

应用笔记

N32G43x/N32L43x/N32L40x系列低功耗应用笔记

简介

在嵌入式产品研发过程中，有时会需要使用电池的场景，在此场景中，都希望电池能维持更长的使用寿命，那么低功耗设置是有必要的。

本文档主要针对国民技术 MCU 系列产品在上述应用场景，指导用户如何使用国民技术的 MCU，通过 PWR 模块实现 MCU 进入不同的低功耗模式来实现对电池功耗的控制。

本文档仅适应于国民技术 MCU 产品，目前支持的产品系列有 N32G43x 系列、N32L43x、N32L40x 系列。

目录

1 电源系统	1
2 设置进入 SLEEP 模式	2
3 设置进入 LOW POWER RUN 模式	3
4 设置进入 LOW POWER SLEEP 模式	4
5 设置进入 STOP2 模式	5
6 设置进入 STANDBY 模式	6
7 设置进入 POWER DOWN 模式	7
8 STOP2 模式下 SRAM 配置	8
8.1 SRAM 数据配置	8
8.2 变量定义到 SRAM	10
9 结论	11
10 历史版本	12
11 声明	13

1 电源系统

PWR 作为整个器件的电源控制模块，主要功能是控制 MCU 进入不同的电源模式以及可以被其他事件或者中断唤醒。N32L43x 系列支持 RUN、LOW-POWER RUN、SLEEP、LOW-POWER SLEEP、STOP2、STANDBY 和 POWER DOWN 低功耗模式。

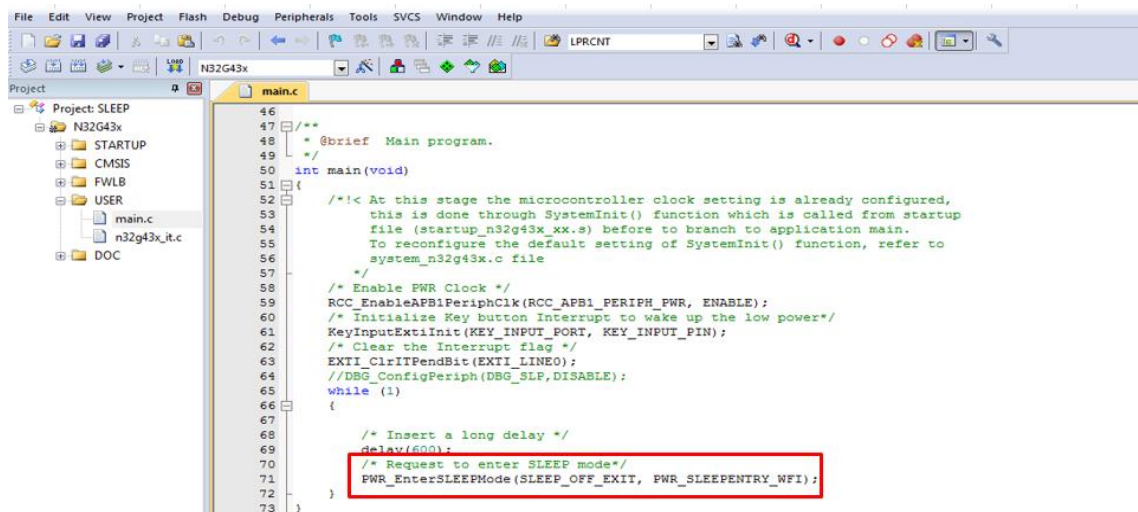
低功耗管理

- Power down 模式: 0.21uA
- Standby 模式: 1uA, 所有备份寄存器保持, IO 保持, 可选 RTC Run, 8KByte SRAM2 可配置, 快速唤醒
- Stop2 模式: 1.5uA, RTC Run, 8KByte SRAM2 和 24K KByte SRAM1 可配置, CPU 寄存器保持, IO 保持, 快速唤醒
- RUN 模式: 60uA/MHz@72MHz, 90uA/MHz@108MHz

