

汽车座椅用织物耐磨性能测试方法的对比分析

彭 雪¹ 吴双全¹ 陈 华²

1. 旷达汽车饰件系统有限公司, 江苏 常州 213169;
2. 常州旷达纺织科技发展有限公司, 江苏 常州 213162

摘 要: 为对比分析汽车座椅用织物耐磨性能的测试方法, 选取机织平布、机织提花布和针织布 3 种典型织物与海绵复合, 制备汽车座椅用织物, 再采用马丁代尔法、Taber 法、肖伯尔法、平面磨耗法和 MIE 法等 5 种方法进行耐磨性能测试。通过构建关于灰色对比度与磨损面描述的综合评分体系, 量化比较各方法的磨损程度, 并分析各测试方法与实际使用场景的对应关系。结果表明: 同一织物不同测试方法的耐磨性结果差异显著, 这与不同测试方法的摩擦原理、加载方式和磨料特性各异, 导致不同方法凸显织物失效模式不同有关。马丁代尔法适合模拟长期乘坐时的多方向累积磨损; Taber 法适合模拟砂砾嵌入后的碾压磨削; 肖伯尔法适合模拟坐姿扭转、起身等小面积旋转摩擦; 平面磨耗法适合模拟上下车时的单向滑动摩擦; MIE 法适合模拟较低负荷拉伸状态下较长时间的轻微摩擦, 其磨损作用相对最温和。研究为汽车座椅用织物耐磨测试方法的选择提供了依据, 并指出评价汽车座椅用织物耐磨性能时, 可根据材料实际的使用场景选择或组合相应的测试方法, 以更全面地反映材料在实际使用中的耐磨表现。

关键词: 汽车座椅用织物; 耐磨性能; 马丁代尔法; Taber 法; 肖伯尔法; 平面磨耗法; MIE 法; 综合评分体系

中图分类号: TS107

文献标志码: A

文章编号: 1004-7093(2026)05-0048-06

Comparative analysis of abrasion resistance test methods for automotive seat fabrics

Peng Xue¹, Wu Shuangquan¹, Chen Hua²

1. Kuangda Automotive Trim System Co., Ltd., Changzhou 213169, Jiangsu, China;

2. Changzhou Kuangda Textile Technology Development Co., Ltd., Changzhou 213162, Jiangsu, China

Abstract: To comparatively analyze the abrasion resistance test methods for automotive seat fabrics, three typical fabrics – woven plain fabric, woven jacquard fabric, and knitted fabric – were selected and composited with foam to prepare automotive seat fabric samples. Five test methods, namely the Martindale method, the Taber method, the Schopper method, the flat abrasion method, and the MIE method, were employed for abrasion resistance testing. A comprehensive scoring system based on grey contrast and worn surface description was constructed to quantitatively compare the abrasion degrees of the different methods, and the correlation between each test method and actual service condition was analyzed. The results showed that, significant differences in abrasion resistance were

收稿日期: 2026-02-24

作者简介: 彭雪, 女, 1981 年生, 工程师, 主要从事汽车内饰纺织品、皮革的测试及标准制修订工作, xue.peng@kuangdacn.com

observed for the same fabric when different test methods were applied. This was attributed to the distinct friction mechanisms, loading modes, and abrasive characteristics of the various methods, which led to different failure modes being highlighted. The Martindale method was found to be suitable for simulating multi-directional cumulative abrasion during prolonged seating; the Taber method was suitable for simulating rolling abrasion with embedded sand or gravel; the Schopper method was suitable for simulating small-area rotational friction during seated twisting and rising; the flat abrasion method was suitable for simulating unidirectional sliding friction during getting on and off the vehicle; and the MIE method was suitable for simulating mild friction under low load and stretched state over a prolonged period, with the mildest abrasion effect among all methods. The study provides a basis for the selection of abrasion resistance test methods for automotive seat fabrics, and indicates that when evaluating the abrasion resistance of automotive seat fabrics, the corresponding test method(s) can be selected or combined according to the actual service condition of the material, so as to more comprehensively reflect the abrasion performance of the material under real-world usage.

