

LT3688

TFT 串口屏控制芯片

Serial Uart TFT Panel Controller

规格书

V1.1

www.levetop.cn

Levetop Semiconductor Co., Ltd.



<u>目 录</u>

1.	芯片	介绍	4						
2.	系统	应用方块图	4						
3.	内部方块图 5								
4.	功能	简介	5						
5.	芯片	-脚位图	6						
6.	引脚	l信号说明	6						
	6.1	串口屏通讯接口	6						
	6.2	TFT LCD 屏接口信号							
	6.3	SPI Flash 接口信号							
	6.4	SD 卡控制信号							
	6.5	触控屏信号	8						
	6.6	USB 控制信号							
	6.7	音频控制信号	9						
	6.8	其他控制信号							
	6.9	晶振与电源信号	9						
7.	电气	特性	11						
	7.1	极限参数	11						
	7.2	DC 电气参数	11						
8.	硬件	接口	13						
	8.1	主控端 MCU 通讯接口	13						
	8.2	TFT 屏的控制接口	13						
	8.3	SPI Flash 控制接口	14						
	8.4	SD 卡接口	14						
	8.5	USB 接口	15						
	8.6	触控屏接口	15						
	8.7	背光控制接口	16						
	8.8	声音输出接口							



9.	串口屏指令与显示功能								
	9.1	串口指令	17						
	9.2	LT3688 串口屏协议表	19						
	9.3	RS-232 (UART) 通讯协议	23						
10	.封装	信息	.25						
11	11.版本记录26								
12	I 2.版权说明26								



串口屏控制芯片

Serial Uart TFT Panel Controller

1. 芯片介绍

LT3688 是一款高效能 Uart TFT 串口屏控制芯片。其基于 ARM 9 CPU 架构,集成了视频解码、音频解码器、TFT LCD 控制器及乐升半导体的串口屏通讯协议。主要的功能就是提供 Uart 串口通讯,让外部主控 MCU 透过简易的指令就能轻易的将要显示的内容呈现在 TFT 屏上,内部 MCU 程序与硬件加速能读取 SD 卡显示数据,降低主控 MCU 处理图形显示的时间。LT3688 支持的 TFT 显示分辨率,可以由320*240(QVGA)到1280*720(HD),支持16bits 的 RGB 接口。



LT3688 主频为 400MHz,含有 512Mb DDR 显示内存,MCU 程序由外部 SPI Flash 提供,其代码支持大部分 <u>乐升半导体</u> 的串口屏通讯协议,包括图片显示、图片卷动、画中画 (PIP) 、GIF 动画显示、几何图形、矢量文字显示、二维码生成等功能,主要特点在于 TFT 串口屏上支持 MP4 视频播放及 MP3 音乐播放,在开发过程上使用 <u>乐升半导体</u> 的串口屏开发软件来进行,能迅速实现产品的带 TFT 屏显示功能。除了提供 Uart 串口通讯,也提供 USB2.0 及一些模拟输入 AIN、PWM 及 INT 中断接口,这些接口也可以设置成普通 IO 接口。LT3688 非常适合用在有 TFT-LCD 屏的电子产品上,尤其是需要视频播放、带小尺寸 TFT 屏的电子产品,如各式智能家电、汽机车仪表盘、工业控制、电子仪器、医疗设备、人机接口、检测设备等产品。

2. 系统应用方块图

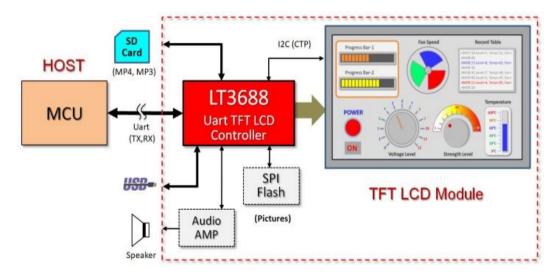


图 2-1: LT3688 设置在 LCD 模块上



3. 内部方块图

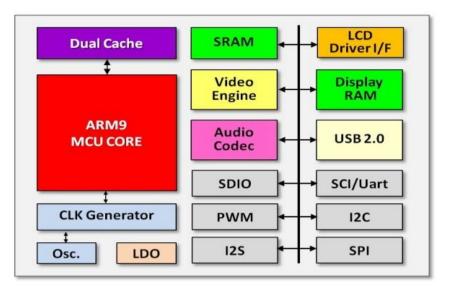


图 3-1: LT3688 内部方块图

4. 功能简介

- 内建 ARM9 核心架构、主频可达 400MHz
- 支持 320*240~1280*720 的 16bits RGB 屏
- 内建高容量 512Mb 显示内存
- 支持 SD 卡、USB2.0、SPI Flash 接口
- 内建 Uart 串口屏协议、支持多样性显示指令
- 内建 H.263/264、MPEG1/2/4 译码,支持 MP4 视频播放、MP3 音乐播放
- 支持图片显示、图片卷动、画中画 (PIP) 、GIF 动画显示、几何图形等功能
- 支持二维码生成、显示、及矢量文字显示
- 提供 I2C 接口支持电容屏、电阻屏及串口屏控件显示指令
- 支持乐升半导体的串口屏开发软件、模拟软件
- 外部 24MHz 时钟信号源
- 工作电压: 3.0V~3.6V
- 封装: 88pin (10mm*10mm) QFN)



