

A low-energy, low-pollution dyeing method for the textile printing and dyeing industry—Full-process dyeing at 60°C scheme by

Jianwei Gong

Weiqiao Textile Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256200, China

Abstract

The high energy consumption and severe water pollution issues in the textile dyeing and finishing industry have long been a challenging problem. In high-temperature and high-pressure environments, large amounts of energy are consumed, and the use of dyes and auxiliaries results in the discharge of wastewater containing harmful chemicals, which severely pollutes the environment. Optimizing dyeing and finishing production processes, shortening process flows, and reducing wastewater emissions are crucial and urgent for the development of the dyeing and finishing industry. This paper aims to provide a method to optimize dyeing and finishing processing techniques by referencing dyeing and finishing auxiliaries, thereby reducing energy consumption, decreasing wastewater discharge, improving production efficiency, and lowering production costs.

Keywords

textile dyeing and finishing; low energy consumption; low pollution; dyeing

纺织印染行业的一种低能耗、低污染的染色方法——纯棉织物全流程 60°C 染色方案

宫建伟

魏桥纺织股份有限公司, 中国·山东 滨州 256200

摘要

纺织印染行业的高耗能, 高水污染的问题, 一直是一个行业难题。在高温高压环境下, 大量的能源被消耗, 同时, 染料和助剂的使用导致大量含有有害化学物质的废水排放, 严重污染环境。优化印染生产工艺, 缩短工艺流程, 减少污水排放, 对印染行业的发展意义重大, 且刻不容缓。本文旨在通过对印染染化料助剂的引用, 来提供一种优化染整加工工艺, 降低能源消耗, 减少废水排放, 提高生产效率, 降低生产成本的方法。

关键词

纺织印染; 低能耗; 低污染; 染色

1 引言

纺织印染行业是一个能源消耗大户, 是温室气体产生量和排放量较大的行业之一^[1], 其废水排放据 2020 年 6 月, 生态环境部、国家统计局、农业农村部联合发布的《第二次全国污染源普查公报》, 纺织业污染物排放占全国各部门第三位, 印染行业更是占到纺织业的 70% 以上^[2], 是纺织业废水总量减排的关键, 印染行业已成为我国污染防治的重点行业之一。所以优化印染生产工艺, 缩短工艺流程, 减少污水排放, 对印染行业发展意义重大, 不仅可以对我国规划碳达峰和碳中和目标有着现实意义, 而且能减小水污染防治的压力。

【作者简介】宫建伟(1986-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 助理工程师, 从事轻化工程印染研究。

在纺织印染行业中, 传统的染色工艺往往需要高温高压环境, 这不仅消耗大量能源, 还会产生大量的废水和废气, 对环境造成严重污染。为了应对这一挑战, 我们提出了一种全新的全流程 60°C 染色方案。这种方案通过精确控制染液温度, 使得染色过程在较低的温度下进行, 从而显著降低了能源消耗。同时, 采用环保型染化料助剂, 减少了有害物质的使用, 进一步降低了废水中的污染物含量。

在实际操作中我们发现, 这种全流程 60°C 染色方案不仅能有效提升染色均匀性, 还能大幅缩短染色时间, 提高生产效率。此外, 由于低温染色过程中纤维损伤较小, 成品的色牢度和手感也得到了明显改善。通过一系列实验数据对比, 我们证明了该方案在节能减排方面的优越性, 为纺织印染行业的可持续发展提供了新的思路和解决方案。

2 试验

2.1 试验材料与设备

织物：选用 CM40+20D 纯棉针织氨纶汗布，这种面料具有良好的透气性和弹性，适合制作夏季运动服和休闲服装。染化料：包括棉丽净，低温皂洗染料（由凯乐玛（上海）科技有限公司提供）^[3]，这些染料不仅环保，而且在低温条件下表现出色。此外，还使用了去油剂、酸性皂洗剂（淄博丰晟科技纺织化工科技有限公司），抗皱剂，螯合分散剂，分散剂（晋江市南星化工材料有限公司）等辅助化学品，以进一步优化染色效果和织物性能。