Keywords: automotive seat fabric; abrasion resistance; the Martindale method; the Taber method; the Schopper method; the flat abrasion method; the MIE method; comprehensive scoring system

交通工具用纺织品是产业用纺织品的重要分支,需满足独特的使用性能要求。在汽车产业“新四化”浪潮的推动下,汽车正逐渐由“代步工具”转变为“第三生活空间”^[1],消费者对驾乘空间的要求越来越高,舒适、环保、美观、耐用、易打理等成为现代汽车内饰设计的主流方向。其中,耐磨性是决定汽车座椅用织物耐用性的关键指标^[2-3],因此在产品开发初期的材料筛选阶段,织物耐磨性被列为核心评价指标之一。目前,就国内外车企来看,汽车座椅用织物耐磨性的测试主要涉及 5 种方法,分别是马丁代尔法、Taber 法、肖伯尔法、平面磨耗法和 MIE 法^[4-5],对应的执行标准依次为 GB/T 21196.2—2025《纺织品 马丁代尔法织物耐磨性的测定 第 2 部分:试样破损的测定》、ASTM D3884-22 *Standard Guide for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Rotary Platform Abrader Method)*、GB/T 42942—2023《汽车内饰用纺织材料 肖伯尔耐磨试验方法》、JASO M 403-1988 *Test Method for Flat Abrasion of Automotive Interior Materials* 和 D44 1073-2013 *Trim Materials-Wear by Friction*。

本研究选取 3 种典型的汽车座椅用织物,分别采用上述 5 种方法进行耐磨性能测试,并通过构建综合评分体系量化、比较各方法造成的磨损程度,分析其与实际使用场景的对应关系,旨在为汽车座椅

用织物耐磨性能测试方法的合理选择提供依据。

1 测试准备及测试方法

1.1 测试仪器、光源及灰卡

JH902-964 (1609) 型马丁代尔耐磨仪,英国 James H. Heal 公司生产;5135 型 Taber 耐磨仪,美国 Taber 公司生产;Frank 11401 型肖伯尔耐磨仪,德国 Frank 公司生产;PA-300A 型平面磨耗仪,日本大荣公司生产;MIE 耐磨仪,法国 EMI Développement 公司生产。

Spectralight III 光源箱(美国 Macbeth 公司生产)和 GB/T 250—2008 灰卡。

1.2 试样准备及测试环境

选取 3 种典型结构的织物——机织平布、机织提花布及针织布作为面层,分别与海绵复合得到 3 层结构的汽车座椅用织物,编号分别为 1[#]、2[#]、3[#]。3 种面层织物的原料皆为涤纶,其具体规格参数见表 1。海绵密度为 35 kg/m³,复合后汽车座椅用织物厚度为 3 mm。

测试前,根据 GB/T 6529—2008《纺织品 调湿和试验用标准大气》标准,测试样先在温度(20±2)℃、相对湿度(65±4)%的标准大气环境中平衡 24 h。然后,在此环境中展开耐磨性测试。

表 1 面层织物规格参数

Tab. 1 Specification parameters of surface fabrics

试样名称	规格参数
机织平布	经纱为涤纶拉伸变形丝(DTY),线密度 55.0 tex,密度 280 根/(10 cm);纬纱为涤纶空气变形丝(ATY),线密度 42.0 tex,密度 180 根/(10 cm)
机织提花布	经纱为涤纶 DTY,线密度 33.3 tex,密度 350 根/(10 cm);纬纱为涤纶 DTY,线密度 30.0 tex,密度 280 根/(10 cm)
针织布	经编织物,4 把梳栉参与成圈,纱线分为面纱和底纱。面纱为涤纶 DTY,线密度 11.1 tex;底纱为涤纶 DTY,线密度 8.3 tex。织物横密为 190 纵行/(10 cm)、纵密为 240 横列/(10 cm)

