

i.MX RT1050 启动与下载

基于 Easy-RT1052 开发板

类别	内容
关键词	i.MX RT1052 FlashLoader
摘要	介绍 i.MX RT1050 系列微控制器的外部 Flash 启动流程和程序下载

修订历史

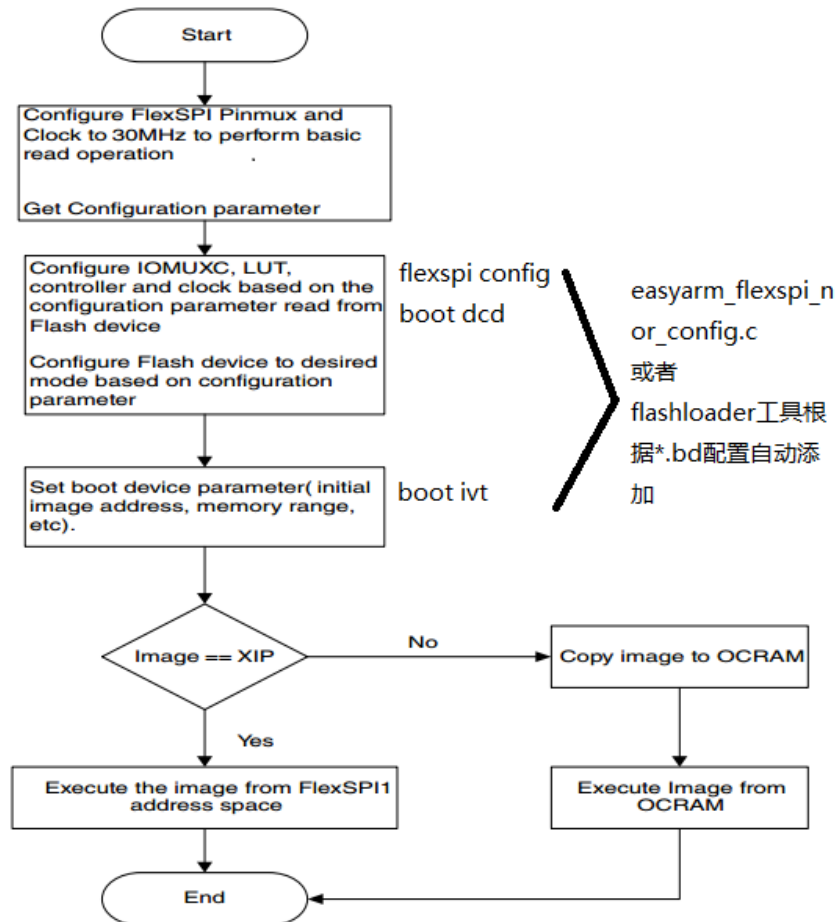
版本	日期	原因
V0.0.90	2017/08/14	创建文档
V1.0.00	2018/07/04	增加 iar 下载 flash 的方法
V1.0.01	2018/09/29	增加 itcm boot 和 sdcard boot 的下载和启动。
V1.0.02	2023/03/29	更新文档模板

目 录

1. i.MX RT1050 QSPI 启动流程	1
2. i.MX RT1050 程序下载	2
2.1 工具软件	2
2.2 XIP 工程配置	2
2.2.1 SDK_2.4.0 配置	2
2.2.2 SDK_2.3.0 (deprecated) 配置	2
2.3 Flash 下载	4
2.3.1 Keil 下载	4
2.3.2 Xip 工程调试	5
2.3.3 IAR 下载	6
2.4 Flashloader 下载	7
2.4.1 Flash 下载 XIP 运行	7
2.4.2 Flash 加载 ITCM 运行	9
2.4.3 SD Card 加载 ITCM 运行	11
3. 免责声明	14

1. i.MX RT1052 QSPI 启动流程

以下为从芯片上电到跳转至 user code 的流程图：



注：图片来自 RM 手册《8.6.1.3 FlexSPI NOR boot flow chart》。

2. i.MX RT1052 程序下载

2.1 工具软件

使用到的工具软件如下：

- 适配 Easy-RT1052 V0.94/V1.00(可以通过查看 PCB 版本号是不是 RevD 来识别)开发板的 SDK2.4.0 软件包 SDK_2.4.1_Easy-RT1052-V1_0.zip;
- Easy-RT1052 V0.94/V1.00 开发板;
- MDK5.17 及以后的版本并安装 NXP.iMXRT_DFP.pack 包，联网情况下打开工程会自动提示安装;
- IAR8.20 以后版本，建议升级到 IAR8.30.1
- Flashloader_RT1050.zip

2.2 XIP 工程配置

本小节主要介绍如何配一个可以直接下载到外部 Flash 并通过 xip 启动的例程。

2.2.1 SDK_2.4.0 配置

如果你已经更新到 SDK_2.4.1_Easy-RT1052-V1_0.zip，则无需任何配置只需要选择相应的编译配置项即可，如下图所示分别为 keil 和 IAR 下的示例：

