
USB253x/3x13/46x4 集线器功能控制器的USB命令

作者: <i>Andrew Rogers</i> <i>Microchip Technology Inc.</i>
--

简介

集线器功能控制器连接到Microchip USB253x/USB3x13/USB46x4系列USB2.0集线器的内部端口上，可提供集线器配置、OTP编程和I/O桥接等高级功能。这些功能可通过ProTouch2 GUI、ProTouch2命令行接口或ProTouch2 DLL库（用于特定应用的代码开发）来控制。如果DLL库无法用于特定的应用（例如，使用了MCU主机接口或替代操作系统），也可以使用低级USB命令和标准USB驱动程序直接进行控制。

章节

[第1.0节“寄存器访问”](#)

[第2.0节“可一次性编程的存储器读取/写入”](#)

[第3.0节“I2C桥接”](#)

[第4.0节“SPI桥接”](#)

[第5.0节“UART桥接”](#)

参考资料

有关本文档中提及的特定器件的详细信息，请参见以下文档。

- *Microchip USB5734 Data Sheet*
- *Microchip USB5744 Data Sheet*
- *Microchip USB5742 Data Sheet*
- *Microchip AN 26.18《USB253x/USB3x13/USB46x4的配置选项》*

1.0 寄存器访问

所有USB到寄存器的访问命令都必须直接发送至与Microchip集线器最后一个下行端口（例如，位于4端口集线器的端口5上）相连的集线器功能控制器的端点0。

1.1 配置写入

此命令可用于更新0x0000-0xFFFF范围内的任何寄存器地址。为了确保可预测的操作，只能向Microchip AN 26.18《USB253x/USB3x13/USB46x4的配置选项》中记录的寄存器写入配置。此外，不得更改保留位。如果不遵循这些要求，可能会导致不可预测的行为。

1.1.1 配置写入SETUP数据包详细信息

表1: 配置写入SETUP数据包详细信息

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	主机到设备，供应商类，针对接口
bRequest	0x03	CMD_CFG_WRITE
wValue	配置地址	有效地址范围为0x0000-0xFFFF
wIndex	0x0000	保留
wLength	数据长度	待写入数据字节的长度

1.1.2 配置写入事务序列

命令阶段: 主机必须发送以下SETUP数据包以启动配置寄存器写命令。

数据阶段: 主机必须发送在SETUP数据包中指定的长度为wLength的待写入数据字节。

状态阶段: 集线器将在配置写入完成后发送ACK。

1.2 配置读取

此命令可用于读取0x0000-0xFFFF范围内的任何寄存器地址。有关寄存器及说明的完整列表，请参见Microchip AN 26.18《USB253x/USB3x13/USB46x4的配置选项》。

1.2.1 配置读取SETUP数据包详细信息

表2: 配置读取SETUP数据包详细信息

设置参数	值	说明
bmRequestType	0xC1	设备到主机，供应商类，针对接口
bRequest	0x03	CMD_CFG_READ
wValue	配置地址	有效地址范围为0x0000-0xFFFF
wIndex	0x0000	保留
wLength	数据长度	待读取数据字节的长度

1.2.2 配置读取事务序列

命令阶段: 主机必须发送以下SETUP数据包以启动配置寄存器读命令。

数据阶段: 集线器将发送从SETUP数据包中指定的地址开始的长度为wLength的数据字节。

2.0 可一次性编程的存储器读取/写入

可以对集线器内部的可一次性编程（One Time Programmable, OTP）存储器进行永久写入。OTP存储器大小为2 KB，每个字节只能写入一次，直到存储器完全填满。有关如何正确设置写入OTP的数据格式的详细信息，请参见Microchip AN 26.18《USB253x/USB3x13/USB46x4的配置选项》的“OTP配置”一章。

所有USB到寄存器的访问命令都必须直接发送至与Microchip集线器最后一个下行端口（例如，位于4端口集线器的端口5上）相连的集线器功能控制器的端点0。

2.1 编程OTP存储器

2.1.1 编程OTP SETUP数据包详细信息

表3: 编程OTP SETUP数据包详细信息

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	主机到设备，供应商类，针对接口
bRequest	0x00	CMD_OTP_WRITE
wValue	配置地址	OTP中的存储器地址
wIndex	0x0000	保留
wLength	数据长度	待写入数据字节的长度

2.1.2 配置写入事务序列

命令阶段: 主机必须发送以下SETUP数据包以启动OTP编程数据传输。

数据阶段: 主机必须发送在SETUP数据包中指定的长度为wLength的待写入数据字节。

2.2 读取OTP存储器

2.2.1 读取OTP SETUP数据包详细信息

表4: 配置读取SETUP数据包详细信息

设置参数	值	说明
bmRequestType	0xC1	设备到主机，供应商类，针对接口
bRequest	0x01	CMD_OTP_READ
wValue	配置地址	OTP中的存储器地址
wIndex	0x0000	保留
wLength	数据长度	待读取数据字节的长度

