

通过UART将PCI1xxx与RS-232、RS-422和RS-485接口进行连接

作者: Christopher Brisco
Microchip Technology Inc.

1.0 简介

本应用笔记介绍了将UART与RS-232、RS-422和RS-485接口进行连接的相关信息，并提供了使用这些标准接口连接PCI1xxx时的注意事项。文中介绍了典型的UART数据帧以及UART硬件和软件流控制。

1.1 章节

本文档涵盖以下主题：

[第2.0章“执行摘要”](#)

[第3.0章“UART”](#)

[第4.0章“信号”](#)

[第5.0章“与PCI1xxx连接”](#)

[第6.0章“RS-232”](#)

[第7.0章“RS-422”](#)

[第8.0章“RS-485”](#)

1.2 参考资料

有关本文档中提及的特定器件的详细信息，请参见以下参考资料：

- TIA/EIA 232F
- TIA/EIA 422B
- TIA/EIA 485A
- ITU-T V.24
- TSB-89A

1.3 术语和缩写

本文档中使用了以下术语和缩写：

表1: 术语和缩写

术语/缩写	定义
波特率	每秒发送的符号数
比特率	每秒发送的位数
位时间	发送一位所需的时间。它是比特率的倒数
BPS	每秒位数 (Bits Per Second)
CTS	允许发送 (Clear to Send)
DCE	数据电路终端设备 (Data Circuit-Terminating Equipment)
差分信号	一对幅值相反的信号，两者相减后得到原始逻辑信号

AN4885

表1: 术语和缩写 (续)

术语/缩写	定义
DTE	数据终端设备 (Data Termination Equipment)
EIA	电子工业联盟 (Electronic Industries Alliance)
FIFO	先进先出 (First In First Out)
发射器	负责在总线上发送数据的设备
ITU	国际电信联盟 (International Telecommunication Union)
标记	二进制1或逻辑高电平
NRZ	不归零 (Non Return to Zero)
接收器	负责读取总线上的数据的设备
RTS	准备发送 (Ready to Send)
间隔	二进制0或逻辑低电平
TIA	电信工业协会 (Telecommunications Industry Association)
发送器	与发射器异名同义
UART	通用异步收发器 (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

2.0 执行摘要

使用PCI1xxxx时，请注意以下重要准则：

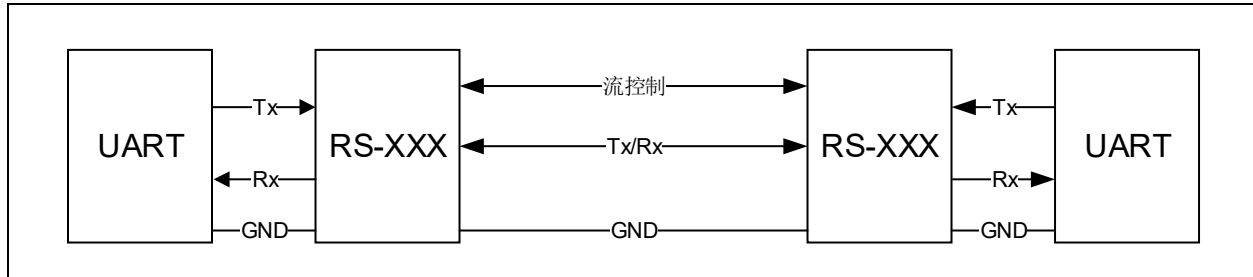
- UART
 - 必须预先将接收器和发送器配置为使用相同的传输速度和数据帧。
 - 互连介质越长，最大传输速率越低。
 - 使用高速信号需要平衡线缆。这涉及到在线缆的终端添加一个与线缆特性阻抗匹配的电阻。
- 流控制
 - 可以通过硬件或软件实现流控制。必须将接收器和发送器配置为利用或响应相应的流控制信号或报文。
 - 所有流控制信号都是可选项。
 - RTS和CTS比较常用，其他大多数流控制信号则很少使用。
- PCI1xxxx
 - 每个SKU最多支持4个UART实例。这些实例可以分配给特定的引脚（详见第5.0章“与PCI1xxx连接”）。
 - 并非所有PCI1xxxx SKU都默认使能UART。可以通过EEPROM配置使能或禁止UART。有关详细信息，请参见第5.1节“每个SKU的默认分配”。
 - TX、RX、CTS和RTS均具有可分配给引脚的功能，其他大多数流控制信号则没有。
- RS-232
 - RS-232使用单端信号，即每个信号一根线。
 - RS-232定义了DB25/26和DB9连接器的标准化引脚分配。在这些引脚分配中，并未用到所有引脚。
 - RS-232支持点对点连接。
- RS-422/RS-485
 - RS-422与RS-485的电压阈值不同。
 - RS-422与RS-485支持的总线架构不同。
 - RS-422与RS-485在电压和总线限制范围内互相兼容。
 - RS-422与RS-485未定义标准化的连接器引脚分配。每个制造商自行定义各自的引脚分配。

