

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017080040605

腈纶针织物角蛋白抗起球整理机制及其效果评价

刘淑萍^{1 2 3} 李亮^{1 2 3} 刘让同^{1 2 3} 胡泽栋¹ 耿长军¹

(1. 中原工学院 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:探讨了腈纶针织物角蛋白抗起球整理机制。采用单因素分析法,讨论了角蛋白质量分数、处理温度和时间对腈纶针织物抗起球整理效果的影响。结果表明:腈纶针织物角蛋白抗起球整理属于黏结、涂层整理,主要依靠角蛋白分子中的极性基团,在一定的条件下与腈纶分子中的氰基发生较强的结合,增加纤维集合体中纤维间的摩擦和抱合作用,使部分毛羽贴覆于纱线表面,改善织物抗起球性能。在整理过程中对织物的抗起球性能影响最大的是角蛋白质量分数,其最佳质量分数为2%,其他的最佳工艺条件分别为温度70℃,浴比1:20,处理时间60 min。

关键词:腈纶针织物;角蛋白;抗起球;整理

中图分类号:TS 195.6 **文献标志码:**A

Mechanism and evaluation of anti-pilling finishing on acrylic knitted fabric by keratin

LIU Shuping^{1 2 3}, LI Liang^{1 2 3}, LIU Rangtong^{1 2 3}, HU Zedong¹, GENG Changjun¹

(1. Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China;

2. Henan Provincial Key Laboratory of Functional Textile Materials, Zhengzhou, Henan 450007, China;

3. Henan Provincial Collaborative Innovation Center of Textile and Clothing, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract: The mechanism of anti-pilling finishing on acrylic knitted fabric by keratin was discussed, and the effects of keratin mass concentration, treatment temperature and time on the anti-pilling finishing were conducted by single factor analysis in this paper. The results indicate that pilling resistance finishing of acrylic knitted fabric by keratin can be ascribed to the bonding and coating, which mainly depends on the strong combination between the polar groups of keratin molecules and the cyano groups of acrylic molecules in certain conditions. This combination not only can strengthen the friction and cohesion between fibers in the fabric, but also makes part of the hairiness attach to the yarn surface to improve the anti-pilling effect of acrylic fabric. During the finishing process, the most important influencing factor is the mass concentration of keratin, and it is 2%. Moreover, the optimum temperature is 70 °C, the bath ratio is 1:20, and the treatment time is 60 min.

Keywords: acrylic knitted fabric; keratin; hair ball; pilling

腈纶具有保暖性好、不易霉蛀、蓬松柔软、色牢度高、耐酸耐碱耐日晒等优良性能,被广泛应用于纺织服装领域^[1]。由于针织面料大多要求纱线结构松软以便加工,若其纱线是用短纤维纺制,则其产品

极易起球,且毛球不易脱落,会严重影响服装的外观与手感,针织物的这一要求限制了腈纶的应用,因此解决腈纶针织物的起球问题具有较高的实用价值^[2-3]。为此,一些学者对其采用了混纺、烧毛、碱减量、树脂增量等处理方法。将腈纶纤维与天然纤维混纺,可有效改善纤维集合体中纤维之间的摩擦及抱合作用^[4],具有较好的抗起球效果,但增加了加工工艺的复杂性;碱减量是以损伤腈纶力学性能

收稿日期:2017-08-14

第一作者简介:刘淑萍,讲师,博士,主要研究方向为纺织服装新材料的开发和应用。通信作者:刘让同, E-mail: ranton@126.com。

为代价^[5-7],改性后对腈纶制品的服用性能影响较大;树脂增量处理是采用覆盖和黏合的作用提升其抗起球性^[8-9],改性后织物的风格、通透性与树脂种类、增量等有较大关系。本文借助具有较多亲水基团的角蛋白作为黏合剂,改善腈纶针织物中纱线内部纤维与纤维之间的摩擦及抱合作用,同时使露出纱体外部的纤维贴覆于纱线表层,进而达到减少毛羽聚集成毛球的目的。采用单因素分析法探讨了角蛋白质量分数、处理温度和时间对腈纶针织物抗起球整理效果的影响,分析了改性处理对织物性能的影响,为其应用提供理论参考。

1 实验部分

1.1 材料与仪器

材料:腈纶针织物(60 tex 股线的“1+1”罗纹织物,横密为60列/5 cm,纵密为36行/5 cm),角蛋白粉末(实验室自制),去离子水。

仪器:YG401 L 马丁代尔式磨损仪(深圳市方圆仪器有限公司),DZKW-4DI 电子恒温水浴锅(北京中兴伟业仪器有限公司),GZX-9140MBE 电子鼓风干燥箱烘箱(上海博讯实业有限公司医疗设备厂),YP2002 电子天平(常州德凯电子有限公司)。

