

低温无压无水无介质涤纶染色技术探讨

陆建华

嘉兴长润线业有限公司 浙江嘉兴 314118

【摘要】本文围绕低温无压无水无介质涤纶染色技术进行深入探讨,阐述了传统涤纶染色工艺存在的高能耗、高污染等问题,介绍了低温无压无水无介质涤纶染色技术的基本原理、特点及优势。详细分析了该技术在实际应用中涉及的关键环节、面临的挑战以及相应的解决策略,探讨了其在环保节能、提升染色质量等方面的重要意义,旨在为涤纶染色行业探索更绿色、高效的染色途径提供参考依据,推动行业可持续发展。

【关键词】低温无压无水无介质;涤纶染色技术;环保节能;染色质量

【中图分类号】TS193.5

Discussion on low temperature, no pressure, no water and no medium polyester dyeing technology

Lu Jianhua

Jiaxing Changrun Line Co., LTD. Zhejiang Jiaxing 314118

【Abstract】This article delves into the low-temperature, pressure-free, water-free, and medium-free polyester dyeing technology. It highlights the high energy consumption and pollution associated with traditional polyester dyeing processes and introduces the fundamental principles, features, and advantages of this new technology. The article provides a detailed analysis of the key aspects involved in practical applications, the challenges faced, and the strategies to address these issues. It also explores the significant importance of this technology in environmental protection, energy conservation, and improving dyeing quality. The aim is to provide a reference for the polyester dyeing industry to explore greener and more efficient dyeing methods, thereby promoting sustainable development.

【Key words】low temperature, no pressure, no water, no medium; polyester dyeing technology; environmental protection and energy saving; dyeing quality

为了践行绿色生态、可持续的发展战略,开发绿色节能、保障染色质量的涤纶染色技术已成为发展的迫切需要,而低温无压无水无介质涤纶染色技术能够突破传统染色技术存在的限制,对涤纶染色是一个全新的思路,研究这一新的涤纶染色技术对于涤纶染色行业朝绿色化、高效率的方向发展具有重大的意义,应进行全面深入的分析。

1 传统涤纶染色工艺的局限与问题

1.1 高能耗问题

传统涤纶染色工艺存在着较为突出的高能耗问题。该工艺大多依赖高温、高压的条件来实现染色操作。在具体的染色过程中,鉴于涤纶纤维自身的特性,只有让其分子链段充分运动起来,染料分子才能顺利进入纤维内部,所以常常需要将染液加热至 130℃左右,在部分情况下温度甚至会更高,同时还要长时间维持对应的高压环境。

这种方式的工作过程需要耗费大量能量,能耗成本在中等规模印染企业中,用于加温染液与升压所需能量,约占总成本比例达 30%左右。从更加宏大的能源资源角度来看,如此高的能耗成本,对于整个能源供给体系来说绝非一件轻而易举的事情,尤其是在当下能源供给并不充足的形势下,既增加了企业投入成本,也背离了可持续发展理念,严重阻碍

了企业经济效益的进一步发展。

1.2 环境污染问题

一方面,染色后排出的废水中含有大量未上染的染料、助剂等化学物质,这些污染物进入水体后,会改变水体的化学性质,影响水生生物的生存环境,造成水体富营养化等生态破坏。另一方面,在高温高压染色时,部分助剂会挥发形成挥发性有机物,排入大气中,加剧了大气污染,危害空气质量。同时,印染过程中产生的固体废弃物,若处理不当,也会对土壤等周边环境造成污染,使得整个印染环节面临着巨大的环保压力,亟待改进工艺来缓解对环境的不良影响[1]。

2 低温无压无水无介质涤纶染色技术概述

2.1 技术原理

低温无压无水无介质涤纶染色技术具有不同的原理和技术。主要是从染料分子结构、对涤纶纤维分子结构的修饰等染色机理实现涤纶染色。在染料分子方面,开发了具有特殊功能团结构的染料分子,在低温条件下,染料分子表现出良好的反应性,可与涤纶纤维分子上的特定基团发生化学交联,例如,部分功能性染料分子中的活性官能团可在低温条件下与涤纶纤维上的酯基等结构发生亲核取代反应或加成

反应。

除此之外,涤纶纤维表面改性也十分必要。即利用物理或化学的方法改变涤纶表面的特性,使其更加易于被染料分子吸附,降低染色所需的能垒值,在低温、低或无压、低或无水、无传统的染色介质的环境下进行染色,突破了染色介质促进染料扩散、结合的高温、高压、水以及介质的条件限制。

2.2 技术特点

低温无压无水无介质染色技术的另一大主要特点是染色过程更加环保。因为染色过程不再需要水作为介质来实现,印染废水中产生的化学污染物也少了许多。由于没有常染色的介质,也就减少了化学污染物的排放,从源头上减轻印染行业对环境的负荷,符合当前绿色发展的理念[2]。而低温无压无水无介质染色技术相较于传统的染色工艺所需要的大量热源需要保持一个高温高压环境,无压无水无介质染色的温度一般较低,所需要的能源消耗也大大降低。例如,无压无水无介质染色在加热的阶段能源消耗可以降低 50% 以上,节能减耗的幅度很大,企业在生产中也更加容易实现节能减排的目标,提升资源利用率。

