



解决方案

## 光纤链路的现场质量检测方法

(续)



(上接第4期)

### 2 光纤现场 OTDR 测试 (二级测试 Tier 2 的增项)

#### 2.1 光纤长度测试方法

光纤长度有两种测试方法: 飞时法和反射法。

飞时法是用两根等长光纤来完成测试的 (计算机网络一般都成对使用光纤), 测试的原理很简单: 将一对等长的被测光纤对端短路形成自环, 检测光信号一个来回所用的时间, 其一半时间所对应的长度就是被测光纤的长度。用 OLTS 法测试衰减时可以附加飞时法测试光纤的长度 (如 DTX-1800MS)。飞时法需要用两根光纤才能完成测试, 如图 4。

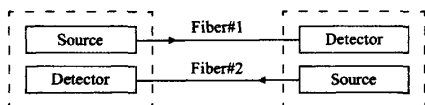


图 4 计算机网络中通常成对使用光纤

反射法 (OTDR) 是利用光信号传送到对端后会反射回来这一特性来进行长度测试。检测光脉冲来回所用的时间, 其一半时间对应的长度就是光纤链路的长度。反射法只用一根光纤就能完成测试。可以使用标准的 OTDR 来测试光纤长度 (如福禄克的 OptiFiber 光纤认证测试仪), 也可使用廉价、简化的 OTDR 来测试光纤长度 (只显示长度, 不显示 OTDR 曲线, 如福禄克的 Fiber OneShot 光纤长度测试仪)。

长度测试的意义除了在于知道一根光纤的长度外, 还可以了解光纤断点的准确位置, 这在排除故障时非常有用。

#### 2.2 高速光纤链路的升级阵痛

早期的 OTDR 只是用于测试并定位光纤的断点或显示长度, 并不用于质量评估。

升级阵痛一般是指系统从低速链路向高速链路升级时出现的性能明显下降的现象。在以太网设备中, 则特指光纤从千兆向万兆升级的时候出现的一种特定故障现象。其特征表现是: 系统在千兆时应用很正常, 但向万兆升级时则出现误码率增加甚至完全不能连通的故障现象。按照 10 Gbase-S 应用标

准检查链路, 链路的衰减值不超标 (2.6 dB), 长度不超标 (300 m), 类型无差错 (是 OM3 万兆光纤), 可参见表 1。

升级阵痛很容易让人怀疑是万兆设备或万兆模块的问题, 经过长时间检查和尝试着更换模块、设备后仍然不能解决问题, 最后才怀疑是光纤链路的问题—采用 OLTS 法测试仍然合格。

解除升级阵痛需要进行光纤二级测试, 即在原来一级测试的基础上增加 OTDR 曲线测试, 判断有无引起性能下降的事件 (如较差的连接点或熔接点)。

对于已经安装的高速光纤 (比如 OM3 万兆多模光纤), 虽然现在实际使用的是低速应用 (比如 100base-F), 也需要进行二级认证测试。但由于国标中尚未对高速光纤的检测要求进行修订和补充, 故有此要求的甲方只能在合同中与乙方专门约定使用应采用 TSB-140 标准进行高速光纤的二级认证测试, 并在合同中约定可接受的检测门限值。

#### 2.3 OTDR 的测试原理

光沿着光纤向前传输, 但沿途也有微量的光会被反射回来, 这就好像用手电照到雾, 我们可以看到眼前有白色的雾气 (反光)。如果空气中没有雾也没有尘埃等杂质, 那么我们是看不见眼前的空气的 (手电发出的光不会被纯净的空气反射回来)。正是利用光纤当中这种微弱的反射光 (学名瑞利散射), 我们就可以判断光纤的衰减值。因为光纤越近我们收到的反射光越强, 越远则越弱, 这种强弱之间的差值就反映了一段光纤的衰减值。

在遇到光纤接头时, 反射会很强 (比瑞利散射强万倍, 学名叫菲涅尔反射), 根据接收到的光强度, 我们就知道这是一个接头。类似地, 熔接点处只有反射光突然地减弱现象, 我们据此就知道这是一个熔接点, 如图 5。

#### 2.4 OTDR 测试能否帮助减少升级阵痛

升级阵痛中有一个特点是一级测试合格, 即总衰减和总长度不超标, 但这并不代表光链路中每个连接点或者熔接点的衰减值都符合要求。OTDR 原始的用途是被设计用来查找光纤的断点, 以便迅速找到被施工弄断的光纤的具体位置。而近 10 年来

