



OTDR测试和结果分析

- 介绍OTDR：为什么要使用？
- 什么是测试？为什么需要？如何得出结果？收益、回报...
- 背向散射现象
- OTDR如何工作？ OTDR 原理
 - 动态范围 / 发射功率 → 脉宽 / 平均
 - 盲区(ADZ/EDZ)衰减盲区/事件盲区
 - 分辨率 (脉宽 / 采样频率)
- OTDR测试内容：距离、损耗、弯曲、接头损耗、连接器损耗、回波损耗
- 如何去分析曲线
最优方法

OTDR介绍

多功能光纤测试工具

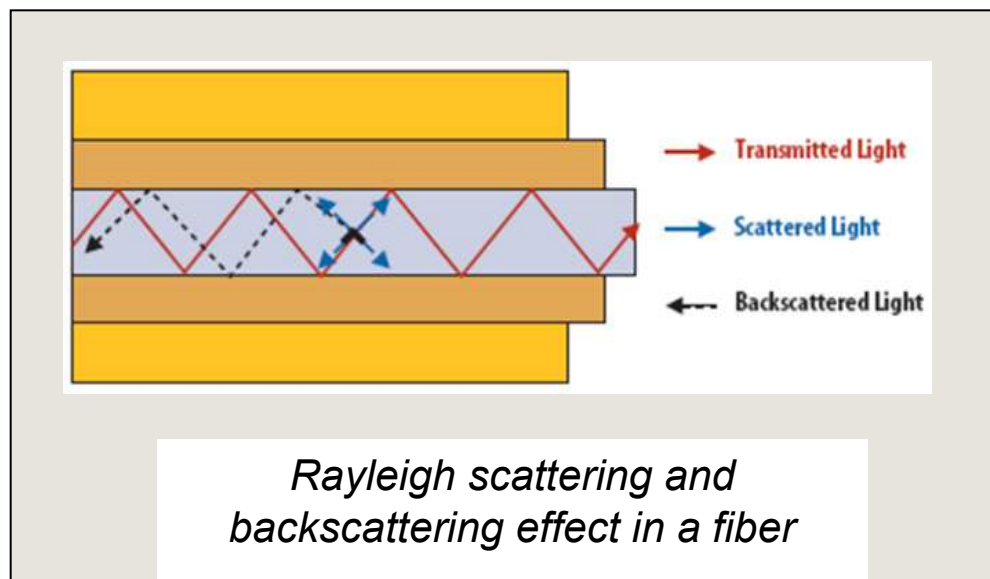
- 检测，定位和测量事件点在光纤的任何位置上
- 识别事件和链路损耗(接头, 弯曲, 活动连接, 裂缝)
- 提供每个事件物理距离和损耗
- 测试光纤衰减和损伤。
- 提供事件的反射/回损值
- 数据管理，支持数据报告（仿真软件）



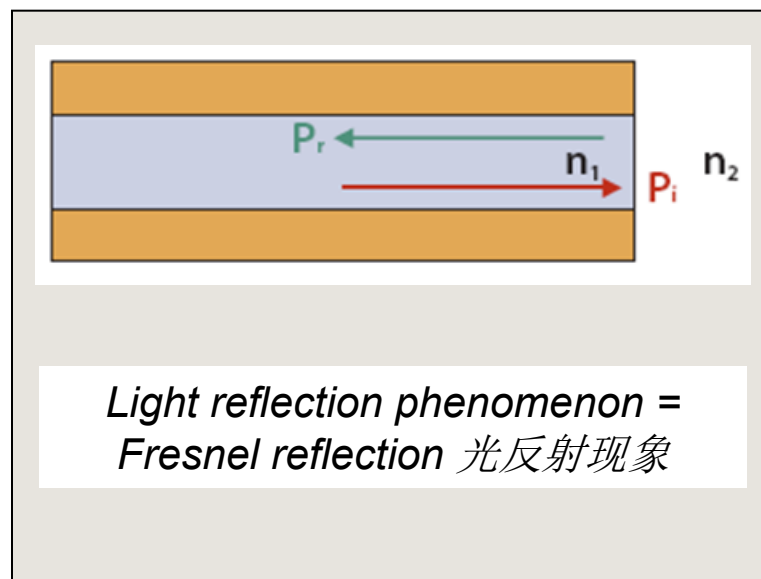
背向散射现象

OTDR 基于两种现象进行测试:

- **Rayleigh scattering** 锐利散射:它是光纤自身的本征特性,它的出现在沿着光纤的整个长度上。由于锐利散射沿着整个光纤链路是均匀的,如果出现其不连续现象则可以用来识别光纤链路传输的异常。
- **Fresnel reflections**. 菲涅耳反射:它是一个点事件,并且只出现在光纤与空气或者另一个媒介接触的地方。端面、机械接头、活动连接器等。



