White Paper

如何简化工业 PC 接口

工业 PC 设计领域的小型化和更多通信功能趋势推动了现代总线收发器的发展。新型收发器因为集成度高、同时支持 RS-232 和 RS-485 标准以及配置特性丰富，所以比传统设计更受欢迎。

本文讨论了业内最常 fa 用的 RS-232 和 RS-485 接口标准，介绍了双协议收发器的功能和特性，并探讨了包括工业 PC 在内的多协议应用实例。

RS-232 标准

RS-232 是一种仅针对点对点通信而定义的单端全双工接口。这意味着一个驱动器连接到一个接收器，反过来也一样，一个接收器连接到一个驱动器。这种接口需要驱动器和接收器接地之间具有地线连接，以便为信号发送和接收提供共同参考（图 1）。

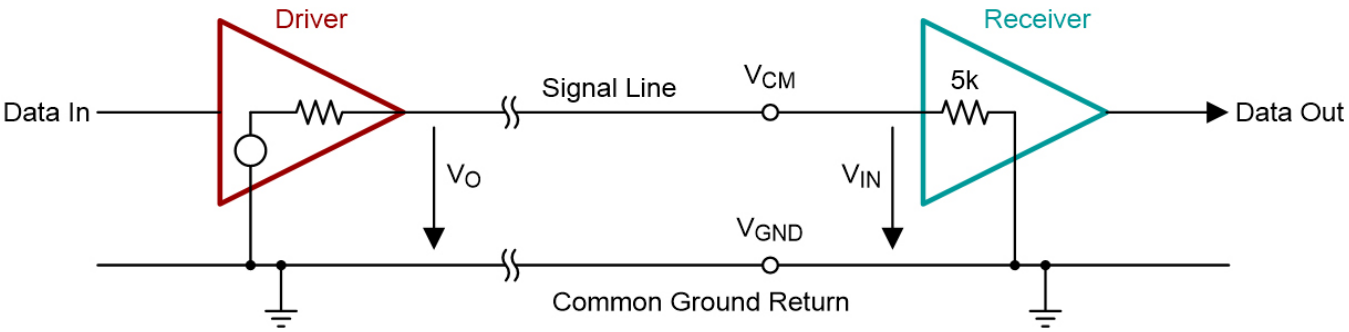

图 1：单端点对点数据链路

RS-232 试图通过使用高信号振幅来获得抗噪性。该标准使用反逻辑，并规定逻辑 0 为+3V 至+15V 总线电压，逻辑 1 为 -3V 至-15V 总线电压（图 2）。+3V 至 -3V 范围的逻辑状态未定。