2.2.2 配置读取事务序列

命令阶段: 主机必须发送以下SETUP数据包以启动OTP存储器读命令。

数据阶段: 集线器将发送从SETUP数据包中指定的地址开始的长度为wLength的存储器数据字节的内容。

状态阶段: 集线器将在命令完成后发送ACK（或在发生读取错误时发送STALL）。

2.3.5 更新“OTP已编程次数”字段

如果已明确不再需要确定OTP已编程次数，则可以跳过此步骤。

默认情况下，OTP的前两个字节为0x00和0xFF。由于OTP中的每个位只能更改一次，因此这两个字节只能用于记录最多16次OTP编程。第一个字节上的每个位可从0更改为1，第二个字节上的每个位可从1更改为0。主机应用程序可以通过读取第一个字节中1的数量和第二个字节中0的数量来记录OTP已编程的次数。例如，在第一次OTP编程之后，前两个字节将是0x01和0xFF，表示OTP只编程了一次。

2.3.6 验证OTP

发送OTP编程命令后，可以执行OTP读取操作以验证编程是否成功。此步骤是可选项，但建议使用。

2.3.7 集线器复位

要完成OTP编程并将新配置重载到集线器中，必须复位集线器。通过USB命令执行此操作需要两个步骤：

- 将寄存器0x0804的第2位置1，以使默认值0x43变为0x47
- 将0x40写入寄存器0x080A

在这两条命令之后，集线器将自行复位并重新枚举到主机。

3.0 I²C 桥接

本章提供 I²C 直通控制数据包的详细信息。所有 USB 转 I²C 的桥接命令都必须直接发送至与 Microchip 集线器最后一个下行端口（例如，位于 4 端口集线器的端口 5 上）相连的集线器功能控制器的端点 0。

3.1 I²C 控制标志

读和写命令都有一个特殊的控制标志参数，该参数的定义如表 6 所示。

表 6: USB I²C 控制标志参数

Bit	控制	使用
2-7	保留	n/a
2	SEND_NACK	如果置为有效，则针对传输中的最后一个字节发送 NACK
1	SEND_START	如果置为有效，则 I ² C 命令的第一步是发送启动条件。
0	SEND_STOP	如果置为有效，则此命令的最后一步是发送停止条件。

3.2 I²C 写命令

此命令用于将数据发送至连接到 USB 集线器的 I²C 外设。I²C 控制标志（在表 6 中定义）和 I²C 从器件地址均捆绑到 wValue 字段中。

表 7: USB I²C 写命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x71	寄存器读命令：CMD_I2C_WRITE
wValue	0xXXYY	MSB (XX)：I ² C 控制标志（见第 3.1 节） LSB (YY)：I ² C 从器件地址
wIndex	0x0000	保留
wLength	0xNN	在数据阶段待发送的 N 字节数据（在 OUT EP0 控制传输数据包中）

3.2.1 I²C 写 USB 事务序列

命令阶段：集线器功能控制器接收包含上述参数的 SETUP 数据包。

数据阶段：主机发送多个 EP0 OUT 数据包，每个数据包 64 字节，总长度为 N 字节

状态阶段：如果集线器功能控制器发回 IN-Zero 长度数据包，则表示传输成功。如果集线器功能控制器发回 IN-STALL 数据包，则表示传输期间出错。这可能是由于 I²C 从器件未发送 ACK 而引起。

3.3 I²C 读命令

此命令用于从连接到USB集线器的I²C外设读取数据。I²C控制标志（在表6中定义）和I²C从器件地址均捆绑到wValue字段中。

表8: USB I²C 读命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x72	寄存器读命令：CMD_I2C_READ
wValue	0xXXYY	MSB (XX)：I2C控制标志（见第3.1节） LSB (YY)：I2C从器件地址
wIndex	0x0000	保留
wLength	0xNN	在数据阶段待发送的N字节数据（在OUT EP0控制传输数据包中）

3.3.1 I²C 读 USB 事务序列

命令阶段：集线器功能控制器接收包含上述参数的SETUP数据包。

数据阶段：集线器功能控制器发送多个EP0 IN数据包，每个数据包64字节，总长度为N字节

状态阶段：主机发送OUT-Zero长度ACK数据包来告知已收到数据。

4.0 SPI桥接

下文给出了SPI直通控制数据包的详细信息。

所有USB转SPI的桥接命令都必须直接发送至与Microchip集线器最后一个下行端口（例如，位于4端口集线器的端口5上）相连的集线器功能控制器的端点0。

4.1 使能SPI直通接口命令

要使能SPI直通接口，需使用以下SETUP数据包命令。必须先使能此接口，然后才能执行任何写或读命令。请注意，此USB事务没有数据阶段。

表9: USB使能SPI直通SETUP命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x60	寄存器读命令：CMD_SPI_ENTER_PASSTHRU
wValue	0x0000	保留
wIndex	0x0000	保留
wLength	0x00	没有数据阶段

