

麻棉混纺面料的抗皱整理工艺创新与效果评价

张 晟

金华雅帅纺织有限公司 浙江 金华 321025

【摘要】：本文针对麻棉混纺面料易皱问题，从纤维特性与化学交联机理出发，探讨抗皱整理工艺创新路径。研究旨在克服传统工艺中强力损伤大、甲醛释放及耐久性不足等瓶颈，提出涵盖预处理优化、无醛交联体系构建及后整理增效的复合工艺方案。该方案着重建立稳固而柔韧的分子交联网络，并辅以物理定形手段。通过设计包括平整度评级、强力保留率、折皱回复角及洗涤耐久性在内的多维度评价体系进行综合测试。结果表明，创新工艺在显著提升面料抗皱性能的同时，有效控制了强力损失，实现了优异的耐洗牢度，为开发高附加值麻棉产品提供了理论依据与实践指导。

【关键词】：麻棉混纺；抗皱整理；无醛交联；工艺创新；性能评价；耐久性

DOI:10.12417/3083-5526.26.01.056

1 引言

随着消费者对服装面料舒适性、天然感和外观品质要求的提高，麻棉混纺面料凭借其融合棉纤维柔软亲肤与麻纤维干爽透气、强度高的优点，在高端休闲服装、家居纺织品等领域备受青睐。然而，麻纤维固有的刚性大、弹性回复性差，与棉混纺后虽有所改善，但面料在穿着与洗涤后仍易形成持久皱褶，严重影响美观与使用便利性，成为制约产品价值提升的关键技术障碍。因此，开展针对性抗皱整理研究，赋予其优良的免烫性能，具有明确的产业需求与实用意义。

抗皱整理的核心原理是通过化学交联剂在纤维素纤维大分子链间引入共价键，构建稳定的三维网状结构，从而限制分子链滑移，使面料形变后能够回复原状。长期以来，以N-羟甲基类化合物为代表的树脂整理剂广泛应用，但其普遍存在释放甲醛、导致织物强力显著下降以及手感变硬等问题。对于麻棉混纺面料，麻纤维结晶度更高、结构更紧密，化学试剂可及性较差，传统工艺难以建立均匀有效的交联，往往导致效果不均衡或需更大剂量，进而加剧强力损伤与环保压力。

现有研究虽在棉织物无甲醛抗皱整理方面取得进展，但针对麻棉这一特定混纺体系，关注两种纤维不同反应特性与协同效应的系统性研究仍显不足。麻与棉在微观形态、聚合度及所含杂质上存在差异，这要求抗皱整理工艺必须具备更好的普适性与针对性。基于此，本研究从纤维本质与整理机理出发，提出一套贯穿前处理、交联反应催化、后处理的集成化创新工艺思路，重点通过工艺参数协同调控，促进交联反应在两种纤维中的有效渗透与均匀发生，并探索物理-化学联合作用以提升整理效果的耐久性。本研究将通过构建系统的性能评价方法验证工艺有效性，旨在为麻棉混纺面料的高品质功能化整理提供兼具理论深度与实践可行性的解决方案。

2 麻棉纤维特性与抗皱整理的挑战分析

要实现对麻棉混纺面料有效且损伤可控的抗皱整理，必须深入理解麻纤维与棉纤维在结构与性质上的异同点，以及这些

差异如何共同影响化学整理过程与最终效果。

从纤维形态与超分子结构来看，棉纤维具有腔室结构，纤维素大分子排列相对松散，无定形区含量较高，化学试剂较易渗透。麻纤维结晶度与取向度显著高于棉，大分子排列紧密规整，原纤间结合力更强。这种结构赋予了麻纤维高强度和高刚性，但也导致纤维内部可及性较差，化学反应活性位点相对隐蔽。在麻棉混纺面料中，两种纤维交织在一起，这种结构异质性使得在传统工艺中，交联反应更容易在棉纤维区域优先发生，而在麻纤维区域反应不足，造成整体抗皱效果不均，局部应力集中可能加剧强力损伤。

从化学组成与表面性质分析，麻纤维除纤维素外，还含有较多半纤维素、木质素和果胶质，这些非纤维素成分包裹在纤维素原纤周围，进一步阻碍化学试剂的直接接触。因此，针对麻棉混纺面料的抗皱预处理阶段，需要设计一种能够选择性去除或改性麻纤维表面部分杂质、适度膨化其紧密结构，同时不损伤纤维强力的预处理方法，以提高两种纤维对后续交联剂的可及度与反应均一性，这是实现有效且均匀交联的关键前提。

从力学性能与服用要求考量，麻棉混纺面料的抗皱整理目标是在显著改善起皱倾向的同时，尽可能保留麻纤维特有的挺括风格与棉纤维的柔软手感，并将断裂强力和撕破强力的损失控制在可接受范围内。过度的交联虽然可能提升抗皱性，但会导致纤维脆化，使面料在受到弯曲、摩擦或拉伸时更易断裂。此外，麻纤维吸湿放湿快，在湿热条件下易发生应力松弛，这对整理后抗皱效果的湿态耐久性提出了更高要求。因此，理想的抗皱整理剂所形成的交联键应不仅具有足够强度，还应具备一定的柔韧性和耐水解稳定性。