3.0 UART

UART通常由用于发送的移位寄存器、用于接收的移位寄存器、时钟发生器和FIFO缓冲区组成。其他各类接口位于本地UART与发送/接收线路之间。

本章讨论适用于所有接口的一般注意事项，各个接口的具体注意事项将在相应章节中详细说明。

图1： 将UART与RS-XXX接口进行连接



UART具有两种信号：Tx和Rx。没有单独的时钟信号。UART以假定的比特率（波特率）进行发送和读取。一般来说，UART可以是数据终端设备（DTE）或数据电路终端设备（DCE）的一部分。DTE被视为控制硬件（如计算机），DCE被视为接收硬件（如调制解调器或终端）。

图2： DTE与DCE之间的通信

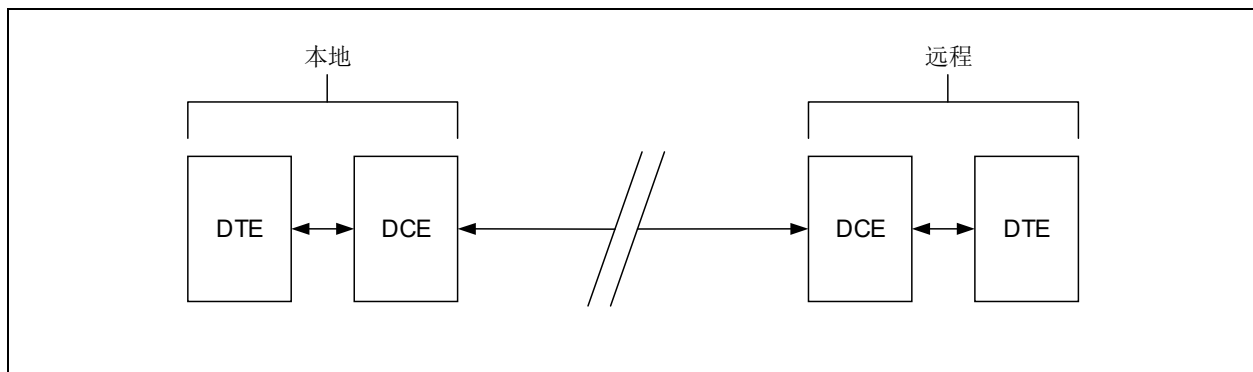


表2列出了不同标准的简要比较。RS-232、RS-422和RS-485未定义最大线缆长度，但线缆长度与波特率成反比关系（即，线缆越长，波特率越低）。

表2： 不同标准的比较

标准	工作电压	线数	差分/单端
RS-232	±12V	3/9/25	单端
RS-422	±10V	5/9	差分
RS-485	-7V至+12V	5/9	差分

3.1 UART数据帧

典型的UART数据帧由1个起始位、5至9个数据位、1个可选的奇偶校验位和1个停止位组成。空闲时，UART将Tx线保持高电平。

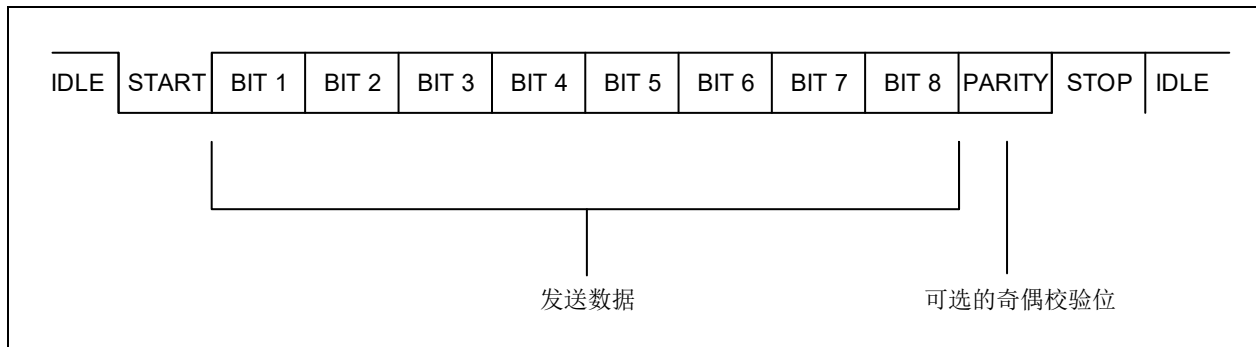
- 起始位：为了开始发送，UART会将Tx线拉为低电平并持续恰好一个位时间。这样可以通知接收器接下来将发送数据。发送完起始位之后，紧接着就发送数据。

- 数据位：实际需要发送的数据，先发送最低有效位（Least Significant bit, LSb）。
- 奇偶校验位：奇偶校验位由发送器计算，是一种简单的接收数据错误校验方法。奇偶校验可以是偶校验、奇校验、标记校验或间隔校验。
 - 在偶校验中，发送数据中1的数量必须始终为偶数。这意味着如果数据本身有奇数个1，则奇偶校验位将为1；如果数据本身有偶数个1，则奇偶校验位将为0。
 - 在奇校验中，发送数据中1的数量必须始终为奇数。这意味着如果数据本身有偶数个1，则奇偶校验位将为1；如果数据本身有奇数个1，则奇偶校验位将为0。
 - 在标记奇偶校验中，奇偶校验位始终为1。
 - 在间隔奇偶校验中，奇偶校验位始终为0。
- 停止位：在奇偶校验位之后，Tx线为高电平并持续一个或多个位时间。