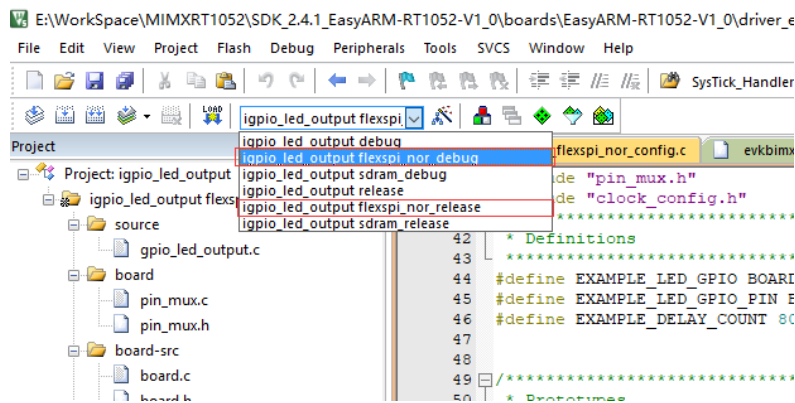


图 2.1 Keil 选择 xip 选项

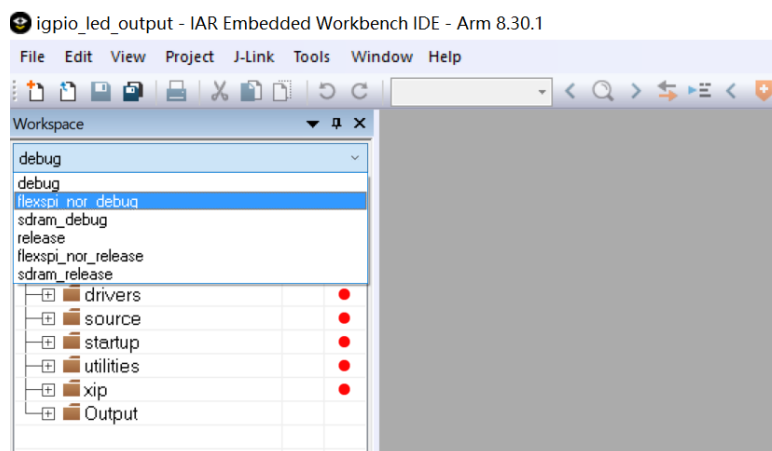


图 2.2 IAR 选择 XIP 项

2.2.2 SDK_2.3.0 (deprecated) 配置

如果你使用的 SDK 依旧是 SDK_2.3.0_Easy-RT1052 Rev C_D.zip，可通过如下步骤创建 xip 工程。

SDK_2.3.0_Easy-RT1052 Rev C_D.zip 软包中仅少部分工程（已_xip 结尾的工程）可被直接编译下载到外部 Flash，其他工程均为 RAM/SDRAM 中 debug 不可直接用于下载。

以下以 led_output 工程为例，介绍如何将 RAM/SDRAM 中 debug 的程序修改为可下载到外部 Flash 的 xip 工程，流程如下：

- 打开工程目录，copy 原工程，修改文件夹名为<project_name>_xip;

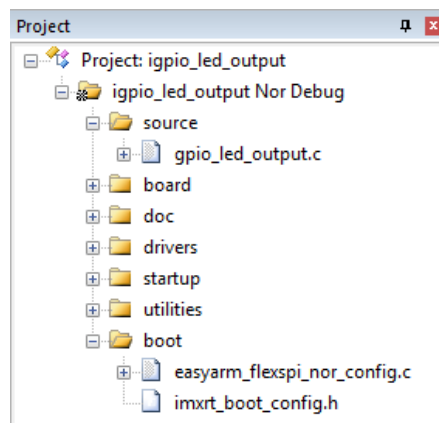
名称	修改日期	类型
input_interrupt	2018/3/14 20:33	文件夹
led_output	2018/3/14 20:33	文件夹
<u>led_output_nor_xip</u>	2018/3/14 20:33	文件夹

- 拷贝 SDK 中“devices\MIMXRT1052\”目录下的 boot_config 文件夹到 <project_name>_xip 文件夹下;

DK_2.3.0_EasyARM-RT1052 Rev C > boards > EasyARM_RT1052 Rev C > driver_examples > gpio > led_output_nor_xip

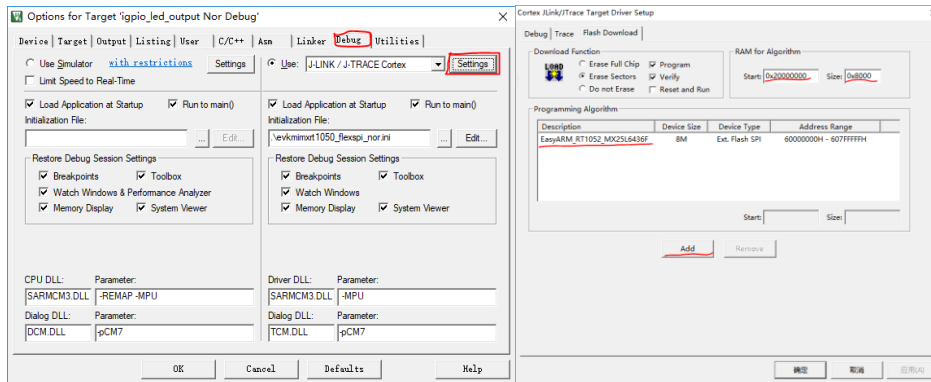
名称	修改日期	类型	大小
armgcc	2018/3/14 20:33	文件夹	
<u>boot_config</u>	2018/3/16 14:21	文件夹	
iar	2018/3/14 20:33	文件夹	
mdk	2018/3/16 13:36	文件夹	
board.c	2018/1/18 15:52	C Source file	6 KB
board.h	2017/12/18 11:28	C++ Header file	18 KB
clock_config.c	2018/3/5 18:06	C Source file	5 KB
clock_config.h	2017/10/24 14:48	C++ Header file	3 KB
evkmimxrt1050_sdram_init.jlinkscript	2017/10/24 14:48	JLINKSCRIPT 文件	10 KB
example.xml	2017/10/24 14:48	XML 文档	4 KB
gpio_led_output.c	2018/3/6 18:24	C Source file	4 KB
igpio_led_output.xml	2017/10/24 14:48	XML 文档	5 KB
pin_mux.c	2017/12/18 11:31	C Source file	7 KB
pin_mux.h	2017/10/24 14:48	C++ Header file	3 KB
readme.txt	2017/11/7 15:06	文本文档	2 KB

