

8位PIC[®] 单片机上的存储器访问分区

作者: *Mary Tamar Tan*
Microchip Technology Inc.

简介

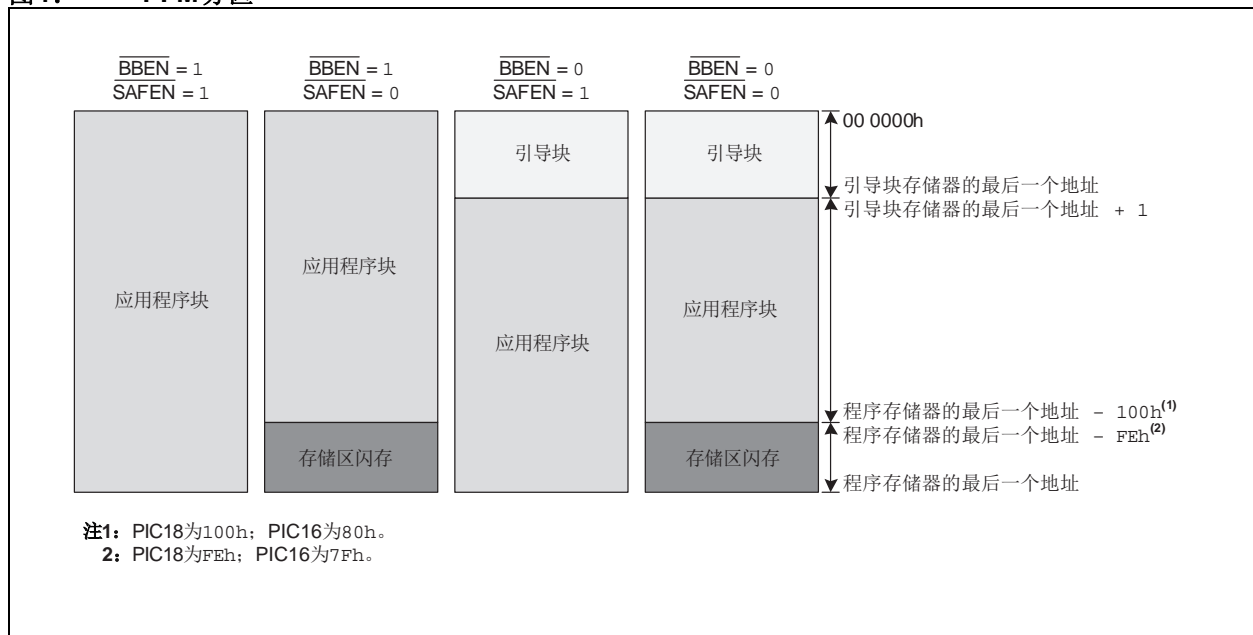
闪存程序存储器（Program Flash Memory, PFM）是可存储可执行代码的非易失性存储器。除指令外，它还可用于数据存储。8位PIC[®]单片机的PFM大小最高可扩展至128 K字，具体取决于所选器件。

应用程序（如自举程序）需要PFM分区才能在自举程序和应用程序代码之间提供隔离。为了满足此要求，一些PIC MCU提供了具有固定大小和地址范围的专用引导块。但是，固定的引导块大小会浪费未使用的存储器。为了增加引导块大小分配的灵活性，多个PIC MCU提供了存储器访问分区（Memory Access Partition, MAP）。PFM最多可分为三个块，即应用程序块，引导块和存储区闪存（Storage Area Flash, SAF）块。

自举程序的另一个重要要求是它能保护自己免遭意外改写。换句话说，无论在自举过程中还是在应用程序运行时，均不得修改自举程序代码的任何部分。为了满足此要求，具有MAP的PIC MCU允许对选定分区进行写保护。每个分区都有一个专用的写保护配置位，用于禁止对该特定分区进行自写和擦除。调用MAP的写保护仅限于自写和擦除，不会影响器件编程器对器件的读、写或擦除能力。

