

数据中心 40/100G 网络设计

康宁光通信 房毅 译

随着数据中心持续扩张和可扩展性的需求，布线基础设施必须提供可靠性、可管理性和灵活性。部署一个光连接解决方案的基础设施需要满足当前和未来的数据速率的需求。选择光学连接类型的一个关键因素是可扩展性。可扩展性不仅是指数据中心额外增加的服务器，交换机，或者存储设备的物理扩张，而且也指基础设施的可扩展性来支持逐渐增加的数据速率的迁移途径。随着技术的发展和标准完成，定义了数据速率如 40/100G 以太网、光纤通道 (32G 及更高), InfiniBand(40G 及更高), 布线基础设施安装如今必须提供可扩展性以适应更高的带宽来支持未来的应用。

速度的需求

1G 和 10G 的数据速率并不足以满足未来高带宽应用的需求。更高的数据速率的需求受制于很多因素。在数据中心环境中，例如交换和路由、虚拟化、汇聚和高性能计算环境，这些需要更高的网络速度。此外，互联网交换和服务提供商点对点互联和高带宽应用，如视频点播将推动从 10G 迁移到 40/100G 接口的需求。

IEEE 802.3ba 40G和100G以太网标准被批准

电气和电子工程师协会 (IEEE)802.3ba 40/100G 以太网标准于 2010 年 6 月批准。标准提供了详细的指导，40/100G 的传输使用多模和单模光纤。标准没有对 CAT UTP/STP 铜缆进行指导。

OM3 和 OM4 是唯一被纳入标准的多模光纤。多模光纤在 850nm VCSEL 激光调整范围利用并行光学传输代替串行传输，当时指导已被开发。单模光纤指导利用双路光纤波分复用 (WDM) 串行传输。40/100G 多模光纤物理媒介相关 (PMD) 的转化相比于单模光纤 PMD 的短距离互联在数据中心中提供一个重要的价值定位。

并行光学传输，与传统的串行传输相比，使用并行光学接口，数据同时在多条光纤上发送和接收。40/100G 以太网接口分别是 4x10G(图 1) 通道在 4 条光纤每个方向和 10x10G(图 2) 通道在 10 条光纤每个方向。

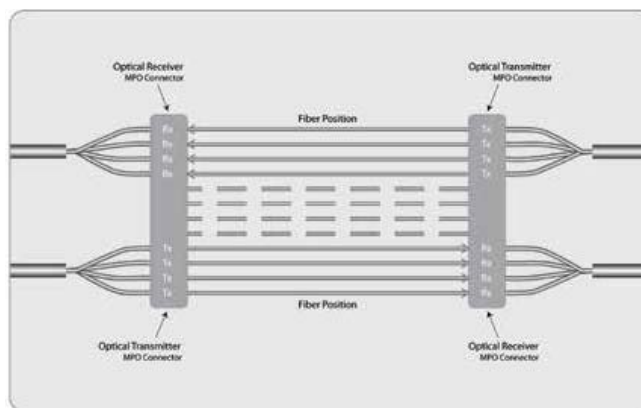


图 1:40G 并行光学传输

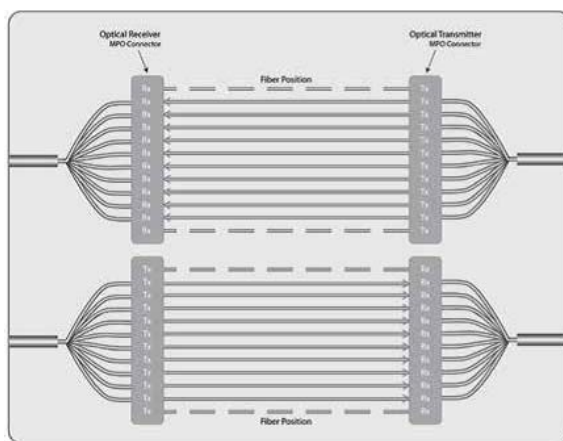


图 2:100G 并行光学传输

表 1 提供了 OM3 和 OM4 光纤以太网规定的传输距离。每个距离假设 1.5dB 总连接器损耗除了 OM4 40/100G 的情况，假设 1.0dB 总连接器损耗。OM3 和 OM4 完全有能力支持已有和新的数据速率，作为预期 15-20 年的使用寿命的物理层。当评估 OM3 和 OM4 布线基础设施所需的性能以满足 40/100G 以太网通道传输插入损耗的要求时，应考虑三个条件：带宽、全部连接器插入损耗，和倾斜角。所有这些因素可以影响布线基础设施的能力以满足标准规定的传输距离。

