

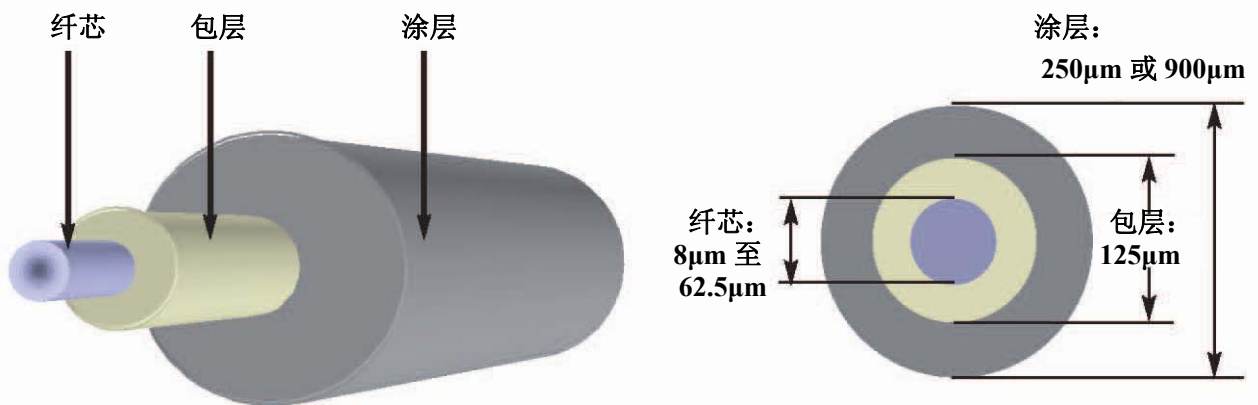
光纤传输和应用

光纤网络光缆设备具有多种等级、速度和应用。两大因素决定您光纤的传输速度：光纤等级和向光纤发送数据的光源。也可根据引入多种信号到相同的光纤所使用的多路传送系统来提高光纤的传输速度。

光纤应用包括光纤主干，光纤到运营商和光纤到桌面。还有不断增加的包括光纤分布视频在内的光纤到户（FTTP）应用。基于光纤的储存和网络接口已进入实用阶段。光纤通道产业协会一直在为设定数据中心的光纤附加储存的运行参数作出贡献。无论您对光纤的期望应用如何，光纤的特征、损耗和带宽对于您光纤网络的成功是最为关键的。

光纤传输

光纤光源，光纤等级和光纤纤芯直径的组合不但将决定信道的应用距离，而且将决定传输的速度。最近，多模光纤出现了从各种等级的 62.5/125 μm （芯线/包层）光纤到各种等级的 50/125 μm 光纤（包含最高性能的激光优化多模光纤）的转变。多模光纤通常用于较短距离的应用。光以多个路径或多个模式传递。模式是光在稳定状态下的传输。单模光纤允许单一路径/单一模式的传输并且适合较长距离的应用。支持多模光纤的有源设备成本低于单模光纤。



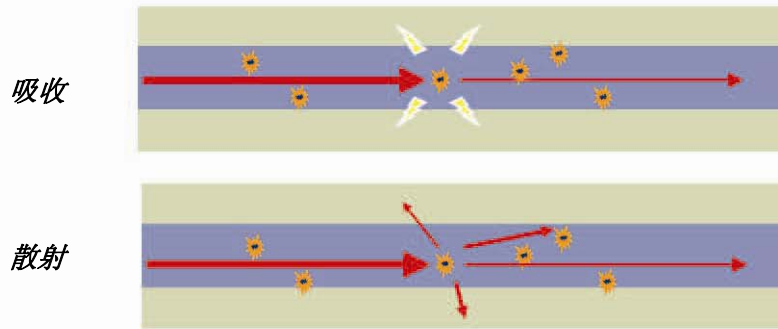
光纤光速可以通过其折射率测量。这是一个将一种媒质中的光速与其真空状态下最快的速度相比较的方程式。光在不可见光谱中传播，典型的是 850nm、1300nm 或 1550nm。可见光谱在大约 750nm 时结束。该光谱能携带模拟和数字信号。发送光源的装置在传输所需的光谱中将信号转换成光脉冲。在接收端，另一台设备检测各个模式中的光脉冲，并将光脉冲转换回其接收装置能理解的模拟或数字信号。

