

OSA为何能够比光通道监测仪更好地进行频谱分析

白皮书

EXFO

OSA为何能够比光通道监测仪更好地进行频谱分析

EXFO

白皮书

作者:

Aldo Gutierrez-Arroyo
EXFO产品专员

Jean-Sébastien Tassé
EXFO产品线经理

简介

频谱分析包括测量通道功率、通道中心波长和光信噪比 (OSNR) 等参数, 这些都是网络的关键性能指标, 对它们进行管理以避免出现网络中断至关重要。有两类仪表可进行频谱分析: 光谱分析仪 (OSA) 等便携式设备, 以及内置在传输系统中、可通过网元管理系统 (EMS) 访问的频谱分析功能模块, 后者也被称为光通道监测仪 (OCM) 或光性能监测仪 (OPM)。这两类设备在性能 (精度、测量值范围等) 以及如何测量功率、波长和OSNR方面存在重大差异。本文将着重探讨这些差异以及它们对网络性能评估造成的影响。

OSA和EMS/OCM/OPM: 基础知识简介

光谱分析仪是一种仪表, 它们可测量光功率在整个波长范围内的分布情况, 从而实现频谱分析以及光信号和网络监测。OSA已成为电信业内广泛使用的基本设备。这是因为它可用于多种应用, 如光源鉴定、光放大器评估、WDM网分析和OSNR测量。

根据光学设计, 光谱分析仪可分为两类。第一类包括在分解不同波长/频率后测量光功率的设备。在这些设备中, 光学核心是衍射光栅或干涉系统。第二类包括高分辨率OSA, 因为可获得低于1 pm的频谱分辨率。在这些设备中, 非线性效应会造成超窄的滤波过程, 但本文暂不讨论这类设备。

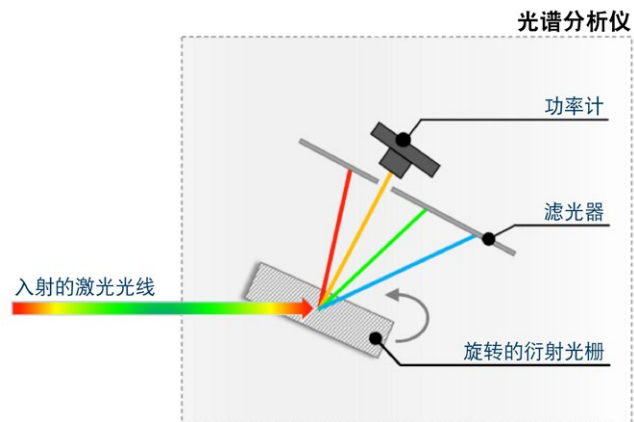


图1: 基于衍射光栅的光谱分析仪示意图。

基于衍射光栅的第一类OSA当然部署最为广泛。在这种光谱分析仪中, 入射光会通过旋转受控的光栅, 后者扮演波长可调谐滤波器的角色。光线的不同波长会被分开, 最终只有一部分被光电探测器进行定量分析 (图1)。OSA的带宽分辨率由狭缝决定。

基于光栅的OSA设计可能包括让多道入射光线通过这个衍射系统, 以进一步减少频谱带宽。因此, 基于光栅的OSA的频谱性能参数会因制造商而异, 分辨率带宽通常从20 pm到100 pm, 而波长精度通常为 ± 10 pm至 ± 50 pm。此外, 较低的频谱分辨率带宽 (大部分由多通道设计造成) 导致滤波器的边缘更清晰, 从而增加动态范围。对于检测到的光功率, 应考虑到每个波长读数都始终与每次扫描的功率水平有关, 而功率精度的典型值为 ± 0.5 dBm。



OSA和EMS/OCM/OPM都声称能够获得精准的结果。然而，OSA在测量绝对频谱和功率方面的性能要优于EMS/OCM/OPM。

与之相比，可能为了保密，EMS/OCM/OPM的工作原理通常都没有详细说明。客户几乎无从了解测量的物理基础和内部结构。因此，它们相当于黑盒系统，其中数据处理算法负责最常见损伤的监测、优化和补偿。一些系统厂商甚至会不公布这些设备的主要规格，使得它们是否能够提供精准结果成为问题。

虽然EMS/OCM/OPM概念包括各种各样的解决方案和不同的原理，但在规格被公布之后，光功率和波长的精度分别约为 ± 1.5 dB与 ± 50 pm至100 pm。同样，EXFO的并行OSA-EMS测试经验表明，EMS/OCM/OPM精度因品牌和型号差别很大。

OSA和EMS/OCM/OPM都声称能够获得精准的结果。然而，值得强调的是市场上现有的OSA在测量绝对频谱和功率方面的性能要优于EMS/OCM/OPM。此外，有多个因素可能会使这些设备不是特别适用于监测和评估光网络的性能，测量OSNR的情况同样如此。这一点将在接下来的几节中进行讨论。

OSA和EMS/OCM/OPM进行OSNR测量

在光通信中，通道损伤（光纤非线性、通道间串扰、来自光放大器的放大自发辐射、滤波效应或光纤中与机械效应有关的问题）造成的失真在实验中不可避免，最终会影响传输质量。为确保数据传输中的边际误差低，必须在整个光网络中监测并量化通道失真。在这方面，由于OSNR提供每个通道的信息，表示信号的幅度（有用信息）和光放大器造成的放大自发辐射噪声的比，因此被认为是WDM网络性能的一个重要参数。

