

PIC18F 到 PIC24F 的移植和性能增强指南

简介

本文档讨论了 PIC18F 和 PIC24F 架构的特性，重点说明了各种外设的差异和相似之处，并介绍了从 PIC18F 移植到 PIC24F 时需要考虑的因素。此外，PIC18F 架构还有许多更新，其中最值得注意的是增加了直接存储器访问 (Direct Memory Access, DMA)。本文档说明了旧款 PIC18F 器件 (不支持 DMA) 与新款 PIC18F 器件 (支持 DMA) 之间的差异以及二者与 PIC24F 器件的差异 (适用时)。

CPU 内核

注： 本移植文档详细介绍了从 PIC18F 器件到 PIC24F 器件的变化。请注意，某些特性可能无法使用。有关更多详细信息，请参见具体器件数据手册。可从以下 Microchip 全球网站下载器件数据手册和勘误表：
<http://www.microchip.com>。

尽管 PIC24F 架构明显不同于 PIC18F 架构，但仍可将 PIC24F MCU 视为 PIC18F 器件的自然延伸。本文档将有助于在从一个系列切换到另一个系列时减小移植难度。大多数变化 (例如数据位宽、指令字大小、指令时钟方案以及堆栈和内核寄存器) 主要影响基于汇编的程序。此外，还添加了其他硬件特性来增强处理性能。表 1 总结了相应的变化。

表 1: CPU 内核特性比较

特性	所有 PIC18F 器件	PIC24F 器件
指令大小	16 位	24 位
指令时钟	$T_{CY} = F_{OSC}/4$	$T_{CY} = F_{OSC}/2$
工作寄存器	1 个 (W 或 WREG)	16 个 (W0-W15)
STATUS 寄存器	1 个 (STATUS)	2 个 (STATUS 和 CORCON)
堆栈	硬件, 32 级	软件
硬件乘法器	8x8	17x17
硬件除法器	无	使用 DIV 和 REPEAT 的硬件辅助除法
移位/循环移位	单个位, 左或右, 仅循环移位	桶形移位 (最多 15 位), 左或右, 移位或循环移位
程序空间可视性 (PSV)	不支持	支持

移植注意事项

从 PIC18F 移植到 PIC24F 时，首要的考虑因素是 PIC24F 内核使用 $F_{OSC}/2$ 作为其指令时钟，而 PIC18F 器件则使用 $F_{OSC}/4$ 指令时钟。这能够在相同的输入时钟速度下有效地使指令速率加倍，但也会更改许多利用指令时钟作为基准的外设所使用的基本时钟。移植时需要考虑这种频率变化，以确保外设按预期运行。PIC18F 器件和

PIC24F 器件的 CPU 之间的大多数其他变化由编译器自动处理，不会影响用 C 语言编写的程序。

不支持 DMA 的 PIC18F 器件与支持 DMA 的 PIC18F 器件之间的差异

新旧 PIC18F 器件的内核间存在一些差异，从而使新旧 PIC18F 器件到 PIC24F 器件的移植路径有明显不同。

存储器映射和程序存储器

PIC18F和PIC24F架构的程序存储空间使用相同的通用模式。除了明显的宽度差异外，PIC24F器件还在数据空间中包含了更大的寻址范围和增强的可视性特性。存

储空间的构成和非程序存储器特性的位置也有所不同，在移植应用时必须考虑在内。PIC18F器件和PIC24F器件的存储器构成的主要差异如表2所示。

表2: 存储器构成特性比较

特性	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	PIC24F
构成	16位，可按字节寻址	16位，可按字节寻址	24位，可按字寻址
总可寻址范围	4 MB (22位宽度)	4 MB (22位宽度)	8 MB (24位宽度)
最大可用用户程序空间 (上边界地址)	2 MB (1FFFFFFh)	2 MB (1FFFFFFh)	8 MB (7FFFFFFh)
引导块支持	大多数器件	大多数器件	无
中断/复位/陷阱向量	00h、08h和18h	00h、08h和18h (传统模式)， 由IVTBASE控制 (向量模式)	00h至1FFh
配置字存储单元	300000h至30000Fh	300000h至30FFFFh (保留整个区域，大多数 器件具有较少的配置字)	在闪存程序存储器最后 实现的存储单元中
器件ID存储单元	3FFFFFFh和3FFFFFFh	3FFFFFFh和3FFFFFFh	FF0000h和FF0002h

移植注意事项

首先要考虑的是程序计数器 (Program Counter, PC) 的宽度。PIC18F器件为22位，PIC24F器件为24位。这很大程度上影响了直接写入程序计数器的应用程序，因为这些器件上的实际程序存储器大小因系列而异，不能简单认为PIC18F或PIC24F的程序存储空间更大或更小。其次要考虑的是，如果PIC18F器件不支持向量中断，则其中断预留空间将远小于同等PIC24F器件 (PIC18F上仅为存储单元00h、08h和18h，PIC24F器件上为00h至1FFh)。最后要考虑的是，大多数PIC18F器件均具有对专用引导块的硬件支持 (此段具有单独的写/代码保护控制)，而PIC24F器件则没有。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

新旧PIC18F器件的程序存储器间存在一些差异，从而使新旧PIC18F器件到PIC24F器件的移植路径有明显不同。

数据存储空间

表3: 数据存储空间特性比较

特性	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	PIC24F
寻址范围（大小）	12位（最多4,096字节）	14位（最多16,384字节）	16位（最多65,536字节）
分区	线性范围，分区寻址；某些指令的线性寻址	线性范围，分区寻址；某些指令的线性寻址	线性范围，无分区
特殊访问区域	快速访问RAM（最低存储区的底部，最高存储区的顶部）	快速访问RAM（最低存储区的底部，最高存储区的顶部）	Near数据空间（底部8k）
SFR存储单元	顶部（高地址部分）前n个存储区（取决于外设/SFR的数量）	顶部（高地址部分）前n个存储区（取决于外设/SFR的数量）	分布在整个Near存储区中
堆栈	硬件，32级深，未映射到存储空间	硬件，32级深，未映射到存储空间	软堆栈（从0800h开始），堆栈结束可由用户配置
数据访问	字节（直接或间接）	字节（直接或间接）	双字、字或字节（均为直接或间接）
硬件PSV	无	无	有，进入数据空间高半地址部分

地址范围和分段

旧PIC18F器件具有12位地址范围的数据存储空间。从理论上讲，数据空间具有线性范围，可以通过几个PIC18F指令直接寻址。然而，在大多数情况下，数据空间用作分区空间。由于大多数PIC18F指令只能包含数据地址的低8位，数据空间实际上分为16个存储区，每个存储区256字节。确切的存储地址还由存储区选择寄存器（Bank Select Register, BSR）决定，它包含地址的高4位。整个数据空间范围为4 KB，其中的部分或全部空间可以实现为数据RAM。

一些新PIC18F器件具有14位地址范围的数据存储空间。它们的行为与旧PIC18F器件相似，只是具有最多64个存储区（每个存储区256字节）和一个6位BSR（而不是4位BSR）。类似地，这会使整个数据空间的范围为16 KB而不是4 KB。

相比之下，PIC24F数据空间实现为单个线性地址范围。大多数指令可以直接访问范围中前8 KB内的任何地址，而无需使用存储区选择。整个数据空间范围为64 KB。其中，只有前32 KB可实现为数据RAM；高32 KB是用于PSV的虚拟存储空间（见第4页上的“程序空间可视性（PSV）”）。PIC18F和PIC24F器件的数据存储器构成的差异如表3所示。

SFR存储单元

在PIC18F架构中，所有SFR均位于数据存储器的最顶部（高地址部分）基本连续的块（实际地址取决于具体器件；如前面所述，新器件具有更大的数据空间范围）中。在PIC24F架构中，SFR位于存储空间的最低2 KB（从地址0000h到07FFh）。

