

How to Design LVDS SerDes in Industrial Systems 译本

作者: Ikechukwu (I.K.) Anyiam, Brent Gao

译者: 周始勇/Joe Zhou

译者序

本文翻译来自 TI 的 *Application Report: 《How to Design LVDS SerDes in Industrial Systems》*。是译者学习 LVDS 总线的参考文献。由于原文的格式限制，固不能够在保留原文样式下进行翻译，只能新建一个文件进行记录。

由于译者水平有限，只能结合翻译软件以及作者自我理解在保留原文思路的背景下进行翻译，译本仅供学习交流使用，所有权归 TI 公司所有，涉及侵权请联系译者。

ABSTRACT

本应用说明旨在强调 LVDS 相对于并行单端信号的优势，并介绍在工业应用中设计 LVDS 和 SerDes 的设计

1.介绍

LVDS（低压差分信号）是一种差分信号技术，它使用极低振幅信号（100mV~450mV），通过一对平行的 PCB 走线或平行电缆传输数据。流经两条并行差分信号线的电流和电压幅度是相反的。噪声会同时耦合到这两条线上，但接收端只关心两个信号之间的差值，因此噪声不会对接收端造成影响。由于两条信号线周围的电磁场也会相互抵消，因此差分信号传输的电磁辐射要比单端信号传输的电磁辐射小得多。此外传输标准采用电流模式驱动输出，因此不会产生由振铃和信号切换引起的峰值信号。而且具有良好的 EMI（电磁干扰）特性。

由于 LVDS 技术减少了噪音问题，因此可以使用较低的信号电压幅度。这一特性非常重要，因为它可以提高数据传输速率并降低功耗。此外，由于驱动器是恒流源，功耗几乎不会随频率变化，单通道功耗非常低。

2.LVDS 工作原理和功能

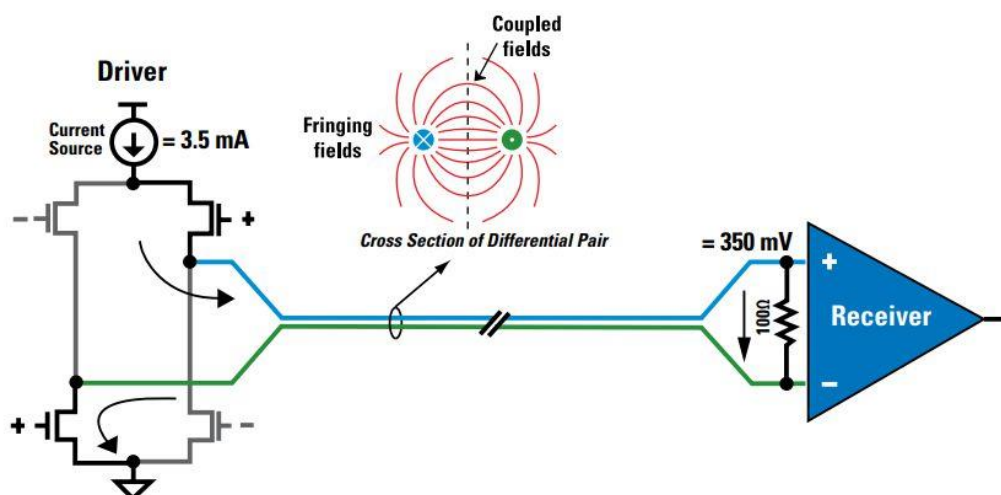


图 1.LVDS 驱动器和接收器

图 1 显示了 LVDS 工作原理图。驱动器由一个恒流源（通常为 3.5mA）组成，驱动一对差分信号线。接收器的直流输入阻抗很高（几乎没有电流消耗），因此几乎所有的驱动电流都将流经 100Ω 终端电阻，在接收器输入端产生约 350 mV 的电压。

