

TFT_DRV 控制器使用说明书

V1.3

在使用彩色 TFT LCD 时需为其提供多种时序信号，并配备大容量高速显存（GRAM）。当所选处理器（如：ARM7，DSP，STM32，8/16 位 MCU）不带 TFT LCD 控制器时将会给方案带来巨大的设计难度。

此外，当处理器自带的 LCD 控制器模块在驱动较大分辨率 TFT 时，因为 60Hz 不断刷屏时序会消耗非常多的系统资源，导致总线带宽被严重挤压，系统性能大幅度降低。因此带 TFT LCD 控制器的中低端处理器（如主频在 80MHz 以内的 ARM7 核）在驱动中/高分辨率的 TFT LCD 时都只能降低刷新率（屏会闪），或使用调色板以减轻总线负担（不能工作在真彩色）。这些都是以牺牲视觉效果来换取系统性能的。

通常自带 LCD 控制器的处理器（如：ARM9）都得与嵌入式操作系统、文件系统、GUI 等搭配使用，一定程度上增加了系统的庞大性、复杂度及成本。同时该类处理器多为 BGA 封装，增加了产品研发、小批量阶段的成本投入。

该 TFT LCD 控制器能降低系统复杂度、简化系统设计、降低成本和加快产品上市，提高用户产品的竞争优势。同时该控制器还能减轻系统负担，提升系统性能。

本控制器以高速低功耗 CPLD 为主控器件，外加高速大容量 SRAM 为显存，其提供了完整的 TFT LCD 时序信号、大容量显存、灵活的编程配置，使不带 TFT LCD 控制器的处理器轻松驱动真彩 TFT LCD 的构想成为可能。

一、产品特性

1. 可编程的 8/16 位双向并行总线用于设置工作寄存器和读/写 GRAM 数据；
2. 16 位总线写 GRAM 时可分别掩摸高/低字节（8bpp、24bpp 时能改善写入效率）；
3. 读/写 GRAM 地址自动增量；
4. 内部构建多个 FIFO 和 DMA，读/写 GRAM 无需判忙，大数据量传输无雪花；
5. 提供 1 个 SYNC 信号输出，可提高刷屏的画面质量；
6. 可选配备 1MB 或 512KB 两个版本的 GRAM 容量；
7. 优化的寻址方式：16 位总线时 GRAM 按 16 位数据宽度寻址，8 位总线时 GRAM 按 8 位数据宽度寻址，所有单元可读可写；
8. 优化的总线读 GRAM 功能，可极大程度提高读操作效率；
9. 可轻松驱动点时钟 $\leq 27\text{MHz}$ 的任意 TFT 屏；
10. 可工作在 8bpp、16bpp、24bpp 模式（分别占用 1、2、3 字节 GRAM）；
11. LCD 行参数可设置（THP、THB、THD、THF）；
12. LCD 帧参数可设置（TVP、TVB、TVD、TVF）；
13. LCD 点时钟分频数可设置，可以提供最高 27MHz 的点时钟（54MHz 主频）；
14. 可编程的 LCD 时序信号反相输出（CK、HS、VS、DE）；
15. 灵活的 DISP/DE 的可选输出（类似 LQ043T 等 LCD 需 DISP 信号）；
16. 所有 LCD 引脚可以使能/关闭（避免上电就工作在不一定正确的时序下）；
17. 所有接口均提供半圆孔和插针式，方便连接到底板；
18. LCD 显示起始地址可设置（可做多图层轮流切换，注：该地址始终按 16 位数据宽度管理）；
19. 产品版本号可读；
20. 优化的寄存器分布方式，能最大程度兼顾 8/16 位总线及未来扩展串行接口；

21. LED 工作指示 (LCD 帧频率除 4, 默认 15Hz)。

二、控制器可选配置

控制器的硬件可选配置见表 1。

表 1、控制器可选配置

序号	项 目	最 小	最 大	默 认	备 注
1	时钟	1MHz	54MHz	54MHz	3.3V 5x7 有源晶振
2	GRAM	512KB	1MB	512KB	10ns 芯片