特殊访问区域

由于PIC18F数据空间的有效分区，因此采用某种方法来快速访问SFR和关键应用程序数据十分必要。方法是创建称为快速访问RAM的虚拟数据空间存储区，快速访问RAM包含最低地址存储区的低半部分和最高地址存储区的高半部分。无论BSR的内容如何，此方案都可确保SFR空间始终可用。快速访问RAM的使用作为参数包含在PIC18F汇编语言中，并硬编码到指令的操作码中。在PIC24F数据空间中，地址0000h和1FFFh之间的前8 KB数据RAM称为Near数据空间。此空间中的地址（包括所有SFR）可直接通过所有直接存储器访问（DMA）指令访问。

程序空间可视性 (PSV)

PIC18F和PIC24F架构允许直接访问以数据形式存储在程序存储空间中的信息。对于PIC18F，程序存储器中的数据通过使用TBLRD命令读取到数据空间中，按字进行访问。对于PIC24F器件，程序存储器也可通过硬件支持的程序空间可视性 (Program Space Visibility, PSV) 来访问。使用时，程序空间的任何32 KB段都能够以只读方式映射到数据空间的高32 KB区域。PSV使用硬件寄存器PSVPAG来定义将映射程序存储器的哪一页。PSV用软件通过PSV位 (CORCON) 位控制。

程序堆栈

如第1页的“CPU内核”部分所述，PIC18F器件使用硬件堆栈来管理程序流。堆栈不是存储器映射的并且具有32级的固定大小，但栈顶 (Top-of-Stack, TOS) 通过TOSU/H/L和STKPTR SFR映射。PIC24F架构使用完全在映射数据空间中实现的堆栈。堆栈从Near数据空间的0800h开始 (刚好超出SFR区域)，并使用W15寄存器作为专用指针向更高的存储器地址递增。堆栈的大小完全由用户通过SFR寄存器SPLIM定义，此寄存器用于设置堆栈溢出陷阱的地址。

数据访问

PIC18F架构只能以字节为单位处理数据。相比之下，PIC24F数据空间以2字节字为单位进行组织，允许多条指令以字节、字或双字 (32字节) 为单位处理数据。数据类型由与指令一起使用的参数确定。

中断控制器

PIC24F 中断控制器包含旧款 PIC18F 的一些扩展。另外，新 PIC18F 器件增加了“向量中断”特性，添加了许多增强型用户中断选项。表 4 汇总了不同器件间的差异。

表 4： 中断控制器特性比较

特性	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	PIC24F
可分配中断优先级	高或低	高或低	8 级，用户定义
中断延时	3 或 4 个 Tcy	2 个 Tcy（禁止向量中断） 或 3 个 Tcy（允许向量中断）	5 个 Tcy（固定）
按优先级退出休眠和空闲模式	无	无	有
中断嵌套和禁止选项	无	无	有
可通过软件选择内核中断优先级（Interrupt Priority Level, IPL）	否 ⁽¹⁾	否 ⁽¹⁾	是
陷阱向量	无	无	有（4）
独特中断/陷阱源	无	有，中断向量表（Interrupt Vector Table, IVT）	有
备用中断向量表（Alternate Interrupt Vector Table, AIVT）	无	有，向量表基址可完全重定位	有，两个选择
自然优先级不可屏蔽中断	无	无	有
能够在特定个 Tcy 内禁止中断	否	否	是

注 1： 高优先级中断可中断低优先级中断。

独特的 PIC24F 中断特性

- **用户可分配的优先级：** 用户还可以为每个中断分配八个优先级之一，这些优先级可用于改写自然优先级
- **软件分配的内核优先级：** 用户还可以设置 CPU 响应中断时使用的阈值优先级
- **中断嵌套：** 使用自然优先级和用户分配的优先级允许嵌套多个中断事件；也可以选择性地禁止此功能
- **硬陷阱和软陷阱：** 提供最多八个具有高自然优先级的不可屏蔽硬陷阱来标记潜在的严重事件，例如数学计算（除以 0）、堆栈上溢/下溢、地址或数据对齐以及振荡器故障
- **按优先级退出节能模式：** 允许应用程序恢复正常代码执行或跳转到 ISR，具体取决于中断优先级

注： 有关陷阱的更多信息，请参见具体器件的数据手册。

不支持的 PIC18F 特性

PIC24F 中断控制器支持不支持 DMA 的 PIC18F 器件上的所有中断特性。具有 DMA 功能的 PIC18F 器件具有可重定位的中断向量表基址，能够比 PIC24F 中断控制器更好地控制中断向量表地址，后者只有两个选项可用于中断向量表地址。

不可屏蔽陷阱

在 PIC24F 架构中，有四个始终不能禁止的硬件陷阱事件（使用中断）：

- 地址译码错误
- 振荡器故障
- 堆栈错误
- 数学（溢出）错误

这些错误总是强制立即跳转到特定的中断向量。两个最严重的错误（地址译码和振荡器故障）是硬陷阱；必须先将它们清除，然后 CPU 才能继续执行。所有陷阱都有自己的标志位。除了这些不可屏蔽事件，PIC24F 架构还可未来进行扩展，以包含最多四个额外的陷阱。PIC18F 架构没有与硬件陷阱等效的陷阱。PIC18F 堆栈错误事件被视为复位。

位名称更改和映射

PIC24F 器件的中断位名称采用与 PIC18F 器件相同的通用命名法，但存在两个重要的区别。两个系列都保持中断允许、标志和优先级位通常命名为 xxxIE、xxxIF 和 xxxIP（其中“xxx”是中断源的助记符）。第一个主要区别是 PIC24F 器件的每个中断源存在三个中断优先级位，而 PIC18F 器件只有一个中断优先级位。这三个位（通常命名为 xxxIP2 至 xxxIP0）允许将中断分配给八个相对优先级之一。另一个区别是中断源的数量。虽然 PIC24F 器件的许多中断具有与 PIC18F 器件相同（或非常相似）的名称，但也有一些新的中断。其他中断具有相似的名称，但与其对应的 PIC18F 中断具有不同的含义。用户应查阅相应的 PIC24F 器件数据手册，以获得中断及其含义的完整列表。

设置和允许中断

下面介绍了在 PIC18F 器件上设置和允许中断所需的步骤：

1. 将相应 PIRx 或 INTCONx 寄存器中与外设相关的中断标志状态位清零。
2. 将相应 PIEx 或 INTCONx 寄存器中与中断源相关的中断允许控制位置 1，以允许中断源。

注： 在退出 ISR 之前，仍需要将中断标志清零。

可选步骤：

1. 通过写入 RCON 寄存器中的控制位，为中断源选择用户分配的优先级。使用相应 IPRx 寄存器中的优先级位选择高优先级或低优先级。将 IPEN 位（RCON[7]）置 1，允许中断优先级功能。
2. （在新 PIC18F 器件上）使用 MVECEN 配置位使能或禁止中断向量表，并将 IVTBASE 寄存器配置为中断向量表的地址。

下面介绍了在 PIC24F 器件上设置和允许中断所需的步骤：

1. 如果不需要嵌套中断，则将 NSTDIS 位（INTCON1[15]）置 1。
2. 将相应 IFSx 寄存器中与外设相关的中断标志状态位清零。
3. 将相应 IECx 寄存器中与中断源相关的中断允许控制位置 1，以允许中断源。

注： 在退出 ISR 之前，仍需要将中断/陷阱标志清零。

可选步骤：

通过写入相应 IPCx 寄存器中的控制位，为中断源选择用户分配的优先级。优先级将取决于具体的应用和中断源的类型。如果不需要多个优先级，则可以将所有允许中断源的 IPCx 寄存器控制位编程为相同的非零值。

