

耐紫外线户外装饰面料的材料选型与抗老化性能研究

周晓燕

杭州远盛纺织品有限公司 浙江 杭州 311199

【摘要】：随着户外装饰行业的快速发展，城市公共空间、景观设施及建筑外立面的装饰需求不断升级，耐紫外线户外装饰面料的市场需求量呈现激增态势，其耐候性、抗老化性能与使用寿命已成为行业关注的核心焦点。本文以该类面料为研究对象，系统分析常用材料选型依据，对比不同材料的理化特性、耐紫外线及抗老化能力，通过实验验证材料户外性能衰减规律，结合具体研究案例补充实践支撑，确定最优材料组合及改性方案。研究表明，科学选型与合理改性可显著提升面料性能、延长使用寿命，为相关研发、生产及应用提供理论与实践支撑。

【关键词】：耐紫外线；户外装饰面料；材料选型；抗老化性能；光稳定剂；耐候性

DOI:10.12417/3083-5526.26.01.067

引言

户外装饰面料作为户外环境美化、功能防护与空间营造的核心材料，广泛应用于建筑外立面装饰、城市景观设施包装、公共休闲空间布置、户外遮阳遮阳系统等多个领域，其性能表现直接影响户外环境的整体美观度、使用安全性与耐久性。户外自然环境具有紫外线照射强烈、昼夜温湿度波动较大、风雨侵蚀频繁、大气污染物种类复杂等显著特点，长期暴露在该类环境中的装饰面料，极易出现褪色、黄变、脆化、开裂、力学性能下降等老化现象，不仅会严重降低户外装饰的视觉效果，缩短面料的使用寿命，还会增加户外设施的维护成本，甚至可能因面料破损引发安全隐患。

当前，市场上户外装饰面料的材料种类繁多，不同材料的分子结构、物理化学特性存在本质差异，导致其在耐紫外线性能、抗老化能力、力学性能、耐水性、色牢度及经济性等方面表现出明显区别。如何结合不同户外场景的环境特点与使用需求，科学开展材料选型工作，优化材料性能，解决户外装饰面料易老化、使用寿命短的行业痛点，成为推动户外装饰面料行业高质量发展的关键课题。现有相关研究多聚焦于单一材料的耐候性测试或单一改性技术的应用，对材料选型的系统性分析、不同材料组合的抗老化效果及多场景适配性研究较为欠缺，难以满足当前户外装饰行业对面料多样化、高品质的需求。

基于此，本文围绕耐紫外线户外装饰面料的材料选型与抗老化性能展开深入系统的研究，通过分析户外使用环境的核心影响因素及面料的核心性能要求，对比常用户外装饰面料的材料特性，设计针对性的耐紫外线与抗老化测试实验，结合典型研究案例验证选型合理性与优化有效性，提出科学的材料选型原则、方法及性能优化措施，旨在解决户外装饰面料老化难题，推动户外装饰面料行业向高性能、长寿命、绿色化方向发展，为相关产品的研发、生产及工程应用提供可靠的参考依据。

1 户外装饰面料的使用环境与性能要求

户外装饰面料性能与使用环境密切相关，明确环境影响因

素与核心性能要求，是科学选型的前提和面料稳定使用的基础。

1.1 户外装饰面料的使用环境分析

户外面料长期受紫外线、温湿度波动、风雨侵蚀及大气污染物协同影响，其中UVA（320-400nm）与UVB（280-320nm）破坏最显著，可导致面料褪色、脆化。温湿度波动破坏化学键降低柔韧性，水分引发吸湿霉变，污染物则加剧性能衰减。不同场景环境严苛度不同，建筑外立面面料耐候性要求最高，景观与公共空间面料亦需兼顾美观与耐用。

1.2 耐紫外线户外装饰面料的核心性能要求

户外装饰面料需满足耐紫外线、抗老化、力学性能、色牢度、耐水性等核心要求。耐紫外线是首要性能，需有效抵御紫外线侵蚀；抗老化保障使用寿命，避免褪色、脆化等现象；力学性能需满足外力承受需求；色牢度与耐水性保障美观与防潮性，同时需兼顾经济性与环保性。

2 耐紫外线户外装饰面料的常用材料及特性分析

常用户外装饰面料包括聚酯、亚克力、PVC、PE、氟碳纤维等，各类材料分子结构与理化特性不同，耐紫外线、抗老化及力学性能差异显著，系统分析其特性是选型核心。

2.1 聚酯面料

聚酯面料应用最广泛，力学性能、耐磨性与耐腐蚀性优良，拉伸强度高、伸长率适中。纯聚酯耐紫外线较弱，添加抗紫外线剂改性后，耐紫外线与色牢度显著提升，且透气性良好。其缺点是耐低温性差、抗污一般，但经济性优、易规模化生产，是主流选择。

