



回答您最关心的有关光 纤问题

由我们的技术支持中心提供

FLUKE
networks®

目录

简介.....	3
1. 链路的损耗量可以是多少？ 如何计算损耗预算？	4
2. 我的应用能否在此链路上运行？	6
3. 如何读测试报告？	8
4. 颜色表示什么？	11
5. 为什么损耗结果一些为正一些为负？	13
6. 如何设置单跳线参考？	14
7. 清洁光纤的最佳方法是什么？	17
8. 如何找到光纤上的断裂或弯折？	19
术语表.....	22
光纤测试和故障排除仪器	25
资源.....	26

简介

我们已为客户提供了超过 25 年的光纤测试支持。我们当前的技术支持团队拥有近 200 年的综合经验，他们回答了很多问题。以下是一些最常被问到的问题。



1. 链路的损耗量可以是多少？ 如何计算损耗预算？

当将信号输入光纤的一端后，从另一端输出的信号会变弱。输入信号和输出信号之间的差值称为插入损耗。

损耗以分贝或 dB 表示，其中每一次信号强度减半以 3 dB 表示。如果输出信号是输入信号的一半，也就是 3 dB 的损耗，如果输出信号是输入信号的 $\frac{1}{4}$ ，那么就是 6 dB 的损耗，依次类推。

TIA 和 ISO 标准根据光纤长度以及连接器和接续的数量定义损耗限值或损耗预算。对于不同类型的连接器和光纤，损耗限值或损耗预算等参数也有所不同，在本示例中，我们将使用 OM5 多模光纤，这类光纤与 TIA 和 ISO 标准中规定的限值相同（表 1）。要计算链路的损耗预算，只需按如下公式进行计算：

	多模 OM5
光纤损耗	3.0 dB/千米
连接器损耗	0.75 dB
接续损耗	0.3 dB

表 1.
OM5 多模光纤和标准级连接器的损耗规格（基于 TIA 和 ISO 标准）。

损耗预算	=	光纤长度 (千米)	X	3.0 dB	+	配对连接器数量	X	0.75 dB	+	接续数量	X	0.3 dB
------	---	--------------	---	--------	---	---------	---	---------	---	------	---	--------

例如光纤长度为 250 米，有四个连接器和两个接续，则损耗预算为：

4.35 dB	=	0.25 千米	X	3.0 dB	+	4	X	0.75 dB	+	2	X	0.3 dB
损耗预算	=	光纤长度 (千米)	X	3.0 dB	+	配对连接器数量	X	0.75 dB	+	接续数量	X	0.3 dB

如果测定的链路损耗为 4.35 dB 或 4.35 dB 以下，则表示通过！请注意，我们的 CertiFiber™ Pro 可根据连接器和接续的数量精准地计算出损耗预算（参见图 1）。甚至不必输入长度 - CertiFiber Pro 就能测得。

请注意，通过该测试并不能保证你的应用将会运行 - 接下来我们讨论这点

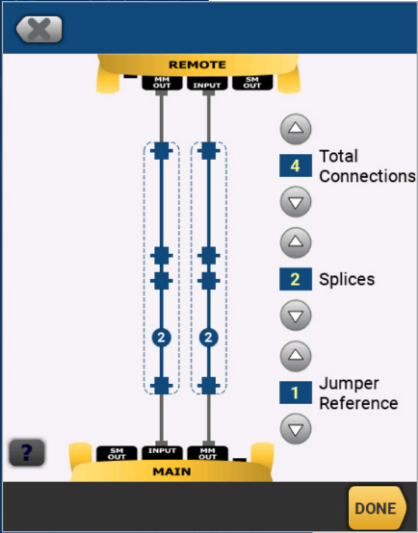


图 1.
使用 CertiFiber Pro，仅需输入连接器和接续的数量，它就可自动计算出被测试类型光纤的限值。

2. 我的应用能否在此链路上运行？

如果使用 CertiFiber Pro 对光纤进行了认证和记录，回答这个问题就轻而易举。只需查看测试报告左下角“合规网络标准 (Compliant Network Standards)”下的事项，即可看到该光纤基于光纤损耗和长度所支持的应用（请查看下一页图 2 中的 **A** 部分）。

如果报告丢失或线缆未经认证，那就复杂一些，但仍能解决。光纤的损耗量和长度决定了应用是否能在该光纤上运行。你可以在我们的 **Versiv™ Limit Lines** 文档（需要注册）中找到大多数常见应用的限值 – 只需要搜索你的应用，例如“40GBASE-SR4”，即可找到类似于下面的表格。

