

## dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

### 目录

|                  |    |
|------------------|----|
| 目录 .....         | 1  |
| 简介 .....         | 1  |
| 移植注意事项汇总 .....   | 2  |
| 工作范围 .....       | 3  |
| 封装移植注意事项 .....   | 3  |
| CPU 架构和指令集 ..... | 4  |
| 增强功能 .....       | 4  |
| 指令集 .....        | 4  |
| 寄存器 .....        | 5  |
| 数据存储器 .....      | 6  |
| 增强功能 .....       | 6  |
| 存储器大小和构成 .....   | 6  |
| 寄存器 .....        | 6  |
| 闪存程序存储器 .....    | 7  |
| 增强功能 .....       | 7  |
| 存储器大小和构成 .....   | 7  |
| 寄存器 .....        | 7  |
| 电气特性 .....       | 7  |
| 运行时自编程 .....     | 8  |
| 中断控制器 .....      | 9  |
| 增强功能 .....       | 9  |
| 存储器大小和构成 .....   | 9  |
| 寄存器 .....        | 9  |
| DMA .....        | 10 |
| 增强功能 .....       | 10 |
| 寄存器 .....        | 10 |
| I/O 端口 .....     | 11 |
| 增强功能 .....       | 11 |
| 寄存器 .....        | 11 |
| 电气特性 .....       | 11 |
| 引脚配置 .....       | 11 |
| 振荡器配置 .....      | 12 |
| 增强功能 .....       | 12 |
| 电气特性 .....       | 12 |
| 寄存器 .....        | 12 |
| 复位 .....         | 13 |
| 寄存器 .....        | 13 |
| 电气特性 .....       | 13 |
| 节能模式 .....       | 13 |
| 寄存器 .....        | 13 |
| 定时器 .....        | 13 |
| 增强功能 .....       | 13 |
| 输入捕捉 .....       | 13 |
| 增强功能 .....       | 13 |
| 寄存器 .....        | 14 |
| 输出比较 .....       | 15 |
| 增强功能 .....       | 15 |
| 寄存器 .....        | 16 |
| 高速 PWM .....     | 17 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 正交编码器接口 (QE1) .....             | 18 |
| 模数转换器 (ADC) .....               | 18 |
| 增强功能 .....                      | 18 |
| 寄存器 .....                       | 19 |
| UART .....                      | 20 |
| 增强功能 .....                      | 20 |
| I2C™ .....                      | 20 |
| 增强功能 .....                      | 20 |
| SPI .....                       | 20 |
| 增强功能 .....                      | 20 |
| 寄存器 .....                       | 20 |
| 数据转换器接口 (DCI) .....             | 21 |
| 增强型 CAN (ECAN) .....            | 21 |
| USB .....                       | 21 |
| 比较器 .....                       | 21 |
| 增强功能 .....                      | 21 |
| 寄存器 .....                       | 21 |
| 32 位循环冗余校验 (CRC) .....          | 21 |
| 增强功能 .....                      | 21 |
| 寄存器 .....                       | 22 |
| 并行主端口 (PMP) .....               | 22 |
| 增强功能 .....                      | 22 |
| 寄存器 .....                       | 22 |
| 实时时钟和日历 (RTCC) .....            | 22 |
| CodeGuard™ 安全性 .....            | 22 |
| 增强功能 .....                      | 22 |
| 寄存器 .....                       | 22 |
| 编程和诊断 .....                     | 22 |
| 器件配置寄存器 .....                   | 23 |
| dsPIC33E/PIC24E 的软件性能优化指南 ..... | 24 |
| 版本历史 .....                      | 24 |
| 版本 A (2010 年 7 月) .....         | 24 |

### 简介

本文档概述了从 dsPIC33F/PIC24H 器件移植到 dsPIC33E/PIC24E 器件的注意事项。如果您想要进行此移植, 推荐您从 [www.microchip.com](http://www.microchip.com) 下载这些器件的数据手册和勘误表文档。

在进行了本文档中列出的适当修改后, 可将为 dsPIC33F/PIC24H 器件开发的代码移植到 dsPIC33E/PIC24E 器件。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

dsPIC33EPXXXMUXXX 和 PIC24EXXXGUXXX 器件基于新的架构，与 dsPIC33F 和 PIC24H 器件相比，作了许多改进并提供了许多新功能，例如：

- 闪存从 256 KB（dsPIC33FJ256GPXXXA、dsPIC33FJ256MCXXXA 和 PIC24HJ256GPXXXA）增加到 536 KB（dsPIC33EP512MU810/814 和 PIC24EP512GU810/814）
- 最高工作频率从 40 MIPS 增加到 60 MIPS
- RAM 从 30 KB（dsPIC33FJ256GPXXXA、dsPIC33FJ256MCXXXA 和 PIC24HJ256GPXXXA）增加到 52 KB（dsPIC33EP512MU810/814 和 PIC24EP512GU810/814）
- 新增了支持 OTG 的 USB 模块
- 用于 USB 时钟生成的附属 PLL
- 增大了中断向量表（具有更多的中断源）
- DMA 通道数量从 8 增加到 15
- 现在外设引脚选择（Peripheral Pin Select，PPS）功能在 64 引脚、100 引脚和 144 引脚器件上可用
- 增强型输入捕捉模块，通道数量从 8 增加到 16
- 增强型输出比较模块，通道数量从 8 增加到 16
- SPI 模块新增了增强型缓冲器模式
- 新增了高速 PWM 模块，该模块的相位、死区时间和周期具有 8.32 ns 的分辨率
- 新增了 32 位 QEI 模块
- UART 模块的最大数量从 2 个增加到 4 个
- SPI 模块的最大数量从 2 个增加到 4 个
- 新增了 32 位 CRC 模块
- 增强型并行主端口（Parallel Master Port，PMP）模块
- 具有 3 个比较器的增强型比较器模块
- 实时时钟和日历（Real-Time Clock and Calendar，RTCC）模块
- 为节省功耗，还增加了额外的 PMD 位以禁止各个 PWM 通道和 DMA 通道组

**注：** dsPIC33E/PIC24E 器件设计为按照《dsPIC33EPXXXMU 806/810/814 和 PIC24EPXXGUX810/814 数据手册》（DS70616B\_CN）中提供的参数来运行，并按照所设计电气规范对这些器件进行了测试，确定其符合这些参数。

由于生产工艺不同，这些器件可能与之前版本器件的性能特性有所不同。这些差异可能引起这些器件在应用中的工作与之前版本不同。

例如，用户需验证器件振荡器起振和运行是否与预期相符。可能需要调节负载电容值和 / 或振荡器模式。

## 移植注意事项汇总

本文档讨论了一些与 dsPIC33E/PIC24E 器件相关的增强、改变和应用移植的注意事项。几个关键移植事项总结如下：

- 工作频率最高 60 MIPS
- 引脚配置的微小差异和新封装
- 指令集的微小增强
- 指令流水线差异，从而改变了应用程序执行周期数
- 新增了扩展数据空间（Extended Data Space，EDS）寻址和 PSV 访问方法
- 增大了 SFR 空间和双端口 RAM，减少了 near 数据存储空间
- 增大了闪存容量；改变了闪存访问延时
- 增大了 RTSP 页和行大小，同时改变了方法；改变了擦除 / 编程次数
- 改变了中断向量表（Interrupt Vector Table，IVT）；除去了备用 IVT
- 改变了中断寄存器
- 改变了 DMA 寄存器；现在 DMA 传输也可使用非双端口 RAM 空间
- 改变了 I/O 端口模 / 数选择和电平变化通知控制寄存器
- 外设引脚选择（Peripheral Pin Select，PPS）功能
- 更新了器件配置寄存器

- 新增外设：
  - USB
  - 高速 PWM
  - 32 位 QEI
  - 32 位 CRC
- 增强型外设：
  - 输入捕捉
  - 输出比较
  - ADC
  - SPI
  - 比较器
  - PMP
- 更多各外设实例

## 工作范围

dsPIC33E 和 PIC24E 器件系列的工作频率最高 60 MIPS。

V<sub>DD</sub> 和 AV<sub>DD</sub> 范围相对于 dsPIC33F 和 PIC24H 器件系列发生了改变。在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，V<sub>DD</sub> 范围在禁止 BOR 时为 2.7V 至 3.6V，而在使能 BOR 时为 2.925V 至 3.6V。dsPIC33E/PIC24E 器件的 V<sub>DDCORE</sub> 电压为 1.8V，由内部稳压器提供。

