

## AN211345

# 将 Macronix MX25UM OctaFlash 系列替换为赛普拉斯 HyperFlash™ 系列的软件移植指南

作者：Takahiro Kuwano、Liz Brooks

相关器件系列：S26KL-S、S26KS-S

相关应用笔记：AN99195

AN211345 提供了将 Macronix MX25UM OctaFlash 系列替换为赛普拉斯 S26KL/S26KS HyperFlash 系列的软件移植指南。它描述了地址空间和命令代码配置间的异同点，以便于进行移植。

## 目录

1	简介 .....	1	7	状态寄存器 .....	8
2	地址空间映射 .....	2	8	软件复位 .....	9
2.1	闪存存储器阵列 .....	2	9	深度掉电 .....	9
2.2	设备 ID 和 CFI (ID-CFI) .....	4	10	命令汇总 .....	10
3	数据保护 .....	5	11	总结 .....	19
3.1	安全芯片区域 (SSR) .....	5		文档修订记录 .....	20
3.2	模块锁定保护 .....	6		全球销售和 design 支持 .....	21
3.3	高级扇区保护 (ASP) .....	6		产品 .....	21
4	读取闪存存储器阵列 .....	7		PSoC® 解决方案 .....	21
5	编程闪存存储器阵列 .....	7		赛普拉斯开发者社区 .....	21
6	擦除闪存存储器阵列 .....	8		技术支持 .....	21
6.1	空白检查时间 .....	8			
6.2	评估擦除状态 .....	8			

## 1 简介

本应用笔记提供了将 Macronix MX25UM OctaFlash 系列转换为赛普拉斯 S26KL/S26KS HyperFlash 系列时的软件移植指南。

赛普拉斯 S26KL/S26KS HyperFlash 系列和 Macronix MX25UM OctaFlash 系列具有相同的引脚配置，但它们的命令集完全不同。S26KL/S26KS HyperFlash 系列采用了传统的并行 NOR (PNOR) 闪存存储器器件（如赛普拉斯的 S29GL-S 系列）的命令集。主机系统中集成的 HyperBus® 控制器会将各个软件访问转换成 HyperBus 信号协议。HyperBus 和 PNOR 之间的电气信号和总线协议的区别对软件是不可见的。因此，用户可以为 NOR 闪存采用传统的 PNOR 软件（如赛普拉斯低电平驱动器），它能够为 S26KL/S26KS 命令集提供完整的支持。

此外，您也可以使用本应用笔记中所提供的软件移植指南来将 Macronix MX25UM OctaFlash 系列替换为赛普拉斯 S26KL/S26KS HyperFlash 系列。本应用笔记映射了访问闪存存储器阵列或寄存器时所需要的各种软件特性（如地址空间、数据保护和命令集）。从硬件接口角度来看，赛普拉斯 HyperFlash 系列支持以下特性（而 Macronix OctaFlash 不支持）。

- **混合突发：**一种新型的突发模式，其中，回卷突发后接线性突发。<sup>1</sup>
- **INT#输出：**该输出用于通知主机 HyperFlash 中发生了某个事件。
- **RSTO#输出：**该输出用于通知主机 HyperFlash 器件中发生了某个上电复位 (POR) 事件。

<sup>1</sup> 只在 256 Mb 和 128 Mb 器件中可用。不适用于 512 Mb 器件。

本应用笔记中并不包含这些特性的详细信息以及有关硬件接口的任何其他主题（如信号、时序和总线协议）。更多有关信息，请参考相应数据手册一节的内容。

## 2 地址空间映射

S26KL/S26KS HyperFlash 系列有一套地址空间，如下所示：

地址空间	描述	OctaFlash 中的等效地址空间
闪存存储器阵列	主要的非易失性存储器阵列，用于存储数据。	闪存存储器阵列
ID/CFI	出厂编程的存储器阵列，用于存储赛普拉斯器件的特性信息	串行闪存可供查询参数
安全区域（SSR）	1024 字节的一次性可编程（OTP）非易失性存储器空间，用于存储赛普拉斯出厂编程和客户可编程的永久性数据。	安全 OTP
持久保护位（PPB）	非易失性存储器阵列，每个扇区一位。编程后，每一位都会保护相关的扇区，以防止擦除和编程操作。	硬保护位（SPB）
PPB 锁定位	指的是一个易失性寄存器位，用于使能或禁用对 PPB 位进行的编程和擦除操作。	SPB 永久性锁定位（SPBLKDN），但它是一次性可编程位
密码	指的是一个 OTP 非易失性阵列，可存储 64 位密码，用于允许在使用密码模式扇区保护时更改 PPB 锁定位的状态。	不支持
动态保护位（DYB）	指的是一个易失性阵列，每个扇区一位。设置该位后，每一位都会保护相关的扇区，以防止擦除和编程操作。	动态保护位（DPB）
状态或外设寄存器	该寄存器用于保持嵌入式算法的状态以及其他寄存器的读/写状态。	状态寄存器

S26KL/S26KS HyperFlash 器件系列提供了称为“地址空间重叠”（ASO）的方法，用于访问每个地址空间。ASO 方法要求正确进行地址空间切换，因此它将在访问每个地址空间（闪存存储器阵列和状态/外设寄存器的地址空间除外）前/后发出 ASO 进入/退出命令。每个 ASO 将根据 ASO 进入命令来替换（覆盖）由进入 ASO 的命令所选定的扇区或者整个闪存器件地址空间。

