

HT32F125x Flash 编程

文件编码: HA0282S

概述

简介

此手册描述了 HT32F125x 单片机的 Flash 编程方法, 适用于 HT32F1253、HT32F1252、HT32F1251 和 HT32F1251B 的 Flash 编程。

内嵌 Flash 的 HT32F125x 系列单片机可用几种方式编程, 即在线系统编程 In-System Programming (ISP)、在线应用编程 In-Application Programming (IAP) 或在线电路编程 In-Circuit Programming (ICP)。

应用程序运行时, IAP 是一个很重要的 Flash 重新编程的方式。例如: 硬件升级, 通过特殊的通信方式 (如 USB、USART 等), IAP 应用程序可通过 ICP 在 Flash 上进行编程。

在更新 Flash 存储器方面, ISP 和 IAP 相似, 不同之处在于 ISP 位于启动加载器中, 由 Holtek 公司使用 USART 作为唯一的通信协议对启动加载器进行编程。

ICP 用于下载整个 Flash 的数据。Joint Test Action Group (JTAG) 和 Serial Wire Debug (SWD) 都可用于加载单片机编程的数据。HT32F125x 仅支持 SWD 接口。

Flash 接口分别由 Cortex-M3 内核的 I-Code 和 D-Code 总线指令和数据访问。其使用一个缓冲器以减少指令执行误差。Flash 操作包括编程、页擦除和整体擦除操作, 也可进行读/防写。

特性

- 多达 32KB 的内置 Flash 存储器
 - HT32F1253: 31KB + 1KB (指令/数据 + 选项字节)
 - HT32F1252: 16KB + 1KB (指令/数据 + 选项字节)
 - HT32F1251(B): 8KB + 1KB (指令/数据 + 选项字节)
- 每个页为 1KB
- 通过缓冲器实现了一个较宽的读取接口
- 具有 Flash 编程/页擦除/整体擦除的功能
- 中断功能
- 读取保护
- 页擦除/编程保护

Flash 存储器结构

Flash 存储器包含一个主块 (多达 32KB) 和一个信息块。主块包括 32 个页, 每个页的大小为 1KB。详情请参考表 1、表 2 和表 3。

Flash 存储器可执行字 (32-bit) 编程, 用于指令和数据存储器。Flash 存储器位于 HT32F125x 特殊存储器内。

主块写入操作由 Flash 存储器控制器 Flash Memory Controller (FMC) 控制, FMC 管理编程和擦除程序。

信息块是为启动加载器保留的, 启动加载器用作 ISP, 使用 USART 重新编程主块。若 BOOT0&BOOT1 均被拉低, 单片机可在启动加载器的启动模式下启动。

Flash 存储器也可被保护以防止不希望的读/写/页擦除操作的发生, 详情见 2.4 节。

当写或擦除操作正在执行时, 读操作无法实现。

任何写/擦除操作执行前, 内部高速 RC 振荡器 (HSI) 都必须使能。

表 1 Flash 存储器结构 (HT32F1253)

块类型	名称	地址	页保护位	大小
主块	Page 0	0x0000_0000 ~ 0x0000_03FF	OB_PP [0]	1KB
	Page 1	0x0000_0400 ~ 0x0000_07FF	OB_PP [1]	1KB
	Page 2	0x0000_0800 ~ 0x0000_0BFF	OB_PP [2]	1KB
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	Page 30	0x0000_7800 ~ 0x0000_7BFF	OB_PP [30]	1KB
	选项字节	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息块	启动加载器	0x1F00_0000 ~ 0x1F00_07FF	NA	2KB

表 2 Flash 存储器结构(HT32F1252)

块类型	名称	地址	页保护位	大小
主块	Page 0	0x0000_0000 ~ 0x0000_03FF	OB_PP [0]	1KB
	Page 1	0x0000_0400 ~ 0x0000_07FF	OB_PP [1]	1KB
	Page 2	0x0000_0800 ~ 0x0000_0BFF	OB_PP [2]	1KB
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	Page 15	0x0000_3C00 ~ 0x0000_3FFF	OB_PP [15]	1KB
	选项字节	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息块	启动加载器	0x1F00_0000 ~ 0x1F00_07FF	NA	2KB

