

基于 PhabrOmeter[®] 的汽车顶棚用经编 针织物复合材料风格研究

孙碧霞¹ 孙妍^{2a} 李志豪^{2a} 邵光伟^{2a,2b} 陈南梁^{2a,2b} 蒋金华^{2a,2b}

1. 上海新纺联汽车内饰有限公司, 上海 200090;

2. 东华大学 a. 纺织学院, b. 产业用纺织品教育部工程研究中心, 上海 201620

摘要: 设计了 4 种不同结构的经编针织物, 并与不同厚度的海绵软泡层和水刺非织造材料复合形成“三明治”结构的顶棚面料, 基于 PhabrOmeter[®] 法宝仪分别探讨了织物的结构参数和顶棚面料复合结构对顶棚面料手感风格的影响。发现, 3 把梳栉编织的织物硬挺度一般优于由 2 把梳栉编织的织物, 但编织纱在部分横列缺垫时, 织物硬挺度会大幅下降, 柔软度增加, 悬垂性变差。相较于经编针织物, 复合 2.0 mm 海绵软泡的顶棚面料硬挺度、光滑度、悬垂系数和褶皱回复率降低, 柔软度整体呈增加趋势。相较于复合 2.0 mm 的海绵软泡, 当海绵软泡厚度增加到 2.5 mm 时, 顶棚面料硬挺度、光滑度和悬垂性增加, 柔软度和褶皱回复率降低。

关键词: 手感风格; PhabrOmeter[®] 法宝仪; 经编针织物; 复合材料; 汽车顶棚

中图分类号: TS 186.5

文献标志码: A

文章编号: 1004-7093(2024)05-0031-07

Study on the style of warp-knitted composite fabrics for vehicle roof lining based on PhabrOmeter[®]

Sun Bixia¹, Sun Yan^{2a}, Li Zhihao^{2a}, Shao Guangwei^{2a,2b}, Chen Nanliang^{2a,2b}, Jiang Jinhua^{2a,2b}

1. Shanghai Xinfanglian Automobile Interior Co., Ltd., Shanghai 200090, China;

a. College of Textile, b. Engineering Research Center of Industrial Textiles, Ministry of Education,

2. Donghua University, Shanghai 201620, China

Abstract: Four kinds of warp-knitted fabrics with different structures were designed, which were combined with spongy foam layer of different thickness and spunlace nonwovens to form a ‘sandwich’ structure of the vehicle roof lining. Based on PhabrOmeter[®], the influences of fabric structure parameters and roof lining composite structure on fabric feel style were studied. It was found that, the stiffness of 3-bar woven fabrics was generally better than that of 2-bar woven fabrics, but when the woven yarn was missing in part of the transverse row, its stiffness would be greatly reduced, the softness would be increased, and the drape would be worse. Compared with the warp-knitted fabrics, the stiffness, smoothness, drape coefficient and fold recovery rate of the roof lining material with 2.0 mm spongy foam decreased, and the softness showed an increasing trend.

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2232024D-09)

收稿日期: 2024-01-11

作者简介: 孙碧霞, 女, 1976 年生, 中级工程师, 生产部副部长, 主要从事汽车内饰用经编织物的开发、工艺优化及生产管理等工作
通信作者: 蒋金华, 教授, jiangjinhua@dhu.edu.cn

Compared with compositing 2.0 mm sponge foam, when the thickness of the sponge foam increased to 2.5 mm, the stiffness, smoothness and drape of the roof lining material increased, while the softness and fold recovery rate decreased.

