

基于OTDR的光缆线路测试与曲线分析

张振中

(湖南邮电职业技术学院,湖南长沙 410015)

【摘要】在光纤通信系统中,通信中断的主要原因是光缆线路故障,在处理光缆线路故障定位时,要使用OTDR对故障原因进行分析,确定原因后排除故障。通过使用OTDR分析光缆线路中常见的故障,以提高现场维护人员处理故障的能力。

【关键词】OTDR;光缆线路测试;曲线分析

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2021.03.006】

【中图分类号】TN913.33

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2021)03-0019-03

Optical Cable Line Test and Curve Analysis Based on OTDR

ZHANG Zhen-zhong

(Hunan Post and Telecommunication College, Changsha, Hunan, China 410015)

Abstract: In optical fiber communication system, the main reason for communication interruption is the fault of optical cable line. When dealing with the fault location of optical cable line, we should use OTDR to analyze the cause of the fault, determine the cause and troubleshoot. This paper expounds the use of OTDR to analyze the common faults in optical cable lines so as to improve the ability of on-site maintenance personnel to deal with the faults.

Keywords: OTDR; optical cable line test; curve analysis

光缆线路工程按障碍发生的情况可分为显见性障碍和隐蔽性障碍。显见性障碍查找比较容易,多数为外力影响所致。可用OTDR仪表测定出障碍点与测试点之间的距离和障碍性质,线路查修人员结合竣工资料及路由维护图,可确定障碍点的大体地理位置,沿线寻找光缆线路上是否有动土、建设施工,架空光缆线路是否有明显拉断、被盗、火灾,管道光缆线路是否在人孔内及管道上方有其它施工单位在施工过程中损伤光缆等,发现异常情况即可查找到障碍点发生的位置。隐蔽性障碍查找比较困难,如光缆雷击、鼠害、管道塌陷等造成的光缆损伤及自然断纤,因这种障碍在光缆线路上不能直观看到异常情况,所以称隐蔽性障碍。如果盲目去查找隐蔽性障碍就可能造成不必要的财力和人力的浪费,如增加直埋光缆土方开挖量等,延长障碍时长。

1 光缆线路的测试方法

光缆线路的测试使用的测试仪表为光时域反射仪(OTDR),其主要用来测试光缆的长度、衰减系数(波长850 nm、1310 nm和1550 nm)、接头损耗、衰减均匀性、事件点的位置等,通过测试曲线判断光缆线路的故障位置^[1]。OTDR的事件门限包括反射、非反射事件及光纤末端的门限值^[2];非反射事件,当事件的插入损耗大于设定值时,仪表才判定为一个非反射事件,小于设定值时不作为事件出现;反射事件,一般用反射损耗来表示(通常在-40 dB左右);光纤末端,一般设定为3.0 dB左右^[3]。光缆线路的测试如图1所示。

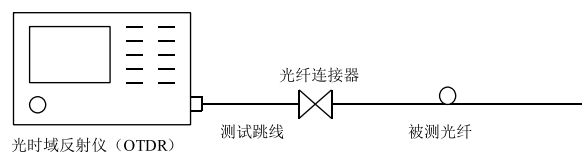


图1 光缆线路的测试方法示意图

【收稿日期】2021-06-02

【作者简介】张振中(1981-),男,四川邻水人,湖南邮电职业技术学院副教授,硕士,研究方向:通信技术。

【基金项目】2020年湖南省教育科学工作者协会课题“产教融合背景下面向通信工程类初创企业的技术成果转化路径研究”(课题编号: XJKX20B052)。

第1步,按图1所示连接OTDR和被测光纤,注意测试跳线的长度要选择2公里以上^[4]。

第2步,开启OTDR的电源,测量参数包括起始位置、测试区间、脉冲宽度、测试波长、工作模式、优化模式、测量模式和平均时间参数。起始位置:设定测量的起始位置,一般将被测光纤的起始点定为测试的开始位置。测试区间:设定测量的距离,测试区间常常稍大于被测光纤的长度。脉冲宽度:设定测量所用脉冲宽度,一般选择10 ns、30 ns、100 ns、300 ns、1 μ s、3 μ s、10 μ s等几种,如不知具体脉冲宽度,可以用自动测试方式获得相应的测量结果。波长:设定测量时所用波长,一般选择850 nm或1310 nm或1550 nm三种其中一种。工作模式:主要指仪表是以自动或手动方式工作。

第3步,按下运行键,输出指示灯亮表示测试开始,等待指示灯灭则OTDR自动生成测试曲线,测试完毕存储曲线并进行曲线分析。

2 光缆线路的曲线分析

2.1 光缆线路正常

图2为使用OTDR仪表对光缆线路测试所产生的正常曲线图,设置两个光标分别为A和B。其中光标A设置在第一个菲涅尔反射后沿为被测光缆线路的起始端,光标A之前的部分为OTDR仪表的测试盲区,从光标A开始正常记录光缆线路测试数据。光标B设置在第二个菲涅尔反射前沿为被测光缆线路的结束端,光标AB之间的距离即为被测光缆线路的长度。

