



LT7589

Uart TFT 串口屏控制芯片

High Performance Uart TFT Display Controller

简易版规格书

V1.3

www.levetop.cn

Levetop Semiconductor Co., Ltd.

版別紀錄

版 别	发 布 日 期	改 版 说 明
V1.0	2024/10/29	● LT7589 Preliminary Release
V1.0A	2024/12/30	● 原理图标示更新
V1.1	2025/03/20	● 原理图更新 ● VDD33_IO Pin 脚说明更新
V1.2	2025/04/21	● 更新引脚 LCD_XI 的说明 ● 更新表 6-4: 外部串行 Flash 信号说明 ● 原理图更新
V1.3	2025/11/28	● 更新表 8-1: QFN-96Pin 尺寸参数 ● 更新图 9-2: LT7589B 参考原理图

版權說明

本文件之版权属于乐升半导体所有，若需要复制或复印请事先得到乐升半导体的许可。本文件记载之信息虽然都有经过校对，但是乐升半导体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，乐升半导体不保证此类应用程序不需要进一步修改。乐升半导体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](http://www.levetop.cn) 。

目 录

版别纪录	2
版权说明	2
目 录	3
图附录	5
表附录	5
1. 芯片介绍	6
2. 系统应用方块图	6
3. 内部方块图	8
4. 功能简介	9
5. 芯片脚位图	11
6. 引脚信号说明	13
6.1 SCI (Uart) 串口信号	13
6.2 LCD 屏接口信号	14
6.3 QSPI 信号	15
6.4 外部串行 Flash 信号	16
6.5 PWM 信号	17
6.6 USB 信号	18
6.7 GPIO 与中断信号	19
6.8 ADC 模拟信号	21
6.9 其他控制信号	21
6.10 电源与时钟信号	22
6.11 使用不同 TFT 屏的 IO 口资源	24
7. 功能说明	26
8. 封装信息	28
8.1 LT7589A (QFN-96pin)	28

8.2	LT7589B (LQFP-128pin).....	29
8.3	LT7589A PCB 板布局建议	30
9.	原理图	31

图附录

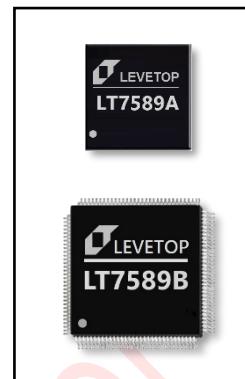
图 2-1: LT7589 设置在模块板上	6
图 2-2: LT7589 设置在系统主板上	7
图 2-3: LT7589 应用架构	7
图 3-1: LT7589 内部方块图	8
图 5-1: LT7589A 引脚图 (QFN-96Pin)	11
图 5-2: LT7589B 引脚图 (LQFP-128Pin)	12
图 7-1: LT7589 内部 MCU 与 TFT 图形加速器的通訊图	26
图 7-2: 与主控端 MCU 的通信模式	26
图 7-3: UI-Editor 工具画面	27
图 7-4: LT7589 内部存储器	27
图 8-1: QFN-96Pin 外观尺寸图	28
图 8-2: LQFP-128Pin 外观尺寸图	29
图 8-3: LT7589A 底部焊盘 PCB 的设计建议-1	30
图 8-4: LT7589A 底部焊盘 PCB 的设计建议-2	30
图 9-1: LT7589A 参考原理图	31
图 9-2: LT7589B 参考原理图	32

表附录

表 3-1: 型号说明	8
表 6-1: SCI (Uart) 串口信号	13
表 6-2: LCD 屏接口信号	14
表 6-3: QSPI 信号	15
表 6-4: 外部串行 Flash 信号	16
表 6-5: PWM 信号	17
表 6-6: USB 接口信号	18
表 6-7: 中断信号	19
表 6-8: ADC 模拟输入信号	21
表 6-9: 其他控制信号	21
表 6-10: 电源与时钟信号	22
表 6-11: LT7589A IO 口资源数量表	24
表 6-12: LT7589B IO 口资源数量表	25
表 8-1: QFN-96Pin 尺寸参数	28
表 8-2: LQFP-128Pin 尺寸参数	29

1. 芯片介绍

LT7589 是一款高效能 Uart TFT 串口屏控制芯片。内部结合了 32bit RISC MCU 及具有 TFT LCD 图形显示控制器的 GUI (Graphical User Interface)，主要的功能就是提供 Uart 串口通讯，让主控端 MCU 透过简易的串口指令就能轻易的将要显示的信息呈现到 TFT 屏上。LT7589 内部硬件还提供 JPG 图片解码、PIP (Picture-in-Picture)、几何图形绘图等功能，能够提升 TFT 屏显示效率，及降低 MCU 处理图形显示所花费的时间，LT7589 支持的显示分辨率由 480*480 (QVGA) 到 1280*800，用于 16/24bits 的 RGB 接口显示屏。



LT7589 内部的 MCU 主频最高为 200MHz，含有 2MB Flash、768KB SRAM、16MB 显示内存，并结合 **JPG 解码器**、2D 图形加速显示器、DMA 数据读取、与高速 **QSPI Flash 接口**，用来快速读取储存在外部 QSPI Flash 的图片、动画、字库等信息，具有良好的显示效能。LT7589 可以配合 乐升半导体 开发的 UI 编辑软件 (UI_Editor)、模拟软件 (UI_Emulator)，直接在电脑上将设计好的 UI 素材与显示交互逻辑进行导入与显示界面开发，其所支持的显示功能包括图片显示、动画显示、滑动菜单显示、进度条显示、字符串显示、中英文键盘、数字键盘、模拟时钟、数字时钟、指针显示、二维码生成、多国语言、音频播放、变量控制，及结合触控屏或编码器功能的控制效果等等。除了串口屏 Uart 通讯接口，LT7589 还提供多组的 SCI(Uart)接口可以连接如蓝牙模块、WiFi 模块等元件，也提供 **CanBus**、SD 卡 (SPI 模式)，模拟输入 AIN、PWM 及 INT 中断等接口，还自带 RTC 时钟。亦可用于 Little VGL 的 GUI 图形开发，具有良好的流畅度与极高的性价比。

由于含有高容量的 Flash 及 SRAM，LT7589 也可以作为一个带 TFT 控制器的主控 MCU 来使用，将主控及 TFT 显示功能由一颗 LT7589 来完成，它的显示功能非常适合用在 1280x800 分辨率以下带 TFT-LCD 屏的电子产品上，或用来取代原单色屏产品，提升产品达到智能化显示信息、增加产品质感、档次。LT7589 强大的显示功能非常适合用在有 TFT-LCD 屏的电子产品上，如各式智慧家电、汽车仪表盘、摩托车面板、多功能事务机、工业控制、电子仪器、医疗美容设备、检测设备、充电设备、逆变器、UPS 等电源设备、音响设备、及带屏智能音箱、机器人等产品。

