

## 光纤光缆工程熔接技术规范

### 一、熔接、测试设备：

#### 1、藤仓 FSM-50s 光纤熔接机

- 适用光纤：sm（单模），mm（多模），ds（色散位移），nz-ds（非零色散位移）
- 光纤切割长度：外包层直径 250um：8 to 16mm 外包层直径介于 250um - 1000um 16mm（使用可选组件并经过校正：8 to 16mm）
- 实际熔接损耗：标准 0.02db sm fiber；标准 0.01db mm fiber；标准 0.04db ds fiber
- 光纤规格符合 itu-t g. 652, g. 651 and g. 653 并进行分别测量，方法符合 itu-t and iec 规定的标准
- 熔接时间：平均 9 秒（标准 sm）；加热时间：平均 35 秒；
- 回损 > 60 db；熔接损耗估算、纤心轴位移，纤心变形 and mfd 误差（模场直径）
- 衰减熔接方式：自动衰减模式：0.1db to 15db (0.1db step)；手动衰减模式：0.8um to 20.0um (0.1um step)
- 熔接结果存储：最近 2000 熔接结果存储并包含损耗估算、所选择熔接模式、日期、熔接条件以及注释；
- 光纤放大倍数：147（x / y 同时观测）or 295（超大放大倍数）
- 工作条件：海拔 0 to 5,000m，湿度 0 to 95%rh，工作温度 -10 to 50° c；
- 机械特性验证：约 2n（标准）/ 约 4.4n（可选）
- 可用保护管长度：60mm、40mm and 微型保护管；滑入式电源组件 交流适配器 adc-11：100 to 240v ac
- 电池：btr-06s: dc 13.2v，4.5ah，可熔接/加热最少 60 次；btr-06l: dc13.2v, 9.0ah, 可熔接/加热最少 120 次。
- 防风 最大风力：15 m/s；尺寸 150（w）×150（d）×150w（h）；
- 重量 2.3kg

#### 2、PK7500 便携式光时域反射仪

##### 主要测试功能：

单根光纤和光缆的衰耗；光连接器和光纤接头的损耗；光缆、光纤及光缆线路的长度；光纤连接器、光纤接头和光纤断点的位置。

##### PK7500 主机指标：

获取距离范围	4, 8, 16, 32, 64, 128, 256
距离精度	±0.8meters±0.01%×被测光纤长度
距离读出分辨率	10.0cm
折射范围	1.4000to1.7000
db 线性度	0.05db/db
损耗模式	2pt, lsa (db/km), 自动, 手动熔接损耗 (db) 光功率 (db, dbm, watts), 回波损耗 (db)
显示屏	对角线为 9.4", 黑白 (彩色可选件), vga (640×480) lcd 显示屏
储存方式	内存储器, 1.44mb3-1/2"软盘驱动存储
重量	3.2kg (7lb)
尺寸	34.3cm×24.1cm×7.6cm (13.5in×9.5in×3.0in)
电池寿命	>6hours (可充电), 180 次扫描
外加供电	85-264vac/47-440hz; 10-15vdc

## 二、光纤光缆的接续：

光缆一经订购，其光纤自身的传输损耗也基本确定，而光纤接头处的熔接损耗则与光纤的本身及现场施工有关。努力降低光纤接头处的熔接损耗，则可增大光纤中继放大传输距离和提高光纤链路的衰减裕量。光缆接续是一项细致的工作，特别在端面制备、熔接、盘纤等环节，要求操作者周密考虑，规范操作，努力提高实践操作技能，才能降低接续损耗，全面提高光缆接续质量。

光缆熔接时应该遵循的原则 芯数相同时，要同束管内的对应色光纤；芯数不同时，按顺序先熔接大芯数再接小芯数，常见的光缆有层绞式、骨架式和中心束管式光缆，纤芯的颜色按顺序分为兰、桔、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉、青。多芯光缆把不同颜色的光纤放在同一管束中成为一组，这样一根光缆内里可能有好几个管束。正对光缆横切面，把红束管看作光缆的第一管束，顺时针依次为绿、白 1、白 2、白 3 等。

