

防滑理论研究与实践

吕薇

中国传媒大学附属小学

DOI:10.12238/ems.v4i8.6037

[摘要] 鞋底的防滑性能优劣乃是评定一双鞋子质量、性能优质与否的重要维度之一,良好的鞋底防滑性能能够满足人们的日常所需。鞋底防滑性作为评价鞋功能性的核心指标之一,必须对其相关理论与实践进行分析。基于此,本文从实际出发,首先简要分析了防滑性能的特征;随后,重点从鞋底接触面积、鞋底材料以及鞋底花纹这三个维度论述了鞋底防滑性能的影响因素及其相关分析,并对现有防滑问题和解决方案进行了分析,进而提升鞋底的防滑性能与防滑效果,为防滑研究提供参考。

[关键词] 鞋底; 防滑性能; 防滑效果; 影响因素

中图分类号: TG113.22 **文献标识码:** A

Research and Practice on Anti Slip Theory

You Lyu

The Primary School Affiliated to Communication University of China

[Abstract] The anti slip performance of soles is one of the important dimensions for evaluating the quality and performance of a pair of shoes. A good anti slip performance of soles is crucial for meeting people's daily needs. As one of the core indicators for evaluating the functionality of shoes, the anti slip performance of soles must be analyzed in terms of its relevant theories and practices. Based on this, this article starts from reality and first briefly analyzes the characterization of anti slip performance. Subsequently, the influencing factors and related analysis of the anti slip performance of the sole are discussed from three dimensions: sole contact area, sole material, and sole pattern. Existing anti slip problems and solutions are analyzed to improve the anti slip performance and effectiveness of the sole, providing reference for anti slip research.

[Key words] sole; anti slip performance; anti slip effect; influencing factor

根据相关部门的统计分析显示:我国每年因意外滑倒而产生摔伤的总事件超过六百万起,因地滑引起的摔伤案件约十万件,因滑倒摔伤而住院的人群约占全年住院总人数的四成。美国因意外滑倒摔伤而产生的安全事故分别占全年工伤事故、公共场所事故以及家庭安全事故的19%、25%和34%。由美国安全协会的有关数据分析得出:意外滑倒摔伤是引起职业死亡的重要诱发因素之一,因此,降低意外滑倒摔伤事件的发生频率刻不容缓。鞋底防滑性作为鞋功能性的核心指标之一,针对鞋底防滑性能的实际影响因素与具体原因分析,并进行相应的实验探究的相关研究很有必要。

1 防滑性能的特征

人们在路面行走时,鞋底和路面之间存在着水平方向与竖直方向这两个不同方向的摩擦力,前者与后者摩擦力大小的数值比则为鞋底和路面之间的摩擦系数 μ 。鞋底防滑性能的大小可通过 μ 进行表示, μ 与鞋底防滑性之间的关系呈正相关。由“美国保险商实验室(Underwrites Laboratories)”和“美国材料与试

验学会(AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)”的相关研究发现:当 μ 的数值不足0.4的时候,此时人们在行走过程中往往处于危险状态;当 μ 处于[0.4, 0.6]这一数值区间的时候,人们在行走过程中处于较为安全状态;而当 μ 大于0.6的时候,人们的日常行走非常安全。

现根据生活中比较常见的几种运动鞋的实际防滑性能指标及测试方法进行列举(如表1所示)。HG/T 3780-2005鞋类静态防滑性能试验方法主要针对鞋类静摩擦系数 μ 予以测量,适用于鞋类外底、鞋跟及其鞋类外底材料的静态防滑性能的相关试验。而 ASTM F2913-2011鞋类动态防滑性能试验方法主要针对鞋类静摩擦系数 μ 予以测量,使用整鞋试验器检测鞋具和测试平面/地板防滑性能而进行评估用的测量摩擦系数的标准试验方法,该方法适用于鞋类外底、鞋跟及其鞋类外底材料的静态防滑性能的相关试验。除此之外,不用同类型的运动鞋对于指标的防滑指标的要求也不尽相同。专业的田径运动鞋与篮排球运动鞋对于摩擦系数 μ 的要求是不低于0.7,专业投掷鞋的摩擦系数 μ 应该

