

织物手感客观评价方法及其在卫生护理用非织造材料领域的应用

王惠婷¹ 白雪莹¹ 朱媛媛¹ 刘诗仪² 田媛³ 张显涛⁴ 张寅江¹ 邹专勇¹

1. 绍兴文理学院 纺织科学与工程学院, 浙江 绍兴 312000;
2. 绍兴福清卫生用品有限公司, 浙江 绍兴 312000;
3. 浙江中纺标检验有限公司, 浙江 绍兴 312000;
4. 振德医疗用品股份有限公司, 浙江 绍兴 312035

摘要: 织物手感是消费者判断纺织面料品质的重要依据, 其对纺织品的设计与开发有着深远的影响。通过系统梳理织物手感客观评价方法的研究历程, 阐述织物手感主客观评价方法, 介绍当前织物手感客观评价方法在卫生护理用非织造材料领域的应用, 指出未来织物手感评价的发展趋势。研究结果可为织物手感评价方法在非织造领域的应用提供理论与实践指导。

关键词: 织物手感; 客观评价方法; 卫生护理用非织造材料; 柔软度; 硬挺度; 纸尿裤; 湿巾; 面膜基布

中图分类号: TS 177

文献标志码: A

文章编号: 1004-7093(2025)03-0011-06

Objective evaluation methods for fabric handfeel and their application in the field of nonwovens for hygiene care

Wang Huiting¹, Bai Xueying¹, Zhu Yuanyuan¹, Liu Shiyi², Tian Yuan³, Zhang Xiantao⁴,
Zhang Yinjiang¹, Zou Zhuanyong¹

1. School of Textile Science and Engineering, Shaoxing University, Shaoxing 312000, Zhejiang, China;
2. Shaoxing Fuqing Health Products Co., Ltd., Shaoxing 312000, Zhejiang, China;
3. Zhejiang Textile Standard Inspection Co., Ltd., Shaoxing 312000, Zhejiang, China;
4. Zhende Medical Co., Ltd., Shaoxing 312035, Zhejiang, China

Abstract: The fabric handfeel is an important basis for consumers to judge the quality of fabrics, and it has a profound impact on the design and development of textiles. By systematically sorting out the research process of objective evaluation methods for fabric handfeel, elaborating the subjective and objective evaluation methods for fabric handfeel, and introducing the current applications of objective evaluation methods for fabric handfeel in the field of nonwovens for hygiene care, the development trends of future evaluation methods for fabric handfeel were pointed out. The research results could provide theoretical and practical guidance for the application of fabric handfeel

基金项目: 浙江省科技厅领雁研发攻关计划项目(2022C01SA691301); 中国纺织工业联合会科技指导性项目(2024029); 绍兴文理学院-浙江大学绍兴研究院联合科研资助基金项目(2023LHLG008); 绍兴市产业关键技术攻关专项项目(2024B13006); 绍兴文理学院研究生科研课题(Y20220702)

收稿日期: 2024-12-17

作者简介: 王惠婷, 女, 1999 年生, 在读硕士研究生, 研究方向为纺织材料与纺织品设计, a15095205509@163.com

通信作者: 张寅江, 副教授, 主要研究方向为纺织新技术与功能型纺织品设计开发, zyjdhdx201@hotmail.com

evaluation methods in the field of nonwovens.

Keywords: fabric handfeel; objective evaluation method; nonwoven for hygiene care; softness; stiffness; disposable diaper; wet wipe; mask base fabric

织物手感主观评价是基于人手触摸、抓捏织物的感觉,以及观察织物外观得到的印象,而作出的一种综合评价,其对消费者选择织物产品偏好有重要影响^[1]。传统织物手感主观评价方法为“一摸二捏三抓四看”,评价结果易受主观感受与周围环境如温湿度等因素影响^[2]。只有当样品之间区别较大时,织物手感主观评价结果才具有可靠性,这是因为主观评价难以准确区分影响织物手感水平的各项客观参数^[3-4]。

