

假发审美物性及其评价

刘让同^{1,2,3}, 田广策^{1,2,3}, 刘淑萍^{1,2,3}, 李亮^{1,2,3}

(1. 中原工学院 服装学院, 河南 郑州 450007; 2. 纺织服装产业河南省协同创新中心, 河南 郑州 450007; 3. 河南省功能纺织材料重点实验室, 河南 郑州 450007)

摘要:为了探究假发美感的物理基础,提出假发审美物性概念,采用主成分分析法研究假发审美内容和物理意义。通过仪器测试,获取假发9个方面的基本物理机械性能参数,得到4个相互独立的主成分。根据成分与物理机械性能之间的对应关系,分别定义为柔顺物性、垂坠物性、光泽物性和蓬松物性;以主成分各自贡献率为权重,建立审美物性综合值计算模型。审美物性综合值可以区分不同原料制作假发的适应性。阐述了不同假发区别形成的原料内因,认为涤纶和维纶等材料制作假发产品有一定优势。该研究结果可以为假发的选材、产品设计提供指导。

关键词:材料;假发;审美物性;主成分分析

中图分类号:TS 959.14 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2017)04-0283-05

Aesthetic Property of Wig and Its Evaluation

LIU Rangtong^{1,2,3}, TIAN Guangguo^{1,2,3}, LIU Shuping^{1,2,3}, LI Liang^{1,2,3}

(1. School of Fashion Technology, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China; 2. Henan Provincial Collaborative Innovation Center of Textile and Clothing, Zhengzhou 450007, China; 3. Henan Provincial Key Laboratory of Functional Textile Materials, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: In order to investigate the physical base and present the basic concept of aesthetic property of wig, the content and physical connotation are studied through principal component analysis (PCA). Through equipment testing, nine basic physical parameters of wig are obtained, and four independent principal components (Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4) are gained, respectively. The components are defined as soft property, drape property, luster property and fluffy properties. The calculation model of the comprehensive aesthetic property is established by the contribution ratio of principal component as weight respectively. Aesthetic property can distinguish the adaptability of different raw materials for wig. It is found that polyester and vinylon materials are good for wig product. These results can provide guidance for material selection and product design for wig.

Key words: material, wig, aesthetic property, principal component analysis (PCA)

随着人们整体着装意识的加强和对个性美的追求,假发其历史上身份地位的象征意义逐渐消失,现已成为人们对美和时尚潮流的追求内容之一,越来越被人们所接受^[1]。假发无论是装饰性还是功能性,其最终目的就是满足人们对自身整体美感的要求。假发美包括主观美感和审美物性两方面,假发的主观美感是自然人佩戴假发之后,假发跟随人体的运动或静止产生的不同形态以及假发

自身固有的物理机械性能作用于人的感觉器官所产生的综合效应,其内容包括柔顺感、光泽感、蓬松感和垂感4个方面^[2-3],而假发的审美物性是由假发材料、发型、颜色和形态等物理因素赋予假发以某种审美特质。究其根本主观美感是由假发自身的审美物性决定的,审美物性是主观美感的基础,因此文中从材料特性研究出发,分析和探讨假发的审美物性。

收稿日期:2017-03-12; 修订日期:2017-04-28。

基金项目:纺织服装产业河南省协同创新中心基金项目;河南省功能纺织材料重点实验室项目。

作者简介:刘让同(1966—),男,教授,硕士生导师。主要研究方向为新型纺织服装材料。Email:ranton@126.com

1 材料与方法

1.1 原料和仪器

1.1.1 试样 假发原料涉及人发、化纤、动物毛等^[4-6]。化纤丝类假发是用化纤制成,逼真度差,容易引起头皮发痒,不过价钱便宜、定型效果持久;真人发类假发是选用经过处理的纯真人发制作而成,逼真度高、不易打结、可以焗、染、烫,方便变换发型,价格较高、定性效果并不是太好^[6-7]。考虑到价格问题,文中选用化纤类发套。假发产品包括工艺发条、男士发块、女装假发、教习头等;款式选用女士中长发、直发、整顶发套。试样来源通过网络平台实现,随机选择不同的 10 家网络店铺,并选择符合要求的假发试样 10 顶,并对其进行编号。假发的规格见表 1。

