

通过 STM32CubeMX 制作外部 Flash 的烧写驱动(.stdlr)

前言

目前，越来越多的应用需要扩展外部的 Flash 来满足存储需求。那么，在调试及批量生产的过程中，需要对外扩的 Flash 进行烧录操作。由于 STM32 ST-LINK Utility 以及 STM32CubeProgrammer 中，对 Flash 支持的型号有限，只能覆盖一部分 MCU 和 Flash 的型号，无法完全满足客户的需求。而且，它提供的 external loader 的制作模板存在覆盖的芯片型号较少，且无法前期 QSPI Flash 调试的问题。本文旨在提供一种通过 stm32CubeMX 制作 external Flash loader 的方法。客户可以根据自己的型号，进行定制化的生成。本文中，以某客户实际使用的 MCU(STM32H750) 和 Flash(S25LP128F) 为例进行讲解。

准备工作

- 安装 STM32CubeIDE
- 安装 MCU 对应型号的 HAL 库

External loader 开发

External Loader 的开发分成三个部分，第一部分是使用 STM32CubeMX 进行工程的配置及生成。第二部分是外部 Flash 的驱动调试，主要包含初始化，擦除，写入以及读出等操作。第三部分调用驱动函数进行 external loader 的生成，包括外部 Flash 信息的定义，包括 Flash 容量的大小，page 的大小，以及 Sector 相关的信息；第三步中 external loader 所需要的代码及对应器件的驱动，可以在下面的 GitHub 仓库中获取，同时也欢迎大家将自己调试好的器件驱动提交到该仓库。

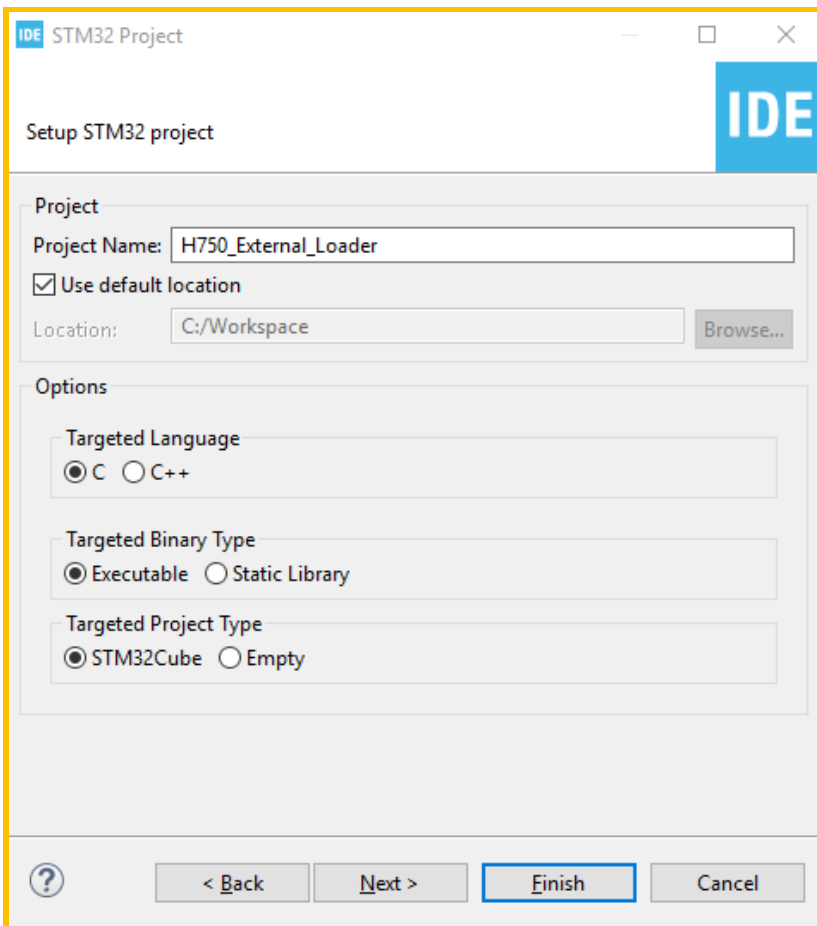
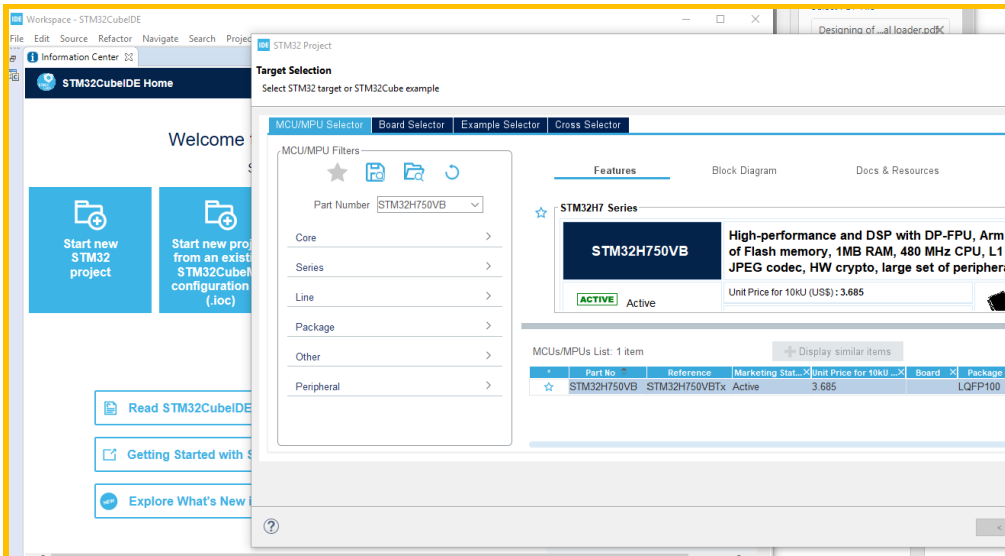
地址: https://github.com/WellinZHANG/External_Loader