UART通常使用不归零（NRZ）数据编码。该方案使用逻辑高电平的电压阈值和逻辑低电平的电压阈值。信号不会返回到中性状态，并且仅在位发生变化时才会改变。

数据帧的确切结构可能有所不同，因此必须将接收器与发送器配置为使用相同的数据帧。此外，由于没有发送时钟，因此在进行任何通信之前，必须将接收器与发送器配置为使用相同的波特率。

图3： UART数据帧

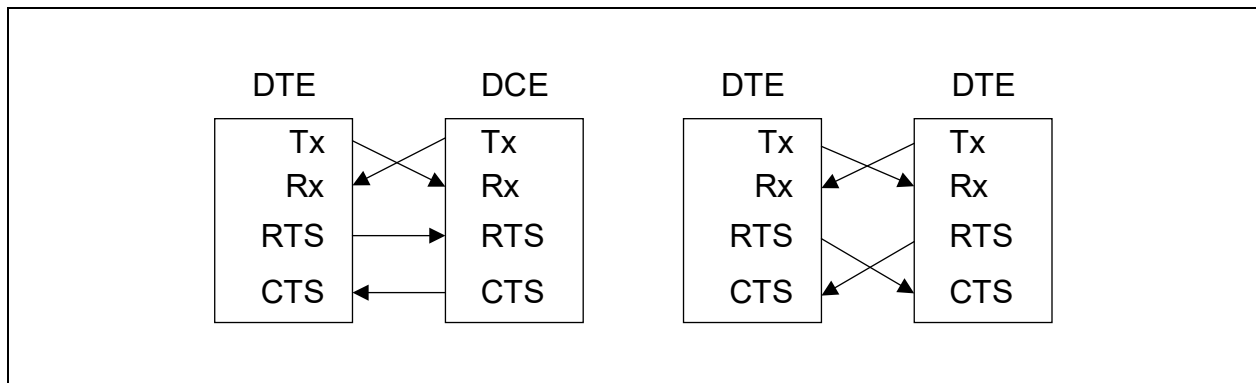


3.2 UART流控制

流控制用于限制数据传输，以避免发生缓冲区溢出问题。流控制主要有两种类型：硬件流控制和软件流控制。

硬件流控制通过允许发送（CTS）和准备发送（RTS）信号来实现。这两个信号的确切连接取决于所连接的设备，如图4所示。

图4： 连接DTE和DCE



DTE充当控制器。如果两个设备都是DTE，则任何一个都可以充当控制器。

- 发送数据：发送器首先将RTS置为有效以通知接收器它有数据要发送，然后等待接收器将CTS置为有效。一旦RTS和CTS均置为有效，发送器就开始发送数据。发送器从LSb开始每次发送一位。发送器发送完成后，会立即发送停止信号并将RTS置为无效。只要接收器将CTS置为无效，发送器就会暂停发送。

AN4885

- **接收数据:** 当接收器检测到发送器已将RTS信号置为有效时，会通过将CTS信号置为有效进行响应。当接收器检测到起始位后，会开始读取线路中传入的数据，然后将该数据存入移位寄存器中。当移位寄存器已满时，接收器会将数据推入FIFO寄存器中。接收器所连接的系统后续会负责清空FIFO寄存器。如果FIFO和移位寄存器均已满，接收器会将CTS置为无效，以便为系统留出更多的时间来读取寄存器，从而避免丢失数据。
- **软件流控制:** 接收器还可以通过其Tx线发送命令来启动和停止数据传输。当接收器发送XON字节时，发送器继续传输数据。当接收器发送XOFF字节时，发送器停止传输数据。与硬件流控制相比，软件流控制的主要优点是需要的线路更少，缺点是在接收器发送XOFF字节时可能会丢失数据。

4.0 信号

ITU-T Rec.V.24和TIA-232f中定义了以下信号。UART连接至少需要Tx线、Rx线和公共地。如果实现流控制，则还需要RTS和CTS。其余信号通常不需要实现。

- **屏蔽:** 通常接地。
- **发送数据:** 从DTE发出的数据。可以是发送数据或软件流控制字节。必须先将RTS和CTS置为有效才能发送数据。
- **接收数据:** 接收到DTE中的数据。可以是数据或软件流控制字节。
- **请求发送:** 由DTE控制的信号。置为有效时，可以让DCE知道DTE已准备好发送数据。
- **准备接收:** 由DTE控制的信号。置为有效时，可以让DCE知道DTE已准备好接收数据。
- **允许发送/准备发送:** 由DCE控制的信号。置为有效时，可以让DTE知道DCE已准备好接收发送的数据。
- **DCE就绪/数据准备就绪:** 指示DCE已准备就绪。该信号与测试模式和CTS一起使用，向DTE指示DCE期望收到什么信号。表3列出了这些状态。

表3: 数据准备就绪信号的含义

测试模式和CTS状态	DSR置为有效	DSR置为无效
测试指示置为有效	DCE已连接并准备好交换控制信号以进行测试。	—
测试指示置为无效	DCE已连接并准备好交换控制信号。	—
准备发送置为有效	—	DCE已准备好交换数据信号以控制DCE。
准备发送置为无效	—	DCE处于断开连接或故障状态。