注： 复位后，将为所有中断分配默认优先级 4。

禁止用户中断

要在 PIC18F 器件上禁止中断，只需清零 GIE 位（使用优先级时为 GIEH 或 GIEL）。

要在 PIC24F 器件上禁止用户中断，需要执行以下步骤：

1. 使用 PUSH 指令将当前 STATUS 寄存器（SR）值压入软件堆栈。
2. 通过对值 0Eh 与 STATUS 寄存器的低字节作逻辑或运算，将 CPU 强制设为优先级 7。要允许用户中断，可使用 POP 指令恢复之前的 STATUS 寄存器值。

注： 凭借 DISI 指令，可在固定时间内禁止优先级 1-6 的中断。

移植注意事项

PIC18F 架构只能为各个中断源分配高优先级或低优先级。PIC24F 架构允许为中断分配多个优先级（优先级 0 至 7 由用户定义，优先级 8 至 15 由硬件定义）。至少，原本 PIC18F 应用程序中的中断需要重新评估，其优先级在 PIC24F 应用程序中重新定义。

对于 PIC18F 和 PIC24F 器件而言，RETFIE 指令用于退出中断服务程序（Interrupt Service Routine, ISR），但该指令的行为略有不同，具体取决于单片机。对于 PIC18F，该指令将 GIE 位置 1 以重新允许全局中断。由于 PIC24F 不存在 GIE 位，该指令将恢复先前的优先级。

串行外设接口 (SPI)

PIC24F SPI外设是PIC18F架构的超集，许多特性是相似的。支持DMA的PIC18F器件具有更多与PIC24F SPI特性接近的特性。表5列出了PIC18F和PIC24F器件的SPI外设间的差异。

PIC24F SPI外设被视为“独立”外设，而PIC18F器件将SPI功能集成到较大的主同步串行端口 (Master Synchronous Serial Port, MSSP) 外设中，该外设还包含I²C。但支持DMA的PIC18F器件具有与PIC24F系列相似的独立SPI模块。

表5: SPI特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	具有MSSP	具有独立SPI	
主从模式	有	有	有
时钟极性和边沿选择	有	有	有
FIFO	无	有	有
独立的发送和接收缓冲区	无	有	有 (增强型模式)
专用波特率计数器	无	有	有
DMA操作	无	有	有 ⁽²⁾
传输数据宽度	8	1至8位	8/16
帧模式支持	无	无	有
外设引脚选择 (PPS)	无	有	有 ⁽¹⁾
I ² S	无	无	有 ⁽²⁾

注 1: 并非所有器件均提供PPS，请参见具体器件的数据手册来了解是否支持PPS功能。

2: I²S仅在某些PIC24F型号上提供，例如PIC24FJ128GA310、PIC24FJ128GB204、PIC24FJ256GB410/412和PIC24FJ1024GA/GB610。有关是否支持相应特性的信息，请参见具体器件的数据手册。

移植注意事项

移植时惟一重要的问题是主模式时钟频率计算。由于PIC24F指令时钟基于F_{OSC}/2，外设时钟的速率不同于PIC18F架构。使用具体器件数据手册的“串行外设接口 (SPI)”一章中的公式计算正确的SPI时钟速度。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

与PIC24F器件一样，支持DMA的PIC18F器件具有独立的SPI和I²C模块，而不是共用MSSP模块。该SPI还具有多种特性，例如FIFO和单独的发送/接收缓冲区，这样便可更容易地从支持DMA的PIC18F器件移植到PIC24F器件。

I²C

PIC18F和PIC24F架构均支持7位和10位寻址模式、广播呼叫寻址、时钟延长、100 kHz和400 kHz数据速率以及多主器件网络。表6列出了PIC24F和PIC18F器件的特性比较。

表6: I²C特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	具有MSSP	具有独立I ² C	
支持的总线速度	100 kHz/400 kHz	100 kHz/400 kHz/1 MHz	100 kHz/400 kHz/1 MHz
10位寻址模式	无	有	有
多主器件支持	有	有	有
可配置地址掩码	6位	7位或10位	7位或10位
广播呼叫支持	无	有	有
时钟延长选项	有	有	有
DMA操作	无	有	无
压摆率控制	有	有	有
I ² C/SMBus输入电平	有	有	有
保留地址支持	有 ⁽¹⁾	有	有
总线转发器模式	无	无	有
固件模式	有	无	无 ⁽²⁾

注 1: 有关为特定器件保留哪些地址的信息, 请参见具体器件的数据手册。

注 2: PIC24F I²C外设没有固件控制的主模式配置(与PIC18F模式相似, 其中SSPM[3:0] = 1011)。因此, PIC24F I²C固件实现必须使用端口输入(V_{IH}和V_{IL})电平。

移植注意事项

PIC24F和PIC18F I²C外设间的差异可能导致移植过程中出现一些问题。一个常见问题是没有考虑到I2CxMSK和I2CxADD寄存器中的地址移位。

PIC18F SSPxADD寄存器中的最低有效I²C地址位为bit 1, 而PIC24F I2CxADD寄存器中为bit 0。只需在装入之前或读取地址之后进行移位即可解决这种差异。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

与PIC24F器件一样, 支持DMA的PIC18F器件具有独立的SPI和I²C模块, 而不是共用MSSP模块。该I²C还具有多种特性, 例如10位寻址和广播呼叫支持, 这样便可更容易地从支持DMA的PIC18F器件移植到PIC24F器件。独立PIC18F I²C模块还支持SMBus 3.0输入电平。

直接存储器访问（DMA）

PIC24F器件以及一些PIC18F器件支持DMA功能。直接存储器访问（DMA）模块旨在直接处理不同存储区域之间的数据传输，而无需CPU的干预。由于无需在处

理用于数据传输的中断时进行CPU密集型管理，因此CPU现在可以将更多时间花在其他任务上。PIC18F和PIC24F器件的DMA之间的差异如表7所示。

表7: DMA特性比较

特性	PIC18F		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
DMA	无	有	有
多DMA通道支持	无	有	有
传输模式（数据存储器到SFR/SFR到数据存储器）	无	有	有
从EEPROM/闪存读取数据	无	有	无
可寻址源和目标	无	有	有
使用软件触发启动	无	有	有
使用中断触发启动	无	有	有
源地址递增/递减模式	无	有	有
目标地址递增/递减模式	无	有	有
源和目标使用单独的计数器	无	有	无
DMA中止中断触发	无	有	无

注 1: DMA仅在某些PIC24F型号上提供，例如PIC24FJ128GA310、PIC24FJ128GB204、PIC24FJ256GB410/412和PIC24FJ1024GA/GB610。有关是否支持相应特性的信息，请参见具体器件的数据手册。

移植注意事项

PIC18F系列和PIC24F系列的DMA特性及其工作模式有一些差异。下面说明了一些主要差异：

1. PIC18F系列和PIC24F系列的DMA的主要差异之一是，PIC18F器件能够访问闪存程序存储器和数据EEPROM存储器以进行读操作。在PIC24F器件中，数据只能在SFR和数据RAM之间来回传输。在PIC18F器件中，SMT[1:0]（DMAxSSA）位可用于指向可读取源数据的位置。SMTx位可指向从SFR/GPR、EEPROM或程序闪存读取的数据。
2. 另一个差异是要传输的数据的计数或大小。在PIC24F器件中，只有一个计数或大小寄存器，而在PIC18F器件中，目标（DMAxDSZ）和源（DMAxSSZ）寄存器各有一个大小寄存器。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

DMA是新PIC18F器件的主要特性之一。

液晶显示 (LCD)

