

---

# 基于 IAR 移植 RT-THREAD NANO

---

RT-THREAD 文档中心

上海睿赛德电子科技有限公司版权 ©2019



[WWW.RT-THREAD.ORG](http://WWW.RT-THREAD.ORG)

Wednesday 27<sup>th</sup> November, 2019

# 目录

目录	i
1 准备工作	1
1.1 下载 Nano 源码	1
1.2 基础工程准备	1
2 添加 RT-Thread Nano 到工程	2
2.1 添加 Nano 源文件	2
2.2 添加头文件路径	3
3 适配 RT-Thread Nano	4
3.1 中断与异常处理	4
3.2 系统时钟配置	4
3.3 内存堆初始化	5
4 编写第一个应用	7
5 配置 RT-Thread Nano	8

本文介绍了如何基于 IAR 移植 RT-Thread Nano，并以一个 stm32f103 的基础工程作为示例进行讲解。

移植 Nano 的主要步骤：

1. 准备一个基础的 IAR 工程，并获取 RT-Thread Nano 压缩包源码。
2. 在基础工程中添加 RT-Thread Nano 源码，添加相应头文件路径。
3. 适配 Nano，主要从中断、时钟、内存、应用这几个方面进行适配，实现移植。
4. 最后可对 Nano 进行配置：Nano 是可裁剪的，通过配置文件 rtconfig.h 实现对系统的裁剪。

## 1 准备工作

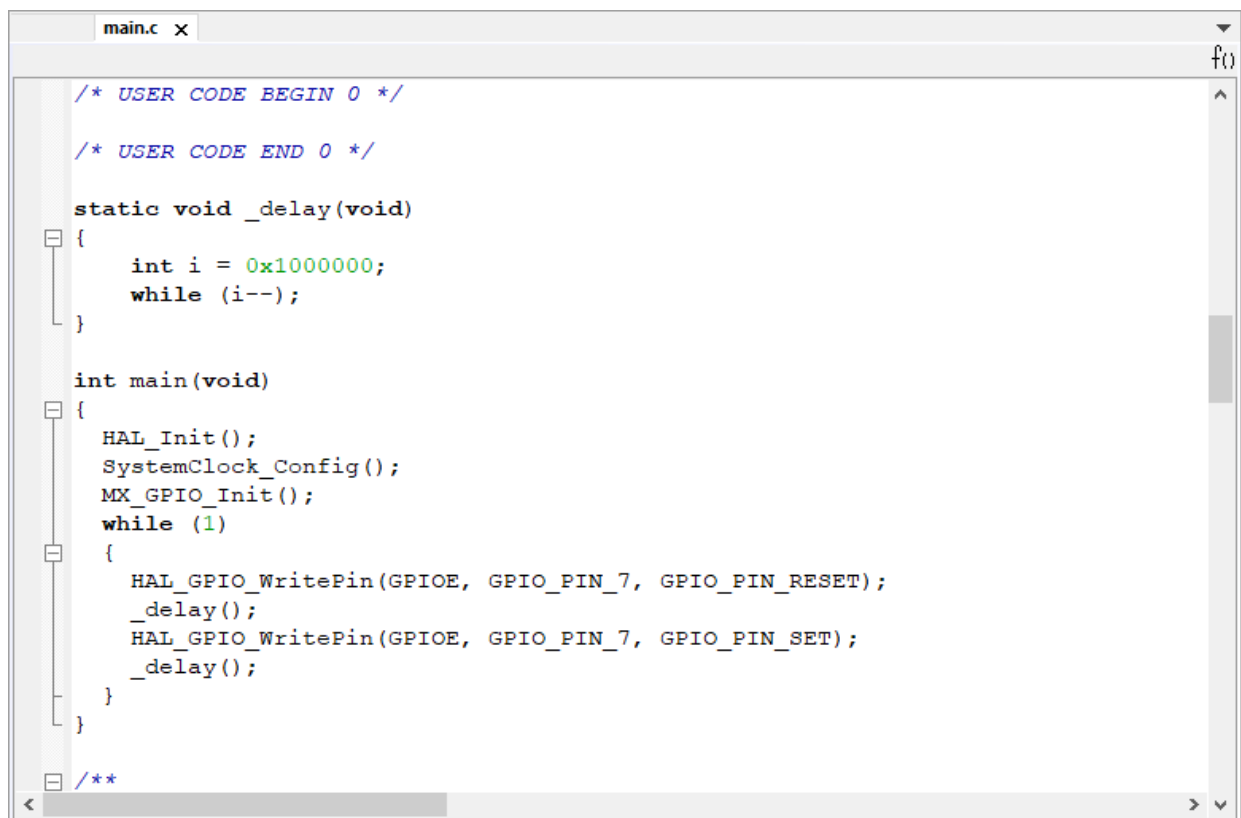
- 下载 RT-Thread Nano 发布版本代码。
- 准备一份基础的裸机源码工程，如 LED 指示灯闪烁示例代码。

