



鞋大底穿用特征若干基础性问题研究现状与进展

刘珞晰¹ 罗亚平²

1. 上海政法学院, 上海;
2. 中国人民公安大学, 北京

摘要 | 近年来, 法庭科学各分支学科的可靠性在许多国家都受到了不同程度的质疑。作为形象痕迹比对的一种, 鞋印比对受到的质疑主要来源于供比对特征的特异性, 同时反映性和稳定性也影响着人们发现特征、利用特征的可能。针对这样的挑战和质疑, 全球范围内的学者以大量的基础性研究回应。本文总结了有关鞋印比对中主要使用的穿用特征的基础性研究, 包括硬伤、Schallamach 磨损和附着物的反映性、特异性和稳定性基础性研究, 以期向相关从业人员介绍国内外迄今为止的穿用特征研究进展, 从而使得相关从业人员对各种穿用特征的价值考量和利用有一定的认识。其中, 国外的一些研究进展也为我国的鞋印比对研究发展方向提供了重要参考。此外, 这些研究也带给我们有关研究空间、学科交叉和学科受到挑战方面的启示, 为未来鞋大底穿用特征相关研究的发展指明了可能的方向。

关键词 | 法庭科学; 鞋印鉴定; 穿用特征; 特异性; 稳定性

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



鞋大底的穿用特征是鞋印鉴定中主要检验对象, 它包括整体磨损、硬伤 (缺损、划痕、撕裂、钉孔等)、Schallamach 磨损、附着物等, 对于鞋只同一认定有着非常重要的意义^{[1] [2]}。通常认为, 穿用特征的区分可能性大于生产特征, 因为

生产特征大多数都是种属特征, 只有少部分生产特征 (人工加工形成的某些特征, 例如手工点刻花纹、围条起止点等) 可以用于同一认定。然而, 近年来, 鞋印鉴定和其它形象痕迹鉴定共同面临着特征特异性受到质疑的情况, 质疑的原因主要

[1] Bodziak W J. Forensic Footwear Evidence [M]. 2017.

[2] U.S. National Research Council. Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward [R]. Washington, DC: The National Academies Press, 2009.

是其特定性缺乏基础性研究^{[1][2][3][4][5][6]}。国外甚至已经出现法院拒绝鞋印证据的案例^[7]。就我国而言,司法实践中尚未出现相关质疑较大的案例,但当法官对鉴定意见进行实质性审查时,我们需要有坚实的理论依据和基础性研究作为后盾,才能让鞋印鉴定意见的可靠性不会从源头上被质疑^[8]。

在上述背景下,国内外相关研究人员以广泛的穿用特征基础性研究回应了社会各界对鞋印鉴定的质疑。由于鞋大底特征的反映性和稳定性影响着其特定性被人认知的可能,所以,具体基础性研究可以分为穿用特征特定性、穿用特征稳定性和穿用反映性的基础性研究。本文将针对各种类穿用特征的上述基础性研究进行梳理和阐述,并指出这些研究现状带给我们有关研究空间、学科交叉和学科受到挑战方面的启示。本文中,对反映性的基础性研究不包括与中介物质相关的潜在鞋印的显现与增强技术,仅针对鞋大底穿用特征本身的反映性;而整体磨损主要用于足迹分析,在鉴定中类似一种“次种属特征”,而非细节特征,故本文中也不涉及这一部分。

一、鞋大底穿用特征特定性的研究现状

鞋大底穿用特征特定性的研究最能直接回应外界质疑,所以这一部分的研究相对较为丰富。

(一) 硬伤

硬伤是鞋在穿用过程中鞋大底与锋利的物体接触后造成的鞋大底的损伤,包括凹陷、缺损、划痕等。^[8]对硬伤的特定性研究主要关注的是其位置、角度和形状。目前为止的研究认为缺损的位置随机性较好。

最早对硬伤位置的特定性进行研究的文献是Cassidy^[9]撰写的《鞋印鉴定》。根据该手册中的实验,不同鞋大底在同一处出现硬伤的概率大致为1:60,且这一概率在现实中应当更小,因为研究是在实验环境下进行的。Wilson^[10]的研究也涉及了鞋大底不同位置出现硬伤的可能性。这一研究的样本是同一人在8年间穿用的同一型号、同样大小的跑鞋。在对鞋底花纹结构进行了分区编号以后,Wilson对每只鞋各区上出现的硬伤做了统计。结果表明,每只鞋大底上的这些特征数量都不同;鞋大底上与地面接触较多的部位更容易获得以上特征,

[1] U.S. National Research Council. Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward [R]. Washington, DC: The National Academies Press, 2009.

