

文章编号 :0253-9721(2007)03-0027-04

# 超细纤维织物清洁性能的评价

高铭<sup>1</sup>,朱平<sup>1</sup>,董瑛<sup>2</sup>

(1. 青岛大学 化学化工和环境学院, 山东 青岛 266071; 2. 华润纺织集团公司, 上海 200086)

**摘要** 为了客观评价超细纤维织物的综合清洁性能,设计了除尘性、除菌性、吸水性、吸油等织物清洁效果及纤维脱落和毛效的测试方法,对超细纤维织物的清洁性能进行了相应的测试。运用模糊数学方法建立了综合清洁效果评价体系,并对若干超细纤维织物的清洁效果进行了综合评价。结果表明:超细纤维织物的清洁效果好于纯棉织物,FBZ 织物的清洁效果在各种超细纤维织物中最佳;同类组织结构的超细纤维织物的清洁效果基本相同;利用模糊数学评价体系评价超细纤维织物的清洁性能准确、可行。

**关键词** 超细纤维; 织物; 清洁性能; 模糊数学; 评判体系

中图分类号: TS190.646 文献标识码: A

## Evaluation of cleaning functions of fabrics made of superfine fibers

GAO Ming<sup>1</sup>, ZHU Ping<sup>1</sup>, DONG Ying<sup>2</sup>

(1. College of Chemical Engineering & Environment, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China;  
2. China Resource Textile Holding Company, Shanghai 200086, China)

**Abstract** In order to assess objectively the comprehensive cleaning functions of superfine fiber fabrics, testing methods aiming at dust removing rate, sterilization, water absorbance, oil absorbance, fiber falling off and water capillary effect were designed and used respectively in the assessment of cleaning functions of knit fabrics made of superfine fibers. Evaluation system of cleaning functions was created, on the basis of test results mentioned above, by fuzzy mathematics, with which seven kinds of target superfine fiber fabrics were evaluated for their cleaning functions. Results show that the cleaning functions of superfine fiber fabrics is much better than that of cotton fabrics, whereas FBZ fabric ranks the first among the superfine fiber fabrics. Superfine fiber fabrics with similar texture and design exhibit almost the same in cleaning functions. It is feasible and reliable to use the established fuzzy mathematics system to evaluate the cleaning functions of superfine fiber fabrics.

**Key words** superfine fiber; fabric; cleaning function; fuzzy mathematics; evaluation system

我国超细纤维的生产在国际和国内市场的推动下得到了较快的发展,全国超细纤维的产能已超过 100 kt/a,这其中相当部分用于了清洁织物的生产,主要是利用了超细纤维优异的清洁性能<sup>[1-2]</sup>,但如何较为客观地评价超细纤维织物的清洁性能,为超细纤维的开发生产和实际应用提供科学依据,成为亟待解决的问题。

日本纺织检验协会曾采用擦除薄膜上的细菌数的方法来测定超细纤维织物的除菌性能,瑞典 AK

实验室也曾采用类似的方法,确定了 AK Lab M60 标准实验,测定超细纤维织物的除菌性。瑞典国家测试研究所能源技术部的循环和室内气候研究小组,根据瑞典 SS 627801《清洁质量评价中的清洁质量测量系统》标准,对超细纤维织物的除尘性进行过测定。ISO 8502—3 标准中采用了胶带法对固体表面洁净度进行评价实验。采用这些方法均能反映出超细纤维织物的清洁性能,但因为各个方法的侧重点不同,不能全面地表征超细纤维织物的清洁性能。

收稿日期:2006-10-11 修回日期:2006-11-21

作者简介:高铭(1957—),男,博士生。主要研究领域为纺织新材料的研究开发、纺织品印染技术和工艺研究。E-mail: gaoming100cn@163.com.

