

参考资料

正点原子文档 STM32xxx开发指南.pdf FLASH模拟EEPROM实验

STM32F1xx中文参考手册 & STM32F10xxx闪存编程参考手册

STM32F4xx中文参考手册

STM32F7xx中文参考手册

STM32H7xx中文参考手册

从命名规则可知芯片内部FLASH的大小

在STM32芯片内部有一个FLASH存储器，主要用于存储代码和常量。

1、STM32内部FLASH简介（了解）

根据闪存容量划分为：低密度(小容量产品)、中密度(中容量产品)、高密度(大容量产品)以及超密度(超大容量产品)。不同密度等级的FLASH，其组织结构也不一样。

内部FLASH主要由三部分组成：主存储器、信息块、闪存存储器接口寄存器

主存储器用来存放代码和数据常数（如const类型定义的数据），地址范围从0x0800 0000到0x0807 FFFF，共512KB。其结构可分为256页，每页2KB（小/中容量为1KB）。

信息块：分为两个部分-系统存储和选项字节。系统存储大小为2KB，用来存储ST自带的启动程序，用来串口下载代码。而选项字节大小为16B，一般用于设置内存的写保护、读保护。

BOOT0引脚的选择决定系统启动的方式

模块	名称	地址	大小(字节)
主存储器	页0	0x0800 0000 - 0x0800 07FF	2K
	页1	0x0800 0800 - 0x0800 0FFF	2K
	页2	0x0800 1000 - 0x0800 17FF	2K
	页3	0x0800 1800 - 0x0800 1FFF	2K
信息块

闪存存储器接口寄存器	FLASH_ACR	0x4002 2000 - 0x4002 2003	4
	FLASH_KEYR	0x4002 2004 - 0x4002 2007	4
	FLASH_OPTKEYR	0x4002 2008 - 0x4002 200B	4
	FLASH_SR	0x4002 200C - 0x4002 200F	4
	FLASH_CR	0x4002 2010 - 0x4002 2013	4
	FLASH_AR	0x4002 2014 - 0x4002 2017	4
	选项	0x4002 2018 - 0x4002 201B	4
	FLASH_OBR	0x4002 201C - 0x4002 201F	4
	FLASH_WRP	0x4002 2020 - 0x4002 2023	4

闪存模块组织图

内部FLASH主要由四部分组成：主存储器、系统存储器、OPT区域和选项字节。

F407 / F429 / F767: 1MB

H743: 2MB

F750: 64KB

H750XB / H750VB: 128KB

系统存储器：用来存放bootloader代码，该代码在出厂时固化在内部，用户不能访问

OPT区域：一次性可编程区域，分为两部分（F4:前512B、后16B）（F7：1056B）

选项字节：用于配置读保护、BOR鉴别、软硬件看门狗以及器件处于待机或停止模式下的复位（32字节，可通过FLASH选项控制寄存器修改）

闪存存储器接口寄存器：用于控制闪存读写等，是整个闪存模块的控制机构。

注意：对于H7来说，在Bank1内部有2KB大小的用户选项字节，不过没有映射到内存地址上，可通过FLASH相关寄存器访问。

块	名称	地址范围	大小
主存储器	扇区 0	0x0800 0000 - 0x0800 0FFF	16 KB
	扇区 1	0x0800 0000 - 0x0800 7FFF	16 KB
	扇区 2	0x0800 8000 - 0x0800 BFFF	16 KB
	扇区 3	0x0800 C000 - 0x0800 FFFF	16 KB
	扇区 4	0x0801 0000 - 0x0801 FFFF	64 KB
	扇区 5	0x0802 0000 - 0x0803 FFFF	128 KB
	扇区 6	0x0804 0000 - 0x0805 FFFF	128 KB

系统存储器	OTP	0x1FFF 7800 - 0x1FFF 7ADF	82B (1/3)
	选项字节	0x1FFF C000 - 0x1FFF C00F	16 (1/3)
选项字节	OTP	0x1FFF 7800 - 0x1FFF 7ADF	82B (1/3)
	选项字节	0x1FFF C000 - 0x1FFF C00F	16 (1/3)

