dsPIC30F/33F 程序员

参考手册

高性能

数字信号控制器

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中。 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。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO/TS 16949:2002

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe、位于俄勒冈州 Gresham 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、 KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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。

目录

注：

第 1 章 简介

目录

本章主要包括以下内容：

1.1 简介

Microchip 主要生产满足嵌入式控制市场需求的产品。我们是以下产品的领先供应商：

- 8 位通用单片机 （PICmicro® MCU）
- dsPIC30F 和 dsPIC33F 16 位数字信号控制器 （dsPIC® DSC）
- 专用和标准的非易失性存储器件
- 安防器件 （KEELOQ® 安防 IC）
- 专用标准产品

欲获得您所感兴趣的全部产品系列，请申请一份 Microchip 产品选型指南。该文献可从当地的销售办事处或从 Microchip 网址 （www.microchip.com）获得。

1.2 本手册的宗旨

根据指令字长度和数据线宽度来对 PICmicro MCU 以及 dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件进行分类。目前器件系列包括：

1. 低档系列： 12 位指令字长度， 8 位数据线
2. 中档系列： 14 位指令字长度， 8 位数据线
3. 高档系列： 16 位指令字长度， 8 位数据线
4. 增强系列： 16 位指令字长度， 8 位数据线
5. dsPIC30F/33F： 24 位指令字长度，16 位数据线

本手册是 dsPIC30F 和 dsPIC33F DSC 系列器件软件开发人员的参考手册。本手册对指令集进行了详细介绍，并提供通用信息以帮助用户进行 dsPIC30F 和 dsPIC33F 系列器件的软件开发。

本手册的内容没有包括有关内核、外设、系统集成或针对具体器件的详细信息。有关器件内核、外设以及系统集成的信息，请参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。关于针对具体器件的信息，请参阅相应器件的数据手册。数据手册提供的信息包括：

- 器件存储器映射
- 器件引脚和封装细节
- 器件电气特性
- 器件上包含的外设

本手册中给出了大量的代码示例。这些代码示例适用于 dsPIC30F 或 dsPIC33F 系列中的任何器件。

1.3 开发支持

Microchip 提供了大量的开发工具，使用户可以高效地开发和调试应用代码。Microchip 的开发工具可以分为四类：

1. 代码生成
2. 硬件 / 软件调试
3. 器件编程器
4. 产品评估板

用户可从 Microchip 网站（www.microchip.com）或当地的 Microchip 销售办事处获取有关最新工具、产品简介和用户指南的信息。

Microchip 还提供了其他参考工具来帮助用户加速开发过程，包括：

- 应用笔记
- 参考设计
- Microchip 网站
- 当地销售办事处提供的现场应用支持
- 公司的技术支持热线

Microchip 的网站列出了其他一些有用的链接。

1.4 风格和符号的约定

本文档采用了某些风格和字体格式约定。大多数字体约定表示强调的文本与正文的区别。单片机行业中有许多符号和非常规字词的定义和缩写。表 1-1 说明了本文档中所包含的许多约定。

表 1-1： 文档约定

符号或术语	说明
置 1	强制某一位 / 寄存器的值为逻辑 1。
清零	强制某一位 / 寄存器的值为逻辑 0。
复位	1) 强制某一寄存器 / 位回到默认状态。 2) 复位器件后的状态。某些位将被强制为 0 (如中断允许位)，而其他位被强制为 1(如 I/O 数据方向位)。
0xnnnn	指定数据 nnnn 为十六进制数。这种约定用于代码示例中。例如，0x013F 或 0xA800。
:(冒号)	用来指定范围，或寄存器 / 位 / 引脚的组合。 如 ACCAU:ACCAH:ACCAL 表示由三个寄存器组成一个 40 位累加器。 组合顺序 (左 - 右) 通常指定一种位置关系 (MSb 到 LSb，高位到低位)。
< >	指定特定寄存器中位的位置。 如 SR<IPL2:IPL0> (或 IPL<2:0>) 指定了寄存器和相关位或位的位置。
LSb, MSb	表示位段中的最低位或最高位。
LSB, MSB, lsw, msw	表示位段中的最低字节 / 最高字节或最低位字 / 最高位字。
Courier 字体	用于代码示例、二进制数以及文本中的指令助记符。
Times 字体	用于公式和变量。
Times, 黑体 , 斜体	用于图表 / 公式 / 示例中的说明文本。
注：	“注”表示希望再次强调的信息，帮助您避免常见的错误，或提醒您注意同一系列器件间的操作区别。在大多数情况下，“注”以阴影的方框出现 (如下)，除非用于表格中，这时它位于表格的下方 (如表 1-2 所示)。 **注：** 这是一个带阴影注释框中的 “注”。

1.5 指令集符号

在第 3.2 节和第 6.5 节中的汇总表以及第 5.4 节的指令描述中使用了表 1-2 中所示的符号。

表 1-2： 指令汇总表和说明中使用的符号

符号	说明
{ }	可选字段或操作
[text]	由文本寻址的地址
(text)	文本内容
#text	由文本定义的立即数
a ∈ [b, c, d]	a 一定在集合 [b, c, d] 中
<n:m>	寄存器位段
{label:}	可选标号名
Acc	累加器 A 或累加器 B
AWB	累加器回写
bit4	4 位宽位位置 (对于字节模式为 0:7，对于字模式为 0:15)
Expr	绝对地址、标号或表达式 (由链接器解析)
f	文件寄存器地址
lit1	1 位立即数 (0:1)
lit4	4 位立即数 (0:15)
lit5	5 位立即数 (0:31)
lit8	8 位立即数 (0:255)
lit10	10 位立即数 (对于字节模式为 0:255，对于字模式为 0:1023)
lit14	14 位立即数 (0:16383)
lit16	16 位立即数 (0:65535)
lit23	23 位立即数 (0:8388607)
Slit4	有符号 4 位立即数 (-8:7)
Slit6	有符号 6 位立即数 (-32:31) (范围限制为 -16:16)
Slit10	有符号 10 位立即数 (-512:511)
Slit16	有符号 16 位立即数 (-32768:32767)
TOS	栈顶
Wb	基本工作寄存器
Wd	目的工作寄存器 (直接和间接寻址)
Wm, Wn	除法工作寄存器对 (被除数，除数)
Wm*Wm	乘法工作寄存器对 (相同的源寄存器)
Wm*Wn	乘法工作寄存器对 (不同的源寄存器)
Wn	既是源工作寄存器又是目的工作寄存器 (直接寻址)
Wnd	目的工作寄存器 (直接寻址)
Wns	源工作寄存器 (直接寻址)
WREG	默认工作寄存器 (分配给 W0)
Ws	源工作寄存器 (直接和间接寻址)
Wx	源寻址模式和用于 X 数据总线预取操作的工作寄存器
Wxd	用于 X 数据总线预取操作的目的工作寄存器
Wy	源寻址模式和用于 Y 数据总线预取操作的工作寄存器
Wyd	用于 Y 数据总线预取操作的目的工作寄存器

注： 每个符号的范围取决于指令。对于特定指令的范围，可参阅**第 5 章 “指令描述”**。

1.6 相关技术文档

Microchip 及其他合作伙伴提供了其他文档来帮助用户使用 dsPIC30F/dsPIC33F DSC 进行开发。下面列出了最常用的文档，当然还有其他文档可供参考。请访问 Microchip 网站（www.microchip.com）查阅最新发布的技术文档。

1.6.1 Microchip 技术文档

Microchip目前提供了以下dsPIC30F/dsPIC33F文档。其中许多文档都提供了具体的应用信息，给出了 dsPIC30F/dsPIC33F DSC 的使用、编程和设计实例。

1. **dsPIC30F 系列参考手册 （DS70046D_CN）**
   *《dsPIC30F 系列参考手册》*介绍了有关 dsPIC30F 器件架构、外设以及系统集成特性的信息。该文档对器件操作进行了详细介绍，并给出了许多代码示例。这个手册中所包含信息是对 dsPIC33F 数据手册中信息的补充。
2. **dsPIC30F 系列概述 （DS70043F_CN）和 dsPIC33F 产品概述 （DS70155C_CN）**
   这两个文档提供了对这两个系列器件的汇总介绍，包括器件引脚配置、存储器容量以及外设 。
3. **dsPIC30F 数据手册 （DS70083）和 dsPIC33F 数据手册 （DS70165）**
   数据手册包括诸如器件引脚配置及封装详细信息、电气特性和存储器映射在内的器件特定信息。请查询 Microchip 网站 （www.microchip.com）获取已发布的器件数据手册列表。

1.6.2 第三方技术文档

我们遍布全球的第三方合作伙伴也提供了一些文档。 Microchip 并没有验证这些文档的技术准确性，然而，这些文档有助于理解 Microchip dsPIC30F 或 dsPIC33F 器件的操作。可访问 Microchip 网站 （www.microchip.com）以查阅与 dsPIC30F 和 dsPIC33F 系列有关的第三方文档。

注：

第 2 章 编程模型

目录

本章对 dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件进行概括介绍，主要包括以下内容：

2.1 dsPIC30F/33F 概述

dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件采用改进的哈佛架构内核，数据线宽度为 16 位，采用增强指令集，包含对 DSP 的支持。内核采用具有可变长度操作码字段的 24 位指令字。程序计数器 （PC）为 23 位宽，可对最大为 4M x 24 位的用户程序存储空间进行寻址。单周期指令预取机制用来帮助维持吞吐量并提供可预测的执行。大多数指令都在单个周期内执行。使用 DO 和 REPEAT 指令支持无开销的程序循环结构，这两个指令在任何时候都可被中断。

dsPIC30F 和 dsPIC33F 拥有 16 个 16 位工作寄存器。每个工作寄存器可作为数据、地址或偏移量寄存器。第 16 个工作寄存器 （W15）用作中断和调用时的软件堆栈指针。

dsPIC30F 和 dsPIC33F 架构具有相同的指令集。包括两类指令：MCU 类指令和 DSP 类指令。该架构将这两类指令进行了无缝集成，所有指令的执行均由同一个执行单元来实现。该指令集包括多种寻址模式，且设计为确保最佳的 C 编译器效率。

数据空间可寻址为 32K 字或 64KB，被分成两块，称为 X 和 Y 数据存储空间。每个存储块有各自独立的地址发生单元（Address Generation Unit，AGU）。MCU 类指令只通过 X 数据空间 AGU 进行操作，可将整个存储器映射作为一个线性数据空间访问。那些具有两个源操作数的 DSP 类指令通过 X 和 Y 的 AGU 进行操作，这将数据地址空间分成两个部分，X 和 Y 数据空间的边界视具体器件而定。

可以选择以 16K 程序字为边界 （由 8 位程序空间可视性页 （Program Space Visibility Page，PSVPAG）寄存器定义）将数据存储空间的高 32KB 映射到程序存储空间。程序存储空间到数据存储空间的映射功能让任何指令都能象访问数据存储空间一样访问程序存储空间，这对于数据常数的存放是非常有用的。

X 和 Y 地址空间都支持无开销循环缓冲区 （模寻址）。模寻址省去了 DSP 算法的软件边界检查开销。此外， X AGU 的循环寻址可以与任何 MCU 类指令一起使用。 X AGU 还支持位反转寻址，大幅简化了基为 2 的 FFT 算法对输入或输出数据的重新排序。

该款器件内核支持固有 （无操作数）寻址、相对寻址、立即数寻址、存储器直接寻址、寄存器直接寻址、寄存器间接寻址以及寄存器偏移量寻址模式。根据功能性要求的不同，每一条指令都与预先定义的寻址模式组相关联。任何一条指令可支持多达 7 种寻址模式。

对于大多数指令， dsPIC30F/33F 可在每一指令周期内执行数据 （或程序数据）存储器读、工作寄存器 （数据）读、数据存储器写以及程序 （指令）存储器读操作。因此可支持 3 操作数指令，即允许在单个周期内执行 A + B = C 操作 。

DSP 引擎具备一个高速 17 位× 17 位乘法器、一个 40 位 ALU、两个 40 位饱和累加器和一个 40 位双向桶形移位寄存器。该桶形移位寄存器在单个周期内至多可将一个 40 位的值右移 16 位或左移 16 位。 DSP 类指令可以无缝地与所有其他指令一起操作，设计为可实现最佳的实时性能。 MAC 类指令和其他相关指令可以同时从存储器中取出两个数据操作数并将两个工作寄存器相乘。这要求数据空间对于这些指令拆分为两块，但对所有其他指令保持线性。这是通过为每个地址空间指定某些工作寄存器，以透明和 灵活的方式实现的。

dsPIC30F 具有向量异常机制，可支持最多 8 个不可屏蔽陷阱源和最多 54 个中断源。 dsPIC33F 具有相似的向量异常机制，不同的是可支持最多 118 个中断源。两个系列都可为每个中断源分配 7 个优先级之一。

2.2 编程模型

图 2-1 给出了 dsPIC30F 和 dsPIC33F 的编程模型。编程模型中的所有寄存器皆为存储器映射，并能直接被指令集操作。表 2-1 提供了每一个寄存器的说明。

表 2-1： 编程模型寄存器说明

寄存器	说明
ACCA, ACCB	40 位 DSP 累加器
CORCON	CPU 内核配置寄存器
DCOUNT	DO 循环计数寄存器
DOEND	DO 循环结束地址寄存器
DOSTART	DO 循环起始地址寄存器
PC	23 位程序计数器
PSVPAG	程序空间可视性页地址寄存器
RCOUNT	重复循环计数寄存器
SPLIM	堆栈指针限制值寄存器
SR	ALU 和 DSP 引擎 STATUS 寄存器
TBLPAG	表存储器页地址寄存器
W0 - W15	工作寄存器阵列

2.2.1 工作寄存器阵列

16 个工作 （W）寄存器可作为数据、地址或偏移量寄存器。 W 寄存器的功能由访问它的指令所决定。

字节指令以工作寄存器阵列为操作对象，将只对目标寄存器的低位字节 （LSB）产生影响。由于工作寄存器是存储映射的，因此可以字节宽度的数据存储空间访问方式对低位字节和高位字节进行操作。

2.2.2 默认工作寄存器 （WREG）

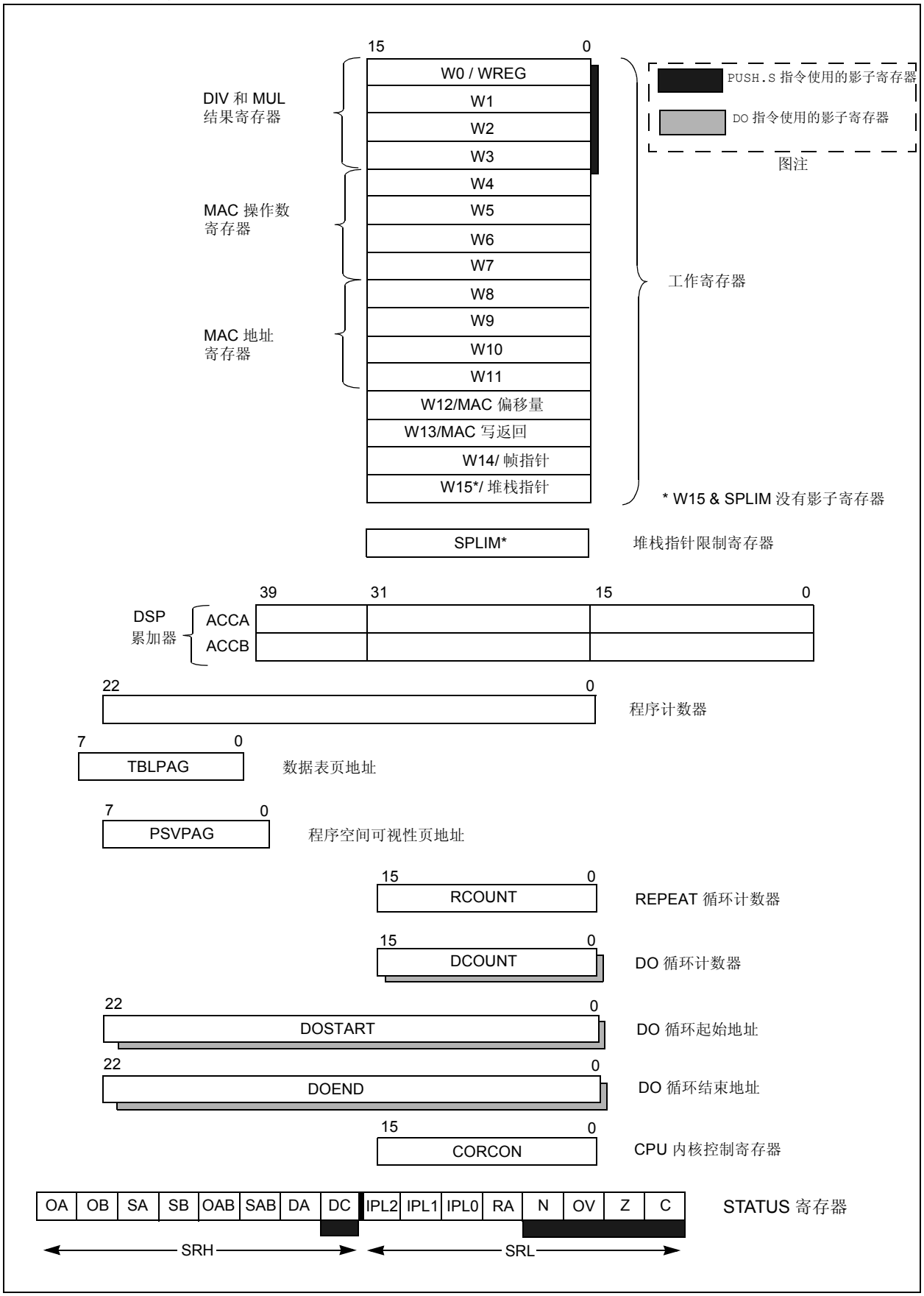
指令集中的指令可分为两类：工作寄存器指令和文件寄存器指令。工作寄存器指令使用工作寄存器阵列作为数据值或作为指向某一存储单元的地址。相反，文件寄存器指令对包含在指令操作码中的特定存储地址进行操作。

文件寄存器指令也使用工作寄存器，但并不指定指令中所使用的工作寄存器，而是采用缺省的工作寄存器（WREG）。工作寄存器 W0 指定为 WREG。用户无法对 WREG 的指定进行编程设定。

2.2.3 软件堆栈帧指针

帧是堆栈中用户定义的存储区域。函数通常使用帧来存放局部变量。 W14 被指定作为 LNK （分配堆栈帧）和 ULNK （释放堆栈帧）指令中使用的堆栈帧指针。然而在未使用堆栈帧指针、 LNK 和 ULNK 指令时， W14 可被指令当作普通的工作寄存器使用。有关帧指针的详细内容，可参阅**第 4.7.3 节 “软件堆栈帧指针”**。

图 2-1： 编程模型图



2.2.4 软件堆栈指针

W15 专用作软件堆栈指针，将会被函数调用、异常处理以及返回指令自动修改。然而， W15 可像所有其他 W 寄存器一样被任何指令引用。这将简化对堆栈指针的读、写和控制操作。有关堆栈指针的详细信息，可参阅**第 4.7.1 节 “软件堆栈指针”**。

2.2.5 堆栈指针限制寄存器 （SPLIM）

SPLIM 是与堆栈指针有关的 16 位寄存器，用来防止堆栈指针上溢以及对超出用户分配堆栈存储区的存储空间进行访问。有关 SPLIM 的详细信息，可参阅**第 4.7.5 节 “堆栈指针上溢”**。

2.2.6 累加器 A 和累加器 B

累加器 A （ACCA）和累加器 B （ACCB）皆为 40 位宽的寄存器。 DSP 类指令通过累加器执行数学和移位操作。每个累加器都是由 3 个存储区映射的寄存器构成：

- ACCxU （bit 39 - 32）
- ACCxH （bit 31 - 16）
- ACCxL （bit 15 - 0）

有关 ACCA 和 ACCB 使用的详细内容，可参阅**第 4.12 节 “累加器的使用”**。

2.2.7 程序计数器

程序计数器（PC）为 23 位宽。通过 PC<22:1> 对 4M x 24 位用户程序存储空间中的指令进行寻址，其中 PC<0> 总是设定为 0，以保持指令字对齐并提供与数据存储空间寻址的兼容性。这表明在正常的指令执行过程中， PC 值将以 2 为步长进行递增。

位于 0x80000000 及其以上地址的程序存储区用于存放器件配置数据、单元 ID 以及器件 ID。该存储区域不能用来执行用户代码且 PC 也不能访问这个区域。然而，用户可通过使用表指令对这个区域进行访问。有关访问配置数据、单元 ID 和器件 ID 的详细内容，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.8 TBLPAG 寄存器

TBLPAG 寄存器用来在表读和表写操作期间存放程序存储地址的高 8 位。表指令用来在程序存储空间和数据存储空间之间传送数据。有关使用表指令访问程序存储区的详细内容，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.9 PSVPAG 寄存器

程序空间可视性功能允许用户将 32 KB 的程序存储空间映射到高 32 KB 的数据地址空间。该功能允许通过对数据存储区进行操作的指令透明访问常量数据。PSVPAG 寄存器用于选择映射到数据地址空间的 32 KB 程序存储空间。有关程序空间可视性功能的具体内容，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.10 RCOUNT 寄存器

14 位 RCOUNT 寄存器包含用于 REPEAT 指令的循环计数器。当执行 REPEAT 指令时，RCOUNT 将装载指令重复执行的次数，如 “REPEAT #lit14” 指令中的 “lit14” 或 “REPEAT Wn” 指令中 Wn 寄存器中的内容。 REPEAT 循环将被执行 RCOUNT + 1 次。

注 1： 如果 REPEAT 循环执行过程被中断，则当再次进入前台代码时中断服务程序可将 RCOUNT 清零以退出 REPEAT 循环。

2： 有关REPEAT循环的详细内容，可参阅*《dsPIC30F系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.11 DCOUNT 寄存器

14 位 DCOUNT 寄存器包含用于硬件 DO 循环的循环计数器。当执行 DO 指令时，DCOUNT 将装载指令的循环计数值，如 “DO #lit14,Expr” 指令中的 “lit14” 或 “DO Ws,Expr” 指令中 Ws 寄存器的低 14 位。 DO 循环将执行 DCOUNT + 1 次。

注 1： DCOUNT 包含一个影子寄存器。有关影子寄存器的信息，可参阅**第 2.2.16 节 “影子寄存器”**。

2： 有关 DO 循环的详细内容，可参阅*《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.12 DOSTART 寄存器

DOSTART 寄存器包含硬件 DO 循环的起始地址。当执行 DO 指令时， DOSTART 将装载紧接 DO 指令的下一条指令的地址。该存储地址为 DO 循环的起始地址。当循环激活时，程序将在 DO 循环的最后一条指令执行之后继续执行 DOSTART 地址中存储的指令。这种机制可实现零开销循环。

注 1： DOSTART 具有一个影子寄存器。有关影子寄存器的信息，可参阅**第 2.2.16 节 “影子寄存器”**。

2： 有关 DO 循环的详细内容，可参阅*《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.13 DOEND 寄存器

DOEND 寄存器包含硬件 DO 循环的终止地址。当执行 DO 指令时，DOEND 将装载 DO 指令中的表达式所指定的地址。该存储地址指定 DO 循环中的最后一条指令。当循环激活且 DOEND 地址中存储的指令被执行后，程序将继续从 DO 循环起始地址（存储在 DOSTART 寄存器中）开始执行。

注 1： DOEND 具有一个影子寄存器。有关影子寄存器的信息，可参阅**第 2.2.16 节 “影子寄存器”**。

2： 有关 DO 循环的详细内容，可参阅*《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.14 STATUS 寄存器

如寄存器 2-1 所示， 16 位 STATUS 寄存器用于保存最近执行指令的状态信息。其中操作状态位用于 MCU 操作、循环操作以及 DSP 操作。此外， STATUS 寄存器还包含用于中断处理的 CPU 中断优先级位 IPL<2:0>。

2.2.14.1 MCU ALU 状态位

指令集中的大多数指令都会影响或使用 MCU 操作状态位。大多数逻辑、数学、循环 / 移位和位操作指令都将在执行后修改MCU状态位。条件转移指令使用各状态位的状态来确定程序执行流。**第 4.8 节 “条件转移指令”**列出了所有条件转移指令。

进位、全零、溢出、负和半进位 （C、Z、OV、N 和 DC）位用来指示 MCU ALU 的当前状态。这些状态位的状态分别表明指令执行结果是否导致进位、全零、溢出、负的结果或半进位等事件。当执行减法操作时， C 标志位用作借位标志。

作为一个特殊的零状态位，Z 状态位可用于扩展精度的算术运算。除使用进位或借位输入的指令（ADDC、 CPB、 SUBB 和 SUBBR）外，所有指令都使用状态位 Z 作为普通 Z 标志 。有关 Z 状态位的使用，可参阅**第 4.9 节 “Z 状态位”**。

注 1： 在执行 PUSH.S 指令时，所有 MCU 位都将被保存到影子寄存器中。在执行 POP.S 指令时，它们将恢复原先的内容。

2： 在异常处理过程中，除 DC 标志（不在 SRL 中）外的所有 MCU 位都将被压入堆栈（见**第 4.7.1 节 “软件堆栈指针”**）。

2.2.14.2 循环状态位

DO 激活和 REPEAT 激活 （DA 和 RA）状态位用来指明循环是否处于激活状态 。DO 指令将对 DA 标志产生影响以表明 DO 循环处于激活状态。当执行 DO 循环中的第一条指令时，DA 标志位将被置 1。当循环中的最后一条指令执行完时，DA 标志位将被清零。同样，RA 标志表明 REPEAT 指令是否正在执行，而且只有 REPEAT 指令才会对该标志位的状态产生影响。当被重复的指令开始执行时， RA 标志位将被置 1。当被重复的指令完成最后一次执行时，该标志位将被清零。

DA 标志为只读位。这表明不能通过写 1 到 DA 来启动循环，也不能通过清零 DA 来终止循环。如果必须提前终止 DO 循环，应使用 EDT 位 （CORCON<11>）。

由于 RA 标志也是只读位，因此也不能对该位直接清零。然而，如果 REPEAT 或其目标指令被中断，中断服务程序可对位于堆栈中 SRL 的 RA 标志位清零。该操作将在程序执行从中断服务程序返回时禁止循环操作，因为此时恢复的 RA 将为 0。

2.2.14.3 DSP ALU 状态位

DSP 类指令使用 STATUS 寄存器的高位字节（SRH），当数据经过其中一个加法器时， SRH 中内容将被修改。SRH 为两个累加器均提供了溢出和饱和状态信息。饱和 A、饱和 B、溢出 A 和溢出 B（SA、SB、OA 和 OB）状态位提供了单独的累加器状态。而饱和 AB 和溢出 AB（SAB 和 OAB）状态位提供了联合的累加器状态。SAB 和 OAB 状态位使得软件开发人员可高效地检查寄存器是否出现饱和或溢出状况。

OA 和 OB 状态位用来指示一个操作是否产生溢出至相应累加器的警戒位 （bit 32-39）。只有当处理器处于超饱和模式或饱和模式被禁止时，这种情况才会发生。这表明用累加器的低 31 位无法表示操作产生的数值。

SA 和 SB 状态位用来指示一个操作是否从相应累加器的最高位产生溢出。无论何种饱和模式（禁止、常规或超饱和）， SA 位和 SB 位都处于“粘住”状态。即当 SA 或 SB 置 1 时，该位只能由软件手动清零，而与后续的 DSP 操作无关。在需要时，我们建议使用 BCLR指令对这些位进行清零。

为简便起见， OA 和 OB 状态位通过逻辑或形成 OAB 标志，而将 SA 和 SB 状态位通过逻辑或形成 SAB 标志。当实现用到两个累加器的算法时，通过这些累加器状态位可实现高效的溢出和饱和检查。在进行算术运算溢出检查时，只需查询 OAB 即可完成，而不再需要单独查询 OA 和 OB 状态位。同样，当进行饱和检查时，可只检查 SAB 而不是所有 SA 和 SB 状态位。注意，清零 SAB 标志将同时对 SA 和 SB 位进行清零。

2.2.14.4 中断优先级状态位

SRL 中的三个中断优先级（IPL）位 SR<7:5> 以及 IPL3 位 CORCON<3> 对用于异常处理的 CPU IPL 进行设定。异常包括中断和硬件陷阱。中断具有的优先级为 0 至 7，可由用户进行定义，而硬件陷阱的优先级是固定的，为 8 至 15。第 4 中断优先级位 IPL3 为一个特殊的 IPL 位，只可由用户对其进行读或清零。该位只在硬件陷阱激活时才被置 1，在陷阱处理后被清零。

CPU 的 IPL 用来标识可中断处理器的最低优先级的异常。当等待处理的异常具有比 CPU IPL 更高的中断优先级时，CPU 才会对其进行处理。这表明，如果 IPL 为 0，所有优先级为 1 或更高的异常都可中断处理器。如果 IPL 为 7，只有硬件陷阱才可中断处理器。

当正在处理一个异常时， IPL 将自动设定为该异常的优先级，这将禁止所有同等或更低优先级的异常。当然而，由于 IPL 字段为可读 / 写，用户可在中断服务程序中修改 IPL 的低三位值以控制何种异常具有优先处理权。由于在异常处理过程中 SRL 将被压入堆栈，因此在异常处理之后原先的 IPL 将被恢复。如果需要，用户也可通过设置 NSTDIS 位 INTCON1<15> 来避免异常嵌套。

注：	有关异常处理的全部信息可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

2.2.15 内核控制寄存器

如寄存器 2-2 所示，16 位 CPU 内核控制寄存器（CORCON）用来对 CPU 的配置进行设定。该寄存器的功能包括：

- 将程序存储空间映射到数据存储空间
- 使能 ACCA 和 ACCB 的饱和功能
- 设定数据空间写饱和模式
- 设定累加器饱和和舍入模式
- 设定 DSP 操作的乘法器模式
- 提前终止 DO 循环

在器件复位时， CORCON 设定为 0x0020，设置以下工作模式：

- 程序存储空间未映射到数据存储空间 （**PSV** = 0）
- 禁止 ACCA 和 ACCB 饱和 （**SATA** = 0， **SATB** = 0）
- 使能数据空间写饱和 （**SATDW** = 1）
- 累加器饱和模式设定为普通 （**ACCSAT** = 0）
- 设定累加器舍入模式为无偏型 （**RND** = 0）
- DSP 乘法模式设置为有符号小数类型 （**US** = 0， **IF** = 0）

除设置 CPU 模式外，CORCON 还包含 DO 循环嵌套等级（**DL**<2:0>）的信息以及表明是否正在处理陷阱异常的 **IPL**<3> 状态位。

2.2.16 影子寄存器

影子寄存器用作暂存寄存器。在某些事件发生时，影子寄存器与其相关主寄存器之间能够实现存储内容的传送。编程模型中的一些寄存器具有影子寄存器。在 DO、 POP.S 或 PUSH.S 指令的执行过程中，将会使用到这些影子寄存器。表 2-2 给出了影子寄存器的使用。

表 2-2： 自动影子寄存器使用

地址	DO	POP.S/PUSH.S
DCOUNT	使用	—
DOSTART	使用	—
DOEND	使用	—
STATUS 寄存器— DC, N, OV, Z 和 C 位	—	使用
W0 - W3	—	使用

由于 DCOUNT、DOSTART 和 DOEND 寄存器都具有影子寄存器，因此可在没有额外开销的情况下实现 DO 循环嵌套的功能。所有影子寄存器的深度皆为一个寄存器，因此可实现一级 DO 循环嵌套。在 CORCON 寄存器 DO 循环嵌套等级状态位 CORCON<10:8> 的支持下，在程序中可实现更多级 DO 循环嵌套。

注： 所有影子寄存器的深度皆为一个寄存器，且不能对其进行直接访问。 更多级影子功能可通过软件堆栈用软件实现。

寄存器 2-1： SR， STATUS 寄存器

高位字节 （SRH）：							
R-0	R-0	R/C-0	R/C-0	R-0	R/C-0	R-0	R/W-0
OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DA	DC
bit 15							bit 8

低位字节 （SRL）：							
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
IPL<2:0>			RA	N	OV	Z	C
bit 7							bit 0

bit 15 **OA**：累加器 A 溢出位
1 = 累加器 A 溢出
0 = 累加器 A 未溢出

bit 14 **OB**：累加器 B 溢出位
1 = 累加器 B 溢出
0 = 累加器 B 未溢出

bit 13 **SA**：累加器 A 饱和位 **(1, 2)**
1 = 累加器 A 饱和或在某刻已处于饱和
0 = 累加器 A 未饱和

bit 12 **SB**：累加器 B 饱和位
1 = 累加器 B 饱和或在某刻已处于饱和 **(1, 2)**
0 = 累加器 B 未饱和

bit 11 **OAB**：OA || OB 联合累加器溢出位
1 = 累加器 A 或 B 溢出
0 = 累加器 A 或 B 皆未溢出

bit 10 **SAB**：SA || SB 联合累加器饱和位 **(1, 2, 3)**
1 = 累加器 A 或 B 饱和或在某刻已处于饱和
0 = 累加器 A 或 B 皆未溢出

bit 9 **DA**：DO 循环激活位 **(4)**
1 = DO 循环在进行
0 = DO 循环不在进行

bit 8 **DC**：MCU ALU 半进位位
1 = 低半字节最高位发生进位
0 = 低半字节最高位未发生进位

bit 7-5 **IPL<2:0>**：中断优先级位 **(5)**
111 = CPU 中断优先级是 7 （15）。禁止用户中断。
110 = CPU 中断优先级是 6 （14）
101 = CPU 中断优先级是 5 （13）
100 = CPU 中断优先级是 4 （12）
011 = CPU 中断优先级是 3 （11）
010 = CPU 中断优先级是 2 （10）
001 = CPU 中断优先级是 1 （9）
000 = CPU 中断优先级是 0 （8）

bit 4 **RA**：REPEAT 循环激活位
1 = REPEAT 循环在进行
0 = REPEAT 循环不在进行

bit 3 **N**：MCU ALU 负位
1 = 操作结果为负
0 = 操作结果非负

bit 2 **OV**：MCU ALU 溢出位
1 = 发生溢出
0 = 未发生溢出

寄存器 2-1： SR， STATUS 寄存器 （续）

bit 1 **Z**：MCU ALU 零位 **(6)**
1 = 操作结果为零
0 = 操作结果非零

bit 0 **C**：MCU ALU 进位 / 借位位
1 = 最高位发生进位
0 = 最高位未发生进位

注 1：可对该位进行读或清零操作，但不能置 1。
2：一旦该位置 1，必须由软件手动清零。
3：对该位进行清零将导致 SA 和 SB 清零。
4：该位是只读位。
5：IPL<2:0> 位与 IPL<3> 位（CORCON<3>）组合形成 CPU 断优先级。如果 IPL<3> = 1，则圆括号中的值即指 IPL。
6：有关 ADDC、 CP、 SUBB 和 SUBBR 指令的操作可参阅**第 4.9 节 “Z 状态位”**。

图注：		
R = 可读位	W = 可写位	C = 可清零位
-n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零

寄存器 2-2： CORCON，内核控制寄存器

高位字节：							
U	U	U	R/W-0	R(0)/W-0	R-0	R-0	R/W-0
—	—	—	US	EDT	DL<2:0>		
bit 15							bit 8

低位字节：							
R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/C-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
SATA	SATB	SATDW	ACCSAT	IPL3	PSV	RND	IF
bit 7							bit 0

bit 15-13 未用

bit 12 **US**：无符号或有符号乘法器模式选择位
1 = 使能 DSP 乘法操作为无符号模式
0 = 使能 DSP 乘法操作为有符号模式

bit 11 **EDT**：提前终止 DO 循环控制位 **(1)**
1 = 在当前迭代结束时终止执行 DO 循环
0 = 无影响

bit 10-8 **DL<2:0>**：DO 循环嵌套级别状态位 **(2, 3)**
111 = DO 循环位于 7 级嵌套
110 = DO 循环位于 6 级嵌套
110 = DO 循环位于 5 级嵌套
110 = DO 循环位于 4 级嵌套
011 = DO 循环位于 3 级嵌套
010 = DO 循环位于 2 级嵌套
001 = DO 循环处于激活状态，但并未嵌套 （仅是 1 级）
000 = DO 循环并未激活

bit 7 **SATA**：ACCA 饱和使能位
1 = 使能累加器 A 饱和
0 = 禁止累加器 A 饱和

bit 6 **SATB**：ACCB 饱和使能位
1 = 使能累加器 B 饱和
0 = 禁止累加器 B 饱和

bit 5 **SATDW**：DSP 引擎对数据空间写饱和使能位
1 = 使能数据空间写饱和
0 = 禁止数据空间写饱和

bit 4 **ACCSAT**：累加器饱和模式选择位
1 = 9.31 饱和 （超饱和）
0 = 1.31 饱和 （普通饱和）

bit 3 **IPL3**：中断优先级 3 状态位 **(4, 5)**
1 = CPU 中断优先级为 8 或更高 （激活陷阱异常）
0 = CPU 中断优先级为 7 或更低 （未激活陷阱异常）

bit 2 **PSV**：数据空间中的 PSV 使能位
1 = 使能数据空间中的 PSV
0 = 禁止数据空间中的 PSV

寄存器 2-2： CORCON, 内核控制寄存器 （续）

bit 1 **RND**：舍入模式选择位
1 = 使能有偏 （常规）舍入
0 = 使能无偏 （收敛）舍入

bit 0 **IF**：整数或小数乘法模式选择位
1 = 使能整数模式的 DSP 乘法操作
0 = 使能小数模式的 DSP 乘法操作

注 1：该位总是读为 0。
2：DL<2:1> 为只读位。
3：DO 循环嵌套的前两级由硬件处理。
4：可对该位进行读或清零操作，但不能将其置 1。
5：该位与 IPL<2:0> 位 （SR<7:5>）组合形成 CPU 中断优先级。

图注：			
R = 可读位	W = 可写位	C = 可清零位	x = 未知
-n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零	U = 未用位，读作 0

注：

第 3 章 指令集概述

目录

本章主要包括以下内容：

3.1 简介

dsPIC30F/33F 指令集提供了一整套支持传统单片机应用的指令，以及一类支持数学密集型应用的指令。由于保留了几乎所有 PICmicro MCU 指令集的功能，该混合指令集使得已熟悉 PICmicro 单片机的用户可以很容易地移植到 dsPIC DSC 器件。

3.2 指令集概述

dsPIC30F/33F指令集包含84条指令，如表 3-1所示可分为十个不同的功能组。表 1-2 对表 3-2至表 3-11 指令汇总表中使用的符号进行了定义。这些表对每一条指令的语法、说明、存储以及执行要求进行了定义。存储要求以 24 位指令字的方式来表征，而执行要求以指令周期的方式来表征。

表 3-1： dsPIC30F/33F 指令组

功能组	汇总表	页码
传送指令	表 3-2	3-3
数学指令	表 3-3	3-4
逻辑指令	表 3-4	3-5
循环 / 移位指令	表 3-5	3-6
位操作指令	表 3-6	3-7
比较 / 跳过指令	表 3-7	3-8
程序流指令	表 3-8	3-9
影子 / 堆栈指令	表 3-9	3-10
控制指令	表 3-10	3-10
DSP 类指令	表 3-11	3-10

多数指令具有多种不同的寻址模式以及执行流，这需要不同的指令形式。例如，共有 6 种不同的 ADD 指令，而每一种指令形式都具有其自身的指令编码。**第 3 章“指令集概述”**提供了指令格式的说明以及特定指令的操作。除此之外，**第 6 章“参考信息”**给出了一个以阿拉伯字母顺序排列的指令集总表。

3.2.1 多周期指令

如指令汇总表所示，大多数指令的执行时间为一个指令周期，但存在以下例外：

- 指令 DO、MOV.D、POP.D、PUSH.D、TBLRDH、TBLRDL、TBLWTH 和 TBLWTL 的执行时间为 2 个指令周期。
- 指令 DIV.S、DIV.U 和 DIVF 为单周期指令，应该作为 REPEAT 指令的目标被连续执行 18 次。
- 改变程序计数器的指令执行时间同样需要 2 个指令周期，但需要额外的一个指令周期来执行 NOP 指令。对于 SKIP 指令，当跳过双字指令时需要 3 个指令周期来执行，其中 2 个周期执行 NOP 指令。
- RETFIE、RETLW 和 RETURN 是改变程序计数器的特殊指令。这些指令的执行时间为 3 个指令周期。如果有异常等待处理时，将执行 2 个周期。

注： 当指令使用程序空间可视性以访问数据空间的方式访问程序存储空间时将导致一个或两个周期的延时。然而，当 REPEAT 循环的目标指令以访问数据空间的方式访问程序储空间时，只有目标指令的第一次执行会发生延时。有关具体内容可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

3.2.2 多字指令

如**表 3-2：“传送指令”**所定义，几乎所有的指令都占用一个指令字 （24 位），但表 3-8 中所列的程序流指令 CALL、 DO 和 GOTO 例外。因为这些指令的操作码中包含较大的立即数操作数，因此这些指令需要两个字的存储空间。

3.3 指令集汇总表

表 3-2： 传送指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
EXCH	Wns,Wnd	将 Wns 和 Wnd 中的内容进行交换	1	1	5-115
MOV	f {,WREG}(见注)	将 f 中内容传送到目的寄存器	1	1	5-145
MOV	WREG,f	将 WREG 中内容传送到 f	1	1	5-146
MOV	f,Wnd	将 f 中内容传送到 Wnd	1	1	5-147
MOV	Wns,f	将 Wns 中内容传送到 f	1	1	5-148
MOV.B	#lit8,Wnd	将 8 位立即数传送到 Wnd	1	1	5-149
MOV	#lit16,Wnd	将 16 位立即数传送到 Wnd	1	1	5-150
MOV	[Ws+Slit10],Wnd	将 [Ws + 有符号 10 位偏移量] 中的内容传送到 Wnd	1	1	5-151
MOV	Wns,[Wd+Slit10]	将 Wns 中的内容传送到 [Wd + 有符号 10 位偏移量]	1	1	5-152
MOV	Ws,Wd	将 Ws 中的内容传送到 Wd	1	1	5-153
MOV.D	Ws,Wnd	将 Ws:Ws+1 中的内容传送到 Wnd:Wnd+1	1	2	5-155
MOV.D	Wns,Wd	将 Wns:Wns+1 中的内容传送到 Wd:Wd+1	1	2	5-157
SWAP	Wn	Wn = 对 Wn 进行字节或半字节交换	1	1	5-249
TBLRDH	Ws,Wd	将高程序字读入 Wd	1	2	5-250
TBLRDL	Ws,Wd	将低程序字读入 Wd	1	2	5-252
TBLWTH	Ws,Wd	将 Ws 中的内容写入高程序字	1	2	5-254
TBLWTL	Ws,Wd	将 Ws 中的内容写入低程序字	1	2	5-256

注： 当指定了可选的操作码 {,WREG} 时，指令的目的寄存器为 WREG。当未指定 {,WREG} 时，指令的目的寄存器为文件寄存器 f。

表 3-3：　　数学指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
ADD	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f + WREG	1	1	5-7
ADD	#lit10,Wn	Wn = lit10 + Wn	1	1	5-10
ADD	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb + lit5	1	1	5-9
ADD	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb + Ws	1	1	5-10
ADDC	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f + WREG + (C)	1	1	5-14
ADDC	#lit10,Wn	Wn = lit10 + Wn + (C)	1	1	5-15
ADDC	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb + lit5 + (C)	1	1	5-16
ADDC	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb + Ws + (C)	1	1	5-17
DAW.B	Wn	Wn = 十进制调整 Wn	1	1	5-95
DEC	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f – 1	1	1	5-96
DEC	Ws,Wd	Wd = Ws – 1	1	1	5-97
DEC2	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f – 2	1	1	5-98
DEC2	Ws,Wd	Wd = Ws – 2	1	1	5-99
DIV.S	Wm, Wn	有符号 16/16 位整数除法	1	18(2)	5-101
DIV.SD	Wm, Wn	有符号 32/16 位整数除法	1	18(2)	5-101
DIV.U	Wm, Wn	无符号 16/16 位整数除法	1	18(2)	5-103
DIV.UD	Wm, Wn	无符号 32/16 位整数除法	1	18(2)	5-103
DIVF	Wm, Wn	有符号 16/16 位小数除法	1	18(2)	5-105
INC	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f + 1	1	1	5-124
INC	Ws,Wd	Wd = Ws + 1	1	1	5-125
INC2	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f + 2	1	1	5-126
INC2	Ws,Wd	Wd = Ws + 2	1	1	5-127
MUL	f	W3:W2 = f * WREG	1	1	5-169
MUL.SS	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * sign(Ws)	1	1	5-170
MUL.SU	Wb,#lit5,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * unsign(lit5)	1	1	5-172
MUL.SU	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * unsign(Ws)	1	1	5-174
MUL.US	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * sign(Ws)	1	1	5-176
MUL.UU	Wb,#lit5,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * unsign(lit5)	1	1	5-178
MUL.UU	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * unsign(Ws)	1	1	5-179
SE	Ws,Wnd	Wnd = 符号扩展 Ws	1	1	5-220
SUB	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f - WREG	1	1	5-230
SUB	#lit10,Wn	Wn = Wn – lit10	1	1	5-231
SUB	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb – lit5	1	1	5-232
SUB	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb – Ws	1	1	5-233
SUBB	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = f – WREG – ($\overline{C}$)	1	1	5-236
SUBB	#lit10,Wn	Wn = Wn – lit10 – ($\overline{C}$)	1	1	5-237
SUBB	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb – lit5 – ($\overline{C}$)	1	1	5-238
SUBB	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb – Ws – ($\overline{C}$)	1	1	5-239
SUBBR	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = WREG – f – ($\overline{C}$)	1	1	5-241
SUBBR	Wb,#lit5,Wd	Wd = lit5 – Wb – ($\overline{C}$)	1	1	5-242
SUBBR	Wb,Ws,Wd	Wd = Ws – Wb – ($\overline{C}$)	1	1	5-243
SUBR	f {,WREG}(1)	目的寄存器 = WREG – f	1	1	5-245
SUBR	Wb,#lit5,Wd	Wd = lit5 – Wb	1	1	5-246
SUBR	Wb,Ws,Wd	Wd = Ws – Wb	1	1	5-247
ZE	Ws,Wnd	Wnd = 零扩展 Ws	1	1	5-264

注　1： 当指定可选的 {,WREG} 操作数时，指令的目的寄存器为 WREG。当未指定 {,WREG} 时，指令的目的寄存器是文件寄存器 f。

2： 除法指令前必须加上一条 `REPEAT #17` 指令，这样除法指令才能连续执行 18 次。

表 3-4： 逻辑指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
AND	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f .AND. WREG	1	1	5-19
AND	#lit10,Wn	Wn = lit10 .AND. Wn	1	1	5-20
AND	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .AND. lit5	1	1	5-21
AND	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .AND. Ws	1	1	5-22
CLR	f	f = 0x0000	1	1	5-75
CLR	WREG	WREG = 0x0000	1	1	5-75
CLR	Wd	Wd = 0x0000	1	1	5-76
COM	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = $\overline{f}$	1	1	5-80
COM	Ws,Wd	Wd = $\overline{Ws}$	1	1	5-81
IOR	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f .IOR. WREG	1	1	5-128
IOR	#lit10,Wn	Wn = lit10 .IOR. Wn	1	1	5-129
IOR	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .IOR. lit5	1	1	5-130
IOR	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .IOR. Ws	1	1	5-131
NEG	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = $\overline{f}$ + 1	1	1	5-181
NEG	Ws,Wd	Wd = $\overline{Ws}$ + 1	1	1	5-182
SETM	f	f = 0xFFFF	1	1	5-221
SETM	WREG	WREG = 0xFFFF	1	1	5-221
SETM	Wd	Wd = 0xFFFF	1	1	5-222
XOR	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f .XOR. WREG	1	1	5-259
XOR	#lit10,Wn	Wn = lit10 .XOR. Wn	1	1	5-260
XOR	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .XOR. lit5	1	1	5-261
XOR	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .XOR. Ws	1	1	5-262

注： 当指定可选的 {,WREG} 操作数时，指令的目的寄存器为 WREG。当未指定 {,WREG} 时，指令的目的寄存器是文件寄存器 f。

表 3-5：　循环移位指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
ASR	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 算术右移 1 位	1	1	5-24
ASR	Ws,Wd	Wd = Ws 算术右移 1 位	1	1	5-25
ASR	Wb,#lit4,Wnd	Wnd = Wb 算术右移 lit4 位	1	1	5-27
ASR	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 算术右移 Wns 位	1	1	5-28
LSR	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 逻辑右移 1 位	1	1	5-136
LSR	Ws,Wd	Wd = Ws 逻辑右移 1 位	1	1	5-137
LSR	Wb,#lit4,Wnd	Wnd = Wb 逻辑右移 lit4 位	1	1	5-139
LSR	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 逻辑右移 Wns 位	1	1	5-140
RLC	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 带进位位循环左移 1 位	1	1	5-204
RLC	Ws,Wd	Wd = Ws 带进位位循环左移 1 位	1	1	5-205
RLNC	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 循环左移 (不带进位位) 1 位	1	1	5-207
RLNC	Ws,Wd	Wd = Ws 循环左移 (不带进位位) 1 位	1	1	5-208
RRC	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 带进位位循环右移 1 位	1	1	5-210
RRC	Ws,Wd	Wd = Ws 带进位位循环右移 1 位	1	1	5-211
RRNC	f {,WREG}(见注)	f 循环右移 (不带进位位) 1 位	1	1	5-213
RRNC	Ws,Wd	Wd = Ws 循环右移 (不带进位位) 1 位	1	1	5-214
SL	f {,WREG}(见注)	目的寄存器 = f 左移 1 位	1	1	5-225
SL	Ws,Wd	Wd = Ws 左移 1 位	1	1	5-226
SL	Wb,#lit4,Wnd	Wnd = Wb 左移 lit4 位	1	1	5-228
SL	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 左移 Wns 位	1	1	5-229

注：　当指定可选的 {,WREG} 操作数时，指令的目的寄存器为 WREG。当未指定 {,WREG} 时，指令的目的寄存器是文件寄存器 f。

表 3-6： 位操作指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
BCLR	f,#bit4	位清零 f	1	1	5-29
BCLR	Ws,#bit4	位清零 Ws	1	1	5-30
BSET	f,#bit4	位置 1 f	1	1	5-54
BSET	Ws,#bit4	位置 1 Ws	1	1	5-55
BSW.C	Ws,Wb	将 C 位写入 Ws<Wb>	1	1	5-56
BSW.Z	Ws,Wb	将 $\overline{Z}$ 位写入 Ws<Wb>	1	1	5-56
BTG	f,#bit4	将 f 进行位翻转	1	1	5-58
BTG	Ws,#bit4	将 Ws 进行位翻转	1	1	5-59
BTST	f,#bit4	位测试 f	1	1	5-67
BTST.C	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位的值存储到进位标志位 C 中	1	1	5-68
BTST.Z	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位的补码存储到全零标志位 Z 中	1	1	5-68
BTST.C	Ws,Wb	位测试 Ws<Wb>，并将被测试位的值存储到进位标志位 C 中	1	1	5-69
BTST.Z	Ws,Wb	位测试 Ws<Wb>，并将被测试位的补码存储到全零标志位 Z 中	1	1	5-69
BTSTS	f,#bit4	位测试 f，然后将 f 中的该位置 1	1	1	5-71
BTSTS.C	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位的值存储到进位标志位 C 中，然后将 Ws 中的该位置 1	1	1	5-72
BTSTS.Z	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位的补码存储到全零标志位 Z 中，然后将 Ws 中的该位置 1	1	1	5-72
FBCL	Ws,Wnd	从左边 (MSb) 查找位变化	1	1	5-116
FF1L	Ws,Wnd	从左边 (MSb) 查找第一个 1	1	1	5-118
FF1R	Ws,Wnd	从右边 (LSb) 查找第一个 1	1	1	5-120

表 3-7： 比较 / 跳过指令

汇编语法		说明	字数	周期数 (见注)	页码
BTSC	f,#bit4	位测试 f，如果为 0 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-60
BTSC	Ws,#bit4	位测试 Ws，如果为 0 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-62
BTSS	f,#bit4	位测试 f，如果为 1 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-64
BTSS	Ws,#bit4	位测试 Ws，如果为 1 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-65
CP	f	比较 (f – WREG)	1	1	5-82
CP	Wb,#lit5	比较 (Wb – lit5)	1	1	5-83
CP	Wb,Ws	比较 (Wb – Ws)	1	1	5-84
CP0	f	比较 (f – 0x0000)	1	1	5-85
CP0	Ws	比较 (Ws – 0x0000)	1	1	5-86
CPB	f	带借位位比较 (f – WREG – $\overline{C}$)	1	1	5-87
CPB	Wb,#lit5	带借位位比较 (Wb – lit5 – $\overline{C}$)	1	1	5-88
CPB	Wb,Ws	带借位位比较 (Wb – Ws – $\overline{C}$)	1	1	5-89
CPSEQ	Wb, Wn	比较 (Wb – Wn)，如果 = 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-91
CPSGT	Wb, Wn	比较 (Wb – Wn)，如果 > 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-92
CPSLT	Wb, Wn	比较 (Wb – Wn)，如果 < 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-93
CPSNE	Wb, Wn	比较 (Wb – Wn)，如果 ≠ 则跳过	1	1 (2 或 3)	5-94

注： 如果未发生跳过，则条件跳过指令的执行时间为 1 个周期。如果单字指令发生跳过，则执行时间为 2 个周期，而双字指令发生跳过，则执行时间为 3 个周期。

表 3-8： 程序流指令

汇编语法		说明	字数	周期数	页码
BRA	Expr	无条件转移	1	2	5-31
BRA	Wn	计算转移	1	2	5-32
BRA	C,Expr	如果进位 (无借位)，则转移	1	1 (2)(1)	5-33
BRA	GE,Expr	如果大于或等于，则转移	1	1 (2)(1)	5-35
BRA	GEU,Expr	如果无符号大于或等于，则转移	1	1 (2)(1)	5-36
BRA	GT,Expr	如果大于，则转移	1	1 (2)(1)	5-37
BRA	GTU,Expr	如果无符号大于，则转移	1	1 (2)(1)	5-38
BRA	LE,Expr	如果小于或等于，则转移	1	1 (2)(1)	5-39
BRA	LEU,Expr	如果无符号小于或等于，则转移	1	1 (2)(1)	5-40
BRA	LT,Expr	如果小于，则转移	1	1 (2)(1)	5-41
BRA	LTU,Expr	如果无符号小于，则转移	1	1 (2)(1)	5-42
BRA	N,Expr	如果为负，则转移	1	1 (2)(1)	5-43
BRA	NC,Expr	如果无进位 (有借位)，则转移	1	1 (2)(1)	5-44
BRA	NN,Expr	如果非负，则转移	1	1 (2)(1)	5-45
BRA	NOV,Expr	如果未溢出，则转移	1	1 (2)(1)	5-46
BRA	NZ,Expr	如果非零，则转移	1	1 (2)(1)	5-47
BRA	OA,Expr	如果累加器 A 溢出，则转移	1	1 (2)(1)	5-48
BRA	OB,Expr	如果累加器 B 溢出，则转移	1	1 (2)(1)	5-49
BRA	OV,Expr	如果溢出，则转移	1	1 (2)(1)	5-50
BRA	SA,Expr	如果累加器 A 饱和，则转移	1	1 (2)(1)	5-51
BRA	SB,Expr	如果累加器 B 饱和，则转移	1	1 (2)(1)	5-52
BRA	Z,Expr	如果为零，则转移	1	1 (2)(1)	5-53
CALL	Expr	调用子程序	2	2	5-73
CALL	Wn	间接调用子程序	1	2	5-74
DO	#lit14,Expr	循环执行自下一条指令起到 PC+Expr 之间的代码 (lit14 + 1) 次	2	2	5-107
DO	Wn,Expr	循环执行自下一条指令起到 PC+Expr 之间的代码 (Wn+1) 次	2	2	5-109
GOTO	Expr	跳转到地址	2	2	5-122
GOTO	Wn	间接跳转到地址	1	2	5-123
RCALL	Expr	相对调用	1	2	5-195
RCALL	Wn	计算调用	1	2	5-196
REPEAT	#lit14	重复执行下一条指令 (lit14 + 1) 次	1	1	5-197
REPEAT	Wn	重复执行下一条指令 (Wn+1) 次	1	1	5-198
RETFIE		从中断返回	1	3 (2)(2)	5-201
RETLW	#lit10,Wn	从子程序返回，并将 lit10 存储到 Wn 中	1	3 (2)(2)	5-202
RETURN		从子程序返回	1	3 (2)(2)	5-203

