

# 实验室和制造环境 中的光谱测试

更智能的  
网络  
指日可待

EXFO

# 目录

1. 简介 .....	3
1.1. 分布反馈 (DFB) 激光器和法布里-珀罗 (FP) 激光器 .....	3
2.2. 发射器光学组件 (TOSA) .....	3
3.3. 发射器 .....	3
4.4. 光学系统 .....	3
2. 激光器光谱测试 .....	4
3. TOSA光谱测试 .....	5
4. 发射器光谱测试 .....	5
5. 光学系统光谱测试 .....	6
6. EXFO光谱测试产品组合 .....	7

# 1. 简介

任何光发射器，无论是100 Gbit/s线路板卡还是可插拔光模块，如QSFP28的SFP，都包括光学组件以生成光信号。最基本的元器件——激光器——被集成到日益复杂的组件中，从而组成完整的光网络系统（WDM或其它）。每个光源的复杂程度各不相同，但都必须仔细测试和鉴定。光谱分析，或测量光功率随波长和其它相关参数的变化情况，是彻底鉴定光源的一个主要部分。本文将概述建议在实验室和制造环境中对每种光源进行的测试。

一般来说，我们通常将光源划分为四组，每组都是下一组的主要组成部分。

## 1.1. 分布反馈（DFB）激光器和法布里-珀罗（FP）激光器

这些都是最基本的光源，外形通常非常小。法布里-珀罗激光器有多个边模，而DFB激光器由于采用了精确选择目标波长的布拉格光栅，因此其光谱的频带更窄。

## 1.2. 发射器光学组件（TOSA）

TOSA在一个金属或塑料壳体内集成了一个或多个激光器、一个复用器和一个激光器驱动器。根据应用的不同，它们还可以包括其它元器件，如二极管检测器、冷却模块、隔离器等。TOSA用于将信号耦合到光纤内。

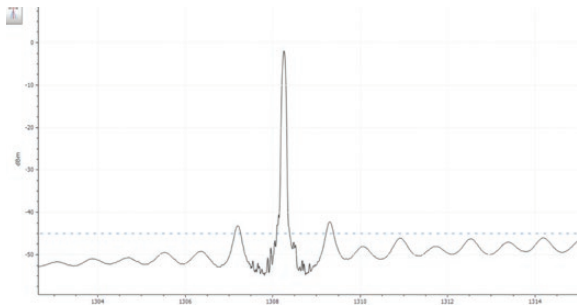


图1：DFB光谱

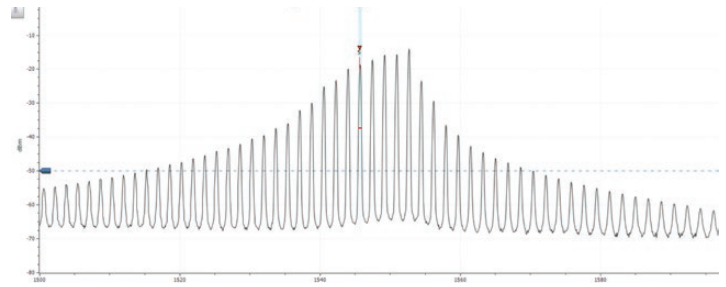


图2：法布里-珀罗光谱

## 1.3. 发射器

发射器包括TOSA和电子元器件，从而能够生成有意义的给定协议（OTN、以太网等）数据流。这些电子元器件可以将数据调节和编码/解码成光脉冲、管理信号时钟等。

## 1.4. 光学系统

完整的光学系统通常基于波分复用（WDM）技术，包括收发器（结合发射器和接收器）、放大器、光纤等。



## 2. 激光器光谱测试

DFB和FP激光器光谱测试既有相似之处，亦有不同之处。无论是哪种激光器，主要测试都包括中心波长和光功率。对于DFB激光器，边模抑制比（SMSR）是主要的制造环节通过/未通过标准，因为它鉴定激光器消除不必要的边模的效率如何。可通过计算主模和第一边模之间的功率差来获得SMSR（图3）。图4显示了EXFO的OSA在采用DFB模式时获得的测量结果。

