

# 常规服用涤纶短纤维产品质量稳定性评价

郑园园, 刘 涛

(中纺标检验认证股份有限公司, 北京 100025)

**摘要:**采用变异系数、缺陷理论等分析方法,对不同企业生产的涤纶短纤维产品的质量稳定性情况进行分析评价。分析表明:不同企业产品的稳定性不同;常规测试项目整体稳定性水平较好,个别测试项目稳定性稍差;从企业属性来看,民营企业生产的产品相比国有企业质量稳定性水平稍差,有待进一步提高自身产品质量的稳定性。

**关键词:**涤纶短纤维;质量稳定性;评价积分

**中图分类号:** TQ 342

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-0356(2022)06-0032-05

涤纶纤维具有高模量、高强度、高弹性、良好的保形性和耐热性等优点,已成为用途最广泛的纤维品种,常用于衣着面料和工业制品等,属于重要的原材料。生产企业、科研机构针对纤维产品性能的评价已经开展过许多研究,主要比较不同企业同类产品之间的性能差异,但对质量稳定性的研究和关注较少。质量稳定性评价是解决产品“合格不好用”现象的重要途径之一<sup>[1]</sup>。借助稳定性评价方法,分析不同企业生产的涤纶纤维产品质量的稳定性。

涤纶纤维根据长度不同,分为涤纶短纤维和涤纶长丝,实际使用中以短纤维居多;根据涤纶纤维的特点和用途,可分为常规服用型、功能型、缝纫线型、非织造型、产业型等多个类型产品。其中,应用最广泛的是常规服用型涤纶短纤维,以该类产品为代表作为研究对象,对涤纶纤维产品的质量稳定性进行研究和评价。

在研究过程中,选取不同类型企业的相同/相似纤维品种进行研究和评价,分析目前国内常规服用涤纶短纤维产品的质量稳定性水平,为企业产品质量提升提供数据支撑,为行业主管部门的方向决策提供参考依据。

## 1 纤维样品及测试方案

### 1.1 纤维样品

选取7个不同企业生产的涤纶短纤维,选取最常用的1.56 dtex×38 mm规格的纤维样品为研究对象。生产企业以代码方式,分别为A~G,其中A~C为国有企业,D为地方国有企业,E~G为民营企业。每个

企业抽取的纤维样品为10批次,并保证批次之间有一定的时间间隔。

### 1.2 测试方案

依据国家标准GB/T 14464—2017《涤纶短纤维》要求,测试项目包括线密度、长度、强伸度、卷曲性能等常规项目,也包括干热收缩率、比电阻等涤纶短纤维特有的项目,以及疵点等外观质量<sup>[2]</sup>。测试方法用现行的国家标准/行业标准,标准中有可选择的方法时,以仲裁法为准,表1为各个项目的具体方法。

表1 涤纶短纤维测试项目及测试方法

序号	测试项目	测试方法标准
1	线密度	GB/T 14335—2008 方法 A
2	长度	GB/T 14336—2008
3	强伸度	GB/T 14337—2008
4	卷曲性能	GB/T 14338—2008
5	疵点	GB/T 14339—2008
6	干热收缩率	FZ/T 50004—2011
7	比电阻	GB/T 14342—2015

### 1.3 测试项目<sup>[3]</sup>

(1)线密度。表征纤维粗细程度的重要指标,测试方法有直接和间接法2种。其中,直接法用得最广的是束纤维中段称量法(仲裁法),这种试验方法对人员操作手法要求较高。

(2)纤维长度。纤维伸直但没伸长时两端间的距离,是纤维性能的基础指标。表示化学纤维的长度指标有平均长度、长度偏差、超长纤维率、短纤维率及倍长纤维含量等。化学纤维的长度测试主要有3种方法:束纤维中段称量法、单纤维仪器测量法、单纤维手工测量法。其中,中段切断称重法是最为常见、复杂的方法。

