

G. 657 光纤与 G. 652 光纤的熔接损耗

杨晨 李婧 虞琦翔 李龙孙

1. 引言

随着近几年来“FTTx”建设的快速发展，光纤的敷设范围正在越来越接近终端用户。在“FTTx”网络敷设的“最后一公里”，抗弯曲性能优异的 G.657 光纤正被越来越多的网络运营商所接受并应用。

在实际的施工布线的过程中，会出现需要将 G.657 光纤与普通的 G.652 光纤进行熔接的情况。然而施工人员在用 OTDR 进行熔接损耗的测试时，往往会发现单向测试时 OTDR 的测试曲线会出现明显的“大正大负”的现象。

2. G.657 光纤简介

G.657 光纤是近几年来出现的一种用于“FTTx”建设的新型光纤，也就是通常所说的弯曲不敏感单模光纤，ITU-T 于 2006 年 12 月发布了 G.657 建议的第一版，并于 2009 年 11 月对该建议进行了修订。在最新版的 ITU-T G.657 建议中，G.657 光纤被分为了 4 个子类：G.657.A1、G.657.A2、G.657.B2、G.657.B3。

在表 1 中，详细列举了 G.652^[1]和 G.657^[2]光纤的 4 个子类模场直径的指标要求。

表 1: ITU-T 标准中对 G.652 和 G.657 光纤模场直径的指标要求

特性	单位	技术指标				
		G.652	G.657.A1	G.657.A2	G.657.B2	G.657.B3
1310nm 模场直径	μm	8.6-9.5	8.6-9.5	8.6-9.5	6.3-9.5	6.3-9.5
公差	μm	±0.6	±0.4	±0.4	±0.4	±0.4

从表 1 中可以看出，G.657.A1 和 G.657.A2 光纤的模场直径的中值与 G.652.D 光纤的要求相同，而且公差要求更为严格；而 G.657.B2 和 G.657.B3 类光纤模场直径的中值范围很宽，不与 G.652 光纤相兼容。

一般情况下，G.657.B2 和 G.657.B3 类光纤模场直径的中值在 6.3-8μm 之间，与 G.652 光纤的模场直径差异明显，所以由于模场直径失配所造成的熔接损耗也一般较大（OTDR 双向平均值一般大于 0.1dB）。

对于 G.657.A1 光纤，目前主要光纤生产厂家基本上都是从 G.652.D 光纤中挑选宏弯性能较好的光纤，所以 G.657.A1 光纤与 G.652.D 光纤在模场直径上的匹配程度相当高。

对于 G.657.A2 光纤，由于在明显改善光纤弯曲性能的同时，又必须保持与 G.652 光纤的兼容性，所以目前商业化的 G.657.A2 光纤的模场直径中值一般设计为 8.6-8.8μm 之间，而 G.652 光纤模场直径的中值一般为 9.0-9.2μm 之间，这就在一定程度上造成了 G.657.A2 光纤与 G.652 光纤的模场直径失配。

3. G.657 光纤与 G.652 光纤熔接时的“大正大负”现象

当熔接点两端的光纤模场直径差异达到 0.2μm 以上时，在使用 OTDR 设备对熔接后的光纤链路进行单向测试时，在熔接点处会出现明显的“大正大负”的台阶。特别是对于本身模场直径的中值就相差 0.2-0.4μm 的 G.657 和 G.652 光纤而言，这种现象就

更为明显。在实际的工程建设中，当 G.657 光纤与 G.652 光纤进行熔接时，OTDR 曲线会显示明显的台阶，这种现象与 G.652 光纤自身互熔时的现象差别很大，往往会给经验不足的熔接操作人员带来困惑甚至误导。操作人员会误以为熔接损耗过大而将此点重新进行熔接，增加返工的次数。为了准确的测量熔接点的熔接损耗的大小并判断此次熔接是否合格，必须进行双向测试并取双向平均值作为熔接损耗的真实值。

OTDR 测试原理的介绍可参看长飞公司技术白皮书 YOFC_10007_WP(OTDR 测试原理及曲线分析)。

目前 G.657 光纤的模场直径的中值一般在 8.6-8.8 μm 之间，G.652 光纤的模场直径的中值一般在 9.0-9.2 μm 之间，再考虑到至少 $\pm 0.4\mu\text{m}$ 的公差，有可能出现 G.657 光纤与 G.652 光纤的模场直径的差值达到 1 μm 以上，所以在 G.657 和 G.652 熔接时，OTDR 会在熔接点显示出明显的“大正大负”的台阶，而此单向测试所显示的台阶的“高度”是不能反映熔接点的真实损耗的。一般情况下，为了准确的评估 G.657 光纤的熔接性能，需要将 G.657 光纤按以下原则选纤：即按正态分布以模场直径的标称值作为中值来挑选测试光纤，G.652 光纤的选纤也需要按同样的原则进行。按此选纤原则来进行 G.657 光纤与 G.652 光纤的熔接测试，得到的结果可以真实的评估 G.657 光纤的熔接性能。