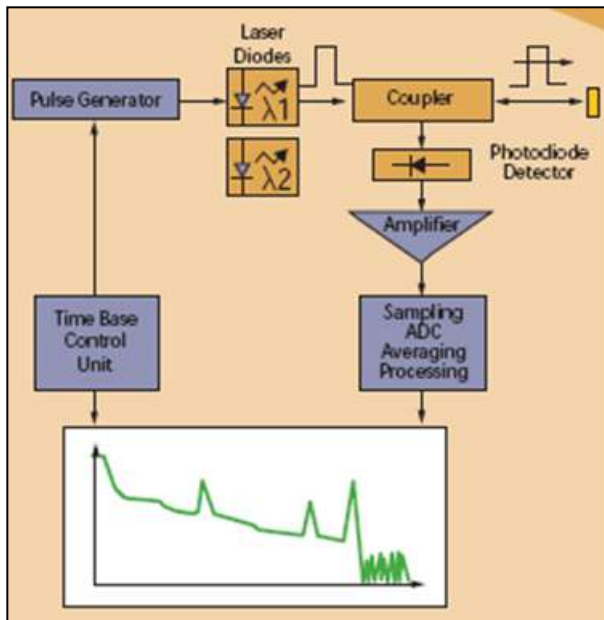
锐利散射现象



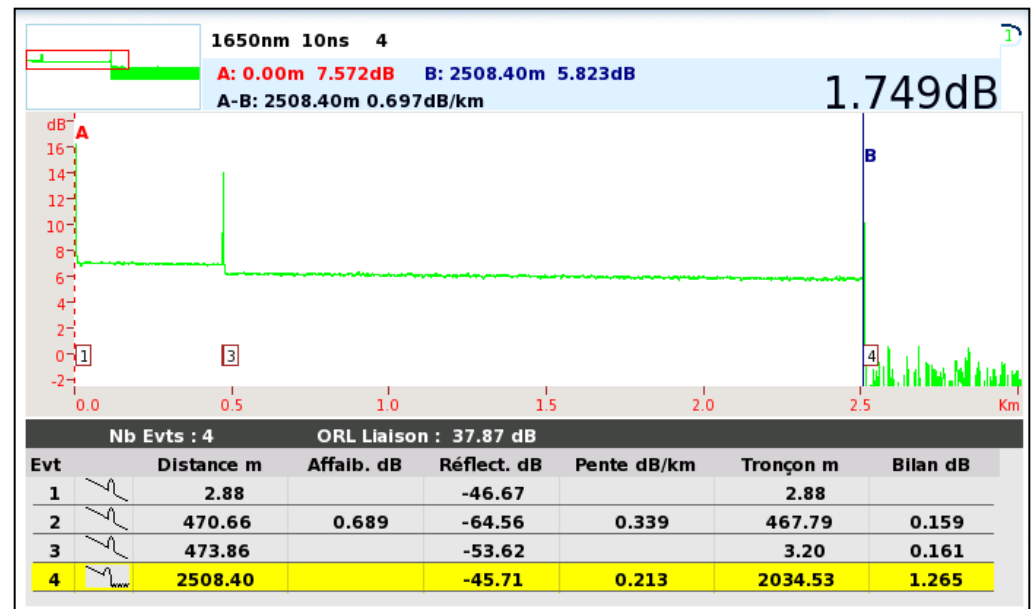
OTDR工作原理

- OTDR注入一个光脉冲信号，并分析其反射回来信号
- 被接受的信号被画成x\y图像,以分贝和距离显示
- 事件分析结果被显示在结果列表中

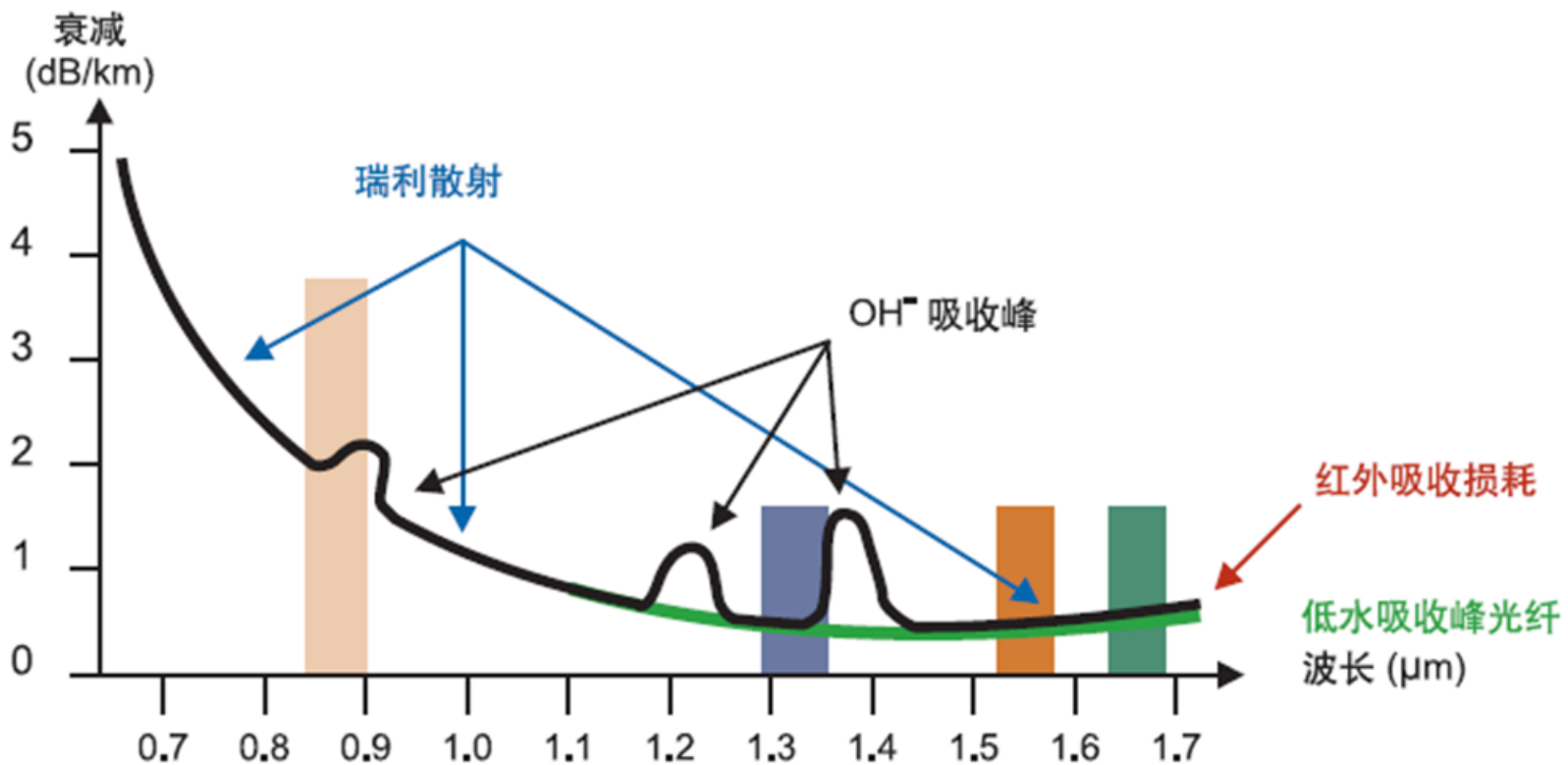
OTDR Block Diagram



Example of an OTDR trace

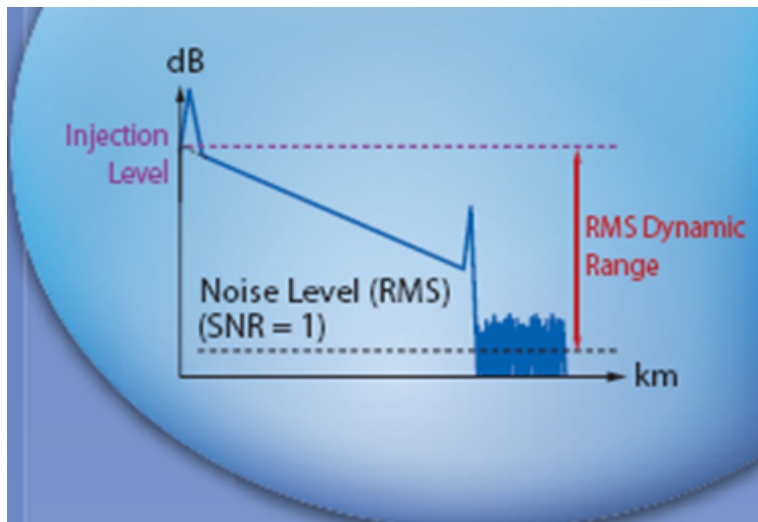


不同波长衰减示意图



光纤衰减作为波长的函数

动态范围和入射电平

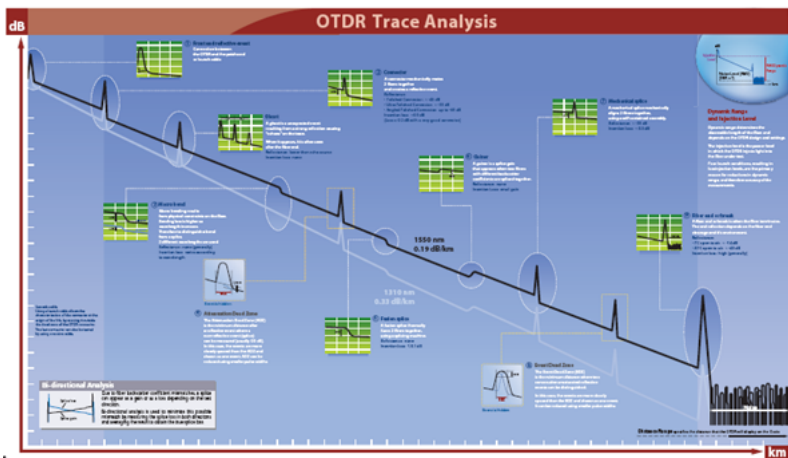


- **动态范围** :决定能测试多长距离的光纤，主要取决于OTDR的设计和设置。

- **注入电平** 是OTDR注入到光纤中用于测试的光信号的功率。

- 不好的发射条件，导致入射电平降低，这是影响动态范围的主要原因，因此影响测试精度。

- **脉冲宽度**: 脉宽越大，我们收到的反射信号就远大，测试距离也就越远。



OTDR测试什么？

Distance 距离

OTDR测试时基于时域的，每个测试脉冲都在光纤上往返传输，只要知道真空光速和光纤折射率，就能算出距离。



$$d=(cxt)/2n$$

d =fiber distance 光纤长度

c =speed of light in vacuum 真空中的光速

t =time 时间

n =index of refraction 折射率

Nb Evts : 4		Link Ori : 30.11 dB				
Event	Distance m	Loss dB	Reflect. dB	Slope dB/km	Length m	T. Loss dB
1	484.73	0.069			484.73	1.007
2	502.64	0.200	-66.12		17.91	1.074
3	508.39		-58.66		5.76	1.076
4	2008.64		-27.95	0.231	1500.24	1.624

