

水性聚氨酯在织物整理上的应用进展

胡亚君, 贾丽霞

(新疆大学 纺织与服装学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要:综述了水性聚氨酯在织物尺寸稳定性和服用性能方面的应用。重点介绍了水性聚氨酯用于羊毛防缩整理剂、抗皱整理剂、抗起毛起球整理剂、抗静电整理剂、抗菌整理剂和防水透湿剂的研究进展,指出了水性聚氨酯在织物整理上存在的问题。

关键词:水性聚氨酯;尺寸稳定性;服用性能;织物整理;研究进展

中图分类号:TS195.6

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2015)01-0001-04

随着环保法规禁止挥发性有机化合物 VOC 的排放和人们环保意识的增强,水性聚氨酯 WPU 因环保、经济、安全等优势已逐步取代溶剂型聚氨酯。水性聚氨酯被广泛用于包装、运输、电子、建筑、汽车、皮革、橡胶、纺织等诸多商业领域^[1-3]。近年来,由于人们的生活水平逐渐提高,对衣物服用性能的要求愈加迫切,要求服装达到不易起皱、不易起毛球、耐洗、耐久定型的效果。目前,水性聚氨酯在纺织品整理中的应用方兴日盛,本文主要介绍了水性聚氨酯在织物整理方面的具体应用和研究进展。

1 改善织物尺寸稳定性

1.1 羊毛织物防缩整理

近年来,为消除羊毛织物的毡缩现象,不同的工艺及方法已被广泛研究。氯化树脂法会产生可吸附有机卤化物(AOX)造成环境污染;壳聚糖法处理后织物手感较硬;蛋白酶法和等离子体法的许多成果仍处于试验阶段,尚未应用于毛纺工业的生产^[4-6]。水性聚氨酯由于不含甲醛,安全无公害,已被研究人员应用于羊毛织物防缩整理。

水性聚氨酯羊毛防缩整理剂大概可分为 4 种类型,第 1 种是单一使用水性聚氨酯乳液,刘少轩等^[7]采用封端基聚氨酯应用浸轧法对精纺羊毛织物进行整理,整理后羊毛织物的防毡缩性能、形态稳定性明显提高,织物的褶裥保持性、透气透湿性及断裂强力变化不大,此研究结果对开发新型的具有易养护性能的羊毛织物有重要意义。第 2 种是不同类型的水性聚氨酯

之间的复配,李颖君^[8]将环氧树脂和有机硅改性以 2:4 比例复配制得的聚氨酯乳液处理的羊毛,有最佳防毡缩效果,优点是处理后的织物泛黄指数和手感都有所改善,处理后织物无游离甲醛释放。第 3 种是水性聚氨酯与非聚氨酯类复配,Qun Zhao 等^[9]针对非氯法羊毛防毡缩整理中出现的手感问题,使用纤维素微晶和聚氨酯复配处理羊毛织物,结果显示,处理羊毛织物的面积毡缩率有所降低,手感优于传统工艺,同时改善了羊毛织物的力学性能,但处理后白度略有下降,导致织物微黄。第 4 种是水性聚氨酯与非聚氨酯类接枝共聚,Jihua Shi 等^[10]将特殊分子量的壳聚糖加入商业水性聚氨酯中形成一种聚氨酯/壳聚糖生物复合乳液,研究表明,壳聚糖添加到聚氨酯里能降低 45% 聚氨酯的用量,可使毛织物有 0.3% 的面积收缩率,与单一的聚氨酯膜相比生物复合乳液还有较高的断裂应力和更好的降解性。这些结果在羊毛织物的生物功能整理中提供了一个新视角。

水性聚氨酯分子链中含有活性基团,经整理后不仅与羊毛纤维表面形成具有交联网状结构的聚合物膜,还能与羊毛纤维之间发生化学键和,形成耐久性结合,其沉积在鳞片凹凸部位,使之平坦化,从而赋予羊毛织物较好的防缩性能,水性聚氨酯能作为优良的防缩剂应用到羊毛防缩整理中达到较好的效果。

