

# 光纤接续损耗、光纤涂覆技术应用策略

产品名称	光纤接续损耗、光纤涂覆技术应用策略
公司名称	潍坊华纤光电科技有限公司
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	山东省潍坊高新区健康东街6888号蓝色智谷中科创新园310-99室
联系电话	13356778928

## 产品详情

# 光纤接续损耗的研究、光纤涂覆技术应用及相关策略

光纤的传输损耗特性是决定光网络传输距离、传输稳定性和可靠性的最重要因素之一。光纤传输损耗的产生原因是多方面的，在光纤通信网络的建设和维护中，最值得关注的是光纤使用中引起传输损耗的原因以及如何减少这些损耗。光纤使用中引起的传输损耗主要有接续损耗（光纤的固有损耗、熔接损耗和活动接头损耗）和非接续损耗（弯曲损耗和其它施工因素和应用环境所造成的损耗）两类。

在处理这类损耗的过程中，除了机器性能好坏、人工操作熟练度、环境条件、施工规范等因素影响外，光纤外包层的保护至关重要，长期以来，通常所用的熔点保护是热缩套管，但热缩套管的质量、难以清洁、容易弯曲变形特性，让施加在光纤上使损耗增加，热缩套管的替代成为提升光纤性能、减少损耗的决定性因素。所以光纤涂覆机应运而生，前几年受限于进口技术，光纤涂覆

机被日韩等过占据绝对市场，价格高昂，除了高科技领域：光纤激光器、光纤光栅、光纤传感、科研等行业需求外，普通施工难以承受，伴随着国内科研及工业生产模式成产业园式布局，生产规模急剧扩张，作为该产业服务的一部分，光纤涂覆机国产化已经成熟，华纤光电科技-光纤涂覆-机-技术极大的简化了产线操作的需求，特别在售后服务时效及产品需求定制配合方面展现出来极高的本土融合度。产量提升，价格获得极大的下降，极大的方便了国内光传感上游企业的生产要求。

下面我们就介绍一下光纤接续损耗的研究、光纤涂覆技术应用及相关对策

## 一、接续损耗及其解决方案

### 1.1 接续损耗

光纤的接续损耗主要包括：光纤本征因素造成的固有损耗和非本征因素造成的熔接损耗及活动接头损耗三种。

(1) 光纤固有损耗 主要源于光纤模场直径不一致；光纤芯径失配；纤芯截面不圆；纤芯与包层同心度不佳四点；其中影响最大的是模场直径不一致。

(2) 熔接损耗 非本征因素的熔接损耗主要由轴向错位；轴心（折角）倾斜；端面分离（间隙）；光纤端面不完整；折射率差；光纤端面不清洁以及接续人员操作水平、操作步骤、熔接机电极清洁程度、熔接参数设置、工作环境清洁程度等其他因素造成。

(3) 活动接头损耗 非本征因素的活动接头损耗主要由活动连接器质量差、接触不良、不清洁以及与熔接损耗相同的一些因素（如轴向错位、端面间隙、折角、折射率差等）造成。