鉴于此,为弥补织物手感主观评价的缺陷,自20世纪20年代起,研究人员着手研究织物手感的客观评价方法,即利用机器模拟人手触摸织物,获得与织物低应力形变相关的物理量,进而转化为可量化的手感指标。客观评价解决了主观评价稳定性欠佳、可交流性差等问题^[5-6]。当前,非织造材料在卫生护理领域应用广泛,其在使用过程中会频繁与人体皮肤接触,故其手感特性尤为重要^[7-8]。

本文将系统梳理织物手感客观评价方法的研究历程,阐述织物手感主客观评价方法,介绍当前织物手感主客观评价方法在卫生护理用非织造材料领域的应用,指出未来织物手感评价的发展趋势,以期对织物手感评价方法在非织造材料领域的应用提供理论与实践指导。

1 织物手感客观评价方法的研究历程

1926年,Binns^[9]首次对纺织品的手感问题提出研究。1930年,Peirce^[10]推出一套包含柔性刚度、压缩、摩擦及延展性能测试的力学测量设备。1951年,Hoffman等^[11]利用不同的测试装置探索织物手感评价方法,并基于测量的织物物理指标描述织物手感。1958年,Kakiage^[12]基于织物载荷-厚度关系表征织物手感,发现得出的手感值与多人实测的平均手感值一致。1968年,Kitazawa等^[13]构建了一种表征厚重织物性能特征的模型,所测性能参数涵盖与织物手感相关的力学行为,这为建立织物力学性能与织物手感间的关联提供了可能。1972年,

日本加藤铁工株式会社(现加藤技研株式会社)基于川端季雄的设计思路,研制出KES-F织物风格仪,利用测量的织物物理性能客观评价织物风格。1978年,改进的KES-FB织物风格仪问世^[14]。1980年前后,我国研发出YG821型织物风格测量仪。其不仅能收集织物的多项物理指标,还可对织物的风格做出评价^[15]。20世纪末,澳大利亚联邦科学和工业研究机构(CSIRO)在KES-FB织物风格仪的基础上研发出FAST织物风格测量仪。该仪器在保留核心测试功能的基础上,优化了测试流程,精简了指标数量,测试效率大幅提升^[16]。21世纪初,潘宁^[17]研制出PhabrOmeter[®]织物手感测试仪。该仪器能从织物中提取手感初始数据,包括相对手感风格值、手感风格特征值(如刚韧度、表面粗糙度、柔软度)和视觉风格特征值(如褶皱回复率、悬垂系数)等。此后,织物手感测试技术快速发展。美国SDL Atlas公司与香港理工大学联合研制出FTT织物触感测试仪。该仪器基于单测多指标原理实现了织物物理性能的快速量化,模拟了肌肤接触织物时的感受^[18]。东华大学与南通宏大实验仪器有限公司共同研发出CHES-FY织物触感风格测试仪。该仪器基于三点梁弯曲原理,通过单次测量即可获得织物的质量及弯曲、摩擦、压缩、拉伸、剪切等性能参数,实现了原位组合表征织物的硬挺度等风格特征^[19]。德国Emtec公司开发出TSA柔软度分析仪。该仪器利用旋翼刀头旋转摩擦样品时生成的纵横向音频谱图,同时结合样品的面密度与厚度等信息,运用算法分析得出样品综合手感值^[20]。另外,还有学者^[21-22]采用多元化物理性能测试方法,探究了织物物理属性与感官体验之间的联系。

2 织物手感评价方法

2.1 主观评价方法

织物手感主观评价方法是基于人的主观感受评定织物手感的,具体可分为秩位法、一对比较法、绝对判断法与语意评定法等^[23-25]。主观评价结果受

评价者精神状态、经验,以及接触部位敏感程度等因素影响。此外,评价人员在经验和解决问题方面的差异也会导致评价结果不同。

织物手感主观评价时,需先设计织物手感评价表及标准样品,然后根据要求挑选手感评价人员,最后对手感评价结果进行有效性检验与分析。

2.2 客观评价方法

织物手感客观评价方法即通过仪器模拟人手触摸织物,使织物产生形变,并将获得的织物物理量转化为可量化的手感指标。客观评价能避免主观评价的缺陷,是当前评价织物手感的主要方法^[26]。常见的织物手感客观评价仪器有 KES-FB 织物风格仪、FAST 织物风格测量仪、PhabrOmeter[®] 织物手感测试仪、TSA 柔软度分析仪、Handle-O-Meter 手感柔软度仪、单面压缩测试仪、织物硬挺度仪、FTT 织物触感测试仪、CHES-FY 织物触感风格测试仪等。