表1 部分鞋类外底的防滑指标

标准号	标准名称	指标	测试方法
GB 21536-2008	田径运动鞋	马拉松 N0.7 竞走鞋 N0.7	HG/T 3780-2008 中 8.2.1 干法测试
GB/T 24152-2009	篮排球专业运动鞋	投掷鞋 0.55-0.75 静摩擦系数 20.7	HG/T 3780-2008 中 8.2.1 干法测试
HG/T 3085-2011	橡胶冷粘鞋	干法 N0.5 湿法 N0.3	HG/T 3780-2008 中 2005 中方法 2 规定执行
HG/T 3086-2011	橡塑凉、拖鞋	干法 NO. 35 湿法 N0.3	HG/T 3780-2008 中 2005 中方法 2 规定执行
QB/T 4553-2013	轻型登山鞋	湿态静摩擦系数 N0.3	GB/T 3903.6-2005
GB/T 19706-2015	足球鞋	静摩擦系数 N0.4	同上

表3 不同材质鞋底的静态摩擦测试结果

试验类型		EVA		PVC		TPR		NR	
		1#	2#	1#	2#	1#	2#	1#	2#
干摩擦	静摩擦力/N	31.153	30.158	25.546	25.945	7.794	17.174	28.226	26.474
	静摩擦系数	1.173	1.136	0.960	0.975	0.294	0.647	1.058	0.993
湿摩擦	静摩擦力/N	19.470	20.104	16.690	19.104	7.352	13.736	15.880	18.310
	静摩擦系数	0.733	0.757	0.627	0.718	0.277	0.518	0.595	0.686

严格控制在 [0.5, 0.75]; 轻型登山鞋对于湿态静摩擦系数u的要求应不低于0.3; 足球鞋对于摩擦系数u的要求是不低于0.4; 而生活中常见的橡胶冷粘鞋、橡塑鞋、普通拖鞋的防滑指标一般处于 [0.3, 0.5] 这一区间范围。实际上, 较之于静摩擦系数, 动摩擦系数可以更好地模拟人的真实摔倒过程, 分析其测试原理与测试仪器不难看出: GB/T28287-2012、ASTM F2913-2011、ISO13287:2012以及SATRATM144-2011的测试原理基本一致, 且都是在国内外主流的试验方法, 因此, 推荐使用该原理方法进行鞋类防滑性能的统一测试。

2 鞋底防滑性能的影响及分析

2.1 鞋底接触面积对鞋底防滑性能的影响及分析。即便是一模一样的鞋子在向前行走或向后滑动的时候与地面的摩擦系数也可能存在差异, 其原因在于: 鞋底与路面的摩擦系数随着鞋底与地面的接触面积的增大而随之增加。现针对鞋底接触面积对鞋底防滑性能的影响展开相关试验(如表2所示)。通过上述试验论证不难看出: 在样品1到样品4的所有数据中, 水平向前平滑与压制陶瓷瓷砖之间的接触面较大, 而样品5的平滑系数之所以呈现出后跟滑动系数比前掌滑动小的原因是因为样品5的鞋底采用的是波浪式鞋底构造, 虽然鞋底在平滑过程中局部后跟与局部前掌位置都会与压制陶瓷瓷砖产生接触, 但当后跟向前滑动的时候, 因后跟处后部存在一定的倾斜角度, 后跟在往前滑动的过程中, 后跟部位同压制陶瓷瓷砖发生较为充分的接触, 致使向前平滑时的接触面比后跟滑动的接触面更小。平滑与前掌的比较也是类似原理。

2.2 鞋底材料对鞋底防滑性能的影响及分析。在研究鞋底材料对鞋底防滑性能的影响因素的时候, 应该采用控制变量法, 对于不同材料、不同鞋底纹路走向的鞋子来说, 首先应该用专业刀具或相关器具刮掉或切掉鞋底与物体接触位置较深的鞋底花纹; 其次, 通过磨轮将待检测试验的鞋底的表面所出现不平整部位进行打磨使

