

# 应用笔记

## Application Note

文档编号: **AN1187**

**APM32F402\_403\_SDK 快速上手指南**

版本: **V1.0**

## 1. 引言

APM32F402\_403 SDK (Software Development Kit) 是专为 APM32F402\_403 系列 MCU 设计的一套全面的开发驱动和文档, 其包含底层外设驱动库、针对不同开发板提供的一系列例程以及丰富的中间件, 旨在通过减少开发工作量、时间和成本来显著提高开发人员的生产力。

本应用笔记中涉及的资料:

[《AN1080 APM32 系列工具链使用指南》](#)

[《AN1093 APM32 Arm MCU Windows 系统下 Eclipse 开发教程》](#)

注: 资料可在官网 [www.geehy.com](http://www.geehy.com) 获取。

## 目录

|            |                                    |           |
|------------|------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>引言 .....</b>                    | <b>1</b>  |
| <b>2.</b>  | <b>关于 SDK 内容.....</b>              | <b>4</b>  |
| <b>3.</b>  | <b>关于 Boards 内容.....</b>           | <b>5</b>  |
| <b>4.</b>  | <b>关于 Documents 内容 .....</b>       | <b>6</b>  |
| <b>5.</b>  | <b>关于 Examples 内容 .....</b>        | <b>7</b>  |
| <b>6.</b>  | <b>关于 Libraries 内容.....</b>        | <b>11</b> |
| 6.1.       | APM32F402_403_StdPeriphDriver..... | 11        |
| 6.2.       | CMSIS.....                         | 13        |
| 6.3.       | Device .....                       | 13        |
| <b>7.</b>  | <b>关于 Middlewares 内容 .....</b>     | <b>14</b> |
| 7.1.       | CMSIS-FreeRTOS.....                | 14        |
| 7.2.       | FatFs.....                         | 14        |
| 7.3.       | USB_Library .....                  | 14        |
| <b>8.</b>  | <b>关于 Package 内容 .....</b>         | <b>15</b> |
| 8.1.       | Pack 包 .....                       | 15        |
| <b>9.</b>  | <b>关于 Utilities 内容 .....</b>       | <b>16</b> |
| 9.1.       | FLM.....                           | 16        |
| 9.2.       | IAR_AddOn .....                    | 16        |
| 9.3.       | pyOCD.....                         | 16        |
| 9.4.       | SVD .....                          | 16        |
| <b>10.</b> | <b>快速上手.....</b>                   | <b>17</b> |
| 10.1.      | 模板工程.....                          | 18        |
| 10.2.      | SDK 相关宏定义.....                     | 19        |
| 10.3.      | 设备初始化.....                         | 19        |
| 10.4.      | 编译和下载.....                         | 20        |
| <b>11.</b> | <b>版本历史 .....</b>                  | <b>25</b> |

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| <b>12.</b> | <b>附录 .....</b>         | <b>26</b> |
| 12.1.      | Keil pack 包的卸载与安装.....  | 26        |
| 12.2.      | Keil 关联 SVD 外设调试信息..... | 27        |

## 2. 关于 SDK 内容

完整的 SDK 目录如下:

图 1 SDK 目录

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Board support package           <ul style="list-style-type: none"> <li>Boards\Board_APM32F402_403_Tiny               <ul style="list-style-type: none"> <li>Include</li> <li>Source</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Documents           <ul style="list-style-type: none"> <li>AN1187 Quick Start Guide to APM32F402_403_DAL_SDK V1.0.pdf</li> <li>AN1187_APM32F402_403_SDK 快速上手指南 V1.0.pdf</li> <li>APM32F402_403_um.chm</li> <li>DATASHEET.pdf</li> </ul> </li> <li>Example for development board           <ul style="list-style-type: none"> <li>Examples</li> </ul> </li> <li>Std library driver           <ul style="list-style-type: none"> <li>Libraries               <ul style="list-style-type: none"> <li>APM32F402_403_StdPeriphDriver</li> <li>CMSIS</li> <li>Device</li> <li>Middlewares</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Keil-MDK DFP           <ul style="list-style-type: none"> <li>Package               <ul style="list-style-type: none"> <li>Geehy.APM32F4xx_DFP.1.0.12.pack</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Other Utilities           <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilities               <ul style="list-style-type: none"> <li>FLM</li> <li>IAR_AddOn</li> <li>pyOCD</li> <li>SVD</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 3. 关于 Boards 内容

Boards 文件夹包含 APM32F402\_403 开发板的 BSP 支持包。它可以帮助快速驱动板卡上的外围电路或元件。BSP 可以在 [~/Boards](#) 目录中找到。

提供的 BSP 是为 APM32F402\_403 主板构建的。对于其他用户开发的板卡使用，可能需要进行一些小的修改。

APM32F402\_403 SDK Boards 文件夹的目录结构如下：

- Board\_APM32F402\_403\_Tiny 文件夹

## 4. 关于 Documents 内容

Documents 文件夹包含一个链接文件，可以重定向到 Geehy 半导体的技术支持中心。库支持文档可以在 [~/Documents](#) 目录中找到，该文件可以查看所有支持的函数解释，参数作用和返回值。

APM32F402\_403 SDK Documents 文件夹的目录结构如下：

- DATASHEET.pdf
- APM32F402\_403\_um.chm
- 快速上手指南.pdf
- Quick Start Guide.pdf

## 5. 关于 Examples 内容

示例应用可以在 [~/Examples](#) 目录中找到。

所提供的示例是为 APM32F402 Tiny、APM32F403\_Tiny 开发板构建的。对于其他用户开发板的使用，需要进行适当的调整。

APM32F402 SDK Example 文件夹中例程项目的目录结构如下：

- Include
- Project
  - Eclipse
  - IAR
  - MDK
- Source
- Clean Project.bat
- readme.txt

所有示例应用程序使用 APM32F402\_403 SDK V1.0.0 进行测试，包括以下示例：

表格 1 开发板支持的示例程序列表

| IP / Module | Example                  | APM32F402 Tiny | APM32F403_Tiny | NA | NA |
|-------------|--------------------------|----------------|----------------|----|----|
| ADC         | ADC_AnalogWindowWatchdog | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_ContinuousConversion | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_DMA                  | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_DualRegulSimulMode   | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_InJectTimerTrig      | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_MultiChannelScan     | ✓              | ✓              |    |    |
|             | ADC_TemperatureSensor    | ✓              | ✓              |    |    |
| BAKPR       | BAKPR_Tamper             | ✓              | ✓              |    |    |
| CAN         | CAN_LoopBack             | ✓              | ✓              |    |    |
| CRC         | CRC_Calculation          | ✓              | ✓              |    |    |

