

# 高温高压液流染色关键技术及其在织物染色中的作用

胡志峰 韩敏祺

浙江亚东机械有限公司, 中国·浙江 海宁 314400

**摘要:** 高温高压液流染色技术是一种在高温和高压条件下使用特殊设计的染色设备进行纺织品染色的方法, 特别适用于涤纶纤维。该技术通过使用特殊喷嘴将染液雾化, 并在气液混合室内与织物充分接触, 从而实现快速、均匀的染色效果。该技术显著提高了染色均匀性和牢度, 同时大幅缩短了染色周期, 减少了能耗和水耗。关键技术包括染料及助剂的选择、温度和压力的精确控制、液流的形成与控制以及染色周期的优化, 确保染色过程高效、节能、环保。

**关键词:** 高温高压; 液流染色; 涤纶纤维

## Key Technologies of High Temperature and High Pressure Liquid Flow Dyeing and Their Role in Fabric Dyeing

Zhifeng Hu Minqi Han

Zhejiang Yadong Machinery Co., Ltd., Haining, Zhejiang, 314400, China

**Abstract:** High temperature and high pressure liquid flow dyeing technology is a method of textile dyeing using specially designed dyeing equipment under high temperature and high pressure conditions, especially suitable for polyester fibers. This technology achieves fast and uniform dyeing effects by using a special nozzle to atomize the dye solution and making full contact with the fabric in the gas-liquid mixing chamber. This technology significantly improves dyeing uniformity and fastness, while significantly shortening the dyeing cycle, reducing energy and water consumption. Key technologies include the selection of dyes and additives, precise control of temperature and pressure, formation and control of liquid flow, and optimization of dyeing cycles to ensure efficient, energy-saving, and environmentally friendly dyeing processes.

**Keywords:** high temperature and high pressure; liquid flow staining; polyester fiber

### 1 引言

高温高压液流染色技术是涤纶纤维染色的重要方法, 随着纺织品种类的增多, 对染色设备的要求也越来越高, 特别是在涤纶纤维的染色特性和高温高压染色方式上, 需要特殊的匀染剂来适应不同纺织半制品的染色特征, 这项技术的发展, 不仅提高了染色质量, 还促进了染色工艺的多样化, 满足了市场对高质量纺织品的需求。

### 2 高温高压液流染色技术概述

高温高压液流染色技术 (HTHP) 是指在高于 100°C 的温度和高于常压的压力下, 使用特殊设计的染色机进行纺织品染色的过程, 这种技术能够提高染色速度, 改善染色质量, 同时减少能源和水的消耗。其工作原理基于空气动力学原理, 在这个过程中, 染液通过特殊的喷嘴形成水雾状, 然后在气液混合室内与被染织物接触, 完成上染过程, 被染织物由循环气流牵引, 进行循环运动, 从而实现均匀染色<sup>[1]</sup>。

### 3 高温高压液流染色的关键技术

#### 3.1 染料及助剂的选择

高温高压液流染色技术在染料及助剂的选择方面有着严格的标准和要求, 以确保染色过程中的均匀性和效果。选

择合适的染料是实现高质量染色的前提。由于涤纶等合成纤维在高温高压环境下的特殊性, 需要选用具有良好稳定性和较高亲和力的分散染料。这些染料能够在高温条件下保持稳定, 不易发生化学变化, 同时能够有效地渗透到纤维内部, 与纤维分子紧密结合。在助剂的选择上, 重点考虑那些能够增强染料在高温高压条件下的溶解度和分散性的产品。特别是用于提高染色均匀性的匀染剂和渗透剂, 它们能够促进染料分子均匀分布在染液中, 防止染料在纤维上的不均匀沉积。此类助剂通常具有良好的耐温性能, 能够在染色过程的全程中保持活性, 有效地控制染料分子在高温高压条件下的动态。此外, 稳定剂的应用也至关重要。它们可以防止染料在染色过程中发生聚合或分解, 确保染色的稳定进行。稳定剂不仅保护染料本身的结构不受高温的破坏, 还有助于维持染液的 pH 值和化学平衡, 从而保证染色结果的可重复性和可靠性。