表 3 Flash 存储器结构 (HT32F1251/HT32F1251B)

块类型	名称	地址	页保护位	大小
主块	Page 0	0x0000_0000 ~ 0x0000_03FF	OB_PP [0]	1KB
	Page 1	0x0000_0400 ~ 0x0000_07FF	OB_PP [1]	1KB
	Page 2	0x0000_0800 ~ 0x0000_0BFF	OB_PP [2]	1KB
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	Page 7	0x0000_1C00 ~ 0x0000_1FFF	OB_PP [7]	1KB
	选项字节	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息块	启动加载器	0x1F00_0000 ~ 0x1F00_07FF	NA	2KB

HT32F125x 内嵌 Flash 操作

读操作

内嵌的 Flash 存储器和通用存储器一样都可进行直接寻址。访问接口从 Flash 存储器中读取，并且将指令/数据存储到缓冲器中。若缓冲器控制寄存器中的使能位 PFBE 被复位，缓冲器可被关闭。默认情况下，缓冲器是开启的。

编程/擦除操作

Flash 存储器控制器 (FMC) 是 Flash 存储器提供编程和擦除的功能。

Flash 编程

FMC 提供 32-bit 字编程功能，用于写入 Flash 存储器。Flash 编程步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器以确定没有正在运行的 Flash 存储器操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到预设的操作已完成才可进行。
2. 写字地址到 TADR 寄存器。
3. 写字数据到 WRDR 寄存器。
4. 写字编程命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0x4)。
5. 通过设置 OPCR 寄存器 (设置 OPM[3:0]=0xA) 来提交字编程命令到 FMC。
6. 通过检查 OPCR 寄存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
7. 如有要求，读和修改 Flash 存储器的值 (通过 DCODE 访问)。

注意：擦除操作须在相同地址的两个连续的 Flash 编程操作之间执行。若已置位 OIER 寄存器的 OREIEN 位，当防写的页面有被修改的意图时，Flash 操作错误中断将被触发。检查 OISR 寄存器中的 PPEF 位，检测中断处理程序中的这个条件是否发生。

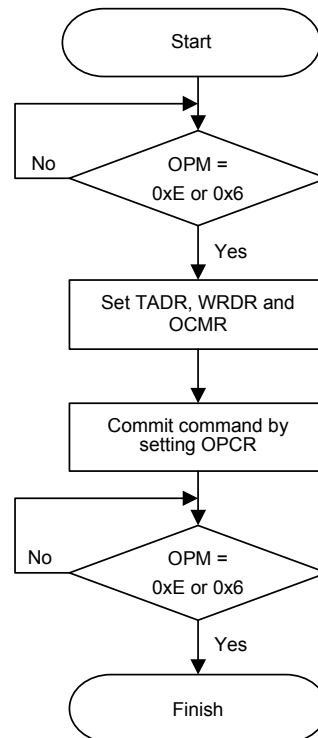


图 1 Flash 字编程操作流程图

页擦除

FMC 提供页擦除功能，用于擦除特殊的 Flash 页面的内容。每个页面均可被单独擦除。页擦除步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器以确定没有正在运行的 Flash 存储器操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到预设的操作已完成才可进行。
2. 写字地址到 TADR 寄存器。
3. 写页擦除命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0x8)。
4. 通过设置 OPCR 寄存器 (设置 OPM[3:0]=0xA) 来提交页擦除命令到 FMC。
5. 通过检查 OPCR 寄存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
6. 如有要求，读和修改 Flash 存储器的值 (通过 DCODE 访问)。

注意：确定目标页的正确地址。若目标擦除页正在用于代码或数据的抓取动作时，可跳过擦除动作。除此之外，页擦除操作也可跳过防写页面执行。若已置位 OIER 寄存器的 OREIEN 位，当发生以上两个动作时，Flash 操作错误中断将被触发。检查 OISR 寄存器中的 PPEF 位，检测中断处理程序中的这个条件是否发生。