PIC24F 器件以及一些PIC18F器件支持LCD模块。下面是PIC18F器件和PIC24F器件的LCD特性比较。器件上

的LCD功能非常相似，可轻松从PIC18F器件移植到PIC24F器件。表8列出了LCD模块的一些特性、操作和比较。

表8: LCD特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
LCD	有	有
休眠模式下LCD操作	有	有
静态、1/2和1/3偏置	有	有
4个公共端和8个公共端复用 ⁽²⁾	有	有
电荷泵偏置 ⁽³⁾	有	有
外部电阻偏置	有	有
内部梯形电阻网络偏置 ⁽⁴⁾	有	有
A型和B型支持	有	有
LCD预分频器选项	有	有
多个LCD时钟选项	有	有

注 1: 并非所有器件均支持LCD。请参见具体器件的数据手册以确保支持LCD。

2: 并非所有LCD器件上均支持8个公共端的复用。请务必查看具体器件的数据手册来了解是否支持8 COM。

3: 当V_{DD}低于LCD玻璃规范时，将通过电荷泵为LCD操作提供支持。并非所有器件均支持此特性。请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

4: 提供内部电阻的目的是在内部产生LCD模块所需的偏置电压；这有助于节省电路板空间和成本。可根据用户需求实现动态电阻切换，以保持较低的电流消耗。有关更多详细信息，请参见器件数据手册；并非所有LCD器件均实现该特性。

移植注意事项

PIC18F和PIC24F器件的LCD特性和工作模式十分相似。惟一需要注意的是系统时钟是否用作LCD时钟。根据具体的器件时钟，应校正LCD的预分频器时钟，以使LCD处于可接受的工作范围内。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

目前支持DMA的PIC18F器件均不支持LCD外设。

通用异步收发器 (UART)

PIC24F 器件以及一些 PIC18F 器件支持 UART 模块。
表 9 列出了 PIC18F 器件和 PIC24F 器件之间 UART 特性的比较。

表 9: UART 特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	
异步 (全双工) 操作, 支持: • 接收到字符时自动唤醒 • 自动波特率校准 • 12 位暂停字符传输	有	有	有
通过 TX 和 RX 引脚进行全双工 8 位或 9 位数据传输	有	有	有
支持带地址检测功能的 9 位模式 (第 9 位 = 1)	有	有	有
通过 \overline{UxCTS} 和 $UxRTS$ 引脚支持硬件流控制选项	无	有	有
停止位数	1	1、1.5 和 2	1 和 2
可选择的空闲极性	无	有	有
波特率发生器	专用 8 位/16 位	专用 8 位/16 位	16 位
BRG 预分频器	有	有	有
IrDA [®] 编码器和解码器逻辑	无	无	有
用于 IrDA 支持的 16 倍波特率时钟输出	无	无	有
FIFO 发送数据缓冲区	无	有	有
FIFO 接收数据缓冲区	无	有	有
用于诊断支持的环回模式	无	无	有
硬件奇偶校验支持 (8 位数据)	无	无	有
奇偶校验错误检测	无	有	有
硬件同步字节生成	有	有	有
支持同步字符和暂停字符	有	有	有
唤醒使能	有	有	有
帧错误和缓冲区溢出错误检测	有	有	有
中断选项	发送和接收	发送、接收和 UART 错误事件	发送、接收和 UART 错误事件
DMX	无	有	有
DALI	无	有	有
LIN	无	有	有

注 1: 并非所有器件均包含这些特性。请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

注: PIC24F UART 不支持同步通信。如果需要同步串行通信, 请改用 SPI 模块。

移植注意事项

当从PIC18F设计移植到PIC24F时，必须考虑以下因素：

1. 由于基本指令周期速率不同（PIC24F为 $F_{osc}/2$ ，PIC18F为 $F_{osc}/4$ ），要从PIC18F移植到PIC24F的项目将需要重新计算波特率。
2. 需要修改9位通信的程序。PIC18F USART要求通过另一个寄存器读取或写入第9位。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

支持DMA的PIC18F器件添加了硬件协议支持（DMX、DALI和LIN/J2602）以及一些其他特性，有助于更容易地移植到PIC24F器件。另外，与PIC24F UART相同，它们不支持旧款PIC18F器件支持的同步模式。

实时时钟和日历 (RTCC)

RTCC 为用户提供可以校准的实时时钟和日历 (Real-Time Clock and Calendar, RTCC) 功能。

表10列出了PIC18F器件和PIC24F器件的实时时钟和日历 (RTCC) 的主要特性和差异。

表10: RTCC特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
RTCC ⁽¹⁾	有	有
更新时间: 小时、分钟和秒	有	有
24小时格式 (军用时间)	有	有
日历: 星期、日、月和年	有	有
可配置闹钟	有	有
年份范围: 2000至2099	有	有
闰年修正	有	有
可减小固件大小的BCD格式	有	有
低功耗工作	有	有
用户校准	有	有
50 Hz或60 Hz外部输入	无	有
用户校准效果 (以秒为单位)	每60秒	每15秒
闹钟重复	有, 最多255次	有, 最多255次
闹钟屏蔽	有	有
RTCC电源控制	无	有
可选择的时钟源	有	有

注 1: 并非所有PIC24F和PIC18F器件均支持RTCC模块。请参见具体器件的数据手册来了解是否支持RTCC模块。一些支持RTCC的PIC18F器件包括PIC18F46J11、PIC18F46J50、PIC18F87J94、PIC18F87J90、PIC18FX7J13和PIC18F87J72系列。一些支持RTCC的PIC24F器件包括PIC24FJ128GA010、PIC24FJ128GA310、PIC24FJ128GB410、PIC24FJ128GB204、PIC24FJ256GA610、PIC24FJ64GA006、PIC24FJ32MC104和PIC24FJ256GA705系列。

移植注意事项

当从PIC18F设计移植到PIC24F时, 必须考虑以下因素:

1. 两类器件间的RTCC模块的特性非常相似, 但PIC24F器件包含一些额外的特性。在旧有RTCC特性方面, 两类器件间没有重大差异。对于RTCC输入时钟选项, 请查看具体器件的数据手册。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

目前支持DMA的PIC18F器件均不支持RTCC外设。

循环冗余校验（CRC）发生器

PIC24F CRC模块支持CRC校验和的硬件计算，而不必利用软件带宽来完成同样的计算。传统PIC18F器件没

有硬件CRC支持，但支持DMA的PIC18F器件具有与PIC24F器件相似的CRC模块。表11概述了CRC模块之间的差异。

表11: CRC特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
多项式长度	N/A	最多 16	最多 16
中断	N/A	在CRC完成以及扫描器完成时	在CRC完成时
NVM扫描器	N/A	扫描程序存储器或EEPROM，将数据馈送给CRC引擎	无
输入FIFO	N/A	无	16位8级深或8位16级深

移植注意事项

从PIC18F移植时，首要的考虑因素是PIC18F CRC模块主要与NVM扫描器一起使用，以对程序存储器计算CRC校验和。与PIC18F的CRC模块不同，PIC24F CRC模块不包含内置扫描器，因此需要使用软件或其他模块来执行相同功能。除此之外，PIC24F CRC模块的输入上有一个FIFO而不只是一组寄存器，因此向模块输入数据的方式略有不同。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

只有支持DMA的PIC18F器件支持该模块。

定时器

PIC24F 定时器广泛支持Timer0和Timer1/3/5中的基本PIC18F定时器特性，包括异步和同步计数器模式、定时器和门控定时器模式以及32 kHz晶振支持。PIC24F定时器旨在支持更多通用功能，而PIC18F定时器则用于专用目的。这种专用性仅在支持DMA的PIC18F器件中得到了增强，此类PIC18F器件包含具有硬件限制功

能的新型8位Timer2/4/6模块和信号测量定时器（32位定时器，用于对传入的数字信号执行捕捉/比较和测量功能），二者都有特定的功能。而每个PIC24F 16位定时器都具有专用的周期寄存器、可选预分频比和周期匹配标志，可以在计数器或定时器模式下工作，实现通用目的。两个16位PIC24F定时器也可以组合成一个32位定时器。表12列出了PIC18F器件和PIC24F器件的定时器模块间的差异。

