

# 防滑袜防滑性能检测方法的研究

曾文敏,沈悦明,王麟

(上海市质量监督检验技术研究院,上海 200040)

**摘要:**文章结合防滑袜产品的实际使用场景,通过对现有的摩擦系数测试标准进行研究,确定了采用静摩擦系数来表征防滑袜防滑性能的方法。通过试验选择合适的标准平面(摩擦介质)、接触面积和滑块质量作为防滑袜防滑性能的测试参数。根据确定的试验参数,对收集的防滑袜样品进行测试,分析试验数据发现,带硅橡胶面的袜底其静摩擦系数大于织物面的袜底,本试验方法可以有效地反映出防滑袜防滑性能。

**关键词:**防滑袜;防滑性能;摩擦系数;检测方法

**中图分类号:**TS 107 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-4033(2024)06-0079-04

## Testing Method of Slip-resistant Performance of Slip-resistant Socks

Zeng Wenmin, Shen Yueming, Wang Lin

(Shanghai Institute of Quality Supervision and Inspection Technology, Shanghai 200040, China)

**Abstract:**Based on the actual application of slip-resistant socks, this paper studies the existing testing standard of friction coefficient, and determines the static friction coefficient to represent the slip-resistant performance of slip-resistant socks. The suitable standard plane (friction medium), contact area and slider mass are selected as the test parameters of slip-resistant socks. According to the testing parameters, the sample of slip-resistant socks is tested. The static friction coefficient of the bottom with silicone rubber surface is found to be higher than that of the bottom with fabric surface. The testing method can effectively reflect the slip-resistant performance of slip-resistant socks.

**Key words:**Slip-resistant Socks; Slip-resistant Performance; Friction Coefficient; Testing Method

现今市面上的袜子产品种类丰富多样,随着人们对袜子功能性的追求,陆续出现了吸湿排汗袜、压力袜、保暖袜、防臭袜等多种功能性袜子,防滑袜就是其中一种新型的功能性袜子。防滑袜的使用场景非常广泛,比如居家使用、瑜伽运动穿着、蹦床运动穿着等。防滑袜是在袜底表面附着许多凸出的硅橡胶点或者硅橡胶块,这些硅橡胶材料可以有效地增加袜子与地面之间的摩擦力,从而达到理想的防滑效果。经过市场调研,防滑袜包括防滑地板袜、防滑瑜伽袜、儿童蹦床防滑袜、五趾防滑袜等多种

品类。经查询资料,袜子的主要产品标准有 FZ/T 73001—2016《袜子》<sup>[1]</sup>、FZ/T 73037—2019《针织运动袜》、FZ/T 73048—2013《针织五趾袜》等。然而,现如今并没有针对具有防滑性能袜子的国家标准及行业标准,相关主管部门缺少有效的监管手段,因而导致市场上的防滑袜产品质量参差不齐,不利于行业的持久及良性发展,也不利于消费者在遇到质量问题时的权益保障。因此,防滑袜防滑性能检测方法的研究以及建立一种切实有效的防滑袜防滑性能表征方法显得很有必

要。本文通过研究防滑袜防滑性能的试验方法和试验参数,最终确定了一种防滑袜防滑性能的检测方法。

### 1 试验

#### 1.1 试样准备

此次试验共收集了不同品牌的防滑袜样品 11 种,涉及品类包括防滑地板袜、蹦床袜、瑜伽袜和运动袜等,同时也对儿童和成人不同年龄段的样品进行了购买。具体样品信息见表 1。

#### 1.2 试验方法的确定

摩擦系数是表征防滑性能的

**作者简介:**曾文敏(1990—),女,工程师,硕士。主要从事功能性纺织品检测工作。

表1 防滑袜样品信息

样品编号	信息描述	样品数量/双	样品照片	样品使用人群
1	中筒防滑袜	2		儿童
2	儿童防滑地板袜	2		儿童
3	蹦床袜子	2		成人
4	汪汪队 PAW 袜子	2		儿童
5	成人地板袜	2		成人
6	防滑瑜伽袜	2		成人
7	瑜伽普拉提防滑袜	2		成人
8	透气运动袜子	2		成人
9	长筒瑜伽袜	2		成人
10	瑜伽五趾袜	2		成人
11	加厚加绒袜	2		成人

