

羊仔毛针织物防缩整理工艺研究

南京羊毛市场信息

羊仔毛作为天然纺织材料，具有许多优良特性。其毛针织产品的柔软性、弹性、保暖性、透气性较好，因此深受消费者的喜爱。但羊仔毛针织物洗涤后容易毡缩，这样会使产品弹性下降、手感粗糙、织纹模糊不清，影响了织物风格和尺寸稳定性及服用性能，给消费者带来很大的麻烦。随着家用洗衣机的普遍应用，羊仔毛针织产品仍难以摆脱小心手洗或干洗的方法，这样对羊仔毛针织产品的机可洗性能就有了较高的要求。

本文采用双氧水和酶对羊仔毛针织物进行联合处理，使得羊仔毛纤维的鳞片层受到损伤，被部分或全部剥除，降低其收缩率，同时会使其织物手感柔软、滑糯、轻盈，具有丝织物的光泽，穿着无刺痒感，从而提高其服用性能。

1 双氧水与酶的作用机理

羊仔毛纤维属于蛋白质纤维，其鳞片层中胱氨酸含量较高，选择适当的蛋白质分解酶，能高效催化胱氨酸肽键的水解，使羊仔毛表层结构中的一部分蛋白质溶解，鳞片层受到一定的破坏。蛋白酶对羊仔毛肽键的催化水解，是多相的催化反应型。首先是通过酶在羊仔毛表面的吸附，然后扩散进入纤维内层。因酶本身是分子量较高的蛋白质，渗透性差，而羊仔毛鳞片层中，含硫的角质化蛋白质较多，结构坚硬，难以膨化，抗酶解能力强，需要先用氧化剂温和处理，使鳞片层膨化、变软，再用酶处理时，有利于酶进入鳞片层发生作用。用双氧水氧化羊仔毛，对羊仔毛造成的损伤程度最小，漂白效果良好。双氧水对羊仔毛的氧化作用主要发生在富含胱氨酸（含硫较高）的鳞片层外层，对内层（含硫较少）作用较小，使羊仔毛鳞片层有一定程度的破坏，鳞片边缘明显变钝、软化，有利于酶的进入，反应也更均匀。

2 实验

2.1 材料

纱线：56 tex×2 粗纺羊仔毛纱；织物：采用纬平针组织，线圈长度 7.27 mm，编织密度系数 1.45 mln?tex。横密 54 纵行 / 10 cm，纵密 67 横列 / 10 cm；助剂：双氧水、HAP 蛋白酶、稳定剂、渗透剂 JFC、碳酸钠、醋酸、平平加 0 等。

2. 2 工艺流程

络纱—织造—缩绒—双氧水处理—酶处理—醋酸失活—烘干。

2. 3 测试方法

2. 3. 1 减量率

将处理前后的试样放入 DGG — 9030 型电热恒温鼓风干燥箱中，于 90% 烘至恒重，放入干燥器中分别称重，计算其减量率。

2. 3. 2 顶破强力

在 YG065 型电子织物强力试验仪上测试 5 块试样，取平均值。

2. 3. 3 面积收缩率

用滚筒式洗衣机洗涤，每次洗涤 5 块试样，洗涤 180 min，洗涤剂用量为 0.5 g / L，洗缩溶液浴比为 1: 40，温度为 40℃。洗缩后将试样放在光滑平面上自然晾干，然后量取长度及宽度方向标记间的距离。

3 结果与讨论

用双氧水预处理后再用酶 HAP 处理，而酶 HAP 通过测试处理温度对活力的影响，得出在温度为 50℃ 时活力最大，所以下列试验酶处理温度均取 50℃，故取双氧水处理的体积分数、温度、时间与酶 HAP 的用量、处理时间作为影响因素进行试验。

3. 1 双氧水用量

取不同双氧水体积分数处理羊仔毛针织物，测试双氧水处理用量对织物减量率与顶破强力及面积收缩率的影响，如图 1 所示。由图 1 可知，在相同条件下，随着双氧水处理体积分数的增加，织物减量率增大，顶破强力下降，面积收缩率减小。由于双氧水在水溶液的电离式为：

3. 2 双氧水处理温度

测试双氧水处理温度对织物减量率与顶破强力及面积收缩率的影响，如图 2 所示。由图 2 可知，在相同条件下，随着双氧水处理温度的升高，织物减量率增大，顶破强力下降，面积收缩率减小。由于过氧化氢的分解过程是个吸热过程，随着双氧水作用温度的升高，加速了过氧化氢的分解，使得电离过程右移，溶液中 H_2O_2 -离子数目增多，使氧化能力增强，不仅使二硫键断裂，羊仔毛表面角质细胞内胱氨酸被氧化为磺基丙氨酸，而且使羊仔毛损伤严重，出现减量率上升，强力急剧下降的情况。综合以上分析，双氧水的处理温度取 55℃。

