



应用笔记

ACM32F070 / A070 / FP001 / WB15 系列芯片
低功耗应用手册

版本: V1.0

日期: 2021-4-30

上海航芯电子科技股份有限公司

1. 低功耗概述

芯片除正常工作模式外，为了降低芯片的功耗，芯片提供三种低功耗模式：睡眠（SLEEP）模式、停止（STOP）模式和待机（STANDBY）模式。

睡眠模式（SLEEP）：内核停止工作，但所有外设的时钟仍然工作

停止模式（STOP）：所有时钟停止，IWDT、RTC 和 LPUART 可以工作在低速时钟

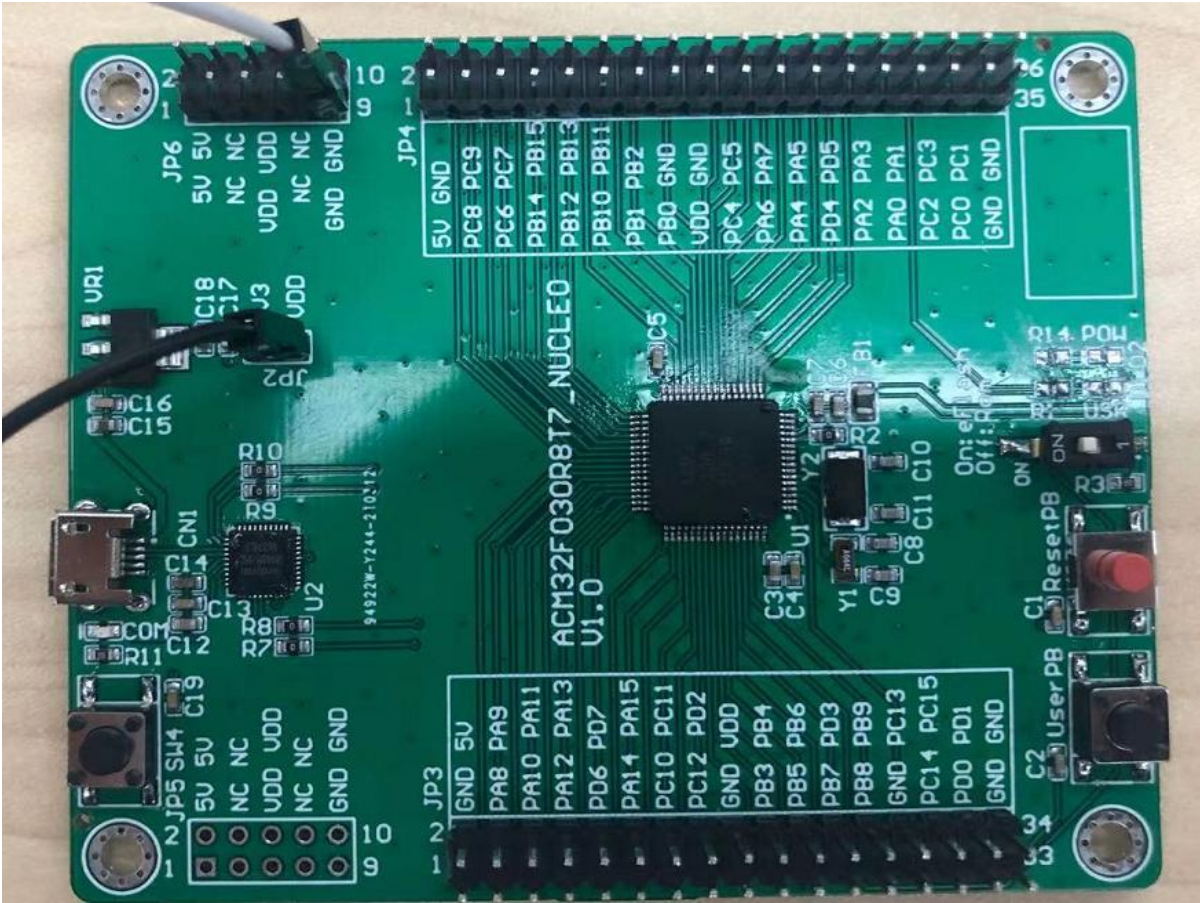
待机模式（STANDBY）：主区断电，待机区工作，IWDT 和 RTC 能继续工作