- **信号公共地:** DTE与DCE之间的公共地。
- **接收线路信号检测器/数据通道接收线路信号检测器:** 由DCE控制的信号。当该线路置为有效时，表示从DTE接收的信号在DCE制造商定义的限值范围内。当该线路置为无效时，表示该信号超出限值范围。
- **辅助接收线路信号检测器/反向通道接收线路信号检测器:** 其功能与接收线路信号检测器等同，但针对辅助接收数据。
- **数据信号速率选择器 (DCE源):** 由DCE控制的信号。当DTE支持多种信号速率时，该信号用于指示使用哪一种。当该信号置为有效时，将使用较高的信号速率。
- **数据信号速率选择器 (DTE源):** 由DTE控制的信号。当DCE支持多种信号速率时，该信号用于指示使用哪一种。当该信号置为有效时，将使用较高的信号速率。
- **辅助允许发送/反向通道就绪:** 其功能与CTS等同，但针对辅助接收数据。
- **辅助发送数据:** 其功能与发送数据等同，但针对辅助通道。
- **发送器信号元素时序 (DCE源):** DCE提供的发送器特定时钟信号。当发送器需要可变时序时，应在关闭状态下更改该信号的频率。
- **发送器信号元素时序 (DTE源):** DTE提供的发送器特定时钟信号。
- **辅助接收数据:** 其功能与接收数据等同。
- **接收器信号元素时序 (DCE源):** DCE提供的接收器特定时钟信号。当接收器需要可变时序时，应在关闭状态下更改该信号的频率。

AN4885

- **本地环回:** 由DTE控制, 该信号用于指示本地DCE应将DTE接收到的任何数据发回DTE。
- **辅助请求发送:** 其功能与RTS等同, 但针对辅助发送数据。
- **DTE就绪/将准备就绪的数据连接至线路/数据终端就绪:** 由DTE控制的信号。置为有效时, 可以让DCE知道DTE想要发起呼叫并且DCE已打开通信通道。置为无效时, 可以通知DCE关闭通信通道。DCE可根据需要使通信通道保持打开或关闭状态。
- **远程环回:** 由DTE控制, 该信号用于指示远程DCE应将DTE接收到的任何数据发回DTE。
- **振铃指示/呼叫指示:** 由DCE控制的信号。置为有效时, 表示DCE正在接收呼叫。
- **存在接收到的能量:** 由DCE控制的信号。用于指示线路上存在能量。
- **测试模式/测试指示:** 由DCE控制的信号。置为有效时, 会将DTE置于测试模式。该信号与DSR一起使用来确定要执行的操作。

5.0 与PCI1XXX连接

PCI1xxx系列器件均采用具备多种复用功能的prog#引脚。通过使用可配置的EEPROM或内部OTP存储器，可以在启动时将这些引脚设置为所需的功能。有关引脚分配的信息，请参见数据手册。

5.1 每个SKU的默认分配

表4列出了每个SKU默认分配给prog#引脚的UART数量。所有SKU均最多支持4个UART，但并非所有SKU都默认将prog#引脚分配给UART。可以通过EEPROM配置将UART分配给prog#引脚。以下各节详细说明了可以为特定的UART功能分配哪些prog#引脚。

表4: PCI1XXX UART 选项

SKU	默认分配的UART数量
PCI12000	0
PCI11010	0
PCI11101	1
PCI11400	0
PCI11414	4

5.2 PCI12000

PCI12000未将任何引脚默认分配给UART。表5列出了可分配给各种UART功能的prog#引脚。

表5: PCI12000 引脚复用

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART0	TXD	—	29, 69, 70, 71
	RXD	—	30, 70, 71, 72
	RTS_N	—	31, 64, 72, 75, 81, 83
	CTS_N	—	32, 65, 71, 76, 82
	DTR_N	—	31, 64, 75, 81, 83
	DSR_N	—	29, 32, 65, 76, 82
	DCD_N	—	30
	RI_N	—	31
UART1	WAKE_N	—	31, 68, 69, 75, 78, 85
	TXD	—	31, 69, 77
	RXD	—	32, 70, 78
	RTS_N	—	33, 72, 81
	CTS_N	—	30, 71, 82
	DTR_N	—	33, 71, 81
	DSR_N	—	72, 82
	DCD_N	—	—
RI_N	—	—	
WAKE_N	—	—	29, 32, 68, 69, 70, 73, 83, 86

AN4885

表5: PCI12000 引脚复用 (续)

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART2	TXD	—	64
	RXD	—	65
	RTS_N	—	31
	CTS_N	—	32
	DTR_N	—	31
	DSR_N	—	32
	DCD_N	—	33, 85, 86
	RI_N	—	87
	WAKE_N	—	71, 79, 80, 87
UART3	TXD	—	66
	RXD	—	67
	RTS_N	—	—
	CTS_N	—	—
	DTR_N	—	—
	DSR_N	—	—
	DCD_N	—	85, 86
	RI_N	—	87
	WAKE_N	—	65, 79, 80