MX25UM OctaFlash 仅将 ASO 方法应用于安全的 OTP 地址空间。

### 2.1 闪存存储器阵列

S26KL/S26KS HyperFlash 系列具有统一的扇区架构，其中每个扇区大小为 256 KB。通过用户配置选项，可使用 8 个 4 KB 的参数扇区来覆盖第一个扇区或最后一个扇区。通过写入非易失性配置寄存器（NVCR）或易失性配置寄存器（VCR），可以修改各参数扇区的存在和位置。

MX25UM OctaFlash 系列还具有一个统一的架构，包括多个 4 KB 大小的扇区和 64 KB 大小的模块（每个模块包含 16 个连续扇区）。表 1 显示的是 MX25UM51245G OctaFlash 和 S26KL512S/S26KS512S HyperFlash 系列的扇区架构对比。

表 1. MX25UM51245G 和 S26KL512S/S26KS512S 的扇区架构对比

地址范围	OctaFlash MX25UM		S26KL/S26KS		
	扇区	模块	xVCR[9.8] = 00	xVCR[9.8] = 01	xVCR[9.8] = 10
0000000h – 0000FFFh	0	0	参数扇区 0	扇区 0	扇区 0
0001000h – 0001FFFh	1		参数扇区 1		
0002000h – 0002FFFh	2		参数扇区 2		
0003000h – 0003FFFh	3		参数扇区 3		
0004000h – 0004FFFh	4		参数扇区 4		

地址范围	OctaFlash MX25UM		S26KL/S26KS				
	扇区	模块	xVCR[9.8] = 00	xVCR[9.8] = 01	xVCR[9.8] = 10		
0005000h – 0005FFFh	5		参数扇区 5				
0006000h – 0006FFFh	6		参数扇区 6				
0007000h – 0007FFFh	7		参数扇区 7				
...	...		扇区 0				
000F000h – 000FFFFh	15						
0010000h – 0010FFFh	16	1					
...	...						
001F000h – 001FFFFh	31						
0020000h – 0020FFFh	32	2					
...	...						
002F000h – 002FFFFh	47						
0030000h – 0030FFFh	48	3					
...	...						
003F000h – 003FFFFh	63						
0040000h – 0040FFFh	64	4	扇区 1	扇区 1	扇区 1		
...	...						
004F000h – 004FFFFh	79						
0050000h – 0050FFFh	80	5					
...	...						
005F000h – 005FFFFh	95						
0060000h – 0060FFFh	96	6					
...	...						
006F000h – 006FFFFh	111						
0070000h – 0070FFFh	112	7					
...	...						
007F000h – 007FFFFh	127						
...	...	...				...	...
3F80000h – 3F80FFFh	16256	1016				扇区 254	扇区 254
...	...						
3F8F000h – 3F8FFFFh	16271						
3F90000h – 3F90FFFh	16272	1017					
...	...						
3F9F000h – 3F9FFFFh	16287						
3FA0000h – 3FA0FFFh	16288	1018					
...	...						
3FAF000h – 3FAFFFFh	16303						

地址范围	OctaFlash MX25UM		S26KL/S26KS		
	扇区	模块	xVCR[9.8] = 00	xVCR[9.8] = 01	xVCR[9.8] = 10
3FB0000h – 3FB0FFFh	16304	1019			
...	...				
3FBF000h – 3FBFFFFh	16319				
3FC0000h – 3FC0FFFh	16320	1020			
...	...				
3FCF000h – 3FCFFFFh	16335				
3FD0000h – 3FD0FFFh	16336	1021		扇区 255	
...	...				
3FDF000h – 3FDFFFFh	16351				
3FE0000h – 3FE0FFFh	16352	1022			
...	...				
3FEF000h – 3FEFFFFh	16367				
3FF0000h – 3FF0FFFh	16368	1023	扇区 255	扇区 255	扇区 255
...	...				
3FF8000h – 3FF8FFFh	16366				
3FF9000h – 3FF9FFFh	16377				
3FFA000h – 3FFAFFFh	16378				
3FFB000h – 3FFBFFFh	16379				
3FFC000h – 3FFCFFFh	16380				
3FFD000h – 3FFDFFFh	16381				
3FFE000h – 3FFEFFFh	16382				
3FFF000h – 3FFFFFh	16383				

## 2.2 设备 ID 和 CFI (ID-CFI)

S26KL/S26KS HyperFlash 系列提供了两种用于确定闪存存储器类型的方法：器件标识 (ID) 和通用闪存接口 (CFI)。

器件标识 (ID) (通常被称为 Autoselect) 包含了 JEDEC 制造商的 ID、设备 ID 以及有关闪存存储器的配置和保护状态的信息。主机系统可以使用该 ID 为特殊的闪存器件选择相应的驱动程序软件。

通用闪存接口 (CFI) 中包含一个可扩展的标准信息列表，它说明了闪存存储器的组织和操作。因此，您可以使用一个可容纳多个存储器器件的通用驱动程序软件。该驱动程序软件会根据 CFI 表中的信息来调整驱动程序性能。

虽然 ID 和 CFI 的命令序列和命令代码不一样 (如第 10 页上的表 5 中的命令代码所示)，但它们都被组合到单个地址空间内，并出现在单个覆盖层上。当您访问 ID 或 CFI 时，将显示组合好的 ID-CFI 地址映射。ID-CFI 地址映射出现在由 ID-CFI 进入命令中所使用的地址选定的扇区中，并覆盖掉该扇区中的闪存存储器阵列数据。进入 ID-CFI ASO 后，所有其他扇区的内容未被定义。

