



Be-an-Expert Training Program

光时域反射仪OTDR FTB-200/500平台

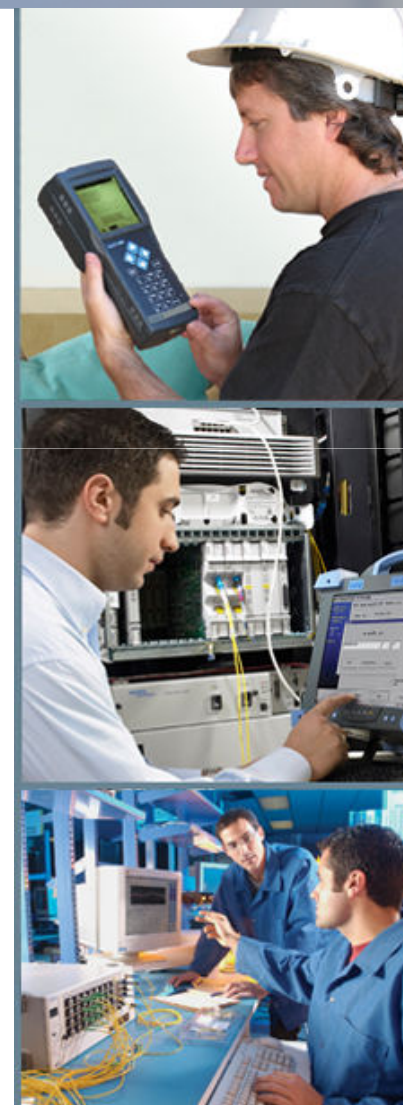
EXFO

EXPERTISE REACHING OUT

www.EXFO.com

概览

- 反射理论
- OTDR 规格
- 测量和操作部分



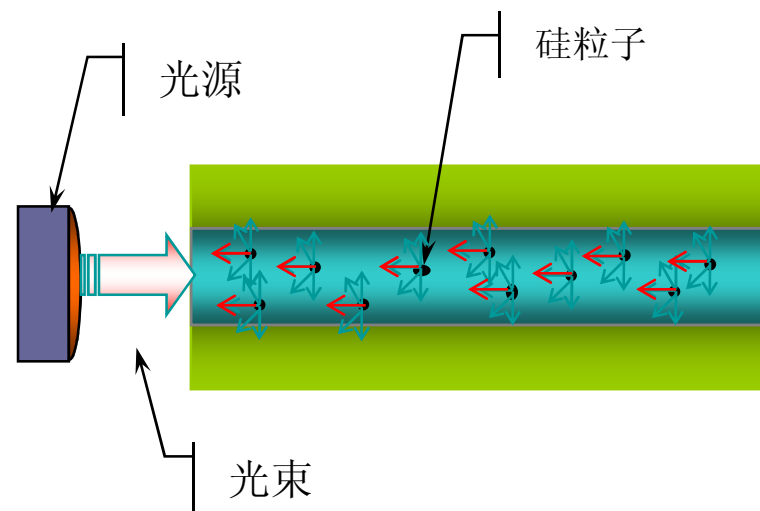
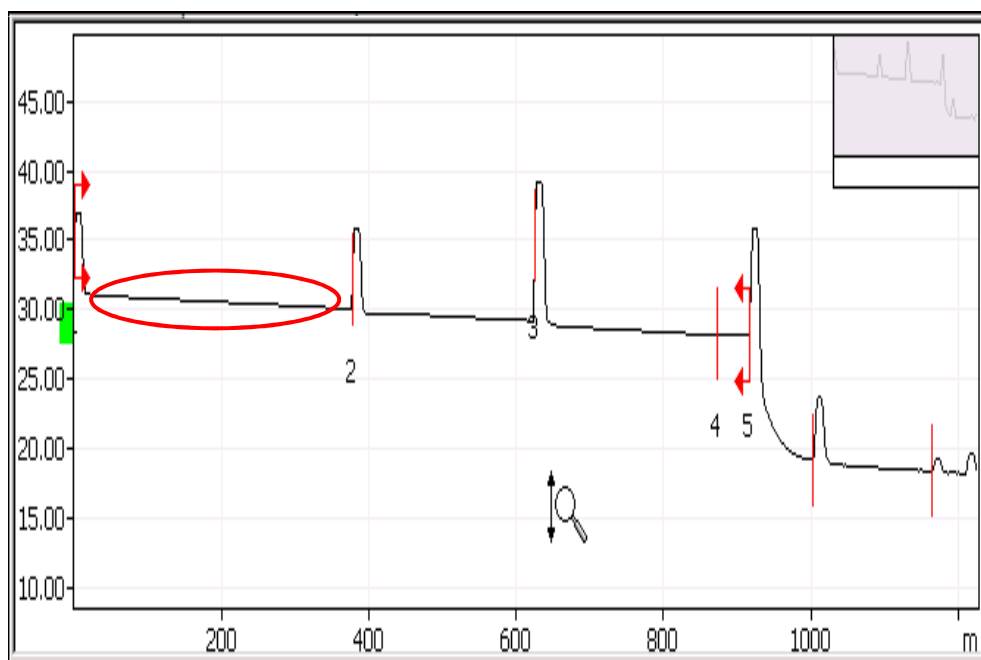


反射理论

反射理论

瑞利背向散射

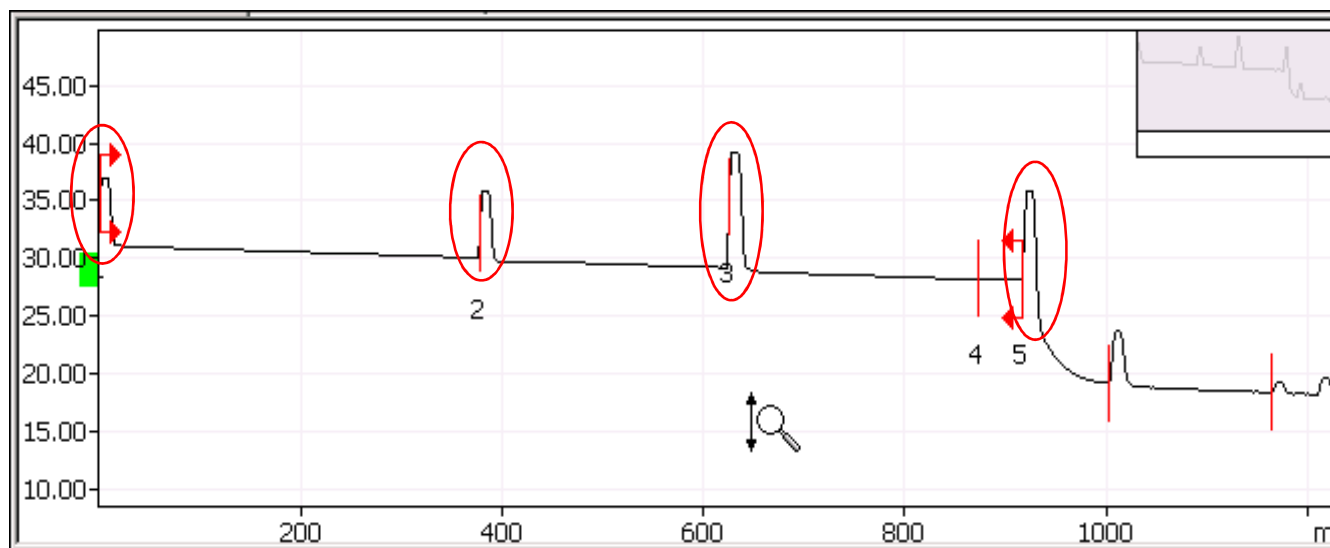
- 由光纤中粒子的反射引起
- OTDR使用瑞利背向散射来测量光纤链路的衰减值(dB/Km).
- 背向散射水平约为-70dB（取决于脉冲长度）
- 较长波长的光信号由于瑞利背向散射引起的衰减值较小



