

HT32F125x Flash 編程

文件編碼：HA0282T

概述

簡介

此手冊描述了 HT32F125x 微控制器的 Flash 編程方法，適應於 HT32F1253、HT32F1252、HT32F1251 和 HT32F1251B 的 Flash 編程。

內嵌 Flash 的 HT32F125x 系列微控制器可用幾種方式編程，即線上系統編程 In-System Programming (ISP)、線上應用編程 In-Application Programming (IAP) 或線上電路編程 In-Circuit Programming (ICP)。

應用程式運行時，IAP 是一個很重要的 Flash 重新編程的方式。例如：韌體升級，通過特殊的通信方式 (如 USB、USART 等)，IAP 應用程式可通過 ICP 在 Flash 上進行編程。

在更新 Flash 記憶體方面，ISP 和 IAP 相似，不同之處在於 ISP 位於啟動載入器中，由 Holtek 公司使用 USART 作為唯一的通信協議對啟動載入器進行編程。

ICP 用於下載整個 Flash 的資料。Joint Test Action Group (JTAG) 和 Serial Wire Debug (SWD) 都可用於載入微控制器編程的資料。HT32F125x 僅支援 SWD 介面。

Flash 介面分別由 Cortex-M3 內核的 I-Code 和 D-Code 匯流排對指令和資料進行訪問。其使用一個緩衝器以減少指令執行誤差。Flash 操作包括編程、頁擦除和整體擦除操作，也可進行讀/防寫。

特性

- 多達 32KB 的內置 Flash 記憶體
 - HT32F1253: 31KB + 1KB (指令/資料 + 選項位元組)
 - HT32F1252: 16KB + 1KB (指令/資料 + 選項位元組)
 - HT32F1251(B): 8KB + 1KB (指令/資料 + 選項位元組)
- 每個頁為 1KB
- 通過緩衝器實現了一個較寬的讀取介面
- 具有 Flash 編程/頁擦除/整體擦除的功能
- 中斷功能
- 讀取保護
- 頁擦除/編程保護

Flash 記憶體結構

Flash 記憶體包含一個主塊 (多達 32KB) 和一個資訊塊。主塊包括 32 個頁，每個頁的大小為 1KB。詳情請參考表 1、表 2 和表 3。

Flash 記憶體可執行字 (32-bit) 編程，用於指令和資料記憶體。Flash 記憶體位於 HT32F125x 特殊記憶體內。

主塊寫入操作由 Flash 記憶體控制器 Flash Memory Controller (FMC) 控制，FMC 管理編程和擦除程式。

資訊塊是為啟動載入器保留的，啟動載入器用作 ISP，使用 USART 重新編程主塊。若 BOOT0&BOOT1 均被拉低，微控制器可在啟動載入器的啟動模式下啟動。

Flash 記憶體也可被保護以防止不希望的讀/寫/頁擦除操作的發生，詳情見 2.4 節。

當寫或擦除操作正在執行時，讀操作無法實現。

任何寫/擦除操作執行前，內部高速 RC 振盪器 (HSI) 都須使能。

表 1 Flash 記憶體結構 (HT32F1253)

塊類型	名稱	位址	頁保護位元	大小
主塊	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
	選項位元組	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息塊	啟動載入器	0x1F00_0000 ~ 0x1FF0_07FF	NA	2KB

表 2 Flash 記憶體結構(HT32F1252)

塊類型	名稱	位址	頁保護位元	大小
主塊	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
	選項位元組	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息塊	啟動載入器	0x1F00_0000 ~ 0x1FF0_07FF	NA	2KB

表 3 Flash 記憶體結構 (HT32F1251/HT32F1251B)

塊類型	名稱	位址	頁保護位元	大小
主塊	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
	選項位元組	0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF	OB_CP [1]	1KB
信息塊	啟動載入器	0x1F00_0000 ~ 0x1FF0_07FF	NA	2KB

HT32F125x內嵌Flash操作

讀操作

內嵌的 Flash 記憶體和通用記憶體一樣都可進行直接定址。訪問介面從 Flash 記憶體中讀取，並且將指令/資料記憶到緩衝器中。若緩衝器控制暫存器中的使能位元 PFBE 被重置，緩衝器可被關閉。默認情況下，緩衝器是開啟的。

