

相变储能纤维的微胶囊化制备及温控纺织品应用

陈立伟

新疆兴泰纤维科技有限公司 新疆塔城

【摘要】本研究探讨了相变储能纤维的微胶囊化制备方法及其在温控纺织品中的应用。通过微胶囊化技术，将相变材料有效地封装在纤维内，以确保其在热能管理中稳定、持久的储能能力。研究中分析了不同微胶囊化技术对纤维性能的影响，包括热稳定性、热响应速度以及循环稳定性等。实验结果表明，采用微胶囊化相变储能纤维能够在温度变化时提供有效的温控效果，提升纺织品舒适性与功能性。该技术为温控纺织品的创新设计提供了新的解决方案，具有广泛的应用前景。

【关键词】相变储能纤维；微胶囊化；温控纺织品；热能管理；功能性纺织品

【收稿日期】2025 年 8 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250219

Preparation of phase change energy storage fibers via microencapsulation and their application in temperature-regulating textiles

Liwei Chen

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

【 Abstract 】 This study investigates the preparation of phase change energy storage fibers via microencapsulation and their application in temperature-regulating textiles. By employing microencapsulation technology, phase change materials are effectively encapsulated within fibers, ensuring stable and durable thermal energy storage capacity for thermal management. The study analyzes the impact of different microencapsulation techniques on fiber properties, including thermal stability, thermal response rate, and cycling stability. Experimental results demonstrate that fibers incorporating microencapsulated phase change materials can provide effective temperature regulation during temperature fluctuations, thereby enhancing the comfort and functionality of textiles. This technology offers a novel solution for the innovative design of temperature-regulating textiles and holds broad application prospects.

【 Keywords 】 Phase change energy storage fibers; Microencapsulation; Temperature-regulating textiles; Thermal energy management; Functional textiles

引言

温控纺织品因其能够自适应环境温度变化而被广泛关注。随着人们对高舒适性和功能性服饰需求的增加，如何有效调节服饰的温度成为当前纺织领域的一个重要课题。相变材料作为一种具有显著温控性能的材料，在纺织品中的应用展现出巨大的潜力。然而，传统的相变材料在纺织品中的应用面临着稳定性差、储能效果有限等问题。微胶囊化技术为解决这些问题提供了有效的途径。通过将相变材料封装在微胶囊中，可以有效提高其稳定性和储能能力，使其在温控纺织品中的应用更加可行。本研

究主要探讨了微胶囊化相变储能纤维的制备方法，并评估其在温控纺织品中的应用效果，旨在为相关领域的创新研究提供理论依据与实践指导。

1 相变储能纤维的微胶囊化制备技术

相变储能纤维的微胶囊化制备技术是将相变材料通过微胶囊化技术封装于纤维中，以便有效地储存和释放热量，从而实现温度变化的自适应调控。相变储能纤维利用相变材料在相变过程中的潜热特性来调节温度。在纺织品中应用时，这些纤维能在环境温度升高时吸热并储存，在温度降低时释放热量，从而维持温度的稳定。微胶囊化技术是通过化学反应或

物理方法将相变材料包裹在微胶囊的壳层中,这样既能保证相变材料的高效能量存储,又能防止其与纺织基材的直接接触,避免可能的化学反应和材料损坏。

微胶囊化制备技术的核心在于如何选取合适的壳材与相变材料,壳材的选择直接影响微胶囊的稳定性、热传导性和机械强度。常见的壳材包括聚氨酯、聚合物以及天然材料等,这些材料不仅能在一定条件下有效保护相变材料,还能够实现相变材料的高效释放^[1]。制备过程中,通过控制壳层的厚度、微胶囊的大小及其均匀性,可以精确调节相变材料的储能容量与释放速率,从而使得相变储能纤维在不同温控需求下表现出最佳性能。

为了实现高效的微胶囊化,研究者采用了多种方法,如溶剂蒸发法、相分离法、乳化聚合法等。这些方法能够有效地将相变材料均匀地包裹在纤维中,同时保证微胶囊的密封性和稳定性。经过优化的微胶囊化技术不仅能够提高纤维的热能调节能力,还能在反复的热循环中保持稳定的性能,延长纺织品的使用寿命。微胶囊化技术的改进还可在不同环境条件下实现更为精确的温控调节,拓宽其在智能服饰、功能性纺织品等领域的应用范围。

