



LT168A 串口屏演示模块

(M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13)

使用说明书

V1.0

www.levetop.cn

Levetop Semiconductor Co., Ltd.

版本记录

| 版本 | 日期 | 说明 |
|------|-----------|----|
| V1.0 | 2024/4/17 | 初版 |
| - | - | - |

版权说明

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 对文件使用说明书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

版本记录.....2

版权说明.....2

目 录.....3

图 附 录.....4

1. 模块基本介绍.....6

 1.1. 模块外观.....6

 1.2. 原理图.....7

2. 使用方式.....8

 2.1. 上电演示.....8

 2.2. 工程下载与更新.....11

 2.2.1. 采用 USB 更新 UartTFT-II_Flash.bin.....11

 2.2.2. 采用 SD 卡更新 UartTFT-II_Flash.bin.....13

 2.2.3. 采用串口更新 UartTFT-II_Flash.bin.....16

 2.2.4. 使用串口控制演示模块.....18

 2.2.5. 新工程下载与更新.....20

 2.3. 更新 LT168A MCU 代码.....22

 2.3.1. 采用 USB 更新 MCU_Code.bin.....22

 2.3.2. 采用串口更新 MCU_Code.bin.....24

3. 主控端串口通讯程序范例.....26

 3.1. 串口屏指令结构.....26

 3.2. CRC 码的生成.....27

 3.3. UART 串口配置.....29

 3.4. 主函数编写进行指令传输.....30

4. 更新 Bootloader.....33

图 附录

图 1-1 : 演示模块外观图 6

图 1-2 : 模块主要组件与接口 6

图 1-3 : 原理图 7

图 2-1 : 出厂的 UI 演示画面范例 8

图 2-2 : LT168A 应用-四合一功能演示画面 8

图 2-3 : 咖啡机演示画面 9

图 2-4 : 红酒柜演示画面 9

图 2-5 : 车载空调演示画面 9

图 2-6 : 体脂机演示画面 10

图 2-7 : LT168A 应用-四合一功能演示视频官网位置 10

图 2-8 : 官网下载区 11

图 2-9 : LT168A 接线示意图 11

图 2-10 : 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口 12

图 2-11 : 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 12

图 2-12 : UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成 13

图 2-13 : 格式化 SD 卡 14

图 2-14 : 更新文档所在的储存目录 14

图 2-15 : LT168A 示意图 15

图 2-16 : SD 卡更新中 15

图 2-17 : SD 卡更新完毕 15

图 2-18 : LT168A 接线示意图 16

图 2-19 : USB 转 TTL 模块 16

图 2-20 : 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口 17

图 2-21 : 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 17

图 2-22 : UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成 18

图 2-23 : 导入预设置的串口指令 18

图 2-24 : 点击 Open Com Port 打开端口 19

图 2-25 : 通过电脑与演示模块通讯 19

图 2-26 : 官网下载区另一个范例 20

图 2-27 : 新的 UI 演示画面 20

图 2-28 : LT168A 应用-串口屏基本功能展示画面 1 21

图 2-29 : LT168A 应用-串口屏基本功能展示画面 2 21

图 2-30 : LT168A 应用-串口屏基本功能展示视频官网位置 21

图 2-31 : LT168A 接线示意图 22

图 2-32 : 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口 22

图 2-33 : 烧录 MCU_Code.bin 23

图 2-34 : MCU_Code.bin 烧录完成 23

图 2-35 : 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口 24

图 2-36 : 烧录 MCU_Code.bin 25

| | |
|--|----|
| 图 2-37 : MCU_Code.bin 烧录完成..... | 25 |
| 图 3-1 : 串口通讯指令结构图..... | 26 |
| 图 3-2 : 主控端 MCU (STM32F103RCT6) 用串口与 LT168A 串口屏芯片通讯..... | 26 |
| 图 3-3 : 主控端发送串口指令的流程图..... | 30 |
| 图 4-1 : 168A 演示模块..... | 33 |
| 图 4-2 : LT_SWD_ISP_Programmer_Lite 烧录器..... | 33 |
| 图 4-3 : SWD 下载..... | 34 |

Levetop Semiconductor

1. 模块基本介绍

1.1. 模块外观

LT168A 串口屏演示模块 (M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13) 为 3.5" 分辨率 480×320 带 RTP 电阻触控屏的串口显示模块, PCB 尺寸为 100.0 * 55.0 mm, 其外观如下图:



图 1-1: 演示模块外观图

主要组件与接口如下所示:

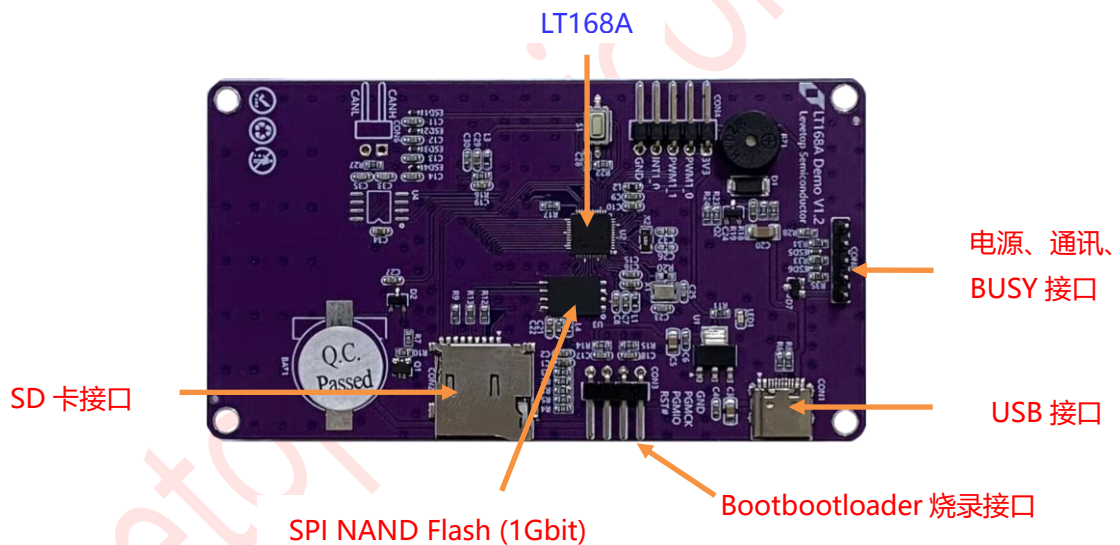


图 1-2: 模块主要组件与接口

1.2. 原理图

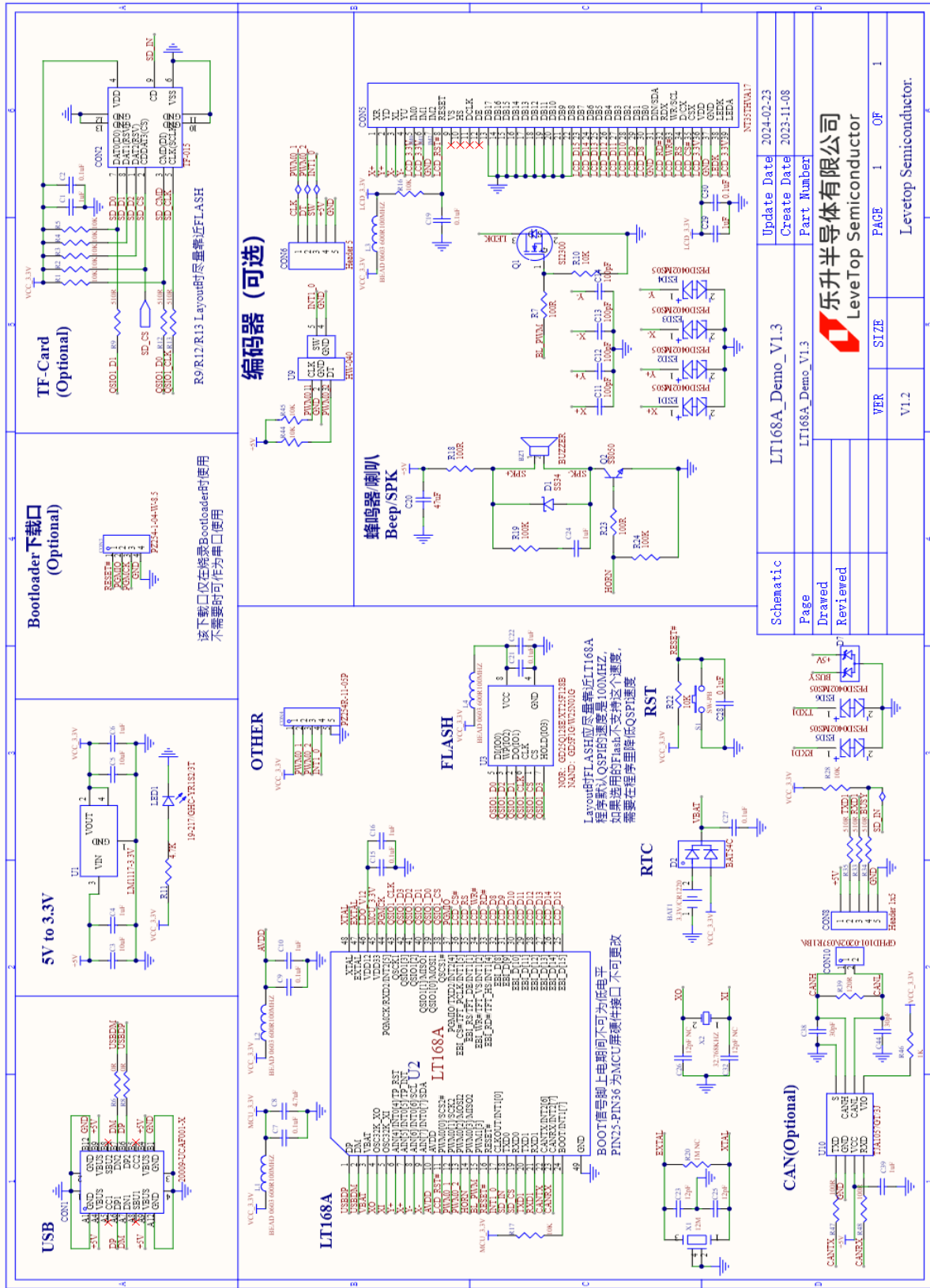


图 1-3: 原理图

M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13

2. 使用方式

2.1. 上电演示

此 LT168A 串口屏演示模块可以直接用 USB 线引入电源直接操作，将带电的 USB 线直接插入 USB 接口就可以看到演示画面，然后根据画面出现的显示 UI 进行触控操作，当然也可以通过“电源、通讯、BUSY 接口”的 VCC 与 GND 引入 5V 电源进行操作。



