



复旦微电子

# FM33LG0xxA

## Flash 擦写/编程应用注意事项

应用手册

---

V1.0



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 简介 .....	2
2 FLASH 功能概述 .....	2
2.1 存储空间 .....	2
2.2 擦除 .....	2
2.3 编程 .....	2
3 设计注意事项 .....	3
3.1 擦写/编程 Flash 时钟 .....	3
3.2 用户程序的延迟 .....	4
3.3 Flash 写保护的解锁与锁定流程 .....	5
3.4 Flash 擦写/编程与复位 .....	7
3.4.1 电源时序要求 .....	7
3.4.2 电源电压检测 (SVD) .....	8
版本信息 .....	11
上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心 .....	12



## 1 简介

本文件包含了用户嵌入式软件在设计对 FM33LG0xxA 单片机 Flash 执行擦写和编程功能时所应遵守的设计事项。

本文件所描述的用户嵌入式软件是在 FM33LG0xxA 单片机上运行的。

## 2 FLASH 功能概述

### 2.1 存储空间

Flash 总空间: 64KBytes (FM33LG01xA)、128KBytes (FM33LG02xA)、  
256KBytes (FM33LG04xA)

Flash Page: 512Bytes

Flash Sector: 2048Bytes (2k)

### 2.2 擦除

支持页擦、扇区擦和全擦，其中全擦仅支持 SWD 接口。

### 2.3 编程

仅支持字写，即每次操作编程 32bits，Flash 编程地址按 unsigned long 宽度对齐。

单次编程：可由嵌入式软件发起，逐字编程。

连续编程：可通过 DMA (主端) 的 Memory 通道一次向 Flash 写入 256Bytes (half page)，即预先对目标 RAM 填充 256Bytes 数据，然后由 DMA (主端) 的 Memory 通道按逐字方式对 Flash 实现连续编程，Flash 目标编程地址也必须是 half page 对齐的。



### 3 设计注意事项

#### 3.1 擦写/编程 Flash 时钟

数据总线时钟：

- 用于读取和配置 Flash 外设寄存器的时钟，如 Flash 擦写控制寄存器 (FLS\_EPCR)、Flash Key 输入寄存器 (FLS\_KEY) 等。
- 时钟源为 AHB (Advanced high-performance BUS) 总线时钟。
- 在时钟管理单元 (CMU) 的外设总线时钟控制寄存器 2 (CMU\_PCLKCR2) 配置时钟使能，即向目标外设提供时钟。

位号	助记符	功能描述
31:12	--	RFU：未实现，读为 0
11	PGL_PCE	PGL 总线时钟使能，高使能
10	DAC_PCE	DAC 总线时钟使能，高使能
9	DIVAS_PCE	硬件除法器总线时钟使能，高使能
8	ADC_PCE	ADC 总线时钟使能，高使能
7	WWDT_PCE	WWDT 总线时钟使能，高使能
6	RAMBIST_PCE	RAMBIST 总线时钟使能，高使能
5	FLASH_PCE	NVMIF (Flash 擦写控制器) 总线时钟使能，高使能
4	DMA_PCE	DMA 总线时钟使能，高使能
3	LCD_PCE	LCD 总线时钟使能，高使能
2	AES_PCE	AES 总线时钟使能，高使能
1	TRNG_PCE	RNG 总线时钟使能，高使能
0	CRC_PCE	CRC 总线时钟使能，高使能

- 在擦写/编程功能完成后及时时钟禁止，以提高程序的鲁棒性。

擦写/编程工作时钟：

- 用于执行 Flash 擦写/编程的时钟。
- 工作时钟源硬件固定为 RCHF，支持 8M、16M 和 24M，因此执行擦写/编程功能前，必须使能 RCHF，且目标频率的配置不得大于 24M。

19:16	FSEL	RCHF 频率选择寄存器 0000: 8MHz 0001: 16MHz 0010: 24MHz 0011: 32MHz 其他: RFU
-------	------	--



- 在时钟管理单元 (CMU) 的外设工作时钟配置寄存器 3 (CMU\_OPCCR3) 配置时钟使能，即向目标外设提供时钟。

位号	助记符	功能描述
31	EXTICKE	<del>GPIO 外部中断工作时钟使能，高有效</del>
30	FLASHCKE	Flash 擦写时钟使能，高有效
29	LPU1CKE	LPUART1 工作时钟使能，高有效
28	LPU0CKE	LPUART0 工作时钟使能，高有效