5. 芯片脚位图

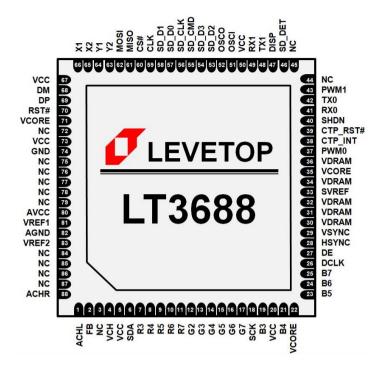


图 5-1: LT3688 引脚图 (QFN-88Pin)

6. 引脚信号说明

6.1 串口屏通讯接口

表 6-1: 串口屏通讯信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
			串口通信 (Uart) #0 接收数据输入
41	RX0	I	这是第 1 组 Uart 串行通信的数据输入口,专门用来接收主控
			端 MCU 的 TX 所送来的串口屏指令信息。
			串口通信 (Uart) #0 发送数据输出
42	TX0	0	这是第 1 组 Uartt 串行通信的数据输出口,专门用来传送串口
			屏的指令反馈信息到主控端 MCU 的 RX。



6.2 TFT LCD 屏接口信号

表 6-2: TFT LCD 屏接口信号

脚号	引脚名称	1/0	功 能 说 明
7, 8, 9, 10, 11,	R3, R4, R5, R6, R7	0	LCD 数据总线 - Red
12, 13, 14, 15, 16, 17	G2, G3, G4, G5, G6, G7	0	LCD 数据总线 – Green
19, 21, 23, 24, 25	B3, B4, B5, B6, B7	0	LCD 数据总线 - Blue
26	DCLK	0	LCD 屏幕扫描时钟信号 屏幕扫描时钟信号连接至通用的 TFT 驱动接口讯号。此信号为 内部 PPLL 驱动产生。
29	VSYNC	0	LCD 垂直同步信号 垂直同步信号 VSYNC 连接至通用的 TFT 驱动接口讯号。
28	HSYNC	0	LCD 水平同步信号 水平同步讯号 HSYNC 连接至通用的 TFT 驱动接口讯号。
27	DE	0	LCD 屏幕数据使能 此信号为连接至通用 TFT 驱动接口的数据有效或数据使能信号。
47	DISP	0	LCD On/Off 控制信号 此信号为连接至 TFT 屏接口的数显示开启或关闭控制信号。

6.3 SPI Flash 接口信号

表 6-3: SPI Flash 接口信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明	
60	CS#	0	SPI Flash 的芯片选择信号	
60			此信号为 LT3688 对外部 SPI Flash 的片选输出。	
C1	MISO	I	接收 SPI Flash 的数据输入信号	
61			此信号为 LT3688 由外部 SPI Flash 的读取数据输入。	
62	MOSI	MOCI	0	输出到 SPI Flash 的数据信号
02		0	此信号为 LT3688 输出数据到外部 SPI Flash。	
F0	SCK	SCK O	SPI 串行时钟信号	
59			此引脚是提供到外部 SPI Flash 的时钟信号输出。	



6.4 SD 卡控制信号

表 6-4: SD 卡控制信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
55	SD_CMD	0	SD 卡命令信号
46	SD_DET	I	SD 卡侦测信号
56	SD_CLK	0	SD 卡时钟信号
57	SD_D0		
58	SD_D1	10	CD F##相停日
53	SD_D2	Ю	SD 卡数据信号
54	SD_D3		

6.5 触控屏信号

表 6-5: 触控屏信号

Pin#	引脚名称	1/0	功 能 说 明
66	X1	I	电阻屏 X1 信号
65	X2	I	电阻屏 X2 信号
64	Y1	I	电阻屏 Y1 信号
63	Y2	I	电阻屏 Y2 信号
18	SCK	0	I2C 时钟信号 使用电容屏时的 I2C 时钟信号。
6	SDA	Ю	I2C 数据信号 使用电容屏时的 I2C 数据信号。
39	CTP_RST#	0	使用电容屏时为电容屏上的复位信号。
38	CTP_INT	I	使用电容屏时为电容屏上的 I2C 中断信号。

6.6 USB 控制信号

表 6-6: USB 控制信号

Pin#	引脚名称	1/0	功 能 说 明	
60	DP IO	0 00	10	USB 数据端(Positive)
69		Ю	此为 USB 数据端 DP 的信号。	
60	DM	Ю	USB 数据端(Negative)	
68			此为 USB 数据端 DM 的信号。	



6.7 音频控制信号

表 6-7: 音频控制信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
88	ACHR	0	音频输出右声道 此为音频输出右声道信号,接到外部音频功率放大电路。
1	ACHL	0	音频输出左声道 此为音频输出左声道信号,接到外部音频功率放大电路。
40	SHDN	0	音频 On/Off 控制信号 此信号用来开启或是关闭外部音频功放电路。
2	FB	I	音频参考信号 此信号为音频参考反馈信号。必须外接一个 1uF 电容到地。

