

超细纤维合成革透湿、透气性能研究进展

张蓉¹ 赵立环¹ 王玉稳² 闫子妍¹ 袁明珠¹

1. 天津工业大学 纺织科学与工程学院, 天津 300387;

2. 天津齐邦新材料有限公司, 天津 300380

摘要:超细纤维合成革(超纤革)是天然皮革的理想替代材料。超纤革与天然皮革的结构差异导致其透湿、透气性能与天然皮革相比还存在一些不足。介绍超纤革的结构及组成,分析其透湿、透气性能的影响因素及提升措施,阐述基布改性、聚氨酯膜改性及上浆整理对超纤革透湿、透气性能的影响,归纳总结当前超纤革改性方法的优缺点,并对后续超纤革透湿、透气性能的进一步提升研究提出展望。

关键词:超细纤维合成革;透湿性;透气性;基布;聚氨酯膜;上浆

中图分类号:TS 17

文献标志码:A

文章编号:1004-7093(2024)10-0018-09

Research progress on moisture permeability and air permeability of microfiber synthetic leather

Zhang Rong¹, Zhao Lihuan¹, Wang Yuwen², Yan Ziyang¹, Yuan Mingzhu¹

1. School of Textile Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387, China;

2. Chybond Materials Co., Ltd., Tianjin 300380, China

Abstract: Microfiber synthetic leather (microfiber leather) is an ideal alternative to natural leather. The structural difference leads to a few drawbacks in moisture permeability and air permeability between microfiber leather and natural leather. The structure and composition of microfiber leather were introduced, the influencing factors and improving measures of its moisture permeability and air permeability were analyzed, the effects of base modification, polyurethane film modification and sizing on the moisture permeability and air permeability of microfiber leather were expounded. Finally, the advantages and disadvantages of current modification methods of microfiber leather were summarized, and the prospect of further research on improvement of moisture permeability and air permeability of microfiber leather was put forward.

Keywords: microfiber synthetic leather; moisture permeability; air permeability; base; polyurethane film; sizing

自远古时期,人类便将动物皮制作成各种皮制品应用于生活中。动物皮也称天然皮革^[1],其因具

基金项目:天津市科技计划项目(23YFYSHZ00220);中国纺织工业联合会科技指导性计划项目(2021065)

收稿日期:2024-06-24

作者简介:张蓉,女,2002年生,在读硕士研究生,研究方向为超细纤维合成革,zr07032024@163.com

通信作者:赵立环,博士,副教授,zhaolihuan@tiangong.edu.cn

有优异的力学性能和透湿、透气性能而被广泛应用于家居用品、汽车产品等领域。近年来,随着人们动物保护意识的增强,以及自然资源的日益短缺,天然皮革的发展受到限制。伴随着社会的进步,科技的发展以及市场需求的提高,人们致力于研发能够代替天然皮革的人造革^[2],并经不断的推陈出新,成功研制出第三代人造革——超细纤维合成革(后文简称超纤革)^[3-4]。天然皮革由动物皮^[5]经化学或物理方法制作而成^[6]。天然皮革结构中含有大量的胶原纤维,而胶原纤维中含有较多的亲水基团,因此,天然皮革的透湿、透气性能优良^[7]。超纤革是采用物理或化学工艺将以聚酰胺(PA)纤维为原料制成的基布与聚氨酯(PU)弹性体复合加工而成的材料^[8]。天然皮革与超纤革横截面结构如图 1^[9]和图 2^[10]所示。可以看出,超纤革基布的三维网状结构与天然皮革中胶原纤维的结构相似,达到了“仿形”天然皮革的目的^[11]。然而,相较于超纤革基布的结构,PA 纤维中亲水基团的数量与种类对超纤革透湿性能影响更大。PA 纤维的活性基团与亲水基团含量少,这使得水分子很难在纤维和外界环境之间输送,且超纤革表面 PU 膜致密的微孔结构,也使水分子的传递受到阻碍^[12]。因此,超纤革用作天然皮革的替代品,提高其透湿、透气性能是研究重点。

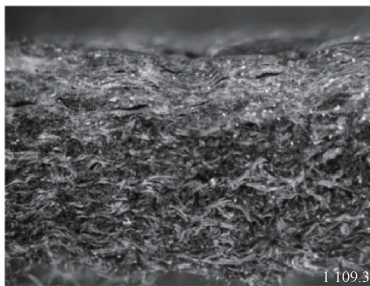


图 1 鹿皮革横截面显微镜图

Fig. 1 Cross-sectional microscope of deer leather

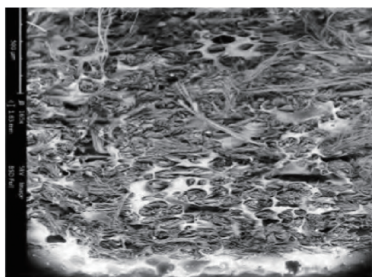


图 2 超纤革横截面扫描电子显微镜图

Fig. 2 Scanning electron microscopy of microfiber leather cross-section

超纤革主要是由基布和 PU 膜组成。其中,基布^[13]一般由超细纤维非织造布^[14]经上浆、含浸和开纤处理后得到。当基布结构中含有较多亲水基团时,基布的透湿性会大幅增加。增大 PU 膜孔隙率或接枝亲水基团,PU 膜的透湿性与透气性会大幅增加。而基布和 PU 膜透湿、透气性提高,则由基布和 PU 膜制成的超纤革的透湿、透气性将相应提高,即超纤革的透湿、透气性能与基布和 PU 膜的性质,以及上浆处理工序密切相关。基于此,本文从基布改性、PU 膜改性及上浆处理工序的浆料分析 3 方面,探讨影响超纤革透湿、透气性能的因素,旨在为超纤革透湿、透气性能的进一步提升研究提供参考。