## 封装移植注意事项

dsPIC33F/PIC24H 和 dsPIC33E/PIC24E 系列中的 64 引脚和 100 引脚器件都是外设引脚兼容的，但下列引脚除外：

- I<sup>2</sup>C™ 引脚功能 SCL1 和 SDA1（位于 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件的引脚 57 和 56）已重定位到 100 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件的引脚 70 和 69，且分别重命名为 ASCL1 和 ASDA1。必须使用 ALTI2C1 配置位（FPOR<4>）使能这两个引脚功能。  
同样，在 64 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件中，SCL1 和 SDA1 已从引脚 37 和 36 重定位到引脚 44 和 43，且命名为 ASCL1 和 ASDA1。
- I<sup>2</sup>C 引脚功能 ASCL2 和 ASDA2 位于 100 引脚器件的引脚 58 和 59 上。必须使用 ALTI2C2 配置位（FPOR<5>）使能这两个引脚功能。在 dsPIC33F/PIC24H 器件中，100 引脚器件的引脚 58 和 59 具有 SCL2 和 SDA2 功能。
- I<sup>2</sup>C 引脚功能 SCL2 和 SDA2 位于 100 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件的引脚 50 和 49 上。
- USB 引脚，在 dsPIC33F/PIC24H 器件上不存在。
- PMP 引脚，在 64 引脚和 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件上不存在。

- 比较器引脚，在 64 引脚和 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件上不存在。
- RTCC 引脚，在 64 引脚和 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件上不存在。

dsPIC33E 和 PIC24E 器件系列包括 121 引脚和 144 引脚器件。

dsPIC33E 和 PIC24E 系列没有 80 引脚器件。因此，从 80 引脚 dsPIC33F 或 PIC24H 器件移植需要移植到 dsPIC33E/PIC24E 器件具有的其他封装类型的器件，如 64 引脚、100 引脚、121 引脚或 144 引脚器件。

所有数字外设引脚功能（DCI、SPI、UART、ECAN、定时器、输入捕捉和输出比较等）在 dsPIC33E/PIC24E 器件上都是可重映射的。要从 dsPIC33F/PIC24H 器件移植到 dsPIC33E/PIC24E 器件，应使用外设引脚选择功能通过软件来重映射这些外设。请注意，某些引脚只能重映射为输入外设功能，而多数其他引脚可重映射为输入或输出外设功能。请参阅《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》（DS70616B\_CN）中的第 11.0 节“**I/O 端口**”了解外设引脚选择功能的特定详细信息。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## CPU 架构和指令集

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 架构支持最高 60 MIPS 的更快 CPU 执行速度。

由于 dsPIC33E/PIC24E 器件具有 3 个周期的闪存访问时间，故其指令执行流水线不同于 dsPIC33F/PIC24H 器件。当从 dsPIC33F/PIC24H 用户应用程序移植到 dsPIC33E/PIC24E 时，程序执行时间和周期数将发生改变。关于更多详细信息和描述不同指令流类型的指令流时序图，请参阅“dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual”的 Section 2.0“CPU”（DS70359）中的 2.8 “Instruction Flow Types”。

PSVPAG 寄存器已被寄存器对（DSRPAG 和 DSWPAG）替代，使能了对新增扩展数据空间（Extended Data Space, EDS）功能以及现有 PSV 访问功能的统一支持。

### 指令集

**注：** 请参阅《16 位 MCU 和 DSC 程序员参考手册》（DS70157B\_CN）以了解关于指令集（包括新指令）的更多详细信息。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，对外设 SFR 的任何读操作（包括位操作，如 BSET/BCLR/BTG）都需要两个指令周期，而不是一个指令周期。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，程序流更改指令（如跳转和子程序调用）需要四个指令周期，而不是两个指令周期。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，RETURN、RETFIE 和 RETLW 指令需要最多六个指令周期，而不是三个指令周期。

在 dsPIC33E 器件中，基于乘法器的 DSP 指令除了支持有符号和无符号乘法，还支持混合符号乘法运算。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，MCU 乘法（MUL）指令可选择将 32 位乘法结果写入累加器 A 或 B，而不是将结果写入 W 寄存器对。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，比较跳转指令（CPSEQ、CPSNE、CPSGT 和 CPSLT 以及 RCALL Wn 和 GOTO Wn 指令）的指令译码发生了更改。请确保您正在使用支持 dsPIC33E/PIC24E 器件的 MPLAB® C30 编译器和 MPLAB IDE 版本。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，指定 D0 和 REPEAT 指令中循环计数的立即数值大小已由 14 位增加到 15 位。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，指定 D0 和 REPEAT 指令中循环计数的变量（W 寄存器）值大小已由 14 位增加到 16 位。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，指定 CP 和 CPB 指令中比较参考值的立即数值大小已由 5 位增加到 8 位。

在 dsPIC33E 器件中，CPU 自动为其管理寄存器现场保护 / 恢复的 D0 循环嵌套级数已由 1 增加到 3。

dsPIC33F 架构中的 8 级 D0 循环影子方法在 dsPIC33E 器件中已由 4 级 D0 循环硬件堆栈替代。从 dsPIC33F 系列器件移植应用程序时，如果软件正同时使用多于 4 个 D0 循环，将需要对用户软件进行一些更改。请参阅“dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual”的 Section 2.0“CPU”（DS70359）中的 2.8 “Instruction Flow Types”。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，D0 循环的第一条指令不能是 PSV 读或表读操作。

为了支持将立即数值和寄存器快速写入 TBLPAG、DSRPAG 和 DSWPAG 寄存器，dsPIC33E/PIC24E 架构支持一条名为 MOV PAG 的新增基本指令。

dsPIC33E/PIC24E 器件已添加了一条名为 MULW 的新增基本指令。该指令执行 16x16 乘法并生成一个 16 位结果。

新增 CALL.L 指令允许执行具有 24 位偏移量的间接子程序调用。

dsPIC33E/PIC24E 器件已添加了新的条件比较跳转指令：CPBEQ、CPBNE、CPBGT 和 BPBLT。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，TBLRDL/TBLRDH 指令需要 5 个指令周期，而 dsPIC33F/PIC24H 器件需要 2 个指令周期。

## 寄存器

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，PSV 位 (CORCON<2>) 已由新的 SFA (堆栈帧活动) 位替代。SFA 状态位置 1 时，表明堆栈帧是活动的且 W14 和 W15 不使用扩展数据空间。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，US 位 (CORCON<12>) 已扩展为 US<1:0> (CORCON<13:12>)。当 US<1> 清零时，US<0> 选择是向后兼容的。将 US<1:0> 设置为 10 时使能新的 DSP 混合符号乘法模式。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，已添加名为 VAR (CORCON<15>) 的新位。该位决定中断处理是使用固定延时 (13 个指令周期) 还是使用变化的延时 (9 到 13 个指令周期)。有关中断处理延时的更多详细信息，请参阅“*dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual*”的 **Section 6.0 “Interrupts”** (DS70600) 中的 **6.3 “Interrupt Processing Timing”**。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，不需要用软件手动清零 SA 位 (SR<13>)、SB 位 (SR<12>) 和 SAB 位 (SR<10>)。随后的任何影响这些状态位但不会引起相应的累加器出现饱和状态的指令都将清零这些位。此外，现在这些位可用软件置 1，以使能高效的上下文状态切换。

数据存储器

增强功能

dsPIC33E/PIC24E 架构包括一个称为扩展数据空间的新功能，是一种用于访问地址大于 0x7FFF 的 RAM 地址空间的分页存储器机制。有关 EDS 用法的更多详细信息，请参阅 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 的 Section 3.0“Data Memory” (DS70595) 中的 3.2 “Data Space”。

注

1: 在具有大于 28 KB RAM 的器件上，必须给任何可能位于地址大于 0x7FFF 处的数据对象指定一个 EDS 编译器属性，格式如下：

```
int data[10]__attribute__((space(ymemory),eds));
```

这包括所有 Y-RAM 和双端口 RAM 变量、数组和指针。

2: 任何同时使用 PSV 访问和 EDS 访问的用户应用程序必须使用 MPLAB C30 编译器的 “auto\_psv” 选项。汇编语言程序必须手动调整 DSRPAG 寄存器值以确保 PSV 和 EDS 访问一直使用正确的 DSRPAG 值。

dsPIC33E/PIC24E 器件包含数据空间判优器逻辑，可对 CPU、DMA 控制器、USB 模块和调试器针对同一个数据存储器地址的并行访问做出仲裁。根据用户分配给这些实体的相对优先级的不同，仲裁有可能会导一些数据访问延时。有关数据空间仲裁的更多详细信息，请参阅 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 的 Section 3.0“Data Memory” (DS70595) 中的 3.2 “Data Space”。

存储器大小和构成

与 dsPIC33F/PIC24H 器件具有最高 30 KB 的数据 RAM 不同， dsPIC33E/PIC24E 器件包含最高 52 KB 的数据 RAM。

dsPIC33E/PIC24E 器件上的特殊功能寄存器（Special Function Register, SFR）空间已从 dsPIC33F/PIC24H 器件上的 2 KB 增加到 4 KB。这可能会影响 near 存储器映射，并且在一些应用中，可能需要对 far 存储器中的一些数据对象进行重新分配。此外，可能需要使用 MPLAB C30 编译器的大型数据模型。