|          |                        |   |   |  |  |
|----------|------------------------|---|---|--|--|
|          | CRC_Calculation        | √ | √ |  |  |
| DMA      | DMA_MemoryToMemory     | √ | √ |  |  |
| EINT     | EINT_Config            | √ | √ |  |  |
| FMC      | FMC_Protection         | √ | √ |  |  |
|          | FMC_Read_Write         | √ | √ |  |  |
|          | FMC_Write              | √ | √ |  |  |
| GPIO     | GPIO_Toggle            | √ | √ |  |  |
| I2C      | I2C_TwoBoardsDMA       | √ | √ |  |  |
|          | I2C_TwoBoardsInterrupt | √ | √ |  |  |
|          | I2C_TwoBoardsPolling   | √ | √ |  |  |
| I2S      | I2S_TwoBoardsInterrupt | √ | √ |  |  |
| IAP      | IAP_Application1       | √ | √ |  |  |
|          | IAP_Application2       | √ | √ |  |  |
|          | IAP_BootLoader         | √ | √ |  |  |
| IWDT     | IWDT_Reset             | √ | √ |  |  |
| NVIC     | NVIC_Priority          | √ | √ |  |  |
|          | NVIC_WFI               | √ | √ |  |  |
| PMU      | PMU_Consumption        | √ | √ |  |  |
|          | PMU_Standby            | √ | √ |  |  |
|          | PMU_Stop               | √ | √ |  |  |
| RCM      | RCM_ClockConfig        | √ | √ |  |  |
| RTC      | RTC_Alarm              | √ | √ |  |  |
|          | RTC_Second             | √ | √ |  |  |
| RTOS     | CMSIS_FreeRTOS         | √ | √ |  |  |
|          | CMSIS_RTX              | √ | √ |  |  |
| SPI      | SPI_FullDuplex         | √ | √ |  |  |
| SysTick  | SysTick_TimeBase       | √ | √ |  |  |
| Template | Template               | √ | √ |  |  |
| TMR      | TMR_6Steps             | √ | √ |  |  |
|          | TMR_32bitCount         | √ | √ |  |  |
|          | TMR_CascadeSynchro     | √ | √ |  |  |
|          | TMR_EncoderInterface   | √ | √ |  |  |
|          | TMR_ExtTriggerSynchro  | √ | √ |  |  |

|         |                           |   |   |  |  |
|---------|---------------------------|---|---|--|--|
|         | TMR_InputCapture          | √ | √ |  |  |
|         | TMR_OCActive              | √ | √ |  |  |
|         | TMR_OCInactive            | √ | √ |  |  |
|         | TMR_OCToggle              | √ | √ |  |  |
|         | TMR_ParallelSynchro       | √ | √ |  |  |
|         | TMR_PWMInput              | √ | √ |  |  |
|         | TMR_PWMOutput             | √ | √ |  |  |
|         | TMR_SinglePulse           | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TimeBase              | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR1DMABurst          | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR1PWMOutput         | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR1Synchro           | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR2PWMOutput         | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR3PWMOutput         | √ | √ |  |  |
|         | TMR_TMR8DMA               | √ | √ |  |  |
| USART   | USART_IrDA                | √ | √ |  |  |
|         | USART_LIN                 | √ | √ |  |  |
|         | USART_Printf              | √ | √ |  |  |
|         | USART_Smartcard           | √ | √ |  |  |
|         | USART_TwoBoardsDMA        | √ | √ |  |  |
|         | USART_TwoBoardsInterrupt  | √ | √ |  |  |
|         | USART_TwoBoardsPolling    | √ | √ |  |  |
| USB_OTG | OTGD_CDC                  | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_Composite_CDC        | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_Composite_CDC_WINUSB | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_Custom_HID           | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_Custom_HID_Keyboard  | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_HID                  | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_HID_Keyboard         | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_MSC                  | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_MSC_IAP              | √ | √ |  |  |
|         | OTGD_WINUSB               | √ | √ |  |  |
|         | OTGH_CDC                  | √ | √ |  |  |

文档编号: AN1187

|      |                    |   |   |  |  |
|------|--------------------|---|---|--|--|
|      | OTGH_DynamicSwitch | √ | √ |  |  |
|      | OTGH_HID           | √ | √ |  |  |
|      | OTGH_MSC           | √ | √ |  |  |
|      | OTGH_MSC_FWUpgrade | √ | √ |  |  |
| WWDT | WWDT_OverTime      | √ | √ |  |  |

## 6. 关于 Libraries 内容

Libraries 文件夹包含一系列库文件。它可以为 APM32F402\_403 MCU 提供支持，如设备支持、启动文件、链接文件和外设支持等。库文件可以在 [~/Libraries](#) 目录中找到。

APM32F402\_403 SDK Libraries 文件夹包括以下资料：

- APM32F402\_403\_StdPeriphDriver
- CMSIS
- Device

### 6.1. APM32F402\_403\_StdPeriphDriver

该文件夹包含所有 Std 外设库驱动文件。

表格 2 设备支持的 Std 驱动程序列表

| IP / Module              | APM32F402 | APM32F403 | NA | NA |
|--------------------------|-----------|-----------|----|----|
| apm32f402_403_adc        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_bakpr      | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_can        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_crc        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_dbgmcu     | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_dma        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_eint       | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_fmc        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_gpio       | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_i2c        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_iwdt       | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_misc       | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_pmu        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_rcm        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_rtc        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_spi        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_tmr        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_usart      | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_usb        | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_usb_device | ✓         | ✓         |    |    |
| apm32f402_403_usb_host   | ✓         | ✓         |    |    |

|                    |   |   |  |  |
|--------------------|---|---|--|--|
| apm32f402_403_wwdt | √ | √ |  |  |
|--------------------|---|---|--|--|

### 6.1.1. 标准外设库

标准外设库以普通函数的形式提供外设开发接口。

普通函数在标准外设库头文件中进行声明，在源文件中完成具体实现，负责提供外设参数配置、功能控制、数据收发、状态读取以及中断与标志位管理等操作。

普通函数常见的命名特征如下表所示：

表格 3 标准外设库普通函数命名特征

| 场景   | 功能         | 命名特征                        |
|------|------------|-----------------------------|
| 通用配置 | 外设/模块配置    | PPP_Config                  |
|      | 子功能配置      | PPP_ConfigXXX               |
|      | 初始化结构体     | PPP_ConfigStructInit        |
|      | 配置结构体默认初始化 | PPP_ConfigXXXStructInit     |
| 复位   | 外设/模块复位    | PPP_Reset                   |
|      | 子功能复位/清除   | PPP_ResetXXX / PPP_XXXReset |
| 使能控制 | 使能外设/模块    | PPP_Enable                  |
|      | 失能外设/模块    | PPP_Disable                 |
|      | 使能子功能      | PPP_EnableXXX               |
|      | 失能子功能      | PPP_DisableXXX              |
| 事件生成 | 直接生成事件     | PPP_GenerateXXX             |
|      | 使能生成某条件/信号 | PPP_EnableGenerateXXX       |
|      | 失能生成某条件/信号 | PPP_DisableGenerateXXX      |
| Flag | 读取状态标志     | PPP_ReadStatusFlag          |
|      | 清除状态标志     | PPP_ClearStatusFlag         |
| 中断   | 使能中断       | PPP_EnableInterrupt         |
|      | 失能中断       | PPP_DisableInterrupt        |
|      | 读取中断标志     | PPP_ReadIntFlag             |
|      | 清除中断标志     | PPP_ClearIntFlag            |
| DMA  | 使能 DMA     | PPP_EnableDMA               |
|      | 失能 DMA     | PPP_DisableDMA              |
|      | 配置 DMA     | PPP_ConfigDMA               |
|      | 使能 DMA 子功能 | PPP_EnableDMAXXX            |
|      | 失能 DMA 子功能 | PPP_DisableDMAXXX           |

