

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017050200304

# 基于灰色近优模型针织 T 恤衫面料性能评价

吴国辉<sup>1</sup> 程浩南<sup>1 2</sup>

(1. 江西服装学院, 江西 南昌 330201; 2. 江西省现代服装工程技术研究中心, 江西 南昌 330201)

**摘要:**以玉石纤维、天丝和竹炭纤维为原料,通过改变面料成分、组织结构和密度,设计9款针织T恤衫面料,并测试其10项性能指标。利用灰色近优模型综合评价的方法,计算面料性能指标的近优度,比较各种针织面料的综合服用性能。结果表明:夏季针织T恤衫面料采用1+1罗纹组织,成分为天丝/玉石纤维50/50,横密、纵密分别为90列/(5 cm)、80行/(5 cm)时,综合性能的近优度最接近1,在设计的9款针织面料中综合服用性能最好。在10项测试指标中,纵向弹性对综合性能影响最大,对近优度的关联度数值为0.775 8;纵向吸湿性对综合性能影响最小,对近优度的关联度数值为0.587 3。

**关键词:**灰色近优模型; T恤衫; 近优度; 服用性能

中图分类号: TS 101.923, R 443.8

文献标志码: A

## Research on the performance evaluation of summer knitted T-shirt based on grey optimal model

WU Guohui<sup>1</sup>, CHENG Haonan<sup>1 2</sup>

(1. Jiangxi Institute of Fashion Technology, Nanchang, Jiangxi 330201, China; 2. Jiangxi Provincial Modern Research Center of Clothing Engineering Technology, Nanchang, Jiangxi 330201, China)

**Abstract:** Based on the changes of fabric composition, structure and fabric density, 9 knitted fabrics and 10 properties of fabrics were tested, that the fabric blended with jade fiber, tencel and bamboo charcoal fiber. The gray and near-excellent comprehensive evaluation method was used to analyze and calculate fabric performance test indicators of the near-excellent, compared the comprehensive performance of various knitted fabrics. The results showed that the knitted T-shirt fabric used in the summer was 1 + 1 ribbed fabric, the ratio of the fabric composition tencel/jade fiber was 50/50, and the horizontal and vertical density was 90 and 80 general classifier every 5 cm respectively. The closest to 1, in the design of 9 knitted fabrics in the overall performance was the best. Among the 10 test indexes, the longitudinal elasticity had the greatest effect on the comprehensive performance, and the correlation degree of the near-excellent degree was 0.775 8. The vertical hygroscopicity had the least effect on the comprehensive performance, and the correlation degree of the near-excellent degree was 0.587 3.

**Keywords:** grey optimal model; T-shirt; premium degree; fabric wearability

针织T恤衫因其宽松的结构和良好的透气性在夏季服装市场中占据着重要的位置<sup>[1]</sup>。夏季T恤衫常用纯棉面料,具有很好的亲肤性、透气性和吸湿性,且性价比较高。在炎热的夏季环境中,基本可

以满足消费者需求。但是,随着生活水平的不断提高,人们对夏季T恤衫综合性能的要求越来越高<sup>[2]</sup>。特别是随着一些新型纤维的研发成功,赋予了夏季服装面料更加凉爽和亲肤的触觉感受,为人们在炎热夏天增加丝丝清凉<sup>[3]</sup>。本文设计一款夏季防汗液T恤衫,选用玉石纤维、天丝和竹炭纤维为原料,通过改变面料成分、组织结构和密度,设计9款针织面料,并测试面料的多项性能指标,利用灰色近优综合评价的方法进行分析,计算面料性能测

收稿日期: 2017-5-31

基金项目: 江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ161207)

