乐升半导体
LEVETOP

LT168B 串口屏演示模块

(M0168B-21-0480480-RXE-SB-V10)

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	2024/4/22	初版
-	-	-

版权说明

目　录

图 附 录

1. 模块基本介绍

1.1. 模块外观

LT168B 串口屏演示模块（M0168B-21-0480480-RXE-SB-V10）为 2.1”分辨率 480x480 带编码器的圆形旋钮屏模块，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：

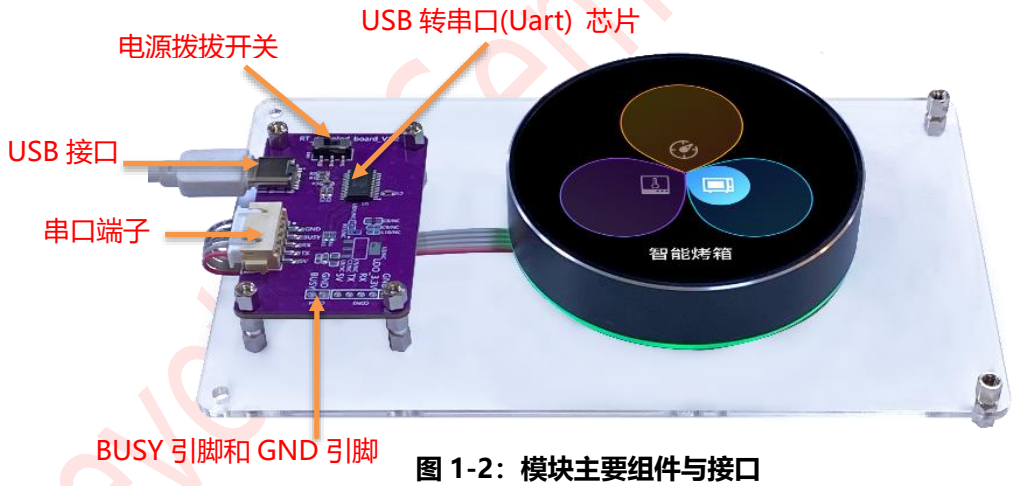


图 1-2：模块主要组件与接口

1.2. 原理图

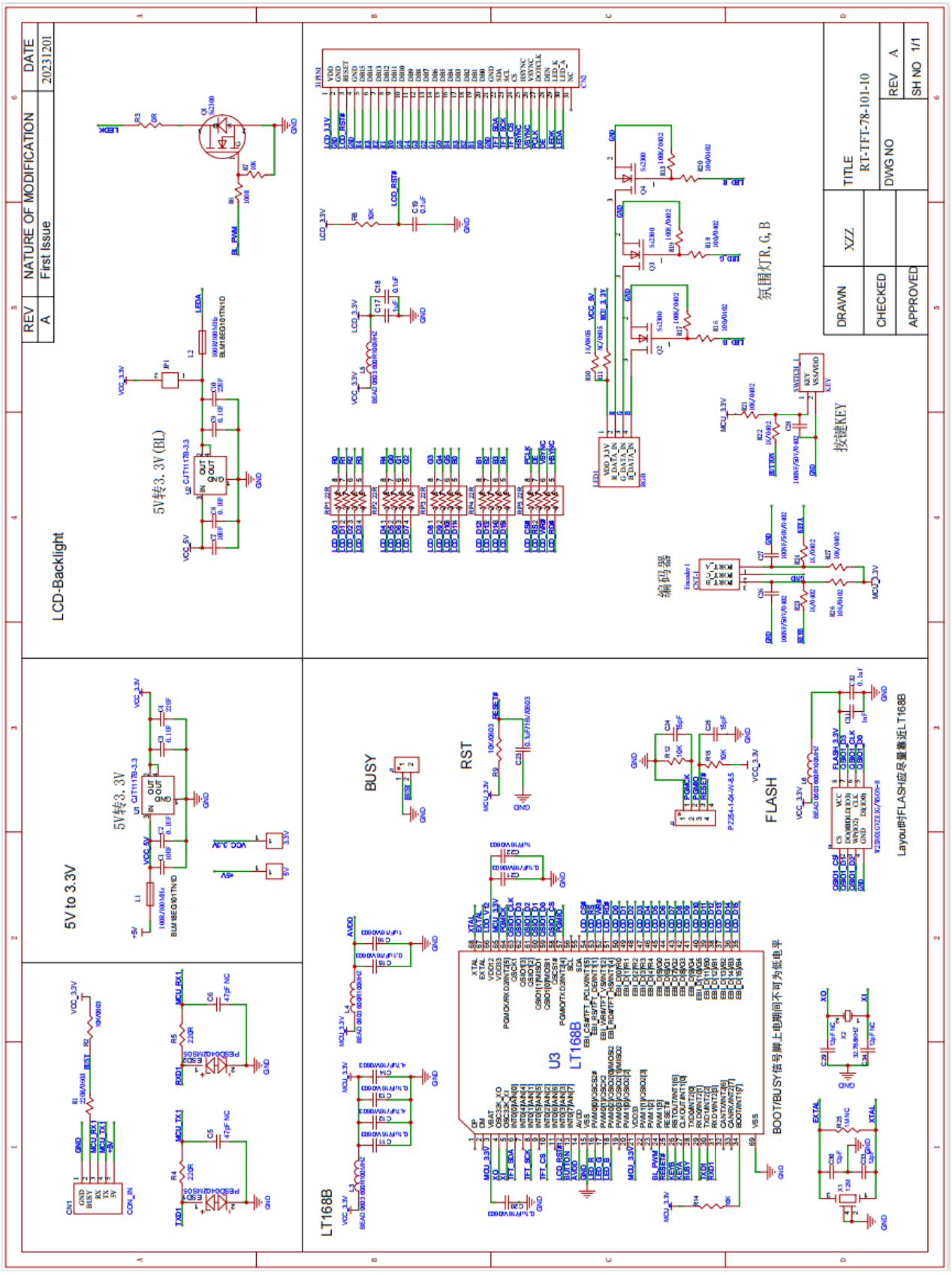


图 1-3：原理图

2. 使用方式

2.1. 上电演示

此 LT168B 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 进行编码器操作，当然也可以通过“电源与通讯接口”的 VCC 与 GND 引入 5V 电源进行操作。

