

工业系统中 LVDS SerDes 的设计与应用

内容

1. LVDS 概述	1
2. LVDS 工作原理和特点	1
3. EMI	2
4. 数据速率, 传输距离和成本/便利性	2
5. 工业系统中 LVDS SerDes 的应用	2
6. LVDS SerDes 设计规范	5
7. 总结	6

1 LVDS 概述

LVDS (Low Voltage Differential Signaling) 是一种小振幅差分信号技术, 它使用非常低的幅度信号 (250mV~450mV) 通过一对平行的 PCB 走线或平衡电缆传输数据。在两条平行的差分信号线上流经的电流及电压振幅相反, 噪声信号同时耦合到两条线上, 而接受端只关心两信号的差值, 于是噪声被抵消。由于两条信号线周围的电磁场也相互抵消, 故差分信号传输比单线信号传输电磁辐射小得多。此外, 该传输标准采用电流模式驱动输出, 不会产生振铃和信号切换所带来的尖峰信号, 具有良好的 EMI 特性。由于 LVDS 差分信号技术降低了对噪声的关注, 所以可以采用较低的信号电压幅度。这个特性非常重要, 它使提高数据传输率和降低功耗成为可能。低驱动振幅意味着数据可更快地反转。由于驱动器是恒流源模式, 功耗几乎不会随频率而变化, 而且单路的功耗非常低。

因此, 采用这种技术后, 只要保证一对平行传输线的长度足够一致, 并在接受端提供良好的匹配端接阻抗技术, 以减小反射信号的产生, 就可以提供非常高的数据传输率。目前, 不用经行复杂和特殊的处理, 提供 840MHz 的数据传输速率已经非常容易。

2 LVDS 工作原理和特点

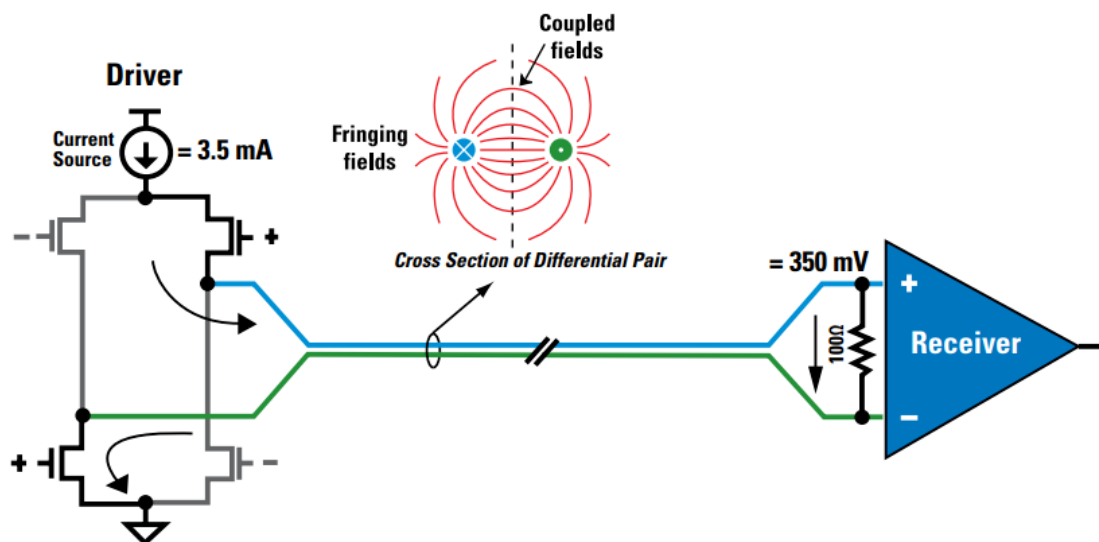


图 1. LVDS 驱动和接收

图 1 为 LVDS 的工作原理示意图，其驱动器由一个恒流源（通常为 3.5mA）驱动一对差分信号线组成。在接收端有一个高的直流输入阻抗（几乎不会消耗电流），所以几乎全部的驱动电流将流经 100 Ω 的终端电阻在接收器输入端产生约 350mV 的电压。当驱动状态反转时，流经电阻的电流方向改变，于是在接收端产生一个有效的“0”或“1”逻辑状态。LVDS 技术特点包括：