2. 系统应用方块图

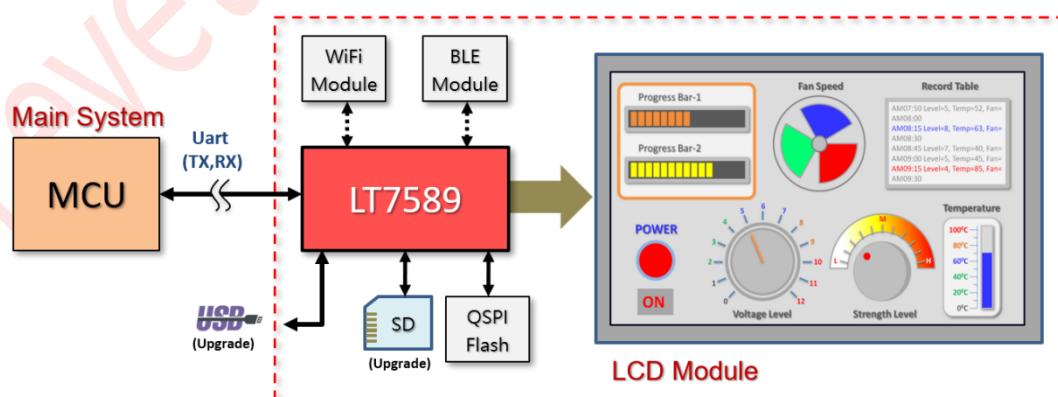


图 2-1：LT7589 设置在模块板上

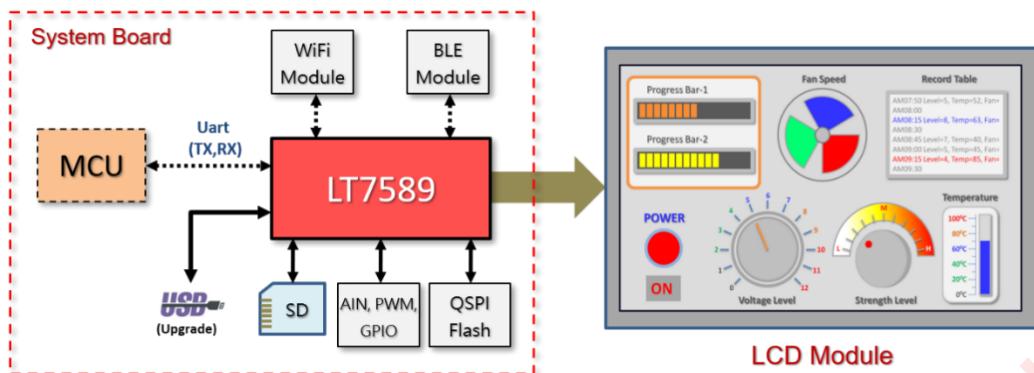


图 2-2: LT7589 设置在系统主板上

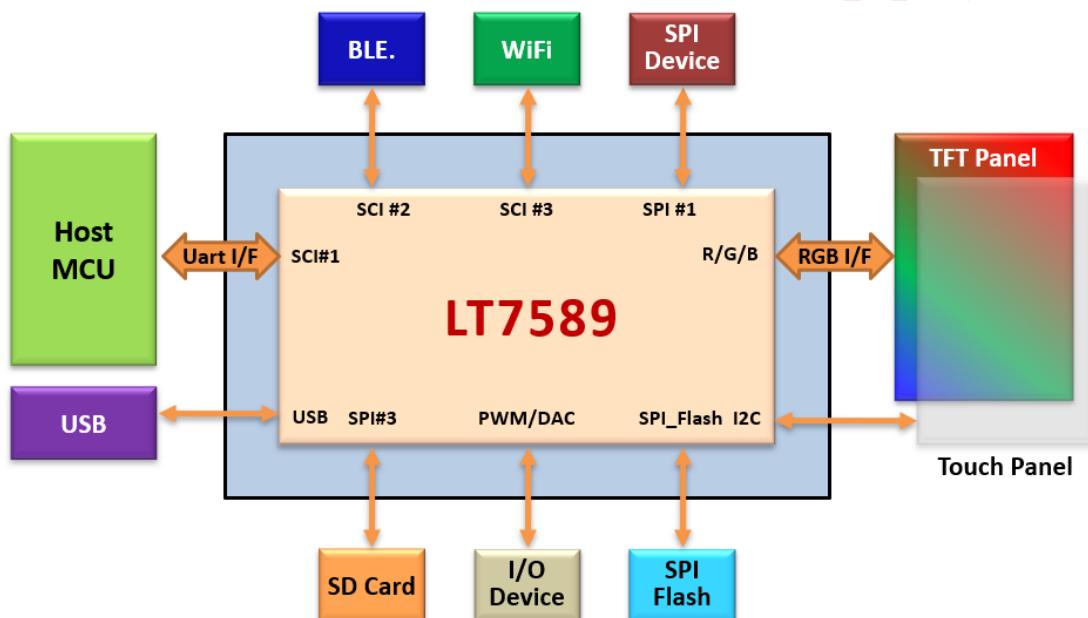


图 2-3: LT7589 应用架构

3. 内部方块图

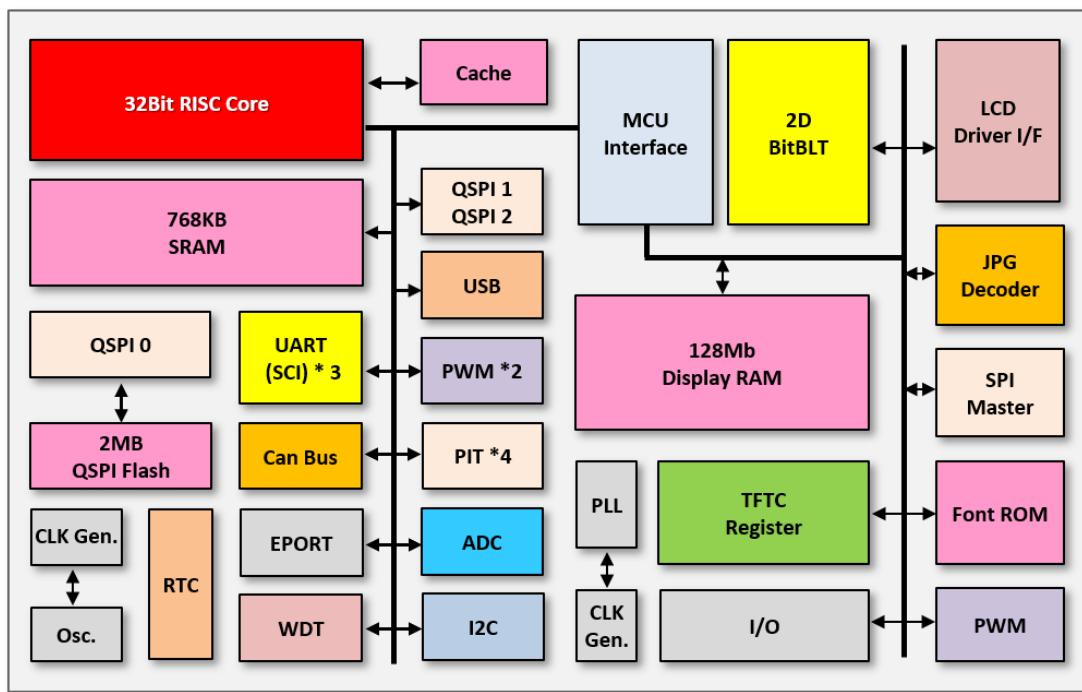


图 3-1: LT7589 内部方块图

表 3-1: 型号说明

型号	封装	内建显示内存	分辨率	色彩
LT7589A	QFN-96	128Mb	1280*800	16.7M 色 αRGB 8:8:8:8
LT7589B	LQFP-128	128Mb	1280*800	16.7M 色 αRGB 8:8:8:8

4. 功能简介

主控端 MCU 界面

- 支持 Uart、USB 接口。
- 内建高效能 32Bit MCU、主频为 180MHz, 最高可达 200MHz。

USB 界面

- 支持 USB2.0 Full Speed。

SCI (Uart)界面

- 提供 3 组 SCI (Serial Communications Interface)。
- 可连接外部 SCI 接口之元件或是模块

内存

- MCU 内建 2M bytes Flash。
- MCU 内建 512K+256K bytes SRAM。
- TFT 控制器内建 128Mb 的显示内存 (Display RAM)。

显示色彩数据格式

- 16bpp : 彩色 RGB 5:6:5 (2bytes/像素)。
- 24bpp : 彩色 RGB 8:8:8 (3bytes/像素或是 4bytes/像素)。
 - αRGB 4:4:4:4 (4,096 索引色/像素, 含透明度属性)
- 32bpp : 彩色 αRGB 8:8:8:8 (4bytes/像素)。

面板接口与分辨率

- 支持 16、24bits RGB 接口面板。
- 采用裸机开发时支持的分辨率:
 - VGA : 640*480 TFT 屏
 - WVGA : 800*480 TFT 屏
 - SVGA : 800*600 TFT 屏
 - XGA : 1024*768 TFT 屏
 - SXGA : 1280*1024 TFT 屏
- 串口屏开发时支持最大分辨率: 1280*800

显示功能

- 内建 JPG 硬件解码器
- 支持使用者可自行定义 4 个 32*32 的图形光标。
- 提供虚拟显示功能: 虚拟显示可显示大于 LCD 面板大小的图像, 这样图像可以在任何方向上轻松滚动。
- 提供画中画 (PIP) 显示: 支持两个 PIP 视窗区域: 启用的 PIP 视窗显示在主视窗的上层, 而 PIP1 视窗显示在 PIP2 视窗的上层。
- 支持多重显示功能: 可以在显示缓冲区之间切换主显示视窗, 达到简单的动画显示效果。
- 支持唤醒时迅速显图像功能。
- 支持镜像和垂直翻转显示功能。
- 彩带显示 (Color Bar Display) : 在没有对内部显示内存写入数据的情况下仍然可以以彩带的方式显示, 默认分辨率为 640*480 像素。

区块传输引擎 (BitBLT)

- 内建 2D BitBLT 引擎。
- 提供带光栅运算的复制图像功能。
- 提供颜色深度转换。
- 实心填充和图案填充功能:
 - 提供用户定义的 8*8 图像或 16*16 图像。
- 提供两个图像合成一个图像功能:
 - 色度键控功能 (Chroma-Keying) : 根据透明度将图像与指定的 RGB 颜色混合
 - 图形混合透明模式 (Window Alpha - Blending) : 根据指定区域内的透明度将两个图像混合。
 - 像素混合透明模式 (Dot Alpha - Blending) : 根据 RGB 格式及透明度将两个图像混合。

几何图形加速器

- 提供画点、线、曲线、椭圆、三角形、矩形、圆角矩形等绘图功能。

显示文字功能

- 内建 ISO/IEC 8859-1/2/4/5 的 8*16、12*24、16*32 字型。
- 支持使用者自定义半型字角与全型字 (8*16、12*24、16*32、16*16、32*32)。
- 支持 48*48、72*72 大全型字。
- 提供可程序文字光标。
- 支持垂直与水平放大字型 (*1, *2, *3, *4 倍)。
- 支持文字 90 度旋转。

SPI Master 界面

- TFT 图形加速器提供外部串行闪存 (Serial Flash) 数据复制至图框缓冲区。
- 兼容标准 QSPI 规格 NOR/NAND Flash)。
- 支持 Nand Flash 坏块处理。
- 支持 MCU 对 SPI Flash 的 by Pass Mode。
- 提供 16bytes 读取 FIFO 及 16bytes 写入 FIFO。
- 在 Tx FIFO 完全清空并且 SPI Tx/Rx 引擎闲置时会发出中断。
- 提供额外 2 组兼容标准 SPI 接口。

I2C 界面

- MCU 提供 I2C 接口与外部 I2C 装置连接。
- 提供标准传输模式 (100kbps) 与快速传输模式 (400kbps)。

PWM 界面

- MCU 提供 8 个 PWM 接口。
- TFT 控制器内建 2 组 16bits 计数器，提供 2 个 PWM 输出接口。
- 可程序化的工作周期定。

中断信号界面

- MCU 最多可提供 19 个中断输入接口。
- TFT 控制器提供 1 中断输出接口。

GPIO 界面

- MCU 最多可提供 24 个 GPIO 接口。
- TFT 控制器最多可提供 17 个 GPIO 接口。

模拟输入界面

- MCU 提供 8 个 ADC 的模拟输入接口。

复位方式

- MCU 提供 电源开启复位、外部复位输入、软件复位、看门狗复位 和 电压侦测复位
- TFT 控制器提供电源启动复位、外部硬件复位和软件命令复位。

省电模式

- 提供 3 种省电模式：待机 (Standby)、休眠 (Suspend) 与睡眠 (Sleep) 模式。
- 支持使用 MCU 唤醒。

时钟 (Clock)