(3)强伸度。纤维最重要的机械性能,主要考核断

收稿日期:2022-01-20;修回日期:2022-01-27

第一作者:郑园园(1983—),女,高级工程师,硕士研究生,主要研究领域为纺织品检测与标准研究。

裂强力和断裂伸长率 2 个指标。

(4)卷曲性能。沿着纤维纵向形成的规则或不规则的弯曲称为卷曲,是纤维特有指标。由于化学纤维的表面比较光滑,纤维之间的抱合力比较小,不利于纺织加工,需将纤维进行卷曲加工。表征纤维卷曲性能的指标有卷曲数、卷曲度、卷曲弹性率、卷曲回复率等。

(5)疵点。纤维质量重要的指标,产品标准中对疵点含量有限值要求。纤维产品中出现疵点,除了影响到产品的等级,还会造成后续工艺加工过程的断头率高、染色不均匀等问题,对产品质量产生一定影响。

(6)干热收缩率。纤维热性能之一,指受热条件下纤维形态尺寸收缩。干热收缩的大小用干热收缩率表示,它是指加热后纤维缩短的长度占原长度的百分率,是涤纶纤维特有的指标。

(7)纤维比电阻。纤维的功能性指标,反映纤维材料的导电性质。纤维的比电阻对其加工性能有很大影响,当纤维比电阻大于一定数值时,纤维在加工过程中将产生明显的静电效应,使其可纺性变差,是涤纶纤维特有的指标。

## 2 评价方法和技术

### 2.1 变异系数

变异系数又称离散系数、相对标准差,由试验结果的标准差除以相应的平均值乘 100% 所得,表征样品测试结果的离散程度。采用变异系数可分析纤维样品批次间的稳定性水平。

变异系数计算式(1)为:

$$CV(RSD) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - X)^2}{n - 1}} / X \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $CV(RSD)$ ——变异系数;  $x$ ——参加者结果;  $X$ ——平均值;  $n$ ——试样总数或测量次数。

### 2.2 缺陷理论

根据缺陷理论,如果该产品的缺陷过多,致使产品质量稳定性欠佳,该方法主要用于纤维疵点含量稳定性水平的分析。

### 2.3 数量级水平分析

主要分析测试结果的数量级水平,若处在同一数量级的结果越多,结果越稳定,主要用于纤维比电阻稳定性水平的分析。

### 2.4 评价技术与指标

评价基准、分档、赋值根据测试结果并结合日常积

累的统计数据综合确定,具体评价基准和评价积分详见测试项目结果分析。

## 3 结果与讨论

### 3.1 线密度

根据线密度项目特点及其变异系数分布情况,以 5% 为分级依据,变异系数分布在 0%~5%,积分为 5 分(最高分为 5 分);变异系数分布在 5%~10%,积分为 4 分,依次类推;变异系数大于 25%,积分为 0。

结果统计和评价积分见表 2。

表 2 线密度批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间			评价积分 /分
	平均值 /dtex	线密度 偏差率/%	变异系数 /%	
A	1.58	1.2	3.4	5
B	1.54	-1.3	1.6	5
C	1.55	-0.7	1.0	5
D	1.63	4.3	2.9	5
E	1.56	-0.2	2.6	5
F	1.53	-1.9	1.4	5
G	1.57	0.3	2.1	5

从表 2 可以看出,各企业线密度批次间的变异系数均小于 5%。依据国家标准 GB/T 14464—2017《涤纶短纤维》中优等品的线密度偏差率考核指标为 ±3.0%,除了 D 企业,其余企业线密度均在优等品指标范围内。结合批次间线密度变异系数和偏差率可知,线密度总体稳定性良好。

### 3.2 长度

根据长度项目特点及其变异系数分布情况,以 3% 为分级依据,变异系数分布在 0%~3%,积分为 5 分;变异系数分布在 3%~6%,积分为 4 分,依次类推。

结果统计和评价积分见表 3。

表 3 长度批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间			评价积分 /分
	平均值 /mm	长度偏差率 /%	变异系数 /%	
A	37.9	-0.3	1.3	5
B	38.0	0	0.6	5
C	37.4	-1.7	0.7	5
D	37.7	-0.9	1.0	5
E	37.7	-0.8	1.6	5
F	37.7	-0.7	1.5	5
G	37.4	-1.7	1.2	5

