
基于 KEIL MDK 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

Thursday 26th December, 2019

目录

目录	i
1 准备工作	1
1.1 基础工程准备	1
1.2 Nano Pack 安装	2
1.2.1. 方法一：在 IDE 内安装	2
1.2.2. 方法二：手动安装	4
2 添加 RT-Thread Nano 到工程	4
3 适配 RT-Thread Nano	7
3.1 中断与异常处理	7
3.2 系统时钟配置	7
3.3 内存堆初始化	8
4 编写第一个应用	10
5 配置 RT-Thread Nano	11
6 获取示例代码	11
7 常见问题	12
7.1 Q: 如何升级 pack?	12
7.2 Q: 在安装 pack 后，未找到可选的 RT-Thread pack。	12
7.3 Q: 在添加 Nano 时，选择 shell 后，编译报错。	13

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

RT-Thread Nano 已集成在 Keil MDK 中，可以直接在 IDE 中进行下载添加。本文档介绍了如何使用 MDK 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 keil MDK 工程，并获取 RT-Thread Nano pack 安装包并进行安装。
2. 在基础工程中添加 RT-Thread Nano 源码。
3. 适配 Nano，主要从中断、时钟、内存这几个方面进行适配，实现移植。
4. 验证移植结果：编写第一个应用代码，基于 RT-Thread Nano 闪烁 LED。
5. 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

- 准备一份基础的裸机源码工程，如一份 stm32 的 LED 指示灯闪烁示例代码。
- 在 KEIL 上安装 RT-Thread Nano Pack。

1.1 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：

```
19  #include "main.h"
20
21  void SystemClock_Config(void);
22  static void MX_GPIO_Init(void);
23
24  static void _delay(void)
25  {
26      int i = 0x1000000;
27      while (i--);
28  }
29
30  int main(void)
31  {
32      HAL_Init();
33      SystemClock_Config();
34      MX_GPIO_Init();
35
36      while (1)
37      {
38          HAL_GPIO_WritePin(GPIOE, GPIO_PIN_7, GPIO_PIN_RESET);
39          _delay();
40          HAL_GPIO_WritePin(GPIOE, GPIO_PIN_7, GPIO_PIN_SET);
41          _delay();
42      }
43  }
44
```

图 1: STM32 裸机代码示例

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 LED 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。

1.2 Nano Pack 安装

Nano Pack 可以通过在 Keil MDK IDE 内进行安装，也可以手动安装。下面开始介绍两种安装方式。

1.2.1. 方法一：在 IDE 内安装

打开 MDK 软件，点击工具栏的 Pack Installer 图标：

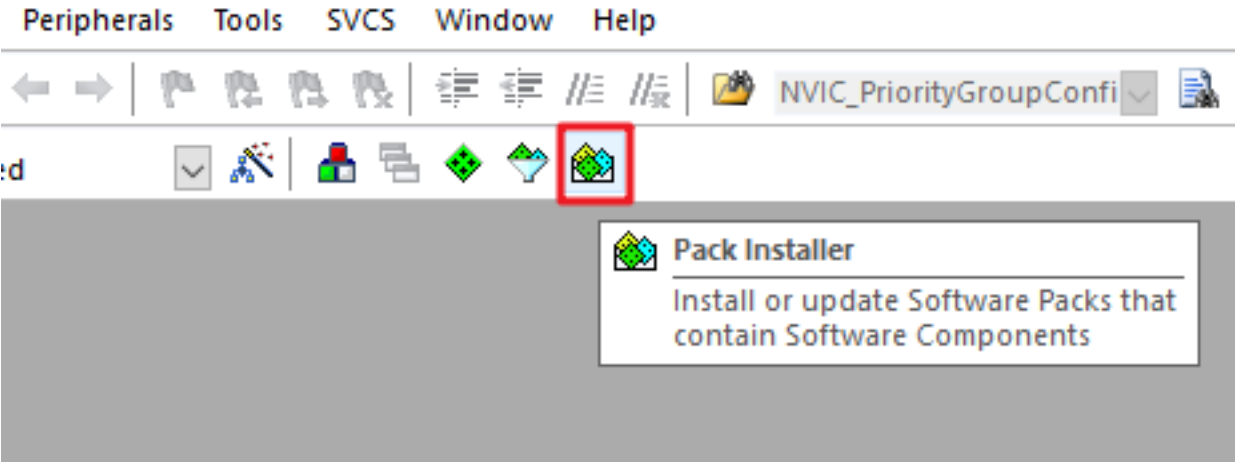


图 2: Packs 安装

点击右侧的 Pack，展开 Generic，可以找到 RealThread::RT-Thread，点击 Action 栏对应的 Install，就可以在线安装 Nano Pack 了。另外，如果需要安装其他版本，则需要展开 RealThread::RT-Thread，进行选择。

