53
图 8-11	VGA输入应用示意图	53

9.2. 附表目录

表 3-1 输入视频信号标准及连接.....9

表 3-2 VESA逐行扫描视频信号模式 11

表 3-3 VESA隔行扫描视频信号模式 11

表 3-4 VGA和SVGA视频信号参数 12

表 3-5 测试图案模式设置..... 14

表 3-6 比例变换适用模式..... 16

表 3-7 显示器地址与SelAdr0 引脚设置及读/写时序对应关系表 24

表 4-1 显示器寄存器一览表..... 25

表 4-2 显示器寄存器配置示例..... 37

表 5-1 光学特性一览表..... 40

表 8-1 参考伽玛矫正表数据 ($\gamma = 2.2$, $L_{max} = 100\text{Cdm}^2$) 51

10. 版本历史

版本号	修订
Pre_Spec V1.0	初始发行版本
Spec V1.0	第 2 页 特性参数命名将“典型”改为“工作”
	第 6 页 引脚功能描述表格进行细化
	第 13 页 增加VESA定义图表
	第 13 页 修正色彩空间转换公式
	第 18 页 增加上电时序描述及操作方法
	第 44 页 更新机械尺寸图

	第 46页 更新PCB背板布局图
	第 53页 修正建议输入信号频率为 800×600/60Hz
Spec V1.1	第 4 页 修正像素大小尺寸
	第 20页 修改温度传感器说明以及寄存器配置
	第 23页 修改两线串行通讯地址
	第 31 页 增加 19H寄存器说明