

# 亚麻纤维品质与成纱质量的灰色优势分析

陈东生 姜培武

(吉林工学院)

司学慧 吴可夫

(吉林省纺织产品检测中心)

王殿生

(吉林市麻棉纺织总厂)

**【摘要】** 本文用灰色优势分析法,分析了亚麻纤维的品质与成纱质量的关联程度。指出对成纱质量影响最显著的是纤维分裂度,其次是纤维强力,而纤维长度的影响最弱。

## 一、优势分析理论

根据灰色优势分析理论<sup>[1,2]</sup>,在纤维性能与成纱质量这一灰色系统中,记母因素成纱细度、成纱强度分别为  $y_1, y_2$ , 子因素纤维分裂度、麻条强度、麻束长度分别为  $x_1, x_2, x_3$ , 具体数据见表1。

将表1的数据作初值化处理,得到表2。

根据表2自然序号有序列:

$$y_1 = [y_1(1), y_1(2), \dots, y_1(k), \dots, y_1(12)] \quad (1)$$

$$y_2 = [y_2(1), y_2(2), \dots, y_2(k), \dots, y_2(12)] \quad (2)$$

$$x_1 = [x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(k), \dots, x_1(12)] \quad (3)$$

$$x_2 = [x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(k), \dots, x_2(12)] \quad (4)$$

$$x_3 = [x_3(1), x_3(2), \dots, x_3(k), \dots, x_3(12)] \quad (5)$$

这样,在各个序号上  $y_i (i=1, 2)$  对  $x_j (j=1, 2, 3)$  的相对差值,即关联系数  $\xi_{ij}(k)$ :

$$\xi_{ij} = \frac{\min_j \min_k |y_i(k) - x_j(k)| + 0.5 \max_j \max_k |y_i(k) - x_j(k)|}{|y_i(k) - x_j(k)| + 0.5 \max_j \max_k |y_i(k) - x_j(k)|} \quad (6)$$

因关联系数的数很多,信息分散,故需进一步整理为关联度  $r_{ij}$ :

$$r_{ij} = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} \xi_{ij}(k) \quad (7)$$

第1个母因素  $y_1$  对3个子因素的关联度记作:

$$y_1 \text{ 与 } x_1 \text{ 的关联度 } r_{11} = r(y_1, x_1) \quad (8)$$

$$y_1 \text{ 与 } x_2 \text{ 的关联度 } r_{12} = r(y_1, x_2) \quad (9)$$

$$y_1 \text{ 与 } x_3 \text{ 的关联度 } r_{13} = r(y_1, x_3) \quad (10)$$

将母因素  $y_1$  与3个子因素的关联度按序排列有:

$$[r_{11}, r_{12}, r_{13}]$$

类似地  $y_2$  对3个子因素的关联度按序排列有:

表1 亚麻纤维品质与成纱性能

指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成纱细度 (tex)	45.56	45.09	45.25	45.64	45.35	44.90	45.31	45.66	45.48	45.07	45.58	45.23
成纱强度 (N)	7.51	7.95	7.54	7.35	7.45	7.91	7.37	7.57	7.42	7.41	8.62	8.49
纤维分裂度 (tex)	2.22	2.32	2.33	2.30	2.43	2.34	2.32	2.22	2.21	2.22	2.27	2.42
麻条强度 (N)	232.26	242.06	244.02	237.16	226.38	253.82	211.68	213.64	218.54	222.46	269.50	290.08
麻束长度 (mm)	443	450	450	459	461	466	483	480	491	501	550	618

表2 原始数据无量纲化

指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$y_1$	1	0.9897	0.9932	1.0018	0.9954	0.9855	0.9945	1.0023	0.9982	0.9892	1.0004	0.9928
$y_2$	1	1.0587	1.0039	0.9791	0.9922	1.0535	0.9817	1.0078	0.9883	0.9869	1.1488	1.1305
$x_1$	1	1.0450	1.0495	1.0360	1.0946	1.0541	1.0451	1.0022	0.9955	1.0000	1.0225	1.0901
$x_2$	1	1.0422	1.0506	1.0211	0.9747	1.0928	0.9114	0.9198	0.9409	0.9578	1.1603	1.2489
$x_3$	1	1.0158	1.0158	1.0361	1.0406	1.0519	1.0903	1.0835	1.1084	1.1309	1.2415	1.3950

$$[r_{21}, r_{22}, r_{23}]$$

这样, 可得 2 行(2 个母因素)、3 列(3 个子因素)的关联度关系阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \end{bmatrix} \quad (11)$$

