

快速光缆故障定位

董淑福, 倪延辉, 李维民, 魏会贤

(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要:指出了光缆故障定位的措施,总结了各种光缆故障的原因及现象,分析了 OTDR 进行各种故障准确定位时所得后向散射信号曲线的特征。

关键词:光缆;故障定位;光纤通信

中图分类号:TN929.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)01-0053-03

信息社会的要求使人们把光纤作为首选传输媒介,基于此,国际、国内已铺设了上亿公里的光缆线路,采用了架空、管道、直埋及水底等各种敷设方式^[1~2]。就国内而言,“八纵八横”光纤骨干网的完成加上省内二级干线及正在逐步普及的光接入网构成了一个规模庞大的光纤通信网络^[3]。然而,随着光缆线路的日益增多,各种原因产生的光缆故障对通信所带来的损失越来越大。本文就快速进行光缆故障定位问题作了进一步的分析研究,以期尽可能减小由线路故障带来的损失。

1 光时域反射仪的测量原理

光时域反射仪^[4](OTDR)是光缆生产、线路施工及维护中必不可少的一个非常重要的仪表,可以测量光纤损耗、接头损耗、光纤长度及故障点的位置等,其测量原理如图1所示:在光纤输入端注入一个很强的探测脉冲,该脉冲在光纤中传输时,产生瑞利散射,其中部分散射信号逆光纤送回,即所谓后向散射信号。当遇到障碍时,还会产生一个尖锐的反射信号迭加到后向散射信号上。这些反射、散射信号经耦合装置送到光检测器并进行放大处理。显然,如果已知光在光纤中的传播速度 $V_n = C/n(\lambda)$,又测得从发送光脉冲到接收到反射信号的时间延迟 Δt ,则故障点距始端的距离 $L = V_n \Delta t / 2 = (1/2)C/n(\lambda)\Delta t$ 。

但是,OTDR 的测量范围是有限的,并且实际的光缆线路每隔一定距离就要设一中继站对信号进行放大,也就是说,OTDR 不可能对整个线路全程进行检测。因此,必须结合实际情况,首先对光缆故障初步定位,然后再用 OTDR 进行核实,才能及时查找到故障位置。

2 光缆故障原因及现象

光缆故障,大致可分为两类:一是光缆断纤故障,一是光纤损耗增大故障^[5]。

2.1 光缆断纤故障

收稿日期:2000-03-03

基金项目:空装科研部科研基金资助项目(KJ00123)

作者简介:董淑福:(1970-),男,山东胶南人,讲师,硕士,主要从事光纤通信研究。

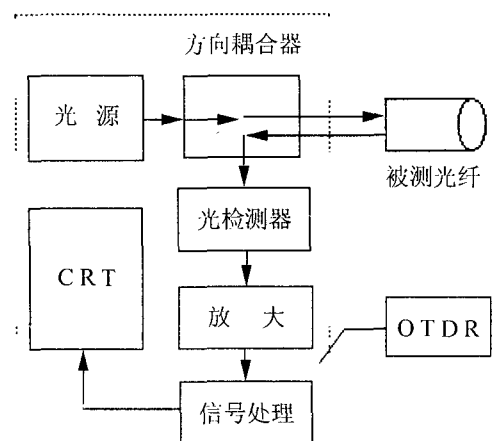


图1 OTDR 测量原理

当发生光缆断纤故障时,缆内光纤可能在某处发生部分断纤甚至全断。

对架空光缆来说,造成断纤的原因有汽车撞杆拉断、超高挂断、倒树倒杆砸断、鸟枪击断、放炮炸断以及振动和静态疲劳造成的断纤,其特点是缆内光纤一般在一处全断。

对直埋光缆来说,可因施工挖断、洪水冲断、雷击击断、塌方、滑坡、地陷拉断及虫鼠咬断等造成光纤中断,通常是缆内光纤在一处全断。

对管道光缆来说,地陷、塌方都可导致光缆断纤。它们的特点是除光缆故障外,同管道铺设的其它缆线均在一处发生故障。

2.2 光纤损耗增大故障

当发生光纤损耗增大故障时,接收端虽可以收到光信号,但低于正常值,轻则通信质量下降,严重时通信中断,原因如下:

光缆制造质量引起损耗增大。特点是缆内所有光纤在某一个或几个单盘长度上损耗都增大,并且是逐渐增大。

弯曲或微弯引起损耗增大。弯曲损耗一般发生在新增或因故打开过的接头内。微弯损耗的产生一是预回土时不慎将石块填入压住光缆造成,二是光缆进水结冰后使光纤受到挤压产生。

雷击造成损耗增大。特点是缆内一根或几根光纤同时在某一点损耗增大,并通常伴有挡潮层等接地现象。

光缆进潮引起损耗增大。特点是所有光纤损耗都上升,且随着时间推移而逐渐增大,同时伴有挡潮层与加强芯间绝缘下降和挡潮层接地故障。

3 用 OTDR 进行故障验证

在对故障初判的基础上,就可以结合 OTDR 进行故障的精确定位。对不同故障,用 OTDR 获得的后向散射信号曲线也不同。

3.1 光缆断纤故障

光缆断纤故障,从其后向散射信号曲线来看,可分为两种情形。一是断纤处存在一个良好的端面,因此将有一个比较强的菲涅尔反射峰及一个大的负向阶跃,如图 2(a)所示。图中,菲涅尔反射峰的产生是由于断纤处存在的良好端面的反射所造成,大的负向阶跃是由于光纤断裂点后续长度上的本地光功率迅速下降所致,因为后向散射信号强度与本地光功率成正比。可见,菲涅尔反射峰所对应的横坐标值就是测量点到故障点的距离。第二种情形是在光缆断纤处是粉碎性断裂,不存在一个良好的端面,因此仅有一个大的负向阶跃,没有象图 2(a)中所示的菲涅尔反射峰,如图 2(b)所示,大的负向阶跃的产生原因同前,而阶跃点所对应的横坐标值即是测量点到故障点的距离。