2 设置进入SLEEP模式

打开 SDK 中 SLEEP 工程，图 1 中圈中的部分就是进入 SLEEP 的 API 函数，编译完下载到开发板就可以。

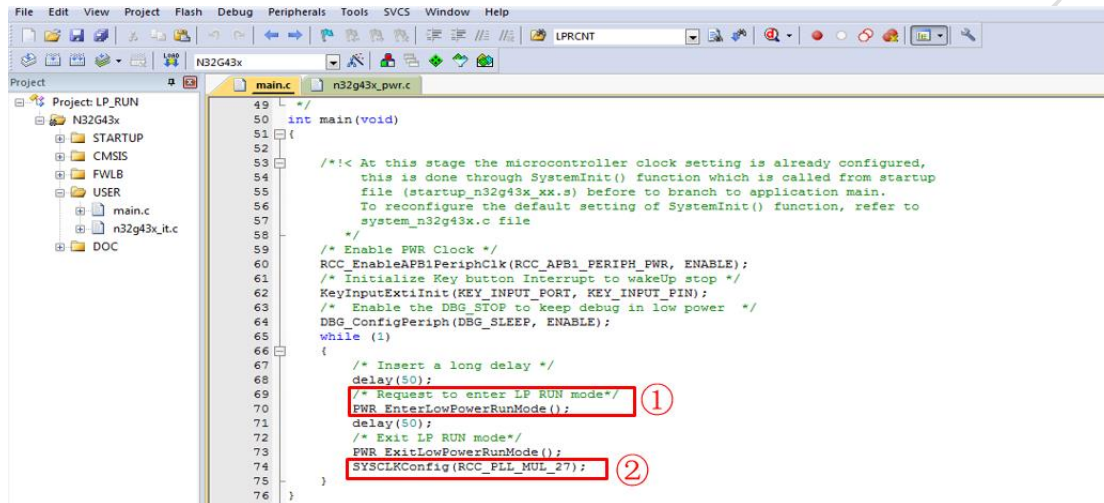
图 2-1 SLEEP 进入设置



3 设置进入LOW POWER RUN模式

打开 SDK 中 LP RUN 工程，图 3-1 中圈中的①部分就是进入 LOW POWER RUN 的 API 函数，该函数会设置系统时钟为 MSI，图 3-1 中圈中的②部分是退出 LP RUN 模式时把系统时钟切回系统的高速时钟。该模式切换需要注意系统时钟的变化，故外设需要根据实际的时钟源重新配置，比如串口。

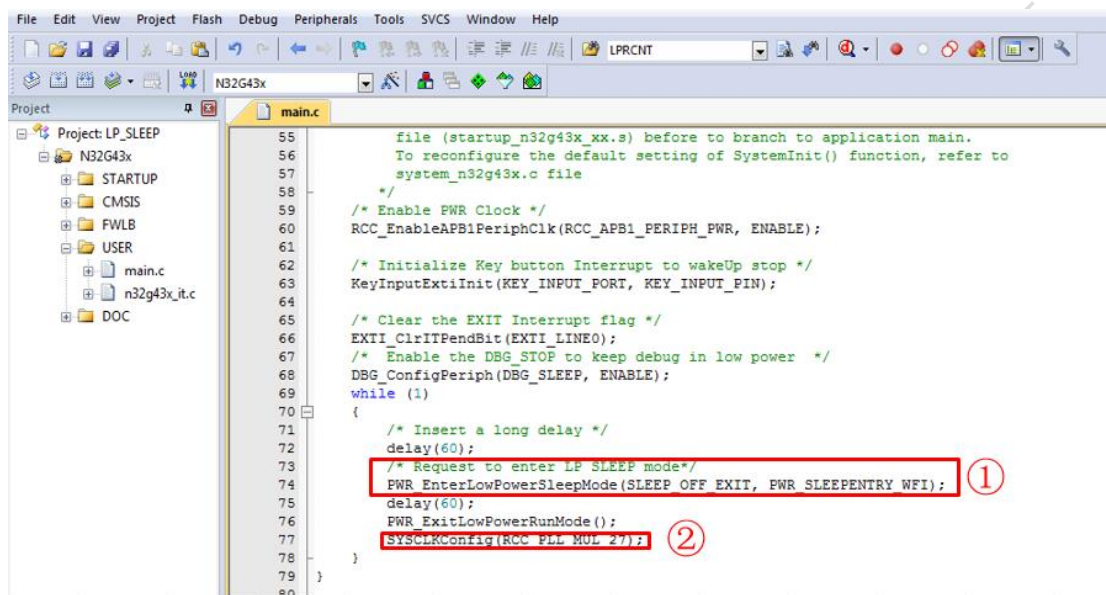
图 3-1 LP RUN 进入设置



4 设置进入LOW POWER SLEEP模式

打开 SDK 中 LP SLEEP 工程，图 4-1 中圈中的①部分就是进入 LOW POWER SLEEP 的 API 函数，该函数会设置系统时钟为 MSI，图 4-1 中圈中的②部分是退出 LP SLEEP 模式时把系统时钟切回系统的高速时钟。该模式需要注意系统时钟的变化，故外设需要根据实际的时钟源重新配置。

