

袜类产品的吸湿速干功能评价标准探讨

张伟强, 李苏, 谭万昌, 刘艺龙, 叶剑辉, 吕慧

(安踏(中国)有限公司, 福建 泉州 362212)

摘要:通过对纺织品湿传导过程的分析, 结合人体穿用服装、袜子时微气候环境的不同, 分析了现有吸湿速干功能评价标准用于袜类产品评价时的局限性所在, 进而提出了袜类产品的吸湿速干功能评价标准。标准提出了吸湿性、吸水性、排汗性3个方面的考核项目, 同时通过对袜类样品测试结果的分析, 结合人体活动时的泌汗率数据, 对考核项目提出了具体的指标评价建议。

关键词:袜类产品; 评价标准; 吸湿速干; 排汗

中图分类号: TS 187

文献标志码: B

文章编号: 1000-4033(2014)11-0071-04

Discussion on Evaluating Standards for Moisture Absorbing and Fast-dry Socks

Zhang Weiqiang, Li Su, Tan Wanchang, Liu Yilong, Ye Jianhui, Lv Hui

(Anta(China) Co., Ltd., Quanzhou, Fujian 362212, China)

Abstract: Through analyzing the theory and practice of moisture permeability of fabrics, and combining with micro climate environment differences for garment and socks wearing, this paper analyzes the limitations of existing Moisture Absorbing and Fast-dry standard, and then puts forward the more suitable evaluating standards, including moisture absorption, water absorption and sweat transferring. At the same time, through the analysis of socks' testing results, combined with human sweating rate data, this paper gives the suggested indices for testing items.

Key words: Socks; Evaluating Standard; Moisture Absorbing and Fast-dry; Sweat Transfer

纺织品吸湿速干功能作为服用舒适性之一, 各专家学者对其性能的分析及生产技术的控制已有大量的研究报道^[1-3]。从对技术分析报道的回顾发现, 多数的研究是基于服用穿着, 即对服装(上衣、裤子)的吸湿速干功能的研究分析, 对于袜类产品, 该功能的研究则相对较少。袜类产品的穿着使用与服装产品存在一定的差别, 现有的纺织品吸湿速干标准在评估上存在一定的局限性。因此, 有必要在现有标准的基础上, 单独建立适合评价袜类产品的吸湿速干功能的标准。

1 纺织品吸湿速干功能评价标准现状

目前, 针对纺织品吸湿速干功能的测试方法较多, 且大多以服用舒适性为出发点, 一类通过测试热、湿传导来表征, 如 ISO 11092、ASTM E96、ASTM D1518 等; 另一类以测试织物上的水分传输来表征, 如 JIS L1096、JIS L1907、AATCC 79、FZ/T 01071、GB/T 12704.1 等。这两类均属于吸湿速干功能的相关测试方法与标准。

吸湿速干功能的整体评价标准, 目前主要有 GB/T 21655.1—2008

《纺织品 吸湿速干性的评定 第 1 部分: 单项组合试验法》、GB/T 21655.2—2009《纺织品 吸湿速干性的评定 第 2 部分: 动态水分传递法》和中国台湾功能纺织品技术规范 FTTS-FA-004《吸湿排汗纺织品验证规范》、中国台湾纺拓会标准 TTF 007《吸湿速干纺织服饰品》。这类评价标准采用单个项目组合的方式对吸湿速干功能进行整体评价, 对构成整体评价标准的单个项目分别制定评价指标, 通过衡量受试样品与指标要求的符合程度, 判断样品所具备的功能优劣

作者简介: 张伟强(1986—), 男, 工程师。主要从事纺织品质量检测及标准等相关工作。

性。由于对标准认可程度不同,也有一些企业通过制定企业标准来进行产品品质管控和检验接收。

2 袜类产品吸湿速干功能评价标准的建立

2.1 鞋腔微环境气候与服装微环境气候差异

对于服装产品而言,处在标准服装气候^[4]时人体较舒适,即:温度 $(32\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $(50\pm 10)\%$ 、气流 $(25\pm 15)\text{ cm/s}$ 左右。一旦偏离这个范围,人就会感到不适。

