

USB 嵌入式主机的通用客户机驱动程序

作者: Kim Otten and Bud Caldwell
Microchip Technology Inc.

引言

随着 Microchip 推出具有 USB OTG 外设的单片机，单片机应用可以轻松地支持 USB 嵌入式主机功能。很多设备属于已定义的 USB 类之一，如海量存储设备（U 盘和外部硬盘）、人机接口设备（或 HID，如计算机鼠标）和打印机等。但是，一些设备无法确切地归入这些类。它们利用的是基本的 USB 传输，没有任何附加的协议。

使用 Microchip 提供的 USB 通用客户机驱动程序，与这些未归类设备或供应商特定设备进行 USB 通信将变得更为容易。本应用笔记简要概述了通用客户机驱动程序的配置和使用。

USB 传输

USB 规范定义了四种传输类型：

- 控制传输：用来在设备接入时对设备进行配置，也可用于其他设备特定的用途，包括设备上其他管道的控制。
- 批量数据传输：产生和使用相对大而“突发”的数据量，在传输约束上有较宽的余地（如打印机和海量存储设备）。
- 中断数据传输：用于及时而可靠的数据。例如，具有有人可感知的回显或反馈响应特征的字符或坐标（如键盘、鼠标和游戏操纵杆）。
- 同步数据传输：占用事先协商的 USB 带宽，具有事先协商的发送延时（如音频数据）。这样也称为流式实时传输。

控制传输通常在端点 0 上进行，而且由 USB 嵌入式主机栈自动执行。应用层传输通常在其他端点上，即批量、中断或同步传输。具体传输类型取决于应用类型。

关于 USB 传输的更多信息，请参考 Microchip 应用笔记 AN1140 《USB 嵌入式主机栈》。

关于驱动程序

随 Microchip USB 嵌入式主机栈一起提供的通用客户机驱动程序，对除端点 0 之外只有一个 IN 端点（即，至主机的数据传输）和一个 OUT 端点（自主机的数据传输）的设备提供支持。默认情况下，使用的是端点 1。这些端点的传输类型可以是四种可能传输类型中的任何一个：控制、批量、中断或同步。无论使用何种传输类型，都由 USB 嵌入式主机驱动程序管理传输类型具体的时序和包长度需求。

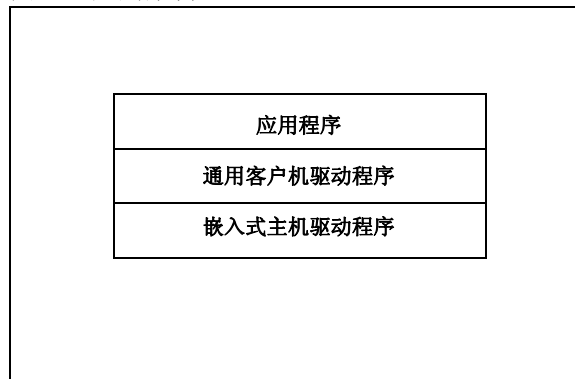
所传输数据的类型、长度和格式完全由应用决定。唯一的要求是 USB 外部设备和 USB 嵌入式主机都要知道数据格式。

