

汽车内饰非织造布组织结构优化与强力提升技术

杨钰 祝鑫发

翰詮特种纺织品(平湖)有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8820

[摘要] 为解决汽车内饰非织造布在长期服役过程中耐磨性能不足、力学强力衰减快、易起毛起球等技术难题,从非织造布组织结构与力学性能的内在关联出发,系统研究组织结构参数调控、纤维配伍优化、成型工艺协同改进和后整理强化的主要技术途径。通过重构纤维交织网络、优化纱线(纤维束)配置和工艺参数,使汽车内饰非织造布的耐磨性能、断裂强力及撕裂强力得到协同提升,明确各环节的作用机理和调控规律,满足汽车内饰对材料轻量化、高耐用性、环保性的核心需求。

[关键词] 汽车内饰非织造布;组织结构;耐磨性能

Optimization and Strength Enhancement Technology for Automotive Interior Nonwoven Fabric Structure

Yang Yu Zhu Xinfu

Hanquan Special Textiles (Pinghu) Co., Ltd

[Abstract] To address technical challenges such as insufficient wear resistance, rapid mechanical strength degradation, and susceptibility to pilling during long-term service of automotive interior nonwoven fabrics, this study systematically investigates key technological approaches—including structural parameter optimization, fiber compatibility improvement, collaborative refinement of forming processes, and post-finishing reinforcement—by examining the intrinsic relationship between fabric structure and mechanical properties. Through restructuring the fiber interweaving network, optimizing yarn (fiber bundle) configurations, and adjusting process parameters, the wear resistance, tensile strength, and tear strength of automotive interior nonwoven fabrics were significantly enhanced. The study elucidates the underlying mechanisms and control principles of each technical component, meeting the core requirements for lightweight, high durability, and environmental sustainability in automotive interiors.

[Key words] automotive interior nonwoven fabric; tissue structure; wear resistance;

汽车内饰非织造布广泛应用于汽车座椅、顶棚、门板、地毯、隔音棉等核心部件,其耐磨性能、力学强力直接决定内饰件的服役寿命、使用安全性及驾乘体验。当前汽车产业向轻量化、高端化、环保化转型,对内饰非织造布的性能要求愈发严苛,传统汽车内饰非织造布因组织结构设计不合理、纤维配伍不当、成型工艺调控滞后等问题,普遍存在耐磨等级低、强力衰减快、易老化、起毛起球等缺陷,难以满足中高端汽车内饰的使用需求。因此,开展汽车内饰非织造布组织结构优化与强力提升技术研究,剖析组织结构与耐磨、强力性能的内在关联,建立科学完善的优化技术体系,对推动汽车内饰纺织品产业升级、助力汽车轻量化发展具有重要的学术价值和工程意义。

1 汽车内饰非织造布耐磨与强力性能的影响因素

1.1 组织结构的内在影响机制

非织造布的组织结构(纤维交织密度、纤维排列方向、孔隙结构、缠结程度)是决定其耐磨性能和力学强力的核心因素,与机织物的经纬交织不同,非织造布通过纤维之间的缠结、粘合或缝合形成整体结构,纤维的交织状态直接影响材料的受力传递效率和磨损过程。纤维交织密度过高会导致材料刚性增大、柔韧性下降,贴合汽车内饰曲面时易断裂,同时表面摩擦阻力增大,加速磨损;交织密度过低则会造成纤维滑移明显,结构松散,受力时易产生局部破损,强力衰减加快。

纤维排列方向对非织造布的力学性能影响显著,汽车内饰

不同部件对强力方向的需求不同，纤维定向排列可提升对应方向的强力，无序排列则能实现各向同性，但强力整体偏低。孔隙结构与耐磨、强力性能密切相关，合理的孔隙尺寸可平衡材料的透气性与结构稳定性，孔隙过大易导致纤维脱落、起毛起球，孔隙过小则会增加摩擦阻力，加速表面磨损^[1]。纤维缠结程度直接决定非织造布的结构完整性，缠结过松易导致纤维分离，缠结过紧则会降低材料柔韧性，增加断裂风险。

1.2 纤维特性与纤维束结构的作用效应

纤维的物理化学性质是汽车内饰非织造布耐磨、强力性能的物质基础，结合汽车内饰轻量化、环保、低气味的要求，纤维的强度、模量、耐磨性、耐老化性及环保性直接决定非织造布的服役性能。汽车内饰非织造布常用纤维包括涤纶、丙纶、粘胶纤维及再生纤维，其中涤纶纤维因强度高、耐磨性好、耐老化性优良，成为主流原料；丙纶纤维轻量化优势明显，可降低内饰整体重量；再生纤维则符合环保趋势，可实现资源循环利用。纤维的分子结构、表面特性影响纤维间的结合力和摩擦系数，表面粗糙的纤维可增强缠结效果，提高结构稳定性和耐磨性。