5.3 PCI11010

PCI11010 未将任何引脚默认分配给 UART。表6 列出了可分配给各种 UART 功能的 prog# 引脚。

表6: PCI11010 引脚复用

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART0	TXD	—	3, 17, 29, 69, 70, 71
	RXD	—	18, 30, 70, 71
	RTS_N	—	17, 31, 64, 75, 81, 83
	CTS_N	—	18, 32, 65, 71, 76, 82
	DTR_N	—	17, 31, 64, 75, 81, 83
	DSR_N	—	17, 18, 29, 32, 65, 76, 82
	DCD_N	—	18, 30
	RI_N	—	31
	WAKE_N	—	31, 68, 69, 75, 78
UART1	TXD	—	31, 69, 77, 81
	RXD	—	32, 70, 78, 82
	RTS_N	—	33, 81
	CTS_N	—	30, 71, 82
	DTR_N	—	33, 46, 71, 81
	DSR_N	—	47, 82
	DCD_N	—	48
	RI_N	—	49
	WAKE_N	—	29, 32, 50, 68, 69, 70, 73, 83

表6: PCI11010引脚复用 (续)

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART2	TXD	—	17, 64, 86
	RXD	—	18, 65, 87
	RTS_N	—	31, 46
	CTS_N	—	32, 47
	DTR_N	—	31, 46
	DSR_N	—	32, 47
	DCD_N	—	0, 1, 33, 60, 61
	RI_N	—	2, 62, 63
	WAKE_N	—	64, 71, 79, 80
UART3	TXD	—	66
	RXD	—	67
	RTS_N	—	48
	CTS_N	—	49
	DTR_N	—	53, 48
	DSR_N	—	49
	DCD_N	—	0, 1, 60, 61
	RI_N	—	2, 62, 63
	WAKE_N	—	65, 79, 80

5.4 PCI11101

PCI11101默认将UART0分配给prog#引脚。表7列出了这些默认分配以及备选prog#引脚。

表7: PCI11101引脚复用

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART0	TXD	69	4, 17, 29, 70, 71
	RXD	70	4, 18, 30, 71, 72
	RTS_N	72	5, 17, 19, 31, 64, 75, 81, 83
	CTS_N	71	6, 18, 20, 32, 65, 76, 82
	DTR_N	—	17, 19, 21, 31, 64, 75, 81, 83
	DSR_N	—	17, 18, 20, 29, 32, 65, 76, 82
	DCD_N	—	18, 30
	RI_N	—	19, 31
	WAKE_N	—	6, 20, 31, 68, 69, 75, 78
UART1	TXD	—	5, 31, 69, 77, 81
	RXD	—	6, 32, 70, 78, 82
	RTS_N	—	19, 33, 72, 81
	CTS_N	—	20, 30, 34, 71, 82
	DTR_N	—	19, 33, 46, 71, 81
	DSR_N	—	20, 34, 47, 72, 82
	DCD_N	—	48
	RI_N	—	49
	WAKE_N	—	29, 32, 50, 68, 69, 70, 73, 83

AN4885

表7: PCI11101 引脚复用 (续)

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART2	TXD	—	17, 64
	RXD	—	18, 65
	RTS_N	—	21, 31, 46
	CTS_N	—	32, 47
	DTR_N	—	21, 31, 46
	DSR_N	—	32, 47
	DCD_N	—	0, 1, 33, 60, 61
	RI_N	—	2, 34, 62, 63
	WAKE_N	—	64, 71, 79, 80
UART3	TXD	—	19, 66
	RXD	—	20, 67
	RTS_N	—	48
	CTS_N	—	49
	DTR_N	—	53, 48
	DSR_N	—	49
	DCD_N	—	0, 1, 34, 60, 61
	RI_N	—	2, 34, 62, 63
	WAKE_N	—	65, 79, 80

5.5 PCI11400

PCI11400 未将任何引脚默认分配给 UART。表8 列出了可分配给各种 UART 功能的 prog# 引脚。

表8: PCI11400 引脚复用

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART0	TXD	—	3, 4, 17, 29, 69, 70, 71
	RXD	—	4, 18, 30, 70, 71
	RTS_N	—	5, 17, 19, 31, 64, 75, 81
	CTS_N	—	6, 18, 20, 32, 65, 71, 76, 82
	DTR_N	—	7, 17, 19, 31, 64, 75, 81
	DSR_N	—	17, 18, 20, 29, 32, 65, 76, 82
	DCD_N	—	18, 30
	RI_N	—	19, 31
	WAKE_N	—	20, 31, 68, 69, 75, 78
UART1	TXD	—	5, 31, 69, 77, 81
	RXD	—	6, 32, 70, 78, 82
	RTS_N	—	19, 33, 81
	CTS_N	—	20, 30, 34, 71, 82
	DTR_N	—	19, 33, 46, 71, 81
	DSR_N	—	20, 34, 47, 82
	DCD_N	—	48
	RI_N	—	49
	WAKE_N	—	29, 32, 68, 69, 70

表8: PCI11400引脚复用 (续)