3 低温无压无水无介质涤纶染色技术的关键环节与应用实践

3.1 关键环节

3.1.1 染料及助剂选择

对于低温无压无水无介质涤纶染色工艺来讲,染料和助剂的选用是重中之重。染料选用能够顺利在低温中溶解和对涤纶纤维具有较高反应活性的染料。如部分对温度敏感的改性分散染料,改性后染料分子上引入了较低反应温度且能在较低反应温度下与涤纶纤维中的酯基迅速反应的活性基团,如含有 N 杂环等反应基,能在相对较低的温度下与涤纶纤维中的酯基发生化学反应,染色后易产生较高的染色效率。

助剂上,应重视助剂对染料的分散、润湿纤维、促进反应等方面的效能,比如特殊表面活性剂类助剂,可降低染料对纤维的张力,使染料在纤维上较好地展开,并且起到促进染料在无介质条件下的分散稳定性,避免染料的团聚,确保染色的均匀性。

3.1.2 设备改造与适配

传统的染色设备已经无法满足低温无压无水无介质的染色工艺,在染色设备上应该根据此工艺的特点进行针对性的改造,在对染液的温度控制上应为能对低温进行有效控制的加热系统,保证染色温度在整个工艺范围内都可以满足染色的要求,确保温度控制在低温无压无水染色的特定范围之内。循环装置的设计也应该改变以往的装置,因为没有水作为染色介质,而应该是能均匀分布染液而且与纤维充分接触的循环模式,例如可以设计为利用气体循环的模式或者特殊的机械搅拌装置与输送装置配合的循环模式。

3.1.3 工艺参数优化:

控制好工艺参数,才能保证染色质量。温度方面,要通过多组试验,找到最适合的低温区,不同染料/纤维的组合,往往有不同的最适温度,要严格控制在适合范围内。时间方面,要根据染料上染速率、纤维吸附能力等,设置最适染色时间,时间过长或过短都可能导致染色均匀性不好,或者是出现染色牢度不达标问题。染料用量要把握好,既保证染色深浓,不致浪费又不造成清洗上的难度。

3.2 应用实践案例

在环保理念日益深入人心,行业对印染质量要求不断提升的大背景下,某纺织印染企业积极谋求变革,决定引入低温无压无水无介质涤纶染色技术,旨在达成环保与产品质量双提升的目标[3]。

企业在染料及助剂的选择方面,专门成立了专业技术组进行严格和严密的多轮次的筛选和试验工作。仔细甄别、筛选了市场上众多的染料及助剂,并从它们的环保、适合涤纶纤维、染色效果等方面综合考量,慎重选择了一个新型分散染料及与染料相匹配的高效助剂为接下来的良好染色效果奠定基础。

其次是在设备方面下足“笨”功夫。公司结合原有染色机的加热系统,由技术人员特制了智能温控加热系统,控温系统能控制稳定的 70℃ 左右的低温,大大降低了能耗和高温染色对纤维品质造成的不利影响。同时,对染色机内部的循环也做了一些创新的改变,气体循环、机械搅拌,并为纤维间的分散、渗透提供了有利的保障。

在工艺参数确定上,技术团队同样经过反复的摸索与实践,经过大量的小样测试以及中试生产,最终确定了在使用该款染料进行染色时,最佳的染色时间设定为 60 分钟,染料用量按照纤维重量的 3% 进行配比。

经过一系列措施,该企业实际采用这项新技术应用于染色后取得了显著成效,其涤纶染色产品的色牢度相比以往的工艺提高 1—2 级,染色均匀度很高,其产品质量都有明显提高,而且废水排放量降低了很多,较以往传统的染色工艺节水,而且降低了能源成本,为企业产生较高的经济效益[4]。

4 低温无压无水无介质涤纶染色技术面临的挑战与应对策略

4.1 面临的挑战

4.1.1 技术成熟度问题

虽然低温无压无水无介质涤纶染色技术具有很多优点,但是目前此技术的成熟程度还未尽如人意,该技术在大规模生产上应用时常有不稳定的情况出现,比如连续多次染色作业时会由于染料和纤维结合稍微有些微差,出现染色质量结果会有一些变化影响到了产品的质量稳定性,而且不同涤纶产品其由于纤维结晶性、分子结构的不同会导致该技术对其适染程度有所差异,有的特殊规格的涤纶纤维用此技术染色时染色效果不理想,这些技术的局限在一定程度上限制了它在行业的应用与推广。

