

# 光缆管理的要素

Daniel Daems



随着服务提供商不断升级其网络以提供高带宽宽带服务，为了满足带宽和成本的要求，必须提高光纤使用率。但是，仅仅部署更多光纤是远远不够的——成功、强健的网络必须建立在强大的光缆管理系统之上。

恰当的光纤管理会直接影响网络的性能、稳定性、可靠性和成本。此外，它还会影响网络维护、运营、扩展、恢复，以及在不对其他有源电路传输造成任何影响的情况下，迅速实施新服务的能力。强大的光缆管理系统具有以下优势：

- 光纤、接续点、连接件、无源光器件和线缆的存储和保护
- 光纤和线缆布线路径与弯曲半径控制
- 模块化电路分离（为了减少相邻光电路群组中的瞬态损失）
- 光纤和线缆识别和访问

只有正确执行这些概念，才能充分发挥网络的全部竞争潜力。

## 引言

随着高清电视 (HDTV) 和大文件共享所需的高速互联网服务等高带宽技术的发展，对于宽带服务的需求长期保持稳步增长，光纤正在越来越靠近客户楼宇。

这一趋势反过来形成了在运营商中心机房 (CO)/数据中心增加更多光纤的需要，以及对有源设备进行管理以适应未来网络发展的必要。

任何全新的宽带网络基础设施必须具备轻松迁移至下一代技术和服务的固有能力。无论是从多服务运营商 (MSO) 前端、CO，还是无线移动交换中心 (MSC)，对于任何三网融合宽带服务的提供商，这都是一个重要的考虑因素。随着光纤数量的激增，正确管理光缆的重要性愈加凸显。

连接、端接、布线、拼接、存储和处理光缆的方式将对网络性能、稳定性，以及更为重要的盈利能力造成直接影响。

在本文中，我们将讨论光缆管理的四个基本要素——物理和环境保护、电路分离、光缆布线路径与弯曲半径控制，以及访问和识别，还将讨论在过去几年中开发、旨在改进这些要素的新技术和产品。

## 存储和保护

光纤管理系统为已安装的光纤、接续点、连接器和无源光器件提供存储和保护（从物理和环境两个层面）。网络中的每条光纤必须由技术人员或通过设备处理进行保护，以避免意外损坏。对穿越不同设备的光纤进行布线时，必须考虑采用物理保护手段，例如使用管道系统以隔绝外部的干扰。

若没有恰当的物理保护措施，光纤易于不受控制地弯曲，导致瞬态光损耗和损坏，严重影响网络性能和可靠性。

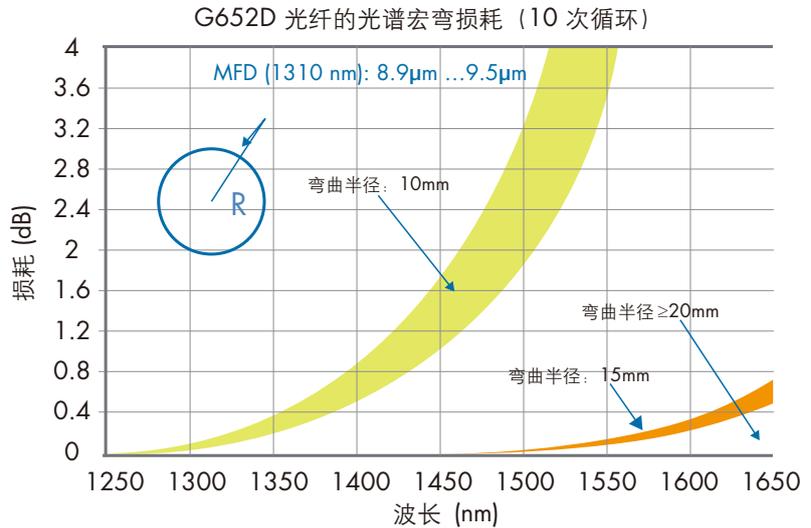


图 1：宏弯损耗的波长依赖性

## 光纤和线缆布线路径与弯曲半径控制

光纤或光缆不受控制的弯曲会影响光纤网络的长期可靠性和性能。

这类弯曲通常在操作光纤的过程中产生。由于产生弯曲，半径变得过小，导致光逃离核心并进入包层。这样一来，最好的结果是衰减增加，而最坏的情况是信号减弱，或者干脆由于光纤机械断裂导致信号完全丢失。但是，通过在光纤管理系统中进行恰当的光纤处理和布线，可以大幅减少或避免这些宏弯的产生。