- MCU 与 TFT 控制器独立时钟。
- MCU 内建精准高频时钟
- 内建 RTC、外部 32KHz 晶振电路。
- TFT 控制器内建可程序化 PLL，提供内部时钟、外部 LCD 时钟、内部显示内存时钟。

电源供应

- VDD 电压：3.3V +/- 0.3V。
- 内建 1.2V LDO。

封装型式

- QFN-96Pin (10*10mm²) 封装。
- LQFP-128Pin (14*14mm²) 封装。

工作温度

- -40°C~85°C。(@180MHz)

5. 芯片脚位图

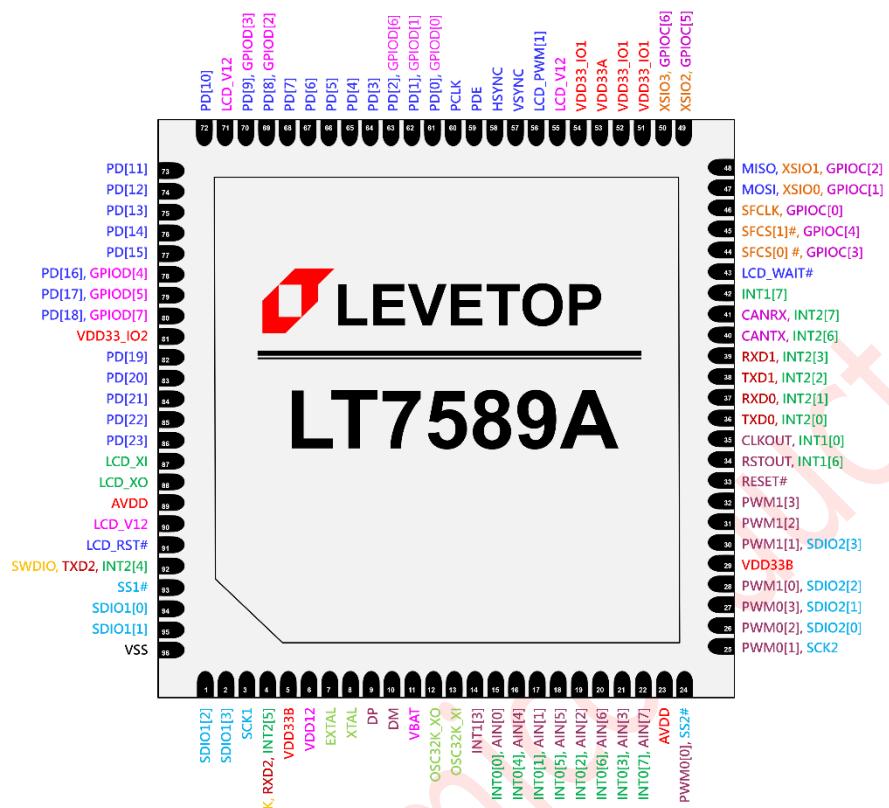


图 5-1: LT7589A 引脚图 (QFN-96Pin)

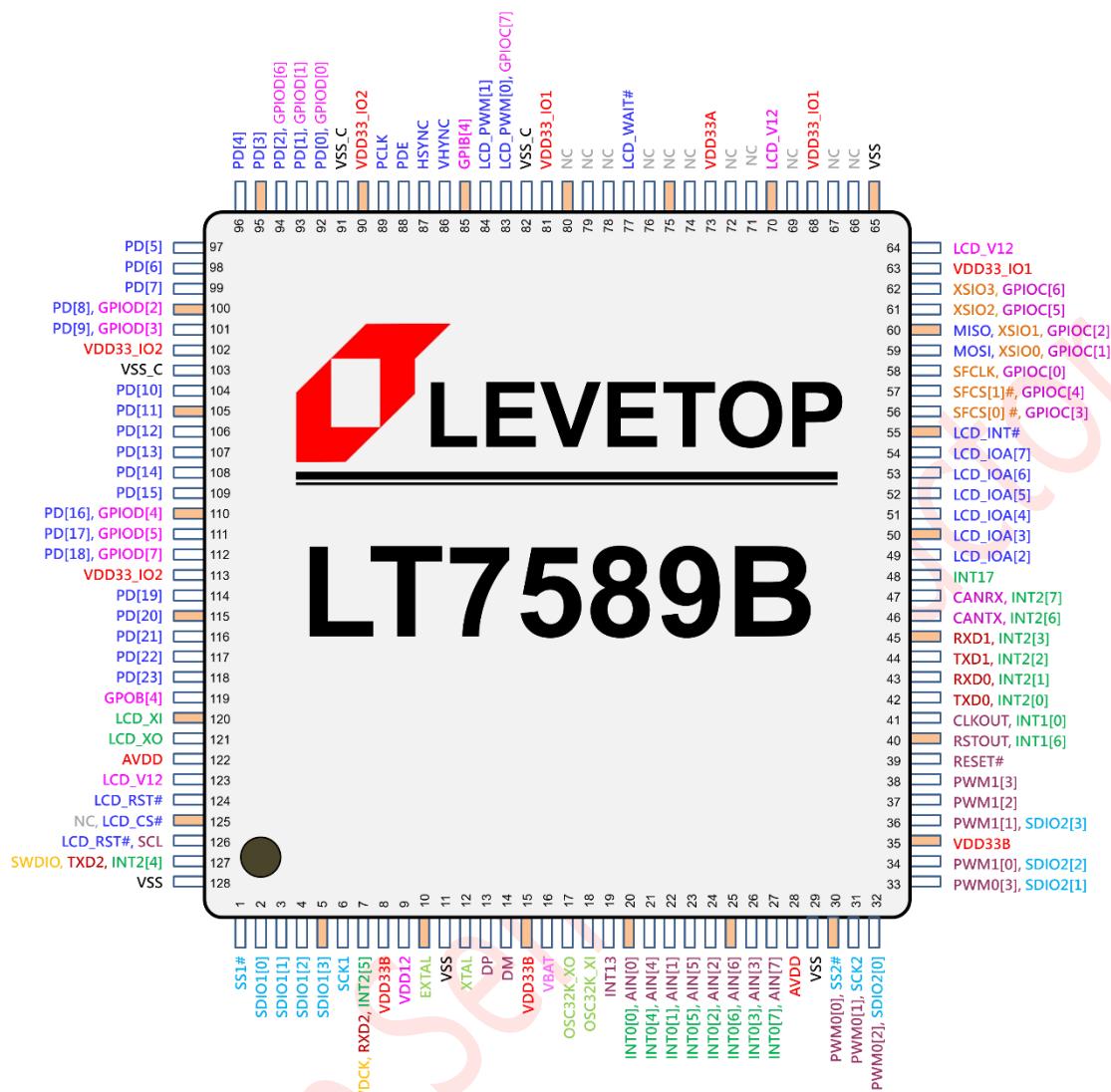


图 5-2: LT7589B 引脚图 (LQFP-128Pin)

6. 引脚信号说明

6.1 SCI (Uart) 串口信号

表 6-1: SCI (Uart) 串口信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
37	43	RXD0	I	<p>串口通信(Uart) #0 接收数据输入</p> <p>此信号用于 SCI #0 接收器数据输入，可用于连接外部 SCI 接口之元件或是模块。也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[1]使用。</p>
36	42	TXD0	O	<p>串口通信(Uart) #0 发送数据输出</p> <p>此信号用于 SCI #0 发送器数据输出，可用于连接外部 SCI 接口之元件或是模块。也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[0]使用。</p>
39	45	RXD1	I	<p>串口通信(Uart) #1 接收数据输入</p> <p>此信号用于 SCI #1 接收器数据输入，经由内部 MCU 的寄存器设定，也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[3]使用。</p>
38	44	TXD1	O	<p>串口通信(Uart) #1 发送数据输出</p> <p>此信号用于 SCI #1 发送器数据输出，经由内部 MCU 的寄存器设定，也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[2]使用。</p>
4	7	RXD2	I	<p>串口通信(Uart) #2 接收数据输入</p> <p>此信号用于 SCI #2 接收器数据输入，经由内部 MCU 的寄存器设定，也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[5]使用。</p>
92	127	TXD2	O	<p>串口通信(Uart) #2 发送数据输出</p> <p>此信号用于 SCI #2 发送器数据输出，经由内部 MCU 的寄存器设定，也可作为普通的 GPIO 或是中断输入接口 INT2[4]使用。</p>

