

新型 Nile blue 材料对多种客体上 潜在手印显现研究

赵雅彬¹ 陆林峰² 孟 昕³ 裘德诚¹ 郭 威¹

(1.中国人民公安大学刑事科学技术学院,北京 100038;
2.重庆市公安局刑侦总队,重庆 400700;3.北京市公安局刑侦总队,北京 100054)

摘 要 尼罗蓝类化合物是灵敏度高、生物毒性较低的吩恶嗪类荧光试剂。从尼罗蓝 A(Nile blue A)的光学性能入手,考察了 Nile blue A 显现潜在手印时的最佳适用条件及在不同客体上的显现效果。通过连续捺印显现实验进一步探究了该方法的灵敏度和对陈旧性手印的显现能力。实验结果证实,该方法在潜在手印显现时具有较高的显现灵敏度和广泛的客体适用性,在 Nile blue A 质量浓度为 0.03mg/mL 时达到最佳,其显现手印具有显色和荧光双重效果,能够适用于大多数渗透性与非渗透性客体表面潜在手印显现,甚至对于潮湿及复杂背景客体仍具有良好的效果,为犯罪现场潜在手印的显现提供了更有效的方法。

关键词 尼罗蓝 A,潜在手印,显现

Research of latent fingerprint development by Nile blue A

Zhao Yabin¹ Lu Linfeng² Meng Xin³ Qiu Decheng¹ Guo Wei¹

(1.School of Forensic Science,People's Public Security University of China,Beijing 100038;
2.Criminal Investigation Institute,Chongqing Municipal Public Security Bureau,Chongqing 400700;
3.Criminal Investigation Institute,Beijing Municipal Public Security Bureau,Beijing 100054)

Abstract Nile blue A is a kind of phenoxazine fluorescent reagent with a wide range of application, high sensitivity, low toxicity and good results. According to the photochemistry properties of Nile blue, the optimal conditions for the development of latent fingerprints using Nile blue and its effectiveness on different objects were explored. In addition, through the development of consecutive fingerprints, the sensitivity of this method was further explored. The experimental results showed that the proposed method had high sensitivity and wide flexibility to the new and old fingerprints when the concentration was 0.03mg/mL. The developed fingerprint had the dual effect with color and fluorescence, which can be applied to most of latent fingerprints of non-porous and porous surface, even for the wet and complex background object. It provided a more effective way to develop the potential fingerprints of crime scene. Moreover, Nile blue was cheaper, lower toxicity, easier to operate, and water-based reagent was beneficial for environmental protection, which was easy to use and popularize for future public security work.

Key words Nile blue A, latent fingerprint, development

潜在手印的发现和处置在案件勘查及人身认定过程中至关重要,但由于遗留手印的环境、客体条件的限制以及嫌疑人反侦查意识的提高,使得手印显现的难度和要求不断提高,因此研究高灵敏、适应性强、低毒性的新型手印显现试剂一直是法庭科学领域研究的难题和热点问题^[1]。

尼罗蓝(Nile blue)及其衍生物属于典型的吩恶嗪类荧光染料^[2],此类物质不仅具有优异的光学性

能,同时还有良好的生物相容性,被广泛应用于生物标记^[3]、染料激光器^[4]和传感器^[5]中,凭借出色的荧光特性和生物相容性,Nile blue 也成为法庭科学研究者关注的焦点^[6],特别是在犯罪现场潜在手印的显现应用方面^[7]。本研究从 Nile blue A 的光学性能入手,考察了其在显现潜在手印时的最佳应用条件及在不同客体上的显现效果。通过连续捺印手印的显现实验进一步探究了该方法的灵敏度,为手印

基金项目:中国人民公安大学基本科研课题(2016JKF01102)资助

作者简介:赵雅彬(1981-),女,博士,副教授,主要从事指纹显现新材料研究。

显现研究在实际工作中的应用奠定理论基础。

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

Nile blue A,美国 Alfa aesar 公司;去离子水,上海麦克林公司。

多波段激光物证显现仪(HGXJ-RGB 型),上海现场物证光学产品研发中心;荧光光谱仪(F-7000 型),日本日立公司;尼康(Nikon)D80 相机(AF Micro-Nikon 60mm f/2.8D 型,微距镜头),日本尼康公司;橙色护目镜及配光装置,北京布兰特公司。

1.2 手印样本的收集

8 名志愿者(5 男 3 女)分别在自然状态下捺印指纹样本,每人捺印样本 30 枚,捺印时尽量保证手指与客体间作用力与作用时间相同;灵敏度实验样本收集时应保证志愿者用同一手指连续捺印 5 枚手印;对比实验中将单枚指纹对半裁开,使其平均分布在客体表面。

1.3 溶液的配制

(1)分别称取不同质量的 Nile blue A 加入 100mL 去离子水中,搅拌使其充分溶解,配制成不同浓度的 Nile blue A 显现液。

(2)手印样本浸泡在 Nile blue A 显现液中约 10min 后自然晾干,随后放入 150℃ 烤箱中加热 20min。

(3)将多波段激光物证显现仪调至 490nm 照射处理过的检材,用橙色护目镜观察和拍照固定。

2 结果与讨论

2.1 Nile blue A 的光学性能及光谱分析

选择极性不同的溶剂石油醚、四氢呋喃、二氯甲烷、乙醇,配成浓度为 0.02mmol/L 的 Nile blue A 溶液,分别测试相同浓度的 Nile blue A 在不同溶剂中的荧光光谱。由图 1 可以看出,在可见光区域,随着溶剂极性的逐渐增大,Nile blue 分子的发射出现

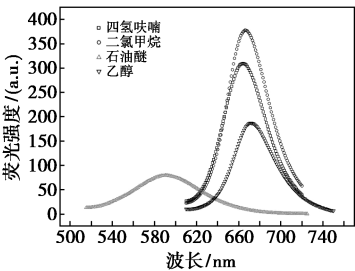


图 1 0.02mmol/L Nile blue A 溶液在不同溶剂中的荧光光谱图

相应的红移,在乙醇中的发射波长接近 680nm。这可能是因为溶剂极性的改变影响了 Nile blue 分子内的电子转移,从而使发光基团的吸收发射波长出现波动。

2.2 最佳显现条件考察

不同质量浓度(0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.10mg/mL) Nile blue A 溶液对塑料客体上潜在指纹的显现效果见图 2。从图可以看出:对于非渗透塑料客体,当 Nile blue A 溶液质量浓度达到 0.01mg/mL 时,能够看到明显的手印纹线,但显出手印部分不完整且纹线出现间断;当 Nile blue A 溶液质量浓度增加到 0.03mg/mL 时,显出手印纹线清晰连贯,与背景反差明显;持续增加显现液浓度,手印显现效果并没有增强,反而随着 Nile blue A 溶液质量浓度的增加背景染色更加明显,使得手印与背景反差缩小。分别对 A4 纸和黑白相纸进行

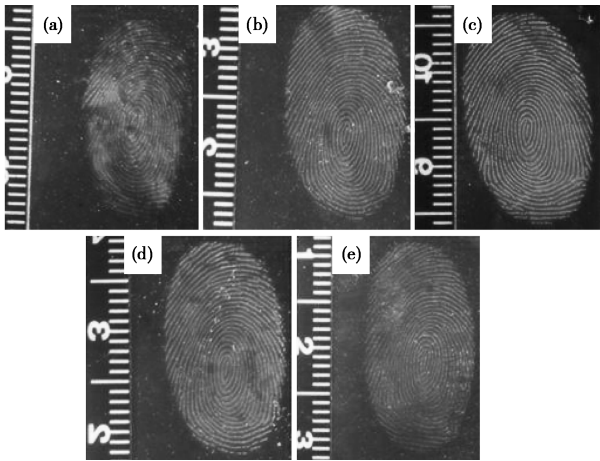


图 2 不同质量浓度 Nile blue A 溶液对塑料客体上潜在指纹的显现效果

[Nile blue A 质量浓度(a)0.01mg/mL;(b)0.03mg/mL;(c)0.05mg/mL;(d)0.07mg/mL;(e)0.10mg/mL]

表 1 多种客体上不同质量浓度 Nile blue A 溶液显现潜在手印的效果对比

Nile blue A 溶液质量 浓度/(mg·mL ⁻¹)	白色 A4 复印纸	黑色 相纸	塑料片	玻璃
0.01	++	++	++	+
0.03	+++	+++	+++	+++
0.05	+++	++	+++	+++
0.07	+	+	++	++
0.10	+	+	++	++

注:+++表示纹线清晰完整且连贯,与背景形成较大反差;++表示纹线较为清晰连贯,与背景有反差;+表示能观察到纹线,但不完整,与背景有一些反差。

相同浓度的梯度实验(见表 1),结果发现,对于纸张类渗透性客体,Nile blue A 溶液最佳质量浓度仍为 0.03 mg/mL,但由于基底更易吸附显现液而导致严重的背景附着。

2.3 连续捺印显现实验

手印显现方法评价中,Nile blue A 溶液显现灵敏度的考察至关重要。Nile blue A 溶液对在塑料上连续捺印 5 次的指纹显现效果见图 3。从图可以看出,在连续捺印过程中,随着手印物质中氨基酸、油脂及其他物质含量的降低,虽然显出手印荧光强度略有下降,但手印纹线清晰,细节特征点明显,对于鉴定结果无太大影响,即使是第 5 枚手印具有很好的鉴定价值。