图 4-1 LP SLEEP 进入设置

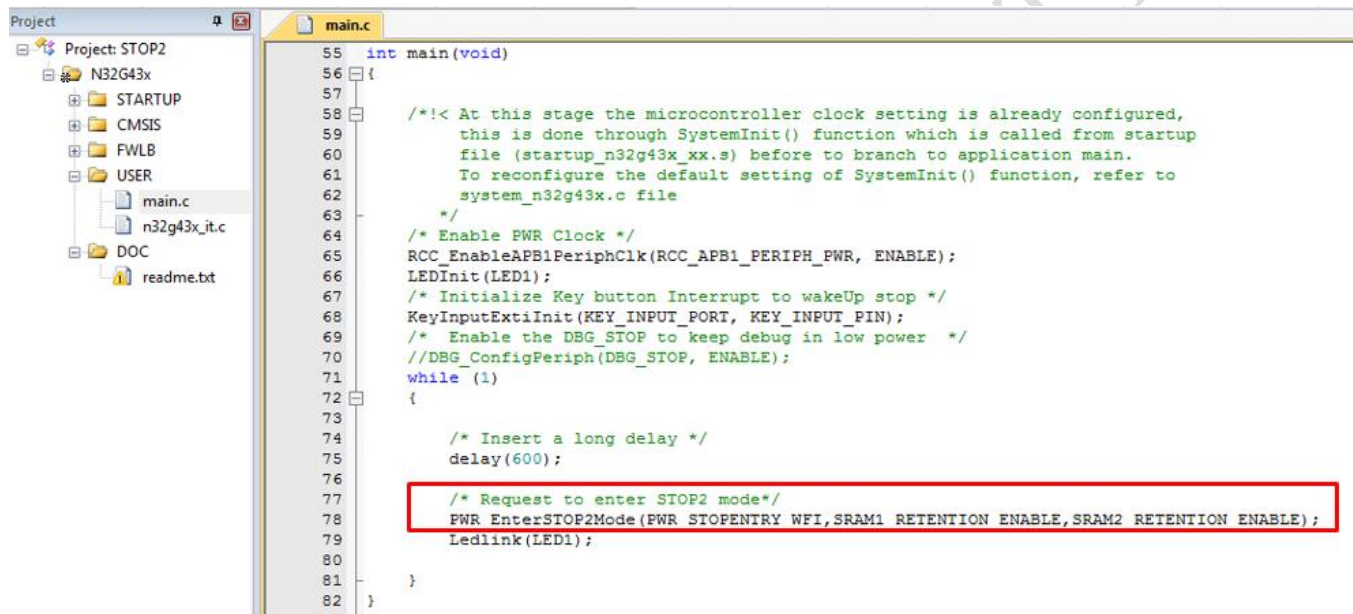


5 设置进入STOP2模式

STOP2模式基于Cortex -M4F深度睡眠模式，所有的核心数字逻辑区域电源全部关闭。主电压调节器(MR)关闭，HSE/HSI/MSI/PLL关闭。CPU寄存器保持，LSE/LSI可选工作，所有GPIO保持，外设I/O复用功能不保持。SRAM1和SRAM2可选保持，除可工作的外设模块外，大部分外设寄存器数据都将丢失，80字节备份寄存器保持。

打开 SDK 中 STOP2 工程，图 5-1 中圈中的部分就是进入 STOP2 的 API 函数，该函数会设置由中断进入 STOP2，以及 SRAM1 和 SRAM2 是否需要保持。用户可以根据对应的宏来定义。另外关于 SRAM 的数据如何配置请参考“STOP2 模式下 SRAM 配置”的章节。

