

# The Application of 266 nm Ultraviolet Ceramic Laser in Visualization Latent Fingerprints by Reflection

Yun Zou<sup>1</sup>, Zhenke Qin<sup>1</sup>, Xuejun Zhao<sup>1</sup>, Nengbin Cai<sup>2</sup>, Xiaochun Huang<sup>2</sup>, Sibow Wen<sup>2</sup>, Feiyu Yang<sup>1\*</sup>, Wenbin Liu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Shanghai Key Laboratory of Crime Scene Evidence, Shanghai Research Institute of Criminal Science and Technology, Shanghai

<sup>2</sup>Institute of Forensic Science, Shanghai Municipal Public Security Bureau, Shanghai

Email: zouyun1984@163.com, \*yangfyhit@sina.com, \*wbliu1981@163.com

Received: May 17<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jun. 3<sup>rd</sup>, 2016; published: Jun. 6<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

This paper describes visualization of latent fingerprints by 266 nm ultraviolet ceramic laser. Self-made 266 nm ultraviolet laser with a ceramic gain medium was used to illuminate the latent fingerprints on the non-porous substrates. The images were recorded by ultraviolet camera through reflection photography. The results showed that the marriage of ultraviolet ceramic laser and reflection photography was an effective method on visualization of latent fingerprint on non-porous substrates. The visualization rate of oil fingerprints is higher than the sweat fingerprints. Ceramic materials have the advantages of good chemical stability, high-temperature resistance, size stability and light diffuse reflection. The 266 nm ultraviolet ceramic laser could be adopted to the visualized latent fingerprints on the non-porous substrates. The ultraviolet ceramic laser operating at 266 nm has potential application in the field of criminal investigation.

## Keywords

Ultraviolet Ceramic Laser, Reflection Photography, Visualization, Latent Fingerprints

---

\*通讯作者。

# 266 nm陶瓷激光器反射照相在指纹显现中的应用

邹芸<sup>1</sup>, 秦真科<sup>1</sup>, 赵雪璐<sup>1</sup>, 蔡能斌<sup>2</sup>, 黄晓春<sup>2</sup>, 温思博<sup>2</sup>, 杨飞宇<sup>1\*</sup>, 刘文斌<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>上海市刑事科学技术研究院, 上海市现场物证重点实验室, 上海

<sup>2</sup>上海市公安局物证鉴定中心, 上海

Email: zouyun1984@163.com, \*yangfyhit@sina.com, \*wbliu1981@163.com

收稿日期: 2016年5月17日; 录用日期: 2016年6月3日; 发布日期: 2016年6月6日

## 摘要

本文研究潜在指纹显现的新技术, 用自主研发的266 nm短波紫外陶瓷激光器作为光源照射检材, 通过反射照相方法显现各种非渗透性客体表面的潜在指纹。紫外陶瓷激光器能有效显现出光滑客体表面的潜在指纹, 并且油脂指纹检出率高于汗液指纹检出率。陶瓷材料由于其良好的化学稳定性、耐高温性、尺寸稳定性、光漫反射特性等优点, 利用该266 nm短波紫外陶瓷激光器可以显现非渗透性客体表面的潜在指纹, 在刑侦领域上有较好的应用前景。

## 关键词

紫外陶瓷激光器, 反射照相, 显现, 潜在指纹

## 1. 引言

指纹技术中最关键的问题是潜在指纹的显现, 由于指纹所在的客体检材表面种类繁多复杂, 因此适应各种不同检材并增强潜指纹显现灵敏度的显现技术一直是法庭科学的研究热点。指纹技术发展至今, 根据显现原理的不同, 可以分为物理显现法、化学显现法和光学显现法。物理显现法缺乏稳定性、易吸入人体且操作过程中易破坏指纹纹线; 化学方法灵敏度较高, 但实际操作过程中仍难以适用背景颜色复杂的客体环境, 且部分试剂对人体有一定危害。总体来看, 按照物证检验的无损检验方法优先原则, 光学方法依然是多种显现方法中的首选。