# 1 实验部分

## 1.1 材料和仪器

试样选用国内不同生产厂商的清洁织物,具体规格见表 1。其中织物 A, B, C, D 均为珍珠面经编毛圈针织物, E, F 为 FBZ-KF4 经编毛圈针织物, G 为 FBZ-KF2 经编针织物。

表 1 实验用超细纤维织物

Tab.1 Tested superfine fiber fabrics

编号	纱线种类	纱线线密度/dtex	织物面密度/(g·m <sup>-2</sup> )	织物密度(经×纬)/(根·(10 cm) <sup>-1</sup> )
A	棉纱	278	405	50×25
B	涤锦复合超细纤维	165	350	42×25
C	涤锦复合超细纤维	165	350	56×26
D	涤锦复合超细纤维	165	345	41×30
E	棉纱	278	323	37×33
F	涤锦复合超细纤维	165	290	40×28
G	涤锦复合超细纤维	165	330	72×36

实验药品: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (CP, Fe 含量 69.8% ~ 70.1%), 天津市博迪化工有限公司; 大豆色拉油, 青岛嘉里植物油有限公司。

仪器: BSI10S 型塞多利斯电子天平, 101A-2 型干燥箱, EL-400 气动实验轧车, LFT-201D 型多功能织物强力机, LFY-215 型毛细效应仪。

## 1.2 测试方法

### 1.2.1 吸尘性

将试样、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和直径 6.35 mm 的 5 个钢球放入玻璃烧杯内, 用玻璃棒充分搅拌约 10 min, 取出试样, 轻轻抖动, 除去附着在织物上多余的 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 用电子天平称量吸收 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 后的试样质量 (g)。以每克织物吸附 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的量评价织物的干态除尘能力<sup>[3]</sup>。

$$\text{织物吸尘量} = \frac{\text{吸附后织物质量} - \text{吸附前织物质量}}{\text{吸附前织物质量}}$$

### 1.2.2 吸水性

将烘干、恒重的织物 (12 cm × 9 cm) 用 20 ~ 25 °C 水充分浸湿后, 用轧车在一定压力 (0.5 mPa) 和车速 (5 m/min) 下轧除水分, 称量织物质量。用吸水率评价织物的吸水性。

$$\text{吸水率} = \frac{\text{织物湿重} - \text{织物干重}}{\text{织物干重}} \times 100\%$$

### 1.2.3 毛细效应

沿着试样的经向剪 3 条长约 30 cm, 宽不小于 2.5 cm 的试样, 然后将其放置在温度约为 20 °C, 相对湿度约为 65% 的标准大气条件下于 24 h 后根据

FZ/T 01071 —1999 标准进行测试。

### 1.2.4 纤维脱落性

试样 (15 cm × 10 cm) 平放于桌面, 用透明胶带沿织物纵向粘结织物, 经玻璃板 (14 cm × 9 cm) 施压 (2 N) 5 min 后, 用多功能织物强力机将织物和胶带进行剥离。数码相机拍摄剥离后胶带上的残留纤维分布, 并计出纤维脱落的数目。

### 1.2.5 吸油性

利用称量法来定量测定吸油性<sup>[3]</sup>。将一定量的油剂滴于垫板 (12 cm × 10 cm) 上, 再将清洁布试样 (5 cm × 5 cm) 覆盖在上面, 加以同等的压力 (2 N), 经 5 min 后撤除上面压板, 称得织物的质量, 计算出清洁布试样的吸油量。

$$\text{织物吸油量} = \frac{\text{吸油后织物质量} - \text{吸油前织物质量}}{\text{吸油前织物质量}}$$

### 1.2.6 除菌性

移取 0.2 mL 含金黄色葡萄球菌的菌液 (CFU = 10<sup>5</sup> ~ 10<sup>6</sup>/mL) 于无菌玻璃上, 用 10 cm × 10 cm 的无菌超细纤维织物擦拭玻璃表面。分别测试擦拭前后玻璃表面的细菌数, 计算得到织物的除菌有效值。

$$\text{除菌有效值} = \lg(A/B)$$

其中: A 为擦拭前玻璃表面的细菌数; B 为擦拭后玻璃表面的细菌数。

参照日本纤维协会 SEK 标准, 除菌有效值 > 2.2 时, 即可认为该清洁织物具有除菌性, 测试结果记为 1, 否则为 0。

# 2 结果与讨论

## 2.1 清洁效果评价体系

影响超细纤维织物清洁效果的因素很多, 用传统数学的方法来评价清洁织物的清洁效果受到较多的制约, 缺乏准确的量化指标, 无法进行全面精确的分析。而采用模糊数学<sup>[4-6]</sup>中的综合评判, 则可将许多定性因素转化为定量分析, 使得分析更加全面和精确, 结果较为客观。其基本原理是把模糊概念定量化, 清洁效果的指标规格化, 使其具有运算性, 这其中的关键是确立因素权重分配的权向量和建立综合品质指标的模糊关系矩阵。