編程/擦除操作

Flash 記憶體控制器 (FMC) 為 Flash 記憶體提供編程和擦除的功能。

Flash 編程

FMC 提供 32-bit 字編程功能，用於寫入 Flash 記憶體。Flash 編程步驟如下：

1. 檢查 OPCR 暫存器以確定沒有正在運行的 Flash 記憶體操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否則需等到預置的操作已完成才可進行。
2. 寫字位址到 TADR 暫存器。
3. 寫字資料到 WRDR 暫存器。
4. 寫字編程命令到 OCMR 暫存器 (CMD[3:0]=0x4)。
5. 通過設定 OPCR 暫存器 (設定 OPM[3:0]=0xA) 來提交字編程命令到 FMC。
6. 通過檢查 OPCR 暫存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
7. 如有要求，讀和修改 Flash 記憶體的值 (通過 DCODE 訪問)。

注意：擦除操作須在相同位址的兩個連續的 Flash 編程操作之間執行。若已置位 OIER 暫存器的 OREIEN 位元，當防寫的頁面有被修改的意圖時，Flash 操作錯誤中斷將被觸發。檢查 OISR 暫存器中的 PPEF 位元，檢測中斷處理程式中的這個條件是否發生。

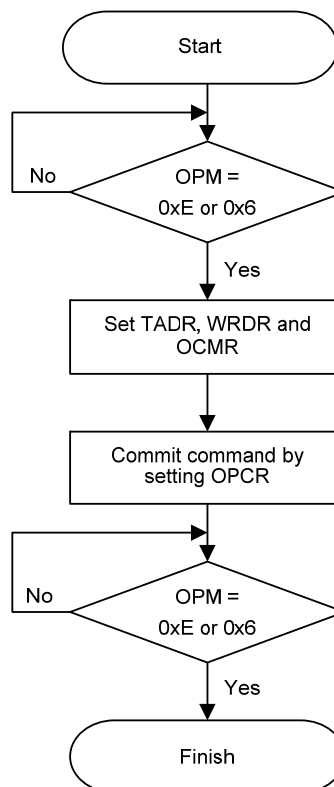


圖 1 Flash 字編程操作流程圖

頁擦除

FMC 提供頁擦除功能，用於擦除特殊的 Flash 頁面的內容。每個頁面均可被單獨擦除。頁擦除步驟如下：

1. 檢查 OPCR 暫存器以確定沒有正在運行的 Flash 記憶體操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否則需等到預置的操作已完成才可進行。
2. 寫字位址到 TADR 暫存器。
3. 寫頁擦除命令到 OCMR 暫存器 (CMD[3:0]=0x8)。
4. 通過設定 OPCR 暫存器 (設定 OPM[3:0]=0xA) 來提交頁擦除命令到 FMC。
5. 通過檢查 OPCR 暫存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
6. 如有要求，讀和修改 Flash 記憶體的值 (通過 DCODE 訪問)。

確定目標頁的正確位址。若目標擦除頁正在用於代碼或資料的抓取動作時，可跳過擦除動作。除此之外，頁擦除操作也可跳過防寫頁面執行。若已置位 OIER 暫存器的 OREIEN 位元，當發生以上兩個動作時，Flash 操作錯誤中斷將被觸發。檢查 OISR 暫存器中的 PPEF 位元，檢測中斷處理程式中的這個條件是否發生。