1.3 测试方法

1.3.1 马丁代尔法

参照 GB/T 21196.2—2025 标准展开马丁代尔法织物耐磨性测试。每种汽车座椅用织物各裁取 3 块直径 38 mm 的圆形试样,磨料采用直径 140 mm 的平纹羊毛布。测试时,设置测试压力为 12 kPa,摩擦次数为 35 000,摩擦轨迹为李莎茹图形。

测试结束后评价试样磨损面的灰色等级,检查并记录试样表面的磨损情况。测试结果取 3 块试样中磨损最严重者的数据。

1.3.2 Taber 法

参照 ASTM D3884-22 标准展开测试。每种汽车座椅用织物各裁取 3 块直径 105 mm 的圆形试样,并在试样中间剪取直径 6 mm 的孔,摩擦介质选用 CS-10 砂轮。测试时,设置测试压力为 9.8 N,摩擦次数为 1 000。

测试结束后评价试样磨损面的灰色等级,检查并记录试样表面的磨损情况。测试结果取 3 块试样中磨损最严重者的数据。

1.3.3 肖伯尔法

参照 GB/T 42942—2023 标准展开测试。每种汽车座椅用织物各裁剪 3 块面积为 100 cm² 的圆形试样,防水砂纸磨料粒度约 38 μm(400 目),试验压力为 10 N,摩擦次数为 1 000。

测试结束后评价试样磨损面的灰色等级,检查并记录试样表面的磨损情况。测试结果取 3 块试样中磨损最严重者的数据。

1.3.4 平面磨耗法

参照 JASO M403-1988 标准进行测试。每种汽车座椅用织物纵横向各剪裁 3 块 70 mm×300 mm 的矩形试样,摩擦介质为棉帆布,摩擦头半径为 10 mm。测试时,设置测试压力为 9.8 N,摩擦行程为 140 mm,摩擦次数为 10 000。

测试结束后评价试样磨损面的灰色等级,检查并记录试样表面的磨损情况。测试结果取 6 块试样中磨损最严重者的数据。

1.3.5 MIE 法

参照 D44 1073-2013 标准进行测试。每种汽车座椅用织物纵横向各剪裁 3 块 110 mm×800 mm 的矩形试样,摩擦介质为斜纹羊毛布。测试时,设置测试压力为 49 N,测试时间为 8 h。

测试结束后评价试样磨损面的灰色等级,检查并记录试样表面的磨损情况。测试结果取 6 块试样中磨损最严重者的数据。

2 综合评分体系的构建

为量化、比较不同测试方法造成的磨损程度,本研究建立了一套综合评分体系。

2.1 灰色对比度评分

依据 GB/T 250—2008《纺织品 色牢度试验 评定变色用灰色样卡》,将灰色对比度 1~5 级分别转换为 1.0~5.0 分,中间等级以 0.5 分计,如 2-3 级记为 2.5 分。

2.2 磨损面评分

磨损面多采用语言描述,包含起毛、起球、发白、断纱等因素。本研究借鉴李克特量表原理,结合 GB/T 4802.1—2008《纺织品 织物起毛起球性能的测定 第 1 部分:圆轨迹法》标准中关于起毛起球程度的 5 级分类法,并参考汽车座椅用织物实际使用中的外观验收阈值,构建了 6 级磨损面评分规则(表 2),将语言描述性评价转化为数值。评分由 2 名经过专业培训的评价者独立完成,以保证规则的可重复性。当试样存在多个磨损特征时,取最低分项(即最严重特征)用于磨损面的评分。对于具有方向性的测试方法(如平面磨耗法、