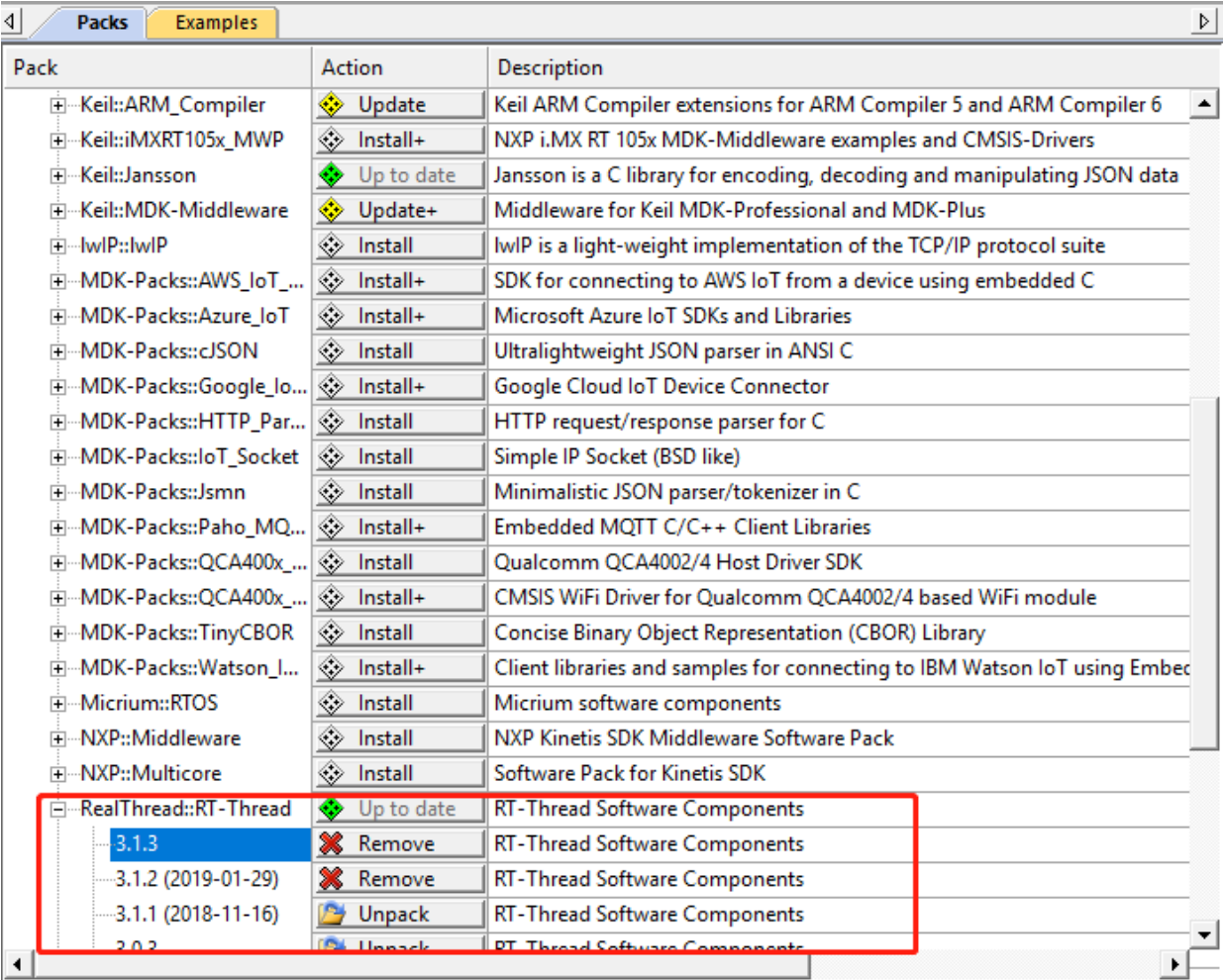


图 3: Packs 管理

1.2.2. 方法二：手动安装

我们也可以从官网下载安装文件，[RT-Thread Nano 离线安装包下载](#)，下载结束后双击文件进行安装：

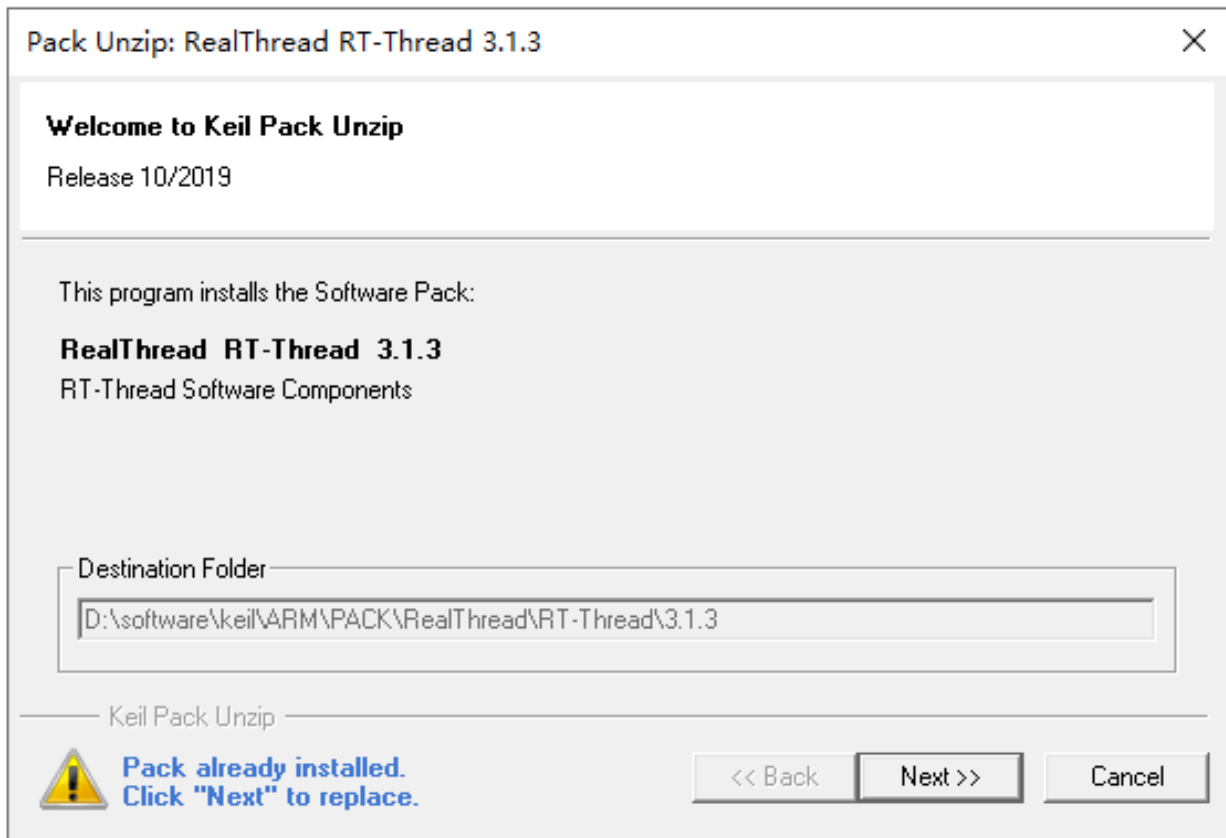


图 4: Packs 手动安装

2 添加 RT-Thread Nano 到工程

