

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017080150604

羊毛纤维表面处理技术综述

刘 钊¹, 吴桂芳¹, 李志东², 德雪红¹, 马 海¹

(1. 内蒙古农业大学 机电工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 宁夏纺织纤维检验局, 宁夏 银川 750001)

摘要: 文章主要从生物技术、理化方法对羊毛纤维表面处理技术进行综述。生物酶处理技术具有专一性和高催化性能而发展迅速,但由于相关理论尚不完善,科研人员在处理过程中会产生一些问题影响实验结果。等离子体处理技术发展成熟,处理纤维仅涉及其表面,不改变纤维本身性质,但设备操作复杂,此技术只停留在实验室阶段。羊毛拉伸细化技术处理后纤维表面更柔顺,长度和强力有所提升,但刚性出现下降。纳米材料处理纤维后可改进纤维抗断裂和耐磨性能。化学降解技术和聚合物沉积法是20世纪技术人员总结的毛纤维表面处理技术并将其用于毛纺行业,但该方法会产生对生态圈有害的物质。通过对各种毛纤维表面处理方法的分析,为技术人员选用羊毛纤维表面处理技术提供一定理论依据。

关键词: 羊毛; 纤维; 表面; 处理技术

中图分类号: TS 101 文献标志码: A

Summarization of wool fiber surface treatment technology

LIU Zhao¹, WU Guifang¹, LI Zhidong², DE Xuehong¹, MA Hai¹

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018, China; 2. Ningxia Textile Fiber Inspection Bureau, Yinchuan, Ningxia 750001, China)

Abstract: The surface treatment technology of wool fiber was described from biotechnology, physical and chemical methods. Biological enzyme treatment technology developed rapidly for its specificity and high catalytic performance; however, there are some problems in the process for researchers due to the relevant theory is not yet perfect, affecting the experimental results. The plasma processing technology is mature enough and only is used to deal with the surface of the fiber, does not change its own nature, but it is only used in the laboratory for the equipment is complicated. Stretching and refining technology improved the smooth of wool fiber surface as well as length and strength, but reduced the rigid. After treatment with nano-material, anti-fracture and wear resistance of the fiber can improved. Chemical degradation technology and polymer deposition methods were introduced in the last century, and used for the wool industry, but they will produce harmful substances on the ecological circle. The analysis of the advantages and disadvantages of the surface treatment methods of wool fiber will provides a theoretical basis for the technical personnel to choose the surface treatment method of wool fiber.

Keywords: wool; fiber; surface; treatment technology

羊毛纤维作为众多纺织材料中的一员,其地位

举足轻重^[1]。随着近代科学技术的飞速发展,其研究领域也向着微观领域拓展。显微镜的升级换代更是为羊毛纤维的结构研究提供了便利。经过观察能够得到羊毛纤维的组织结构:鳞片层、皮质层、髓质层,其中鳞片层由角质化细胞组成,具备优良的化学物理特征。鳞片层的主要作用:保护羊毛纤维皮质层免受风霜雨雪等恶劣气候以及病虫害的影响。鳞片层是一把双刃剑,在保护羊毛的同时也存在毡缩性,会造成毛织物面积产生收缩,影响羊毛制品的穿

收稿日期: 2017-08-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(6126511); 高等学校博士点学科专项科研基金(20111515120004); 内蒙古自然科学基金资助项目(2102MS0915); 内蒙古农业大学博士科研启动基金(BJ09-18)

第一作者简介: 刘钊, 硕士, 主要从事农畜产品检测的研究工作。通信作者: 吴桂芳, E-mail: wgf@sara@126.com。

着性能。羊毛表面处理技术通过物理、化学、生物等方法对羊毛进行处理以达到减小毡缩程度的目的。经过处理后的羊毛纤维的毡缩程度均有所下降^[2]。目前,羊毛纤维表面处理技术很多,每种方法均各有利弊。本文从目前对羊毛纤维处理技术及其存在的问题来进行阐述和分析,以期技术人员选用处理方法提供一定的理论依据。