反射理论

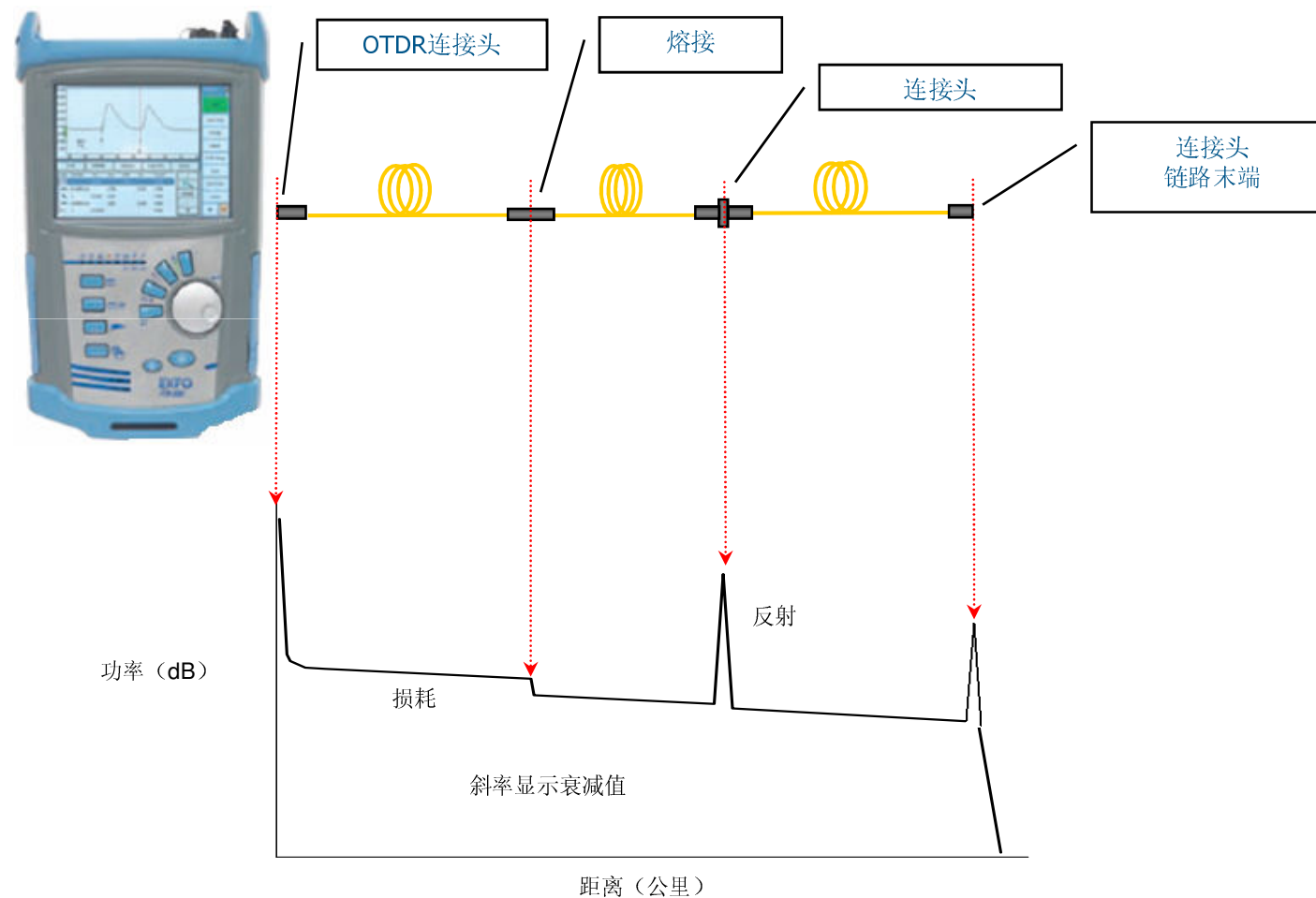
菲涅尔反射

- 来自于折射率的突变, 例如: 玻璃/空气
 - 光纤断裂、机械连接、法兰盘、连接器等
- 在OTDR曲线中以尖峰形势出现
- UPC连接头典型反射率为-55dB, APC为-65dB (ITU标准)
- 菲涅尔反射强度约为瑞利背向散射的20000倍
- 菲涅尔反射将在OTDR测试曲线中产生盲区



反射理论

简单的OTDR曲线:

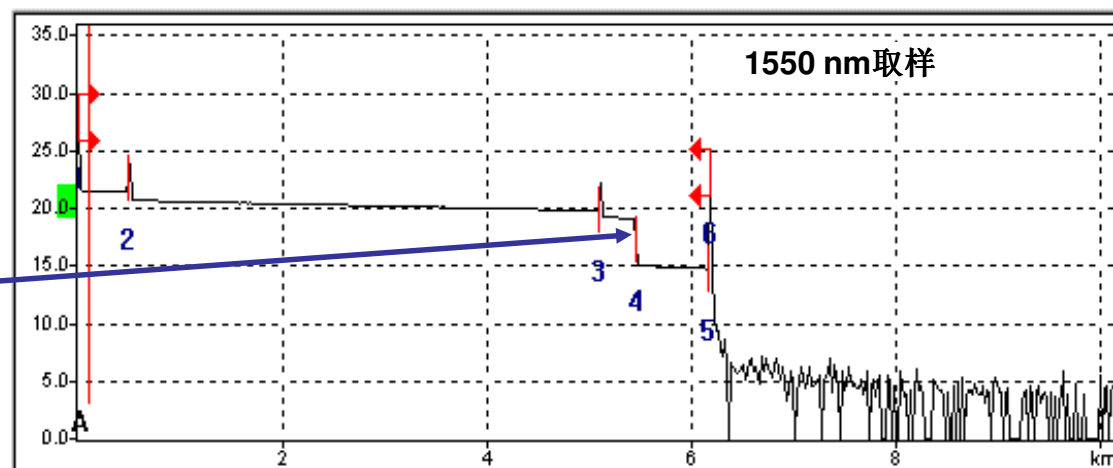
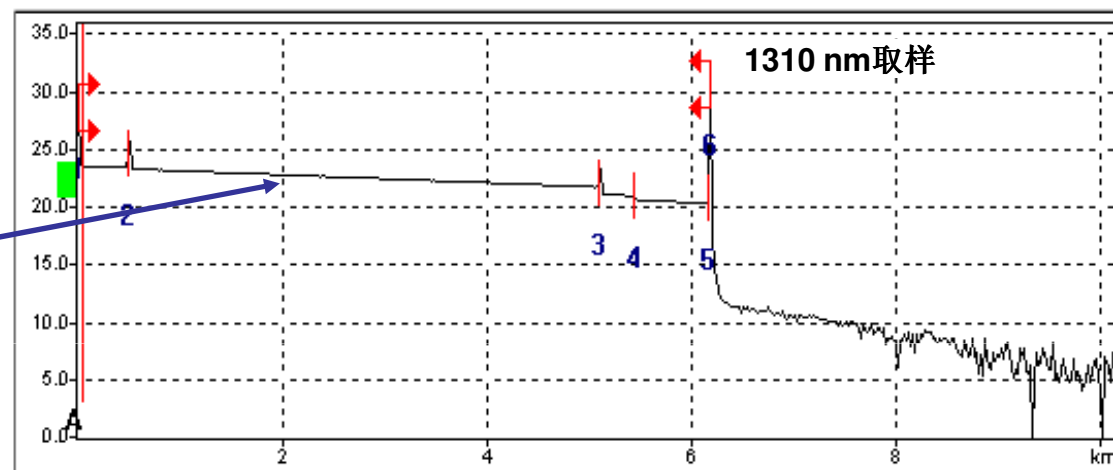


反射理论

光纤中的损耗与波长相关

■ 短波长的光信号由于散射引起的衰减较大

■ 长波长的光信号更易于由于弯曲溢出光纤



反射理论

距离的计算

距离与时间相关：

$$D = (c \times t) / 2n$$

$$v_g = (c / n) \Rightarrow D = (v_g \times t) / 2$$

D：距离

c：真空中的光速

t：光信号往返时间

n：纤芯的折射率

v_g：光纤中的光速

目前为止我们学到了什么？

- 您是否能大致描述OTDR的工作原理？
- 什么是瑞利背向散射？
- 什么是菲涅尔反射？
- 光纤中所有波长的损耗是否相同？
- 为了探测光纤中的宏弯曲，我们是应该使用长波长的光脉冲还是短波长的？
- 在数据采集时折射率的作用是什么？





