
第 20 章 比较器参考电压

目录

本章包括下列主题：

20.1	简介	20-2
20.2	比较器参考电压控制寄存器	20-3
20.3	工作原理	20-6
20.4	中断	20-8
20.5	I/O 引脚控制	20-8
20.6	节能和调试模式下工作	20-9
20.7	复位的影响	20-9
20.8	相关应用笔记	20-10
20.9	版本历史	20-11

注： 本系列参考手册章节旨在作为器件数据手册的补充资料，并非适用于所有的 PIC32MX 器件，适用与否取决于具体的器件型号。

请查询具体器件数据手册中“**比较器参考电压**”章节开始处的注释，以查看本文档是否支持您当前使用的器件。

器件数据手册和系列参考手册的各章节均可从 **Microchip** 网站 <http://www.microchip.com> 下载。

20.1 简介

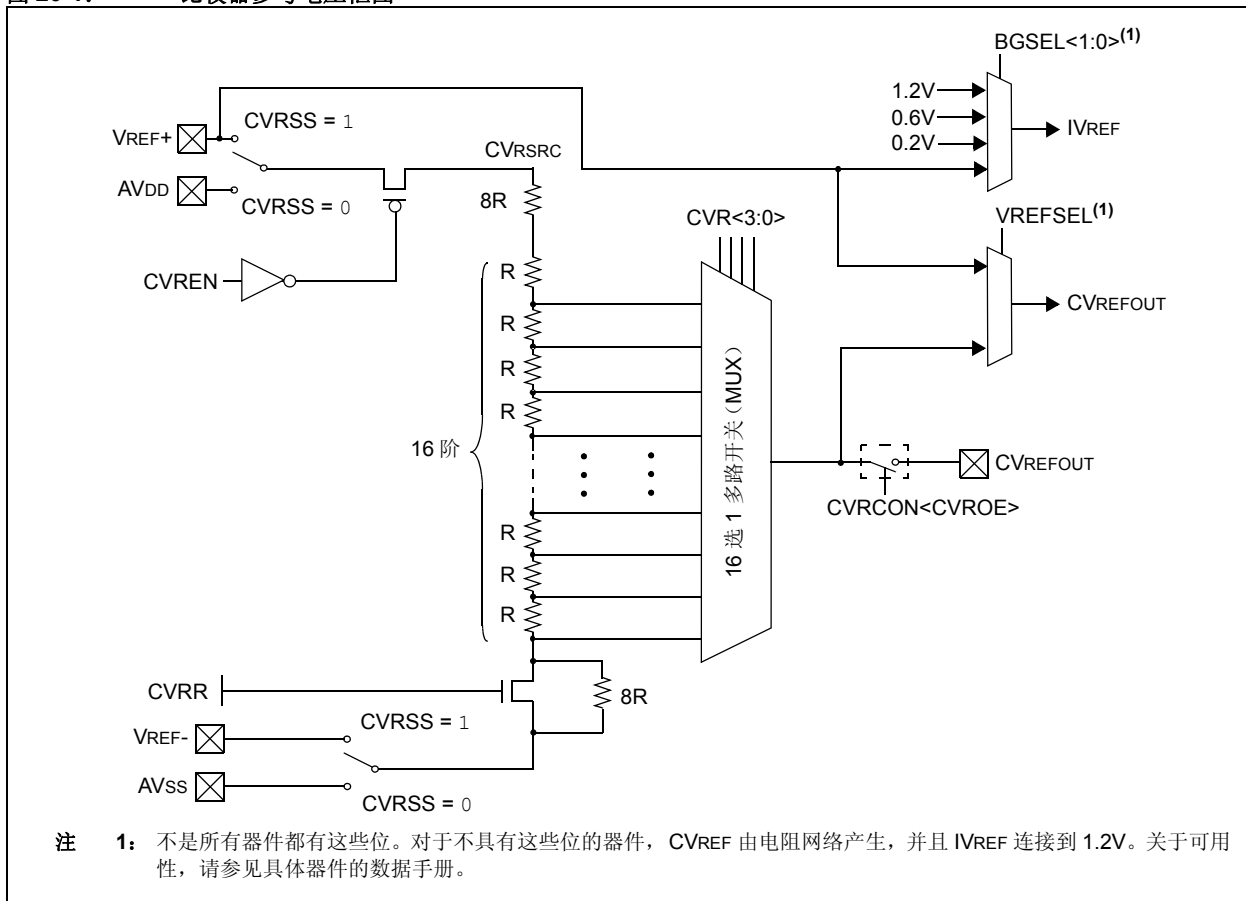
比较器参考电压模块是提供可选参考电压的 16 级梯形电阻网络。尽管它的主要目的是为模拟比较器提供参考电压，但是它也可以独立使用。

