

超细锦纶无胆防绒面料的染整工艺

陈伟^{1,2}, 陈波^{1,2}, 沈俊超², 沈加加¹

(1. 嘉兴学院 材料与纺织工程学院, 浙江 嘉兴 314001;

2. 浙江台华新材料股份有限公司, 浙江 嘉兴 314011)

摘要:为实现锦纶无胆透气面料的轻量化,探讨染色方式、定形工艺、轧光条件等对超细锦纶面料防绒、透气、强力、手感和布面风格的影响。结果表明,超细锦纶无胆透气面料达到防绒效果的染整工艺为:采用经轴染色,在温度为170℃、车速40 m/min下定形,在压力为370 N、温度为160℃、车速为30 m/min条件下轧光,可以达到GB/T 14272—2021《羽绒服》优等品(≤40根)、撕破强力≥7 N、接缝性能≤4 mm、透气性能≥2.0 mm/s要求,突破了无胆羽绒面料的质量瓶颈,节约了面料,降低了羽绒衣生产成本。

关键词:超细;锦纶;无胆;防绒;染整

中图分类号:TS 190.5

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2024)06-0028-05

Dyeing and Finishing Process of Super Fine Nylon Anti-drilling Fabric Without Gallbladder Cloth

Chen Wei^{1,2}, Chen Bo^{1,2}, Shen Junchao², Shen Jiajia¹

(1.School of Materials and Textile Engineering, Jiaxing University, Jiaxing, Zhejiang 314001, China;

2.Zhejiang Taihua New Materials Co., Ltd., Jiaxing, Zhejiang 314011, China)

Abstract:In order to achieve lightweight technology for nylon gallbladder cloth free anti-drilling fabric, the effects of dyeing methods, thermal-setting processes, and calendering conditions on the anti-feather, breathability, strength, hand feeling, and fabric style of nylon gallbladder cloth free anti-drilling fabric were explored. The results show that the dyeing and finishing process for the nylon gallbladder cloth free anti-drilling fabric to achieve anti-drilling effect is to use warp beam dyeing, setting at temperature of 170℃, speed of 40 m/min, and calendering at a pressure of 370 N, temperature of 160℃, and speed of 30 m/min. It can meet the requirements of GB/T 14272—2021 “down filled garment” high-class products (≤40 pieces), tear strength≥7 N, seam performance≤4 mm, and breathability≥2.0 mm/s, which breaks through the weight bottleneck of down fabric, effectively saves fabrics and reduces production costs.

Key words:Microfiber; Nylon; Gallbladder Cloth Free; Anti-drilling Down; Dyeing and Finishing

防绒整理技术始于20世纪80年代,其方法是将羽绒封锁在经过涂层防绒处理过的涤塔夫面料内即制作成一个个涤塔夫绒包,然后再装入衣服内,称为有胆羽绒防绒工艺,此工艺的羽绒服由于胆布的存在显得尤为厚重。随着涂层、贴膜技术的突破以及羽绒服成衣制作技术的提升,将涂层或贴膜后的

面料做成双层衣服,羽绒可直接充入空隙内,相比有胆羽绒防绒产品更轻便,涂层的手感也比涤塔夫绒包更柔软,防钻绒性能更好^[1]。这种防绒整理技术的弊端是织物表面被涂层或贴膜紧密覆盖,因而影响透气性,穿着闷热,影响舒适性,也不利于洗涤后的晒干,不但影响羽绒的蓬松度,而且容易滋生细菌。

近年来,环保透气防绒整理技术成为羽绒服面料的研究热点。浙江嘉兴台华高新染整有限公司^[2]、常熟华懋纺织有限公司^[3]等通过织物的高密织造及防水整理,再经高温轧光获得防绒面料,其加工的面料不仅有良好的防绒性能,而且穿着舒适透气,同时避免了涂层、贴膜加工过程中带来的环境污染问

基金项目:嘉兴市产教融合“五个一批”产学研协同育人项目(854622010);2021年嘉兴学院校外实践教育基地建设项目(409973301)。

作者简介:陈伟(1989—),男,工程师,本科。主要从事锦纶染色及功能性产品开发。

题,因此深受各大休闲、时尚、运动、户外品牌的喜爱。但由于撕破强力等各种物理性能及生产工艺限制,目前行业内主流的无胆透气防绒面料主要还是停留在 2.22 tex (20 D)^[4-5],更为轻量化的透气防绒面料未检索到相关报道。