6.2 LCD 屏接口信号

表 6-2: LCD 屏接口信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明																																																																													
86~82, 118~114 80~72, 112~104 70~61	118~114 112~104 101~92	PD[23:19], PD[18:10], PD[9:0]	O	<p>LCD 数据总线</p> <p>输出数据至 TFT-LCD 屏的数据总线，可经由寄存器来设定连接相对应的 RGB 总线。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pin Name</th> <th colspan="2">TFT-LCD Interface</th> </tr> <tr> <th>16bits</th> <th>24bits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PD[0]</td><td>GPIOD[0]</td><td>B0</td></tr> <tr><td>PD[1]</td><td>GPIOD[1]</td><td>B1</td></tr> <tr><td>PD[2]</td><td>GPIOD[6]</td><td>B2</td></tr> <tr><td>PD[3]</td><td>B0</td><td>B3</td></tr> <tr><td>PD[4]</td><td>B1</td><td>B4</td></tr> <tr><td>PD[5]</td><td>B2</td><td>B5</td></tr> <tr><td>PD[6]</td><td>B3</td><td>B6</td></tr> <tr><td>PD[7]</td><td>B4</td><td>B7</td></tr> <tr><td>PD[8]</td><td>GPIOD[2]</td><td>G0</td></tr> <tr><td>PD[9]</td><td>GPIOD[3]</td><td>G1</td></tr> <tr><td>PD[10]</td><td>G0</td><td>G2</td></tr> <tr><td>PD[11]</td><td>G1</td><td>G3</td></tr> <tr><td>PD[12]</td><td>G2</td><td>G4</td></tr> <tr><td>PD[13]</td><td>G3</td><td>G5</td></tr> <tr><td>PD[14]</td><td>G4</td><td>G6</td></tr> <tr><td>PD[15]</td><td>G5</td><td>G7</td></tr> <tr><td>PD[16]</td><td>GPIOD[4]</td><td>R0</td></tr> <tr><td>PD[17]</td><td>GPIOD[5]</td><td>R1</td></tr> <tr><td>PD[18]</td><td>GPIOD[7]</td><td>R2</td></tr> <tr><td>PD[19]</td><td>R0</td><td>R3</td></tr> <tr><td>PD[20]</td><td>R1</td><td>R4</td></tr> <tr><td>PD[21]</td><td>R2</td><td>R5</td></tr> <tr><td>PD[22]</td><td>R3</td><td>R6</td></tr> <tr><td>PD[23]</td><td>R4</td><td>R7</td></tr> </tbody> </table> <p>当 LCD 设置为 16/18bpp 功能模式时，有些 PD 可被定义为 GPIO 引脚。</p>	Pin Name	TFT-LCD Interface		16bits	24bits	PD[0]	GPIOD[0]	B0	PD[1]	GPIOD[1]	B1	PD[2]	GPIOD[6]	B2	PD[3]	B0	B3	PD[4]	B1	B4	PD[5]	B2	B5	PD[6]	B3	B6	PD[7]	B4	B7	PD[8]	GPIOD[2]	G0	PD[9]	GPIOD[3]	G1	PD[10]	G0	G2	PD[11]	G1	G3	PD[12]	G2	G4	PD[13]	G3	G5	PD[14]	G4	G6	PD[15]	G5	G7	PD[16]	GPIOD[4]	R0	PD[17]	GPIOD[5]	R1	PD[18]	GPIOD[7]	R2	PD[19]	R0	R3	PD[20]	R1	R4	PD[21]	R2	R5	PD[22]	R3	R6	PD[23]	R4	R7
Pin Name	TFT-LCD Interface																																																																																
	16bits	24bits																																																																															
PD[0]	GPIOD[0]	B0																																																																															
PD[1]	GPIOD[1]	B1																																																																															
PD[2]	GPIOD[6]	B2																																																																															
PD[3]	B0	B3																																																																															
PD[4]	B1	B4																																																																															
PD[5]	B2	B5																																																																															
PD[6]	B3	B6																																																																															
PD[7]	B4	B7																																																																															
PD[8]	GPIOD[2]	G0																																																																															
PD[9]	GPIOD[3]	G1																																																																															
PD[10]	G0	G2																																																																															
PD[11]	G1	G3																																																																															
PD[12]	G2	G4																																																																															
PD[13]	G3	G5																																																																															
PD[14]	G4	G6																																																																															
PD[15]	G5	G7																																																																															
PD[16]	GPIOD[4]	R0																																																																															
PD[17]	GPIOD[5]	R1																																																																															
PD[18]	GPIOD[7]	R2																																																																															
PD[19]	R0	R3																																																																															
PD[20]	R1	R4																																																																															
PD[21]	R2	R5																																																																															
PD[22]	R3	R6																																																																															
PD[23]	R4	R7																																																																															

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
60	89	PCLK	O	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。
57	86	VSYNC	O	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。
58	87	HSYNC	O	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。
59	88	PDE	O	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。

6.3 QSPI 信号

表 6-3: QSPI 信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
3	6	SCK1	O	QSPI #1 串行时钟信号 此信号为第 1 组 SPI 的时钟信号输出, 可用于连接外部 SPI 接口之元件或是模块。
93	1	SS1#	O	QSPI #1 芯片选择信号 此信号为第 1 组 SPI 的片选输出。
94	2	SDIO1[0]	IO	QSPI #1 的数据输出/输入信号 此信号为第 1 组 QSPI 数据 0 的输出/输入信号。
95	3	SDIO1[1]	IO	QSPI #1 的数据输出/输入信号 此信号为第 1 组 QSPI 数据 1 的输出/输入信号。
1	4	SDIO1[2]	IO	QSPI #1 的数据输出/输入信号 此信号为第 1 组 QSPI 数据 2 的输出/输入信号。
2	5	SDIO1[3]	IO	QSPI #1 的数据输出/输入信号 此信号为第 1 组 QSPI 数据 3 的输出/输入信号。
25	31	SCK2 PWM0[1]	O	QSPI #2 串行时钟信号 此信号为第 2 组 SPI 的时钟信号输出, 可用于连接外部 SPI 接口之元件或是模块。 此引脚与 PWM0[1] 为共享脚位。

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
24	30	SS2# PWM0[0]	O	QSPI #2 芯片选择信号 此信号为第 2 组 SPI 的片选输出。 此引脚与 PWM0[0] 为共享脚位。
26	32	SDIO2[0] PWM0[2]	IO	QSPI #2 的数据输出/输入信号 此信号为第 2 组 QSPI 数据 0 的输出/输入信号。 此引脚与 PWM0[2] 为共享脚位。
27	33	SDIO2[1] PWM0[3]	IO	QSPI #2 的数据输出/输入信号 此信号为第 2 组 QSPI 数据 1 的输出/输入信号。 此引脚与 PWM0[3] 为共享脚位。
28	34	SDIO2[2] PWM1[0]	IO	QSPI #2 的数据输出/输入信号 此信号为第 2 组 QSPI 数据 2 的输出/输入信号。 此引脚与 PWM1[0] 为共享脚位。
30	36	SDIO2[3] PWM1[1]	IO	QSPI #2 的数据输出/输入信号 此信号为第 2 组 QSPI 数据 3 的输出/输入信号。 此引脚与 PWM1[1] 为共享脚位。

6.4 外部串行 Flash 信号

表 6-4: 外部串行 Flash 信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
45	57	SFCS[1]# GPIOC[4]	IO	<p>外部 Serial Flash #1 芯片选择信号 (默认的片选信号) 此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制, 如果串行 QSPI 功能被禁能, 则可以将此引脚设成为 GPIOC[4], 默认为输入功能。</p> <p>提示: 在使用乐升半导体的串口屏功能框架下, 只允许 SFCS[1]# 做为外部 QSPI Flash 的片选信号, 不可以使用 SFCS[0]# 。</p>
44	56	SFCS[0]# GPIOC[3]	IO	<p>外部 Serial Flash #0 芯片选择信号 (备用的片选信号) 此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制, 如果串行 QSPI 功能被禁能, 则可以将此引脚设成为 GPIOC[3], 默认为输入功能。</p> <p>提示: 在使用乐升半导体的串口屏功能框架下, 不能使用本信号做为外部 QSPI Flash 的片选信号, 必须使用 SFCS[1]# 。而 SFCS[0]# 只有在客户自行裸机开发时方可使用。</p>
46	58	SFCLK GPIOC[0]	IO	<p>外部 Serial Flash 时钟信号 此引脚是串行时钟信号输出, 为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制, 连接到外部 Serial Flash 或是 QSPI 元件。 如果串行 QSPI 功能被禁能, 则可以将此引脚设成为 GPIOC[0], 默认为输入功能。</p>

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
47	59	XSIO0 GPIOC[1]	IO	<p>LT7589 的 QSPI 数据输入/输出信号 0</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制，此数据线连到外部的 Serial Flash 或是 QSPI 元件。</p> <p>如果串行 SPI 功能被禁能，则可以将此引脚设成为 GPIOC[1]，默认为输入功能。</p>
48	60	XSIO1 GPIOC[2]	IO	<p>LT7589 的 QSPI 数据输入/输出信号 1</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制，此数据线连到外部的 Serial Flash 或是 QSPI 元件。</p> <p>如果串行 SPI 功能被禁能，则可以将此引脚设成为 GPIOC[2]，默认为输入功能。</p>
49	61	XSIO2 GPIOC[5]	IO	<p>LT7589 的 QSPI 数据输入/输出信号 2</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制，此数据线连到外部的 Serial Flash 或是 QSPI 元件。</p> <p>如果串行 SPI 功能被禁能，则可以将此引脚设成为 GPIOC[5]，默认为输入功能。</p>
50	62	XSIO3 GPIOC[6]	IO	<p>LT7589 的 QSPI 数据输入/输出信号 3</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器所控制，此数据线连到外部的 Serial Flash 或是 QSPI 元件。</p> <p>如果串行 SPI 功能被禁能，则可以将此引脚设成为 GPIOC[6]，默认为输入功能。</p>

6.5 PWM 信号

表 6-5: PWM 信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
--	83	LCD_PWM[0] GPIOC[7]	IO	<p>LCD PWM #0 输出信号</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器的寄存器所控制，为一个可程序化的 PWM 输出信号，可以用来控制 TFT LCD 屏的背光或是其他元件。LCD_PWM 的输出模式可经由 LCD 控制器的寄存器来设定。</p> <p>此引脚与GPIOC[7] 共享。</p>
56	84	LCD_PWM[1]	IO	<p>LCD PWM #1 输出信号</p> <p>此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器的寄存器所控制，为一个可程序化的 PWM 输出信号，可以用来控制 TFT LCD 屏的背光或是其他元件。LCD_PWM[1] 的输出模式可经由 LCD 控制器的寄存器来设定。</p>

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
24	30	PWM0[0] SS2#	IO	MCU 控制的第一组 PWM0 输出信号 0 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。 此引脚与 SS2#为共享脚位。
25	31	PWM0[1] SCK2	IO	MCU 控制的 PWM0 输出信号 1 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。 此引脚与 SCK2 为共享脚位。
26	32	PWM0[2] SDIO2[0]	IO	MCU 控制的 PWM0 输出信号 2 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。 此引脚与 SDIO2[0] 为共享脚位。
27	33	PWM0[3] SDIO2[1]	IO	MCU 控制的 PWM0 输出信号 3 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。 此引脚与 SDIO2[1] 为共享脚位。
28	34	PWM1[0] SDIO2[2]	IO	MCU 控制的第二组 PWM1 输出信号 0 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用。此引脚与 SDIO2[2] 为共享脚位。
30	36	PWM1[1] SDIO2[3]	IO	MCU 控制的 PWM1 输出信号 1 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。 此引脚与 SDIO2[3] 为共享脚位。
31	37	PWM1[2]	IO	MCU 控制的 PWM1 输出信号 2 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。
32	38	PWM1[3]	IO	MCU 控制的 PWM1 输出信号 3 可作为 PWM 输出或是 GPIO 使用, 由内部 MCU 寄存器来设定。