第一作者简介: 吴国辉, 副教授, 硕士, 主要从事服装艺术设计研究。通信作者: 程浩南, E-mail: chenghaonna@126.com。

试指标的近优度,比较各种针织面料的综合服用性能,为夏季T恤衫面料的设计提供理论参考。

## 1 试验

### 1.1 试验面料

试验选用的9种针织T恤衫面料,均为自织小样,面料规格见表1。

表1 针织T恤衫面料规格

| 试样编号 | 面料成分          | 组织结构  | 横密/<br>(列·<br>(5 cm) <sup>-1</sup> ) | 纵密/<br>(行·<br>(5 cm) <sup>-1</sup> ) |
|------|---------------|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1#   | 玉石纤维/天丝/100/0 | 纬平针   | 64                                   | 110                                  |
| 2#   | 玉石纤维/天丝/65/35 | 1+1罗纹 | 91                                   | 87                                   |
| 3#   | 玉石纤维/天丝/50/50 | 双罗纹   | 107                                  | 80                                   |
| 4#   | 竹炭纤维/天丝/100/0 | 1+1罗纹 | 90                                   | 86                                   |
| 5#   | 竹炭纤维/天丝/65/35 | 双罗纹   | 87                                   | 107                                  |
| 6#   | 竹炭纤维/天丝/50/50 | 纬平针   | 78                                   | 120                                  |
| 7#   | 天丝/玉石纤维/100/0 | 双罗纹   | 71                                   | 80                                   |
| 8#   | 天丝/玉石纤维/65/35 | 纬平针   | 71                                   | 110                                  |
| 9#   | 天丝/玉石纤维/50/50 | 1+1罗纹 | 90                                   | 80                                   |

### 1.2 测试方法

#### 1.2.1 接触冷暖感测试

主要测试夏季针织T恤衫面料使用过程中的接触凉感,其是面料和人体接触过程中面料传递人体所产生热量的能力。测试采用KES-F7型冷暖感测试仪(日本KATO TEKKO公司),测试指标为最大瞬态热流量 $Q_{\max}$ 。

#### 1.2.2 抗菌性测试

夏季服装在穿着使用过程中,因温度较高容易出汗,而人体汗液如果不能及时传导出去容易产生金黄色葡萄球菌S. A及大肠杆菌E. coli,影响服装的穿着舒适性。所以,夏季针织T恤衫面料进行抗菌性测试对于面料的应用具有重要作用。试验按照GB/T 20944.1—2007《纺织品 抗菌性能的评价 第1部分:琼脂扩散法》进行,测试指标为抑菌带宽度。

#### 1.2.3 吸湿快干性测试

针织T恤衫面料的吸湿快干性能直接影响服装的触觉舒适性。因为夏季温度过高,穿着者在运动后,身体会产生大量的热量散失,伴随着大量汗液的排除,容易造成服装与人体皮肤之间的微小气候区处于高温高湿状态,面料的吸湿快干性能不佳会造成穿着者的舒适感明显下降。吸湿性测试参照FZ/T 01071—2008《纺织品 毛细效应试验方法》,采用LFY-215毛细管效应测试仪(山东纺织科学研究

院)测试,测试指标为芯吸高度;针织面料快干性按照GB/T 21655.1—2008《纺织品 吸湿速干性的评定 第1部分:单项组合试验法》进行测试。

#### 1.2.4 透气性测试

夏季面料的透气性对于舒适性的调节具有重要作用。面料的透气性不好,会因为人体热、湿不易排出而使人感到闷热不适。参照GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》,采用YG461E型数字式织物透气量仪(宁波纺织仪器厂)进行测试,测试指标为透气率。

#### 1.2.5 弹性测试

针织T恤衫面料的弹性直接影响其尺寸稳定性及穿着松紧程度。良好的弹性会提高面料的抗皱性和穿着舒适性。参照FZ/T 70006—2004《针织物拉伸弹性回复率试验方法》,采用YG(B)026G型电子织物强力机(大荣纺织仪器有限公司)进行测试,测试指标为弹性回复率。

#### 1.2.6 胀破性能测试

针织面料的胀破处会发生应力集中现象,导致胀破处周围有大量的线圈沿横向脱散,裂口沿纵向不断扩展,直接影响面料的使用寿命。按照GB/T 7742.1—2005《纺织品 织物胀破性能 第1部分:胀破强力和胀破扩张度的测试 液压法》,采用YG032H全自动织物胀破强力机(宁波纺织仪器厂)进行测试,测试指标为胀破强度。