图 20-1 给出了该模块的框图。梯形电阻经过分段可提供两种范围的参考电压值，并且还具有断电功能，以在不使用参考电压时节省功耗。可通过器件的 V_{DD}/V_{SS} 或外部参考电压为该模块提供参考电源。模块输出供比较器使用，通常用作引脚输出。更多信息，请参见具体器件数据手册。

比较器参考电压具有以下特性：

- 高电压范围和低电压范围选择
- 每个范围有 16 个输出级别
- 内部连接到比较器以节省器件引脚
- 输出可连接到引脚

图 20-1: 比较器参考电压框图



20.2 比较器参考电压控制寄存器

比较器参考电压模块包含以下特殊功能寄存器（Special Function Register，SFR）：

CVRCON：比较器参考电压控制寄存器

下表简要汇总了与比较器参考电压模块相关的寄存器。该汇总表之后列出了相应的寄存器，并且每个寄存器均附有详细的位说明。

表 20-1： 比较器参考电压 SFR 汇总

名称	位 范围	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
CVRCON ^(1,2,3)	31:24	—	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	ON	—	—	—	—	VREFSEL ⁽⁴⁾	BGSEL<1:0> ⁽⁴⁾	
	7:0	—	CVROE	CVRR	CVRSS	CVR<3:0>			

- 注 1： 该寄存器具有关联的清零寄存器，位于 0x4 字节偏移处。这些清零寄存器的命名方式是在关联寄存器的名称末尾附加 CLR（例如，CVRCONCLR）。向清零寄存器的任意位位置写入 1 时，会将关联寄存器中的有效位清零。将忽略对清零寄存器的读操作。
- 2： 该寄存器具有关联的置 1 寄存器，位于 0x8 字节偏移处。这些置 1 寄存器的命名方式是在关联寄存器的名称末尾附加 SET（例如，CVRCONSET）。向置 1 寄存器的任意位位置写入 1 时，会将关联寄存器中的有效位置 1。将忽略对置 1 寄存器的读操作。
- 3： 该寄存器具有关联的取反寄存器，位于 0xC 字节偏移处。这些取反寄存器的命名方式是在关联寄存器的名称末尾附加 INV（例如，CVRCONINV）。向取反寄存器的任意位位置写入 1 时，会将关联寄存器中的有效位取反。将忽略对取反寄存器的读操作。
- 4： 不是所有器件都有这些位。关于可用性，请参见具体器件的数据手册。

PIC32MX 系列参考手册

寄存器 20-1: CVRCON: 比较器参考电压控制寄存器

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 31				bit 24			

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
—	—	—	—	—	—	—	—
bit 23				bit 16			

R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1 ⁽¹⁾
ON	—	—	—	—	VREFSEL ⁽¹⁾	BGSEL<1:0> ⁽¹⁾	
bit 15					bit 8		

U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
—	CVROE	CVRR	CVRSS	CVR<3:0>			
bit 7				bit 0			

图注:

R = 可读位

W = 可写位

P = 可编程位

r = 保留位

U = 未实现位, 读为 0

-n = POR 时的值: (0, 1, x = 未知)

bit 31-16 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 15 **ON:** 比较器参考电压使能位

