

光模块生产厂家以及超详细的光模块介绍

在光模块及芯片需求量大的背景下，行业景气度高。数据中心间互联及内部交换机连接增加，对光模块的需求不断增加。2015年 IDC 光模块市场增速约为 50%，到 2019 年 IDC 光模块销量将超过 5000 万只。未来 4K 视频、虚拟现实等技术带来流量增速不断超出预期，网络建设及系统升级对光器件以及中高端芯片的需求日益加大。

光器件及芯片是光通信企业最核心的技术竞争力，尤其以光通信芯片为最。而我国光器件及芯片企业整体实力较弱，产品主要集中在中低端领域，在 10G 以上速率的有源器件和 100G 光模块还需突破。

国内芯片供不应求态势仍将持续。中国光器件厂商普遍规模偏小、实力偏弱，难以单独承受高端器件及芯片高额的研发费用。极少能研发高端芯片的厂商也面临核心专利被国外垄断的风险。即使在门槛较低的接入网市场，其芯片也难以自给自足，需要向外采购。

在芯片层面仍然主要依赖国外芯片厂商。随着企业并购的不断发生，在并购中掌握话语权的国际厂商一旦收紧芯片供应，恐将给没有核心芯片技术的国内器件、模块厂商带来元器件断货的风险，无疑，国内自主芯片研发的推进将有助于降低这一风险。在国内光通信产业中也涌现了一批具有自主研发能力的企业。例如华为海思、中兴、海信、烽火通信、厦门优讯等。

10G 产品现阶段仍是利润主要来源。首先，虽然芯片将逐步向 25G、100G 推进，但现阶段全球多个国家与地区 10G 网络都尚未铺设。其次，4G 网络尚在建设，4.5G 开始推进。10G 光模块是 4G/4.5G 基站和传输设备中的核心部件。10G 芯片市场需求依然旺盛。最后，部分企业亏本研发高端芯片，其商业价值无法体现，或将在竞争中消亡。目前，能真正实现盈利的仍为传统 10G、2.5G 芯片。



光模块由光电子器件、功能电路和光接口等组成，光电子器件包括发射和接收两部分。发射部分是：输入一定码率的电信号经内部的驱动芯片处理后驱动半导体激光器 (LD) 或发光二极管 (LED) 发射出相应速率的调制光信号，其内部带有光功率自动控制电路，使输出的光信号功率保持稳定。接收部分是：一定码率的光信号输入模块后由光探测二极管转换为电信号。经前置放大器后输出相应码率的电信号。

光通信模块生产厂家

在光通信行业中的世界前几大巨头

- 1、Finisar (菲尼萨)



总部：美国硅谷

主营：Finisar 是光通信领域的全球技术领导者，是全球最大的光通信器件产品的供应商。

官网：<http://www.finisar.com/>

- 2、JDSU (捷迪讯)



总部：美国

主营：目前全球最大光纤零件供应商，光通讯领域巨头之一。

官网：<http://www.jdsu.com>

- **3、Oclaro(合并 Opnext)**



官网：<http://www.oclaro.com/>

- **4、Oplink**



总部：美国

主营：为全球著名企业美国科氏（Koch）工业集团下属莫仕（Molex）公司之全资企业，致力于为各种应用提供创新型光纤集成解决方案。分公司-光联通讯（珠海）有限公司则是全球最重要的光无源和有源通讯器件、模块及子系统供应商之一。

官网：<http://www.oplink.com/>

- **5、索尔思**



主营：Source Photonics 是一家领先的光通信产品供应商，其产品广泛应用于电信系统和数据通讯网络。公司的业务领域涉及到各类光通信产品的研发、生产和销售从光器件、模块

化产品直至子系统，包括目前广泛应用于企业网、接入网及城域网的无源光网络（PON）、子系统及光模块产品，特别是 Source Photonics 公司为光纤到户（FTTP）提供的子系统产品，被众多电信服务商所采纳用以提供影像、声音和数据服务。

官网：<http://www.sourcephotonics.com/>

国内目前具备一定影响力的厂商

- **1、新飞通（深圳）**



总部：美国

主营：光电元器件、光电通讯系统及相关产品等。

官网：<http://www.neophotonics.com>

- **2、武汉光迅科技股份有限公司**



总部：武汉

主营：全球领先的光电子器件厂商。

官网：<http://www.accelink.com/>

- **3、飞博创（中国）（FIBERXON）**

总部：美国

主营：以技术和市场为主导，剥离生产环节的典型硅谷高科技公司。

官网：www.fiberxon.co

- **4、成都芯瑞科技股份有限公司 (Gigac)**



主营：芯瑞科技的产品涵盖了 1Mbps 至 400Gbps 系列光模块，典型的封装有：SFP、SFP+、XFP、SFF、QSFP+、QSFP28、CFP、CFP4、EPON/10GE PON、GPON 和 NGPON。

官网：<http://www.gigac.com/>

- **5、华工正源**



总部：武汉

主营：中国最具影响力的光通信器件供应商之一。

官网：<http://www.genuine-opto.com>

- **6、思达光电**



总部：深圳

主营：EPON、GPON、SFP+、XFP、SFP、3G Video SFP、1*9、CWDM、DWDM、ROSA、TOSA、BOSA 和 4G/8G FC 模块等全系列光通信器件。

官网：<http://www.staropto.com>

- **7、吉讯科技**



总部：深圳

主营：GBIC、SFP、BIDI(单纤双向)、CWDM、DWDM、XENPAK、X2、XFP、SFP+等各种类型光/电收发一体模块，传输距离覆盖 100 米到 120 公里范围

。

官网：<http://www.gissen.com/>

- **8、厦门三优光电**



主营：研发和生产光电传感器芯片、器件和模块，以及针对不同客户需求定制提供光电传感应用解决方案，产品用于传感探测、光通讯、大数据等领域。

官网：<http://www.san-u.com/>

- **9、华美光电子（中美合资）**

主营：研发生产和销售光通讯和其他光电子领域相关产品。

官网：<http://www.hymaxinc.com>

- **10、一通光电（Optostar）**



总部：深圳

主营：专门从事光纤网络与通信最后一公里设备研发、制造和行销的业内主流厂商，也是国内少数几家拥有完全独立自主研发和制造能力的公司之一，成立于 2006 年，经过近几年我们不断的努力创建了享誉全国的知名网络与通信品牌：OPTOSTAR。

官网: <http://www.optostar.com.cn>

- **11、武汉恒讯通科技有限公司**



主营: 开发、生产和经营光通信用光收发合一模块、发射/接收模块以及光器件等产品。

官网: <http://www.info-eternal.com>

- **12、武汉元创光电科技有限公司**



主营: 专业从事光通信、光电子产品的开发、生产销售。

官网: <http://www.a-create.com.cn>

- **13、深圳市易飞扬通信技术有限公司**



主营: 全球光网络器件和光互连领域的市场创新者和应用技术开拓者。系列产品和解决方案主要覆盖: 大数据和云计算中心, 有线电视高清视频光传输, 消费多媒体和机器视觉, 电信城域网和移动基站光通信等领域。

官网: <http://www.gigalight.com.cn>

- **14、深圳市源拓光电技术有限公司**



主营：专业从事光有源设备、子系统的研发、生产、销售，主要生产：工业交换机、POE 交换机，光模块系列，光纤收发器系列，全数字视音频光端机等光通信、安防监控类产品。