与 dsPIC33F/PIC24H 器件具有最高 2 KB 的双端口 RAM 不同， dsPIC33E/PIC24E 器件具有 4 KB 的双端口 RAM。

寄存器

为了支持对特定用户应用程序定制数据空间仲裁，dsPIC33E/PIC24E 器件提供了一个新的名为 MSTRPTR 的寄存器。用户软件可使用该寄存器来为 CPU、DMA 控制器和 USB 模块动态分配相对存储器访问优先级。默认情况下，CPU 具有最高优先级，其次是 USB 模块和 DMA 控制器。

dsPIC33E/PIC24E 的许多 SFR 地址相对于 dsPIC33F/PIC24H 中相应的 SFR 地址已发生了改变。有关确切 SFR 地址，请参阅《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 中的第 4.0 节“存储器构成”。

注：

将dsPIC33F/PIC24H软件移植到dsPIC33E/PIC24E 时，请确保您的应用软件正在使用正确的特定于器件的链接描述文件和编译器 / 汇编器头文件。

闪存程序存储器

增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件在以下方面存在一定的差异: 程序存储器构成、访问程序存储器所需的时间以及使用程序空间可视性 (Program Space Visibility, PSV) 访问位于程序存储器中常量的机制。

在对辅助闪存执行运行时自编程 (Run-Time Self-Programming, RTSP) 操作时, 不会停止主闪存的代码执行; 且在对主闪存执行 RTSP 操作时, 不会停止辅助闪存的代码执行。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中, 用来访问存储在程序存储器中常量的 PSV 机制略有不同。现在, 该访问可使用新的 DSRPAG 寄存器而不是 PSVPAG 寄存器来生成读地址。dsPIC33E/PIC24E 器件上已去除了 PSV 位和 PSVPAG 寄存器。有关 dsPIC33E/PIC24E 器件的 PSV 访问机制的特定详细信息, 请参阅 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 中的 Section 3.0 “Data Memory” (DS70595) 和 Section 4. “Program Memory” (DS70613)。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中, PSV 机制可用于访问程序存储器字的所有 3 个字节; 这与 dsPIC33F/PIC24H 器件不同, 此系列器件中 PSV 只能访问程序存储器字的低 16 位。

现在 PSV 访问需要 5 个指令周期, 而 dsPIC33F/PIC24H 器件需要 2 个指令周期。导致此开销的一些例外情况, 如 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 中的 Section 2. “CPU” (DS70359) 和 Section 4. “Program Memory” (DS70613) 所述。

和 dsPIC33F/PIC24H 器件一样, dsPIC33E/PIC24E 器件也支持运行时自编程 (RTSP)。表 1 列出了这两个器件系列之间的 RTSP 差异。

存储器大小和构成

dsPIC33E/PIC24E 器件包含最大 512 KB 的主闪存程序存储器, 而 dsPIC33F/PIC24H 器件具有最大 256 KB 的主闪存程序存储器。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的中断向量表 (Interrupt Vector Table, IVT) 是 dsPIC33F/PIC24H 器件上 IVT 的两倍大。

dsPIC33E/PIC24E 器件中没有备用中断向量表 (Alternate Interrupt Vector Table, AIVT)。

dsPIC33E/PIC24E 器件包含一个新的 24 KB 辅助闪存区域, 起始地址为 0x7FC000, 可用于存储常量或执行用户代码。

寄存器

dsPIC33E/PIC24E 器件新增了一个 NVMSIDL 位 (NVMCON<12>), 该位可用于在器件处于休眠模式时中止主闪存和辅助闪存操作。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中, 已删除 ERASE 位 (dsPIC33F/PIC24H 中的 NVMCON<6>)。

电气特性

dsPIC33E/PIC24E 器件的闪存擦除和编程时间与 dsPIC33F/PIC24H 器件不同。有关程序存储器规范, 请参见 《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 中的表 32-12。

注: 将dsPIC33F/PIC24H软件移植到dsPIC33E/PIC24E 时, 请确保您的应用软件正在使用正确的特定于器件的链接描述文件和编译器 / 汇编器头文件。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 运行时自编程

表 1 给出了 dsPIC33F/PIC24H 与 dsPIC33E/PIC24E 器件之间在运行时自编程（RTSP）方面的变化。

表 1: dsPIC33F/PIC24H 和 dsPIC33E/PIC24E 器件之间的 RTSP 变化

| 参数                                 | dsPIC33F 和 PIC24H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | dsPIC33E 和 PIC24E                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 程序存储器的最小页擦除大小                      | 一页 —— 512 条指令或 1536 个字节                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 一页 —— 1024 条指令或 3072 个字节                                                                                                                                                                            |
| 程序存储器的最小行编程大小                      | 一行 —— 64 条指令或 192 个字节                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 一行 —— 128 条指令或 384 个字节                                                                                                                                                                              |
| 程序存储器的最小字编程大小                      | 一个字 —— 1 条指令或 3 个字节                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 奇偶地址字对 —— 2 条指令或 6 个字节                                                                                                                                                                              |
| NVMOP<3:0><br>(NVMCON<3:0>) 设置     | 如果 ERASE = 1:<br>1111 = 存储器批量擦除操作<br>1110 = 保留<br>1101 = 擦除通用段<br>1100 = 擦除安全段<br>1011 = 保留<br>0011 = 无操作<br>0010 = 存储器页擦除操作<br>0001 = 无操作<br>0000 = 擦除单个配置寄存器字节<br><br>如果 ERASE = 0:<br>1111 = 无操作<br>1110 = 保留<br>1101 = 无操作<br>1100 = 无操作<br>1011 = 保留<br>0011 = 存储器字编程操作<br>0010 = 无操作<br>0001 = 存储器行编程操作<br>0000 = 编程单个配置寄存器字节 | 1111 = 保留<br>1110 = 存储器批量擦除操作<br>(主闪存和辅助闪存)<br>1101 = 批量擦除主闪存程序存储器<br>1100 = 保留<br>1011 = 保留<br>1010 = 批量擦除辅助闪存程序存储器<br>0011 = 存储器页擦除操作<br>0010 = 存储器行编程操作<br>0001 = 存储器字编程操作<br>0000 = 编程单个配置寄存器字节 |
| RTSP 的程序存储器锁存单元地址                  | 与要编程的程序存储单元的地址相同。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 位于配置存储空间中地址 0xFA0000 处的专用 128 字锁存块。                                                                                                                                                                 |
| 指定要由 RTSP 操作写入的程序存储器行 / 字或配置寄存器的方法 | 最近一次表写指令的目标地址定义要写入的行或字。                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | NVMADRU/NVMADR 寄存器 (NVM 地址) 对必须由用户软件使用适当的行 / 字或配置寄存器地址初始化。                                                                                                                                          |

## 中断控制器

### 增强功能

已增加了以下新陷阱：位于地址 0x000008 的通用硬陷阱和位于地址 0x000010 的通用软陷阱。这两个陷阱均可由用户软件手动触发，该用户软件为调试或任务切换提供软件陷阱。

新的 NVM 写完成中断向量已插入到地址 0x000032 处（此为 dsPIC33F/PIC24H 器件中的保留向量）。

几个新的中断向量已添加到先前保留的单元以及 0x0000A2 之后的地址处，反映 dsPIC33E/PIC24E 器件上存在的新外设实例和功能。

### 存储器大小和构成

dsPIC33E/PIC24E 器件上的中断向量表（IVT）大小是 dsPIC33F/PIC24H 器件上 IVT 的两倍。

dsPIC33E/PIC24E 器件上没有备用中断向量表（Alternate Interrupt Vector Table，AIVT）。

由于插入了新陷阱，堆栈错误陷阱、数学错误陷阱和 DMA 错误陷阱向量的地址已分别更改为 0x00000A、0x00000C 和 0x00000E。

dsPIC33F/PIC24H 器件中的 MCPWM FLTA 和 FLTB 中断向量在 dsPIC33E/PIC24E 器件上已更改为保留向量。

### 寄存器

已对与 dsPIC33F 和 PIC24H 器件相关的中断请求标志寄存器（IFSx）、中断允许寄存器（IECx）和中断优先级控制寄存器（IPCx）做了一些修改。还移动了 IFSx、IECx 和 IPCx 寄存器中的中断标志状态位、中断允许控制位和中断优先级设置位的位置。更多关于这些位的位置细节的信息，请参阅《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》（DS70616B\_CN）中的第 7.0 节“中断控制器”。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，PWM 周期匹配中断向量已重命名为“PSEMInterrupt”，且中断允许位、中断标志位和中断优先级位发生了相应的更改。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，QE1 中断向量已重命名为“QE1Interrupt”，且中断允许位、中断标志位和中断优先级位的名称发生了相应的更改。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，已添加名为 VAR（CORCON<15>）的新位。该位决定中断处理是使用固定延时（13 个指令周期）还是使用变化的延时（9 到 13 个指令周期）。有关中断处理延时的更多详细信息，请参阅“dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual”的 Section 6.0 “Interrupts”（DS70600）中的 6.3 “Interrupt Processing Timing”。