使用通用客户机驱动程序

应用架构

从功能上看，通用驱动程序是夹在应用软件与嵌入式主机 USB 驱动程序之间的层。总体架构如图 1 所示。

图 1：应用架构



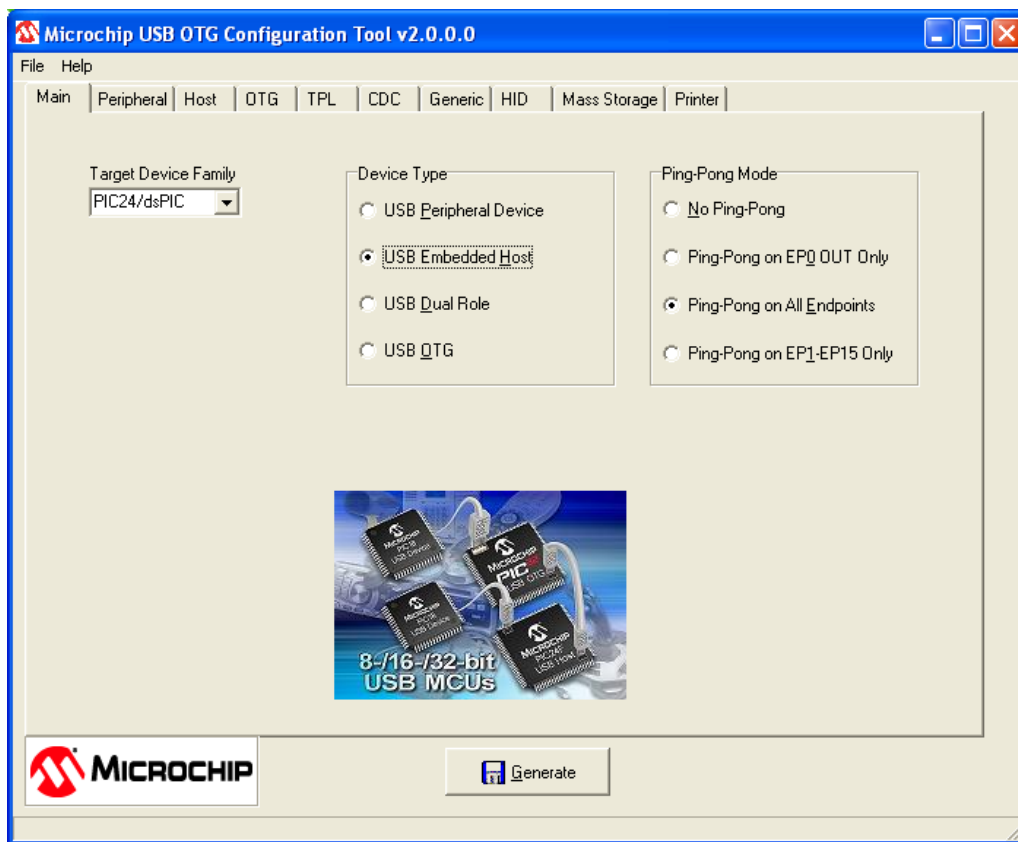
配置通用客户机驱动程序

使用 USB 配置工具 USBConfig.exe，或者使用 MPLAB® IDE VDI 中提供的 USB 库配置工具，配置通用客户机驱动程序。工具会生成两个文件usb_config.c 和 usb_config.h，必须把它们包含在项目中。

按以下顺序对其中四个选项卡中的若干项进行配置：

1. 从 **Main**（主）选项卡（图 2）：
 - a) 从下拉式组合框中选取 **Target Device Family**（目标设备系列）。
 - b) 选择 **Device Type**（设备类型）。要使用通用客户机驱动程序，设备必须是嵌入式主机。**USB Embedded Host**（USB 嵌入式主机）、**USB Dual Role**（USB 双角色）和 **USB OTG** 选项都提供嵌入式主机功能。
 - c) 如果适用选择 **Ping-Pong Buffer mode**（乒乓缓冲区模式）的话，请选择之。使用乒乓模式需要更大的数据存储，但得到的数据吞吐量更高。

