在 SAM7S 上运行 FreeRTOS

文档编号	MAN2003A_CH				
文档版本	Rev. A				
文档摘要	以 SAM7S 为例，说明 FreeRTOS 在 SAM7 上的运行，开发环境是 Keil MDK				
关键词	SAM7S FreeRTOS Keil MDK				
创建日期	2009-12-10	创建人员	Dracula	审核人员	Hotislandn
文档类型	公开发布/开发板配套文件				
版权信息	Mcuzone 原创文档，转载请注明出处				

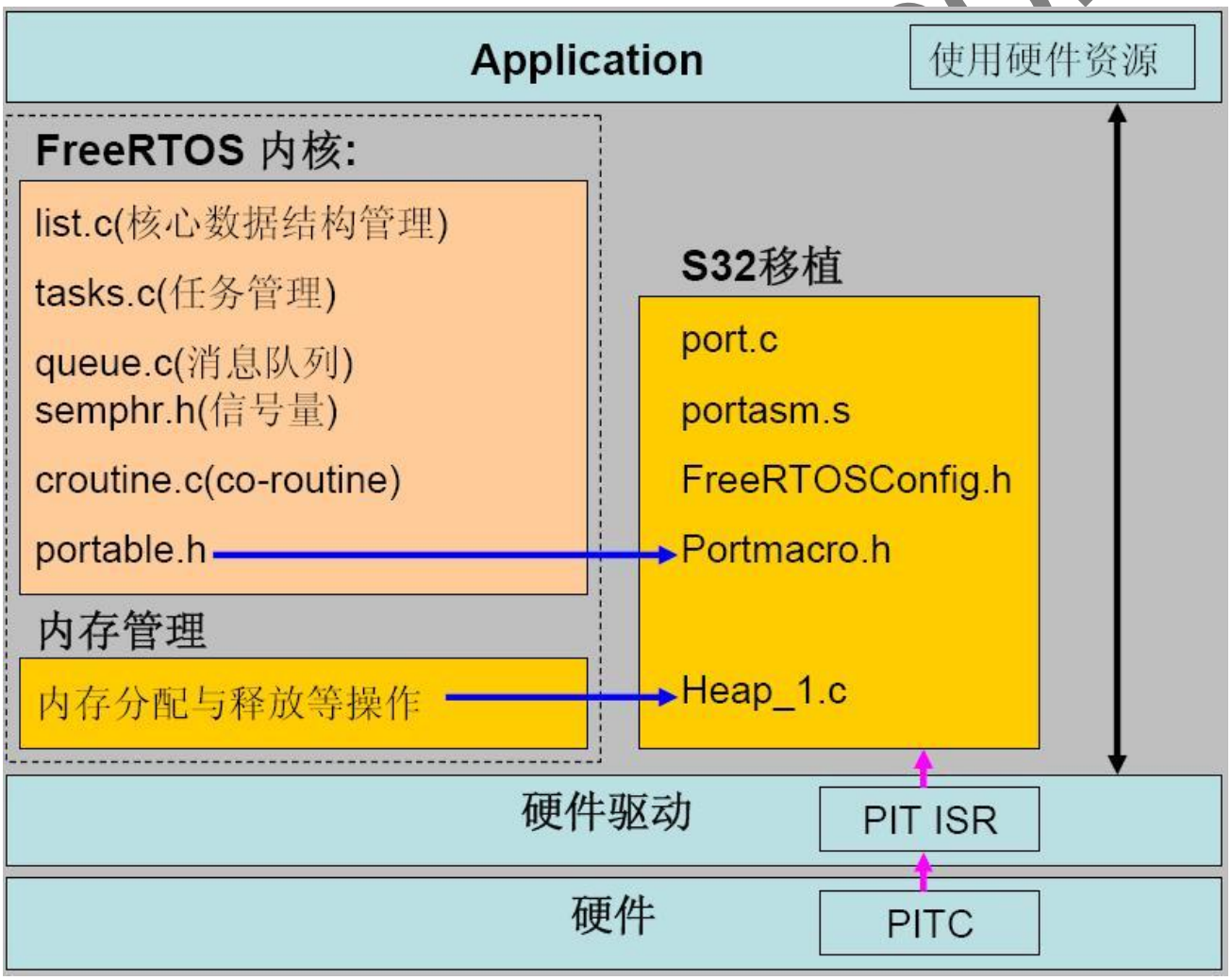
更新历史

版本	时间	更新	作者
Rev. A	2009-12-10	初始创建	Dracula

微控电子 乐微电子
杭州市登云路 639 号 2B143
销售 TEL：+86-571-88908193
支持 TEL：18913989166 13770507096
FAX：+86-571-88908193
www.mcuzone.com www.atarm.com

1.概述

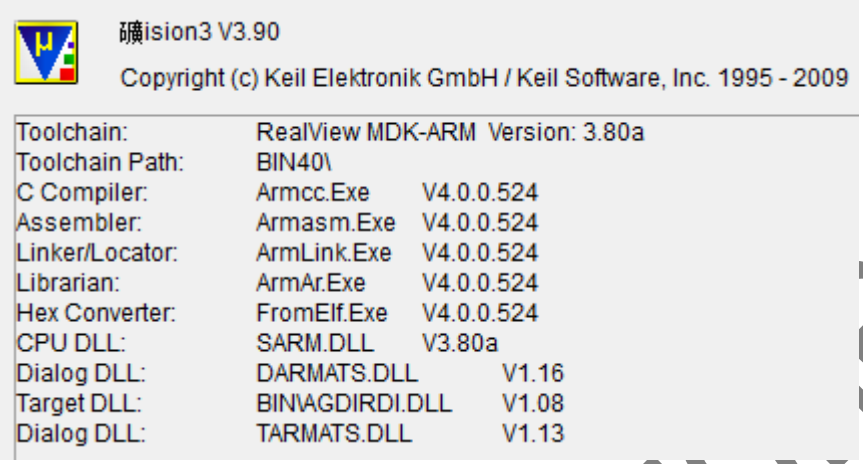
FreeRTOS 是一个免费的 RTOS。其体积很小，核心只有 3 个 c 文件，目前已经移植到了各种体系架构上，包括 ARM7。
使用 RTOS 可以简化软件系统的设计，分解系统中的各种任务，并且代码便于移植与重用。
使用 RTOS 会带来额外的性能开销，包括处理能力，ROM(FLASH), RAM 的占用。
ATMEL 的 SAM7S MCU 基于 ARM7TDMI 架构，有足够的空间运行 RTOS，以简化软件设计。基于开源与易用的考虑，选择 FreeRTOS。
开发环境选择 Keil MDK，界面直观，且使用 ARM 官方的工具链，性能有保证。
本站的 wiki 中有一篇讲解 FreeRTOS 移植的文章，请参考《FreeRTOS 在 S32 上的移植》。
FreeRTOS 的结构图如下：