使用 STM32CubeMX 生成工程

此处，我们使用 STM32CubeIDE 集成的 STM32CubeMX 进行工程的配置和生成。

新建工程

选择对应的器件，填入工程名称，并选择存放位置：



管脚配置:

按照硬件原理图选择好对应的 Flash 管脚，此处选择为 Bank2，配置如下图。注意调整管脚的速度为 High，同时使能 QSPI 的中断。FlashSize 值设置为 N，Flash 的大小配置 2^{N+1} 。

QUADSPI Mode and Configuration

Mode

QuadSPI Mode: Bank2 with Quad SPI Lines

Chip Select for Dual bank: Disable

Configuration

Reset Configuration

NVIC Settings
 GPIO Settings
 MDMA Settings
 Parameter Settings
 User Constants

Configure the below parameters :

Search (Ctrl+F)

General Parameters

Clock Prescaler	4
Fifo Threshold	1
Sample Shifting	Sample Shifting Half Cycle
Flash Size	27
Chip Select High Time	3 Cycles
Clock Mode	High
Flash ID	Flash ID 2
Dual Flash	Disabled

QUADSPI Mode and Configuration

Mode

QuadSPI Mode: Bank2 with Quad SPI Lines

Chip Select for Dual bank: Disable

Configuration

Reset Configuration

NVIC Settings
 GPIO Settings
 MDMA Settings
 Parameter Settings
 User Constants

Search Signals

Search (Ctrl+F)

Pin N...	Signal on...	Pin Cont...	GPIO out...	GPIO mode	GPIO pul...	Maxi pu...
PB2	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High
PC11	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High
PE7	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High
PE8	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High
PE9	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High
PE10	QUADSP...	n/a	n/a	Alternate...	No pul...	High