注 1： 如果未发生转移，则条件转移指令执行时间为 1 个周期；而若转移发生，则为 2 个周期。

2： RETURN 指令执行时间为 3 个周期，但如果有一个异常等待处理，则执行 2 个周期。

表 3-9： 影子 / 堆栈指令

汇编语法	说明	字数	周期数	页码
LNK #lit14	分配堆栈帧	1	1	5-135
POP f	栈顶内容弹出到 f	1	1	5-186
POP Wd	栈顶内容弹出到 Wd	1	1	5-187
POP.D Wnd	从栈顶弹出双字到 Wd:Wnd+1	1	2	5-188
POP.S	将影子寄存器内容弹出到主寄存器	1	1	5-189
PUSH f	将 f 内容压入栈顶	1	1	5-190
PUSH Ws	将 Ws 内容压入栈顶	1	1	5-191
PUSH.D Wns	将 Wns:Wns+1 的内容压入栈顶	1	2	5-192
PUSH.S	将主寄存器内容压入影子寄存器	1	1	5-193
ULNK	释放堆栈帧	1	1	5-258

表 3-10： 控制指令

汇编语法	说明	字数	周期数	页码
CLRWDT	清除看门狗定时器	1	1	5-79
DISI #lit14	在 (lit14 + 1) 个指令周期内禁止中断	1	1	5-100
NOP	空操作	1	1	5-184
NOPR	空操作	1	1	5-185
PWRSAV #lit1	进入低功耗模式 lit1	1	1	5-194
RESET	软件器件复位	1	1	5-200

表 3-11： DSP 类指令

汇编语法	说明	字数	周期数	页码
ADD Acc	累加器相加	1	1	5-11
ADD Ws,#Slit4,Acc	将 16 位有符号数加到 Acc	1	1	5-12
CLR Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	清零 Acc	1	1	5-77
ED Wm*Wm,Acc,Wx,Wy,Wxd	欧几里德距离 (无累加)	1	1	5-111
EDAC Wm*Wm,Acc,Wx,Wy,Wxd	欧几里德距离	1	1	5-113
LAC Ws,#Slit4,Acc	装载 Acc	1	1	5-133
MAC Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy, Wyd,AWB	相乘并累加	1	1	5-141
MAC Wm*Wm,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	平方并累加	1	1	5-143
MOVSAC Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	将 Wx 中内容传送到 Wxd，并将 Wy 中内容传送到 Wyd	1	1	5-159
MPY Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	将 Wn 与 Wm 相乘，并将结果存入 Acc	1	1	5-161
MPY Wm*Wm,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	平方，并将结果存入 Acc	1	1	5-163
MPY.N Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	将 Wn 与 -Wm 相乘，并将结果存入 Acc	1	1	5-165
MSC Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy, Wyd,AWB	将 Wn 与 Wm 相乘，并将结果从 Acc 中减去	1	1	5-167
NEG Acc	求反 Acc	1	1	5-183
SAC Acc,#Slit4,Wd	存储 Acc 内容	1	1	5-216
SAC.R Acc,#Slit4,Wd	存储舍入后的 Acc	1	1	5-218
SFTAC Acc,#Slit6	对 Acc 进行算术移位 Slit6 次	1	1	5-223
SFTAC Acc,Wn	对 Acc 进行算术移位 (Wn) 次	1	1	5-224
SUB Acc	累加器相减	1	1	5-235

第 4 章 指令集详解

目录

本章主要包括以下内容：

4.1 数据寻址模式

dsPIC30F/33F 对数据存储器的访问，除几种立即数寻址形式外，还支持三种固有寻址模式。通过文件寄存器寻址、寄存器直接寻址或寄存器间接寻址模式实现对数据存储器的访问，而立即数寻址使得指令可以使用固定值作为操作数。

通过文件寄存器寻址模式可实现对存放在数据存储空间低 8K 存储区 （Near RAM）中的数据进行操作，且可实现工作寄存器和整个 64K 数据空间之间的数据传送。寄存器直接寻址模式用来对16个存储区映射的工作寄存器W0:W15进行访问。寄存器间接寻址模式通过使用工作寄存器中内容作为有效地址，可对存储在整个 64K 数据存储空间中的数据进行高效操作。立即数寻址模式并不直接访问数据存储区，但可使用常量值作为指令操作数。表 4-1 对所有模式的寻址范围进行了汇总。

表 4-1： dsPIC30F/33F 的寻址模式

寻址模式	寻址范围
文件寄存器寻址	0x0000 - 0x1FFF （见注）
寄存器直接寻址	0x0000 - 0x001F （工作寄存器阵列 W0:W15）
寄存器间接寻址	0x0000 - 0xFFFF
立即数寻址	N/A （常量值）

注： 文件寄存器 MOV 的寻址范围是 0x0000 - 0xFFFE。

4.1.1 文件寄存器寻址

文件寄存器寻址模式由使用预先确定的数据地址作为操作数的指令使用。大多数支持文件寄存器寻址模式的指令都可对数字存储空间的低 8KB 存储区进行访问，该存储区又称为 Near RAM。然而， MOV 指令可使用文件寄存器寻址模式对所有 64KB 存储空间进行访问。这将允许把数据存储区中任何地址单元中的数据装载到任一工作寄存器，以及将任一工作寄存器的内容存放到数据存储区的任何地址单元中。应注意，文件寄存器寻址模式支持以字节和字两种方式对数据存储空间进行访问，而 MOV 指令则是例外，它以字方式对所有 64K 存储空间进行访问。例 4-1 给出了文件寄存器寻址的指令示例。

支持文件寄存器寻址的大多数指令以指定寄存器和默认工作寄存器WREG为操作对象（见**第2.2.2节“默认工作寄存器（WREG）”**）。如果指令中只提供一个操作数， WREG 将是一个隐含的操作数，且操作结果将存回文件寄存器。此时，该指令实际上是一条读－修改－写指令。然而，当指令中同时指定文件寄存器和 WREG 时，操作结果将存放在 WREG 中，而文件寄存器中的内容将不发生改变。例 4-2 中给出了文件寄存器和 WREG 之间相互作用的指令示例。

注： 如**第 3 章 “指令集概述”**中的指令汇总表所示，支持文件寄存器寻址的指令使采用 f 作为操作数。

例 4-1： 文件寄存器寻址

```
DEC     0x1000          ; 对存储于 0x1000 的数据进行递减
指令执行前：
数据存储区 0x1000 = 0x5555
指令执行后：
 数据存储区 0x1000 = 0x5554


MOV     0x27FE, W0      ; 将存储于 0x27FE 的数据传送到 W0
指令执行前：
   W0 = 0x5555
数据存储区 0x27FE = 0x1234
指令执行后：
   W0 = 0x1234
 数据存储区 0x27FE = 0x1234
```

例 4-2： 文件寄存器寻址和 WREG

```
AND     0x1000          ; 将 0x1000 和 WREG 的内容相与，结果存入 0x1000
指令执行前：
  W0 （WREG） = 0x332C
  数据存储区 0x1000 = 0x5555
指令执行后：
  W0 （WREG） = 0x332C
 数据存储区 0x1000 = 0x1104


AND     0x1000, WREG    ; 将 0x1000 和 WREG 的内容相与，结果存入 WREG
指令执行前：
  W0 （WREG） = 0x332C
数据存储区 0x1000 = 0x5555
指令执行后：
  W0 （WREG） = 0x1104
 数据存储区 0x1000 = 0x5555
```

4.1.2 寄存器直接寻址

采用寄存器直接寻址模式对 16 个工作寄存器 （W0:W15）的内容进行访问。寄存器直接寻址为全正交模式，允许为使用寄存器直接寻址的指令指定任何工作寄存器，且支持字节和字访问方式。采用寄存器直接寻址的指令使用指定工作寄存器中的内容作为数据来执行指令，因此只有当数据已存入工作寄存器内时才可使用该寻址模式。例 4-3 中给出了使用寄存器直接寻址模式的指令示例。

寄存器直接寻址的另一特点是它可提供动态流控制能力。由于 DO 和 REPEAT 指令的不同形式支持寄存器直接寻址，因此可使用这些指令实现灵活的循环结构。

注： 对于那些必须使用寄存器直接寻址模式的指令，需要用到符号 Wb、Wn、Wns 和 Wnd，详见第 3 章 “指令集概述”的汇总表。通常，可使用寄存器间接寻址模式的场合也可使用寄存器直接寻址。使用寄存器间接寻址的指令使用**第 3 章 “指令集概述”**汇总表中的符号 Wd 和 Ws。

例 4-3： 寄存器直接寻址

```
EXCH    W2,W3           ; 将 W2 和 W3 中的内容进行交换
指令执行前：
  W2 = 0x3499
  W3 = 0x003D
指令执行后：
  W2 = 0x003D
  W3 = 0x3499


IOR     #0x44, W0       ; 将 0x44 和 W0 的内容相或
指令执行前：
  W0 = 0x9C2E
指令执行后：
  W0 = 0x9C6E


SL      W6, W7, W8      ; 将 W6 左移 W7 位，并将结果存入 W8
指令执行前：
  W6 = 0x000C
  W7 = 0x0008
  W8 = 0x1234
指令执行后：
  W6 = 0x000C
  W7 = 0x0008
  W8 = 0x0C00
```

4.1.3 寄存器间接寻址

寄存器间接寻址模式通过将工作寄存器中内容作为数据存储有效地址（EA），可实现对数据空间中任何存储单元的访问。实质上，工作寄存器中的内容变为一个指向指令要访问的数据存储单元的指针。

因为该寻址模式允许在进行数据访问之前或之后，通过对 EA 进行递增或递减来修改工作寄存器中的内容，因此可实现强大的功能。通过在访问操作执行的同一周期内对 EA 中的内容进行修改，寄存器间接寻址可对顺序存储在存储区中的数据进行高效处理。表 4-2 给出了 dsPIC30F/dsPIC33F 所支持的间接寻址模式。

表 4-2： 间接寻址模式

间接模式	语法	功能（字节指令）	功能（字指令）	说明
无修改	[Wn]	EA = [Wn]	EA = [Wn]	Wn 中的内容形成 EA。
执行前递增	[++Wn]	EA = [Wn+=1]	EA = [Wn+=2]	对 Wn 中内容进行递增以形成 EA。
执行前递减	[--Wn]	EA = [Wn – =1]	EA = [Wn – =2]	指令执行前对 Wn 中内容进行递减以形成 EA。
执行后递增	[Wn++]	EA = [Wn]+= 1	EA = [Wn]+= 2	Wn 中内容形成 EA，然后 Wn 中内容进行递增。
执行后递减	[Wn--]	EA = [Wn] – = 1	EA = [Wn] – = 2	Wn 中内容形成 EA，然后 Wn 中内容进行递减。
寄存器偏移量	[Wn+Wb]	EA = [Wn+Wb]	EA = [Wn+Wb]	Wn 和 Wb 的和形成 EA。Wn 和 Wb 中的内容未被修改。

表 4-2 显示有四种寻址模式对指令中使用的 EA 进行修改，且允许对工作寄存器进行以下更新：执行后递增、执行后递减、执行前递增以及执行前递减。由于所有 EA 必须赋以字节地址，因此 EA将以2为单位进行更新以支持字模式指令。也就是说，在字模式中指令执行后/前递减将对存储于工作寄存器中的 EA 减 2，而指令执行前 / 后递增将对 EA 进行加 2。该功能确保在 EA 修改之后， EA 将指向存储区中下一个相邻的字。例 4-4 说明了如何使用间接寻址对 EA 进行更新。

表 4-2 也阐明了使用寄存器偏移量模式寻址的情况，该寻址模式对距离一个工作寄存器中的基准 EA 某个偏移量的数据进行寻址。该模式使用另外一个工作寄存器的内容，通过将两个指定的工作寄存器相加来形成 EA。该寻址模式不适用于字模式指令，但其提供了整个 64KB 偏移量范围。注意，用来形成 EA 的工作寄存器中内容将不会被修改。例 4-5 说明了如何使用寄存器偏移量间接寻址对数据存储区进行访问。

注： 带偏移量的 MOV 指令（第 5-151 页和第 5-151 页）提供了在间接寻址时可使用的立即数偏移量寻址功能。在这些指令中，通过将工作寄存器的内容加到一个有符号的 10 位立即数以形成 EA。例 4-6 显示了如何利用这些指令实现从 / 向工作寄存器传送数据。

例 4-4：　　带有效地址更新的间接寻址

```
MOV.B   [W0++], [W13--]         ; 字节传送 [W0] 至 [W13]
                                ; 执行后将 W0 内容递增，执行后将 W13 内容递减
```

指令执行前：

```
    W0 = 0x2300
    W13 = 0x2708
    数据存储区 0x2300 = 0x7783
    数据存储区 0x2708 = 0x904E
```

指令执行后：

```
    W0 = 0x2301
    W13 = 0x2707
    数据存储区 0x2300 = 0x7783
    数据存储区 0x2708 = 0x9083
```

```
ADD     W1, [--W5], [++W8]      ; 执行前将 W5 内容递减，执行前将 W8 内容递增
                                ; 将 W1 加至 [W5]，将结果存放到 [W8]
```

指令执行前：

```
    W1 = 0x0800
    W5 = 0x2200
    W8 = 0x2400
    数据存储区 0x21FE = 0x7783
    数据存储区 0x2402 = 0xAACC
```

指令执行后：

```
    W1 = 0x0800
    W5 = 0x21FE
    W8 = 0x2402
    数据存储区 0x21FE = 0x7783
    数据存储区 0x2402 = 0x7F83
```

例 4-5：　　寄存器偏移量间接寻址

```
MOV.B   [W0+W1], [W7++]         ; 字节传送 [W0+W1] 至 W7，执行后对 W7 内容进行递增

指令执行前：
    W0 = 0x2300
    W1 = 0x01FE
    W7 = 0x1000
    数据存储区 0x24FE = 0x7783
    数据存储区 0x1000 = 0x11DC

指令执行后：
    W0 = 0x2300
    W1 = 0x01FE
    W7 = 0x1001
    数据存储区 0x24FE = 0x7783
    数据存储区 0x1000 = 0x1183


LAC     [W0+W8], A              ; 将 [W0+W8] 装载至 ACCA
                                ; （符号扩展和零回填）

指令执行前：
    W0 = 0x2344
    W8 = 0x0008
    ACCA = 0x00 7877 9321
    数据存储区 0x234C = 0xE290

指令执行后：
    W0 = 0x2344
    W8 = 0x0008
    ACCA = 0xFF E290 0000
    数据存储区 0x234C = 0xE290
```

例 4-6：　　用立即数偏移量进行传送的指令

```
MOV     [W0+0x20], W1           ; 将 [W0+0x20] 传送到 W1

指令执行前：
    W0 = 0x1200
    W1 = 0x01FE
    数据存储区 0x1220 = 0xFD27

指令执行后：
    W0 = 0x1200
    W1 = 0xFD27
    数据存储区 0x1220 = 0xFD27


MOV     W4, [W8-0x300]          ; 将 W4 传送到 [W8-0x300]

指令执行前：
    W4 = 0x3411
    W8 = 0x2944
    数据存储区 0x2644 = 0xCB98

指令执行后：
    W4 = 0x3411
    W8 = 0x2944
    数据存储区 0x2644 = 0x3411
```

4.1.3.1 寄存器间接寻址和指令集

表 4-2 中给出的寻址模式展示了 dsPIC30F/33F 的间接寻址模式能力。出于操作编码和功能上的考虑，并非所有支持间接寻址的指令都支持表 4-2 中所示的所有模式。使用间接寻址模式的大多数指令支持无修改、执行前递增、执行前递减、执行后递增和执行后递减寻址模式。MOV 指令和几种基于累加器的 DSP 类指令也具备使用寄存器偏移量寻址模式的能力。

注： 使用寄存器间接寻址的指令使用**第 3 章 “指令集概述”**汇总表中的操作数符号 Wd 和 Ws。

4.1.3.2 DSP MAC 间接寻址模式

DSP MAC 类指令采用一类特殊的间接寻址模式。如后面**第 4.14 节“DSP MAC 类指令”**中所介绍，DSP MAC 类指令能够使用有效寻址两次从存储区取操作数。由于 DSP 算法经常需要更宽范围的地址更新， DSP MAC 类指令提供的寻址模式可实现更宽的有效地址更新大小范围。表 4-3 显示 X 和 Y 存储区的预取都支持执行后递增和执行后递减寻址模式，且更新方式可为 2、4 和 6 字节。由于 DSP 类指令只以字模式的方式执行， EA 将不会以奇数方式进行更新。

表 4-3： DSP MAC 间接寻址模式

寻址模式	X 存储区	Y 存储区
无修改的间接寻址	EA = [Wx]	EA = [Wy]
执行后递增 2 的间接寻址	EA = [Wx]+= 2	EA = [Wy]+= 2
执行后递增 4 的间接寻址	EA = [Wx]+= 4	EA = [Wy]+= 4
执行后递增 6 的间接寻址	EA = [Wx]+= 6	EA = [Wy]+= 6
执行后递减 2 的间接寻址	EA = [Wx]-= 2	EA = [Wy]-= 2
执行后递减 4 的间接寻址	EA = [Wx]-= 4	EA = [Wy]-= 4
执行后递减 6 的间接寻址	EA = [Wx]-= 6	EA = [Wy]-= 6
寄存器偏移量间接寻址	EA = [W9 + W12]	EA = [W11 + W12]

注： 如**第 4.14 节“DSP MAC 类指令”**中所述，只有 W8 和 W9 才可用来访问 X 存储区，而只有 W10 和 W11 才可用来访问 Y 存储区。

4.1.3.3 模寻址和位反转寻址模式

dsPIC30F/33F 架构支持两种通常用来实现 DSP 算法的特殊寄存器间接寻址模式。模寻址（又称循环寻址）提供了一种自动支持 X 和 / 或 Y 存储区中循环数据缓冲区的方法。模缓冲区使得软件不再需要进行地址边界检查，这将改善某些算法的性能。类似地，位反转寻址可以实现以一种非线性方式对缓冲区中的单元进行访问。这种寻址模式简化了用于基为 2 的 FFT 算法的数据重新排序，并大大减少了 FFT 的处理时间。

这两种寻址模式体现了 dsPIC30F 和 dsPIC33F 架构的强大功能。使用间接寻址的任何指令都可利用这两种寻址模式。有关使用模寻址和位反转寻址的详细内容，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

4.1.4 立即数寻址

在立即数寻址模式中，指令编码包含一个指令使用的预先定义常量操作数。该寻址模式可以独立使用，但通常是同文件寄存器、直接和间接寻址模式联合使用。根据指令类型的不同，可以使用长度不同的立即数操作数。常量的长度可以是 1 位 （#lit1）、 4 位 （#bit4、 #lit4 和 #Slit4）、 5 位 （#lit5）、 6 位 （#Slit6）、 8 位 （#lit8）、 10 位 （#lit10 和 #Slit10）、 14 位 （#lit14）以及 16 位（#lit16）。常量可以是有符号或无符号的，符号 #Slit4、#Slit6 和 #Slit10 指定为有符号常量，而所有其他立即数常量都是无符号的。表 4-4 给出了每种立即数操作数在指令集中的使用。

表 4-4： 指令集中的立即数操作数

操作数	指令使用
#lit1	PWRSAV
#bit4	BCLR, BSET, BTG, BTSC, BTSS, BTST, BTST.C, BTST.Z, BTSTS, BTSTS.C, BTSTS.Z
#lit4	ASR, LSR, SL
#Slit4	ADD, LAC, SAC, SAC.R
#lit5	ADD, ADDC, AND, CP, CPB, IOR, MUL.SU, MUL.UU, SUB, SUBB, SUBBR, SUBR, XOR
#Slit6	SFTAC
#lit8	MOV.B
#lit10	ADD, ADDC, AND, CP, CPB, IOR, RETLW, SUB, SUBB, XOR
#Slit10	MOV
#lit14	DISI, DO, LNK, REPEAT
#lit16	MOV

立即数寻址的语法规则要求必须将数值符号（#）放在常量操作数值之前且紧靠常量操作数。“#”符号向汇编器表明该量为常量。如果指令中使用的常量超出范围，汇编器将产生一个错误。例 4-7 中给出了几个立即数寻址的实例。

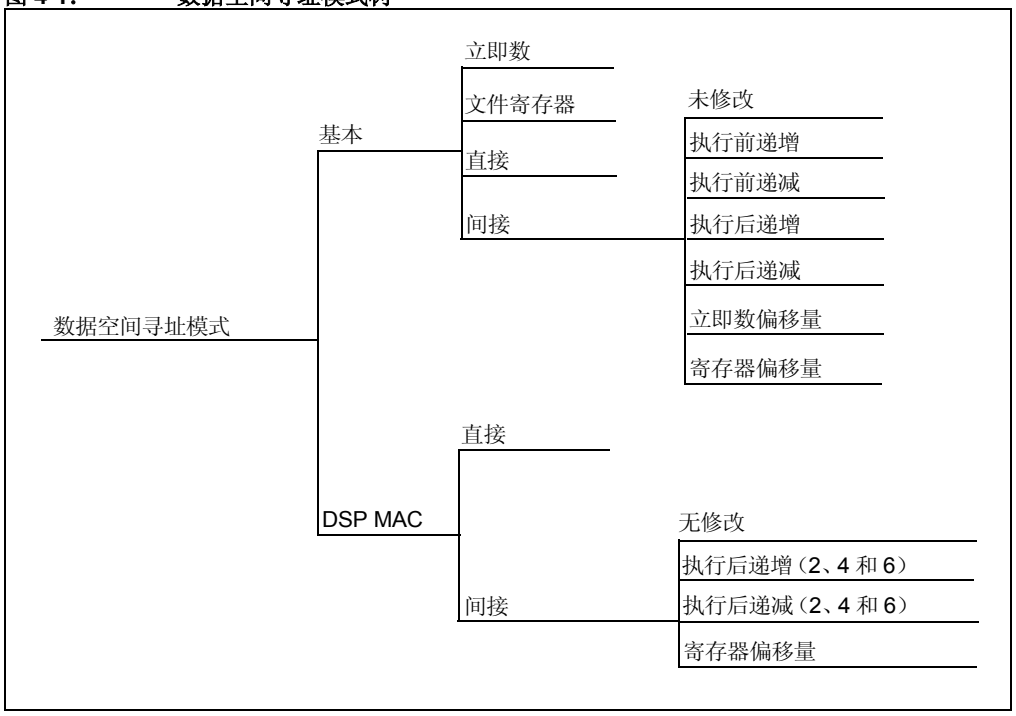
例 4-7： 立即数寻址

```
PWRSAV  #1                  ; 进入空闲模式


ADD.B   #0x10, W0           ; 将 0x10 加到 W0 （字节模式）

指令执行前：
    W0 = 0x12A9
指令执行后：
    W0 = 0x12B9


XOR     W0, #1, [W1++]      ; 将 W0 和 0x1 异或
                            ; 将结果存入 [W1]
                            ; 指令执行后递增 W1
指令执行前：
    W0 = 0xFFFF
    W1 = 0x0890
    数据存储区 0x0890 = 0x0032
指令执行后：
    W0 = 0xFFFF
    W1 = 0x0892
    数据存储区 0x0890 = 0xFFFE
```

4.1.5 数据空间寻址模式树

图 4-1 对 dsPIC30F 和 dsPIC33F 的数据空间寻址模式进行了汇总。

图 4-1： 数据空间寻址模式树



4.2 程序空间寻址模式

dsPIC30F 和 dsPIC33F 拥有一个 23 位程序计数器（PC）。PC 可对 24 位宽的程序存储空间进行寻址以取出将执行的指令。可通过几种不同方式实现对 PC 的装载。对于和表读以及表写指令的字节兼容性，每一个指令字都在程序存储区中占用两个地址单元。这表明程序顺序执行时， PC 递增的方式将为 PC + 2。

有几种不同的方法可实现以非顺序方式修改 PC 值进行改动，这些改动可以是绝对或是相对的。PC 值的改变可能来自指令编码中的立即数或包含在工作寄存器中的动态值。当执行 DO 循环时，在 DOEND 地址中的指令执行结束后， PC 将装载存放于 DOSTART 寄存器中的地址。对于异常处理， PC 将装载异常处理程序的入口地址，该地址存放在中断向量表中。在需要时，可用软件堆栈来保存现场，返回到程序流发生变化处的前台进程。

表 4-5汇总了修改PC值的指令。当进行函数调用时，由于RCALL仅占用一个字的程序存储空间，因此建议使用 RCALL 而不使用 CALL 指令。

表 4-5： 改变程序流的方法

条件 / 指令	PC 改变	软件堆栈使用情况
顺序执行	PC = PC + 2	无
BRA Expr(1) (无条件转移)	PC = PC + 2 * Slit16	无
BRA Condition, Expr(1) (条件转移)	PC = PC + 2 (条件为假) PC = PC + 2 * Slit16 (条件为真)	无
CALL Expr(1) (调用子程序)	PC = lit23	PC+4 压入堆栈 (2)
CALL Wn (间接调用子程序)	PC = Wn	PC + 2 压入堆栈 (2)
GOTO Expr(1) (无条件跳转)	PC = lit23	无
GOTO Wn (无条件间接跳转)	PC = Wn	无
RCALL Expr(1) (相对调用)	PC = PC + 2 * Slit16	PC + 2 压入堆栈 (2)
RCALL Wn (计算相对调用)	PC = PC + 2*Wn	PC + 2 压入堆栈 (2)
异常处理	PC = 异常处理程序入口地址 (从向量表中读出)	PC + 2 压入堆栈 (3)
PC = 目标 REPEAT 指令 (REPEAT 循环)	PC 未改动 (如果 REPEAT 激活)	无
PC = DOEND 地址 (DO 循环)	PC = DOSTART (如果 DO 激活)	无

注 1： 对于 BRA、CALL 以及 GOTO 指令， Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。Expr 将由链接器解析为一个 16 位或 23 位值 （Slit16 或 lit23）。有关详细内容，可参阅**第 5 章 “指令描述”**。

2： 在执行 CALL 或 RCALL 指令后， RETURN 或 RETLW 将把栈顶内容弹回 PC。

3： 在异常处理结束后， RETFIE 将把栈顶内容弹回 PC。

4.3 指令停顿

为尽可能缩短数据空间 EA 计算和取操作数的时间，部分 X 数据空间读和写访问采用流水线方式进行。这种流水线方式的一个可能后果是，在使用共用的寄存器进行连续的读写操作可能导致地址寄存器数据的相关性。

“写－读”（RAW）相关性问题发生在跨指令边界时，由硬件检测。 RAW 相关性的一个实例是在修改 W5 的写操作结束后，使用 W5 作为地址指针的读操作。在前次写操作结束之前， W5 中的内容将不能作为读操作的有效数据。这个问题可通过对指令执行停顿一个周期来解决，这将允许在下一次读操作启动之前结束写操作。

4.3.1 RAW 相关性检测

在指令预解码期间，内核将确定地址寄存器相关性是否即将跨指令边界。停顿检测逻辑将用于当前执行指令的目的 EA 的 W 寄存器 （如果有）和用于预取指令源 EA （如果有）的 W 寄存器进行比较。当发现目的寄存器和源寄存器相匹配时，将应用一组规则来判定是否将对指令执行停顿一个周期。表 4-6 列出了导致指令执行停顿的各种 RAW 条件。

表 4-6： Raw 相关性规则 （由硬件检测）

使用 Wn 的目的地址模式	使用 Wn 的源地址模式	需要停顿吗？	实例 (Wn = W2)
直接	直接	无停顿	`ADD.W W0, W1, W2` `MOV.W W2, W3`
间接	直接	无停顿	`ADD.W W0, W1, [W2]` `MOV.W W2, W3`
间接	间接	无停顿	`ADD.W W0, W1, [W2]` `MOV.W [W2], W3`
间接	带执行前 / 后修改的间接地址	无停顿	`ADD.W W0, W1, [W2]` `MOV.W [W2++], W3`
带执行前 / 后修改的间接地址	直接	无停顿	`ADD.W W0, W1, [W2++]` `MOV.W W2, W3`
直接	间接	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, W2` `MOV.W [W2], W3`
直接	带执行前 / 后修改的间接地址	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, W2` `MOV.W [W2++], W3`
间接	间接	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, [W2]` (2) `MOV.W [W2], W3` (2)
间接	带执行前 / 后修改的间接地址	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, [W2]` (2) `MOV.W [W2++], W3` (2)
带执行前 / 后修改的间接地址	间接	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, [W2++]` `MOV.W [W2], W3`
带执行前 / 后修改的间接地址	带执行前 / 后修改的间接地址	停顿 (1)	`ADD.W W0, W1, [W2++]` `MOV.W [W2++], W3`

注 1： 当检测到停顿时，指令执行时间将增加 1 个周期。

2： 对于这些实例， W2 的内容 = W2 的映射地址 （0x0004）。

4.3.2 指令停顿和异常

为保持确定的操作，将允许指令停顿发生，即使停顿在异常处理之前发生。

4.3.3 指令停顿和改变程序流的指令

CALL 和 RCALL 使用 W15 来写堆栈，因此如果下一条指令的读源操作数操作使用 W15 寄存器则可能发生指令停顿。

GOTO、RETFIE 和 RETURN 指令的执行过程中将不会发生指令停顿的现象，因为他们不执行写入工作寄存器的操作。

4.3.4 指令停顿和 DO/REPEAT 循环

如同其他任何指令，运行于 DO 或 REPEAT 循环中的指令也易发生指令停顿的现象。停顿可能发生在循环入口、出口以及在循环处理过程中。

4.3.5 指令停顿和 PSV

如同其他任何指令，运行于 PSV 地址空间的指令易发生指令停顿的现象。如果紧接 PSV 数据访问之后的指令执行中检测到数据相关性的问题，指令的第二个周期将启动一个停顿。如果紧接 PSV 数据访问之前的指令执行中检测到数据相关性的问题，前条指令的最后一个周期将启动一个停顿。

注： 有关 RAW 指令停顿更为详细的信息，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

4.4 字节操作

由于数据存储区可字节寻址，大多数基本指令可运行在字节或字两种模式。当这些指令运行于字节模式时，以下规则将适用：

- 所有直接工作寄存器访问使用 16 位工作寄存器的低位字节，而高位字节 （MSB）将不会被改动。
- 所有间接工作寄存器访问使用由存放在工作寄存器中的 16 位地址指定的数据字节。
- 所有文件寄存器访问使用由字节地址指定的数据字节。
- STATUS 寄存器内容将被更新以反映字节操作的结果。

应注意，数据地址总是以**字节**地址来表示。此外，固有的数据存放格式 little-endian，即将低位字节存放在较低地址中，而将高位字节存放在相邻的较高地址中（如图 4-2 所示）。例 4-8 给出了字节传送操作的实例，而例 4-9 给出了字节数学操作的实例。

注： 工作于字节模式的指令必须使用 “.b” 或 “.B” 指令扩展以指定字节指令。例如，以下两条指令为字节清零操作的有效形式：

```
CLR.b  W0
CLR.B  W0
```

例 4-8：　　字节传送操作示例

```
MOV.B   #0x30, W0       ; 将立即数字节 0x30 传送到 W0
指令执行前：
   W0 = 0x5555
指令执行后：
   W0 = 0x5530


MOV.B   0x1000, W0      ; 将 0x1000 中的字节传送到 W0
指令执行前：
   W0 = 0x5555
   数据存储区 0x1000 = 0x1234
指令执行后：
   W0 = 0x5534
数据存储区 0x1000 = 0x1234


MOV.B   W0, 0x1001      ; 将 W0 中字节传送到地址 0x1001
指令执行前：
   W0 = 0x1234
 数据存储区 0x1000 = 0x5555
指令执行后：
   W0 = 0x1234
 数据存储区 0x1000 = 0x3455


MOV.B   W0, [W1++]      ; 将 W0 中字节传送到 [W1]，然后递增 W1
指令执行前：
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x1001
 数据存储区 0x1000 = 0x5555
指令执行后：
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x1002
 数据存储区 0x1000 = 0x3455
```

例 4-9：　　字节数学操作示例

```
CLR.B   [W6--]              ; 字节清零 [W6]，然后将 W6 递减
```

指令执行前：

```
   W6 = 0x1001
 数据存储区 0x1000 = 0x5555
```

指令执行后：

```
   W6 = 0x1000
 数据存储区 0x1000 = 0x0055
```

```
SUB.B   W0, #0x10, W1       ; 从 W0 中字节减立即数 0x10
                            ; 将结果存入 W1
```

指令执行前：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0xFFFF
```

指令执行后：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0xFF24
```

```
ADD.B   W0, W1, [W2++]      ; 将 W0 和 W1 进行字节加，将结果存入 [W2]
                            ; 然后将 W2 进行递增
```

指令执行前：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x5678
   W2 = 0x1000
 数据存储区 0x1000 = 0x5555
```

指令执行后：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x5678
   W2 = 0x1001
 数据存储区 0x1000 = 0x55AC
```

4.5 字传送操作

即使数据空间采用字节寻址模式，所有以字模式进行的传送操作也必须满足字对齐的原则。这表明对于所有源操作数和目的操作数，最低地址位必须是 0。如果发生字传送操作的一方是奇数地址，那将产生一个地址出错异常。类似地，所有双字传送操作也必须满足字对齐原则。图 4-2 说明了如何实现字节和字在数据存储区的对齐。例 4-10 给出了几种合法的字传送操作示例。

当由于未对齐访问导致异常产生时，将在指令执行后进行异常处理。如果在数据读操作期间发生非法访问，该操作将被允许完成，但是源地址的最低位将被清零以强制字对齐。如果在数据写操作期间发生非法访问，该写操作将被禁止。例 4-11 中包含了几种*非法*字传送操作。

图 4-2： 存储区中数据对齐方式

0x1001		**b0**	0x1000
0x1003	**b1**		0x1002
0x1005	**b3**	**b2**	0x1004
0x1007	**b5**	**b4**	0x1006
0x1009	**b7**	**b6**	0x1008
0x100B		**b8**	0x100A

图注：
b0 - 存放于 0x1000 中的字节
b1 - 存放于 0x1003 中的字节
b3:b2 - 存放于 0x1005:1004 中的字 （b2 为 LSB）
b7:b4 - 存放于 0x1009:0x1006 的双字 （b4 为 LSB）
b8 - 存放于 0x100A 中的字节

注： 工作于字模式的指令不需要使用指令扩展。但如果需要可对其指定可选的 “.w” 或 “.W” 扩展。例如，以下指令为字清零操作的有效形式。

```
CLR    W0
CLR.w  W0
CLR.W  W0
```

例 4-10：　　合法的字传送操作

```
MOV     #0x30, W0           ; 将立即数字 0x30 传送到 W0
```

指令执行前：

```
   W0 = 0x5555
```

指令执行后：

```
   W0 = 0x0030
```

```
MOV     0x1000, W0          ; 将 0x1000 中的字传送到 W0
```

指令执行前：

```
   W0 = 0x5555
 数据存储区 0x1000 = 0x1234
```

指令执行后：

```
   W0 = 0x1234
 数据存储区 0x1000 = 0x1234
```

```
MOV     [W0], [W1++]        ; 字传送 [W0] 至 [W1]
                            ; 然后将 W1 递增
```

指令执行前：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x1000
   数据存储区 0x1000 = 0x5555
 数据存储区 0x1234 = 0xAAAA
```

指令执行后：

```
   W0 = 0x1234
   W1 = 0x1002
 数据存储区 0x1000 = 0xAAAA
 数据存储区 0x1234 = 0xAAAA
```

例 4-11： 非法的字传送操作

```
MOV     0x1001, W0          ; 将 0x1001 中的字传送到 W0
```

指令执行前：

```
  W0 = 0x5555
  数据存储区 0x1000 = 0x1234
  数据存储区 0x1002 = 0x5678
```

指令执行后：

```
  W0 = 0x1234
  数据存储区 0x1000 = 0x1234
  数据存储区 0x1002 = 0x5678
```

产生地址出错陷阱

（源地址未对齐，因此执行 MOV）

```
MOV     W0, 0x1001          ; 将 W0 传送到 0x1001
```

指令执行前：

```
  W0 = 0x1234
  数据存储区 0x1000 = 0x5555
  数据存储区 0x1002 = 0x6666
```

指令执行后：

```
  W0 = 0x1234
  数据存储区 0x1000 = 0x5555
  数据存储区 0x1002 = 0x6666
```

产生地址出错陷阱

（目的地址未对齐，因此不执行 MOV）

```
MOV     [W0], [W1++]        ; 字传送 [W0] 至 [W1],
                            ; 然后递增 W1
```

指令执行前：

```
  W0 = 0x1235
  W1 = 0x1000
  数据存储区 0x1000 = 0x1234
  数据存储区 0x1234 = 0xAAAA
  数据存储区 0x1236 = 0xBBBB
```

指令执行后：

```
  W0 = 0x1235
  W1 = 0x1002
  数据存储区 0x1000 = 0xAAAA
  数据存储区 0x1234 = 0xAAAA
  数据存储区 0x1236 = 0xBBBB
```

产生地址出错陷阱

（源地址未对齐，因此执行 MOV）

4.6 使用 10 位立即数操作数

支持字节和字模式的几条指令具有 10 位操作数。对于字节指令， 10 位立即数太大而不能使用。因此在字节模式下使用 10 位立即数时，操作数的范围必须减至 8 位，否则汇编器将产生一个错误。表 4-7 说明，在字模式中 10 位立即数的范围是 0:1023，而在字节模式下则为 0:255。

在字节和字模式使用 10 位立即数的指令为：ADD、 ADDC、 AND、 IOR、 RETLW、 SUB、 SUBB 和 XOR。例 4-12 以 ADD 指令为例说明了如何在字节模式下使用正或负的立即数。

表 4-7： 10 位立即数编码

立即数值	字模式 kk kkkk kkkk	字节模式 kkkk kkkk
0	00 0000 0000	0000 0000
1	00 0000 0001	0000 0001
2	00 0000 0010	0000 0010
127	00 0111 1111	0111 1111
128	00 1000 0000	1000 0000
255	00 1111 1111	1111 1111
256	01 0000 0000	N/A
512	10 0000 0000	N/A
1023	11 1111 1111	N/A

例 4-12： 使用 10 位立即数作为字节操作数

```
ADD.B   #0x80, W0       ; 将 128 （或 -128）加到 W0
ADD.B   #0x380, W0      ; 出错 ... 字节模式的非法语法
ADD.B   #0xFF, W0       ; 将 255 （或 -1）加到 W0
ADD.B   #0x3FF, W0      ; 出错 ... 字节模式的非法语法
ADD.B   #0xF, W0        ; 将 15 加到 W0
ADD.B   #0x7F, W0       ; 将 127 加到 W0
ADD.B   #0x100, W0      ; 出错 ... 字节模式的非法语法
```

注： 由于字节最高位被置 1，在字节模式下使用大于 127 的立即数在功能上与使用负的二进制补码值等效。当工作于字节模式时，汇编器将接受正或负的立即数值（例如，#-10）。

4.7 软件堆栈指针和帧指针

4.7.1 软件堆栈指针

dsPIC30F 和dsPIC33F 都具有一个软件堆栈，有助于函数调用以及异常处理。W15 为默认的堆栈指针 （SP），在复位之后，它被初始化为 0x0800。这将确保在所有 dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件中 SP 都将指向有效的 RAM 单元并允许异常处理可以使用堆栈，这可能发生在用户软件对 SP 进行设定之前。在初始化时，用户可重新编程设定 SP 为数据空间内的任何地址单元。

SP 总是指向堆栈顶部第一个可供使用的字，并按照地址从低到高的原则对堆栈进行填充。SP 在弹出堆栈 （读）前递减而在压入堆栈 （写）后递增。

使用 PUSH 和 POP 指令对软件堆栈进行操作。 PUSH 和 POP 指令等同于将 W15 用作目的指针的 MOV 指令。例如，可通过以下指令将 W0 中内容压入栈顶 （TOS）：

```
PUSH W0
```

该语法等同于

```
MOV W0,[W15++]
```

通过以下指令可将 TOS 中内容返回 W0

```
POP W0
```

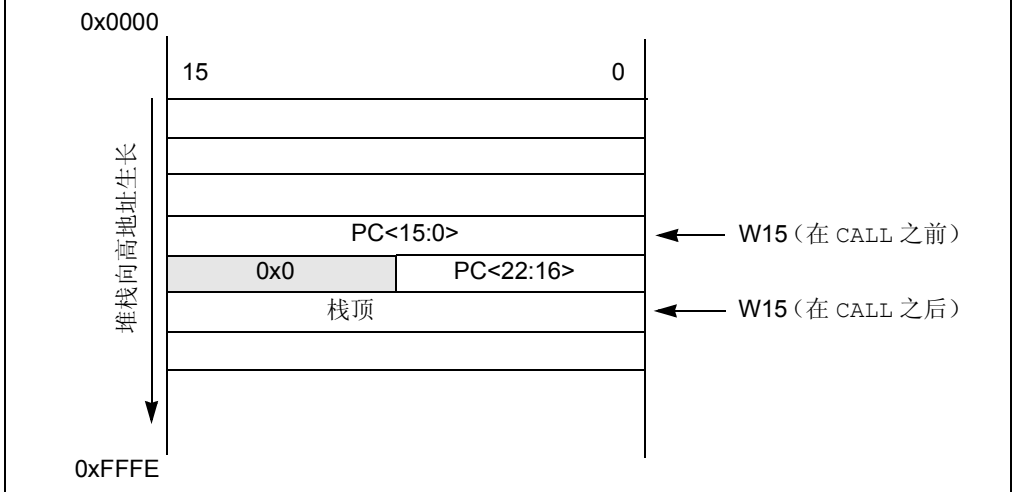
该语法等同于

```
MOV [--W15],W0
```

在执行任何 CALL 指令过程中， PC 的内容将被压入堆栈，因此当执行完子程序时程序流将从正确地址继续执行。当将 PC 压入堆栈时， PC<15:0> 被压入第一个可用的堆栈字，然后将 PC<22:16>压入堆栈。如图 4-3所示，当PC<22:16>被压入堆栈时，在压栈前PC的高七位将进行零扩展。在异常处理过程中， PC 的高 7 位将与 STATUS 寄存器的低位字节 （SRL）和 IPL<3> CORCON<3>组合起来，这将使得在中断行过程中主要的STATUS寄存器内容和CPU中断优先级被自动保存。

注：	为防止未对齐的堆栈访问操作发生， W15<0> 总是清零。

图 4-3： CALL 指令执行时的堆栈操作



注： 对于异常，第二个被压入堆栈的字的高 9 位包含 SRL 和 IPL<3>。

4.7.2 堆栈指针实例

图 4-4至图 4-7说明了例 4-13的代码段中是如何修改软件堆栈的。图 4-4显示了第一条PUSH指令执行前软件堆栈的情况。注意， SP 已被初始化为 0x0800。此外，示例代码将 0x5A5A 和 0x3636 分别装入 W0 和 W1。在图 4-5 中第一次执行压入堆栈的操作， W0 中的内容被复制到 TOS。W15被自动更新以指向下一个可用的堆栈地址单元，且新的TOS为0x0802。在图 4-6中，W1 中内容被压入堆栈，此时新的 TOS 变为 0x0804。在图 4-7 中，堆栈被弹出，将最后一次压入堆栈的值（W1 内容）复制到 W3。在弹出操作过程中， SP 将递减，且在示例代码执行结束时 TOS 最终值为 0x0802。

例 4-13： 堆栈指针的使用

```
MOV     #0x5A5A, W0     ; 将 0x5A5A 装载至 W0
MOV     #0x3636, W1     ; 将 0x3636 装载至 W1
PUSH    W0              ; 将 W0 中内容压入 TOS （见图 4-5）
PUSH    W1              ; 将 W1 中内容压入 TOS （见图 4-6）
POP     W3              ; 将 W3 中内容压入 TOS （见图 4-7）
```

图 4-4： 第一次执行 PUSH 指令之前的堆栈指针

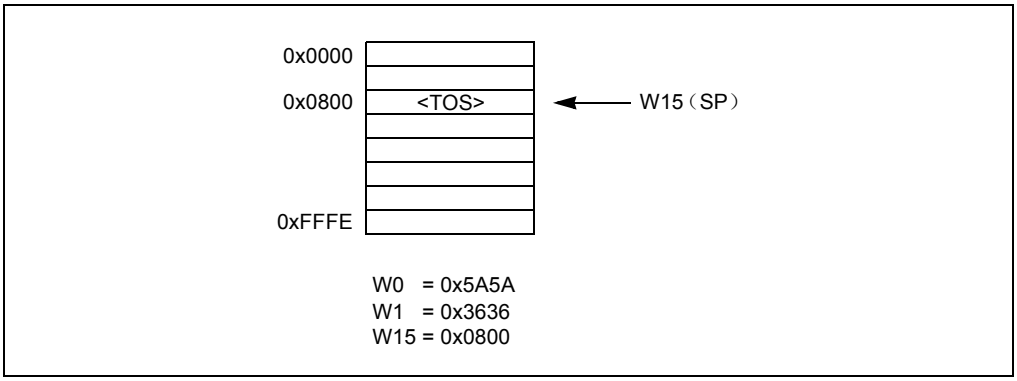


图 4-5： 执行 “PUSH W0”指令后的堆栈指针

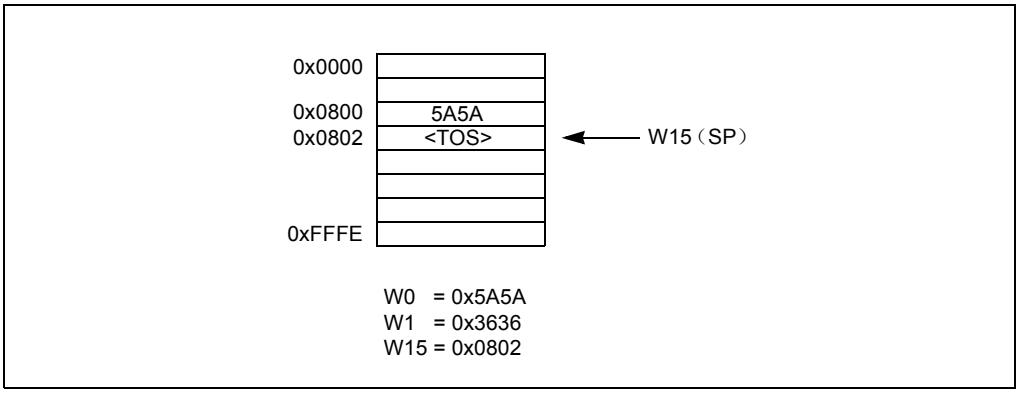


图 4-6：　　执行 “PUSH W1”指令后的堆栈指针

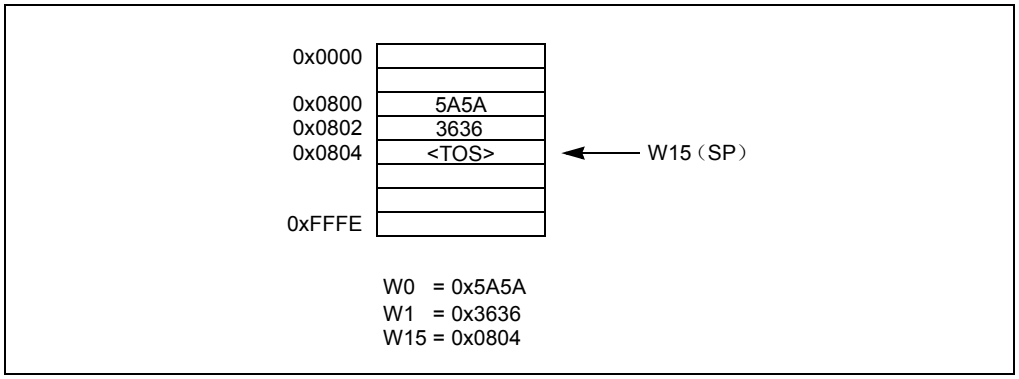
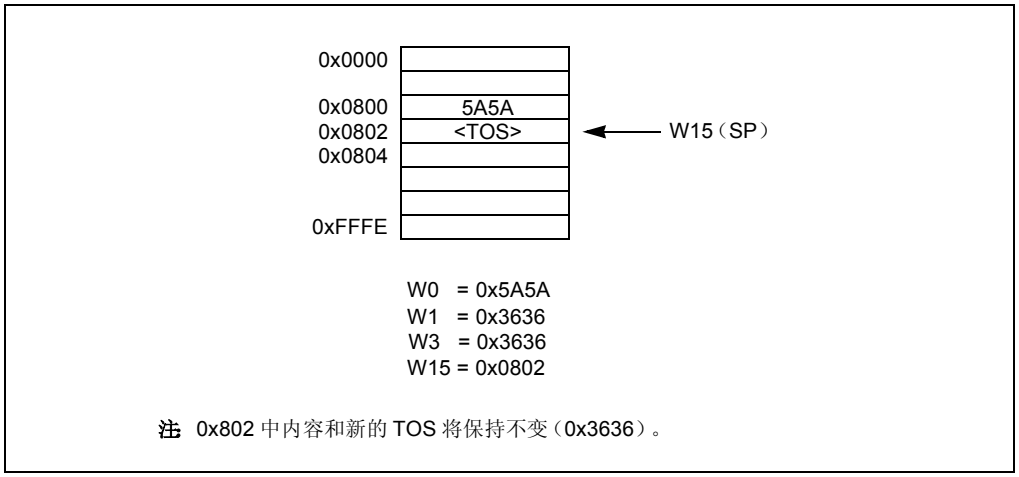


图 4-7：　　执行 “POP W3”指令后的堆栈指针



注： 0x802 中内容和新的 TOS 将保持不变（0x3636）。

4.7.3　软件堆栈帧指针

堆栈帧是用户定义的驻留在软件堆栈中的存储区。它用来为函数使用的临时变量分配存储区，可为每个函数建立一个堆栈帧。 W14 是默认的堆栈帧指针 （FP），它在任何复位时被初始化为 0x0000。如果未使用堆栈帧指针， W14 可被当作普通的工作寄存器使用。

分配堆栈帧 （LNK）和释放堆栈帧 （ULNK）指令提供了堆栈帧功能。 LNK 指令用来建立一个堆栈帧，在调用过程中用来调整 SP，这样堆栈可用来存放被调用函数使用的临时变量。在函数执行结束后，ULNK 指令用来移除 LNK 指令建立的堆栈帧。LNK 和 ULNK 指令必须总是一起使用以防止堆栈溢出。

4.7.4 堆栈帧指针实例

图 4-8至图 4-10说明了在例 4-14的代码段中是如何建立及移除堆栈帧的。该例程展示了堆栈帧是如何操作的而并不表示 dsPIC30F/33F 编译器生成的代码。图 4-8 显示了例程开始时的堆栈状态，此时所有寄存器尚未被压入堆栈。这里， W15 指向第一个可用的堆栈地址单元 （TOS），W14 指向分配给当前正在执行的函数的堆栈存储区。

在调用函数“COMPUTE”之前，函数参数（W0、W1 和 W2）被压入堆栈。在“CALL COMPUTE”指令执行之后， PC 变为 “COMPUTE”的地址，且函数 “TASKA”的返回地址被压入堆栈（图 4-9）。“COMPUTE”函数随后使用 “LNK #4”指令将调用函数的帧指针值压入堆栈，且新的帧指针将被设定指向当前堆栈指针。随后，立即数 4 被加到 W15 中的堆栈指针地址，这将为临时数据保留两个字的存储区 （图 4-10）。

在函数“COMPUTE”中， FP 用来访问函数参数以及临时（局部）变量。[W14+n] 将用来对函数使用的临时变量进行访问，而 [W14-n] 用来对参数进行访问。在函数出口， ULNK 指令被用来将帧指针地址拷贝到堆栈指针然后将调用函数的帧指针弹回 W14 寄存器。ULNK 指令将使堆栈返回至图 4-9 中所示的状态。

RETURN 指令将使程序执行返回至调用子程序的代码。调用代码负责将参数从堆栈中移除。RETURN 和 POP 指令将堆栈恢复至图 4-8 所示的状态。

例 4-14： 帧指针用法

```
TASKA:
    ...
    PUSH   W0         ; 将参数 1 压入堆栈
    PUSH   W1         ; 将参数 2 压入堆栈
    PUSH   W2         ; 将参数 3 压入堆栈
    CALL   COMPUTE    ; 调用 COMPUTE 函数
    POP    W2         ; 弹出参数 3
    POP    W1         ; 弹出参数 2
    POP    W0         ; 弹出参数 1
    ...