2. 设置环境

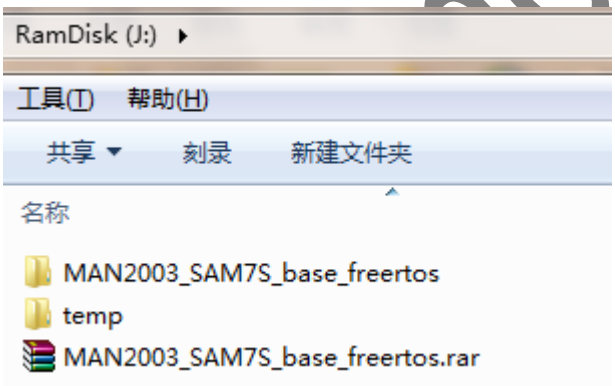
2.1 安装 Keil MDK

下载 Keil MDK 并安装。
本文档涉及的项目工程基于 MDK 3.80a 创建。

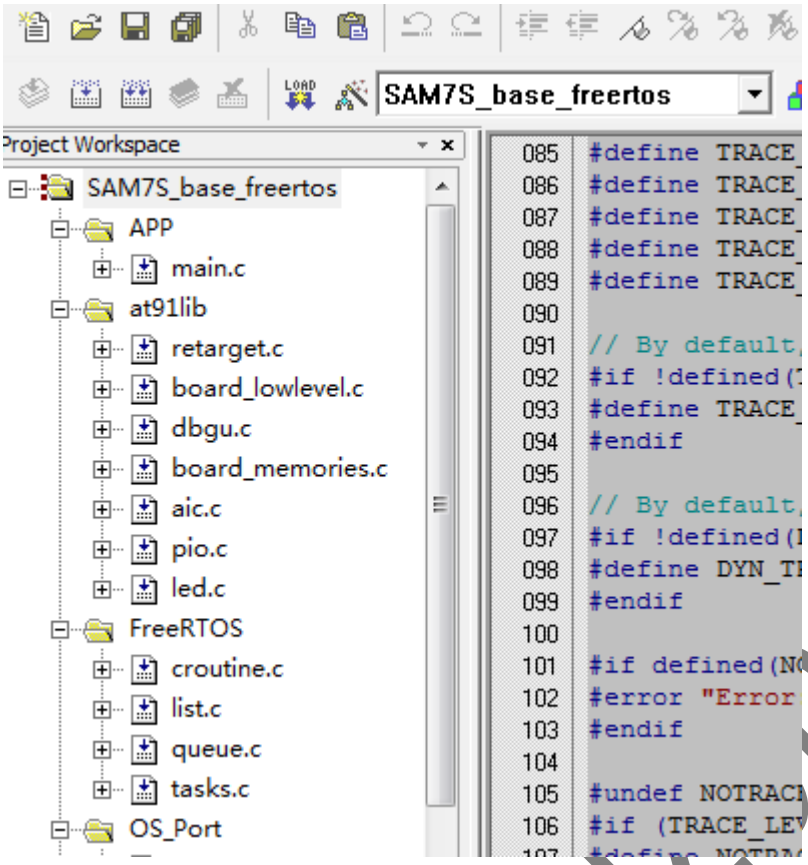


2.2 打开工程

下载项目文件 MAN2003_SAM7S_base_freertos.rar，并展开：

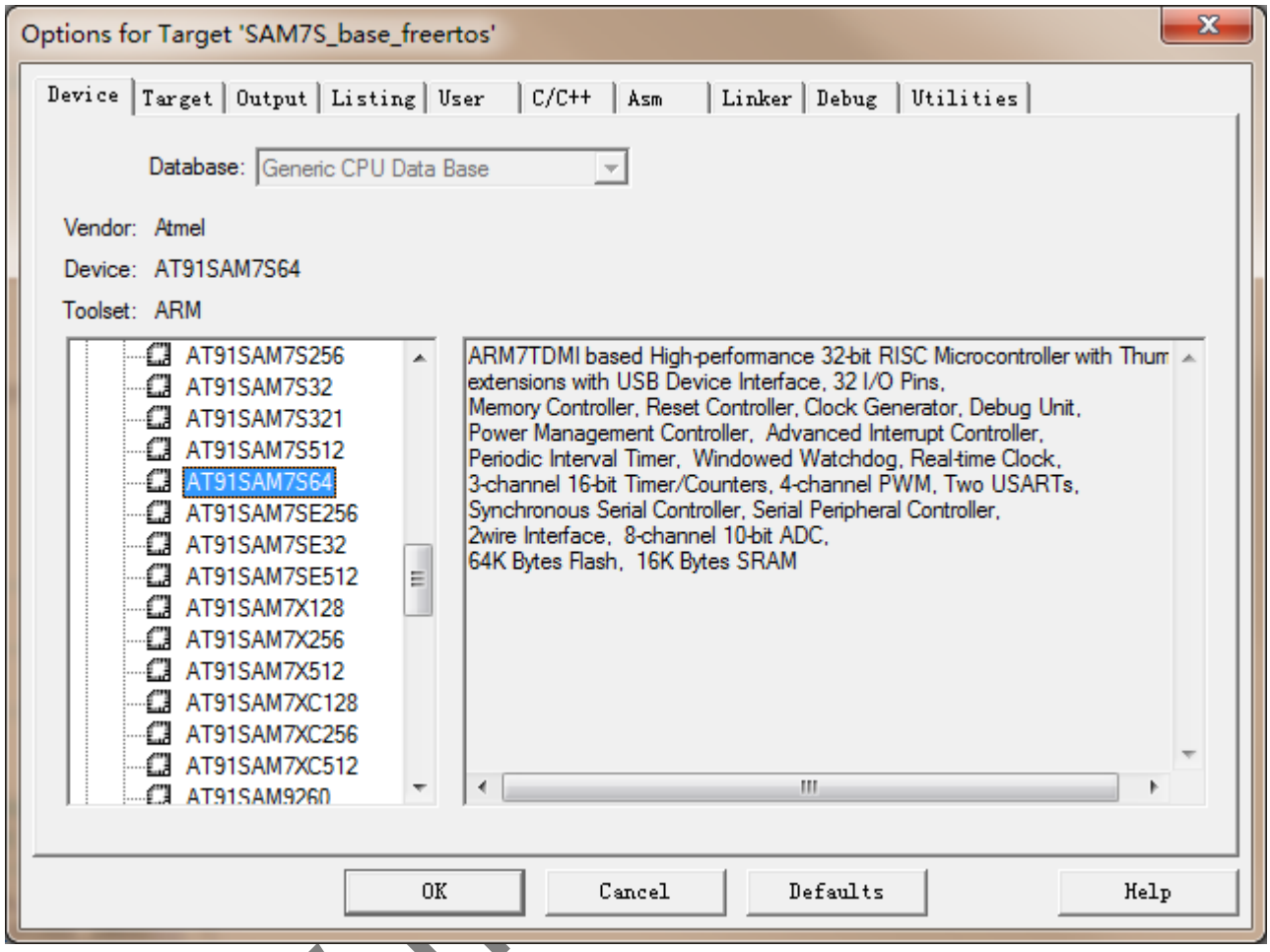


使用 keil 打开工程 sam7s_base_freertos.Uv2：

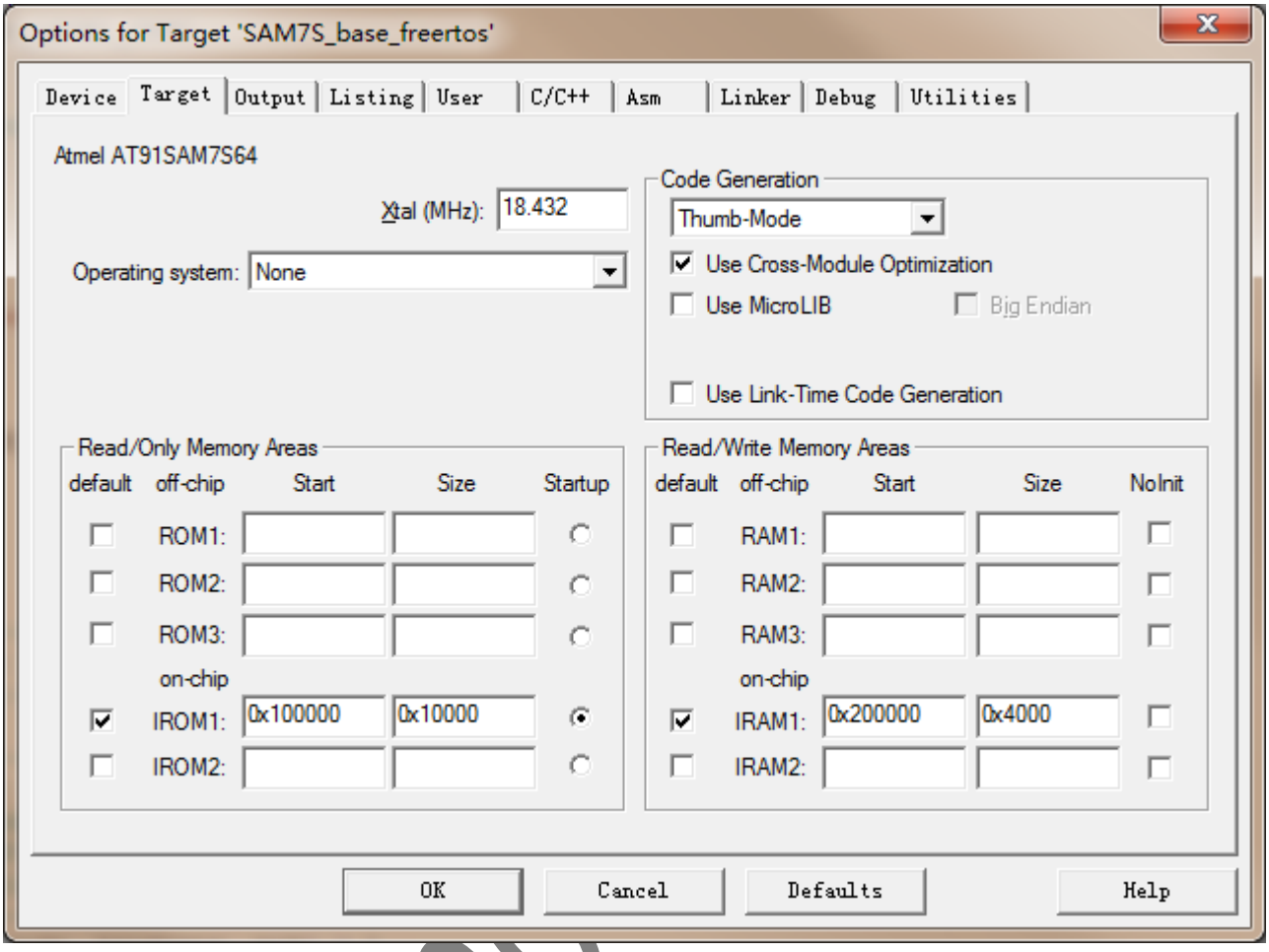


2.3 配置工程

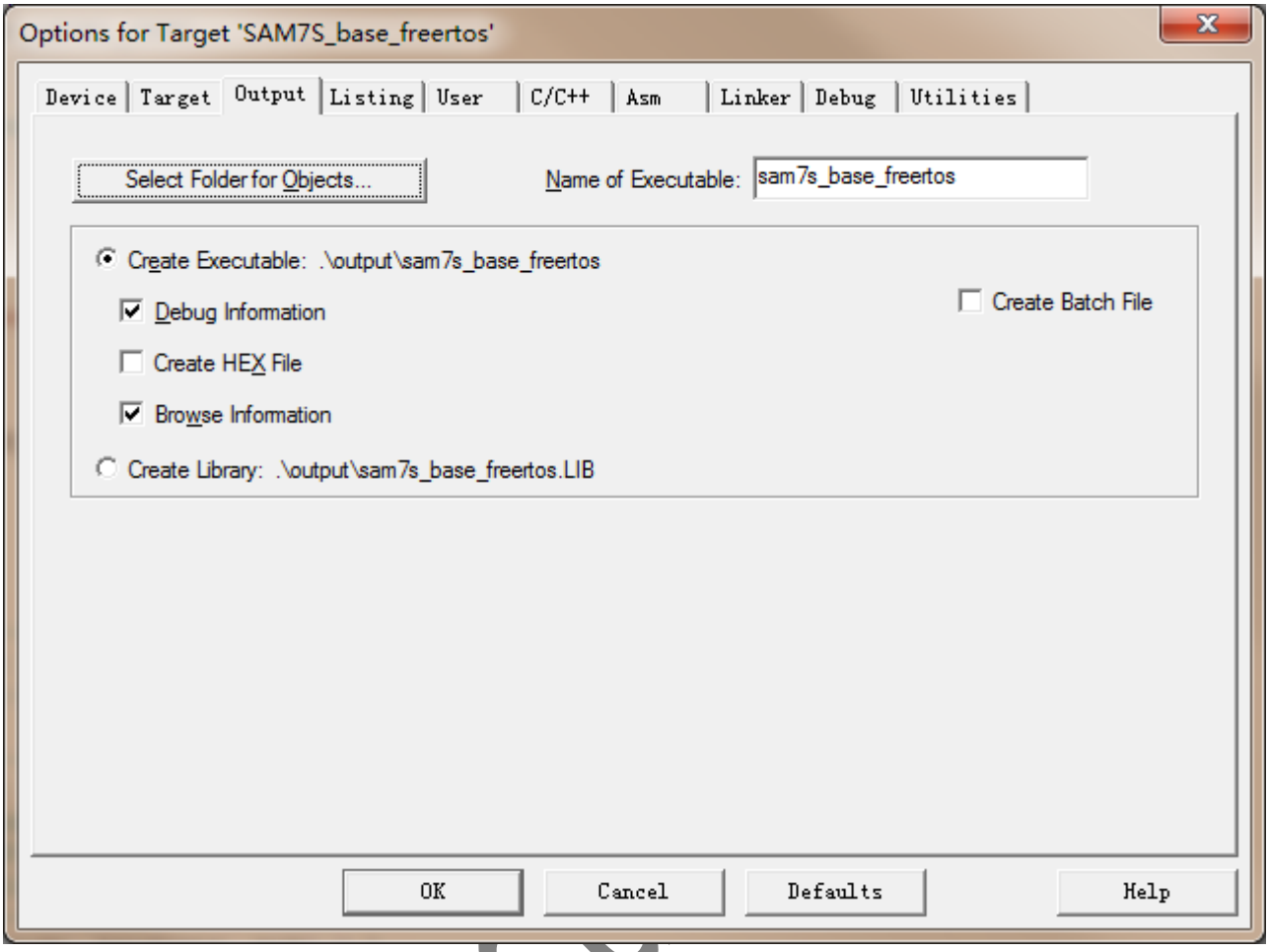
为了保证工程能正确编译，需要核对工程的相关设置。
首先检查芯片设置：



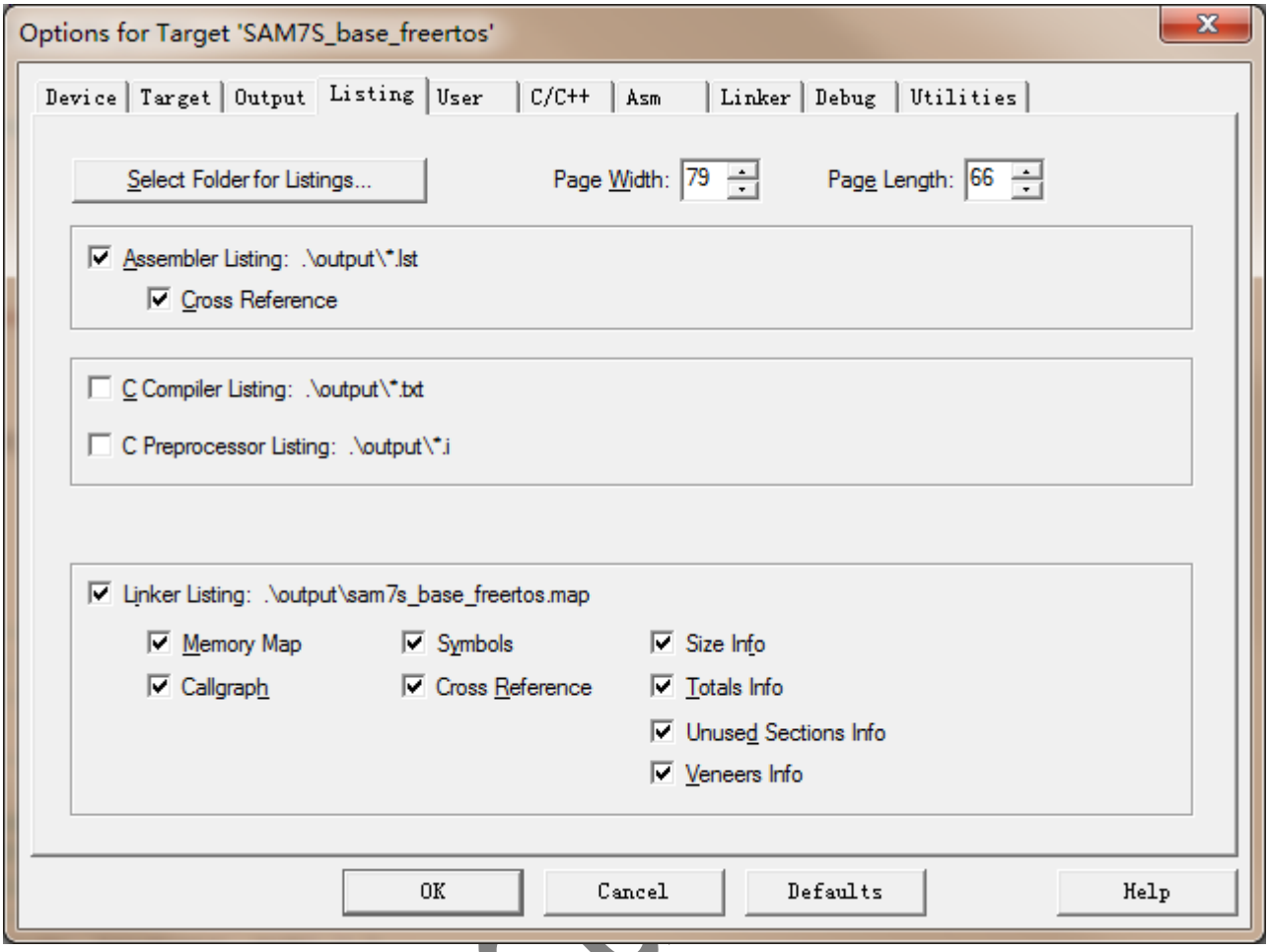
然后是时钟及处理器模式，时钟设置为 18.432MHz，只是 ATEML 默认的时钟配置。使用 Thumb 来生成代码，这样处理特别声明的代码，都将编译为 Thumb，可以节省 flash 空间，并提高代码在 Flash 中运行的速度。



