

文章编号:1007-1180(2011)07-0050-04

TLK1501 在大型望远镜视频传输系统中的应用

张 岳

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要: 针对大型望远镜需要对标准 Camera Link 接口相机进行远距离视频传输和控制的具体要求, 提出了基于 FPGA 和 TLK1501 的 Camera Link 高速视频光纤传输系统设计方案。论述了系统各部分组成以及 TLK1501 在设计调试中应该着重处理的环节。并对已经设计完成的系统进行图像传输试验, 取得了良好效果。

关键词: TLK1501; FPGA; 光纤通讯

中图分类号: TN929.11; TH751.1

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI20112807.0050

Application of TLK1501 to Video Signals Transmission System Design for Large Telescope System

ZHANG Yue

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In large astronomical telescope system, the remotely transmit digital signals from the standard Camera Link Camera to the control computer was needed. For this purpose, a high speed video signal fiber transmitting system based on FPGA and TLK1501 was presented in this paper. The system design was discussed, mainly including the standard Camera Link transforming the parallel signals, the high speed transition between parallel signals and serial signals and fiber optical sending/receiving. The important principles in the TLK1501 design was also given.

Keywords: TLK1501; FPGA; fiber transmission

1 引言

用于天文观测的大型望远镜系统中，多用高精度相机进行图像摄取。一般高精度的相机数据输出为 Camera Link 标准接口，其传输距离仅仅 10 m^[1]。但天文观测中一般控制台与观测窗之间有一定的距离，望远镜成像设备与负责处理的主控计算机距离较远，Camera Link 的传输距离显然无法适应大型望远镜系统的需要。本文提出一种应用光纤通讯解决大数据量 Camera Link 信号传输的方法。

Camera Link 是一种基于视频应用发展而来的通讯接口标准。由 National Semiconductor 公司基于 Channel Link 技术发展而来^[1]。实际上，Camera Link 是若干高速串行 LVDS 信号的集合，使用专用的并转串行 LVDS 驱动器和串行 LVDS 转并接收器传输数据。同时，Camera Link 具有一对符合异步 RS-232 标准的串口：SerTFG（从相机串行输出到采集卡）和 SerTC（从采集卡串行输出至相机）。Camera Link 同时定义了硬件端口，分为 3 类：Base，Medium，Full。其中 Base 型支持 24 位有效数据，最高 Full 型有效数据位数达 64 位。Camera Link 标准有效数据位数多，其支持最高 85 MHz 的并行传输速度，特别适合大容量、高带宽的视频数据传输。

但由于 Camera Link 标准本质上采用 LVDS 串行驱动，并且数据位数多，其传输距离受到影响，标准 Camera Link 有效传输距离仅仅 10 m，无法实现远距离的数据传输。本文介绍了一种基于 TLK1501 芯片的光纤视频远距离传输系统，把成像端的 Camera Link 数据转换为可以远距离传输的光信号，通过光纤传输到控制端，然后再恢复为原 Camera Link 数据格式，实现图像数据的远距离传输。

2 系统组成

本系统主要包括 4 部分（如图 1 所示）：用于 Camera Link 信号与并行信号转换的接口电路；用于缓存、处理数据及各器件驱动的 FPAG；用于并串转

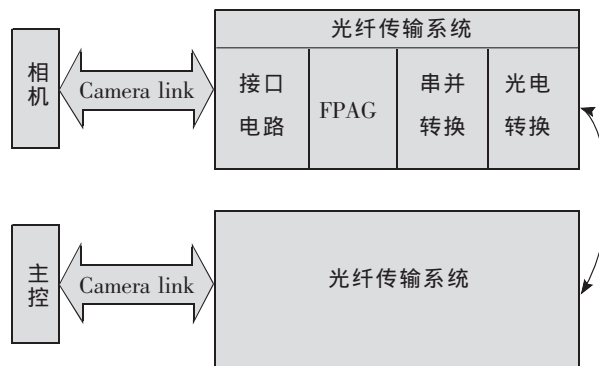


图 1 光纤传输系统

换的 TLK1501；用于光电转换的光纤收发模块。

系统从成像端首先实现 Camera Link 标准的高速串行 LVDS 信号和并行信号的互换。Camera Link 标准推荐视频数据的串行 LVDS 驱动传输由 National Semiconductor 公司制造的 28 位 Channel Link 芯片组来完成，目前速度最快的是 DS90CR287 和 DS90CR288A 芯片组，支持 85 MHz 并行数据^[2]。Base 型 Camera Link 标准信号需要 1 对芯片组，相应的 Medium 型需要 2 对芯片组，Full 型需要 3 对芯片组。由于相机输出时钟频率为 20 MHz，所以接口电路中 DS90CR288 输出并行时钟频率为 20 MHz，该时钟作为 FPGA 外部接口时钟，在外部接口时钟上升沿驱动下，采集外部视频数据写入 FPGA 内部，开辟读写缓存区。本设计中光纤传输所用时钟为 40 MHz 的内部高精度时钟。内部高精度时钟在读写缓存区中有数据时并行读出缓存区数据，输出给芯片 TLK1501。TLK1501 合成高速的串行信号送给光电转换模块，在该模块内转换为光信号发送给光纤。通过上述工作完成了 Camera Link 视频到光纤通讯的转换。

