

TLK1501 应用指南

Haroad Chen

South China OEM Application Team

摘 要

TLK1501 是 TI 众多高速串并-并串收发器中的一个代表性的产品，广泛应用于通讯系统，视频监控系统，户外 LED 显示系统等。本文简要介绍了 TLK1501 的功能结构即使用需要注意的一些问题，客户能方便掌握其设计调试，节约设计开发的时间，更快将产品推向市场。

目 录

1	TLK1501 内部结构	2
2	TLK1501 同步时序及工作流程	2
3	TLK1501 接口电路	4
4	TLK1501 电源的注意事项	4
5	TLK1501 只发模式注意事项	5
6	TLK1501 时钟方案	5
7	TLK1501 调试流程	7
8	TI 高速串行收发器介绍	7
9	参考资料	7

图 表

1	TLK1501 结构框图	2
2	TLK1501 工作时序	3
3	TLK1501 接口电路	4
4	TLK1501 电源滤波	5
5	链路抖动余量估算	6
6	TLK1501 参考时钟	6

1. TLK1501 内部结构

如下图框图所示, TLK1501 主要包括 3 个主要模块: 并串转换模块, 串并转换模块及时钟模块。对于并串转换模块, TLK1501 的系统侧支持 16 位的并行接口, 并行数据时钟 30-75Mhz。这个模块包括一个片内 8B/10B 编码器, 将 16 位并行数据分成两个 8 位数据进行编码, 编码后的数据为 20 位, 再通过并串转换发送出去, 串行数据的速率为 600M-1.5Gbps, 由于是 8B/10B 编码, 所以有效数据为 480M-1.2Gbps。串并转换是一相反的过程, 这里不再详细描述。TLK1501 需要一个参考时钟, 其频率和并行数据的频率相同, 为 30-75Mhz。这个时钟经过内部所相环倍频为 600Mhz-1.5Ghz, 将并行数据打出去并从接收端恢复出时钟和数据。