纤维束（或纱线）是非织造布组织结构的基本单元，其线密度、捻度、截面形态直接影响非织造布的性能。纤维束线密度需与内饰部件需求匹配，线密度过大易导致材料表面粗糙、柔韧性不足，线密度过小则会降低强力和耐磨性。捻度的合理调节可提高纤维束的结构稳定性，过高捻度会使纤维束刚性增大，过低捻度则易导致纤维松散、脱落。且特殊截面形态（如异形、中空）的纤维束可改善材料的透气性、耐磨性，同时减轻重量，符合汽车轻量化需求。复合纤维束结构可整合不同纤维的优势，如涤纶-丙纶复合纤维束，既能保证强力和耐磨性，又能实现轻量化，为非织造布性能提升提供支撑^[2]。

1.3 成型与后整理工艺的调控作用

成型工艺是汽车内饰非织造布结构成型的关键环节，常用成型方式包括针刺、水刺、热粘合等，工艺参数的调节直接影响非织造布的组织结构完整性和性能稳定性。针刺工艺中，针刺密度、针刺深度、针型的合理搭配决定纤维的缠结程度，针刺密度过高易造成纤维损伤，降低强力；针刺密度过低则缠结不充分，结构松散。水刺工艺通过高压水流使纤维相互缠结，水流压力、水刺距离、喷水板孔径影响纤维缠结均匀性，水刺压力过大易导致纤维断裂，压力过小则缠结效果不佳。热粘合工艺中，粘合温度、压力、时间决定纤维间的粘合强度，温度过高易导致纤维熔融降解，温度过低则粘合不牢固，影响强力和耐磨性。

后整理工艺是改善汽车内饰非织造布耐磨性能和力学强力的重要补充，同时需满足内饰材料低气味、环保、易清洁的

要求。物理后整理（如轧光、磨毛）可改善材料表面平整度，减少起毛起球，提高耐磨性；化学后整理（如抗磨整理、抗静电整理）可在纤维表面形成保护膜，增强纤维耐磨性和纤维间的粘合强度，同时赋予材料抗静电、易清洁等功能。后整理工艺参数需与非织造布的组织结构、纤维特性相匹配，避免过度整理导致材料柔韧性下降、气味超标，实现耐磨性能、强力与环保性的协同提升。

2 汽车内饰非织造布组织结构优化技术

2.1 纤维交织网络的优化设计

纤维交织网络的优化是提高汽车内饰非织造布耐磨性能和力学强力的主要方法，其关键在于通过调节纤维交织规律、缠结程度来达到受力分布均匀化、磨损损耗最小化、材料柔韧性和轻量化的目的。根据汽车内饰不同部件的性能要求（座椅面料耐磨、透气，顶棚面料轻质、挺括），优化纤维交织密度和缠结程度，避免局部交织过密或者过疏，使材料受力时应力均匀分布，降低局部磨损和强力衰减风险。

根据不同的内饰部件设计出不同的交织网络，座椅、地毯等易磨损部件用中高密度交织结构，增加纤维缠结点数，提高结构稳定性、耐磨性；顶棚、门板等非直接接触部件用中低密度交织结构，在保证基本强力的基础上减轻重量、提高柔韧性。采用新型交织模式（分层交织、定向缠结等），打破传统非织造布无序交织的局限性，改善材料表面状态，减小摩擦接触面积，减缓磨损速度，优化受力传递路径，提高力学承载能力。

2.2 纤维排列与密度的精准调控

纤维排列与密度的精准调控是优化汽车内饰非织造布组织结构、提升性能的重要环节，需结合内饰部件的受力特点和使用需求，实现纤维排列方向、交织密度的协同匹配。企业可建立纤维排列方向与部件受力方向的对应关系，如座椅面料纵向（人体受力方向）采用定向排列纤维，提升纵向强力；横向采用无序排列，保证柔韧性和贴合性。通过调节交织密度平衡材料的致密性、柔韧性与轻量化，避免密度过高导致材料刚性增大、重量增加，避免密度过低导致结构松散、性能不足。

改善纤维排列均匀性，减少因排列不均造成的受力失衡和局部磨损。采用精准的纤维铺网技术，保证纤维在铺网过程中分布均匀，受力时各纤维共同承担外力，提高材料整体强力；针对易磨损部位（如座椅边缘、地毯踩踏区），局部增加纤维密度，提高耐磨性能，非关键部位适当降低密度，实现性能与成本、重量的平衡。同时，通过调节纤维孔隙结构，优化材料的透气性和结构稳定性，兼顾驾乘舒适性与耐用性。

2.3 多层复合组织结构的构建

多层复合组织结构的构建是突破传统单层非织造布性能局限，实现耐磨、强力与功能协同提升的关键途径，契合汽车

内饰材料多功能化需求。根据功能分区理念,构建“外层耐磨、中层承力、内层舒适/隔音”的多层复合结构,适配汽车内饰不同部件的功能需求:外层采用高耐磨纤维(如涤纶)和致密交织结构,提高表面抗磨损能力,同时具备易清洁特性;中层采用高强纤维(如高强涤纶)和定向交织结构,承担主要受力,提升材料整体强力;内层采用柔软纤维(如粘胶、再生纤维)和疏松交织结构,提升驾乘舒适性,同时兼具隔音、吸振功能。