OTDR的规格与限制

OTDR规格与限制

距离精确度:

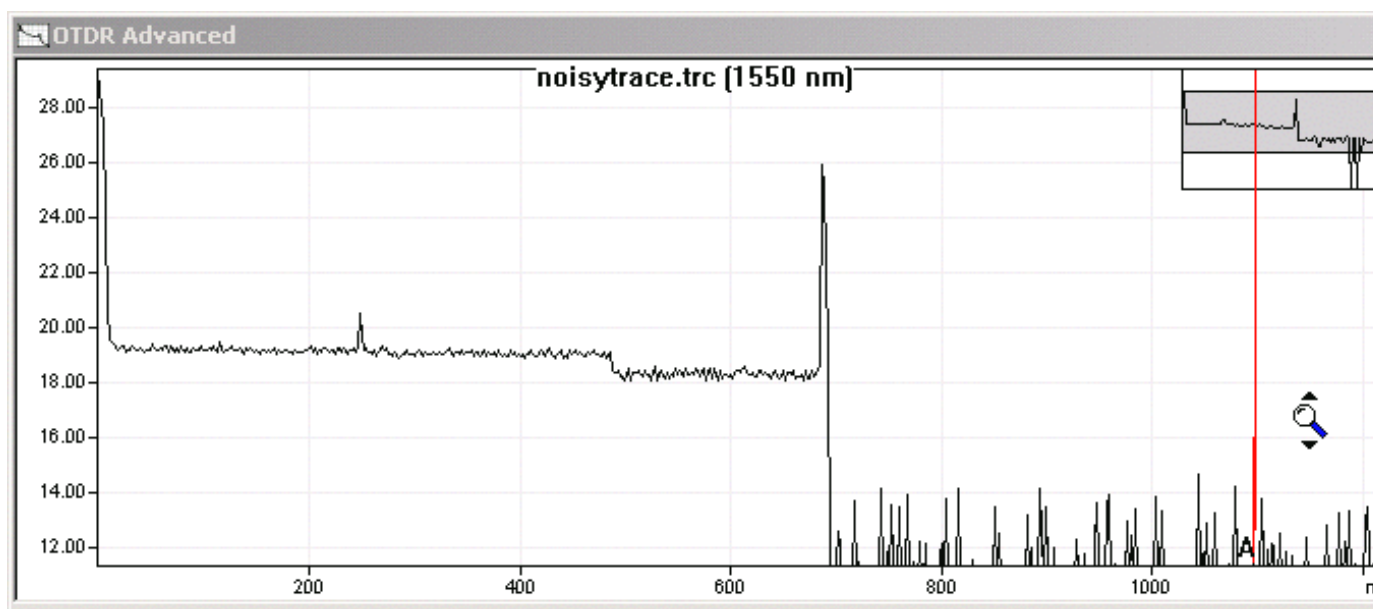
距离计算的精确度取决于:

- 光纤中折射率的变化
- 光缆的因素（松套管，余长因子，应力）

OTDR规格与限制

噪声

- 对信号进行平均可降低OTDR曲线中的噪声.
- OTDR曲线中显示的噪声来自于OTDR内部的电路：
探测器、电放大器、信号处理电路



OTDR规格与限制

通过对返回信号进行平均可极大提高接收器的灵敏度与信噪比（SNR）。

进行平均时主要依赖以下参数：

- 使用的脉冲宽度
- 光纤长度
- OTDR测试范围
- 处理速度

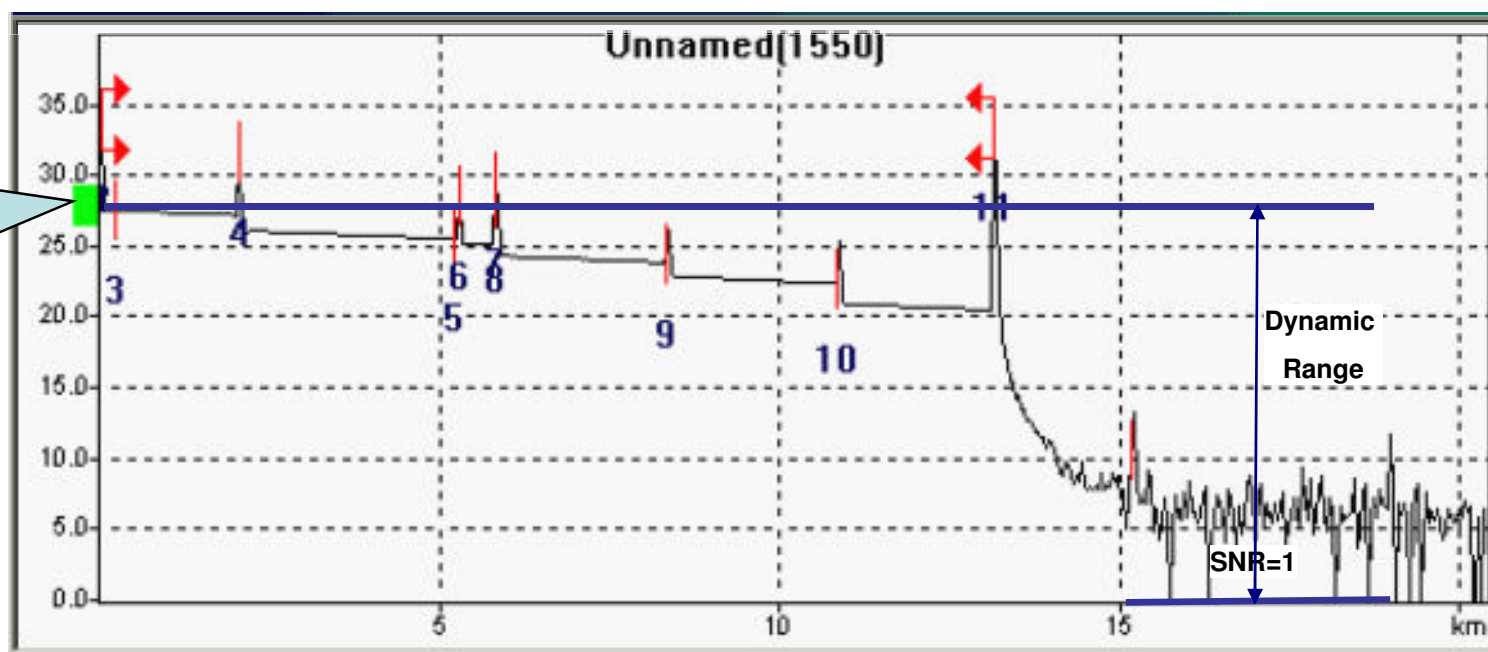
OTDR规格与限制

动态范围 (dB)