上述矩阵的每一行表示同一母因素对不同意因素的影响, 每一列表示不同母因素对同一子因素的影响。我们可根据  $R$  中各个行与各个列关联度的大小来判断子因素与母因素的作用, 分析哪些因素是主要影响, 哪些是次要影响。一般起主要影响的因素称优势因素。

### 二、计算与分析

利用初值化后表 2 的数据, 根据式(6)有:

$$\xi_{1j} = \frac{0.2011}{|y_1(k) - x_j(k)| + 0.2011} \quad (12)$$

$$\xi_{2j} = \frac{0.13225}{|y_2(k) - x_j(k)| + 0.13225} \quad (13)$$

进而根据式(12)、式(13)可得:

$$\xi_{11} = (1, 0.7843, 0.7813, 0.8547, 0.6697, 0.7456, 0.7990, 0.9995, 0.9868, 0.9490, 0.9010, 0.6739) \quad (14)$$

$$\xi_{12} = (1, 0.7930, 0.7779, 0.9124, 0.9067, 0.6521, 0.7076, 0.7091, 0.7783, 0.8649, 0.5571, 0.4399) \quad (15)$$

$$\xi_{13} = (1, 0.8851, 0.8990, 0.8543, 0.8165, 0.7518, 0.6773, 0.7124, 0.6460, 0.5866, 0.4548, 0.3333) \quad (16)$$

$$\xi_{21} = (1, 0.9061, 0.7436, 0.6992, 0.5636, 0.9955, 0.6760, 0.9594, 0.9484, 0.9771, 0.5115, 0.7660) \quad (17)$$

$$\xi_{22} = (1, 0.8891, 0.7390, 0.7590, 0.8831, 0.7709, 0.8529, 0.6005, 0.7362, 0.8196, 0.9200, 0.5276) \quad (18)$$

$$\xi_{23} = (1, 0.7551, 0.9174, 0.6988, 0.7321, 0.9880, 0.5491, 0.6360, 0.5228, 0.4787, 0.5879, 0.3333) \quad (19)$$

再根据式(7)计算, 并整理就有:

$$R = \begin{pmatrix} 0.8454 & 0.7582 & 0.7181 \\ 0.8122 & 0.7748 & 0.6833 \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{成纱细度} \\ \text{成纱强度} \\ \text{纤维分裂度} \quad \text{麻条强度} \quad \text{麻束长度} \end{matrix} \quad (20)$$

在关联矩阵  $R$  中第 1 列中,  $r_{11}$  最大, 即纤维分裂度与成纱质量(细度与强度)关联度最大, 表明纤维分裂度对成纱质量影响最显著。  $R$  中所有元素中  $r_{23}$ (成纱强力、麻束长度)最小, 说明麻束长度对成纱强力的影响不很显著, 是亚于纤维分裂度、麻条强度的次要因素。这是由于亚麻工艺纤维本身较长, 所以麻束长度对成纱强力的影响不如棉纤维那么敏感。

以上的分析与工厂实践是吻合的。如工厂中一个时期曾用分裂度为 2.38tex, 麻束长 488mm, 麻条强度为 218.54N 的原料纺织 45.75tex 的麻纱, 得到单纱的强力为 7.52N。后改用分裂度为 2.16tex, 麻束长 320mm, 麻条强度为 199.92N, 纺织 45.43tex 的麻纱, 得到单纱的强力为 6.95N, 结果成纱质量仍符合要求。由此可见, 麻束长度变化的影响不显著, 而关键是纤维的分裂度和麻束强度。

### 三、结论

通过灰色优势分析可见, 亚麻纤维各项物理指标与成纱质量之间的关联情况。影响成纱质量(成纱细度与强度)最显著的因素是纤维分裂度, 其次是麻条强度, 最后才是麻束长度。因此, 配麻时, 首先应考虑纤维细度, 其次考虑麻条强度, 对麻束长度的控制可适当放宽。

### 参 考 资 料

- [1] 邓聚龙, 《灰色系统基本方法》, 武汉华中理工大学出版社, 1987。
- [2] 邓聚龙, 《灰色控制系统》, 武汉华中理工大学出版社, 1985。

### 需补订《纺织学报》的读者可以办理邮购

需补订 1992 年《纺织学报》的读者, 可直接向本刊发行组办理邮购。每期每册 1.5 元, 全年 18 元, 需要 1990 年及 1991 年各期, 亦可办理邮购, 每册 1 元(邮费另加)。

中国纺织工程学会《纺织学报》编辑部 地址: 上海市乌鲁木齐北路 197 号 邮编 200040