官网：<http://www.wintoptec.com/>

- **15、江苏奥雷光电有限公司（中外合资）**



主营：从器件的封装，到光纤耦合组件，到光电转换模块的纵向集成的技术和开发。

官网：<http://www.allrayinc.com>

- **16、成都新易盛通信技术股份有限公司**



主营：致力于提供高性价比的光收发器模块 (TRX)、光组件 (OSA)、子系统 (CPE) 和晶体振荡器 (XO)。

官网：<http://www.eoptolink.com/>

- **17、成都优博创信息技术股份有限公司**



主营：点对点光模块和 PON 光模块。

官网：<http://www.superxon.com/>

- **18、绍兴中科通信设备有限公司 (ZKTe1)**



主营：全球光电子器件，光模块以及子系统的主流供应商。

官网：<http://www.zktel.com.cn/>

- **19、苏州旭创科技**



主营：专注于 10G/25G/40G/100G 高端光通讯收发模块的开发、制造和客户技术支持，重点开发高速率、小型化、低功耗、低成本的高速光模块，为大型数据中心、数据通信、长途传输、无线网络等领域客户提供最佳性价比的光通信模块解决方案。

官网：<http://www.innolight.com/>

- **20、北京东大金智科技有限公司**



主营：集以太网卡、光纤模块、嵌入式开发平台等研发、生产、销售于一体的高新技术企业。

官网：<http://www.femrice.com.cn/>

- **21、深圳乘光网络通信有限公司**



主营：致力于光纤通信光模块产品的研发与生产。

官网：<http://www.c-light.cn/>

- **22、深圳朗光科技有限公司（中外合资）**



主营：从事光电器件和设备的研究开发、生产和销售。

官网：<http://www.lightcomm.com/>

- **23、深圳市恒宝通光电子股份有限公司**



主营：提供高性价比、系列化的有源光器件、有源光模块、无源光器件产品，广泛应用于 SONET、SDH、Ethernet、FTTH 和数据中心等光纤传输/接入系统。

官网：<http://www.hioptel.com.cn/>

- **24、四川光恒通信技术有限公司**



主营：提供各类 TO-CAN 封装、光无源器件、光有源器件、光模块和光通信设备配套产品。

官网：<http://www.cnsunstar.com/>

- **25、成都网动光电子技术股份有限公司**



主营：光模块产品。

官网：<http://www.neton.com.cn/>

注：排名无先后

而在光通信收发芯片方面国内做得好的则有厦门优迅、锐迪科微、亿芯源等等。我们这里所说的光收发芯片是光收发模块中的集成电路，并不包括激光芯片。它是指光纤宽带网络物理层的主要基础芯片，包括跨阻放大器、限幅放大器、激光驱动器三种。它们被用于光纤传输的前端，来实现高速传输信号的光电、电光转换，这些功能被集成在光纤收发模块中。

国内光通信收发芯片设计公司

- **1、厦门优迅高速芯片有限公司**



主营：专注于光通信前端收发 IC 芯片的设计，2.5G 和 10G 光通信系列芯片。公司主要产品是 155Mbps~10Gbps 的高速收发芯片组：跨阻放大器 TIA(Transimpedance Amplifier)、限幅放大器 LA(Limiting Amplifier)、激光驱动器 LDD(Laser Driver)等。

官网：<http://www.uxfastic.com/>

- **2、上海锐迪科微电子**



主营：致力于射频及混合信号芯片和系统芯片的设计、开发、制造、销售并提供相关技术咨询和技术服务。产品主要包括 GSM 基带/多制式射频收发器芯片/多制式射频功放芯片/蓝牙、无线、调频收音组合芯片/机顶盒调谐器/数字及模拟电视芯片/对讲机收发器/卫星电视高频头等。同时公司致力于智能机系统以及 3G/4G 通信终端平台的研发，向中国及全球新兴市场的客户提供卓越的手机平台产品。

官网：<http://www.rdamicro.com/>

- **3、福建亿芯源半导体股份有限公司**



主营：为国内外用户提供高性能、高可靠性、低功耗、低成本的高性价比光通信主要芯片。

官网：<http://www.eochip.com/>

光纤通信用的激光头

激光头是光驱的心脏，也是最精密的部分。它主要负责数据的读取工作，因此在清理光驱内部的时候要格外小心。激光头主要包括：激光发生器（又称激光二极管），半反光棱镜，物镜，透镜以及光电二极管这几部分。



国内很少有能做这种激光头的厂家。做得好的都是国外厂家，国外做得好的有三菱电机机电(上海)有限公司。

超详细的光模块介绍

一、光模块发展简述

1、光模块分类

按封装：1*9 、GBIC、 SFF、 SFP、 XFP、 SFP+、 X2、 XENPARK、 300pin 等。

按速率：155M、 622M、 1.25G、 2.5G、 4.25G、 10G、 40G 等。





按波长：常规波长、CWDM、DWDM 等。






按模式：单模光纤（黄色）、多模光纤（橘红色）。

按使用性：热插拔（GBIC、 SFP、 XFP、 XENPAK）和非热插拔（1*9、 SFF）。

封装形式



封装	简介	图片
1X9	1X9封装的光模块产品最早产生于1999年，SC接口，作为固定光模块使用	
GBIC	千兆以太网接口转换器，交换、路由产品曾广泛的采用GBIC模块。其可支持热插拔的特性，方便更新维护，故障定位。	
SFF	SFF光模块是光模块产品演进的又一支，目前广泛应用于EPON系统中的ONU侧。	
SFP	小封装可插拔收发器，SFP光模块产品是最晚出现光模块，也是目前应用最广泛的光模块产品。继承了GBIC的热插拔特性，也借鉴了SFF小型化的优势。	

封装	简介	图片
300pin	最先被应用于SDH和10G以太网光纤传输网络的模块，应用较少	
XENPAK	光模块产品演进中的重要一步。支持所有IEEE 802.3ae定义的光接口。技术成熟度较高，应用比较广泛。体积大，功耗大。	
X2	是Xenpak光模块的直接改进版，体积缩小了40%左右，成本高，只是作为一种过渡性的产品出现。	
XFP	2002年提出的XFP多元协议，XFP光模块的出现和技术的飞速发展，以及其体积小、价格廉的优势，得到广泛应用。	
SFP+	具有比X2和XFP封装更紧凑的外形尺寸，与SFP尺寸一样，成本比XFP产品低。	

二、光模块基本原理

1、光收发一体模块 (Optical Transceiver)