设备：采用立信 Fong's 染色机（香港立信染整设备有限公司），MONFONGS 828 TwinAir8F 拉幅定型机（德国门富士），雷赐 pHs-3c 型 PH 剂（上海仪电科学仪器股份有限公司）。

2.2 染色流程

纯棉针织氨纶汗布面料—平幅预定型—煮漂 --- 染色—皂洗固色—脱水—烘干—拉幅定型

2.3 染色工艺

首先将面料用棉丽净，去油剂各 1 克 / 升，在 60 摄氏度，1:10 水浴中处理 60min，测吸水性能在 5S 内水珠吸干，及能满足下一步染色要求。

2.4 染色配方

黑色组合 (样 1)	活性黄	YELLOWSP-EC	0.32%owf
	活性红	DarkBLUESP-EC	0.62%*owf
	活性超级黑	DarkBLUESP-EC	6.6%*owf
大红色组合	活性红	DarkBLUESP-EC	4.5%*owf
	(样) 活性黄	YELLOWSP-EC	1.2%*owf

2.5 染色工艺曲线

染色工艺曲线如图 1 所示。

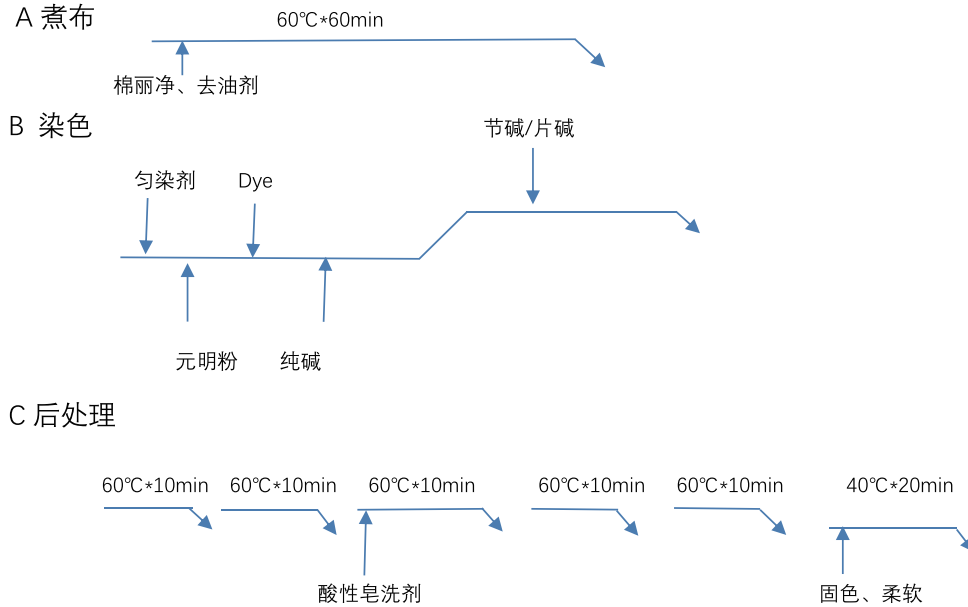


图 1 染色工艺曲线

2.6 测试

试验的牢度测试结果要满足，国标 GB 18401-2010《国家纺织产品基本安全技术规范》[4] 的要求。色牢度测试包括耐水、耐汗渍、耐摩擦及耐唾液（仅 A 类）四项，均需考核变色和沾色等级：

耐水色牢度：测试执行标准 GB/T 5713，测试方法：将纺织品试样与标准贴衬织物（单纤维或多纤维）组合，浸入水中后挤去水分，置于加压装置中（12.5 kPa ± 0.9 kPa），在恒温环境（37°C ± 2°C）下保持 4 小时。取出后分离干燥，通过灰色样卡或分光光度仪评定试样变色及贴衬织物沾色等级。