1 基布改性

基布是超纤革的主要组成部分之一,其性能对超纤革的性能起决定性作用。基布改性主要有水解改性、交联改性,以及添加纳米纤维混合改性等方法。

1.1 水解改性

基布水解改性指通过水解 PA 纤维中的酰胺键,电离出 $-NH_2$ 和 $-COOH$ 亲水基团^[15],从而改变基布化学结构或性质的方法。水解改性又可分为酸改性、酶改性及碱改性。

1.1.1 酸改性

任龙芳等^[16]使用盐酸(HCl)和乙醛酸($C_2H_2O_3$)对 0.5 代聚酰胺-胺(G0.5 PAMAM)和 1 代聚酰胺-胺(G1 PAMAM)进行改性,再采用改性后的 G0.5 PAMAM 和 G1 PAMAM 分别对超纤革基布进行酸改性。结果表明,改性后超纤革基布结构中亲水基团增多,透湿性得以提高,但透气性并未改善。马兴元等^[17]为提高超纤革的卫生性能(透湿、透气等性能),对超纤革基布进行酸改性。他们通过硫酸水解改性增加超细纤维上的亲水基团,从而改善了超纤革的卫生性能。但该方法对硫酸的用量和反应时间要求高。若硫酸用量过小,反应时间短,则硫酸仅在基布表面进行水解改性,并没有在基布上增加太多的亲水基团,改性效果不明显;若硫酸用量过大,对基布的作用时间过长,则可能会导致纤维主链断链,造成超纤革基布物理力学性能下降。

1.1.2 酶改性

除了通过酸水解改变 PA 纤维的结构,增加其亲水基团外,通过酶水解改性也可达到此目的。马兴元等^[18]使用蛋白酶对超纤革基布进行酶水解改性。结果发现,酶水解后纤维分散程度增加,亲水基团增多,超纤革透湿性、手感和染色性能提升。然而,该方法同样需严格控制酶用量。酶用量过少时,仅较少的纤维发生反应,基布透湿、透气性能改善效果不明显;酶用量过多,则可能会导致纤维水解过度,纤维主链结构受到破坏,超纤革基布的物理性能下降。Kiumarsi 等^[19]采用不同用量的脂肪酶对 PA 纤维进行水解改性,结果表明:采用水解 PA 纤维制成的织物上染率与回潮率提高,透湿性得以改善。

1.1.3 碱改性

PA 纤维在碱性条件下的水解效果较差,因此对超纤革基布进行碱改性的研究较少。朵永超等^[20]将聚丙烯腈(PAN)纳米纤维与聚酯/聚酰胺 6 (PET/PA6)超细纤维混合,制成超纤革基布,再对其进行碱改性处理。研究结果表明:经碱改性处理后,超纤革基布的透湿率提高了 23.81%,但透气性和断裂强力出现了一定程度的下降。

综上,水解改性能够在不同程度上提高超纤革基布的吸湿性,但其透气性并未明显改善,甚至可能会下降。此外,改性试剂的用量过大,还会导致基布力学性能下降。

1.2 交联改性

皮革加工厂生产中每年会产生大量的皮革废料。为减轻皮革废料造成的环境污染问题,人们尝试对皮革废料进行回收再利用。大量研究表明,可以从皮革废料中提取出胶原蛋白,用以改善超纤革的透湿、透气性^[21]。胶原蛋白改性是将含有反应基团的交联剂作用于基布,使交联剂与胶原蛋白发生反应,将胶原蛋白结合到基布上,从而改善合成革透湿、透气性能的一种改性方法^[22],其本质上属于交联改性。王学川等^[23]使用硫酸对超纤革基布进行预处理,然后以 F-90 作为交联剂,将胶原蛋白接枝到超纤革基布上对其进行改性(图 3),以实现胶原蛋白与基布的交联,增加基布表面活性基团的数量,从而改善超纤革基布的卫生性能。研究结果表明:胶原蛋白交联改性能够提高基布的物理性能;胶原蛋白填充于基布中,使纤维内部结构更松散,有利于