光收发一体模块是光通信的核心器件，完成对光信号的光-电/电-光转换。由两部分组成：接收部分和发射部分。接收部分实现光-电变换，发射部分实现电-光变换。

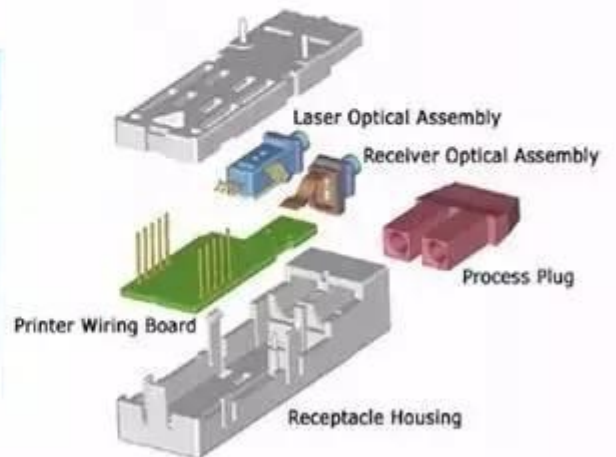
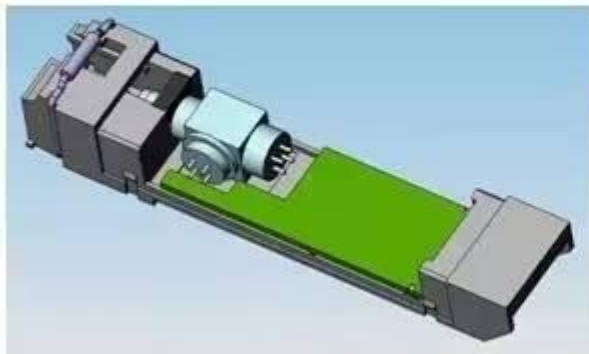
发射部分：

输入一定码率的电信号经内部的驱动芯片处理后驱动半导体激光器 (LD) 或发光二极管 (LED) 发射出相应速率的调制光信号，其内部带有光功率自动控制电路 (APC)，使输出的光信号功率保持稳定。

接收部分：

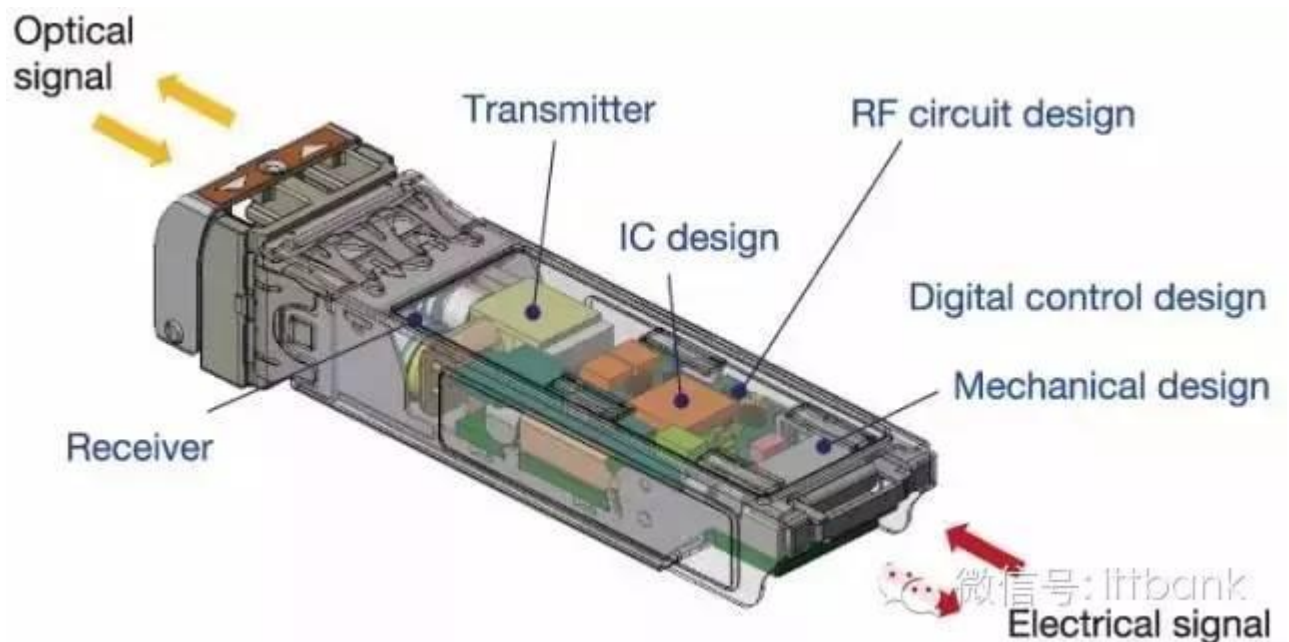
一定码率的光信号输入模块后由光探测二极管转换为电信号，经前置放大器后输出相应码率的电信号，输出的信号一般为 PECL 电平。同时在输入光功率小于一定值后会输出一个告警信号。

