



Open103Z

示例程序（基于 HAL 库）说明

程序说明

关于 STM32CubeMX

通过 STM32CubeMX 生成的基于 HAL 库的程序源代码，相较于经典库的代码而言，更加合理和清晰。STM32CubeMX 配置界面是图形化的，参数设置相比于直接修改源代码更为直观。

但是，用户对所需资源进行配置之后，经由 STM32CubeMX 生成的代码并不是直接可用，还需要在 `/* USER CODE BEGIN */` 和 `/* USER CODE END */` 之间中加入相应的逻辑。

每次在 STM32CubeMX 对程序的配置进行修改之后，生成的新代码会覆盖旧的代码。但是用户写在 `/* USER CODE BEGIN */` 和 `/* USER CODE END */` 之间的代码会得到保留。

代码编译环境

目前（2016 年 12 月）STM32CubeMX 可以根据 IDE 生成 EWARM / MDK-ARM / TrueSTUDIO / SW4STM32 等工程。这可以通过 `Project → Settings → Toolchain / IDE` 进行设置。

我们提供的示例程序都是通过 MDK-ARM（Keil 5）进行编译，并且验证通过。如果打算直接使用 MDK-ARM 工程，那么电脑必须安装 Keil 5（或以上）。连接好下载器之后，打开 Keil，点击的 **Build** 编译工程，然后点击 **Download** 按钮，就可以把编译好的程序写入到芯片。下面所有的示例程序使用过程的说明，均不会对开发环境配置和程序下载进行赘述。如有需要，请参阅相关手册。

目录

程序说明	1
关于 STM32CubeMx	1
代码编译环境	1
目录	2
GPIO	4
EXTI	4
TIM	4
PWM	5
USART	5
USART_DMA	5
USART_IT	6
USART_printf	6
ADC_DMA	7
DAC	7
I2C	8
SPI	8
CAN	9
DS18B20	9
RTC	10
MCU_Temperature	10
IWDG	11

WWDG	11
CRC	12
SDIO	12
FATFS	13
FSMC.....	13
LCD_Display	14
LCD_Touch.....	14
USB_FS.....	14
CDC_Standalone	14
HID_Standalone	15
MSC_Standalone	15
FreeRTOS	16
uCOS_III	16

GPIO

描述:

此程序演示如何通过 HAL 库，设置和使用 GPIO。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: GPIO\GPIO.ioc

Keil 工程位置: GPIO\MDK-ARM\GPIO.uvprojx

预期结果:

- 1) 插上 LED JMP 跳线帽（4 个）。
- 2) 拨动 5 向摇杆或者按下 USER KEY 键，会点亮对应的 LED 指示灯。

EXTI

描述:

此程序演示通过外部中断（按键）的方式执行回调函数。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: EXTI\EXTI.ioc

Keil 工程位置: EXTI\MDK-ARM\EXTI.uvprojx

预期结果:

- 1) 插上 LED1 的跳线帽。
- 2) 按下 USER KEY 按键，便可切换 LED1 指示灯的状态。

TIM

描述:

此程序演示通过定时器中断的方式执行回调函数。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: TIM\TIM.ioc

Keil 工程位置: TIM\MDK-ARM\TIM.uvprojx

预期结果：

- 1) 插上 LED JMP 跳线帽（4 个）。
- 2) LED1 / LED2 / LED3 / LED4 指示灯闪烁。

PWM**描述：**

此程序演示通过 STM32 芯片的 PWM 定时器，对输出电压进行控制。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：PWM\PWM.ioc

Keil 工程位置：PWM\MDK-ARM\PWM.uvprojx

预期结果：

- 1) 把 PD12 管脚连接到 LED 指示灯的正极。
- 2) LED 指示灯亮度逐渐变化。

USART**USART_DMA****描述：**

此程序演示以直接内存存取（DMA）的方式，通过板载的 USART 接口连续输出信息。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：USART_DMA\USART_DMA.ioc

Keil 工程位置：USART_DMA\MDK-ARM\USART_DMA.uvprojx

预期结果：

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率 115200，数据位 8，停止位 1，校验位无，流控制无。
- 3) 开启串口之后，可以查看到连续的串口信息打印。

