

RS232 通信协议简介

RS-232 标准接口（又称 EIA RS-232）是常用的串行通信接口标准之一，它是由美国电子工业协会(Electronic Industry Association, EIA)联合贝尔系统公司、调制解调器厂家及计算机终端生产厂家于 1970 年共同制定，其全名是“数据终端设备(DTE)和数据通信设备(DCE)之间串行二进制数据交换接口技术标准”。^[1]

简介

在串行通讯时，要求通讯双方都采用一个标准接口，使不同的设备可以方便地连接起来进行通讯。RS-232-C 接口(又称 EIARS-232-C)是目前最常用的一种串行通讯接口。（“RS-232-C”中的“-C”只不过表示 RS-232 的版本，所以与“RS-232”简称是一样的）。^[2]

它是在 1970 年由美国电子工业协会(EIA)联合贝尔系统、调制解调器厂家及计算机终端生产厂家共同制定的用于串行通讯的标准。它的全名是“数据终端设备(DTE)和数据通讯设备(DCE)之间串行二进制数据交换接口技术标准”该标准规定采用一个 25 个脚的 DB-25 连接器，对连接器的每个引脚的信号内容加以规定，还对各种信号的电平加以规定。后来 IBM 的 PC 机将 RS232 简化成了 DB-9 连接器，从而成为事实标准。而工业控制的 RS-232 口一般只使用 RXD、TXD、GND 三条线。^[2]

特点

信号线少

RS-232 总线规定了 25 条线，包含了两个信号通道，即第一通道（称为主通道）和第二通道（称为副通道）。利用 RS-232 总线可以实现全双工通信，通常使用的是主通道，而副通道使用较少。在一般应用中，使用 3 条~9 条信号线就可以实现全双工通信，采用三条信号线（接收线、发送线和信号线）能实现简单的全双工通信过程。^[1]

灵活的波特率选择

RS-232 规定的标准传送速率有 50b/s、75b/s、110b/s、150b/s、300b/s、600b/s、1200b/s、2400b/s、4800b/s、9600b/s、19200b/s，可以灵活地适应不同速率的设备。对于慢速外设，可以选择较低的传送速率；反之，可以选择较高的传送速率。^[1]

采用负逻辑传送

规定逻辑“1”的电平为-5V~-15 V，逻辑“0”的电平为+5 V~+15 V。选用该电气标准的目的在于提高抗干扰能力，增大通信距离。RS-232 的噪声容限为 2V，接收器将能识别高至+3V 的信号作为逻辑“0”，将低到-3 V 的信号作为逻辑“1”。^[1]

传送距离较远

由于 RS-232 采用串行传送方式，并且将微机的 TTL 电平转换为 RS-232C 电平，其传送距离一般可达 30 m。若采用光电隔离 20 mA 的电流环进行传送，其传送距离可以达到 1000 m。另外，如果在 RS-232 总线接口再加上 Modem，通过有线、无线或光纤进行传送，其传输距离可以更远。^[1]

两种物理接口

RS - 232 接口的一种连接器是 DB - 25 的 25 芯插头座，通常情况下插头在 DCE 端，插座在 DTE 端。^[1]

缺点

(1) 接口的信号电平值较高，易损坏接口电路的芯片，又因为与 TTL 电平不兼容故需使用电平转换电路方能与 TTL 电路连接。^[3]

(2) 传输速率较低，在异步传输时，波特率为 20Kbps；因此在 CPLD 开发板中，综合程序波特率只能采用 19200，也是这个原因。^[3]

(3) 接口使用一根信号线和一根信号返回线而构成共地的传输形式，这种共地传输容易产生共模干扰，所以抗噪声干扰性弱。^[3]

(4) 传输距离有限，最大传输距离标准值为 50 英尺，实际上也只能用在 15 米左右。^[3]

通信机理

下面以计算机和调制解调器之间的通信流程来说明 RS-232 串行通信原理。考虑当调制解调器处于应答方式下，计算机和调制解调器之间的 RS-232 信号间的交互关系和工作过程。假定调制解调器是全双工的，并以 RS-232

标准规范工作。^[4]

(1)初始状态时，RTS、CTS 持续为 ON，通过通信程序设置和监测 RS232 引线状态。在应答模式下，计算机中的软件一直监视着振铃指示(RI)，等待 RI 发出 ON 信号。^[4]

(2)计算机上的通信程序在收到 RI 信号后，就开始通过振铃指示器 ON/OFF 变换的次数对振铃进行计数，当到达程设定的振铃次数时，通信程序就发生数据终端就绪(DTR)信号，强迫调制解调器进入摘机状态。^[4]