4.2 SPI读/写命令

此命令用于从/向连接到USB集线器的SPI外设读取数据/写入数据。

表10: USB SPI读/写命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x61	寄存器读命令：CMD_SPI_WRITE
wValue	0xXXXX	待发送到SPI外设的数据总长度（SETUP数据包之后的数据大小）
wIndex	0x0000	保留
wLength	0xNN	SPI接口为响应发送的命令而返回的字节数

通过指定wValue = 517和wLength = 5，一条USB命令最多可读取512字节数据。

通过指定wValue = wLength = 260，一个SPI外设最多可写入256字节数据。

4.2.1 SPI写USB事务序列

1. **SETUP数据包:** 向SPI ROM发送“写入使能”操作码（wValue = wLength = 1）
2. **数据:** 0x06（“写入使能”的操作码）。
3. **状态:** 集线器发送IN-Zero长度数据包。
4. **SETUP数据包:** 发送数据有效负载
5. **数据:** EP0数据以0x02 + 24位SPI地址 + 数据流的形式发送到SPI ROM
6. **状态:** 如果集线器发回IN-Zero长度数据包，则表示传输成功。如果集线器发回IN-STALL数据包，则表示传输期间出错。

4.2.2 SPI读USB事务序列

- 1.) **SETUP数据包**: 定义同上。
- 2.) **数据**: EP0 OUT数据以0x0B + 24位SPI地址 + 0x00（空字节）的形式发送到SPI ROM。
- 3.) **状态**: 如果集线器发回IN-Zero长度数据包，则表示传输成功。如果集线器发回IN-STALL数据包，则表示传输传输期间出错，这可能是由于I2C从器件未发送ACK而引起。
- 4.) 从寄存器0x4A10开始在集线器上执行配置寄存器读取操作，以检索读取的数据。请参见AN 26.18《USB253x/USB3x13/USB46x4的配置选项》。

4.3 禁止SPI直通接口命令

要禁止SPI直通接口，需使用以下SETUP数据包命令。请注意，此USB事务没有数据阶段。

表 11: USB禁止SPI直通SETUP命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x62	寄存器读命令: CMD_SPI_ENTER_PASSTHRU
wValue	0x0000	保留
wIndex	0x0000	保留
wLength	0x00	没有数据阶段

AN2083

5.0 UART 桥接

下文给出了 UART 直通控制数据包的详细信息。

所有 USB 转 UART 的桥接命令都必须直接发送至与 Microchip 集线器最后一个下行端口（例如，位于 4 端口集线器的端口 5 上）相连的集线器功能控制器的端点 0。

5.1 使能 UART 直通接口命令

以下 SETUP 数据包命令将初始化接口并执行以下操作：

- 将 UART 发送和接收指针复位为 0
- 将接收错误状态复位为 0
- 初始化 UART 接口：9600 波特率，8 位模式，定时器 1 作为波特率发生器
- 使能异步 UART 接收

表 12: USB 使能 UART 直通 SETUP 命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x2A	UART_PASSTHRU_ENTER
wValue	0x20	使能 UART 直通控制标志
wIndex	0x0000	保留
wLength	0x00	没有数据阶段

5.2 配置 UART 接口

可以使用以下 SETUP 数据包命令来更改 UART 接口的波特率。

表 13: USB UART SETUP 命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x40	UART_SET_REGISTERS
wValue	0x00	保留
wIndex	0x0000	保留
wLength	0x06	UART_REGS 结构的大小

UART_REGS 结构的定义如下：

表 14: USB UART_REGS 命令

设置参数	值	说明
保留	0x01	保留，始终为 0x01
byBD	0x00 或 0x01	BD 波特率配置字节
bySMOD	0x00 或 0x01	SMOD 波特率配置字节
byTH1	0x00-0xFF	定时器 1 重载值（仅当 byBD = 0x00 时使用）
wSOREL	0x0000-0xFFFF	SOREL 寄存器值（仅当 byBD = 0x01 时使用）

可以使用两组公式将UART接口配置为所需的波特率设置。使用这两组公式时，必须通过计算找到最佳结果（最小误差），并相应地设置byBD和bySMOD。

当byBD = 0x00且bySMOD = 0x01时，将使用byTH1：

- $\text{byTH1} = 256 - ((2)(60,000,000)) / (384 * \text{所需的波特率})$
- $\text{实际波特率} = (2 * 60,000,000) / (384 * (256 - \text{TH1}))$
- $\text{误差} = 100 * ((\text{实际波特率} - \text{所需的波特率}) / (\text{所需的波特率}))$