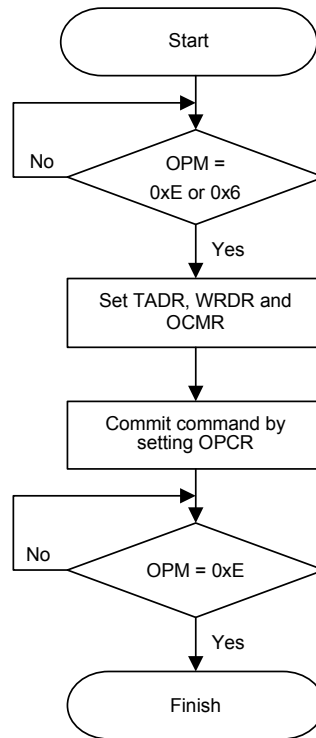


图2 Flash 页擦除操作流程

整体擦除

FMC 提供一个完整的擦除功能，用于擦除主块的所有页面。整体擦除步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器以确定没有正在运行的 Flash 存储器操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到预设的操作已完成才可进行。
2. 写整体擦除命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0xA)。
3. 通过设置 OPCR 寄存器 (设置 OPM[3:0]=0xA) 来提交整体擦除命令到 FMC。
4. 通过检查 OPCR 寄存器的值(OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
5. 如有要求，读和修改 Flash 存储器的值 (通过 DCODE 访问)。

当执行完成整体擦除操作时，主块将被擦除为 0xFFFF_FFFF。整体擦除用于 SRAM 或调试工具的程序中。

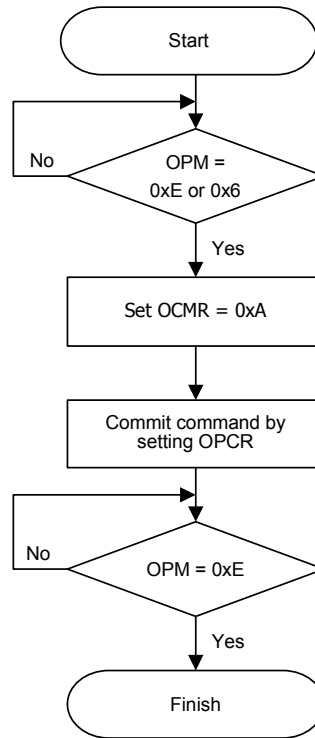


图 3 Flash 整体擦除操作流程

选项字节块

选项字节块可作为独立的 Flash 存储器，起始地址是 0x1FF0_0000。选项字节由 6 个字组成，用于 Flash 读/防写。

复位后，将重新加载选项字节，内容存入寄存器中。若选项字节校验和结果不正确，OISR 寄存器中的校验和结果错误位 (OB_EF) 将置位。

表 4 选项字节结构

选项字节	偏移量	描述	复位值
选项字节起始地址= 0x1FF0_0000			
OB_PP	0x000 0x004 0x008 0x00C	OB_PP [n]: Flash 存储器页擦除/编程保护位 (n = 0 ~ 30, 即 page 0 ~ page 30) 0: 使能 1: 除能 OB_PP [127:31]: 保留位	0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF
OB_CP	0x010	OB_CP [0]: Flash 安全保护位 0: 使能 1: 除能 OB_CP [1]: 选项字节保护位 0: 使能 1: 除能 OB_CP [31:2]: 保留位	0xFFFF_FFFF
OB_CK	0x020	OB_CK [31:0]: Flash 选项字节校验和位 当 OB_PP 或 OB_CP 寄存器的内容不是 0xFFFF_FFFF 时, OB_CK 应设置成 5 个字选项字节内容的和, 其偏移地址范围是 0x000~0x010(0x000 + 0x004 + 0x008 + 0x00C + 0x010)。	0xFFFF_FFFF

Flash 保护

Flash 存储器的主块可受保护以避免不被信任的代码非法访问。主块的页面也可单独受到保护，以避免非预期的写操作。

- 安全保护

此功能非常有用，可有效地避免非法用户的访问。可通过设置选项字节 OB_CP[0]位，使安全保护有效。一旦安全保护使能，调试模式期间，Flash DCODE 访问、编程和页擦除操作无法执行。Page 0 和选项字节块也可自动防写。可执行整体擦除操作以解除安全保护。