本技术简介提供了有关三个PFM分区的信息，其中包含一个示例自举程序实现，旨在帮助读者更好地理解如何在具有MAP的器件中完成存储器分区和写保护以及该实现在此类应用中的重要性。本文档还提供了如何通过MPLAB[®] X IDE和XC8 C编译器配置项目才能反映PIC18器件上的所需分区配置的简要信息。

图1: PFM分区



闪存程序存储器分区

闪存程序存储器（PFM）可分为应用程序块、引导块和存储区闪存（SAF）块。图1给出了4种可能的块组合。所选配置取决于BBEN和SAFEN配置位的设置。

应用程序块

应用程序块是存放用户程序的位置。配置位的默认设置（BBEN = 1且SAFEN = 1）将PFM中的所有存储区分配到应用程序块。要启用应用程序块的写保护，必须将WRTAPP配置位清0。

引导块

引导块是PFM中的一个区域，非常适合存储自举程序代码。引导块代码由CPU执行。引导块大小通过BBSIZE<2:0>配置位配置。最大引导块大小是可用程序存储器大小的一半。例如，BBSIZE<2:0> = 000至BBSIZE<2:0> = 100的所有设置在8 kW器件上提供4 kW的引导块大小。表1和表2给出了不同PIC18和PIC16器件大小的引导块大小位的设置。有关器件大小的信息，请参见数据手册。

通过将BBEN置1来使能引导块。

与没有MAP的器件相比，具有MAP的器件在引导块存储区分配方面具有更大的灵活性，前者的引导块大小是固定的，或者根本没有分配的引导块。使用MAP时，对于小自举程序代码而言，可减少存储区的浪费；而对于大自举程序代码而言，可提供更多的存储区（最多占PFM大小的一半）。

引导块也可以受写保护，以避免对自举程序执行意外自写。将WRTB配置位清零可使能引导块的写保护。

表1: PIC18 引导块大小位

BBEN	BB SIZE<2:0>	器件大小 (字)							
		8K		16K		32K		64K	
		BB大小 (字)	BB结束地址	BB大小 (字)	BB结束地址	BB大小 (字)	BB结束地址	BB大小 (字)	BB结束地址
0	111	512	00 03FFh	512	00 03FFh	512	00 03FFh	512	00 03FFh
0	110	1024	00 07FFh	1024	00 07FFh	1024	00 07FFh	1024	00 07FFh
0	101	2048	00 0FFFh	2048	00 0FFFh	2048	00 0FFFh	2048	00 0FFFh
0	100	4096	00 1FFFh	4096	00 1FFFh	4096	00 1FFFh	4096	00 1FFFh
0	011	4096	00 1FFFh	8192	00 3FFFh	8192	00 3FFFh	8192	00 3FFFh
0	010	4096	00 1FFFh	8192	00 3FFFh	16384	00 7FFFh	16384	00 7FFFh
0	001	4096	00 1FFFh	8192	00 3FFFh	16384	00 7FFFh	32768	00 FFFFh
0	000	4096	00 1FFFh	8192	00 3FFFh	16384	00 7FFFh	32768	00 FFFFh

表2: PIC16 引导块大小位

$\overline{\text{BBEN}}$	BB SIZE<2:0>	器件大小 (字)					
		8K		16K		32K	
		BB 大小 (字)	BB 结束地址	BB 大小 (字)	BB 结束地址	BB 大小 (字)	BB 结束地址
0	111	512	01FFh	512	01FFh	512	01FFh
0	110	1024	03FFh	1024	03FFh	1024	03FFh
0	101	2048	07FFh	2048	07FFh	2048	07FFh
0	100	4096	0FFFh	4096	0FFFh	4096	0FFFh
0	011	4096	0FFFh	8192	1FFFh	8192	1FFFh
0	010	4096	0FFFh	8192	1FFFh	16384	3FFFh
0	001	4096	0FFFh	8192	1FFFh	16384	3FFFh
0	000	4096	0FFFh	8192	1FFFh	16384	3FFFh

存储区闪存

存储区闪存 (SAF) 块用于数据存储。通过 $\overline{\text{SAFEN}}$ 配置位使能时, SAF 会在 PFM 结束时扩展 128 个字。