CORNING

LANscape®
Pretium® Solutions

850 nm Ethernet Distance(m)				
	1G	10G	40G	100G
OM3	1100	300	100	100
OM4	1100	400*/550*	150	150

*10G 标准推荐的距离。

** 工程长度。

表 1: OM3 和 OM4 以太网标准规定的距离

1.带宽

OM3 和 OM4 光纤被选为 40/100G 网络唯一的多模光纤。光纤为 850 nm 传输优化，分别具有最小 2000MHz km 和 4700 MHz km 有效模态带宽 (EMB)。两个 EMB 测量技术是利用现有带宽测量。最小有效模态带宽 (EMBc) 计算方法提供了最可靠和精确的测量，相比差模态延迟 (DMD) 掩模技术。minEMBc 是真正的可扩展的带宽值计算，可以准确预测性能不同的数据速率和链接长度。连接性解决方案使用 OM3 和 OM4 光纤使用 minEMBc 测量技术，部署在数据中心的光学基础设施将满足 IEEE 设定的性能标准，光纤通道，InfiniBand 带宽。

2.插入损耗

插入损耗在当前数据中心布线部署中是一个关键的性能参数。在一个系统信道内的全部连接器损耗对于一个给定的数据速率，会影响系统处理超过最大可支持的距离的能力。40/100G 以太网标准指定了 OM3 光纤 100 米距离最大信道损耗为 1.9dB，其中包括一个 1.5dB 总连接器损耗。OM4 光纤 150 米距离最大信道损耗为 1.5dB，其中包括一个 1.0dB 总连接器损耗预算。MPO 连接组件的插入损耗规范应被评估在设计数据中心布线基础设施时。使用低损耗 MPO 连接组件，可以实现最大的灵活性，能够引入多个连接器连接进链路，这样可以支持结构化布线结构。

3. 倾斜角

IEEE 802.3ba 标准包括一个 79 ns 的光学媒介倾斜角。并行光学传输光学倾斜角，光信号在不同光纤之间的传输时差，是一个关键的要素。过度倾斜，或延迟，通过不同信道，会发生传播错误。MPO 连接解决方案倾斜角测试已经规范符合严格的 0.75ns 倾斜，是 InfiniBand 标准中定义的需求。连接解决方案的部署与严格的倾斜角性能确保布线基础设施与各种各样的应用的兼容性。当评估 40/100G 应用的光学布线基础设施解决方案时，选择一个符合 0.75 ns 倾斜要求确保性能不仅为了 40/100G，也是为了 InfiniBand。此外，低倾斜角连接性解决方案保证光缆设计和提供终端长期可靠运行的质量和一致性。

在数据中心部署一个40/100G光学布线基础设施

在数据中心被推荐的布线基础设施部署是基于 TIA-942 指导，“数据中心电信基础设施标准。”利用分布式星拓扑实现结构化布线，提供最灵活和可管理的基础设施。现今许多数据中心部署利用 TIA-942 规范减少拓扑，水平布线区 (HDAs) 被整合进主布线区 (MDA)。在这个整合架构中，布线被安装在 MDA 和设备布线区之间 (图 3)。