- 打开 keil 工程，鼠标右键“Add Group”命名 boot，添加 boot config 中的 easyarm_flexspi_nor_config.c 和 imxrt_boot_config.h 文件到 boot group 中，如下图；



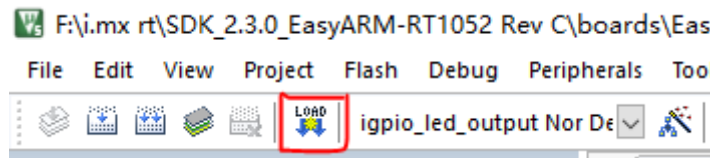
- Easy-RT1052 开发套件的外部 QSPI Flash 分两种 MX25L064 和 IS25LP064A，需根据实际板子贴的 Flash 芯片来修改 easyarm_flexspi_nor_config.c 中的 EASYARM_RT1052_FLASH 宏定义为 QSPI_MX25L064 或 QSPI_IS25LP064A。

- 打开制作好的 xip 工程，在 options>debug>setting>Flash Download 配置页面添加编程算法（如下图）；



注：适配 Easy 开发板的下载算法仅适用与 Easy-RT1052 开发板；RAM for Algorithm 的 size 需设置为 0x8000。

- 点击下载按钮；



- 等待下载完成，点击复位观察现象。

2.3.2 Xip 工程调试

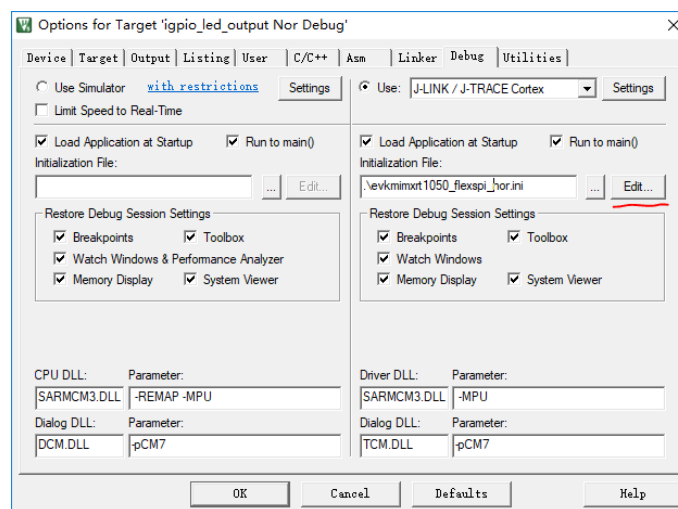
通过 Keil 和 IAR 下载的程序可以直接使用 IDE 通过调试器进行调试。其中 Keil 调试需要进行如下设置，而 IAR 不需要任何设置，下载后即可进入调试界面。

