



# OpenH743I-C

## 用户手册

### 目录

1. 硬件介绍 .....	5
1.1. 底板资源简介 .....	5
1.2. 核心板资源简介 .....	7
2. 例程分析 .....	9
2.1. LED .....	9
2.2. KEY .....	9
2.3. EXTI .....	9
2.4. USART .....	10
2.4.1. USART_Printf .....	10
2.4.2. USART_Interrupt .....	10
2.4.3. USART_DMA .....	11
2.5. TIM .....	11
2.5.1. Basic_TIM .....	11
2.5.2. PWM .....	11
2.6. I2C .....	11
2.6.1. AT24CXX .....	12
2.6.2. 10_DOF_IMU_Sensor (D) .....	12
2.7. FDCAN .....	13

2.7.1.	Internal_LoopBack .....	14
2.7.2.	Normal .....	14
2.8.	SPI .....	15
2.9.	I2S .....	16
2.10.	QuadSPI .....	16
2.11.	ADC .....	17
2.11.1.	ADC .....	18
2.11.2.	ADC_Interrupt .....	18
2.11.3.	ADC_DMA .....	19
2.12.	DAC .....	19
2.13.	COMP .....	20
2.14.	OPAMP .....	20
2.15.	RNG .....	21
2.16.	CRC .....	21
2.17.	RTC .....	22
2.18.	FMC .....	22
2.18.1.	NandFlash_FMC .....	22
2.18.2.	SDRAM_FMC .....	23
2.19.	LTDC .....	24
2.19.1.	800X480 .....	24
2.19.2.	1024X600 .....	25
2.19.3.	STemWin .....	25
2.19.4.	Touch .....	26

2.20.	SDMMC.....	27
2.20.1.	SDMMC.....	27
2.20.2.	SDMMC_FATFS.....	28
2.21.	WDG .....	28
2.21.1.	IWDG .....	28
2.21.2.	WWDG .....	29
2.22.	SAI.....	29
2.23.	DCMI_OV2640.....	30
2.24.	ETH.....	31
2.24.1.	LwIP_TCP_Echo_Client .....	31
2.24.2.	LwIP_TCP_Echo_Server .....	32
2.24.3.	LwIP_UDP_Echo_Client .....	33
2.24.4.	LwIP_UDP_Echo_Server .....	33
2.24.5.	LwIP_HTTP_Server_Raw.....	34
2.25.	USB_FS.....	35
2.25.1.	USB FS DEVICE (CDC) .....	36
2.25.2.	USB FS DEVICE (HID).....	36
2.25.3.	USB FS DEVICE (MSC) .....	36
2.25.4.	USB FS HOST (MSC) .....	37
2.25.5.	USB FS HOST (HID) .....	38
2.25.6.	USB FS HOST (DYNAMICSWITCH_STANDALONE) .....	38
2.26.	USB_HS .....	39
2.26.1.	USB HS Device (HDI) .....	39

2.26.2. USB HS Device (MSC).....	39
2.27. FreeRTOS .....	40
2.28. uCOS III.....	40

## 1. 硬件介绍

STM32 开发板 OpenH743I-C 是一块以 STM32H743IIT6 为主控芯片的开发板，它带有丰富的扩展接口，支持各类外围模块的接入。

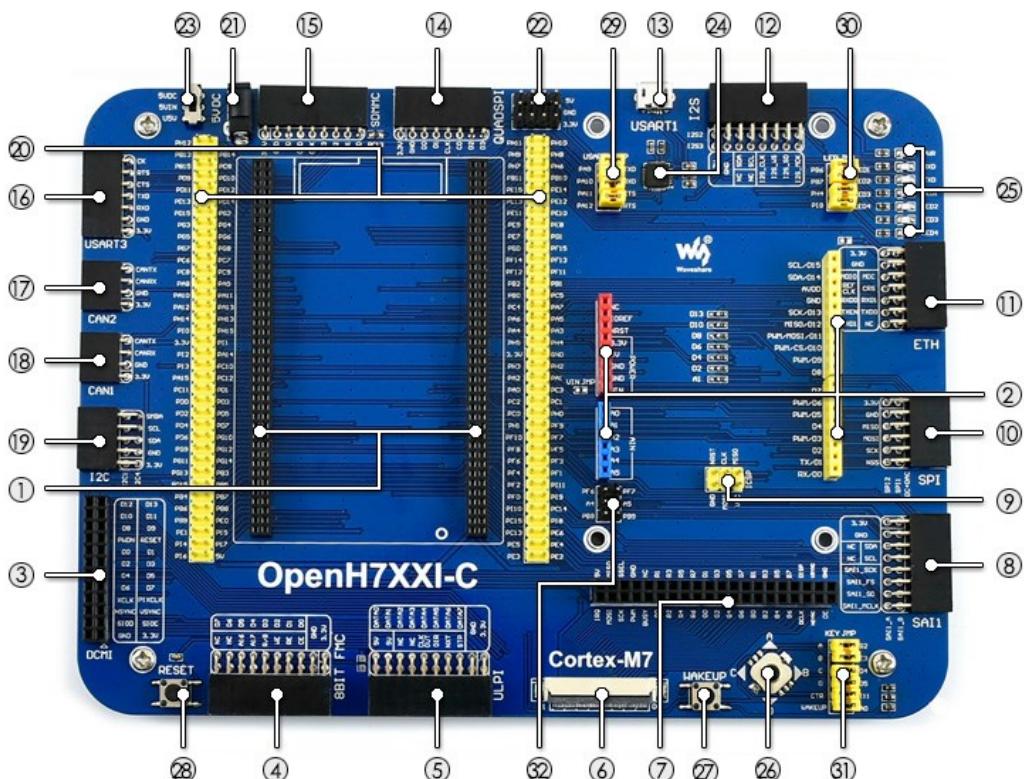
玩转你的 STM32 变形金刚，召集你的 Cortex-M0 / M3 / M4 / M7 战队，建立你的嵌入式战线，缔造你的电子王国！从这里开始！

市面上大部分开发板的局限性在于它们不具开放性，不够模块化，因而限制了其移植性，扩展性，限制了其应用。

实际上，硬件开发系统可以学习软件工程的设计理念——开放化，模块化，接口化。

以便让它具备“可移植”，“易扩展”等优越性，让它能像软件一样，一次设计，到处使用。

### 1.1. 底板资源简介



## [ 核心接口简介 ]

1. **核心板插槽**  
方便接入核心板
2. **Arduino 接口**  
便于接入各种 Arduino 扩展板(Shield)
3. **DCMI 接口**  
方便接入摄像头模块
4. **8BIT FMC 接口**  
方便接入 NandFlash 模块等
5. **ULPI 接口**  
方便接入高速 USB 模块等 (STM32H743I 没有内置 USB HS PHY)
6. **LCD 接口 1**  
方便接入 10.1inch LCD, 7inch LCD, 4.3inch LCD
7. **LCD 接口 2**  
方便接入 4.3inch LCD
8. **SAI1 接口**  
方便接入音频模块，如 WM8960 模块等
9. **ICSP 接口**  
Arduino 的 ICSP 接口
10. **SPI1 / SPI2 接口**  
方便接入 SPI 模块，如 FLASH AT45DBXX、W25QXX、SD 卡、MP3 模块等  
方便接入 AD、DA 模块，因为 SPI1 复用了 AD、DA 功能
11. **Ethernet 接口**  
方便接入 Ethernet 模块
12. **I2S2 / I2S3 / I2C1 接口**  
方便接入 I2S 模块，如音频模块等
13. **USART1 接口**  
经过板载 CP2102 USB 转串口芯片的转换 UASRT
14. **QUADSPI 接口**  
四线 SPI 接口，方便接入串行 flash 模块，如 W25QXX
15. **SDMMC 接口**  
方便接入 Micro SD 模块，SDMMC 接口读写 SD 卡的速度相比 SPI 接口快的多
16. **USART3 接口**  
方便接入 RS232、RS485、USB TO 232 模块等
17. **CAN2 接口**  
方便接入 CAN 模块
18. **CAN1 接口**  
方便接入 CAN 模块
19. **I2C1 / I2C4 接口**  
方便接入 I2C 模块，如 I/O 扩展芯片 PCF8574、EEPROM AT24cxx、10 DOF IMU Sensor 模块等

## [ 其它接口简介 ]

20. **MCU 引脚接口**  
引出所有 I/O，方便与外设进行 I/O 连接
21. **5V DC 接口**
22. **5V 与 3.3V 电源输入输出接口**  
常用于对外供电，或与用户板进行共地处理

