

白皮书

选择正确的光时域反射仪 (OTDR)

本白皮书为电信光纤市场的新手提供有关 OTDR 的重要信息，并指导他们选择适合其测试需求的 OTDR。

OTDR 是什么？

OTDR 是一种光纤测试仪，用于测试光通信网络的特性。OTDR 旨在探测、定位和测量光纤链路任何位置上的事件。OTDR 只需接入链路的一端，其工作方式类似于二维雷达系统。通过提供被测光纤的图形化迹线特征，用户可以获得整个光纤链路的图形显示。

OTDR 测量的项目

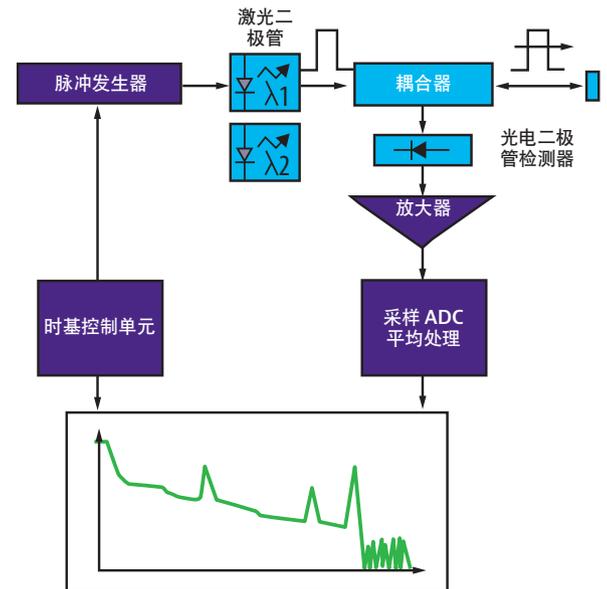
通过将光脉冲注入光纤的一端，并分析背向散射和反射信号，OTDR 能够测量：

光程

- 到元件：熔接点、连接器、分路器、复用器...
- 到故障处
- 到光纤末端

损耗、光回波损耗 (ORL)/反射率

- 熔接点和连接器损耗
- 链路或区段光回损测试
- 连接器反射系数
- 光纤总衰减



OTDR 原理框图



光纤链路的图示，也称为 OTDR 迹线

用户为什么需要 OTDR?

光纤测试可确保网络经过优化后，能在无故障的情况下提供可靠和稳健的业务。

现场测试应用

电信、视频和数据无线服务提供商以及网络运营商希望确保它们对光纤网络的投资得到保护。在室外光纤设备中，每根光缆都将接受 OTDR 测试，确保已正确进行安装。安装者将被要求使用损耗测试套装（光源和功率计）以及 OTDR，提供准确的光缆数据文档以证明他们所做的工作。之后，OTDR 可用于诸如因挖掘而导致的光缆断裂等问题的故障定位与修复。

楼宇、LAN/WAN、数据中心、企业

许多承包商和网络所有者都询问他们是否应为楼宇布线执行 OTDR 测试。他们还想知道，OTDR 测试是否可以取代传统的使用功率计和光源进行损耗测试。楼宇光纤网络的损耗预算很紧张，而且允许错误的余地很小。安装者应使用光源和功率计测出总的损耗预算（TIA-568C 标准要求的 1 级认证）。OTDR 测试（2 级认证）是找出损耗过高原因并验证熔接点和连接点损耗是否在适当容限范围内的最佳做法。它还是了解确切的故障点或断裂位置的唯一方法。使用 OTDR 测试光纤链路还有助于创建系统文档，以供将来验证。

了解重要的 OTDR 规格

波长

一般而言，光纤应使用其传输波长来进行测试。

- 多模光纤链路使用 850 纳米和/或 1300 纳米波长
- 单模光纤链路使用 1310 纳米和/或 1550 纳米和/或 1625 纳米波长
- 单模光纤链路的在线业务故障排查使用经过滤波的 1625 纳米或 1650 纳米波长
- CWDM 传输单模光纤链路的开通测试和故障排查使用 CWDM 波长（从 1271 纳米到 1611 纳米，信道间隔为 20 纳米）
- FTTH 系统使用 1490 纳米波长（可选项 — 测试可以在 1490 纳米上执行，但通常建议在 1550 纳米上执行，以最大程度减少额外的投资）