图 2-1: 出厂的 UI 演示画面范例

此 LT168A 串口屏演示模块通电后出现图 2-1 画面，因为没有主控通过串口发送讯息到这个模块，所以用触控屏来模拟进行画面的切换，基本演示操作说明如下图 2-2、图 2-3、图 2-4、图 2-5、图 2-6，用户可以按下这些触控区域来观察图标或是画面的变化；详细操作说明也可以到乐升官网的应用视频区观看或是下载（乐升官网→解决方案→应用视频→组合功能展示→LT168A 应用-四合一功能演示，如图 2-7）。

注意：此 LT168A 串口屏演示模块是采用 RTP 电阻触控屏，因此操作时要稍微用力压下才能达到触控效果。



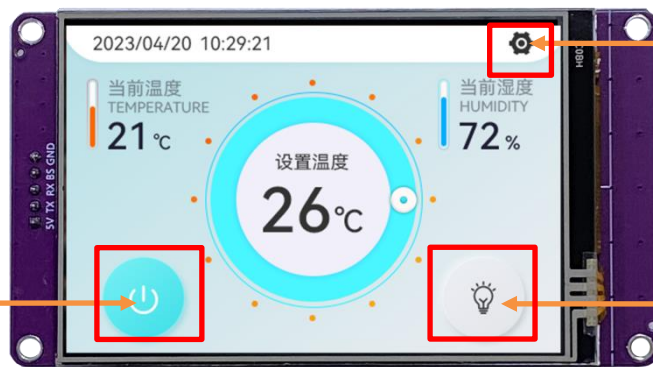
图 2-2: LT168A 应用-四合一功能演示画面

分别点击 4 个图标
进入咖啡机操作
详情页



图 2-3: 咖啡机演示画面

开关键



点击进入红酒柜
设置页

灯光控制键

图 2-4: 红酒柜演示画面

上下滑动切换温度

点击上中下可切换
空调风向位置

开关键



点击点亮图标

点击切换
副驾驶设置页

自动设置键

左右滑动调整风速

图 2-5: 车载空调演示画面



图 2-6：体脂机演示画面



图 2-7：LT168A 应用-四合一功能演示视频官网位置

2.2. 工程下载与更新

上一节提到此 LT168A 串口屏演示的工程与用到的软件都可以在[深圳市乐升半导体有限公司官网下载专区](#)下载：



图 2-8: 官网下载区

用户可以将该工程下载到电脑端，然后用乐升半导体的 **UI_Editor-II** 开发软件读取工程后重新编译一次，再将工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 烧录到 SPI Flash，关于 UI_Editor-II 下载、解压、安装、执行可以参考 UI_Editor-II 应用手册。此 LT168A 串口屏更新方式可以用如下方法：

2.2.1. 采用 USB 更新 UartTFT-II_Flash.bin

1、接线说明，如下图所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 busy 引脚和 GND 互相连接，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。

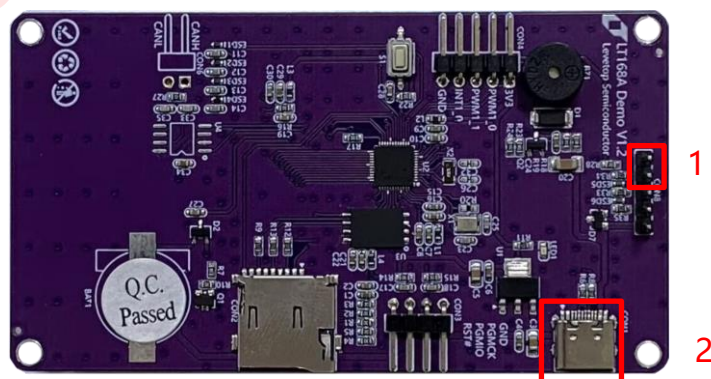


图 2-9: LT168A 接线示意图

M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 LT_Uart_GUI 软件。点击 Input File 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，再点击 Open Comm 打开端口。

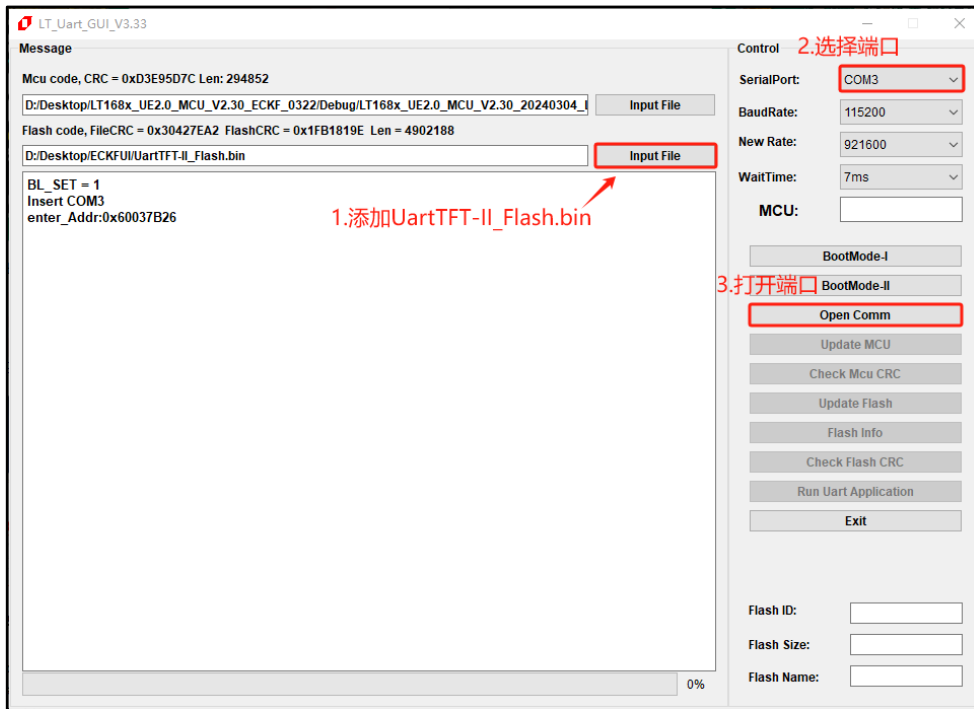


图 2-10: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口

3、点击 Update Flash 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 文件。

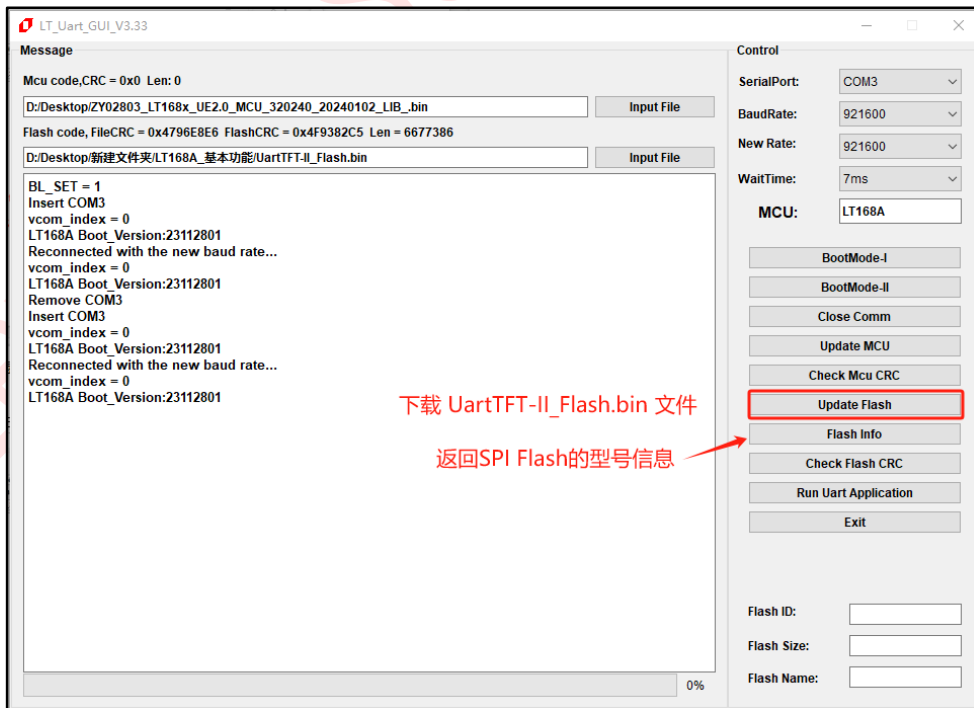


图 2-11: 烧录 UartTFT-II_Flash.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