MX25UM OctaFlash 具有一个串行闪存可供查询参数 (SFDP)，即包含多个器件特性 (用于标识目的) 的一系列参数表。与 S26KL/S26KS HyperFlash CFI 相同，通过使用系统软件，您可以调整该 SFDP，以容纳多个存储器器件。

第 5 页上的表 2 列出了 S26KL/S26KS HyperFlash 系列的 ID 地址映射。更多有关 ID 和 CFI 字段的定义，请参考器件的数据手册。

表 2. S26KL/S26KS HyperFlash 系列的 ID 地址映射

字地址	数据	说明
(SA <sup>2</sup> ) + 0000h	0001h	制造商 ID
(SA) + 0001h	007Eh	设备 ID
(SA) + 0002h 到 000Bh	保留	RFU
(SA) + 000Ch	0005h	低软件位
(SA) + 000Dh	保留	高软件位
(SA) + 000Eh	0070h = 512 Mb (电压 = 1.8 V) 006Fh = 512 Mb (电压 = 3.0 V) 0072h = 256 Mb (电压 = 1.8 V) 0071h = 256 Mb (电压 = 3.0 V) 0074h = 128 Mb (电压 = 1.8 V) 0073h = 128 Mb (电压 = 3.0 V)	设备 ID
(SA) + 000Fh	0000h	设备 ID

## 3 数据保护

### 3.1 安全芯片区域 (SSR)

赛普拉斯 S26KL/S26KS HyperFlash 系列和 Macronix MX25UM OctaFlash 系列所包含的一个 1024 字节大小的一次性可编程 (OTP) 地址空间, 分别被称为赛普拉斯 HyperFlash 的“安全芯片区域 (SSR)”和 Macronix OctaFlash 的“安全 OTP”。该存储器空间存储了一个独特的器件序列号 (在出厂时设置或由系统用户设置), 用于加强系统的安全性。与 OctaFlash 的安全 OTP 相比, HyperFlash SSR 提供更大的用户可编程地址空间和可单独锁定区域。

#### 3.1.1 OctaFlash SSR

用户可以编程 OctaFlash 安全 OTP 区域中最低的 512 个地址字节, 而最高的 512 个地址字节是 Macronix 出厂编程的。通过使用“进入安全 OTP”命令进入安全 OTP 模式, 进而可以编程或读取 OTP 区域。可以按照一般流程进行编程和读取操作, 然后通过“退出安全 OTP”命令来退出安全 OTP 模式 (更多有关命令列表的信息, 请参考第 16 页上的表 11)。通过写入 WRSCUR (写入安全寄存器) 命令, 将用户永久性锁定位 1 设置为“1”便可以锁定用户可编程的安全 OTP 地址空间。出厂前, 已经通过安全寄存器位 0 锁定可编程的安全 OTP 地址空间。无论该 OTP 是由工厂还是用户锁定的, 仍不能重新对相应的地址范围进行编程。

表 3. OctaFlash 安全 OTP 地址映射

地址范围	目录
xxx000 - xxx1FF	可供用户编程
xxx200 - xxx3FF	由 Macronix 编程

<sup>2</sup> SA = 所选扇区或被覆盖扇区的地址。

### 3.1.2 HyperFlash SSR

HyperFlash 中的 1024 字节 SSR 被分为 32 个可单独锁定的 32 字节对齐区域。其中，低 16 个地址字节是由赛普拉斯出厂编程的。后面的 4 个高地址字节是 SSR 锁定字节，并且 SSR 锁定字节中的每一位都对应于一个 SSR 区域。通过编程 SSR 锁定字节，用户可以单独锁定相应的 SSR 区域，以便阻止后续的编程操作（更多相关信息，请参考数据手册）。最低地址范围后面的 12 个高字节被保留，以供将来使用（RFU）。用户可以对这些位进行编程，但将来的赛普拉斯器件可能会将它们作为 SSR 锁定位使用，以保护更大的 SSR 空间。对于其他区域，用户可以对它们编程额外的永久性数据。通过“SSR 进入”命令进入 SSR ASO 模式，可以编程或读取 SSR 区域（按照一般流程进行编程或读取操作），然后通过 SSR 退出命令退出该模式（更多相关信息，请参考第 16 页上的表 11）。您可以将 SSR 冻结（xVCR10）配置寄存器位设置为“0”，以阻止对整个 SSR 存储器进行的任何其他编程。SSR 冻结命令具有与 OctaFlash WRSCUR 命令相同的功能。

表 4. HyperFlash 安全芯片区域（SSR）的地址映射

区域	字节地址范围（十六进制）	目录	出厂状态
区域 0	0	赛普拉斯编程随机数值的最低有效字节	赛普拉斯编程的随机数值
	...	...	
	000F	赛普拉斯编程随机数值的最高有效字节	
	0010-0013	区域锁定位 字节 10[位 0] = 0 时，它将锁定区域 0，阻止对该区域进行编程操作 ... 字节 13[位 7] = 0 时，它将锁定区域 31，阻止对该区域进行编程操作	所有字节 = FF
	0014 - 001F	保留供将来使用	所有字节 = FF
区域 1	0020 - 003F	可供用户编程	所有字节 = FF
区域 2	0040 - 005F	可供用户编程	所有字节 = FF
...	...	可供用户编程	所有字节 = FF
区域 31	03E0 - 003FF	可供用户编程	所有字节 = FF