图 2：配置工具，MAIN 选项卡

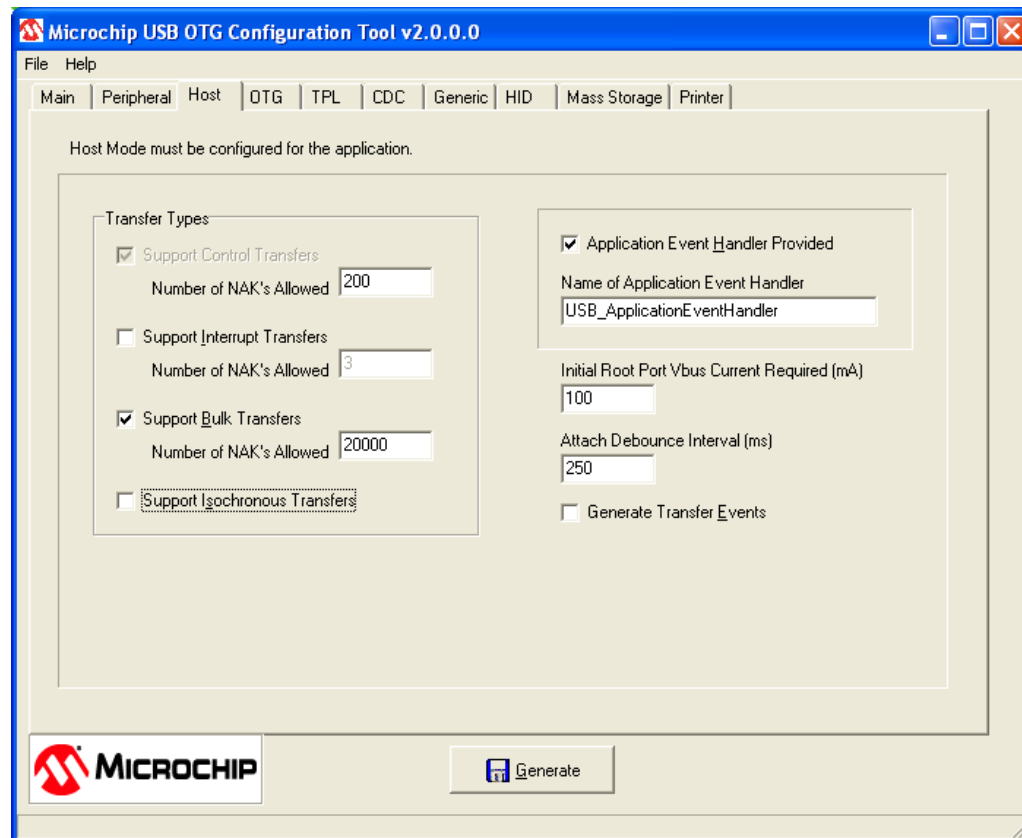


2. 从 **Host**（主机）选项卡（图 3）：

- a) 使能USB外部设备使用的传输类型。USB外部设备使用的传输类型对应用是透明的。只要应用支持传输类型，应用就可与外部设备进行通信。

- b) 如果主机应用将使用传输事件，选中 **Generate Transfer Events**（产生传输事件）。否则，应用必须轮询传输是否完成。关于传输事件的更多信息，请参阅“通用客户机驱动程序事件”一节。

图 3：配置工具，HOST 选项卡



3. 从 **TPL** 选项卡（图 4）中，添加对每个所需设备的支持。通用客户机驱动程序支持的全部设备，必须受到VID和PID的支持，因为没有类标识符。

对于每个要支持的设备：

- 在 **Description**（说明）字段中输入外部设备的简短文字说明。
- 选中 **Support via VID/PID**（通过VID/PID支持），然后在相应字段中输入 USB 供应商 ID 和产品 ID 的十六进制值。这些值必须以十六进制输入，格式为 ‘0xnnnn’，如图所示。

- 在 **Client Driver**（客户机驱动程序）下拉式组合框中，选中 **Generic**（通用）。
- 根据需要填写 **Initial Configuration**（初始配置）和 **Initialization Flags**（初始化标志）字段。目前，通用客户机驱动程序不使用这些字段，保持为 0 即可。
- 点击 **Add to TPL**（添加至 TPL），更新目标外设列表。

图 4：配置工具，TPL 选项卡

A Targeted Peripheral List is required for this type of application.

Supported Peripheral

Description:

Client Driver:

☒ Support via VID/PID

VID: PID:

☐ Support via Class ID

Class ID: SubClass ID: Protocol ID:

Initial Configuration:

Initialization Flags:

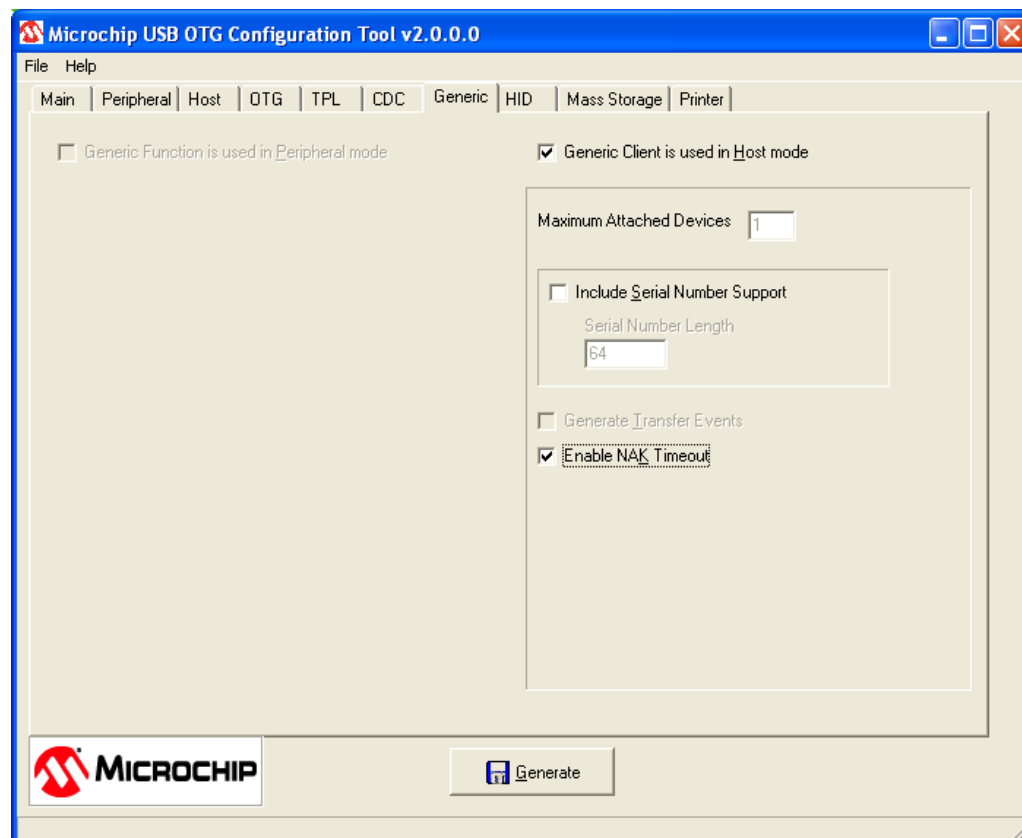
☐ Allow HNP

Description	VID	PID	Class	SubClass	Protocol	Client Driver	Config	Flags	HNP
Microchip FSUSB	0x04D8	0x000C				Generic	0	0	N

MICROCHIP

4. 从 **Generic** 选项卡（图 5）中：

- a) 如果您打算要通用客户机驱动程序使用设备序列号，选中 **Include Serial Number Support**（包括序列号支持）并给出序列号的最大长度。
- b) 如果在 **Host** 选项卡中选中了 **Generate Transfer Events**，则通用客户机驱动程序还将产生传输事件。否则，应用必须轮询传输是否完成。
- c) USB 规范要求只要设备返回一个 NAK，就不应终止传输。在嵌入式应用中，传输在一定的超时时间之后往往被终止。如果您希望协议栈在一定时间内没有收到响应就自动终止传输，对在 **Host** 选项卡中指定的传输类型，选中 **Enable NAK Timeout**（使能 NAK 超时）并调整 **Number of NAK's Allowed**（允许的 NAK 数）。

图 5：配置工具，**GENERIC** 选项卡

通用客户机驱动程序事件

通用客户机驱动程序产生四个事件：

- **EVENT_GENERIC_ATTACH**：该事件表明通用设备已经连接。接入设备的地址以及 VID、PID 和序列号（如果支持的话）随事件一起发送。
- **EVENT_GENERIC_DETACH**：该事件表明通用设备已经从总线上断开。设备先前使用的地址随事件一起发送。
- **EVENT_GENERIC_TX_DONE**：该事件表明写入请求已完成。仅当传输事件使能时才会发送此事件。否则，应用必须轮询传输是否完成。
- **EVENT_GENERIC_RX_DONE**：该事件表明读取请求已经完成。仅当传输事件使能时才会发送此事件。否则，应用必须轮询传输是否完成。

这些事件应该在事件处理函数中进行处理，事件处理函数在 **Host** 选项卡的 **Name of Application Event Handler**（应用事件处理函数的名称）字段中指定（图 3）。关于事件处理函数的函数原型和结构的更多信息，请参阅 Microchip 应用笔记 AN1140 《USB 嵌入式主机栈》。

与 USB 外部设备通信

当应用收到 **EVENT_GENERIC_ATTACH** 事件之后，它就可以与 **USB** 外部设备进行通信。例 1 归纳了可用的函数调用。

注： 有关 API 调用的完整列表，请参考随 **USB 嵌入式主机栈** 一起安装的 **Help** 文档。

根据应用的结构，应用可以使用这些函数调用中的四个。所有应用都要使用函数调用 **USBHostGenericRead()** 和 **USBHostGenericWrite()**，以便在设备连接之后与之通信。