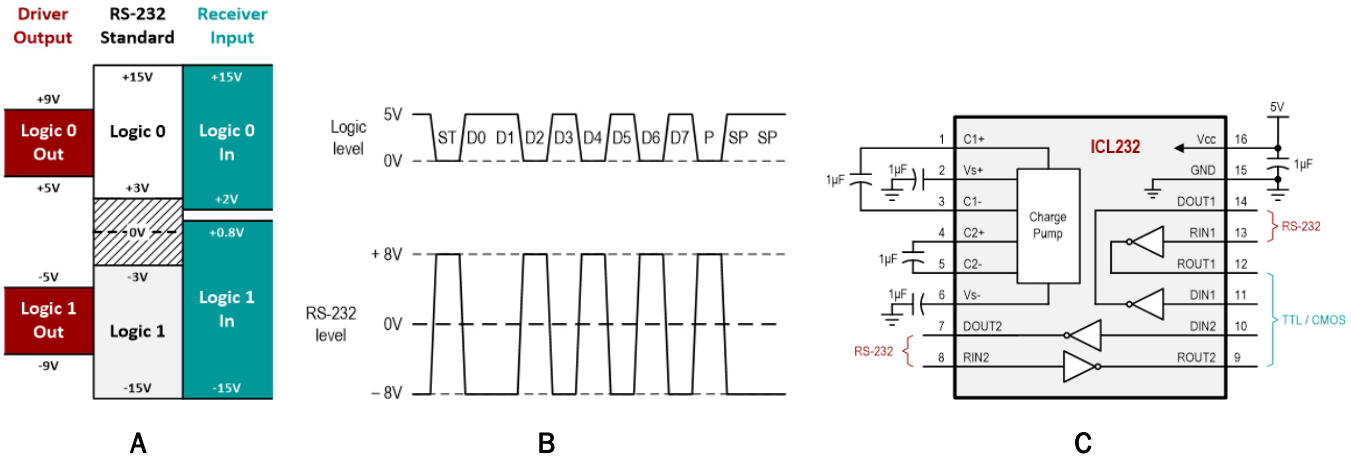

图 2：RS-232 信号电平（A），从逻辑转换为总线信号（B），带有集成电荷泵的 RS-232 收发器（C）

目前的大多数 RS-232 设计使用一个或两个数据通道，每个通道包含一个发送和接收信号对。提供两个通道的收发器能用一个通道发送数据，用另一个通道进行信号交换控制。单通道器件必须求助于软件流控制。

RS-232 标准规定了最大信号速率（19.8kbps）和最大压摆率（30V/µs）。但现代收发器能够通过减小总线电压振幅，支持高达 1Mbps 的数据速率而不违反压摆率规范。尽管没有具体规定，但最大电缆长度一般限于 30 米左右。

RS-485 标准

RS-485 标准出现于上世纪 80 年代早期，在嘈杂环境中和远距离实现稳健数据传输方面，一直保持着显著更优的标准的地位。该标准在两条导线（A 和 B）的信号对上使用差分信号传输技术。按照该标准的规定，在施加 54Ω 差分载荷时，两条导线之间的差分总线电压摆幅为最小 1.5V。

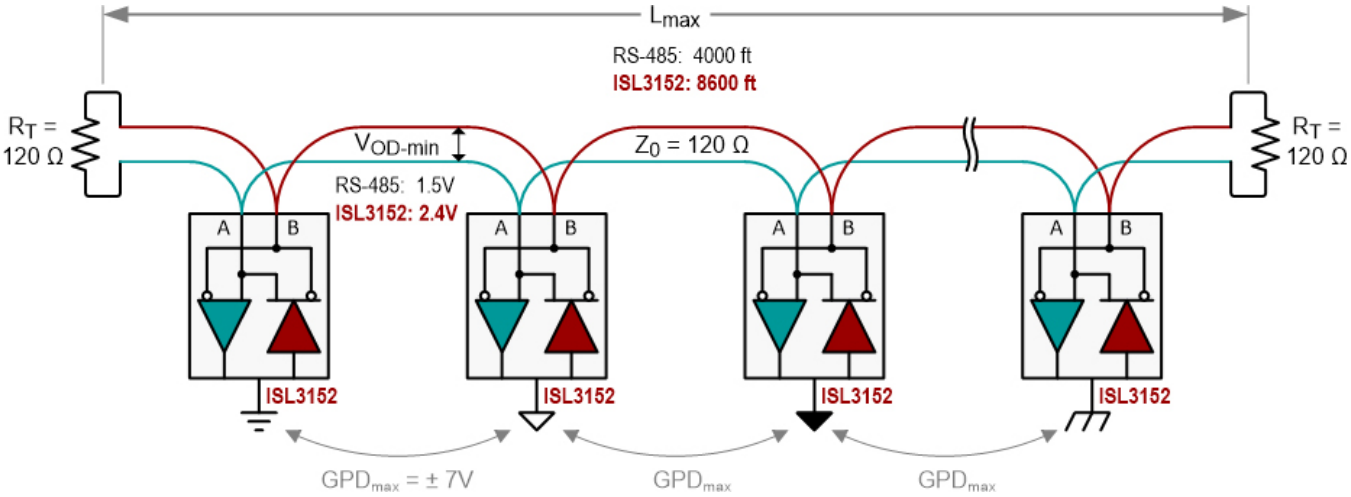

图 3：包含菊链总线节点和端接线缆末端的典型 RS-485 网络

RS-485 支持通过多点总线拓扑连网多达 32 个单位载荷。总线节点通过双绞线电缆以菊链方式（图 3）相互连接。推荐的 120Ω 电缆特性阻抗要求在电缆两端都有终端电阻，其阻值应与电缆阻抗匹配。

