

氧化+角蛋白处理对羊绒抗起毛起球的影响

李志刚, 高丽贤

(浙江工业职业技术学院, 浙江 绍兴 312000)

摘要:针对羊绒织物存在起毛起球影响服用性能的问题,采用氧化+角蛋白协同后处理方法,改变工艺的各项技术参数。结果表明:当氧化液中过碳酸钠用量达到8.0 g/L,TAED的用量为1.5 g/L,氧漂稳定剂用量为4.0 g/L,氧化处理时间为25 min,过氧化氢酶用量为0.6 g/L,氧化处理时间为30 min,氧化处理温度为50 ℃;角蛋白液中角蛋白的用量为2.5 g/L,角蛋白处理时间为20 min,角蛋白处理温度为40 ℃,与未经后处理的羊绒织物相比,抗起毛起球达到3.0级,色差和手感无明显变化,断裂强力略有降低,符合羊绒织物的生产要求。

关键词:羊绒织物;角蛋白;氧化;起毛起球

中图分类号:TS 195.5

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2024)10-0056-05

Effect of Oxidation + Keratin Synergistic Treatment on Anti-pilling of Cashmere Fabric

Li Zhigang, Gao Lixian

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing, Zhejiang 312000, China)

Abstract:Aiming at the problem that cashmere fabric has pilling with adverse effect on its wearability, the experiment adopts the oxidation+keratin synergistic post-treatment method to change the technical parameters of the process. The experimental results show that the amount of sodium percarbonate in the oxidation solution reaches 8.0 g/L, the amount of TAED is 1.5 g/L, the amount of oxygen bleaching stabilizer is 4.0 g/L, the oxidation treatment time is 25 min, the amount of catalase is 0.6 g/L, the oxidation treatment time is 30 min, and oxidation treatment temperature is 50 ℃. The amount of keratin in the keratin solution is 2.5 g/L, the keratin treatment time is 20 min, and the keratin treatment temperature is 40 ℃. Compared with the untreated cashmere fabric, the anti-pilling ability reaches level 3.0, the color difference and hand feel have no obvious changes, and the breaking strength is slightly reduced, which meets the production requirements of cashmere fabric.

Key words:Cashmere Fabric; Keratin; Oxidation; Pilling

羊绒纤维被称为软黄金,其制品穿着舒适、手感柔软滑糯、保暖性强、光泽柔和,多用于制作高级针织面料^[1],是人们冬季喜爱的时尚服饰之一。但由于羊绒纤维长度短、卷曲少、纤维间抱合力差,随着穿着和洗涤摩擦次数的增加不易磨断而易缠结成球,严重影响外观和服用性能^[2-3]。

目前现有技术中,羊绒织物抗起毛起球后整理方法主要分为3大类:减法、加法和联合法,其中联合法包括3种方式:减法+加法、减法+保护剂或柔软剂、加法+保护剂或柔软剂。联合法兼顾抗起毛起球及色差、手感、断裂强力等方面,是目前的主要研究方向^[4]。

