



复旦微电子

FM3316/3313/3312

低功耗系列芯片

应用 Q&A

V2.0

2019/08



前言

本说明适用于复旦微电子集团推出的 FM3316/3313/3312 低功耗 8xC251 系列芯片，本说明及所提供的程序配置仅供参考。

目录

| | |
|--|----------|
| FM3316/3313/3312 | 1 |
| 低功耗系列芯片 | 1 |
| 应用 Q&A | 1 |
| V2.0 | 1 |
| 1 产品特性 | 1 |
| 1.1 概述..... | 1 |
| 1.1.1 该系列芯片的内核是什么?..... | 1 |
| 1.1.2 该系列芯片一共包含哪几个型号, 有什么区别? | 1 |
| 1.1.3 该系列芯片是否有 UID 号? | 1 |
| 1.1.4 该系列芯片的堆和栈应该如何设置? | 1 |
| 1.1.5 该系列芯片的 CPU 总线地址错误复位和 EMC 复位, 建议打开还是关闭? | 1 |
| 1.1.6 该系列芯片支持位操作吗? | 2 |
| 1.1.7 该系列芯片函数指针使用注意事项..... | 2 |
| 1.1.8 该系列芯片 DMA 能用么? | 3 |
| 1.1.9 该系列芯片是大端还是小端模式? | 3 |
| 1.1.10 该系列芯片如何定义绝对地址? | 3 |
| 1.2 引脚说明..... | 3 |
| 1.2.1 该系列芯片拉电流/灌电流的指标是多少? | 3 |
| 1.2.2 该系列芯片在进入休眠模式之前, 休眠中不需要使用的 I/O 口应当如何配置? | 4 |
| 1.2.3 该系列芯片的 VDD15 和 CPLL 两个引脚的用途是什么? | 4 |
| 1.2.4 该系列芯片是否能在上电后立即将 PF5 引脚配置为 XTIF 输出? | 4 |
| 2 工作模式及功耗 | 4 |
| 2.1 概述..... | 4 |
| 2.1.1 该系列芯片一共有几种工作模式, 功耗情况如何? | 4 |
| 2.1.2 该系列芯片从 ACTIVE 模式进入低功耗模式需要多少时间? | 5 |
| 2.2 功耗..... | 5 |
| 2.2.1 该系列芯片功耗模式划分详细指标? | 5 |
| 2.2.2 该系列芯片的低功耗唤醒源有哪些, 该如何配置? | 7 |
| 2.3 配置..... | 7 |
| 2.3.1 该系列芯片进入低功耗模式时各 I/O 引脚需要配置为什么状态? | 7 |
| 2.3.2 该系列芯片什么原因会导致发生 LPRUN? | 7 |
| 2.3.3 在芯片进入低功耗时怎么让 LPTIM 继续工作? | 7 |
| 2.3.4 在芯片进入低功耗时休眠时能否维持 pwm 输出? | 8 |
| 2.4 休眠与唤醒..... | 8 |
| 2.4.1 该系列芯片的 NWKUP 唤醒功能如何使用? | 8 |
| 2.4.2 该系列芯片的 NWKUP 唤醒功能在 RCLP 和 XTIF 被关闭时能否正常使用? | 8 |
| 2.4.3 该系列芯片处于休眠模式后, 欲将其唤醒 INT_0 和 INT_1 应该如何配置? | 8 |
| 2.4.4 该系列芯片手册中的唤醒等待时间配置寄存器指的是什么? 有何用处? | 8 |
| 2.4.5 该系列芯片 sleep 模式下, BOR 需要开启吗? | 8 |
| 3 存储器 | 9 |
| 3.1 概述..... | 9 |
| 3.1.1 该系列芯片的 FLASH、RAM 和外设寄存器的地址范围分别是多少? | 9 |
| 3.1.2 该系列芯片数据存储是大端模式还是小端模式? | 9 |



| | | |
|-------|---|----|
| 3.1.3 | 该系列芯片的程序启动地址？ | 9 |
| 3.1.4 | 该系列芯片的 4K RAM 支持位操作吗？ | 9 |
| 3.1.5 | 该系列芯片的例程中 STARTADDR 001000h 是什么地址？ | 9 |
| 3.2 | FLASH | 9 |
| 3.2.1 | 如何将该系列芯片程序 FLASH 做数据存储使用？其是否支持程序区加密？ | 9 |
| 1) | 针对 FLASH 应用： | 9 |
| 3.2.2 | 该系列芯片若使用内部 FLASH 模拟 EEPROM，扇区使用应该注意什么？ | 11 |
| 3.2.3 | 该系列芯片程序擦写 FLASH 时，芯片处于何种工作状态？ | 11 |
| 3.2.4 | 该系列芯片的 FLASH 擦写周期为 10 万次，是全温度范围内的最小次数，标准次数还是最大次数？ | 11 |
| 3.2.5 | 该系列芯片的 FLASH 擦写时钟怎么选择？ | 11 |
| 3.2.6 | 该系列芯片的 FLASH 什么情况下会读写失败？ | 11 |
| 3.2.7 | 该系列芯片的 FLASH 内部读写电压为多少？ | 11 |
| 3.3 | RAM | 11 |
| 3.3.1 | 编译时未使用大量的全局变量，为什么编译出的 RAM 较大？ | 11 |
| 3.3.2 | 该系列芯片在 RAM 取指运行时，若对 FLASH 进行擦写，程序是否会停止？ | 11 |
| 3.3.3 | 该系列芯片的 RAM 校验是基于硬件自发还是软件控制？ | 12 |
| 3.3.4 | 下图说述 4KB RAM 映射如何实现？其映射是否是自动映射的？在映射完成后，程序运行时，是自动运行 Flash 中的代码还是 RAM 中的代码？ | 12 |
| 3.4 | UCP | 12 |
| 3.4.1 | 该系列芯片 UCP 的退出的操作过程是什么？用户代码进入 UCP 如何实现？退 Bootloader 如何实现？ | 12 |
| 3.4.2 | 该系列芯片如何通过操作编程器实现 UCP 的退出？ | 12 |
| 3.4.3 | 该系列芯片手册访问权限控制列表中，UCP 使能时，ICP 只能读取程存。为何手册又表明可以通过 JTAG 接口对程序进行全擦除，如何理解？ | 13 |
| 3.4.4 | 该系列芯片的 UCP BCP 保护使能，编译器编程时是否可以设置？FLASH 中最后一个 U0B 扇区是否能够使用？ | 13 |
| 4 | BOOTLOADER 及程序在线升级 | 13 |
| 4.1.1 | 该系列芯片是否支持 Bootloader 方式编程？ | 13 |
| 4.1.2 | 该系列芯片是否支持远程在线升级？ | 13 |
| 5 | SVD 电源电压检测 | 13 |
| 5.1.1 | 该系列芯片是否有掉电欠压检测功能？ | 13 |
| 5.1.2 | 该系列芯片 SVD 功能的 SVDLVL 如果配置成 SVS，那么电表在低功耗状态下是不是会频繁进入中断？ | 14 |
| 6 | LCD | 14 |
| 6.1.1 | 该系列芯片的 RCLP 若出现较大偏差时，是否影响 LCD 显示？ | 14 |
| 6.1.2 | 3V 液晶在 2.6V 左右供电电压下显示是否正常？ | 14 |
| 6.1.3 | 该系列芯片 LCD 中的 TypeA/TypeB 驱动波形两者有什么区别，推荐使用哪一种？ | 14 |
| 6.1.4 | 该系列芯片 LCD 中片内 BUFFER 驱动、片外电容型两种模式，各有什么优缺点，推荐使用哪一种偏压生成方式？ | 14 |
| 6.1.5 | 该系列芯片的 LCD 为何会出现在仿真时可以正常显示，不仿真时不能显示现象。 | 14 |
| 6.1.6 | 该系列芯片的 LCD 的 ENMODE 寄存器中的 SC 频率和 DF 显示频率寄存器设置的频率有啥区别？ | 14 |
| 6.1.7 | 331x 芯片 lcd 外部电容模式可以调节偏置电压吗？ | 14 |
| 7 | PWM | 15 |
| 7.1.1 | 该系列芯片是否有 PWM 输出功能？ | 15 |
| 8 | PCA | 15 |
| 8.1.1 | 该系列芯片的 PCA 如何产生低于 2KHz 的脉宽调制波？ | 15 |
| 8.1.2 | 该系列芯片的 PCA 模块 5 路 PWM 是共用的同一个周期寄存器吗？ | 15 |
| 9 | LPTIMER | 15 |



| | | |
|-----------|--|-----------|
| 9.1.1 | 该系列芯片的定时器用作外部脉冲计数器时，计数的脉冲频率范围是多少，可以超过时钟频率吗？..... | 15 |
| 9.1.2 | 该系列芯片，SLEEP、DEEPSLEEP 模式下低功耗定时器功耗多大？..... | 15 |
| 10 | 时钟 | 16 |
| 10.1 | 概述..... | 16 |
| 10.1.1 | 该系列芯片的时钟结构是什么样的？是否有内置振荡器？ | 16 |
| 10.1.2 | 该系列芯片如果使用外部 32768 晶振和 PLL，PLL 的频率怎么控制？ | 17 |
| 10.1.3 | 该系列芯片若不外接 32768 晶体，在配置 XTALOUT 浮空后，XTALIN 是必须通过外部引脚接地，还是可设置内部引脚下拉到地？ | 17 |
| 10.1.4 | 该系列芯片手册中，外设时钟控制寄存器 0、1、2 等代号都对应的是什么外设？ | 17 |
| 10.1.5 | 该系列芯片在写外设的寄存器，但无效果..... | 17 |
| 10.1.6 | 该系列芯片手册所提及的时钟偏移具体指什么？ | 18 |
| 10.1.7 | 该系列芯片若 ACTIVE 模式时使用 RCLP 和 RCHF，当切换至 STOP 模式，RTC 是否能够继续使用？ | 18 |
| 10.1.8 | 该系列芯片内部高速从停止到起振，大约需要多长时间？ | 18 |
| 10.1.9 | 该系列芯片如果 我不用外部 32K，如果起振电流设置为最小(100NA),进入 SLEEP 模式，会有影响吗？ ... | 18 |
| 10.2 | RCLP..... | 18 |
| 10.2.1 | 该系列芯片低频晶体振荡电路时钟如何设置？ | 18 |
| 10.2.2 | 该系列芯片 LSCLK 如何选择 XTLF 和 RCLP？程序中如何通过读寄存器或者标志位判断芯片在使用的时钟类型？ | 19 |
| 10.2.3 | 该系列芯片若先使用 RCLP，再进入 STOP 模式，其 RTC 是否还能使用？ | 19 |
| 10.3 | RCHF | 19 |
| 10.3.1 | 该系列芯片外部 32K 停振检测电路运行原理是什么？若内部高速 RCHF 不使能，是否依旧能检测到停振？ | 19 |
| 10.3.2 | 该系列芯片 RCHF 使用前必须校准，若不校准会出现什么问题？校准如何操作？ | 19 |
| 10.3.3 | 该系列芯片怎样提高 RCHF 全温区的精度？ | 19 |
| 10.4 | PLL | 20 |
| 10.4.1 | 该 331x 芯片的 pll 使用问题..... | 20 |
| 11 | RTC | 20 |
| 11.1.1 | 该系列芯片内部是否有 RTC 模块？ | 20 |
| 11.1.2 | 该系列芯片若外部没有接入 32K 晶振，是否可以直接使用 RTC？ | 21 |
| 11.1.3 | 该 331x 芯片的 RTC 误差特别大..... | 21 |
| 11.1.4 | 设置 RTC 时钟的时候，week 位应该怎么处理，能否设为 1？ | 21 |
| 11.1.5 | RTC 终中断里调用 RTC_Read_Rtc ()；会报警，是否可以忽略？ | 21 |
| 11.1.6 | 该系列芯片在 RTC 中断开启后，为何出现仿真时进入 RTC 中断的现象？ | 21 |
| 12 | UART | 21 |
| 12.1.1 | 根据 UART 低功耗唤醒例程，STOP 模式，UART2 不能收发，deepsleep 模式下可以收发..... | 21 |
| 12.1.2 | 该系列芯片是否有低功耗 UART？ | 22 |
| 12.1.3 | 该系列芯片低功耗串口开启以后功耗增加多少？ | 22 |
| 12.1.4 | 如何判断 UART 发送完成？ | 22 |
| 12.1.5 | 该系列芯片在 UART 模块开启后，引脚没有上拉情况下，UART 为何会出现字节中断？ | 23 |
| 12.1.6 | 该系列芯片的 UART 是否支持红外通信发射调制功能？ | 24 |
| 12.1.7 | 该系列芯片如果有多路低功耗状态下的 UART 通讯，应该如何设置唤醒源？ | 26 |
| 13 | I2C | 26 |
| 13.1.1 | 该系列芯片是否可以支持 I ² C 的从模式？ | 26 |
| 14 | IO | 27 |
| 14.1.1 | IO 口的功能分类..... | 27 |
| 14.1.2 | 该系列芯片 PIN 脚配置成 I/O 推挽输出时，最大输出电流是多少？所有引脚加起来的输出电流是多少？ | 28 |
| 14.1.3 | 该系列芯片的串口是否可以 RX, TX 用作普通 I/O 口？ | 28 |
| 14.1.4 | 该系列芯片的串口和烧录口复用是否存在冲突？ | 28 |