## 2 结果与分析

### 2.1 测试结果

9种针织T恤衫面料性能测试结果如表2所示。

### 2.2 测试结果的灰色综合评价

#### 2.2.1 灰色近优模型的建立

灰色近优模型是建立在灰色理论基础上的的一种算法,而其中的灰色近优综合评价法计算工作量较小,对样本要求不高,且不需要指标的权重,在纺织服装性能评价过程中得到了较为广泛的应用<sup>[4-5]</sup>。运用灰色近优评价系统首先需建立灰矩阵 $R_{i \times j}$ 模型<sup>[6]</sup>,见式(1):

$$R_{i \times j} = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_i \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{1 \times 1} & \cdots & R_{1 \times j} \\ \vdots & & \vdots \\ R_{i \times 1} & \cdots & R_{i \times j} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: $R_{i \times j}$ 为第j种试样的第i个质量的灰元值; $C_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为面料性能测试指标;j为测试小样的种类。

将试验数据按式(1)进行有序排列,得到白灰化的矩阵 $\bar{R}_{i \times j}$ ,见式(2):

表2 针织T恤衫面料性能测试结果

| 试样<br>编号 | 接触冷暖<br>感 $Q_{max} /$<br>( $W \cdot m^{-1}$ ) | 抑菌带宽度/cm         |                 | 芯吸高度/mm |       | 蒸发速率/<br>( $g \cdot h^{-1}$ ) | 透气率/<br>( $mm \cdot s^{-1}$ ) | 弹性回复率/% |      | 胀破强<br>度/kPa |
|----------|---|------------------|-----------------|---------|-------|-------------------------------|-------------------------------|---------|------|--------------|
|          |   | 金黄色葡萄<br>球菌 S. A | 大肠杆菌<br>E. coli | 横向      | 纵向    |                               |                               | 横向      | 纵向   |              |
|          |   |                  |                 |         |       |                               |                               |         |      |              |
| 1#       | 0.122   | 0.46             | 0.43            | 12.95   | 11.15 | 0.095                         | 1 265.1                       | 40.8    | 54.4 | 163          |
| 2#       | 0.097   | 0.31             | 0.27            | 12.91   | 12.15 | 0.120                         | 1 012.1                       | 57.5    | 55.6 | 367          |
| 3#       | 0.118   | 0.28             | 0.30            | 12.78   | 14.28 | 0.118                         | 1 013.8                       | 58.6    | 70.2 | 463          |
| 4#       | 0.085   | 0.11             | 0.12            | 11.95   | 9.78  | 0.322                         | 786.9                         | 72.2    | 67.7 | 273          |
| 5#       | 0.081   | 0.13             | 0.07            | 11.68   | 10.91 | 0.195                         | 686.1                         | 74.6    | 70.4 | 322          |
| 6#       | 0.095   | 0.08             | 0.18            | 14.41   | 10.82 | 0.149                         | 631.2                         | 77.5    | 67.6 | 306          |
| 7#       | 0.110   | 0.18             | 0.12            | 13.65   | 11.51 | 0.091                         | 740.1                         | 78.7    | 78.6 | 552          |
| 8#       | 0.105   | 0.27             | 0.28            | 14.01   | 11.45 | 0.118                         | 1 001.8                       | 71.5    | 65.9 | 396          |
| 9#       | 0.111   | 0.25             | 0.33            | 13.41   | 13.21 | 0.109                         | 1 270.2                       | 60.2    | 66.5 | 412          |

$$\bar{R}_{ij} = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ C_i \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{R}_{i \times 1} & \cdots & \bar{R}_{i \times j} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{R}_{i \times 1} & \cdots & \bar{R}_{i \times j} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中:  $\bar{R}_{ij}$  是指第  $j$  种试样的第  $i$  个质量的白化灰元值。由于针织T恤衫面料性能评价指标较多,且每个测试指标的单位不同,意义不同,无法进行有效的统一评价分析<sup>[7]</sup>。因此需要借助无量纲处理的方法将白化灰元值映射到  $[0, 1]$  区间上,用白化灰元值的效果测度取代白化灰元值,得到近优白化灰矩阵  $\bar{R}'_{ij}$ <sup>[8]</sup>。白化灰元的效果测度一般采用单点效果测度进行换算,该换算包括上限效果测度换算(应用于越大越优型指标)、下限效果测度换算(应用于越小越优型指标)和中心效果测度换算(应用于适中型指标)3种方式<sup>[9]</sup>。