由于接收器输入本质上都参考地，所以驱动器与接收器之间无需单独的地线连接。这是在接收器输入电压不超过-7V 至 +12V 的规定共模电压范围的情况下。

RS-485 支持最长 4000 英尺（1200 米）电缆长度和最大 10Mbps 数据速率，但并非同时支持。对于给定的数据速率，最大适用电缆长度遵循保守的*电缆长度相对数据速率*关系特征，如图 4 所示。

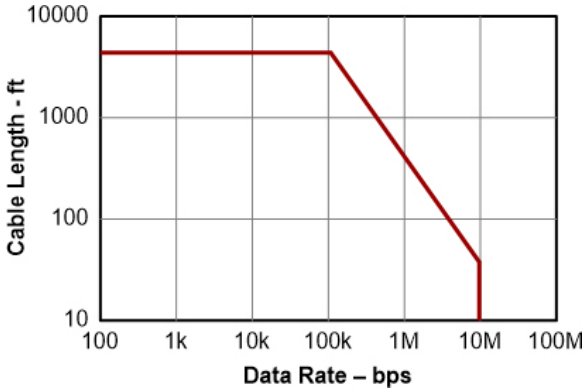

图 4：RS-485 电缆长度相对数据速率关系特征

RS-485 支持多点拓扑，其中每个总线节点均可发送或接收数据。多点总线分为半双工和全双工两个类型（图 5）。半双工总线使用两条跨线，其中一个节点可发送数据，另一个节点接收数据。全双工总线使用两个信号对（四条导线）。一个信号对将主节点的驱动器连接到多个从节点的接收器，另一信号对将从节点的驱动器连接到主节点的接收器。该拓扑允许主节点向所有从节点广播数据，或寻址一个特定从节点，同时接收来自从节点的数据（一次一个从节点）。全双工总线可增加数据吞吐量，但由于接线更麻烦，所以要比半双工总线贵许多。

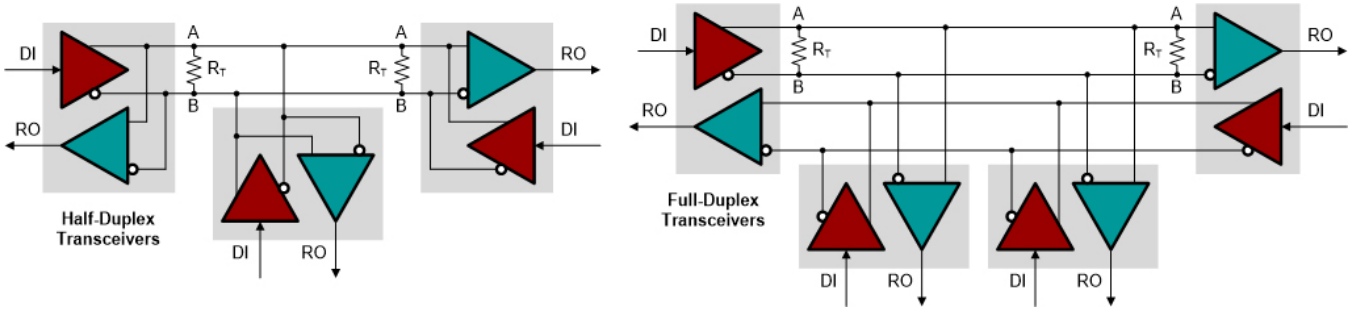

图 5：半双工和全双工多点总线拓扑

双协议收发器

现代收发器能够支持新工业 PC 的设计和 RS-232 至 RS-485/RS-422 接口转换器的设计。现有 RS-232 设备（如传统 PC、仪表设备和工业机器）需要上述转换器，以便连接至单一网络或进行远距离连接。

图 6 显示了一种双协议收发器的电路图。该器件包含两个 RS-232 发送和接收通道以及一个全双工 RS-485 收发器。请注意该收发器的直通式引脚分配，其一侧是总线引脚，另一侧是逻辑引脚。这允许轻松布置通向本地控制器的信号迹线，与传统收发器相比有很大的优势（如图 3 所示），因为传统收发器的引脚分配要求从总线到控制器侧的信号迹线交叉，反之亦然。