表3给出了 $\overline{\text{SAFEN}} = 0$ 时不同 PIC18 和 PIC16 器件大小的 SAF 的起始和结束地址。禁止 SAF ($\overline{\text{SAFEN}} = 1$) 时, 给定地址范围将成为应用程序块的一部分。

表3: $\overline{\text{SAFEN}} = 0$ 时的 SAF 范围

器件大小 (字)	SAF 大小 (字)	PIC18		PIC16	
		起始地址	结束地址	起始地址	结束地址
8K	128	00 3F00h	00 3FFFh	3F80h	3FFFh
16K	128	00 7F00h	00 7FFFh	7F80h	7FFFh
32K	128	00 FF00h	00 FFFFh	FF80h	FFFFh
64K	128	01 FF00h	01 FFFFh	—	—

在 C 语言中, 如果一个变量满足以下条件, 则会将其有意插入闪存中:

- 它是文件或静态范围, 以及
- 它被认定为 const; 或者
- 它是一个字符串初始化表达式

例1给出了3种可能的情况。

例1: 将变量置于 PFM 中

```

const int flash1 = 12; // file scope + const ==> in flash
void myFunction(void)
{
    static const int flash2 = 34; // static scope + const ==> flash
    char text[] = "This text is in flash"; // but text[] itself is in RAM

    ...some code....
}
    
```

认定为const的变量可通过绝对寻址显式置于SAF中。在例2中，struct saf_t由3个整数成员和一个具有125个元素的整数数组组成。对于PIC18，整数相当于16个位或1个字。这样，struct的大小便等于256个字节或128个字（对应于SAF的大小）。在本示例中，假设器件大小为16 KW。saf_t变量saf认定为const，置于绝对地址0x7F00中。这会将常量0x12、0x34和0x56分别置于PFM地址0x7F00、0x7F02和0x7F04。

建议使用结构，因为不同程序版本的数据布局保持不变，单个头文件可以为自举程序和应用程序提供相同的布局。

注： 例2仅适用于PIC18器件。对于一个字相当于14个位的PIC16器件，编译器仅分配const_bytes_。const整数成为一个2字对象，仅使用低字节。

例2： 将数据结构置于SAF中

```
struct saf_t
{
    int flash1;
    int flash2;
    int flash3;
    int flashArray[125];    // pad to 128 words
};

volatile const struct saf_t saf @ 0x7F00 =
{
    0x12,
    0x34,
    0x56,
};
```

XC8编译器始终将const变量视为只读变量，尝试写入这些变量将导致编译时出错。将const变量置于SAF中而非应用程序块内可确保将该变量存储为数据而不是指令。这是因为SAF块不可用于程序执行。

如果使能SAF，则SAF块将成为无效的执行区域。执行从有效执行区域之外取出的指令会出现存储器执行违例的情况。当出现存储器执行违例的情况时，PCON1寄存器中的MEMV标志位将被清零以发出复位信号。

通过将WRTSAF配置位设置为0可以对SAF块进行写保护。使能写保护后，SAF中存储的所有数据都将变为只读。

使用PFM作为数据存储访问在访问时间方面存在缺点。访问位于程序存储器中的数据比访问数据存储器中的对象慢很多。例如，使用TBLRD指令读取PIC18程序存储器中的数据时，一次读取一个字节，因此需要较长的访问时间。

自举程序实现

自举程序是存放在存储器内的固件，用于为单片机提供自编程能力。自举程序的一个要求是它应能保护自己免遭意外改写。写保护通过硬件方式和软件方式均可实现。与软件写保护相比，使用硬件写保护的优点是代码更小。与具有固定引导块的器件不同，具有MAP的器件允许用户选择最佳引导块大小，以便自举程序能够最大程度减少存储区浪费。

Microchip 为 PIC MCU 提供了 MPLAB 代码配置器 (MPLAB Code Configurator, MCC) 自举程序生成器等多个自举程序工具来轻松配置和生成自举程序，还提供了统一自举程序主机应用程序，以将可自举的应用程序代码装入器件中。