| | | |
|---------|--|----|
| 14.1.5 | 该系列芯片在 STOP 模式下, 为何所有外设, 包括 I/O 模块都断电, 但引脚状态却依然能够保持? | 28 |
| 14.1.6 | 该系列芯片在 STOP 模式下, GPIO 中断能否工作? | 28 |
| 14.1.7 | 该系列芯片在 GPIO 不用的应该配置成什么模式? | 28 |
| 14.1.8 | 该系列芯片在外围引脚上拉或下拉的时候, 引脚怎么配置最省电? | 28 |
| 14.1.9 | PH0 引脚上电默认电平是高阻态吗? | 28 |
| 14.1.10 | 该系列芯片烧写口能复用吗? | 28 |
| 14.1.11 | IO 的低电平阈值是多少? | 29 |
| 14.1.12 | IO 输入与 IO 外部中断功能能否同时使用? | 29 |
| 14.1.13 | IO 外部中断与 NWKUPx 功能能否同时使用? | 29 |
| 15 | 中断 | 29 |
| 15.1 | 优先级 | 29 |
| 15.1.1 | 该系列芯片的中断优先级如何设置? | 29 |
| 15.2 | 标志位 | 31 |
| 15.2.1 | 该系列芯片的外部中断标志位为何无法清除? | 31 |
| 16 | ADC 与温度传感器 | 32 |
| 16.1 | ADC | 32 |
| 16.1.1 | 该系列芯片 ADC 几路引脚能同时采样么? | 32 |
| 16.1.2 | 该系列芯片 ADC 采样的时间和范围是多少? | 32 |
| 16.1.3 | 该系列芯片在需要 ADC 的应用场景中, 需要进入休眠模式时 ADC 模块如何处理? | 33 |
| 17 | 复位 | 34 |
| 17.1 | 看门狗 | 34 |
| 17.1.1 | 该系列芯片如何关闭看门狗 WDT? | 34 |
| 17.1.2 | 该系列芯片在 SLEEP 或 STOP 模式下, 若软件关闭 XT1F 且无外部 32K 的电路时, 进入低功耗 SLEEP 或 STOP 模式时, WDT 是否无法启动? | 34 |
| 17.1.3 | 该系列芯片的 BOR 和 PDR 有什么区别, 为何有 BOR 后, 还需额外增加 PDR 下电复位电路? | 34 |
| 17.1.4 | 该系列芯片的软件复位命令是什么? | 35 |
| 17.2 | 其他 | 35 |
| 17.2.1 | 该系列芯片的 RESET 引脚如何实现复位功能? | 35 |
| 18 | 开发环境, 编程与仿真 | 35 |
| 18.1 | 开发环境 | 35 |
| 18.1.1 | 该系列芯片程序的开发环境是什么? | 35 |
| 18.1.2 | 该系列芯片 keil 可以安装在非系统盘目录么? | 35 |
| 18.1.3 | 该系列芯片不同 keil 版本能够同时安装么? | 35 |
| 18.1.4 | 本系列芯片可以在 IAR 上进行开发吗? | 36 |
| 18.2 | 编程 | 36 |
| 18.2.1 | 该系列芯片为何编程后无法再次编程? | 36 |
| 18.2.2 | 在 Keil 中如何去除特定的 Warning? 如何将不需要使用的函数, 不编译进 Hex 文件? | 37 |
| 18.2.3 | 打开编程上位机文件时, 对于系统提示“部件 ‘MSCOMM32.OCX’ 或其附件之一不能正确注册: 一个文件丢失或无效”, 此错误如何解决? | 37 |
| 18.2.4 | 本系列芯片编译时提示文件找不到, 但是看文件夹又有文件 | 38 |
| 18.3 | 仿真 | 38 |
| 18.3.1 | 该系列芯片在进入低功耗模式后可以进行仿真吗? | 38 |
| 18.3.2 | 该系列芯片在使用 pll 作为主频可以进行仿真吗? | 38 |
| 18.3.3 | 该系列芯片仿真器支持哪些操作系统? | 38 |
| 18.3.4 | 该系列芯片当板子连接仿真器运行程序, 程序能正常运行, 断开仿真器以后程序不能正常运行(反复复位), 为什么? | 38 |
| 18.3.5 | 该系列芯片为什么在调试仿真的时候没办法进入中断和退出休眠, 而程序直接运行的时候又是正常的? | 38 |
| 18.3.6 | 该系列芯片修改了例程的 hex 文件名后还能仿真么? | 38 |

| | | |
|--------|--|----|
| 18.3.7 | 该系列芯片为什么在调试仿时进入仿真界面有时能进，有时进不了，时行时不行？ | 39 |
| 19 | 版本说明 | 40 |

图片及表格

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表格 1：I/O 参数 | 3 |
| 表格 2：工作模式 | 5 |
| 表格 3：功耗模式划分表 | 5 |
| 表格 4：功耗模式划分表 | 6 |
| 表格 5：低速时钟选择寄存器 | 18 |
| 表格 6：UART 中断标志寄存器 | 22 |
| 表格 7：UART 发送状态控制寄存器 | 24 |
| 表格 8：红外调制配置寄存器 | 25 |
| 表格 9：SFR IPH0 (S:0B7H) 寄存器说明 | 29 |
| 表格 10：SFR IPL0 (S:0B8H) 寄存器说明 | 29 |
| 表格 11：中断优先级说明 | 30 |
| 表格 12：中断说明 | 30 |
| 表格 13：外设时钟控制寄存器 2 | 32 |
| 表格 14：ADC 通道控制寄存器 | 33 |
| 表格 15：外设时钟控制寄存器 | 34 |
| 图片 1：栈的大小与起始地址设置 | 1 |
| 图片 2：低功耗模式唤醒源表格 | 7 |
| 图片 3：I/O 引脚定义 | 7 |
| 图片 4：系统地址分配图 | 10 |
| 图片 5：RAM 映射说明 | 12 |
| 图片 6：编程器上位机操作 | 12 |
| 图片 7：时钟框图 | 16 |
| 图片 8：时钟偏移 | 18 |
| 图片 9：RCHF 主频温度—精度曲线 | 20 |
| 图片 11：I/O 模块框图 | 24 |
| 图片 10：引脚中断说明 | 28 |
| 图片 12：中断标志清除 | 32 |
| 图片 13：复位延时休眠 | 36 |
| 图片 14：频率修改 | 36 |
| 图片 15：清除警告设置 | 37 |
| 图片 16：报错提示 | 37 |

1 产品特性

1.1 概述

1.1.1 该系列芯片的内核是什么？

该系列芯片采用 8xC251 增强型内核，兼容标准的 8xC251 指令集。

指令执行周期是一个时钟周期，指令平均执行速度比标准的 8xC251 快 2 倍，比标准的 8xC51 快 30 倍。

1.1.2 该系列芯片一共包含哪几个型号，有什么区别？

该系列芯片包括：FM3316 (LQFP64)、FM3313 (QFN32)、FM3312 (SOP16)，三个型号。

不同型号之间封装形式引脚数量不同（具体区别可参看技术手册），其内部资源完全相同。

1.1.3 该系列芯片是否有 UID 号？

该系列芯片内部有唯一可读的 UID 号，该 UID 出厂时完成配置，用户可以通过程序读取，但是无法修改。

UID 一共由 9 个字节组成，在 Flash 中的连续 9 个字节地址中由低位到高位排序，起始地址为 0x800010，用户可以在程序中读取这些地址获取 UID。参看《获取唯一 ID 码示例程序》例程

1.1.4 该系列芯片的堆和栈应该如何设置？

该系列芯片基于 C251 核，故没有堆的设定，只能进行栈的配置，且该栈的配置无层数限制。若有此需求，可以在工程文件 'START251.A51' 里面设置栈的大小与栈的起始地址。具体可见下图标注：

```

101 ;-----
102 ;
103 ; CPU Stack Size Definition
104 ;
105 ; The following EQU statement defines the stack space available for the
106 ; 251 application program. It should be noted that the stack space must
107 ; be adjusted according to the actual requirements of the application.
108 ;
109 STACKSIZE EQU 100H ; set to 100H Bytes.
110 ;
111 ;-----
167
168 ?C_C51STARTUP SEGMENT CODE
169 ?C_C51STARTUP?3 SEGMENT CODE
170
171 ?STACK SEGMENT EDATA AT 0D00H;堆栈(256)Flash缓冲(512)RAM结束
172

```

图片 1：栈的大小与起始地址设置

默认是 256，如要改到 512。可以将 STARTSIZE 改为 200H，SEGMENT EDATA AT 0C00H。

1.1.5 该系列芯片的 CPU 总线地址错误复位和 EMC 复位，建议打开还是关闭？

是否打开需基于 emc 试验，并与使用时环境恶劣情况有关，一般情况下关闭即可。

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

1

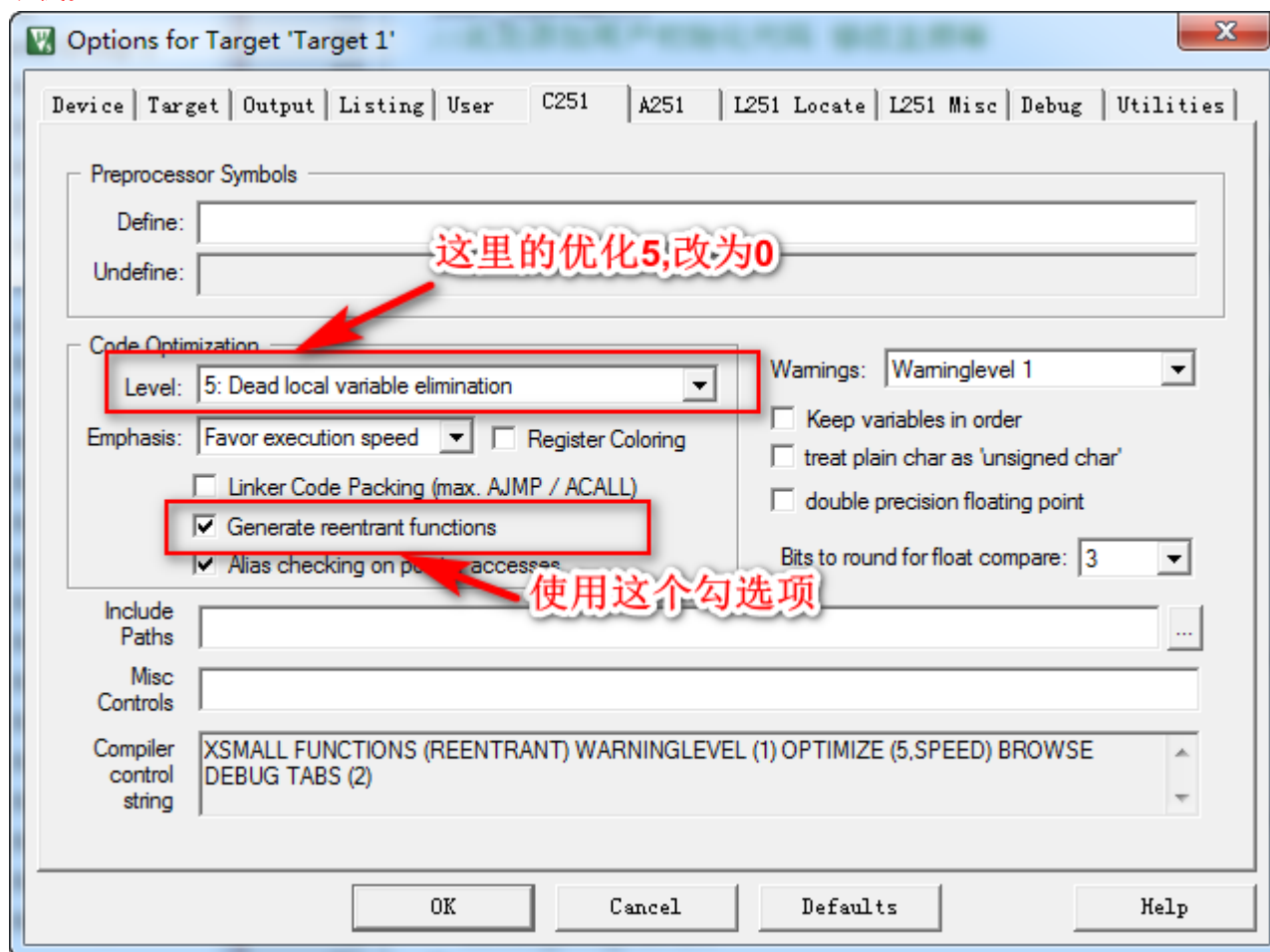
论坛: www.fmdevelopers.com.cn

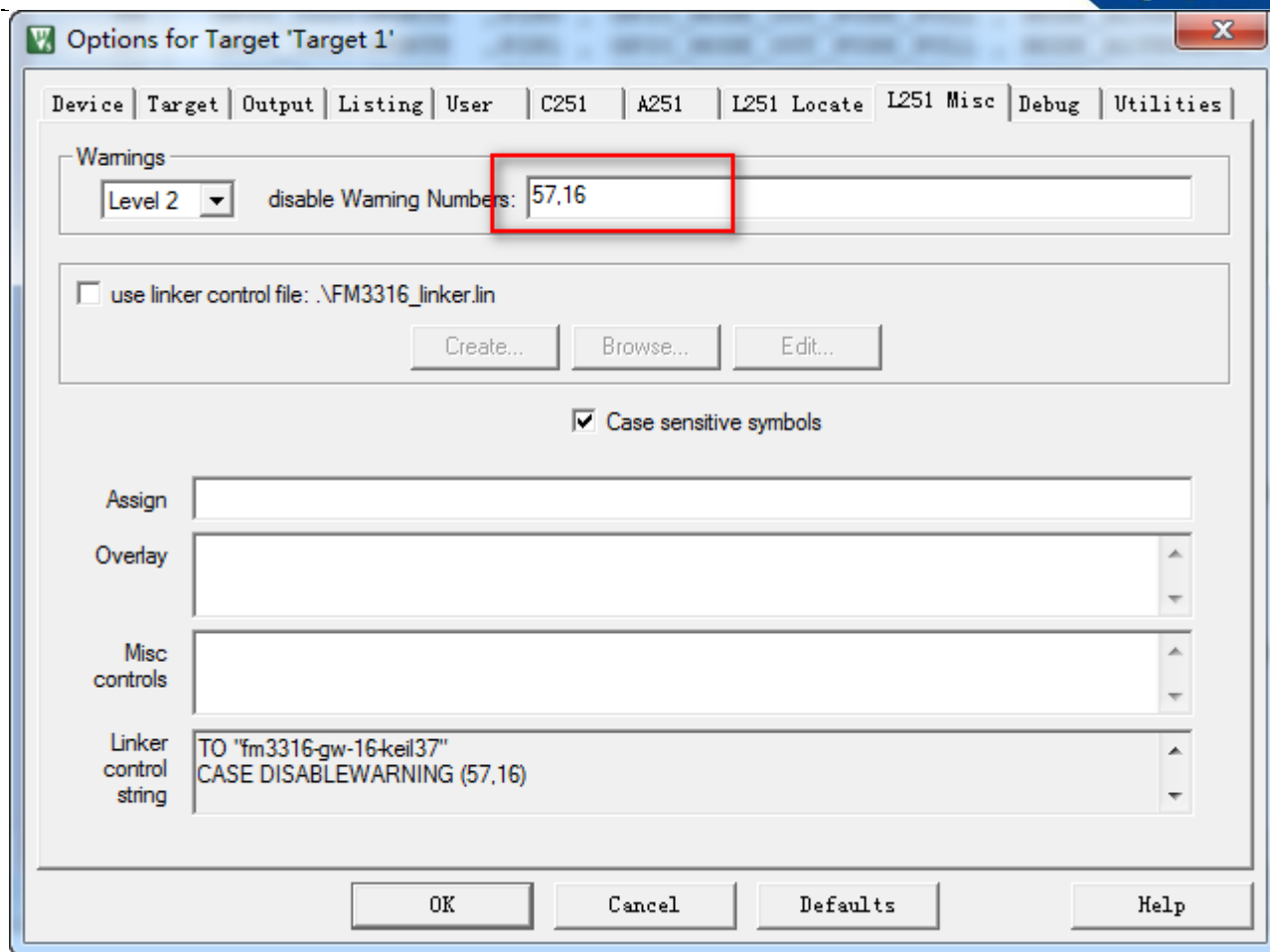
1.1.6 该系列芯片支持位操作吗？

该系列芯片不支持位操作。

1.1.7 该系列芯片函数指针使用注意事项

参考 函数指针的例程, keil 编译器对函数指针支持的不好。keil 编译器支持 C90 并非 C99 所以 函数指针的支持不完全。编译器编译里明确说明不支持函数指。所以, 虽然函数指针可以使用, 但是有什么问题就不知道了。如果程序中能不用函数指针, 就不要用。使用函数指针, 程序设置上有些注意事项, 并增大堆栈。