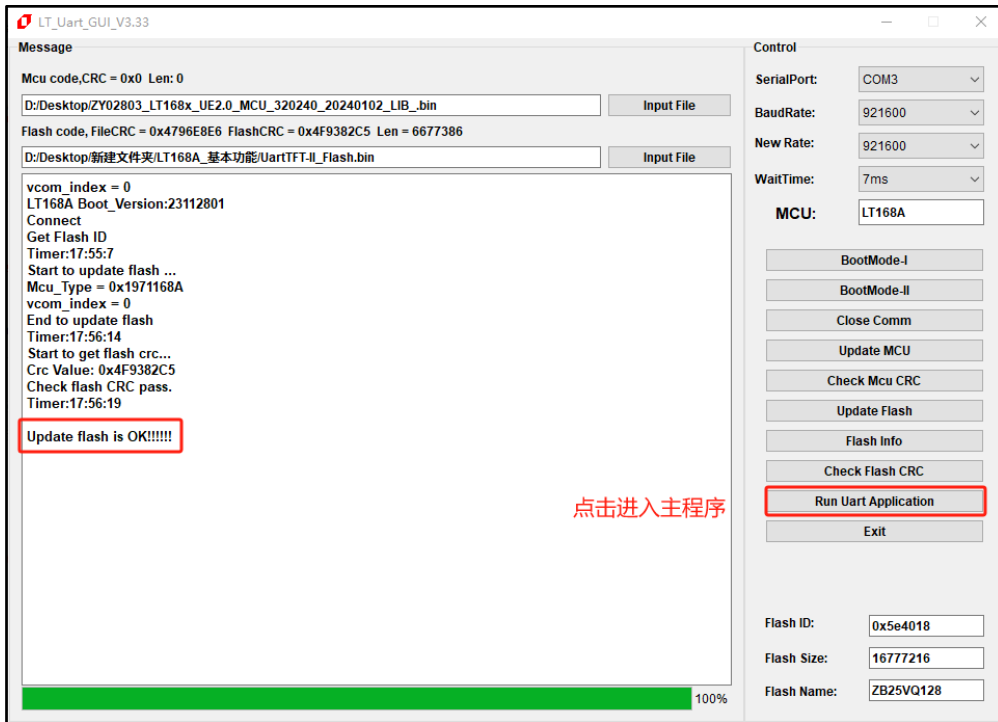


图 2-12: UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成

2.2.2. 采用 SD 卡更新 UartTFT-II_Flash.bin

1、SD 卡要求：使用 SD 卡更新时，SD 卡需要 USB2.0 格式，2G-32G 容量，以 FAT32 方式格式化。在进行 SD 卡格式化时，建议使用快速格式化，分配单元大小选择默认配置，如下图所示：

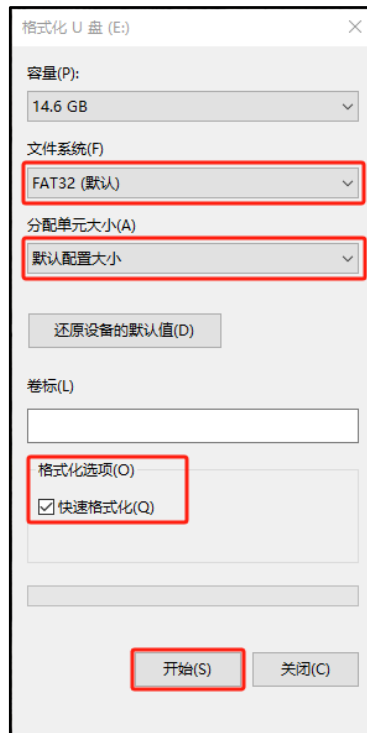


图 2-13: 格式化 SD 卡

2、文件目录要求：格式化完成后，在 SD 卡根目录下建立 UartTFT_Flash 文件夹，将需要更新的 UartTFT-II_Flash.bin 文件放入对应的文件夹（文件和文件夹名称不能修改）如下图所示。



图 2-14: 更新文档所在的储存目录

3、标注 1 处 USB 口连接电脑供电，上电后程序正常运行时将已经准备好的 SD 卡插入下图标注 2 卡槽内，程序会自动检测到 SD 卡插入，并进入升级模式。需要注意的是标注 3 处不需要连接，若有连接需要断开

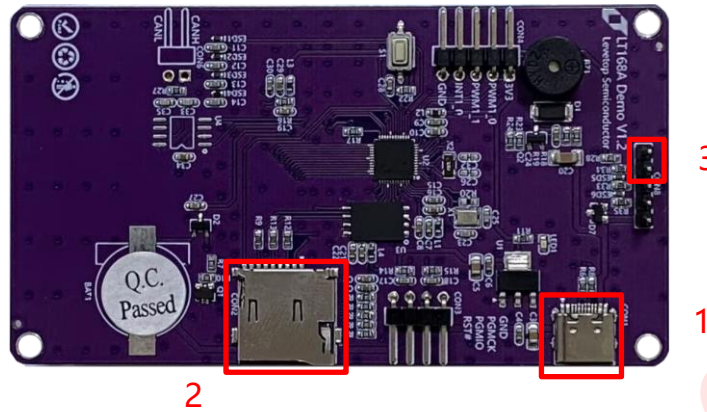


图 2-15: LT168A 示意图

4、等待 SD 卡更新完成。

```
Flash Model: ZB25VQ128
V2.00
1:UartTFT-II_Flash. bin
55%

*
```

图 2-16: SD 卡更新中

5、按照提示移除 SD 卡，程序自动跑入工程。

```
Flash Model: ZB25VQ128
V2.00
1:UartTFT-II_Flash. bin
100%

Result:OK
Remove the SD card to
enter the main program
```

图 2-17: SD 卡更新完毕

2.2.3. 采用串口更新 UartTFT-II_Flash.bin

此 LT168A 串口屏的另一种更新方式就是采用串口模式，方法如下：

1、接线说明，如下图所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 busy 与 GND 互连，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电，通过标注 3 处 TX 与 USB 转 TTL 模块 (如图 2-13) 的 RX 相连，RX 与 USB 转 TTL 模块的 TX 相连，GND 与 USB 转 TTL 模块的 GND 相连，USB 转 TTL 模块的 USB 端与电脑连接。

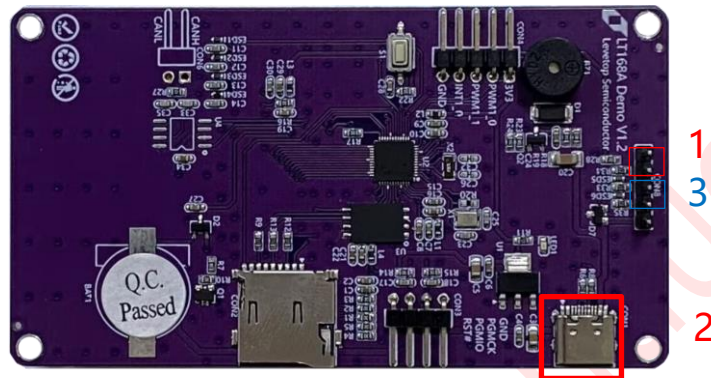


图 2-18: LT168A 接线示意图



图 2-19: USB 转 TTL 模块

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 **LT_Uart_GUI** 软件。点击 InputFile 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，需确保 **BaudRate** 为 **115200**，再点击 OpenComm 打开端口连接。BaudRate 若不是 115200 则无法连接，建立连接后软件自动将下载速度调整至 921600。

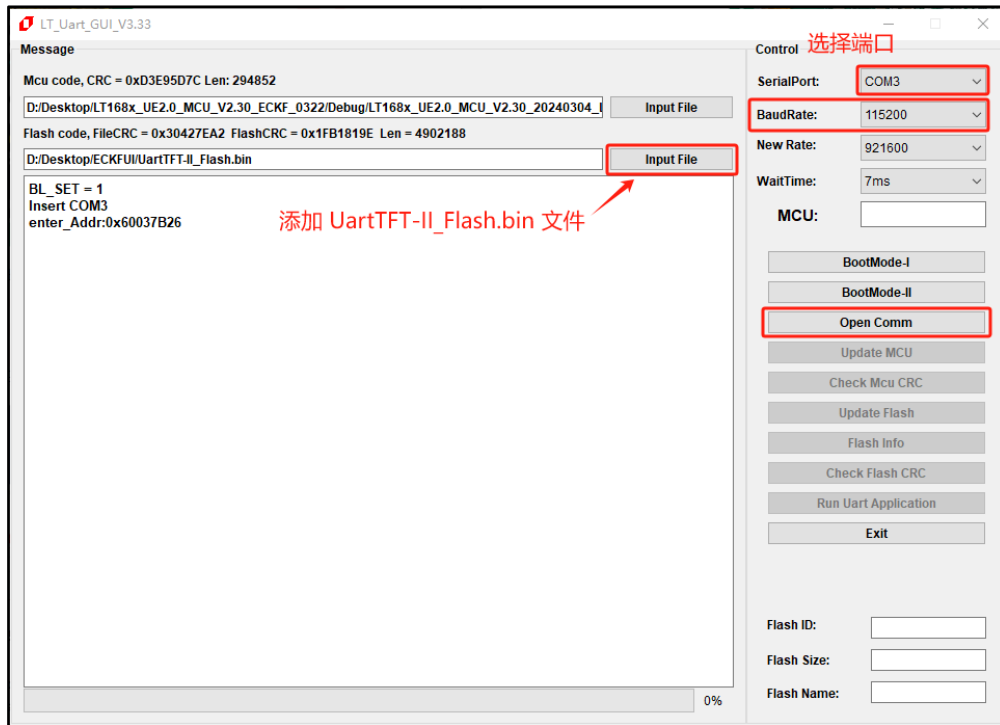


图 2-20: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口

3、点击 Update Flash 烧录 UartTFT-II_Flash.bin 文件。

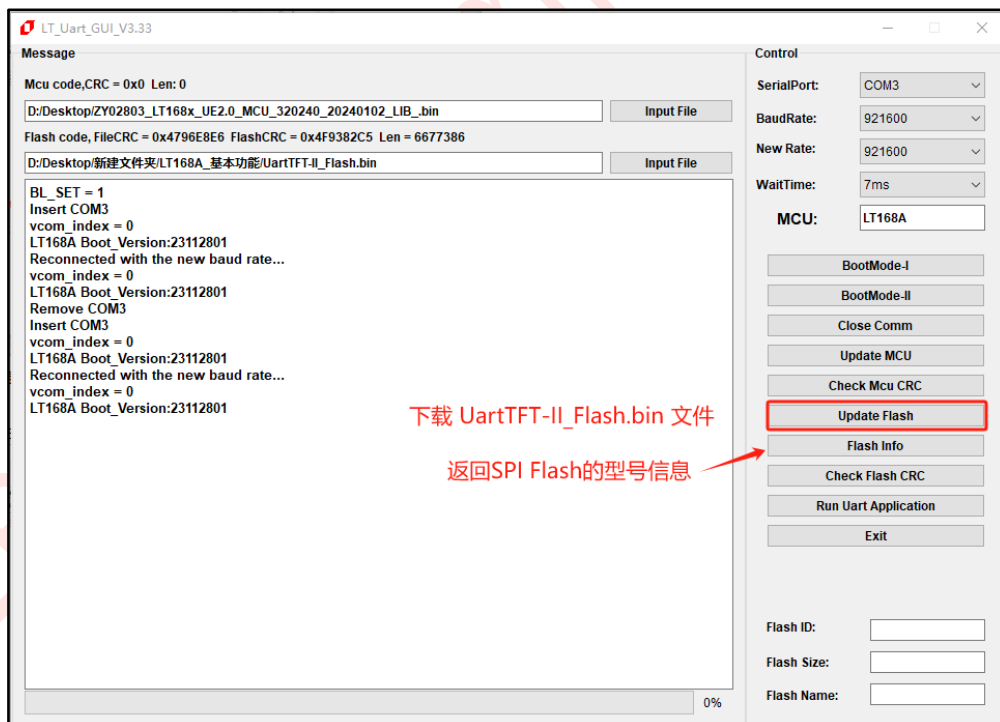


图 2-21: 烧录 UartTFT-II_Flash.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