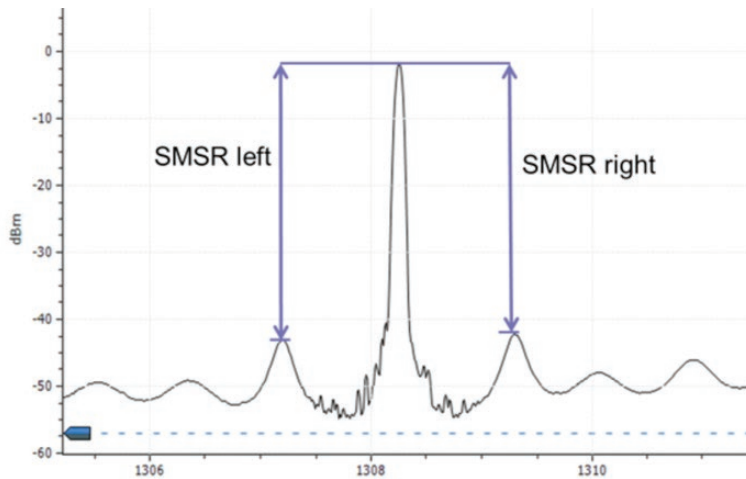


图3: SMSR的定义

Center wavelength:	1530,331 nm	Worst case SMSR:	51,45 dB
Peak power:	5,15 dBm	Worst case SMSR position:	1530,895 nm
Bandwidth at 3.00 dB:	0,031 nm	Left stopband:	0,443 nm
Bandwidth at 20.00 dB:	-	Right stopband:	0,564 nm
Left SMSR:	59,36 dB	Central offset:	-0,060 nm
Right SMSR:	51,45 dB	Fabry-Perot mode spacing:	0,675 nm

图4: EXFO OSA的DFB模式显示

对于FP激光器，半高全宽（比峰值低3 dB的主模的谱宽）是另一个常见的关键性能指标。

Results		Trace Info.	
Center wavelength:	1552,710 nm	Peak mode power:	-5,92 dBm
RMS width:	1,596 nm	Peak mode wavelength:	1554,064 nm
FWHM:	3,789 nm	MTSM at 10,00 dB:	4,993 nm
Gaussian fit error factor:	0,11	Fit width at 3,00 dB:	3,752 nm
Total power:	-0,42 dBm	Fit width at 20,00 dB:	9,686 nm
Power (detected modes):	-0,45 dBm	Mode spacing:	1,421 nm

图5: EXFO OSA的FP模式显示

## 3. TOSA光谱测试

鉴定TOSA的最佳方法与激光器这一节所探讨的测量方法非常接近。相关的测量包括：

- 中心波长
- 功率
- SMSR

由于TOSA经常包含一个冷却模块，因此会测量中心波长随温度的变化情况。在制造环境中也应注意20 dB线宽，即比峰值低20 dB的主模的谱宽。

## 4. 发射器光谱测试

在更接近系统级测试时，光纤特性会随着光电参数（如阈值电流）的恶化变得更加重要。对于收发器，大多数厂商会将主要关注测量：

- 中心波长
- 功率
- 20 dB线宽
- SMSR

此外，会在发射器上进行其它的协议层测试，如吞吐量、误码率或延迟。

## 5. 光学系统光谱测试

最后一级的光源集成包括在实验室里环境里，在重现真实网络拓扑的光网络中模拟收发器行为：长光纤段、放大器、一些可重构分插复用器（ROADM）和大量的通道等。因此，在实验室光学系统上进行的光谱测量（通常由验证小组执行）与那些在现场真实网络上进行的光谱测量非常类似。相关的测试包括：

- 通道中心波长
- 通道功率
- 光信噪比（OSNR）

OSNR由于更加复杂，因此应独立处理。OSNR是信号功率和放大自发辐射噪声之间的比，后者由放大器和ROADM造成。OSNR显示了信号质量，这是因为接收器需要OSNR值最小才能实现正常运行。接收器OSNR阈值会因厂商和型号而不同，但通常在15和18 dB之间（10G系统）、12和15 dB之间（基于QPSK的100G系统）和19-20 dB之间（基于16-QAM的系统）。应该强调的是，根据数据速率以及是否存在ROADM来选择正确的OSNR方法，对于获得准确的OSNR测量结果非常关键（图6）。

数据速率	ROADM	调制格式	波特率	OSNR方法
≤ 10 Gbit/s	否	OOK	10 GBd	IEC
≤ 10 Gbit/s	是	OOK	10 GBd	带内
40 Gbit/s非相干	是或否	DPQSK或其它	20 GBd	带内
40 Gbit/s相干	是或否	DP-QPSK或DP-BPSK	10 GBd或20 GBd	Pol Mux
100+ Gbit/s相干	是或否	DP-QPSK、DP-16-QAM	28 GBd	Pol Mux