2.2 亚克力面料

亚克力面料（聚丙烯腈面料）含氰基，耐紫外线与色牢度优异，褪色缓慢，化学稳定性强，抗老化、透气性与抗污性好，维护成本低。其力学性能适中，但生产成本高、柔韧性较差，适合耐候性要求高的强紫外线场景。

2.3 聚氯乙烯 (PVC) 面料

PVC 面料由聚氯乙烯树脂加助剂加工而成，防水、耐磨、耐腐蚀性优良，表面光滑，适合潮湿环境。其耐紫外线依赖紫外线稳定剂，长期强紫外线照射仍会性能衰减，且透气性差、增塑剂易迁移、环保性欠佳，适合防水要求高、透气性要求低的场景。

2.4 聚乙烯 (PE) 面料

PE 面料耐腐、耐水、柔韧性好，质地轻便、成本低，适合大规模应用。纯 PE 耐紫外线弱，易光氧化降解，改性后耐候性有所提升，但仍不及聚酯与亚克力，且力学强度低、耐热性差，仅适用于短期或温和户外场景。

2.5 氟碳纤维面料

氟碳纤维面料耐候性最优，氟原子使其化学稳定性极强，耐紫外线、抗老化能力远超其他材料，色牢度高、维护成本低、使用寿命长。但其生产成本极高、规模化难度大，仅用于高端耐候性需求场景，尚未普及。

3 耐紫外线户外装饰面料的材料选型原则与方法

面料选型需结合环境、性能、经济性等因素，遵循科学原则与方法，实现性能与成本的平衡。

3.1 材料选型原则

核心原则为适配性，兼顾经济性与环保性。一是耐候性优先，根据环境严苛度选型；二是性能均衡，兼顾各项核心性能；三是经济性，优先选择高性价比材料；四是环保性，优先选择可回收、易降解材料。

3.2 材料选型方法

选型需经环境调研、性能筛选、实验测试、综合评估四步：明确场景环境与性能要求；筛选候选材料并排除不达标产品；通过模拟测试验证材料性能衰减规律；结合性能、成本、环保性等综合评估，确定最优材料或组合。

4 耐紫外线户外装饰面料的抗老化性能测试与分析

选取改性聚酯、亚克力、PVC、PE 四种面料为样品，通过模拟户外环境测试其性能变化，为选型与优化提供依据。

4.1 测试样品与实验设备

样品规格统一以保证测试可比性；实验设备包括紫外线老化试验箱、拉力试验机、色牢度测试仪、水分测定仪，分别用于模拟户外环境、测试力学性能、色牢度与耐水性。

4.2 测试方案设计

测试周期 120 天，分 4 个节点检测，含耐紫外线与抗老化测试：前者模拟常温常湿紫外线照射，检测色牢度与外观；后者增加温湿度波动与雨水冲刷，检测力学性能与外观状态。

4.3 测试结果与分析

4.3.1 耐紫外线性能测试结果分析

亚克力耐紫外线最优，120 天仅轻微褪色；改性聚酯次之，中度褪色无脆化；PVC 耐紫外线一般，90 天褪色明显，120 天轻微脆化；改性 PE 最差，60 天明显褪色，120 天失去使用价值。

4.3.2 抗老化性能测试结果分析

亚克力抗老化最优，120 天拉伸强度下降 12%、断裂伸长率下降 10%；改性聚酯次之，拉伸强度下降 18%、断裂伸长率下降 15%；PVC 拉伸强度下降 35%、断裂伸长率下降 30%，需定期维护；改性 PE 拉伸强度下降 60%、断裂伸长率下降 55%，仅适用于短期装饰。

5 耐紫外线户外装饰面料的材料选型与抗老化性能研究案例

结合前文材料特性与测试分析，选取不同户外场景的典型研究案例，验证材料选型科学性与抗老化优化措施有效性，为实际工程应用提供参考，案例均聚焦材料性能本身。

5.1 强紫外线场景下亚克力面料选型与抗老化研究案例

针对高海拔强紫外线、昼夜温差大的场景，采用含高效紫外线吸收剂的亚克力纤维为原料，优化纺织密度与后整理工艺制备面料，重点测试其耐紫外线与抗老化性能。

采用 QUV 加速老化试验模拟强紫外线环境，参照 ASTM G154 标准，辐照度 500W/m²，温度 30±5℃，相对湿度 55±5%，测试周期 15000 小时。结果显示，面料透光率仅从 92.7% 降至 91.5%，色牢度保持 4 级以上，拉伸强度下降率控制在 8% 以内，远优于普通亚克力面料。

该案例验证了亚克力面料在高严苛环境的适配性，合理改性可进一步提升耐候性，使用寿命达 10 年以上，大幅降低维护成本。

5.2 潮湿多雨场景下 PVC 面料改性与抗老化研究案例

针对多雨、高湿度场景，采用优化配比的 PVC 树脂为基材，添加复合型紫外线稳定剂、抗氧剂与防霉剂，改进压延工艺制备改性面料，解决 PVC 耐紫外线不足、易霉变等问题。