打开已经准备好的可以运行的裸机程序，将 RT-Thread 添加到工程。如下图，点击 Manage Run-Time Environment。

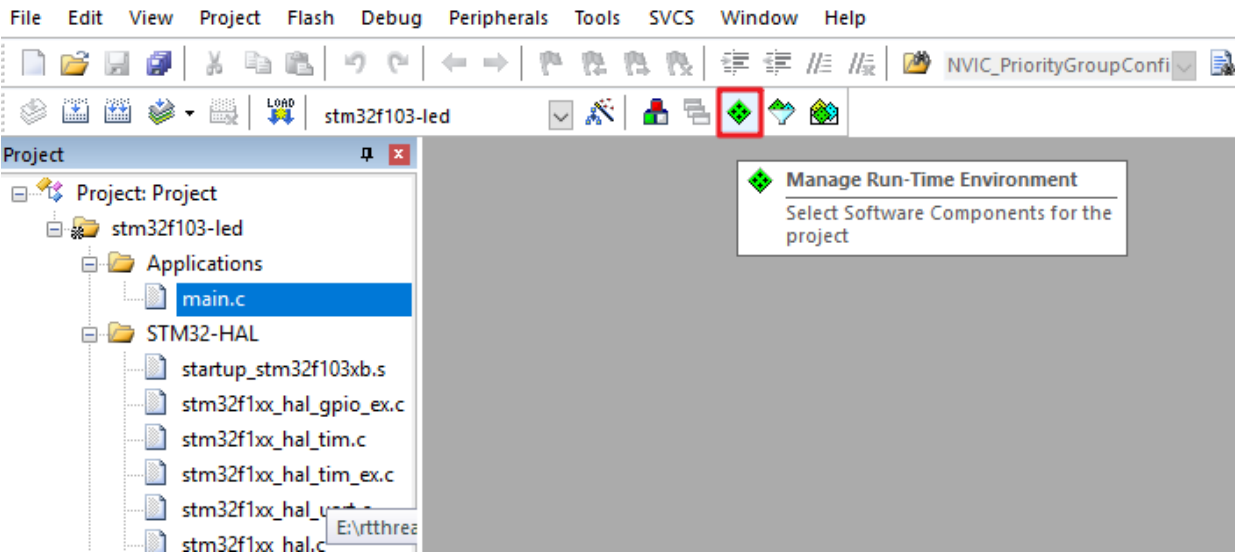


图 5: MDK RTE

在 Manage Run-Time Environment 里 “Software Component” 栏找到 RTOS，Variant 栏选择 RT-Thread，然后勾选 kernel，点击 “OK” 就添加 RT-Thread 内核到工程了。

