

## 简介

应测试所有光纤链路的衰减或链路损耗。链路定义为两套连接硬件之间、并包括两套连接硬件在内的无源布线。一般来说，这对水平布线是从配线架到墙上插座，对主干电缆是配线架到配线架。这可以包括接合，但不能包括中间管理点。测量的链路损耗应位于下面详细列明的相关极限范围内。测试的特点和程度取决于光纤形状及链路类型。应该指出，在某些方面，ISO/IEC11801 标准的要求与 EIA/TI 568-B 是不同的。

## 光纤布线系统测试

衰减定义为光功率损耗，它用分贝 (dB) 表示。衰减是光纤布线系统中的主要测试参数。电缆、连接器、接合 (熔断接合和机械接合)、尾纤和跨接线都会引起衰减。弯曲过紧及安装过程中和安装后电缆上的压力过大，也会提高衰减。在安装后应测试每个链路段，保证电缆系统满足最终用户及实现的光协议规范。可以使用功率计或 OTDR 测试系统。

## 水平布线

如果光纤链路的长度小于等于 90 米，那么其称为水平布线：

- 只需在一个波长上测试水平光纤链路的衰减。对多模光纤是 850 nm 或 1300 nm；对单模光纤是 1310 nm 或 1550 nm。

鉴于涉及的电缆长度很短，因此不同波长上的衰减差异很小。

- 需要在两个方向上进行测试。
- 测量的水平链路衰减应小于 2.0 dB。

这适用于单模光纤和多模光纤所有相应的工作波长。应在两个方向上执行测试，如果结果不同，则表明一端的连接器已坏。

## 主干电缆

如果光纤链路长度大于 90 米，它称为主干电缆。根据 ISO/IEC 11801 规定，大楼主干电缆的长度最长为 500 米，建筑群主干电缆的长度最长为 1500 米。

- 必需在相应的两个工作波长上测试主干光纤链路的衰减。对多模光纤是 850 nm 和 1300 nm；对单模光纤是 1310 nm 和 1550 nm。
- 需要同时在两个方向上进行测试。
- 测得的主干链路衰减不得高于：
  - a) 计算的链路损耗，其中大于 2.0 dB；或
  - b) 该类链路的最大损耗，参见下表，以低者为准。

链路	单模		多模	
	1300 nm	1550 nm	850 nm	1300 nm
水平布线	2.0	2.0	2.0	2.0
大楼主干	2.7	2.7	3.9	2.6
建筑群主干	3.6	3.6	7.4	3.6

表 1. 最大衰减 (dB)

## 链路损耗测试

对安装的链路，最关键的测试是端到端衰减。这用来衡量端接点 (连接器到连接器) 之间的光功率损耗。总损耗取决于段长度、接合或连接器的数量及传输波长。总链路损耗不得超过链路损耗预算，链路损耗预算在系统设计过程中确定。应单独测量每个段 (连接器到连接器)。在测试系统链路时 (有源设备到有源设备)，应增加这两个段，与链路损耗预算进行比较 (参见图 1.1)。



图 1.1 测试段

可以使用插入损耗方法，测量安装的光纤系统的衰减。测试程序根据 TIA/EIA 规范进行：

- 多模光纤 TIA/EIA-526-14A，方法 B
- 单模光纤 TIA/EIA-526-7，方法 A.1

光损耗测试仪 (OLTS) 由光源和光功率计组成，用来比较耦合到电缆段近端中的光数量与退出电缆段远端的光数量之差。

光功率电平用 dBm 表示。0 dBm 等于 1 mW 的功率。大楼应用的 dBm 值一直为负，表明功率电平低于 1 mW。

为确定用 dB 表示的损耗值，把 dBm 表示的两个绝对功率电平相减：

$$\text{损耗 (dB)} = P2 \text{ (dBm)} - P1 \text{ (dBm)}$$

采用下面三个步骤，确定链路损耗或端到端衰减。

**第一步：参考功率(参见图 1.2)**

- A. 使用短(1 米)试线把光源连接到功率计上，试线的光纤类型和形状一定要与系统相同。
- B. 把结果记录为用 dBm 表示的参考功率 P<sub>REFERENCE</sub>。