Keywords: feel style; PhabrOmeter[®]; warp-knitted fabrics; composite material; vehicle roof lining

随着全球汽车制造中心逐渐向亚洲转移,中国成为汽车制造的最大集中地。汽车销售过程中,其内饰的外观和性能可以很好地引起消费者的兴趣。汽车顶棚是汽车内饰的重要组成部分,其发挥着增强汽车装饰性,以及吸声降噪、减震隔热等功效。因此,汽车顶棚的设计和面料的选择在汽车生产过程中显得十分重要^[1-3]。

汽车顶棚有软硬之分。随着人们对舒适性和功能性要求的提高,软顶棚得到了较好的发展。软顶棚一般有2层或3层的结构。2层结构汽车软顶棚多由单层经编针织物和海绵软泡构成。这种结构的顶棚具备良好的随形性及面料静态延伸性,因此被广泛应用于湿法顶棚。此外,2层结构的汽车软顶棚还可由单层经编针织物复合非织造材料制备,复合方式有热熔胶复合、胶粉复合等。3层结构汽车软顶棚由单层经编针织物、海绵软泡和非织造材料构成,其一般依靠火焰复合黏结形成整体车用顶棚。这种结构的顶棚表面更平整,且背面的非织造材料可以提高基材与3层结构汽车软顶棚的黏结力^[4-6]。不同材料和复合方式制备的顶棚,其应用的范围不同。

改善顶棚面料的硬挺度、柔软度、蓬松度等手感风格特征,以及悬垂性和褶皱回复率等视觉风格特征,是消费者所期望的,也是行业内所追求的。因此,探讨能客观评价纺织品风格的仪器和方法,对开发和评价汽车内饰面料有着重要意义^[7]。当前,织物风格可采用 KES-F 织物风格评价系统、FATS 织物风格评价系统和 PhabrOmeter[®] 法宝仪等进行客观评价。其中,潘宁教授研发的 PhabrOmeter[®] 法宝仪可以得到织物手感风格特征指标及视觉风格特征指标^[8-13]。

本文通过改变针织物组织结构,设计了4种组织的经编针织物,再通过改变复合的海绵软泡层厚度,设计了8种不同结构的顶棚面料,并基于 PhabrOmeter[®] 法宝仪探讨了经编针织物的结构参数和顶棚面料的复合结构对顶棚面料风格的影响。

1 试验准备

1.1 试验原料

涤纶丝(全取向丝,规格为 55 dtex/24 f 和拉伸变形丝,规格为 83 dtex/36 f),购于江苏恒力化纤股份有限公司;海绵软泡(厚度 2.0 mm 和 2.5 mm,面密度 150 g/m² 和 225 g/m²),购于湖北世丰新材料有限公司;水刺非织造材料(面密度 50 g/m²),购于杭州萧山航民非织造布有限公司。

1.2 试验仪器

Tricot 经编机(机号 E28),HYFH 火焰复合机,ZB01AB 型圆盘取样器,Model 3 型 PhabrOmeter[®] 法宝仪,YG141N 数字式织物厚度仪,PX124ZH 型电子天平。

1.3 经编针织物的制备

根据汽车顶棚对织物花型和手感参数的要求,本研究以涤纶丝为原料,以经编基本组织和变化组织为基础,采取少梳栉和部分穿经的工艺,设计了4种组织的经编针织物。表1归纳了4种组织的垫纱数码、穿过各梳栉经纱的线密度和送经量。其中,1#、2#和3#织物均采用3把梳栉编织,且其中1把梳栉进行经斜垫纱运动;4#织物采用2把梳栉编织。4种经编针织物中,组织结构相似部分的梳栉喂入纱线的线密度相同。且除组织结构不同外,4种经编针织物编织时对应梳栉喂入的纱线线密度和种类完全相同。

1.4 顶棚面料试样的制备

海绵软泡的厚度对汽车顶棚面料风格有重要影响。本研究就海绵软泡层设计了2种厚度配置的汽车顶棚面料,即分别为2.0 mm 和 2.5 mm。

制备的汽车顶棚面料如图1所示,即采用“三明治”结构,利用火焰复合机,将喂入的单层经编针织物、海绵软泡和水刺非织造材料通过火焰复合黏结在一起。复合时,速度为 25 m/min,温度为(800±20)℃,海绵软泡张力为(35±5)N。