表 12: 定时器特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
定时器宽度	8/16位	8/16/24位	16/32位
通用定时器模式	所有定时器	所有定时器	所有定时器
异步计数器模式	Timer1/3	所有定时器	Timer1/2/4
同步计数器模式	Timer0/1/3	所有定时器	所有定时器
周期寄存器	Timer2/4	Timer0/2/4/6和SMT	所有定时器
32 kHz 晶振支持	Timer1	所有定时器	Timer1
其他时钟源	无	所有定时器	无
定时器门控选项	无	Timer1/3/5	所有定时器
预分频器	所有定时器	所有定时器	所有定时器
后分频器	Timer2/4	Timer0/2/4/6	无
特殊事件触发信号	有	有	有
系统时钟源速率	Fosc/4	Fosc/4	Fosc/2
硬件限制功能	无	Timer2/4/6	无
信号测量特性（脉冲宽度，边沿之间的时间）	无	SMT	无

移植注意事项

移植时最重要的考虑因素是定时器功能可能不在PIC18F和PIC24F器件间的相同定时器上。周期寄存器位于所有PIC24F定时器上，但仅位于一些PIC18F定时器上。两个架构中都存在预分频器，但PIC18F预分频器因定时器而异，而PIC24F预分频器对于每个定时器都相同。最后，PIC24F定时器没有许多PIC18F定时器上常见的后分频器。要在PIC24F器件上实现相同的定时器周期，可能需要软件解决方案或不同的预分频比/周期选项。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

支持DMA的PIC18F器件具有比旧款型号更多的定时器特性，因此能够更好地匹配PIC24F器件，让移植更轻松。在支持DMA的PIC18F器件上，所有定时器都可以使用异步和同步模式，并且支持32 kHz晶振。此外，还有更多定时器具有周期寄存器，Timer1、Timer3和Timer5可提供门控定时器功能。这些功能意味着，在将通用定时器代码从支持DMA的PIC18F器件移植到

PIC24F器件时，只需考虑很少的因素，因为大多数功能在两者之间共用。

新的PIC18F器件还提供一些新定时器，可用于更多特定应用。支持DMA的PIC18F器件上的Timer2/4/6模块是一个带有周期寄存器的8位定时器，可通过外部信号（来自其他外设或外部引脚）启动、运行、冻结或复位。该模块还具有单触发和单稳态模式。这些定时器可与PWM一起使用，以执行更复杂的波形控制，例如脉冲密度调制。PIC24F器件上没有等效的定时器。

支持DMA的PIC18F器件还具有SMT，这是一个24位定时器，可用于测量脉冲宽度、频率和占空比等各种数字信号参数，以及用作同步定时器或异步计数器。此外，它还具有门控定时器功能和周期匹配寄存器。尽管PIC24F上的32位定时器可执行SMT的大多数非信号测量功能（例如，SMT仅用作普通大型定时器时），但PIC24F器件上没有等效的定时器。

可配置逻辑单元（CLC）

PIC24F CLC 模块允许用户将信号的组合指定为逻辑功能的输入，并使用逻辑输出来控制其他外设或 I/O 引脚。旧款 PIC18F 器件没有等效功能，但支持 DMA 的

PIC18F 器件也具有 CLC 模块。对于支持 DMA 的 PIC18F 器件和 PIC24F 器件，两者的 CLC 模块几乎相同。下面的表 13 列出了 CLC 模块中的差异。

表 13: CLC 特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	
输入选择数量（总计）	0	最多 64 个	最多 32 个
输入选择数量（每个数据门）	0	最多 64 个	最多 8 个
至其他外设的逻辑输出	N/A	有	有
CLC 输出引脚	N/A	可通过 PPS 重定位	固定引脚
中断	N/A	上升沿和下降沿	上升沿和下降沿
输出使能	N/A	通过 PPS 控制	单独的控制位

移植注意事项

从 PIC18F CLC 移植到 PIC24F CLC 的惟一注意事项是输入和输出。PIC24F CLC 的 CLC 输入存在更多限制。PIC18F CLC 模块支持最多 64 个输入并且允许这些输入进入全部四个数据门，而 PIC24F 器件只有 32 个输入，只允许其中 8 个输入进入各个数据门。此外，PIC18F CLC 的输入和输出引脚可以通过 PPS 重新分配，而 PIC24F 器件上的 CLC 引脚是静态的。最后，由于输出引脚的静态性，PIC24F CLC 具有单独的输出使能引脚，在将 CLC 输出到外部引脚时需要考虑该引脚。

不支持 DMA 的 PIC18F 器件与支持 DMA 的 PIC18F 器件之间的差异

只有支持 DMA 的 PIC18F 器件支持该模块。

捕捉/比较/PWM (CCP和ECCP)

PIC24F捕捉和比较模块的功能与PIC18F CCP和ECCP外设的功能相同。表14列出了PIC18F器件和PIC24F器件的CCP外设间的差异。

表14: CCP/ECCP特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾	PIC24F ⁽¹⁾
CCP/ECCP特性	有	有
可配置定时器源	有	有
捕捉引脚预分频比	1、4和16	1、4和16
捕捉缓冲区	有	有
捕捉定时器宽度	有	有
每个中断的可选捕捉事件数	有	有
可选输出比较引脚状态	有	有
特殊事件触发信号	有	有
各个外设的PWM输出数量	有	有
半桥/全桥PWM支持	有	有
PWM死区支持	无 ⁽²⁾	有

注 1: 请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

2: 具有CWG (可配置波形发生器) 和COG (可配置输出发生器) 的器件提供死区支持。请参见器件数据手册来了解是否支持该特性。

PIC24F 输入捕捉和输出比较模块可以使用Timer2 或Timer3, 而PIC18F 模块可以使用Timer1或Timer3。可以在ICx引脚的每个上升沿、每个下降沿、每4个上升沿和每16个上升沿生成捕捉事件。

选择单比较匹配模式后, 两种架构均可以选择OCx引脚的初始状态。在匹配时, 引脚将翻转状态。对于每种模式, 在两种架构中, 输出比较中断标志均置1。

PIC24F 系列支持所有PIC18F PWM模式。重要的区别是每个输出比较外设只能生成一个输出。因此, 半桥支持需要两个外设, 全桥支持需要四个外设。

PIC24F PWM模式是输出比较外设的扩展。此模式与单输出比较模式类似, 而在添加故障保护引脚OCFA和OCFB后, 可以停止脉冲序列, 这类似于PIC18F PWM模式。

一些PIC24F器件具有称为MCCP和SCCP的专用模块, 分别代表多捕捉/比较/PWM外设或单捕捉/比较/PWM外设。包含这些模块的器件具有多种工作模式, 在这些工作模式下, 它们可以用作定时器、捕捉、比较以及

PWM选项。这些器件有多个输入时钟功能。请参见器件数据手册来了解是否支持MCCP或SCCP模块。

移植注意事项

PIC24F 输出比较外设时钟源基于Fosc/2, 与PIC18F Fosc/4时钟源不同。确保使用产品数据手册中提供的公式来计算各个时钟源。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

旧款PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件的CCP模块之间的主要差异与CCP并不直接相关, 而是与定时器直接相关。支持DMA的PIC18F器件的Timer1和Timer2均与旧款器件有所不同, 可能会影响CCP的工作, 移植时应当考虑到这一点。支持DMA的PIC18F器件还具有互补波形发生器 (Complimentary Waveform Generator, CWG) 模块, 此模块支持带死区的PWM。