使用单波长测试只能实现故障定位。在安装阶段和故障查找并修复期间，建议使用双波长测试，因为这样能够检测光纤的弯曲损耗。

动态范围

动态范围是一个重要特性，因为它决定着 OTDR 可以测量多远。OTDR 供应商使用最长脉宽定义动态范围，并且以分贝 (dB) 表示。有时候，选定的距离范围或显示范围常会令人误解，因为它们表示的是 OTDR 可以显示的最大距离，而不是它可以测量的最大距离。

波长	1310 纳米	1550 纳米						
动态范围	35 dB	35 dB	40 dB	40 dB	45 dB	45 dB	50 dB	50 dB
典型 OTDR 最大测量范围	80 千米	125 千米	95 千米	150 千米	110 千米	180 千米	125 千米	220 千米

实际的 OTDR 测量范围取决于实际的光纤和网络中的事件损耗。

盲区

盲区是重要的特性，因为它们决定着 OTDR 检测和测量光纤链路上两个相隔很近的事件的能力。盲区由 OTDR 供应商使用最短脉宽定义，并且以米 (m) 表示。

- 事件盲区 (EDZ) 是 OTDR 可以区分两个连续反射事件（例如两对连接器）的最小距离
- 衰减盲区 (ADZ) 是在某个反射事件（例如一对连接器）之后 OTDR 可以测出非反射事件（例如一个熔接头）的最小距离

脉宽

动态范围与盲区之间成正比。要测试长光纤，需要较大的动态范围，因此需要较宽的光脉冲。在动态范围增大时，脉宽和盲区都会增大（OTDR 无法检测到相隔很近的事件）。对于短距离，应使用短脉宽以减小盲区。脉宽以纳秒 (ns) 或微秒 (μ s) 为单位来表示。

了解您的应用场合

可供选择的 OTDR 型号有很多，它们能满足不同的测试和测量需求。深入了解 OTDR 的主要规格和应用场合有助于购买者做出与其特定需求相符的正确选择。以下是在选购 OTDR 之前需要了解的问题：

- 您将测试哪种类型的网络？ LAN、FTTH/PON、城域网、长距离网络？
- 您将测试哪种类型的光纤？ 多模还是单模？
- 您可能要测试的最大距离是多少？ 700 米、25 千米还是 150 千米
- 您将执行哪种类型的测量？ 施工安装（验收测试）、维护测试还是在线测试？

根据应用场合推荐的 OTDR

楼宇、LAN/WAN、数据中心、企业

光纤类型	多模模块	单模	单模和多模
波长	850/1300 纳米	1310/1550 纳米	850/1300/1310/1550 纳米
主要规格	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性		

FTTA、DAS 和云 RAN

光纤类型	多模模块	单模	单模和多模
波长	850/1300 纳米	1310/1550 纳米	850/1300/1310/1550 纳米
主要规格	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性		

点到点接入/回程网

光纤类型	单模
波长	1310/1550 纳米
主要规格	1550 纳米的动态范围 ≤ 35 dB 用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性

点到多点接入/FTTH/PON 网络

测试类型	安装 — 在分路器之前和之后	安装 (包含一个分路器或级联分路器)	在线业务的故障排查
波长	1310/1550 纳米	1310/1550 纳米	可滤波的 1625 纳米或 1650 纳米
主要规格	1550 纳米的动态范围 ≤ 35 dB	1550 纳米的动态范围 ≥ 35 dB, 可用于通过 1/32 分路器类型测试	动态范围不需过多考虑
		1550 纳米的动态范围 ≥ 40 dB, 可用于通过 1/64 分路器类型测试光纤	
	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性	尽可能短的 PON/分路器盲区 + 自动多脉冲采集	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性 + 自动多脉冲采集