1.2 抗皱整理

水性聚氨酯与传统的抗皱整理中采用 2D 树脂相比,绿色环保,对人体危害较小,成本比多元羧酸整理剂低,且封闭型 WPU 的异氰酸酯基能与纤维上的一NH₂或一OH 发生化学交联反应,又因其致密的网状结构提高了织物的褶皱回复性,起到抗皱的效果。

水性聚氨酯主要对棉织物和粘胶织物进行抗皱整理。首先是以棉为代表的天然纤维织物,尤其是棉花,

收稿日期:2014-11-08

作者简介:胡亚君(1989-),女,汉族,在读硕士研究生,研究方向为纺织化学与染整工程。

有高拉伸强度、良好的耐磨性、高吸湿性、快干等优点。但棉花具有较差的弹性、韧性和折皱回复性,在服用过程中易折皱变形,严重影响织物的形态稳定和外观,为克服这些缺点,减少棉纤维的折皱已经成为纺织业面临的主要挑战^[11]。魏媛等^[12]用甲苯-2,4-二异氰酸酯,聚氧化丙烯二醇和甲乙酮肟为主要原料合成封端阴离子型水性聚氨酯,对棉织物进行抗皱整理后,织物的折痕回复角由 138.73° 提高到 168.15°,同时断裂强力明显提高,透气性能保持不变。李密转等^[13]针对纯棉织物急、缓弹回复角和白度等几项指标,用自制的封闭型水性聚氨酯对纯棉织物抗皱整理,优化了抗皱整理的最佳工艺条件后,整理织物的急弹回复角从 77.5° 提高到 149.1°,缓弹回复角从 93.4° 提高到 208.4°,但织物白度有所下降,增重率增加。其次是粘胶织物,吴邓军^[14]用异佛尔酮二异氰酸酯、二羟甲基丙酸、小分子二元醇为原料制备了一系列脂肪族水性聚氨酯,将其用于粘胶织物的抗皱整理剂,结果指出,和单独处理织物相比,水性聚氨酯与 2D 树脂二元复配处理织物效果更明显,可使织物折皱回复角提高近 60°,断裂伸长率提高近 15%,断裂强力提升约 20 N。

2 改善织物服用性能

2.1 抗起毛起球整理

纯棉针织物经过煮漂、染色、整理等加工后,织物表面绒毛较多,加上静电作用,穿久了织物表面就会产生起毛起球的现象,影响美观和舒适感。水性聚氨酯用作织物抗起毛起球整理剂可分为阴离子型和阳离子型。章婧等^[15]用聚乙二醇、甲苯二异氰酸酯和 N-丁基二乙醇胺为基本原料合成了不同软硬段含量的阳离子水性聚氨酯,用其作为抗起毛起球整理剂处理涤纶织物,结果表明,在浸轧工艺条件下,可使织物起毛起球等级从 1.5 提高到 3.5 级,比浸渍工艺高 0.5 级,且织物手感恶化不明显。李密转等^[16]用亚硫酸氢钠封端,合成了阴离子型水性聚氨酯,整理织物的抗起毛起球性相对阳离子型整理效果明显提高,由原来的 1.5 级提高到 4 级以上,织物无黄变,手感良好。白慧英等^[17]用异佛尔酮二异氰酸酯为基本原料,以亚硫酸氢钠为封闭剂合成了反应性阴离子型水性聚氨酯整理剂,此整理剂对纯棉针织物浸轧整理后,抗起毛起球达到 4 级,手感柔软,白度几乎没有下降。