2.2.1 KES-FB 织物风格仪

KES-FB 织物风格仪由拉伸与剪切性能测试仪(FB1)、弯曲性能测试仪(FB2)、压缩性能及厚度测试仪(FB3)、摩擦及表面粗糙度测试仪(FB4)组成,可对 16 项物理指标进行测试^[27]。

2.2.2 FAST 织物风格测量仪

FAST 织物风格测量仪可对常见的 20 项物理指标进行测试,其较 KES-FB 织物风格仪操作更简单,实用性更强^[28]。

2.2.3 PhabrOmeter[®] 织物手感测试仪

PhabrOmeter[®] 织物手感测试仪通过将模拟人手触摸织物时产生的感官特性转化为可量化的数据,一次性获取多项指标(包括柔软度、表面粗糙度及刚度等),具有效率高与响应快速的显著优势^[29]。

2.2.4 TSA 柔软度分析仪

TSA 柔软度分析仪先基于模拟人手触摸织物时的感受,客观测量织物的微观表面变化(柔软度)、宏观表面变化(表面粗糙度)和硬挺度,再通过特殊算法将这 3 项参数整合成织物手感值,并据此预测织物的手感性能^[30]。

2.2.5 Handle-O-Meter 手感柔软度仪

Handle-O-Meter 手感柔软度仪是基于悬臂梁试验推导出的一种织物柔软度测量仪器,操作简便。测试时,待测样品置于测试槽开口处,探针由上而下将样品压入槽内,扭力杆与感应器精确侦测样品相

对探针移动所产生的阻抗力,并以数值的形式显示。而该值即为织物手感值^[31]。

2.2.6 单面压缩测试仪

单面压缩测试仪通过测试盘与织物接触,测定低张力条件下张紧样品的接触与变形特征,得到织物的主体压缩硬度、压缩功及压缩比功等参数。其中,主体压缩硬度反映了织物在受压状态下变形的难易程度,压缩功与压缩比功反映了织物表面纤维压缩的难易程度^[32]。

2.2.7 织物硬挺度仪

织物硬挺度仪基于经典的力学弯曲理论,通过测量织物在特定条件下的弯曲长度,进而转化为织物的弯曲刚度,并据此评估织物的硬挺度。其能从侧面反映织物的刚柔性能^[15]。

2.2.8 FTT 织物触感测试仪

FTT 织物触感测试仪基于仿生学设计和多物理量协同测量,通过模拟人手触摸织物的力学、热学及表面交互行为,将测得的客观物理指标转化为可量化的主观触感参数^[33]。

2.2.9 CHES-FY 织物触感风格测试仪

CHES-FY 织物触感风格测试仪通过模拟对手对织物施以拉、压、捏、揉、搓等动作,测试织物的弯曲、压缩、摩擦、拉伸等性能,并基于得出的具体指标综合判定织物手感。其能较好地体现织物风格,测试结果的重现性与稳定性高^[19]。

3 织物手感评价方法在卫生护理用非织造材料领域的应用

随着非织造材料产业的不断发展,其产品性价比优势凸显。卫生护理用非织造材料如纸尿裤、湿巾、面膜基布等,使用时多与人体皮肤直接接触,故其触感舒适性对产品品质至关重要。对非织造材料进行手感评价,再结合消费者满意度与偏好分析,可为企业开发消费者喜爱的产品提供指导。

3.1 纸尿裤

柔软、轻薄已成为当前纸尿裤行业的主流趋势^[34]。纸尿裤在使用过程中,面层与人体皮肤直接接触,因此面层触感在一定程度上决定着纸尿裤产品的舒适性。王娅^[35]采用 KES-FB 织物风格仪测试发现,由蚕丝纤网和热风聚烯烃系(ES)纤网复合并经水刺加固的蚕丝/ES 非织造材料,柔软蓬松且