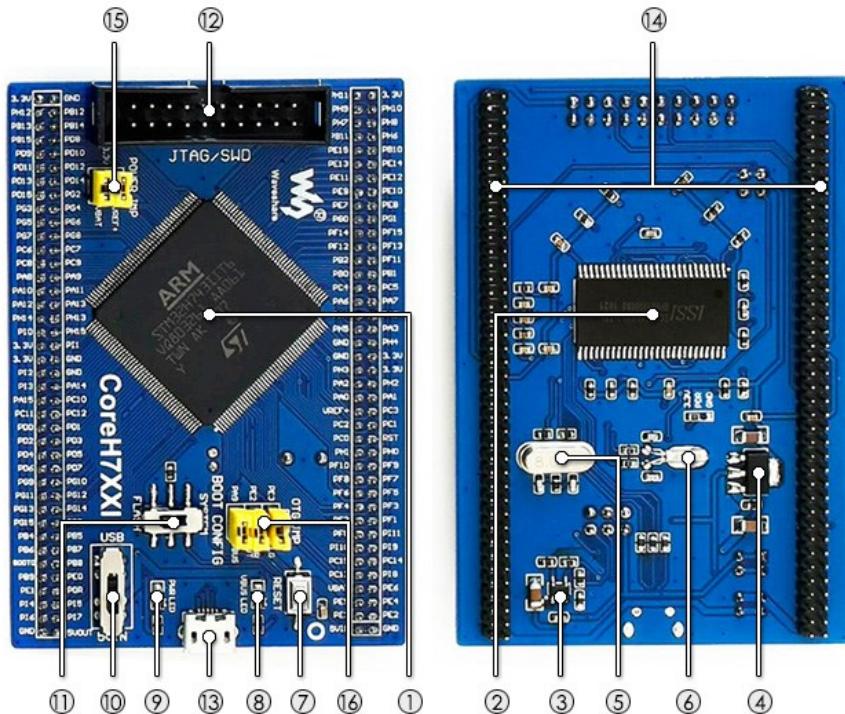
## [ 器件简介 ]

23. **"5VDC"或"U5V"供电选择开关**  
切换到 5VDC，选择 5VDC 供电  
切换到 U5V，选择 USART1 的 USB 接口供电
24. **CP2102**  
USB 转串口芯片
25. **用户 LED**  
便于 I/O 输出测试或显示程序运行状态
26. **摇杆**  
上、下、左、右、按下，共 5 个状态
27. **WAKE UP 按键**  
可用作普通按键，也可将 STM32 从睡眠中唤醒
28. **复位按键**

## [ 跳线说明 ]

29. **USART1 JMP**
30. **LED JMP**  
短接跳线：接入到示例程序指定的 I/O  
断开跳线：可改为使用连接线接入自定义的 I/O
31. **KEY JMP**  
短接跳线：接入到示例程序指定的 I/O  
断开跳线：可改为使用连接线接入自定义的 I/O
32. **Arduino JMP**  
切换到上面，选择 A4, A5 作为 AD 管脚  
切换到下面，选择 A4, A5 作为 I2C 管脚

## 1.2. 核心板资源简介



### [ 芯片简介 ]

#### 1. STM32H743IIT6

内核: Cortex-M7 32-bit RISC + 双精度 FPU+ Chrom-ART 图形加速器;  
 特性: 单周期 DSP 指令;  
 工作频率: 400MHz, 856 DMIPS/2.14 DMIPS/MHz;  
 工作电压: 1.62V-3.6V;  
 封装: LQFP176;  
 存储资源: 2MB Flash, 864+192+4kB SRAM;  
 资源: 6 x SPI, 4 x USART, 4 x UART, 1 x LPUART, 3 x I2S, 4 x I2C, 2 x FDCAN, 1 x QUAD-SPI, 1 x DCMI, 4 x SAI, 1 x FMC, 2 x SDMMC, 17 x TIM, 5 x LPTIM, 1 x LTDC, 1 x SPDIFRX, 1 x HDMI-CEC, 1 x SWPMI, 1 x USB 2.0 OTG FS, 1 x USB 2.0 OTG HS (可外接 ULPI 接口的 USB HS PHY), 1 x 10/100 Ethernet MAC, 3 x AD (16 位), 2 x DA (12 位);  
 调试下载: 支持 JTAG/SWD 接口的调试下载, 支持 IAP

#### 2. IC42S16400J / IS42S16400J

1 Meg Bits x 16 Bits x 4 Banks (64-MBIT) 的 SDRAM

#### 3. STMPS2151STR

USB 电源管理器件

#### 4. AMS1117-3.3

### 3.3V 稳压器件

#### [ 其它器件简介 ]

##### 5. 8M 晶振

##### 6. 32.768K 晶振

可供内置 RTC 使用，或用以校准

##### 7. 复位按键

##### 8. VBUS LED

##### 9. PWR LED

电源指示灯

##### 10. "5Vin"或"USB"供电选择开关

切换到 USB，选择 USB 供电

切换到 5Vin，选择 5Vin 供电

##### 11. BOOT 状态设置开关

可设置 BOOT0 的状态（BOOT1 极少需要被使用，可通过配套的连接线修改其状态）

#### [ 接口简介 ]

##### 12. JTAG/SWD 接口

支持下载与调试

##### 13. USB 接口

作为 Device：通过连接线，与计算机进行 USB 通信

作为 Host：通过转接线，U 盘等 USB 设备

##### 14. MCU 引脚接口

引出 VCC、GND 及所有 I/O，方便与外设进行连接

#### [ 跳线/开关说明 ]

##### 15. POWER JMP

VBAT 选择跳线：短接用系统供电，断开可接入外部电源

VREF 选择跳线：短接接入 VCC，断开可自定义 VREF+

##### 16. OTG JMP

短接跳线：使用 USB OTG/HOST

断开跳线：不影响 I/O

## 2. 例程分析

KEIL MDK 版本：5.12 或以上，STM32Cube 版本：5.0 或以上,STM32H7 固件库版本：1.3.2

- 下载器：ST-link V2
- 下载方式：JTAG/SWD
- 基于串口的例程都是使用串口助手 sscom5.13.1 来查看的，板子自带 CP2102 串口；USB 线插入 USART1 接口，如果连接其他的会有说明。使用串口 1 需要断开核心板上面的 OTG\_JMPt 跳帽。
- 串口助手 sscom5.13.1 设置如下：

波特率	115200
数据位	8
停止位	1
校验位	None
流控制	None

注解：以下所有程序在下载完后按下复位键才会有操作与现象。

### 2.1. LED

程序说明

GPIO 的输出实验。

- 硬件连接  
将 LED 的跳线（LCD JMP）接好。
- 操作与现象  
LED1~LED4 会依次循环点亮。

### 2.2. KEY

程序说明

GPIO 的输入输出实验。

- 硬件连接  
将 LED，独立按键五项摇杆按键的跳线（KEY JMP）接好。
- 操作与现象  
按下 CTR（五项摇杆中间）按键 LED 1 会熄灭，松开 LED 1 会亮。

### 2.3. EXTI

程序说明

GPIO 中断实验。

● 硬件连接

将 LED，独立按键五项摇杆按键的跳线（KEY JMP）接好。

● 操作与现象

按下 CTR（五项摇杆中间）按键，LED 1 灯状态变化一次。

## 2.4. USART

程序说明

本实验通过三个程序分别对应 HAL 中轮询，中断，DMA 三种编程模型。

● 硬件连接

通过 mini USB 线将 UART1 接口连接到电脑。该接口默认连接到 USART1，可通过 USART1 JMP 修改为其它 USART 接口。

### 2.4.1. USART\_Printf

程序说明

本程序用采用 HAL 轮询的编程模型。重定义 Printf 函数。

● 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
UART Printf Example: retarget the C library printf function to the USART
welcome to www.waveshare.com !!!
welcome to www.waveshare.com !!!
welcome to www.waveshare.com !!!
welcome to www.waveshare.com !!!
```

### 2.4.2. USART\_Interrupt

● 程序说明

本程序用采用 HAL 中断的编程模型。

● 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示提示输入字符，字符发送后会回显输入的字符（如 STM32H743IIT6）

```
****UART-Hyperterminal communication based on IT ****
```

```
Use the keyboard to enter character to send:
```

STM32H743IIT6

#### 2.4.3. USART\_DMA

- 程序说明

本程序用采用 HAL DMA 的编程模型。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下，字符发送后会回显输入的字符（如

STM32H743IIT6）