注：基于服务责任划分，GRAM 的大小用户不能自行扩展。

三、系统连接示意图

本控制器连接在 CPU 和 TFT LCD 之间, 使任何 CPU 都可轻松驱动 TFT LCD, 系统连接示意图如图 1。

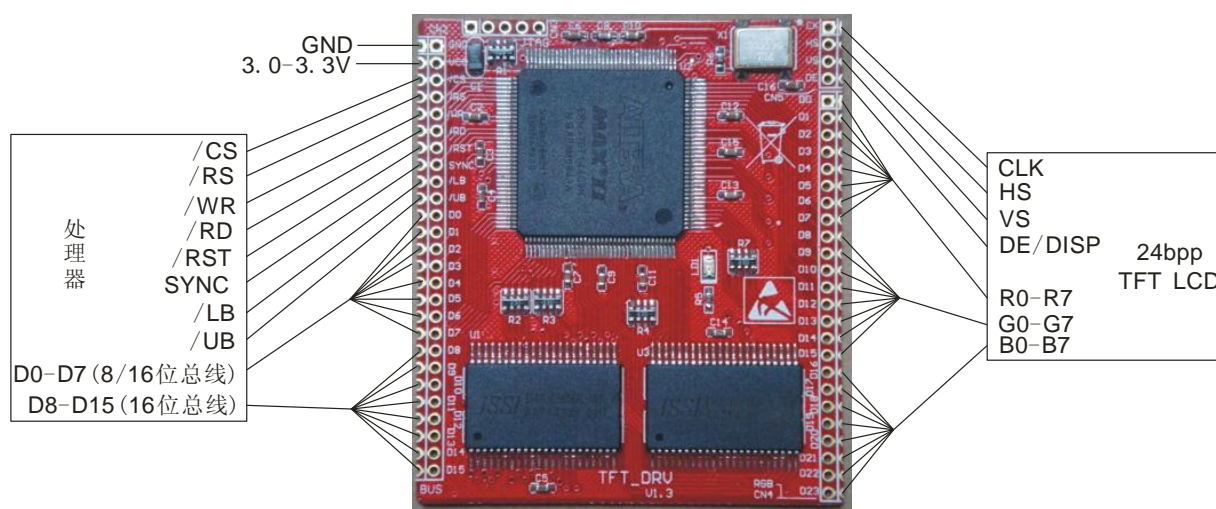


图 1、系统示意图

四、并行总线管脚

控制器的 CN2 为总线接口, 可以提供标准 8/16 位 8080 并行总线通讯和辅助功能, CN2 的管脚定义如表 2。

表 2、CN2 并行总线管脚定义

管脚	名 称	描 述	类型	备 注	
1	GND	电源地	GND		
2	VCC	电源输入	电源	3.0~3.3V (推荐单独一路电源供应)	
3	/CS	总线片选	I	/CS=0, 控制器接受总线数据、命令	
4	/RS	寄存器选择	I	写	/RS=0 写 INDEX
					/RS=1 写 INDEX 指示的位置
				读	INDEX=0 读产品版本号
					INDEX=14 读 GRAM, 地址自动增量
5	/WR	总线写入	I	标准 8080 总线格式	
6	/RD	总线读取	I		
7	/RST	控制器复位	I	>=10ms, 负脉冲	
8	SYNC	SYNC 输出	O	可以做被动式同步, 改善动态画面质量	

9	/LB	总线低字节有效	I	只有写 GRAM 时才有用，其他状态时被忽略；
10	/UB	总线高字节有效	I	只写低字节时地址保持不变，否则地址增量
11-26	D0-D15	数据总线	I/O	标准 8/16 位 8080 总线