对织物进行树脂整理不但可以提高织物的抗起毛起球性能,且可改善织物抗静电等性能,聚氨酯能在织

物表面形成强韧的薄膜,且耐摩擦、耐低温、弹性好并有一定亲和性,织物处理后可改善纤维间的粘结力,减少纱线毛羽,减少静电,有利于抗起毛起球^[18]。

2.2 防水透湿整理

水性聚氨酯可用于织物的防水透湿整理。第一,改善织物的水蒸气透湿性。研究者 Yong SilKwak^[19]用制备的水性聚氨酯涂层尼龙织物,主要研究了聚氨酯中软段含量对涂层织物的水蒸气透湿性和耐水性的影响,结果得出随着软段含量的增加织物水蒸气透湿性增加,但耐水性和拉伸强度都降低。近几年 S Mondal 等^[20]研究了关于形状记忆聚氨酯(SMPU)涂层棉织物的透湿性,当实验温度达到 SMPU 的软段结晶温度时,可观察到形状记忆聚氨酯涂层织物的透湿量突然变化,因为形状记忆聚氨酯的相变和软段的微布朗运动会使细胞膜内密度的变化,因此通过涂层织物可增强透湿性,但涂层后的手感变得更硬,从而降低了织物的断裂应力。第二,改善织物的防水透气性。Qing Bo Meng 等^[21]指出,聚氨酯应用于织物的防水透气涂料时,需要水蒸气透过率和耐水性的平衡,这种平衡可通过调整亲水和疏水链段来实现。结果表明其制备的涂料产物具有优异的防水性能,这可能是由于聚氨酯中的疏水链段分布更均匀。第三,增强织物的耐水性。Wan Chao Jiang 等^[22]研究了将合成的水性聚氨酯应用在棉织物表面以研究涂层对棉织物耐水性能的影响,结果显示,经处理后的面料有较好的疏水性,对水的接触角可达到 147°,经 30 次洗涤后接触角仍达到 130°,吸水率比未处理织物也要小得多。

水性聚氨酯无毒,没有环境污染,是高档织物涂层的最佳选用材料。经涂层处理后的尼龙、涤棉、棉、真丝等织物具有防水透湿、富有弹性、手感手软等功能。

3 抗静电和抗菌整理

3.1 抗静电整理

在纺织品后整理中抗静电剂是重要助剂之一,为确保穿着的舒适性和安全性,对织物进行抗静电整理是极有必要的。周向东等^[23]研究了亲水性聚酯抗静电整理对涤纶织物染色性能的影响,结果表明,涤纶织物先染色再抗静电整理颜色有加深效果,同时织物有较好的染色牢度,且织物的强力和白度变化不大,织物服用性能提高。

阳离子型表面活性剂具有优异的抗静电效果,其

中以季铵盐型为主,广泛用于合成纤维,但这类抗静电剂在实际应用中具有耐洗牢度差、对已染色织物易变色和耐摩擦牢度较低等缺点。目前,国内外研究者将封端型水性聚氨酯与阳离子表面活性剂结合制备一类新的抗静电剂,其具有较好的耐洗性,且能改善织物的染色牢度,还有优异的耐久型抗静电性和渗透性^[24]。

3.2 抗菌整理

近些年,国内研究者主要是在聚氨酯里添加纳米银、纳米二氧化钛和氧化锌作为抗菌剂,如 M Akbarian 等^[25]将纳米银添加到以脂肪族多异氰酸酯和聚丙烯树脂为原料的水性聚氨酯中,并证明纳米复合液膜对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有抗菌性能,与以脂肪族异佛尔酮二异氰酸酯和聚己二酸-1,4-丁二醇酯为原料的水性聚氨酯中加入氧化锌纳米晶须^[26]相比,此复合膜在涂层中有优良的热性能和抗菌性能。

Hung-Li Liu^[27]认为小尺寸的银纳米粒子有较好的抗菌性能,但有较高的细胞毒性,其团队用无细胞毒性的银纳米粒子与以聚四氢呋喃和二苯基甲烷二异氰酸酯为原料的聚氨酯合成了纳米复合材料,该纳米复合材料具有优异的抗菌活性和生物相容性,将其用在纺织领域并取得了较好的抗菌性能^[28]。由于小分子纳米银抗菌剂中带有活泼氢,与聚氨酯组合后能与-NCO反应,使得整个大分子中具有抗菌基团,通过化学作用使这个抗菌基团与大分子连接在一起,因而达到持久的抗菌效果。此外, A Atef El-Sayed 等^[29]用聚氨酯-壳聚糖溶液处理腈纶织物,其抗菌效果明显提高,甚至洗 15 次后仍保留抗菌性,与未处理的织物相比,并不影响织物的固有属性,且上染率增加,主要是由于聚氨酯主链上羧酸基团的存在,经处理的腈纶织物可用于织造医用毛毯和地毯。