6.8 其他控制信号

表 6-8: 其他控制信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
37 43	PWM0 PWM1	0	PWM 输出 此为 LT368B 内部 PWM 输出。 PWM0 作为串口屏的背光控制信号使用。
49	RX1	I	串口通信 (Uart) #1 接收数据输入 这是第 2 组 Uart 串行通信的数据输入口。
48	TX1	0	串口通信 (Uart) #1 发送数据输出 这是第 2 组 Uart 串行通信的数据输出口。

6.9 晶振与电源信号

表 6-9: 晶振与电源信号

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
51	OSCI	_	External Osc Input
52	OSCO	0	External Osc Output
70	RST#	I	复位输入信号 当 RST# = 0 时,将对内部 MCU 产生复位动作,除了少数由 POR 才能复位的寄存器外,大多数由 MCU 控制的寄存器将回 复到默认值。
5, 20, 50, 67, 73	VCC	PWR	3.3V 电源输入(System)



表 6-9: 晶振与电源信号 (续)

Pin#	引脚名称	I/O	功 能 说 明
80	AVCC	PWR	3.3V 电源输入 (Analog)
30, 31, 32, 34, 36	VDRAM	PWR	2.5V SDRAM 电源输入
22, 35, 71	VCORE	PWR	1.1V 内核电源输入
4	VCH	PWR	音频电源输入 必须外接一个 10Uf 滤波电容到地。
81 83	VREF1 VREF2	PWR	仿真电源参考电压
33	SVREF	PWR	SDRAM 电源参考电压
74	GND	PWR	GND 接地
82	AGND	PWR	GND 接地(Analog)
89	Thermal Pad	PWR	GND 接地散热焊盘 IC 的背部散热焊盘直接接地(VSS/GND)。



7. 电气特性

7.1 极限参数

表 7-1: 电气极限参数表

Symbol	Description	Range	Unit
VCC _C	数字电源电压	-0.3 ~ 3.6	V
AVCC	模拟电源电源电压	-0.3 ~ 3.6	V
VDRAM	SDRAM 电源电压	-0.3 ~ 2.7	V
VCORE	内核电源电压	-0.3 ~ 1.3	V
V _{IN}	逻辑输入电压	-0.3 ~ VCC+0.3	V
V _{OUT}	逻辑输出电压	-0.3 ~ VCC+0.3	V
P _D	最大功耗	≦300	mW
T_{OPR}	工作温度范围	-20 ~ 85	°C
T _{ST}	储存温度范围	-65 ~ 150	°C
T _{SOL}	最高焊接温度	260	°C

提示:最大极限值是指超出该工作范围时,芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内,器件功能正常,但并不完全保证满足个别性能指针。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指针的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数,本规范不予保证其精度,但其典型值合理反映了器件性能。

7.2 DC 电气参数

表 7-2: DC 电气参数表

Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit
数字电源电压	VCC	3.0	3.3	3.6	V
模拟电源电压	AVCC	3.0	3.3	3.6	
SDRAM 电源电压	VDRAM	2.3	2.5	2.7	
内核电源电压	VCORE	1.0	1.1	1.2	
输入高电位	V _{IH}	VCC*0.7	_	VCC+0.3	V
输入低电位	V _{IL}	-0.2	_	VCC*0.3	V
输出高电位	V _{OH}	VCC-0.2	_	VCC	V
输出低电位	V _{OL}	0	_	0.2	V



表 7-2: DC 电气参数表 (续)

Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit
高电位输入电流	I _{IH}			10	uA
低电位输入电流	I _{IL}			10	uA
上拉电阻	R_{PU}		100	150	Kohm
下拉电阻	R_{PU}		100	150	Kohm
Off_State Leakage Current	l _{OZ}	0	_	10	uA

(条件: V_{CC} = 3.3V, T_A = 25℃)

表 7-3: 功耗参数表

Parameter	480P	720P	Unit
VCC	22	25	mA
AVCC	15	15	mA
VDRAM	40	68	mA
VCORE	45	50	mA

(条件: $V_{CC} = 3.3V$, $T_A = 25$ °C, 800*480 TFT Panel, Play MP4)



8. 硬件接口

8.1 主控端 MCU 通讯接口

LT3688 与主控端 MCU 通信的模式是透过 UART 接口,相关的软件设置及通讯协议可以参考<u>乐升半</u>导体的串口屏开发软件使用说明书。

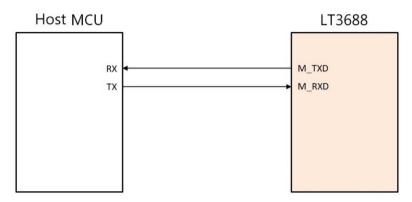


图 8-1: 与主控端 MCU 的通信模式

8.2 TFT 屏的控制接口

LT3688与 TFT 屏是透过标准的 RGB 信号连接。

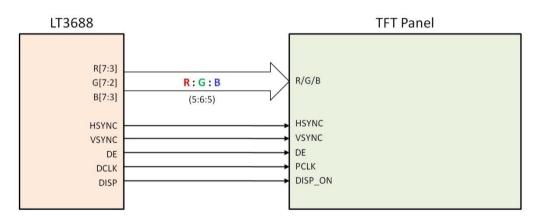


图 8-2: LT3688 与 TFT 屏连接



8.3 SPI Flash 控制接口

LT3688 的串口程序主要是放在外部 SPI Flash 内,在电源开启后会加载到 LT3688 的快取内存,SPI Flash 存放的串口协议程序支持乐升半导体的 TFT 屏串口指令,用户可以用乐升半导体提供的串口屏开发软件,将已经设计好的图片、动画等 UI 结构流程导入,完成 TFT 显示的开发。

