

# 手印痕迹检验刑事科学技术分析

邹昕芃<sup>1</sup> 范瑞晨<sup>2</sup>

1 西宁市公安局南川工业园区公安分局刑侦大队

2 天津市公安局武清分局信息支援支队技术支持大队

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19080

**[摘要]** 在刑事司法认定、案件侦破过程中,手印痕迹检验都有不可替代的作用,也是突破复杂案件瓶颈的重要手段。研究先分析了手印痕迹检验的必要性,明确其在司法认定中的核心支撑作用、刑事侦查中的实战导向作用以及适配复杂案件的技术支持作用。然后分析了包括纳米材料显现检验技术、长余发光材料检验技术、高光谱成像类检验技术、化学试剂显现检验技术、物理显现和提取检验技术在内的手印痕迹检验刑事科学技术的实施原理和应用场景,以提高刑事案件手印的检验效率,增强证据支撑。

**[关键词]** 手印痕迹检验; 刑事科学技术; 刑事司法; 刑事侦查

中图分类号: D915.3 文献标识码: A

## Analysis of Criminal Science and Technology on the Examination of Fingerprints

Xinpeng Zou<sup>1</sup> Ruichen Fan<sup>2</sup>

1 Criminal Investigation Brigade, Nanchuan Industrial Park Public Security Sub-bureau, Xining City Public Security Bureau

2 Technical Support Brigade of Information Support Detachment, Wuqing Branch, Tianjin Public Security Bureau

**[Abstract]** In criminal judicial identification and case investigation, fingerprint examination plays an irreplaceable role and serves as a critical tool for overcoming bottlenecks in complex cases. This study first analyzes the necessity of fingerprint examination, highlighting its core supporting role in judicial identification, practical orientation in criminal investigation, and technical support for complex cases. It then examines the implementation principles and application scenarios of forensic science technologies for fingerprint examination, including nano-material detection, long-wave luminescent material analysis, hyperspectral imaging, chemical reagent detection, and physical extraction techniques. These findings aim to enhance the efficiency of fingerprint examination in criminal cases and provide technical support for strengthening evidentiary foundations.

**[Key words]** Fingerprint examination; Criminal science and technology; Criminal justice; Criminal investigation

随着犯罪手段的智能化与隐蔽化发展,刑事侦查对痕迹检验技术的适配性、精准度提出了更高要求。作为个体识别的核心特征,手印痕迹的检验质量对案件侦破效率和司法公正性产生了直接影响。研究以刑事侦查实践需求为基础,先对手印痕迹检验的必要性开展分析,再系统分析不同类型检验技术的原理和实操应用,旨在梳理技术应用逻辑,为解决复杂现场手印检验难题,强化刑事证据支撑提供支持。

### 1 手印痕迹检验的必要性分析

#### 1.1 司法认定的核心支撑

作为人体固有的生物特征,手印具有人各不同、终身不变的唯一性特征。该核心特征使手印成为刑事司法认定个体特征的核心依据。每个人的指纹纹路特征点、细节等排列组合都有本

质差异,即便是同卵双胞胎,也可通过精细检验区分指纹差异。司法实践中,手印痕迹可直接关联起犯罪嫌疑人、涉案物品、犯罪现场,为锁定案件主体提供不可辩驳的依据。而且手印痕迹也是法定刑事证据,符合客观、合法、关联要求,可以将侦查、起诉、审判等各环节连接起来,还能与其他物证互相印证,强化案件审理的公正性和权威性,为司法裁决提供重要支持<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 刑事侦查的实战导向

手印痕迹检验是刑事侦查工作中突破侦查瓶颈、推进案件侦破的重要手段,尤其适合无目击证人、无直接物证的疑难案件。此类案件的侦查方向通常不明确,现场遗留的手印痕迹就可成为侦查突破口,通过技术检验可以锁定嫌疑人的身份,帮助划定侦查范围,指明方向,促进侦查效率大幅提升。另外,手印痕迹

