

8位PIC®单片机上具有时钟切换功能的数控振荡器

作者: *Mary Iva Rosario Salimbao*
Microchip Technology Inc.

简介

振荡器模块用于处理8位PIC®单片机的时钟源选择。该模块内含内部高频振荡器（HFINTOSC）、外部高频振荡器（EXTOSC），辅助振荡器模块（SOSC）、PLL和其他低频振荡器。图1给出了振荡器在振荡器模块中的连接方式。

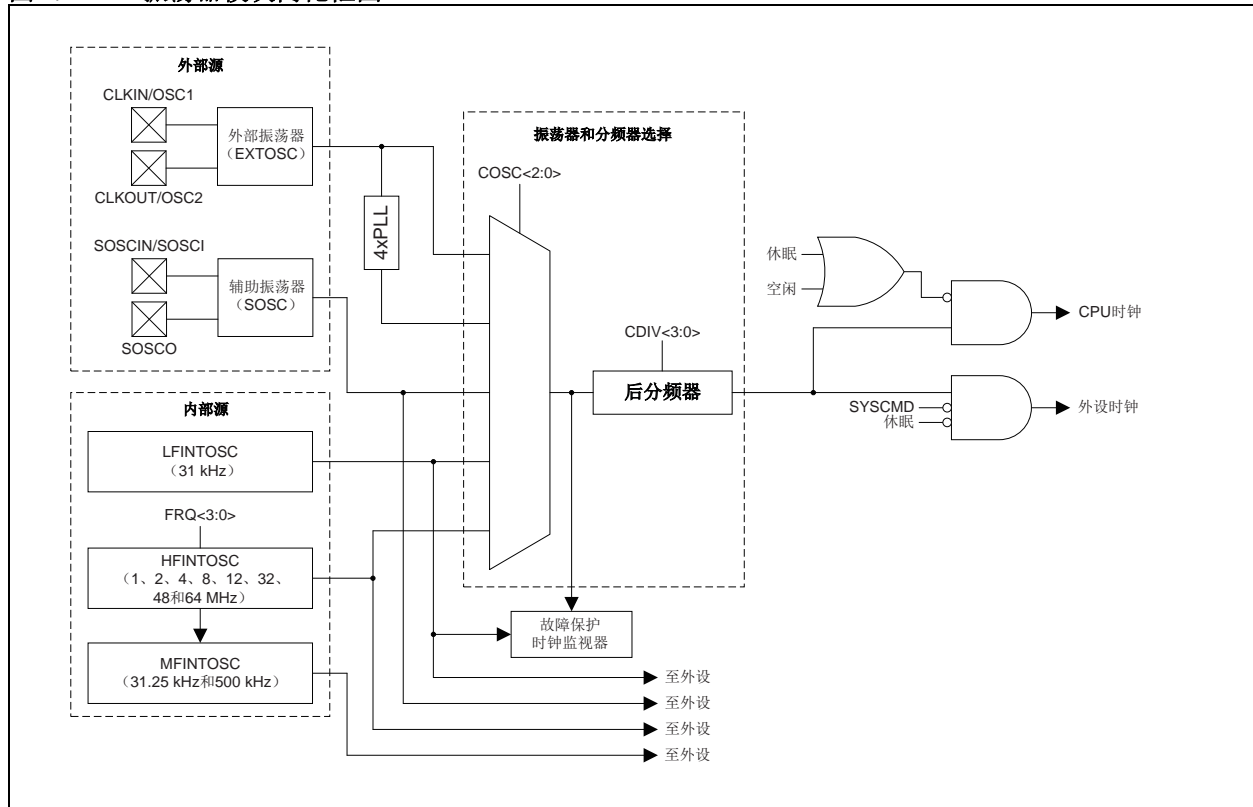
本技术简介涵盖内部振荡器的特性、功能和工作原理。本文档讨论了振荡器模块中的功能：它如何与时钟切换配合工作以及8位PIC MCU节能特性的作用。

振荡器模块

振荡器模块为CPU和各种外设提供了多种时钟源和特性。尽管系统时钟最初在配置字中配置，用户仍可在用户代码中调节时钟频率或更改时钟源。图1给出了模块的框图。该框图包括时钟源、时钟源与后分频比选择、4xPLL电路、故障保护时钟监视器（Fail-Safe Clock Monitor, FSCM）和外设模块禁止（Peripheral Module Disable, PMD）支持。有关模块的更多信息，请参见《振荡器模块技术简介》（TB3148）。

注： 系统时钟（SYSCMD）是否具有外设模块禁止（PMD）功能取决于具体器件。请参见器件数据手册检查器件中是否存在该功能。

图1: 振荡器模块简化框图



高频内部振荡器

HFINTOSC是模块最常用的内部振荡器，频率范围高达64 MHz。HFINTOSC工作频率由OSCFRQ和N/CDIV设置的组合确定，默认值由RSTOSC确定。图2给出了配置字中可用的振荡器设置。