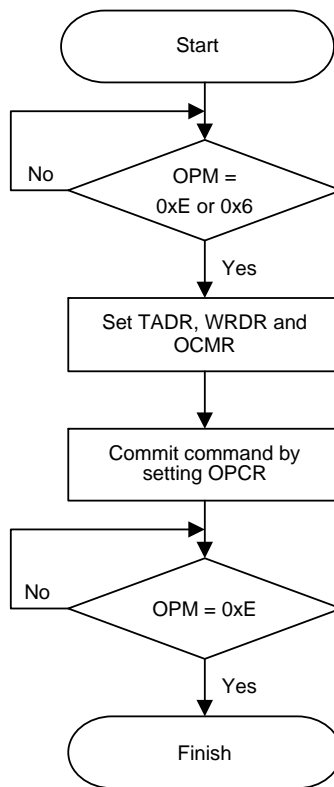


圖 2 Flash 頁擦除操作流程圖

整體擦除

FMC 提供一個完整的擦除功能，用於擦除主塊的所有頁面。整體擦除步驟如下：

1. 檢查 OPCR 暫存器以確定沒有正在運行的 Flash 記憶體操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否則需等到預置的操作已完成才可進行。
2. 寫整體擦除命令到 OCMR 暫存器 (CMD[3:0]=0xA)。
3. 通過設定 OPCR 暫存器 (設定 OPM[3:0]=0xA) 來提交整體擦除命令到 FMC。
4. 通過檢查 OPCR 暫存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
5. 如有要求，讀和修改 Flash 記憶體的值 (通過 DCODE 訪問)。

當執行完成整體擦除操作時，主塊將被擦除為 0xFFFF_FFFF。整體擦除用於 SRAM 或調試工具的程式中。

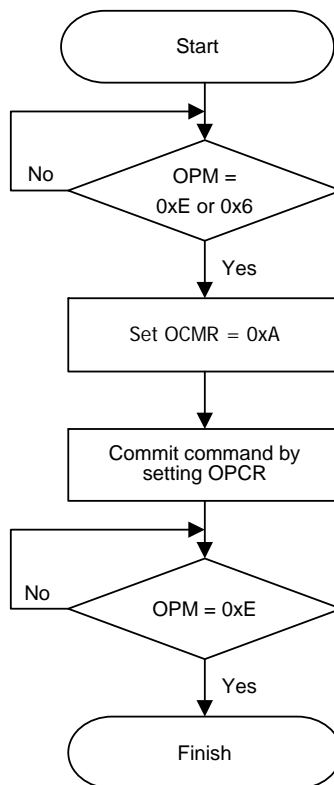


圖 3 Flash 整體擦除操作流程圖

選項位元組塊

選項位元組塊可作為獨立的 Flash 記憶體，起始位址為 0x1FF0_0000。選項位元組由 6 個字組成，用於 Flash 讀/防寫。

重定後，將重新載入選項位元組，內容存入暫存器中。若選項位元組校驗和結果不正確，OISR 暫存器中的校驗和結果錯誤位元 (OBEP) 將置位。

表 4 選項位元組結構

選項位元組	偏移量	描述	重置值
選項位元組起始位址= 0x1FF0_0000			
OB_PP	0x000 0x004 0x008 0x00C	OB_PP [n]：Flash 記憶體頁擦除/編程保護位元 (n = 0 ~ 30，即 page 0 ~ page 30) 0：使能 1：除能 OB_PP [127:31]：保留位元	0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF
OB_CP	0x010	OB_CP [0]：Flash 安全保護位元 0：使能 1：除能 OB_CP [1]：選項位元組保護位元 0：使能 1：除能 OB_CP [31:2]：保留位元	0xFFFF_FFFF
OB_CK	0x020	OB_CK [31:0]：Flash 選項位元組校驗和位元 當 OB_PP 或 OB_CP 暫存器的內容不為 0xFFFF_FFFF 時，OB_CK 應設定為 5 個字元選項位元組內容之和，其偏移位址範圍為 0x000~0x010(0x000 + 0x004 + 0x008 + 0x00C + 0x010)。	0xFFFF_FFFF

Flash 保護

Flash 記憶體的主塊可受保護以避免不被信任的代碼非法訪問。主塊的頁面也可單獨受到保護，以避免非預期的寫操作。

- 安全保護

此功能非常有用，可有效地避免非法用戶的訪問。可通過設定選項位元組 OB_CP[0]位元，使安全保護有效。一旦安全保護使能，調試模式期間，Flash DCODE 訪問、編程和頁擦除操作無法執行。Page 0 和選項位元組塊也可自動防寫。可執行整體擦除操作以解除安全保護。