1. 高速传输能力，LVDS 的传输能力最高可达 2Gbps；
2. 低电压、低功耗，LVDS 采用 CMOS 工艺实现，静态功耗较低；
3. 低噪声辐射；
4. 采用差分传输模式有较强的抗干扰能力。

LVDS 比传统的单端信号拓扑结构（如并行 LVTTTL/LVCMOS）有许多优点，主要优点包括 EMI（电磁干扰）减少，更快的数据速率，更远的扩展传输距离和成本及便利性。

3 EMI

在工业系统中，电磁干扰是一个需要克服的重要问题，电缆的数量，电缆的长度和电缆之间的串扰都可以在多个并行输出时产生相当多的 EMI。传输的并行输出越多，EMI 就变得更加明显，此外，更快和更锐利的边缘率也使得高数据速率产生了更多的 EMI，它们和并行的 LVTTTL/LVCMOS 接口产生复合的 EMI，这是由于在增加数据率的同时所有路径也会更快和更锐利。

正是由于差分技术和低电压摆幅，LVDS 接口减少了 EMI。一对平衡差分线上流经两个大小相等但方向相反的信号。因此两条线所产生的大部分磁场互相抵消。相较于两根单端数据线，这极大的减少了 EMI。

对于第 2 代和第 3 代 LVDS SerDes（串行器/解串器），另一个好处是通过 RBS（随机化，DC 平衡，加扰）编码提高系统可靠性和降低 EMI。静态的显示图像可以包括许多相同的颜色位，这可能产生 DC 漂移并影响信号质量以及创造 EMI 峰值。RBS 编码使数据随机化并加扰比特位的位置，移除静态模式并确保转换正确，然后通过平衡 DC 来允许 AC 耦合并提供隔离。这种编码的最终结果是抖动更小和通过更多的传输频谱扩展以降低 EMI。

4 数据速率，距离和成本/便利性

由于并行接口的数据速率非常有限，故数据速率是 LVDS 优于 LVTTTL / LVCMOS 的另一个好处。如第 3 节所述，当许多输出并行传输时，每个信号传播越快，它产生的 EMI 就越多。此外，信号间延时差也限制了信号可以传播的距离，在更快的数据速率下会变得更糟。而使用 LVDS，数据速率可以更高，距离也可以延长至超过 10 米。由于长度匹配的考虑减少以及更多的使用空间，PCB 的设计也容易很多。

使用 LVDS 接口和并行的 LVTTTL / LVCMOS 相比，利用 LVDS 接口可以显著减小 PCB 和连接器的尺寸，从而降低了整个系统的成本。此外，当需要系统维护维修时，使用大量并行接口电缆的系统，例如 LED Wall，调试起来很困难。而且 LED Wall 后面的空间有限，因此需要在正面进行所有维修。而选用 LVDS 接口时，电缆的数量明显减少，这样维护更容易，更易于管理。

5 如何在工业系统中使用 LVDS SerDes

在器件与器件之间和器件与板级交换数据时，传统的应用是采用 LVTTTL, LVCMOS 等单端接口标准，这种通信方式不仅易受干扰，而且数据传输速率也无法提高。如果要提高带宽（数据传输速率），必须提供足够的数据通道。这样，不仅提高了系统成本，而且需要处理复杂和棘手的数据同步问题。然而，如果采用 LVDS 标准，可有效地解决这些问题。实现的方法是：