该振荡器也用作MFINTOSC外设时钟的恒定频率输出的基准。MFINTOSC频率来自于FINTOSC的数字分频，以提供31.25 kHz和500 kHz频率。

图2: 在MPLAB® X IDE中通过RSTOSC和FEXTOSC将HFINTOSC初始化为系统时钟源

Address	Name	Value	Field	Option	Category	Setting
300000	CONFIG1L EC		RSTOSC	HFINTOSC...	Reset Oscillator Selection	HFINTOSC with HFFRQ = 4 MHz and CDIV = 4:1
				HFINTOSC 64MHZ		HFINTOSC with HFFRQ = 64 MHz and CDIV = 1:1
				EXTOSC 4PLL		EXTOSC with 4x PLL, with EXTOSC operating per FEXTOSC bits
				RESERVED		Reserved
				SOSC		Secondary Oscillator
				LFINTOSC		Low-Frequency Oscillator
				HFINTOSC 1MHZ		HFINTOSC with HFFRQ = 4 MHz and CDIV = 4:1
				EXTOSC		EXTOSC operating per FEXTOSC bits (device manufacturing default)
			FEXTOSC	OFF	External Oscillator Selection	Oscillator not enabled
				LP		LP (crystal oscillator) optimized for 32.768 kHz; PFM set to low power
				XT		XT (crystal oscillator) above 100 kHz, below 8 MHz; PFM set to medium power
				HS		HS (crystal oscillator) above 8 MHz; PFM set to high power
				RESERVED		Reserved (DO NOT USE)
				OFF		Oscillator not enabled
				ECL		EC (external clock) below 100 kHz; PFM set to low power
				ECM		EC (external clock) for 500 kHz to 8 MHz; PFM set to medium power
				ECH		EC (external clock) above 8 MHz; PFM set to high power

自动使能

无论系统时钟源（外部或内部）如何，当外设使用MFINTOSC作为时钟源时，将使能HFINTOSC。由于振荡器频率会影响器件的运行功耗，因此会考虑HFINTOSC的OSCFRQ设置。要在使用MFINTOSC时降低功耗，OSCFRQ必须设置为最小值。

频率选择

复位时，HFINTOSC工作频率由RSTOSC决定。可在用户代码中改变OSCFRQ寄存器中的频率。工作频率也可通过时钟切换进一步后分频。表1提供了OSCFRQ下可选频率的列表。OSCFRQ频率高于4 MHz时，功耗较高且启动时间较长。这些影响是由用于实现更高频率的内部PLL块引起的。

表1: 可选的HFINTOSC频率 (kHz)

OSCFRQ <3:0>	NDIV/CDIV <3:0>									
	1 <0>	2 <1>	4 <2>	8 <3>	16 <4>	32 <5>	64 <6>	128 <7>	256 <8>	512 <9>
1 MHz <0>	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.63	7.81	3.91	1.95
2 MHz <1>	2000	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.63	7.81	3.91
4 MHz <2>	4000	2000	1000 ⁽¹⁾	500	250	125	62.5	31.25	15.63	7.81
8 MHz <3>	8000	4000	2000	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.63
12 MHz <4>	12000	6000	3000	1500	750	375	187.5	93.75	46.88	23.44
16 MHz <5>	16000	8000	4000	2000	1000	500	250	125	62.5	31.25
32 MHz <6>	32000 ⁽¹⁾	16000	8000	4000	2000	1000	500	250	125	62.5
48 MHz <7> ⁽²⁾	48000	24000	12000	6000	3000	1500	750	375	187.5	93.75
64 MHz <8> ⁽²⁾	64000 ⁽¹⁾	32000	16000	8000	4000	2000	1000	500	250	125

注 1: 这些是由RSTOCS位决定的默认振荡器设置。

注 2: 这些选项仅适用于PIC18，不适用于PIC16。

频率调节

HFINTOSC 频率可在用户代码中进行微调。具体方法是以6位二进制补码形式写入OSCTUNE 寄存器（符号位+5位）。OSCTUNE 值为0时，振荡器调节为中心频率。一旦OSCTUNE 被修改，频率便开始转变，而且不影响代码执行。不过，不会有任何迹象表明频率发生了转变。按照OSCTUNE 寄存器中的配置，频率可以按64步增加，最多可增加校准值的3.2%。

时钟切换

振荡器模块的时钟切换特性允许用户通过写入振荡器控制寄存器的新振荡器源（NOSC）和新分频比选择（NDIV）请求位来改变系统时钟源和分频比。

写入NOSC 位将启动时钟源切换。在内部和外部时钟源之间切换时，会在下一次代码执行前增加特定的延时。CPU 将确认新的振荡器源是否可用，并在振荡器就绪可供使用前等待其稳定。