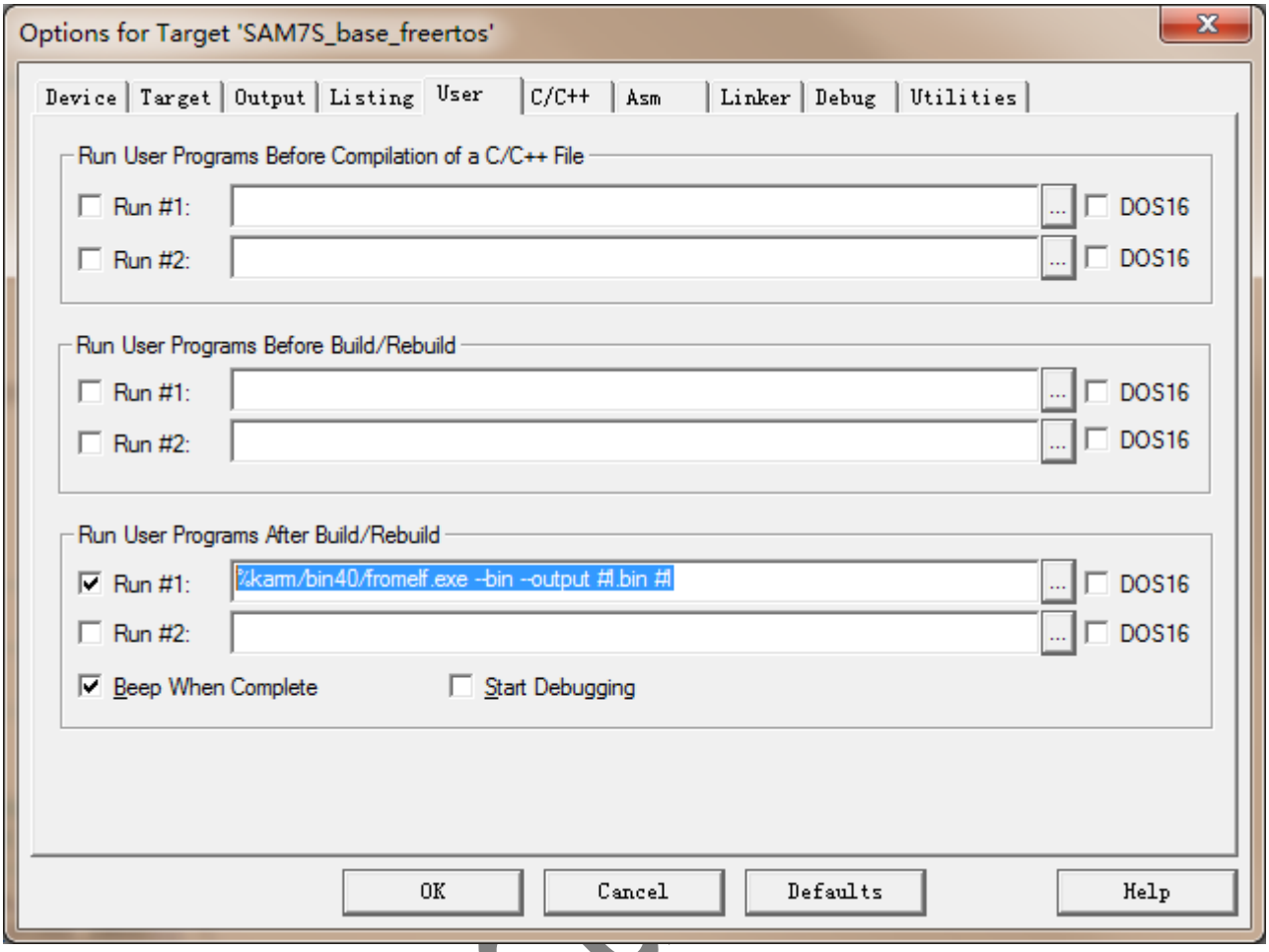
配置输出为工程目录的 output 文件夹，可以避免在工程的根目录生成中间文件，使得工程比较整洁：



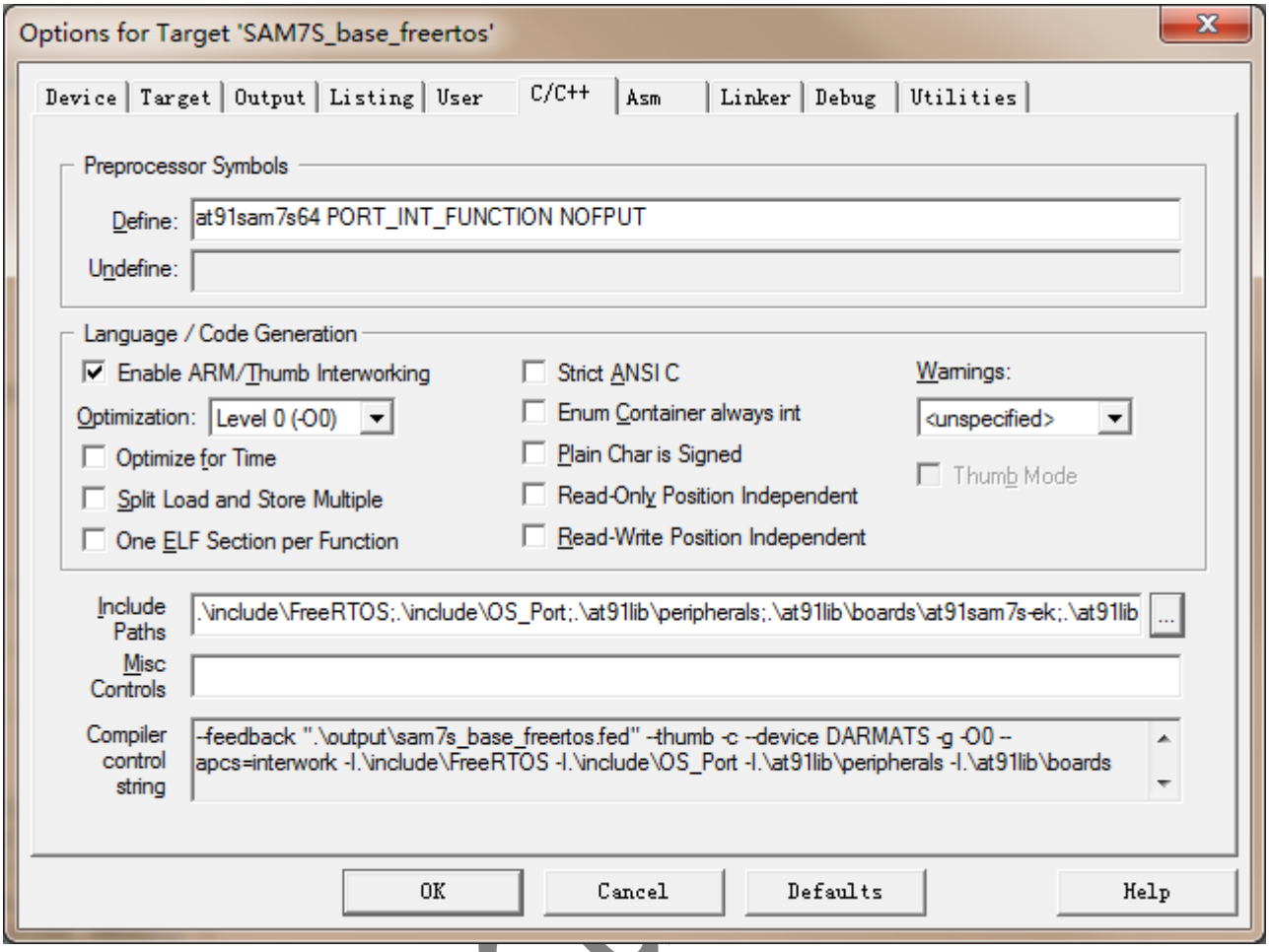
选择输出 map 文件，便于对代码的 memmap 的分析：



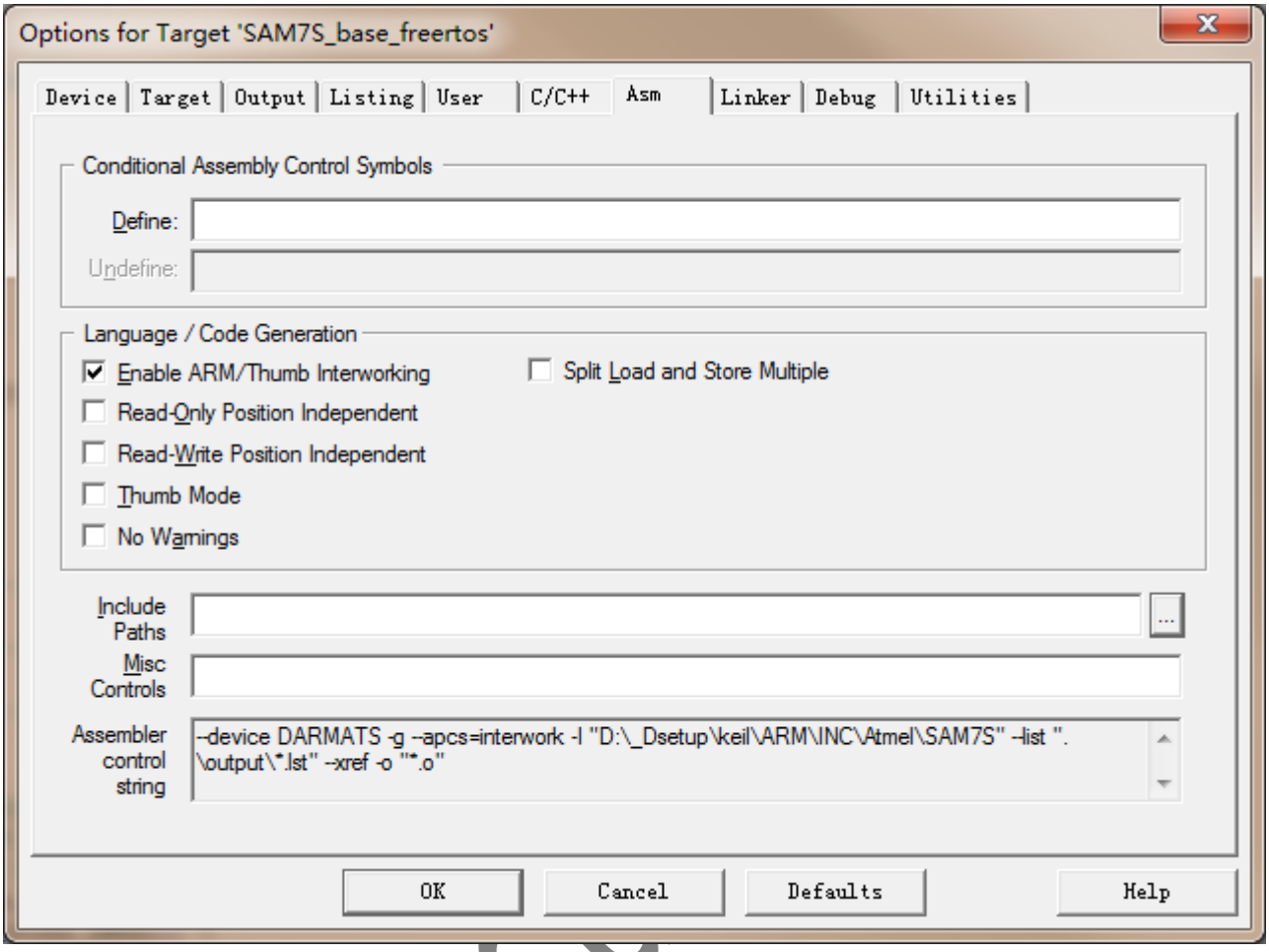
配置在编译完成后运行一个用户命令，使用 fromelf 工具输出 bin 文件，便于 SAM-BA 烧写：