在开剥光缆之前应去除施工时受损变形的部分，然后剥除长度为 1~1.3m 的外护套，将加固件和套管上的缆油擦干净后固定在接续盒内。对于层绞式光缆的开缆法，一般用环割刀割断光缆外护套，分别割两节每节 50cm 左右，然后拔出外护套。对于中心束管式光缆，在距缆尾 1.2m 处环割一刀，再在距此处 20cm 处再割一刀，剥去这 20cm 段的外护套，剪断加强钢丝，留其中两根稍长用于固定，然后剪断中心束管的套管，将光纤直接从光缆中抽出。在剥除光纤的套管时要使套管长度足够伸进容纤盘内，并有一定的滑动余地，使得翻动纤盘时不致于套管口上的光纤受到损伤。

光缆的加固件一般为钢绞线和粗钢丝，束管式光缆的钢绞线位于光缆两侧或四周，层绞式光缆的钢丝光缆中间。光缆于接续盒的固定一般以固定钢丝为主，但是光缆外护套的紧固也是很重，要用自粘胶布包好夹紧，使光缆不能转动。如果光缆外护套固定不牢，在盘缆时会导致光缆旋转移位，使接续盒内部从光缆到容纤盘的一段松套管产生螺旋弯绕，严重时还会牵扯到容纤盘上的光纤。

光纤熔接过程对于接头损耗至关重要，当光纤放入熔接机按下熔接键后，就会自动对纤、调整、清洗、熔接，所以对于熔接损耗产生的附加影响主要在熔接过程所处的环境、光纤断面的制备、熔接参数的调整 and 选择及熔接机的状态。光纤断面的制备：先将光纤涂覆层剥除，用脱脂棉花沾无水酒精反复擦拭光纤，然后切割光纤，最后放入熔接机中准备熔接。制备好的光纤不能在空气中放置太久，以免沾上灰尘或碰伤端面。如果光纤在空气中曝露时间过长，光纤沾灰尘太脏，应重新切割光纤，以减少对熔接机电极的污染，确保熔接的成功率。

### 2.1 端面的制备

光纤端面的制备包括剥覆、清洁和切割 3 个环节。合格的光纤端面是熔接的必要条件，端面质量直接影响到熔接质量。

#### 2.1.1 光纤涂层的剥除

光纤是圆柱形介质波导由纤芯、包层、涂层 3 部分组成。光纤涂层的剥除，要掌握平、稳、快三字剥纤法。平，即持纤要平，左手捏紧光纤，使之成水平，防止打滑；稳，即剥纤钳要握得稳；快，即剥纤要快，剥纤钳应与光纤垂直，上方向内倾斜一定角度，然后用钳口轻轻卡住光纤，右手随之用力，顺光纤轴向平推出去，整个过程要自然流畅，一气呵成。



### 2.1.2 裸纤的清洁

观察光纤剥除部分的涂覆层是否全部剥除，若有残留应重剥，如有极少量不易剥除的涂覆层，可用棉球沾适量酒精，边浸渍，边逐步擦除。将棉花撕成层面平整的扇形小块，沾少许酒精（以两指相捏无溢出为宜），折成V形，夹住已剥覆的光纤，顺光纤轴向擦拭，力争一次成功，一块棉花使用2~3次后要能及时更换，每次要使用棉花的不同部位和层面，这样既可提高棉花利用率，又防止了纤芯的二次污染。

### 2.1.3 裸纤的切割

切割是光纤端面制备中最关键的部分，精密、优良的切刀是基础，严格、科学的操作规范是保证。操作人员应经过专门训练，掌握动作要领和操作规范。首先要清洁切刀和调整切刀位置，切刀的摆放要平稳。切割时，动作要自然、平稳，勿重、勿急，避免断纤、斜角、毛刺、裂痕等不良端面的产生。

裸纤的清洁、切割和熔接的时间应紧密衔接，不可间隔过长，特别是已制备的端面切勿放在空气中。移动时要轻拿轻放，防止与其它物件擦碰。在接续中，应根据环境，对切刀V形槽、压板、刀刃进行清洁，谨防端面污染。