– 使能安全保护的步骤如下：

1. 设置 OB_CP [0]为 0。
2. 设置 OB_CK 为 5 个字选项字节的和，选项字节的地址是 0x0~0x13。
3. 生成系统复位，使新的 OB_CP 设置有效。

– 除能安全保护的步骤如下：

1. 执行整体擦除，此步骤时安全保护功能仍然使能。
2. 产生 POR 复位（上电复位），使新的 OB_CP 设置有效。

- 防写

通过设置 OB_PP，主块的每个页可单独使能防写。如果保护页面执行页擦除或编程操作，将置位 OISR 寄存器中的 PPEF 位。若 OIER 寄存器中的 OREIEN 位也被置位，Flash 操作错误中断将由 FMC 触发。

若选项字节块执行了页擦除操作，所有防写将除能。通过设置 OB_CP [1]为 0，可使选项字节区的防写有效。若选项字节块已受保护，除能防写的唯一方式就是执行整体擦除操作。

– 使能防写的步骤如下：

1. 设置 OB_PP [30:0] (HT32F1253) 为 0，使能相应页面的保护功能。
(HT32F1252 为 OB_PP[15:0]，HT32F1251(B)为 OB_PP[7:0])
设置 OB_CP [1]为 0，使能选项字节块的保护功能。
2. 设置 OB_CK 为 5 个字的选项字节的和，字节选项地址为 0x0~0x13。
3. 生成系统复位，使新的 OB_PP/OB_CP 设置有效。

– 除能主块页的防写步骤如下：

1. 擦除选项字节块 (选项字节块应为不被保护的状态)。
2. 生成系统复位，使新的 OB_PP 设置有效。

– 除能选项字节块的防写步骤如下：

1. 执行整体擦除。
2. 生成系统复位，使新的 OB_CP 设置有效。

寄存器描述

FMC 寄存器和复位值如下表所示。

表 5 FMC 寄存器

寄存器	偏移量	描述	复位值
FMC 起始地址 = 0x4008_0000			
TADR	0x000	Flash 目标地址寄存器	0x0000_0000
WRDR	0x004	Flash 写数据寄存器	0x0000_0000
OCMR	0x00C	Flash 操作命令寄存器	0x0000_0000
OPCR	0x010	Flash 操作控制寄存器	0x0000_000C
OIER	0x014	Flash 操作中中断使能寄存器	0x0000_0000
OISR	0x018	Flash 操作中中断状态寄存器	0x0001_0000
PPSR	0x020	Flash 页擦除/编程保护状态寄存器	0xXXXX_XXXX
	0x024		0xXXXX_XXXX
	0x028		0xXXXX_XXXX
	0x02C		0xXXXX_XXXX
CPSR	0x030	Flash 安全保护状态寄存器	0xXXXX_XXXX
VMCR	0x100	Flash 向量映射控制寄存器	0x0000_000X
CFCR	0x200	Flash 缓存和预抓取控制寄存器	0x0000_0051
SBVT0	0x300	SRAM 启动向量 0 (堆栈指针)	0x2000_XX00
SBVT1	0x304	SRAM 启动向量 1 (程序计数器)	0x2000_0101
SBVT2	0x308	SRAM 启动向量 2 (NMI 处理程序)	0x0000_0000
SBVT3	0x30C	SRAM 启动向量 3 (硬件错误处理程序)	0x0000_0000
TADR	0x000	Flash 目标地址寄存器	0x0000_0000
WRDR	0x004	Flash 写数据寄存器	0x0000_0000
OCMR	0x00C	Flash 操作命令寄存器	0x0000_0000

"X" 代表各种复位值，依据单片机的型号而定，包括 Flash 值、选项字节值或上电复位设置。

Flash 目标地址寄存器 (TADR)

此寄存器用于指定页擦除和字编程操作的目标地址。

偏移量: 0x000
 复位值: 0x0000_0000

	31	30	29	28	27	26	25	24
	TADB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	23	22	21	20	19	18	17	16
	TADB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	15	14	13	12	11	10	9	8
	TADB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	TADB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0