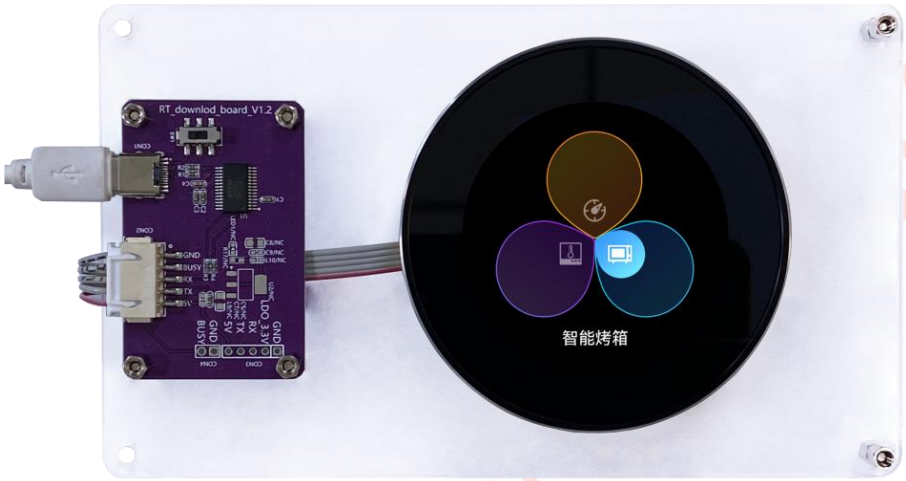


图 2-1：出厂的 UI 演示画面范例

此 LT168B 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，所以用带编码器的圆形旋钮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，用户可以按下带编码器的圆形旋钮屏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→LT168B 应用-三合一功能演示，如图 2-6）。

注意：此 LT168B 串口屏演示模块是采用带编码器的圆形旋钮屏，因此操作时要稍微用力压下才能达到效果。

图 2-2：LT168B 应用-三合一功能演示画面 1

图 2-3：LT168B 应用-三合一功能（智能烤箱）演示画面 2

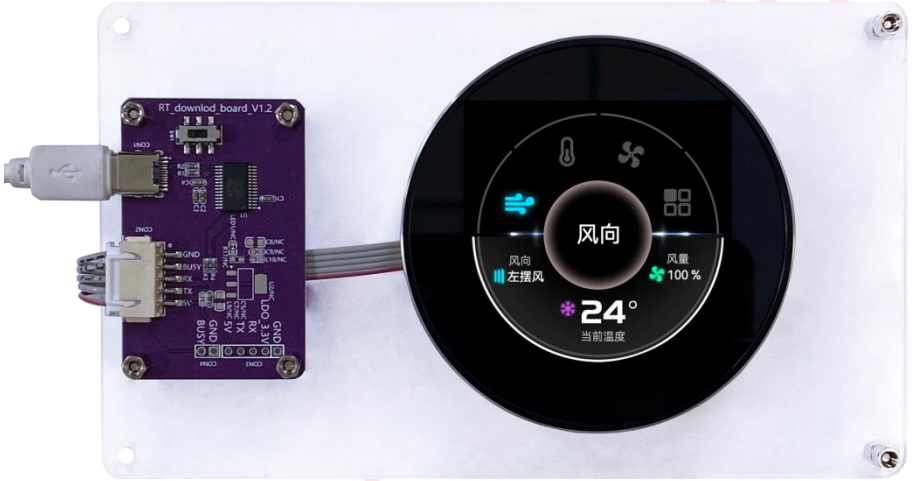
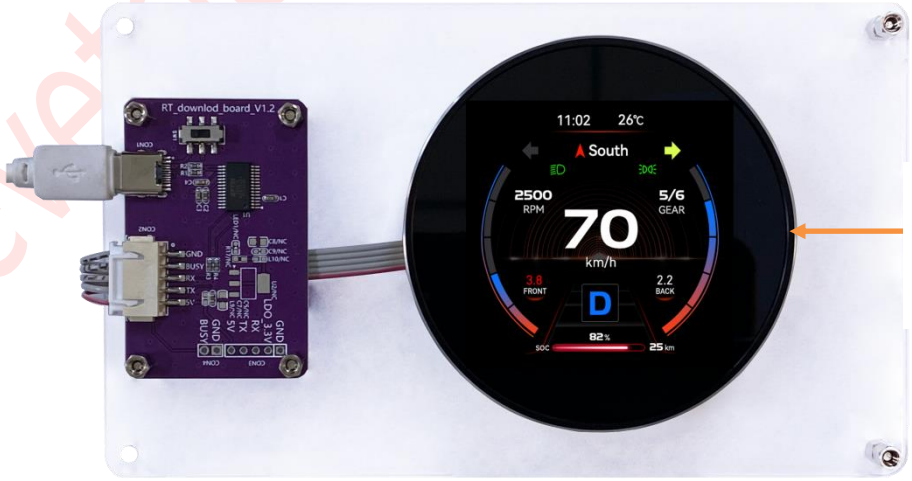


图 2-4：LT168B 应用-三合一功能（温控器）演示画面 3



单按切换速度快慢
双按返回到画面 1

图 2-5：LT168B 应用-三合一功能（摩托车仪表）演示画面 4

图 2-6：LT168B 应用-三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 LT168B 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 2-7：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 LT168B 串口屏更新方式可以用如下方法：

2.2.1. 采用串口更新 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 GND 短接，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。**

图 2-8：LT168B 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。LT168B 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168B 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。