上限效果测度换算为:

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\bar{R}_{ij}}{\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_{max}\}} \quad (3)$$

式中:  $\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_{max}\} = \max\{\bar{R}_{i \times 1}, \bar{R}_{i \times 2}, \dots, \bar{R}_{i \times j}\}$ 。

下限效果测度换算为:

$$\bar{R}'_{10 \times 9} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \\ C_7 \\ C_8 \\ C_9 \\ C_{10} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0.793 & 0.967 & 0.694 & 0.661 & 0.777 & 0.901 & 0.860 & 0.909 \\ 1 & 0.636 & 0.705 & 0.300 & 0.182 & 0.432 & 0.295 & 0.660 & 0.773 \\ 1 & 0.660 & 0.617 & 0.255 & 0.300 & 0.191 & 0.404 & 0.596 & 0.553 \\ 0.899 & 0.896 & 0.887 & 0.830 & 0.811 & 1 & 0.947 & 0.972 & 0.931 \\ 0.781 & 0.851 & 1 & 0.685 & 0.764 & 0.757 & 0.806 & 0.803 & 0.939 \\ 0.299 & 0.373 & 0.370 & 1 & 0.608 & 0.466 & 0.287 & 0.370 & 0.343 \\ 0.996 & 0.797 & 0.789 & 0.620 & 0.541 & 0.498 & 0.583 & 0.789 & 1 \\ 0.520 & 0.731 & 0.745 & 0.918 & 0.948 & 0.985 & 1 & 0.909 & 0.766 \\ 0.692 & 0.707 & 0.892 & 0.861 & 0.895 & 0.859 & 1 & 0.838 & 0.845 \\ 0.297 & 0.665 & 0.658 & 0.495 & 0.584 & 0.555 & 1 & 0.718 & 0.747 \end{bmatrix}$$

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_{min}\}}{\bar{R}_{ij}} \quad (4)$$

式中:  $\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_{min}\} = \min\{\bar{R}_{i \times 1}, \bar{R}_{i \times 2}, \dots, \bar{R}_{i \times j}\}$ 。

中心效果测度换算为:

$$\bar{R}'_{ij} = \frac{\min\{\bar{R}_{ij}, \mu_0\}}{\max\{\bar{R}_{ij}, \mu_0\}} \quad (5)$$

式中  $\mu_0$  为某一性能测试指标的平均值。

通过将试验测试数据换算为白化灰元值进行近优比较分析,得到近优度白化灰元行矩阵,见式(6):

$$\bar{R}'_s = S_j \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times 1}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times 2}, \dots, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{R}'_{i \times j} \right] \quad (6)$$

利用该矩阵进行近优计算,其数值越接近1,则说明面料测试性能的综合评价价值越高<sup>[10-11]</sup>。

### 2.2.2 灰色综合评价

由于试验所用性能测试的评价与测试指标之间存在正相关关系。所以面料所测性能数据选用上限效果测度方式换算为  $\bar{R}'_{10 \times 9}$ , 然后进行综合评价。

根据近优白化灰元行矩阵计算9种针织T恤衫面料的近优度 $\bar{R}'_s$ ,近优度值越接近1,说明所测面料综合性能的评价越好。近优度 $\bar{R}'_s$ 为:

$$\bar{R}'_s = S_j [S_1, S_2, \dots, S_9] = S_j \left[ \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \bar{R}'_{i \times 1}, \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \bar{R}'_{i \times 2}, \dots, \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \bar{R}'_{i \times 9} \right] = [0.7484, 0.7109, 0.7639, 0.6658, 0.6294, 0.6520, 0.7223, 0.7515, 0.7806]$$