```
**** UART-Hyperterminal communication based on DMA ****
```

```
STM32H743IIT6
```

### 2.5. TIM

- 程序说明

定时器实验。

- 硬件连接

将 LED 的跳线接好。

#### 2.5.1. Basic\_TIM

- 程序说明

本程序用采用 HAL 的定时器中断的编程模型。

- 操作与现象

下载程序并按复位，LED1 灯闪烁。

#### 2.5.2. PWM

- 程序说明

定时器输出 PWM 实验。

- 操作与现象

下载程序并按复位，LED1 亮度逐渐变化，LED2 亮度逐渐变化

### 2.6. I2C

- 程序说明

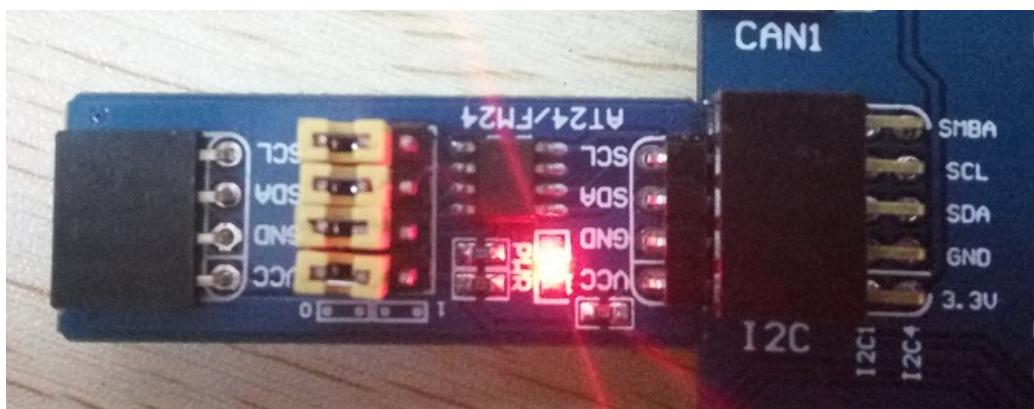
通过 I2C 协议读写内存和读写寄存器。

### 2.6.1. AT24CXX

- 程序说明

通过 I2C 协议读写 EEPROM 上的数据。

- 硬件连接



将 AT24/FM24 Board 模块接到 I2C4 口上。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手会打印如下信息：

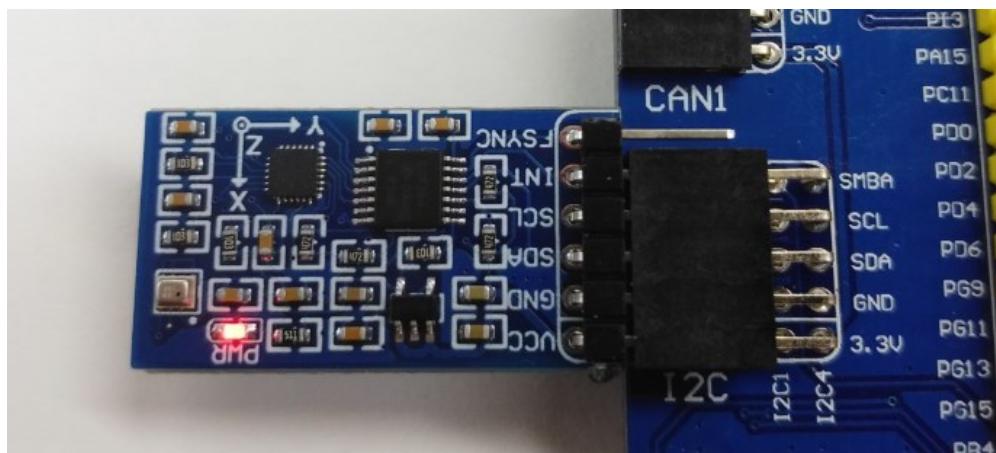
```
*****I2C Example*****
I2C Write data
I2C Read data
EEPROM 24C02 Read and Write Test OK
```

### 2.6.2. 10\_DOF\_IMU\_Sensor (D)

- 程序说明

通过 I2C 协议读写 ICM-20948 和 BMP280 上的数据。

- 硬件连接



将 2.6.2. 10\_DOF\_IMU\_Sensor (D) 模块接到 I2C4 口上。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手会打印如下信息：

```
*****I2C Example*****
Sensor raw data [v0.9].
Motion sensor ICM-20948
BMP280 Init success
/-----/
Roll: 10.59      Pitch: -12.82      Yaw: -157.38
Acceleration: X: -85      Y: 358      Z: 16379
Gyroscope: X: -1      Y: 7      Z: -11
Magnetic: X: -78      Y: -159      Z: -328
Pressure: 1002.31      Altitude: 91.53
Temperature: 29.0
```

Roll, Pitch, Yaw	Roll 倾角 (°), Pitch 倾角 (°), Yaw 倾角 (°)
Acceleration	加速度 (LSB, 可换算为 g)
Gyroscope	陀螺仪角速度 (LSB, 可换算为°/秒)
Magnetic	电子罗盘倾角 (°)
Angle	方向角 (°)，理论上等于 Yaw 倾角。
Pressure	气压值 (hPa)
Altitude	海拔高度 (m)
Temperature	温度值 (°C)

## 2.7. FDCAN

- 程序说明

FDCAN 通信测试。

### 2.7.1. Internal\_LoopBack

- 程序说明

内部环回模式测试

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手会打印如下信息：

```
*****FDCNA Example*****
```

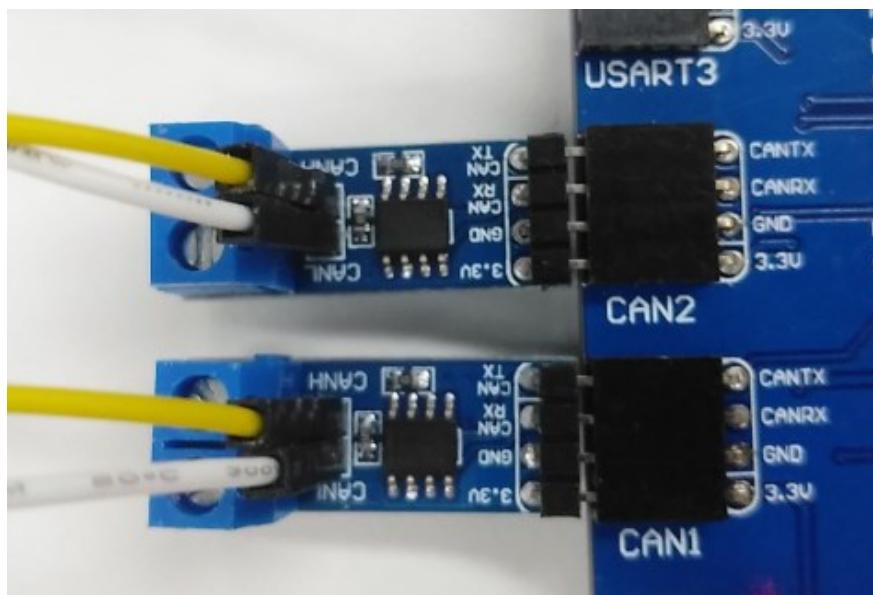
```
Internal_LoopBack : 1234567
```

### 2.7.2. Normal

- 程序说明

两个 CAN 模块正常模式通信测试

- 硬件连接



将两个 CAN 模块分别连接到板上的 CAN1 和 CAN2 接口。

用杜邦线连接两个 CAN 模块(CANL->CANL, CANH->CANH)。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口输出如下信息：

```
*****FDCNA Example*****
```

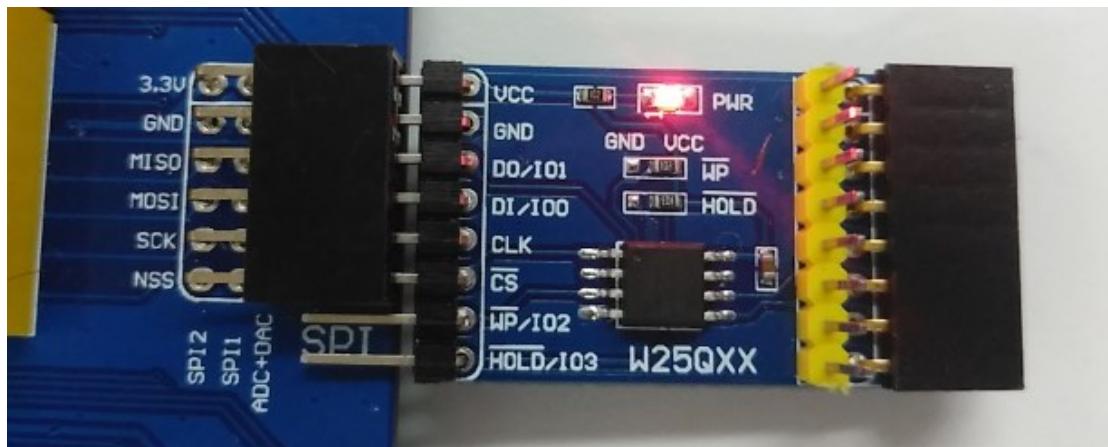
CAN1->CAN2 : 1234567  
CAN2->CAN1 : ABCDEFG

## 2.8. SPI

- 程序说明

通过 SPI 接口驱动 W25QXX DataFlash Board。

- 硬件连接



W25QXX DataFlash Board 模块接到 SPI1 口上。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口打印出如下信息：