(3)等待 2s 后(FCC 规定)，调制解调器自动开始发送其应答载波。这时调制解调器发出调制解调器就绪(DSR)信号通知计算机:它已完成所有的准备工作并等待载波信号。^[4]

(4)在持续发出 DTR 信号期间，计算机软件监测 DSR 信号。当 DSR 信号变为 ON 时，计算机就知道调制解调器已准备数据链路的连接，计算机立即开始监测数据载波监测(CD)信号，以证实数据链路的存在。^[4]

(5)当源调制解调器的载波出现于电话线上时，应答调制解调器就发出 CD 信号。^[4]

(6)通过发送数据线(TD)和接收数据线(RD)，开始全双工通信。在数据链路传输期间，计算机通过监测 CD 来确保数据链路的存在。^[4]

(7)通信任务一旦完成，计算机就禁止 DTR，调制解调器用除去其载波音调、禁止 CD 和 DSR 来响应。随着链路被拆除，调制解调器就会返回初始状态。^[4]

RS-232 串行通信距离较近时(<12m)，可以用电缆线直接连接标准 RS232 端口，若距离较远需附加调制解调器(Mode)，最为简单的且常用的是三线制接法，即地、接收数据、发送数据三脚相连。^[4]

特性

机械特性

RS232 标准采用的接口是 9 针或 25 针的 D 型插头，常用的一般是 9 针插头。^[3]

RS232C 标准接口有 25 根线，常用的只有 9 根，它们是：

(1)接收线信号检出(Received Line Signal Detection, RSD)——用来表示 DCE 已接通[通信链路](#)，告知 DTE 准备接收数据。当本地的 MODEM 收到由通信链路另一端(远地)的 MODEM 送来的载波信号时，使 RLS D 信号有效，通知终端准备接收，并且由 MODEM 将接收下来的载波信号解调成[数字数据](#)后，沿接收数据线 [RXD](#) 送到终端。此线也叫作数据载波检出(Data Carrier detection, DCD)线。^[3]

(2)接收数据(Received data, RXD)——通过 RXD 线终端接收从 MODEM 发来的串行数据(DCE→DTE)。^[3]

(3)发送数据(Transmitted data, TXD)——通过 TXD 终端将串行[数据发送](#)到 MODEM(DTE→DCE)。^[3]

(4)数据终端准备好(Data Terminal Ready, DTR)——有效时(ON)状态，表明数据终端可以使用。^[3]

(5)地线-[GND](#)。^[3]

(6)数据装置准备好(Data Set ready, DSR)——有效时(ON)状态，表明通信装置处于可以使用的状态。^[3]

(7)[请求发送](#)(Request to Send)——用来表示 DTE 请求 DCE 发送数据，即当终端要发送数据时，使该信号有效(ON 状态)，向 MODEM 请求发送。它用来控制 MODEM 是否要进入发送状态。^[3]

(8)[清除发送](#)(Clear to Send, CTS)——用来表示 DCE 准备好接收 DTE 发来的数据，是对请求发送信号 RTS 的响应信号。当 MODEM 已准备好接收终端传来的数据并向前发送时，使该信号有效，通知终端开始沿发送数据线 TXD 发送数据。^[3]

(9)振铃指示(Ringing, R)——当 MODEM 收到交换台送来的振铃呼叫信号时，使该信号有效(ON 状态)，通知终端，已被呼叫。^[3]

电气特性

在 TXD 和 RXD 上：逻辑 1(MARK)=-3~-15V；逻辑 0(SPACE)=3~15V。在 RTS、CTS、DSR、DTR 和 DCD 等[控制线](#)上：信号有效(接通，ON 状态，正电压)=3~15V；信号无效(断开，OFF 状态，[负电压](#))=-3~-15V。^[3]

以上规定说明了 RS232C 标准对[逻辑电平](#)的定义。对于数据([信息码](#))，逻辑 1([传号](#))的电平低于-3V，逻辑 0([空号](#))的电平高于+3V；对于[控制信号](#)，接通状态(ON)即信号有效的电平高于 3V，断开状态(OFF)即信号无效的电平低于-3V，也就是当[传输电平](#)的[绝对值](#)大于 3V 时，电路可以有效地检查出来，介于-3~3V 的电压无意义，低于-15V 或高于 15V 的电压也认为无意义，因此，实际工作时，应保证电平在±(3~15)V 用 RS232 总线连接系统时有[近程通信](#)方式和[远程通信方式](#)两种，近程通信是指传输距离小于 15m 的通信，可以用 RS232 电缆直接连接；15m 以上的长距离通信，需要采用调制调解器。^[3]