表 1 假发的规格				
Tab.1 Basic parameters of wig samples				
试 样	颜 色	类 型	原 料	长度/cm
1	自然黑	哑光高温丝	涤纶	65
2	自然黑	高温丝	涤纶	67
3	自然黑	高温哑光丝	乙纶	60
4	自然黑	哑光高温丝	腈纶	72
5	自然黑	哑光高温丝	维纶	55
6	自然黑	哑光高温丝	丙纶	55
7	自然黑	哑光高温丝	氯纶	70
8	自然黑	哑光高温丝	腈纶	70
9	自然黑	哑光高温丝	锦纶	70
10	自然黑	哑光高温丝	维纶	68±3

1.1.2 仪器 LFY-224 织物光泽度测定仪、LFY-110 摩擦系数仪,山东纺织科学研究院仪器研究所制造;YG061-1500 强力仪,莱州电子仪器有限公司

表 3 标准化整理后的假发物理指标				
Tab.3 Normalized physical parameters of wigs				
试 样	$e_e/\%$	$J/\%$	$B/(\text{cm}^3/\text{g})$	μ
1	0.51	0.00	0.55	0.40
2	0.74	0.18	0.46	0.40
3	1.00	1.00	0.73	0.40
4	0.00	0.18	0.91	0.20
5	0.66	0.27	0.68	1.00
6	0.04	0.12	0.36	0.50
7	0.23	0.69	0.00	0.60
8	0.40	0.45	1.00	0.00
9	0.41	0.18	0.77	0.40
10	0.89	0.39	0.59	0.50

2.2 审美物性的主成分提取

审美物性的提取需通过主成分分析解决,就是将多个观测变量,通过线性组合转化为少数几项彼

制造;YG321 比电阻仪、YG362B 卷曲弹性仪,常州第二纺织仪器厂有限公司制造;JJ500 型电子天平,常熟双杰测试仪器厂制造;Y178 蓬松仪,西安精大检测设备有限公司制造。

1.2 测试指标及方法

通过分析研究,与假发审美物性相关的物理机械性能包括 9 个方面,即假发的弹性、蓬松性、表面摩擦、质量、发质厚度、静电、光泽、柔软程度和卷曲程度,其对应的物理测试指标和测试方法见表 2。

表 2 假发的物理测试指标和测试方法		
Tab.2 Physical parameters and test methods of wigs		
性 能	指 标	测试方法
弹性	弹性回复率 e_e	纤维的拉伸实验 ^[8-10]
柔软度	初始模量 E	纤维的拉伸实验 ^[8-10]
光泽	光泽度 G_e	FZ/T 01097—2006《织物光泽测试方法》
质量	细度 N_t	纤维细度测量-中段法 ^[8-10]
蓬松性	蓬松度 B	IWS TM265《羊毛的蓬松性与弹性》
发质厚度	整体周长 L	用皮尺测量周长
表面摩擦	摩擦系数 μ	纺织纤维摩擦性能测试 ^[8-10]
卷曲程度	卷曲度 J	纺织纤维的卷曲特征测定 ^[8-10]

2 结果与讨论

2.1 测试结果

通过对假发物理指标的测试,可以得到假发的物性参数,采用 min-max 方法对数据进行标准化整理,结果见表 3。

试 样	$e_e/\%$	$J/\%$	$B/(\text{cm}^3/\text{g})$	μ	线密度/tex	L/cm	$\rho_m/(\Omega \cdot \text{g}/\text{cm})$	$G_e/\%$	$E/(\text{cN}/\text{dtex})$
1	0.51	0.00	0.55	0.40	0.41	0.16	0.02	0.97	0.63
2	0.74	0.18	0.46	0.40	0.17	0	0.03	1.00	1.00
3	1.00	1.00	0.73	0.40	0.75	0.57	0.01	0.48	0.48
4	0.00	0.18	0.91	0.20	1.00	0.64	0.08	0.39	0.28
5	0.66	0.27	0.68	1.00	0.34	0.59	0.00	0.97	0.77
6	0.04	0.12	0.36	0.50	0.14	0.71	1.00	0.55	0.00
7	0.23	0.69	0.00	0.60	0.31	0.63	0.15	0.48	0.27
8	0.40	0.45	1.00	0.00	0.51	0.77	0.098	0.32	0.38
9	0.41	0.18	0.77	0.40	0.00	0.49	0.016	0.03	0.43
10	0.89	0.39	0.59	0.50	0.37	1.00	0.002	0.93	0.69

