

Research on the Performance Optimization and Application of Textile Waterproof Additives

Hongkun Shi¹ Chenghai Fang¹ Zhenze Xiong^{2*}

1. Zhejiang Hualin Biotechnology Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China

2. Hangzhou Very Weak Magnetic Field National Institute of Major Science and Technology Infrastructure, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

The performance of textile waterproofing additives was optimized, and their practical application effects were explored. Through experimental design and data analysis, the conclusion of optimizing the additive formula using orthogonal experimental method was drawn. The waterproof performance was systematically evaluated through various methods such as hydrostatic pressure test, spray test, contact angle test, etc., which verified the superiority of the optimized formula and provided theoretical support and technical guidance for development and application. It has important practical significance and application value. The development and application of textile waterproofing additives are of great significance. This provides useful references and reflections on current research in the field of waterproofing.

Keywords

textile waterproof aid; performance optimization; orthogonal test

纺织防水助剂的性能优化与应用研究

施洪坤¹ 方成海¹ 熊振泽^{2*}

1. 浙江华林生物科技有限公司, 中国·浙江衢州 324300

2. 杭州极弱磁场国家重大科技基础设施研究院, 中国·浙江杭州 310000

摘要

对纺织防水助剂的性能进行优化, 并对其实际应用效果进行了探讨, 通过试验设计与资料分析得出了以正交试验法对助剂配方进行优化的结论。以静水压试验喷淋试验接触角测试等不同方式对其防水性能进行系统评价, 验证了优化配方的优越性, 对开发和应用起到了理论支撑和技术指导的作用, 具有重要的实际意义和运用价值。对纺织防水助剂的开发和应用具有重要意义。对当前防水领域的研究提出了有益的借鉴与思考。

关键词

纺织防水助剂; 性能优化; 正交试验

1 引言

纺织防水助剂在现代纺织工业中具有重要的应用价值, 能够提高织物的防水性能, 延长使用寿命, 增强实用性。目前市场上的防水助剂存在性能不稳定、环保性差等问题, 亟需通过技术手段进行优化。本研究旨在通过试验设计和数据分析, 优化纺织防水助剂的配方, 提高其防水性能, 并验证其在实际应用中的效果。通过系统的试验研究和性能测试, 本研究为纺织防水助剂的开发和应用提供了理论支持和技

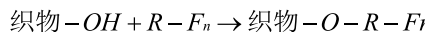
术指导, 具有重要的实际意义。

2 纺织防水助剂的基本原理与分类

2.1 防水助剂的基本原理

主要通过改变织物表面的化学性质和物理结构, 使之具有疏水性, 从而起到防止水分渗透的作用, 是纺织防水性助剂的基本原理。以下是几种常见的防水助剂的具体原理及其相关公式, 说明不同类型的防水助剂在实现防水效果的机理上是不同的^[1]。

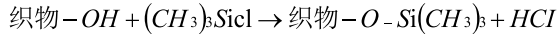
①氟化物防水剂: 氟化物防水剂使织物表面的能量减少, 从而达到防水的效果, 通过在织物表面形成一层含氟的疏水膜来达到防水性。其防水性能的关键是氟化物分子极低的表面能量和高度的疏水性, 分子式为:



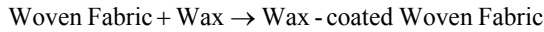
【作者简介】施洪坤(1990-), 男, 中国浙江建德人, 本科, 工程师, 从事纺织化工研究。

【通讯作者】熊振泽(1997-), 男, 中国辽宁锦州人, 硕士, 工程师, 从事生物学研究。

②有机硅防水剂通过在织物表面形成一层有机硅膜,利用有机硅的低表面能和疏水特性,使水滴在织物表面形成较大的接触角,从而防止水分渗透。化学反应式:



③蜡基防水剂。蜡基防水剂主要通过物理方法在织物表面形成一层致密的蜡层,使水分无法渗透。蜡分子通过熔融或乳化后涂覆在织物表面,冷却后形成固态的防水屏障。物理原理表示式:



这种防水层依靠蜡的疏水性和致密性阻挡水分渗透。

防水性评估公式:防水性通常通过接触角 θ 来评估,接触角越大,疏水性越强。接触角由杨氏方程表示:

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$$

其中, γ_{SV} 为固体—气体界面张力; γ_{SL} 为固体—液体界面张力; γ_{LV} 为液体—气体界面张力。

防水性能评价的一个常见指标是静水压测试值(P),其单位为 mmH_2O 。该指标越高,织物的防水性能越好。这些防水剂通过不同的化学或物理方法在织物表面形成疏水层,从而显著提高织物的防水性能。