### 1.2 解决接续损耗的方案

(1) 工程设计、施工和维护工作中应选用特性一致的优质光纤

一条线路上尽量采用同一批次的优质名牌裸纤，以求光纤的特性尽量匹配，使模场直径对光纤熔接损耗的影响降到最低程度。

## (2) 光缆施工时应严格按照规程和要求进行

配盘时尽量做到整盘配置（单盘 500米），以尽量减少接头数量。敷设时严格按缆盘编号和端别顺序布放，使损耗值达到最小。

## (3) 挑选经验丰富训练有素的接续人员进行接续和测试

接续人员的水平直接影响接续损耗的大小，接续人员应严格按照光纤熔接工艺流程进行

接续，严格控制接头损耗，熔接过程中时刻使用光时域反射仪（OTDR）进行监测（接续损

耗 0.08dB/个），不符合要求的应重新熔接。使用光时域反射仪（OTDR）时，应从两个方

向测量接头的损耗，并求出这两个结果的平均值，消除单向OTDR测量的人为因素误差。

## (4) 保证接续环境符合要求

严禁在多尘及潮湿的环境中露天操作，光缆接续部位及工具、材料应保持清洁，不得让

光纤接头受潮，准备切割的光纤必须清洁，不得有污物。切割后光纤不得在空气中暴露时间

过长尤其是在多尘潮湿的环境中。接续环境温度过低时，应采取必要的升温措施。

## (5) 制备完善的光纤端面

光纤端面的制备是光纤接续最为关键的工序。光纤端面的完善与否是决定光纤接续损耗

的重要原因之一。优质的端面应平整，无毛刺、无缺损，且与轴线垂直，光纤端面的轴线倾角应小于 $0.3^\circ$ ，呈现一个光滑平整的镜面，且保持清洁，避免灰尘污染。应选用优质的切割刀，并正确使用切割刀切割光纤。裸纤的清洁、切割和熔接应紧密衔接，不可间隔过长。移动光纤时要轻拿轻放，防止与其他物件擦碰而损伤光纤端面。

## (6) 正确使用熔接机

正确使用熔接机是降低光纤接续损耗的重要保证和关键环节。

应严格按照熔接机的操作说明和操作流程，正确操作熔接机。

合理放置光纤，将光纤放置到熔接机的V型槽中时，动作要轻巧。这是因为对纤芯直径为 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的单模光纤而言，若要熔接损耗小于 $0.1\text{dB}$ ，则光纤轴线的径向偏移要小于 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 。

根据光纤类型正确合理地设置熔接参数（预放电电流、时间及主放电电流、主放电时间等）。

在使用中和使用后应及时去除熔接机中的灰尘（特别是夹具、各镜面和V型槽内的粉尘和光纤碎末）。

熔接机电极的使用寿命一般约2000次，使用时间较长后电极会被氧化，导致放电电流偏大而使熔接损耗值增加。此时可拆下电极，用蘸酒精的医用脱脂棉轻轻擦拭后再装到熔接机上，并放电清洗一次。若多次清洗后放电电流仍偏大，则须重新更换电极。

(7) 尽量选用优质合格的活动连接器，保证连接器性能指标符合相关规定

活动接头的插入损耗应控制在0.3 dB/个以下（甚至更低），附加损耗不大于0.2 dB/个

(8) 活动接头应接插良好、耦合紧密，防止漏光现象

(9) 保证活动连接器清洁

施工、维护中应注意清洗插头和适配器（法兰盘）并保证机房和设备环境的清洁，严防插头和适配器（法兰盘）有污物和灰尘，尽量减少散射损耗。

## 2、非接续损耗及其解决方案

### 2.1非接续损耗

光纤使用中引起的非接续损耗主要有弯曲损耗和其它施工因素及应用环境造成的损耗。

(1) 弯曲造成的辐射损耗 当光纤受到很大的弯折，弯曲半径与其纤芯直径具有可比性时，它的传输特性会发生变化。大量的传导模被转化成辐射模，不再继续传输，而是进入包层被涂覆层或包层吸收，从而引起光纤的附加损耗。光纤的弯曲损耗有宏弯曲损耗和微弯曲损耗两种类型。

宏弯损耗 光纤的曲率半径比光纤直径大的多的弯曲（宏弯）引起的附加损耗，主要原因有：路由转弯和敷设中的弯曲；光纤光缆的各种预留造成的弯曲（预留圈、各种拿弯、自然弯曲）；接头盒中光纤的盘留、机房及设备内尾纤的盘绕等。