1. 使用 LVDS 缓冲器差分设计模式。把板级的单端信号使用差分 LVDS 接口模式进行连接，可以保证信号的抗干扰性和可靠性。

这种方案可以提高抗干扰，如下图推荐的设计系统：

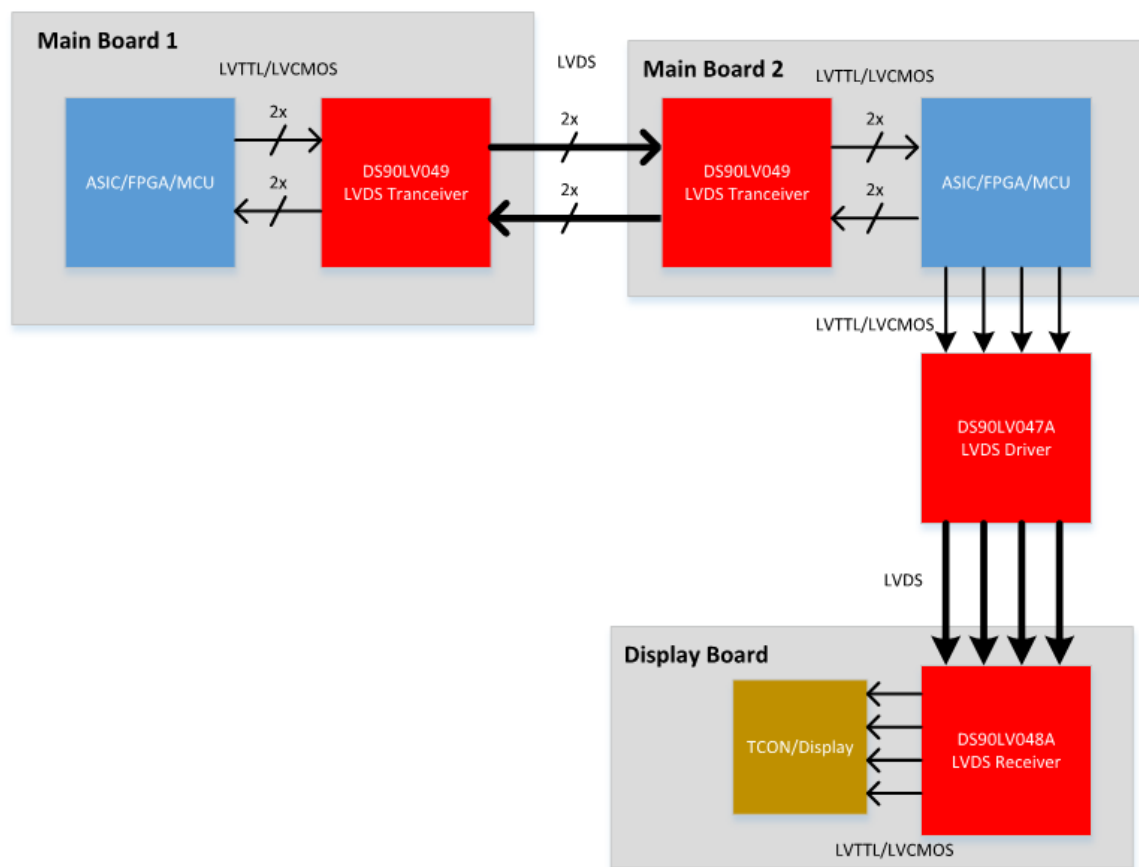


图 2.工业视频应用中的 LVDS

2. 使用 LVDS 串行器/解调器设计模式，把板级中的并行单端信号转换成一一对双绞线设计，优化产品设计，这种设计对于点对点，板级对板级，芯片对芯片有极好的抗干扰，减少板子尺寸