MIE 法),取经向和纬向中得分最低者用于该试样 磨损面的评分。

表 2 磨损面评分规则

Tab. 2 Scoring rules for wear surfaces

等级/级	评分/分	磨损现象描述
1	10.0	织物表面无肉眼可见变化(无断纱、起毛、起球、磨白、光泽变化等现象)
2	8.0	织物表面几乎没有明显变化(无断纱,有轻微起毛,无起球,有轻微磨白,无光泽变化等现象)
3	6.0	织物表面轻微变化(无断纱,有明显起毛,无起球,有明显磨白,有光泽轻微变化等现象)
4	4.0	织物表面明显变化(无断纱,有中度起毛、轻微起球、中度磨白、光泽明显变化等现象)
5	2.0	织物表面严重变化(有少量断纱、严重起毛、明显起球、中度磨白、光泽中度变化等现象)
6	0	织物表面极端变化(有大量断纱、严重起毛、严重起球、严重磨白、光泽严重变化等现象)

2.3 综合得分

综合得分满分 15.0 分,由灰色对比度评分与磨损面评分相加得到。其中,灰色对比度评分范围为 1.0~5.0 分,磨损面评分范围为 0~10.0 分。同一方法不同试样,得分越高者耐磨性越好,得分越低者耐磨性越差。同一试样不同方法,得分高的测试方法其作用相对温和,得分低的测试方法其作用相对严苛。

3 结果与讨论

3.1 耐磨性能测试结果及分析

3 种试样 5 种方法测得耐磨性能结果及综合得分如表 3 所示。其中,平面磨耗法和 MIE 法的灰色对比度评分和磨损面评分都取经向和纬向 2 个方向中的最低分。

表 3 耐磨性能测试结果及综合评分

Tab. 3 Test results and comprehensive scores for abrasion resistance

试样	测试方法	灰色对比度 评级/级	灰色对比度 评分/分	磨损面评价	磨损面 评分/分	综合得分/ 分
1 [#]	马丁代尔法	2	2.0	无断纱、起球、光泽变化,有中度起毛,有明显磨白	4.0	6.0
	Taber 法	3	3.0	无断纱、起球、光泽变化,有明显起毛,有轻微磨白	6.0	9.0
	肖伯尔法	2	2.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有轻微磨白	8.0	10.0
	平面磨耗法	2-3	2.5	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有明显磨白	6.0	8.5
	MIE 法	4	4.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有轻微磨白	8.0	12.0
2 [#]	马丁代尔法	3-4	3.5	无断纱、起毛、起球、磨白、光泽变化	10.0	13.5
	Taber 法	4	4.0	无断纱、起球、光泽变化,有明显起毛,有轻微磨白	6.0	10.0
	肖伯尔法	3	3.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有明显磨白	6.0	9.0
	平面磨耗法	4	4.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有轻微磨白	8.0	12.0
	MIE 法	4	4.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有轻微磨白	8.0	12.0
3 [#]	马丁代尔法	2	2.0	无起球、光泽变化,有断纱,有明显起毛,有中度磨白	2.0	4.0
	Taber 法	3-4	3.5	无断纱、起球、光泽变化,有明显起毛,有轻微磨白	6.0	9.5
	肖伯尔法	3	3.0	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有明显磨白	6.0	9.0
	平面磨耗法	2-3	2.5	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有中度磨白	4.0	6.5
	MIE 法	3-4	3.5	无断纱、起球、光泽变化,有轻微起毛,有轻微磨白	8.0	11.5

分析表 3 可知:同一织物不同方法测得耐磨性结果差异显著。1[#]试样综合得分表现为 MIE 法>肖伯尔法>Taber 法>平面磨耗法>马丁代尔法;2[#]试样综合得分表现为马丁代尔法>MIE 法=平面磨耗法>Taber 法>肖伯尔法;3[#]试样综合得分表现为 MIE 法>Taber 法>肖伯尔法>平面磨耗法>马丁代尔法。这

与不同测试方法的摩擦原理、加载方式和磨料特性各异有关。不同织物对不同测试方法的敏感程度不同。3[#]试样马丁代尔法的综合得分仅为 4.0 分,磨损面出现了断纱,这可能与其线圈结构易发生纱线滑移和应力集中有关,也说明该织物对多方向累积磨损较为敏感;而其 Taber 法的综合得分为 9.5 分,

