

100G网络：演变和挑战

Mai Abou-Shaban, 传输和数据通信业务部门产品线经理

Jean-Marie Vilain, 传输和数据通信业务部门产品专家

数字媒体、个人运算和全球联网的结合正造成电信业出现根本性转变。主要趋势是向IP-固定/移动网络融合，并基于IP（和以太网）来传输语音、视频和数据应用，因为传统的平台，已经无法承载视频、游戏、协作和云计算应用的指数级增长。这种趋势给建立在10G波长之上的传输骨干网带来了巨大的压力，使得向40G和100G的升级越来越必要。

IEEE 802.3ba标准定义了能够支持40G和100G以太网的单个架构，并为主干网、铜缆、多模光纤和单模光纤上的通信建立了物理层规范。新的40G/100G架构基于虚拟通道或物理编码子层（PCS）的概念，会在单根光纤的4个或10个并行波长上被复用或传输。例如，100GBASE-LR4在光纤上具有四个25G的光波长，来自主机侧10个波长为10 Gbit/s的CAUI电信号。

在传输40G/100G以太网信号的过程中（如图1所示），以太网数据包被分解为块，然后通过循环分布被映射到PCS通道中。为确保在接收端完好地重新排列整个块，并管理块之间的偏差，每个逻辑通道上都添加了一个标签块。该标签以210 μ s的固定周期进行发送。然后使用位于CFP光接口内的物理介质连接（PMA）以10 Gbit/s的速率将20个PCS通道复用为10个通道（也称为CAUI通道）。PCS通道具有独特的性质——无论这些通道被如何复用，来自同一个PCS通道的比特都会沿着相同的物理通道传输，这使得接收机能够正确地重组集合信道。与此同时，独特的通道标签可在接收机内实现偏差消除操作。

40G/100G以太网的实施带来了电和光学层新挑战；这些挑战是由于数据在多个信道上的分布及偏差效应所导致。这使得我们需要测试各个概念，如PCS通道、PCS偏差和定位标签，以确保40G/100G以太网被测设备（DUT）具有适当的重排列功能，从而对链路的物理特征进行补偿。通过在不同通道上插入多个偏差UI，工程人员能够识别接收机的缓冲区问题，这在鉴定100G系统的偏差容限时极为关键。