2 微胶囊化对相变储能纤维性能的影响

微胶囊化技术对相变储能纤维的性能产生了重要影响,特别是在储能效率、热响应速度以及循环稳定性方面。微胶囊化后,能够有效隔离相变材料与外界环境的直接接触,避免材料的降解和性能衰退。这种结构的设计使得相变储能纤维不仅能在多次热循环中保持良好的性能,还能显著提升热传导性能和储能能力。具体而言,微胶囊的外壳材料与相变材料的相容性直接影响到纤维的整体热性能。在实际应用中,使用合适的外壳材料能够使得相变材料的温度调节作用更为显著,尤其是在高温环境下,相变储能纤维的热响应更加敏感。

微胶囊化的相变储能纤维在储热和释热过程中展现出独特的优势,特别是在提高温控效率方面。微胶囊技术能够精准控制相变材料的相变温度,使得材料在特定的温度范围内发挥最佳的热能存储和释放效果。这一特性使得微胶囊化相变储能纤维在不同环境温度变化条件下,能够实现快速响应,保证纺织品在温度波动较大的环境中始终保持舒适的温度。微胶囊外壳的存在有效隔离了相变材料与外部环境的直接接触,减少了纤维与基材之间的摩擦与磨损,从而

大大延长了纤维的使用寿命^[2]。这种结构的设计不仅提高了相变材料的稳定性,还使得相变储能纤维具备了更强的抗疲劳性能,能够在反复的热循环中保持其温控功能,确保在长期使用中仍能提供持续的热能调节效果。

微胶囊化相变储能纤维在循环稳定性方面表现出色,尤其是在高频次使用的环境中,比未经过微胶囊化处理的相变材料具有显著优势^[3]。微胶囊有效地封装了相变材料,防止其在热循环过程中泄漏或流失,从而使相变储能纤维在长时间使用后依然能够保持稳定的性能。即使在经历多个热循环后,微胶囊内的相变材料依然能够发挥其储热和释热作用,不会因外界温度变化而引起性能衰退。这种高稳定性使得微胶囊化相变储能纤维成为理想的温控纺织品材料,能够长时间满足消费者对舒适性、耐用性及高效能的需求,适用于智能服装、运动服饰等领域,极大提高了其市场竞争力。

3 微胶囊化相变储能纤维在温控纺织品中的应用效果

微胶囊化相变储能纤维在温控纺织品中的应用展现出广泛的前景,尤其是在智能服饰和功能性纺织品领域。这些纤维能够根据外部环境温度的变化实现自动温控,使得纺织品的使用体验更为舒适和高效。在寒冷环境中,微胶囊化相变储能纤维能够吸收外界热量并将其储存,当环境温度下降时,储存的热量会被释放,保持温暖,减少穿着者的不适。而在高温环境下,纤维能够通过相变材料的吸热过程,降低织物表面温度,从而避免过热。这种温控效能使得纺织品更加智能化,具有高度适应性,满足了用户在不同气候条件下的舒适需求,极大提升了穿着者的舒适度和便利性。

相变储能纤维的应用不仅增强了温控性能,还优化了纺织品的穿着体验。通过微胶囊化处理,纤维的柔软性和舒适性得到了保障,保持了纺织品的轻盈和透气性^[4]。纤维的舒适性得以提升,使得穿着者即使长时间佩戴也不感到沉重或不透气。这些微胶囊化纤维还展现出较好的抗污性与耐久性,不仅适合日常清洗,还能在长时间的使用过程中保持性能稳定。这使得微胶囊化相变储能纤维成为高端运动服饰、户外服装等领域的理想选择,不仅增强了功能性,也提高了纺织品的使用寿命与实际价值。

微胶囊化相变储能纤维在市场上的实际应用已

证明了其竞争力,特别是在智能服装和温控睡衣等创新产品中得到了广泛应用。这些纤维凭借其优秀的温控效果,已经获得了消费者的好评,并在多项实验和使用反馈中表现出色。微胶囊化相变储能纤维能够有效调节服饰的温度,满足用户在不同环境下对服装的温控需求,解决了传统服装无法适应温度变化的问题。这使得微胶囊化相变储能纤维具有了巨大的市场潜力,预计将成为未来智能化纺织品中的重要组成部分,推动纺织行业向更加舒适、智能、环保的方向发展。