表现尚可。两者得分的差异表明,不同方法可能凸显织物不同的失效模式。再进一步分析发现,5种测试方法中,3种试样 MIE 法的综合得分保持最高或第二高,说明 MIE 法对试样的磨损相对最温和。其他4种方法对不同结构的面层织物磨损程度表现不一。2#试样不同测试方法得到的综合得分普遍高于1#试样和3#试样,表明其耐磨性更好。

3.2 各测试方法磨损分析

3.2.1 马丁代尔法——模拟长期乘坐时的多方向累积磨损

马丁代尔法采用轨迹为李莎茹曲线的平面运动对织物表面产生全方位的弯曲、拉伸与摩擦作用,摩擦方向持续变化且轨迹高度重叠,能较好地模拟长期乘坐所产生的累积磨损,其复杂、多方向的运动轨迹能有效反映乘客身体与座椅面料之间无规律且持续的日常摩擦。因此,当需要评价织物在长期使用中的综合耐久性时,马丁代尔法是较为合适的选择。其可模拟实际使用过程中材料受到多方向的摩擦力作用,且测试区域全面、均匀^[6]。

3.2.2 Taber 法——模拟砂砾嵌入后的碾压磨削

Taber 法通过旋转使砂轮与试样形成线接触,接触应力高但磨损轨迹重复性较低,可用于模拟砂砾嵌入座椅面料后面料受人体碾压磨削的场景。该方法由于采用砂轮作为磨料,所造成的磨损通常比实际使用场景更为剧烈,测试周期短,适合材料快速筛选。

3.2.3 肖伯尔法——模拟坐姿扭转与起身时的摩擦

肖伯尔法采用旋转式摩擦测试耐磨性。测试时,固定于钝角圆锥夹头上的试样以一定转速在正切方向与磨料接触,其损伤集中于试样表面一定区域内。该方法可用于模拟人体反复落座、起身、滑动、扭转时臀部、背部等部位产生的集中旋转性摩擦,尤其适用于驾驶座等接触频繁扭转的场景。

3.2.4 平面磨耗法——模拟上下车时的单向滑动摩擦

平面磨耗法以单向或双向平面往复摩擦为主,模拟反复、线性的刮擦磨损。其摩擦方式与乘客上下车时身体与座椅边缘、门板等部位发生的单一方向线性摩擦高度吻合。此外,该方法还适用于评价织物在特定方向上的耐磨性能。如

表3中1#试样和3#试样,两者平面磨耗法的综合得分(8.5分和6.5分)均低于肖伯尔法的综合得分(10.0分和9.0分),说明这2种织物对单向线性摩擦的耐受性相对较差。该方法操作简便,测试时间短^[7]。

3.2.5 MIE 法——模拟拉伸状态下的轻微摩擦

MIE 法采用柔性磨料(如羊毛布)在较低负荷条件下模拟轻微性摩擦作用,且摩擦行程较长,适用于评价材料处于拉伸状态时表面的耐磨性及起毛倾向。如乘客就座时,人体压力使座椅面料产生拉伸形变,随后座椅面料与衣物之间会发生温和摩擦,这正是 MIE 法所模拟的使用场景。从表3可见,所有试样经 MIE 法测得的综合得分均较高(11.5~12.0分),说明该方法磨损程度较轻。

4 结论

针对3种典型的汽车座椅用织物,采用马丁代尔法、Taber 法、肖伯尔法、平面磨耗法和 MIE 法等5种方法进行耐磨性能测试,发现同一织物对不同测试方法的敏感程度不同,测得的耐磨性结果差异显著,这与不同测试方法的摩擦原理、加载方式和磨料特性各异,导致不同方法凸显织物失效模式不同有关。其中,MIE 法在5种测试方法中对试样的磨损作用相对最温和。2#试样不同测试方法得到的综合得分普遍高于1#试样和3#试样,表明其耐磨性更好。