还可把案件的关联点串联起来,帮助侦查人员还原作案全过程。通过对手印遗留的位置、数量、方向、重叠关系等进行分析,可对作案人员的进入路径、操作顺序、作案手法等进行判断,甚至还可判断作案人数,帮助构建完整的作案链条。在侦破系列性案件中,通过对比从不同案发现场提取的手印痕迹,可以确定是否为同一个人或同一个团伙所为,实现串并案侦查,集中警力精准打击犯罪,使侦查成本有效降低,提高打击犯罪的有效性与针对性。

### 1.3 适配复杂案件的技术支持

随着犯罪手段的智能化、隐蔽化,刑事案件现场环境也变得更加复杂,增加了室内外不同场景、客体表面痕迹的提取难度,手印痕迹检验技术的适配性需求不断增强。室外现场容易受到自然环境影响,手印痕迹变得模糊,被破坏。室内环境可能因为客体材质多样,如粗糙模板、光滑玻璃、多孔纸张等,导致痕迹的附着状态差异较大。手印痕迹检验可适配多种复杂案件的现场条件,面向不同客体、环境等,可采取不同的手印痕迹提取和检验方法,实现对痕迹的有效捕获与识别。然而,犯罪嫌疑人的反侦查意识不断增强,可能会避免留下可疑痕迹,大量疑难客体手印、潜在手印等隐蔽痕迹成为侦破案件的关键。手印痕迹检验技术可精准识别并提取此类隐蔽痕迹,打破犯罪人员的反侦查壁垒,为案件侦破提供重要线索,有效应对复杂案件带来的侦查挑战,保障侦查工作顺利推进。

## 2 手印痕迹检验刑事科学技术

提取检验疑难客体手印、潜在手印,是刑事侦查现场侦破的关键,传统技术在检验适配性、灵敏度方面的局限性日益凸显。各种先进材料、技术等凭借各自独特优势,成为破解此类难题,提高侦查效率的新型技术手段,广泛应用于勘察各类复杂现场。

### 2.1 纳米材料显现检验技术

技术的核心原理是借助纳米材料的尺寸效应、光学特征和化学稳定性,使手印痕迹能高效可视化。纳米荧光碳点的荧光性能优异,化学稳定性、生物相容性都较好。它通过和手印残留物质,如汗液中的脂质、氨基酸等发生特异性吸附和相互作用,借助荧光激发实现痕迹成像,且不会对后续检验造成干扰<sup>[2]</sup>。钨纳米配合物显现剂则通过精准合成工艺,利用钨离子的特征荧光发射特性,受到特定激发光照射时呈现强荧光信号。整个合成过程需要对反应条件进行精准控制,对配体结构进行优化,以提高显现剂的荧光强度、稳定性和与不同客体的适配能力。

刑事侦查过程中,纳米材料类显现检验技术可针对不同客体、场景的手印提取难题。针对抢劫、盗窃案件中常见的光滑非多孔客体,如金属器皿、塑料包装物、玻璃门窗等,侦查人员可采用喷洒、涂抹纳米荧光碳点悬浮液的方法,静置反应后通过便携式荧光检测仪观察手印纹路,操作过程中对悬浮液浓度进行严格控制,避免过度覆盖导致特征点变得模糊,对嫌疑人接触痕迹进行快速锁定。对于诈骗、杀人等案件中涉及的织物、纸张等多类客体,使用渗透性比较弱的钨纳米配合物显现剂,通过点涂或熏蒸方式处理,可减少痕迹扩散,精准提取文件、衣物上

的潜在手印。审查人员还可对比不同客体上不同纳米材料的显现效果,并与现场痕迹遗留时间、温湿度等条件结合起来,优化激发光波长、反应时间等参数,使痕迹清晰度进一步提高,为对比指纹、锁定嫌疑人身份提供高质量证据<sup>[3]</sup>。