ALTIVT 位（INTCON2<15>）由新的 GIE（全局中断允许）位替代，该位允许用户允许或禁止所有中断，而不必实时明确地提高 CPU 中断优先级。

添加了新的名为 SWTRAP（INTCON2<13>）的软件陷阱允许位。

dsPIC33E/PIC24E 器件新增了一个名为 INTCON3 的寄存器，该寄存器包含 USB 地址错误软陷阱（UAE）、DMA 地址错误软陷阱（DAE）和 DO 堆栈溢出软陷阱（DOOVR）状态位。

dsPIC33E/PIC24E 器件新增了一个名为 INTCON4 的寄存器，该寄存器包含软件生成的硬陷阱（SGHT）状态位。

**注：** 将 dsPIC33F/PIC24H 软件移植到 dsPIC33E/PIC24E 时，请确保您的应用软件正在使用正确的特定于器件的链接描述文件和编译器 / 汇编器头文件。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## DMA

### 增强功能

在dsPIC33E/PIC24E器件中，除了双端口RAM区之外，现在DMA控制器还可与任何数据RAM地址进行数据传输。请注意，对双端口RAM区的访问不受数据空间仲裁的限制；因此，将软件移植到dsPIC33E/PIC24E器件时，在dsPIC33F/PIC24H用户应用程序中观察到的现有DMA传输延时将维持不变。

dsPIC33E/PIC24E器件有15路DMA通道，而dsPIC33F/PIC24H器件上有8路DMA通道。

dsPIC33E/PIC24E器件中的一些新外设模块具有DMA传输功能。这些模块包括：

- Timer4 和 Timer5
- 输入捕捉通道3和4
- 输出比较通道3和4
- UART 模块3和4
- SPI 模块3和4
- PMP 模块（只存在于一些dsPIC33F/PIC24H器件上）

### 寄存器

IRQSEL<7:0>位（DMAxREQ<7:0>）包含这些新外设IRQ选择。请注意，在dsPIC33F/PIC24H器件中所有具有DMA支持的外设模块在dsPIC33E/PIC24E器件中仍具有相同数量的IRQ；因此，当从dsPIC33F/PIC24H器件移植现有软件时，用户软件不需要考虑新外设。

在dsPIC33E/PIC24器件中，为了支持增大的现在可用于DMA传输的RAM地址范围，DSADR、DMAxSTA和DMAxSTB寄存器扩展为寄存器对（现命名为DSADRH、DSADRL、DMAxSTAH、DMAxSTAL、DMAxSTBH和DMAxSTBL）。DMAxSTAH和DMAxSTBH的高8位未实现。

注：

要写入DMAxSTAH/DMAxSTBH和DMAxSTAL/DMAxSTBL寄存器的地址值可通过使用MPLAB C30编译器中的\_\_builtin\_dmapage(&symbol)和\_\_builtin\_dmaoffset(&symbol)宏获得。更多详细信息，请参阅MPLAB C30文档。

在dsPIC33E/PIC24E器件中，DMACS0状态寄存器已被分成两个新的名为DMAPWC和DMARQC的寄存器。DMAPWC寄存器包含所有DMA外设写冲突状态位（PWCOL<14:0>）。DMARQC寄存器包含所有DMA请求冲突状态位，在dsPIC33E/PIC24E器件中该位已重命名为RQCOL<14:0>。

在dsPIC33E/PIC24E器件中，DMACS1状态寄存器已被分成两个新的名为DMALCA和DMAPPS的寄存器。DMALCA寄存器包含上一活动DMA通道状态位（LSTCH<3:0>）。DMAPPS寄存器包含乒乓模式状态标志位（PPST<14:0>）。

## I/O 端口

### 增强功能

所有 dsPIC33E/PIC24E 器件均提供外设引脚选择功能，此功能用于使能外设集选择并将外设功能配置到大量的 I/O 引脚中，这一点与 64/80/100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件上的专用引脚配置不同。所有 18/28/40/44 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件已具有 PPS 功能。

PPS 配置功能通过固定数量的 I/O 引脚进行操作。用户必须将可重映射外设的输入和 / 或输出分别映射到任何可用的可重映射引脚上。此外，请注意某些引脚只能映射到外设输入功能，而许多其他引脚可映射到外设输入或输出功能。

有关可使用 PPS 功能来选择的外设完整列表的更多详细信息，请参阅器件引脚图和《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 中的第 11.0 节 “I/O 端口”。

dsPIC33E/PIC24E 器件上的 I/O 引脚还具有内部弱下拉电阻。dsPIC33E/PIC24E 器件具有与每个可用 I/O 端口引脚相关的电平变化通知功能，而不是最多 24 个电平变化通知引脚。

### 寄存器

dsPIC33E/PIC24E 器件中添加了 IOLOCK SFR 位 (OSCCON<6>) 和 IOL1WAY 配置位 (FOSC<5>) 以防止意外更改外设引脚选择寄存器。

CNEN1、CNEN2、CNPU1 和 CNPU2 寄存器由寄存器 CNENA 至 CNENK、CNPUA 至 CNPUK 以及 CNPDA 至 CNPDK 代替，以与实际端口命名法 PORTA 至 PORTK 一致。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中不存在用于 ANx 引脚的 AD1PCFGH、AD1PCFGL、AD2PCFGH 和 AD2PCFGL 寄存器。现在该功能由 ANSELx 寄存器执行，它们是相应 I/O 端口的一部分。

### 电气特性

由于存在新外设（如 USB 和比较器），一些在 64 引脚和 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件上能承受 5V 电压的 I/O 引脚，在相应的 64 引脚和 100 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件上将不能承受 5V 电压：

- 对于 64 引脚器件：dsPIC33E/PIC24E 器件的引脚 4、5、6、8、35、54、55、60、61、62、63 和 64 不能承受 5V 电压
- 对于 100 引脚器件：dsPIC33E/PIC24E 器件的引脚 10、11、12、14、55、83 和 84 不能承受 5V 电压

此外，V<sub>IH</sub>、V<sub>IL</sub>、V<sub>OH</sub> 和 V<sub>OL</sub> 规范和 I/O 引脚的其他电气特性可能发生了更改。请参阅《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 的第 32 节 “电气特性” 中的表 32-9 和表 32-10，以了解 I/O 引脚输入 / 输出规范。而且，当从 dsPIC33F/PIC24H 器件移植到 dsPIC33E/PIC24E 器件时，必须要小心，务必使所有支持电路与 dsPIC33E/PIC24E 器件的灌 / 拉电流能力兼容。

### 引脚配置

当从 64 引脚 dsPIC33F 电机控制器件移植到任何 64 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件时，以下 I/O 端口功能不再可用：

- RF2（由 USB 功能取代）
- RF6（由 USB 功能取代）

当从 64 引脚 dsPIC33F 通用器件移植到任何 64 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件时，以下 I/O 端口功能不再可用：

- RF2（由 USB 功能取代）
- RF6（由 USB 功能取代）
- RG15（更改为 RE5）
- RC1（更改为 RE6）
- RC2（更改为 RE7）

当从 100 引脚 dsPIC33F 电机控制器件移植到任何 100 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件时，以下 I/O 端口功能不再可用：

- RF6（由 USB 功能取代）
- RF7（由 USB 功能取代）

当从 100 引脚 dsPIC33F/PIC24H 通用器件移植到任何 100 引脚 dsPIC33E/PIC24E 器件时，以下 I/O 端口功能不再可用：

- RA12（更改为 RE8）
- RA13（更改为 RE9）
- RF6（由 USB 功能取代）
- RF7（由 USB 功能取代）

**注：** 在所有 dsPIC33E/PIC24E 封装器件上，I/O 端口引脚 RG2 和 RG3 只能用作输入。这两个引脚不具有 LATG2 和 LATG3 位、漏极开路功能和电平变化通知弱上拉 / 下拉功能。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 振荡器配置

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件添加了新的附属振荡器和附属 PLL 以为 USB 外设提供合适的时钟生成，USB 外设经常需要以与系统时钟不相关的频率运行。

dsPIC33E/PIC24E 器件添加了新的参考时钟发生器功能和输出引脚。

有关设置振荡器和 PLL 控制寄存器以获得理想振荡器功能的详细说明和示例，请参阅《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 中的第 9.0 节“振荡器配置”。