- 使能安全保護的步驟如下：

1. 設定 OB_CP [0]為 0。
2. 設定 OB_CK 為 5 個字選項位元組的和，選項位元組的位址為 0x0~0x13。
3. 生成系統重定，使新的 OB_CP 設定有效。

- 除能安全保護的步驟如下：

1. 執行整體擦除，此步驟時安全保護功能仍然使能。
2. 產生 POR 重置 (上電重置)，使新的 OB_CP 設定有效。

- 防寫

通過設定 OB_PP，主塊的每個頁可單獨使能防寫。如果保護頁面執行頁擦除或編程操作，將置位 OISR 暫存器中的 PPEF 位元。若 OIER 暫存器中的 OREIEN 位元也被置位，Flash 操作錯誤中斷將由 FMC 觸發。

若選項位元組塊執行了頁擦除操作，所有防寫將除能。通過設定 OB_CP [1]為 0，可使選項位元組區的防寫有效。若選項位元組塊已受保護，除能防寫的唯一方式就是執行整體擦除操作。

- 使能防寫的步驟如下：

1. 設定 OB_PP [30:0] (HT32F1253) 為 0，使能相應頁面的保護功能。
(HT32F1252 為 OB_PP[15:0]，HT32F1251(B)為 OB_PP[7:0])
設定 OB_CP [1]為 0，使能選項位元組塊的保護功能。
2. 設定 OB_CK 為 5 個字的選項位元組之和，位元組選項位址為 0x0~0x13。
3. 生成系統重定，使新的 OB_PP/OB_CP 設定有效。

- 除能主塊頁的防寫步驟如下：

1. 擦除選項位元組塊 (選項位元組塊應為不被保護的狀態)。
2. 生成系統重定，使新的 OB_PP 設定有效。

- 除能選項位元組塊的防寫步驟如下：

1. 執行整體擦除。
2. 生成系統重定，使新的 OB_CP 設定有效。

暫存器描述

FMC 暫存器和重置值如下表所示。

表 5 FMC 暫存器

暫存器	偏移量	描述	重置值
FMC 起始位址 = 0x4008_0000			
TADR	0x000	Flash 目標位址暫存器	0x0000_0000
WRDR	0x004	Flash 寫資料暫存器	0x0000_0000
OCMR	0x00C	Flash 操作命令暫存器	0x0000_0000
OPCR	0x010	Flash 操作控制暫存器	0x0000_000C
OIER	0x014	Flash 操作中斷使能暫存器	0x0000_0000
OISR	0x018	Flash 操作中斷狀態暫存器	0x0001_0000
PPSR	0x020	Flash 頁擦除/編程保護狀態暫存器	0xXXXX_XXXX
	0x024		0xXXXX_XXXX
	0x028		0xXXXX_XXXX
	0x02C		0xXXXX_XXXX
CPSR	0x030	Flash 安全保護狀態暫存器	0xXXXX_XXXX
VMCR	0x100	Flash 向量映射控制暫存器	0x0000_000X
CFCR	0x200	Flash 緩存和預抓取控制暫存器	0x0000_0051
SBVT0	0x300	SRAM 啟動向量 0 (堆疊指標)	0x2000_XX00
SBVT1	0x304	SRAM 啟動向量 1 (程式計數器)	0x2000_0101
SBVT2	0x308	SRAM 啟動向量 2 (NMI 處理程式)	0x0000_0000
SBVT3	0x30C	SRAM 啟動向量 3 (硬體錯誤處理程式)	0x0000_0000
TADR	0x000	Flash 目標位址暫存器	0x0000_0000
WRDR	0x004	Flash 寫資料暫存器	0x0000_0000
OCMR	0x00C	Flash 操作命令暫存器	0x0000_0000

"X" 代表各種重置值，依據微控制器的型號而定，包括 Flash 值、選項位元組值或上電重置設定。

Flash目標位址暫存器 (TADR)

此暫存器用於指定頁擦除和字編程操作的目標位址。

偏移量：	0x000							
重置值：	0x0000_0000							
	31	30	29	28	27	26	25	24
	TADB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	23	22	21	20	19	18	17	16
	TADB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	15	14	13	12	11	10	9	8
	TADB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	TADB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0