6.6 USB 信号

表 6-6: USB 接口信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功 能 说 明
9	13	DP	IO	USB 数据端 (Positive) 此为 USB 数据端 DP 的信号。

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
10	14	DM	IO	USB 数据端 (Negative) 此为 USB 数据端 DM 的信号。

6.7 GPIO 与中断信号

表 6-7: 中断信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
15	20	INT0[0] AIN[0]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
17	22	INT0[1] AIN[1]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
19	24	INT0[2] AIN[2]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
21	26	INT0[3] AIN[3]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
16	21	INT0[4] AIN[4]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
18	23	INT0[5] AIN[5]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
20	25	INT0[6] AIN[6]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
22	27	INT0[7] AIN[7]	I	中断 INT0 信号 可作为中断输入使用或是模拟信号输入。
36	42	INT2[0] TXD0	I	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 TXD0 为共享脚位。
37	43	INT2[1] RXD0	IO	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 RXD0 为共享脚位。
38	44	INT2[2] TXD1	I	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 TXD1 为共享脚位。

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
39	45	INT2[3] RXD1	IO	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 RXD1 为共享脚位。
92	127	INT2[4] TXD2	I	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 TXD2 为共享脚位。
4	7	INT2[5] RXD2	IO	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 TXD2 为共享脚位。
40	46	INT2[6] CANTX	I	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 CANTX 为共享脚位。
41	47	INT2[7] CANRX	IO	中断 INT2 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 CANRX 为共享脚位。
35	41	INT1[0] CLKOUT	IO	中断 INT1 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 CLKOUT 为共享脚位。
14	19	INT1[3]	IO	中断 INT1 信号 可作为中断输入使用。
34	40	INT1[6] RSTOUT	IO	中断 INT1 信号 可作为中断输入使用。 此引脚与 RSTOUT 为共享脚位。
42	48	INT1[7]	IO	中断 INT1 信号 可作为中断输入或是 GPIO 使用。
--	55	LCD_INT#	O	LCD 中断输出信号 当 LCD 控制器设定的中断条件发生，此脚变成低电位，用来产生一中断输出告知 MCU。
--, 50, 49, 45, 44, 48, 47, 46	83, 62, 61, 57, 56, 60, 59, 58	GPIOC[7] GPIOC[6:0]	IO	LCD 控制器的 GPIO 输出/输入信号 此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器的寄存器所控制， GPIOC[7] 的输出数据与 LCD_PWM[0] 共享引脚。 GPIOC[6:0] 与 { XSIO3, XSIO2, SFCS[1]#, SFCS[0]#, XSIO1, XSIO0, SFCLK } 共享引脚，只有在 LCD_PWM 与 SPI Master 的功能被禁止时才能使用。这些引脚的输出模式可经由 TFT LCD 控制器的寄存器来设定。

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
80, 63, 79, 78, 70, 69, 62, 61	112, 94, 111, 110, 101, 100, 93, 92	GPIOD[7:0]	IO	<p>LCD 控制器的 GPIO 输出/输入信号 此信号为 LT7589 内部的 LCD 控制器的寄存器所控制，GPIOD[7:0] 的输出数据与{ PD[18], PD[2], PD[17], PD[16], PD[9], PD[8], PD[1], PD[0] } 共享引脚。 GPIOD[7:0] 只有在 LCD 屏幕数据总线设成 16bits 时才能使用。这些引脚的输出模式可经由 TFT LCD 控制器的寄存器来设定。</p>
--	54~49	LCD_IOA[7:2]	IO	<p>LCD 控制器的 GPIO 输出/输入信号 这些引脚的输出/输入模式可经由 TFT LCD 控制器的寄存器来设定。</p>

6.8 ADC 模拟信号

表 6-8: ADC 模拟输入信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
22, 20, 18, 16, 21, 19, 17, 15	27, 25, 23, 21, 26, 24, 22, 20	AIN[7:0] INT0[7:0]	IO	<p>模拟信号输入 这些模拟信号用作 ADC 模拟输入通道。 当未配置为模拟输入时，这些信号也可用于 INT0[7:0]。</p>

6.9 其他控制信号

表 6-9: 其他控制信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
43	77	LCD_WAIT#	O	<p>等待输出信号 当内部 MCU 对 LCD 控制电路进行读写控制时，如果处于忙碌状态，会将 WAIT#变成低电位，用来告知 MCU 进入等待周期。</p>
--	125	LCD_CS# NC	I	<p>LCD 控制电路片选信号 LCD_CS# = 0，代表内部 MCU 对 LCD 控制电路进行命令或是数据读写周期。 注意：此引脚内部已经与 MCU 的 EBI_CS#对接，务必保持 NC。</p>

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
91	124	LCD_RST#	I	LCD 控制电路复位输入信号 当 RST# = 0 时，并且维持大于 32 个时钟周期长度，LT7586 将产生复位动作。
--	126	SCL LCD_RST#	IO	I2C 时钟信号 此信号为 MCU 的 I2C 的时钟信号或是 GPIO 使用。 注意： 此引脚应用上与 Pin-124 的 LCD_RST#连接，用来控制 LCD 电路是否进行复位动作。
4	7	SWDCK RXD2, INT2[5]	I	程序烧录时钟信号 此输入信号是用于对内部闪存进行程序烧录时的时钟信号。 此引脚与 RXD2, INT2[5] 为共享脚位。
92	127	SWDIO TXD2, INT2[4]	I	程序烧录数据信号 此输入信号是用于对内部闪存进行程序烧录时的数据信号。 此引脚与 TXD2, INT2[4] 为共享脚位。
35	41	CLKOUT INT1[0]	O	系统时钟信号输出 此输出信号反映内部系统时钟。 当未配置为时钟输出时，此信号也可用于 INT1[0]。
34	40	RSTOUT INT1[6]	O	MCU复位输出信号 此输出信号指示内部复位控制器已在对芯片进行复位。 0 = 芯片处于复位状态 1 = 芯片未复位状态 当未配置为复位输出时，该信号也可用于 INT1[6]。
33	39	RESET#	I	MCU 复位输入信号 当 RESET# = 0 时，将对内部 MCU 产生复位动作。

6.10 电源与时钟信号

表 6-10：电源与时钟信号

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
87	120	LCD_XI	I	晶振 (Crystal) / 时钟信号输入 此引脚连接至外部晶振，为内部 TFT LCD 控制器的晶振电路输入信号，当使用有源晶振或是外部时钟信号可以由此脚输入，通常与 Pin 脚的 XTAL 时钟信号接在一起，晶振频率 (OSC) 建议为 12MHz。
88	121	LCD_XO	O	晶振 (Crystal) 输出 此引脚连接至外部晶振，为内部 TFT 控制器的晶振电路输出信号。

脚号 LT7589A	脚号 LT7589B	引脚名称	I/O	功能说明
13	18	OSC32K_XI	I	32.768Khz 晶振输入 RTC 时钟信号, 此引脚连接至外部 32.768Khz 晶振。
12	17	OSC32K_XO	O	32.768Khz 晶振输出 RTC 时钟信号, 此引脚连接至外部 32.768Khz 晶振。
8	12	XTAL	I	USB 时钟信号, 此引脚连接至外部 12Mhz 晶振。
7	10	EXTAL	O	USB 时钟信号, 此引脚连接至外部 12Mhz 晶振。
11	16	VBAT	PWR	3.3V~3.6V 电池电源输入 (RTC) 须外接滤波电容到确保供电稳定。
53	73	VDD33A	PWR	3.3V 电源输入 (LCD) 靠近引脚端必须外接一个 10uF 和一个 0.1uF 滤波电容到地。 提示: 此电源输入应独立供电, 勿与 VDD33_IO 或 AVDD 直接连在一起。
5, 29	8, 15, 35	VDD33B	PWR	3.3V 电源输入 (MCU) 此引脚须外接一个 1uF 和 0.1uF 滤波电容到地, 并确保供电稳定。
51, 52, 54	63, 68, 81	VDD33_IO1	PWR	3.3V 电源输入 (I/O) 这些引脚须外接一个 2.2uF 和 0.1uF 滤波电容到地, 并确保供电稳定。
81	90, 102, 113	VDD33_IO2	PWR	3.3V 电源输入 (I/O) 这些引脚须外接一个 2.2uF 和 0.1uF 滤波电容到地, 并与 VDD33_IO1 分开路径确保供电稳定, 参考原理图。
23, 89	28, 122	AVDD	PWR	内部仿真电路的电源输入 (Analog) 提供 3.3V 电压, 靠近引脚端必须外接一个 1uF 和一个 0.1uF 滤波电容到地。
6	9	VDD12	PWR	1.2V 内核电源输出 (MCU) 靠近引脚端必须外接一个 1uF 和一个 0.1uF 滤波电容到地。
55, 71, 90	64, 70, 123	LCD_V12	PWR	1.2V 内核电源输出 (LCD) 靠近引脚端只须外接一个 0.01uF 滤波电容到地即可。 提示: 外接电容勿超过 0.01uF, 并不可与 VDD12 接连在一起。
96	11, 29, 65, 128	VSS	PWR	GND 接地
--	82, 91, 103	VSS_C	PWR	内核 GND 接地
0	--	Thermal Pad	-	散热焊盘 LT7589B 的封装背部散热焊盘, 必须直接接地。 提示: 为了达到更好的焊接效果, 在 PCB Layout 时建议参考后面图 8-3 的说明。