#### 3.2 温度和压力的控制

高温高压液流染色技术中, 温度和压力的精确控制是实现高效染色和优化能耗的关键。温度和压力的设定依据纤维和染料的特性进行调整, 以保证染料的最佳溶解度和纤维的最佳染色效果。温度通常设置在 100°C 以上, 这有助于分散染料在高压环境下迅速溶解, 促进染料分子与纤维的有效

结合。适当提高温度可以加速染料的扩散过程,使染料更均匀地分布在纤维上,从而提高染色均匀性和牢固度。压力控制也同样重要。在超过常压的条件下进行染色可以显著提高染料的渗透性能。通过提高压力,可以使染液更深入地渗透到纤维的内部结构中,这不仅有助于提高染色速度,还能增强染色的深度和牢度<sup>[2]</sup>。此外,高压环境有助于染料和纤维之间的接触面积增大,确保染料可以充分地纤维作用,实现均匀染色。精确的温度和压力控制需要依赖高度自动化的设备,这类设备配备有传感器和控制系统,能够在整个染色过程中实时监测和调整温度和压力参数。这种控制系统可以根据不同的纤维和染料类型自动调整工艺参数,以达到最佳的染色效果。同时,高度精确的控制还有助于减少能源的浪费,通过优化工艺参数减少不必要的高温和高压应用,从而降低能源消耗和成本。

### 3.3 液流的形成与控制

在高温高压液流染色技术中,液流的形成与控制是确保染料均匀分布和优化染色过程的关键技术之一。液流的生成依靠特殊设计的喷嘴,这些喷嘴能够在高压下将染液转化为细小的雾状颗粒。这种细微的雾化效果有助于染料与纤维之间的充分接触,增加染料和纤维间的作用面积,从而提高染色速度和均匀性。控制液流的稳定性和均匀性是实现优质染色的关键。通过精确控制喷嘴的压力和喷射速度,可以调整液流的分散度和覆盖范围。液流的稳定输出保证染料在织物上分布均匀,避免出现染色不均或色差的问题。同时,喷嘴设计还需考虑防堵和易清洗的特性,以适应不同类型的染料和助剂使用,保持染色作业的连续性和效率。液流的温度和压力调节同样重要,需要与喷嘴的设计和紧密协调。通过对液流温度和压力的精确控制,可以优化染料的溶解和扩散性能,加快染色过程,同时减少能量和水资源的消耗。温度和压力的合适配合可以确保液流在喷射时不会对纤维造成损伤,同时保持染料的化学稳定性和活性。此外,液流的循环系统也是控制过程中不可忽视的一环。循环系统需要保证染液可以持续循环使用,而不降低染色质量。通过设定合理的循环速率和路径,可以确保每部分织物都能均匀接触到新鲜的染液,避免由于染液老化或污染导致的染色不一致。循环系统的设计应便于监控和调整,以适应不同的染色需求和条件<sup>[3]</sup>。

### 3.4 染色周期的优化

染色周期的优化是提高生产效率和降低成本的重要措施。在高温高压液流染色技术中,通过精确控制染色过程的每一个环节,可以显著缩短染色周期,同时保证染色质量。染色周期的优化依赖于多个因素的协同作用,包括温度管理、压力控制、染料和助剂的选择,以及液流的控制。温度是加速染料与纤维反应的关键因素。通过提高染色温度,可以加速染料分子的运动,使其更快地扩散到纤维内部。然而,温度的提高必须在不影响纤维强度和颜色牢度的前提下进