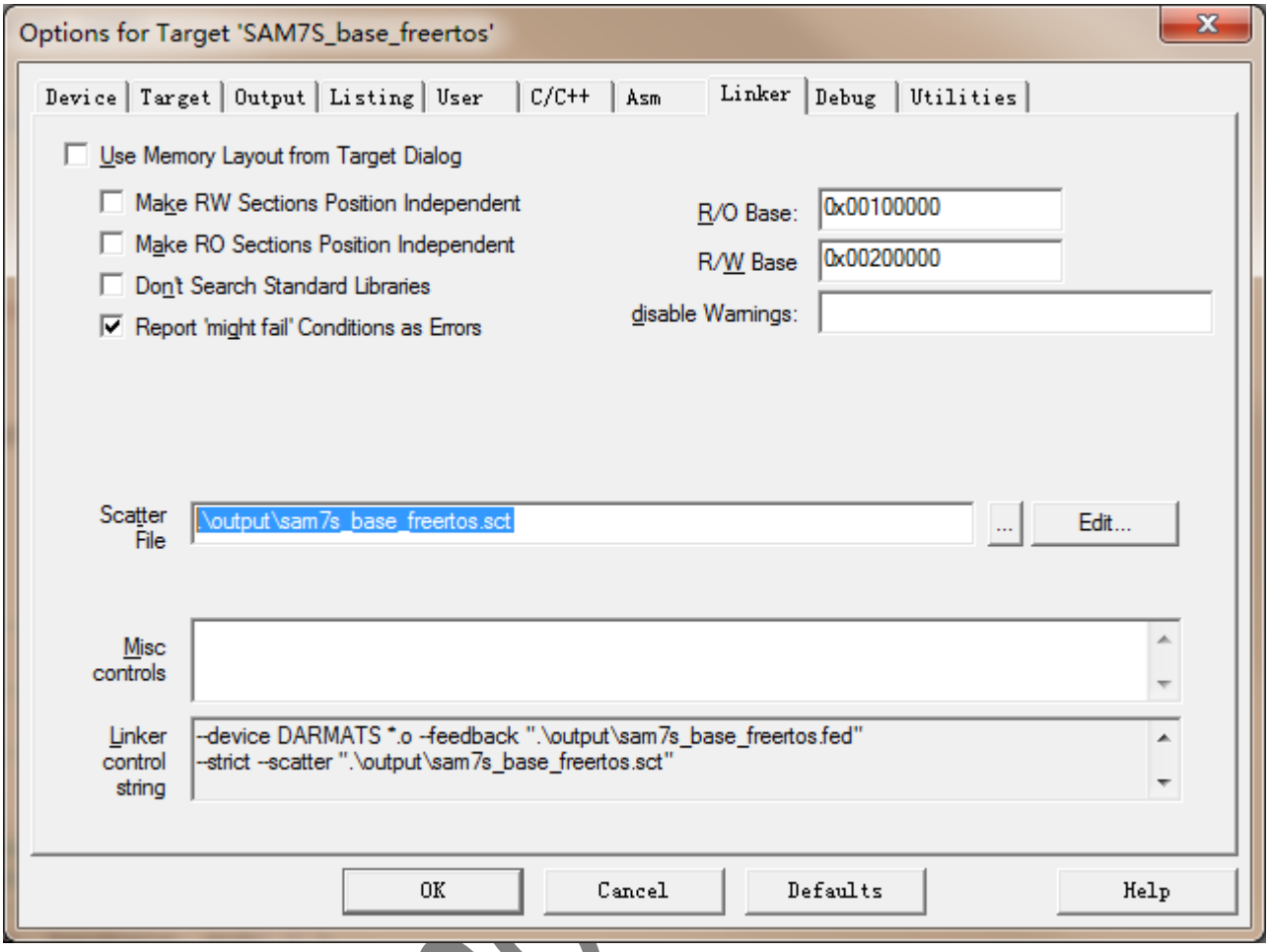
在 C/C++选项卡中可以定义一些宏，控制优化，头文件位置及特殊的编译选项：



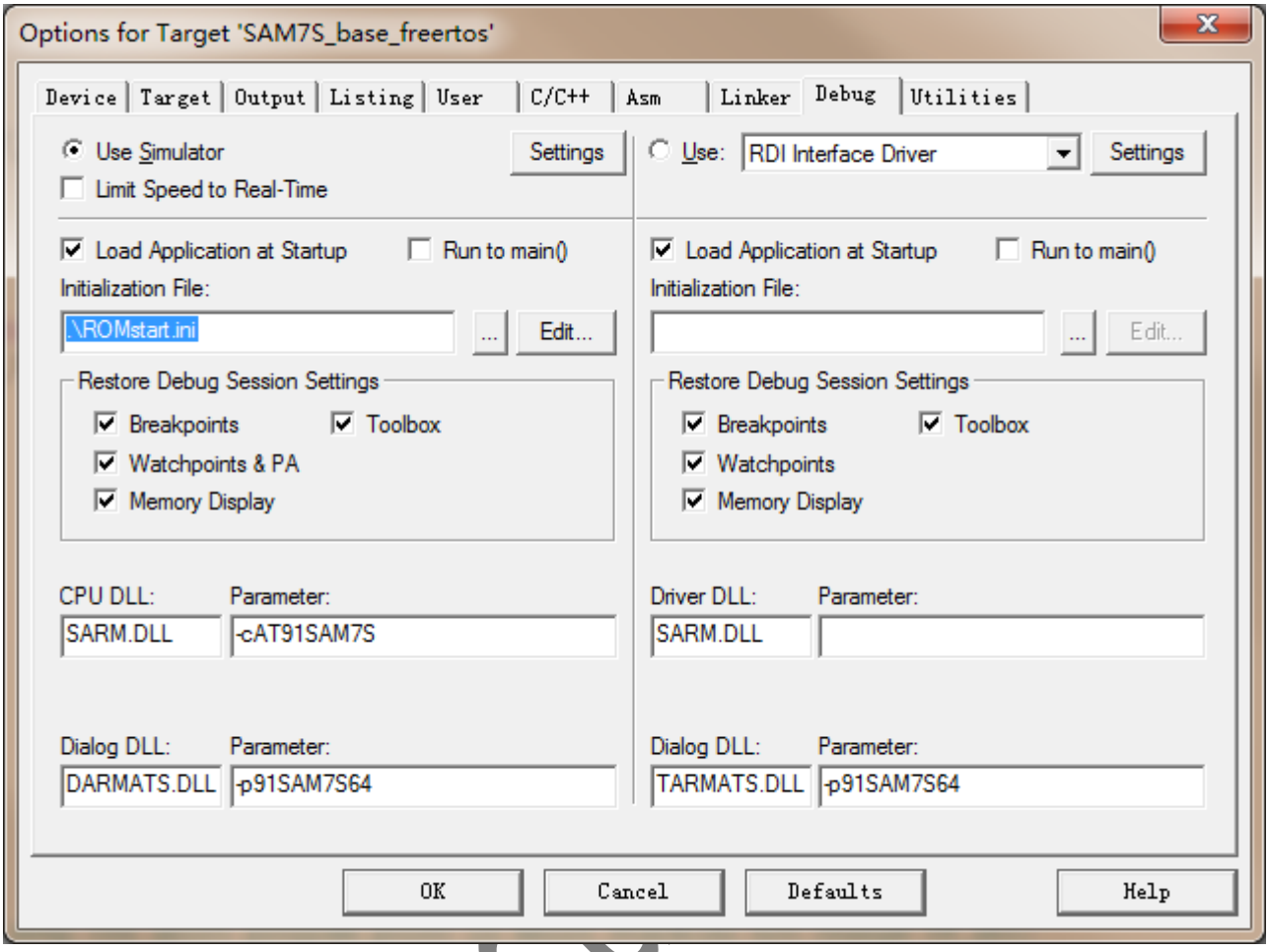
ASM 选项卡与 C/C++的类似，但是是为控制汇编文件准备的：



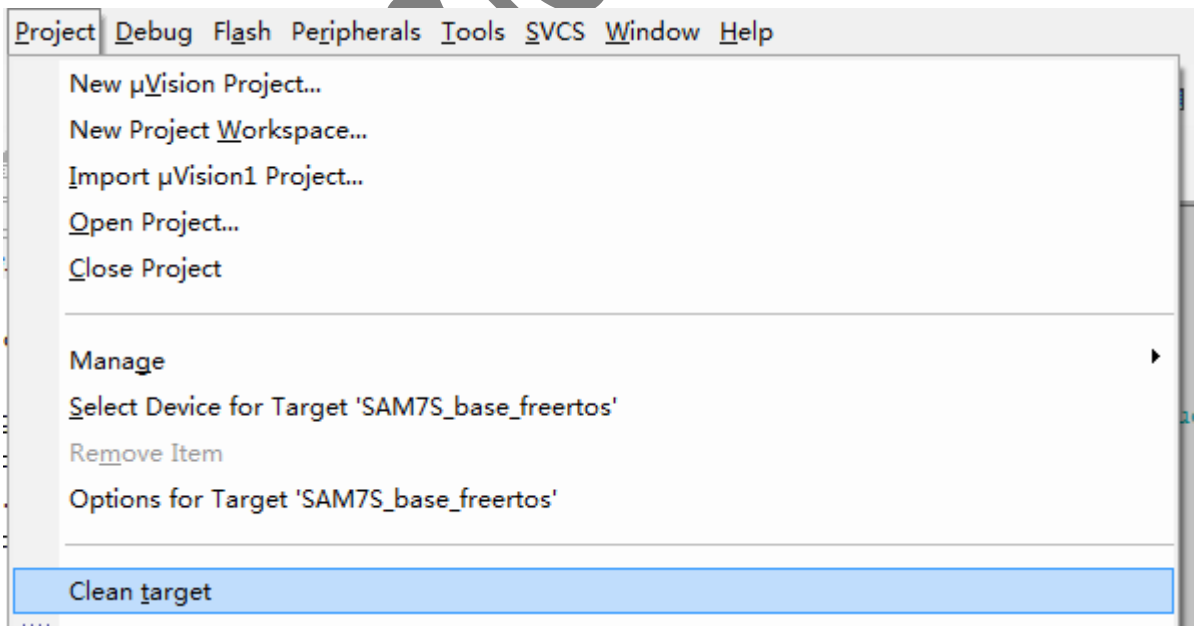
Linker 选项卡控制代码的连接，比较重要。本工程中需要比较复杂的 memmap(部分代码位于 RAM)，所以使用 scatter loader file 来控制：



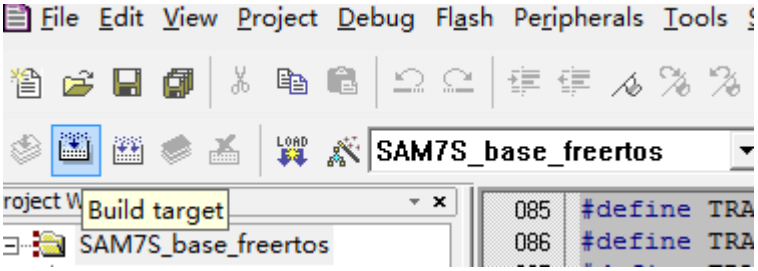
Debug 选项卡中配置使用软件仿真：



检查无误后，可以选择菜单 clean 工程：



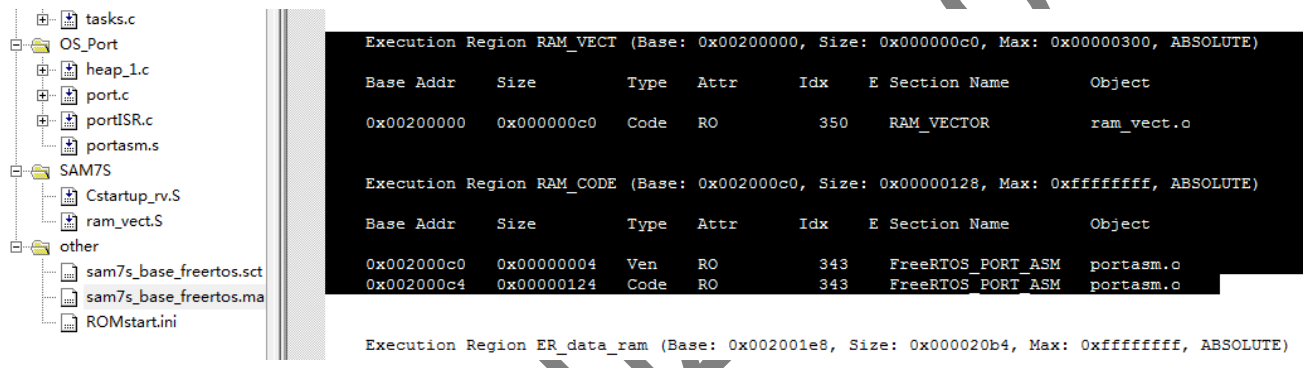
然后重新编译工程：



无误的话将生成 axf 文件及 bin 文件：

```
.\output\sam7s_base_freertos.sct(36): warning: L6314W: No section matches pattern rtt.o(RO).
.\output\sam7s_base_freertos.sct(37): warning: L6314W: No section matches pattern adc.o(RO).
.\output\sam7s_base_freertos.sct(43): warning: L6329W: Pattern queue.o(RO) only matches removed unused sections.
Program Size: Code=7680 RO-data=124 RW-data=76 ZI-data=9320
User command #1: D:\ Dsetup\keil\arm/bin40/fromelf.exe --bin --output J:\MAN2003 SAM7S base freertos\output\sam7
".\output\sam7s_base_freertos.axf" - 0 Error(s), 8 Warning(s).
```