- 在擦写功能完成后及时时钟禁止，以提高程序的鲁棒性。
- Flash 擦写/编程时钟使用 RCHF 时钟，但系统时钟可以是任意时钟。

注：具体可参考复旦微应用例程，<http://www.fmdevelopers.com.cn>

### 3.2 用户程序的延迟

CPU 通过 AHB 总线对 Flash 访问，当 CPU 对 Flash 执行擦写/编程操作时，Flash 外设数据总线被占用，读取即取指操作将会暂停，直至硬件的擦写/编程完成。

#### 关于线程任务：

- 采用非 DMA 模式时，对用户程序无影响，因为软件流程设计为流水线模式，前一个功能完成后再执行下一个功能。
- 采用 DMA 模式连续编程时，CPU 和 DMA 共属主端，当访问同一个外设时，由 BusMatrix 仲裁优先级，如 DMA 抢占成功且正在执行 Flash 编程时，由于 Flash 外设数据总线被占用，CPU 会暂时停止取指，因此用户线程任务的执行会有延迟。

#### 关于中断服务：

- 如向量表定义在 Flash 区，软件或 DMA (仅编程) 对 Flash 执行擦写/编程时，由于 Flash 外设数据总线的占用，中断服务函数响应会有延迟。

综上所述，用户对于处理时间比较关键的程序 (如高频率高精度的定时中断响应等)，应了解该延迟的存在，并做出对应的处理措施。



可行措施与应用场景强相关，且方法较多，如擦写/编程与关键任务的时序调整等。本文档在此处描述一种可通用的措施之一：对处理时间比较关键的程序或中断，可将执行代码或中断向量表定义到 RAM 中，此时 Flash 的擦写/编程操作不会影响 CPU 到 RAM 的取指。

执行 Flash 擦写/编程时，Flash 外设会根据当前 RCHF 实际频率值来产生相应的计时长，即不同频率值其需要的时长是一样的，这由 Flash 的物理介质决定，具体值如下：