注：8 位总线时/LB、/UB、D8-D15 可任意处理。

五、并行总线位数

总线宽度由寄存器位 B8 决定。不同总线宽度时管脚的占用如表 3。

当 B8=0 时：系统工作在 16 位总线；

当 B8=1 时：系统工作在 8 位总线；

表 3、8/16 位总线管脚占用

序号	总线	/CS	/RS	/WR	/RD	/RST	SYNC	/LB	/UB	D0-D7	D8-D15
1	8 位	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X
2	16 位	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

注：1. √ 表示：需连接到处理器对应脚；

2. X 表示：可悬空、接高或接地。

关于不同总线宽度下的地址规划：

当工作在 8 位总线时，SET_ADD 对应的数据位宽自动切换为 8 位，此时可以按 8 位方式访问所有 GRAM 空间，无需高/低字节拼凑和管理。

当工作在 16 位总线时，SET_ADD 对应的数据位宽自动切换为 16 位，此时可以按 16 位方式访问所有 GRAM 空间，一次可以写入两字节，也可只写高或低字节。

注：其他任何地址全部按 16 位位宽管理。

六、并行总线读写操作

对寄存器（包括 GRAM）的读/写，需要先写 INDEX 寄存器（指针），之后再对 INDEX 寄存器所指向的目标位置进行读/写（访问指针所指的目标位置）。

并行总线的读写操作由表 4 给出的管脚组合完成。读写时序图见图 2，时序参数见表 5。

表 4、并行总线读写

序号	/CS	/RS	/WR	/RD	/LB	/UB	描 述	
1	1	x	x	x	x	x	总线等待，高阻状态	
2	0	0	↓	1	x	x	写 INDEX 寄存器	
3	0	1	↓	1	x	x	INDEX != 14	写 INDEX 指示的工作寄存器
4	0			1	0	1	INDEX == 14	写 GRAM 低字节，地址不变
5	0			1	1	0		写 GRAM 高字节，地址增量
6	0			1	0	0		写 GRAM 一个字，地址增量
7	0	x	1	↓	x	x	INDEX == 0	读系统版本号
							INDEX == 14	读 GRAM，地址增量