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART2	TXD	—	7, 17, 64
	RXD	—	18, 65
	RTS_N	—	31, 46
	CTS_N	—	32, 47
	DTR_N	—	31, 46
	DSR_N	—	32, 47
	DCD_N	—	0, 1, 33
	RI_N	—	2, 34, 87
	WAKE_N	—	64, 71, 79, 80
UART3	TXD	—	19, 66
	RXD	—	20, 67
	RTS_N	—	48
	CTS_N	—	49
	DTR_N	—	48
	DSR_N	—	49
	DCD_N	—	0, 1, 34
	RI_N	—	2, 34
	WAKE_N	—	65, 79, 80

5.6 PCI11414

PCI11101默认将所有4个UART都分配给prog#引脚。表9列出了这些默认分配以及备选prog#引脚。

表9: PCI11414引脚复用

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART0	TXD	3	4, 17, 29, 69, 70, 71
	RXD	4	18, 30, 70, 71
	RTS_N	17	5, 19, 31, 64, 75, 81, 83
	CTS_N	18	6, 20, 32, 65, 71, 76, 82
	DTR_N	—	7, 17, 19, 21, 31, 64, 75, 81, 83
	DSR_N	—	8, 17, 18, 20, 29, 32, 65, 76, 82
	DCD_N	—	9, 18, 30
	RI_N	—	10, 19, 31
	WAKE_N	—	6, 20, 31, 68, 69, 75, 78, 85
UART1	TXD	5	31, 69, 77, 81, 86
	RXD	6	32, 70, 78, 82, 87
	RTS_N	19	33, 81
	CTS_N	20	30, 34, 71, 82
	DTR_N	—	19, 33, 46, 71, 81
	DSR_N	—	20, 34, 47, 82
	DCD_N	—	48
	RI_N	—	49
	WAKE_N	—	29, 32, 50, 68, 69, 70, 83, 86

AN4885

表9: PCI11414引脚复用 (续)

UART	功能	默认prog#	备选prog#
UART2	TXD	7	17, 64, 86
	RXD	8	18, 65, 87
	RTS_N	21	31, 46
	CTS_N	22	32, 47
	DTR_N	—	21, 31, 46
	DSR_N	—	22, 32, 47
	DCD_N	—	0, 1, 33, 60, 61, 85, 86
	RI_N	—	2, 34, 62, 63, 87
	WAKE_N	—	64, 71, 79, 80, 87
UART3	TXD	9	19, 66
	RXD	10	20, 67
	RTS_N	23	48
	CTS_N	24	49
	DTR_N	—	53, 48
	DSR_N	—	24, 49
	DCD_N	—	0, 1, 34, 60, 61, 85, 86
	RI_N	—	2, 34, 62, 63, 87
	WAKE_N	—	65, 79, 80

6.0 RS-232

6.1 引脚

RS-232 定义了 DB9、DB25 或 DB26 连接器的标准化引脚分配。DB25 和 DB26 连接器的引脚分配在 TIA-232F 中定义。DB26 连接器上的第 26 个引脚未使用，其余引脚分配与 DB25 连接器相同。DB9 连接器的引脚分配在 TIA-574 中定义。表 10 从 DTE 的角度提供了这些引脚分配。

表 10: RS-232 引脚

信号名称	DB25/26 引脚编号	DB9 引脚编号
屏蔽	1	—
发送数据	2	3
接收数据	3	2
请求发送	4	7
准备接收	4	—
允许发送	5	8
DCE 就绪	6	6
信号公共地	7	5
接收线路信号检测器	8	1
辅助接收线路信号检测器	12	—
数据信号速率选择器 (DCE 源)	12	—
辅助允许发送	13	—
辅助发送数据	14	—
发送器信号元素时序 (DCE 源)	15	—
辅助接收数据	16	—
接收器信号元素时序 (DCE 源)	17	—
本地环回	18	—
辅助请求发送	19	—
DTE 就绪	20	4
远程环回	21	—
信号质量检测器	21	—
振铃指示	22	9
存在接收到的能量	22	—
数据信号速率选择器 (DTE/DCE 源)	23	—
发送信号元素时序 (DTE 源)	24	—
测试模式	25	—

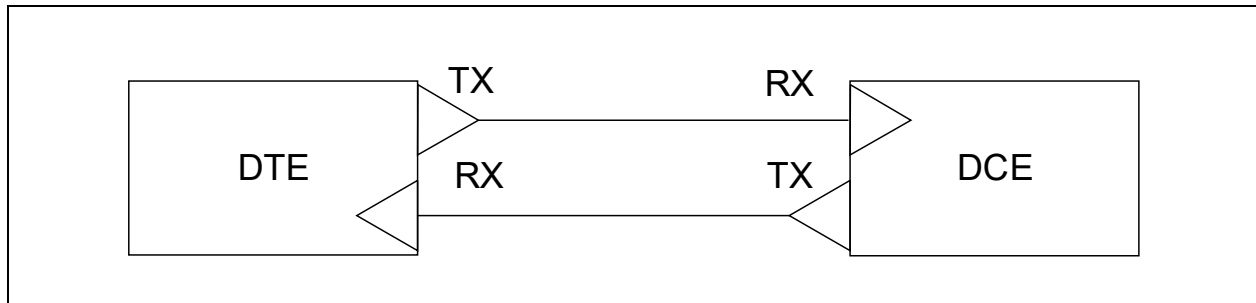
6.2 电气特性

TIA-232F 将小于 -3V 的电压定义为标记状态，将大于 3V 的电压定义为间隔状态。 $\pm 3V$ 之间的范围称为转换区，应视为悬空状态。在公共地与发送器或接收器之间测得的电压幅值不得超过 25V。