## 3.2 模块锁定保护

MX25UM OctaFlash 支持模块锁定保护功能，这样用户便能够通过写入状态寄存器中的位 BP0 到 BP3 来保护寄存器区域。由于 S26KL/S26KS HyperFlash 系列不支持模块锁定保护功能，因此，请使用高级扇区保护功能进行操作。

## 3.3 高级扇区保护（ASP）

S26KL/S26KS HyperFlash 系列支持高级扇区保护（ASP）功能，因此可以单独通过配置相应的各个易失性保护位（DYB 位）或非易失性保护位（PPB 位）来保护各个扇区。HyperFlash 的 DYB 和 PPB 位被分配给整个存储器中的每个扇区。当 DYB 或 PPB 位为 0 时，将阻止对相应的扇区进行的编程和擦除操作。

MX25UM OctaFlash 也支持一种相似的保护功能，而且它与 ASP 相兼容（其中，DPB 和 SPB 分别作为易失性位和非易失性位）。MX25UM OctaFlash 中的 DPB 位也被分配给每个扇区，但 SPB 位只被分配给存储器中顶部和底部的 64 KB 地址的扇区以及其他的 64 KB 数据块。当 DPB 或 SPB 位为 1 时，将阻止任何对这些扇区（模块）进行的修改。MX25UM OctaFlash 还支持组合锁定/解锁功能，用于保护/取消保护整个闪存存储器阵列。

HyperFlash 有一个 PPB 锁定位（用于保护 PPB 位），该位具有与 OctaFlash SPB 永久性锁定位（SPBLKDN）相同的功能。由于 OctaFlash SPBLKDN 位于 OTP 锁定寄存器中，因此，当将该位设置为 0（锁定状态）时，将永久性阻止对所有 SPB 位进行的编程和擦除操作。HyperFlash 的 PPB 锁定位并非位于 OTP 区域中，因此，它具有更丰富且更灵活的功能。可以通过持久保护或密码保护方法来控制 PPB 锁定位，具体如下：



- **持久保护方法**在上电复位（POR）或硬件复位期间将 PPB 锁定位设置为 1，因此 PPB 位不受到器件复位的保护。可以通过某个命令将 PPB 锁定位清除为 0，以保护各个 PPB 位。持久保护方法没有任何命令可将 PPB 锁定位设为 1，因此该位一直为 0，直到下一次关闭电源或硬件复位为止。
- **密码方法**在 POR 或硬件复位期间将 PPB 锁定位清除为 0，以保护各个 PPB 位。采用密码方法时，可永久性编程和隐藏某个 64 位的密码。通过一个命令提供密码，然后将其与隐藏密码进行对比。如果密码匹配，请将 PPB 锁定位设为 1，以取消 PPB 保护。可通过一个命令将 PPB 锁定位清除为 0。

由于您在 OTP ASP 配置寄存器中选择了持久保护或密码保护方法，因此它是一项持久性的配置。可通过扇区地址（SA）保护状态读取命令来读取 S26KL/KS HyperFlash ASP 的特性和寄存器设置。从 SA 保护状态读取命令所返回的值（位 0 到 3）中可以确定目标扇区是否受保护。

- **位 0:** 表示扇区是否受保护（0 = 受保护，1 = 不受保护）
- **位 1:** 使用扇区的 DYB 位表示扇区是否受保护（0 = 受保护，1 = 不受保护）
- **位 2:** 使用扇区的 PPB 位表示扇区是否受保护（0 = 受保护，1 = 不受保护）。

## 4 读取闪存存储器阵列

闪存存储器阵列是主要且默认的地址空间，将在上电期间、硬件复位或命令复位后选定它。主机系统中所集成的典型 HyperBus 控制器与系统存储器中的 HyperFlash 存储器阵列相匹配。读取 HyperFlash 被映射的地址中的数据时，会返回 HyperFlash 的数据。通常，软件不需考虑 HyperBus 信号协议，但在进行所有读取操作前，必须将 HyperBus 控制器设置为回卷或线性突发类型。可以通过 NVCR 或 VCR 配置回卷的长度。AN99195 说明了突发配置和读取性能的优化。

根据总线宽度和地址模式，MX25UM OctaFlash 系列可以采用不同的读取命令。此外，它还支持设置总线长度命令，因此可以配置这两种突发类型和长度。有关命令对比的详细信息，请参考第 11 页上的表 6 和第 14 页上的表 9。

## 5 编程闪存存储器阵列

S26KL/S26KS HyperFlash 系列所支持的两种编程方法分别为：字或写入缓冲区编程。采用写入缓冲区编程方法，每一次最多可编程 512 字节大小的缓冲区。而字编程方法则用于将单个字编程到闪存存储器阵列中。建议您使用写入缓冲区编程方法，因为与字编程相比，它的效果更好，并且速度更快。

与 S26KL/S26KSHyperFlash 写入缓冲区编程相似，您可以通过页面编程操作对 MX25UM OctaFlash 系列进行 256 字节大小的页面编程。