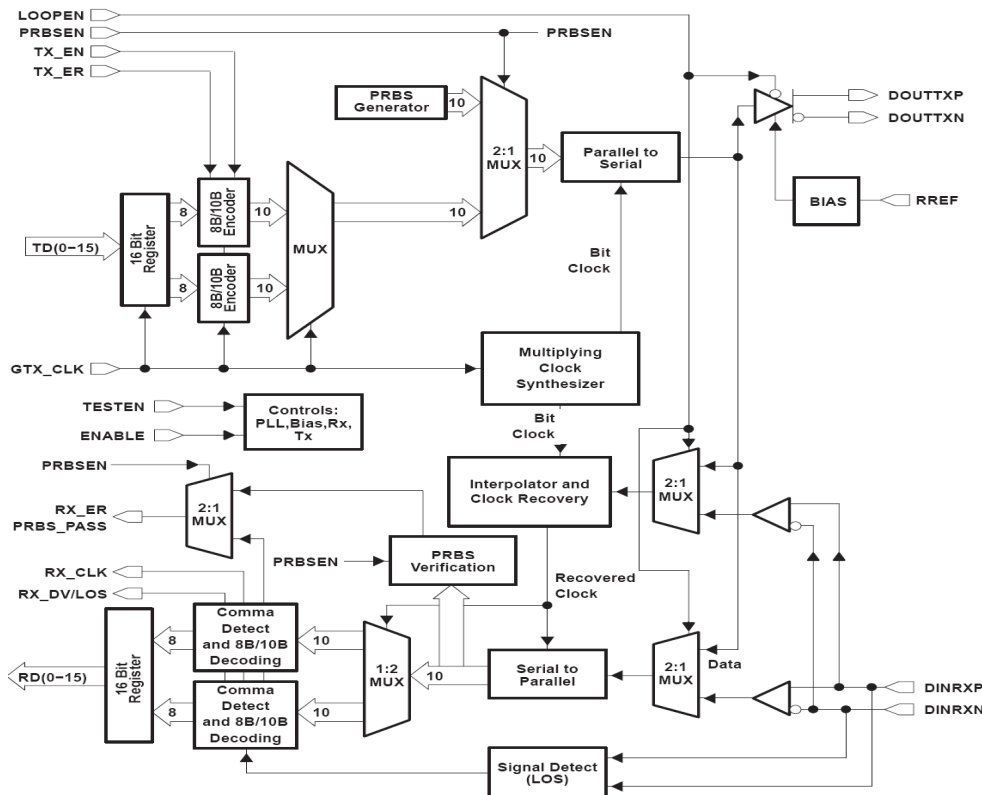


图 1 TLK1501 结构框图

2. TLK1501 同步时序及工作流程

TLK1501 在正常传送数据前, 需要进行同步操作。一般来说, TLK1501 都是通过检测 K28.5 的 IDLE 码来进行同步的。根据 8B/10B 编码规则, K28.5 有两种码型, 一种为 0011111010 (RD-极性, Running Disparity), 另一种为 1100000101 (RD+极性)。TLK1501 同步时只识别 0011111010,

1100000101 为无效同步码。由于 TLK1501 是 16 位接口的，根据规则，一个完整的同步码应为 K28.5+D5.6 或 K28.5+D16.2，但最终的同步码应为 K28.5+D16.2。根据 8B/10B 编码规则，一个数据帧内，所有字节的极性和应为 0，每一个字节的 RD 极性都是根据上一个字节的 RD 极性来确定的，如上一个字节为 RD-，则下一个就为 RD+或 0。这样当发送同步码时，如果上一个数据为 RD-极性，则 K28.5 编码后就 RD+极性，即 1100000101，但 TLK1501 不识别这个 K28.5 同步码。为了要得到 RD-的 K28.5(0011111010), RD+ 的 K28.5 后应跟一个极性为 0 的数据，就是 RD 为 0 的 5.6, 即 1010010110。这样 K28.5+D5.6 的 RD 就为 RD+，则下一个 K28.5 就应为 RD-，即 0011111010，再加上一个 RD+的 D16.2, 这样 K28.5+D16.2 的 RD 为 0，TLK1501 就一直发送 K28.5+D16.2，直到同步。TLK1501 有两种控制方式发送同步码，一个是控制 TX-EN，TX-ER 为 00 使发送端强制发送同步码。另一个是当 TLK1501 在收发模式下（LCKREFN 脚为 1），接收端收到错误的的数据并进入同步捕获模式时，TLK1501 内部状态机自动控制发送端发送同步码。