QUADSPI Mode and Configuration

Mode

QuadSPI Mode: Bank2 with Quad SPI Lines

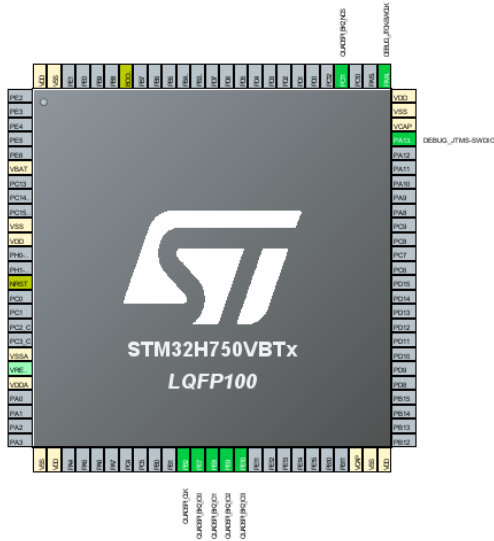
Chip Select for Dual bank: Disable

Configuration

Reset Configuration

NVIC Settings
 GPIO Settings
 MDMA Settings
 Parameter Settings
 User Constants

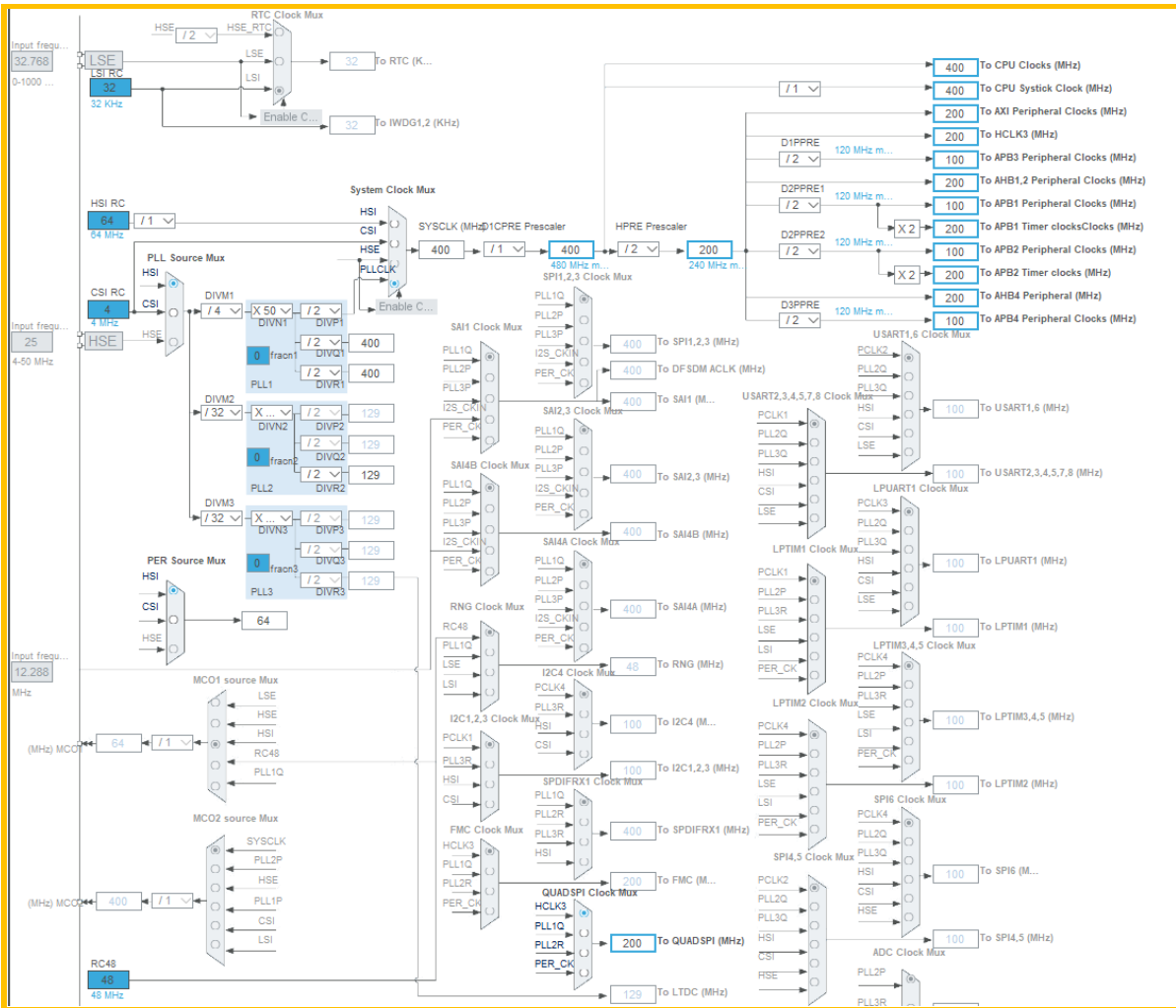
NVIC Interrupt Table	Enabled	Preemption Priority	Sub Priority
QUADSPI global interrupt	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0



