



## 介绍

本应用笔记适用于需要 ACM32G103xx 系列芯片的低功耗模式。它描述了与低功耗相关的寄存器设置和低功耗管理，以便在应用程序中进行优化设计。

本应用说明应与相关的用户手册、数据表一同阅读。

# 1. 睡眠模式 (sleep mode)

## 1.1. 睡眠模式描述

睡眠模式采用 Core 自带的 Sleep 功能，只是关闭内核的时钟，所有外设都正常工作。在睡眠模式，所有 I/O 引脚都保持在运行模式状态。

## 1.2. 睡眠模式使用方法

进入睡眠模式，需要清除 Core 的 SCB 寄存器的 SCRSLEEPDEEP 位，并执行 WFI 或者 WFE。

在退出睡眠模式时，如果睡眠模式通过 WFI 进入，任何使能的中断都能将系统唤醒。如果执行 WFE 进入，则一旦发生唤醒事件时，系统将被唤醒。把 Core 的 SCB 寄存器的 SEVONPEND 位设置为 1，任何中断外设中断都能唤醒，并且不管是否在 NVIC 中使能此中断。

# 2. 停止模式 (stop Mode)

## 2.1. 停止模式描述

停止模式是在 Core 的深度睡眠基础上结合了外设的时钟门控机制。

停止模式 0 (STOP0)：PLL、RC64M、XTH 时钟可以软件关闭；RC32K/XTL 时钟下的外设可以工作；MLDO12 的输出电压范围可通过 PMU\_CTRL0 寄存器的 MLDO12\_LV 位来调节。

停止模式 1 (STOP1)：PLL、RC64M、XTH 时钟可以软件关闭；RC32K/XTL 时钟下的外设可以工作；Vcore 区域由 LPLDO 供电，MLDO 关闭。LPLDO12 的输出电压范围可通过 PMU\_CTRL0 寄存器的 LPLDO12\_LV 位来调节。

停止模式 2 (STOP2)：Vcore 区域断电，其中 CPU 和部分外设寄存器保持掉电前的状态，后 8KB 的 SRAM 可以保持数据。

## 2.2. 停止模式使用方法

进入停止模式 0，设置 PMU\_CTRL0 的 LPMS 位（进入 STOP 模式），设置 Core 的 SLEEPDEEP 位并执行 WFI 或者 WFE。

进入停止模式 1，设置 RCC\_RC64MCR 寄存器的 RC64MEN 位使能 RC64M 时钟，读取 RC64MRDY 位判断 RC64M 是否稳定；通过配置 RCC\_CCR1 寄存器中的 SYSCLKSEL 位选择系统时钟为 RC64M；设置 PMU\_CTRL0 的 LPMS 位（进入 STOP1 模式），设置 Core 的 SLEEPDEEP 位并执行 WFI 或者 WFE。

进入停止模式 2，设置 RCC\_STDBYCTRL 寄存器的 RC32EN 位使能 RC32K 时钟，读取 RC32KRDY 位判断 RC32K 是否稳定；通过配置 RCC\_CCR1 寄存器中的 SYSCLKSEL 位选择系统时钟为 RC32K；设置 PMU\_CTRL0 的 LPMS 位（进入 STOP2 模式），设置 Core 的 SLEEPDEEP 位并执行 WFI 或者 WFE。