美国 Menzel、加拿大 Dalrymple 和 Duff 等[1]利用连续波氩离子激光检验出了一段黑色绝缘胶带粘面上的一枚潜指纹, 引起了世界各国法庭科学人员的极大关注。激光应用于指印检测领域以来, 国内在这一领域的研究也取得了一系列的成果[2]-[7]。然而, 短波紫外激光在潜指纹显现中的应用较少, 该类装置更是少见。紫外反射照相方法作为一种无损检验方法, 尤其对玻璃、照片等非渗透性客体表面指纹显现具有突出效果。本文利用自主研制的 266 nm 陶瓷激光器对彩色照片、光滑玻璃、毛玻璃、玻璃杯、剪刀、火车票、食品塑料袋、鼠标等客体表面的潜在油脂指纹和汗液指纹进行显现, 利用配置 266 nm 滤光镜和紫外相机进行拍摄, 有效地提取了该类客体表面的潜在指纹。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 样本

采用彩色照片、光滑玻璃、毛玻璃、玻璃杯、剪刀、火车票、食品塑料袋、鼠标为承载客体, 分别

按捺油脂指纹和汗液指纹各 10 个。

- 1) 油脂指印：手指洗干净后，擦拭额头、鼻子后捺印。
- 2) 汗液指印：手指洗干净后，用塑料袋包裹手 15 分钟后，捺印。

## 2.2. 设备的设计方案

如图 1 所示，是 266 nm 紫外陶瓷激光器的装置图。该装置主要由 808 nm 半导体激光泵浦系统、谐振腔、KTP 晶体、BBO 倍频晶体和石英分光棱镜组成。808 nm 半导体激光泵浦系统发射出波长为 808 nm 的激光，采用光纤耦合，导入谐振腔，经过掺杂浓度为 1.0at%，的 Nd:YAG 透明陶瓷，辐射 1064 nm 的激光。1064 nm 激光通过 KTP 晶体产生 532 nm 绿光，谐振腔由两面反射镜构成，表面镀有 1064 nm 和 532 nm 的高反膜，激光在谐振腔内来回反射，当激光功率超过输出耦合镜的阈值后，从输出耦合镜输出，532 nm 经过 BBO 倍频晶体产生 266 nm 紫外激光。为获得单色性更好的紫外激光光束，最后采用石英分光棱镜分光。

## 2.3. 实验器材

266 nm 陶瓷激光器、紫外镜头、SCENESCOPE 紫外照相机、护目镜。

## 2.4. 实验方法

以陶瓷激光器输出的波长为 266 nm 短波紫外线作为光源分别照射检材，通过波长为 266 nm 的带通滤光镜进行滤光，利用 SCENESCOPE 紫外照相机分别接受检材反射的 266 nm 紫外激光亮度分布，针对每个检材调整照射角度、曝光时间和照射距离，拍取最佳成像照片，示意图见图 2。

## 3. 实验结果

### 3.1. 指纹检测结果

指纹检测结果如表 1 所示。油脂指纹纹线清晰的共 38 个，占 47.5%，少量纹线的共 32 个，占 40%，总体检出率为 87.5%。汗液指纹纹线清晰的共 32 个，占 40%，少量纹线的共 17 个，占 21.3%，总体检出率为 61.3%。

### 3.2. 示例照片

彩色照片、光滑玻璃、毛玻璃、玻璃杯、剪刀、火车票、食品塑料袋、鼠标表面的潜在油脂指纹和汗液指纹提取效果对比见图 3~6。



Figure 1. The image of 266 nm ceramic ultraviolet laser device  
图 1. 266 nm 紫外陶瓷激光器的装置图

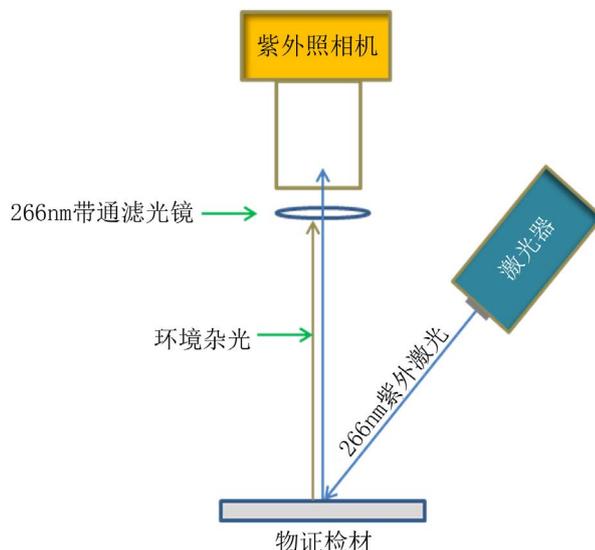


Figure 2. Schematic diagram of 266 nm ultraviolet reflection imaging

图 2. 266 nm 短波紫外线反射照相示意图

Table 1. Visualization results of latent fingerprints

表 1. 指纹检测结果

客体种类	指印数量	油脂指纹			汗液指纹		
		纹线清晰	少量纹线	没有纹线	纹线清晰	少量纹线	没有纹线
彩色照片	10	8	2	0	2	6	2
光滑玻璃	10	8	2	0	10	0	0
毛玻璃	10	0	5	5	0	2	8
玻璃杯	10	8	2	0	6	3	1
剪刀	10	6	4	0	8	2	0
火车票	10	0	7	3	0	0	10
食品塑料袋	10	0	8	2	0	0	10
鼠标	10	8	2	0	6	4	0