CWDM 和 DWDM

测试类型	安装、波长开通或故障查找并修复
CWDM 波长	从 1271 纳米至 1611 纳米, 信道间隔为 20 纳米
DWDM 波长	C 波段调谐 – C62 至 C12 (1527.99 纳米 – 1567.95 纳米)
主要规格	动态范围 ≥ 35 dB 可用于通过复用器、光分插复用器 (OADM) 和解复用器测试
	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性 集成连续波光源测试功能, 用以验证端到端连续性

城域/长距离/超长距离网络

网络类型	城域/长距离	较长距离	超长距离
波长	1310/1550/1625 纳米	1310/1550/1625 纳米	1550 纳米/1625 纳米
主要规格	1550 纳米的动态范围 ≥ 40 dB	1550 纳米的动态范围 ≥ 45 dB	动态范围 ≥ 50 dB
	用尽可能短的盲区去定位并分析相隔很近的事件特性		

多种应用场合

网络类型	楼宇/接入	城域到较长距离
波长	850/1300/1310/1550 nm (1625 nm 可选)	1310/1550/1625 nm (外置 1625 nm 波长滤波器将使 OTDR 适用于排除 FTTH/PON 网络故障)
主要规格	动态范围: 对于多模不需过多考虑; 对于单模, 在 1550 nm 时 ≤ 35 dB	最高动态范围
	尽可能短的盲区 模块化平台, 按照测试需求而变化并提供最好的灵活性	

测试 FTTH/PON 网络时的其他重要 OTDR 规范

为了能够测量 PON 网络的每个网段，并检测从 ONT（客户）一直到 OLT（局端）的光纤链路上的“所有事件”，传统 OTDR 需要针对每个测试使用不同的参数来执行多项手动测试（数据采集）。

最新的 PON OTDR 可调整测试参数，并在多个脉冲宽度处自动执行多项数据采集，从而获得最佳测试结果，并检测 PON 分路器前后的所有“事件”（弯曲、熔接器、连接器）。在选择 OTDR 来测试具有一个或级联 PON 光分路器的光纤之前，强烈建议检查 OTDR 是否可配备此类功能。

OTDR 测试结果

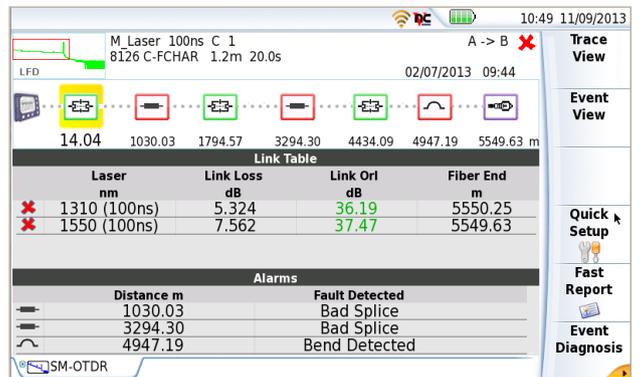
操作 OTDR 并非特别困难，但是，熟悉光纤测试的最佳方法是正确进行测量的前提。只有经过训练的资深技术人员才能分析并正确理解 OTDR 迹线。经验较少的技术人员难以操作 OTDR 和理解测试结果。该仪器中集成的智能软件应用程序能帮助技术人员无需看懂或理解 OTDR 迹线，便能更有效地使用 OTDR。它以图示的方式显示所测试的光纤链路，自动识别和解释每个 OTDR 事件，并将其表示为简单的图标，以方便理解。但是，如果需要，仪表必须能够将结果关联到原始的 OTDR 迹线。