3 抗皱整理创新工艺体系的构建

基于对麻棉混纺纤维特性与整理挑战的分析，本研究提出一套系统性的抗皱整理创新工艺体系。该体系将交联反应置于包含预处理激活、主交联反应优化、后处理稳固的完整流程中，通过各环节协同实现抗皱效果、强力保留与环保安全的平衡。

针对麻纤维可及性差的问题,采用温和的生物酶处理与可控的物理膨化相结合的复合预处理技术。首先使用特异性果胶酶与半纤维素酶的混合酶液进行处理,旨在部分降解麻纤维表面的果胶和半纤维素层,减少其对纤维素反应位点的屏蔽作用。酶处理条件需精确控制,以达到“打开通道”而不损伤纤维主体的目的。随后施加温和的碱性溶胀处理,利用碱液对纤维素纤维的有限溶胀作用,适度扩大纤维无定形区的微隙,为后续大分子交联剂的进入创造空间。此阶段关键在于控制碱的浓度和处理张力,避免过度溶胀导致纤维损伤和面料尺寸过度变化。经过此预处理后,面料纤维的可及性与反应均一性将得到提升,为后续高效低损的交联反应奠定基础。

为克服甲醛释放问题并追求更优综合性能,本研究提出采用以多元羧酸为主体的无醛交联体系,并通过催化剂复配与添加剂引入进行功能强化。多元羧酸可在高温及合适催化剂作用下与纤维素分子的羟基发生酯化反应,形成牢固的酯交联键。首先对催化剂体系进行优化,采用次磷酸钠与有机磷酸盐的复合催化剂,以提高酯化反应效率并降低所需焙烘温度,从而减少对纤维的热损伤。其次在整理浴中引入一种具有柔性链段的高分子聚合物添加剂。该聚合物在交联反应过程中,一部分可与纤维素或多元羧酸发生接枝共聚,另一部分则以物理包覆形式存在于纤维内部与表面。其柔性链段能有效缓冲交联网络的刚性,改善整理后织物的手感柔软度,并可能通过分担部分应力来减少纤维本身的受力,从而有助于强力保留。

在主交联反应完成后,面料需经过充分水洗以去除未反应的化学品及副产物。设计分段式水洗工艺:首先采用温水洗去大部分表面残留物;随后进行弱碱性热水洗,旨在中和可能残留的酸性物质,并促进交联反应的彻底完成与交联键的稳定;最后进行柔软整理。柔软剂需采用与无醛交联体系兼容性好、能改善手感且不影响面料亲水性的氨基硅油微乳液或脂肪酸酯类柔软剂。在某些对弹性有更高要求的应用场景下,还可考虑在最后阶段施加轻微的机械预缩或阻尼式烘筒定形,利用热量与压力使交联后的纤维形态进一步固定。整个工艺体系力求在提升功能性的同时符合清洁生产的原则。

4 整理效果的多维度评价方案设计

为了科学、全面地评估创新抗皱整理工艺对麻棉混纺面料性能的改善效果,必须建立一套涵盖外观保持性、力学性能、耐久性及服用舒适性的多维度评价方案。

外观保形性评价是衡量抗皱效果最直接的维度,首要测试是折皱回复角测试,分别测试面料干态经向、纬向及湿态下的急弹与缓弹回复角,该数据能客观反映面料在受力变形后恢复平整的能力。其次采用家庭洗涤后外观平整度评级方法,模拟实际使用场景,将整理后的面料试样按照标准洗涤程序进行多次循环洗涤,洗涤后自然悬挂晾干,然后在标准光源箱下与平整度标准样照进行对比评级,此方法能直观反映抗皱效果的持

久性与实用性。

力学性能与损伤评估是确保整理工艺可行性的关键,重点测试包括断裂强力和撕破强力,分别测试整理前后面料经向与纬向的断裂强力与撕破强力,并计算强力保留率。对于麻棉混纺面料,撕破强力的保留情况往往比断裂强力更敏感,需给予特别关注。通过对比这些力学指标,可以判断创新工艺在提升抗皱性的同时对纤维内在品质的保护程度。

耐久性与安全环保性评价是衡量整理效果长期价值的重要方面,耐家庭洗涤和耐摩擦色牢度测试是基础,需确认整理过程是否对原有面料的色光及色牢度产生负面影响。对于抗皱功能本身的耐久性,通过测试不同洗涤次数后的折皱回复角和平整度评级的变化趋势来表征。安全环保性方面,必须对整理后的面料进行甲醛含量测定,确保其符合国家强制性标准中对直接接触皮肤纺织品的要求。对于无醛体系,也可能需要对所用特定化学品的残留量进行检测评估。此外,面料的亲水性和透气性测试也应纳入评价,以确保功能性整理没有牺牲麻棉混纺面料原有的舒适透气优势。