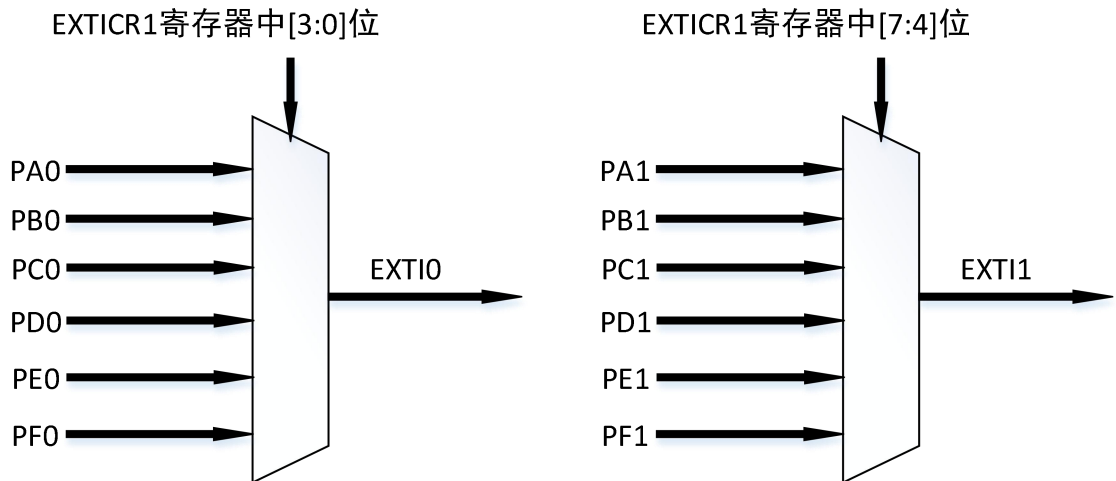
从停止模式 0 和 1 退出，任何来自 EXTI/外设的中断或事件、RSTN 管脚复位、BOR 复位、IWDT 复位都可以把系统唤醒。从系统唤醒后，RCH 作为系统时钟。如果 MLDO12 被关，需要额外的唤醒时间。

从停止模式 2 退出，除 LVD、USB wakeup、GPIOA11、GPIOA12、COMP 的其他任何来自 EXTI 的中断或者事件、RSTN 管脚复位、BOR 复位、IWDT 复位都可以把系统唤醒。从系统唤醒后，RC32K 作为系统时钟，需要自己切换时钟。

注 1：在 STOP0/STOP1 模式下，PLL、XTH 时钟由软件控制开启或关闭；通过配置寄存器 PMU\_CTRL0 的 RC64MPDEN 位，控制 RC64M 时钟在进入 STOP0/STOP1 模式后，是否关闭

注 2：在进入停止模式前应清除相应中断标志和复位标志，防止无法正常进入停止模式。为了确保能够从 STOP 模式唤醒，EXTI 要选择并使能正确的唤醒源。

- 配置 EXTI\_IENR 或 EXTI\_EENR 使能中断唤醒条件，或者使能事件唤醒条件。
- 配置 EXTI\_RTENR 或 EXTI\_FTENR 选择上升沿触发或下降沿触发。
- 如果唤醒源选择的是 GPIO 管脚，则配置 EXTICR1、EXTICR2 选择唤醒线上使用。



## 3. 待机模式（Standby mode）

### 3.1. 待机模式描述

待机模式是在 Core 的深度睡眠基础上结合了电源区域的开关。在待机模式下，主区电源关闭，所有主区模块不工作。只有待机区寄存器和电路工作，主区的所有 I/O 处于高阻状态，主区的 SRAM 和寄存器数据丢失。在待机区工作只有低速时钟可以提供，包括 XTL 或者 RC32K 可以选择，XTL 的需要外部晶振，精度更高。

### 3.2. 待机模式使用方法

进入待机模式，设置 PMU\_CTRL0 的 LPMS 位(进入 STANDBY)，设置 Core 的 SLEEPDEEP 位并执行 WFI 或者 WFE。

退出待机模式，当检测到 WKUP 管脚的高/低电平、RSTN 管脚复位、IWDT 复位或者 RTC 的唤醒源，系统会从待机模式退出，并产生一次系统复位。复位后，Core 从 0x00 地址重新取值。

**注：**在进入待机模式前应清除唤醒信号标志和 standby 标志，防止无法正常进入待机模式。可通过写寄存器 PMU\_STCLR 的相应位来清除唤醒标志和 standby 标志。

#### WKUP 唤醒配置

芯片提供了 5 个 WKUP 引脚可供选择,通过配置 PMU\_CTRL2 寄存器的 EWUP1 ~ EWUP5 使能唤醒引脚。并且可以通过配置 PMU\_CTRL2 寄存器的 WU1FILEN ~ WU5FILEN 使能唤醒引脚的滤波功能。