### 2.2 长余发光材料显现检验技术

技术的核心原理是利用长余辉发光材料的光学特性和作用机制。此类材料含有镧、铈、钕等稀土离子,形成特殊能级结构的材料。在可见光、紫外线等外界激发下,电子从基态跃迁至激发态,停止激发之后,电子缓慢回落到基态,将持续释放出稳定的荧光。在材料与手印残留物质结合之后,通过物理吸附作用附着在手印纹路表面,借助长余辉特性,在无光、弱光环境下将手印轮廓和细节特征清晰呈现出来,而且发光持续时间长,便于侦查人员观察、提取和记录<sup>[4]</sup>。

刑事侦查中,可在弱光现场使用该技术,使复杂场景下的提取手印效率大幅提升。针对夜间发生的盗窃、强奸案件现场,侦查人员可先清洁处理疑似遗留收银区域,将表面杂质去除,通过喷洒或涂刷方式施加 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Nd}, \text{La}$ 材料粉末或悬浮液。经过短暂激发之后,利用长余辉时段完成手印的快速观察、拍摄提取,不用持续提供激发光源,使现场勘察痕迹被破坏的风险降低,还可减少环境光对显现效果的干扰。对室内光滑客体,可直接施加材料粉末,借助静电吸附增强附着效果,快速锁定嫌疑人作案轨迹。对室外潮湿土壤覆盖的多孔客体,如织物碎片、木质工具,可选择浓度适宜的悬浮液处理,避免材料过度渗透,导致痕迹模糊。但需注意该材料的效果会受到潮湿环境影响,需要侦查人员提前调控好现场环境,必要时可预处理客体,保证完整提取手印特征。

### 2.3 高光谱成像类检验技术

核心原理包括两个方面:其一,高光谱成像技术和手印检验的适配逻辑。通过捕捉物体在连续光谱波段下的图像信息,利用载体、手印残留物质在光谱特征上的差异,实现分离和识别手印痕迹。即便手印和背景颜色接近,痕迹比较微弱,也可借助光谱特征实现精准定位提取。其二,支持向量算法和高光谱技术的融合机制。支持向量算法的分类和拟合能力强大,可精准处理高光谱数据。通过分类模型构建,对手印残留物质的光谱特征变化进行识别,继而判定汗潜指纹遗留时间,通过算法挖掘光谱数据和手印遗留时间的内在关联,使检验结果的准确性得到提升<sup>[5]</sup>。

高光谱成像检验技术在刑事侦查中的应用,可帮助实现各类隐蔽痕迹勘察和深度检验,使复杂案件的侦破瓶颈被打破<sup>[6]</sup>。在杀人、纵火案件现场,会在墙壁、布料、纸张等复杂的背景客体上留有隐蔽手印。侦查人员可以把高光谱成像设备直接对准疑似区域,设置合理的光谱波段范围和成像参数,获得完整的光谱图像数据。通过专业软件处理,实现手印和背景信息的分离,让手印的细节特征清晰呈现,而且整个过程非接触操作,避免二次破坏痕迹。还可采用该技术提取系列盗窃案件现场的隐蔽手印,通过对比数据库中的指纹,实现串并案侦查。在室内抢劫、盗窃案件中,利用高光谱结合支持向量算法,先采集不同

遗留时段指纹的高光谱数据,完成判定模型构建,再比对分析现场提取的汗潜指纹数据,根据环境温度对结果进行修正,判断指纹遗留时间,帮助侦查人员缩小侦查范围,推断作案时间。操作中需注重设备校准,避免光谱数据偏差,做好数据存储备份,为后续复核及法庭举证提供支撑。