```
*****SPI Example*****  
W25Qxxx ID is : 0xEF 0x17  
  
QSPI Erase Block ok  
QSPI Write ok  
QSPI Read ok  
  
QSPI Read Data :  
0x00 0x01 0x02 0x03 0x04 ..... 0xFF  
  
W25Q128FV QuadSPI Test OK
```

## 2.9. I2S

- 程序说明

通过 I2S 协议驱动 WM8960 Audio Board 播放音乐。

- 硬件连接



将 WM8960 Audio Board 模块接到 I2S 接口。

把耳机接到 WM8960 Audio Board 上的 EARPHONE 接口。

- 操作与现象

下载程序并按复位，此时可以听到有音乐输出。串口打印出如下信息：

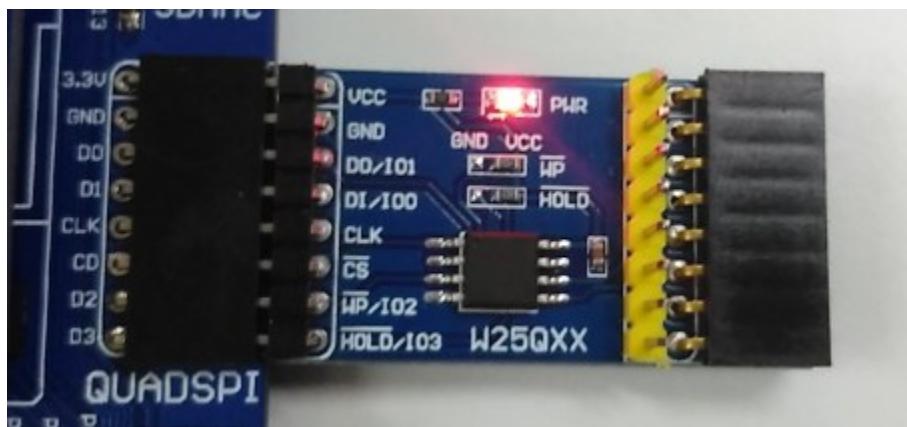
```
*****I2S Example*****
WM8960 reset completed !!
WM89060_Init complete !!
```

## 2.10. QUADSPI

- 程序说明

通过 QuadSPI 接口驱动 W25QXX DataFlash Board。

- 硬件连接



W25QXX DataFlash Board 模块接到 QUADSPI 口上。

- 操作与现象

下载程序并按复位，此时可以听到有音乐输出。串口打印出如下信息：

```
*****QuadSpi Example*****
SPI I/O Read Device ID : 0xEF 0x17
Dual I/O Read Device ID : 0xEF 0x17
Quad I/O Read Device ID : 0xEF 0x17
Read JEDEC ID : 0xEF 0x40 0x18

QSPI Erase Block ok
QSPI Write ok
QSPI Read ok

QSPI Read Data :
0x00 0x01 0x02 ..... 0xFD 0xFE 0xFF
W25Q128FV QuadSPI Test OK
```

## 2.11. ADC

- 程序说明
- ADC 实验

- 硬件连接



将 Analog Test Board 模块接入 SPI1 (ADC+DAC) 接口。

### 2.11.1. ADC

- 程序说明

HAL 库 ADC 轮询的编程模型

- 操作与现象

下载程序并按复位，转动电位器旋钮，串口会打印读到的 AD 信息：

```
***** ADC Example *****  
ADC Value : 0.00V  
ADC Value : 0.37V  
ADC Value : 1.12V  
ADC Value : 3.29V
```

### 2.11.2. ADC\_Interrupt

- 程序说明

HAL 库 ADC 中断的编程模型。

- 操作与现象

下载程序并按复位，转动电位器旋钮，串口会打印读到的 AD 信息：

```
***** ADC Example *****  
ADC IN3 = 1.35  
ADC IN3 = 1.72
```

```
ADC IN3 = 1.88
ADC IN3 = 2.14
ADC IN3 = 2.82
ADC IN3 = 3.29
ADC IN3 = 3.29
```

### 2.11.3. ADC\_DMA

- 程序说明

HAL 库 ADC 多通道采集 DMA 传输

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** ADC Example *****
ADC1 IN3=2.757780    ADC1 IN7=2.388679
ADC1 IN3=2.757578    ADC1 IN7=2.388679
```

## 2.12. DAC

- 程序说明

DAC 输出三角波实验

- 硬件连接



将 Analog Test Board 模块接入 SPI1 (ADC+DAC) 接口。

或者将 PA5 连接 LED。

- 操作与现象

下载程序并按复位，可以听到 Analog Test Board 喇叭有声音输出，也可以测量 PA5 有三角波输出，PA5 连接 LED 可以看到 LED 慢慢变亮，再又慢慢变暗。

### 2.13. COMP

- 程序说明

COMP 比较器实验

- 硬件连接



连接 PA4-----PB0

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** COMP Example *****  
DAC1_Value = 0.32V  
DAC2_Value = 0.73V  
COMP OUT 0  
  
DAC1_Value = 1.45V  
DAC2_Value = 0.73V  
COMP OUT 1
```

### 2.14. OPAMP

- 程序说明

OPAMP 运算放大器实验

- 硬件连接



连接 PA6-----PC4

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** OPAMP Example *****  
DAC_Value = 0.32V  
ADC_Value = 0.64V  
  
DAC_Value = 0.40V  
ADC_Value = 0.80V
```

## 2.15. RNG

- 程序说明

RNG 随机数实验

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** RNG Example *****  
Random 32bit Numbers : 0x4227F035 !!!  
Random 32bit Numbers : 0x2665F092 !!!  
Random 32bit Numbers : 0x43E81CE2 !!!
```

## 2.16. CRC

- 程序说明

CRC 循环冗余校验实验

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** CRC Example *****  
CRC right value
```

## 2.17. RTC

- 程序说明

RTC 实时时钟实验

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** RTC Example *****  
2019/04/18  
11:00:00  
  
2019/04/18  
11:00:01
```

## 2.18. FMC

- 程序说明

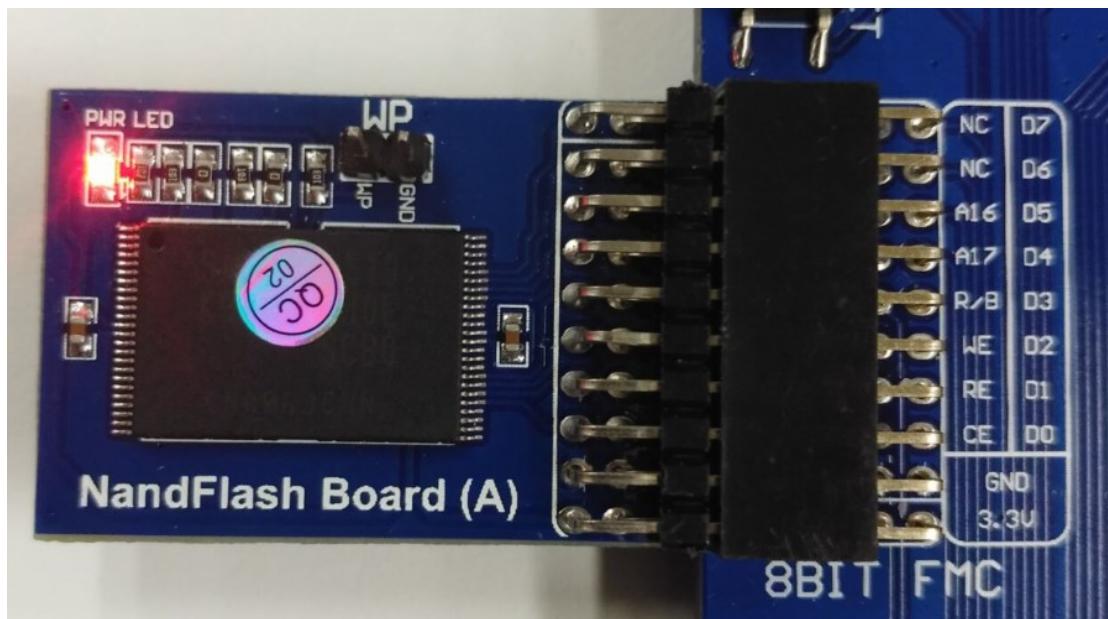
FMC 灵活存储控制器实验

### 2.18.1. NandFlash\_FMC

- 程序说明

FMC 读取 NandFlash 实验

- 硬件连接



将 NandFlash Board 模块接到 8BIT FMC 口上。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** FMC Example *****

NandFlash Example

NandID 0

Nand Flash ID = 0xEC,0xF1,0x00,0x95  Type = K9F1G08U0B

NandID 0

Written to the number of:

0x00 0x01 0x02 0x03 .....0xff

Read receive:

0x00 0x01 0x02 0x03 .....0xff

NandFlash Read Write success
```