## 电气特性

主 PLL VCO 输入范围已从 0.8-8 MHz 更改为 3-5.5 MHz。

主 PLL VCO 输出范围已从 100-200 MHz 更改为 120-340 MHz。

允许的最大系统时钟频率（Fosc）已从 80 MHz 更改为 120 MHz，反映了 dsPIC33E/PIC24E 系列器件的 60 MIPS 能力。

## 寄存器

表 2 总结了特定于 dsPIC33E/PIC24E 的振荡器寄存器差异。

表 2: dsPIC33E 和 PIC24E 振荡器的 SFR 差异

| SFR      | 与 dsPIC33F/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                | 参考数据手册                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| OSCCON   | OSCCON 寄存器添加了一个新的名为 IOLOCK 的位，以防止外设引脚选择寄存器发生更改。                                                                                                                                                                      | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》(DS70616B_CN) 中的第 9.0 节“振荡器配置”。 |
| CLKDIV   | 对 CLKDIV 寄存器做了以下更改： <ul style="list-style-type: none"><li>PLLPOST&lt;1:0&gt; 选择发生了更改。</li><li>DOZE&lt;2:0&gt;、FRCDIV&lt;2:0&gt; 和 PLLPOST&lt;1:0&gt; 的默认（复位）值发生了更改。</li></ul> <b>注：</b> 明确初始化 CLKDIV SFR，而不是假定为默认状态。 |                                                                                       |
| PLLDIV   | PLLDIV<8:0> 位的默认（复位）值发生了更改。<br><b>注：</b> 明确初始化 PLLDIV SFR，而不是假定为默认状态。                                                                                                                                                |                                                                                       |
| ACLKCON2 | dsPIC33E/PIC24E 器件中添加的新寄存器以配置附属 PLL。                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |
| ACLKDIV2 | dsPIC33E/PIC24E 器件中添加的新寄存器以配置附属 PLL。                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |
| REFOCON  | dsPIC33E/PIC24E 器件添加的新寄存器以配置振荡器参考输出。                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 复位

### 寄存器

添加了新的 VREGSF 位 (RCON<13>)。当该位置 1 且器件处于休眠模式时，用户应用程序可使闪存掉电。

dsPIC33E/PIC24E 器件中存在 VREGS 位 (RCON<8>)；然而，一些 dsPIC33F/PIC24H 器件不具有该位。

dsPIC33E/PIC24E 器件中存在 CM 位 (RCON<9>)；然而，一些 dsPIC33F/PIC24H 器件不具有该位。

几个 SFR 复位值相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件发生了更改，主要是因为 SFR 位发生了更改。请参阅《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN) 以确定应用所使用的每个 SFR 的精确默认值。当从 dsPIC33F/PIC24H 器件移植应用软件时，强烈建议明确初始化每个相关的 SFR，而不是假定为默认状态。

### 电气特性

BOR 电压限制相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件发生了更改。

## 节能模式

### 寄存器

DOZE 位 (CLKDIV<14:12>) 的默认状态由 1:8 更改为 1:1。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，仅当 DOZEN 位 (CLKDIV<11>) 清零时，才能写入 DOZE 位。如果 DOZEN = 1，将忽略任何对 DOZE<2:0> 的写操作。此外，当 DOZE<2:0> = 000 时，DOZEN 位不能置 1。当 DOZE<2:0> = 000 时，将忽略用户软件将 DOZEN 位置 1 的任何尝试。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 PMD3 寄存器具有 CMPMD、RTCCMD、PMPMD 和 CRCMD 位；然而，一些 dsPIC33F/PIC24H 器件不具有这些位。

PMD3<4> 现为 U3MD 位。

已添加了新的寄存器 PMD4-PMD7，反映 dsPIC33E/PIC24E 器件上的增强外设集。

关于 SFR 的详细信息，请参阅《dsPIC33EPXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXGU810/814 数据手册》(DS70616B\_CN)。

## 定时器

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 Timer1 至 Timer9 的功能与 dsPIC33F/PIC24H 器件相同，但在使能 Timer 1 时在

外部同步计数器模式下忽略对 TMR1 寄存器的写操作。

**注：** 当配置为计数器时，必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将定时器引脚映射到相应的 I/O 引脚。

### 增强功能

Timer2、3、4 或 5 也可用作输入捕捉和输出比较通道的时基，而 dsPIC33F/PIC24H 器件只可使用 Timer2 或 3 作为时基。

此外，除了 Timer2 和 Timer3，dsPIC33E/PIC24E 器件还支持来自 Timer4 和 Timer5 的 DMA 传输。

### 输入捕捉

与 dsPIC33F/PIC24H 器件提供最多 8 路输入捕捉通道不同，dsPIC33E/PIC24E 器件包含最多 16 路输入捕捉通道。

**注：** 必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将输入捕捉引脚映射到相应的 I/O 引脚。

此外，除了输入捕捉通道 1 和 2，dsPIC33E/PIC24E 器件还支持来自输入捕捉通道 3 和 4 的 DMA 传输。

### 增强功能

现在，Timer1 至 Timer5 可用作任何输入捕捉通道的时基。

此外，系统时钟也可作为任何输入捕捉通道的时基。

输入捕捉定时器的奇偶编号对可用于形成一种 32 位配置，此配置被称为级联模式。

在触发器模式下，任何输入捕捉通道可保持其复位状态直到收到来自以下任何外设模块的触发信号：

- Timer1 至 Timer5
- ADC1 模块
- 比较器 1 至比较器 3
- 输入捕捉通道 1-9
- 输出比较通道 1-9

在同步模式下，任何输入捕捉通道可在收到来自以下任何外设模块的同步信号时复位：

- Timer1 至 Timer5
- ADC1 模块
- 比较器 1 至比较器 3
- 输入捕捉通道 1-9
- 输出比较通道 1-9

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 寄存器

表 3 总结了特定于 dsPIC33E/PIC24E 器件的输入捕捉寄存器差异。

表 3: dsPIC33E 和 PIC24E 输入捕捉的 SFR 差异

| SFR     | 与 dsPIC33F/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                                                                              | 参考数据手册                                                                               |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ICxCON1 | dsPIC33F/PIC24H 器件中的 ICxCON 寄存器在 dsPIC33E/PIC24E 器件中已重命名为 ICxCON1。以下位发生了更改： <ul style="list-style-type: none"><li>ICTMR 位（ICxCON1&lt;7&gt;）已重定位并重命名为 ICTSEL&lt;2:0&gt;（ICxCON1&lt;12:10&gt;）</li><li>ICTSEL&lt;2:0&gt; 位选择发生了更改以包含 Timer1 至 Timer5 和系统时钟（Tcy）作为可能的输入捕捉时基</li></ul> | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》（DS70616B_CN）中的第 14.0 节“输入捕捉”。 |
| ICxCON2 | dsPIC33E/PIC24E 器件中的新寄存器，包含 IC32、ICTRIG、TRIGSTAT 和 SYNCSEL<4:0> 位以使能和配置新的触发方式、同步和级联模式。<br>必须明确初始化该寄存器，即使没有使用这些新增功能。                                                                                                                                                                |                                                                                      |

## 输出比较

### 增强功能

与 dsPIC33F/PIC24H 器件提供最多 8 路输出比较通道不同，dsPIC33E/PIC24E 器件包含最多 16 路输出比较通道。

**注：** 必须使用外设引脚选择（PPS）功能将输出比较引脚映射到相应的 I/O 引脚。

此外，除了输出比较通道 1 和 2，dsPIC33E/PIC24E 器件还支持来自输出比较通道 3 和 4 的 DMA 传输。

dsPIC33E/PIC24E 器件上的每路输出比较通道都包含几个新功能。

现在，Timer1 至 Timer5 可用作任何输出比较通道的时基。

此外，系统时钟也可作为任何输出比较通道的时基。

dsPIC33E/PIC24E 器件支持级联模式，此时输出比较定时器的奇偶编号对可用于形成一种 32 位配置。

dsPIC33E/PIC24E 器件支持触发器模式，其中任何输出比较通道可保持其复位状态直到收到来自以下任何外设模块的触发信号：

- Timer1 至 Timer5
- ADC1 模块
- 比较器 1 至比较器 3
- 输入捕捉通道 1-9
- 输出比较通道 1-9

dsPIC33E/PIC24E 器件支持同步模式，其中任何输出比较通道可在收到来自以下任何外设模块的同步信号时复位：

- Timer1 至 Timer5
- ADC1 模块
- 比较器 1 至比较器 3
- 输入捕捉通道 1-9
- 输出比较通道 1-9

dsPIC33E/PIC24E 器件支持每个输出比较引脚的极性翻转或三态。

dsPIC33E/PIC24E 器件具有三个输出比较故障引脚 OCFA、OCFB 和 OCFC：

- 16 路输出比较通道都可使用这三个故障引脚中的一个或多个，而 dsPIC33F/PIC24H 器件具有两个专用故障引脚（OCFA 专用于输出比较通道 1-4，OCFB 专用于输出比较通道 5-8）。
- 逐周期和锁定故障模式
- 可配置发生故障时输出比较引脚的状态
- 可选择发生故障时故障引脚的三态