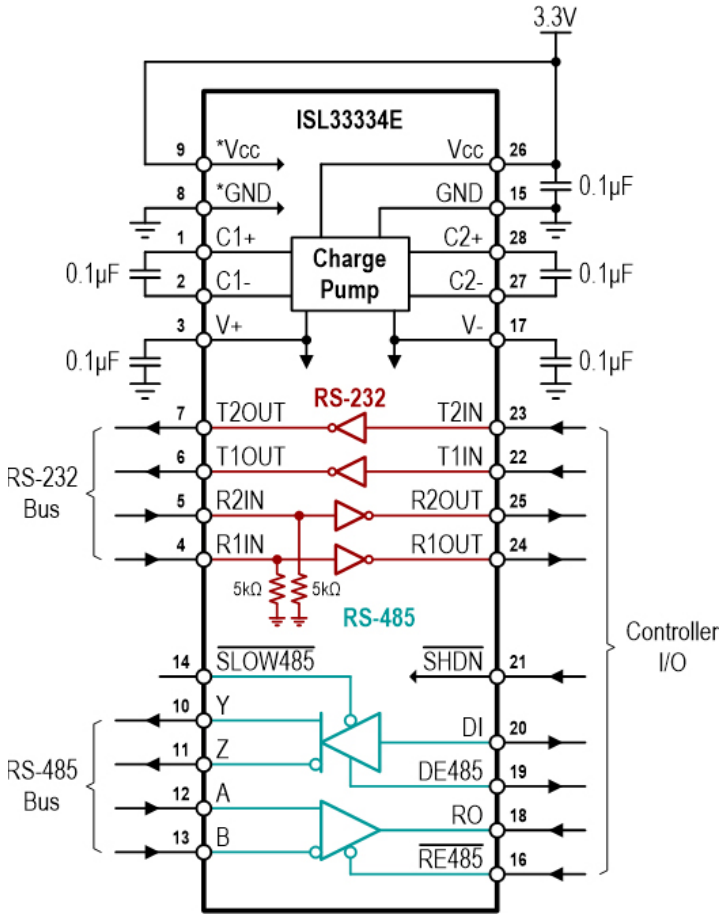

图 6：包含一个 RS-485 和两个 RS-232 收发器的双协议收发器

当独立操作总线系统时，每个 RS-232 端口可支持最大 400kbps 数据速率，且不会超过规定最大压摆率。

RS-485 允许通过/SLOW485 引脚选择 20Mbps 高速模式和 115kbps 压摆率限制模式。在高速模式下，驱动器输出无压摆率限制。这种模式仅应在传输距离短于 100 英尺（30 米）时使用。另外，高速模式还需要在电缆两端使用终端电阻器，且电阻器的阻值必须匹配 120Ω（RS-485 电缆）或 100Ω（五类线）的电缆特性阻抗。

现代收发器必须能在低供电电压下高效工作，这是通过优化电荷泵设计实现的。图 6 中的电荷泵可建立用于 RS-232 驱动器的双极电源（V+, V-），只需要四个小的 0.1µF 电容器。其中两个电容器用于实际电荷泵操作，将初始 3.3V 电压（Vcc）转换为+5V （ V+ ）和 -5.3V（V-）。另两个电容器用于缓冲 V+ 和 V-，以确保开关操作期间为 RS-232 驱动器提供充足的供电电流。

总收发器供电电流已经小于 4mA，通过使整个芯片进入关断模式还可以节省更多电能。这是通过将 /SHDN 引脚拉到逻辑低态而实现的。在关断模式下，电荷泵停止工作，其余供电电流仅由流入逻辑输入端的漏电流组成。因此，总漏电流取决于器件配置，但可低至 40µA。

当通过将/SHDN 调到逻辑高态重新启用器件时，电荷泵最多需要 25 微秒来达到稳定状态。在此期间不能进行 RS-232 通信。由于电荷泵不为 RS-485 收发器供电，RS-485 通信可在/SHDN 调到逻辑高态 2 微秒后开始。这个时间远远快于在所有工作模式下都需要使用电荷泵的传统收发器。

