

北讯光纤布线解决方案----数据中心

市场背景:

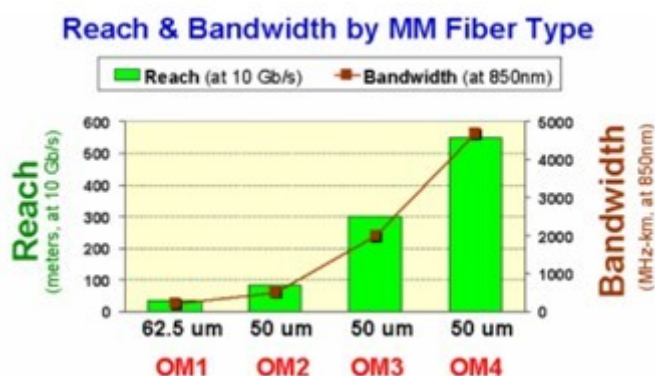
在最近的 5-6 年内，中国的数据中心的建设处于高速增长的阶段，同时根据第三方调查机构的 AMI 预测，在今后的 5 年甚至更长的一段时期，国内数据中心的建设还将持续处于快速增长通道内，根据报告显示，亚太区数据中心布线市场复合年增长率将达到 32.8%，预计中国的复合年增长率将达到 37.5%，比整体综合布线市场的复合年增长率高出 23.9%，中国 2011 年数据中心布线市场规模将有望达到 9-10 亿人民币。

大型数据中心项目的建设与应用，极大的推动了光纤布线产品技术的发展，对数据中心光纤布线将提出新的更高的要求并产生新的技术课题促进了数据中心布线技术的发展，引导数据中心布线产品技术的方向进而在布线市场中产生主流效应。

关键词：数据中心 多模光纤 布线技术 趋势

一、光纤技术的应用和发展

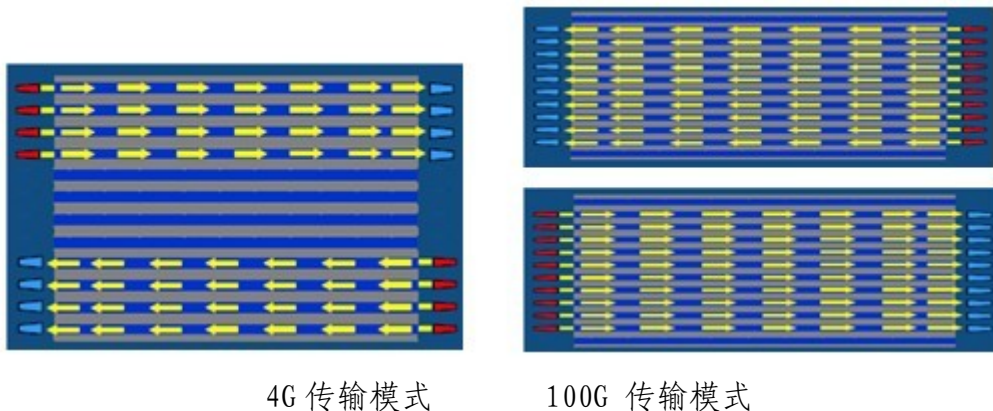
数据中心布线系统需要不断提升带宽为快速增长的网络（如核心层网络，汇聚层网络及 SAN 存储网络）传输应用提前铺好道路，而采用光纤传输可以为不断发掘带宽潜力提供保障。与单模光纤相比较，由于多模光纤技术较低的有源+无源的综合成本，将促使多模光纤在数据中心的应用中占有绝对的优势，大中型数据中心超过 85% 的光纤布线系统采用的是多模光纤。2009 年 8 月，TIA 正式批准 OM4，一种新类别 EIA/TIA492AAAD 多模光纤标准的推出，为多模光纤今后大量应用提供了良好的发展前景，多模光纤从 OM1 到 OM2，采用 VCSEL 激光优化技术后 OM3 再到 OM4 整整发展了 4 个阶段，带宽也是逐级提升，各级别的带宽与 10G 传输的距离对应关系如下图（1）所示。