Keil 设置方法如下：

Xip 工程的调试需要在程序下载到外部 flash 的前提下进行，具体流程如下：

下载程序到外部 flash；

- 打开 option>debug 选项卡，点击编辑 initialization file 文件；



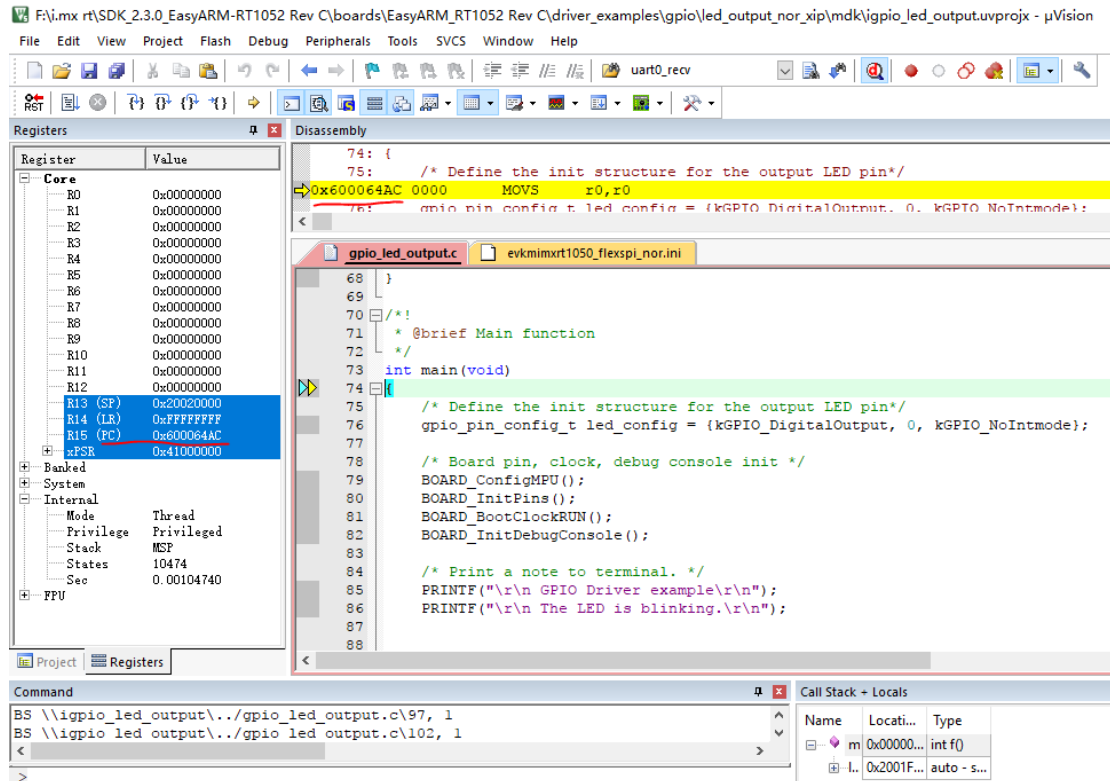
- 修改调试入口如下图：


```

29 L
30 FUNC void Setup (void) {
31     SP = _RDWORD(0x60002000); // Setup Stack Pointer
32     PC = _RDWORD(0x60002004); // Setup Program Counter
33     _WDWORD(0xE000ED08, 0x60002000); // Setup Vector Table Offset Register
34 }
35
36 FUNC void OnResetExec (void) { // executes upon software RESET
37     Setup(); // Setup for Running
38 }
39
40 LOAD %L INCREMENTAL // Download
41
42 Setup(); // Setup for Running
43

```

- 进入调试，可以看到如下图所示，PC 指针已经在外部 Flash 地址空间中。



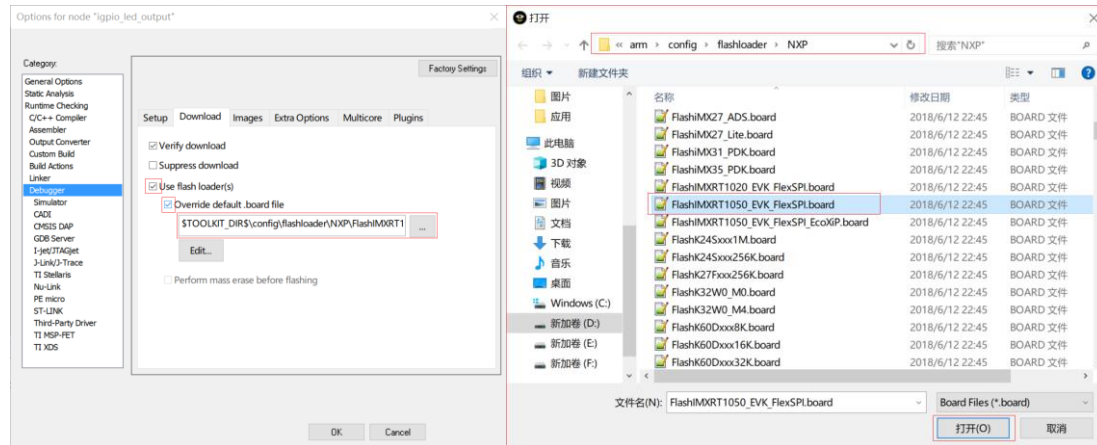
2.3.3 IAR 下载

在使用 IAR 下载前请确认你的 IAR 安装版本，如果是 8.30.0 可直接跳过本段拷贝算法的描述，如果你使用的为 8.20.0 版本的 IAR 必须按照如下步骤拷贝编程算法。

- 在 SDK 的 `.\tools\emarm_flashloader\` 目录下包含 IAR 使用的编程算法；
- 拷贝 `.\tools\emarm_flashloader\NXP` 目录下的 `FlashIMXRT1050_EVK_FlexSPI.*` 四个文件到 IAR 安装目录的如下路径 `.\IARSystems\EmbeddedWorkbench8.1\arm\config\flashloader\NXP\`；

其次需要给我们的工程添加编程算法：

- 打开制作好的 xip 工程，在 `options>debugger>Download` 选项卡做如下设置；



- 点击调试下载；



- 等待下载完成，点击复位观察现象。

2.4 Flashloader 下载

2.4.1 Flash 下载 XIP 运行

下载 Flashloader 工具包：

https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/applications-processors/i.mx-applications-processors/i.mx-rt-series/i.mx-rt1050-crossover-processor-with-arm-cortex-m7-core.i.MX-RT1050?tab=Design_Tools_Tab