COMPUTE:
    LNK    #4         ; 堆栈 FP，为局部变量分配 4 个字节
    ...
    ULNK              ; 释放分配的存储区，恢复原先的 FP
    RETURN            ; 返回到 TASKA
```

图 4-8： 在例 4-14 开始时的堆栈情况

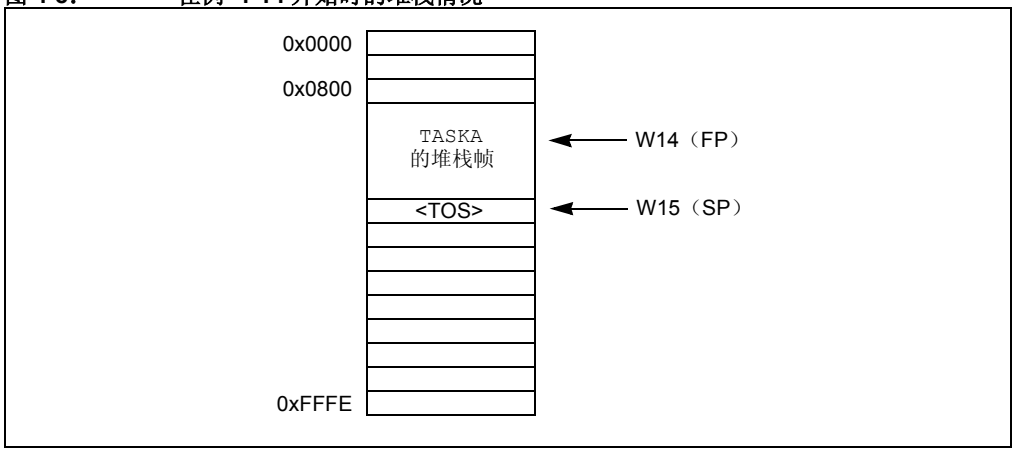


图 4-9：　“CALL COMPUTE”指令执行后的堆栈

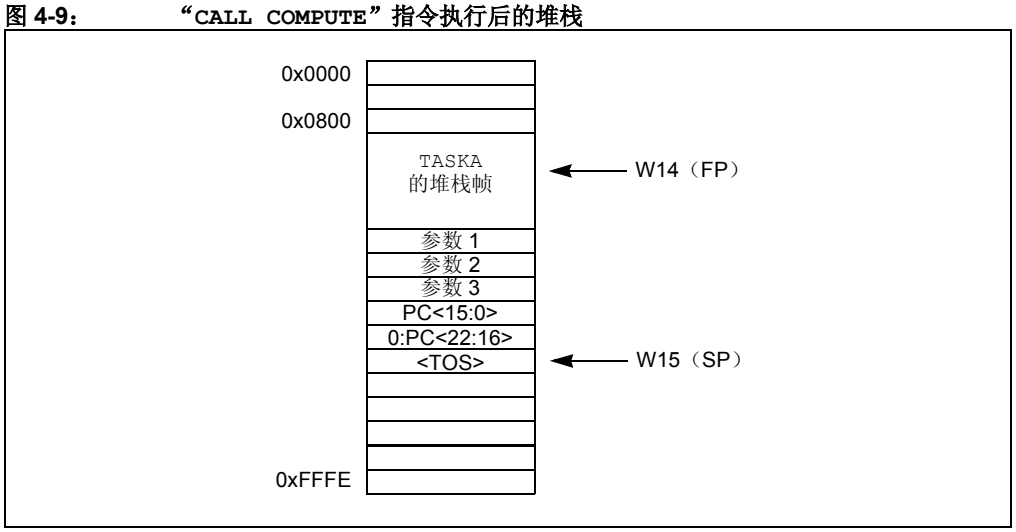
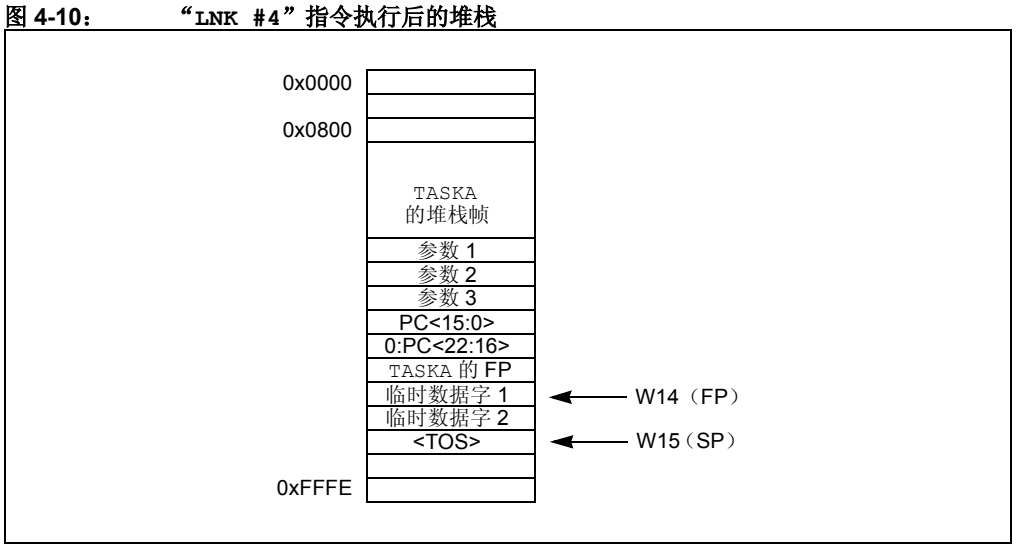


图 4-10：　“LNK #4”指令执行后的堆栈



4.7.5　堆栈指针上溢

SPLIM是与堆栈指针相关联的堆栈限制寄存器，在复位时设定为0x0000。SPLIM为16位寄存器，但 SPLIM<0> 固定为 0，这是由于所有堆栈操作必须符合字对齐的原则。

在向 SPLIM 写入字之前，不使能堆栈上溢检查。在该功能使能之后，只有器件复位才能将其禁止。所有使用 W15 作为源寄存器或目的寄存器生成的有效地址将与 SPLIM 中的值进行比较。如果有效地址大于 SPLIM 中内容，将产生堆栈出错陷阱。

如果已使能堆栈上溢检查，当 W15 有效地址计算越过了数据存储空间末端（0xFFFF）时，也将产生堆栈出错陷阱。

有关堆栈出错陷阱的更多信息，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

4.7.6　堆栈指针下溢

在复位时，堆栈指针初始化为 0x0800。如果堆栈指针地址小于 0x0800，将会启动一个堆栈出错陷阱。

注：	位于数据存储空间 0x0000 和 0x07FF 之间的地址单元通常保留用于内核和外设特殊功能寄存器 （SFR）。

4.8 条件转移指令

条件转移指令用于根据 STATUS 寄存器的内容对程序流进行控制。这些指令通常与比较类指令联合使用，但可在任何改变 STATUS 寄存器内容的操作之后有效使用这些指令。

比较指令 CP、 CP0 和 CPB 执行减法操作 （被减数 – 减数），但实际上并不保存减法操作的结果。而是仅对 STATUS 寄存器中的标志位进行更新，因此随后的条件转移指令可通过对更新后的 STATUS 寄存器内容进行测试以对程序流进行改变。如果 STATUS 寄存器的结果测试为真，将进行转移。如果 STATUS 寄存器的结果测试为假，将不转移。

表 4-8 列出了 dsPIC30F 和 dsPIC33F 所支持的条件转移指令。该表指明了 STATUS 寄存器中何种条件为真将触发转移操作。在某些情况下，指令只对单个状态位进行测试 （如在 BRA C 指令中），而在其他情况下，则会执行复杂的逻辑运算 （如在 BRA GT 指令中）。值得注意的是，通过 OA、 OB、 SA 和 SB 条件助记符， DSP 算法支持有符号和无符号的条件测试。

表 4-8： 条件转移指令

条件助记符 (1)	说明	状态测试
C	进位 (无借位)	C
GE	有符号大于或等于	($\overline{N}$&&$\overline{OV}$) || (N&&OV)
GEU(2)	无符号大于或等于	C
GT	有符号大于	($\overline{Z}$&&$\overline{N}$&&$\overline{OV}$) || ($\overline{Z}$&&N&&OV)
GTU	无符号大于	C&&$\overline{Z}$
LE	有符号小于或等于	Z || ($\overline{N}$&&OV) || (N&&$\overline{OV}$)
LEU	无符号小于或等于	$\overline{C}$ || Z
LT	有符号小于	($\overline{N}$&&OV) || (N&&$\overline{OV}$)
LTU(3)	无符号小于	$\overline{C}$
N	负	N
NC	无进位 (借位)	$\overline{C}$
NN	非负	$\overline{N}$
NOV	无溢出	$\overline{OV}$
NZ	非零	$\overline{Z}$
OA	累加器 A 溢出	OA
OB	累加器 B 溢出	OB
OV	溢出	OV
SA	累加器 A 饱和	SA
SB	累加器 B 饱和	SB
Z	零	Z

注 1： 指令形式为：BRA 助记符 ,Expr。
2： GEU 等同于 C 且反汇编为 BRA C, Expr。
3： LTU 等同于 NC 且反汇编为 BRA NC, Expr。

注： 比较和跳过指令（CPSEQ、CPSGT、CPSLT 和 CPSNE）不改变 STATUS 寄存器内容。

4.9 Z 状态位

Z 位是一个特殊的零状态位，有助于实现扩展精度的算术运算。除那些使用进位 / 借位输入的指令（ADDC、 CPB、 SUBB 和 SUBBR）外，在所有指令中 Z 位都用作普通的零标志位。对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令，Z 位只能被清零而不能被置 1。如果其中一条指令的结果是非零，*无论后续 ADDC,CPB,SUBB 或 SUBBR 指令操作结果为何，* Z 位将被清零并将保持该状态。这将允许使用 Z 位对一系列扩展精度运算的结果进行简便的零状态检查。

对多精度数据进行操作的一个指令序列 （该序列的起始指令无进位 / 借位输入）将自动把连续的零状态测试结果进行逻辑与操作。只有所有结果必须为零， Z 标志才会在操作序列结束时保持置 1。如果 ADDC、 CPB、 SUB 或 SUBBR 指令的执行结果为非零， Z 位将被清零且在所有后续的 ADDC、CPB、SUBB 或 SUBBR 指令执行过程中都将保持清零状态。例 4-15 说明了 32 位加法中 Z 标志位是如何操作的。例中将显示在使用一个 ADD/ADDC 指令序列实现 32 位加法的过程中将会对 Z 位产生何种影响。第一个实例产生了高位字为零的结果，而第二个实例产生了低位字和高位字都为零的结果。

例 4-15： 32 位加法的 Z 状态位操作

```
; 将两个双字相加 （W0:W1 和 W2:W3）
; 将结果存放在 W5:W4 中
ADD     W0, W2, W4      ;SWord 相加并将结果存放在 W4 中
ADDC    W1, W3, W5      ;MSWord 相加并将结果存放在 W5 中

在 32 位加法执行前 （结果的高位字为零）：
  W0 = 0x2342
  W1 = 0xFFF0
  W2 = 0x39AA
  W3 = 0x0010
  W4 = 0x0000
  W5 = 0x0000
  SR = 0x0000
在 32 位加法执行后：
  W0 = 0x2342
  W1 = 0xFFF0
  W2 = 0x39AA
  W3 = 0x0010
  W4 = 0x5CEC
  W5 = 0x0000
  SR = 0x0201 （DC,C=1）

在 32 位加法执行前 （结果的高位字和低位字都为零）：
  W0 = 0xB76E
  W1 = 0xFB7B
  W2 = 0x4892
  W3 = 0x0484
  W4 = 0x0000
  W5 = 0x0000
  SR = 0x0000
在 32 位加法执行后：
  W0 = 0xB76E
  W1 = 0xFB7B
  W2 = 0x4892
  W3 = 0x0485
  W4 = 0x0000
  W5 = 0x0000
  SR = 0x0103 （DC,Z,C=1）
```

4.10 规定的工作寄存器用法

dsPIC30F 和 dsPIC33F 16 个工作寄存器组成的寄存器阵列有助于高效的代码生成和算法实现。为使指令集能够实现先进性能、稳定的运行环境以及同早期 Microchip 处理器内核的向下兼容性，一些工作寄存器具有预先指定的用途。表 4-9 对这些工作寄存器的用途进行了汇总，相关的具体信息则在**第 4.10.1 节“隐含的 DSP 操作数”**至**第 4.10.3 节“与 PICmicro® 单片机的兼容性”**中给出。

表 4-9： 特殊工作寄存器用途

寄存器	特殊用途
W0	默认 WREG，除法商
W1	除法余数
W2	“MUL f” 乘积的低位字
W3	“MUL f” 乘积的高位字
W4	MAC 操作数
W5	MAC 操作数
W6	MAC 操作数
W7	MAC 操作数
W8	MAC 预取地址 (X 存储区)
W9	MAC 预取地址 (X 存储区)
W10	MAC 预取地址 (Y 存储区)
W11	MAC 预取地址 (Y 存储区)
W12	MAC 预取偏移量
W13	MAC 回写目的地址
W14	帧指针
W15	堆栈指针

4.10.1 隐含的 DSP 操作数

一些工作寄存器具有预先指定的功能，这有助于实现指令编码以及保持 DSP 类指令的统一性。所有具备预取能力的 DSP 类指令必须遵守以下 10 个寄存器指定用途的规定：

- W4-W7 用于算术操作数
- W8-W11 用于预取地址 （指针）
- W12 用于预取寄存器偏移量
- W13 用于累加器回写目的地址

这些限制仅适用于 DSP MAC 类指令，这类指令使用工作寄存器且具有预取能力 （如**第 4.14 节“DSP MAC 类指令”**所介绍）。受影响的指令包括 CLR、 ED、 EDAC、 MAC、 MOVSAC、 MPY、 MPY.N 和 MSC。

DSP 累加器类指令（在**第 4.15 节“DSP 累加器类指令”**中介绍）无须遵守表 4-9 中列出的工作寄存器用途规定且可在需要时不受限制地使用任何工作寄存器。

4.10.2 隐含的帧指针和堆栈指针

为满足软件堆栈使用的需要， W14 是隐含的帧指针 （用于 LNK 和 ULNK 指令），而 W15 是隐含的堆栈指针 （用于 CALL、 LNK、 POP、 PUSH、 RCALL、 RETFIE、 RETLW、 RETURN、 TRAP 和 ULNK 指令）。尽管 W14 和 W15 具有隐含的用途，其仍可在任何指令中用作一般的操作数，但**第 4.10.1 节 “隐含的 DSP 操作数”**中所列出的情况除外。如果 W14 和 W15 必须被用作其他用途 （我们强烈建议仍将其保留作为帧指针和堆栈指针），用户必须特特别注意防止运行时环境被破坏。

4.10.3 与 PICmicro® 单片机的兼容性

4.10.3.1 默认工作寄存器 WREG

为使 Microchip PICmicro MCU 系列的用户能够方便地移植到 dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件，该款器件的指令集尽可能保持了与 PICmicro MCU 指令集的一致性。 dsPIC30F/33F 与 PICmicro MCU 的一个主要不同之处在于提供的工作寄存器数量。PICmicro MCU 系列仅提供一个 8 位工作寄存器，而 dsPIC30F 和 dsPIC33F 则提供 16 个 16 位工作寄存器。为与 PICmicro MCU 单一工作寄存器的架构相适应， dsPIC30F/33F 指令集为所有传统的文件寄存器指令指定了一个工作寄存器作为默认工作寄存器。默认的工作寄存器设定为 W0，该寄存器为所有采用文件寄存器寻址模式的指令所使用。

此外， dsPIC30F/33F 汇编器用来指定默认工作寄存器的语法与 PICmicro MCU 汇编器相似。如**第 5 章 “指令描述”**中所介绍，“WREG”必须用于指定默认工作寄存器。例 4-16 给出了几种使用 WREG 的指令。

例 4-16： 使用默认工作寄存器 WREG

```
ADD     RAM100          ; 将 RAM100 和 WREG 相加，结果存入 RAM100
ASR     RAM100, WREG    ; 右移 RAM100，结果存入 WREG
CLR.B   WREG            ; 将 WREG 低位字节清零
DEC     RAM100, WREG    ; 将 RAM100 递减，结果存入 WREG
MOV     WREG, RAM100    ; 将 WREG 中内容传送到 RAM100
SETM    WREG            ; 将 WREG 中所有位置 1
XOR     RAM100          ; 将 RAM100 与 WREG 进行异或，结果存入 RAM100
```

4.10.3.2 PRODH:PRODL 寄存器对

Microchip PICmicro MCU 和 dsPIC30F/33F 架构之间的另一个显著差异是乘法器。一些 PICmicro MCU 系列支持一个 8 位 x 8 位乘法器，将乘积存放到 PRODH:PRODL 寄存器对中。dsPIC30F 和 dsPIC33F 具有一个 17 位 x 17 位乘法器，可将结果存放到任何两个连续的工作寄存器中 （从偶数编号寄存器开始存放），或一个累加器中。

尽管存在这一架构上的差异，dsPIC30F 和 dsPIC33F 仍然通过“MUL{.B} f”指令（在第 5-169 页中介绍）支持传统的文件寄存器乘法指令 （MULWF）。通过将 PRODH:PRODL 寄存器映射到工作寄存器对 W3:W2 可以实现对传统 MULWF 指令的支持。这表明当“MUL{.B}f”工作于字模式时，乘法操作将产生一个 32 位乘积并存放在 W3:W2 工作寄存器对中，其中 W3 用于存放乘积的高位字而 W2 则用于存放低位字。当“MUL{.B} f”工作于字节模式时， 16 位乘积存放在 W2 中而 W3 将不受影响。该指令的示如例 4-17 所示。

例 4-17： 无符号 f 和 WREG 相乘 （传统 MULWF 指令）

```
MUL.B   0x100       ;(0x100)*WREG （字节模式），存放到 W2
指令执行前：
   W0 （WREG） = 0x7705
   W2 = 0x1235
   W3 = 0x1000
   数据存储区 0x0100 = 0x1255
指令执行后：
   W0 （WREG） = 0x7705
   W2 = 0x01A9
   W3 = 0x1000
数据存储区 0x0100 = 0x1255


MUL     0x100       ;(0x100)*WREG （字模式），存放到 W3:W2
指令执行前：
   W0 （WREG） = 0x7705
   W2 = 0x1235
   W3 = 0x1000
 数据存储区 0x0100 = 0x1255
指令执行后：
   W0 （WREG） = 0x7705
   W2 = 0xDEA9
   W3 = 0x0885
 数据存储区 0x0100 = 0x1255
```

4.10.3.3 使用 WREG 传送数据

“MOV{.B} f {,WREG}”指令 （在第 5-145 页中介绍）和 “MOV{.B} WREG, f”指令 （在第 5-146 页中介绍）允许在文件寄存器和 WREG（工作寄存器 W0）之间进行字节或字数据的传送。这些指令提供了与 Microchip PICmicro MCU 传统指令 MOVF 和 MOVWF 指令等同的功能。

在所有 MOV 指令中，只有 “MOV{.B} f {,WREG}”和 “MOV{.B} WREG, f”指令支持文件寄存器之间字节数据的传送。例 4-18 给出了几种使用 WREG 的 MOV 指令实例。

注： 当在文件寄存器和工作寄存器阵列之间进行数据字的传送时，“MOV Wns, f”和 “MOV f, Wnd”指令允许任何工作寄存器 （W0:W15）用作源寄存器或目的寄存器，而不只是 WREG 寄存器。

例 4-18： 使用 WREG 传送数据

```
MOV.B   0x1001, WREG   ; 将存放在地址单元 0x1001 中的字节传送到 W0
MOV     0x1000, WREG   ; 将存放在地址单元 0x1000 中的字传送到 W0
MOV.B   WREG, TBLPAG   ; 将存放在 W0 的字节传送到 TBLPAG 寄存器
MOV     WREG, 0x804    ; 将存放在 W0 的字传送到地址单元 0x804
```

4.11 DSP 数据格式

4.11.1 整数和小数数据

dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件支持整数和小数数据类型。整型数据固有表示形式为有符号的二进制补码值，其中最高位定义为符号位。通常来说，N 位二进制补码整数的范围为 -2^{N-1} 至 $2^{N-1} – 1$。对于 16 位整数，数据范围为 -32768 （0x8000）至 32767 （0x7FFF），包括 0。对于 32 位整数，数据范围为 -2,147,483,648 （0x8000 0000）至 2,147,483,647 （0x7FFF FFFF）。

小数数据表示为二进制补码数，其中最高位定义为符号位，小数点即隐含于符号位之后。这种格式通常被称为 1.15（或 Q15）格式，其中 1 是用来表示数据的整数部分的位数，而 15 是用来表示小数部分的位数。采用这种隐含小数点的N位二进制补码表示的小数范围是-1.0至（$1 – 2^{1-N}$）。对于 16 位小数，1.15 数据格式的范围为 -1.0（0x8000）至 0.999969482（0x7FFF），包括 0.0 且精度为 3.05176×10^{-5}。在普通饱和模式下，32 位累加器使用 1.31 数据格式，可将精度提高至 4.6566×10^{-10}。

超饱和模式通过使用累加器最高位寄存器 （ACCxU）的 8 个位作为警戒位扩展了累加器的动态范围。如果存放在累加器中的值发生溢出超出了 32 位的限制，此时将借助警戒位实现 DSP 算法。当 **ACCSAT** 位 （CORCON<4>）置 1 时，将使能该模式并将累加器扩展为 40 位。此时，累加器可支持的整数范围为 -5.498×10^{11}（0x80 0000 0000）至 5.498×10^{11}（0x7F FFFF FFFF）。在小数模式下，累加器的警戒位不会改变小数点的位置且 40 位累加器使用 9.31 小数格式。注意，所有小数运算的结果都存放在 40 位累加器中，并采用 1.31 小数点格式进行对齐。在整数模式下，警戒位仅增加了累加器的动态范围。 9.31 小数格式的范围为 -256.0 （0x80 0000 0000）至（$256.0 – 4.65661 \times 10^{-10}$）（0x7F FFFF FFFF）。表 4-10 指明了对于 16 位、32 位和 40 位寄存器， dsPIC30F/33F 器件中整数和小数的范围和精度。

应注意，除 DSP 乘法操作之外， dsPIC30F 和 dsPIC33F ALU 对于整数和小数数据的操作是相同的。也就是说，两个整数相加将产生与两个小数相加相同的结果 （二进制数）。唯一的差别在于用户如何对该结果进行解释。然而， DSP 操作执行的乘法是不同的。在这些指令中，数据格式的选择是通过设定 **IF** 位 CORCON<0> 来进行的。因此必须对其进行设定，将其设定为 0 选择小数模式，设定为 1 则选择整数模式。因为 dsPIC30F/33F 小数使用隐含的小数点，因此需要进行上述设定。在整数模式下，两个 16 位整数相乘将产生一个 32 位整数结果。然而，两个 1.15 格式的值相乘将产生一个 2.30 格式的结果。由于 dsPIC30F 和 dsPIC33F 器件的累加器采用 1.31 数据格式，小数模式的 DSP 乘法执行过程也包括一个左移一位的操作以保持小数点能够正确对齐。该特点将使 DSP 乘法器的精度降低至 2^{-30} ，但对于计算将不会产生其他影响 （例如，0.5 x 0.5 = 0.25）。

表 4-10： dsPIC30F/33F 的数据范围

寄存器大小	整数范围	小数范围	小数精度
16-bit	-32768 至 32767	-1.0 至 $(1.0 – 2^{-15})$	3.052×10^{-5}
32-bit	-2,147,483,648 至 2,147,483,647	-1.0 至 $(1.0 – 2^{-31})$	4.657×10^{-10}
40-bit	-549,755,813,888 至 549,755,813,887	-256.0 至 $(256.0 – 2^{-31})$	4.657×10^{-10}

4.11.2 整数和小数数据的表示

掌握 dsPIC30F 和 dsPIC33F 中整数和小数数据的表示方法是利用 dsPIC30F 和 dsPIC33F 实现控制应用的基础。无论整数还是小数数据都将最高位作为符号位，且随着数据位的位置向最低位递进一位，其二进制指数将递减 1。N 位整数的二进制指数从最高位开始且其指数为（N-1），最后为最低位且其指数为 0。对于 N 位小数，二进制幂从最高位开始且其指数为 0，最终为最低位且其指数为 （1-N）。图 4-11 和图 4-12 分别显示了正数和负数的表示方法。

整数和小数表示法之间的转换可通过使用简单的除法和乘法来实现。将整数值除以 2^{N-1} 可以实现从 N 位整数至小数的转换。同样，将小数值乘以 2^{N-1} 可实现 N 位小数至整数的转换。

图 4-11： 0x4001 的不同表示

整数:

0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

-2^{15} 2^{14} 2^{13} 2^{12} . . . . . 2^{0}

0x4001 = $2^{14} + 2^{0}$ = 16384 + 1 = **16385**

1.15 小数:

0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

-2^{0} . 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3} . . . . . 2^{-15}

隐含的小数点

0x4001 = $2^{-1} + 2^{-15}$ = 0.5 + .000030518 = **0.500030518**

图 4-12： 0xC002 的不同表示

整数:

1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

-2^{15} 2^{14} 2^{13} 2^{12} . . . . . 2^{0}

0xC002 = $-2^{15} + 2^{14} + 2^{1}$= -32768 + 16384 + 2 = **-16382**

1.15 小数:

1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

-2^{0} . 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3} . . . . . 2^{-15}

隐含的小数点

0xC002 = $-2^{0} + 2^{-1} + 2^{-14}$ = -1.0 + 0.5 + 0.000061035 = **-0.499938965**

4.12 累加器的使用

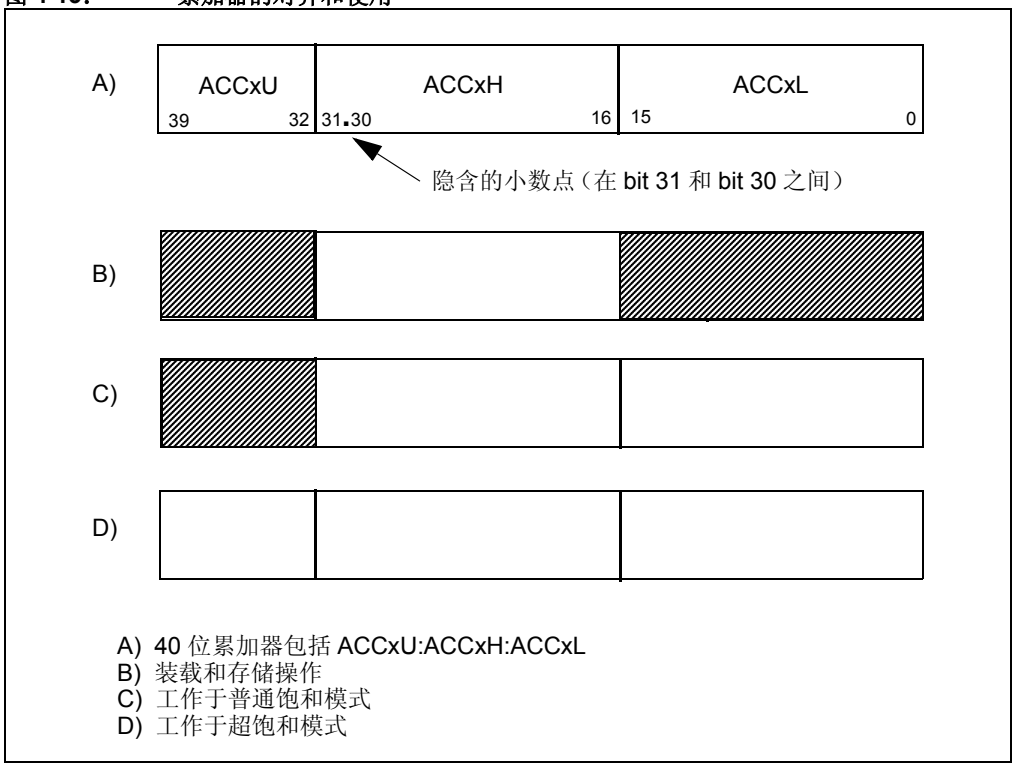
DSP 类指令使用累加器 A 和 B 来执行数学和移位操作。由于累加器为 40 位宽而 X 和 Y 数据宽度只有 16 位，因此用户必须了解累加器执行装载和存储操作的方法。

图 4-13中A项显示每一个40位累加器（ACCA和ACCB）包含一个8位最高位寄存器（ACCxU），一个 16 位高位寄存器 （ACCxH）和一个 16 位低位寄存器 （ACCxL）。为满足总线对齐要求以并提供实现 1.31 数学格式的能力，将 ACCxH 用作累加器装载操作的目的寄存器 （使用 LAC 指令），以及累加器存储操作的源寄存器 （使用 SAC.R 指令）。图 4-13 中的 B 项显示了该情形，其中累加器的最高位和低位部分采用阴影表示。实际上在累加器装载过程中，将对 ACCxL 进行零回填且对 ACCxU 进行符号扩展以表示装载在 ACCxH 中值的符号。

当使能普通饱和模式（31 位）时，DSP 操作（例如 ADD、MAC 和 MSC 等等）仅利用 ACCxH:ACCxL（如图 4-13 中 C 项所示）而 ACCxU 仅用来保持存储在 ACCxH:ACCxL 中值的符号。例如，当执行 MPY 指令时，结果将存放在 ACCxH:ACCxL 中，而结果的符号通过 ACCxU 进行扩展。

当使能超饱和模式时，可利用累加器中的所有寄存器 （如图 4-13 中 D 项所示）且 DSP 操作结果将存放在 ACCxU:ACCxH:ACCxL 中。如**第 4.11.1 节 “整数和小数数据”**中介绍， ACCxU 的作用是使得累加器的动态范围得到扩展。有关普通和超饱和模式下累加器中存储值范围的介绍，可参阅表 4-10。

图 4-13： 累加器的对齐和使用



A) 40 位累加器包括 ACCxU:ACCxH:ACCxL
B) 装载和存储操作
C) 工作于普通饱和模式
D) 工作于超饱和模式

4.13 累加器访问

同任何其他特殊功能寄存器一样，构成累加器 A 和累加器 B 的 6 个寄存器皆为存储器映射的。此特点使其支持文件寄存器寻址和间接寻址模式，任何支持此两种寻址模式之一的指令均可对其进行访问。然而，建议使用 DSP 类指令 LAC、SAC 和 SAC.R 对累加器进行装载和存储操作，因为这些指令具备符号扩展、移位以及舍入能力。LAC、SAC 和 SAC.R 指令的细节将在**第 5 章 “指令描述”**给出。

注：	为方便起见，将 ACCAU 和 ACCBU 符号扩展至 16 位。这为通过字节模式或字模式访问这些寄存器提供了灵活性（当使用文件寄存器寻址或间接寻址模式时）。

4.14 DSP MAC 类指令

DSP 乘法和累加（MAC）操作是一组最高效利用 dsPIC30F 和 dsPIC33F 架构的特殊指令。表 4-11 中所示的 DSP MAC 类指令使用 CPU 内核的 X 和 Y 数据线，这将使得这些指令可在一个周期内执行以下操作：

- 使用预取工作寄存器（MAC 预取）两次读数据存储区
- 对预取工作寄存器进行两次更新（MAC 预取寄存器更新）
- 使用一个累加器执行一次数学运算（MAC 操作）

此外，10 条 DSP MAC 类指令中的 4 条也能对一个累加器执行操作，并存储另一个累加器舍入后的内容。该功能称为累加器回写（WB），可为软件开发人员提供较高的灵活性。例如，累加器 WB 可用来同时运行两个算法，或高效处理复杂的复数以及用于其他的用途。

表 4-11： DSP MAC 类指令

指令	说明	累加器回写？
CLR	清零累加器	是
ED	欧几里德距离 (无累加)	否
EDAC	欧几里德距离	否
MAC	相乘并累加	是
MAC	平方并累加	否
MOVSAC	X 总线和 Y 总线数据传送	是
MPY	相乘并将结果存储到累加器中	否
MPY	平方并将结果存储到累加器中	否
MPY.N	相乘取反并将结果存储到累加器中	否
MSC	相乘并将结果从累加器中减去	是

4.14.1 MAC 预取

预取（或读数据）是通过存放在工作寄存器的有效地址来实现的。对数据存储区的两次预取操作必须使用表 4-9 中所示的工作寄存器分配进行指定。其中一次读必须使用 W8 或 W9 对 X 数据总线操作，另一次读必须使用 W10 或 W11 对 Y 数据总线操作。用于两种预取操作的允许目的寄存器是 W4–W7。

如表 4-3 中所示，MAC 类指令使用一种特殊的寻址模式。该模式为寄存器偏移量寻址模式，在寻址过程中使用 W12 寄存器。在该模式中，预取操作是通过使用指定工作寄存器中的有效地址加上存放在 W12 中的 16 位有符号值来实现的。寄存器偏移量寻址只可通过 W9 寄存器在 X 数据存储空间中使用以及 W11 寄存器在 Y 数据存储空间中使用。

4.14.2 MAC 预取寄存器更新

在 MAC 预取执行之后，可对存放在每一个预取工作寄存器中的有效地址进行更改。这个特点可对顺序存储在 X 和 Y 存储区中的数据实现高效的单周期处理。由于所有 DSP 类指令都工作于字模式，只可对存放在工作寄存器中的有效地址进行偶数更新。每一个预取寄存器可允许的地址更改是 -6、-4、-2、0（无更新）、+2、+4 和 +6。这表明可对每一个方向的 3 个字进行有效地址更新。

当使用寄存器偏移量寻址模式时，将不对基本预取寄存器（W9 或 W11）或偏移量寄存器（W12）进行更新。

4.14.3 MAC 操作

DSP MAC 类指令执行的数学运算主要包括将两个工作寄存器中内容相乘并将结果加到或存入累加器 A 或累加器 B。执行这些操作的指令包括 MAC、 MPY、 MPY.N 和 MSC。表 4-9 表明在 MAC 类指令中 W4-W7 必须用作数据源操作数。 W4-W7 可以任何形式进行组合，当同一工作寄存器同时被指定为源操作数和目的操作数时，将执行平方或平方且累加操作。

基于欧几里德距离运算的定义，对于 ED 和 EDAC 指令，指令*必须*指定相同的被乘数操作数。该指令的另一个独特特征是，从 X 和 Y 存储区预取出的值并非实际存放在 W4-W7 中的值。相反，W4-W7 只存放预取数据字的*差值*。

其余的两个 MAC 类指令 CLR 和 MOVSAC 用来启动或完成一系列 MAC 或 EDAC 指令而不使用乘法器。 CLR 可用来对累加器 A 或 B 进行清零，从数据存储区预取两个值且存储另一个累加器的内容。相同地， MOVSAC 可用来从数据存储区预取两个值以并存储任一累加器中的内容。

4.14.4 MAC 回写

DSP MAC 类指令具有的回写能力有利于实现算法的高效处理。这个特点使得在同一个周期内，可使用一个累加器执行一个数学运算并将另一个累加器舍入后的内容进行存储。如表 4-9 中所示，寄存器 W13 被指定用来执行回写且支持两种寻址模式：直接寻址和执行后递增的间接寻址。

CLR、MOVSAC 和 MSC 指令支持累加器回写，而 ED、EDAC、MPY 和 MPY.N 指令并不支持累加器回写。将两个不同的工作寄存器内容相乘的 MAC 类指令也支持累加器回写。然而，平方并累加的 MAC 类指令不支持累加器回写 （见表 4-11）。

4.14.5 MAC 语法

关于预取和累加器回写，根据指令类型和执行的操作， MAC 类指令的语法具有几种格式。除了 CLR 和 MOVSAC 指令，所有 MAC 类指令必须指定目的累加器以及两个被乘数，如例 4-19 所示。

例 4-19： 基本 MAC 语法

```
; 无预取的 MAC
MAC W4*W5, A

                    乘法 W4*W5，累加至 ACCA

; 无预取的 MAC
MAC W7*W7, B

                    乘法 W7*W7，累加至 ACCB
```

如果指令中使用预取，汇编器能够根据用于有效地址的寄存器区别出 X 还是 Y 存储区数据预取。[W8]或[W9]用于指定X存储区预取而[W10]或[W11]指定Y预取。根据语法要求，需要在工作寄存器两边加方括号，表明通过间接寻址实现预取。当使用地址修改时，必须使用类似于减－等于或加－等于“C”的语法（例如，“[W8]-=2”或“[W8]+=6”）对其进行指定。当寄存器偏移量寻址用于预取时， W12 被置于方括号之内 （[W9+W12] 用于 X 存储区预取， [W11+W12] 用于 Y 存储区预取）。每个预取操作也必须指定一个预取目的寄存器 （W4-W7）。在指令语法中，目的寄存器出现在预取寄存器之前。预取的合法形式如例 4-20 所示。

例 4-20： MAC 预取语法

```
; 仅从 X 存储区预取的 MAC
MAC W5*W6, A,   [W8]+=2, W5

                    ACCA=ACCA+W5*W6
                    X([W8]+=2)→W5

; 仅从 Y 存储区预取的 MAC
MAC W5*W5, B, [W11+W12], W5

                    ACCB=ACCB+W5*W5
                    Y([W11+W12])→W5

; 从 X/Y 存储区预取的 MAC
MAC W6*W7, B,  [W9], W6,  [W10]+=4, W7

                    ACCB=ACCB+W6*W7
                    X([W9])→W6
                    Y([W10]+=4)→W7
```

如果指令中使用累加器回写，将在最后对其进行指定。回写操作必须使用 W13 寄存器，而允许的回写形式包括 “W13”以及 “[W13]+=2”，分别用于直接寻址以及执行后递增的间接寻址。根据定义，将不对数学运算中未使用的累加器的内容进行存储，因此指令中不指定回写累加器。累加器回写 （WB）的合法形式如例 4-21 所示。

例 4-21： MAC 累加器回写语法

```
; 对 ACCB 直接回写的 CLR
CLR A,  W13
        0 → ACCA
        ACCB → W13

; 对 ACCB 间接回写的 MAC
MAC W4*W5, A   [W13]+=2
               ACCA=ACCA+W4*W5
               ACCB → [W13]+=2

; 对 ACCA 直接回写及 Y 预取 MAC
MAC W4*W5, B,  [W10]+=2, W4,  W13
               ACCB=ACCB+W4*W5
               Y([W10]+=2)→ W4
               ACCA → W13
```

综上所述，例 4-22 中给出了实现两次预取和一次回写的一条 MSC 指令。

例 4-22： 执行两次预取和累加器回写的 MSC 指令

```
; 具有 X/Y 预取功能的 MSC 指令，对 ACCA 间接回写
MSC W6*W7, B, [W8]+=2, W6, [W10]-=6, W7 [W13]+=2
              ACCB=ACCB-W6*W7
              X([W8]+=2)→W6
              Y([W10]-=6)→W7
              ACCA→[W13]+=2
```

4.15 DSP 累加器类指令

DSP 累加器类指令不具有预取功能或累加器回写能力，但提供了加法、求反、移位以及将任一 40 位累加器内容进行存储的能力。此外，ADD 和 SUB 指令允许对两个累加器进行相加或相减。DSP 累加器类指令如表 4-12 所示，有关指令的详细介绍将在**第 5 章 “指令描述”**给出。

表 4-12： DSP 累加器类指令

指令	说明	具有累加器回写功能？
ADD	累加器相加	无
ADD	16 位有符号数与累加器相加	无
LAC	装载累加器	无
NEG	求反累加器	无
SAC	存储累加器的内容	无
SAC.R	存储舍入后的累加器内容	无
SFTAC	对累加器进行算术移位，移位位数由立即数指定	无
SFTAC	对累加器进行算术移位，移位位数由 （Wn）指定	无
SUB	累加器相减	无

4.16 使用 FBCL 指令换算数据

为尽可能缩小与使用 DSP 类指令进行的数据处理相关的量化误差，充分利用运算得到的全部数值结果很重要。这可能需要将数据按比例放大以避免出现下溢（例如，处理来自 12 位 ADC 的数据时），或将数据按比例缩小以避免溢出 （例如，将数据发送至 10 位 DAC 时）。必须对数据进行换算处理以将量化误差最小化。换算比例的确定取决于被操作输入数据的动态范围以及所需的输出数据动态范围。有时，这些条件是事先知晓的，因而可采用固定的换算系数。在其他一些场合，换算条件可能不是固定或已知的，这样就必须使用动态换算方法对数据进行处理。

FBCL 指令 （检测从左开始首先发生变化的数据位）可用来高效实现动态换算，因为它可确定一个值的指数。一个定点或整数值的指数表征该值在出现溢出前可进行移位的位数。这个信息是很有用的，因为它可用来实现数据的“满量程”换算，即其换算后的数值表示可利用所存放寄存器中的所有位。

FBCL 指令通过按照从值的符号位至 LSB 的顺序检测第一个发生变化的数据位来确定数据字的指数。由于 dsPIC DSC 器件的桶形移位寄存器使用负值指定左移操作， FBCL 指令返回值的指数的相反数。如果对值进行按比例放大，这将允许立即执行随后的移位操作，而移位位数由 FBCL 指令的返回值确定。此外，由于 FBCL 指令只对有符号值进行操作，因此 FBCL 产生的结果处于 -15:0 范围内。当 FBCL 指令返回 0 时，表明该值已处于满量程。当指令返回 -15 时，表明不能对该值进行换算 （和 0x0 以及 0xFFFF 的情况一样）。表 4-13 显示不同动态范围的字数据，它们的指数以及每一数据经过换算实现动态范围最大化后的值。例 4-23 说明了如何利用 FBCL 指令进行数据块处理。

表 4-13： 换算实例

字值	指数	满量程值 (字值 << 指数)
0x0001	14	0x4000
0x0002	13	0x4000
0x0004	12	0x4000
0x0100	6	0x4000
0x01FF	6	0x7FC0
0x0806	3	0x4030
0x2007	1	0x400E
0x4800	0	0x4800
0x7000	0	0x7000
0x8000	0	0x8000
0x900A	0	0x900A
0xE001	2	0x8004
0xFF07	7	0x8380

注： 对于字值 0x0000 和 0xFFFF， FBCL 指令返回 -15。

作为一个实际的例子，假定以数据块处理的方式对一个数据序列进行处理。该数据系列以 1.15 小数格式存储且动态范围很小。为使量化误差最小，可对数据按比例放大以避免在对其进行处理时出现量化丢失。可通过对序列中具有最大幅值的样本数据执行 FBCL 指令以确定用于处理数据最佳的换算系数值。注意，通过将数据左移可使数据按比例增大。下面的代码段说明了这一点。

例 4-23： 使用 FBCL 进行换算

```
    ; 假定 W0 包含数据块中的最大绝对值
    ; 假定 W4 指向数据块的开始处
    ; 假定数据块包含 BLOCK_SIZE 个字

    ; 确定用于换算操作的指数
    FBCL    W0, W2              ; 存储指数到 W2 中

    ; 在数据处理前对整个数据块进行换算
    DO      #(BLOCK_SIZE-1), SCALE
    LAC     [W4], A             ; 将下一个数据样本传送到 ACCA
    SFTAC   A, W2               ; 对 ACCA 进行移位操作，移位位数由 W2 中内容确定
SCALE:
    SAC     A, [W4++]           ; 存储换算后的输入 （将原来数据覆盖）

    ; 现在处理数据
    ; （处理模块放在这里）
```

4.17 使用 FBCL 指令将累加器中内容归一化

对量化后的值进行换算以实现最大动态范围的过程被称为归一化 （表 4-13 中的第三列数据包含了归一化的数据）。累加器归一化作为一项技术，用来确保在存储累加器中数据之前累加器是正确对齐的，而 FBCL 指令有利于实现该功能。

每一个 40 位累加器都具有 ACCxU 寄存器的 8 个警戒位，这使得当工作于超饱和模式时累加器的动态范围从 1.31 扩展至 9.31（见**第 4.11.1 节“整数和小数数据”**）。然而，即使在超饱和模式，用于存储舍入后的累加器中内容的指令 （SAC.R）只存储 ACCxH 中的 16 位数据 （以 1.15 格式），如**第 4.12 节 “累加器的使用”**所介绍。在某些情况下，这可能产生问题。

通过下述方法可实现正确的数据对齐以存储累加器中的内容。如果 ACCxU 正被使用，则将累加器中内容按比例缩小。如果 ACCxH 中所有位都未被使用，则将累加器中内容按比例放大。FBCL 指令必须对 ACCxU 字节和 ACCxH 字进行操作以实现上述的换算。如果需要进行移位，将采用 ALU的40位移位寄存器，使用SFTAC指令来执行换算操作。例 4-24包含实现累加器归一化的代码段。

例 4-24： 使用 FBCL 实现归一化

```
; 假定 ACCA 中的操作刚结束 （SR 未改变）
; 假定处理器处于超饱和模式
; 假定 ACCAH 定义为 ACCAH （0x24）的地址

    MOV     #ACCAH, W5          ;W5 指向 ACCAH
    BRA     OA, FBCL_GUARD      ; 如果溢出，则右移
FBCL_HI:
    FBCL    [W5], W0            ; 求出用于左移操作的指数
    BRA     SHIFT_ACC           ; 转移到移位处理
FBCL_GUARD:
    FBCL    [++W5], W0          ; 求出用于右移操作的指数
    ADD.B   W0, #15, W0         ; 调整用于右移操作的符号
SHIFT_ACC:
    SFTAC   A, W0               ; 对 ACCA 进行移位操作以实现归一化
```

注：

第 5 章 指令描述

目录

本章主要包括以下内容：

5.1 指令符号

表 1-2 列出了**第 5.4 节 “指令描述”**中使用的所有符号。

5.2 指令编码字段描述符介绍

表 5-1 至表 5-12 显示了**第 5.4 节 “指令描述”**中使用的所有指令编码字段描述符。

表 5-1： 指令编码字段描述符

字段	描述
A	累加器选择位：0 = ACCA ； 1 = ACCB
aa	累加器回写模式 (见表 5-12)
B	字节模式选择位：0 = 字操作； 1 = 字节操作
bbbb	4 位位置选择 (4-bit bit position select)： 0000 = LSB ； 1111 = MSB
D	目的地址位： 0 = 结果存放在 WREG 中； 1 = 结果存放在文件寄存器中
dddd	Wd 目的寄存器选择： 0000 = W0 ； 1111 = W15
f ffff ffff ffff	13 位文件寄存器地址 (0x0000 至 0x1FFF)
fff ffff ffff ffff	15 位文件寄存器字地址 (隐含 0 LSB) (0x0000 至 0xFFFE)
ffff ffff ffff ffff	16 位文件寄存器字节地址 (0x0000 至 0xFFFF)
ggg	用于 Ws 源寄存器的寄存器偏移量寻址模式 (见表 5-4)
hhh	用于 Wd 目的寄存器的寄存器偏移量寻址模式 (见表 5-5)
iiii	X 存储区预取操作 (见表 5-6)
jjjj	Y 存储区预取操作 (见表 5-8)
k	1 位立即数字段，常数或表达式
kkkk	4 位立即数字段，常数或表达式
kk kkkk	6 位立即数字段，常数或表达式
kkkk kkkk	8 位立即数字段，常数或表达式
kk kkkk kkkk	10 位立即数字段，常数或表达式
kk kkkk kkkk kkkk	14 位立即数字段，常数或表达式
kkkk kkkk kkkk kkkk	16 位立即数字段，常数或表达式
mm	使用相同工作寄存器时的乘法源操作数选择 (见 表 5-10)
mmm	使用不同工作寄存器时的乘法源操作数选择 (见表 5-11)
nnnn nnnn nnnn nnn0 nnn nnnn	用于 CALL 和 GOTO 指令的 23 位程序地址
nnnn nnnn nnnn nnnn	用于相对转移 / 调用指令的 16 位程序偏移量字段
ppp	用于 Ws 源寄存器的寻址模式 (见表 5-2)
qqq	用于 Wd 目的寄存器的寻址模式 (见表 5-3)
rrrr	桶形移位计数
ssss	Ws 源寄存器选择： 0000 = W0 ； 1111 = W15
tttt	被除数选择，高位字
vvvv	被除数选择，低位字
W	双字模式选择位：0 = 字操作； 1 = 双字操作
wwww	Wb 基准寄存器选择：0000 = W0 ； 1111 = W15
xx	X 数据空间预取目的寄存器 (见表 5-7)
xxxx xxxx xxxx xxxx	16 位未用字段 (无关)
yy	Y 数据空间预取目的寄存器 (见表 5-9)
z	位测试目的：0 = C 标志位； 1 = Z 标志位

表 5-2：　　用于 Ws 源寄存器的寻址模式

ppp	寻址模式	源操作数
000	寄存器直接	Ws
001	间接	[Ws]
010	执行后递减的间接	[Ws--]
011	执行后递增的间接	[Ws++]
100	执行前递减的间接	[--Ws]
101	执行前递增的间接	[++Ws]
11x	未用	

表 5-3：　　用于 Wd 目的寄存器的寻址模式

qqq	寻址模式	目的操作数
000	寄存器直接	Wd
001	间接	[Wd]
010	执行后递减的间接	[Wd--]
011	执行后递增的间接	[Wd++]
100	执行前递减的间接	[--Wd]
101	执行前递增的间接	[++Wd]
11x	未用 (使用该寻址模式将强制执行 RESET 指令)	

表 5-4：　　Ws 源寄存器的偏移量寻址模式 （带寄存器偏移量）

ggg	寻址模式	源操作数
000	寄存器直接	Ws
001	间接	[Ws]
010	执行后递减的间接	[Ws--]
011	执行后递增的间接	[Ws++]
100	执行前递减的间接	[--Ws]
101	执行前递增的间接	[++Ws]
11x	寄存器偏移量间接	[Ws+Wb]

表 5-5：　　用于 Wd 目的寄存器的偏移量寻址模式 （带寄存器偏移量）

hhh	寻址模式	源操作数
000	寄存器直接	Wd
001	间接	[Wd]
010	执行后递减的间接	[Wd--]
011	执行后递增的间接	[Wd++]
100	执行前递减的间接	[--Wd]
101	执行前递增的间接	[++Wd]
11x	寄存器偏移量间接	[Wd+Wb]

表 5-6： X 数据空间预取操作

iiii	操作
0000	Wxd = [W8]
0001	Wxd = [W8], W8 = W8 + 2
0010	Wxd = [W8], W8 = W8 + 4
0011	Wxd = [W8], W8 = W8 + 6
0100	对 X 数据空间无预取操作
0101	Wxd = [W8], W8 = W8 – 6
0110	Wxd = [W8], W8 = W8 – 4
0111	Wxd = [W8], W8 = W8 – 2
1000	Wxd = [W9]
1001	Wxd = [W9], W9 = W9 + 2
1010	Wxd = [W9], W9 = W9 + 4
1011	Wxd = [W9], W9 = W9 + 6
1100	Wxd = [W9+W12]
1101	Wxd = [W9], W9 = W9 – 6
1110	Wxd = [W9], W9 = W9 – 4
1111	Wxd = [W9], W9 = W9 – 2

表 5-7： X 数据空间预取目的寄存器

xx	Wxd
00	W4
01	W5
10	W6
11	W7

表 5-8： Y 数据空间预取操作

jjjj	操作
0000	Wyd = [W10]
0001	Wyd = [W10], W10 = W10 + 2
0010	Wyd = [W10], W10 = W10 + 4
0011	Wyd = [W10], W10 = W10 + 6
0100	对 Y 数据空间无预取操作
0101	Wyd = [W10], W10 = W10 – 6
0110	Wyd = [W10], W10 = W10 – 4
0111	Wyd = [W10], W10 = W10 – 2
1000	Wyd = [W11]
1001	Wyd = [W11], W11 = W11 + 2
1010	Wyd = [W11], W11 = W11 + 4
1011	Wyd = [W11], W11 = W11 + 6
1100	Wyd = [W11 + W12]
1101	Wyd = [W11], W11 = W11 – 6
1110	Wyd = [W11], W11 = W11 – 4
1111	Wyd = [W11], W11 = W11 – 2

表 5-9：　　Y 数据空间预取目的寄存器

yy	Wyd
00	W4
01	W5
10	W6
11	W7

表 5-10：　　MAC 或 MPY 源操作数 （同一工作寄存器）

mm	被乘数
00	W4 * W4
01	W5 * W5
10	W6 * W6
11	W7 * W7

表 5-11：　　MAC 或 MPY 源操作数 （不同工作寄存器）

mmm	被乘数
000	W4 * W5
001	W4 * W6
010	W4 * W7
011	无效
100	W5 * W6
101	W5 * W7
110	W6 * W7
111	无效

表 5-12：　　MAC 累加器回写选择

aa	回写选择
00	W13 = 其他累加器 (直接寻址)
01	[W13] + = 2 = 其他累加器 (执行后递增的间接寻址)
10	无回写
11	无效

5.3 指令描述示例

以下示例描述是针对虚构指令 FOO 的，用来说明如何通过表字段 （语法、操作数和操作等）对**第 5.4 节 “指令描述”**列出的指令进行描述。

FOO **指令标题字段对指令所执行的操作进行概括**

语法：	*语法字段包括可选的标号、指令助记符、任何可选的指令扩展以及指令的操作数。大多数指令都支持多个操作数的形式以支持不同的 dsPIC30F/dsPIC33F 寻址模式。在这些情况下，所有可能的指令操作数都在下面列出 （和 op2a、op2b 和 op2c 的情况一样）。可选的操作数在方括号内。*
操作数：	*操作数字段对每个操作数的取值集合进行描述。操作数可以是累加器、文件寄存器、立即数常量 （有符号或无符号）或工作寄存器。*
操作：	*该字段概括指令执行的操作。*
受影响的状态位：	*该字段对指令执行将影响 STATUS 寄存器中哪一 （些）位进行说明。状态位将以降序方式按照位位置顺序列出。*
指令编码：	*该字段说明了指令是如何进行位编码的。描述字段对各个位域进行了描述，完整的编码细节在表 5-1 中给出。*
描述：	*该字段详细描述了指令执行的操作。同时还给出了编码中关键位的信息。*
指令字数：	*该字段包含用于在存储器中存储指令的程序字数。*
指令周期数：	*指令周期数字段包含用执行指令所需的指令周期数。*
示例：	*该字段包含说明指令如何操作的应用示例。其中给出了指令执行前和执行后寄存器的状态，这使得用户可清楚了解指令执行的操作。*

5.4　指令描述

ADD　　f 与 WREG 相加

语法：　{ 标号 :}　ADD{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f) + (WREG) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0100	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将默认工作寄存器 WREG 中的内容与文件寄存器中内容相加并将结果存入目的寄存器。 WREG 可选操作数用以确定目的寄存器。如果指定 WREG，则结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作模式 （0 选择字模式， 1 选择字节模式）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
ADD.B     RAM100        ; 将 WREG 中内容加到 RAM100 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	CC80	WREG	CC80	
RAM100	FFC0	RAM100	FF40	
SR	0000	SR	0005	(OV, C = 1)

例 2：
```
ADD       RAM200,WREG    ; 将 RAM200 中内容加到 WREG （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	CC80	WREG	CC40	
RAM200	FFC0	RAM200	FFC0	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

ADD 立即数与 Wn 相加

语法： { 标号 :} ADD{.B} #lit10, Wn

操作数： 对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： lit10 + (Wn) → Wn

受影响的状态位： DC、N、 OV、Z 和 C

指令编码：

1011	0000	0Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述： 将 10 位无符号立即数操作数与工作寄存器 Wn 中的内容相加，并将结果存回工作寄存器 Wn。

B 位用于选择字节或字操作模式 （0 选择字模式， 1 选择字节模式）。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中的无符号值。有关在字节模式下使用 10 位立即数操作数的信息，可参阅**第 4.6 节“使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
ADD.B      #0xFF, W7      ; 将 -1 加到 W7 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	12C0	W7	12BF	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
ADD        #0xFF, W1      ; 将 255 加到 W1 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	12C0	W1	13BF	
SR	0000	SR	0000	

ADD　　Wb 与短立即数相加

语法：　{ 标号 :}　ADD{.B}　Wb,　#lit5,　Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) + lit5 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0100	0www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：　将基准寄存器 Wb 中的内容与 5 位无符号短立即数操作数相加并将结果存放到目的寄存器 Wd 中。对 Wb 进行寻址时，必须使用寄存器直接寻址模式。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字模式 （0 选择字模式， 1 选择字节模式）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供一个 5 位整数的立即数操作数。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
ADD.B    W0,#0x1F, W7      ; 将 W0 和 31 相加 （字节模式）
                           ; 将结果存放到 W7 中
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	2290	W0	2290	
W7	12C0	W7	12AF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
ADD      W3, #0x6, [--W4]  ; 将 W3 和 6 相加 （字模式）
                           ; 将结果存放到 [--W4] 中
```

	指令执行前		指令执行后	
W3	6006	W3	6006	
W4	1000	W4	0FFE	
数据单元 0FFE	DDEE	数据单元 0FFE	600C	
数据单元 1000	DDEE	数据单元 1000	DDEE	
SR	0000	SR	0000	

ADD

Wb 和 Ws 相加

语法：

{标号 :}	ADD{.B}	Wb,	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：

Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：(Wb) + (Ws) → Wd

受影响的状态位：DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0100	0www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：

将源寄存器 Ws 中的内容与基准寄存器 Wb 中的内容相加，并将结果存放在目的寄存器 Wd 中。必须采用寄存器直接寻址模式对 Wb 进行寻址。可采用寄存器直接寻址或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用来选择基准寄存器的地址。
B 位用来选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用来选择目的地址模式。
d 位用来选择目的寄存器。
p 位用来选择源地址模式。
s 位用来选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
ADD.B    W5, W6, W7      ; 将 W5 与 W6 相加，并将结果存入 W7
                         ; （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
W5	AB00	AB00
W6	0030	0030
W7	FFFF	FF30
SR	0000	0000

例 2：

```
ADD      W5, W6, W7      ; 将 W5 与 W6 相加，并将结果存入 W7
                         ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
W5	AB00	AB00
W6	0030	0030
W7	FFFF	AB30
SR	0000	0008 (N = 1)

ADD　　累加器相加

语法：　{标号 :}　ADD　Acc

操作数：　Acc ∈ [A,B]

操作：　如果 （Acc = A）：
(ACCA) + (ACCB) → ACCA
否则：
(ACCA) + (ACCB) → ACCB

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1011	A000	0000	0000	0000

描述：　将累加器 A 中的内容与累加器 B 中的内容相加，并将结果存入选择的累加器。执行该指令 40 位加法操作。

A 位用于指定目的累加器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
ADD     A          ; 将 ACCB 加到 ACCA
```

	指令执行前	指令执行后
ACCA	00 0022 3300	00 1855 7858
ACCB	00 1833 4558	00 1833 4558
SR	0000	0000

例 2：

```
ADD     B          ; 将 ACCA 加到 ACCB
                   ; 假定超饱和模式使能
                   ; （ACCSAT = 1， SATA = 1， SATB = 1）
```

	指令执行前	指令执行后	
ACCA	00 E111 2222	00 E111 2222	
ACCB	00 7654 3210	01 5765 5432	
SR	0000	4800	(OB, OAB = 1)

ADD 16 位有符号数与累加器相加

语法：	{ 标号 :}	ADD	Ws,	{#Slit4,}	Acc
			[Ws],		
			[Ws++],		
			[Ws--],		
			[--Ws],		
			[++Ws],		
			[Ws+Wb],		

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]
Slit4 ∈ [-8 ... +7]
Acc ∈ [A,B]

操作：
移位 $_{Slit4}$(扩展 (Ws)) + (Acc) → Acc

受影响的状态位：
OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1001	Awww	wrrr	rggg	ssss

描述：
将源工作寄存器指定的 16 位值加到选择的累加器的高位字。源操作数可指定为工作寄存器或有效地址的内容。在将指定值与累加器最高位字相加之前，将对源操作数进行符号扩展以及零回填。在加法执行前，还可将加到累加器的值进行移位，移位位数由一个 4 位有符号立即数指定。

A 位用于指定目的累加器。
w 位用于指定偏移量寄存器 Wb。
r 位用于对可选的移位进行编码。
g 位用于选择源地址模式。
s 位用于指定源寄存器 Ws。

注： 如果操作数 Slit4 为正，将执行算术右移操作。如果操作数 Slit4 为为负，则将执行算术左移操作。Slit4 将不会对源寄存器中的内容产生影响。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
ADD  W0, #2, A        ; 将 W0 右移 2 位后加到 ACCA
```

指令执行前	
W0	8000
ACCA	00 7000 0000
SR	0000

指令执行后	
W0	8000
ACCA	00 5000 0000
SR	0000

例 2：

```
ADD   [W5++], A      ; 将 W5 的有效值加到 ACCA
                     ; 执行后递增 W5
```

	指令执行前		指令执行后
W5	2000	W5	2002
ACCA	00 0067 2345	ACCA	00 5067 2345
数据单元 2000	5000	数据单元 2000	5000
SR	0000	SR	0000

ADDC

f 与 WREG 带进位位相加

语法： {标号 :} ADDC{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) + (WREG) + (C) → 由 D 指定的目的地址

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0100	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：