羊绒纤维对酸、碱、热以及氧

化剂和还原剂等的反应比细羊毛更敏感,即使在较温和条件下处理,纤维损伤也非常明显^[5],因此联合法的减法在选择氧化剂时需要十分慎重。

过碳酸钠是碳酸钠与过氧化氢的加成化合物,广泛用于洗涤工业漂白剂中^[6],使用过程中需通过活化剂的作用才能有效分解产生

专利名称:一种氧化+角蛋白的羊绒后整理液及整理方法(ZL 2021104230426)。

作者简介:李志刚(1966—),男,高级工程师,副教授,硕士。主要从事生态纺织品的研究工作。

双氧水,属于温和型氧化剂。

角蛋白可以通过废弃毛发提取^[7],通过对羊绒织物处理,在纤维表面形成一层角蛋白薄膜,降低纤维表面的摩擦系数,从而有效提高织物的抗起毛起球性能^[8]。

本文主要研究采用氧化+角蛋白协同处理,以过碳酸钠为氧化剂,探讨氧化+角蛋白协同作用对羊绒织物抗起毛起球性能、织物断裂强力、色差和手感等的影响。

1 试验

1.1 材料与试剂

材料:100%羊绒平针布片(大红色,38.5 tex×2的加捻纱)。

试剂:角蛋白(武汉拉那白医药化工有限公司),过碳酸钠(工业级,济南众杰化工有限公司),HL-619 高效氧漂稳定剂(常州海蓝化工有限公司),氢氧化钠(化学纯,广州市江顺化工科技有限公司),四乙酰乙二胺(TAED,广州市裕兴泰贸易有限公司),过氧化氢酶(50 000 u,山东诺杰生物科技有限公司)。

1.2 仪器

仪器:AS-24 振荡式常温染色打样机(上海楚工实业有限公司),YG026Q 型电子强力机(宁波纺织仪器厂),Datacolor 650 计算机测色配色仪(美国 Datacolor 公司),YG982D 型起球评级箱(上海精密仪器仪表有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 氧化液处理

工艺处方及条件:

过碳酸钠	8.0 g/L
TAED	1.0 g/L
氧漂稳定剂	4.0 g/L
过氧化氢酶	0.4 g/L
pH 值	9.5~10.5
浴比	1:30
温度	50 ℃

时间 25 min

工艺流程:配氧化液(过碳酸钠、TAED、氧漂稳定剂和余量水,氢氧化钠液调 pH 值=9.5~10.5)→投羊绒织物(先润湿)→恒温处理→水洗(40 ℃、10 min、3 次)→过氧化氢酶脱氧(40 ℃、15 min)→水洗→烘干(供角蛋白液处理备用)。

1.3.2 角蛋白液处理

工艺处方及条件:

角蛋白	3.0 g/L
pH 值	7.0
浴比	1:30
温度	60 ℃
时间	10 min

工艺流程:配角蛋白液(角蛋白和余量水,pH 值为中性)→投羊绒织物(经氧化预处理,先润湿)→恒温处理→清洗→烘干→测试备用。

1.4 测试方法

1.4.1 断裂强力测定

根据 GB/T 3923—1997《纺织品织物拉伸性能 第 1 部分:断裂强力和断裂伸长率的测定条样法》测定,并计算强力损失率见式(1)^[9]。强力损失率=(N_1-N_2)/ N_1 ×100% (1) 式中: N_1 为处理前织物的断裂强力; N_2 为处理后织物的断裂强力。

1.4.2 抗起毛起球性能测定

以 GB/T 4802.3—2008《纺织品织物起毛起球性能的测试 第 3 部分:起球箱法》为测试标准,采用 YG982D 型起球评级箱对羊绒织物进行抗起毛起球测试^[10]。

1.4.3 色差测定

采用 Datacolor 650 计算机测色配色仪测定羊绒织物氧化+角蛋白处理前后的颜色变化,在织物表面不同位置取 3 个点测试,采用 D_{65} 光源条件,测得色差(DE)表示织物颜色的变化^[4,7]。

1.4.4 手感评定

手感主观评定由 12 人组成评审组成员通过手摸方式以 1~10 分进行打分,以统计方法求平均结果,总评分分 5 档:1~2 分评定为较粗糙或较硬,3~4 分评定为粗糙或偏硬,5~6 分评定为略粗糙或略硬,7~8 分评定为基本柔软,9~10 分评定为柔软丰满接近原样。

2 结果与讨论

2.1 氧化液处理

氧化液处理后水洗烘干再角蛋白处理,见 1.3.1 和 1.3.2 工艺。

2.1.1 过碳酸钠用量的影响

按 1.3 试验方法,设定氧漂稳定剂用量为过碳酸钠用量的一半,调整过碳酸钠用量分别为 5.0~10.0 g/L,对羊绒织物进行氧化处理,研究过碳酸钠用量对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 1。