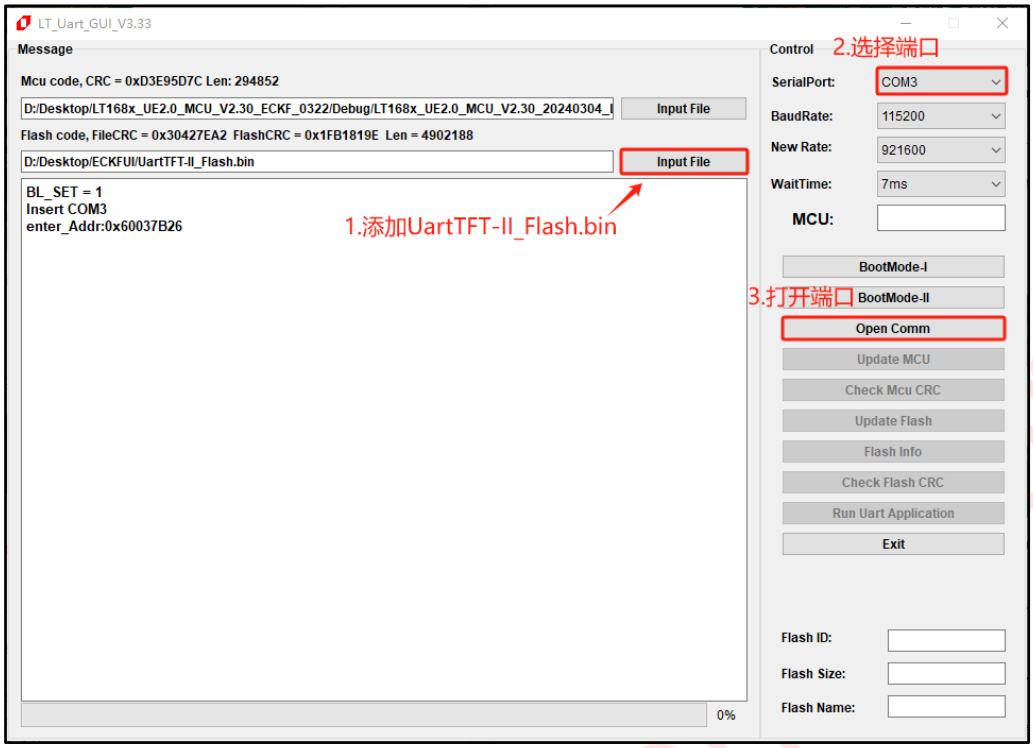


图 2-9：打开 LT_Uart_GUI 软件点选 UartTFT-II_Flash.bin 及选择连接端口

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

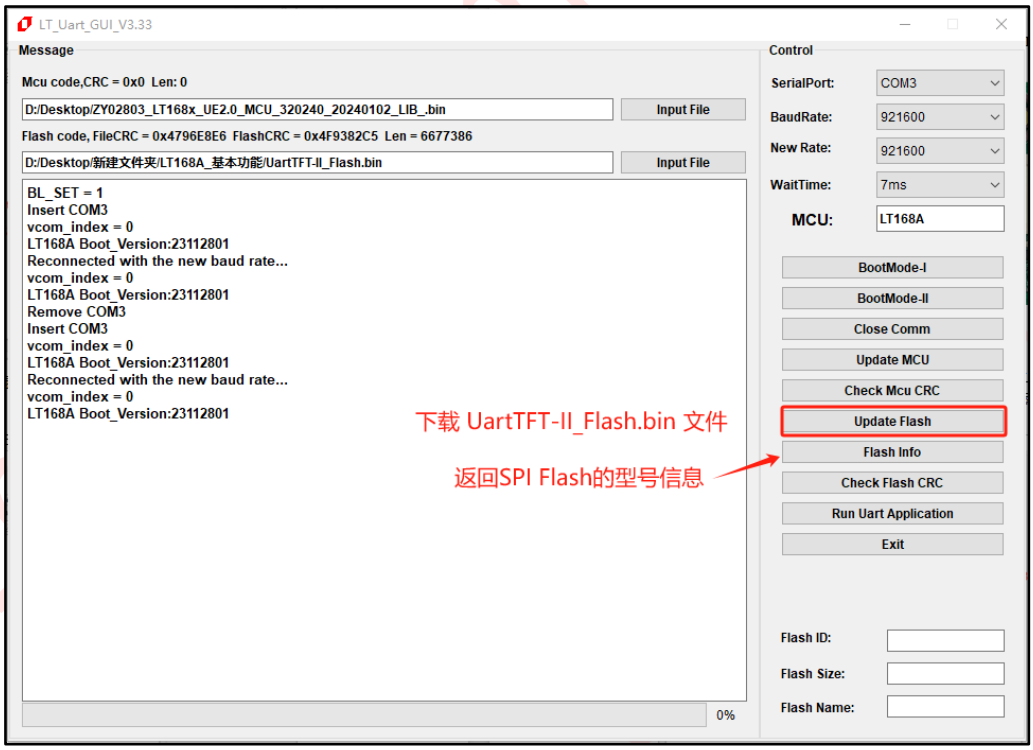


图 2-10：烧录 UartTFT-II_Flash.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

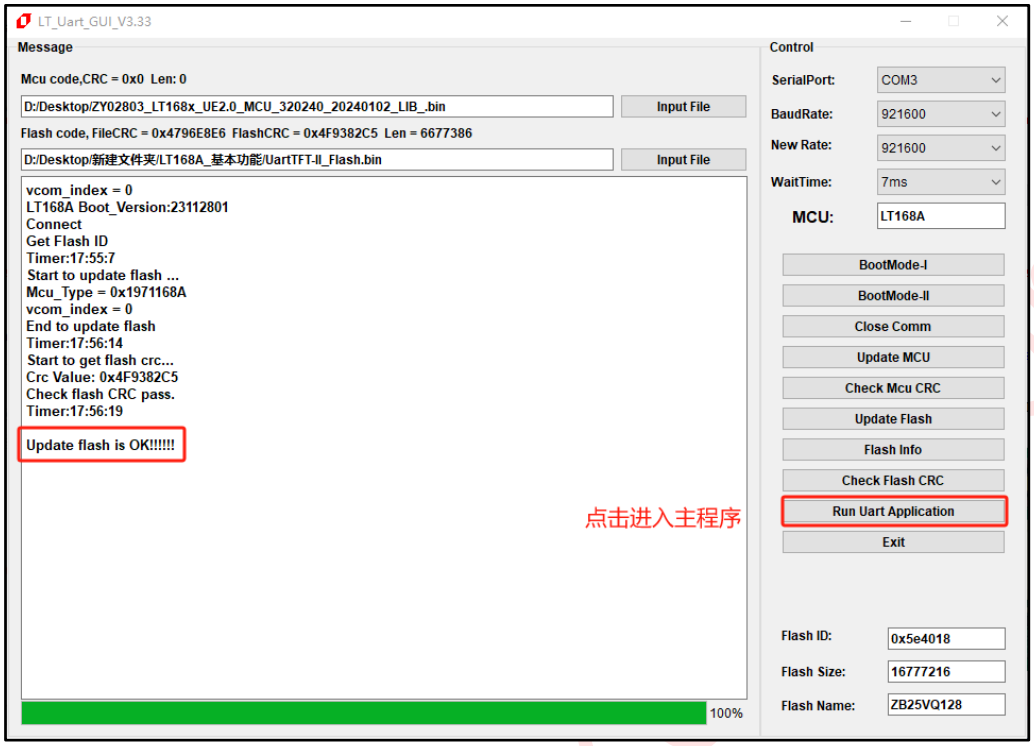


图 2-11：UartTFT-II_Flash.bin 烧录完成