注：1. ↓ 表示对应管脚上的下降沿，x 表示该管脚被忽略；

2. 本次读的数据将在下次读操作时直接更新到总线。

3. /LB、/UB 写高/低字节只应用在 16 位总线时，8 位总线下其状态被忽略。

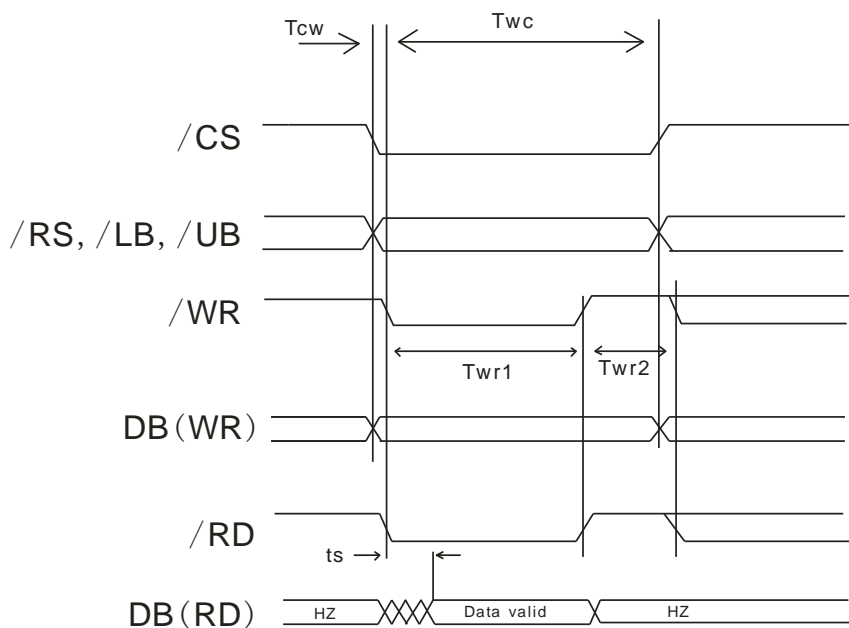


图 2、总线读写时序图

表 5、总线时序参数

序号	名称	描 述	参 数	
			最 小	最 大
1	Tcw	/CS、/RS、/LB、/UB、DB(WR)相对于/WR、/RD 下降沿的建立时间	0	∞
2	Twc	/CS、/RS、/LB、/UB、DB(WR)相对于/WR、/RD 下降沿的保持时间	3CK	∞
3	Twr1	/WR、/RD 的负脉冲宽度	2CK	∞
4	Twr2	两次读、写的间隔时间(/WR、/RD 正脉冲宽度)	2CK	∞
5	Ts	/RD 下降沿后总线数据稳定时间	0	1CK(注 2)

注：1.CK 为控制器主时钟周期，默认为 18.52ns（54MHz）；

2.本次读的数据在下次读操作时直接更新到总线上（数据潜伏一个读操作周期）。

长寄存器的写入：

本控制器中最长的寄存器为 20 位（8 位总线下的 SET_ADD 寄存器），写法如下：

16 位总线写大于 16 位的寄存器：

先把高 16~19 位写入 TEMP_H,随后写入低 16 位数据，整个写操作完成；

8 位总线写大于 8 位的寄存器：

先把高 8~15 位写入 TEMP_M，随后写入低 8 位数据，整个写操作完成；

8 位总线写大于 16 位的寄存器：

先把高 16~19 位写入 TEMP_H，随后把 8~15 位写入 TEMP_M，最后写入低 8 位，整个写操作完成。

七、TFT LCD 的 RGB 信号接口

CN4 提供了 24 位 RGB 信号的输出，从 1 脚到 24 脚分别为 D0 到 D23。

可提供 24bpp 输出（D0-D23）；

可提供 16bpp 输出（D0-D15）；

可提供 8bpp 输出（D0-D7）；

注：通过 RGB 管脚组合排列也可驱动其他颜色数的 TFT LCD。

八、TFT LCD 的控制时序信号接口

CN5 提供了所有 TFT LCD 需要的控制时序信号，具体管脚定义如表 6。

表 6、TFT LCD 控制时序信号接口定义

管脚	名称	描述	备注
1	CK	TFT 点时钟	控制器上升沿输出 RGB 数据
2	HS	行同步信号	负脉冲同步
3	VS	帧同步信号	负脉冲同步
4	DE	数据有效指示	高电平有效
	DISP	显示有效信号	LQ043T 类似屏需要 DISP 信号