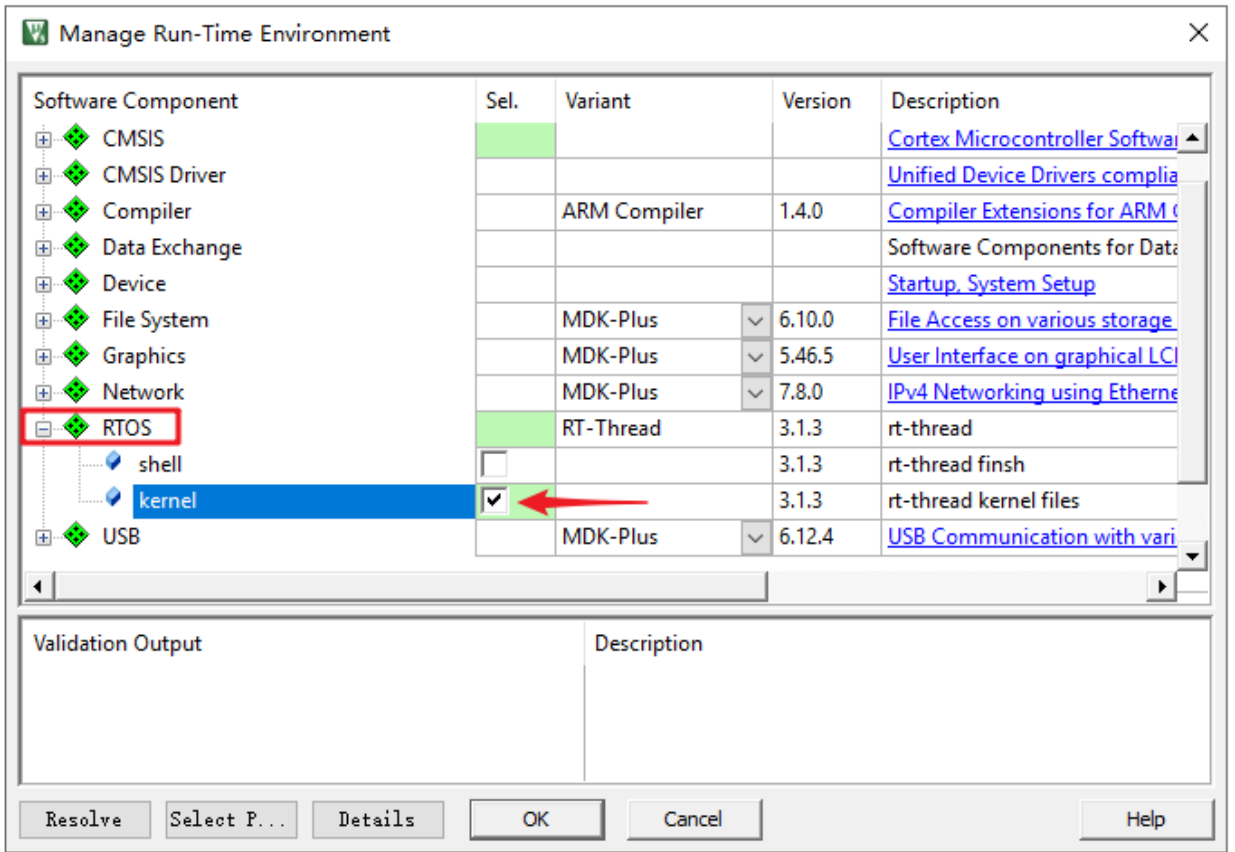


图 6: 添加 Nano 内核

现在可以在 Project 看到 RT-Thread RTOS 已经添加进来了，展开 RTOS，可以看到添加到工程的文件：

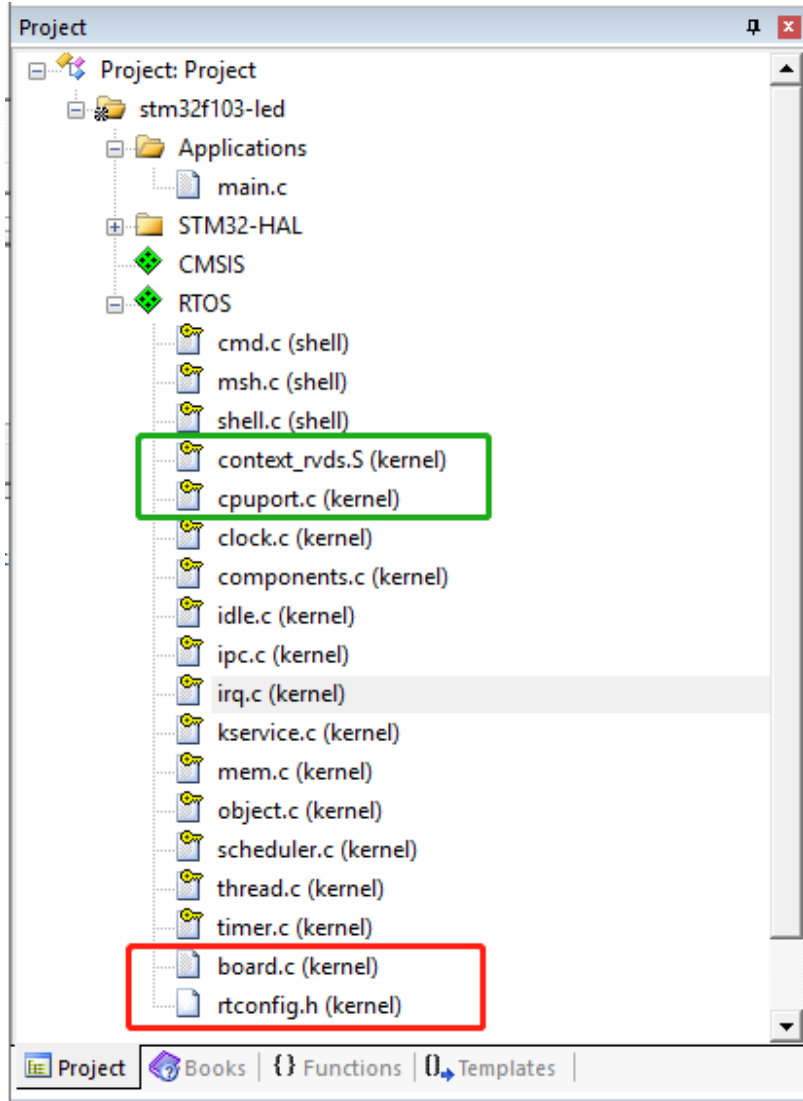


图 7: 添加了 RTOS 的工程

Cortex-M 芯片内核移植代码:

```
context_rvds.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
```

