

# Optical Visualization Method of Erasable Faded Handwriting

Kexin Dong<sup>1</sup>, Xiaochun Huang<sup>1</sup>, Mei Jiang<sup>2</sup>, Xuejun Zhao<sup>3\*</sup>, Nengbin Cai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Shanghai Key Laboratory of Crime Scene Evidence, Public Security Bureau, Shanghai Institute of Forensic Science, Shanghai

<sup>2</sup>Shanghai Police College, Shanghai

<sup>3</sup>Shanghai Key Laboratory of Crime Scene Evidence, Shanghai Research Institute of Criminal Science and Technology, Shanghai

Email: \*xjzhao1201@163.com, 13162056906@163.com

Received: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2019; accepted: Nov. 7<sup>th</sup>, 2019; published: Nov. 14<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

To study the optical visualization method and effect comparison of erasable pen writing after fading, ultraviolet reflection and photoluminescence imaging methods were used in this paper for detecting the erasable pen writing 2 hours, 12 hours, 24 hours after the use of friction faded handwriting and the erasable pen writing 48 hours, 72 hours after the use of heating faded handwriting. Both ultraviolet reflection and photoluminescence imaging methods can reveal the faded handwriting of the erasable pen. The effect of ultraviolet reflection is better than that of photoluminescence. The effect of short-wave ultraviolet reflection is better than long-wave ultraviolet reflection. The effective detection rate of erasable faded handwriting by ultraviolet reflective was 90%, and the faded handwriting showed dark color and light background. The effective detection rate of erasable faded handwriting by photoluminescence imaging was 70%, and the faded handwriting showed light color and dark background. Writing time and fading method have little influence on the effect of handwriting reveal.

## Keywords

Forensic Science, Erasable Pen, Faded Handwriting, Ultraviolet Reflection, Photoluminescence Imaging

---

# 可擦笔书写字迹消退后的光学显现

董珂欣<sup>1</sup>, 黄晓春<sup>1</sup>, 姜梅<sup>2</sup>, 赵雪珺<sup>3\*</sup>, 蔡能斌<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>上海市公安局物证鉴定中心, 上海市现场物证重点实验室, 上海

<sup>2</sup>上海公安学院, 上海

\*通讯作者。

<sup>3</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  
Email: xjzhao1201@163.com, 13162056906@163.com

收稿日期: 2019年10月23日; 录用日期: 2019年11月7日; 发布日期: 2019年11月14日

## 摘要

为研究可擦笔书写字迹消退后的光学显现方法及效果比较, 本文采用紫外反射和光致发光两种成像方法, 对擦笔书写2小时、12小时、24小时后采用摩擦法消退的字迹以及可擦笔书写48小时、72小时后采用加热法消退的字迹进行检测。紫外反射和光致发光两种成像方法均可显现可擦笔的消退字迹, 紫外反射的显现效果优于光致发光, 短波紫外反射的显现效果优于长波紫外反射, 紫外反射成像方法显现可擦笔消退字迹的有效检测率为90%, 消退字迹呈深色字迹浅色背景; 光致发光成像方法显现可擦笔消退字迹的有效检测率为70%, 消退字迹呈浅色字迹深色背景。书写时间和消退方法对字迹显现效果影响不大。

## 关键词

法庭科学, 可擦笔, 消退字迹, 紫外反射, 光致发光

Copyright © 2019 by author(s) 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

## 1. 引言

在案件侦查和审理过程中, 经常需要对一些重要物证上的消退字迹进行显现, 如银行票据、传真纸、各种打印凭条等, 由于字迹成分不同、消退原因各种各样, 显现方法也各不相同。如: 刘辉等报导了用特种摄影显现消退字迹的方法[1], 樊金英等报导了用红外线反射技术显现消退字迹的方法[2], 蔡能斌等报导了用红外发光技术显现被消退字迹的方法[3], 庄京伟报导了用静电放电发生器激发压差显现消退字迹的方法[4], 杨玉柱等报导了用激光检验显现消退字迹的方法[5]。本文主要研究紫外反射和光致发光技术显现可擦笔消退字迹的方法, 并对检测结果进行比较。可擦笔, 是最近几年出现的一种具有签字笔和铅笔双重优点的书写工具, 采用特殊的高分子材料作为油墨基料, 添加石油等快速挥发并且有一定粘性的液体, 经特殊工艺装配而成。在书写过程中, 油墨通过笔尖在纸张上形成一层可擦颜料膜, 即可擦墨迹, 该字迹在数小时内像铅笔一样可用普通橡皮擦掉, 留存的字迹遇水不涸, 久晒不褪色, 48小时后便成为擦不掉的笔迹, 然而可擦笔的笔迹在高温下仍然会消失, 故亦称热可擦笔。它的出现使得书写变得更加方便, 便于笔误修改, 以保持书面整洁。随着技术的不断改进, 热可擦笔的书写性能不断提高, 制作成本不断降低, 使得热可擦笔广泛普及, 更是深受学生们喜爱。然而基于热可擦笔字迹遇热易消退的特性, 也给了犯罪分子们可乘之机。浙江省曾发生一起利用字迹消退逃避债务的诈骗案[6], 犯罪嫌疑人正是利用可擦笔字迹易消退这一特性, 使用可擦笔写下欠条并签字, 最终欠条化为白纸一张。可擦笔在给人们书写带来便利的同时, 其本身特点的不当应用也应当引起重视。使用热可擦笔书写的字迹, 经过打火机烘烤加热或摩擦棒擦除后, 字迹消退彻底, 要想实现对消退字迹的无损重现, 传统的物理方法有一定的局限性, 如侧光观察法、静电压痕仪显现法等, 受到书写力度、纸张平整度等因素的影响。本文通过紫外反射和光致发光两种成像方法的实验研究, 拟克服这些影响因素, 探索可擦笔书写字迹消退后