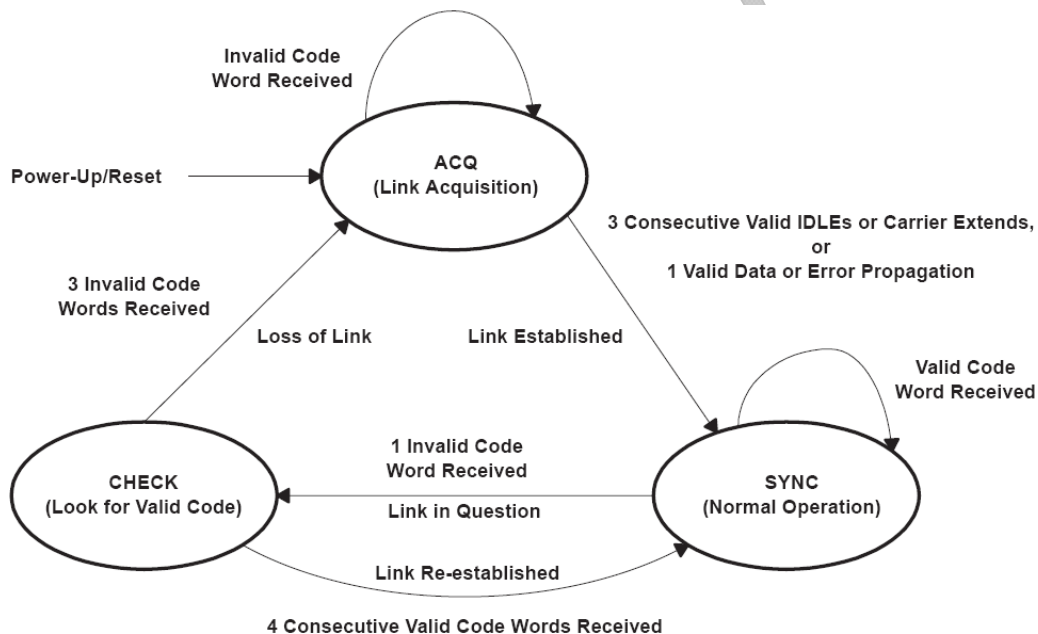


图 2 TLK1501 工作时序

TLK1501 有一个状态机，用来监测不同的工作状态，及同步捕获模式，同步模式和误码监测模式。在进行传送有效数据前，由于 TLK1501 需要进行同步，这时 TLK1501 就进入同步捕获模式，在这个模式下，只要 TLK1501 检测到 3 个连续的 IDLE 码或载波扩展码、或 1 个有效数据或错误的延时，即进入同步模式。。当接收 IDLE 码并进入同步后，RX-ER，RX-DV 即为 00，这时如果接收到有效数据，RX-ER，RX-DV 即为 01。当正常接收数据时，如果 TLK1501 检测到数据误码，状态机即进入误码检测模式。检测模式当检测到 4 个连续的误码时，TLK1501 即重新进入捕获模式。捕获模式有 1，2，3 三个等级。每检测

到一个误码，就进入下一级，每检测到 4 个连续的正常数据，就返回上一级。如果要从监测状态回到正常状态，TLK1501 最少要收到 4 个连续的正常数据。此时，需要注意 RX-ER，RX-DV 的状态，只要检测到一个误码，RX-ER，RX-DV 即为 11，这两个状态信号和内部状态机没有直接联系。

3. TLK1501 接口电路

TLK1501 的接口电路采用 CML 逻辑电平。因此，和其他逻辑电平接口时，应注意不同电平之间的接口匹配电路。一般来说，相同的逻辑电平间可以采用直流耦合或交流耦合方式，不同的逻辑电平间建议采用交流耦合方式。交流耦合要注意这几个要点：输入输出分别做直流偏置匹配；输出信号摆幅一定要大于输入的门限要求；输入需要注意正确的共模电压。如下是几个常用的交流耦合电路：

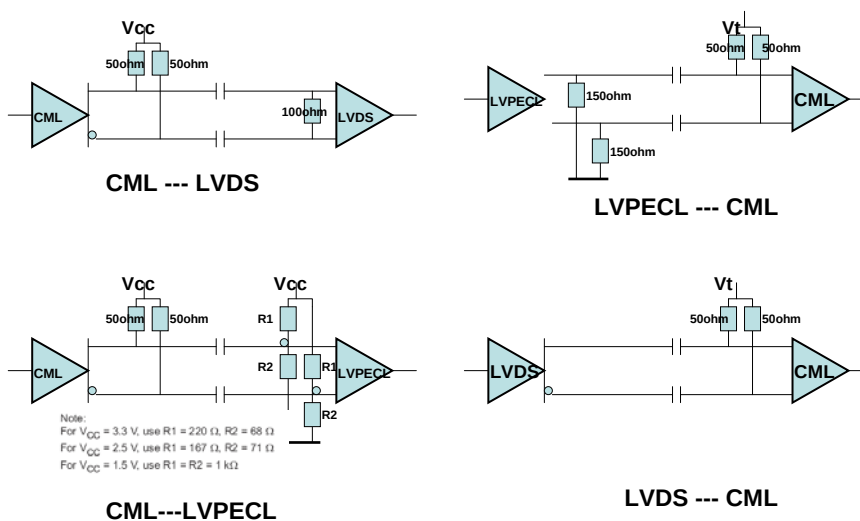


图 3 TLK1501 接口电路

4. TLK1501 电源的注意事项

TLK1501 的模拟和数字部分都采用 2.5V 供电，一般来说，可以采用同一个电源，但要注意最好用磁珠将模拟和数字部分分开。并且，TLK1501 外部接口电路也需要一个电源来进行端接匹配的，这个电源最好也用磁珠隔开。由于 TLK1501 是高速串行收发器，内部还有 PLL，所以对电源进行充分的滤波是十分必要的。如下是一个 TLK1501 的电源部分参考电路。其中，10nf 和 100pf 的电容要尽量靠近芯片的电源脚。