LVDS 技术的特点包括：

1. 高达 2 Gbps 的高速传输能力；
2. 低电压、低功耗；
3. 低噪音辐射；
4. 差分信号具有显著的抗干扰能力；

与并行 LVTTL/LVCMOS 等传统单端信号拓扑结构相比，LVDS 具有许多优点。

主要优势包括减少 EMI（电磁干扰）、更快的数据传输速率、更长的传输距离以及成本/便利性。

3.EMI

电磁干扰是工业系统中需要克服的一个重要问题。具有多个并行输出的并行接口可能会产生大量的电磁干扰，原因在于所需的电缆数量、电缆长度以及电缆之间的串扰。传输的并行输出越多，产生的 EMI 就越明显。此外，高数据传输速率也会增加 EMI 的产生。此外，由于边沿速率更快更尖锐，高数据速率会增加 EMI 的产生。并行 LVTTL/LVCMOS 接口会加剧 EMI 的产生，因为随着数据速率的提高，所有通道都会出现更快/更尖锐的边缘速率。

由于 LVDS 接口采用差分技术，并减少了传输的输出量，因此减少了电磁干扰的产生。并行差分线路有两个相等但相反的信号。两根导线各自辐射的同心磁场抵消了两根导线各自单独产生的大部分辐射。

对于第二代和第三代 LVDS SerDes（串行器/解串器），另一个好处是通过 RBS（随机化、直流平衡、扰频）编码提高了系统可靠性并降低了 EMI。静态显示图像可能包含许多相同的颜色位，这会产生**直流迷失(DC Wander)**，影响信号质量，同时产生 EMI 波。RBS 编码会对数据进行随机化处理，扰乱比特位置，以消除静态模式并确保过渡，然后对信号进行直流平衡，使链路的交流耦合达到隔离效果。这种编码的最终结果是抖动更少，传输数据的频谱内容更分散，从而减少 EMI。

4.数据传输速率、距离和成本/便利性

数据传输速率是 LVDS 优于 LVTTL/LVCMOS 的另一个优势，因为并行接口的数据传输速率非常有限。如第 3 节所述，并行传输许多输出时，每个信号的传输速度越快，产生的 EMI 就越多。此外，数据传输速率越快，**对与对之间的偏移就越严重**，这大大限制了信号的传输距离。使用 LVDS 时，数据传输速率更高，传输距离延长了 10 米以上。由于减少了长度匹配方面的考虑，而且可利用的空间更大，因此 PCB 设计也变得容易得多。

与并行 LVTTL/LVCMOS 接口相比，使用 LVDS 接口可大大减小 PCB 和连接器的尺寸。这就降低了整个系统的成本。此外，在需要对这些系统进行维护时，目前使用并行接口的系统（例如 **LED 墙**）中存在的大量电缆很难进行调试。此外，LED 墙后面的空间有限，因此所有维修都需要在正面进行。而使用 LVDS 接口就不存在这个问题，因为电缆数量大大减少，这使得维护工作变得更加容易，也更易于管理。

5.如何在工业系统中使用 LVDS SerDes

设备交换数据时，传统的传输标准是 LVTTL、LVCMOS 或其他单端接口标准。这些通信方式不仅容易受到干扰，而且其带宽（数据传输速率）也无法提高。如果用户想提高带宽，就必须提供更多的数据通道。这不仅增加了系统成本，还增加了复杂性，并引入了困难的同步方案。然而，如果采用 LVDS 标准，这些问题就能得到有效解决。要实现这种方法：