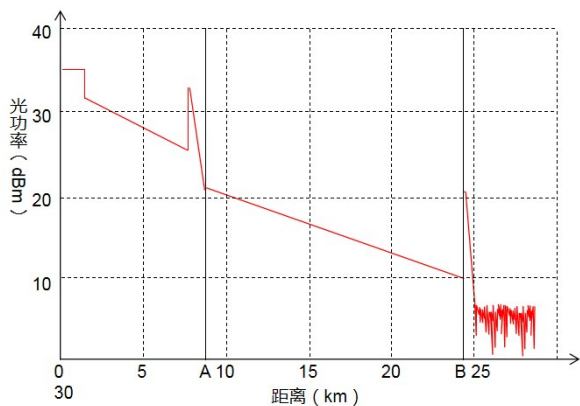


图2 正常OTDR曲线图

2.2 光缆线路曲线图一

如图3所示,曲线初始是有信号的,然后突然下降至消失,后续再无信号反应。通过对现象的分析可以知道,OTDR光发射机信号输出的,表示光源是正常工作的,不然仪表初始不会有信号,但是后续信号突然消失。原因一,光发射机的信号发射

不出去,被测光缆和测试光纤是否正常连接,OTDR仪表是否开机,光纤连接器是否为相同型号,是否做好接头清洁工作,正常连接后故障排除。原因二,光纤连接器被污染,使用无水酒精或无尘纸清洁连接器端头后故障排除。原因三,光缆断点距离测试点过近导致OTDR仪表无法识别,增加一段完好的测试用光纤,测试用光纤长度要在2公里以上,增加测试用光纤后故障排除。

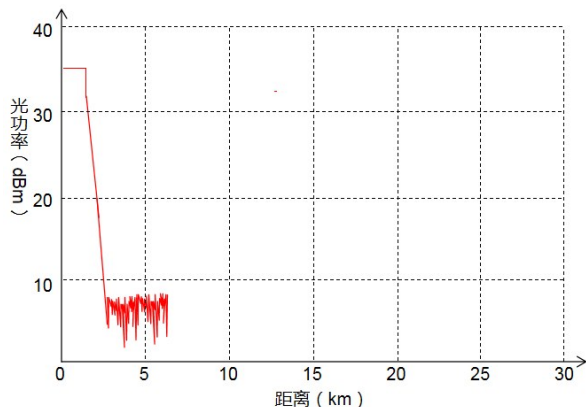


图3 OTDR曲线图一

2.3 光缆线路曲线图二

如图4所示,A点光功率值呈现阶跃性下降,并且两端曲线斜率基本相同,应为光缆线路传输损耗导致光功率下降,可以判断A点为正常光纤熔接点,无故障;B点光功率值呈现坡度下滑,并且两端曲线斜率不同,后段曲线斜率明显大于前段曲线斜率,可以判断光缆在B点出现非正常光功率下降,光缆施工过程或是维护的过程中因为施工不当导致光缆弯折角度过大从而产生弯曲损耗。在光缆线路施工和维护过程中减少因人为原因导致的光缆弯折现象,如必须弯折应该符合不小于光缆外径的15倍、施工过程中不应小于20倍的规定。

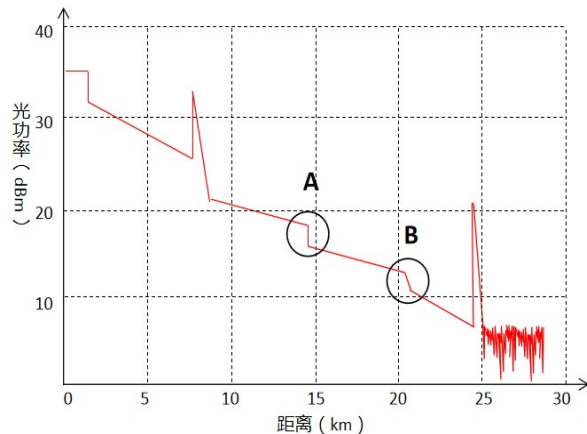


图4 OTDR曲线图二

2.4 光缆线路曲线图三

如图5所示,A点出现菲涅尔反射峰,并且两端

曲线斜率基本相同;B点出现菲涅尔反射峰,并且两端曲线斜率基本相同;A点出现高峰值菲涅尔反射峰,并且两端曲线斜率不同。由于A点和B点两点菲涅尔反射峰值基本相同,而且线斜率基本相同,可以判断A点和B点为活动连接器,属于OTDR光缆测试中的正常事件。由于C点菲涅尔反射峰值明显高于A点和B点,并且后段斜率明显大于前段,可以判断C点为光纤断点。

