



复旦微电子

*FM33LE0xxA*  
*车用系列 MCU*

*软件开发注意事项*

---

*V1.5.1.5*

本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

## 商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

## 目 录

1 说明 .....	1
2 注意事项 .....	1
2.1 驱动及例程版本 .....	1
2.2 CMU 时钟管理单元 .....	1
2.3 FLASH 模块 .....	2
2.4 GPIO 模块 .....	2
2.5 IWDT 模块 .....	3
2.6 ADC 模块 .....	4
2.7 休眠唤醒 .....	4
2.8 定时器模块 .....	5
2.9 LIN 模块 .....	5
2.10 UART 模块 .....	6
版本信息 .....	7
上海复旦微电子集团股份有限公司销售及 服务网点 .....	8

# 1 说明

本文档为 FM33LE0xxA 系列车用级 MCU 软件开发注意事项, 用户在项目开发前期需参考此文档中所阐述的各项建议, 详情可联系复旦微技术团队。

## 2 注意事项

### 2.1 驱动及例程版本

需确认驱动及参考例程版本是否为复旦微电子开发者论坛汽车电子版块所更新的最新版本。驱动版本号在驱动 `fm33le0xxa_fl.h` 文件中可查, 例程版本号在例程 `main.h` 文件中可查。

### 2.2 CMU 时钟管理单元

时钟管理单元为 MCU 的基础且核心功能, 需十分注意, 时钟配置建议完全调用库函数。此模块注意事项如下所述:

(1) 若使用锁相环 PLL 倍频输入时钟作为系统时钟, 需等待 PLL 完成建立后再切换系统时钟源为 PLL。当  $24M < \text{系统时钟频率} \leq 48M$  时, 需配置 FLASH 读等待周期为 `1wait`;  $48M < \text{系统时钟频率} \leq 64M$  时, 需配置 FLASH 读等待周期为 `2wait`。(例程中已将此部分注意事项封装至函数: `SetXTHF(RCHF)ToPLL`, 可直接调用。)

(2) 若使用 XTHF, 需等待晶体完全起振后再进行其他操作, 例程中设置为 `2ms`。初始化停振检测标志前需先软件清除标志位。(例程中已将此部分注意事项封装至函数: `XTHFInit`, 可直接调用。)

(3) 若使用 RCHF, 需根据目标频率向 RCHF 调校寄存器写入对应 TRIM 值, 再设置目标频率, 以保证时钟精度。(例程中已将此部分注意事项封装至函数: `RCHFInit`, 可直接调用。)

(4) 休眠唤醒后，系统主频默认为 RCHF，频率由 PMU\_CR->WKFSEL 寄存器中的值决定，需及时切换系统主频至目标频率。

## 2.3 FLASH 模块

FLASH 模块涉及 Bootloader 及数据保存等功能实现，驱动内已提供全部擦写接口函数，建议直接调用。FLASH 部分注意事项如下：

(1) FLASH 擦写过程中，必须避免出现各类复位(尤其掉电复位)，否则无法保证 FLASH 中的内容。

(2) FLASH 擦写结束后，需及时关闭 FLASH 总线时钟及工作时钟，并锁定 Key。(例程中已将此部分注意事项封装成库函数，可直接调用。)

(3) 若使用 FLASH 模拟 EEPROM，擦写前需对地址进行校验，防止越区操作。需根据实际应用对模拟区域的擦写寿命进行评估。

(4) FLASH 擦写过程中，CPU 取指会被暂停，需评估对应用层的影响。可将程序移植至 RAM 运行解决此影响。

(5) 若在 RAM 中执行 FLASH 擦写操作程序，必须添加中断保护机制，防止擦写操作被 FLASH 中断指令打断；亦可将 FLASH 中断向量表及中断服务内容全部移植至 RAM 空间执行。

## 2.4 GPIO 模块

(1) 若使用 48PIN 芯片，需添加宏定义：FM33LE0x5A。48PIN 封装中：PB0、PB12 引脚可复用。若使用 32PIN 芯片，需添加宏定义：FM33LE0x3A。32PIN 封装中：PB0、PB11、PA4、PD2 引脚可复用，驱动 fm33le0xxa\_fl\_gpio.c 中已进行对应处理，添加对应宏定义可避免引脚冲突。

(2) 若使用 GPIO 外部中断，由于 4 个 GPIO 共用一个 EXTI 中断入口，需避免外部中断引脚位于同一 EXTI 分组内。例如避免同时使用 PA0 与 PA1 作为外部中断引脚，否则无法确定触发引脚号。

GPIO	EXTI输入选择	EXTI
PA0~PA3	EXTI_ASEL[1:0]	EXTI[0]
PA4~PA7	EXTI_ASEL[3:2]	EXTI[1]

(3) NRST 引脚禁止配置成其他功能口，禁止任何引脚的输入电压高于 MCU 电源电压。

(4) 浮空引脚禁止配置成输入模式，浮空引脚建议配置成高阻抗模式，默认为高阻抗模式。

(5) 不建议 SWD 口复用，如必须复用，则 MCU 启动后延时 100ms 再配置，确保复位后外部设备能及时与 SWD 口建立连接。

(6) LIN 的收发引脚：PB0 PB1 在切换数字功能时会触发电平干涉，数字功能初始化过程中需先初始化 PB1 再初始化 PB0。若通信过程中涉及到 PB0 管脚功能切换需注意确认 PB1 电平干涉是否会影响总线。

## 2.5 IWDG 模块

(1) 建议上电最先初始化看门狗模块。

(2) 驱动已在 SystemInit 中配置 DEBUG 模式下禁用 IWDG，调试 IWDG 模块时可配置 DBG->CR = 0x00U 进行开启。

(3) 若休眠周期大于看门狗周期，建议定时唤醒进行清狗操作。

(4) IWDTSLP 出厂默认值为 0xA，允许用户配置 IWDT 在 Sleep/DeepSleep/RTCBKP 模式下停止计数。IWDTSLP 仅能由编程器修改。

## 2.6 ADC 模块

(1) 禁止 ADC 输入模拟信号高于 VDDA。

(2) 使能 ADC 采样前，需做一次 EOC 标志清除操作。（例程中已对此注意事项做相应处理）

(3) 使用 DMA 模式时：禁止使能 ADC 等待模式，必须保证 WAIT=0;且必须配置 DMA 的 ADC 通道优先级为最高。

(4) 未使用 DMA 模式时：当一个序列转换完成之后。必须先关闭 ADC，再执行清除 EOC 标志。标准流程可参考例程：ADC 单端中断、ADC 单端查询。

(5) 当 ADC 转换选用硬件触发源时，每轮硬件触发前必须确保完成所有通道转换值的读取操作，避免在读取转换值时发生触发事件。

## 2.7 休眠唤醒

(1) 强烈建议设计定时唤醒喂狗机制，能够最大程度降低软件设计上的缺陷所导致的 MCU 无法唤醒。

(2) 唤醒前，建议反初始化非唤醒源外设，配置未使用 IO 为高阻抗模式。唤醒源时钟需切换为低速时钟，并清除唤醒源中断标志位。

(3) 唤醒后，若休眠前禁能全局中断，必须先清除唤醒源外设中断标志再清除 NVIC Pending 位。若休眠前使能全局中断，则需在对应中断内清除唤醒源外设的中断标志位

(4) GPIO 唤醒 MCU，不开滤波时间为 1~2 个 LSCLK，开滤波为 5~6 个 LSCLK，才能检测到下降沿。

## 2.8 定时器模块

(1) SysTick 在例程中用作软件延时，为弱定义。若应用层需要用到 SysTick，则需重新定义延时函数。

(2) 定时器 DMA 在搬移 CCR 数据时，搬运 0x00 数据后面第二个数据会丢失，软件上应对此问题进行规避。

(3) 若使用 ATIM 从机触发模式捕获占空比和频率，需对捕捉到的计数值+1。

(4) LPTIM 的 ARR 值不能写 0、1。

(5) 若使用定时器输出比较模式输出 PWM，需注意：

- a. ATIM 和 GPTIM 的比较值 CCR 在设置目标值时不需要减 1，LPTIM 需要减 1。
- b. ATIM 的互补通道输出频率和占空比和正向通道保持一致。
- c. 由于同一定时器共用一个自动重装载值寄存器，所以同定时器下不同通道输出 PWM 频率相同，但占空比可设置不同值。
- b. LPTIM 无法输出 0 占空比信号，0 占空比需要软件手段实现：

0 占空比时，IO 口直接推挽输出固定电平；或给 100%占空比，同时改变 PWM 相位；

## 2.9 LIN 模块

(1) 若无特殊要求，建议应用软件 LIN 方案，软件设计及调整较为灵活。

- (2) 软件 LIN 方案支持 1K~20K 范围内波特率自适应, 硬件 LIN 只支持 9600 和 19200。
- (3) 软件模拟 LIN 方案中, LIN 所用 UART 中断优先级为最高, 不可被打断。
- (4) LIN 协议栈要求主频不低于 24M, 目前例程为 24M, 其他频率移植过程中需进行调整。当前协议栈仅支持 9600 和 19200 波特率。
- (5) LIN Stack 默认为首帧自适应, 并非每帧自适应。
- (6) 若软件设计中涉及 LIN 收发器的休眠逻辑, MCU 休眠前需先将 LIN\_RX 引脚设置为外部中断模式, 再将收发器的 SLP 使能引脚设置为休眠模式, MCU 最后进入休眠, 防止软件执行窗口期丢失 LIN 唤醒信号。
- (7) 若软件设计中涉及 LIN 收发器的休眠逻辑, 应避免 1021 这类芯片在电源电压异常情况下出现 POWER ON 模式, 具体解决方案及参考例程可联系复旦微技术团队。

## 2.10 UART 模块

- (1) 推荐使用 UART0/1, 资源较其他 UART 口更为丰富。
- (2) UART2 在初始化管脚时, 应先初始化 PB1 再初始化 PB0。(例程中已对此注意事项做相应处理)
- (3) 修改 UART 波特率前, 需将 RX 和 TX 使能同时关闭, 修改完成后再进行配置。
- (4) UART 超时仅在接收到数据后才起作用, 总线空闲不会触发。

(5) 仅 UART 支持软件模拟 LIN，LPUART 不支持。

## 版本信息

版本号	发布日期	更改说明
1.2.1.2	2022.11	首次发布
1.3.1.3	2023.03	新增 ADC 模块软件开发注意事项
1.4.1.3	2023.05	新增 FLASH 模块注意事项 (5)
1.4.1.4	2023.12	新增 ADC 模块 (5) 新增 GPIO 模块 (6) 新增休眠唤醒模块 (1) 新增 LIN 模块 (6) (7)
1.5.1.5	2025.07	添加 LPTIM-PWM 占空比注意事项



## 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 8335 2011 8335 0611

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/>