4. 长飞 EasyBand® Plus 光纤的熔接测试结果

长飞公司的 EasyBand® Plus 光纤，作为一种弯曲性能优异而且兼容性好的 G.657.A2 光纤，其模场直径按 8.8 μm 的中值设计，公差满足并优于标准中规定的 $\pm 0.4\mu\text{m}$ 。按上述选纤原则对 EasyBand® Plus 光纤的熔接性能进行了测试与评估，其测试结果如图 4 所示：

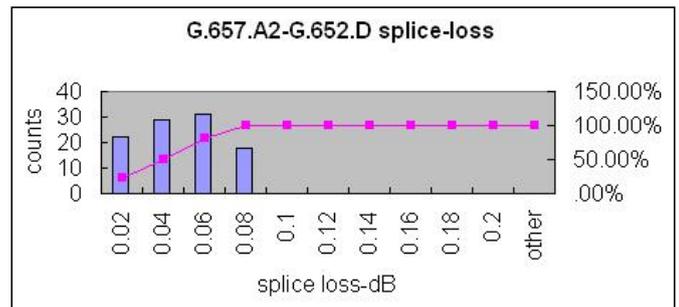
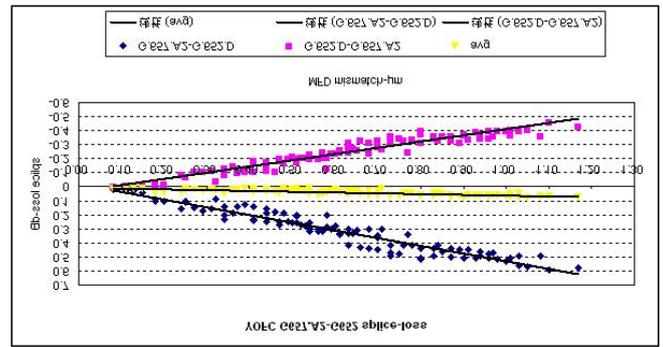


图 1.EasyBand® Plus 光纤的熔接性能（熔接机设备：藤仓 FSM-50S；熔接程序：普通单模程序）

从图 1 可以看出，由于模场直径的失配，单向测试时 OTDR 的曲线所显示的台阶“高度”明显，而双向测试后的平均值则准确的反映了熔接损耗的大小。EasyBand® Plus 光纤在测试中表现出了良好的熔接性能。熔接损耗的指标可以参考文献[4]。在参考文献[4]中，建议单个热熔接点的损耗的平均值应不大于 0.1dB，而 97%以上的测试结果应该不大于 0.2dB。

5. 结论

由于 G.657 光纤与 G.652 光纤的模场直径的差异较为明显，以及 OTDR 特殊的测试原理，造成了用 OTDR 单向测试 G.657 光纤与 G.652 光纤的熔接损耗时，OTDR 测试曲线会出现明显的“大正大负”的台阶。此台阶的“高度”不能真实的反映熔接点的损耗大小，测试人员需通过双向测试并取其平均值来判断熔接损耗的大小。网络设计人员在考虑线路的功率预算时，应该基于 OTDR 双向测试的结果来评估光纤的熔接损耗并纳入到功率预算中。一般情况下，如果熔接损耗的双向平均值在功率预算可以接受的范围内，则没

有必要进行重新熔接。根据实际测试结果，G.657 光纤与 G.652 光纤的熔接损耗的上限可以设定为 0.1dB。

参考文献

- [1] ITU-T G.652 (2009): Characteristics of a single-mode optical fibre cable
- [2] ITU-T G.657 (2009): Characteristics of a Bending Loss Insensitive Single Mode Optical Fibre and Cable for the Access Network
- [3] IEC TR 62316-2007 : Guidance for the interpretation of OTDR backscattering traces
- [4] ITU-T L.12-200803-E:Optical fibre splices
- [5] YOFC_10007_WP(OTDR 测试原理及曲线分析)

长飞光纤光缆股份有限公司

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：武汉市光谷大道9号（430073）

ADD: No.9 Optics Valley Avenue, Wuhan, Hubei, China(P.C.: 430073)

电话(Tel): +86 400-991-6698

邮箱(Email): marketing@yofc.com

www.yofc.com