由表 1 可知,随着氧化液中过碳酸钠用量的增加,对羊绒纤维的二硫键进行氧化分解加剧,促使羊绒表层的鳞片减薄、纤维表面毛羽产生部分溶解且脱落,有利于降低起毛起球的几率,但同时氧化液对羊绒纤维存在纤维损伤不断加深,

表 1 过碳酸钠用量的影响

过碳酸钠用量/(g·L ⁻¹)	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
5.0	0.12	1.54	2.0	略有粗糙
6.0	0.42	2.23	2.0	略有粗糙
7.0	0.54	3.21	2.5	略有粗糙
8.0	0.89	4.53	3.0	略有粗糙
9.0	1.84	7.23	3.0	粗糙
10.0	2.86	9.91	3.0	非常粗糙

当氧化液中过碳酸钠用量达到 8.0 g/L,抗起毛起球达 3.0 级;过碳酸钠用量超过 8.0 g/L,羊绒鳞片形态改变与毛羽去除引起织物颜色出现变化,纤维内在损伤加剧引起织物断裂强力的降低,手感开始显得粗糙,综合考虑各因素,过碳酸钠的合理用量应该是 8.0 g/L。

2.1.2 TAED 用量的影响

参照 1.3 工艺,调整 TAED 用量分别为 0.5~3.0 g/L,对羊绒织物进行氧化处理,研究 TAED 用量对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 2。

由表 2 可知,当 TAED 用量较低时,因过碳酸钠缺少活化作用,分解双氧水速度较慢,对羊绒纤维的二硫键进行氧化分解作用缓慢,羊绒表层的鳞片减薄不明显、抗起毛起球性能提高困难;随着 TAED 用量的增加,当 TAED 用量达到 1.5 g/L,抗起毛起球可达到 3.0 级,之后不再提高,且对羊绒纤维存在纤维损伤开始加剧,色差、断裂强力和手感影响变得明显,综合考虑各因素,TAED 的合理用量应该是 1.5 g/L。

2.1.3 氧漂稳定剂用量的影响

按 1.3 试验方法,设定 TAED 的用量是 1.5 g/L,调整氧漂稳定剂用量分别为 3.0~6.0 g/L,对羊绒织物进行氧化处理,研究 TAED 用量对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 3。

由表 3 可知,当氧漂稳定剂用量小于 4.0 g/L 时,随着氧漂稳定剂用量的增加,色差明显变小,断裂强力损失率下降明显,抗起毛起球性能增加,手感由粗糙略有好转;当氧漂稳定剂用量超过 4.0 g/L 后,氧漂稳定剂用量的增加对色

差、断裂强力和手感影响较小;从生产成本的综合考虑,氧漂稳定剂的合理用量应该是 4.0 g/L。

2.1.4 氧化处理时间的影响

按 1.3 试验方法,设定氧化处理温度为 40 ℃,TAED 用量为 1.5 g/L,调整时间分别为 10~80 min,对羊绒织物进行氧化处理,再按角蛋白液处理,研究氧化处理时间对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 4。

由表 4 可知,随着氧化处理时间的延长,氧化液与羊绒纤维表层的鳞片反应接触时间增加,羊绒表层的鳞片减薄渐渐明显,在处理的起始时间里,抗起毛起球性能随之

提高,色差、断裂强力和手感变化不大,当氧化处理时间达到 30 min 后,抗起毛起球性能可达到 3.0 级,色差、断裂强力和手感开始出现明显变化,综合考虑各因素,氧化处理的合理时间应该是 30 min。

2.1.5 氧化处理温度的影响

按 1.3 试验方法,设定氧化处理时间为 30 min,TAED 用量为 1.5 g/L,调整氧化处理温度分别 30~90 ℃,对羊绒织物进行氧化处理,再按角蛋白液处理,研究氧化处理温度对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 5。