将默认工作寄存器 WREG 中的内容，文件寄存器中内容与进位位相加，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用来确定目的寄存器。如果指令指定可选操作数 WREG，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用来选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用来选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用来选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
ADDC.B    RAM100        ; 将 WREG 和 C 位加到 RAM100
                        ; （字节模式）
```

指令执行前			指令执行后		
WREG	CC60		WREG	CC60	
RAM100	8006		RAM100	8067	
SR	0001	(C = 1)	SR	0000	

例 2：

```
ADDC      RAM200,WREG   ; 将 RAM200 和 C 位加到 WREG （字模式）
```

指令执行前			指令执行后		
WREG	5600		WREG	8A01	
RAM200	3400		RAM200	3400	
SR	0001	(C = 1)	SR	000C	(N, OV = 1)

ADDC　　立即数与 Wn 带进位位相加

语法：　{ 标号 :}　ADDC{.B}　#lit10,　Wn

操作数：　对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　lit10 + (Wn) + (C) → Wn

受影响的状态位：　DC、 N、OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0000	1Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述：　将 10 位无符号立即数操作数，工作寄存器 Wn 中的内容与进位位相加，并将结果存回工作寄存器 Wn。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中的无符号数。有关在字节模式下使用 10 位立即数操作数的信息，可参阅**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**。
3： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
ADDC.B      #0xFF, W7          ; 将 255 和 C 位加到 W7 （字节模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W7	12C0		W7	12BF	
SR	0000	(C = 0)	SR	0009	(N,C = 1)

例 2：

```
ADDC        #0xFF, W1          ; 将 255 和 C 位加到 W1 （字模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W1	12C0		W1	13C0	
SR	0001	(C=1)	SR	0000	

ADDC

Wb 和短立即数带进位位相加

语法：

{ 标号 :} ADDC{.B} Wb, #lit5, Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：

Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

(Wb) + lit5 + (C) → Wd

受影响的状态位：

DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0100	1www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：

将基准寄存器 Wb 中内容、 5 位无符号短立即数操作数和进位位相加，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供一个 5 位整数的立即数操作数。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

2： Z 标志对于 ADDC、 CPB、 SUBB 和 SUBBR 指令呈现 “粘住” 特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：

1

指令周期数：

1

例 1：

```
ADDC.B    W0, #0x1F, [W7]  ; 将 W0、 31 和 C 位相加 （字节模式）
                           ; 将结果存入 [W7]
```

指令执行前

W0	CC80
W7	12C0
数据单元 12C0	B000
SR	0000 (C = 0)

指令执行后

W0	CC80
W7	12C0
数据单元 12C0	B09F
SR	0008 (N = 1)

例 2：

```
ADDC      W3, #0x6, [--W4] ; 将 W3、 6 和 C 位相加 （字模式）
                           ; 将结果存入 [--W4]
```

指令执行前

W3	6006
W4	1000
数据单元 0FFE	DDEE
数据单元 1000	DDEE
SR	0001 (C = 1)

指令执行后

W3	6006
W4	0FFE
数据单元 0FFE	600D
数据单元 1000	DDEE
SR	0000

ADDC　　Wb 和 Ws 带进位位相加

语法：	{ 标号 :}	ADDC{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) + (Ws) + (C) → Wd

受影响的操作数：　DC、N、 OV、Z 和 C

指令编码：

0100	1www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容、基准寄存器 Wb 中的内容和进位位相加，并将结果存放在目的寄存器 Wd 中。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
ADDC.B    W0,[W1++],[W2++]    ; 将 W0、 [W1] 和 C 位相加 （字节模式）
                              ; 将结果存入 [W2]
                              ; 指令执行后，将 W1 和 W2 递增
```

	指令执行前		指令执行后
W0	CC20		CC20
W1	0800		0801
W2	1000		1001
数据单元 0800	AB25		AB25
数据单元 1000	FFFF		FF46
SR	0001	(C = 1)	0000

例 2：

```
ADDC        W3,[W2++],[W1++]    ; 将 W3、 [W2] 和 C 位相加 （字模式）
                                ; 将结果存入 [W1]
                                ; 指令执行后将 W1 和 W2 递增
```

	指令执行前		指令执行后
W1	1000		1002
W2	2000		2002
W3	0180		0180
数据单元 1000	8000		数据单元 1000 2681
数据单元 2000	2500		数据单元 2000 2500
SR	0001	(C = 1)	SR 0000

AND　　f 和 WREG 逻辑与

语法：　{ 标号 :}　AND{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f).AND.(WREG) → 由 D 指定的目的地址

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1011	0110	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将默认工作寄存器 WREG 中内容和文件寄存器中内容进行逻辑与，并将结果存放在目的寄存器中。可选的 WREG 操作数确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
AND.B RAM100          ; 将 WREG 与 RAM100 相与
                      ; 将结果存放在 RAM100 中 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	CC80	WREG	CC80	
RAM100	FFC0	RAM100	FF80	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
AND  RAM200, WREG     ; 将 RAM200 和 WREG 中内容相与 （字模式）
                      ; 将结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后
WREG	CC80	WREG	0080
RAM200	12C0	RAM200	12C0
SR	0000	SR	0000

AND 立即数和 Wd 逻辑与

语法： {标号 :} AND{.B} #lit10, Wn

操作数： 对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： lit10.AND.(Wn) → Wn

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1011	0010	0Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述： 将 10 位立即数操作数与工作寄存器 Wn 中内容进行逻辑与，并将结果存回工作寄存器 Wn。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中无符号数。有关在字节模式下使用 10 位立即数操作数的信息，可参阅**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
AND.B  #0x83, W7        ; 将 0x83 与 W7 相与,
                        ; 并将结果存入 W7 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	12C0	W7	1280	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
AND  #0x333, W1         ; 将 0x333 与 W1 相与
                        ; 并将结果存入 W1 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W1	12D0	W1	0210
SR	0000	SR	0000

AND　　Wb 和短立即数逻辑与

语法：	{ 标号 :}	AND{.B}	Wb,	#lit5,	Wd
					[Wd]
					[Wd++]
					[Wd--]
					[++Wd]
					[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb).AND.lit5 → Wd

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

0110	0www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：　将基准寄存器 Wb 中的内容和 5 位立即数进行逻辑与，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或寄存器间接寻址对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供一个 5 位整数立即数操作数。

注：　指令中的扩展符 .B指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
AND.B    W0,#0x3,[W1++]  ; 将 W0 和 0x3 进行逻辑与 （字节模式）
                         ; 结果存入 [W1]
                         ; 指令执行后，递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	23A5	W0	23A5
W1	2211	W1	2212
数据单元 2210	9999	数据单元 2210	0199
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
AND      W0,#0x1F,W1    ; 将 W0 和 0x1F 进行逻辑与 （字模式）
                        ; 结果存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	6723	W0	6723
W1	7878	W1	0003
SR	0000	SR	0000

AND

Wb 和 Ws 逻辑与

语法：	{ 标号 :}	AND{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
(Wb).AND.(Ws) → Wd

受影响的状态位：
N 和 Z

指令编码：

0110	0www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：
将源寄存器 Ws 中的内容和基准寄存器 Wb 中的内容进行逻辑与，并将结果存入目的寄存器 Wd 中。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的寄存器模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：
1

指令周期数：
1

例 1：

```
AND.B      W0, W1 [W2++] ; 将 W0 和 W1 进行逻辑与
                         ; 将结果存入 [W2] （字节模式）
                         ; 指令执行后，递增 W2
```

指令执行前		指令执行后	
W0	AA55	W0	AA55
W1	2211	W1	2211
W2	1001	W2	1002
数据单元 1000	FFFF	数据单元 1000	11FF
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
AND        W0, [W1++], W2  ; 将 W0 和 [W1] 进行逻辑与
                           ; 将结果存入 W2 （字模式）
                           ; 指令执行后，递增 W1
```

指令执行前

W0	AA55
W1	1000
W2	55AA
数据单元 1000	2634
SR	0000

指令执行后

W0	AA55
W1	1002
W2	2214
数据单元 1000	2634
SR	0000

ASR 算术右移 f

语法： { 标号 :} ASR{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

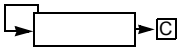
操作：

对于字节操作：

(f<7>) → Dest<7>
(f<7>) → Dest<6>
(f<6:1>) → Dest<5:0>
(f<0>) → C

对于字操作：

(f<15>) → Dest<15>
(f<15>) → Dest<14>
(f<14:1>) → Dest<13:0>
(f<0>) → C



受影响的状态位： N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0101	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：

将文件寄存器中的内容右移一位并将结果存入目的寄存器。文件寄存器中最低位移入 STATUS 寄存器的进位位。在移位操作结束后，对结果进行符号扩展。可选的 WREG 操作数确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作，1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG，1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 **1**：指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2：WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
ASR.B  RAM400, WREG      ; 将 RAM400 右移一位，并将结果存入 WREG
                         ; （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	0600	WREG	0611	
RAM400	0823	RAM400	0823	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
ASR  RAM200              ; 将 RAM400 右移一位 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
RAM200	8009	RAM200	C004	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

ASR　　算术右移 Ws

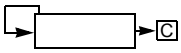
语法：	{ 标号 :}	ASR{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

对于字节模式：
(Ws<7>) → Wd<7>
(Ws<7>) → Wd<6>
(Ws<6:1>) → Wd<5:0>
(Ws<0>) → C

对于字模式：
(Ws<15>) → Wd<15>
(Ws<15>) → Wd<14>
(Ws<14:1>) → Wd<13:0>
(Ws<0>) → C



受影响的状态位：　N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0001	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：

将源寄存器 Ws 中的内容右移一位，并将结果存入目的寄存器 Wd 中。 Ws 中的最低位移入 STATUS 寄存器的进位位。在移位操作执行后，对结果进行符号扩展。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
ASR.B  [W0++], [W1++]    ; 将 [W0] 右移一位，并将结果存入 [W1]（字节模式）
                         ; 指令执行后，递增 W0 和 W1
```

	指令执行前	指令执行后
W0	0600	0601
W1	0801	0802
数据单元 600	2366	2366
数据单元 800	FFC0	33C0
SR	0000	0000

例 2：

```
ASR  W12, W13            ; 将 W12 右移一位，并将结果存入 W13（字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
W12	AB01	AB01	
W13	0322	D580	
SR	0000	0009	(N, C = 1)

ASR　　算术右移 （移位位数由短立即数确定）

语法：　{ 标号 :}　ASR　Wb,　#lit4,　Wnd

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit4 ∈ [0...15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：　lit4<3:0> → Shift_Val
Wb<15> → Wnd<15:15-Shift_Val+1>
Wb<15:Shift_Val> → Wnd<15-Shift_Val:0>

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1101	1110	1www	wddd	d100	kkkk

描述：　将源寄存器 Wb 中的内容进行算术右移，移位位数由 4 位无符号立即数指定，并将结果存入目的寄存器 Wnd。在移位操作结束后，对结果进行符号扩展。必须使用直接寻址对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供立即数操作数。

注：　该指令只能工作于字模式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
ASR  W0, #0x4, W1        ; 将 W0 算术右移 4 位，并将结果存入 W1
```

	指令执行前	指令执行后
W0	060F	060F
W1	1234	0060
SR	0000	0000

例 2：
```
ASR  W0, #0x6, W1        ; 将 W0 算术右移 6 位，并将结果存入 W1
```

	指令执行前	指令执行后
W0	80FF	80FF
W1	0060	FE03
SR	0000	0008 (N = 1)

例 3：
```
ASR  W0, #0xF, W1        ; 将 W0 算术右移 15 位，并将结果存入 W1
```

	指令执行前	指令执行后
W0	70FF	70FF
W1	CC26	0000
SR	0000	0002 (Z = 1)

ASR 算术右移 （移位位数由 Wns 确定）

语法： {标号 :} ASR Wb, Wns, Wnd

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
Wns ∈ [W0 ...W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作： Wns<3:0> → Shift_Val
Wb<15> → Wnd<15:15-Shift_Val+1>
Wb<15:Shift_Val> → Wnd<15-Shift_Val:0>

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1101	1110	1www	wddd	d000	ssss

描述： 将源寄存器 Wb 中的内容算术右移，移位位数由 Wns 的最低 4 位决定（最多移位位数为 15 位），并将结果存入 目的寄存器 Wnd。在移位操作结束之后，将对结果进行符号扩展。 必须使用直接寻址对 Wb、 Wns 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器。

注 **1：** 该指令只能工作于字模式。
2： 当 Wns 大于 15 时，如果 Wb 为正，则 Wnd = 0x0 ；如果 Wb 为负，则 Wnd = 0xFFFF。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
ASR  W0, W5, W6          ; 将 W0 算术右移 W5 位，并将结果存入 W6
```

	指令执行前	指令执行后
W0	80FF	80FF
W5	0004	0004
W6	2633	F80F
SR	0000	0000

例 2：
```
ASR  W0, W5, W6          ; 将 W0 算术右移 W5 位，并将结果存入 W6
```

	指令执行前	指令执行后
W0	6688	6688
W5	000A	000A
W6	FF00	0019
SR	0000	0000

例 3：
```
ASR  W11, W12, W13       ; 将 W11 算术右移 W12 位并将结果存入 W13
```

	指令执行前	指令执行后
W11	8765	8765
W12	88E4	88E4
W13	A5A5	F876
SR	0000	0008 (N = 1)

BCLR　　位清零 f

语法：　{ 标号 :}　BCLR{.B}　f,　#bit4

操作数：　对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：　0 → f<bit4>

受影响的状态位：　无

指令编码：

1010	1001	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述：　将文件寄存器 f 中由 bit4 指定的位清零。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被清零的位的位置的 bit4 值。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
BCLR.B 0x800, #0x7       ; 将 0x800 中的 bit 7 清零
```

	指令执行前		指令执行后
数据单元 0800	66EF	数据单元 0800	666F
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
BCLR   0x400, #0x9       ; 将 0x400 中的 bit 9 清零
```

	指令执行前		指令执行后
数据单元 0400	AA55	数据单元 0400	A855
SR	0000	SR	0000

BCLR 位清零 Ws

语法：

{ 标号 :}	BCLR{.B}	Ws,	#bit4
		[Ws],	
		[Ws++],	
		[Ws--],	
		[++Ws],	
		[--Ws],	

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：

0 → Ws<bit4>

受影响的状态位：

无

指令编码：

1010	0001	bbbb	0B00	0ppp	ssss

描述：

将寄存器 Ws 中由 bit4 指定的位清零。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被清零的位位置的 bit4 值。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择源 / 目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：

1

指令周期数：

1

例 1：

```
BCLR.B  W2, #0x2          ; 将 W2 中的 bit 3 清零
```

	指令执行前		指令执行后
W2	F234	W2	F230
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
BCLR  [W0++], #0x0        ; 将 [W0] 中的 bit 0 清零
                          ; 指令执行后，递增 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	2300	W0	2302
数据单元 2300	5607	数据单元 2300	5606
SR	0000	SR	0000

BRA　　无条件转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　Expr

操作数：　Expr 可以是一个标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0111	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　该指令将使程序将相对于下一个 PC 值进行无条件转移。转移的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此在执行转移后新地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。

n 位为一有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （程序字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　2

例 1：

```
002000 HERE:    BRA THERE              ; 转移到 THERE
002002           . . .
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A THERE:    . . .
00200C           . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2000	PC	00 200A
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
002000 HERE:    BRA THERE+0x2          ; 转移到 THERE+0x2
002002           . . .
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A THERE:    . . .
00200C           . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2000	PC	00 200C
SR	0000	SR	0000

例 3：

```
002000 HERE:    BRA 0x1366             ; 转移到 0x1366
002002           . . .
002004           . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2000	PC	00 1366
SR	0000	SR	0000

BRA 计算转移

语法： { 标号 :} BRA Wn

操作数： Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： (PC + 2) + (2 * Wn) → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位 无

指令编码：

0000	0001	0110	0000	0000	ssss

描述： 该指令将使程序将相对于下一个 PC 值进行无条件转移。转移的偏移量为一个符号扩展的 17 位值 (2 * Wn), 可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此在执行这条指令后新地址将为 (PC + 2) + 2 * Wn。

s 位用于选择源寄存器。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1：

```
002000 HERE:    BRA W7          ; 向前转移 (2+2*W7)
002002          . . .
 ...            . . .
 ...            . . .
002108          . . .
00210A TABLE7:  . . .
00210C          . . .
```

	指令执行前
PC	00 2000
W7	0084
SR	0000

	指令执行后
PC	00 2108
W7	0084
SR	0000

BRA C　　如果进位位为 1 则转移

语法：　{标号 :}　BRA　C,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = C
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0001	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果进位标志位为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量（指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1（如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA C, CARRY   ; 如果 C 为 1，转移到 CARRY
002002 NO_C:     . . .          ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           GOTO THERE
002008 CARRY:    . . .
00200A           . . .
00200C THERE:    . . .
00200E           . . .
```

指令执行前

PC	00 2000	
SR	0001	(C = 1)

指令执行后

PC	00 2008	
SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
002000 HERE:     BRA C, CARRY   ; 如果 C 为 1，转移到 CARRY
002002 NO_C:     ...            ; 否则继续执行
002004           ...
002006           GOTO THERE
002008 CARRY:    ...
00200A           ...
00200C THERE:    ...
00200E           ...
```

指令执行前

PC	00 2000
SR	0000

指令执行后

PC	00 2002
SR	0000

例 3：

```
006230 HERE:    BRA C, CARRY    ; 如果 C 为 1，转移到 CARRY
006232 NO_C:     ...            ; 否则继续执行
006234           ...
006236           GOTO THERE
006238 CARRY:    ...
00623A           ...
00623C THERE:   ...
00623E           ...
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	00 6230		PC	00 6238	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

例 4：

```
006230 START:    ...
006232           ...
006234 CARRY:    ...
006236           ...
006238           ...
00623A           ...
00623C HERE:    BRA C, CARRY    ; 如果 C 为 1，转移到 CARRY
00623E           ...            ; 否则继续执行
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	00 623C		PC	00 6234	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA GE　　如果有符号大于或等于则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　GE,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

条件：　条件 = (N&&OV)||(!N&&!OV)
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	1101	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果逻辑表达式 (N&&OV)||(!N&&!OV) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

注：　汇编器将把指定的标号转换为要使用的偏移量。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （ 如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
007600 LOOP:    . . .
007602          . . .
007604          . . .
007606          . . .
007608 HERE:    BRA GE, LOOP        ; 如果 GE，转移到 LOOP
00760A NO_GE:   . . .               ; 否则继续执行
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 7608		00 7600
SR	0000		0000

例 2：

```
007600 LOOP:    . . .
007602          . . .
007604          . . .
007606          . . .
007608 HERE:    BRA GE, LOOP        ; 如果 GE，转移到 LOOP
00760A NO_GE:   . . .               ; 否则继续执行
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 7608		00 760A	
SR	0008	(N = 1)	0008	(N = 1)

BRA GEU 如果无符号大于或等于则转移

语法： {标号 :} BRA GEU, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = C
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	0001	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果进位标志位为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。 转移的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量（指令字数）。

注： 本指令与 BRA C, Expr （如果进位位为 1 则转移）指令相同且具有相同的编码。对该指令反汇编将得到 BRA C, Slit16。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA GEU, BYPASS       ; 如果 C 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_GEU:   . . .                 ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA GT　　如果有符号大于则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　GT,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = (!Z&&N&&OV)||(!Z&&!N&&!OV)
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	1100	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果逻辑表达式 (!Z&&N&&OV)||(!Z&&!N&&!OV) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA GT, BYPASS       ; 如果 GT，转移到 BYPASS
002002 NO_GT:    . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA GTU 如果无符号大于则转移

语法： {标号 :} BRA GTU, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = (C&&!Z)
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	1110	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果逻辑表达式 (C&&!Z) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA GTU, BYPASS     ; 如果 GTU，转移到 BYPASS
002002 NO_GTU:   . . .               ; 否则继续
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA LE　　如果有符号小于或等于则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　LE,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = Z||(N&&!OV)||(!N&&OV)
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0100	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果逻辑表达式 (Z||(N&&!OV)||(!N&&OV)) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA LE, BYPASS        ; 如果 LE，转移到 BYPASS
002002 NO_LE:    . . .                 ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 2002	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA LEU 如果无符号小于或等于则转移

符号： { 标号 :} BRA LEU, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = !C||Z
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	0110	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果逻辑表达式 (!C||Z) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA LEU, BYPASS      ; 如果 LEU, 转移到 BYPASS
002002 NO_LEU:   . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA LT　　如果有符号小于则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　LT,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = (N&&!OV)||(!N&&OV)
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0101	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果逻辑表达式 ((N&&!OV)||(!N&&OV)) 为真，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA LT, BYPASS      ; 如果 LT，转移到 BYPASS
002002 NO_LT:    . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前

PC	00 2000
SR	0001 (C = 1)

指令执行后

PC	00 2002
SR	0001 (C = 1)

BRA LTU 如果无符号小于则转移

语法： {标号 :} BRA LTU, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = !C
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	1001	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果进位标志位为 0，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

注： 本指令等同于 BRA NC, Expr（如果进位位为零则转移）指令，且具有相同的编码。对其进行反汇编将得到 BRA NC, Slit16。

指令字数： 1

指令周期数： 1（如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA LTU, BYPASS      ; 如果 LTU，转移到 BYPASS
002002 NO_LTU:   . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 2000		PC	00 2002
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

BRA N　　如果为负则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　N,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = N
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0011	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果负标志位为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA N, BYPASS        ; 如果 N 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_N:     . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0008	(N = 1)	SR	0008	(N = 1)

BRA NC 如果进位位为零则转移

语法： {标号 :} BRA NC, Expr

操作： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = !C
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	1001	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果进位标志位为 0，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA NC, BYPASS      ; 如果 NC，转移到 BYPASS
002002 NO_NC:    . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前

PC	00 2000	
SR	0001	(C = 1)

指令执行后

PC	00 2002	
SR	0001	(C = 1)

BRA NN　　如果非负则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　NN,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = !N
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	1011	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果负标志位为 0，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA NN, BYPASS      ; 如果 NN，转移到 BYPASS
002002 NO_NN:    . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

	指令执行前
PC	00 2000
SR	0000

	指令执行后
PC	00 200C
SR	0000

BRA NOV 如果未溢出则转移

语法： { 标号 :} BRA NOV, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = !OV
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态为： 无

指令编码：

0011	1000	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果溢出标志位为 0，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA NOV, BYPASS     ; 如果 NOV，转移到 BYPASS
002002 NO_NOV:   . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0008	(N = 1)	SR	0008	(N = 1)

BRA NZ　　如果非零则转移

语法：　{标号 :}　BRA　NZ,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = !Z
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	1010	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果 Z 标志位为 0，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA NZ, BYPASS      ; 如果 NZ，转移到 BYPASS
002002 NO_NZ:    . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 2002	
SR	0002	(Z = 1)	SR	0002	(Z = 1)

BRA OA

如果累加器 A 溢出则转移

语法： {标号 :} BRA OA, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = OA
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0000	1100	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果累加器 A 溢出标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

注： 汇编器将把指定的标号转换为要使用的偏移量。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA OA, BYPASS      ; 如果 OA 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_OA:    . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	8800	(OA, OAB = 1)	SR	8800	(OA, OAB = 1)

BRA OB　　如果累加器 B 溢出则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　OB,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = OB
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态为：　无

指令编码：

0000	1101	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果累加器 B 溢出标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1（如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:    BRA OB, BYPASS        ; 如果 OB 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_OB:     . . .               ; 否则继续执行
002004            . . .
002006            . . .
002008            . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:    . . .
00200E            . . .
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	00 2000		PC	00 2002	
SR	8800	(OA, OAB = 1)	SR	8800	(OA, OAB = 1)

BRA OV 如果溢出则转移

语法： {标号 :} BRA OV, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = OV
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0011	0000	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果溢出标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA OV, BYPASS      ; 如果 OV 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_OV     . . .               ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 2000		00 2002	
SR	0002	(Z = 1)	0002	(Z = 1)

BRA SA　　如果累加器 A 饱和则转移

语法：　{ 标号 :}　BRA　SA,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = SA
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的操作位：　无

指令编码：

0000	1110	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果累加器 A 饱和标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA SA, BYPASS       ; 如果 SA 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_SA:    . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前

PC	00 2000	
SR	2400	(SA, SAB = 1)

指令执行后

PC	00 200C	
SR	2400	(SA, SAB = 1)

BRA SB

如果累加器 B 饱和则转移

语法： {标号 :} BRA SB, Expr

操作数： Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作： 条件 = SB
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

影响的状态位： 无

指令编码：

0000	1111	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述： 如果累加器 B 饱和标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。 Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA SB, BYPASS     ; 如果 SB 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_SB:    . . .              ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

	指令执行前
PC	00 2000
SR	0000

	指令执行后
PC	00 2002
SR	0000

BRA Z　　如果为零则转移

语法：　{标号 :}　BRA　Z,　Expr

操作数：　Expr 可以是标号、绝对地址或表达式。
Expr 由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　条件 = Z
如果条件为真
(PC + 2) + 2 * Slit16 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0011	0010	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　如果零标志为 1，程序将相对于下一个 PC 值进行转移。转移操作的偏移量为二进制补码值 2 * Slit16，可支持最多向前或向后转移 32K 个指令字。Slit16 值由链接器根据提供的标号、绝对地址或表达式进行解析得出。

如果执行转移操作，由于 PC 将已递增以取出下一条指令，因此新的地址将为 (PC + 2) + 2 * Slit16。此时，执行该指令需要两个指令周期，其中第二个指令周期执行一条 NOP 指令。

n 位为一个 16 位有符号立即数，用以指定自 (PC + 2) 的偏移量 （指令字数）。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果执行转移操作，则为 2）

例 1：

```
002000 HERE:     BRA Z, BYPASS        ; 如果 Z 为 1，转移到 BYPASS
002002 NO_Z:     . . .                ; 否则继续执行
002004           . . .
002006           . . .
002008           . . .
00200A           GOTO THERE
00200C BYPASS:   . . .
00200E           . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 200C	
SR	0002	(Z = 1)	SR	0002	(Z = 1)

BSET 将 f 中的指定位置 1

语法： { 标号 :} BSET{.B} f, #bit4

操作数： 对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作： 1 → f<bit4>

受影响的状态位： 无

指令编码：

1010	1000	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述： 将文件寄存器 f 中由 bit4 指定的位置 1。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被置 1 的位位置的 bit4 值。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
BSET.B  0x601, #0x3      ; 将 0x601 中的 bit 3 置 1
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 0600	F234	FA34
SR	0000	0000

例 2：

```
BSET    0x444, #0xF      ; 将 0x444 中的 bit 15 置 1
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 0444	5604	D604
SR	0000	0000

BSET　　将 Ws 中的指定位置 1

语法：

{ 标号 :}	BSET{.B}	Ws,	#bit4
		[Ws],	
		[Ws++],	
		[Ws--],	
		[++Ws],	
		[--Ws],	

操作数：Ws ∈ [W0 ... W15]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：1 → Ws<bit4>

受影响的状态位：无

指令编码：

1010	0000	bbbb	0B00	0ppp	ssss

描述：将寄存器 Ws 中由 bit4 指定的位置 1。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被置 1 的位位置的 bit4 值。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源 / 目的寄存器。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，源寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
BSET.B  W3, #0x7          ; 将 W3 中的 bit 7 置 1
```

	指令执行前	指令执行后
W3	0026	00A6
SR	0000	0000

例 2：

```
BSET  [W4++], #0x0        ; 将 [W4] 中的 bit 0 置 1
                          ; 执行后递增 W4
```

	指令执行前	指令执行后
W4	6700	6702
数据单元 6700	1734	1735
SR	0000	0000

BSW 写 Ws 中的某位

语法：

{标号 :}	BSW.C	Ws,	Wb
	BSW.Z	[Ws],	
		[Ws++],	
		[Ws--],	
		[++Ws],	
		[--Ws],	

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]

操作：
对于 “.C” 操作：
C → Ws<(Wb)>
对于 “.Z” 操作 （默认）：
$\overline{Z}$ → Ws<(Wb)>

受影响的状态位：无

指令编码：

1010	1101	Zwww	w000	0ppp	ssss

描述：
向寄存器 Ws 中的 (Wb) 位写入 STATUS 寄存器中 C 或 $\overline{Z}$ 标志位的值。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位 （bit 15）递增。只有 Wb 中的最低 4 位用来确定目的位的编号。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

Z 位用于选择 C 或 Z 标志作为源操作数。
w 位用于选择位选择寄存器的地址。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。如果未提供扩展符，可认为本指令将执行 “.Z” 操作。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
BSW.C  W2, W3          ; 将 W2 中的 bit W3 设定为 C 位的值
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	F234		7234	
W3	111F		111F	
SR	0002	(Z = 1, C = 0)	0002	(Z = 1, C = 0)

例 2：

```
BSW.Z  W2, W3          ; 将 W2 中的 bit W3 设定为 Z 位的反码值
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	E235		E234	
W3	0550		0550	
SR	0002	(Z = 1, C = 0)	0002	(Z = 1, C = 0)

例 3：

```
BSW.C  [++W0], W6          ; 将 [W0++] 中的 bit W6 设定为 C 位的值
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	1000		1002	
W6	34A3		34A3	
数据单元 1002	2380		2388	
SR	0001	(Z = 0, C = 1)	0001	(Z = 0, C = 1)

例 4：

```
BSW    [W1--], W5          ; 将 [W1] 中的 bit W5 设定为 Z 位的反码值；
                           ; 指令执行后将 W1 递减
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	1000		0FFE	
W5	888B		888B	
数据单元 1000	C4DD		CCDD	
SR	0001	(C = 1)	0001	(C = 1)

BTG 将 f 中的指定位翻转

语法： { 标号 :} BTG{.B} f, #bit4

操作数： 对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作： $\overline{(f)<bit4>} \rightarrow (f)<bit4>$

受影响的状态位： 无

指令编码：

1010	1010	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述： 将文件寄存器 f 中由 bit4 指定的位翻转 （求反）。位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被翻转的位位置的 bit4 值。
f 用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
BTG.B    0x1001, #0x4    ; 将 0x1001 中的 bit 4 翻转
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 1000	F234	E234
SR	0000	0000

例 2：
```
BTG      0x1660, #0x8    ; 将 RAM1660 中的 bit 8 翻转
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 1660	5606	5706
SR	0000	0000

BTG　　将 Ws 中的指定位翻转

语法：　{ 标号 :}　BTG{.B}　Ws,　#bit4
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：　$\overline{(Ws)<bit4>} \rightarrow Ws<bit4>$

受影响的状态位：　无

指令编码：

1010	0010	bbbb	0B00	0ppp	ssss

描述：　将寄存器 Ws 中由 bit4 指定的位翻转 （求反）。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择源 / 目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，源寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
BTG  W2, #0x0          ; 将 W2 中的 bit 0 翻转
```

	指令执行前	指令执行后
W2	F234	F235
SR	0000	0000

例 2：

```
BTG  [W0++], #0x0      ; 将 [W0] 中的 bit 0 翻转
                       ; 指令执行后，递增 W0
```

	指令执行前	指令执行后
W0	2300	2302
数据单元 2300	5606	5607
SR	0000	0000

BTSC 测试 f 中的指定位，为零则跳过

语法： {标号 :} BTSC{.B} f, #bit4

操作数： 对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作： 测试 (f)<bit4>，如果为零则跳过

受影响的状态为： 无

指令编码：

1010	1111	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述： 对文件寄存器中由 bit4 指定的位进行测试。如果被测试的位为 0，则放弃下一条指令 （在当前指令执行过程中取出的）而在下一个指令周期执行一条 NOP 指令。如果被测试的位为 1，则正常执行下一条指令。在上述两种情况下，文件寄存器中的内容都不改变。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
f 用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （2 或 3）

例 1：

```
002000 HERE:   BTSC.B  0x1201, #2  ; 如果 0x1201 中的 bit 2 为 0,
002002         GOTO    BYPASS      ; 则跳过 GOTO
002004         . . .
002006         . . .
002008 BYPASS: . . .
00200A         . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2000	PC	00 2002
数据单元 1200	264F	数据单元 1200	264F
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
002000 HERE:    BTSC    0x804, #14 ; 如果 0x804 中的 bit 14 为 0,
002002          GOTO    BYPASS     ; 则跳过 GOTO
002004          . . .
002006          . . .
002008 BYPASS:  . . .
00200A          . . .
```

	指令执行前
PC	00 2000
数据单元 0804	2647
SR	0000

	指令执行后
PC	00 2004
数据单元 0804	2647
SR	0000

BTSC 测试 Ws 中的指定位，为零则跳过

语法：

{ 标号 :}	BTSC	Ws,	#bit4
		[Ws],	
		[Ws++],	
		[Ws--],	
		[++Ws],	
		[--Ws],	

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：
测试 (Ws)<bit4>，如果为零则跳过

受影响的状态位：
无

指令编码：

1010	0111	bbbb	0000	0ppp	ssss

描述：
对 Ws 中由 bit4 指定的位进行测试。如果被测试的位为 0， 则放弃下一条指令 （在当前指令执行过程中取出的）而在下一个指令周期执行一条 NOP 指令。如果被测试的位为 1，则正常执行下一条指令。在上述两种情况下， Ws 寄存器中的内容都不会改变。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。

指令字数：
1

指令周期数：
1 （如果下一条指令被跳过，则为 2 或 3）

例 1：

```
002000 HERE:    BTSC    W0, #0x0        ; 如果 W0 中的 bit 0 为 0,
002002          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
002004          . . .
002006          . . .
002008 BYPASS:  . . .
00200A          . . .
```

指令执行前

PC	00 2000
W0	264F
SR	0000

指令执行后

PC	00 2002
W0	264F
SR	0000

例 2：

```
002000 HERE:    BTSC    W6, #0xF        ; 如果 W6 中的 bit 15 为 0，
002002          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
002004          . . .
002006          . . .
002008 BYPASS:  . . .
00200A          . . .
```

	指令执行前
PC	00 2000
W6	264F
SR	0000

	指令执行后
PC	00 2004
W6	264F
SR	0000

例 3：

```
003400 HERE:    BTSC    [W6++], #0xC    ; 如果 [W6] 中的 bit 12 为 0，
003402          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
003404          . . .                   ; 指令执行后递增 W6
003406          . . .
003408 BYPASS:  . . .
00340A          . . .
```

	指令执行前
PC	00 3400
W6	1800
数据单元 1800	1000
SR	0000

	指令执行后
PC	00 3402
W6	1802
数据单元 1800	1000
SR	0000

BTSS 测试 f 中的指定位，为 1 则跳过

语法： {标号 :} BTSS{.B} f, #bit4

操作数： 对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作： 测试 (f)<bit4>，如果为 1 则跳过

受影响的状态位： 无

指令编码：

1010	1110	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述： 对文件寄存器中由 bit4 指定的位进行测试。如果被测试的位为 1， 则放弃执行下一条指令 （在当前指令执行过程中取出的）而在下一个指令周期执行一条 NOP 指令。如果被测试的位为 0，则正常执行下一条指令。在上述两种情况下，文件寄存器中的内容都不会改变。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
f 用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果下一条指令被跳过，则为 2 或 3）

例 1：

```
007100 HERE:     BTSS.B   0x1401, #0x1 ; 如果 0x1401 中的 bit 1 为 1,
007102           CLR      WREG        ; 则不对 WREG 进行清零
007104           . . .
```

	指令执行前	指令执行后
PC	00 7100	00 7104
数据单元 1400	0280	0280
SR	0000	0000

例 2：

```
007100 HERE:     BTSS     0x890, #0x9 ; 如果 0x890 中的 bit 9 为 1,
007102           GOTO     BYPASS      ; 则跳过 GOTO
007104           . . .
007106 BYPASS:   . . .
```

	指令执行前	指令执行后
PC	00 7100	00 7102
数据单元 0890	00FE	00FE
SR	0000	0000

BTSS　　测试 Ws 中的指定位，为 1 则跳过

语法：	{标号 :}	BTSS	Ws,	#bit4
			[Ws],	
			[Ws++],	
			[Ws--],	
			[++Ws],	
			[--Ws],	

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：　测试 (Ws)<bit4>，如果为 1 则跳过。

受影响的状态位：　无

解码：

1010	0110	bbbb	0000	0ppp	ssss

描述：　对 Ws 中由 bit4 指定的位进行测试。 如果被测试的位为 1，则放弃执行下一条指令（在当前指令执行过程中取出的）而在下一个指令周期执行一条 NOP 指令。如果被测试的位为 0，则正常执行下一条指令。在上述两种情况下， Ws 寄存器中的内容都不会改变。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
s 位用于选择源寄存器。
p 位用于选择源地址模式。

注：　本指令只能工作在字模式。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果下一条指令被跳过，则为 2 或 3）

例 1：

```
002000 HERE:    BTSS    W0, #0x0        ; 如果 W0 中的 bit 0 为 1,
002002          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
002004          . . .
002006          . . .
002008 BYPASS:  . . .
00200A          . . .
```

指令执行前	
PC	00 2000
W0	264F
SR	0000

指令执行后	
PC	00 2004
W0	264F
SR	0000

例 2：

```
002000 HERE:    BTSS    W6, #0xF        ; 如果 W6 中的 bit 15 为 1，
002002          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
002004          . . .
002006          . . .
002008 BYPASS:  . . .
00200A          . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2000	PC	00 2002
W6	264F	W6	264F
SR	0000	SR	0000

例 3：

```
003400 HERE:    BTSS    [W6++], 0xC     ; 如果 [W6] 中的 bit 12 为 1，
003402          GOTO    BYPASS          ; 则跳过 GOTO
003404          . . .                   ; 指令执行后，递增 W6
003406          . . .
003408 BYPASS:  . . .
00340A          . . .
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 3400	PC	00 3404
W6	1800	W6	1802
数据单元 1800	1000	数据单元 1800	1000
SR	0000	SR	0000

BTST　　测试 f 中的指定位

语法：　{ 标号 :}　BTST{.B}　f,　#bit4

操作数：　对于字节操作， f ∈ [0 ... 8191]
对于字操作， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：　$\overline{(f)<bit4>} \rightarrow Z$

受影响的状态位：　Z

指令编码：

1010	1011	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述：　对文件寄存器 f 中由 bit4 指定的位进行测试，并将被测试的位的反码值存储到 STATUS 寄存器中的 Z 标志位。文件寄存器中的内容将不会改变。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。

b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
f 用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
BTST.B  0x1201, #0x3     ; 设定 Z = 0x1201 中 bit 3 的反码值
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 1200	F7FF		F7FF	
SR	0000		0002	(Z = 1)

例 2：
```
BTST    0x1302, #0x7     ; 设定 Z = 0x1302 中 bit 7 的反码值
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 1302	F7FF		F7FF	
SR	0002	(Z = 1)	0000	

BTST 测试 Ws 中的指定位

语法：

{ 标号 :}	BTST.C	Ws,	#bit4
	BTST.Z	[Ws],	
		[Ws++],	
		[Ws--],	
		[++Ws],	
		[--Ws],	

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：

对于 “.C” 操作：
(Ws)<bit4> → C
对于 “.Z” 操作 （默认）：
$\overline{(Ws)<bit4>}$ → Z

受影响的状态位：

Z 或 C

指令编码：

1010	0011	bbbb	Z000	0ppp	ssss

描述：

对寄存器 Ws 中由 bit4 指定的位进行测试。如果指定指令中的 “.Z” 选项，被测试的位的反码将被存储到 STATUS 寄存器的零标志位。如果指定指令中的 “.C” 选项，被测试的位的值将被存储到 STATUS 寄存器的进位标志。在上述两种情况下， Ws 中的内容将不会改变。

对于 bit4 操作数，位编号从字的最低位 （bit 0）开始，向最高位递增（bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。
b 位用于选择指定要被测试的位位置的 bit4 值。
Z 位用于选择 C 或 Z 标志作为目的位。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。如果未提供扩展符，可认为本指令将执行 “.Z” 操作。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
BTST.C  [W0++], #0x3     ; 设定 C =[W0] 中的 bit 3
                         ; 指令执行后，递增 W0
```

指令执行前			指令执行后		
W0	1200		W0	1202	
数据单元 1200	FFF7		数据单元 1200	FFF7	
SR	0001	(C = 1)	SR	0000	

例 2：

```
BTST.Z  W0, #0x7         ; 设定 Z = W0 中 bit 7 的反码
```

指令执行前			指令执行后		
W0	F234		W0	F234	
SR	0000		SR	0002	(Z = 1)

BTST　　测试 Ws 中的指定位

语法：	{标号 :}	BTST.C	Ws,	Wb
		BTST.Z	[Ws],	
			[Ws++],	
			[Ws--],	
			[++Ws],	
			[--Ws],	

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于 “.C” 操作：
(Ws)<(Wb)> → C
对于 “.Z” 操作 （默认）：
$\overline{(Ws)<(Wb)>}$ → Z

受影响的状态位：　Z 或 C

指令编码：

1010	0101	Zwww	w000	0ppp	ssss

描述：　对寄存器 Ws 中的 (Wb) 位进行测试。如果指定指令中的 “.C” 选项，被测试的位的值将被存储到 STATUS 寄存器的进位标志。如果指定指令中的 “.Z” 选项，被测试的位的反码将被存储到 STATUS 寄存器的零标志位。在上述两种情况下， Ws 中的内容将不会改变。

只有 Wb 中的最低 4 位用来确定位的编号。位编号从工作寄存器的最低位（bit 0）开始，向最高位递增 （bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

Z 位用于选择 C 或 Z 标志作为目的位。
w 位用于选择位选择寄存器的地址。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　本指令只能工作于字模式。如果未提供扩展符，可认为本指令将执行 “.Z” 操作。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
BTST.C  W2, W3          ; 设定 C = W2 中的 bit W3
```

指令执行前			指令执行后	
W2	F234		W2	F234
W3	2368		W3	2368
SR	0001	(C = 1)	SR	0000

例 2：

```
BTST.Z  [W0++], W1      ; 设定 Z = [W0] 中位 W1 的反码值
                        ; 指令执行后，递增 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	1200		1202
W1	CCC0		CCC0
数据单元 1200	6243		6243
SR	0002	(Z = 1)	0000

BTSTS　　测试 / 置 1 f 中的指定位

语法：　{ 标号 :}　BTSTS{.B}　f,　　#bit4

操作数：　对于字节模式， f ∈ [0 ... 8191]
对于字模式， f ∈ [0 ... 8190]
对于字节操作， bit4 ∈ [0 ... 7]
对于字操作， bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：　$\overline{(f)<bit4>} \rightarrow Z$
$1 \rightarrow (f)<bit4>$

受影响的状态位：　Z

指令编码：

1010	1100	bbbf	ffff	ffff	fffb

描述：　对文件寄存器 f 中由 bit4 指定的位进行测试，并将被测试的位的反码值存储到 STATUS 寄存器中的零标志位。文件寄存器的被测试的位随后将被置 “1”。对于 bit4 操作数，位编号从最低位 （bit 0）开始，向最高位递增 （对于字节操作为 bit 7，对于字节操作为 bit 15）。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

b 位用于选择指定要被测试 / 置 1 的位位置的 bit4 值。
f 用于选择文件寄存器的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当该指令工作于字模式时，文件寄存器地址必须是字对齐的。
3： 当该指令工作于字节模式时， bit4 必须在 0 和 7 之间。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
BTSTS.B  0x1201, #0x3 ; 设定 Z = 0x1201 中的 bit 3 的反码值,
                      ; 然后设定 0x1201 中的 bit 3 = 1
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 1200	F7FF	数据单元 1200	FFFF	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 2：

```
BTSTS    0x808, #15   ; 设定 Z = 0x808 中 bit 15 的反码值,
                      ; 然后设定 0x808 中的 bit 15 = 1
```

	指令执行前		指令执行后	
RAM300	8050	RAM300	8050	
SR	0002	(Z = 1)	SR	0000

BTSTS 测试 / 置 1 Ws 中的指定位

语法：

```
{标号 :}  BTSTS.C  Ws,     #bit4
          BTSTS.Z  [Ws],
                   [Ws++],
                   [Ws--],
                   [++Ws],
                   [--Ws],
```

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
bit4 ∈ [0 ... 15]

操作：

对于 “.C” 操作：
(Ws)<bit4> → C
1 → Ws<bit4>

对于 “.Z” 操作 （默认）：
$\overline{(Ws)<bit4>}$ → Z
1 → Ws<bit4>

受影响的状态位：Z 或 C

指令编码：

1010	0100	bbbb	Z000	0ppp	ssss

描述：

对寄存器 Ws 中由 bit4 指定的位进行测试。如果指定指令中的 “.Z” 选项，被测试的位的反码将被存储到 STATUS 寄存器中的零标志位。如果指定指令中的 “.C” 选项，被测试的位的值将被存储到 STATUS 寄存器的进位标志。在上述两种情况下， Ws 中被测试的位都将被置 1。

b 位用于选择指定要被测试 / 置 1 的位位置的 bit4 值。
Z 位用于选择 C 或 Z 标志作为目的位。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。如果未提供扩展符，可认为本指令将执行 “.Z” 操作。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
BTSTS.C  [W0++], #0x3      ; 设定 C= [W0] 中的 bit 3
                           ; 设定 [W0] 中的 bit 3 = 1
                           ; 指令执行后，递增 W0
```

指令执行前			指令执行后		
W0	1200		W0	1202	
数据单元 1200	FFF7		数据单元 1200	FFFF	
SR	0001	(C = 1)	SR	0000	

例 2：

```
BTSTS.Z  W0, #0x7          ; 设定 Z = W0 中的 bit 7 的反码值
                           ;, 且设定 W0 中的 bit 7 = 1
```

指令执行前			指令执行后		
W0	F234		W0	F2B4	
SR	0000		SR	0002	(Z = 1)

CALL　　调用子程序

语法：　{ 标号 :}　CALL　Expr

操作数：　Expr 可以是标号或表达式 （但不能为立即数）。
Expr 由链接器解析为 lit23，其中 lit23 ∈ [0 ... 8388606]。

操作：　(PC) + 4 → PC
(PC<15:0>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(PC<23:16>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
lit23 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

第一个字	0000	0010	nnnn	nnnn	nnnn	nnn0
第二个字	0000	0000	0000	0000	0nnn	nnnn

描述：　在整个 4 MB 指令程序存储空间内直接调用子程序。在进行调用之前， 24 位返回地址 (PC + 4) 被压入堆栈。在返回地址入栈后， 23 位值 lit23 被装入 PC。

n 位形成目标地址。

注：　链接器将把指定的表达式解析为要使用的 lit23。

指令字数：　2

指令周期数：　2

例 1：

```
026000          CALL    _FIR            ; 调用 _FIR 子程序
026004          MOV     W0, W1
   .            ...
   .            ...
026844 _FIR:    MOV     #0x400, W2      ; _FIR 子程序起始
026846          ...
```

	指令执行前		指令执行后
PC	02 6000	PC	02 6844
W15	A268	W15	A26C
数据单元 A268	FFFF	数据单元 A268	6004
数据单元 A26A	FFFF	数据单元 A26A	0002
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
072000          CALL    _G66        ; 调用子程序 _G66
072004          MOV     W0, W1
   .            ...
077A28 _G66:    INC     W6, [W7++] ; 子程序起始
077A2A          ...
077A2C
```

	指令执行前		指令执行后
PC	07 2000	PC	07 7A28
W15	9004	W15	9008
数据单元 9004	FFFF	数据单元 9004	2004
数据单元 9006	FFFF	数据单元 9006	0007
SR	0000	SR	0000

CALL 间接调用子程序

语法： {标号 :} CALL Wn

操作数： Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：
(PC) + 2 → PC
(PC<15:0>) → TOS
(W15) + 2 → W15
(PC<23:16>) → TOS
(W15) + 2 → W15
0 → PC<22:16>
(Wn<15:1>) → PC<15:1>
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0000	0001	0000	0000	0000	ssss

描述：
在程序存储空间的前 32K 指令字范围内间接调用子程序。在进行调用之前， 24 位返回地址 (PC + 2) 被压入堆栈。在返回地址入栈之后，Wn<15:1> 被装入 PC<15:1> 而 PC<22:16> 被清零。由于 PC<0> 总是 0，Wn<0> 将被忽略。

s 位用于选择源寄存器。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1：

```
001002          CALL  W0          ; 使用 W0 间接调用 BOOT 子程序
001004          ...               ;
   .            ...
001600 _BOOT:   MOV #0x400, W2    ; _BOOT 由此起始
001602          MOV #0x300, W6
   .            ...
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 1002	PC	00 1600
W0	1600	W0	1600
W15	6F00	W15	6F04
数据单元 6F00	FFFF	数据单元 6F00	1004
数据单元 6F02	FFFF	数据单元 6F02	0000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
004200          CALL  W7          ; 使用 W7 间接调用 TEST 子程序
004202          ...               ;
   .            ...
005500 _TEST:   INC   W1, W2      ; _TEST 由此起始
005502          DEC   W1, W3      ;
   .            ...
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 4200	PC	00 5500
W7	5500	W7	5500
W15	6F00	W15	6F04
数据单元 6F00	FFFF	数据单元 6F00	4202
数据单元 6F02	FFFF	数据单元 6F02	0000
SR	0000	SR	0000

CLR　　清零 f 或 WREG

语法：　{ 标号 :}　CLR{.B}　f
WREG

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　0 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

1110	1111	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　清除文件寄存器或默认工作寄存器 WREG 中的内容。如果指定了 WREG， WREG 将被清零。否则，指定的文件寄存器 f 将被清零。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
CLR.B  RAM200        ; 清零 RAM200 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
RAM200	8009	8000
SR	0000	0000

例 2：
```
CLR    WREG          ; 清零 WREG （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
WREG	0600	0000
SR	0000	0000

CLR 清零 Wd

语法：{ 标号 :} CLR{.B} Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：0 → Wd

受影响的状态位：无

指令编码：

1110	1011	0Bqq	qddd	d000	0000

描述：清除寄存器 Wd 中的内容。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节模式）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
CLR.B  W2          ; 清零 W2 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
W2	3333	3300
SR	0000	0000

例 2：

```
CLR    [W0++]      ; 清零 [W0]
                   ; 指令执行后递增 W0
```

	指令执行前	指令执行后
W0	2300	2302
数据单元 2300	5607	0000
SR	0000	0000

CLR　　清零累加器，预取操作数

语法：　{ 标号 :} CLR　Acc　{,[Wx],Wxd}　{,[Wy],Wyd}　{,AWB}
{,[Wx]+= kx,Wxd}　{,[Wy]+= ky,Wyd}
{,[Wx]-=kx,Wxd}　{,[Wy]-=ky,Wyd}
{,[W9+W12],Wxd}　{,[W11+W12],Wyd}

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]; kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]; Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]; ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]; Wyd ∈ [W4 ... W7]
AWB ∈ [W13, [W13]+= 2]

操作：
0 → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd; (Wx)+/-kx→Wx
([Wy])→ Wyd; (Wy)+/-ky→Wy
舍入后的 (Acc(B 或 A)) → AWB

受影响的状态位：　OA、 OB、 SA 和 SB

指令编码：

1100	0011	A0xx	yyii	iijj	jjaa

描述：
本指令清零指定累加器的所有 40 位，可选操作还包括预取操作数以为 MAC 类指令作准备以及存储非指定累加器结果。本指令将清零各个溢出和饱和标志 （即 OA 和 SA 或 OB 和 SB）。

如 **4.14.1 “MAC 预取”** 中所介绍，操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用于指定支持间接寻址和寄存器偏移量寻址的可选预取操作。如 **4.14.4 “MAC 回写”** 所介绍，操作数 AWB 用于指定可选操作：寄存器直接或间接存储经收敛舍入后的 “另一个” 累加器的内容。

A 位选择用于回写操作的 “另一个” 累加器
x 位用于选择预取 Wxd 的目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 的目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。
a 位用于选择累加器回写的目的寄存器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
CLR  A, [W8]+=2, W4, W13  ; 清零 ACCA
                          ; 将 [W8] 装入 W4，指令执行后递增 W8
                          ; 将 ACCB 存入 W13
```

	指令执行前	指令执行后
W4	F001	1221
W8	2000	2002
W13	C623	5420
ACCA	00 0067 2345	00 0000 0000
ACCB	00 5420 3BDD	00 5420 3BDD
数据单元 2000	1221	1221
SR	0000	0000

例 2：

```
CLR   B, [W8]+=2, W6, [W10]+=2, W7, [W13]+=2 ; 清零 ACCB
                                              ; 将 [W8] 装入 W6
                                              ; 将 [W10] 装入 W7
                                              ; 保存 ACCA 到 [W13]
                                              ; 指令执行后，递增 W8、
                                              ;W10 和 W13
```

	指令执行前		指令执行后
W6	F001	W6	1221
W7	C783	W7	FF80
W8	2000	W8	2002
W10	3000	W10	3002
W13	4000	W13	4002
ACCA	00 0067 2345	ACCA	00 0067 2345
ACCB	00 5420 ABDD	ACCB	00 0000 0000
数据单元 2000	1221	数据单元 2000	1221
数据单元 3000	FF80	数据单元 3000	FF80
数据单元 4000	FFC3	数据单元 4000	0067
SR	0000	SR	0000

CLRWDT　　清零看门狗定时器

语法：　　{ 标号 :}　CLRWDT

操作数：　　无

操作：　　0 → WDT 计数寄存器
0 → WDT 预分频器 A 计数
0 → WDT 预分频器 B 计数

受影响的状态位：　　无

指令编码：

1111	1110	0110	0000	0000	0000

指令描述：　　本指令将清零看门狗定时器计数寄存器和预分频器计数寄存器的内容。但不会更改由 FWDT 中配置熔丝所设定的看门狗预分频器 A 和预分频器 B 的设置。

指令字数：　　1

指令周期数：　　1

例 1：

```
CLRWDT      ; 清零看门狗定时器
```

	指令执行前	指令执行后
SR	0000	0000

COM 对 f 的内容取反

语法： { 标号 :} COM{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： $(\overline{f}) \rightarrow$ 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1110	1110	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 计算文件寄存器内容的反码并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
COM.b  RAM200     ; 对 RAM200 求反 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
RAM200	80FF	RAM200	8000	
SR	0000	SR	0002	(Z)

例 2：

```
COM    RAM400, WREG    ; 对 RAM400 求反并将结果存入 WREG
                       ; （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	1211	WREG	F7DC	
RAM400	0823	RAM400	0823	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

COM　　对 Ws 的内容取反

语法：	{ 标号 :}	COM{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　$\overline{(Ws)} \rightarrow Wd$

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1110	1010	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　计算源寄存器 Ws 内容的反码并将结果存入目的寄存器 Wd。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
COM.B  [W0++], [W1++]  ; 对 [W0] 求反并将结果存入 [W1] （字节模式）
                       ; 指令执行后递增 W0 和 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	2301	W0	2302	
W1	2400	W1	2401	
数据单元 2300	5607	数据单元 2300	5607	
数据单元 2400	ABCD	数据单元 2400	ABA9	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
COM    W0, [W1++]      ; 对 W0 求反并将结果存入 [W1] （字模式）
                       ; 指令执行后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	D004	W0	D004
W1	1000	W1	1002
数据单元 1000	ABA9	数据单元 1000	2FFB
SR	0000	SR	0000

CP

比较 f 和 WREG 并设置状态标志位

语法： {标号 :} CP{.B} f

操作数： f ∈ [0 ...8191]

操作： (f) – (WREG)

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0011	0B0f	ffff	ffff	ffff

说明： 计算 (f) – (WREG) 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUBWF 具有相同的效果，但并不保存减法的结果。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
CP.B    RAM400    ; 将 RAM400 与 WREG 进行比较 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	8823	WREG	8823	
RAM400	0823	RAM400	0823	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 2：

```
CP      0x1200    ; 将 (0x1200) 与 WREG 进行比较 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	2377	WREG	2377	
数据单元 1200	2277	数据单元 1200	2277	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

CP

比较 Wb 和 lit5 并设置状态标志位

语法：　{ 标号 :}　CP{.B}　Wb,　#lit5

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]

操作：　(Wb) – lit5

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0001	0www	wB00	011k	kkkk

描述：　计算 (Wb) – lit5 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUB 具有相同的效果，但并不保存减法的结果。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器 Wb 的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位提供一个 5 位整数立即数操作数。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
CP.B  W4, #0x12        ; 将 W4 与 0x12 进行比较 （字节模式）
```

指令执行前		指令执行后	
W4	7711	W4	7711
SR	0000	SR	0008 (N = 1)

例 2：