足部皮肤虽然只占全身总面积的 7%,但人体汗腺的 40%却分布在脚部^[5]。施凯^[6]认为,当鞋内湿度超过 80%时,穿着者有明显不适感,会希望脱掉鞋子。行云^[7]研究提出,最舒适的鞋内温度应为 24~32 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度应在 70%以下。弓太生等人^[8]指出人脚皮肤平均温度为 28~33 $^{\circ}\text{C}$,鞋腔内相对湿度在 40%~60%时,脚处于最舒适状态。

从以上研究可以看出,鞋腔微环境与服装微环境是存在一定差异的,因此对于织物的性能也应提出不同的要求。

2.2 湿传导通道

2.2.1 服装产品

人体皮肤汗腺释放汗液活动,在一般生理环境中并不会停止。在代谢水平低下时,汗液在汗腺孔内或汗腺孔附近蒸发成水汽,皮肤上不呈现润湿状态,称为无感出汗。在代谢水平较高时,汗液以液态水形式遍及皮肤表面,甚至流淌,称为有感出汗。无感出汗和有感出汗的湿传导通道是不同的,姚穆等人^[9]提出人体皮肤出汗经服装(织物)传导到外界空间的湿通道主要有 3 种类型:汗水以水汽的形式透过织物传导到外界;水汽在织物内部凝结成液态水,经织物内部传输到织物表面,靠表面蒸发转移到外界空

间;汗水以液态汗形式直接接触织物被吸收,经内部传导及其后的蒸发转移。由上述 3 种类型可以总结出,服装产品穿着时的湿传导过程如图 1a 所示。

2.2.2 袜类产品

与服装产品不同,袜类产品穿着时,足部的汗水蒸汽从皮肤经过袜子织物的吸附、传导蒸发进入鞋腔环境中,再由鞋子材料的吸附、内部传输向外界环境蒸发,如图 1b 所示。当鞋子材料并不具备优良的透气透湿性能时,随着足部泌汗的增加,汗水蒸汽在鞋内堆积而形成鞋内的相对高湿环境,湿度梯度的减小,减弱了袜子织物表面的蒸发作用。因此,同样是具有吸湿速干功能的材料,可能在服用上能感受到明显的速干体验,而制成袜类产品穿着在脚上时,就没有明显的速干体验了。

2.3 人体泌汗率

人体泌汗率的相关研究对吸湿速干功能各项考核要求的分析具有一定的参考意义。Nigel 等人^[10]

在对人体静止、运动状态下汗液的分泌率的研究中发现,人体不同部位的泌汗率存在较大的差别,其中 Ikeuchi and Kuno 的研究数据更接近着装状态下的泌汗情况,手掌和足底的泌汗率最大。Caroline 等人^[11]对运动状态下人体足部泌汗量做了研究,发现运动状态下,不同运动量的男、女性足部不同部位泌汗量均存在一定的差别。男性低强度跑步及高强度跑步时足部平均泌汗量分别约为 0.42、0.45 $\text{mg}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$;女性低强度跑步及高强度跑步时足部平均泌汗量分别约为 0.19、0.20 $\text{mg}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$ 。

2.4 评价标准的构成

陈东生在其所著的《服装卫生学》中将织物对气相水分和液相水分的传导做了区分和定义,见表 1。

由表 1 可知,吸湿性针对的是气相水分,吸水性针对的是液相水分。依据定义,将 GB/T 21655.1—2008、GB/T 21655.2—2009、FITS—FA—004、TTF007 各标准中的指标做如下分类,如表 2 所示。