距离精度

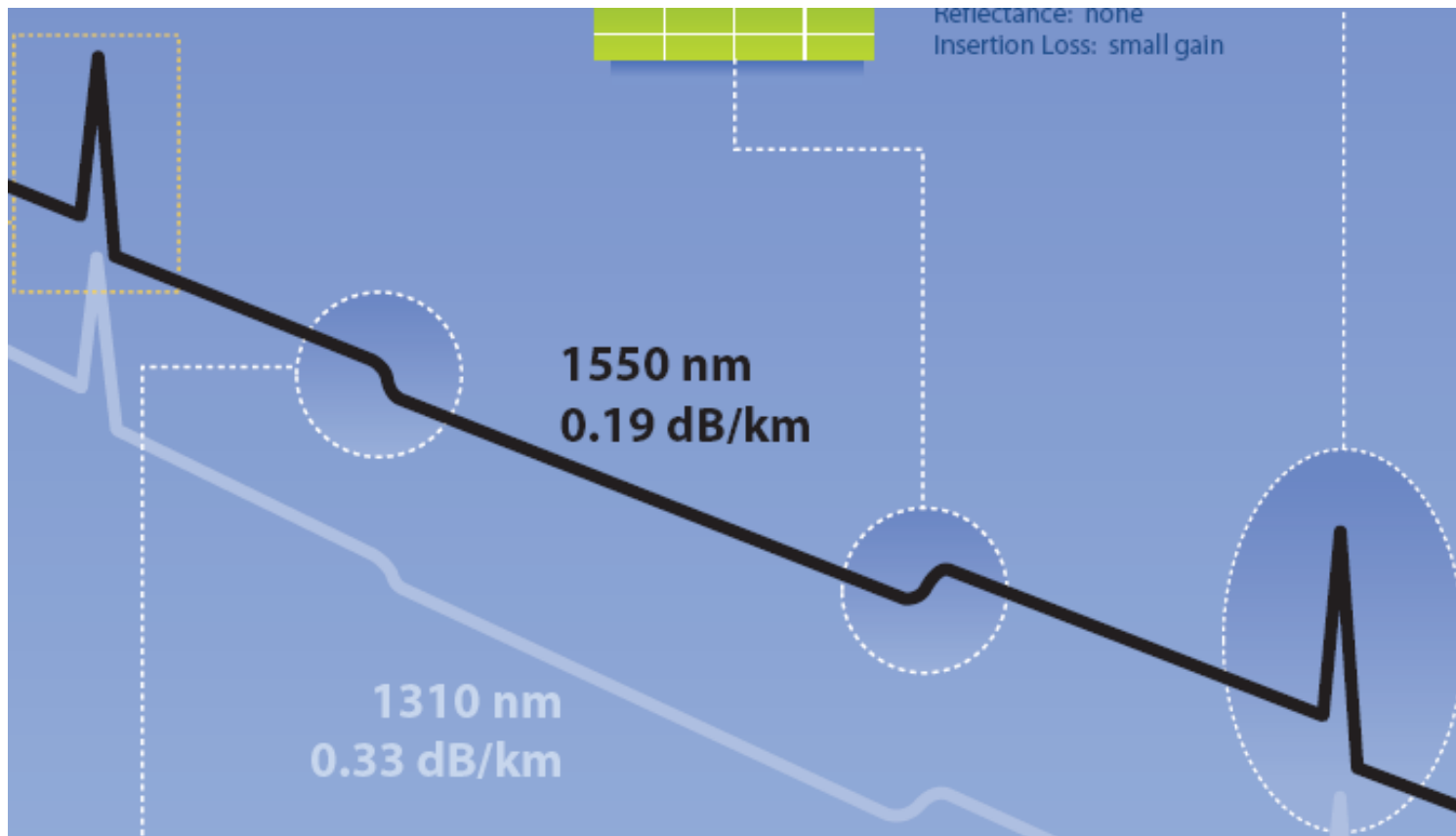
距离精度取决于下列参数：

- 1、**折射指数**：指的是光纤中的一条光线，群折射指数指的是所有光脉冲在光纤中的传输速度。**OTDR**距离测试的精度取决于群折射指数的精度。
- 2、**时基误差**：时基误差是由于定时系统中的石英晶体的不精确而造成的，它可以在**10⁻⁴**到**10⁻⁵**秒内变化。为了计算距离误差，时基误差必须乘以被测试的距离。
- 3、**起始点的距离误差**

JDSUTMTS-6000 OTDR 的一个典型的距离精度值被计算为：
 $\pm 1 \times 10^{-5} \times \text{距离} \pm 1 \text{ m} \pm \text{采样分辨力} \pm \text{群折射指数不确定度}$

What does an OTDR Measure ?