如果应用不使用传输事件，则将使用函数 **USBHostGenericRxIsComplete()** 和 **USBHostGenericTxIsComplete()** 来判断传输是否完成。使用它们的示例见例 2。

如果应用使用传输事件，则它在读取结束时将收到 **EVENT_GENERIC_RX_DONE** 事件，在写入结束时将收到 **EVENT_GENERIC_TX_DONE** 事件。在发起传输之前，通过使用函数 **USBHostGenericRxIsBusy()** 和 **USBHostGenericTxIsBusy()**，应用可以查看传输是否已经在进行中。使用它们的示例见例 3。

例 1：通用客户机驱动程序函数原型

用于通信：

```
BYTE USBHostGenericRead( BYTE deviceAddress, void *buffer, DWORD length);  
BYTE USBHostGenericWrite( BYTE deviceAddress, void *buffer, DWORD length);
```

用于不使用传输事件的应用：

```
BOOL USBHostGenericRxIsComplete( BYTE deviceAddress, BYTE *errorCode, DWORD *byteCount );  
BOOL USBHostGenericTxIsComplete( BYTE deviceAddress, BYTE *errorCode );
```

用于使用传输事件的应用：

```
BOOL USBHostGenericRxIsBusy( BYTE deviceAddress );  
BOOL USBHostGenericTxIsBusy( BYTE deviceAddress );
```

例 2：使用轮询开始读取

```
if (USBHostGenericRxIsComplete( deviceAddress,&errorCode,&byteCount ))  
{  
    USBHostGenericRead( deviceAddress, &buffer,  
        sizeof( buffer ) );  
}
```

例 3：使用传输事件开始读取

```
if (!USBHostGenericRxIsBusy( deviceAddress ))  
{  
    USBHostGenericRead( deviceAddress, &buffer,  
        sizeof( buffer ) );  
}
```

演示程序

USB 嵌入式主机通用客户机驱动程序随 USB 软件支持包一起安装，Microchip 网站提供下载，地址是 www.microchip.com/USB。通用客户机驱动程序的安装位置请参阅版本说明（Release Notes）。

为通用客户机驱动程序提供了一个演示项目。项目展示如何使用驱动程序与 USB 外部设备进行通信。演示的安装位置，请参阅版本说明。

要使用项目，应：

1. 使用 USB 嵌入式主机示例对一块 Explorer 16 演示板进行编程。
2. 使用 USB 外部设备示例对另一块演示板（或者是第二块 Explorer 16 板，或者是 PICDEM™ FS USB 演示板）进行编程。
3. 使用 USB 电缆连接两块板子，运行示例。

USB 外部设备读取演示板上的温度和电位计值。USB 嵌入式主机示例向 USB 外部设备请求这一信息并将之显示在 LCD 上。关于这些项目的更多信息，请参阅随每个项目一起安装的文档。

结论

很多 USB 外部设备采用标准 USB 类中的其中一个，但有些应用却没有。USB 嵌入式主机通用客户机驱动程序提供了一种简单的机制，能够与非标准 USB 设备类的 USB 外部设备进行连接。

参考文献

下列应用笔记与通用客户机驱动程序密切相关：

- Microchip 应用笔记 AN1140 《USB 嵌入式主机栈》（DS01140A_CN）
- Microchip 应用笔记 AN1141 《USB 嵌入式主机栈编程指南》（DS01141A_CN）

更多详细信息，可见随 Microchip USB 嵌入式主机栈一起安装的 Help 文件。文件在下面的目录中：

.\Microchip\Help

关于 Microchip USB 解决方案各组件的更多信息，以及更多关于 USB 嵌入式主机客户机驱动程序和外部设备功能驱动程序的信息，请访问 Microchip USB 设计中心：

www.microchip.com/usb

关于更多 USB 的通用信息，请访问：

- USB Implementers Forum, “*Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification*”, <http://www.usb.org/developers/docs/>

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、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、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: 978-1-60932-198-7

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。



MICROCHIP

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: 678-957-9614
Fax: 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: 216-447-0464

Fax: 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: 408-961-6444
Fax: 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: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

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: 91-80-3090-4080

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

12/30/09