

浆料性能的模糊综合评价法

王飞龙¹, 刘爱华²

(1. 陕西工业职业技术学院, 陕西 咸阳 712000;

2. 西藏民族学院, 陕西 咸阳 712082)

摘要:选取影响上浆纱可织性的3个浆膜性能和4个浆纱性能评价指标为衡量参数,通过模糊数学综合评判法从整体上评价了待测浆料的浆膜性能和浆纱性能,同时认为采取该方法可较为准确地评估浆料的实际浆纱性能。

关键词:浆料性能;浆纱可织性;性能指标;模糊综合评价

中图分类号:TS103.84

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2014)05-0051-03

对浆料的浆纱性能进行综合评价历来是一个重要而复杂的过程。由于评价因素的多元性,多年来人们一直在探索合理评价浆纱可织性的指标体系,如Strauss提出采用上浆率、浆料浸透、浆料被覆、伸长和毛羽等5项指标来评价上浆纱的可织性^[1];Haft提出由耐磨寿命和耐磨过程中纱线的伸长来确定浆纱可织性^[2];Barella则建议采用刚度、减伸率、断裂伸长率CV值、耐磨性、耐疲劳性等指标来评价上浆纱的可织性,并指出在上述指标中唯有耐疲劳性与浆纱可织性有很好的相关性^[3]。此外,评价因素的模糊性和人为的主观性也使评价结果具有明显的差异性。

综合评判法就是对受多因素影响的事物或现象做出总的评价,即对评判对象的全体根据所给条件,给每个对象赋予一个非负实数性评语结果,再据此排序择优^[4]。而模糊综合评判法主要是指利用模糊数学中的模糊转换与模糊辨识的相关性质进行综合评判。本文采用综合评判中的一级综合评判方法对实验测试结果即浆膜的性能和浆纱性能进行单层次评价。

1 模糊综合评判基本原理及过程

1.1 模糊综合评判原理^[5-7]

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评价方法。该综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即考虑了多种因素影响下,关于某种目的的对某事物或对象做出一个总体的评价。

设 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ 为 n 种因素构成的集合,称为因素集; $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$ 为 m 种决断所构成的集合,称为评价集;一般地,各种因素对事物

的影响是不一致的,各因素的权重分配可视为 U 上的模糊集,记为

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} \in F(V)$$

其中, a_i 为第 i 个因素的权重,它们满足归一化条件。另外, m 个决定也并非都是绝对的肯定和否定。因此综合后的评判也应看作 V 上的模糊集,记为

$$B = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_m\} \in F(V)$$

假定有一个 U 与 V 之间的模糊关系 $R = (r_{ij})_{n \times m} \in m_{n \times m}$,则利用 R 就可以得到一个模糊变换 TR ,这样便不难构造一个模糊综合评价模型。

模糊综合评判模型有三个基本要素:因素集 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$;评判集 $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$;模糊映射 $f: U \rightarrow F(V), U_i \rightarrow \{r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, \dots, r_{im}\}$ 。由三要素可以得到评判模型。输入一个权重分配 $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} \in F(V)$,可以输出一个综合评判为

$$B = AOR = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_m\} \in F(V)$$

(O 为算子符号)

$$\text{故而: } \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_m\} = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\},$$

其中 $b_i = \bigvee_{j=1}^n (a_j \wedge r_{ij}), I = (1, 2, \dots, m)$ 。如果 $b_{j_0} = \max\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$,则得出决断为 V_{j_0} 。

1.2 模糊综合评判过程

将评价目标看成是由多种因素组成的模糊集合,设定这些因素所能选取的评审等级,组成评价的模糊集合,分别求出各单一因素对各个评审等级的归属程度,然后根据各个因素在评价目标中的权重分配,通过计算评判指标,求出评价的定量解值,按大小排序,并按序择优。

模糊综合评判具体过程:(1)确定评价因素集 U ;(2)确定评判集 V ;(3)确定权重 A 和构造评判矩阵

收稿日期:2014-05-16;修回日期:2014-09-10

作者简介:王飞龙(1982-),男,黑龙江绥化人,研究生,助理工程师,主要从事功能纺织品的研究与开发,E-mail:wangfeilong571@163.com。