1 = 使能模块, 将该位置 1 不会影响寄存器中的其他位。

0 = 禁止模块并且不消耗电流。将该位清零不会影响寄存器中的其他位。

注: 使用 1:1 PBCLK 分频比时, 在清零模块 ON 位的指令之后, 用户的软件不应立即在 SYSCLK 周期中读 / 写外设的 SFR。

bit 14-11 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 10 **VREFSEL:** 参考电压选择位 ⁽¹⁾

1 = CVREF = VREF+

0 = CVREF 由电阻网络产生

bit 9-8 **BGSEL<1:0>:** 带隙参考源位 ⁽¹⁾

11 = IVREF = VREF+

10 = IVREF = 0.2V (标称值)

01 = IVREF = 0.6V (标称值, 默认值)

00 = IVREF = 1.2V (标称值)

bit 7 **保留:** 写入 0; 忽略读操作

bit 6 **CVROE:** CVREFOUT 使能位

1 = 电平从 CVREFOUT 引脚输出

0 = 电平从 CVREFOUT 引脚断开

bit 5 **CVRR:** CVREF 范围选择位

1 = 0 至 0.67 CVRSRC, 步长为 CVRSRC/24

0 = 0.25 CVRSRC 至 0.75 CVRSRC, 步长为 CVRSRC/32

注 1: 不是所有器件都具有这些位, 对于不具有这些位的器件, 复位值为 0。关于可用性, 请参见具体器件的数据手册。

寄存器 20-1: **CVRCON: 比较器参考电压控制寄存器 (续)**

bit 4 **CVRSS:** CVREF 源选择位
1 = 比较器参考电压源, $CVRSRC = (VREF+) - (VREF-)$
0 = 比较器参考电压源, $CVRSRC = AVDD - AVSS$

bit 3-0 **CVR<3:0>:** CVREF 值选择位 ($0 \leq CVR<3:0> \leq 15$)
当 $CVRR = 1$ 时:
 $CVREF = (CVR<3:0>/24) \cdot (CVRSRC)$
当 $CVRR = 0$ 时:
 $CVREF = 1/4 \cdot (CVRSRC) + (CVR<3:0>/32) \cdot (CVRSRC)$

注 1: 不是所有器件都具有这些位, 对于不具有这些位的器件, 复位值为 0。关于可用性, 请参见具体器件的数据手册。

20.3 工作原理

20.3.1 CVREF 输出

比较器参考电压模块由 CVRCON 寄存器（寄存器 20-1）控制。该模块提供两种范围的输出电压，每种范围都具有 16 个不同的电压值。通过 CVRR 位（CVRCON<5>）来选择要使用的范围。这两种范围的主要区别在于其电压值之间的步长不同（其中一种范围可提供较高的分辨率，而另一种范围可提供较宽范围的输出电压），该步长由 CVREF 值选择位（CVR<3:0>）进行选择。表 20-2 列出了典型的输出电压。

用于计算 CVREF 输出的公式如下：

如果 CVRR = 1：
参考电压 = ((CVR<3:0>)/24) x (CVRSRC)
如果 CVRR = 0：
参考电压 = (CVRSRC/4) + ((CVR<3:0>)/32) x (CVRSRC)

CVREF 电压源（CVRSRC）可以来自 VDD 或 VSS，也可以来自与 I/O 引脚复用的外部 VREF+ 和 VREF- 引脚。电压源通过 CVRSS 位（CVRCON<4>）进行选择。可通过将 CVROE 位（CVRCON<6>）置 1，将参考电压输出到 CVREFOUT 引脚；这将改写相应的 TRIS 位设置。

当更改 CVREF 输出时，必须考虑比较器参考电压模块的稳定时间。更多信息，请参见具体器件的数据手册。

表 20-2: 典型参考电压（CVRSRC = 3.3）

CVR<3:0>	参考电压	
	CVRR = 0（CVRCON <5>）	CVRR = 1（CVRCON <5>）
0	0.83V	0.00V
1	0.93V	0.14V
2	1.03V	0.28V
3	1.13V	0.41V
4	1.24V	0.55V
5	1.34V	0.69V
6	1.44V	0.83V
7	1.55V	0.96V
8	1.65V	1.10V
9	1.75V	1.24V
10	1.86V	1.38V
11	1.96V	1.51V
12	2.06V	1.65V
13	2.17V	1.79V
14	2.27V	1.93V
15	2.37V	2.06V