图（1）

随着 2010 年 6 月 IEEE 802.3ba 新的以太网 40G/100G 标准发布后，多模光纤在数据中心领域的应用将翻开新的一页，40G 与 100G 的高速传输不再仅仅依靠单模采用成本极高的 WDM 串行方式进行传输，新一代以太网 40G/100G 标准将采用 OM3 与 OM4 多模光纤多通道并行传输的方式，这种多模并行传输的方式相比较单模 WDM 串行传输方式，在 40G/100G 上的总体成本（包含有源设备，光模块，无源器件）分别只占单模系统的 1/3 与 1/10，可见多模优势十分明显，市场的应用趋向通常是由成本与价格因素来驱动与决定哪种技术模式能在市场取大最大的应用。

多模光纤 40G 的传输模式采用每对光纤支持 10Gbps 的速率 $4 \times 10\text{Gbps} = 40\text{Gbps}$ ，需要用到各 4 根光纤发送与接收共 8 芯光纤，100G 采用各 10 根光纤发送与接收 $10 \times 10\text{Gbps} = 100\text{G}$ ，共使用 20 芯光纤，采用标准 MTP/MPO 的多芯连接系统将可以较好的支持新一代光网络 40G/100G 的传输，40G 与 100G 在多芯光纤内的传输模式如下图（2）所示，40G 的传输模式是在 12 芯的 MTP/MPO 连接器内取最外两侧各 4 芯进行传输，中间 4 芯处于空置状态，而 100G 的传输模式是采用两个 12 芯的 MTP/MPO 连接器中取中间 10 芯进行传输，如果采用 MTP/MPO 高密度 24 芯连接器，则在一个 24 芯的 MTP/MPO 连接器上完成 100G 的接收与发送。100G 传输时，每 12 芯中的两侧各 1 芯处于空置状态。



图（2）

由于新一代 40G/100G 的光纤技术的标准与应用标准都已经出台，为数据中心的规划者有了更明确的光纤类型选择方向，OM3 与 OM4 光纤将成为数据中心的应用主流，如表（1）显示为多模 OM3，OM4 光纤分别应用于 40G/100G 对应的传输协议与支持应用距离，虽然多模 40G/100G 的传输距离无法与单模光纤长达 10KM 或 40KM 相比较，但在数据中心室内的应用环境下，据统计中小型数据中心超过 90% 的光纤链路长度小于 100 米，大型数据心超过 70% 的光纤链路长度小于 100 米，超过 80% 的长度小于 125 米，多模可以满足绝大部分链路的需要，随着网络设备的技术的提升，今后多模光纤支持的传输距离有可能进一步增加。

传输协议类型	光纤类型	支持传输距离
40GBase-SR4	850nm VCSEL OM3 光纤	100 米
40GBase-SR4	850nm VCSEL OM4 光纤	125 米
100GBase-SR10	850nm VCSEL OM3 光纤	100 米
100GBase-SR10	850nm VCSEL OM4 光纤	125 米

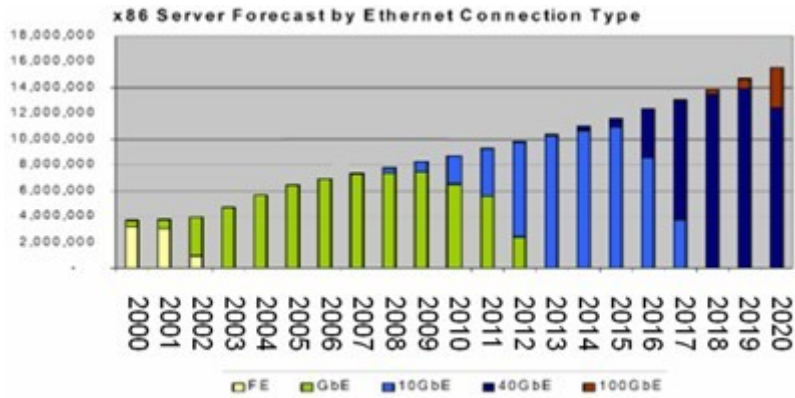
表 (1)

