

高级误码分析为高速数据通信提供了新的故障排除方法

简介

25 G – 新的 I/O 标准

过去十年中，10 G 已经成为了长距离和短距离高速（高级）数据通信链路事实上的标准。自上世纪九十年代末以来，已经投入了大量的资源来优化包含 10 G 输入/输出 (I/O) 的集成电路 (IC)，以图建立一个健康的生态系统来经济高效地部署 10 G 链路。从短距离芯片间接口，直至长距离 (LR 10 km) 或更远的光学模块，这一标准都可以针对其很好地进行扩展。10 G 技术大大改善了成本比例，取代了 40 GE 中昂贵的（第一代）40 G 技术。但是，它要求建立一个新的事实上的速率来满足更新标准（例如 100 GE）的需求。

适用于高速通信接口的理想技术的主流选项是以最少的并行信道更经济高效的实现方式。

100 GE 的传输选择包括 10 x 10 G（用于初始主机接口）、4 x 25 G（标准）、2 x 50 G 或 1 x 100 G。很明显，50 G 和 100 G I/O 会带来极大的难题，并很有可能在若干年内带来大幅价格溢价，因此将选择标准降低到了 10 x 10 G 或 4 x 25 G。10 G 选项可利用现有 10 G I/O 技术，并将建立一个涵盖三代 10 G IC 的知识体系，而 4 x 25 G 则使用 40% 的组件（因而减少了体积、成本、连接器大小以及 PCB 迹线区域）。趋势表明，人们正在转向使用基于 4 x 25 G 的 100 GE；然而，第一代 (CFP) 上使用了 10 x 10 G 主机电气接口，因为 25 G 技术太过新颖，无法用作广泛部署的可插拔接口。

基于 25 G 的 I/O 很快将成为许多未来技术事实上的 I/O 速度，这些技术包括 100 G 以太网、OTU4 和 Infiniband。而且，如今您可以在特殊应用集成电路 (ASIC)、时钟和数据恢复 (CDR) 以及现场可编程门阵列 (FPGA) 上找到 25 G I/O。

难题

信号完整性、串扰、CDR 和 FIFO、真实数据信号以及抖动

如今用于大多数高速数据链路的第三代 10 G I/O 的性价比和功率容量使其可经济高效地加以部署。即使有了这项成熟的技术，基于 10 x 10 G 的第一代 100 G 仍然存在许多信号完整性和性能问题，例如抖动容限和动态偏差。要转为使用 25 G，将需要解决更多的问题，之后 100 G（使用 4 x 25 G）才可能成为真正的主流技术。

主要问题（特别是第一代 25 G I/O IC 的主要问题）包括：

- 信号完整性
- CDR 性能
- 抖动容限
- 动态偏差容限
- 码型敏感性

这些问题在较低比特率下已经足够难以应对；而在 10 G 以上的比特率下，传统工具能提供的帮助很少；因此需要一种新的方法，特别是用于加速故障排除以及用于查找故障的方法，力图在市场上抢占先机。

而且，许多现代部件在真实的流量情况（例如以太网和 OTN）下会表现出不同的性能，从而使问题进一步复杂化。基本的 PRBS 测试信号无法揭示所有问题或代表真实使用案例。要确保产品可靠，制造商必须能够测试和验证真实流量。

传统方法

传统 BERT 缺少标记

传统 BERT 可提供控制脉冲参数，例如电压摆幅和过渡。但是，它们有限的诊断功能（比如误码计数和误码检测）无法支持真实验证和测试所需的成帧以太网或 OTN 信号（见图 1）。

最终用户要依靠他们的经验和直觉来进行故障排除和验证，这样可能要花费很长时间来查找根本原因，对于 CDR 和 FIFO 滑动或对码型敏感的情况而言，可能会带来特别大的难题。动态偏差变化为传统 BERT 带来了更多困难（对于 100 GE 和 OTU4 中使用的多通道总线而言很严重）。用户想要根据所需的几分之一 UI 准确地操作相对通道间偏差通常困难重重。

