

# 纺织品色牢度检测影响因素及改进方法

宋国书

天津华测检测认证有限公司 天津 300300

**摘要:** 色牢度作为纺织品质量评价的核心指标,直接影响产品使用性能与消费者体验。然而,其检测结果受样品前处理、检测设备、环境条件、纺织品特性及人为操作等多重因素影响,导致结果偏差较大,影响质量判定与贸易公平。本文系统梳理色牢度检测的理论基础,深入分析五大类影响因素的作用机理,从样品前处理、设备优化、环境控制、工艺改进及操作规范五个维度提出针对性改进方法,旨在提升检测准确性与重现性,为纺织行业质量管控提供技术支持。

**关键词:** 纺织品;色牢度;检测方法;影响因素;改进策略

引言:随着消费者对纺织品品质要求的不断提升,色牢度不合格已成为质量投诉的主要问题,占投诉总量的30%以上。色牢度检测涉及耐水、耐汗渍、耐摩擦、耐光、耐皂洗等多个项目,检测结果受诸多因素影响,不同实验室间、不同人员间的检测结果差异可达1级以上,严重影响产品质量判定与贸易公平。因此,系统分析色牢度检测的影响因素,提出科学有效的改进方法,对于提升检测准确性、保障产品质量、促进行业健康发展具有重要意义。

## 1 纺织品色牢度检测理论基础

### 1.1 色牢度的定义与分类

色牢度是指纺织品的颜色对在加工和使用过程中各种作用的抵抗力,是评价纺织品质量的重要技术指标。当纺织品经受外界因素作用时,其颜色变化程度反映了染料与纤维结合的牢固程度。根据作用因素的不同,色牢度可分为多个类别:耐水色牢度反映纺织品在水浸渍条件下的颜色稳定性;耐汗渍色牢度模拟人体汗液对纺织品颜色的影响,分为酸性汗渍和碱性汗渍两种;耐摩擦色牢度测试颜色在机械摩擦作用下的转移程度,包括干摩擦和湿摩擦;耐光色牢度评价纺织品在日晒条件下的褪色性能;耐皂洗色牢度考察洗涤过程中的颜色保持能力;此外还有耐唾液色牢度(专用于婴幼儿纺织品)、耐热压色牢度、耐氯化水色牢度(泳装专用)等。不同类别色牢度对应不同的使用场景,共同构成纺织品质量评价的完整体系。

### 1.2 常见检测方法与标准

色牢度检测方法已形成完善的国际与国内标准体系。国际标准化组织ISO 105系列标准是全球通用的色牢度检测方法标准,涵盖各类色牢度试验技术规范。美国AATCC标准、日本JIS L 0844系列标准在各自区域广泛应

用。我国建立了GB/T 3920(耐摩擦)、GB/T 3921(耐皂洗)、GB/T 5713(耐水)、GB/T 3922(耐汗渍)等国家标准体系。各类检测方法的基本原理相似:将试样与标准贴衬织物组合,在特定条件下处理后,评定试样的变色程度与贴衬织物的沾色程度。不同标准在试验条件上存在差异,如耐汗渍色牢度试验中,ISO标准采用酸性(pH5.5)和碱性(pH8.0)两种汗液,而AATCC标准仅采用酸性汗液<sup>[1]</sup>。检测人员需根据产品出口目的地选择相应标准,确保检测结果符合目标市场要求。

### 1.3 色牢度评级方法

色牢度评级是判定检测结果的关键,分目测与仪器评级两种方式。目测评级为传统且广泛应用的方法,检测人员将处理后的试样与原样、贴衬织物与未沾色贴衬对比,依据5级9档的变色和沾色灰卡评定等级(5级无色变/沾色,1级最严重,每0.5级为1档)。此方法对环境要求严格,需在D65标准光源箱(照度600-1000lx、中性灰背景)中进行,评级人员须经专业培训并定期色觉检查。仪器评级采用分光测色仪,通过测量色度值计算色差 $\Delta E$ ,再转换为色牢度等级,结果客观且重复性好,但与目测存在差异,实际应用中常以两种方法相互验证。

## 2 纺织品色牢度检测的影响因素分析

### 2.1 样品前处理因素

样品前处理是色牢度检测的基础环节,其规范性直接影响结果准确性。试样尺寸需严格遵循标准要求,如耐摩擦色牢度试样不小于50mm×140mm,尺寸偏差会降低结果代表性。试样需在20±2℃、65±4%RH条件下平衡至少4小时,未充分平衡的试样含水率不稳定,导致颜色迁移行为异常。裁剪时应避开布边、折痕等非代表性区域,多色织物需分别测试各颜色区域并取最低值。贴衬织物的选择与处理同样关键,单纤维与多纤维贴衬的沾