[2] Skerrett J, Neumann C, Mateos-Garcia I. A Bayesian approach for interpreting shoemark evidence in forensic casework: Accounting for wear features [J]. Forensic Science International, 2011, 210 (1-3): 26-30.

[3] Saks M J, Koehler J J. The coming paradigm shift in forensic identification science [J]. Science, 2005 (309): 892-895.

[4] Saks M J, Koehler J J. The individualization fallacy in forensic science evidence [J]. Social Science Electronic Publishing, 2007 (61): 199-219.

[5] Schwartz A. A systemic challenge to the reliability and admissibility of firearms and tool mark identification [J]. Columbia Science & Technology Law Review, 2005 (6): 1-42.

[6] Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology, Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods [R]. Washington, DC: PCAST, 2016.

[7] Berger C E H, Buckleton J, Champod C, et al. Evidence evaluation: A response to the court of appeal judgment in R v T [J]. Science Justice, 2011, 51 (2): 43-49.

[8] 刘璐晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[9] Cassidy M J. Footwear Identification [M/OL]. [2020-04-05]. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/Photocopy/77842NCJRS.pdf>.

[10] Wilson H D. Comparison of the Individual Characteristics in the Outsoles of Thirty-Nine Pairs of Adidas Supernova Classic Shoes [J]. Journal of Forensic Identification, 2012, 62 (3): 194-203.

同时鞋只的穿用/磨损程度越高/大,获得以上特征的可能性越大。相比之下,Adair 等人^[1]邀请了六位被试者徒步,并统计了他们穿用的12只鞋的鞋大底硬伤。结果表明,有44%(男)和33%(女)的鞋大底花纹结构上留有至少一个穿用特征,并且每个鞋大底及其鞋印上都有足够的硬伤用于同一认定。最终,他们认为这些鞋大底上的硬伤是随机获得的。

然而,对硬伤的研究不会仅仅停留在硬伤的位置特征。一些学者对硬伤研究扩展至形状和数量:Keereweer^[2]提出了一个硬伤分类方法,他将硬伤的复杂程度(形状)、数量和大小纳入其中。随后,他与Sjerps^[3]研究了基于以上方法得到的六个分类出现的可能性。根据Meester^[4]的研究,硬伤的特性还与硬伤的方向相关,其似然比(LR)可以用以下的公式描述:

$$LR_{\text{硬伤}} = LR_{\text{数量}} \times LR_{\text{位置}} \times LR_{\text{复杂度}} \times LR_{\text{方向}}$$

Chaubert^[5]也提出,硬伤的描述应当包含位置、角度、长度、面积和周长。但值得注意的一点是,概率的计算要求各变量之间相互独立,而这几个变量的独立性在此研究之前尚未可知^[6]。Reymond^[7]对硬伤各方面特征之间是否相互独立进行了初步探究。他利用Photoshop软件标记硬伤,使用FIJI 1.0

软件测量了两种鞋底花纹硬伤的长度、角度和圆率。结果发现,除硬伤的角度以外,硬伤的面积、大小等不同因素之间并非独立。此外,硬伤的形状特征并非完全随机,而是存在一定规律:硬伤越长越罕见;硬伤的角度多偏鞋大底长轴方向;硬伤的形状和鞋底花纹类型联系紧密。Damary 等人^[8]比较系统地研究了穿用特征(此研究包括了硬伤以外的一些特征,但统计量表明主要研究的还是硬伤)的位置、形状和角度之间的相互独立性:将特征分为7个形状类型(包括划痕、裂口、缺角、断裂、附着物、Schallamach磨损和花纹缺失)、将归一化的鞋大底分成14个区域以后,通过卡方检验发现,其中划痕趋于与鞋大底长轴接近,这与Reymond的研究结论吻合^[9]。同时还得出结论:形状类型与位置存在依存关系;方向与形状类型存在依存关系;方向与位置相互独立;这些依存关系与鞋底花纹类型相关。但是,7个形状类型的形成机理不同:有长期磨损、有附着、也有即时形成,加之研究中归一化后的14个区域面积并不相等,所以研究能够说明的问题有限。

相比上述团队用的380张鞋印样本,Speir 等人^[10]将样本量扩充至1000双。先提取并扫描鞋印,

[1] Adair T W, Lemay J, McDonald A, et al. The Mount Bierstadt study: an experiment in unique damage formation in footwear [J]. Journal Forensic Identification, 2007, 57 (2): 199-205.