### 2.18.2. SDRAM\_FMC

- 程序说明

FMC 读取 SDRAM 实验

- 硬件连接

默认已经连接在核心板背面。

- 操作与现象

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** FMC Example *****
```

0x0 0x1 0x2 0x3 0x4 ..... 0xfd 0xfe

SDRAM test success

## 2.19. LTDC

- 程序说明

LCD 显示实验

### 2.19.1. 800X480

- 硬件连接



使用排针 LCD 接口与 4.3inch Capacitive Touch LCD 连接。



也可以使用 LCD 排线接口与 4.3inch Capacitive Touch LCD 连接。

- 操作与现象

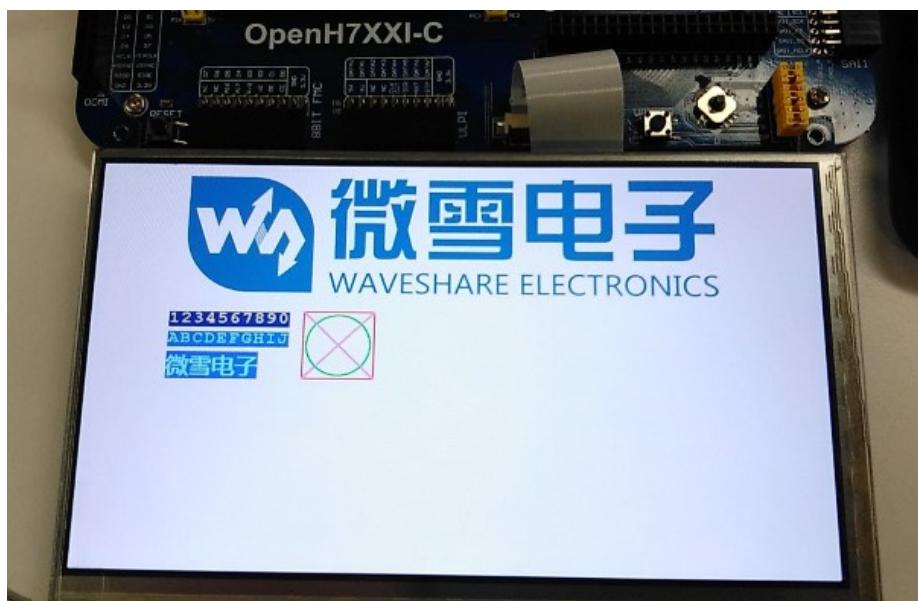
下载程序并按复位，LCD 显示中文，英文，数字，图片，线条，串口助手显示如下信息：

```
***** LTDC Example *****
```

```
WidthByte = 800, HeightByte = 480
```

### 2.19.2.1024X600

- 硬件连接



7inch Capacitive Touch LCD (F)与开发板 LCD 排线接口连接。

- 操作与现象

下载程序并按复位，LCD 显示中文，英文，数字，图片，线条，串口助手显示如下信息：

```
***** LTDC Example *****
```

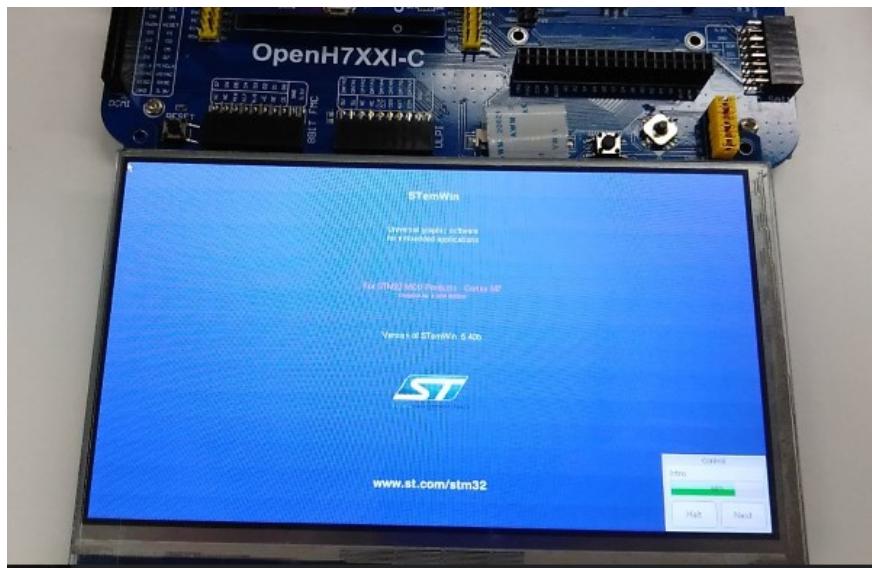
```
WidthByte = 1024, HeightByte = 600
```

### 2.19.3. STemWin

- 程序说明

STemWin 中间层图形用户界面移植程序。

- 硬件连接



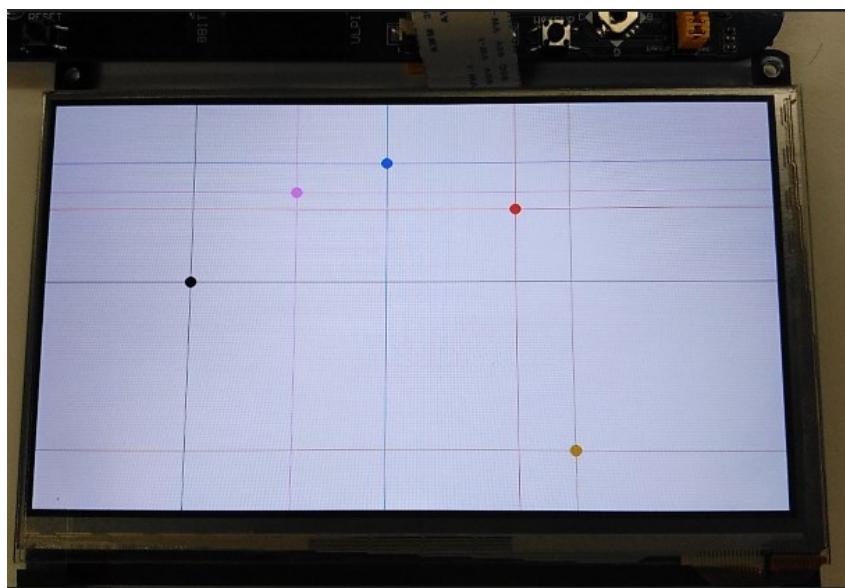
有两个程序方便对应不同的分辨率的 LCD，800X480 为 4.3inch Capacitive Touch LCD。

1024X600 为 7inch Capacitive Touch LCD(F)。

- 操作与现象  
LCD 会显示 STM32Win 的 DEMO，各种酷炫的图形界面。

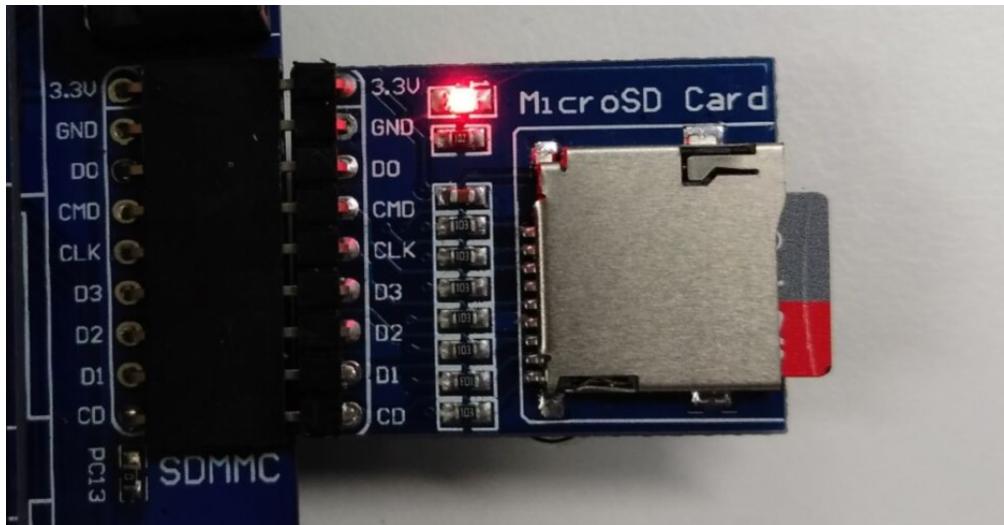
#### 2.19.4.Touch

- 程序说明  
电容屏
- 操作与现象  
LCD 会显示当前你触摸的位置，最多支持 5 点触控



## 2.20. SDMMC

- 程序说明  
SD 卡读行测试实验
- 硬件连接



Micro SD Storage Board 与 SDMMC 接口连接

### 2.20.1. SDMMC

- 程序说明  
SD 卡读行测试实验
- 操作与现象  
下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** SDMMC Example *****  
ManufacturerID: 0x3  
OEM_AppID : 0x5344  
0xAA 0xAA 0xAA ..... 0xAA  
SD reading and writing Successful  
0x0 0x0 0x0 0x0 ..... 0x0  
SD Erase Successful  
0x0 0x1 0x2 0x3 ..... 0xff  
SD DMA reading and writing Successful
```