在选择 OTDR 时，要考虑的因素包括：

- **大小和重量** — 如果您要爬上基站信号塔或在建筑物内工作，这两个因素很重要
- **显示屏尺寸** — 显示屏尺寸不能小于 5 英寸；OTDR 的显示屏越小，成本越低，但越难分析 OTDR 迹线
- **电池续航时间** — OTDR 应能在现场使用一天；续航时间不能短于 8 小时
- **迹线或结果存储** — 内存不能小于 128 MB，而且要能够连接外部存储器（例如外部 USB 记忆棒）
- **蓝牙和/或 WiFi 无线技术** — 无线连接能轻松将测试结果导出到 PC/笔记本电脑/平板电脑
- **模块化/可升级性** — 模块化/可升级的平台能更容易与您的测试需求变化相符；这种平台在初次购买时可能成本较高，但长远看来，成本会较低
- **后处理软件的可用性** — 虽然可以通过测试仪器来编辑和记录光纤测试结果，但使用后处理软件来分析和记录测试结果将会更简便



OTDR 迹线视图



基于图标的 OTDR 结果视图

OTDR 最佳测试方法示例

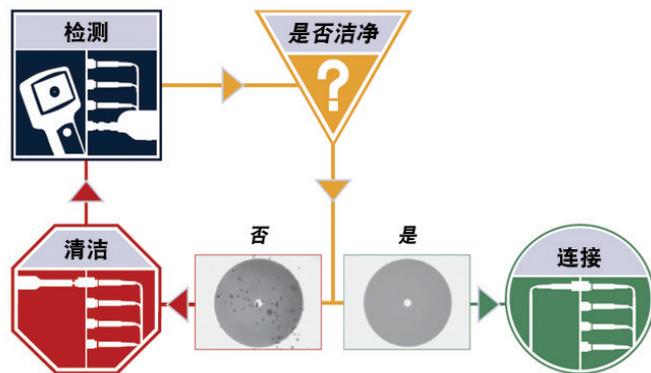
多项最佳测试方法示例可确保 OTDR 测试可靠进行。

前端导缆/末端导缆的使用

前端导缆/末端导缆由特定距离的数根光纤组成，它们应连接到被测光纤链路的两端，便于使用 OTDR 验证前端和远端连接器是否合格。前端导缆/末端导缆的长度取决于所测试的链路，不过，此长度通常介于 300 米和 500 米之间（对于多模测试）以及 1000 米和 2000 米之间（对于单模测试）。对于较长距离网络，可以使用 4000 m 的光缆。光纤长度主要取决于 OTDR 衰减盲区，它是脉宽的函数。脉宽越大，前端导缆/末端导缆需要越长。但是，如果 OTDR 上有多脉冲功能，则前端导缆和末端导缆可缩短到 20 米。前端导缆/末端导缆必须与被测光纤同类型。

主动检测连接器

单个污损的光纤连接会影响总体信号性能。使用光纤显微镜探针主动检测每个光纤连接能大幅减少网络中断时间和故障查找并修复的工作量。始终遵守“先检查，后连接”这个简单的流程，在连接器对接前确保光纤端面保持洁净。污损的 OTDR 端口或污损的前端导缆/末端导缆连接器会影响 OTDR 测量。在连接前端导缆之前，必须对其进行检测和清洁。



“先检查，后连接”流程图

总结

优化的光纤网络基础设施将向客户提供可靠、稳健的服务。积极正面的客户体验能提高忠诚度，从而实现快速的投资回报和持久的盈利能力。OTDR 是重要的现场测试仪，可用于对光纤基础设施进行维护和故障查找并修复。在选择 OTDR 之前，请考虑其应用场合，并且查看 OTDR 的规格，以确保它们适合您的应用。若要了解详情，请访问 [VIAMI OTDR 测试页面](#)。

参考

1. VIAVI Solutions 白皮书: *Achieving IEC Standard Compliance for Fiber Optic Connector Quality through Automation of the Systematic Proactive End Face Inspection Process*
2. VIAVI 手册: *VIAVI Reference Guide to Fiber Optic Testing (VIAVI 光纤测试参考指南)*，第 1 卷
3. VIAVI 海报: *Understanding Optical Time Domain Reflectometry (了解光时域反射仪)*