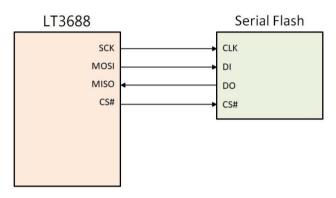


图 8-3: LT3688 连接到 SPI Flash 的应用电路

8.4 SD 卡接口

LT3688 串口屏必须使用 SD 卡, 串口屏的 UI 数据如图片、GIF 动画、MP4 视频文件、MP3 音乐文件、矢量字库等是存放在 SD 卡内口,连接方式如下,详细操作模式请参考 LT3688 应用手册 (LT3688 UartTFT AP Note Vxx CH.pdf)。

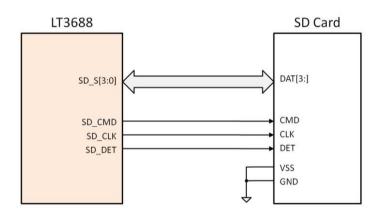


图 8-4: LT3688 连接到 USB 的应用电路



8.5 USB接口

LT3688 提供 USB 接口,透过 USB 接口可以更新 SPI Flash 内的程序及 SD 卡内的数据。

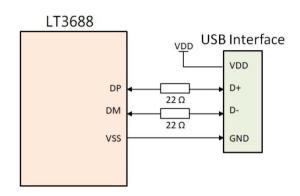


图 8-5: LT3688 连接到 USB 的应用电路

8.6 触控屏接口

LT3688 可以连接电阻式或是电容式触控屏,并且配合串口屏程序将触控信息传递给主控端,如下图。

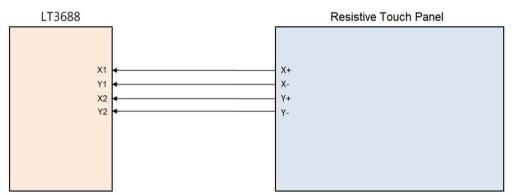


图 8-6: LT3688 连接到电阻式触控屏

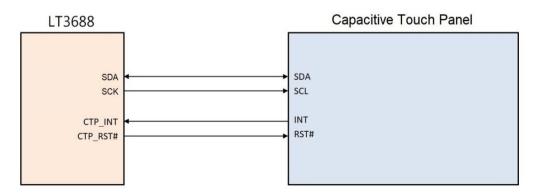


图 8-7: LT3688 连接到电容式触控屏



8.7 背光控制接口

LT3688 提供 PWM 输出作为背光控制接口,可以用来控制 TFT 背光,参考原理图如下:

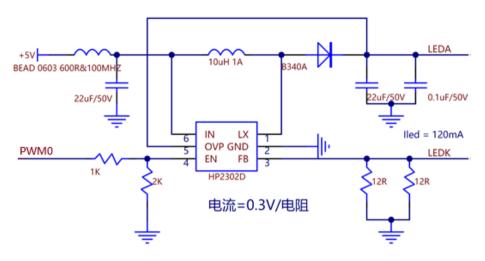


图 8-8: 背光控制参考原理图

8.8 声音输出接口

LT3688 提供音频输出信号,用来播放 MP3 音乐,SHDN 可以用来开启或是关闭声音输出电路,参考原理图如下:

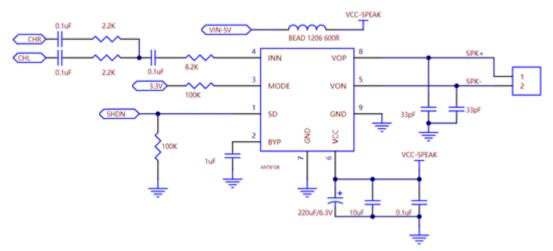


图 8-9: 声音输出参考原理图



9. 串口屏指令与显示功能

9.1 串口指令

LT3688 支持的 TFT 串口屏指令,包括图片静态显示、图片动态显示、MP4 视频播放、MP3 音乐播放、画中画 (PIP)、GIF 动画显示、几何图形、矢量文字显示等等,如下表 9-1 所示。而随着不同硬件与功能需求,会不定期的增加指令让 LT3688 TFT 串口屏能有更广的应用。