常规的 7.78 tex (70 D) 防绒面料的 (1 180 根/10 cm) 克质量约为 90 g/m², 4.44 tex (40 D) 防绒面料的 (1 420 根/10 cm) 克质量约为 65 g/m², 2.22 tex (20 D) 防绒面料的 (2 560 根/10 cm) 克质量约为 45 g/m²。本论文研究对象为 0.78 tex (7 D) 防绒面料 (2 560 根/10 cm), 克质量约为 20 g/m², 较 2.22 tex 面料节约 62.5%, 较 4.44 tex 面料节约 69.2%, 较 7.78 tex 面料节约 77.8%, 因此可以大大减轻原材料的消耗, 有效降低羽绒衣生产成本。

1 试验部分

1.1 试验材料

0.78 tex FDY 锦纶织物 (坯布幅宽 165 cm、经密 1 260 根/10 cm、纬密 1 142 根/10 cm; C6 防水剂 DS-3669 (广东德美精细化工股份有限公司), 耐洗交联剂 TF-569C, 撕裂提升剂 TF-469 (浙江传化化学有限公司), 柔软剂 D (自配), 渗透剂 P (自配), 柠檬酸 (市售)。

1.2 仪器设备

RN 无带布轮溢流染色机、RP 溢流染色机 (中国台湾昆勇精机公司), 德国门富士 828 定形机, 防绒测试仪 (绍兴力必信仪器有限公司), 经轴染色机 (意大利 Nosedo 公司), 织物强力机 (温州市大荣纺织仪器有限公司), Kusters GmbH 轧光机 [安德里茨 (中国) 有限公司], RT-5300 透气性测试仪 (上海罗中科技发展有限公司)。

1.3 防绒整理工艺

坯布布面检验→退浆→染

色→烘干→中检 (染色后布面品质检验)→热定形 (防水剂 DS-3669 50.0 g/L、撕裂提升剂 TF-469 5.0 g/L、渗透剂 P 1.0 g/L、柠檬酸 0.5 g/L、车速 40 m/min、温度 170 ℃、正超喂 5%、幅宽 150 cm、一浸一轧、轧余率 22%~25%)→防绒轧光 (温度 148 ℃、压力 270 N、车速 25 m/min)。

1.4 防绒性能

采用 GB/T 14272—2021《羽绒服装》成衣转箱法^[6-7]: 将面料做成羽绒服, 放入装有橡胶异型球的试验仪器回转箱内, 通过回转箱的定速转动, 将硅胶异型球带至一定高度, 冲击箱内的试样, 达到模拟被测试样在服用过程中所受到的各种挤压、揉搓、碰撞等作用, 通过计算相对单位面积上从试样内部所钻出的羽绒、羽毛和绒丝等根数来评价服装整体的防钻绒性能, 防钻绒指标要求见表 1。

1.5 撕裂强力

采用 GB/T 3917.2—2009《纺织品 织物撕破性能 第 2 部分: 裤形试样 (单缝) 撕破强力的测定》标准: 夹持裤型试样的两条腿, 使试样切口线在上下夹具之间呈直线。开动仪器将拉力施加于切口方向, 记录直至撕裂到规定长度内的撕破强力, 并根据自动绘图装置绘出曲线峰值, 计算出撕破强力。

1.6 缝线滑移 (接缝性能)

采用标准 GB/T 14272—2021《羽绒服装》, 在垂直于试样接缝方向施加一定的拉力, 测量缝线处拉开的平均距离, 此标准中规定试样克质量≤52 g/m², 拉力为 (45±1) N, 为了满足更多品牌企标要求, 试验

中采用更为严格的 100 N 拉力测试, 接缝性能指标要求见表 1。

1.7 透气性能

采用标准 GB/T 5453—1997《纺织品 织物透气性的测定》, 在 100 Pa 压力条件下测试至机器平衡点, 记录透气平均值^[8]。

1.8 布面风格外观与手感

在恒温恒湿房 [温度 (20±2) ℃、湿度 (65±4)%] 内平衡 24 h 后, 通过多人目测和手抓、捏、揉搓等主观评判, 综合收集意见^[9]。为了方便统计, 将手感的软硬程度进行依次排序为 1、2、3、4、5、6 级, 手感越软, 则数值等级越大。