配置文件:

```
board.c  
rtconfig.h
```

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()`。

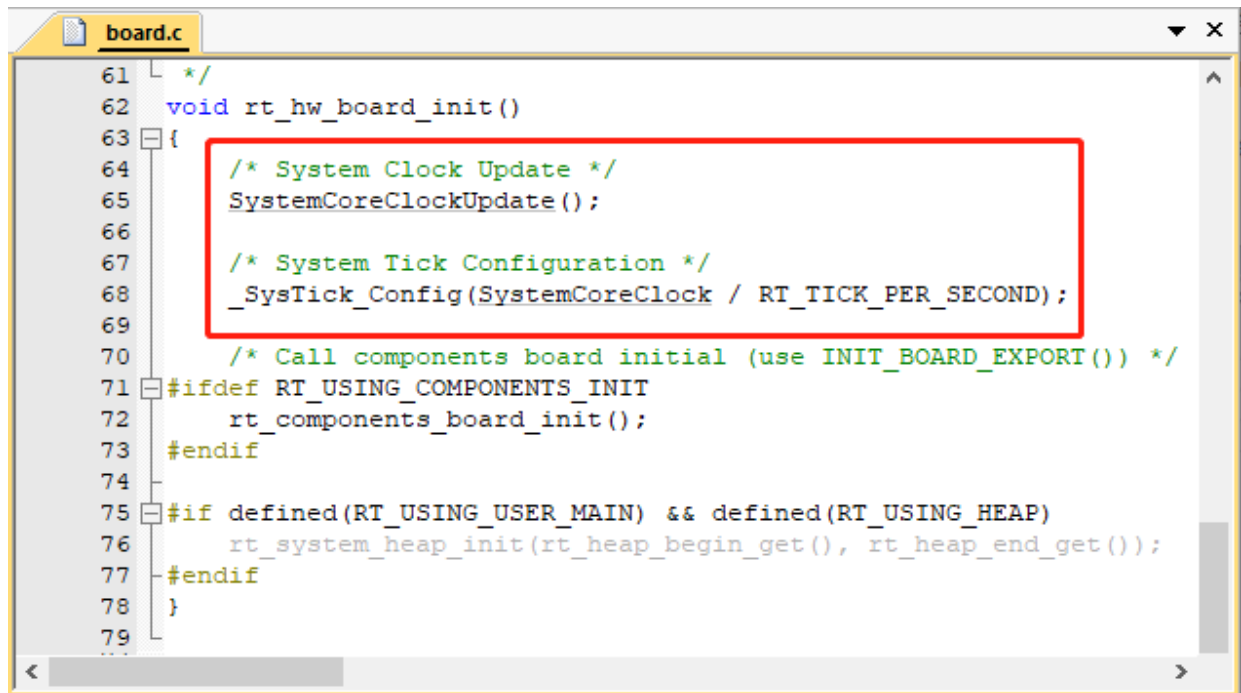


图 8: 系统时钟与 OS Tick 配置

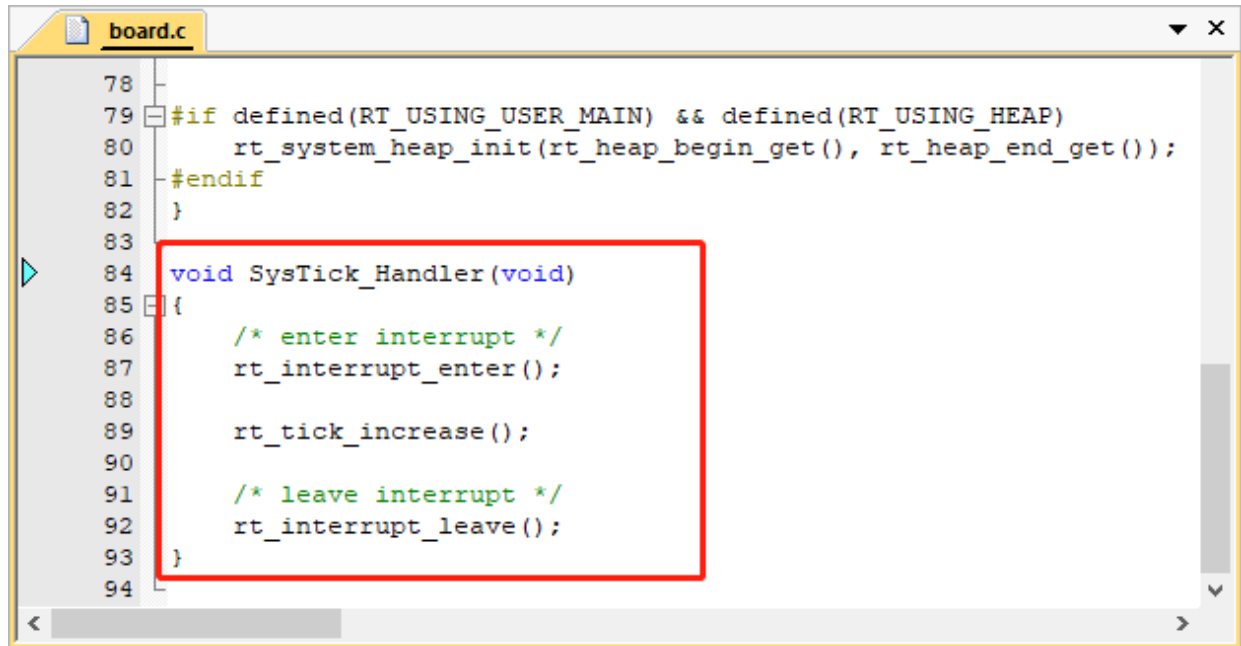


图 9: OS Tick 的实现

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原本已经实现的 `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：