图2 给出了如何将自举程序 and 应用程序代码烧写到器件上。首先，使用 PICkit™ 2、PICkit 3、MPLAB® ICD 3 或 MPLAB REAL ICE™ 等外部编程器将自举程序代码装入器件。然后，使用主机应用程序将要存储到 PFM 中的应用程序代码和数据烧写到器件中。主机应用程序通

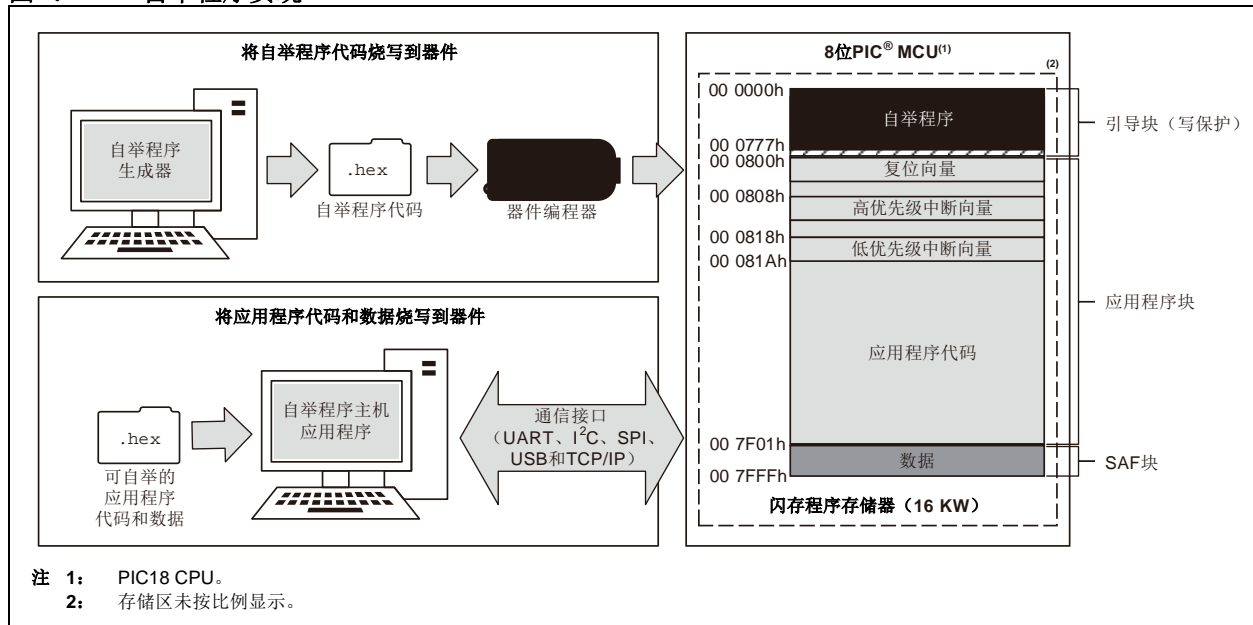
过串行通信接口发送自举程序命令和数据。这些命令告知自举程序擦除、写入或读取应用程序块中的特定地址。对于 PIC18 器件，通过 NVMCON 寄存器控制 PFM 的访问 (读取、写入和擦除)。这些寄存器与 TBLRD 和 TBLWT 指令一起使用。另一方面，PIC16 器件通过 NVMREG 接口访问 PFM。有关程序存储器访问的详细信息，请参见器件数据手册。

注： PIC16 器件的 PFM 包含一个由 14 位字组成的数组作为用户存储器，十六进制文件始终面向字。PIC18 器件的 PFM 包含一个由 16 位字组成的数组，十六进制文件始终面向字节。

下面的几节将介绍如何使用配置字配置 PIC18 器件的每个块，以及如何将每个块反映到 MPLAB X IDE 中。有关以下示例的信息，请参见图2 中的 PFM 分区。

