

UM321xF 低功耗配置指南

版本：V1.0



UNICMICRO

广芯微电子

广芯微电子（广州）股份有限公司

<http://www.unicmicro.com/>

版本修订

版本	日期	描述
V1.0	2022.08.04	初始版

目录

1	概述.....	1
2	休眠前配置.....	1
3	配置唤醒条件.....	2
3.1	Sleep 休眠模式下唤醒退出.....	2
3.2	Deepsleep 深度休眠模式下唤醒退出.....	2
3.2.1	Deepsleep 深度休眠模式 GPIO 中断模式唤醒.....	2
3.2.2	Deepsleep 深度休眠模式 WDT 模式唤醒.....	3
3.2.3	Deepsleep 深度休眠模式 RTC 模式唤醒.....	3
3.2.4	Deepsleep 深度休眠模式 LPTIMER 模式唤醒.....	3
3.2.5	Deepsleep 深度休眠模式 LPUART 模式唤醒.....	4
3.3	Stop 模式下唤醒退出.....	5
3.3.1	Stop 模式下 GPIO 中断（边沿或电平）唤醒.....	5
3.3.2	Stop 模式下 LPTIMER 外部异步脉冲计数模式唤醒.....	5
4	进入休眠模式.....	7
4.1	Sleep 休眠模式.....	7
4.2	Deepsleep 深度休眠模式.....	7
4.3	Stop 停止模式.....	7
5	被唤醒后的操作.....	8

1 概述

本文主要介绍 UM321xF 的低功耗配置指南，低功耗配置分四步：休眠前配置，配置唤醒条件，进入休眠模式，被唤醒后的操作。

2 休眠前配置

根据实际应用，休眠前配置操作步骤如下：

1. 关闭所有 IP 时钟，保留 EFC 和 RTC(若不需要使用 RTC 可关闭 RTC 时钟)。
2. 将未使用到的管脚都配置成 GPIO，配置相应的 PAD_IE0/ PAD_IE1 输入禁止以防止漏电（如果 IE 输入使能，内部上、下拉和外部上、下拉都没有，此时为浮空输入，会产生漏电）。PA2 作为复位脚时保持 IE 输入使能。PC5、PC6 用作 SWD 功能时需要保持 IE 输入使能状态，如果不需要 SWD 功能，可以配成输入禁止。这里特别注意 PC5、PC6 如果配成 GPIO 功能，同时开漏输出 1，内部上拉禁止，同时外部也没有上拉，此时相当于浮空输入了，这种情况会产生漏电，这种配置情况是不允许的。
3. 将所有 IO 配置为有利于最低功耗状态（根据外设情况，灵活调整）。
4. 根据外部电路的状态，将管脚配置成上拉或下拉（如外部电路接有上拉电阻，则将管脚配置成上拉；如外部电路接有下拉电阻，则将管脚配置成下拉）。
5. 关闭 LVR、LVD 等对功耗有影响的模块

```
REG_SCU_LVRCFG &= ~(1<<0);
```

```
REG_SCU_LVDCFG &= ~((1<<0)|(1<<24));
```

```
REG_SCU_BUZZERCR &= ~(1<<17); //蜂鸣器关闭
```

6. 清除 SYSCTRL0，SYSCTRL1 的写保护，连接 ULINK 或者 JLINK 后，在 SLEEP、DEEPSLEEP 或者 STOP 模式下不唤醒系统，以防止在连着 ULINK 或者 JLINK 的情况下唤醒系统。

```
REG_SCU_CTRLPROTECT = 0xA5A55A5A;
```

```
REG_SCU_CTRL0 &= ~(1<<16);
```

3 配置唤醒条件

用户可根据实际应用情况配置唤醒条件。不同模式下支持的唤醒方式如下：

- Sleep休眠模式下，内部高速时钟RCH（48MHz）和内部低速时钟RCL（32K）没有关闭，只要系统产生中断就可以唤醒退出。
- Deepsleep深度休眠模式下，RCH时钟关闭了，RCL时钟在工作，所以只有工作在RCL（32K）时钟源的模块如WDT、RTC、LPTIMER、LPUART可以产生中断唤醒退出，以及GPIO边沿/电平模式，可以在无时钟情况下产生中断唤醒退出。
- Stop 停止模式下，所有时钟源关闭，只能通过 GPIO 边沿/电平模式，在无时钟情况下产生中断唤醒退出或者通过 LPTIMER 外部异步脉冲计数产生中断唤醒退出。

