

阻燃粘胶纤维后处理优化及应用实践

周宇杰

唐山三友集团兴达化纤有限公司 河北省纺织品循环利用技术创新中心

DOI:10.32629/pe.v4i1.19071

[摘要] 防火型粘胶纤维,结合了天然纤维的柔软与防火安全特性,在纤维、家居、防护等行业中普遍采用,但传统后处理技术存在阻燃效果不持久、纤维性能下降、工艺流程烦琐等问题,限制了其大规模应用。本文紧密贴合生产实际场景,探讨阻燃粘胶纤维后处理的重大障碍,从工艺参数调整、助剂选择匹配、流程简化优化三个角度,制定切实可行的优化途径,实证检验了改进工艺的实用性与优越性,结合各应用领域的实际需求,剖析改进阻燃粘胶纤维的运用路径,为行业生产实际提供实用的技术借鉴,推动阻燃粘胶纤维产业的高质飞跃。

[关键词] 阻燃粘胶纤维; 后处理工艺; 工艺优化; 应用实践

中图分类号: TM215.6 **文献标识码:** A

Optimization of Post-Treatment for Flame-Retardant Spunbond Fiber and Its Application Practice

Yujie Zhou

Tangshan Sanyou Group Xingda Chemical Fiber Co., Ltd. Hebei Textile Recycling Technology Innovation Center

[Abstract] Flame-retardant spunbond fibers combine the softness of natural fibers with fire safety features, and are widely used in the fields of fibers, home furnishings, and protection. However, traditional post-treatment technologies have problems such as poor long-term flame retardancy, decreased fiber performance, and complicated process flows, which limit their large-scale application. This paper closely aligns with the production scenarios, discusses the major obstacles in the post-treatment of flame-retardant spunbond fibers, and from the perspectives of adjusting process parameters, selecting matching additives, and simplifying and optimizing the process flow, formulates practical and feasible optimization approaches. The practicality and superiority of the improved process have been verified through empirical tests. Based on the actual needs of various application fields, the application paths for improving flame-retardant spunbond fibers are analyzed, providing practical technical references for industry production and promoting the high-quality leap of the flame-retardant spunbond fiber industry.

[Key words] Flame-Retardant Spunbond Fiber; Post-Treatment Process; Process Optimization; Application Practice

引言

在再生纤维素纤维中,粘胶纤维占据一席之地,依托其如肌肤般柔顺的触感、吸湿排汗性能、易于上色的特性,在纺织服装、家居装饰、医疗防护等行业中占据核心位置。天然粘胶纤维燃烧倾向极高,火焰迅速扩散,伴随有毒烟雾产生,安全隐患显著。粘胶纤维阻燃化处理是拓展其应用范畴的关键步骤。阻燃粘胶纤维的合成工艺剖析表明,纤维的阻燃性、物理机械性能及耐用度在后处理阶段直接决定,这属于生产流程中的核心环节之一^[1]。国内多数制造单位采用的常规后处理程序,存在诸多实际操作难题,整理剂不易固定,处理后的纤维手感变硬,烦琐的

工艺流程降低了生产效率,某些生产技术未与实际生产条件相匹配,推广实施进展缓慢。直面生产环节的痛点与难点,对阻燃粘胶纤维的后处理工艺进行精细化升级,精简手续、降低成本、减少开支,核实改进措施在特定情境下的应用价值,其现实意义与行业价值显著。

1 阻燃粘胶纤维后处理的核心痛点及现状

1.1 阻燃效果不持久,耐洗性较差

在常规的后处理阶段,多数厂商普遍采用涂层技术进行阻燃处理,纤维表层仅被整理剂覆盖一层,纤维分子间结合力薄弱。在随后的水洗、纺制及使用阶段,整理剂脱落现象明显,纤

维的阻燃效果急速下降,难以满足实际应用对洗涤性能的规范要求。尤其是频繁清洗的服装及床上用品等,这一状况格外明显。诸多商品经过数轮水洗处理,阻燃特性迅速丧失,未达到安全使用标准。诸多企业企图提升阻燃品质,不当提高整理剂的投加比,导致成本明显上升,纤维表面易生垢层、变硬,难以优化用户体验^[2]。