图 5-1 STOP2 进入设置

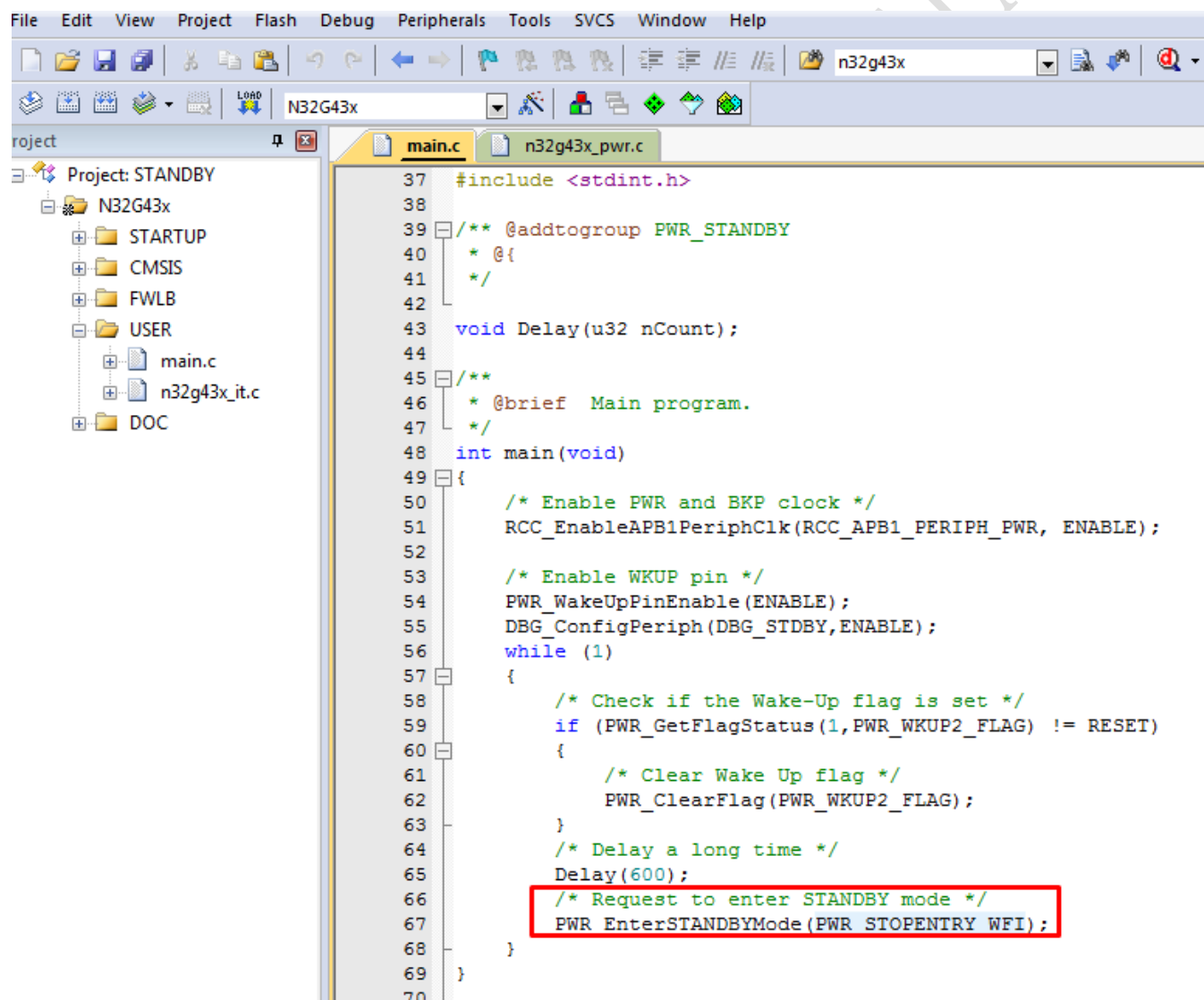


6 设置进入STANDBY模式

在STANDBY待机模式下可以达到较低的电流消耗状态。内部的电压调压器被关闭，PLL、HSI的RC振荡器和HSE晶体振荡器也被关闭，仅LSE和LSI可选工作；进入STANDBY模式后，寄存器的内容将丢失，SRAM2可选保持，待机电路仍工作。

打开 SDK 中 STANDBY 工程，图 6-1 中圈中的部分就是进入 STANDBY 的 API 函数，该函数会设置由中断进入 STANDBY，STANDBY 模式只有一些特殊的引脚才能工作（PC13 / PC14/PC15）。对于唤醒，只要开启对应的引脚唤醒即可。