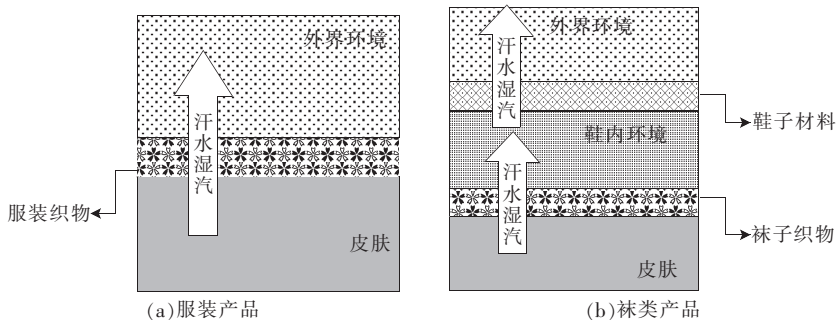


图 1 服装及袜子产品穿着时的湿传导过程

表 1 织物上的水分传递指标及定义

分类	指标	定义	考察方式
气相水分	吸湿性	纤维表面或内部吸附或吸收气相水分的特性	回潮率、含水率
	放湿性	纤维吸湿后向外界环境放湿的特性	—
	透湿性	衣料透过水蒸气的性质	透湿率
液相水分	吸水性	在纤维与纤维间的空隙、纱线与纱线间的空隙,影响衣料吸收或吸附液相水分的特性。	吸水速度;吊吸法、垂滴法、沉降法;平衡吸水量;静止法、最大吸水法、接触法
	放水性	织物吸收后的干燥难易	干燥时间

表2 各标准中对水分传递的测试指标

类别	GB/T 21655.1	GB/T 21655.2	FTTS-FA-004	TTF 007
气相水分	吸湿性	—	—	—
	放湿性	—	—	—
	透湿性	速干性(透湿量)	—	—
液相水分	吸水性	吸湿性(浸湿时间、滴水扩散时间);排汗性(单向传递指数);织物吸水速率(芯吸高度、液态水动态传递综合指数)	织物对水分扩散能力等级(20 s 扩散面积);综合速干性(单向传递指数)	芯吸高度
	放水性	速干性(蒸发速率)	织物干燥速率等级(40 min 残余水分率)	干燥速率

2.4.1 吸湿(或吸水)性

由表2可知,现行的几个标准,采用测试液相水分的相关项目来表征吸湿功能,其实评估的是吸水功能,对于气相水分则无相关的考核项目。因此,较为全面地评估织物吸附水分的能力应从吸湿性和吸水性两个方面进行。

皮肤表层存在汗液堆积时会抑制皮肤的正常泌汗,影响人体蒸发散热,从而造成湿闷的不舒适感^[12]。袜品穿着使用时,受鞋腔的高湿环境影响,汗水蒸汽由袜子织物向外界的蒸发受阻,转而在织物内部堆积,同时鞋腔的高湿环境也使汗水蒸汽凝结成液态汗而附着在袜子织物上。因此,要想保持干燥的穿着体验,织物必须具有足够的吸湿、吸水能力。对于吸水速率,则评估的是织物对汗液的吸收快慢程度,现有的方法,如GB/T 21655.1—2008和GB/T 21655.2—2009中采用的都是液态水在自身重力下与织物的表面接触,通过观察水滴的润湿程度评估织物的吸水速率。实际穿着时,袜子以一定压力包裹皮肤,汗液不再是依靠自身的重力与织物接触,接触状态不同影响着液态水分子在织物表面的润湿程度。可知,现有的吸水速率测试方法与

袜子的实际穿着存在一定的偏离,不建议用于袜类产品的考核。

2.4.2 速干性

速干功能,主要考虑两类湿传导类型:一类是水分子以气态形式直接透过织物,扩散到外界环境中;另一类是水分子以液态形式在织物内部的传输,转移到织物表面,蒸发扩散到外界环境中。对于前者的评估,以透湿量的测试法为主;后者的评估则包括织物的表层蒸发和内部传导两部分。对于织物表层蒸发作用的评估有GB/T 21655.2—2009中的最大浸湿半径、液态水扩散速度,对于织物水分的内部传导有GB/T 21655.2—2009中的单向传递指数。也有综合评估速干功能的,如GB/T 21655.1—2008中的蒸发速率和FTTS-FA-004及TTF007中的干燥速率,通过测试织物吸水后放置单位时间内的质量变化率来评估。