2.2.2. 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。**

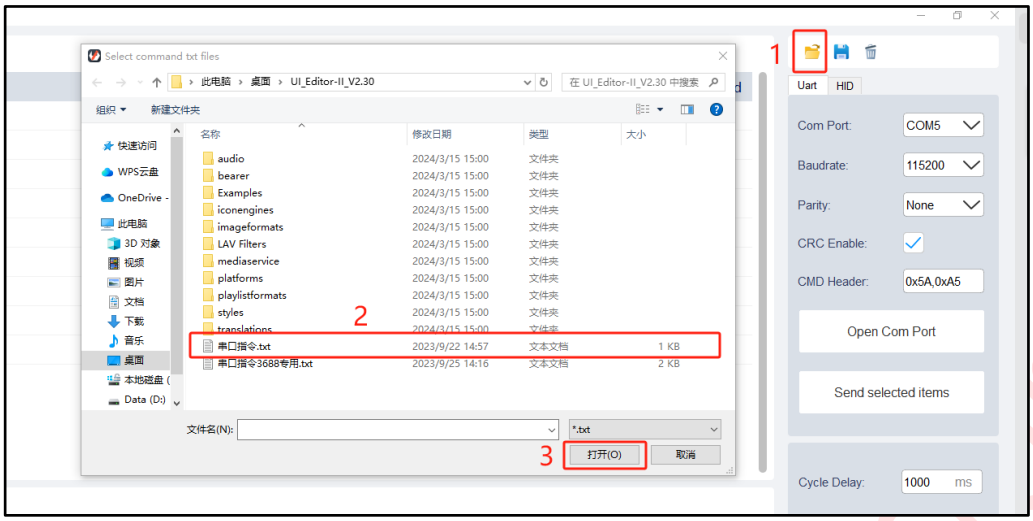


图 2-12：导入预设置的串口指令

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。

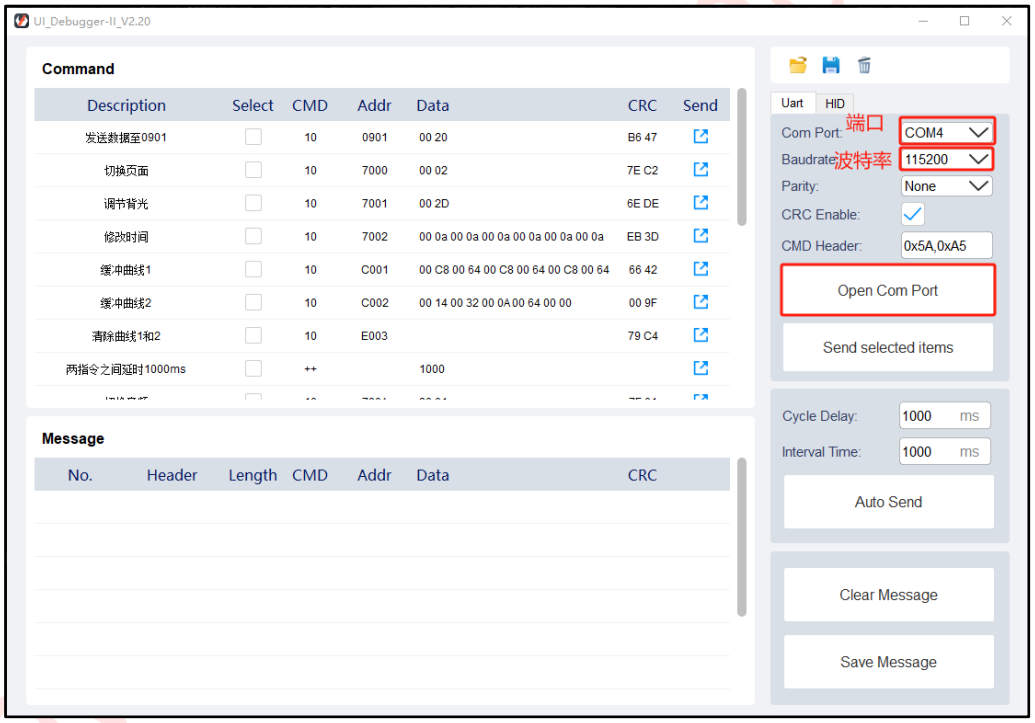


图 2-13：点击 Open Com Port 打开端口

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。

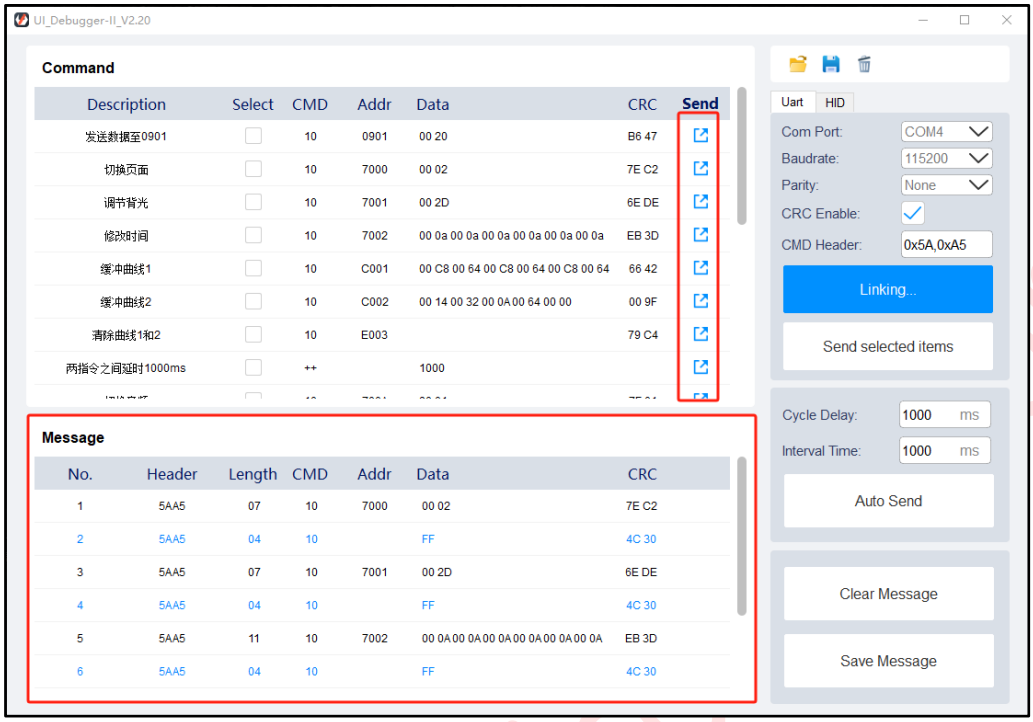


图 2-14：通过电脑与演示模块通讯

2.2.3. 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 480x480 的工程：

图 2-15：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 2-16：新的 UI 演示画面

注意，此 LT168B 串口屏演示模块的分辨率为 480x480，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 LT168B 串口屏演示模块烧录新工程通电后出现图 2-16 画面，其基本演示操作说明如下图 2-17、图 2-18、图 2-19；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→LT168B 应用-智能烤箱，如图 2-20）。