水汽在基布与外界间的传递,从而改善超纤革基布的透湿性。

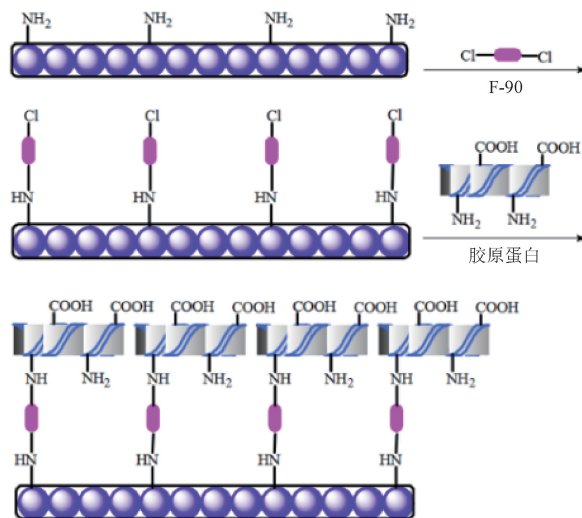


图 3 胶原蛋白改性超纤革基布交联示意

Fig. 3 Cross-linking diagram of collagen modified microfiber leather base

王学川等^[24]先使用甲酸对超纤革基布进行酸水解改性处理,再加入环氧树脂,使其与酸处理后的超纤革基布发生氨基化反应,最后将胶原蛋白接枝到超纤革基布上。改性后超纤革基布的透湿率提高了 42.97%,吸湿率提高了 25.56%。王学川等^[25]在使用甲酸对超纤革基布进行酸水解改性处理后,以噁唑烷作为交联剂、胶原蛋白作为改性材料,对超纤革基布进行接枝胶原蛋白改性。噁唑烷接枝胶原蛋白改性超纤革基布的作用原理如图 4^[25]所示。研究结果显示,接枝胶原蛋白改性后,超纤革基布表面的活性基团数量明显增加,基布透湿率提高了 76.45%,力学性能也得以提高。

Qiang 等^[26]以有机磷鞣剂 FP 作为交联剂,对硫酸预处理后的超纤革基布进行交联改性处理。结果显示,交联改性后基布表面的亲水基团数量大幅增加,改性基布的透湿率提高了 65%,吸湿率提高了 181%,且各项力学性能也有不同程度的提高。王杨阳等^[27]以铬鞣剂为交联剂,辅助使用填充剂与柔软剂,对超纤革基布进行交联改性。结果表明,改性后超纤革基布的纤维排列松散,基布表面结构变化较明显,润湿性提高,比表面积增大,吸湿性、透湿性显著提高,力学性能提升。Qiang 等^[28]以铬鞣剂为交联剂,对超纤革基布进行交联改性,其反应原理如图 5^[28]所示。研究结果表明,与未改性的超纤革基

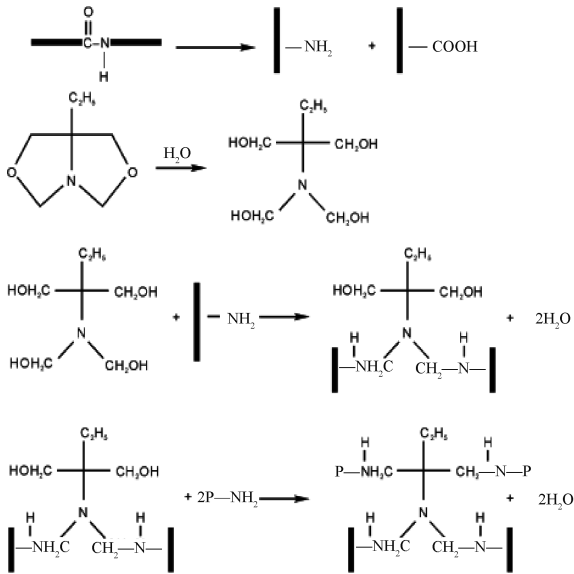


图 4 噁唑烷接枝胶原蛋白改性超纤革基布的作用原理
Fig. 4 Action principle of oxazolidine graft collagen modified microfiber leather base

布相比,改性后超纤革基布的卫生性能和力学性能明显提高,其中吸湿率提高了 28%~45%,透湿性提高了 50%~56%。

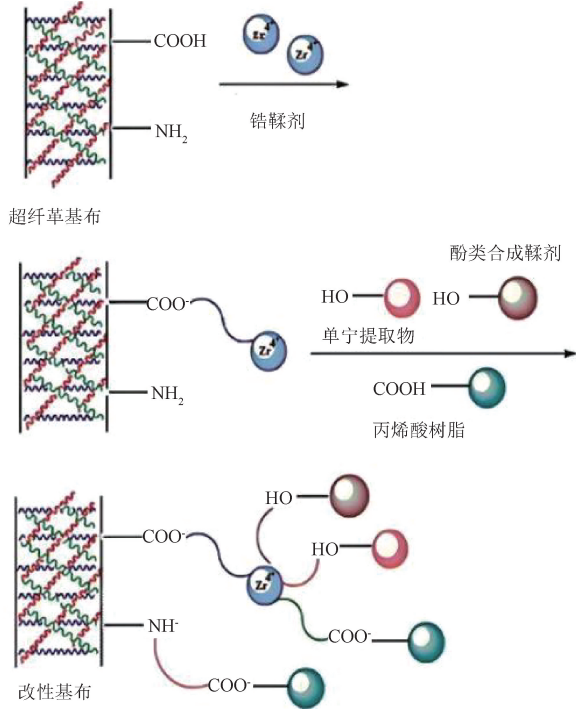


图 5 锆鞣剂与超纤革基布反应原理
Fig. 5 Schematic diagram of reaction between zirconium tanning agent and microfiber leather base

Ren 等^[29]为改善超纤革基布的卫生性能,提出

了“两步法”改性方法。他们先通过戊二醛将由 *N,N'*-亚甲基双丙烯酰胺 (MBA) 和二乙烯三胺 (DETA) 合成的氨基端超支化聚酰胺 (NH_2 -HBP) 交联到经甲酸预处理的超纤革基布上,再通过交联剂将胶原蛋白交联到经过改性的超纤革基布上。结果表明,两步法改性后基布的透湿率、吸湿率和力学性能与未经改性处理的超纤革基布相比均有所提高。