1.1.8 该系列芯片 DMA 能用么？

可以使用，但 FM331x 的 DMA 功能，没有用户大批量用过，所以暂时不推荐使用。

1.1.9 该系列芯片是大端还是小端模式？

该系列芯片是大端模式

1.1.10 该系列芯片如何定义绝对地址？

参考《程序及寄存器指定地址示例程序》例程

1.2 引脚说明

1.2.1 该系列芯片拉电流/灌电流的指标是多少？

如下表所示，该系列芯片拉/灌电流的指标在 5V 工作电压下为 10mA（具体内见下表 芯片手册 1.3.2.4 章节内容）：

表格 1：I/O 参数

| 符号 | 参数说明 | 测试条件 | 参数值 | | | 单位 |
|----------|----------|----------------------------------|-------------|------|-------------|------------|
| | | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | |
| V_{IL} | 输入低电平 | | 0 | | $0.3V_{DD}$ | V |
| V_{IH} | 输入高电平 | | $0.7V_{DD}$ | | V_{DD} | V |
| V_{TL} | 施密特输入低电平 | $V_{DD}=3V$ | 1.9 | | 2.5 | V |
| V_{TH} | 施密特输入高电平 | $V_{DD}=3V$ | 2.5 | | 3.2 | V |
| I_{IL} | 输入低漏电 | $V_{IL}=0V$ | | 0.1 | 1 | μA |
| I_{IH} | 输入高漏电 | $V_{IH}=3V$ | | 0.1 | 1 | μA |
| V_{OL} | 输出低电平 | $V_{DD}=5V$ $I_{SINK}=10mA$ | PG7 | 0.14 | 0.3 | V |
| | | | 其他 | 0.4 | 0.8 | V |
| V_{OH} | 输出高电平 | $V_{DD}=5V$ $I_{SOURCE}=10mA$ | PH0 | 4.8 | 4.98 | V |
| | | | 其他 | 4.3 | 4.8 | V |
| R_{PU} | 弱上拉电阻 | | | 100 | | K Ω |

另外请注意，该系列芯片总的最大拉/灌电流大约是 60mA。

1.2.2 该系列芯片在进入休眠模式之前，休眠中不需要使用的 I/O 口应当如何配置？

该系列芯片的大部分 I/O 引脚都为数模混合 I/O 口，通过配置寄存器，可配置 I/O 口为“输入”、“输出”、“可选功能”、“模拟”四种模式。

建议将未使用的 I/O 口配置成输出，非推挽，输出低的状态。

1.2.3 该系列芯片的 VDD15 和 CPLL 两个引脚的用途是什么？

VDD15 引脚是用来给芯片内部的内核供电电路提供匹配电容的。芯片内核电压是 1.5V，内部 LDO 需要外接旁路电容，VDD15 引脚用于外接电容，电容值建议使用 0.47 μF 。另外，该引脚不需要外接 1.5V 电源，也不可以给外部供电。

CPLL 引脚是用来给芯片内部锁相环倍频电路提供匹配电容的，该引脚只需要外接电容，电容值建议使用 2.2nF。

1.2.4 该系列芯片是否能在上电后立即将 PF5 引脚配置为 XTALF 输出？

当外接晶体时，PF5 引脚上电后不能立刻配置为 XTALF 输出，否则可能导致 32768 晶振不起振。建议等待 1 秒后再进行该配置以避免以上现象。

2 工作模式及功耗

2.1 概述

2.1.1 该系列芯片一共有几种工作模式，功耗情况如何？

该系列芯片一共有五种工作模式，具体信息见下表：

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

4

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

表格 2：工作模式

| 功耗模式 | 典型功耗 | 唤醒条件 | 芯片状态 | 典型唤醒时间 ^[1] |
|-----------|------------|---|---------------------------------|-----------------------|
| ACTIVE | 150uA/MHz | | 正常工作 | |
| LP Run | 10uA@32KHz | 软件主动退出 | 低速工作 | |
| SLEEP | 4uA | 低压报警中断 | CPU 休眠 芯片状态完全保持 | 20us |
| DEEPSLEEP | 2uA | RTC 定时中断 IO 引脚中断 32K 晶振停振 看门狗复位 NWKUPx 引脚 UART2 接收数据 | | |
| STOP | 1uA | 低压报警中断 RTC 定时中断 32K 晶振停振 看门狗复位 NWKUPx 引脚 UART2 接收数据 | RAM、CPU 内核保持，RTC 运行、引脚状态保持，外设断电 | |

2.1.2 该系列芯片从 ACTIVE 模式进入低功耗模式需要多少时间？

该系列芯片从 Active 模式进入低功耗模需要 4 个时钟周期。

2.2 功耗

2.2.1 该系列芯片功耗模式划分详细指标？

该系列芯片的功耗模式划分详细指标参见下面的表格：

表格 3：功耗模式划分表

| PowerMode | Consumption | CPU | Flash | RAM | Clock |
|-----------|-------------|--------|-------|-----|------------|
| Active | | ON | ON | ON | Any |
| LP Run | 10uA | ON | ON | ON | RCHF<2MHz |
| Sleep | 6.5uA | Frozen | LP | ON | XTLF /RCLP |
| | 4uA | Frozen | LP | ON | XTLF |



| | | | | | |
|-----------|-------|----------|-----|----|---------------|
| | | | | | /RCLP |
| | 3uA | Frozen | LP | ON | - |
| DeepSleep | 3.5uA | Frozen | LP | ON | XTLF /RCLP |
| | 2uA | Frozen | LP | ON | XTLF /RCLP |
| | 1uA | Frozen | LP | ON | - |
| Stop | 0.8uA | Retained | OFF | ON | XTLF /RCLP |
| | 0.6uA | Retained | OFF | ON | RCLP |
| | 0.4uA | Retained | OFF | ON | - |

表格 4：功耗模式划分表

| LowPowerMode | LCD | RTC | IWDG | LPTIM | SVD | Wakeup Source |
|--------------|-----------------|--------|--------|-------|-----|-------------------------------|
| Active | ON | ON | ON | ON | ON | |
| LP Run | ON | ON | ON | ON | ON | |
| Sleep | ON | ON | ON | ON | ON | FDET SVD |
| | Frozen | ON | ON | ON | | |
| | Frozen | Frozen | Frozen | EXC | OFF | RTC WDT IO LPTIM |
| DeepSleep | ON (CapMode) | ON | ON | ON | ON | FDET SVD RTC WDT |
| | Frozen | ON | ON | ON | | |
| | Frozen | Frozen | Frozen | EXC | OFF | IO LPTIM |
| Stop | OFF | ON | ON | ON | ON | FDET/SVD/RTC/ WDT/IO/LPTIM |
| | OFF | OFF | OFF | ON | | |
| | OFF | OFF | OFF | EXC | OFF | IO/LPTIM |

2.2.2 该系列芯片的低功耗唤醒源有哪些，该如何配置？

具体配置信息如下图所示：

| 功耗模式 | 典型功耗 | 可用于唤醒的外设模块 | 唤醒条件 | 中断函数 | 芯片引脚 | 芯片状态 |
|------------|------|-------------|-----------|---|--------------------|---------------------------------|
| SLEEP | 4uA | SVD 模块 | 低压报警中断 | void int0_int(void) interrupt 0 using 1 | PF0\PF1\PE7 | CPU 休眠，芯片状态完全保持 |
| | | RTC 模块 | RTC 定时中断 | void int0_int(void) interrupt 0 using 1 | | |
| | | IO 中断模块 | IO 引脚中断 | void int1_int(void) interrupt 2 using 1 | PORT A\B\C\D\E\F\G | |
| DEEP SLEEP | 2uA | 32K 晶振停振模块 | 32K 晶振停振 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | | CPU 休眠，芯片状态完全保持 |
| | | NWKUPx 模块 | NWKUPx 引脚 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | PB7\PD1\PF6\PH0 | |
| | | UART2 低功耗串口 | UART2 下降沿 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | PD2&PD3 | |
| STOP | 1uA | SVD 模块 | 低压报警中断 | void int0_int(void) interrupt 0 using 1 | PF0\PF1\PE7 | RAM、CPU 内核保持，RTC 运行、引脚状态保持，外设断电 |
| | | RTC 模块 | RTC 定时中断 | void int0_int(void) interrupt 0 using 1 | | |
| | | 32K 晶振停振模块 | 32K 晶振停振 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | | |
| | | NWKUPx 模块 | NWKUPx 引脚 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | PB7\PD1\PF6\PH0 | |
| | | UART2 低功耗串口 | UART2 下降沿 | void nmi_int (void) interrupt 7 using 2 | PD2&PD3 | |

图片 2：低功耗模式唤醒源表格

2.3 配置

2.3.1 该系列芯片进入低功耗模式时各 I/O 引脚需要配置为什么状态？

该系列芯片进入低功耗模式时，未在低功耗模式下使用的引脚需要配置成输出，非推挽，输出低；

例如：GPIO_Init(PORTE,PIN0,GPIO_MODE_IO_OFF,MODE_ALTERNATE_SELECT_NULL);

```

#define GPIO_MODE_OUT_OPEN_DRAIN      2 //开漏输出 (仅支持PORT
#define GPIO_MODE_OUT_OPEN_DRAIN_PULL_UP 3 //开漏输出内部上拉 (仅
#define GPIO_MODE_OUT_PUSH_PULL      4 //推挽输出
#define GPIO_MODE_IO_OFF              5 //管脚不使用

```

图片 3：I/O 引脚定义

与外部其他功能模块连接的芯片引脚，根据模块的引脚特性做相应的配置，确保不漏电流、不环流。

2.3.2 该系列芯片什么原因会导致发生 LPRUN ？

该系列芯片软件进入 LPRUN 时，如果芯片不用 LSCLK 作为主时钟，LPRUNERR 标志位将置位。

2.3.3 在芯片进入低功耗时怎么让 LPTIM 继续工作？

LPTIM 只要 CLKSEL 中选择的工作时钟不要关闭就可以在低功耗下正常工作。

2.3.4 在芯片进入低功耗时休眠时能否维持 pwm 输出？

可以，但是 pwm 必须使用 32K 晶振作为时钟源。因为主频 rchf 8M 等时钟，在休眠时是停止的。只有 32768 与 rclp 才能在休眠时工作。pwm 可以使用 lptimer 产生。或者使用 fout0 输出 32K

2.4 休眠与唤醒

2.4.1 该系列芯片的 NWKUP 唤醒功能如何使用？

当该系列芯片工作在休眠模式下时，开启 NWKUP 唤醒功能以后，当 WKUPx 引脚接收到下降沿时可以产生中断唤醒芯片。请注意：

- 1、所有 WKUPx 引脚共用同一个中断入口，不可以同时响应多个 WKUPx 中断请求。只有一个处理完成才能接收下一个中断请求，否则后来的中断请求会被屏蔽丢弃。
- 2、WKUPx 只有在休眠时才能生效，所以当有一个 WKUPx 产生中断，并进入中断程序时（此时已不在休眠中），其他 WKUPx 是失效的。当前 WKUPx 处理完，并在再次进入休眠后。WKUPx 中断才会再次生效。
- 3、WKUPx 引脚信号置低后没有回到高电平时，此时 WKUPx 的中断信号将不会被释放，后续的 WKUPx 中断将不会再产生。

2.4.2 该系列芯片的 NWKUP 唤醒功能在 RCLP 和 XTLP 被关闭时能否正常使用？

可以正常使用。该系列芯片的 NWKUP 唤醒为异步负脉冲唤醒，不依赖于时钟，即使在关闭 RCLP 及 XTLP 时，NWKUP 唤醒功能仍然可以正常使用。

另外请注意，NWKUP 中断唤醒只在休眠模式下有效，非休眠模式不会产生中断。

2.4.3 该系列芯片处于休眠模式后，欲将其唤醒 INT_0 和 INT_1 应该如何配置？

若使用沿唤醒 INT_0 和 INT_1，外设中断信号来时，需保证芯片内核配置为电平敏感以保证 CPU 正常唤醒。由于芯片默认配置为电平敏感，所以不需要对其进行额外配置。

2.4.4 该系列芯片手册中的唤醒等待时间配置寄存器指的是什么？有何用处？

在芯片唤醒时，CPU 唤醒的速度快，flash 唤醒的速度相对较慢。唤醒等待时间配置寄存器的功能即用于调节这两个唤醒时间差值。该寄存器不需要进行额外配置。

2.4.5 该系列芯片 sleep 模式下，BOR 需要开启吗？

在芯片处于 sleep 模式下时，可以关闭 BOR。

3 存储器

3.1 概述

3.1.1 该系列芯片的 FLASH、RAM 和外设寄存器的地址范围分别是多少？

Flash 的地址是 0xFF0000~0xFFFFFFFF；

RAM 的地址是 0x000000~0x000FFF；

外设寄存器的地址是 0x010000~ 0x0103FF。

3.1.2 该系列芯片数据存储是大端模式还是小端模式？

该系列芯片的数据存储是采用大端模式。

3.1.3 该系列芯片的程序启动地址？

该系列芯片程序启动地址为 0。

3.1.4 该系列芯片的 4K RAM 支持位操作吗？

不支持。

3.1.5 该系列芯片的例程中 STARTADDR 001000h 是什么地址？

这是仿真程序在 flash 内的存放偏移首地址，芯片的仿真需要仿真程序的支持，仿真程序 and 用户程序一样都是放在 flash 内的

3.2 FLASH

3.2.1 如何将该系列芯片程序 FLASH 做数据存储使用？其是否支持程序区加密？

1) 针对 Flash 应用：

下图是该系列芯片的系统地址分配图，其中 RAM 被同时映射到数据总线和程序总线，以便于 CPU 从 RAM 取指运行。

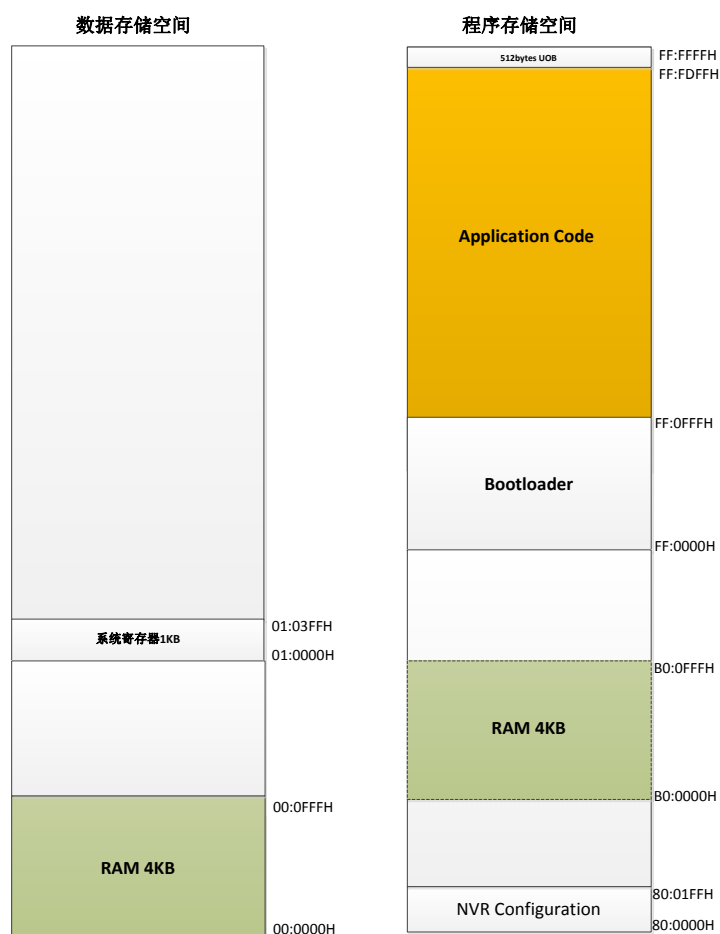
- Flash 最高地址(0xFDFF)的扇区作为 UOB(User Option Bytes)扇区 其中最高两字节地址为 UCP(User Code Protection) 和 BCP (Boot Code Protection)，此扇区可以由用户代码或 Bootloader 改写，以使能代码保护功能。一旦启动代码保护，JTAG 将不能随意改写 UOB。UOB 中其余地址可用于用户程序或者用户数据存储。
- 芯片内部有 64K 的程序 Flash，其中最后一个扇区需作为加密区域，不可使用，其余部分都可以作为数据存储使用。在对 Flash 进行擦除或编程操作时，为了避免软件意外擦写 Flash，芯片提供了 Flash Key 保护功能，在对 Flash 进行擦除或编程操作的时，必须首先对 Flash Key 寄存器写入两个正确的 Key 值（单字节编程时顺序写入 8'hA5 和 8'hF1，缓存编程时顺序写入 8'hA5 和 8'hC4，扇区擦时顺序写入 8'h96 和 8'h7D），写入顺序错误或写入值错误，亦或者在 Flash Key 验证正确之前就进行擦除或编程 Flash 操作将会进入错误状态，并

