

# 光纤损耗测试方法及其注意事项

美国福禄克网络公司 康惠诚

## 1 引言

由于应用和用户带宽需求的进一步增加和光纤链路对满足高带宽方面的巨大优势，光纤的使用越来越多。无论是布线施工人员，还是网络维护人员，都有必要掌握光纤链路测试的技能。

2004年2月颁布的 TIA/TSB-140 测试标准，旨在说明正确的光纤测试步骤。该标准建议了两级测试，分别为：

- Tier 1（一级），使用光缆损耗测试设备（OLTS）来测试光缆的损耗和长度，并依靠 OLTS 或者可视故障定位仪（VFL）验证极性；
- Tier 2（二级），包括一级的测试参数，还包括对已安装的光缆链路的 OTDR 追踪。

根据 TSB-140 标准，对于一条光纤链路来说，一级测试主要包括两个参数：长度和损耗。事实上，早在标准 ANSI/TIA/EIA-526-14A 和 ANSI/TIA/EIA-526-7 中，已经分别对多模和单模光纤链路的损耗测试，定义了三种测试方法（长度的测量，取决于仪表是否支持，如果仪表支持，在测试损耗的同时，长度同时也会测量）。为了方便，我们分别称为：方法 A、方法 B 和方法 C。TSB-140 就是在这基础上发展而来，与此兼容。

那么这三种方法各有什么特点，怎么操作，应该在什么场合下使用呢？这正是本文要阐述的问题。另外，光纤链路的测试，不同于双绞线链路的测试，又有什么地方需要注意或者有什么原则可以遵循呢？这也是本文想与读者分享的内容。