### 1.1 下载 Nano 源码

点击[此处](#) 下载 RT-Thread Nano 源码。

### 1.2 基础工程准备

在移植 RT-Thread Nano 之前，我们需要准备一个能正常运行的裸机工程。作为示例，本文使用的是基于 STM32F103 的一个 LED 闪烁程序。程序的主要截图如下：



```
main.c x
/* USER CODE BEGIN 0 */

/* USER CODE END 0 */

static void _delay(void)
{
    int i = 0x1000000;
    while (i--);
}

int main(void)
{
    HAL_Init();
    SystemClock_Config();
    MX_GPIO_Init();
    while (1)
    {
        HAL_GPIO_WritePin(GPIOE, GPIO_PIN_7, GPIO_PIN_RESET);
        _delay();
        HAL_GPIO_WritePin(GPIOE, GPIO_PIN_7, GPIO_PIN_SET);
        _delay();
    }
}

/**
```

图 1：裸机示例代码

在我们的例程中主要做了系统初始化与 LED 闪烁功能，编译下载程序后，就可以看到开发板上的 LED 在闪烁了。读者可以根据自己的需要使用的芯片，准备一个类似的裸机工程。

## 2 添加 RT-Thread Nano 到工程

### 2.1 添加 Nano 源文件

在准备好的 IAR 裸机工程下面新建 rtthread 文件夹，并在该文件中添加以下文件：

- Nano 源码中的 include、libcpu、src 文件夹。
- 配置文件：源码代码 rtthread/bsp 文件夹中的两个文件：board.c 与 rtconfig.h。