光纤速度以赫兹或每秒钟循环次数计量。每次循环等于一次脉冲或光波。一赫兹等于一次循环。光纤以极高速率传输时，我们以兆赫（每秒数百万赫兹）计量装置发送至光纤的脉冲/循环次数。因为光信号不像电气信号那样会快速随距离降级，光信号的衰减或损耗低于铜缆的衰减或损耗。这允许光波传输更大距离。

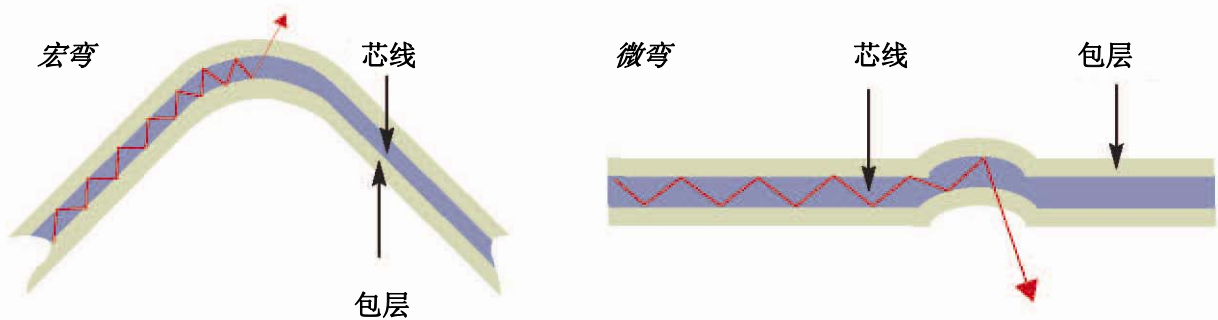
光纤损耗和信号降级

像铜缆一样，光纤信号损耗或衰减以分贝（dB）为单位计量。光纤衰减会随着光接头或光接续点的数量增加而增大。通常情况下一个光纤接续点的损耗大约为 0.2dB。但是，较差的端接会使损耗增大。光纤损耗预算将实际损耗与基于信道接头数量的损耗预算（或可接受的损耗）相比较。为了测量这一损耗，必须使用光源和功率表。若用光纤时域反射仪（OTDR）进行测试虽可提供光纤片段特征，但是不能提供确切的性能。

光缆中存在两种类型的衰减：内在的和外在的。内在衰减是光纤固有的并且是在制造过程中引入的。比方说玻璃纤维中的杂质或不均匀，这些造成了光信号或者被吸收或者被散射，从而也使得不同的光纤可支持的应用距离不同。制造工艺的改善引入了一种全新的被誉为激光优化的新型多模光纤。该光纤结合了两种主要的制造改进措施。第一种是通过减少光纤纤芯杂质来排除上述异常状况。第二种是增大对折射率的控制，以减少模态散射，确保所有模式基本上同时到达接收器。这些改进措施可极大地提高光纤的带宽容量，以支持包括 10Gb/s 在内的更高速度的应用，并增大传输距离。TIA 把它称作激光优化多模光纤，而 ISO/IEC 则把它称作 OM3 等级光纤。



外在损耗是在光缆操作过程中引入的。比方说小的机械应力（微弯）或弯曲半径违规（宏弯），这些会引起光被折射出纤芯之外。在所有的光纤安装中，必须遵守制造商规定的弯曲半径限制。



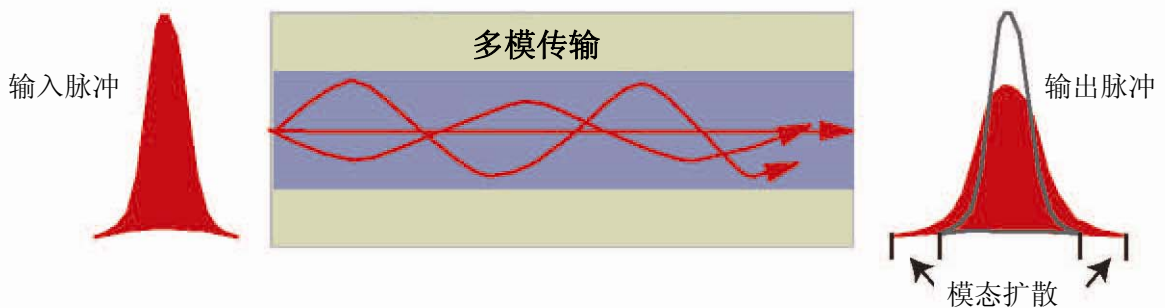
在光纤中，各端的接收器必须能理解信号和脉冲。由于过量的接续点，较差的光纤质量和较差的安装，在运行距离过长情况下光纤信道会发生错误。任何阻止接收器记录脉冲的异常情况都相当于一次错误。