## 6.2. CMSIS

该文件夹包含与 Arm® Cortex®-M4F 内核相关的头文件，这些文件定义了内核的寄存器和功能。

## 6.3. Device

该文件夹包含与 APM32F402\_403 设备特定相关的文件。其中：

- Geehy\APM32F4xx\Include 文件夹包含所有 APM32F402\_403 设备头文件，该文件定义了设备的寄存器和中断向量。
- Geehy\APM32F4xx\Source 文件夹包含适用于 MDK、IAR 和 GCC 平台的启动文件、链接文件，包含了复位向量表和启动代码。

## 7. 关于 Middlewares 内容

Middlewares 文件夹包含一系列第三方中间件。这些中间件可以在 [~/Middlewares](#) 目录中找到。

APM32F402\_403 SDK Middlewares 文件夹使用的中间件包括如下资料:

- CMSIS-FreeRTOS
- FatFs
- USB\_Library

### 7.1. CMSIS-FreeRTOS

CMSIS-FreeRTOS 文件夹包含 CMSIS RTOS2 标准的 FreeRTOS 操作系统。

### 7.2. FatFs

FatFs 文件夹包含 FatFs 文件操作系统。

### 7.3. USB\_Library

USB\_Library 文件夹包含 USB 开发框架。

## 8. 关于 Package 内容

Package 文件夹包括 Geehy APM32F402\_403 DFP Package。该 Package 可以在 [~/Package](#) 目录中找到。

APM32F402\_403 SDK Package 文件夹包括以下资料:

- Geehy.APM32F4xx\_DFP.1.0.12.pack

### 8.1. Pack 包

该文件夹存放最新版本的 Keil pack 包, 供用户在 MDK-ARM 环境下使用, 以支持 APM32F402\_403 系列芯片。最新版本的 Keil pack 包也可以从以下链接获取:

<https://www.keil.arm.com/packs/>

<https://www.geehy.com/design/software>

## 9. 关于 Utilities 内容

Utilities 文件夹提供相关依赖工具。该 Utilities 可以在[~/Utilities](#) 目录中找到。

APM32F402\_403 SDK Utilities 文件夹包括以下资料:

- FLM 文件夹
- IAR\_AddOn 文件夹
- PyOCD 文件夹
- SVD 文件夹

### 9.1. FLM

该文件夹存放 FLM 下载算法文件。

### 9.2. IAR\_AddOn

该文件夹存放 IAR 的补丁包文件。

### 9.3. pyOCD

该文件夹存放 pyOCD 的 python 脚本文件。

### 9.4. SVD

该文件夹存放 SVD 文件。

## 10. 快速上手

快速评估 APM32F402\_403 SDK 您可能需要准备以下环境或内容:

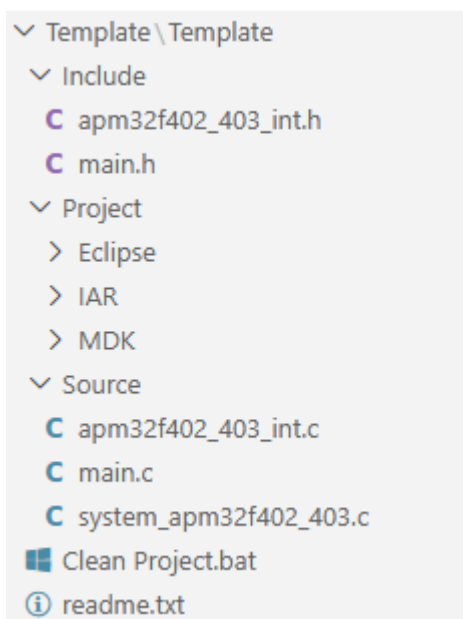
- Window 10/11
- MDK-ARM v5.40 或更高版本
- IAR EW for ARM 8.50.5 或更高版本
- Eclipse 4.24 或更高版本
- arm-gnu-toolchain 10.3.1 或更高版本
- 仿真调试器 (如 Geehy-Link 或 J-Link)
- 以下任意开发板 (视所开发项目的芯片而定):
  - APM32F402 Tiny 开发板
  - APM32F403 Tiny 开发板

注: 本章节内容以 APM32F402 Tiny 与 APM32F403 Tiny 开发板为例。

## 10.1. 模板工程

模板工程存放在~/Examples/Board\_APM32F402\_Tiny/Template 中，其内容如图 2 所示。包含 MDK、IAR 和 Eclipse 的模版工程。Include 和 Source 文件夹分别存放了模版工程中应用代码所用到的头文件和源文件。

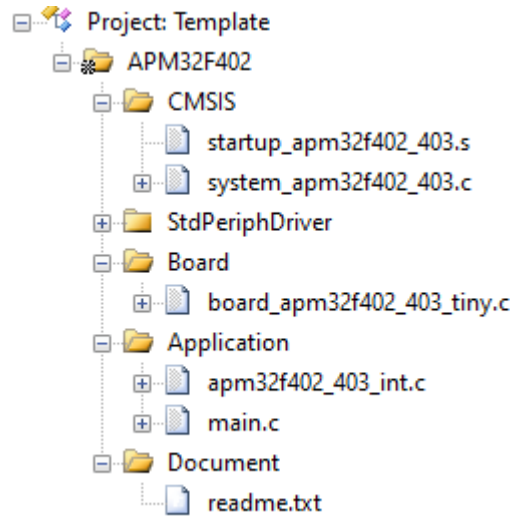
图 2 Template 文件内容



打开对应工程的文件夹并点击工程文件即可打开对应的 IDE 工程。如图 3 所示是 MDK 模板工程。工程中的文件内容描述如下：

1. system\_apm32f402\_403.c 系统初始化配置文件。
2. startup\_apm32f402\_403.s 启动文件。
3. StdPeriphDriver 文件夹的 apm32f402\_403\_ppp.c 文件是各个外设的底层驱动文件。
4. board\_apm32f402\_403\_tiny.c 板载支持文件。
5. apm32f402\_403\_int.c 中断文件，包含内核和外设中断服务函数。
6. main.c 模板工程的主代码文件。
7. readme.txt 工程的说明文件。

图 3 MDK 模板工程



## 10.2. SDK 相关宏定义

在创建新工程时，除了需要导入启动文件（`startup_apm32f402_403.s`）到工程中，还需要根据 MCU 型号，开启相关的宏定义。SDK 中使用到的宏定义关系如下表所示。

表格 4 宏定义关系表

| 宏定义                      | 描述                                |
|--------------------------|-----------------------------------|
| APM32F402xx、APM32F403xx  | 分别开启 APM32F402、APM32F403 型号支持     |
| BOARD_APM32F402_403_TINY | 开启 apm32f402_403 tiny 开发板的 BSP 支持 |

## 10.3. 设备初始化

在使用标准外设库初始化外设时，通常直接在 `main.c` 中完成外设的初始化配置。标准外设库一般在应用程序中定义外设初始化结构体变量，并在完成系统时钟及基础硬件初始化后，对结构体各成员进行逐项赋值，再调用相应的初始化配置接口完成外设初始化。