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 寄存器

表 4 总结了对 dsPIC33E/PIC24E 器件的输出比较寄存器所作的特定更改。

表 4: dsPIC33E 和 PIC24E 输出比较的 SFR 更改

| SFR     | 与 dsPIC33F/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 参考数据手册                                                                               |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| OCxCON1 | dsPIC33F/PIC24H 中的 OCxCON 寄存器在 dsPIC33E/PIC24E 器件中已重命名为 OCxCON1，且以下位发生了更改： <ul style="list-style-type: none"><li>dsPIC33F/PIC24H 器件的 OCTSEL 位（OCxCON&lt;3&gt;）已重定位且扩展为 OCTSEL&lt;2:0&gt;（OCxCON1&lt;12:10&gt;）</li><li>OCTSEL&lt;2:0&gt; 位选择发生了更改以包含 Timer1-Timer5 和系统时钟作为可能的输入捕捉时基</li><li>删除了 dsPIC33F/PIC24H 器件的 OCFLT 位（OCxCON&lt;4&gt;）</li><li>新增了 ENFLTC、ENFLTB 和 ENFLTA 控制位（OCxCON1&lt;9:7&gt;）以使能各个故障</li><li>新增了 OCFLTC、OCFLTB 和 OCFLTA 状态位（OCxCON1&lt;6:4&gt;）以指示各个故障状态</li><li>新增了触发器状态模式选择（TRIGMODE）位（OCxCON1&lt;3&gt;）</li><li>在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，OCM&lt;2:0&gt; = 110 和 111（OCxCON1&lt;2:0&gt;）的模式选择发生了更改</li></ul> | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》（DS70616B_CN）中的第 15.0 节“输出比较”。 |
| OCxCON2 | dsPIC33E/PIC24E 器件中的新寄存器，包含 FLTMD、FLTOUT、FLTTRIEN、OCINV、OC32、OCTRIG、TRIGSTAT、OCTRIS 和 SYNCSEL<4:0> 位以使能和配置新的触发、同步和级联模式，以及先前列出的其他新功能。<br>必须明确初始化该寄存器，即使没有使用这些新功能。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                      |
| OCxRS   | 在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，该寄存器用于指定 PWM 模式下的周期，而在 dsPIC33F/PIC24H 器件中，该寄存器用于指定 PWM 模式下的占空比。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                      |
| OCxR    | 在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，该寄存器用于指定 PWM 模式下的占空比，而在 dsPIC33F/PIC24H 器件中，在 PWM 模式下未使用该寄存器。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |

注：在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，OCxRS 和 OCxR 寄存器均是双缓冲寄存器。

高速 PWM

dsPIC33E 器件中的新高速 PWM 模块比 dsPIC33F 器件中的电机控制 PWM 模块先进很多，它具有新的增强型 SFR 集以及相关的控制和状态位。

除了 dsPIC33F 器件提供的 PWM 功能，dsPIC33E 高速 PWM 模块还提供了几个其他增强功能和新功能：

- 最多 7 个 PWM 发生器，每个 PWM 发生器有 2 个 PWM 输出
- 针对每个 PWM 输出的独立时基和占空比
- 2 • Fcy（120 MHz）的最大 PWM 时钟输入，而不是 40 MHz
- 占空比、死区时间、相移和频率分辨率在 60 MIPS 时为 8.33 ns
- 最多 14 个 PWM 输出的独立故障和电流限制输入
- 冗余输出模式
- 真正独立的输出模式
- 输出改写控制
- 特殊事件触发信号
- PWM 捕捉
- 每个 PWM 周期有多个从 PWM 到 ADC 的触发信号
- 独立的 PWM 频率、占空比和相移更改
- 脉冲前沿消隐（Leading Edge Blanking，LEB）

- 互补模式
- 推挽模式
- 边沿对齐模式
- 中心对齐 PWM 模式
- 多相模式
- 可变相位模式
- 固定关断时间模式
- 电流复位模式
- 限流模式

注

1:

必须使用外设引脚选择（PPS）功能将 PWM 同步、故障和死区时间补偿引脚映射到相应的 I/O 引脚。

2:

在中心对齐模式下，dsPIC33E 器件的正向脉冲占空比以 PWM 周期的中点为中心，而 dsPIC33F 器件的占空比以 PWM 周期的开始和结束处为中心（见图 1）。

3:

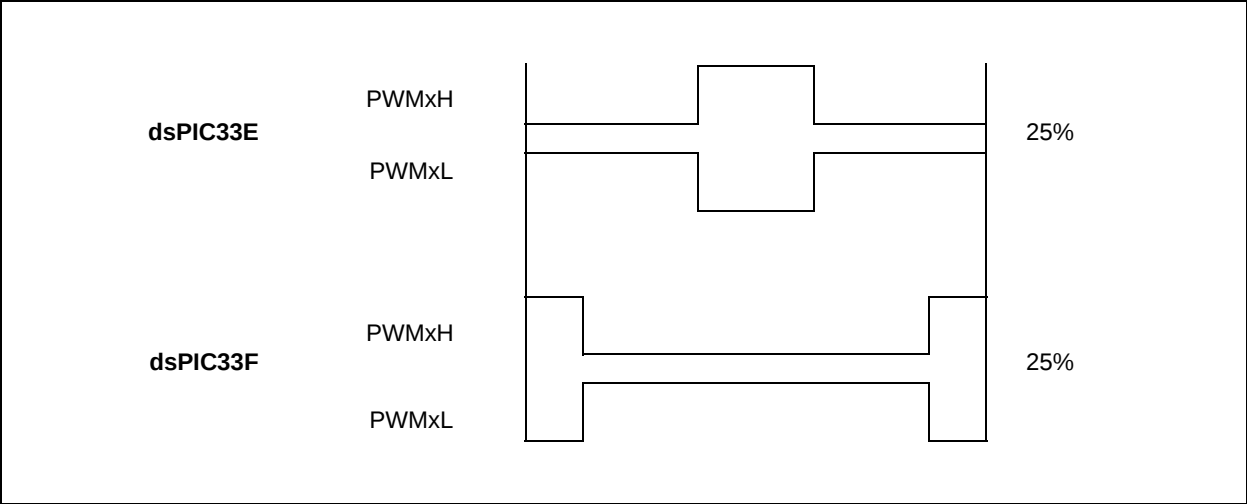
用于占空比更新的双重更新功能在 dsPIC33E 器件上不可用。

4:

dsPIC33E 器件中没有特殊事件计数器方向位（EVTDIR）或 PWM 方向位（PTDIR）。

关于该模块的详细描述，请参阅“dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual”中的 Section 14.“High-Speed PWM”。

图 1: dsPIC33F 和 dsPIC33E PWM 之间的中心对齐模式差异



# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## 正交编码器接口（QEI）

dsPIC33E 器件具有最多两个 32 位 QEI 模块。这些新模块比 dsPIC33F 的 16 位 QEI 模块先进很多，它具有新的增强型 SFR 集以及相关的控制和状态位。这些新功能为：

- 32 位位置计数器（对 dsPIC33F 器件上的 16 位位置计数器进行了扩展）
- 用于归位信号的新 HOME 输入引脚
- 新的 32 位初始化 / 捕捉寄存器和 QEI 捕捉功能
- 新的 32 位索引计数器
- 新的 32 位大于或等于比较寄存器
- 新的 32 位小于或等于比较寄存器
- 新的 32 位间隔定时器
- 新的 16 位速度计数器
- 模块使能 / 禁止控制
- 用于多级索引匹配的 4 种不同模式
- 几个不同事件可初始化位置计数器
- 8 个输入时钟预分频比选项，而不是 4 个
- 仅支持 4x 计数分辨率（无 2x 模式）
- 引脚的极性控制和可选交换
- 输入引脚上的可编程数字滤波器
- 不同中断事件具有单独的状态标志

**注：** 必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将 QEI 引脚映射到相应的 I/O 引脚。

关于该模块的详细描述，请参阅“*dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual*”中的 **Section 15. “Quadrature Encoder Interface (QEI)”** (DS70601)。

## 模数转换器（ADC）

dsPIC33E/PIC24E 器件具有最多两个 ADC 模块。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 ADC1 模块与 dsPIC33F/PIC24H 器件在整体功能上相似。但是，dsPIC33E/PIC24E 器件中的 ADC2 模块仅支持 10 位工作模式。

## 增强功能

与 dsPIC33F/PIC24H 器件相比，dsPIC33E/PIC24E 器件提供更多的转换触发源。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 ADC1 模块支持扫描最多 32 路模拟输入通道，而 dsPIC33F/PIC24H 器件支持扫描最多 16 路通道。

不同于 dsPIC33F/PIC24H 的 ADC 模块（其包括 SFR 空间的一个 16 字结果缓冲区或 DMA 支持（取决于器件），但不能同时包括），dsPIC33E/PIC24E 器件使用户可以选择使用 SFR 空间的一个 16 字缓冲区还是使用 DMA 来将转换结果存储在双端口或单端口 RAM 中。

**注：** 在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，删除了用作 ANx 引脚的模拟/数字配置的 AD1PCFGH、AD1PCFGL 和 AD2PCFGL 寄存器。现在该功能由 ANSELx 寄存器执行，它们是相应 I/O 端口的一部分。