[2] Keereweer I. Guideline for drawing conclusions regarding shoeprint examinations [J]. Information Bulletin for Shoeprint/Toolmark Examiners, 2000, 6 (1): 47-62.

[3] Sjerps M, Keereweer I. A likelihood ratio view on the interpretation of shoeprint evidence [C] // Proceedings of the Fourth European Meeting for Shoeprint/Toolmark Examiners. 2001: 173-183.

[4] Meester L, Molenaar J, Nuyens M, et al. Catch them ... if you can [C] // Proceedings of the fourth-fifth European Study Group with Industry, 2004: 57-72.

[5] Chaubert S. Etudes des caractéristiques accidentelles sur les traces de pas [D]. Lausanne: Université de Lausanne, 1998.

[6] Girod A, Champod C, Ribaux O. Les traces de souliers [M]. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2008.

[7] Reymond J. Etudes des caractéristiques acquises sur deux dessins généraux de semelles des chaussures [D]. Lausanne: Université de Lausanne, 2010.

[8] Damary N K, Mandel M, Wiesner S, et al. Dependence among randomly acquired characteristics on shoeprints and their features [J]. Forensic Science International, 2018 (283): 173-179.

[9] Reymond J. Etudes des caractéristiques acquises sur deux dessins généraux de semelles des chaussures [D]. Lausanne: Université de Lausanne, 2010.

[10] Speir J A, Richetelli N, Fagert M, et al. Quantifying randomly acquired characteristics on outsoles in terms of shape and position [J]. Forensic Science International, 2016 (266): 399-411.

然后对扫描后的图片进行背景消除,并按照特定的定位点将特征一一注册。随后,引入数学公式定义了圆、直线/曲线、三角形和不规则形状四种硬伤形状类型,并将整个鞋大底分为八个部分(横向和竖向等分),匹配到之前的鞋印样本之后对八个部分的硬伤分别进行了统计和评估。统计和评估的结果是一张热度图。热度图显示,硬伤的位置随机性较好,但他们在整个鞋大底上的分布并非完全随机,而是更容易出现在足跟外侧。然而这一结论随后被该团队扩大样本量后的研究修正^[1]。在上述基于形状和位置对鞋大底硬伤进行量化研究后,他们的团队又从特征大小和形状的角度对硬伤和现场鞋印的相似度进行了量化评估^[2]。

基于这一研究,刘珞晰等人^{[3][4][5]}对84只鞋大底跟部的人造缺损(硬伤的一种)进行了跟踪研究。使用相同的方法对鞋印进行提取和扫描,在按照足迹中心线摆正鞋印以后又手动重合了所有同号鞋印跟部的点刻花纹,使用FIJI1.0软件对人造缺损的形状进行了描述,使用支持向量机对缺损进行了训练和分类测试。测试结果表明,即使缺损是以尽可能相同的方式形成的,分类测试的同源正确率仍然可以达到77.17%(间隔6个月)-90.73%(间隔1个月),异源正确率可以达到96.88%(间隔6个月)-98.06%(间隔1个月)。这说明缺损作为

硬伤的一种,其特定性较好。

除上述研究之外,还有一份对于加强鞋印证据可靠性具有重要意义的研究。2016年9月,以色列的研究团队^[6]提交了一份名为《平面鞋印检验确信程度评估专家辅助计算系统》的技术报告。该报告所基于的是一套复杂且精细的系统性研究,其中包括不少基础性研究。该系统性研究的主要贡献包括:开发了穿用特征(主要是硬伤)轮廓半自动标注软件;建立了大型穿用特征电子数据库;建立了穿用特征及其组合的罕见性统计模型;开发软件协助鞋印专家评估穿用特征的罕见性,包括鞋印对齐坐标系统和描述穿用特征的分布;以可测量的方式呈现鞋印的反映性问题;发现穿用特征(主要是硬伤)的位置均匀分布在鞋大底上;发现除比较细长的穿用特征在长轴方向上出现概率较高以外,其他穿用特征方向分布均匀;描述了一种利用形状相异性评估形状的方法。根据这项研究,该团队做出了很多出色的相关研究,包括一篇有关穿用特征固有差异的论文^[7],穿用特征三要素独立性论文^[8]和一个可以计算特定穿用特征特定性的分析方法^[9]等。

(二) Schallamach 磨损

Schallamach 磨损是指鞋大底在穿用过程中因与地面摩擦而形成的羽状特征,一般出现

[1] Yekutieli, Shor Y, Wiesner S, et al. Expert assisting computerized system for evaluating the degree of certainty in 2D shoeprints. Final Report [R]. Washington, DC, 2016.

