

分析测试

# 仪器对涤纶纤维拉伸性能测试结果的影响分析

张秀芬, 徐宏英

(仪征化纤股份有限公司涤纶一厂, 江苏 仪征 211900)

**摘要:** 通过用 XQ-1 和 YG001-A 进行初生纤维 EYS1.5 测试对比试验分析, 证明两种仪器 EYS1.5 测试值无差异, 并从夹持器材料性能角度分析了二者用于测试涤纶短纤维成品断裂强度、断裂伸长时有差异而测试初生纤维 EYS1.5 时无差异的原因。

**关键词:** 涤纶短纤维; 屈服应力; 断裂强度; 断裂伸长率

中图分类号: TQ340.7 文献标识码: B 文章编号: 1006-334X(2002)02-0053-03

在涤纶短纤维生产中, 纤维拉伸性能的主要分析项目有初生纤维的倍半伸长率(EYS1.5)、成品短纤维的断裂强度、断裂伸长率等。XQ-1 和 YG001-A 均属等速伸长型电子强力仪, 均可用于涤纶初生纤维 EYS1.5 的单纤法测试和涤纶短纤维的断裂强度测试<sup>[1]</sup>。两种仪器相比, XQ-1 具有以下优点: 采用气动夹持器, 夹持力恒定, 人为误差小, 且下夹持器行程长。

当 XQ-1 用于初生纤维拉伸性能测试时可将夹距为 20 mm 的纤维拉伸至断裂, 除可在拉伸过程中记录 EYS1.5 值外, 还可记录断裂强度和断裂伸长率值, 获取的初生纤维拉伸性能较全面。而用 YG001-A 则不能将夹距为 20 mm 的纤维拉断, 不能获得断裂强度数据。因此用 XQ-1 取代 YG001-A 测试初生纤维 EYS1.5 可起到事半功倍的作用。两种仪器的 EYS1.5 测试值是否存在差异, 本文对此进行了试验分析<sup>[2]</sup>。

对于涤纶短纤维断裂强度和断裂伸长率的测试, 仪化公司已于 1995、1996 年对 XQ-1 与 YG001-A 两种仪器的差异作了大量的统计分析, 指出两种仪器测试结果有一定台差, 前者测试出的断裂强度和断裂伸长率值均大于后者测试值, 并求出了两者之间的换算系数。因此, 本文不再对两仪器的差异大小的定值做统计, 只对产生这种差异的原因进行剖析。

## 1 两种仪器对涤纶初生纤维 EYS1.5 值测试结果的影响

### 1.1 试验部分\*

#### 1.1.1 样品制备

剪取一束长约 15 cm 初生纤维, 取一根丝, 将其剪成等长的三段, 一段用于 YG001-A 仪器上测试, 另两段用于 XQ-1 上测试, 共取出约 20~30 根丝。

因同一根初生纤维相邻段是纺丝同位、同孔的瞬间样品, 理论上两段丝结构性能是完全相同的, 在 XQ-1 上测试两段丝正是为了分析其拉伸性能屈服应力、EYS1.5 值的一致性, 证明相邻段丝用于仪器对比试验时是否存在因样品不匀引起的误差。

#### 1.1.2 试验方法

XQ-1 因图形不便测绘, 故采用读数法; YG001-A 沿用传统方法, 即作图法。在本实验中两种仪器采用相同的参数: 夹持距离为 20 mm; 拉伸速度为 60 mm/min; 预加张力为 0.004 4 cN/dtex。

### 1.2 试验的结果与讨论

#### 1.2.1 测试数据及统计分析

\* 收稿日期: 2001-10-10  
作者简介: 张秀芬(1971-), 女, 工程师, 1993 年毕业于中国纺织大学高分子材料系, 从事纺丝工艺管理及分析检验工作。

测试数据及统计分析如表 1 所示。表中 Z1、Z2 分别为 XQ-1 两次测试的屈服应力、EYS1.5 之差，Z3、Z4 分别为 YG001-A 测试的屈服应力、EYS1.5 之差。