根据你正在运行的线缆类型，只需要测量光纤的损耗和长度，然后将其与正在运行的线缆类型的适当限值相对比即可。例如，如果波长 850 纳米、长度 125 米的 OM4 光纤测定的损耗为 1.1 dB，则表示线缆支持 40GBASE-SR4。

40GBASE-SR4		
线缆类型	850 纳米 固定损耗 dB	长度 米
OM3	1.9	100
OM4、OM5	1.5	150

表 2.
40GBASE-SR4 的损耗和长度限值 (IEEE)



Cable ID: MDF A CAB-5D TO 5 W IDF 12

Date / Time: 05/24/2019 01:29:16 PM

Cable Type: OS2 Singlmode

n = 1.467000 (1310 nm)

n = 1.468000 (1550 nm)

Test Summary: PASS

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)

Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

Loss (R->M)

PASS

Date / Time: 05/24/2019 01:29:16 PM
test limit: tia-568.3-d-1 singlemode isp (std)
Limits Version: 7.1
CertiFiber Pro (2545690 V6.1 Build 3)
Module: CFP-QUAD(2800002)
Calibration Date: 04/10/2019
certifiber pro remote (2692190 v6.1 build 3)
Module: CFP-QUAD(2800006)
Calibration Date: 04/10/2019

Propagation Delay (ns)	363	
Length ft	243	PASS
Limit 131234		
	1310 nm	1550 nm
Result	PASS	PASS
Loss (dB)	0.69	0.54
Limit (dB)	1.57	1.57
Margin (dB)	0.88	1.03
Reference (dBm)	-2.69	-2.85

Number of Adapters: 2
Number of Splices: 0
Connector Type: LC
Patch Length1 (ft): 7
Reference Date: 05/24/2019 10:47:12 AM
1 Jumper

Loss (M->R)

PASS

	1310 nm	1550 nm
Result	PASS	PASS
Loss (dB)	0.43	0.42
Limit (dB)	1.57	1.57
Margin (dB)	1.14	1.15
Reference (dBm)	-3.04	-3.26

A

Compliant Network Standards:

1000BASE-LX	100GBASE-ER4	100GBASE-LR4
10GBASE-E	10GBASE-L	10GBASE-LRM
10GBASE-LX4	40GBASE-ER4	40GBASE-FR
40GBASE-LR4	Fibre Channel 100-SM-LC-L	Fibre Channel 1200-SM-LC-L
Fibre Channel 1600-SM-LC-L	Fibre Channel 200-SM-LC-L	Fibre Channel 400-SM-LC-L
Fibre Channel 400-SM-LC-M	Fibre Channel 800-SM-LC-L	Fibre Channel 800-SM-LC-L

图 2

CertiFiber™ Pro 测试报告。

3. 如何读测试报告？

一般应该在测试报告中查看两个基本事项，专家还会查看其他三个，但任何人都能查看这些关键因素。请参阅图 2 找到报告中相对应的部分。

- 1 查看测试是否通过（如图所示，右上角的绿色对勾表示通过，红色 X 表示失败）。
- 2 第二，测试中使用了什么限值？试想一下你八岁大的孩子数学考试不及格后回家。你会不高兴，但如果你看到考试的内容是关于高阶多元微积分时，或许就没那么不高兴了。就如这个比方一样，你可以对照 TIA/ISO 标准或应用标准进行测试。务必确保使用正确的限值。

现在，我们来看看专家查看的事项。

- 3 查看实际损耗测量结果。对于 CertiFiber™ Pro OLTS 而言，损耗结果最常以成对形式进行报告。任何波长的“损耗”行中的负数表示信号穿过光纤时变得越来越强 - 从物理学角度讲是不可能的，这表示测试仪设置错误。请注意，CertiFiber Pro OLTS 会将这种情况标记为错误，但并非所有测试仪都会标记。

- 4 第四，参数设定。在大多数情况下建议使用单跳线方法 – 如果显示其他内容，你应该明白为什么。你还可以在本章的顶部查看适配器和接续的数量。当依照问题 1 中定义的 TIA 或 ISO 标准限值进行测试时，不太负责的操作员会仅通过添加比链路中实际存在更多的连接器来达到限值的方法，将测试结果由“失败”改为“通过”。如果发现连接器数量过多，请要求给予解释。