综合评判模型为:

$$B = (B_1 \ B_2 \ B_3 \ \dots \ B_m) =$$

$$A \times R =$$

$$(A_1 \ A_2 \ A_3 \ \dots \ A_m) \times \begin{pmatrix} R_{11} & \dots & R_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ R_{m1} & \dots & R_{mn} \end{pmatrix}$$

式中:  $R$  为综合品质指标的模糊关系矩阵, 其中的每一个元素由规格化公式计算出, 每行元素为不同织物规格化的同一种清洁性能指标值, 每列元素为同一织物规格化的各种清洁性能指标值;  $A$  为各因素权重分配的权向量, 其中的每一个元素为各性能指标在清洁效果方面所占的比例或者说重要性的程度, 且  $\sum_{i=1}^n A_i = 1$ ;  $B$  为综合评判的结果, 其中的每个元素  $B_i$  为计算所得某种织物的综合清洁性能值, 且  $B_i = A_1 R_{1i} + A_2 R_{2i} + A_3 R_{3i} + \dots + A_m R_{mi}$ , 其值越大, 说明这种织物的清洁效果越好。

按规格化处理, 利用下式得出在  $[0, 1]$  闭区间上的综合品质指标的模糊关系矩阵  $R$ 。

$$\frac{X_j - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \text{ 或 } 1 - \frac{X_j - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

其中:  $X_j$  为某种清洁性能指标的任意值, 即表 2 中某一列的任意值;  $X_{\min}$  为对应的某种清洁性能指标的最小值, 即表 2 中对应某一列的最小值;  $X_{\max}$  为对应的某种清洁性能指标的最大值, 即表 2 中对应的

$$R = \begin{pmatrix} 0.000\ 0 & 0.262\ 0 & 0.300\ 0 & 0.664\ 1 & 0.021\ 0 & 1.000\ 0 & 0.704\ 5 \\ 0.273\ 1 & 0.981\ 4 & 0.880\ 7 & 0.684\ 2 & 0.000\ 0 & 0.860\ 0 & 1.000\ 0 \\ 0.997\ 9 & 0.481\ 1 & 0.794\ 4 & 0.552\ 1 & 0.963\ 2 & 1.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ 0.000\ 0 & 0.425\ 3 & 0.724\ 1 & 0.532\ 0 & 0.661\ 7 & 0.789\ 8 & 1.000\ 0 \\ 0.226\ 5 & 0.876\ 5 & 0.977\ 9 & 0.906\ 1 & 0.000\ 0 & 1.000\ 0 & 0.585\ 6 \\ 0.000\ 0 & 1.000\ 0 & 1.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 1.000\ 0 & 1.000\ 0 \end{pmatrix}$$

$$B = AR = (0.113\ 5 \quad 0.585\ 7 \quad 0.669\ 4 \quad 0.559\ 7 \quad 0.187\ 9 \quad 0.937\ 0 \quad 0.805\ 2)$$

由综合评判的结果  $B$  可知所测 7 种织物清洁性能的优劣依次是  $F > G > C > B > D > E > A$ , 即 FBZ-KF4 经编毛圈织物 ( $F$ ) > FBZ-KF2 经编平面织物 ( $G$ ) > 珍珠面经编毛圈织物 ( $C, B, D$ ) > 纯棉经编针织物 ( $E, A$ )。这与实际应用结果是一致的, 完全符合实际情况。由此知超细纤维织物的清洁性能要远远优于棉织物, 超细纤维织物中 FBZ-KF4 经编毛圈织物的清洁性能最好。从模糊关系矩阵  $R$  可知, 影响 FBZ-KF4 织物清洁性能的指标都较为平均, 织物的清洁性能最稳定, 这也与实际应用结果一致。