微弯损耗 光纤轴产生 $\mu\text{m}$ 级的弯曲（微弯）引起的附加损耗，主要原因有：光纤成缆时，支承表面微小的不规则引起各部分应力不均匀而形成的随机性微弯；纤芯与包层的分界面不光滑形成的微弯；光缆敷设时，各处张力不均匀而形成的微弯；光纤受到的侧压力不均匀而形成的微弯；光纤遇到温度变化，因热胀冷缩形成的微弯。

## (2) 其它施工因素和应用环境造成的损耗

不规范的光缆上架引起的损耗。层绞式松套管结构光缆容易产生此类损耗，原因在于，其一是光缆上架处多根松套管相互扭绞；其二是使用扎带将松套管绑扎到接头盒的容纤盘卡口时，使松套管出现急弯；其三是光缆上架时金属加强构件与光纤松套管出现上下错位。这些因素会引起损耗增大。

热缩不良的热熔保护引起的损耗。原因主要有，其一是热熔保护管自身的质量问题，热熔后出现扭曲，产生气泡；其二是熔接机的加热器加热时，加热参数设置不当，造成热熔保护管变形或产生气泡；其三是热缩管不干净、有灰尘或沙砾，热熔时对接续点有损伤，引起损耗增大。

直埋光缆不规范施工引起的损耗。原因在于，其一是光缆埋深不够，受到载重物体碾压后受损；其二是光缆路由选择不当，因环境和地形变化使光缆受到超出其容许负荷范围的外力；其三是光缆沟底不平，光缆出现拱起、挂起现象，回填后有残余应力；其四是其它原因造成光缆外护层受损伤而进水，造成氢损。

架空光缆不规范施工引起的损耗。原因主要有，其一是在光缆敷设施工中，光缆打小圈、弯折、扭曲及打背扣，牵引时猛拉、出现浪涌，瞬间最大牵引力过大；其二是光缆挂钩使用不当，卡挂方向不一致出现蛇行弯，间隔过于稀疏，光缆因垂度过大而受力；其三是盘留于杆上的光缆未固定牢固，光缆受到长期外力和短期冲击力而遭到损伤；其四是光缆布防太紧，没考虑光缆的自然伸长率；其五是其它原因造成光缆外护层受损伤而进水，造成氢损。

管道光缆不规范施工引起的损耗。原因在于，其一是光缆采用网套法布防时，牵引速度控制不好，光缆出现打背扣、浪涌；其二是穿放光缆时，没有布防塑料子管，光缆被擦伤；其三是其它原因造成光缆外护层受损伤而进水，造成氢损。

机房、设备内尾纤和光纤跳线绑扎、盘绕不规范，出现交叉缠绕等现象造成损耗。

光缆接头盒质量不良，接头盒封装、安装不规范，因外界作用造成接头盒受到损伤等，造成进水而出现氢损。

光缆在架设过程中的拉伸变形，接续盒中夹固光缆压力太大，容纤盘中热熔管卡压过紧，容纤盘中光纤盘绕不规范等引起的损耗。

## 2.2解决非接续损耗的方案

(1) 工程查勘设计、施工中，应选择最佳路由和线路敷设方式。

(2) 组建、选择一支高素质的施工队伍，保证施工质量，这一点至关重要，任何施工中的疏忽都有可能造成光纤损耗增大。

(3) 设计、施工、维护中，积极采取切实有效的光缆线路“四防”措施（防雷、防电、防蚀、防机械损伤），加强防护工作。

(4) 使用支架托起缆盘布放光缆，不要把缆盘放倒后采用类似从线轴上放的办法布放光缆，不要让光缆受到扭力。光缆布放时，应统一指挥，加强联络，要采用科学合理的牵引方法。布防速度不应过快；连续布防长度不宜过长，必要时应采用倒“8”字，从中间向两头布放。在拐弯处等有可能损伤光缆的地方一定要小心并采取必要的保护手段。遇到在闹市区布放光缆等需要临时盘放光缆的情况时，使用8字形盘留，不让光缆受到扭力。