6.3 总线配置

RS-232采用点对点总线架构。这样可以确保在任意给定时间，总线上只连接一个发送器和一个接收器。此外，还假定DTE与DCE相连。尽管这种拓扑结构非常适合连接调制解调器，但需要为每个设备都配备一个DTE，当需要在多个设备之间进行通信时会导致系统效率低下。图5给出了点对点连接的示例。

图5: 点对点总线



7.0 RS-422

7.1 引脚

RS-422未定义标准化的连接器引脚分配。每个制造商都自行定义各自的连接器引脚分配。需要注意的是，RS-422采用差分信号，因此Tx与Rx有正负之分。

7.2 电气特性

TIA-422B将标记状态定义为端子A的电压小于端子B的电压，并将间隔状态定义为端子A的电压大于端子B的电压。两个端子的电压差应至少为200 mV，以便接收器能够准确区分。共模电压为两个端子电压的代数平均值。在RS-422中，共模电压的幅值应小于或等于7V。RS-422最高支持10V的电压幅值。每个端子的电流消耗不得超过3.25 mA。

RS-422要求在信号传输速度超过200 kbps时使用平衡线缆。这有助于最大限度地减少线缆中的信号反射。为了平衡线缆，应在接收器端子之间放置一个介于90Ω与150Ω之间的终端电阻。理想情况下，该电阻应与互连线缆的特性阻抗匹配。此外，还可以为该电阻串联一个电容。该电容的容值应使得RC时间常数等于线缆的往返延时。电容会降低线缆的最大速度，但也会降低线缆的功耗。

TIA-422B在设计之时考虑了最高10 Mbps的传输速度。关于传输距离，该规范的附录指出在传输速度低于100 kbps的情况下，可以实现1.2 km的传输距离。波特率与线缆长度成反比关系（即，线缆越长，波特率越低）。当使用电容和电阻来平衡线缆时，可以通过以下公式计算建议的最大速度：

公式1： 建议的最大速度

$$1/(10 * \text{往返延时})$$

可以通过以下公式计算往返延时：

公式2： 往返延时

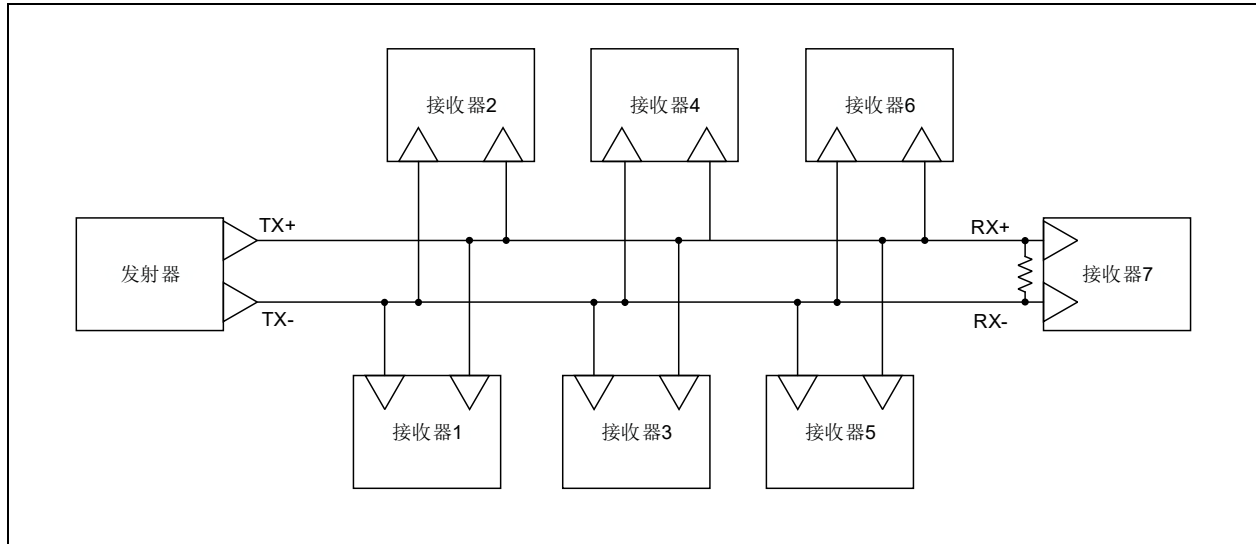
$$2 * \text{线缆长度} * \text{线缆的传播延时}$$

注： 使用终端电容时，不建议使用长度超过30米的线缆。

7.3 总线配置

RS-422采用多点总线配置。这样可以在总线上同时连接一个发送器和多个接收器。互连介质的电气特性以及短截线长度会限制该总线上可连接的接收器数量。一般而言，最多可将10个接收器连接到单个RS-422总线。图6给出了包含1个发射器、7个接收器和1个终端电阻的多点总线示例。