3.1 Sleep 休眠模式下唤醒退出

- 设置任一中断唤醒源
- 中断产生后，能将系统从休眠模式下唤醒

3.2 Deepsleep 深度休眠模式下唤醒退出

3.2.1 Deepsleep 深度休眠模式 GPIO 中断模式唤醒

下面以PD4管脚下降沿唤醒为例，阐述软件配置流程：

1. 配置外围模块时钟控制寄存器PERI_CLKEN，打开GPIOD时钟。
2. 配置外围模块复位控制寄存器PERI_RESET，GPIOD设置正常工作。
3. 配置端口PD功能寄存器SCU_PDSEL，配置PD4为GPIO功能。
4. 配置GPIO_IEN寄存器，使能PD4中断。
5. 配置GPIO_DIR寄存器，PD4为输入。
6. 配置PAD_IE0寄存器，PD4输入使能。
7. 配置_PAD_PU0寄存器，PD4上拉使能。
8. 配置GPIO_IS寄存器，PD4边沿触发中断。
9. 配置GPIO_IBE寄存器，PD4单边触发。
10. 配置GPIO_IEV寄存器，下降沿触发。

11. SCB > SCR 的 bit2 配置为 1。
12. 调用 WFI 进入 Deepsleep 模式。
13. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.2.2 Deepsleep 深度休眠模式 WDT 模式唤醒

1. 配置外围模块复位控制寄存器 PERI_RESET，WDT 设置正常工作。
2. 配置外围模块时钟控制寄存器 PERI_CLKEN，打开 WDT 时钟。
3. 向 WDT_LOCK 寄存器写入 0x1ACCE551 解锁寄存器。
4. 配置 WDT_STALL 寄存器，设置分频值。
5. 配置 WDT_LOAD 寄存器，设置加载值。
6. 配置 WDT_CTRL 寄存器，选择 INTEN 中断功能。
7. 等待 WDT_CTRL 寄存器的 WRC 位被置位。
8. WDT_LOCK 寄存器写入任意值锁定寄存器。
9. SCB > SCR 的 bit2 配置为 1。
10. 调用 WFI 进入 Deepsleep 模式。
11. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.2.3 Deepsleep 深度休眠模式 RTC 模式唤醒

1. 配置外围模块复位控制寄存器 PERI_RESET，RTC 设置正常工作。
2. 配置外围模块时钟控制寄存器 PERI_CLKEN，打开 RTC 时钟。
3. 配置 RTC_CIE 寄存器，清零中断使能。
4. 配置 RTC_CIE 寄存器，使能秒中断。
5. SCB->SCR 的 bit2 配置为 1。
6. 调用 WFI 进入 Deepsleep 模式。
7. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.2.4 Deepsleep 深度休眠模式 LPTIMER 模式唤醒

1. 配置外围模块复位控制寄存器 PERI_RESET，LPTIMER 设置正常工作。

2. 配置外围模块时钟控制寄存器PERI_CLKEN，打开LPTIMER时钟。
3. 配置LPTIM0_LPTCFG，恢复默认值。
4. 配置LPTIM0_LPTCFG bit0-1，设置TMODE工作模式为普通定时器模式。
5. 配置LPTIM0_LPTCFG bit2，设置MODE模式为计数模式。
6. 配置LPTIM0_LPTCFG bit10-12，设置分频值。
7. 配置LPTIM0_LPTCFG bit8-9，写0，设置时钟源为LSCLK。
8. 配置LPTIM0_LPTTARGET目标寄存器值。
9. 配置LPTIM0_LPTIE中断寄存器，选择计数溢出中断。
10. 配置LPTIM0_LPTCTRL寄存器，使能LPTIMER。
11. SCB > SCR的bit2配置为1。
12. 调用WFI进入Deepsleep模式。
13. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.2.5 Deepsleep 深度休眠模式 LPUART 模式唤醒