位	字段	描述
[31:0]	TADB	Flash 目标地址位 在编程操作时，TADR 寄存器指定写入数据的地址。由于编程长度为 32 位，TADR 应设置为字对齐 (4 字节)。编程操作过程中将忽略 TADB [1:0]。 在页擦除操作时，TADR 寄存器中包含的页地址将被擦除。由于页大小为 1KB，TADB[9:0]将被忽略，以限制目标地址为 1K 字节对齐。 对于 32KB 主 Flash 寻址，TADB [31:16] 应为 0 (16KB 时，TADB [31:15] 应为 0；8KB 时，TADB [31:14]应为 0)。选项字节的大小为 1KB，范围是 0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF。此区用于指定 Flash 存储器的地址，范围须在 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF 内。否则，若相应中断使能位置位，将产生无效的目标地址中断。

Flash 写数据寄存器 (WRDR)

此寄存器用于存储编程操作写入 TADR 寄存器中的数据。

偏移量: 0x004
 复位值: 0x0000_0000

	31	30	29	28	27	26	25	24
	WRDB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	23	22	21	20	19	18	17	16
	WRDB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	15	14	13	12	11	10	9	8
	WRDB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	WRDB							
类型/复位	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0

位	字段	描述
[31:0]	WRDB	Flash 写数据位 编程操作的数据值。

Flash 操作命令寄存器 (OCMR)

此寄存器用于指定读、读 ID、字编程、页擦除和整体擦除的 Flash 操作命令。

偏移量: 0x00C
 复位值: 0x0000_0000

	31	30	29	28	27	26	25	24
	保留位							
类型/复位								
	23	22	21	20	19	18	17	16
	保留位							
类型/复位								
	15	14	13	12	11	10	9	8
	保留位							
类型/复位								
	7	6	5	4	3	2	1	0
	保留位				CMD			
类型/复位					RW0	RW0	RW0	RW0

位	字段	描述
[3:0]	CMD	Flash 操作命令

下表显示了决定 Flash 操作命令位 CMD[3:0] 的定义。若无效的命令被设置且 IOCMEN 位为 1，将产生一个无效操作命令中断。

CMD [3:0]	描述
0x0	空闲 - 默认
0x4	字编程
0x8	页擦除
0xA	整体擦除
其它	保留

Flash 操作控制寄存器 (OPCR)

此寄存器用于控制命令操作和检查 FMC 操作的状态。

偏移量: 0x010
 复位值: 0x0000_000C

	31	30	29	28	27	26	25	24	
	保留位								
类型/复位									
	23	22	21	20	19	18	17	16	
	保留位								
类型/复位									
	15	14	13	12	11	10	9	8	
	保留位								
类型/复位									
	7	6	5	4	3	2	1	0	
	保留位			RW0	RW0	OPM	RW0	RW0	保留位
类型/复位									

位	字段	描述
---	----	----

[4:1] OPM 工作模式

FMC 的工作模式如下表所示。根据 TADR 寄存器设置的地址，用户可提交 OCMR 寄存器设置的命令。设置该寄存器前，需准备好 TADR、WRDR 和 OCMR 寄存器的内容。所有操作已完成，OPM 字段将由 FMC 硬件设置为 0xE 或 0xF。所有操作完成后，可设置为空闲模式以节省功耗。注意，FMC 的下一个操作执行前，应检查操作的状态。前一个操作完成前，TADR、WRDR、OCMR 和 OPCR 寄存器的内容应保持不变。

OPM [3:0]	描述
0x6	空闲 - 默认
0xA	提交命令到主 Flash
0xE	所有的操作在主 Flash 上完成
其它	保留

Flash 操作中断使能寄存器 (OIER)

该寄存器用于使能或除能 FMC 中断功能。当相应的中断使能位置位时，FMC 产生中断。

偏移量: 0x014
 复位值: 0x0000_0000

	31	30	29	28	27	26	25	24
	保留位							
类型/复位								
	23	22	21	20	19	18	17	16
	保留位							
类型/复位								
	15	14	13	12	11	10	9	8
	保留位							
类型/复位								
	7	6	5	4	3	2	1	0
	保留位			OREIEN	IOCMIEN	OBEIEN	ITADIEN	ORFIEN
类型/复位				RW0	RW0	RW0	RW0	RW0