表 9-1: 串口屏指令集

主功能	细项功能	指令码 (1Byte)
	单张/多张图片	80h, 85h, 8Ah, 8Fh,
	循环播放	81h, 84h
	透明图片	82h
显示图片	GIF 动画	88h, 89h
	弹出图片	D8h
	循环卷动	D9h, DBh
	数字图片	90h, 91h
	控件滑条	94h, 95h
	环形触控滑条	96h, 97h
显示控件	显示单一控件图片	A0h, A1h
图片	虚拟控件	A2h, A3h
	显示底图及控件图片	9Bh, 9Ch
	播放 MP3 音乐	F9h
早◇ 卒∤平 2 / 1	播放 MP4 视频	FAh, FBh
影音播放	播放控制	F8h
	设定音量	F7h
	进度条指标图	B0h
指标与造图	指针指标图	B1h
指怀刁逗图	显示环形指标图	DCh
	二维码生成	98h
	今庆 1 /	C0h, C1h,
显示字库	字库-1~4	C2h, C3h
	矢量字库	FCh, FDh
数字键盘	数字键盘输入界面	A4h, A5h
北小古中	设置亮度	BAh
背光亮度	On/Off	BCh
串口屏复位	串口屏复位	BDh
开机/合并指令	开机指令	9Ah

主功能	细项功能	指令码 (1Byte)
	画点	DFh
	直线	E0h
	空心圆形	E1h
	实心圆形	E2h
	带框实心圆形	E3h
	空心椭圆	E4h
	实心椭圆形	E5h
	带框实心椭圆	E6h
	空心矩形	E7h
	实心矩形	E8h
	带框矩形	E9h
口有商业	画空心圆角矩形	EAh
几何图形	画实心圆角矩形	EBh
	画带框实心圆角矩形	ECh
	画空心三角形	EDh
	画实心三角形	EEh
	画带框实心三角形	EFh
	画空心四边形	F0h
	画实心四边形	F1h
	画空心五边形	F2h
	画实心五边形	F3h
	画圆柱体	F1h
	画方柱体	F2h
	画表格视窗	F3h
中口尼佐河	联机检查	BEh
串口屏侦测	版本侦测	BFh
չու ւ ուսեւ	设定时钟	8Ch
设定时钟	读取时钟	8Dh
显示数字时钟 指令	显示数字时钟	92h



在使用 TFT 串口屏之前必须先依据产品需求、TFT 屏规格等规划 UI 界面及控制流程、然后利用<u>乐升</u>半导体提供了图文整合编译器(UartTFT_Tool.exe)或是 图文 U 编辑器(UI_Editor.exe)两种上位机软件开发,两者都可以单独对 LT3688 的 TFT 串口屏进行设置及显示功能的开发,上位机软件开发时会将使用到的图片、文字、动画等信息产生 Bin 檔,开发过程可以用上位机软件工具去验证,或是用<u>乐升半导体</u>提供的 UI_Emulator 仿真器去验证,也就是做 TFT 屏显示画面的前期验证,验证后开发者再将 Bin 檔存到 TFT 串口屏 SD 卡的目录内,如果有用到视频、MP3 播放或是矢量字库也必须将这些档案存到 SD 卡内,然后透过 USB 转 RS232 的控制线对 TFT 串口屏进行模拟,详细的操作请参考 LT3688 应用手册(LT3688 UartTFT AP Note Vxx CH.pdf)。



图 9-1: TFT 串口屏示意图



9.2 LT3688 串口屏协议表

表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表

主	<i>4</i> ПТЖ				端 发 送口屏接收)					端 接 收口屏发送		
功 能	功能	起始码 (1Bytes)	指令码 (1Byte)	序号	指令参数	CRC 码	结束码 (4Bytes)	起始码 (1Bytes)	指令码 1Byte)	序号	信息码/ 反馈码 (1Bytes)	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)
	单张/ 多张图片	Start	80h	nn		CRC	End	Start	80h	nn	信息码	CRC	End
	取消显示单 张/多张图 片	Start	8 5h	nn		CRC	End	Start	85h	nn	信息码	CRC	End
	单张/ 多张图片	Start	8Ah	nn		CRC	End	Start	8Ah	nn	信息码	CRC	End
	单张图片	Start	8Fh	nn	X, Y, PNG, Pnn	CRC	End	Start	8Fh	nn	信息码	CRC	End
	循环拨放	Start	81h	nn		CRC	End	Start	81h	nn	信息码	CRC	End
显示	取消循环 拨放	Start	84h	nn		CRC	End	Start	84h	nn	信息码	CRC	End
图	透明图片	Start	82h	nn		CRC	End	Start	82h	nn	信息码	CRC	End
片	GIF 动画	Start	88h	nn		CRC	End	Start	88h	nn	信息码	CRC	End
	取消 GIF 动 画	Start	89h	nn		CRC	End	Start	89h	nn	信息码	CRC	End
	弹出图片	Start	D8h	nn		CRC	End	Start	D8h	nn	信息码	CRC	End
	循环卷动	Start	D9h	nn		CRC	End	Start	D9h	nn	信息码	CRC	End
	取消循环卷 动	Start	DBh	nn		CRC	End	Start	DBh	nn	信息码	CRC	End
	数字图片	Start	90h	nn	ddd.d	CRC	End	Start	90h	nn	信息码	CRC	End
	真彩数字图 片	Start	91h	nn	ddd.d	CRC	End	Start	91h	nn	信息码	CRC	End
		Start	A0h	nn		CRC	End	Start	A0h	nn	信息码	CRC	End
	显示单一控 件图片			按下控	件图片时			Start	A0h	nn	31h	CRC	End
显	1111/1			放开控	件图片时			Start	A0h	nn	30h	CRC	End
示 控	取消单一控 件图片	Start	A1h	nn		CRC	End	Start	A1h	nn	信息码	CRC	End
件 图		Start	A2h	nn		CRC	End	Start	A2h	nn	信息码	CRC	End
片	虚拟控件			按下控	件图片时			Start	A2h	nn	31h	CRC	End
				放开控	件图片时			Start	A2h	nn	30h	CRC	End
	取消虚拟控件	Start	A3h	nn		CRC	End	Start	A3h	nn	信息码	CRC	End