20.3.2 CVREF 输出注意事项

由于模块结构的限制，并不能实现整个参考电压范围的满量程输出。梯形电阻网络顶部和底部的晶体管（图 20-1）使参考电压值不能达到参考电压源的满幅值。参考电压是由参考电压源分压而来的；因此，参考电压输出随参考电压源的波动而变化。电气规范请参见产品数据手册。表 20-3 包含比较器参考电压模块的典型输出阻抗。

表 20-3：典型 CVREF 输出阻抗（以欧姆为单位）

CVR<3:0>	参考电压	
	CVRR = 0（CVRCON <5>）	CVRR = 1（CVRCON <5>）
0	12k	0.5k
1	13k	1.9k
2	13.8k	3.7k
3	14.4k	5.3k
4	15k	6.7k
5	15.4k	7.9k
6	15.8k	9k
7	15.9k	9.9k
8	16k	10.7k
9	15.9k	11.3k
10	15.8k	11.7k
11	15.4k	11.9k
12	15k	12k
13	14.4k	11.9k
14	13.8k	11.7k
15	12.9k	11.3k

20.3.3 IVREF 输出

比较器参考电压模块提供内部参考电压选择。通过带隙参考源选择位（BGSEL<1:0>）可选择由内部产生的 1.2V、0.6V 或 0.2V 电压。关于 IVREF 规范，请参见具体器件的数据手册。