由表 5 可知,随着氧化处理温度的升高,氧化液与羊绒纤维表层

表 2 TAED 用量的影响

TAED用量/(g·L ⁻¹)	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
0.5	0.18	2.37	2.0	基本柔软
1.0	0.21	2.74	2.0	略有粗糙
1.5	0.76	4.11	3.0	略有粗糙
2.0	1.74	5.76	3.0	粗糙
2.5	3.24	6.24	3.0	粗糙
3.0	5.25	8.84	3.0	粗糙

表 3 氧漂稳定剂用量的影响

氧漂稳定剂用量/(g·L ⁻¹)	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
3.0	8.23	8.43	1.5	粗糙
3.5	2.21	6.13	2.0	粗糙
4.0	0.64	3.78	3.0	略有粗糙
4.5	0.61	3.67	3.0	略有粗糙
5.0	0.57	3.56	3.0	略有粗糙
5.5	0.54	3.54	3.0	略有粗糙
6.0	0.55	3.51	3.0	略有粗糙

表 4 氧化处理时间的影响

氧化处理时间/min	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
10	0.12	2.37	2.0	基本柔软
20	0.24	2.74	2.5	略有粗糙
30	0.54	3.54	3.0	略有粗糙
40	0.71	4.54	3.0	粗糙
50	1.92	6.43	3.0	粗糙
60	3.53	8.39	3.0	粗糙
70	5.82	10.32	3.0	非常粗糙
80	7.27	12.37	3.5	非常粗糙

的鳞片接触反应逐步加剧,羊绒表层的鳞片减薄渐渐明显,抗起毛起球性能随之提高,色差、断裂强力与手感变化不大,当氧化处理温度达到 50 ℃后,抗起毛起球性能可达到 3.0 级,氧化处理温度继续升高,色差、断裂强力与手感开始出现明显变化,综合考虑各因素,氧化处理的合理温度应该是 50 ℃。

2.1.6 过氧化氢酶用量的影响

按 1.3 试验方法,设定氧化处理时间为 25 min,TAED 用量是 1.5 g/L,调整过氧化氢酶用量分别为 0.2~1.0 g/L,对羊绒织物进行氧化处理,研究其用量对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 6。

由表 6 可知,随着过氧化氢酶用量的增加,有利于脱氧,减少对纤维的损伤,断裂强力损失率有所下降,色差与抗起毛起球性能变化较小,手感粗糙度略有转好;当过氧化氢酶用量超过 0.6 g/L 后,断裂强力损失率和手感基本无明显变化;从生产成本综合考虑,过氧化氢酶的合理用量应该是 0.6 g/L。

2.2 角蛋白液处理

2.2.1 角蛋白用量的影响

按 1.3 试验方法,羊绒织物经氧化处理(过碳酸钠用量为 8.0 g/L,氧化处理时间为 30 min,氧化处理温度 50 ℃,TAED 用量为 1.5 g/L,氧漂稳定剂用量为 4.0 g/L,过氧化氢酶用量为 0.6 g/L)后再进行角蛋白液处理,设定角蛋白液处理温度为 60 ℃,处理时间为 10 min,调整角蛋白用量分别为 1.0~5.0 g/L,研究角蛋白处理液中角蛋白用量对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 7。

由表 7 可知,随着角蛋白用量的增加,有利于羊绒纤维表面形成

角蛋白薄膜,形成的角蛋白薄膜可增加纤维间的网状连接,织物表面的粗糙度得到改善,断裂强力略有回升,色差有所变大;当角蛋白用量达到 2.5%时,抗起毛起球达到 3.0 级,角蛋白用量继续增加,断裂强力损失率和色差的变化不再明显,综合考虑起毛起球和生产成本,角蛋白液中角蛋白的合理用量应该是 2.5 g/L。