在本例中，全部 3 个分区均使能，这意味着 \overline{BBEN} 和 SAFEN 配置位均设置为 0。

图2: 自举程序实现



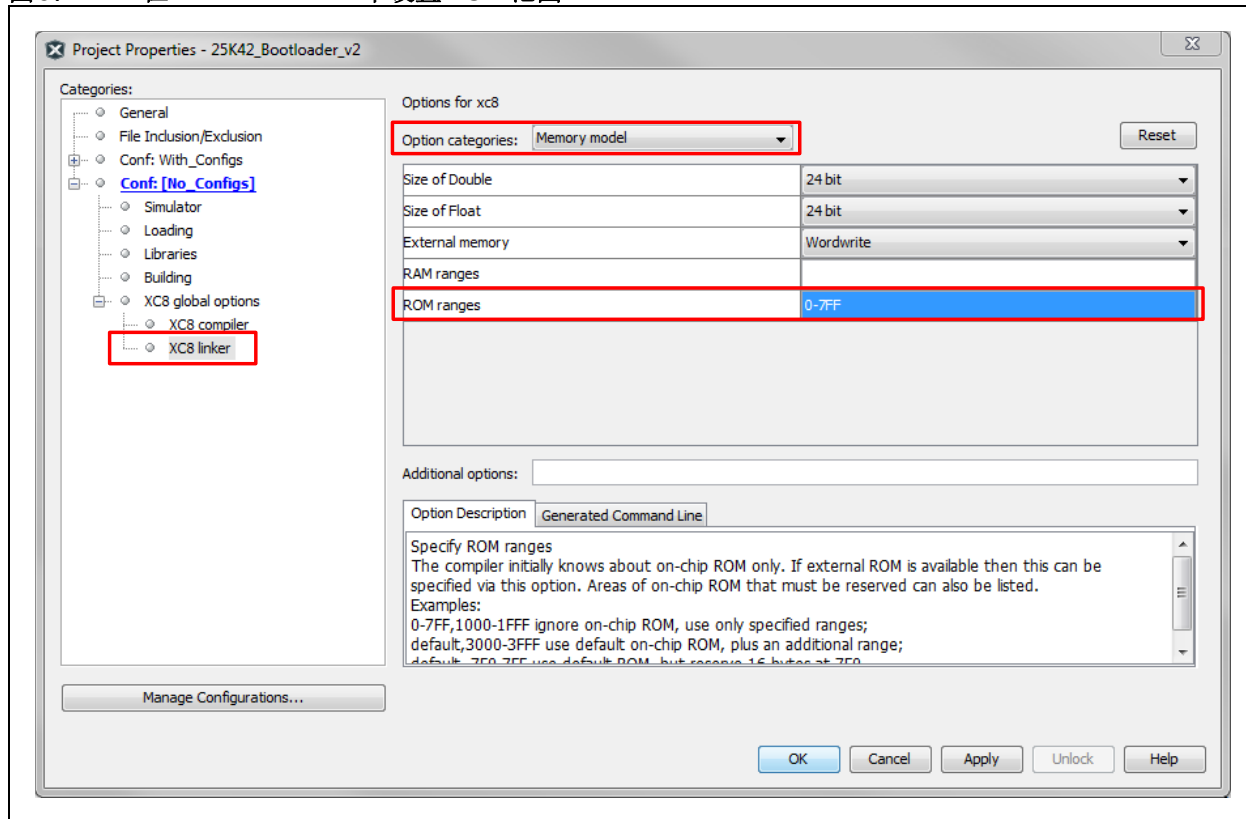
引导块配置

对于图2所示的引导块配置， $\overline{\text{BBEN}} = 0$ 表示使能引导块， $\text{BBSIZE} < 2:0 > = 110$ 表示1024个字，自举程序结束地址位于07FFh， $\overline{\text{WRTB}} = 0$ 表示对引导块进行写保护。如图2所示，实际的自举程序仅占用地址0000h至0777h。读地址0778h至07FFh将始终返回0xFF。

使用MPLAB X IDE和XC8时，必须将ROM（程序存储空间）范围设置为指定的自举程序大小，以确保在编程后自举程序位于适当的存储器范围内。用户可按照以下步骤操作：

1. 在MPLAB X IDE中，右键单击主项目，选择 **Projects**（项目），然后在 **Categories**（类别）框中选择所需的项目配置。
2. 单击 **XC8 linker**（XC8 链接器）。在 **Option categories**（选项类别）下拉菜单中选择 **Memory model**（存储器模型）。
3. 在本示例中，ROM范围设置为0-7FF，对应于自举程序起始地址0000h和结束地址07FFh（见图3）。