1.3 其他改性

除水解改性和交联改性外,还有研究人员将纳米纤维与聚酯/聚酰胺 (PET/PA6) 超细纤维混合制备超纤革基布,以提高超纤革基布的透湿、吸湿性能及力学等性能。

聚羟基丁酸酯 (PHB) 是一种多功能碳聚合物^[30]。PHB 纳米纤维分子链中含有大量的羧基,因而具有优异的亲水性^[31]。Duo 等^[32]为提高超纤革基布的透湿性,将 PHB 纳米纤维与 PET/PA6 超细纤维混合改性制备超纤革基布。研究表明,平均直径为 0.40 μm 的 PHB 纳米纤维均匀分布于超纤革基布的各方向;随着纳米纤维添加量的增加,基布的水接触角从 111.64° 降低至 59.31°,透湿率提高了 44.0%,吸湿率提高了 22.3%,力学性能也显著提升,但超纤革基布的结构由于纳米纤维的加入变得致密,其透气性下降了 24.0%。Zhao 等^[33]将静电纺丝法制备的热塑性聚氨酯 (TPU)/磺化聚砜 (SPSF) 纳米纤维与 PET/PA6 超细纤维混合改性制备超纤革基布,探讨了 TPU/SPSF 纳米纤维添加量对超纤革基布结构和性能的影响。研究表明,TPU/SPSF 纳米纤维在超纤革基布的各方向上均匀分布;随着 TPU/SPSF 纳米纤维含量的增加,基布表面水接触角降低,透湿率提高了 55.19%,吸湿率提高了 26.25%,但是其透气率下降了 6.79%。

交联改性与添加纳米纤维混合改性能够提高超纤革基布的吸湿性、透湿性与力学性能,但由于加入不同试剂或纤维后,超纤革基布结构中的孔隙减小,其透气性下降。因此,后续研究需在透湿、透气性及力学性能之间实现良好均衡。

2 PU 膜改性

PU 目前主要分为溶剂型 PU 和水性聚氨酯 (WPU) 两类^[34]。溶剂型 PU 成分中含有毒、有害物

质,且其回收技术尚不成熟,会对环境造成严重的污染,其产品也会在一定程度上危害人体健康;WPU的介质为水,具有安全、绿色及环保等优点^[35-36]。目前,基于PU膜制备的超纤革存在卫生性能较差等问题,不能满足应用需求。基于此,研究人员尝试采用多种方法对PU进行改性,改变PU膜结构,以改善超纤革的透湿、透气性能。

2.1 致孔剂改性

致孔剂改性是在制备PU膜的过程中添加发泡剂或其他添加剂,以改善PU微孔结构,从而改善其性能的一种改性方法^[37]。研究表明,成膜过程中加入致孔剂能够改善PU膜的透湿性能^[38]。郭梦亚^[39]使用发泡剂F911与WPU制备的溶剂对聚乙烯醇(PVA)处理过的非织造布进行浸渍处理,结果显示,浸渍处理后的非织造布透湿、透气性提高。黎焯勇等^[40]将银离子(Ag^+)抗菌剂和氯化钠(NaCl)致孔剂添加至WPU溶液中对WPU进行改性,再采用改性后的溶液浸轧PVA处理过的非织造布,结果发现,添加 Ag^+ 抗菌剂和 NaCl 致孔剂可在非织造布表面形成具有微孔结构的抗菌涂层,且非织造布的透湿性得到改善。徐旭凡^[41]将改性羧甲基纤维素(MCMC)作为致孔剂加入PU中,对PU微孔膜进行改性处理。MCMC自身含有大量的亲水基团并且具有一定的致孔效果。因此,加入适量的MCMC后,制成的PU膜上微孔增多,亲水基团数量增加,PU膜的透湿、透气性取得较大的改善。

羽绒纤维是一类纯天然蛋白质纤维,含有较多的亲水基团,且因较好的蓬松性而具有良好的透湿性能。羽绒纤维还具有优良的溶胀性能,可将超细羽绒粉体作为致孔剂与PU共混成膜,改善PU膜透湿、透气性。刘欣^[42]为改善PU膜的透湿、透气性能,通过湿法成膜方式将超细羽绒粉体与PU共混成膜。研究表明:随着超细羽绒粉体用量的增加,共混膜的孔洞数量与孔径增加,又由于超细羽绒粉体本身可以充当水汽分子向外扩散的载体,因此膜的透湿、透气性能提升。何贝贝等^[43]分别以碳酸氢铵(NH_4HCO_3)与改性偶氮二甲酰胺(AC)发泡剂作为致孔剂,对PU进行改性处理,以提高PU膜的卫生性能。研究结果表明,加入致孔剂改性后,PU膜的透湿性、孔隙率均显著提高;加入致孔剂 NH_4HCO_3 的PU膜透湿率提高了49.8%,加入发泡剂AC的