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

产生相应中断。Flash Key 认证错误之后将禁止软件擦写 Flash 直到下一次芯片复位。



图片 4：系统地址分配图

- FM3316 支持软件擦写 Flash (IAP), Flash 擦写必须使用 8MHz RCHF 作为系统时钟, 并且擦写前应保证 RCHF 频率经过校准。
- Flash 的擦除都是以扇区 (512 字节) 为单位, 每次擦除一个扇区。
- 如果不是要更新扇区内的全部数据, 则软件应注意对扇区内不需要更新的数据进行保存, 以便在擦除后重新写入。Flash 编程有单字节模式和扇区缓存模式。单字节模式每次操作仅写入一个字节; 扇区缓存模式则将待写入的完整扇区数据保存在 RAM 中 (4K 字节中的最高 512 字节), 每次操作将写入完整的一个扇区。
- 针对程序区加密:
芯片支持程序区加密, 也就是用户代码保护, 简称 UCP (User Code Protection), 用于防止用户代码被非授权的第三方通过 JTAG 接口读出或改写。
- UCP 通过将 UOB 扇区最高字节 (0xFFFF) 改写成非 FF 实现, 用户代码或 Bootloader 程序都可以改写 UOB 扇区 (0xFDFF~0xFFFF) 以使能 UCP, 改写完成后进行一次软件复位即可启动 UCP。
- 启动 UCP 之后, 除了 UOB 扇区, Flash 其余地址对于 Bird 接口全都不可访问, 亦不可擦除或改写。退出 UCP 的方式是 Bird-JTAG 发起一次全擦, 伪全擦操作后 Flash 内数据全部擦除, 最后擦除 UOB 扇区, 使芯片退出

UCP。

3.2.2 该系列芯片若使用内部 FLASH 模拟 EEPROM，扇区使用应该注意什么？

若需要将内部 FLASH 模拟 EEPROM 使用，建议设置 FLASH 从后往前第四个扇区作为使用扇区。另外，从后往前第一个扇区保留，做编程器数据备份使用，第二个扇区用做编程器数据存储用，第三个扇区用做调校数据存储用。

3.2.3 该系列芯片程序擦写 FLASH 时，芯片处于何种工作状态？

该系列芯片程序擦写 flash 时，程序不能运行，即程序会暂停在擦写这条指令上，等待擦写完成后才能继续往下运行。另外请注意，在进行擦写时，该系列芯片的所有外设将继续保持运行，不会停止。

3.2.4 该系列芯片的 FLASH 擦写周期为 10 万次，是全温度范围内的最小次数，标准次数还是最大次数？

为最小次数，实验证明 FLASH 擦写周期至少为 10 万次。

3.2.5 该系列芯片的 FLASH 擦写时钟怎么选择？

为保证可靠，擦写要尽量在 8MRCHF 时钟下进行。其他主频进行擦写会出错。

3.2.6 该系列芯片的 FLASH 什么情况下会读写失败？

当电源受到较大干扰，比如电压跌落或者地平面抬升了都有可能导致 FLASH 读写失败，正常情况下不会出现读写失败这种情况。

3.2.7 该系列芯片的 FLASH 内部读写电压为多少？

FLASH 正常工作电压为 1.8V~5.5V，和芯片工作电压一样。

3.3 RAM

3.3.1 编译时未使用大量的全局变量，为什么编译出的 RAM 较大？

这种情况一般由两种原因导致：

- 1) 在 Keil C 中遇到未调用函数，编译器就会将其认为可能是中断函数。函数里的局部变量的空间不予释放，同全局变量一样处理。
- 2) 局部变量使用过大，如局部变量中有大数组。

3.3.2 该系列芯片在 RAM 取指运行时，若对 FLASH 进行擦写，程序是否会停止？

程序不会停止，由于 RAM 中取指与 Flash 擦写使用的不是一个系统总线，可以同时工作。但如果在 Flash 中取指，则程序需要等待擦写完成后再进行取指。

3.3.3 该系列芯片的 RAM 校验是基于硬件自发还是软件控制？

RAM 校验基于硬件自发

3.3.4 下图说述 4KB RAM 映射如何实现？其映射是否是自动映射的？在映射完成后，程序运行时，是自动运行 Flash 中的代码还是 RAM 中的代码？

4KB RAM 同时映射到数据空间和程序空间，因此 CPU 可以在 RAM 中执行程序，此时可以达到 32MHz 主频无等待周期运行。而在 Flash 中执行程序时，32MHz 下需要插入一个等待周期。

软件应注意，当 CPU 从 RAM 取指时，并不禁止 DMA 指向相同地址段的 RAM，软件应避免 DMA 破坏 RAM 内的程序指令。

图片 5：RAM 映射说明

自动映射。其 ram 可以理解为有两个不同的地址，当 ram 作为寄存器时，用其中一个地址访问。当运行 ram 程序时，就用另一个地址取址。

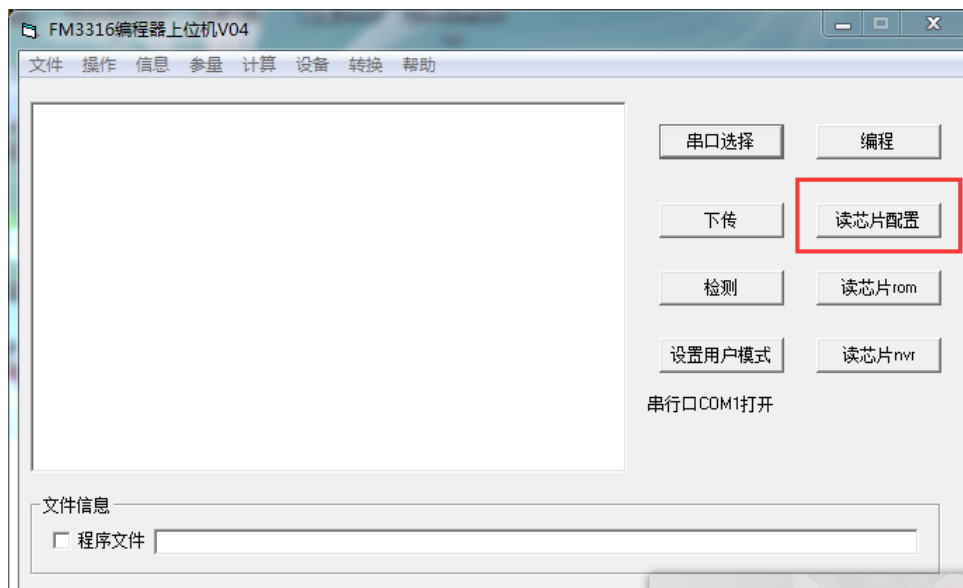
3.4 UCP

3.4.1 该系列芯片 UCP 的退出的操作过程是什么？用户代码进入 UCP 如何实现？退 Bootloader 如何实现？

UCP 通过将 UOB 扇区最高字节 (0xFFFF) 改写成非 FF 实现退出，用户代码进入 UCP 可以通过 flash 擦写函数实现。bootloader 也是一样，通过 flash 擦写函数。把这两个字节写成非 FF 实现退出。

3.4.2 该系列芯片如何通过操作编程器实现 UCP 的退出？

打开上位机，在线编程器点击“读芯片配置”后等待数秒，离线编程器直接就会擦除，重新编程。具体见下图：



图片 6：编程器上位机操作

3.4.3 该系列芯片手册访问权限控制列表中，UCP 使能时，ICP 只能读取程存。为何手册又表明可以通过 JTAG 接口对程序进行全擦除，如何理解？

ICP 与 JTAG 是不同的。ICP 只使用的 JTAG 引脚，即 TCLK、TDI、TDO、TMS。

3.4.4 该系列芯片的 UCP BCP 保护使能，编译器编程时是否可以设置？FLASH 中最后一个 U0B 扇区是否能够使用？

该系列芯片的 UCP BCP 编程器可以设置，具体用户代码使能 UCP，直接改写最后两个字节就可以。最后扇区用户可以用，但不推荐使用，因为最高扇区由于有配置字在里面，如果擦除修改可能影响配置字。

4 Bootloader 及程序在线升级

4.1.1 该系列芯片是否支持 Bootloader 方式编程？

该系列芯片程序存储空间中划分为 NVR（芯片配置信息存储区）、程序和数据存储区、Bootloader 区（可被锁定，防止意外修改）。

该系列芯片支持 Bootloader 方式进行编程，可以通过 JTAG 口提前预置引导程序，引导程序放在芯片 Flash 的前 4k 空间（即 Bootloader 区地址 FF:0000H~FF:0FFFH）。

已经内置了引导程序的芯片可以使用串口实现 Bootloader 编程。理论上用哪个串口（甚至 SPI）都是可以的，具体取决于引导程序编写时使用了什么接口。使用引导程序的客户可以按照项目的具体需求参考我司源代码进行修改。如果引导程序空间大于 4K，可以通过修改配置增加代码存储空间。但是超过 4K 的部分不支持锁定功能，能锁定的区只有前 4K。

4.1.2 该系列芯片是否支持远程在线升级？

支持。我们有简单示例已经实现，可以演示远程升级。如需要参考，请联系我们。红外、无线、485 等方式都是可以支持。

5 SVD 电源电压检测

5.1.1 该系列芯片是否有掉电欠压检测功能？

该系列芯片内部集成有 SVD（电源电压检测）单元，可以及时检测到外部主电源欠压或者过压的情况，并给出中断信号。电源检测电路可关断或者周期使能以节省功耗。

特点：

- 1、检测主电源，电压低于设定的阈值时产生中断；
- 2、低压检测范围 1.8V~4.8V,14 级阈值档位设置；
- 3、电源检测迟滞，迟滞窗口 0.2V；
- 4、可关断或间歇式工作；

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

13

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

5、支持 2 个外部通道直接输入与内部基准电压源比较；

5.1.2 该系列芯片 SVD 功能的 SVDLVL 如果配置成 SVS，那么电表在低功耗状态下是不是会频繁进入中断？

该系列信哦是边沿触发，不会频繁进入。

6 LCD

6.1.1 该系列芯片的 RCLP 若出现较大偏差时，是否影响 LCD 显示？

根据试验验证，该系列芯片在频率差一倍时，液晶显示也不会出现异常，故 RCLP 可做为 LCD 的频率源。

6.1.2 3V 液晶在 2.6V 左右供电电压下显示是否正常？

该系列芯片 3V 液晶使用 2.6V 电压驱动，显示会偏淡。

6.1.3 该系列芯片 LCD 中的 TypeA/TypeB 驱动波形两者有什么区别，推荐使用哪一种？

以上两种驱动波形在功耗上会略有不同，具体情况请基于 LCD 显示效果进行调整。

6.1.4 该系列芯片 LCD 中片内 BUFFER 驱动、片外电容型两种模式，各有什么优缺点，推荐使用哪一种偏压生成方式？

基于功耗考虑，片外电容模式比片内 BUFFER 驱动模式功耗小 2uA，但该模式需要额外使用 3 个电容，从而导致成本增加，且因为又增加了外部器件，可能会增加在高温高湿环境中的不稳定性。故在没有严格功耗要求的条件下，推荐使用片内 BUFFER 驱动。

6.1.5 该系列芯片的 LCD 为何会出现在仿真时可以正常显示，不仿真时不能显示现象。

若出现该异常现象，可以考虑到两种不同的情况：

1)由于该系列芯片的 LCD 时钟可以选择 XT1F 与 RCLP 两种，若电路中没有焊接 XT1F，就必须选择 RCLP，否则会出现 LCD 显示异常。

2)可能是看门狗 WDT 复位，此种情况下建议清除看门狗，否则会出现显示异常。

6.1.6 该系列芯片的 LCD 的 ENMODE 寄存器中的 SC 频率和 DF 显示频率寄存器设置的频率有啥区别？

SC 频率是电容模式下给电容充放电的速度，DF 频率是显示的扫描频率。SC 频率高，显示清楚些，但功耗大。

6.1.7 331x 芯片 lcd 外部电容模式可以调节偏置电压吗？

外部电容模式能调节偏置电压

7 PWM

7.1.1 该系列芯片是否有 PWM 输出功能？

FM3316 芯片具有 5 路 8bit 的 PWM 和 1 路 16 bit 的 PWM 输出，引脚分别是：PCACOMPX0~4 和 LPTOUT。

FM3313 芯片具有 3 路 8bit 的 PWM 和 1 路 16bit 的 PWM 输出，引脚分别是：PCACOMPX0/2/3 和 LPTOUT。

FM3312 芯片具有 3 路 8bit 的 PWM 输出，引脚分别为：PCACOMPX1~3。

8bitPWM 的频率输出范围是：2KHz~2MHz。具体可参考《PCA 示例程序》

16bitPWM 的频率输出范围是：0~4MHz。具体可参考《LPTIM 示例程序》

Etimer 也能产生类似于 pwm 的波形，只是占空比只能是 50%，具体可参考《ET12_PWM 示例》

FOUT0 与 FOUT1 也能产生类似于 pwm 的波形，只是占空比只能是 50%，具体可参考《CLK 示例程序》

8 PCA

8.1.1 该系列芯片的 PCA 如何产生低于 2KHz 的脉宽调制波？

该系列芯片 PCA 的 PWM 功能只会产生 2KHz 以上的 PWM 波形，如需产生 2KHz 以内的 PWM 波形，请使用低功耗定时（LPTIMER）的 PWM 输出功能。

8.1.2 该系列芯片的 PCA 模块 5 路 PWM 是共用的同一个周期寄存器吗？

是的，由于 PCA 共用同一个周期寄存器，若应用需要在同一个时间从 5 路 PCA 输出不同频率的 PWM 波形，则只能使用 PCA 模块的比较中断功能，通过翻 IO 的方式来实现。