表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表 (续)

主	∠ mτ ∓	主 控 端 发 送 细项 (TFT 串口屏接收)								主 控 i	端接收 3年发送		
功 能	功能	起始码 (1Bytes)	指令码 (1Byte)	序号	指今参数	CRC 码	结束码 (4Bytes)	起始码 (1Bytes)	指令码 1Byte)	序号 (1Byte)	信息码/ 反馈码 (1Bytes)	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)
显		Start	9Ch	00		CRC	End	Start	9Ch	00	信息码	CRC	End
示 控	显示底图 及所有控			屏幕	滑动后			Start	9Ch	页号	信息码	CRC	Start
件 图	件图片			按下控	件图片时			Start	9Bh	图标 ID 号	31h	CRC	End
片				放开控	件图片时			Start	9Bh	图标 ID 号	30h	CRC	End
	设置触控	Start	94h	nn		CRC	End	Start	94h	nn	信息码	CRC	End
	滑条			触控滑象	系被按下时			Start	94h	nn	Value (1 Byte)	CRC	End
触控滑条	移除触控 滑条	Start	95h	nn		CRC	End	Start	95h	nn	信息码	CRC	End
控制	设置环形	Start	96h	nn		CRC	End	Start	96h	nn	信息码	CRC	End
	触控滑条		环形触控滑条被按下时					Start	96h	nn	Value (1 Byte)	CRC	End
	移除环形 触控滑条	Start	97h	nn		CRC	End	Start	97h	nn	信 息 码	CRC	End
指	进度条 指标图	Start	B0h	nn	Value (2 Bytes)	CRC	End	Start	B0h	nn	信息码	CRC	End
标 与	指针指标图	Start	B1h	nn	Angle	CRC	End	Start	B1h	nn	信息码	CRC	End
造	环形指标图	Start	DCh	nn	S_Angle, A_Angle	CRC	End	Start	DCh	nn	信息码	CRC	End
<u>图</u>	二维码生成	Start	98h	nn	字符串	CRC	End	Start	98h	nn	信息码	CRC	End
	字库-1	Start	C0h	nn	字符串	CRC	End	Start	C0h	nn	信息码	CRC	End
	字库-2	Start	C1h	nn	字符串	CRC	End	Start	C1h	nn	信息码	CRC	End
显	字库-3	Start	C2h	nn	字符串	CRC	End	Start	C2h	nn	信息码	CRC	End
示	字库-4	Start	C3h	nn	字符串	CRC	End	Start	C3h	nn	信息码	CRC	End
字串		Start	FCh	nn	字符串	CRC	End	Start	FCh	nn	信息码	CRC	End
中	矢量字库	Start	FDh		Name,X0, Y0,X1,Y1,C olor,Color -B,Size,H_ Ali,V_Ali,Tr , String	CRC	End	Start	FDh	nn	信息码	CRC	End
背光	设置亮度	Start	BAh		BL (00~0Fh)	CRC	End	Start	BAh	BL (00~0Fh)	信息码	CRC	End
亮度	On/Off	Start	BCh		00或01	CRC	End	Start	BCh	00或01	信息码	CRC	End



表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表 (续)