注入光纤处的背向散射水平与接收器的灵敏度或噪声水平之间的差异。
将随以下参数变化：

- 脉冲宽度
- 波长

注入水平
标识

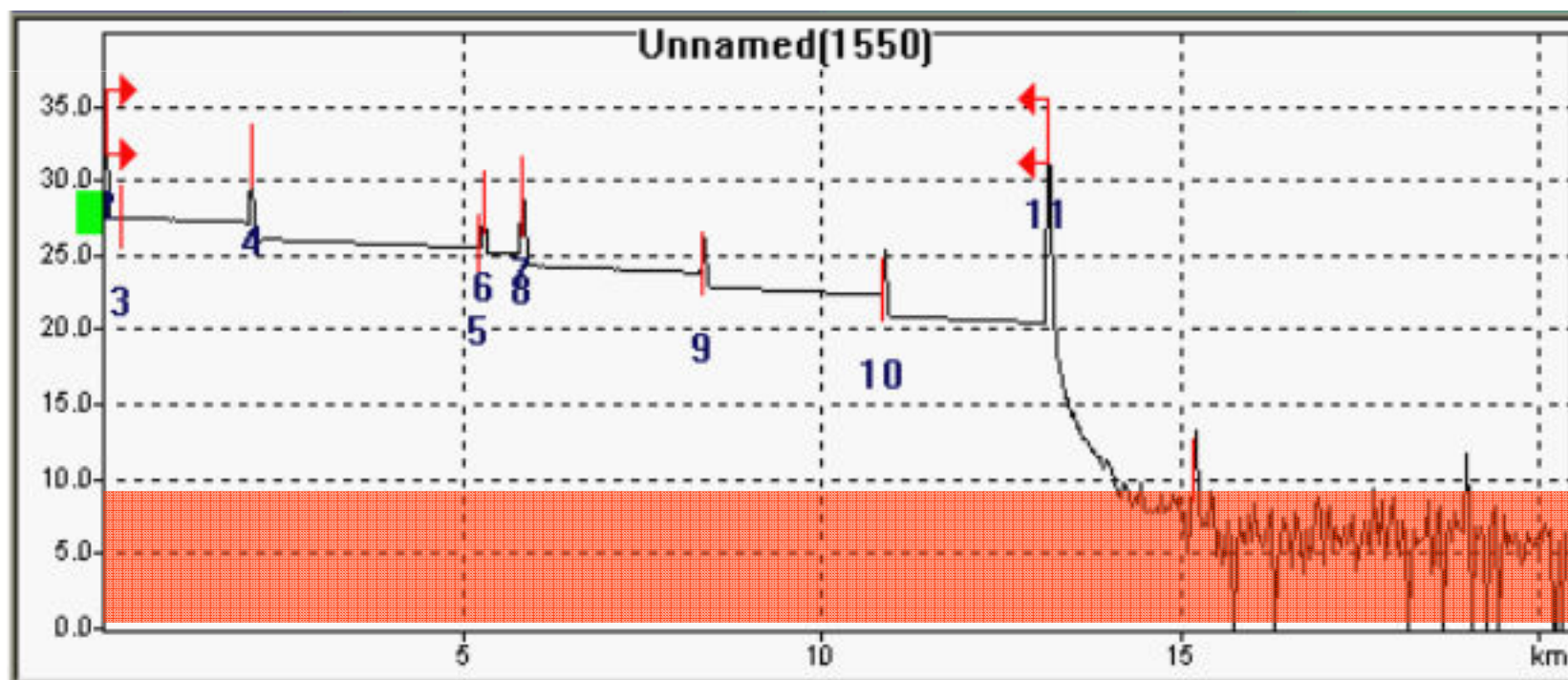


OTDR规格与限制

测试范围 (dB)

定义为OTDR可精确探测和测量一个事件（熔接损耗0.5dB）时所需的背向散射水平与注入水平之间的差异。

$$\text{测试范围} = \text{动态范围} - 8\text{dB}$$



OTDR规格与限制

盲区

- 盲区仅与反射事件相关
- 盲区由于反射事件反射回光接收器的能量造成
- 探测器暂时处于饱和状态，需要时间从过载之中恢复
- 这种暂时性至盲的后果是事件点后方的若干光纤无法探测到