PU膜透湿率提高了71.6%。

2.2 共混改性

共混改性是将WPU与其他聚合物按一定比例混合均匀^[44],以改善PU性能的一种改性方法。

赵宝宝等^[45]以WPU为聚合物、*N*-异丙基丙烯酰胺(NIPAAm)单体为原料、*N,N*-亚甲基双丙烯酰胺(MBA)为交联剂,制备WPU/PNIPAAm涂层。通过对涂层结构和性能的分析可知,随着NIPAAm用量增加,超纤革的透湿率增大,温敏性提升。罗晓民等^[46]将改性纳米 TiO_2 与WPU共混,制备改性纳米 TiO_2 /WPU复合材料,再通过干法移膜技术将 TiO_2 /WPU复合材料与基布叠合在一起,经整理得到超纤革。研究表明,适量添加改性纳米 TiO_2 可使超纤革的透气率和透湿率分别提高40%和64%,且力学性能也有所提高。周金丽等^[47]采用乳液聚合法将聚乙烯吡咯烷酮(PVP)与WPU混合制备PVP/WPU乳液,结果表明,涂覆PVP/WPU的织物与仅涂覆WPU的织物相比,透湿率提高8%。

2.3 共聚改性

共聚改性是将具有一定特性的官能团引入PU主链上,从而提高PU综合性能的一种改性方法^[48]。Jeong等^[49]采用聚乙二醇(PEG)对WPU进行共聚改性。其通过将亲水基团引入WPU结构中,实现对PU的改性,如图6^[49]所示。该方法能够有效提高WPU的透湿率。

Tian等^[50]通过迈克尔加成反应将亲水性材料2-丙烯酸甲氧基乙酯(MEA)接枝到PU膜上。与未改性PU膜相比,改性PU膜的水接触角从 86° 下降至 48° ,亲水性大幅提高。Zhao等^[51]采用紫外光接枝的方法对PU膜进行改性,并选择丙烯酸作为接枝单体改善PU膜的表面亲水性。研究表明,改性后PU膜的亲水性随着接枝率的提高而提高。刘蕊^[52]则采用预聚体法将改性后的纳米 SiO_2 与WPU共聚制备改性纳米 SiO_2 /WPU复合材料。试验结果表明,改性纳米 SiO_2 /WPU超纤革的卫生性能与力学性能均得以提高。

2.4 其他改性

Wu等^[53]为提高超纤革透湿性,采用3种不同波长(1 064、532和355 nm)的激光在PU膜上构建微孔阵列,对其进行改性处理。结果表明,与未经改性处理的超纤革相比,经过3种不同波长改性处理

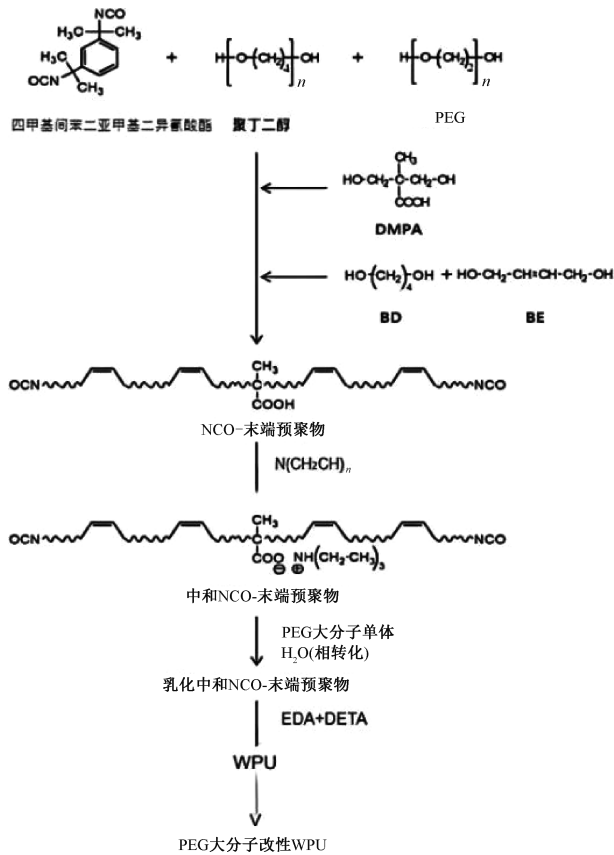


图 6 PEG 改性 WPU 的制备工艺

Fig. 6 Process for the preparation of the WPU modified by PEG

的 PU 膜制备的超纤革透湿率分别提高了 38.4%、46.8% 和 53.0%，但改性后超纤革的力学性能有所下降。

总结当前 PU 膜的改性方法发现，化学改性和物理改性都可以不同程度地提高超纤革的透湿性；添加致孔剂对 PU 膜进行改性可增大 PU 膜孔径，有利于空气和水分的通过；在 PU 膜上接枝亲水性物质，可有效降低 PU 膜的水接触角；采用激光对 PU 膜物理致孔，能够提高 PU 膜的孔洞数量，从而提高超纤革的透湿性。

3 上浆整理

制备超纤革基布通常需要对非织造布进行上浆整理，其主要目的是在纤维表面形成薄膜，阻止 PU 与纤维之间发生反应，这些浆料将在后续操作中被去除，从而使纤维与 PU 之间留有更多空隙，提高基布的透气性。目前，多采用 PVA 对非织造布进行上

浆整理。如，戴君等^[54]使用 PVA 对超纤革基布进行上浆处理，研究结果显示：采用前碱法工艺处理后，基布的透气率随着上浆率的增大而减小；采用后碱法工艺处理后，基布的透气率随着上浆率的增加先增大后减小；PVA 上浆处理能够一定程度地改善基布的力学性能。然而，PVA 是一种水溶性高分子有机聚合物，其通常很难被微生物降解^[55]，退浆时产生的 PVA 废水会对环境造成一定的影响。