光收发一体模块 = { 光源 (激光器) + 驱动器
+
光电检测器 + 放大器

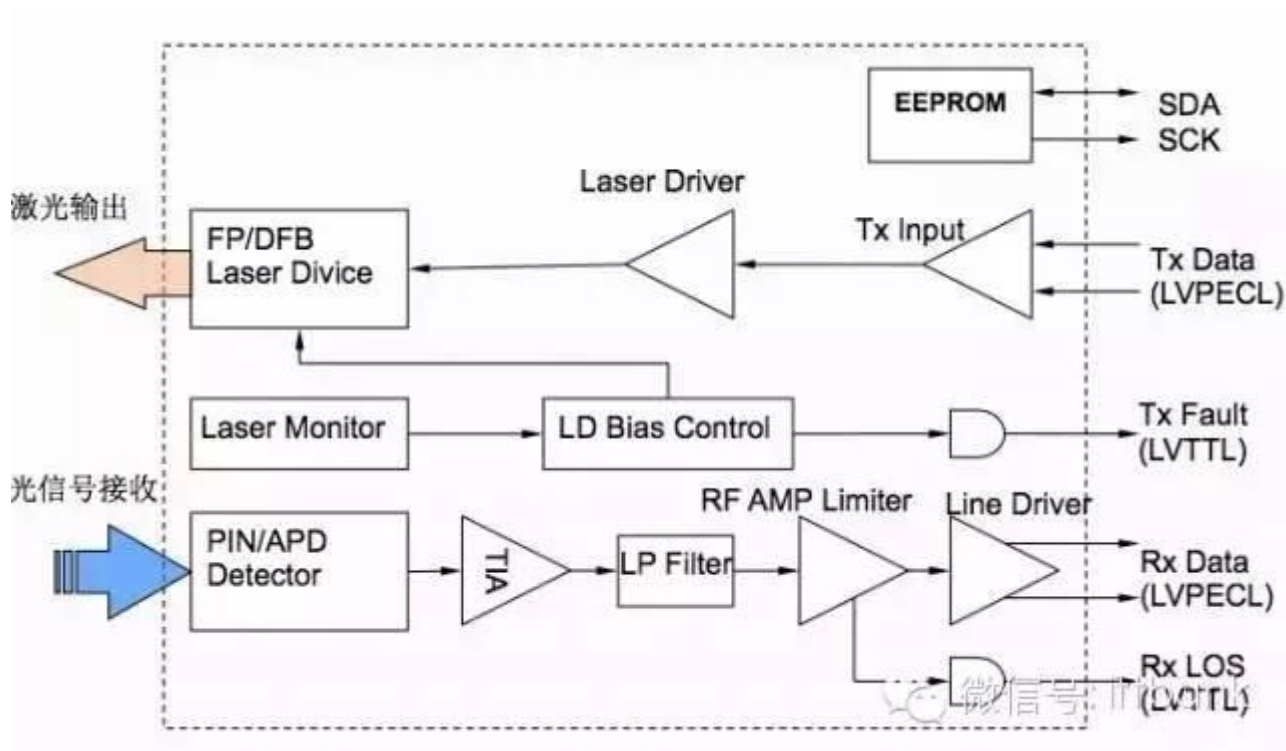


光收发一体模块原理示意图

微信号: itfbank



2、光模块内部结构



三、光模块的主要参数

1. 传输速率

传输速率指每秒传输比特数，单位 Mb/s 或 Gb/s。主要速率：百兆、千兆、2.5G、4.25G 和万兆。

2. 传输距离

光模块的传输距离分为短距、中距和长距三种。一般认为 2km 及以下的为短距离，10~20km 的为中距离，30km、40km 及以上的为长距离。

■光模块的传输距离受到限制，主要是因为光信号在光纤中传输时会有一定的损耗和色散。

注意：

- 损耗是光在光纤中传输时，由于介质的吸收散射以及泄漏导致的光能量损失，这部分能量随着传输距离的增加以一定的比率耗散。

- 色散的产生主要是因为不同波长的电磁波在同一介质中传播时速度不等，从而造成光信号的不同波长成分由于传输距离的累积而在不同的时间到达接收端，导致脉冲展宽，进而无法分辨信号值。

- 因此，用户需要根据自己的实际组网情况选择合适的光模块，以满足不同的传输距离要求。

3. 中心波长

- 中心波长指光信号传输所使用的光波段。目前常用的光模块的中心波长主要有三种：850nm 波段、1310nm 波段以及 1550nm 波段。

- 850nm 波段：多用于 ≤ 2 km 短距离传输

- 1310nm 和 1550nm 波段：多用于中长距离传输，2km 以上的传输。

四、光纤类型

1. 光纤模式 (Fiber Mode)

按光在光纤中的传输模式可将光纤分为单模光纤和多模光纤两种。

多模光纤(MMF, Multi Mode Fiber)，纤芯较粗，可传多种模式的光。但其模间色散较大，且随传输距离的增加模间色散情况会逐渐加重。多模光纤的传输距离还与其传输速率、芯径、模式带宽有关，具体关系请参见下表。

表1-2 多模光纤规格表

光纤模式	传输速率 (bit/s)	光纤直径	模式带宽 (MHz*km)	传输距离
多模光纤	千兆	62.5/125 μ m	-	< 275 m
		50/125 μ m	-	< 550 m
	10G	62.5/125 μ m	160	< 26 m
			200	< 33 m
		50/125 μ m	400	< 66 m
			500	< 100 m
			2000	< 300 m

单模光纤(SMF, Single Mode Fiber), 纤芯较细, 只能传一种模式的光。因此, 其模间色散很小, 适用于远程通讯。

2. 光纤的端面与直径

- 按照光纤连接器接头内插针端面分: PC, SPC, UPC, APC
- 按照光纤连接器的直径分: $\Phi 3$, $\Phi 2$, $\Phi 0.9$

3. 光纤接口连接器类型

接口连接器用于连接可插拔模块及相应的传输媒质。光纤连接器是光纤通信系统中不可缺少的无源器件, 它的使用使得光通道间的可拆式连接成为可能, 既方便了光系统的调测与维护, 又使光系统的转接调度更加灵活。

按照光纤的类型分:

单模光纤连接器 (一般为 G. 652 纤: 光纤内径 9 μ m, 外径 125 μ m);

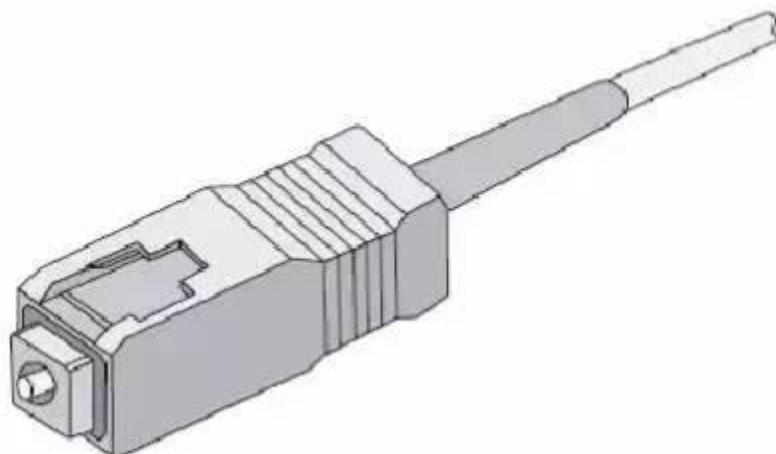
多模光纤连接器（一种是 G. 651 纤其内径 50um，外径 125um；另一种是内径 62.5um，外径 125um）；

按照光纤连接器的连接头形式分：FC，SC，ST，LC，MU，MTRJ 等等，目前常用的有 FC，SC，ST，LC



SC (Subscriber Connector Standard Connector，标准光纤连接器)，由日本 NTT 公司开发的模塑插拔耦合式连接器。其外壳采用模塑工艺，用铸模玻璃纤维塑料制成，呈矩形；插针由精密陶瓷制成，耦合套筒为金属开缝套管结构。紧固方式采用插拔销式，不需要旋转。外观图如下所示