**第二步：检查(参见图 1.3)**

- A. 断开功率计上的一号试线(不要断开光源上的试线)，在功率计和一号试线之间插入使用适配器的另一条试线(二号)。
- B. 检验两条试线是否良好，保证功率 P<sub>CHECK</sub> 落在 P<sub>REFERENCE</sub> 读数的相应连接器损耗范围内(0.50 dB)。如果有问题，检查所有试线连接器(除光源外)，重复第二步。如果读数仍然高，更换二号试线。

**第三步：链路测试(参见图 1.4)**

- A. 断开适配器上的一号试线和二号试线。不要从光源或功率计上断开试线。
- B. 把一号试线(光源试线)和二号试线插入到被测的电缆段的每一端。
- C. 作为 P<sub>RESULT</sub> 计算用 dBm 表示的功率电平，计算用 dB 表示的电缆段损耗：

$$P_{REFERENCE} \text{ (dBm)} - P_{RESULT} = \text{电缆段链路损耗}$$

**计算的链路损耗**

使用下面的公式计算衰减或链路损耗。

$$\text{损耗(dB)} = \text{电缆衰减} + \text{连接器衰减} + \text{接合衰减}$$

其中：

- 电缆衰减 = 衰减系数 x 长度。参见下表，确定各种工作波长、不同光纤形状使用的衰减系数。
- 连接器衰减 = 插头对数 x 连接器损耗。每个插头对使用的损耗为 0.75 dB。
- 接合衰减 = 接合数量 x 接合损耗。每个接合使用的损耗为 0.3 dB。

**衰减系数- 多模光纤**

对62.5/125 μm, 在850 nm 时为3.5 dB/km

对62.5/125 μm, 在1300 nm 时为1.0 dB/km

对50/125 μm, 在850 nm 时为3.5 dB/km

对50/125 μm, 在1300 nm 时为1.0 dB/km

**衰减系数- 单模光纤**

对9/125 μm, 在1310 nm 时为0.5 dB/km

对9/125 μm, 在1550 nm 时为1.0 dB/km

**确定链路损耗极限的实例**

对一端是连接器线对、具有单个接合，波长为 850 nm 的 62.5/125 μm 光纤，300 米的链路允许的最大衰减是多少？

- 从上表一中看出，最大衰减是 3.9。
- 计算的链路损耗：  
 电缆衰减 = 3.5 x 0.3 = 1.05 dB  
 连接器衰减 = 2 x 0.75 = 1.5 dB  
 接合衰减 = 1 x 0.3 = 0.3 dB  
 损耗 = 1.05 + 1.5 + 0.3 = 2.85 dB

链路允许的最大衰减以这两个数字中低者为准，即 2.85 dB。

**在链路损耗测试前，确认下述项目：**

- 试线的光纤类型和连接器类型与被测的链路或系统相同。
- 在测试前已经检查和清洁所有连接器、试线和适配器。
- 功率计和光源设置成相应的测试波长。
- 校准功率计。
- 光源已经稳定，中心波长位于测试波长的 ±20 nm 范围内。
- LED 谱宽(多模)位于 TIA/EIA-568-B 在 850 nm 时要求的 30-60 nm 范围内，在 1300 nm 时位于 100-140 nm 范围内。

**多条链路的最大衰减**

在互连使用多条链路时，即水平布线加主干电缆时，总衰减不得超过 11.0 dB。

**安装前测试**

在安装前测试光纤电缆，检验电缆本身的最初质量和完整性。尽管这并不是标准要求，但 Molex 企业布线网络部强烈推荐进行安装前测试，以防止涉及多方时出现责任争议或纠纷。