通过写入NDIV 位，可以进一步对HFINTOSC 和其他源的工作频率进行后分频。表1 给出了更多可配置频率选

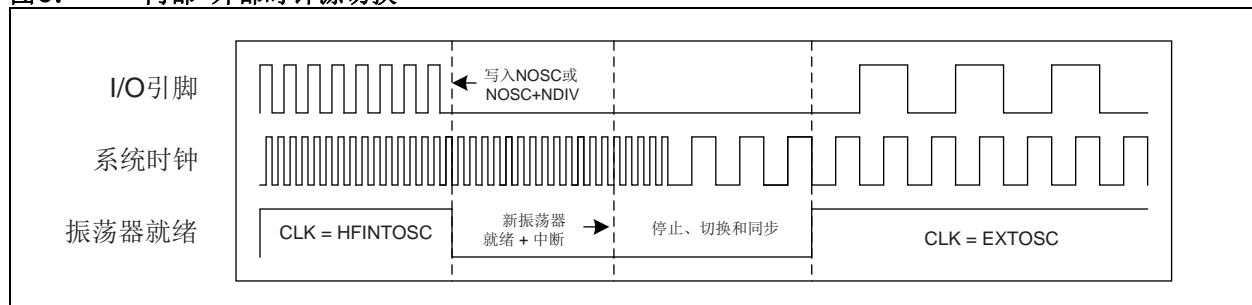
项，通过组合OSCFRQ 和N/CDIV 位可获得这些选项。对于仅后分频比切换，时钟源会立即就绪，因此延时可以忽略不计。

切换源和后分频比的示例分别如图3 和图4 所示。这些图给出了在时钟切换之前和之后翻转I/O 引脚的行为。这些图的示例代码如例1 和例2 所示。在同一寄存器中结合使用NOSC 和NDIV 可避免产生两个切换过程。对控制寄存器进行单次写入，可降低中间状态出现超频和降频的风险。有关切换过程的更多信息，请参见TB3148。

故障保护时钟监视器

当外部振荡器出现故障时，该振荡器模块功能将在COSC 位中选择HFINTOSC，以确保器件继续工作。器件将以OSCFRQ 中设置的频率工作，并保留N/CDIV 中的后分频比设置。系统在HFINTOSC 下运行时，用户可凭借振荡器故障中断（OSCIF）选项解决外部时钟故障。故障状态将在复位时、休眠后或通过NOSC 和NDIV 成功切换时清除。

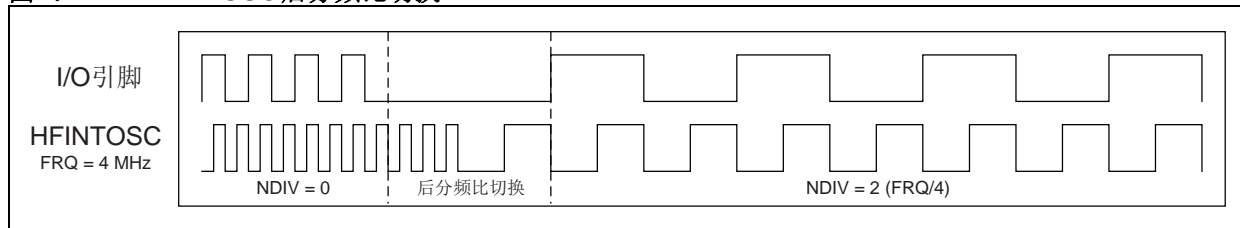
图3： 内部-外部时钟源切换



例1： 内部-外部时钟源切换示例代码

```
// Switch from Internal to External Osc.(similar frequencies with a postscaler of 4)
// NOSC = 7; NDIV = 2;
OSCCON1 = 0x72;
// Wait here until the new osc. settings are ready
// to ensure operation with the new settings.
while(!OSCCON3bits.ORDY);
// Add your program code below
```

图4: HFINTOSC后分频比切换



例2: HFINTOSC后分频比切换示例代码

```
// Switch HFINTOSC freq. from a post-scaler of 1 to 4
OSCCON1bits.NDIV = 0x02;
// Wait here (optional since the same osc. source is used)
while(!OSCCON3bits.ORDY);
// Add your program code below
```

节能特性

通常，当器件进入打盹、空闲或休眠模式时，所有内部振荡器（包括HFINTOSC）均不受影响。这些模式仅控制或禁止配置的系统时钟。直接使用内部振荡器的外设仍继续工作。

对于支持PMD的振荡器模块，PMD功能禁止任何外设使用时钟源。与之前的模式类似，这对内部振荡器及其所处理外设的工作没有任何影响。

有关这些节能特性的更详细讨论，请参见《8位PIC®单片机的打盹、空闲和PMD功能》（TB3144）。

结论

8位PIC单片机的数字控制振荡器为系统和外设时钟源提供了广泛的可选频率。振荡器模块为切换工作频率提供了一个简单而平稳的过程。节能特性对内部振荡器没有影响，这确保了外设正常工作，同时还能降低功耗。

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。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 and 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、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ 徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、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、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch 徽标、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。

© 2017, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-1839-9



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://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

亚太总部 **Asia Pacific Office**
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100

Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
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 - 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
Fax: 86-571-8792-8116

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: 86-21-3326-8000
Fax: 86-21-3326-8021

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
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 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

亚太地区

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

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

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: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

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

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

法国 France - Saint Cloud
Tel: 33-1-30-60-70-00

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: 47-7289-7561

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