(5) 光缆布放时，必须注意允许的额定拉力和弯曲半径的限制，在光缆敷设施工中，严禁光缆打小圈及弯折、扭曲，防止打背扣和浪涌现象。牵引力不超过光缆允许的80%，瞬间最大牵引力不超过100%，牵引力应加在光缆的加强件上，特别注意不能猛拉和发生扭结现象。光缆转弯时弯曲半径应不小于光缆外径的15~20倍。

(6) 不要使用劣质的，尤其是已经弯曲变形的热缩套管，这样的套管在热缩时内部会产生应力，施加在光纤上使损耗增加。携带、存放套管时，注意清洁，不要让异物进入套管。

(7) 在接续操作时，要根据收容盘的尺寸决定开剥长度，尽量开剥长一些，使光纤较从容的盘绕在收盘内（盘留长度为60~100cm）。应该重视熔接后光纤的收容（光纤的盘纤和固定），盘纤时，盘圈的半径越大，弧度越大，整个线路的损耗越小，所以一定要保持一定的半径（ $R \geq 40\text{mm}$ ），避免产生不必要的损耗，大芯数光缆接续的关键在收容。接续操作时，开缆刀切入光缆的深度要把握好，不要把松套管压扁使光纤受力。采用合格接头材料并按照规范和操作要求，正确封装、安装接头盒。

(8) 机房内尽量整洁，尾纤应该有圈绕带保护，或单独给尾纤使用一个线，不使尾纤之间或与其他连线之间交叉缠绕，也尽量不要把尾纤（即使是临时使用）放在脚可以踩到的地方。光缆终端时注意避免跳线在走线中出现直角，特别是不应用塑料带将跳线扎成为直角，否则光纤因长期受应力影响引起损耗增大。跳线在拐弯时应走曲线，弯曲半径应不小于40mm。布放中要保证跳线不受力、不受压，以避免跳线长期的应力疲劳。光纤成端操作（ODF）时，不要将尾纤捆扎太紧。

(9) 加强光缆线路的日常维护和技术维修工作。

## 二、光纤接续损耗的终极方案：光纤涂覆策略

在实际应用中就需要光纤的熔接和涂覆过程，熔接过程中因为损害了光纤的外涂覆层，一般用热缩套管包起来，但是热缩套管的保护性能弱，特别是不适用于科研及重要产品中的光纤保护，所以出现了光纤涂覆。

国内科研及工业生产模式成产业园式布局，生产规模急剧扩张，作为该产业服务的一部分，光纤涂覆机国产化已经成熟，极大的方便了国内光传感上游企业的经营生产要求，那么，如何实现高质量的光纤涂覆控制，解决注胶管容易堵塞、注胶浪费、溢胶严重、固化时间长等问题，下面推出的最新光纤涂覆机技术，在售后服务时效及产品需求定制配合方面展现出来极高的本土融合度。

光纤高强度、高可靠性熔接处理过程中，每一个操作环节都非常重要。不仅对设备性能有高要求，对操作流程的规范性也要求很高，因为任何环节出



现问题，都会导致光纤抗拉强度的劣化。

如何做一次高质量的光纤涂覆控制来减少光纤的性能损耗，下面做个简要应用分析。

## 1、准备工作

准备好光纤涂覆机，检查设备是否完好，涂覆模具是否完好无损。

清洁无灰尘、无污染的光纤裸纤，或者是熔接后的光纤，检查熔点是否稳固清洁。

准备好相关涂覆用的胶水，检查所需胶水的类型及折射率需求等。

## 二、清洁光纤涂覆夹具

涂覆夹具包括上、下两片光滑的石英片，每片的中间有一个半圆形槽，为了使上下两石英片扣和形成完美的圆形腔，需要清洁附着在石英片表面的灰尘，用无水酒精及无尘纸/棉棒及时清洁上下层模具，确保无杂质残留。不得使用镊子等坚硬物体触碰模具，以免造成损坏。

