

ICS 33 180 10
M 33

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1181.2-2008

光缆用非金属加强件的特性

第 2 部分：芳纶纱

Characteristics of Non Metal Reinforcement for Optical Fiber Cables
Part 2:Aramid Yarne

2008-03-13 发布

2008-07-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 要求.....	2
5 试验方法.....	3
附录 A（资料性附录）预加张力的求取方法.....	8

前 言

YD/T 1181《光缆用非金属加强件的特性》包括以下部分：

—— 第1部分（即YD/T 1181.1）：玻璃纤维增强塑料杆；

—— 第2部分（即YD/T 1181.2）：芳纶纱；

⋮

本部分为YD/T 1181的第2部分。

本部分的试验方法主要参照了国际标准化组织ISO 1889：1997《加强件用纱——线密度的确定》和美国材料与试验协会标准ASTM D885-04《有机纤维制成的轮胎帘线、轮胎帘线纤维和工业细纱的标准试验方法》。

本部分的附录A是资料性附录。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：武汉邮电科学研究院

本部分主要起草人：刘泽恒、杨益秀、胡战洪、王世颖

光缆用非金属加强件的特性

第2部分：芳纶纱

1 范围

本部分规定了光缆用非金属加强件——芳纶纱的线密度、断裂强度、断裂韧性、断裂伸长率、定伸长力和拉伸模量等机械物理性能的要求和试验方法。

本部分适用于光缆用非金属加强件芳纶纱。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过YD/T 1181的本部分引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分。然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

ISO 1889: 1997 加强件用纱——线密度的确定

ASTM D885-04 有机纤维制成的轮胎帘线、轮胎帘线纤维和工业细纱的标准试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

线密度 Linear Density (LD)

表示单位长度纱支的质量，通常有两种单位制（在本部分中采用tex单位制）：

—— tex（特克斯），定义每1 000m长度纱支的质量（g），即 $\text{tex}=\text{g}/1\ 000\text{m}$ ，

dtex（分特克斯）= $0.1\text{tex}=\text{g}/10\ 000\text{m}$ 。

—— den（旦尼尔），定义每9 000m长度纱支的质量（g），即 $\text{den}=\text{denier}=\text{g}/9\ 000\text{m}$ 。

注： $1\text{dtex}=0.9\text{den}$ 。

3.2

断裂强力 Breaking Force (BF)

施加给材料直到断裂的最大力，单位为牛顿（N）。

3.3

断裂强度 Breaking Strength (BS)

断裂强度是n个样品的平均断裂强力，用下式计算：

$$BS = \frac{\sum_{i=1}^n BF_i}{n} \quad (1)$$

其中

BS——断裂强度，单位为牛顿（N）；

BF_i ——样品*i*的断裂强力 ($i=1\dots n$)，单位为牛顿 (N)。

3.4

断裂韧性 Breaking Tanacity (BT)

又称为比强度，即断裂强度与线密度的比值，单位为毫牛顿每特克斯 (mN/tex)。

3.5

断裂伸长率 Elongation At Break (EAB)

材料断裂时的伸长与伸长前长度的比率，用%来表示。

3.6

定伸强力 Force At Specified Elongation (FASE)

材料拉伸到规定伸长率所要求的力，单位为牛顿 (N)。如FASE-0.5表示在0.5%伸长率下的力 (N)。

3.7

拉伸模量 Chord Modulus (CM)

在应力——应变曲线中，曲线上两个规定点之间应力变化与应变变化的比率，单位为吉帕斯卡 (GPa) 或牛顿每特克斯 (N/tex)。

两种量纲之间的关系是：

$$\text{模量(GPa)} = \left[\text{模量(N/tex)} \times \text{密度(g/cm}^3\text{)} \right] \quad (2)$$

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 芳纶纱应是连续均质的，不应含灰尘、水分、金属颗粒和其他杂质，在线轴上排列整齐。