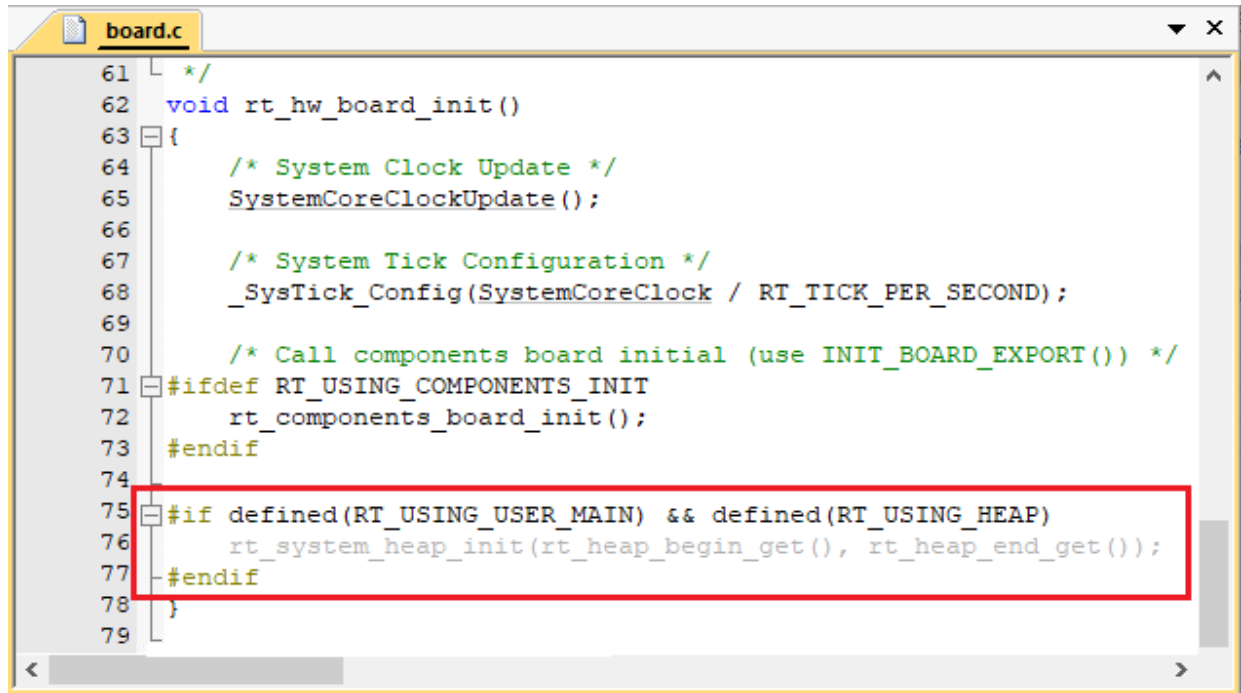


图 10: 系统 heap 初始化

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：

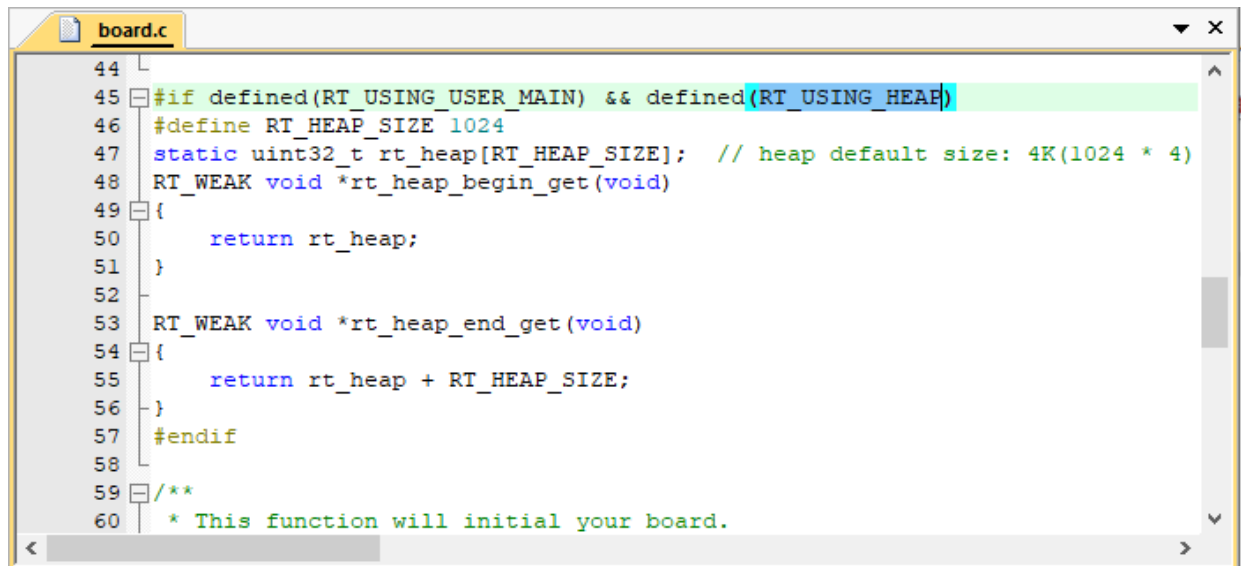


图 11: 默认 heap 的实现

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验证移植结果。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。



图 12: 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，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修改 rtconfig.h 文件里面的宏定义配置相应功能。

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。

MDK 的配置向导 configuration Wizard 可以很方便的对工程进行配置，Value 一栏可以选中对应功能及修改相关值，等同于直接修改配置文件 rtconfig.h。更多细节配置详见《RT-Thread Nano 配置》。