注意编译后的 memmap：



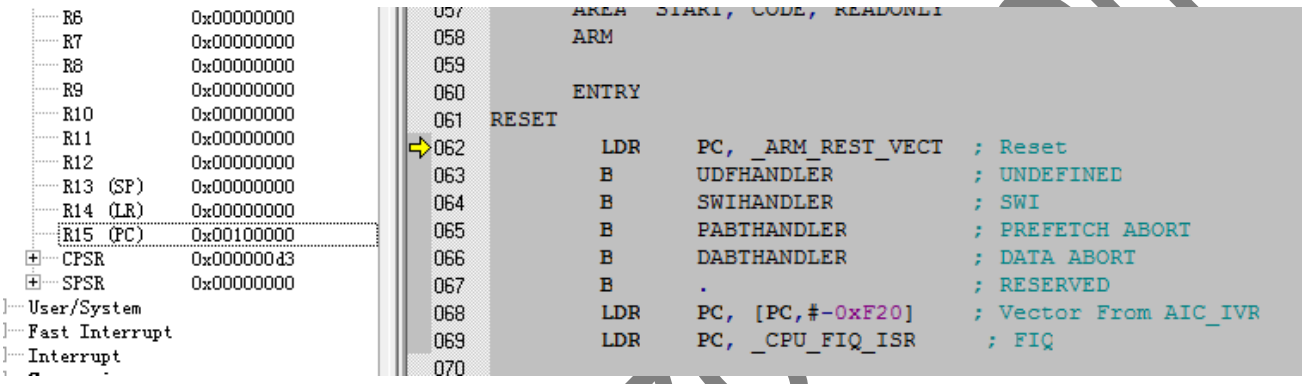
portasm.s 中的代码在 RAM 中运行。

3. 模拟仿真

3.1 简单仿真

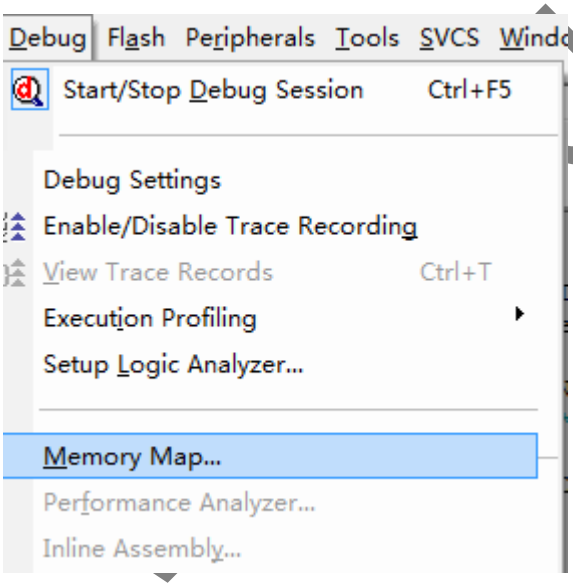
点击 debug 按钮：

进入 debug 模式：

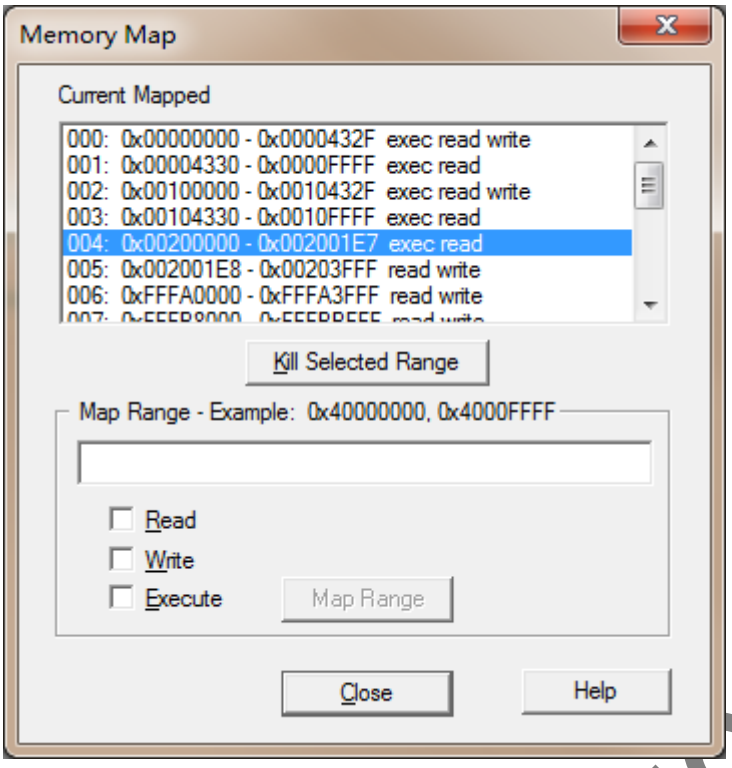


黄色箭头就是 PC 指针，也就是当前程序运行的位置。

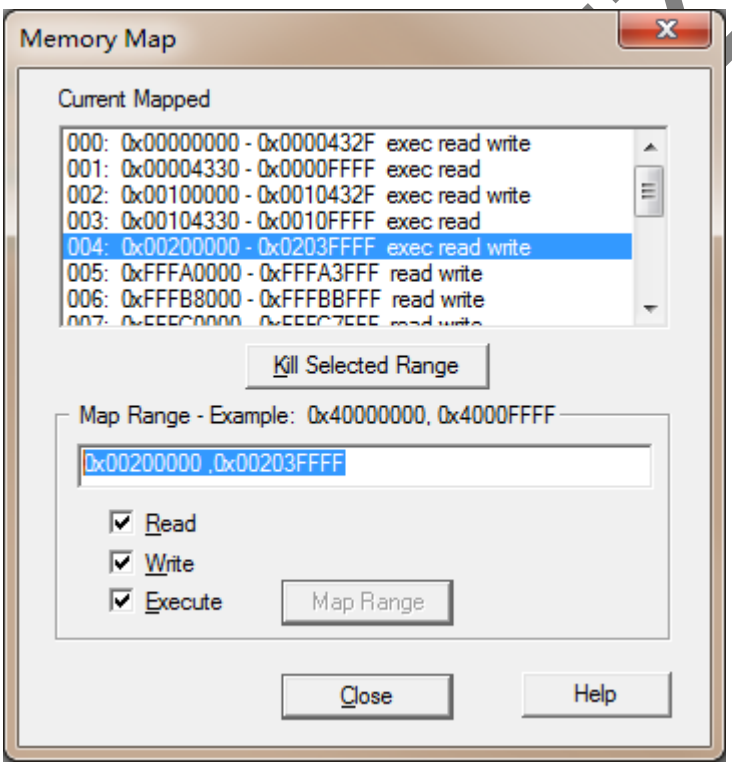
由于代码部分运行于 RAM，所以首先要修改 Keil 默认的 mem 权限：



首先删除内部 RAM：



为 RAM 新建一个属性，支持所有操作：

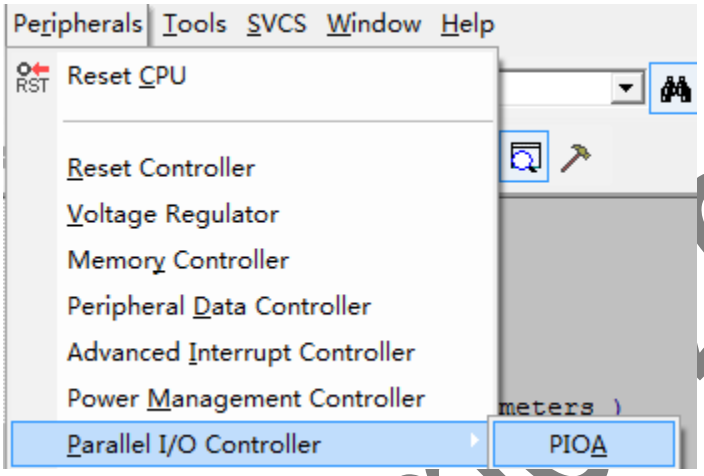


选择 Map Range 新建新的 memmap。

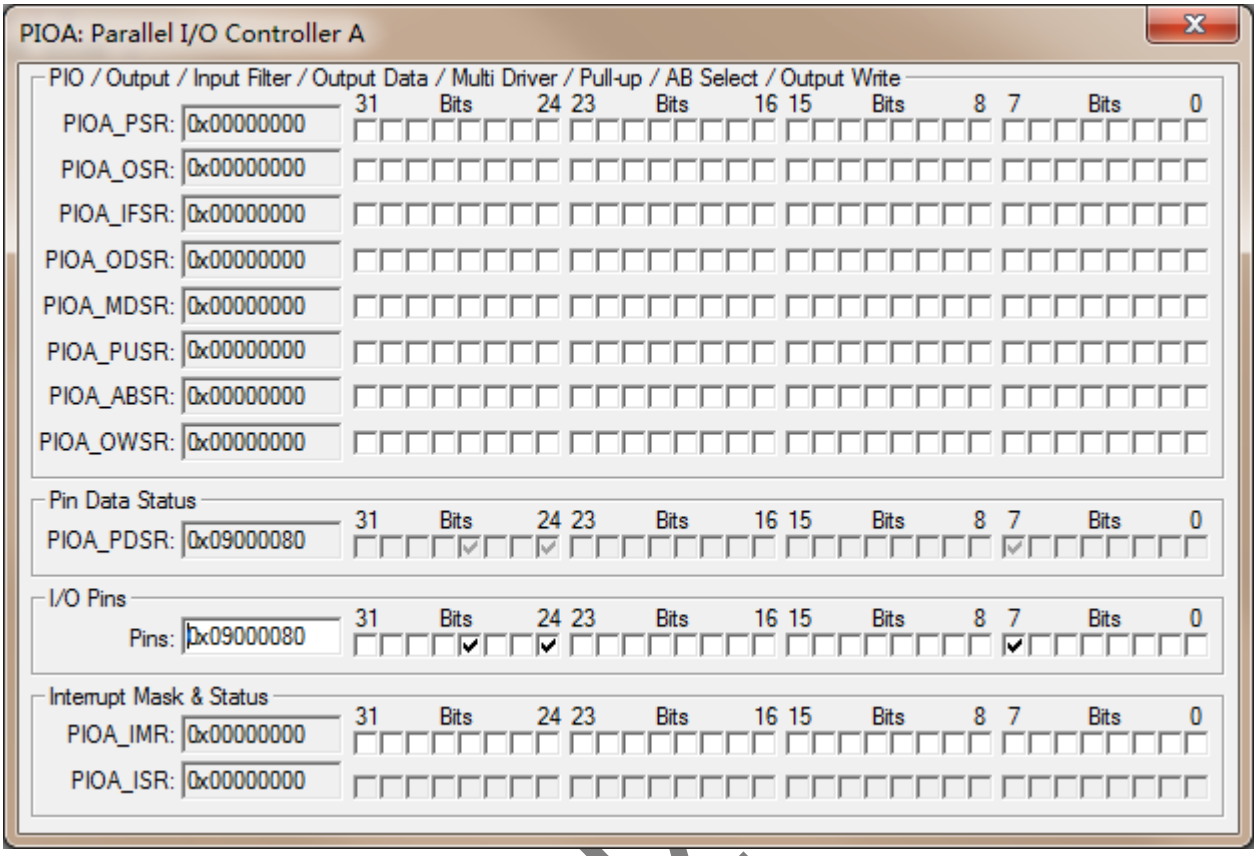
打开文件 main.c，并设置断点：

```
24      while(1)
25      {
26          LED_Set(0);
27          vTaskDelay(250);
28          LED_Set(1);
29          vTaskDelay(250);
30          LED_Set(2);
31          vTaskDelay(250);
32
33          LED_Clear(0);
34          LED_Clear(1);
35          LED_Clear(2);
36          vTaskDelay(248);
37      }
38  }
```