4.1.2 由于芳纶纱的抗紫外线能力较差，其表面应加以保护，必须避免强光的照射。

4.1.3 芳纶纱应有一定的抗化学性，耐受无机溶剂和有机溶剂的侵蚀（试验方法待定）。

4.1.4 芳纶纱应有一定的耐温度性能，其线膨胀系数为负值，绝对值应不大于 $4.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.4 芳纶纱应有一定的抗蠕变性能，在50%断裂强度下的蠕变在负荷时间每增加十倍时的伸长增加应不大于0.05%。

4.2 机械物理性能

芳纶纱的机械物理性能应满足光缆在敷设和运行中的技术要求，应满足表1的规定。

表1 光缆用芳纶纱的机械物理性能要求

序号	项目	单位	指标要求
1	线密度偏差	%	≤4.0
2	断裂强度	N	≥0.14×线密度*
3	断裂韧性	mN/tex	≥1 400
4	断裂伸长率	%	1.8~4.0
5	FASE-0.5	N	≥0.025×线密度*
6	拉伸模量	N/tex	≥45

*线密度的单位为 dtex，计算中取无量纲数值

5 试验方法

5.1 总则

本部分规定了芳纶纱的线密度和抗张性能的试验方法，芳纶纱的线密度分为实际回潮下的线密度和样品烘干后的线密度，本部分给出实际回潮下的线密度的试验方法，样品烘干后的线密度的试验方法按ISO 1889: 1997和ASTM D 885-04进行。本部分规定了芳纶纱的抗张性能在实际回潮下的试验方法，烘干后的抗张性能的试验方法按ASTM D 885-04进行。

5.2 标准试验条件

芳纶纱的机械物理性能试验宜在下列标准大气环境中进行：

温度： $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

湿度： $55\%\pm 2\% \text{RH}$ ；

大气压力： $70\sim 106\text{kPa}$ 。

试验前，芳纶纱在标准大气环境中至少要放置16h以上。

5.3 线密度

5.3.1 样品数量

样品数量为5个。

5.3.2 样品长度

样品长度为10~20m。

5.3.3 仪器和工具

5.3.3.1 圆周长为 (1000 ± 2) mm的精密圆筒，其圆筒上带有卷绕圈数的计数器。

5.3.3.2 提供卷绕时芳纶纱达到规定张力的加张力装置。

5.3.3.3 芳纶纱可以从线筒上收放的滚动轴。

5.3.3.4 精确度优于1mg的天平。

5.3.3.5 特制芳纶纱剪或刀。

5.3.4 卷绕张力

芳纶纱在卷绕过程中的规定张力是 (5 ± 1) mN/tex。

5.3.5 试验程序

5.3.5.1 把绕有芳纶纱的线筒安装到滚动轴上。

5.3.5.2 从线筒的外端去掉约50m长度的芳纶纱。

5.3.5.3 在规定的张力下[(5 ± 1) mN/tex] 将芳纶纱卷绕到 [(1000 ± 2) mm] 圆周的精密圆筒上：

—— 标称线密度 $\leq 6000\text{dtex}$ 的芳纶纱卷绕 20 圈；

—— 标称线密度 $> 6000\text{dtex}$ 的芳纶纱卷绕 10 圈。

注：卷绕时，芳纶纱要排列整齐，不要交叉和重叠。

5.3.5.4 对标称线密度大于6000dtex的芳纶纱，切割10m（精确到0.1%）长度的纱样段；对标称线密度不大于6000dtex的芳纶纱，切割20m（精确到0.1%）长度的纱样段。

5.3.5.5 从精密圆筒上取下纱样段，在天平上称重，确定质量M，精确到1mg。

5.3.5.6 每个线筒上的测定数是2。

5.3.6 计算

5.3.6.1 计算线密度

使用下式计算每个样品的线密度 LD_{ta} :

$$LD_{ta} = (1000 \times M_c) / L \quad (3)$$

其中,

LD_{ta} ——实际回潮下的线密度, 单位为tex (特克斯);

M_c ——大气环境中处理过的样品的质量, 单位为g (克);

L ——样品长度, 单位为m (米)。

5.3.6.2 计算线密度偏差

线密度偏差按下式计算:

$$D = \frac{LD - LD_0}{LD_0} \times 100 \quad (4)$$

其中,

D ——线密度偏差, 单位为%;