1. 配置外围模块复位控制寄存器PERI_RESET，LPUART设置正常工作。
2. 配置外围模块时钟控制寄存器PERI_CLKEN，打开LPUART时钟。
3. 配置LPUBAUD寄存器决定波特率。
4. 配置LPUCON寄存器，选择帧格式、极性，通过LPUCON RXEV选择唤醒事件为START位、一帧接收完成、一帧数据匹配或RXD下降沿检测。
5. 配置LPUCON寄存器，使能接收中断。
6. 配置LPUEN寄存器打开接收使能。
7. SCB > SCR的bit2配置为1。
8. 调用WFI进入Deepsleep模式。
9. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.3 Stop 模式下唤醒退出

3.3.1 Stop 模式下 GPIO 中断（边沿或电平）唤醒

下面以PD4管脚下降沿唤醒为例，阐述软件配置流程：

1. 配置外围模块时钟控制寄存器PERI_CLKEN，打开GPIOD时钟。
2. 配置外围模块复位控制寄存器PERI_RESET，GPIOD设置正常工作。
3. 配置端口PD功能寄存器PD_SEL，配置PD4为GPIO功能。
4. 配置GPIO_IEN寄存器，使能PD4中断。
5. 配置GPIO_DIR寄存器，PD4为输入。
6. 配置PAD_IE0寄存器，PD4输入使能。
7. 配置PAD_PU0寄存器，PD4上拉使能。
8. 配置GPIO_IS寄存器，PD4边沿触发中断。
9. 配置GPIO_IBE寄存器，PD4单边触发。
10. 配置GPIO_IEV寄存器，下降沿触发。
11. 配置`STOPMODE_SEL = 0xa5a50001;` //STOP模式有效
12. 配置`SCB->SCR |= (1<<2); //SLEEPDEEP = 1`
13. 调用`__WFI();` //进入STOP模式
14. 中断产生后，能将系统从深度休眠模式下唤醒。

3.3.2 Stop 模式下 LPTIMER 外部异步脉冲计数模式唤醒

1. 配置外围模块复位控制寄存器PERI_RESET，LPTIMER0设置正常工作。
2. 配置外围模块时钟控制寄存器PERI_CLKEN，打开LPTIMER0时钟。
3. 配置SCU_PASEL，配置PA4为LPTIM0_IN。
4. 配置SCU_PADIE0，配置PA4输入使能。
5. 配置LPTIM0_LPTCFG，恢复默认值。
6. 配置LPTIM0_LPTCFG bit0-1，设置TMODE工作模式为选择外部异步脉冲模式。
7. 配置LPTIM0_LPTCFG bit2，设置MODE模式为计数模式。
8. 配置LPTIM0_LPTCFG bit10-12，设置分频值。

9. 配置LPTIM0_LPTCFG bit8-9, 写3, 设置时钟源为LPTIN作为计数时钟。
10. 配置LPTIM0_LPTCFG bit7, 写0, LPTIN 的上升沿计数。
11. 配置LPTIM0_LPTTARGET目标寄存器值。
12. 配置LPTIM0_LPTIE中断寄存器, 选择计数溢出中断。
13. 配置LPTIM0_LPTCTRL寄存器, 使能LPTIMER。
14. 配置停止模式选择寄存器STOPMODE_SEL, 配置STOP停止模式有效。
15. SCB > SCR的bit2配置为1。
16. 调用WFI进入STOP模式。
17. 中断产生后, 能将系统从停止模式下唤醒。

4 进入休眠模式

UM321xF 三种休眠模式配置如下：

4.1 Sleep 休眠模式

```
SCB->SCR &= ~(1<<2); //SLEEPDEEP = 0  
__WFI(); //进入休眠模式
```

4.2 Deepsleep 深度休眠模式

```
SCB->SCR |= (1<<2); //SLEEPDEEP = 1  
__WFI(); //进入深度休眠模式
```

4.3 Stop 停止模式

```
STOPMODE_SEL = 0xa5a50001; //STOP 模式有效  
SCB->SCR |= (1<<2); //SLEEPDEEP = 1  
__WFI(); //进入 STOP
```

5 被唤醒后的操作

唤醒后，用户实际使用到的所有 IP 需重新初始化。

Unichmicro