从表 3 可以看出,各企业长度批次间的变异系数均小于 2%。依据国家标准 GB/T 14464—2017《涤纶

短纤维》中优等品的长度偏差率考核指标为 $\pm 3.0\%$ ，各个企业长度偏差率均在优等品指标范围内。结合批次间长度变异系数和偏差率可知，长度稳定性良好。

### 3.3 强伸度

#### 3.3.1 断裂强力

根据断裂强力项目特点及其变异系数分布情况，以2%为分级依据，变异系数分布在0%~2%，积分为5分；变异系数分布在2%~4%，积分为4分，依次类推。

结果统计和评价积分见表4。

表4 断裂强力批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		
	平均值/cN	变异系数/%	评价积分/分
A	8.92	2.3	4
B	8.16	7.7	2
C	8.69	4.1	3
D	8.30	6.6	2
E	8.30	7.1	2
F	8.57	4.6	3
G	8.76	2.0	5

依据国家标准 GB/T 14464—2017《涤纶短纤维》中优等品的断裂强力变异系数考核指标为 $\leq 10\%$ ，由原始数据计算得知，B(12.6%)、D(13.8%)、E(12.9%)企业断裂强力变异系数的平均值超出指标范围。结合批次间断裂强力变异系数值来看，G、A企业稳定性较好，B、D、E企业稍差。

#### 3.3.2 断裂伸长率

根据断裂伸长率项目特点及其变异系数分布情况，以5%为分级依据，变异系数分布在0%~5%，积分为5分；变异系数分布在5%~10%，积分为4分，依次类推；变异系数大于25%，积分为0。

结果统计和评价积分见表5。

表5 断裂伸长率批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		
	平均值/%	变异系数/%	评价积分/分
A	24.2	11.3	3
B	16.0	16.1	2
C	19.9	8.9	4
D	16.2	35.1	0
E	15.6	12.2	3
F	20.2	13.9	3
G	21.7	18.0	2

结合断裂伸长率批次间的差异和变异系数可以判断出，C企业产品稳定性水平较好，D企业产品稳定性水平较差。

### 3.4 卷曲性能

#### 3.4.1 卷曲数

根据卷曲数项目特点及其变异系数分布情况，以7%为分级依据，变异系数分布在0%~7%，积分为5分；变异系数分布在7%~14%，积分为4分，依次类推。

结果统计和评价积分见表6。

表6 卷曲数批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		
	平均值 /(个·(25 mm) <sup>-1</sup> )	变异系数/%	评价积分/分
A	11.8	12.4	4
B	12.1	7.5	4
C	12.8	13.3	4
D	11.9	13.2	4
E	10.6	10.6	4
F	12.1	11.2	4
G	9.8	11.3	4

从卷曲数变异系数的评价积分来看，卷曲数总体稳定性良好。

#### 3.4.2 卷曲度

根据卷曲度项目特点及其变异系数分布情况，以5%为分级依据，变异系数分布在0%~5%，积分为5分；变异系数分布在5%~10%，积分为4分，依次类推。

结果统计和评价积分见表7。

表7 卷曲度批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		
	平均值/%	变异系数/%	评价积分/分
A	12.6	17.8	2
B	12.7	8.7	4
C	13.5	3.9	5
D	13.5	15.8	2
E	12.7	17.8	2
F	14.4	15.8	2
G	9.9	23.3	1