(1)使用 LVDS 缓冲差分设计。板级单端信号采用 LVDS 连接，以确保信号的抗干扰性和可靠性。这种方案可以提高抗干扰能力，如图 2 所示：

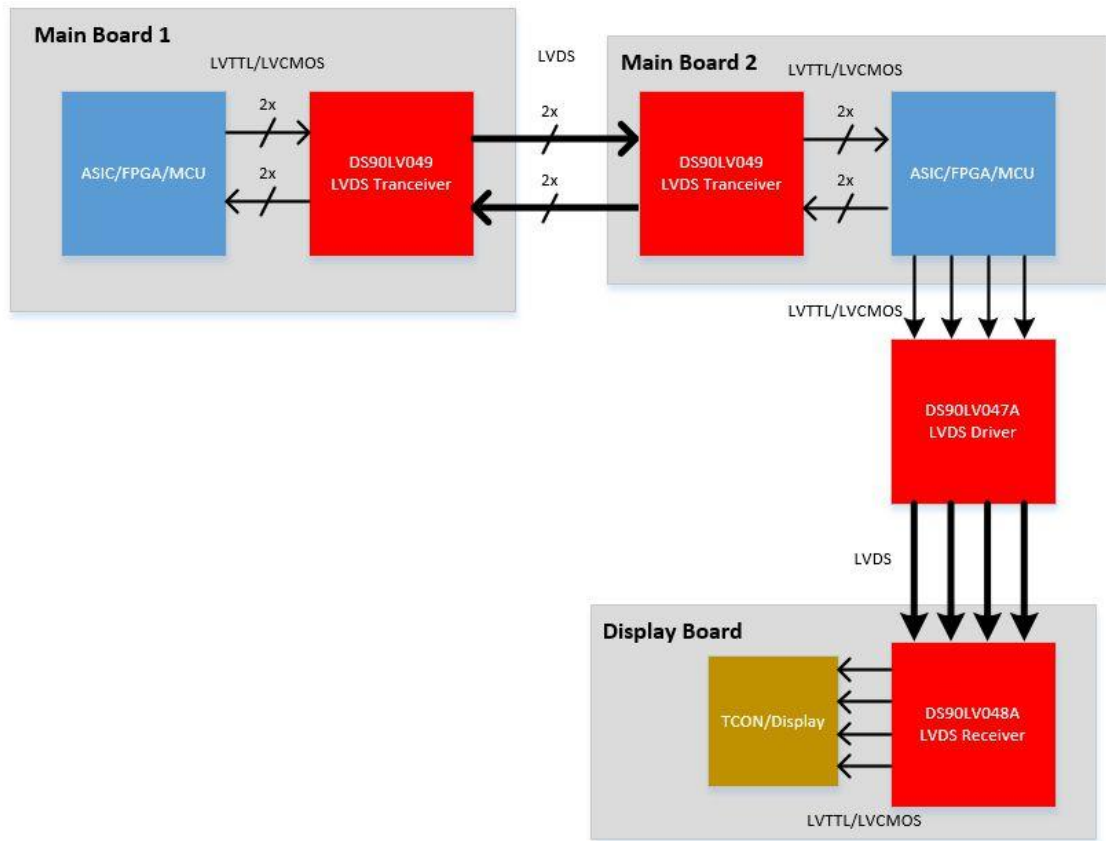


图 2.LVDS 在工业视频中的应用

(2)使用 LVDS SerDes 设计将电路板上的并行单端信号转换为单条双绞线(STP)线路,以优化产品设计。这种设计适用于电路板到电路板、设备到设备的链接,具有出色的抗干扰能力,并能减小电路板尺寸。