例如，在初始化 USART 时，通常先定义 `USART_Config_T` 类型的配置结构体变量，然后对波特率、硬件流控制、工作模式、校验位、停止位和字长等参数进行赋值。

完成参数配置后，再调用外设初始化接口对 USART 进行初始化，使配置内容生效。

USART 的初始化过程通常应包含系统时钟配置、相关 GPIO 配置、USART 参数配置以及外设使能等内容。

当需要使用发送功能时，还应在发送数据前检查发送缓冲区状态标志，并调用数据发送接口完成数据写入。

## 10.4. 编译和下载

IDE、仿真下载工具链的安装和使用可参考以下文档:

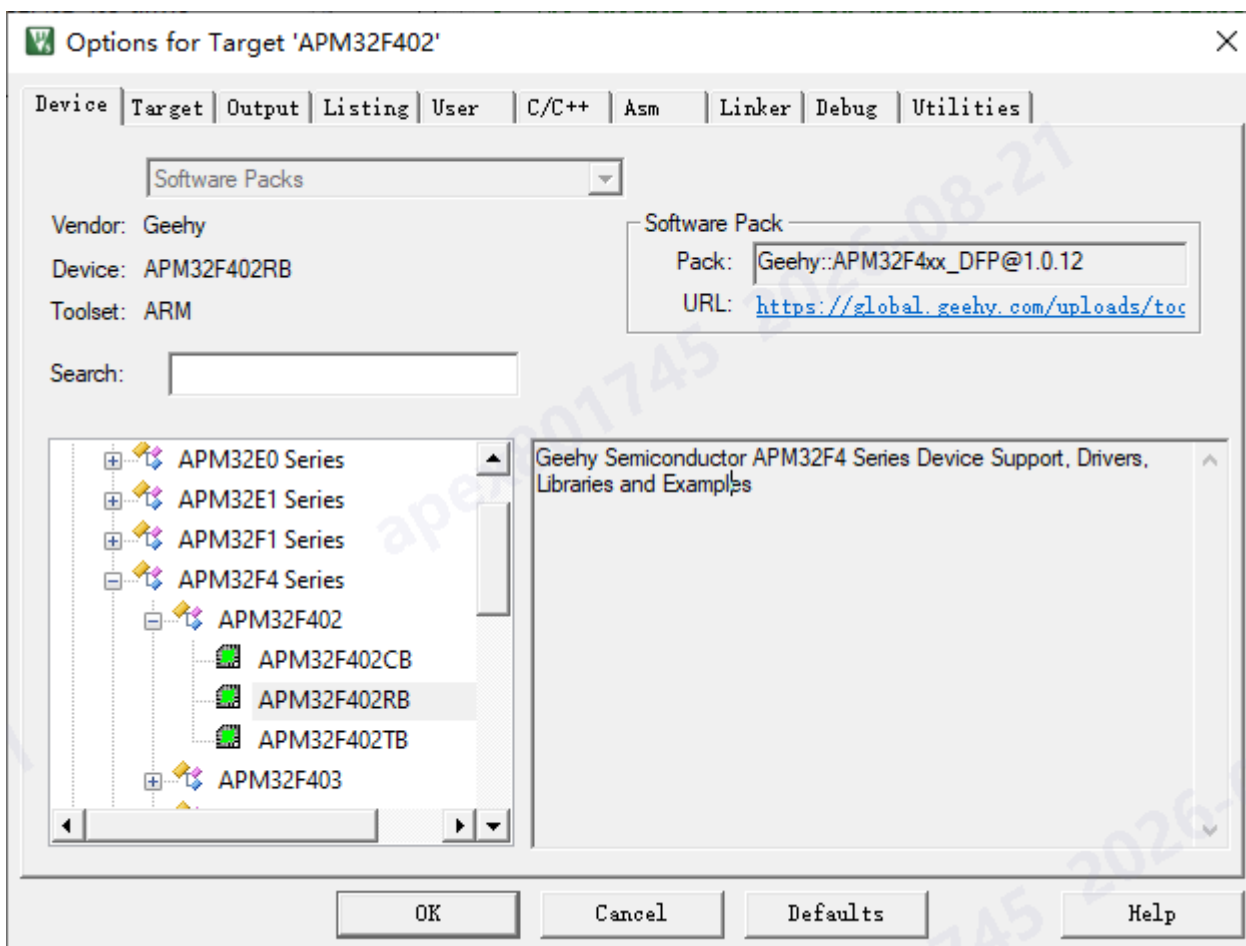
[《AN1080 APM32 系列工具链使用指南》](#)

[《AN1093 APM32 Arm MCU Windows 系统下 Eclipse 开发教程》](#)

### 10.4.1. 配置工程

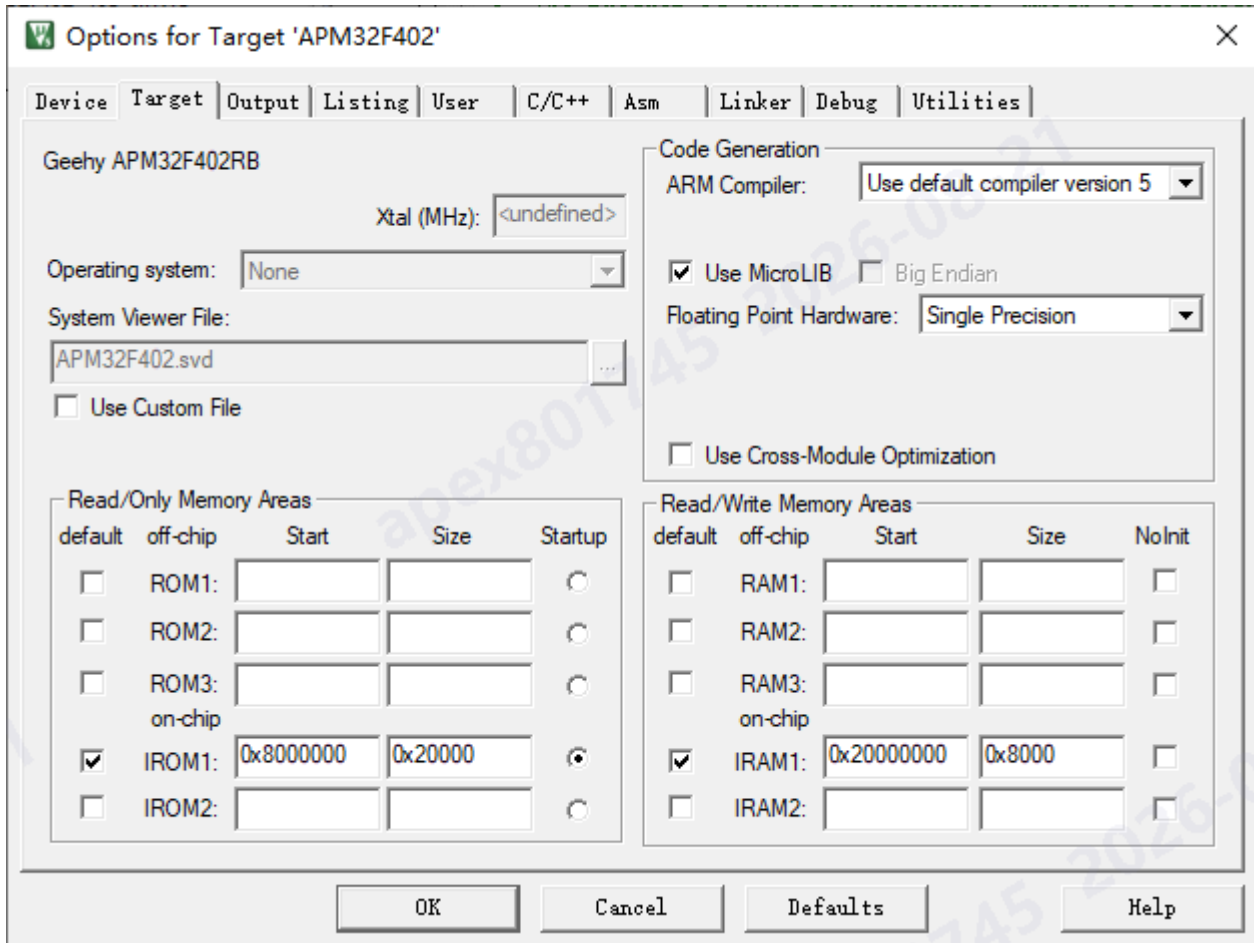
参考上述文档安装 Keil pack 包工具链后, 打开 Template MDK 工程, 并点击魔术棒确认芯片选型, 如图 4 所示选中 APM32F402RB 进行开发。