调制格式：OSNR测量方法不断发展的关键

如EXFO先前发表的应用说明^{1、2}所述，使用OSA来测量OSNR，以评估光网络的性能已在业内被普遍认可。然而，使用OSA来测量OSNR的方法不断发展以应对两个主要因素：网络架构的演变和新调制格式的实施。

OSA被广泛用来通过标准的IEC 61280-2-9方法（也被称为插值法）测量10G网络中的OSNR。多年以后，当40G网络成为主流时，人们开发出了新的带内方法来测量OSNR，以克服波长选择开关（WSS）造成的噪声过滤。WSS是ROADM的核心（参见下面脚注中列举的应用说明^{3、4}），它使插值OSNR测量方法变得不适用。后来，大约在2009年前后，出现了相干的100 Gbit/s信号，使带内OSNR测量方法变得过时。之所以会过时，是因为正交相移键控（QPSK）100 Gbit/s信号使用了偏振复用。相应地，人们推出了PoI-Mux OSNR和服务中PoI-Mux OSNR测量方法，用于相干传输（参见EXFO应用说明，了解详情^{5、6、7}）。表1显示的是OSA上为每种信号提供的OSNR测量方法。

数据速率	网络内是否有ROADM?	OSNR测量方法
≤ 10 G	否	IEC 61280-2-9（插值）
≤ 10 G	是	带内
直接检测40G信号	是或否	带内
相干的40G/100G/200G/400G信号	是或否	PoI-Mux/服务中PoI-Mux

表1: 相对于数据速率和网络拓扑出现的OSNR测量方法演变

如上所示，OSA内使用的OSNR测量方法不断演变，以应对技术进步新要求，有大量的文献解释每种方法的工作原理。通常而言，这与EMS/OCM/OPM的情况恰恰相反。

¹ 应用说明098: 在波分复用系统中测量光信噪比（OSNR）——分辨率带宽和光抑制比的影响

² 应用说明254: 如何通过光谱分析仪充分利用现有光纤网络的潜力

³ 应用说明171: ROADM挑战和带内OSNR解决方案

⁴ 应用说明235: 下一代网络中的光谱分析仪

⁵ 白皮书028: 使用PoI-Mux OSA测量40G/100G/200G OSNR

⁶ 白皮书: 选择最佳的现场光谱分析仪分析200G/400G和灵活栅格（Flexgrid）信号

⁷ 应用说明350: 如何使用FTBx-5255光谱分析仪进行服务中PoI-Mux OSNR测量

在EMS/OCM/OPM制造商提供给客户的有限信息中，最终提到了去谐法。假设这种方法将功率集成到比通道峰值中心略大或略短的波长内，以确定两个传输通道之间谱隙内的本底噪声水平。如上所述，在相干传输中，噪声水平会受到ROADM和EDFA的极大影响，这可能会导致OSNR计算出现很大误差。由于去谐法非常类似于过时的IEC 61280-2-9标准方法，因此可认为在目前的高速网络中它的作用非常有限。初看起来，在相干网中使用OSNR测量技术似乎没有意义，没有将背景噪声考虑在内或假设它呈线性。然而，为了保持透明，最终用户可自由收集详细信息，帮助自己了解EMS/OCM/OPM的OSNR测量原理。

正确的OSNR测量工具

为了在选择OSNR测量工具（OCM或OSA）时做出明智的选择，EXFO建议用户向厂商询问一些问题。需要了解的要点包括：

- 解决方案的OSNR精度是多少？
- 它是否支持相干的100G+信号？
- 如何测量OSNR？有没有任何专利或技术/科技文档描述OSNR测量方法？
- OSNR测量是否符合国际标准？



OSA内使用的OSNR测量方法不断演变，以应对技术进步新要求。

探讨

OSA的发展已经相当**成熟**，提供非凡的**灵活性**来应对调制格式和网络拓扑的演变。在任何数据速率，使用不同方法（插值、带内、PoI-Mux和服务中PoI-Mux）对任何网络拓扑进行测量时，OSNR读数都非常**可靠**，因此成功地应用于现场，提供精确的BER预测。这导致人们颁布了多个用于OSNR测量的国际标准，包括IEC 61280-2-9、IEC 61282-12和中国通信标准化协会（CCSA）的YD/T2147-2010标准。因此，光通信行业认可并信赖基于标准的OSNR读数的精度。

另一方面，EMS/OCM/OPM在市场上作为模块化解决方案，声称能够在各种类型的光网络内测量OSNR。如前文所述，在一个概念中将所有的EMS/OCM/OP包括在内比较复杂。相应地，它们的精度会因品牌和型号而相差很大，而且它们的工作原理也各不相同。

表2归纳了OSA和EMS/OCM/OPM的主要性能指标。

参数	OSA	EMS/OCM/OPM
功率精度	±0.5 dB (典型值)	从±0.5 dB到±1.5 dB (典型值)
波长精度	±30 pm到±50 pm (典型值)	从±50 pm到±100 pm (典型值)
OSNR精度	±0.5 dB (典型值)	差别很大。有时未引用。
OSNR测量方法	IEC 61280-2-9、带内OSNR、PoI-Mux OSNR、服务中PoI-Mux OSNR	通常未披露
OSNR测量方法支持100G+信号	是，PoI-Mux OSNR和服务中PoI-Mux OSNR	不清楚
是否有描述OSNR测量方法的文献	是，有很多文献	通常保密

表2: OSA和EMS/OCM/OPM的典型规格概览

总之，本文概述了OSA和EMS/OCM/OPM，并介绍了OSNR测量功能及其在当前和未来光网络中的不足之处。

EXFO为100多个国家的2000多家客户提供服务。

如欲了解当地分支机构联系详情，敬请访问www.EXFO.com/contact。