FI_CFP_Sample_w_TRC.flw							
	Cable ID	Date / Time:	Status	Length(m)	Headroom	Info	Test Limit
1	TRC20190911:19:00:13.01	09/11/2019 07:00:12 PM	N/A	2.1	0.03 (Loss Value)		TRC Limit
2	TRC20190911:19:00:13.02	09/11/2019 07:00:12 PM	N/A	2.1	0.03 (Loss Value)		TRC Limit
3	001	09/11/2019 07:01:50 PM	PASS	52.9	0.35 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
4	002	09/11/2019 07:01:51 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
5	003	09/11/2019 07:05:29 PM	PASS	52.9	0.32 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
6	004	09/11/2019 07:05:29 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
7	005	09/11/2019 07:08:05 PM	PASS	52.9	0.35 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
8	006	09/11/2019 07:08:05 PM	PASS	52.9	0.29 (Loss Value)		TIA-568.3-D-1 Multimode (STD)
9	009	09/11/2019 07:23:10 PM	PASS	0.0	0.00 (Loss Value)		*Tia-568*
10	010	09/11/2019 07:23:10 PM	PASS	0.0	0.01 (Loss Value)		*Tia-568*

图 3.

Linkware™ Live 屏幕显示的是一组 CertiFiber™ Pro 测试报告。前两个是关于在所有后续测量中使用的测试参考线（TRC）的报告。

Cable ID: TRC20190528:07:15:38.01

Date / Time: 05/28/2019 07:15:37 AM
Cable Type: OS2 Singlemode

n = 1.467000 (1310 nm)
n = 1.468000 (1550 nm)

Test Summary: N/A

Backscatter Coefficient: -79.5dB (1310 nm)
Backscatter Coefficient: -82.0dB (1550 nm)

Loss (R->M)

Date / Time: 05/28/2019 07:15:37 AM
CertiFiber Pro (2545690 V6.1 Build 3)
Module: CFP-QUAD(2800002)
Calibration Date: 04/10/2019
certifiber pro remote (2692190 v6.1 build 3)
Module: CFP-QUAD(2800006)
Calibration Date: 04/10/2019

Propagation Delay (ns)	13	
Length ft	9	
	1310 nm	1550 nm
Result	N/A	N/A
Loss (dB)	0.14	0.16
Limit (dB)	0.25	0.25
Margin (dB)	0.11	0.09
Reference (dBm)	-2.70	-2.93

Connector Type: LC
Patch Length1 (ft): 7
Reference Date: 05/28/2019 07:09:52 AM
1 Jumper

图 4.

详细的 TRC 报告示例。

- 5 该信息并非有关各项测试的信息，但如果你访问 Linkware™ 的完整报告，便可轻松找到各项测试的信息。在进行任何测试前，用户需要设置参考，然后再测试用于所有后续测试的线缆。Linkware 报告中的第一组测试是关于这些线缆，还显示了这些线缆的性能（图 3）。专家将通过点击第一组测试报告来获取详细报告（图 4），以确保损耗不太大，如果损耗太大则表示线缆质量不佳，从而导致使用这些线缆测得的所有测量结果都不准确。如果损耗为负数，则表示该参考设置错误，所有后续测量结果都是错误的。

4. 颜色表示什么？

光纤电缆的颜色通常表示其类型。TIA 和 ISO 标准提供的规则可以轻松地说明你正在使用的光纤类型，这使得将两种不兼容的光纤连接在一起的可能性变得很小。以下是光纤护套颜色所表示的意思以及一些注意事项：



单模 (OM3a、OM2)



多模 (OM1 或 OM2)。OM2 首次推出时通常以与 OM1 相同的橙色提供。但是，62.5 微米纤芯的 OM1 光纤和 50 微米纤芯的 OM2 光纤不应在同一光纤链路中相混合。为了防止这种情况，几乎所有 OM2 后续版本都为灰色护套。



多模 (OM2)



多模 (OM3 或 OM4)

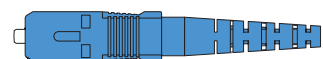


多模 (OM4) - 这种颜色的正式名称是“Erika 紫”或“石南紫”，它的创建是为了更容易地区分 OM3 和 OM4。虽然可以在同一运行中混合 OM3 和 OM4，但 OM4 的性能更优，因此了解它们之间的差别很重要。

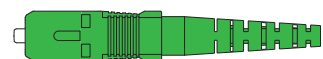


多模 (OM5)