的有效显现方法。

## 2. 实验

### 2.1. 仪器和检材

1) 仪器: HGXJ-901 一键式现场物证快速取证仪(上海恒光警用器材有限公司生产), 该设备具备紫外反射成像、光致发光成像等取证功能。

2) 检材: 可擦笔书写 2 小时、12 小时、24 小时后利用摩擦法(利用摩擦棒摩擦致字迹消退)消退的字迹; 可擦笔书写 48 小时、72 小时后利用加热法(利用打火机加热致字迹消退)消退的字迹。

### 2.2. 方法与步骤

1) 紫外反射成像方法: 开启“一键式现场物证快速取证仪”, 采用紫外反射成像模式, 紫外线波长依次选用 254 nm、365 nm, 分别对可擦笔书写 2 小时、12 小时、24 小时后利用摩擦法消退的字迹、可擦笔书写 48 小时、72 小时后利用加热法消退的字迹进行成像检验。实验装置如图 1 所示。

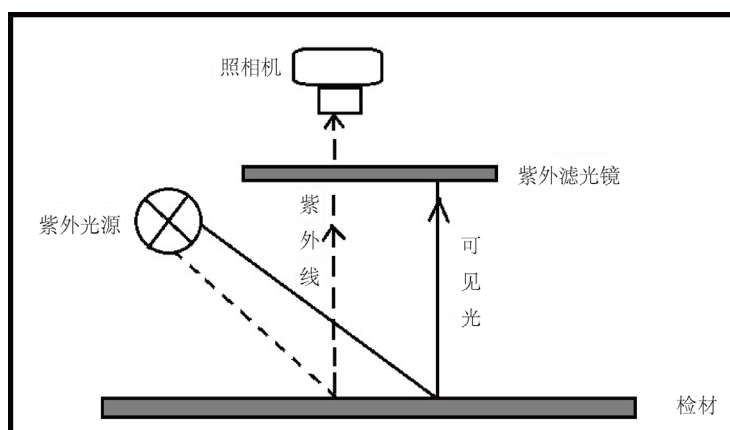


Figure 1. Ultraviolet reflection imaging experimental device

图 1. 紫外反射成像实验装置

2) 光致发光成像显现消退字迹方法: 开启“一键式现场物证快速取证仪”, 采用光致发光成像模式, 激发光波长依次选用 445 nm、505 nm、530 nm、550 nm、590 nm, 滤光镜波长依次选用 580 nm、620 nm, 分别对可擦笔书写 2 小时、12 小时、24 小时后利用摩擦法消退的字迹、可擦笔书写 48 小时、72 小时后利用加热法消退的字迹进行成像检验。实验装置如图 2 所示。

### 2.3. 实验结果

1) 紫外反射成像显现结果: 紫外反射成像方法显现可擦笔消退字迹的总体实验结果较好, 消退字迹显现效果评价为清晰、较清晰的有效检测率达 90%, 消退字迹呈深色字迹浅色背景。如表 1 所示, 是 254 nm、365 nm 两个波段紫外反射成像分别显现 5 种消退字迹的效果比较。实验表明短波紫外(254 nm)反射成像的显现效果优于长波紫外(365 nm)反射成像的显现效果。如图 3、图 4 所示, 是两种紫外波段显现消退字迹的效果比较。图 3 是摩擦法消退字迹的紫外成像效果比较, 图 3(a)为消退字迹样本(可擦笔书写 12 小时后利用摩擦法消退), 图 3(b)为短波紫外显现效果, 图 3(c)为长波紫外显现效果。图 4 是加热法消退字迹的紫外成像效果比较, 图 4(a)为消退字迹样本(可擦笔书写 72 小时后利用加热法消退), 图 4(b)为短波紫外显现效果, 图 4(c)为长波紫外显现效果。高光谱成像仪的空间性能参数主要包括总视场(FOV)和瞬