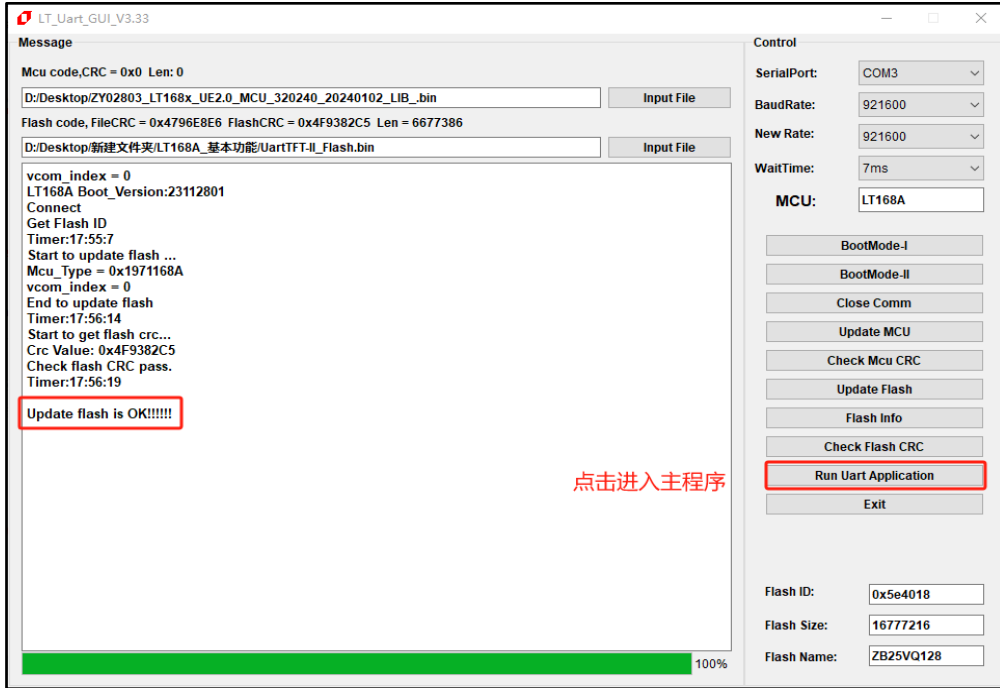


图 2-22: UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成

2.2.4. 使用串口控制演示模块

烧录完成重新上电可以得到相同的工程画面，此步骤确认使用者可以透过更新回复到原先的工程，此用户可以用电脑发送串口数据来控制这个演示模块，连接与通讯的方法如下：

- 1、通过串口与演示模块连接，之后使用**串口调试工具 (UI_Debugger-II)**，进行通信控制。先按下图顺序添加设置好的测试串口指令，也可以跳过该步骤，自行添加指令。串口调试工具详细使用方法可以看 **UI_Editor-II_CH 使用说明书**介绍中的 **9.2.节串口调试工具 (UI_Debugger-II) 使用说明**。

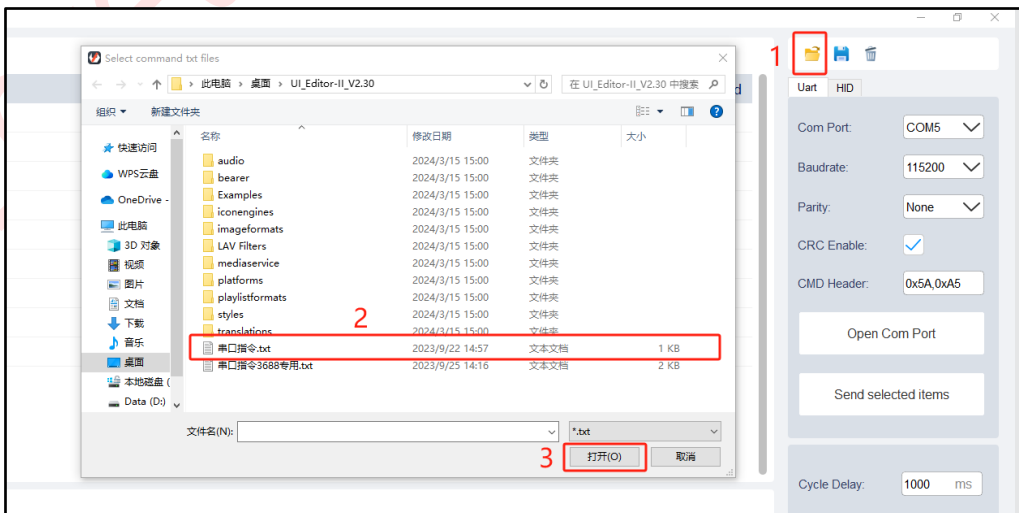


图 2-23: 导入预设的串口指令

M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13

2、导入指令后选择端口和设置的波特率 (需要与工程设置波特率对应) , 最后点击 Open Com Port 打开端口。

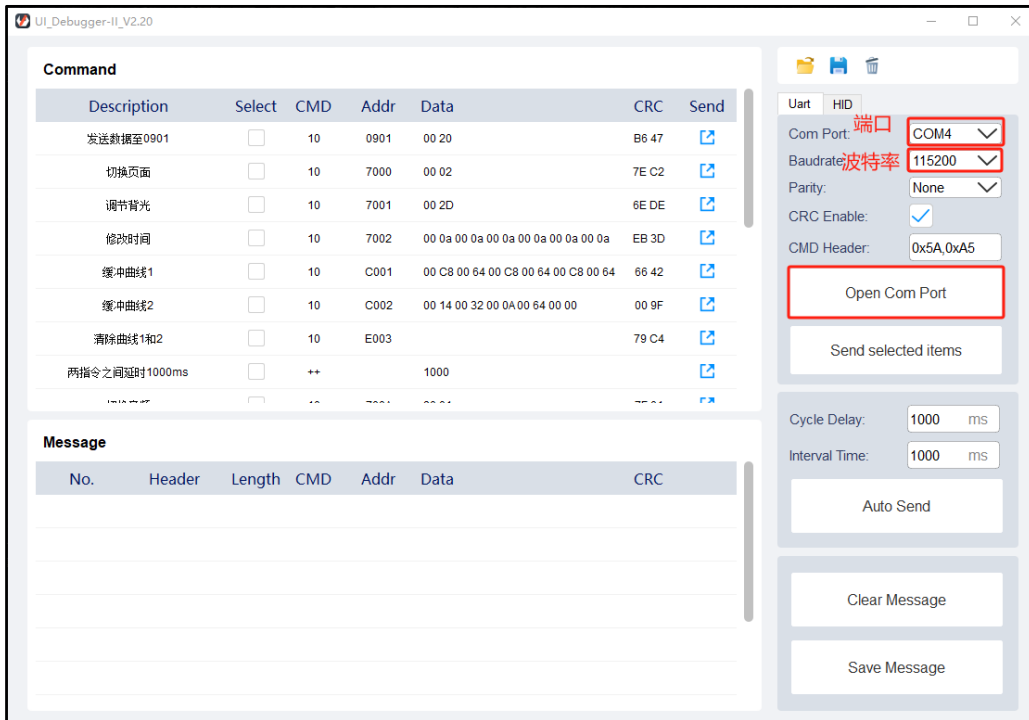


图 2-24: 点击 Open Com Port 打开端口

3、连接后通过发送 Send 按钮发送对应设置好的指令, Message 处可以看到发送的完整指令以及反馈信息。

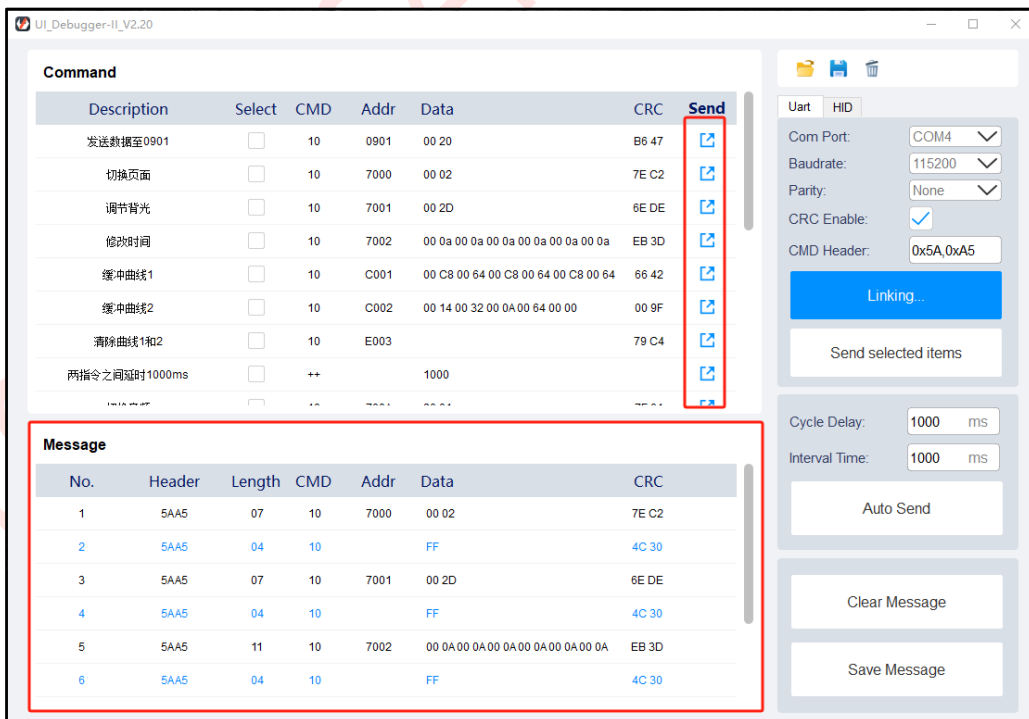


图 2-25: 通过电脑与演示模块通讯

2.2.5. 新工程下载与更新

接下来可以试试更新另一个工程，例如在乐升半导体官网下载区下载相同分辨率为 480x320 的工程：



图 2-26：官网下载区另一个范例

同样透过 UartTFT-II 将工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 烧录到 SPI Flash 内，烧录完成重新上电可以得到新的工程画面：