## 4. 讨论

### 4.1. 紫外反射照相原理探讨

紫外反射照相适合彩色照片、玻璃等光滑客体表面的指纹提取。通过调整短波紫外线的入射角度，光滑客体表面发生定向反射，使垂直方向进入镜头的紫外线很少，而指纹纹线在紫外照射下会发生漫反射，从而会反射紫外线进入镜头，故能有效提取该类光滑客体表面的潜在指纹。

### 4.2. 油脂指纹和汗液指纹检出率差别

油脂指纹检出率 90%，整体高于汗液指纹检出率 60%。这是由于额头和鼻子表面油脂含量多，且不易挥发，因此较汗液指纹检出率高。毛玻璃表面汗液指纹检出率较低，因为毛玻璃表面不光滑，玻璃表面易发生漫反射，干扰了纹线表面漫反射的光线，故检测率低。光滑的玻璃杯表面指纹比背景亮，因为玻璃杯对 266 nm 的光吸收比纹线强，纹线反射的紫外光较强，因此纹线亮，背景暗。火车票、食品塑料

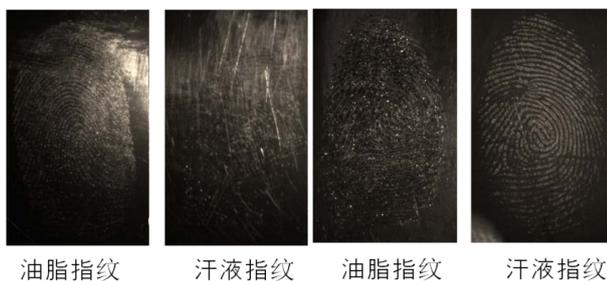


Figure 3. The images of fingerprints on chromophotograph (left) and smooth glass (right)  
 图 3. 彩色照片表面指纹(左)和光滑玻璃表面指纹(右)

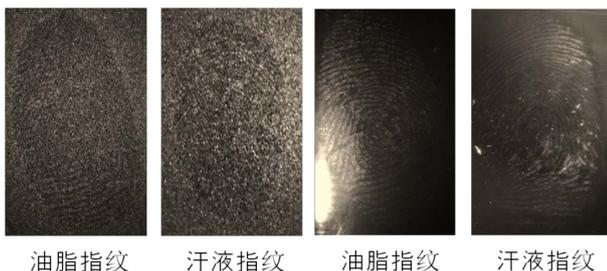


Figure 4. The images of fingerprints on frosted glass (left) and cup (right)  
 图 4. 毛玻璃表面指纹(左)和玻璃杯表面指纹(右)

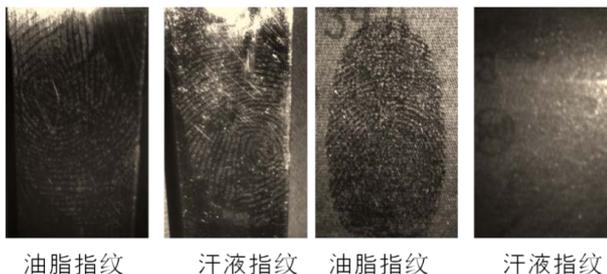


Figure 5. The images of fingerprints on scissor (left) and ticket (right)  
 图 5. 剪刀表面指纹(左)和火车票表面指纹(右)

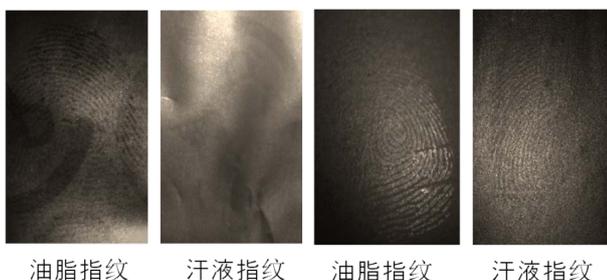


Figure 6. The images of fingerprints on plastic bag (left) and mouse (right)  
 图 6. 食品塑料袋表面指纹(左)和鼠标表面指纹(右)