STM32H750VBTx LQFP100

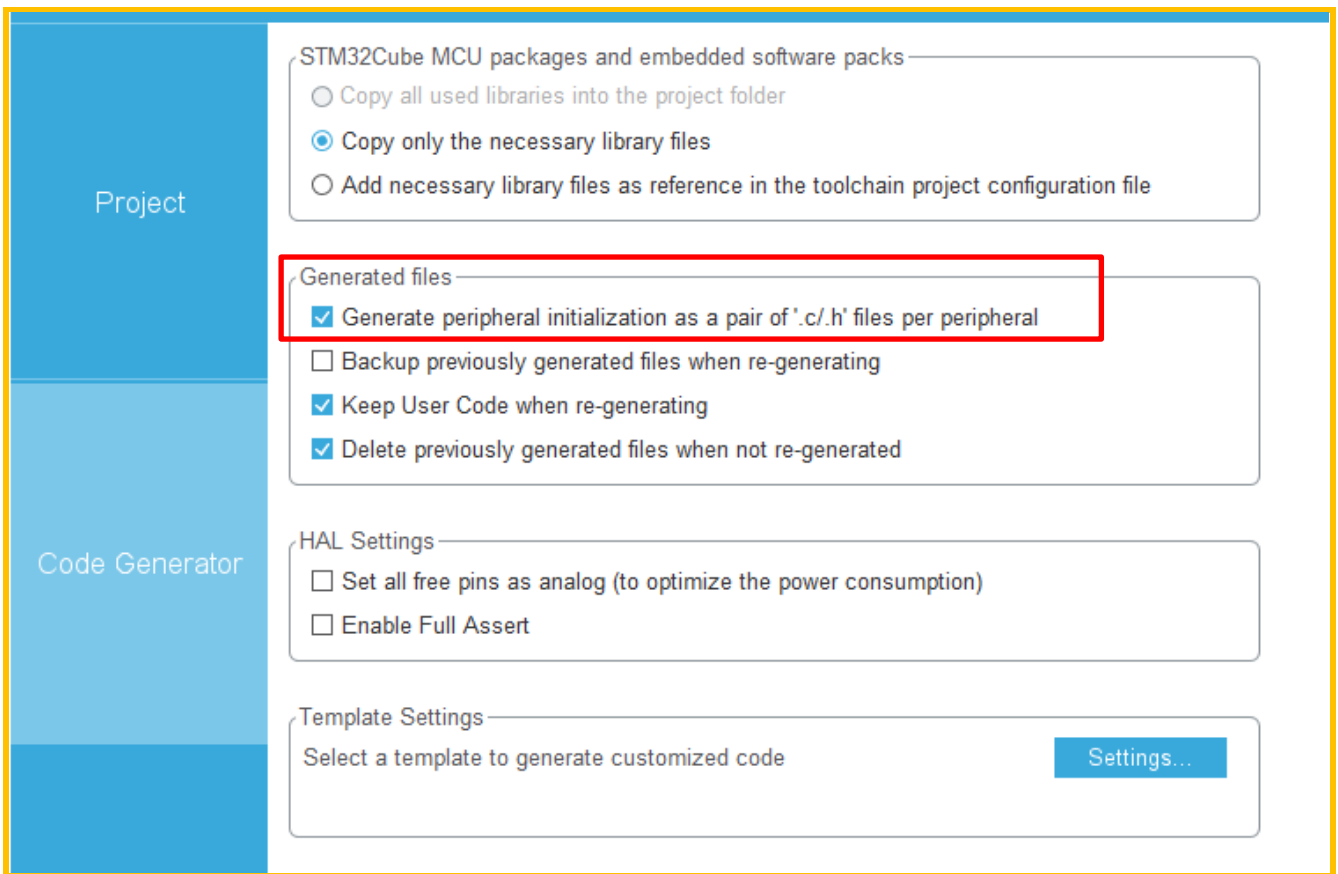
时钟配置

根据板子上的时钟源，进行对应的时钟配置，此处采用内部作为系统 PLL 的时钟源。



生成工程

切换到 Code Generator 选项卡，勾选 “Generate perioheral initialization as pair of '.c/.h'files per peripheral” 选项。



Project

STM32Cube MCU packages and embedded software packs

- Copy all used libraries into the project folder
- Copy only the necessary library files
- Add necessary library files as reference in the toolchain project configuration file

Code Generator

Generated files

- Generate peripheral initialization as a pair of '.c/.h' files per peripheral
- Backup previously generated files when re-generating
- Keep User Code when re-generating
- Delete previously generated files when not re-generated

HAL Settings

- Set all free pins as analog (to optimize the power consumption)
- Enable Full Assert

Template Settings

Select a template to generate customized code Settings...