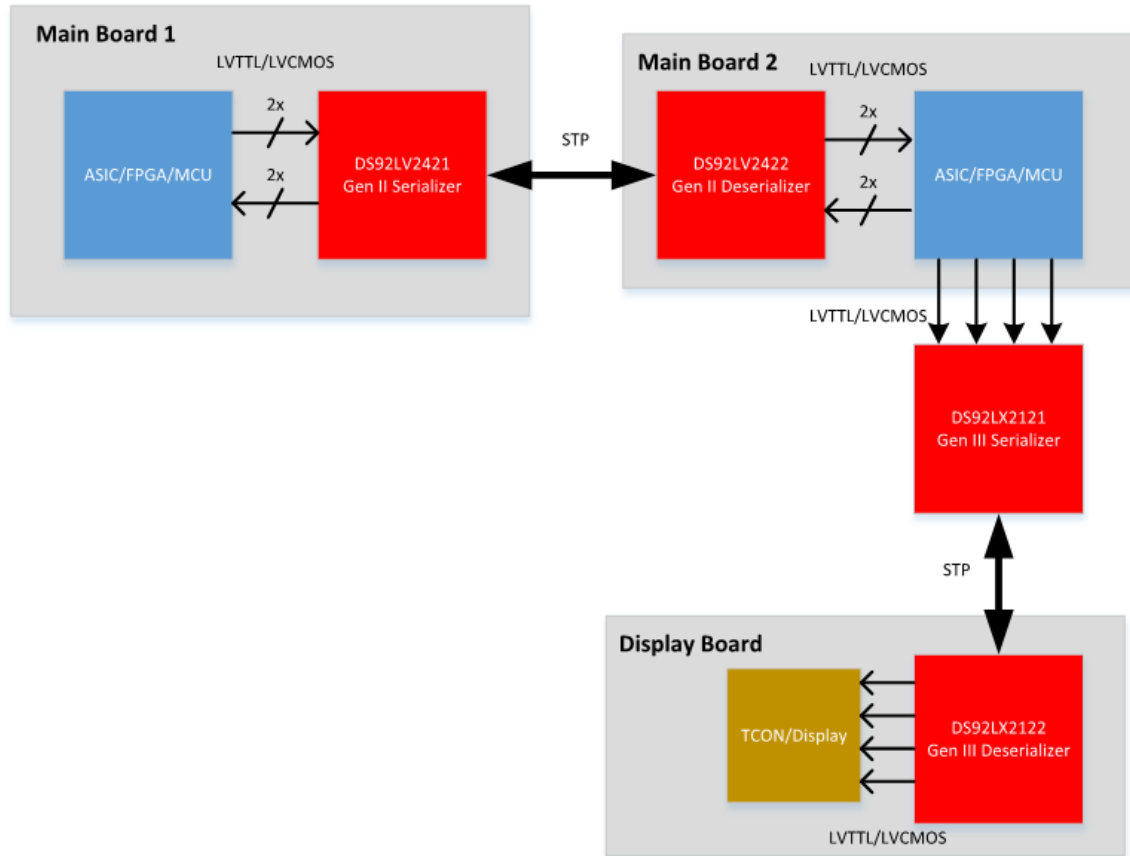


图 3.工业视频应用中的 LVDS SerDes

SerDes DS92LV242x 通过单个双绞线发送和接收 24 位数据和 3 个控制信号，采用嵌入式时钟，速率高达 2.1 Gbps，传统 LVTTTL 无法实现。