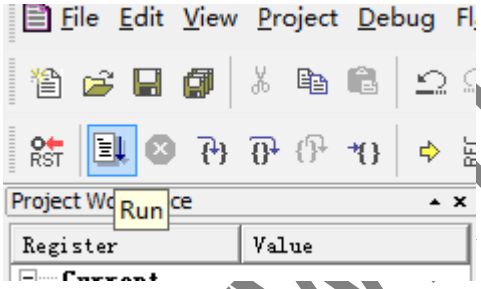
打开外设窗口的 PIO 窗口：



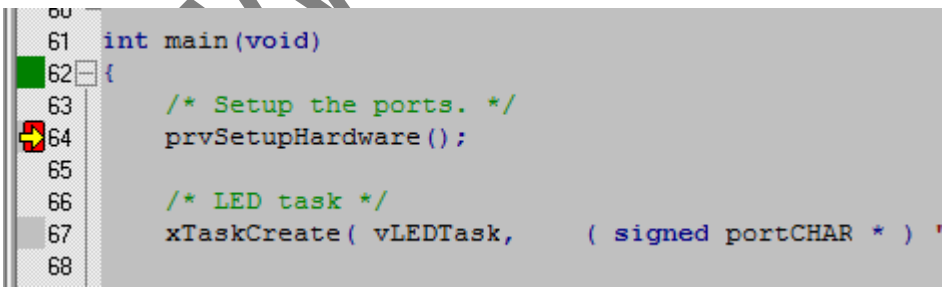
模拟的 PIO 出现：



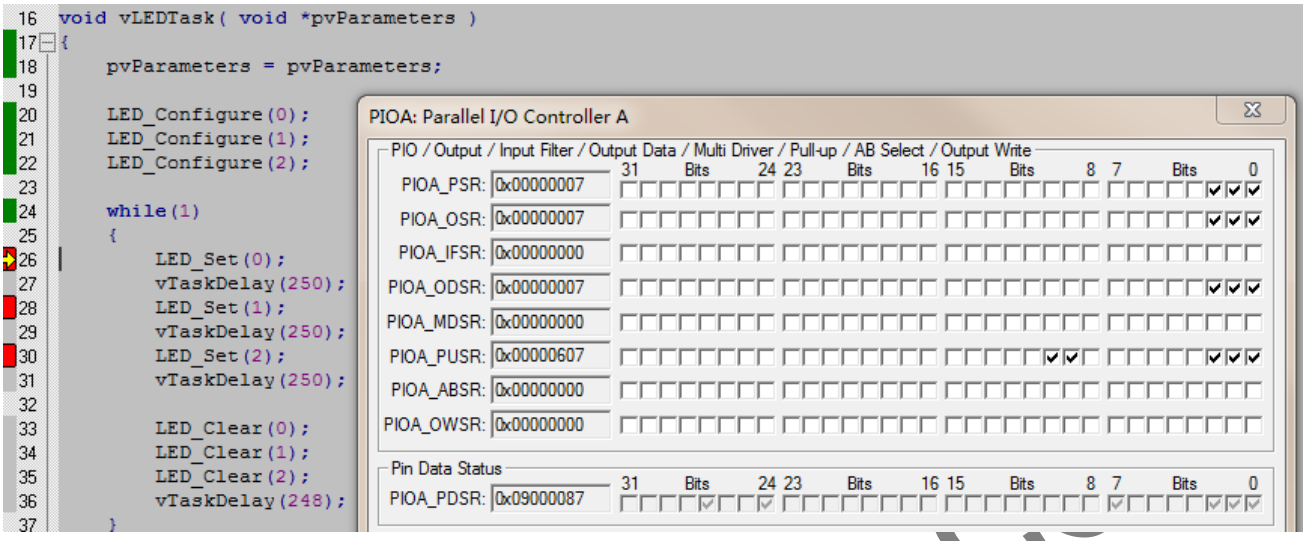
点击运行按钮：



代码运行到第一个断点处：



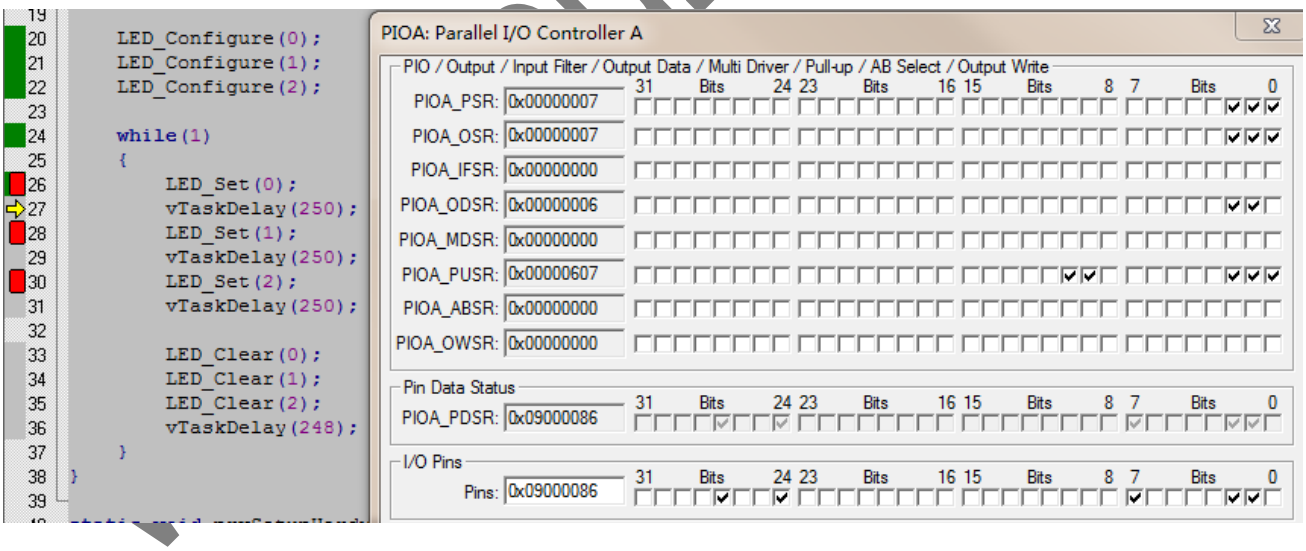
再次点击运行，停在 LED 任务中：



注意此时 LED 对应的 PIO 状态：

```
/// LED #0 pin definition (PA0).
#define PIN_LED_DS1   {1 << 0, AT91C_BASE_PIOA, AT91C_ID_PIOA, PIO_OUTPUT_1, PIO_DEFAULT}
/// LED #1 pin definition (PA1).
#define PIN_LED_DS2   {1 << 1, AT91C_BASE_PIOA, AT91C_ID_PIOA, PIO_OUTPUT_1, PIO_DEFAULT}
/// LED #2 pin definition (PA2).
#define PIN_LED_DS3   {1 << 2, AT91C_BASE_PIOA, AT91C_ID_PIOA, PIO_OUTPUT_1, PIO_DEFAULT}
/// LED #3 pin definition (PA3).
#define PIN_LED_DS4   {1 << 3, AT91C_BASE_PIOA, AT91C_ID_PIOA, PIO_OUTPUT_1, PIO_DEFAULT}
/// List of the four LED pin definitions (PA0, PA1, PA2 & PA3)
#define PINS_LEDS   PIN_LED_DS1, PIN_LED_DS2, PIN_LED_DS3, PIN_LED_DS4
```

按下 F10，运行过 LED，可以看到 PIOA0 的状态改变：

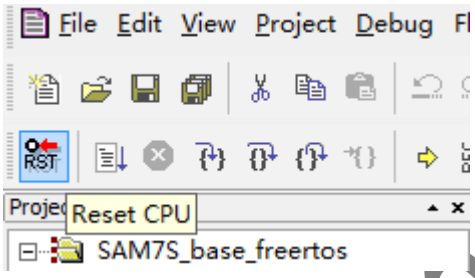


PIOA0 变成了低电平。再次运行可以看到对应引脚的变化：

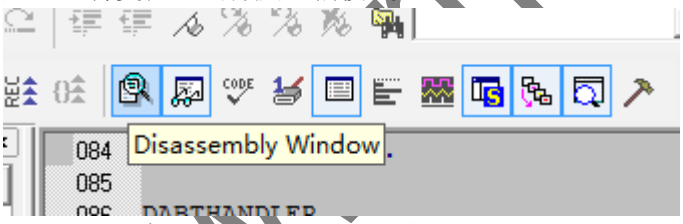
LED 任务就是控制 3 个 LED 闪烁。

3.2 调试中断

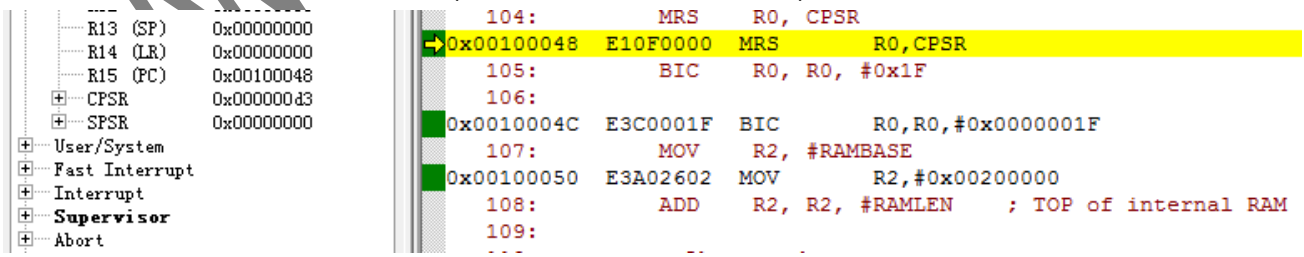
点击复位：



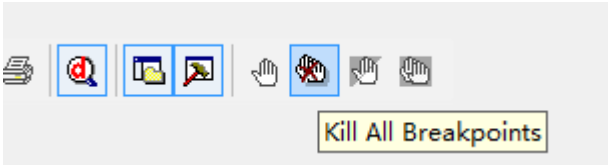
处理器将复位。选择反汇编模式：



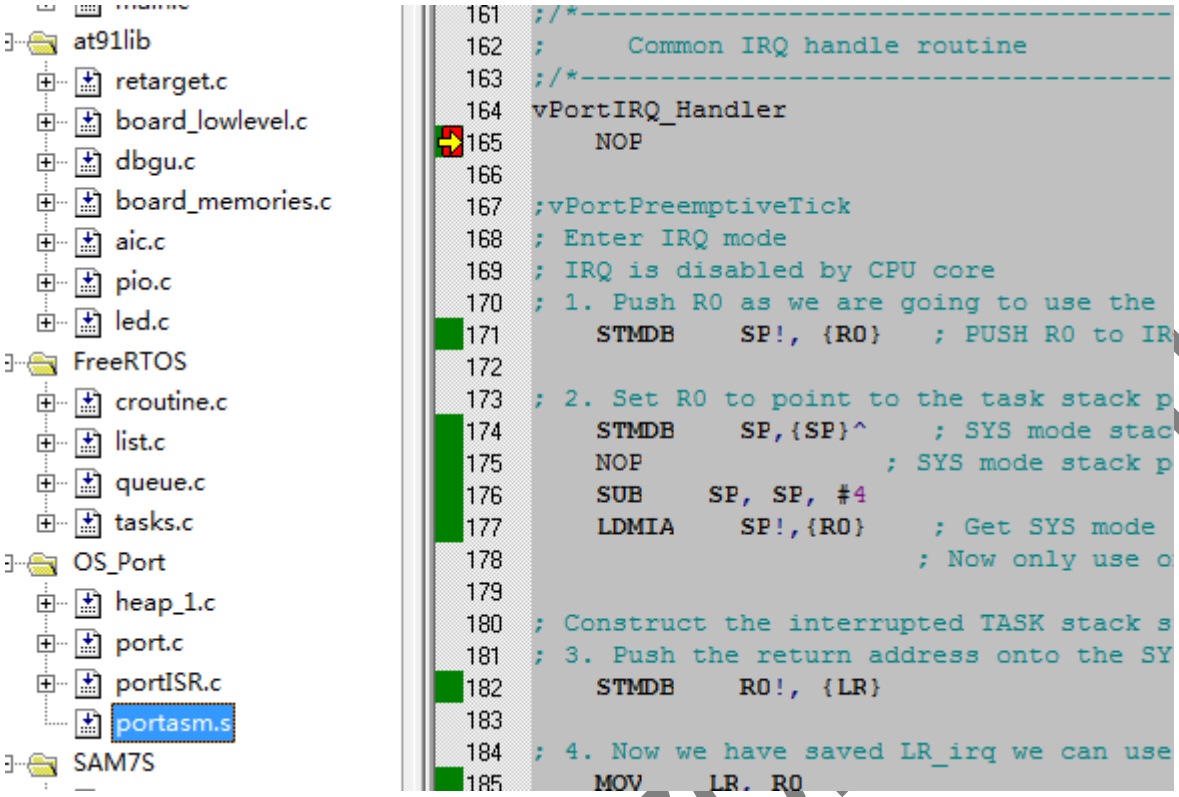
可以看到当前的指令以及处理器模式(复位后处理器处于 SVC 模式)：



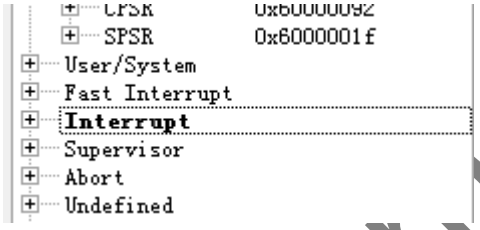
点击下面按钮，清除所有别的断点：



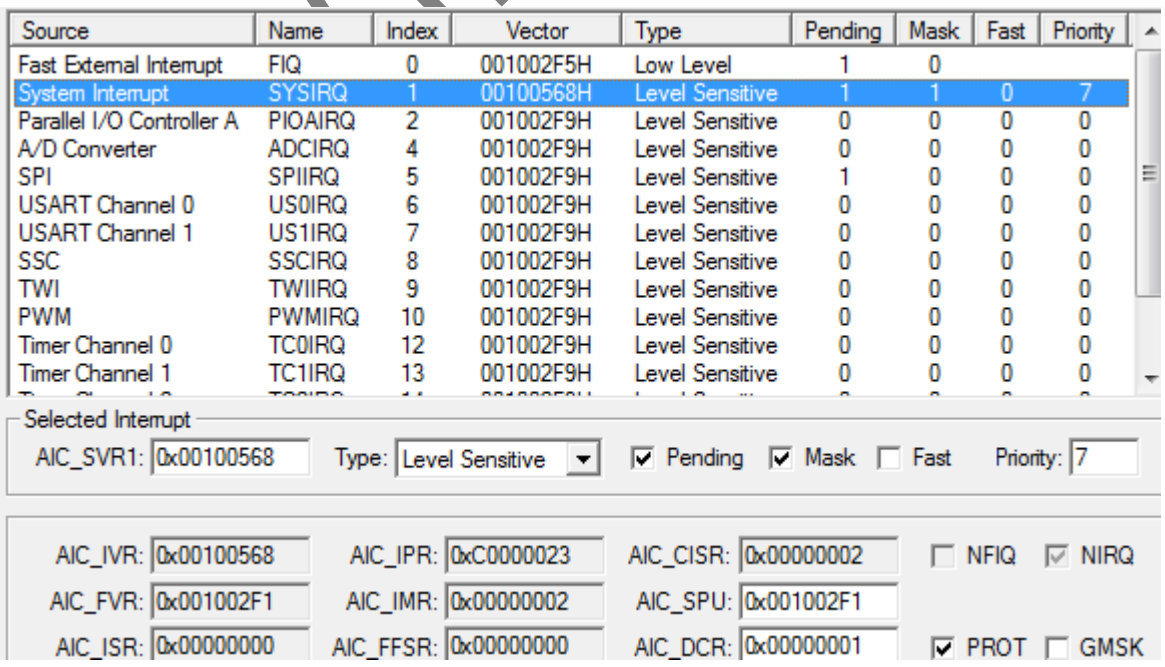
FreeRTOS 中有 PIT 中断，为了调试中断，可以在 portsam.S 中的 IRQ 异常服务程序处打断点：