USART_IT

描述:

此程序演示以中断的方式，通过板载的 USART 接口接收信息。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: USART_IT\USART_IT.ioc

Keil 工程位置: USART_IT\MDK-ARM\USART_IT.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率 115200，数据位 8，停止位 1，校验位无，流控制无。
- 3) 开启串口之后，电脑端通过串口连续发送 10 个字符，这些字符会通过串口重新打印出来。

USART_printf

描述:

此程序演示以轮询的方式，通过板载的 USART 接口输出信息。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: USART_printf\USART_printf.ioc

Keil 工程位置: USART_printf\MDK-ARM\USART_printf.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率 115200，数据位 8，停止位 1，校验位无，流控制无。
- 3) 开启串口之后，可以查看到串口信息打印，每隔一秒钟打印一次。

ADC_DMA

描述:

此程序演示通过以直接内存存取（DMA）的方式，连续进行 AD 采集。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: ADC_DMA\ADC_DMA.ioc

Keil 工程位置: ADC_DMA\MDK-ARM\ADC_DMA.uvprojx

预期结果:

- 1) 将 Analog Test Board 模块接入 ADC+DAC（SPI-1）接口。
- 2) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 3) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率 115200，数据位 8，停止位 1，校验位无，流控制无。
- 4) 转动 Analog Test Board 模块上面的两个电位器旋钮，串口会打印读到的 AD 信息：

```
***** ADC DMA Example *****  
AD1 value = 3.298V  
AD2 value = 1.647V  
***** ADC DMA Example *****  
AD1 value = 3.298V  
AD2 value = 1.647V
```

DAC

描述:

此程序演示通过 STM32 芯片的 DMA 通道输出三角波信号。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: DAC\DAC.ioc

Keil 工程位置: DAC\MDK-ARM\DAC.uvprojx

预期结果:

- 1) 将 Analog Test Board 模块接入 ADC+DAC（SPI-1）接口。

- 2) Analog Test Board 模块上的 5V 管脚接到板子上任意 5V 输出管脚上。
- 3) Analog Test Board 模块会发出声音。

I2C

描述:

此程序演示通过 I2C 接口读写 AT24 EEPROM。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: I2C-AT24C04\I2C4.ioc

Keil 工程位置: I2C-AT24C04\MDK-ARM\I2C-AT24C04.uvprojx

预期结果:

- 1) 将 AT24/FM24 Board 模块接到 I2C1 口上。
- 2) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 3) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 4) 按下板子的复位按键之后，EEPROM 会被写入数据，然后被读出数据。数据会通过串口打印出来。

SPI

描述:

此程序演示通过 SPI 接口读写 AT45DBXX Flash。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: SPI-AT45DBXX\SPI-AT45DBXX.ioc

Keil 工程位置: SPI-AT45DBXX\MDK-ARM\SPI-AT45DBXX.uvprojx

预期结果:

- 1) 将 AT45DBXX DataFlash Board 模块接到 SPI-1 接口上。
- 2) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。

- 3) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 4) 按下板子的复位按键之后，Flash 会被写入数据，然后被读出数据。数据会通过串口打印出来。

CAN

描述：

CAN 回环测试。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：CAN-LoopBack\CAN.ioc

Keil 工程位置：CAN-LoopBack\MDK-ARM\CAN.uvprojx

预期结果：

- 1) 插上 LED1 和 LED2 的跳线帽。
- 2) 如果回环测试成功，则 LED1 点亮，否则 LED2 点亮。

DS18B20

描述：

此程序演示通过 ONE WIRE 接口读取 DS18B20 温度传感器数据。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：DS18B20\DS18B20.ioc

Keil 工程位置：DS18B20\MDK-ARM\DS18B20.uvprojx

预期结果：

- 1) 将 DS18B20 温度传感器插上 ONE WIRE 接口。
- 2) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 3) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 4) 串口将会打印 DS18B20 检测到的温度。

RTC

描述:

此程序演示如何通过 HAL 库，设置和使用 RTC。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: RTC\RTC.ioc