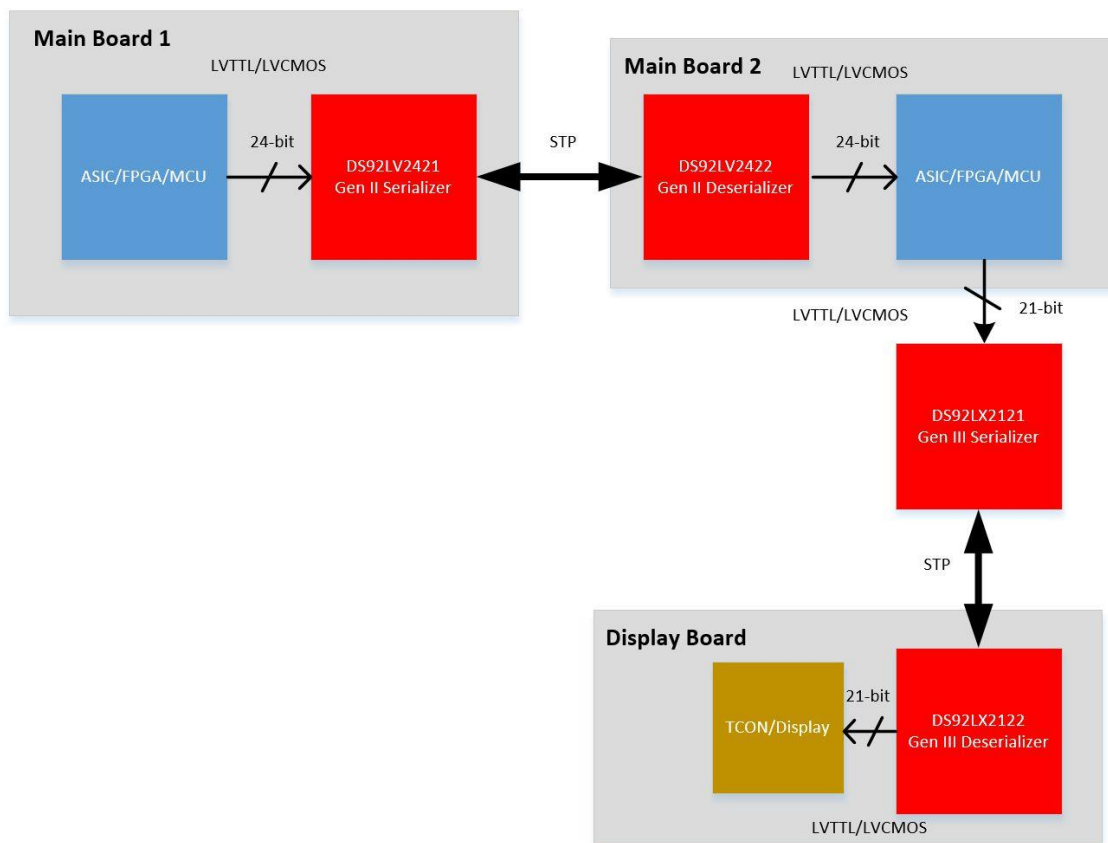


图 3.LVDS SerDes 在工业视频应用中的应用

(3) DS92LV242x SerDes 通过单根双绞线收发 24 位数据和 3 个控制信号，带嵌入式时钟，工作速率高达 2.1 Gbps，这是传统 LVTTTL 无法实现的。LED 墙就是一个使用 LVDS SerDes 的工业应用实例，它使设计受益匪浅。