调试 QSPI 驱动

从开篇提到的 GitHub 仓库中获取相关的驱动代码。

.git	2020/8/26 15:08	文件夹	
Loader_Files	2020/7/30 17:12	文件夹	
QSPI Drivers	2020/9/24 15:27	文件夹	
QSPI testing	2020/7/30 17:12	文件夹	
README.md	2020/7/30 17:12	MD 文件	2 KB

第一步，将 External-Loaders\QSPI testing 目录 mian_test.c 中的代码添加到工程中对应的 main.c 文件中。

本地磁盘 (C:) > Workspace > External-Loaders > QSPI testing

名称	修改日期	类型	大小
main test.c	2020/7/30 17:12	C Source	2 KB
testbinary1M.bin	2020/7/30 17:12	BIN 文件	1,155 KB

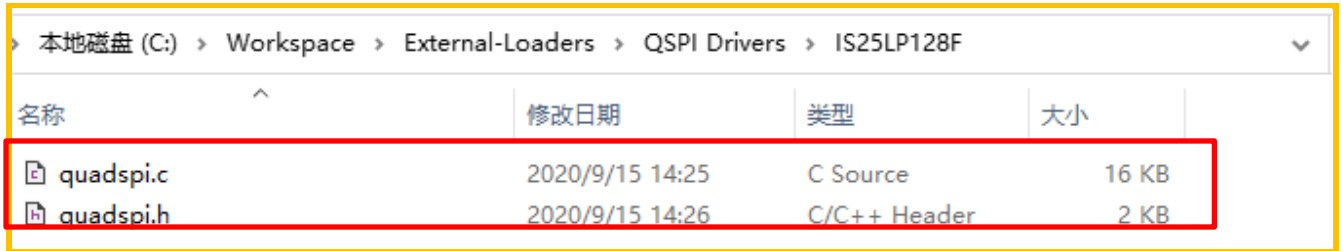
```
/* USER CODE BEGIN 0 */  
#include <string.h>  
#define SECTORS_COUNT 100  
/* USER CODE END 0 */
```

```
/* USER CODE BEGIN 2 */  
  
uint8_t buffer_test[MEMORY_SECTOR_SIZE];  
uint32_t var = 0;  
  
CSP_QUADSPI_Init();  
  
for (var = 0; var < MEMORY_SECTOR_SIZE; var++) {  
    buffer_test[var] = (var & 0xff);  
}  
  
for (var = 0; var < SECTORS_COUNT; var++) {  
  
    if (CSP_QSPI_EraseSector(var * MEMORY_SECTOR_SIZE,  
        (var + 1) * MEMORY_SECTOR_SIZE - 1) != HAL_OK) {  
  
        while (1)  
            ; //breakpoint - error detected  
    }  
  
    if (CSP_QSPI_WriteMemory(buffer_test, var * MEMORY_SECTOR_SIZE,  
        sizeof(buffer_test)) != HAL_OK) {  
  
        while (1)  
            ; //breakpoint - error detected  
    }  
  
}  
  
if (CSP_QSPI_EnableMemoryMappedMode() != HAL_OK) {  
  
    while (1)  
        ; //breakpoint - error detected  
}  
  
for (var = 0; var < SECTORS_COUNT; var++) {  
    if (memcmp(buffer_test,  
        (uint8_t*) (0x90000000 + var * MEMORY_SECTOR_SIZE),  
        MEMORY_SECTOR_SIZE) != HAL_OK) {  
        while (1)  
            ; //breakpoint - error detected - otherwise QSPI works properly  
    }  
}  
}
```

```
/* USER CODE END 2 */
```

注意添加代码时保留 USER CODE BEGIN x 和 USER CODE END x 标签，否则添加的代码会在 Cube MX 重新生成代码时被覆盖掉。

第二步，将\External-Loaders\QSPI Drivers\IS25LP128F 目录下的 QSPI 的 HAL 驱动文件替换工程中对应的文件。



名称	修改日期	类型	大小
quadspi.c	2020/9/15 14:25	C Source	16 KB
quadspi.h	2020/9/15 14:26	C/C++ Header	2 KB

