

# 各类线路驱动器及线路接收机比较——RS-4xx、LVDS 及其它

线路驱动器及接收机具有不同的速度、传输距离及驱动类型，以满足数据链接不断增长的需求，并支持 RS-232、RS-422、RS-485 以及 LVDS（低电压差分信号），以用于点对点、多支路(multidrop)以及总线/背板的应用。

David Mulcahy, 产品销售经理, 德州仪器

线路驱动器，例如支持RS-232、RS-422、RS-485 以及LVDS的类型，构成了不同层级的集成电路，以实现相隔一定距离的两个系统或两个器件之间的连接，包括了点对点、多支路以及总线和背板的应用。对此类器件的需求始于上世纪六十年代初期，其缘由是因为在采用标准逻辑电平进行长距离高速信号发送时，传输所固有的局限性变得越发的明显。

现今，线路驱动器不仅用于数字数据传输，还用于控制、同步及时钟信号。由于不同厂商在连接系统的设计及构建上的进步，使得线路驱动器颇为得益于业界标准的开发。

当前的物理层器件具有低功耗、低电磁辐射和低敏感度(susceptibility)、高速等特性，并可覆盖更长的传输距离，具备更强健的静电放电(ESD)保护。本文将回顾多个常见标准化电平接口的背景，并详述其相关的应用优点。

诸如晶体管-晶体管逻辑(TTL)或CMOS的逻辑电路可驱动 100MHz的量级的输出信号，传输距离可覆盖数个厘米。发射极耦合逻辑(ECL)是一类逻辑系列（包括了其所衍生出的正向发射极耦合[PECL]、低电压正向发射极耦合[LVPECL]以及负向发射极耦合[NECL]），速度可达到GHz，覆盖范围可达米量级。ECL器件主要用于线路驱动器类型的应用，但仍不失为倍受赞誉的逻辑电平种类。

不同的器件会采用不同的逻辑系列以顺应于较之以往更为苛刻的输入电压阈值，例如背板-晶体管逻辑、增强型收发(enhanced-transceiver)逻辑以及射电收发(Gunning transceiver)逻辑，都是针对于背板应用所开发。此类扩展提供了更高的速度，但代价是将增加噪声敏感度。对于某些采用 19 英寸框架(19-inch rack)系统的背板应用来说，此类系列器件更具效能及效率。

随着时间的推移及数据量的日益增长，并行总线的配置需要有较之以往更宽的比特位宽(bit width)。并行总线的功耗相对较大，并更注重对通道间的偏差(channel-to-channel skew)进行调节。因此，当今的大多数电信交换机均采用了点对点的网状布局(mesh fabric) 以实现海量的数据传输，所采用的标准包括以太网、RapidIO以及PCI Express。更高层级的标准包括了协议处理配置(protocol-handling scheme)、重复应用及参考线路驱动器标准。例如，PCI Express采用了低电压差分信号(LVDS)，而Profibus则采用了RS-485 电平。

众所周知的 RS-232 标准属于单端标准，其优点是低成本及易于实现，缺点是其高噪声敏感度及串扰、地电势偏移、低数据率以及相对较短的驱动距离。同时，由于接地线路构成了系统的一部分，使得接收机极有可能因电压瞬变（由于邻近电路或设备的电磁耦合而产生，例如电机）而错误的触发。

在此注明，“RS”是电气工业协会(EIA)最初指定的推荐标准中所遗留下来的术语。RS-232 经过了多次的修订，现今的名称是EIA/TIA-232-F。（电信工业协会[TIA]隶属于电子工业协会[EIA]。）此类标准通常被国家或国际标准组织所采用，例如美国国家标准学会(ANSI)、国际电信联盟(ITU)以及国际标准化组织。

RS-232 标准所规定的最大缆线长度为 15 米，最大传输速度为 20kbits/秒。该标准设计用于数据终端设备（DTE，例如上世纪 60 年代的电传打字机）、数据通信设备以及调制解调器之间的连接。但多数情况下，RS-232 被用于两个 DTE 或终端器件之间的相互连接，即采用所谓的“无调制解调器”直接连接。此后，RS-232 更多的被用于 PC 串行端口。

现今的台式电脑及笔记本电脑多采用通用串行总线(USB)，但 RS-232 因其应用的广度，以及其简单性，仍然常见于各类设备。例如，用于大型框架系统中用以引导程序装入及诊断。当前可用的 RS-232 器件速度可高达 1Mbit/秒，并且，由于内置了充电泵，使得此类器件不仅可采用传统的 5V 供电，还可通过 3.3V 电源供电。众多的 RS-232 驱动器及接收机还具有 15kV 的人体模型(HBM)静电放电保护。