### 2.20.2.SDMMC\_FATFS

- 程序说明

SD 卡 FatFs 文件系统实验

- 操作与现象

实验前先保证 SD 连接读卡器在电脑上可以正常读写，不能读写就格式化内存卡。

下载程序并按复位，串口助手显示如下信息：

```
***** FatFs Example *****  
mount sucess!!!  
open file sucess!!!  
write file sucess!!!  
write Data : This is STM32 working with FatFs  
close sucess!!!  
open file sucess!!!  
read sucess!!!  
read Data : This is STM32 working with FatFs  
close sucess!!!  
FatFs is working well!!!
```

运行完程序在电脑上打开会多一个 STM32cube.TXT，打开可以看到

This is STM32 working with FatFs

### 2.21. WDG

- 程序说明

WDG 看门狗实验

#### 2.21.1. IWDG

- 程序说明

独立看门狗 (IWDG)实验

- 操作与现象

下载程序并按复位，若看门狗没有更新，程序会重新运行，串口助手显示如下信息：

```
***** WDG Example *****  
***** WDG Example *****  
***** WDG Example *****
```

## \*\*\*\*\* WDG Example \*\*\*\*\*

每次串口发送一个数据，看门狗就更新一次，每次更新有效时间 2 秒，2 秒内不更新程序就会复位。

### 2.21.2. WWDG

- 程序说明

系统窗口看门狗 (WWDG)实验

- 操作与现象

下载程序并按复位，若看门狗没有更新，程序会重新运行，串口助手显示如下信息：

## \*\*\*\*\* WDG Example \*\*\*\*\*

www.waveshare.net !!!

www.waveshare.net !!!

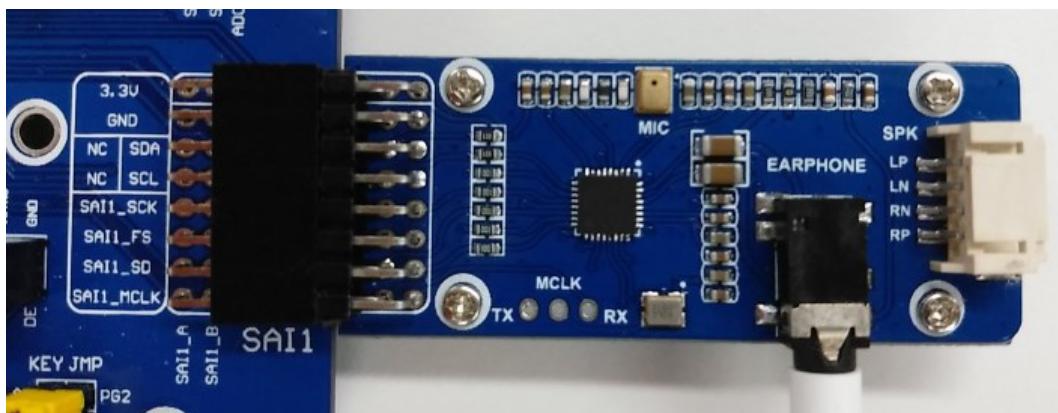
www.waveshare.net !!!

### 2.22. SAI

- 程序说明

SAI 接口输出音频实验

- 硬件连接



将 WM8960 Audio Baord 模块接到 SAI 接口。

把耳机接到 WM8960 Audio Baord 上的 EARPHONE 接口。

- 操作与现象

下载程序并按复位，此时可以听到有音乐输出。串口打印出如下信息：

## \*\*\*\*\* SAI Example \*\*\*\*\*

WM8960 reset completed !!

WM89060\_Init complete !!

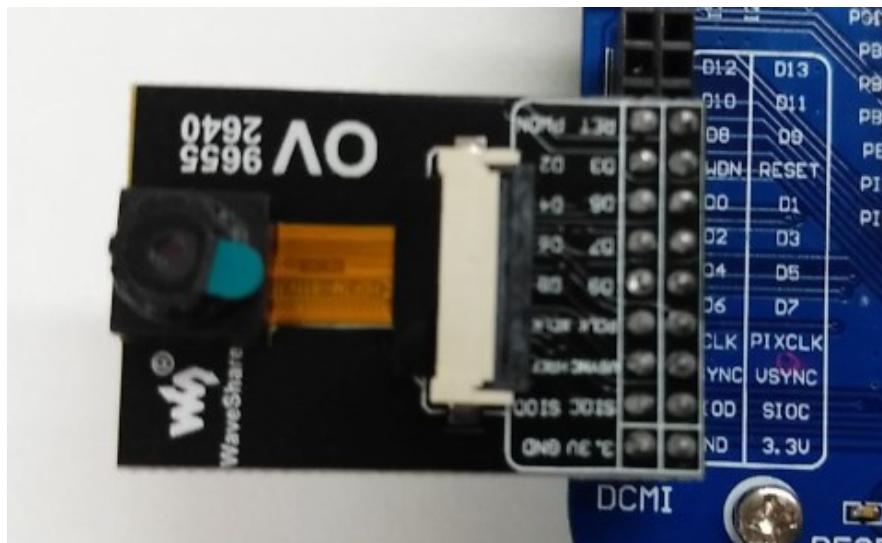
```
WaveDataLength:1003324
DMA_MAX(Size/2): 65535
AudioRemSize = 436098
AudioRemSize:370563
AudioRemSize:305028
AudioRemSize:239493
AudioRemSize:173958
AudioRemSize:108423
AudioRemSize:42888
AudioRemSize:0
Data transmission to complete.
```