具有暖感,其相比普通纸尿裤更为柔软、舒适。Tilouche 等^[36]统计消费者需求后发现,触感舒适性决定纸尿裤品质,其还根据消费者偏好与可取性进行建模,开发出有效数学模型,用于指导婴幼儿纸尿裤制造商开发符合客户偏好的产品。Yokura 等^[37]利用 KES-FB 织物风格仪测量纸尿裤接触层力学与表面性能参数,发现纸尿裤接触层手感可通过相关计算式进行预测,其中表面粗糙度是评估纸尿裤手感的有效指标。

3.2 湿巾

在擦拭领域,非织造湿巾相比传统毛巾织物更为柔软舒适,吸液性好,且兼具卫生、便利等优势,能避免交叉感染^[38-39]。Zhang 等^[40]利用 TSA 柔软度分析仪测试以木浆纤维和 Danufil 纤维为原料的可分散湿巾,发现随着木浆纤维含量或 Danufil 纤维长径比的增加,湿巾柔软度增加,表面粗糙度提高。邓超^[41]利用 TSA 柔软度分析仪研究了水刺压力、纤维素纤维质量分数及纤维截面形状对水刺非织造材料综合手感值的影响。吴桃桃^[42]使用织物硬挺度仪测试了 11 种非织造湿巾,发现纤维含量及材料结构决定了材料的弯曲刚度。

3.3 面膜基布

面膜是一种可在短时间内为皮肤补充水分和微量营养成分的美容快消品。柔软舒适、轻盈贴服且具备高液体承载能力的面膜基布,未来发展空间广阔^[43-44]。解柳艳等^[45]使用织物硬挺度仪测试了由不同线密度聚乳酸纤维与黏胶纤维制成的针刺面膜基布的柔软度,发现采用针刺法加固的面膜基布具有良好的柔软性。樊晓燕等^[46]使用织物硬挺度仪测试了市面上常见的水刺面膜基布的柔软度,发现面密度为 30 g/m^2 、质量比为 20/80 的壳聚糖/天丝水刺非织造材料纵向弯曲刚度最低,柔软性最好。Zhao 等^[47]采用 KES-FB 织物风格仪测量了由热塑性聚酯弹性体纤维和聚酯纤维复合再经水刺加固制备的新型面膜基材的柔软度,发现与黏胶纤维/聚酯纤维面膜基材相比,该面膜基材柔软性明显提升,但随着聚酯纤维含量的增加,面膜基材厚度增加,柔软性变差。

4 总结与展望

织物手感评价可为织物舒适性研究提供科学依

据,其对纺织品的设计与开发有着深远的影响。本文系统梳理了织物手感客观评价方法的研究历程,阐述了织物手感主客观评价方法,并介绍了当前织物手感客观评价在卫生护理用非织造材料领域的应用。由于非织造材料的手感客观评价研究还处于初始阶段,存在较多的问题需要解决,未来可重点关注以下方面:

(1) 测评仪器与方法需与纺织品种类相适应。尽管现有织物手感评价方法众多,但均用于评价传统贴肤穿着的面料。实际上,卫生护理用非织造材料更注重材料的柔软度、表面粗糙度,以及材料整体的硬挺性、塑弹性等特性,而现有评价方法往往未予考虑。因此,需结合卫生护理用非织造材料使用场合与贴肤情况,开发与之对应的新型评价方法,提高不同纺织品手感评价结果的有效性。

(2) 实现复杂背景下快速、准确评价。现有织物手感评价受测评环境、设备条件及测试人员状态等多方面因素影响,难以满足复杂环境下高效、批量化的商业测评要求。因此,需开发能有效、快速消除外界环境变化影响的织物手感评价方法,提升织物手感评价的准确性。

(3) 实现主客观评价结果一致。主观评价是仪器客观评价织物手感的重要依据。随着数字化技术水平的提升,深度学习技术逐渐被引入手感评价的研究中。提升手感客观评价数据与主观评价数据匹配的准确性,实现主客观评价结果一致,对织物真实手感的快速获取具有重要意义。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] 胡吉永. 基于触觉认知的织物质感的形成机理研究[D]. 上海: 东华大学, 2008.
- [2] 冯丽娟, 马晓丽, 郑家春, 等. 织物手感客观评价方法的研究[J]. 染整技术, 2021, 43(8): 58-62.
- [3] MOGAHZY Y, KILINC F S, HASSAN M. Developments in measurement and evaluation of fabric hand[M]//Effect of mechanical and physical properties on fabric hand. Amsterdam: Elsevier, 2005: 45-65.