1.9 水洗标准

采用 GB/T 8629—2017《纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序》(4 N、悬挂晾干), 使用常用的家庭洗涤方法进行 5 次洗后并悬挂晾干后再测试防绒性能, 更贴近消费者实际服用效果。

2 结果与讨论

2.1 染色方式对防绒效果的影响

锦纶织物常用染色方法有经轴染色和溢流染色, 溢流染色根据进布方式不同, 可分为有带布轮溢流染色机和无带布轮溢流染色机。经轴染色布面摩擦概率小, 由于布固定在滚筒上, 布在高温染色时经纬向收缩幅度空间较小, 染色后密度较溢流染色低。有带布轮溢流染色机由于有带布轮和高压喷嘴双重动力下可以染厚重的面料, 但是布面风格经向皱纹比较明显, 无带布轮溢流染色机一般染一些轻薄的面料, 布面皱痕均匀。3 种染色方法对防绒性能影响均未见有文献报道, 因此

表 1 GB/T 14272—2021 防钻绒指标

项目	优等品	一等品	合格品
钻绒值/(根·m ⁻²)	≤40	≤70	≤120
接缝性能/cm	有内胆结构的羽绒服: 缝线扯裂程度≤0.6; 无内胆结构的羽绒服: 缝线扯裂程度≤0.4		

采用这 3 种染色方法分别对同一批 0.78 tex 细旦锦纶进行染色,并测试防绒性能,其防绒效果见表 2。

由表 2 可知,由于溢流染色密度比经轴染色高 28 根/10 cm 以上,防绒性能无论洗前还是洗后溢流染色均略好于经轴染色,撕裂强度和缝线滑移差异不明显,均能符合羽绒服标准,但是从布面外观上看,溢流染色都有擦伤和滑纱,有带布轮的溢流染色较为严重,无带布轮的溢流染色有所改善,但是存在间断性擦伤、滑纱,布面发亮等现象。擦伤问题很难通过后续工序改善,本文选择无擦伤风险的经轴染色工艺,通过后续整理加工以提高防绒性能,从而实现外观和防绒性能都较好的目的。

2.2 定形工艺对防绒效果的影响

防绒的关键是减少织物的缝隙,利用高温定形时对纤维的可塑性,通过高温使分子重新排列,使纱线间排列更加紧密,同时还可以

采用高分子助剂封闭空隙,同时赋予织物一些特殊的功能,如防水、抗静电、吸湿快干、防紫外线性能、抗菌等,也可以提升服用性能,如手感的软硬、撕破强力的提升、缝线滑移的改善、克质量的调节等^[10]。因此,合理设计定形工艺至关重要。采用经轴染色后的织物,按 2.2 定形工艺参数,根据生产经验微调轧光工艺为:160 ℃、20 m/min、350 N,比较不同配方的定形工艺对防绒效果的影响,结果见表 3。

由表 3 可知,1# 方案洗前防绒最好,但洗后防绒差,撕裂强度、手感均最差;2# 方案撕裂强度明显提升,但洗后防绒、缝线滑移不合格,手感依旧偏硬;3# 加入了防水剂,该方案洗后防绒达不到国标优等品标准,其余项目较好,手感也较软;4# 方案加入交联剂后提升了布面助剂耐洗性能,减少了纤维间的空隙,增强了洗后防绒性能,但手感偏硬;5# 方案为了弥补组合 4#

方案手感偏硬现象,加入了自配柔软剂 D 后,手感有明显改善,防绒性能较 4# 方案略微差一些,缝线滑移也略微偏大,但都高于国家标准线,因此选择最佳定形处方为组合 5# 方案。

2.3 轧光条件对防绒效果的影响

轧光是利用锦纶纤维在热压条件下的可塑性将织物表面轧平,以减少织物间的孔隙,同时提高织物的光泽和平整度。轧光效果主要受压力、温度和车速的影响,为找出最佳的轧光工艺,采用 3 因素 3 水平正交试验设计(表 4)对防绒等性能进行综合分析(表 5),找出最佳的轧光工艺条件。

由表 5 可以看出,对防绒根数而言,极差大小顺序为 B>A>C。仅从防绒效果来看,由于防绒根数为越少越好,得出防绒性能最佳的轧光方案为 A₃B₃C₃,即 180 ℃、350 N、30 m/min。