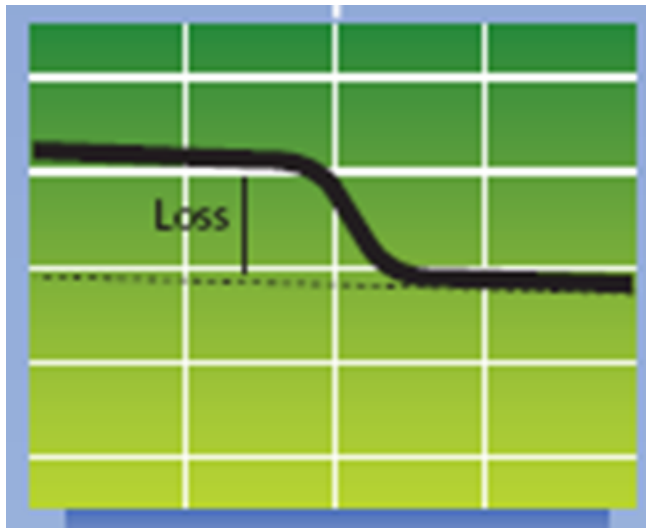
- **Attenuation** (also called fiber loss) 衰减
- 用dB or dB/km 来表示，用来表征衰减或是光纤链路上两个事件点之间的衰减率。



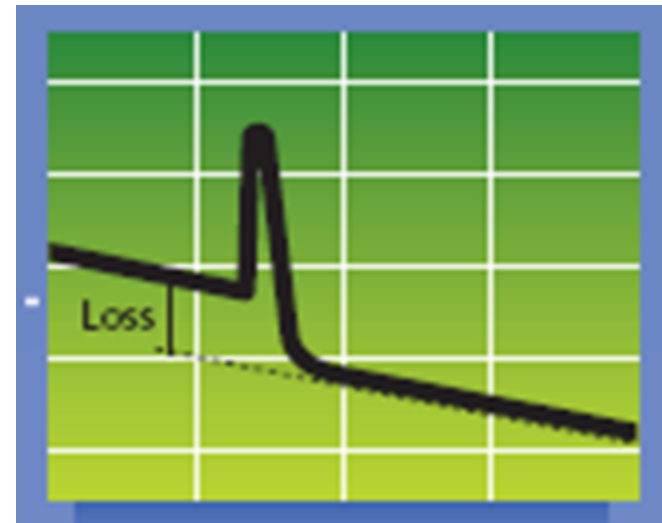
What does an OTDR Measure ?

- **Event Loss 事件点衰减**

- 事件点前后的电平差，用分贝(dB)来表示。



Fusion Splice or
Macrobend 熔接点
或宏弯



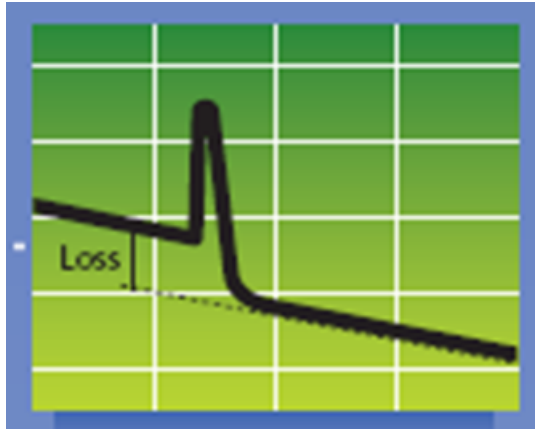
Connector or
Mechanical Splice
连接器或者机械接
头

What does an OTDR Measure ?

▪ Reflectance 反射

▪事件点的插入电平和反射电平的比值。用dB 表示
反射值越大，说明链接器性能越差，衰减也就越大。

A -50dB反射值要比 -20dB反射值要好得多



Typical reflectance values 标准反射值

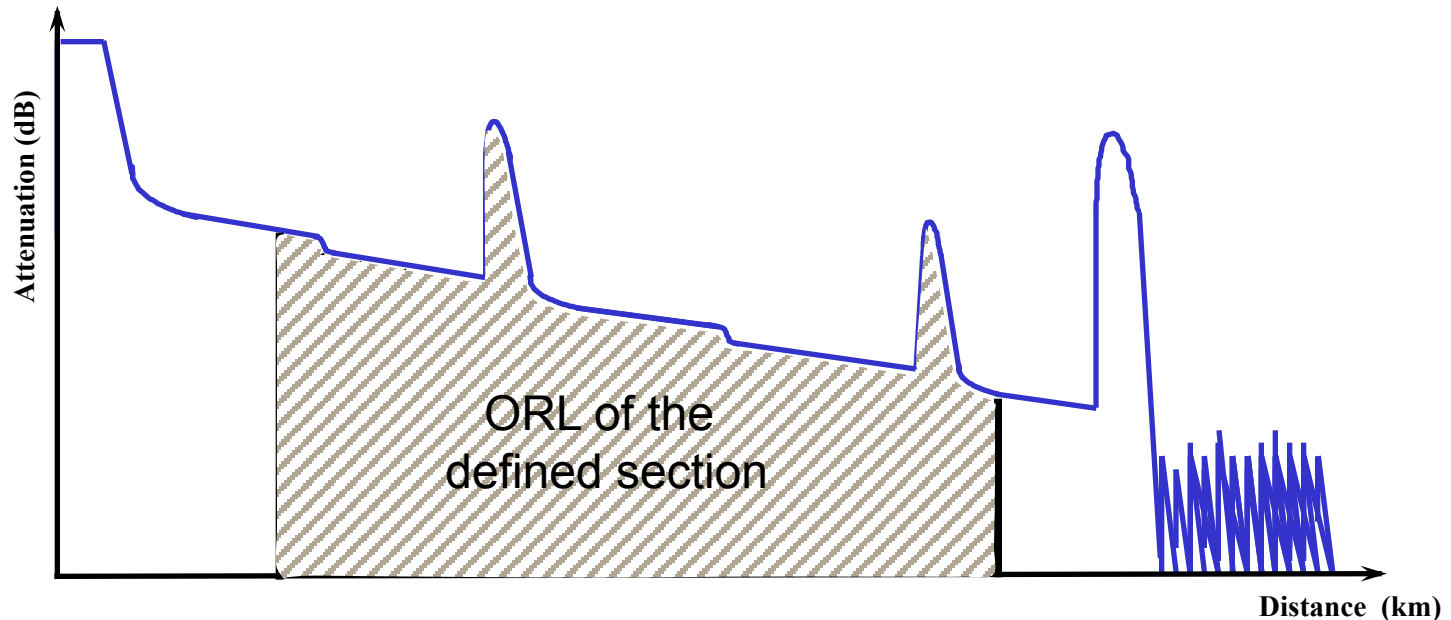
- Polished Connector PC ~ -45dB
- Ultra-Polished Connector UPC ~ -55dB
- Angled Polished Connector APC ~ -65dB