注：1.CK、HS、VS、DE 可设为反相输出；

2.当 DE 选择为 DISP 信号时，由 DE_INV 设置 DISP 的状态。

九、TFT LCD 时序说明

管脚：

CK：点时钟，上升沿输出数据，下降沿 LCD 锁存数据，可设置为反相；

HS：行同步，负脉冲输出，可设置为反相；

VS：帧同步，负脉冲输出，可设置为反相；

DE：可选择为 DE 或 DISP。DE 信号高电平有效，可反相；DISP 信号时状态可设置。

寄存器：

LCD_DIV：用于设置 LCD 点时钟分频，分频数为： $(LCD_DIV+1)*2$ ；

THP、THB、THD、THF、TVP、TVB、TVD、TVF：LCD 相关参数，需正确设置；

RGB_BYTES：选择控制器中 DMA 每像素点输出的数据宽度（颜色数）；

CK_INV：设置 CK 脚反相输出；

HS_INV：设置 HS 脚反相输出；

VS_INV：设置 VS 脚反相输出；

DE_SEL：选择 DE 脚的功能（DE/DISP）；

DE_INV：设置 DE 脚反相输出/DISP 的状态；

RUN：允许所有 LCD 管脚工作；

时序图：

TFT 控制时序的输出波形和反相设置如图 3、图 4。

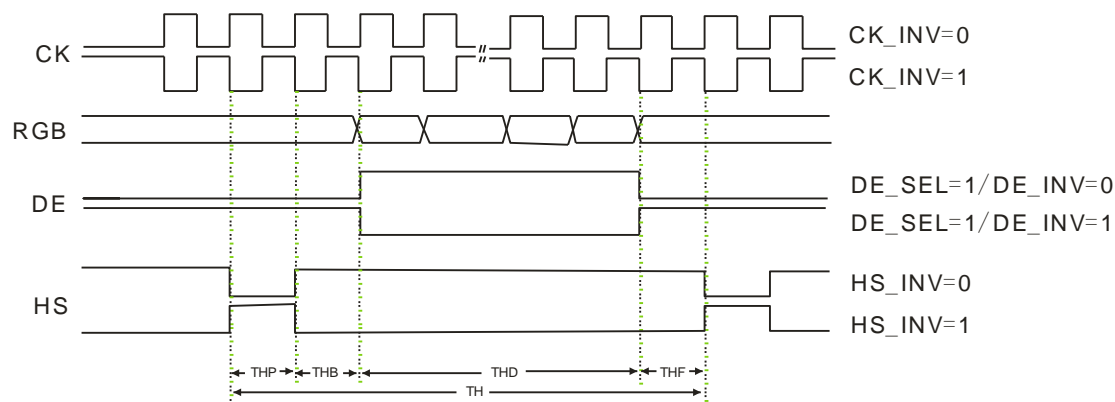


图 3、TFT 控制时序图

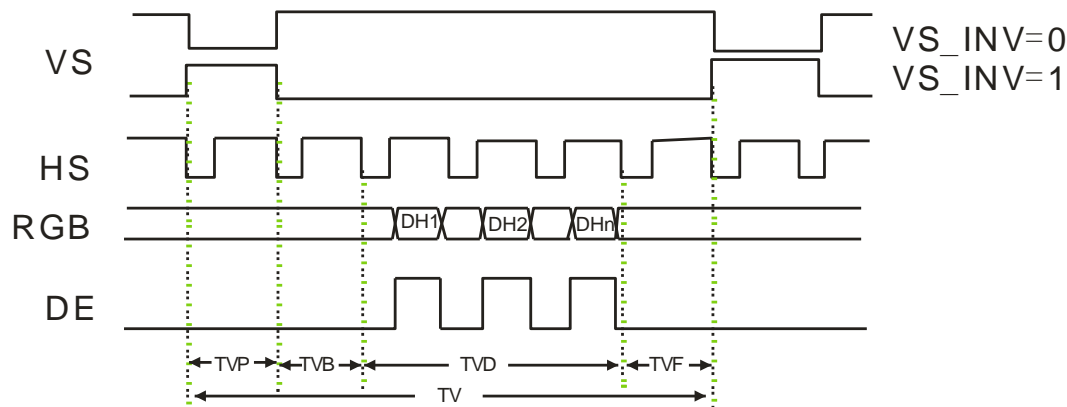


图 4、TFT 控制时序图

十、RGB 信号输出宽度

通过对 RGB_BYTES 的不同设置可使 DMA 在每像素输出不同的数据宽度以驱动不同颜色数的 TFT LCD，具体见表 7。

表 7、RGB_BYTES 的设置对应的不同颜色数

序号	RGB_BYTES	内存占用	RGB 输出脚	描述
1	1	1BYTE	D7-D0	8bpp
2	2	2BYTE	D15-D0	16bpp
3	3	3BYTE	D23-D0	24bpp