图3： 在MPLAB® X IDE中设置ROM范围

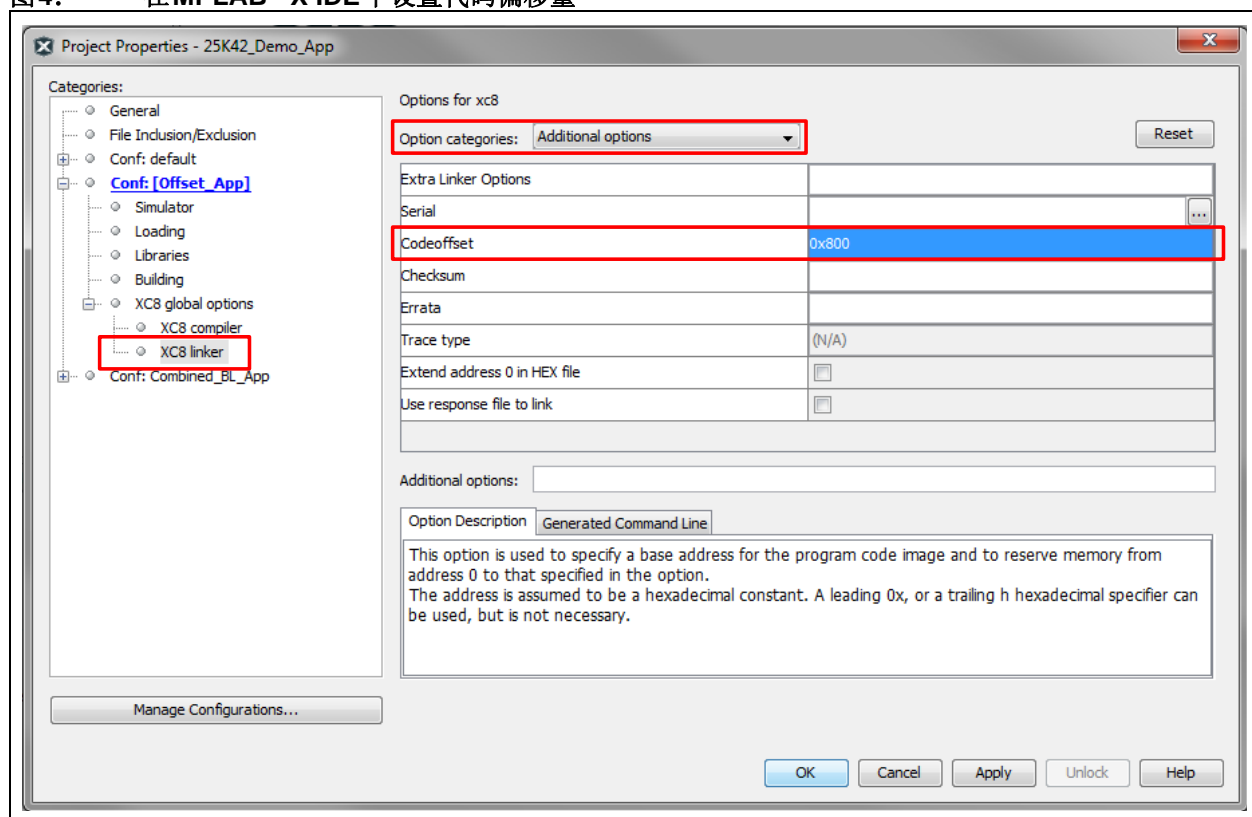


应用程序块配置

如图4所示，应用程序块不受写保护，位于地址0800h至7F00h范围内。要禁止写保护，请设置WRTAPP = 0。要在MPLAB X IDE中反映0800h至7F00h的所需应用程序块，必须配置代码偏移量。代码偏移量选项用于指定应用程序代码的基址，并为自举程序保留从地址0到选项中指定地址的存储器地址范围。这可通过以下步骤实现：