位	字段	描述
[4]	OREIEN	操作错误中断使能位 0: 除能 1: 使能
[3]	IOCMIEN	无效操作命令中断使能位 0: 除能 1: 使能
[2]	OBEIEN	选项字节校验和错误中断使能位 0: 除能 1: 使能
[1]	ITADIEN	无效目标地址中断使能位 0: 除能 1: 使能
[0]	ORFIEN	操作完成中断使能位 0: 除能 1: 使能

Flash 操作中断和状态寄存器 (OISR)

如果一个 Flash 操作完成, 该寄存器指示 FMC 中断状态的报告, 否则就会发生错误。当 OIER 寄存器中的相应中断使能位置位时, 状态位有效。

偏移量:	0x018
复位值:	0x0001_0000
	31 30 29 28 27 26 25 24
	保留位
类型/复位	
	23 22 21 20 19 18 17 16
	保留位 PPEF RORFF
类型/复位	RO0 RO1
	15 14 13 12 11 10 9 8
	保留位
类型/复位	
	7 6 5 4 3 2 1 0
	保留位 OREF IOCMF OBEF ITADF ORFF
类型/复位	WC0 WC0 WC0 WC0 WC0

位	字段	描述
[17]	PPEF	页擦除/编程保护错误标志位 0: 页擦除/编程保护错误未发生 1: 由于一个无效的页擦除/编程操作被应用到受保护的页面, 操作错误发生, 一旦新 Flash 操作命令被提交, 此位由硬件复位。
[16]	RORFF	原操作完成标志位 0: 最近的 Flash 操作命令还未完成 1: 最近的 Flash 操作已完成 RORFF 位直接连接到 Flash 存储器, 用于调试。
[4]	OREF	操作错误标志位 0: 无 Flash 操作错误发生 1: 最近的 Flash 操作错误 当任何 Flash 操作错误 (如无效命令、编程错误和擦除错误) 发生时, 该位被置位。若 OIER 寄存器中的 OREIEN 位被置位, ORE 中断发生。写入 1 复位此位。
[3]	IOCMF	无效操作命令标志位 0: 无效 Flash 操作命令已被设置 1: 无效 Flash 操作命令已被写入 OCMR 寄存器 若 OIER 寄存器中的 IOCMIEIEN 位被置位, IOCM 中断发生。写入 1 复位此位。
[2]	OBEF	选项字节校验和错误标志位 0: 选项字节校验和正确 1: 选项字节校验和错误 若 OIER 寄存器中的 OBEIEN 位被置位, OBE 中断发生。写入 1 复位此位。
[1]	ITADF	无效目标地址标志位 0: 目标地址 TADR 有效 1: 目标地址 TADR 无效 TADR 字段的数据范围为 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF。若 OIER 寄存器中的 ITADIEN 位置位, ITAD 中断发生。写入 1 复位此位。
[0]	ORFF	Flash 操作完成标志位 0: Flash 操作未完成 1: 最近的 Flash 命令操作已完成 若 OIER 寄存器中的 ORFIEN 位置位, ORF 中断发生。写入 1 复位此位。

Flash 页擦除/编程保护状态寄存器 (PPSR)

该寄存器指示 Flash 存储器的页保护状态。

 偏移量: 0x020 ~ 0x02C
 复位值: 0xXXXX_XXXX

	31	30	29	28	27	26	25	24
	PPSBn							
类型/复位	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX
	23	22	21	20	19	18	17	16
	PPSBn							
类型/复位	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX
	15	14	13	12	11	10	9	8
	PPSBn							
类型/复位	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX
	7	6	5	4	3	2	1	0
	PPSBn							
类型/复位	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX	ROX