传统的、极为昂贵的多箱 BERT 的连接性也有限，因为它们缺乏对真实插拔模块（例如 CFP2）的本机支持。因此，最终用户必须将被测设备 (DUT) 与昂贵的相位匹配微波电缆对连接。通常还需要单独的电源和笔记本电脑来控制 DUT 以及为其供电。

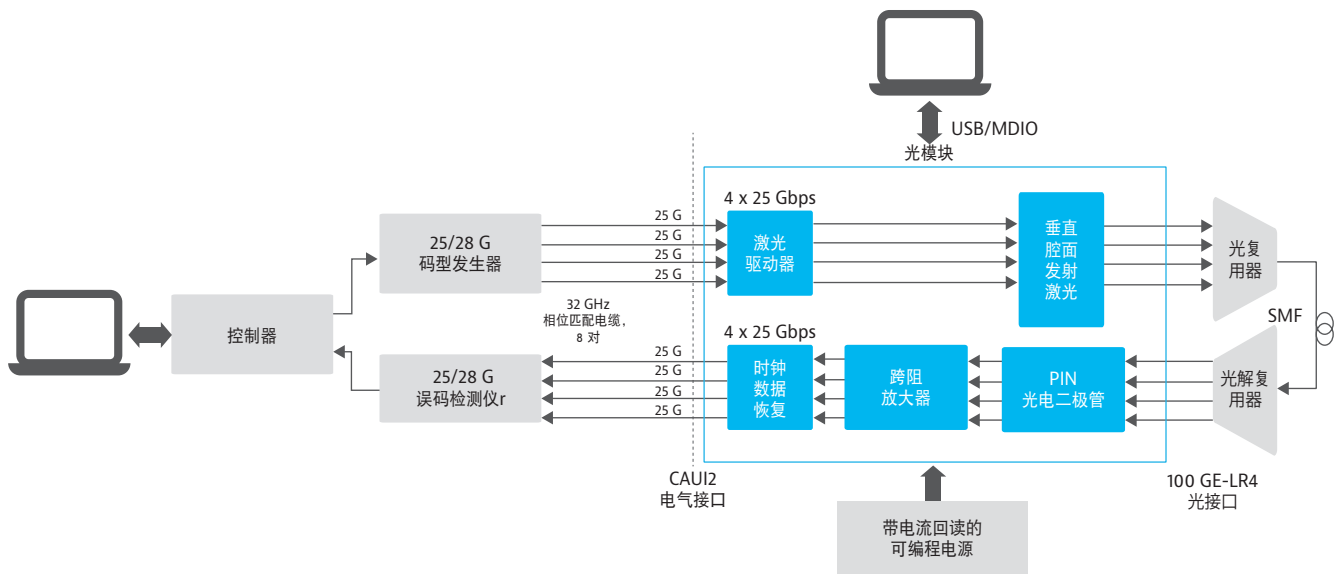


图 1. 传统 BERT 通常需要多个机箱和昂贵的相互连接才能实现像 CFP2/4 这样的真实插拔模块。

使用 VIAVI Solutions ONT 100 G 基于 CFP2 的模块

使用 VIAVI ONT 100 G 基于 CFP2 的模块对 CFP2、CFP4 和其他基于 25 G I/O 的技术进行故障排除

图 2 中所示的 ONT-600 100 G 基于 CFP2 的模块拥有传统四信道 BERT 的所有功能，而且具备用于误码分析的新功能，可加速 25 G I/O 技术开发和故障排除。ONT CFP2 结合了本机 CFP2 插拔模块支持、动态偏差、抖动注入和实时流量功能（100 G 以太网和 OTU4），与传统产品相比功能明显增强。

它是下一代 100 G 和 25 G I/O 的真正单箱式解决方案，集成了适用于从芯片到系统测试等任何需求的应用程序。

本机 CFP2 支持（包括适用于 MDIO 和 PSU 余量测试的应用程序）避免了信号完整性问题，因为测试信号会完全根据需要传递到 DUT。

图 3 中所示的比特位捕获应用程序可捕获各个 25 G 通道的逻辑视图，深度达到 512 kbits。操作人员可以突出显示比特误码和各种触发器选项以快速将重点集中在问题上。而且，ONT 可驱动外部触发器，以便像快速示波器这样的仪器能够捕获“物理”信号来快速调节物理和逻辑视图。