1. 在MPLAB X IDE中，右键单击主项目，选择 **Properties**（属性），然后在 **Categories** 框中选择所需的项目配置。
2. 单击 **XC8 linker**，然后在 Option categories 下拉菜单中选择 **Additional options**（其他选项）。
3. 将代码偏移量设置为0x800（见图4）。

图4： 在MPLAB® X IDE中设置代码偏移量

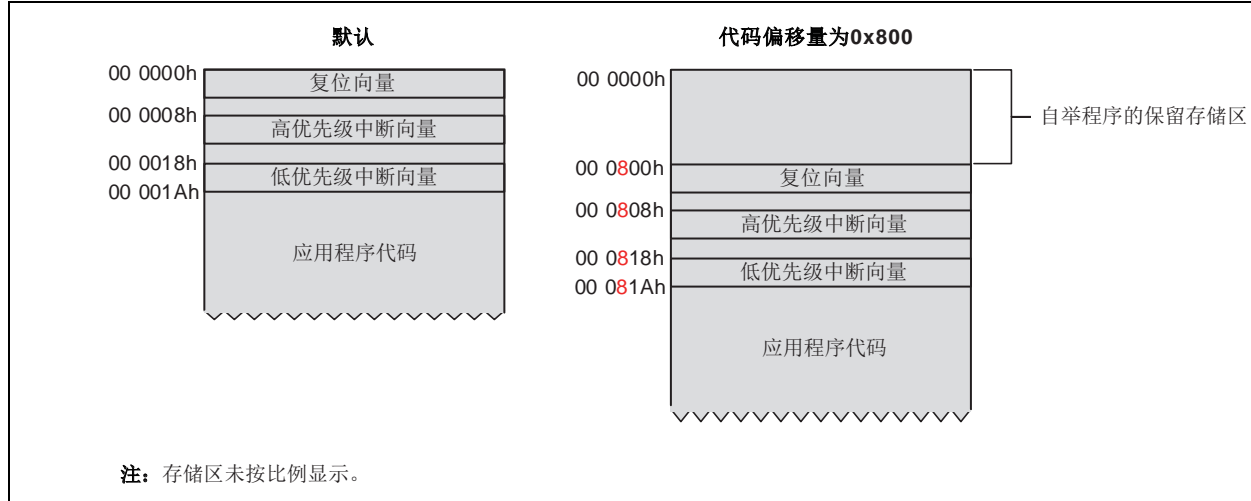


TB3163

代码偏移量选项与先前讨论的ROM范围字段不同。这种方法不是将应用程序代码置于指定的地址范围内，而是将复位和中断向量移动偏移量中指定的字数，后跟应用程序代码（见图5）。

应用程序代码从重新映射的复位向量处开始。启动时未检测到自举请求时，自举程序将跳转到该地址。自举程序还应根据代码偏移量来定义新的高优先级和低优先级向量，以便应用程序代码能够使用中断。

图5: 代码偏移量



SAF块配置

要在无写保护的情况下使能SAF块，请设置 $\overline{\text{SAFEN}} = 0$ 且 $\text{WRTSAF} = 1$ 。这将分配最后128个字（PIC18为256个字节）用于数据存储。分配的存储器地址可在运行期间访问。对于PIC18器件，这项操作通过表读完成。始终要注意，该块仅用于存储和访问数据；否则，将发生存储器访问违例。

确保可执行代码不填充SAF块的任何部分的一种方法是使用之前在例2中给出的结构。在本示例中，所声明结构的大小等于SAF大小；结构显式置于SAF中。该技术

允许链接器为const struct分配从指定地址（即SAF起始地址）一直到PFM结束地址的存储器地址，而不会为这些地址之间的任何可执行代码预留空间。

配置位汇总

图6显示了给定示例中使用的配置位设置的汇总。要在MPLAB X IDE中设置配置位，单击Window（窗口）下拉菜单，选择PIC Memory views（PIC存储器视图），然后选择Configuration bits（配置位）。这样一来，用户便可通过提供的设置生成源代码。