代码 1 显示的是用于初始化写入缓冲区编程的 C 代码示例。更多有关命令对比的详细信息，请参考表 9。

代码 1. 写入缓冲区编程示例

```

UINT16 *src = source_of_data;           /* address of source data */
UINT16 *dst = destination_of_data;      /* flash destination address */
UINT16 wc = words_to_program - 1;      /* word count (minus 1) */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x555 ) = 0x00AA; /* write unlock cycle 1 */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x2AA ) = 0x0055; /* write unlock cycle 2 */
*( (UINT16 *)sector_address ) = 0x0025;  /* write buffer load command */
*( (UINT16 *)sector_address ) = wc;      /* write word count (minus 1) */
for (i=0; i<=wc; i++)
{
    *dst++ = *src++;
}

*( (UINT16 *)sector_address ) = 0x0029;  /* write confirm command */

```

## 6 擦除闪存存储器阵列

S26KL/S26KS HyperFlash 系列支持扇区擦除（25 KB 的扇区）和芯片擦除操作，而 MX25UM OctaFlash 寄存器则支持扇区擦除（4 KB 的扇区）、模块擦除（64 KB 的模块）以及芯片擦除。由于 HyperFlash 没有用于擦除 4 KB 大小参数扇区的专用命令，因此，可以通过扇区擦除命令序列来擦除相应的参数扇区地址。

代码 2 显示的是用于初始化 HyperFlash 扇区擦除的示例 C 代码。请参考第 15 页上的表 10，了解命令详细的对比信息。

代码 2. 扇区擦除示例

```
*( (UINT16 *)base_addr + 0x555 ) = 0x00AA; /* write unlock cycle 1 */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x2AA ) = 0x0055; /* write unlock cycle 2 */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x555 ) = 0x0080; /* write setup command */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x555 ) = 0x00AA; /* write additional unlock cycle 1 */
*( (UINT16 *)base_addr + 0x2AA ) = 0x0055; /* write additional unlock cycle 2 */
*( (UINT16 *)sector_address ) = 0x0030; /* write sector erase command */
```

### 6.1 空白检查时间

S26KL/S26KS HyperFlash 系列支持空白检查命令，用于确认选定的闪存存储器阵列扇区是否已经成功被擦除。而 MX25UM OctaFlash 系列不支持任何类似的命令。可以使用空白检查命令来替代读取各个闪存存储器阵列位的常用程序（该程序用以验证这些位是否全部为 1）。

请参考第 15 页上的表 10，了解命令详细的对比信息。

### 6.2 评估擦除状态

S26KL/S26KS HyperFlash 系列支持评估擦除状态（EES）命令，用于检测擦除操作失败的原因，原因可能是：断电、复位或擦除操作过程失败。而 MX25UM OctaFlash 系列不支持任何类似的命令。

请参考第 15 页上的表 10，了解命令详细的对比信息。

## 7 状态寄存器

S26KL/S26KS HyperFlash 系列具有一个只读的 16 位状态寄存器（SR），而 MX25UM OctaFlash 系列具有一个状态寄存器和一个安全寄存器。请参考本数据手册中的相应章节，了解所有寄存器位分配以及这些位的详细信息。HyperFlash 状态寄存器和 OctaFlash 安全寄存器都包含各自专用位，用于编程挂起、编程状态、擦除挂起和擦除状态。

此外，HyperFlash 状态寄存器还具有以下专用位：

专用位	功能	OctaFlash 中的等效位
扇区擦除状态	表明最后进行的扇区擦除命令是否成功。	不支持
扇区锁定状态	表明某个扇区是否受到高级扇区保护区域中各个锁定位的保护。	不支持
写入缓冲区终止	指出写入缓冲区编程命令顺序中所发生的错误。	不支持
器件准备就绪	表明器件是否正在进行一个嵌入式算法。	状态寄存器中的正在写入位



此外，OctaFlash 的安全寄存器和状态寄存器还具有以下专用位：

专用位	功能	HyperFlash 中的等效位
写保护选择	表明器件正在处于模块锁定模式还是高级扇区保护模式。	不支持；采用高级的扇区保护模式来代替
OTP 指示器	表示 OTP 区域中的出厂编程 ID 地址空间是否已被编程。	使用最低 16 位地址字节中已编程的一个随机、出厂编程的 ID 号
永久性锁定安全 OTP	该位被编程后，将锁定整个安全 OTP 区域。	不支持，使用配置寄存器中的 SSR 冻结位代替
正在写入位	表明器件是否正在执行一个写入命令。	不支持，使用器件准备就绪位代替
写使能锁存位	必须在执行任何可更改器件内容的指令前设置该位。	无需
模块保护位	使用于模块保护模式	不支持，采用高级的扇区保护模式代替

请参考第 10 页上的表 5，了解命令的详细对比信息。

## 8 软件复位

S26KL/S26KS HyperFlash 软件复位命令可用于退出任何 ASO 并删除状态寄存器（SR）中的所有错误位。软件复位命令在编程或擦除操作期间被忽略。OctaFlash 的软件复位命令则不一样，在编程或擦除操作期间仍执行该命令，但可能丢失数据。

请参考第 19 页上的表 14，了解命令对比的详细信息。

## 9 深度掉电

S26KL/S26KS HyperFlash 系列支持深度掉电（DPD）模式。在深度掉电（DPD）模式下，所消耗的电流最低。使用 DPD 进入命令序列可进入 DPD 模式。在任何读取、写入操作或硬件复位期间，通过确认 CS# 信号可以退出 DPD 模式。但是没有用于退出 DPD 模式的专用命令。