## 2.2 光纤熔接

光纤熔接是接续工作的中心环节，因此采用高性能的熔接机以及在熔接过程中科学操作十分必要。熔接前，根据光纤的材料和类型，设置好最佳预熔主熔电流和时间及光纤送入量等关键参数。

### 2.2.1 放电试验

一般自动熔接机的放电条件内存有30种，这对于得到较低的熔接损耗是非常重要的。因此，在熔接作业开始前要做放电试验。使用前应使熔接机在熔接环境中放置至少15 min，特别是在放置与使用环境差别较大的地方（如冬天的室内与室外），根据当时的气压、温度、湿度等环境情况，重新设置熔接机的放电电压及放电位置，以及调整V型槽驱动器复位等，使熔接机自动调整到满足现场实际的放电条件上工作。

### 2.2.2 光纤熔接

在施工中采用的是高精度全自动熔接机，它具有X、Y、Z三维图像处理技术和自动调整功能，可对欲熔接光纤进行端面检测、位置设定和光纤对准（多模以包层对准，单模以纤芯对准），具体过程如下。

- a. 首先将2根同色标、端面制备完毕的光纤放入熔接机的V型槽中，保持15~20 $\mu$ m距离，盖好防护盖。启动熔接机的自动熔接开关进行熔接。
- b. 预热推进。用电弧对光纤端部加热0.2~0.5 s，使毛刺、凸面除去或软化；同时将2根光纤相对推进，使端面直接接触且受到一定的挤压力。
- c. 熔接。光纤停止移动后，用电弧使接头熔化连接在一起。放电时间为：多模2~4 s，单模1 s。

熔接过程中还应及时清洁熔接机 V 形槽、电极、物镜、熔接室等，随时观察熔接中是否有气泡、过细、过粗、虚熔、分离等不良现象，注意 OTDR 跟踪监测结果，及时分析产生上述不良现象的原因，采取相应的改进措施。如果多次出现虚熔现象，应检查熔接的 2 根光纤的材料、型号是否匹配，切刀和熔接机是否被灰尘污染，并检查电极氧化状况，若均无问题，则应适当提高熔接电流。

### 2.3 熔接补强保护

由于光纤在连接时去掉了接头部位的涂覆层，其机械强度降低，因此，要对接头部位进行补强。在施工中采用光纤热缩保护管（热缩管）来保护光纤接头部位。热缩管应在剥覆前穿入，严禁在端面制备后穿入。将预先穿置光纤某一端的热缩管移至光纤接头处，让熔接点位于热缩管中间，轻轻拉直光纤接头，放入加热器内加热。醋酸乙烯（EVA）内管熔化，聚乙烯管收缩后紧套在接续好的光纤上。由于此管内有一根不锈钢棒，不仅增加了抗拉强度（承受拉力为 1 000~2 300 g）。同时也避免了因聚乙烯管的收缩而可能引起接续部位的微弯。

### 2.4 盘纤

盘纤是一门技术，科学的盘纤方法，可使光纤布局合理、附加损耗小、经得住时间和恶劣环境的考验，且可避免挤压造成的断纤现象。盘纤的方法：先中间后两边，即先将热缩后的套管逐个放置于固定槽中，然后再处理两侧余纤，如个别光纤过长或过短时，可将其放在最后单独盘绕。盘纤最重要一环就是尽量沿直径最大的位置盘绕，两圈能盘完的就不盘三圈。如果遇到最后一圈太小，可以调整前几圈，放一些余量到最后一圈，使各圈大小均匀。对盘有 s 形的光纤应使 s 形尽量大。也可以在熔接光纤之前先把各条缆的光纤在熔接盘上粗略盘一下，剪掉多余的尾纤，然后再进行熔接，经过这样处理后就比较容易盘纤。