多协议应用

将一个 RS-485 和两个 RS-232 收发器集成为一个 IC，可极大提高工业 PC 接口设计的多用途性，因为这样本地控制器可独立驱动许多总线系统或充当接口转换器，如图 7 所示。当用作 RS-232 至 RS-485 转换器时，通道 1 和/或通道 2 的 RS-232 信号可转换为逻辑电平，然后通过 RS-485 总线发送。通过使用地址编码，RS-485 链路两端的控制器能够区分两个 RS-232 数据流。

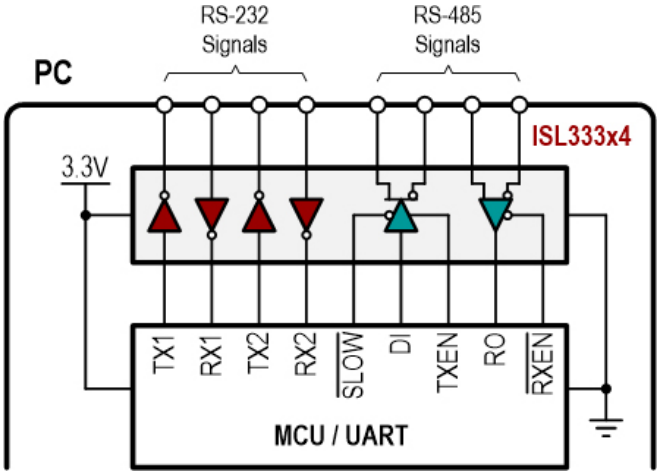

图 7：通过 RS-232 至 RS-485 转换器连网多个 RS-232 设备

为通过远距离点对点链路延长两个 RS-232 接口之间的数据链路，双协议收发器配置为独立的 RS-232 至 RS-485 转换器。这种情况下需要两个转换器（电缆两端各一个），以便将 RS-485 总线信号转换为 RS-232 数据，反之亦然。该配置比较简单，因为针对驱动器和接收器的启用输入可通过固定导线连接至其各自的电压轨，使收发器持续处于活跃状态（图 8A）。

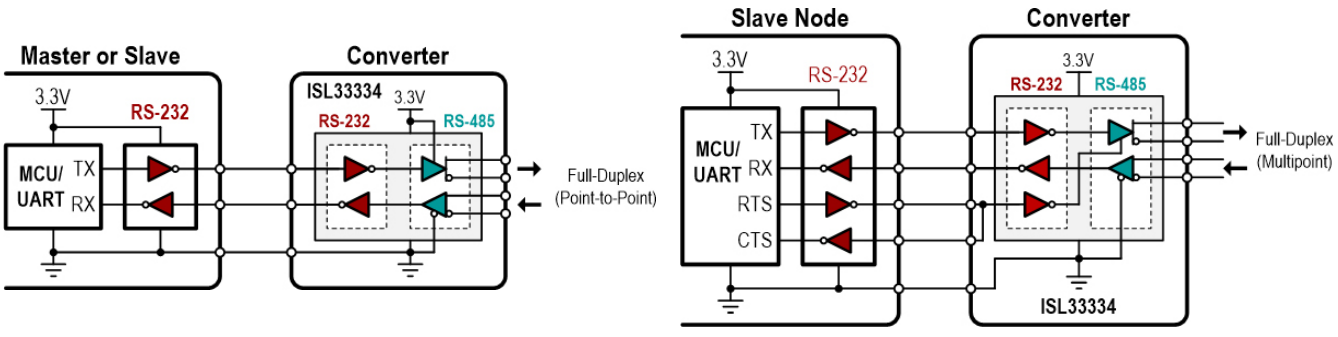

图 8：通过 RS-232 至 RS-485 转换器连网多个 RS-232 设备

在全双工 RS-485 总线上连网多个 RS-232 设备需要对从节点中的转换器进行轻微的配置变更。主节点（PC）中的驱动器和接收器可一直保持活跃状态，从节点中的接收器也同样可以。但必须严密控制从节点中的接收器，以防有两个或更多从节点同时访问总线。为此，需要使用第二个 RS-232 通道的驱动器利用 RTS 流控制信号来启用和禁用 RS-485 驱动器（图 8B）。请注意，在转换器内部，RTS 必须返回到控制器的 CTS 输入。这称为零调制解调器（null-modem）配置。