1.2 整理工艺

腈纶针织物→水洗→烘干→角蛋白整理→水洗→烘干。

角蛋白整理单因素分析工艺设计:

①分别配置质量分数为0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%的角蛋白溶液,浴比为1:20,在恒温70℃下处理60 min,分析角蛋白质量分数对腈纶针织物抗起球整理效果的影响,找出最佳的角蛋白用量。

②采用质量分数为2%的角蛋白溶液,浴比为1:20,分别在60、65、70、75、80、85、90℃温度下处理60 min,分析温度对腈纶针织物抗起球整理效果的影响,找出最佳的处理温度。

③采用质量分数为2%的角蛋白溶液,浴比为1:20,在恒温70℃分别处理10、20、30、60、90、120 min,分析处理时间对腈纶针织物抗起球整理效果的影响,并找出最适宜的处理时间。

1.3 测试与表征

1.3.1 毛球个数测试

将改性前后的腈纶针织物在标准大气压下调湿24 h,分别剪取150 mm×150 mm的方形织物作为磨料及试样,在YG401 L 马丁代尔式磨损仪上进行测试,所选重锤质量为395 g,分别记录摩擦圈数为125、500、1 000、2 000、3 000、4 000、5 000、6 000及

7 000 转时的100 cm² 针织物内的毛球个数。

1.3.2 增重率测试

将角蛋白整理前后的腈纶针织物分别烘干称量,并利用下式计算角蛋白整理后腈纶针织物的增重率:

$$C_Q = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

式中: C_Q 为增重率,%; W_0 为整理前织物质量,g; W_1 为整理后织物质量,g。

2 结果与讨论

2.1 腈纶针织物角蛋白抗起球整理的机制

织物表面的起毛起球过程一般可分为起毛、纠缠成球、毛球脱落3个阶段^[10]。织物经不断摩擦时,纤维端部会露出织物表面而呈毛茸状,对于弯曲刚度较小的纤维,毛茸受到反复的作用力时,极易纠缠形成毛球,其起毛起球过程如图1所示。因此,防止织物起毛起球现象发生的方法可从减少纱线毛羽、提高纤维的弯曲刚度、增加纤维集体中纤维间的摩擦和抱合作用、降低纤维的韧性和耐疲劳性等

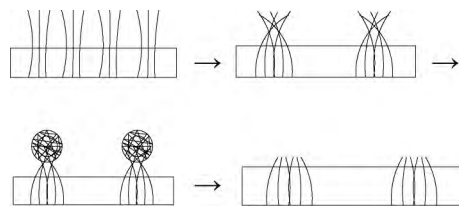


图1 织物起球过程示意图

腈纶针织物角蛋白抗起球整理属于黏结、涂层整理,主要是增加了纤维集体中纤维间的摩擦和抱合作用,同时又相对提高了纤维的弯曲刚度,其抗起球机制如图2所示。由于角蛋白分子中具有较多的极性基团,如氨基、羧基和羟基等,它们在一定条件下能与腈纶分子中的氰基发生较强的相互作用,从而可以有效地使腈纶织物表面的毛羽贴覆于其纱线表面(如图2(b)所示),减少毛羽量;此外,角蛋白还可以渗透到纤维集体内部,使纤维之间发生黏结,以增加纤维集体中纤维间的摩擦和抱合作用,进而改善抗起毛起球性能。织物中毛羽贴敷于纱体表面的程度取决于织物表面角蛋白的沉积量,而纤维集体中纤维之间黏结的情况主要取决于织物内部角蛋白渗透的量。当角蛋白含量较低时,角蛋白易覆盖于腈纶表面,提高其抗弯刚度,同时也改善了纤维的耐疲劳性。此外,角蛋白含量较低时,溶液的渗透性较好,易于进入纤维集体内部,进而影响织物的抗起球性能;相反,若腈纶针织物上角蛋白

含量过高,不仅严重影响到织物的风格及服用性能,还会影响角蛋白的渗透。因此,控制腈纶针织物上角蛋白含量尤为重要。

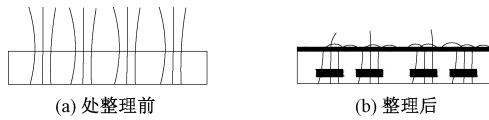


图2 腈纶针织物角蛋白整理前后织物结构变化示意图

2.2 整理条件对其抗起球效果的影响

2.2.1 角蛋白用量的影响

目前,织物抗起球效果多采用主观评价法,即对织物进行相对反复的摩擦或者撞击,由专业人员依据试样一定面积上出现的毛球的多少进行定级,这种方法比较简单快捷。本文在讨论整理工艺对腈纶针织物抗起球效果的影响时也采用此方法,并以100 cm²内毛球的数量来评价腈纶针织物的抗起球效果。