LD ——线密度测定值, 单位为tex (特克斯);

LD_0 ——线密度标称值, 单位为tex (特克斯);

5.4 断裂强度

5.4.1 样品数量

样品数量为10个。

5.4.2 试验程序

5.4.2.1 选择一个力值传感器, 设定抗张试验机, 估算样品断裂时的断裂强力落在抗张试验机有效满刻度的10%~90%间。选择满刻度力值可由测试人员在开始试验前进行, 或由力值传感放大器自动调整放大。

5.4.2.2 调整试验机上两夹具之间的距离为 $250\text{mm} \pm 1\text{mm}$ (从夹具端面到端面测出的样品标距长度), 可替代的标距长度是 $500\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 。

注: 不要用手触摸夹具之间的样品部分。

5.4.2.3 试验前, 样品必须加捻, 芳纶纱的捻度按下式计算:

$$T_{tpm} = (1055 \pm 50) / \sqrt{(LD_i)} \quad (4)$$

其中,

T_{tpm} ——捻度, 单位为tp/m (捻回每米);

LD_i ——线密度, 单位为tex (特克斯)。

5.4.2.4 可以使用两种试验程序, 松弛状态开始程序和预张力状态开始程序。这取决于所用的设备和可得到的在线计算机控制及数据处理, 只有在松弛状态开始程序是不可能的时候才使用预张力状态开始程序。

—— 松弛状态开始程序——样品在两个夹具上夹好, 要仔细保证在夹具的中心线上, 保持样品刚好松弛 (零张力)。以每分钟样品标距长度的 120% 的速率启动试验机, 拉伸样品直到断裂。样品断裂时, 从力—伸长率曲线上读取最大断裂强力 (N)。

—— 预张力状态开始程序——使用一个加张力装置对芳纶纱纤维施加预张力。加张力装置可以是一

个重块、一个弹簧或空气驱动机构。把样品的一端连接到传感器的夹具上夹紧，把另一端穿过第二个夹具，固定预张力重块使样品到规定的预张力，然后夹紧夹具。以每分钟样品标距长度的 120% 的速率启动试验机，拉伸样品直到断裂。样品断裂时，从力—伸长率曲线上读取最大断裂强力 (N)。

仲裁试验时，要谨慎应用可能规定的施加预张力，可以按附录A (资料性附录) 给出的方法求取预张力。因为在样品中的实际预张力由于夹具中的摩擦引起的损失，一般与外部施加的量不同。在启动试验机前，要检查预张力。可以用应变计来测量预张力，也可以使用其他有足够精度的张力测量仪器，只要样品在两个夹具间夹好之前其张力通过该仪器的检查。