此不相关的综合变量,即主成分。主成分分析的本质是坐标的旋转变换,将原始 n 个变量重新线性组合,生成 n 个新变量,彼此间互不相关,称为 n 个

“成分”^[11]。按照方差最大化原则,保证第一个成分方差最大,然后依次递减^[11]。通常将初始特征值大于 1 的成分作为主成分。这 n 个成分是按照方差从大到小排列的,其中前 m 个成分包含原始变量的

大部分方差(即变异信息),故这 m 个成分就成为原始变量的“主成分”,涵盖原始变量的大部分信息。
通过对假发试样物理性能数据的分析,可以对假发审美物性的主成分提取,具体结果见表 4。

表 4 解释的总方差
Tab. 4 Total variance explained principal component analysis

成 分	初始特征值 ^a			旋转平方和载入		
	合 计	方差/%	累积贡献率/%	合 计	方差/%	累积贡献率/%
1	0.278	33.554	33.554	0.253	29.595	29.595
2	0.227	26.576	60.130	0.170	19.869	49.464
3	0.129	15.090	75.220	0.188	22.06	71.530
4	0.083	9.674	84.894	0.114	13.364	84.894
5	0.059	6.906	91.800			
6	0.037	4.279	96.079			
7	0.027	3.142	99.221			
8	0.005	0.577	99.797			
9	0.002	0.203	100.000			

由表 4 可以看出,假发的物理机械性能可以重新组合成多个成分,但其中有 4 个成分的累积贡献率达到 84.894%,故取前 4 个因子即可代表原始变量全部内容 84.894% 的信息,文中将这 4 个因子作为 4 个主成分以取代假发审美物性的原始变量,分别用 Y_1, Y_2, Y_3 和 Y_4 表示。

2.2 主成分的内涵

通过上述办法提取的主成分,虽然能够了解到其对假发的审美物性贡献率达到 84.894%,但具体每个成分到底代表什么物理意义还需要进一步研究。文中采用旋转成分矩阵方法对数据进行分析,探讨 4 个主成分与各个物理性能之间的关系,其结果见表 5 和表 6。

表 5 旋转成分矩阵
Tab. 5 Rotating component matrices of principal component analysis

物理性能	成 分			
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
弹性回复率 e_e	0.917			
初始模量 E	0.860			
质量比电阻 ρ_m	-0.809			
细度 N_l		-0.861		
摩擦系数 μ		0.727		
蓬松度 B		-0.653		0.546
光泽度 G_c			0.882	
卷曲度 J			-0.750	0.462
厚度 L				0.839

由表 5 可以看出,4 个主成分与物理机械性能之间有一些区分性的对应关系; Y_1 主要与初始模量、弹性回复率和质量比电阻有关; Y_2 主要与蓬松度、细度和摩擦系数相关; Y_3 与光泽度、卷曲度相关;而 Y_4 则与蓬松度、卷曲度和厚度相关。

主成分 Y_1 与初始模量和弹性回复率显著正相关,与质量比电阻显著负相关,这些特性集中反映了发丝的柔顺状态,因此将 Y_1 定义为柔顺物性,并根据表 6 成分系数矩阵得到

$$Y_1 = 0.439 \times e_e + 0.185 \times J + 0.051 \times N_l + 0.059 \times \mu + 0.049 \times B - 0.059 \times L - 0.301 \times \rho_m + 0.087 \times G_c + 0.263 \times E$$

(1)

表 6 成分得分系数矩阵
Tab. 6 Component score coefficient matrix of principal component analysis

物理性能	成 分			
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
弹性回复率 e_e	0.439	0.160	-0.171	0.054
卷曲度 J	0.185	0.217	-0.374	0.253
细度 N_l	0.051	-0.459	0.128	0.026
摩擦系数 μ	0.059	0.299	0.045	0.182
蓬松度 B	0.049	-0.335	0.208	0.455
厚度 L	-0.050	0.060	0.122	0.681
质量比电阻 ρ_m	-0.301	0.206	0.021	0.072
光泽度 G_c	0.087	0.128	0.772	0.386
初始模量 E	0.263	-0.028	0.094	-0.136

主成分 Y_2 与蓬松度和细度显著负相关,与摩擦系数显著正相关。这些参数集中反映了发丝的垂坠状态,因此将 Y_2 定义为垂坠物性,并根据表 6 成分系数矩阵得到

$$Y_2 = 0.160 \times e_e + 0.217 \times J - 0.459 \times N_l + 0.299 \times \mu - 0.335 \times B + 0.060 \times L + 0.206 \times \rho_m + 0.128 \times G_c - 0.028 \times E$$

(2)

主成分 Y_3 与光泽度显著正相关,与卷曲度显著负相关。卷曲度表征假发的卷曲数和卷曲波形态,这些影响假发的光泽均匀度,物体表面越平直、光滑,物体对光线的反射越均匀,光泽度则代表假发

发丝本身光泽的大小。因此将 Y_3 定义为光泽物性,并根据表 6 成分系数矩阵得到

$$Y_3 = -0.171 \times e_e - 0.374 \times J + 0.128 \times N_l + 0.045 \times \mu + 0.208 \times B + 0.122 \times L + 0.021 \times \rho_m + 0.772 \times G_c + 0.094 \times E \quad (3)$$

主成分 Y_4 与蓬松度、卷曲度和厚度均显著正相关。蓬松度表征假发的蓬松程度,卷曲度表征假发的卷曲数和卷曲波形态,而整体厚度反映假发发量多少,这些都会影响假发的蓬松程度,因此将 Y_4 定义为蓬松物性,并根据表 6 成分系数矩阵得到

$$Y_4 = 0.054 \times e_e + 0.253 \times J + 0.026 \times N_l + 0.182 \times \mu + 0.455 \times B + 0.681 \times L + 0.072 \times \rho_m + 0.386 \times G_c - 0.136 \times E \quad (4)$$

选取的 4 个主成分中,其中前两个的贡献率大,且呈现依次递减的规律。因此,在一般情况下,可以按主成分 1~4 的主次顺序分析评价不同假发的审美物性,形成审美物性结构。

2.3 审美物性结构讨论

审美物性可以从柔顺物性、蓬松物性、垂坠物性和光泽物性 4 个方面进行考量,或者说柔顺物性、蓬松物性、垂坠物性和光泽物性是假发审美物性的分量。通过式(1)~(4)可以对文中所选假发试样的审美物性分量进行计算,结果列于表 7。由表 7 可以看出,不同假发试样的各个审美物性分量大小也有所不同。

表 7 审美物性分量

Tab.7 Partial value of the aesthetic property					
试 样	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Z 值
试样 1	0.53	-0.07	0.92	0.70	0.59
试样 2	0.75	0.12	0.79	0.50	0.46
试样 3	0.82	-0.07	-0.16	1.06	0.33
试样 4	0.19	-0.56	0.67	1.12	0.13
试样 5	0.71	0.18	0.88	1.13	0.54
试样 6	-0.19	0.29	0.58	0.96	0.20
试样 7	0.32	0.39	0.27	1.03	0.35
试样 8	0.40	-0.37	0.38	1.00	0.19
试样 9	0.36	-0.11	0.10	0.45	0.15
试样 10	0.75	0.14	0.78	1.37	0.55

柔顺物性 Y_1 主要受初始模量、弹性回复率和质量比电阻等物理性能的影响。初始模量越大,发丝保型性越好,发丝顺直;反之,发丝容易变形,易纠缠打结。弹性回复率体现假发的活力,假发越有活力,人手触摸假发就越柔软、舒服;质量比电阻越大,发丝在与其他发丝、皮肤、衣物摩擦时易产生静电,使发丝的顺畅程度降低。由表 3 可以看出,就初始模量而言,维纶、涤纶和乙纶的较大,锦纶、腈纶、氯纶次之;就弹性回复率而言,乙纶、维纶、涤纶最

大,而锦纶、腈纶次之,氯纶、丙纶最小;就质量比电阻而言,丙纶、氯纶和腈纶较大,而维纶、涤纶、锦纶和乙纶较小。在 3 种物理性能的综合作用下,乙纶、维纶和涤纶的柔顺物性值较大,而锦纶、腈纶、氯纶和丙纶的柔顺物性较小。