参数之一,也是最直接的一个表征参数。经典物理学中摩擦系数分为静摩擦系数和动摩擦系数两种。静摩擦系数是指引起两个静止物体

接触面切线方向分离所需要的力与作用在两个接触表面上垂直力的比值;动摩擦系数是指保持接触面之间匀速运动所需要的力与在

两个接触表面上作用的垂直力的比值。

经查询资料,现有测试摩擦系数的标准有:纺织领域中的 FZ/T 01054—2012《织物表面摩擦性能的试验方法》<sup>[2]</sup>;轻工、化工领域中的 HG/T 3780—2005《鞋类静态防滑性能试验方法》<sup>[3]</sup>、HG/T 2729—2012《硫化橡胶与薄片摩擦系数的测定 滑动法》<sup>[4]</sup>、GB/T 3903.6—2017《鞋类 整鞋试验方法 防滑性能》<sup>[5]</sup>、GB/T 28287—2012《足部防护 鞋防滑性测试方法》<sup>[6]</sup>;国际标准中的 ASTM F609—05《使用侧向牵引滑动计(HPS)的试验方法》<sup>[7]</sup>、ISO 13287:2019《个人防护设备 鞋类防滑性试验方法》<sup>[8]</sup>等。其中,标准 FZ/T 01054—2012 是将纺织面料与规定摩擦布进行相对运动,从而测得摩擦系数,与防滑袜的实际使用场景不符。标准 HG/T 3780—2005 和 ASTM F609—05 是通过测试静摩擦系数来表征防滑性能;标准 GB/T 28287—2012(修改采用标准 ISO 13287:2006,最新版为 2019 版)以及 GB/T 3903.6—2017 都是针对整鞋的动摩擦系数来表征防滑性能。

防滑袜的实际应用场景主要涉及居家穿着、瑜伽运动、蹦床等。防滑袜的主要功能是增大与地表的摩擦系数,从而起到防止人体滑动摔倒的作用。在实际的测量体系中,地面是一个固定不动的参照物,而穿着防滑袜的人体是一个以地表切线方向运动的参照物,这一运动体系与经典物理学中的静摩擦系数的测试原理一致。

因此,本文采用静摩擦系数来表征试样的防滑性能,摩擦面为附着有硅橡胶点或者硅橡胶块的袜底面,通过增加一定的负重来模拟人体行走时施加的压力。

由上述分析确定防滑袜防滑性能的测试原理:将试样的摩擦面放置在试验标准平面上,将被测试样和规定尺寸及质量的负重块组成一个组合体并与标准平面接触,将摩擦力测量装置(力值传感器)与组合体相连接,利用引导装置以规定的速度拉动被测试样与负重块的组合体,测量整个拉伸过程中的最大力值,计算防滑袜样品的静摩擦系数。

### 1.3 试验参数的选择

#### 1.3.1 标准平面(摩擦介质)的确定

由于不同介质的摩擦系数是不一样的,因此有必要规定一种摩擦介质作为标准平面。

表2列举出了相关标准中规定的摩擦介质,除了ASTM F609-05标准的摩擦介质需要双方协商之外,其余的标准均规定了一种或多种摩擦介质。表2中测试静摩擦系数的标准有HG/T 3780-2005,其规定的摩擦介质为浮法毛玻璃。结合上述防滑袜实际应用场景和测试原理,本文选用浮法毛玻璃作为标准平面。标准平面的具体参数如下:浮法毛玻璃,厚度为8 mm,其面积不少于380 mm×380 mm,IRHD硬度为(90±1),镜向光泽度为4。

表2 不同标准规定的摩擦介质

标准	规定的摩擦介质
FZ/T 01054-2012	棉摩擦布
HG/T 3780-2005	浮法毛玻璃
HG/T 2729-2012	纸张、塑料薄膜、金属片
GB/T 3903.6-2017	玻璃、陶瓷砖、木地板、石板材
GB/T 28287-2012	不锈钢板、压制陶瓷地板砖
ASTM F609-05	未明示
ISO 13287:2019	钢制地板