不是仲裁试验时，芳纶纱的近似预张力规定为 $20\text{mN} \pm 1\text{mN}/\text{tex}$ 。

5.4.3 计算

从试验机的绘图和刻度读出的样品断裂强力按式 (1) 计算平均断裂强力，精确到 0.5N。

5.5 断裂韧性

5.5.1 计算

使用下式直接从断裂强度和线密度来计算样本的断裂韧性。

$$BT_n = (BF_n \times 1000 / LD_t) \quad (5)$$

其中，

BT_n ——断裂韧性，单位为毫牛顿每特克斯 (mN/tex)；

BF_n ——平均断裂强力，单位为牛顿 (N)；

LD_t ——测量的线密度，单位为特克斯 (tex)。

5.6 断裂伸长率

5.6.1 试验程序

5.6.1.1 在确定芳纶纱断裂强度 (见 5.4) 的同时来确定每个处理的样品的断裂伸长率。从自动图形记录仪或通过电子仪器的方法来读取断裂强力下的伸长率。

5.6.1.2 在松弛状态下开始试验，使用下式计算包括松弛部分的标距长度：

$$L_0 = L_s + D_p \quad (6)$$

其中，

L_0 ——在规定的预张力下从夹紧夹具的夹持到夹持部分测量的样品长度，单位为 mm (毫米)；

L_s ——夹紧样品后的标距长度 (移动横梁前夹具到夹具的绝对距离)，单位为 mm (毫米)；

D_p ——横梁到达规定的样品预张力的位移，单位为 mm (毫米)。

从松弛状态开始试验的断裂伸长率的一般式如下：

$$EB = [E_{bf} / (L_s + D_p)] \times 100 \quad (7)$$

其中，

EB ——断裂伸长率，用 % 表示；

E_{bf} ——样品在断裂强力下的伸长，单位为 mm (毫米)；

L_s ——夹紧样品后的标距长度 (移动横梁前夹具到夹具的绝对距离)，单位为 mm (毫米)；

D_p ——横梁到达规定的样品预张力的位移 (如图 1 所示)，单位为 mm (毫米)。

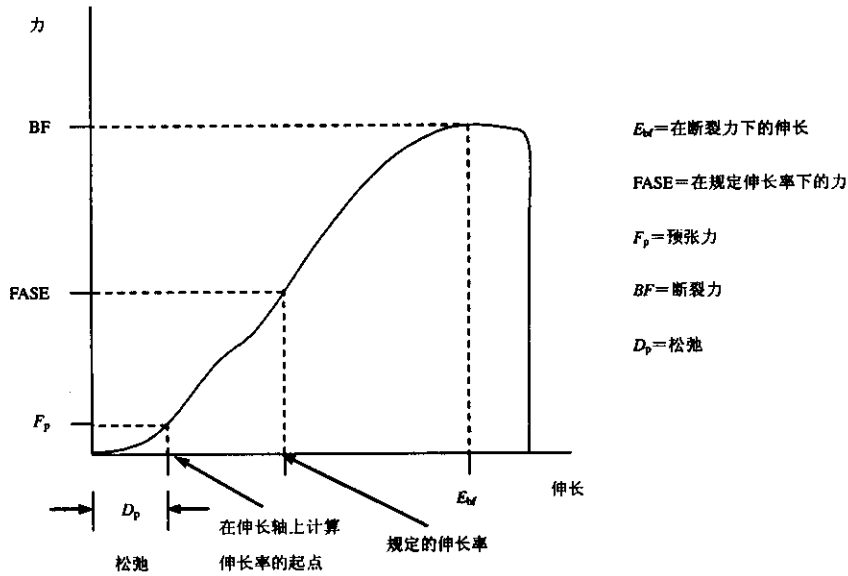


图1 力—伸长曲线

5.6.1.3 在加预张力的情况下，断裂伸长率的一般式由下式给出：

$$EB = (E_{bf} / L_0) \times 100 \quad (8)$$

其中，

EB ——断裂伸长率，用%表示；

E_{bf} ——样品在断裂强力下的伸长，单位为mm（毫米）；

L_0 ——在规定的预张力下，上下夹具之间的样品长度，单位为mm（毫米）。

芳纶纱的预张力为 (20 ± 1) mN/tex。

5.6.2 计算

计算样品的平均断裂伸长率，精确到0.1%。

5.7 定伸长力（FASE）

5.7.1 试验程序

在确定芳纶纱的断裂强力时来确定每个处理的样品在规定伸长率下的力。直接从力—伸长率曲线上或通过电子方式或用一台在线计算机读取在规定伸长率下的力值。