解压后如下图：

名称	修改日期	类型	大小
doc	2018/2/14 19:28	文件夹	
example_images	2018/2/14 19:28	文件夹	
Flashloader	2018/2/14 19:28	文件夹	
Tools	2018/2/14 19:28	文件夹	
LA_OPT_Base_License.htm	2017/10/23 5:44	搜狗高速浏览器H...	149 KB
SW_Content_Register_Kinetis_Bootlo...	2018/1/17 16:16	文本文档	9 KB

下载流程：

- 修改 RAM/SDRAM 中 debug 工程分散加载文件的加载地址；

```
gpio_led_output.c | MIMXRT1052xxxxx_ram.scf
43  **      mail:                support@nxp.com
44  **
45  ** #####
46  */
47
48 #define m_interrupts_start      0x60002000
49 #define m_interrupts_size     0x00000400
50
51 #define m_text_start           0x60002400
52 #define m_text_size           0x0001FC00
53
54 #define m_data_start           0x20000000
55 #define m_data_size           0x00020000
56
57 /* Sizes */
58 #if (defined(__stack_size__))
59 #define Stack_Size             __stack_size__
60 #else
61 #define Stack_Size             0x0400
62 #endif
63
64 #if (defined(__heap_size__))
65 #define Heap_Size              __heap_size__
66 #else
```

注:xip 工程需屏蔽 boot_config 相关的代码。

- 编译生成<project_name>.out 文件;
- 拷贝<project_name>.out 文件至“.\Flashloader\Tools\elftosb\win\”目录下, 如果您是 linux 系统请选择另外一个类似路径;

lashloader_i.MXRT1050_GA > Flashloader_RT1050_1.1 > Tools > elftosb > win

名称	修改日期	类型	大小
elftosb.exe	2018/1/15 18:19	应用程序	807 KB
igpio_led_output.out	2018/3/15 10:35	Wireshark captu...	2,947 KB

- 在此目录下, 按下键盘 shift 按键的同时点击输表右键, 打开命令行窗口;
- 执行命令 1:

```
.\elftosb.exe -f imx -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\imx-flexspinor-normal-unsigned.bd -o <project_name>.bin <project_name>.out
```

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\printer\Desktop\FIashloader_i.MXRT1050_GA\FIashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win> .\elftosb.exe -f imx -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\imx-flexspinor-normal-unsigned.bd -o igpio_led_output.out
Section: 0x0
iMX bootable image generated successfully
PS C:\Users\printer\Desktop\FIashloader_i.MXRT1050_GA\FIashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>
```

- 执行命令 2:
- ```
.\elftosb.exe -f kinetis -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\program_flexspinor_image_qspinor_status_reg1_bit6.bd -o boot_image.sb <project_name>_nopadding.bin
```

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\printer\Desktop\FIashloader_i.MXRT1050_GA\FIashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win> .\elftosb.exe -f imx -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\program_flexspinor_image_hyperflash.bd -o boot_image.sb igpio_led_output_nopadding.bin
Boot Section 0x00000000:
FILL | adr=0x00002000 | len=0x00000004 | ptn=0xc0233007
ENA | adr=0x00002000 | cnt=0x00000004 | flg=0x0900
ERAS | adr=0x60000000 | cnt=0x00100000 | flg=0x0000
FILL | adr=0x00003000 | len=0x00000004 | ptn=0xf000000f
ENA | adr=0x00003000 | cnt=0x00000004 | flg=0x0900
LOAD | adr=0x60001000 | len=0x00003648 | crc=0x97e2f837 | flg=0x0000
PS C:\Users\printer\Desktop\FIashloader_i.MXRT1050_GA\FIashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>
```

