

SINGLE-MODE/MULTIMODE

UNIVERSAL OPTICAL FIBRE

单多模通用型光纤

低成本光源使得多模光纤成为短距传输中性价比最高的解决方案。但受限于短波（850nm）的高材料色散，光纤带宽的提升无法进一步提高传输容量和传输距离。向长波长演进、采用波分复用可以使单根光纤传输容量提升4倍，在此基础上引入准单模传输更可以大大提高光纤的传输距离。将单模光纤与多模光纤的优点结合在同一种光纤中，长飞公司研制出一种新型的单多模通用型光纤。



01 光纤设计

FIBRE DESIGN

准单模传输是将大部分能量能够注入到多模光纤的基模中，并在较长的距离能保持准单模的传输状态，使多模光纤能够实现单模光纤的传输性能。单多模通用型光纤的芯层采用抛物线型折射率分布，受益于长飞PCVD技术，能够实现850nm至950nm波段优异的带宽性能，满足OM5的带宽要求，在短距离传输中具有低成本、低功耗的优势；同时采用抗弯的结构设计，具有优异的弯曲不敏感性。

此外，该光纤最典型特征是光纤的芯层直径有所减小，芯包结构设计针对基模的模场直径进行了优化，以匹配单模传输系统的标准单模光纤的模场直径，保证准基模传输，降低耦合时多径串扰对信号的干扰，可实现更高速率、更远距离的传输，如图1所示。

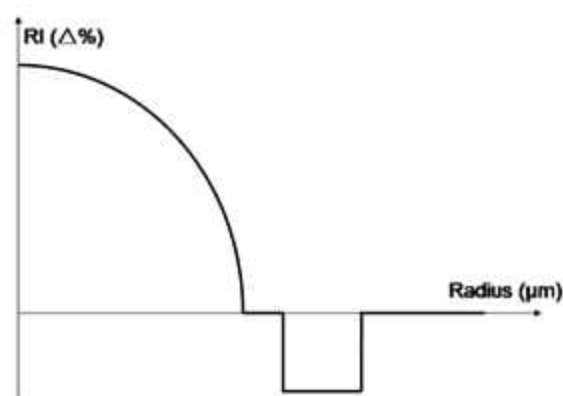


图1 单多模通用型光纤的剖面示意图

02 光纤性能

FIBRE PERFORMANCE

单多模通用型光纤在850nm~950nm波长范围内的带宽满足OM5的标准要求，如图2所示，支持波分复用技术，可以进行100Gb/s及以上高速传输。该光纤的基模在1310nm的模场直径约为10.3μm，与单模光纤的模场直径相近，能够支持1270nm至1330nm的100G及以上的单模传输。

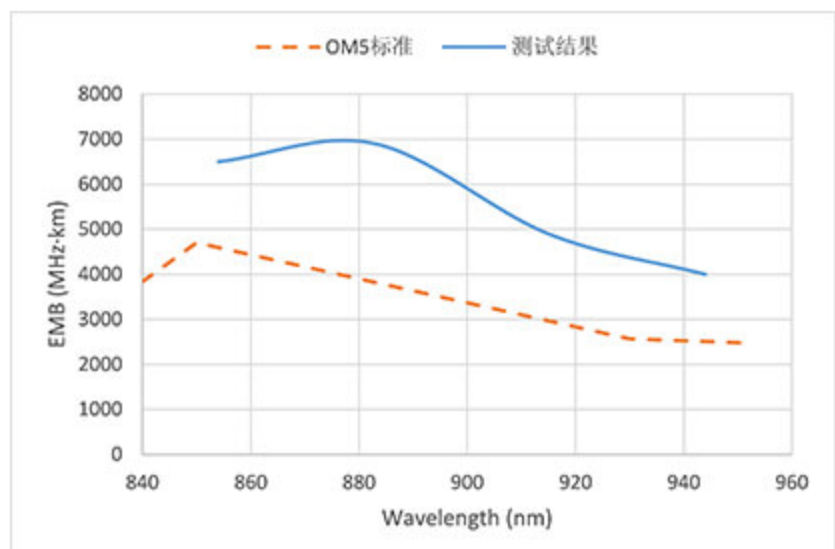


图2 单多模通用型光纤的带宽

03 传输实验

TRANSMISSION TEST

采用商用的多模和单模光模块，测试单多模通用型光纤的传输性能。脉冲模式发生器（PPG）生成速率为25.78Gb/s的 2^{15} -1伪随机二进制序列（PRBS），并通过评估板（EB）调制光模块。采用可变光衰减（VOA）来调节收发器的接收光功率，输出的电信号由误码仪（BERT）检测，如图3所示。

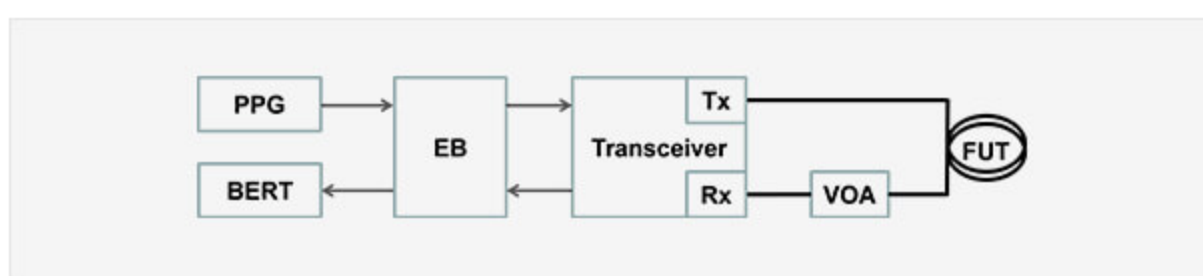


图3 传输实验示意图

采用Finisar的100G SWDM4多模光模块，测试光纤的多模传输性能，误码率曲线如图4所示。对于短波长波分复用的四个波长，300m链路传输的误码率低于IEEE 802.3标准建议的FEC极限（ 5×10^{-5} ），表明单多模通用型光纤在850nm~950nm的波段可以传输300m。

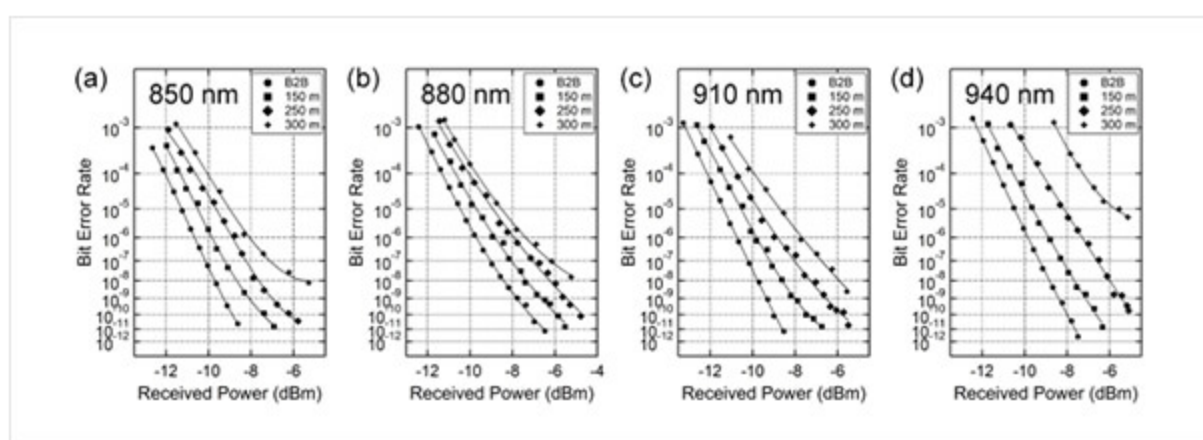


图4 多模传输的误码率曲线(a) 850nm, (b) 880nm, (c) 910nm和(d) 940nm

采用商用的100G CWDM4单模光模块，测试光纤的单模传输性能，误码率曲线如图5所示。在1270nm~1330nm的工作波长范围内，单多模通用型光纤可以实现10km的无误码（ 10^{-12} ）单模传输。

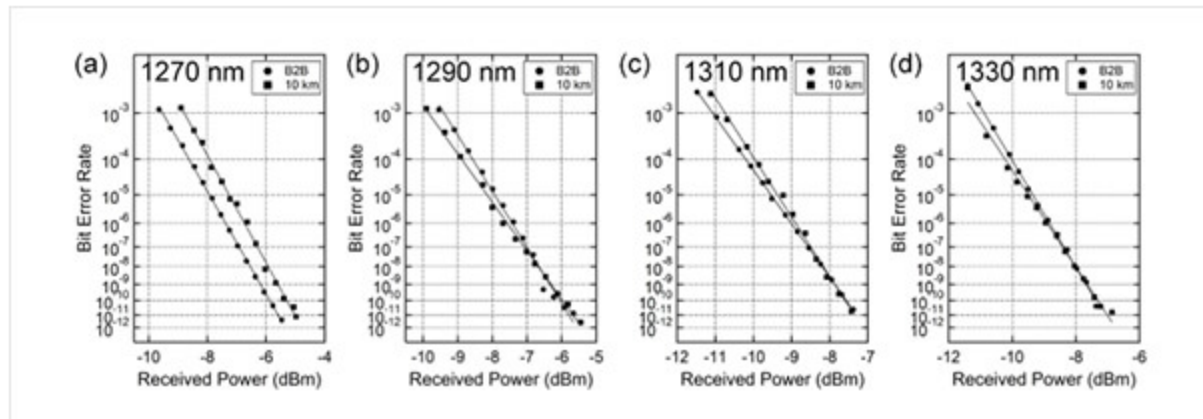


图5 单模传输的误码率曲线(a) 1270nm, (b) 1290nm, (c) 1310nm和(d) 1330nm

单波长的SR4和PSM4的测试结果在此不做赘述。兼具单模光纤和多模光纤优势，该光纤的无误码传输距离如表1所示。

传输实验	光模块	连接器	传输距离
多模	100G SR4	MTP/MPO-12	350m
	100G SWDM4	双ILC	300m
单模	100G PSM4	MTP/MPO-12	10km
	100G CWDM4	双ILC	10km

表1 单多模通用型光纤的无误码传输距离

04 应用前景

POTENTIAL APPLICATIONS

多模传输系统成本低但传输距离短，单模传输系统传输距离长但成本高，两者各有各的优点和缺点。在当前情况下，使用多模光纤和便宜的VCSEL光源进行短距离组网建设是合理的，但如果网络需要进一步提速升级至1310nm波长时，就需要改造成单模传输系统，重新铺设单模光纤光缆或者铺设单模、多模光纤混合缆将大大增加投入成本，而单多模光纤的混用也会增加管理和维护的成本。

单多模通用型光纤兼容多模光纤与单模光纤，在单模传输和多模传输上表现优异，可以覆盖数据中心传输的各类应用场景以及升级改造需求，够降低网络运营和未来带宽升级改造的费用，是一种切实可行的传输方案。