1.2 纤维物理性能受损严重

粘胶纤维固有的强度与柔韧性均属上乘。在阻燃处理阶段结束时,若工艺参数调控偏差,如水温偏高、烘干时长过长、塑形压力偏大,阻燃整理剂与纤维的配合性欠佳,纤维的物理机械性能将受到损害,表现为韧性减弱、抗断裂能力下降、手感变粗糙、柔顺性变差,纤维变得脆弱,严重制约后续纺织加工及产品耐用度。部分厂商在干燥流程中采用高温快速干燥手段,显著缩短生产周期,纤维内部水分迅速流失,纤维构造形态发生变化,进而改变其柔韧性与硬度。

1.3 工艺流程繁琐,生产效率偏低

目前多数企业所实施的阻燃粘胶纤维后整理程序,须经过多次漂洗、多次烘干、持续定型等环节。频繁的洗涤过程耗费大量水资源,增加废水处理开支;多次烘干及定型过程会增加能源消耗,降低生产效率,单位产品制造成本不断攀升。若干工艺环节的过渡不够顺畅,若洗涤后的水未彻底排空,便直接进入烘干步骤,不仅延长了干燥阶段,还会干扰干燥效能,持续降低生产效率^[3]。

1.4 工艺适配性差,难以落地推广

多个研究单位提出的后期处理改进途径,过分看重理论效能的提升,未充分考虑企业实际生产条件的限制,需配备高端生产工具、使用昂贵的阻燃添加剂,工艺参数调控难度极高,一般中小企业难以实现既定目标。此类与实际生产场景不符的优化途径,实施效果差,行业推广受限,难以全面实施,多数企业依旧依赖传统后期处理手段,质量提升非易事^[4]。

2 阻燃粘胶纤维后处理工艺优化方案

2.1 工艺参数优化

工艺参数的恰当调控,是防止纤维性能退化、提高阻燃性能的关键途径。结合生产实战心得,对水洗、烘干、定型等核心流程的参数进行精准调控,简化控制参数,采用直观易行的参数配置,便于现场作业人员轻松上手。

在洗涤阶段,传统工艺在水洗阶段常遇到水温偏高和时长过长的难题。采用升级版分阶段清洗流程,减少纤维因单次高温水洗所受到的伤害。用常温清水进行初步的洗涤,去除纤维表层附着的纺丝液及杂质,调整水温至适宜的洗涤界限,进行二次清洗,重点去除纤维表层未稳固黏合的阻燃处理材料,降低后续干燥阶段的重量压力,规范洗涤时间参数,降低洗涤强度以维护纤维的坚韧,水洗作业结束后,采纳离心脱湿程序,彻底抽离纤维的水分子,缩短干燥作业阶段^[5]。

在干燥阶段,核心策略为降低高温快速干燥速率,采取低温缓慢烘烤工艺,兼顾干燥效果与纤维属性。常规高温处理易使纤

维水分迅速蒸发,逐步变硬变脆。调整后的干燥处理设定为适中温域,分阶段实施干燥程序,低温处理以去除纤维表面的水分,适度升温以驱散内部湿气,实现纤维内部水分的缓慢流失,减少纤维结构的变动幅度,力求其极致的柔韧与硬度。控制干燥阶段节拍,防止过度干燥。固化阶段实施作业,烘干作业既定完成,纤维自然冷却至室温,防止高温直接进入固化阶段而损害性能。

在成型阶段,着重提升固定温度与固定压力的优化水平,防止纤维因压力过大及高温过高而变形,维持其强度,彰显阻燃粘胶纤维的独有属性,调整定型温度以匹配烘干温度的要求,实施恒定低压力的定型工艺,实现纤维均匀定型效果,兼顾其柔韧性,缩短产品定型阶段时间占用,减少纤维表面因长期固定引起的纤维老化现象,塑造产品触觉与外观审美。

2.2 阻燃助剂选型与适配优化

阻燃添加剂的适宜性筛选,直接影响阻燃持久性与纤维质量,因此必须重视企业生产成本及操作简易性。传统制造过程中采用的防火辅料,兼容性略逊一筹,抗洗涤效果欠佳。优选环保阻燃助剂,强调性价比、兼容度及耐洗性能,同步革新助剂应用途径,提高附着效果。