I/O 端口

PIC24F I/O 端口与 PIC18F 端口非常相似，但也存在明显的差异。两个器件系列都有数据 PORT、LAT 和 TRIS 寄存器。两个器件系列都有模拟和数字外设。表 15 列出了 PIC18F 器件和 PIC24F 器件的 I/O 端口之间的差异。

表 15: I/O 端口特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	
控制寄存器: PORTx、LATx 和 TRISx	有	有	有
内部上拉	仅在 PORTB 上	在所有端口上	在所有端口上
复位时配置为输入	有	有	有
漏极开路控制	无	有	有
PPS	有 ⁽¹⁾	有	有
电平变化中断	某些引脚	有	有

注 1: 并非所有器件均支持该特性。请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

PIC24F 不支持的 PIC18F 特性

PIC24F 端口架构不允许端口输出驱动外设输入。用户必须将引脚配置为外设输入或端口输出，但不能同时配置为两者。

移植注意事项

- 在可配置为漏极开路的引脚上使能数字或模拟输入或输出不会导致上拉自动禁止。如果引脚具有可配置的漏极开路选项，则不会禁止上拉。不需要使用上拉时，务必用软件将其禁止。
- 没有模拟功能的引脚可以承受最高 5.5V 的输入电压。这可以最大限度地减少从 PIC18F 器件移植时带来的硬件变化。通过在引脚上添加外部上拉电阻以及将零写入数据锁存器，可以产生更高的电压输出。将 TRISx 位置 1 会将输出上拉至电源电压，清零 TRISx 位将输出数字零。
- 使能外设后，驱动强度、压摆率和输入电压阈值会自动发生变化。务必查看具体器件手册来了解器件之间的差异。

- PIC24F 器件的大多数输入缓冲器是施密特触发器 (Schmitt Trigger, ST)。验证关联组件的输出电压是否满足 ST 输入电压阈值的要求。
- 将引脚设为模拟还是数字功能因器件而异。有些 PIC18F 器件可以在 ADC 寄存器中对此进行控制。而有些 PIC24F 器件则具有一个名为 ADxPCFG 的寄存器，能够实现相同的功能。有些 PIC18F 和 PIC24F 器件具有专用寄存器，可用于将每个引脚设为模拟或数字功能 (ANSELx 寄存器)。

不支持 DMA 的 PIC18F 器件与支持 DMA 的 PIC18F 器件之间的差异

支持 DMA 的 PIC18F 器件与不支持 DMA 的 PIC18F 器件的 I/O 端口控制几乎没有差异。

振荡器

PIC24F振荡器系统支持PIC18F的许多特性，并且增加了几个新特性。两种架构均支持三种主要时钟源：主振荡器、内部RC振荡器和4x PLL倍频器。此外，两者还

支持可增强应用稳健性的功能，例如软件控制的时钟切换、故障保护时钟监视器（Fail-Safe Clock Monitor, FSCM）和双速启动。PIC24F器件提高了初始时钟配置、软件控制的时钟切换和PLL使用的灵活性。表16列出了PIC18F器件和PIC24F器件的振荡器之间的差异。

表16: 振荡器特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
主（外部）振荡器模式	HS、XT、EC、LP和外部RC ⁽²⁾	HS、XT、LP和EC	HS、XT和EC（所有器件）
辅助（Timer1）振荡器	有	有	有
8 MHz内部RC振荡器	有（INTOSC）	有（HFINTOSC）	有（FRC）
32 kHz内部RC振荡器	有（INTRC）	有（MFINTOSC/ LFINTOSC）	有（LPRC）
4x PLL 选项： • XTPLL（MSPLL） • ECPLL • INTOSCPDLL/FRCPLL	无 仅某些器件 仅某些器件	无 有 无	有 有 有
软件时钟切换	仅时钟源之间 ⁽¹⁾	有	有
打盹模式	无	有	有
故障保护时钟监视器	有 ⁽¹⁾	有	有
双速启动	有 ⁽¹⁾	有	有

注 1: 并非所有器件均支持该特性。请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

2: 并非所有 PIC18F 器件均具有外部 RC 振荡器，请参见具体器件的数据手册。

主振荡器（POSC）

在PIC18F器件中，可在器件配置期间使用FOSC[3:0]配置位选择要使用的确切振荡器模式。在某些新PIC18F器件中，POSC模式由FEXTOSC[2:0]选择，实际的启动振荡器由RSTOSC[2:0]选择。在PIC24F器件中，可在配置期间使用FNOSC[2:0]和POSCMD[1:0]配置位的组合来选择主振荡器模式。

辅助振荡器（SOSC）

所有PIC18F器件均可以选择使用Timer1振荡器作为辅助时钟源。对于这种选项，最典型的布局是在引脚T1OSI和T1OSO之间连接一个32 kHz的低功耗时钟晶振。通过T1OSCEN位（T1CON[3]）将振荡器与器件时钟分开控制。

此外，PIC24F器件还提供了一个辅助振荡器，其功能与Timer1振荡器相同；唯一的不同之处在于它通过OSCCON寄存器和SOSCEN位进行控制。晶振输入/输出引脚重命名为SOSCI和SOSCO。

内部RC振荡器（INTOSC/FRC和INTRC/LPRC）

PIC24F和PIC18F系列具有两个独立的内部振荡器：一个高效率的31 kHz振荡器和一个精确的高速8 MHz振荡器。一些新器件具有可选频率，范围为1 MHz至64 MHz。两种架构均使用由8 MHz时钟源驱动的可配置后分频器，以提供31 kHz至4 MHz的时钟频率范围（以及未分频的8 MHz输出）。两种架构均允许通过软件选择31 kHz或8 MHz振荡器，以便为各种系统功能提供31 kHz时钟源。

PIC18F和PIC24F器件均支持4x PLL倍频器，与所选时钟源配合使用。在所有情况下，仅当输入频率介于4 MHz和10 MHz之间时，PLL才能提供稳定的输出。有关PLL操作的详细说明，请参见器件数据手册。

双速启动

PIC18F和PIC24F器件中以相同方式实现双速启动。在这两种情况下，该功能均由IESO配置位控制。某些新PIC18F器件不具备双速启动功能；请参见器件数据手册来了解详细信息。

故障保护时钟监视器

故障保护时钟监视器功能也适用于两个器件系列。该功能与运行时时钟切换一起由配置字位控制。PIC18F和PIC24F器件中的实现非常相似，当主振荡器停止时，系统时钟会自动切换到FRC。

时钟切换

PIC18F器件和PIC24F器件的时钟切换明显不同。从概念上讲，两种架构都有三类振荡器：主振荡器（连接到OSC引脚的外部元件）、辅助振荡器（连接到T1OSC或SOSC引脚的外部晶振）和内部RC。

PIC18F器件允许对在器件配置期间使用的一种且唯一一种主振荡器类型进行定义。当器件上电和复位时，将始终使用此振荡器。此后，器件可以在软件控制下在主振荡器源、辅助振荡器源和内部振荡器源之间切换。在新PIC18F系列器件中，RSTOSC用于配置启动时使用哪个振荡器，FEXTOSC用于选择振荡器类型。

一旦定义了启动振荡器，除非重新编程器件，否则不能更改启动振荡器。

对于PIC24F器件，三个主时钟源中的任何一个都可以配置为默认启动振荡器；用户将不再局限于使用主振荡器源。在运行期间，器件可以在软件控制下在任何可用振荡器模式之间切换。这意味着，可以在主时钟模式与其PLL之间切换。将两个特定立即数写入OSCCON的高字节或低字节后，PIC24F器件会为一条指令解锁高字节或低字节。有关写入OSCCON和时钟切换的详细信息，请参见编译器手册和器件数据手册。

移植注意事项

移植到PIC24F单片机（或类似单片机）时，任何基于晶振时钟源的应用都应在振荡器的工作和稳定性方面进行重新评估。必须验证晶振性能在应用所预期的电压、温度和工艺差异范围内是否可靠。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