9 LPTIMER

9.1.1 该系列芯片的定时器用作外部脉冲计数器时，计数的脉冲频率范围是多少，可以超过时钟频率吗？

该系列芯片定时器 LPTIMER 采样时钟是异步时钟，其计数功能和系统时钟没有关系，可以计数高于系统时钟频率的外部脉冲。由于引脚内部做了 RC 滤波抗干扰功能，时间常数 100ns，故计数脉冲频率极限约是 8MHz，考虑到低温情况，建议计数的脉冲频率不超过 5M。

9.1.2 该系列芯片，SLEEP、DEEPSLEEP 模式下低功耗定时器功耗多大？

该系列芯片在 Sleep、DeepSleep 两种模式下，低功耗定时器功耗小于 1uA。

10 时钟

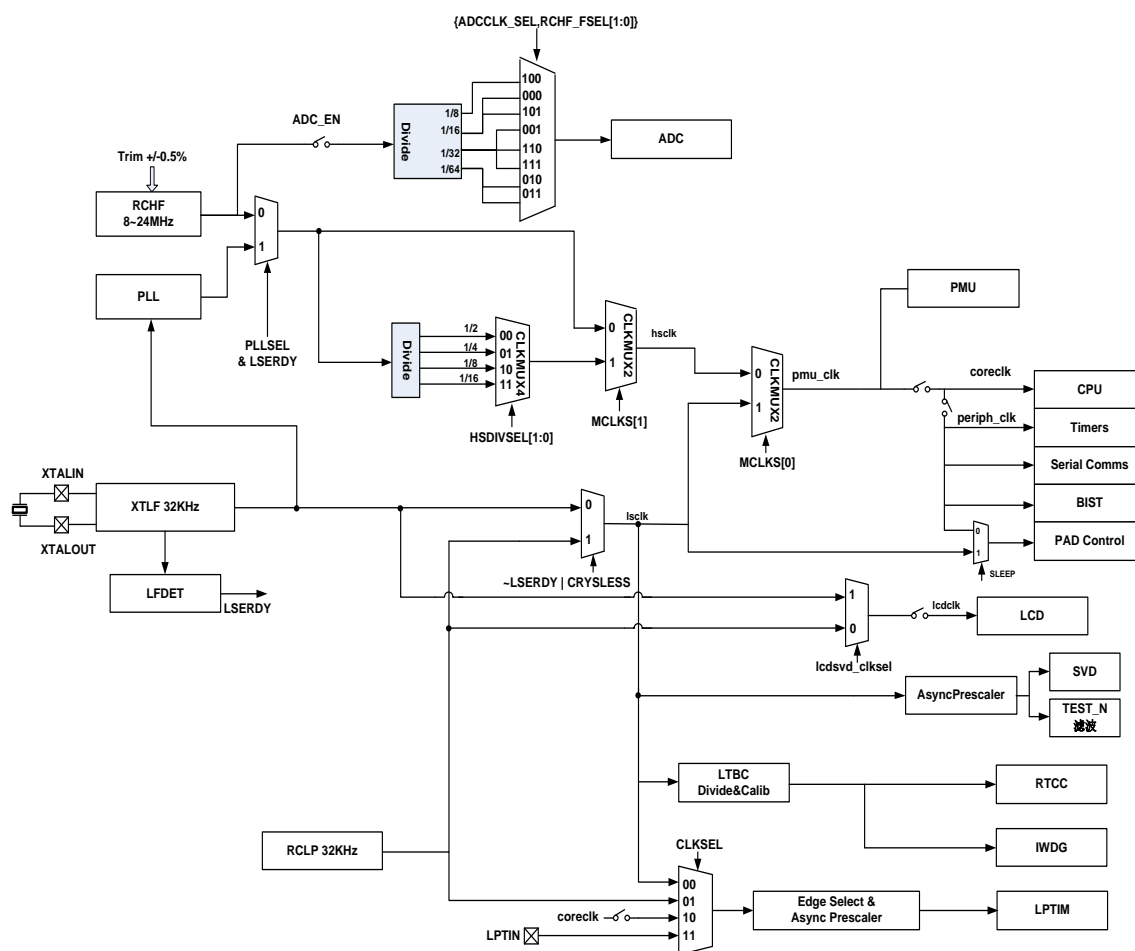
10.1 概述

10.1.1 该系列芯片的时钟结构是什么样的？是否有内置振荡器？

该系列芯片内部有两个 RC 振荡器，一个高频 RC 振荡器，上电默认频率为 8MHz，精度可以达到全温区 $\pm 2\%$ ；另一个是低频 RC 振荡器，频率为 32768Hz。同时，FM3316/FM3313 还支持外接 32768Hz 晶体。

不外接晶体的情况下，芯片的系统时钟可以通过内部的高频 RC 振荡器来工作；也可以选内部的低频 RC 振荡器；在外接晶体的情况下(且只能外接 32768Hz)，芯片的系统时钟可以选择外接的 32768Hz；或者用芯片内部的 PLL 电路倍频的方式把 32768Hz 倍频作为系统时钟；还可以选择内部的高频 RC 振荡器作为系统时钟；在有外接晶体的情况下，芯片 RTC 的时钟源为外接晶体，如果开启了停振检测，当外接晶体停振时，将产生报警中断并自动将 RTC 时钟切换到内部 RC 时钟，若外部晶体恢复振动，则 RTC 时钟会自动切换到外部晶体。

具体时钟结构图如下：



图片 7：时钟框图

10.1.2 该系列芯片如果使用外部 32768 晶振和 PLL，PLL 的频率怎么控制？

该系列芯片 PLL 的频率是根据 PLLDBH 和 PDDDBL 两个寄存器来对高位和低位进行分别控制。

10.1.3 该系列芯片若不外接 32768 晶体，在配置 XTALOUT 浮空后，XTALIN 是必须通过外部引脚接地，还是可设置内部引脚下拉到地？

若不需接 32768 晶体，XTALIN 必须通过外部引脚接地。

10.1.4 该系列芯片手册中，外设时钟控制寄存器 0、1、2 等代号都对应的是什么外设？

其对应的就是 UART，SPI 等。建议全部打开，不占休眠功耗。

外设时钟控制寄存器 0

| 名称 | PERICLK_CTRL0 | | | | | | | |
|-----|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|
| 地址 | 01:0047H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | CRC_C LKEN | ET1_CL KEN | ET2_CL KEN | ET34_C LKEN | DMA_C LKEN | FLSC_ CLKEN | RAMBIST _CLKEN | LCD_CL KEN |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

10.1.5 该系列芯片在写外设的寄存器，但无效果

操作外设寄存器前必须把，外设的时钟打开，不然操作寄存器是无效的。一般为了方便，芯片上电后，就直接将外设的寄存器都打开了。案例：操作 io 寄存器前，必须先将 io 的时钟打开，不然操作 io 是失效的。建议都打开

外设时钟控制寄存器 2

| 名称 | PERICLK_CTRL2 | | | | | | | |
|-----|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| 地址 | 01:0049H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | LPTIMC LKEN | ADCCL KEN | PCACL KEN | PDCCL KEN | WDTCL KEN | ANACC LKEN | RTCLKC EN | ADCCL K_SEL |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

10.1.6 该系列芯片手册所提及的时钟偏移具体指什么？

| 显示扫描频率 (Hz) | 时钟偏移% | 工作时钟 (Hz) | 4 公共端 | | 6 公共端 | |
|----------------|-------|--------------|-------|-----|-------|-----|
| | | | A 类 | B 类 | A 类 | B 类 |
| 50 | 50% | 16384 | 40 | 20 | 27 | 14 |
| 58 | 50% | 16384 | 36 | 18 | 24 | 12 |
| 64 | 50% | 16384 | 32 | 16 | 21 | 11 |
| 70 | 50% | 16384 | 30 | 15 | 20 | 10 |
| 75 | 50% | 16384 | 28 | 14 | 18 | 9 |
| 50 | 100% | 32768 | 82 | 41 | 54 | 27 |

图片 8：时钟偏移

表格中时钟偏移是工作时钟和 32768 之间的倍率，以 50%时钟偏移为例，其工作时钟：

$$\text{工作时钟} = 32768\text{Hz} \times \text{时钟偏移}\% = 32768\text{Hz} \times 0.5 = 16384\text{Hz}$$

以 200%时钟偏移为例，其工作时钟：

$$\text{工作时钟} = 32768\text{Hz} \times \text{时钟偏移}\% = 32768\text{Hz} \times 2 = 65536\text{Hz}$$

10.1.7 该系列芯片若 ACTIVE 模式时使用 RCLP 和 RCHF，当切换至 STOP 模式，RTC 是否能够继续使用？

该系列芯片在没有外部 32768 晶振时，就会将内部 RCLP 32K 用作 LSCLK。只要在进入 STOP 模式前不主动关闭 XTLE，RTC 就能继续使用。

10.1.8 该系列芯片内部高速从停止到起振，大约需要多长时间？

该系列芯片从休眠到唤醒大约20us。

10.1.9 该系列芯片如果 我不用外部 32K，如果起振电流设置为最小(100NA),进入 SLEEP 模式，会有影响吗？

没有影响。

10.2 RCLP

10.2.1 该系列芯片低频晶体振荡电路时钟如何设置？

该系列芯片上电起振时 SVD 模块的时钟源应保持开启，即 LSCLKSEL 的 BIT1 值应该置 1。具体配置见下表（芯片手册 7.6.5 章节内容）：

表格 5：低速时钟选择寄存器

| 名称 | LSCLKSEL | | | | | | | |
|----|----------|------|------|------|------|--------------|-----------|---------------|
| 地址 | 01:0042H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | | | | | LPTIM_FCLKEN | SVD_CLKEN | LCDSVD_CLKSEL |

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

18

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

| | | | | | | | | |
|-----|----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 名称 | LSCLKSEL | | | | | | | |
| 地址 | 01:0042H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位权限 | | | | | | R/W-0 | R/W-1 | R/W-1 |

建议配置代码为：LCDCLKSEL= B0000_0110;

10.2.2 该系列芯片 LSCLK 如何选择 XTTF 和 RCLP？程序中如何通过读寄存器或者标志位判断芯片在使用的时钟类型？

该系列芯片如果没有接 XTTF，则看门狗使用的是 RCLP，若连接了 XTTF，则看门狗使用的是 XTTF。对于判断时钟类型，主要看停振检测中断标志寄存器，若晶体停振了，则自动切到内部 RCLP，再起振后会自动切到外部 XTTF。

10.2.3 该系列芯片若先使用 RCLP，再进入 STOP 模式，其 RTC 是否还能使用？

该系列芯片在不外接 32768 晶振的情况下，只要控制 bit 位不去主动关闭 XTTF，RTC 就能运行。若在进入 STOP 模式前控制 bit 位主动关闭 XTTF，那么停振检测就不会工作，此时 RCLP 是无法代替 XTTF 供给 RTC，故 RTC 不会走时。

10.3 RCHF

10.3.1 该系列芯片外部 32K 停振检测电路运行原理是什么？若内部高速 RCHF 不使能，是否依旧能检测到停振？

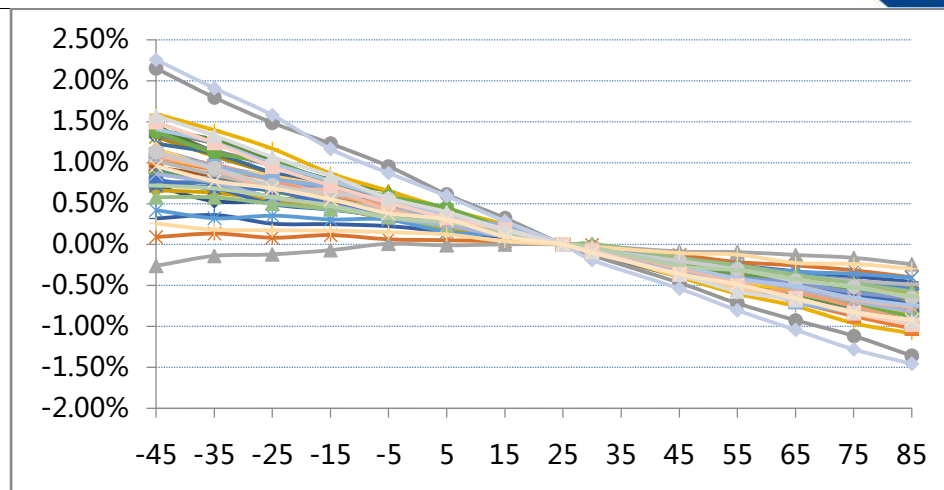
32K 使用频率阈值检测，当频率小于 4K 时，则停振。RCHF 是否使能不会影响停振检测功能。

10.3.2 该系列芯片 RCHF 使用前必须校准，若不校准会出现什么问题？校准如何操作？

RCHF 8M，16M，24M 的常温校准值，出厂时已放入芯片特殊地址中，可以参考示例代码进行调用。其中 8M 芯片上电会自动加载一次常温校准值。不需要人为加载。且 8M 全温区误差 2%。做一般通信足够。

10.3.3 该系列芯片怎样提高 RCHF 全温区的精度？

目前该系列芯片在 8M 主频下，全温区精度可以达到 2%以内，具体的温度精度曲线见下图所示：



图片 9：RCHF 主频温度—精度曲线

从图中可以看出，在常温范围内，精度可以达到 1% 以内，极限温度下精度在 2% 范围内。若需要提高精度，建议采取以下措施：

- 1) RCHF(8MHz) 温度实验数据以 25°C 频率进行归一化后，不同样本之间的离散性数据低温和高温偏差方向一致。芯片内置了测温电阻，可用于测温补偿，故可以通过温度补偿内部 RCHF(8MHz)，在补偿一个 TRIMLSB 后可以保证全温区精度 1% 左右。
- 2) 外接 32K 晶振，通过锁相环 PLL 直接将 32768 倍频至高频做主时钟，精度为 ppm 级别。但功耗会增大 1mA 左右。
- 3) 外接 32K 晶振，以外部时钟为基准反校修正，通过微调高频 RC 震荡时间常数，校准震荡频率。调校步长小于 0.5%，调校幅度 +/-30%，可以将精度修正到 0.5%。

10.4 PLL

10.4.1 该 331x 芯片的 pll 使用问题

pll 只有在 32768Hz 稳定时才能开启，不然 pll 频率切换会失效，主频仍然使用 8M RCHF。所以必须在切换前增加 32768Hz 稳定的判定。2、pll 使用过程中，遇到 32768Hz 停振，pll 会自动切换到 8M RCHF。所以必须确认当前使用的主频是 8M RCHF 还是 pll。可以在主程中查询当前使用的主频，也可一通过 32768Hz 停振中断去确认。

具体可以参考后续 4.3 版本以上的例程的 CLK 示例

11 RTC

11.1.1 该系列芯片内部是否有 RTC 模块？

该系列芯片内部自带 RTC 模块，程序可以直接从寄存器读出年月日时分秒和日历。另外，FM3316/FM3313 与外

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

20

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

部 32768Hz 晶体配合，通过芯片内部自带的热敏电阻测温进行温补调校可以实现较高的走时精度。

FM3312 由于没有外接晶体引脚，时钟源只有内部低频 RC 振荡器，时钟精度相对较低。

RTC 模块有如下特点：

- 1) 支持 BCD 时间格式；
- 2) 支持数字调校，精度可达 $\pm 0.119\text{ppm}$ ；
- 3) 可输出周期唤醒中断，支持 1Hz、2Hz、4Hz、8Hz、16Hz、64Hz、256Hz、1KHz 定时中断；
- 4) BCD 格式支持 1min, 1hour, 1day 中断；
- 5) 支持闹钟功能；
- 6) RTC 计时部分寄存器不受系统复位影响；
- 7) 最低走时保持电压低至 1.1V；
- 8) 该模块功耗很低为 nA 级别。

11.1.2 该系列芯片若外部没有接入 32K 晶振，是否可以直接使用 RTC？

可以，只是时间不是很不准，芯片能自动将 RTC 时钟切换到 RCLP。若要实现该功能，需要在硬件设计上将 XIN 接地，在软件设计上，屏蔽停振检测中断。

11.1.3 该 331x 芯片的 RTC 误差特别大

有用户反映 RTC 误差特别大，经查是由于上电没有给 ADJUST 赋初值。ADJUST = 0x00; ADJUST1 = 0x00; 这样赋值就可以了

11.1.4 设置 RTC 时钟的时候，week 位应该怎么处理，能否设为 1？

week 位 如果用不到，可以随意设置。如果要使用，请按手册上的 0~6 设置

11.1.5 RTC 终中断里调用 RTC_Read_Rtc ()；会报警，是否可以忽略？

不推荐中断里调用函数，如果一定要调用，请将函数申明为可重入函数

11.1.6 该系列芯片在 RTC 中断开启后，为何出现仿真时进入 RTC 中断的现象？

RTC 暂停并不受仿真器控制，当仿真暂停时 RTC 依旧会运行，所以该 RTC 的中断会一直产生。另外 RTC 中的 IF 标志位并不会受 IE 位的影响。即使 IE 不使能，IF 标志位依旧会产生。故需要对中断中的 IE 与 IF 进行同时判断。

12 UART

12.1.1 根据 UART 低功耗唤醒例程，STOP 模式，UART2 不能收发，deepsleep 模式下可以收发

STOP 模式下，芯片会关闭不工作的模块电源（包括 UART），所以在 STOP 唤醒后，需要对外设（UART）进行重新配置下

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

21

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

12.1.2 该系列芯片是否有低功耗 UART ?