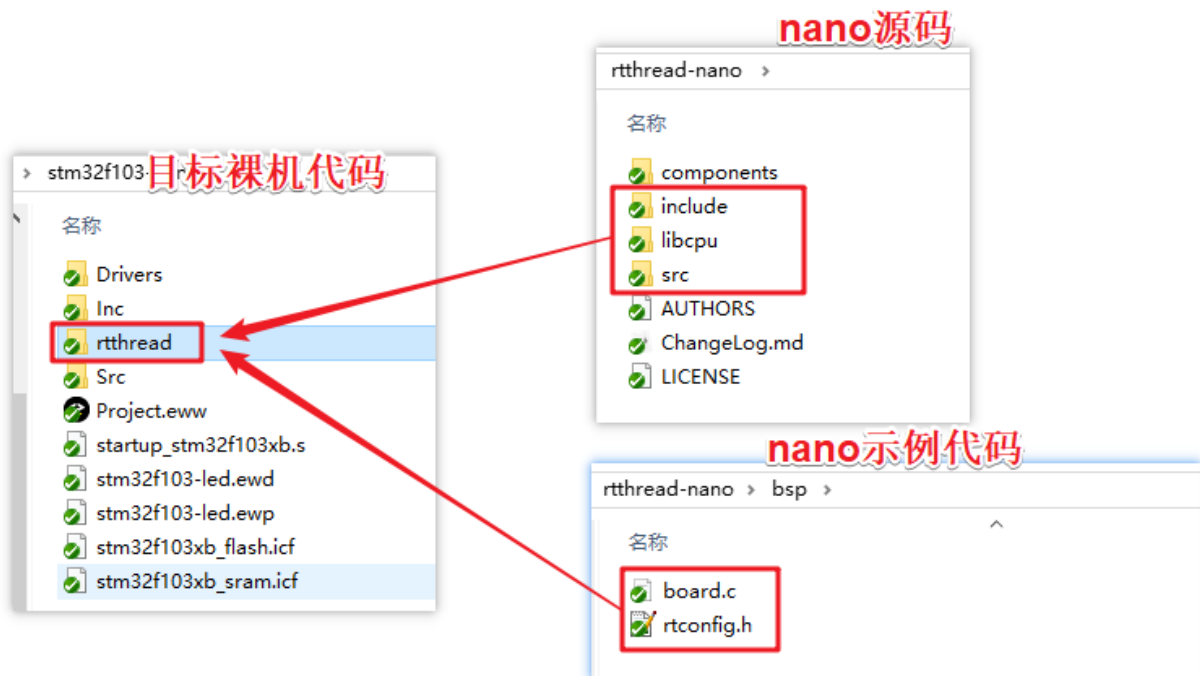


图 2：给裸机工程添加 Nano 源码以及必要的配置文件

双击打开 IAR 裸机工程，新建 rtthread 分组，并在该分组下添加以下源码：

- 添加工程下 rtthread/src/ 文件夹中所有文件到工程；
- 添加工程下 rtthread/libcpu/ 文件夹中相应内核的 CPU 移植文件及上下文切换文件：cpuport.c 以及 context\_iar.S；
- 添加 rtthread/ 文件夹下的 board.c。

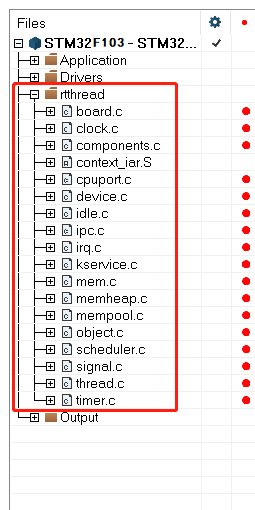


图 3: nano 源码与配置文件

Cortex-M 芯片内核移植代码:

```
context_iar.s
cpuport.c
```

Kernel 文件包括:

```
clock.c
components.c
device.c
idle.c
ipc.c
irq.c
kservice.c
mem.c
object.c
scheduler.c
thread.c
timer.c
```

板级配置代码:

```
board.c
```

## 2.2 添加头文件路径

点击 **Project -> Options...** 进入下图所示界面, 添加 `rtconfig.h` 头文件所在位置的路径, 添加 `include` 文件夹下的头文件路径。