请注意：用沾有酒精的无尘纸轻轻擦拭石英片，擦拭时候注意从一边单向擦拭，切勿来回擦拭（来回擦拭擦不干净，同时容易损伤石英表面镀金层），擦拭完毕后稍等残余酒精挥发或者用干的无尘纸再擦拭一遍，确保模具上下层均干净清洁之后后再次进行下一步操作。

## 三、连接电源，打开涂覆机电源开关

打开开关后，左上角电源灯常亮即可，检查机器是否完好，预热机器一分钟左右。

## 四、光纤夹持方式

1、打开涂覆夹具上盖和左右两夹具的上盖。

2、检查并确保涂覆夹具和光纤夹具干净。

3、打开真空吸附控制开关。

4、先对准位置，确保光纤剥除部分在涂覆夹具半圆槽中，熔点或者裸纤中心处于出胶口的对应位置，然后把光纤放置于真空V型槽中，再次检查光纤剥出部分的位置。

5、先合上一侧的光纤夹具，此时轻轻拉直光纤，确保光纤处于绷紧状态，再合上另一侧夹具。光纤始终应处于一条直线，并且都在相应的槽中。

6、轻轻合上涂覆夹具，全部扣合完毕，确保光纤在光纤槽中，没有偏出后，关闭吸附键。

## 五、注胶

按下注控制按钮，从上透明石英片观察胶水走向，直至涂覆胶覆盖到光纤剥出部分的两边，再次按下注控制按钮，停止注胶。

半自动注胶模式：不是传统的手动摇杆控制，也不是全自动定时定量注胶，按钮控制，长按按钮开始注胶，松开后注胶停止，根据实际需求及光纤长度不同人工控制注胶长度，上层夹具是透明石英玻璃，可以随时观察注胶进度，到光纤切割端面注胶会停止流动，此时即可松开按钮停止注胶。

备注：注胶键需要持续按住，停止按下则注胶停止。

注胶部分改进：

针对部分进口产品注胶管容易堵塞、注胶浪费、溢胶严重、固化时间长

等缺陷进行了重点改进。主要优点：

解决注胶管路堵塞问题。

解决溢胶问题，胶水沿着光纤槽走胶，不大量溢出到玻璃片上，节省胶水60%左右。

涂覆环节，我们首先需要使用优质的涂覆胶，然后使用高质量的涂覆模具，最后及时清洁涂覆后模具上的残留胶水，即可实现高质量的光纤涂覆。

## 六、固化光纤胶水

1、按下UV灯控制按钮，UV灯会持续亮系统设定时间后熄灭；固化键是一次触发，自动走完固化时间，无需长按。

2、等待10秒后，打开夹具上盖；

3、双手拿住涂覆夹具上盖两端，轻轻向上打开；

4、涂覆后的光纤可能粘在上部或下部石英片上，在这种情况下，双手拿持光纤两端，轻轻地施加少许力，使光纤和石英片分离；

5、观察涂覆后的光纤是否合格，看其是否光滑，是否有气泡；

6、用蘸有酒精的无尘纸擦拭干净涂覆模块的上下石英片。

备注：固化时间显示下方按钮为时间调节按钮，单位为：0.1s，PC373等低折射胶水时间约为7s，dsm-950-200等高折射胶水时间约为1s，可根据固化软硬需求程度不同进行调节。

## 七、额外的保护（可选）

向涂覆处涂抹少量704硅橡胶，轻轻推动热塑管，（热塑管防止熔接处受损断裂），这时候再施加热缩套管就是一个很强劲的物理保护了，且对光纤的传输性能是完全没有影响的。

总的来说，当前伴随着5G产业的兴起，光纤传输性能的要求越来越高，光纤熔接处理的要求越来越精密，热缩套管必将被代替，光纤涂覆技术逐步从科研、高端产品处理等方面向全领域发展。