袋表面汗液指纹检出率为 0，分析由于火车票纸质为胶版纸，对油墨的吸收性好，但抗水性能强，难以在其表面留下汗液指印，故而无法显现。食品塑料袋表面汗液指纹无法显现分析也是该类原因导致。鼠

标表面的油脂印和汗液指印有较好的显现, 因为油脂印及汗液指印与鼠标的磨砂表面有较好的贴合, 鼠标作为背景对紫外光的吸收更强。

### 4.3. 陶瓷激光器的优势

本文所用陶瓷激光器, 是一种基于 Nd:YAG 透明陶瓷为增益介质的陶瓷紫外固体激光器, 系自主研发的具有准连续短波紫外激光输出的激光器。目前高重复频率、高峰值功率 266 nm 紫外激光输出普遍采用调 Q 技术, 该技术的缺点是持续高频激光输出导致单晶内部热效应过大, 降低输出激光的质量, 影响紫外固体激光器的连续应用。近年来发展的新型激光材料——Nd:YAG 透明陶瓷, 具备与单晶一致的热导率、热膨胀系数、吸收光谱、发射光谱、荧光寿命和激光性能, 还具有单晶难以比拟的优势, 钕离子掺杂浓度高利用激光器的小型化, 易于制备的复合结构有利于实现主动调 Q, 大尺寸有利于提高激光输出功率, 并且陶瓷的高温热损伤阈值是单晶的 1.5 倍, 更适合在高温条件下使用。激光为自由发散输出, 通过功率调节器可控制输出激光功率大小, 发散的激光适合照射检材表面的指纹区域。

## 5. 结论

在光功率为 20 W 的 808 nm 半导体激光泵浦下, Nd:YAG 陶瓷激光器在 266 nm 波段的输出功率平均为 0.32 W, 转换效率达 1.6%。据我们所知, 这是首次利用 Nd:YAG 陶瓷产生 1064 nm, 再经过光学倍频晶体四倍频获得 266 nm 的紫外激光输出。该激光器具有高的光学品质和良好的热导率、化学稳定性、尺寸稳定性、光漫反射特性等优点, 而且制造成本低、生产周期短, 比单晶激光器提供了更加灵活的设计, 可以很容易地控制其光学特性, 在法庭科学领域有较大应用前景。

## 6. 总结

本文将自主研制的 Nd:YAG 陶瓷紫外固体激光器应用于刑案现场潜在指纹探测, 激光器为全固态结构, 具有制备工艺简单、性能稳定、操作方便、成本低廉、转换效率高优点, 鉴于陶瓷的热损伤阈值比单晶高约 1.5 倍, 更有利于连续高功率激光输出。在潜在指印的显现中, 在客体表面的油指印显现率达 87.5%, 汗液指印显现率达 61.25%, 具有较好显现效果。

## 基金项目

上海市科技委员会保密专项(No. 14JG0500300)、上海市青年科技启明星计划项目(Grant No. 15QB1403400)资助。

## 参考文献 (References)

- [1] Dalrymple, B.E., Duff, J.M. and Menzel, E.R. (1977) Inherent Fingerprint Luminescence Detection by Laser. *Journal of Forensic Sciences*, **22**, 106-111. <http://dx.doi.org/10.1520/JFS10373J>
- [2] 王桂强, Brambie, S.K., Creer, K., 等. 用紫外发光技术显现潜在汗液指印[J]. 刑事技术, 1993(3): 36-40.
- [3] 王桂强. 刑事影像技术新体系[J]. 刑事技术, 2003(5): 30-35.
- [4] 吕晓峰, 许俊强. 用紫外观察照相系统提取现场指纹[J]. 刑事技术, 2004(4): 49.
- [5] 蔡能斌, 徐宝楨, 孙文鼎, 等. 紫外激光成像装置显现潜指印的研究与应用[J]. 中国人民公安大学学报: 自然科学版, 2011, 17(3): 1-4.
- [6] 蔡能斌, 黄晓春, 温思博. 紫外激光技术显现潜在指印的研究[J]. 中国司法鉴定, 2010(4): 20-22.
- [7] 黄晓春, 温思博, 蔡能斌. 紫外反射成像技术显现弧面客体上的潜在指印[J]. 影像技术, 2013, 25(4): 25-27.