图3示出不同质量分数角蛋白整理前后摩擦次数与毛球个数的关系曲线。由图可知,所有试样的毛球个数均随摩擦次数的增加呈现出先增加后减小的趋势,并且摩擦次数在3 000转以内时,织物的毛球数量增加速率较大,摩擦次数在3 000~4 000转的范围内出现毛球个数的峰值,摩擦次数高于4 000转后,毛球数量呈现下降趋势。这主要是由腈纶的特性决定的,一方面,腈纶较天然纤维表面光滑,纤维在纤维集合体中的摩擦和抱合力较小,特别是针织用纱,捻度一般较低,在反复的摩擦或者撞击作用下,纤维极易从纱体内部向外滑动或者抽拔出来,缠结形成凸出于织物表面、致密的且不透光的并可产生投影的球;另一方面,腈纶主链主要以C—C连接,侧基—CN具有较强的极性使其大分子紧密堆砌,从而使腈纶具有较高的力学性能,导致织物表面形成的毛球不易脱落而大面积的出现。

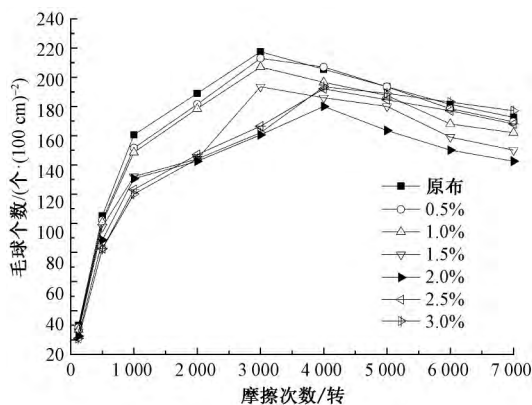


图3 不同角蛋白用量整理的腈纶针织物摩擦次数与毛球个数的关系曲线

此外,经过角蛋白改性处理的腈纶针织物摩擦次数在3 000转以内,其毛球的个数均小于原布的毛球个数,并且毛球个数随角蛋白质量分数的增加而减少。这主要是由于角蛋白处理后,腈纶针织物中纱线表面和内部存在一定量的角蛋白,角蛋白具有较多的氨基、羧基和羟基能与腈纶内部极性的氰基产生相互作用,使纤维之间黏合,改善了纤维在纤维集合体中的摩擦和抱合力,从而减少了毛球出现的概率。当摩擦次数高于3 000转后,角蛋白质量分数高于2%的织物毛球脱落的速度较慢,出现高于原布的现象,角蛋白质量分数低于2%的较原布好一些,角蛋白质量分数为2%时,抗起球效果最好。角蛋白质量分数较高时,纤维表面及纤维之间的角蛋白较多,虽然会在某种程度上改善了纤维的力学性能,但会延迟毛球脱落所需要的时间,所以出现了上述现象。图4示出角蛋白质量分数对腈纶针织物增重率的影响。从中可以看出,随着角蛋白质量分数的增加,织物的增重率不断增加,因此,为提高织物的抗起球性能,合理控制腈纶针织物改性处理时的角蛋白的质量分数尤为重要。

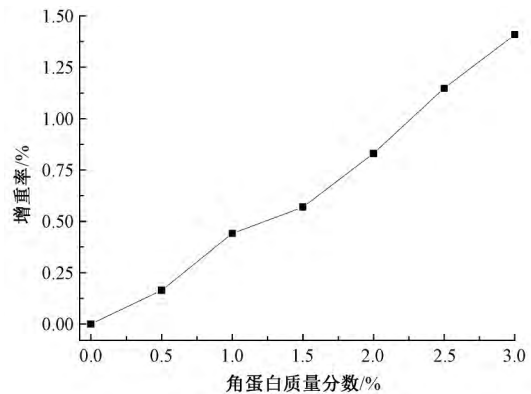


图4 角蛋白质量分数与腈纶针织物增重率的关系曲线

2.2.2 温度的影响

温度在腈纶针织物角蛋白抗起球整理的过程中,主要使角蛋白的分子动能增加,促使其均匀有效地渗透到纱线内部。图5示出不同整理温度时腈纶针织物摩擦次数与毛球个数的关系曲线。从中不难发现,当温度高于70℃,摩擦次数在125~7 000转的范围内时,毛球个数随温度的增加而增加;但当整理温度低于70℃时,毛球个数随温度的增加而减少;温度在70℃时,毛球的个数最少。