4 存在问题

(1)水性聚氨酯自身性能有待改善。水性聚氨酯虽然自身具有较多的优点,但也有很多不足之处,比如涂膜的干燥速度、耐水性、自增稠性、含固量等多方面性能不太理想,需要进一步化学改性或与其他高分子材料复配以便满足更多领域的需要。

(2)应扩大水性聚氨酯在织物整理中的应用。目前,水性聚氨酯在织物涂层上的应用偏多,但作为抗静电剂、抗菌剂等用途不管在实际应用还是理论研究中都偏少,今后要加大水性聚氨酯在这些方面的应用研究,为在织物整理中提供全新的视角而努力。

(3)应进一步加强校企合作。如今,很多企业和科研院所都在进行水性聚氨酯相关应用的研究,但缺乏相互交流。由于存在商业性的秘密特性,导致各企业各自研究,使得水性聚氨酯存在发展的局限性。生产与研究结合不够密切,科研院所和企业应进一步加强与学校的合作,建立研究生实习站,实现信息共享,避免同类型企业走弯路。为促进水性聚氨酯在织物整理方面的发展,还应学习国外的先进经验和先进技术。

5 结语

织物整理的目的主要是降低生产成本,以保持竞争力,同时满足审美和消费者对功能性的要求。水性聚氨酯乳液与纺织品的粘结强度高,可改善织物的防缩性、抗皱性、通透性、回弹性及耐磨性等,将其用于纺织品的后整理时,能赋予织物安全性、舒适性及丰满柔软的手感等优点,还可明显提高服装的华丽庄重感,水性聚氨酯以其良好的功能性和环保特点在织物整理中受到广大消费者的青睐。为使其能在企业实际应用中具有较好的发展,企业必须加大创新力度,以引入更大的新颖性和多样性维持竞争优势,采用新颖的方式和创新技术特别是功能高分子织物整理上的应用,必将在织物整理上开辟一番新的天地。

参考文献:

- [1] Xiaojuan Lai. Preparation and application of cationic blocked waterborne polyurethane as paper strength agent [J]. *Polym Res*, 2013, (20):222.
- [2] Son S J, Kim H S, Lee D J, *et al*. Surface graft polymerization of conducting polyaniline on waterborne polyurethane-urea film and its phenol sensing [J]. *Appl Polym Sci*, 2013, (127):1 643—1 652.
- [3] Changqing Fang. Synthesis and characterization of low crystalline waterborne polyurethane for potential application in water-based ink binder [J]. *Progress in Organic Coatings*, 2014, (77):61—71.
- [4] S Shahidi, A Rashidi. Plasma effects on anti-felting properties of wool fabrics [J]. *Surface & Coatings Technology*, 2010, 20(5):349—354.
- [5] Edward Smith. Covalent bonding of protease to different sized enteric polymers and their potential use in wool processing [J]. *Enzyme and Microbial Technology*, 2010, (47):105—111.
- [6] Wang H F. Shrinkage properties of wool treated with ionic liquid and chitosan biopolymer [J]. *Textile Engineer-*