[2] Richetelli N, Nobel M, Bodziak W J, et al. Quantitative assessment of similarity between randomly acquired characteristics on high quality exemplars and crime scene impressions via Analysis of Feature Size and Shape [J]. Forensic Science International, 2017 (270): 211-222.

[3] 刘珞晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[4] Liu L, Wu J, Luo Y, et al. Reproducibility of artificial cut on heel area of rubber outsole [J]. Journal of Forensic Sciences, 2020, 65 (1): 1-9.

[5] Ibid.

[6] Yekutieli Y, Shor Y, Wiesner S, et al. Expert assisting computerized system for evaluating the degree of certainty in 2D shoeprints. Final Report [R]. Washington, DC, 2016.

[7] Shor Y, Wiesner S, Tsach T, et al. Inherent variation in multiple shoe-sole test impressions [J]. Forensic Science International, 2018 (285): 189-203.

[8] Reymond J. Etudes des caractéristiques acquises sur deux dessins généraux de semelles des chaussures [D]. Lausanne: Université de Lausanne. 2010.

[9] Shor Y, Wiesner S, Tsach T, et al. Dataset of digitized RACs and their rarity score analysis for strengthening shoeprint evidence [J]. J Forensic Sci, 2020 (65): 762-774.

在橡胶大底上,部分聚氨酯材料的鞋大底上也可见。最先提出这一概念的是英国橡胶工程师 Schallamach^{[1][2][3]},但是直到 20 世纪末期,它才进入法庭科学专家们的视线。首先是 Tart 等人^[4]发现 Schallamach 磨损存在着与乳突纹线相似的细节特征,并提出其有同一认定价值。随后陆续有关于在鉴定过程中涉及 Schallamach 磨损的报道^{[5][6]}。除此之外, Schallamach 磨损主要出现在趾区和跟区,与鞋大底呈水平方向蔓延,并且与鞋底花纹类型无关;纹线间距在 0.05 mm–0.5 mm 之间^[5]。近年,公安大学的团队^{[7][8]}对 55 只鞋大底跟部的 Schallamach 磨损形态进行了跟踪研究,从其整体形态特征(有无、角度、密度)进行描述并赋予不同权重,得到最佳算法。结果发现,首先, Schallamach 磨损的整体分布可能因人而异;其次,其角度主要集中在 $[-14.32^{\circ}, 16.4^{\circ}]$ 的范围,与前述文献的结论相符^[9];最后,根据研究得出的最佳算法,间隔 1 天的样本,其同源认定的正确率为 79.04%,说明其整体形态特征具有一定的特定性。

张鹤^[10]又据此进行了进一步研究。有关 Schallamach 磨损特定性的研究揭示了: Schallamach 磨损出现的位置主要包括三个区:足跟部外缘、足

跖区和鞋尖前缘; Schallamach 磨损纹线的角度具有一定的特定性,它与步角具有中等程度的正相关。

(三) 附着物

附着物是指鞋在穿用过程中粘附、嵌入鞋大底或楔入鞋底花纹结构的外来物质。Davis^[11]对收集的 650 双鞋的鞋底上附着的各种微量物质进行了统计,发现沙石的出现率高达 34.23%,其次是无色玻璃、金属碎片、木材/植物等其他物质;对不同材质的鞋大底和跟部发现的附着物也进行了统计,发现橡胶鞋大底和鞋跟部获得的平均附着物数量多于皮底鞋和发泡底鞋;随后,统计了不同性质(密度、折射率、荧光性、大小)的玻璃附着物数量,发现 12% 的玻璃有荧光性、70% 的玻璃直径在 0.17–0.84 mm、玻璃的密度集中在 2.385–2.630 g/cm³。类似的研究多为附着物作为微量物证的统计和应用,而非附着物作为造痕体的形态学上的价值。

刘璐晰等人^{[12][13]}将 Bodziak 对附着物的列举分类“楔入的石子;口香糖、沥青和钉掌;钉子或其他嵌入鞋底材料的物质”^[14]扩张解释为“楔入型附着物、粘附型附着物和嵌入型附着物”,并探究了楔入型附着物在形态学上的价值。团队在全国范围内随机收集旧鞋共 150 双(每人只能提供一双,

[1] Schallamach A. Friction and abrasion of rubber [J]. *Wear*, 1958, 1(5): 384–417.