图6示出处理温度与腈纶针织物的增重率的关系曲线。从中可以看出,处理温度越高,改性后的腈纶针织物的增重率越大,并且两者以70℃为界,在70℃之前增速较快,在此温度之后,增速放缓。这说明温度对角蛋白在织物表面的沉积和渗透有重要

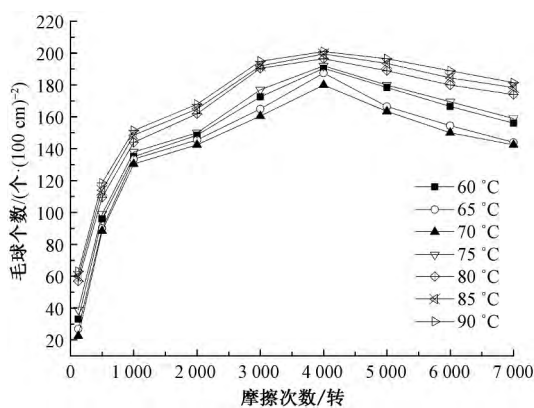


图5 不同整理温度的腈纶针织物摩擦次数与毛球个数的关系曲线

作用。当温度较高的时候,角蛋白具有较好的流动能力,不仅有利于角蛋白在织物表面的沉积,而且分子可以有效地穿越纱体内部,渗透到腈纶的内部,有效地改善腈纶的力学性能,使形成的毛球不易脱落。在温度较低的时候,角蛋白运动的动能降低,渗透到纱线内部的能力较弱,不能有效地改善纤维在纤维集体中的摩擦和抱合力,使织物的毛球量增多。因此,在腈纶针织物进行角蛋白抗起球整理过程中,温度控制在70℃时较为适宜。

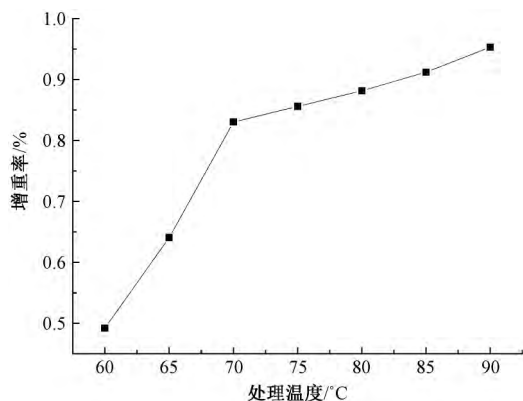


图6 处理温度与腈纶针织物增重率的关系曲线

2.2.3 处理时间的影响

腈纶针织物角蛋白抗起球整理的过程中,角蛋白的质量分数、温度及时间这3个因素均较重要。在其他因素相同的条件下,时间的长短主要决定了角蛋白对腈纶针织物的渗透情况,图7示出处理时间对腈纶针织物的增重率的影响。从中可以看出,随着处理时间的增加,织物的增重率不断增加,并在60 min之后趋于稳定。这主要是因为在对腈纶针织物进行角蛋白整理时,角蛋白一方面在织物表面进行沉积,另一方面还会对织物内部进行渗透,当处理时间较短时,二者同时进行,所以增重率的增速较快,但当达到一定时间时,角蛋白在织物表面的沉积基本完成,对增重率起主要作用的是对织物内部的

渗透,所以增速变缓,而当渗透也达到平衡时,织物的增重率就基本稳定了,这一稳定过程基本需要60 min。

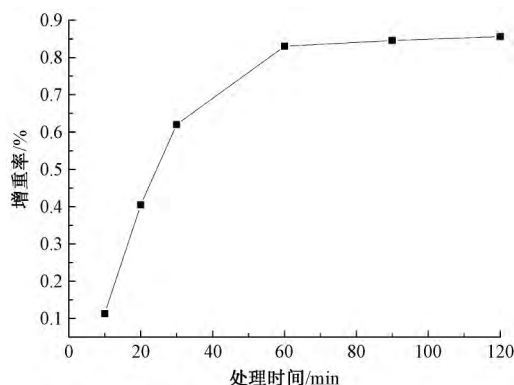


图7 处理时间与腈纶针织物增重率的关系曲线

图8示出不同处理时间时腈纶针织物摩擦次数与毛球个数的关系。从中可以看出,当处理时间小于60 min,摩擦次数在125~7000转的范围内时,毛球个数随时间的增加而减少;当处理时间大于60 min,摩擦次数在同样的范围内时,毛球个数却随时间的增加而增加;并且当处理时间为60 min时,摩擦次数在同样的范围时织物所出现的毛球个数最少。结合图7所示织物增重率的变化可知,出现这一现象,主要是由于腈纶针织物中的毛球个数与角蛋白的残留量有关,残留量过高或者过低均不利于腈纶针织物抗起球性能的改善。