从概念上讲，支持DMA的PIC18F器件与不支持DMA的PIC18F器件的振荡器之间存在一些差异；只有一些微小的设置/配置寄存器变化。

节能特性

PIC24F 节能特性与 PIC18F XLP 技术器件中提供的节能模式十分相似。两种架构均包含系统时钟源的运行时切换、空闲和休眠模式以及通过复位和中断实现的硬件引发退出。PIC24F 器件中这些特性的实现方式略有不同，而且支持其他特性来更有效地降低功耗。表 17 列出了 PIC18F 器件和 PIC24F 器件的节能特性之间的差异。

运行时时钟切换

PIC18F 和 PIC24F 器件具有相同类型的系统时钟源（主振荡器、辅助振荡器和内部振荡器）。此外，休眠模式和空闲模式的定义也相同。PIC18F 系列和 PIC24F 系列之间实现时钟切换的过程则有所不同；有关时钟切换要遵循的步骤，请参见器件数据手册。

表 17: 节能特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	
运行时时钟切换	有	有	有
空闲模式	有	有	有
选择性外设空闲	无	无	有
休眠模式	有	有	有
低压休眠（数据保持休眠）	有 ⁽¹⁾	有	有 ⁽¹⁾
深度休眠	有 ⁽¹⁾	无	有 ⁽¹⁾
打盹模式	无	有	有
PMD 选项	无	有	有

注 1: 并非所有器件均支持该特性。请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

复位

PIC24F 复位系统与 PIC18F 复位系统的大多数特性相同。两者以相同或在功能上等效的方法支持相同的传统复位：

- 上电复位 (Power-on Reset, POR)
- 欠压复位 (Brown-out Reset, BOR)
- 外部主复位 ($\overline{\text{MCLR}}$)
- 软件复位 (RESET 指令)
- 看门狗定时器 (WDT) 复位

- 堆栈错误复位 (上溢或下溢)

PIC24F 器件有一些额外的复位源/状态，以及一些增强型报告功能。SFR 的复位状态和复位后的启动时序也略有不同。此外，支持 DMA 的 PIC18F 器件还具有复位系统增强功能，这一点与 PIC24F 不同。表 18 列出了主要差异。

表 18: 复位特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持 DMA 的 PIC18F	支持 DMA 的 PIC18F	
传统复位类型	POR、BOR、 $\overline{\text{MCLR}}$ 和 RESET 指令		
其他复位类型	配置字不匹配 (PIC18FXXJ 闪存器件)	存储器违例和看门狗定时器窗口违例	非法操作码/未初始化 W、配置字不匹配和陷阱冲突
BOR 配置	可配置，在许多器件中可通过软件控制	可配置，在许多器件中可通过软件控制	连接到片上稳压器 ⁽¹⁾
堆栈下溢/上溢复位	复位	单独复位	不可屏蔽陷阱
SFR 复位状态	取决于复位类型	取决于复位类型	所有复位类型统一
启动定时器	可配置	可配置	连接到稳压器配置
标志位的位置	RCON/STKPTR	PCON0/1	RCON/INTCON1

注 1: 一些器件包括用于使能或禁止 BOR 的特性；请参见器件数据手册来了解是否支持 BOR 特性。

移植注意事项

除了一些附加复位源外，PIC24F 器件还支持所有传统 PIC18F 复位。主要的移植问题是 PIC24F 如何处理堆栈上溢/下溢情况。这些情况会在 PIC18F 器件上触发复位，但在 PIC24F 架构中，它们会以陷阱方式实现。理论上，这会在处理堆栈上溢/下溢情况时提供更大的灵活性，不过，对于期望在堆栈溢出时复位的应用而言，则需要考虑到这种变化。第二个移植问题是，PIC24F 器件没有可配置的启动定时器，因此当应用中需要可配置的启动定时器时，用户必须自己编写代码来实现。第三个主要的考虑因素是，PIC18F 器件和 PIC24F 器件的复位轮询不同，PIC24F 的复位标志为高电平有效，而 PIC18F 则为低电平有效，并且 PIC24F 的复位位定义更为严密（在 PIC18F 器件上，通常需要读取所有复位标

志才能确定复位原因，而在 PIC24F 器件上，通常只需要读取一个标志）。

不支持 DMA 的 PIC18F 器件与支持 DMA 的 PIC18F 器件之间的差异

与不支持 DMA 的旧款 PIC18F 器件相比，支持 DMA 的 PIC18F 器件具有两个额外的复位源。第一个复位源是看门狗定时器窗口违例复位，本文档的“看门狗定时器”部分中介绍了相关内容。第二个复位源是存储器执行违例复位，如果内核尝试从已实现的程序存储器外部的地址或专门指定的闪存存储区中执行代码，则会发生这种情况。PIC24F 器件没有与上述任一复位等效的复位功能。除了这两个附加的复位源外，支持 DMA 的 PIC18F 器件与不支持 DMA 的 PIC18F 器件在复位方面具有相同的特性。

A/D转换器（ADC）

与PIC18F实现相比，PIC24F ADC在性能和特性方面得到了显著改善（见表19）。改善包括更高的转换率（每秒采样数）、自动通道扫描模式和16位转换结果缓冲区等。

表19: A/D转换器特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
分辨率	10/12位	12位	10/12位
转换吞吐量 (ksps)	100 ksps	—	500 ksps
可用参考电压源	内部/外部	内部/外部	内部/外部
可选A/D时钟分频比	有	有	有
A/D RC振荡器	有	有	有
自动采样	有	有	有
可编程采样时间	有	有	有
可单独选择的模拟输入	无	有	有
特殊事件触发信号	无	有	有
多通道扫描	无	有	有
FIFO缓冲区	无	有, 2级深度	有
多种结果格式	无	有	有
差分通道（比较）转换	无	无	有

PIC24F和PIC18F的A/D转换器模块具有相似的特性。两者均具有10位逐次逼近寄存器（Successive Approximation Register, SAR）A/D，能够将参考电压引脚（VREF+ 和 VREF-）以及模拟电源引脚（AVDD 和 AVSS）组合用于参考电压。这两个产品线均具有A/D转换状态位、可选A/D时钟分频比、专用A/D RC、支持可配置采样时间的自动采样、模拟/数字输入选择以及运行时可选A/D输入。转换可以由软件、外部中断或输出比较事件启动。

移植注意事项

- PIC24F模块的输入源阻抗为2.5 kΩ。许多PIC18F器件为10 kΩ，但建议使用2.5 kΩ。
- 对于PIC24F模块，模块的内部采样电容为4.4 pF（典型值）；对于PIC18F模块，该电容为25 pF（典型值）。电容减小会增大外部电容对模拟输入的影响。

- 配置A/D以使用转换时钟时，有几个因素会影响PIC24F分频比选择。这些因素包括减小的TAD和指令速率。PIC24F的转换时钟基于指令时钟Tcy/2，而PIC18F的转换时钟则基于Fosc/2。由于给定的系统时钟频率对应不同的指令速率，因此，PIC24F A/D时钟分频器的最小周期为一个Fosc周期，PIC18F的最小周期为两个Fosc周期。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

支持DMA的PIC18F器件向PIC18F ADC模块添加了一些附加功能。首先，添加了硬件CVD控制，这有助于更好地将ADC模块用于电容式触摸应用。其次，添加了一个硬件计算引擎（ADC功能），允许以独立于内核的硬件方式对ADC结果执行平均值计算和低通滤波。

看门狗定时器

PIC24F的看门狗定时器（WDT）模块与不支持DMA的PIC18F器件上的WDT以及支持DMA的PIC18F器件上的WDT几乎相同。它们都具有相似的控制方式（通过