其保持相对平整状态; 将刮去鞋部花纹的鞋子重新放置于干燥瓷砖上进行水平向前滑动的相关试验(具体详见上表2K行防滑数据)。在表2中K行中, 样品1、2、3的u值分别为1.01、0.72、0.60, 与样品相对应的鞋底材料分别为: (Rubber) 橡胶, (PU) 聚氨酯甲酸酯, (EVA) 乙烯-醋酸乙烯共聚物及其制成的橡塑发泡材。因此, 就耐磨性能的具体表现而言, 橡胶>聚氨酯>EVA。

表2 防滑实验动摩擦系数数据

实验方式	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
A	1.10	0.80	0.73	0.80	0.76
B	0.49	0.50	0.65	0.42	0.61
C	1.05	0.75	0.63	0.69	0.80
D	0.98	0.70	0.67	0.72	0.81
E	0.39	0.42	0.53	0.41	0.56
F	0.40	0.37	0.58	0.41	0.54
G	1.02	0.65	0.63	0.73	0.64
H	0.98	0.67	0.68	0.77	0.64
I	0.30	0.39	0.57	0.41	0.48
J	0.38	0.39	0.51	0.40	0.48
K	1.01	0.72	0.60	0.72	0.68

路正辉对鞋底材料对影响鞋底静态防滑性能的几个要素进行了分析, 在干、湿两种状态下, 通过对NR、TPR、PVC、EVA四种材质的鞋底进行试验, 每种材质选用两种不同类型的样品, 依据HG/T 3780—2005《鞋类静态防滑性能实验方法》分别测定其干湿状态下的静摩擦力和静摩擦系数, 进而对不同场合选购合适鞋子给出合理化建议, 如表3所示。李键通过对白炭黑接枝改性, 制备了可作为鞋底用的防滑性能优良的NR/SiO₂g-TDI复合材料。四针状氧化锌晶须(T-ZnOw)有着特殊的立体四针状结构, 使其对高分子复合材料具有完全各向同性的改性作用, 可使复合材料的防滑性能得到很大的提升。在上述研究的基础上考察了SiO₂填充橡胶提高防滑性能的最佳用量比, 发现在SiO₂用量为40phr时, NR/SiO₂复合材料的抗湿滑性能最佳。

鞋底材料的种类繁多,可以将其分成天然类底料与合成类底料这两类,其中,天然类底料包括天然底革、竹、木材等鞋底材质;而合成类底料则涵盖了橡胶、塑料、橡塑合用材料、再生革、弹性硬纸板、EVA、TPR、PHYLON、PU等多种材料。一般情况下,防滑性能及防滑效果受路面影响较大的是TPR(热塑性橡胶材料)鞋底。据相关分析研究数据表明,在各种地面材料上橡胶底的动摩擦系数 μ 值都表现为最高,而皮革底的动摩擦系数 μ 值则表现为最低。除此之外,鞋面材料的硬度也会对鞋底的防滑效果与防滑性能产生一定程度的影响与制约,然而经多数研究学者证实表明鞋底材料本身的硬度与鞋底之间的摩擦系数 μ 值的变化关系呈现出非线性趋势,具有随机性、波动性,不具有系统性、代表性与规律性,所以,鞋底材料的硬度变化因素并不能作为影响鞋底防滑性能、防滑效果的理想参数值。

2.3 鞋底花纹和结构对防滑性能的影响。SATRA研究人员在鞋子防滑测试方面做了大量研究,对约500种不同款式的男女式鞋进行防滑测试,通过对测试数据及鞋底花纹特征分析,提出了具有指导意义的防滑鞋底花纹设计,如图4所示。优良的底纹设计为花纹宽度最小3mm,最大20mm,崎岖环境下的户外运动鞋最小花纹深度为5mm,以便于将液体排开,使底纹与地板有干的接触面,从而提高抗湿滑性。