行。通过精确控制加热速率和维持稳定的高温,可以有效缩短达到染色平衡所需的时间。压力控制也是优化染色周期的关键。在高压条件下,染料分子能更迅速、更均匀地渗透到纤维中。设置合适的压力,不仅有助于缩短染料的扩散时间,还能提高染色过程的整体效率和质量。此外,适当的压力可以减少染液的蒸发损失,减轻环境压力。在染料和助剂的选择上,优化染色周期同样重要。选择可以在较短时间内达到染色效果的染料和助剂,不仅能提高染色速率,还能降低成本。特别是选择那些在高温高压环境下具有高溶解性和分散性的染料,可以减少染色过程中的时间消耗。液流控制是确保快速和均匀染色的另一项关键技术。通过精细控制液流的形态和流速,可以确保染料与纤维的充分接触,从而加快染色过程。优化液流的路径和循环频率,不仅有助于提高染色均匀性,也能显著减少染色所需的时间。

## 4 高温高压液流染色在织物染色中的作用

### 4.1 提高染色均匀性

高温高压液流染色技术在提高染色均匀性方面表现出显著优势。通过特殊设计的喷嘴,染液在高压下形成细小的雾状颗粒,这种雾化效果使得染料与纤维之间的接触更加充分,增加了作用面积。织物在气液混合室内与染液接触后,由循环气流牵引进行循环运动,确保每一部分织物都能均匀接触到染液,从而实现了染色的均匀性。液流的精确控制是提高染色均匀性的另一关键技术。通过控制喷嘴的压力和喷射速度,调整液流的分散度和覆盖范围,确保染料在织物上的分布均匀。这种控制不仅避免了染色不均或色差的问题,也使得织物的每一部分都能均匀接触到新鲜的染液。使用高温高压液流染色技术还包括对温度和压力的精确调控,确保染料在高温下的快速溶解并有效地与纤维结合。高压环境促进染料深入纤维内部结构,加强了染料与纤维分子的结合力,从而进一步提升了染色的均匀性。稳定剂和匀染剂的使用也是提高染色均匀性的重要因素。稳定剂防止染料在染色过程中发生聚合或分解,保证了染色过程的稳定性,而匀染剂和渗透剂则帮助染料分子在染液中均匀分布,防止染料在纤维上的不均匀沉积<sup>[4]</sup>。

### 4.2 提高染色牢度

高温高压液流染色技术通过多种机制显著提高染色牢度,确保织物色彩的长久保持和耐用性。在高温条件下,染料分子的活性增加,使其能够更快更深入地渗透到纤维内部。这种深入的渗透效果加强了染料与纤维分子之间的结合力,从而提高了染色牢度。高压环境也是提升染色牢度的关键因素。在超过常压的条件下染色,染料分子被压入纤维的更深层次,这不仅有助于染料的广泛分布,也确保染料在纤维中的固着更加牢固。通过这种方式,即使在多次洗涤后,染色也能保持其鲜明度和一致性。温度和压力的精确控制是提高染色牢度的技术支点。适当的温度可以加速染料分子与

纤维的化学反应，而适当的压力则确保染料分子均匀渗透，这两者的合理配合可以最大化染色牢度。自动化的控制系统在整个染色过程中实时监测和调整温度和压力，以达到最佳的染色效果。助剂的选择也对提升染色牢度有重要作用。高温高压环境下使用的分散剂和稳定剂可以增强染料的稳定性，防止染料在高温下发生化学变化，保持染料的活性和效能。这种化学稳定性是确保染色效果长久保持的关键。液流的形成与控制技术确保染料在织物上的均匀分布，避免了染料聚集或偏析现象，这对提升染色的整体牢度至关重要。通过细致的喷嘴设计和流速控制，染料能够在织物上形成均匀的覆盖层，增强染色的整体牢固度。

