

## dsPIC33EPXXXGS70X/80X 到 dsPIC33CK256MP508 的移植与性能增强指南

### 简介

**注：**本移植文档详细介绍了如何迁移到 dsPIC33CK256MP508 器件。请注意，一些功能可能不可用。更多详细信息，请参见器件特定的数据手册。器件数据手册和勘误表可从 Microchip 网站下载：<http://www.microchip.com>。

与 dsPIC33EPXXXGS70X/80X 器件系列相比，dsPIC33CK256MP508 器件系列包括许多新功能和变化。在进行了本文档中列出的适当更改后，可将为 dsPIC33EPXXXGS70X/80X 系列器件开发的代码移植到 dsPIC33CK256MP508 系列器件。dsPIC33CK256MP508 系列器件具有许多改进和新功能，例如：

- CPU 速度更高（100 MIPS），具有额外的指令可改进控制环执行
- 增大了闪存程序存储器容量，最大 256 KB
- 增大了 RAM 容量，最大 24 KB
- 新的高分辨率 PWM（250 ps），具有额外功能
- ADC 速度更高（3.5 Msps），具有更多通道（最多 24 个）
- 新的高速模拟比较器，具有斜率补偿 DAC
- 新的控制器局域网（CAN FD）模块
- 增加了偏流发生器（Current Bias Generators, CBG），具有高级控制
- 增加了三个运算放大器取代 PGA
- 新的 UART，具有高级协议支持
- 更多 UART 和 I<sup>2</sup>C 实例
- 新的捕捉 / 比较 /PWM/ 定时器（MCCP/SCCP）异步模块，它们能够以高于 CPU 时钟的时钟速度工作
- 利用灵活的附属 PLL 改进了振荡器系统
- 额外的功能安全性特性：
  - 新的双 WDT
  - RAM 内置自检（MBIST）
  - 备用 FRC 振荡器
  - 无电容稳压器
  - 具有新的故障注入和状态寄存器的 ECC

### 移植概述

本移植与性能增强指南讨论了一些与 dsPIC33CK256MP508 系列器件相关的增强、变化和应用移植注意事项。关键移植注意事项如下：

- 所有封装的引脚排列已更改
- SFR 地址已更改
- 外设引脚选择（Peripheral Pin Select, PPS）映射已更改
- 中断向量表（Interrupt Vector Tables, IVT）已更改
- I/O 端口电平变化通知控制寄存器已更改
- 新外设：
  - 高分辨率 PWM
  - CAN FD
  - 多协议 UART
  - DAC/ 比较器
  - 双 WDT
  - 程序监控定时器
  - 并行主端口（Parallel Master Port, PMP）
  - 单边沿半字节传输（Single-Edge Nibble Transmission, SENT）
- 外设的时钟选项和分配已更改
- CLC 输入信号已更改
- 器件配置寄存器已更改

本文档的每一节介绍 dsPIC33CK256MP508 器件系列的一个外设或主要功能。

有关新模块和已修改模块的更多信息，请参见“dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet”（DS70005349）。

### 本文档包括以下主题：

CPU.....	2
具有精细边沿定位的高分辨率 PWM.....	2
具有斜率补偿 DAC 的高速模拟比较器.....	2
控制器局域网灵活数据速率（CAN FD）模块.....	3
运算放大器.....	3
多协议通用异步收发器（UART）.....	3
捕捉 / 比较 /PWM/ 定时器模块（MCCP 和 SCCP）.....	3
振荡器配置.....	5
DMA 控制器.....	5
无电容稳压器.....	5
I/O 端口 .....	5

## CPU

dsPIC33CK256MP508 系列器件的 CPU 与 dsPIC33EPXXXGS70X/80X CPU 基本相同，但是新增了几条指令，并且可以更高的速度工作。CPU 和闪存支持更高的指令速率，最高可达 100 MIPS。

dsPIC33EPXXXGS70X/80X 器件中的所有指令都在 dsPIC33CK256MP508 系列上执行。增加了额外的指令，以便减轻紧密控制环中的软件计算负荷。新指令有：

- BFINT
- BFINS
- DIVF2
- DIV2.S 和 DIV2.U
- DO 指令扩展
- FLIM 和 FLIM.V
- MAX 和 MAX.V
- MIN 和 MIN.V
- NORM
- LAC.D
- SAC.D

DSP 累加器寄存器 ACCA 和 ACCB 已添加到用于 DSP 操作现场保存 / 恢复的影子寄存器集。

更多信息，请参见 “*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*” (DS70005349) 中的第 3.0 节 “CPU”。有关更多指令集信息，请参见《16 位 MCU 和 DSC 程序员参考手册》(DS70157F\_CN)。