LED Wall 是工业应用的一个实例，其中 LVDS SerDes 的使用有益于设计。

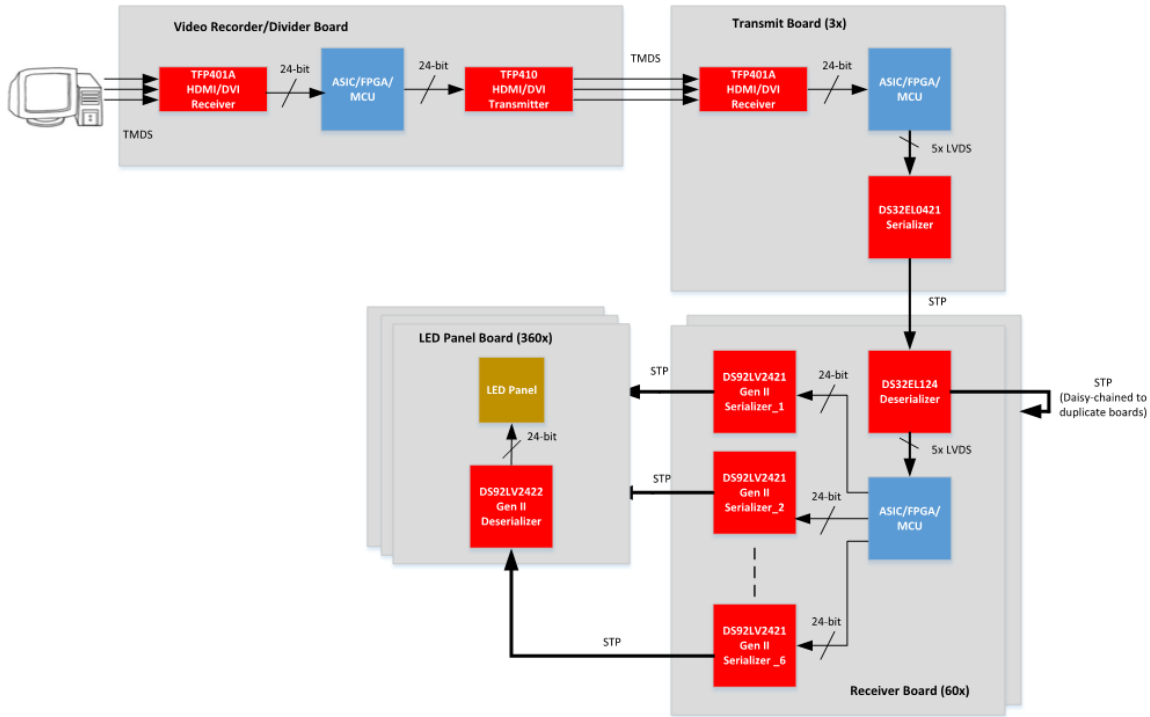


图 4. LVDS SerDesL 在 LED wall 的应用

图 4. 是典型 LED wall 的框图。在这个设计中，recorder/divider 板记录并将输入的 HDMI / DVI 分成 3 个输出，再将其发送到 3 个单独的传输板。

接下来在传输板上使用串行器 DS32ELX0421 将视频数据串行化，并发送给接收器板上的解串器 DS32ELX0124。DS32ELX0421 采用菊花链式连接，一个串行器通过使用解串器的重新定时输出连接到多个解串器，在这个示例中，可以使用 60 个接收板。

然后，接收器板通过 SerDes 将视频数据发送到 LED 面板，每个 LED 面板具有 1 个解串器 DS92LV2422，而每个接收器板具有 6 个串行器 DS92LV2421，此设计包含有 60 个接收板，共有 360 个 LED 面板。

6 LVDS SerDes 设计要点

在设计过程中，请考虑以下几点：

- EMI
 - LVDS 信号滤波设计主要针对如时钟信号、总线信号做滤波设计，时钟信号在发送端增加 RC 滤波设计，减小时钟对外的辐射干扰；针对差分信号，其滤波设计需在端口增加共模电感进行滤波抑制共模噪声。
 - LVDS 信号抗干扰设计分为固定路径干扰和环境干扰。
- 固定路径的干扰
 - 干扰路径一般为电源或者信号线，故 LVDS 电路设计只需要在接口增加防护设计，接口增加磁珠吸收后对地增加电容，使干扰以最快的路径泄放掉；
- 环境干扰
 - 这种干扰是由环境中外部源的电磁辐射引起的，通常使用诸如添加铁氧体磁珠和电容的保护措施来减少这种干扰的影响。

- 为了减少单端信号和 LVDS 信号之间的串扰，应该遵循：
 - 在同一 PCB 层上，单端信号距离 LVDS 信号至少 12 mm；
 - 差分线之间的距离不应超过信号线宽度的两倍，电路板的厚度应大于信号线之间的距离；
 - 两个相邻差分对之间的距离应大于或者等于 2 倍独立信号线之间距离。
- 阻抗匹配
 - 为 LVDS 信号设计阻抗匹配时，应遵循：
 - PCB 至少为 4 层板，LVDS 信号和 TTL/CMOS 信号需用电源层或地层进行隔离；
 - LVDS 的驱动器和接收器尽可能靠近连接器放置；
 - 靠近驱动器或接收器 Vcc 管脚处放置一个 4.7 μ F 或 10 μ F 电容，且要考虑信号的工作频率和电容最佳工作频率的匹配性；
 - 靠近每一个驱动器或接收器 Vcc 管脚处放置至少一个 0.1 μ F 和一个 0.001 μ F 电容；
 - 电源和地线尽量宽的以降低电源回流阻抗。

7 总结

LVDS 信号传输和 SerDes 技术满足了当今高带宽、低功耗的传输要求，与传统的单端传输技术像 LVTTTL 技术相比，它们具有包括减少 EMI，提高数据速率，缩小尺寸/空间，设计复杂性，传输距离等各种优势。在 LED wall 等工业应用中，这些优点在帮助满足设计要求方面做了很多工作，但由于高速、低电压特点，其设计不规范时易带来信号完整性问题。实践证明，遵循一定的设计规范可以规避 LVDS 和 SerDes 设计问题。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2019 德州仪器半导体技术（上海）有限公司