扇擦时长：4ms ~ 5ms

页擦时长：1ms ~ 1.25ms

字写时长：6us ~ 7.5us

注：Flash 擦写/编程时钟使用 RCHF 时钟，但系统时钟可以是任意时钟。

### 3.3 Flash 写保护的解锁与锁定流程

Flash 作为 Code 的存储介质，对擦写/编程有非常严格的解锁/锁定流程，用户程序设计编程/擦写功能时，应严格遵循芯片流程。

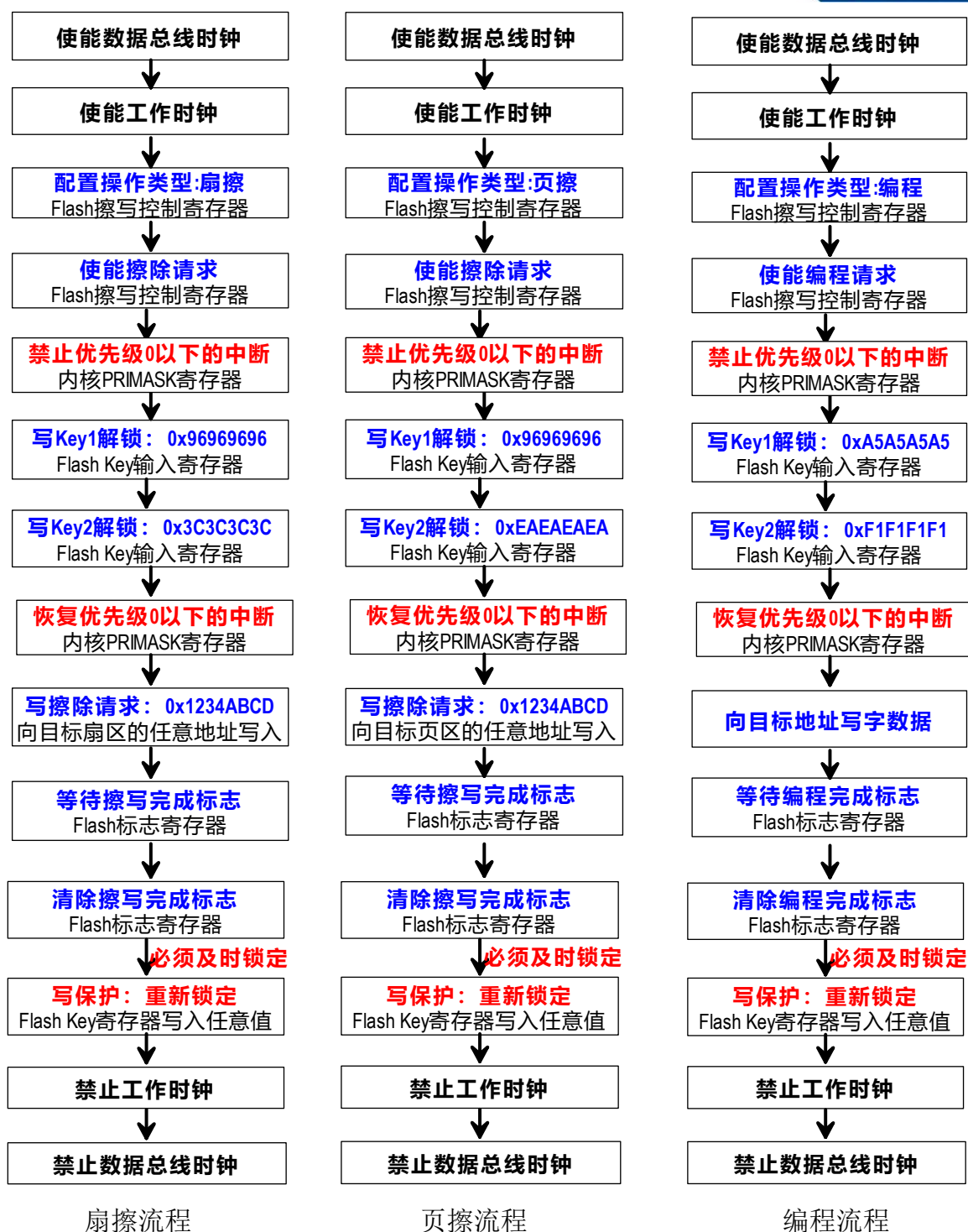
擦写/编程流程见图一。

注：具体可参考复旦微应用例程，<http://www.fmdevelopers.com.cn>

设计注意事项：

- 擦写/编程的是一个完整的流程，中间严禁插入其他功能代码。
- 编程功能，成功解锁后：
  - 一次写多字时，可以逐字写，无需重复解锁，但每个字均需重复编程使能，且不允许跨页，写完后及时锁定。
  - 一次写单字时，写完后也需及时锁定，即使上层应用使用 for 循环调用该 API。
- 扇擦、页擦、编程每个功能完成后都应及时锁定，如未锁定且操作类型改变后，例如编程后未及时锁定，此时又执行页擦功能，则会产生 Key 错误，导致后续 Flash 擦写/编程均无法成功，需单片机复位才重新释放，但对取指及读无影响。





图一 Flash 擦写/编程操作流程



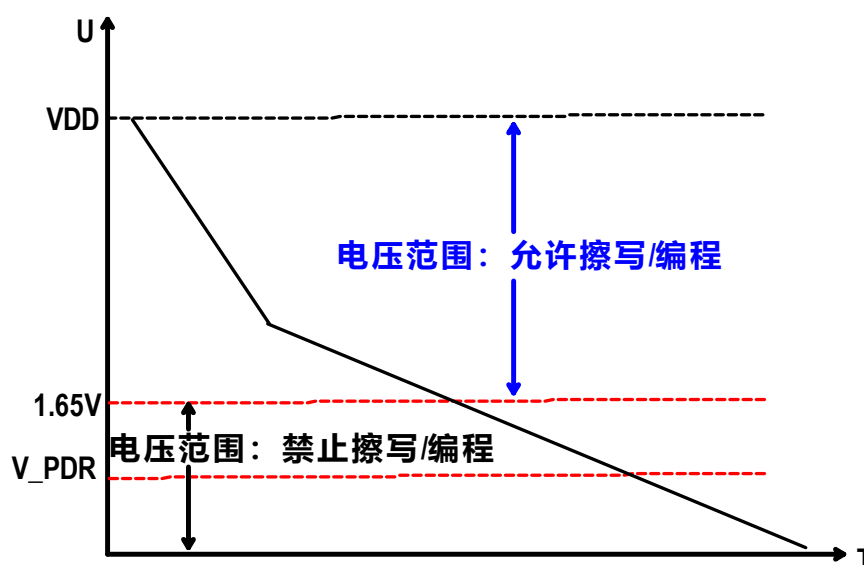
### 3.4 Flash 擦写/编程与复位

如用户程序应用到 Flash 擦写/编程功能，则用户应在集成系统级层面有对应措施，以确保正对 Flash 执行擦写/编程功能时不会产生全局复位（如掉电 PDR 复位、看门狗复位等），否则将会对 Flash 数据产生不可预知的结果。对 Flash 取指或读取时发生全局复位则无影响。