为减少 PVA 上浆所带来的环境污染问题，高龙飞等^[56]使用几种易溶于水、无毒且可降解的水性聚合物——水溶性聚酯 (WSPET)、羧甲基纤维素钠 (CMC)、海藻酸钠 (SA) 和白糖 (WS)，分别对超纤革基布进行上浆处理，并探讨其对基布透湿、透气性能的影响。研究表明，经 WSPET 或 CMC 上浆处理后，超纤革基布的透湿、透气性及柔软性得以提升，而经 SA 或 WS 上浆处理的超纤革基布的透湿、透气性及柔软性较差。目前，研究人员已通过探索应用新型浆料、对浆料进行改性等措施，实现了在提高超纤革基布透气、透湿性的同时，减少对环境的污染。

综上，基布性能和 PU 膜性能决定了超纤革的性能。为此，研究人员尝试通过对基布或 PU 进行改性等方面，提高超纤革的透湿、透气性能。也有少数研究者通过对超纤革基布上浆工艺的探讨，改善超纤革的透湿、透气性能。然而，不同的改性或上浆处理得到的超纤革性能各有特点，当前常见的超纤革改性方法及其优缺点如表 1 所示。

4 总结与展望

目前，人们主要通过对超纤革基布和 PU 膜进行改性，以及采用不同种类浆料对基布进行上浆整理，来提高超纤革的透湿、透气性能。

对超纤革基布改性的方法主要有水解改性、交联改性及添加纳米纤维混合改性等。3 种改性方法均可在不同程度上提高超纤革的透湿性，但无论是水解改性、交联改性还是添加纳米纤维混合改性，都会对超纤革基布的透气性产生负面影响。

对 PU 膜进行改性，能够在提高超纤革透湿性的同时提升其力学性能。如，添加致孔剂或发泡剂可使 PU 膜的透湿、透气性提高；共聚改性能有效

表 1 当前的超纤革改性方法及其优缺点

Tab. 1 Current modification methods of microfiber leather and their advantages and disadvantages

改性方法	试验方案 举例	透湿率/[g·(m ² ·d) ⁻¹]		透气率/(mm·s ⁻¹)		优点	缺点	参考文献	
		改性前	改性后	改性前	改性后				
水解 改性	酸改性	G0.5PAMAM	1 617.7	2 053.4	21.18	20.09	亲水基团增加,吸湿性与透湿性提高	透气性降低,需严格把控试剂用量	[16]
		G1PAMAM	1 617.7	2 177.1	21.18	20.02			
	酶改性	—	—	—	—	—	水解效果差,透气性下降	[18-19]	
	碱改性	NaOH 改性	3 666.0	4 538.88	179.95	130.25		[20]	
交联改性		F-90	546.35	792.16	—	—	力学性能、吸湿性、透湿性	交联率较低	[23]
		环氧树脂	646.70	924.60	—	—	提高		[24]
		噁唑烷	499.56	881.49	—	—			[25]
添加纳米纤维混 合改性		添加 PHB 纳米纤维	3 112.37	4 350.53	140.57	106.83	力学性能、吸湿性、透湿性	透气性下降	[32]
		TPU/SPSF 纳米纤维	2 868.96	4 452.24	145.23	135.37	提高		[33]
致孔剂改性		MCMC 改性	3 200	5 300	—	—	膜的弹性、耐透湿、透气性	磨性较差	[41]
共混改性		PVP 改性	2 066	2 237	2 237	2 237	提高	—	[47]
共聚改性		PEG 改性	529.17	645.83	—	—		接枝率较低	[49]
上浆整理		WSPET 上浆	1 919.15	3 812.0	31.60	71.50	透湿、透气性提高,环境友好	所涉及的研究较少	[56]

增加 PU 结构中亲水基团的数量,提高超纤革透湿性与力学性能。

单独对基布或 PU 膜进行改性,很难兼顾超纤革的透湿性和透气性。增加超纤革内部的亲水基团数量可有效提高透湿性,但超纤革透气性受基布或 PU 膜孔隙率的影响较大,添加试剂提高超纤革透湿性的同时,会在一定程度上造成材料孔隙堵塞,导致超纤革透气性下降。

采用不同种类的浆料及上浆工艺整理后的超纤革基布,其透湿、透气性能表现不同。可通过选择合适的浆料与上浆工艺,提高超纤革的透气性。与此同时,在环保问题日益突出的当今,环保型浆料的开发势在必行。

综上,后续相关研究工作可从下述几方面开展:

(1)探索既能增加超纤革亲水基团数量,又能提高超纤革孔隙率的试剂和最优化试验方案。

(2)目前,对超纤革基布进行交联改性的交联剂较为单一,未来的研究可以联合使用 2 种及 2 种以上交联剂对超纤革基布进行改性,提高超纤革的综合性能。

(3)对 PU 膜改性的方法众多,可尝试将不同发

泡剂或致孔剂改性与共聚改性方法联合使用,提升 PU 膜性能,进而提升超纤革的透湿、透气性能。

(4)目前还未有将基布改性、PU 膜改性与上浆整理 3 种方式联合,对超纤革透湿、透气性能展开系统研究的报道,因此,后续可尝试将 3 种方式联合使用,或两两配合使用,提高超纤革综合性能。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

[1] HASAN M J, HAQUE P, RAHMAN M M. Protease enzyme based cleaner leather processing: a review[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 365: 132826.