北美电信工业协会 2008 年 6 月发布的标准 ANSI/TIA 568C. 3 对于以 MTP/MPO 的多芯连接器组成的光纤连接通道定义了三种光纤连接模式, 分别为 TYPE-A, TYPE-B, TYPE-C, 在 10Gbps 及以下的传输应用中, 以太网设备端口采用双工模式, MTP/MPO 主干链路最终将被转换为双工类型连接器如 LC, SC 等, 而在 40G/100G 的状态下设备端口如 QSFP 将直接与 MTP/MPO 连接器相连接, 不论光纤通常中由几条光缆来连接, 也不论中间连接的光纤是采哪种 TYPE 连接方式, 40G/100G 的设备端与设备端之间最终通道连接方式需要形成 TYPE-B 的模型状态, 使设备发送端与接收端的通道相互对应, 否则将无法正常工作, 如图 (3) 所示:

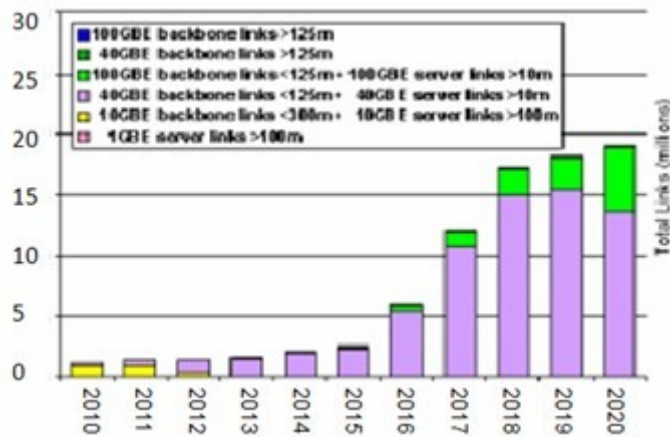


图 (3)

当前数据中心的主干网络设备端口正大量从 1GbE 切换到 10GbE, 根据 Intel 公司一份预测显示, 如图 (4) 以 X86 服务器端口为例从 2011 年开始将有少量 40GbE 端口开始正式应用, 而到 2015 年后将开始大量的应用。而作为基础设施之一的数据中心的布线系统与网络设备不一样, 网络设备通常 3-5 年需要更新换代, 数据中心的布线系统特别是光纤布线系统, 通常需要支持约 2-3 代以上的网络设备的更新, 所以光纤布线系统的部署应用上必须比实际当前网络应用超前 3-5 年。根据美国第三方咨询机构 Alan Flatman 的对多模光纤在数据中心的应用分析预测, 从 2011 年开始支持 40GbE 的多模光纤通道部署将占有一定的比例且逐年显著增长, 如下图 (5)



图（4）



图（5）

二、光纤布线产品技术发展

随着光纤技术升级，作为数据中心的“中枢神经”的光纤布线系统产品技术也正在经历着新一代的更新换代，以中国国内市场中的数据中心布线产品技术来看，如果我们将2005年到2010年这5年间所发展出来的专业应用于数据中心布线光纤解决方案的产品线看作第一代的数据中心光纤布线产品技术，以第一代预连接（或称预端接）产品技术为代表数据中心光纤布线产品在这期间得到了良好的应用与推广。数据中心第二代光纤布线系统比较有代表性产品线如超低损预连接光缆方案，高密度光纤配线系统以及弯曲不敏感光纤系统等组成。

1、超低损预连接方案

预连接光缆方案在数据中心布线中有多种连接方式，应用比较广泛的主要由3种主流应用：（1）MTP/MP0到MTP/MP0预连接光缆配套两端内含MP0-LC分支的预连接模块；（2）MTP/MP0到LC预连接光缆配套一端端接内含MP0-LC分支的预连接模块，另一端LC端直接配套LC适配器面板；（3）LC到LC预连接光缆配套两端直接连接LC适配器面板。随着前述今后以太网40G/100G采用多通道光纤传输标准的正式发布，今后在数据中心的光纤主干部署中，MTP/MP0到MTP/MP0并采用OM3, OM4光纤的预连接方案成为前述三种预连接技术方案中的首选方案，