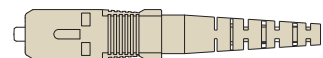
连接器颜色也与以下因素相关：



单模 UPC（超物理接头）



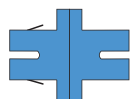
单模 APC（折角物理接头）



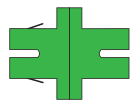
62.5 或 50 微米纤心多模

也有不遵循上述情况的示例，其中包括专用光纤、户外线束（其中颜色用于识别不同的光纤）和军用装置。如有疑问或进行故障排除时，请仔细检查光纤护套是否印有光纤类型的指示。

适配器的颜色也有不同，并在测试中起重要作用。



我们的团队发现，蓝色适配器在单模和多模光纤的 UPC 连接中效果俱佳。



绿色适配器适用于 APC 连接器。

5. 为什么损耗结果一些为正一些为负？

最常见的原因是参考设置错误。让我们举一个示例。比如为你的宠物称重。你上秤称量自己 - “参考重量”。然后抱着每种宠物上秤称重，并记录合并重量。假设得到如下结果：

实验对象	合并重量	宠物（净）重量
你自己（参考）	85 公斤（187 磅）	
你 + 猎犬（Rover）	105 公斤（231 磅）	20 公斤（44 磅）
你 + 猫（Clara）	90 公斤（198 磅）	5 公斤（11 磅）
你 + 仓鼠（Harry）	84 公斤（185 磅）	-1 千克（-2 磅）

显然哪儿不对 - 仓鼠的重量不能为负。如果你重复为“Harry”称重，得到的仍为负数，那么显然该参考是错误的 - 所以每一种其他称重值也是错误的。

参考设置错误也是使损耗测量结果为负数的原因，并会影响所有测量值 - 包括正数的测量值也是错误的。

对于损耗数值应为正还是应为负常感到困惑。引起困惑的原因是，如果使用某些功率计测量损耗，将参考设置为 0 dB，而显示的远端信号测量值会小于 0 dB，也就是为负。我们的功率计在此模式下使用时显示正确的损耗值，即为正。这是因为标准声明，光纤损耗以正数表示（负损耗是增量 - 这是数学知识）。任何时候得到的损耗结果有正有负时，则表示所有这些结果可能出现严重错误。

6. 如何设置单跳线参考？

标准建议进行光纤损耗测量时使用单跳线方法来设置参考。开始之前，确保光源和功率计已按照制造商的规格调试稳定。

第一步是使用跳线设置参考，跳线应为高品质的测试参考线（TRC）。（参见图 5，A.）为了多模光纤测试最为准确和最具可重复性，你需要使用制造商推荐的特定线缆。该图显示的是符合福禄克网络环形通量（Encircled Flux）接入线缆，该线缆能够确保对正在测试的线缆施加合适的光量。在插入任何光纤电缆之前，请检查其是否干净，如果不干净，请清洁并再次检查。将 TRC 一端插入源端，然后将另一端插入功率计。按下功率计上的“设置参考”按钮，直到显示屏显示“0 dB”。