[2] MEYER M, DIETRICH S, SCHULZ H, et al. Comparison of the technical performance of leather, artificial leather, and trendy alternatives[J]. Coatings, 2021, 11(2): 226.

[3] 李琛. 水性聚氨酯含浸超纤革的制备及性能研究[D]. 无锡:江南大学, 2023.

- [4] ZHAO B B, QIAN Y, QIAN X, et al. Preparation and properties of split microfiber synthetic leather [J]. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2018, 13 (2): 15-21.
- [5] 白忠薛, 王学川, 冯宇宇, 等. 天然动物皮的自体应用进展 [J]. *中国皮革*, 2024, 53 (1): 49-58.
- [6] 张哲. 合成革用水性聚氨酯的制备及工程技术应用研究 [D]. 西安: 陕西科技大学, 2015.
- [7] 张红, 孔红艳. 不同种类的皮革发展现状浅析 [J]. *西部皮革*, 2023, 45 (17): 33-37.
- [8] 吴泽. 无溶剂聚氨酯合成革的制备工艺与性能研究 [D]. 西安: 陕西科技大学, 2014.
- [9] 高帅, 于来茹. 6 种非常规动物皮革种类的鉴别分析 [J]. *中国皮革*, 2024, 53 (4): 20-24.
- [10] 刘丹, 陈海波, 张宗才, 等. 真皮和人造革的红外光谱和扫描电镜鉴定方法研究 [J]. *皮革科学与工程*, 2015, 25 (4): 14-18.
- [11] WU Y, ZHANG X, HE M, et al. Self-repairing superhydrophobic microfiber leather leveraging light-triggered release of actives [J]. *Progress in Organic Coatings*, 2023, 185: 107937.
- [12] 王小卓, 姚庆达, 温会涛, 等. 超细纤维合成材料与皮革性能的差异及鉴别方法 [J]. *北京皮革*, 2019 (11): 46-53.
- [13] CHEN M, ZHOU D L, CHEN Y, et al. Analyses of structures for a synthetic leather made of polyurethane and microfiber [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2007, 103 (2): 903-908.
- [14] FU H, ZHANG T, ZHANG S N, et al. Current advances on sea-island microfiber nonwoven materials preparation technology and its applications: a review [J]. *Journal of The Textile Institute*, 2023, 114: 2031-2041.
- [15] JACQUES B, WERTH M, MERDAS I, et al. Hydrolytic ageing of polyamide 11: hydrolysis kinetics in water [J]. *Polymer: The International Journal for the Science and Technology of Polymers*, 2002, 43 (24): 6439-6447.
- [16] 任龙芳, 王娜, 陈婷, 等. PAMAM—COOH 的合成、表征及对超细纤维合成革卫生性能的影响 [J]. *功能材料*, 2014, 45 (13): 13025-13029.
- [17] 马兴元, 张晓镭, 孙静, 等. 超细纤维合成革的硫酸水解改性 [J]. *陕西科技大学学报*, 2004, 22 (3): 87-90.
- [18] 马兴元, 吕凌云, 李晓. 聚酰胺超细纤维合成革基布的酶法改性研究 [J]. *中国皮革*, 2010, 39 (5): 36-39.
- [19] KIUMARSI A, PARVINZADEH M. Enzymatic hydrolysis of nylon 6 fiber using lipolytic enzyme [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2010, 116 (6): 3140-3147.
- [20] 朵永超, 钱晓明, 赵宝宝, 等. 超细纤维合成革基布的制备及其性能 [J]. *纺织学报*, 2020, 41 (9): 81-87.
- [21] 韩雪梅, 汤曼曼, 陈思羽. 皮革废弃物中胶原蛋白的提取研究进展 [J]. *西部皮革*, 2014, 36 (2): 17-19.
- [22] 强涛涛. 超支化聚合物的制备及其对超细纤维合成革卫生性能的影响 [D]. 西安: 陕西科技大学, 2011.
- [23] 王学川, 王晓芹, 强涛涛, 等. 胶原蛋白改善超细纤维合成革基布卫生性能研究 [J]. *高校化学工程学报*, 2015, 29 (5): 1238-1245.
- [24] 王学川, 赵佩, 任龙芳, 等. 环氧树脂/胶原蛋白对超细纤维合成革的亲水改性 [J]. *精细化工*, 2017, 34 (9): 1037-1043.
- [25] 王学川, 赵佩, 任龙芳. 噁唑烷/胶原蛋白提高超细纤维合成革透水汽性的研究 [J]. *中国皮革*, 2017, 46 (2): 53-59.
- [26] QIANG T T, WANG X, WANG X, et al. Study on the improvement of water vapor permeability and moisture absorption of microfiber synthetic leather base by collagen [J]. *Textile Research Journal*, 2015, 85 (13): 1394-1403.
- [27] 王杨阳, 强涛涛, 王乐智, 等. 改善超细纤维合成革卫生性能的工艺设计与优化 [J]. *上海纺织科技*, 2017, 45 (6): 32-36.
- [28] QIANG T T, WANG Y Y, WANG L Z, et al. Study on the effect of the sanitary properties of microfiber synthetic leather base by using a filling agent [J]. *Textile Research Journal*, 2018, 88 (12): 1437-1449.
- [29] REN L F, ZHAO G H, WANG X C, et al. Hygienic property of microfiber synthetic leather base modified via a “two-step method” [J]. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2014, 9 (3): 36-49.
- [30] KOCH M, FORCHHAMMER K. Polyhydroxybutyrate: a useful product of chlorotic cyanobacteria [J]. *Microbial Physiology*, 2021, 31 (2): 67-77.
- [31] 何婷婷, 陶丹, 魏取福, 等. 静电纺丝法制备 PHB 纤维膜及其性能表征 [J]. *合成纤维工业*, 2011, 34 (5): 5-7.
- [32] DUO Y C, QIAN X M, ZHAO B B, et al. Improving