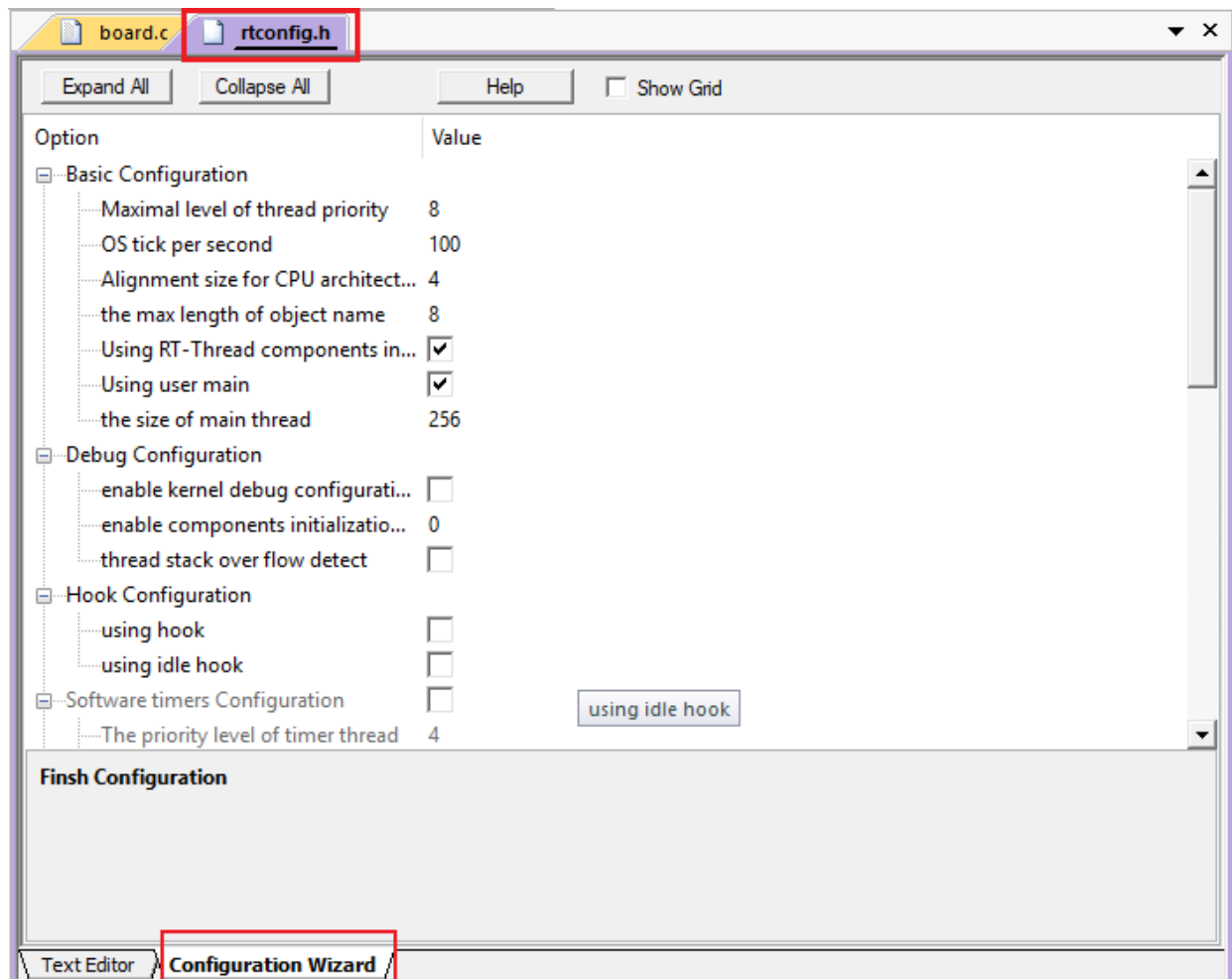


图 13: Nano 配置

6 获取示例代码

Keil MDK 中集成的 RT-Thread Nano 软件包附带示例代码，如果需要参照示例代码，则可以在 Keil 中打开相应的示例代码工程。

首先点击 Pack Installer，进入下图所示界面：

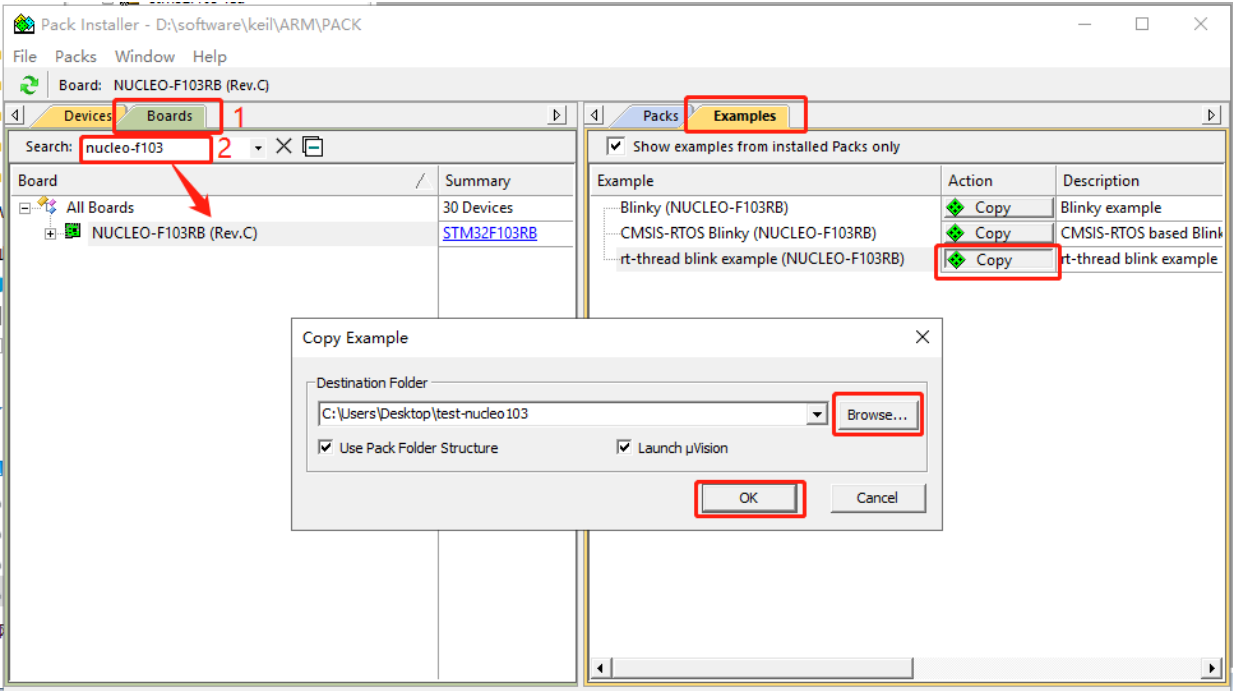


图 14：在 keil 中打开示例代码

右侧界面切换到 Examples，然后在左侧界面搜索 Device 或者 Boards，点击搜索出的芯片或者开发板，会显示与其相关的所有示例代码，同时可以看到 RT-Thread 的示例代码也在其中，点击 Copy，选择一个路径，然后点击 OK 即可打开示例代码工程。