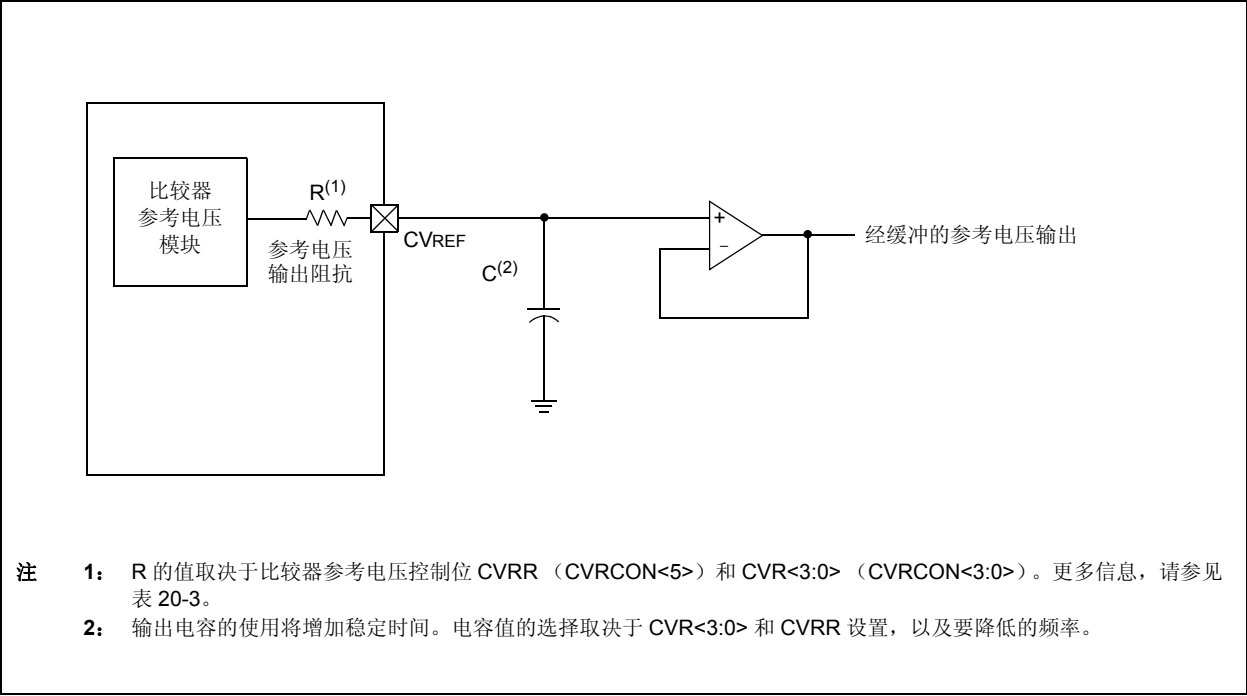
20.4 中断

没有用于比较器参考电压模块的中断配置寄存器或位。该模块不会产生中断。

20.5 I/O 引脚控制

比较器参考电压模块能将电压输出到引脚。当使能该模块并且 CVROE (CVRCON<6>) 为 1 时，会禁止 CVREFOUT 引脚的输出驱动器，CVREF 电压由引脚提供。工作时，与 CVREFOUT 引脚相对应的 TRIS 位必须为 1。这会禁止引脚的数字输入模式，并防止不期望的电流消耗（由于在数字输入引脚上施加模拟电压而产生）。输出缓冲器具有极其有限的驱动能力。对于在外部使用 CVREF 电压的任何应用，建议使用外部缓冲放大器。可使用输出电容来降低输出噪声。输出电容的使用将增加稳定时间（见图 20-2）。

图 20-2: 比较器参考电压输出缓冲示例



20.6 节能和调试模式下工作

20.6.1 休眠模式下工作

比较器参考电压模块在休眠模式下继续工作。当器件进入休眠模式或从休眠模式唤醒时，CVRCON 寄存器不受影响。如果在休眠模式下不使用 CVREF 电压，则可以在进入休眠模式之前，通过清零 ON 位（CVRCON<15>）禁止模块，从而节省功耗。

20.6.2 空闲模式下工作

比较器参考电压模块在空闲模式下继续工作。当器件进入或退出空闲模式时，CVRCON 寄存器不受影响。不支持在空闲模式下自动禁止模块。如果在空闲模式下不使用 CVREF 电压，则可以在进入空闲模式之前，通过清零 ON 位（CVRCON<15>）禁止模块，从而节省功耗。

20.6.3 调试模式下工作

比较器参考电压模块在器件处于调试模式时继续工作。模块不支持冻结（Freeze）模式。

20.7 复位的影响

所有复位通过将 CVRCON 寄存器中的所有位强制设为 0 来禁止参考电压。

20.8 相关应用笔记

本节列出了与手册本章内容相关的应用笔记。这些应用笔记可能并不是专为 PIC32MX 器件系列而编写的，但其概念是相近的，通过适当修改并受到一定限制即可使用。当前与比较器参考电压模块相关的应用笔记有：

标题	应用笔记编号
目前没有相关的应用笔记。	N/A

<p>注： 如需获取更多 PIC32MX 系列器件的应用笔记和代码示例，请访问 Microchip 网站 (www.microchip.com)。</p>

20.9 版本历史

版本 A（2007 年 10 月）

这是本文档的初始版本。

版本 B（2007 年 10 月）

更新了文档（删除了“机密”状态）。

版本 C（2008 年 4 月）

将状态修改为“初稿”；将 U-0 修改为 r-x。

版本 D（2008 年 6 月）

修改了图 20-1；将保留位从“保持为”更改为“写入”；为 ON 位（CVRCON 寄存器）增加了注释。

版本 E（2010 年 8 月）

该版本包括以下更新：

- 更新比较器参考电压框图（见图 20-1）
- 向比较器参考电压 SFR 汇总添加 INV、SET 和 CLR 寄存器注释（见表 20-1）
- 更新比较器参考电压控制寄存器（见寄存器 20-1）
- 移除 CVRCONINV、CVRCONSET 和 CVRCONCLR 寄存器
- 移除第 20.3.3 节“初始化”
- 新增第 20.3.3 节“IVREF 输出”
- 移除表 20-4：与比较器相关的引脚
- 移除第 20.8 节“设计技巧”
- 对整篇文档的文字和格式进行了少量更新

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。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、PIC³² 徽标、rPIC 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、PICKtail、REAL ICE、rLAB、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: 978-1-60932-706-4

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[®] 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

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 - Druenen
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