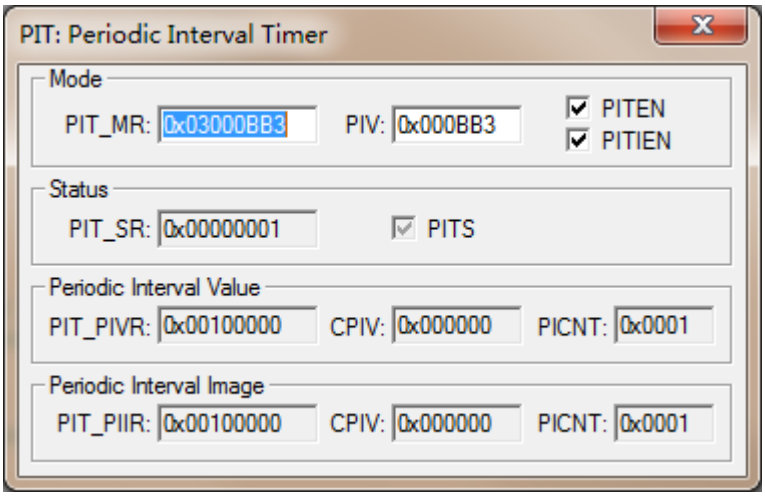
点击运行，程序将停在该处。此时的处理器模式为：



AIC 控制器状态为：



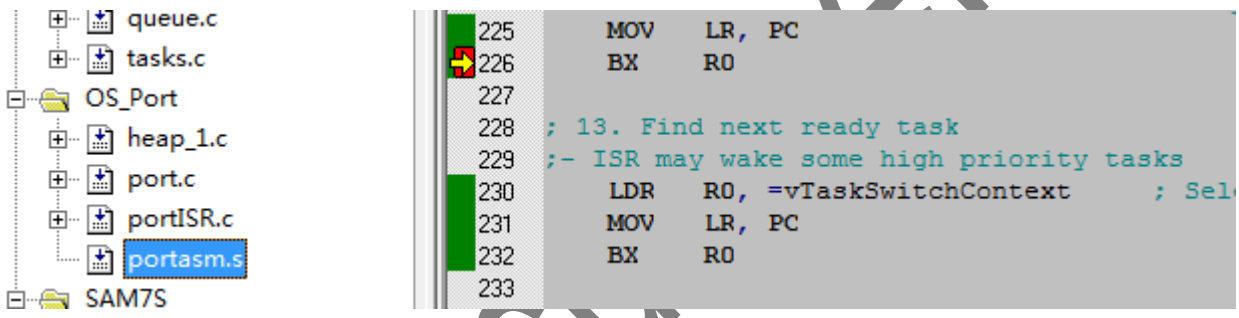
PIT 状态为：



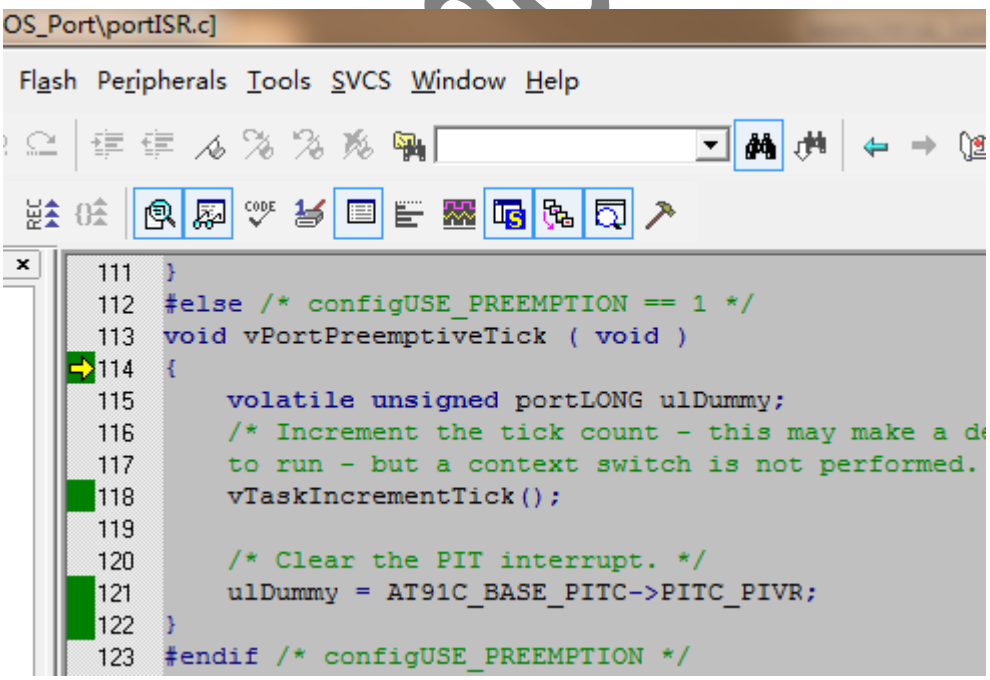
PITS 已经置位。

按 F11 可以单步跟踪代码的运行，注意寄存器和栈的变化，结合代码上的注释理解 RTOS IRQ 运行的过程。

在下面的位置打个断点，并全速运行到断点位置：

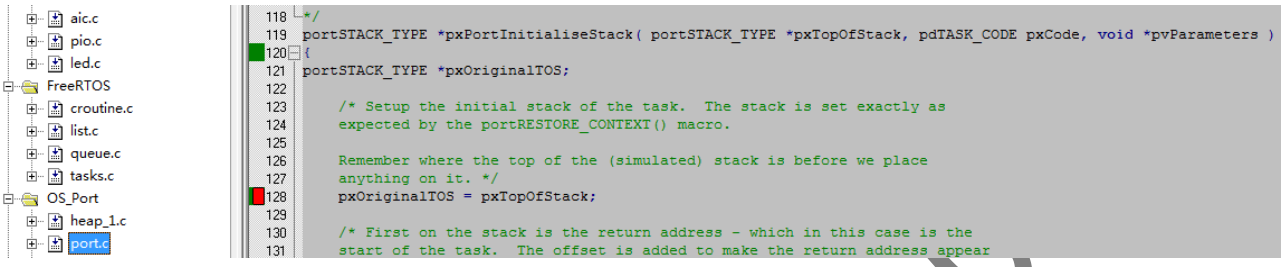


按下 F11，程序跳转到真正的 C 语言写的对应的 ISR：

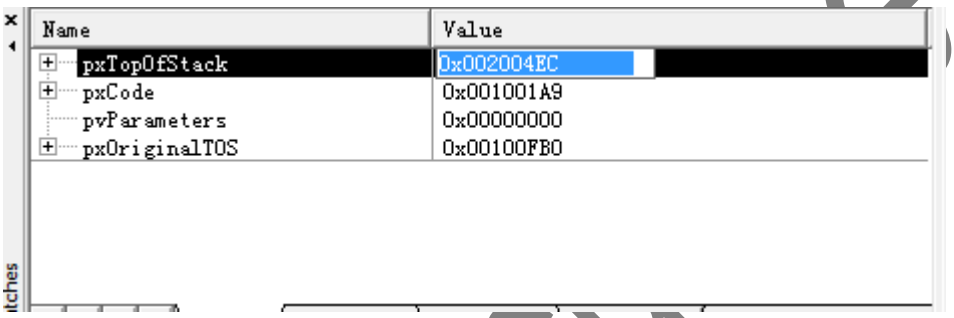


3.3 调试任务

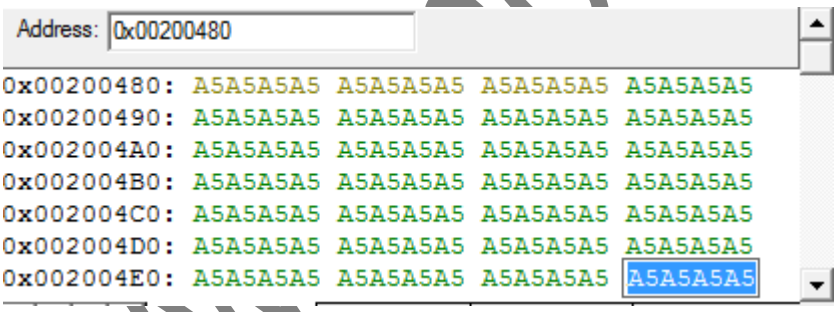
任务(task)可以任务是 RTOS 的一个独立执行单元，一个任务(task)认为它自己独享了系统资源。但实际的任务被调度器调度运行。
复位处理器，并清除前面的断点。
任务的创建可以跟踪如下代码来了解。
在 port.c 的如下位置打个断点：