F429闪存模块组织

块	名称	AXIM 接口上的地址	ICSTM 接口上的地址	扇区大小
主存储器块	扇区 0	0x0800 0000 - 0x0800 7FFF	0x0020 0000 - 0x0020 7FFF	32 KB
	扇区 1	0x0800 8000 - 0x0800 FFFF	0x0020 8000 - 0x0020 FFFF	32 KB
	扇区 2	0x0801 0000 - 0x0801 7FFF	0x0021 0000 - 0x0021 7FFF	32 KB
	扇区 3	0x0801 8000 - 0x0801 FFFF	0x0021 8000 - 0x0021 FFFF	32 KB
	扇区 4	0x0802 0000 - 0x0803 FFFF	0x0022 0000 - 0x0023 FFFF	128 KB
	扇区 5	0x0804 0000 - 0x0807 FFFF	0x0024 0000 - 0x0027 FFFF	256 KB
	扇区 6	0x0808 0000 - 0x080B FFFF	0x0028 0000 - 0x002B FFFF	256 KB
	扇区 7	0x080C 0000 - 0x080F FFFF	0x002C 0000 - 0x002F FFFF	256 KB
信息块	系统存储器	0x1FFF 0000 - 0x1FFF E0BF	0x0010 0000 - 0x0010 E0BF	60 KB
	选项字节	0x1FFF F000 - 0x1FFF F41F	0x0010 F000 - 0x0010 F41F	1024 (1/3)
选项字节	OTP	0x1FFF 7800 - 0x1FFF 7ADF	0x0010 F800 - 0x0010 F8DF	32 (1/3)
	选项字节	0x1FFF C000 - 0x1FFF C00F	0x0010 FC00 - 0x0010 FC0F	32 (1/3)

F7闪存模块组织

块	名称	FLASH 起始地址	大小
Bank1	扇区 0	0x0800 0000 - 0x0801 FFFF	128K
	扇区 1	0x0802 0000 - 0x0803 FFFF	128K
	扇区 2	0x0804 0000 - 0x0805 FFFF	128K
	扇区 3	0x0806 0000 - 0x0807 FFFF	128K
	扇区 4	0x0808 0000 - 0x0809 FFFF	128K
	扇区 5	0x080A 0000 - 0x080B FFFF	128K
	扇区 6	0x080C 0000 - 0x080D FFFF	128K
Bank2	系统存储器	0x1FFF 0000 - 0x1FFF FFFF	128K
	扇区 0	0x0810 0000 - 0x0811 FFFF	128K
	扇区 1	0x0812 0000 - 0x0813 FFFF	128K
	扇区 2	0x0814 0000 - 0x0815 FFFF	128K
	扇区 3	0x0816 0000 - 0x0817 FFFF	128K
	扇区 4	0x0818 0000 - 0x0819 FFFF	128K
	扇区 5	0x081A 0000 - 0x081B FFFF	128K
系统存储器	扇区 6	0x081C 0000 - 0x081D FFFF	128K
	扇区 7	0x081E 0000 - 0x081F FFFF	128K
系统存储器	扇区 8	0x0820 0000 - 0x0821 FFFF	128K
	扇区 9	0x0822 0000 - 0x0823 FFFF	128K

H7闪存模块组织

FLASH模拟EEPROM实验

直接在通用地址空间直接寻址，任何32位数据的读操作都能访问闪存模块的内容并得到相对应的数据。

为了解决 CPU速度 与 FLASH访问速度问题，需要加入等待时间，避免读写FLASH出错或死机情况。

F103需要2个等待周期

F4需要6个等待周期

F7需要8个等待周期

H7需要3 / 4个等待周期

data = *(volatile uint8_t*) addr 读取一个字节数据

data = *(volatile uint16_t*) addr 读取一个半字节数据

data = *(volatile uint32_t*) addr 读取一个字数据

注意：在进行写或擦除操作时，不能进行代码或数据的读取操作。

闪存编程是由FPEC（闪存编程和擦除控制器）模块处理的

对于STM32F4/F7/H7 FLASH进行写操作或擦除，电源电压会影响数据的最大操作位数。

	电压范围 2.7 - 3.6 V (使用外部 V _{pp})	电压范围 2.7 - 3.6 V	电压范围 2.4 - 2.7 V	电压范围 2.1 - 2.4 V	电压范围 1.8 V - 2.1 V
并行位数	x64	x32	x16	x8	x8
PSIZE(1:0)	11	10	01	00	00

开发板电压是3.3V，即PSIZE设置10，32位并行位数

FLASH寄存器	作用
FLASH_ACR	用于使能/关闭加速功能(DCEN/ICEN/PRFTEN)，且可根据CEN控制FLASH访问时间(LATENCY)
FLASH_KEYR	用来解锁FLASH_CR，需依次写入特定序列(KEY1:0x45670123和KEY2:0xCDEF89AB)
FLASH_SR	用来提供正在执行的编程和擦除操作的相关信息（BSY位指示FLASH操作正在进行）
FLASH_CR	用于配置和启动FLASH操作（LOCK/STRT/PSIZE/SNB/SER/RG）