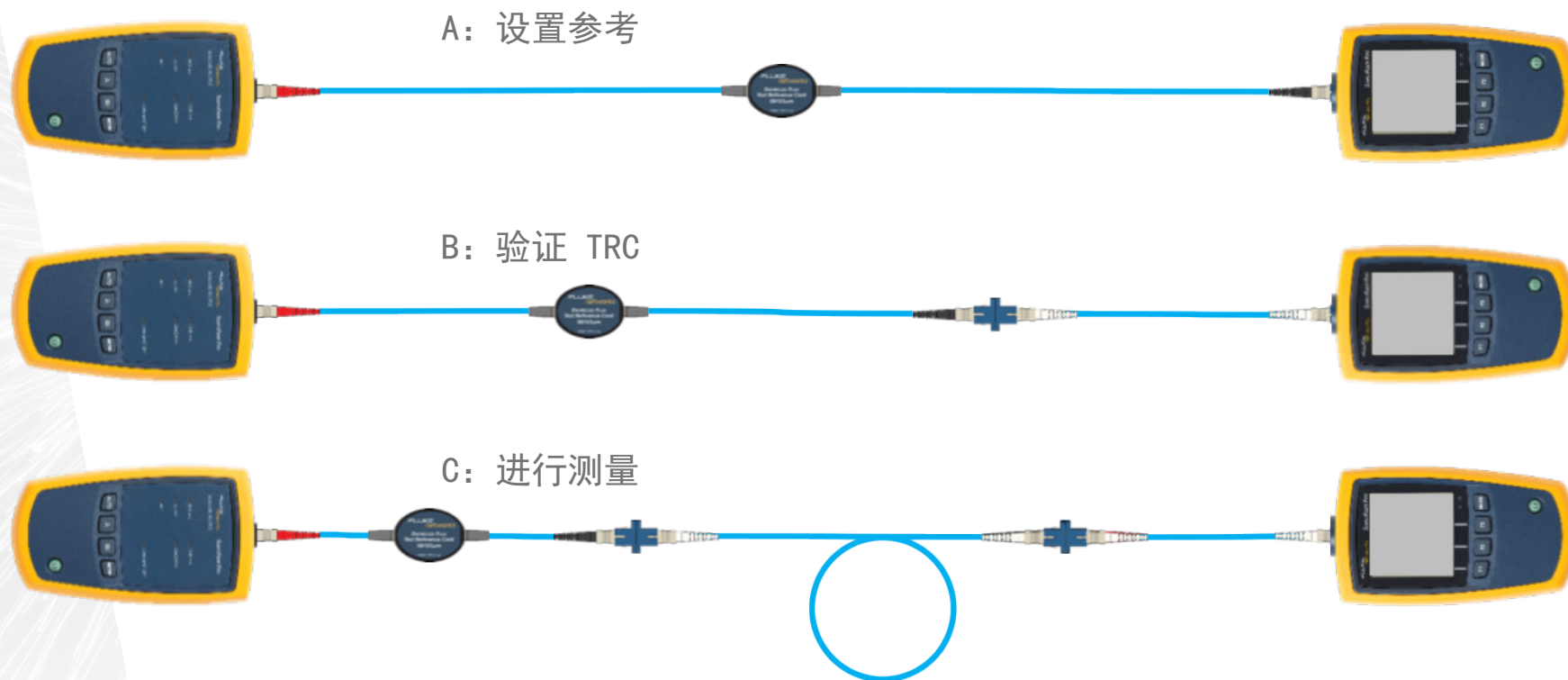


图 5。
为多模光纤损耗测试设置参考。

¹我们的损耗测试设备显示损耗为正数，符合标准。如果功率计显示损耗为负数，则请反接指导的极性。

接下来，从功率计上拔出跳线并将其连接到闷头适配器上。检查、清洁后，将第二条 TRC 的一端插入适配器，另一端插入功率计。

（参见图 5，B）对于单模而言，读数应介于 0.0 dB 和 0.25 dB 之间¹。对于多模而言，读数应介于 0.0 dB 和 0.15 dB 之间。如果读数是，可将 TRC 从适配器上拔出并开始测试。测试时，不应断开电源，因为这会改变源端和 TRC 之间的对齐情况，导致需要重新设置参考。

如果 TRC 的读数大于上文所提到的限值，则应检查并清洁连接器，然后重复此步骤。如果检查并清洁连接器后 TRC 的读数仍大于限值，请尝试使用不同的 TRC。如果得到的读数为负¹，在检查并清洁第一条 TRC 后从第一步开始。如果仍有问题，请更换该 TRC。

当然，在光纤损耗测试工具包中开展测试会更复杂，因为该工具包以成对形式测试光纤，这就需要以成对形式设置参考。幸运的是，CertiFiber™ Pro 能够引导用户进行这些步骤并检查测量结果，以确保这些步骤正确完成。

7. 清洁光纤的最佳方法是什么？

如果检查了光纤端面并发现它不干净，有两种清洁方法。第一种称为干式清洁，使用一键式清洁器进行清洁。将光纤连接器套圈插入清洁器中的接合中，按下清洁器一次进行一键式清洁，然后检查是否干净。如果是顽固性污染物，可能需要重复这些步骤几次。

干式清洁大多数时候都有效，但如果未奏效，或者看起来有些油污或油性污染（图 6），建议进行湿式清洗。有一些工具可进行湿式清洁，但大多数工具操作的方式相同。首先，将少量的光纤清洁溶剂放在清洁材料的某

个部位上。（请不要使用酒精，这会让事情变得更糟。）然后让光纤的端面接触湿润部分，并将其拖动到材料上的干燥部位。该过程的“接触和拖动”部分可以重复几次，记住要使用清洁材料的不同部分。