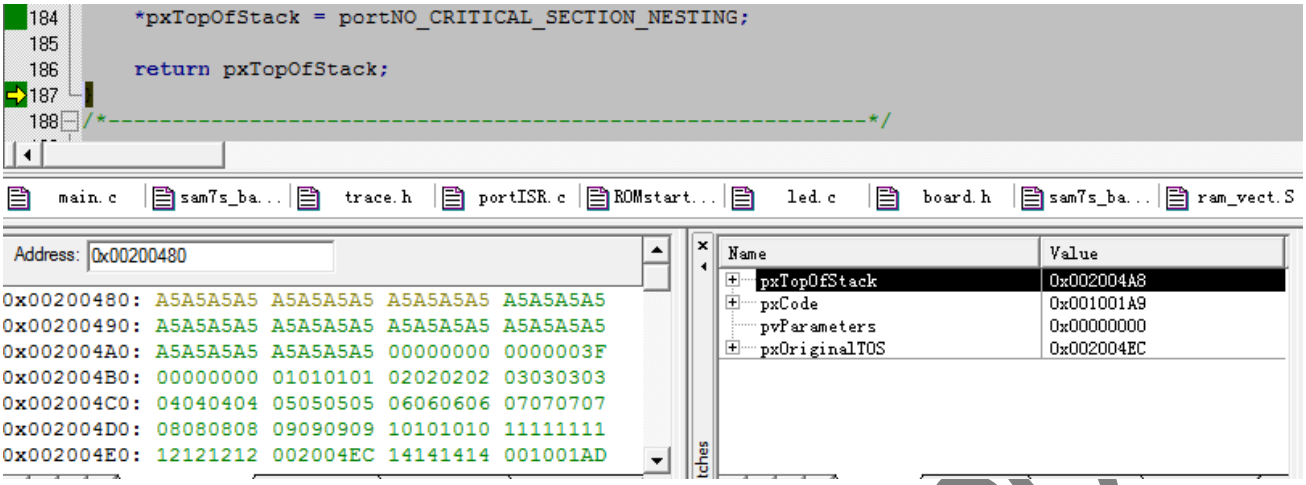
全速执行到断点位置，从变量窗口可以看到当前的值：



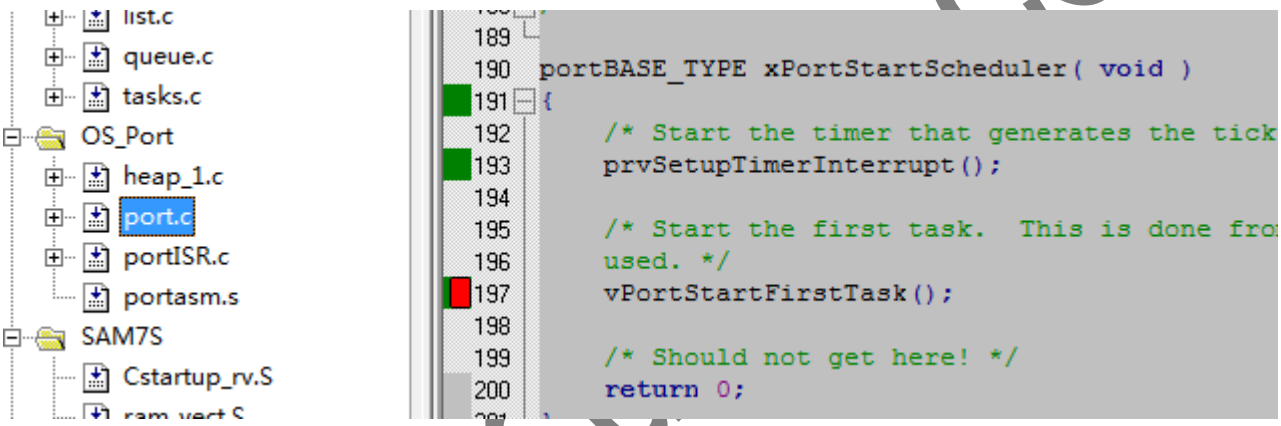
打开 mem 窗口，并查看此位置：



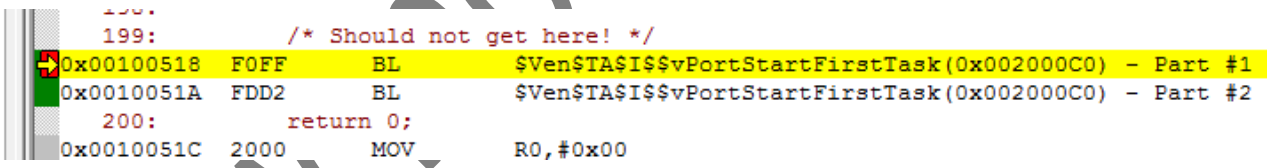
按 F11 单步执行到函数结束，可以看到系统构造的任务栈及新的栈位置：



在启动第一个任务的代码处设置一个断点：

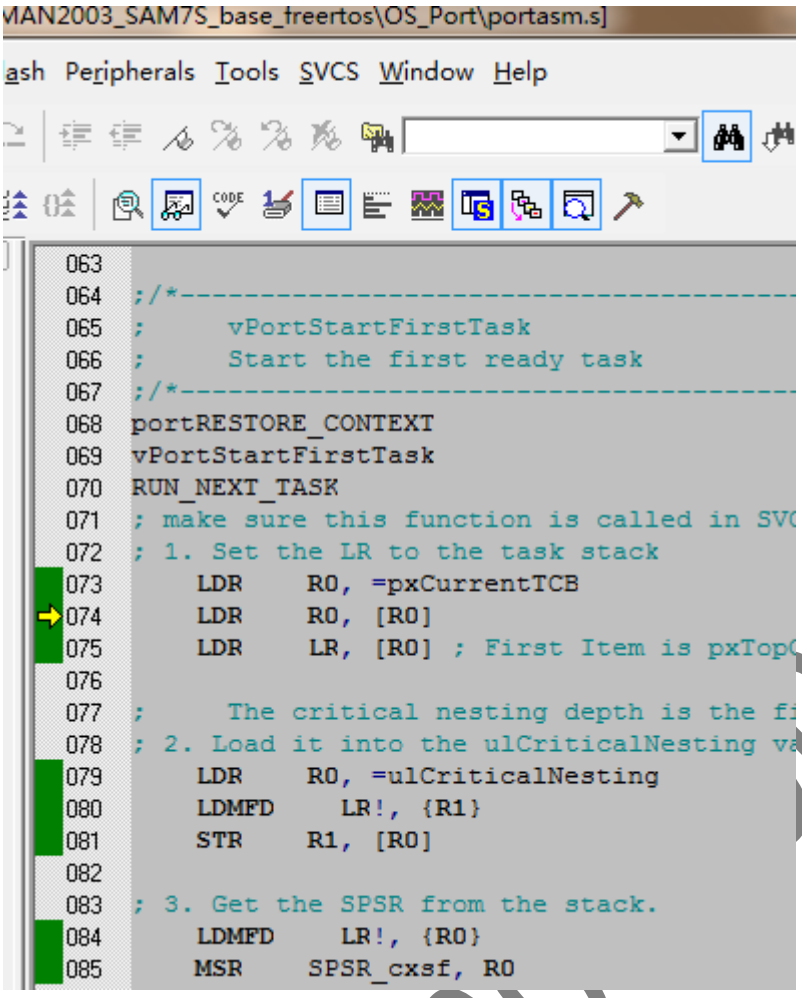


直接运行到此处并打开反汇编模式：

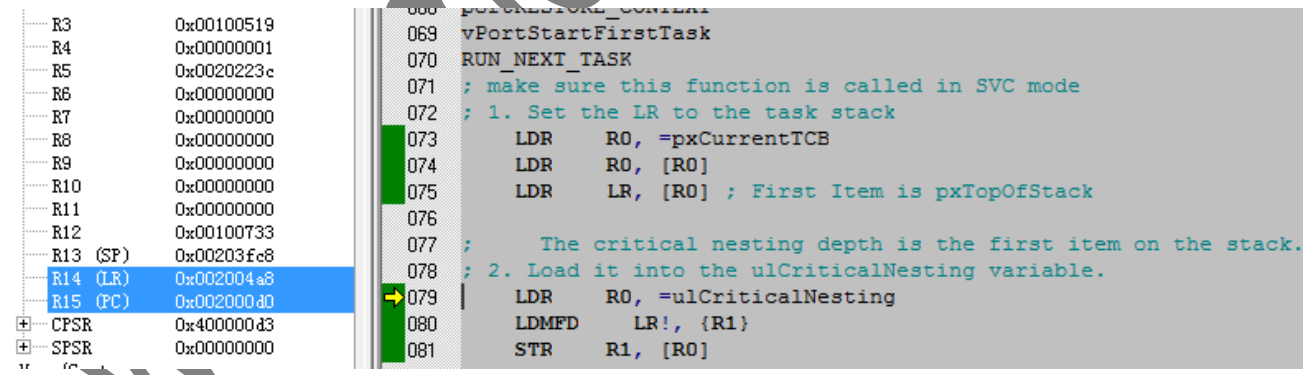


可以看到该文件被编译为 thumb 代码。

按 F11 单步跟入，系统进入启动第一个任务的代码：

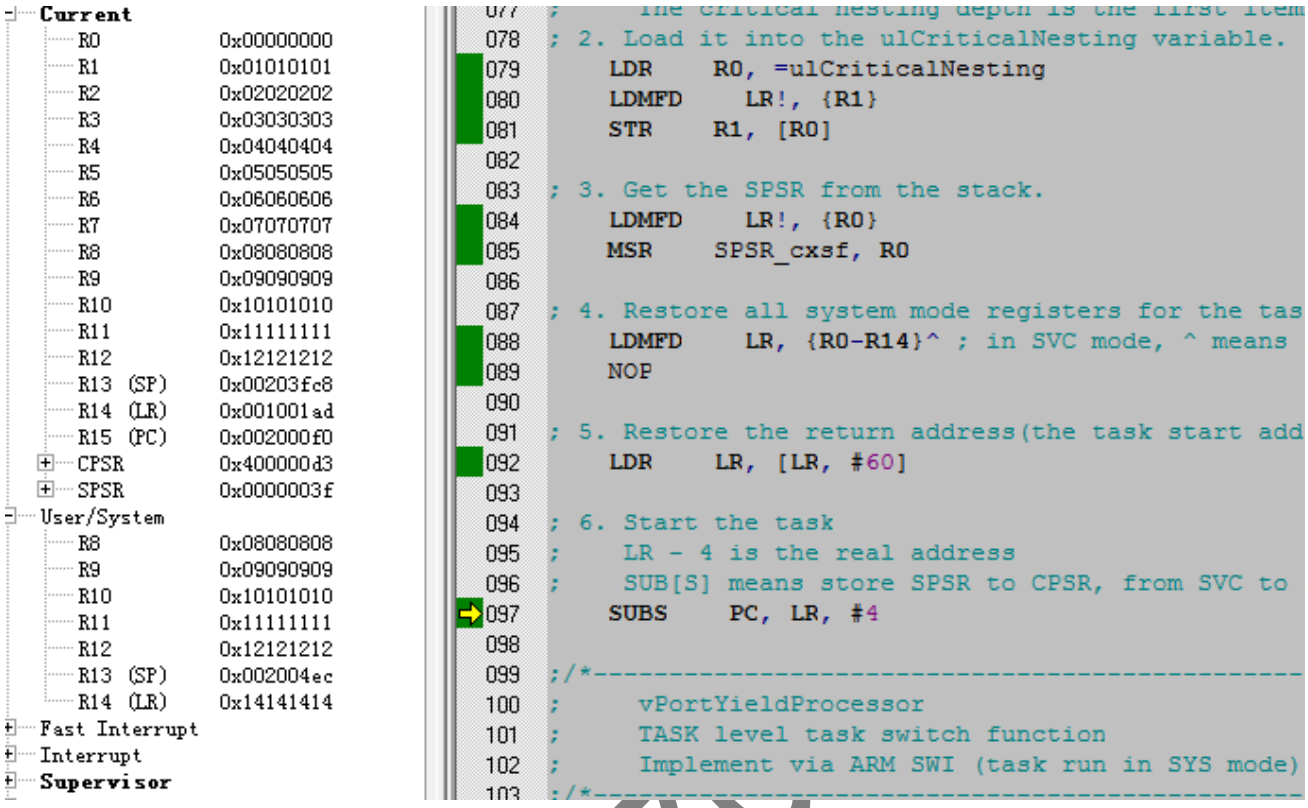


单步运行到如下位置：

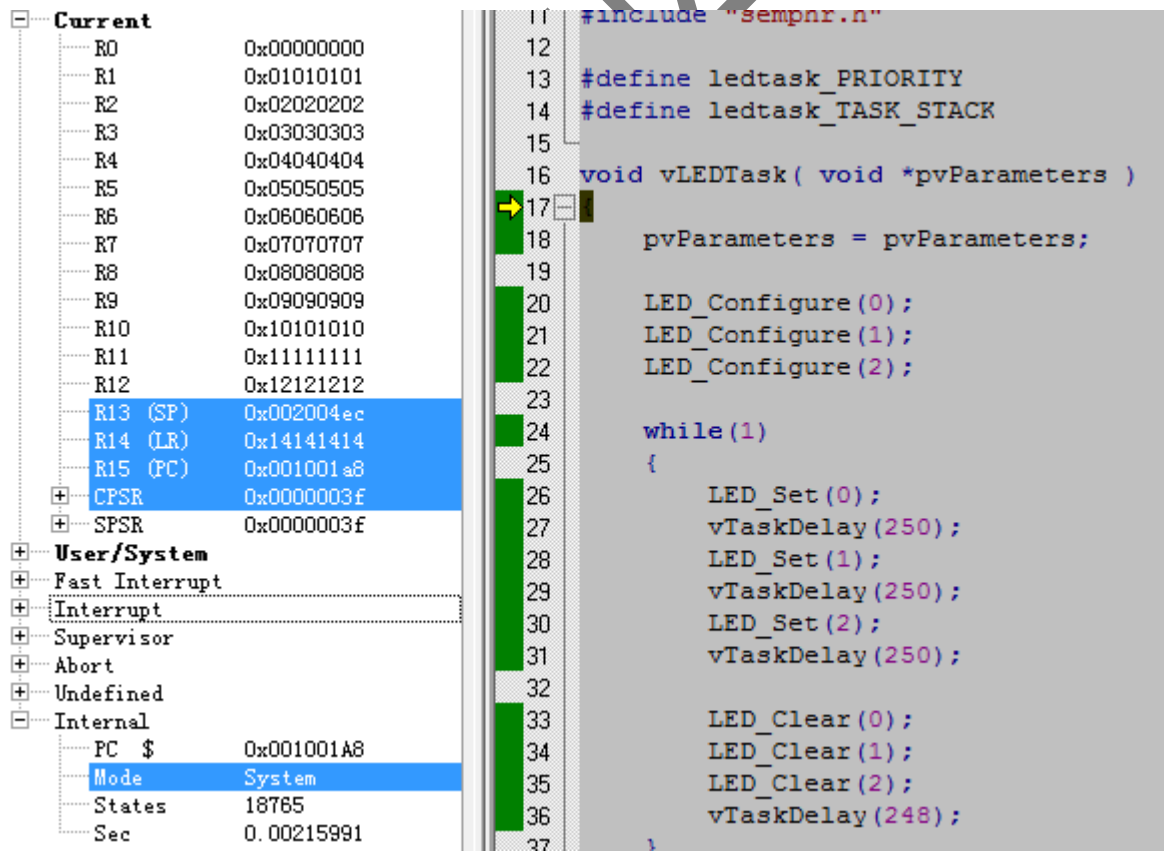


注意此时的处理器模式为 SVC，而 LR 的值，正是前面构建的任务的 stack 值。

单步运行到函数末，可以看到寄存器的恢复情况：



再次按下 F11，程序进入第一个就绪的任务运行：



此时的处理模式为 system，所以的寄存器均为任务创建时的状态。