就辅助成分搭配而言,摒弃价格昂贵、操作复杂的顶级阻燃原料,挑选与粘胶纤维亲和力强的阻燃复合添加剂,这类添加剂既防火又具有良好的黏附性能。此物质与粘胶纤维分子间存在一定结合度,提升水洗作业的稳固性,增强阻燃特性的持久性。采纳环保类添加剂,摒弃含害成分的辅助剂,符合现今绿色制造规范,亦能明显降低环境破坏及人体伤害。

论及添加剂的使用细节,对助剂稀释比及施用途径进行优化,切莫让助剂添加量无节制上升。在传统制造工艺范畴,诸多企业力图强化阻燃特性,过量添加辅助剂,导致纤维质硬化、结垢沉积。调整后依据纤维标准及阻燃性能需求,确立恰当的稀释剂配比要求,采用浸泡技术施加辅助成分,促进纤维对助剂的充分吸纳,保证助剂在纤维表面及内部实现均匀分布,确保阻燃效果可靠,有效遏制添加剂滥用与纤维性能退化。在添加辅助剂的阶段后,实施一道预干燥工序,先行将助剂附着在纤维表层,降低后续水洗作业中的脱落率,大幅提升洗涤持久度。

2.3 工艺流程简化优化

针对传统工艺流程冗长、生产效率欠佳的困境,通过工艺参数与助剂选型的优化实施路径,对后处理环节进行精简,去除过剩工序,加强工序间的连贯性,提升生产效率,降低水资源及能源的消耗。

优化后的处理流程为:纤维塑制→阻燃添加剂浸泡→预干→分段清洗→离心脱水→低温缓慢烘干→低压塑型→成品质量检测。与常规路径相较,省略了多次洗涤及重复晾干的工序,将预先干燥与核心干燥技术结合,有效阻断了能源的无谓浪费;将离心脱水阶段提前安排,降低烘干阶段的水分比重,缩短干燥作业阶段。加强工序间的连贯性,保证各环节操作流程的连贯无裂痕,减少工序间等待时长差,提升生产效率水平。水洗作业结束,随即实施离心脱液流程,脱水作业结束后直接过渡至烘干程序,

减少纤维在空中停留的时间,阻隔水分的重复吸附,进一步缩短干燥所需阶段数。

在流程改革阶段,力求操作上的简便性,无需添置高端生产器械,依赖企业现有条件即可达成,降低企业设备投资压力,降低中小企业市场推广门槛。离心脱水步骤可借助企业现成的离心脱水器械,无需引进专用组件;调整烘干机温度设定,低温慢烤技术得以实施,操作流程简便迅速。

3 优化后处理工艺的应用实践

3.1 应用实践方案

粘胶纤维具有优异的吸湿透气性、柔软亲肤感及良好染色效果,在纺织领域广泛应用,常被添加于各种纺织品中以改善织物服用性能。然而,普通粘胶纤维的极限氧指数(LOI)仅为19%,是易燃材料,这限制了其在阻燃功能性材料方面的应用。作为功能改性的理想基材,粘胶纤维的阻燃改性始终是本行业研发的主要方向。目前,阻燃粘胶纤维已从早期主要应用于防护服,逐步拓宽至装饰材料、医疗与工业用品以及民用纺织品等多个领域。

选取规格相仿的粘胶纤维,一组作为实施标准后处理工艺的样本,另一批次采用本论文所倡导的改进工艺进行生产。两个生产阶段除后续处理路径各异外,纺丝技术及原料标准等要素保持恒定,以确保对比结果的精确无误。生产告一段落,对两种产品实施性能测试及生产效能核算,集中检验阻燃特性、抗断裂强度、触感柔韧度等关键参数,评估单件产品生产所耗时间、水资源及能源消耗水平。

3.2 实践结果分析

就阻燃效果维度而言,实验组产品多次进行水洗工序后,依旧具备出色的防火阻燃特性,不易起火、火焰扩散不猛烈,符合实际应用对洗涤耐久性的质量要求;而对对照组产品经同等次数水洗处理,阻燃性能明显衰退,未达到安全标准。对工艺进行优化,革新助剂挑选及施用技术,加强了阻燃剂的附着稳定性,成功克服了传统工艺阻燃性短命的难题。