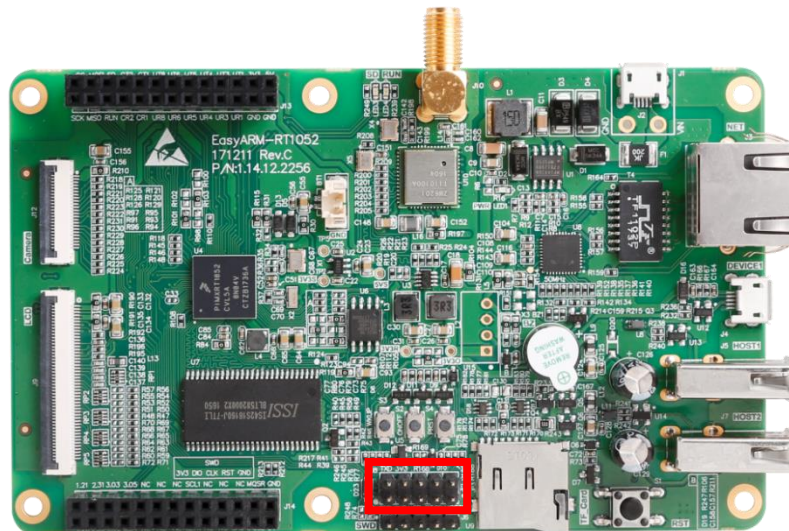
注: 如果出现命令行卡住或停止工作的现象, 请检查分散加载文件设置的是否正确。

# i.MX RT1052 启动与下载

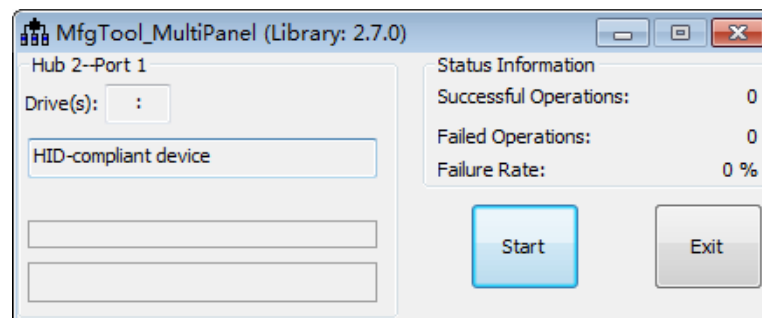
基于 Easy-RT1052

User Manual

- 拷贝生成的 boot\_image.sb 到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\Profiles\MXRT105X\OS Firmware\”下；
- 回到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\”目录执行 MfgTool2.exe；
- 短接开发板 USB\_BT 短路帽（红色框中第 3 对）；

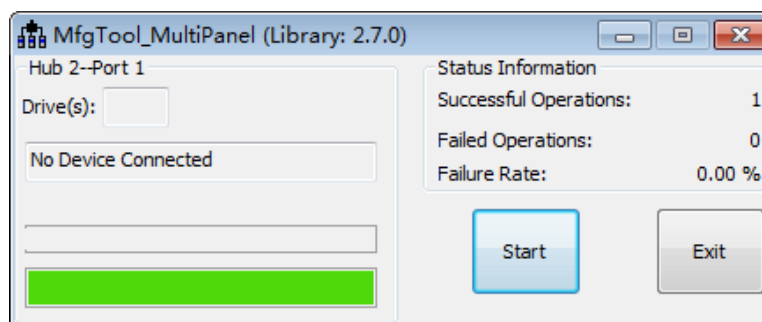


- 通过 PC > HUB > 开发板的 Device1 端口，连接开发板，上点后会在左上角显示（例如 “Hub2-Port1”）



注：大部分电脑必须通过 HUB 链接开发板与 PC 机，mfgtool 不识别 root 层的设备。

- 点击 start 开始编程，成功后如下所示。



## 2.4.2 Flash 加载 ITCM 运行

下载流程：

- 修改 RAM/SDRAM 中 debug 工程分散加载文件的加载地址；

```

MIMXRT1052xxxxx_ram.scf
46 ** BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
47 ** WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE
48 ** OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN
49 ** IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
50 **
51 ** http: www.nxp.com
52 ** mail: support@nxp.com
53 **
54 ** #####
55 */
56
57 #define m_interrupts_start 0x00002000
58 #define m_interrupts_size 0x00000400
59
60 #define m_text_start 0x00002400
61 #define m_text_size 0x0001FC00
62
63 #define m_data_start 0x20000000
64 #define m_data_size 0x00020000
65
66 #define m_data2_start 0x20200000
67 #define m_data2_size 0x00040000
68
69 /* Sizes */
70 #if defined(__stack_size__)
71 #define Stack_Size __stack_size__
72 #else
73 #define Stack_Size 0x0400
74 #endif
75
76 #if defined(__heap_size__)
77 #define Heap_Size __heap_size__
78 #else
79 #define Heap_Size 0x0400
80 #endif

```

- 编译生成<projext\_name>.out 文件；
- 拷贝<projext\_name>.out 文件至“.Flashloader\Tools\elftosb\win\”目录下，如果您是 linux 系统请选择另外一个类似路径；



- 修改 imx-itcm-unsigned.bd 文件内容并保存

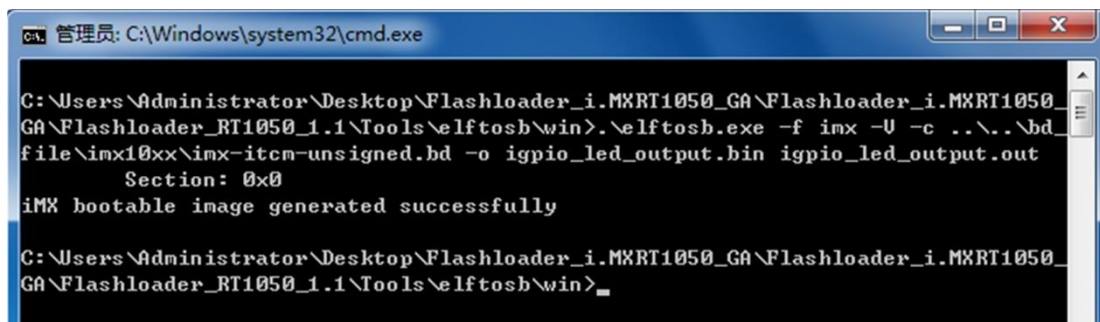
```

imx-itcm-unsigned.bd
1 options {
2 flags = 0x00;
3 # Note: This is an example address, it can be any non-zero address in ITCM region
4 startAddress = 0x0;
5 ivtOffset = 0x1000;
6 initialLoadSize = 0x2000;
7 # Note: This is required if the default entrypoint is not the Reset_Handler
8 # Please set the entryPointAddress to Reset_Handler address
9 // entryPointAddress = 0x60002411;
10 }
11
12 sources {
13 elfFile = extern(0);
14 }
15
16 section (0)
17 {
18 }
19