与第一代 MTP/MP0 连接方式的要求不同，第一代的方案应用初期主要为了支持 10GbE 的应用，根据 10GbE 以太网对 OM3 整体光纤通道衰减的要求为 2.6dB，而如果支持今后 40G/100G 的网络的整体通道衰减需控制在分别 1.9dB 和 1.5dB 以内，各种传输应用与通道衰减的对应关系如表（2）所示，第一代 MTP/MP0 的单个连接损耗业界通常只控制在 0.75dB 以内，显然这样的性能对于后续 40G/100G 的应用将会因为通道衰减超过标准值而产生有效链路长度缩短的问题。

传输协议类型	光纤类型	最大传输距离	最大通道衰减
10GBase-SR	850nm VCSEL OM3 光纤	300 米	2.6dB
10GBase-SR	850nm VCSEL OM4 光纤	550 米	2.6dB
40GBase-SR4	850nm VCSEL OM3 光纤	100 米	1.9dB
40GBase-SR4	850nm VCSEL OM4 光纤	125 米	1.5dB
100GBase-SR10	850nm VCSEL OM3 光纤	100 米	1.9dB
100GBase-SR10	850nm VCSEL OM4 光纤	125 米	1.5dB

表（2）

新一代数据中心预连接系统的 MTP/MP0 的衰减值将要求采用低损耗的连接器，业界将会要求至少单个 MTP/MP0 连接点衰减值要小于 0.5dB 才能让通道发挥出标准界定的 40G/100G 最长传输距离，目前不同厂家对于预连接系统衰减控制的水平有所不同，福建北讯智能科技有限公司对数据中心布线系统所推出的第二代预连接系统为例，预连接系统将推出新一代超低损耗的 MTP 连接系统，超低损 MTP 方案的实现主要从连接器的本身的插芯精度，研磨工艺，3D 几何端面测试技术三方面相结合，单个多模 MTP 连接点已经可以控制到 0.3dB 以下。第二代预连接系统如图（6）所示。超低损的第二代预连接光缆为数据中心的今后 40G/100G 的顺利升级提供基础保障。

除了控制光纤通道光学性能外，第二代预连接系统结构上也有新的升级，预连接光纤的光纤分支将会更多的采用圆形光纤分支，与上一代扁平 MTP/MP0 分支相比，更易于在狭小空间上高密度配线且光纤弯折与盘纤没有方向性。主干光纤采用第二代高抗拉小直径光缆，光缆本身提高抗拉力抗压参数以外更加节省管槽空间，同时主干光缆布线安装更加便利。而预连接光缆两端的安装拉手至少可支持 500N 以上的安装拉力，可以充分满足数据中心在各种安装环境中的机械与可靠性要求。



图（6）

2，高密度配线系统

预连接光缆通常作为数据中心的主干安装在机房的走线通道上，一旦部署将不会轻易移动与改变，而与预连接光缆主干不同的是端接于预连接两端的光纤模块与配线系统，将需要随着应用的升级而进行升级。当前的数据中心主干更多的是应用 10GbE 的网络，而 10GbE 的设备光端口 SFP 更多的是采用 LC 类型的端口连接方式，但后续 40G 与 100G 传输时，可能更多的会采用 MTP/MPO 的接口方式，如何使布线系统能够不但支持当前又能支持今后的需要？我们的方法是仅需对高密度配线系统中的模块进行灵活的升级而不需要去更换主干光纤链路，今后的配线系统中模块的升级预计将如下图（7）所示的方式演进。图中模块 1 为当前支持 10GbE 应用的 OM3, OM4 MTP/MPO 转 LC 形式；模块 2 为支持 40GbE 应用为提高主干光纤利用率，采用 2*12 芯 MTP/MPO 的端口转换为 3*8 芯 MTP/MPO，此模块应用在 40G 时可增加 50% 的主干光纤利用率；当网络升级到 100GbE 时，将直接采用 MTP/MPO 适配器面板对配线系统进行升级，直接采用 MTP/MPO 跳线插接于适配器面板与设备端口。