在此类问题中，容易出现问题的应用场景主要集中于终端产品电源掉电过程中，用户程序正对 Flash 执行擦写/编程功能时，单片机掉电复位电路 (PDR/BOR) 检测到电压低于复位阈值时产生全局复位，从而导致 Flash 数据结果不正确, 下面的内容将描述解决此类问题的措施。

#### 3.4.1 电源时序要求

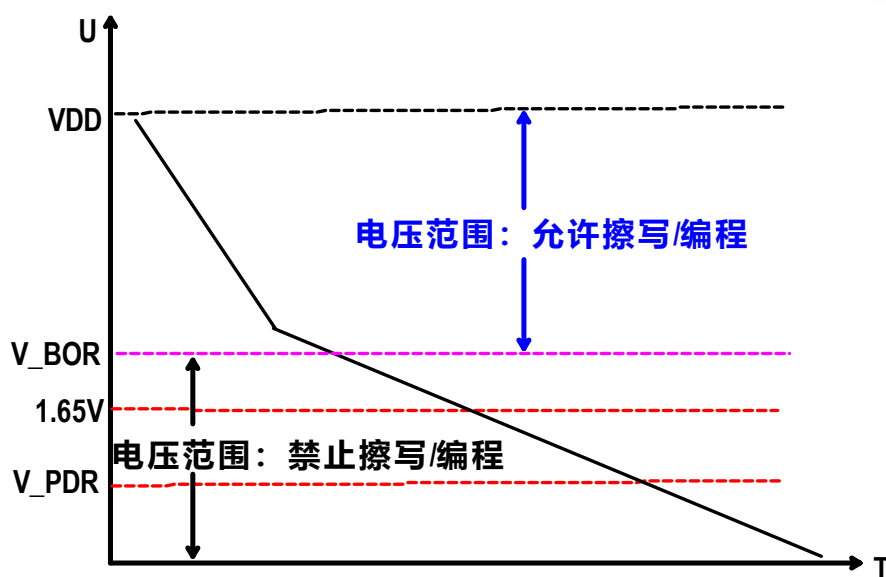
针对终端产品在掉电过程中对 Flash 执行擦写/编程功能时，用户在集成系统层面应满足如下电源时序要求：



图二 未使能 BOR 电路时 Flash 擦写/编程电压范围示意图

注 1：VDD 典型工作电压范围：1.65V~5.5V

注 2：V\_PDR 下电复位阈值软件可配置，共 4 档：1.4V、1.45V、1.5V、1.55V



图三 使能 BOR 电路时 Flash 擦写/编程电压范围示意图

注 1: VDD 典型工作电压范围: 1.65V~5.5V

注 2: V\_PDR 下电复位阈值软件可配置, 共 4 档: 1.4V、1.45V、1.5V、1.55V

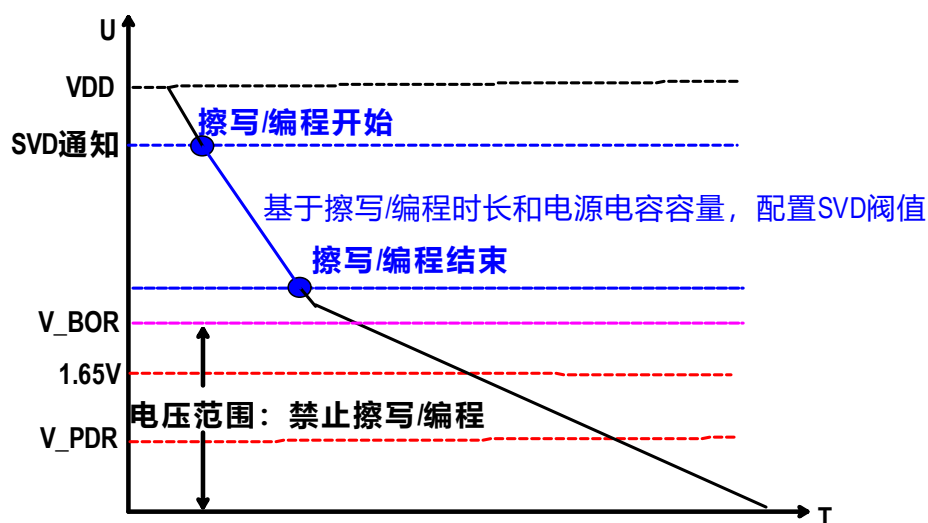
注 3: V\_BOR 下电复位阈值软件可配置, 共 4 档: 1.8V、2.0V、2.2V、2.4V