图 6-1 STANDBY 进入设置

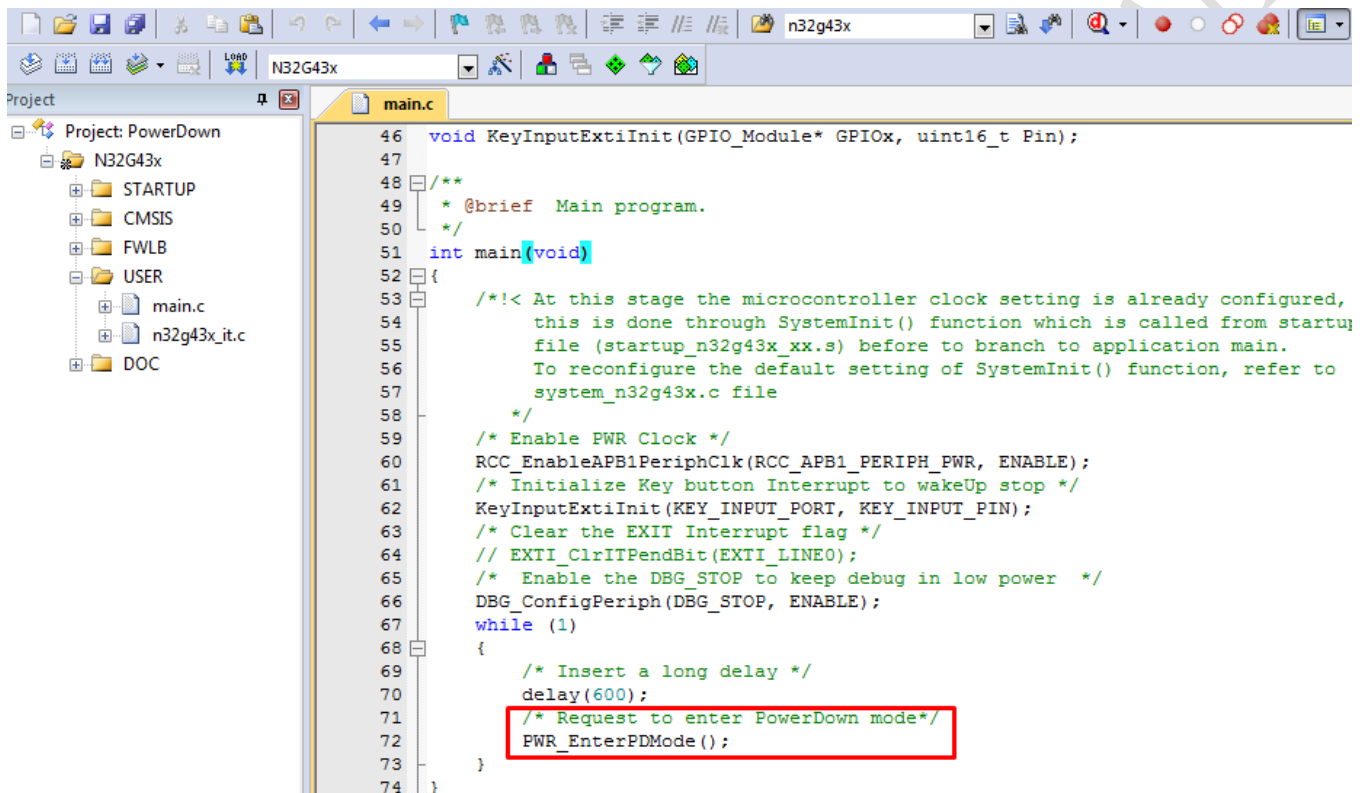


7 设置进入POWER DOWN模式

在 PD（Power down）模式下可以达到最低的电流消耗状态。内部的电压调压器被关闭，PLL、HSI/MSI/LSI 的 RC 振荡器和 HSE 晶体振荡器均被关闭；进入 PD 模式后，寄存器的内容将丢失，待机电路仍工作。

打开 SDK 中 POWER DOWN 工程，图 7-1 中圈中的部分就是进入 POWER DOWN 的 API 函数，调用该函数就可以实现 POWER DOWN 低功耗。