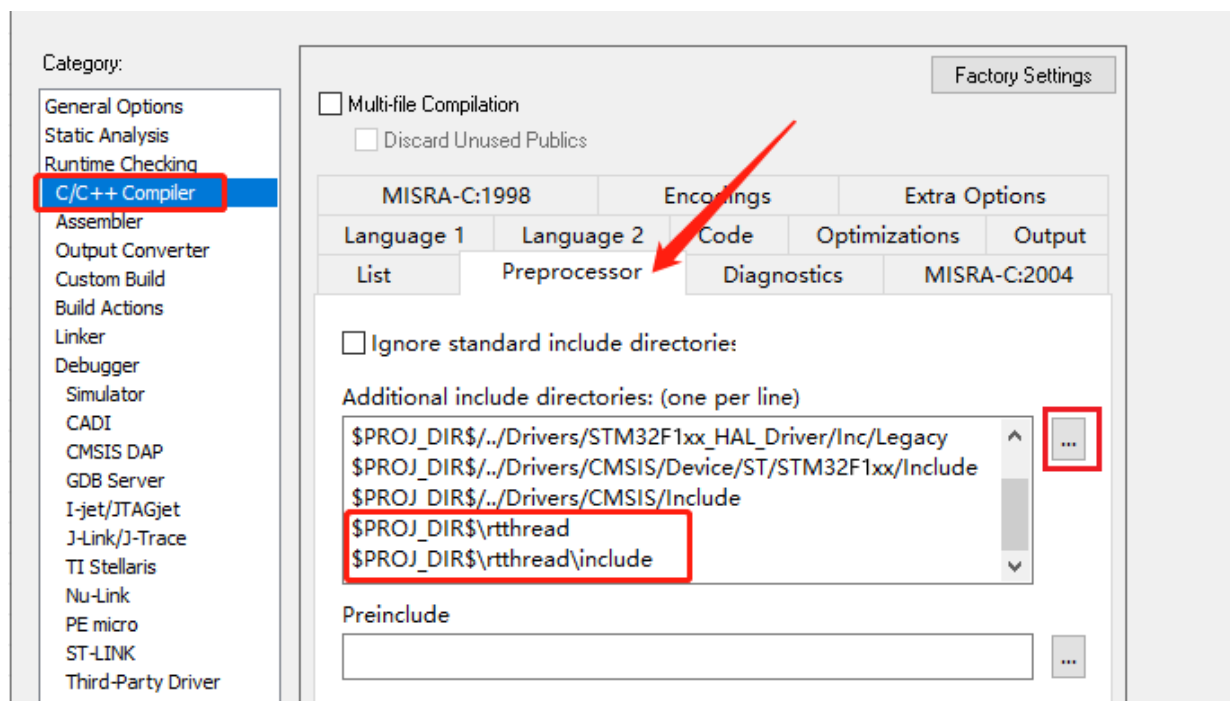


图 4: 添加头文件路径

## 3 适配 RT-Thread Nano

### 3.1 中断与异常处理

RT-Thread 会接管异常处理函数 `HardFault_Handler()` 和悬挂处理函数 `PendSV_Handler()`，这两个函数已由 RT-Thread 实现，所以需要删除工程里中断服务例程文件中的这两个函数，避免在编译时产生重复定义。如果此时对工程进行编译，没有出现函数重复定义的错误，则不用做修改。

### 3.2 系统时钟配置

需要在 `board.c` 中实现 系统时钟配置（为 MCU、外设提供工作时钟）与 OS Tick 的配置（为操作系统提供心跳 / 节拍）。

如下图所示，`SystemCoreClockUpdate()` 配置了系统时钟，`_SysTick_Config()` 配置了 OS Tick。此处 OS Tick 使用滴答定时器 `systick` 实现，需要用户在 `board.c` 中实现 `SysTick_Handler()` 中断服务例程，调用 RT-Thread 提供的 `rt_tick_increase()`。