当驱动器输出颜色位数和 TFT 的 RGB 管脚数不统一时就必须要进行一定的转换，转换的原则为：

对应高位、次高位顺序相连。如果屏有无效低位可连接到最低有效位；如果控制器有无效位则悬空，或用低一个级别的颜色数驱动该屏（压缩该屏的 RGB 脚）。下面就 24/16/8bpp 分别连接 B6G6R6（18bpp）TFT 屏画图简要说明，如图 5。其它规格屏类似。

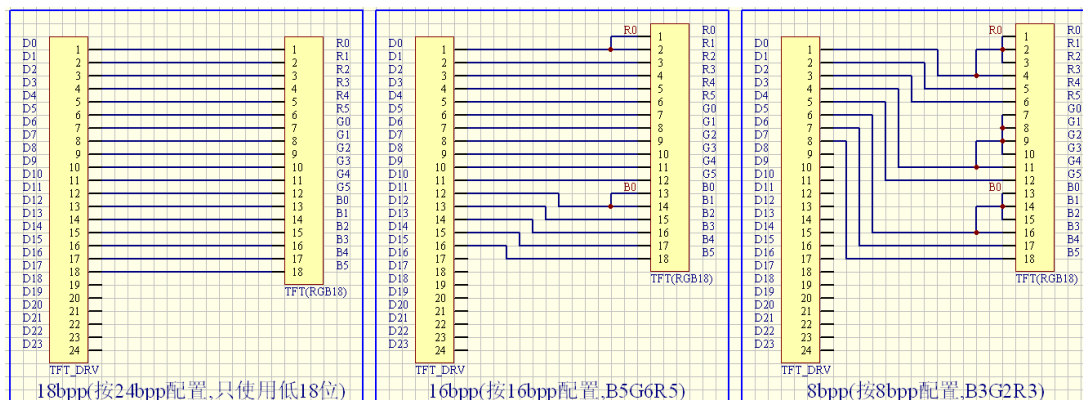


图 5、18/16/8bpp 分别连接 18bpp 屏时的不同转换方法

十一、SYNC 功能

SYNC 管脚反映了控制器内部 LCD 时序和 DMA 的状态，在开始刷屏换图前先等待 SYNC 脚上升沿可以改善画面质量，否则新旧数据交替会产生横条或屏幕闪烁。

使用 SYNC 提高画面质量除了等待 SYNC 脚的上升沿外，还需要满足另一个条件：写 GRAM 的速度必须大于 DMA 读取 GRAM 中数据用于显示的速度。

如：4.3 寸 16 位色 480*272 的 TFT LCD，在 60Hz 刷新时，最高读取 GRAM 中数据用于显示的带宽为 18MB/S（9MHz，16 位色），为了提高画面质量处理器写 GRAM 的平均

速度必须 $\geq 18\text{MB/S}$ 。16 位总线时既为 $\geq 9\text{MHz}$ 的写入速度，8 位总线时则为 $\geq 18\text{MHz}$ 的写入速度。

实际上接口速度可能需要远大于 9MHz（因为必要的循环和判断会占用很多的 CPU 资源，造成写 GRAM 的平均速度下降）。如果 CPU 带 DMA 控制，可先在 RAM 中放置好需要的数据，随后启动 DMA 快速后台传输（此时还可以继续准备下次需要传输的数据）。

十二、工作寄存器描述

本控制器由若干工作寄存器协调工作，寄存器分布图如表 8。寄存器详细说明见表 9。

表 8、寄存器分布图

ADD	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Init	R/W	
0									B8								CLK_DIV	0x00	W
									VER(0xab=Va.b)								0x13	R	
1									TEMP_H (START_ADD_H、 SET_ADD_H)<注 1、2>							0	W		
2									TEMP_M (THD_H、TVD_H、START_ADD_M、SET_ADD_M)<注 1>							0	W		
3									THP							1	W		
4									THB							143	W		
5									THD_L							640	W		
6									THF							16	W		
7									TVP							1	W		
8									TVB							12	W		
9									TVD_L							480	W		
10									TVF							32	W		
11									RUN	DE_INV	DE_SEL	VS_INV	HS_INV	CK_INV	RGB_BYTES	0x26	W		
12									START_ADD_L(注 1、4)							0	W		
									START_ADD_L(注 2、4)										
13									SET_ADD_L(注 1、3)							0	W		
									SET_ADD_L(注 2、3)										
14									W/R SRAM(注 1、3)							—	W/R		
									W/R SRAM(注 2、3)										