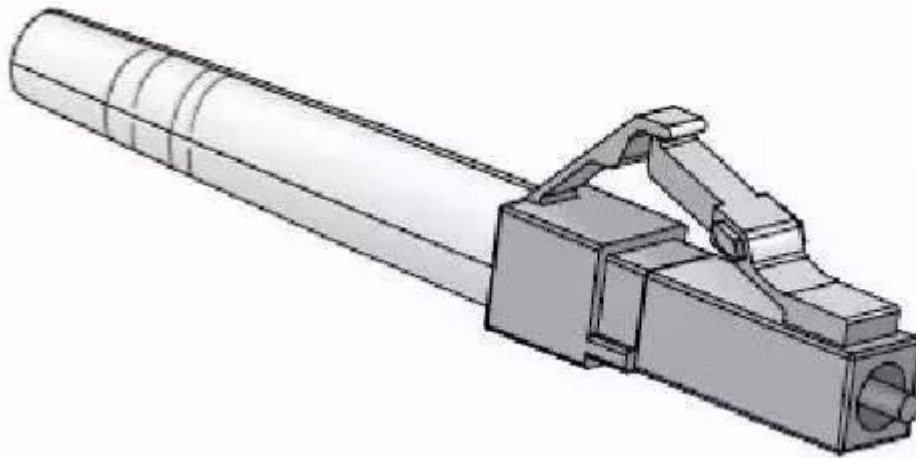
图1-1 SC 连接器外观图



微信号: ifib2opt

LC 连接器 (Lucent Connector or Local Connector，朗讯连接器)，外观图如下：

图1-2 LC 连接器外观图



微信号: fibbank

注意：为了保护光纤连接器的清洁，请务必保证在未连接光纤时盖上防尘帽。

五、接口指标

输出光功率

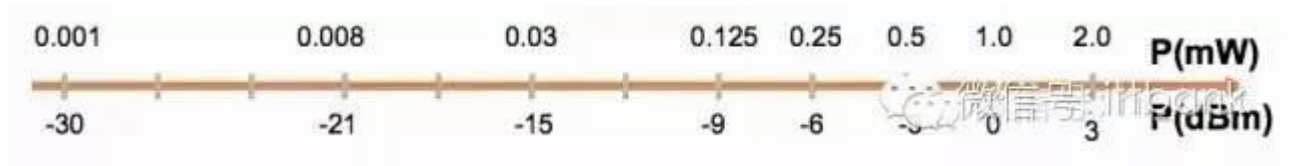
输出光功率指光模块发送端光源的输出光功率。

可以理解为光的强度，单位为 W 或 mW 或 dBm。其中 W 或 mW 为线性单位，dBm 为对数单位。在通信中，我们通常使用 dBm 来表示光功率。

公式：

$$P(\text{dBm})=10\text{Log}(P/1\text{mW})$$

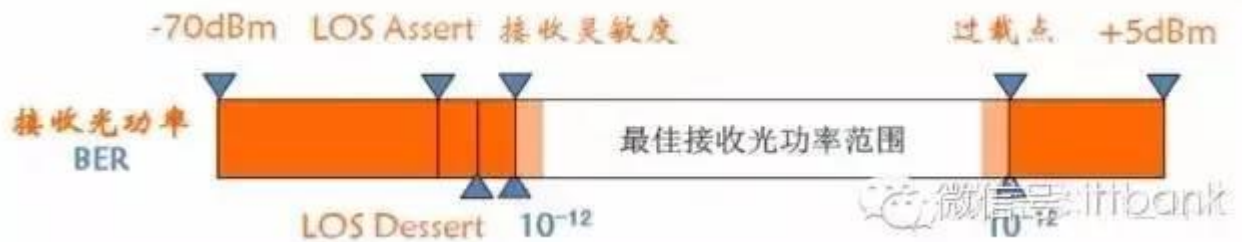
光功率衰减一半，降低 3dB，0dBm 的光功率对应 1mW



使用光功率计测量。针对 PON 产品，由于其 ONU 端采用的是突发模式，因此需使用专用的光功率计进行测量，串接在线路中，可以即时给出当前上行和下行的光功率。

接收灵敏度

接收灵敏度指的是在一定速率、误码率情况下光模块的最小接收光功率，单位：dBm。一般情况下，速率越高接收灵敏度越差，即最小接收光功率越大，对于光模块接收端器件的要求也越高。



考虑到光纤老化或其他不可预见因素导致的链路损耗增大，最佳接收光功率范围控制在接收灵敏度以上 2-3dB 至过载点以下 2-3dB，即上图中的白色区域。

受压灵敏度

受压灵敏度指输入信号在附加了抖动和垂直眼闭（vertical eye closure）劣化条件后测得的灵敏度值，单位：dBm。此概念仅针对于 10G 接口模块（XENPAK 模块及 XFP 模块）。

光模块发射光功率和接收灵敏度

发射光功率指发射端的光强，接收灵敏度指可以探测到的光强度。两者都以 dBm 为单位，是影响传输距离的重要参数。光模块可传输的距离主要受到损耗和色散两方面受限。

损耗限制可以根据公式：

损耗受限距离 = (发射光功率 - 接收灵敏度) / 光纤衰减量

来估算。

光纤衰减量和实际选用的光纤相关。一般目前的 G. 652 光纤可以做到 1310nm 波段 0.5dB/km，1550nm 波段 0.3dB/km 甚至更佳。50um 多模光纤在 850nm 波段 4dB/km 1310nm 波段 2dB/km。对于百兆、千兆的光模块色散受限远大于损耗受限，可以不作考虑。

饱和光功率值

指光模块接收端最大可以探测到的光功率，一般为 -3dBm。当接收光功率大于饱和光功率的时候同样会导致误码产生。因此对于发射光功率大的光模块不加衰减回环测试会出现误码现象。

光饱和度

又称饱和光功率，指的是在一定的传输速率下，维持一定的误码率（ 10^{-10} ~ 10^{-12} ）时的最大输入光功率，单位：dBm。

■需要注意的是，光探测器在强光照射下会出现光电流饱和现象，当出现此现象后，探测器需要一定的时间恢复，此时接收灵敏度下降，接收到的信号有可能出现误判而造成误码现象，而且还非常容易损坏接收端探测器，在使用操作中应尽量避免超出其饱和光功率。

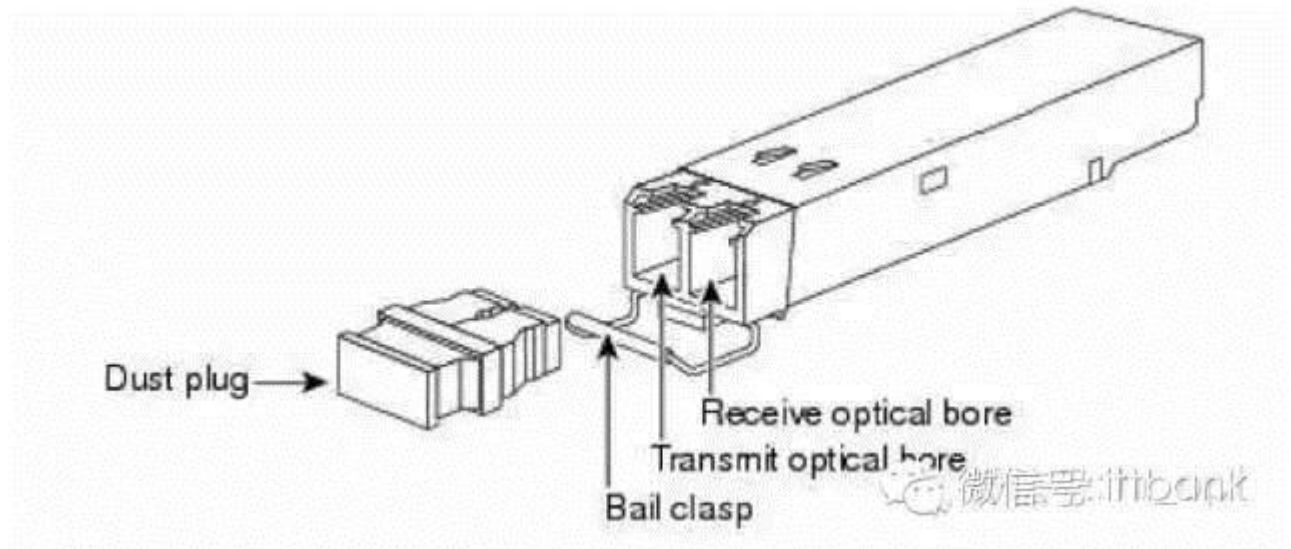
注意

对于长距光模块，由于其平均输出光功率一般大于其最大输入光功率（即光饱和度），因此请用户使用时关注光纤使用长度，以保证到达光模块的实际接收光功率小于其光饱和度，否则有可能造成光模块的损坏。

六、SFP 光模块

SFP 光模块，全称 Small Form-factor Pluggable，即：小型可热插拔光收发一体模块。SFP 模块体积比 GBIC 模块减少一半，可以在相同的面板上配置多出一倍以上的端口数量。SFP 模块的其他功能基本和 GBIC 一致。有些交换机厂商称 SFP 模块为小型化 GBIC(MINI-GBIC)。