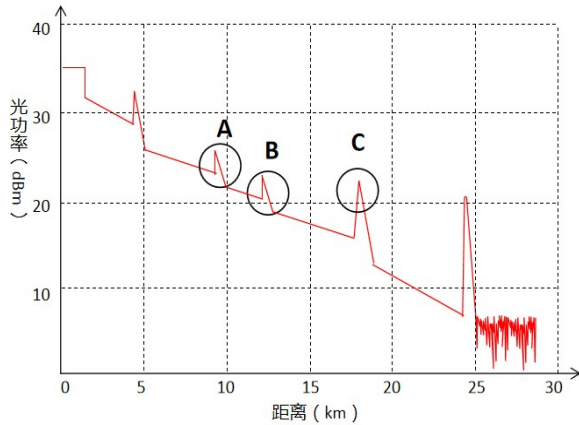


图5 OTDR曲线图三

2.5 光缆线路曲线图四

如图6所示,光纤初始端正常,光纤末端无非涅尔反射峰现象,曲线斜率正常,可以判断光纤的初始端但是无法判断结束端,无法确认光纤长度和损耗。原因一,光纤末端端面比较脏,导致OTDR仪表无法检测到反射回来的光信号,可以采用清洁光纤端面后重新测试方式排除故障;原因二,光纤末端端面制作质量比较差,导致OTDR仪表无法检测到反射回来的光信号,重新制作端面并清洁后故障排除;原因三,OTDR仪表量程设置错误,量程要设置在被测光纤长度2倍以上,增大量程故障排除。

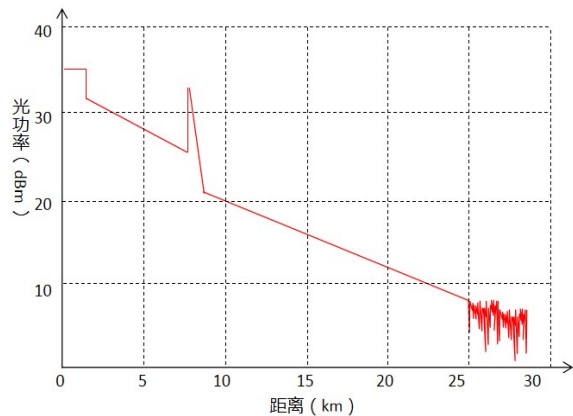


图6 TDR曲线图四

2.6 光缆线路曲线图五

如图7所示,前段和后段曲线平滑正常,中间部分曲线出现不规则变化,且整段光缆线路光衰减指标基本正常。原因一,波长设置不当,调整为1310 nm光波长,重新测试曲线回复平滑,光纤衰减斜率基本正常,故障排除;原因二,测试方法不当,关闭OTDR仪表,对各部分光纤连接器、耦合器、光衰减器等进行清洁,重新开机,重新测试,故障排除;原因三,光缆弯曲半径过小,工程中光缆固定后的弯曲半径不小于光缆外径的15倍。

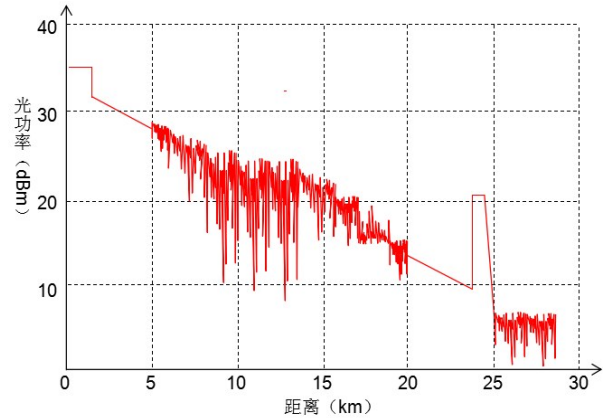


图7 OTDR曲线图五

3 结束语

通过对上述五组OTDR曲线图的现象描述、比对和故障分析可以得出,图2为正常OTDR曲线图,图3主要是光缆施工过程中或是维护的过程中人为操作不当引起的故障,图4和图5主要是光纤断纤引起的故障,图6和图7主要是光纤链路某点衰减过大引起的故障^[5]。通过对曲线图分析找到光缆线路故障对应的解决方式,提升现场维护人员故障处理能力,提高光缆线路工程的整体质量,保证客户有流畅的业务体验^[6]。

【参考文献】

[1]包宇奔,孙军强,黄强.布里渊光时域反射仪分布式光纤传感研究进展[J].激光与光电子学进展,2021(21):21-3.
 [2]黄强,孙军强,包宇奔,刘新波.长距离布里渊光时域反射光纤传感技术进展[J].激光与红外,2021(4):395-403.
 [3]王琼,金永黎,欧元超,付茂如.基于布里渊光时域反射技术的断层稳定性监测试验[J].安徽理工大学学报(自然科学版),2021(2):51-56.
 [4]赵燕华.浅析新时期光纤通信工程光缆线路施工技术[J].通讯世界,2017(19):77-78.
 [5]彦祺.光纤通信工程中同沟光缆的施工技术研究[J].河南科技,2016(1):144-146.
 [6]张振中.浅谈PON网络的工程测试方法[J].长沙航空职业技术学院学报,2012(4):58-61.