图 7-1 POWN DOWN 进入设置



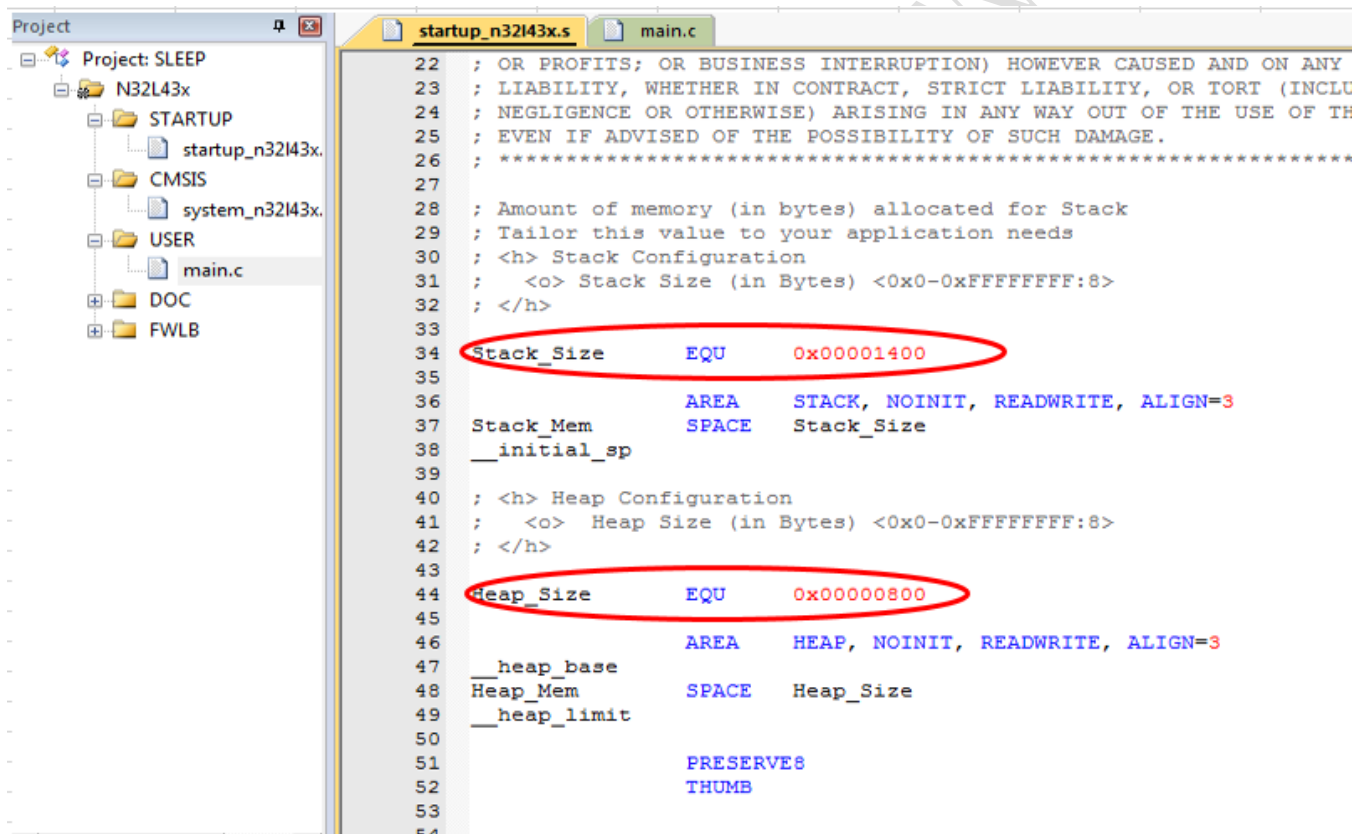
8 STOP2模式下SRAM配置

8.1 SRAM数据配置

在进入 STOP2 前 CPU 会进行一个压栈动作，把当前执行的指令的 FLASH 地址保存到 STACK 里面。进入 STOP2 模式后，前 128K 的 SRAM 内容会丢失，16K 的 Retention SRAM 会保持。而在启动文件 startup_n32l43x.s 里申请的 STACK 和 HEAP 空间并没有指定地址，所以在进入 STOP2 模式后，STACK 和 HEAP 保存的内容很大概率会丢失。因此程序在唤醒后跳出中断函数，如果发现堆栈丢失，出栈失败，就会出现程序会跑飞的情况。

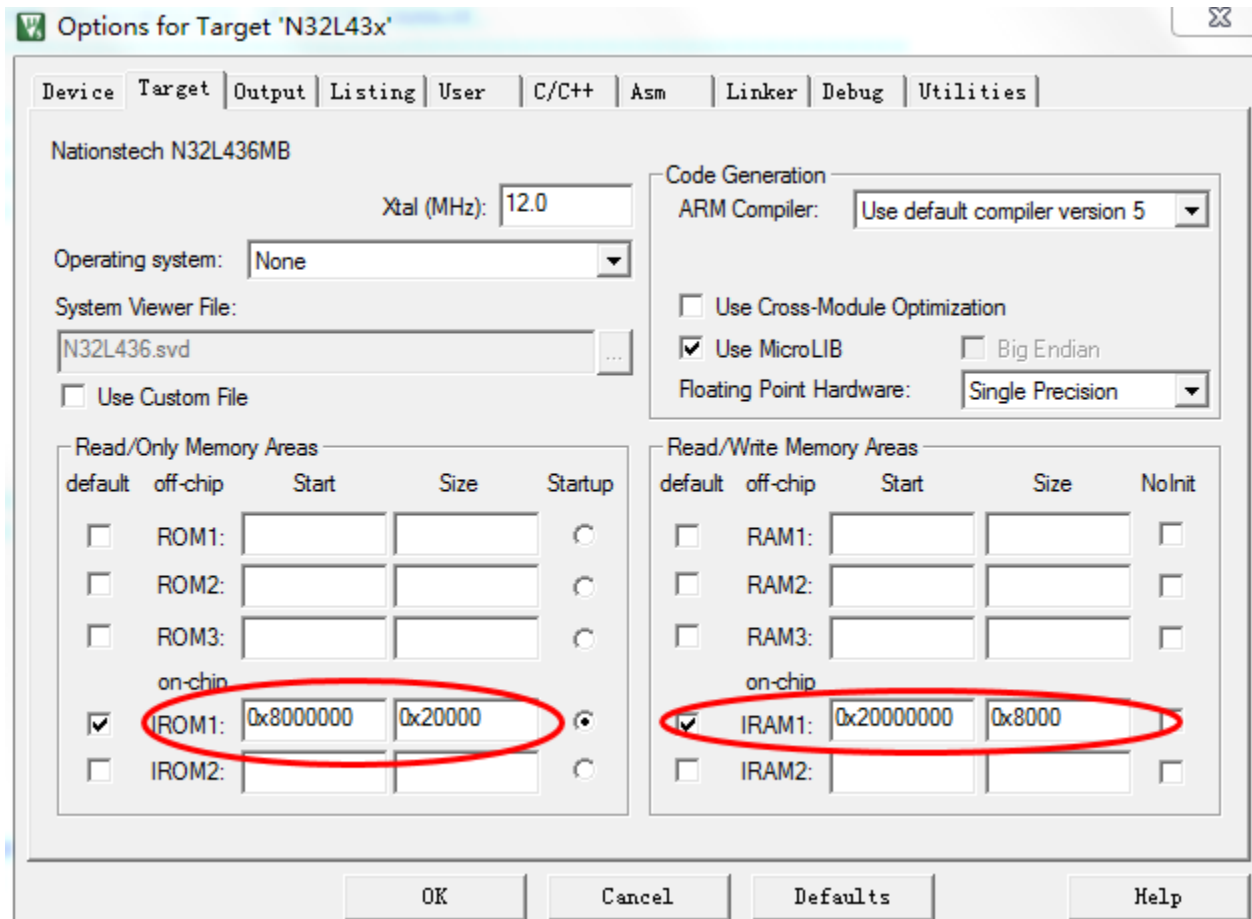
解决办法：增加一个分散加载文件，将 STACK 和 HEAP 申请的空间指定到 16K Retention SRAM 里面。这样就能保证在唤醒后，堆栈不丢失，程序在挂起的地方继续执行。新建分散加载文件的步骤如下：