详细的描述如下表：

模式	模式描述	进入条件	退出条件
SLEEP	CPU 休眠；功能模块不休眠；软件可关闭各模块时钟。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据需要，关闭各外设模块时钟，仅留下需要监测中断事件的模块 2. 执行 WFI/WFE 指令 	<ol style="list-style-type: none"> 1. CPU 检测到中断或事件发生； 2. 如果是 WFI 唤醒，则进入中断服务程序清中断并返回； 3. 继续执行后续指令
STOP	大部分数字逻辑关闭时钟（LPUART/RTC/IWDT 数字时钟保留，因为可工作在 RC32K 或 XTAL 时钟下，可作为唤醒源）；Disable 所有 analog 模块（LDO 除外），eFlash 可选择是否进入 SLEEP 模式。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 关闭全局中断 2. 确保系统时钟切换到 RCH；配置唤醒源，将 STOPCFG 中的 PDDS 写为 0，关闭不需要的模拟模块（如 PLL，比较器，运放，RC32K, LVD 等） 4. 如需更低功耗，可将系统寄存器 STOPCFG 中的 RC64MPDEN 位和 LPSTOP 位置 1，在进入 STOP 模式后，LDO12 会自动进入低功耗模式，RC64M 会自动关闭。 5. 调用 SRAM 中的 STOP 接口函数进入 STOP 模式。 <p>注：如果配置的唤醒源在调用 SRAM 中 STOP 接口函数之前就是有效的，则不会进入 STOP 模式。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 唤醒信号（EXTI 信号，见 EXTI 唤醒管理）到来。 2. MCU 唤醒，运行 SRAM 中 STOP 接口函数的后续程序，为回到正常模式提供运行环境。 3. 程序从 SRAM 中返回，回到了正常模式，使能全局中断，执行后续指令。
STANDBY	关闭主区电源，保留 RTC 待机区工作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配置 RPMU 中 CR 寄存器来使能唤醒管脚的唤醒功能，或者使能 RTC 模块以及 RTC 中断。 2. 将 STOPCFG 中的 PDDS 写为 1。 3. 通过 WFI 或 WFE 进入 STANDBY 模式。 	WAKEUP 引脚的有效边沿/RTC 中断/RSTN 管脚复位/IWDT 复位

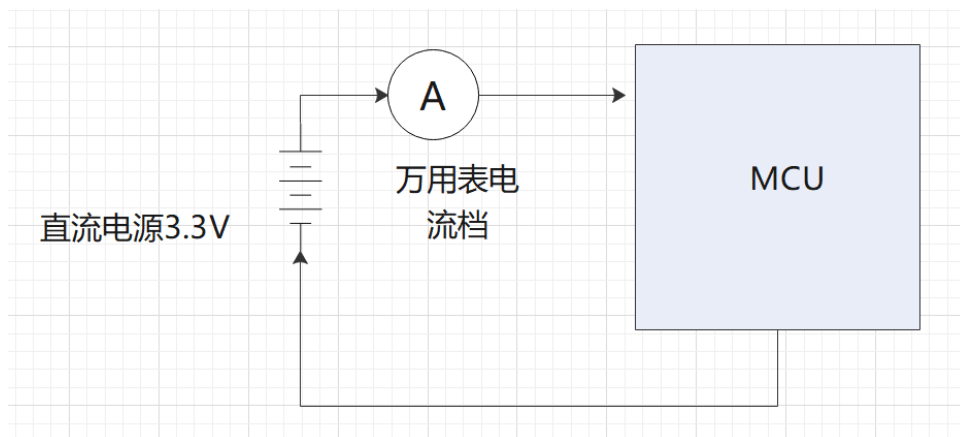
2. 硬件环境及注意事项

2.1. 测试环境



2.2. 硬件注意事项

- 1) 去掉开发板上的 D1、D2 指示灯以及 R1、R2 电阻;
- 2) 烧录完程序后, 拔掉 JP2 跳线帽, 然后按照以下方式接线:
 电源正极-> 串入电流表 -> 正极接 JP2 引脚上 VDD
 负极接 GND



