

G. 657 光纤与 G. 652 光纤的熔接损耗

杨晨, 李婧, 庾琦翔, 李龙孙

2010 年 7 月

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 6.3-8 μm 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 8.6-8.8 μm 之间, 而 G. 652 光纤模场直径的中值一般为 9.0-9.2 μm 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 $0.2\mu\text{m}$ 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 $0.2\text{--}0.4\mu\text{m}$ 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。

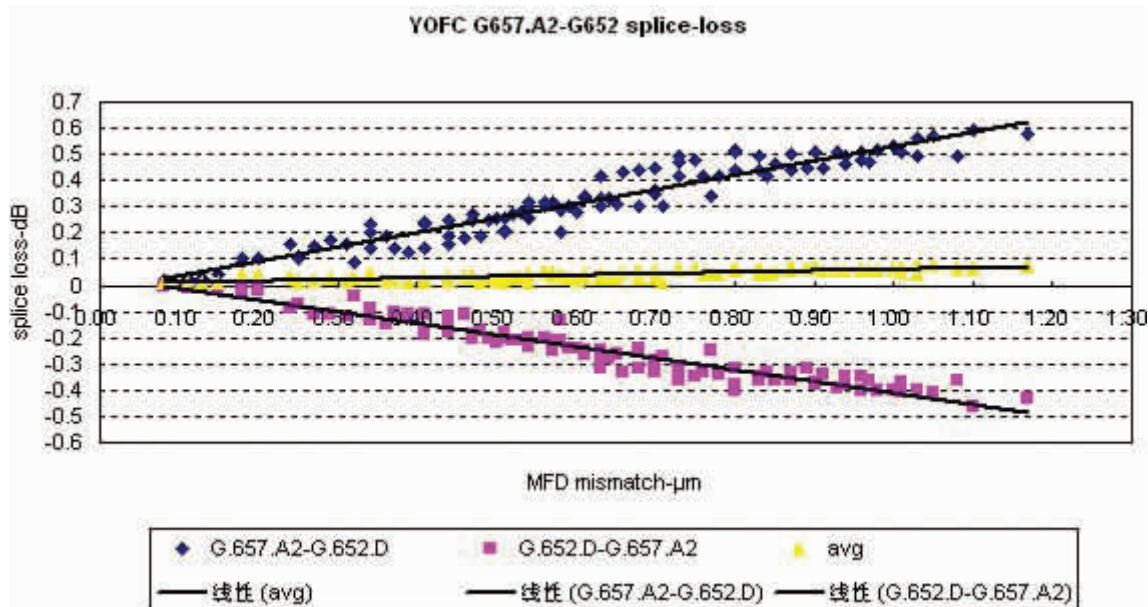
OTDR 测试原理的介绍可参看长飞公司技术白皮书 YOFC_10007_WP (OTDR 测试原理及曲线分析)。

目前 G. 657 光纤的模场直径的中值一般在 $8.6\text{--}8.8\mu\text{m}$ 之间，G. 652 光纤的模场

直径的中值一般在 $9.0\text{--}9.2\mu\text{m}$ 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 $1\mu\text{m}$ 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 $8.8\mu\text{m}$ 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：



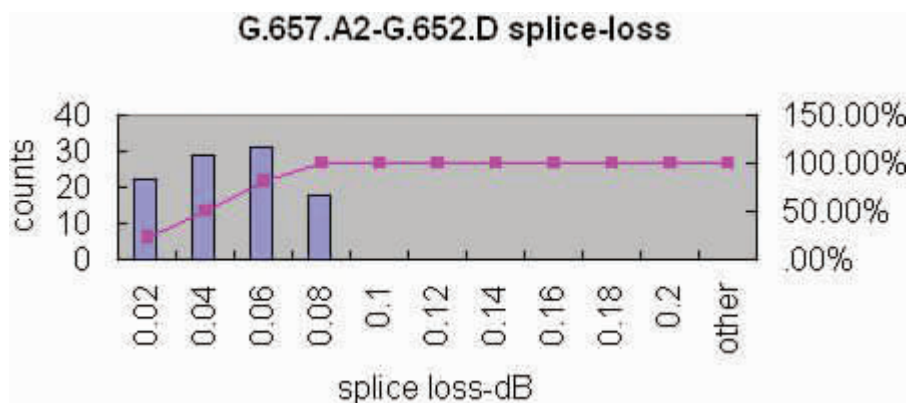


图1 EasyBand® Plus 光纤的熔接性能（熔接机设备：藤仓 FSM-50S；熔接程序：普通单模程序）

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)

长飞光纤光缆有限公司

YANGTZE OPTICAL FIBRE AND CABLE COMPANY LTD.

地址：中国武汉关山二路四号

ADD: 4# Guanshan Er Road, Wuhan, China

邮编：Zipcode: 430073

电话：TEL: +86 27 67887266
+86 27 87802541

传真：FAX: +86 27 87801760

Http://www.yofc.com.cn

本资料条款的最终解释权属于长飞公司