图 4 查看芯片选型



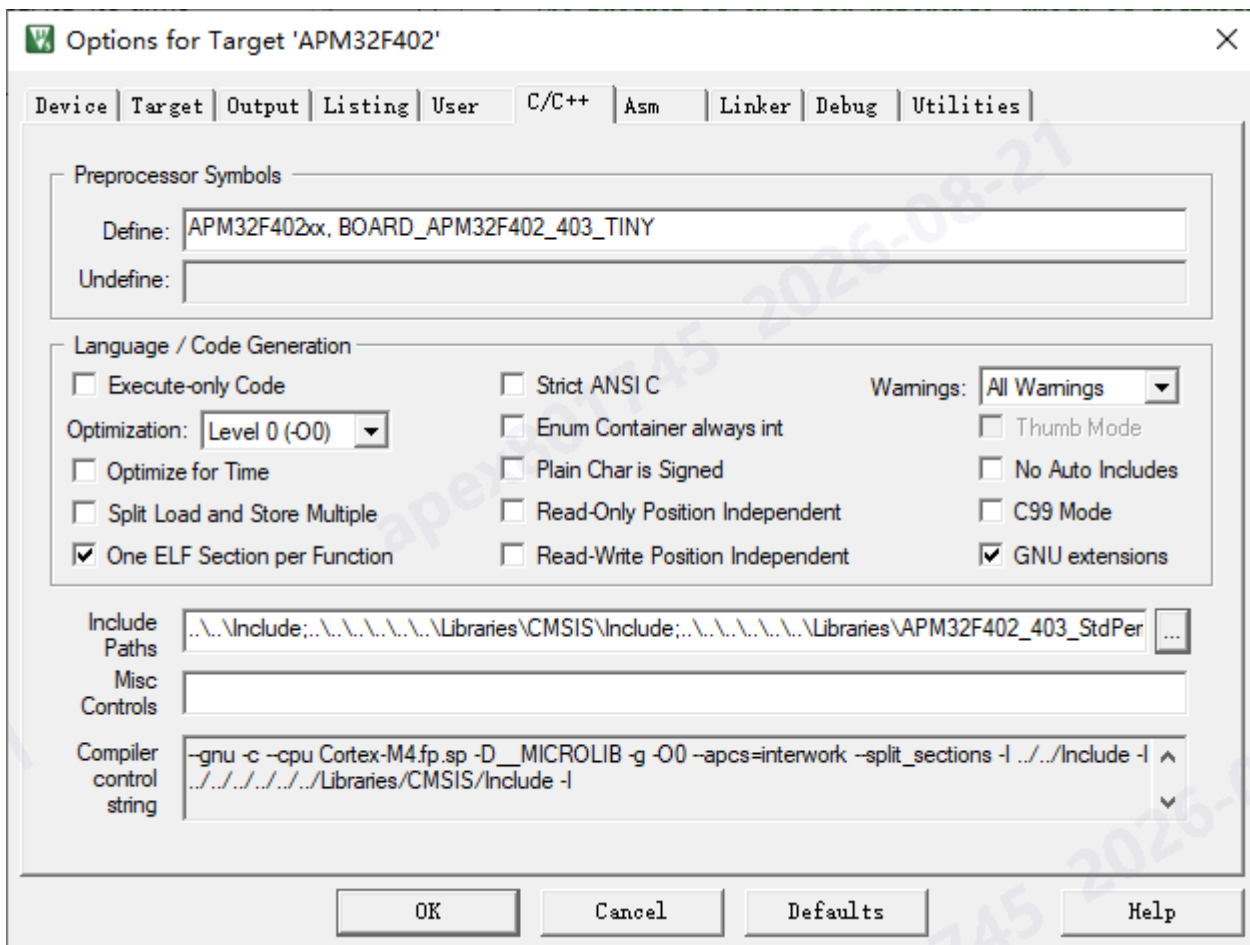
切换 Target 选项卡, 可以看到 APM32F402RB 配置使用的 ROM、RAM 的地址和大小。

图 5 ROM 和 RAM



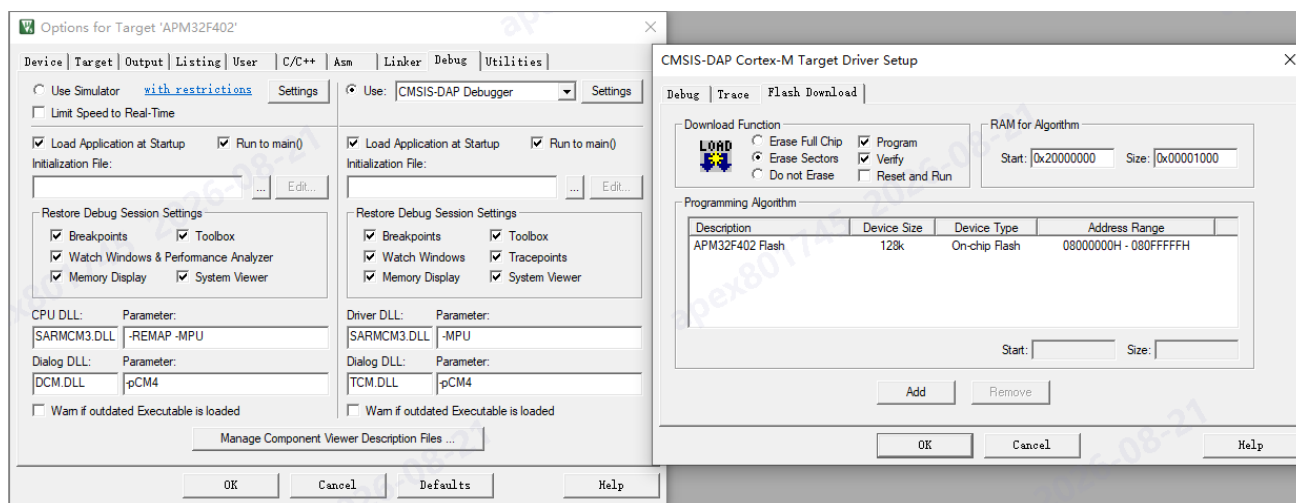
切换 C/C++选项卡，确认开启了 APM32F402xx 宏定义，以支持开发 APM32F402RB。