6.11 使用不同 TFT 屏的 IO 口资源

表 6-11: LT7589A IO 口资源数量表

芯片 基本功能	LT7589A (QFN-96)		
TFT 屏接口	RGB 565 接口		RGB 888 接口
最大分辨率	1280x800 (串口协议模式)		1280x800 (串口协议模式)
Flash	2MB		2MB
SRAM	256KB+512KB		256KB+512KB
Display RAM	16MB		16MB
USB 2.0	V (DP/DM)		V (DP/DM)
RTC	V		V
串口通讯	V (RXD1, TXD1)		V (RXD1, TXD1)
Ext. SPI Flash	V (758_SF)		V (758_SF)
背光控制	V (758_PWM1)		V (758_PWM1)
SWD 烧录口	V (SWD)		V (SWD)

可用 IO 口 TP 类型	xTP ⁽¹⁾	CTP	RTP ⁽²⁾	xTP	CTP	RTP
IO 口总数量	38	34	33	30	26	25
IO 口种类说明	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN

表 6-12: LT7589B IO 口资源数量表

芯片 基本功能	LT7589B (LQFP-128)					
TFT 屏接口	RGB 565 接口			RGB 888 接口		
最大分辨率	1280x800 (串口协议模式)			1280x800 (串口协议模式)		
Flash	2MB			2MB		
SRAM	256KB+512KB			256KB+512KB		
Display RAM	16MB			16MB		
USB 2.0	V (DP/DM)			V (DP/DM)		
RTC	V			V		
串口通讯	V (RXD1, TXD1)			V (RXD1, TXD1)		
Ext. QSPI Flash	V (758_SF)			V (758_SF)		
背光控制	V (758_PWM1)			V (758_PWM1)		
SWD 烧录口	V (SWD)			V (SWD)		
TP 类型 可用 IO 口	xTP ⁽¹⁾	CTP	RTP ⁽²⁾	xTP	CTP	RTP
IO 口总数量	46	42	41	38	34	33
IO 口种类说明	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO ⁽²⁾ , GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO, GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO, GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN	GPIO, GINT, PWM, SCI, QSPI, ADCIN

提示:

- (1) : xTP 表示不带 TP
- (2) : GPIO 增加 8 个
- (3) : RTP 需增加一 RTP 控制芯片 (如 TSC2046)

7. 功能说明

LT7589 内部结合了高效能的 32bit MCU 及 TFT LCD 图形显示控制器（以下简称 TFT LCD 控制器），此 MCU 的主体架构与乐升半导体的 LT32U05 相同，具有 2Mbytes Flash 程序空间及 768Kbytes SRAM，其功能可以直接参考 LT7589 MCU 内核规格书或是应用手册，因此针对 32bit MCU 的功能部份本规格书将不再详细说明。另外 TFT LCD 图形加速器是采用乐升半导体的 LT7586 硬件架构，具有 128Mbytes 的显存及 **JPG 解码器**，其与 32bit MCU 的连接方式如下图所示：

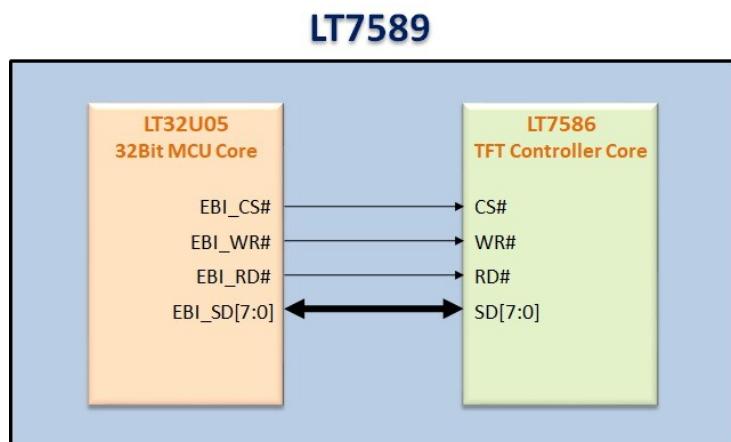


图 7-1：LT7589 内部 MCU 与 TFT 图形加速器的通讯模式

当使用 LT7589 作为 TFT 串口屏控制器时，它与主控端 MCU 通信的模式就是透过 Uart 接口，LT7589 有三组 SCI (Uart) 串口，默认是采用第二组 TXD1、RXD1 与主控端 MCU 通信，至于 LT7589 内部 MCU 程序的开发相关设置可以参考 LT7589 串口屏应用手册，乐升半导体也提供完整的开发环境或烧录工具。

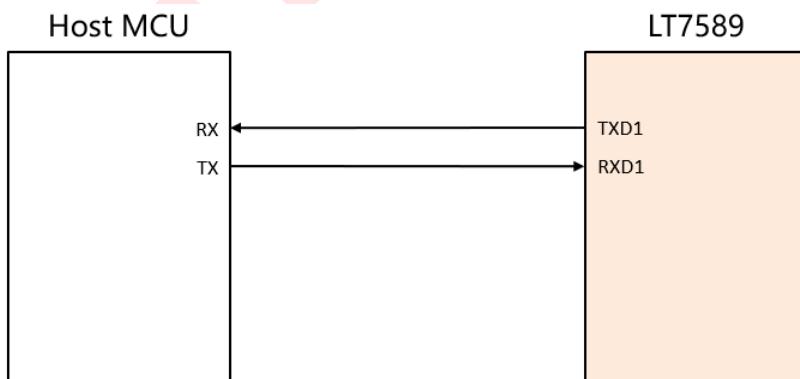


图 7-2：与主控端 MCU 的通信模式

当作为串口屏芯片开发时，LT7589 内部 MCU 程序会提供串口协议程序，用户可以用乐升半导体提供的串口屏开发软件 UI-Editor，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，基本上不需要修改 LT7589 内部 MCU 程序，也不需要了解 LT7589 内部寄存器及控制方式，主控端 MCU 程序只需要依据产品应用负责发送串口协议的指令格式，及接收、解读 LT7589 发出的反馈信息，因此在 TFT 屏显示开发工作上节省许多时间。

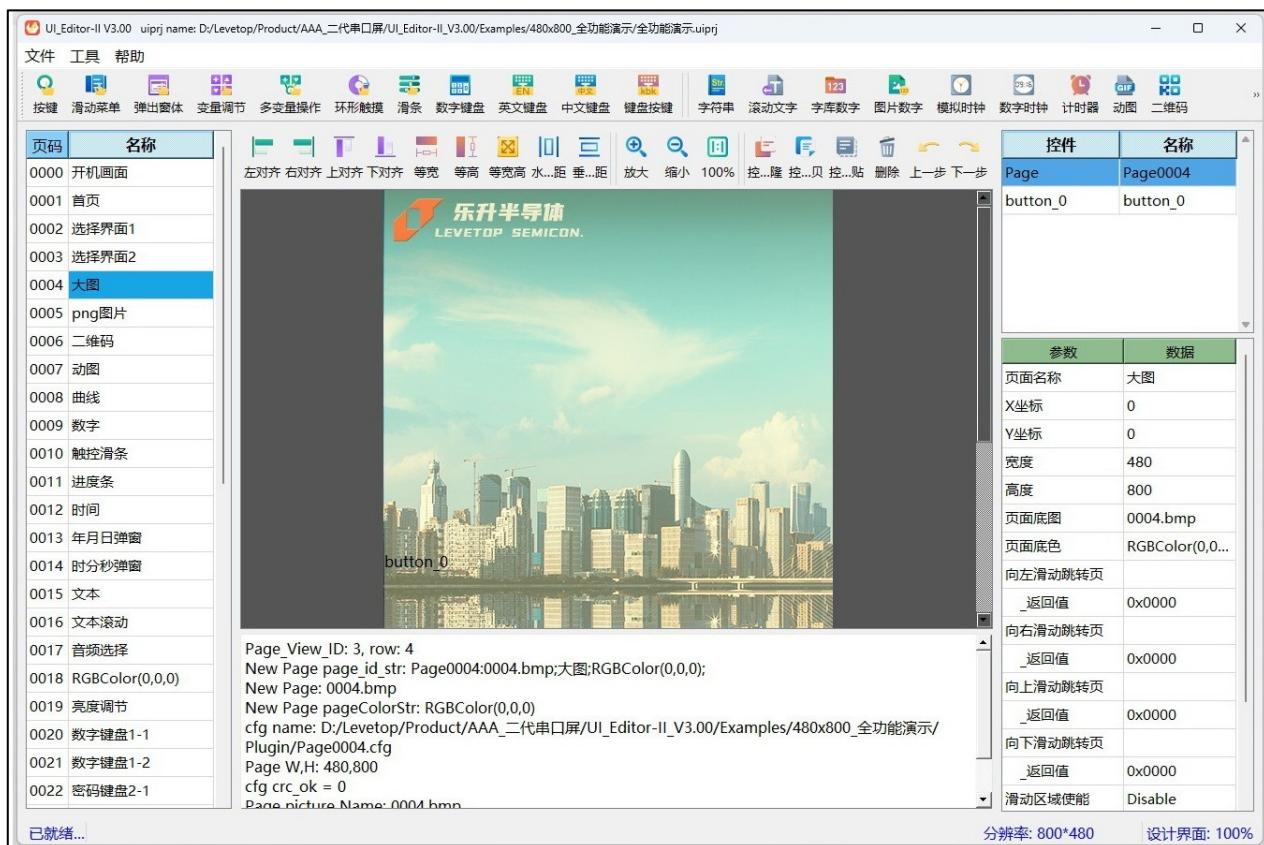


图 7-3：UI-Editor 工具画面

提示：LT7589 串口屏芯片开发时，内部 2Mbytes Flash 用来储存引导程序及串口协议程序，在样品开发阶段，乐升半导体 提供的样片会包含引导程序，方便用户更新串口协议程序及自行开发或修改的代码，量产阶段则提供的芯片不包含任何程序（Flash 为空片），用户必须在生产时自行烧录，有关代码的更新烧录请参考 LT7589 烧录说明书。