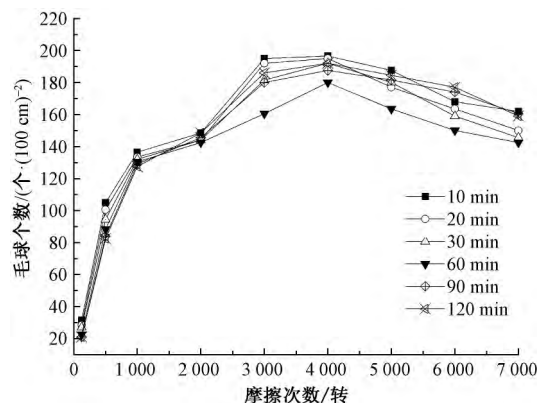


图8 不同处理时间腈纶针织物摩擦次数与毛球个数的关系曲线

3 结论

①角蛋白质量分数对腈纶针织物抗起球整理效果影响较大。经过角蛋白改性处理的腈纶针织物当其摩擦次数在3000转以内时,毛球个数均小于原布,并且毛球个数随角蛋白质量分数的增加而减少,当摩擦次数高于3000转后,角蛋白的质量分数高于2%时织物毛球脱落的速度较慢,所以当角蛋白

质量分数为2%时,织物的抗起球效果最好。

②腈纶针织物角蛋白抗起球整理过程中,当温度高于70℃,摩擦次数在125~7000转的范围内时,毛球个数随温度的升高而增加;当温度低于70℃时,同样转数的范围内,毛球个数随温度的升高而减少;在温度为70℃时,毛球个数最少。

③腈纶针织物角蛋白抗起球整理过程中,摩擦次数在125~7000转的范围内时,当处理时间小于60min,毛球个数随时间的增加而减少;当大于60min,毛球个数却随时间的增加而增加;并且在处理时间为60min时,织物出现毛球个数最少。

④腈纶针织物角蛋白抗起球整理属于黏结、涂层整理,角蛋白改善了腈纶针织物中纱线内部纤维与纤维之间的摩擦及抱合作用,并使露出纱体外部的纤维贴覆于纱线表层,达到了减少毛羽聚集成毛球的效果。在本文所研究的范围内,当角蛋白质量分数为2%,温度为70℃,浴比为1:20,处理60min时,腈纶针织物抗起球性能最佳。

参考文献:

[1] 毛莉莉,王兴家.我国针织服装行业发展的现状分析[J].针织工业,2005(3):55-59.

- [2] 蒂米斯 J B. 如何克服起毛起球[J]. 针织工业, 1997(6):48-51.
- [3] 李彦滨,张敏,赵翠侠. 织物起毛起球成因分析及解决工艺[J]. 针织工业,2005(10):36-37.
- [4] ARUN Naik, FEDERICO Lopez-Amo. Pilling propensity of blended textiles [J]. Mellind Textiberichte, 1982, 59(6):403-410.
- [5] 康芳,张鹏飞. 织物起毛起球研究现状分析与展望[J]. 上海纺织科技, 2006, 34(12):5-6.
- [6] 张静,刘正芹. 腈纶织物抗起毛起球处理的研究[J]. 针织工业, 2006(6):38-40.
- [5] 江连营,顾肇文,王其. 物理改性腈纶抗起毛起球性能研究[J]. 上海纺织科技, 2007, 35(3):53-57.
- [7] 王琛,毛志平. 羊毛角蛋白粗溶液的制备及用于毛织物的抗起毛起球整理[J]. 印染助剂, 2007(8):19-22.
- [8] 陈晓玉,诸葛红娟. 针织物抗起毛起球整理及其实践[J]. 针织工业, 2003, 12(6):57-58.
- [9] AILAN Wan, DAI XIUJUAN J, KEVIN Magniez, et al. Reducing the pilling propensity of wool knits with a three-step plasma treatment [J]. Textile Research Journal 2013, 83(19):2051-2059.
- [10] 宗亚宁,张海霞. 纺织材料学[M]. 2版. 上海:东华大学出版社, 2013:339-340.