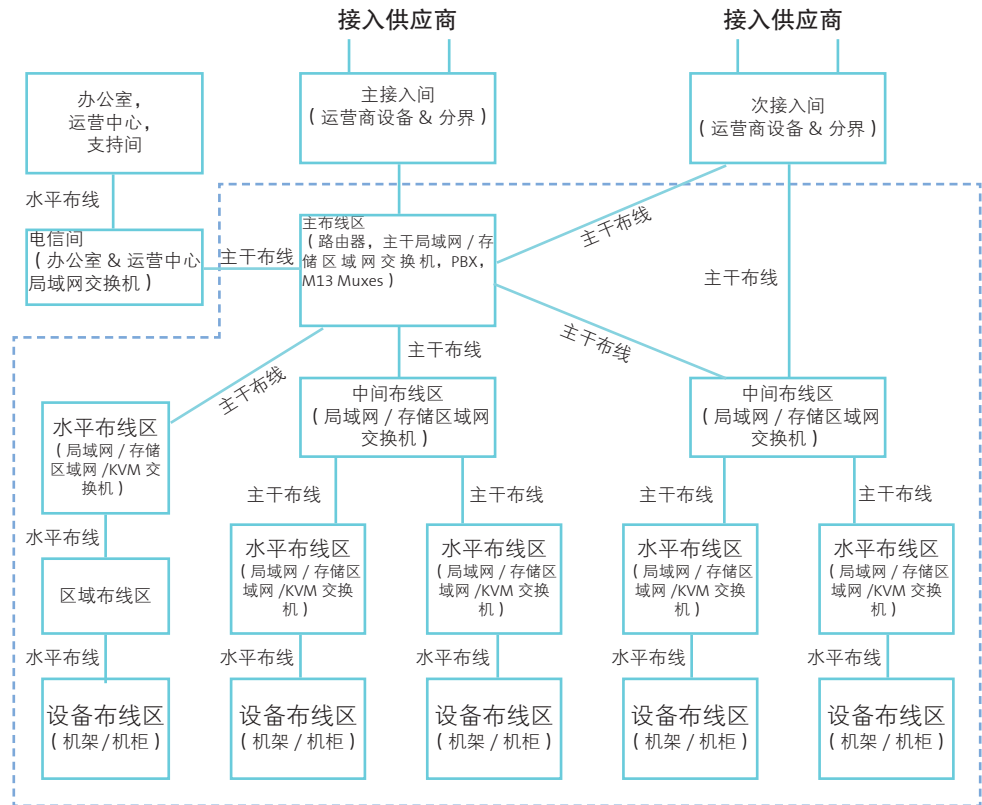


图 3：收缩 / 减少的星型拓扑结构

为了优化性能满足数据中心需求，布线基础设施的拓扑结构不应该单独选择；基础设施必须考虑拓扑结构和产品解决方案。

如今在数据中心部署所选择的光缆必须支持未来应用的数据速率，如 100G 以太网，光纤通道 $\geq 32G$ 和 InfiniBand $\geq 40G$ 。为此，OM3 或 OM4 光纤是必须的。而且是 40/100G 以太网标准包括的唯一多模光纤，OM3 OM4 光纤提供最高的性能，以及在数据中心中结构化布线安装通常需要扩展安装距离。

除了讨论性能要求，选择物理连接也很重要。因为并行光学技术需要数据在多个光纤中同时传输，

一个多芯光纤 (或阵列) 连接器是必需的。如今利用基于 MPO 连接器连接安装, 在需要的时候为迁移到这个多芯光纤并行光学接口提供了途径。

工厂预端接 MPO 的解决方案允许通过一个简单的即插即用系统实现连接。满足当今串行以太网应用的需要, MPO 预端接主干 / 水平布线可以简单地安装到预端接模块, 面板, 或者分支跳线 (图 4)。

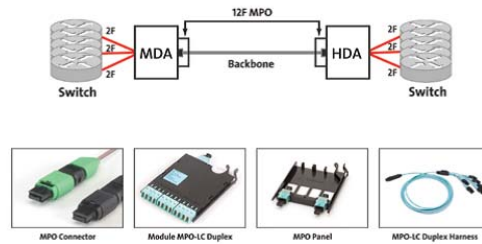


图 4: 预端接解决方案

光缆从 10G 迁移至 40G-100G, 使用基于 MPO 系统是一个简单容易的部署。从 10G 开始, 12 芯光纤 MPO 光缆被部署在两个 10G 交换机之间。模块被使用在 12 芯光纤 MPO 到双工 LC 之间进行转换, 从而可以连接到交换机 (图 5)。