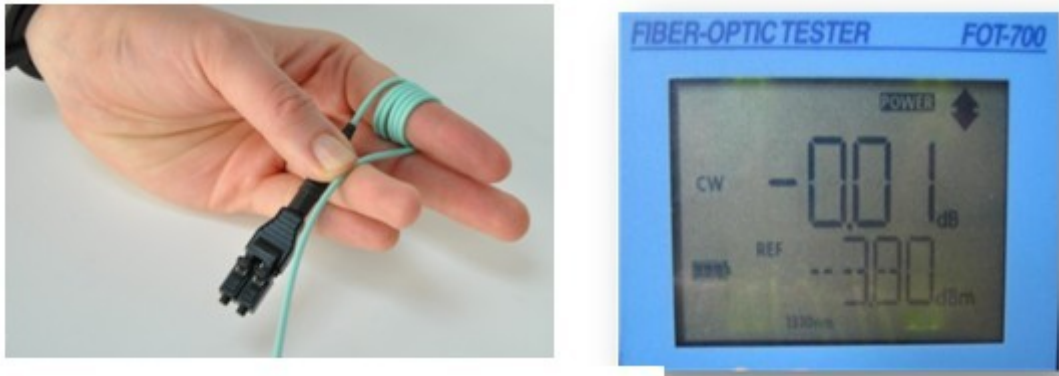
图（7）

配线系统除了满足网络升级应用的要求以外，追求高密度布线始终数据中心对光配线系统的一个重要衡量指标，减少配线系统占用机柜的空间，将可最大限度提升生产网络设备安装空间，以增加机房单位面积的利用率与投置回报率。下

一代专业的数据中心的布线系统将会采用多种配线方式，如专门为数据机房设计的新一代配线系统可安装于网络桥架上的 TOR 方式，或为地板下走线方式的数据中心直接安装于活动地板下方的集中式区域配线系统。以上所述新一代的高密度配线系统将不再占用机柜的空间。对于光纤配线最为集中的 MDA 区域，数据中心配线系统将不会仅仅追求越来越高的密度，MDA 区域光纤配线系统的可维护性与高密相比也是同等重要，而越高的密度将会影响可维护性，新一代数据中心的配线系统发展方向将是布线高密度与布线系统可维护性两者之间取得最佳的平衡。

3， 弯曲不敏感光纤

数据中心中高密度配线区中的光纤跳线往往是管理的核心，当光纤配线架端口密度越高，跳线的管理相对也就不再容易，光纤跳线如果弯折半径过小将直接导致光纤整体通道衰减增加。如果弯折严重，衰减过大有可能导致该通道通讯中断。对于大中型数据中心来说，在高密度配线区域中跳线数量成千上万条，很难保证每根跳线的管理都能保证其在标准要求的光缆直径 10 倍以上的弯折半径以内。而对于数据中心来说网络运行的可靠性是数据中心致命要素之一，正因为如此，新一代的数据中心将越来越多采用弯曲不敏感的光纤系统来解决这个问题。与传统跳线不一样，采用弯曲不敏感光纤的跳线，当我们光纤的弯折半径为 7.5mm 绕上 2-3 圈，衰减甚至不超过 0.1dB，而如果同等条件下如果采用普通光纤制作的跳线，衰减可能已经超过 0.6dB，下图（8）弯折不敏感光纤跳线的弯折状态与实时测试。