- [4] ABU-ROUS M, LIFTINGER E, INNERLOHINGER J, et al. A new physical method to assess handle properties of fabrics made from wood-based fibers [J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017, 254(14): 142001.
- [5] DENT R W. An analysis of fabric ‘hand’ and ‘feel’ [J]. International Nonwovens Journal, 2000, 9(1): 11-17.
- [6] 孙妍, 应芬, 邵慧奇, 等. 基于 PhabrOmeter[®] 研究车用经编面料手感与其结构参数的关系 [J]. 纺织科学与工程学报, 2022, 39(4): 47-51.
- [7] AHIRWAR M, BEHERA B K. Fabric hand research translates senses into numbers: a review [J]. The Journal of the Textile Institute, 2022, 113(11): 2531-2548.
- [8] 张寅江, 王荣武, 靳向煜. 湿法水刺可分散材料的结构与性能及其发展趋势 [J]. 纺织学报, 2018, 39(6): 167-174.
- [9] BINNS H. The discrimination of wool fabrics by the sense of touch [J]. British Journal of Psychology, 1926, 16(3): 237-247.
- [10] PEIRCE T F. The “handle” of cloth as a measurable quantity [J]. Journal of the Textile Institute Transactions, 1930, 21(9): 377-416.
- [11] HOFFMAN R M, BESTE L F. Some relations of fiber properties to fabric hand [J]. Textile Research Journal, 1951, 21(2): 66-77.
- [12] KAKIAGE S. A method of expressing fabric hand [J]. Journal of the Textile Machinery Society of Japan, 1958, 4(1): 59-61.
- [13] KITAZAWA S, SUSAMI K. Mechanical properties related to the handle of heavy fabrics [J]. Journal of the Textile Machinery Society of Japan, 1968, 14(6): 196-203.
- [14] KAWABATA S, NIWA M, ITO K, et al. Application of objective measurement to clothing manufacture [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 1990, 2(3): 18-33.
- [15] 于伟东. 纺织材料学 [M]. 2 版. 北京: 中国纺织出版社, 2018.
- [16] MINAZIO G P. FAST-fabric assurance by simple testing [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 1995, 7(2/3): 43-48.
- [17] 潘宁. 一套用于织物感官性能评价的新型测量仪器系统 [J]. 纺织导报, 2012(3): 101-104.
- [18] 王芹. 内衣面料触觉舒适性的数字化评价研究 [D]. 北京: 北京服装学院, 2020.
- [19] 孙懿, 杜赵群, 刘萧. 新型织物风格测量仪 CHES-FY 纺织品手感风格评价仪 [J]. 纺织检测与标准, 2017, 3(6): 1-5.
- [20] WANG Y, DE ASSIS T, ZAMBRANO F, et al. Relationship between human perception of softness and instrument measurements [J]. Bioresources, 2019, 14(1): 780-795.
- [21] SUN F X, DU Z Q, ZHENG D M, et al. *In-situ* characterization of handle characteristics of suiting woven fabrics by a simultaneous measurement method [J]. Textile Research Journal, 2019, 89(13): 2522-2531.
- [22] SUN Y, ZHANG M Y, LIU G, et al. Measurement of fabric handle characteristics based on the quick-intelligent handle evaluation system for fabrics (QIHES-F) [J]. Textile Research Journal, 2019, 89(16): 3374-3386.
- [23] SENTHIL K P, PUNITHA V. An overview of nonwoven product development and modelling of their properties [J]. Journal of Textile Science & Engineering, 2017, 7(4): 1000310.
- [24] 岳静. 丝织物手感的认知评价及预测模型研究 [D]. 苏州: 苏州大学, 2015.
- [25] 张超. 不同织物风格评价体系对新型超仿棉纤维织物风格的评价与比较研究 [D]. 北京: 北京服装学院, 2013.
- [26] 张华, 高燕, 张杰. 锦/棉混纺织物手感评价 [J]. 上海纺织科技, 2020, 48(9): 57-59.
- [27] 周建萍, 陈晟. KES 织物风格仪测试指标的分析及应用 [J]. 现代纺织技术, 2005, 13(6): 37-40.
- [28] 李南. FAST-织物性能快速测试系统 [J]. 河南纺织高等专科学校学报, 2001, 13(4): 3-5.
- [29] 张兵, 李年华, 许冬梅, 等. 织物柔软度测试评价的研究进展 [J]. 合成纤维, 2022, 51(2): 17-21.
- [30] SUN H W, ZHANG H, ZHEN Q, et al. Large-scale preparation of polylactic acid/polyethylene glycol micro/nanofiber fabrics with aligned fibers *via* a post-drafting melt blown process [J]. Journal of Polymer Research, 2022, 29(8): 319.
- [31] 秦子轩. 聚乳酸超细纤维材料的非溶相共混熔喷制备、柔软表征及贴肤性应用研究 [D]. 郑州: 中原工学院, 2024.
- [32] 陈光林, 敖利民, 钱程. 医疗卫生用非织造材料柔软性测试方法分析 [J]. 产业用纺织品, 2019, 37(9):