从物理角度审视,实验组产品的断裂韧性及抗断强度均超过对照组,无硬化及脆化迹象,满足纺织加工后续阶段的规格;对照组产品工艺参数调控有缺陷,纤维的断裂强度降低,对后续应用与体验造成影响。改进后的工艺参数成功阻隔了纤维性能的退化,最大限度地保留了粘胶纤维的固有特性。从生产效能层面探讨,实验组流程简化成效显著,单位产品制造周期大幅缩短,能源消耗与水资源利用大幅下降,本组生产成本降低,对照水平较高。优化后的工艺步骤简单易掌握,初级工种上手无障碍,无需复杂的技能培训阶段,适合大规模生产实施。优化后的工艺显著提升了产品功效,提高了生产效率、降低了生产成本,与企业实际生产需求相吻合。

3.3 不同领域的应用实践

升级版防火粘胶纤维拥有出色的防火性能、物理特性及用户体验,对应多应用背景需求,对接各行业实际需求要点,进行定向的应用实施,以扩大其应用规模。探讨纺织服装界,主要制造防火防护服、儿童服装、床品等系列用品,防火防护服应满足高阻燃性能与舒适穿着的双重需求,新型阻燃粘胶纤维实现长效阻燃效果,质感柔韧、吸湿排汗效果佳,适应防护服穿着规格,耐洗性上乘,清洗频繁无困扰,增强防护服的持久性;少儿服饰与寝具组合,要求阻燃性能的稳定性与可靠性,全面关照肌肤接触的亲密度,优化后的产品已去除有害物质,使用安全得到有效保障,预防火灾隐患扩散。

在家庭装饰范畴,主要生产窗幔、地毯、沙发套等家居用品,此类产品应用场景繁杂,便于接近火焰,需反复清洗作业,精制阻燃粘胶纤维阻燃效果稳定,洗涤耐久性上乘,染色效果超凡,满足家居装饰审美要素配置组合偏好,大幅降低家庭火灾事故的潜在威胁。论及医疗防护的版图,主要生产医用敷料、防护口罩等医疗物资,医用材料须具备优异的吸湿透气及阻燃特性,操作时请勿触碰火种,先进阻燃粘胶纤维实现高效吸湿透气及防火效果,无有害物质掺杂,符合医疗用品的安全界限值;兼顾防护效果与佩戴感受的口罩设计,优化产品满足口罩使用条件,同步提升使用安全防护水平。

4 结论

本文聚焦中小企业生产实际状况探讨,在阻燃粘胶纤维后处理阶段,针对其阻燃性不稳固、纤维性能受损、操作流程烦琐、实施难度增加等难点,对工艺参数、助剂选择及流程精简提出优化路径,实证检验成果总结,精炼后的后期处理工艺,显著增强阻燃粘胶纤维的阻燃耐久性与物理素质,优化生产环节、增进生产效能、减少生产开支,无需添置高端器械,降低中小企业市场推广门槛,升级版防火粘胶纤维,适应纺织、家居、医疗等多元应用领域,实用价值高,推广前景看好。

[参考文献]

- [1]张璐,冯文军,孙娜娜.粘胶纤维阻燃改性试验[J].人造纤维,2025,52(04):2-4+11.
- [2]林思伶,刘赋瑶,张成,等.双向调温阻燃防静电纺织品的制备及其性能[J].纺织学报,2025,46(06):38-44.
- [3]李洋,张书峰,苗明珠,宋静.高强高阻燃防切割嵌入纺纱线的开发[J].棉纺织技术,1-5.
- [4]赵春铭,刘琳,田恒荣,等.消防服外层面料中阻燃纤维的性能对比[J].纺织科学与工程学报,2024,41(04):11-18.
- [5]纪发达.偶联剂改性无机硅系阻燃剂对粘胶纤维性能的影响研究[J].有机硅材料,2023,37(05):33-37.

作者简介:

周宇杰(1992--),男,满族,河北省承德市人,助理工程师,本科,研究方向:纺织工程。