垂坠物性 Y_2 主要受蓬松度、细度和摩擦系数的影响。蓬松度越大,假发整体服帖程度则会降低,垂坠状态变差;在假发整体发量相同时,发丝越粗,其厚度则越厚,易蓬松,发丝服帖程度较差;摩擦能够形成发丝之间的相互牵制,易保持假发在梳理过后的顺直状态,有利于垂顺,因此摩擦系数在一定范围内越大,有利于保型性,对于中长直发而言,假发就会越垂顺。由表 3 可以看出,氯纶、维纶、丙纶和涤纶的蓬松度较小,而乙纶、锦纶和腈纶的蓬松度较大;氯纶、维纶和丙纶的摩擦系数稍大,涤纶、乙纶和锦纶的摩擦系数稍小些,腈纶的摩擦系数最小。在这些物理性能的综合作用下,氯纶、丙纶和维纶的垂坠物性较大,其次为涤纶和乙纶,锦纶和腈纶的垂坠物性较小。

针对光泽物性 Y_3 ,由表 7 可以看出:涤纶和维纶的最大,其次为丙纶和腈纶的,氯纶、锦纶和乙纶的最小。影响假发光泽物性 Y_3 的主要因素是光泽度和卷曲度。由表 3 可知,涤纶、维纶和腈纶的光泽度较大,丙纶和氯纶的光泽度次之,锦纶和氯纶的光泽度最小;卷曲度反映发丝卷曲程度,发丝卷曲度越大,发丝卷曲数较多,假发在接受光源时发生反射时反射光的方向差异较大,反射光线不均匀,假发整体的光泽变差,反之假发发丝的卷曲度越小,假发的光泽越好。

影响蓬松物性 Y_4 的主要因素是假发的厚度、蓬松度和卷曲。厚度反映假发发量的多少,在同等条件下,发量越多,蓬松度就越大,发量越小自然蓬松度越小,发量较少时头发易贴在头皮上,头发整体的蓬松度则会越差;卷曲度表示假发发丝的卷曲程度,发丝卷曲度越大,发丝卷曲数较多,假发发丝与发丝之间的空隙越大,假发就越蓬松。结合表 3 数据,在 3 种物理性能的综合作用下,蓬松物性维纶的最大,乙纶、氯纶和腈纶的次之,丙纶、涤纶以及锦纶的较小。

2.4 审美物性综合值

由于 4 个主成分的累计贡献率已达 84.894%,因此可以选取 Y_1, Y_2, Y_3 和 Y_4 评价假发试样的综合审美物性。用下式作为每个样品的“审美物性综合值”,按其大小对试样进行排序^[13]。

$$Z = y_1f_1 + y_2f_2 + \cdots + y_kf_k$$

其中 $f_i = \lambda_i / \sum_{j=1}^m \lambda_j$ 。这里

$$Z = 0.335\ 54 \times Y_1 + 0.265\ 76 \times Y_2 + 0.159 \times Y_3 + 0.096\ 74 \times Y_4 \quad (5)$$

采用式(5)对每个试样的审美物性综合值进行计算,其结果列于表 7 中的最后一行。通过对比可以得到如下的 Z 值排列顺序:试样 1(涤纶) > 试样 10(维纶) > 试样 5(维纶) > 试样 2(涤纶) > 试样 7(氯纶) > 试样 3(乙纶) > 试样 6(丙纶) > 试样 8(腈纶) > 试样 9(锦纶) > 试样 4(腈纶)