1 生物技术

目前生物技术处理羊毛纤维主要为生物酶处理技术。生物酶因其专一性、高效率而受到纺织行业的青睐^[3]。然而生物酶在处理羊毛纤维方面仍处于起步阶段,酶制剂处理后的效果不尽如人意。特定处理效果去培养效果显著、环境适应性较优、成分稳定的生物酶产品变为当务之急。朱华君等^[4]通过二氯异氰尿酸盐、蛋白酶、MTG酶处理对羊毛纤维强力、碱溶解度和摩擦因数的影响进行研究,研究成果表明:前2种试剂处理均会对羊毛纤维造成伤害,引起纤维断裂强力下降,表面摩擦因数变小,碱溶解度升高;处理后的纤维再经过MTG酶加工后强力存在少许的恢复。但作为空白对照(未处理)的样本用处理后的修补程度微弱;随着MTG酶用量和处理时间的增加会导致酶的补强作用与纤维表面顺逆微差先增强后减弱。

2 物理方法

物理措施加工羊毛纤维方法有等离子体处理技术、羊毛拉伸细化技术等。

2.1 等离子体处理技术

等离子体是由部分电子被剥夺后的原子以及原子团被电离后产生的正负离子组成的离子化气体状物质^[5]。等离子体中带有能量的微粒冲击作用于材料表面后,能量消失,材料表面得到改性^[6]。等离子体与材料能量交换的途径主要靠辐射和粒子碰撞^[7]。低温等离子体技术是一种仅有等离子体作为激发体,纤维作为处理对象的加工方法,在此过程中不会留下废弃产物,其发生的反应仅停留在纤维表层,不仅不影响纤维自身性质,而且还可赋予纤维表面以新的特性。在反应进程中释放的能量巨大,这样可以使传统的化学方法不能够完成的目标在较低温度下得以实现^[8]。与此同时该方法也存在着一些不足之处^[9]:对实验的反应条件设定因素较多,对处理装置的依赖性较大,反应过程较为复杂,处理装置上的一些技术问题还有待于进一步调整与改进,无法实现企业化生产,因此,仅停留在实验室阶段。经过等离子体处理后羊毛织物的润湿性、断

裂强力、得色量均得到提高^[10-11]。

2.2 羊毛拉伸细化技术

羊毛拉伸细化技术是一种对人体与自然界均无危害的技术。该技术的操作工艺流程简单地概括为:通过化学试剂将纤维特定目标化学键断裂;将化学预处理后的产物经物理方法进行拉伸,使分子链伸直,并用湿热方法永久固定下来。目前,羊毛纤维有3种拉伸细化方式:无捻短隔距握持拉伸(握持拉伸)、假捻大跨距握持拉伸(加捻拉伸)、和真捻短隔距握持拉伸(复合拉伸)^[12]。经过处理后的纤维,其表面鳞片结构遭到破坏,纤维变得更加柔顺;长度和强力比普通羊毛纤维有所提升,纤维刚性比普通羊毛下降,可用来研发高支轻薄织物。20世纪80年代,澳大利亚联邦工业科学研究院开始探讨研究羊毛细化的可能性,开创了该技术的先河^[13]。之后世界各国研究人员均对该领域展开长期而深入的研究。虽然经过拉伸细化的羊毛具有一般羊毛所没有的特性,不过还有部分生产技术问题:长度离散大,主体基数较小,部分羊毛在拉伸之后出现染色快的情况,易产生染色缸差,毛团内外层也产生色差^[14]。目前,与拉伸细化工艺相关的文献较少^[15-16]。

3 化学方法

化学方法整理羊毛纤维的有纳米材料改性技术、化学降解技术、聚合物沉积技术等。

3.1 纳米材料改性技术

当原始材料颗粒粒径被加工到一定数量级(纳米级)时,表面的原子结构、晶体形态出现了变化,突变出了异于宏观物质的独特效应:表面效应、小尺寸效应等^[17]。当粒子表面拥有的原子数变多时,表面能变大,可产生较强的表面效应和化学活性^[18]。这样处理的原因是由于没有能够与之结合的原子,从而导致其成为激发状态。这种表面原子的活性既可以引起纳米粒子表面结构的变化,又能引起表面电子自旋构像和电子能谱的变化^[19]。由纳米材料产生的比表面积和表面效果可以使之拥有明显的化学活性与表面吸附性^[20]。在纳米材料改性流程中,将纳米微粒均匀分布在溶剂中,与羊毛纤维表面鳞片结构上的部分自由基进行反应,令纳米粉体持久地聚集在羊毛上^[21]。朱岳等^[22]通过探究载银纳米SiO₂对超细羊毛摩擦磨损性能的影响,在羊毛纤维表面形成具有耐久抗微生物性质的纳米薄层^[23]。通过扫描电子显微镜观测,发现超细羊毛具有一定厚度的抗菌层,纤维表面变得平滑,再通过检测设备对实验处理前后单纤维强力、摩擦性