羽绒面料除防绒效果外,还对

表 2 染色方式对防绒效果的影响

染色方法	物理性能测试							
	防绒/根	洗后防绒/根	撕裂强度 (经、纬)/N	缝线滑移 (经、纬)/cm	透气性/ (mm·s ⁻¹)	密度/ [根·(10 cm) ⁻¹]	手感等级/ 级	外观(亮度、平整度等)
无带布轮溢流染色	31	43	4.3、4.2	0.25、0.27	2.8	2 642	6	微皱,布种略微擦伤,滑纱
有带布轮溢流染色	37	44	4.2、4.3	0.22、0.23	2.6	2 657	5	微皱,布面擦伤严重,滑纱
经轴染色	51	59	4.6、4.7	0.27、0.27	3.1	2 614	4	平整,无异常

注:无带布轮溢流染色采用 RN 溢流染色机,有带布轮溢流染色采用 RP 溢流染色机,经轴染色采用 NOSEDA 经轴染色机。定形工艺及轧光工艺参数见 1.3。

表 3 定形工艺对防绒效果的影响

编号	处方	物理性能测试							
		洗前防绒/根	洗后防绒/根	撕裂强度 (经、纬)/N	缝线滑移 (经、纬)/cm	透气性/ (mm·s ⁻¹)	密度/ [根·(10 cm) ⁻¹]	手感等级/ 级/级	外观(亮度、平整度等)
1	空白	19	53	3.7、3.7	0.24、0.23	2.7	2 610	2	平整,无异常
2	加撕裂提升剂	22	57	8.1、8.0	0.42、0.43	2.9	2 606	3	平整,无异常
3	加防水剂+撕裂提升剂	31	43	7.8、7.8	0.39、0.40	2.5	2 610	5	平整,无异常
4	加防水剂+撕裂提升剂+交联剂	23	29	7.1、7.0	0.29、0.27	2.2	2 606	3	平整,无异常
5	加防水剂+撕裂提升剂+交联剂+柔软剂	26	35	7.5、7.2	0.33、0.34	2.1	2 598	4	平整,无异常

注:1# 代表空白,即仅经过清水后定形、轧光;2# 代表定形液槽内加入撕裂提升剂 TF-469 10.0 g/L;3# 代表定形液槽内加入防水剂 DS-3669 50.0 g/L、撕裂提升剂 TF-469 10.0 g/L;4# 代表定形液槽内加入防水剂 DS-3669 50.0 g/L、撕裂提升剂 TF-469 10.0 g/L、交联剂 TF-569C 5.0 g/L;5# 代表定形液槽内加入防水剂 DS-3669 50.0 g/L、撕裂提升剂 TF-469 10.0 g/L、交联剂 TF-569C 5.0 g/L、柔软剂 D 20.0 g/L。

表4 正交试验设计表

水平	压力 (A)/N	温度(B)/ ℃	车速(C)/ (m·min ⁻¹)
1	250	140	20
2	300	160	25
3	350	180	30

撕裂强力、缝线滑移、透气性能、手感有要求,为全面分析,将各因素水平对应的 K 值用图形表示出来,见图1。图中为看得更清楚更直观,将各点用直线连起来,其中防绒根数为实际根数的1/10,撕破强力及缝线滑移均取经纬向平均值。

温度B对各指标的影响:对撕裂强力、透气性能、手感而言,指标越大越好。由图1可知,温度的极差都是最大的,也就是说温度对这3个指标的影响最大,取140℃为最佳;对于防绒和滑移来讲,考察指标是越小越好,但是温度的极差也是最大的,取180℃为最佳,显然与前面3个指标相矛盾。但是,从图1中的连线趋势来看,轧光温度从140℃上升到160℃时强力差异很小,而从160℃上升到180℃后强力下降极为明显。同样在透气性上,试验数据上分析140℃升

到160℃时对透气性能可以理解差异很小,而当温度上升到180℃后透气性能差异明显变差。180℃时手感等级下降明显。综合来看,温度选择为 B_2 即160℃最适宜。

车速C对各指标的影响:对5个指标来说,车速的极差都是最小的,也就是说,车速是影响最小的因素,是次要因素。由图1可知,从防绒性能来看,车速取30 m/min最好;对于撕裂强力、缝线滑移、透气性能,手感车速的影响更小,结合图A可以看到车速对这几个指标的影响几乎趋于同一水平,因此最终车速可以按影响相对较大的防绒性能来定, C_3 即30 m/min为最佳,生产效率也最高。

压力A对各指标的影响:压力对防绒根数的影响极差较大,对其他几个指标均较小,尽管撕裂强力、透气性能及手感都是随压力的提升而呈现下降趋势,但变化相对比较平缓,对于缝线滑移随着压力提升从0.36变至0.33再到0.36,几乎在一个稳定值上下波动,可见压力对缝线滑移几乎没有影响,而防绒性能从250 N的84根到300

N的62根,提升26.5%,再到350 N的36根,又提升41.4%,效果极为显著。因此,压力取 A_3 即350 N为最佳。

通过各因素对各指标影响的综合分析,得出较好的轧光工艺试验方案是: $A_3B_2C_3$ 。有研究表明,羽绒面料钻绒除面料本身防绒性能外,还有很大的因素是经过缝制后针脚处跑绒,减小针脚大小,可以有效改善羽绒服跑绒问题。由于本产品具有非常轻薄的特性,羽绒建议采用绒子含量 $\geq 80\%$ 的鸭绒或者鹅绒,否则过多毛片上的绒杆容易刺穿面料;缝制工艺建议:缝纫机针建议采用7号羽绒服专用机针,缝纫线建议采用20.00 tex及以下的羽绒服专用线,上表测试均采用标称绒子含量达90%的灰鸭绒,缝纫机针为7号,缝纫线为20.00 tex,针距密度为12针/3 cm。

2.4 生产实践

根据开发的0.78 tex锦纶后整理工艺投入生产实践,具体执行步骤如下,并与1.67 tex(15 D)消光长丝锦纶面料和2.22 tex消光长丝锦纶面料进行效果对比。

表5 轧光工艺条件对防绒性能的影响

编号	A	B	C	防绒根数/根	撕裂强力 (经、纬)/N	缝线滑移 (经、纬)/cm	透气性/ (mm·s ⁻¹)	密度/ [根·(10 cm) ⁻¹]	手感等 级/级
1	1	1	1	120	8.9、8.7	0.40、0.42	3.1	2 591	7
2	1	2	2	91	8.6、8.4	0.39、0.38	3.0	2 598	6
3	1	3	3	42	4.4、4.2	0.29、0.29	2.1	2 606	3
4	2	1	2	97	8.8、8.3	0.37、0.39	2.9	2 602	6
5	2	2	3	58	7.7、7.4	0.35、0.37	2.9	2 606	5
6	2	3	1	31	3.9、3.6	0.23、0.24	2.0	2 618	2
7	3	1	3	53	8.3、8.1	0.37、0.39	2.4	2 606	5
8	3	2	1	31	7.8、7.5	0.39、0.36	2.5	2 610	4
9	3	3	2	25	4.1、4.0	0.24、0.27	2.0	2 618	1
防 绒 根 数	K_1	84.33	90.00	60.67					
	K_2	62.00	60.00	71.00					
	K_3	36.33	32.67	51.00					
	极差	48.00	57.33	20.00					
	优方案	A_3	B_3	C_3					

步骤1:采用经轴染色,颜色为黑色,染色工艺曲线见图2。

步骤2:定形工艺为温度170℃、车速40 m/min(烘焙时间约40 s),超喂+5%,有效幅宽150 cm,一浸一轧(轧辊压力0.3 MPa,轧余率22%~25%)。定形助剂为防水剂DS-3669 50.0 g/L、撕裂提升剂TF-469 10.0 g/L、交联剂TF-569C 5.0 g/L、柔软剂D 20.0 g/L、渗透剂P 1.0 g/L、柠檬酸0.5 g/L。

步骤3:轧光条件为温度160℃、压力350 N、车速30 m/min。

与常规锦纶的防绒性能对比见表6。

由表6可知,0.78 tex 面料按此工艺生产各指标均较为理想,但该工艺不能通用于1.67 tex 及2.22 tex 面料,由于密度及线密度关系,1.67 tex 及2.22 tex 锦纶面料按此工艺生产,防绒性能有偏差,缝线滑移也略微偏大,因此定形工艺参数、柔软剂、撕裂提升剂用量以及轧光条件也需要适当调整。

