

环形通量 —— 解决可重复光纤损耗测试的难题

概述

越来越多的制造商因支持和保修原因需要环形通量测试。了解为什么 EF 从建议变成要求。



减少多模光纤光源之间的不确定性的关键

过去，用户使用两个不同制造商测试仪测量同一个多模光纤上的损耗时经常遇到高达 40% 的差异。环形通量 (EF) 是定义多模光纤启动条件的指标。光纤功率损耗测试仪制造商现在需要满足新的 EF 合规标准，以降低不同制造商测试设备链路损耗测量中的测量不确定性。

多模光纤设备的光功率损耗测量的 ANSI/TIA-568.3-D 和 ISO/IEC 11801:2011 版本 2.2 中要求光纤测试设备符合 LED（发光二极管）环形通量 (EF) 标准。

EF 合规源最初是在 TIA-TSB-4979 中引入的，即现场环形通量启动条件实施的实际问题。

本文介绍了环型通量 (EF) 测试方法以及实施这一方法的现实考量。现在成功的 1 层光纤损耗测量有四个拼图。LED 源、正确地设置参考、参考级连接器和最后的 EF。要取得结果，必须正确完成上述每一个部分。

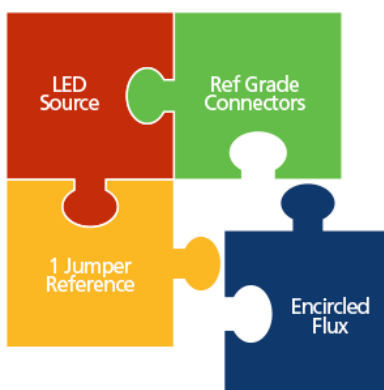


图 1：对于成功的第 1 级光损耗测量，环型通量 (EF) 是这个拼图游戏的最后一块。

光源

当测试多模光纤链路时，用户理论上可选择使用垂直共振腔表面发射激光 (VCSEL) 或 LED 进行测试。但是，ANSI/TIA-526-14-B 规定光源的光谱宽度必须在 30 纳米 (nm) 到 60 纳米 (nm) 之间，而这使用 LED 光源即可轻松实现。VCSEL 光源在这一范围内的光谱宽度仅为 0.65 纳米，远未能达到所需的 30 纳米，因此使用这一选择将违反一些行业标准。以前的标准包含允许用户使用 VCSEL 的条款，但是这些条款现已被删除，不再允许使用 VCSEL。原因在于，在不同的 VCSEL 光源之间，VCSEL 发射进入光纤变化很大，从而增加测量不确定性，使其变得不再可接受。而且，VCSEL 发射还是部分注入，会导致损耗测量读数较乐观（下面有更多相关内容）。

有人认为测试所用的光源应该和在用设备的光源相同。如果我们不考虑与使用 VCSEL 有关的测量不确定性，并且忽略 IEEE 802.3 中针对使用 LED 光源的 10GBASE-SR 而定义的损耗值，这一论点并没有错。但更重要的是，如果使用 VCSEL 对光纤系统进行测试，布线厂商是否会接受应用保修。由于测量不确定性，大部分布线厂商都不会接受。这正是大多数测试设备供应商不再向客户提供 VCSEL 选择的原因。就所有布线标准来说，系统测试和保修人员有责任询问测试时使用哪种类型的光源。如果有疑问，则查阅测试设备供应商的数据表，并与为布线系统提供保修的供应商确认相关要求。

基准

基准设置不正确可能会导致乐观和消极的损耗结果。消极的结果是导致系统验收失败和保修遭拒主要的原因。负光损耗表明光信号放大，这在无源系统中是不可能出现的。遗憾的是，许多技术人员仍然通过闷头适配器设置基准，然后简单地连接至被测光纤（见图 2）。

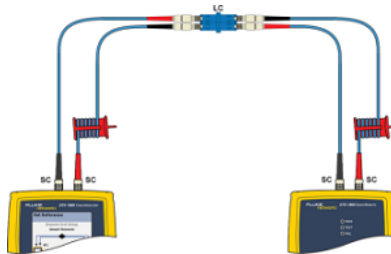


图 2：通过闷头适配器设置参照基准不是一种正确的方法。

遵守行业标准并使用单测试参考导线设置基准，这一点至关重要。很多人知道这就是用于多模光纤的方法 B 的 1 跳线方法和用于单模光纤的方法 A.1。当使用图 2 中所示的闷头适配器设置基准时，无论闷头适配器中损耗情况如何，都会开始产生测量不确定性。由于没有办法了解损耗，测量不确定性可能高达 1.5 dB。

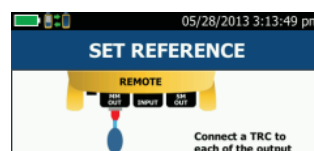
从损耗测量中减去闷头适配器中的损耗，这就是结果中表示负损耗的方法。在设置基准后通过增加一根短跳线也差不多可以做到这一点，但那样会增加更多的测量不确定性。

图 2 中的光纤绕在一个芯轴上。如果不使用芯轴，结果将会被低估多达 0.4 dB，而且很可能不稳定，具体取决于光源是部分注入还是满注入。结果是，完好的链路可能会显示假性失败。