- ing, 2011, 33(1):326—329.
- [7] 刘少轩,朱若英,张毅. 聚氨酯对羊毛织物的综合整理[J]. 毛纺科技, 2014,(3): 28—33.
- [8] 李颖君. 羊毛织物阳离子聚氨酯机可洗防毡缩整理[J]. 印染. 2014,(10):38—40.
- [9] Qun Zhao, Gang Sun, Yixiu Chen. Novel bio-antifelting agent based on waterborne polyurethane and cellulose nanocrystals[J]. Carbohydrate Polymers, 2013,(91):169—174.
- [10] Jihua Shi. A novel bio-functional finishing agent for wool based on waterborne polyurethane mixed with chitosan[J]. Textile Research Journal, 2014,(4):1—9.
- [11] Yin-Ling Lam. Developments in functional finishing of cotton bres-wrinkle-resistant, ame-retardant and antimicrobial treatments[J]. Textile Progress, 2012, 44(3):175—249.
- [12] 魏媛,廖肃然. 封端水性聚氨酯的制备及其对棉织物的防皱整理[J]. 印染助剂, 2012,(8):10—13.
- [13] 李密转,赵振河,韩丽娟,等. 水性聚氨酯棉织物抗皱整理工艺探讨[J]. 粘接, 2013, 48(3):48—51.
- [14] 吴邓君. 水性聚氨酯的合成及其在粘胶织物抗皱整理中的应用[D]. 东华大学,2014.
- [15] 章婧,冯勇. 阳离子水性聚氨酯对含涤纶织物抗起毛起球整理[J]. 浙江纺织服装职业技术学院学报, 2014,(1):11—15.
- [16] 李密转,赵振河. 封端型水性聚氨酯抗起毛起球整理剂的合成及应用[J]. 粘接, 2010,(1):42—44.
- [17] 白慧英,赵振河. 抗起毛起球整理用热反应型 WPU 的合成及应用[J]. 粘接, 2013,(6):53—56.
- [18] 沈玲. 有机硅改性聚氨酯乳液合成及织物整理应用[D]. 苏州大学,2013.
- [19] Yong SilKwak, Han Do Kim. Preparation and properties of waterborne polyurethanes based on triblock glycol (CL) 4, 5-PTMG-(CL) 4, 5 for water vapor permeable coatings; effect of soft segment content[J]. Fibers and Polymers, 2002, 3(4):153—158.
- [20] S Mondal, J L Hu. Water vapor permeability of cotton fabrics coated with shape memory polyurethane[J]. Carbohydrate Polymers, 2007,(67):282—287.
- [21] Qing Bo Meng, Sung Lee. Preparation of waterborne polyurethanes using an amphiphilic diol for breathable water-proof textile coatings[J]. Progress in Organic Coatings, 2009,(66):382—386.
- [22] Wan Chao Jiang. A novel waterborne polyurethane containing short fluoroalkyl chains: Synthesis, characterization and its application on cotton fabrics surface[J]. Applied Surface Science, 2006, 253: 2 304—2 309.
- [23] 周向东,张桃勇. 亲水性聚酯整理涤纶织物抗静电性能的研究[J]. 印染助剂, 2008,25(12):14—17.
- [24] Spitalaky Z. Carbon nanotube-polymer composites; chemistry, processing, mechanical and electrical properties[J]. Progress in Polymer Science, 2010, 35(3): 357—401.
- [25] M Akbarian. The influence of nanosilver on thermal and antibacterial properties of a 2k waterborne polyurethane coating[J]. Progress in Organic Coatings, 2012,(75):344—348.
- [26] Xue Yong Ma, Wei De Zhang. Effects of flower-like ZnO nanowhiskers on the mechanical, thermal and antibacterial properties of waterborne polyurethane[J]. Polymer Degradation and Stability 2009,(94):1 103—1 109.
- [27] Hung-Li Liu. Antibacterial properties of silver nanoparticles in three different sizes and their nanocomposites with a new waterborne polyurethane[J]. International Journal of Nanomedicine, 2010,(10):1 016—1 027.
- [28] Lee H J. Antibacterial effect of nanosized silver colloidal solution on textile fabrics[J]. Mat Sci, 2003, 38(10): 2 199—2 204.
- [29] A Atef EI-Sayed. Application of prepared waterborne polyurethane extended with chitosan to impart antibacterial properties to acrylic fabrics[J]. Mater Sci: Mater Med, 2010,(21):507—514.

The Development of Waterborne Polyurethane on Fabric Finishing

HU Ya-jun, JIA Li-xia

(Institute of Textiles and Garment, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: The application of waterborne polyurethane in the dimensional stability and wearability was summarized. The research progress of waterborne polyurethane focused on the auxiliaries for wool anti-felting, anti-crease finishing, anti-pilling finishing, anti-static finishing, antibacterial finishing and coating finishing was introduced. The disadvantages of waterborne polyurethane in fabric finishing were pointed out.

Key words: waterborne polyurethane; dimensional stability; wearability; fabric finishing; development