图 2. VIAVI ONT 100 G 基于 CFP2 的模块

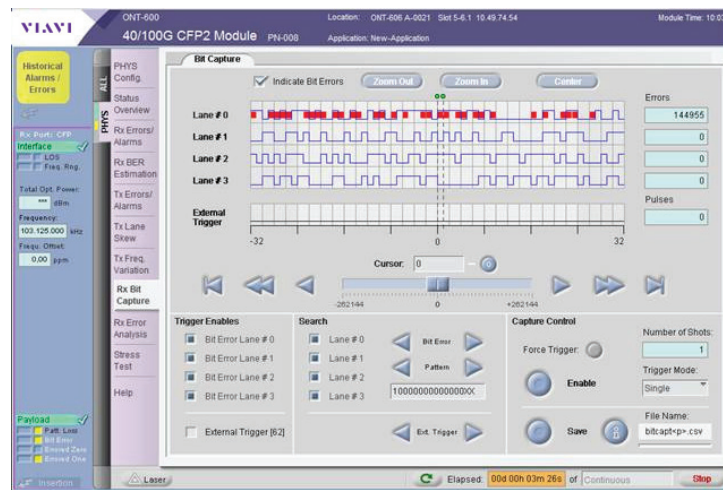


图 3. 比特位捕获应用程序捕获

动态偏差使操作人员能够相对于参考通道以 10 mUI 步进将单独的 25 G Tx 通道移动 ± 512 个比特位（见图 4）。用户可以将速率从 10 mUI/s 更改为高达 10 UI/s，以验证接收器的功能块偏差校正功能。如果使用传统测试方法，此过程将十分困难，并且非常耗时。此测试通常使用平缓的（~20 mUI/s）变化速率执行；但是，可以使用较快的速率（高达 10 UI/s）来验证操作余量和可能的故障模式。

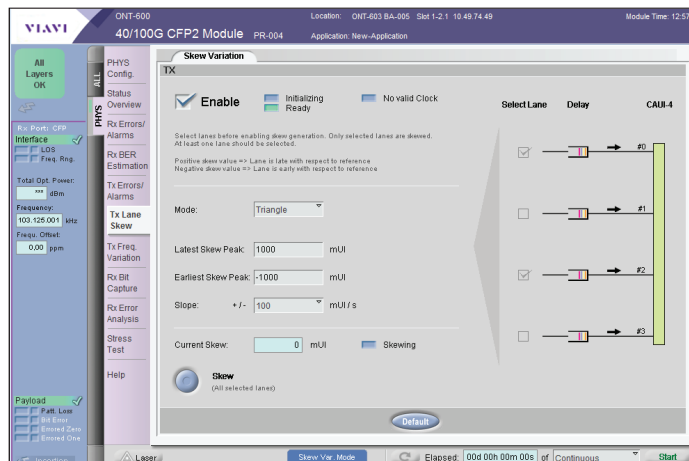


图 4. 动态偏差应用程序捕获

图 5 中显示的高级误码分析选项使操作人员能够在 ONT 开始深层高级误码分析之前设置关键参数。ONT 以一种特殊的“误码向量”格式捕获误码。在这种格式中，每个误码向量为 128 比特位宽，并且可针对每个通道捕获和分析多达 256k 个向量。这个独特的应用程序分析误码配置文件和分布，然后生成可用于快速确定根本原因的结果。