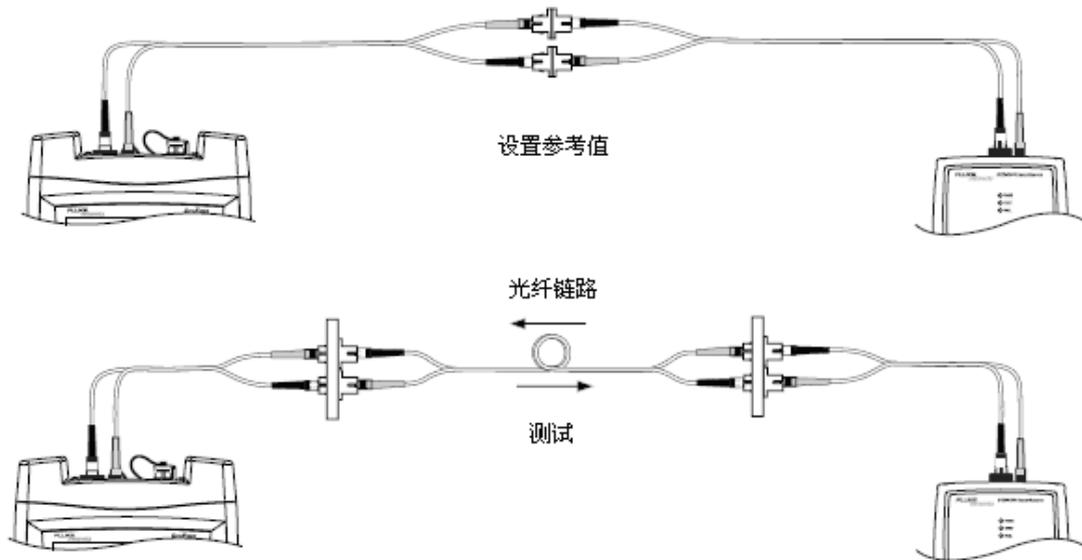
## 2 如何测试光纤链路损耗

光纤链路损耗的测试，包含两大步骤：一是设置参考值（此时不接被测链路），二是实际测试（此时接被测链路）。

下面我们具体介绍一下标准中定义的三种测试损耗的方法（以双向测试为例）。

### 2.1 测试方法 A

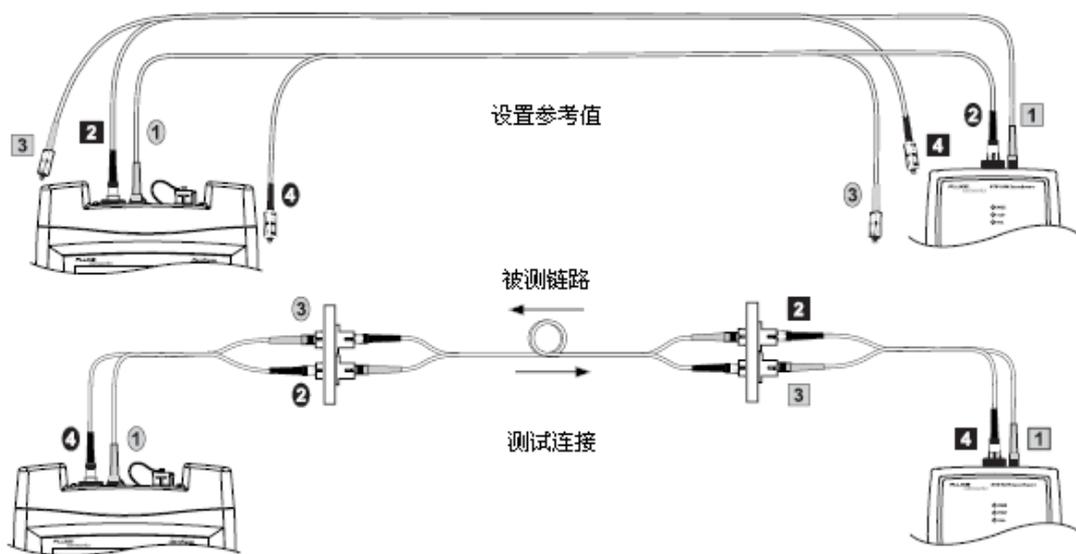
方法A设置参考值时，采用两条光纤跳线和一个连接器（考虑一个方向，如下图上半部分）。设置参考值后，将被测链路接进来（如下图下半部分），进行测试。



我们不难发现，每个方向的测试结果中包括光纤和一端的连接器的损耗。因此，方法A 是用来测试这种光缆链路：光纤链路一端有连接器，另一端没有。

## 2.2 测试方法 B

方法B设置参考值时，只使用了一条光纤跳线（考虑一个方向，如下图上半部分）。设置参考值后，将被测链路接进来（如下图下半部分），进行测试。

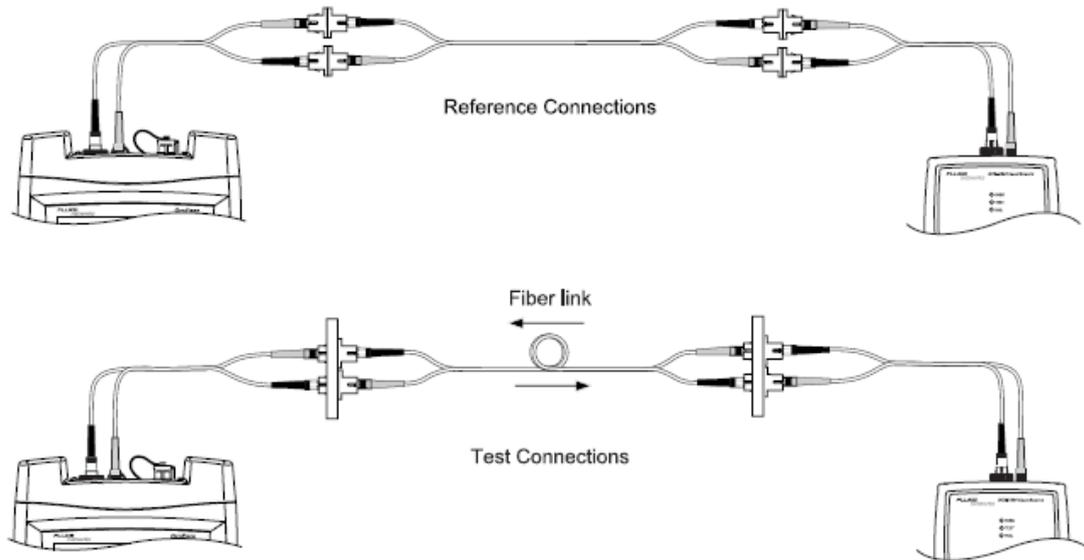


这种方法的测试结果中，包括光纤链路和两端连接的损耗。因此，方法B是用来测试这种光缆链路：链路两端都有连接器，其连接器的损耗是整个损耗的重要部分。这就是室内光缆的常见例子。