## RS-422 及其他

RS-422 标准的引入克服了 RS-232 的局限性。该标准采用差分或平衡信号技术，支持 10Mbit/秒的最高速度，最大传输距离可达 4000 英尺。在单条线路上，RS-422 可支持 10 个接收机接入点，总负载 400 W，强制终端阻抗为 100  $\Omega$ 。该标准同时提供了规定的最大共模电压范围为 -7V 至 +7V，可辅助计数瞬变脉冲尖刺及地电平偏移。RS-422 标准倍受电信应用的欢迎，现今仍广泛使用。

RS-485 是 RS-422 的扩展，设计用于多点式(multipoint)的总线，从而意味着可将多个驱动器连接到一条通用的差分总线上。该标准规定了单条总线上最多可连接 32 个“单位负载”。一个“单位负载”相对应于 RS-485 标准接收机的 -7V 至 +12V 共模输入电压范围上 12K  $\Omega$  的负载。通过改变接收机的输入阻抗，此类 IC 可提供标准值 1/2、1/4 乃至 1/8 的单位负载，从而使单条总线上最多可连接 256 个节点。

RS-485 标准允许折衷传输速度（上升时间小于单位间隔的 10%：单位间隔或比特位持续时间）与传输距离（所规定的最大传输距离为 1200 米）。该特性使得 RS-485 极为适用于工业应用，例如传输源自不同传感器的测量数据，或是通过缆线将源自厂区中央可编程逻辑控制器的控制信号发送至执行器（actuator，电机等）。RS-485 也常用于电信系统，可通过背板发送控制及同步信号。

由于 RS-485 也可用于点对点的应用，因此大多数现代化集成电路的开发都是围绕着此标准，而非 RS-422 标准。现今，RS-485 器件可采用 5V 或 3.3V 电源供电以实现更低的功耗，还具有更强健的 ESD 保护以提升器件的耐用性，扩展的输入共模范围（超过标准的需求）以获取更优的抗噪声适应性，甚至还支持接收机输入端的同等化(equalization)以实现更长的缆线传输距离。（图 1）

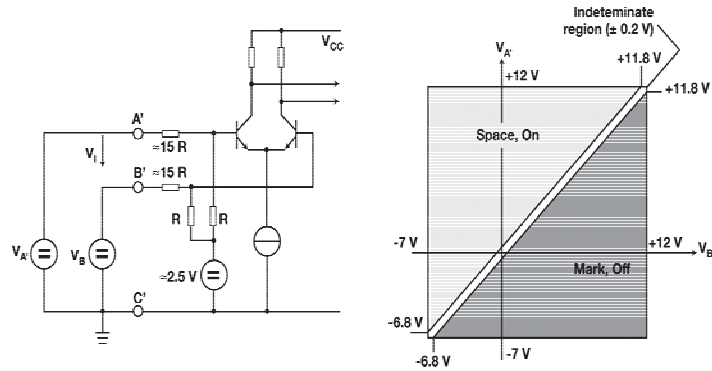


图 1: 差分放大器, 采用单个 5V 电源构建, 输入端具有分压器, 支持更宽的共模电压范围: -7V 至 +12V (敬请点击图片以获取清晰的放大图)

控制器局域网(CAN)标准与 RS-485 标准具有相似的电气特性, 开发于德国, 设计用于车载应用, 但也越来越多地用于工业应用。

### 涉入 LVDS

电话通信自 80 年代起开始采用数字传输, 并在 90 年代随着互联网的发展而增长, 其通信量的也与日俱增, 系统开始需求比可用的 RS 类型更为快速的接口方式。ECL (发射极耦合逻辑) 更多地被应用, 但作为电压切换器件, ECL 器件需要复杂的终端配置, 除 IC 本身的功耗之外还将消耗可观的功率。

低电压差分信号(LVDS), 作为一种针对点对点通信的电流模式驱动, 很快的成为了受人瞩目的备选标准。LVDS 采用约 3.4mA 的电流, 通过一条差分线路顺时针或逆时针的流动, 而后中止于一个 100Ω 的电阻。TIA/EIA-644A 标准所标明的最高速度为 655Mbits/秒, 但现今可用的器件已经达到了 G 比特的速度。LVDS 在电信及数据通信交换应用中颇受欢迎, 且还被用于视频数据的传输。

由于较低的电压摆动仅为 340mV, 这就意味着 LVDS 可以很好的应用于注重电磁兼容性(EMC)的场合。LVDS 标准不仅结合应用于 ASIC、FPGA、ADC 以及 DAC 器件, 还被广泛的用于缓冲/转换的独立器件以实现时钟分配。同时, LVDS 还被应用于串行化/解串行化(serdes)器件, 在此, 线路数量将大大缩减, 源自多条线路的单端数据将被压缩至极少量的几条差分线路之中。从而在铜导线及连接器相关的方面降低了设备的成本。