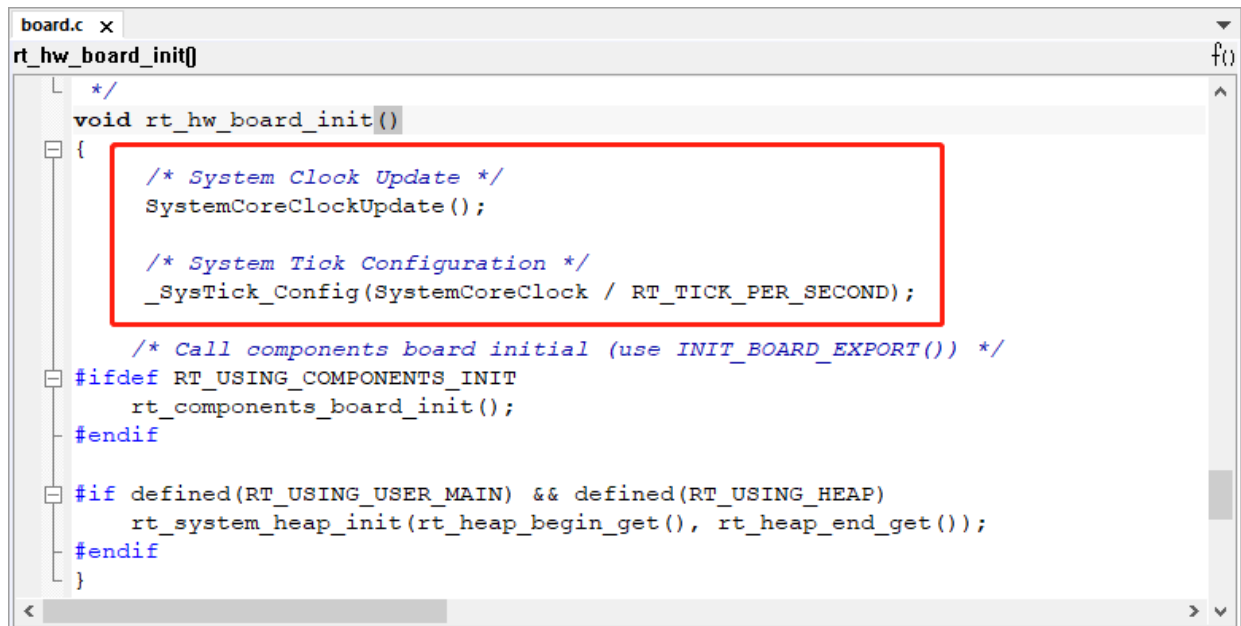


图 5: 系统时钟与 OS Tick 配置

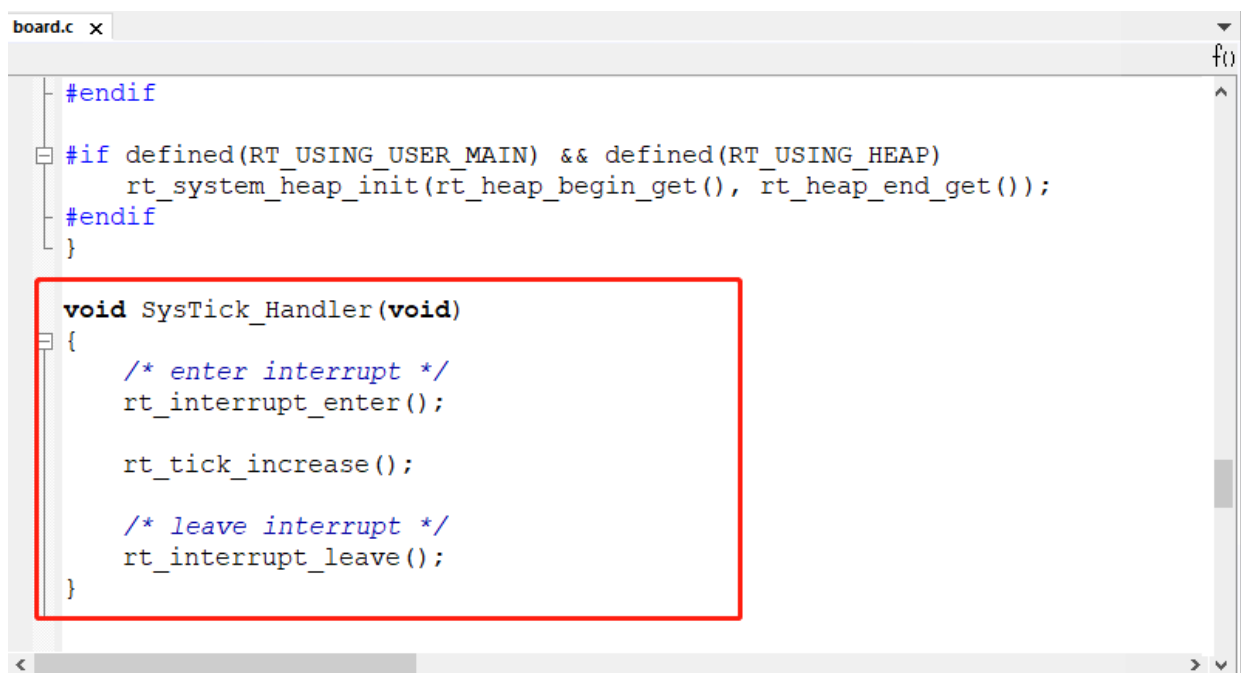


图 6: OS Tick 的实现

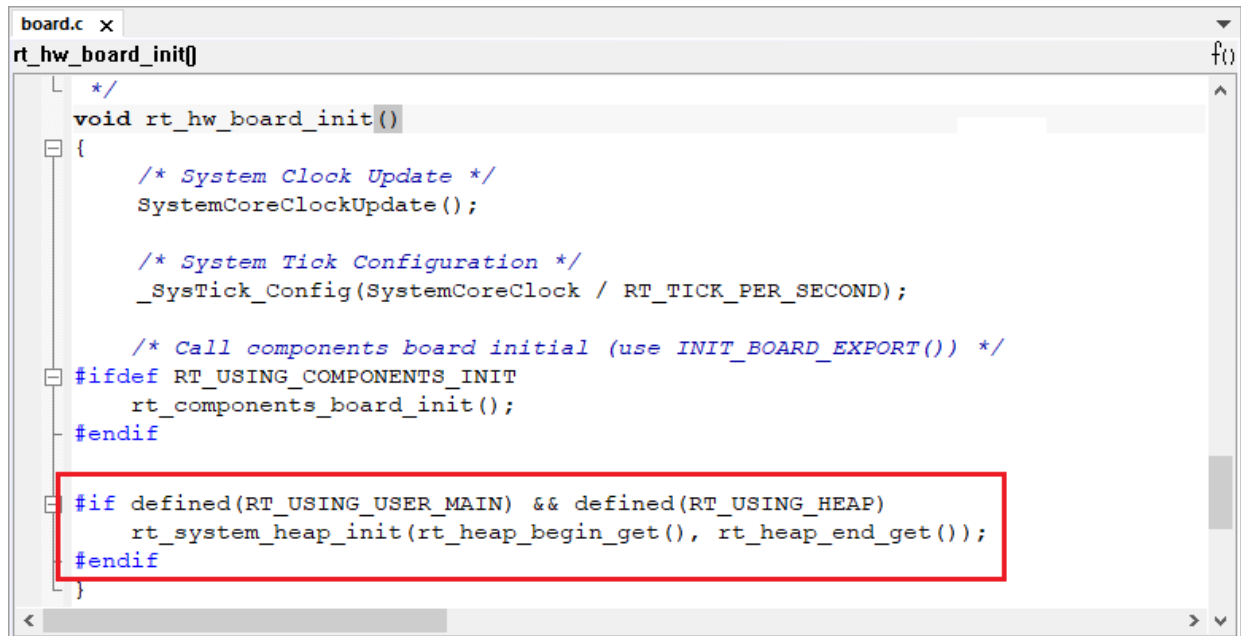
由于 `SysTick_Handler()` 中断服务例程由用户在 `board.c` 中重新实现，做了系统 OS Tick，所以还需要删除工程里中断服务例程文件中的 `SysTick_Handler()`，避免在编译时产生重复定义。如果此时对工程进行编译，没有出现函数重复定义的错误，则不用做修改。