### 4.3 缩短染色周期

高温高压液流染色技术有效地缩短染色周期，提高生产效率，是由于其能够在较短时间内完成染色过程的关键环节。在高于 100℃ 的温度和高于常压的压力条件下，染料分子的活性显著提升，迅速溶解并渗透到纤维内部。这种加速的化学反应过程大大减少了达到染色平衡所需的时间，从而缩短了整个染色周期。温度的精确控制使染料在高压环境下快速溶解，促进染料分子与纤维的有效结合。这种迅速的反应不仅保证了染色的质量，同时也意味着可以在更短的时间内完成染色作业。压力的调整也起到了关键作用，因为在超过常压的条件下，染料的渗透性能显著提高，使染料更深入地渗透到纤维的内部结构中，这不仅有助于提高染色速度，还能增强染色的深度和牢度。此技术中的液流控制系统也对缩短染色周期有着不可忽视的影响<sup>[5]</sup>。通过特殊设计的喷嘴和精细的流速控制，染料以雾状颗粒均匀地覆盖织物，确保了染色的迅速和均匀。这种细致的液流分布减少了因染色不均引起的返工和色差问题，从而减少了额外的时间消耗。自动化控制系统的应用是实现快速染色的另一关键技术。该系统能够实时监测和调整染色过程中的温度和压力，根据不同的纤维和染料类型自动调整工艺参数。这种高度的自动化不仅确保了染色过程的精确性和重复性，也显著减少了人工调整所需的时间。

### 4.4 降低能耗和水耗

高温高压液流染色技术在降低能耗和水耗方面展示了显著的效益，这主要归功于其高效的染色过程和先进的设备设计。在传统染色方法中，大量的热能和资源被消耗以保持染液的温度和浓度，而高温高压液流染色技术通过提升工艺效率，有效减少了这些资源的需求。该技术使用的高温条件加快了染料的溶解速度，使染料更快地与纤维反应，从而缩短了加热时间，减少了能源消耗。同时，高压环境下染料的渗透效率更高，这意味着可以使用更少的染料和水来达到同样的染色效果。这种渗透效率的提升直接降低了水的使用量，因为需要的冲洗和处理次数减少了。此外，该技术中液

流的精确控制减少了染液的浪费。特殊设计的喷嘴和控制系统确保染液均匀而精确地分布在织物上，最大限度地利用每一滴染液，从而减少了总体的水和染料消耗。织物在染色过程中的循环运动也被精心设计，以确保染料的充分利用和均匀分布，进一步减少了染料和水的额外需求。节能效果也体现在染色设备的自动化和优化操作上。现代染色机配备了高度自动化的温度和压力监控系统，可以实时调整工艺参数，确保在最佳的条件下进行染色，避免过度消耗能源和材料。通过精确控制染色过程，不仅提高了生产效率，还显著降低了能源和水的使用。

图 1 为以上小节要点概述导图。



图 1 高温高压液流染色在织物染色中的作用要点导图

## 5 结语

高温高压液流染色技术在现代纺织品染色中展示了明显的技术优势，通过优化染料的渗透和分布，确保了染色的均匀性和深度，提升了纺织品的整体染色质量。特别是通过精确的温度和压力控制，以及液流的精细调节，达到了高效的染色效果，同时有效降低了资源的消耗。技术的应用不仅提升了染色产品的质量和稳定性，还显著减少了对环境的影响，为纺织行业提供了高效、绿色的染色解决方案。

### 参考文献：

- [1] 林沛文.一种针织布料用的高温高压液流染色装置:CN201922286610.3.
- [2] 海燕,崔志华,江华,等.匀染剂在分散染料染色涤纶织物变色中的作用机理[J].浙江理工大学学报:自然科学版,2020,43(2):8.
- [3] 王菊,赵喜梅,李林杉.现代织物染色技术在古代纺织品保护修复中的应用探讨[J].丝绸,2020,57(12):6.
- [4] 徐华芳.一种高温高压液流染色机:CN202121188177.0.
- [5] 王小艳,张正,荆鹏升.一种涤纶织物的碱减量低温染色一浴工艺:CN202210621229.1.

作者简介: 胡志峰(1980-),男,中国浙江海宁人,本科,从事经营管理研究。