观察上述排序表可以发现审美物性综合值的分布规律,即涤纶、维纶得分相对较高,而锦纶、腈纶相对较低。

由表 3 可以看出,维纶假发,其柔顺物性、垂坠物性、光泽物性和蓬松物性的值都比较大,保型性、光泽度很好,说明维纶是假发生产的最佳原料;涤纶假发的光泽物性和柔顺物性值较大,垂坠物性适中,而蓬松物性较低,这样使得以涤纶假发柔顺光滑,光泽度亮,垂感较好,但蓬松度较差,假发整体太服帖不自然,在假发生产中可以通过增加发量来弥补;氯纶假发柔顺物性和光泽物性偏小,蓬松物性适中、垂坠物性最大,这样使得氯纶假发光泽暗淡,整体很服帖,但触觉手感较差,较硬较粗糙,由此可见假发生产不宜采用氯纶原料;乙纶假发,柔顺物性最大,蓬松物性也较大,但是垂感物性较小,而且光泽物性最小,这样使得假发的柔顺性很好,整体很蓬松,但垂感一般,光泽暗淡;丙纶假发蓬松物性较小,而柔顺物性最小,光泽物性适中,但垂坠物性很大,这使得丙纶假发垂感较好、光泽度也适中,但假发不蓬松、比较服帖、不太自然,而且触觉手感较差;腈纶假发蓬松物性较大,柔顺物性、光泽物性均偏小,而垂坠物性最小,这样使得腈纶假发整体较为蓬松自然,但柔顺性和光泽度一般;锦纶假发柔顺物性、蓬松物性、垂坠物性和光泽物性均比较小,这样使得锦纶假发触觉柔软感较差,蓬松度不大,垂感也一般,这样的假发仿真效果较差,而且光泽度也较小,使假发整体光泽比较暗淡。

3 结 语

1)通过仪器测试,获取假发 9 个方面的基本物理机械性能参数,采用主成分分析方法,得到 4 个相互独立的主成分(Y_1, Y_2, Y_3 和 Y_4),并提出了审美物性及其结构的基本概念。

2)探讨 4 个主成分的物理意义及与物理机械性能之间的对应关系。将柔顺物性、垂坠物性、光泽物性和蓬松物性,作为审美物性的内容。建立了各主成分与物理性能之间的关系方程,阐述了不同

假发区别形成的原料内因。

3)以主成分各自贡献率为权重,建立了审美物性综合值的计算模型。通过审美物性综合值可以区分不同原料制作假发的适应性,分析假发的优缺点,认为涤纶和维纶等材料制作假发产品有一定优势。这些研究结果可以为假发的选材、生产提供参考,从而很好指导假发的生产。

参考文献:

[1] 尚伟丽. 假发在服装艺术中的应用研究[D]. 苏州:苏州大学,2008.

[2] 刘让同,李亮,焦云,等. 织物结构与性能[M]. 武汉:武汉大学出版社,2012.

[3] 刘让同,田广萁,李亮,等. 假发的美感及其主观评价[J]. 服装学报,2017,2(3):22-26.

LIU Rangtong, TIAN Guangguo, LI Liang, et al. Aesthetic perception of wig and its subjective evaluation [J]. Journal of Clothing Research, 2017, 3(2): 22-26. (in Chinese)

[4] 刘让同,李亮,朱雪莹,等. 发制品产品工艺阐释及其发展趋势[J]. 天津纺织科技,2017(1):60-64.

LIU Rangtong, LI Liang, ZHU Xueying, et al. Analysis of wigs' products and technology and its developing trend [J]. Tianjin Textile Science and Technology, 2017(1): 60-64. (in Chinese)

[5] 刘让同,李淑静,戈梦梦,等. 头顶时尚——发制品产业述评[J]. 天津纺织科技,2017(3):40-45.

LIU Rangtong, LI Shujing, YI Mengmeng, et al. A review on wigs products industry of fashion on head[J]. Tianjin Textile Science and Technology, 2017(3): 40-45. (in Chinese)

[6] 佚名. 假发[EB/OL]. (2015-10-04)[2017-02-28]. <http://baike. so. com/doc/676008-715618. html#676008-715618-2>.

[7] 佚名. 假发知识之假发材质大解析[EB/OL]. (2010-12-23)[2017-02-15]. http://www. faxingw. cn/wenba/24703_detail. html.

[8] 余序芬,鲍燕萍,吴兆平,等. 纺织材料实验技术[M]. 北京:中国纺织出版社,2012.

[9] 李栋高. 纤维材料学[M]. 北京:中国纺织出版社,2006.

[10] 于伟东. 纺织材料学[M]. 北京:中国纺织出版社,2006.

[11] 张红坡,张海峰. SPSS 统计分析实用宝典[M]. 北京:清华大学出版社,2012.

[12] 苟捷,刘建立,高卫东. 应用主成分分析的原棉可纺性指数构建[J]. 纺织学报,2015,36(8):16-21.

GOU Jie, LIU Jianli, GAO Weidong. Construction of raw cotton spinnability index based on principal component analysis[J]. Journal of Textile Research, 2015, 36(8): 16-21. (in Chinese)

(责任编辑:邢宝妹)