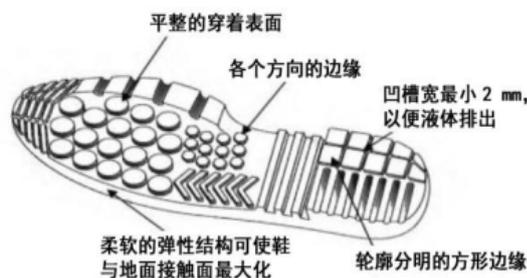


图1 鞋底花纹设计示意图

3 现有问题与解决方法

目前,国内外对鞋底防滑性能的研究方向较为单一,没有综合全面地考虑人们的需求。为此,设计了一种磁吸嵌入式鞋底防滑装置,该装置主要由鞋尖防滑块、电池和鞋跟防滑块组成,如图5所示。

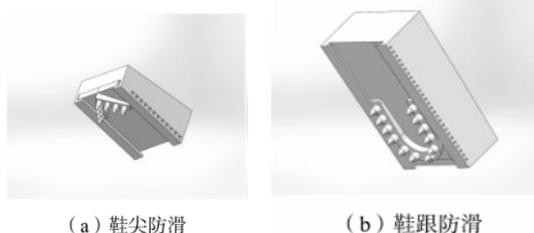


图2 鞋底结构图 图3 鞋尖防滑块和鞋跟防滑

鞋尖防滑块和鞋跟防滑块均采用楔形滑块装置,底部楔形块安装有防滑刺,并在两楔形块之间安装小型轮毂与设置轮毂槽,楔形块的两侧开有方形孔,便于固定,如图4所示。防滑装置

工作的原理为:启动开关按钮,电路导通,线圈绕组产生磁性,吸引中间的垫铁向中间靠拢,垫铁与中间的楔形装置相连,在楔形块向前移动的同时,防滑刺块竖直向下移动,到固定位置自动锁好;开关断开,电路断开,线圈绕组失去磁性,与垫铁相连的中间的楔形块沿斜面原路返回,到指定位置自动锁好,磁吸控制电路如图4所示。

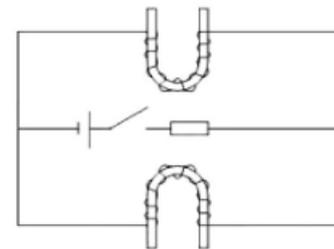


图4 磁吸控制电路图

鞋底防滑装置相比于目前设计研发的冰雪防滑鞋,在外观和内部构造方面做出了相应的改进,提升了美观性和可操作性,在鞋底材料方面,采用塑性与柔韧性良好的复合橡胶材料,价格较复合材料便宜,且对地防滑系数大;在鞋底结构与花纹方面,采用人字形与马蹄形为主的花纹与结构,避免了鞋底单向受力的同时,方便水渍与污垢的排出,能够综合全面的满足人们的需求,可以适应北方的冰雪天气。

4 结语

随着我国国民经济的飞速进步,我国制鞋业也迎来了崭新的发展契机。就现阶段而言,我国鞋型种类日趋多元,作为决定鞋底防滑性能的决定性因素,鞋底材料的合理选择应与鞋底结构与鞋底花纹设计予以有机融合,从而进一步提升鞋底的整体防滑性能与防滑效果。展望未来,作为鞋子生产者 and 设计者需要进一步研究材料组成、材料性能、花纹和结构设计等各种因素,以及它们对鞋底防滑性的交互作用,找到材料与鞋底设计的最佳结合点,以实现改善鞋底防滑性技术的新突破,推动我国制鞋业的可持续健康发展。

【参考文献】

- [1]陈加亮.国内鞋底防滑测试标准比较研究[J].皮革与化工,2023,40(01):22-25.
- [2]肖红波.防滑抓地户外鞋底技术专利分析[J].中国科技信息,2022,(18):18-20.
- [3]张园芳.鞋底防滑性能的影响因素和分析[J].鞋类工艺与设计,2021,1(21):17-19.
- [4]赵敏.户外鞋底加工用轻质防滑型橡胶纤维复合材料[J].橡胶工业,2021,68(02):127.
- [5]熊邦,聂晶,孙胜,等.基于鞋底防滑装置的研究[J].科技与创新,2020,(11):31-32+35.
- [6]孙辰逸.鞋底防滑性能影响因素研究[D].浙江理工大学,2020.