表 1 测试数据及统计分析表

序号	XQ- 1				YG001-A		Z1	Z2	Z3	Z4
	第一次		第二次		F <sub>屈</sub>	EYS1.5				
	F <sub>屈</sub>	EYS1.5	F <sub>屈</sub>	EYS1.5						
1	1.95	178.0	1.90	185.0	2.00	182.5	0.05	- 7.0	- 0.05	- 4.5
2	2.00	198.0	2.00	202.0	1.96	207.5	0.00	- 4.0	0.04	- 9.5
3	1.90	194.0	2.00	202.0	2.00	200.0	- 0.10	- 8.0	- 0.10	- 6.0
4	2.05	205.0	2.05	208.0	2.12	212.5	0.00	- 3.0	- 0.07	- 7.5
5	1.90	197.0	1.95	203.0	1.90	202.5	- 0.05	- 6.0	0.00	- 5.5
6	1.85	202.0	1.90	212.0	2.00	200.0	- 0.05	- 10.0	- 0.15	2.0
7	2.00	206.0	2.00	206.0	2.00	212.5	0.00	0.0	0.00	- 6.5
8	2.05	196.0	2.10	209.0	2.12	212.5	- 0.05	- 13.0	- 0.07	- 16.5
9	2.05	210.0	2.00	203.0	2.05	216.0	0.05	7.0	0.00	- 6.0
10	1.90	200.0	2.00	201.0	2.16	207.5	- 0.10	- 1.0	- 0.26	- 7.5
11	2.10	192.0	2.10	191.0	2.00	195.0	0.00	1.0	0.10	- 3.0
12	1.90	190.0	2.00	192.0	2.00	190.0	- 0.10	- 2.0	- 0.10	0.0
13	1.85	210.0	1.80	204.0	2.03	200.0	0.05	6.0	- 0.18	10.0
14	2.00	209.0	2.10	212.0	2.12	215.0	- 0.10	- 3.0	- 0.12	- 6.0
15	1.90	170.0	1.90	168.0	2.00	177.5	0.00	2.0	- 0.10	- 7.5
16	2.25	212.0	2.20	220.0	2.35	220.0	0.05	- 8.0	- 0.10	- 8.0
17	1.90	208.0	1.95	204.0	1.80	205.0	- 0.05	4.0	0.10	3.0
18	1.80	210.0	1.90	203.0	1.95	212.0	- 0.10	7.0	- 0.15	- 2.0
19	2.00	212.0	2.05	213.0	2.00	207.5	- 0.05	- 1.0	0.00	4.5
20	2.30	197.0	2.25	206.0	2.20	195.0	0.05	- 9.0	0.10	2.0

1.2.2 两种仪器的 EYS1.5 测试结果差异

因本试验总体样本间存在一一对应关系，故令  $Z = X - Y$ ，检验假设  $H_0: \mu = EY - EY = 0$  是否成立，用 t 检验。

a. 首先分析一根丝相邻段的纤维拉伸性能屈服应力和 EYS1.5 测试值有无差异。

在表 1 中，对于每个根初生纤维，求出用 XQ- 1 测试的屈服应力  $F_{屈}$  两次之差  $Z_1$ ，并求出下列统计值：

平均值  $X_{Z1} = - 0.03$ ;

标准差  $s_{Z1} = 0.06$ ;

统计量  $t_{Z1} = |X_{Z1}| / (s_{Z1} \times \sqrt{n})$

$= | - 0.03 | / (0.06 \times \sqrt{20}) = 0.112$

取显著性水平  $\alpha = 0.05$ ，查表得  $n = 20$  时临界值  $t_{0(20-1)} = 2.09$

$t_{Z1} < t_0$ ， $\mu = EY - EY = 0$  成立，说明同一根丝相邻段的纤维屈服应力值无差异。

用与屈服应力相同的方法，求得初生纤维用 XQ- 1 测试的两次 EYS1.5 之差  $Z_2$  的统计值：

平均值  $X_{Z2} = - 2.40$ ;

标准差  $s_{Z2} = 5.82$ ;

统计量  $t_{Z2} = 0.092$ ;

$t_{0(20-1)} = 2.09$ ， $t_{Z2} < t_0$ ， $\mu = EY - EY = 0$  成立，

说明同一根丝相邻段的 EYS1.5 值无差异。

统计检验证明，同一根丝相邻段的纤维拉伸屈服应力和 EYS1.5 值无差异，用于仪器对比试验时不存在因样品不匀引起的误差。

b. 分析两种仪器的 EYS1.5 测试值是否无差异。

在表 1 中，对于每根初生纤维，求出分别用 XQ- 1 和 YG001-A 测试两段的 EYS1.5 数据之差  $Z_4$ ，并求出下列统计值：

平均值  $X_{Z4} = - 3.73$ ;

