

# 光纤的动态疲劳参数 $n_d$ 测试

李龙孙

## 1. 引言

光纤的机械可靠性受到筛选水平，抗张强度，疲劳参数（应力腐蚀敏感性）以及光纤所处的老化环境等因素的影响。在一定的应力条件和老化环境下，光纤表面微裂纹生长扩大至光纤断裂的过程称为光纤的疲劳。其中，动态疲劳和静态疲劳是两个用于实际衡量应力腐蚀敏感性的参数。

静态疲劳参数测试，是分别以不同的恒定应力施加在光纤样品上，直到光纤断裂，记录光纤断裂所需的时间用于统计计算。

对于动态疲劳参数测试，光纤上所受到的应力以恒定的速率增加，直至光纤断裂，测试断裂瞬间光纤所受到的应力用于统计计算。

在相同的环境条件下进行测试，静态和动态疲劳测试方法具有可比性，但是静态疲劳需要较长的测试时间（几天或者几个月），测试过程中环境的波动会影响到测试精度；而动态疲劳测试仅需要几个小时，测试环境一般较为稳定，因此在实际应用中，经常使用动态疲劳测试来评估光纤的应力腐蚀敏感性。

根据 IEC 标准，动态疲劳参数 ( $n_d$  值) 的测试有两种方法，轴向拉伸法和两点弯曲法：轴向拉伸法是将若干光纤分别以一定的速率轴向拉断，测试光纤断裂瞬间的断裂力，并统计计算出  $n_d$  值；两点弯曲法是将光纤加载在两个平板之间，平板以一定的速率夹断光纤，通过记录光纤断裂时平板间距来计算光纤呈两点弯曲几何形状断裂时所需的应变/应力值，并统计计算出  $n_d$  值。对于使用中光纤的应力起因于弯曲的情况，应优先使用两点弯曲法。

动态疲劳的测试受到环境温湿度的影响。所有测试资料条款的最终解释权属于长飞公司

试应在温度为  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为  $(50 \pm 5)\%$  的条件下进行。所有的样品在测试前，应放置在测试环境下至少 12 小时，进行预处理。

## 2. 两点弯曲法 测试装置和步骤

### 2.1 测试装置

两点弯曲法测试动态疲劳的装置如图1所示。此装置是通过测试光纤断裂时的压板间距以测量光纤呈两点弯曲几何形状断裂时所需的应变/应力值。

**步进电机控制：**步进电机为平板直线运动提供准确、可靠、可重复的电机化控制。

**步进电机驱动移动压板：**通过一根丝杆将步进电机的旋转运动转换成移动压板的直线平移。

**光纤断裂监测系统：**采用一种声发射探测器或传感器来探测光纤的断裂，断裂信号通过计算机停止移动压板运动，且在光纤断裂时显示压板的间距。

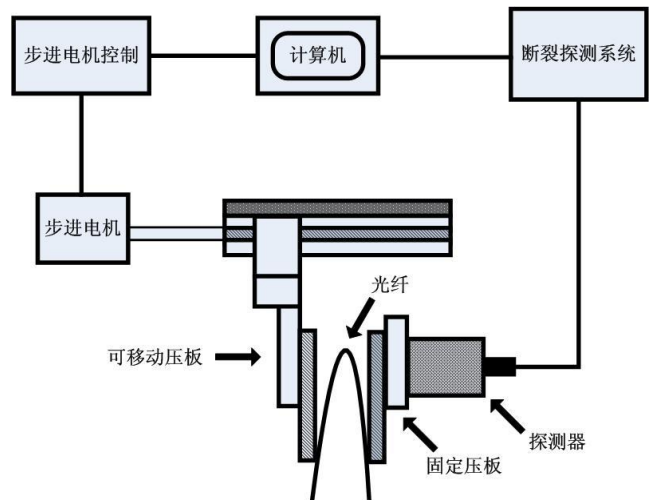


图 1 两点弯曲装置示意图

### 2.2 测试步骤

由于疲劳参数是统计计算的结果，要准确获得一盘光纤样品的疲劳参数，必须设计足够数量的样本数进行测试。一般情况下，用5组样本集（每组样本集由30段光纤样品组成）分别在5种应力条件下进行试验，每组样本集采用一种应力条件。测试步骤如下：

### 2.2.1 校准

试验前应先对试验装置进行校准。设两块压板面完全接触时的距离为零，这时，步进电机控制器的读数应调为零。

### 2.2.2 自动进纤

光纤自动被加载到两个平板之间。

### 2.2.3 运行平板至光纤断裂

计算机控制两平板以一定的应变/应力速度夹光纤，直至光纤断裂。光纤断裂后，平板停止运动，此时记录两平板间距。

### 2.2.4 重复测试

在规定的加载速率下对每一根光纤重复自动进纤和运行平板至光纤断裂的步骤。

### 2.2.5 计算

根据 IEC 60793-1-33 的要求统计计算动态疲劳参数。

## 2.3 注意事项

采用两点弯曲法，以下因素将影响动态疲劳参数的测试：

- 测试环境的温湿度条件
- 样品的预处理时间
- 归零校准时平板表面的清洁

## 参考文献

- [1] IEC 60793-1-33 Optical Fibres - Part 1-33: Measurement methods and test procedures - Stress corrosion susceptibility
- [2] IEC 60793-1-31 Optical Fibres - Part 1-31: Measurement methods and test

## -- 平板的平行度

错误的设置和操作将导致测试误差或测试结果的差异。

## 3. 轴向拉伸法 测试装置和步骤

### 3.1 测试装置和步骤

轴向拉伸法的测试装置和步骤参看长飞公司白皮书 YOFC\_10010\_WP (光纤的抗张强度测试)。

由于疲劳参数是统计计算的结果，要准确获得一盘光纤样品的疲劳参数，必须设计足够数量的样本数进行测试。一般情况下，用5组样本集（每组样本集由15段光纤样品组成）分别在5种拉伸速率下进行试验，每组样本集采用一种拉伸速率。

根据 IEC 60793-1-33 的要求统计计算动态疲劳参数。

### 3.2 注意事项

采用轴向拉伸法，以下因素将影响动态疲劳参数的测试：

- 测试环境的温湿度条件
- 样品的预处理时间
- 轮子表面的条件
- 应力速率

错误的设置和操作将导致测试误差或测试结果的差异。

procedures - Tensile strength

- [3] IEC TR 62048 Optical Fibres - Reliability - Power law theory
- [4] YOFC\_10010\_WP (光纤的抗张强度测试)



**Smart Link Better Life.**

## 长飞光纤光缆股份有限公司

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：武汉市光谷大道9号（430073）

ADD: No.9 Optics Valley Avenue, Wuhan, Hubei,  
China(P.C.: 430073)

电话(Tel): +86 400-991-6698

邮箱(Email): [marketing@yofc.com](mailto:marketing@yofc.com)

[www.yofc.com](http://www.yofc.com)