PC: 直接接触 APC: 8度倾斜角接触面 UPC: 弧形接触面

What does an OTDR Measure ?

▪ Optical Return Loss (ORL)回波损耗

该指标主要用于衡量光纤链路的反射质量：光回波损耗(ORL)代表入射光功率 P_i 与从整个光纤链返回的所有反射光功率 P_r (包括光纤本身后向散射光及所有连接和终结的反射光功率)之比，对一给定的系统，如果ORL过小，则反射回来的光将影响激光器的正常运行，并最终影响探测器对信号的正确解码能力。OTDR可测量光纤链路总的ORL，有的OTDR还可测量光纤链路任意两点间的ORL，测量时，只需按相应的键，自动显示光标A、B间的ORL。



ORL对系统的影响

按照入射光带宽，由**OTDR**所接收的光对应于沿着光纤链路所反射功率的特性。此功率的集积分能够计算处全部后向反射，并且能够确定光回损值。

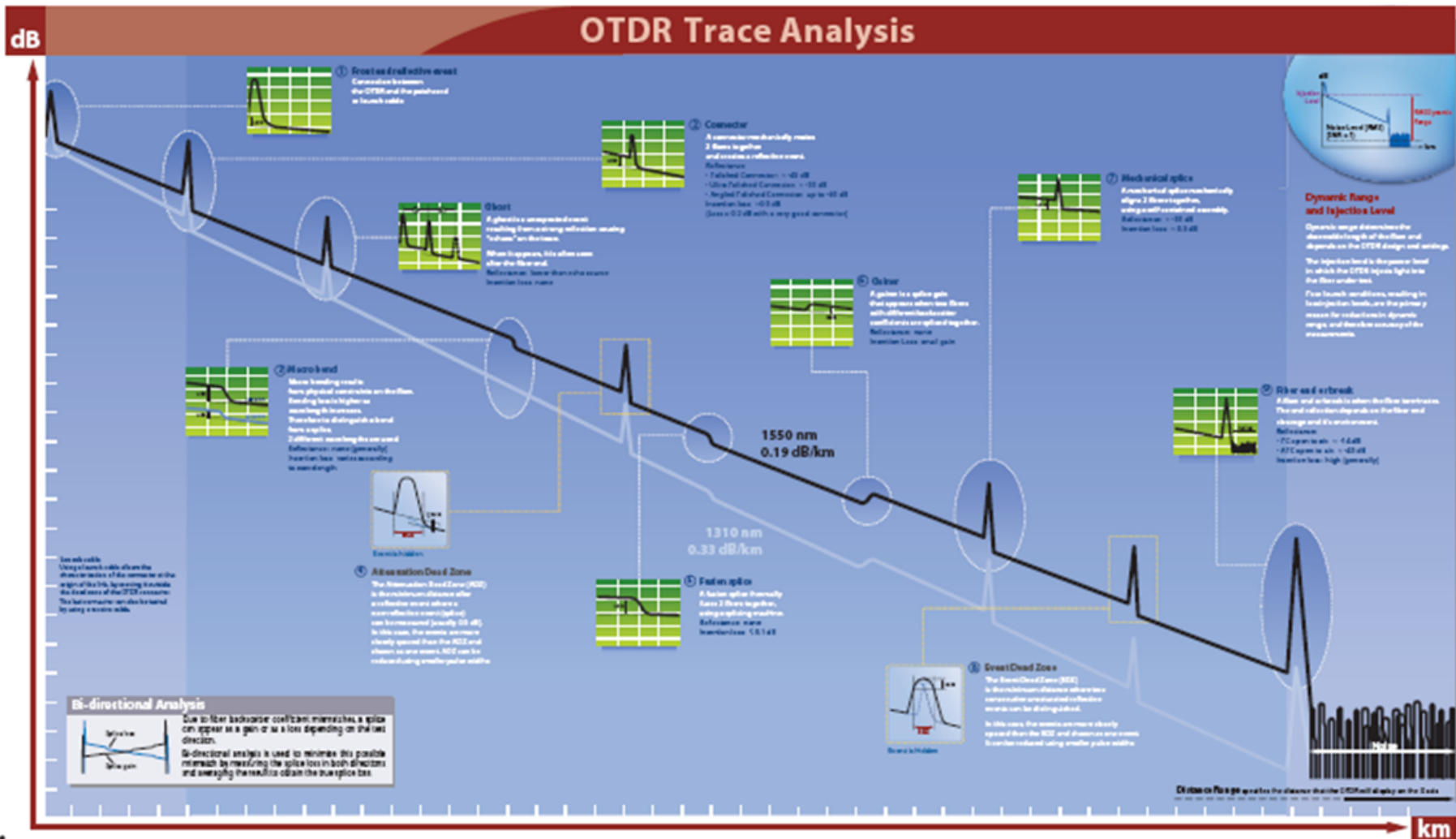
$$ORL=10 \text{ Log } [(P_0 \times \Delta t) / (\int P_r(z) dz)]$$