#### 1.3.2 接触面积和滑块质量的确定

一个物体在一个表面上的静摩擦系数主要与接触面积有关,在其他条件不变的情况下,接触面积越大,物体的静摩擦系数越大。因此,有必要对滑块接触面积进行规定。本文通过对所收集样品的袜底大小进行分析后,认为规定尺寸为50 mm×50 mm的一面作为测试面是合理可行的,该大小可以尽可能地取到袜底的前脚掌部分。

在测试静摩擦系数时,滑块质量会影响摩擦力测量装置(力值传感器)在拉伸时所测得的最大力值(摩擦力),滑块质量越大,测得的摩擦力就越大。

本文在收集的试验样品中随机选取2个样品(样品信息见表1),通过固定其他试验参数,选择不同的滑块质量测试样品的静摩擦系数,测得的静摩擦系数结果见表3。

表3 不同滑块质量下测得的静摩擦系数

滑块质量/g	静摩擦系数	
	3# 样品	7# 样品
1 000.0	1.00	0.85
1 500.0	0.98	0.86
2 000.0	1.04	0.85

由表3可知,滑块质量的增加或减少不会直接改变静摩擦系数的测试结果。对于本试验来说,滑块质量的选择只要能够使得样品和滑块的组合体能够稳固地在摩擦介质上均速滑动即可。表3中的3种不同质量的滑块在试验中均能够满足“样品和滑块的组合体能够稳固地在摩擦介质上均速滑动”的要求。因此,本文将滑块的质量规定为(1 000.0±10.0) g,滑块的底面积应该与试样相同(也就是面积为50 mm×50 mm),以样品和滑块组

合体的质量作为法向力参与静摩擦系数的计算。

#### 1.3.3 试验环境和样品状态的确定

不同的湿度条件会导致样品的含水率发生变化,而样品含水率的大小会直接影响其在规定介质表面的摩擦力,因此可以认为环境湿度也会影响静摩擦系数的测定。结合纺织品实验室常用的温湿度要求,本文选用标准GB/T 6529-2008《纺织品 调湿和试验用标准大气》中规定的调湿和试验用标准大气作为试验环境,样品状态为干态,试验前样品应在上述条件下调湿至吸湿平衡。

标准平面的含水率同样也会导致试验结果发生变化,因此本文在测试时不向标准平面添加试验用水,也就是使用干态的浮法毛玻璃测试。

#### 1.3.4 最终的试验参数

结合上述内容,最终确定的试验方法为:在每一只袜子的袜底剪取规定尺寸的试样,将试样固定在标准平面及质量的滑块上,确保滑块的测试面与试样黏附牢固;称取试样和滑块组合体的质量,精确至0.1 g;将试样和滑块组合体小心地放置在标准平面上,试样附着有硅橡胶点或者硅橡胶块的袜底面应朝向标准平面;在水平方向上以(400±10) mm/min的速度拉动试样和滑块组合体100 mm,记录整个拉伸过程中的拉力最大值,精确至0.1 N。

根据式(1)计算每只袜子袜底的防滑系数,结果保留至小数点后两位。

$$SCF_i = \frac{F_i}{m_{si} \times 10^{-3} \times 9.81} \quad (1)$$

式中:SCF<sub>i</sub>为某一只袜子袜底的防滑系数,无量纲;m<sub>si</sub>为某一块试样

和滑块组合体的质量,  $g$ ;  $F_i$  为某一块试样测试过程中的拉力最大值,  $N$ 。

## 2 结果与讨论

按照 1.3.4 中确定的测试方法, 分别对袜底硅橡胶面和袜子织物面进行测试, 每个样品测试两双, 测试结果见表 4 和图 1。

美国保险商实验室 (UL) 和美国材料与测试学会 (ASTM) 曾提供数据表示, 在干燥状态下, 与地面材料的静摩擦系数在 0.50 以上即可达到安全标准<sup>[9]</sup>。由表 4 和图 1 可知, 袜底硅橡胶面的静摩擦系数平均值的最大值为 1.13, 最小值为 0.72, 所有样品的静摩擦系数平均值均  $>0.70$ ; 织物面的静摩擦系数平均值最大值为 0.58, 最小值为 0.48。可以看出, 所有样品硅橡胶面的静摩擦系数均大于织物面的静摩擦系数, 可以有效地反映出硅橡胶面的防滑性能。

