

废旧纺织品化学法再生涤纶纤维的力学性能优化

陈立伟

新疆兴泰纤维科技有限公司 新疆塔城

【摘要】废旧纺织品的回收利用不仅有助于缓解环境污染，还为资源循环利用提供了可能。通过化学法再生涤纶纤维，是提升废旧纺织品价值的有效途径之一。本文研究了废旧纺织品化学法再生涤纶纤维的力学性能优化，重点分析了再生涤纶纤维在力学性能上的变化规律及影响因素。通过优化化学法处理工艺参数，提高了再生涤纶纤维的抗拉强度、弹性模量等性能，解决了传统纺织品回收过程中纤维强度低、性能不稳定的问题。研究结果为废旧纺织品的再生利用提供了新的理论依据和技术支持。

【关键词】废旧纺织品；化学法再生；涤纶纤维；力学性能；优化

【收稿日期】2025 年 8 月 17 日

【出刊日期】2025 年 9 月 20 日

【DOI】10.12208/j.jccr.20250071

Optimization of mechanical properties of recycled polyester fibers from waste textiles via chemical recycling

Liwei Chen

Xinjiang Xingtai Fiber Technology Co., Ltd., Tacheng, Xinjiang

【Abstract】 The recycling and reuse of waste textiles not only help alleviate environmental pollution but also enable resource circulation. Chemical recycling of polyester fibers is one of the effective ways to enhance the value of waste textiles. This paper investigates the optimization of mechanical properties of recycled polyester fibers derived from waste textiles, focusing on analyzing the variation patterns and influencing factors of mechanical properties. By optimizing the process parameters of chemical treatment, the tensile strength, elastic modulus, and other properties of the recycled polyester fibers have been improved, thereby addressing the issues of low fiber strength and unstable performance commonly encountered in traditional textile recycling processes. The research findings provide new theoretical basis and technical support for the recycling and reuse of waste textiles.

【Keywords】 Waste textiles; Chemical recycling; Polyester fiber; Mechanical properties; Optimization

引言

废旧纺织品的资源化利用已成为全球关注的环境问题之一。涤纶纤维作为常见的合成纤维之一，广泛应用于服装、家居等多个领域，然而，随着纺织品的使用寿命结束，大量废旧涤纶纤维的处理成为一大挑战。传统的纺织品回收利用方法往往存在成本高、回收率低等问题。化学法再生涤纶纤维作为一种新的回收途径，凭借其较低的能耗和较高的资源回收效率，逐渐受到广泛关注。如何提升化学法再生涤纶纤维的力学性能，尤其是纤维的抗拉强度和弹性模量，成为当前研究的关键。优化化学法处理工艺，提高再生涤纶纤维的力学性能，对于废旧纺织品的高效回收和可持续发展具有重要意义。

1 废旧纺织品化学法再生涤纶纤维的处理工艺分析

废旧纺织品，特别是涤纶类纤维，由于其耐用性和广泛应用，导致了大量的废弃纺织品积累。传统的废旧纺织品处理方法，如焚烧和填埋，存在环境污染严重、资源浪费等问题。化学法作为一种高效的再生技术，在处理废旧涤纶纤维时表现出了显著的优势^[1]。化学法再生涤纶纤维的关键在于通过特定化学反应将废旧纤维中的聚合物进行解聚，恢复其可用性能。常用的化学法包括酸解法、碱解法、酯交换法等，这些方法能够有效地降解纤维中的分子链，生成新的聚酯材料，重新用于纤维生产。

每种化学法的反应条件和过程参数对再生涤纶纤维的最终性能影响显著。酸解法主要通过使用强酸溶剂，将涤纶分子链打断，从而实现纤维的再生。这种方法具有操作简单、处理成本较低的优点，但也存在反应

控制不精确,可能导致再生涤纶纤维的质量不稳定。相较之下,酯交换法通过使用酯交换剂与废旧纤维发生化学反应,能够较为精确地控制反应过程,从而获得高质量的再生纤维,但其工艺复杂,成本较高。选择合适的化学法处理工艺,优化反应条件,是提升再生涤纶纤维力学性能的关键。

对废旧纺织品进行化学法再生的研究不仅要关注工艺的优化,还需要考虑资源的综合利用。废旧纺织品的回收处理通常伴随着大量的化学废水和废气排放,如何提高化学法的绿色性、降低对环境的影响,成为当前研究的另一个重点。未来的研究趋势将逐步向绿色化、低能耗和高效能的化学再生工艺转变。