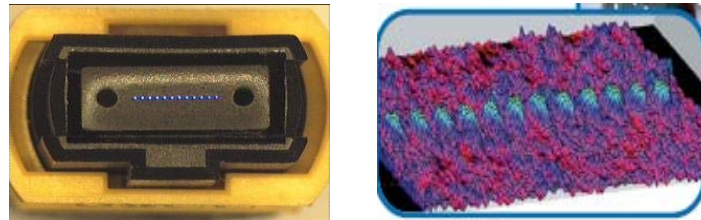
图（8）

如前所述，当 OM3, OM4 的布线需要能支持到下一代 40G/100G 网络，而每一代网络应用的升级，标准对通道最大衰减的要求更为严格，跳线是布线系统管理、移动、改变的核心，当跳线系统采用弯曲不敏感光纤后将会使整体光纤通道的可靠性增加一个等级。通过采用弯曲不敏感光纤来提升光纤物理通道可靠性的方式相比其他方式性价比更高，从这一方面来看，弯曲不敏感光纤在新一代数据中心将会得到越来越广泛的应用。

4、MPO 高密度光缆连接系统简介

MPO 光纤连接器是一种高密度光纤连接器，体积比 SC 光纤连接器还小，NORTECMPO 光纤连接器由于采用精确的几何学设计，能够支持 12-72 芯甚至 96 芯光纤。MPO 光纤连接器采用护套式设计如同 MT-RJ, 通过精密的 MT 定位针和定位孔的结构，保证了光纤对准的准确。

MPO 光纤连接器适用于数据中心机房高密度交换机背板或光纤布线解决方案。该连接器可用于网络交换机光信号发射机和接收机中也可用于光纤布线系统中，其密度是标准连接器的 12-96 倍，大大节约了空间和总体拥有成本 (TOC)。



采用高精度光学显微镜
观察MPO光纤阵列

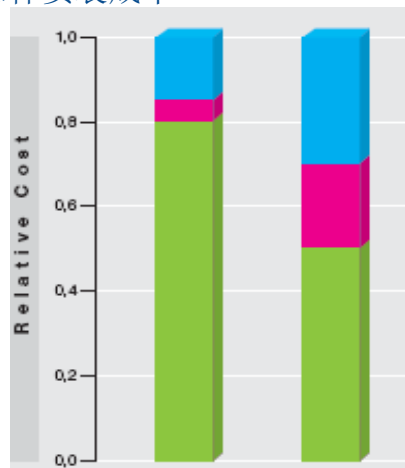
NORTEC MPO 高密度光纤布线系统特点：

- 高密度
 - 1 个 MPO 连接器集成 12-96 芯光纤
 - 节省机柜占用空间
- 高性能,
 - 支持 10M/100M/1000M/10G 以太网标准
- 高可靠性
 - 基于标准设计, 并经过严格测试, 支持
 - 100Base-FX
 - 1000Base-SX/LX
 - 10GBase-FX

- 可维护性
 - 工厂端接, 预先测试, 即插即用
- 可扩展性
 - 模块化设计, 扩展及改动 (MAC) 方便, 减少宕机时间

MPO光纤布线系统具有高性能、模块化、预先端接、方便维护和扩展的优点, 通过下图比较得知, MPO光纤布线系统与光纤布线系统相比较, 总体安装成本接近, 但是随着时间的推移, MPO管理和维护的成本优势就会越明显。

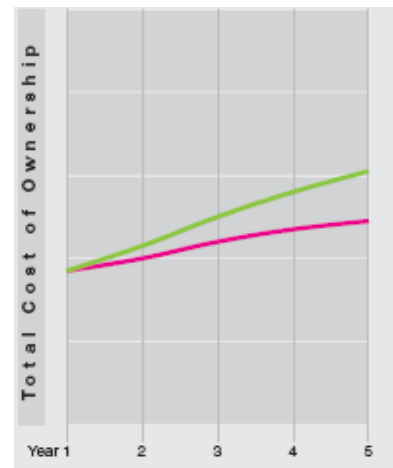
• 总体安装成本



• MPO/MRJ21 • 传统布线

- 线槽、耗材成本
- 安装、测试成本
- 材料成

• 管理维护成本



- 传统布线
- MPO/MRJ21

NORTEC MPO 光纤布线系统是端到端的完整的解决方案, 包括 MPO 光纤盒、MPO 主干光缆。



MPO-LC光纤盒

- 高性能，支持 10/100/1000M/10G
- 高密度支持 12-24 芯光纤
- 模块化设计，方便日后移动添加删除（MAC）
- 支持 MT-RJ，LC(24 芯)，SC，ST(12 芯)不同的接口类型
- 兼容 NORTEC 墙装及机柜式配线架