位元	欄位	描述
[31:0]	TADB	Flash 目標位址位元 在編程操作時，TADR 暫存器指定寫入資料的位址。由於編程長度為 32 位元，TADR 應設定為字對齊 (4 位元組)。編程操作過程中將忽略 TADB [1:0]。 在頁擦除操作時，TADR 暫存器中包含的頁位址將被擦除。由於頁大小為 1KB，TADB[9:0]將被忽略，以限制目標位址為 1K 位元組對齊。 對於 32KB 主 Flash 定址，TADB [31:16] 應為 0 (16KB 時，TADB [31:15] 應為 0；8KB 時，TADB [31:14]應為 0)。選項位元組的大小為 1KB，範圍為 0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF。此區用於指定 Flash 記憶體的位置，範圍須在 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF 內。否則，若相應中斷使能位元置位，將產生無效的目標位址中斷。

Flash寫資料暫存器 (WRDR)

此暫存器用於記憶編程操作寫入 TADR 暫存器中的資料。

偏移量：	0x004							
重置值：	0x0000_0000							
	31	30	29	28	27	26	25	24
	WRDB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	23	22	21	20	19	18	17	16
	WRDB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	15	14	13	12	11	10	9	8
	WRDB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0
	7	6	5	4	3	2	1	0
	WRDB							
類型/重置	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0	RW0

位元	欄位	描述
[31:0]	WRDB	Flash 寫數據位元 編程操作的資料值。

Flash操作命令暫存器 (OCMR)

此暫存器用於指定讀、讀 ID、字編程、頁擦除和整體擦除的 Flash 操作命令。

偏移量：	0x00C							
重置值：	0x0000_0000							
	31	30	29	28	27	26	25	24
	保留位							
類型/重置								
	23	22	21	20	19	18	17	16
	保留位							
類型/重置								
	15	14	13	12	11	10	9	8
	保留位							
類型/重置								
	7	6	5	4	3	2	1	0
	保留位				CMD			
類型/重置					RW0	RW0	RW0	RW0

位元	欄位	描述
[3:0]	CMD	Flash 操作命令 下表顯示決定 Flash 操作命令位元 CMD[3:0] 的定義。若無效的命令被設定且 IOCMIEN 位元為 1，將產生一個無效操作命令中斷。

CMD [3:0]	描述
0x0	空閒 - 默認
0x4	字編程
0x8	頁擦除
0xA	整體擦除
其他	保留

Flash操作控制暫存器 (OPCR)

此暫存器用於控制命令操作和檢查 FMC 操作的狀態。

偏移量：	0x010
重置值：	0x0000_000C
	31 30 29 28 27 26 25 24
類型/重置	保留位
	23 22 21 20 19 18 17 16
類型/重置	保留位
	15 14 13 12 11 10 9 8
類型/重置	保留位
	7 6 5 4 3 2 1 0
類型/重置	保留位 OPM 保留位
	RW0 RW0 RW0 RW0

位元	欄位	描述
----	----	----

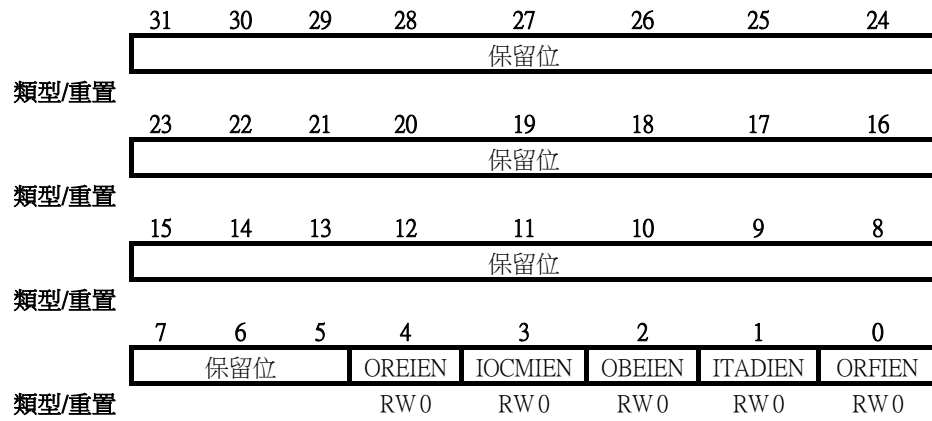
[4:1]	OPM	操作模式 FMC 的操作模式如下表所示。根據 TADR 暫存器設定的位址，用戶可提交 OCMR 暫存器設定的命令。設定該暫存器前，需準備好 TADR、WRDR 和 OCMR 暫存器的內容。所有操作已完成後，OPM 欄位將由 FMC 硬體設定為 0xE 或 0xF。所有操作完成後，可設定為空閒模式以節省功耗。注意，FMC 的下個操作執行前，應檢查操作的狀態。前一個操作完成前，TADR、WRDR、OCMR 和 OPCR 暫存器的內容應保持不變。
-------	-----	---