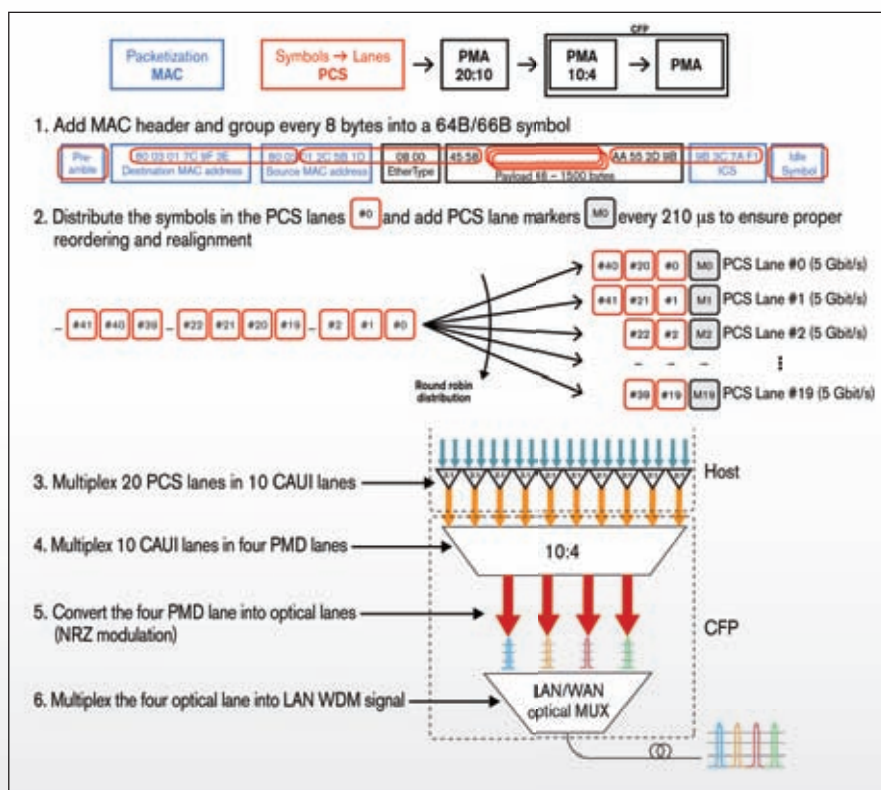


图1: 使用100GBASE-LR4 CFP进行100G以太网传输

由于许多部署的100G以太网最初主要是为了满足带宽需求，因此用于传输应用的光传输网（OTN）开始流行起来。ITU-T G.709中新定义的 OTU4（112 Gbit/s）速率满足了在OTN上传输100G以太网服务的需求。这是OTN的另一重要优点，其它优点包括支持运行、管理和维护（OA&M）过程，并提供标准的前向纠错（FEC）机制，以提高网络性能及部署的经济效益。

同IEEE P802.3ba所定义的标准类似，ITU T SG 15在光通道传输单元（OTU）之上又定义了一个新层协议，称为“光传输通道”（OTL）协议。OTL层被定义为：OTL x.y（“x”为数据速率，“y”为光通道序号）。例如，OTL 4.4代表OTU4信号，具有四个28G波长。OTL引入了OTL通道、OTL偏差和OTL定位标签等元素，这些元素类似于IEEE P802.3ba中描述的PCS通道、PCS偏差和PCS定位标签。与以太网一样，OTL层使用逻辑通道标签来重新排列所有被发送的块，此时主要区别在于标签被嵌入OTN帧的帧定位信号（FAS）和多帧定位信号（MFAS）中。因此，在验证支持OTN功能的100G设备时，除了测试所有其它OTN层（包括OTU4、ODU4、OPU4和FEC）外，在OTL层测试偏差也非常关键，以确保正确地映射和解映射100G客户端信号，并报告故障管理。

使用伪随机比特序列（PRBS）图案测试信号的线路速率来鉴定OTN物理层性能是关键步骤。在开发100G线路卡期间，该测试对设计人员和系统工程师非常重要。其中的一项主要测试是向每个物理通道插入一个复杂的PRBS图案，并在接收机端分析误码率（BER）。通过向每个通道插入不同图案，可以全面了解信道之间的串扰及最大密度的图案，可进行配置以验证出现不平衡的位密度时接收机PLL的响应。

EXFO的FTB-85100G Packet Blazer 100G/40G以太网测试模块提供了各种40G/100G测试功能，包括使用旨在鉴定CFP的信号调节接口进行物理层测试，以40G/100G速率进行IP测试和将以太网映射到OTN上。对于网络设备制造商（NEM）来说，这些测试在开发、设计和验证阶段非常关键，而且会影响服务提供商选择部署100G系统时的决策。要获得商业成功并加快部署，100G设备的可靠性非常关键。该解决方案主要在于严格的100G以太网和OTU4测试，使部署变得更快、更迅速，并增强运营的信心

EXFO 公司总部 > 400 Godin Avenue, Quebec City (Quebec) G1M 2K2 CANADA 电话: +1 418 683-0211 传真: +1 418 683-2170 info@EXFO.com					
			免费电话: +1 800 663-3936 (美国和加拿大) www.EXFO.com		
EXFO 美洲	3701 Plano Parkway, Suite 160	Plano, TX 75075 USA	电话: +1 800 663-3936	传真: +1 972 836-0164	
EXFO 亚洲	151 Chin Swee Road, #03-29 Manhattan House	SINGAPORE 169876	电话: +65 6333 8241	传真: +65 6333 8242	
EXFO 中国	北京市东城区北三环东路 36 号 环球贸易中心 C 栋 1207 室	邮编: 100013	电话: +86 (10) 5825 7755	传真: +86 (10) 5825 7722	
EXFO 欧洲	Omega Enterprise Park, Electron Way	Chandlers Ford, Hampshire S053 4SE ENGLAND	电话: +44 2380 246810	传真: +44 2380 246801	
EXFO 服务保证部门	270 Billerica Road	Chelmsford, MA 01824 USA	电话: +1 978 367-5600	传真: +1 978 367-5700	