位	字段	描述
[127:0]	PPSBn	Page n 擦除/编程保护状态位 (n = 0 ~ 127) PPSB[n] = OB_PP[n] 0: 相应 Page n 受保护 1: 相应 Page n 未受保护 该寄存器的内容不是动态更新的, 只能通过选项字节加载器重新载入。任何一种复位发生时, 该加载器将被启动。当 PPSR 寄存器中的相应位复位时, 特殊页不能执行擦除或编程操作。PPSR [127:0] 的复位值由选项字节 OB_PP [127:0] 决定。HT32F125x 系列不同单片机的 Flash 存储器的总页数是不同的。因此, 仅 OB_PP [n:0] 和 PPSR [n:0] 是有效的 (n = 芯片 Flash 页数 - 1)。OB_PP 和 PPSR 寄存器的其他位是保留位。

Flash 预抓取控制寄存器 (CFCR)

该寄存器用于控制 FMC 的预抓取模块。

偏移量: 0x200
 复位值: 0x0000_0051

	31	30	29	28	27	26	25	24
	保留位							
类型/复位								
	23	22	21	20	19	18	17	16
	保留位							
类型/复位								
	15	14	13	12	11	10	9	8
	保留位							
类型/复位								
	7	6	5	4	3	2	1	0
	保留位	IPSE	保留位	PFBE	保留位	WAIT		
类型/复位		RW 1		RW 1		RW 0	RW 0	RW 1

位	字段	描述
[6]	IPSE	Flash 空闲省电使能位 0: 除能 1: 使能
[4]	PFBE	缓冲器使能位 0: 除能, 由 Flash 存储器直接提供指令/数据 1: 使能
[2:0]	WAIT	Flash 等待状态设置位 这些位用于设置非连续 Flash 访问期间的 HCLK 等待时钟计数。等待时钟的实际值为 (WAIT [2:0] - 1)。由于缓冲器提供一个较宽范围的访问接口, 连续 Flash 访问的等待状态时间间隔值非常接近 0。

WAIT [2:0]	等待状态	允许的 HCLK 范围
001	0	0MHz < HCLK ≤ 24MHz
010	1	24MHz < HCLK ≤ 48MHz
011	2	48MHz < HCLK ≤ 72MHz
其它	保留	保留

SRAM 启动向量寄存器 n (SBVTn, n = 0 ~3)

这些寄存器为 SRAM 启动模式的堆栈指针、程序计数器、NMI 处理程序地址和硬件错误处理程序地址指定初始值。

偏移量:	0x300 ~ 0x30C							
复位值:	根据地址偏移量有各种复位值							
	31	30	29	28	27	26	25	24
	SBVTn							
类型/复位	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X
	23	22	21	20	19	18	17	16
	SBVTn							
类型/复位	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X
	15	14	13	12	11	10	9	8
	SBVTn							
类型/复位	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X
	7	6	5	4	3	2	1	0
	SBVTn							
类型/复位	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X

位	字段	描述
---	----	----

[31:0]	SBVTn	SRAM 启动向量 n (n = 0 ~ 3)
--------	-------	-------------------------

SRAM 启动向量 0~3 为应用程序调试提供一个 SRAM 启动的能力。SRAM 启动模式下, SBVTn 寄存器的内容重新映射到 Flash 存储器 CODE 区的 0x0~0xC 地址空间, 请参考 VMCR 寄存器和 BOOT1/BOOT0 启动引脚的描述。下表显示了 SBVTn 寄存器的用途和复位值。SRAM 启动模式期间, 复位值为程序执行提供了一个固定的设置。可通过调试工具改变这些寄存器, 以改变程序执行设置。SBVTn 寄存器的复位值只可通过上电复位重新载入, 其它复位源不会对其产生影响。

名称	偏移地址	用途描述	复位值
SBVT0	0x300	堆栈指针	8 kB SRAM: 0x2000_2000 4 kB SRAM: 0x2000_1000 2 kB SRAM: 0x2000_0800
SBVT1	0x304	程序计数器	0x2000_0101
SBVT2	0x308	NMI 处理程序地址	0x0000_0000
SBVT3	0x30C	硬件错误处理程序地址	0x0000_0000

SBVT0 ~ SBVT3 寄存器的访问宽度须为 32-bit (按字访问), 不允许 8 或 16 位 (字节或半字) 的访问方式。