MPO 光纤盒连接示意图



MPO主干光缆

- NORTEC 原厂制造并测试，无需现场熔接
- 提供不同定制长度

- 带牵引保护装置
- 12 芯，24 芯，72, 96 芯不同的光纤芯数
- 提供 OFNR 或 OFNP 防火等级或 LSZH 环保等级



MPO 1U 光纤配线架

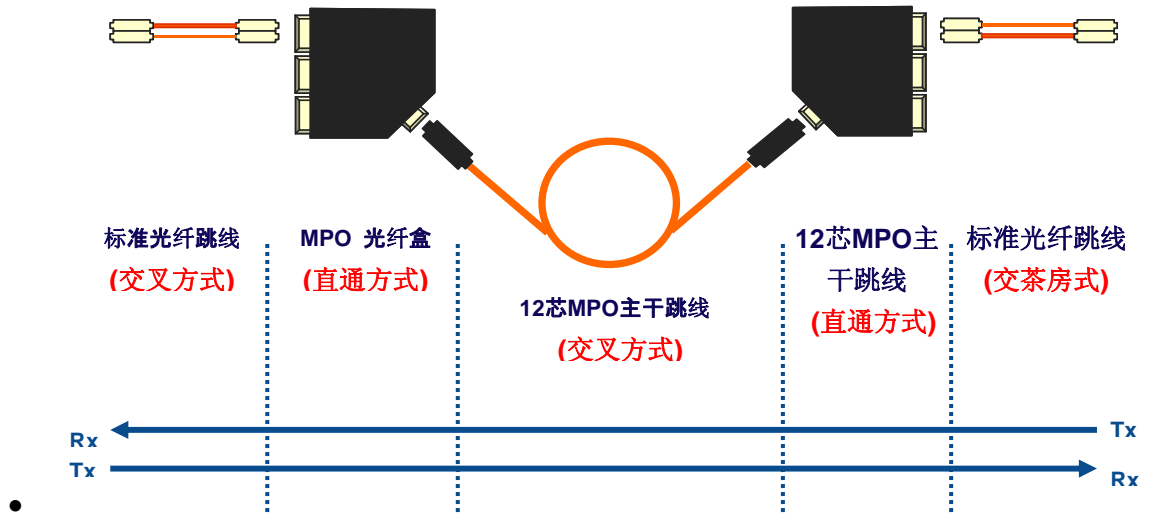
- 高度 1U，支持标准 19 英寸机柜
- 不包含适配器面板
- 支持 4 个适配器面板，24-96 芯光纤
- 支持单模/多模光纤
- 抽屉式设计，带滑动导轨
- 支持缓冲层为 250um 及 900um 的光纤
- 附带光纤的盘绕、固定和以及现场组装所需的管理部件；



MPO 4U 光纤配线架

- 高度 4U，支持标准 19 英寸机柜
- 不包含适配器面板
- 支持 12 个适配器面板，36-288 芯光纤
- 支持单模/多模光纤
- 抽屉式设计，带滑动导轨

- 支持缓冲层为 250um 及 900um 的光纤
- 附带光纤的盘绕、固定和以及现场组装所需的管理部件；
- MPO 光纤连接示意图



结束语

光纤的技术的进步特别是多模光纤标准的不断演进为数据中心网络技术的发展奠定了基础，数据中心光纤布线系统作为数据中心网络基础设施成为布线行业中一个新的课题，与传统布线相比显现越来越专业化的应用方向发展，同时也在逐渐影响布线行业内品牌的竞争格局。新一代光纤预连接系统，高密度配线技术以及弯曲不敏感光纤等多种产品应用技术的不断推出，为数据中心的网络今后升级与发展提供了坚实的基础支撑。