## 2.23. DCMI\_OV2640

- 程序说明

DCMI 驱动摄像头 OV2640 拍照。

- 硬件连接

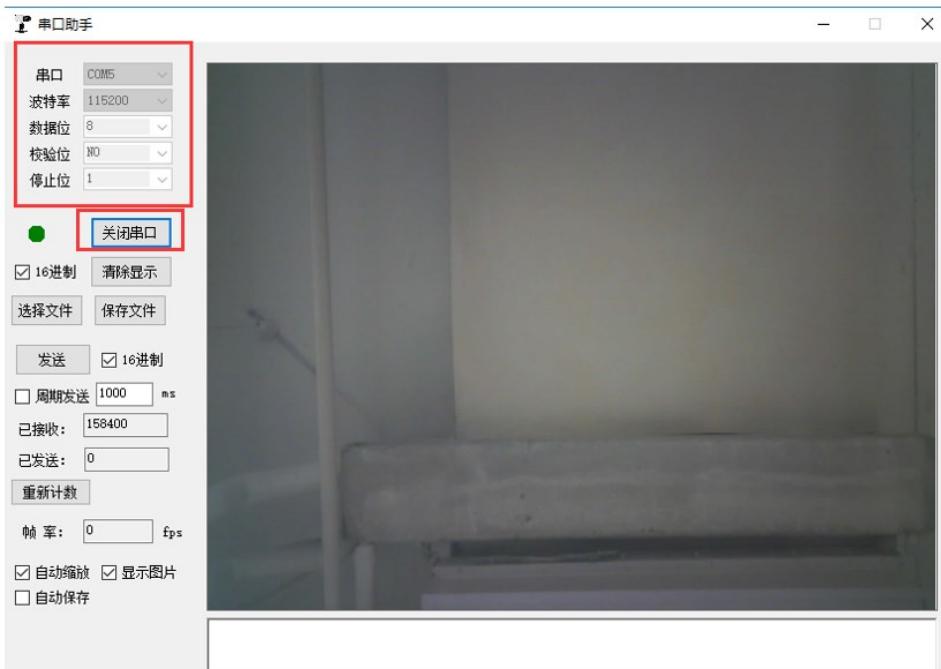


OV2640 Camera Board 连接 DCMI 接口。

- 操作与现象

打开例程文件中的 Sofeware 文件夹，里面有一个 camera test.EXE 程序，打开设置好，打开串口。

下载程序并按复位，每按一次 CTR 就拍摄一张照片，在数据传输过程中不要按 CTR。



## 2.24. ETH

- 程序说明

以太网通信实验

其中 DP83848 使用的模块是 DP83848 Ethernet Board

其中 LAN8742 使用的模块是 LAN8720 ETH Board

- 硬件连接



DP83848 Ethernet Board 连接 ETH 接口。

将例程文件夹中 echotool.exe 复制到 C 盘根目录下。例程默认开发板 IP 为 192.168.1.110, 如果 IP 已分配, 请在 LWIP.c 中 MX\_LWIP\_Init 函数中修改。

### 2.24.1. LwIP\_TCP\_Echo\_Client

- 程序说明

TCP 回响客户端

- 操作与现象

下载程序并按复位, 请确认远程 PC IP 地址与 main.h 文件中定义的相同 (默认为 192.168.1.206)

在 Windows 7 中, 选择开始 > 所有程序 > 附件 > 命令行提示。

在 Windows 10 中, 右键 Win > Windows PowerShell(管理员)。

在命令行提示, 输入:

C:\echotool /p tcp /s

其中:

- /p tcp 为 TCP 协议 (TCP 协议)
- /s 为连接的实际模式 (服务器模式)

当按下 User 键时, 客户端会发送字符串, 服务器将相同的字符串回响给客户端。

```
PS C:\Windows\system32> C:\echotool /p tcp /s
Waiting for TCP connection on port 7. Press any key to exit.
Client 192.168.1.110:49153 accepted at 19:01:25
19:01:25 received [sending tcp client message 0]
Session closed by peer.
Waiting for TCP connection on port 7. Press any key to exit.
Client 192.168.1.110:49154 accepted at 19:01:28
19:01:28 received [sending tcp client message 1]
Session closed by peer.
Waiting for TCP connection on port 7. Press any key to exit.
```

#### 2.24.2. LwIP\_TCP\_Echo\_Server

- 程序说明

TCP 回响服务器。

- 操作与现象

下载程序并按复位, 在命令行提示, 输入:

C:\echotool IP\_address /p tcp /r 7 /n 15 /t 2 /d Testing LwIP TCP echo server

其中:

- IP\_address 为实际板子的 IP 地址。默认情况下, 会使用静态 IP 地址:  
192.168.1.110
- /p tcp 为协议 (TCP 协议)
- /r 为回响服务器的实际远程端口 (回响端口)
- /n 为回响请求的数目 (例如, 15)

- /t 为连接超时时间，单位为秒（例如，2）
  - /d 为要为回响发送的消息（例如，“Testing LwIP TCP echo server”）

### 2.24.3. LwIP\_UDP\_Echo\_Client

- ## ● 程序说明

UDP 回响客户端。

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，请确认远程 PC IP 地址与 main.h 文件中定义的相同（默认为 192.168.1.206）

在命令行提示，输入：

C:\echotool /p udp /s

其中：

- /p udp 为协议 (UDP 协议)
  - /s 为连接的实际模式 (服务器模式)

```
Waiting for UDP connection on port 7. Press any key to exit.  
19:10:42 from 192.168.1.110:49153 received [sending udp client message 0]  
19:10:43 from 192.168.1.110:49153 received [sending udp client message 1]  
19:10:43 from 192.168.1.110:49153 received [sending udp client message 2]
```

#### 2.24.4. LwIP UDP Echo Server

- ## ● 程序说明

UDP 回响服务器。

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，在命令行提示，输入：

C:\echotool IP address /p udp /r 7 /l 7 /n 15 /t 2 /d Testing LwIP udp echo

其中：

- `IP_address` 为实际板子的 IP 地址。默认情况下，会使用静态 IP 地址：

192.168.1.110

- /p 为协议（UDP 协议）
  - /r 为回响服务器的实际远程端口（回响端口）
  - /l 为客户端的实际本地端口（回响端口）
  - /n 为回响请求的数目（例如，15）
  - /t 为连接超时时间，单位为秒（例如，2）
  - /d 为要为回响发送的消息（例如，“Testing LwIP UDP echo server”）

```
PS C:\Windows\system32> C:\echotool 192.168.1.110 /p udp /r 7 /l 7 /n 15 /t 2 /d Testing LwIP udp echo  
Hostname 192.168.1.110 resolved as 192.168.1.110  
  
Reply from 192.168.1.110:7, time 1 ms OK  
Reply from 192.168.1.110:7, time 0 ms OK  
Statistics: Received=15, Corrupted=0, Lost=0
```

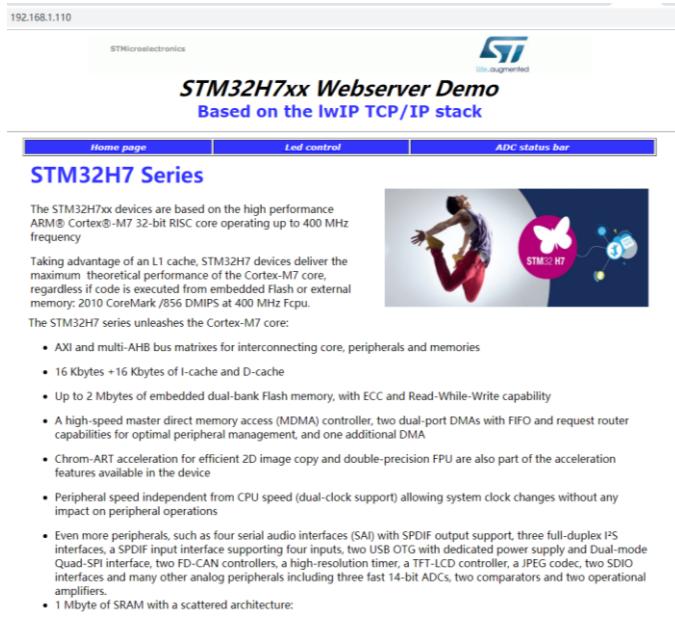
#### 2.24.5. LwIP\_HTTP\_Server\_Raw

## ● 程序说明

开发板 HTTP 服务器例程，可以显示网页。

## ● 操作与现象

下载程序并按复位，在浏览器里输入开发板 IP（默认 192.168.1.110）

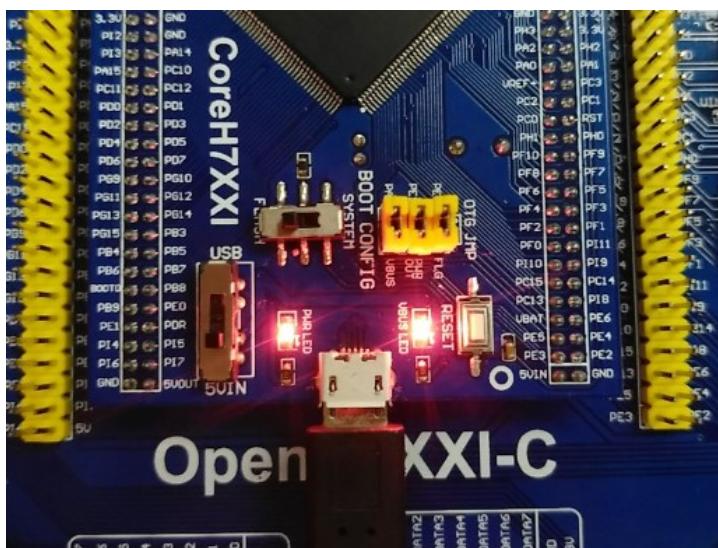


## 2.25. USB FS

## ● 程序说明

USB 设备驱动实验。

## ● 硬件连接



电脑 USB 线插入 micro USB , 进行 USB FS 实验需要把 OTG JMP 跳线接上, 且把 UART1 跳线 4 个跳线拔下。

## 2.25.1.USB FS DEVICE (CDC)

- ## ● 程序说明

FS USB 从机 CDC 实验，电脑将开发板识别为虚拟串口。

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，查看设备管理器，出现“STMicroelectronics Virtual COM Port”。解压并安装工程目录 Software 下 stsw.zip 驱动程序后，可以识别串口。串口上显示相应信息，串口发送字符串会在 LCD 上显示。