MX25UM OctaFlash 系列也支持深度掉电（DP）模式以及进入 DP 模式的命令。通过发出退出深度掉电（RDP）模式、读取电子签名（RES）或软件复位等命令，可以退出 DP 模式。

请参考第 11 页上的表 5，了解命令的详细对比信息。

## 10 命令汇总

表 5 到 12 对 S26KL/S26KS HyperFlash 和 MX25UM OctaFlash 的命令集进行了对比。MX25UM 可以在串行外设接口（SPI）模式或 Octa 外设接口（OPI）模式下运行。这两种接口模式的命令集如下。

表 5. 命令集映射（ID/CFI、状态寄存器和深度掉电）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
读取 ID/CFI					
ID（自动选择）进入	555	AA	读取 SFDP 模式	RDSFDP（5A A5）	RDSFDP（5A）
	2AA	55			
	(SA <sup>3</sup> )555	90			
进入 CFI	(SA)55	98			
ID-CFI 读取	(SA)RA <sup>4</sup>	RD <sup>5</sup>			
复位/ASO 退出	XXX <sup>6</sup>	F0 或 FF			
—	—	—	读取标识	RDID（9F 60）	RDID（9F）
状态寄存器访问					
状态寄存器读取	555	70	状态寄存器读取	RDSR（05 FA）	RDSR（05）
	XXX	RD	安全寄存器读取	RDSCUR（2B D4）	RDSCUR（2B）
状态寄存器清除	555	71	—	—	—
—	—	—	状态寄存器写入操作	WRSR（01 FE） <sup>7</sup>	WRSR（01）
—	—	—	安全寄存器写入	WRSCUR（2F D0）	WRSCUR（2F）
深度掉电模式					
进入深度掉电模式	555	AA	深度掉电	DP（B9 46）	DP（B9）
	2AA	55			
	XXX	B9			
—	—	—	退出 深度掉电状态	RDP（AB 54）	RDP（AB）

<sup>3</sup> SA = 选定或被覆盖扇区的地址。

<sup>4</sup> RA = 要读取的存储器地址

<sup>5</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>6</sup> X = 无需关注。

<sup>7</sup> WRSR 和 WRSCR（OPI）具有相同的 2 字节命令 ID，但最后的地址周期不同。

表 6. 命令集映射（配置寄存器）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
配置寄存器访问					
加载易失性配置寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	38			
	XXX <sup>8</sup>	VCR <sup>9</sup>			
读取易失性配置寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	C7			
	XXX	RD <sup>10</sup> VCR			
编程非易失性配置寄存器	555	AA	写入配置寄存器 写入配置寄存器 2 设置突发长度	WRCR (01 FE) <sup>11</sup> WRCR2 (72 8D) SBL (C0 3F)	WRSR (01) WRCR2 (72) SBL (C0)
	2AA	55			
	555	39			
	XXX	NVCR <sup>12</sup>			
擦除非易失性配置寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	C8			
读取非易失性配置寄存器	555	AA	读取配置寄存器 读取配置寄存器 2	RDCR (15 EA) RDCR2 (71 8E)	RDCR (15) RDCR2 (71)
	2AA	55			
	555	C6			
	XXX	RD NVCR			

<sup>8</sup> X = 无需关注

<sup>9</sup> VCR = 易失性配置寄存器

<sup>10</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>11</sup> WRSR 和 WRCR (OPI) 具有相同的 2 字节命令 ID，但最后的地址周期不同。

<sup>12</sup> NVCR = 非易失性配置寄存器

表 7. 命令集映射（其他寄存器访问）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
其他寄存器访问					
编程上电复位定时器寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	34			
读取上电复位定时器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	3C			
	XXX <sup>13</sup>	RD <sup>14</sup>			
加载中断配置寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	36			
	XXX	ICR <sup>15</sup>			
读取中断配置寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	C4			
	XXX	RD			
加载中断状态寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	37			
	XXX	ISR <sup>16</sup>			
读取中断状态寄存器	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	C5			
	XXX <sup>17</sup>	RD <sup>18</sup>			

<sup>13</sup> X = 无需关注

<sup>14</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>15</sup> ICR = 中断配置寄存器

<sup>16</sup> ISR = 中断状态寄存器

<sup>17</sup> X = 无需关注

<sup>18</sup> RD = 从地址中读取的数据

表 8. 命令集映射（其他寄存器访问）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
其他寄存器访问（续）					
—	—	—	写禁用	WRDI（04 FB）	WRDI（04）
—	—	—	写使能	WREN（06 F9）	WREN（06）
—	—	—	读取快速引导寄存器	RDFBR（16 E9）	RDFBR（16）
—	—	—	写入快速引导寄存器	WRFBR（17 E8）	WRFBR（17）
—	—	—	擦除快速引导寄存器	ESFBR（18 E7）	ESFBR（18）
—	—	—	写保护选择	WPSEL（68 97）	WPSEL（68）