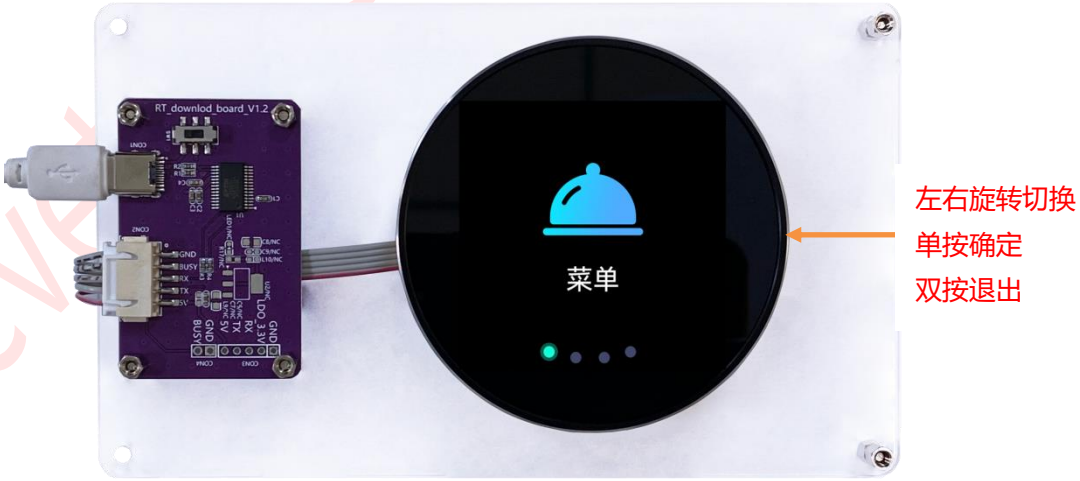


图 2-17：LT168B 应用-智能烤箱演示画面 1

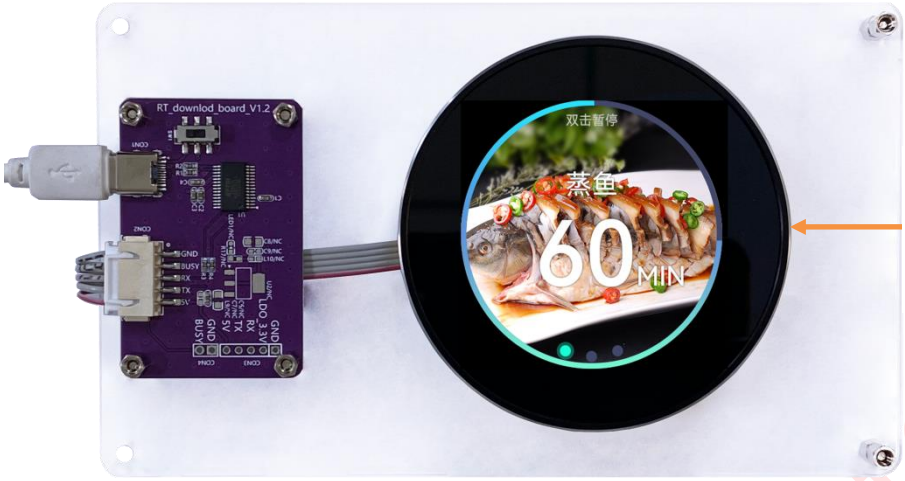


图 2-18：LT168B 应用-智能烤箱演示画面 2

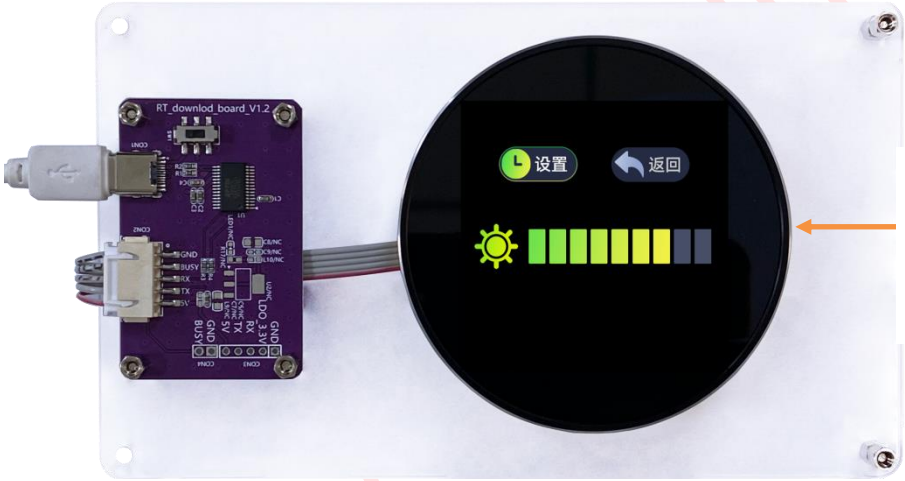


图 2-19：LT168B 应用-智能烤箱演示画面 3

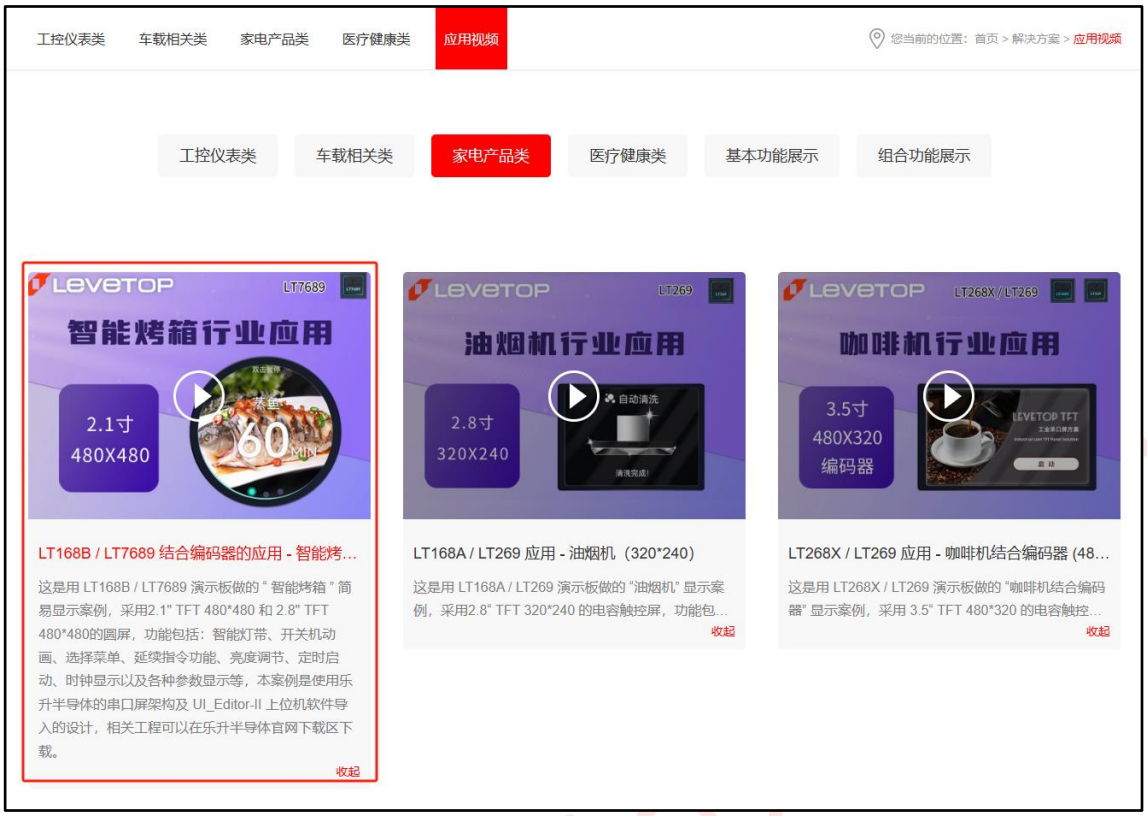


图 2-20：LT168B 应用-智能烤箱演示视频官网位置

2.3. 更新 LT168B MCU 代码

串口屏演示模块上的 LT168B 都已经含有串口通讯与显示句柄，如果遇到需要串口升级、订制化开发（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 LT168B 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. 采用串口更新 MCU_Code.bin

1、接线说明，如前面图 2-8 所示，进行烧录前，**先将标注 1 处的 BUSY 引脚和 GND 短接，然后通过标注 2 处 USB 口连接电脑供电和通信。**

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。LT168B 的 bootloader 模式无背光无显示。打开专用烧录 LT168B 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。