结合卷曲度批次间的差异和变异系数可以判断出，C企业产品稳定性水平较好，G企业较差。

#### 3.4.3 卷曲弹性率

根据卷曲弹性率项目特点及其变异系数分布情况，以3%为分级依据，变异系数分布在0%~3%，积分为5分；变异系数分布在3%~6%，积分为4分，依次类推。

结果统计和评价积分见表8。

表8 卷曲弹性率批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		评价积分/分
	平均值/%	变异系数/%	
A	79.2	3.1	4
B	75.5	4.0	4
C	78.6	3.5	4
D	71.3	8.1	3
E	80.9	4.0	4
F	77.9	3.5	4
G	83.6	2.9	5

从卷曲弹性率变异系数的评价积分来看,卷曲弹性率总体稳定性良好。

### 3.4.4 卷曲回复率

以变异系数为评价对象,变异系数最小的积分为5,2倍以内最小值为4,3倍以内为3,4倍以内为2,5倍以内为1(最小值为5.1%)。

结果统计和评价积分见表9。

表9 卷曲回复率批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		评价积分/分
	平均值/%	变异系数/%	
A	9.9	20.2	2
B	9.5	7.7	4
C	10.4	5.1	5
D	9.4	15.2	3
E	10.2	18.2	2
F	11.2	17.1	2
G	8.3	23.9	1

从卷曲弹性率变异系数的评价积分来看,C企业产品稳定性水平较好,G企业较差。

### 3.5 疵点

评价积分原则:根据GB/T 14464—2017《涤纶短纤维》,疵点含量优等品指标 $\leq 2.0 \text{ mg}/(100 \text{ g})$ ,所有批次均未检出疵点积分5分;每检出1批次疵点含量 $2.0 \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 以下不扣分,检出结果大于 $2.0 \text{ mg}/(100 \text{ g})$ 扣1分。

结果统计和评价积分见表10。

表10 疵点含量稳定性评价

企业	检出批次疵点含量 $/(\text{mg} \cdot (100 \text{ g})^{-1})$	评价积分 /分
A	检出2批次,含量分别为:5.7、89.3	3
B	所有批次未检出疵点	5
C	所有批次未检出疵点	5
D	检出1批次,含量为:1.1	5
E	检出1批次,含量为29.8	4
F	所有批次未检出疵点	5
G	所有批次未检出疵点	5

从表10可以看出,A企业2批次检出疵点,D、E企业1批次检出疵点,B、C、F、G企业未检出疵点。

### 3.6 干热收缩率

根据干热收缩率项目特点及其变异系数分布情况,以7%为分级依据,变异系数分布在0%~7%,积分为5分;变异系数分布在7%~14%,积分为4分,依次类推。

结果统计和评价积分见表11。

表11 干热收缩率批次间稳定性评价

类别 项目名称	批次间		评价积分/分
	平均值/%	变异系数/%	
A	4.8	18.9	3
B	5.7	29.3	1
C	5.5	21.9	2
D	5.7	23.4	2
E	5.9	16.4	3
F	4.9	11.6	4
G	4.2	15.4	3

从干热收缩率变异系数的评价积分来看,B企业稳定性结果较差,F企业结果稍好。

### 3.7 比电阻

根据批次间比电阻结果的分级情况,所有批次在1个数量级内,积分5分;8批次在1个数量级内,积分4分;6批次在1个数量级内,积分3分,依次类推。

结果统计和评价积分见表12。

表12 比电阻批次间稳定性评价 单位: $\Omega \cdot \text{cm}$ 

类别 项目名称	批次间			评价积分 /分
	最大值	最小值	平均值	
A	$9.3 \times 10^7$	$1.7 \times 10^7$	$3.7 \times 10^7$	5
B	$6.6 \times 10^7$	$4.6 \times 10^6$	$1.7 \times 10^7$	3
C	$6.5 \times 10^7$	$1.8 \times 10^7$	$4.1 \times 10^7$	5
D	$4.6 \times 10^7$	$1.0 \times 10^7$	$2.2 \times 10^7$	5
E	$1.8 \times 10^7$	$1.9 \times 10^6$	$5.9 \times 10^7$	4
F	$5.2 \times 10^7$	$6.1 \times 10^6$	$2.6 \times 10^7$	3
G	$5.1 \times 10^7$	$1.4 \times 10^7$	$3.0 \times 10^7$	5