另一个常见问题是使用弯曲不敏感多模光纤 (BIMMF) 测试参考导线。这些测试参考导线不适合与双波长测试仪配合使用。使用 BIMMF 时，标准 25 毫米 (mm) 芯轴将不会在 850 nm 时剥离高次模，导致 850 nm 的悲观损耗。这就跟完全没有芯轴一样。可以使用一个 4 mm 芯轴，但是这样 1300 nm 测量值将不正确。

要得到可靠的测量值，需使用在输入端口上带有可互换适配器的光纤测试设备。这使得能够按照 TIA 的要求设置一个 1 跳线基准，更重要的是，这能够满足布线厂商的要求，因为是由他们提供布线保修。另外，购买正确的适配器和测试参考导线与其匹配同样非常重要。许多安装者都有合适的光纤设备，但是没有正确的适配器或混合测试参考导线。

Fluke Networks 还为 CertiFiber™ Pro 制作了自动化的向导帮助技师利用自动设置屏幕完成基准流程（见图 3）。这可帮助安装人员利用一跳线方法正确地设置基准。



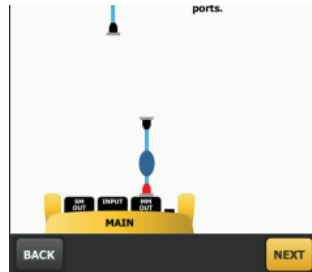


图 3：为解决不良参照基准的问题，测试设备供应商将创建自动向导，指导技术人员完成参照基准程序

基准级接头

劣质测试导线会导致测试结果不佳且不一致。“光纤布线测试”规定了多模光纤基准级接头的损耗必须 < 0.10 dB。为什么值这么低？根据 ISO/IEC 14763-3，第一个和最后一个配对接头的多模损耗必须 < 0.3 dB，单模损耗必须 < 0.5 dB，这只有通过基准级接头才能实现。但是标准内容并没有概括全面。随着在 LC 模块中开始使用低损耗 (< 0.35 dB) 多芯推拉自锁光纤连接器 (MPO)，测试导线末端的连接器需优于大多数人们习惯使用的 0.5 dB。 < 0.35 dB 的低损耗是通过使用 < 0.15 dB 的 LC 连接器实现的。这样，如果测试线不是 < 0.15 dB，则模块 < 0.35 dB 损耗的几率很小。

如果使用 1 跳线基准，则可对测试参考导线进行验证。一旦设置 1 跳线基准，即将测试导线从输入端口断开。然后将优质的测试导线插入输入端口，使用单模额定闷头适配器将主设备和远端设备连接到一起，然后运行测试。应保存损耗结果并将其归入系统文档中。查看测试结果的人会对测量更有信心。如果两次测试在不同日期完成，并取得不同的结果，这还会减少人们的质疑。使用 1 跳线基准和验证测试参考导线极大地提高了光损耗测试的一致性。但是，在不同的测试设备供应商之间，最后还有一个因素仍可能导致 40% 的不确定性：光源发射进入光纤。这就是拼图游戏中缺少的那一块 - 环型通量 (EF)。

环型通量 (EF)

有人可能认为，即使使用不同供应商的设备，在 < 0.1 dB 的条件下设置一个 1 跳线基准和验证测试参考导线也会产生相同的结果。遗憾的是，实际并非如此。TIA 标准一直用耦合功率比 (CPR) 来定义多模光源的发射条件，以降低不同光源所造成的测量不确定性。

要正确规定光源的发射条件，新标准需规定整个 $50\text{ }\mu\text{m}$ 端面，而不只是中部 $5\text{ }\mu\text{m}$ 。环型通量 (EF) 使用模板规定整个发射端面的模功率。在测试参考导线末端处必须符合环型通量 (EF)，这一点很重要。在现代生产工艺条件下，获得符合环型通量 (EF) 的光源并不困难。真正的挑战在于，当增加测试参考导线时，环型通量 (EF) 模板必须保持在测试参考导线末端。

TIA-TSB-标准 建议通过两种方法来满足环型通量 (EF) 要求。第一种是使用一个外部发射调节器。这样做有一个关键好处，它可以将任何 LED 光源转变为符合环型通量 (EF) 的解决方案，从而无需购买新的测试设备。但是，这一方法的不足之处也在所难免，即用户发现外部发射调节器价格昂贵，体积庞大，而且当末端的连接器损坏时还需要进行更换。

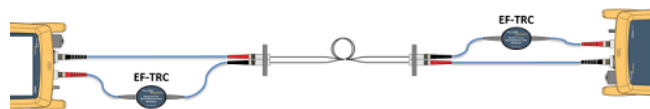


图 4：满足 EF 发射条件的直接方式是使用兼容的光源和调谐测试参考导线 (TRC)。

TSB 给了用户第二个选择，即需要符合环型通量 (EF) 的光源以及连接光源的一根调谐测试参考导线（如图 4 所示）。这是一个专有解决方案，但是导线成本较发射调节器低，而且占用空间更小。但这确实需要购买新的测试设备。如果现有测试设备的固定输入端口不允许设置 1 跳线 LC 基准，可能有必要让安装者跳接两代测试仪，使得光纤测试根据新规定同时满足环型通量 (EF) 和 1 跳线要求。Fluke Networks 生产了 EF 标准的测试参考导线 (TRC) 可结合他们的 EF 标准测试仪以实现可靠且可重复的测量。

结论

环型通量 (EF) 对系统验收有着实际影响，尤其是安装了低损耗部件时。按照供应商给出的规格运行至通常的损耗预算会导致利润极低。安装人员现在需要保证他们的光纤测试符合 EF 标准，所以请看一下你们的现场测试流程并确保你们的安装人员遵守了以下实践：

- 不要通过闷头适配器设置基准。

- 基本的是要使用芯轴去除高模，但切记芯轴不可以替代环型通量 (EF) 适配器。
- 使用 LED 而不要使用 VCSEL 作为光源，以防止产生乐观的结果。
- 购置在输入端口上带有可互换适配器的光纤测试设备。
- 验证测试参考导线，而不要使用 BIMMF 作为测试导线。
- 务必保存测量值并将其归入文档中。
- 无论使用发射调节器还是选择专利的解决方案，都要保证流程和测试设备符合 EF 标准。请记住，供应商在派遣工程师对故障系统进行故障排除之前可能会先要求根据 1 跳线环型通量 (EF) 标准进行测量。安装者可能需要做好准备并且能够提供这一信息。

EF 现在是 ANSI/TIA-568.3-D 和 ISO/IEC 11801:2011 版本 2.2 的要求 — 它不是测试设备制造商编出来的方法。不同光源之间的发射条件并不相同。开始探讨环型通量 (EF) 这一度量标准时受到过一些挫折，但如今业内在方法和正确的测试设备方面已达成了共识。到最近几年，人们已不再需要严格的方法和度量标准来定义早已确定的多模光纤光源的发射条件。但是随着损耗预算的收紧和系统数据速率的提高，EF 现在已经成了关键测量方面。

Fluke Network EF 标准光纤损耗测试仪

CertiFiber® Pro —— 可加速光纤认证过程中的每一个步骤

CertiFiber Pro 可提高光纤认证的效率，在两个波长上对两个光纤进行损耗测量只需 3 秒。集成 LinkWare™ Live，让您可通过 Wi-Fi 从任意智能设备管理工作和测试仪。Taptive 用户界面可简化设定、消除错误并加速故障排除。参考设置向导能确保基准设置正确并避免“负损耗”错误。CertiFiber Pro 构建在着眼未来的 Versiv™ 平台上，配合 OptiFiber Pro 模块使用时，可合并光纤 1 级（基本）/ 2 级（扩展）测试和报告。并提供铜缆认证、Wi-Fi 分析以及以太网故障诊断模块。有铜缆认证（最高 Cat 8）、OTDR 和自动化光纤端面检测模块。分析测试结果并使用 LinkWare 管理软件创建专业的测试报告。



MultiFiber™ Pro 光功率计及光纤测试工具包



MultiFiber Pro 不使用扇出跳线测试 MPO 光纤主干，消除了极性问题的复杂性，使现场进行磁带测试更加容易。

无论是使用 10 Gbps 预端接光缆，还是计划使用新一代 40/100 Gbps 性能，数据中心正使 MPO 连接器成为标准的解决方案。典型的光纤安装意味着耗时、手动及不精确的 MPO 验证。MultiFiber Pro 比单光纤测试法的速度快百分之 90，因为其只对单个连接器中的 12 光纤进行功率损耗测量和极性验证 — 可将测试时间从几周减少为几天。有单模和 EF 标准多模版本。

SimpliFiber® Pro 光功率计和光纤测试仪

凭借诸多旨在简化测试过程的全新高级功能，SimpliFiber Pro 光功率计和光纤测试工具包成为那些从事一线光纤布线安装和验证工作人员的多合一工具包。无论您是光纤技术人员还是承包商，我们专门配置的工具包提供了您所需的一切工具，让您快速测量光损耗和功率水平，定位故障和极性问题，并检查和清洁接头端面。单端口双波长测试和自动波长检测等行业先进的功能，再加上 CheckActive™、FindFiber™ 和最小值/最大值等省时功能，使得 SimpliFiber Pro 成为市场上较高效的光纤测试工具包。



关于 Fluke Networks

Fluke Networks 为全球安装和维护关键网络布线基础设施的专业人员提供认证、诊断和安装的专业工具。从安装先进的数据中心到在恶劣的环境条件下恢复服务，我们传奇般的可靠性和无与伦比的性能都能保证以高效率完成工作。公司的旗舰型产品包括创新型 LinkWare™ Live — 基于云的电缆认证解决方案，迄今已上传超过 1400 万组结果。

1-800-283-5853 (US & Canada)

1-425-446-5500 (国际)

<http://www.flukenetworks.com>

Descriptions, information, and viability of the information contained in this document are subject to change without notice.

Revised: 2023 年 7 月 11 日 11:25 PM

Literature ID: 6001915

© Fluke Networks 2018