R; (4)确定模糊综合评判的结果。

2 浆料性能指标及权重分配

经纱在织机织造过程中受到的作用主要是拉伸变形,这就要求浆膜要具有良好的弹性,也要求浆膜的拉伸曲线尽可能与纱线的拉伸曲线相近^[8]。而耐磨性能是浆料、粘附力及强伸度的综合表现,在织造过程中被覆于经纱上的浆膜是摩擦力的主要承受者。浆料上浆性能的评价方法最为直接的就是统计织造过程中的经纱断头率。由于经纱断头率受到包括原纱质量、织造速度、开口形状、工人操作水平及车间环境等多方面因素的影响,且统计结果不能及时准确地反映浆料的上浆性能与浆纱效果,因此这种方法一直停留在经验和定性评价上。

另一种评价浆料上浆性能的方法是评价上浆纱的性能,其涉及的指标包括上浆纱的耐磨、增强、伸长、毛羽、被覆及浆膜完整等性能。由于上浆纱强度和断裂伸长测试较为便捷,所以被纺织厂普遍采用;但生产实践表明,这两个指标对经纱断头率的影响并不显著。而浆液的浸透指数、被覆指数和浆膜完整系数受浆纱切片厚度及均匀性影响很大,难以测定准确;上浆纱的耐磨性和毛羽又是最主要的浆纱性能^[9]。

在综合评价法中权重体现了每项指标在指标体系中的重要程度,是评价过程中的一个极其重要的因素。依据模糊数学逻辑分析各因素权重之和 $\sum_{i=1}^m a_i = 1$, 在因素较多时使单因素隶属度降低严重,从而使数学模型不能发挥很好的作用。但是当因素不多时仍可取 $\sum_{i=1}^m a_i = 1$, 目前大多运用归一化来解决这个问题。实验数据处理前经过了归一化整理,因此可取 $\sum_{i=1}^m a_i = 1$ 。

综上所述,根据对浆料性能影响力的大小,浆膜评价的主要指标断裂强度、断裂伸长率、耐磨性的权重分别取 0.10,0.45,0.45,浆纱性能的主要指标增强率、减伸率、增磨率及毛羽降低率的权重分别取 0.10,0.10,0.40,0.40。

3 数学模型建立及数据处理

采用小型浆纱机对 C/T(65/35)14.5 tex 单纱进行上浆。利用 HD021N 型电子单纱强力仪测试纱线断裂强力、断裂伸长率、断裂强度等指标;在 Y731 型抱

合力仪上测试上浆纱耐磨性;用 YG171B-1 型纱线毛羽测试仪测定和分析纱线毛羽指标,对纱线中毛羽的长短、数量及分布进行自动测试和统计分析。待评价的 4 种浆料浆膜及其上浆纱的性能测试数据如表 1、表 2 和表 3 所示。

表 1 浆料的浆膜性能

品 种	断裂强度 /N·mm ²	断裂伸长率 /%	耐磨性 /mg
氧化淀粉	33.25	3.8	0.76
淀粉复合浆料	34.56	16.3	0.45
Fz-2	34.45	2.3	0.81
丙烯酸浆料	34.09	6.7	0.53

表 2 上浆纱断裂强力和断裂伸长率测试值

品 种	断裂强力 /cN	断裂伸长率 /%	断裂强度 /cN·tex ⁻¹	平均耐磨次数/次
氧化淀粉	280.06	9.62	21.54	48
淀粉复合浆料	321.46	7.85	24.73	57
Fz-2	265.32	5.23	19.69	43
丙烯酸浆料	295.35	6.45	20.17	50

表 3 上浆纱毛羽测试值 单位:根·m⁻¹

毛 羽/mm	1	2	3	4	5	6	7	8
氧化淀粉	21.25	15.30	2.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
淀粉复合浆料	2.80	0.45	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fz-2	36.85	10.50	4.25	1.55	0.65	0.30	0.00	0.00
丙烯酸浆料	3.20	0.55	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

3.1 浆膜性能评价模型及数据处理

将汇总的浆膜性能消除量纲,进行归一化处理后的结果见表 4。

表 4 浆料浆膜性能指标归一化处理结果

品 种	断裂强度 /N·mm ²	断裂伸长率 /%	耐磨性 /mg
氧化淀粉	0.24	0.13	0.29
淀粉复合浆料	0.25	0.56	0.17
Fz-2	0.25	0.08	0.32
丙烯酸浆料	0.25	0.23	0.20

由表 4 得出模糊矩阵为

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.24 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.13 & 0.56 & 0.08 & 0.23 \\ 0.29 & 0.17 & 0.32 & 0.20 \end{pmatrix}$$