### 3.3 内存堆初始化

系统内存堆的初始化在 `board.c` 中的 `rt_hw_board_init()` 函数中完成，内存堆功能是否使用取决于宏 `RT_USING_HEAP` 是否开启，RT-Thread Nano 默认不开启内存堆功能，这样可以保持一个较小的体

积，不用为内存堆开辟空间。

开启系统 heap 将可以使用动态内存功能，如使用 `rt_malloc`、`rt_free` 以及各种系统动态创建对象的 API。若需要使用系统内存堆功能，则打开 `RT_USING_HEAP` 宏定义即可，此时内存堆初始化函数 `rt_system_heap_init()` 将被调用，如下所示：



```
board.c x
rt_hw_board_init()
{
    /*
    void rt_hw_board_init()
    {
        /* System Clock Update */
        SystemCoreClockUpdate();

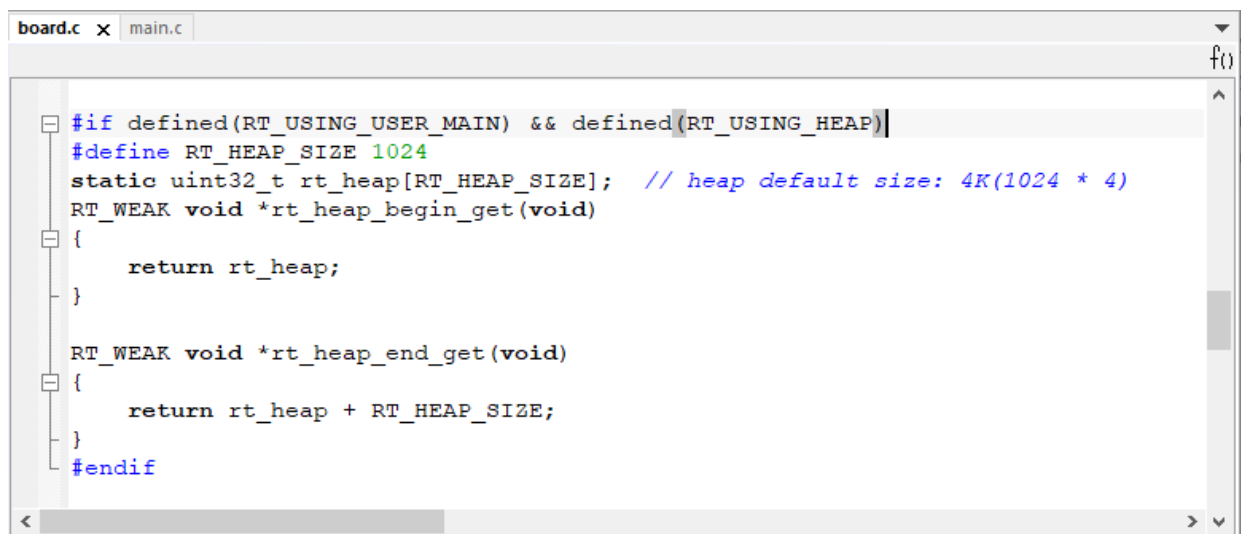
        /* System Tick Configuration */
        _SysTick_Config(SystemCoreClock / RT_TICK_PER_SECOND);

        /* Call components board initial (use INIT_BOARD_EXPORT()) */
#ifdef RT_USING_COMPONENTS_INIT
        rt_components_board_init();
#endif

        if defined(RT_USING_USER_MAIN) && defined(RT_USING_HEAP)
            rt_system_heap_init(rt_heap_begin_get(), rt_heap_end_get());
        endif
    }
}
```