该系列芯片中 FM3316 具有 4 路串口、FM3313 具有 3 路串口、FM3312 具有 2 路串口。其中 UART2 为低功耗串口，并且在三个型号中是都有的，该串口的 RX 具有休眠状态下接收数据唤醒功能，即通信起始符的下降沿唤醒芯片，需要注意的是该功能必须使用芯片的 PD2 引脚作为 RX 引脚。

12.1.3 该系列芯片低功耗串口开启以后功耗增加多少？

该系列芯片打开低功耗串口后功耗增加很低，是 nA 级别。开与不开 LPUART 功耗相差 80nA。

12.1.4 如何判断 UART 发送完成？

该系列芯片的 UART 数据是否发送完成，通过 UART 中断标志寄存器 (UARTIF) 来判断。其他寄存器无法判断（例如发送移位寄存器空标志等）。

UART 中断标志寄存器具体内容见下表（芯片手册 10.6.1.2 章节内容）：

表格 6：UART 中断标志寄存器

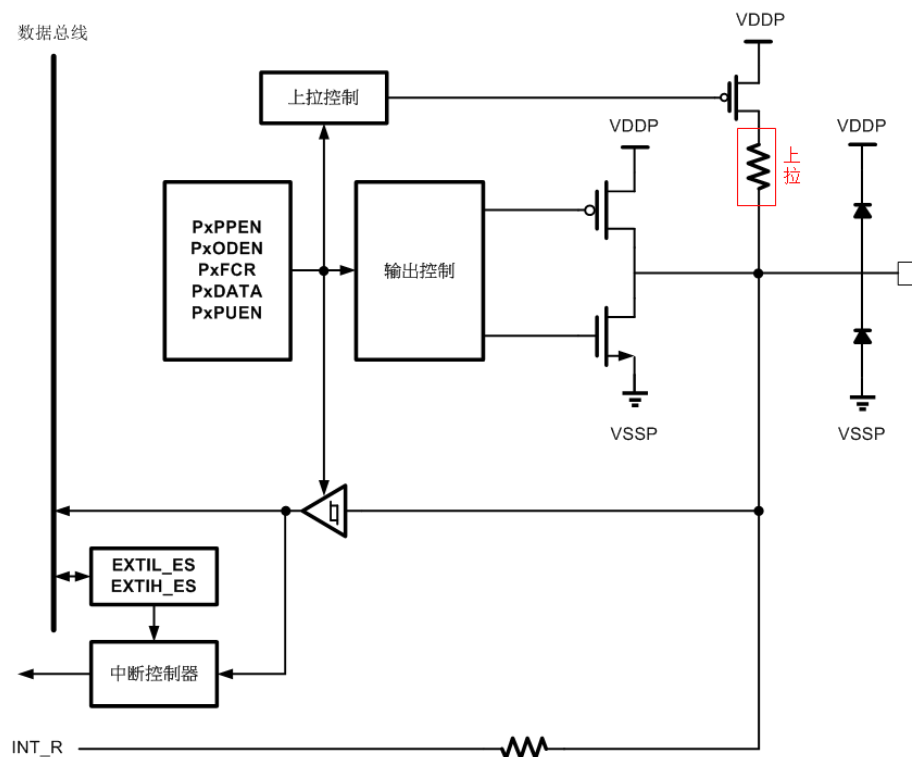
| 名称 | UARTIF | | | | | | | |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 地址 | 01:02A1H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RXIF3 | TXIF3 | RXIF2 | TXIF2 | RXIF1 | TXIF1 | RXIF0 | TXIF0 |
| 位权限 | R/W0/ Dy-0 | R/W0/ Dy-1 | R/W0/ Dy-0 | R/W0/ Dy-1 | R/W0/ Dy-0 | R/W0/ Dy-1 | R/W0/ Dy-0 | R/W0/ Dy-1 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|-------|---|
| 7 | RXIF3 | UART3 接收中断标志位 1 = 接收完成标志，数据被写入 RCREG 后硬件自动置 1； 0 = 等待接收或正在接收（CPU 执行任何对 RCREG 的操作将会引起硬件清 0）。 |
| 6 | TXIF3 | UART3 发送中断标志位 1 = 发送缓冲器 TXREG 中数据被送入移位寄存器 TSR 中，硬件自动置 1； 0 = CPU 向发送缓冲器 TXREG 写入数据后，硬件自动清 0。也可软件清 0 |
| 5 | RXIF2 | UART2 接收中断标志位 1 = 接收完成标志，数据被写入 RCREG 后硬件自动置 1； 0 = 等待接收或正在接收（CPU 执行任何对 RCREG 的操作将会引起硬件清 0）。 |
| 4 | TXIF2 | UART2 发送中断标志位 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|-------|---|
| | | 1 = 发送缓冲器 TXREG 中数据被送入移位寄存器 TSR 中，硬件自动置 1； 0 = CPU 向发送缓冲器 TXREG 写入数据后，硬件自动清 0。也可软件清 0 |
| 3 | RXIF1 | UART1 接收中断标志位 1 = 接收完成标志，数据被写入 RCREG 后硬件自动置 1； 0 = 等待接收或正在接收（CPU 执行任何对 RCREG 的操作将会引起硬件清 0）。 |
| 2 | TXIF1 | UART1 发送中断标志位 1 = 发送缓冲器 TXREG 中数据被送入移位寄存器 TSR 中，硬件自动置 1； 0 = CPU 向发送缓冲器 TXREG 写入数据后，硬件自动清 0。也可软件清 0 |
| 1 | RXIF0 | UART0 接收中断标志位 1 = 接收完成标志，数据被写入 RCREG 后硬件自动置 1； 0 = 等待接收或正在接收（CPU 执行任何对 RCREG 的操作将会引起硬件清 0）。 |
| 0 | TXIF0 | UART0 发送中断标志位 1 = 发送缓冲器 TXREG 中数据被送入移位寄存器 TSR 中，硬件自动置 1； 0 = CPU 向发送缓冲器 TXREG 写入数据后，硬件自动清 0。也可软件清 0 |

12.1.5 该系列芯片在 UART 模块开启后，引脚没有上拉情况下，UART 为何会出现字节中断？

该系列芯片引脚设置成 UART 模块功能时，RX 引脚处于输入状态。如果不加内部上拉的且没有外部上拉，引脚相当于浮空输入状态。此时外部有干扰信号，可能会影响到高低电平的判断，故接收脚可能会有字节中断出现。具体 I/O 端口见下图（芯片手册 20.2 章节内容）：



图片 10 : I/O 模块框图

12.1.6 该系列芯片的 UART 是否支持红外通信发射调制功能？

该系列芯片的所有 UART 均可配置为红外调制输出功能，多路 UART 共用一个红外调制频率发生器。具体配置信息见下表（芯片手册 10.6.3.2 章节内容）：

表格 7 : UART 发送状态控制寄存器

| 名称 | TXSTA0 | | | | | | | |
|-----|----------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 地址 | 01:02A8H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | STOPSEL0 | TXIS0 | TXEN0 | IREN0 | RFU | TSRF0 | TX9D0 |
| 位权限 | | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | | R-1 | R/W-0 |

| 名称 | TXSTA1 | | | | | | | |
|-----|----------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 地址 | 01:02A9H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | STOPSEL1 | TXIS1 | TXEN1 | IREN1 | RFU | TSRF1 | TX9D1 |
| 位权限 | | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | | R-1 | R/W-0 |

| 名称 | TXSTA2 | | | | | | | |
|----|--------|--|--|--|--|--|--|--|
|----|--------|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 地址 | 01:02AAH | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | STOPSEL2 | TXIS2 | TXEN2 | IREN2 | RFU | TSRF2 | TX9D2 |
| 位权限 | | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | | R-1 | R/W-0 |

| | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 名称 | TXSTA3 | | | | | | | |
| 地址 | 01:02ABH | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | STOPSEL3 | TXIS3 | TXEN3 | IREN3 | RFU | TSRF3 | TX9D3 |
| 位权限 | | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | | R-1 | R/W-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|----------|---|
| 7 | RFU | |
| 6 | STOPSELx | 停止位选择位 1 = 停止位为 2 位； 0 = 停止位为 1 位。 |
| 5 | TXISx | 发送中断选择位 1 = 移位寄存器空产生中断； 0 = 发送缓冲器空产生中断。 |
| 4 | TXENx | 发送模块使能位 1 = 使能发送模块； 0 = 禁止发送模块，发送模块被复位。 |
| 3 | IRENx | 发送红外调制使能位 1 = 使能发送红外调制； 0 = 禁止发送红外调制。 |
| 2 | RFU | |
| 1 | TSRFx | 发送移位寄存器 TSR 空标志位 1 = TSR 空； 0 = TSR 满。 |
| 0 | TX9Dx | 发送数据的第 9 位，此 bit 应在启动发送前写入 |

为满足 PNP 和 NPN 两种红外驱动管的需求，在寄存器 TZBRGH（红外调制配置高位寄存器）的 bit7 设 IRFLAG 位，控制红外调制输出的极性。IRFLAG=0 时为正极性输出，适合 PNP 管驱动；IRFLAG=1 时为负极性输出，适合 NPN 管驱动，见下表（芯片手册 10.6.2 章节内容）：

表格 8：红外调制配置寄存器

| | |
|----|--------------------|
| 名称 | 红外调制配置寄存器高位 TZBRGH |
|----|--------------------|

| | | | | | | | | |
|-----|----------|---------|-------|-------|-------|----------|-------|------|
| 地址 | 01:02A2H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | IRFLAG | TH[3:0] | | | | TZ[10:8] | | |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|-----|----------|-----------------------------------|
| 7 | IRFLAG | 红外调制输出的极性 0 = 正极性； 1 = 负极性。 |
| 6-3 | TH[3:0] | 红外调制占空比 意义参见红外调制载波频率章节 |
| 2-0 | TZ[10:8] | 红外调制载波频率配置高位 意义参见红外调制载波频率章节 |

| | | | | | | | | |
|-----|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 名称 | 红外调制配置寄存器低位 TZBRGL | | | | | | | |
| 地址 | 01:02A3H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | TZ[7:0] | | | | | | | |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|-----|---------|----------------|
| 7-0 | TZ[7:0] | 意义参见红外调制载波频率章节 |

12.1.7 该系列芯片如果有多路低功耗状态下的 UART 通讯，应该如何设置唤醒源？

该系列芯片只有一路低功耗串口，如果有多路低功耗状态下的 UART 通讯，建议使用 UART 中 RX 管脚与 WKUPx 管脚并联，用 WAKEUP 唤醒功能作为通信唤醒源。

13 I2C

13.1.1 该系列芯片是否可以支持 I²C 的从模式？

该系列芯片的 I²C 支持主机模式，不支持从机模式。如果做从机模式可以使用 I/O 口进行软件模拟。

14 IO

14.1.1 IO 口的功能分类

IO 口的功能可以通过 PxFCR1 (x=A~H)与 PxFCR2 (x=A~H) 配置为输入 输出 模拟 数字 四种功能之一。

输入：一般 IO 的输入

输出：一般 IO 的输出

模拟：ADC、LCD、SVS (带模拟性质的 IO 功能)

数字：SPI、I2C、UART、7816、nwkupx 等等都属于数字功能 (带数字逻辑性质的 IO 功能)

| FCR2,FCR1 | AFSEL | PPEN | ODEN | PUEN | IO configuration | |
|-----------|--------|------|------|--------|-----------------------|---------------------|
| 功能选择 | 数字功能选择 | 推挽控制 | 开漏控制 | 内部上拉控制 | 引脚状态 | |
| 00 (输入) | x | x | x | 0 | Input(输入) | Floating(输入+浮空) |
| | | | | 1 | | PU(输入+内部上拉) |
| 01(输出) | x | 0 | x | 0 | OFF (高阻) | Floating(高阻+浮空) |
| | | | | 1 | | PU(高阻+内部上拉) |
| | x | 1 | 0 | 0 | Output(输出) | PP(输出+推挽) |
| | | | 0 | 1 | Output(输出) | PP+PU(输出+推挽+内部上拉) |
| | | | 1 | 0 | Output(输出) | OD(输出+开漏) |
| | | | 1 | 1 | Output(输出) | OD+PU(输出+开漏+内部上拉) |
| 10(数字) | 0/1 | x | x | 0 | AF 数字输入 | Floating(数字输入+浮空) |
| | | | | | AF 数字输出 | PP(数字输出+推挽) |
| | | | | 1 | AF 数字输入 | PU(数字输入+内部上拉) |
| | | | | | AF 数字输出 | PP+PU(数字输出+推挽+内部上拉) |
| 11(模拟) | x | x | x | 0 | Input/Output 输入/输出 | Analog(模拟) |
| | | | | 1 | | Analog+PU(模拟+内部上拉) |

说明:

- 表格中 x 表示 0 或 1 都可以。在实际引脚功能中不起作用。
- 数字功能引脚的输入与输出由数字引脚的实际功能决定。比如配置成 UART RX 那这个引脚就是数字输入引脚。配置成 UART TX 那这引脚就是数字输出引脚
- 同一引脚有两个数字功能，比如 PA0 引脚有 RXD1 与 MOSI1 两个数字功能，可以通过 AFSELA 寄存器选。AFSELA0: 0 MOSI、1: RXD1
- 模拟功能引脚的输入与输出由模拟引脚的实际功能决定。如这个引脚的模拟功能是 ADC，那么这个引脚的模拟口就是模拟输入，如这个引脚的模拟功能是液晶 SEG，那么这个引脚的模拟口就是模拟输出。

14.1.2 该系列芯片 PIN 脚配置成 I/O 推挽输出时，最大输出电流是多少？所有引脚加起来的输出电流是多少？

该系列芯片 PIN 脚配置成 I/O 推挽输出，在 5V 供电电压下，普通引脚最大输出电流为 5mA，PH0 引脚是 10mA，所有引脚总的输出电流 60mA

14.1.3 该系列芯片的串口是否可以把 RX，TX 用作普通 I/O 口？

该系列芯片通过寄存器可以配置引脚的功能，所有的串口引脚都可以配置为普通 I/O 口使用。

14.1.4 该系列芯片的串口和烧录口复用是否存在冲突？

该系列芯片在 I/O 口资源充足的情况下，不建议做复用。如需复用，需保证烧录用的 I/O 电平不会被外围电路固定拉低或拉高。

14.1.5 该系列芯片在 STOP 模式下，为何所有外设，包括 I/O 模块都断电，但引脚状态却依然能够保持？

该系列芯片在 STOP 模式下，时钟全部关闭，所以所有外设都不工作。外部中断在 STOP 模式下不能唤醒，但 IO 口的状态依然是保持的。即在 STOP 模式下，除了 IO 口和 RTC 以外，其他外设全部断电。（RTC 也属于外设）

14.1.6 该系列芯片在 STOP 模式下，GPIO 中断能否工作？

该系列芯片在 STOP 模式下，包括 IO 模块在内的全部外设都会掉电不工作，故 GPIO 中断也不会工作，但 NWKUPx 模块使用异步下降沿进行唤醒，故 NWKUPx 还是处于工作状态。即 WKUPx 引脚上信号变化可以触发中断唤醒系统。具体内见下图（芯片手册 20.6 章节内容）：

对输入信号的采样使用系统时钟进行，当系统运行频率变化时，采样频率也会变化。当芯片进入 Sleep 模式后，系统时钟关闭，PADC 改用 LSCLK 进行采样，如果此时寄存器配置为不使能外部中断，则特定的采样寄存器时钟被自动门控。当芯片进入 STOP 模式后，IO 控制模块掉电，不再对 GPIO 进行采样，此时只有 WKUPx 引脚上的信号变化能够触发中断唤醒系统。

图片 11：引脚中断说明

14.1.7 该系列芯片在 GPIO 不用的应该配置成什么模式？

该系列芯片不用的 GPIO 配置成 GPIO 开漏输出 1。

14.1.8 该系列芯片在外围引脚上拉或下拉的时候，引脚怎么配置最省电？

最好配置成 OD 模式。

14.1.9 PH0 引脚上电默认电平是高阻态吗？

不是，PH0 引脚上电默认是输入，除了这个引脚，其他默认都是高阻态。

14.1.10 该系列芯片烧写口能复用吗？

可以复用，外部不能有固定电平。如果固定高电平或低电平影响烧写。复用后就不能仿真了。所以能不用就不要

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

28

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

用。一定要复用请尽量使用简单功能，调试起来方便。上电也不要立即修改烧写引脚的默认功能。过一秒后再修改

14.1.11 IO 的低电平阈值是多少？

一般情况下低于 0.3Vdd 可认为是低电平。

14.1.12 IO 输入与 IO 外部中断功能能否同时使用？

可以。将引脚配置成输入功能，开启 IO 外部中断，这两个功能不冲突。

14.1.13 IO 外部中断与 NWKUPx 功能能否同时使用？

可以。将引脚配置成数字 NWKUPx 功能，开启 IO 外部中断，这两个功能不冲突。这个应用主要是用于低功耗串口唤醒，或者检测引脚电平变化。因为 `nwkupx` 只能在休眠时有效，而 `io` 外部中断在 `stop` 休眠下无效。这两个功能都开启，那么所有状态下的电平变化都包含了。《UART 休眠唤醒示例程序 2》这个例程就是同时使用了这两个功能，达到 `uart` 低功耗接收不丢字节。

15 中断

15.1 优先级

15.1.1 该系列芯片的中断优先级如何设置？

该系列芯片的中断可以配置产生四级优先级，可以通过中断优先级寄存器 `IPH0` 和 `IPL0` 来配置。详细可以说明可以参考下表：

表格 9：SFR `IPH0` (`S:0B7H`) 寄存器说明

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|-------|-------------------------------------|
| 7 | -- | 未实现：读为 0 |
| 6 | IPHC | PCA 中断优先级高位。 |
| 5 | IPHT2 | 定时器 2 中断优先级高位。 |
| 4 | IPHS | 串口中断优先级高位。 |
| 3 | IPHT1 | 定时器 1 中断优先级高位。 |
| 2 | IPHX1 | 外部中断 1 (<code>int1</code>) 优先级高位。 |
| 1 | IPHT0 | 定时器 0 中断优先级高位。 |
| 0 | IPHX0 | 外部中断 0 (<code>int0</code>) 优先级高位。 |

表格 10：SFR `IPL0` (`S:0B8H`) 寄存器说明

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|-------|------------------------|
| 7 | -- | 未实现：读为 0 |
| 6 | IPLC | PCA 中断优先级低位。 |
| 5 | IPLT2 | 定时器 2 中断优先级低位。 |
| 4 | IPLS | 串口中断优先级低位。 |
| 3 | IPLT1 | 定时器 1 中断优先级低位。 |
| 2 | IPLX1 | 外部中断 1 (int1) 优先级低位。 |
| 1 | IPLT0 | 定时器 0 中断优先级低位。 |
| 0 | IPLX0 | 外部中断 0 (int0) 优先级低位。 |

优先级高低位组合可产生四级优先级，以 PCA 中断为例，优先级定义见表示。其它中断源类似。

表格 11：中断优先级说明

| IPHC | IPLC | 中断优先级 | 中断优先级说明 |
|------|------|-------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 最低优先级 |
| 0 | 1 | 1 | 次低优先级 |
| 1 | 0 | 2 | 次高优先级 |
| 1 | 1 | 3 | 最高优先级 |

一个中断服务程序可以被一个更高优先级的中断所中断。除 TRAP 和 NMI 中断外每一个中断源可编程为高优先级或低优先级。如果有两个或两个以上的中断请求源都被编程为同一优先级，则它们的优先级由下表中的一般优先级来控制，数字越小，中断优先级越高。

表格 12：中断说明

| 中断源 | 中断描述 | 一般优先级 | 中断号 | 中断入口地址 | 使能位 | 优先级控制位 | 标志位 | 标志位清除 |
|-------|-----------|-------|-----|----------|--------|--------------------------|--------------|----------------------|
| TRAP | TRAP 指令中断 | 1 | | FF:007BH | -- | -- | -- | -- |
| NMI | NMI 中断 | 2 | 7 | FF:003BH | -- | -- | -- | -- |
| Int_0 | 外部中断 0 | 3 | 0 | FF:0003H | IE.EX0 | IPH0.IPHX0 IPL0.IPLX0 | TCON.IE 0 | 边沿触发为硬件清除， 否则软件清除 |
| T/C0 | 定时器 0 中断 | 4 | 1 | FF:000BH | IE.ET0 | IPH0.IPHT0 IPL0.IPLT0 | TCON.T F0 | 硬件清除 |
| Int_1 | 外部中断 1 | 5 | 2 | FF:0013H | IE.EX1 | IPH0.IPHX1 IPL0.IPLX1 | TCON.IE 1 | 边沿触发为硬件清除， |

| 中断源 | 中断描述 | 一般优先级 | 中断号 | 中断入口地址 | 使能位 | 优先级控制位 | 标志位 | 标志位清除 |
|-----------------|----------|-------|-----|----------|----------|--------------------------|-------------------------|--------|
| | | | | | | | | 否则软件清除 |
| T/C1 | 定时器 1 中断 | 6 | 3 | FF:001BH | IE.ET1 | IPH0.IPHT1 IPL0.IPLT1 | TCON.TF1 | 硬件清除 |
| T/C2 | 定时器 2 中断 | 8 | 5 | FF:002BH | IE.ET2 | IPH0.IPHT2 IPL0.IPLT2 | T2CON.TF2 T2CON.EXF2 | 软件清除 |
| PCA | PCA 中断 | 9 | 6 | FF:0033H | IE.EC | IPH0.IPHC IPL0.IPLC | CCON.CF CCON.CFx | 软件清除 |
| Intext ra_n0 | 附加中断 0 | 10 | 8 | FF:0043H | AIE.AIE0 | AIPH.AIPH0 AIPL.AIPL0 | AIF.AIF0 | 软件清除 |
| Intext ra_n1 | 附加中断 1 | 11 | 9 | FF:004BH | AIE.AIE1 | AIPH.AIPH1 AIPL.AIPL1 | AIF.AIF1 | 软件清除 |
| Intext ra_n2 | 附加中断 2 | 12 | 10 | FF:0053H | AIE.AIE2 | AIPH.AIPH2 AIPL.AIPL2 | AIF.AIF2 | 软件清除 |
| Intext ra_n3 | 附加中断 3 | 13 | 11 | FF:005BH | AIE.AIE3 | AIPH.AIPH3 AIPL.AIPL3 | AIF.AIF3 | 软件清除 |
| Intext ra_n4 | 附加中断 4 | 14 | 12 | FF:0063H | AIE.AIE4 | AIPH.AIPH4 AIPL.AIPL4 | AIF.AIF4 | 软件清除 |
| Intext ra_n5 | 附加中断 5 | 15 | 13 | FF:006BH | AIE.AIE5 | AIPH.AIPH5 AIPL.AIPL5 | AIF.AIF5 | 软件清除 |
| Intext ra_n6 | 附加中断 6 | 16 | 14 | FF:0073H | AIE.AIE6 | AIPH.AIPH6 AIPL.AIPL6 | AIF.AIF6 | 软件清除 |

15.2 标志位

15.2.1 该系列芯片的外部中断标志位为何无法清除？

该系列芯片若要彻底清除外部中断标志，需严格按照先清除中断标志位，再禁止中断触发操作，以避免中断标志位被再次置起。若先禁止中断触发，再清除中断标志位，由于采样寄存器时钟在禁止中断时已被关闭，所以会导致清除中断标志不成功，具体可见下图标注：

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

31

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

使用引脚中断前必须将对应引脚的功能设为 GPIO (PrimaryFunction)，并将引脚方向设为输入。各路中断使能与 edge select 整合在一起，edge select 可以选择上升沿、下降沿、双沿触发中断，或禁止中断触发。当 edge select 寄存器配置为禁止中断时，输入采样寄存器时钟将自动关闭以节省功耗。

图片 12：中断标志清除

16 ADC 与温度传感器

16.1 ADC

16.1.1 该系列芯片 ADC 几路引脚能同时采样么？

不能，同一时间只能采样一路引脚。adc 转换模块只有一个，只能分时采样

16.1.2 该系列芯片 ADC 采样的时间和范围是多少？

该系列芯片采样时间：ADC 采用的是 1 阶 sigma-delta 方式，单次转换需要 256~2048 个时钟周期（RCHF 输出频率为 8MHz 时，ADC 工作频率 512KHz 或 1MHz，具体配置见下表（芯片手册 7.6.12 章节内容）：

表格 13：外设时钟控制寄存器 2

| 名称 | PERCKEN2 | | | | | | | |
|-----|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| 地址 | 01:0049H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | LPTIM CLKEN | ADCCL KEN | PCACL KEN | PDCCL KEN | WDTCL KEN | ANACC LKEN | RTCLKC EN | ADCCL K_SEL |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|------------|--|
| 0 | ADCCLK_SEL | ADC 工作时钟选择 0：512KHz 1：1MHz ADC 工作时钟由 RCHF 分频得到，因此 ADC 工作时 RCHF 必须使能；当 RCHF 输出频率为 24MHz 时，ADC 实际工作频率为 375KHz 或者 750KHz |

默认 ADC 温度采样时间为 3.2ms，电压采样时间为 2ms。ADC 的采样时间还和 ADC 计数值修调寄存器（ADC_TRIM）有关，ADC_TRIM 越大，时间越久。另外，当主频时钟低于 ADC 工作时钟时，ADC 采样是否完成无法通过 ADC 中断标志寄存器（ADCIF）判断，只能延时等待，等待时间约为 4ms。

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

32

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

ADC 的参考电压 VREF 为 1.23V ,ADC 取得是 4 倍的 VREF ,即 4.92V。但是 4 倍的 VREF 不是直接产生的物理量，而是通过电容比例折算的，所以实际上 ADC 里没有 4.92V 这个电压，4.92V 是个折算值。所以 ADC 最高能转换 4.92V 的电压（理论上），一般情况下，让转换电压范围处于 1.0V~4.4V，这样比较准。另外需要注意的是，该系列芯片不支持输入比电源还高的电压，所以如果 VDD 是 3.0V，那么 ADC 转换的电压必须低于 3.0V。

16.1.3 该系列芯片在需要 ADC 的应用场景中，需要进入休眠模式时 ADC 模块如何处理？

经过测试发现，该系列芯片在使用 ADC 的电压测量功能，并且 ANATESTSEL（ADC 通道控制寄存器）的 BUF4TST_EN 使能的情况下，芯片在进入 SLEEP 模式后会多出 10uA 左右的功耗。所以在芯片进入 SLEEP 模式前，把 BUF4TST_EN 关掉可以减少 10uA 的功耗。以上现象在 DEEPSLEEP 等其他低功耗模式下不会发生。具体配置方法见下表（芯片手册 19.6.7 章节内容）：

表格 14：ADC 通道控制寄存器

| 名称 | ANATESTSEL | | | | | | | |
|-----|------------|------|------------|----------------|-------------|-------|-------|-------|
| 地址 | 01:0374H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | RFU | | BUF4TST_EN | BUF4TST_BYPASS | BUF4TST_SEL | | | |
| 位权限 | | | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|-----|------------------|--|
| 7-6 | RFU | |
| 5 | BUF4TST_EN | 模拟通道 Buffer 使能 |
| 4 | BUF4TST_BYPASS | 模拟通道 Buffer 旁路，使用 ADC 测量电源电压时必须将此 bit 置 1 |
| 3-0 | BUF4TST_SEL[3:0] | 模拟通道选择 0110：AN3 (PD3) 1010：AN4 (PD2) 1011：AN0 (PC1) 1100：AN1 (PF7) 1101：AN2 (PF5) 1110：VDD 1111：AN5 (PE0) 其他：Reserved for test purpose |

17 复位

17.1 看门狗

17.1.1 该系列芯片如何关闭看门狗 WDT ?