色评定结果差异显著,使用前需验证白度均匀性,确保质量稳定可控。

## 2.2 检测设备与试剂因素

检测设备与试剂的性能状态是影响结果的关键技术因素。设备方面,耐洗色牢度试验机温度偏差需控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内,加热元件老化或传感器漂移会导致温度不均;耐摩擦试验机摩擦头压力需精确至 $9\text{N}\pm 0.2\text{N}$ ,磨损后压力分布不均会引发边缘效应;日晒牢度试验机氙弧灯使用500小时后辐照度衰减20%,需定期校准。试剂方面,人工汗液配制需严格控制组氨酸、氯化钠等成分的称量误差及pH值精度(偏差0.2可导致评级差异0.5级),皂液浓度、水质硬度等也需规范,使用去离子水可避免离子干扰。设备与试剂的定期维护、校准是保障检测质量的基础<sup>[2]</sup>。

## 2.3 环境条件因素

环境条件贯穿检测全过程,是实验室质量控制的重点。温湿度直接影响试样纤维回潮率,标准要求 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $65\pm 4\%\text{RH}$ ,湿度过高会增强染料迁移能力,导致湿处理色牢度偏低;湿度过低则可能引发不均匀变色。评级环境需采用D65标准光源(照度600-1000lx),背景为中性灰色,光源使用2000小时后需更换以避免色温漂移。空气洁净度亦需关注,粉尘污染可能沾污试样表面,影响变色判定。耐水、耐汗渍试验需在 $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温箱中进行,温度均匀性需定期验证。实验室需配备恒温恒湿系统、标准光源箱等设备,并建立日常监测记录制度。

## 2.4 纺织品自身因素

纺织品自身特性是影响色牢度的内在因素。纤维种类决定染料结合方式:棉、麻等天然纤维与活性染料以共价键结合,色牢度较好;涤纶等合成纤维与分散染料以物理吸附结合,湿处理色牢度较弱;羊毛、蚕丝等蛋白质纤维需重点关注耐水、耐汗渍色牢度。染料结构(如活性染料反应基团类型、分散染料分子大小)直接影响固色效果。染色工艺参数(温度、时间、pH值、浴比)决定染料上染率与固色率,皂洗不充分会导致浮色残留。织物组织结构影响表面形态,起绒织物摩擦时染料转移概率高,湿摩擦色牢度普遍低于光洁织物。深色织物因染料浓度高,未固着染料残留量大,色牢度问题更突出。

## 2.5 人为操作因素

人为操作是导致结果偏差的常见原因。试样制备环节,尺寸控制、裁剪位置选择、贴衬叠放顺序等均影响试验结果;试验装置操作中,耐汗渍试验仪压力施加力度、耐摩擦试验仪摩擦头放置方式存在个体差异,压力

偏差可达10%以上;溶液配制环节,pH值调节精度、试剂称量准确性、溶液储存方式等差异显著,人工汗液pH值波动范围可达0.3-0.5;评级环节受色觉敏感度、疲劳状态、经验积累等因素影响,同一试样不同人员评级差异可达0.5-1级。培训不足是深层次原因,新进人员对标准理解不透彻、操作规范掌握不到位会加剧误差。建立标准化操作规程、实施多人员平行评级、开展定期能力验证是降低人为误差的有效途径。

## 3 纺织品色牢度检测的改进方法

### 3.1 优化样品前处理流程

优化样品前处理流程是提升色牢度检测准确性的首要环节,应从试样制备、平衡处理、贴衬选用三方面系统改进。试样制备方面,建立标准化裁剪模板,确保试样尺寸精度控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内,对多色织物制定明确的取样规则,规定各颜色区域取样比例与测试顺序。建立试样信息登记制度,记录取样位置、经纬向、颜色特征等信息,便于结果追溯。试样平衡处理方面,配置恒温恒湿预处理室,确保试样在标准大气条件下平衡时间不少于4小时,对吸湿性强的棉、麻、粘胶纤维可延长至8小时,建立平衡过程记录台账,实时监控温湿度变化。贴衬织物选用方面,建立贴衬织物批次管理制度,每批次贴衬织物使用前进行白度均匀性验证,白度偏差超过1%的批次剔除使用,单纤维贴衬与多纤维贴衬的选用应根据产品标准明确约定,避免混用<sup>[3]</sup>。对于敏感项目如耐汗渍色牢度,可在前处理环节增加试样预湿润步骤,确保试样与溶液充分接触,提高试验重现性。

### 3.2 改进检测设备与试剂

检测设备与试剂的改进是保障检测结果可靠性的技术基础,应从设备校准、试剂标准化、质量控制三方面着手。设备校准方面,建立检测设备周期性校准制度,耐洗色牢度试验机每季度进行温度均匀性验证,校准点应覆盖常用试验温度( $40^{\circ}\text{C}$ 、 $60^{\circ}\text{C}$ 、 $95^{\circ}\text{C}$ ),温度偏差超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 及时维修。耐摩擦试验机每月检查摩擦头压力与行程,压力偏差超过 $\pm 0.2\text{N}$ 时调整配重,摩擦头磨损超过0.5mm及时更换。日晒牢度试验机每500小时校准辐照度,使用标准蓝色羊毛进行验证。试剂标准化方面,建立人工汗液配制操作规程,采用精密电子天平称量试剂(精度0.001g),使用精密pH计调节pH值(精度0.01),配制后24小时内使用,超过有效期重新配制。水质采用去离子水或蒸馏水,电导率低于 $10\mu\text{S}/\text{cm}$ 。质量控制方面,定期使用标准物质进行验证,如采用标准贴衬织物验证沾色评级一致性,采用已知色牢度等级的对照样验证试验条件稳定性,建立质量控制图监控检测过程。