### 2.5 封接续盒

接续盒有炮筒式和卧式两种，在广播电视光缆工程中常用的主要是卧式的接续盒。有二进二出、三进三出等多种型号，容量有 12~144 芯不等。在封盖接续盒时，各个进缆口处的光缆要用生胶包好，空余的进口也要用生胶堵死，接续盒的两条长边要放生胶粘好，然后才能封盒，做到接续盒密封不透气的。

## 3 光纤接续点损耗的测量

光损耗是度量光纤接头质量的重要指标，使用光时域反射仪（OTDR）或熔接接头的损耗评估方案等测量方法可以确定光纤接头的光损耗。

### 3.1 使用 OTDR

OTDR 原理是：往光纤中传输光脉冲时，由于在光纤中散射的微量光，返回光源侧后，可以利用时基来观察反射的返回光程度。由于光纤的模场直径影响其后向散射，因此在接头两边的光纤可能会产生不同的后向散射，从而遮蔽接头的真实损耗。如果从 2 个方向测量接头的损耗，并求出这 2 个结果的平均值，便可消除单向 OTDR 测量的人为因素误差。加强 OTDR 的监测，对确保光纤的熔接质量，减少因盘纤带来的附加损耗和封盒可能对光纤造成的损害，具有十分重要的意义。在整个接续工作中，必须严格执行 OTDR 4 道监测程序：



- a. 熔接过程中对每一芯光纤进行实时跟踪监测，检查每个熔接点的质量。
- b. 每次盘纤后，对所盘光纤进行例检以确定盘纤带来的附加损耗。
- c. 封接续盒前，对所有光纤进行统测，以查明有无漏测和光纤预留盘间对光纤及接头有无挤压。
- d. 封盒后，对所有光纤进行最后检测，以检查封盒是否对光纤有损害。

### 3.2 熔接接头损耗评估

某些熔接机使用一种光纤成像和测量几何参数的断面排列系统，通过从 2 个垂直方向观察光纤，计算机处理并分析该图像来确定包层的偏移、纤芯的畸变、光纤外径的变化和其他关键参数，使用这些参数来评价接头的损耗。依赖于接头和它的损耗评估算法求得的接续损耗可能与真实的接续损耗有相当大的差异。

OTDR 测试仪可以测试，光纤断点的位置；光纤链路的全程损耗；了解沿光纤长度的损耗分布；光纤接续点的接头损耗。为了测试准确，OTDR 测试仪的脉冲大小和宽度要适当选择，按照厂方给出的折射率  $n$  值的指标设定。在判断故障点时，如果光缆长度预先不知道，可先放在自动 OTDR，找出故障点的大体地点，然后放在高级 OTDR。将脉冲大小和宽度选择小一点，但要与光缆长度相对应，盲区减小直至与坐标线重合，脉宽越小越精确，当然脉冲太小后曲线显示出现噪波，要恰到好处。再就是加接探纤盘，目的是为了以防近处有盲区不易发觉。关于判断断点时，如果断点不在接续盒处，将就近处接续盒打开，接上 OTDR 测试仪，测试故障点距离测试点的准确距离，利用光缆上的米标就很容易找出故障点。利用米标查找故障时，对层绞式光缆还有一个绞合率问题，那就是光缆的长度和光纤的长度并不相等，光纤的长度大约是光缆长度的 1.01-1.02 倍，利用上述方法可成功排除多处断点和高损耗点。

## 三、接设备的保养

熔接机和切割刀具属于比较精密的仪器，如果所处的工作条件不好，也会影响熔接的质量，甚至引起故障。

对于切割刀具，主要在于刀头和光纤夹具的清洁并根据光纤的抗拉程度调整拉力。刀头如沾污物，会在切割时附在光纤端面上，夹具拉力太大，光纤容易被拉断或损伤；夹具拉力太小，会使光纤端面不平，产生毛刺和裂口。此外还应定期调整刀口位置，以保持良好状态。

对于熔接机，应在每次使用完后用软布擦拭机壳上的灰尘，用吹气球由内向外吹除留在夹具和 V 形槽上的粉尘和光纤碎末，注意防潮防雨、清洗电极。在熔接机搬运过程中，一定要轻拿轻放，避免强烈震动