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

Flash操作中斷使能暫存器 (OIER)

該暫存器用於使能或除能 FMC 中斷功能。當相應的中斷使能位置位元時，FMC 產生中斷。

偏移量： 0x014
 重置值： 0x0000_0000



位元	欄位	描述
[4]	OREIEN	操作錯誤中斷使能位元 0：除能 1：使能
[3]	IOCMIEN	無效操作命令中斷使能位元 0：除能 1：使能
[2]	OBEIEN	選項位元組校驗和錯誤中斷使能位元 0：除能 1：使能
[1]	ITADIEN	無效目標位址中斷使能位元 0：除能 1：使能
[0]	ORFIEN	操作完成中斷使能位元 0：除能 1：使能

Flash 操作中斷和狀態暫存器 (OISR)

如果一個 Flash 操作完成，該暫存器指示 FMC 中斷狀態的報告，否則就會發生錯誤。當 OIER 暫存器中的相應中斷使能位元置位時，狀態位元有效。

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

位元	欄位	描述
[17]	PPEF	頁擦除/編程保護錯誤旗標位元 0：頁擦除/編程保護錯誤未發生 1：由於一個無效的頁擦除/編程操作被應用到受保護的頁面，操作錯誤發生一旦新 Flash 操作命令被提交，此位元由硬體重置。
[16]	RORFF	原操作完成旗標位元 0：最近的 Flash 操作命令還未完成 1：最近的 Flash 操作已完成 RORFF 位元直接連接到 Flash 記憶體，用於調試。
[4]	OREF	操作錯誤旗標位元 0：無 Flash 操作錯誤發生 1：最近的 Flash 操作錯誤 當任何 Flash 操作錯誤（如無效命令、編程錯誤和擦除錯誤）發生時，該位元被置位。若 OIER 暫存器中的 OREIEN 位元被置位，ORE 中斷發生。寫入 1 重置此位元。
[3]	IOCMF	無效操作命令旗標位元 0：無效 Flash 操作命令已被設定 1：無效 Flash 操作命令已被寫入 OCMR 暫存器 若 OIER 暫存器中的 IOCMIEEN 位元被置位，IOCM 中斷發生。寫入 1 重置此位元。
[2]	OBEF	選項位元組校驗和錯誤旗標位元 0：選項位元組校驗和正確 1：選項位元組校驗和錯誤 若 OIER 暫存器中的 OBEIEN 位元被置位，OBE 中斷發生。寫入 1 重置此位元。
[1]	ITADF	無效目標位址旗標位元 0：目標位址 TADR 有效 1：目標位址 TADR 無效 TADR 欄位的資料範圍為 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF。若 OIER 暫存器中的 ITADIEN 位元置位，ITAD 中斷發生。寫入 1 重置此位元。
[0]	ORFF	Flash 操作完成旗標位元 0：Flash 操作未完成 1：最近的 Flash 命令操作已完成 若 OIER 暫存器中的 ORFIEN 位元置位，ORF 中斷發生。寫入 1 重置此位元。

Flash 頁擦除/編程保護狀態暫存器 (PPSR)