能进行测试,得出下列结果:处理后纤维表面均匀;改进了其抗断裂性能;试验样本的摩擦性能获得较大改观,减轻起毛、起球现象,减弱了羊毛纤维的毡缩性。但实验中也存在一些问题:使用的纳米粒子形态不规整,纳米粒子掺入后,会引起纤维逆摩擦因数的上升,因此,在纳米粒子与纤维结合量的方面上应有所注意。

3.2 化学降解技术

羊毛经氧化剂(过氧化氢、灰锰氧、二氯异氰尿酸钠等)加工过程中,角质化细胞中特定种类的目标化学键断裂,角质层带电荷基团或可溶性分子数目上升;亲水性提高,因而鳞片变软,导致顺、逆鳞片方向摩擦因数差减小,毡缩性能下降^[24]。但是这种方法也存在弊端,会伤及纤维皮质层,从而影响纤维的强力及其他纺织功能。丁长旺等^[25]选用过氧化氢、灰锰氧、二氯异氰尿酸钠等处理试剂,对变异山羊绒纤维进行处理。通过测试处理后的4种纺织纤维样本的断裂强力、摩擦性能、表面形态指标的变化状况,分析不同种类氧化剂对变异山羊绒纤维鳞片组织与功能的干扰情况,其中过氧化氢作用效果较为缓和,断裂强力损失在5%以内。高锰酸钾与二氯异氰尿酸钠处理结果相似,处理效果明显,断裂强力下降约15%。

3.3 聚合物沉积法

聚合物沉积法是将高聚物沉积在纤维鳞片层上降低摩擦作用的制作方法,其防毡缩原理^[26]主要有3种方式:①在添加少量聚合物后,纤维的鳞片结构间产生交联,彼此黏合,不能使纤维产生相对位移;②掺入适量的处理物料后,纤维表面结成薄膜,鳞片被覆盖或者完全包裹;③加入过量的处理物料后,包裹于其纤维上的聚合物将其完全隔离开来。在实际处理过程中所用的试剂或者产物大多为对环境或者生态具有损害性的溶剂,从而影响其应用前景。周昊^[27]针对羊绒、羊毛制品易毡缩、易起球问题,采用甲基丙稀酰胺化学接枝、M-501聚氨酯处理2种方法对羊绒进行表面修饰,通过分析2种表面修饰方法对羊绒纤维性能的作用,探索2种聚合物沉积法对羊绒织物服用功能的干扰程度,其实验目的在于确定不同质量浓度下获得羊绒、羊毛纤维的性能指标。

4 羊毛纤维表面处理技术发展趋势

目前,纤维表面改性处理的方法大多采取化学试剂处理。处理后的纤维基质存在损伤、生产过程中也会浪费大量地资源,对环境也有极大的污染^[28]。如何能够有效而且环保地处理纤维表面成

为当下研究热点。目前国内的研究还存在下列主要问题:①纤维表面改性处理的试剂选用仍在探索中,未将相同实验类型中所用到的试剂产生效果进行对比,选出较为合适的实验试剂。②与宏观研究不同,微观实验中因素、水平的设定会直接影响纤维鳞片结构的变化,甚至会伤及纤维的真皮层,造成纤维摩擦性能的不稳定,因而需要研究更确切的实验方案。在未来羊毛纤维表面处理技术的发展进程中,在单一技术无法满足条件的情况下,研究人员应将不同的羊毛纤维处理技术结合起来^[29-30]。这样做既可以相互弥补各处理技术的不足,又可以从其中发现羊毛纤维的新特性。随着科技的进步,微观领域的技术发展飞速,将会给纤维表面处理技术带来新的突破。

5 结束语

羊毛纤维表面处理方法很多,在不同的处理场合下所用的方法也不尽相同。所以在对羊毛纤维表面进行整理的时候不仅要确保准确性,而且还要顾及成本、效率等要求。高校、科研院所进行研究,需要严谨的科学态度和显著的效果,所以会不惜成本,一般采用纳米材料改性技术、生物酶处理技术、等离子体处理技术等方法。在实际生产中企业注重效率,所以只能用化学降解技术或者聚合物沉积技术结合有经验的人工进行羊毛纤维处理。但随着科学技术日新月异的发展,此现状将会被更加环保和便捷的技术所改善。

参考文献:

- [1] 姚穆,周锦芳,黄淑珍,等. 纺织材料学[M]. 2版. 北京:中国纺织出版社,1990:104-106.
- [2] 郑秋生,李龙,贾桂芹,等. 山羊绒纤维毡缩性能比较研究[J]. 毛纺科技,2011,39(2):36-38.
- [3] 董政娥,管映亭. 生物酶及其在麻纺行业中的应用[J]. 毛纺科技,2003,31(4):29-32.
- [4] 朱华君,韩雪,王强,等. MTG酶处理对羊毛纤维强力和摩擦性能的影响[J]. 毛纺科技,2012,40(5):25-28.
- [5] 王广厚. 关于纳米技术的思考:从原子团簇基础研究到纳米技术应用探索[J]. 科学,2014(1):18-23.
- [6] 王燕,赵艳辉,白希尧,等. DBD等离子体及其应用技术的发展[J]. 自然杂志,2002(5):277-282.
- [7] 王小萍,张欣,杜江华,等. 胶粉的改性及工业应用[J]. 橡胶工业,2017(7):441-445.
- [8] 王琛,陈杰榕. 远程等离子体处理对聚四氟乙烯表面的功能化改性[J]. 化工进展,2010(1):112-118.
- [9] 金郡潮,戴瑾瑾,梁静,等. 等离子体处理羊毛织物防毡缩性能的研究[J]. 毛纺科技,2001,29(6):19-23.

- [10] 郭勇,李珣,蔡再生.常压等离子体处理羊毛染色性能的研究[J].印染,2005(19):1-4.
- [11] 杨晓红.等离子体改性对羊毛和羊绒织物性能的影响[J].毛纺科技,2016,44(4):48-52.
- [12] 姜岩.异收缩丝空气变形(多重变形)加工成纱结构与性能[D].上海:东华大学,2006.
- [13] 刘建华.新型纤维—拉伸羊毛纤维及其应用[J].上海毛麻科技,2011(2):17-21.
- [14] 唐杰,吴赞敏.羊毛高新改性技术的研究进展[J].毛纺科技,2014,42(5):12-15.
- [15] 姚穆.纺织行业面临原料考验[J].纺织服装周刊,2011,43:10.
- [16] 姚穆.中国纺织工业持续发展面临的机遇与挑战[J].中国纤检,2011(14):43-45.
- [17] 王丹,张宗波,王晓峰,等.聚硅氮烷涂介电材料研究进展[J].化工进展,2010(1):12-18.
- [18] 何桂春,康倩,王玉彤.纳米技术在矿物加工中的应用[J].有色金属科学与工程,2014(4):71-76.
- [19] 王卫,李龙,杨丁丁.改性羊毛纤维与纳米整理剂结合机制的探讨[J].陕西科技大学学报,2006(4):55-59.
- [20] 杨辉,刘超.纳米材料毒理学研究进展[J].军事医学科学院院刊,2007(3):86-90.
- [21] 王与娟.纳米TiO₂改性羊毛纤维净化室内空气的研究[D].西安:西安工程大学,2008.
- [22] 朱岳,戴晋明,魏丽乔,等.载银纳米SiO₂对超细羊毛摩擦磨损性能的影响[J].摩擦学学报,2008,28(5):394-399.
- [23] 度度.纳米二氧化硅及载银抗菌剂制备与表征[J].包装学报,2011,3(1):48-52.
- [24] 贾秀丽.羊毛丝光工艺与染色黄变研究[D].呼和浩特:内蒙古工业大学,2010.
- [25] 丁长旺,杨建忠,房昆.氧化剂对变异山羊绒纤维结构与功能的影响[J].西安工程大学学报,2013(1):5-8,13.
- [26] 王霞.羊绒针织制品关键生产过程的质量控制[J].毛纺科技,2014,42(6):31-34.
- [27] 周昊.羊绒纤维表面聚合物修饰及其性能研究[D].杭州:浙江理工大学,2013.
- [28] 袁久刚.离子液体—蛋白酶处理对羊毛表面性能的影响[D].无锡:江南大学,2010.
- [29] 姚雷,朱亚伟,朱建成.氧化剂和蛋白酶对羊毛纤维结构和性能的影响[J].毛纺科技,2009,37(6):32-35.
- [30] 陶然,何雪梅.选择性氧化壳聚糖对等离子刻蚀的羊毛结构及染色的影响[J].印染助剂,2015(12):27-32.