

光模块维护手册

目录

- 光收发模块定义.....2
- 光收发模块分类.....2
- 光纤连接器的分类和主要规格参数.....2
- 光模块主要参数：3
- 光模块功能失效重要原因.....4
- 光收发一体光模块应用注意点.....5
- 简易光模块失效判断步骤.....8

光收发模块定义

光收发一体模块由光电子器件、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，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。

光收发模块分类

按照速率分：以太网应用的 100BASE(FE),1000BASE(GE) ,10GBASE(10GE) ,100GBASE(GE)
SDH 应用的 STM-1,STM-4,STM-16

按照外型尺寸： SFP,SFP+,XFP,SFP28,QSFP+,QSFP28,QSFP-DD

按照激光器类型分类:VCSEL,FP ,DFB,EML

按照发射波长分类： 850nm,1310nm,1550nm 等

光纤连接器的分类和主要规格参数

光纤连接器是在一段光纤的两头都安装上连接头，主要作光配线使用。

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 9um，外径 125um），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，见图 1~4。

FC 型——最早由日本 NTT 研制。外部加强件采用金属套，紧固方式为螺丝扣。测试设备选用该种接头较多。

SC 型——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。

LC 型——朗讯公司设计的。套管外径为 1.25mm，是通常采用的 FC-SC、ST 套管外径 2.5mm 的一半。提高连接器的应用密度。



图1、FC 光纤连接器



图2、SC 光纤连接器



图3、LC 光纤连接器



图4、ST 光纤连接器

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： $\Phi 3$ ， $\Phi 2$ ， $\Phi 0.9$

光纤连接器的性能主要有光学性能、互换性能、机械性能、环境性能和寿命。其中最重要的是插入损耗和回波损耗这两个指标。针对常用的 SC，ST，FC，LC 接头，指标要求如下：

模式	插入损耗(dB)	回波损耗(dB)			
		PC	SPC	UPC	APC
单模	≤ 0.3	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 60
多模	≤ 0.3	≥ 35	\	\	\

光模块主要参数：

1. 光模块传输速率：100M,1G,10G,100G 等
2. 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。常见的光模块规格：

传输速率	发射波段	传输使用光纤	参考传输距离
百兆	1310nm	多模	2km
百兆	1310nm	单模	15km
百兆	1310nm	单模	40km
百兆	1550nm	单模	80km
千兆	850nm	多模	550m
千兆	1310	单模/多模	10km/550m
千兆	1550	单模	70km

3. 10GE 光模块遵循 802.3ae 的标准，传输的距离和选用光纤类型、光模块光性能相关。如 10G-S 传输距离的 300m 有如下条件：

Fiber type	Minimum modal bandwidth @ 850 nm (MHz·km)	Operating range (meters)
62.5 μm MMF	160	2 to 26
	200	2 to 33
50 μm MMF	400	2 to 66
	500	2 to 82
	2000	2 to 300

4. 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：

- A. 环境干燥，易产生 ESD；
- B. 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；运输和存放过程中没有防静电包装；
- C. 设备没有接地或者接地不良；

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；清洁光模块时根据光口类型选用合适的无尘棉棒（SC 使用 $\phi 2.5\text{mm}$ 的无尘棉棒[如NTT 的 14100400]，LC 和MTRJ 使用 $\phi 1.25\text{mm}$ 的无尘棉棒[如NTT 的14100401]）蘸上无水酒精插入光口内部，按同一方向旋转擦拭；然后再用干燥的无尘棉棒插入器件光口，按同一方向旋转擦拭；
- E. 光纤连接器的端面保持清洁，避免划伤；清洁端面时使用干燥无尘棉[如：小津产业株式会社的 M-3]在手指未接触部分按如图 9 所示方法擦拭清洁，每次擦拭不能在同一位置；对脏污严重的接头，则将无尘棉浸无水酒精（不易过多），按相同方法进行擦拭清洁，并需更换另一干燥无尘棉按相同方法操作一次，保证接头端面干燥，再进行测试；此类清洁

方法需注意擦拭长度要足够，才能保证清洁效果，并且不能在相同位置重复擦拭；此类无尘棉每张可按图示方向擦拭 4 次；场地不足时可将无尘棉放在手掌上，在手指未接触部分按如图 10 所示方法在手掌部位进行擦拭清洁，每次擦拭不能在同一位置；对脏污严重的接头，则将无尘棉浸无水酒精（不易过多）按相同方法进行擦拭清洁，并需更换另一干燥无尘棉按相同方法操作一次，保证接头端面干燥，再进行测试；此类清洁方法需注意擦拭长度要足够，才能保证清洁效果，并且不能在相同位置重复擦拭；此类无尘棉每张可按图示方向擦拭 3 次；也可以使用清洁器如图 11~13 所示；

图9将无尘棉放在桌面清洁



图10将无尘棉放在手掌上清洁



图11打开防尘盖板图示



图12清洁方法图示1



图13清洁方法图示2

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. 划定专门的防静电区域。选用防静电的地板或工作台；
- 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. 在专门的防静电区域中操作，防静电工作区内禁止放置工作不必须的静电产生材料，如未作防静电处理的塑料袋、盒子、泡沫、带子、笔记本、纸片、个人用品等物品，这些材料必须距离静电敏感器件 30 厘米以上；

- E. 包装和周转的时候，采用防静电包装和防静电周转箱/车；
- F. 禁止对非热插拔的设备，进行带电插拔的操作；
- G. 避免用万用表表笔直接检测静电敏感的管脚；
- H. 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；

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，方法见第五节。
 - 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。