寄存器

表 5 总结了特定于 dsPIC33E/PIC24E 器件的 ADC 寄存器差异。

表 5: dsPIC33E 和 PIC24E ADC 模块的 SFR 更改

| SFR     | 与 dsPIC33F/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 参考数据手册                                                                                                   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ADxCON1 | ADxCON1 SFR 发生了以下更改： <ul style="list-style-type: none"><li>dsPIC33E/PIC24E 器件中的 AD2CON1 SFR 不包含 AD12B 位 (ADxCON1&lt;10&gt;)</li><li>新的 SSRCG 位 (ADxCON1&lt;4&gt;) 在两个转换触发源备用集之间进行选择</li><li>当 SSRCG = 1 时，SSRC&lt;2:0&gt; 位 (ADxCON1&lt;7:5&gt;) 可用于选择任一个 PWM 发生器 1-7 作为转换触发源</li><li>当 SSRCG = 0 时，设置 SSRC&lt;2:0&gt; = 011 时选择 PWM 主特殊事件触发信号作为转换触发信号，而设置 SSRC&lt;2:0&gt; = 101 时选择 PWM 辅助特殊事件触发信号</li><li>当 SSRCG = 0 时，设置 SSRC&lt;2:0&gt; = 010 或 100 时为 ADC1 和 ADC2 模块选择 Timer3 或 Timer5</li></ul> | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》(DS70616B_CN) 中的第 23.0 节 “10 位 / 12 位模数转换器 (ADC)”。 |
| ADxCON2 | 在 ADC1 模块中，SMPI<3:0> 位 (AD1CON2<5:2>) 扩展为 SMPI<4:0> (AD1CON2<6:2>)，从而使用户可扫描最多 32 路模拟输入通道 (如果在器件上可用)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |
| ADxCON3 | 在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，ADCS<7:0> 位 (ADxCON3<7:0>) 允许选择最大 256 * Tcy 的 TAd 值。在 dsPIC33F/PIC24H 器件中，保留大于 64 * Tcy 的选择。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |
| ADxCON4 | 新的 ADDMAEN 位 (ADxCON4<8>) 使用户可以选择使用 DMA 或 SFR 空间中的一个 16 字深缓冲区来存储转换结果。根据是否使能 DMA，对 SMPI<4:0> 位的解释也有所不同。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                          |

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

## UART

### 增强功能

在 dsPIC33E/PIC24E 器件相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件的更改中仅与 UART 相关的是 UART 模块的数量从 2 增加到 4。此外，dsPIC33E/PIC24E 器件中的所有 4 个 UART 模块均具有 DMA 支持。

**注：** 必须使用外设引脚选择（PPS）功能将 UART 引脚映射到相应的 I/O 引脚。

## I<sup>2</sup>C™

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 I<sup>2</sup>C 模块相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件在功能或数量上未发生任何变化，只是增加了备用 I<sup>2</sup>C 引脚。

**注：** 必须正确配置 FPOR 配置寄存器中的 ALTI2C1 和 ALTI2C2 位，尤其是当将 dsPIC33F/PIC24H 应用程序移植到 dsPIC33E/PIC24E 时。

## SPI

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 SPI 模块数量从 2 增加到 4。此外，dsPIC33E/PIC24E 器件中的所有 4 个 SPI 模块均具有 DMA 支持。

另外，dsPIC33E/PIC24E 器件中的每个 SPI 模块均支持增强型缓冲区模式，该模式使用 8 字深硬件发送 / 接收 FIFO 缓冲区。

**注：** 必须使用外设引脚选择（PPS）功能将 SPI 引脚映射到相应的 I/O 引脚。

### 寄存器

表 6 总结了特定于 dsPIC33E/PIC24E 的 SPI 寄存器差异。

表 6: dsPIC33E 和 PIC24E SPI 模块的 SFR 差异

| SFR      | 与 dsPIC33F/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 参考数据手册                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPIxCON1 | 在 dsPIC33E/PIC24E 器件中，保留 PPRE<1:0> 和 SPRE<2:0> 的 11 和 111 设置。                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》（DS70616B_CN）中的第 18.0 节“串行外设接口（SPI）”。 |
| SPIxCON2 | 新的 SPIBEN 位（SPIxCON2<0>）用于使能 / 禁止增强型缓冲区模式。                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                             |
| SPIxSTAT | SPIxSTAT SFR 发生了以下更改： <ul style="list-style-type: none"><li>在增强型缓冲区模式下，SPITBF 或 SPIRBF 位（SPIxCON2&lt;1:0&gt;）仅在完整发送 / 接收 FIFO 缓冲区满时置 1。</li><li>新的 SPIBEC&lt;2:0&gt;（SPIxSTAT&lt;10:8&gt;）、SRMPT（SPIxSTAT&lt;7&gt;）和 SRXMPT（SPIxSTAT&lt;5&gt;）状态位只用于增强型缓冲区模式</li><li>新的 SISEL&lt;2:0&gt; 控制位（SPIxSTAT&lt;4:2&gt;）用来指定增强型缓冲区模式下的缓冲区中断模式</li></ul> |                                                                                             |

## 数据转换器接口 (DCI)

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 DCI 模块相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件在功能和数量上未发生任何变化。

**注：** 必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将 DCI 引脚映射到相应的 I/O 引脚。

## 增强型 CAN (ECAN)

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 ECAN 模块相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件在功能和数量上未发生任何变化。

**注：** 必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将 ECAN 引脚映射到相应的 I/O 引脚。

## USB

dsPIC33E/PIC24E 器件上的 USB On-The-Go 模块是一种新的通信外设模块，在 dsPIC33F/PIC24H 器件上不存在。有关该模块的详细描述，请参阅 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 中的 **Section 25. “USB On-The-Go (OTG)”** (DS70571)。

## 比较器

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件上的比较器模块包含几个相对于 28 引脚、40 引脚和 44 引脚的 dsPIC33F/PIC24H 器件上的比较器模块的增强功能。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的比较器数量从 2 增加到 3。现在比较器输入引脚命名为 CxINA、CxINB、CxINC 和 CxIND (x = 1、2 或 3)。

dsPIC33E/PIC24E 器件提供了一个新的使用名为 CxMSKSR 和 CxMSKCON 的两个新的寄存器进行配置的消息功能特性。关于消息功能和这些寄存器的详细描述，请参阅 “dsPIC33E/PIC24E Family Reference Manual” 中的 **Section 26. “Comparator”** (DS70357)。

dsPIC33E/PIC24E 器件提供了新的滤波器功能以防止毛刺和意外的比较器电平跳变。使用名为 CMxFLTR 的新寄存器配置比较器滤波器时钟选择和周期。

dsPIC33E/PIC24E 器件能够通过设置 CLPWR 位 (CMxCON<12>) 来控制每个比较器的低功耗模式操作。

dsPIC33E/PIC24E 器件提供了多种触发 / 事件 / 极性配置，使用 EVPOL<1:0> 位 (CMxCON<7:6>) 进行选择。

dsPIC33E/PIC24E 器件为同相输入提供了新的带隙参考源选项 (0.2V、0.6V 或 1.2V)。这通过使用新的 BGSEL<1:0> 位 (CVRCON<9:8>) 进行选择。

新的 VREFSEL 位 (CVRCON<10>) 提供了额外的参考电压选择，即一个 4 位内部电阻网络输出 (VREFSEL = 0)。

**注：** 必须使用外设引脚选择 (PPS) 功能将比较器输出引脚映射到相应的 I/O 引脚。

## 寄存器

CMSIDL 控制位以及 CxEVT 和 CxOUT 状态位重新定位到一个新的名为 CMSTAT 的寄存器。

现在每个比较器都有自己的控制寄存器 CMxCON，包含以下位：

- 比较器使能位 (重命名为 CON)
- 比较器输出使能位 (重命名为 COE)
- 比较器极性位 (重命名为 CPOL)
- 比较器事件状态位 (重命名为 CEVT)
- 比较器输出位 (重命名为 COUT)
- 比较器通道选择位 (重命名为 CCH<1:0>)
- 比较器参考电压选择位 (重命名为 CREF)

## 32 位循环冗余校验 (CRC)

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件上的 32 位 CRC 模块包含一些相对于 28 引脚、40 引脚和 44 引脚的 dsPIC33F/PIC24H 器件上的 16 位 CRC 模块的增强功能。

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

---

## 寄存器

在 dsPIC33E/PIC24E 器件中, CRCDAT、CRCXOR 和 CRCWDAT 寄存器为 32 位寄存器对 (CRCDATH/CRCDATL、CRCXORH/CRCXORL 和 CRCWDATH/CRCWDATL)。

dsPIC33F/PIC24H 器件中的 CRCCON 寄存器在 dsPIC33E/PIC24E 器件中由两个寄存器 (CRCCON1 和 CRCCON2) 替代。

新的 LENDIAN 位 (CRCCON1<3>) 允许选择将数据移入 CRC 引擎, 首先移入低字节。

新的 CRCEN 位 (CRCCON1<15>) 使能 CRC 模块。

新的 CRCISEL 位 (CRCCON1<5>) 定义在 FIFO 为空或 CRC 结果可用时是否产生中断。

dsPIC33F/PIC24H 器件中的 PLEN<3:0> 位在 dsPIC33E/PIC24E 器件中扩展为 PLEN<4:0> 并移入 CRCCON2<4:0>。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的新 DWIDTH<4:0> 位 (CRCCON2<11:8>) 使用户可配置数据字的宽度。