图 7: 系统 heap 初始化

初始化内存堆需要堆的起始地址与结束地址这两个参数，系统中默认使用数组作为 heap，并获取了 heap 的起始地址与结束地址，该数组大小可手动更改，如下所示：



```
board.c x main.c
#if defined(RT_USING_USER_MAIN) && defined(RT_USING_HEAP)
#define RT_HEAP_SIZE 1024
static uint32_t rt_heap[RT_HEAP_SIZE]; // heap default size: 4K(1024 * 4)
RT_WEAK void *rt_heap_begin_get(void)
{
    return rt_heap;
}

RT_WEAK void *rt_heap_end_get(void)
{
    return rt_heap + RT_HEAP_SIZE;
}
#endif
```

图 8: 默认 HEAP 的实现

注意：开启 heap 动态内存功能后，heap 默认值较小，在使用的时候需要改大，否则可能会有申请内存失败或者创建线程失败的情况，修改方法有以下两种：

- 可以直接修改数组中定义的 `RT_HEAP_SIZE` 的大小，至少大于各个动态申请内存大小之和，但要



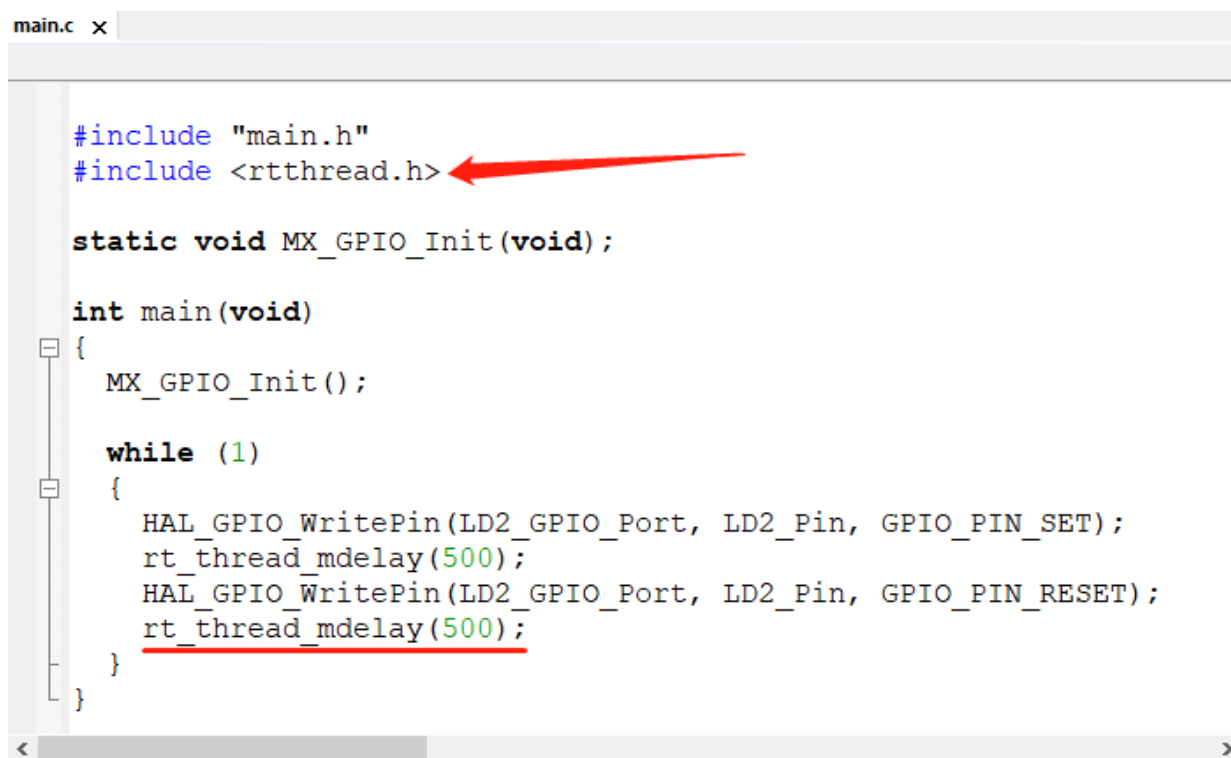
小于芯片 RAM 总大小。

- 也可以参考《RT-Thread Nano 移植原理》——实现动态内存堆 章节进行修改，使用 RAM ZI 段结尾处作为 HEAP 的起始地址，使用 RAM 的结尾地址作为 HEAP 的结尾地址，这是 heap 能设置的最大值的方法。