3 结论

3.1 溢流染色防绒性能好于经轴染色,但易出现擦伤和滑纱,以及布面发亮现象,影响成品外观品质。采用经轴染色,可以通过定形和轧光工艺,提高防绒性能,从而使防绒性能达到羽绒服面料技术指标要求。

3.2 基于经轴染色的定形与轧光工艺:一浸一轧(防水剂、撕裂提升剂、交联剂、柔软剂、渗透剂的组合配方),超喂+5%,轧余率22%~25%,温度170℃,车速40 m/min(烘焙时间约40 s);轧光条件:温度160℃,压力350 N,车速30 m/min。

3.3 所开发的羽绒服轻量化染整工艺仅适用于0.78 tex 锦纶面料(2 606根/10 cm),防绒性能可以达到GB/T 14272—2021标准(含洗

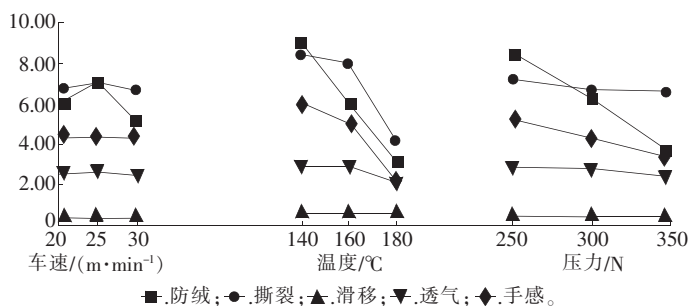


图1 各指标综合分析图

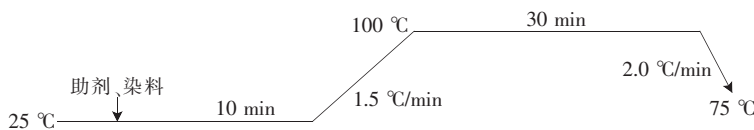


图2 锦纶染色工艺曲线

表6 与常规锦纶的防绒性能对比

规格	物理性能测试						
	防绒根数/根	洗后防绒根数/根	撕裂强力(经、纬)/N	缝线滑移(经、纬)/cm	透气性/(mm·s ⁻¹)	密度/[根·(10 cm) ⁻¹]	手感等级/级
0.78 tex	24	33	7.3、7.2	0.35、0.33	2.3	2 606	6
1.67 tex	31	44	10.1、9.7	0.43、0.44	2.7	1 933	5
2.22 tex	47	53	13.3、12.9	0.47、0.45	2.5	1 673	4

后防绒性能)优等品≤40根,撕裂强力7 N,缝线滑移≤4 mm,透气性能在100 Pa压力条件下平均值≥2.0 mm/s,且手感柔软,布面平整无异常。

参考文献

- [1]王明荣,李长龙,王宗乾,等.覆膜加工后对棉织物防钻绒性能的影响[J].安徽工程大学学报,2018,33(5):42-45.
- [2]厉恩祥,陶庆隆,董泽文,等.双层防羽绒织物的生产要点[J].棉纺织技术,2016,44(3):67-70.
- [3]常熟华懋纺织有限公司.防钻绒面料的加工方法:中国,201110277943.5[P].2012-05-02.
- [4]肖燕.新型锦纶细旦透气防绒面料的开发[J].现代丝绸科学与技术,2017,32(2):4-5,40.
- [5]李卉璇,叶璐露,胥心莲,等.羽绒服防钻绒技术研究现状[J].山东纺织科

技,2020,61(3):30-34.

- [6]曲容锐,周志华.GB/T 14272《羽绒服》新旧标准比对分析[J].中国纤检,2021(10):99-102.
- [7]张红苑,姚超明.羽绒羽毛制品防钻绒性试验方法的结果评价[J].质量与标准化,2021(10):48-50.
- [8]董甜甜,王蕾,高卫东.防绒面料孔径及分布特征与透气性和防绒性的关系[J].纺织学报,2020,41(12):49-53.
- [9]朱华平,马宇丽.壮锦织物风格手感评价与分析[J].轻纺工业与技术,2020,49(3):24-26.
- [10]ERTEKIN G, MARMARALI A. The effect of heat-setting conditions on the performance characteristics of warp knitted spacer fabrics[J].Journal of Engineered Fibers & Fabrics,2016,11(3):64-71.

收稿日期 2024年1月9日