标准差  $s_{Z4} = 5.93$ ;

统计量  $t_{Z4} = 0.164$ ;

$t_{\alpha(20-1)} = 2.09$ ,  $t_{Z4} < t_0$ ,  $\mu = EY - EY = 0$  成立, 说明两种仪器的 EYS1.5 测试值无差异。

## 2 两种仪器测试对断裂强伸度产生差异的原因

XQ-1 和 YG001-A 两种仪器在校验时用于测试应力感应值准确性的砝码和用于测试下夹持器伸长值的百分表是相同的, 对两种仪器的校验精度要求也相同, 这就决定了这两种仪器在拉伸纤维过程中对应力和应变的感应值无差异。在本次试验中两仪器测试的相邻段丝的屈服应力无差异也证明了这一点。

两种仪器夹持器材料不同, XQ-1 采用气动夹持器, 夹持面一面为聚胺酯, 有一定弹性, 不易伤丝; 而 YG001-A 采用手工夹丝的金属夹持器, 对丝伤害较大, 使得纤维在拉伸时提前在钳口断裂, 损失了一部分强伸度, 因此测试出的纤维断裂强伸度数据偏小。

### 2.1 用显微镜观察

将普通的涤纶短纤维(非异形)放在显微镜下观察, 正常纤维轴向形态为光滑流畅的线形, 若呈现其它形态说明纤维已受伤。将被仪器夹持器夹持过但还未拉伸的纤维取下用显微镜观察: 被 XQ-1 夹持过的纤维看不出明显的夹持痕迹, 从头至尾形态均光滑流畅, 即纤维受伤不明显; 而被 YG001-A 夹持过的纤维夹持部分被夹扁的较多, 甚至有破损的情况, 即纤维受伤明显。

### 2.2 统计钳口断裂根数

用两种仪器测试同一样品, 记录每次测试的 50 根纤维中断裂在夹持器钳口的根数, 数据见表 2 所示。

由表 2 中统计数据可见, 用 YG001-A 测试涤纶短纤维断裂强伸度测试数据较 XQ-1 测试数据小, YG001-A 的钳口断裂丝约占 88.4%, 而用 XQ-1 测试的钳口断裂丝仅占 9.6% 左右, 说明 YG001-A 容易使纤维在钳口断裂。

### 2.3 用纤维的拉伸图谱分析

图 1 是用两种仪器对同一样品进行拉伸试验中比较典型的拉伸曲线。图 1 中的 XQ-1 测试, 其中序号 13 和 15 为纤维正常断裂拉伸曲线, 序号 14 为纤维钳口断裂拉伸曲线; 图 1 中的 YG001-A 测试, 其中 ②号曲线为正常断裂, 其余为钳口断裂。比较图中两曲线可见: 同为钳口断裂的曲线形状相似, 同为正常断裂的曲线形状相似, 与正常断裂的曲线相比, 钳

口断裂的曲线缺少了完整拉伸曲线中的最高点及平台部分, 说明纤维损失了一部分强伸度, 得出的断裂强度和断裂伸长值偏小。

表 2 涤纶短纤维断裂强伸度对比测试统计

	强力	伸长	10% 定伸强	钳口断裂根数
XQ-1	9 15	24 2	5.52	5 根, 占 10%
	9 27	24 9	5.30	4 根, 占 8%
	9 19	24 7	5.45	5 根, 占 10%
	9 21	25 2	5.38	6 根, 占 12%
	9 20	24 6	5.62	4 根, 占 8%
平均	9 20	24 7	5.45	9.6%
YG001-A	9 10	21 6	5.63	42 根, 占 84%
	8 98	22 8	5.44	45 根, 占 90%
	9 04	21 0	5.57	46 根, 占 92%
	9 11	20 9	5.47	43 根, 占 86%
	8 85	21 7	5.33	45 根, 占 90%
平均	9 02	21 6	5.49	88.4%