外观结构：



分类：



速率 \ 波长	多模		单模		
	850nm	1310nm	1310nm	1550nm	CWDM
100/155M	N/A	2km	10km-60km	60km-160km	40km-
1.25G	550m	2km	10km-40km	40km-160km	120km-40km-
2.5G/4.25G	330米	2km	10km-40km	40km-120km	120km-40km-
6G/10G	330米	2km	10km-40km	N/A	120km-40km- N/A

速率：155M、1.25G、2.5G、4.25G 等

波长：常规波长、CWDM、DWDM

距离：短距、中距、长距

传输模式：电口、单模（光纤黄色）、多模（光纤橘红色）



SFP 光模块的特殊类型包括：BIDI-SFP、电口 SFP、CWDM SFP、DWDM SFP、SFP+光模块等。

七、BIDI 模块



BiDi (Bidirectional) 即：单纤双向。利用 WDM 技术, 发送和接收两个方向使用不同的中心波长。实现一根光纤双向传输光信号。一般光模块有两个端口, TX 为发射端口, RX 为接收端口; 而该光模块只有 1 个端口, 通过光模块中的滤波器进行滤波, 同时完成 1310nm 光信号的发射和 1550nm 光信号的接收, 或者相反。因此该模块必须成对使用, 他最大的优势就是节省光纤资源。

距离/波长 速率	10km-40km		40km-120km	
	1310nm	1550nm	1490nm	1550nm
100/155M	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC
622M	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC
1.25G	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC
2.5G	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC	SFP/GBIC

应用领域：常规 SFP、xWDM SFP、以及 PON SFP

八、C-SFP



Compact SFP，紧凑型 SFP，在现有 SFP 封装基础上，发展为更先进、更紧凑的 CSFP 封装。

CSFP MSA 中共定义了 3 种 C-SFP：

1ch Compact SFP

2ch Compact SFP (Option 1)

2ch Compact SFP (Option 2)

九、CWDM 模块

CWDM 光模块采用 CWDM 技术，可以通过外接波分复用器，将不同波长的光信号复合在一起，通过一根光纤进行传输，从而节约光纤资源。同时，接收端需要使用波分解复用器对复光信号进行分解。

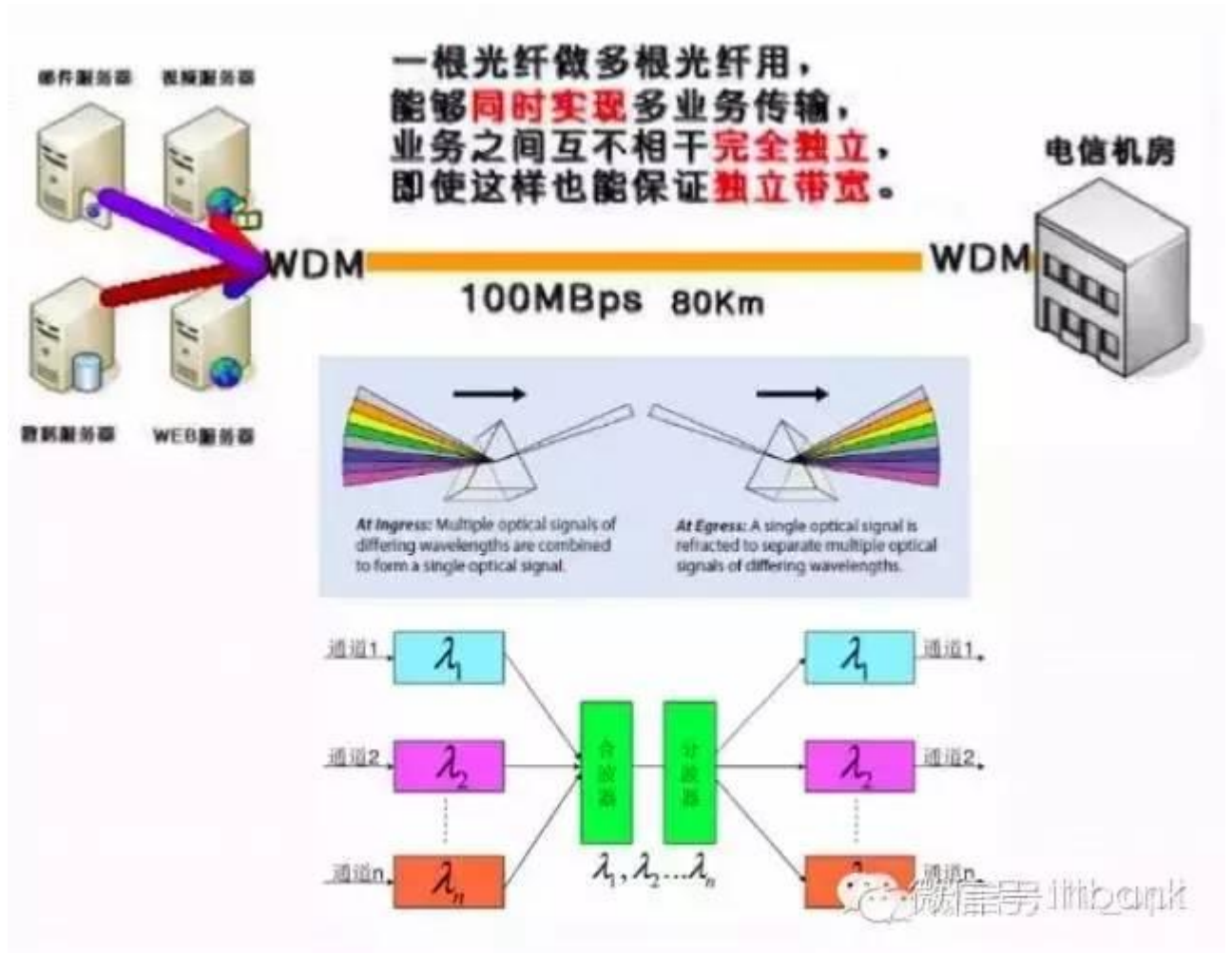
对外型号	中心波长	Fiber Mode	光纤直径	传输距离	接口指标 (dBm)		
					输出光功率	接收灵敏度	光饱和度
GACS-1612-80-47	1470nm	SMF	9/125μm	80km	0~+5	≤-23	≤-3
GACS-1612-80-49	149nm						
GACS-1612-80-51	1510nm						
GACS-1612-80-53	1530nm						
GACS-1612-80-55	1550nm						
GACS-1612-80-57	1570nm						
GACS-1612-80-59	1590nm						
GACS-1612-80-61	1610nm						



- CWDM SFP 光模块分为 18 个波段，从 1270nm~1610nm，每两个波段之间相隔 20nm。
- CWDM SFP 具有速率和协议透明性，CWDM 提供了在一根光纤上提供不同速率的、对协议透明的传输通道，允许使用者直接上下某一个波长，而不用转换原始信号的格式。
- 常用 8 个波段，从 1470nm~1610nm，每通道间隔 20nm。
- 一般会用颜色来区分不同波段光模块。

Color	Wavelength
brown	1610 nm
red	1590 nm
orange	1570 nm
yellow	1550 nm
green	1530 nm
ice blue	1510 nm
majestic purple	1490 nm
40% black	1470 nm

什么情况下使用 CWDM SFP?