优化多层复合结构的层间连接方式,保证层间结合紧密,防止服役过程中层间滑移导致性能衰减。采用层间缠结、热粘合等连接方式,增强层间结合力,使层间受力协同传递,提高材料整体力学性能。同时,对各层组织结构参数进行协同优化,使各层性能相互匹配,避免层间性能差异过大造成的应力集中,延长材料服役寿命。多层复合结构的设计需兼顾结构合理性与生产可行性,适配规模化成型工艺,同时控制整体重量,满足汽车轻量化要求。

3 汽车内饰非织造布强力提升的关键技术路径

3.1 纤维配伍与纤维束结构的优化

纤维配伍的改善是提升汽车内饰非织造布强力的前提,要依据内饰部件性能要求以及环保需求,挑选恰当的纤维种类并调节混纺比例,达成性能上的互相补充。优先采用高强度、高模量、耐老化涤纶纤维为基材,保证材料的力学承载能力及耐用性;适量加入丙纶纤维来降低材料的重量,实现轻量化;加入再生纤维来提高环保性,符合汽车产业绿色发展的趋势。通过改变纤维混纺比例来达到强力、耐磨、柔韧、轻量化的平衡,建立科学合理的纤维配伍体系。

纤维束结构的优化是充分发挥纤维性能的前提,用改善纤维束成型工艺的方法来提高纤维束的强力和结构稳定性。改善纤维束捻度,使纤维束具有足够结构强度的同时保持适当的柔韧性,防止捻度过高造成刚性增大、柔韧性变差或者捻度过低造成纤维松散、脱落。企业可以调节纤维束线密度,按照内饰部件的受力情况以及轻量化要求来选取合适的线密度规格,使得纤维束既能够承受外力,又不会加重材料的重量。

3.2 成型工艺的协同改进

成型工艺协同改进是提高汽车内饰非织造布强力的主要方法,需要对针刺、水刺、热粘合等主流成型方式的工艺参数进行优化,减少纤维损伤,提高纤维缠结/粘合质量。针刺工艺中,优化针刺密度、针刺深度、针型,采用渐进式针刺方式,减少纤维断裂,提高纤维缠结效果,提高材料结构稳定性、强力;水刺工艺中,精确控制水流压力、水刺距离、喷水板孔径,保证纤维缠结均匀,防止局部缠结不足或纤维损伤;热粘合工艺中,优化粘合温度、压力、时间,使纤维牢固粘合,防止纤维熔融降解,保证材料强力、环保。

加强成型过程中张力控制、铺网均匀性,保证非织造布结构均匀、受力均衡。采用精准的张力调节系统,实时监测并调节纤维铺网、成型过程中张力,防止张力波动造成纤维排列不均、受力失衡,提高材料强力的均匀性。优化铺网工艺,采用交叉铺网、定向铺网相结合的方式,改善纤维排列规律,提高材料各向力学性能,适应汽车内饰不同部件的受力要求。同时对成型设备进行优化升级,减少设备磨损对纤维和材料性能的影响,提高成型质量。

3.3 后整理强化技术的应用

后整理强化技术是进一步提高汽车内饰非织造布强力、耐磨性能的重要补充,同时需满足内饰材料低气味、环保、易清洁、抗静电等附加需求。物理后整理技术中,轧光工艺可改善材料表面平整度,减少起毛起球,提高耐磨性和表面光洁度;磨毛工艺可提升材料柔软度,增强驾乘舒适性,同时不影响材料强力。化学后整理技术中,采用环保型抗磨整理剂,在纤维表面形成保护膜,增强纤维耐磨性和纤维间的粘合强度,提高材料力学强力;加入抗静电整理剂,赋予材料抗静电性能,避免灰尘吸附,便于清洁;采用低气味整理工艺,控制材料气味排放,满足汽车内饰环保要求。

根据纤维特性和组织结构,可定制化设计后整理方案,精准控制整理剂用量、整理温度和时间,保证整理效果的稳定性和持久性,避免过度整理导致材料柔韧性下降、气味超标。同时,通过后整理工艺改善材料的耐老化性能,延长汽车内饰非织造布的服役寿命,降低更换成本。

4 结论

通过纤维交织网络优化、纤维排列与密度调控、多层复合结构构建等组织结构优化技术,可实现汽车内饰非织造布耐磨性能、力学强力与轻量化、环保性的协同提升,满足中高端汽车内饰的使用需求,为汽车内饰非织造布产业升级提供技术支撑。

[参考文献]

[1]杨倩,张如全.汽车吸声非织造材料的制备与性能[J].上海纺织科技,2020,48(05):29-32.

[2]周锦涛,汪泽幸,李婧.环保型汽车用非织造材料的应用现状与发展趋势[J].产业用纺织品,2018,36(10):26-29.

作者简介:杨钰,出生年月:1972年10月,男,汉族,籍贯:浙江省台州市三门县,学历:大专,现有职称:中级工程师,研究方向:汽车内饰材料研发;

祝鑫发,出生年月:1983年3月,男,汉族,籍贯:嘉兴桐乡,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:汽车内饰材料研发。