该系列芯片在 Active 模式及 LPRUN 模式下,无法关闭看门狗;在 SLEEP 模式、DEEPSLEEP 模式及 STOP 模式下,可以通过关闭外设时钟控制寄存器中的看门狗时钟 WDTCLKEN,同时关闭 32KHz 低频晶体振荡电路(将低功耗控制寄存器 PMUCFG 的 XTOFF 置 1 关闭 XTLP)及 32KHz 低功耗内部环振(将时钟源控制寄存器 CLKSRC 的 LP_RCLP_CTRL 置 0 关闭 RCLP)的方法来实现关闭看门狗。具体配置方法见下表(芯片手册 7.6.12 章节内容):

表格 15 : 外设时钟控制寄存器

| 名称 | PERCKEN2 | | | | | | | |
|-----|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| 地址 | 01:0049H | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | LPTIM CLKEN | ADCCL KEN | PCACL KEN | PDCCL KEN | WDTCL KEN | ANACC LKEN | RTCLKC EN | ADCCL K_SEL |
| 位权限 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|----|-------------|--|
| 3 | UART3_CLKEN | UART3 模块时钟门控 0 : 关闭模块时钟 1 : 打开模块时钟 |

17.1.2 该系列芯片在 SLEEP 或 STOP 模式下,若软件关闭 XTLP 且无外部 32K 的电路时,进入低功耗 SLEEP 或 STOP 模式时,WDT 是否无法启动?

WDT 依旧能够启动,只有在 SLEEP 或 STOP 模式下,且 RCLP 与 XTLP 都关闭时,才会失效。

17.1.3 该系列芯片的 BOR 和 PDR 有什么区别,为何有 BOR 后,还需额外增加 PDR 下电复位电路?

这种设置是基于双重保险考虑,BOR 功耗较大,休眠时建议关闭,只开 PDR。

17.1.4 该系列芯片的软件复位命令是什么？

软件复位寄存器

| | | | | | | | | |
|-----|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 名称 | SOFT_RST | | | | | | | |
| 地址 | 01:004CH | | | | | | | |
| 位 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 位名 | SOFT_RST | | | | | | | |
| 位权限 | W | | | | | | | |

| 位号 | 位名 | 说明 |
|-----|----------|------------------------------|
| 7-0 | SOFT_RST | 对本寄存器地址写入 0x5C 时，触发软复位；读出无意义 |

SOFT_RST = 0x5C; //软件复位

17.2 其他

17.2.1 该系列芯片的 RESET 引脚如何实现复位功能？

当该系列芯片 RESET 引脚被外部拉低后，低电平持续超过 8 毫秒，则判断为接收到了一个有效 RESET 信号而非毛刺；在这 8 毫秒之后，如果检测到 RESET 引脚有上升沿信号，则复位系统。

18 开发环境，编程与仿真

18.1 开发环境

18.1.1 该系列芯片程序的开发环境是什么？

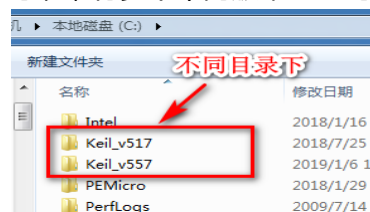
该系列芯片程序的开发环境是 Keil C251，建议使用 V5.57 版本。

18.1.2 该系列芯片 keil 可以安装在非系统盘目录么？

不行，keil 必须装在系统盘目录，且目录中不要出现中文字符。

18.1.3 该系列芯片不同 keil 版本能够同时安装么？

可以，有多个不同版本 keil 可安装在不同目录下，各自不影响



18.1.4 本系列芯片可以在 IAR 上进行开发吗？

本芯片不能在 IAR 上开发，只能在 keil 上开发

18.2 编程

18.2.1 该系列芯片为何编程后无法再次编程？

以下两种情况可能造成芯片在一次编程成功后，无法再次编程的问题：

程序中上电很快进入休眠

程序中上电很快修改主频

针对情况 1：上电不要立即进休眠，否则将出现无法再烧写的问题。建议添加红框中的代码（延迟 500ms），这样就不会妨碍烧写。

```
void Init_System(void)
{
    EA = 0; //关中断
    INIT_F251_SYS_WDT(); //初始化WDT
    Init_Dw80251(); //80251内核初始化
    CLK_Init(); //主频初始化 8M
    Set_Trim_Value(); //加载校准值
    Veri_Pad(); //引脚初始化
    Veri_SysReg(); //寄存器初始化
    //如果是TEST_N复位 添加500ms等待 (TEST_N复位一般是烧写)
    if(RSTFLAG&B0010_0000)
    {
        //程序不要去掉,去掉可能导致不能烧写的严重后果
        Delay_x5ms(100);
        Clear_SYS_Wdt();
        Delay_x5ms(100);
        Clear_SYS_Wdt();
    }
}
```

图片 13：复位延时休眠

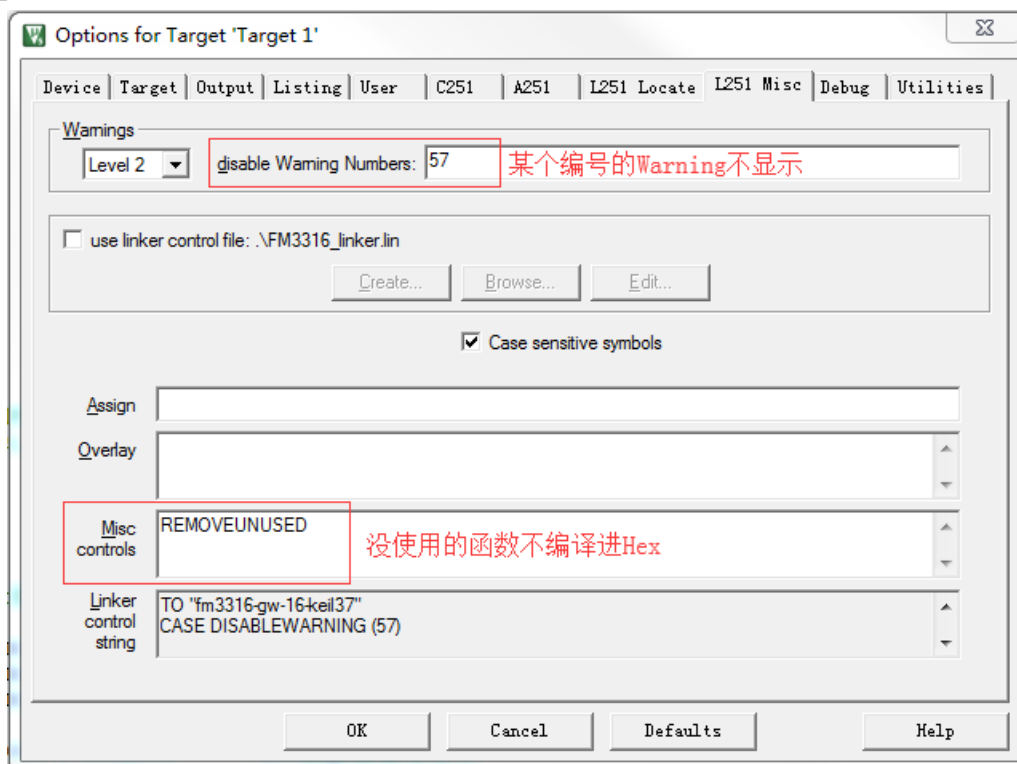
针对情况 2：上电不能立即切换 8M 时钟到其他频率（比 8M 低的频率），否则将出现无法再烧写的情况。建议在系统初始化时不要修改频率，添加红框中的代码（延迟 500ms），这样就不会妨碍烧写。

```
void Init_System(void)
{
    EA = 0; //关中断
    INIT_F251_SYS_WDT(); //初始化WDT
    Init_Dw80251(); //80251内核初始化
    CLK_Init(); //主频初始化 8M
    Set_Trim_Value(); //加载校准值
    Veri_Pad(); //引脚初始化
    Veri_SysReg(); //寄存器初始化
    //如果是TEST_N复位 添加500ms等待 (TEST_N复位一般是烧写)
    if(RSTFLAG&B0010_0000)
    {
        //程序不要去掉,去掉可能导致不能烧写的严重后果
        Delay_x5ms(100);
        Clear_SYS_Wdt();
        Delay_x5ms(100);
        Clear_SYS_Wdt();
    }
}
```

图片 14：频率修改

18.2.2 在 Keil 中如何去除特定的 Warning？如何将不需要使用的函数，不编译进 Hex 文件？

1. 进入 Keil，选择 ‘Options for target’ 选项，在上方工具栏中选中 ‘L251 Misc’，将需要去除 Warning 的编号输入 ‘disable Warning Numbers’ 一栏中，即可去除该 Warning。
2. 若不想将某函数编译进 Hex 文件，只需在 ‘Misc controls’ 一栏中输入不需要使用的具体函数即可。具体可见下图标注：



图片 15：清除警告设置

注意：加入 REMOVEUNUSED 后，由于 keil 编译器的 bug，有可能会出现编译错误，已知道的是 float 类型，有可能出现 bug。我们的 ADC 驱动库用到了 float。有可能出现错误。

18.2.3 打开编程上位机文件时，对于系统提示“部件 ‘MSCOMM32.OCX’ 或其附件之一不能正确注册：一个文件丢失或无效”，此错误如何解决？



图片 16：报错提示

上图的报错是由于系统中 ‘MSCOMM32.OCX’ 文件丢失，程序运行时无法找到此必备文件导致。解决该错误需重新下载 ‘MSCOMM32.OCX’ 文件。32 位系统，请将下载好的文件拷贝到到 C:\Windows\system32 路径下，

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0

37

论坛: www.fmdevelopers.com.cn

64 为系统, 请将文件拷贝到 C:\Windows\sysWOW64 路径下。然后呼出‘运行’栏。32 位系统, 请输入“regsvr32 c:\Windows\system32\MSCOMM32.ocx”, 按下回车键即可。64 位的系统, 请输入“regsvr32 c:\Windows\SysWOW64\MSCOMM32.ocx”, 按下回车键即可。

18.2.4 本系列芯片编译时提示文件找不到, 但是看文件夹又有文件

安装 keil 时不要安装在有中文路径的文件夹, 工程也不要放在有中文路径的文件夹。有的 win 系统不支持中文路径导致 keil 找不到文件

18.3 仿真

18.3.1 该系列芯片在进入低功耗模式后可以进行仿真吗?

该系列芯片进入低功耗模式后, 为了节省功耗, 会关闭 8M 主频, 关闭其他外设, 运行 32K 时钟, 故此时不能仿真。

18.3.2 该系列芯片在使用 pll 作为主频可以进行仿真吗?

仿真只能在 8M/16M/24M RCHF 主频下进行, 如果主频在程序中切换到其他频率, 如 pll, rclp, 休眠等就不能仿真了

18.3.3 该系列芯片仿真器支持哪些操作系统?

该系列芯片仿真器可以支持 Win XP/Win7/Win10 等操作系统, 其中不支持 Win10 企业版, 部分 Win10 家庭版也不行。

18.3.4 该系列芯片当板子连接仿真器运行程序, 程序能正常运行, 断开仿真器以后程序不能正常运行(反复复位), 为什么?

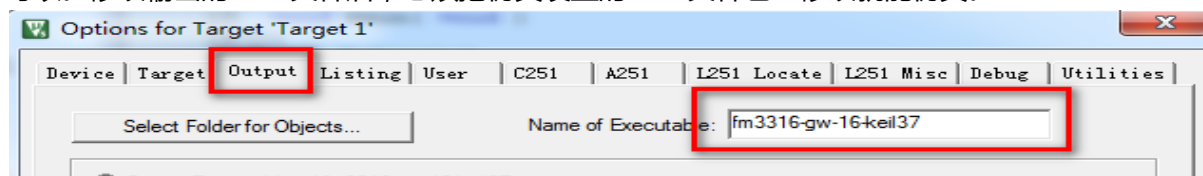
该系列芯片当仿真器连接在目标板上时, WDT 会被关闭, 仿真器会控制 reset 脚。仿真器断开以后 WDT 启动, 如果喂狗不及时看门狗会溢出复位, 所以请检查看门狗设置与喂狗时间间隔。

18.3.5 该系列芯片为什么在调试仿真的时候没办法进入中断和退出休眠, 而程序直接运行的时候又是正常的?

休眠和擦写 flash 情况下不可以在线仿真调试。

18.3.6 该系列芯片修改了例程的 hex 文件名后还能仿真么?

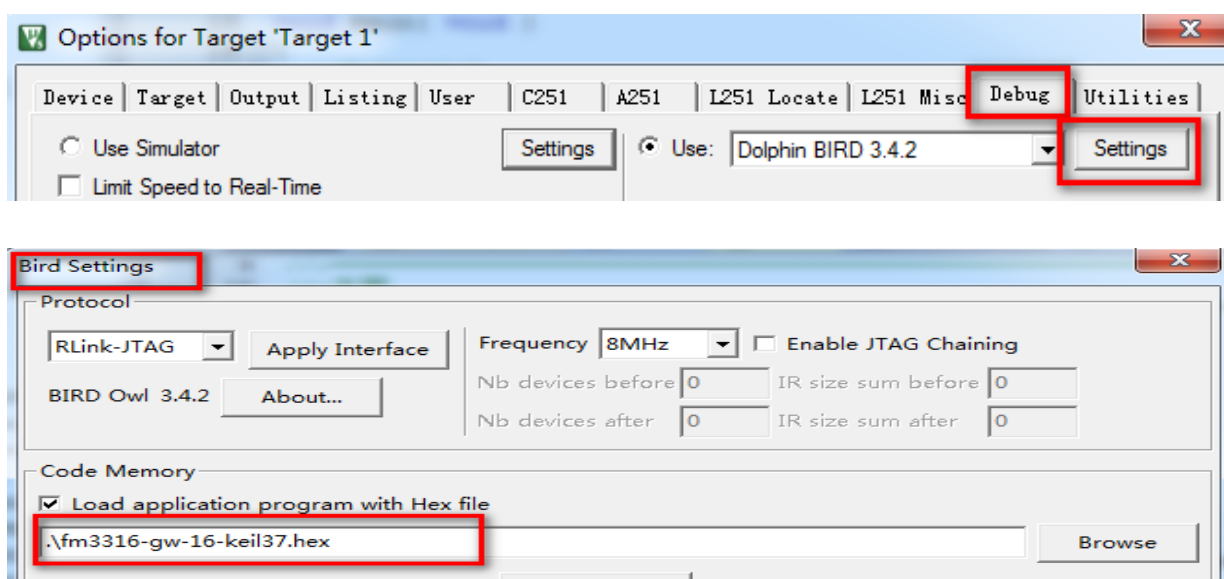
可以。修改输出的 hex 文件后, 必须把仿真设置的 hex 文件也一修改就能仿真。



上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM3316 低功耗系列芯片应用 Q&A-V2.0



18.3.7 该系列芯片为什么在调试仿时进入仿真界面有时能进，有时进不了，时行时不行？

RESET/TEST_N 引脚 不要接电阻与电容。 这个阻容滤波会影响 8ms 的复位信号。

19 版本说明

| 版本 | 日志 |
|------|--------------------|
| V1.0 | 首次发布 |
| V1.1 | 增加编程及仿真内容 |
| V1.2 | 增加 ADC 采样范围说明 |
| V1.3 | 修正错字 |
| V1.4 | 增加分类，修正部分问题描述 |
| V1.5 | 增加内容 |
| V1.6 | 增加技术手册内容注释 |
| V1.7 | 增加 LCD、UCP、精度配置等内容 |
| V1.8 | 新增 IO、时钟等内容 |
| V1.9 | 增加部分问题解析 |
| V2.0 | 增加部分问题解析 |



上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心

上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 83352011 83350611

传真：(86-0755) 8335 9011

台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcier, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>