十、DWDM 模块

DWDM SFP 属于密集波分复用技术，可以将不同波长的光耦合到单芯光纤中去，一起传输。DWDM SFP 的通道间隔根据需要有 0.4nm, 0.8nm, 1.6nm 等不同间隔，间隔较小、需要额外的波长控制器件。

DWDM SFP 的一个关键优点是它的协议和传输速度是不相关的。

十一、电口模块



对外型号	传输距离	Data Rate	外接线缆类型	接口连接器类型
GACT-C12-02	100m	1250Mb/s	UTP/STP	RJ-45

电口模块，即 Copper SFP，SFP 封装，电口模块，100 米可支持最大传输距离 100m（RJ45，5 类双绞线为传输介质）。

十二、SFP+光模块



微信号:zhidong

SFP+光模块：是新一代的万兆光模块，它按照 ANSI T11 协议，可以满足光纤通道的 8.5G 和以太网 10G 的应用。

对外型号	中心波长	Fiber Mode	光纤直径 (μm)	模式带宽 (MHz*km)	传输距离	接口指标 (dBm)		
						输出光功率	接收灵敏度	光饱和度和
GACS-8596-02	850nm	MMF	50/125	2000	300m	-7.3~+1	≤-7.5	+0.5
				200	82m			
				400	66m			
			62.5/125	200	33m			
				160	26m			
GACS-1396-02	1310nm	MMF	62.5/125	500	220m	-6.5~+0.5	≤-6.5	+1.5
			50/125	500	220m			
				400	100m			
GACS-1396-10		SMF	9/125	-	10km	-6.5~+0.5	≤-10.3	+0.5

微信号:zhidong

- SFP+比早期的 XFP 光模块外观尺寸缩小了约 30%，和普通的 SFP 光模块外观一样。
- SFP+只保留了基本的电光、光电转换功能，减少了原有 XFP 设计中的 SerDes, CDR, EDC, MAC 等信号控制功能，从而简化了 10G 光模块的设计，功耗也因而更小。
- 具有高密度、低功耗、更低系统构造成本等显著优点

●SFP+的屏蔽要求比 SFP 更严格, 要求具备更好的屏蔽效果。

十三、XFP 模块



对外型号	中心波长 (nm)	传输距离	Data Rate (Gb/s)	Fiber Mode	光纤直径 (μm)	模式带宽 (MHz*km)	接口指标 (dBm)			
							输出光功率	接收灵敏度	受压灵敏度	光饱和度和
GACX-8596-02	850	300m	10.31	MMF	50/125	2000	-7.3~-1.08	≤-11.1	≤-7.5	≤-1
GACX-1396-10	1310	10km	10.31	SMF	9/125	-	-8.2~+0.5	≤-12.6	≤-10.3	≤0.5
GACX-1596-40	1550	40km	9.95~10.7				-1.0~+2	≤-14.1	≤-11.3	≤-1

XFP 模块是一种可热插拔的、占电路板面积很小的、串行—串行光收发器，可以支持 SONET OC - 192、10 Gbps 以太网、10 Gbps 光纤通道和 G.709 链路。

十四、GBIC 光模块



对外型号	中心波长	Fiber Mode	光纤直径 (μm)	传输距离	接口指标 (dBm)		
					输出光功率	接收灵敏度	光饱和度
GACG-8512-02	850nm	MMF	50/125	550m	-9.5~-3	≤-17	≤-3
		MMF	62.5/125	275m			
GACG-1312-10	1310nm	SMF	9/125	10km	-9.5~-3	≤-19	≤-3
GACG-1312-40				40km	-4~+3	≤-23	≤-3
GACG-1512-60	1550nm	SMF	9/125	60km	-2~+3	≤-23	≤-3
GACG-1512-80				80km	0~+5	≤-24	≤-3
GACG-1512-120				120km	-2~+5	≤-29	≤-10

GBIC 是 Giga Bitrate Interface Converter 的缩写，是将千兆位电信号转换为光信号的接口器件。GBIC 设计上可以为热插拔使用，是一种符合国际标准的可互换产品。

十五、Xenpak 光模块



型号	波长	距离	速率	接口	光纤	输出光功率	接受灵敏度	受压另宽安度	光饱和度和
GACK-8596-02	850nm	300m	10.31Gb/s	双 SC	MMF	-7.3~-1	≤-11.1	≤-7.5	≤-1
GACK-1396-10	1310nm	10km			SMF	-8.2~+0.5	≤-12.6	≤-10.3	≤0.5
GACK-1596-40	1550nm	40km			SMF	-4.7~+4	≤-11.3	≤-1	≤-1
GACK-1596-80	1550nm	80km			SMF	0~+4	≤-22	-	≤-7

Xenpak 光模块通过 70pin 的 SFP 连接器与电路板连接，其数据通道是 XAUI 接口；Xenpak 支持所有 IEEE 802.3ae 定义的光接口，在线路端可以提供 10.3 Gb/s、9.95 Gb/s 或 4×3.125 Gb/s 的速率。

十六、Xpak 和 X2 光模块



Xpak 和 X2 光模块都是从 Xenpak 标准演进而来的，其内部功能模块与 Xenpak 基本相同，在电路板上的应用也相同，都是使用一个模块即可实现 10G 以太网光接口的功能。由于 Xenpak 光模块安装到电路板上时需要在电路板上开槽，实现较复杂，无法实现高密度应用。而 Xpak 和 X2 光模块经过改进后体积只有 Xenpak 的一半左右，可以直接放到电路板上，因此适用于高密度的机架系统和 PCI 网卡应用。

十七、SFP 光模块的选用

光模块的传输距离分为短距、中距和长距三种。模块型号标称的传输距离只作为一种分类方法，实际应用中不能直接套用。因为光信号在光纤中传输时会有一定的损耗和色散，无法达到标称的传输距离。

损耗是光在光纤中传输时，由于介质的吸收散射以及泄漏导致的光能量损失，这部分能量随着传输距离的增加以一定的比率耗散。

色散的产生主要是因为不同波长的电磁波在同一介质中传播时速度不等，从而造成光信号的不同波长成分由于传输距离的累积而在不同的时间到达接收端，导致脉冲展宽，进而无法分辨信号值。

因此，用户需要根据自己的实际组网情况选择合适的光模块，以满足不同的传输距离要求。实际传输距离取决于对应型号光模块的实际发射功率、光路上的传输衰减和光口的接收灵敏度。