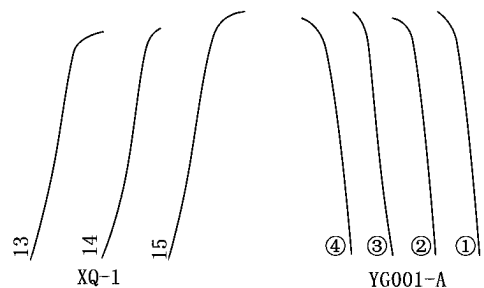


图 1 两种仪器对同样品测试的拉伸曲线

## 3 两种仪器测试 EYS1.5 结果无差异的原因

在显微镜下观察正常的非异形涤纶初生纤维, 轴向形态为光滑流畅的线形, 被 XQ-1 夹持过的初生纤维大部分为光滑流畅线形, 有少量夹持段被局部夹扁, 纤维少量受伤, 而被 YG001-A 夹持过的初生纤维绝大部分夹持段被夹扁, 纤维受伤较多。涤纶初生纤维 EYS1.5 值约为 200%, 断裂伸长率约为 400%。不管两种仪器夹持器对纤维的损伤大小, 这种损伤都不足以造成纤维在 EYS1.5 值出现之前断裂, 否则就无法测试该项目。也就是说, EYS1.5 是拉伸纤维过程中对应的应变, 夹持器对纤维的损伤体现不出来, 而这两种仪器在拉伸纤维过程中对应力和应变的感应值是相同的, 因此 YG001-A 和 XQ-1 的 EYS1.5 测试值无差异。

(下转第 59 页)

与泵转速  $N^2$  成正比:  $P = \delta_1 N^2$ ,  $\delta_1 = 1.2 \sim 1.87$ ; 驱动扭矩  $T$  与泵转速  $N$  成正比:  $T = \delta_2 N + T_0$ ,  $\delta_2 = 9.55 \delta_1$ 。

目前市场上差别化品种需求较多, 在生产粗旦长丝产品时, 特别是接近或超过装置设计能力产品时, 除了要考虑纺丝机结构以及熔体管道内径, 建议还应同时用上述公式对计量泵驱动功率和扭矩进行核算, 避免出现超负荷运行装置的现象。

b) 生产运行期间, 要定期对计量泵的功率、扭

矩进行测算, 对异常位要停位检查其找正精度或调整联轴节的润滑状况。

c) 对由于生产原因不能及时更换而超期使用组件时, 要经常测算泵功率和扭矩, 避免出现超负荷运行装置的现象。

d) 熔体温度下调时, 计量泵的驱动功率和扭矩会有相应少量增加, 但这时应主要注意计量泵联轴节的润滑状况的变化, 发现异常位时, 应及时进行调整, 避免出现功率和扭矩大幅增加或出现联轴节卡死的情况。

## Analysis on effective factors of spinning pump power and torque

ZHENG De

(The Third Polyester Plant, Yizheng Chemical Fiber Co., Ltd. Yizheng 211900, China)

**Abstract:** By measurement and calculation to spinning pump equipment power and torque, the correlative equation is obtained. Meantime, the spin pack resistance mechanical installation precision, polymer temperature and pump lubrication influence in drive power and torque are analyzed.

**Key words:** spinning pump power; torque; analysis

(上接第 55 页)

## 4 结 论

a) 对于涤纶初生纤维 EYS1.5 的测试, XQ-1 和 YG001-A 两种仪器无差异。

b) 两种仪器测试涤纶短纤维成品断裂强度和断裂伸长率时有差异是因为 YG001-A 金属夹持器伤丝使纤维提前在钳口断裂, 损失一部分强伸度。

c) 两种仪器测试初生纤维 EYS1.5 时无差异是

因为纤维未发生断裂, 夹持器对纤维的损伤体现不出来。

致谢: 本文受到房晓娟高级工程师的指导, 在此表示感谢!

## 参考文献

- 1 QJ/YH08-4006-1998. 涤纶原丝倍半伸长率(EYS1.5)试验方法[S]
- 2 周概容. 概率统计学习指导[M]. 天津: 南开大学出版社, 1998

## Instruments effect on result of PET fiber drawability test

ZHANG Xi-fen, XU Hong-ying

(Plant 1 of Yizheng Chemical Fiber Co., Ltd. Yizheng 211900, China)

**Abstract:** According to the comparative test, the paper improved that it has no difference between the result of PET original fiber EYS1.5 test by XQ-1 and by YG001-A. But when the two instruments are used for PET staple fiber breaking strength and breaking elongation test, there is some difference. The paper also analyses the reason of this phenomenon from the angle of clamp material property.

**Key words:** PET original fiber; yield stress; breaking strength; breaking elongation