图 6 C/C++配置



切换 Debug 选项卡，选中 CMSIS-DAP Debugger 仿真器，并通过 Settings 按钮进入 Flash Download 选项卡，确认选中 APM32F402 128KB Flash 下载算法，需要注意算法使用范围为 0x80000000H ~ 0x80FFFFFFFH，如图 7 所示。

图 7 Debug



#### 10.4.2. 编译下载

点击 MDK 界面上的 **Build** 按钮进行编译，并确认编译结果无误后，点击 **Download** 按钮进行下载。下载结果图 10 所示。

图 8 编译工程

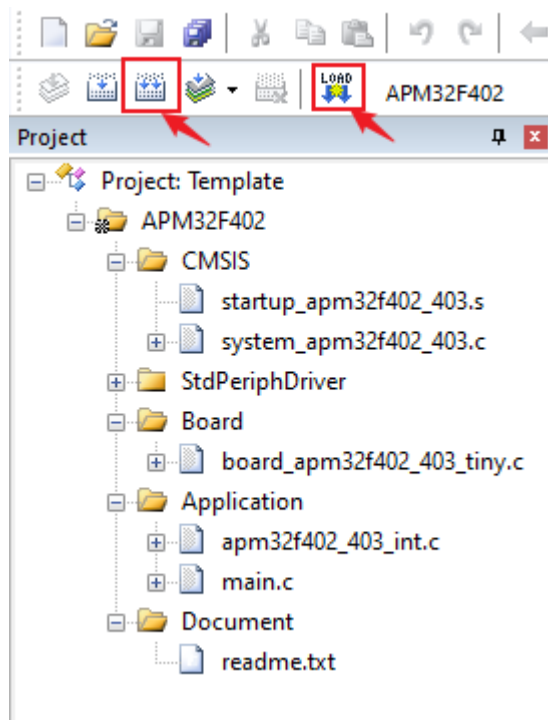


图 9 编译结果

```
Build Output
compiling apm32f402_403_usb_device.c...
compiling apm32f402_403_usb_host.c...
linking...
Program Size: Code=704 RO-data=360 RW-data=4 ZI-data=1028
".\Objects\APM32F402\Template.axf" - 0 Error(s), 0 Warning(s).
Build Time Elapsed: 00:00:03
```

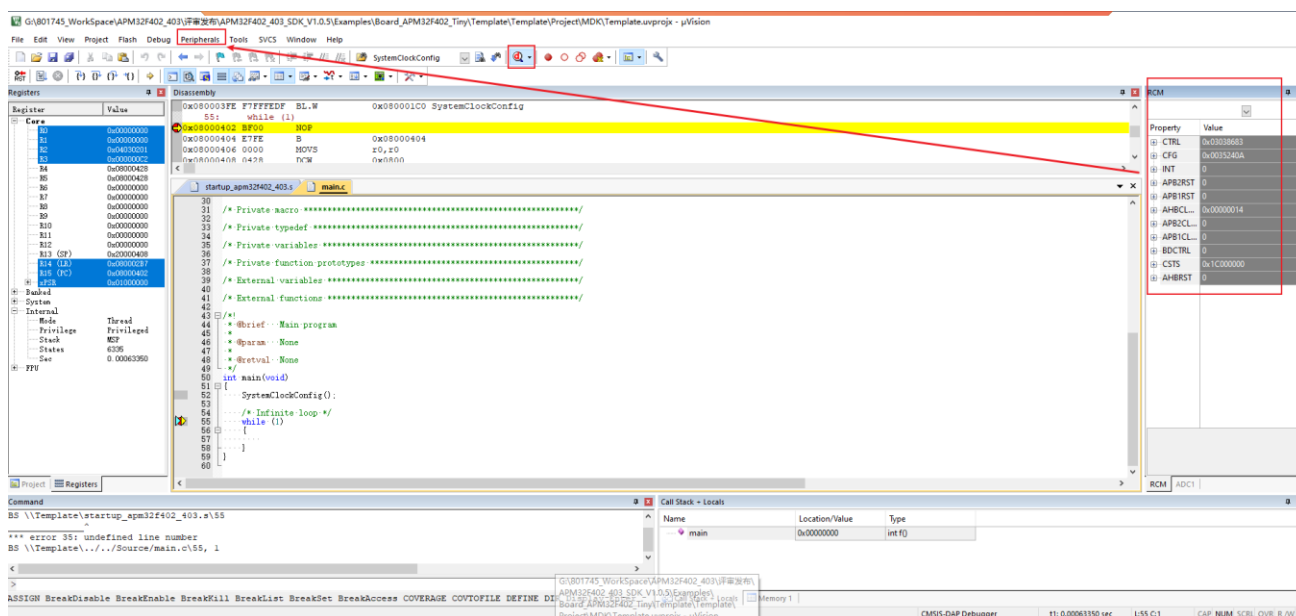
图 10 下载结果

```
Build Output
Erase Done.
Programming Done.
Verify OK.
Flash Load finished at 16:50:49
```

### 10.4.3. 仿真工程

点击界面上的 **Start/Stop Debug Session** 按钮进行仿真，在仿真界面可以通过 **Peripherals**、**Memory**、**Registers** 选项卡查看 MCU 内核、外设寄存器，内存数据等信息。

图 11 仿真工程



## 11. 版本历史

表格 5 文件版本历史

| 日期      | 版本   | 变更历史 |
|---------|------|------|
| 2026.08 | V1.0 | 新建   |

## 12. 附录

### 12.1. Keil pack 包的卸载与安装

以下演示如何卸载所有版本的 pack 包，以及安装最新版本的 pack 包。

步骤:

1. 打开 pack 包的安装工具
2. 在 Devices 选项卡中，选择相应的芯片型号
3. 在 Packs 选项卡中，鼠标右击，进行删除操作
4. 在 pack 包的安装工具中，点击 File->Import 选项，进行导入安装 pack 包
5. 选中 pack 包，然后点击打开，进行安装
6. 可在 pack 安装目录下，检查 pack 包内容是否已更新。