## 高速 12 位模数转换器 (ADC)

dsPIC33CK256MP508 系列与 dsPIC33EPXXXGS70X/80X 系列的 ADC 类似，但略有不同。主要区别在于：

- ADC 内核数从 dsPIC33EPXXXGS70X/80X 器件上的五个减少为 dsPIC33CK256MP508 器件上的三个
- dsPIC33CK256MP508 器件具有额外的输入通道，最多可达 24 个
- dsPIC33CK256MP508 系列 ADC 的工作速度略快，最高可达 3.5 Msps
- 在 dsPIC33CK256MP508 器件上不再需要进行校准
- 数字比较器数量从两个增加到 dsPIC33CK256MP508 器件上的四个
- 过采样滤波器数量从两个增加到 dsPIC33CK256MP508 器件上的四个

寄存器接口与增减项保持一致，以反映上面列出的项目。

## 具有精细边沿定位的高分辨率 PWM

dsPIC33CK256MP508 系列的新 PWM 模块提高了分辨率，最高可达 250 ps，并且增加了其他特性和功能。寄存器接口在基本功能方面类似，但增加了新功能以支持新特性。同步和触发方法已更改，并且已扩展为支持更多应用。每个 PWM 发生器实例的故障输入已替换为四个高度可配置的 PWM 控制输入 (PWM Control Input, PCI) 接口，以便允许进行复杂信号调理。一些新特性包括高级数据缓冲、组合触发器、组合逻辑输出和 PWM 事件输出。这些特性可用于在执行复杂控制算法时减轻 CPU 的负荷。

更多详细信息，请参见 “*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*” (DS70005349) 中的第 12.0 节 “High-Resolution PWM with Fine Edge Placement”。

## 具有斜率补偿 DAC 的高速模拟比较器

dsPIC33CK256MP508 系列使用新的比较器 /DAC 模块，具有高速斜率补偿 DAC。该 DAC 支持可在许多控制环中使用的高速斜坡曲线。dsPIC33CK256MP508 器件有三个比较器 /DAC 实例，并且这些 DAC 基于脉冲密度调制 (Pulse Density Modulation, PDM) 技术，允许 DAC 输出电压快速变化。由于此种设计，dsPIC33CK256MP508 器件没有外部 EXTREF1/2 参考。PDM DAC 支持静态 DC、斜率、滞后和三角斜坡模式。比较器 /DAC 与 ADC 和 PWM 紧密耦合。

更多详细信息，请参见 “*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*” (DS70005349) 中的第 14.0 节 “High-Speed Analog Comparator with Slope Compensation DAC”。

## 控制器局域网灵活数据速率（CAN FD）模块

dsPIC33CK256MP508 系列具有支持 CAN FD 的新 CAN 模块的两个实例。CAN FD 协议支持较大的数据字段和更快的速度，从而提供更高的带宽。

新 CAN FD 模块还支持旧 CAN 版本，包括 dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件支持的 2.0 版本。新 CAN FD 模块的寄存器接口已发生显著改变，不再像在 dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件上一样使用 DMA 进行数据传输。dsPIC33CK256MP508 系列的 CAN FD 模块无需使用 DMA，允许 CAN 直接访问 RAM。CAN FD 模块有七个可配置的 FIFO 可用于进行发送或接收，并且将数据存储到 RAM 本身。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 11.0 节“Controller Area Network (CAN FD) Module”。

## 运算放大器

与 dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件相比，dsPIC33CK256MP508 器件不具有 PGA，而是替换为运算放大器。运算放大器可用于调理 ADC 输入信号，这一点类似于 PGA，同时为执行其他任务提供灵活性。

dsPIC33CK256MP508 系列最多可提供三个运算放大器实例，具体取决于封装引脚数。

运算放大器由两个 SFR 寄存器控制：AMPCON1L 和 AMPCON1H，并在 AMPON 位置 1 之前保持低功耗状态。然后，通过将相应的 AMPENx 位 ( $x = 1, 2, 3$ ) 置 1，可单独使能每个运算放大器。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 27.0 节“Operational Amplifier”。

## 多协议通用异步收发器（UART）

dsPIC33CK256MP508 系列器件配备具有协议支持的新 UART 模块。支持的部分协议有 LIN、DMX 和智能卡。寄存器接口存在诸多差异，以便支持新功能，包括为协议模式提供的三个多用途数据 SFR (UxP1、UxP2 和 UxP3)。UART 提供了一个新的小数波特率发生器模式，该模式可提高常见 UART 速度的目标精度。