## 2.25.2.USB FS DEVICE (HID)

- ### ● 程序说明

FS USB 从机 HID 实验，电脑将开发板识别为鼠标。

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，通过设备管理器可以查看到“USB 输入设备”，用摇杆按键可以控制电脑光标移动。

### 2.25.3.USB FS DEVICE (MSC)

- ### ● 程序说明

FS USB 从机 MSC 实验，电脑将开发板识别为 U 盘。

- ## ● 硬件说明

电脑 USB 线插入核心板 Micro USB 接口。将 Micro SD Storage Board 模块接到 SDIO 接口上。将 SD 卡接到 Micro SD Storage Board 插槽。

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，通过设备管理器可以查看到“USB 大容量存储设备”，电脑中可以看到移动磁盘。



#### 2.25.4.USB FS HOST (MSC)

- ## ● 程序说明

FS USB 主机 MSC 实验，开发板可以识别 u 盘。

- ## ● 硬件说明

OTG 一端接 U 盘，另外一端接到核心板的 Micro USB 接口。连接接上 7 inch 1024x600 LCD 或者 4.3inch Capacitive Touch LCD（显示可能不完全），

- ### ● 操作与现象

下载程序并按复位，读取 u 盘文件 TXT 文件测试以及读取目录测试。



### 2.25.5.USB FS HOST (HID)

- 程序说明

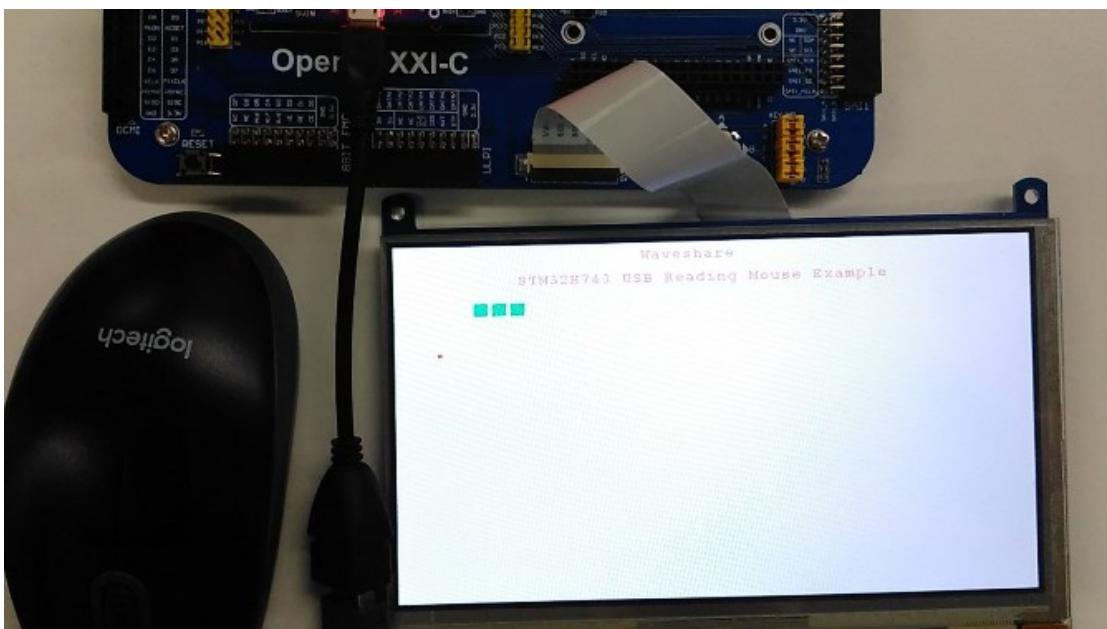
FS USB 主机 HID 实验，开发板可以识别鼠标。

- 硬件说明

OTG 一端接鼠标，另外一端接到核心板的 Micro USB 接口。连接接上 7 inch 1024x600 LCD 或者 4.3inch Capacitive Touch LCD（显示可能不完全），

- 操作与现象

下载程序并按复位，鼠标移动屏幕上红色点跟着移动，按下鼠标按键屏幕对应绿方框变红色，松开变回绿色。



### 2.25.6.USB FS HOST (DYNAMICSWITCH\_STANDALONE)

- 程序说明

FS USB 主机，开发板可以识别 u 盘和鼠标，自动切换。

- 硬件说明

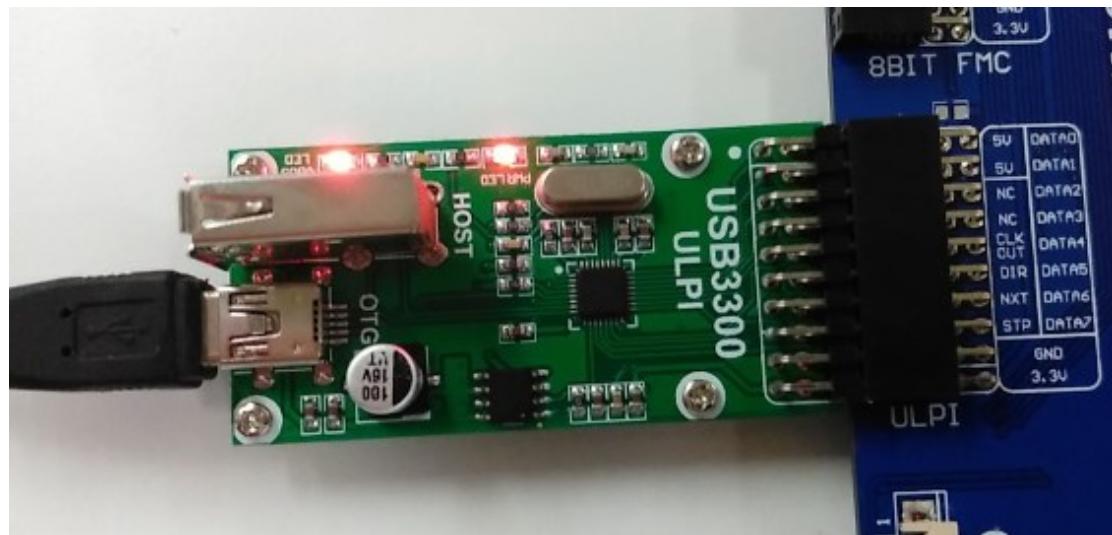
OTG 一端接 U 盘或者鼠标，另外一端接到核心板的 Micro USB 接口。连接接上 7 inch 1024x600 LCD 或者 4.3inch Capacitive Touch LCD（显示可能不完全），

- 操作与现象

下载程序并按复位，连接 U 盘读取 u 盘文件 TXT 文件测试，鼠标移动屏幕上红色点跟着移动，按下鼠标按键屏幕对应绿方框变红色，松开变回绿色。

## 2.26. USB\_HS

实验的效果和 USB FS 类似。USB3300 模块插入 ULPI 接口。



### 2.26.1. USB HS Device (HID)

- 程序说明  
HS USB 从机 HID 实验，电脑将开发板识别为鼠标。
- 硬件说明  
电脑 USB 线接到 USB3300 模块的 OTG 接口。
- 操作与现象  
下载程序并按复位，查看设备管理器，出现“USB 输入设备”，用摇杆按键可以控制电脑鼠标移动。

### 2.26.2. USB HS Device (MSC)

- 程序说明  
HS USB 主机 MSC 实验，电脑将开发板识别为 u 盘。
- 硬件说明  
电脑 USB 线接到 USB3300 模块的 OTG 接口。将 Micro SD Storage Board 模块接到 SDIO 接口上。将 SD 卡接到 Micro SD Storage Board 插槽。
- 操作与现象  
查看设备管理器，出现“USB 大容量存储设备”，电脑中可以查到移动磁盘

## 2.27. FREERTOS

- 程序说明

本实验演示基于 STM32cubeMX 软件生成带 FreeRTOS 操作系统的示例程序。本实验包含有 11 个程序，分别包含有线程，互斥锁，队列，信号，邮件，定时器等例程。

- 操作与现象

将 LED 的跳线（LED JMP）接好，下载程序后可以看到 LED 各种闪烁。

## 2.28. uCOS III

- 程序说明

本程序演示基于 STM32cubeMX 软件生成的 HAL 库程序移植 uCOS III 操作系统。

- 操作与现象

将 LED 的跳线（LED JMP）接好，下载程序可以看到 LED1 闪烁。