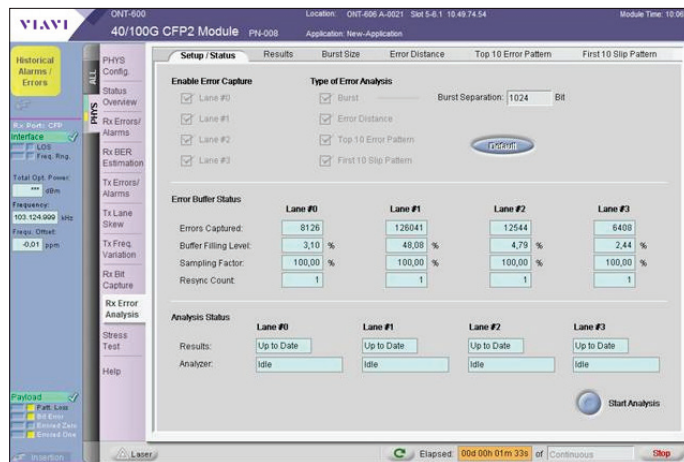


图 5. 高级误码分析选项

应用程序处理这些误码向量之后将立即显示有意义的结果（类似于图 6 中显示的结果），这些结果远远超出了使用正常 BER 测量所能获得的结果。这些结果可快速揭示出传统工具无法揭示的 CDR 和 FIFO 滑动问题。

而且，它可依据误码的特征（突发长度、距离、滑动）将误码分组，帮助操作人员立即找到根本原因。

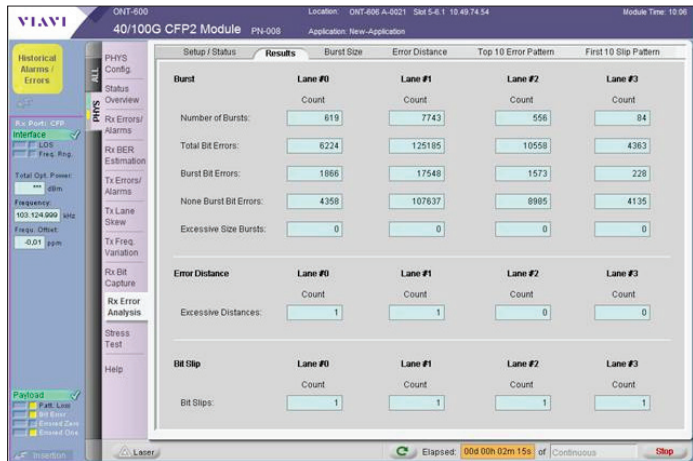


图 6. 误码分析 – 结果概要

图 7 显示所有四个通道上的误码分布，每个通道带有唯一的颜色，可以根据需要打开或关闭这些通道。在此处，通道 1 的误码计数最高；但是，所有通道都具有“泊松”状误码距离分布。这是码型敏感性很小的典型随机误码的预期结果。周期性的误码将显示明显的分布“峰值”。

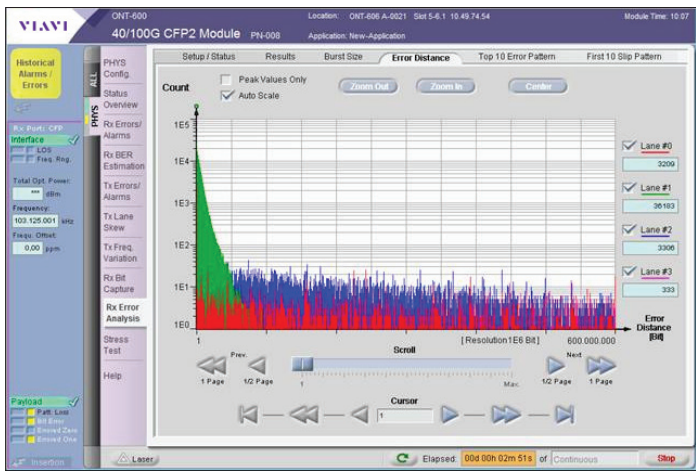


图 7. 误码分布概况

图 8 中的屏幕显示导致比特误码的 10 种主要码型。在这种情况下，大多数误码都在后跟一个孤立 0 的连续 1 之后出现。设置不正确的门限/限幅器可能会导致这种结果。与码型敏感型无关的误码通常具有“更平的”分布码型。（我们在这里作了一点弊，因为我们将通道 0 限幅器电平设置为不切实际的 +100 mV 值来获得图 8 中所示的码型敏感性）。