清洁后，再次检查光纤。如果仍然脏污，则可能正在处理的是某种刮痕或凹陷，可再次尝试清洁或考虑更换光纤。



图 6。
使用酒精清洁后留下的残留物。需要使用适当溶剂进行湿式清洁的端面（典型示例）。

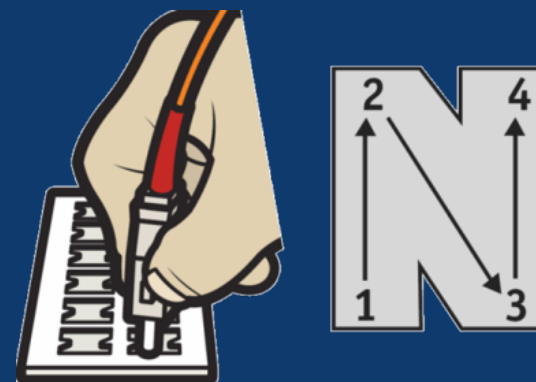


图 7。
使用我们的光纤清洁卡进行的“湿到干”式清洁方法。将溶剂液滴到部位“1”，然后将端面在清洁材料上从“1”移动到“4”。

8. 如何找到光纤上的断裂或弯折？

有三种工具可帮助您找到光纤上的断裂、弯折或其他类型“事件”的位置。

可视化故障定位仪（VFL），例如 VisiFault™，其使用可见激光照射光纤，在连接状况不佳或在光纤弯折或断裂处，可见激光会产生“漏点”。如果可以直观地检查整个光纤运行情况，采用这种方法会很有效，如果光纤长度 2 千米 且穿过地下导管，那么这种方法就不太好。另一方面，地下导管中的光纤发生断裂也不太可能 – 互连点和设备线缆很可能是罪魁祸首。VFL 特别适用于识别尾纤上拼接不佳的接头，因为这些接头靠近链路末端。但是，可视化故障定位仪不会帮助你发现不干净的连接器。

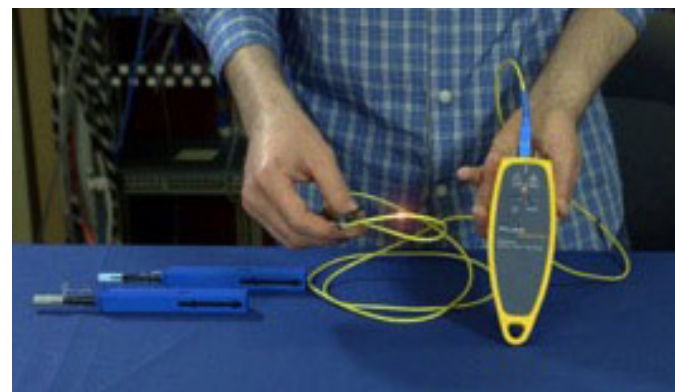


图 8。
可视化故障定位器可以显示断裂或破裂的光纤或连接器。

FiberQuickMap™ 多模光纤长度和故障定位仪等光学故障探测器能快速有效地测量长度并识别最长达 1,500 米 (4,921 英尺) 的多模光纤高损耗事件和断裂。这种单端光学故障探测器使用非常简单，它使用与 OTDR 类似的技术，通过光纤发送激光脉冲并测量从高损耗连接和接头以及光纤末端反射的光的功率和时间。它们非常适合测量光纤链路中的高损耗接头、连接和断裂位置，以及链路的总长度。QuickMap 多模光纤长度和故障定位仪也可以在测试前检测实时光信号。

虽然你可以使用可视化故障定位器或光学故障探测器找到问题，但有时你仍然需要了解更多信息。光时域反射计 (OTDR) 可根据检测到的反射光量或反向散射计算信号损耗。有了这种技术，OTDR 即可定位光纤断裂、弯折、接头和连接器，以及测量这些具体事件的损耗。OTDR 为您提供的这些信息细节，让您能够全面地了解光纤安装情况和整体工艺质量。OTDR 比 光纤长度和故障定位仪等价值更高，并且它们需要有一些专业知识，但因为它们能测量个体事件的位置、损耗和特征，所以它们被认为是终极的故障排除工具。