图 12

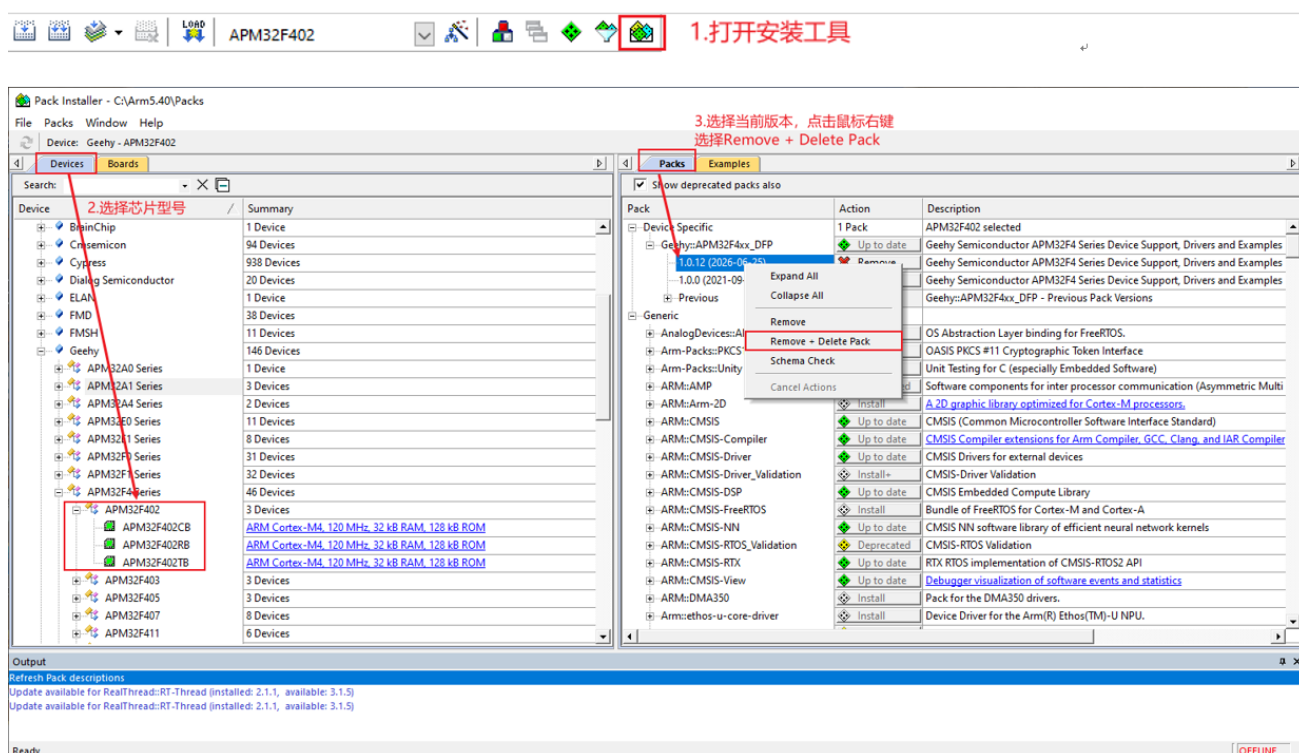


图 13

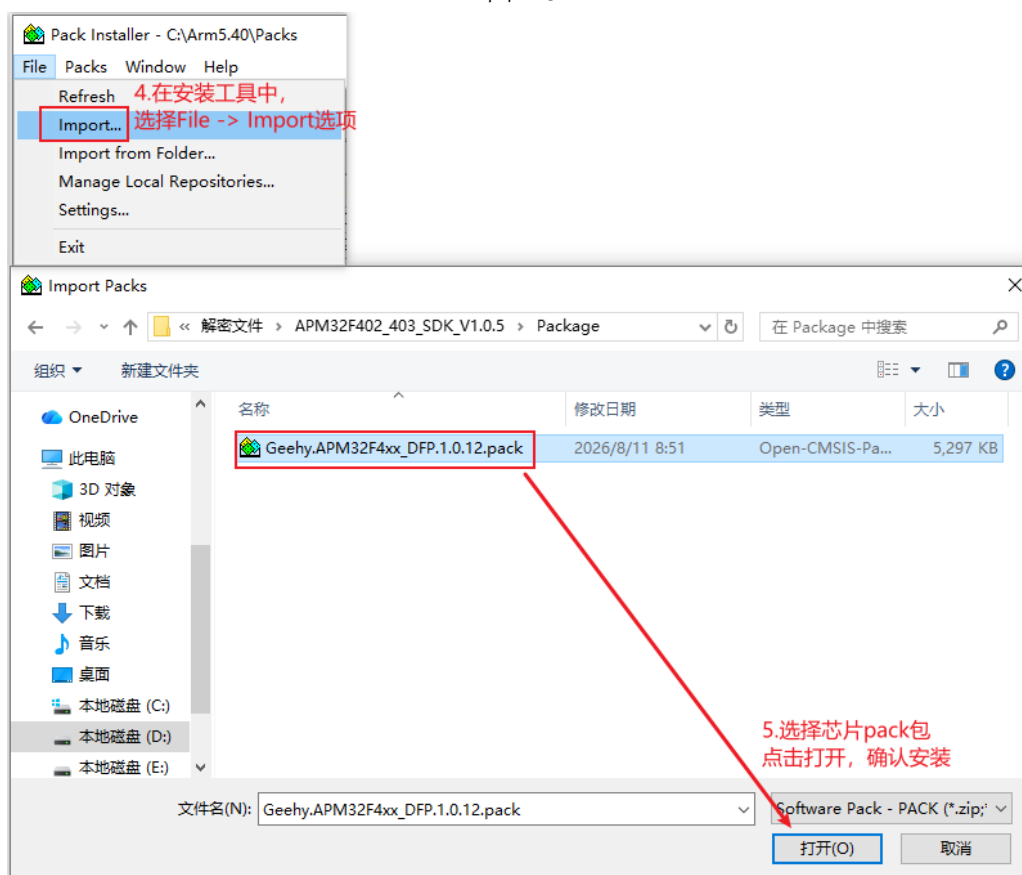
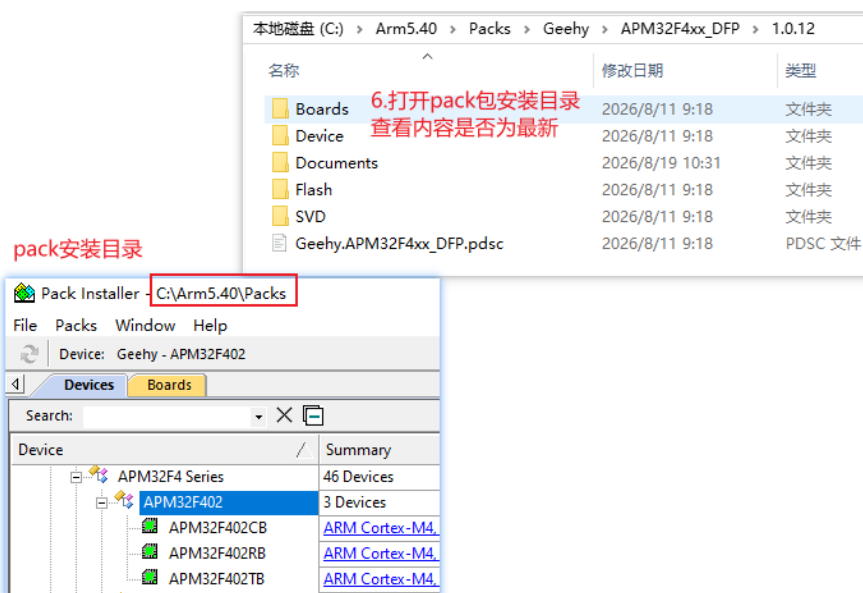


图 14

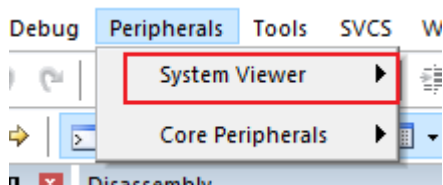


## 12.2. Keil 关联 SVD 外设调试信息

问题:

安装完 pack 包之后, 进入调试时, 发现缺少了外设模块的信息, 如下图所示:

图 15

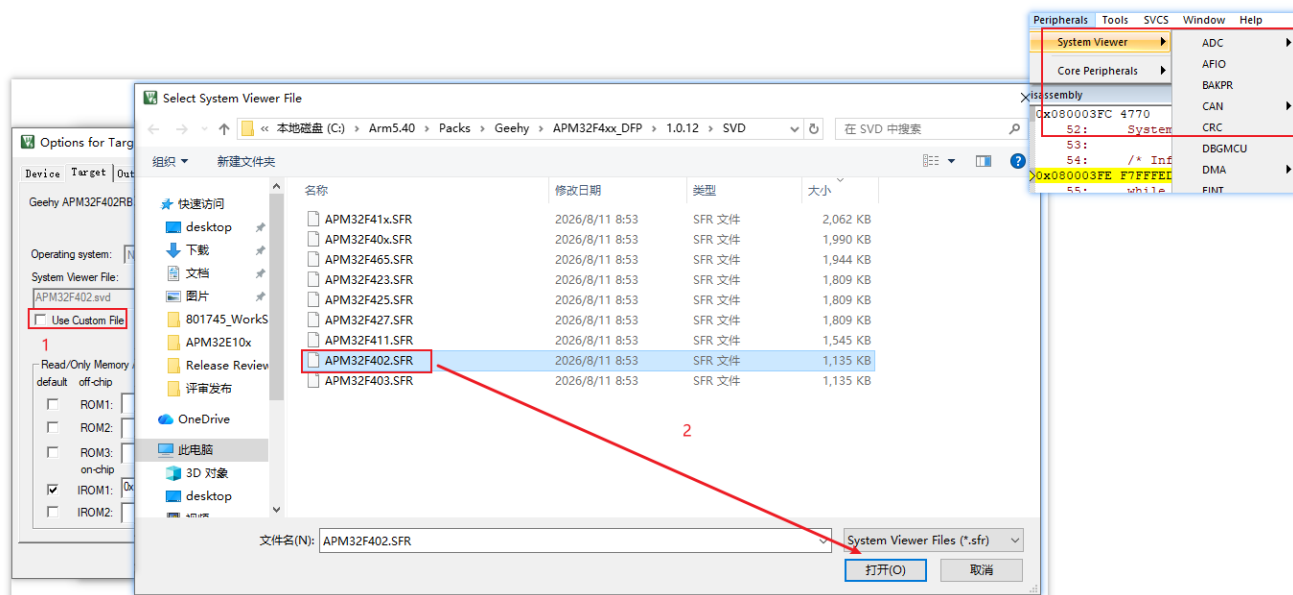


### 解决方案:

1. 点击魔术棒，选择 Target 一栏“Options for Target -> Target”，勾选 UseCustom;
2. 选中 pack 包安装目录下的 SFR 文件，并点击打开;
3. 再次进入调试，即可显示有外设的调试信息。

步骤如下图所示:

图 16



## 声明

本手册由珠海极海半导体有限公司（以下简称“极海”）制订并发布，所列内容均受商标、著作权、软件著作权相关法律法规保护，极海保留随时更正、修改本手册的权利。使用极海产品前请仔细阅读本手册，一旦使用产品则表明您（以下称“用户”）已知悉并接受本手册的所有内容。用户必须按照相关法律法规和本手册的要求使用极海产品。

### 1、权利所有

本手册仅应当被用于与极海所提供的对应型号的芯片产品、软件产品搭配使用，未经极海许可，任何单位或个人均不得以任何理由或方式对本手册的全部或部分内容进行复制、抄录、修改、编辑或传播。

本手册中所列带有“®”或“™”的“极海”或“Geehy”字样或图形均为极海的商标，其他在极海产品上显示的产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

### 2、无知识产权许可

极海拥有本手册所涉及的全部权利、所有权及知识产权。

极海不应因销售、分发极海产品及本手册而被视为将任何知识产权的许可或权利明示或默示地授予用户。

如果本手册中涉及任何第三方的产品、服务或知识产权，不应被视为极海授权用户使用前述第三方产品、服务或知识产权，也不应被视为极海对第三方产品、服务或知识产权提供任何形式的保证，包括但不限于任何第三方知识产权的非侵权保证，除非极海在销售订单或销售合同中另有约定。

### 3、版本更新

用户在下单购买极海产品时可获取相应产品的最新版的手册。

如果本手册中所述的内容与极海产品不一致的，应以极海销售订单或销售合同中的约定为准。

#### 4、信息可靠性

本手册相关数据经极海实验室或合作的第三方测试机构批量测试获得，但本手册相关数据难免会出现校正笔误或因测试环境差异所导致的误差，因此用户应当理解，极海对本手册中可能出现的该等错误无需承担任何责任。本手册相关数据仅用于指导用户作为性能参数参照，不构成极海对任何产品性能方面的保证。

用户应根据自身需求选择合适的极海产品，并对极海产品的应用适用性进行有效验证和测试，以确认极海产品满足用户自身的需求、相应标准、安全或其它可靠性要求；若因用户未充分对极海产品进行有效验证和测试而致使用户损失的，极海不承担任何责任。

#### 5、合规要求

用户在使用本手册及所搭配的极海产品时，应遵守当地所适用的所有法律法规。用户应了解产品可能受到产品供应商、极海、极海经销商及用户所在地等各国有关出口、再出口或其它法律的限制，用户（代表其本身、子公司及关联企业）应同意并保证遵守所有关于取得极海产品及/或技术与直接产品的出口和再出口适用法律与法规。

#### 6、免责声明

本手册由极海“按原样”（as is）提供，在适用法律所允许的范围内，极海不提供任何形式的明示或暗示担保，包括但不限于对产品适销性和特定用途适用性的担保。

极海产品并非设计、授权或担保适合用于军事、生命保障系统、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，亦非设计、授权或担保适合用于在产品失效或故障时可导致人员受伤、死亡、财产或环境损害的应用。

如果产品未标明“汽车级”，则表示不适用于汽车应用。如果用户对产品的应用超出极海提供的规格、应用领域、规范，极海不承担任何责任。

用户应该确保对产品的应用符合相应标准以及功能安全、信息安全、环境标准等要求。用户对极海产品的选择和使用负全部的责任。对于用户后续在针对极海产品进行设计、使用的过程中所引起的任何纠纷，极海概不承担责任。

#### 7、责任限制

在任何情况下，除非适用法律要求或书面同意，否则极海和/或以“按原样”形式提供本手册及产品的任何第三方均不承担损害赔偿 responsibility，包括任何一般、特殊因使用或无法使用本手册及产品而产生的直接、间接或附带损害（包括但不限于数据丢失或数据不准确，或用户或第三方遭受的损失），这涵盖了可能导致的人身安全、财产或环境损害等情况，对于这些损害极海概不承担责任。

## 8、适用范围

本手册的信息用以取代本手册所有早期版本所提供的信息。

©2025 珠海极海半导体有限公司 – 保留所有权利