## 3 结束语

本文对防滑袜防滑性能的试验方法进行了研究, 确定了防滑性能测试原理, 即把规定大小的试样放置在试验标准平面上, 将被测试样和规定尺寸及质量的负重块组成的组合体与标准平面接触, 将摩擦力测量装置与组合体相连接, 利用引导装置以规定的速度拉动被测试样与负重块的组合体, 测得整个过程的最大力值, 计算得到静摩擦系数。

本文通过试验确定了测试条件: 标准平面选用浮法毛玻璃, 接触面积为  $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ , 滑块质量为  $(1\ 000.0 \pm 10.0)\text{ g}$ , 以  $(400 \pm 10)\text{ mm/min}$  的速度拉动滑动  $100\text{ mm}$ 。测试结果显示: 所有样品袜底硅橡胶面的静摩擦系数均大于织物面的静摩擦系数, 说明本试验方法可以有效地反映出袜底硅橡胶面不

表 4 样品摩擦系数测试结果

样品 编号	静摩擦系数									
	测试 1		测试 2		测试 3		测试 4		平均值	
	袜底硅 橡胶面	织物 面	袜底硅 橡胶面	织物 面	袜底硅 橡胶面	织物 面	袜底硅 橡胶面	织物 面	袜底硅 橡胶面	织物 面
1	1.03	0.48	1.05	0.47	1.07	0.46	1.04	0.50	1.05	0.48
2	0.76	0.53	0.73	0.55	0.77	0.52	0.78	0.56	0.76	0.54
3	0.98	0.47	1.02	0.49	1.01	0.46	0.99	0.49	1.00	0.48
4	1.04	0.53	1.09	0.55	1.08	0.51	1.06	0.55	1.07	0.53
5	0.83	0.52	0.86	0.54	0.87	0.51	0.85	0.55	0.85	0.53
6	1.08	—	1.08	—	1.10	—	1.09	—	1.09	—
7	0.73	0.54	0.71	0.53	0.74	0.54	0.72	0.55	0.72	0.54
8	0.82	—	0.84	—	0.85	—	0.85	—	0.84	—
9	1.05	0.56	1.03	0.59	1.06	0.59	1.02	0.58	1.04	0.58
10	1.11	—	1.13	—	1.14	—	1.14	—	1.13	—
11	0.78	0.53	0.75	0.55	0.78	0.56	0.76	0.56	0.77	0.55

注: “—”表示试验面积不够, 未检测。

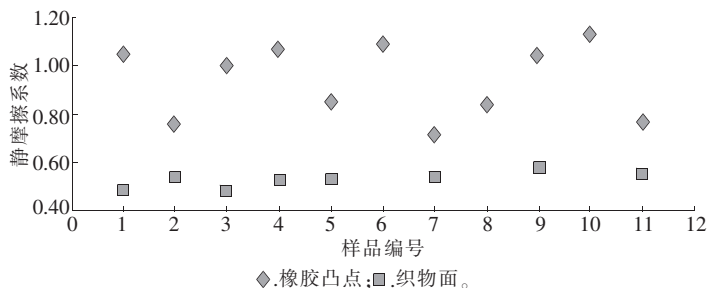


图 1 袜底防滑性测试结果平均值趋势图

同于织物面的防滑性能。

### 参考文献

- [1] FZ/T 73001—2016 袜子[S].
- [2] FZ/T 01054—2012 织物表面摩擦性能的试验方法[S].
- [3] HG/T 3780—2005 鞋类静态防滑性能试验方法[S].
- [4] HG/T 2729—2012 硫化橡胶与薄片摩擦系数的测定 滑动法[S].
- [5] GB/T 3903.6—2017 鞋类 整鞋试验方法 防滑性能[S].
- [6] GB/T 28287—2012 足部防护 鞋防滑性测试方法[S].
- [7] ASTM F609—05 使用侧向牵引滑动计(HPS)的试验方法[S].
- [8] ISO 13287: 2019 个人防护设备 鞋类防滑性试验方法[S].
- [9] 叶正茂. 鞋类防滑性能试验方法的研究[J]. 中国个体防护装备, 2013(4): 36-38.

收稿日期 2023年8月5日

《针织工业》以服务行业为己任，  
传播、发表行业实用技术信息。  
欢迎大家订阅！