2.2.2 角蛋白处理时间的影响

按照 1.3 的试验方法,羊绒织物经过氧化处理(同 2.2.1)后再进行角蛋白液处理,设定角蛋白液处理温度为 60 ℃,角蛋白用量为 2.5 g/L,调整处理时间分别为 5~30 min,研究角蛋白处理时间对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等的影响,结果见表 8。

由表 8 可知,随着角蛋白处理

表 5 氧化处理温度的影响

氧化处理温度/℃	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
30	0.43	2.37	2.0	基本柔软
40	0.47	2.74	2.5	略有粗糙
50	0.52	3.47	3.0	粗糙
60	1.58	4.76	3.0	粗糙
70	2.65	6.98	3.0	粗糙
80	3.69	8.77	3.0	粗糙
90	4.72	10.81	3.5	非常粗糙

表 6 过氧化氢酶用量的影响

过氧化氢酶用量/(g·L ⁻¹)	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
0.2	0.88	6.48	2.0	粗糙
0.4	0.76	5.33	2.5	粗糙
0.6	0.57	3.41	3.0	略有粗糙
0.8	0.54	3.32	3.0	略有粗糙
1.0	0.52	3.31	3.0	略有粗糙

表 7 角蛋白用量的影响

角蛋白用量/(g·L ⁻¹)	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
1.0	0.18	4.11	2.0	粗糙
1.5	0.21	3.74	2.5	粗糙
2.0	0.62	3.21	3.0	略有粗糙
2.5	0.71	2.98	3.0	基本柔软
3.0	0.77	2.87	3.0	基本柔软
3.5	0.75	2.82	3.0	基本柔软
4.0	0.74	2.83	3.0	基本柔软
4.5	0.79	2.85	3.0	基本柔软
5.0	0.80	2.81	3.0	基本柔软

表 8 角蛋白处理时间的影响

角蛋白处理时间/min	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
5	0.18	2.97	2.0	略有粗糙
10	0.21	2.74	2.5	基本柔软
15	0.62	2.63	3.0	基本柔软
20	0.78	2.25	3.0	基本柔软
25	0.75	4.11	3.0	略有粗糙
30	0.84	6.84	3.0	略有粗糙

时间的延长,在羊绒纤维表面形成角蛋白薄膜更加充分与均匀,断裂强力有所回升,手感柔软度随之提高,当角蛋白液处理时间达到 20 min 时,羊绒织物达到基本柔软,处理时间继续延长,抗起毛起球效果和色差变化不再明显,断裂强力损失率有所增大,手感开始变得略有粗糙,综合考虑各因素,角蛋白处理的合理时间应该是 20 min。

2.2.3 角蛋白处理温度的影响

按 1.3 试验方法,羊绒织物经氧化处理(同 2.2.1)后再进行角蛋白液处理,设定角蛋白液处理中,角蛋白液处理时间为 20 min,角蛋白用量为 2.5 g/L,调整角蛋白液处理温度分别为 30~90 ℃,研究角蛋白处理温度对羊绒织物抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的影响,结果见表 9。

由表 9 可知,由于角蛋白含有较多的胱氨酸,二硫键含量特别多,在蛋白质肽链中起交联作用,因此角蛋白化学性质特别稳定,随着角蛋白处理温度的升高,角蛋白与羊绒纤维表层反应逐步加剧,形成的角蛋白薄膜可增加纤维间网状连接更为坚固,当角蛋白液处理温度达到 40 ℃,织物手感变得最佳柔软与丰满,与原织物基本相近,断裂强力有所提高;处理温度超过 40 ℃后,抗起毛起球性能、色差、断裂强力不再有明显变化,由于羊绒纤维在高温溶液长时间浸泡,纤维受损机会增加,织物手感柔软度与丰满度开始下降,综合考虑各因素,角蛋白液处理的合理温度应该为 40 ℃。