唤醒电平可通过配置 PMU\_CTRL3 寄存器选择高电平唤醒或低电平唤醒。

### RTC 唤醒配置

芯片可由 RTC 功能唤醒,如 RTC 周期唤醒、RTC 闹钟唤醒、RTC 侵入检测唤醒、RTC 定时器唤醒。使用 RTC 功能唤醒唤醒需要开启 RC32K 或 XTL 为 RTC 提供时钟。

RTC 周期唤醒可以使用秒唤醒、分唤醒、小时唤醒、天唤醒、32 秒唤醒。通过配置 RTC\_IE 中断使能寄存器来选择唤醒周期。

RTC 闹钟唤醒需要开启闹钟功能,设置闹钟时间,配置 RTC\_IE 寄存器的 ALM\_IE 位。进入 standby 后,RTC 继续计时直到触发闹钟唤醒 MCU。

RTC 侵入检测唤醒。RTC 有两路侵入检测,侵入检测 1 连接 PC13 引脚,侵入检测 2 连接 PA0 引脚。使用侵入检测功能时 PC13、PA0 不需要配置,只需要开启侵入检测功能,选择侵入检测触发沿,并开启 RTC\_IE 寄存器的 STP1FIE、STP1RIE 或 STP2FIE、STP2RIE。

RTC 定时器唤醒通过配置 RTC\_CR 寄存器 WUCKSEL 位选择唤醒时钟,可配置唤醒周期为 122us~36 小时之间,并开启 RTC\_IE 中寄存器的 WUTIE。

**注:** 唤醒后要通过 RTC\_SR 寄存器清除唤醒标志位,否则再次进入 Standby 将立刻唤醒。唤醒后可以通过查询 PMU\_SR 来查看唤醒源,并可以通过写寄存器 PMU\_STCLR 的相应位来清除唤醒标志和 standby 标志。

## 4. 断电模式 (Powerdown mode)

### 4.1. 断电模式描述

断电模式是在 Core 的深度睡眠基础上结合了电源区域的开关。在断电模式下,主区电源和待机区电源都关闭。此时 XTL 和 RC32K 也不工作,芯片处于最小功耗状态,此时只支持 WKUP 引脚 (PA0 和 PC13) 的有效电平和 RSTN 管脚复位唤醒。唤醒后,Core 从 0x00 地址重新取值。

## 4.2. 断电模式使用方法

进入断电模式，设置 PMU\_CTRL0 的 LPMS 位（进入 POWERDOWN），设置 Core 的 SLEEPDEEP 位并执行 WFI 或者 WFE。

退出断电模式，当检测到 WKUP 管脚的高/低电平、RSTN 管脚复位，系统会从断电模式退出，唤醒后，Core 从 0x00 地址重新取值。

### WKUP 唤醒配置

芯片提供了 2 个 WKUP（WKUP1 和 WKUP2）引脚可供选择，通过配置 PMU\_CTRL2 寄存器的 EWUP1 ~ EWUP2 使能唤醒引脚。并且可以通过配置 PMU\_CTRL2 寄存器的 WU1FILEN ~ WU2FILEN 使能唤醒引脚的滤波功能。

唤醒电平可通过配置 PMU\_CTRL3 寄存器选择高电平唤醒或低电平唤醒。

## 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@AisinoChip.com](mailto:Service@AisinoChip.com)  
Website: [www.aisinochip.com](http://www.aisinochip.com)

## 版本维护

版本	日期	作者	描述
V1.0	2023-05-09	Aisinochip	初始版

本文档的所有部分，其著作权归上海航芯电子科技股份有限公司（简称航芯公司）所有，未经航芯公司授权许可，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，航芯公司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。