2.2 常见纺织防水助剂分类

纺织防水助剂主要分为氟系、硅系和蜡系三大类,如图1所示。



图1 三大类纺织防水助剂

具有卓越的防水和防油性能,氟化物防水剂的应用十分广泛。其分子结构中含有大量表面能量极低的氟原子,能使纺织纤维的表面张力明显降低,使纤维表面水珠难以扩散。但氟化物防水剂生产成本较高,部分氟化物对环境危害隐患较大。硅系防水剂以其优异的环保性能和柔软性而闻名,其分子结构中含有大量可与纺织纤维发生化学反应并形成稳定疏水层的硅氧键。硅系防水剂对高温环境下的防水处理也有卓越的耐高温性能。而蜡系防水剂由于其制备工艺成本低,制备工艺简单,应用范围较广。通常采用熔融涂覆或浸渍的方法,使纺织纤维表面形成一层阻止水分渗透的疏水性蜡膜,这就是蜡系防水剂的作用。蜡质防水剂防水性能比较差,持久性不是很好^[2]。

2.3 纺织防水助剂的应用现状

户外运动服装、雨具、帐篷、汽车座椅以及防水装饰材料等多个领域,纺织防水助剂在各类纺织品中得到了广泛的应用。在户外运动服装中,防水助剂在提高服装防水性能的同时,还增强了其透气性和舒适性,使穿着者在各种恶劣气候条件下依然保持干爽、舒适的工作状态,防水性助剂在户外运动服装中的作用十分明显。在雨具和帐篷中,防水助剂的应用使这些产品的防水性能和使用寿命明显提高,减少了水分对材料的侵蚀,延长了使用寿命……防水助剂在汽车座椅和防水装饰材料中,不仅使这些材料的防水性能得到了提高,其耐污性和清洁性也得到了加强,便于日常的保养和维护。虽然实际应用中纺织防水助剂成效显著,但仍有一些问题需要解决。有的防水助剂环保性能差,潜在危害环境,危害人体健康;防水性能和部分防水助剂的耐久性还有待于进一步完善;随着环保法规的日益严格,开发新型防水助剂,使其具有更好的环保性和更好的防水性能,成为行业研究的热点。

3 纺织防水助剂的性能优化

3.1 影响防水性能的因素

影响纺织防水助剂防水性能的因素主要包括助剂的分子结构、助剂的浓度、纤维的表面处理方式以及应用环境等。助剂的分子结构是影响防水性能的关键因素。含氟助剂由于其分子中的氟原子具有极低的表面能,能够显著降低纤维表面的表面张力,表现出优异的防水性能。硅系助剂由于其分子中的硅氧键能够与纤维发生化学反应,形成稳定的疏水层,也具有较好的防水效果。助剂的浓度对防水性能也有重要影响。适当的助剂浓度能够在纤维表面形成均匀的疏水层,从而提高防水性能。过高的助剂浓度可能导致助剂在纤维表面聚集,形成不均匀的疏水层,反而降低防水效果^[3]。纤维的表面处理方式也会影响防水性能。高温环境下,助剂分子运动加剧,更易于纤维表面形成均匀的疏水层,从而提高防水性能。

3.2 防水助剂的配方优化

提高其防水性能的关键步骤是防水性助剂的配方优化。其防水效果可通过对助剂成分和配比的合理调整而得到显著增强。正交试验法常用于配方优化过程中对最佳配方进行筛选。正交试验法是通过选择若干影响因素,以及它们的不同层次,设计出最少的试验次数,从而筛选出最佳的配方,是一种高效的试验设计方法。本研究选用氟系助剂、硅系助剂、蜡系助剂等几种常用防水助剂,采用正交试验法测定其最佳配比。试验结果表明,氟化助剂与硅化助剂相结合,在环保性能和耐久性俱佳的情况下,能显著提高防水性能。另外我们优化了使用助剂的方式。防水效果可以通过改变助剂的涂覆方式以及干燥状况而得到进一步的改善。在涂覆方法上,我们采用浸渍法和喷涂法两种方法,通过比较试验,确

定出最好的一种涂覆方法,这两种方法在涂覆上在烘干条件下,通过调节烘干温度和时间,确保助剂均匀分布于纤维表面,使防水性能最大化,从而确定了最佳的烘干条件。纺织防水助剂的防水性能通过优化助剂配方和使用方法,得到了明显的改善,达到了预期的调研目的。