在控制端光信号转换为视频信号的过程与此相反，在此不再重复。

系统的关键设计在于如何控制 TLK1501 对数据并串/串并转换。其他如供电电路，接口电路等成熟设计不在本文论述之列。

3 TLK1501 设计与调试

TLK1501 芯片是 TI 公司的一款并串/串并转换

器, 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 的并行数据侧支持 16 位的并行接口, 并行数据时钟 30~75 MHz。该模块包括一个片内 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 600 M~1.5 Gbps, 由于是 8B/10B 编码, 所以有效数据为 480 M~1.2 Gbps^[3]。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 30~75 MHz。该时钟经过内部 PLL 倍频为 600 MHz~1.5 GHz, 在该时钟下将并行数据发送出去, 接收端首先恢复出时钟, 然后, 在该时钟下将数据恢复。

3.1 TLK1501 设计原则

TLK1501 是系统成败与否的关键, 作为一款高速器件使用时需要十分注意。除了必要的高速设计时所需考虑的信号完整性问题外, 还有一些特有的设计规则。下面详细论述 TLK1501 设计时所需的设计和调试原则。

同步设计

TLK1501 在正常传送数据前或出现通讯错误时, 需要进行同步操作建立或恢复系统。一般来说, TLK1501 都是通过检测 'IDLE' 状态下的 K28.5 码来进行同步的。TLK1501 有两种控制方式发送同步码, 一个是控制 TX-EN, TX-ER 为 00 时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。

在本设计中采用定期 TX-EN, TX-ER 为 00 的方式进行主动同步: 发送视频信号的远端在视频消隐期使 TX-EN, TX-ER 为零, 同步传输系统。

电源设计

TLK1501 的模拟和数字部分都采用 2.5 V 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。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。图 2 为推荐电源电路。

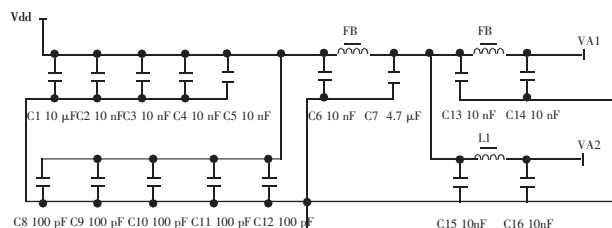


图 2 推荐电源电路

时钟设计

TLK1501 是高速的千兆串行收发器件, 对时钟的要求比较高。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 40 ps 的要求, 相对来说比较苛刻, 此时要求对时钟源和时钟布线十分注意。TLK1501 输入时钟最好与 FPGA 内部数据时钟同源同相位, 并且其走线长度应与数据走线长度相近。

3.2 TLK1501 调试

由于 TLK1501 是高速收发器, 对外部环境要求比较高, 在调试时需要按步骤调试。当采用两个 TLK1501 通讯时, 首先应分别对每个 TLK1501 进行内部 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, 最后就是数据传输测试。如果收发正常再进行 FPGA 内部的状态机逻辑编写, 此时调试时应充分应用 FPGA 内部逻辑分析仪, 考虑状态机顺序及各种极端情况。总之, 调试时需要认真细致和耐心, 才可能获得良好的运行结果。

4 系统验证

完成光纤通讯系统的设计后,为确保系统可以正常运行,进行了循环渐变条的实验。具体做法为在远端光纤设备 FPGA 内部 FIFO 预存测试用渐变条。经光纤通讯后通过采集卡采集数据,测试数据接收是否正常。图 3 为间隔为 10 灰度级 256 级渐变条视频截图;图 4 为间隔为 1 灰度级 256 级渐变条视频截图。

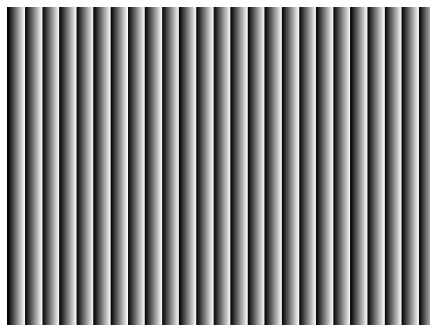


图3 间隔10灰度级图样

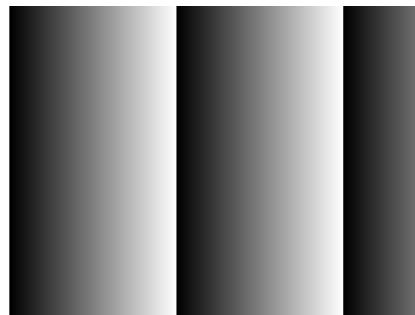


图4 间隔1灰度级图样

5 结论

本文论述了应用于大型望远镜设备中的光纤传输系统设计,其中重点说明了作为核心器件的 TLK1501 设计、调试方法。本文的远距离高速光纤传输系统集高速传输与远程控制为一体,提供最高 2.5 Gbps 串行速率的高速视频传输通道,经实验系统运行稳定可靠。TLK1501 设计、调试方法对高速光纤传输系统的开发有一定的借鉴意义。

参考文献

- [1] National Semiconductor. *Specifications of the Camera Link*[S]. National Semiconductor, 2000.
- [2] National Semiconductor. *DS90CR288A/DS90CR287 Datasheet*[G]. National Semiconductor, 2000.
- [3] Texas Instruments. *TLK1501 0.6 to 1.5Gbps transceiver Datasheet*[G]. Texas Instruments, 2004.

作者简介:张岳(1979-),男,吉林长春人,博士,副研究员,2007年于中科院长春光机所获得博士学位,主要从事基于FPGA的高速数据通讯与处理技术研究。E-mail: zhangyuemailbox@yahoo.com.cn