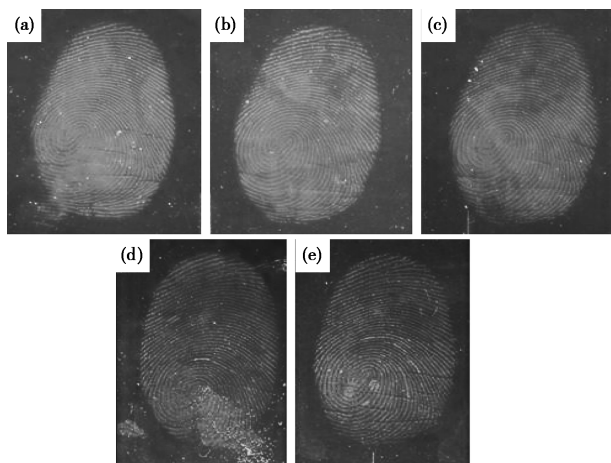


图 3 Nile blue A 溶液对在塑料上连续捺印 5 次的指纹显现效果

[(a)捺印 1 次;(b)捺印 2 次;(c)捺印 3 次;
(d)捺印 4 次;(e)捺印 5 次]

2.4 多种客体上的适用性实验

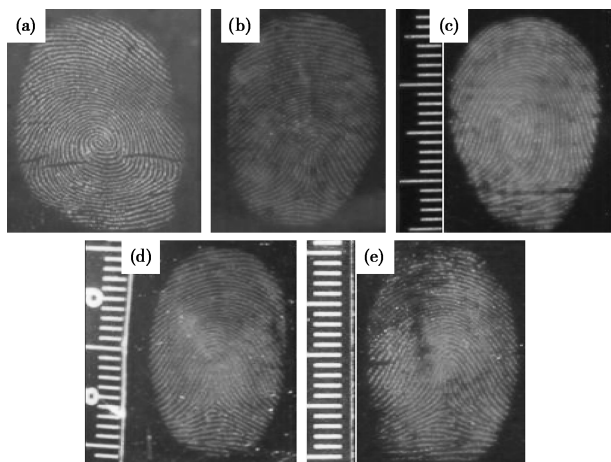


图 4 Nile blue A 溶液对复印纸、相纸、陶瓷、玻璃及胶带表面潜在手印的显现效果

[(a)复印纸;(b)黑白相纸;(c)陶瓷;(d)玻璃;(e)胶带表面]

一般来说,潜在手印显现方法的选择往往取决于遗留客体的性质,大多数方法仅仅适用于特定类型的客体,适用性较差。Nile blue A 溶液对复印纸、黑白相纸、陶瓷、玻璃及胶带表面潜在手印的显现效果见图 4。从图可以看出,Nile blue A 溶液不仅对复印纸、黑白相纸等渗透性客体表面手印有很好的显现作用,对陶瓷、玻璃及胶带等非渗透客体也能表现出非常好的显现效果,显出手印具有强烈红色荧光,且手印细节特征明显,具有很好的鉴定价值,说明该方法具有广泛的客体适用性。

2.5 遗留不同时间潜在手印的显现实验

模拟真实案件现场潜在手印遗留情况,将手印样本在室温条件下放置不同时间后用 Nile blue A 溶液处理。Nile blue A 溶液对相纸上遗留不同时间潜在手印的显现效果见图 5。从图可以看出,随着遗留时间的延长,手印显现质量虽然下降,但对于遗留 30d 的手印仍然可以观察到明显的纹线细节特征,具备鉴定条件。

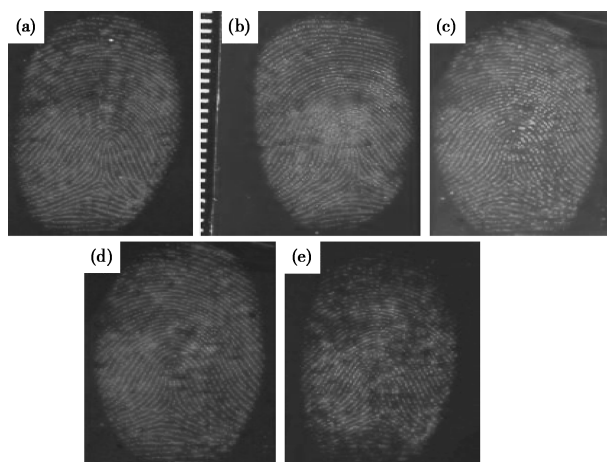


图 5 Nile blue A 溶液对相纸上遗留不同时间潜在手印的显现效果

[(a)1d;(b)5d;(c)7d;(d)15d;(e)30d]

2.6 与其他潜在手印显现方法效果比较

选择渗透性客体表面潜在手印显现常用荧光试剂 1,2-茚二酮^[8]与 Nile blue A 溶液进行显现效果

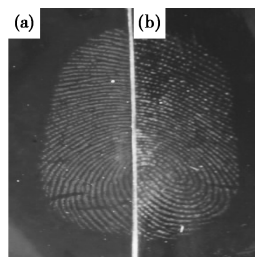


图 6 不同试剂对遗留在画报上 2 周潜在手印的显现效果

[(a)Nile blue A 溶液;(b)1,2-茚二酮溶液]

(下转第 263 页)