- 40-44.
- [33] LIAO X, LI Y, HU J Y, et al. A simultaneous measurement method to characterize touch properties of textile materials [J]. *Fibers and Polymers*, 2014, 15 (7): 1548-1559.
- [34] 赫连晓伟. 非织造布在纸尿裤复合吸收体中的新应用 [J]. *纺织检测与标准*, 2023, 9(3): 5-7.
- [35] 王娅. 蚕丝纸尿裤面层材料的开发及性能研究 [D]. 上海: 东华大学, 2014.
- [36] TILOUCHE R, DEBBABI F, SAYEB S, et al. Development of a new global quality index for evaluating baby diaper customer desirability: a useful tool for manufacturer [J]. *The Journal of the Textile Institute*, 2021, 112(12): 2021-2038.
- [37] YOKURA H, NIWA M. Objective hand measurement of nonwoven fabrics used for the top sheets of disposable diapers [J]. *Textile Research Journal*, 2003, 73(8): 705-712.
- [38] AJMERI J R, AJMERI C J. Developments in nonwoven materials for medical applications [J]. *Advances in Technical Nonwovens*, 2016: 227-256.
- [39] HADA J S. New trends in non-woven wet wipes [J]. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, 2020, 6(9): 89-96.
- [40] ZHANG Y, DENG C, WANG Y, et al. A new dispersible moist wipe from wetlaid/spunlace nonwoven: development and characterization [J]. *Journal of Industrial Textiles*, 2019, 48(7): 1136-1150.
- [41] 邓超. 长/短纤混合湿法成型水力缠结非织造材料的制备、可分散机理及性能研究 [D]. 上海: 东华大学, 2019.
- [42] 吴桃桃. 湿巾用水刺非织造材料工艺与性能的研究 [D]. 上海: 东华大学, 2009.
- [43] 刘飞艳, 辛明, 陈洪忠, 等. 山东省面膜类化妆品生产企业质量管理状况调查研究 [J]. *轻工标准与质量*, 2024(3): 37-40.
- [44] 杨娇, 周友娥, 周灯学. 面膜基材现状研究及监管建议讨论 [J]. *口腔护理用品工业*, 2024, 34(3): 32-34.
- [45] 解柳艳, 王洪, 朱军. 面膜膜布用聚乳酸纤维针刺法非织造布的制备及其性能评价 [J]. *产业用纺织品*, 2023, 41(4): 21-27.
- [46] 樊晓燕, 吴海波, 刘万军. 水刺面膜基布的性能测试及评价 [J]. *纺织科学与工程学报*, 2023, 40(4): 6-11.
- [47] ZHAO Y, CHEN R R, NI R Y, et al. Fabrication and characterization of a novel facial mask substrates based on thermoplastic polyester elastomer fibers [J]. *The Journal of the Textile Institute*, 2020, 111(8): 1231-1237.

地球是人类共同家园，

也是人类到目前为止唯一的家园。

珍爱地球，从我做起！