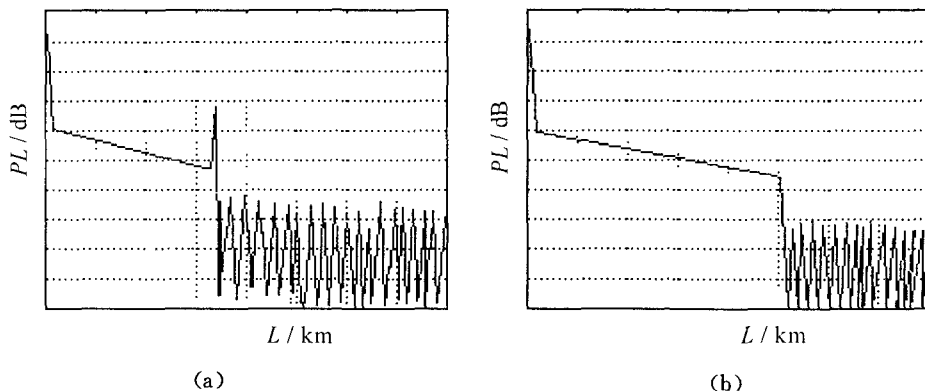


图 2 光缆断纤故障的后向散射信号曲线

3.2 光纤损耗增大故障

当发生光纤损耗增大故障时,在后向散射信号曲线上,在故障点出现异常损耗台阶,如图 3(a)所示,原因就是 2.2 中所述的弯曲或微弯或雷击等导致光纤在某一点损耗增大,图中异常损耗台阶点的横坐标值就

是测量点到故障点的距离;或者在某一段上曲线斜率比以前变大,即单位长度的损耗变大,如图 3(b)所示(其中曲线 1 来自原始资料,曲线 2 是当前测试结果),产生原因是由于光纤本身质量差或浸潮所致,图中 a 点到 b 点之间就是故障光缆段,需换纤或换缆。

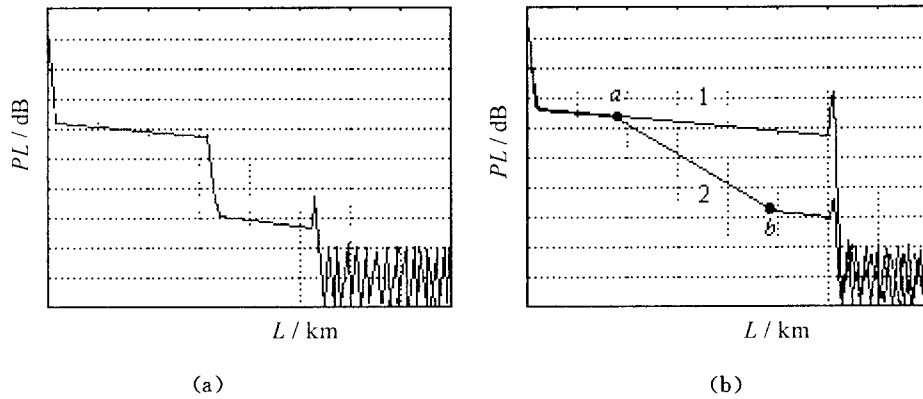


图 3 光纤损耗增大故障的后向散射信号曲线

在使用 OTDR 进行测量时,应注意以下问题:1)根据实际情况,设置光纤的群折射率、系统工作波长、光纤类型、脉冲宽度、测量范围等参数,以免影响测试精度;2)若采用假纤法,假光纤与待测光纤性能及几何尺寸应一致,以减少测量误差;3)用 OTDR 测得的是光纤的长度,要根据厂家提供的光纤与缆长换算系数换算成光缆的皮长。

4 结束语

快速光缆故障定位要求线路抢修人员对沿线路由状况了如指掌,对各种光缆故障特点胸有成竹,对 OTDR 的使用驾轻就熟,才能达到快速、准确的要求。

参考文献:

- [1] 胡先志,邹林森,刘有信,等. 光缆及工程应用[M]. 北京:人民邮电出版社,1998.
- [2] 毛 谦. 中国光纤通信技术的现状及未来[J]. 电信科学,2000,16(1):25-28.
- [3] 张 煦. 光通信论坛论文集[C]. 上海:上海通信学会光通信委员会,1999.1-6.
- [4] 解金山,陈保珍. 光纤数字通信技术[M]. 北京:电子工业出版社,1997.
- [5] 胡启明. 99 有线传输技术网技术交流论文集[C]. 河北:邮电部有线传输技术情报所,1999.281-283.

Fast location of fiber cable troubles

DONG Shu-fu, NI Yan-hui, LI Wei-min

(The Telecommunication Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710077, China)

Abstract: In this paper the ways to locate fiber cable troubles fast are pointed out, the reasons and phenomena of various fiber cable troubles are also discussed. At last, the features of backscattering signal curve using OTDR are analyzed when locating fiber cable trouble accurately.

Key words: fiber cable; trouble location; optical fiber communication