```
CP    W4, #0x12        ; 将 W4 与 0x12 进行比较 （字模式）
```

指令执行前		指令执行后	
W4	7713	W4	7713
SR	0000	SR	0000

CP 比较 Wb 和 Ws 并设置状态标志位

语法： {标号 :} CP{.B} Wb, Ws
[Ws]
[Ws++]
[Ws--]
[++Ws]
[--Ws]

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wb) – (Ws)

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0001	0www	wB00	0ppp	ssss

描述： 计算 (Wb) – (Ws) 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUB 具有相同的效果，但并不保存减法的结果。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器 Ws 的地址。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
CP.B  W0, [W1++]     ; 将 [W1] 与 W0 进行比较 （字节模式）
                     ; 指令执行后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	ABA9	W0	ABA9	
W1	2000	W1	2001	
数据单元 2000	D004	数据单元 2000	D004	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
CP    W5, W6         ; 将 W6 与 W5 进行比较 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W5	2334	W5	2334	
W6	8001	W6	8001	
SR	0000	SR	000C	(N,OV = 1)

CP0　　比较 f 和 0x0 并设置状态标志位

语法：　{ 标号 :}　CP0{.B}　f

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f) – 0x0

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0010	0B0f	ffff	ffff	ffff

描述：　计算 (f) – 0x0 并更新 STATUS 寄存器。不保存减法的结果。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
CP0.B    RAM100    ; 将 RAM100 与 0x0 进行比较 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
RAM100	44C3	44C3	
SR	0000	0008	(N = 1)

例 2：

```
CP0    0x1FFE    ; 将 (0x1FFE) 与 0x0 进行比较 （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 1FFE	0001	0001
SR	0000	0000

CP0 比较 Ws 和 0x0 并设置状态标志位

语法： { 标号 :} CP0{.B} Ws
[Ws]
[Ws++]
[Ws--]
[++Ws]
[--Ws]

操作数： Ws ∈ [W0 ... W15]

操作： (Ws) – 0x0000

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0000	0000	0B00	0ppp	ssss

描述： 计算 (Ws) – 0x0000 并更新 STATUS 寄存器。不保存减法的结果。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择 Ws 源寄存器的地址。

注： 指令中的扩展符 .B指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
CP0.B   [W4--]      ; 将 [W4] 与 0 进行比较 （字节模式）
                    ; 然后递增 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	1001	W4	1000	
数据单元 1000	0034	数据单元 1000	0034	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 2：

```
CP0     [--W5]      ; 将 [--W5] 与 0 进行比较 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W5	2400	W5	23FE	
数据单元 23FE	9000	数据单元 23FE	9000	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

CPB　　带借位位比较 f 和 WREG 并设置状态标志

语法：　{ 标号 :}　CPB{.B}　f

操作数：　f ∈ [0 ...8191]

操作：　(f) – (WREG) – ($\overline{C}$)

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0011	1B0f	ffff	ffff	ffff

描述：　计算 (f) – (WREG) – ($\overline{C}$) 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUBB 指令具有相同的效果，但并不保存减法的结果。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
CPB.B    RAM400   ; 带借位位 C 将 RAM400 与 WREG 进行比较 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	8823	WREG	8823	
RAM400	0823	RAM400	0823	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
CPB      0x1200   ; 带借位位 C 将 (0x1200) 与 WREG 进行比较 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG	2377	WREG	2377	
数据单元 1200	2377	数据单元 1200	2377	
SR	0001	(C = 1) SR	0001	(C = 1)

CPB 带借位比较 Wb 和 lit5 并设置状态标志位

语法： { 标号 :} CPB{.B} Wb, #lit5

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]

操作： (Wb) – lit5 – ($\overline{C}$)

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0001	1www	wB00	011k	kkkk

描述： 计算 (Wb) – lit5 – ($\overline{C}$) 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUBB 指令具有相同的效果，但并不保存减法的结果。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。

w 位用于选择源寄存器 Wb 的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位提供一个 5 位整数立即数操作数。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

2： Z 标志对于 ADDC、 CPB、 SUBB 和 SUBBR 指令呈现 “粘住” 特性，这些指令只能将其清零。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
CPB.B  W4, #0x12    ; 带借位 C 将 W4 与 0x12 进行比较 （字节模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W4	7711		W4	7711	
SR	0001	(C = 1)	SR	0008	(N = 1)

例 2：
```
CPB.B  W4, #0x12    ; 带借位 C 将 W4 与 0x12 进行比较 （字节模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W4	7711		W4	7711	
SR	0000		SR	0008	(N = 1)

例 3：
```
CPB    W12, #0x1F   ; 带借位 C 将 W12 与 0x1F 进行比较 （字模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W12	0020		W12	0020	
SR	0002	(Z = 1)	SR	0003	(Z, C = 1)

例 4：
```
CPB    W12, #0x1F   ; 带借位 C 将 W12 与 0x1F 进行比较 （字模式）
```

指令执行前			指令执行后		
W12	0020		W12	0020	
SR	0003	(Z, C = 1)	SR	0001	(C = 1)

CPB　　带借位比较 Ws 和 Wb 并设置状态标志位

语法：　{ 标号 :}　CPB{.B}　Wb,　Ws
[Ws]
[Ws++]
[Ws--]
[++Ws]
[--Ws]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – (Ws) – ($\overline{C}$)

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	0001	1www	wB00	0ppp	ssss

描述：　计算 (Wb) – (Ws) – ($\overline{C}$) 并更新 STATUS 寄存器。本指令与 SUBB 指令具有相同的效果，但并不保存减法的结果。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器 Ws 的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
CPB.B  W0, [W1++] ; 带借位 C 将 [W1] 与 W0 进行比较 （字模式）
                  ; 然后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	ABA9		ABA9	
W1	1000		1001	
数据单元 1000	D0A9		D0A9	
SR	0002	(Z = 1)	0008	(N = 1)

例 2：
```
CPB.B  W0, [W1++] ; 带借位 C 将 [W1] 与 W0 进行比较 （字节模式）
                  ; 然后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	ABA9		ABA9	
W1	1000		1001	
数据单元 1000	D0A9		D0A9	
SR	0001	(C = 1)	0001	(C = 1)

例 3：

```
CPB    W4, W5          ; 带借位 C 将 W5 与 W4 进行比较（字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	4000		4000	
W5	3000		3000	
SR	0001	(C = 1)	0001	(C = 1)

CPSEQ　　比较 Wb 和 Wn，如果相等 （Wb = Wn）则跳过

语法：　{ 标号 :}　CPSEQ{.B} Wb,　　Wn

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – (Wn)
如果 (Wb) = (Wn)，则跳过

受影响的状态位：　无

指令编码：

1110	0111	1www	wB00	0000	ssss

描述：　通过执行减法 (Wb) – (Wn)，将 Wb 和 Wn 的内容进行比较，但并不保存计算结果。如果 (Wb) = (Wn)，将放弃执行下一条指令 （在当前指令执行过程中取出）而是在下一个指令周期内执行一条 NOP 指令。如果 (Wb) ≠ (Wn)，将顺序执行下一条指令。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择 Ws 源寄存器的地址。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果跳过，则需 2 或 3 个指令周期）

例 1：

```
002000 HERE:  CPSEQ.B  W0, W1   ; 如果 W0 = W1 （字节模式），
002002        GOTO     BYPASS   ; 则跳过 GOTO
002004        . . .
002006        . . .
002008 BYPASS:. . .
00200A        . . .
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 2000		PC	00 2002
W0	1001		W0	1001
W1	1000		W1	1000
SR	0000		SR	0000

例 2：

```
018000 HERE:   CPSEQ  W4, W8   ; 如果 W4 = W8 （字模式），
018002         CALL   _FIR     ; 则跳过子程序调用
018006         ...
018008         ...
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	01 8000		PC	01 8006
W4	3344		W4	3344
W8	3344		W8	3344
SR	0002	(Z = 1)	SR	0002	(Z = 1)

CPSGT 带符号比较 Wb 和 Wn，如果大于 （Wb > Wn）则跳过

语法： { 标号 :} CPSGT{.B} Wb, Wn

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wb) – (Wn)
如果 (Wb) > (Wn)，则跳过

受影响的状态位： 无

指令编码：

1110	0110	0www	wB00	0000	ssss

描述： 通过执行减法 (Wb) – (Wn)，将 Wb 和 Wn 的内容进行比较，但并不保存计算结果。如果 (Wb) >(Wn)，将放弃执行下一条指令 （在当前指令执行过程中取出）而是在下一个指令周期内执行一条 NOP 指令。否则将顺序执行下一条指令。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择 Ws 源寄存器的地址。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果跳过，则需 2 或 3 个指令周期）

例 1：

```
002000 HERE:  CPSGT.B   W0, W1 ; 如果 W0 > W1 （字节模式），
002002        GOTO      BYPASS ; 则跳过 GOTO
002006        . . .
002008        . . .
00200A BYPASS . . .
00200C        . . .
```

指令执行前			指令执行后		
PC	00 2000		PC	00 2006	
W0	00FF		W0	00FF	
W1	26FE		W1	26FE	
SR	0009	(N, C = 1)	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
018000 HERE:  CPSGT     W4, W5 ; 如果 W4 > W5 （字模式），
018002        CALL      _FIR   ; 则跳过子程序调用
018006        ...
018008        ...
```

指令执行前			指令执行后		
PC	01 8000		PC	01 8002	
W4	2600		W4	2600	
W5	2600		W5	2600	
SR	0004	(OV = 1)	SR	0004	(OV = 1)

CPSLT　带符号比较 Wb 和 Wn，如果小于 （Wb < Wn）则跳过

语法：　{ 标号 :}　CPSLT{.B}　Wb,　Wn

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – (Wn)
如果 (Wb) < (Wn)，则跳过

受影响的状态位：　无

指令编码：

1110	0110	1www	wB00	0000	ssss

描述：　通过执行减法 (Wb) – (Wn)，将 Wb 和 Wn 的内容进行比较，但并不保存计算结果。如果 (Wb) < (Wn)，将放弃执行下一条指令 （在当前指令执行过程中取出）而是在下一个指令周期内执行一条 NOP 指令。否则将顺序执行下一条指令。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择 Ws 源寄存器的地址。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1 （如果跳过，则需 2 或 3 个指令周期）

例 1：

```
002000 HERE:   CPSLT.B   W8, W9 ; 如果 W8 < W9 （字节模式），
002002         GOTO      BYPASS ; 则跳过 GOTO
002006         . . .
002008         . . .
00200A BYPASS: . . .
00200C         . . .
```

指令执行前

PC	00 2000
W8	00FF
W9	26FE
SR	0008 (N = 1)

指令执行后

PC	00 2002
W8	00FF
W9	26FE
SR	0008 (N = 1)

例 2：

```
018000 HERE:  CPSLT    W3, W6  ; 如果 W3 < W6 （字模式），
018002        CALL     _FIR    ; 则跳过子程序调用
018006         . . .
018008         . . .
```

指令执行前

PC	01 8000
W3	2600
W6	3000
SR	0000

指令执行后

PC	01 8006
W3	2600
W6	3000
SR	0000

CPSNE 带符号比较 Wb 和 Wn，如果不等于 （Wb ≠ Wn）则跳过

语法： { 标号 :} CPSNE{.B} Wb, Wn

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wb) – (Wn)
如果 (Wb) ≠ (Wn)，则跳过

受影响的状态位： 无

指令编码：

1110	0111	0www	wB00	0000	ssss

描述： 通过执行减法 (Wb) – (Wn)，将 Wb 和 Wn 的内容进行比较，但并不保存计算结果。如果 (Wb) ≠ (Wn)，将放弃执行下一条指令 （在当前指令执行过程中取出）而是在下一个指令周期内执行一条 NOP 指令。否则将顺序执行下一条指令。

w 位用于选择 Wb 源寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择 Ws 源寄存器的地址。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1 （如果执行跳过，则需 2 或 3 个指令周期）

例 1：

```
002000 HERE:   CPSNE.B  W2, W3 ; 如果 W2 != W3 （字节模式），
002002         GOTO     BYPASS ; 则跳过 GOTO
002006         . . .
002008         . . .
00200A BYPASS: . . .
00200C         . . .
```

指令执行前

PC	00 2000	
W2	00FF	
W3	26FE	
SR	0001	(C = 1)

指令执行后

PC	00 2006	
W2	00FF	
W3	26FE	
SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
018000 HERE:   CPSNE  W0, W8   ; 如果 W0 != W8 （字模式），
018002         CALL   _FIR     ; 则跳过子程序调用
018006         ...
018008         ...
```

指令执行前

PC	01 8000
W0	3000
W8	3000
SR	0000

指令执行后

PC	01 8002
W0	3000
W8	3000
SR	0000

DAW.B　　对 Wn 的内容进行十进制调整

语法：　{ 标号 :}　DAW.B　Wn

操作数：　Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　如果 (Wn<3:0> > 9) 或 (DC = 1)
(Wn<3:0>) + 6 → Wn<3:0>
否则
(Wn<3:0>) → Wn<3:0>

如果 (Wn<7:4> > 9) 或 (C = 1)
(Wn<7:4>) + 6 → Wn<7:4>
否则
(Wn<7:4>) → Wn<7:4>

受影响的状态位：　C

指令编码：

1111	1101	0100	0000	0000	ssss

描述：　对 Wn 中的低位字节进行调整以产生一个二进制编码的十进制 （BCD）结果。 Wn 中的高位字节将不会改变，且进位标志将被用来指示十进制溢出反转。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

s 位用来选择源 / 目的寄存器。

注　1： 本指令用来对两个组合 BCD 码相加之后的数据格式进行调整。
2： 本指令只能工作于字节模式且操作码必须包括 .B 扩展符。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
DAW.B  W0        ; 十进制调整 W0
```

指令执行前			指令执行后		
W0	771A		W0	7720	
SR	0002	(DC = 1)	SR	0002	(DC = 1)

例 2：

```
DAW.B  W3        ; 十进制调整 W3
```

指令执行前			指令执行后		
W3	77AA		W3	7710	
SR	0000		SR	0001	(C = 1)

DEC

f 内容递减 1

语法： { 标号 :} DEC{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) – 1 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1101	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 将文件寄存器中的内容递减 1 并将结果放入目的寄存器。可选操作数 WREG 用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
DEC.B  0x200          ;(0x200) 递减 1 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
数据单元 200	80FF	80FE	
SR	0000	0009	(N,C = 1)

例 2：

```
DEC    RAM400, WREG   ;RAM400 递减 1 并将结果存入 WREG
                      ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
WREG	1211	0822
RAM400	0823	0823
SR	0000	0000

DEC　　Ws 内容递减 1

语法：	{ 标号 :}	DEC{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) – 1 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1001	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容递减 1 并将结果存入目的寄存器 Wd 中。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
DEC.B   [W7++], [W8++]    ;[W7] 递减 1 并将结果存入 [W8] （字节模式）
                          ; 随后递增 W7 和 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W7	2301	W7	2302
W8	2400	W8	2401
数据单元 2300	5607	数据单元 2300	5607
数据单元 2400	ABCD	数据单元 2400	AB55
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
DEC   W5, [W6++]    ;W5 递减 1 并将结果存入 [W6] （字模式）
                    ; 随后递增 W6
```

	指令执行前		指令执行后	
W5	D004	W5	D004	
W6	2000	W6	2002	
数据单元 2000	ABA9	数据单元 2000	D003	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

DEC2 f 内容递减 2

语法： { 标号 :} DEC2{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) – 2 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1101	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 将文件寄存器中的内容减 2 并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用来确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG，1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
DEC2.B   0x200          ; 将 (0x200) 中内容递减 2 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 200	80FF	数据单元 200	80FD	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
DEC2     RAM400, WREG   ; 将 RAM400 中内容递减 2，
                        ; 并将结果存入 WREG （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
WREG	1211	0821
RAM400	0823	0823
SR	0000	0000

DEC2　　Ws 内容递减 2

语法：	{ 标号 :}	DEC2{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) – 2 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1001	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容递减 2 并将结果存入目的寄存器 Wd 中。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
DEC2.B [W7--], [W8--]; 将 W7 中内容递减 2，并将结果存入 [W8]（字节模式）
                      ; 随后递减 W7 和 W8
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	2301	W7	2300	
W8	2400	W8	23FF	
数据单元 2300	0107	数据单元 2300	0107	
数据单元 2400	ABCD	数据单元 2400	ABFF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
DEC2  W5, [W6++]  ; 将 W5 中内容减 2，并将结果存入 [W6]（字模式）
                  ; 随后递增 W6
```

	指令执行前		指令执行后	
W5	D004	W5	D004	
W6	1000	W6	1002	
数据单元 1000	ABA9	数据单元 1000	D002	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

DISI 暂时禁止中断

语法： {标号 :} DISI #lit14

操作数： lit14 ∈ [0 ... 16383]

操作： lit14 → DISICNT
1 → DISI
禁止中断，禁止时间为 (lit14 + 1) 个指令周期

受影响的状态位： 无

指令编码：

1111	1100	00kk	kkkk	kkkk	kkkk

描述： 禁止优先级 0 至 6 的中断，禁止时间为 (lit14 + 1) 个指令周期。禁止持续时间从执行 DISI 的指令周期开始，且在以后的 (lit 14) 个指令周期内保持有效。 lit14 值将被写入 DISICNT 寄存器，且 DISI 标志（INTCON2<14>）将被设定为 1。本指令可用于对执行时间要求苛刻的代码之前以限制中断的影响。

注： 本指令并不禁止优先级为 7 的中断以及陷阱的处理。 有关细节，可参阅 《*dsPIC30F 系列参考手册*》（DS70046D_CN）。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
002000 HERE:   DISI  #100  ; 禁止中断，持续时间为 101 个指令周期
002002                     ; 下 100 个周期由 DISI 保护
002004         . . .
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 2000	PC	00 2002	
DISICNT	0000	DISICNT	0100	
INTCON2	0000	INTCON2	4000	(DISI = 1)
SR	0000	SR	0000	

DIV.S　　有符号整数除法

语法：　{ 标号 :}　DIV.S{W}　Wm, Wn
　　DIV.SD　Wm, Wn

操作数：　对于字操作， Wm ∈ [W0 ... W15]
对于双字操作， Wm ∈ [W0, W2, W4 ... W14]
Wn ∈ [W2 ... W15]

操作：　对于字操作 （默认）：
Wm → W0
如果 Wm<15> = 1：
0xFFFF → W1
否则：
0x0 → W1
W1:W0 / Wn → W0
余数 → W1

对于双字操作 （DIV.SD）：
Wm+1:Wm → W1:W0
W1:W0 / Wn → W0
余数 → W1

受影响的状态位：　N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1101	1000	0ttt	tvvv	vW00	ssss

描述：　迭代的有符号整数除法，其中被除数存储在 Wm （对于 16 位 /16 位除法）或 Wm+1:Wm （对于 32 位 /16 位除法）中，而除数存储在 Wn 中。在默认的字操作中， Wm 将首先被拷贝至 W0 且通过 W1 进行符号扩展以执行操作。在双字操作中， Wm+1:Wm 将首先被拷贝至 W1:W0。除法操作的 16 位商将存放在 W0 中，而 16 位余数则被存放在 W1 中。

必须通过 REPEAT 指令 （迭代计数值为 17）执行本指令 18 次以得到正确的商和余数。如果余数为负，则 N 标志将被置 1，否则将被清零。如果除法操作导致溢出，则 OV 标志将被置 1，否则将被清零。如果余数为 0，Z 标志将被置 1，否则将被清零。C 标志用来实现除法算法但不应使用其最终值。

t 位用来选择双字操作中被除数的高位字。对于字操作，这些位将被清零。
v 位用于选择被除数的低位字。
W 位用于选择被除数的长度 （0 选择 16 位， 1 选择 32 位）。
s 位用于选择除数寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .D 指明为双字（32 位）被除数而非字被除数。可使用 .W 扩展符以指明为字操作，但这并不需要。
2： 如果商不能表示为 16 位，将出现意想不到的结果。当该情形发生在双字操作时 （DIV.SD）， OV 状态位将被置 1，而此时的商和余数则不应被使用。对于字操作 （DIV.S），只有一种类型的溢出会发生（0x8000 / 0xFFFF = +32768或0x00008000），以使得 OV 状态位可对结果进行解释。
3： 以零作为除数时，将在除法执行过程中的第一个指令周期内触发一个运算出错陷阱。
4： 本指令在每一个指令周期边界都是可中断的。

DIV.S 有符号整数除法

指令字数： 1

指令周期数： 18（外加执行 REPEAT 的 1 个指令周期）

例 1：

```
REPEAT #17        ; 执行 DIV.S 18 次
DIV.S  W3, W4     ; 将 W3 除以 W4
                  ; 将商存入 W0，余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	5555	W0	013B
W1	1234	W1	0003
W3	3000	W3	3000
W4	0027	W4	0027
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
REPEAT  #17       ; 执行 DIV.SD 18 次
DIV.SD  W0, W12   ; 将 W1:W0 除以 W12
                  ; 将商存入 W0，余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	2500	W0	FA6B	
W1	FF42	W1	EF00	
W12	2200	W12	2200	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

DIV.U　　无符号整数除法

语法：　{ 标号 :}　DIV.U{W}　Wm, Wn
　　DIV.UD　Wm, Wn

操作数：　对于字操作， Wm ∈ [W0 ... W15]
对于双字操作， Wm ∈ [W0, W2, W4 ... W14]
Wn ∈ [W2 ... W15]

操作：　对于字操作 （默认）：
Wm → W0
0x0 → W1
W1:W0 / Wn → W0
余数 → W1

对于双字操作 （DIV.UD）：
Wm+1:Wm → W1:W0
W1:W0 / Wns → W0
余数 → W1

受影响的状态位：　N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1101	1000	1ttt	tvvv	vW00	ssss

描述：　迭代的无符号整数除法，其中被除数存储在 Wm （对于 16 位 /16 位除法）或 Wm+1:Wm （对于 32 位 /16 位除法）中而除数存储在 Wn 中。在字操作中， Wm 将首先被拷贝至 W0，而 W1 将被清零以执行除法操作。在双字操作中， Wm+1:Wm 将首先被拷贝至 W1:W0。除法操作的 16 位商将存放在 W0 中而 16 位余数则被存放在 W1 中。

必须通过 REPEAT 指令 （迭代计数值为 17）执行本指令 18 次以得到正确的商和余数。 N 标志总是被清零。如果除法操作导致溢出，则 OV 标志将被置 1，否则将被清零。如果余数为 0， Z 标志将被置 1，否则将被清零。C 标志用来实现除法算法但不应使用其最终值。

t 位用来选择双字操作中被除数的高位字。对于字操作，这些位将被清零。
v 位用于选择被除数的低位字。
W 位用于选择被除数的长度 （0 选择 16 位， 1 选择 32 位）。
s 位用于选择除数寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .D 指明为为双字 （32 位）被除数而非字被除数。可使用 .W 扩展符以指明为字操作，但这并不需要。
2： 如果商不能表示为 16 位，将出现意想不到的结果。仅双字操作 （DIV.UD）会出现这种情况。当溢出发生时， OV 状态位将被置 1，而此时的商和余数则不应被使用。
3： 以零作为除数时，将在除法执行过程中的第一个指令周期内触发一个运算出错陷阱。
4： 本指令在每一个指令周期边界都是可中断的。

指令字数：　1

指令周期数：　18 （外加执行 REPEAT 的 1 个指令周期）

例 1：

```
REPEAT #17          ; 执行 DIV.U 18 次
DIV.U  W2, W4       ; 将 W2 除以 W4
                    ; 将商存入 W0，而将余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	5555	W0	0040	
W1	1234	W1	0000	
W2	8000	W2	8000	
W4	0200	W4	0200	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 2：

```
REPEAT  #17         ; 执行 DIV.UD 18 次
DIV.UD  W10, W12    ; 将 W11:W10 除以 W12
                    ; 将商存入 W0，而将余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	5555	W0	01F2
W1	1234	W1	0100
W10	2500	W10	2500
W11	0042	W11	0042
W12	2200	W12	2200
SR	0000	SR	0000

DIVF　　小数除法

语法：　{ 标号 :}　DIVF　　Wm, Wn

操作数：　Wm ∈ [W0 ... W15]
Wn ∈ [W2 ... W15]

操作：　0x0 → W0
Wm → W1
W1:W0 / Wn → W0
余数 → W1

受影响的状态位：　N、 OV、 Z、 C

指令编码：

1101	1001	0ttt	t000	0000	ssss

描述：　迭代的有符号 16 位 /16 位小数除法，其中被除数存放在 Wm 中而除数存放在 Wn 中。在操作过程中， W0 将首先被清零而 Wm 将被拷贝至 W1。除法操作的 16 位商将存放在 W0 中，而 16 位余数则被存放在 W1 中。余数的符号将与被除数的符号相同。

必须通过 REPEAT 指令 （迭代计数值为 17）执行本指令 18 次以得到正确的商和余数。如果余数为负，则 N 标志将被置 1，否则将被清零。如果除法操作导致溢出，则 OV 标志将被置 1，否则将被清零。如果余数为 0，Z 标志将被置 1，否则将被清零。C 标志用来实现除法算法，但不应使用其最终值。

t 位用于选择被除数寄存器。
s 位用于选择除数寄存器。

注 1： 为使小数除法有效， Wm 必须小于或等于 Wn。如果 Wm 大于 Wn，将出现意想不到的结果，这是因为小数结果将大于 1.0。当发生这种情况时， OV 状态位将被置 1 而商和余数不应被使用。
2： 以零作为除数时，将在除法执行过程中的第一个指令周期内触发一个运算出错陷阱。
3： 本指令在每一个指令周期边界都是可中断的。

指令字数：　1

指令周期数：　18 （外加执行 REPEAT 的 1 个指令周期）

例 1：

```
REPEAT   #17        ; 执行 DIVF 18 次
DIVF     W8, W9     ; 将 W8 除以 W9
                    ; 将商存入 W0，将余数存入 W1
```

	指令操作前		指令操作后	
W0	8000	W0	2000	
W1	1234	W1	0000	
W8	1000	W8	1000	
W9	4000	W9	4000	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 2：

```
REPEAT #17        ; 执行 DIVF 18 次
DIVF   W8, W9     ; 将 W8 除以 W9
                  ; 将商存入 W0，将余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	8000	W0	F000	
W1	1234	W1	0000	
W8	1000	W8	1000	
W9	8000	W9	8000	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

例 3：

```
REPEAT #17        ; 执行 DIVF 18 次
DIVF   W0, W1     ; 将 W0 除以 W1
                  ; 将商存入 W0，将余数存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	8002	W0	7FFE	
W1	8001	W1	8002	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

DO　　预置硬件循环立即数

语法：　{ 标号 :}　DO　#lit14,　Expr

操作数：　lit14 ∈ [0 ... 16383]
Expr 可以是绝对地址、标号或表达式。
Expr 可由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　将与 DO 循环有关的寄存器 （DCOUNT、 DOEND 和 DOSTART）中内容压入其各自的影子寄存器
(lit14) → DCOUNT
(PC) + 4 → PC
(PC) → DOSTART
(PC) + (2 * Slit16) → DOEND
递增 DL<2:0> （CORCON<10:8>）

受影响的状态位：　DA

指令编码：

0000	1000	00kk	kkkk	kkkk	kkkk
0000	0000	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　启动一个无开销的硬件 DO 循环，该循环将执行 (lit14 + 1) 次。 DO 循环从紧跟 DO 指令的地址处开始，并且在距离 DO 指令 2 * Slit16 个指令字的地址处结束。 14 位计数值 （lit14）可支持最大循环计数值 16384，而 16 位偏移量值 （Slit16）可支持向前、向后 32K 个指令字的偏移量。

当执行本指令时， DCOUNT、 DOSTART 和 DOEND 中内容首先将被压入其各自的影子寄存器，随后使用指令指定的新的 DO 循环参数对其进行更新。然后， DO 级别计数值 DL<2:0> （CORCON<8:10>）将递增。在 DO 循环结束执行之后，将恢复压入影子寄存器的 DCOUNT、 DOSTART 和 DOEND 的内容，而 DL<2:0> 将递减。

k 位用于指定循环计数值。
n 为有符号的立即数，用于指定从当前 PC 值至循环中执行的最后一条指令之间的偏移量 （指令字数）。

特征和限制：
以下特征和限制适用于 DO 指令：

1. 使用循环计数值 0 将会导致循环仅执行一次。
2. 使用 -2、-1 或 0 作为循环长度是无效的。如果使用上述数值作为偏移量，则会发生意想不到的结果。
3. DO 循环的**最后两条**指令**不**能是：
   - 改变程序控制流的指令
   - DO 或 REPEAT 指令

   如果使用上述任何指令，可能发生意想不到的结果。

注 1： DO 指令是可中断的，且支持 1 级硬件嵌套。另外，用户可在程序中最多实现另外 5 级嵌套。有关细节，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。
2： 指定的表达式将由链接器转换为循环中使用的偏移量。

指令字数：　2

指令周期数：　2

例 1：

```
002000 LOOP6:   DO    #5, END6     ; 启动 DO 循环 （循环计数为 5）
002004          ADD   W1, W2, W3   ; 循环中第一条指令
002006          . . .
002008          . . .
00200A END6:    SUB   W2, W3, W4   ; 循环中最后一条指令
00200C          . . .
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	00 2000		PC	00 2004	
DCOUNT	0000		DCOUNT	0005	
DOSTART	FF FFFF		DOSTART	00 2004	
DOEND	FF FFFF		DOEND	00 200A	
CORCON	0000		CORCON	0100	(DL = 1)
SR	0001	(C = 1)	SR	0201	(DA, C = 1)

例 2：

```
01C000 LOOP12: DO  #0x160, END12   ; 启动 DO 循环 （循环计数为 352）
01C004         DEC  W1, W2         ; 循环中第一条指令
01C006          . . .
01C008          . . .
01C00A          . . .
01C00C          . . .
01C00E          . . .
01C010         CALL  _FIR88        ; 调用 FIR88 子程序
01C014 END12:  NOP                 ; 循环中最后一条指令
                                   ; （所需的 NOP 填充）
```

	指令执行前			指令执行后	
PC	01 C000		PC	01 C004	
DCOUNT	0000		DCOUNT	0160	
DOSTART	FF FFFF		DOSTART	01 C004	
DOEND	FF FFFF		DOEND	01 C014	
CORCON	0000		CORCON	0100	(DL = 1)
SR	0008	(N = 1)	SR	0208	(DA, N = 1)

DO　　预置硬件循环 Wn

语法：　{ 标号 :}　DO　Wn,　Expr

操作数：　Wn ∈ [W0 ... W15]
Expr 可以是绝对地址、标号或表达式。
Expr 可由链接器解析为一个 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... +32767]。

操作：　将与 DO 循环有关的寄存器 （DCOUNT、 DOEND 和 DOSTART）中内容压入各自的影子寄存器
(Wn) → DCOUNT
(PC) + 4 → PC
(PC) → DOSTART
(PC) + (2 * Slit16) → DOEND
递增 DL<2:0> （CORCON<10:8>）

受影响的状态位：　DA

指令编码：

0000	1000	1000	0000	0000	ssss
0000	0000	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　启动一个无开销的硬件 DO 循环，该循环将执行 (Wn+1) 次。 DO 循环从紧跟 DO 指令的地址处开始，并且在距离 DO 指令 2 * Slit16 个指令字的地址处结束。 Wn 的低 14 位可支持最大循环计数值 16384，而 16 位偏移量值（Slit16）可支持向前、向后 32K 个指令字的偏移量。

当执行本指令时， DCOUNT、 DOSTART 和 DOEND 中内容首先将被压入其各自的影子寄存器，随后使用指令指定的新的 DO 循环参数对其进行更新。然后， DO 级别计数值 DL<2:0> （CORCON<8:10>）将递增。在 DO 循环结束执行之后，将恢复压入影子寄存器的 DCOUNT、 DOSTART 和 DOEND 的内容，而 DL<2:0> 将递减。

s 位用于指定包含循环计数值的寄存器 Wn。
n 位为有符号立即数，用于指定循环中最后一条指令距离 (PC + 4) 的偏移量（指令数）。

特征和限制：
以下特征和限制适用于 DO 指令：

1. 使用循环计数值 0 将会导致循环仅执行一次。
2. 使用 -2、-1 或 0 作为循环长度是无效的。如果使用上述数值作为偏移量，则会发生意想不到的结果。
3. DO 循环的**最后两条**指令**不**能是：
   - 改变程序控制流的指令
   - DO 或 REPEAT 指令

   如果使用上述任何指令，可能发生意想不到的结果。

注 1： DO 指令是可中断的，且支持 1 级硬件嵌套。另外，用户可在程序中最多实现另外 5 级嵌套。有关细节，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。
2： 指定的表达式将由链接器转换为循环中使用的偏移量。

指令字数：　2
指令周期数：　2

例 1：

```
002000 LOOP6:   DO     W0, END6   ;启动 DO 循环（循环计数为 W0 中内容）
002004          ADD    W1, W2, W3;循环中的第一条指令
002006          . . .
002008          . . .
00200A          . . .
00200C          REPEAT #6
00200E          SUB    W2, W3, W4
002010 END6:    NOP               ;循环中的最后一条指令
                                  ;（所需的 NOP 填充）
```

	指令结束前		指令结束后	
PC	00 2000	PC	00 2004	
W0	0012	W0	0012	
DCOUNT	0000	DCOUNT	0012	
DOSTART	FF FFFF	DOSTART	00 2004	
DOEND	FF FFFF	DOEND	00 2010	
CORCON	0000	CORCON	0100	(DL = 1)
SR	0000	SR	0080	(DA = 1)

例 2：

```
002000 LOOPA:   DO     W7, ENDA  ;启动 DO 循环（循环计数为 W7 中内容）
002004          SWAP   W0        ;循环中的第一条指令
002006          . . .
002008          . . .
00200A          . . .
002010 ENDA:    MOV    W1, [W2++];循环中的最后一条指令
```

	指令结束前		指令结束后	
PC	00 2000	PC	00 2004	
W7	E00F	W7	E00F	
DCOUNT	0000	DCOUNT	200F	
DOSTART	FF FFFF	DOSTART	00 2004	
DOEND	FF FFFF	DOEND	00 2010	
CORCON	0000	CORCON	0100	(DL = 1)
SR	0000	SR	0080	(DA = 1)

ED　　求取欧几里德距离 （无累加）

语法：　{标号 :} ED　Wm*Wm,　Acc,　[Wx],　[Wy],　Wxd
[Wx]+= kx,　[Wy]+= ky,
[Wx]-=kx,　[Wy]-=ky,
[W9+W12],　[W11+W12],

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Wm*Wm ∈ [W4*W4, W5*W5, W6*W6, W7*W7]
Wx ∈ [W8, W9]； kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]
Wy ∈ [W10, W11]； ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]
Wxd ∈ [W4 ... W7]

操作：
(Wm)*(Wm) → Acc（A 或 B）
([Wx]–[Wy])→ Wxd
(Wx)+kx→Wx
(Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1111	00mm	A1xx	00ii	iijj	jj11

描述：
计算 Wm 的平方，并可选地计算由 [Wx] 和 [Wy] 指定的预取值的差值。Wm*Wm 的计算结果将被符号扩展为 40 位且被存入指定的累加器中。[Wx] – [Wy] 结果将被存入 Wxd，Wxd 可与 Wm 为同一个寄存器。

操作数 Wx、 Wxd 和 Wyd 用于指定预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**中所介绍，预取操作支持间接或寄存器偏移量寻址模式。

m 位选择用于平方操作的操作数寄存器 Wm 。
A 位选择存放结果的累加器。
x 位选择存放预取差值的 Wxd 目的寄存器。
i 位选择 Wx 预取操作。
j 位选择 Wy 预取操作。

指令字数：　1

指令周期：　1

例 1：

```
ED  W4*W4, A, [W8]+=2, [W10]-=2, W4; 将 W4 平方并将结果存入 ACCA
                                    ;[W8]-[W10] 并将结果存入 W4
                                    ; 执行后，递增 W8
                                    ; 执行后，递增 W10
```

	指令执行前		指令执行后
W4	009A	W4	0057
W8	1100	W8	1102
W10	2300	W10	22FE
ACCA	00 3D0A 0000	ACCA	00 0000 5CA4
数据单元 1100	007F	数据单元 1100	007F
数据单元 2300	0028	数据单元 2300	0028
SR	0000	SR	0000

例 2:

```
ED  W5*W5, B, [W9]+=2, [W11+W12], W5  ; 对W5平方并将结果存入ACCB
                                      ; [W9]-[W11+W12]并存入W5
                                      ; 执行后，递增 W9
```

	指令执行前
W5	43C2
W9	1200
W11	2500
W12	0008
ACCB	00 28E3 F14C
数据单元 1200	6A7C
数据单元 2508	2B3D
SR	0000

	指令执行后
W5	3F3F
W9	1202
W11	2500
W12	0008
ACCB	00 11EF 1F04
数据单元 1200	6A7C
数据单元 2508	2B3D
SR	0000

EDAC　　求取欧几里德距离

语法：	{标号 :} EDAC	Wm * Wm, Acc,	[Wx],	[Wy],	Wxd
			[Wx]+=kx,	[Wy]+=ky,	
			[Wx]-=kx,	[Wy]-=ky,	
			[W9+W12],	[W11+W12],	

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Wm*Wm ∈ [W4*W4, W5*W5, W6*W6, W7*W7]
Wx ∈ [W8, W9]； kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]
Wy ∈ [W10, W11]； ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]
Wxd ∈ [W4 ... W7]

操作：
(Acc(A 或 B)) + (Wm)*(Wm) → Acc(A 或 B)
([Wx]–[Wy])→ Wxd
(Wx)+kx→Wx
(Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1111	00mm	A1xx	00ii	iijj	jj10

描述：
计算 Wm 的平方以及由 [Wx] 和 [Wy] 指定的预取值的差值。 Wm*Wm 的计算结果将被符号扩展为 40 位且被加到指定的累加器中。[Wx] – [Wy] 结果将被存入 Wxd，Wxd 可与 Wm 为同一个寄存器。

操作数 Wx、 Wxd 和 Wyd 用于指定预取操作。如同**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**中介绍，预取操作支持间接或寄存器偏移量寻址模式。

m 位选择用于平方操作的操作数寄存器 Wm。
A 位选择存放结果的累加器。
x 位选择存放预取差值的 Wxd 目的寄存器。
i 位选择 Wx 预取操作。
j 位选择 Wy 预取操作。

指令字数：1
指令周期数：1

例 1：

```
EDAC  W4*W4, A, [W8]+=2, [w10]-=2, W4     ; 求 W4 的平方并将结果加到
                                          ;ACCA
                                          ;[W8]-[W10] 并存入 W4
                                          ; 指令执行后，递增 W8
                                          ; 指令执行后，递增 W10
```

	指令执行前		指令执行后
W4	009A	W4	0057
W8	1100	W8	1102
W10	2300	W10	22FE
ACCA	00 3D0A 3D0A	ACCA	00 3D0A 99AE
数据单元 1100	007F	数据单元 1100	007F
数据单元 2300	0028	数据单元 2300	0028
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
EDAC W5*W5, B, [w9]+=2, [W11+W12], W5  ; 求 W5 平方并将其加到
                                       ;ACCB
                                       ;[W9]-[W11+W12] 并将结果
                                       ; 存入 W5
                                       ; 指令执行后，递增 W9
```

指令执行前

W5	43C2
W9	1200
W11	2500
W12	0008
ACCB	00 28E3 F14C
数据单元 1200	6A7C
数据单元 2508	2B3D
SR	0000

指令执行后

W5	3F3F
W9	1202
W11	2500
W12	0008
ACCB	00 3AD3 1050
数据单元 1200	6A7C
数据单元 2508	2B3D
SR	0000

EXCH　　交换 Wns 和 Wnd 的内容

语法：　{标号 :}　EXCH　Wns,　Wnd

操作数：　Wns ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wns) ↔ (Wnd)

受影响的状态位：　无

指令编码：

1111	1101	0000	0ddd	d000	ssss

描述：　交换两个工作寄存器的内容。必须使用寄存器直接寻址对 Wns 和 Wnd 进行寻址。

d 位用于选择第一个寄存器的地址。
s 位用于选择第二个寄存器的地址。

注：　该指令只能工作于字模式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
EXCH  W1, W9      ; 将 W1 和 W9 中的内容交换
```

	指令执行前	指令执行后
W1	55FF	A3A3
W9	A3A3	55FF
SR	0000	0000

例 2：

```
EXCH  W4, W5      ; 将 W4 和 W5 中的内容交换
```

	指令执行前	指令执行后
W4	ABCD	4321
W5	4321	ABCD
SR	0000	0000

FBCL 搜索自左起第一个位变化

语法：

```
{ 标号 :}  FBCL  Ws,    Wnd
                 [Ws],
                 [Ws++],
                 [Ws--],
                 [++Ws],
                 [--Ws],
```

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：

```
Max_Shift = 15
Sign = (Ws) & 0x8000
Temp = (Ws) << 1
Shift = 0
While ( (Shift < Max_Shift) && ( (Temp & 0x8000) == Sign) )
   Temp = Temp << 1
   Shift = Shift + 1
-Shift → (Wnd)
```

受影响的状态位：C

指令编码：

1101	1111	0000	0ddd	dppp	ssss

描述：

按照 Ws 中从字操作数符号位后的最高位至最低位的顺序，搜索第一个出现的 1（对于正值）或 0（对于负值）。位编号结果经过符号扩展为 16 位且被存放在 Wnd 中。

紧邻符号位之后的最高位被指定为位编号 0 而最低位被指定为位编号 -14。这种位排序使得 SFTAC 指令可直接使用 Wd 对值进行按比例增大。如果未找到位变化，将返回一个 -15 的结果并将 C 标志置 1。当找到一个位变化时， C 标志将被清零。

d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
FBCL  W1, W9        ; 搜索 W1 中自左起第一个位变化
                    ; 并将结果存入 W9
```

	指令执行前	指令执行后
W1	55FF	55FF
W9	FFFF	0000
SR	0000	0000

例 2：

```
FBCL  W1, W9        ; 搜索 W1 中自左起第一个位变化
                    ; 并将结果存入 W9
```

	指令执行前	指令执行后	
W1	FFFF	FFFF	
W9	BBBB	FFF1	
SR	0000	0001	(C = 1)

例 3：

```
FBCL  [W1++], W9    ; 搜索 [W1] 中自左起第一个位变化
                    ; 并将结果存入 W9
                    ; 执行后，递增 W1
```

	指令执行前	指令执行后
W1	2000	2002
W9	BBBB	FFF9
数据单元 2000	FF0A	数据单元 2000 FF0A
SR	0000	0000

FF1L 搜索自左起第一个 1

语法：{ 标号 :} FF1L Ws, Wnd
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
```
Max_Shift = 17
Temp = (Ws)
Shift = 1
While ( (Shift < Max_Shift) && !(Temp & 0x8000) )
   Temp = Temp << 1
   Shift = Shift + 1
If (Shift == Max_Shift)
   0 → (Wnd)
Else
   Shift → (Wnd)
```

受影响的状态位：C

指令编码：

1100	1111	1000	0ddd	dppp	ssss

描述：按照 Ws 中从字操作数最高位至最低位的顺序，搜索第一个出现的 1。位编号结果经过符号扩展为 16 位且被存放在 Wnd 中。

位编号从最高位开始 （指定为编号 1）至最低位 （指定为编号 16）结束。结果为零表明未找到 1，且 C 标志将被置 1。如果找到 1， C 标志将被清零。

d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：
```
FF1L  W2, W5      ; 搜索 W2 中自左起第一个 1
                  ; 并将结果存入 W5
```

	指令执行前		指令执行后
W2	000A	W2	000A
W5	BBBB	W5	000D
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
FF1L  [W2++], W5  ; 搜索 [W2] 中自左起第一个 1
                  ; 并将结果存入 W5
                  ; 指令执行后，递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	2000	W2	2002	
W5	BBBB	W5	0000	
数据单元 2000	0000	数据单元 2000	0000	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

FF1R 搜索自右起第一个 1

语法：{标号 :} FF1R Ws, Wnd
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
```
Max_Shift = 17
Temp = (Ws)
Shift = 1
While ( (Shift < Max_Shift) && !(Temp & 0x1) )
   Temp = Temp >> 1
   Shift = Shift + 1
If (Shift == Max_Shift)
   0 → (Wnd)
Else
   Shift → (Wnd)
```

受影响的状态位：C

指令编码：

1100	1111	0000	0ddd	dppp	ssss

描述：按照 Ws 中从字操作数最低位至最高位的顺序，搜索第一个出现的 1。位编号结果经过符号扩展为 16 位且被存放在 Wnd 中。

位编号顺序从最低位开始 （指定为编号 1）至最高位 （指定为编号 16）结束。结果为零表明未找到 1，且 C 标志将被置 1。如果未找到 1， C 标志将被清零。

d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 本指令只能工作于字模式。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：
```
FF1R  W1, W9  ; 搜索 W1 中自右起第一个 1
              ; 并将结果存入 W9
```

	指令执行前
W1	000A
W9	BBBB
SR	0000

	指令执行后
W1	000A
W9	0002
SR	0000

例 2：

```
FF1R  [W1++], W9  ; 搜索 [W1] 中自右起第一个 1
                  ; 并将结果存入 W9
                  ; 指令执行后，递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W1	2000	W1	2002
W9	BBBB	W9	0010
数据单元 2000	8000	数据单元 2000	8000
SR	0000	SR	0000

GOTO 无条件跳转

语法： {标号 :} GOTO Expr

操作数： Expr 可以是标号或表达式 （但非立即数）。
Expr 由链接器解析为一个 lit23，其中 lit23 ∈ [0 ... 8388606]。

操作： lit23 → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

第一个字	0000	0100	nnnn	nnnn	nnnn	nnn0
第二个字	0000	0000	0000	0000	0nnn	nnnn

描述： 无条件跳转至 4M 指令字程序存储空间中的任何地址。 PC 将被装载指令中指定的 23 位立即数。由于 PC 必须总是位于偶数地址边界， lit23<0> 将被忽略。

n 位形成目标地址。

注： 链接器将指定的表达式解析为要使用的 lit23。

指令字数： 2

指令周期数： 2

例 1：

```
026000          GOTO    _THERE          ; 跳转至 _THERE
026004          MOV     W0, W1
   .            ...
   .            ...
027844 _THERE:  MOV     #0x400, W2      ; 代码执行
027846          ...                     ; 在此重新开始
```

指令执行前	
PC	02 6000
SR	0000

指令执行后	
PC	02 7844
SR	0000

例 2：

```
000100 _code:   ...                     ; 代码起始
   .            ...
026000          GOTO    _code+2         ; 跳转至 _code+2
026004          ...
```

指令执行前	
PC	02 6000
SR	0000

指令执行后	
PC	00 0102
SR	0000

GOTO　　无条件间接跳转

语法：　{ 标号 :}　GOTO　Wn

操作数：　Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　0 → PC<22:16>
(Wn<15:1>) → PC<15:1>
0 → PC<0>
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0000	0001	0100	0000	0000	ssss

描述：　在前 32K 字的程序存储空间内无条件间接跳转。 PC<22:16> 中将装入零而 PC<15:1> 中将装入 (Wn) 中指定的值。由于 PC 总是必须位于偶数地址边界，因此 lit23<0> 将被忽略。

s 位用于选择源寄存器。

指令字数：　1

指令周期数：　2

例 1：

```
006000          GOTO   W4              ; 无条件跳转至
006002          MOV    W0, W1          ;W4 中的 16 位值地址
   .            ...
   .            ...                    ; 代码执行
007844 _THERE:  MOV    #0x400, W2      ; 在此重新开始
007846          ...
```

	指令执行前
W4	7844
PC	00 6000
SR	0000

	指令执行后
W4	7844
PC	00 7844
SR	0000

INC

f 中内容递增 1

语法： { 标号 :} INC{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) + 1 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1100	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 将文件寄存器中的内容加 1，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
INC.B  0x1000          ;0x1000 中内容递增 1 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
数据单元 1000	8FFF	8F00	
SR	0000	0101	(DC, C = 1)

例 2：

```
INC  0x1000, WREG      ;0x1000 中内容递增 1 并将结果存入 WREG
                       ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
WREG	ABCD	9000	
数据单元 1000	8FFF	8FFF	
SR	0000	0108	(DC, N = 1)

INC　　Ws 中内容递增 1

语法：	{ 标号 :}	INC{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) + 1 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1000	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容加 1，并将结果存入目的寄存器 Wd。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
INC.B  W1, [++W2]        ; 指令执行前，递增 W2
                         ; 递增 W1 并将结果存入 W2
                         ; （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
W1	FF7F	FF7F	
W2	2000	2001	
数据单元 2000	ABCD	80CD	
SR	0000	010C	(DC, N, OV = 1)

例 2：

```
INC  W1, W2              ; 递增 W1 并将结果存入 W2
                         ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
W1	FF7F	FF7F	
W2	2000	FF80	
SR	0000	0108	(DC, N = 1)

INC2 f 内容递增 2

语法： {标号 :} INC2{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) + 2 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1100	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 将文件寄存器中的内容加 2，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
INC2.B  0x1000   ;0x1000 中内容递增 2
                 ;（字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
数据单元 1000	8FFF	8F01	
SR	0000	0101	(DC, C = 1)

例 2：

```
INC2  0x1000, WREG  ;0x1000 中内容递增 2 并将结果存入 WREG
                    ;（字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
WREG	ABCD	9001	
数据单元 1000	8FFF	8FFF	
SR	0000	0108	(DC, N = 1)

INC2　　Ws 内容递增 2

语法：	{ 标号 :}	INC2{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) + 2 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1000	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容加 2，并将结果存入目的寄存器 Wd。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
INC2.B  W1, [++W2]    ; 指令执行前递增 W2
                      ;W1 中内容递增 2 并将结果存入 [W2]
                      ; （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
W1	FF7F	FF7F	
W2	2000	2001	
数据单元 2000	ABCD	81CD	
SR	0000	010C	(DC, N, OV = 1)

例 2：

```
INC2  W1, W2      ;W1 中内容递增 2 并将结果存入 W2
                  ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
W1	FF7F	FF7F	
W2	2000	FF81	
SR	0000	0108	(DC, N = 1)

IOR

f 与 WREG 逻辑或

语法： { 标号 :} IOR{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f).IOR.(WREG) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1011	0111	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 将工作寄存器 WREG 和文件寄存器中的内容进行逻辑或运算，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
IOR.B  0x1000        ;WREG 与 (0x1000) 相或，结果存入 0x1000
                     ; （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
WREG	1234	WREG	1234
数据单元 1000	FF00	数据单元 1000	FF34
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
IOR  0x1000, WREG    ;(0x1000) 与 WREG 相或，结果存入 WREG
                     ; （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
WREG	1234	WREG	1FBF
数据单元 1000	0FAB	数据单元 1000	0FAB
SR	0008 (N = 1)	SR	0000

IOR　　立即数与 Wn 逻辑或

语法：　{ 标号 :}　IOR{.B}　#lit10,　Wn

操作数：　对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]。
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]。
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　lit10.IOR.(Wn) → Wn

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1011	0011	0Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述：　将 10 位立即数操作数和工作寄存器 Wn 的内容进行逻辑或运算，并将结果存回工作寄存器 Wn。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中的无符号数。有关字节模式下使用 10 位立即数操作数的信息，可参阅**第 4.6 节“使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
IOR.B #0xAA, W9      ; 将 0xAA 与 W9 中内容相或，结果存入 W9
                     ; （字节模式）
```

指令执行前		指令执行后		
W9	1234	W9	12BE	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
IOR  #0x2AA, W4      ;将0x2AA 与W4中内容相或，结果存入W4
                     ; （字模式）
```

指令执行前		指令执行后		
W4	A34D	W4	A3EF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

IOR

Wb 和短立即数逻辑或

语法：	{ 标号 :}	IOR{.B}	Wb,	#lit5,	Wd
					[Wd]
					[Wd++]
					[Wd--]
					[++Wd]
					[--Wd]

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wb).IOR.lit5 → Wd

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

0111	0www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述： 将基准寄存器 Wb 中的内容和 5 位立即数操作数进行逻辑或运算，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
IOR.B  W1, #0x5, [W9++]   ; 将 W1 中内容和 0x5 相或 （字节模式）
                          ; 结果存入 [W9]
                          ; 执行后递增 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	AAAA	W1	AAAA	
W9	2000	W9	2001	
数据单元 2000	0000	数据单元 2000	00AF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
IOR  W1, #0x0, W9     ; 将 W1 中内容和 0x0 相或 （字模式）
                      ; 结果存入 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	0000	W1	0000	
W9	A34D	W9	0000	
SR	0000	SR	0002	(Z = 1)

IOR　　Wb 和 Ws 逻辑或

语法：	{ 标号 :}	IOR{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb).IOR.(Ws) → Wd

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

0111	0www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 和基准寄存器 Wb 中的内容进行逻辑或运算，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。
w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
IOR.B  W1, [W5++], [W9++]  ; 将 W1 和 [W5] 相或 （字节模式）
                           ; 并将结果存入 [W9]
                           ; 执行后递增 W5 和 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	AAAA	W1	AAAA	
W5	2000	W5	2001	
W9	2400	W9	2401	
数据单元 2000	1155	数据单元 2000	1155	
数据单元 2400	0000	数据单元 2400	00FF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
IOR  W1, W5, W9        ; 将 W1 和 W5 相或（字模式）
                       ; 将结果存入 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	AAAA	W1	AAAA	
W5	5555	W5	5555	
W9	A34D	W9	FFFF	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

LAC　　装载累加器

语法：	{ 标号 :}	LAC	Ws,	{#Slit4,}	Acc
			[Ws],		
			[Ws++],		
			[Ws--],		
			[--Ws],		
			[++Ws],		
			[Ws+Wb],		

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]
Slit4 ∈ [-8 ... +7]
Acc ∈ [A,B]

操作：　移位 $_{Slit4}$(扩展 (Ws)) → Acc(A 或 B)

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1010	Awww	wrrr	rggg	ssss

描述：　本指令将读入源寄存器中的内容，可选操作是对读入结果执行有符号 4 位移位操作，结果将被存入指定累加器。移位范围为 -8:7，其中负操作数表明将执行算术左移操作而正操作数表明将执行算术右移操作。保存在源寄存器中的数据假定为 1.15 小数数据，且在移位操作前将自动进行符号扩展 （通过 bit 39）以及零回填 （bit [15:0]）。

A 位用于指定目的累加器。
w 位用于指定偏移量寄存器 Wb。
r 位用于对累加器预移位进行编码。
g 位用于选择源地址模式。
s 位用于指定源寄存器 Ws。

注：　如果本指令操作使得移入累加器最高 8 位（ACCxU）的数据超出了符号扩展的范围，或导致饱和，则相应的溢出位和饱和位将置 1。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
LAC  [W4++], #-3, B    ; 将 [W4] << 3 装入 ACCB
                       ;[W4] 内容将不会改变
                       ; 执行后递增 W4
                       ; 假定饱和功能禁止
                       ;(SATB = 0)
```

	指令执行前	指令执行后	
W4	2000	2002	
ACCB	00 5125 ABCD	FF 9108 0000	
数据单元 2000	1221	1221	
SR	0000	4800	(OB, OAB = 1)

例 2:

```
LAC  [--W2], #7, A     ; 执行前递减 W2
                       ; 将 [W2] >> 7 装入 ACCA
                       ;[W2] 中内容将不会改变
                       ; 假定饱和功能禁止
                       ; （SATA = 0）
```

	指令执行前		指令执行后
W2	4002	W2	4000
ACCA	00 5125 ABCD	ACCA	FF FF22 1000
数据单元 4000	9108	数据单元 4000	9108
数据单元 4002	1221	数据单元 4002	1221
SR	0000	SR	0000

LNK　　分配堆栈帧

语法：　{ 标号 :}　LNK　#lit14

操作数：　lit14 ∈ [0 ... 16382]

操作：　(W14) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(W15) → W14
(W15) + lit14 → W15

受影响的状态位：　无

指令编码：

1111	1010	00kk	kkkk	kkkk	kkk0

描述：　该指令将为子程序调用序列分配一个大小为 lit14 字节的堆栈帧。堆栈帧的分配是通过将帧指针 （W14）的内容压入堆栈，将更新后的堆栈指针（W15）存入帧指针，随后递增堆栈指针，递增值由 14 位无符号立即数确定。该指令可支持最大 16382 字节的堆栈帧。

k 位用于指定堆栈帧的大小。

注：　由于堆栈指针只能位于字边界，因此 lit14 必须是偶数。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
LNK   #0xA0    ; 分配一个 160 字节的堆栈帧
```

	指令执行前		指令执行后
W14	2000	W14	2002
W15	2000	W15	20A2
数据单元 2000	0000	数据单元 2000	2000
SR	0000	SR	0000

LSR 逻辑右移 f

语法： {标号 :} LSR{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作：

对于字节操作：

0 → Dest<7>
(f<7:1>) → Dest<6:0>
(f<0>) → C

对于字操作：

0 → Dest<15>
(f<15:1>) → Dest<14:0>
(f<0>) → C

受影响的状态位： N、Z 和 C

指令编码：

1101	0101	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：

将文件寄存器中的内容右移一位，并将结果存放到目的寄存器。文件寄存器中的最低位将被移入 STATUS 寄存器的进位位。目的寄存器的最高位将移入零。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
LSR.B  0x600        ; 将 (0x600) 逻辑右移 1 位
                    ; （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
数据单元 600	55FF	557F	
SR	0000	0001	(C = 1)

例 2：