4.1.2 成本因素

二是成本压力比较大,一方面因为在染色过程中染色布使用的特殊染料、助剂研发过程中,对现有的设备进行了工艺改造或者购置了配套的染色机,需要大量的前期研发投入,后期需要通过大量产品摊销,造成初期的染色成本较高。另一方面特殊染料和助剂与传统染色的染料和助剂相比,由于生产的规模小,且加工工艺比较特殊,导致其采购费用比传统染色的染料及助剂要高出很多。第三对于一些中小型印染企业来说,对现有染色设备工艺的改造和对购买合适染色机投入的成本较大,承受一定的经济压力,不愿意盲目采用,限制技术推广普及。

4.1.3 行业标准与规范缺失

现今低温无压无水无介质涤纶染色技术存在缺少相应的行业标准和规范。企业在生产过程中对于一些关键性的工艺参数控制、质量检测指标等都没有相应的统一标准可参照,导致一些企业的产品质量良莠不齐,不利于市场进一步发展;对于产品的环保要求以及相关的安全生产等方面并没有相关标准,易导致一些潜在的环境风险隐患及生产隐患,不利于整个行业的规范发展[5]。

4.2 具体应对策略

4.2.1 需要进一步加大研发投入

对于环保型棉织物高效印染工艺技术的发展来说,还是应该进一步加强技术研发投入,政府方面应该尽可能地起到有效指导作用,制定一系列的、针对性强、行之有效的相关政策,例如设立专门的科研基金,对于科研院所以及印染企业进行印染研发相关技术的研发给予充分的资金支持,使其在研发工作中可以有足够的资本进行创新,解决问题。另外,在研发工作中对于企业应该有减税政策,降低企业研发投入成本,激发其技术创新热情。

而对于研发人员则应该围绕如何使技术成熟可靠为目标,鉴于涤纶的纺织量大面广,各种涤纶纤维在染色上各有不同特点,在研发的过程中,研发人员应围绕不同涤纶纤维的染色匹配规律性进行大量试验、分析并反复论证,从而进行现有技术的攻关,以求对染料和助剂的性能加以优化,即既能满足不同涤纶纤维品种的染色配伍要求,又能使染色过程中的各项指标保持稳定,避免配伍困难所导致的匀染、牢度等方面出现问题。进而促进环保型棉织物高效印染工艺技术越来越成熟,越来越完善地发展,为我国印染行业转型升级

级发展打下坚实的基础。

4.2.2 成本控制与优化

在环保型棉织物高效印染工艺技术的应用中,成本控制与优化是不容忽视的重要环节。

其一,通过采购成本优化。随着生产规模的逐渐增大,对特殊染料和助剂的采购量也会逐渐增大,使公司在和供应商议价时就能占据优势,凭借采购数量优势,可以从价格方面获得更多的优惠。同时通过采购量逐渐增大,与供应商建立长期合作关系后,也可以提高采购的稳定性,并且可以使供应商在采购数量增长后,在价格方面给予更大程度的让利,进而从成本方面进行降低。

其次,对于设备改善工作的重点内容,合理的安排是必须的,分阶段进行改造是不错的方法,企业必须对印染生产过程进行一个综合性的梳理,正确选择影响技术应用质量的关键性环节,将其进行前期的改进,既能顺应现阶段印染质量的提升需求,也能够解决单一投资巨额资金对企业带来的巨大负担问题。

另一方面,还应该鼓励设备生产企业积极参与制造,促使它们制造出性能更加优异的低定价的染整新设备,从设备采购这一源头就降低设备采购费用,当技术使用总成本能够降低,经济可行性得到提升时,就会有更多的企业会接受并应用这项技术,在行业间推广这项技术,实现行业绿色可持续发展。

另外,行业协会等应该积极参与制订规范行业的标准规范,明确各方面诸如生产、质量、环保等要求,引导企业规范生产经营,保证行业健康有序发展。

5.结语

综上所述,低温无压无水无介质涤纶染色技术为涤纶染色行业带来了一线曙光,尽管还在推广应用中面临诸多问题,通过加大科技投入,降低成本,建立行业标准等措施,相信有克服困难的可能,未来随着相关技术的发展,相信这一节能、高效的染色技术一定能为涤纶染色行业作出更大贡献,促进相关行业更为健康可持续发展,为纺织印染行业的发展提供了助力。

参考文献

- [1]李睿泉,魏芳妮,徐成书,等.羊毛和涤纶染色废水的深度处理与回用[J].印染,2024,50(5):61-63.
 - [2]雷雅茹,吴济宏.基于等离子体处理的涤纶织物无水染色[J].印染,2024(11).
 - [3]张恒宇.MXene基柔性高效吸波纺织材料研究[D].东华大学,2024.
 - [4]张尚坤,张生强,史建平,等.基于异构烷烃体系的涤纶分散染料少水染色工艺[J].印染,2024,50(1):10-14.
 - [5]程龙,李燕,陈伟,等.涤纶染色和色母粒着色绒类产品碳足迹核算及评价[J].印染,2024,50(1):85-88.
- 作者简介:陆建华(出生年份-1967.1),男,汉族,籍贯:浙江嘉兴,学历:专科,职称:工程师,研究方向:纺织染整、环保。