时视场(IFOV), 瞬时视场(IFOV)决定了高光谱成像仪的空间分辨率 GR, 如图 2 所示。

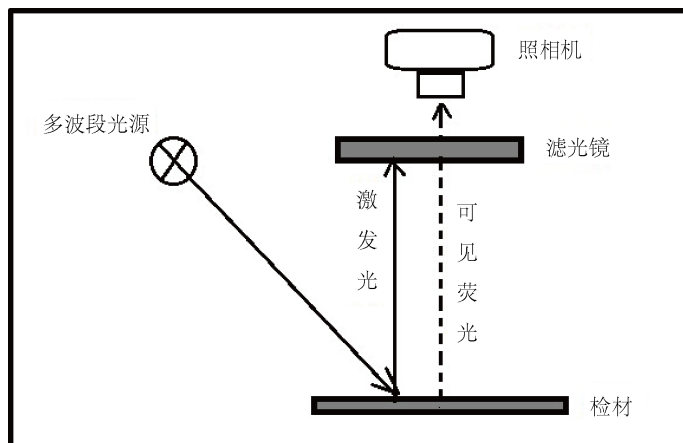


Figure 2. Photoluminescence imaging experimental device

图 2. 光致发光成像实验装置

Table 1. The result of faded handwriting in ultraviolet reflection imaging

表 1. 紫外反射成像的消退字迹显现结果

紫外反射波长	摩擦法消退的字迹			加热法消退的字迹	
	书写 2 小时	书写 12 小时	书写 24 小时	书写 48 小时	书写 72 小时
254 nm	清晰	清晰	较清晰	清晰	清晰
365 nm	较清晰	较清晰	模糊	清晰	较清晰

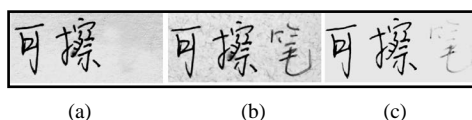


Figure 3. Ultraviolet imaging effect comparison of rubbing faded handwriting

图 3. 摩擦法消退字迹的紫外成像效果比较

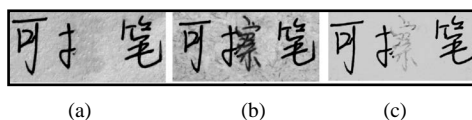


Figure 4. Ultraviolet imaging effect comparison of heating faded handwriting

图 4. 加热法消退字迹的紫外成像效果比较

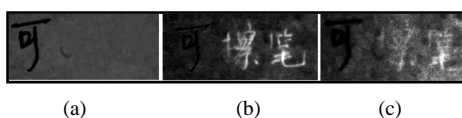
2) 光致发光成像显现结果: 光致发光成像方法显现可擦笔消退字迹的实验也有较高的检测率, 消退字迹显现效果评价为清晰、较清晰有效检测率达 70%, 消退字迹呈浅色字迹深色背景。如表 2、表 3 所示, 是光致发光成像波段的显现消退字迹的效果比较。实验表明, 激发光波长选用 530 nm、滤光镜波长选用 620 nm 的显现效果优于其他波长组合的实验。如图 5 所示, 是两种不同波长激发光, 进行光致发光成像显现消退字迹的效果比较, 图 5(a)为消退字迹样本(可擦笔书写 72 小时后利用加热法消退), 图 5(b)为 530 nm 激发光显现效果, 图 5(c)为 550 nm 激发光显现效果。

**Table 2.** The result of faded handwriting in photoluminescence imaging (using 580 nm filter)**表 2.** 光致发光成像的消退字迹显现结果(采用 580 nm 的滤光镜)

光致发光 激发波长	摩擦法消退的字迹			加热法消退的字迹	
	书写 2 小时	书写 12 小时	书写 24 小时	书写 48 小时	书写 72 小时
445 nm	较清晰	未显现	较清晰	较清晰	模糊
505 nm	较清晰	较清晰	较清晰	较清晰	较清晰
530 nm	清晰	较清晰	清晰	较清晰	较清晰
550 nm	较清晰	模糊	较清晰	模糊	较清晰
590 nm	未显现	未显现	未显现	未显现	未显现

**Table 3.** The result of faded handwriting in photoluminescence imaging (using 620 nm filter)**表 3.** 光致发光成像的消退字迹显现结果(采用 620 nm 的滤光镜)

光致发光 激发波长	摩擦法消退的字迹			加热法消退的字迹	
	书写 2 小时	书写 12 小时	书写 24 小时	书写 48 小时	书写 72 小时
445 nm	较清晰	较清晰	未显现	模糊	模糊
505 nm	较清晰	清晰	较清晰	清晰	较清晰
530 nm	清晰	清晰	较清晰	清晰	清晰
550 nm	清晰	较清晰	较清晰	清晰	较清晰
590 nm	较清晰	未显现	模糊	较清晰	未显现