CORNING
LANscape®
Pretium® Solutions

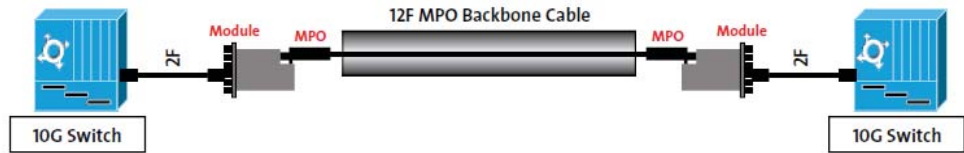


图 5: 通过 12 芯光纤 MPO 布线传输 10G

当交换机迁移到 40G, 模块被移除, 取而代之的是一个 12 芯光纤 MPO 适配器面板。需要使用 12 芯光纤 MPO 跳线在交换机之间建立连接 (图 6)。

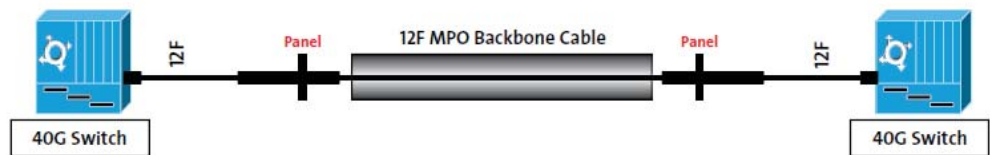


图 6: 通过 12 芯光纤 MPO 布线传输 40G

未来的 100G 网络需要 24 芯光纤 MPO 跳线建立链接。系统使用 12 芯光纤 MPO 主干布线将需要一个 24 芯光纤到两个 12 芯光纤 MPO 的转换跳线 (图 7)。

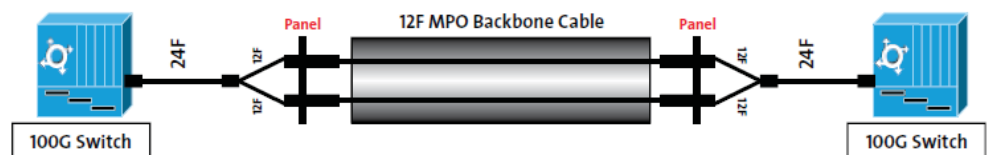


图 7: 通过 12 芯光纤 MPO 布线传输 100G

多个损耗性能层级对 MPO 连接解决方案有效。正如连接器损耗在当前部署的应用 (如 10G 以太网) 必须被考虑, 插入损耗对于 40/100G 以太网应用也是一个关键因素。例如, IEEE 802.3ae 定义了一个最大 300 米的距离, 当使用 OM3 多模光纤传输 10G 以太网 (10GBASE-SR)。为了实现这个距离, 链接总损耗为 2.6dB 需要最大总连接器损耗为 1.5 dB。随着信道的总连接器损耗增加到 1.5dB 以上, 可支持的距离减少, 信道损耗增大。当需要更长的距离或多个连接器耦合时, 低损耗性能模块和连接可能是必要的。

同样, 对于类似的 40/100G 以太网, 总连接器损耗是必须被考虑的。MPO 连接器耦合的最大连接器损耗规格为 0.5dB 和 0.35dB, 提供基础设施变化的设计, 物理连接和信道距离应被考虑来做出最终产品性能的选择。

表 2 总结了 IEEE 802.3 10G/40G/100G 距离和链接的损失的标准。

	IEEE	Designation	Mbps	Fiber Type	Number of Fibers	Maximum Link Length (m)	Maximum Channel Insertion Loss (dB)
10 Gigabit Ethernet	802.3ae	10GBASE-SR	10,000	OM3	2	300	2.6
40 Gigabit Ethernet	P802.3ba	40GBASE-SR4	40,000	OM3	8	100	1.9
40 Gigabit Ethernet	P802.3ba	40GBASE-SR4	40,000	OM4	8	150	1.5
100 Gigabit Ethernet	P802.3ba	100GBASE-SR10	100,000	OM3	20	100	1.9
100 Gigabit Ethernet	P802.3ba	100GBASE-SR10	100,000	OM4	20	150	1.5

表 2: IEEE 802.3

链路损耗从 10G 迁移到 40G 再到 100G, 使用基于 MPO 的系统是一个简单和容易的部署。

在这个例子中, 两个 50 米链路从 MDA 到 HDA 的连接, 部署 10G 交换机, 损耗的计算是从 HDA 到 MDA 以及 HDA 到 HDA 的。然后损耗与表 2 进行对比, 在这种情况下, 10G 网络的两个链接最大损耗应低于 2.6 dB(图 8)。

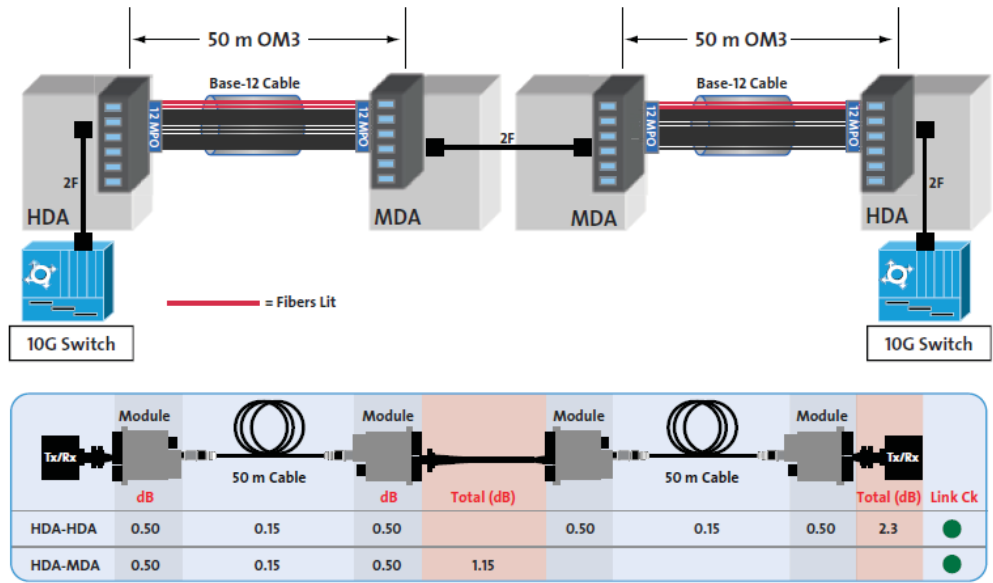


图 8:10G 链路损耗在 12 芯 MPO 布线

CORNING
LANscape®
Pretium® Solutions

随着网络迁移到 40G, 链路损耗要求更加严格。在这个例子中, 两个 50 米链路从 MDA 到 HDA 链接, 部署 40G 交换机, 损耗的计算是从 MDA 到 HDA, 以及 HDA 到 HDA。然后损耗与表 2 进行对比。在这种情况下, 使用 OM3 光纤的 40G 网络, 两个链接最大损耗应低于 1.9 dB(图 9)。

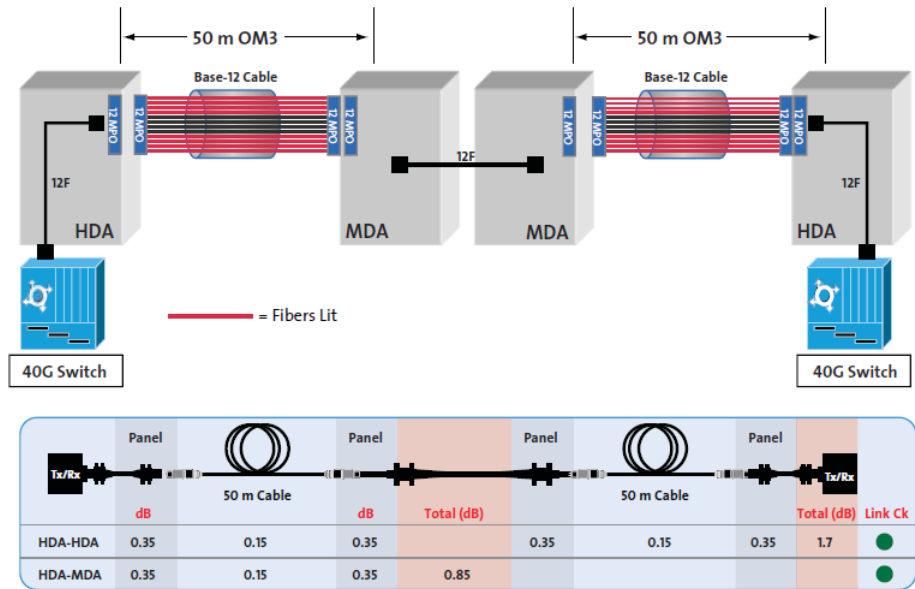


图 9:40G 链路损耗在 12 芯 MPO 布线

随着网络迁移到 100G, 链路损耗的需求跟 40G 是一样的。在这种情况下, 两个 50 米链路从 MDA 到 HDA 连接, 部署 100G 交换机, 损耗计算是从 MDA 到 HDA, 以及 HDA 到 HDA, 然后损耗与表 2 进行对比。在这种情况下, 使用 OM3 光纤的 100G 网络, 两个链接最大损耗应低于 1.9 dB(图 10)。

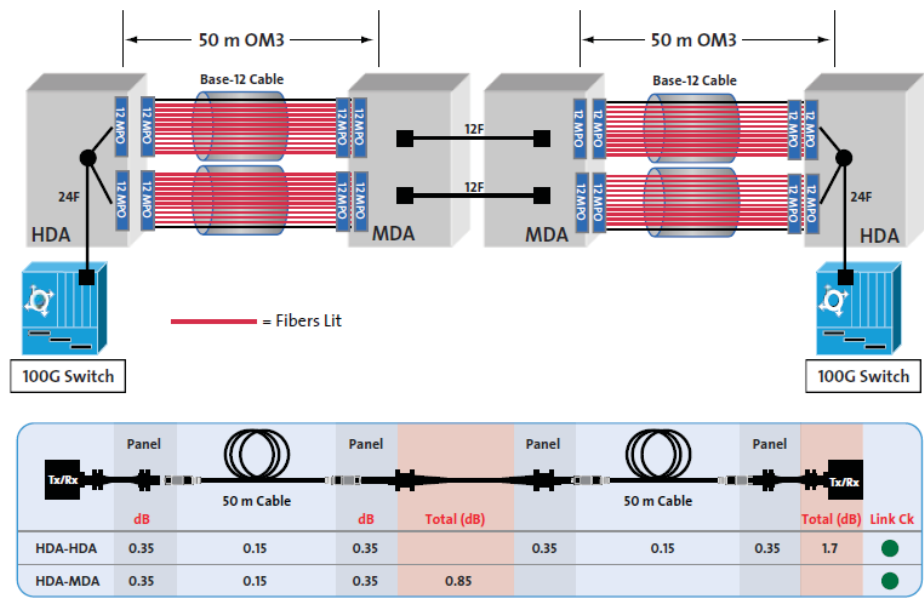


图 10:100G 链路损耗在 12 芯 MPO 布线

为未来做好准备

为了最好地满足未来的需要，基于 MPO 的连接利用 OM3 或 OM4 光纤是在数据中心最理想的解决方案。与生俱来的模块化和灵活性的优化，与 TIA-942 标准兼容的结构化布线安装，基于 MPO 的光纤系统可以被安装在现今的应用中使用，同时提供一个简单的迁移途径到未来高速如 40/100G 以太网技术。