3.3 双氧水处理时间

测试双氧水处理时间对织物减量率与顶破强力及面积收缩的影响如图 3 所示。由图 3 可知,在相同条件下,随着双氧水处理时间的增长,织物减量率增大,顶破强力下降,面积收缩率减小。这是由于双氧水对羊毛鳞片层中含硫胱氨酸的氧化过程受时间影响,时间短时,氧化程度较轻,酶进一步作用于鳞片层的能力也弱,使得减量率低;随着时间的逐渐加长,双氧水氧化胱氨酸程度逐渐加剧,使得鳞片层变软、变钝,酶较容易进入鳞片层进一步腐蚀鳞片,使得减量率逐渐增大,强力逐渐降低。当时间延长至 120 min 后,双氧水溶液中的分子与离子逐渐渗入纤维皮质层,氧化了皮质层中含硫的胱氨酸,酶进一步作用时,也就损伤了皮质层。由此可知,随着双氧水作用时间的加长,对鳞片的腐蚀能力也越强,使得定向摩擦效应减弱,面积收缩率降低。羊仔毛针织物小样在双氧水作用 120 min 后,洗缩时面积收缩率为负值,即面积增加,可能是由于鳞片层的剥除,使纤维变细,纱线与织物结构变松,并且纤维间易滑移,同时,由于损伤了纤维的皮质层,纤维强力损伤严重,弹性回复能力变差,在洗涤时机械力的作用把纱线拉长,进而使织物增长。综合考虑,双氧水处理时间取 60 min。

3.4 酶 HAP 用量

以不同酶用量处理羊仔毛针织物,测试酶用量对织物减量率与顶破强力及面积收缩率的影响,如图 4 所示。

双氧水对羊仔毛织物小样预处理后,软化了鳞片层表层,为酶 HAP 的进入创造了有利条件。随着酶 HAP 用量的增大,氧化鳞片层中胱氨酸的分子数也逐渐增多,剥除鳞片能力逐渐增强,使减量率逐渐增大,顶破强力也逐渐下降,鳞片层定向摩擦效应的减弱,使得面积收缩率减小。在酶用量从 2.5% (owf) 增大到 4.0% (owf) 时,3 个指标值都发生了急剧的变化,说明此时酶氧化了鳞片层中大部分胱氨酸。由于羊仔毛针织物鳞片层中可反应量是有限的,酶用量再增大,减量率增大缓慢,面积收缩率变化速度也较慢,此阶段,强力损失比减量率和面积收缩率变化明显,可能是损伤了皮质层的缘故。综合考虑,酶用量取 3.0% (owf) 较合适。

3. 5 酶 HAP 处理时间

测试酶 HAP 处理时间对织物减量率与顶破强力及面积收缩率的影响，如图 5 所示。

酶 HAP 进行催化反应时，首先要和被作用物（即底物，这里指蛋白质纤维）结合形成一种中间络合物，然后，这中间络合物再转变为产物和释放出酶。即酶的催化作用是以链状的方式进行，所以随着酶 HAP 作用时间的增大，反应程度逐渐剧烈，剥除鳞片能力也越强，使得减量率逐渐增大，强力逐渐减小，面积收缩率逐渐减小。酶 HAP 催化的链状反应开始后，如果不加以控制，则随着时间的增加，必然会造成羊仔毛由表及里的破坏，即不仅要破坏鳞片层而且要侵蚀到皮质层，使羊仔毛遭受严重损伤。由以上实验可知，当反应时间由 90 min 延长至 120 min 时，减量率急剧增大，说明酶 HAP 损伤到了皮质层，使得纤维强力急剧下降，织物结构变得松软，洗缩时在机械外力的作用下很容易被拉长，所以此时织物的面积收缩率为负值。由以上分析，取酶 HAP 处理时间为 60 min 较适宜。

4 结论

①用双氧水与酶 HAP 联合处理羊仔毛针织物时，减量率、顶破强力下降率及面积收缩率受双氧水处理体积分数、温度、时间、酶用量、酶处理时间等因素的影响；

②随着双氧水处理体积分数、温度、时间、酶用量、酶处理时间的增大，鳞片去除越多，羊仔毛针织物的减量率、顶破强力下降率增大，面积收缩率减小，提高了其防缩性能，改善其水洗时的尺寸稳定性；

③用双氧水与酶 HAP 联合处理羊仔毛针织物时，防毡缩性能最佳工艺条件为：双氧水处理体积分数 6%，温度 55 °C，时间 60 min，酶用量 3.0% (owf)，时间 60 min。