第三步，打开 CubeMX，重新生成工程。因为为了适配所有系列的 QSPI 接口，GitHub 所提供 QSPI 的 HAL 驱动中，没有提供相应的 QSPI 外设置函数，需要通过 CubeMX 来生成。

```

/*IS25LP128F memory parameters*/
#define MEMORY_FLASH_SIZE 0x8000000 /* 128 Mbits => 16MBytes */
#define MEMORY_BLOCK_SIZE 0x10000 /* 1024 sectors of 64KBytes */
#define MEMORY_SECTOR_SIZE 0x1000 /* 16384 subsectors of 4kBytes */
#define MEMORY_PAGE_SIZE 0x100 /* 262144 pages of 256 bytes */

/*IS25LP128F commands */
#define WRITE_ENABLE_CMD 0x06
#define READ_STATUS_REG_CMD 0x05
#define READ_FLAG_STATUS_REG_CMD 0x05//0x70
#define WRITE_STATUS_REG_CMD 0x01
#define SECTOR_ERASE_CMD 0x20
#define CHIP_ERASE_CMD 0xC7
#define QUAD_IN_FAST_PROG_CMD 0x38
#define READ_CONFIGURATION_REG_CMD 0x61//0x15
#define WRITE_CONFIGURATION_REG_CMD 0x65//
#define QUAD_READ_IO_CMD 0xEC
#define QUAD_OUT_FAST_READ_CMD 0x6B
#define QPI_ENABLE_CMD 0x35
#define DUMMY_CLOCK_CYCLES_READ_QUAD 8
#define RESET_ENABLE_CMD 0x66
#define RESET_EXECUTE_CMD 0x99
#define DISABLE_QIP_MODE 0xf5

/* USER CODE END Prototypes */

```

第四步，如上图所示由于每个型号的 FLASH 的控制指令略有差别，所以在此步需要根据自己选用的 QSPI FLASH 器件进行调整。同时需要进行调试 QSPI 的读写是否正常。如果 QSPI 读写不正常，那么在下图中标注的位置添加断点，就可以排查是哪一个环节出错，进一步对驱动进行调整。

```

1  /* USER CODE BEGIN 2 */
2  uint8_t buffer_test[MEMORY_SECTOR_SIZE];
3  uint32_t var = 0;
4
5  CSP_QUADSPI_Init();
6
7  for (var = 0; var < MEMORY_SECTOR_SIZE; var++) {
8      buffer_test[var] = (var & 0xff);
9  }
10
11  for (var = 0; var < SECTORS_COUNT; var++) {
12
13      if (CSP_QSPI_EraseSector(var * MEMORY_SECTOR_SIZE,
14          (var + 1) * MEMORY_SECTOR_SIZE - 1) != HAL_OK) {
15
16          while (1)
17              ; //breakpoint - error detected
18      }
19
20      if (CSP_QSPI_WriteMemory(buffer_test, var * MEMORY_SECTOR_SIZE,
21          sizeof(buffer_test)) != HAL_OK) {
22
23          while (1)
24              ; //breakpoint - error detected
25      }
26
27      }
28
29      if (CSP_QSPI_EnableMemoryMappedMode() != HAL_OK) {
30
31          while (1)
32              ; //breakpoint - error detected
33      }
34
35      for (var = 0; var < SECTORS_COUNT; var++) {
36          if (memcmp(buffer_test,
37              (uint8_t*) (0x90000000 + var * MEMORY_SECTOR_SIZE),
38              MEMORY_SECTOR_SIZE) != HAL_OK) {
39
40              while (1)
41                  ; //breakpoint - error detected - otherwise QSPI works properly
42          }
43      }
44  }
45  /* USER CODE END 2 */

```

修改配置生成 QSPI Loader

完成 QSPI 的驱动调试之后，我们需要添加生成 external Loader 所需要的代码并修改对应的配置。

第一步，添加对应的代码，存放在 External-Loaders\Loader_Files 目录下，由于 H7 和其他的系列的 linker file 有所区别，所以此处分为 H7 和 others 两个文件夹进行存放。我们此处选用 H7 目录下的问题件。将所有的文件添加到工程中。

本地磁盘 (C:) > Workspace > External-Loaders > Loader_Files			
名称	修改日期	类型	大小
H7 device	2020/7/30 17:12	文件夹	
other devices	2020/7/30 17:12	文件夹	