注：1.当工作在 8 位总线时使用；

2.当工作在 16 位总线时使用；

3.8 位总线时 SET_ADD 对应数据宽度为 1 字节，16 位总线时 SET_ADD 对应数据宽度为 2 字节；

4.START_ADD 任何时候对应数据宽度均为 2 字节。

表 9、寄存器详细说明

序号	名字	描述	值范围	初始值	备注
1	CLK_DIV	LCD 点时钟分频因子	0-7	0	分频数：(CLK_DIV+1)*2
2	VER	程序版本号	0-255	0x13	0x13=V1.3
3	TEMP_H	寄存器的 B16~B19 暂存	0-15	0	通过临时寄存器可以写一个 大于总线位宽的长寄存器
4	TEMP_M	寄存器的 B8~B15 暂存	0-255	0	

5	THP	行同步脉冲宽度	1-255	1	LCD 行参数 (参考单位: CK)	
6	THB	行后沿脉冲数	1-255	143		
7	THD	每行有效像素点数	1-1023	640		
8	THF	行前沿脉冲数	1-255	16		
9	TVP	帧同步脉冲宽度	1-255	1	LCD 帧参数 (参考单位: TH)	
10	TVB	帧后沿脉冲数	1-255	12		
11	TVD	每帧有效行数	1-1023	480		
12	TVF	帧前沿脉冲数	1-255	32		
13	RGB_BYTES	每像素点字节数	1、2、3	2	1、2、3 字节内存占用	
14	CK_INV	点时钟脚反相	0/1	1	0: 上升沿输出 RGB 1: 下降沿输出 RGB	
15	HS_INV	行同步脚反相	0/1	0	0: 负脉冲行同步 1: 正脉冲行同步	
16	VS_INV	帧同步脚反相	0/1	0	0: 负脉冲帧同步 1: 正脉冲帧同步	
17	DE_SEL	DE 脚功能选择	0/1	1	0: DE 脚=DISP 1: DE 脚=DE	
18	DE_INV	DE 脚反相/DISP 状态	0/1	0	DE_SEL=0	0: DE 脚=0 1: DE 脚=1
					DE_SEL=1	0: 高电平有效 1: 低电平有效
19	RUN	LCD 脚使能	0/1	0	0: LCD 脚全部输出 0 1: LCD 脚正常工作	
20	START_ADD	显示起始地址	0-2 ¹⁹	0	16 位数据宽度	
21	SET_ADD	总线访问 GRAM 地址	0-2 ²⁰	0	8 位总线	8 位数据宽度
					16 位总线	16 位数据宽度