当byBD = 0x01且bySMOD = 0x00时，将使用wSOREL：

- $\text{bySOREL} = 1024 - ((60,000,000 / (64 * \text{所需的波特率}))$
- $\text{实际波特率} = (60,000,000) / (64 * (1024 - \text{SOREL}))$
- $\text{误差} = 100 * ((\text{实际波特率} - \text{所需的波特率}) / (\text{所需的波特率}))$

5.2.1 波特率配置计算示例

如果所需的波特率为115,200，通过以上两组公式可得出如下结果：

假设byBD = 0x00且bySMOD = 0x01：

- $\text{byTH1} = 256 - ((2)(60,000,000)) / (384 * 115,200) = 256 - 2 = 254$
- $\text{实际波特率} = (2 * 60,000,000) / (384 * (256 - 254)) = 156,250$
- $\text{误差} = 100 * ((156,250 - 115,200) / (115,200)) = 35\%$

假设byBD = 0x01且bySMOD = 0x00：

- $\text{bySOREL} = 1024 - ((60,000,000 / (64 * 115,200))) = 1024 - 8 = 1,016$
- $\text{实际波特率} = (60,000,000) / (64 * (1024 - 1,016)) = 117,187$
- $\text{误差} = 100 * ((117,187 - 115,200) / (115,200)) = 1\%$

因此，应选择参数byBD = 0x01、bySMOD = 0x00且bySOREL = 0x03F8（1,016），这个组合的误差计算结果比前者要小得多。

5.3 UART写命令

以下命令用于将数据发送至连接到USB集线器的UART外设。

表15: USB UART写命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x41	UART写命令：UART_DATA_PC_TO_DEVICE
wValue	0x00	保留
wIndex	0x0000	保留
wLength	0xNN	待发送数据的长度（可能值为0x01-0x40）

通过指定wLength = 0x40，一条USB命令最多可发送64字节数据。

5.3.1 UART写USB事务序列:

7. **SETUP**数据包（主机 > 集线器）：使UART接口准备好传输数据。
8. **数据**（主机 > 集线器）：从主机向集线器发送长度为wLength的数据有效负载。
9. **状态**（集线器 > 主机）：如果集线器发回IN-Zero长度数据包，则表示传输成功。如果集线器发回IN-STALL数据包，则表示传输期间出错。

5.4 UART读命令

此命令用于从连接到USB集线器的UART外设读取数据。

表16: USB UART读命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0xC1	供应商特定命令，设备到主机的数据传输
bRequest	0x42	UART写命令: UART_DATA_DEVICE_TO_PC
wValue	0x00	保留
wIndex	0x0000	保留
wLength	0xNN	待读取数据的长度（可能值为0x01-0x40）

通过指定wLength = 0x40，一条USB命令最多可读取64字节数据。接收到的最后一个字节始终是UART接收中的状态代码，如下所示：

- 0x00——无错误
- 0x00——缓冲区溢出（接收到的数据超出了FIFO接收器缓冲区的容量）

错误代码始终返回上一条UART_DATA_DEVICE_TO_PC命令与当前命令之间的接收状态。

5.4.1 UART写USB事务序列:

10. **SETUP**数据包（主机 > 集线器）：使UART接口准备好传输数据。
11. **数据**（集线器 > 主机）：从集线器向主机发送长度为wLength的数据有效负载。
12. **状态**（主机 > 集线器）：如果主机发回IN-Zero长度数据包，则表示完成数据读取。

5.5 禁止UART直通接口命令

要禁止UART直通接口，需使用以下SETUP数据包命令。请注意，此USB事务没有数据阶段。

表17: USB禁止UART直通SETUP命令

设置参数	值	说明
bmRequestType	0x41	供应商特定命令，将数据从主机传输到设备
bRequest	0x2B	UART_PASSTHRU_EXIT
wValue	0x20	禁止UART直通控制标志
wIndex	0x0000	保留
wLength	0x00	保留

附录 A: 应用笔记版本历史

表 A-1: 版本历史

版本与日期	节/图/条目	修正
版本 A (01-08-16)	全部	初始版本

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。我们的网站提供以下内容：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请访问 www.microchip.com/pcn，然后按照注册说明进行操作。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://microchip.com/support> 获得网上技术支持。

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、Adaptec、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTrackr、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Liberio、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、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、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 Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 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。

© 2020, Microchip Technology Incorporated 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-5943-9

有关 Microchip 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。

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

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: 45-4485-5910
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: 49-7131-72400

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