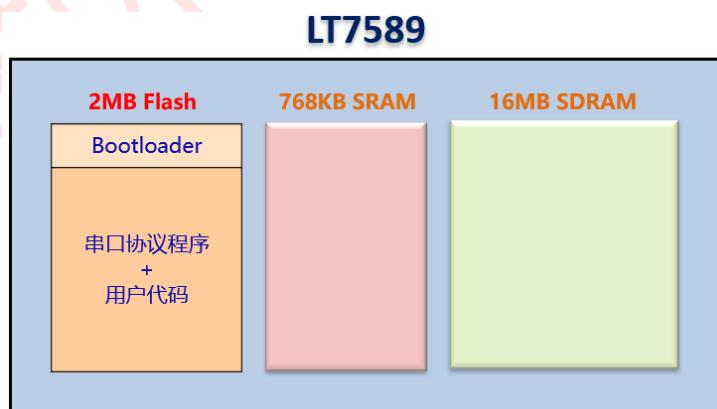


图 7-4：LT7589 内部存储器

8. 封装信息

8.1 LT7589A (QFN-96pin)

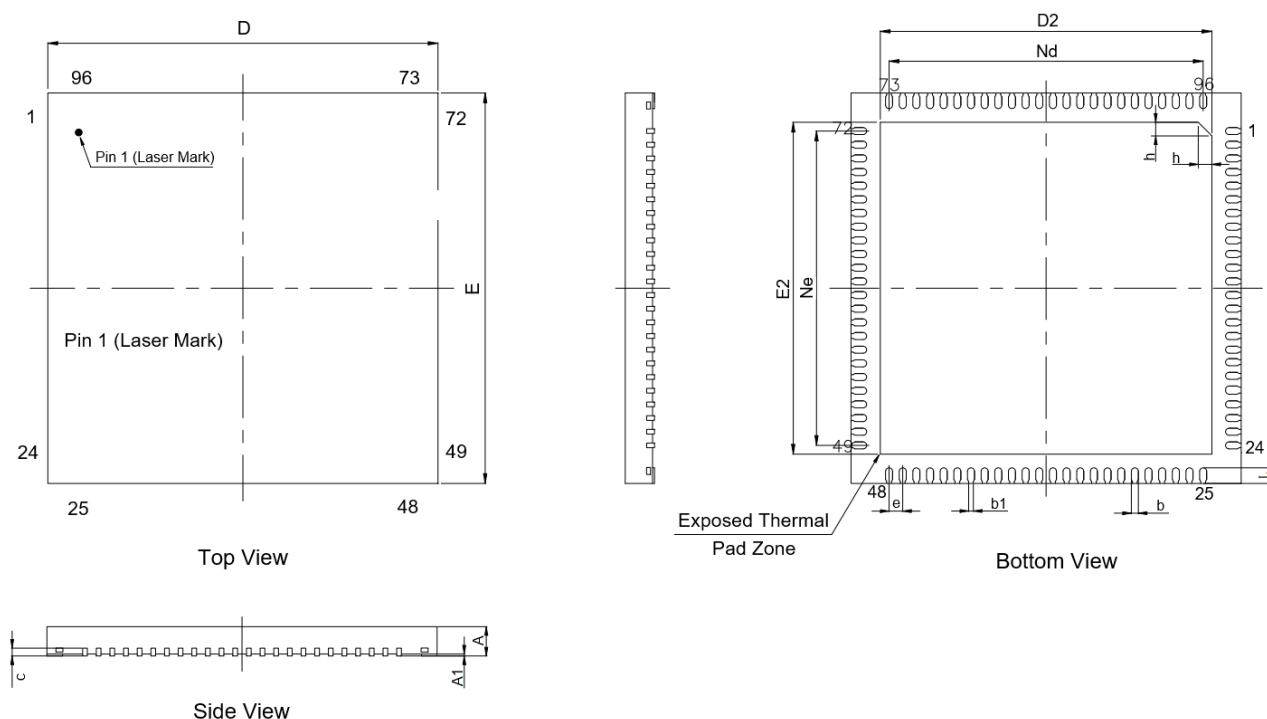


图 8-1: QFN-96Pin 外观尺寸图

提示: PCB 布局时, LT7589A 背部的散热焊盘 (Thermal Pad Zone) 必须直接接地。

表 8-1: QFN-96Pin 尺寸参数

Symbol	Millimeter			Symbol	Millimeter		
	Min.	Nom.	Max		Min.	Nom.	Max
A	0.80	0.85~1.10	1.15	E	9.90	10.00	10.10
A1	-	0.02	0.05	Ne	8.05BSC		
b	0.13	0.18	0.23	L	0.35	0.40	0.45
b1	0.12REF			E2	8.40	8.50	8.60
c	0.18	0.20	0.25	h	0.30	0.35	0.40
D	9.90	10.00	10.10	Nd	8.05BSC		
D2	8.40	8.50	8.60				
e	0.35BSC						

8.2 LT7589B (LQFP-128pin)

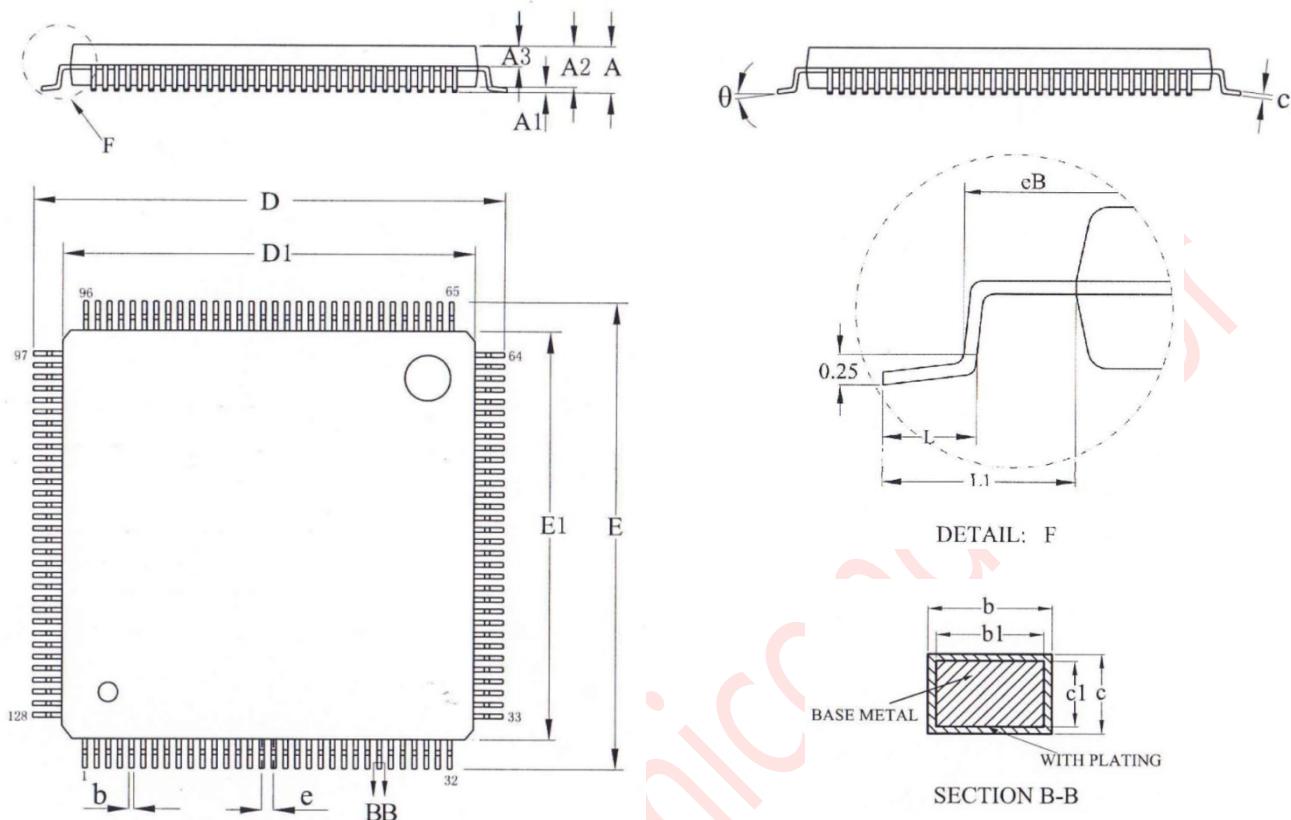


图 8-2: LQFP-128Pin 外观尺寸图

表 8-2: LQFP-128Pin 尺寸参数

Symbol	Millimeter			Symbol	Millimeter		
	Min.	Nom.	Max		Min.	Nom.	Max
A	-	-	1.60	D1	13.9	14.0	14.1
A1	0.05	-	0.15	E	15.8	16.0	16.2
A2	1.35	1.40	1.45	E1	13.9	14.0	14.1
A3	0.59	0.64	0.69	eB	15.05	-	15.35
b	0.14	-	0.22	e	0.40BSC		
b1	0.13	0.16	0.19	L	0.45	-	0.75
c	0.13	-	0.17	L1	1.00REF		
c1	0.12	0.13	0.14	θ	0		7
D	15.8	16.00	16.2				

8.3 LT7589A PCB 板布局建议

LT7589A 采用 QFN 封装，芯片背部为接地 (GND) 的散热焊盘，为了达到更好的散热与降低焊接风险，在 PCB Layout 时建议把 LT7589A 底部焊盘的 PCB 铜箔面分割为四个或是多个小的焊接面 (方形或是圆形)，并且各焊接面之间的间隔设置在~0.8mm，避免 PCB 使用相同甚至大于 LT7589A 焊盘大小的完整焊接面而造成焊接不全，或是在焊接冷却后 PCB 与芯片焊盘拉扯导致芯片变形及接触不良。正确的 PCB 焊盘布局如下图 2 个 LT7589A 范例，中间浅黄色区是 LT7589A 底部的接地焊盘，灰色区是 PCB 接地小焊盘 (焊接面)，每个焊盘过孔接地 1~2 个既可。