## 4 编写第一个应用

移植好 RT-Thread Nano 之后，则可以开始编写第一个应用代码。此时 main() 函数就转变成 RT-Thread 操作系统的一个线程，现在可以在 main() 函数中实现第一个应用：板载 LED 指示灯闪烁，这里直接基于裸机 LED 指示灯进行修改。

1. 首先在文件首部增加 RT-Thread 的相关头文件 `<rtthread.h>`。
2. 在 main() 函数中（也就是在 main 线程中）实现 LED 闪烁代码：初始化 LED 引脚、在循环中点亮 / 熄灭 LED。
3. 将延时函数替换为 RT-Thread 提供的延时函数 `rt_thread_mdelay()`。该函数会引起系统调度，切换到其他线程运行，体现了线程实时性的特点。



```
main.c x
#include "main.h"
#include <rtthread.h>

static void MX_GPIO_Init(void);

int main(void)
{
    MX_GPIO_Init();

    while (1)
    {
        HAL_GPIO_WritePin(LD2_GPIO_Port, LD2_Pin, GPIO_PIN_SET);
        rt_thread_mdelay(500);
        HAL_GPIO_WritePin(LD2_GPIO_Port, LD2_Pin, GPIO_PIN_RESET);
        rt_thread_mdelay(500);
    }
}
```

图 9: rt-thread main

编译程序之后下载到芯片就可以看到基于 RT-Thread 的程序运行起来了，LED 正常闪烁。

注意事项：当添加 RT-Thread 之后，裸机中的 main() 函数会自动变成 RT-Thread 系统中 main 线程的入口函数。由于线程不能一直独占 CPU，所以此时在 main() 中使用 while(1) 时，需要有让出 CPU 的动作，比如使用 `rt_thread_mdelay()` 系列的函数让出 CPU。

与裸机 LED 闪烁应用代码的不同：

1). 延时函数不同：RT-Thread 提供的 `rt_thread_mdelay()` 函数可以引起操作系统进行调度，当调用该函数进行延时时，本线程将不占用 CPU，调度器切换到系统的其他线程开始运行。而裸机的 `delay` 函数是一直占用 CPU 运行的。

2). 初始化系统时钟的位置不同：移植好 RT-Thread Nano 之后，不需要再在 `main()` 中做相应的系统配置（如 `hal` 初始化、时钟初始化等），这是因为 RT-Thread 在系统启动时，已经做好了系统时钟初始化等的配置，这在上一小节“系统时钟配置”中有讲解。

## 5 配置 RT-Thread Nano

用户可以根据自己的需要通过打开或关闭 `rtconfig.h` 文件里面的宏定义，配置相应功能，如下是 `rtconfig.h` 的代码片段：

```
...

// <h>IPC(Inter-process communication) Configuration
// <c1>Using Semaphore
// <i>Using Semaphore
#define RT_USING_SEMAPHORE
// </c>
// <c1>Using Mutex
// <i>Using Mutex
// #define RT_USING_MUTEX // 打开此宏则使能互斥量的使用
// </c>
// <c1>Using Event
// <i>Using Event
// #define RT_USING_EVENT // 打开此宏则使能事件集的使用
// </c>
// <c1>Using MailBox
// <i>Using MailBox
// #define RT_USING_MAILBOX // 打开此宏则使能邮箱的使用
// </c>
// <c1>Using Message Queue
// <i>Using Message Queue
// #define RT_USING_MESSAGEQUEUE // 打开此宏则使能消息队列的使用
// </c>
// </h>

// <h>Memory Management Configuration
// <c1>Using Memory Pool Management
// <i>Using Memory Pool Management
// #define RT_USING_MEMPOOL // 打开此宏则使能内存池的使用
...

```

RT-Thread Nano 默认未开启宏 `RT_USING_HEAP`，故只支持静态方式创建任务及信号量。若要通过动态方式创建对象则需要在 `rtconfig.h` 文件里开启 `RT_USING_HEAP` 宏定义。完整配置详见

《RT-Thread Nano 配置》。