### 3.3 控制环境条件

环境条件的有效控制是保障色牢度检测结果重现性的关键支撑,应从试验环境、评级环境、过程环境三方面系统管理。试验环境方面,实验室配置恒温恒湿空调系统,温湿度控制范围 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $65\pm 4\%$ ,每日记录温湿度变化,发现异常及时调整。试样平衡区与试验操作区应保持环境一致性,避免温湿度波动导致试样状态变化。评级环境方面,配置标准光源箱,采用D65标准光源,灯管使用2000小时更换,定期清洁灯管与反射板,保持照度均匀。评级室墙面、地面、台面采用中性灰色,避免环境颜色干扰。评级人员进入评级室后适应光线3-5分钟,避免视觉疲劳状态下评级。过程环境方面,试验过程中溶液温度控制采用精密恒温箱,箱内温度均匀性通过多点测温验证,温度波动不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。耐光色牢度试验中,黑板温度、舱内温度、相对湿度均需实时监控并记录。不同试验项目对环境条件的敏感度不同,应根据标准要求针对性控制。

### 3.4 优化纺织品生产工艺

优化纺织品生产工艺是从源头提升色牢度的根本途径,应从染料选择、工艺控制、后处理三方面改进。染料选择方面,根据纤维种类匹配适宜的染料类型,棉织物优先选用固色率高的活性染料或还原染料,涤纶织物选用高耐光、高耐洗的分散染料,深色产品应选择分子量大、与纤维结合牢固的染料品种。同色染色时注重染料配伍性,避免上染速率差异导致的色花、色差。工艺控制方面,优化染色工艺参数,活性染料染色严格控制固色温度( $60-80^{\circ}\text{C}$ )和时间(45-60分钟),确保染料充分反应;分散染料染色采用高温高压工艺,控制升温速率( $1-2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ),避免升温过快导致染料聚集。后处理方面,强化皂洗工艺去除浮色,采用多次皂洗结合热水洗、冷水洗的工艺组合,皂洗温度与染色温度匹配。固色处理是提升色牢度的有效手段,棉织物采用阳离子固色剂处理,涤纶采用还原清洗去除表面浮色。功能性整理工艺如柔软整理、抗皱整理应注意与染料固色效果的协调,优化整理工艺顺序,避免整理剂与染料竞争结合位点<sup>[4]</sup>。

### 3.5 降低人为误差

降低人为误差是提升色牢度检测结果可靠性的管理保障,应从人员培训、操作规范、评级标准化三方面系统改进。人员培训方面,建立色牢度检测人员培训与考核体系,新进人员须完成理论培训(标准解读、方法原理)与实操培训(样品制备、设备操作、评级训练)后方可独立上岗。评级人员需通过色觉检查,定期进行灰卡使用熟练度考核,确保评级一致性达到0.5级以内。操作规范方面,制定详细的标准化操作规程,将各检测环节的操作要点、注意事项、关键参数以图文形式固化,避免操作随意性。耐汗渍试验统一试验装置拧紧力矩,使用扭矩扳手量化操作;耐摩擦试验统一摩擦头放置位置与试样固定方式,消除操作差异。评级标准化方面,建立多人员平行评级制度,每个试样至少由2名人员独立评级,结果差异超过0.5级时由第3人复评,取中值或协商一致结果。推广仪器评级方法,使用分光测色仪进行变色与沾色评定,通过色差 $\Delta E$ 与等级转换模型自动输出结果,消除目测主观差异。定期开展实验室间比对和能力验证,识别系统误差,持续改进检测质量。

### 结束语

色牢度检测是纺织品质量评价的重要环节,检测结果的准确性直接影响产品质量判定与贸易公平。随着检测技术的不断进步,仪器评级、自动化检测、人工智能辅助判定等新技术的应用将进一步提升色牢度检测的客观性与效率。未来应加强检测标准化建设,完善人员培训体系,推动检测结果互认,为纺织行业高质量发展提供坚实技术保障。

### 参考文献

- [1]马红莉,冯继东,程旭,等.纺织品色牢度影响因素及其检测方法[J].染整技术,2025,47(10):30-32.
- [2]尹昌龙,刘林林,张雯雯,等.纺织品色牢度检测的相关探讨[J].化纤与纺织技术,2024,53(9):93-96.
- [3]黄哲,尹昌龙.纺织品色牢度检测标准的相关解读[J].纺织检测与标准,2025,11(2):29-32.
- [4]林文略.纺织品色牢度检测中光谱相似性模型的构建[J].西部皮革,2024,46(18):9-11.