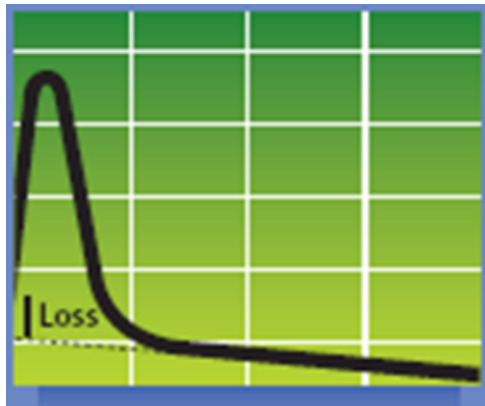
高ORL会使系统的性能降低，它会影响到发射机的中心波长、信噪比等。尤其对视频传输影响很大，引起系统误码。



OTDR 曲线分析

如何对一条OTDR曲线进行分析？





由OTDR和测试链路或者发射光缆的活动连接引起（法兰、跳线等）

位于曲线的最左边

Reflectance:

Polished Connector ~ -45dB

Ultra-Polished Connector ~ -55dB

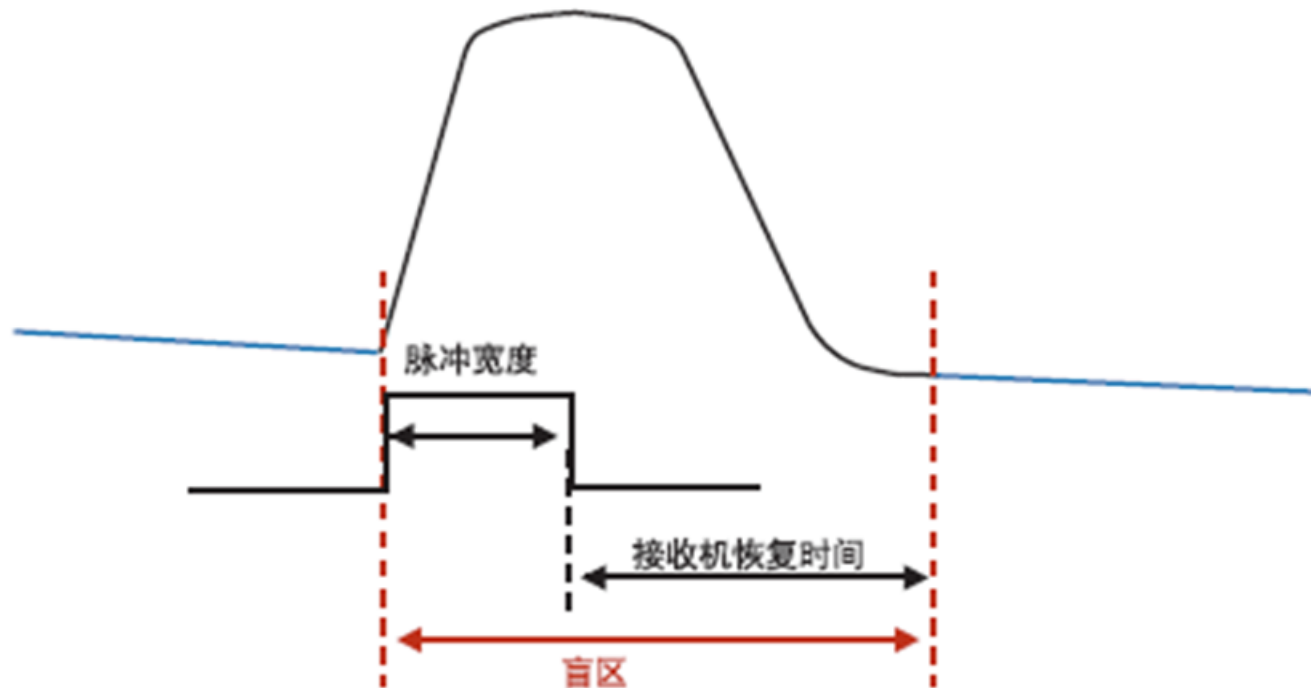
Angled Polished Connector up to ~ -65dB

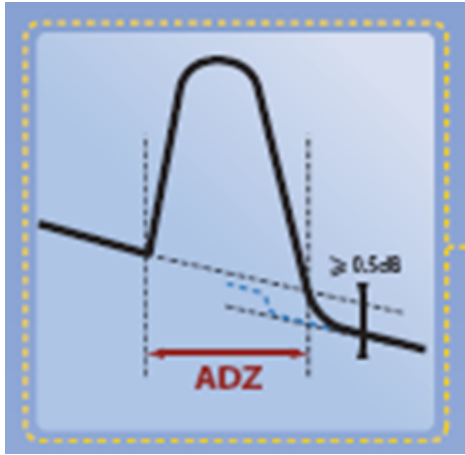
Insertion Loss: Unable to measure

损耗不会被测试（起始盲区）

为什么会产生盲区

OTDR设计用于检测整个光纤链路的后向散射电平。它测量后向散射信号，这些信号比入射到光纤内的信号要小得多。接收信号的器件—光电二极管，设计用于接收一个给定的电平范围。当存在强反射时，光电二极管所接收到的功率可以比后向散射功率大**4,000**倍以上，使得光电二极管饱和。光电二极管需要一定时间由其饱和状态中恢复。在这一时间内，它将不会精确地检测后向散射信号。在这一过程（脉冲宽度+恢复时间）中，没有被确定的光纤长度被称为盲区。

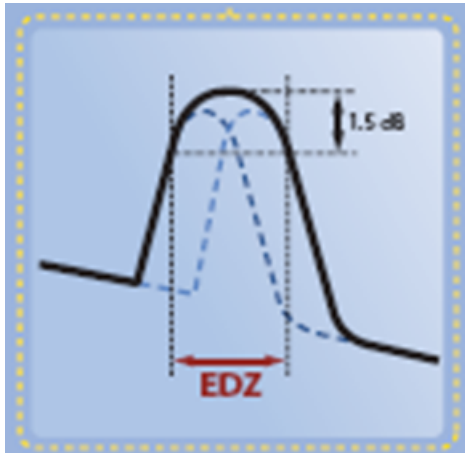




衰减盲区 Attenuation Dead Zone (ADZ)

定义为在一个反射事件后能被测试下一个非反射事件的最短距离 (0.5dB)

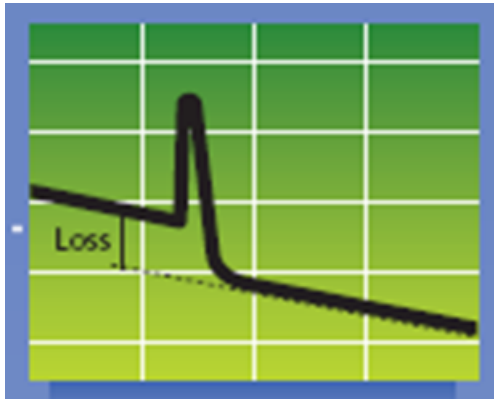
- 如果两个事件挨得过近(在盲区内)，那么OTDR只能显示其中一个事件