**Figure 5.** Ultraviolet imaging effect comparison of heating faded handwriting**图 5.** 两种波长激发光显现消退字迹效果比较

### 3. 讨论

1) 紫外反射成像是用紫外光线照射被检物体, 接受记录物体反射紫外光线亮度分布的照相方法。由于紫外线的波长较可见光的波长短, 光子能量比可见光子能量大很多, 更容易被物质中的原子或分子吸收, 且紫外光线的穿透能力较可见光要弱很多, 紫外反射摄影可以有效减少客体内反射光线, 主要显示表层细节, 忽略深层细节。在紫外光源照射下, 消退字迹的残留墨液强烈吸收 254 nm 的短波紫外线, 同样对 365 nm 的长波紫外线也具有一定的吸收, 因此, 采用紫外反射摄影技术所显现的消退字迹呈深色, 纸张呈浅色, 形成反差, 可以较为清楚地观察到消退字迹的笔画特征。由于消退字迹的残留墨液对短波紫外线吸收强度大于长波紫外线, 因此, 短波紫外反射成像对消退字迹的显现效果优于长波紫外反射成像。在实验过程中, 为避免在紫外光线照射下, 消退字迹上面的残留墨液发射出可见荧光, 进而影响实验效果, 在紫外反射摄影显现消退字迹的实际操作中, 要在镜头前放置紫外滤光镜。

2) 光致发光是物体在光的作用下产生发光的现象, 光致发光遵循斯托克斯定律, 即物体发光发射的光子能量小于激发光量子的能量, 光致发光的波长总是大于激发光的波长。在光致发光成像实验中, 激发光线与成像光线不一致, 成像光线弱于激发光光线, 在实验过程中, 为避免激发光线对成像光线产生干扰, 要依据斯托克斯定律在成像镜头前放置长波通的截止滤光镜, 且滤光镜的截止波段与激发

光波段应当保持一定的波长间隔,通常应大于 30 nm。光致发光成像法显现消退字迹,消退字迹的残留墨液在 530 nm 与 555 nm 的激发光下,较易发生能量跃迁,可发射出较强的荧光,在 620 nm 波段荧光强度较高。但激发光波长短于 530 nm 以及高于 555 nm 时所发射的荧光较弱。用摩擦棒擦拭方法造成的消退字迹,墨液在摩擦生热的过程中有时会发生晕染,因此会影响消退字迹的显现效果。

3) 对比紫外反射成像及光致发光成像显现可擦笔消退字迹的效果,两者各有优缺点。由于可擦笔墨液在摩擦过程中会发生晕染,相较于光致发光成像所显现的荧光效果,紫外反射成像显现摩擦法消退字迹时,其显现效果更清晰,字迹笔画特征更明显,书写特征可以得到更好的反映;字迹书写过程中,笔画的重合处能够体现书写人的书写规律及特征,对于加热法消退字迹的显现效果,光致发光所显现的荧光更能清楚地体现笔墨交叠,对书写人的笔迹特点有较大的研究价值。

#### 4. 结论

紫外反射和光致发光两种成像方法均可显现可擦笔的消退字迹,紫外反射成像方法显现的消退字迹呈深色字迹浅色背景,光致发光成像方法显现的消退字迹呈浅色字迹深色背景。实验表明,紫外反射的显现效果优于光致发光,而短波紫外反射的显现效果又优于长波紫外反射。此外,书写时间和消退方法对显现结果影响不大。

#### 基金项目

国家重点研发计划(2017YFC0803806)、上海市科学技术委员会科研项目(15GJ0500100)、上海市公安局科研项目(2016015)。

#### 参考文献

- [1] 刘辉,代雪晶. 特种摄影在消失笔字迹复原中的探索研究[J]. 影像技术, 2018(6): 50-53.
- [2] 樊金英,杨玉柱,上官梦轩. 红外线反射照相显现深色纺织品上的字迹[J]. 辽宁警察学院学报, 2016, 18(2): 46-51.
- [3] 蔡能斌,俞风,黄晓春. 利用红外发光成像技术显现 ATM 机打印凭条上的潜在字迹[J]. 红外, 2011, 32(11): 29-32.
- [4] 庄京伟. 静电放电发生器激发压差显现褪色笔字迹技术研究[J]. 科技资讯, 2012(27): 195.
- [5] 杨玉柱,陈维娜. 纸张表面潜在自动褪色魔术笔字迹的激光检验[J]. 云南警官学院学报, 2019(3): 93-97.
- [6] 裘一超. 他眼睁睁看着借条上的字迹慢慢消失,成一张白纸[EB/OL]. <http://zj.people.com.cn/n2/2016/1023/c186806-29187314.html>, 2016-10-23/2019-9-2.