耐汗渍色牢度：测试执行标准：GB/T 3922，测试方法：模拟酸 / 碱汗液环境（pH 5.5 或 8.0），37°C 处理 4 小时。

耐干摩擦色牢度：测试执行标准 GB/T 3920，测试方法：

用干摩擦布以固定压力摩擦试样，评估布面沾色。

评级方法：均使用标准光源箱（D65 光源）和灰色样卡（五级九档）对比变色 / 沾色程度来判定。

颜色特征值：采用测色配色仪（CIE LAB 系统，D₆₅ 光源）测定染色织物的色差和颜色特征值。

3 结果与讨论

3.1 工艺对比

从表 1 对比看，低温工艺在节能、节水和降低成本方面效果显著。具体而言，该工艺能够节水超过 30%，节约蒸汽高达 50%，并缩短工艺时长约 26%。此外，助剂的数量和使用也大幅减少，这不仅有效地降低了化学品的排放，还减轻了污水处理系统的负担。低温工艺通过减少能源消耗，进一步降低了碳排放，对环境保护具有积极意义。

表 1

	传统工艺	优化工艺	减幅
助剂使用种类数	19 种个	8 个	-58%
用水量	110 方 / 吨布	80 方 / 吨布	-27%
耗电量	800kw*h/ 吨布	600 kw*h/ 吨布	-26%
生产温度	95℃	60℃	-36.8%
耗蒸汽量	9 吨	4.5 吨	-50%
工艺时长	11.5h	8.5h	-26%

3.2 牢度对比

纺织品的颜色在加工、储存和应用过程中对各种作用的抵抗能力称为色牢度，色牢度的好坏直接影响消费者的健康及感官。从表 2 看，试验结果满足国标 GB 18401-2010 的 A 类以上的标准要求。

表 2 牢度的测试结果对比

色牢度	A 类	B 类	C 类	组合黑色		大红组合	
				变色	沾色	变色	沾色
耐水洗 (变色沾色)	3-4	3	3	4-5	4-5	4-5	4
耐酸汗渍牢度 (变色沾色)	3-4	3	3	3	4	4	4
耐碱汗渍 (变色沾色)	3-4	3	3	3	3	3	3
耐干摩擦	4	3	3	--	3-4	3-4	3-4

3.3 各试样颜色的大货左中右颜色特征值

从表 3，表 4 测试结果可以看出，面料的不同位置的颜色色光是较为一致的。这表明在染色过程中，面料表面的颜色分布均匀，没有出现明显的色差或不均匀现象。这种一致性不仅保证了面料的整体视觉效果平整，而且有效避免了染花问题的发生，使得成品面料在色彩上显得更加纯净和

专业。

表 3 黑色面料左中右颜色特征值

试样	颜色特征值				
	DL*	Da*	Db*	DC*	DE
1	0.24L	0.04R	-0.19B	0.17B	0.34
2	-0.13D	0.14R	0.20Y	-0.23D	0.44
3	-0.44D	0.24R	0.22Y	-0.27D	0.6

表 4 大红色色面料左中右颜色特征值

试样	颜色特征值				
	DL*	Da*	Db*	DC*	DE
1	0.09L	0.02R	0.16Y	0.09B	0.10
2	0.32L	0.10R	0.04Y	0.01B	0.18
3	0.12L	0.13R	0.27Y	0.25B	0.16

4 结论

60℃全流程染色方案具有以下优势：对于纯棉和深色针织面料的染色效果显著。可优化染色工艺，显著降低能耗，从而减少生产成本，使企业在市场竞争中更具优势。减少污水排放，推动绿色生产，对行业的可持续发展至关重要。显著降低能耗，有助于实现碳达峰和碳中和的目标。

参考文献

- [1] 杨会玲, 杨爱民, 骆蕊, 纺织印染行业的碳排放情况和碳减排技术, 染整技术, 2021.3
- [2] 刘添涛, 印染行业“十四五”减排方向及建议, 染整技术, 2021.02:44-45
- [3] 尹语, 王春梅, 陆建林等, 活性染料对染色工艺敏感性研究【J】,染料与染色,2003(3): 138-140
- [4] GB 18401-2010《国家纺织产品基本安全技术规范》