发送光

为了通过光缆发送信号，您需要光源。这种光源可以是 LED（发光二极管），激光（受激辐射光放大）或 VCSEL（垂直腔面发射激光）。激光和 VCSEL 提供更强劲，更集中的光源，从而可以比 LED 光源传输更长距离。通过后两种技术产生信号的设备比 LED 光源的设备也更加昂贵。

无论什么类型光纤，将光脉冲置于光纤之上的动作叫做“发送”。发送方式有满溢发送和受限模式发送。正如此前所讨论的，光的路径叫做模式。在满溢发送中，引入信号的光的尺寸比光纤的实际纤芯尺寸还要大，这使得所有模式受到激发。在受限模式发送中，引入的光的核心更小，它仅激发纤的某些模式。在单模光纤中，仅激发单一路径或模式。

在光纤中，光脉冲可扩展距离，名为扩散。脉冲重叠时，它们会限制接收器记录清晰脉冲的能力，从而限制光纤的带宽。光也可以通过不同色彩以不同速度传播。为了抵消某些扩散损耗，通常会采用受限发送光源，用于较高速度的应用。由于不是把所有模式注入光纤，受限光源只是激发某些模式，因而可以限制脉冲范围和扩散影响。



在传统的 62.5/125 微米多模光纤上以长波段（1300nm）运行千兆速度时，受限模式发送会引起差模延迟（信号的不同模式不能在同一时间到达接收器）。对于这些应用，必须使用模式调节跳线。这些跳线提供了偏移量，使得光不是直接进入光纤纤芯的中心。通过把光束偏移到纤芯中央之外的外侧区域，可使模态扩散最小化。这种情况需要在系统两端都使用模式调节跳线。

光纤带宽表示光纤的信息传输容量。它与扩散量成反比。这样，控制扩散的程度基本上就确定了光纤的可使用带宽。

ISO/IEC 11801 Ed2.0 定义了多模光纤的 3 种类型。OM1 主要包括传统的 62.5/125 微米光纤。OM2 在两个波长上拥有 500 MHz-km 的有效带宽并且代表标准等级的 50/125 微米光纤。OM3 拥有 1500/500 MHz-km 的满溢发送带宽，和 2000 MHz-km 的受限发送带宽，TIA/EIA 称之为“激光优化” 50/125 微米多模光纤。

ISO 多模带宽规格

| 光纤类型 | 纤芯直径 (um) | 最小模态带宽 MHz • km | | |
|------|-----------|--------------------|------------|--------------|
| | | 波长 (nm) | 满溢发送 (OFL) | 受限模式发送 (RML) |
| OM1 | 50 或 62.5 | 850 | 200 | 未规定 |
| | | 1300 | 500 | 未规定 |
| OM2 | 50 或 62.5 | 850 | 500 | 未规定 |
| | | 1300 | 500 | 未规定 |
| OM3 | 50 | 850 | 1500 | 2000 |
| | | 1300 | 500 | 未规定 |

注：按照 IEC/PAS 6073-1-49 规定，利用差模延时 (DMD) 可确保有效的激光发送带宽。

TIA 多模带宽规格

| 光纤类型 | 波长 (nm) | 最小模态带宽 MHz • km | |
|------------------|---------|--------------------|--------------|
| | | 满溢发送 (OFL) | 受限模式发送 (RML) |
| 62.5/125µm 多模 | 850 | 160 | 未规定 |
| | 1300 | 500 | 未规定 |
| 50/125µm 多模 | 850 | 500 | 未规定 |
| | 1300 | 500 | 未规定 |
| 激光优化 50/125µm 多模 | 850 | 1500 | 2000 |
| | 1300 | 500 | 未规定 |

了解设备情况

每个有源设备拥有在各种类型光纤上传输所使用的不同光源。传输的距离和带宽将随光源和光纤的质量改变。在绝大部分网络中，光纤用于主干传输和园区网中各个建筑物之间的连接。传输的速度和距离是由前文讨论过的纤芯，模式带宽，光纤等级和光源共同决定的。对千兆传输而言，下表显示了 IEEE 认可的传输距离。

| GBIC | 波长 (nm) | 光纤类型 | 纤芯尺寸 (微米) | 模式带宽 (MHZ/km) | 传输距离 |
|-------------|---------|------------------|-----------|---------------|------------------------|
| 1000BASE-SX | 850 | MMF | 62.5 | 160 | 722 英尺 (220 米) |
| | | | 62.5 | 200 | 920 英尺 (275 米) |
| | | | 50 | 400 | 1640 英尺 (500 米) |
| 1000BASE-LX | 1300 | MMF ¹ | 62.5 | 500 | 1804 英尺 (550 米) |
| | | | 50 | 400 | 1804 英尺 (550 米) |
| | | | 9/10 | 无 | 6.2 英里 (10 公里) |
| 1000BASE-EX | 1550 | SMF | 9/10 | 无 | 43.4-62 英里 (70-100 公里) |