不同耐磨性能测试方法对应不同的实际使用场景:马丁代尔法适合模拟长期乘坐时的多方向累积磨损;Taber 法适合模拟砂砾嵌入后的碾压磨削;肖伯尔法适合模拟坐姿扭转、起身等小面积旋转摩擦;平面磨耗法适合模拟上下车时的单向滑动摩擦;MIE 法适合模拟较低负荷拉伸状态下较长时间的轻微摩擦,其磨损作用相对最温和。因此,在评价汽车座椅用织物耐磨性能时,建议根据材料实际的使用场景选择或组合相应的测试方法。如:需评价综合耐久性,可优先采用马丁代尔法;若重点考察上下车摩擦场景,推荐采用平面磨耗法;对于涉及坐姿扭转和起毛倾向的织物评估,推荐选用肖伯尔法和 MIE 法。多种测试方法组合更能全面反映材料在实际使用中的耐磨表现。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] 龚杜弟, 李梦楠. 汽车用纺织品的应用现状及发展趋势[J]. 纺织导报, 2021(8): 22-27.
- [2] 章锋宇, 许亚萍, 杨震. 浅析纺织品耐磨性能标准测试方法(双轮磨法)[J]. 中国纤检, 2018(7): 86-88.
- [3] 于洁, 周艳, 张佩华. 卡车座椅用纺织品耐磨性影响因素研究[J]. 国际纺织导报, 2011, 39(2): 71-72.
- [4] 林鸿扬. 纺织品耐磨性的检测分析[J]. 轻工标准与质量, 2014(4): 72-73.
- [5] 李彬, 黄江玲, 谢静雅, 等. 汽车座椅 PVC 革耐磨性影响因素研究[J]. 皮革科学与工程, 2019, 29(4): 40-43.
- [6] 陈大志, 曾董超, 闵宝乾. 鞋面材料耐磨性能的三种试验方法比较[J]. 皮革科学与工程, 2013, 23(6): 50-53.
- [7] 张宝杰, 宋雁鸣, 王大森. 肖伯尔耐磨仪[J]. 天津纺织科技, 2014(1): 59-60.
- [7] 张敏, 李碧婵, 陈良壁. 羧甲基纤维素/聚乙二醇/聚丙烯酸高吸水性树脂制备及其溶胀性研究[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2014, 29(4): 23-25.
- [8] BUCKLEY D J, BERGER M, POLLER D. The swelling of polymer systems in solvents. I. Method for obtaining complete swelling-time curves[J]. Journal of Polymer Science, 1962, 56(163): 163-174.
- [9] BAGDE S, ROHERA B D. Modification of the swelling behavior of a hydrophilic polymer as an approach to maintaining a constant gel layer thickness[J]. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 2024, 92: 105294.
- [10] MONDAL D, NAIR A M, MUKHERJI S. Volatile organic compound sensing in breath using conducting polymer coated chemi-resistive filter paper sensors[J]. Medical & Biological Engineering & Computing, 2023, 61(8): 2001-2011.
- [11] KAPPERT E J, RAAIJMAKERS M J T, TEMPELMAN K, et al. Swelling of 9 polymers commonly employed for solvent-resistant nanofiltration membranes: a comprehensive dataset [J]. Journal of Membrane Science, 2019, 569: 177-199.
- [12] KANG D S, YANG S Y, LEE C Y. Fabrication of innocuous hydrogel scaffolds based on modified dextran for biotissues [J]. Carbohydrate Research, 2022, 522: 108699.
- [13] MU B N, YU X Q, SHAO Y Y, et al. Complete recycling of polymers and dyes from polyester/cotton blended textiles via cost-effective and destruction-minimized dissolution, swelling, precipitation, and separation[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2023, 199: 107275.
- [14] MU B N, SHAO Y Y, MCBRIDE L, et al. Rapid fiber-to-fiber recycling of poly (ethylene terephthalate) and its dye from waste textiles without damaging their chemical structures [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2023, 197: 107102.
- [15] ÇEPER T, MOHOTTI S W, LANGE L X, et al. Polyampholyte hydrogels with pH-dependent swelling for controlled catch and release of model dyes[J]. Organic Materials, 2024, 6(1): 1-11.