表 9. 命令集映射（读取和编程闪存存储器阵列）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
读取闪存存储器阵列					
读取	RA <sup>19</sup>	RD <sup>20</sup>	读取	8READ（EC 13） DTRD（EE 11）	READ3B (03) READ4B (13)
			快速读取	—	FAST_READ3B (0B) FAST_READ4B (0C)
编程闪存存储器阵列					
字编程	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	A0			
	PA <sup>21</sup>	PD <sup>22</sup>			
写入缓冲器编程	555	AA	页编程	PP（12 ED）	PP3B (02) PP4B (12)
	2AA	55			
	SA <sup>23</sup>	25			
	SA	WC <sup>24</sup>			
	WBLx <sup>25</sup>	PDx <sup>26</sup>			
	SA	29			
复位“写缓冲区异常中止”状态	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	F0			
编程挂起	XXX <sup>27</sup>	51	编程挂起	PGM 挂起（B0 4F）	PGM 挂起（B0）
编程恢复	XXX	50	编程恢复	PGM 恢复（30 CF）	PGM 恢复（30 CF）

<sup>19</sup> RA = 要读取的存储器地址

<sup>20</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>21</sup> PA = 要编程的存储器位置的地址

<sup>22</sup> PD = 要编程的数据

<sup>23</sup> SA = 选定或被覆盖扇区的地址

<sup>24</sup> WC = 字计数，该值等于要加载到写入缓冲区位置中字的数量减 1

<sup>25</sup> WBLx = 要编程的数据地址。该地址必须位于同一个 512 字节的写入缓冲区内。

<sup>26</sup> PDx = 要在 WBLx 地址编程的数据

<sup>27</sup> X = 无需关注



表 10. 命令集映射（擦除闪存存储器阵列）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
擦除闪存存储器阵列					
芯片擦除	555	AA	芯片擦除	CE（60 C7 或 9F 38）	CE（60 或 C7）
	2AA	55			
	555	80			
	555	AA			
	2AA	55			
	555	10			
扇区擦除	555	AA	扇区擦除 模块擦除	SE（21 DE） BE（DC 23）	SE3B（20） SE4B（21） BE3B（D8） BE4B（DC）
	2AA	55			
	555	80			
	555	AA			
	2AA	55			
	SA <sup>28</sup>	30			
擦除挂起	XXX <sup>29</sup>	B0	擦除挂起	ERS 挂起（B0 4F）	ERS 挂起（B0）
擦除恢复	XXX	30	擦除恢复	ERS 恢复（30 CF）	ERS 恢复（30）
空白检查时间	(SA)555	33	—	—	—
评估擦除状态	(SA)555	D0	-	—	—

<sup>28</sup> SA = 选定或被覆盖扇区的地址。

<sup>29</sup> X = 无需关注。

表 11. 命令集映射（安全芯片区域）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
安全芯片区域					
SSR 进入	555	AA	OTP 进入	ENSO (B1 4E)	ENSO (B1)
	2AA	55			
	(SA <sup>30</sup> )555	88			
读取	RA <sup>31</sup>	(SA)RD <sup>32</sup>	读取	8READ (EC 13) DTRD (EE 11)	READ3B (03) READ4B (13)
			快速读取	—	FAST_READ3B (0B) FAST_READ4B (0C)
字编程	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	A0			
	PA <sup>33</sup>	PD <sup>34</sup>			
写入缓冲区编程	555	AA	页编程	PP (12 ED)	PP3B (02) PP4B (12)
	2AA	55			
	SA	25			
	SA	WC <sup>35</sup>			
	WBLx <sup>36</sup>	PDx <sup>37</sup>			
	SA	29			
复位“写缓冲区异常中止”状态	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	F0			
退出 SSR	555	AA	退出 OTP	EXSO (C1 3E)	EXSO (C1)
	2AA	55			
	555	90			
	XXX <sup>38</sup>	00			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—

<sup>30</sup> SA = 选定或覆盖扇区的地址。

<sup>31</sup> RA = 要读取的存储器地址

<sup>32</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>33</sup> PA = 要编程的存储器位置地址。

<sup>34</sup> PD = 要编程的数据

<sup>35</sup> WC = 字计数，该值等于要加载到写入缓冲区位置中的字数减 1

<sup>36</sup> WBLx = 要编程的数据地址。该地址必须位于同一个 512 字节的写入缓冲区。

<sup>37</sup> PDx = 要在 WBLx 地址编程的数据

<sup>38</sup> X = 无需关注。

表 12. 命令集映射（ASP 配置寄存器访问和密码）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
ASP 配置寄存器访问					
ASP 寄存器进入	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	40			
编程	XXX <sup>39</sup>	A0	写保护选择	WPSEL（68 97）	WPSEL（68）
	XXX	PD <sup>40</sup>			
ASPR 读取	0	RD <sup>41</sup>	—	—	—
ASPR ASO 退出	XXX	90	—	—	—
	XXX	0			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—
密码					
密码 ASO 进入	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	60			
编程	XXX	A0	—	—	—
	PWAx <sup>42</sup>	PWDx <sup>43</sup>			
读取	PWAx	PWDx	—	—	—
解锁	0	25	—	—	—
	0	3			
	PWAx	PWDx			
	0	29			
退出命令集	XXX	90	—	—	—
	XXX	0			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—