主					端发送						端接收		
功	细项		((TFT 串	口屏接收)				(TFT 串		()	
能	功能	起始码 (1Bytes)	指令码 (1Byte)	序号 (1Byte)	指令参数	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)	起始码 (1Bytes)	指令码 1Byte)	序号 (1Byte)	信息码/ 反馈码 (1Bytes)	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)
	画点	Start	DFh	nn		CRC	End	Start	DFh	nn	信息码	CRC	End
	直线	Start	E0h	nn		CRC	End	Start	E0h	nn	信息码	CRC	End
	空心圆形	Start	E1h	nn		CRC	End	Start	E1h	nn	信息码	CRC	End
	实心圆形	Start	E2h	nn		CRC	End	Start	E2h	nn	信息码	CRC	End
	带框实心 圆形	Start	E3h	nn		CRC	End	Start	E3h	nn	信息码	CRC	End
	空心椭圆	Start	E4h	nn		CRC	End	Start	E4h	nn	信息码	CRC	End
	实心椭圆形	Start	E5h	nn		CRC	End	Start	E5h	nn	信息码	CRC	End
	带框实心 椭圆	Start	E6h	nn		CRC	End	Start	E6h	nn	信息码	CRC	End
	空心矩形	Start	E7h	nn		CRC	End	Start	E7h	nn	信息码	CRC	End
	实心矩形	Start	E8h	nn		CRC	End	Start	E8h	nn	信息码	CRC	End
	带框矩形	Start	E9h	nn		CRC	End	Start	E9h	nn	信息码	CRC	End
л	空心圆角 矩形	Start	EAh	nn		CRC	End	Start	EAh	nn	信息码	CRC	End
何 图	实心圆角 矩形	Start	EBh	nn		CRC	End	Start	EBh	nn	信息码	CRC	End
形	带框圆角 矩形	Start	ECh	nn		CRC	End	Start	ECh	nn	信息码	CRC	End
	空心三角形	Start	EDh	nn		CRC	End	Start	EDh	nn	信息码	CRC	End
	实心三角形	Start	EEh	nn		CRC	End	Start	EEh	nn	信息码	CRC	End
	带框三角形	Start	EFh	nn		CRC	End	Start	EFh	nn	信息码	CRC	End
	画空心 四边形	Start	F0h	nn		CRC	End	Start	F0h	nn	信息码	CRC	End
	画实心 四边形	Start	F1h	nn		CRC	End	Start	F1h	nn	信息码	CRC	End
	画空心 五边形	Start	F2h	nn		CRC	End	Start	F2h	nn	信息码	CRC	End
	画实心 五边形	Start	F3h	nn		CRC	End	Start	F3h	nn	信息码	CRC	End
	圆柱体	Start	F4h	nn		CRC	End	Start	F4h	nn	信息码	CRC	End
	方柱体	Start	F5h	nn		CRC	End	Start	F5h	nn	信息码	CRC	End
	表格视窗	Start	F6h	nn		CRC	End	Start	F6h	nn	信息码	CRC	End
开机指令	开机指令	Start	9Ah	00		CRC	End	Start	9Ah	00	信息码	CRC	End
合并指令	合并指令	Start	9Ah	nn		CRC	End	Start	9Ah	nn	信息码	CRC	End
串口屏 复位	串口屏复位	Start	BDh			CRC	End	Start	BDh	00	信息码	CRC	End



表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表 (续)

主	细项				端 发 送 口屏接收))				主 控 i	端接 收口屏发送	-	
能	功能	起始码 (1Bytes)	指令码 (1Byte)	序号 (1Byte)	指令参数	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)	起始码 (1Bytes)	指令码 1Byte)	序号 (1Byte)	信息码/ 反馈码 (1Bytes)	CRC 码 (2Bytes)	结束码 (4Bytes)
	播放 MP3 音乐	Start	F9h		REP(Bit7) + MP3 编 号	CRC	End	Start	F9h	nn	信息码	CRC	End
影音	播放 MP4 视频	Start	FAh	nn	X,Y,Width, Height,M ode	CRC	End	Start	FAh	nn	信息码	CRC	End
播	17099	Start	FBh	nn		CRC	End	Start	FBh	nn	信息码	CRC	End
放	播放控制	Start	F8h		Mode	CRC	End	Start	F8h	nn	信息码	CRC	End
	设定音量	Start	F7h		Volume (00~30h)	CRC	End	Start	F7h	nn	信息码	CRC	End
		Start	A4h	00		CRC	End	Start	A4h	nn	信息码	CRC	End
数 字	数字键盘		按下数字键后						A4h	nn	ASCII + 信 息 码	CRC	End
建盘	输入		按下 CR 键后				Start	A4h	nn	ASCII + 信 息 码 + 内 容	CRC	End	
ш.	取消数字键 盘	Start	A5h	00		CRC	End	Start	A5h	nn	信息码	CRC	End
串口屏	联机检查	Start	BEh			CRC	End	Start	BEh	00	5Ah, or 55h	CRC	End
侦测	版本检查	Start	BFh			CRC	End	Start	BFh	MCU Code(5Byte s) + Module Info. (42)	信息码	CRC	End
设定时钟	设定时钟	Start	8Ch		Y, M, D, H, M, S, W (7 Bytes)	CRC	End	Start	8Ch	00	信息码	CRC	End
тисн	读取时钟	Start	8Dh			CRC	End	Start	8Dh	Y, M, D, H, M, S, W (8)	信息码	CRC	End
显示时钟	显示数字 时间、日期	Start	92h	nn		CRC	End	Start	92h	nn	信息码	CRC	End



9.3 RS-232 (UART) 通讯协议

主控端的系统或是主板透过 UART 串口传递显示命令给 LT3688 TFT 串口屏时,除了 指令码、序号、指令参数 外还要加上 1 个 Byte 的 起始码(固定为 0xAA)、2 个 Byte 的 CRC 码、4 个 Byte 的 结束码(固定为 0x E4、0x 1B、0x 11、0x EE),指令信息如下表:

表 9-3: 串口屏接收的	指令	信息
---------------	----	----

起始码	指令码	序号	指令参数	CRC 码	结束码
0xAA (1 Byte)	1 Byte	1 Byte	n Bytes	2 Bytes	0xE4、0x1B、0x11、0xEE (4 Bytes)