织物上汗液的干燥过程包括汗液在织物内部的传输和织物表层的蒸发过程。织物的亲水(或疏水)性、蒸发表面积及织物所处的环境温湿度均会影响织物表层的汗液蒸发。服装产品穿着过程中,服装织物所处的外层为空气环境,内外两层存在较大的湿度差,有利

于汗液蒸发。与服装产品不同,袜子穿着所处的是高湿环境,袜子织物两侧无较大的湿度梯度,限制了其速干功能的体现。测试环境与实际穿着环境存在较大的偏离,因此,评估织物的透湿性及其表层的蒸发性能意义不大。

2.4.3 排汗性

有些文献将织物的排汗性等同于速干性^[13-14],GB/T 21655.2—2009则将织物的排汗性作为速干性的一部分,通过单向传递指数进行评价,评估织物内部水分子从浸水面传递到渗透面垂直方向上的传递能力。因此,对于织物的整个干燥过程,排汗性评估的仅是水分在织物内部的传输过程。实际穿着中,袜子织物因表面蒸发受到抑制而削弱了整体的速干功能,除对鞋子材料的透湿性能做相关的要求外,袜子本身从排汗性上进行提升,即提高织物内部对汗液的传输能力,将汗液由与皮肤接触的一面快速输送到织物表面,从而减少汗液在皮肤表面的堆积。由此可知,排汗性的提升将对提高织物整体速干功能起到一定的促进作用。

综上所述,构成袜类产品吸湿速干功能的评估项目有:吸湿性(回潮率);吸水性(吸水率、芯吸高度);排汗性(单向传递指数)。

3 测试与验证

本文采用7款经过不同吸湿速干功能处理的短袜进行测试,其中吸水率、芯吸高度依据GB/T 21655.1—2008标准测试,单向传递指数依据GB/T 21655.2—2009标准测试,测试结果见表3。

4 结果与分析

以男性高强度跑步为例,足部泌汗率 $0.45 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$,在持续跑步2 h的运动量下,足部泌汗量约为 $54 \text{ mg}/\text{cm}^2$ 。常规运动型袜子

表 3 短袜吸湿速干性相关指标测试数据

样品 编号	成分	吸水率/%		芯吸高度/mm		单向传递指数	
		洗前	洗后	洗前	洗后	洗前	洗后
1	棉、丙纶、氨纶	299	296	15	60	2 006.4	2 412.1
2	棉、丙纶、氨纶	330	301	35	125	2 438.1	2 644.6
3*	聚酯纤维、棉、锦纶、氨纶	304	286	140	150	1 604.2	1 593.3
4	聚酯纤维、棉、锦纶、氨纶	333	319	70	125	2 112.6	2 197.9
5	棉、丙纶、氨纶	297	260	100	125	1 419.2	1 606.0
6	棉、丙纶、氨纶	316	278	100	135	1 024.6	1 027.2
7*	聚酯纤维、棉、锦纶、氨纶	344	328	115	145	2 261.1	1 340.2

注：“*”代表袜子织物中添加了一定比例的吸湿速干功能纤维；单向传递指数 ≥ 300 ，为 5 级。

面料的克质量为 400 g/m^2 左右，依此推断，若将 2 h 分泌出的汗液全部吸收，此时织物的吸水率为 135%。吸水率越大，则吸附同等水分后织物的触感越干燥，因此标准 GB/T 21655.1 中吸水率的指标规定为 $\geq 200\%$ ，既要保证织物能将水分充分吸收，又要保证吸水后织物仍具有一定的干燥触感。由表 3 可知，虽然这 7 款短袜的功能处理不一样，但均具有良好的吸水能力。