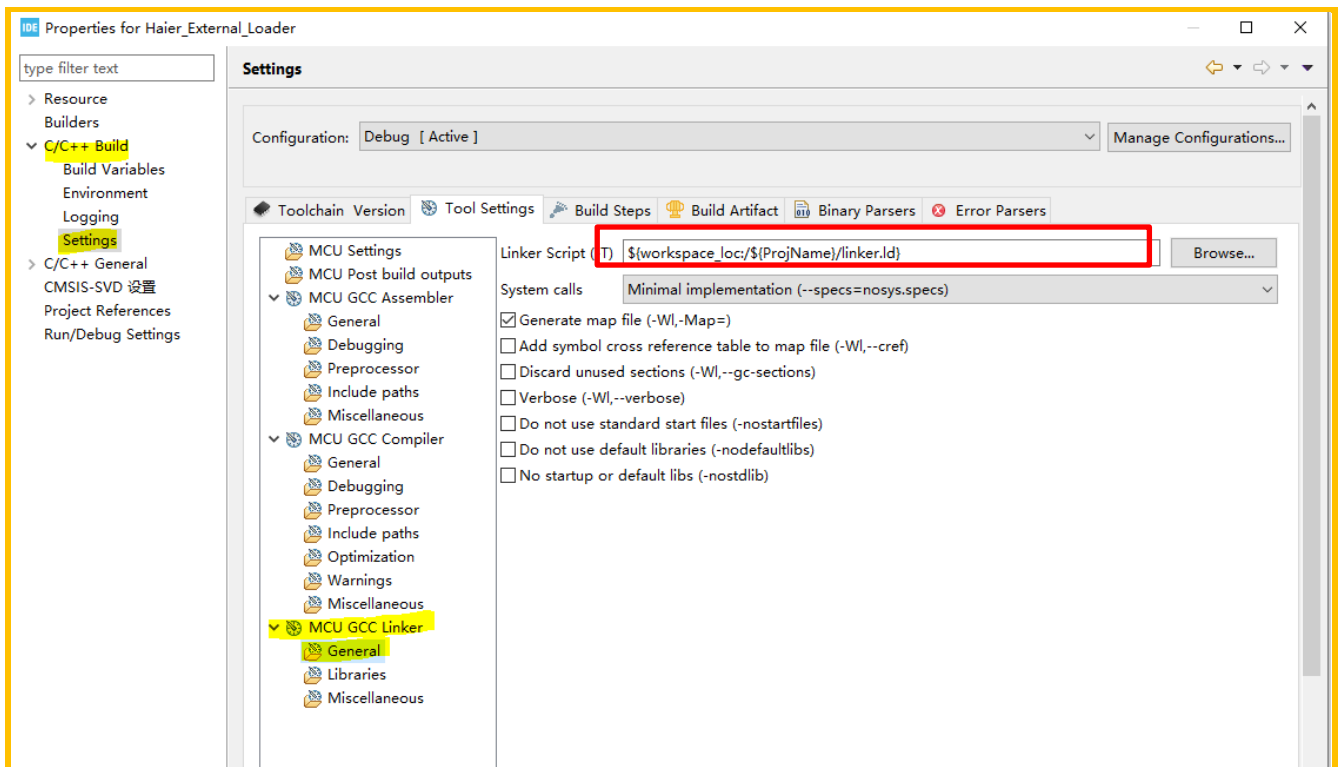
本地磁盘 (C:) > Workspace > External-Loaders > Loader_Files > H7 device

名称	修改日期	类型	大小
Dev_Inf.c	2020/7/30 17:12	C Source	1 KB
Dev_Inf.h	2020/7/30 17:12	C/C++ Header	1 KB
linker.ld	2020/7/30 17:12	LD 文件	4 KB
Loader_Src.c	2020/7/30 17:12	C Source	7 KB