提示：其他 PCB 板布局注意事项请务必参考乐升半导体官网的 “LT7589_PCB_EMI_CH_Vxx.pdf” 文件说明。

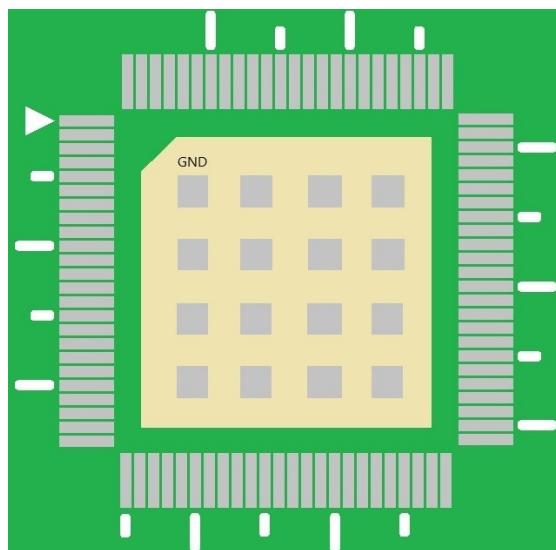


图 8-3：LT7589A 底部焊盘 PCB 的设计建议-1

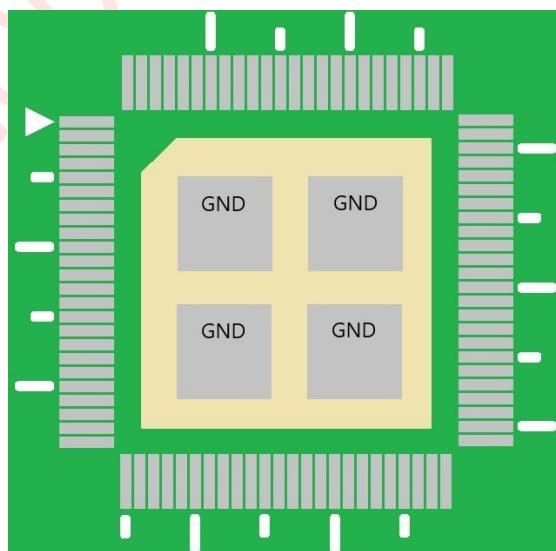


图 8-4：LT7589A 底部焊盘 PCB 的设计建议-2

9. 原理图

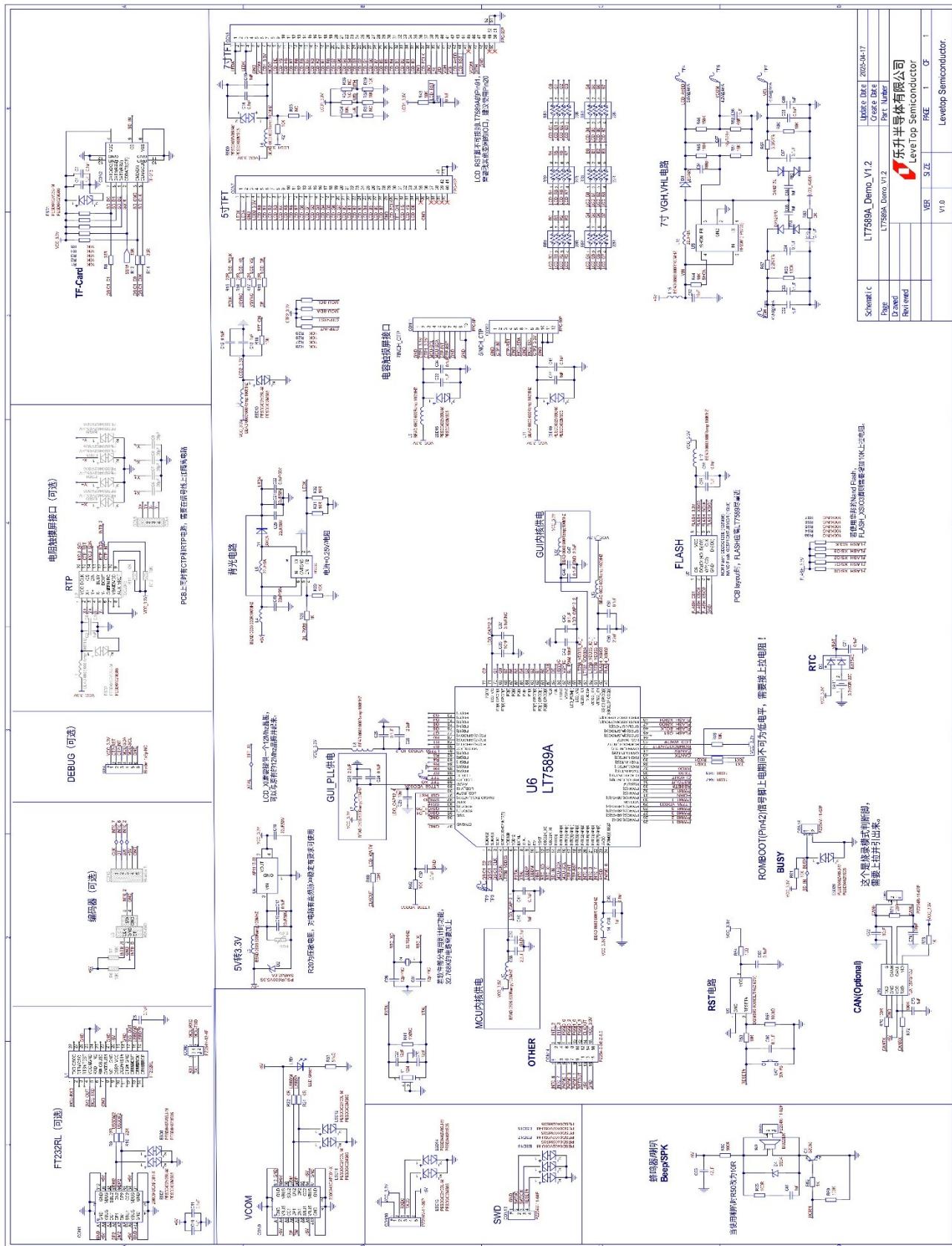


图 9-1: LT7589A 参考原理图

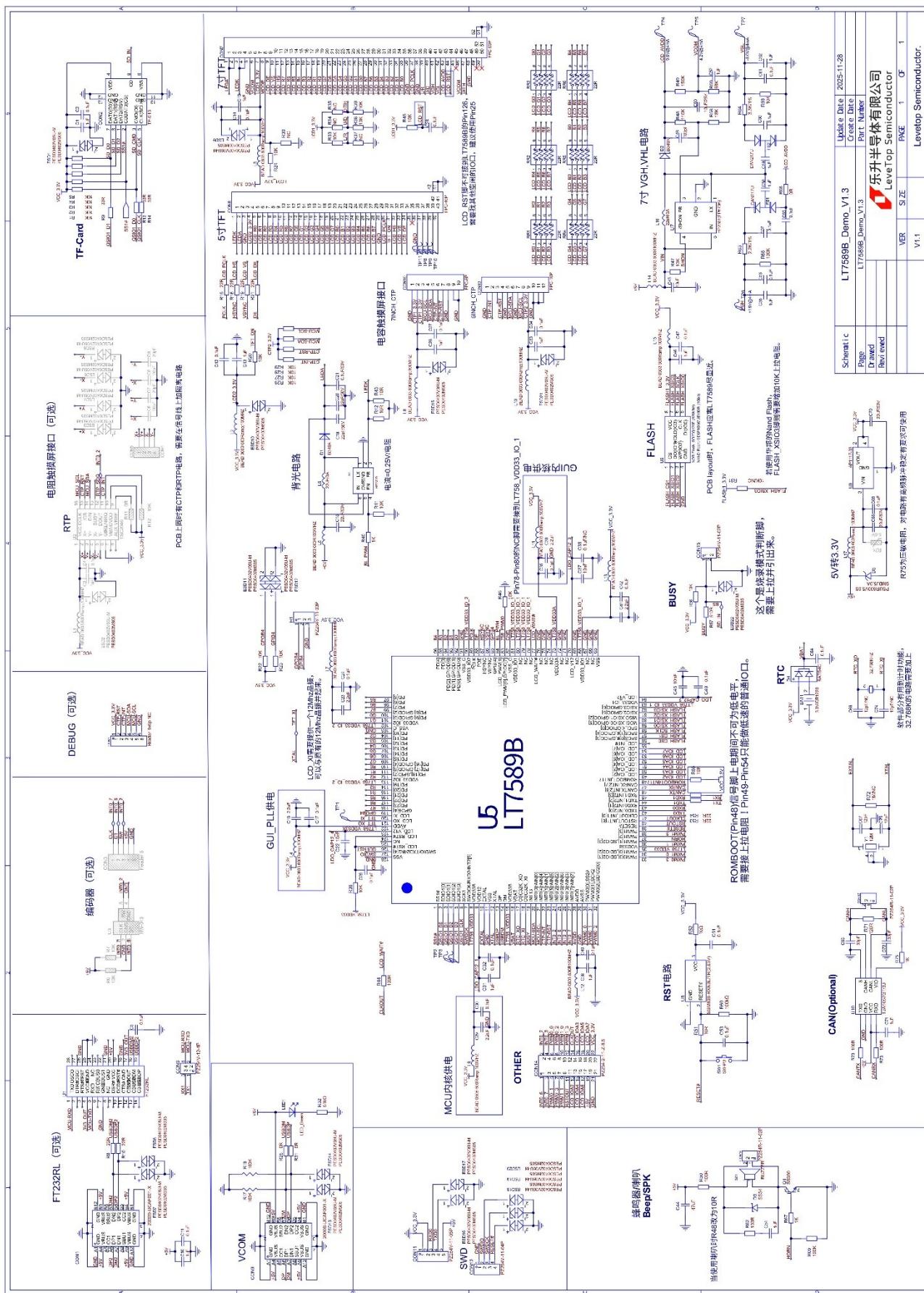


图 9-2: LT7589B 参考原理图