## 并行主端口 (PMP)

### 增强功能

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 PMP 模块包含一些相对于 28 引脚、40 引脚和 44 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件中的 PMP 模块的增强功能。

dsPIC33E/PIC24E 器件中的地址线的数量从 12 (PMA<14>:PMA<10:0>) 增加到 16 (PMA<15:0>)。

片选线的数量从 1 (仅 PMCS1) 增加到 2 (PMCS1 和 PMCS2)。

## 寄存器

增强了 CSF<1:0> (PMCON<7:6>) 位域选择以将 PMCS1 和 PMCS2 都作为可能的片选线。

名为 CS2P (PMCON<4>) 的新位控制片选 2 信号的极性。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件上实现了 PMADDR 寄存器的所有 16 位, PMADDR<15> 和 PMADDR<14> 分别为 CS2 和 CS1 片选位。

在 dsPIC33E/PIC24E 器件上实现了 PMAEN 寄存器的所有 16 位, PMAEN<13:11> 为 PTEN<13:11>, PMAEN<15> 为 PMCS2 选通使能位。

## 实时时钟和日历 (RTCC)

dsPIC33E/PIC24E 器件中的 RTCC 模块相对于包含该模块的 28 引脚、40 引脚 dsPIC33F/PIC24H 器件在功能和数量上未发生任何变化。

## CodeGuard™ 安全性

dsPIC33E/PIC24E 器件包含主闪存和辅助闪存的基本代码安全性。

## 增强功能

新增了辅助闪存代码保护功能, 包括位于新的 FAS 配置寄存器中的 AWRP、APL 和 APLK<1:0> 位。

## 寄存器

无引导段或安全段 (即, 在 dsPIC33E/PIC24E 器件上无 FBS 或 FSS 配置寄存器)。

无 RAM 安全性 (即, 在 dsPIC33E/PIC24E 器件上无 BSRAM 或 SSRAM SFR)。

FGS 配置寄存器中的 GSS<1> 位未实现。

新的 GSSK<1:0> 位 (FGS<5:4>) 为 FGS 配置寄存器添加了额外的保护层。

## 编程和诊断

用于编程器件的 JTAG 边界扫描功能或基本通信接口未发生任何变化。

但在线串行编程 (In-Circuit Serial Programming™, ICSP™)、增强型 ICSP 技术和编程算法的细节, 以及 JTAG ID 详细信息发生了一些变化。更多详细信息, 请参阅《dsPIC33E/PIC24E 闪存编程规范》(DS70619A\_CN)。

dsPIC33E/PIC24E 器件提供增强型调试功能。更多详细信息, 请参阅 MPLAB 帮助文件。

器件配置寄存器

可以通过对配置位编程（读为 0）或不编程（读为 1）来选择不同的器件配置。从程序存储单元 0xF80004 开始映射这些位。

相对于 dsPIC33F/PIC24H 器件，发生更改的配置寄存器为：

- 通用段代码安全寄存器（FGS）
- 振荡器控制寄存器（FOSC）
- 上电复位配置寄存器（FPOR）
- 在线调试器配置寄存器（FICD）
- 辅助闪存安全寄存器（FAS）
- 用户部件 ID 寄存器（FUID0）

表 7 列出了器件配置寄存器中的更改，但 FGS 和 FAS 配置寄存器的更改（已在“CodeGuard™ 安全性”部分中列出）除外。有关新寄存器的细节和现有寄存器的更改的更多信息，请参阅《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》（DS70616B\_CN）中的第 29 节“特殊功能”。

表 7：dsPIC33E/PIC24E 的器件配置寄存器更改

| 地址       | 寄存器   | 与 dsPIC33E/PIC24H 的差异                                                                                                                                                                                                                                                        | 参考数据手册                                                                             |
|----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 0xF80008 | FOSC  | 已添加了外设引脚选择配置位 IOL1WAY（FOSC<5>）。IOL1WAY 位允许重新配置一个或多个外设引脚选择。                                                                                                                                                                                                                   | 《dsPIC33EPXXXMU806/810/814 和 PIC24EPXXXGU810/814 数据手册》（DS70616B_CN）中的第 29 节“特殊功能”。 |
| 0xF8000C | FPOR  | <ul style="list-style-type: none"><li>• 已在上电复位（FPOR）寄存器中添加了欠压复位使能位（BOREN），此位用于使能和禁止欠压复位（Brown-out Reset, BOR）功能。</li><li>• 已在 FPOR 寄存器中添加了备用 I2C1 和 I2C2 引脚选择位（ALTI2C1 和 ALTI2C2）</li><li>• 在 dsPIC33E 电机控制系列器件中已删除了 PWMPIN、HPOL 和 LPOL 位（仅在 dsPIC33F 电机控制系列器件中存在）</li></ul> |                                                                                    |
| 0xF8000E | FICD  | 已在 FICD 寄存器中添加了新的 RSTPRI 位。当该位为 0 时，将导致器件在复位时执行辅助闪存中的代码。                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| 0xF80012 | FUID0 | 与 dsPIC33F/PIC24H 器件具有 4 个位于 0xF80010、0xF80012、0xF80014 和 0xF80016 的用户部件 ID 配置寄存器不同，dsPIC33E/PIC24E 器件具有一个位于地址 0xF80012 的用户部件 ID 配置寄存器。                                                                                                                                      |                                                                                    |

# dsPIC33F/PIC24H 到 dsPIC33E/PIC24E 的移植指南

---

## dsPIC33E/PIC24E 的软件性能优化指南

为了优化 dsPIC33E/PIC24E 器件上运行的应用程序的执行时间，软件开发人员可考虑以下策略：

- 避免在时间敏感的软件程序或循环中交叉使用扩展数据空间（EDS）和程序空间可视性（PSV）访问。
- 如果可能的话，应将经常访问的常量或查找表存储在数据 RAM 中，而不是闪存程序存储器或辅助闪存中。

**注：** 该策略总能提高应用的 RAM 使用率。

- 尽可能减少应用程序中的跳转。

**注：** 在某些情况下，该策略可提高应用的闪存程序存储器使用率。

- 尽可能减少函数调用，通过将频繁调用的子程序转换为内联宏或将简单子程序替换为编译器内建函数（如果适用的话）。

**注：** 该策略通常会提高应用的闪存程序存储器使用率。

应分析应用的整体实时执行要求、RAM 使用率和程序存储器使用率以确定合适的优化策略组合。

## 版本历史

### 版本 A（2010 年 7 月）

这是本文档的初始版本。

---

---

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。

---

提供本文档的中文版本仅为为了便于理解。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。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中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、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC<sup>32</sup> 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICTail、REAL ICE、rFLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2010, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-60932-529-9

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

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 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。

## 全球销售及服务中心

### 美洲

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

技术支持:  
<http://support.microchip.com>  
网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

#### 亚特兰大 Atlanta

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

#### 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

#### 克里夫兰 Cleveland

Independence, OH  
Tel: 1-216-447-0464  
Fax: 1-216-447-0643

#### 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

#### 圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA  
Tel: 1-408-961-6444  
Fax: 1-408-961-6445

#### 加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel: 1-905-673-0699  
Fax: 1-905-673-6509

### 亚太地区

#### 亚太总部 Asia Pacific Office

Suites 3707-14, 37th Floor  
Tower 6, The Gateway  
Harbour City, Kowloon  
Hong Kong  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

#### 中国 - 北京

Tel: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

#### 中国 - 成都

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

#### 中国 - 重庆

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

#### 中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

#### 中国 - 南京

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

#### 中国 - 青岛

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

#### 中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533  
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 - 武汉

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

#### 中国 - 西安

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

#### 中国 - 厦门

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

#### 中国 - 珠海

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

#### 台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-213-7830  
Fax: 886-7-330-9305

#### 台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

### 亚太地区

#### 台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-300  
Fax: 886-3-6578-370

#### 澳大利亚 Australia - Sydney

Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

#### 印度 India - Bangalore

Tel: 91-80-3090-4444  
Fax: 91-80-3090-4123

#### 印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631  
Fax: 91-11-4160-8632

#### 印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

#### 日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471- 6166  
Fax: 81-45-471-6122

#### 韩国 Korea - Daegu

Tel: 82-53-744-4301  
Fax: 82-53-744-4302

#### 韩国 Korea - Seoul

Tel: 82-2-554-7200  
Fax: 82-2-558-5932 或  
82-2-558-5934

#### 马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur

Tel: 60-3-6201-9857  
Fax: 60-3-6201-9859

#### 马来西亚 Malaysia - Penang

Tel: 60-4-227-8870  
Fax: 60-4-227-4068

#### 菲律宾 Philippines - Manila

Tel: 63-2-634-9065  
Fax: 63-2-634-9069

#### 新加坡 Singapore

Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

#### 泰国 Thailand - Bangkok

Tel: 66-2-694-1351  
Fax: 66-2-694-1350

### 欧洲

#### 奥地利 Austria - Wels

Tel: 43-7242-2244-39  
Fax: 43-7242-2244-393

#### 丹麦 Denmark - Copenhagen

Tel: 45-4450-2828  
Fax: 45-4485-2829

#### 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