- hygiene performance of microfiber synthetic leather base by mixing polyhydroxybutyrate nanofiber[J]. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2019, 14: 1-7.
- [33] ZHAO B B, QIAN X M, QIAN Y, et al. Preparation of high-performance microfiber synthetic leather base using thermoplastic polyurethane/sulfonated polysulfone electrospun nanofibers [J]. *Textile Research Journal*, 2019, 89(14): 2813-2820.
- [34] 宋倩倩. 水性聚氨酯超纤革的研究与开发[D]. 北京:北京服装学院, 2021.
- [35] 乔鹏飞, 刘洁, 张斐斐, 等. 高固含量水性聚氨酯的研究进展[J]. *聚氨酯工业*, 2023, 38(6): 4-7.
- [36] HONARKAR H. Waterborne polyurethanes; a review [J]. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 2018, 39(4): 507-516.
- [37] 刘燕, 周虎, 范浩军, 等. 不同致孔剂对 PU 合成革涂层透湿性的影响[J]. *中国皮革*, 2008, 37(19): 28-32.
- [38] 王全杰, 张玉洲, 杨旸, 等. 不同致孔剂对聚氨酯微孔膜通透性能的影响[J]. *皮革科学与工程*, 2011, 21(3): 23-28.
- [39] 郭梦亚. 水性聚氨酯/超细纤维复合材料的制备与性能研究[D]. 西安:陕西科技大学, 2016.
- [40] 黎焯勇, 刘熙, 董春风, 等. 水性聚氨酯抗菌涂层改性手术巾的制备及其性能[J]. *国际纺织导报*, 2023, 51(6): 6-12.
- [41] 徐旭凡. MCMC 对聚氨酯膜防水透湿性能的影响[J]. *纺织学报*, 2005(2): 64-66.
- [42] 刘欣. 超细羽绒粉体改性聚氨酯膜及透湿气性能研究[D]. 武汉:武汉科技学院, 2008.
- [43] 贺贝贝, 解一军. 聚氨酯微孔膜的制备及其性能[J]. *化工进展*, 2017, 36(7): 2562-2567.
- [44] 王少飞, 翁雨晴, 杜金梅, 等. 水性聚氨酯改性研究进展[J]. *纺织导报*, 2018(8): 67-73.
- [45] 赵宝宝, 王震, 杨泉, 等. 合成革水性聚氨酯温敏涂层的制备与透湿性研究[J]. *塑料工业*, 2022, 50(3): 35-39.
- [46] 罗晓民, 刘蕊, 冯见艳, 等. 改性纳米 TiO₂/WPU 复合材料在超细纤维合成革上的应用[J]. *材料导报*, 2014, 28(6): 65-68.
- [47] 周金丽, 胡玲玲, 王维明, 等. PVP 改性水性聚氨酯的合成及应用[J]. *印染*, 2016, 42(1): 5-8.
- [48] 吴梦婷, 徐成书, 邢建伟, 等. 水性聚氨酯改性的研究进展[J]. *印染*, 2019, 45(12): 51-55.
- [49] JEONG J H, HAN Y C, YANG J H, et al. Waterborne polyurethane modified with poly (ethylene glycol) macromer for waterproof breathable coating [J]. *Progress in Organic Coatings*, 2017, 103: 69-75.
- [50] TIAN X, QIU Y R. 2-methoxyethylacrylate modified polyurethane membrane and its blood compatibility[J]. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 2019, 148: 39-46.
- [51] ZHAO P, HUA X, WANG Y, et al. UV-grafted gradient surface polyurethane membrane[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2009, 114(2): 769-774.
- [52] 刘蕊. 改性纳米 SiO₂ 与水性聚氨酯的光固化交联及其应用[D]. 西安:陕西科技大学, 2016.
- [53] WU Y, WANG A H, ZHENG R R, et al. Laser-drilled micro-hole arrays on polyurethane synthetic leather for improvement of water vapor permeability [J]. *Applied Surface Science*, 2014, 305: 1-8.
- [54] 戴君, 俞镇慌. 聚乙烯醇上浆对针刺合成革基布工艺的影响[J]. *产业用纺织品*, 2007, 25(1): 5-9.
- [55] 杜昭. 含 PVA 印染退浆废水处理工艺研究[D]. 郑州:郑州大学, 2021.
- [56] 高龙飞, 钱晓明, 王立晶, 等. 上浆浆料对超细纤维合成革性能的影响[J]. *皮革科学与工程*, 2021, 31(6): 39-44.

欢迎投稿《产业用纺织品》

<https://cyyf.cbpt.cnki.net> techtex@dhu.edu.cn