图6: 多点总线



8.0 RS-485

RS-485基于RS-422，但支持半双工通信和较低的最大电压。RS-485在电气特性上与RS-422兼容，通过适当的设计实现各控制器之间的相互通信。

8.1 引脚

RS-485未定义标准化的连接器引脚分配。每个制造商都自行定义各自的连接器引脚分配。需要注意的是，RS-485采用差分信号，因此Tx与Rx有正负之分。

8.2 电气特性

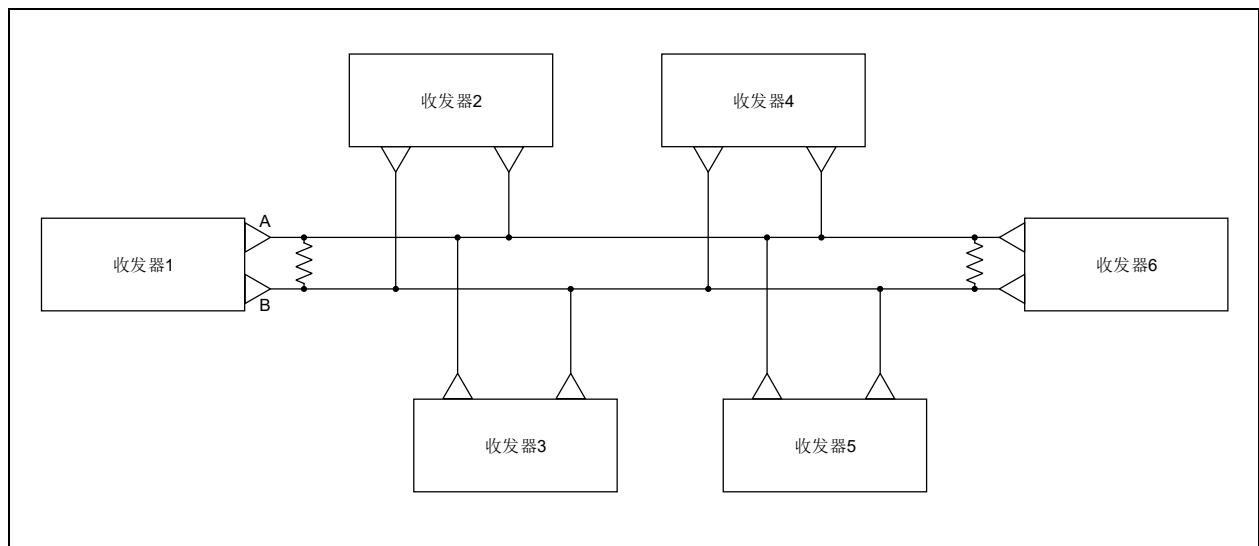
TIA-485A将二进制“1”定义为端子A上的电压小于端子B上的电压，并将二进制“0”定义为端子A上的电压大于端子B上的电压。每个端子上的信号电压范围为-7V到+12V。两个端子之间的差分电压应至少为200 mV，并且不超过6V。共模电压的定义为两个端子电压的代数平均值。共模电压范围为-6.9V到11.9V。每个端子的电流消耗不得超过1 mA。

TIA-485A未规定如何平衡线缆，只是建议使用120Ω的终端电阻。此外，也未规定最大速度和线缆长度。与RS-422一样，速度与传输距离为反比关系。

8.3 总线配置

RS-485不仅支持RS-232和RS-422所支持的总线配置，还支持多点总线架构。这样可以将多个发送器和多个接收器连接到同一条总线。RS-485最多支持32个设备（接收器、发送器或收发器）连接到同一条总线。设备数量受预期波特率、连接介质的电气特性（包括线缆长度）和任何短截线长度的限制。有关RS-485总线设计注意事项的更多指导，请参见TSB-89-A。图7给出了半双工多点总线的示例。

图7： 多点总线



AN4885

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	更正
DS00004885A (2023年2月7日)		初始版本

注:

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 产品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规范。
- Microchip 确信: 在正常使用且符合工作规范的情况下, Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为, 这种行为可能会违反《数字千年版权法案》(Digital Millennium Copyright Act)。
- 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之中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。

提供本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。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品, 包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他任何方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为您提供便利, 将来可能会发生更新。如需额外的支持, 请联系当地的 Microchip 销售办事处, 或访问 <https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-supportservices>。

Microchip “按原样”提供这些信息。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, 包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保, 或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销, **Microchip 概不承担任何责任, 即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内, 对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔, Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额 (如有)。**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损害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。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。

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

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、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。

AgileSwitch、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Liberio、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider 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、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、EyeOpen、GridTime、IdealBridge、IGaT、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、MarginLink、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mSIC、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、Power MOS IV、Power MOS 7、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect 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。

© 2025, Microchip Technology Incorporated 及其子公司版权所有。

ISBN: 979-8-3371-0797-4



MICROCHIP

04/17/24

全球销售及及服务网点

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

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 - Hod Hasharon
Tel: 972-9-775-5100

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 - Druenen
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