2 影响再生涤纶纤维力学性能的主要因素

涤纶纤维的力学性能,如抗拉强度、断裂伸长率和弹性模量,直接影响其在纺织、建筑等领域的应用效果。废旧涤纶纤维的力学性能会因再生过程中的化学处理而发生变化,这种变化主要由反应条件、原料来源、纤维结构等多方面因素决定。影响力学性能的一个关键因素是纤维的分子结构。废旧涤纶纤维经过化学解聚反应后,分子链的断裂会导致原有的分子排列发生紊乱,从而影响纤维的力学性能。尤其是分子链的断裂程度越高,纤维的抗拉强度和弹性模量就越低。

另一个影响再生涤纶纤维力学性能的因素是处理过程中添加的助剂类型和含量。助剂在化学法再生过程中起着至关重要的作用,尤其是催化剂和稳定剂。某些催化剂不仅能加速聚酯链的解聚,还能通过增强分子链的修复和交联作用,改善再生涤纶纤维的力学性能。某些金属催化剂可以优化反应速率,同时在分子层面修复损伤的聚酯链,增强纤维的强度和弹性。稳定剂则有助于减少副反应,抑制过度解聚,确保纤维的结构稳定。与此同时,化学法再生过程中溶剂的选择也至关重要^[2-6]。溶剂的性质直接影响涤纶纤维的溶解度和反应均匀性。不同溶剂对纤维表面形态的影响不同,进而影响纤维的整体力学性能,因此合适的溶剂选择能够提高回收效率,并改善最终再生纤维的性能。

纤维的前处理方式对力学性能也有重要影响。前处理过程中,污垢和染料的去除不仅能够提高化学处理的效率,还能避免这些杂质对纤维结构的损伤。过度的染料去除或不充分的清洗都可能导致纤维表面粗糙或损伤,从而影响纤维的最终力学性能。在废旧涤纶纤维的再生过程中,科学的前处理方案同样具有至关重要的作用。

3 优化工艺参数对再生涤纶纤维力学性能的提升

作用

优化化学法再生涤纶纤维的工艺参数是提升力学性能的有效途径。研究表明,反应温度、反应时间、催化剂浓度以及溶剂类型等因素对再生涤纶纤维的力学性能有显著影响。提高反应温度通常可以加速化学反应的速率,使得聚酯材料的解聚过程更加彻底,从而实现废旧纺织品的高效回收。然而,温度过高则可能导致不完全的解聚或过度解聚,进而影响纤维的质量^[7]。过高的温度会导致聚合物链的断裂过于严重,无法恢复出良好的纤维结构,导致再生纤维力学性能差。通过精确调节反应温度,可以在保证反应完全的避免过度降解聚酯链,确保涤纶纤维的力学性能不受损。此类温度优化能够有效提高再生纤维的抗拉强度和弹性模量,满足高性能应用的需求。

反应时间的长短也直接影响再生涤纶纤维的性能。较短的反应时间可能导致涤纶分子链未完全解聚,进而影响纤维的可用性能,如抗拉强度和弹性模量等。尤其是在反应时间过短的情况下,涤纶纤维中的聚酯分子链结构未被完全破坏,导致其仍保留较强的内聚力,这不仅会影响再生涤纶纤维的再生效果,还可能导致纤维质地不均匀。另一方面,过长的反应时间可能导致纤维的分子链降解过度,甚至完全解聚,形成过度细化的聚酯颗粒,严重影响纤维的整体质量和使用性能。通过对反应时间的优化,可以在不损害纤维力学性能的前提下,完成最佳的化学反应,得到更均匀且强度更高的再生涤纶纤维。这一优化过程对于再生涤纶纤维的质量稳定至关重要。

催化剂的添加量及其种类也是优化工艺的重要方面。不同的催化剂对化学反应的促进作用不同,有些催化剂能够提高反应的选择性,减少副反应的发生,从而保持再生涤纶纤维的力学性能稳定。某些催化剂不仅能加速解聚反应的速率,还能减少对涤纶纤维分子链结构的破坏,避免过度降解导致纤维质量下降。催化剂的种类选择对于优化纤维的力学性能也起着至关重要的作用,催化剂的表面活性和反应温度的适应性决定了它对纤维解聚过程的影响。溶剂的选择同样不可忽视,溶剂的性质直接影响涤纶的溶解度和反应的均匀性,不同溶剂对纤维的影响也不同。一些溶剂可能更容易溶解废旧纤维,使解聚过程更加均匀,从而提升再生涤纶纤维的质量。在废旧纺织品的化学再生过程中,选择适合的溶剂和催化剂,并调节合适的工艺参数,将有效提升再生涤纶纤维的力学性能,确保其满足不同领域的应用需求。