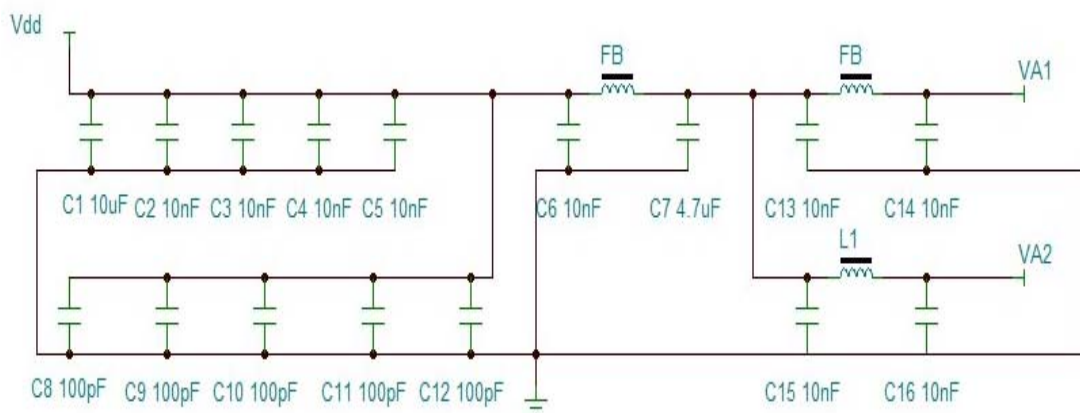


图 4 TLK1501 电源滤波

5. TLK1501 只发模式注意事项

TLK1501 有两种工作模式，一个是收发模式，一个是只发模式（lock to reference）。在收发模式下，TLK1501 的发送和接收需要严格的同步，如果接收侧断开，则发送端自动发送同步码，直到接收侧重新同步。在只发模式下，TLK1501 只是单向发送，接收端输出为高阻状态。在只发模式下，TLK1501 同样需要进行同步操作。在这个模式下，建议每隔一定的时间插入最少 4 个同步码，有效减少链路的误码和重新同步。这个时间从几百到几千个字节不等，具体需要根据实际的应用环境来确定。

6. TLK1501 时钟方案

TLK1501 是高速的千兆串行收发器件，对时钟的要求比较高。根据 TLK1501 数据手册，发送和接收侧的 TLK1501 的参考时钟需要严格的同频，频差需要控制在 0.01% 内。另外，TLK1501 对参考时钟的抖动有最大 40ps 的要求，相对来说，比较苛刻。40ps 的抖动要求，是为了能够客观的反映 TLK1501 的性能。而在实际应用中，根据具体的情况，可以有一定的放宽。一般来说，如果是高频抖动（>10Mhz），由于 TLK1501 内部 PLL 的滤波作用，基本没有影响；对于低频抖动，100ps-300ps 也是可以接受的，当然，串行数据流上也会有相应的漂移。在实际应用中，应尽量降低参考时钟抖动对系统的影响。对于一个链路，其抖动容限主要有几个方面，即发送端抖动，介质中的抖动和接收侧的抖动。如下图所示：