5.7.1.1 在使用松弛状态开始程序时，要把消除松弛的横梁位移（ D_p ）考虑进去。下面的程序与测量断裂伸长率的程序相同。

5.7.1.2 在松弛状态开始程序的情况中，使用式（9）来定位与规定伸长率相对应的伸长点。以预张力对应的伸长为起点（参看图1）测量伸长。

$$E_x = E_s \times (L_s + D_p) / 100 \quad (9)$$

式中，

E_x ——伸长，单位为mm（毫米）；

E_s ——规定的伸长率，用%表示；

L_s ——夹住样品后的标距长度（在横梁移动前，夹具与夹具间的绝对距离），单位为mm（毫米）；

D_p ——横梁到达样品的规定预张力的位移（如图1所示），单位为mm（毫米）。

5.7.1.3 从力—伸长曲线纵坐标上相应的伸长量读取力值（N）。

5.7.2 计算

计算样本的平均FASE，精确到0.5N。

5.8 拉伸模量

5.8.1 试验程序

从力—伸长率曲线（如图2所示）来确定每个处理样品的拉伸模量。确定如表2中规定的A点到B点之间的拉伸模量。

表 2 芳纶纱拉伸模量间隔的上下极限

纤维类型	下极限 T_a (N/tex)	上极限 T_b (N/tex)
芳纶纱	0.3	0.4

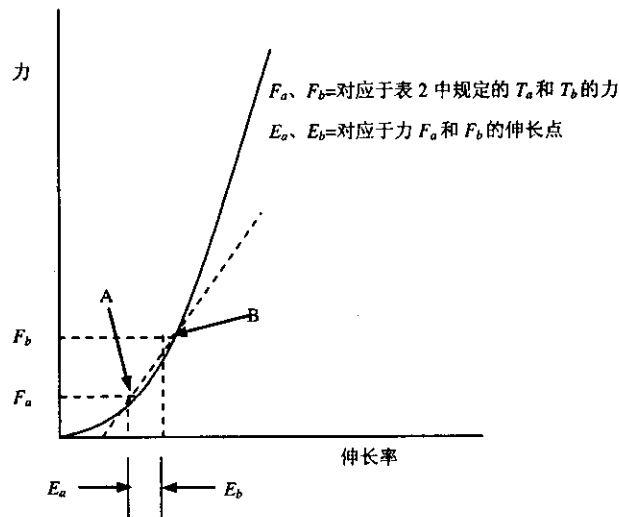


图 2 确定拉伸模量的力—伸长率曲线

分别定出相当于 F_a , N/tex 和 F_b , N/tex 的力下在纵坐标上的A点和B点。从两个点分别作一条垂直于纵轴的直线到与力—伸长率曲线相交。从这些相交点作垂直于横轴的直线来确定有关的伸长率值。

使用式（10）计算样品的拉伸模量：

$$M_c = 100 \times (T_b - T_a) / (E_b - E_a) \quad (10)$$

其中，

M_c ——拉伸模量，单位为N/tex（牛顿每特克斯）；

T_b ——上极限，单位为N/tex（牛顿每特克斯）；

T_a ——下极限，单位为N/tex（牛顿每特克斯）；

E_b ——对应于 T_b 的伸长率，用%表示；

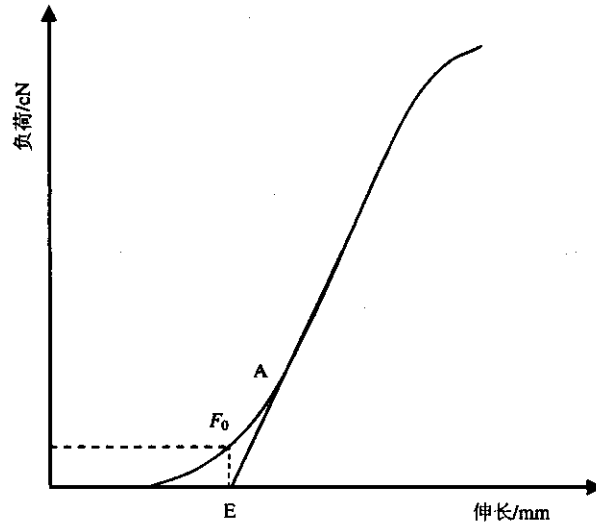
E_a ——对应于 T_a 的伸长率，用%表示。

5.8.2 计算

计算样本的平均拉伸模量，精确到0.1N/tex。

附录 A
(资料性附录)
预加张力的求取方法

当某些试样不适应正文中规定的预加张力时，可用本方法求取预加张力。
预加张力的求取试验在拉伸试验机上进行。
在试验机上用试样做拉伸试验得到负荷—伸长曲线（如图A.1所示）。



图A.1 在负荷—伸长曲线上求预张力的示意

从图上负荷零点附近取负荷变化最大的A点作切线与伸长轴相交于E，再由E作垂线与负荷—伸长曲线相交于 F_0 ， F_0 所表示的负荷就是试样的预加张力值