图6: 在MPLAB® X IDE中设置配置位

Name	Value	Field	Option	Category	Setting
CONFIG4L	86	BBSIZE	BBSIZE_1024	Boot Block Size selection bits	Boot Block size is 1024 words
		BBEN	ON	Boot Block enable bit	Boot block enabled
		SAFEN	ON	Storage Area Flash enable bit	SAF enabled
		WRTAPP	OFF	Application Block write protection bit	Application Block not write protected
CONFIG4H	0D	WRTB	OFF	Configuration Register Write Protection bit	Configuration registers (300000-30000Bh) not write-protected
		WRTIC	ON	Boot Block Write Protection bit	Boot Block (000000-0007FFh) write-protected
		WRID	OFF	Data EEPROM Write Protection bit	Data EEPROM not write-protected
		WRTSAF	OFF	SAF Write protection bit	SAF not Write Protected
		LVP	OFF	Low Voltage Programming Enable bit	HV on MCLR/VPP must be used for programming
CONFIG5L	01	CP	OFF	PFM and Data EEPROM Code Protection bit	PFM and Data EEPROM code protection disabled

有关自举程序的详细信息，请参见AN851 “A *FLASH Bootloader for PIC16 and PIC18 Devices*” (DS00851) 和AN1310 《PIC16和PIC18器件的高速串行自举程序》 (DS01310A_CN)。这些文档中提到的器件可能无法实现MAP。必须注意，在自举程序实现中，有或没有MAP的器件之间的唯一区别在于，具有MAP的器件存在用于分区使能、写保护和引导块大小选择的附加配置位。

结论

本技术简介涵盖了有关8位PIC单片机上的存储器访问分区的所有基本细节，给出了PIC18的示例自举程序实现以演示每个块的用途，以及如何在给定特定存储器大小和写保护要求的情况下配置它们。本文档还讨论了MPLAB X IDE中的项目配置，以帮助读者了解在将自举程序 and 应用程序代码烧写到器件之前需要做出的调整。当MAP正确实现时，将对开发各种嵌入式应用程序（特别是那些需要自举程序、写保护和额外数据存储的应用程序）十分有用。

参考资料

- “*PIC18(L)F24/25K42 Data Sheet*” (DS40001869)
- “*PIC16(L)F15325/45 Data Sheet*” (DS40001865)
- 《MPLAB® XC8 C编译器用户指南》 (DS50002053D_CN)

TB3163

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。除非另外声明, 在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949 ==

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ 徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch 徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2017, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-1950-1

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

亚太总部 **Asia Pacific Office**
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880
中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000
Fax: 86-21-3326-8021

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

亚太地区

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 **Australia - Sydney**
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 **India - Bangalore**
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 **India - New Delhi**
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 **India - Pune**
Tel: 91-20-3019-1500

日本 **Japan - Osaka**
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 **Japan - Tokyo**
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 **Korea - Daegu**
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 **Korea - Seoul**
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 **Malaysia - Kuala Lumpur**
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 **Malaysia - Penang**
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 **Philippines - Manila**
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 **Singapore**
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 **Thailand - Bangkok**
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 **Austria - Wels**
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 **Denmark - Copenhagen**
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

芬兰 **Finland - Espoo**
Tel: 358-9-4520-820

法国 **France - Paris**
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

法国 **France - Saint Cloud**
Tel: 33-1-30-60-70-00

德国 **Germany - Garching**
Tel: 49-8931-9700
德国 **Germany - Haan**
Tel: 49-2129-3766400

德国 **Germany - Heilbronn**
Tel: 49-7131-67-3636

德国 **Germany - Karlsruhe**
Tel: 49-721-625370

德国 **Germany - Munich**
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 **Germany - Rosenheim**
Tel: 49-8031-354-560

以色列 **Israel - Ra'anana**
Tel: 972-9-744-7705

意大利 **Italy - Milan**
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 **Italy - Padova**
Tel: 39-049-7625286

荷兰 **Netherlands - Drunen**
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

挪威 **Norway - Trondheim**
Tel: 47-7289-7561

波兰 **Poland - Warsaw**
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚 **Romania - Bucharest**
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 **Spain - Madrid**
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 **Sweden - Gothenberg**
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 **Sweden - Stockholm**
Tel: 46-8-5090-4654

英国 **UK - Wokingham**
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820