¹ 需要使用模式调节跳线。

正如您所看到的，根据光纤类型和光源类型，所支持的距离从 220 米到 100 公里不等。由于光源类型不同，各选项成本随距离增大而提高。表中的每个距离都是基于光纤类型，质量和安装得出的最大值。若有额外的损耗引入，这个距离会有很大变化。第一栏所列的 GBIC（千兆接口转换器）以 SX（短波）、LX（长波）和 EX（扩展长波）列出。还有一点需要特别注意的是，若在短距离内使用单模光纤可造成接收器因过强的信号而损毁，所以需要在内部加一个衰减器将衰减引入信道。

为了让大家了解速度和质量之间的差异，下表对从 100Mb/s 应用到 10Gb/s 应用的距离作了比较。正如您看到的那样，光纤、光源和带宽速度的异常情况都会影响您在光纤上传送信号的距离。采用激光优化多模光纤时，距离将增大，因而将提供最大的投资回报。在光纤网络中，能支持更远的距离将消除对更高成本电子设备和中继器的需要。

| 应用 | 波长 | 62.5μm 160/500 | 62.5μm 200/500 | 50μm 500/500 | 50μm 2000/500 | SMF |
|--------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------|
| 100BASE-SX | 850nm | 300m | 300m | 300m | 300m | |
| 1000BASE-SX | 850nm | 220m | 275m | 550m | 550m | |
| 1000BASE-LX | 1300nm | 550m | 550m | 550m | 550m | 5km |
| 10GBASE-SR* | 850nm | 28m | 28m | 86m | 300m | |
| 10GBASE-LR* | 1310nm | | | | | 10km |
| 10GBASE-ER* | 1550nm | | | | | 40km |
| 10GBASE-LRM | 1300nm | 220m | 220m | 220m | 220m | |
| 10GBASE-LX4 | 1310nm | 300m | 300m | 300m | 300m | 10km |

* 这些接口有时候也会在 R 的位置用 X 代替，但是它们可互换使用。

与千兆以太网的接口不同，10Gb/s 的光纤接口叫做 Xenpack。10GBASE-SR 和 10GBASE-LR 两个都具有广域通信对应部分，允许它们通过其广域接口以 9.584640 Gb/s (OC-192) 连接 SONET 网络。这些接口分别叫做 10GBASE-SW 和 10GBASE-LW。

随着千兆到桌成为普通现象，10Gb/s 主干也变得更为常见。SR 接口在数据中心应用中，甚至某些桌面应用中也变成了常见现象。正如您能看到的，较高质量光纤（或激光优化光纤）为光缆安装提供更大灵活性。尽管通过一些变动（10GBASE-LRM 和 10GBASE-LX4）在旧的 OM1 和 OM2 光纤上也可以支持万兆应用 220 米或更大距离，但是需要的设备成本更高。在很多情况，升级光纤比起购买更贵的设备要便宜，而且购买更贵的设备还会带来更多的维护成本。

作为 Siemon 10G ip™ 解决方案的部分，XGLO® 光纤系统是用于下一代主干或光纤到桌应用的理想媒介。XGLO 光缆组件具有优质光纤的特点，它符合 IEEE 802.3 10G 以太网标准以及 IEC-60793-2-10 标准，以及激光带宽差模延迟（DMD）规格的 TIA-492AAAC 规格。XGLO 激光优化光纤拥有传输 1G 或 10G 以太网应用的高端性能。

The Americas

Siemon - North America

101 Siemon Company Drive
Watertown, CT 06795-0400 USA
Tel: (1) 866 474 1197
Customer Service Direct:
Tel: (1) 866 548 5814 (US)
Tel: (1) 888 425 6165 (Canada)
Fax: (1) 860 945 4225
info@siemon.com

Siemon - CASA

Central & South America
Calle.77 No.11-19,
Oficina 601 Edificio Torre 77
Bogota, Colombia
Phone: + 011-571-317-2121
Fax: +011-571-317-1163
info_andino@siemon.com