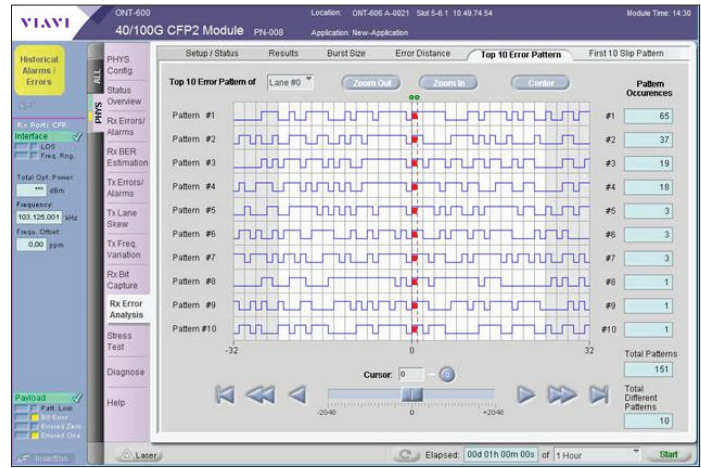


图 8. 导致误码的 10 种主要码型概要

图 9 中所示的基于 ONT CFP2 的模块前面板为最终用户提供了一系列丰富的相互连接选项。

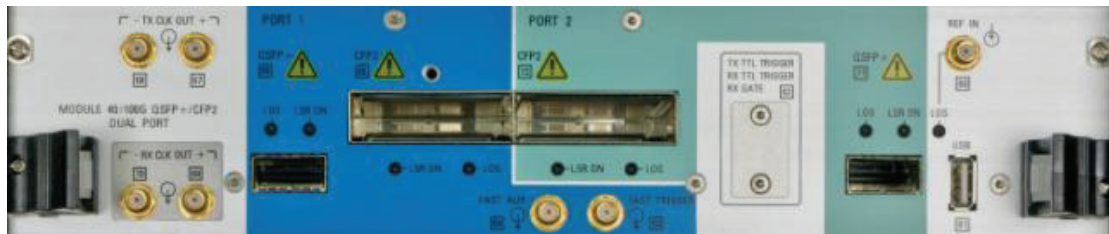


图 9. CFP2 的前面板

可在一个通道（该通道可传输 PRBS 或者甚至真实的成帧流量）上注入范围介于 10 kHz 至 1 GHz 的抖动，并且可同时支持所有其他功能（如动态偏差）。如图 10 所示，在 10 MHz 处达到 1 UI 的抖动是以不同的振幅分布（正弦、方形和高斯噪声）注入的，这使得我们能够使用抖动分解软件在示波器上观察对应的抖动分布。

