

连接器是户外光纤连接的好选择

在规划下一代光纤网络时，业务提供者需要决定如何以最低的成本建设最灵活、可靠和耐久的系统。这种策略往往很难决定，难点之一就在于决定在网络连接点处用熔接光纤还是用光纤连接器。

以往的十几年里，光纤网络业务提供者按照惯例，在中心机房中用光纤连接器来连接光纤网元。他们理解应用光纤连接器在故障分析、网络重组和业务启动时是多么重要。也有一些运营商，仍然采用全熔接方法连接中心机房和用户驻地网络。对于光纤连接器，他们有以下三种反对意见：1、熔接法带来的设备成本优势超过了连接器法带来的人力成本优势。2、连接器法带来的额外的连接损耗提高了损耗代价，增加了网络的可能故障点。3、业务提供者不确定网络故障数量是否足够多到需要连接器法提供的更多的测试接入点。

连接器的优势

在一些情况下，由于前期设备成本的原因，熔接的光纤网络比连接器连接的光纤网络更便宜。但很多事实证明，前期成本优势随着时间推移而逐渐淡化，熔接相关问题反而增加了运维成本，降低了网络灵活性。事实上，全球越来越多的业务提供者在户外光纤连接中开始倾向于使用和机房类似的连接器方法。例如 2008 年初，原中国信息产业部发布的中国 FTTH（光纤到户）国家标准，主张在整个网络中使用连接器，包括馈线光缆。

连接器法的运维成本优势最明显体现在业务的启动方面。特别是在两个网络位置——光纤集线器和光纤接入终端——采用连接器优势更强。

在新建区域部署网络时，人们可能期望 100% 的业务开通率，熔接所有光分路器分支和分配光缆以及分配光缆和引入光缆似乎顺理成章。然而事实上，不是所有的楼宇都在一天内建设完成或启用，因此，业务启动并不能一次完成。

在业务开通率低于 100% 的建成区域部署网络时，大部分业务提供者倾向于根据需求一次部署一个分路器，还要能在接入终端方便地连接分配光纤，以便快速启动业务。

如果用熔接方案，每次客户需要启动业务时，业务提

供者都需要派出技术员将单根光纤熔接在光纤集线器和光纤接入终端上。同样地，熔接迫使业务提供者在每次业务升级时，要改变每一个客户的连接，而不是仅限于那些需要升级的。以上两种情况在设备、劳动力、培训、时间方面，都有较大花费。

相反的，如果在光纤分配集线器和光纤接入终端应用连接器，将会大大简化业务启动和升级过程。技术员仅仅需要在集线器处将分路器输出端连接到分配光纤，以及在光纤接入终端将引入光纤连接到分配光纤。业务启动和升级仅仅需要匹配相应的光纤连接器。

还有，连接器方案使得业务提供者能更简单快速和低成本地定制业务。要扩容网络时，连接器方案还使得业务提供者能简单地从 1x32 的系统升级到 1x64 的系统，或者从一个无源光网络转到另一个无源光网络平台。

改善灵活性和损耗预算

尽管业务提供者一开始出于对插损预算的影响的考虑，会拒绝连接器方案，连接器配置方案和连接器本身的技术优势已经说服了一些人改变了他们的策略。不错，任何光纤网络中的连接器都会增加额外插损，而且在所有地方都用它确实不够高效，但在户外的某些连接点，如光纤到楼网络的某些位置使用连接器会带来更大的灵活性。业务提供者有以下三种方案在光纤分配集线器中应用光纤连接器：一、在光纤分配集线器内提供完整的分路器盒接口；二、将光纤分路器的输出尾纤直接连接到分配光纤端口；三、熔接光纤分路器的输入光纤，用连接器连接光纤分路器的输出光纤。我们以下逐一分析这些选择。

一、在光纤分配集线器内提供完整的分路器盒接口。光纤分配集线器将输入的工厂预端接馈线光纤路由到分路器底盘，并将分配光纤路由到分配光纤面板的背部端口。1xn 分路器模块也是工厂预端接的，分路器的输入连接器和分路器底盘上的馈线光纤匹配。业务启动时，技术员只需将分路器输出连接器接到任何一个分配输出端口即可。技术员按需增加分路器模块，将分路器插入分路器底盘的可用插槽。输出连接器放置在合适的“停放槽”

位置。

尽管这种方案能随意地连接光纤，提供了最大的灵活性，但它有两个缺点，即增加成本和增加两对连接器损耗。最大典型损耗为 0.5dB。

二、将光纤分路器的输出尾纤直接连接到分配光纤端口。技术员遵照按需分配的原则，将光纤分路器置入光纤分配集线器，将每个分路器的输出端口放在停放槽。在停放槽内由防尘帽会保护连接器，直到业务需要时，被连接到用户分配光纤。这种方案使得业务提供者：1、能根据需求引入光纤分路器，减少前端设备成本和提高光纤终端的使用效率；2、获得足够的操作灵活性，而且增强了对分路器输出尾纤的保护，防止了光纤路由过程中发生损坏；3、应用仅仅两对连接器，减少成本和损耗，达到了成本和操作效率的最佳平衡。

三、熔接光纤分路器的输入光纤，用连接器连接光纤分路器的输出光纤。这种方案解决了视频信号高功率的问题。为了驱动用户的接收器，模拟视频信号在中心机房的光功率较高，可能在光纤集线器处达到 20dBm，这样高的功率可能会导致操作技术员的视觉安全问题。但这个问题已通过引入保护盖适配器解决。

为了消除这种网络中的安全隐患，技术员可以将输入光纤熔接在光纤分路器上。尽管比一对连接器方案降低了灵活度，但这种方案仍保留了光纤分路器输出端的连接器，仍能方便地接入测试仪器和按需启动业务，同时降低了成本和损耗。

尽管如此，由于光纤熔接技术员仍必须到现场连接光纤分路器和光纤分配集线器，因此可能无法完全满足业务提供者节省成本的要求。

如前面所述，光纤连接器方案的技术优势已经说服了不少业务提供者转而采用它。随着光纤到终端设备容量的增加，业务提供者已经大大提高了网络的连接质量和性能。更加苛刻的性能标准，如 Telcordia GR-326-CORE 规范，以及不断提高的制造工艺，带来了插损和回损性能的提高、自动调节能力、良好的端面加工工艺和大幅改善的工厂端接方法。

方便测试仪器接入

众所周知，连接器方案使得网络中增加了很多测试仪器接入点，但一些业务提供者说这个优势无足轻重，他们一开始认为，光纤网络出故障的可能性很小，并不需要那

么多测试点。但经过长期运行，随着光纤网络不断增长，越来越复杂，一些业务提供者认识到简化测试接入方法非常重要，已经成为将熔接点替换成连接器的最主要因素。

最早和主要的测试需要来自业务启动阶段。如果网络中没有连接器，技术员必须将连接器熔接在裸光纤上，在网络的两端进行测试，然后切断光纤。而连接器方案使这一过程的速度大大提高。

考虑到不断增加的测试需求，业务提供者在隔离网络故障时，面临两大挑战。其一是光纤集线器的 1x32 光纤分路器。一般情况下，技术员采用光时域反射仪（OTDR）来定位故障，而 OTDR 遇到 1x32 分路器就会遇到麻烦。

挑战之二是当仅仅一个终端发生故障时，技术员如何能够在不影响其它终端的情况下，测试光纤性能？当一个分路器连接的多于一个终端业务出现问题时，故障更可能出现在中心机房的光纤线路终端和外场的光纤集线器。这时技术员可以在中心机房中访问网络，观测从光纤线路终端到光纤集线器的网络。但如果测试光纤集线器到终端的网络，则需要花费很大的力气。在这种情况下，网络结构很大程度上决定了技术员隔离故障的速度。

如果业务提供者在每一个光纤网络终端增加测试接入点，故障隔离过程需要技术员到每一个用户的住所去检测。这种接入点可能并不实用。但是，将光纤分配集线器的分配光纤输出端口作为中心分界盒，技术员就可以在一个地点接入测试仪器来检测多个用户的光纤，从而简化了光纤分配集线器和光网络终端之间的网络的测试接入。

如果安装人员已经将分路器熔接在网络中，熔接技术员必须要在光纤分配集线器中找到合适的分路器端口和分配光纤的熔接点，通过裸纤适配器或者临时熔接上的尾纤连接 OTDR。完成故障定位后，技术员必须重新熔接分路器输出端和分配光纤，这很耗费时间，也带来较大花费。