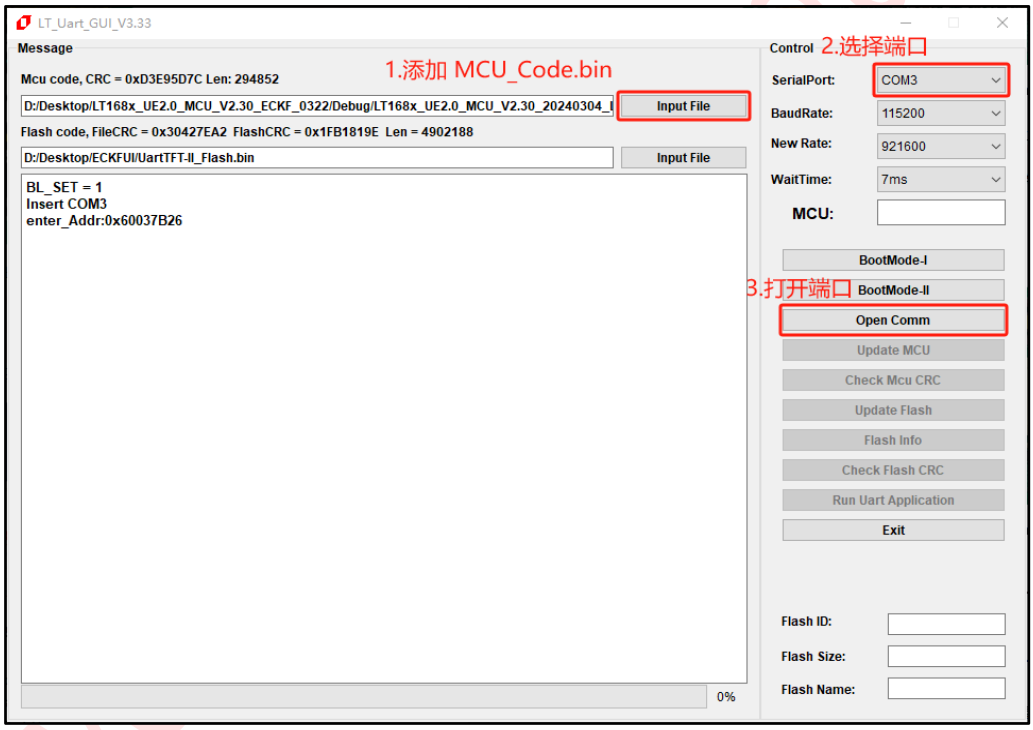


图 2-21：打开 LT_Uart_GUI 软件点选 MCU_Code 及端口

3、点击 Update MCU 烧录 MCU_Code.bin 文件。

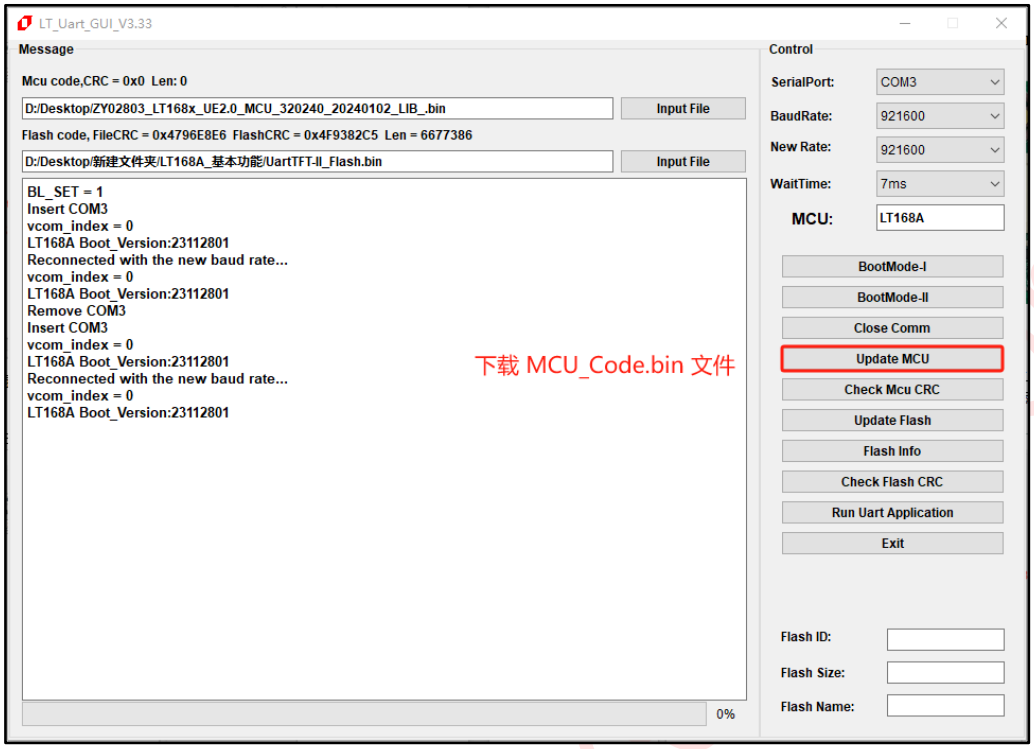


图 2-22：烧录 MCU_Code.bin

4、下载完成后点击 Run Uart Application 进入主程序

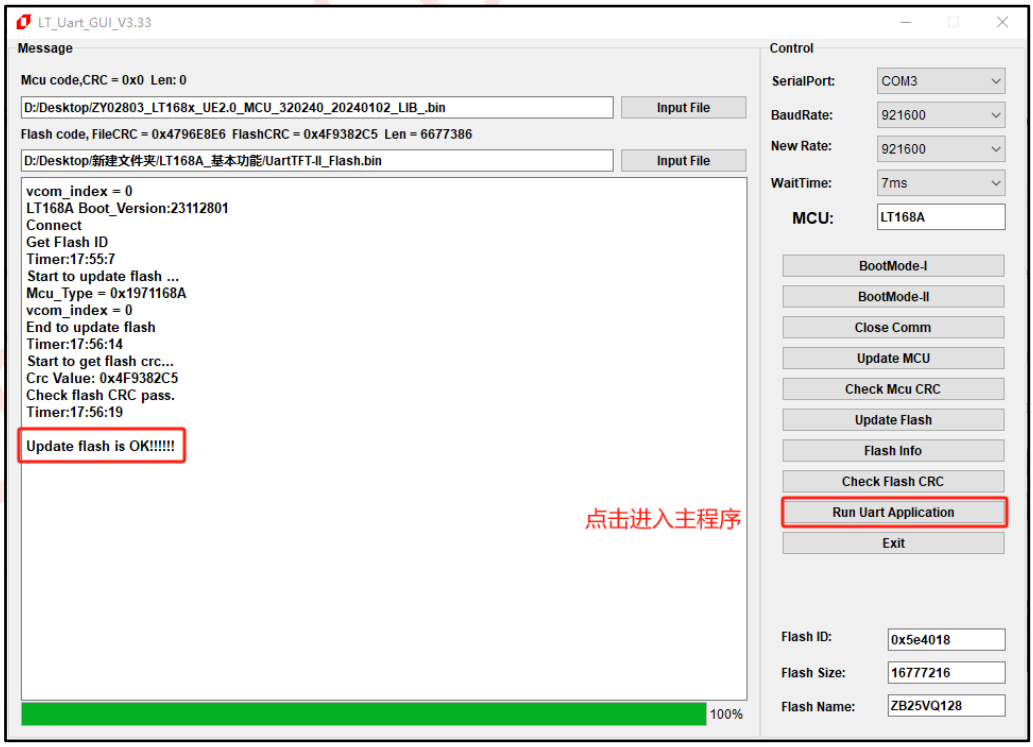


图 2-23：MCU_Code.bin 烧录完成

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：

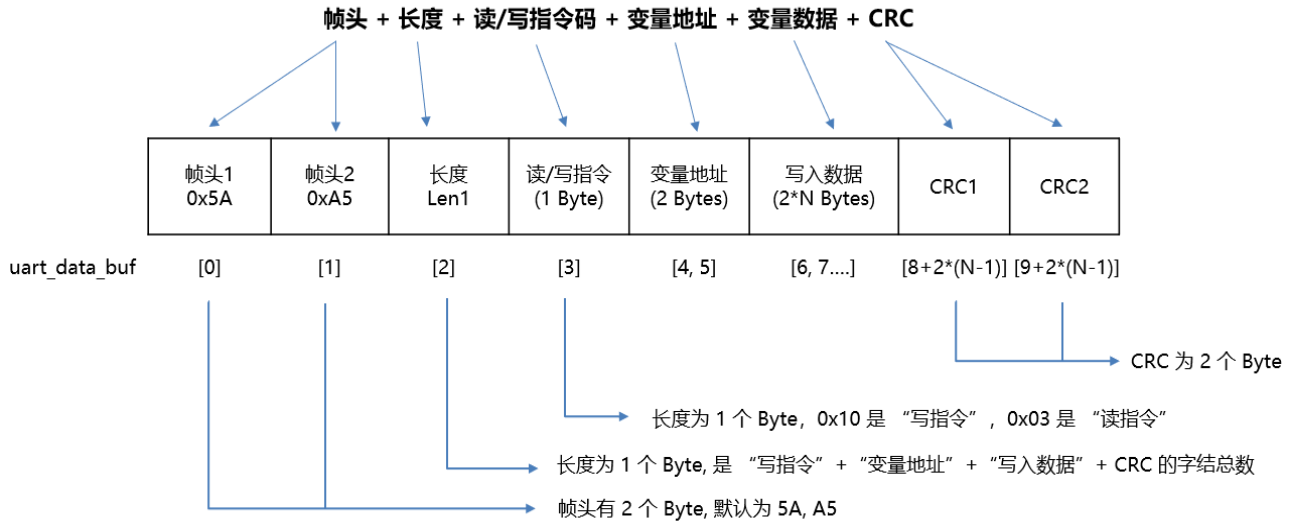


图 3-1：串口通讯指令结构图

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 LT168B 串口芯片的接线模式。