Siemon - Brasil

Av. Adolfo Pinheiro,
1001 -cj. 145
04733-100 São Paulo/SP Brazil
Tel: (55) 11 5523 8122
Fax: (55) 11 5521 3943
info_brasil@siemon.com

Siemon - Mexico

Blvd. Manuel Avila Camacho
No. 2900-502
Fracc. Los Pirules, Tlalnepantla
Edo.de Mexico, C.P. 54040
Mexico
Tel: (52) 55 5370 6100
Fax: (52) 55 5370 6300
info_mexico@siemon.com

Siemon - Venezuela

Calle Veracruz,
Torre Orinoco Piso 2, Oficina 2-C
Las Mercedes
Caracas, Venezuela
Tel: (58) 212 992 5884
Fax: (58) 212 993 9138
info_venezuela@siemon.com

Siemon - Peru

Calle Martir Olaya
169 of 701
Lima, Distrito Miraflores
Peru
Tel: (511) 446 5188
Fax: (511) 446 5188
info_peru@siemon.com

Europe, Middle East, and Africa

Siemon - UK

36-48 Windsor Street
Chertsey, Surrey
KT16 8AS
Tel: (44) (0) 1932 571771
Fax: (44) (0) 1932 575070
info_uk@siemon.com

Siemon - Germany

Mainzer Landstrasse 16
60325 Frankfurt
Germany
Tel: (49) (0) 69 971 68 184
Fax: (49) (0) 69 971 68 304
info_deutsch@siemon.com

Siemon - France

Paris Axe France
ZAC Paris Rive Gauche
118-122 Avenue de France
75013 Paris, France
Tel: (33) 1 46 46 11 85
Fax: (33) 1 46 46 10 00
info_france@siemon.com

Siemon - Italy

Via Senigallia 18/2
20161 Milano
Italy
Tel: (39) 02 64 672 209
Fax: (39) 02 64 672 400
info_italia@siemon.com

Asia Pacific

Siemon - Australia (Sydney)

Unit 3A, 10 Radborough Road
PO Box 6063
Frenchs Forest NSW 2086
Sydney, Australia
Tel: (02) 8977 7500
Fax: (02) 8977 7501
info_asiapacific@siemon.com

Siemon - Australia (Melbourne)

Siemon - Australia (Melbourne)
Level 1, Suite 616
1 Queens Road
Melbourne VIC 3004
Melbourne, Australia
Tel: 03 9866 5277
Fax: 03 9866 5299
info_asiapacific@siemon.com

Siemon - China (Guangzhou)

Rm. 1104,
Middle Tower, Times Square
28 Tianhebei Road
Guangzhou, 510620, P.R. China
Tel: (86) 20 3882 0055
Fax: (86) 20 3882 0575
info_china@siemon.com

Siemon - Australia (Brisbane)

Siemon - Australia (Brisbane)
Unit 9, 128 Brookes Street
Brookes Terraces
(Cnr Ann & Brookes Streets)
Fortitude Valley QLD 4006
Brisbane, Australia
Tel: (61) 07 3854 1200
Fax: (61) 07 3854 1077
info_asiapacific@siemon.com

Siemon - China (Shanghai)

Rm. 3407 - 3408,
Hong Kong Square S.
No. 283, Huai Hai Road
Shanghai, 200021, P.R. China
Tel: (86) 21 6390 6778
Fax: (86) 21 6384 0167
info_china@siemon.com

Siemon - China (Chengdu)

Rm. 1209-1210
Western China Business Tower
No. 19,4 Section, Renminan Road
Chengdu, Sichuan 610041, P.R. China
Tel: (86) 28 6680 1100
Fax: (86) 28 6680 1096

Siemon - Southeast Asia

46 East Coast Road
#07-01/02 East Gate
Singapore 428766
Tel: (65) 6345 9119
Fax: (65) 6345 1120
info_singapore@siemon.com

Siemon - China (Beijing)

Suite 1108 SCITECH Tower
22 Jianguomenwai Avenue
Beijing 100004, P.R. China
Tel: (86) 10 6559 8860
Fax: (86) 10 6559 8867
info_china@siemon.com

Japan

Siemon - Japan

10F Meguro G Bldg.
1-4-16 Meguro,
Meguro-ku, Tokyo, 153-0063 Japan
Tel: 81 (3) 5437-1580
Fax: 81 (3) 5437-1581
info_japan@siemon.com