宏弯造成的衰减与波长相关（参见图 1）。对于相同的弯曲，波长越长，衰减也随之增加。IEC 61756-1<sup>1</sup> 和 ITU-T L.13<sup>2</sup> 标准指出，常规单模光纤（ITU-T G.652D）的最小永久存储半径推荐值为 30 毫米，然而，在本地案例中，仅允许 20 毫米半径（例如连接器罩处的弯曲）。

光缆的最小弯曲半径取决于光缆结构，会有所不同。一般情况下，光缆的最小弯曲半径应不小于其外径的十倍。因此，对于直径为 5 毫米的光缆，不应存在任何弯曲半径小于 50 毫米的弯曲。同时，如果在光缆上施加了拉伸负荷，如垂直布线的长光缆的重量或在两点之间拉紧的光缆，则会由于光纤上压力的增加，导致最小弯曲半径增加。

在 ITU-T G.657<sup>3</sup> 中提出的弯曲不敏感光纤则是一个通过技术革新解决弯曲半径问题及相关衰减的例子。在常规光纤中，最小弯曲半径应不小于光缆外径的十倍，而弯曲不敏感光纤则能提供更大的回旋余地。弯曲不敏感光纤可以在不增加衰减的情况下，比常规单模光纤的弯曲半径小 30%。这样一来，就能减少 FTTH 应用的光纤管理系统的尺寸。在此类应用中，推荐使用的最小弯曲半径为 20 毫米，但在一些受限情况中，只能提供 15 毫米弯曲半径（例如，在室内接线面板）。一些弯曲不敏感光纤（ITU-T G.657B3）所指定的弯曲半径仅为 5 毫米，这使其成为客户楼宇光纤布线的理想之选。但是，必须注意的是：由于弯曲是如此的小，机械故障的概率将大大增加。对于 FTTH 客户楼宇布线， $10^{-5}$  的机械故障率是可以接受的；而对于远程网络，至少需要  $10^{-7}$  的故障率，这是因为一个故障可能会对几千位客户的数据传输造成影响（参见图 2）。

不同网络位置对光纤线路的可靠性的要求

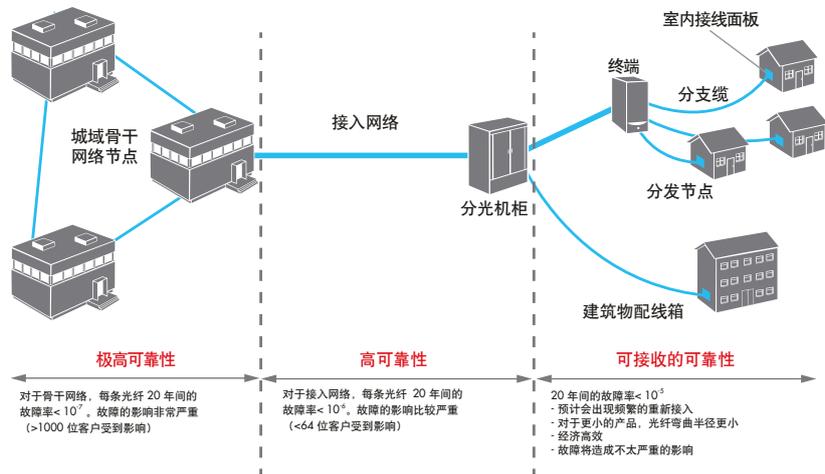


图 2：各类光纤网络的预期机械可靠性

但是，服务提供商必须清楚，这些全新的 ITU-T G.657 光纤不会减少对于固体光纤管理的需求。正相反，随着越来越多的光纤添加到系统中以适应宽带升级，使得弯曲半径控制的重要性不降反增。此外，未来的 NG-PON2 系统 (ITU-T G.989.2)<sup>4</sup> 所用的传输波长高达 1625 纳米，这使得该光纤对于这些波长的宏弯异常敏感。

由于新光纤是从已安装光纤顶部加入的，所以如果在未加以保护的弯曲上方布线，则可能会引发已安装光纤的宏弯。这样一来，已正常工作多年的光纤的衰减级别可能会突然增加，使用寿命也会随之缩短。虽然弯曲不敏感光纤是能够解决弯曲半径保护问题的独创性突破技术，但是服务提供商需要一些时间，才能将现有光纤替换为弯曲不敏感的各类光纤。与此同时，为了避免网络中的运行问题，弯曲半径保护已成为重中之重。

技术人员对光纤和线缆的不恰当布线是造成弯曲半径问题的主要原因之一。不管在哪里使用光纤，布线路径必须明确界定和易于遵循——这意味着技术人员除了正确布线，别无选择。如果由技术人员自行构思光缆布线，则会造成光纤网络布线不一致、难以管理。

光缆布线路径的质量（尤其是光纤配线架系统中）决定最终得到的结果：拥挤混乱还是整齐摆放、易于访问的跳线。人们常说，光纤布线技术最好的老师是第一个正确布线的技术人员。与之相反，最差的老师是第一个使用方法不当的技术人员，因为随后的技术人员很可能跟随他的引导。因此，定义明确的布线路径能够减少技术人员技能培训时间，并通过在各方面确保满足和保持弯曲半径的要求，由此提高工作的一致性，进而增强整个网络的可靠性。

需要注意的是，使用弯曲不敏感光纤不会减少对于明确光缆布线路径的需求——好的线缆管理所能提供的益处远远超出弯曲半径保护。

定义明确的布线路径使技术人员能够更容易、更快捷、更安全地访问单独光纤——并能减少重新配置的所需时间。由于光纤扭曲减少，使得跟踪特定光纤重新进行布线的过程变得更加简便。即使依靠新技术，如在跳线的两端使用连接点标识 (CPID) 以便于识别，定义明确的光缆布线路径仍可大大减少跳线布线和重新布线的所需时间。所有这一切都会直接影响网络运营成本，以及响应或恢复服务所需的时间。

处理在线光纤时，衰减的变化情况

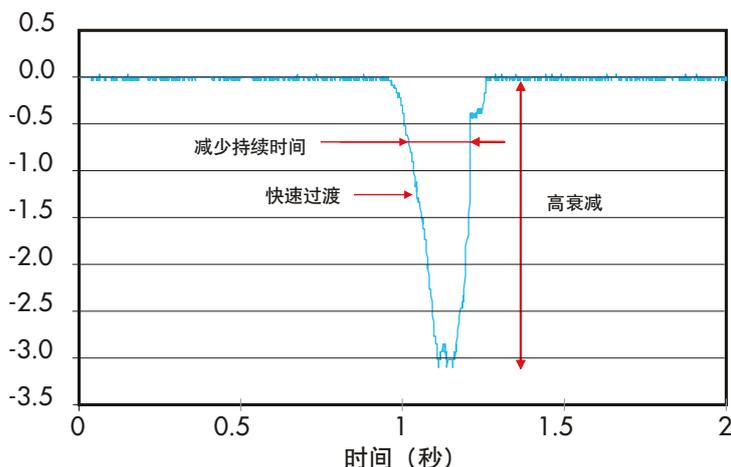


图 3：瞬态光损耗

## 模块化电路分离系统

若要增加光纤的容量，最简单的方法就是在设备中添加尽可能多的光纤和光缆。这就导致每个熔接托盘拥有超过 96 个拼接头。这样的海量存储系统的缺点是在维护人员进行干预时，会有意或无意中访问许多光纤或光缆。由此，出现不受控制的光纤弯曲的概率大大增加，进而导致衰减的快速变化，这也被称为“瞬态损耗”。

图 3 显示在安装人员处理光纤时记录的一个典型瞬态损耗。很多论文<sup>5,6</sup>中都说明了瞬态光损耗对传输质量的影响。瞬态光损耗是指在 1 毫秒到数秒的时间内衰减发生高达 10 dB 的快速变化。瞬态损耗应减少到 0.5 dB 以下，才能避免有源电路中产生传输错误（或比特错误）。

在需要频繁干预的网络位置（如接入网络），通过将光纤存储在单独的熔接托盘中，以分离光纤电路的做法是非常有意义的。这样做能够减少相邻电路中发生瞬态光损耗的可能。国际标准 IEC 61756-1<sup>1</sup> 和 ITU-T L51<sup>7</sup> 定义并描述了电路分离的具体含义。并定义了以下分离级别：

- 单电路 (SC)：每个熔接托盘中只有一个客户的光纤
- 单带 (SR)：每个熔接托盘中只有一个光纤带
- 单组件 (SE)：每个熔接托盘中包含某个光缆组件（例如松套管）引出的所有光纤
- 多组件 (ME)：一个熔接托盘中包含多个光缆组件引出的光纤（也称海量存储托盘）

光纤管理系统应确保熔接托盘的模块化组合达到上述电路分离级别。根据不同应用，熔接托盘的类型可有所变化。例如，对于长途网络，电缆段拼接在一起（在路径接合点），并预计不会再次进入接续盒，这种情况下，通常会使用 SE 和 ME 熔接托盘。而在接入网络的配线点，由于预计会在产品使用寿命内频繁再次进入，则会使用 SC 和 SE 熔接托盘。

## 光纤识别和光缆访问

光缆访问和识别是优良光缆管理的另一个重要要素，指可访问安装光纤的便利性。随着配线架和有源设备中光纤数量的激增，如何访问光缆已成为宽带服务供应商越来越重要的问题之一。过去，一个有源设备机架可能会导出约 50 条光纤，管理这些光纤并不会有什么大问题。但是，对于面向下一代宽带服务的同样机架，有可能会涉及多达 500 条光纤。这样一来，如何正确管理、识别和访问光纤就成为了一件至关重要的事。使用 SC 和 SE 电路分离级别可帮助技术人员确定正确的光纤电路。

## 参考文献

1. IEC 61756-1 “光纤互连器件和无源元件——光纤管理系统的接口标准——第 1 部分：总则和指南”
2. ITU-T L.13 “无源光节点的性能要求：用于室外环境的密封盒”
3. ITU-T G.657 “传输媒介和光学系统特征——光纤电缆。弯曲损耗不敏感单模光纤和存取电缆网络的特征。”
4. ITU-T G.989.2 “数字段和数字线路系统——本地和接入网用支持 40 千兆无源光网络 2(NGPON2) 的光线路系统：物理媒介相关 (PMD) 层规范。”
5. D. Daems, “STM-64 传输系统中瞬态光损耗的影响”, NFOEC 论文集, 卷 1, 290(2002)。
6. John W. Peters 和 Osman S. Gebizlioglu, “FDF 操作测试：瞬态光损耗和 BER (误码率) 测量”, NFOEC 论文集, 卷 4, 1218(2003)。
7. ITU-T L.51 “光纤网络的无源节点要素——表征和性能评估服务的一般原则和定义”。

由于有大量数据和收入沿着这些光纤快速移动，所以对于技术人员而言，必须能够快速、准确、方便地访问所需光纤。如果存在服务水平协议，尤其是那些具有高优先级流量的客户，任何服务提供商最应避免的事无外乎由于误操作访问另一根光纤，进而导致服务中断的情况。

如前面提到的，目前会在跳线的两端设计连接点标识 (CPID)，以帮助技术人员识别特定光缆，避免发生错误。这些创新技术可在优良的光缆管理系统中加以实施，尽可能减少断开错误跳线所导致的问题。另外，还有许多其它工具和技术，可以确保在不弯曲或干扰相邻光纤的情况下，安装或移除每一根光纤。

在光缆管理系统中，能够方便地访问光纤，意味着每根光纤的网络重新配置时间存在 20 分钟和超过 90 分钟的天壤之别。由于在网络重新配置的过程中，方便访问是最为一个重要的因素，因此优秀的光缆访问性将直接影响运营成本和网络可靠性。

## 最后一点——规划

最后，由于许多服务供应商正处于——或即将进入升级网络以提供高带宽宽带服务的过程中，因此必须强调光纤和光缆管理规划的需求。当今的网络是一个不断变化和发展的实体——能够满足当下的服务需求在未来一定会变得捉襟见肘。考虑到这一点，面向未来的网络应尽可能考虑未来的可能性，光缆管理也是如此。