[2] Ibid., 375–382.

[3] Ibid., 209–244.

[4] Tart M S, Downey A J, Goodyear J G. The appearance and duration of feathering as a feature of wear: FSS Report No. RR 786 [R]. Birmingham: Forensic Science Service, 1996.

[5] Davis R J, Keeley A. Feathering of footwear [J]. *Science and Justice*, 2000, 40(4): 273–276.

[6] Deskiewicz K J. Schallamach pattern on shoe outsole acknowledged by court in footwear identification [J]. *Journal of Forensic Identification*, 2000, 50(1): 1–4.

[7] 刘璐晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[8] Zhang H, Liu L, Quan Y, et al. The specificity and reproducibility of general Schallamach pattern on heel part of rubber outsole [J]. *Journal of Forensic Sciences*, 2021(66): 1937–1947.

[9] Davis R J, Keeley A. Feathering of footwear [J]. *Science and Justice*, 2000, 40(4): 273–276.

[10] 张鹤. 鞋大底 Schallamach 特征的稳定性与特定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2021.

[11] Davis R J, Dehaan J D. A survey of men's footwear [J]. *Journal of Forensic Science Society*, 1977, 17(4): 271–285.

[12] 刘璐晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[13] Liu L, Wang W, Luo Y. Foreign object held in recessed areas of shoe outsole as an acquired characteristic in footwear examination: a preliminary study [J]. *Forensic Science International*, 2019, 304(5): 109949.

[14] Bodziak W J. *Forensic Footwear Evidence* [M]. 2017.

不能重复提供),穿用人有男有女,年龄从16岁到70岁不等,来自农村和城市,穿用时间从1-2天至10年不等,而后再从中选出鞋大底有楔入型附着物的113只鞋。对这113只鞋的研究表明:楔入的附着物主要为石子,少量为玻璃、种子等;楔入型附着物所在的鞋底花纹凹陷区域宽度集中在0.98 mm-1.69 mm之间,宽于2.77 mm的凹陷区域楔入附着物的情况比较少见,并且它们主要楔在两个鞋底花纹结构之间;其位置也并非完全随机:它们在紧密接触地面、摩擦较少和地面方向弹性形变较小的鞋大底区域更加常见(跖后缘、足弓外侧、跟前缘、足跟内侧和足跟中部),在不紧密接触地面的区域少见(趾区外侧、足弓内侧和跟后缘内侧)。

二、鞋大底穿用特征稳定性的研究现状

(一) 硬伤

关于硬伤的稳定性研究并不多。Cassidy在《鞋印鉴定》中的研究发现硬伤在鞋大底上可以留存一段时间,例如33%的硬伤在59-68天内一直存在。相比之下,Toso的研究^[1]更加详细和系统:通过观察不同时间段前后出现和消失的硬伤研究不同区域和不同大小的硬伤的稳定性。刘珞晰等人^{[2][3]}研究了缺损形态学特征的稳定性,发现橡胶鞋大底上的缺损是先变大后变小,而后逐渐消失的。研究还发现,在利用支持向量机进行分类的结果中,间隔六个月的硬伤,其同源认定的正确率仍达到

77.17%,异源认定正确率能达到96.88%。

(二) Schallamach 磨损

Tart等人^[4]发现,在连续穿用48-50小时后纹线会发生变化。Davis和Keeley^[5]的研究的样本中有两双鞋在穿用9小时后就出现了Schallamach磨损;Schallamach磨损彻底变化的时间在一只鞋大底上是6小时,而在另外一只鞋大底上是16小时。刘珞晰等人^{[6][7]}对55只鞋大底跟部Schallamach整体磨损的跟踪研究发现:Schallamach磨损的面积会先变大后变小,而后再变大,周期和峰值因人而异、因不同穿用情况而异;根据最优算法,同源样本认定的正确率在间隔3天以后就低于70%。张鹤基于穿用步数、使用了类似计算方法对Schallamach整体磨损进行了细致研究,发现在间隔8000步以内时,同源认定的正确率可以达到90%。以上研究均说明鞋大底跟部Schallamach整体磨损短时间内具有一定的稳定性。