- 衰减盲区取决于脉冲宽度，脉宽小，盲区也就小



事件盲区 Event Dead Zone (EDZ)

被定义为两个连续的不饱和反射事件仍然能被区分开的最小距离，每个事件的距离能被测试，但是单独衰减不能被测试。

- 如果两个反射事件挨得过近(在盲区内)，那么OTDR只能显示其中一个事件
- 使用短脉冲可以降低盲区



活动连接器件引起反射事件

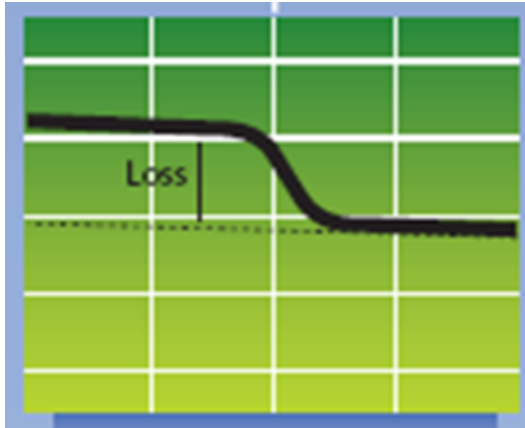
Reflectance:

- Polished Connector ~ -45dB
- Ultra-Polished Connector ~ -55dB
- Angled Polished Connector up to ~ -65dB

Insertion Loss:插入损耗 ~ 0.5dB

(loss of ~0.2dB w/ very good connector)

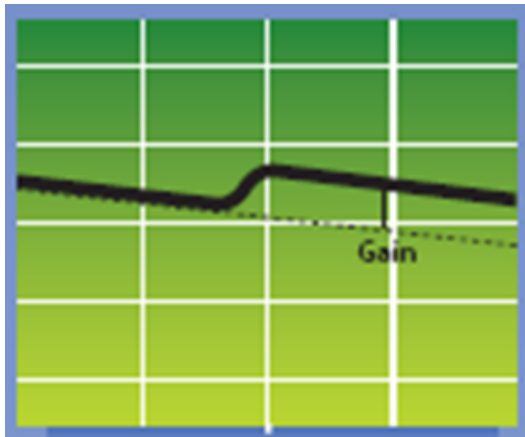
小于**0.2dB**的插损就算是比较好的连接



A **Fusion Splice** thermally fuses two fibers together using a splicing machine 光纤熔接机

Reflectance: **None** 没有反射

Insertion Loss: **< 0.1dB** 损耗小



增益A “**Gainer**” 主要是由于熔接点两端光纤的散射系数不一致，在下游的光纤散射系数大

Reflectance: **None** 我反射

Insertion Loss: **Small gain** 有微量增加

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/295240312130011140>