盲区取决于：

- 脉冲宽度
- 波长
- 反射数量

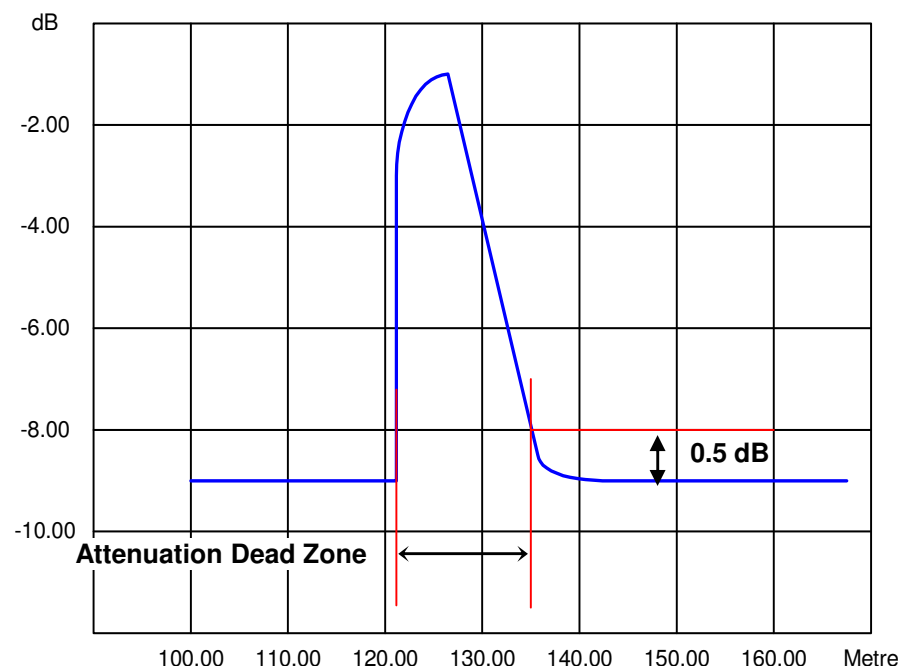
OTDR规格与限制

衰减盲区

- 盲区仅与反射事件相关
- 定义为在一个反射事件后非反射事件衰减可被测量的最短距离

若一个反射事件或非反射事件在衰减盲区之外，它将能够被探测和定位

衰减盲区是指：
事件起点和曲线下落沿与背向散射水平有 $\pm 0.5\text{dB}$ 差异的点之间的距离



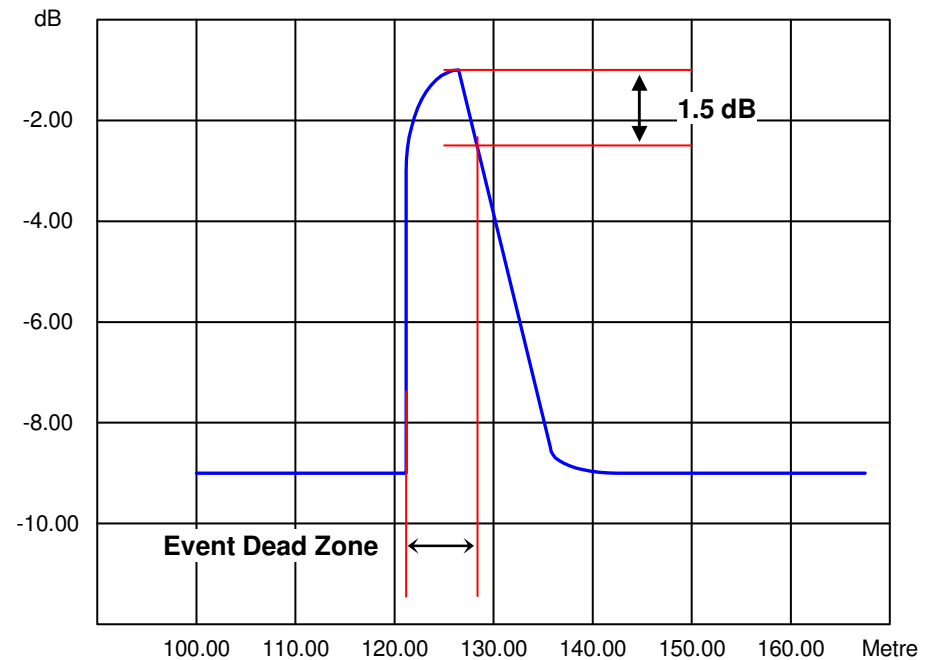
OTDR规格与限制

事件盲区

定义为在一个反射事件后另一个反射事件可被测量的最短距离。

若一个反射事件在事件盲区之外，它将能够被探测和定位

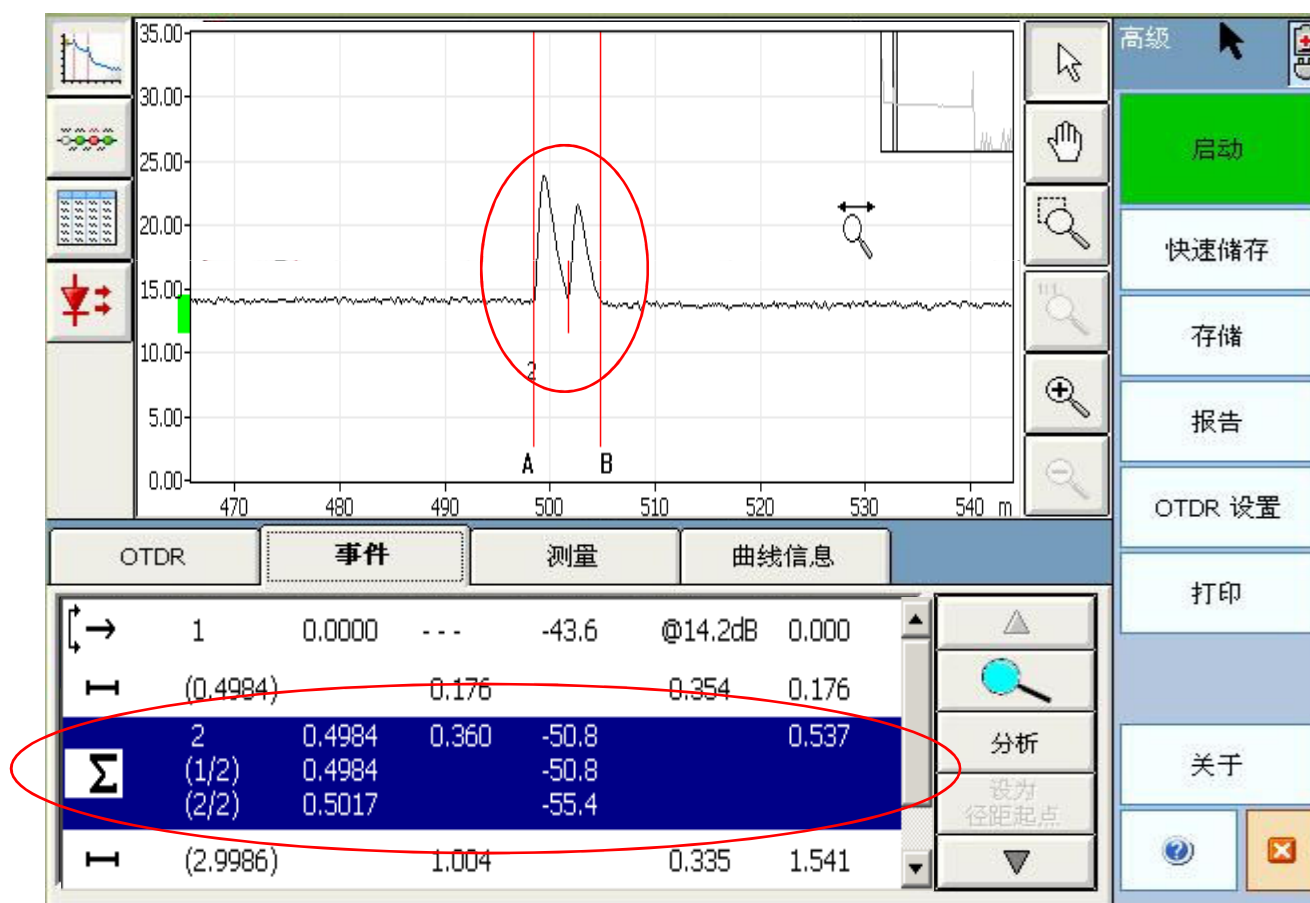
事件盲区是指：
事件起点与曲线下落沿1.5dB处的距离



OTDR规格与限制

合并事件

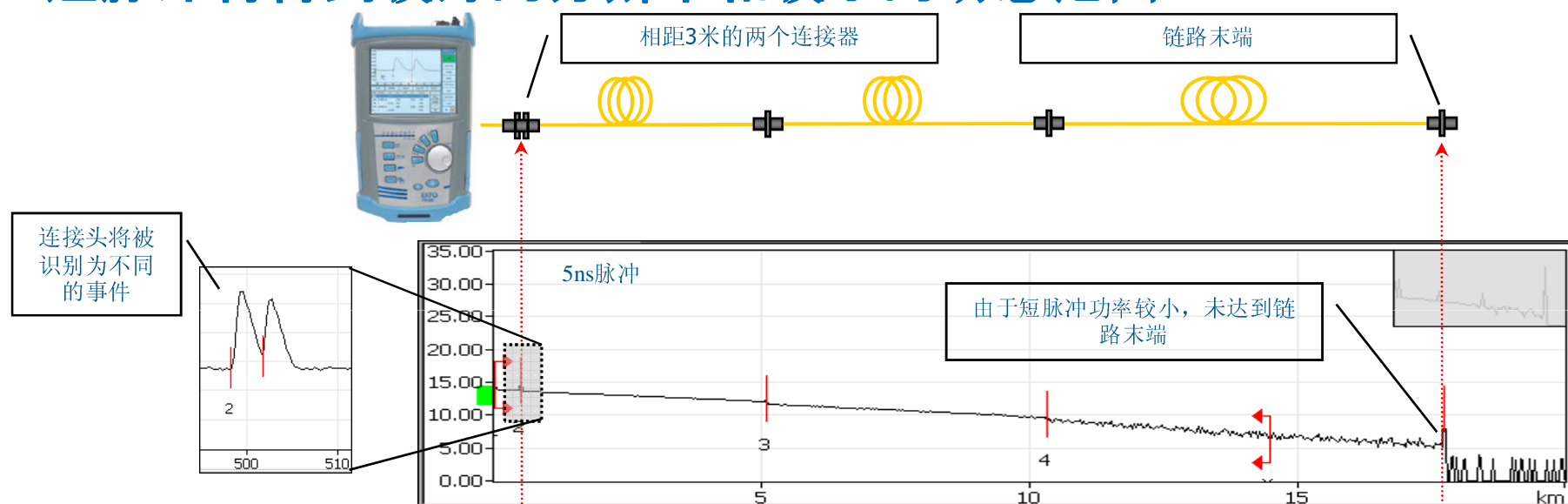
如果两个事件之间的距离小于衰减盲区而大于事件盲区，那么在OTDR曲线中将显示为合并的事件



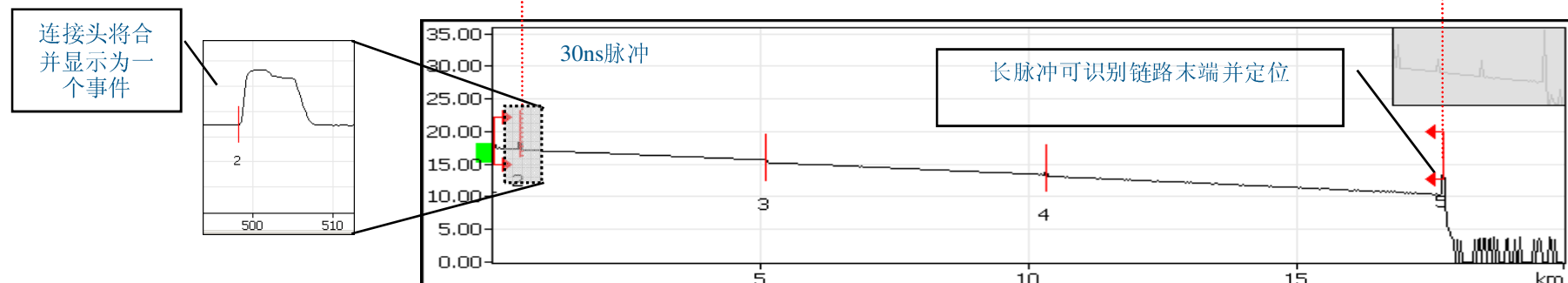
OTDR规格与限制

脉冲宽度 vs 盲区与动态范围

短脉冲将得到较好的分辨率和较小的动态范围:



Long pulses will give a better dynamic range but less resolution:



目前为止我们学到了什么？

- 哪些因素将影响到距离的精确度？
- 盲区的成因是什么？
- 什么是事件盲区？
- 什么是吸收盲区？
- 脉冲宽度与空间分辨率的关系？
- 采样时哪个参数会影响到OTDR的空间分辨率？
- 我们怎么降低OTDR曲线中的噪声？





OTDR 测量

OTDR 测量

OTDR测试时需要的数据以及他们对测试结果的影响:

光纤的折射率	距离精确度
脉冲宽度	
距离范围	距离范围与盲区
波长	空间分辨率
采样时间	小事件探测
余长因子	事件测量精确度
(多光纤光缆)	距离精确度

四种测量模式：高级、自动、模版、故障寻找

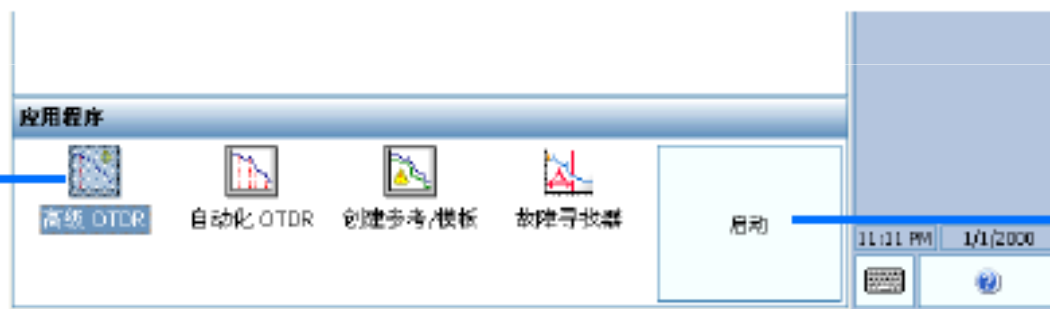


高级OTDR

“高级”模式是控制所有测试参数的理想之选，非常适合于经验丰富的用户。
要节省时间同时改善测试结果，您可以在测试时细调取样参数。

按。

1



主菜单窗口

2

按。

高级OTDR

初次使用, 根据需要更改OTDR设置



若要检查新的光纤:

1. 清洁光纤, 并将它连接到 OTDR 连接端口。
2. 单击“OTDR”, 并设置取样参数。
3. 单击“启动”。



若要查看取样:

1. 从存储菜单中, 载入一条 OTDR 曲线。
2. 单击“事件”, 以查看事件表。
3. 单击“测量”, 以执行手动测量。



警告: 如果没有适当的设置, 请勿将 OTDR 和负载信号光纤连接一起。
为了避免危险的辐射泄露, 以及对于 OTDR 的永久性损坏, 请务必确认
被测试光纤在连接时, 必须为非活动光纤。

高级

启动

存储

OTDR 设置

关于

?

×

OTDR

事件

测量

曲线信息

波长

SM

1310 nm

1550 nm

1310 nm 的设置

距离 (km)

260 1.3 160 2.5 80 5 40 10 20

脉冲

20 μ s 5ns 10 μ s 10ns 0.5 μ s 30ns 1 μ s 100ns 275ns

时间 (s)

实时 15 30 180 45 120 60 90

3

按。

高级OTDR

如无特别需要，使用默认设置即可。特别是分析选项卡下的3个阈值。这三个检测阈值会直接影响到测试结果的事件。

4

在各选项卡中输入测试设置。

一般设置 取样 分析 事件表 高级

分析参数

☒ 取样后自动分析数据

熔接损耗检测阈值: 0.020 dB

反射率检测阈值: -72.0 dB

光纤端面检测阈值: 3.000 dB 默认值

距离起点

☒ 设置于事件上

事件编号: 1

☐ 按距离设置

位置: 0.0000 km

距离终点

☒ 设置于事件上 (从光纤端面)

事件编号: 1

☐ 按距离设置

位置: 0.0000 km

☒ 从距离起点

☐ 从光纤端面

退出 OTDR 设置

若要分隔链路：

转到“分析”选项卡。

选择相应的选项，设置跨段起点和 / 或终点标记线。您可将新位置设置在特定事件上或者使用具体的距离值设置。

若要使每个取样时获取更多数据点：

转到“取样”选项卡。

选中“高分辨率取样”选项。

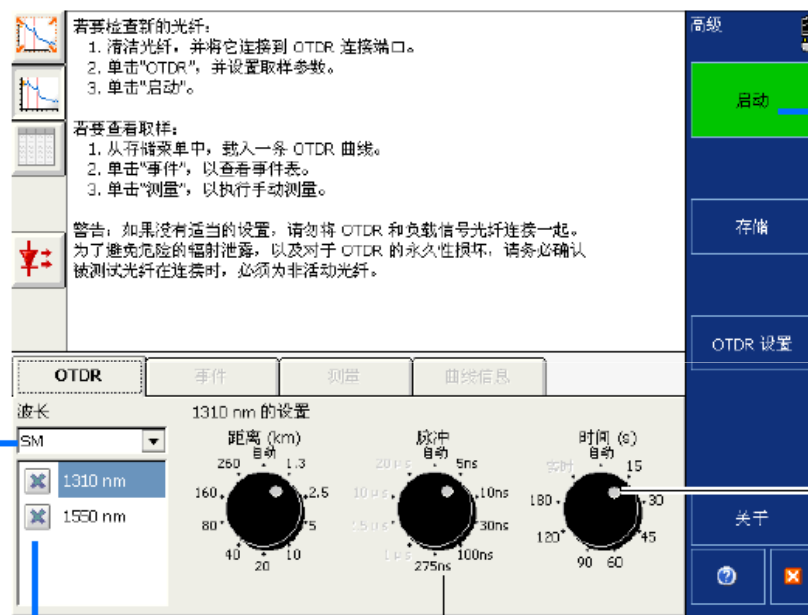
5

按。

高级OTDR

测量参数的设置, 根据实际测试条件优化选择

如果您的模块支持单模、单模在线或多模波长, 请选择光纤类型 (对于在线光纤测试: SM Live; 对于 C 型光纤: 50 μ m; D 光纤: 62.5 μ m)。



选择测试波长。

设置其他参数。

按。
要随时中断取样，
请按“停止”。

设定对结果进行平均的时间周期。
一般来说，时间越长，曲线越规则。

脉冲越长，沿光纤传播的距离越远，但提供的分辨率越低。

高级OTDR

查看测试结果并保存

带有事件的曲线

事件详细信息

按。

选择驱动器和文件夹。
(默认: \Data\My Documents\OTDR)

输入文件名。

按。

The screenshot displays the OTDR software interface. The main window shows a trace titled '3 Lambda Test.trc [1310 nm (9 μm)]' with a graph of dB vs. distance. Below the graph is a table of events. A '保存文件' (Save File) dialog box is open, showing the file name 'Trace0009' and a list of files in the selected directory. The dialog box has buttons for '确定' (OK) and '取消' (Cancel). A checkbox at the bottom is labeled '保存时始终显示此窗口' (Always show this window when saving).