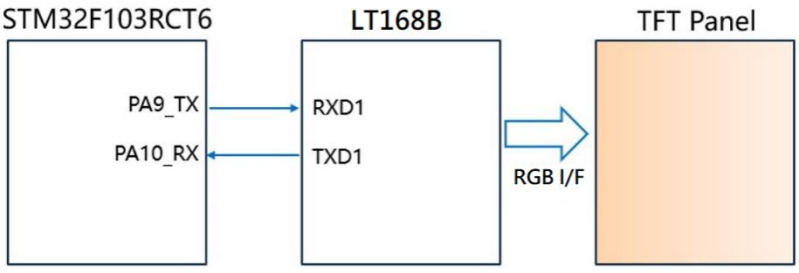


图 3-2：主控端 MCU (STM32F103RCT6)用串口与 LT168B 串口屏芯片通讯

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, 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, 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--)                // 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：

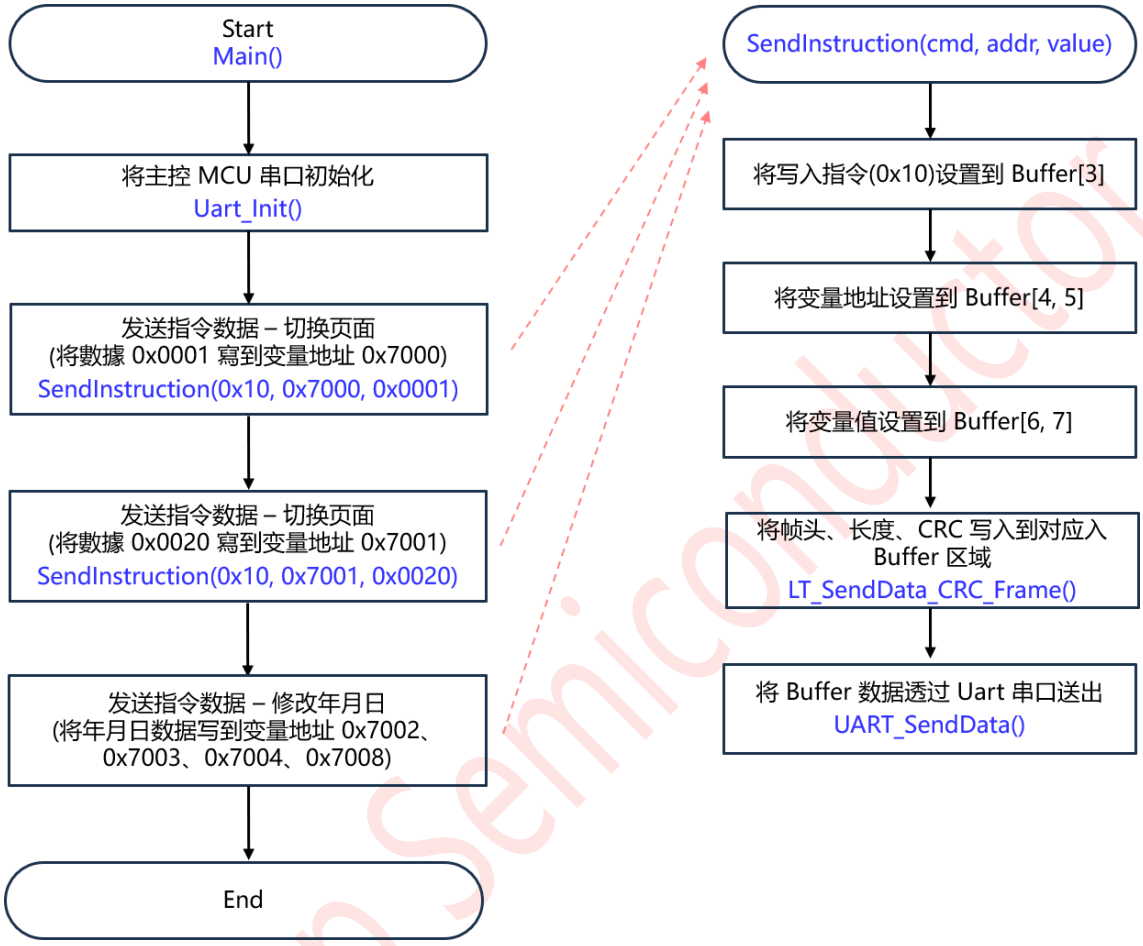


图 3-3：主控端发送串口指令的流程图

```
/***** 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);
}
```