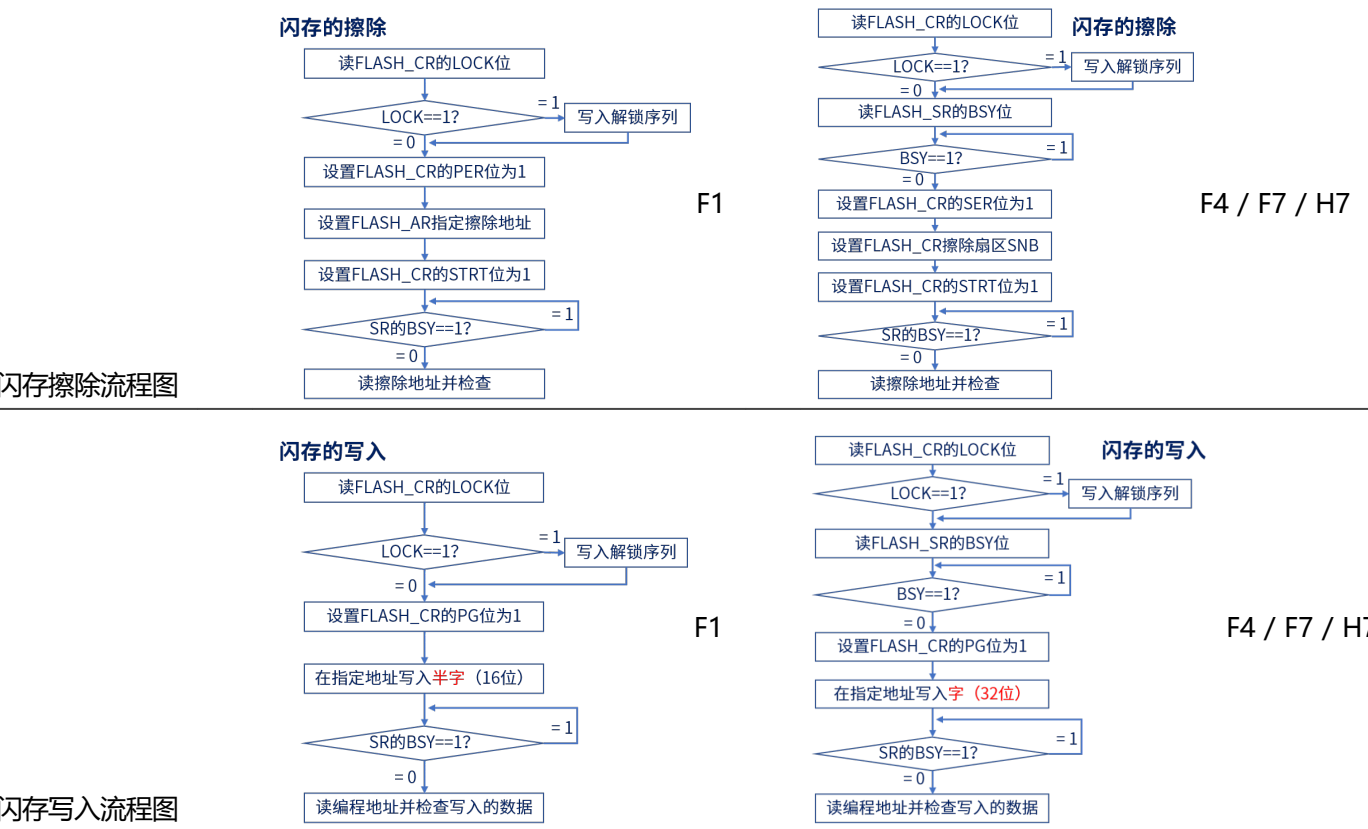
解锁 将两个特定的解锁序列号（KEY1:0x45670123 KEY2:0xCDEF89AB）依次写入FLASH_KEYR

擦除 FLASH物理特性（只能写0，不能写1），所以写FLASH之前需要擦除，将要写入的区域变为0xFFFF。擦除操作分为页擦除和批量擦除

写数据 擦除完成，可以向FLASH写数据，每次只能以（F1：16位）（F4/F7/H7根据PSIZE设置写入数据单位）方式写入

上锁 写入数据完成，需要设置FLASH_CR[LOCK]为1，重新上锁，以防数据不小心被修改

注意：对于STM32H7 FLASH写入规则：写入首地址必须是32的倍数，写入数据长度必须是32字节的倍数。



3、FLASH读写过程（熟悉）

HAL_FLASH_Unlock 用于解锁FLASH_CR的访问

HAL_FLASH_Lock 用于锁定FLASH_CR的访问

HAL_FLASH_Program 用于FLASH的写入

HAL_FLASHEx_Erase 用于大量擦除或擦除指定的闪存扇区

FLASH_WaitForLastOperation 等待操作完成

uint32_t TypeErase 擦除类型

uint32_t Banks 擦除的bank编号

uint32_t PageAddress 擦除页面地址

uint32_t NbPages 擦除的页面数

uint32_t VoltageRange 电压范围

uint32_t Sector 擦除扇区

uint32_t NbSector 擦除的扇区数

uint32_t VoltageRange 电压范围

5、编程实战（掌握）

1，例程源码解读