在 LIN 模式中，UART 支持一个新的可选内置校验和产生和验证。两个 SFR (即 UxTXCHK 和 UxRXCHK) 可用于访问校验和值。

除了发送、接收和错误中断，UART 还有一个额外的“事件”中断 (UxEVT)。将在自动波特率、检测到暂停 (break) 字符、从休眠模式唤醒和智能卡事件发生时触发“事件”中断。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 16.0 节“Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)”。

## 捕捉 / 比较 /PWM/ 定时器模块（MCCP 和 SCCP）

本节简单汇总了 dsPIC33CK256MP508 系列器件中的新 MCCP/SCCP 模块。除了 dsPIC33CK256MP508 系列器件上的 TMR、OC 和 IC 模块，dsPIC33CK256MP508 系列器件还包括几个通用捕捉 / 比较 /PWM/ 定时器模块，它们提供了以前 dsPIC33 器件的三个不同外设的功能。这些模块可以下列三种主要模式之一工作：

- 通用定时器 (TMR)
- 输出比较 /PWM (OC)
- 输入捕捉 (Input Capture, IC)

模块以两种不同的形式提供，通过模块可产生的 PWM 输出数量来区分。单输出模块 (SCCP) 仅提供一路 PWM 输出。多输出模块 (MCCP) 可以提供最多六路输出和一系列扩展的电源控制功能，具体取决于特定器件的引脚数。这些模块的所有其他功能都是相同的。

dsPIC33CK256MP508 器件有一个 MCCP 模块和八个 SCCP 模块。表 1 显示了 dsPIC33CK256MP508 系列器件上可用的定时器、输入捕捉和输出比较外设的最大数量。

表 1：dsPIC33EPXXGS70X/80X 和 dsPIC33CK256MP508 系列的最大外设数

外设	dsPIC33EPXXGS70X/80X	dsPIC33CK256MP508
输入捕捉	4	9 (MCCP/SCCP)
输出比较	4	9 (MCCP/SCCP)
16 位定时器	5	1 (TMR) + 9 (MCCP/SCCP)

## 通用定时器（TMR）

MCCP/SCCP 可用作一个 32 位通用定时器或两个 16 位定时器。两个 16 位定时器都可以产生中断，并且一个定时器还可以提供一个用于其他外设的触发信号。

将 T32 位置 1 会将 MCCP/SCCP 模块配置为单个 32 位定时器。[表 2](#) 显示了在定时器模式下，以前的 TMR 模块和新的 MCCP/SCCP 模块之间的特性比较。

**表 2： 定时器模式下的专用 TMR 模块和 MCCP/SCCP 比较**

特性	TMR 模块	MCCP/SCCP 模块
每个模块的 16 位定时器数量	1	2
每个模块的 32 位定时器数量	需要两个模块	1
至其他模块的触发信号	与定时器计满返回匹配	可以配置为不同于定时器计满返回的时间
时钟同步	仅同步（Timer1 除外）	异步或同步
时钟源和最大时钟频率	仅将 CPU 时钟作为时钟源；频率受 CPU 时钟限制	如果模块将 REFO 作为时钟源，那么它可以是任何时钟源，并且频率不受 CPU 时钟限制

## 输出比较 /PWM（OC）

MCCP/SCCP 提供了新功能，例如 32 位操作和各种输出模式。[表 3](#) 显示了在 PWM 模式下，以前的 OC 模块和新 MCCP/SCCP 模块之间的功能比较。

**表 3： PWM 模式下的专用 OC 模块和 MCCP/SCCP 模块比较**

特性	OC 模块	MCCP/SCCP 模块
PWM 输出数	一个	一个 SCCP，最多六个 MCCP
电机控制和开关应用	不支持	支持（有刷直流电机、BLDC 电机、半桥和全桥开关）
输出模式	单输出模式	单输出模式、有刷直流电机输出模式（正向和反向）、半桥输出模式、推挽输出模式和输出扫描模式
死区控制	不支持	支持
用于 32 位操作的模块数	需要两个模块	一个
时钟源和最大时钟频率	仅将 CPU 时钟作为时钟源；频率受 CPU 时钟限制	如果模块将 REFO 作为时钟源，那么它可以是任何时钟源，并且频率不受 CPU 时钟限制

## 输入捕捉（IC）

MCCP/SCCP 模块还可以用作 16 位或 32 位模式下的输入捕捉模块。它不同于以前的专用外设，后者需要两个 IC 模块进行 32 位操作。在输入捕捉模式下，MCCP/SCCP 模块可以异步工作，并且在和 REFO 模块一起使用时，还可以依靠任何时钟源工作。

更多信息，请参见“dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet”(DS70005349) 中的第 22.0 节“Capture/Compare/PWM/Timer Modules (SCCP/MCCP)”。