(三) 附着物

Stoney^[8]研究了鞋大底粘附性附着物的稳定性:选择三个不同的穿鞋地点,6双鞋两双一组在三个不同的穿用地点穿用,12双鞋两双一组在所有三个穿用地点以不同顺序穿用,在每个地点要求志愿者穿每双鞋行走250米,其中然后划分了三个粘附程度的附着物:包肉纸上行走后留下的是粘附不牢的附着物;静电吸附下来的是粘附中等的附着物;湿面巾擦拭下来的是粘附较牢的附着物。结果发现,第三个地点的实验中鞋大底粘附的附着物几乎将前

[1] Toso B. Evolution des caractéristiques accidentelles (coupures) sur les semelles de chaussures en fonction du temps et de l'utilisation [D]. Lausanne: Université de Lausanne, 1997.

[2] 刘珞晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[3] Shor Y, Wiesner S, Tsach T, et al. Inherent variation in multiple shoe-sole test impressions [J]. Forensic Science International, 2018 (285): 189-203.

[4] Tart M S, Downey A J, Goodyear J G. The appearance and duration of feathering as a feature of wear: FSS Report No. RR 786 [R]. Birmingham: Forensic Science Service, 1996.

[5] Davis R J, Keeley A. Feathering of footwear [J]. Science and Justice, 2000, 40 (4): 273-276.

[6] 刘珞晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究 [D]. 中国人民公安大学, 2020.

[7] Zhang H, Liu L, Quan Y, et al. The specificity and reproducibility of general Schallamach pattern on heel part of rubber outsole [J]. Journal of Forensic Sciences, 2021 (66): 1937-1947.

[8] Stoney D A, Bowen A M, Stoney P L. Loss and replacement of small particles on the contact surfaces of footwear during successive exposures [J]. Forensic Science International, 2016 (269): 78-88.

两个地点获得的附着物全部取代,此外,划分的三个粘附程度也没有意义。刘珞晰等人^{[1][2]}对鞋大底楔入型附着物的稳定性进行了研究:37名志愿者穿着相似花纹的皮鞋在水晶板/柏油路面上行走/跑步,每次行进之前都要去带有橡胶颗粒和石英砂的足球场的人工草坪上走路、跑跳,以使橡胶颗粒和石英砂可以充分楔入鞋底。随后,记录行进前后鞋底的附着物数量,计算变化率。研究发现,地面的粗糙程度和行进方式都会影响楔入型附着物的稳定,分析认为主要是因为摩擦力的影响:摩擦力大的地面或者行进方式,楔入型附着物数量的变化率更大。

三、鞋大底穿用特征反映性的研究现状

鞋大底穿用特征的反映性研究较少。

以色列的研究团队^[3]提出鞋大底缺损、破损特征存在“固有差异”,具体体现为特征宽度、压力大小、压力方向带来的差异等。其中,特征宽度带来的差异主要是指:如果硬伤过窄,中介物质多至填满整个硬伤,会造成硬伤无法反映在承痕体上;鞋大底压力大小不同会导致缺损和破损特征与地面接触的面积变小或变大,从而导致反映在承痕体上的特征轮廓缩小或扩大;压力方向带来的差异主要指鞋大底附着物或花纹结构上突出物在接触地面时会有方向的差异,反映在承痕体上即相邻位置的中断或不同方向弯折突出物的痕迹。

张鹤^[4]的研究表明,Schallamach特征在不同承痕体上反映性有差异:黑色瓷砖上反映最优,浅色木地板次之,沙地最差。

公安大学的团队^[1]在对附着物进行研究时发现楔入型附着物主要有三种反映情况:附着物本身的痕迹、鞋底花纹结构变形和附着物的分离体。附着物本身的痕迹来源于附着物本身的高度大于鞋底花纹结构的高度,导致附着物作为鞋大底平面的一部分反映在承痕体上;鞋底花纹结构变形的情况更为常见,它源于附着物的硬度大于鞋底花纹结构的硬度、高度小于鞋底花纹结构的高度且楔入结构中无突出;附着物的分离体源于可分的附着物在与承痕体接触时留在其上,可进行分离体的同一或种属认定。