图 8-1 STACK 和 HEAP 的空间大小配置



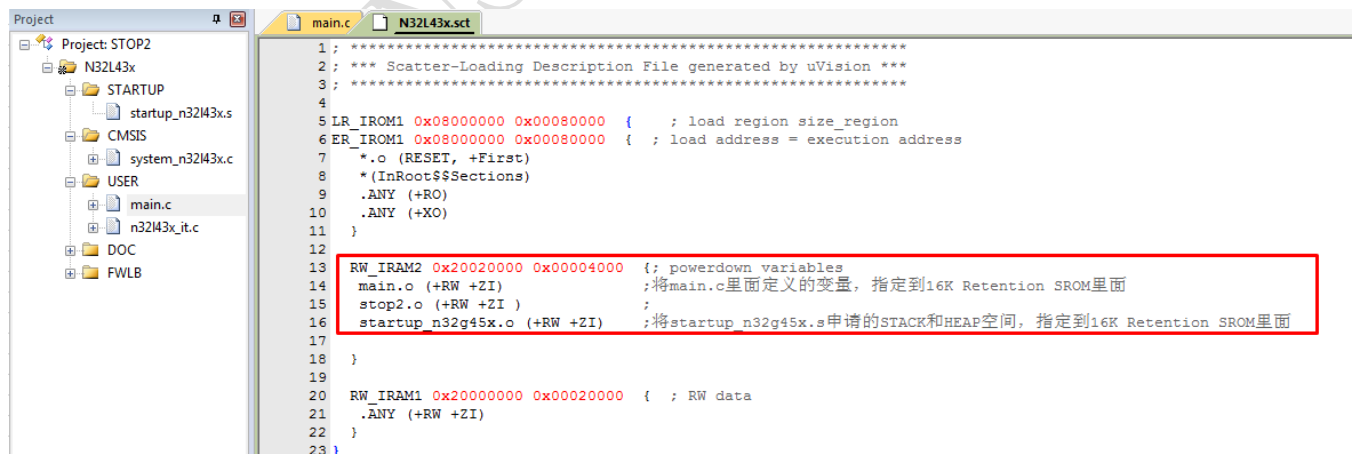
1) 在启动文件里，设置 STACK 和 HEAP 的空间大小，例程里配置了 5K 的 STACK 和 2K 的 HEAP 空间；