7 常见问题

7.1 Q: 如何升级 pack?

A: Pack 升级步骤基本如同软件包，展开 RealThread::RT-Thread 后，选择比较新的 Nano 版本，点击 Install 进行安装。如下图所示，点击红色框中的 Install 进行升级，即可将 3.1.2 版本升级到 3.1.3。

需要注意的是，若多个版本同时安装，则最终向工程添加 Nano 时，只能选择高版本进行添加。

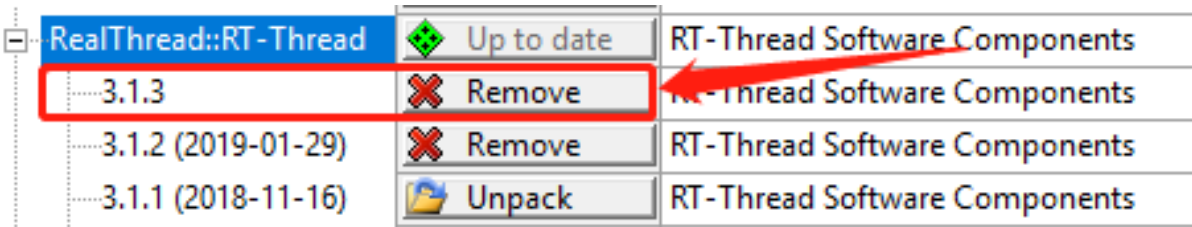


图 15：Nano 升级

7.2 Q: 在安装 pack 后，未找到可选的 RT-Thread pack。

A: 点击下图中的下拉小三角即可找到 RT-Thread，选择 RT-Thread 即可。

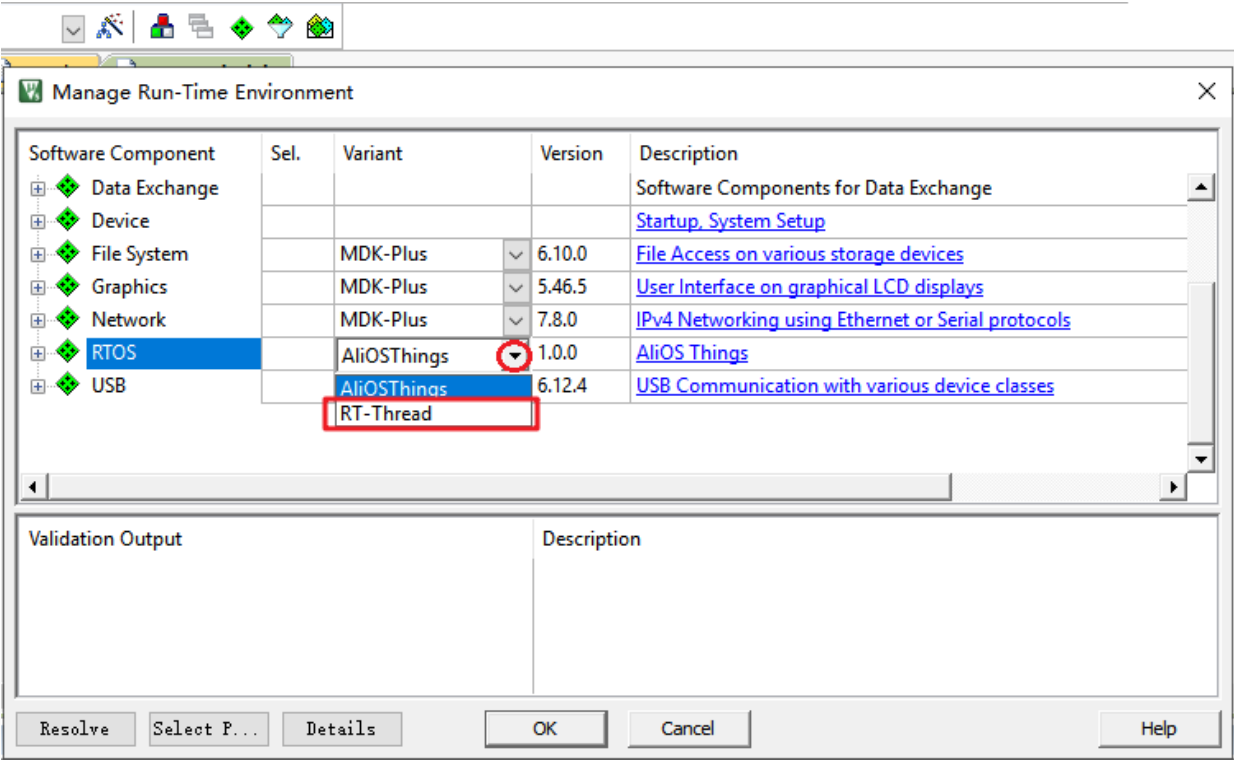


图 16: 1576492587873

7.3 Q: 在添加 Nano 时，选择 shell 后，编译报错。

A: 报错 “Undefined symbol rt_hw_console_getchar (referred from shell.o)”。这是由于添加 FinSH 组件源码之后，还需要自行定义与实现该函数才能完成 FinSH 的移植，详见 《在 RT-Thread Nano 上添加控制台与 FinSH》。