#### 2.4 化学试剂显现检验技术

核心原理是化学试剂和手印残留物质形成特异性反应,传统试剂和改良试剂作用逻辑各有侧重。茚三酮试剂与手印中汗液残留的氨基酸发生显色反应,生成蓝紫色,使手印痕迹显现,整体反应灵敏度高,适合纸张、织物等多孔客体。硝酸根试剂和汗液中的氯化钠反应生成氯化银,在光照作用下可以分解成银单质,呈现出棕黑色手印纹路,多用于光滑的非多孔客体。改良型试剂通过复配优化,使不同试剂各自的优势得到发挥,增强对潮湿环境下手印、陈旧手印等疑难痕迹的显现能力。

在刑事侦查过程中,该技术可以与多种客体、多种长青手印提取需求适配,满足基层侦查工作低成本、高效率的需求。针对盗窃案件现场的织物衣物、信件、纸张文件等多类客体,侦查人员可以通过熏蒸、涂抹、喷漆等方式施加茚三酮试剂,处理之后控制环境温湿度促进充分反应,使潜在手印快速显现,锁定嫌疑人接触过的涉案物品。针对抢劫案件中遗留的金属工具、玻璃器皿、塑料包装等光滑非多孔客体,使用硝酸银试剂处理,需要现场配置使用,避免失效。处理后需避光保存,避免氯化银过度分解影响痕迹清晰度。

#### 2.5 物理显现和提取检验技术

该技术实施的基础是不同的物理作用特性。粉末显现技术,利用粉末和手印残留物质的吸附作用,粉末颗粒在范德华力、静电力作用下附着于手印纹路表面,形成和载体颜色有明显差异的痕迹。不同类型粉末的吸附能力和适配场景各不相同,静电吸附技术通过发挥静电场作用,让粉末颗粒可以定向吸附在手印纹路上,适合粗糙、面积大的客体,核心是构建稳定的静电场增强粉末和手印的附着效果。真空镀膜技术能在真空环境下,把金属或者非金属材料蒸发成原子或分子,并在手印纹路表面沉积,

形成高清晰度薄膜,凸显手印细节。

刑事侦查中,该技术能灵活适配各种客体场景,为案件侦破快速提供更多证据支持。在入室抢劫、盗窃案件现场,针对光滑客体,侦查人员可以选择磁性粉末,利用磁刷吸附粉末轻轻扫过疑似区域,避免痕迹被破坏,将手印快速显现并完成提取。针对盗窃案件中的木制家具、粗糙客体等,采用静电吸附技术,调整静电设备参数,让粉末能均匀地覆盖并吸附在手印上,提高痕迹的完整性,对嫌疑人的作案轨迹进行还原。

### 3 结语

手印痕迹检验是刑事侦查和司法认定的重要支持,本文通过对五类核心技术的梳理,明确各技术适配的侦查场景,助力有效破解复杂手印检验难题。另外,通过对各类技术的合理运用,使痕迹提升的效率和准确度提升,为侦破案件提供扎实物证。

#### [参考文献]

- [1]梁文龙,潘锦斌.关于手印痕迹检验刑事科学技术的探讨[J].中国公共安全,2025(1):172-174.
- [2]王九江,李大武.基于纳米荧光碳点可视化显现潜在手印的研究进展[J].材料导报,2025(9):24-26.
- [3]于邀洋,李想,臧泰琦,等.箱纳米配合物的手印显现剂的合成及应用[J].化学研究与应用,2024,36(12):2776-2784.
- [4]倪龙,董宇翔.基于CaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu,Nd,La长余辉发光材料的手印显现研究[J].化学研究与应用,2025,37(5):1336-1344.
- [5]田子晨,蔡园,高毅,等.高光谱成像技术在现场勘查中的应用研究[J].中国高新科技,2024(24):124-126.
- [6]唐鹏宇,王震,葛恒.高光谱结合SVM的室内客体上汗潜指纹遗留时间研究[J].应用激光,2025,45(5):187-196.

#### 作者简介:

邹昕芑(1990--),男,蒙古族,重庆沙坪坝人,本科,中级,从事专业:痕迹检验。

范瑞晨(1990--),男,汉族,天津市武清区人,大学专科,警务技术一级主管,刑事技术。