該暫存器指示 Flash 記憶體的字保護狀態。

偏移量： 0x020 ~ 0x02C
 重置值： 0xXXXX_XXXX

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

位元	欄位	描述
[127:0]	PPSBn	Page n 擦除/編程保護狀態位元 (n = 0 ~ 127) PPSB[n] = OB_PP[n] 0：相應 Page n 受保護 1：相應 Page n 未受保護 該暫存器的內容不是動態更新的，只能通過選項位元組載入器重新載入。任何一種重置發生時，該載入器將被啟動。當 PPSR 暫存器中的相應位元重置時，特殊頁不能執行擦除或編程操作。PPSR [127:0] 的重定值由選項位元組 OB_PP [127:0] 決定。HT32F125x 系列不同微控制器的主 Flash 記憶體的總頁數是不同的。因此，僅 OB_PP [n:0] 和 PPSR [n:0] 是有效的 (n = 晶片 Flash 頁數 - 1)。OB_PP 和 PPSR 暫存器的其他位元是保留位元。

Flash預抓取控制暫存器 (CFCR)

該暫存器用於控制 FMC 的預抓取模組。

偏移量：	0x200
重置值：	0x0000_0051
	31 30 29 28 27 26 25 24
類型/重置	保留位
	23 22 21 20 19 18 17 16
類型/重置	保留位
	15 14 13 12 11 10 9 8
類型/重置	保留位
	7 6 5 4 3 2 1 0
類型/重置	保留位 IPSE 保留位 PFBE 保留位 WAIT
	RW 1 RW 1 RW 0 RW 0 RW 1

位元	欄位	描述
[6]	IPSE	Flash 空閒省電使能位元 0：除能 1：使能
[4]	PFBE	緩衝器使能位元 0：除能，由 Flash 記憶體直接提供指令/資料 1：使能
[2:0]	WAIT	Flash 等待狀態設定位元 這些位元用於設定非連續 Flash 訪問期間的 HCLK 等待時鐘計數。等待時鐘的實際值為 (WAIT [2:0] - 1)。由於緩衝器提供一個較寬範圍的訪問介面，連續 Flash 訪問的等待狀態時間間隔值非常接近 0。

WAIT [2:0]	等待狀態	允許的 HCLK 範圍
001	0	0MHz < HCLK ≤ 24MHz
010	1	24MHz < HCLK ≤ 48MHz
011	2	48MHz < HCLK ≤ 72MHz
其他	保留	保留

SRAM 啟動向量暫存器n (SBVTn, n = 0 ~3)

這些暫存器為 SRAM 啟動模式的堆疊指標、程式計數器、NMI 處理程式位址和硬體錯誤處理程式位址指定初始值。

偏移量： 0x300 ~ 0x30C
 重置值： 根據位址偏移量有各種重置值

	31	30	29	28	27	26	25	24
	SBVTn							
類型/重置	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							
類型/重置	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							
類型/重置	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							
類型/重置	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X	RW X

位元	欄位	描述
----	----	----

[31:0]	SBVTn	SRAM 啟動向量 n (n = 0 ~ 3) SRAM 啟動向量 0~3 為應用程式調試提供一個 SRAM 啟動的能力。SRAM 啟動模式下, SBVTn 暫存器的內容重新映射到 Flash 記憶體 CODE 區的 0x0~0xC 位址空間, 請參考 VMCR 暫存器和 BOOT1/BOOT0 啟動引腳的描述。下表顯示了 SBVTn 暫存器的用途和重置值。SRAM 啟動模式期間, 重定值為程式執行提供了一個固定的設定。可通過調試工具改變這些暫存器, 以改變程式執行設定。SBVTn 暫存器的重置值僅可通過上電重置重新載入, 其他重置源不會對其產生影響。
--------	-------	--

名稱	偏移位址	用途描述	重置值
SBVT0	0x300	堆疊指標	8 kB SRAM: 0x2000_2000 4 kB SRAM: 0x2000_1000 2 kB SRAM: 0x2000_0800
SBVT1	0x304	程式計數器	0x2000_0101
SBVT2	0x308	NMI 處理程式位址	0x0000_0000
SBVT3	0x30C	硬體錯誤處理程式位址	0x0000_0000

SBVT0 ~ SBVT3 暫存器的訪問寬度須為 32-bit (按字訪問), 不允許 8 或 16 位元 (位元組或半字) 的訪問方式。