这个过程还对网络有一些威胁。为了连接分配光纤以实施 OTDR 检测，技术员必须操纵不少光纤，切断它们用来测试，然后再把光纤熔接回去。这些光纤的长度很显然就会变短。另外的风险还包括技术员将尾纤搞得太短，以至于无法再熔接回去，就会削减一些网络容量。

对比起来，在分路器输出端口使用连接器提供了对于所有分配光纤简单易行的测试途径。这种情况下，测试仪仅需要定位有问题的分配光纤，断开该端口的分路器出口尾纤，插入 OTDR 光缆就可以完成。

下转第31页

更好的方案是用适中的放大倍数，并用以下三种方法来检查：

- 使用同轴光或倾斜光照明，正面观察抛光的端面。
- 使用纤芯传来的光直接观察。
- 使用倾斜的光照明，从光的反射方向以一定角度观察。

如果套管孔尺寸正常，光纤位于孔的正中，粘合剂用量合适，直接观察法能够看到光纤和护套孔。然而此时只能看到最明显的擦痕。通过纤芯传来的光线则能看到在抛光过程中由压力或发热导致的光纤末端的裂纹。

光线以一定角度照射，而检查者以大致相同的角度从反方向观察，或

是采用小角度照射与观测，这是检查抛光质量以及可能存在的擦痕的最好方法，以一定角度照射和观测的阴影效应使得擦痕与抛光的镜面的对比非常明显。

检查连接器时必须注意一个问题，就是存在过于挑剔的趋势，尤其是放大倍数较大时。通常只有纤芯的问题才是问题。覆层之外的玻璃碎片并不常见，而且并不影响多模光线纤芯中的光线耦合。同样，仅仅是覆层上的擦伤并不会导致光信号丢失。

最好的显微镜可以以一定角度检查连接器，或者倾斜照明或者让连接器倾斜，从而得到最好的图像。

现在已经出现了可以输出视频的显微镜，可以更加容易地观察连接器的端面，有些甚至附带分析软件。尽管这些显微镜比普通光学显微镜昂贵许多，但它们使得检查过程更加便捷，能够极大地提高效率。

切记在显微镜下观察之前要确认光纤中没有信号，这样能够保护你的眼睛。显微镜会把光纤中所有的能量聚焦并送入你的眼中，有可能造成严重后果。有些显微镜有滤光片，可以阻止发射机发出的红外线，因而这种显微镜就没有前面的问题了。[LWC](#)

上接第25页

缺口是光分路器的位置，后面两个单脉冲就是 ONU 前端的光纤光栅滤波器（反射率 90%）反射的光，一旦光缆出现断裂或者接头出现问题，反射光就会削弱。而 OTDR 就能识别出故障点。

总结

基于 OTDR 的实时监控系统

可以比较有效地解决低成本 FTTX 监控问题。模块化的设计大幅度降低了一次投入成本，实际上用户可以根据 PON 口的开通数量来控制投入，首次投入只需要 OTDR 模块和一个光开关模块，一共 14.4 万元。光分路器按需求可以随时增加。光纤光栅也可以在用户开通业务时增加，每个用户的监控成本只需要 106.5 元左右。一个系

统可以为 13.1 万个用户提供监控。

本系统最大的问题是使用了 1550nm 波长，其主要是由于商用的光环行器波长范围在 $1550 \pm 30\text{nm}$ 之间，如果光环行器的波长范围能扩大到 $1550 \pm 50\text{nm}$ ，那么 OTDR 就可以使用 $1580 \pm 20\text{nm}$ 的监测光源，从而避开 1550nm 波长。[LWC](#)

上接第29页

一旦 OTDR 检测完成，技术人员断开连接光缆，重新接回分路器输出端口，不用切断和重新熔接任何光纤。另外，由于所有分路器输出光纤都连接到了配线板，保护帽会防止技术人员操作过程中的意外损坏。在光纤分配集线器中，比起熔接，连接器连接光纤使得业务提供者能够更快、更简单、更节省人力

地完成光纤的测试，而且对网络产生的风险最小。

要考虑长期效果

任何一个业务提供者在建设下一代光纤网络时，都会考虑到前期设备成本和长期运维成本的平衡。前期阶段，连接器方案可能比熔接方案更昂贵。然而，老道的网络规划者应该看

得更长远，要考虑到每一个客户业务启动带来的运维成本，以及简单测试接入的好处。一些业务提供者发现应用连接器虽然前期设备成本较高，但减少了网络整个寿命周期的运维成本，仍不失为一个明智的选择。[LWC](#)