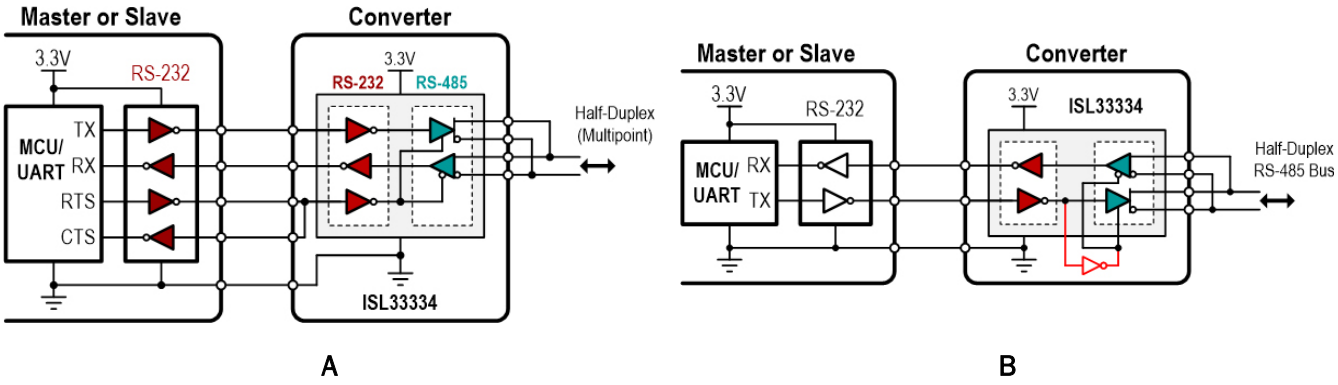

图 9：通过 RS-232 至 RS-485 转换器连网多个 RS-232 设备

在半双工 RS-485 总线上连网多个 RS-232 设备需要图 9A 所示的配置。在此配置中，RTS 信号负责控制驱动器和接收器的启用功能。所有节点（包括主节点和从节点）都需要此配置，因为半双工总线一次只能沿一个方向发送数据。

在有些设备中，RTS 和 CTS 控制信号可与待发送数据存在最大 10 毫秒的不同步。在此情况下，最好使启用信号为数据驱动式信号。这是通过在驱动器输入（DI）和启用引脚（DE485 和 /RE485）之间实施逆变器功能而实现的。这会在 DI = 逻辑低态时使收发器处于发送模式，在 DI = 逻辑高态时处于接收模式。在接收模式下，驱动器输出具有高阻抗，低阻抗终端电阻器可将总线电压减小至 0V。由于 RS-485 接收器是完全防故障（full-failsafe）的器件，总线上的所有双协议收发器会在接收器输入端（RO）指示零总线电压为逻辑高态。因此，在低态有效和高阻抗之间切换驱动器输出，仍然会在另一个接收器的输出端产生从低到高的转换。

结论

由于具有高集成度、同时支持 RS-232 和 RS-485 协议、可编程数据速率和省电配置等特性，现代双协议收发器可简化工业接口的设计。为支持系统工程师的工业网络设计，Intersil 提供了广泛的固定和可编程、单通道和双通道、多协议收发器。了解更多有关 Renesas 的双协议收发器的信息，请浏览 https://www.renesas.com/products/interface/dual-protocol-rs232-rs485.html.

# # #

About Renesas Electronics Corporation

Renesas Electronics Corporation delivers trusted embedded design innovation with complete semiconductor solutions that enable billions of connected, intelligent devices to enhance the way people work and live—securely and safely. A global leader in microcontrollers, analog, power, and SoC products, Renesas provides the expertise, quality, and comprehensive solutions for a broad range of Automotive, Industrial, Home Electronics, Office Automation and Information Communication Technology applications to help shape a limitless future. Learn more at renesas.com

+1 408-432-8888 | © Renesas Electronics America. All rights reserved. Renesas (and design) are trademarks owned by Renesas Electronics Corporation or one of its subsidiaries. All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.