表 1 顶棚面料用经编针织物垫纱数码和送经量

Tab. 1 Yarn feeding number and warp run-in of roof lining warp knitted fabrics

织物编号	梳栉顺序	线密度/ dtex	垫纱数码	腊克送经量/mm		
				GB1	GB2	GB3
1#	GB3	83	10/34// 满穿			
	GB2	55	12/21/10/01// 一穿一空	1 070	1 070	2 260
	GB1	55	10/01/12/21// 一穿一空			
2#	GB3	55	23/21/10/12// 一穿一空			
	GB2	55	10/12/23/21// 一穿一空	2 260	1 330	1 330
	GB1	83	10/34// 满穿			
3#	GB3	83	10/34// 满穿			
	GB2	55	10/01/11/11// 一穿一空	680	680	2 270
	GB1	55	11/11/10/01// 一穿一空			
4#	GB2	55	10/12// 满穿	1 855	1 340	—
	GB1	83	10/23// 满穿			

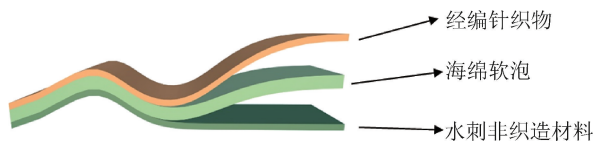


图 1 汽车顶棚面料 3 层结构示意图

Fig. 1 Three-layer structure of vehicle roof lining material

2 测试方法

测试前,所有试样均置于标准大气环境即温度(20±2)℃、相对湿度(65±3)%中调湿平衡 24 h。

2.1 顶棚面料风格

参照标准 AATCC 202-2014 *Relative Hand Value of Textiles: Instrumental Method* (纺织品相对手感值:仪器法),使用 PhabrOmeter® 法宝仪测试顶棚面料的风格。

测试前,先根据式(1)计算顶棚面料的线密度 λ ($\mu\text{g}/\text{cm}$),再根据 λ 对顶棚面料进行分类,然后依据测试标准选择对应的加载板。

$$\lambda = W \cdot T \quad (1)$$

式中: T 表示顶棚面料的厚度,cm; W 表示顶棚面料的面密度, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

接着,使用圆盘取样器取 5 块面积为 100 cm^2 的圆形试样。测试时,PhabrOmeter® 法宝仪顶杆指向经编针织物,喇叭口与非织造材料接触。若仅为经编针织物,则顶杆指向经编针织物的工艺正面,喇叭口与其工艺反面接触。最后,设备根据测得的载

荷-位移曲线,分析并导出试样的 3 种手感风格特征值(即硬挺度、光滑度、柔软度)和 2 种视觉风格特征值(即悬垂系数、褶皱回复率)。

2.2 厚度

基于 GB/T 3820—1997《纺织品和纺织制品 厚度的测定》,在试样上随机选取 10 个位置,使用数字式织物厚度仪测试并记录厚度数据,结果取平均值。

2.3 面密度

基于 GB/T 4669—2008《纺织品 针织物 单位长度质量和单位面积质量的测定》,先在试样平整且非边缘部分裁取 5 块 15 $\text{cm} \times 15 \text{ cm}$ 的方形样品,再使用圆盘取样器裁取面积为 100 cm^2 的圆形测试样,称取质量并精确至 0.001 g,取平均值再计算得到试样的面密度。

3 结果与讨论

3.1 经编针织物组织结构对织物风格的影响

3.1.1 经编针织物结构分析

4 种经编针织物除组织结构即垫纱数码不同外,对应梳栉喂入的纱线线密度和种类完全相同。4 种经编针织物的组织结构决定了织物的纵密、横密及面密度等基本结构参数,进而综合决定了织物的风格。表 2 为 4 种经编针织物的纵密、横密和面密度测试结果。

图 2 为 4 种经编针织物的垫纱运动和穿纱对纱图,其能直观地显示织物的组织结构。其中:1#织物

表 2 经编针织物的横密、纵密和面密度

Tab. 2 Course and wale density and surface density of warp-knitted fabrics

织物编号	纵密/[横列数·(5 cm) ⁻¹]	横密/[纵行数·(5 cm) ⁻¹]	面密度/(g·m ⁻²)
1#	104	70	146.7
2#	110	76	167.5
3#	140	102	174.4
4#	116	70	144.0

的前梳和中梳进行编链垫纱运动,后梳进行经斜垫纱运动;2#织物的后梳和中梳进行经锻垫纱运动,前梳进行经斜垫纱运动;3#织物的前梳和中梳以编链组织编织2个行列后缺垫2个行列,后梳进行经斜垫纱运动;4#织物的前梳进行经绒垫纱运动,后梳进行经平垫纱运动,即形成经平绒组织。从图2可以直观地发现,4#织物结构明显较疏松,因此当4#织物发生形变时,纱线间机械互锁程度小,滑移量大,静置时自由下落的趋势更大,悬垂性能可能更优。

3.1.2 织物结构对织物风格的影响

PhabrOmeter[®]法宝仪能够把表示织物感官性能的初始数据提取出来,通过一种新的计算机模式识别算法分析原始数据的特征,然后物理标定这些特征,最后获得能代表织物材料感官性能的原始数据,即3种手感风格特征值(即硬挺度、光滑度、柔软度)和2种视觉风格特征值(即悬垂系数、褶皱回复率)。

图3为4种不同组织结构的经编针织物的手感风格特征值柱状图,可以直观看出织物组织不同时织物手感风格有变化。硬挺度方面,2#织物硬挺度值最高,4#织物硬挺度值略低于1#织物,3#织物硬挺度值最低。2#织物中梳和后梳编织的是三针开口经锻组织,其转向线圈因延展线在一侧而呈倾斜状态,而中间线圈在两侧都有延展线,线圈倾斜较小,线圈形态接近纬平针,故在经斜组织的作用下,2#织物最为硬挺。1#织物前梳和中梳编链组织的线圈在纵向不易发生延展伸长,再结合后梳的经斜组织,所得织物纵横向稳定性极好。3#织物中由于编织时前梳和中梳编织2个行列后缺垫2个行列,因而织物更加松散,纱线间空隙较大,故3#织物的硬挺度最小,最为柔软。4#织物是由2把梳栉同向垫纱编织而成的经平绒组织织物,硬挺度值稍小,但高于有缺

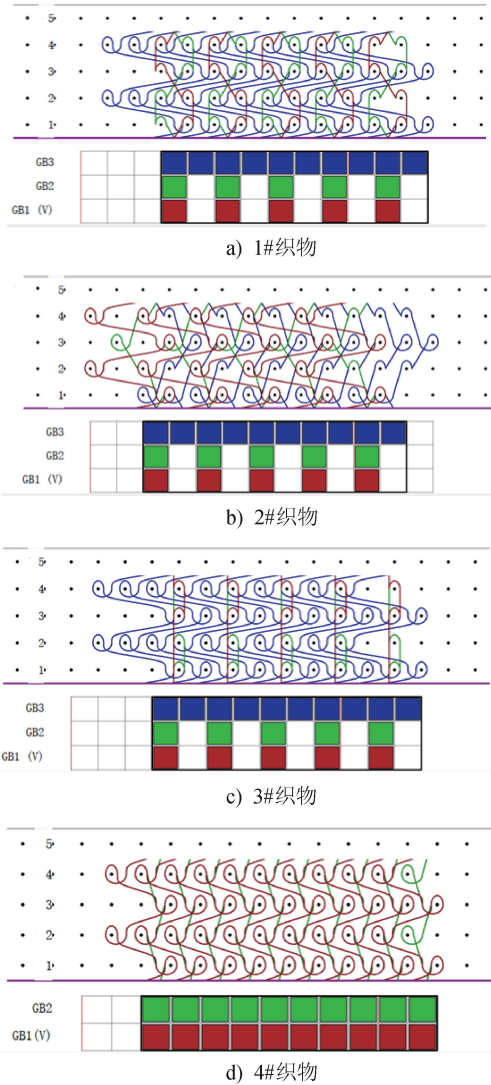


图2 4种经编针织物的垫纱运动与穿纱对纱图
Fig. 2 Cushion yarn movement and thread to thread diagrams of four kinds of warp-knitted fabrics

垫结构的3#织物。光滑度方面,1#织物的光滑度最高,2#织物的光滑度最小,这与2#织物的组织结构导致织物表面产生隐横条效应有关,这种纹路效应会导致织物表面光滑度下降。

由于3把梳栉编织的织物均存在经斜组织,且其中2把梳栉均采用了一穿一空的方式,而4#织物由2把梳栉编织且均为满穿,加之经平绒组织横向收缩也会引起织物性能发生变化,因而在手感风格方面,除3#织物在硬挺度上与其他织物相差较大外,4种织物的手感风格无显著差异。

图4为4种经编针织物的褶皱回复率和悬垂系数柱状图,可以看出:4#织物的悬垂系数最大,且褶

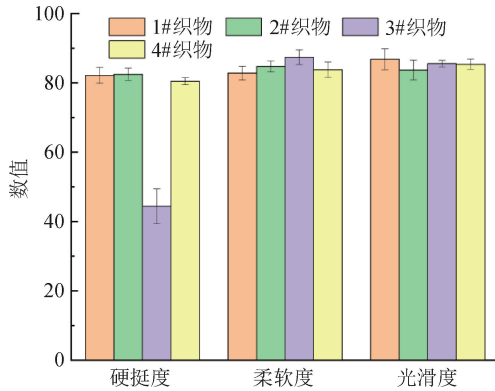


图 3 4 种经编针织物的手感风格特征值柱状图

Fig. 3 Histogram of handle style characteristic values of four kinds of warp-knitted fabrics

皱回复率最小。4#织物为经平绒组织,前梳较长的延展线覆盖于织物的工艺反面,使织物手感柔软,具有良好的悬垂性。经平绒组织在下机时会发生横向收缩,且纱线间互锁程度不及其他 3 梳栉织物,因此发生褶皱变形时更难回复,故 4#织物的褶皱回复率较低。4#织物的面密度最小,3#织物的面密度最大,表明因织物结构不同产生的织物面密度差异也会导致织物悬垂性的差异显著。

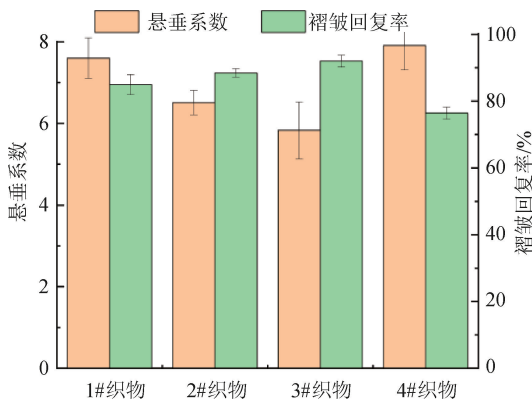


图 4 4 种经编针织物的悬垂系数和褶皱回复率柱状图

Fig. 4 Histogram of drupe coefficient and draped recovery rate of four kinds of warp-knitted fabrics

织物组织结构的不同会导致织物结构参数如纵横密和面密度等存在差异,进而影响织物的风格。本文为更加客观地对影响因素进行排序,采用灰色关联分析法,将经编针织物看成一个灰色系统,以纵密、横密和面密度为比较数列 $X_i = \{x_i(k)\}$, $i = 1, 2, 3, k = 1, 2, 3, 4$,以织物风格特征为参考列,通过均值化方法对所有列的数据进行无量纲化处理,获得新数列 $X'_i(k) = \left\{ \frac{x_i(k)}{\bar{x}_i} \right\}$ 。

以硬挺度为例,分析影响硬挺度的因素的主次关系。将织物硬挺度当做参考数列 $X_0 = \{x_0(k)\}$ 。计算无量纲化处理后的数列 $X'_0(k)$ 与 $X'_i(k)$ 在 k 点的绝对差值 $\Delta k = |X'_0(k) - X'_i(k)|$,并得到数列的两极最小差 $m = \min_k(\Delta k)$ 与两极最大差 $M = \max_k(\Delta k)$,即 $m = 0.0083, M = 0.5999$ 。

取极值后计算关联系数得到关联度。关联系数 $\varepsilon(k) = \frac{m + \rho M}{|x'_0(k) - x'_i(k)| + \rho M}$,其中 $\rho \in [0, 1]$, ρ 值越小则分辨率越高,取值一般为 $1/2$ 。关联度 $\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon(k)$ 。经计算得到: $\gamma_1 = 0.8537, \gamma_2 = 0.6329, \gamma_3 = 0.8066$,则 $\gamma_1 > \gamma_3 > \gamma_2$ 。

同理,可得到汽车顶棚用经编针织物的纵密、横密和面密度与其他手感风格和视觉风格的关系,发现影响织物风格特征的主次关系均为纵密 > 面密度 > 横密。因此,在设计织物组织结构时,应当优先考虑组织结构对纵密的影响。

3.2 海绵软泡厚度对顶棚面料风格的影响

顶棚面料的厚度主要由中间层海绵软泡的厚度决定。当顶棚面料的厚度发生变化时,顶棚面料的风格会发生明显的改变。将 4 种组织结构的经编针织物和 2 种厚度的海绵软泡及水刺非织造材料相互组合,制备了 8 种顶棚面料(1##、1###、2##、2###、3##、3###、4##、4###顶棚面料)。表 3 为 PhabrOmeter® 法宝仪得到的 4 种经编针织物及 8 种顶棚面料的手感风格特征值及视觉风格特征值。

由表 3 可知,相比于经编针织物即 1#、2#、3# 及 4# 织物,复合海绵软泡和水刺非织造材料制成的顶棚面料的硬挺度显著下降,光滑度和褶皱回复率降低。这是由于在复合的顶棚面料中,海绵软泡的硬挺度比经编针织物的小,因而硬挺度减小;火焰复合时,复合工艺对顶棚面料表面的光滑度有一定的影响;海绵软泡褶皱回复性不及经编针织物,复合后顶棚面料褶皱回复率降低;柔软度整体呈改善趋势,这与顶棚面料所用海绵软泡柔性较好有关。3# 织物自身硬挺度较小、柔软性较好且悬垂性较差,在复合海绵软泡后,其硬挺度没有明显的变化,柔软性下降,悬垂性却有所改善。但 1#、2# 和 4# 织物在复合 2.0 mm 的海绵软泡后柔软性变好,悬垂性反而变差,可能是在复合过程中,经编针织物和海绵软泡的

表 3 海绵软泡厚度与顶棚面料风格特征值的关系

Tab. 3 The relationship between the thickness of spongy foam and the style characteristic value of roof lining materials

试验类型	海绵软泡厚度/mm	硬挺度	柔软度	光滑度	悬垂系数	褶皱回复率/%
1#织物	—	82.16	82.80	86.78	7.60	85.01
1##顶棚面料	2.0	41.66	86.83	81.23	5.94	70.56
1###顶棚面料	2.5	45.04	84.36	81.84	8.33	65.19
2#织物	—	82.44	84.73	83.67	6.51	88.45
2##顶棚面料	2.0	42.54	86.85	81.76	6.22	70.96
2###顶棚面料	2.5	44.71	85.47	81.92	7.68	70.11
3#织物	—	44.41	87.41	85.53	5.83	92.01
3##顶棚面料	2.0	42.62	86.29	81.87	6.52	70.13
3###顶棚面料	2.5	45.63	83.71	82.21	8.86	60.81
4#织物	—	80.46	83.77	85.34	7.91	76.44
4##顶棚面料	2.0	41.58	87.50	81.29	5.56	67.69
4###顶棚面料	2.5	44.49	85.04	81.44	7.80	67.51

结合牢度较大,2种悬垂性较好的材料在界面黏合并机械互锁,使得复合顶棚面料的悬垂性变差。

此外,当织物组织结构选定后,随着复合用海绵软泡厚度的增加,顶棚面料的硬挺度和悬垂系数均有增大的趋势,柔软度下降,光滑度增加,但褶皱回复率仍降低。当海绵软泡厚度增加到2.5mm时,顶棚面料的面密度随之增加,因此硬挺度增加,而柔软性变差;影响顶棚面料悬垂性的因素又由海绵软泡决定,所以悬垂性重新得到改善。海绵软泡厚度增加后,火焰复合时,顶棚面料变得更加平整,光滑度有一定程度提升。

4 结论

本文基于 PhabrOmeter® 法宝仪,将传统的对顶棚面料风格的主观评价转化为客观数据,为产品性能的比较提供了客观依据,对企业开发性能优异的产品具有一定的参考价值。灰色关联分析法等综合评价法是评定影响织物手感风格主次因素的重要方法,再结合 PhabrOmeter® 法宝仪测试风格特征指标,可用于分析织物组织结构对织物风格的影响及其主次关系。

本文制备的3层结构汽车顶棚面料由单层经编针织物、海绵软泡及水刺非织造材料构成,分析不同组织结构的经编针织物风格,以及海绵软泡层厚度对顶棚面料风格的影响,得出:

(1)比较3梳栉经斜、经缎、缺垫织物及2梳栉经平绒织物风格发现,在其他条件一致时,由3把梳栉编织的织物硬挺度一般优于由2把梳栉编织的织

物,但编织纱有缺垫时,其硬挺度会大幅下降,柔软度增加,悬垂性变差。2梳栉经平绒织物的褶皱回复性比3梳栉织物的差。影响织物风格特征的主次关系为纵密>面密度>横密。

(2)经编针织物复合厚度为2.0mm的海绵软泡后,硬挺度、光滑度、悬垂系数和褶皱回复率降低,柔软度整体呈增加趋势,但若经编针织物自身柔软度较好且悬垂性较差,则复合后柔软度下降且悬垂性变好。当海绵软泡厚度增加到2.5mm时,顶棚面料硬挺度、光滑度和悬垂性更好,同时柔软度和褶皱回复率降低。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

[1] 朱凯棋,杨杏.汽车顶棚面料浅谈[J].国际纺织导报,2022,50(12):25-28.
 [2] 吴伟.浅谈汽车顶棚设计方法[J].南方农机,2023,54(14):149-152.
 [3] 谢建东,吴红广,余李辉.汽车顶棚制造工艺及相关故障解析[J].时代汽车,2022(13):114-116.
 [4] 王艳斌.汽车顶棚与风道热熔胶粘接工艺的改进[J].天津科技,2021,48(7):56-57.
 [5] 许林倩,岳志强,耿建,等.干法顶棚和湿法顶棚NVH性能对比分析[J].时代汽车,2021(2):160-161.

- [6] 赵东明. 汽车顶棚总成的生产工艺研究[J]. 内燃机与配件, 2020(7): 116-117.
- [7] 刘聪,魏孟媛,葛兰,等. 汽车内饰用顶棚面料检测标准的比对分析[J]. 产业用纺织品,2023,41(2):39-43.
- [8] 黄瑞娇. 基于 PhabrOmeter 的衬衫面料手感风格测试与评价[D]. 上海: 东华大学, 2016.
- [9] 黄瑞娇,廖银琳,罗胜利,等. 基于 PhabrOmeter[®] 研究纯棉织物悬垂性能与其结构参数的关系[J]. 质量技术监督研究, 2016(1): 48-50.
- [10] 金亚雯,丁心华,钱薇薇,等. 针织物手感风格的量化评价与检测实践[J]. 中国纤检, 2020(1): 82-84.
- [11] 廖银琳,罗胜利,张宇群,等. PhabrOmeter[®] 织物评价系统简介及其应用探讨[J]. 中国纤检, 2015(13): 84-86.
- [12] 林炜. 织物触感空间维度及评价的研究[D]. 上海: 东华大学, 2009.
- [13] 孙妍. 基于 PhabrOmeter[®] 的车用顶棚面料手感风格测试与评价[D]. 上海: 东华大学, 2022.

(上接第 30 页)

- [16] 彭建湘. 玄武岩纤维长度对 SMA-13 各项性能的影响研究[J]. 湖南交通科技, 2022, 48(3): 33-37.
- [17] 王丹. 玄武岩纤维针刺复合滤料的制备及其性能研究[D]. 西安: 西安工程大学, 2017.
- [18] 周冠辰. 玄武岩/聚苯硫醚复合滤料针刺工艺及 PTFE 乳液后整理研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2014.
- [19] 杨炳文. 高温净化用磁性玄武岩滤料的制备及捕集颗粒物特性研究[D]. 上海: 东华大学, 2021.
- [20] 高翼强. 棉玄武岩长丝包芯纱的性能研究[J]. 棉纺织技术, 2014, 42(8): 26-29.
- [21] 闫学军,冯向伟,邱双林,等. 阻燃棉/阻燃粘胶/玄武岩纤维混纺面料生产实践[J]. 纺织器材, 2020, 47(4): 41-42.
- [22] 李满意. 玄武岩纤维织物热防护性能探究[D]. 天津: 天津工业大学, 2016.
- [23] 李博,唐予远,靳雯雯,等. 硅烷偶联剂改性对玄武岩纤维织物复合材料拉伸性能和弯曲性能的影响[J]. 产业用纺织品, 2022, 40(4): 39-43.
- [24] 明志宏,胡红. 连续玄武岩纤维衬垫织物复合材料及其拉伸性能[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2009, 35(6): 660-664.
- [25] 杨堃. 玄武岩纤维在产业用纺织品中的应用现状[J]. 棉纺织技术, 2016, 44(9): 82-84.
- [26] PANG Z M, LU C, LIU J X, et al. Experimental study of tensile properties of strain-hardening cementitious composites (SHCCs) reinforced with innovative twisted basalt fibers[J]. Structures, 2023, 48: 1977-1988.

欢迎订阅《产业用纺织品》

《产业用纺织品》(月刊),大 16 开,全彩色印刷,定价 12.00 元/册,全年 144.00 元,中国标准连续出版物号 $\frac{\text{ISSN } 1004-7093}{\text{CN } 31-1595/\text{TS}}$, 邮发代号 4-492。

《产业用纺织品》由东华大学主办,已入编中国学术期刊(网络版)、万方数据-数字化期刊群、中文科技期刊数据库(全文版)、长江文库及超星期刊域出版平台等。

《产业用纺织品》主要刊登国内外有关产业用纺织品和非织造材料的综述文章,科研、生产技术报告,报道相关领域的新产品、新材料、新技术及新设备,介绍有关专利、标准、测试方法,以及相关领域的行业动态、市场信息等。《产业用纺织品》努力成为纺织、冶金、化工、电子、医疗卫生、农林、水利、建材

及国防工业各科研、生产和使用单位间信息联络的纽带,促进中国产业用纺织品和非织造材料的研究开发和生产应用。

《产业用纺织品》承接相关广告,并热忱为客户宣传,欢迎有意者来电或 E-mail 联系。

地 址:上海市延安西路 1882 号

东华大学出版社楼 207 室

电 话:021-62378228

E-mail: techtext@dhu.edu.cn

采编平台: <http://cyyf.cbpt.cnki.net>