```
LSR  0x600, WREG    ; 将 (0x600) 逻辑右移 1 位
                    ; 结果存入 WREG
                    ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后	
数据单元 600	55FF	55FF	
WREG	0000	2AFF	
SR	0000	0001	(C = 1)

LSR　　逻辑右移 Ws

语法：	{ 标号 :}	LSR{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于字节操作：
0 → Wd<7>
(Ws<7:1>) → Wd<6:0>
(Ws<0>) → C
对于字操作：
0 → Wd<15>
(Ws<15:1>) → Wd<14:0>
(Ws<0>) → C

受影响的状态位：　N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0001	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　将源寄存器 Ws 中的内容右移一位并将结果存放到目的寄存器 Wd。 Ws 中的最低位将被移入 STATUS 寄存器的进位位。Wd 的最高位将移入零。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字模式 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
LSR.B  W0, W1      ; 将 W0 中内容逻辑右移 1 位 （字节模式）
                   ; 将结果存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	FF03	W0	FF03	
W1	2378	W1	2301	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
LSR  W0, W1      ; 将 W0 中内容逻辑右移 1 位 （字模式）
                 ; 将结果存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	8000	W0	8000
W1	2378	W1	4000
SR	0000	SR	0000

LSR　　逻辑右移，移位位数由短立即数确定

语法：　{ 标号 :}　LSR　Wb,　#lit4,　Wnd

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
lit4 ∈ [0 ... 15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
lit4<3:0> → Shift_Val
0 → Wnd<15:15-Shift_Val+1>
Wb<15:Shift_Val> → Wnd<15-Shift_Val:0>

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1101	1110	0www	wddd	d100	kkkk

描述：
将源寄存器 Wb 中的内容进行逻辑右移，移位位数为 4 位无符号立即数。并将结果存入目的寄存器 Wnd。必须使用直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供立即数操作数。

注：　本指令只能工作于字模式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
LSR    W4, #14, W5    ; 将 W4 中内容逻辑右移 14 位
                      ; 并将结果存入 W5
```

	指令执行前		指令执行后
W4	C800	W4	C800
W5	1200	W5	0003
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
LSR    W4, #1, W5     ; 将 W4 中内容逻辑右移 1 位
                      ; 并将结果存入 W5
```

	指令执行前		指令执行后
W4	0505	W4	0505
W5	F000	W5	0282
SR	0000	SR	0000

LSR 逻辑右移，移位位数由 Wns 确定

语法： { 标号 :} LSR Wb, Wns, Wnd

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Wns ∈ [W0 ...W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
Wns<4:0> → Shift_Val
0 → Wnd<15:15-Shift_Val+1>
Wb<15:Shift_Val> → Wnd<15-Shift_Val:0>

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1101	1110	0www	wddd	d000	ssss

描述：
将源寄存器 Wb 中内容进行逻辑右移，移位位数由 Wns 中的低 5 位确定（最大移位位数为 15），并将存入目的寄存器 Wnd。必须使用直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器。

注 1：该指令只能工作于字模式。
2：如果 Wns 大于 15， Wnd 将被装入 0x0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
LSR     W0, W1, W2      ; 将 W0 中的内容逻辑右移，移位位数为 W1 中内容
                        ; 并将结果存入 W2
```

指令执行前		指令执行后	
W0	C00C	W0	C00C
W1	0001	W1	0001
W2	2390	W2	6006
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
LSR     W5, W4, W3      ; 将 W5 中的内容逻辑右移，移位位数为 W4 中内容
                        ; 并将结果存入 W3
```

指令执行前		指令执行后	
W3	DD43	W3	0000
W4	000C	W4	000C
W5	0800	W5	0800
SR	0000	SR	0002 (Z = 1)

MAC　　乘法与累加

语法：	{ 标号 :}	MAC	Wm*Wn, Acc	{,[Wx], Wxd}	{,[Wy], Wyd}	{,AWB}
				{,[Wx]+=kx, Wxd}	{,[Wy]+=ky, Wyd}	
				{,[Wx]-=kx, Wxd}	{,[Wy]-=ky, Wyd}	
				{,[W9+W12], Wxd}	{,[W11+W12], Wyd}	

操作数：
Wm * Wn ∈ [W4 * W5, W4 * W6, W4 * W7, W5 * W6, W5 * W7, W6 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]; kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]; ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]
AWB ∈ [W13, [W13]+=2]

操作：
(Acc(A 或 B)) + (Wm) * (Wn) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd; (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd; (Wy)+ky→Wy
(Acc(B 或 A)) 舍入后 → AWB

受影响的状态位：
OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	0mmm	A0xx	yyii	iijj	jjaa

描述：
将两个工作寄存器的内容相乘，可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将符号扩展为 40 位并加到指定的累加器。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。如**第 4.14.4 节 “MAC 回写”**所介绍，可选操作数 AWB 用于指定未指定累积器的保存。

m 位选择用于乘法操作的操作数寄存器 Wm 和 Wn。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。
a 位用于选择累加器回写目的寄存器。

注： IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
MAC  W4*W5, A, [W8]+=6, W4, [W10]+=2, W5
; 执行 W4*W5 并将结果加到 ACCA
; 取操作数 [W8] 至 W4，执行后将 W8 递增 6
; 取操作数 [W10] 至 W5,，执行后将 W10 递增 2
;CORCON = 0x00C0 （小数乘法，普通饱和模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	A022	W4	2567
W5	B900	W5	909C
W8	0A00	W8	0A06
W10	1800	W10	1802
ACCA	00 1200 0000	ACCA	00 472D 2400
数据单元 0A00	2567	数据单元 0A00	2567
数据单元 1800	909C	数据单元 1800	909C
CORCON	00C0	CORCON	00C0
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MAC  W4*W5, A, [W8]-=2, W4, [W10]+=2, W5, W13
; 执行 W4*W5 并将结果加到 ACCA
; 取操作数 [W8] 至 W4，执行后将 W8 递增 2
; 取操作数 [W10] 至 W5,，执行后将 W10 递增 2
; 回写 ACCB 至 W13
;CORCON = 0x00D0 （小数乘法，超饱和模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	1000	W4	5BBE	
W5	3000	W5	C967	
W8	0A00	W8	09FE	
W10	1800	W10	1802	
W13	2000	W13	0001	
ACCA	23 5000 2000	ACCA	23 5600 2000	
ACCB	00 0000 8F4C	ACCB	00 0000 1F4C	
数据单元 0A00	5BBE	数据单元 0A00	5BBE	
数据单元 1800	C967	数据单元 1800	C967	
CORCON	00D0	CORCON	00D0	
SR	0000	SR	8800	(OA, OAB = 1)

MAC　　平方与累加

语法：　{ 标号 :} MAC　Wm*Wm, Acc {,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：　Wm * Wm ∈ [W4 * W4, W5 * W5, W6 * W6, W7 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]; kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]; ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]

操作：　(Acc(A 或 B)) + (Wm) * (Wm) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd； (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd； (Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1111	00mm	A0xx	yyii	iijj	jj00

描述：　将工作寄存器中的内容平方，可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将符号扩展为 40 位并加到指定的累加器。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。

m 位选择用于平方操作的操作数寄存器 Wm。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。

注：　IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MAC  W4*W4, B, [W9+W12], W4, [W10]-=2, W5
; 将 W4 平方并将结果加到 ACCB
; 取操作数 [W9+W12] 至 W4
; 取操作数 [W10] 至 W5，执行后将 W10 递增 2
;CORCON = 0x00C0 （小数乘法，普通饱和模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	A022	W4	A230
W5	B200	W5	650B
W9	0C00	W9	0C00
W10	1900	W10	18FE
W12	0020	W12	0020
ACCB	00 2000 0000	ACCB	00 67CD 0908
数据单元 0C20	A230	数据单元 0C20	A230
数据单元 1900	650B	数据单元 1900	650B
CORCON	00C0	CORCON	00C0
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MAC  W7*W7, A, [W11]-=2, W7
; 将 W7 平方并将结果加到 ACCA
; 取操作数 [W11] 至 W7，执行后将 W11 递增 2
;CORCON = 0x00D0 （小数乘法，超饱和模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	76AE	W7	23FF	
W11	2000	W11	1FFE	
ACCA	FE 9834 4500	ACCA	FF 063E 0188	
数据单元 2000	23FF	数据单元 2000	23FF	
CORCON	00D0	CORCON	00D0	
SR	0000	SR	8800	(OA, OAB = 1)

MOV　　将 f 中内容传送至目的寄存器

语法：　{ 标号 :}　MOV{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1011	1111	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将指定文件寄存器中的内容传送至目的寄存器。可选的 WREG 操作数用来确定目的寄存器。如果指定了 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存回文件寄存器，指令操作仅对 STATUS 寄存器进行修改。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： 当传送来自文件寄存器存储区的字数据时，“MOV f to Wnd” 指令（第 5-147 页）允许将任何工作寄存器 （W0:W15）作为目的寄存器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOV.B  TMR0, WREG  ; 传送 (TMR0) 至 WREG （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
WREG (W0)	9080	WREG (W0)	9055
TMR0	2355	TMR0	2355
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV  0x800        ; 基于 (0x800) 中的内容更新 SR （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 0800	B29F	数据单元 0800	B29F	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

MOV

将 WREG 中内容传送至 f

语法： { 标号 :} MOV{.B} WREG, f

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (WREG) → f

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	0111	1B1f	ffff	ffff	ffff

描述： 将默认工作寄存器 WREG 中的内容传送至指定的文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： 当传送来自文件寄存器存储区的字数据时，“MOV Wns to f”指令（第 5-148 页）允许将任何工作寄存器（W0:W15）作为源寄存器。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MOV.B  WREG, 0x801      ; 将 WREG 内容传送至 0x801 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	98F3	WREG (W0)	98F3	
数据单元 0800	4509	数据单元 0800	F309	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
MOV    WREG, DISICNT    ; 将 WREG 内容传送至 DISICNT
```

	指令执行前	指令执行后	
WREG (W0)	00A0	WREG (W0)	00A0
DISICNT	0000	DISICNT	00A0
SR	0000	SR	0000

MOV　　将 f 中内容传送至 Wnd

语法：　{ 标号 :}　MOV　f,　Wnd

操作数：　f ∈ [0 ... 65534]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(f) → Wnd

受影响的状态位：　无

指令编码：

1000	0fff	ffff	ffff	ffff	dddd

描述：　传送指定文件寄存器中的字内容至 Wnd。文件寄存器可以位于 32K 字数据存储区中的任何地址，但必须符合字对齐的原则。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wnd 进行寻址。

f 位用于选择文件寄存器的地址。
d 位选择目的寄存器。

注 1： 本指令只能对字操作数进行操作。
2： 由于文件寄存器地址必须为字对齐的，因此只对文件寄存器地址的高 15 位进行编码（bit 0 假定为 0）。
3： 可使用“MOV f to Destination”指令（第 5-145 页）实现对文件寄存器存储区的数据字节进行传送。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOV    CORCON, W12      ; 将 CORCON 内容传送至 W12
```

	指令执行前	指令执行后
W12	78FA	00F0
CORCON	00F0	00F0
SR	0000	0000

例 2：

```
MOV    0x27FE, W3     ; 将 (0x27FE) 内容传送至 W3
```

	指令执行前	指令执行后
W3	0035	ABCD
数据单元 27FE	ABCD	ABCD
SR	0000	0000

MOV

将 Wns 中内容传送至 f

语法： {标号 :} MOV Wns, f

操作数： f ∈ [0 ... 65534]
Wns ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wns) → f

受影响的状态位： 无

指令编码：

1000	1fff	ffff	ffff	ffff	ssss

描述： 传送工作寄存器 Wns 中的字内容至指定的文件寄存器。文件寄存器可以位于 32K 字数据存储区中的任何地址，但必须符合字对齐的原则。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wn 进行寻址。

f 位用于选择文件寄存器的地址。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 本指令只能对字操作数进行操作。
2： 由于文件寄存器地址必须为字对齐的，因此只对文件寄存器地址的高 15 位进行编码（bit 0 假定为 0）。
3： 可使用 “MOV WREG to f” 指令（第 5-146 页）传送一个字节的数据至文件寄存器存储区。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MOV    W4, XMDOSRT      ; 传送 W4 内容至 XMODSRT
```

	指令执行前	指令执行后
W4	1200	1200
XMODSRT	1340	1200
SR	0000	0000

例 2：

```
MOV    W8, 0x1222       ; 传送 W8 内容至数据单元地址 0x1222
```

	指令执行前	指令执行后
W8	F200	F200
数据单元 1222	FD88	F200
SR	0000	0000

MOV.B　　将 8 位立即数传送至 Wnd

语法：　{ 标号 :}　MOV.B　#lit8,　Wnd

操作数：　lit8 ∈ [0 ... 255]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：　lit8 → Wnd

受影响的状态位：　无

指令编码：

1011	0011	1100	kkkk	kkkk	dddd

描述：　将无符号 8 位立即数 k 传送至 Wnd 中的低位字节。 Wnd 中高位字节将不会改变。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wnd 进行寻址。

k 位用于指定立即数的值。
d 位用于选择工作寄存器的地址。

注：　本指令工作于字节模式且必须提供 .B 扩展符。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOV.B   #0x17, W5     ; 将 #0x17 传送至 W5 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W5	7899	W5	7817
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV.B   #0xFE, W9     ; 将 #0xFE 传送至 W9 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W9	AB23	W9	ABFE
SR	0000	SR	0000

MOV

将 16 位立即数传送至 Wnd

语法： {标号 :} MOV #lit16, Wnd

操作数： lit16 ∈ [-32768 ... 65535]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作： lit16 → Wnd

受影响的状态位： 无

指令编码：

0010	kkkk	kkkk	kkkk	kkkk	dddd

描述： 将 16 位立即数 k 传送至 Wnd。必须使用寄存器直接寻址对 Wnd 进行寻址。

k 位用于指定立即数的值。
d 位用于选择工作寄存器的地址。

注 1： 本指令只能工作于字模式。
2： 立即数可指定为有符号值 [-32768:32767]，或无符号值 [0:65535]。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MOV    #0x4231, W13      ; 将 #0x4231 传送至 W13
```

	指令执行前		指令执行后
W13	091B	W13	4231
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV    #0x4, W2          ; 将 #0x4 传送至 W2
```

	指令执行前		指令执行后
W2	B004	W2	0004
SR	0000	SR	0000

例 3：

```
MOV    #-1000, W8        ; 将 #-1000 传送至 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W8	23FF	W8	FC18
SR	0000	SR	0000

MOV　　将 [Ws+ 偏移量] 中内容传送至 Wnd

语法：　{ 标号 :}　MOV{.B}　[Ws + Slit10], Wnd

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
对于字节操作， Slit10 ∈ [-512 ... 511]
（即使只）对于字操作， Slit10 ∈ [-1024 ... 1022]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：　[Ws + Slit10] → Wnd

受影响的状态位：　无

指令编码：

1001	0kkk	kBkk	kddd	dkkk	ssss

描述：　将 [Ws + Slit10] 中内容传送至 Wnd。在字模式下， Slit10 的范围增加至 [-1024 ... 1022]，而 Slit10 必须是偶数以保持字地址对齐。必须使用寄存器间接寻址对源寄存器进行寻址。必须使用直接寻址模式对 Wnd 进行寻址。

k 位用于指定立即数的值。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 在字节模式下，由于采用立即数表示距离 Ws 的地址偏移量，Slit10 的范围并不像**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**所说明那样被减小 。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOV.B   [W8+0x13], W10  ; 传送 [W8+0x13] 至 W10
                        ; （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W8	1008	W8	1008
W10	4009	W10	4033
数据单元 101A	3312	数据单元 101A	3312
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV     [W4+0x3E8], W2  ; 传送 [W4+0x3E8] 至 W2
                        ; （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W2	9088	W2	5634
W4	0800	W4	0800
数据单元 0BE8	5634	数据单元 0BE8	5634
SR	0000	SR	0000

MOV

将 Wns 内容传送至 [Wd + 偏移量]

语法： { 标号 :} MOV{.B} Wns, [Wd + Slit10]

操作数： Wns ∈ [W0 ... W15]
在字节模式下， Slit10 ∈ [-512 ... 511]
（即使只）在字模式下， Slit10 ∈ [-1024 ... 1022]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wns) → [Wd + Slit10]

受影响的状态位： 无

指令编码：

1001	1kkk	kBkk	kddd	dkkk	ssss

描述： 将 Wns 中的内容存入 [Wd + Slit10]。在字模式下， Slit10 的范围增加至 [-1024 ... 1022]，而 Slit10 必须是偶数以保持字地址对齐。必须使用寄存器直接寻址对 Wns 进行寻址。必须使用间接寻址模式对目的寄存器进行寻址。

k 位用于指定立即数的值。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 在字节模式下，由于采用立即数表示距离 Wd 的地址偏移量，Slit10 的范围并不像**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**所说明那样被减小 。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MOV.B  W0, [W1+0x7]     ; 将 W0 存入 [W1+0x7]
                        ; （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
W0	9015	9015
W1	1800	1800
数据单元 1806	2345	1545
SR	0000	0000

例 2：

```
MOV  W11, [W1-0x400]    ; 将 W11 存入 [W1-0x400]
                        ; （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
W1	1000	1000
W11	8813	8813
数据单元 0C00	FFEA	8813
SR	0000	0000

MOV　　将 Ws 内容传送至 Wd

语法：	{ 标号 :}	MOV{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[--Ws],	[--Wd]
			[++Ws],	[++Wd]
			[Ws+Wb],	[Wd+Wb]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) → Wd

受影响的状态位：　无

指令编码：

0111	1www	wBhh	hddd	dggg	ssss

指令描述：　将源寄存器中内容传送至目的寄存器。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于定义偏移量寄存器 Wb。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
h 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
g 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 当使用寄存器偏移量寻址模式对源寄存器和目的寄存器进行寻址时，由于 Ws 和 Wd 使用同一个 w 编码位，因此偏移量必须是相同的。
3： 指令 “PUSH Ws”可转换为 MOV Ws,[W15++]。
4： 指令 “POP Wd”可转换为 MOV [--W15], Wd。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOV.B   [W0--], W4  ; 传送 [W0] 至 W4 （字节模式）
                    ; 执行后，递减 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	0A01	W0	0A00
W4	2976	W4	2989
数据单元 0A00	8988	数据单元 0A00	8988
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV   [W6++], [W2+W3]    ; 传送 [W6] 至 [W2+W3] （字模式）
                         ; 执行后，递增 W6
```

	指令执行前		指令执行后
W2	0800	W2	0800
W3	0040	W3	0040
W6	1228	W6	122A
数据单元 0840	9870	数据单元 0840	0690
数据单元 1228	0690	数据单元 1228	0690
SR	0000	SR	0000

MOV.D　　双字传送源寄存器内容至 Wnd

语法：　{ 标号 :}　MOV.D　Wns,　Wnd
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：　Wns ∈ [W0, W2, W4 ... W14]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W14]

操作：　对于源寄存器直接寻址：
Wns → Wnd
Wns+1 → Wnd+1
对于源寄存器间接寻址：
参见指令描述

受影响的状态位：　无

指令编码：

1011	1110	0000	0ddd	0ppp	ssss

描述：　将源寄存器指定的双字内容传送至目的工作寄存器对 （Wnd:Wnd+1）。如果使用寄存器直接寻址对源寄存器进行寻址，两个连续工作寄存器（Wns:Wns+1）中的内容将被传送至 Wnd:Wnd+1。如果使用间接寻址模式对源寄存器进行寻址， Ws 用于指定双字中低位字的有效地址。执行任何前 / 后递增或前 / 后递减操作都将以 4 个字节为单位对 Ws 进行调整以符合双字规范。

d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择第一个源寄存器的地址。

注 1： 本指令只能对双字进行操作。有关在存储区中双字如何对齐的信息，可参阅图 4-2。
2： Wnd 必须是偶数编号工作寄存器。
3： 指令 “POP.D Wnd”可转化为 MOV.D [--W15], Wnd。

指令字数：　1

指令周期数：　2

例 1：

```
MOV.D   W2, W6    ; 传送 W2 内容至 W6 （双字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W2	12FB	W2	12FB
W3	9877	W3	9877
W6	9833	W6	12FB
W7	FCC6	W7	9877
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MOV.D  [W7--], W4  ; 传送 [W7] 至 W4 （双字模式）
                   ; 执行后，递减 W7
```

	指令执行前		指令执行后
W4	B012	W4	A319
W5	FD89	W5	9927
W7	0900	W7	08FC
数据单元 0900	A319	数据单元 0900	A319
数据单元 0902	9927	数据单元 0902	9927
SR	0000	SR	0000

MOV.D　　双字传送 Wns 内容至目的寄存器

语法：　{ 标号 :}　MOV.D　Wns,　Wnd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：　Wns ∈ [W0, W2, W4 ... W14]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W14]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于目的寄存器直接寻址：
Wns → Wnd
Wns+1 → Wnd+1
对于目的寄存器间接寻址：
参见指令描述

受影响的状态位：　无

指令编码：

1011	1110	10qq	qddd	d000	sss0

描述：　将双字 (Wns:Wns+1) 内容传送至指定的目的工作寄存器。如果使用寄存器直接寻址对目的寄存器进行寻址， Wns:Wns+1 中的内容将被传送至 Wnd:Wnd+1。如果使用间接寻址模式对目的寄存器进行寻址，Wd 用于指定双字中低位字的有效地址。执行任何前 / 后递增或前 / 后递减操作都将以 4 个字节为单位对 Wd 进行调整以符合双字规范。

q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器对的地址。

注　**1：**本指令只能对双字进行操作。有关在存储区中双字如何对齐的信息，可参阅图 4-2。
2：Wnd 必须为偶数编号工作寄存器。
3：指令 `PUSH.D Ws` 可转化为 `MOV.D Wns, [W15++]`。

指令字数：　1

指令周期数：　2

例 1：

```
MOV.D  W10, W0     ; 传送 W10 内容至 W0 （双字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W0	9000	W0	CCFB
W1	4322	W1	0091
W10	CCFB	W10	CCFB
W11	0091	W11	0091
SR	0000	SR	0000

例 2:

```
MOV.D  W4, [--W6]   ; 执行前递增 W6 （双字模式）
                    ; 传送 W4 至 [W6]
```

	指令执行前		指令执行后
W4	100A	W4	100A
W5	CF12	W5	CF12
W6	0804	W6	0800
数据单元 0800	A319	数据单元 0800	100A
数据单元 0802	9927	数据单元 0802	CF12
SR	0000	SR	0000

MOVSAC　　预取操作数并保存累加器内容

语法：　{ 标号 :} MOVSAC　Acc　{,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}　{,AWB}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]; kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]; ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]
AWB ∈ [W13, [W13]+=2]

操作：
([Wx])→ Wxd； (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd； (Wy)+ky→Wy
(Acc(B 或 A)) 舍入后 → AWB

受影响的状态位：　无

指令编码：

1100	0111	A0xx	yyii	iijj	jjaa

描述：

本指令进行的可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。即使在本指令中未执行累加器操作，仍必须指定一个累加器以指定对哪个累加器进行回写操作。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。如**第 4.14.4 节 “MAC 回写”**所介绍，可选操作数 AWB 用于指定未指定累积器的保存。

A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。
a 位用于选择累加器回写目的寄存器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MOVSAC  B, [W9], W6, [W11]+=4, W7, W13
; 取操作数 [W9] 至 W6
; 取操作数 [W11] 至 W7，执行后 W11 递增 4
; 保存 ACCA 内容至 W13
```

	指令执行前	指令执行后
W6	A022	7811
W7	B200	B2AF
W9	0800	0800
W11	1900	1904
W13	0020	3290
ACCA	00 3290 5968	00 3290 5968
数据单元 0800	7811	7811
数据单元 1900	B2AF	B2AF
SR	0000	0000

例 2：

```
MOVSAC  A, [W9]-=2, W4, [W11+W12], W6, [W13]+=2
;取操作数 [W9] 至 W4，执行后 W9 递减 2
;取操作数 [W11+W12] 至 W6
;保存 ACCB 内容至 [W13]，执行后 W13 递增 2
```

	指令执行前		指令执行后
W4	76AE	W4	BB00
W6	2000	W6	52CE
W9	1200	W9	11FE
W11	2000	W11	2000
W12	0024	W12	0024
W13	2300	W13	2302
ACCB	00 9834 4500	ACCB	00 9834 4500
数据单元 1200	BB00	数据单元 1200	BB00
数据单元 2024	52CE	数据单元 2024	52CE
数据单元 2300	23FF	数据单元 2300	9834
SR	0000	SR	0000

MPY　　Wm 和 Wn 相乘，结果存入累加器

语法：　{ 标号 :} MPY　Wm*Wn, Acc {,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：　Wm * Wn ∈ [W4 * W5, W4 * W6, W4 * W7, W5 * W6, W5 * W7, W6 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]； kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]； ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]
AWB ∈ [W13]， [W13]+=2

操作：　(Wm) * (Wn) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd； (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd； (Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	0mmm	A0xx	yyii	iijj	jj11

描述：　将两个工作寄存器的内容相乘，可选择操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将符号扩展为 40 位并存入指定的累加器。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。

m 位选择用于乘法操作的操作数寄存器 Wm 和 Wn。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。

注：　IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MPY  W4*W5, A, [W8]+=2, W6, [W10]-=2, W7
; 执行 W4*W5 并将结果存入 ACCA
; 取操作数 [W8] 至 W6，执行后 W8 递增 2
; 取操作数 [W10] 至 W7，执行后 W10 递增 2
;CORCON = 0x0000（小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	C000	W4	C000
W5	9000	W5	9000
W6	0800	W6	671F
W7	B200	W7	E3DC
W8	1780	W8	1782
W10	2400	W10	23FE
ACCA	FF F780 2087	ACCA	00 3800 0000
数据单元 1780	671F	数据单元 1780	671F
数据单元 2400	E3DC	数据单元 2400	E3DC
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MPY  W6*W7, B, [W8]+=2, W4, [W10]-=2, W5
; 执行 W6*W7 并将结果存入 ACCB
; 取操作数 [W8] 至 W4，执行后 W8 递增 2
; 取操作数 [W10] 至 W5，执行后 W10 递增 2
;CORCON = 0x0000（小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	C000	W4	8FDC
W5	9000	W5	0078
W6	671F	W6	671F
W7	E3DC	W7	E3DC
W8	1782	W8	1784
W10	23FE	W10	23FC
ACCB	00 9834 4500	ACCB	FF E954 3748
数据单元 1782	8FDC	数据单元 1782	8FDC
数据单元 23FE	0078	数据单元 23FE	0078
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

MPY　　求平方，结果存入累加器

语法：　{标号 :} MPY　Wm*Wm, Acc　{,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：　Wm * Wm ∈ [W4 * W4, W5 * W5, W6 * W6, W7 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]； kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]； ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]

操作：　(Wm) * (Wm) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd； (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd； (Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1111	00mm	A0xx	yyii	iijj	jj01

描述：　求工作寄存器内容的平方，可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将符号扩展为 40 位并存入指定的累加器。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。

m 位选择用于平方操作的操作数寄存器 Wm。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。

注：　IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MPY  W6*W6, A, [W9]+=2, W6
; 将 W6 平方并将结果存入 ACCA
; 取操作数 [W9] 至 W6，执行后 W9 递增 2
;CORCON = 0x0000 （小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W6	6500	W6	B865
W9	0900	W9	0902
ACCA	00 7C80 0908	ACCA	00 4FB2 0000
数据单元 0900	B865	数据单元 0900	B865
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MPY  W4*W4, B, [W9+W12], W4, [W10]+=2, W5
; 将 W4 平方并将结果存入 ACCB
; 取操作数 [W9+W12] 至 W4
; 取操作数 [W10] 至 W5，执行后将 W10 递增 2
;CORCON = 0x0000（小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	E228	W4	8911
W5	9000	W5	F678
W9	1700	W9	1700
W10	1B00	W10	1B02
W12	FF00	W12	FF00
ACCB	00 9834 4500	ACCB	00 06F5 4C80
数据单元 1600	8911	数据单元 1600	8911
数据单元 1B00	F678	数据单元 1B00	F678
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

MPY.N　　-Wm 和 Wn 相乘，结果存入累加器

语法：　{ 标号 :}　MPY.N　Wm * Wn, Acc {,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：　Wm * Wn ∈ [W4 * W5; W4 * W6; W4 * W7; W5 * W6; W5 * W7; W6 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9] ；　kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6] ；　Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11] ；　ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6] ；　Wyd ∈ [W4 ... W7]

操作：　-(Wm) * (Wn) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd ；　(Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd ；　(Wy)+ky→Wy

受影响的状态位：　OA、 OB 和 OAB

指令编码：

1100	0mmm	A1xx	yyii	iijj	jj11

描述：　将一个工作寄存器的内容与另一个工作寄存器的内容取反的结果相乘，可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将通符号扩展为 40 位并存入指定的累加器。

m 位选择用于乘法操作的操作数寄存器 Wm 和 Wn。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。

注：　IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MPY.N  W4*W5, A, [W8]+=2, W4, [W10]+=2, W5
; 执行乘法操作 W4*W5，对结果求反并存入 ACCA
; 取操作数 [W8] 至 W4，执行后将 W8 递增 2
; 取操作数 [W10] 至 W5，执行后将 W10 递增 2
;CORCON = 0x0001 （整数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	3023	W4	0054
W5	1290	W5	660A
W8	0B00	W8	0B02
W10	2000	W10	2002
ACCA	00 0000 2387	ACCA	FF FC82 7650
数据单元 0B00	0054	数据单元 0B00	0054
数据单元 2000	660A	数据单元 2000	660A
CORCON	0001	CORCON	0001
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MPY.N  W4*W5, A, [W8]+=2, W4, [W10]+=2, W5
; 执行乘法操作 W4*W5，对结果求反并将结果存入 ACCA
; 取操作数 [W8] 至 W4，执行后将 W8 递增 2
; 取操作数 [W10] 至 W5，执行后将 W10 递增 2
;CORCON = 0x0000（小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	3023	W4	0054
W5	1290	W5	660A
W8	0B00	W8	0B02
W10	2000	W10	2002
ACCA	00 0000 2387	ACCA	FF F904 ECA0
数据单元 0B00	0054	数据单元 0B00	0054
数据单元 2000	660A	数据单元 2000	660A
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

MSC　　乘法且从累加器减去乘积

语法：　{标号 :} MSC　Wm * Wn, Acc {,[Wx], Wxd}　{,[Wy], Wyd}　{,AWB}
{,[Wx]+=kx, Wxd}　{,[Wy]+=ky, Wyd}
{,[Wx]-=kx, Wxd}　{,[Wy]-=ky, Wyd}
{,[W9+W12], Wxd}　{,[W11+W12], Wyd}

操作数：　Wm * Wn ∈ [W4 * W5, W4 * W6, W4 * W7, W5 * W6, W5 * W7, W6 * W7]
Acc ∈ [A,B]
Wx ∈ [W8, W9]； kx ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wxd ∈ [W4 ... W7]
Wy ∈ [W10, W11]； ky ∈ [-6, -4, -2, 2, 4, 6]； Wyd ∈ [W4 ... W7]
AWB ∈ [W13, [W13]+=2]

操作：　(Acc(A 或 B)) – (Wm) * (Wn) → Acc(A 或 B)
([Wx])→ Wxd; (Wx)+kx→Wx
([Wy])→ Wyd; (Wy)+ky→Wy
(Acc(B 或 A)) 舍入后 → AWB

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	0mmm	A1xx	yyii	iijj	jjaa

描述：　将两个工作寄存器的内容相乘，可选操作包括预取操作数以为另一条 MAC 类型指令作准备以及保存未指定累加器的结果。有符号乘法操作的 32 位结果将符号扩展为 40 位并从指定的累加器减去该结果。

操作数 Wx、 Wxd、 Wy 和 Wyd 用来指定可选的预取操作。如**第 4.14.1 节 “MAC 预取”**所介绍，上述操作数支持间接寻址和寄存器偏移量寻址模式。如**第 4.14.4 节 “MAC 回写”**所介绍，可选操作数 AWB 用于指定未指定累积器的保存。

m 位选择用于乘法操作的操作数寄存器 Wm 和 Wn。
A 位用于选择指定的累加器。
x 位用于选择预取 Wxd 目的寄存器。
y 位用于选择预取 Wyd 目的寄存器。
i 位用于选择 Wx 预取操作。
j 位用于选择 Wy 预取操作。
a 位用于选择累加器回写目的寄存器。

注：　IF 位 CORCON<0> 用来确定乘法操作采用小数形式还是整数形式。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MSC  W6*W7, A, [W8]-=4, W6, [W10]-=4, W7
; 执行乘法操作 W6*W7 并从 ACCA 减去该结果
; 取操作数 [W8] 至 W6，执行后将 W8 递减 4
; 取操作数 [W10] 至 W7，执行后将 W10 递减 4
;CORCON = 0x000 （整数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W6	9051	W6	D309
W7	7230	W7	100B
W8	0C00	W8	0BFC
W10	1C00	W10	1BFC
ACCA	00 0567 8000	ACCA	00 3738 5ED0
数据单元 0C00	D309	数据单元 0C00	D309
数据单元 1C00	100B	数据单元 1C00	100B
CORCON	0001	CORCON	0001
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MSC  W4*W5, B, [W11+W12], W5, W13
; 执行乘法操作 W4*W5 且从 ACCB 减去该结果
; 取操作数 [W11+W12] 至 W5
; 回写 ACCA 至 W13
;CORCON = 0x0000 （小数乘法，饱和禁止）
```

	指令执行前		指令执行后
W4	0500	W4	0500
W5	2000	W5	3579
W11	1800	W11	1800
W12	0800	W12	0800
W13	6233	W13	3738
ACCA	00 3738 5ED0	ACCA	00 3738 5ED0
ACCB	00 1000 0000	ACCB	00 0EC0 0000
数据单元 2000	3579	数据单元 2000	3579
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

MUL　　f 与 WREG 无符号整数乘法

语法：　{ 标号 :}　MUL{.B}　f

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　对于字节操作：
(WREG)<7:0> * (f)<7:0> → W2
对于字操作：
(WREG) * (f) → W2:W3

受影响的状态位：　无

指令编码：

1011	1100	0B0f	ffff	ffff	ffff

描述：　将默认工作寄存器 WREG 的内容与指定文件寄存器的内容相乘，并将结果存放到 W2:W3 寄存器对。操作数和结果都将被解释为无符号整数。如果本指令在字节模式下执行， 16 位结果将存放在 W2 中。在字模式下， 32 位结果的高位字将存放在 W3 中而低位字则存放在 W2 中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。
4： 本指令是提供 8 位乘法的唯一指令。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
MUL.B  0x800    ; 执行无符号整数乘法操作 (0x800)*WREG （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
WREG (W0)	9823	9823
W2	FFFF	13B0
W3	FFFF	FFFF
数据单元 0800	2690	2690
SR	0000	0000

例 2：
```
MUL   TMR1      ; 执行无符号整数乘法操作 (TMR1)*WREG （字模式）
```

	指令执行前	指令执行后
WREG (W0)	F001	F001
W2	0000	C287
W3	0000	2F5E
TMR1	3287	3287
SR	0000	0000

MUL.SS 16x16 位有符号整数乘法

语法：	{ 标号 :}	MUL.SS	Wb,	Ws,	Wnd
				[Ws],	
				[Ws++],	
				[Ws--],	
				[++Ws],	
				[--Ws],	

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作：有符号 (Wb) * 有符号 (Ws) → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位：无

指令编码：

1011	1001	1www	wddd	dppp	ssss

描述：将 Wb 内容与 Ws 内容相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。乘积结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。源操作数和 Wnd 中的结果均解释为二进制补码有符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。可使用寄存器直接或寄存器间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 **1：** 本指令只能工作于字模式。
2： 由于乘积为 32 位，因此 Wnd 必须是偶数编号工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3： 由于 W15<0> 固定为零，因此 Wnd 不能为 W14。
4： IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
MUL.SS  W0, W1, W12   ; 执行乘法操作 W0*W1
                      ; 并将结果存入 W12:W13
```

	指令执行前		指令执行后
W0	9823	W0	9823
W1	67DC	W1	67DC
W12	FFFF	W12	D314
W13	FFFF	W13	D5DC
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MUL.SS  W2, [--W4], W0   ; 先递减 W4
                         ; 执行乘法操作 W2*[W4]
                         ; 并将结果存入 W0:W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	FFFF	W0	28F8
W1	FFFF	W1	0000
W2	0045	W2	0045
W4	27FE	W4	27FC
数据单元 27FC	0098	数据单元 27FC	0098
SR	0000	SR	0000

MUL.SU

16x16 位有符号 – 无符号短立即数整数乘法

语法： { 标号 :} MUL.SU Wb, #lit5, Wnd

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作： 有符号 (Wb) * 无符号 lit5 → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	1001	0www	wddd	d11k	kkkk

描述：
将 Wb 内容与 5 位立即数相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。 Wb 操作数和 Wnd 中的结果被解释为二进制补码有符号整数。立即数将被解释为无符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
k 位用于定义 5 位无符号整数立即数。

注 1： 本指令只能工作于字模式。
2： 由于乘积为 32 位，Wnd 必须为偶数编号的工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3： 由于 W15<0> 固定为零，因此 Wnd 不能为 W14。
4： IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MUL.SU  W0, #0x1F, W2  ;W0 内容与立即数 0x1F 相乘
                       ; 并将结果存入 W2:W3
```

指令执行前	
W0	C000
W2	1234
W3	C9BA
SR	0000

指令执行后	
W0	C000
W2	4000
W3	FFF8
SR	0000

例 2：

```
MUL.SU  W2, #0x10, W0  ;W2 内容与立即数 0x10 相乘
                       ; 并将结果存入 W0:W1
```

	指令执行前
W0	ABCD
W1	89B3
W2	F240
SR	0000

	指令执行后
W0	2400
W1	000F
W2	F240
SR	0000

MUL.SU

16x16 位有符号 – 无符号整数乘法

语法：

```
{标号 :}  MUL.SU  Wb,  Ws,   Wnd
                       [Ws],
                       [Ws++],
                       [Ws--],
                       [++Ws],
                       [--Ws],
```

操作数：

Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作：

有符号 (Wb) * 无符号 (Ws) → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位：

无

指令编码：

1011	1001	0www	wddd	dppp	ssss

描述：

将 Wb 内容与 Ws 内容相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。乘积结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。 Wb 操作数和 Wnd 中的结果解释为二进制补码有符号整数。 Ws 操作数解释为无符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。可使用寄存器直接或寄存器间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 **1：** 本指令只能工作于字模式。
2： 由于乘积为 32 位，Wnd 必须为偶数编号的工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3： 由于 W15<0> 固定为零， Wnd 不能为 W14。
4： IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
MUL.SU  W8, [W9], W0  ; 执行乘法操作 W8*[W9]
                      ; 并将结果存入 W0:W1
```

	指令执行前	指令执行后
W0	68DC	0000
W1	AA40	F100
W8	F000	F000
W9	178C	178C
数据单元 178C	F000	F000
SR	0000	0000

例 2：

```
MUL.SU  W2, [++W3], W4  ; 先递增 W3
                        ; 执行乘法操作 W2*[W3]
                        ; 并将结果存入 W4:W5
```

	指令执行前		指令执行后
W2	0040	W2	0040
W3	0280	W3	0282
W4	1819	W4	1A00
W5	2021	W5	0000
数据单元 0282	0068	数据单元 0282	0068
SR	0000	SR	0000

MUL.US 16x16 位无符号 – 有符号整数乘法

语法：	{ 标号 :}	MUL.US	Wb,	Ws,	Wnd
				[Ws],	
				[Ws++],	
				[Ws--],	
				[++Ws],	
				[--Ws],	

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作：无符号 (Wb) * 有符号 (Ws) → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位：无

指令编码：

1011	1000	1www	wddd	dppp	ssss

描述：将 Wb 内容与 Ws 内容相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。乘积结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。 Wb 操作数解释为无符号整数。 Ws 操作数和 Wnd 中的结果解释为二进制补码有符号整数。 Ws 操作数解释为无符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。可使用寄存器直接或寄存器间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 **1**：本指令只能工作于字模式。
2：由于乘积为 32 位，Wnd 必须为偶数编号的工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3：由于 W15<0> 固定为零， Wnd 不能为 W14。
4：IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
MUL.US  W0, [W1], W2  ; 执行乘法操作 W0*[W1] （无符号 – 有符号）
                      ; 并将结果存入 W2:W3
```

	指令执行前		指令执行后
W0	C000	W0	C000
W1	2300	W1	2300
W2	00DA	W2	0000
W3	CC25	W3	F400
数据单元 2300	F000	数据单元 2300	F000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MUL.US  W6, [W5++], W10 ; 执行乘法操作 W6*[W5] （无符号 – 有符号）
                        ; 并将结果存入 W10:W11
                        ; 执行后递增 W5
```

	指令执行前		指令执行后
W5	0C00	W5	0C02
W6	FFFF	W6	FFFF
W10	0908	W10	8001
W11	6EEB	W11	7FFE
数据单元 0C00	7FFF	数据单元 0C00	7FFF
SR	0000	SR	0000

MUL.UU 16x16 位无符号短立即数整数乘法

语法： { 标号 :} MUL.UU Wb, #lit5, Wnd

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作： 无符号 (Wb) * 无符号 lit5 → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	1000	0www	wddd	d11k	kkkk

描述： 将 Wb 内容与 5 位立即数相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。乘积结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。 Wb 操作数和乘积结果被解释为无符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
k 位用于定义 5 位无符号整数立即数。

注 **1：** 本指令只能工作于字模式。
2： 由于乘积为 32 位，Wnd 必须为偶数编号的工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3： 由于 W15<0> 固定为零， Wnd 不能为 W14。
4： IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
MUL.UU  W0, #0xF, W12  ;W0 内容乘以立即数 0xF
                       ; 并将结果存入 W12:W13
```

	指令执行前		指令执行后
W0	2323	W0	2323
W12	4512	W12	0F0D
W13	7821	W13	0002
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MUL.UU  W7, #0x1F, W0  ;W7 内容乘以立即数 0x1F
                       ; 并将结果存入 W0:W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	780B	W0	55C0
W1	3805	W1	001D
W7	F240	W7	F240
SR	0000	SR	0000

MUL.UU　　16x16 位无符号整数乘法

语法：	{ 标号 :}	MUL.UU	Wb,	Ws,	Wnd
				[Ws],	
				[Ws++],	
				[Ws--],	
				[++Ws],	
				[--Ws],	

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0, W2, W4 ... W12]

操作：　无符号 (Wb) * 无符号 (Ws) → Wnd:Wnd+1

受影响的状态位：　无

指令编码：

1011	1000	0www	wddd	dppp	ssss

描述：

将 Wb 内容与 Ws 内容相乘，并将 32 位结果存入两个连续的工作寄存器。乘积结果的低位字将保存在 Wnd （必须为偶数编号的工作寄存器）中，而结果的高位字将保存在 Wnd+1 中。源操作数和乘积结果解释为无符号整数。必须使用寄存器直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。可使用寄存器直接或寄存器间接寻址模式对 Ws 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择低位字目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注　**1**：本指令只能工作于字模式。
2：由于乘积为 32 位，Wnd 必须为偶数编号的工作寄存器。有关在存储区中双字是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
3：由于 W15<0> 固定为零， Wnd 不能为 W14。
4：IF 位 CORCON<0> 对本操作无影响。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
MUL.UU  W4, W0, W2  ; 执行乘法操作 W4*W0 （无符号 – 无符号）
                    ; 并将结果存入 W2:W3
```

指令执行前		指令执行后	
W0	FFFF	W0	FFFF
W2	2300	W2	0001
W3	00DA	W3	FFFE
W4	FFFF	W4	FFFF
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
MUL.UU W0, [W1++], W4  ; 执行乘法操作 W0*[W1] （无符号 – 无符号）
                       ; 并将结果存入 W4:W5
                       ; 执行后，递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	1024	W0	1024
W1	2300	W1	2302
W4	9654	W4	6D34
W5	BDBC	W5	0D80
数据单元 2300	D625	数据单元 2300	D625
SR	0000	SR	0000

NEG　　对 f 内容求补

语法：　{ 标号 :}　NEG{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　$\overline{(f)}$ + 1 → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1110	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　计算文件寄存器中内容的二进制补码，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定了 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注　1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
NEG.B  0x880, WREG  ; 对 (0x880) 求补 （字节模式）
                    ; 并将结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	9080	WREG (W0)	90AB	
数据单元 0880	2355	数据单元 0880	2355	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
NEG  0x1200         ; 对 (0x1200) 求补 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
数据单元 1200	8923	数据单元 1200	76DD
SR	0000	SR	0000

NEG 对 Ws 内容求补

语法：	{ 标号 :}	NEG{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数： Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： $\overline{(Ws)} + 1 \rightarrow Wd$

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1110	1010	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述： 计算源寄存器 Ws 内容的二进制补码，并将结果存入目的寄存器 Wd。可使用寄存器直接或间接寻址对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
NEG.B  W3, [W4++]   ; 对 W3 内容求补，并将结果存入 [W4] （字节模式）
                    ; 执行后，递增 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W3	7839	W3	7839	
W4	1005	W4	1006	
数据单元 1004	2355	数据单元 1004	C755	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
NEG  [W2++], [--W4]  ; 先递减 W4 （字模式）
                     ; 对 [W2] 内容求补，并将结果存入 [W4]
                     ; 执行后，递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后
W2	0900	W2	0902
W4	1002	W4	1000
数据单元 0900	870F	数据单元 0900	870F
数据单元 1000	5105	数据单元 1000	78F1
SR	0000	SR	0000

NEG　　对累加器内容求补

语法：　{ 标号 :}　NEG　　Acc

操作数：　Acc ∈ [A,B]

操作：　如果 Acc = A：
-ACCA → ACCA
否则：
-ACCB → ACCB

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1011	A001	0000	0000	0000

描述：　计算指定累加器内容的二进制补码。无论采用何种饱和模式，本指令可对累加器的所有 40 位进行操作。

A 位用于指定选择的累加器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
NEG   A     ;ACCA 内容求补
            ; 并将结果存入 ACCA
            ;CORCON = 0x0000 （无饱和）
```

	指令执行前		指令执行后
ACCA	00 3290 59C8	ACCA	FF CD6F A638
CORCON	0000	CORCON	0000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
NEG   B     ;ACCB 内容求补
            ; 并将结果存入 ACCB
            ;CORCON = 0x00C0 （普通饱和模式）
```

	指令执行前		指令执行后
ACCB	FF F230 10DC	ACCB	00 0DCF EF24
CORCON	00C0	CORCON	00C0
SR	0000	SR	0000

NOP 空操作

语法： {标号 :} NOP

操作数： 无

操作： 无操作

受影响的状态位： 无

指令编码：

0000	0000	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx

描述： 不执行任何操作。

x 位可以是任何值。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
NOP       ; 不执行任何操作
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 1092	PC	00 1094
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
NOP       ; 不执行任何操作
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 08AE	PC	00 08B0
SR	0000	SR	0000

NOPR　　空操作

语法：　{ 标号 :}　NOPR

操作数：　无

操作：　无操作

受影响的状态位：　无

指令编码：

1111	1111	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx

描述：　不执行任何操作。

x 位可以是任何值。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
NOPR      ; 不执行任何操作
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 2430	PC	00 2432
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
NOPR      ; 不执行任何操作
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 1466	PC	00 1468
SR	0000	SR	0000

POP 栈顶内容弹出至 f

语法： {标号 :} POP f

操作数： f ∈ [0 ... 65534]

操作： (W15)-2 → W15
(TOS) → f

受影响的状态位： 无

指令编码：

1111	1001	ffff	ffff	ffff	fff0

描述： 首先将堆栈指针 （W15）递减 2，随后栈顶 （TOS）字内容将被写入指定文件寄存器，该寄存器可位于低 32K 字数据存储空间中的任何地址。

f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 本指令只能工作于字模式。
2： 文件寄存器地址必须符合字对齐原则。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
POP   0x1230     ;TOS 弹出至 0x1230
```

	指令执行前		指令执行后
W15	1006	W15	1004
数据单元 1004	A401	数据单元 1004	A401
数据单元 1230	2355	数据单元 1230	A401
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
POP   0x880      ;TOS 弹出至 0x880
```

	指令执行前		指令执行后
W15	2000	W15	1FFE
数据单元 0880	E3E1	数据单元 0880	A090
数据单元 1FFE	A090	数据单元 1FFE	A090
SR	0000	SR	0000

POP　　栈顶内容弹出至 Wd

语法：　{标号 :}　POP　Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[--Wd]
[++Wd]
[Wd+Wb]

操作数：　Wd ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]

操作：　(W15) – 2 → W15
(TOS) → Wd

受影响的状态位：　无

指令编码：

0111	1www	w0hh	hddd	d100	1111

描述：　首先将堆栈指针 （W15）递减 2，随后栈顶 （TOS）字内容将被写入 Wd。可使用寄存器直接或间接寻址对 Wd 进行寻址。

w 位用于定义偏移量寄存器 Wb。
h 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。

注　**1**：本指令只能工作于字模式。
2：本指令是 “MOV Ws, Wd” 指令 （MOV [--W15], Wd）的特殊版本。它反汇编为 MOV。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
POP  W4          ;TOS 弹出至 W4
```

	指令执行前	指令执行后
W4	EDA8	C45A
W15	1008	1006
数据单元 1006	C45A	C45A
SR	0000	0000

例 2：

```
POP  [++W10]     ; 先递增 W10
                 ;TOS 弹出至 [W10]
```

	指令执行前	指令执行后
W10	0E02	0E04
W15	1766	1764
数据单元 0E04	E3E1	C7B5
数据单元 1764	C7B5	C7B5
SR	0000	0000

POP.D 将栈顶内容双字弹出至 Wnd:Wnd+1

语法： {标号 :} POP.D Wnd

操作数： Wnd ∈ [W0, W2, W4, ... W14]

操作：
(W15) – 2 → W15
(TOS) → Wnd+1
(W15) – 2 → W15
(TOS) → Wnd

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	1110	0000	0ddd	0100	1111

描述： 从栈顶（TOS）弹出双字至 Wnd:Wnd+1。高位字存放在 Wnd+1 中，而低位字则存入 Wnd。由于弹出内容为双字，堆栈指针（W15）将递减 4。

d 位用于选择目的寄存器对的地址。

注 1： 本指令对双字进行操作。有关双字在存储区中是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
2： Wnd 必须是偶数编号的工作寄存器。
3： 本指令是“MOV.D Ws, Wnd”指令（MOV.D [--W15], Wnd）的特殊版本。它反汇编为 MOV.D。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1：
```
POP.D  W6        ; 双字弹出 TOS 至 W6
```

	指令执行前	指令执行后
W6	07BB	3210
W7	89AE	7654
W15	0850	084C
数据单元 084C	3210	3210
数据单元 084E	7654	7654
SR	0000	0000

例 2：
```
POP.D  W0        ; 双字弹出 TOS 至 W0
```

	指令执行前	指令执行后
W0	673E	791C
W1	DD23	D400
W15	0BBC	0BB8
数据单元 0BB8	791C	791C
数据单元 0BBA	D400	D400
SR	0000	0000

POP.S　　弹出影子寄存器内容

语法：　{ 标号 :}　POP.S

操作数：　无

操作：　弹出影子寄存器内容

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1111	1110	1000	0000	0000	0000

描述：　将影子寄存器中的值拷贝至与各自的主寄存器。以下寄存器将受到影响：W0-W3 以及 C、 Z、 OV、 N 和 DC STATUS 寄存器标志。

注 1： 不能直接访问影子寄存器。只可使用 PUSH.S 和 POP.S 对其进行访问。

2： 影子寄存器仅为一级深度。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
POP.S       ; 弹出影子寄存器内容
            ; （有关影子寄存器的内容，可参见 PUSH.S 的例 1）
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	07BB		0000	
W1	03FD		1000	
W2	9610		2000	
W3	7249		3000	
SR	00E0	(IPL=7)	00E1	(IPL=7, C = 1)

注：　在指令执行后，影子寄存器中的内容未改变。

PUSH 将 f 内容压入栈顶

语法： {标号 :} PUSH f

操作数： f ∈ [0 ... 65534]

操作： (f) → (TOS)
(W15) + 2 → W15

受影响的状态位： 无

指令编码：

1111	1000	ffff	ffff	ffff	fff0

描述： 将指定文件寄存器中内容写入栈顶（TOS）地址单元，随后堆栈指针 (W15) 递增 2。
文件寄存器可以位于数据空间低 32K 字存储区的任何地址。

f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 本指令只能工作于字模式。
2： 文件寄存器地址必须符合字对齐原则。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
PUSH   0x2004        ;(0x2004) 内容压入 TOS
```

	指令执行前	指令执行后
W15	0B00	0B02
数据单元 0B00	791C	D400
数据单元 2004	D400	D400
SR	0000	0000

例 2：

```
PUSH   0xC0E         ;(0xC0E) 内容压入 TOS
```

	指令执行前	指令执行后
W15	0920	0922
数据单元 0920	0000	67AA
数据单元 0C0E	67AA	67AA
SR	0000	0000

PUSH　　将 Ws 内容压入栈顶

语法：　{ 标号 :}　PUSH　Ws
[Ws]
[Ws++]
[Ws--]
[--Ws]
[++Ws]
[Ws+Wb]

操作：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wb ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Ws) → (TOS)
(W15) + 2 → W15

受影响的状态位：　无

指令编码：

0111	1www	w001	1111	1ggg	ssss

描述：　将 Ws 内容写入栈顶 （TOS）地址单元，随后堆栈指针 （W15）递增 2。

w 位用于定义偏移量寄存器 Wb。
g 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 本指令只能工作于字模式。
2： 本指令是 “MOV Ws, Wd”指令 （MOV Ws, [W15++]）的特殊版本。它反汇编为 MOV。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
PUSH  W2          ;W2 内容压入 TOS
```

	指令执行前	指令执行后
W2	6889	6889
W15	1566	1568
数据单元 1566	0000	6889
SR	0000	0000

例 2：
```
PUSH  [W5+W10]    ;[W5+W10] 内容压入 TOS
```

	指令执行前	指令执行后
W5	1200	1200
W10	0044	0044
W15	0806	0808
数据单元 0806	216F	B20A
数据单元 1244	B20A	B20A
SR	0000	0000

PUSH.D 将 Wns:Wns+1 内容双字压入栈顶

语法： { 标号 :} PUSH.D Wns

操作数： Wns ∈ [W0, W2, W4 ... W14]

操作： (Wns) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(Wns + 1) → (TOS)
(W15) + 2 → W15

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	1110	1001	1111	1000	sss0

描述： 将双字 (Wns:Wns+1) 内容压入栈顶 （TOS）。低位字 (Wns) 将首先被压入 TOS，高位字 (Wns+1) 将后压入 TOS。由于执行双字压入操作，堆栈指针 (W15) 将递增 4。

s 位用于选择源寄存器对的地址。

注 1： 本指令对双字进行操作。有关双字在存储区内是如何对齐的信息，可参见图 4-2。
2： Wns 必须是偶数编号的工作寄存器。
3： 本指令为“MOV.D Wns, W”指令（MOV.D Wns, [W15++]）的特殊版本。它反汇编为 MOV.D。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1： `PUSH.D W6` ;W6:W7 内容压入 TOS

	指令执行前	指令执行后
W6	C451	C451
W7	3380	3380
W15	1240	1244
数据单元 1240	B004	C451
数据单元 1242	0891	3380
SR	0000	0000

例 2： `PUSH.D W10` ;W10:W11 内容压入 TOS

	指令执行前	指令执行后
W10	80D3	80D3
W11	4550	4550
W15	0C08	0C0C
数据单元 0C08	79B5	80D3
数据单元 0C0A	008E	4550
SR	0000	0000

PUSH.S　　压入影子寄存器

语法：　{ 标号 :}　PUSH.S

操作数：　无

操作：　压入影子寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

1111	1110	1010	0000	0000	0000

描述：　将主寄存器中内容拷贝至各自的影子寄存器。以下寄存器具有影子寄存器：W0-W3 以及 C、 Z、 OV、 N 和 DC STATUS 寄存器标志。

注 1： 不能直接对影子寄存器进行访问，只可通过PUSH.S和 POP.S 对其进行访问。

2： 影子寄存器仅为一级深度。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
PUSH.S      ; 将主寄存器中内容压入影子寄存器
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	0000		0000	
W1	1000		1000	
W2	2000		2000	
W3	3000		3000	
SR	0001	(C = 1)	0001	(C = 1)

注：　在指令执行后，影子寄存器中的内容将被更新。

PWRSAV 进入低功耗模式

语法： {标号 :} PWRSAV #lit1

操作数： lit1 ∈ [0,1]

操作：
0 → WDT 计数寄存器
0 → WDT 预分频器 A 计数
0 → WDT 预分频器 B 计数
0 → WDTO (RCON<4>)
0 → SLEEP (RCON<3>)
0 → IDLE (RCON<2>)
如果 lit1 = 0：
　则进入休眠模式
否则：
　则进入空闲模式

受影响的状态位： 无

指令编码：

1111	1110	0100	0000	0000	000k

描述：
本指令将使单片机进入指定的低功耗模式。如果 lit1 = 0，将进入休眠模式。在休眠模式下，提供给 CPU 及外设的时钟都被关闭。如果使用片内振荡器，它也将被关闭。如果 lit1 = 1，将进入空闲模式。在空闲模式下， CPU 的时钟关闭，但时钟源仍处于工作状态，外设仍将继续工作。

本指令将使看门狗定时器计数寄存器和预分频器计数寄存器复位。此外，复位系统和控制 （RCON）寄存器的 WDTO、 SLEEP 和 IDLE 标志 也将被复位。

注 1： 中断、单片机复位或看门狗定时器超时将使单片机退出空闲或休眠模式。有关细节，可参阅具体的 dsPIC30F 器件数据手册。
2： 如果从空闲模式唤醒，IDLE（RCON<2>）将被置 1，且时钟源将加到 CPU。
3： 如果从休眠模式唤醒，SLEEP（RCON<3>）将被置 1，且时钟源将起振。
4： 如果由于看门狗定时器超时唤醒，WDTO（RCON<4>）将被置 1。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
PWRSAV  #0      ; 进入休眠模式
```