3.3 防水性能的检测与评价

防水助剂研究的重要环节是对防水性能的检测和评价。防水助剂的防水性能可以通过科学的检测方法和系统的评价标准得到客观、准确的体现。防水性能常用的检测方法主要有静水压、喷淋和接触角三种情况的检测。静水压力测试是通过在织物表面施加一定的水压,测量水通过织物的压力值,对其防水性能进行评价的一种经典防水性能测试方法。喷淋试验通过对织物进行喷淋处理,并观察织物表面滴水滚动情况,模拟实际使用环境中的降雨情况,对其防水效果进行评价。接触角测试是通过测量水滴对织物表面的接触角度,反映织物表面的疏水性的一种测试方式。为了确保试验结果的准确性和可靠性,本次研究对防水助剂的性能进行系统评价,并针对不同的测试方式对防水助剂的性能进行了优化。试验结果表明,经过优化的防水助剂在静水压试验中的耐水压值有明显提高,同时也有一个很好的防水作用;在喷淋试验中,水滴在织物表面形成了滚动状态,没有渗透现象发生,对防水性能有很好的验证作用;在接触角测试中,水滴在织物表面形成的接触角较大,从而反映出防水助剂具有非常优异的疏水性。本次研究对防水助剂进行了系统评价,并通过试验结果的验证,得出了优化后的防水助剂具有更好的防水性能的结论。通过这些检测与评价手段,对防水助剂的性能进行了全面系统的评价,从而为其在实际应用中的推广提供了有利的科学根据。

4 纺织防水助剂的应用研究

4.1 试验材料与方法

本试验中,我们选用了三种不同配方的纺织防水助剂,分别标记为配方 A、配方 B 和优化后的配方 C。试验用织物为 100% 纯棉布,经过预处理后用于后续试验。试验步骤包括:①配制防水助剂溶液,将织物浸泡在溶液中;②通过轧液机将织物上的多余溶液去除;③最后在恒温烘箱中干燥处理。

每种配方的助剂溶液浓度、浸泡时间和烘干温度均保持一致,以确保试验结果的可比性。在试验过程中,我们严格控制每个环节的操作参数,并记录各项试验数据,以便进行后续分析和比较。

4.2 防水性能测试

防水性能的检测与评价是防水助剂研究中的关键环节。

本研究采用静水压测试、喷淋测试和接触角测试三种方法,对不同配方的纺织防水助剂的防水性能进行了全面评价。

静水压测试结果显示,配方 A 的耐水压值为 1800 mmH₂O,配方 B 为 2500 mmH₂O,优化后的配方 C 达到了 3200 mmH₂O,表明其防水效果显著提高。

喷淋测试中,配方 A 的水滴部分渗透,配方 B 基本未渗透,优化后的配方 C 无渗透现象,验证了其优异的防水性能。

接触角测试显示,配方 A 的接触角为 120°,配方 B 为 135°,优化后的配方 C 为 150°,表明其表面疏水性最强。测试结果如表 1 所示。

表 1 不同配方纺织防水助剂的防水性能测试结果

配方	静水压值 (mmH ₂ O)	喷淋测试结果	接触角(°)
配方 A	1800	部分渗透	120
配方 B	2500	基本未渗透	135
配方 C	3200	无渗透现象	150

通过表 1 三种测试方法的结果,可以看出优化后的配方 C 在各项性能指标上均优于配方 A 和配方 B,展示了其在纺织防水助剂领域的潜在应用价值。这一研究成果为未来防水助剂的开发和优化提供了重要的试验数据和理论依据,同时也为纺织品的防水处理提供了新的解决方案。

5 结语

通过试验设计及资料分析与总结,对纺织防水助剂的性能进行了系统的探讨,主要结论为:以优化后的防水助剂为基础,它的防水性能及稳定性均得到了明显的提高,应用前景十分看好;通过静水压试验喷淋试验及接触角试验等多种方法对其有效配方进行了验证;今后的研究方向为使防水助剂在环保性能及耐久性上得到进一步提升以应对日益严格的环保法规及市场需求;该研究为纺织防水助剂的研究与开发提供了理论依据和试验基础,对促进纺织防水助剂领域的技术进步有重要意义。因此,对于纺织防水助剂的进一步研究和应用,以及其相关技术的改进与开发具有十分积极的意义,本研究成果的推广应用。

参考文献

- [1] 梅敏,钱建华,周榆凯,等.纳米SiO₂/含氟硅防水透湿整理剂的制备及其应用[J].纺织学报,2022,43(12):118-124+130.
- [2] 吴世清.2020年1月1日以来实施的含氟标准[J].化工生产与技术,2021,27(2):48.
- [3] 蒋明星.自粘聚合物改性沥青防水卷材的开发与应用[P].四川省,四川天恒防水材料有限公司,2021-03-29.