### 3.4.2 电源电压检测 (SVD)

根据电源时序的要求, 集成系统层面应能提前预警电源波动或提供一个自定义的区间电压范围, 其实现有多种方式 (如 ADC 采样等), 但本文档仍建议采用 SVD 外设监测, SVD 是针对单片机电源 (VDD) 而独立设计的电压监视器, 具有更高的效率和精度, 在电源波动时能及时通知系统软件, 确保系统及时过渡到安全状态。

在此应用场景中, 考虑到在 Flash 擦写/编程过程中中断服务会延迟, 因此建议提前检测电源掉电, 为后续 Flash 擦写/编程留有足够的冗余时间, 确保在下电复位前执行完毕。

如电源断电后, 集成系统的电源电容放电时长足够满足用户对 Flash 擦写/编程的时长要求, 则可以采用 SVD 直接监控单片机电源 (VDD) 模式。

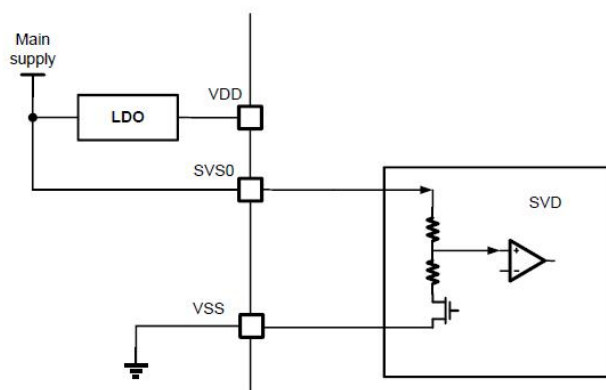


图四 SVD 直接检测单机电源(VDD)应用模式

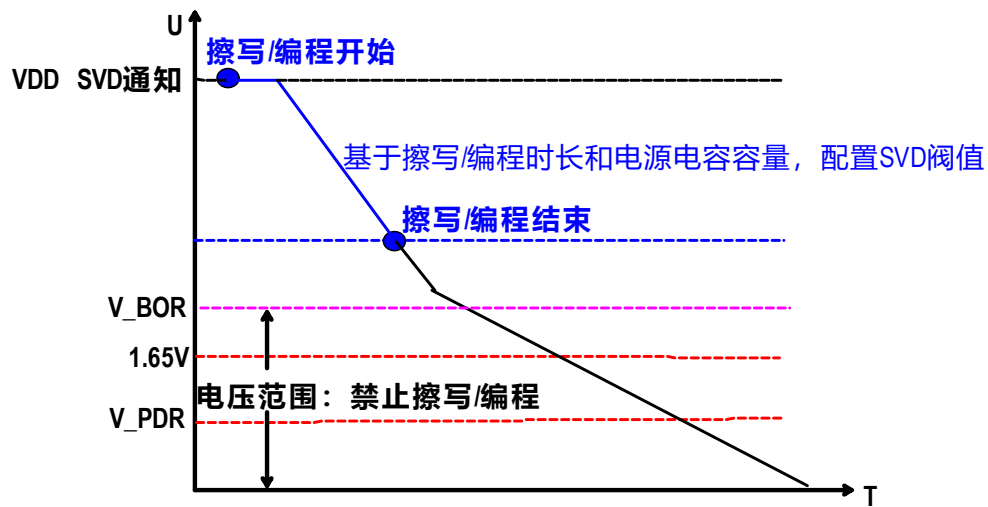
注 1：电源电压监测(SVD)通过分压电阻产生 15 级检测电平，检测范围 1.8V~4.8V，每级相差 0.214V；

注 2：SVD 应用具体可参考复旦微应用例程，<http://www.fmdevelopers.com.cn>

如电源断电后，集成系统的电源电容放电时长不能满足用户对 Flash 擦写/编程的时长要求，则可以采用 SVD 监控外部电压模式，即对 LDO 前端电压（如电池）进行电阻分压，然后接到 SVS 引脚，从而起到更早的电压预警。



图五 SVD 外部电源检测示意图



图六 SVD 检测外部电源应用模式

注 1：电源电压监测 (SVD) 通过分压电阻产生 15 级检测电平，检测范围 1.8V~4.8V，每级相差 0.214V；

注 2：SVD 应用具体可参考复旦微应用例程，<http://www.fmdevelopers.com.cn>



## 版本信息

版本号	发布日期	更改说明
1.0	2022.09	首次发布



## 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/>