例如，目前在 CO、MSO 或 MSC 中对于宽带服务的升级需要部署更多光纤。四英寸和六英寸 (102 毫米和 132 毫米) 光缆保护管道系统将很快不足以妥善管理更多光纤。服务提供商必须提前计划采用 24 英寸 (610 毫米) 保护管道实现集中、高密度的光纤配线架，使其不仅能够适应当今的光纤要求，也能满足未来的预期需求。虽然目前安装 24 英寸保护管道系统较为昂贵，但几年后再改装系统的成本将更为高昂，并会给光纤带来更大的风险。如果完全不顾及未来增长，将导致网络性能变差或需要对无法满足网络需求的产品进行改装，由此造成更高的长期运营成本，这一点在光纤方面更为明显。

在进行优良的光缆管理规划时，另一个需要考虑的因素是有源设备机架。大多数制造商长期以来忽略了需要在其有源设备内部提供光缆管理的需求。在购买设备之前，服务提供商应坚持在每个有源设备中纳入光缆管理，以确保其投资能长期发挥最高效能。



### DANIEL DAEMS

Daniel Daems 于 1982 年获得比利时布鲁塞尔自由大学 (VUB) 理工学院机电工程硕士学位。

他于 1988 年加入 Raychem 公司，并致力于开发外部设备应用的光纤管理系统和接续盒。目前，他就职于比利时 TE Connectivity 公司光纤技术和标准部门，担任研发部高级经理一职。

他也是 IEC SC86B (光纤互连设备和无源组件) 的主席，以及光纤接续盒的 CENELEC (欧洲标准) TC86BXA WG2 的会议召集人。

## 康普公司（全球总部）

地址：1100 CommScope Place, SE  
Hickory NC 28602, 美国  
电话：+1 828 324 2200

## 康普大中国区联系方式

### 北京销售办事处

地址：北京市东城区建国门南大街7号  
北京万豪中心C座6层605单元  
邮编：100005  
电话：010-8593 7300  
传真：010-8593 7399

### 上海销售办事处

地址：上海市闵行区吴中路1799号  
万象城B座2楼  
邮编：201103

### 广州销售办事处

地址：广州市天河区珠江新城华夏路28号  
富力盈信大厦1102-03单元  
邮编：510623  
电话：020-8560 8128  
传真：020-8560 8129

### 西安销售办事处

地址：陕西省西安市碑林区雁塔北路15号  
天域凯莱大饭店9003室  
邮编：710054  
电话：029-8786 8612  
传真：029-8786 8788

### 沈阳销售办事处

地址：沈阳市沈河区青年大街167号  
北方国际传媒中心1810室  
邮编：110013  
电话：024-2318 2606  
传真：024-2318 2605

### 成都销售办事处

地址：成都市锦江区一环路东5段8号  
天府国际大厦第15层01A单元  
邮编：610011

### 深圳销售办事处

地址：深圳市福田区中心区民田路  
新华保险大厦715-718室  
邮编：518048  
电话：0755-8320 1458  
传真：0755-8320 1483

## 我们深感荣耀能成为您网络发展的参与者

康普是您最可信赖的合作伙伴和可靠的资源。我们创造了连接世界并不断升级演进的的网络基础设施。我们投以全部的能力、资源、网络和产品支持客户应对严峻的挑战，我们也将继续发扬同甘共苦的合作精神——为新创意和新思想的实现铺平道路。

我们在全球网络建设中承担可信赖的合作伙伴的角色，我们为了您，您的网络，您的成功不遗余力。这激励着我们与您建立合作关系的同时，建造全球通信和网络基础设施……跨协议、跨海洋与时区，实现人与技术的互联……并分享收获成果。我们将始终为客户提供家庭、办公和移动中业务所需的网络解决方案。

这是我们对您的承诺。

这就是康普。

### CommScope Solutions International Inc.

地址：香港观塘观塘道388号创纪之城1期  
渣打中心(第2座)33楼3313-18室  
电话：+852-3582 7799  
传真：+852-3579 2521

### CommScope Technologies LLC Taiwan Branch

地址：台北市信义区松仁路89号18楼之一  
邮编：11073  
电话：+886-2-2758 2998  
传真：+886-2-2758 8978



[www.commscope.com.cn](http://www.commscope.com.cn)

请访问我们的网站或联系您的康普销售代表了解更多信息。

© 2016 CommScope, Inc. 版权所有。

所有以®或™标记的商标均为康普公司的注册商标或商标。

本文件仅用于计划，并不涉及对康普产品或服务任何规格要求或保证的修改或补充。

WP-319842.2-ZH-CN (06/16)