比较

RS-232 与 [USB](#) 都是[串行通信](#)，但无论是底层信号、电平定义、机械[连接方式](#)，还是[数据格式](#)、[通信协议](#)等，两者完全不同。RS-232 是一个流行的接口。在 [MS-DOS](#) 中，四个串行接口称为 COM1、COM2、COM3 和 COM4，而绝大部分 [windows 应用程序](#) 最多可以有 4 个外设，但是如果用户要扩充更多外设时，就必须要用插入式串行卡或者外部开关盒实现。RS-232 点对点连接，一个串口只能连接一个外设。^[5]

而 USB 是一种多点、高速的连接方式，采用[集线器](#)能实现更多的连接。[USB 接口](#)的基本部分是串行接口引擎 [SIE](#)，SIE 从 [USB 收发器](#) 中接收[数据位](#)，转化为[有效字节](#)传送给 SIE 接口；反之，SIE 接口也可以接收字节转化为串行位送到总线。由于 PC 机串口的最高速率仅为 115.2kbps，会形成一个速度瓶颈。RS-232 系统包括 2 个串行信号路径，其方向相反，分别用于传输命令和数据，而命令和状态必须与数据交织在一起；而 USB 支持分离的命令和[数据通道](#)并允许独立的状态报告。USB 是一种方便、灵活、简单、高速的[总线结构](#)，与传统的 RS-232 接口相比，主要有以下特点：^[5]

(1) USB 采用单一形式的连接头和[连接电缆](#)，实现了单一的数据通用接口。USB 统一的 4 针插头，取代了 PC 机箱后种类繁多的串/并插头，实现了将计算机常规 [I/O 设备](#)、[多媒体设备](#) (部分)、[通信设备](#) (电话、网络) 以及家用电器统一为一种接口的愿望。^[5]

(2) USB 采用的是一种易于扩展的[树状结构](#)，通过使用 USB Hub 扩展，可连接多达 127 个外设。USB 免除所有[系统资源](#)的要求，避免了安装硬件时发生端口冲突的问题，为其它设备空出硬件资源。^[5]

(3) USB [外设](#)能自动进行设置，支持[即插即用](#)与[热插拔](#)。^[5]

(4) 灵活供电。USB 电缆具有传送电源的功能，支持[节约能源](#)模式，耗电低。[USB 总线](#)可以提供电压+5v、[最大电流 2A](#) 的电源，供[低功耗](#)的设备作电源使用，不需要额外的电源。^[5]

(5) USB 可以支持四种[传输模式](#)：[控制传输](#)、[同步传输](#)、[中断传输](#)、[批量传输](#)，可以适用于很多类型的外设。

(6) 通信速度快。USB 支持三种[总线速度](#)，低速 1.5Mbps、全速 12Mbps 和高速 480Mbps。^[5]

(7) [数据传送](#)的可靠性。USB 采用差分[传输方式](#)，且具有[检错](#)和纠错功能，保证了数据的正确传输。^[5]

(8) 低成本。USB 简化了外设的连接和配置的方法，有效地减少了系统的总体成本，是一种廉价的简单实用的解决方案，具有较高的[性能价格比](#)。^[5]

RS-232 [应用范围](#)广泛、价格便宜、编程容易并且可以比其它接口使用更长的导线，随着 USB 端口的越来越普遍，将会出现更多的把 RS-232 或其它接口转换成 USB 的转换装置。但是 RS-232 和类似的接口仍将在诸如监视和控制系统这样的应用中得到普遍的应用。对习惯使用 RS-232 的开发者和产品可以考虑设计 [USB/RS-232 转换器](#)，通过 USB 总线传输 RS-232 数据，即 PC 端的应用软件依然是针对 RS-232 串行端口编程的，外设也是以 RS-232 为[数据通信](#)通道，但从 PC 到外设之间的[物理连接](#)却是 USB 总线，其上的数据通信也是 USB 数据格式。采用这种方式的好处在于：一方面保护原有的[软件开发](#)投入，已开发成功的针对 RS-232 外设的应用软件可以不加修改地继续使用；另一方面充分利用了 USB 总线的优点，通过 USB 接口可连接更多的 RS-232 设备，不仅可

获得更高的[传输速度](#)，实现真正的即插即用，同时解决了 USB 接口不能[远距离传输](#)的缺点（USB 通讯距离在 5 米内）。^[5]