源自德州仪器的 FlatLink3G 是新型的串行化/解串行化解决方案, 用于通过翻盖型的铰链(clamshell hinge)将 24 位 RGB 视频数据从手机应用处理器传送至 LCD 屏幕, 该解决方案采用了亚低电压差分信号(sub-LVDS), 具有更小电压摆动。在屏幕分辨率方面, FlatLink3G 还是可升级的解决方案, 可支持从 1/4 视频图像阵列(QVGA)至扩展图形阵列(XGA)的分辨率, 具有超低的电磁干扰特性。

如果说 LVDS 类似于 RS-422, 那么多点式低电压差分信号(M-LVDS)则类似于 RS-485, 需折衷强健性以换取高速度。因此, M-LVDS 不太可能应用于噪声干扰严重的工业环境, 但极为适用于通信应用。M-LVDS(TIA/EIA-899)是 LVDS 的异体, 其总线必需克服背板上多卡导致的增强的电容性负载效应, 同时在总线的两端还需要两倍的终接。M-LVDS 采用 11.3mA 的电流输出

驱动，约为 LVDS 的三倍。某些设计人员已将 M-LVDS 用于点对点的电缆线应用，从而受益于其增强的信号幅度。

LVDS 的标准包括了争用规定(contention provision)，允许一线路上有 32 个节点。规定详细指明 IC 器件在所有时刻所保持的总线电压范围为 0 至 2.4V。该标准还定义了两类接收机：接收机类型 1，触发电平近乎为零电压；接收机类型 2，具有 100mV 的偏置，当差分输入断开时（该情况称为失效保护[failsafe]）实现对 TTL 输出端的告警铃响的计数。由于给出了上述优点，针对高级电信计算架构(Advanced TCA)背板所推荐的 PICMG 3.0 规范采用了 M-LVDS 以实现同步时钟信号的分配。当前可用的 M-LVDS 具有多种不同的针脚占位配置，并为背板上的时钟分配提供了信号的完整性。

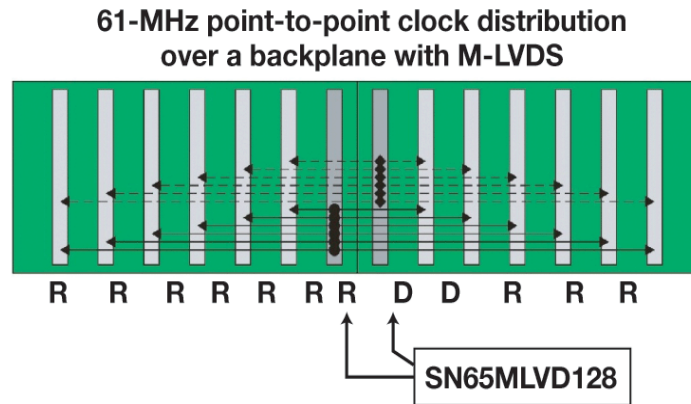


Figure 2: M-LVDS 用于背板上的时钟分配  
([敬请点击图片以获取清晰的放大图](#))

图片内文字：采用 M-LVDS 实现背板上 61MHz 的点对点时钟分配

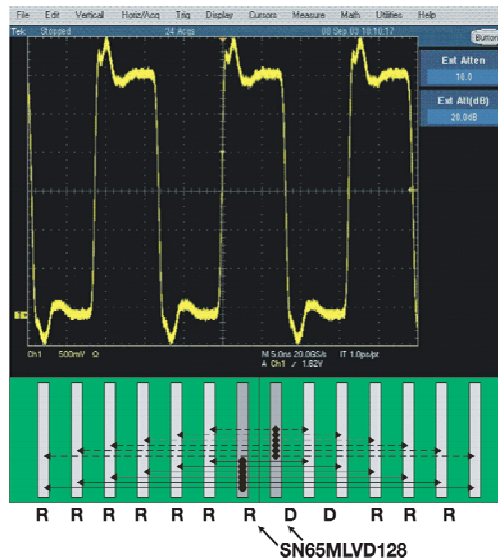


Figure 3: 示波器时域波形显示，展示了高速背板上 M-LVDS 的信号完整性  
([敬请点击图片以获取清晰的放大图](#))

结论

标准电平接口，例如线路驱动器及线路接收机电路，具有多种类型，且在众多的应用中占有重要的地位。尽管其中的许多接口器件仅存在于某一时期，但技术及标准却是随着工业的需求及应用的改变而持续发展的。最终，终端用户将得益于更高的速度、更低的功耗以及更为强健的 ESD 保护，并使其产品更具可靠性、更为灵活且易于使用。