四、启示

实际上,鞋印鉴定和其他形象痕迹鉴定受到的挑战也为其研究和应用带来了许多机遇。

首先,鞋大底穿用特征的基础研究空白较多,研究空间较大。同样是形象比对中使用的细节特征,指纹细节特征的基础性研究比较充足,甚至三级特征都有研究发表。相比之下,鞋大底穿用特征相关研究的数量难以望其项背。然而,这反而是科研人员能够继续扩张或深入研究的巨大空间。

其次,回应质疑的需求给予了鞋印比对这一研究对象以学科交叉的机会。通过以上文献回顾可以发现,鞋大底穿用特征的基础性研究大多有赖于计算机科学和统计学,是这些学科在法庭科学学科的应用。除此之外,研究中使用的软件有特别开发的,也有本身应用于其他学科的软件,例如生物学学科应用的FIJI软件,还有的研究使用了足病学研究的相关仪器^{[1][5]}等。因此,无论是就法庭科学中形象比对相关方向受到挑战而言还是就学科自身发展而言,跨学科研究的趋势都无法避免,并且已然成为机遇。而且,随着基础性研究的深入,会有更多的学科顺势加入。期待不久之后我国也会有类似“平面鞋印检验确信程度评估专家辅助计算系统”的系统被开发出来并加以利用,到那时鞋印比对的过程会更加立体、更加可靠。

最后,鞋印鉴定在国外受到的质疑为我国鞋印比对甚至是其他形象痕迹的使用敲响了警钟,使我

[1] 刘珞晰. 橡胶鞋大底穿用特征特定性与稳定性研究[D]. 中国人民公安大学, 2020.

[2] Liu L, Wang W, Luo Y. Foreign object held in recessed areas of shoe outsole as an acquired characteristic in footwear examination: a preliminary study[J]. Forensic Science International, 2019, 304(5): 109949.

[3] Cassidy M J. Footwear Identification[M/OL]. [2020-04-05]. <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/Photocopy/77842NCJRS.pdf>.

[4] 张鹤. 鞋大底 Schallamach 特征的稳定性与特定性研究[D]. 中国人民公安大学, 2021.

[5] Damary N K, Mandel M, Wiesner S, et al. Dependence among randomly acquired characteristics on shoeprints and their features[J]. Forensic Science International, 2018(283): 173-179.

们得以了解事物可能的发展方向。挑战在国外已经来临,研究鞋印证据的学者们投入了大量的人力、物力进行基础性研究,以期验证鞋印鉴定的可靠性。迄今为止,鞋印鉴定在国内虽然并未受到任何质疑,但这并不意味着今后也不会有挑战。当下的情况实际是基于国内法庭科学与法学专业之间存在的一条沟壑——法庭科学专业相比法学专业起步较晚,大部分法官和律师缺少法庭科学专业知识储备。待社会

进一步发展、学科进一步交叉、沟壑被填平,这些质疑的声音便会随之而来。所以,基础性研究的意义就在于可以及时回应这些声音,甚至基础性研究可以完善到不让质疑出现的程度,这有利于司法的文明与和谐。

(责任编辑:邵灿灵)

Progress of Fundamental Researches on Acquired Characteristics of Outsoles

Liu Luoxi¹ Luo Yaping²

1. Shanghai University of Political Science and Law, Shanghai;

2. People's Public Security University of China, Beijing

Abstract: In recent years, there were all kinds of doubts of the reliability of each discipline of forensic science in many countries. As a form of feature comparison, footwear impression comparison was doubted because of the specificity of its characteristics being compared, while the possibility that experts find and utilize the characteristics would be affected by its reflective ability and reproducibility. To reply those who doubted, researchers all over the world conducted a large number of fundamental researches. In order to introduce the progress of the fundamental research on acquired characteristics in home and abroad up to now to relative practitioners, thereby make them be acknowledged the consideration and utilization of the value of each kind of acquired characteristic, the current paper illustrated the fundamental researches of the acquired characteristics, including fundamental researches on the reflective ability, specificity and reproducibility of the immediate damage, Schallamach pattern and foreign object. Some of the researches abroad also provided important orientations for the study of footwear impression in home. Besides, the researches mentioned above have brought us enlightenments on research spaces, interdisciplinarity of researches and challenges of impression evidence comparison, which lead us to possible research orientations on acquired characteristics.

Key words: Forensic science; Footwear impression examination; Acquired characteristic; Specificity; Reproducibility