第二步，修改 Dev_Inf.c 中的 name 为你想设置的名称，一般设置为 MCU+Flash 名称

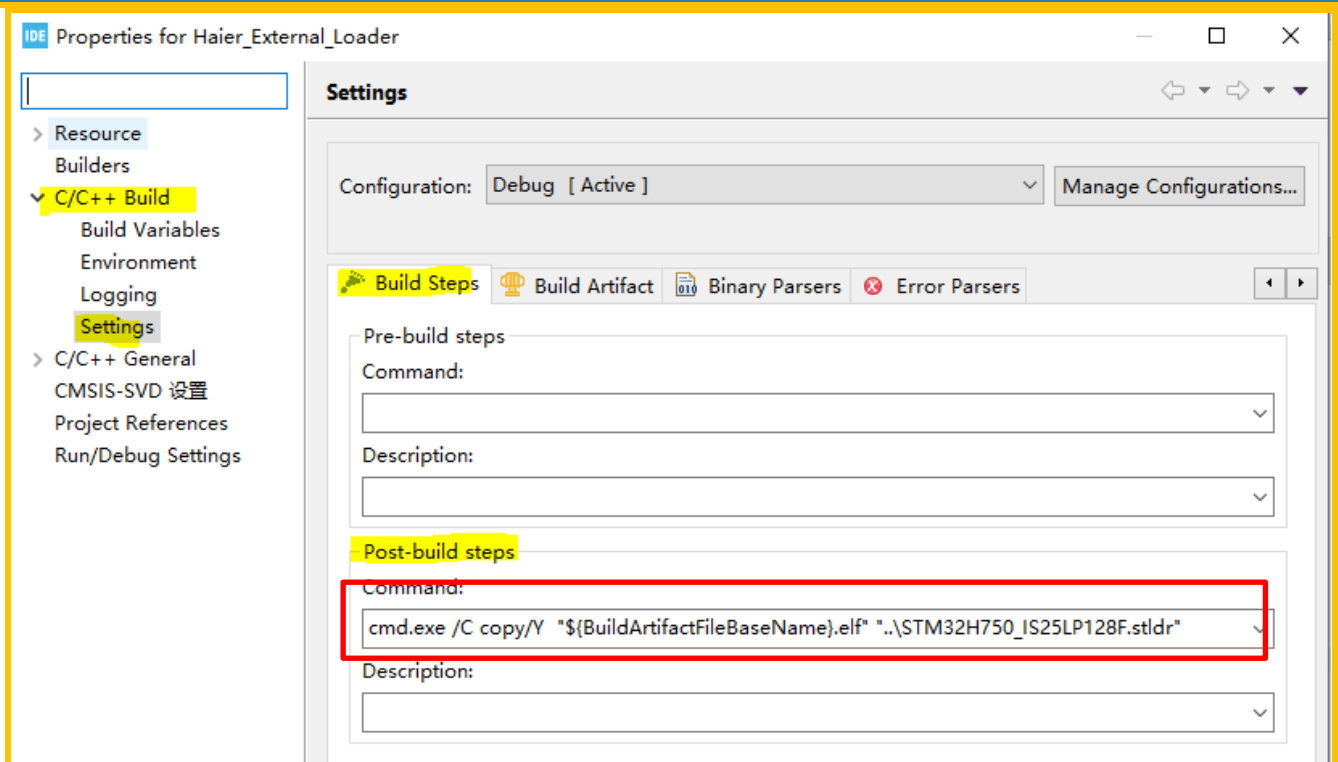
```
8 /* This structure contains information used by ST-LINK Utility to program and erase the device */
9 #if defined (__ICCARM__)
10 __root struct StorageInfo const StorageInfo = {
11 #else
12 struct StorageInfo const StorageInfo = {
13 #endif
14     "STM32H750VB+IS25LP128F", // Device Name + version number
15     NOR_FLASH, // Device type
16     0x90000000, // Device Start Address
17     MEMORY_FLASH_SIZE, // Device Size in Bytes
18     MEMORY_PAGE_SIZE, // Programming Page Size
19     0xFF, // Initial Content of Erased Memory
20
21     // Specify Size and Address of Sectors (view example below)
22     { { (MEMORY_FLASH_SIZE / MEMORY_SECTOR_SIZE), // Sector Numbers,
23         (uint32_t) MEMORY_SECTOR_SIZE }, //Sector Size
24
25     { 0x00000000, 0x00000000 } } };
```

第三步，修改 Linker 的配置，通过 “project” -> “Properties ” 打开设置页。将红框内的 ld 文件修改为 linker.ld.(已经在第一步中添加到工程)。



第四步，修改配置，编译后生成 stdlr 文件。通过“project”->“Properties”打开设置页，在“post build steps”处添加如下指令：

```
cmd.exe /C copy/Y "${BuildArtifactFileName}.elf" "..\STM32H750_IS25LP128F.stldr"
```



最后，编译便可在工程目录下生成对应的 `stldr` 文件。将其复制到 `STM32CubeProgrammer` 安装目录下的 `extral loader` 文件夹下，便可使用。

```
Finished building: default.size.stdout
Finished building: ██████████_External_Loader.bin
Finished building: ██████████_External_Loader.list
cmd.exe /C copy/Y "█████████_External_Loader.elf" "..\STM32H750_IS25LP128F.stldr"
已复制 1 个文件。

09:17:51 Build Finished. 0 errors, 0 warnings. (took 14s.821ms)
```

总结

通过该方法可以快速的生成一个外部烧写脚本对外部的 `QSPI FLASH` 进行烧录。

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对ST 产品和/ 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关ST 销售条款。

买方自行负责对ST 产品的选择和使用， ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和ST 徽标是ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。