图 8-2 FLASH 与 SRAM 的起始地址和大小设置



- 2) 点击魔法棒，在“Target”选项里面，确认 FLASH 与 SRAM 的起始地址和长度；

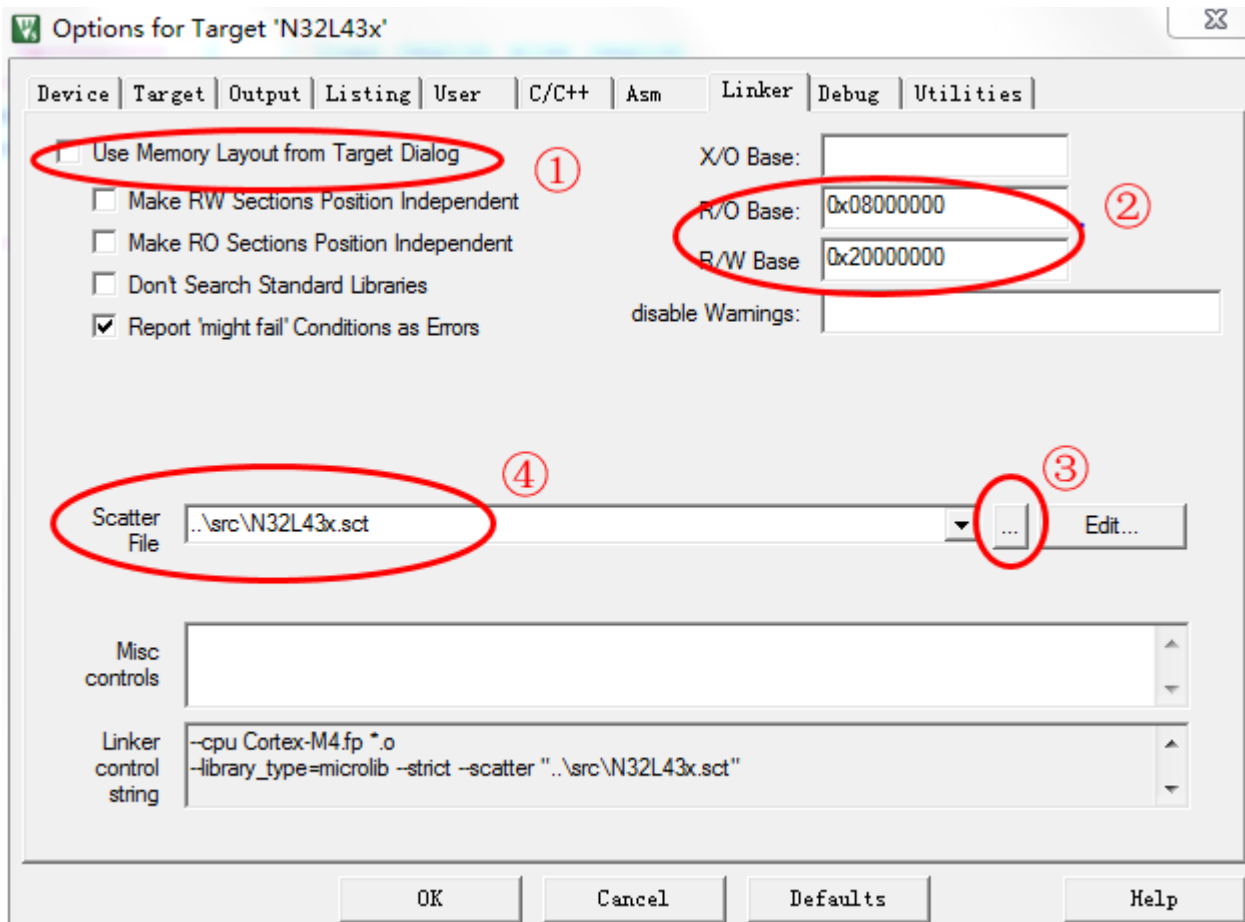
图 8-3 STACK 和 HEAP 空间指定到对应 SRAM 设置



- 3) 新建一个空白文档，保存为“N32L43x.sct”，输入上图所提供的指令。红色框内的指令，就是将启动文件“startup_N32L43x.s”申请的 STACK 和 HEAP 空间指定到 16K SRAM 里面。相似地，用户如果需要把某

个文件或者函数中定义的变量保存到 SRAM 里面，增加一条 “xxxx.o (+RW +ZI)” 指令即可，“xxxx.o”表示对应函数所在文件的文件名。

图 8-4 “Linker” 选项设置



- 4) 点击魔法棒，在“Linker”选项里面，添加刚刚新建的“N32L43x.sct”文件，点击“OK”。
- 5) 重新编译整个工程，下载程序。

8.2 变量定义到SRAM

将定义的某个变量精确地指定到 16K SRAM 地址，以保证数据在进入 STOP2 等模式后不丢失。

使用指令 “uint8_t xxxx __attribute__((at(address)));” 或者 “uint8_t * xxxx = (uint8_t*) address;”，其中 “xxxx” 是变量名，变量类型可以是 8 位、16 位、32 位，“address” 是在 SRAM 的地址范围，(0x20020000~0x20024000)之间；相似地，用户也可以把变量精确地定义到 128K 的 SRAM 里面。如果多个变量需要定义到 SRAM 里面，可以用添加分散加载文件的方法。

9 结论

低功耗模式虽然有好多模式，但是用户只需要调用相关的 API 函数就可以实现想要的模式。由于不同的低功耗，关闭的是不同区域的电源，以及对应不同的时钟源。因此用户在使用过程中，当唤醒时要充分考虑到当前状态和时钟是否需要初始化。

NATIONS CONFIDENTIAL

10 历史版本

版本	日期	备注
V1.0	2020.8.16	新建文档

NATIONS CONFIDENTIAL

11 声明

国民技术股份有限公司（以下简称国民技术）保有在不事先通知而修改这份文档的权利。国民技术认为提供的信息是准确可信的。尽管这样，国民技术对文档中可能出现的错误不承担任何责任。在购买前请联系国民技术获取该器件说明的最新版本。对于使用该器件引起的专利纠纷及第三方侵权国民技术不承担任何责任。另外，国民技术的产品不建议应用于生命相关的设备和系统，在使用该器件中因为设备或系统运转失灵而导致的损失国民技术不承担任何责任。国民技术对本文档拥有版权等知识产权，受法律保护。未经国民技术许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对本文档进行使用、复制、修改、抄录、传播等。

NATIONS CONFIDENTIAL