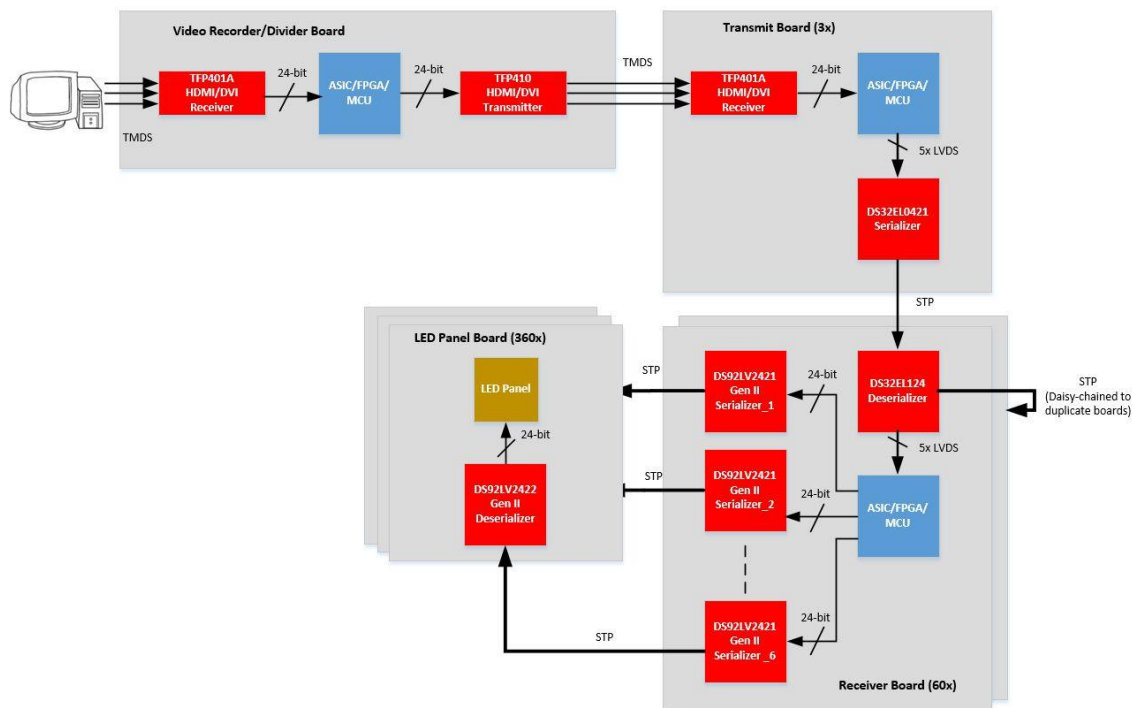


图 4.LVDS SerDes 在 LED 墙中的应用

图 4 是典型的 LED 显示墙设计框图。在这一特殊设计中，记录器/分配器板将输入的 HDMI/DVI 信号

记录并分成 3 路输出，然后发送到 3 个独立的传输板。

然后，传输电路板通过 DS32ELX0421 串行器将视频数据串行化，并将其发送到接收器电路板上的 DS32ELX0124 反串行器。DS32ELX0421 解串器采用菊花链方式连接，因此一个串行器可通过使用解串器的重定时输出连接到多个解串器。在本例中，可以使用 60 块接收器板。

然后，接收器电路板通过 SerDes 将视频数据发送到 LED 面板电路板。每个 LED 面板电路板有 1 个 DS92LV2422 反序列器，而每个接收器板有 6 个 DS92LV2421 序列器。由于本设计中有 60 块接收器板，这意味着有 360 块 LED 面板板。

6.LVDS SerDes 设计规范

在设计过程中，应考虑以下几点：

(1) EMI

LVDS 信号滤波器主要用于解决时钟信号和总线信号噪声等问题。时钟信号的传输侧应添加 RC 滤波器，以尽量减少外部辐射。差分信号应使用共模扼流圈来抑制共模噪声。

信号抗干扰设计分为固定路径干扰和环境干扰。

(2) 固定路径

干扰路径通常是电源或信号线。因此，应添加电容器，使干扰与地短路。

(3) 环境干扰

通常采用添加铁氧体磁珠和电容器等保护措施来减少这种干扰的影响。

(4) 减少单端信号和 LVDS 信号之间的串扰

在同一层印刷电路板上，单端信号与 LVDS 信号之间的距离至少为 12 毫米。

差分线路的两个导体之间的距离应保持最小，以获得最大的磁场线耦合。标准规则是距离小于电路板厚度，小于一根导体宽度的两倍。

两个相邻差分对之间的距离应大于或等于单个差分对中两个独立导体之间距离的两倍。

(5) 阻抗匹配

对于阻抗匹配，用户应遵循以下要求：

至少 4 层 PCB 板。LVDS 信号、LVTTTL/CMOS 信号、电源和地线各一层。电源层和接地层应用来隔离 LVDS 层和 LVTTTL 层。

LVDS 驱动器和接收器应尽可能靠近连接器。

在驱动器和接收器 V_{CC} 引脚附近放置一个 $4.7\mu F$ 或 $10\mu f$ 的电容器，并考虑信号工作频率与电容器最佳工作频率的匹配。

在两个驱动器或接收器 V_{CC} 引脚附近至少各放置一个 $0.1\mu F$ 和一个 $0.001\mu f$ 的电容器。

电源线和地线应尽可能宽，以减小电源返回阻抗。

7.总结

LVDS 信号传输和 SerDes 技术可满足当今高带宽、低功耗的传输需求。与传统的单端传输技术（如 LVTTLL）相比，它们具有各种优势。这些优势包括减少电磁干扰、提高数据传输速率、尺寸/空间优势、设计复杂性、传输距离等。在 LED 墙等工业应用中，这些优势在满足设计要求方面大有帮助。

由于其高速、低压的特性，应遵循设计准则来解决信号完整性问题。实践证明，遵循这些设计规范可以避免 LVDS 和 SerDes 设计问题。

Reference

[1] [Analog Engineer's Circuit Window Comparator with Integrated Reference Circuit. TEXAS INSTRUMENT.](#)

译者

周始勇/Joe Zhou[zhou_shiyong@163.com]

个人博客[github: [zhoushiyong010718](#)]

XX 电子科技有限公司 硬件工程师

嵌入式硬件爱好者