配置位和软件）和影响（WDT也可以是用于退出功耗管理模式的复位源）。PIC24F WDT具有一些独特特性以及一些旧款PIC18F器件上没有，但添加到了支持DMA的PIC18F器件上的特性。表20列出了模块的比较情况。

表20: 看门狗定时器特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
可配置超时周期	有（通过后分频器）	有（通过预分频器）	有（通过预分频器和后分频器）
软件使能	有	有	有
退出功耗管理模式	有	有	有
超时范围	4 ms至131s	1 ms至256s	1 ms至131s
窗口WDT选项	无	有	有
可选输入时钟	无	有	无

移植注意事项

第一个移植注意事项是PIC24F WDT计数器会在主时钟的任何时钟源切换时复位。PIC18F WDT计数器在多种条件下复位，本文所述PIC18F器件的数据手册的“看门狗定时器（WDT）”部分中列出了这些条件。第二个注意事项是PIC18F器件中的WDT复位标志为低电平有效，而PIC24F器件上的WDT复位标志为高电平有效，并且这些位需要在POR或BOR时初始化为无效状态，以正确检测WDT复位。从旧款PIC18F器件移植时，确保在PIC24F器件上使用1:128预分频比设置，这样便可在两个器件间使用相同的后分频比设置。从支持DMA的PIC18F器件移植时，必须使用PIC24F器件上的预分频比/后分频比手动计算周期，以便与PIC18F器件上的相应值相匹配。此外，将窗口看门狗定时器应用程序从支持DMA的PIC18F器件移植到PIC24F器件时，请牢记，PIC24F窗口不可编程，必须采用75%的固定窗口延时（PIC18F窗口看门狗定时器上的窗口设置为“0b001”）。

不支持DMA的PIC18F器件与支持DMA的PIC18F器件之间的差异

支持DMA的PIC18F器件在WDT上具有附加特性，在设置方面也略有不同。主要设置差异在于，此类器件使用预分频比而不是后分频比来配置周期，预分频比可实现1 ms至256s的周期，周期以对数方式调节（1 ms、2 ms、4 ms，最长256s）。这意味着支持DMA的PIC18F器件无法实现131s周期。此外，支持DMA的PIC18F器件还具有窗口看门狗定时器功能，这与PIC24F器件十分相似，这样一来，支持DMA的PIC18F器件与PIC24F系列之间的两个看门狗定时器便更加相似。

比较器和比较器参考电压模块

PIC18F和PIC24F器件上的比较器模块具有许多相同的特性。表21列出了PIC18F和PIC24F器件的特性比较。每个系列的器件都有两个比较器和多个配置选项。

PIC18F器件只有八个选项，其中一个禁止比较器。PIC24F器件具有更多配置选项，允许单独控制PIC18F上的许多固定选项。除了比较器模块外，PIC18F和PIC24F均提供基于梯形电阻网络电路的比较器参考电压。

表21: 比较器特性比较

特性	PIC18F ⁽¹⁾		PIC24F ⁽¹⁾
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
比较器	2	2	2/3
输出反相控制	有	有	有
单独的比较器使能	有 ⁽²⁾	有	有
I/O引脚上的比较器输出	有	有	有
多个输入选择	有	有	有
检测各比较器输出已改变状态	由用户通过固件跟踪	硬件	硬件

注 1: 请参见器件数据手册来了解是否支持特定特性。

2: 一些PIC18FJ系列器件的比较器与PIC24F器件的比较器相似，请参见具体器件的数据手册来了解更多详细信息。

移植注意事项

与不支持DMA的旧PIC18F器件相比，支持DMA的PIC18F器件具有更多选项。它们具有更多输入选项，以及在正负比较器输出跳变时产生的中断。这些器件还具有专用寄存器用于选择比较器的反相和同相输入。此外，输出引脚的状态还作为只读状态位映射到寄存器中。内部CVREF选项则有所不同，因为支持DMA的PIC18F器件未使用CVREF引脚。另外，也可以使用专用DAC输出连接到输入引脚。

一些PIC18FJ器件实现比较器控制位的方式与PIC24F器件类似，其中每个比较器都有自己专用的比较器控制寄存器，而不是通过一个比较器控制寄存器控制两个比较器。有关这些控制位实现的具体信息，请参见器件数据手册。

比较器参考电压模块

比较器参考电压模块与比较器一起使用，为比较器输入提供内部控制的参考电压。这有助于用户使用软件来控制参考电压。该模块在PIC24F系列器件和PIC18F系列器件之间兼容。表22列出了PIC18F和PIC24F器件的特性比较。

表 22: 比较器参考电压特性比较

特性	PIC18F		PIC24F
	不支持DMA的PIC18F	支持DMA的PIC18F	
梯形电阻网络	16阶	N/A ⁽¹⁾	16阶
两个可选范围	有	N/A ⁽¹⁾	有
来自模拟电源或MCU电源的可选参考电压	有	N/A ⁽¹⁾	有
参考电压输出使能	有	N/A ⁽¹⁾	有

注 1: 在支持DMA的PIC18F器件中，未使用CVREF模块；器件具有为比较器输入提供参考电压的专用5位DAC。

附录 A: 版本历史

版本 A (2019年3月)

这是本文档的初始版本。

注:

请注意以下有关 **Microchip** 器件代码保护功能的要点：

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

代码保护功能处于持续发展中。**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《数字千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

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

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

商标

Microchip 的名称和徽标组合、**Microchip** 徽标、**Adapteck**、**AnyRate**、**AVR**、**AVR** 徽标、**AVR Freaks**、**BesTime**、**BitCloud**、**chipKIT**、**chipKIT** 徽标、**CryptoMemory**、**CryptoRF**、**dsPIC**、**FlashFlex**、**flexPWR**、**HELDO**、**IGLOO**、**JukeBlox**、**KeeLoq**、**Kleer**、**LANCheck**、**LinkMD**、**maxStylus**、**maxTouch**、**MediaLB**、**megaAVR**、**Microsemi**、**Microsemi** 徽标、**MOST**、**MOST** 徽标、**MPLAB**、**OptoLyzer**、**PackeTime**、**PIC**、**picoPower**、**PICSTART**、**PIC32** 徽标、**PolarFire**、**Prochip Designer**、**QTouch**、**SAM-BA**、**SenGenuity**、**SpyNIC**、**SST**、**SST** 徽标、**SuperFlash**、**Symmetricom**、**SyncServer**、**Tachyon**、**TempTrackr**、**TimeSource**、**tinyAVR**、**UNI/O**、**Vectron** 及 **XMEGA** 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、**ClockWorks**、**The Embedded Control Solutions Company**、**EtherSynch**、**FlashTec**、**Hyper Speed Control**、**HyperLight Load**、**IntelliMOS**、**Liberio**、**motorBench**、**mTouch**、**Powermite 3**、**PrecisionEdge**、**ProASIC**、**ProASIC Plus**、**ProASIC Plus** 徽标、**Quiet-Wire**、**SmartFusion**、**SyncWorld**、**Temux**、**TimeCesium**、**TimeHub**、**TimePictra**、**TimeProvider**、**Vite**、**WinPath** 和 **ZL** 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国的注册商标。

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

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

Adapteck 徽标、**Frequency on Demand**、**Silicon Storage Technology** 和 **Symmcom** 为 **Microchip Technology Inc.** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2019, **Microchip Technology Inc.** 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-4683-5

有关 **Microchip** 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。



全球销售及及服务网点

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://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX

Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston

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

芝加哥 Chicago

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

达拉斯 Dallas

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

底特律 Detroit

Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX

Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis

Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles

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

罗利 Raleigh, NC

Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY

Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA

Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto

Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631

印度 India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

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

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351

越南 Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

欧洲

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

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

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

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

德国 Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700

德国 Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-72400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

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

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

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

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

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

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

挪威 Norway - Trondheim
Tel: 47-7288-4388

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

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

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

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

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

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