由表 3 可知，洗后的测试结果相比洗前均有一定程度的提高，说明水洗过程改变了织物的缝隙和孔洞，对织物的毛细效应造成了一定的影响，尤其对于洗前的芯吸高度小于 100 mm 的样品最为明显，如 2# 袜子，洗后相比洗前提升了 2.6 倍之多。毛细效应的大小除了受织物上缝隙和孔洞的影响外，织物本身的材质也是关键因数，3#、7# 短袜中添加一定比例的吸湿速干纤维，其凹槽纤维截面促进了毛细效应的发生，因此整体的芯吸高度数值大于其他几款袜子。可知，芯吸高度 $\geq 100 \text{ mm}$ 是对影响织物毛细效应的整体因数的评估，该指标要求对织物的功能特性具有一定的鉴别作用。

芯吸高度项目评估的是织物沿纤维轴方向上的水分传输能力，

相比之下，单向传递指数则考虑的是垂直纤维轴方向上的水分传递能力。本文所用的 7 款袜子均为棉混纺织物，分析表 3 的测试数据可知，该 7 款袜子的排汗导湿功能优良。考虑到排汗功能仅是速干功能的一部分，汗水经织物内部的传导，最终还需由织物表面的蒸发来完成整体的速干功能，而棉纤维的亲水性也使得其与水分的结合更牢固，蒸发扩散反而难于疏水性纤维。因此，在选用亲水性纤维提高排汗功能的选择上应寻找一个平衡点，同时兼顾织物整体速干功能的实现。

5 结束语

现有的纺织品吸湿速干功能评价标准在袜类产品的使用上存在一定局限性，经过分析验证，在原纺织品吸湿速干评价标准的基础上，建议对袜类产品的吸湿速干功能采用如表 4 的项目进行评估。

表 4 袜类产品吸湿速干功能评价标准

功能	项目	指标要求
吸湿性	回潮率/%	暂无
吸水性	吸水率/%	≥ 200
	芯吸高度/mm	≥ 100
排汗性	单向传递指数	≥ 3 级

因此，制定合理可行的袜类产品吸湿速干功能评价标准，对消费者的使用和企业生产均有重要意义。

参考文献

- [1]王锐,张大省.吸湿速干舒适性纤维及织物[J].合成纤维工业,2002,25(5):44-46.
- [2]黄花.吸湿速干织物的性能研究[D].苏州:苏州大学,2010.
- [3]李金秀,周佩蓉,金敏.吸湿速干纺织品的测试评价[J].印染,2011(15):36-40.
- [4]陈东生.服装卫生学[M].北京:中国纺织出版社,2000.
- [5]邓启明.欲问鞋臭几时无 客家齐声问高科[J].西部皮革,2002(9):45.
- [6]施凯.基于温、湿度及足底压力分布的鞋类舒适性评价体系及测量装置研究[J].中国皮革,2009,38(11):20.
- [7]行云.鞋的舒适性与卫生学[J].中外鞋业,2000,8(2):93-95.
- [8]弓太生,金鑫.热湿传导与鞋的穿用舒适性[J].中国皮革,2003,32(18):124.
- [9]姚穆,施楣梧,蒋素婵.织物湿传导过程与结构的研究 第一报 织物的湿传导过程与结构的研究[J].西北纺织工业学院学报,2001,15(2):1-2.
- [10]NIGEL AS T, CHRISTIANO A M. Regional variations in transepidermal water loss, eccrine sweat gland density, sweat secretion rates and electrolyte composition in resting and exercising humans[J].Extreme Physiology & Medicine, 2013(2):4.
- [11]CAROLINE J S, CHRISTIANO A. MACHADO M, et al. Design data for footwear: sweating distribution on the human foot[J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2013(1):43-58.
- [12]薛广洲.人体的出汗与针织服装的液态湿舒适性能[J].针织工业,2002(4):122.
- [13]姜怀.功能纺织品开发与应用[M].北京:化学工业出版社,2012.
- [14]姜怀.常用/特殊服装功能构成、评价与展望[M].上海:东华大学出版社,2006.

收稿日期 2014 年 4 月 3 日