类型	编号	位置	损耗	反射
→	1	0.0000	-27	
↘	2	5.1627	0.209	
↘	3	10.3917	0.052	
↘	4	15.5136	-0.059	
↘	5	20.5230	1.454	-48

保存文件

位置: \Data\My Documents\OTDR

文件名称: Trace0009

1310_1550_1625_MacroBend.trc
1310_1550_40km.trc
3 Lambda Test.trc
73000_Jig_Access_3_LAMBDA_00005ns.trc
7400E_1310_1383_1550_1625.trc
7500E_1550_1625.trc
Gainer_AB.trc
Gainer_BA.trc
Multimode_850_1300.trc
Multimode_Echo_850_1300.trc
PON_Split32.trc

Native

确定 取消

☒ 保存时始终显示此窗口

高级OTDR

事件表中的图标和含义

事件表中显示的事件图标			
	跨段起点		增益终点
	跨段终点		发射水平
	连续光纤		光纤区段
	分析结束		合并反射事件
	非反射事件		回波
	反射事件		反射事件 (可能的回波)

高级OTDR

利用标记线手动分析结果

放置标记线。

2



结果

1

选择测量类型。

自动模式

“自动”模式是基本和重复性 OTDR 应用的理想之选，非常适合于临时用户。它会设置所有测试参数，在指定的波长执行测试并提供完整的结果。



自动模式

如果您的模块支持单模、单模在线或多模波长，请选择光纤类型（对于在线光纤测试：SM Live；对于 C 型光纤：50 μm ；D 光纤：62.5 μm ）。

3

若要检查新的光纤：
1. 清洁光纤，并将它连接到 OTDR 连接端口。
2. 单击“OTDR”，并选择波长。
3. 单击“启动”。

若要查看事件：
1. 从存储菜单中，下载 OTDR 曲线。
2. 单击“事件”，以查看事件表。

警告：如果没有适当的设置，请勿将 OTDR 和负载信号光纤连接一起。为了避免危险的辐射泄露，以及对于 OTDR 的永久性损坏，请务必确认所有被测试光纤在连接时，必须为非活动光纤。