4 化学法再生涤纶纤维的力学性能与应用前景分析

化学法再生涤纶纤维的力学性能不仅直接影响其在再生纺织品中的应用,还决定了其在更广泛领域中的发展潜力。随着科技进步和回收技术的提高,再生涤纶纤维在纺织、建筑、汽车等领域的应用前景广阔。力学性能优秀的再生涤纶纤维不仅可以用于日常纺织品的生产,还能够在特定行业中发挥更大作用。在建筑行业中,再生涤纶纤维可以被用作增强型材料,提升建筑产品的耐用性和抗裂性。而在汽车行业,强度更高的涤纶纤维可以用于车内装饰、车座垫等零部件的生产,有助于减轻车重,提高燃油效率。再生涤纶纤维的力学性能提升不仅能够降低生产成本,还能减少对天然资源的依赖,达到减少环境负担的目标,符合绿色发展的趋势。

随着环保法规日益严格,绿色化学法逐渐成为废旧纺织品回收领域的重要方向。未来,化学法再生涤纶纤维的力学性能将进一步优化,研究将集中在如何降低生产成本、提高再生纤维的质量以及解决环保问题上。通过改善现有的化学回收工艺,研究人员可以开发出更加环保和经济的再生技术。采用环保溶剂代替传统的有害溶剂,或通过优化化学反应过程减少废气和废水排放,均是降低生产环境影响的有效途径^[8]。新的催化剂和助剂的研究将有助于提高再生涤纶纤维的性能,进一步促进其产业化应用。随着这些技术的不断突破,绿色化学法将成为废旧纺织品回收领域的核心技术。

从市场需求角度来看,化学法再生涤纶纤维的产业化应用前景非常广阔。随着循环经济的推进,越来越多的企业和机构将废旧纺织品的回收利用纳入到资源管理战略中,促使再生涤纶纤维的市场需求逐步增大。越来越多的消费者对环保产品的认可度提高,推动了绿色纤维产品的需求增加,尤其是在环保法规逐渐严格的情况下。未来,化学法再生涤纶纤维的应用将不仅限于传统纺织领域,还可能扩展到汽车制造、建筑工程等高要求领域。这种跨行业的应用为涤纶纤维的再生利用开辟了新的市场空间,同时也为企业提供了更为广阔的商业机会和增长潜力。

5 结语

本文探讨了废旧纺织品化学法再生涤纶纤维的力学性能优化。通过分析影响再生涤纶纤维力学性能的关键因素,如反应温度、时间、催化剂浓度和溶剂类型,提出了优化工艺参数的策略。这些策略能够有效提升再生涤纶纤维的抗拉强度、弹性模量等力学性能,满足不同行业的需求。随着回收技术的不断发展,化学法再生涤纶纤维的应用前景广阔,具有显著的经济和环保效益。未来,进一步的技术创新和工艺优化将推动废旧纺织品回收再利用的规模化应用,为资源循环利用和环境保护做出更大贡献。

参考文献

- [1] 侯楠楠,何璐娜,赵赛雨,等. 废旧纺织品剥色技术的研究进展[J/OL].棉纺织技术,1-7[2025-09-12].
- [2] 叶晋浦,叶戡春,丁文胜. 我国废旧纺织品循环利用发展现状与趋势[J/OL].棉纺织技术,1-8[2025-09-12].
- [3] 高虎,彭兵,阮栋梁,等. 废旧纺织品化学法再生聚酯多元醇纤维的加弹工艺探究[J].高科技纤维与应用,2025,50(02):65-68.
- [4] 郭洪,丁凯儒,秦纯煜,等. 废旧纺织品化学法循环再生涤纶 FDY 超细旦全消光 15D/12f 生产工艺探究[J].高科技纤维与应用,2023,48(04):85-88.
- [5] 郑光杰,徐夏冰. 废旧纺织品化学回收处理技术研究[J].天津化工,2023,37(03):17-19.
- [6] 牛方. 纺织品永久循环的“佳人方案”[J].中国纺织,2023,(Z2):94-95.
- [7] 张玮,刘姝瑞,张明宇,等. 废旧纺织品回收再利用的研究进展[J].纺织科学与工程学报,2023,40(01):96-102+108.
- [8] 鲍青青.废旧涤纶纺织品化学降解单体产物的高效结晶提纯研究[D].东华大学,2022.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS