



云服务带宽的飙升

随着互联网用户数和连接设备数的快速增加，宽带接入速率的提升，以及高清视频流、元宇宙和泛在社交网络等应用的兴起，世界对基于云服务的需求正在持续飙升。在过去的二十年中，数据中心应用已经成为最具活力、增长最快的细分市场之一，推动了众多技术领域的创新。为了满足今后数十年这种持续增长的需求，数据中心运营商正在努力构建更快、更密集、更经济、更节能、可持续和有弹性的数据中心。

光纤助力数据中心的高速通信

消费者希望能实现浏览器搜索的实时响应和视频内容的流畅播放。因此，数据中心使用各种各样的连接设备和技术便将存储的数据准确快速传输到需要的位置。光纤凭借其巨大的传输容量和能力，可助力数据中心的高速通信，满足未来数十年消费者对网络通信的需求。

多模光纤是构建数据中心短距离链路的理想方案

多模光纤通常可以支持低于 100 米距离的高速率传输。采用VCSEL收发器配合多模光纤来传输和接收数据，比基于单模收发器的方案功耗更低，可节能 20% 以上，并减少温室气体排放[1]。高速率和低能耗的特点，使得多模光纤解决方案在数据中心内部交换机之间的短距离链路上的部署更有优势。

根据IEC 60793-2-10 标准，多模光纤被分为 OM1、OM2、OM3、OM4 和 OM5 几类。对于VCSEL多模收发器，主要采用 OM3 和 OM4 多模光纤，其分别能支持70米和100米的传输距离。

800G多模光收发器

VCSEL收发器目前能提供的最高速率为 400G。通过 PAM-4 调制，单通道速率 50Gb/s。目前已商用的 400G 多模方案有两种：400G SR8 和 400G SR4.2。400G SR8 收发器的工作波长为 850nm，需要使用 16 根多模光纤。400G SR4.2 收发器利用两个波长(通常为 850nm 和 910nm)的双向 (BiDi)传输，只需要使用8根多模光纤。

数据中心需要更高的传输速率（特别是800Gbps）以满足未来应用的需求。虽然可以通过增加多模光纤芯数来实现，但这种方式既昂贵又低效。因此，目前行业的技术发展趋势是在现有单通道 50Gb/s 速率的基础上将速率翻倍到单通道 100Gb/s。

2021年底，Terabit BiDi 多源协议 (MSA) 工作组宣布成立行业联盟，为并行多模光纤开发可互操作的 800Gb/s 和 1.6Tb/s 光接口规范。Terabit BiDi的工作波长为 850nm 和 910nm，单通道速率为 100Gb/s，以最少的结构化光纤布线需求实现高速率和高容量。

当单通道速率提升到 100Gb/s 时，受多模光纤在 850nm和910nm模式带宽的限制，系统的传输距离会有不同程度的降低。业界通常预计 OM3 多模光纤的传输距离为70米，OM4多模光纤的传输距离为100米。而对于Terabit BiDi MSA，这一指标被进一步收严，OM3 和 OM4 多模光纤的传输距离分别降低到 45 米和 70 米 [2]。

传输距离的降低并不仅限于Terabit BiDi，单通道 100G 应用的传输距离也会受到影响。例如，根据 IEEE 802.3db 标准规定，对于工作在 850nm 波长的收发器(100G SR, 200G SR2 和 400G SR4)，OM3多模光纤支持的传输距离只有60米。

面向Terabit BiDi 和其他单通道100G应用的多模光纤方案

为了解决因 OM3 和 OM4 多模光纤带宽限制造成的传输距离缩短的问题，Terabit BiDi MSA 引入OM5 多模光纤方案以实现100 米传输距离 [2]。OM5 光纤在 850nm 和 953nm波长下的有效模态带宽（EMB）值分别为 4700 MHz·km 和 2470 MHz·km。Terabit BiDi 传输的最高工作波长为 915nm，但对 953nm 的EMB并无要求。因此从技术角度看，OM5 并非完全必要。

为了满足Terabit BiDi应用对EMB的要求，同时支持更长的传输距离，我们提出了两种专为BiDi应用而优化设计、具有更优成本效益的新型高速率（HDR, high data rate）多模光纤。我们规定了这些光纤在 850nm 和 910nm 处的 EMB 值，其可分别支持80 米和 100米 的传输距离，如表1所示。这些新型光纤的EMB 值符合Terabit BiDi 和 IEEE Std. 802.3db 规范对链路带宽的要求。

表1. 100米和80米应用场景下的光纤选择标准

MMF Solution	EMB at 850 nm	EMB at 910 nm	Reach for 800G BiDi	Reach for IEEE 802.3db
“HDR OM3”	2,890 MHz·km	2,220 MHz·km	80 m	80 m
“HDR OM4”	4,700 MHz·km	3,100 MHz·km	100 m	100 m
Standard OM3	2,000 MHz·km	1,260 MHz·km	45 m	60 m
Standard OM4	4,700 MHz·km	1,980 MHz·km	70 m	100 m

HDR OM4 光纤支持 100 米的传输距离，在 850 nm 和 910 nm 波长的 EMB 值分别为 4700 MHz·km 和 3100 MHz·km，与 OM5 光纤在这两个波长上的 EMB 值相同。因而能支持更高速率的应用（例如单通道 100G BiDi 传输），同时更具成本优势。

除了支持 100 米传输距离的 HDR OM4 光纤，我们还定义了一种支持 80 米传输距离的 HDR OM3 多模光纤，以满足一些客户对 70-80 米传输距离的需求。对于这部分客户而言，80米的传输距离能覆盖其网络中绝大部分的链路长度。这种支持 80 米传输距离的新型光纤在 850nm 和 910 nm 上的 EMB 值分别为 2890 MHz·km 和 2220 MHz·km。虽然它的 EMB 值低于支持 100 米传输距离光纤的 EMB 值，但足以满足许多数据中心应用的链路带宽要求。在满足传输距离和带宽要求的同时，这种新型光纤能进一步降低建设成本。

新型 HDR OM3 和 OM4 光纤继承了标准 OM3 和 OM4多模光纤的优点，比如易获取和与现有基础设施良好的兼容性。同时相较标准 OM3 和 OM4 光纤提升了传输距离和性能，以更好地支持单通道100G的应用。

结论

随着网络速率和带宽需求的持续增长，本文介绍的面向单通道100G应用优化的新型多模光纤将有助于确保结构化布线能够满足数据中心不断发展的要求，并为100米传输距离的链路提供最具成本效益和可持续的解决方案。

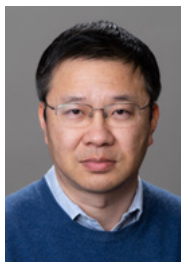
参考文献

- [1] Dong, Hao. "Multimode Fiber for High Data Transmission and Energy Efficient Next-Generation Data Center." *White Paper*. Corning Incorporated, March 2022, <https://www.corning.com/media/worldwide/coc/documents/Fiber/white-paper/WP8300.pdf>
- [2] Terabit BiDi MSA specifications, <https://terabit-bidi-msa.com>

作者



董浩 市场和技术发展经理 康宁



陈欣 高级研究员 康宁

Corning Incorporated
www.corning.com/opticalfiber

One Riverfront Plaza
Corning, New York
USA
Phone: (607) 248-2000
Email: cofic@corning.com

A listing of the trademarks or Corning Incorporated and its subsidiaries is available at <https://www.corning.com/worldwide/en/legal-notices.html>
Corning Incorporated, Corning, N.Y.
© 2023, Corning Incorporated