图 9。
Fiber QuickMap 故障定位仪显示离故障位置的距离

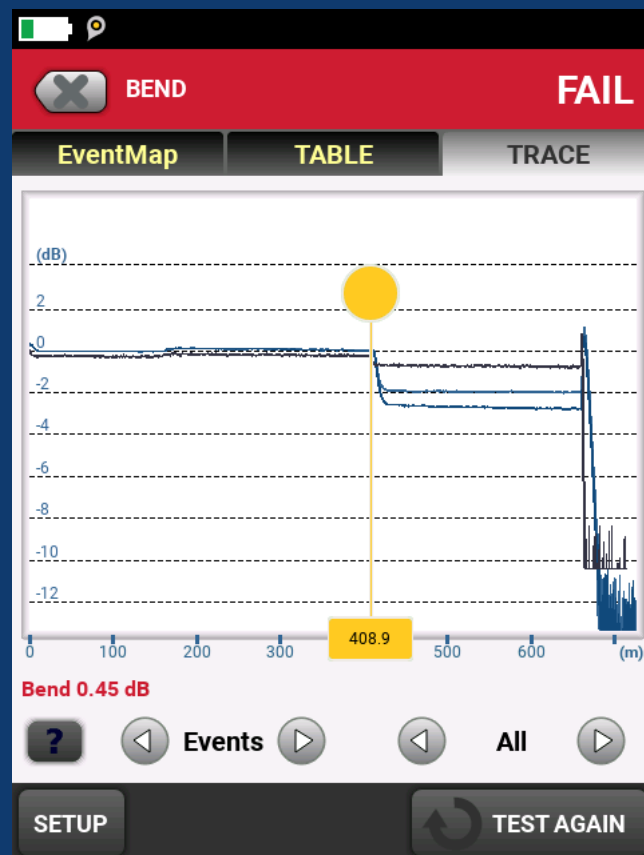


图 10。
OTDR 迹线提供光纤链路中各种事件的详细信息。

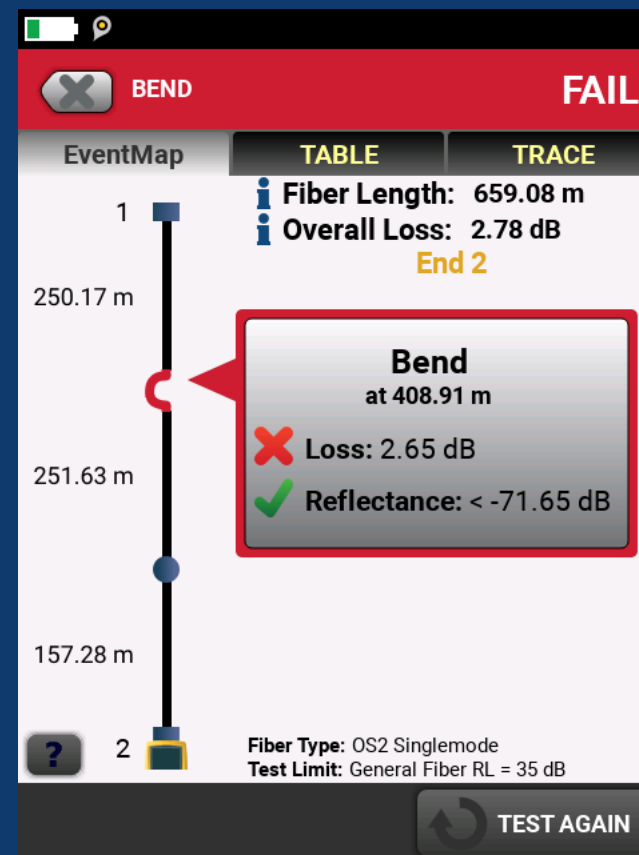


图 11。
OptiFiber™ Pro EventMap™ 以易于理解的模式显示跟踪数据（见图 10），同时将结果标记为通过或失败。用户可以轻按 EventMap 和 TRACE 选项卡在视图之间进行切换。

术语

认证测试	测试已安装布线系统的传输性能达到规定标准的过程；需要 OLTS 进行“1 级”认证，OLTS 和 OTDR 进行“2 级”认证。
通道	发送器和接收器之间的端到端传输介质。
dB	用于表示相对于特定或隐含参考级别的功率量级的对数计量单位；通常与损耗相关。
dBm	功率水平，表示为与一毫瓦比值的对数。
EF	环型通量，使用多个控制半径在多模光纤芯中指定功率的方法，在外部半径中的模式功率分布上提供紧密公差，从而使符合 EF 测试仪器之间的协议得到改进。