从比电阻的评价积分来看,总体稳定性良好。

### 3.8 综合积分评价

将每一个企业各项目的积分进行汇总统计,见表13和图1。

总积分从大到小排序依次为:C、G、A、F、B、E、D。以总积分的高低来表征纤维的稳定性水平,则在本次稳定性研究项目中,C企业的稳定性最好,D企业的稳定性稍差。

表 13 涤纶短纤维产品评价积分汇总表

单位:分

测试项目	A	B	C	D	E	F	G
线密度	5	5	5	5	5	5	5
长度	5	5	5	5	5	5	5
强伸度	断裂强力	4	2	3	2	2	3
	断裂伸长率	3	2	4	0	3	3
干热收缩率	3	1	2	2	3	4	3
卷曲性能	卷曲数	4	4	4	4	4	4
	卷曲度	2	4	5	2	2	2
	卷曲弹性率	4	4	4	3	4	4
	卷曲回复率	2	4	5	3	2	2
比电阻	5	3	5	5	4	3	5
疵点	3	5	5	5	4	5	5
合计	40	39	47	36	38	40	41

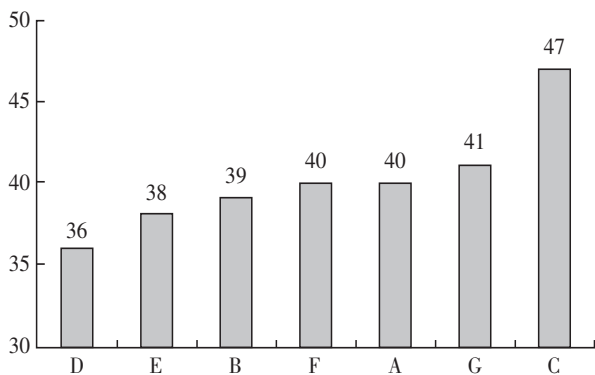


图 1 涤纶短纤维产品评价总积分

## 4 结 论

(1)以变异系数为基础的积分方法在评价产品质量稳定性时,需根据纤维属性、测试项目特性、测试方法的特点来确定具体的评价准则和评价指标,使之与项目相适宜。

(2)对于个别测试项目,选择更适宜的缺陷评价方

法或数量级同级方法,更好地与测试项目相匹配。

(3)积分评价结果反映的是纤维产品质量稳定性水平和趋势,不对产品性能的优劣进行分析和研究。

(4)从项目分类来看,常规项目如线密度、长度整体质量稳定性水平较好;卷曲数、卷曲弹性率、比电阻、疵点整体稳定性良好;断裂伸长率、卷曲度、干热收缩率稳定性稍差。

(5)从企业性质来看,国有企业的产品质量稳定性分布在中上水平,民营企业的产品质量稳定性分布在中下水平。民营企业与国有企业存在一定的差距,有待进一步的提高自身产品质量的稳定性。

### 参考文献:

- [1] 王立东,王超先,杨世飞. 合成树脂产品质量稳定性评价方法的研究[J]. 石化技术,2018(5):4-6.
- [2] 涤纶短纤维:GB/T 14464—2017[S].
- [3] 姚穆. 纺织材料学[M]. 北京:中国纺织出版社,2009.

## Evaluation on Quality Stability of Polyester Staple Fiber Products

ZHENG Yuanyuan, LIU Tao

(Chinatesta Textile Testing & Certification Service, Beijing 100025, China)

**Abstract:** The variation coefficient and defect theory were used to analyze and evaluate the quality stability of polyester staple fiber products, which came from different manufacturers. The evaluation analysis showed that the stability of products which came from different manufacturers was different. The overall stability level of test items was good, and the stability of individual test items was slightly worse. From the perspective of enterprise attributes, the quality stability of products produced by private enterprises was slightly worse than that of state-owned enterprises, which need to be further improved.

**Key words:** polyester staple fiber; quality stability; evaluation integral