Keil 工程位置: RTC\MDK-ARM\RTC.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 3) 串口将会打印时间信息。

MCU_Temperature

描述:

此程序演示如何通过 Temperature Sensor Channel，读取 MCU 的温度。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: MCU_Temperature\MCU_Temperature.ioc

Keil 工程位置: MCU_Temperature\MDK-ARM\MCU_Temperature.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 3) 串口将会打印 MCU 温度信息。

IWDG

描述:

此程序演示如何使用 IWDG（独立看门狗）。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: IWDG\IWDG.ioc

Keil 工程位置: IWDG\MDK-ARM\IWDG.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 3) 每隔一段时间看门狗计数器会更新。如果删除 HAL_IWDG_Refresh 函数，导致计数器没有及时更新的话，那么程序将会复位。
- 4) 如果及时更新看门狗的话，串口将会打印“IWDG is refreshed”，否则程序复位。

WWDG

描述:

此程序演示如何使用 WWDG（窗口看门狗）。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: WWDG\WWDG.ioc

Keil 工程位置: WWDG\MDK-ARM\WWDG.uvprojx

预期结果:

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 3) 每隔一段时间看门狗计数器会更新。如果删除 HAL_WWDG_Refresh 函数，导致计数器没有及时更新的话，那么程序将会复位。

- 4) 如果及时更新看门狗的话，串口将会打印“WWDG is refreshed”，否则程序复位。

CRC

描述：

此程序演示如何通过 HAL 库，设置和使用 CRC 校验。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：CRC\CRC.ioc

Keil 工程位置：CRC\MDK-ARM\CRC.uvprojx

预期结果：

- 1) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 2) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 3) 如果 CRC 校验成功，串口将会打印“CRC right value”，否则打印“CRC wrong value”。

SDIO

描述：

此程序演示如何通过 HAL 库读写 SD 卡。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：SDIO\SDIO.ioc

Keil 工程位置：SDIO\MDK-ARM\SDIO.uvprojx

预期结果：

- 1) 请对 Micro SD 卡进行备份，这个示例程序将会擦除 SD 卡的内容。
- 2) 把 Micro SD 卡插入到 MicroSD Card 模块。
- 3) 把 MicroSD Card 模块连接到 SDIO 接口。
- 4) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 5) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。

- 6) 串口将会打印写入、读取和擦除 SD 的操作状态。

FATFS

描述:

此程序演示如何通过第三方中间件读写 SD 卡。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: FATFS\FATFS.ioc

Keil 工程位置: FATFS\MDK-ARM\FATFS.uvprojx

预期结果:

- 1) 请对 Micro SD 卡进行备份，这个示例程序将会擦除 SD 卡的内容。
- 2) 把 Micro SD 卡插入到 MicroSD Card 模块。
- 3) 把 MicroSD Card 模块连接到 SDIO 接口。
- 4) 按下板子的复位按键之后，一个 Hello.txt 文件会被写入到 SD 卡。

FSMC

描述:

此程序演示如何通过 FSMC 接口读写 NandFlash。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: FSMC-NandFlash\FSMC-NandFlash.ioc

Keil 工程位置: FSMC-NandFlash\MDK-ARM\FSMC-NandFlash.uvprojx

预期结果:

- 1) 把 NandFlash Board (A) 模块插入到 FSMC 接口。
- 2) 通过 USB 串口模块（例如 PL2303 模块）连接板载的 USART1 接口和电脑的 USB 口。其中模块的 Rx → 开发板的 Tx，开发板的 Tx → 模块的 Rx。
- 3) 电脑安装串口查看软件，并设置串口：波特率→115200，数据位→8，停止位→1，校验位→无，流控制→无。
- 4) 串口将会打印读写 NandFlash 的操作状态。

LCD_Display

描述:

此程序演示如何驱动 3.2 寸 LCD 模块。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: LCD\LCD.ioc

Keil 工程位置: LCD\MDK-ARM\LCD.uvprojx

预期结果:

- 1) 把 3.2inch 320x240 Touch LCD (C)模块插入到 LCD 接口（FSMC+SPI 接口）。
- 2) LCD 上显示字符信息。

LCD_Touch

描述:

此程序演示如何驱动 3.2 寸 LCD 模块，并通过 SPI 接口实现 LCD 触摸功能。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: TOUCH\TOUCH.ioc

Keil 工程位置: TOUCH\MDK-ARM\TOUCH.uvprojx

预期结果:

- 1) 把 3.2inch 320x240 Touch LCD (C)模块插入到 LCD 接口（FSMC+SPI 接口）。
- 2) 首先校准触摸屏，点击 3 次[+]即可完成校准。之后就会进入触摸屏画板界面。在触摸屏画板中，你可以在随意画线。

USB_FS

CDC_StandAlone

描述:

此程序演示如何使用 CDC 类（Communications Device Class），实现 USB 设备之间的通信。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置：USB_Device\CDC_Standalone\CDC_Standalone.ioc

Keil 工程位置：USB_Device\CDC_Standalone\MDK-ARM\CDC_Standalone.uvprojx

预期结果：

- 1) 把 3.2inch 320x240 Touch LCD (C)模块插入到 LCD 接口（FSMC+SPI 接口）。
- 2) 通过 USB 线连接开发板上的 USB 接口和电脑的 USB 接口。
- 3) 打开设备管理器，可以查看到“STMicronoelectronics Virtual COM Port”。
- 4) 解压并安装 CDC_Standalone\Software\stsw.zip 串口驱动。
- 5) 电脑安装串口查看软件，这里无需对串口进行设置。因为开发板的串口接收和发送端实际上都是由 USB 进行模拟，因此波特率等一系列设置实际上是没有意义的。
- 6) 电脑端通过串口发送信息，发送的信息会显示在 LCD 上面。

HID_Standalone

描述：

此程序演示如何基于 STM32 设备的人机接口（Human Interface Device）使用 USB 设备。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：USB_Device\HID_Standalone\HID_Standalone.ioc

Keil 工程位置：USB_Device\HID_Standalone\MDK-ARM\HID_Standalone.uvprojx

预期结果：

- 1) 通过 USB 线连接开发板上的 USB 接口和电脑的 USB 接口。
- 2) 打开设备管理器 → 人体学输入设备，可以查看到新增的“USB 输入设备”。
- 3) 拨动 5 向摇杆或者按下 USER KEY 键，会电脑的光标会发生移动。

MSC_Standalone

描述：

此程序演示如何基于 MSC 类（Mass Storage Class）使用 USB 设备。

工程位置：

STM32CubeMX 工程位置：USB_Device\MSC_Standalone\MSC_Standalone.ioc

Keil 工程位置：USB_Device\MSC_Standalone\MDK-ARM\MSC_Standalone.uvprojx

预期结果:

- 1) 把带有 SD 卡的 Micro SD Storage Board 模块插入到 SDIO 接口。
- 2) 通过 USB 线连接开发板上的 USB 接口和电脑的 USB 接口。
- 3) 电脑会识别到新增的可移动磁盘。

FreeRTOS**描述:**

这些程序都是运行在 STM32cubeMX 软件生成的 FreeRTOS 系统上面的。提供了多达 11 个 RTOS 程序，包括多线程，互斥锁，队列，信号，邮件，定时器等例程。

所有的实验结果都是通过板载的指示灯进行反馈，无需外接其他的器件。具体反馈的信息请参阅程序源代码的注释。

uCOS_III**描述:**

本程序是基于 STM32cubeMX 软件生成的 HAL 库、进行移植的 uCOS III 操作系统。

工程位置:

STM32CubeMX 工程位置: uCOS III\uCOS III.ioc

Keil 工程位置: uCOS III\MDK-ARM\uCOS III.uvprojx

预期结果:

- 1) 插上 LED1 的跳线帽。
- 2) LED1 指示灯闪烁。

注意事项:

如果通过 STM32CubeMX 重新生成工程，请注意需要修改 startup_stm32f103xe.s 文件，把所有的 PendSV_Handler 修改为 OS_CPU_PendSVHandler，而且还要把所有的 SysTick_Handler 修改为 OS_CPU_SysTickHandler。