指令执行前		指令执行后	
SR	0040 (IPL=2)	SR	0040 (IPL=2)

例 2：
```
PWRSAV  #1      ; 进入空闲模式
```

指令执行前		指令执行后	
SR	0020 (IPL = 1)	SR	0020 (IPL = 1)

RCALL　　相对调用

语法：　{ 标号 :}　RCALL　Expr

操作数：　Expr 可以是绝对地址、标号或表达式。
Expr 将由链接器解析为 Slit16，其中 Slit16 ∈ [-32768 ... 32767]。

操作：　(PC) + 2 → PC
(PC<15:0>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(PC<22:16>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(PC) + (2 * Slit16) → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0000	0111	nnnn	nnnn	nnnn	nnnn

描述：　自当前 PC 向前或向后的 32K 程序字存储空间范围内进行相对子程序调用。在进行调用之前，返回地址 (PC + 2) 将被压入堆栈。在返回地址压入堆栈之后，符号扩展后的 17 位值 (2 * Slit16) 将与 PC 的内容相加且结果存放在 PC 中。

n 位为有符号立即数，用于指定相对调用距离 (PC + 2) 的长度（以程序字为单位）。

注：　由于本指令将只占用一个字的程序存储区，因此应尽可能使用本指令而非 CALL 指令。

指令字数：　1

指令周期数：　2

例 1：

```
012004          RCALL   _Task1          ; 调用 _Task1
012006          ADD     W0, W1, W2
   .              ...
   .              ...
012458 _Task1:  SUB     W0, W2, W3      ;_Task1 子程序
01245A          ...
```

	指令执行前	指令执行后
PC	01 2004	01 2458
W15	0810	0814
数据单元 0810	FFFF	2006
数据单元 0812	FFFF	0001
SR	0000	0000

例 2：

```
00620E          RCALL   _Init           ; 调用 _Init
006210          MOV     W0, [W4++]
   .              ...
   .              ...
007000 _Init:   CLR     W2              ;_Init 子程序
007002          ...
```

	指令执行前	指令执行后
PC	00 620E	00 7000
W15	0C50	0C54
数据单元 0C50	FFFF	6210
数据单元 0C52	FFFF	0000
SR	0000	0000

RCALL 计算相对调用

语法： {标号 :} RCALL Wn

操作数： Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：
(PC) + 2 → PC
(PC<15:0>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(PC<22:16>) → (TOS)
(W15) + 2 → W15
(PC) + (2 * (Wn)) → PC
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位： 无

指令编码：

0000	0001	0010	0000	0000	ssss

描述：
进行由工作寄存器 Wn 指定的计算相对子程序调用。调用范围是自当前 PC 向前或向后的 32K 程序字存储空间。在进行调用之前，返回地址 (PC+2) 将被压入堆栈。在返回地址压入堆栈之后，有符号 17 位值 (2 * (Wn)) 将与 PC 内容相加且结果存入 PC。可使用寄存器直接寻址模式对 Wn 进行寻址。

s 位用于选择源寄存器。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1：

```
00FF8C  EX1:    INC     W2, W3          ;RCALL 的目标
00FF8E          ...
   .            ...
   .            ...
010008
01000A          RCALL   W6              ; 使用 W6 执行 RCALL
01000C          MOVE    W4, [W10]
```

	指令执行前		指令执行后
PC	01 000A	PC	00 FF8C
W6	FFC0	W6	FFC0
W15	1004	W15	1008
数据单元 1004	98FF	数据单元 1004	000C
数据单元 1006	2310	数据单元 1006	0001
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
000302          RCALL   W2              ; 使用 W2 执行 RCALL
000304          FF1L    W0, W1
   .            ...
   .            ...
000450  EX2:    CLR     W2              ;RCALL 的目标
000452          ...
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 0302	PC	00 0450
W2	00A6	W2	00A6
W15	1004	W15	1008
数据单元 1004	32BB	数据单元 1004	0304
数据单元 1006	901A	数据单元 1006	0000
SR	0000	SR	0000

REPEAT　　重复执行下一条指令（lit14 + 1）次

语法：　{ 标号 :}　REPEAT　#lit14

操作数：　lit14 ∈ [0 ... 16383]

操作：　(lit14) → RCOUNT
(PC) + 2 → PC
使能代码循环

受影响的状态位：　RA

指令编码：

0000	1001	00kk	kkkk	kkkk	kkkk

描述：　重复执行紧接 REPEAT 指令之后的指令 (lit14 + 1) 次。在所有重复执行过程中，被重复指令（或称为目标指令）将被保存在指令寄存器中且该指令只被取一次。

当执行 REPEAT 指令时， RCOUNT 寄存器将装入指令中指定的重复计数值。在每一次执行目标指令后， RCOUNT 将递减。当 RCOUNT 等于零时，目标指令将再执行一次，随后继续正常指令执行目标指令之后的指令。

k 位是用于指定循环计数值的无符号立即数。

特性和限制:

1. 当指定重复次数的立即数为 0 时，REPEAT 指令功能与 NOP 相同且 RA 位将不会被置 1。
2. REPEAT 指令的目标指令不能是：
   t 改变程序流的指令
   - DO、 DISI、 LNK、 MOV.D、 PWRSAV、 REPEAT 或 UNLK 指令
   - 双字指令

   如果用上述这些指令作为目标指令，可能会出现不可预料的结果。

注：　REPEAT 和目标指令都是可中断的。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
000452   REPEAT #9                  ; 执行 ADD 10 次
000454   ADD    [W0++], W1, [W2++]  ; 向量更新
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 0452	PC	00 0454	
RCOUNT	0000	RCOUNT	0009	
SR	0000	SR	0010	(RA = 1)

例 2：

```
00089E   REPEAT  #0x3FF    ; 执行 CLR 1024 次
0008A0   CLR     [W6++]    ; 清除暂存空间
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 089E	PC	00 08A0	
RCOUNT	0000	RCOUNT	03FF	
SR	0000	SR	0010	(RA = 1)

REPEAT 重复执行下一条指令（Wn+1）次

语法： {标号 :} REPEAT Wn

操作数： Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wn<13:0>) → RCOUNT
(PC) + 2 → PC
使能代码循环

受影响的状态位： RA

指令编码：

0000	1001	1000	0000	0000	ssss

描述： 重复执行紧接 REPEAT 指令之后的指令（Wn<13:0>) 次。在所有重复执行过程中，被执行指令 （或称为目标指令）将被保存在指令寄存器中且该指令只被取一次。

当执行 REPEAT 指令时， RCOUNT 寄存器将装入 Wn 的低 14 位值。在每一次执行目标指令后， RCOUNT 将递减。当 RCOUNT 等于零时，目标指令将再执行一次，随后继续目标指令之后的正常指令执行。

s 位用于指定包含重复计数值的 Wn 寄存器。

特性和限制：

1. 当 (Wn) = 0 时，REPEAT 指令功能与 NOP 相同且 RA 位将不会被置 1。
2. 目标指令不能是：
   t 改变程序流的指令
   - DO、 DISI、 LNK、 MOV.D、 PWRSAV、 REPEAT 或 UNLK 指令
   - À′ 字指令

   如果用上述这些指令作为目标指令，可能会出现不可预料的结果。

注： REPEAT 和目标指令都是可中断的。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
000A26  REPEAT  W4              ; 执行 COM(W4+1) 次
000A28  COM     [W0++], [W2++]  ; 向量求反
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 0A26	PC	00 0A28	
W4	0023	W4	0023	
RCOUNT	0000	RCOUNT	0023	
SR	0000	SR	0010	(RA = 1)

例 2：

```
00089E  REPEAT  W10             ; 执行 TBLRD(W10+1) 次
0008A0  TBLRDL  [W2++], [W3++]  ; 递减 (0x840)
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 089E	PC	00 08A0	
W10	00FF	W10	00FF	
RCOUNT	0000	RCOUNT	00FF	
SR	0000	SR	0010	(RA = 1)

RESET 复位

语法： {标号 :} RESET

操作数： 无

操作： 将所有受 $\overline{MCLR}$ 复位影响的寄存器的内容强制为其复位状态。
1 → SWR （RCON<6>）
0 → PC

受影响的状态位： OA、 OB、 OAB、 SA、 SB、 SAB、 DA、 DC、IL<2:0>、 RA、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1111	1110	0000	0000	0000	0000

描述： 本指令提供一种执行软件复位的方法。所有内核和外围寄存器将恢复至上电复位时的值。 PC 将被设定为 0，即 RESET GOTO 指令的地址。 SWR 位 RCON<6> 将被设定为 1 以表明执行了 RESET 指令。

注： 有关所有寄存器上电复位时的值，可参阅《*dsPIC30F 系列参考手册*》（DS70046D_CN）。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
00202A    RESET      ;执行软件复位
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 202A		00 0000	
W0	8901		0000	
W1	08BB		0000	
W2	B87A		0000	
W3	872F		0000	
W4	C98A		0000	
W5	AAD4		0000	
W6	981E		0000	
W7	1809		0000	
W8	C341		0000	
W9	90F4		0000	
W10	F409		0000	
W11	1700		0000	
W12	1008		0000	
W13	6556		0000	
W14	231D		0000	
W15	1704		0800	
SPLIM	1800		0000	
TBLPAG	007F		0000	
PSVPAG	0001		0000	
CORCON	00F0		0020	(SATDW = 1)
RCON	0000		0040	(SWR = 1)
SR	0021	(IPL, C = 1)	0000	

RETFIE　　中断返回

语法：　　{ 标号 :}　RETFIE

操作数：　　无

操作：　　(W15) - 2 → W15
(TOS<15:8>) → (SR<7:0>)
(TOS<7>) → (IPL3, CORCON<3>)
(TOS<6:0>) → (PC<22:16>)
(W15) - 2 → W15
(TOS<15:0>) → (PC<15:0>)
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　　IPL<3:0>、 RA、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0000	0110	0100	0000	0000	0000

描述：　　从中断服务程序返回。第一次堆栈弹出操作将恢复 STATUS 寄存器的低位字节、 IPL<3> （CORCON<3>）和 PC 的高位字节。第二次堆栈弹出操作将恢复 PC 低 16 位的内容。

注 1： 恢复 IPL<3> 及 STATUS 寄存器中的低位字节，并将中断优先级恢复至执行中断服务程序前的状态。
2： 在执行 RETFIE 之前，必须在程序中将相应的中断标志清零以避免递归中断。

指令字数：　　1

指令周期数：　　3 （如果有异常等待处理，则为 2）

例 1：

```
000A26    RETFIE    ; 从 ISR 返回
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 0A26	PC	01 0230	
W15	0834	W15	0830	
数据单元 0830	0230	数据单元 0830	0230	
Data 0832	8101	数据单元 0832	8101	
CORCON	0001	CORCON	0001	
SR	0000	SR	0081	(IPL=4, C = 1)

例 2：

```
008050    RETFIE    ; 从 ISR 返回
```

	指令执行前		指令执行后	
PC	00 8050	PC	00 7008	
W15	0926	W15	0922	
数据单元 0922	7008	数据单元 0922	7008	
数据单元 0924	0300	数据单元 0924	0300	
CORCON	0000	CORCON	0000	
SR	0000	SR	0003	(Z, C = 1)

RETLW 返回，并将立即数存储到 Wn

语法： { 标号 :} RETLW{.B} #lit10, Wn

操作数： 对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： (W15) - 2 → W15
(TOS) → (PC<22:16>)
(W15) - 2 → W15
(TOS) → (PC<15:0>)
lit10 → Wn

受影响的状态位： 无

指令编码：

0000	0101	0Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述： 从子程序返回，并将指定的 10 位无符号立即数存放在 Wn 中。软件堆栈将弹出两次以恢复 PC 值，并将有符号立即数存放在 Wn 中。由于执行两次弹出操作，堆栈指针 （W15）将递减 4。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
k 位用于指定立即数的值。
d 位用于选择目的寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

2： 对于字节操作，立即书必须指定为 [0:255] 中的无符号值。有关在字节模式下使用 10 位立即数操作数的信息，可参见**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数： 1

指令周期数： 3 （如果有异常等待处理，则为 2）

例 1：

```
000440    RETLW.B #0xA, W0    ; 返回，并将 0xA 存放到 W0 中
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 0440	PC	00 7006
W0	9846	W0	980A
W15	1988	W15	1984
数据单元 1984	7006	数据单元 1984	7006
数据单元 1986	0000	数据单元 1986	0000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
00050A    RETLW   #0x230, W2   ; 返回，并将 0x230 存放到 W2 中
```

	指令执行前		指令执行后
PC	00 050A	PC	01 7008
W2	0993	W2	0230
W15	1200	W15	11FC
数据单元 11FC	7008	数据单元 11FC	7008
数据单元 11FE	0001	数据单元 11FE	0001
SR	0000	SR	0000

RETURN　返回

语法：　{ 标号 :}　RETURN

操作：　无

操作：　(W15)-2 → W15
(TOS) → (PC<22:16>)
(W15)-2 → W15
(TOS) → (PC<15:0>)
NOP → 指令寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

0000	0110	0000	0000	0000	0000

描述：　从子程序返回。软件堆栈将弹出两次以恢复 PC。由于执行两次弹出操作，堆栈指针 （W15）将递减 4。

指令字数：　1

指令周期数：　3 （如果有异常等待处理，则为 2）

例 1：

```
001A06    RETURN      ; 从子程序返回
```

	指令执行前	指令执行后
PC	00 1A06	01 0004
W15	1248	1244
数据单元 1244	0004	0004
数据单元 1246	0001	0001
SR	0000	0000

例 2：

```
005404    RETURN      ; 从子程序返回
```

	指令执行前	指令执行后
PC	00 5404	00 0966
W15	090A	0906
数据单元 0906	0966	0966
数据单元 0908	0000	0000
SR	0000	0000

RLC 带进位位循环左移 f 内容

语法： {标号 :} RLC{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

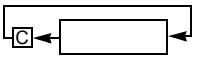
操作：

对于字节操作：

(C) → Dest<0>
(f<6:0>) → Dest<7:1>
(f<7>) → C

对于字操作：

(C) → Dest<0>
(f<14:0>) → Dest<15:1>
(f<15>) → C



受影响的状态位： N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0110	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：

带进位标志位将文件寄存器 f 的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器。 STATUS 寄存器中的进位标志位将移入目的寄存器的最低位，随后进位标志位将被文件寄存器 f 内容的最高位覆盖。

可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG ，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
RLC.B  0x1233      ; 带进位位将 (0x1233) 左移 1 位 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 1232	E807	数据单元 1232	D007	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
RLC  0x820, WREG  ; 带进位位将 (0x820) 左移 1 位 （字模式）
                  ; 将结果存入 WREG
```

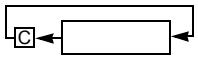
	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	5601	WREG (W0)	42DD	
数据单元 0820	216E	数据单元 0820	216E	
SR	0001	(C = 1)	SR	0000 (C = 0)

RLC　　带进位位循环左移 Ws 内容

语法：	{ 标号 :}	RLC{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于字节操作：
(C) → Wd<0>
(Ws<6:0>) → Wd<7:1>
(Ws<7>) → C
对于字操作：
(C) → Wd<0>
(Ws<14:0>) → Wd<15:1>
(Ws<15>) → C



受影响的状态位：　N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0010	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　带进位标志位将源寄存器 Ws 的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器 Wd。 STATUS 寄存器的进位标志位将移入 Wd 的最低位，随后进位标志位将被 Ws 内容的最高位覆盖。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
RLC.B  W0, W3      ; 带进位位将 (W0) 左移 1 位 （字节模式）
                   ; 将结果存入 W3
```

指令执行前			指令执行后		
W0	9976		W0	9976	
W3	5879		W3	58ED	
SR	0001	(C = 1)	SR	0009	(N = 1)

例 2：

```
RLC  [W2++], [W8]  ; 带进位位将 [W2] 左移 1 位 （字模式）
                   ; 执行后递增 W2
                   ; 将结果存入 [W8]
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	2008		200A	
W8	094E		094E	
数据单元 094E	3689		8082	
数据单元 2008	C041		C041	
SR	0001	(C = 1)	0009	(N, C = 1)

RLNC　　不带进位位循环左移 f 内容

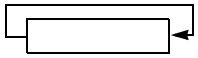
语法：　{ 标号 :}　RLNC{.B}　f　　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：

对于字节操作：
(f<6:0>) → Dest<7:1>
(f<7>) → Dest<0>

对于字操作：
(f<14:0>) → Dest<15:1>
(f<15>) → Dest<0>



受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1101	0110	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将文件寄存器 f 的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器。 f 中的最高位将存入目的寄存器的最低位，而进位标志位将不受影响。

可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG ，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
RLNC.B  0x1233      ; 将 (0x1233) 左移 1 位 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 1232	E807	数据单元 1233	D107	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
RLNC  0x820, WREG  ; 将 (0x820) 左移 1 位 （字模式）
                   ; 将结果存入 WREG
```

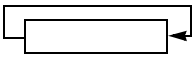
	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	5601	WREG (W0)	42DC	
数据单元 0820	216E	数据单元 0820	216E	
SR	0001	(C = 1)	SR	0000	(C = 0)

RLNC 不带进位位循环左移 Ws 内容

语法：	{ 标号 :}	RLNC{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
对于字节操作：
(Ws<6:0>) → Wd<7:1>
(Ws<7>) → Wd<0>
对于字操作：
(Ws<14:0>) → Wd<15:1>
(Ws<15>) → Wd<0>



受影响的状态位：N 和 Z

指令编码：

1101	0010	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：
将源寄存器 Ws 的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器 Wd。 Ws 中的最高位将存入 Wd 的最低位，而进位标志位将不受影响。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
RLNC.B  W0, W3     ; 将 (W0) 左移 1 位 （字节模式）
                   ; 将结果存入 W3
```

指令执行前			指令执行后		
W0	9976		W0	9976	
W3	5879		W3	58EC	
SR	0001	(C = 1)	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
RLNC  [W2++], [W8] ; 将 [W2] 左移 1 位 （字模式）
                   ; 执行后递增 W2
                   ; 将结果存入 [W8]
```

指令执行前			指令执行后		
W2	2008		W2	200A	
W8	094E		W8	094E	
数据单元 094E	3689		数据单元 094E	8083	
数据单元 2008	C041		数据单元 2008	C041	
SR	0001	(C = 1)	SR	0009	(N, C = 1)

RRC 带进位位循环右移 f 内容

语法： {标号 :} RRC{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

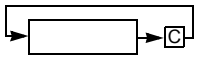
操作：

对于字节操作：

(C) → Dest<7>
(f<7:1>) → Dest<6:0>
(f<0>) → C

对于字操作：

(C) → Dest<15>
(f<15:1>) → Dest<14:0>
(f<0>) → C



受影响的状态位： N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0111	1BDf	ffff	ffff	ffff

说明：

带进位标志位将文件寄存器 f 的内容右移 1 位，并将结果存入目的寄存器。 STATUS 寄存器的进位标志位将移入目的寄存器的最高位，随后进位标志位将被文件寄存器 f 内容的最低位覆盖。

可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG ，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
RRC.B  0x1233      ; 带进位位将 (0x1233) 右移 1 位 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 1232	E807	7407
SR	0000	0000

例 2：

```
RRC  0x820, WREG   ; 带进位位将 (0x820) 右移 1 位 （字模式）
                   ; 将结果存入 WREG
```

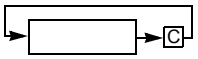
	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	5601		90B7	
数据单元 0820	216E		216E	
SR	0001	(C = 1)	0008	(N = 1)

RRC　　带进位位循环右移 Ws 内容

语法：　{ 标号 :}　RRC{.B}　Ws,　Wd
[Ws],　[Wd]
[Ws++],　[Wd++]
[Ws--],　[Wd--]
[++Ws],　[++Wd]
[--Ws],　[--Wd]

操作数：　Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于字节操作：
(C) → Wd<7>
(Ws<7:1>) → Wd<6:0>
(Ws<0>) → C
对于字操作：
(C) → Wd<15>
(Ws<15:1>) → Wd<14:0>
(Ws<0>) → C



受影响的状态位：　N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0011	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：　带进位标志位将源寄存器 Ws 的内容右移 1 位，并将结果存入目的寄存器 Wd。 STATUS 寄存器的进位标志位将移入 Wd 的最高位，随后进位标志位将被 Ws 内容的最低位覆盖。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
RRC.B  W0, W3      ; 带进位位将 (W0) 右移 1 位 （字节模式）
                   ; 将结果存入 W3
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	9976		9976	
W3	5879		58BB	
SR	0001	(C = 1)	0008	(N = 1)

例 2：

```
RRC   [W2++], [W8]   ; 带进位位将 [W2] 右移 1 位 （字模式）
                     ; 执行后递增 W2
                     ; 将结果存入 [W8]
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	2008		200A	
W8	094E		094E	
数据单元 094E	3689		E020	
数据单元 2008	C041		C041	
SR	0001	(C = 1)	0009	(N, C = 1)

RRNC　　不带进位位循环右移 f 内容

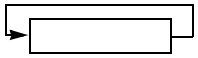
语法：　{ 标号 :}　RRNC{.B}　f　　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：

对于字节操作：
(f<7:1>) → Dest<6:0>
(f<0>) → Dest<7>

对于字操作：
(f<15:1>) → Dest<14:0>
(f<0>) → Dest<15>



受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1101	0111	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将文件寄存器 f 的内容右移 1 位，并将结果存入目的寄存器。 f 中的最低位将存入目的寄存器的最高位，而进位标志位将不受影响。

可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存入 WREG。如果未指定 WREG ，结果将存入文件寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
RRNC.B  0x1233      ; 将 (0x1233) 右移 1 位 （字节模式）
```

	指令执行前	指令执行后
数据单元 1232	E807	7407
SR	0000	0000

例 2：

```
RRNC  0x820, WREG  ; 将 (0x820) 右移 1 位 （字模式）
                   ; 将结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	5601		10B7	
数据单元 0820	216E		216E	
SR	0001	(C = 1)	0001	(C = 1)

RRNC 不带进位位循环右移 Ws 内容

语法：

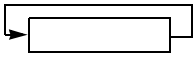
{标号 :}	RRNC{.B}	Ws,	Wd
		[Ws],	[Wd]
		[Ws++],	[Wd++]
		[Ws--],	[Wd--]
		[++Ws],	[++Wd]
		[--Ws],	[--Wd]

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

对于字节操作：
(Ws<7:1>) → Wd<6:0>
(Ws<0>) → Wd<7>
对于字操作：
(Ws<15:1>) → Wd<14:0>
(Ws<0>) → Wd<15>



受影响的状态位：N 和 Z

指令编码：

1101	0011	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：

将源寄存器 Ws 的内容右移 1 位，并将结果存入目的寄存器 Wd。 Ws 中的最低位将存入 Wd 的最高位，而进位标志位将不受影响。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
RRNC.B  W0, W3      ; 将 (W0) 右移 1 位 （字节模式）
                    ; 将结果存入 W3
```

指令执行前			指令执行后		
W0	9976		W0	9976	
W3	5879		W3	583B	
SR	0001	(C = 1)	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
RRNC   [W2++], [W8]   ; 将 [W2] 右移 1 位 （字模式）
                      ; 执行后递增 W2
                      ; 将结果存入 [W8]
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	2008	W2	200A	
W8	094E	W8	094E	
数据单元 094E	3689	数据单元 094E	E020	
数据单元 2008	C041	数据单元 2008	C041	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

SAC 保存累加器内容

语法：	{ 标号 :}	SAC	Acc,	{#Slit4,}	Wd [Wd] [Wd++] [Wd--] [--Wd] [++Wd] [Wd + Wb]

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Slit4 ∈ [-8 ... +7]
Wb, Wd Œ [W0 ... W15]

操作：
$Shift_{Slit4}$(Acc)（可选）
(Acc[31:16]) → Wd

受影响的状态位：
无

指令编码：

1100	1100	Awww	wrrr	rhhh	dddd

描述：
本指令对指定的累加器执行可选的有符号 4 位移位操作，随后将移位后的 ACCxH （ACCx[31:16]）内容存入 Wd。移位位数范围为 -8:7，其中负操作数表明执行算术左移而正操作数表明执行算术右移。可使用寄存器直接或间接寻址对 Wd 进行寻址。

A 位用于指定源累加器。
w 位用于指定偏移量寄存器 Wb。
r 位用于对可选的累加器预移位进行编码。
h 位用于选择目的地址模式。
d 位用于指定目的寄存器 Wd。

注 1： 本指令不修改累加器的内容。
2： 本指令对截取的累加器内容进行保存。可使用指令 SAC.R 对舍入后的累加器内容进行保存。
3： 如果使能数据写饱和功能（SATDW 位 CORCON<5> = 1），在执行可选的移位操作后，存入 Wd 的值服从饱和规律。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
SAC  A, #4, W5
;ACCA 右移 4 位
; 将结果存入 W5
;CORCON = 0x0010 (SATDW = 1)
```

	指令执行前		指令执行后
W5	B900	W5	0120
ACCA	00 120F FF00	ACCA	00 120F FF00
CORCON	0010	CORCON	0010
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
SAC  B, #-4, [W5++]
;ACCB 左移 4 位
; 将结果存入 [W5]，执行后递增 W5
;CORCON = 0x0010 （SATDW = 1）
```

	指令执行前		指令执行后
W5	2000	W5	2002
ACCB	FF C891 8F4C	ACCB	FF C891 1F4C
数据单元 2000	5BBE	数据单元 2000	8000
CORCON	0010	CORCON	0010
SR	0000	SR	0000

SAC.R 保存舍入后的累加器内容

语法：

{ 标号 :}	SAC.R	Acc,	{#Slit4,}	Wd
				[Wd]
				[Wd++]
				[Wd--]
				[--Wd]
				[++Wd]
				[Wd + Wb]

操作数：
Acc ∈ [A,B]
Slit4 ∈ [-8 ... +7]
Wb ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
$Shift_{Slit4}$(Acc) （可选）
舍入 (Acc)
(Acc[31:16]) → Wd

受影响的状态位：
无

指令编码：

1100	1101	Awww	wrrr	rhhh	dddd

描述：
本指令对指定的累加器执行可选的有符号 4 位移位操作，随后将舍入后的 ACCxH （ACCx[31:16]）内容存入 Wd。移位位数范围为 -8:7，其中负操作数表明执行算术左移而正操作数表明执行算术右移。 RND 位 CORCON<1> 用于对舍入模式 （普通或收敛）进行设定。可使用寄存器直接或间接寻址对 Wd 进行寻址。

A 位用于指定源累加器。
w 位用于指定偏移量寄存器 Wb。
r 位用于对可选的累加器预移位进行编码。
h 位用于选择目的地址模式。
d 位用于指定目的寄存器 Wd。

注 1： 本指令不修改累加器的内容。
2： 本指令对舍入的累加器内容进行保存。可使用指令 SAC 对截取的累加器内容进行保存。
3： 如果使能数据写饱和功能 （SATDW 位 CORCON<5>= 1），在执行可选的移位操作后，存入 Wd 的值服从饱和规律。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
SAC.R  A, #4, W5
;ACCA 右移 4 位
; 将结果存入 W5
;CORCON = 0x0010 （SATDW = 1）
```

	指令执行前
W5	B900
ACCA	00 120F FF00
CORCON	0010
SR	0000

	指令执行后
W5	0121
ACCA	00 120F FF00
CORCON	0010
SR	0000

例 2：

```
SAC.R  B, #-4, [W5++]
;ACCB 左移 4 位
; 将舍入后的结果存入 [W5]，执行后递增 W5
;CORCON = 0x0010 （SATDW = 1）
```

	指令执行前
W5	2000
ACCB	FF F891 8F4C
数据单元 2000	5BBE
CORCON	0010
SR	0000

	指令执行后
W5	2002
ACCB	FF F891 8F4C
数据单元 2000	8919
CORCON	0010
SR	0000

SE 符号扩展 Ws 内容

语法：{标号 :} SE Ws, Wnd
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：Ws<7:0> → Wnd<7:0>
如果 Ws<7> = 1：
0xFF → Wnd<15:8>
否则：
0 → Wnd<15:8>

受影响的状态位：N、 Z 和 C

指令编码：

1111	1011	0000	0ddd	dppp	ssss

描述：将 Ws 寄存器中的字节进行符号扩展，并将扩展后的 16 位结果存入 Wnd。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址，而必须使用寄存器直接寻址模式对 Wnd 进行寻址。C 标志将设定为 N 标志的反码。

d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 本操作将字节转换为字，且不使用 .B 或 .W 扩展符。
2： 源寄存器 Ws 将作为字节操作数进行寻址，所以任何地址修改都通过 “1”来实现。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：
```
SE   W3, W4    ; 对 W3 内容进行符号扩展并将结果存入 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W3	7839	W3	7839	
W4	1005	W4	0039	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：
```
SE   [W2++], W12   ; 对 [W2] 内容进行符号扩展并将结果存入 W12
                   ; 执行后递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	0900	W2	0901	
W12	1002	W12	FF8F	
数据单元 0900	008F	数据单元 0900	008F	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

SETM　　将 f 或 WREG 置全 1

语法：　{ 标号 :}　SETM{.B}　f
　　WREG

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　对于字节操作：
　0xFF → 由 D 指定的目的寄存器
对于字操作：
　0xFFFF → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　无

指令编码：

1110	1111	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　指定寄存器的所有位都将被置 1。如果指定 WREG 作为操作数，WREG 的所有位将被置 1。否则，指定文件寄存器的所有位将被置 1。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1：指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2：WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：
```
SETM.B   0x891    ; 将 0x891 内容置全 1 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
数据单元 0891	2739	数据单元 0891	FF39
SR	0000	SR	0000

例 2：
```
SETM     WREG     ; 将 WREG 内容置全 1 （字模式）
```

	指令执行前		指令执行后
WREG (W0)	0900	WREG (W0)	FFFF
SR	0000	SR	0000

SETM 将 Ws 置全 1

语法：{标号 :} SETM{.B} Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
对于字节操作：
0xFF → 用于字节操作的 Wd
对于字操作：
0xFFFF → 用于字操作的 Wd

受影响的状态位：无

指令编码：

1110	1011	1Bqq	qddd	d000	0000

描述：将指定寄存器的所有位置全 1。可使用寄存器直接或间接寻址对 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：
```
SETM.B   W13      ; 将 W13 置全 1 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后
W13	2739	W13	27FF
SR	0000	SR	0000

例 2：
```
SETM     [--W6]   ; 先递减 W6 （字模式）
                  ; 将 [W6] 置全 1
```

	指令执行前		指令执行后
W6	1250	W6	124E
数据单元 124E	3CD9	数据单元 124E	FFFF
SR	0000	SR	0000

SFTAC　　算术移位累加器内容 Slit6 位

语法：　{ 标号 :}　SFTAC　Acc,　#Slit6

操作数：　Acc ∈ [A,B]
Slit6 ∈ [-16 ... 16]

操作：　$Shift_k(Acc) \rightarrow Acc$

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1000	A000	0000	01kk	kkkk

描述：　对指定累加器的 40 位内容进行算术移位操作，移位位数由有符号的 6 位立即数确定，移位后的结果将存回累加器。移位位数范围为 -16:16，其中负操作数表明将执行左移操作而正操作数表明将执行右移操作。任何移出累加器的位的信息都将丢失。

A 位用于选择保存结果的累加器。
k 位用于确定移位的位数。

注 1： 如果使能目标累加器的饱和功能 （SATA 位 CORCON<7> 或 SATB 位 CORCON<6>），则存入累加器的值服从饱和规律。
2： 如果移位位数大于 16 或小于 -16，则累加器内容将不会改变，并将导致算术陷阱发生。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SFTAC  A, #12
; 算术右移 ACCA 12 位
; 将结果存入 ACCA
;CORCON = 0x0080(SATA = 1)
```

	指令执行前	指令执行后
ACCA	00 120F FF00	00 0001 20FF
CORCON	0080	0080
SR	0000	0000

例 2：

```
SFTAC  B, #-10
; 算术右移 ACCB 10 位
; 将结果存入 ACCB
;CORCON = 0x0040 （SATB = 1）
```

	指令执行前	指令执行后
ACCB	FF FFF1 8F4C	FF C63D 3000
CORCON	0040	0040
SR	0000	0000

SFTAC 算术移位累加器内容 Wb 位

语法： { 标号 :} SFTAC Acc, Wb

操作数： Acc ∈ [A,B]
Wb ∈ [W0 ... W15]

操作： $Shift_{(Wb)}(Acc) \rightarrow Acc$

受影响的状态位： OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1000	A000	0000	0000	ssss

描述： 对指定累加器的 40 位内容进行算术移位操作，移位后的结果将存回累加器。 Wb 中的低 6 位用来指定移位位数。移位位数范围为 -16:16，其中负操作数表明将执行左移操作而正操作数表明将执行右移操作。任何移出累加器的位的信息都将丢失。

A 位用于选择作为源 / 目的的累加器。
s 位用于选择移位计数寄存器的地址。

注 1： 如果使能目标累加器的饱和功能 （SATA 位 CORCON<7> 或 SATB 位 CORCON<6>），则存入累加器的值服从饱和规律。
2： 如果移位位数大于 16 或小于 -16，则累加器内容将不会改变，并将导致算术陷阱发生。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
SFTAC  A, W0
; 算术移位 ACCA(W0) 位
; 将结果存入 ACCA
;CORCON = 0x0000 （禁止饱和）
```

	指令执行前	指令执行后	
W0	FFFC	FFFC	
ACCA	00 320F AB09	03 20FA B090	
CORCON	0000	0000	
SR	0000	8800	(OA, OAB = 1)

例 2：

```
SFTAC  B, W12
; 算术移位 ACCB(W12) 位
; 将结果存入 ACCB
;CORCON = 0x0040 （SATB = 1）
```

	指令执行前	指令执行后
W12	000F	000F
ACCB	FF FFF1 8F4C	FF FFFF FFE3
CORCON	0040	0040
SR	0000	0000

SL　　左移 f 内容

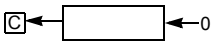
语法：　{ 标号 :}　SL{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0... 8191]

操作：

对于字节操作：
(f<7>) → (C)
(f<6:0>) → Dest<7:1>
0 → Dest<0>

对于字操作：
(f<15>) → (C)
(f<14:0>) → Dest<15:1>
0 → Dest<0>



受影响的状态位：　N、Z 和 C

指令编码：

1101	0100	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：

将文件寄存器中的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器。文件寄存器中的最高位将移入 STATUS 寄存器的进位标志位，而目的寄存器的最低位将移入零。

可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG 操作数，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1：指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2：WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SL.B   0x909    ; 将 (0x909) 左移 1 位 （字节模式）
```

	指令执行前		指令执行后	
数据单元 0908	9439	数据单元 0908	2839	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
SL     0x1650, WREG    ; 将 (0x1650) 左移 1 位 （字模式）
                       ; 将结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	0900	WREG (W0)	80CA	
数据单元 1650	4065	数据单元 1650	4065	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

SL 左移 Ws 内容

语法：	{标号 :}	SL{.B}	Ws,	Wd
			[Ws],	[Wd]
			[Ws++],	[Wd++]
			[Ws--],	[Wd--]
			[++Ws],	[++Wd]
			[--Ws],	[--Wd]

操作数：
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
对于字节操作：
(Ws<7>) → C
(Ws<6:0>) → Wd<7:1>
0 → Wd<0>
对于字操作：
(Ws<15>) → C
(Ws<14:0>) → Wd<15:1>
0 → Wd<0>

受影响的状态位：N、 Z 和 C

指令编码：

1101	0000	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：
将源寄存器 Ws 中的内容左移 1 位，并将结果存入目的寄存器 Wd。 Ws 中的最高位将移入 STATUS 寄存器的借位标志位，而 Wd 的最低位将移入 0。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
SL.B  W3, W4    ; 将 W3 左移 1 位 （字节模式）
                ; 将结果存入 W4
```

指令执行前		指令执行后		
W3	78A9	W3	78A9	
W4	1005	W4	1052	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
SL   [W2++], [W12]   ; 将 [W2] 左移 1 位 （字模式）
                     ; 将结果存入 [W12]
                     ; 执行后，递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	0900	W2	0902	
W12	1002	W12	1002	
数据单元 0900	800F	数据单元 0900	800F	
数据单元 1002	6722	数据单元 1002	001E	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

SL 左移，移位位数由短立即数确定

语法： { 标号 :} SL Wb, #lit4, Wnd

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
lit4 ∈ [0...15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
lit4<3:0> → Shift_Val
Wnd<15:Shift_Val> = Wb<15-Shift_Val:0>
Wd<Shift_Val-1:0> = 0

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1101	1101	0www	wddd	d100	kkkk

描述：
将源寄存器 Wb 的内容左移，移位位数由 4 位无符号立即数确定，并将结果存入目的寄存器 Wnd。所有移出源寄存器的位的信息将丢失。必须使用直接寻址模式对 Wb 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注： 本指令只能工作于字模式。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
SL   W2, #4, W2   ; 左移 W2 4 位
                  ; 结果存入 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	78A9	W2	8A90	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：
```
SL   W3, #12, W8  ; 左移 W3 12 位
                  ; 结果存入 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W3	0912	W3	0912
W8	1002	W8	2000
SR	0000	SR	0000

SL　　左移，移位位数由 Wns 内容确定

语法：　{ 标号 :}　SL　Wb,　Wns,　Wnd

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Wns ∈ [W0 ...W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：
Wns<4:0> → Shift_Val
Wnd<15:Shift_Val> = Wb<15-Shift_Val:0>
Wd<Shift_Val-1:0> = 0

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1101	1101	0www	wddd	d000	ssss

描述：
将源寄存器 Wb 中的内容左移，移位位数由 Wns 的低 5 位确定 （最大移位位数为 15），并将结果存入目的寄存器 Wnd。所有移出源寄存器的位的信息将丢失。必须使用寄存器直接寻址对 Wb、 Wns 和 Wnd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
d 位用于选择目的寄存器。
s 位用于选择源寄存器。

注　1：本指令只能工作于字模式。
2：如果 Wns 内容 （低 5 位）大于 15， Wnd 将装入 0x0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SL    W0, W1, W2    ; 左移 W0 内容，移位位数由 W1<0:4> 确定
                    ; 结果存入 W2
```

	指令执行前		指令执行后
W0	09A4	W0	09A4
W1	8903	W1	8903
W2	78A9	W2	4D20
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
SL    W4, W5, W6    ; 左移 W4 内容，移位位数由 W5<0:4> 确定
                    ; 结果存入 W6
```

	指令执行前		指令执行后
W4	A409	W4	A409
W5	FF01	W5	FF01
W6	0883	W6	4812
SR	0000	SR	0000

SUB　　f 减 WREG

语法：　{ 标号 :}　SUB{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f) – (WREG) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0101	0BDf	ffff	ffff	ffff

指令描述：　从指定的文件寄存器内容中减去默认工作寄存器 WREG 的内容，并将结果存入目的寄存器中。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG 操作数，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUB.B 0x1FFF    ; 从 (0x1FFF) 中减去 WREG 内容 （字节模式）
                ; 结果存入 0x1FFF
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	7804	WREG (W0)	7804	
数据单元 1FFE	9439	数据单元 1FFE	9039	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

例 2：

```
SUB   0xA04, WREG   ; 从 (0xA04) 中减去 WREG 内容 （字模式）
                    ; 结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	6234	WREG (W0)	E2EF	
数据单元 0A04	4523	数据单元 0A04	4523	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

SUB　　Wn 减立即数

语法：　{ 标号 :}　SUB{.B}　#lit10,　Wn

操作数：　对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wn) – lit10 → Wn

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0001	0Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述：　将 10 位无符号立即数操作数从工作寄存器 Wn 内容中减去，结果存回工作寄存器 Wn。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中的无符号值。有关在字节模式下如何使用 10 位立即数操作数的信息，可参见 **第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUB.B  #0x23, W0    ; 从 W0 内容中减去 0x23 （字节模式）
                    ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	7804	W0	78E1	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
SUB    #0x108, W4   ; 从 W4 内容中减去 0x108 （字模式）
                    ; 结果存入 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	6234	W4	612C	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

SUB　　Wb 减短立即数

语法：　{ 标号 :}　SUB{.B}　Wb,　#lit5,　Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – lit5 → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0101	0www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：　从基准寄存器 Wb 内容中减去 5 位无符号立即数操作数，并将结果存入目的寄存器 Wd 中。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供一个 5 位整数立即数操作数。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUB.B  W4, #0x10, W5    ; 从 W4 内容中减去 0x10 （字节模式）
                        ; 结果存入 W5
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	1782	W4	1782	
W5	7804	W5	7872	
SR	0000	SR	0005	(OV, C = 1)

例 2：

```
SUB    W0, #0x8, [W2++]   ; 从 W0 内容中减去 0x8 （字模式）
                          ; 结果存入 [W2]
                          ; 执行后，递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	F230	W0	F230	
W2	2004	W2	2006	
数据单元 2004	A557	数据单元 2004	F228	
SR	0000	SR	0009	(N, C = 1)

SUB　　Wb 减 Ws

语法：	{ 标号 :}	SUB{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – (Ws) → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0101	0www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　从基准寄存器 Wb 内容中减去源寄存器 Ws 的内容，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUB.B  W0, W1, W0    ; 从 W0 内容中减去 W1 （字节模式）
                     ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	1732	W0	17EE	
W1	7844	W1	7844	
SR	0000	SR	0108	(DC, N = 1)

例 2：

```
SUB   W7, [W8++], [W9++]   ;W7 内容减去 [W8]（字模式）
                           ; 结果存入 [W9]
                           ; 执行后，递增 W8
                           ; 执行后，递增 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	2450	W7	2450	
W8	1808	W8	180A	
W9	2020	W9	2022	
数据单元 1808	92E4	数据单元 1808	92E4	
数据单元 2022	A557	数据单元 2022	916C	
SR	0000	SR	010C	(DC, N, OV = 1)

SUB　　累加器相减

语法：　{ 标号 :}　SUB　　Acc

操作数：　Acc ∈ [A,B]

操作：　如果 Acc = A：
ACCA – ACCB → ACCA
否则：
ACCB – ACCA → ACCB

受影响的状态位：　OA、 OB、 OAB、 SA、 SB 和 SAB

指令编码：

1100	1011	A011	0000	0000	0000

描述：　从 Acc 内容中减去未指定累加器的内容，并将结果存回 Acc。本指令执行 40 位减法操作。

A 位用于指定目的累加器。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUB   A      ; 从 ACCA 内容中减去 ACCB 内容
             ; 结果存入 ACCA
             ;CORCON = 0x0000 （饱和禁止）
```

	指令执行前	指令执行后	
ACCA	76 120F 098A	52 1EFC 4D73	
ACCB	23 F312 BC17	23 F312 BC17	
CORCON	0000	0000	
SR	0000	1100	(OA, OB = 1)

例 2：

```
SUB   B      ; 从 ACCB 内容中减去 ACCA 内容
             ; 结果存入 ACCB
             ;CORCON = 0x0040 （SATB = 1）
```

	指令执行前	指令执行后	
ACCA	FF 9022 2EE1	FF 9022 2EE1	
ACCB	00 2456 8F4C	00 7FFF FFFF	
CORCON	0040	0040	
SR	0000	1400	(SB, SAB = 1)

SUBB f 减 WREG （带借位）

语法： { 标号 :} SUBB{.B} f {,WREG}

操作数： f ∈ [0 ... 8191]

操作： (f) – (WREG) – ($\overline{C}$) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0101	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述： 从指定文件寄存器的内容中减去默认工作寄存器 WREG 的内容和借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器中。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG 操作数，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： Z 标志对于 ADDC、 CPB、 SUBB 和 SUBBR 指令呈现 “粘住” 特性，这些指令只能将其清零。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
SUBB.B 0x1FFF  ; 从 (0x1FFF) 中减去 WREG 和 C （字节模式）
               ; 结果存入 0x1FFF
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	7804	WREG (W0)	7804	
数据单元 1FFE	9439	数据单元 1FFE	8F39	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
SUBB 0xA04, WREG  ; 从 (0xA04) 中减去 WREG 和 C （字模式）
                  ; 结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	6234	WREG (W0)	0000	
数据单元 0A04	6235	数据单元 0A04	6235	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

SUBB　　立即数减 Wn （带借位）

语法：　{ 标号 :}　SUBB{.B}　#lit10,　Wn

操作数：　对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wn) – lit10 – ($\overline{C}$) → Wn

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	0001	1Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述：　从工作寄存器 Wn 内容中减去 10 位无符号立即数操作数和借位标志（进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），结果存回工作寄存器 Wn。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为 [0:255] 中的无符号值。有关在字节模式下使用10位立即数操作数的信息，可参阅**第4.6节 “使用 10 位立即数操作数”**。
3： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBB.B  #0x23, W0    ; 从 W0 中减去 0x23 和 C（字节模式）
                     ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	7804	W0	78E0	
SR	0000	SR	0108	(DC, N = 1)

例 2：

```
SUBB    #0x108, W4   ; 从 W4 中减去 0x108 和 C（字模式）
                     ; 结果存入 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	6234	W4	612C	
SR	0001	SR	0001	(C = 1)

SUBB Wb 减短立即数 （带借位）

语法： { 标号 :} SUBB{.B} Wb, #lit5, Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： (Wb) – lit5 – ($\overline{C}$) → Wd

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0101	1www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述： 从基准寄存器 Wb 内容中减去 5 位无符号立即数操作数和借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器 Wd 中。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
SUBB.B  W4, #0x10, W5  ; 从 W4 中减去 0x10 和 C（字节模式）
                       ; 结果存入 W5
```

	指令执行前		指令执行后	
W4	1782	W4	1782	
W5	7804	W5	7871	
SR	0000	SR	0005	(OV, C = 1)

例 2：
```
SUBB  W0, #0x8, [W2++]  ; 从 W0 中减去 0x8 和 C（字模式）
                        ; 结果存入 [W2]
                        ; 执行后递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	0009	W0	0009	
W2	2004	W2	2006	
数据单元 2004	A557	数据单元 2004	0000	
SR	0020	(Z = 1) SR	0103	(DC, Z, C = 1)

SUBB　　Wb 减 Ws （带借位）

语法：　{ 标号 :}　SUBB{.B}　Wb,　Ws,　Wd
[Ws],　[Wd]
[Ws++],　[Wd++]
[Ws--],　[Wd--]
[++Ws],　[++Wd]
[--Ws],　[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb) – (Ws) – ($\overline{C}$) → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0101	1www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　从基准寄存器 Wb 内容中减去源寄存器 Ws 的内容和借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBB.B  W0, W1, W0    ; 从 W0 中减去 W1 和 C (字节模式)
                      ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	1732	W0	17ED	
W1	7844	W1	7844	
SR	0000	SR	0108	(DC, N = 1)

例 2：

```
SUBB  W7,[W8++],[W9++] ; 从 W7 中减去 [W8] 和 C （字模式）
                       ; 结果存入 [W9]
                       ; 执行后递增 W8
                       ; 执行后递增 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	2450	W7	2450	
W8	1808	W8	180A	
W9	2022	W9	2024	
数据单元 1808	92E4	数据单元 1808	92E4	
数据单元 2022	A557	数据单元 2022	916C	
SR	0000	SR	010C	(DC, N, OV = 1)

SUBBR　　WREG 减 f（带借位）

语法：　{ 标号 :}　SUBBR{.B} f　　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(WREG) – (f) – ($\overline{C}$) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	1101	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　从 WREG 的内容中减去指定文件寄存器的内容和借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器中。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG 操作数，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。
3： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBBR.B 0x803  ; 从 WREG 中减去 (0x803) 和 C （字节模式）
               ; 结果存入 0x803
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	7804		WREG (W0)	7804
数据单元 0802	9439		数据单元 0802	6F39
SR	0002	(Z = 1)	SR	0000

例 2：

```
SUBBR 0xA04, WREG ; 从 WREG 中减去 (0xA04) 和 C （字模式）
                  ; 结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	6234		WREG (W0)	FFFE
数据单元 0A04	6235		数据单元 0A04	6235
SR	0000		SR	0008	(N = 1)

SUBBR 短立即数减 Wb （带借位）

语法： {标号 :} SUBBR{.B} Wb, #lit5, Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数： Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： lit5 – (Wb) – ($\overline{C}$) → Wd

受影响的状态位： DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0001	1www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述： 从 5 位无符号立即数中减去基准寄存器 Wb 的内容及借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器 Wd 中。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
SUBBR.B  W0, #0x10, W1 ; 从 0x10 中减去 W0 和 C （字节模式）
                       ; 结果存入 W1
```

指令执行前			指令执行后		
W0	F310		W0	F310	
W1	786A		W1	7800	
SR	0003	(Z, C = 1)	SR	0103	(DC, Z, C = 1)

例 2：
```
SUBBR  W0, #0x8, [W2++] ; 从 0x8 中减去 W0 和 C （字模式）
                        ; 结果存入 [W2]
                        ; 执行后递增 W2
```

指令执行前			指令执行后		
W0	0009		W0	0009	
W2	2004		W2	2006	
数据单元 2004	A557		数据单元 2004	FFFE	
SR	0020	(Z = 1)	SR	0108	(DC, N = 1)

SUBBR　　Ws 减 Wb （带借位）

语法：　{ 标号 :}　SUBBR{.B}　Wb,　Ws,　Wd
[Ws],　[Wd]
[Ws++],　[Wd++]
[Ws--],　[Wd--]
[++Ws],　[++Wd]
[--Ws],　[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　$(Ws) - (Wb) - (\overline{C}) \rightarrow Wd$

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0001	1www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　从源寄存器 Ws 内容内容中减去基准寄存器 Wb 的内容及借位标志 （进位标志的逻辑反 $\overline{C}$），并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： Z 标志对于 ADDC、CPB、SUBB 和 SUBBR 指令呈现“粘住”特性，这些指令只能将其清零。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBBR.B  W0, W1, W0   ; 从 W1 中减去 W0 和 C̄ （字节模式）
                      ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	1732	W0	1711	
W1	7844	W1	7844	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
SUBBR W7,[W8++],[W9++] ; 从 [W8] 中减去 W7 和 C （字模式）
                       ; 结果存入 [W9]
                       ; 执行后递增 W8
                       ; 执行后递增 W9
```

	指令执行后		指令执行后	
W7	2450	W7	2450	
W8	1808	W8	180A	
W9	2022	W9	2024	
数据单元 1808	92E4	数据单元 1808	92E4	
数据单元 2022	A557	数据单元 2022	6E93	
SR	0000	SR	0005	(OV, C = 1)

SUBR　　WREG 减 f

语法：　{ 标号 :}　SUBR{.B}　f　　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(WREG) – (f) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

1011	1101	0BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　从默认工作寄存器 WREG 的内容中减去指定文件寄存器的内容，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器的地址。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBR.B  0x1FFF    ; 从 WREG 中减去 (0x1FFF) （字节模式）
                  ; 结果存入 0x1FFF
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	7804	WREG (W0)	7804	
数据单元 1FFE	9439	数据单元 1FFE	7039	
SR	0000	SR	0000	

例 2：

```
SUBR  0xA04, WREG  ; 从 WREG 中减去 (0xA04) （字模式）
                   ; 结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	6234	WREG (W0)	FFFF	
数据单元 0A04	6235	数据单元 0A04	6235	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

SUBR 短立即数减 Wb

语法：

{ 标号 :}	SUBR{.B}	Wb,	#lit5	Wd
				[Wd]
				[Wd++]
				[Wd--]
				[++Wd]
				[--Wd]

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：
lit5 – (Wb) → Wd

受影响的状态位：
DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0001	0www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：
从 5 位无符号立即数操作数中减去基准寄存器 Wb 的内容，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：
1

指令周期数：
1

例 1：

```
SUBR.B  W0, #0x10, W1   ; 从 0x10 中减去 W0 （字节模式）
                        ; 结果存入 W1
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	F310	W0	F310	
W1	786A	W1	7800	
SR	0000	SR	0103	(DC, Z, C = 1)

例 2：

```
SUBR   W0, #0x8, [W2++]  ; 从 0x8 中减去 W0 （字模式）
                         ; 结果存入 [W2]
                         ; 执行后递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W0	0009	W0	0009	
W2	2004	W2	2006	
数据单元 2004	A557	数据单元 2004	FFFF	
SR	0000	SR	0108	(DC, N = 1)

SUBR　　Ws 减 Wb

语法：	{ 标号 :}	SUBR{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作数：　(Ws) – (Wb) → Wd

受影响的状态位：　DC、 N、 OV、 Z 和 C

指令编码：

0001	0www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：　从源寄存器 Ws 的内容中减去基准寄存器 Wb 的内容，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SUBR.B  W0, W1, W0    ; 从 W1 中减去 W0 （字节模式）
                      ; 结果存入 W0
```

指令执行前		指令执行后		
W0	1732	W0	1712	
W1	7844	W1	7844	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
SUBR  W7, [W8++], [W9++]  ; 从 [W8] 中减去 W7 （字模式）
                          ; 结果存入 [W9]
                          ; 执行后递增 W8
                          ; 执行后递增 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W7	2450	W7	2450	
W8	1808	W8	180A	
W9	2022	W9	2024	
数据单元 1808	92E4	数据单元 1808	92E4	
数据单元 2022	A557	数据单元 2022	6E94	
SR	0000	SR	0005	(OV, C = 1)

SWAP　　Wn 内容字节或半字节交换

语法：　{ 标号 :}　SWAP{.B}　Wn

操作数：　Wn ∈ [W0 ... W15]

操作：　对于字节操作：
(Wn)<7:4> ↔ (Wn)<3:0>
对于字操作：
(Wn)<15:8> ↔ (Wn)<7:0>

受影响的状态位：　无

指令编码：

1111	1101	1B00	0000	0000	ssss

描述：　交换工作寄存器 Wn 中的内容。在字模式下，交换 Wn 中的两个字节。在字节模式下，交换 Wn 中低位字节的两个半字节，而 Wn 中的高位字节将保持不变。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
s 位用于选择工作寄存器的地址。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
SWAP.B  W0     ;(W0) 半字节交换
```

	指令执行前	指令执行后
W0	AB87	AB78
SR	0000	0000

例 2：

```
SWAP    W0     ;(W0) 字节交换
```

	指令执行前	指令执行后
W0	8095	9580
SR	0000	0000

TBLRDH 表读高位字

语法：

{ 标号 :} TBLRDH{.B} [Ws], Wd
[Ws++], [Wd]
[Ws--], [Wd++]
[++Ws], [Wd--]
[--Ws], [++Wd]
[--Wd]

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

对于字节操作：
如果 LSB(Ws) = 1
0 → Wd
否则
程序存储单元 [(TBLPAG),(Ws)] <23:16> → Wd
对于字操作：
程序存储单元 [(TBLPAG),(Ws)] <23:16> → Wd <7:0>
0 → Wd <15:8>

受影响的状态位：无

指令描述：

1011	1010	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：

读程序存储单元高位字的内容，并将其存入目的寄存器 Wd。程序存储单元地址是通过将 8 位表指针寄存器 TBLPAG<7:0> 与 Ws 指定的有效地址组合形成的。必须使用间接寻址模式对 Ws 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

在字模式下，将零存入目的寄存器的高位字节 （由于不存在的程序存储单元），且指定程序存储器地址的第三个程序字节 （PM<23:16>）将存入目的寄存器的低位字节。

在字节模式下，源地址取决于 Ws 中的内容。如果 Ws 是非字对齐的，将在目的寄存器中存入零 （由于不存在的程序存储单元）。如果 Ws 是字对齐的，指定程序存储器地址的第三个程序字节 （PM<23:16>）将存入目的寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：2

例 1：