计算综合性能指标:

$$R_1^* = (0.1 \quad 0.45 \quad 0.45) \times \begin{pmatrix} 0.24 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.13 & 0.56 & 0.08 & 0.23 \\ 0.29 & 0.17 & 0.32 & 0.20 \end{pmatrix} = (0.21 \quad 0.35 \quad 0.20 \quad 0.22)$$

3.2 浆纱性能评价模型及数据处理

4 种浆料的上浆纱性能测试数据见表 2、表 3,进行

归一处理的结果见表5。

表5 涤棉上浆纱性能指标归一化处理结果

品种	增强率 /%	减伸率 /%	增磨率 /%	毛羽降低 率/%
氧化淀粉	0.19	0.17	0.23	0.20
淀粉复合浆料	0.41	0.24	0.33	0.32
Fz-2	0.12	0.34	0.18	0.14
丙烯酸浆料	0.27	0.25	0.25	0.32

由表5得出模糊矩阵为

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.19 & 0.41 & 0.12 & 0.27 \\ 0.17 & 0.24 & 0.34 & 0.25 \\ 0.23 & 0.33 & 0.18 & 0.25 \\ 0.20 & 0.32 & 0.14 & 0.32 \end{pmatrix}$$

计算综合性能指标:

$$R_2^* = (0.1 \quad 0.1 \quad 0.4 \quad 0.4) \times \begin{pmatrix} 0.19 & 0.41 & 0.12 & 0.27 \\ 0.17 & 0.24 & 0.34 & 0.25 \\ 0.23 & 0.33 & 0.18 & 0.25 \\ 0.20 & 0.32 & 0.14 & 0.32 \end{pmatrix} \\ = (0.21 \quad 0.33 \quad 0.17 \quad 0.28)$$

从以上两方面评价数据可直观看出,4种浆料的上浆性能指标优劣排序为:淀粉复合浆料>丙烯酸浆料>氧化淀粉>Fz-2。考虑到影响上浆纱可织性的因素繁多,以及所使用的一些评价浆纱可织性指标之间存在很大的相关性,即使采用模糊数学综合评判法等较为先进的预测技术,由此就对经纱织造断头率进行预测还是存在一定的难度。不过对本试验4种纱样在放样实验室进行的小样织造表明,上机织造效果及其后期测试结果与本评价结果是一致的。

4 结语

根据目前行业专家、学者的普遍看法及生产实践结果,以耐磨性和毛羽类等指标来对浆料的浆纱性能进行模糊综合评判,从本评价结果及其后期样品试织效果看,是可以较为准确地评估浆料的浆纱性能的,有一定的科学有效性。

参考文献:

- [1] ITT researcher. Diagnostic tests predict weaving performance[J]. Textile World, 1984, 134(11): 79-80.
- [2] P K Hari, T A Subramanian, S K Aggarwal. Weavability-dependence on yarn quality and sizing[J]. Textile Asia, 1987, 18(2): 16-24.
- [3] B K Behera, V K Joshi. Improving weavability[J]. Synthetic Fibres, 2000, 29(3): 5-16.
- [4] 汪学塞. 模糊数学在纺织工业中的应用[M]. 北京: 开益出版社, 1992. 16-18.
- [5] 彭祖赠, 孙韞玉. 模糊数学及其应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.
- [6] 杨纶标, 高英仪. 模糊数学原理及应用[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2005. 6.
- [7] 涂齐亮, 王清. 模糊综合评判在岩体质量分类中的应用[J]. 山西建筑, 2007, (7), 1-2.
- [8] 周永元. 浆料化学与物理[M]. 北京: 纺织工业出版社, 1989.
- [9] 高卫东, 范雪荣, 王鸿博, 等. 浆料上浆性能评价指标初探: 由浆液与浆膜性能评价浆料的上浆性能[J]. 棉纺织技术, 1998, (10): 5-7.

Fuzzy Comprehensive Evaluation Method of Size Performance

WANG Fei-long¹, LIU Ai-hua²

(1. Shaanxi Industrial Vocational College, Xianyang 712000, China;

2. Tibet University for Nationalities, Xianyang 712082, China)

Abstract: The influences factors of three size film performances and four sizing yarn properties on sizing yarn weavability were selected as measures. The film performances and sizing yarn properties for tested size were evaluated through the fuzzy mathematics comprehensive evaluation method. It was considered that this method could evaluated the actual sizing yarn performances more accurately.

Key words: size performance; weavability of sizing yarn; performance index; fuzzy comprehensive evaluation