4 选择测试波长。

5 按。要随时中断取样，请按“停止”。

选定光纤类型

测试完成后，保存方法同高级模式

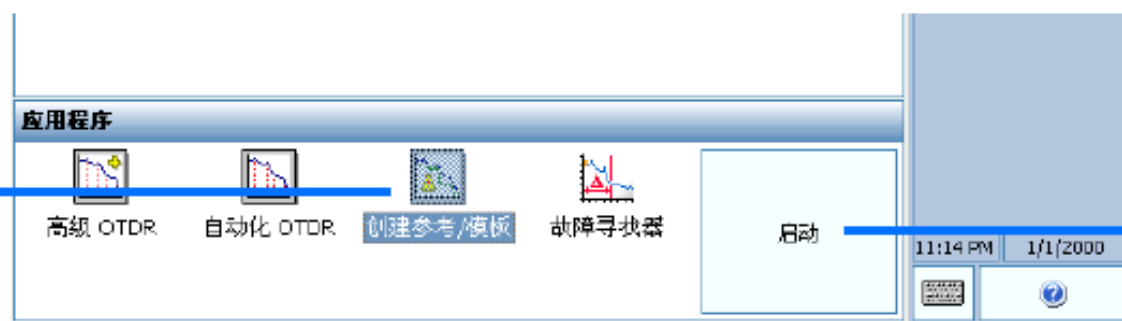
模版模式

“模板”模式是多光纤测试的理想之选，它会将新曲线与指定的参考曲线进行比较。为了节省时间，参考曲线信息（光缆名称、位置等）会自动传给新曲线。

1 获取和保存参考曲线
(在 “ 自动 ” 或 “ 高级 ” 模式下)。

按。

2



主菜单窗口

3

按。

模版模式

4

选择参考文件。

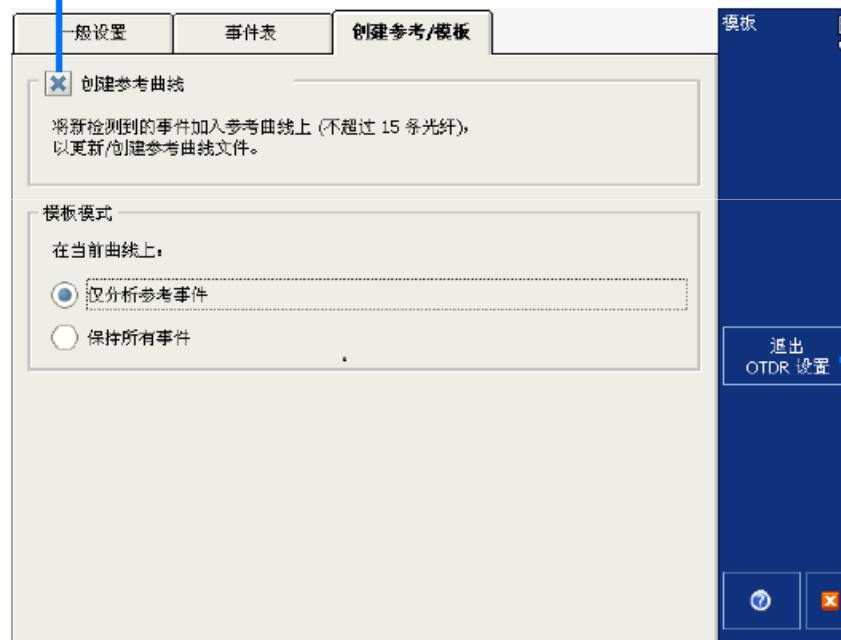


5

按。

6

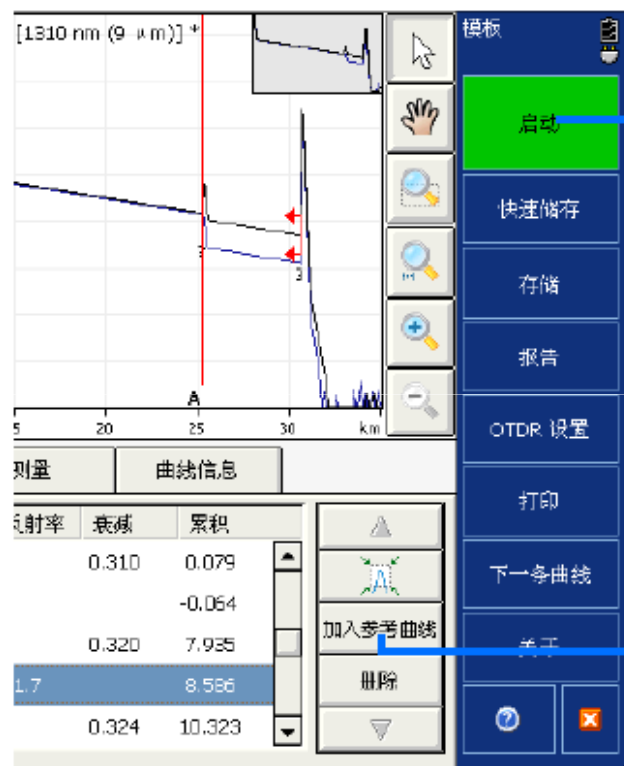
选择以更新参考曲线。



7

按。

模版模式



8

按下即可开始参考更新。

9

适用时，每个波长的新事件数目都会显示出来。

按“确定”关闭对话框。

10

如果需要，按“加入参考曲线”将新事件添加到参考曲线。

11

您可以按照需要添加多条曲线（最多 15 条）。完成后，按“OTDR 设置”。

模版模式

12 取消选中该框。

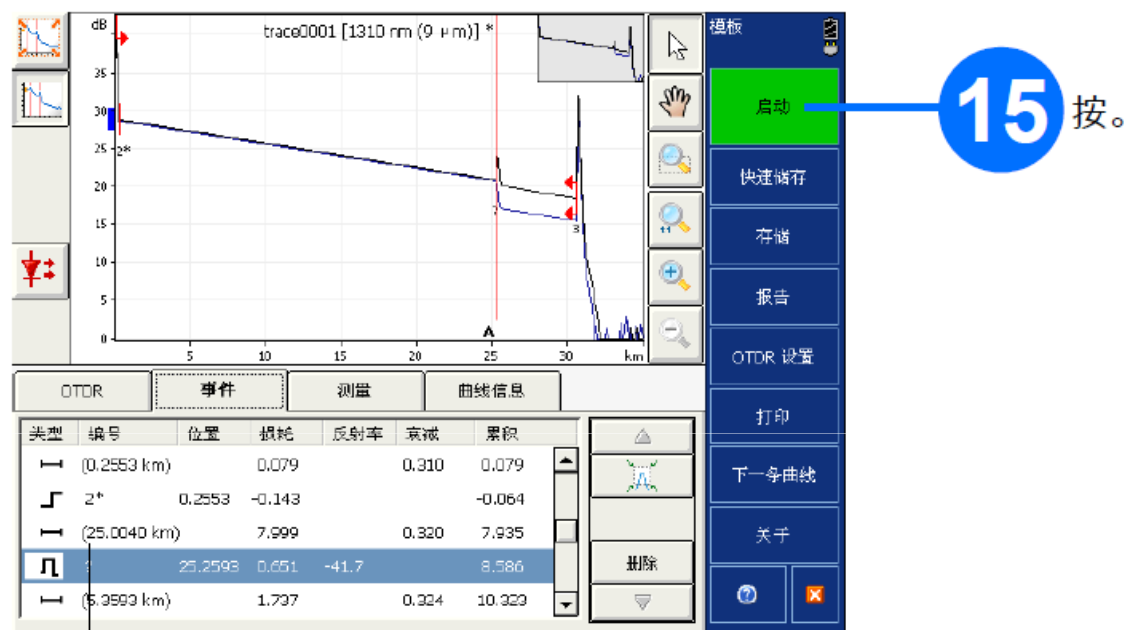
14 按。

保留所有事件（以后您可以在“高级”模式下丢弃它们）。

放弃参考曲线上未找到的事件。

13 选择测试选项。

模版模式



16 适用时，每个波长的新事件数目都会显示出来。
按“确定”关闭对话框。

标有“?”的新事件

注意：只有新的测试会话才会再次启用“参考创建”模式。

故障寻找模式

“故障寻找器”模式是快速定位光纤末端的理想模式。它还显示被测光纤的长度。
当要快速测试而无需设置所有取样参数时，此模式非常有用。

按。



若要连接新的光纤：
1. 端接光纤，并将它连接到 OTDR 连接端口。
2. 单击“启动”。

警告：如果没有适当的设置，请勿将 OTDR 和负载信号光纤连接一起。
为了避免危险的辐射泄漏，以及对于 OTDR 的永久性损坏，请务必确认
被测光纤在连接时，必须为非活动光纤。

端口

SM

结果

距离长度：

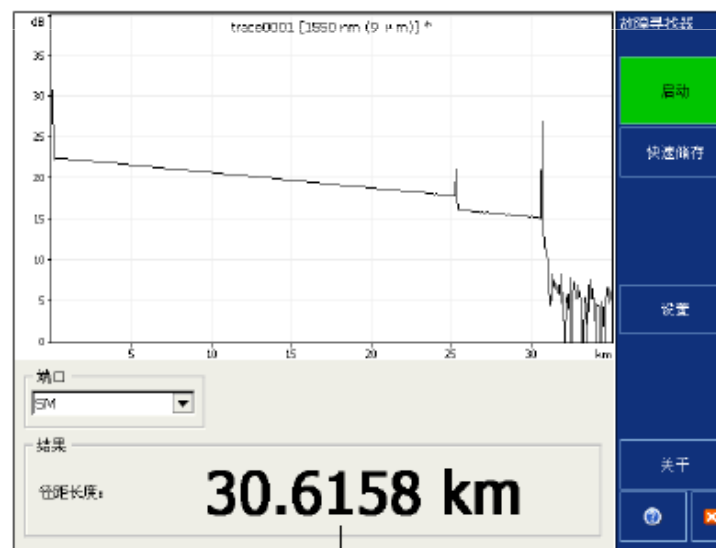
3

指定连接光纤的端口

(在线光纤测试：SM Live；对于 C 型光纤：50 μ m；对于 D 型光纤：62.5 μ m)。



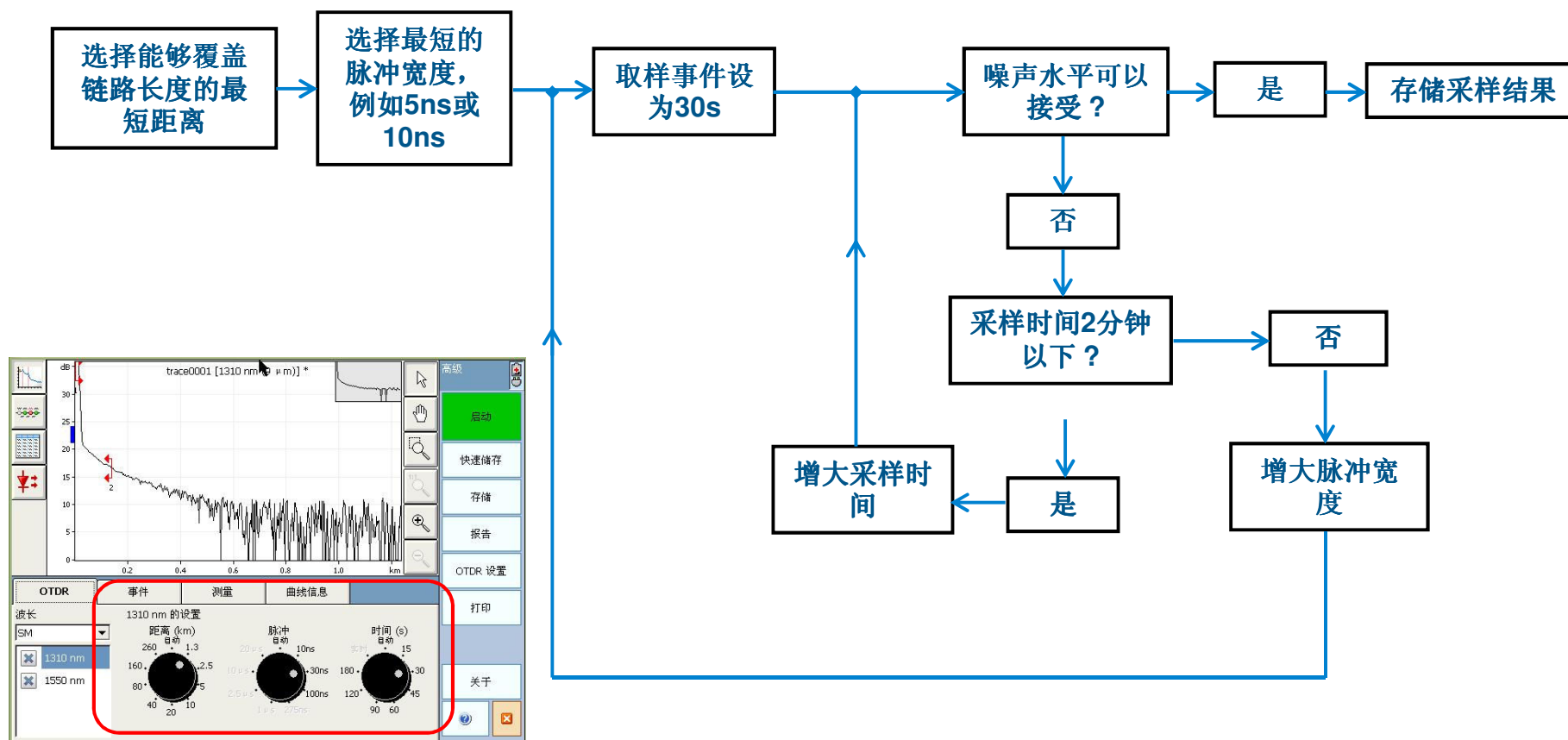
4 按。



5 按。

练习 参数设置

采样参数设置:



推荐的脉冲宽度以及采样时间设置

测试距离

Less than 1.5 km

1.5 to 5 km

5 to 10 km

10 to 20 km

20 to 40 km

40 to 80 km

80 to 120 km

120 to 160 km

160 to 200 km

200 to 260 km

脉冲宽度 / 采样时间

5 ns / 30 s or 10 ns / 15 s (depends on resolution needed)

10 ns / 30 s or 30 ns / 15 s (depends on resolution needed)

10 ns / 45 s or 30 ns / 30 s (depends on resolution needed)

30 ns / 45 s or 100 ns / 30 s (depends on resolution needed)

100 ns / 60 s or 275 ns / 45 s (depends on resolution needed)

275 ns / 90 s or 1 us / 60 s (depends on resolution needed)

1 us / 90 s or 2.5 us / 60 s (depends on resolution needed)

2.5 us / 120 s or 10 us / 90 s (depends on resolution needed)

10 us / 120 s or 20 us / 90 s (depends on resolution needed)

20 us / 120 s



Be-an-Expert Training Program

Thanks for your time!

EXFO

EXPERTISE REACHING OUT

www.EXFO.com