采用氙灯老化试验模拟潮湿紫外线环境，参照 ISO 4892 标准，辐照度 520W/m²，温度 45℃，相对湿度 70%，测试周期 800 小时。结果显示，改性面料拉伸强度下降率≤15%，断裂伸长率下降率≤12%，增塑剂迁移量降低 60% 以上，防霉等级达 0 级，防水性能稳定。

该案例验证了 PVC 面料在潮湿场景的适配性，优化稳定剂配比与工艺是提升其抗老化性能的有效途径。

5.3 通用场景下改性聚酯面料选型与抗老化研究案例

针对通用户外场景，选取聚酯切片为原料，添加纳米二氧化

化钛与苯并三唑类紫外线吸收剂，共混纺丝制备改性纤维，经高密度纺织与浸轧整理制成面料，兼顾经济性与耐候性。

采用加速老化（120天）与自然暴露（2年）结合测试，结果显示，加速老化后色牢度达3-4级，拉伸强度下降16%；自然暴露2年后仍保持良好性能，生产成本仅为亚克力面料的60%，性价比显著。

该案例验证了改性聚酯面料在通户外场景的适配性，复合改性是提升其抗老化性能的高效经济手段。

5.4 高端场景下氟碳纤维与亚克力复合面料研究案例

针对高端场景，采用氟碳纤维为表层、亚克力面料为底层，经专用复合工艺制备面料，兼顾耐候性、透气性与手感。

采用加速老化（200天）与自然暴露（5年）结合测试，结果显示，加速老化后无褪色脆化，拉伸强度下降率≤5%；自然暴露5年后性能稳定，耐紫外线达UV-5级，使用寿命达15年以上，综合性能优于单一材料。

该案例验证了复合面料在高端场景的适配性，材料复合是提升面料综合抗老化性能的重要方向。

6 耐紫外线户外装饰面料的性能优化措施

针对材料性能短板，从材料改性、涂层处理、工艺改进三方面优化，提升耐候性与使用寿命。

6.1 材料改性优化

通过添加功能助剂或化学改性提升性能：聚酯添加抗紫外线剂、抗氧化剂及柔软剂，改善耐紫外线与耐低温性能；PE采用交联、接枝改性，增强耐紫外线与力学强度；PVC优化稳定剂与增塑剂配比，添加防霉剂，减少增塑剂迁移与霉变；亚克力添加抗污、抗静电剂，提升综合使用性能，控制助剂添加量以保证性能均衡。

参考文献：

- [1] 李逢华.防紫外线面料的开发与性能测试[J].纺织检测与标准,2025,11(02):11-13.
- [2] 宫楹.防紫外线面料的开发与工艺探讨[C]//纺织行业生产力促进中心,中国纺织科学研究院,北京纺织工程学会.'2001 功能性纺织品及纳米技术应用研讨会论文集.深圳市龙飞纺织工业有限公司,;2001:102-104.
- [3] 李芳,姚丽娜.协和研发出高效隔温抗紫外线面料[J].纺织服装周刊,2014,(13):83.
- [4] 刘丽,冯瑜,潘莲君,等.影响防晒衣防紫外线性能的因素分析[J].中国纤检,2025,(10):54-56.

6.2 涂层处理优化

在面料表面涂覆功能涂层形成防护屏障，阻挡紫外线、水分与污染物侵蚀。氟碳涂层耐候性最优，适合高耐候需求；聚氨酯涂层可提升PVC面料透气性与柔韧性；丙烯酸涂层能优化亚克力面料抗污性与色牢度。涂层处理需控制厚度与均匀度，避免脱落，确保防护稳定性。

6.3 工艺改进优化

纺织工艺上，采用高密度纺织提升面料致密性与力学强度；后整理工艺上，通过预缩处理提升尺寸稳定性，采用抗污、防霉整理增强耐污防霉能力，热定型处理提升耐温性能，减少环境因素导致的性能衰减，结合材料特性优化工艺参数，实现性能全面提升。

7 结论与展望

7.1 结论

本文围绕耐紫外线户外装饰面料的材料选型与抗老化性能展开研究，得出以下结论：一是户外面料老化主要受紫外线、温湿度等因素影响，核心性能需满足耐紫外线、抗老化等要求，不同场景需求存在差异；二是亚克力面料耐候性最优，改性聚酯面料性价比最高，PVC、PE、氟碳纤维面料各有适配场景；三是选型需遵循适配性、性能均衡等原则，经多环节筛选评估确定最优材料；四是材料改性、涂层处理、工艺改进可有效提升面料耐候性与使用寿命。

7.2 展望

未来可从四方面展开研究：一是研发兼具耐候性、经济性、环保性的新型材料；二是优化改性与涂层技术，降低成本，推动高端材料普及；三是开展长期实地测试，完善选型与优化方案；四是结合智能化技术，开发自修复、自清洁功能面料，推动行业向高质量、绿色化发展。