4 相变储能纤维的性能优化与实际应用展望

微胶囊化相变储能纤维的性能持续优化,展现出广泛的应用潜力。通过不断改进微胶囊的制备技术以及相变材料的选用,研究者能够显著提高纤维的储能能力、热响应速度和循环稳定性^[5]。新的高性能相变材料的研发,使其具有更高的热稳定性,能够在更宽的温度范围内有效工作。纳米材料的引入也显著提升了微胶囊外壳的热传导性能,使得相变材料在纤维中的热能存储与释放更加高效。随着制备技术的不断突破,新工艺和新材料的应用不仅提高了生产效率,还降低了制造成本,为微胶囊化相变储能纤维的商业化大规模生产提供了有力支持。这项技术的优化将推动该材料在多个领域的广泛应用,进一步开辟了智能纺织品的创新前景。

微胶囊化相变储能纤维的应用远不止局限于纺织品行业,其广泛的适应性使其在建筑材料、汽车内饰以及智能家居等领域展现出巨大的市场潜力。在建筑领域,将微胶囊化相变储能纤维应用于墙体或窗户材料中,可以实现建筑的热能自调节,不仅减少了外部能源消耗,还提高了建筑物的能效。在汽车行业,这种纤维的温控特性使其成为理想的车内材料,能够在不同环境下调节车内温度,提升驾驶舒适性。智能家居领域对温控需求日益增加,微胶囊化相变储能纤维能够为家居环境提供更为精准的温控管理,有助于提高居住的舒适度,并降低能源浪费。随着技术的成熟,微胶囊化相变储能纤维将在多个行业中发挥核心作用,推动绿色节能产业向更高效、智能的方向发展。

环保与可持续性逐渐成为全球关注的重点,微胶囊化相变储能纤维在这一背景下的应用前景也显得尤为重要。采用可降解材料作为微胶囊外壳,不仅能有效降低环境污染,还能提高该材料在使用后的环保性能。在目前全球对绿色技术和可持续产品的需求日益增长的趋势下,微胶囊化相变储能纤维有望成为未

来智能材料和功能性纺织品的重要组成部分^[6-8]。它的应用不仅能提高产品的使用性能,还能减少资源浪费和环境负担,契合全球环保发展方向。随着生态环保意识的加强,微胶囊化相变储能纤维将在未来推动纺织行业朝着更为环保、节能和高效的方向发展,为实现全球可持续发展目标贡献力量。

5 结语

微胶囊化相变储能纤维凭借其优异的温控性能和广泛的应用前景,正逐渐成为纺织及其他行业的重要创新材料。通过不断优化制备工艺和材料选择,其在智能纺织品、建筑材料、汽车内饰等领域的应用将有效提升产品功能性和舒适度。随着环保要求的提升,微胶囊化相变储能纤维也有望在绿色节能技术中发挥关键作用。未来,随着技术的不断成熟,该材料将在推动智能化、环保化发展方面做出重要贡献,成为推动多行业可持续发展的核心力量。

参考文献

- [1] 王龙,杨玲,张慧霞,等. 抗菌剂在纺织品中的研究进展[J]. 上海纺织科技,2025,53(09):18-24.
- [2] 张曼琦,马丽娜,孙艳丽,等. 同轴静电纺丝制备相变储能纤维及其性能研究[J]. 纺织科学与工程学报,2025,42(02):29-34.
- [3] 行鹏羽,涂林,曹婧婧,等. 核壳结构聚氨酯光热转换储能调温纤维的制备及性能[J]. 北京服装学院学报(自然科学版),2025,45(01):64-70.
- [4] 廖芸倩,李文雅,杨晓宇,等. 碳纳米管/聚乙二醇复合相变纤维的制备及其热性能[J]. 纺织学报,2025,46(03):9-16.
- [5] 徐婉茹. 复合相变材料的制备及其在纺织品上的应用研究[D]. 广西科技大学,2024.
- [6] 方国栋. 相变复合纤维的储能调控及传热强化研究[D]. 新疆大学,2023.D
- [7] 张映昊. 同轴静电纺丝原位制备室温相变储能调温纤维及其性能研究[D]. 云南大学,2023.
- [8] 岳从佳. 基于静电纺丝法制备相变储能复合纤维及其调温性能的研究[D]. 扬州大学,2023.

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