细心的读者不难发现，从技术角度讲，测试结果它还包括了额外的光纤跳线（3—4）的损耗，但是其长度较短，损耗可以忽略不计。对室内光缆网络，这种方法提供了精确的光缆链路测试，因为它包括了光缆本身以及电缆两端的连接器。

## 2.3 测试方法 C

方法 C 设置参考值时，使用三条光纤和两个连接器（单方向，见下图上半部分），其中两个连接器之间的光纤为长度小于 1M 的光纤跳线（通常为 30M），测试时，用被测光纤链路将连接器之间的光纤跳线替换（如下图下半部分）。



因此，方法 C 的测试结果，仅包含光纤的损耗，不包含两端连接器的损耗，而短光纤跳线引入的误差很小，可忽略不计。

这种方法，由于两端都不包含连接器的损耗，所以更适合于电信运营商的光纤链路的测试，因为电信的光纤链路通常距离比较长，光纤链路的损耗主要是光纤本身的损耗。而对于室内的应用，通常链路两端都会连接器，所以不建议采用这种方法。当然，对于两端没有连接器的光纤链路来说，此方法是适用的。

值得一提的是，如果被测链路两端的接头不一样，只要在设置参考值时，选用合适的连接器和相应的转接跳线即可。

## 3 测试方法的局限性和改进

标准中虽然规定了建议了三种测试方法。但是值得注意的是，这里有一个大前提，即：被测光纤的接头或连接器和仪表提供的接口必须要一致。除此之外，还有其它一些不尽人意的地方。

以方法B为例，当使用方法B 时，存在以下几个不足之处：

- 1、当参考值设置完后，进行实际测试时，需要将测试仪一端的连接光缆断开。千万要记住的是：千万不要断开光源输出端。输出端一旦断开，原来设置的参考值就失效了，必须重新设置基准，否则会严重影响测试的结果。不幸的是，人们往往忽视这一点。
- 2、即使我们知道要从测试仪测试(输入)端断开连接电缆，仍然要非常小心，尽量避免接头

处受到污染或检测器受到损坏。

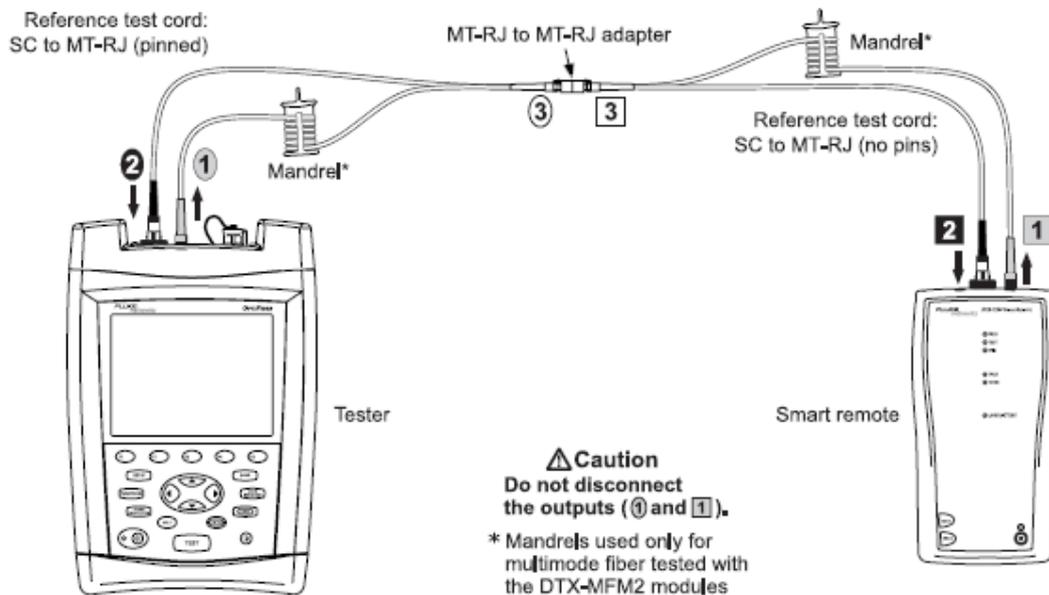
- 3、为了测试发送和接收同在一起的双工SFP连接器，从输入端断开的同时，源(输出)端也不得不断开，因而违反了第一条原则。
- 4、使用方法B时，要求你的测试仪连接器必须和被测光缆的连接器相同。

为了克服以上不足，我们介绍一种新的测试方法，它是方法B的改进。改进后，它不仅提供了同样的测试结果而且保证了和测试标准的一致性，同时克服了以上4点不足。

### 3.1 改进的测试方法 B

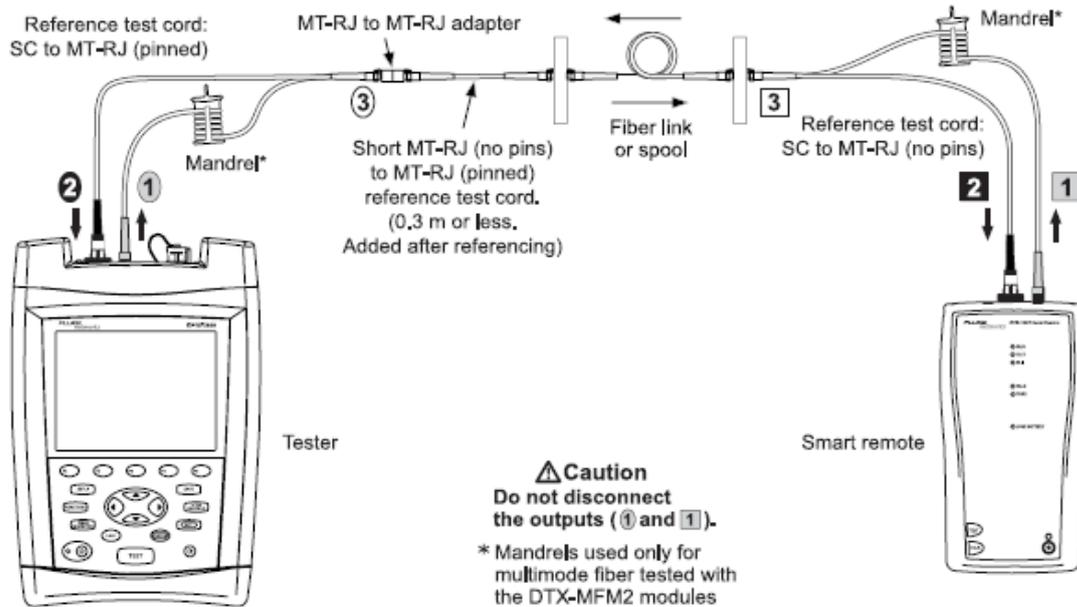
方法B的简单改进使得我们能够保持原来的精度(每次测量都包括光缆以及两端的接头，同时又避免了上述的缺陷。改进后的方法B，在设置参考时使用两条连接光缆和一个连接适配器，与方法A类似，然而，测试时的连接方式与方法A不同。

以测试两端都是MT-RJ连接器的一对光纤为例（仪表提供的接口为SC）。设置基准时，如下图所示。使用了一个双工MT-RJ连接器和四根SC——MT-RJ的短跳线。



测试时，断开连接器的一端，接入被测光纤，同时引入了额外的一对短测试跳线（MT-RJ——MT-RJ，通常30cm或更短），如下图所示。

容易看出，这样测试的结果和方法B测得的结果一样，测试结果包括光缆和两端连接器的损耗（MT-RJ——MT-RJ短测试跳线的损耗忽略不计）。



与测试方法B的一致性

改进的方法B和原来的方法B相比，有以下几点好处，并且保持了测试结果的一致性：

- 1、改进的方法B所得到的损耗测量结果和ANSI/TIA/EIA-526-14A中的方法B是一致的。根据方法B，可以正确地测量链路的损耗，测试时的链路比设置基准时的链路多出两个适配器。使用这种方法测量的损耗是链路中光缆以及链路两端连接器的损耗之和。
- 2、改进方法B，让我们可以方便测试不同接口类型的链路，而不受仪表本身接口的限制。而且改进的方法B，使得不需要在测试仪器接口处断开光纤，从而减少了由于重复插拔所导致的污染误差和对测试仪器的光接口的磨损。
- 3、解决了测试带有SFP双工连接器的光纤链路的复杂问题。

### 3.2 测试方法变通

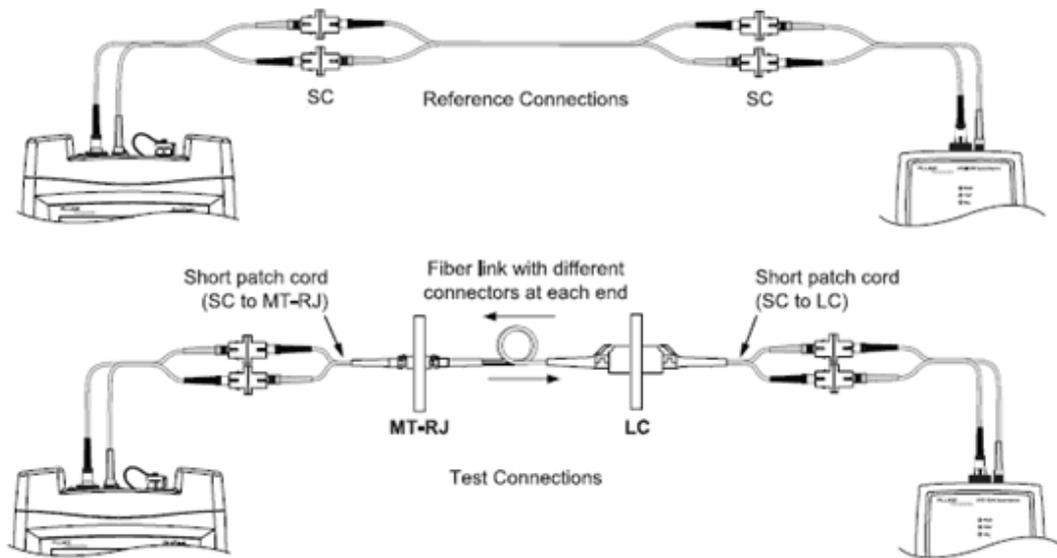
事实上，实际的被测链路千差万别。上面介绍的测试方法，在有些情况下，就没法进行了。比如：要测试一条两端连接器类型不同的链路（如：一端带 LC 连接器，另一端为 MT-RJ 连接器），就无法实现了。这时怎么办呢，其实只要稍做变通就可以了。

现在以测试一对“一端是 LC 连接器，另一端为 MT-RJ 连接器”的光纤链路为例（仪表提供的接口为 SC），加以说明。

这种链路用以上的方法都无法直接测试。于是我们要将这种链路稍加变通，让它变成可以用上述方法测试的链路。最直接的方法就是两端分别加上短跳线，从而变成方法 C 适用的链路。这里，我们在一端加上 LC—SC 的跳线，另一端加上 MT-RJ—SC 的跳线，变通之后，问题就变成测试一对 SC—SC 的链路，显然可以用方法 C 来测试。

于是，设置参考值时，其连接方式如下图上半部分，这是典型的方法 C 设置基准的方式。而测试时，只要将变通后的链路当成一个整体，按照方法 C 的步骤将被测链路接入进来即可。

注意到，测试结果中，除了原来的被测链路之外，还包括了两端增加的短跳线的损耗，由于短跳线的损耗很小，可以忽略不计。



其实，通过这种变通的方法，我们可以解决绝大多数光纤链路，是一种非常实用的方法。思路都是一样的，那就是通过增加短跳线来转化成方法 C 的测试问题。

细心的读者难免会问，为什么要两端都加跳线呢，只在一端加跳线行不行。回答是肯定的。比如，我们可以 LC 连接器一端，增加 LC——MT-RJ 跳线，因而就变成测试这样一条链路：一端是 MT-RJ 连接器，另一端是 MT-RJ 接头。显然我们可以用方法 A 来测试。测试结果和原来的链路有一根短跳线的误差，可以忽略不计。

归纳起来，不论对于什么类型的链路，我们都可以通过增加跳线的方式，将其转化成方法 A 或方法 C 来进行测试。至于增加什么样的跳线，有一个原则要注意，那就是：增加短跳线后，两端的接头或连接器要一致，而且尽可能在一端加跳线，而不是两端都加。

另外，要特别提醒的是，只能增加跳线，而不能增加连接器来转化问题，因为连接器引入的损耗太大，不能忽略不计。

### 3.3 测试方法的选择

光纤链路的测试方法我们介绍了好几种，步骤都是一样的，即先设置参考值，再测试。不同的方法，要选择合适的连接方式设置参考值，并且确保设置参考值后，能方便地将被测链路加进来，测试出准确的损耗。为了便于选择，本人编制了下表，供参考。

两端连接器个数	连接类型是否相同	接口与仪表是否匹配	适用方法	操作提示

1	相同	无所谓	方法 A	设置参考值时，连接器类型与被测链路的相同，每个方向一个
	不同	无所谓	变通方法	被测链路一端增加一条转接跳线，转化为连接器数量为 0 的链路
2	相同	匹配	方法 B	设置参考值时，无需连接器
		不匹配	改进方法 B	设置参考值时，连接器类型与被测链路的相同，每个方向一个
	不同	无所谓	变通方法	首先，被测链路两端分别增加一条转接跳线，转化为连接器数量为 0 的链路。然后，在设置参考值时，连接器类型与被测链路两端的连接头分别对应，每个方向两个，还需要相应数量的转接跳线
0	无所谓	无所谓	方法 C	设置参考值时，连接器类型与被测链路两端的连接头分别对应，每个方向两个，还需要相应数量的转接跳线

总而言之，当我们要测试一条光纤链路时，要考虑的三个因素是：

1. 两端连接器的个数
2. 连接类型是否相同
3. 连接类型是否与仪表的接口匹配。

根据这个三个因素，参照上表，即可选择合适的测试方法。

## 4 注意事项

相对于双绞线的测试，光纤链路的测试更为复杂一些。除了要熟悉上述的测试方法外，还要注意以下事项：

- 1、首先，对于不同的光纤链路，单模或多模，相应地，要选用单模或多模仪表。
- 2、测试时，所选择的光源和波长，最好要与实际使用中的光源和波长一致，否则测试结果就会失去参考价值。
- 3、设置后参考值后，千万注意不要在仪表光源的输出口断开，一旦断开，要求重要设置基准，否则测试结果可能不准确，甚至出现负值。
- 4、光源需要预热十分钟左右才能稳定，设置参考值要在光源稳定后才能进行。如果环境变化较大，如：从室内到室外，温度变化大，要重要设置参考值。
- 5、光纤端面要保持清洁，尤其是与仪表接口连接时，最好先清洁一下。有条件的用户，可以配备光纤端面检测仪和清洁工具，确保端接面的清洁。

## 5 总结

本文首先较为详细、全面地介绍了光纤链路损耗（包括长度）的测试方法，然后在此基础上进行了归纳，方便读者在实践中选择合适的测试方法，最后列出光纤测试中应该注意的事项。

希望对光缆链路测试或维护人员，尤其是入门者有所帮助。