```
TBLRDH.B  [W0], [W1++]; 读程序存储单元 (TBLPAG:[W0]) 高位字（字节模式）
                       ; 存入 [W1]
                       ; 执行后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	0812	W0	0812
W1	0F71	W1	0F72
数据单元 0F70	0944	数据单元 0F70	EF44
程序存储单元 01 0812	EF 2042	程序存储单元 01 0812	EF 2042
TBLPAG	0001	TBLPAG	0001
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
TBLRDH    [W6++], W8    ; 读程序存储单元 (TBLPAG:[W6]) 高位字（字模式）
                        ; 存入 W8
                        ; 执行后递增 W6
```

	指令执行前		指令执行后
W6	3406	W6	3408
W8	65B1	W8	0029
程序存储单元 00 3406	29 2E40	程序存储单元 00 3406	29 2E40
TBLPAG	0000	TBLPAG	0000
SR	0000	SR	0000

TBLRDL 表读低位字

语法：

{标号 :} TBLRDL{.B} [Ws], Wd
[Ws++], [Wd]
[Ws--], [Wd++]
[++Ws], [Wd--]
[--Ws], [++Wd]
[--Wd]

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

对于字节操作：
如果 LSB(Ws) = 1
程序存储单元 [(TBLPAG),(Ws)] <15:8> → Wd
否则
程序存储单元 [(TBLPAG),(Ws)] <7:0> → Wd
对于字操作：
程序存储单元 [(TBLPAG),(Ws)] <15:0> → Wd

受影响的状态位：无

指令编码：

1011	1010	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：

读程序存储单元低位字的内容，并将其存入目的寄存器 Wd。程序存储单元地址是通过将 8 位表指针寄存器 TBLPAG<7:0> 与 Ws 指定的有效地址组合形成的。必须使用间接寻址模式对 Ws 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

在字模式下，程序存储器的两个低位字节将存入目的寄存器。在字节模式下，源地址取决于 Ws 中的内容。如果 Ws 是非字对齐的，程序字的第二个字节 （PM<15:8>）将存入目的寄存器。如果 Ws 是字对齐的，程序字的第一个字节 （PM<7:0>）将存入目的寄存器。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：2

例 1：

```
TBLRDL.B  [W0++], W1 ; 读程序存储单元 (TBLPAG:[W0]) 低位字（字节模式）
                     ; 存入 W1
                     ; 执行后递增 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	0813	W0	0814
W1	0F71	W1	0F20
数据单元 0F70	0944	数据单元 0F70	EF44
程序存储单元 01 0812	EF 2042	程序存储单元 01 0812	EF 2042
TBLPAG	0001	TBLPAG	0001
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
TBLRDL   [W6], [W8++] ; 读程序存储单元 (TBLPAG:[W6]) 低位字（字模式）
                      ; 存入 W8
                      ; 执行后递增 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W6	3406	W6	3408
W8	1202	W8	1204
数据单元 1202	658B	数据单元 1202	2E40
程序存储单元 00 3406	29 2E40	程序存储单元 00 3406	29 2E40
TBLPAG	0000	TBLPAG	0000
SR	0000	SR	0000

TBLWTH 表写高位字

语法：

{ 标号 :} TBLWTH{.B} Ws, [Wd]
[Ws], [Wd++]
[Ws++], [Wd--]
[Ws--], [++Wd]
[++Ws], [--Wd]
[--Ws],

操作数：

Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：

对于字节操作：
如果 LSB(Wd) = 1
不执行任何操作
否则
(Ws) → 程序存储单元 [(TBLPAG),(Wd)]<23:16>
对于字操作：
(Ws)<7:0> → 程序存储单元 [(TBLPAG),(Wd)] <23:16>

受影响的状态位：无

指令编码：

1011	1011	1Bqq	qddd	dppp	ssss

描述：

将源工作寄存器 Ws 的内容存入程序存储单元的高位字。目的程序存储单元地址由 8 位表指针寄存器 TBLPAG<7:0> 和 Wd 指定的有效地址组合形成。可使用直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址。必须使用间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

由于程序存储器为 24 位宽，因此本指令只能写入程序存储单元的高位字节（PM<23:16>）。上述操作可在字模式下，或字节模式下 Wd 为字对齐时进行。如果工作于字节模式且 Wd 为非字对齐，将不执行任何操作。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：2

例 1：

```
TBLWTH.B  [W0++], [W1]  ; 写 [W0]（字节模式）
                        ; 到程序锁存单元（TBLPAG:[W1]）高位字
                        ; 执行后递增 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	0812	W0	0812
W1	0F70	W1	0F70
数据单元 0812	0944	数据单元 0812	EF44
程序存储单元 01 0F70	EF 2042	程序存储单元 01 0F70	44 2042
TBLPAG	0001	TBLPAG	0001
SR	0000	SR	0000

注： 仅写入程序锁存器。在按照《*dsPIC30F 系列参考手册*》（DS70046D_CN）中所描述的过程对闪存程序存储器进行编程前，程序存储器中的内容不会被更新。

例 2：

```
TBLWTH    W6, [W8++]    ; 写 W6（字模式）
                        ; 到程序锁存单元（TBLPAG:[W8]）高位字
                        ; 执行后递增 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W6	0026	W6	0026
W8	0870	W8	0872
程序存储单元 00 0870	22 3551	程序存储单元 00 0870	26 3551
TBLPAG	0000	TBLPAG	0000
SR	0000	SR	0000

注： 仅写入程序锁存器。在按照《*dsPIC30F 系列参考手册*》（DS70046D_CN）中所描述的过程对闪存程序存储器进行编程前，程序存储器中的内容不会被更新。

TBLWTL 表写低位字

语法： { 标号 :} TBLWTL{.B} Ws, [Wd]
[Ws], [Wd++]
[Ws++], [Wd--]
[Ws--], [++Wd]
[++Ws], [--Wd]
[--Ws],

操作数： Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作： 对于字节操作：
如果 LSB(Wd)=1
(Ws) → 程序存储单元 [(TBLPAG),(Wd)] <15:8>
否则
(Ws) → 程序存储单元 [(TBLPAG),(Wd)] <7:0>
对于字操作：
(Ws) → 程序存储单元 [(TBLPAG),(Wd)] <15:0>

受影响的状态位： 无

指令编码：

1011	1011	0Bqq	qddd	dppp	ssss

描述： 将源工作寄存器 Ws 的内容存入程序存储单元的低位字。目的程序存储单元地址由 8 位表指针寄存器 TBLPAG<7:0> 和 Wd 指定的有效地址组合形成。可使用直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址。必须使用间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

在字模式下， Ws 中内容将存入程序存储单元的两个低位字节。在字节模式下， Wd 中的最低位用来确定目的字节。如果 Wd 是非字对齐的， Ws 中内容将被存入程序存储单元的第二个字节 （PM<15:8>）。如果 Wd 是字对齐的， Ws 中内容将被存入程序存储单元的第一个字节 （PM<7:0>）。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数： 1

指令周期数： 2

例 1：

```
TBLWTL.B  W0, [W1++]   ; 写 W0（字节模式）
                       ; 到程序锁存单元（TBLPAG:[W1]）低位字
                       ; 执行后递增 W1
```

	指令执行前		指令执行后
W0	6628	W0	6628
W1	1225	W1	1226
程序存储单元 00 1224	78 0080	程序存储单元 01 1224	78 2880
TBLPAG	0000	TBLPAG	0000
SR	0000	SR	0000

注： 仅写入程序锁存器。在按照 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）中所描述的过程对闪存程序存储器进行编程前，程序存储器中的内容将不会被更新。

例 2：

```
TBLWTL    [W6], [W8]   ; 写 [W6]（字模式）
                       ; 到程序锁存单元（TBLPAG:[W8]）低位字
                       ; 执行后递增 W8
```

	指令执行前		指令执行后
W6	1600	W6	1600
W8	7208	W8	7208
数据单元 1600	0130	数据单元 1600	0130
程序存储单元 01 7208	09 0002	程序存储单元 01 7208	09 0130
TBLPAG	0001	TBLPAG	0001
SR	0000	SR	0000

注： 仅写入程序锁存器。在按照 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）中所描述的过程对闪存程序存储器进行编程前，程序存储器中的内容将不会被更新。

ULNK 释放堆栈帧

语法： {标号 :} ULNK

操作： 无

操作： W14 → W15
(W15)-2 → W15
(TOS) → W14

受影响的状态位： 无

指令编码：

1111	1010	1000	0000	0000	0000

描述： 本指令释放为子程序调用序列分配的堆栈帧。堆栈帧释放是通过将堆栈指针 （W15）设置为等于帧指针 （W14），随后弹出堆栈以使帧指针（W14）复位来完成的。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：

```
ULNK    ; 释放堆栈帧
```

	指令执行前		指令执行后
W14	2002	W14	2000
W15	20A2	W15	2000
数据单元 2000	2000	数据单元 2000	2000
SR	0000	SR	0000

例 2：

```
ULNK    ; 释放堆栈帧
```

	指令执行前		指令执行后
W14	0802	W14	0800
W15	0812	W15	0800
数据单元 0800	0800	数据单元 0800	0800
SR	0000	SR	0000

XOR　　f 和 WREG 逻辑异或

语法：　{ 标号 :}　XOR{.B}　f　{,WREG}

操作数：　f ∈ [0 ... 8191]

操作：　(f).XOR.(WREG) → 由 D 指定的目的寄存器

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

1011	0110	1BDf	ffff	ffff	ffff

描述：　将默认工作寄存器 WREG 和指定文件寄存器的内容进行逻辑异或操作，并将结果存入目的寄存器。可选的 WREG 操作数用于确定目的寄存器。如果指定 WREG 操作数，结果将存放在 WREG 中。如果未指定 WREG 操作数，结果将存放在文件寄存器中。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
D 位用于选择目的寄存器 （0 选择 WREG， 1 选择文件寄存器）。
f 位用于选择文件寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： WREG 设定为工作寄存器 W0。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
XOR.B  0x1FFF    ;(0x1FFF) 和 WREG 异或 （字节模式）
                 ; 结果存入 WREG0x1FFF
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	7804	WREG (W0)	7804	
数据单元 1FFE	9439	数据单元 1FFE	9039	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
XOR    0xA04, WREG  ;(0xA04) 和 WREG 异或 （字模式）
                    ; 结果存入 WREG
```

	指令执行前		指令执行后	
WREG (W0)	6234	WREG (W0)	C267	
数据单元 0A04	A053	数据单元 0A04	A053	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

XOR 立即数和 Wn 逻辑异或

语法： {标号 :} XOR{.B} #lit10, Wn

操作数： 对于字节操作， lit10 ∈ [0 ... 255]
对于字操作， lit10 ∈ [0 ... 1023]
Wn ∈ [W0 ... W15]

操作： lit10.XOR.(Wn) → Wn

受影响的状态位： N 和 Z

指令编码：

1011	0010	1Bkk	kkkk	kkkk	dddd

描述： 将无符号 10 位立即数操作数和工作寄存器 Wn 中的内容进行逻辑异或，并将结果存回工作寄存器 Wn。必须使用寄存器直接寻址对 Wn 进行寻址。

B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作，1 选择字节操作）。
k 位用于指定立即数操作数。
d 位用于选择工作寄存器。

注 1： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。
2： 对于字节操作，立即数必须指定为无符号值 [0:255]。有关字节模式下如何使用 10 位立即数操作数的信息，可参见**第 4.6 节 “使用 10 位立即数操作数”**。

指令字数： 1

指令周期数： 1

例 1：
```
XOR.B  #0x23, W0     ;0x23 和 W0 异或 （字节模式）
                     ; 结果存入 W0
```

	指令执行前		指令执行后
W0	7804	W0	7827
SR	0000	SR	0000

例 2：
```
XOR   #0x108, W4     ;0x108 和 W4 异或 （字模式）
                     ; 结果存入 W4
```

	指令执行前		指令执行后
W4	6134	W4	603C
SR	0000	SR	0000

XOR　　Wb 和短立即数逻辑异或

语法：　{ 标号 :}　XOR{.B}　Wb,　#lit5,　Wd
[Wd]
[Wd++]
[Wd--]
[++Wd]
[--Wd]

操作数：　Wb ∈ [W0 ... W15]
lit5 ∈ [0 ... 31]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：　(Wb).XOR.lit5 → Wd

受影响的状态位：　N 和 Z

指令编码：

0110	1www	wBqq	qddd	d11k	kkkk

描述：　将基准寄存器 Wb 的内容和 5 位无符号立即数操作数进行逻辑异或操作，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
k 位用于提供 5 位整数立即数操作数。

注：　指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：　1

指令周期数：　1

例 1：

```
XOR.B  W4, #0x16, W5      ;W4 和 0x14 异或 （字节模式）
                          ; 结果存入 W5
```

	指令执行前	指令执行后
W4	C822	C822
W5	1200	1234
SR	0000	0000

例 2：

```
XOR    W2, #0x1F, [W8++]  ;W2 和 0x1F 异或 （字模式）
                          ; 结果存入 [W8]
                          ; 执行后递增 W8
```

	指令执行前	指令执行后	
W2	8505	8505	
W8	1004	1006	
数据单元 1004	6628	851A	
SR	0000	0008	(N = 1)

XOR

Wb 和 Ws 逻辑异或

语法：	{标号 :}	XOR{.B}	Wb,	Ws,	Wd
				[Ws],	[Wd]
				[Ws++],	[Wd++]
				[Ws--],	[Wd--]
				[++Ws],	[++Wd]
				[--Ws],	[--Wd]

操作数：
Wb ∈ [W0 ... W15]
Ws ∈ [W0 ... W15]
Wd ∈ [W0 ... W15]

操作：(Wb).XOR.(Ws) → Wd

受影响的状态位：N 和 Z

指令编码：

0110	1www	wBqq	qddd	dppp	ssss

描述：将源寄存器 Ws 的内容和基准寄存器 Wb 的内容进行异或，并将结果存入目的寄存器 Wd。必须使用寄存器直接寻址对 Wb 进行寻址。可使用寄存器直接或间接寻址模式对 Ws 和 Wd 进行寻址。

w 位用于选择基准寄存器的地址。
B 位用于选择字节或字操作 （0 选择字操作， 1 选择字节操作）。
q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注： 指令中的扩展符 .B 指明是字节操作而非字操作。用户可使用 .W 扩展符指明是字操作，但这并不需要。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
XOR.B  W1, [W5++], [W9++]  ;W1 和 [W5] 异或 （字节模式）
                           ; 结果存入 [W9]
                           ; 执行后，递增 W5 和 W9
```

	指令执行前		指令执行后	
W1	AAAA	W1	AAAA	
W5	2000	W5	2001	
W9	2600	W9	2601	
数据单元 2000	115A	数据单元 2000	115A	
数据单元 2600	0000	数据单元 2600	00F0	
SR	0000	SR	0008	(N = 1)

例 2：

```
XOR  W1, W5, W9        ;W1 和 W5 异或（字模式）
                       ; 结果存入 W9
```

指令执行前

W1	FEDC
W5	1234
W9	A34D
SR	0000

指令执行后

W1	FEDC	
W5	1234	
W9	ECE8	
SR	0008	(N = 1)

ZE 零扩展 Wn

语法：{标号 :} ZE Ws, Wnd
[Ws],
[Ws++],
[Ws--],
[++Ws],
[--Ws],

操作数：Ws ∈ [W0 ... W15]
Wnd ∈ [W0 ... W15]

操作：Ws<7:0> → Wnd<7:0>
0 → Wnd<15:8>

受影响的状态位：N、Z 和 C

指令编码：

1111	1011	10qq	qddd	dppp	ssss

描述：将源工作寄存器 Ws 中的低位字节零扩展为 16 位值，并将结果存入目的工作寄存器 Wnd。可使用直接或间接寻址模式对 Ws 进行寻址，而必须使用寄存器直接寻址模式对 Wnd 进行寻址。由于零扩展字总是为正，因此 N 标志将被清零而 C 标志将置 1。

q 位用于选择目的地址模式。
d 位用于选择目的寄存器。
p 位用于选择源地址模式。
s 位用于选择源寄存器。

注 1： 本操作将字节转换为字，不使用 .B 或 .W 扩展符。
2： 源寄存器 Ws 按照字节操作数进行寻址，因此所有地址改变都是以 1 为单位。

指令字数：1

指令周期数：1

例 1：

```
ZE   W3, W4    ; 零扩展 W3
               ; 结果存入 W4
```

	指令执行前		指令执行后	
W3	7839	W3	7839	
W4	1005	W4	0039	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

例 2：

```
ZE  [W2++], W12  ; 零扩展 [W2]
                 ; 结果存入 W12
                 ; 执行后递增 W2
```

	指令执行前		指令执行后	
W2	0900	W2	0901	
W12	1002	W12	008F	
数据单元 0900	268F	数据单元 0900	268F	
SR	0000	SR	0001	(C = 1)

第 6 章 参考信息

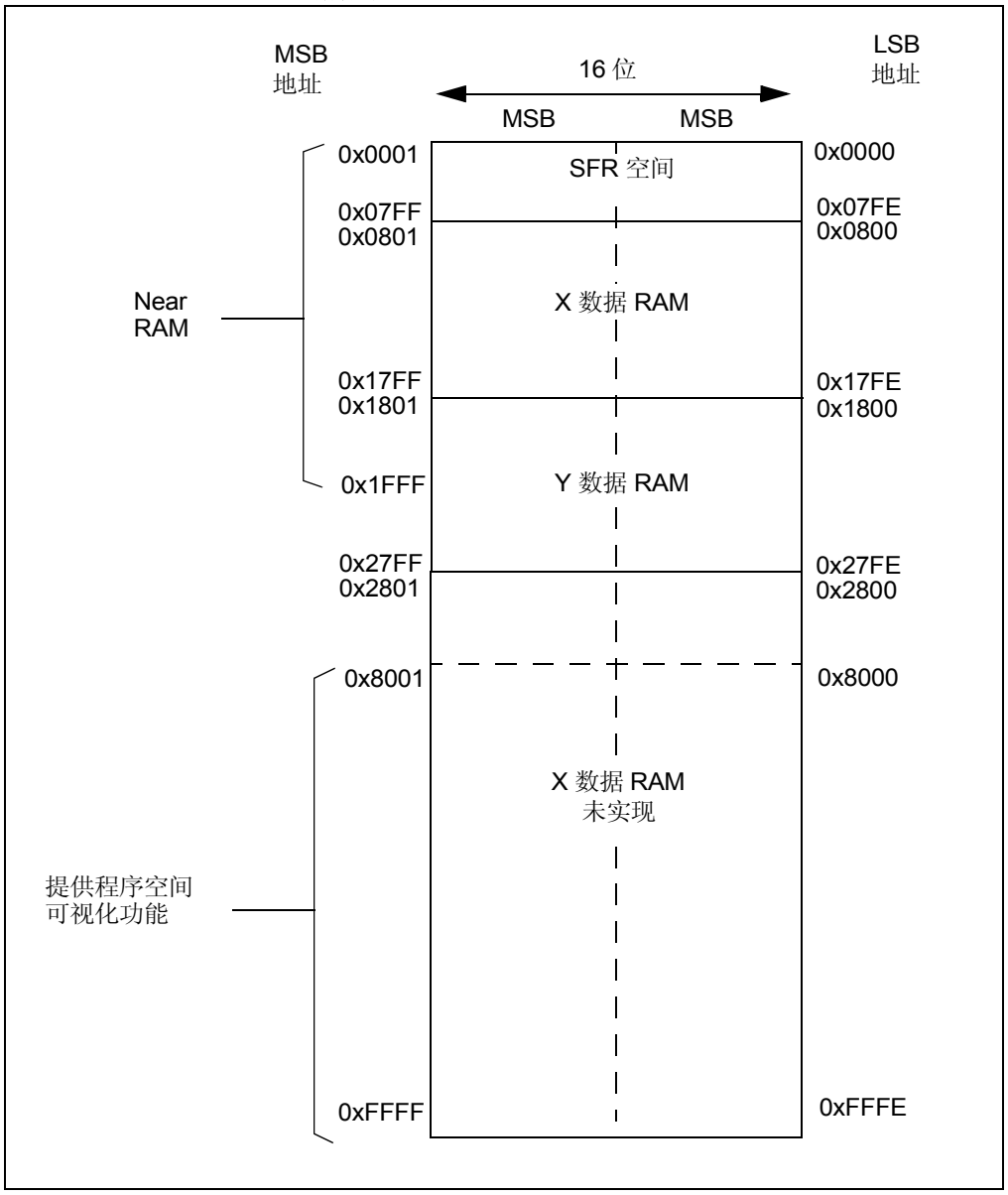
目录

本章提供了 dsPIC30 和 dsPIC33F 架构的一些参考信息，主要包括以下内容：

6.1 数据存储区映射

图 6-1 和图 6-2 分别给出了 dsPIC30F 和 dsPIC33F 的数据存储区映射实例。

图 6-1： dsPIC30F 数据存储区映射实例

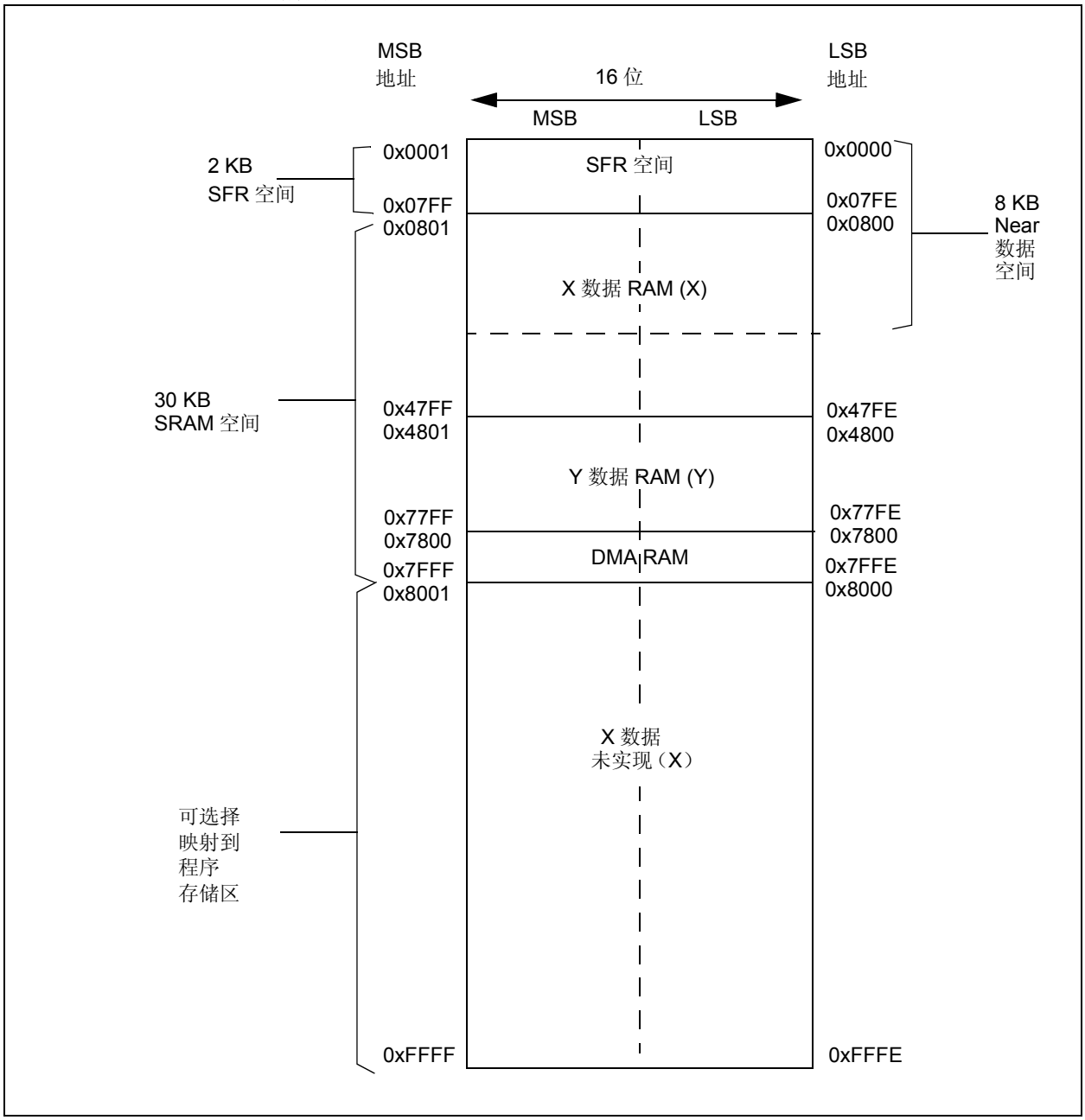


注 1： X 和 Y 数据空间之间的划分取决于具体器件。更多的细节，可参见相应的器件数据手册。此处标明的数据空间边界只作为示例。

2： 有关数据寻址模式、执行字节访问以及字对齐要求的信息，可参阅**第 4 章“指令集详解”**。

3： 有关通过数据地址空间访问程序存储区的信息，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

图 6-2： dsPIC33F 数据存储区映射实例



注 1： X 和 Y 数据空间之间的划分取决于具体器件。更多的细节，可参见相应的器件数据手册。此处标明的数据空间边界只作为示例。

2： 有关数据寻址模式、执行字节访问以及字对齐要求的信息，可参阅**第 4 章“指令集详解”**。

3： 有关通过数据地址空间访问程序存储区的信息，可参阅 *《dsPIC30F 系列参考手册》*（DS70046D_CN）。

6.2 内核特殊功能寄存器映射

表 6-1 给出了内核特殊功能寄存器映射。有关完整的寄存器描述以及其他特殊功能寄存器映射的详细内容，可参阅 dsPIC30F/dsPIC33F 器件数据手册。

表 6-1： dsPIC30F/dsPIC33F 内核寄存器映射

名称	地址	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	复位状态
W0	0000	W0 (WREG)																0000 0000 0000 0000
W1	0002	W1																0000 0000 0000 0000
W2	0004	W2																0000 0000 0000 0000
W3	0006	W3																0000 0000 0000 0000
W4	0008	W4																0000 0000 0000 0000
W5	000A	W5																0000 0000 0000 0000
W6	000C	W6																0000 0000 0000 0000
W7	000E	W7																0000 0000 0000 0000
W8	0010	W8																0000 0000 0000 0000
W9	0012	W9																0000 0000 0000 0000
W10	0014	W10																0000 0000 0000 0000
W11	0016	W11																0000 0000 0000 0000
W12	0018	W12																0000 0000 0000 0000
W13	001A	W13																0000 0000 0000 0000
W14	001C	W14																0000 0000 0000 0000
W15	001E	W15																0000 1000 0000 0000
SPLIM	0020	SPLIM																0000 0000 0000 0000
ACCAL	0022	ACCAL																0000 0000 0000 0000
ACCAH	0024	ACCAH																0000 0000 0000 0000
ACCAU	0026	ACCA<39> 的符号扩展								ACCAU								0000 0000 0000 0000
ACCBL	0028	ACCBL																0000 0000 0000 0000
ACCBH	002A	ACCBH																0000 0000 0000 0000
ACCBU	002C	ACCA<39> 的符号扩展								ACCBU								0000 0000 0000 0000
PCL	002E	PCL																0000 0000 0000 0000
PCH	0030	—	—	—	—	—	—	—	—	—	PCH							0000 0000 0000 0000
TBLPAG	0032	—	—	—	—	—	—	—	—	TBLPAG								0000 0000 0000 0000
PSVPAG	0034	—	—	—	—	—	—	—	—	PSVPAG								0000 0000 0000 0000
RCOUNT	0036	RCOUNT																xxxx xxxx xxxx xxxx
DCOUNT	0038	DCOUNT																xxxx xxxx xxxx xxxx
DOSTARTL	003A	DOSTARTL																xxxx xxxx xxxx xxxx
DOSTARTH	003C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	DOSTARTH						0000 0000 00xx xxxx
DOENDL	003E	DOENDL																xxxx xxxx xxxx xxxx
DOENDH	0040	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	DOENDH						0000 0000 00xx xxxx
SR	0042	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DA	DC	IPL2	IPL1	IPL0	RA	N	OV	Z	C	0000 0000 0000 0000

表 6-1： dsPIC30F/dsPIC33F 内核寄存器映射 （续）

名称	地址	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	复位状态
CORCON	0044	—	—	—	US	EDT	DL2	DL1	DL0	SATA	SATB	SATDW	ACCSAT	IPL3	PSV	RND	IF	0000 0000 0010 0000
MODCON	0046	XMODEN	YMODEN	—	—	BWM<3:0>				YWM<3:0>				XWM<3:0>				0000 0000 0000 0000
XMODSRT	0048	XMODSRT<15:0>																xxxx xxxx xxxx xxxx
XMODEND	004A	XMODEND<15:0>																xxxx xxxx xxxx xxxx
YMODSRT	004C	YMODSRT<15:0>																xxxx xxxx xxxx xxxx
YMODEND	004E	YMODEND<15:0>																xxxx xxxx xxxx xxxx
XBREV	0050	BREN	XBREV<14:0>															xxxx xxxx xxxx xxxx
DISICNT	0052	—	—	DISICNT<13:0>														0000 0000 0000 0000
保留	0054 - 007E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0000 0000 0000 0000

6.3 程序存储区映射

图 6-3 和图 6-4 分别给出了 dsPIC30F 和 dsPIC33F 的程序存储区映射实例。

图 6-3： dsPIC30F 程序存储区映射实例

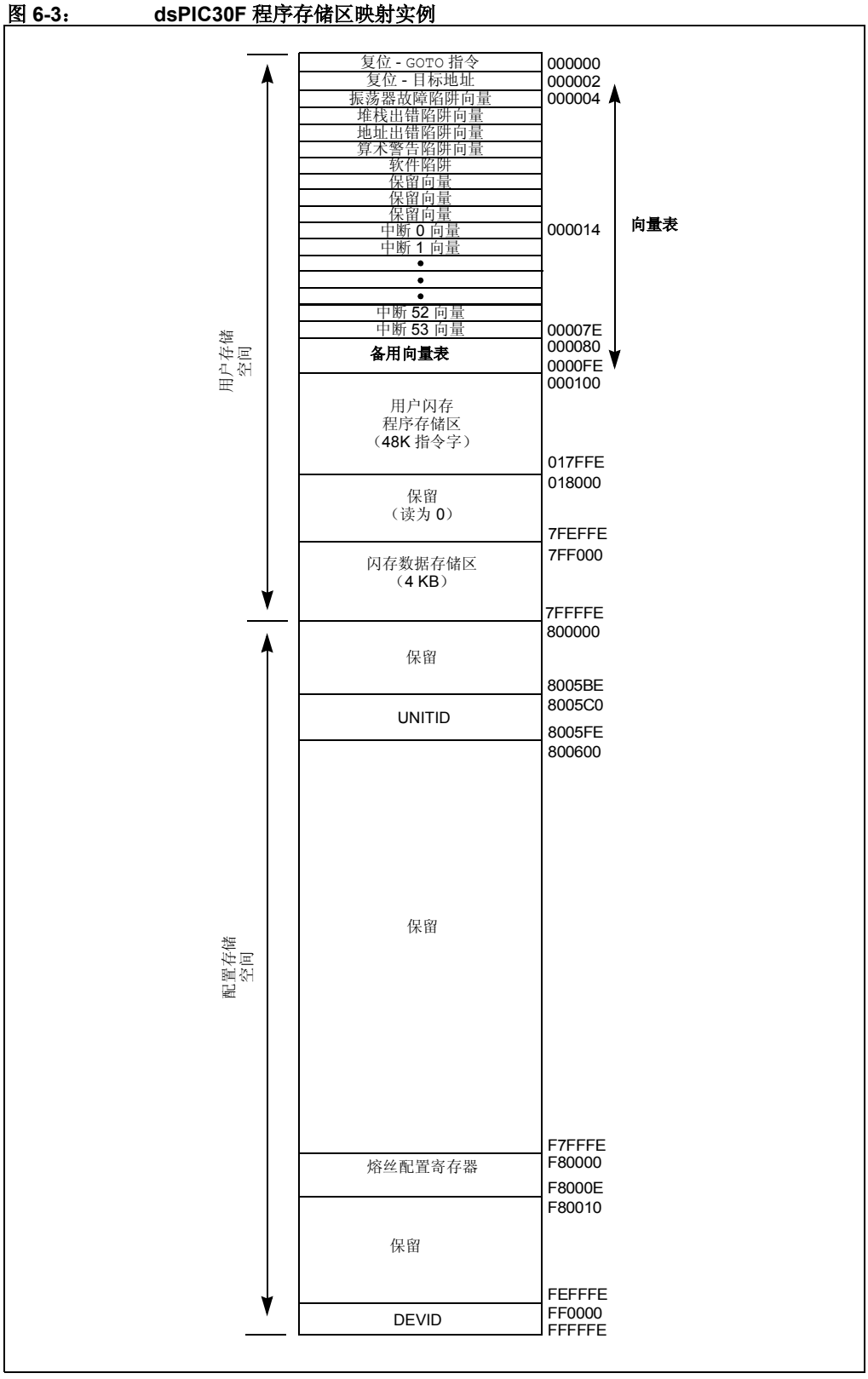
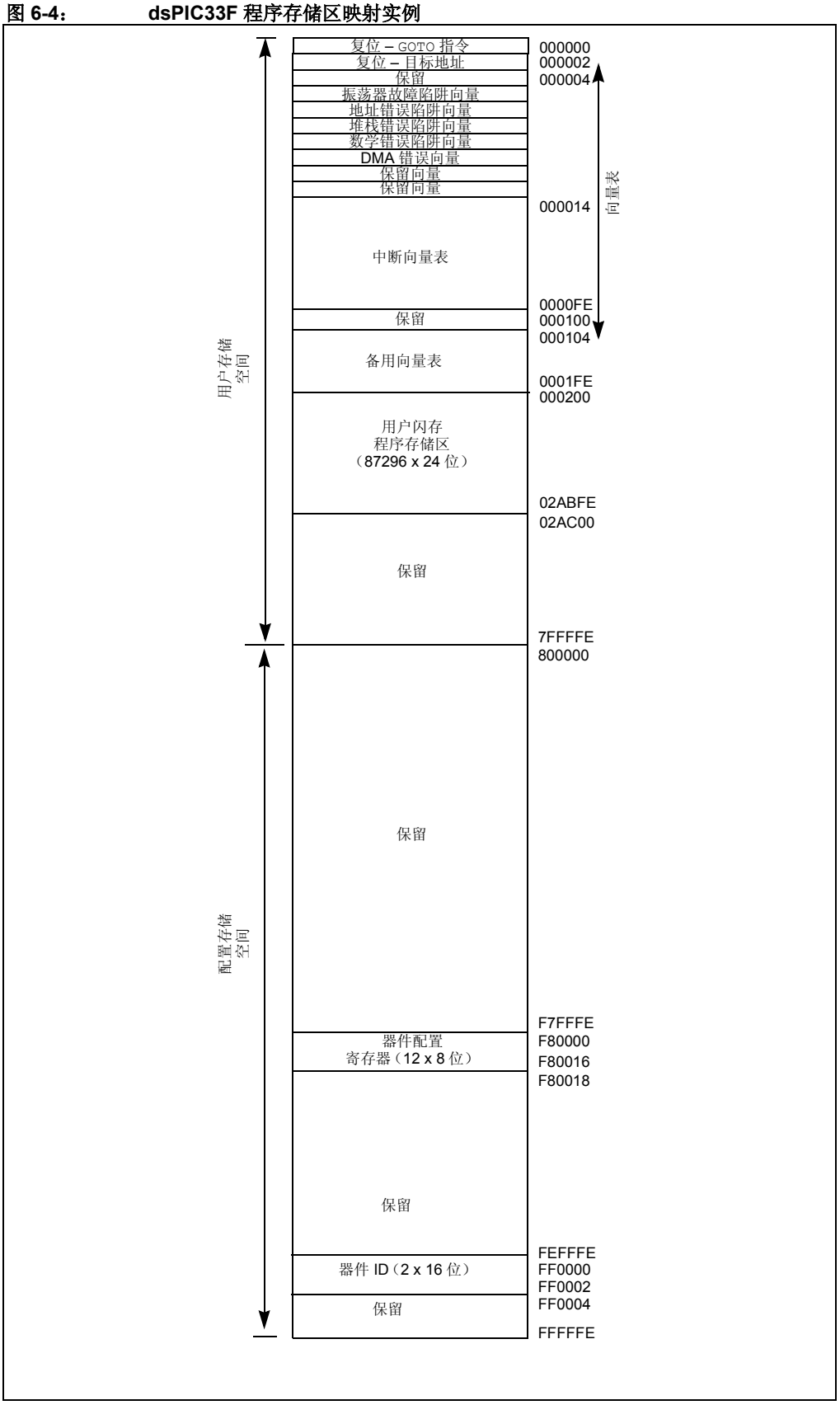


图 6-4： dsPIC33F 程序存储区映射实例



6.4 指令位映射

表 6-2 中对 dsPIC30F/33F 的指令编码进行了汇总。表中包括每一条指令最高字节的编码。表中第一列表示操作码的 bit 23:20，而表中第一行表示操作码的 bit 19:16。操作码的第一个字节由第一行给出的位值附加第一列的位值而形成。例如， PUSH 指令的最高字节 （最后一行，第九列）的编码为 11111000b （0xF8）。

注：	根据**第 5 章“指令描述”**中的指令描述，通过使用表 5-1 至表 5-12 可确定每一条指令的完整编码。

表 6-2： dsPIC30F/dsPIC33F 指令编码

		操作码 <19:16>															
		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
操作码 <23:20>	0000	NOP	BRA CALL GOTO RCALL	CALL	—	GOTO	RETLW	RETFIE RETURN	RCALL	DO	REPEAT	—	—	BRA (OA)	BRA (OB)	BRA (SA)	BRA (SB)
	0001	SUBR								SUBBR							
	0010	MOV															
	0011	BRA (OV)	BRA (C)	BRA (Z)	BRA (N)	BRA (LE)	BRA (LT)	BRA (LEU)	BRA	BRA (NOV)	BRA (NC)	BRA (NZ)	BRA (NN)	BRA (GT)	BRA (GE)	BRA (GTU)	—
	0100	ADD								ADDC							
	0101	SUB								SUBB							
	0110	AND								XOR							
	0111	IOR								MOV							
	1000	MOV															
	1001	MOV															
	1010	BSET	BCLR	BTG	BTST	BTSTS	BTST	BTSS	BTSC	BSET	BCLR	BTG	BTST	BTSTS	BSW	BTSS	BTSC
	1011	ADD ADDC	SUB SUBB	AND XOR	IOR MOV	ADD ADDC	SUB SUBB	AND XOR	IOR MOV	MUL.US MUL.UU	MUL.SS MUL.SU	TBLRDH TBLRDL	TBLWTH TBLWTL	MUL	SUB SUBB	MOV.D	MOV
	1100	MAC MPY MPY.N MSC			CLRAC	MAC MPY MPY.N MSC			MOVSAC	SFTAC	ADD	LAC	ADD NEG SUB	SAC	SAC.R	—	FF1L FF1R
	1101	SL	ASR LSR	RLC RLNC	RRC RRNC	SL	ASR LSR	RLC RLNC	RRC RRNC	DIV.S DIV.U	DIVF	—	—	—	SL	ASR LSR	FBCL
	1110	CP0	CP CPB	CP0	CP CPB	—	—	CPSGT CPSLT	CPSEQ CPSNE	INC INC2	DEC DEC2	COM NEG	CLR SETM	INC INC2	DEC DEC2	COM NEG	CLR SETM
	1111	ED EDAC MAC MPY				—	—	—	—	PUSH	POP	LNK ULNK	SE ZE	DISI	DAW EXCH SWAP	CLRWDT PWRSAV POP.S PUSH.S RESET	NOPR

6.5 指令集汇总表

表 6-3 对整个 dsPIC30F/33F 指令集进行了汇总。表中给出了按字母顺序排列的指令集列表。表中包括指令汇编语法、描述、指令长度（以 24 位字为单位）、执行时间（以指令周期为单位）、受影响的状态位以及具体描述所处的页号。表 1-2 说明了指令集汇总表中使用的符号。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
ADD	f {,WREG}	目的寄存器 = f + WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-7
ADD	#lit10,Wn	Wn = lit10 + Wn	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-8
ADD	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb + lit5	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-9
ADD	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb + Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-10
ADD	Acc	累加器相加	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-11
ADD	Ws,#Slit4,Acc	将 16 位有符号数加到累加器	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-12
ADDC	f {,WREG}	目的寄存器 = f + WREG + (C)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-14
ADDC	#lit10,Wn	Wn = lit10 + Wn + (C)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-15
ADDC	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb + lit5 + (C)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-16
ADDC	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb + Ws + (C)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-17
AND	f {,WREG}	目的寄存器 = f .AND. WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-19
AND	#lit10,Wn	Wn = lit10 .AND. Wn	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-20
AND	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .AND. lit5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-21
AND	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .AND. Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-22
ASR	f {,WREG}	目的寄存器 = f 算术右移 1 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-24
ASR	Ws,Wd	Wd = Ws 算术右移 1 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-25
ASR	Wb,#lit4,Wnd	Wnd = Wb 算术右移 lit4 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-27
ASR	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 算术右移 Wns 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-28
BCLR	f,#bit4	位清零 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-29
BCLR	Ws,#bit4	位清零 Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-30
BRA	Expr	无条件转移	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-31
BRA	Wn	计算转移	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-32
BRA	C,Expr	如果进位位为 1，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-33
BRA	GE,Expr	如果有符号大于或等于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-35
BRA	GEU,Expr	如果无符号大于或等于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-36
BRA	GT,Expr	如果有符号大于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-37
BRA	GTU,Expr	如果无符号大于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-38
BRA	LE,Expr	如果有符号小于或等于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-39
BRA	LEU,Expr	如果无符号小于或等于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-40
BRA	LT,Expr	如果有符号小于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-41
BRA	LTU,Expr	如果无符号小于，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-42
BRA	N,Expr	如果为负，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-43
BRA	NC,Expr	如果进位位为零，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-44
BRA	NN,Expr	如果非负，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-45

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
BRA	NOV,Expr	如果未溢出，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-46
BRA	NZ,Expr	如果非零，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-47
BRA	OA,Expr	如果累加器 A 溢出，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-48
BRA	OB,Expr	如果累加器 B 溢出，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-49
BRA	OV,Expr	如果溢出，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-50
BRA	SA,Expr	如果累加器 A 饱和，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-51
BRA	SB,Expr	如果累加器 B 饱和，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-52
BRA	Z,Expr	如果为零，则转移	1	1 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-53
BSET	f,#bit4	位置 1 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-54
BSET	Ws,#bit4	位置 1 Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-55
BSW.C	Ws,Wb	将 C 位内容写入 Ws<Wb> 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-56
BSW.Z	Ws,Wb	将 Z 位内容写入 Ws<Wb> 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-56
BTG	f,#bit4	位翻转 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-58
BTG	Ws,#bit4	位翻转 Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-59
BTSC	f,#bit4	位测试 f，如果清零，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-60
BTSC	Ws,#bit4	位测试 Ws，如果清零，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-62
BTSS	f,#bit4	位测试 f，如果置 1，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-64
BTSS	Ws,#bit4	位测试 Ws，如果置 1，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-65
BTST	f,#bit4	位测试 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	5-67
BTST.C	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位拷贝至 C	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-68
BTST.Z	Ws,#bit4	位测试 Ws，并将被测试位的反码拷贝至 Z	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	5-68
BTST.C	Ws,Wb	位测试 Ws<Wb> 位，并将被测试位拷贝至 C	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-69
BTST.Z	Ws,Wb	位测试 Ws<Wb> 位，并将被测试位的反码拷贝至 Z	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	5-69
BTSTS	f,#bit4	位测试 f，然后置 1 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	5-71
BTSTS.C	Ws,#bit4	位测试 Ws 并将被测试位拷贝至 C，随后将被测试位置 1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-72
BTSTS.Z	Ws,#bit4	位测试 Ws 并将被测试位的反码拷贝至 Z，随后将被测试位置 1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	5-72
CALL	Expr	调用子程序	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-73
CALL	Wn	间接调用子程序	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-74
CLR	f	f = 0x0000	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-75
CLR	WREG	WREG = 0x0000	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-75
CLR	Wd	Wd = 0	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-76
CLR	Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	清零累加器	1	1	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	5-77
CLRWDT		清零看门狗定时器	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-79
COM	f {,WREG}	目的寄存器 = $\overline{f}$	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-80
COM	Ws,Wd	Wd = $\overline{Ws}$	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-81

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
CP	f	比较 (f – WREG)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-82
CP	Wb,#lit5	比较 (Wb – lit5)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-83
CP	Wb,Ws	比较 (Wb – Ws)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-84
CP0	f	比较 (f – 0x0000)	1	1	—	—	—	—	—	—	1	⇳	⇳	⇳	1	5-85
CP0	Ws	比较 (Ws – 0x0000)	1	1	—	—	—	—	—	—	1	⇳	⇳	⇳	1	5-86
CPB	f	带借位比较 (f – WREG – $\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-87
CPB	Wb,#lit5	带借位比较 (Wb – lit5 – $\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-88
CPB	Wb,Ws	带借位比较 (Wb – Ws – $\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-89
CPSEQ	Wb, Wn	比较 Wb 和 Wn，如果相等，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-91
CPSGT	Wb, Wn	带符号比较 Wb 和 Wn，如果大于，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-92
CPSLT	Wb, Wn	带符号比较 Wb 和 Wn，如果小于，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-93
CPSNE	Wb, Wn	带符号比较 Wb 和 Wn，如果不相等，则跳过	1	1 (2 或 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-94
DAW.B	Wn	Wn = 十进制调整后的 Wn	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-95
DEC	f {,WREG}	目的寄存器 = f – 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-96
DEC	Ws,Wd	Wd = Ws – 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-97
DEC2	f {,WREG}	目的寄存器 = f – 2	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-98
DEC2	Ws,Wd	Wd = Ws – 2	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-99
DISI	#lit14	禁止中断，且持续时间为 lit14 个指令周期	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-100
DIV.S	Wm, Wn	有符号 16/16 位整数除法	1	18	—	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	5-101
DIV.SD	Wm, Wn	有符号 32/16 位整数除法	1	18	—	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	5-101
DIV.U	Wm, Wn	无符号 16/16 位整数除法	1	18	—	—	—	—	—	—	—	0	0	⇳	⇳	5-103
DIV.UD	Wm, Wn	无符号 32/16 位整数除法	1	18	—	—	—	—	—	—	—	0	⇳	⇳	⇳	5-103
DIVF	Wm, Wn	有符号 16/16 位小数除法	1	18	—	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	5-105
DO	#lit14, Expr	执行 DO 循环代码到地址 PC + Expr，执行次数为 (lit14 + 1) 次	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-107
DO	Wn, Expr	执行 DO 循环代码到地址 PC + Expr，执行次数为 (Wn+1) 次	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-109
ED	Wm*Wm,Acc,Wx,Wy,Wxd	欧几里德距离 (无累加)	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-111
EDAC	Wm*Wm,Acc,Wx,Wy,Wxd	欧几里德距离	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-113
EXCH	Wns,Wnd	交换 Wns 和 Wnd 的内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-115
FBCL	Ws,Wnd	搜索自左起第一个位变化	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-116
FF1L	Ws,Wnd	搜索自左起第一个 1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-118
FF1R	Ws,Wnd	搜索自右起第一个 1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	⇳	5-120
GOTO	Expr	转移至地址	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-122
GOTO	Wn	间接转移至地址	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-123

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
INC	f {,WREG}	目的寄存器 = f + 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-124
INC	Ws,Wd	Wd = Ws + 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-125
INC2	f {,WREG}	目的寄存器 = f + 2	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-126
INC2	Ws,Wd	Wd = Ws + 2	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-127
IOR	f {,WREG}	目的寄存器 = f .IOR. WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-128
IOR	#lit10,Wn	Wn = lit10 .IOR. Wn	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-129
IOR	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .IOR. lit5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-130
IOR	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .IOR. Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-131
LAC	Ws,#Slit4, Acc	装载累加器	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-133
LNK	#lit14	分配堆栈帧	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-135
LSR	f {,WREG}	目的寄存器 = 逻辑右移 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	0	—	⇳	⇳	5-136
LSR	Ws,Wd	Wd = 逻辑右移 Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	0	—	⇳	⇳	5-137
LSR	Wb,#lit4,Wnd	Wnd =Wb 内容逻辑右移 lit4 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-139
LSR	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 内容逻辑右移 Wns 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-140
MAC	Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	相乘并累加	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-141
MAC	Wm*Wm,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,	平方并累加	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-143
MOV	f {,WREG}	传送 f 内容至目的寄存器	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-145
MOV	WREG,f	传送 WREG 内容至 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-146
MOV	f,Wnd	传送 f 内容至 Wnd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-147
MOV	Wns,f	传送 Wns 内容至 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-148
MOV.B	#lit8,Wnd	传送 8 位无符号立即数至 Wnd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-149
MOV	#lit16,Wnd	传送 16 位立即数至 Wnd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-150
MOV	[Ws+Slit10],Wnd	传送 [Ws + Slit10] 内容至 Wnd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-151
MOV	Wns,[Wd+Slit10]	传送 Wns 内容至 [Wd + Slit10]	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-152
MOV	Ws,Wd	传送 Ws 内容至 Wd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-153
MOV.D	Wns,Wnd	双字传送 Wns 内容至 Wnd:Wnd+1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-155
MOV.D	Wns,Wd	双字传送 Wns:Wns+1 内容至 Wd	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-157
MOVSAC	Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	传送 [Wx] 内容至 Wxd，且将 [Wy] 内容传送至 Wyd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-159
MPY	Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	Wn 与 Wm 相乘，结果存入累加器	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-161
MPY	Wm*Wm,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	平方，结果存入累加器	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-163
MPY.N	Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd	-(Wn 乘 Wm)，结果存入累加器	1	1	0	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—	5-165
MSC	Wm*Wn,Acc,Wx,Wxd,Wy,Wyd,AWB	相乘并从累加器中减去	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-167
MUL	f	W3:W2 = f * WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-169
MUL.SS	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * sign(Ws)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-170

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
MUL.SU	Wb,#lit5,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * unsign(lit5)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-172
MUL.SU	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = sign(Wb) * unsign(Ws)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-174
MUL.US	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * sign(Ws)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-176
MUL.UU	Wb,#lit5,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * unsign(lit5)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-178
MUL.UU	Wb,Ws,Wnd	{Wnd+1,Wnd} = unsign(Wb) * unsign(Ws)	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-179
NEG	f {,WREG}	目的寄存器 = $\overline{f}$ + 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-181
NEG	Ws,Wd	Wd = $\overline{Ws}$ + 1	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-182
NEG	Acc	累加器内容求补	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-183
NOP		空操作	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-184
NOPR		空操作	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-185
POP	f	弹出 TOS 内容至 f	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-186
POP	Wd	弹出 TOS 内容至 Wd	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-187
POP.D	Wnd	双字弹出 TOS 内容至 Wnd:Wnd+1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-188
POP.S		弹出影子寄存器	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-189
PUSH	f	将 f 内容压入 TOS	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-190
PUSH	Ws	将 Ws 内容压入 TOS	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-191
PUSH.D	Wns	将 Wns:Wns+1 内容双字压入 TOS	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-192
PUSH.S		压入影子寄存器	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-193
PWRSAV	#lit1	进入低功耗模式	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-194
RCALL	Expr	相对调用	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-195
RCALL	Wn	计算调用	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-196
REPEAT	#lit14	重复执行下一条指令 (lit14 + 1) 次	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-197
REPEAT	Wn	重复执行下一条指令 (Wn+1) 次	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-198
RESET		软件器件复位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-200
RETFIE		从中断返回	1	3 (2)	—	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	5-201
RETLW	#lit10,Wn	返回，并将 lit10 存储至 Wn	1	3 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-202
RETURN		从子程序返回	1	3 (2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-203
RLC	f {,WREG}	目的寄存器 = 带进位位循环左移 f 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-204
RLC	Ws,Wd	Wd = 带进位位循环左移 Ws 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-205
RLNC	f {,WREG}	目的寄存器 = 不带进位位循环左移 f 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-207
RLNC	Ws,Wd	Wd = 不带进位位循环左移 Ws 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-208
RRC	f {,WREG}	目的寄存器 = 带进位位循环右移 f 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-210
RRC	Ws,Wd	Wd = 带进位位循环右移 Ws 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-211
RRNC	f {,WREG}	目的寄存器 = 不带进位位循环右移 f 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-213
RRNC	Ws,Wd	Wd = 不带进位位循环右移 Ws 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-214

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
SAC	Acc,#Slit4,Wd	保存累加器内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-216
SAC.R	Acc,#Slit4,Wd	保存舍入后的累加器内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-218
SE	Ws,Wd	Wd = 符号扩展后的 Ws 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-220
SETM	f	f = 0xFFFF	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-221
SETM	WREG	WREG = 0xFFFF	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-221
SETM	Ws	Ws = 0xFFFF	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-222
SFTAC	Acc,#Slit6	累加器内容算术移位 Slit6 位	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-223
SFTAC	Acc,Wb	累加器内容算术移位 (Wb) 位	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-224
SL	f {,WREG}	目的寄存器 = f 内容算术左移	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-225
SL	Ws,Wd	Wd = Ws 内容算术左移	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	⇳	5-226
SL	Wb,#lit4,Wnd	Wnd = Wb 内容算术左移 lit4 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-228
SL	Wb,Wns,Wnd	Wnd = Wb 内容算术左移 Wns 位	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-229
SUB	f {,WREG}	目的寄存器 = f – WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-230
SUB	#lit10,Wn	Wn = Wn – lit10	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-231
SUB	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb – lit5	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-232
SUB	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb – Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-233
SUB	Acc	累加器相减	1	1	⇳	⇳	⇧	⇧	⇳	⇧	—	—	—	—	—	5-235
SUBB	f {,WREG}	目的寄存器 = f – WREG – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-236
SUBB	#lit10,Wn	Wn = Wn – lit10 – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-237
SUBB	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb – lit5 – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-238
SUBB	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb – Ws – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-239
SUBBR	f {,WREG}	目的寄存器 = WREG – f – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-241
SUBBR	Wb,#lit5,Wd	Wd = lit5 – Wb – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-242
SUBBR	Wb,Ws,Wd	Wd = Ws – Wb – ($\overline{C}$)	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇩	⇳	5-243
SUBR	f {,WREG}	目的寄存器 = WREG – f	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-245
SUBR	Wb,#lit5,Wd	Wd = lit5 – Wb	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-246
SUBR	Wb,Ws,Wd	Wd = Ws – Wb	1	1	—	—	—	—	—	—	⇳	⇳	⇳	⇳	⇳	5-247
SWAP	Wn	Wn = 字节或半字节交换 Wn 内容	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-249
TBLRDH	Ws,Wd	读程序存储器高位字内容至 Wd	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-250
TBLRDL	Ws,Wd	读程序存储器低位字内容至 Wd	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-252
TBLWTH	Ws,Wd	写 Ws 内容至程序存储器高位字	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-254
TBLWTL	Ws,Wd	写 Ws 内容至程序存储器低位字	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-256
ULNK		释放堆栈帧	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5-258

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’ 总是置 1； ‘0’ 总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

表 6-3： dsPIC30F/dsPIC33F 指令集汇总表 （续）

汇编语法 助记符，操作数		描述	指令字数	指令周期	OA	OB	SA	SB	OAB	SAB	DC	N	OV	Z	C	页码
XOR	f {,WREG}	目的寄存器 = f .XOR. WREG	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-259
XOR	#lit10,Wn	Wn = lit10 .XOR. Wn	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-260
XOR	Wb,#lit5,Wd	Wd = Wb .XOR. lit5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-261
XOR	Wb,Ws,Wd	Wd = Wb .XOR. Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	⇳	—	⇳	—	5-262
ZE	Ws,Wnd	Wnd = 零扩展后的 Ws	1	1	—	—	—	—	—	—	—	0	—	⇳	1	5-264

图注： ⇳ 置 1 或清零； ⇩ 可以被清零，但永远不会被置 1； ⇧ 可以被置 1，但永远不会被清零； ‘1’总是置 1； ‘0’总是清零； — 未改变

注： 只有在相应的饱和功能使能时， SA、 SB 和 SAB 才可被修改，否则将不会发生改变。

索引

W

X

Y

Z

注：

全球销售及服务网点

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://support.microchip.com
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

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
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

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

圣何塞 San Jose
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

中国 – 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 – 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 – 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 – 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

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

中国 – 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

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

中国 – 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 – 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

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

中国 – 西安
Tel: 86-29-8833-7250
Fax: 86-29-8833-7256

台湾地区 – 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 – 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 – 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471- 6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Gumi
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

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

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

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: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

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

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

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

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

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

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

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

02/16/06