十三、实物及安装尺寸

控制器实物图见图 6, 安装尺寸如图 7。

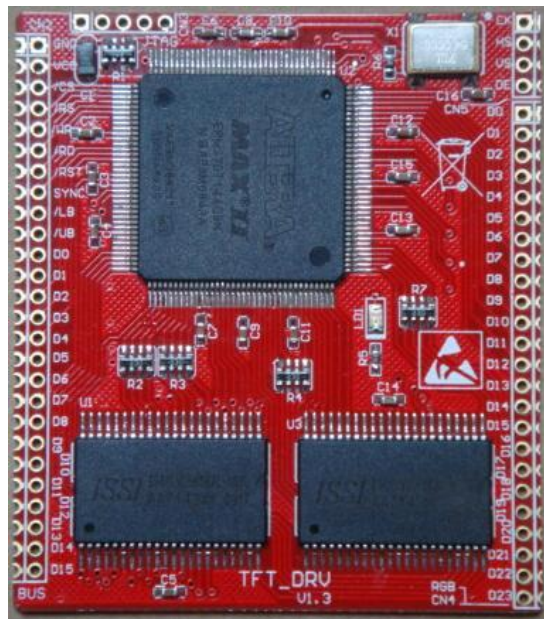


图 6、控制器实物图

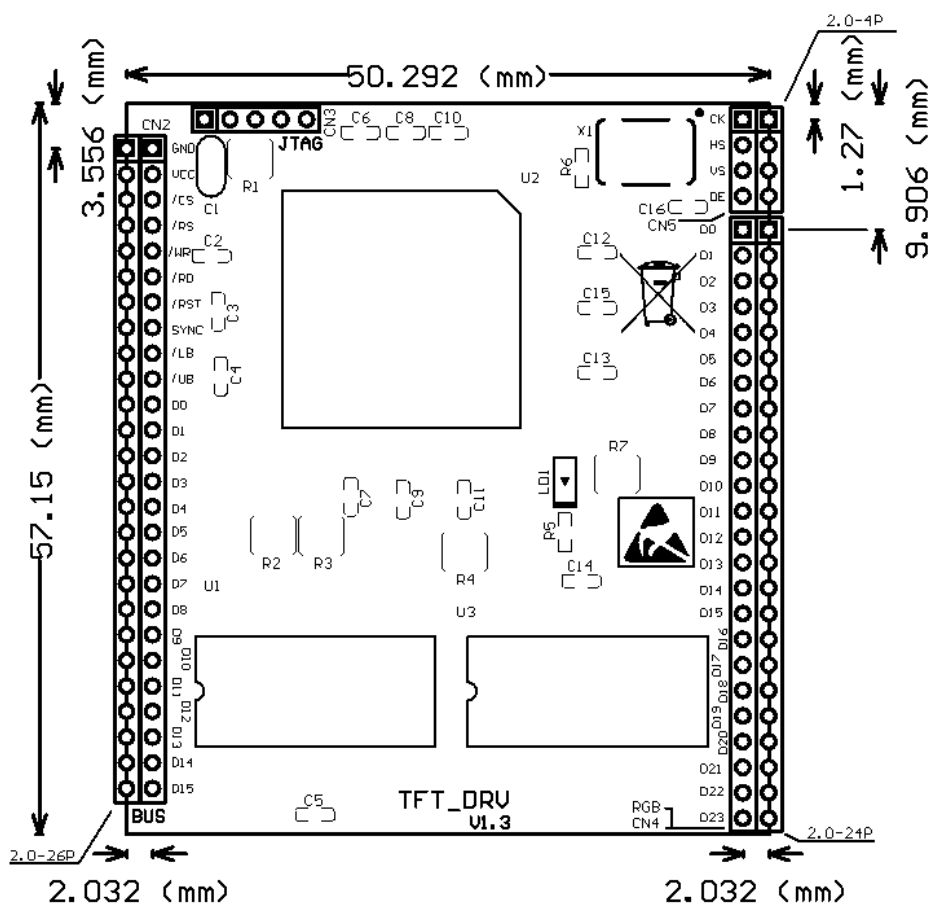


图 7、控制器正面视图安装尺寸

十四、电气参数

控制器部分电气参数如表 10。

表 10、控制器部分电气参数

序号	名称	最小	典型	最大	单位	条件	备注
1	VCC 电压	3.0		3.3	V		最好单独一路电源
2	VCC 电流	55	65	75	mA	@3.3V,54MHz	1MB 版本
3	VIL	0	0	0.3VCC	V		
4	VIH	0.7VCC	VCC	1VCC	V		

注：当总线电压或 TFT 电压与控制器工作电压（3.0~3.3V）不匹配时需进行电平转换。

十五、联系方式

TEL: 13817055256

E-mail: yiwei425@163.com

QQ: 136815867

联系人: 易先生