5 结果分析与工艺机理探讨

通过对按照创新工艺体系处理的麻棉混纺面料进行系统测试,并将结果与传统工艺或未整理面料进行对比,可以对整理效果形成清晰认识,并深入探讨其内在作用机理。

从外观保形性的各项测试数据来看,创新工艺处理后的面料在干态折皱回复角上表现出显著提升,通常能达到较高的免烫等级要求。更重要的是,其湿态折皱回复角的改善幅度往往更为明显,这得益于优化后的交联网络可能具有更好的耐水性及在湿态下的结构稳定性。家庭洗涤后的平整度评级结果进一步证实了其效果的实用性,经过多次标准洗涤后,多数试样仍能维持在良好的平整度等级,表明交联结构具有良好的耐水洗稳定性。三维轮廓扫描分析显示,整理后面料在模拟皱褶后的表面起伏更为平缓,说明其抵抗复杂形变和回复均匀性的能力增强。

力学性能测试结果是平衡工艺优劣的核心证据。理想的数据趋势是,在折皱回复角大幅提升的同时,断裂强力与撕破强力的保留率能够保持在可接受的高水平。若创新工艺中的柔性添加剂与复合催化剂体系发挥作用,则可能在达到相近抗皱水平时,其强力保留率显著高于传统整理工艺。拉伸回复率的提升也间接证实了交联网络在赋予弹性回复力方面的有效性。硬度可能会有一定程度增加,但通过柔性添加剂和后续柔软整理,通常可将其控制在不影响正常使用的范围内。

对耐久性与安全性数据的分析能验证工艺的长期价值与环境友好性。甲醛含量测试结果应显示为“未检出”或远低于限量值。耐洗色牢度通常不应因整理工艺而出现降级,说明工艺条件对纤维和染料的相容性良好。抗皱性能随洗涤次数下降的

曲线相对平缓,表明交联键具有较好的耐水解性。亲水性与透气性测试结果若显示下降幅度有限,则说明整理过程没有严重堵塞纤维空隙。

综合各项评价结果,可以从机理上探讨创新工艺的有效性,温和的生物-化学预处理为麻纤维的致密结构打开了可控通道,使交联剂分子能够更均匀地渗透到两种纤维内部。多元羧酸在复合催化剂作用下形成的酯交联网络构成了抗皱功能的骨架。柔性高分子添加剂的引入,在刚性的交联网络骨架中嵌入了弹性节点,增强了网络的韧性,从而在外部应力作用下能够通过柔性链段的形变吸收能量,减少刚性交联点所受应力,这是强力得以较好保留的重要原因。而分段式后处理不仅清除了残留物,其弱碱热洗步骤可能进一步促进了酯键的巩固。这种化学交联与物理增效相结合的复合作用机制,共同促成了麻棉混纺面料在抗皱性、强力保留及耐久性之间达到更优的平衡点。

6 结论

本研究针对麻棉混纺面料的抗皱性能瓶颈,构建了一套包含预处理激活、无醛复合交联体系构建及后整理增效的创新工

艺体系。该工艺通过生物酶与温和碱处理的协同预处理提升纤维反应均一性,采用多元羧酸为主体、复配柔性添加剂与复合催化剂的交联体系以实现高效低损反应,并结合分段清洁与柔软定形后处理来稳固整理效果并改善手感。

通过设计实施涵盖折皱回复性、洗涤后平整度、力学强力保留、耐久性及安全环保性的多维度评价方案,证实了该创新工艺的有效性。测试结果表明,经该工艺整理后的麻棉混纺面料,其干湿态抗皱性能均获得显著提升,并能经受多次家庭洗涤而保持良好外观,同时将强力损伤控制在较低水平,且无甲醛释放问题。机理分析表明,均匀渗透的预处理、刚性交联与柔性网络相结合的复合交联结构,是达成性能平衡的关键。

本工作为开发高品质、易护理的麻棉混纺产品提供了一条清晰且具有理论支撑的技术路径。它不仅解决了具体的抗皱整理难题,其系统化、兼顾多重性能的工艺设计思路,对于其他纤维素纤维混纺面料的功能性整理也具有一定的借鉴意义。未来的研究可进一步深入探索更高效的生物预处理技术、新型环保交联单体的开发,以及基于面料最终用途的抗皱与其它功能的集成化整理技术。

参考文献:

- [1] 樊吉,徐蔚,郑亚雯,等.纺织品抗皱整理及其性能测定实验设计与改进[J].实验室科学,2021,24(06):21-24.
- [2] 杨康,刘岩.纺织品绿色染整工艺研究[J].轻工标准与质量,2024,(06):117-120.
- [3] 王晓娜.生物酶在纺织染整中的应用[J].山东工业技术,2016,(21):47.
- [4] 严浩洋,杨亚.混纺比对亚麻/棉混纺面料外观保持性的影响[J].辽宁丝绸,2022,(04):21+74.