Fiber Inspector™	福禄克网络备受欢迎的手持式光纤端面 and 闷头端口检查仪器系列，产品类型涵盖从管型到视频显微镜。
Gbps	千兆/秒。
接入光纤	在测试链路段和 OTDR 之间放置的光纤长度，以改善 OTDR 对近端连接器进行分级的能力，以及用于检测第一个连接处中的任何异常。
LED	发光二极管，一个相对低强度光源。
链路	传输的物理布线。一个或多个连接在一起的链路构建的通道。
LSPM	光源/功率计，由功率计和源组成的基本光纤验证仪器，用来测量链路损耗。
Mbps	兆/秒。
MPO	多光纤推接连接器，简称 MPO，是由多个光纤构成的光纤连接器。虽然将 MPO 定义为超过 2 根光纤的阵列式连接器，但通常为 8、12 或 24 根光纤，面向常见数据库和 LAN 应用。

OLTS	光损耗测试装置，用于测量相对于链路长度的链路损耗的基线制定“第 1 级”认证仪器。
OTDR	光时域反射计，常用于故障排除的功能强大的光纤测试仪。除 OLTS 外，OTDR 也用于进行“第 2 级”测试。
TRC	测试参考跳线，高品质光纤线缆，长度介于 1 到 3 米之间，具有高性能连接器，最适用于具有特殊耐刮硬化表面、可使多种插入物插入但不会降低损耗性能的断面。
VCSEL	垂直共振腔表面放射激光，常用于多模光源。根据标准，VCSEL 不应用作测试源，仅用于网络系统验证。
验证测试	测试已安装布线系统传输性能的过程，以确保其符合最低标准。
VFL	可视化故障定位仪，传输低功率激光的光源器，以便在光纤链路中定位断裂和急弯位置。

光纤测试和故障排除仪器

	检查和清洁				MPO 测试	损耗测试 (1 级认证)		设备的特性检测和故障诊断 (2 级认证)		
	 FI-500 FiberInspector™ Micro Fiber Inspection Scope	 FI-7000 FiberInspector™ Pro 光纤检测 显微镜	 FI-3000 FiberInspector™ Pro 光纤检测显 微仪和 FI2-7300 FiberInspector™ Pro MPO 光纤检 测显微镜MPO工 具包	 光纤清洁工 具包	 MultiFiber™ Pro MPO 测 试仪	 SimpliFiber™ Pro 功率计和 光纤测试工 具包	 CertiFiber™ Pro 光损耗测 试套件	 VisiFault™ 可视化故障 定位仪	 Fiber QuickMap™ 故障定位仪	 OptiFiber™ Pro OTDR
检查光纤端面污损	单个	单个, MPO ¹	单个, MPO				单个 ¹ , MPO ¹			单个 ¹ , MPO ¹
端面检测分级		单个	单个, MPO				可选			可选
端口照明	✓		✓				可选			可选
自动对焦	✓		✓				可选			可选
清除污染				✓						
检查连通性					✓	✓	✓	✓		✓
检查极性					✓	✓	✓	✓		
检验整条链路的损耗, 以确 保未超出损耗预算					✓	✓	✓			
双光纤损耗测试							✓			✓
单模 1 级认证					✓	✓	✓			
符合多模环型通量的 1 级 认证					闷头符合 EF	EF TRC	✓			
定位故障								✓	✓	✓
2 级认证测试										✓
合格/不合格结果		✓	✓		✓		✓		✓	✓
记录测试结果		✓	✓		✓	✓	✓			✓
支持的光纤类型	多模 单模	多模 单模, MPO	多模 单模, MPO	多模 单 模, MPO	MPO (多模和单 模)	多模 单模	多模 单模	多模 单模	多模 单模	多模 单模
光源类型					LED、FP 激光	LED、FP 激光	LED、FP 激光	激光	激光	LED、FP 激光

资源

- 布线发展史博客 有关最新标准、测试提示和布线 101 主题的更新。
www.flukenetworks.com/blog
- 白皮书和知识库文章：有关相关结构化布线主题的深入研究和建议。
www.flukenetworks.com/support
- 无与伦比的技术支持：由我们经验丰富的技术支持中心（TAC）提供。
电子邮件：support@flukenetworks.com
- 认证测试技术员培训（CCTT）课程全球各地均可使用。
www.flukenetworks.com/cctt
- 金牌服务会员计划：全面的维护和支持，包括年度校准和优先级 技术中心技术支持（服务时间涵盖下班后和周末）。
www.flukenetworks.com/gold