CRC 码的产生可以参考如下范例:

```
chkSum = Rx CRC CCITT(txBuf,txLen);
 txBuf[txLen++] = (chkSum>>8)&0xFF;
 txBuf[txLen++] = chkSum&0xFF;
unsigned int Rx CRC CCITT(unsigned char *puchMsg, unsigned int usDataLen)
 unsigned char i = 0;
 unsigned short wCRCin = 0x0000;
 unsigned short wCPoly = 0x1021;
 unsigned char wChar = 0;
 while (usDataLen--)
   wChar = *(puchMsg++);
   wCRCin ^= (wChar << 8);
   for(i = 0; i < 8; i++)
     if (wCRCin & 0x8000)
       wCRCin = (wCRCin << 1) ^ wCPoly;
     wCRCin = wCRCin << 1;
   }
 }
 return (wCRCin);
```



串口屏在收到主控端的系统或是主板指令后会通常会响应 10 个 Byte 信息,包括 起始码、指令码、序号、信息码、CRC 码、结束码,第一个 Byte 是起始码,然后是传回所收到的指令,第三个是序号,第四个传回串口屏执行结果的信息码,第五、六个是 CRC 码,最后是 4 个 Bytes 的 结束码:

表 9-4: 串口屏返馈的信息

起始码	指令码	序号	信息码	CRC 码	结 束 码
ОхАА (1 Byte)	1 Byte	一般指令 (1 Byte) 8Dh指令 (8 Bytes) BFh指令 (47 Bytes)	1Byte 0x00: 执行完该指令 0x01: 串口指令参数错误 0x02: 不存在该指令 0x03: 指令 Flash 配置溢出 0x04: CRC 码校正错误 0x05: Flash 数据异常 BEh 指令: 0x5A: Ready 0x55: Not Ready 94h 触控滑条指令: 代表进度条指标的百分比位置 A0h, A1h, 9Ch/9Bh 控件指令: 0x31: 按下控件 0x30: 放开控件	2 Bytes	OxE4、Ox1B、Ox11、OxEE (4 Bytes)

在串口屏返馈的信息结构中,序号在某些指令也代表不同的意思,如控件滑动的 9Ch 指令其序号代表 页号、9Bh 指令其序号代表图标 ID 号、设置亮度 BAh 指令其序号代表背光亮度、MP3 播放 F9h 指令其序 号代表 MP3 编号、读取时钟 8Dh 指令其序号有 8 个 Bytes 代表时钟信息、版本检查 BFh 指令其序号有 47 个 Bytes 代表串口屏信息。



10. 封装信息

■ LT3688 (QFN-88pin)

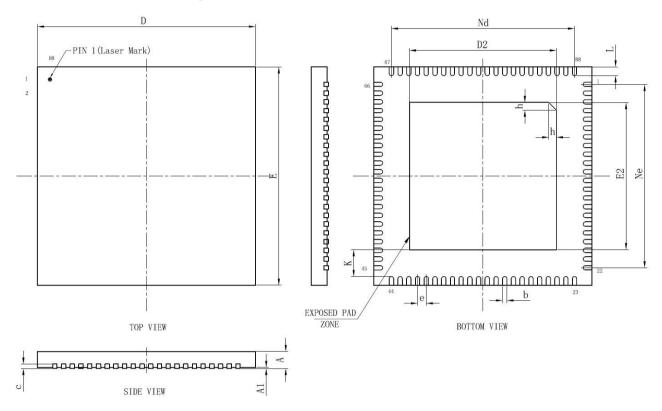


图 10-1: LT3688 外观尺寸图

表 10-1: LT3688 尺寸参数

Symbol	Millimeter			Symbol	Millimeter		
	Min.	Nor.	Min.	Symbol	Min.	Nor.	Min.
А	0.80	0.85	0.90	Nd	8.40REF		
A1	0	0.02	0.05	E	9.9	10.0	10.10
b	0.15	0.20	0.25	E2	6.64	6.74	6.84
С	0.18	0.20	0.25	Ne	8.40REF		
D	9.9	10.0	10.10	L	0.30	0.40	0.50
D2	6.64	6.74	6.84	K	0.20	-	-
е	0.40BSC		h	0.30	0.35	0.40	
L/F 载体尺寸 (Mil)		300x300					

提示: PCB 布局时, LT3688 背部的散热焊盘 (Thermal Pad Zone) 必须直接接地。



11. 版本记录

表 11-1: 规格书版本记录

版 别	发布日期	改 版 说 明		
V1.0	2020/3/5	LT3688 Preliminary Release		
V1.0A	2020/5/7	 更新表 9-1: 串口屏指令集表 更新表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表 		
V1.1	2020/9/17	 更新表 9-1: 串口屏指令集表,新增环形触控滑条、数字键盘输入接口、显示数字时钟等指令 更新表 9-2: 主控端与 LT3688 串口屏协议表 		

12. 版权说明

本文件之版权属于<u>乐升半导体</u>所有,若需要复制或复印请事先得到<u>乐升半导体</u>的许可。本文件记载之信息虽然都有经过校对,但是<u>乐升半导体</u>对文件使用说明的规格不承担任何责任,文件内提到的应用程序仅用于参考,<u>乐升半导体</u>不保证此类应用程序不需要进一步修改。<u>乐升半导体</u>保留在不事先通知的情况下更改其产品规格或文件的权利。有关最新产品信息,请访问我们的网站 Http://www.levetop.cn 。