## 振荡器配置

dsPIC33EPXXGS70X/80X 和 dsPIC33CK256MP508 系列的振荡器系统类似，但略有不同：

- 新的高速 PLL
- 可配置附属 PLL
- 专用 CAN 时钟输出

## PLL

dsPIC33CK256MP508 配备了新的高速 PLL，它提供了一些额外的功能和可用输出选项。

dsPIC33CK256MP508 器件中的 PLL 最高可以 1.6 GHz 工作，并且具有可获得额外分频分辨率的双后分频比。PLL 子系统还有一些固定分频比，直接馈入某些高速外设，例如 ADC、PWM 和比较器 /DAC。寄存器接口非常相似，但有一个额外的寄存器（PLLDIV），用于控制一对后分频比。

## 附属 PLL 模块

dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件实现了一个固定的 16x 附属 PLL 时钟发生器。它已经替换为

dsPIC33CK256MP508 系列的主 PLL 的第 2 个实例，该实例具有可配置反馈分频比、预分频比和后分频比，从而实现最大的灵活性。附属 PLL 具有自己的 SFR：ACLKCON1、APLLFBD1 和 APLLDIV1，可对这些 SFR 进行配置。

## CAN 时钟控制

dsPIC33CK256MP508 系列实现一个新的 CAN 特定时钟控制寄存器 CANCLKCON。它允许为 CAN FD 模块提供一个独立时钟，并且具有多个时钟输入源和一个可配置后分频比，从而实现最大的灵活性。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 9.0 节“**Oscillator with High-Frequency PLL Configuration**”。

## DMA 控制器

dsPIC33CK256MP508 系列实现了一个与 dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件不同的 DMA 控制器。DMA 架构类似，但是寄存器接口完全不同。两个器件系列都在外设和 RAM 之间实现四个单向通道，并且基于中断进行触发。dsPIC33EPXXGS70X/80X 器件的 DMA 仅限于支持 DMA 的一组外设。但是，dsPIC33CK256MP508 系列的 DMA 基于地址，可以支持任何外设地址，并且包括数据总线冲突检测，以防 CPU 停顿。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 10.0 节“**Direct Memory Access (DMA) Controller**”。

## 无电容稳压器

dsPIC33CK256MP508 系列配备了一个新的无电容稳压器。dsPIC33CK256MP508 系列不需要为内核电压提供大电容，并且消除了内核电压与其他电压短路的可能性。dsPIC33CK256MP508 系列具有三个稳压器：两个稳压器为内核提供电源，另一个稳压器为 PLL 提供电源。休眠期间的稳压器控制略有变化，VREGSF 位 (RCON<11>) 替换为 LPWREN 位 (VREGCON<15>)。VREGCON 寄存器还控制将三个稳压器置于低功耗模式。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 第 30.0 节“**Special Features**”中的第 30.4 节“**On-Chip Voltage Regulators**”。

## I/O 端口

dsPIC33EPXXGS70X/80X 和 dsPIC33CK256MP508 系列不具有引脚兼容性，所有封装上的引脚排列均不同。请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的“**Pin Diagrams**”部分了解详细信息。

dsPIC33CK256MP508 器件还实现了增强的电平变化通知 (Change Notification, CN)，包括一些额外的 SFR。该增强功能包括：

- 端口电平变化或边沿检测模式
- 各个端口 CN 使能
- 各个端口 CN 状态位
- 各个端口 CN 中断允许和标志

通过各个控制和状态位，用户软件不必读取端口 SFR 确定发生变化的端口实例，即可了解端口中的哪个端口实例 (0-15) 已发生事件。

更多详细信息，请参见“*dsPIC33CK256MP508 Family Data Sheet*”(DS70005349) 中的第 8.0 节“**I/O Ports**”。

---

---

## 附录 A: 版本历史

### 版本 A (2018 年 9 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，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

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

## QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV — ISO/TS 16949 —

### 商标

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

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

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、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、motorBench、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。

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

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3947-9



## 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://www.microchip.com/support>  
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

**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: 49-7131-67-3636

**德国 Germany - Karlsruhe**

Tel: 49-721-625370

**德国 Germany - Munich**

Tel: 49-89-627-144-0

Fax: 49-89-627-144-44

**德国 Germany - Rosenheim**

Tel: 49-8031-354-560

**以色列 Israel - Ra'anana**

Tel: 972-9-744-7705

**意大利 Italy - Milan**

Tel: 39-0331-742611

Fax: 39-0331-466781

**意大利 Italy - Padova**

Tel: 39-049-7625286

**荷兰 Netherlands - Drunen**

Tel: 31-416-690399

Fax: 31-416-690340

**挪威 Norway - Trondheim**

Tel: 47-7288-4388

**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