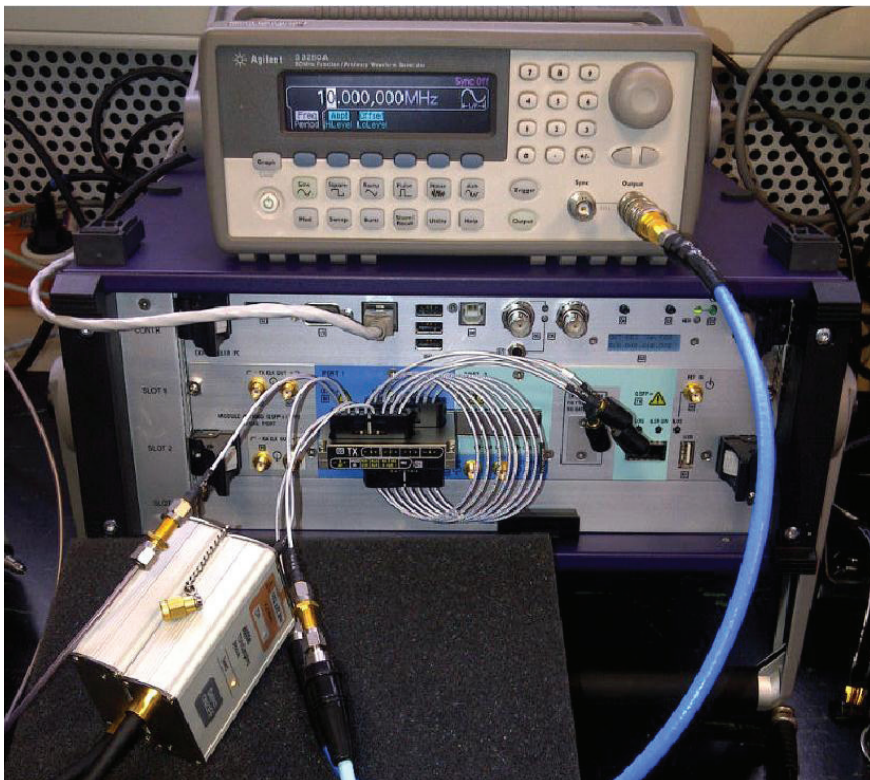


图 10. 基于 ONT CFP2 的模块，与有源的电器适配器一起使用来测试抖动注入功能

此技术可用于验证 25 G I/O 抖动容限以及测量抖动传递和组件性能，例如包含真实流量的 CDR，而不是典型 PRBS。成帧信息（如 OTU4）与 PRBS 具有略微不同的频谱属性，因此使用真实信号验证动态时钟性能（如时钟偏差、动态偏差和抖动）的能力对于现场的产品可靠性至关重要。时钟恢复性能和 PLL 带宽必须使用真实数据加以验证。基本装置通过时钟输入实现抖动注入，用于验证偏差非常高 (100s UI) 的低频（DC 至 10 MHz）抖动性能。

请参阅表 1 以了解用于 25 G 和 CFP2 测试验证时传统 BERT 和基于 ONT CFP2 的模块之间的完整比较结果。

表 1. 用于 25 G 和 CFP2 测试验证时传统 BERT 与基于 ONT CFP2 的模块的比较

功能	传统 BERT	基于 ONT CFP2 的模块	优势
码型生成和检查	仅 PRBS，并且只有基本误码计数	成帧和 PRBS 流量；详细误码分析	必须使用真实成帧流量来确保真实性能
相互连接	昂贵的相位匹配电缆	对 CFP2 模块的本机支持	最大程度地减少了信号完整性问题
比特位捕获和分析	有限（如果有）	深层捕获，带有精密的图形分析	可快速确定误码的根本原因
比特滑动分析	无	全面	快速解决 CDR 和 FIFO 滑动问题
动态偏差	有可能	通过集成的应用程序完全支持	动态偏差容限对于可靠操作至关重要
CFP2 模块测试	无	集成了完全涵盖数据路径、MDIO 和 PSU + 控制的“一键式”应用程序	任何人都能快速高效地执行可靠全面的模块测试
抖动	有限	达到 1 UI 的抖动注入，1 GHz	验证 25 G 接口抖动容限

概要

25 G I/O 被确定为高速接口的下一事实标准。基于传统 BERT 技术的传统技术对于此技术的故障排除是不够用的。像偏差容限和 CDR 滑动这样的问题仍然难以捉摸，并且可能会对产品交付造成严重延迟。

ONT CFP2 与传统产品相比有了明显改进，它包含像动态偏差和高级误码分析这样的完善应用程序，能够完全覆盖误码根本原因。并且，对真正 100 GE 和 OTU4 信号的支持确保了真实性能。

作者：Paul Brooks 和 Juan Masmela



北京
电话: +8610 6476 1300
传真: +8610 6476 1302
上海
电话: +8621 6859 5270
传真: +8621 6859 5265
深圳
电话: +86755 8691 0100
传真: +86755 8691 0001

© 2021 VIAVI Solutions Inc.
本文档中的产品规格及描述可能会有所更改，恕不另行通知。
cfp2advanalysis-wp-opt-tm-zh
30176023 900 0813

网站: www.viavisolutions.cn