图 2-27：新的 UI 演示画面

注意，此 LT168A 串口屏演示模块的分辨率为 480x320，Flash 是 NAND type，容量为 1Gbit (128Mbytes)，因此在 UI_Editor-II 设计的 UI 画面必须是符合相同的分辨率，同时工程编译后产生的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 不能超过演示模块的 Flash 容量大小。

此 LT168A 串口屏演示模块烧录新工程通电后出现图 2-27 画面，其基本演示操作说明如下图 2-28、图 2-29；详细操作说明也可以到乐升官网的应用视频区观看或是下载（乐升官网→解决方案→应用视频→基本功能展示→LT168A 应用-串口屏基本功能展示(480*320)，如图 2-30）。

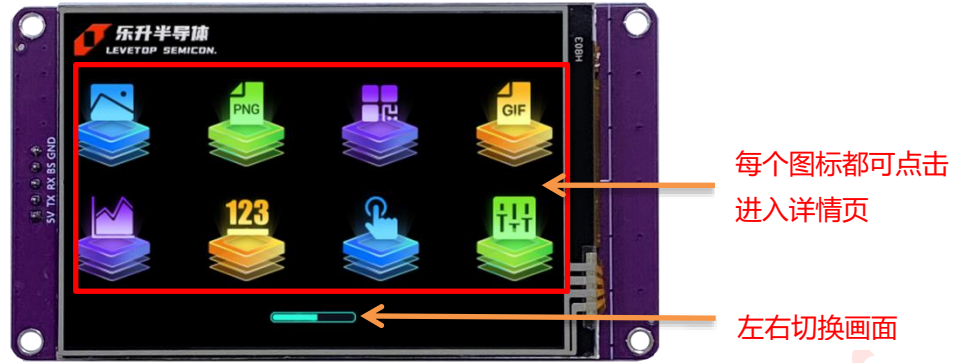


图 2-28: LT168A 应用-串口屏基本功能展示画面 1

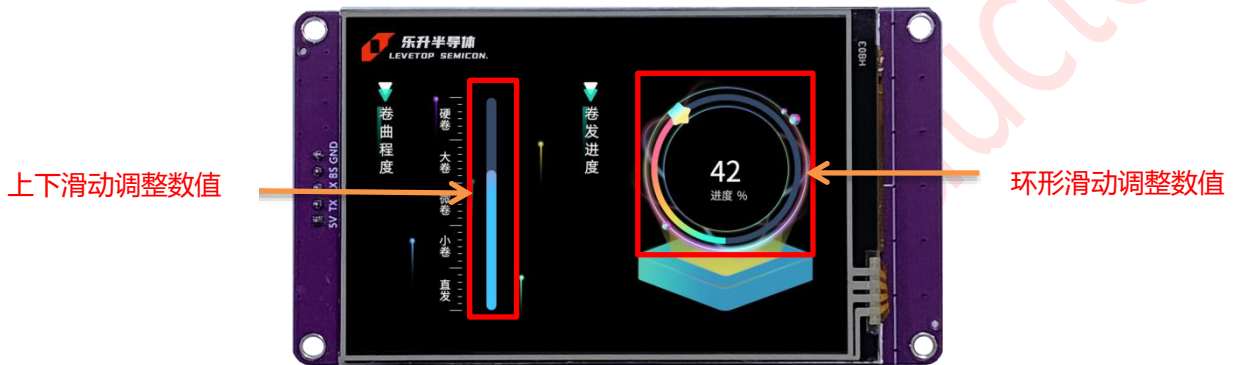


图 2-29: LT168A 应用-串口屏基本功能展示画面 2



图 2-30: LT168A 应用-串口屏基本功能展示视频官网位置

M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13

2.3. 更新 LT168A MCU 代码

串口屏演示模块上的 LT168A 都已经含有串口通讯与显示句柄, 如果遇到需要串口升级、定制化开发 (如协议、特殊画面处理)、或是二次开发等就需要更新演示模块上的 LT168A 内部 Flash 代码、更新方式与上一节的 bin 档案 (UartTFT-II_Flash.bin) 类似:

2.3.1. 采用 USB 更新 MCU_Code.bin

1、接线说明, 如下图所示, 进行烧录前, 先将标注 1 处的 busy 引脚和 GND 互相连接, 然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。

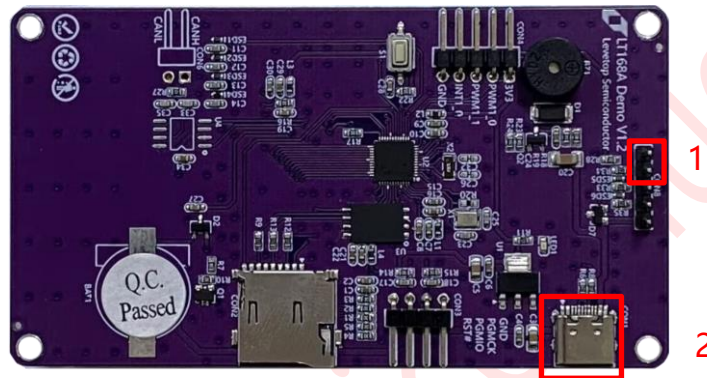


图 2-31: LT168A 接线示意图

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后, 屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 LT_Uart_GUI 软件。点击 Input File 添加需要烧录的工程文件, 选择对应的端口, 再点击 Open Comm 打开端口。

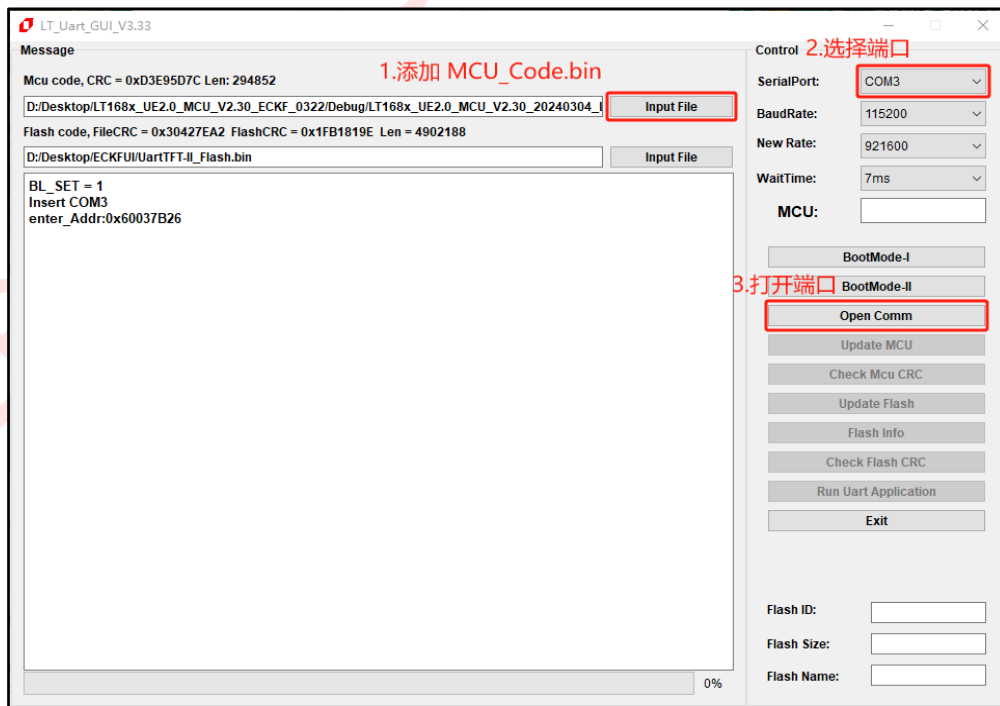


图 2-32: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口

M0168A-35-0480320-SRX-LT-V13

3、点击 Update MCU 烧录 MCU_Code.bin 文件。

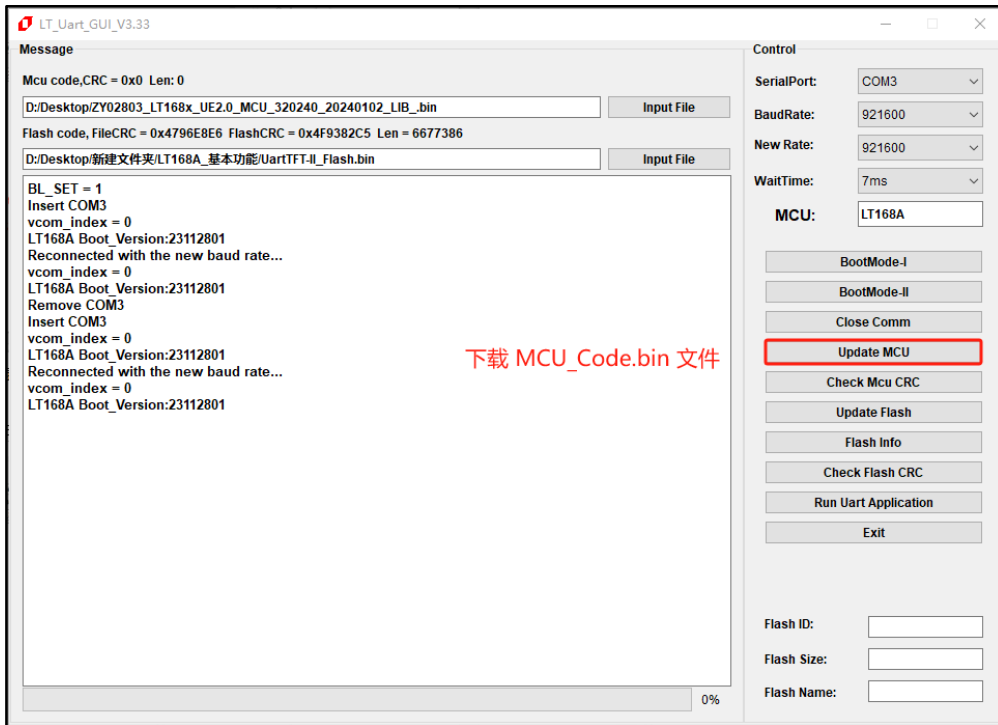


图 2-33: 烧录 MCU_Code.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

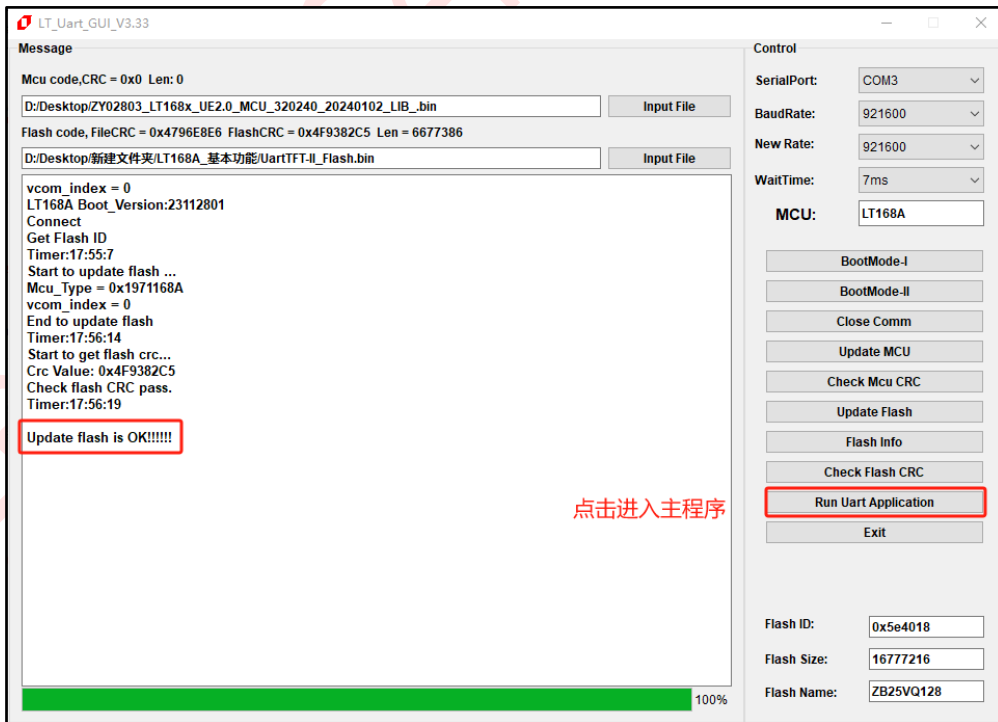


图 2-34: MCU_Code.bin 烧录完成

2.3.2. 采用串口更新 MCU_Code.bin

另一种更新 MCU_Code.bin 方式就是采用串口模式，如同 2.2.3 节更新 UartTFT-II_Flash.bin 的方法一样：

1、接线说明，如前面图 2-12 所示，进行烧录前，先将标注 1 处的 busy 引脚和 GND 相连，通过标注 2 出 USB 口供电，通过标注 3 处 TX 与 USB 转 TTL 模块 (如图 2-13) 的 RX 相连，RX 与 USB 转 TTL 模块的 TX 相连，GND 与 USB 转 TTL 模块的 GND 相连，USB 转 TTL 模块的 USB 端与电脑连接。

2、通过 USB 线连接电脑和串口屏上电后，屏幕会进入的 bootloader 模式。LT168A 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168A 的 LT_Uart_GUI 软件。点击 InputFile 添加需要烧录的工程文件，选择对应的端口，需确保 BaudRate 为 115200，再点击 OpenComm 打开端口连接。BaudRate 若不是 115200 则无法连接，建立连接后软件自动将下载速度调整至 921600。

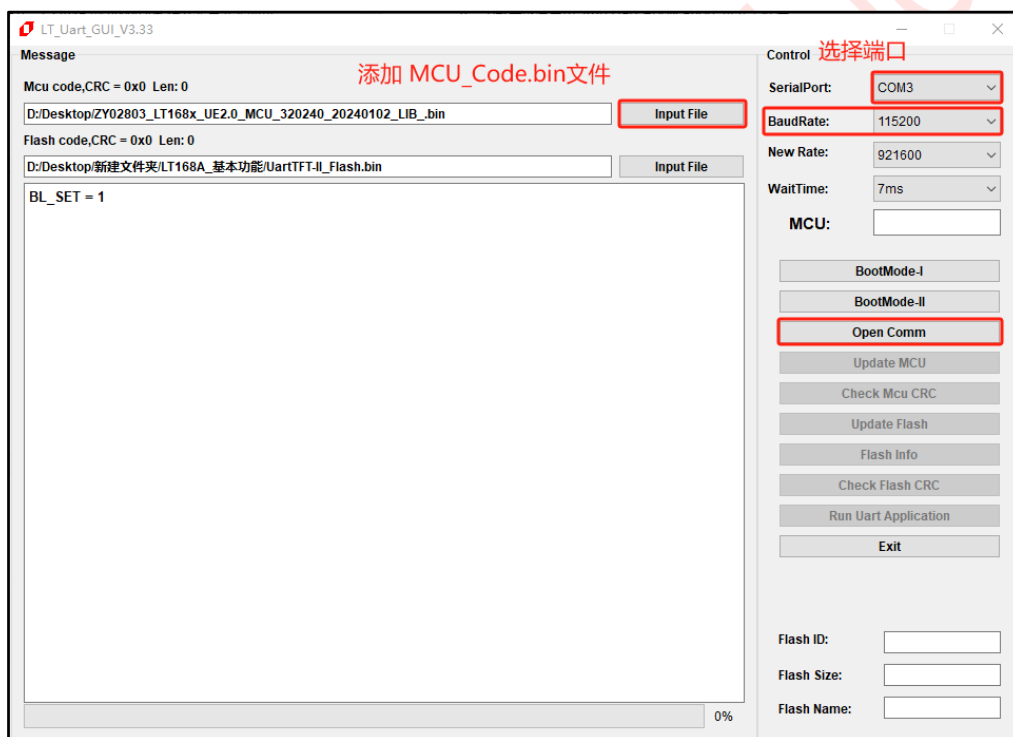


图 2-35: 打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口

3、点击 Update MCU 烧录 MCU_Code.bin 文件。

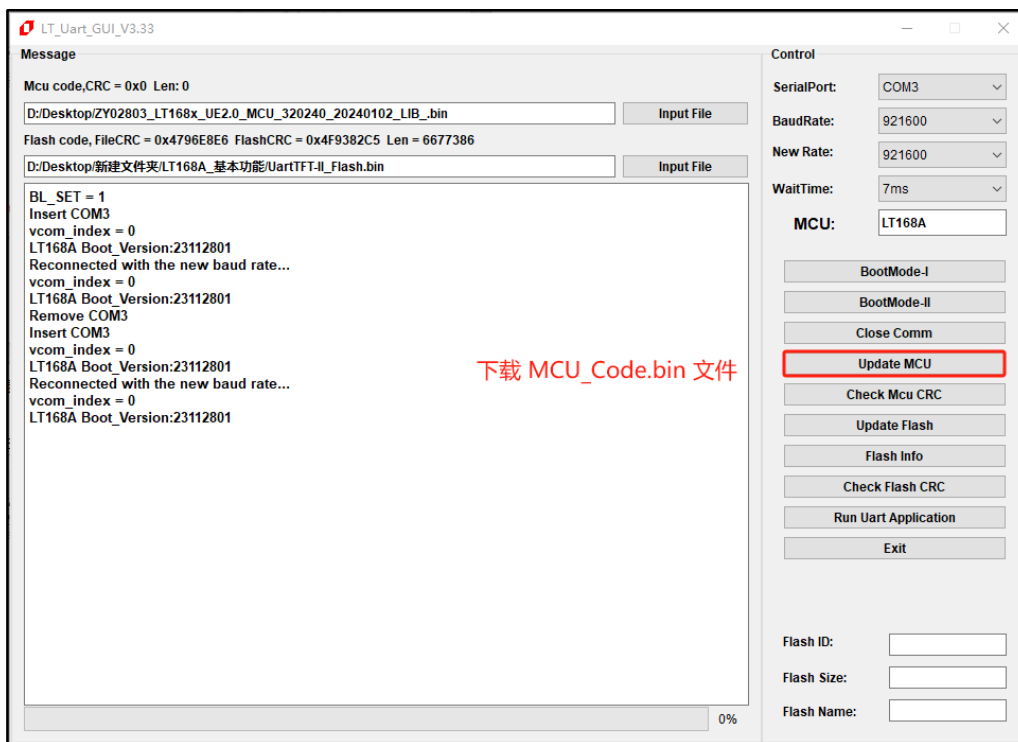


图 2-36：烧录 MCU_Code.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

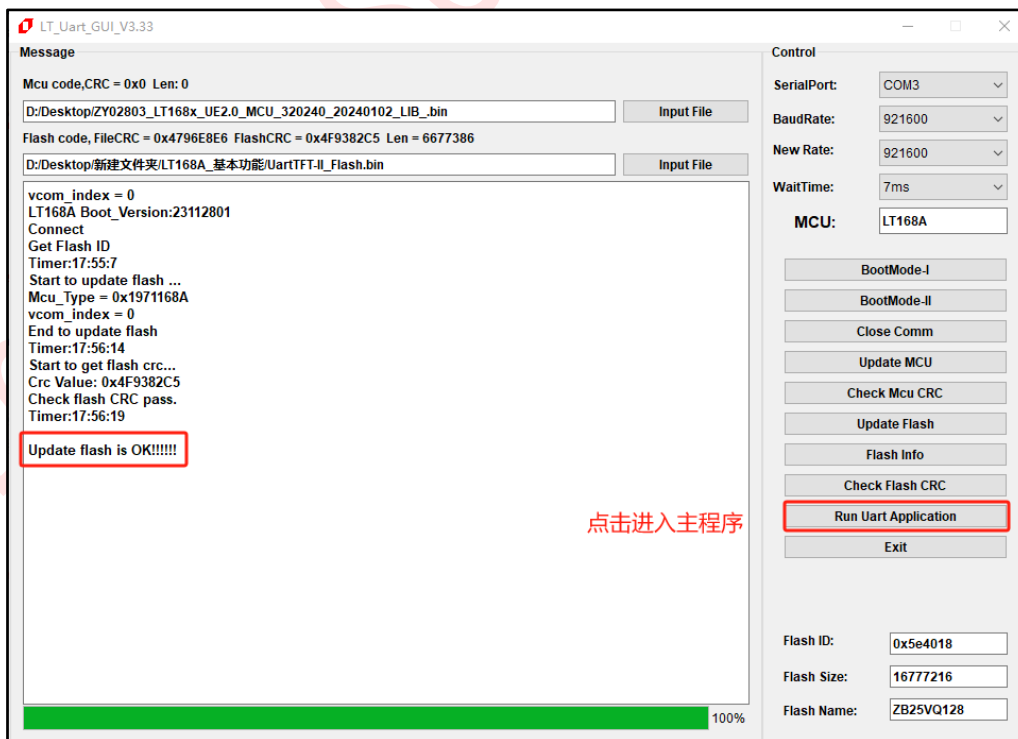


图 2-37：MCU_Code.bin 烧录完成

3. 主控端串口通讯程序范例

在 UI_Editor-II 的串口协议下，主控端 MCU 必须透过 Uart 通讯接口将数据依照串口指令结构与串口屏进行沟通，而为了让主控端 MCU 程序开发者能节省开发时间，本范例提供了一个完整的指令发送程序，将数据写入到指定的变量地址内。

3.1. 串口屏指令结构

下图为乐升半导体串口屏芯片通讯的指令基本结构：

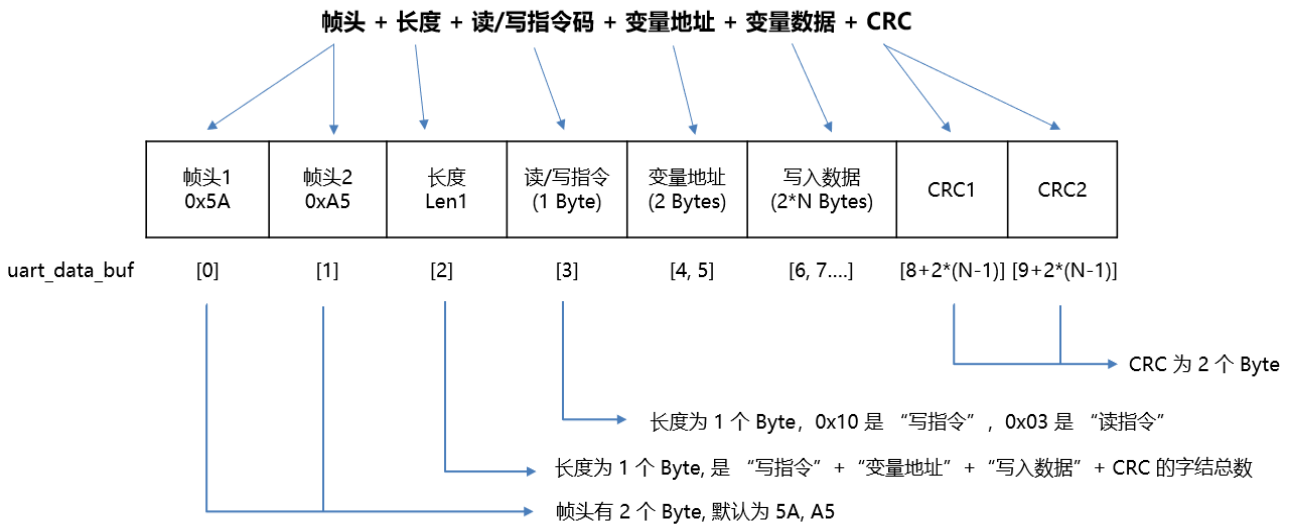


图 3-1：串口通讯指令结构图

本演范例中使用的主控 MCU 为 STM32F103RCT6，将 STM32F103RCT6 的 PA9、PA10 引脚分别设为 USART1_TX 和 USART1_RX，下图为 MCU 与 LT168A 串口芯片的接线模式。

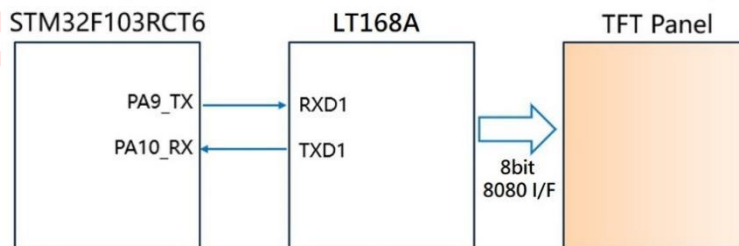


图 3-2：主控端 MCU (STM32F103RCT6) 用串口与 LT168A 串口屏芯片通讯

3.2. CRC 码的生成

每个串口通讯的结尾都有 2 个 CRC 的校验码，是由读/写指令、变量地址、变量数据及一些参数表的数据所产生，其参考代码 (CRC.h) 如下：

```
/**** CRC.h ****/
```

```
#include "stm32f10x.h" // Device header  
/* CRC 校验 */  
//高位字节的 CRC 值  
const uint8_t auchCRCHi[] = {  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,  
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,  
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,  
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,  
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,  
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,  
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,  
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,  
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,  
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,  
0x40};
```

```
//低位字节的 CRC 值  
const char auchCRCLo[] = {  
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC,  
0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09, 0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18,  
0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5,  
0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3, 0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1,  
0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF,  
0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A, 0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B,  
0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6,  
0x26, 0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62,  
0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F, 0x6E, 0xAE, 0xAA,  
0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,  
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5, 0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3,  
0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97,  
0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C, 0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99,  
0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D,  
0x4C, 0x8C, 0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,  
0x40};
```

```
unsigned short CRC16(uint8_t *puchMsg,uint16_t usDataLen)
```

```
/* 函数以 unsigned short 类型返回 CRC */
```

```
{  
    uint8_t uchCRCHi = 0xFF;           // CRC 的高字节初始化  
    uint8_t uchCRCLo = 0xFF;          // CRC 的低字节初始化  
    uint16_t uIndex;                  // CRC 查询表索引  
    while (usDataLen-->0)             // 完成整个报文缓冲区  
    {  
        uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++; // 计算 CRC  
        uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex]; // 通过数组获取进行 CRC 低位  
        uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex]; // 通过数组获取进行 CRC 高位  
    }  
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);  
}
```

3.3. UART 串口配置

如前节所述,本演范例将使用STM32F103RCT6作为主控MCU,通过数据手册可将STM32F103RCT6的PA9、PA10引脚分别设为USART1_TX和USART1_RX引脚。本次演示只进行一写指令操作,因此只需要使用PA9引脚与串口屏的RXD1引脚进行连接即可实现切换显示页面的操作。UART串口输出程序代码(Uart.h)如下:

```
/***** Uart.h *****/  
  
#include "stm32f10x.h"           // Device header  
#include <stdio.h>  
#include <stdarg.h>  
  
void Uart_Init(void)           // 串口初始化  
{  
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_USART1, ENABLE);  
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE);  
  
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;  
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;  
    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_9;  
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;  
    GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure);  
  
    USART_InitTypeDef USART_InitStructure;  
    USART_InitStructure.USART_BaudRate = 115200;  
    USART_InitStructure.USART_HardwareFlowControl = USART_HardwareFlowControl_None;  
    USART_InitStructure.USART_Mode = USART_Mode_Tx;  
    USART_InitStructure.USART_Parity = USART_Parity_No;  
    USART_InitStructure.USART_StopBits = USART_StopBits_1;  
    USART_InitStructure.USART_WordLength = USART_WordLength_8b;  
    USART_Init(USART1, &USART_InitStructure);  
  
    USART_Cmd(USART1, ENABLE);  
}  
  
uint16_t UART_SendByte(uint8_t Byte)           // 串口发送一个 Byte 数据  
{  
    USART_SendData(USART1, Byte);  
    while (USART_GetFlagStatus(USART1, USART_FLAG_TXE) == RESET);  
}  
  
uint16_t UART_SendData(uint8_t *send_buf, uint16_t Length) // 串口发送指令函数  
{  
    uint16_t ret;  
    uint32_t i;  
  
    for (i = 0; i < Length; i ++)  
    {  
        ret = UART_SendByte(send_buf[i]);  
    }  
    return ret;  
}
```

3.4. 主函数编写进行指令传输

以下范例为主控端 MCU (STM32F103RCT6) 将变量地址 0x7000 写入 0x0001 数据, 实现切换显示页面、将变量地址 0x7001 写入 0x0020 数据, 实现调整背光亮度, 及修改 RTC 时钟日期, 其流程与程序编写如下:

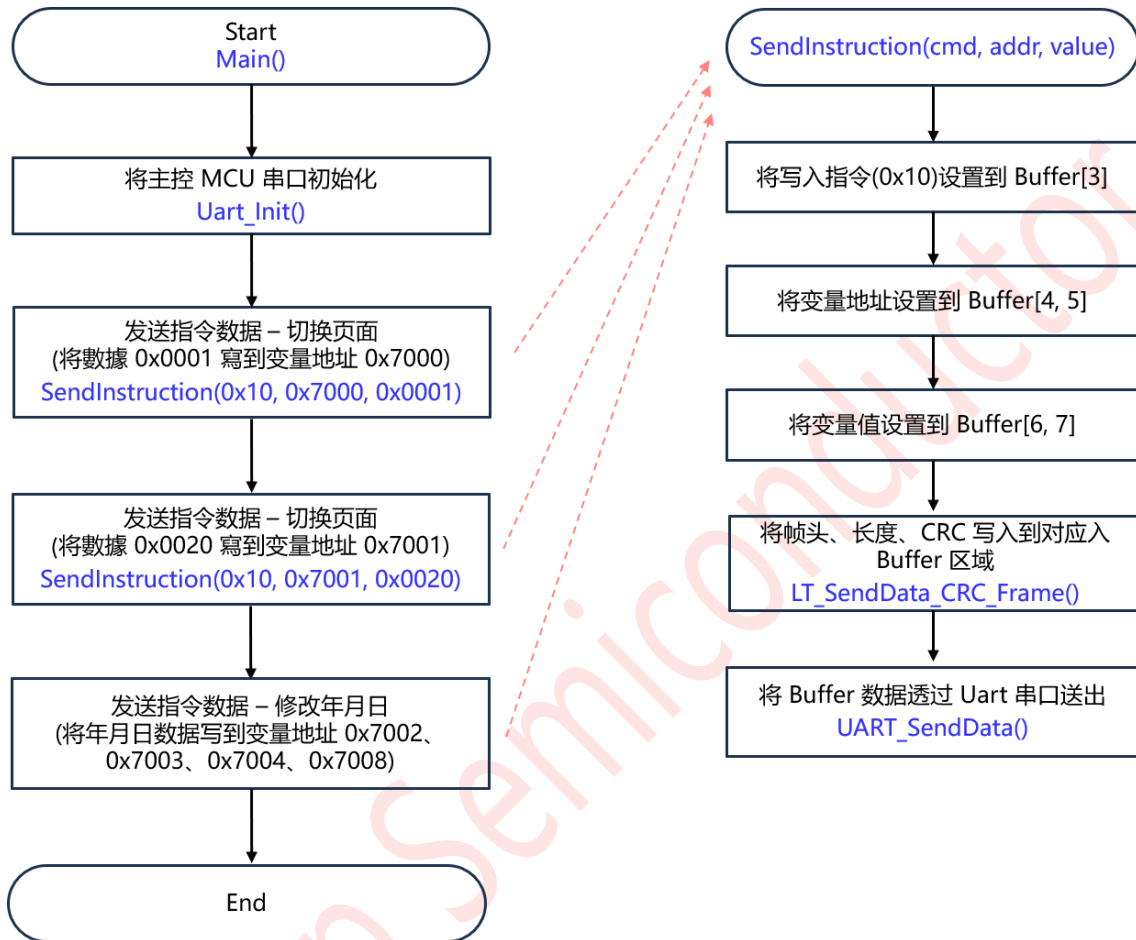


图 3-3: 主控端发送串口指令的流程图

```

/***** main() *****/

#include "stm32f10x.h" // Device header
#include "Delay.h"
#include "Uart.h"
#include "CRC.h"

uint8_t SCI_C0 = 0x5A; // 设置帧头
uint8_t SCI_C1 = 0xA5;
uint8_t uart_data_buf[256]; // 存放指令的数组
uint8_t len; // 指令长度
uint8_t CRC_Enable_Flag = 1; // CRC 校验标志位
uint8_t CRC_Feedback_Flag = 1;

int main()
{
    Uart_Init(); // 串口初始化
    SendInstruction(0x10, 0x7000, 0x0001); // 发送指令数据 - 切换页面
    SendInstruction(0x10, 0x7001, 0x0020); // 发送指令数据 - 调整背光亮度

    SendInstruction(0x10, 0x7002, 0x0017); // 发送指令数据 - 修改年为 2023
    SendInstruction(0x10, 0x7003, 0x000B); // 发送指令数据 - 修改月份 11
    SendInstruction(0x10, 0x7004, 0x001C); // 发送指令数据 - 修改日为 28
    SendInstruction(0x10, 0x7008, 0x0001); // 发送指令数据 - 确认年月日修改
}

void LT_SendData_CRC_Frame(uint8_t *buf, uint8_t len1) // 获取长度及 CRC, 并将帧头、长度、CRC
// 写入对应的 Buffer 区
{
    uint16_t TxToPc_crc;
    uint8_t crc[2] = {0};

    *(buf + 0) = SCI_C0; // 将帧头写入到 Buffer[0, 1]
    *(buf + 1) = SCI_C1;
    if (CRC_Enable_Flag)
    {
        TxToPc_crc = CRC16(buf + 3, len1); // 进行 CRC 计算
        crc[0] = (uint8_t)(TxToPc_crc & 0x00ff);
        crc[1] = (uint8_t)((TxToPc_crc >> 8) & 0x00ff);

        len1 += 2; // 加上 CRC (2 个 byte) 后的长度
        *(buf + len1 + 1) = crc[0]; // 将 CRC 写入到 Buffer 内
        *(buf + len1 + 2) = crc[1];
    }
    *(buf + 2) = len1; // 将长度(写指令+变量地址+变量数据+CRC 字节总数)
    // 写入到 Buffer[2]
    len = len1 + 3; // 完整的指令长度 (再加上帧头 2byte 和 length1 个 byte)
}
    
```

```
void SendInstruction(uint8_t cmd, uint16_t addr, uint16_t value)
{
    uart_data_buf[3] = cmd;                // 设置功能码到 Buffer[3]
    uart_data_buf[4] = (uint8_t)(addr >> 8); // 设置变量地址高位到 Buffer[4]
    uart_data_buf[5] = (uint8_t)addr;       // 设置变量地址低位到 Buffer[5]
    uart_data_buf[6] = (uint8_t)(value >> 8); // 设置变量值高位到 Buffer[6]
    uart_data_buf[7] = (uint8_t)value;     // 设置变量值低位到 Buffer[7]
    LT_SendData_CRC_Frame(uart_data_buf, 5); // 将帧头、长度、CRC 写入对应 Buffer 区
    UART_SendData(uart_data_buf, len);     // 通过 UART 串口将存在 Buffer 区内的指令数据
                                           // 发送出去

    Delay_ms(1000);
}
```


4. 更新 Bootloader

Bootloader 文件用于下载 MCU_Code.bin 和 UartTFT-II_Flash.bin 文件。一般来说，只有需要更换下载方式的时候才会更换 bootloader 程序。**该步骤为非必要步骤，更改烧录方式或者烧录程序出问题才需要下载 Bootloader 程序。**

更新 Bootloader 需要使用 **LT_SWD_ISP_GUI** 软件（可到官网下载），同时要准备一个“LT32U03/7689/776/168AB 在线烧录器”。其烧录 Bootloader 步骤如下：

- (1) 用线把烧录器与演示模块的 GND, SWDIO, SWDCLK 线连在一起。

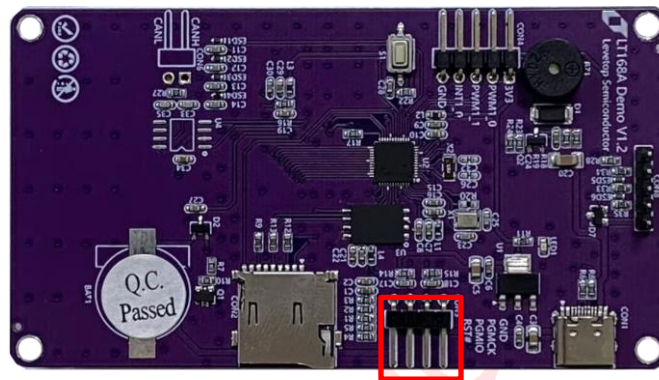


图 4-1: 168A 演示模块

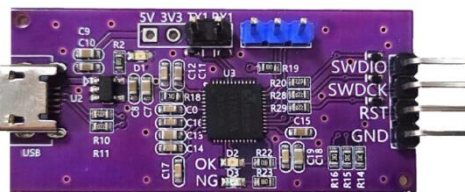


图 4-2: LT_SWD_ISP_Programmer_Lite 烧录器

(2) 打开以下软件，找到对应的 Bootloader 的 bin 文件，打开端口后，点击 Program...下载。

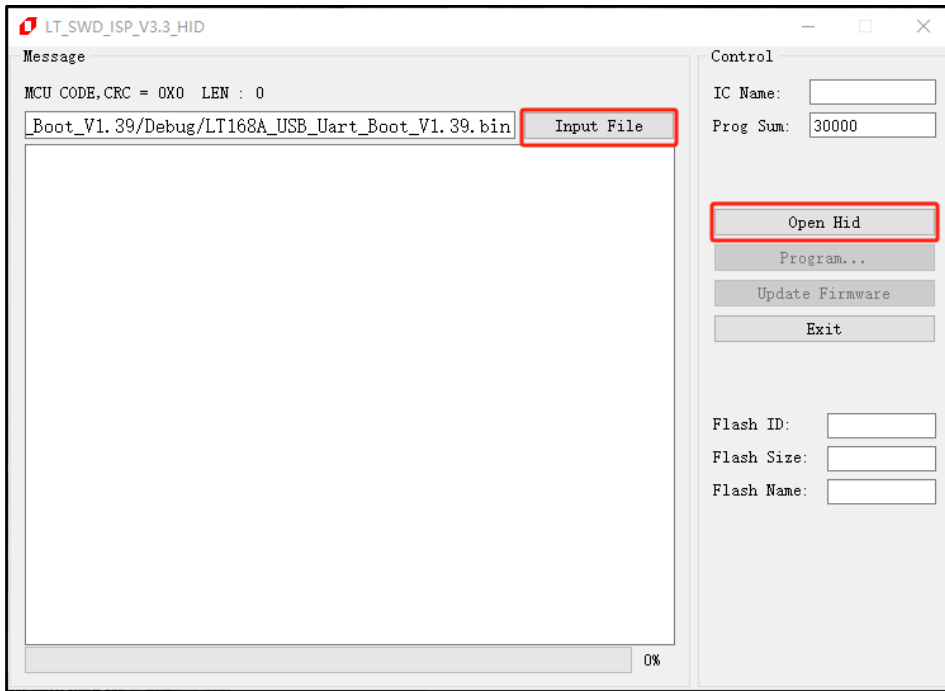


图 4-3: SWD 下载

注：烧录完成后一定要及时退出 SWD 软件，不然会影响 IC 正常工作。