对白化灰元近优度进行比较分析可知:9种面料所测性能的综合评价顺序为:5# < 6# < 4# < 2# < 7# < 1# < 8# < 3# < 9#。即针织T恤衫面料采用1+1罗纹组织,面料成分为天丝/玉石纤维50/50,横密、纵密分别为90列/(5cm)和80行/(5cm)时综合性能最好。

选用灰色关联分析各个测试量指标与近优度的关联度,得出各个测试量指标对性能综合评价的影响程度。面料性能测试数据分别对应*i*(*i*=1,2,⋯,10)个指标和*j*(*j*=1,2,⋯,9)个样品,即数据 $R_{i \times j}$ ,然后将近优度作为母序列,其余作为子序列。可知1#~9#试样母序列近优度依次为0.7484、0.7109、0.7639、0.6658、0.6294、0.6520、0.7223、0.7515和0.7806;然后通过计算得到接触冷暖感 $Q_{\max}$ 、对S.A及E.coli的抗菌性、横向吸湿性、纵向吸湿性、快干性、透气性、横向弹性、纵向弹性和胀破性能分别对近优度的关联度数值为0.6725、0.7095、0.6382、0.7081、0.5873、0.6913、0.7019、0.6587、0.7758和0.6467,说明在所测试的10项指标中,纵向弹性对综合性能影响最大(0.7758),纵向吸湿性对综合性能影响最小(0.5783)。

### 3 结 论

①9种针织T恤衫面料性能的综合评价近优度不相同,但差距不明显。其中采用1+1罗纹组织,面料成分天丝/玉石纤维50/50,横密和纵密分别为90列/(5cm)和80行/(5cm)的针织T恤面

料综合性能最好。

②利用优度的关联度分析方法分析各测试指标对综合性能评价的影响,接触冷暖感 $Q_{\max}$ 、对S.A及E.coli的抗菌性、吸湿性、纵向吸湿性、快干性、透气性、横向弹性、纵向弹性和胀破性能等10项测试指标对近优度的关联度数值差异不大,其中纵向弹性对综合性能影响最大,对近优度的关联度数值为0.7758;纵向吸湿性对综合性能影响最小,对近优度的关联度数值为0.5873。

### 参考文献:

- [1] 谢倩,蒋晓文,刘皎月.新型T恤面料热湿舒适性对比研究[J].上海纺织科技,2015,43(4):24-26.
- [2] 冯岚清,刘海月,杨小元.PorelR棉吸湿速干针织面料开发[J].针织工业,2017,44(1):4-6.
- [3] 程国磊,于建明,王玲,等.PorelR纤维织物热湿舒适性研究[J].针织工业,2014,41(6):23-25.
- [4] 王厉冰,胡心怡,齐素祯.灰色聚类分析在纺织材料性能综合评价中的应用[J].天津工业大学学报,2006,25(3):23-26.
- [5] 荆妙蕾,孙晶.几种织物风格和服用性能的灰色近优评价[J].棉纺织技术,2015,43(8):72-76.
- [6] 苏德保,李红霞.基于灰色近优法的蜂窝涤纶混纺针织物服用性能评价[J].毛纺科技,2014,42(2):57-61.
- [7] 荆妙蕾,李金.基于灰聚类方法的磁性纤维混纺织物湿舒适性评估[J].纺织学报,2013,34(5):35-40.
- [8] 尹方方,孙润军.棉/毛混纺织物接触舒适性的灰色近优评价[J].毛纺科技,2016,44(11):22-26.
- [9] 蔡薇琦,马崇启,阚永霞,等.灰色聚类分析在织物热学性能评价中的应用[J].纺织学报,2016,37(11):64-67.
- [10] 马顺彬.竹浆/棉交织力学性能的灰色聚类分析[J].现代丝绸科学与技术,2011,26(3):84-87.
- [11] 郑鹏程,汪学骞,陈翟.双模型互证法在评判休闲西裤外观保持性中的运用[J].纺织学报,2008,28(3):79-84.