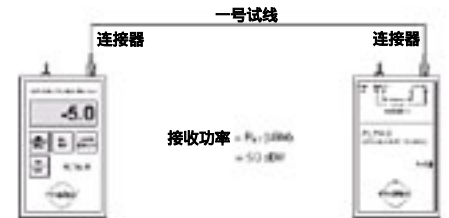


图 1.2

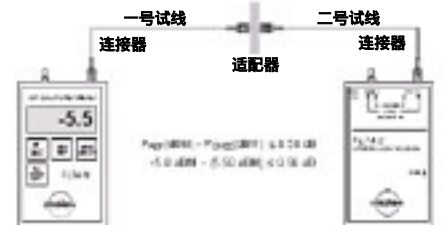


图 1.3

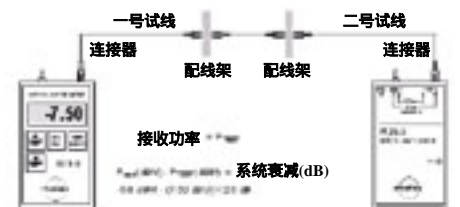


图 1.4

## 光时域反射计(OTDR)测试

光时域反射计(OTDR)用来在安装前测试电缆，检验电缆长度和衰减。它还为诊断电缆设施中的问题及量化与接合、连接器或单点缺陷有关的衰减提供了一个重要工具。图 1.5 说明了 OTDR 曲线，它用图形方式表示光纤段及这一段中的事件。

- 竖轴是损耗 (dB)，横轴是长度。
- 从左向右下降的直线表示在光沿着光纤传送时的衰减 (损耗)。下降的坡度越大，损耗越高。
- 线中的中断表示光纤链路中的事件。垂直下落的程度比较明显，通常表示熔断接合。下降的程度越剧烈，损耗越高。
- 尖峰表示插头连接点或机械接合，尖峰表示在光从玻璃传送到空气中、再传回到玻璃纤维中时光纤中的中断。

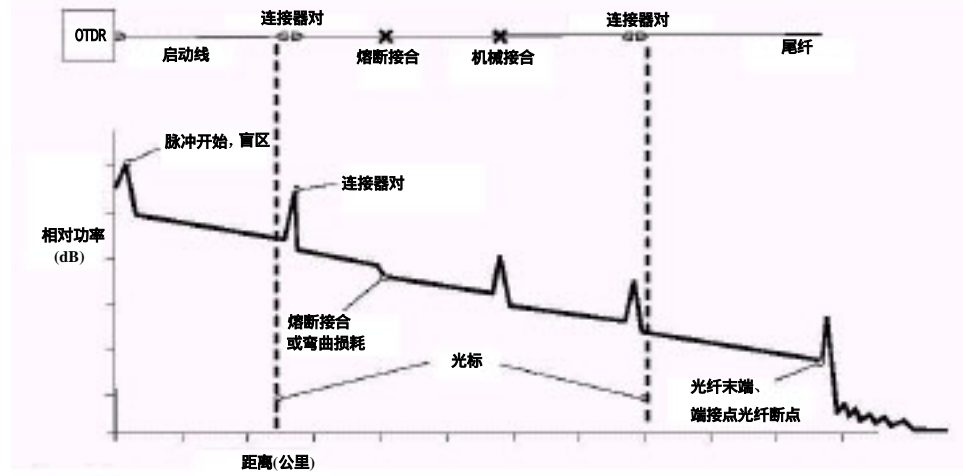


图 1.5

在曲线两端大的尖峰表示光纤的进出点。OTDR 曲线还可以表明链路中的单点缺陷。单点缺陷是无意事件，它与连接器或接合不同，但会导致额外的链路损耗，可能表明链路潜在的未来问题。单点缺陷是由于安装过程中及安装后电缆上的压力引起的，如弯曲过紧、收缩或电缆扎得太紧。单点缺陷通常看上去类似于故意事件 (连接器或接合)，这进一步突出了布线系统文档编制的重要意义。一直要编制文档，表明链路中的连接器和接合位置，以区分布线系统中的故障事件和无意单点缺陷。

OTDR 测量并不能充当连续性测试。可以在光纤跨度的远端增加一条短的尾纤，以执行连续性测量。但是，这不能消除对双向测试的需求。