- 3) 测量时, 电流表先调至 mA 档, 进入低功耗后再调至 uA 档。

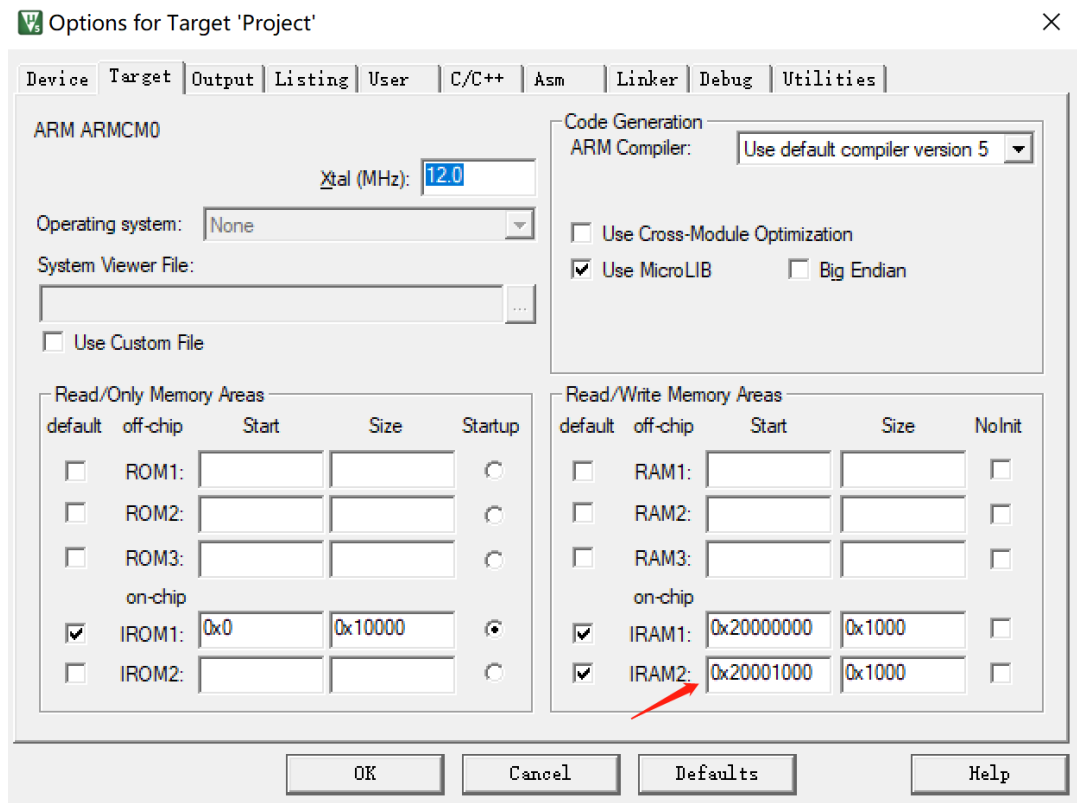
3. 具体测量方法

3.1. Stop 模式测量方式

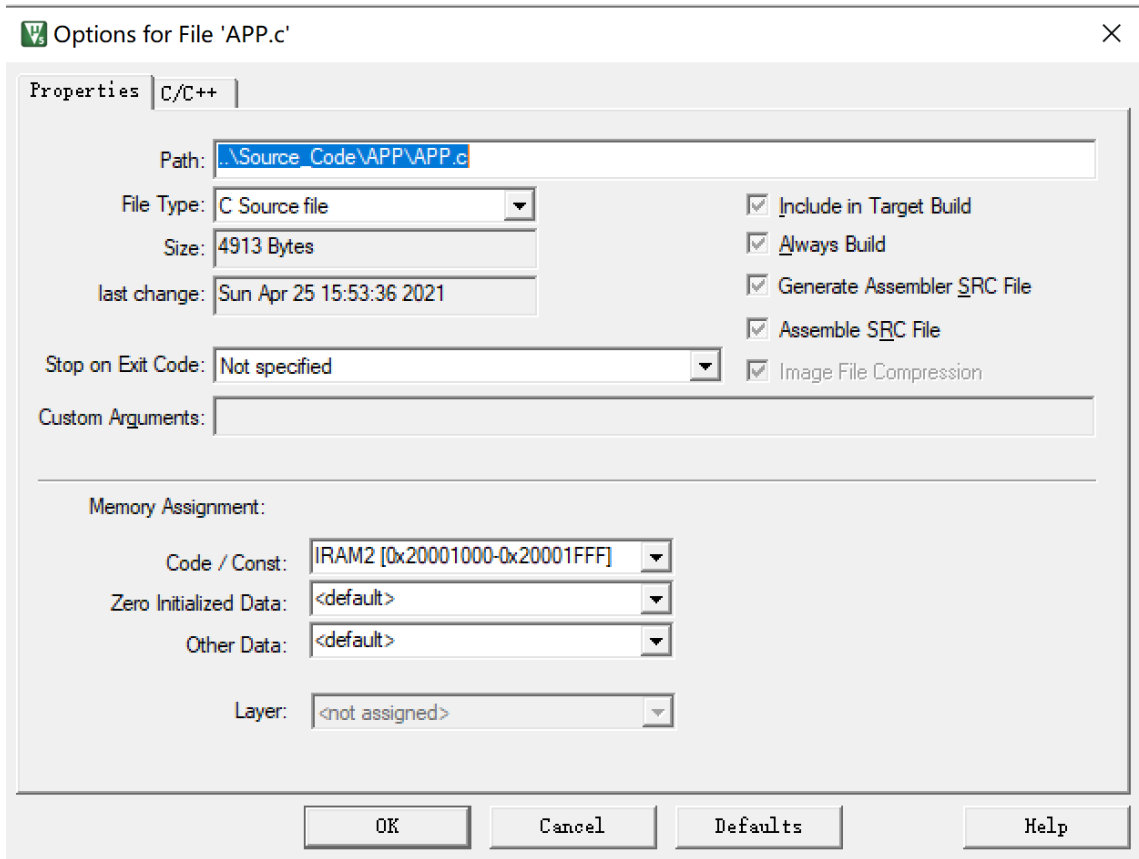
需要注意的是 stop 模式下，需要将配置 stop 模式相关代码移至 RAM 中运行。具体可以参考 Demo_Standby 例程。

3.1.1. 将程序移至 SRAM 的具体设置方式如下

1) 添加 IRAM2 便于测试,需要注意的是 IRAM2 的起始地址应该随 IRAM1 的 size 变化而变化。



2) 点击 APP.c 文件选择第一项 Options for File “APP.c” 进入如下界面并按照如下图进行设置：



这样就将设置进入 stop 部分的代码移到了 RAM 中运行。

3.1.2. 程序中需要注意的点

- 1) 建议在进入 stop 前关闭中断响应，退出后打开；
- 2) 进入 stop 前需要关闭 Eflash,退出后打开，并且需要等待最低 10uS 的时间（详情可以参考用户手册的 Eflash 章节）；

```

/* 关闭/开 Eflash退出sleep模式 */
EFC->CTRL &= ~(1<<12);
for(i = 0; i < 10 * 5000; i++); //Eflash退出sleep最少延时10us
    
```

- 3) 代码中的 SCU->MEMCFG |= (14<<16);作用是使未用到的 24K SRAM 进入 sleep（程序中只使用了 8KRAM），以便得到更低的功耗。用户如果使用该功能，需要注意当前所用的 RAM 的大小，不能将已用到的 SRAM 空间也休眠，否则可能造成数据丢失。

3.2. Standby 模式测量方法

具体可以参考 Demo_Standby 例程，在 STANDBY 模式下进行测试不需要将程序移入 SRAM 中。配置好需要关闭的模块后，直接调用系统接口 System_Enter_Standby_Mode()即可。

4. 测试数据

芯片规格	64Pin	
代码运行位置	模式	功耗
SRAM	STOP 模式	10.09uA
EFLASH	STANDBY 模式	0.6uA

5. 版本历史

版本	日期	作者	描述
V1.0	2021-01-25	Hangxin	初始版
V1.1	2023-02-10	Hangxin	添加 A070 系列芯片支持
V1.2	2025-03-06	Hangxin	添加 WB15 系列芯片支持

6. 版权声明

本文档的所有部分，其著作产权归上海航芯电子科技股份有限公司（简称航芯科技）所有，未经航芯科技授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，航芯科技及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

联系我们

公司：上海航芯电子科技股份有限公司

地址：上海市闵行区合川路 2570 号科技绿洲三期 2 号楼 702 室

邮编：200241

电话：+86-21-6125 9080

传真：+86-21-6125 9080-830

Email: service@HangChip.com

Website: www.hangChip.com