```

- 在此目录下，按下键盘 shift 按键的同时点击输表右键，打开命令行窗口；
- 执行命令 1:

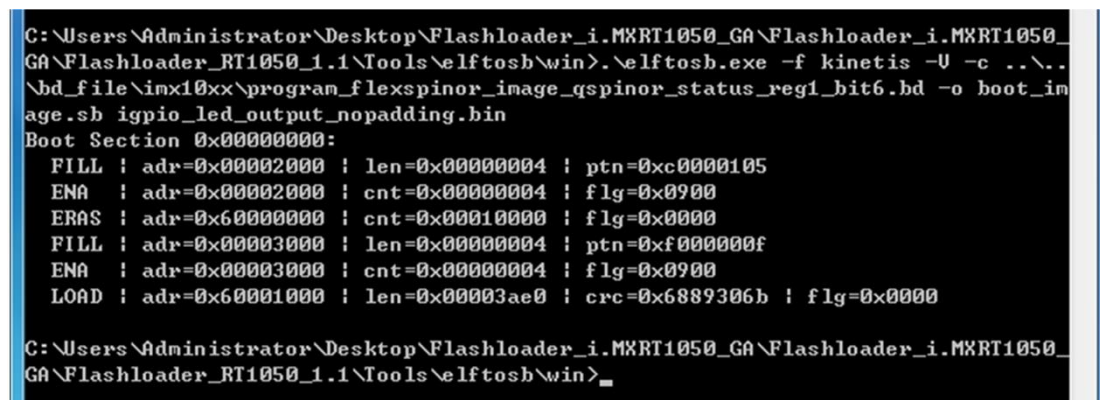
```
.\elftosb.exe -f imx -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\imx-itcm-unsigned.bd -o <project_name>.bin
<project_name>.out
```



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Administrator\Desktop\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>.\elftosb.exe -f imx -U -c ..\..\bd_file\imx10xx\imx-itcm-unsigned.bd -o igpio_led_output.bin igpio_led_output.out
Section: 0x0
imx bootable image generated successfully
C:\Users\Administrator\Desktop\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>_
```

- 执行命令 2:

```
.\elftosb.exe -f kinetis -V -c ..\..\bd_file\imx10xx\program_flexspinor_image_qspinor_status_reg1_bit6.bd -o boot_image.sb igpio_led_output_nopadding.bin
```



```
C:\Users\Administrator\Desktop\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>.\elftosb.exe -f kinetis -U -c ..\..\bd_file\imx10xx\program_flexspinor_image_qspinor_status_reg1_bit6.bd -o boot_image.sb igpio_led_output_nopadding.bin
Boot Section 0x00000000:
FILL | adr=0x00002000 | len=0x00000004 | ptn=0xc0000105
ENA | adr=0x00002000 | cnt=0x00000004 | flg=0x0900
ERAS | adr=0x60000000 | cnt=0x00010000 | flg=0x0000
FILL | adr=0x00003000 | len=0x00000004 | ptn=0xf000000f
ENA | adr=0x00003000 | cnt=0x00000004 | flg=0x0900
LOAD | adr=0x60001000 | len=0x00003ae0 | crc=0x6889306b | flg=0x0000
C:\Users\Administrator\Desktop\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_i.MXRT1050_GA\Firmware_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>_
```

注：如果出现命令行卡住或停止工作的现象，请检查分散加载文件设置的是否正确。

- 拷贝生成的 boot\_image.sb 到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\Profiles\MXRT105X\OS Firmware\”下；
- 回到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\”目录执行 MfgTool2.exe；
- Mfgtool 下载请参考 2.4.1。

### 2.4.3 SD Card 加载 ITCM 运行

下载流程：

- 修改 RAM/SDRAM 中 debug 工程分散加载文件的加载地址；