图6：用于不同情景的正确OSNR方法

如欲深入探讨OSNR方法，敬请阅读《下一代网络中的光谱分析仪》（[www.exfo.com/Documents/TechDocuments/Application\\_Notes/EXFO\\_annotate235\\_OSAs-Next-Generation-Networks\\_en.pdf](http://www.exfo.com/Documents/TechDocuments/Application_Notes/EXFO_annotate235_OSAs-Next-Generation-Networks_en.pdf)）和《使用偏振复用OSA测量40G/100G OSNR》（[www.exfo.com/Documents/TechDocuments/White\\_Papers/EXFO\\_wpaper028\\_40G-100G-OSNR-Measurements-Pol-Mux-OSA\\_en.pdf](http://www.exfo.com/Documents/TechDocuments/White_Papers/EXFO_wpaper028_40G-100G-OSNR-Measurements-Pol-Mux-OSA_en.pdf)）。

此外，验证工程师通常在网络的不同位置进行光谱测试。接收器处的测试至关重要，因为它们提供了网络行为的全貌。如果接收器处的测试通过了要求，那么在网络其它位置进行的测试就会变得无足轻重。在发射器处或发射器和接收器之间进行的光谱分析也可以提供重要的系统性能相关信息，尤其是在用来评估系统稳定度时更是如此。EXFO OSA里的偏移模式在用户指定的时间里，进行特定次数的信号采样，是执行该任务的理想工具（图7）。



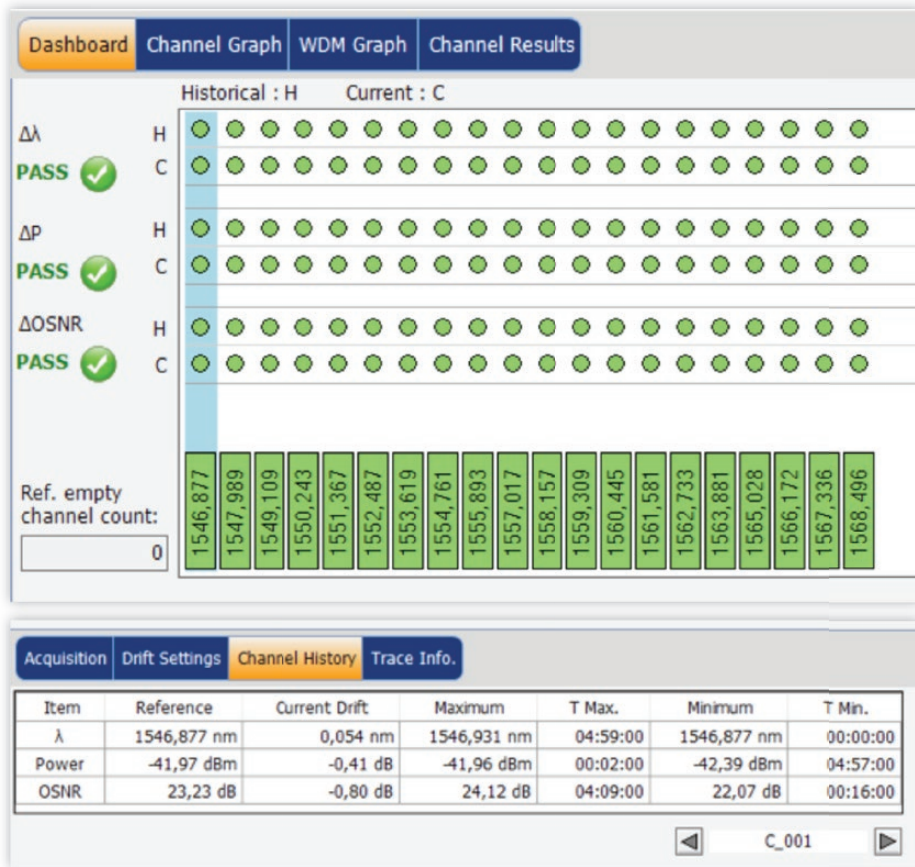


图7: EXFO的OSA使用偏移模式来评估光学系统的长期光谱性能。

## 6. EXFO光谱测试产品组合

EXFO提供一系列高性能的OSA，用于在实验室和制造环境中进行光谱测试。FTBx-5245可提供用于实验室应用的所有测量模式，如FP、DFB、EDFA和光谱透射率，而FTBx-5245-P还可以提供高级的OSNR测量方法，如带内和Pol-Mux OSNR。这些OSA可用于LTB-8机架式平台中，该平台提供八个插槽以便同时支持多个测试模块。因此，LTB-8平台可安装新推出的FTBx-5245 OSA、光功率计、可变光衰减器、开关和FTBx-88200NGE多业务传输模块。此外，LTB-8 Multilink可通过任何网络浏览器，将多个用户远程连接到EXFO模块和LTB-8平台上。



图8: EXFO的FTBx-5245 OSA



图9: LTB-8平台



2017 EXFO inc. 保留所有权利。 20170665V1 17/02 SAP 1071199

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](http://www.EXFO.com/contact)。