2.3 新工艺处理前后对比

新工艺与传统工艺染色性能对比见表 10。

新工艺按 1.3 试验方法,羊绒织物经氧化处理(过碳酸钠用量为

表 9 角蛋白处理温度的影响

角蛋白处理温度/℃	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
30	0.67	3.37	2.5	基本柔软
40	0.71	2.74	3.0	柔软且丰满
50	0.82	2.85	3.0	柔软且丰满
60	1.07	4.76	3.0	基本柔软
70	1.12	5.26	3.0	基本柔软
80	1.24	6.32	3.0	基本柔软
90	1.26	6.46	3.0	略有粗糙

表 10 新工艺与传统工艺的染色性能对比

工艺	色差(DE)	断裂强力损失率/%	抗起毛起球/级	手感
新工艺	0.79	2.77	3.0	柔软且丰满
未处理	—	—	2.0	柔软且丰满

8.0 g/L,氧化处理时间为 30 min,氧化处理温度为 50 ℃,TAED 用量为 1.5 g/L,氧漂稳定剂用量为 4.0 g/L,过氧化氢酶用量为 0.6 g/L),经过氧化氢酶脱氧,再经角蛋白液处理(角蛋白的用量为 2.5 g/L,角蛋白处理的时间为 20 min,角蛋白处理温度为 40 ℃),与未经处理的羊绒织物进行对比,研究其抗起毛起球性能、色差、断裂强力和手感等方面的变化。

由表 10 可知,经氧化+角蛋白协同处理后,与未处理的原羊绒织物相对比,抗起毛起球性能有明显提高、色差变化较小,手感柔软与丰满度无明显变化,断裂强力略有下降,但影响较小。

3 结束语

采用氧化+角蛋白协同对羊绒织物进行后处理,可以通过过碳酸钠有效催化分解羊绒表面鳞片,通过角蛋白在纤维表层形成薄膜,减少羊绒纤维定向摩擦效应,有利于抗起毛起球性能的提高。

氧化+角蛋白协同对羊绒织物进行后处理后,与未处理羊绒织物相对比,抗起毛起球由 2.0 级提高到 3.0 级,手感柔软与丰满度无明显变化,色差和断裂强力略有变化,但都在可控范围内,符合羊绒

服装的生产要求。

参考文献

- [1]范秀荣,宿淑玲,陈雪茹.羊绒/OP-TIM 混纺提花毯的开发[J].毛纺科技,2008,36(12):23-24.
- [2]陈建平,施伟利,李庆文,等.反应性阳离子水性聚氨酯对羊绒针织物抗起毛起球整理[J].毛纺科技,2012,40(4):31-33.
- [3]许磊,赵士毅,李美真.壳聚糖法羊绒衫抗起球整理研究[J].毛纺科技,2020,48(7):37-41.
- [4]孙建敏,郭晓卿,王晓茹,等.羊毛织物的联合法抗起毛起球整理[J].印染助剂,2020,37(2):48-50,54.
- [5]李志刚.羊绒过碳酸钠漂白工艺研究[J].毛纺科技,2014,42(2):45-47.
- [6]王蔚君,刘云,王荷利.过碳酸钠洗涤性能和稳定性影响因素的研究[J].精细化工,2002,19(9):506-509.
- [7]苑超,周爱晖,向宇,等.聚乙二醇改性角蛋白对羊毛织物的功能整理[J].毛纺科技,2022,50(1):44-49.
- [8]卢素娥.羊毛角蛋白在毛织物抗起毛起球整理中的应用[J].毛纺科技,2011,39(6):17-19.
- [9]李志刚.纯棉针织物低温练漂前处理工艺[J].针织工业,2016(5):52-54.
- [10]雷明翰,张家祺,赵存,等.羊毛衫的蛋白酶-丝素蛋白法抗起毛起球整理[J].印染,2020(2):29-34.

收稿日期 2023 年 12 月 29 日