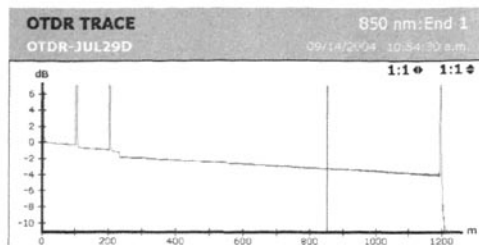


图5 OTDR 曲线(反射峰是接头, 下跌处是熔接点)

OTDR 的用途被大大扩展, 其中一个主要用途就是用来判断链路中每个连接点、熔接点的衰减值和反射值(ORL), 我们可以根据曲线指示的位置找到这个导致链路误码率上升的故障点。

用于解决升级阵痛的 OTDR 和用于定位断点位置的 OTDR 功能有所不同, 前者要求分辨率高, 能识别甚至 1m 的跳线, 主要用于园区网/局域网中检测诊断大量的短距离、高密度和多跳接的光纤链路; 后者则要求测试距离远, 比如 100 km~200 km, 对应的动态范围大, 对分辨率要求低, 甚至无法认出 15 m 的跳线, 主要用于干线光纤特别是单模光纤的测试。

一个既能测试长距离又具备很高分辨率的 OTDR 可能造价远远超过用户的接受能力, 只能有极少数用户会需要它。

## 2.5 中间连接或者转接较多的短光纤链路应使用的 OTDR

很显然, 这是局域网/园区网类型的用户, 应该使用高分辨率(高解析度)的 OTDR, 为了适应局域网/园区网的测试范围, 并兼顾制造成本, 这类 OTDR 的测试距离和动态范围一般都不大。

## 2.6 OTDR 估算法和 OLTS 法对比

既然 OTDR 也能根据反射光的强度(对应距离)估算衰减, 那么何不就用 OTDR 的估算值来代替 OLTS 测试的衰减?

从精度来看, 当然是 OLTS 的仿真度和精确度高, 所以衰减认证测试的结果均要求使用 OLTS, 但 OTDR 曲线可以用于快速估算衰减, 特别有利于诊断故障的时候做快速参考和定位。

OLTS 是双端测试, 而 OTDR 是单端测试。

## 2.7 二级测试中定义的 OTDR 测试是否提供相关的通过/失败评判标准

目前二级测试的标准只有 TSB140 定义, 主要就是为了解决升级阵痛的问题。其中的衰减门限是开放的, 即允许用户自行定义合格与否的门限制。

默认的判据为光纤链路中的连接器衰减值不超过 0.75 dB, 熔接点衰减值不超过 0.3 dB, 此值系根据 TIA568B 的通用标准给出。而对于要求高的则可以自行定义门限制。

## 2.8 如需检测 EPON/CATV 光纤链路, OTDR 能否测试分光器链路

这是可以的。分光器链路的特点是在分光器所在位置, OTDR 曲线显示为有一定量的反射, 同时还有很大的衰减值(此为最大特征), 在分光器后则因为存在多条并行的光纤链路, 长度不一致, 故曲线的衰减速度和反射位置可能出现的“时机”不太规则。同样地, 分光器的“失败”判定需要人工进行, 目前还没有一个广为接收的标准可以自动进行识别和判定。

## 2.9 如需检测手里的一批跳线, OTDR 能否测试跳线的质量

这是可以的, 但又是有条件的。跳线的参数一般有关衰减值和反射值(ORL, 光回波损耗)构成。由于跳线可能很短, 检测跳线的 OTDR 要求分辨率很高, 甚至能识别 0.5 m 的跳线。另外需要 OTDR 能附带 OLTS 模块测试衰减值。而一般的 OTDR 不附带 OLTS 模块(典型的 OLTS 模块就是光源和光功率计)。一个具备 OLTS 测试能力的 OTDR 就是一个典型的光纤二级测试认证仪器, 但只有高分辨率的 OTDR 才能认证跳线质量。

为了避免发射死区和末端空载反射(指末端不接跳线), 达了解光纤链路两端连接点质量的目的, 需要在光纤两端加上补偿光纤(俗称面包)。

## 2.10 检查和修复有问题光纤的方法

使用 OLTS 可以发现光纤衰减值不符合要求, 使用 OTDR 可以定位具体的故障位置; 使用光纤显微镜可以查看端面是否有污渍或者损伤; 用清洁工具可以祛除污渍; 用光纤熔纤机可以重新熔接光纤。

Fiber Viewers



图6 光纤显微镜



图7 补偿光纤(面包)

文/福禄克网络公司 尹岗