<sup>39</sup> X = 无需关注。

<sup>40</sup> PD = 要编程的数据。

<sup>41</sup> RD = 从地址中读取的数据

<sup>42</sup> PWAx = 密码地址: word0 = 00h、word1 = 01h、word2 = 02h 和 word3 = 03h

<sup>43</sup> PWDx = 密码数据: word0、word1、word2 和 word3

表 13. 命令集映射（PPB 和 PPB 锁定）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
PPB					
PPB 进入	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	C0			
PPB 编程	XXX <sup>44</sup>	A0	编程 SPB	WRSPB（E3 1C）	WRSPB（E3）
	SA <sup>45</sup>	0			
所有 PPB 擦除	XXX	80	所有 SPB 擦除	ESSPB（E4 1B）	ESSPB（E4）
	0	30			
PPB 读取	SA	RD <sup>46</sup>	读取 SPB	RDSPB（E2 1D）	RDSPB（E2）
SA 保护状态	XXX	60	—	—	—
	SA	RD			
退出命令集	XXX	90	—	—	—
	XXX	0			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—
PPB 锁定					
PPB 锁定进入	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	50			
PPB 锁定位清除	XXX	A0	—	—	—
	XXX	0			
PPB 锁定状态	XXX	RD	读取锁定寄存器	RDLR（2D D2）	RDLR（2D）
—	—	—	写入锁定寄存器	WRLR（2C D3）	WRLR（2C D3）
退出命令集	XXX	90	—	—	—
	XXX	0			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—

<sup>44</sup> X = 无需关注

<sup>45</sup> SA = 选定或被覆盖扇区的地址。

<sup>46</sup> RD = 从地址中读取的数据

表 14. 命令集映射（DYB 和复位）

S26KL/S26KS			MX25UM		
命令说明	地址	数据	命令说明	OPI 模式命令名称（代码）	SPI 模式命令名称（代码）
<b>DYB</b>					
DYB ASO 进入	555	AA	—	—	—
	2AA	55			
	555	E0			
DYB 设置	XXX <sup>47</sup>	A0	DPB 写入	WRDPB (E1 1E)	WRDPB (E1)
	SA <sup>48</sup>	0			
DYB 清除	XXX	A0	—	—	—
	SA	1			
DYB 状态读取	SA	RD <sup>49</sup>	读取 DPB	RDDPB (E0 1F)	RDDPB (E0)
SA 保护状态	XXX	60	—	—	—
	SA	RD			
退出命令集	XXX	90	—	—	—
	XXX	0			
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—
	—	—	组合模块锁定	GBLK (7E 81)	GBLK (7E)
			组合模块解锁	GBULK (98 67)	GBULK (98)
<b>复位</b>					
复位/ASO 退出	XXX	F0	—	—	—
—	—	—	无操作	NOP (00 FF)	NOP (00)
—	—	—	复位使能	RSTN (66 99)	RSTN (66)
—	—	—	复位存储器	RST (99 66)	RST (99)

## 11 总结

赛普拉斯的 S26KL/S26KS HyperFlash 系列采用了传统的并行 NOR (PNOR) 闪存存储器（如赛普拉斯的 S29GL-S 系列）的命令集。主机系统中集成的典型 HyperBus 控制器将各个软件访问转换成 HyperBus 信号协议。因此，S26KL/S26KS HyperFlash 系列和 PNOR 闪存存储器器件的软件完全兼容。虽然 S26KL/S26KS HyperFlash 系列和 Macronix MX25UM OctaFlash 所支持的命令集完全不同，但它们的功能却是相同的。用户可以使用这些软件移植指南将 Macronix MX25UM OctaFlash 替换为 S26KL/S26KS HyperFlash。

<sup>47</sup> X = 无需关注

<sup>48</sup> SA = 选定或被覆盖扇区的地址。

<sup>49</sup> RD = 从地址中读取的数据

## 文档修订记录

文档标题: AN211345 — 将 Macronix MX25UM OctaFlash 系列替换为赛普拉斯 HyperFlash™ 系列的软件移植指南

文档编号: 002-12549

版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	5264774	RING	05/18/2016	本文档版本号为 Rev**, 译自英文版 002-11345 Rev**。



## 全球销售和设计支持

赛普拉斯公司具有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想查找离您最近的办事处，请访问 [赛普拉斯所在地](#)。

## 产品

ARM® Cortex®微控制器	<a href="http://cypress.com/arm">cypress.com/arm</a>
汽车级产品	<a href="http://cypress.com/automotive">cypress.com/automotive</a>
时钟与缓冲区	<a href="http://cypress.com/clocks">cypress.com/clocks</a>
接口	<a href="http://cypress.com/interface">cypress.com/interface</a>
照明与电源控制	<a href="http://cypress.com/powerpsoc">cypress.com/powerpsoc</a>
存储器	<a href="http://cypress.com/memory">cypress.com/memory</a>
PSoC	<a href="http://cypress.com/psoc">cypress.com/psoc</a>
触摸感应	<a href="http://cypress.com/touch">cypress.com/touch</a>
USB 控制器	<a href="http://cypress.com/usb">cypress.com/usb</a>
无线/射频	<a href="http://cypress.com/wireless">cypress.com/wireless</a>

## PSoC®解决方案

[cypress.com/psoc](http://cypress.com/psoc)  
PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

## 赛普拉斯开发者社区

[社区](#) | [论坛](#) | [博客](#) | [视频](#) | [培训](#)

## 技术支持

[cypress.com/support](http://cypress.com/support)

PSoC 是赛普拉斯半导体公司的注册商标，且 PSoC Creator 是赛普拉斯半导体公司的商标。此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

	赛普拉斯半导体公司	电话	: 408-943-2600
	198 Champion Court	传真	: 408-943-4730
	San Jose, CA 95134-1709	网址	: <a href="http://www.cypress.com">www.cypress.com</a>

© 赛普拉斯半导体公司，2016 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 [cypress.com](http://cypress.com) 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。