发射光功率和接收灵敏度是影响传输距离的重要参数。

损耗限制可以根据公式来估算：

损耗受限距离=（发射光功率-接收灵敏度）/光纤衰减量

光纤衰减量和实际选用的光纤相关：

G. 652 光纤可以做到：

1310nm 波段 0.5dB/km

1550nm 波段 0.25dB/km

50um 多模光纤：

850nm 波段 3.5dB/km

1310nm 波段 2dB/km。

对于长距光模块：平均输出光功率 > 饱和光功率

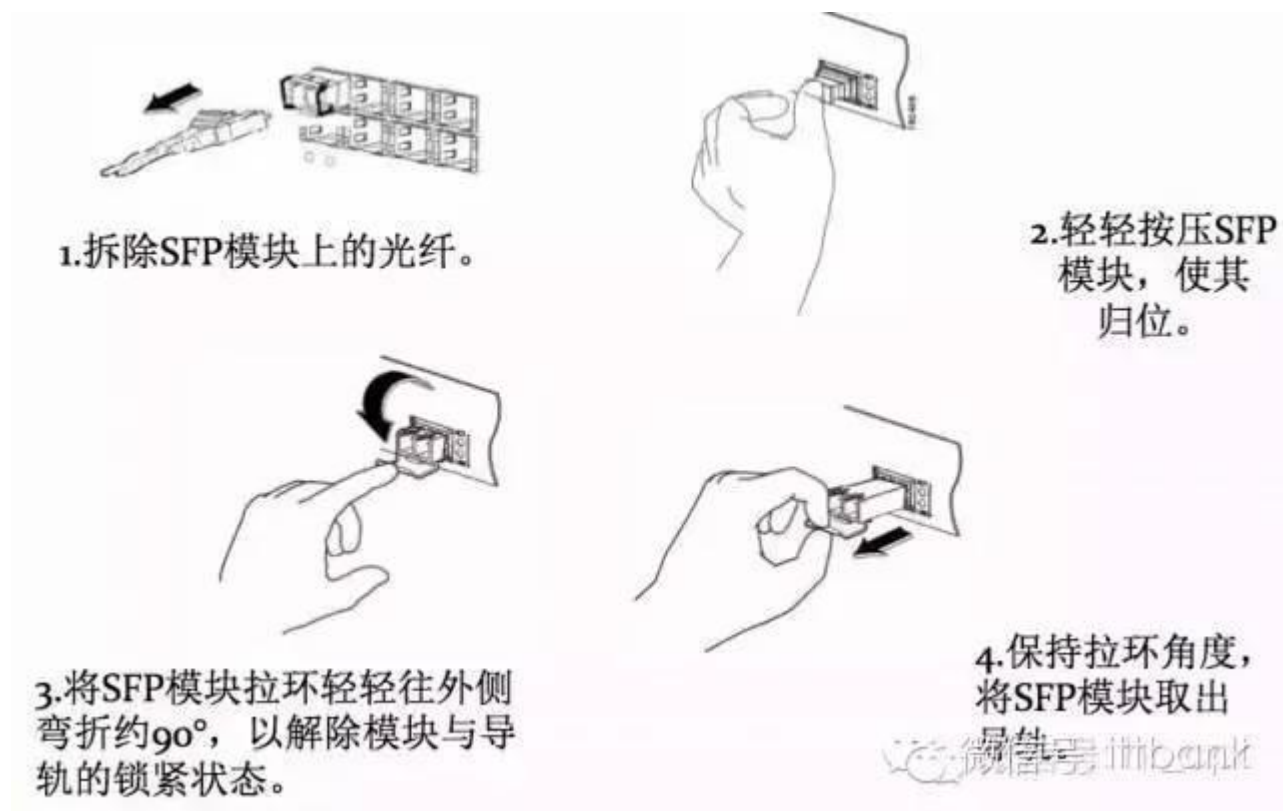
注意光纤使用长度，以保证到达光模块的实际接收光功率小于其光饱和度，否则有可能造成光模块的损坏。

十八、SFP 光模块安装

SFP 光模块安装



SFP 光模块卸载



注意：永远不要让光纤尾部正对你的眼睛，永远不要向光纤里面看，不要直接或使用仪器看光纤尾部。激光是不可见的，但可能会对人眼造成永久伤害。

十九、光模块功能失效重要原因

光模块功能失效分为发射端失效和接收端失效，分析具体原因，最常出现的问题集中在以下几个方面：

1. 光口污染和损伤

由于光接口的污染和损伤引起光链路损耗变大，导致光链路不通。产生的原因有：

- A. 光模块光口暴露在环境中，光口有灰尘进入而污染；
- B. 使用的光纤连接器端面已经污染，光模块光口二次污染；

- C. 带尾纤的光接头端面使用不当，端面划伤等；
- D. 使用劣质的光纤连接器；

2. ESD 损伤

ESD 是 ElectroStatic Discharge 缩写即“静电放电”，是一个上升时间可以小于 1ns（10 亿分之一秒）甚至几百 ps（1ps=10000 亿分之一秒）的非常快的过程，ESD 可以产生几十 Kv/m 甚至更大的强电磁脉冲。静电会吸附灰尘，改变线路间的阻抗，影响产品的功能与寿命；ESD 的瞬间电场或电流产生的热，使元件受伤，短期仍能工作但寿命受到影响；甚至破坏元件的绝缘或导体，使元件不能工作（完全破坏）。ESD 是不可避免，除了提高电子元器件的抗 ESD 能力，重要的是正确使用，引起 ESD 损伤的因素有：

- 环境干燥，易产生 ESD；
- 不正常的操作，如：非热插拔光模块带电操作；不做静电防护直接用手接触光模块静电敏感的管脚[t2]；运输和存放过程中没有防静电包装；
- 设备没有接地或者接地不良；

二十、光收发一体光模块应用注意点

1. 光口问题

光链路上各处的损耗衰减都关系到传输的性能，因此要求：

- A. 选择符合入网标准的光纤连接器；
- B. 光纤连接器要有封帽，不使用时盖上封帽，避免光纤连接器污染而二次污染光模块光口；封帽不使用时应放在防尘干净处保存；
- C. 光纤连接器插入是水平对准光口，避免端面和套筒划伤；
- D. 光模块光口避免长时间暴露，不使用时加盖光口塞；光口塞不使用时储存在防尘干净处；
- E. 光纤连接器的端面保持清洁，避免划伤；

2. ESD 损伤

ESD 是自然界不可避免的现象，预防 ESD 从防止电荷积聚和让电荷快速放电两方面着手：

- A. 保持环境的湿度 30~75%RH;
- B. 对光模块操作时做静电防护工作（如：带静电环或将手通过预先接触机壳等手段释放静电），接触光模块壳体，避免接触光模块 PIN 脚；
- C. 使用的相关设备采用并联接地的公共接地点接地，保证接地路径最短，接地回路最小，不能串联接地，应避免采用外接电缆连接接地回路的设计方式；
- D. 包装和周转的时候，采用防静电包装和防静电周转箱/车；
- E. 禁止对非热插拔的设备，进行带电插拔的操作；
- F. 避免用万用表表笔直接检测静电敏感的管脚；

二十一、简易光模块失效判断步骤

1. 测试光功率是否在指标要求范围之内，如果出现无光或者光功率小的现象。
处理方法：

- A. 检查光功率选择的波长和测量单位（dBm）
- B. 清洁光纤连接器端面，光模块光口。
- C. 检查光纤连接器端面是否发黑和划伤，光纤连接器是否存在折断，更换光纤连接器做互换性试验
- D. 检查光纤连接器是否存在小的弯折。
- E. 热插拔光模块可以重新插拔测试。
- F. 同一端口更换光模块或者同一光模块更换端口测试。

2. 光功率正常但是链路无法通，检查 link 灯。

二十二、SFP 光模块相关参考标准

INF-8074i: SFP MSA

SFF-8472: 数字诊断接口协议

DWDM MSA SFP : 密集波分复用模块标准

GR-468-CORE: 光器件可靠性方面的通用标准

ITU-T G. 651: 多模光纤标准

ITU-T G. 652: 单模光纤标准

21CFR 1040.10 激光安全等级

YD/T1352-2005: 千兆以太网行业标准

转自微信公众号 ittbank