结果表明, 织物  $B, C, D$  虽均为珍珠面经编毛圈针织物, 其清洁性能存在一定的差别, 但差别较小。根据本文建立的评价体系得出的结果还显示, 超细纤维织物中, 同种组织结构织物的清洁性能接近, 不同组织结构织物的清洁性能有着较大差异。

某一列的最大值。

根据清洁织物要求和实际测试评估, 实验设定权重分配的权向量  $A = (0.35 \ 0.15 \ 0.05 \ 0.20 \ 0.10 \ 0.15)$ , 即除尘性、毛细效应、吸水率、吸油性、纤维脱落性和除菌性这 6 项性能指标在清洁效果方面所占的比例分别为 0.35, 0.15, 0.05, 0.20, 0.10, 0.15。

### 2.2 织物清洁效果评价

运用上述综合评判体系对 7 种超细纤维织物的清洁效果进行评价, 结果见表 2。

表 2 织物清洁性能测试结果

Tab.2 Test results on cleaning effect of fabrics

织物编号	吸尘量/ ( $g \cdot g^{-1}$ )	吸水率/ %	毛效/( $cm \cdot$ (30 min) $^{-1}$ )	吸油量/ ( $g \cdot g^{-1}$ )	纤维脱 落量/根	除菌有 效值
A	0.295 6	82.91	6.32	0.144 9	220	0
B	0.656 3	73.08	16.17	0.170 8	90	1
C	0.708 4	79.04	16.00	0.189 0	84	1
D	1.209 8	74.43	12.87	0.177 3	203	0
E	0.324 5	82.25	1.97	0.185 2	261	0
F	1.672 1	82.95	15.67	0.193 0	80	1
G	1.265 3	63.93	17.90	0.205 8	155	1

### 3 结 论

1) 在若干超细纤维织物性能指标测试结果的基础上, 采用模糊数学的方法建立了超细纤维织物清洁效果的综合评价体系, 将许多定性因素转化为定量分析, 使模糊概念定量化, 清洁效果指标规格化, 得到了超细纤维织物的综合清洁效果评价结果。

2) 根据超细纤维织物的特点和实际应用需要, 综合评价体系中设计了干态  $Fe_2O_3$  模拟除尘性、吸油性、毛细效应和浸轧吸水性等方法, 同时还设计了织物强力机胶带剥离法测纤维脱落性、平面摩擦法测除菌性等新的清洁性能测试方法, 较全面地反映了织物的清洁性能。

3) 由综合评价结果得出, 在特定的权重分配权向量条件下, FBZ-KF4 超细纤维经编毛圈针织物

的清洁效果最好,超细纤维织物的清洁效果大大好于纯棉织物。同类组织结构的超细纤维织物的清洁性能相近。

4) 实验中权重分配的权向量是根据实际应用要求和织物特征来确定的,引入了部分主观因素,这有待于进一步探讨和研究。

FZXB

#### 参考文献:

- [ 1 ] 王妮. 超细纤维的生产与应用[ J ]. 棉纺织技术, 2001, 7(35) :11 - 13 .
- [ 2 ] 王鸿博,钱坤. 超细纤维清洁布的生产技术[ J ]. 丝绸, 2003, 3(11) :7 - 8 .
- [ 3 ] 韩燕,高铭. 涤锦复合超细纤维碱法裂离工艺[ J ]. 印染, 2006(4) :10 - 12 .
- [ 4 ] 黄兴海. 模糊数学与数学教学[ J ]. 兰州工业高等专科学校学报, 2003, 10(4) :51 .
- [ 5 ] 王守兰,武少华,焦倩. 清洁生产评价方法——模糊数学法[ J ]. 北京工业大学学报, 2005, 31(1) :109 .
- [ 6 ] 汪学骞. 模糊数学在纺织工业中的应用[ M ]. 香港:开益出版社, 1992 :37 .