```

MIMXRT1052xxxxx_ram.scf
46 ** BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY,
47 ** WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE
48 ** OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN
49 ** IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
50 **
51 ** http: www.nxp.com
52 ** mail: support@nxp.com
53 **
54 ** *****
55 */
56
57 #define m_interrupts_start 0x00001000
58 #define m_interrupts_size 0x00000400
59
60 #define m_text_start 0x00001400
61 #define m_text_size 0x0001FC00
62
63 #define m_data_start 0x20000000
64 #define m_data_size 0x00020000
65
66 #define m_data2_start 0x20200000
67 #define m_data2_size 0x00040000
68
69 /* Sizes */
70 #if (defined(__stack_size__))
71 #define Stack_Size __stack_size__
72 #else
73 #define Stack_Size 0x0400
74 #endif
75
76 #if (defined(__heap_size__))
77 #define Heap_Size __heap_size__
78 #else
79 #define Heap_Size 0x0400
80 #endif

```

- 编译生成<projext\_name>.out 文件;
- 拷贝<projext\_name>.out 文件至“.Flashloader\Tools\elftosb\win\”目录下, 如果您是 linux 系统请选择另外一个类似路径;

Flashloader\_i.MXRT1050\_GA > Flashloader\_RT1050\_1.1 > Tools > elftosb > win

| 名称                   | 修改日期            | 类型                 | 大小       |
|----------------------|-----------------|--------------------|----------|
| elftosb.exe          | 2018/1/15 18:19 | 应用程序               | 807 KB   |
| igpio_led_output.out | 2018/9/29 10:19 | Wireshark captu... | 2,978 KB |

- 修改 imx-itcm-unsigned.bd 文件内容并保存

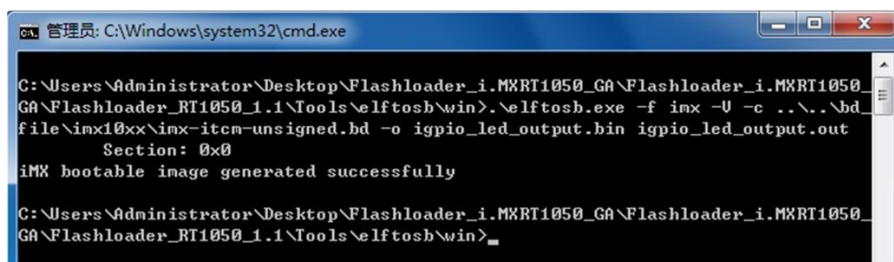
```

imx-itcm-unsigned.bd
1 options {
2 flags = 0x00;
3 # Note: This is an example address, it can be any non-zero address in ITCM region
4 startAddress = 0x0;
5 ivtOffset = 0x400;
6 initialLoadSize = 0x1000;
7 # Note: This is required if the default entrypoint is not the Reset_Handler
8 # Please set the entryPointAddress to Reset_Handler address
9 // entryPointAddress = 0x60002411;
10 }
11
12 sources {
13 elfFile = extern(0);
14 }
15
16 section (0)
17 {
18 }
19

```

- 在此目录下, 按下键盘 shift 按键的同时点击输表右键, 打开命令行窗口;
- 执行命令 1:

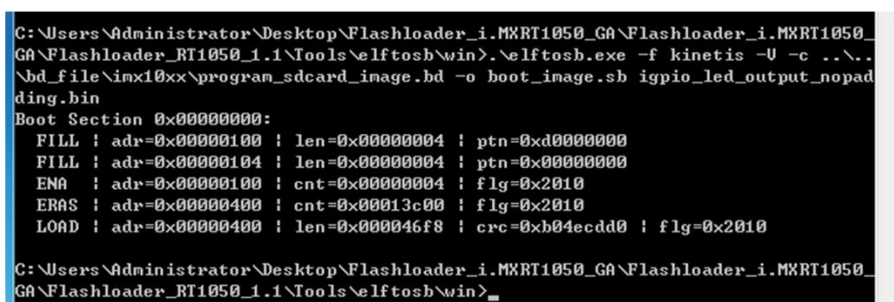
.\elftosb.exe -f imx -V -c ..\bd\_file\imx10xx\imx-itcm-unsigned.bd -o <project\_name>.bin  
 <project\_name>.out



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Administrator\Desktop\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>.elftosb.exe -f imx -U -c ..\..\bd_file\imx10xx\imx-itcm-unsigned.bd -o igpio_led_output.bin igpio_led_output.out
Section: 0x0
iMX bootable image generated successfully
C:\Users\Administrator\Desktop\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>
```

- 执行命令 2:

.elftosb.exe -f kinetis -V -c ..\..\bd\_file\imx10xx\program\_sdcard\_image.bd -o boot\_image.sb igpio\_led\_output\_nopadding.bin



```
C:\Users\Administrator\Desktop\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>.elftosb.exe -f kinetis -U -c ..\..\bd_file\imx10xx\program_sdcard_image.bd -o boot_image.sb igpio_led_output_nopadding.bin
Boot Section 0x00000000:
 FILL : adr=0x00000100 : len=0x00000004 : ptn=0xd0000000
 FILL : adr=0x00000104 : len=0x00000004 : ptn=0x00000000
 ENA : adr=0x00000100 : cnt=0x00000004 : flg=0x2010
 ERAS : adr=0x00000400 : cnt=0x00013c00 : flg=0x2010
 LOAD : adr=0x00000400 : len=0x000046f8 : crc=0xb04ecd00 : flg=0x2010
C:\Users\Administrator\Desktop\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_i.MXRT1050_GA\Flashloader_RT1050_1.1\Tools\elftosb\win>
```

注：如果出现命令行卡住或停止工作的现象，请检查分散加载文件设置的是否正确。

- 拷贝生成的 boot\_image.sb 到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\Profiles\MXRT105X\OS Firmware\”下；
- 回到 “Flashloader\_RT1050\_1.1\Tools\mfgtools-rel\”目录执行 MfgTool2.exe；
- Mfgtool 下载请参考 2.4.1。



## 3. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州立功科技股份有限公司（下称“立功科技”）在本手册中将尽可能地为用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，立功科技不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。立功科技有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问立功科技官方网站或者与立功科技工作人员联系。感谢您的包容与支持！

专业 · 专注成就梦想

Dreams come true with professionalism and dedication.

广州立功科技股份有限公司

更多详情请访问

[www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)

欢迎拨打全国服务热线

400-888-2705