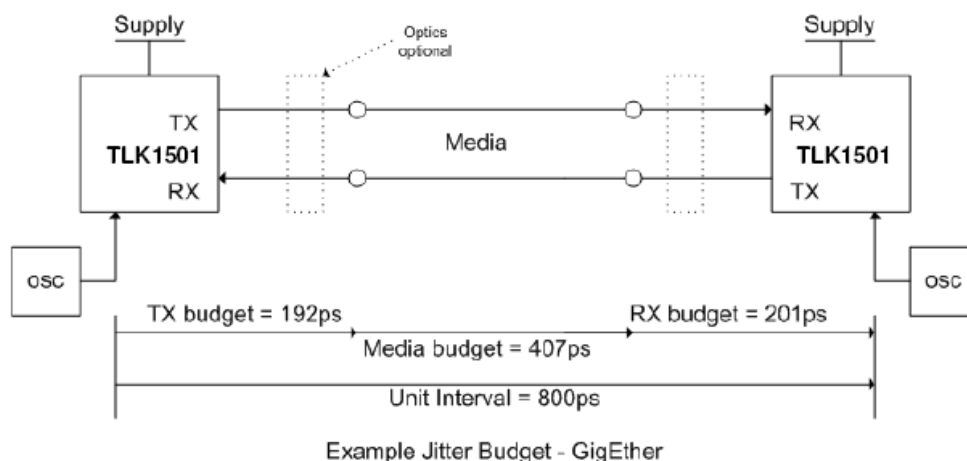


图 5 链路抖动余量估算

根据千兆以太网的要求，这链路中的所有抖动和不能超过一个单位间隔即 1ns。只要系统确定，介质的抖动一般是固定的，这样，只有减小发送端的抖动，则接收侧才会有更多的余量，更低的误码率。所以，对于发送端，应尽量提供一个高质量的参考时钟。TI 也提供了相应的解决方案，如 CDCE62005，CDCE421 等。

并且，在有些系统中（如 CPRI，光端机），要求数据传输的子系统能够跟踪主系统的时钟，使整个系统的时钟保持一致，我们建议如下方案。从节点的 TLK1501 由一个低抖动的时钟合成器，如 CDCE62005，CDCM7005 提供参考时钟，这两个时钟合成器有主备两个参考时钟输入，他们可以自动切换。当系统初始化时，CDCE62005 由本地的时钟产生 TLK1501 的参考时钟来进行同步操作，当主从 TLK1501 同步后，从 TLK1501 就可以恢复出接收时钟，这个接收时钟是随主节点的时钟变化的，即主节点的时钟的频率，相位有微小变化，该接收时钟都可以做相应的调整。当 CDCE62005 检测到接收时钟后，就可以自动由本地参考时钟切换到接收时钟上来，并且其输出（包括给 TLK1501 的参考时钟）也就同时会随接收时钟调整。这样，整个从节点的时钟就可以和主节点保持一致。

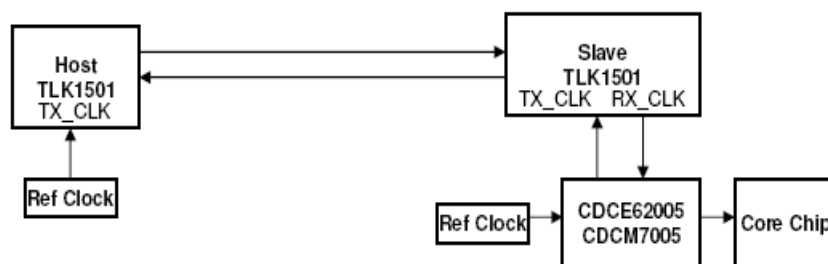


图 6 TLK1501 参考时钟

7. TLK1501 调试流程

由于 TLK1501 是高速的收发器，对外部环境要求比较高，在调试时不能一蹴而就，需要按步骤调试。当采用两个 TLK1501 通讯时，首先应分别对每个 TLK1501 进行内部的 PRBS 回环测试，；当 PRBS 回环测试有问题时，大多数情况都是因为参考时钟抖动太大，或电源纹波和噪声太高，需要进行优化；其次，对每个 TLK1501 进行内部的数据回环测试，主要是控制 TLK1501 发送和接收同步码来验证数据收发是否正常。在分别进行测试后，再将两个 TLK1501 连接，进行相互间的 PRBS 测试，以验证接口电路和两个时钟是否匹配，以便做相应的调整，最后就是数据传输的测试。

8. TI 高速串行收发器介绍

目前，TI 推出了各种类型的高速串行收发器，包括支持背板数据传输，千兆以太网，光纤通道，光网络及 10G 以太网的，速率从 0.6Gbps 到 10Gbps；主要产品有应用于通讯设备如基站 CPRI，OBSAI 接口的 TLK3134；应用于光端机视频数据传输的 TLK1501，TLK2541 等。

9. 参考资料

1. TLK1501 数据手册 (SLLS428F)
2. TLK1501EVM (SLLU008)
3. Interfacing Between LVPECL, VML, CML and LVDS Levels (SLLA120)
4. AC-Coupling Between Differential LVPECL, LVDS, HSTL, (SCAA059B)
5. DC-Coupling Between Differential LVPECL, LVDS, HSTL, (SCAA062)

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated