

激光显现血潜足迹研究

沈书泊 梁二军 袁斌 郑德才

(郑州大学物理系, 450052)

(河南省公安厅)

提要: 本文研究了汞溴红试剂喷洒血潜足迹载体表面后, 在激光照射下的血迹光致荧光增强效应, 根据吸收光谱和色谱分析的实验结果, 讨论了荧光增强的原因。并利用这种效应, 显现了几种载体上的血潜足迹, 取得了满意效果。

关键词: 荧光增强, 激光, 血潜足迹, 汞溴红储备液

Study of the development of latent bloody footprint with laser

Shen Shu-po, Liang Erjun, Yuan Bin

(Zhengzhou University, Zhengzhou, China)

Zheng Decai

(Public Security Department of Henan Province, Zhengzhou)

Abstract: The fluorescence enhancement effect for latent bloody footprint on the articles sprayed with mercurochrome reagent under laser illumination is investigated. According to the experimental results from absorption spectra and chromatographic analysis, the source of fluorescence enhancement is discussed. Latent bloody footprints bearing on several kinds of articles are developed effectively with the enhance fluorescence.

Key words: fluorescence enhancement; laser; latent bloody footprint; mercurochrome solution

一、引言

近些年来, 激光在痕迹检测中的应用显示出巨大的优越性^[1,2]。但到目前为止, 尚未见到利用激光检测血潜足迹的报道。在许多情况下, 血潜足迹所含血量甚微, 血迹的光致荧光甚弱, 加之背底荧光的干扰, 以致直接利用激光来检测往往十分困难。我们采用配制的汞溴红试剂喷洒血潜足迹载体表面后, 再用激光照射的方法, 使血潜足迹的光致荧光强度得到明显地增强。我们利用这种方法显现了几种载体上的血潜足迹, 取得了满意效果。我们还根据血液/汞溴红混合液的吸收光谱和色谱辅助激光光谱的实验结果, 解释了血潜足迹荧光增强的原因。

二、实验

血潜足迹样本分别制备于红色化纤地毯(一般家用和办公室用地毯, 为渗透性样本)、红色

油漆木板(表面平整,为非渗透性样本)和黑色棉布(平纹商品布,为渗透性样本)上。汞溴红储备液用回流方法制备而成^[3]。血潜足迹样本用汞溴红储备液轻轻喷洒。激发光源分别用 SP-2020-05 Ar⁺ 激光器和 SP-DOR-3G Nd:YAG 脉冲激光器,激光波长分别采用 Ar⁺ 的多谱线和 YAG 倍频输出(532 nm),光束以 45° 角照射在样本表面,正面进行采谱、观察和拍照。本文荧光光谱实验所用激光功率为 60 mW,到达样本的光斑直径约 3 mm。足迹显现所用功率为 1.5 W,到达样本的光斑直径约 30 cm。曝光时间根据样本情况确定,本实验中分别选用 40 s~6 min 不等。光谱记录采用 OMA-3 型光学多道分析仪、1420R 型探测器、HR320 型多色仪。吸收光谱是在 U-2000 型分光光度计上完成的。血液/汞溴红混合液在硅胶 G 板上进行色谱分离,用苯和丙酮混合液作为展开剂。薄层色谱所用仪器为 Shimadzu CS-930 型,拍照使用理光 -10 照相机和彩色底片。

三、实验结果和讨论

红色油漆木板和红色化纤地毯均为荧光性载体,黑色棉布为非荧光性载体,当用 Ar⁺ 激光的多谱线照射在未经汞溴红储备液处理的前两种载体表面上时,可同时观察到来自血潜足迹和背景的荧光辐射。图1(a)和1(b)分别是红色化纤地毯上血潜足迹和背景的荧光光谱。从图1可以看出,血潜足迹的荧光和背景荧光的谱线形状虽不相同,但两荧光光谱的大部分相重叠。由于血潜足迹的荧光很弱,加之背景荧光的干扰,如不用适当的方法进行处理,直接在激光照射下显现和鉴别血潜足迹的形状和细节往往是不可能的。

我们用汞溴红储备液在载有血潜足迹的红色油漆木板和红色化纤地毯上轻轻喷洒,与处理前相比,在 Ar⁺ 激光照射下,血潜足迹部位的荧光被显著增强。而背底荧光则变化不大,这

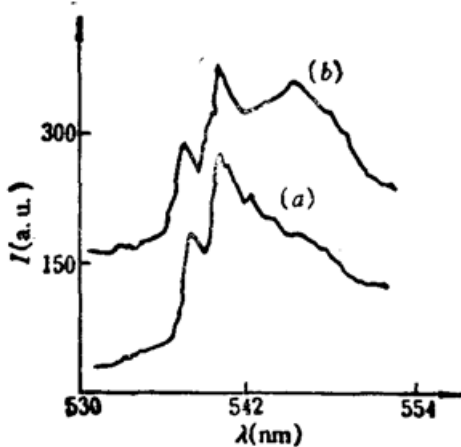


Fig. 1 Fluorescence spectra from (a) latent bloody footprint on red chemical fibre carpet, and (b) red chemical fibre carpet

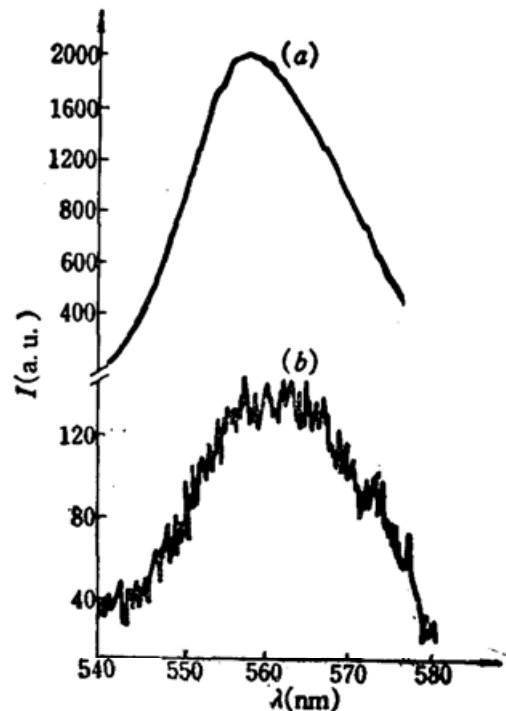


Fig. 2 Fluorescence spectra from (a) latent bloody footprint and (b) background, after treatment with mercurochrome solution

时通过适当的滤光片用肉眼可直接观察到血潜足迹的细节。

图2是经汞溴红处理过的化纤地毯上的血潜足迹和背底荧光光谱, 比较图2(a)和2(b), 可以看出, 血潜足迹的荧光, 相对于背底荧光约增强15倍。需要指出的是图1和图2的荧光峰值位置有较大的差别, 图1(b)是化纤地毯的背底荧光, 它来源于使化纤着色的染料, 图1(a)是血潜足迹荧光与背底荧光的迭加。而图2(a)是经过处理后的血潜足迹的荧光, 该荧光不同于处理前血迹的荧光, 可能是处理后发射荧光的物质成分变化所致。图2(b)和图1(b)虽然同是背底荧光, 但二者的荧光来源是不同的, 化纤染料的荧光出现在540 nm左右, 而图2(b)中560 nm附近荧光主要来源于样本处理过程中所遗留的汞溴红。在红色油漆木板上处理前后所得的荧光光谱结果与化纤地毯上的结果一致。在黑色棉布上, 处理前未观察到背底荧光, 处理后所得结果与前两种样本基本相同。

为了弄清血潜足迹荧光增强的原因, 我们做了新鲜血液、汞溴红储备液以及二者混合液的吸收光谱, 实验结果示于图3, 从图中可以看出, 混合液的吸收光谱既不同于单独的汞溴红储备液或血液的吸收光谱, 也不同于这二者光谱的迭加。血液在414 nm处的强吸收带(图3(a))在混合液的吸收谱中没有出现, 而混合液在379 nm附近则出现了一个强而宽的吸收带。另外, 血液在540 nm和576 nm处的吸收带均未在混合液的吸收谱中观察到, 血液和汞溴红储备液在600 nm以上均未出现吸收带, 而它们的混合液却在642 nm处出现了一个新的吸收带。

根据上述实验事实, 使我们确信, 当汞溴红储备液与血液混合时, 发生了化学反应, 化学反

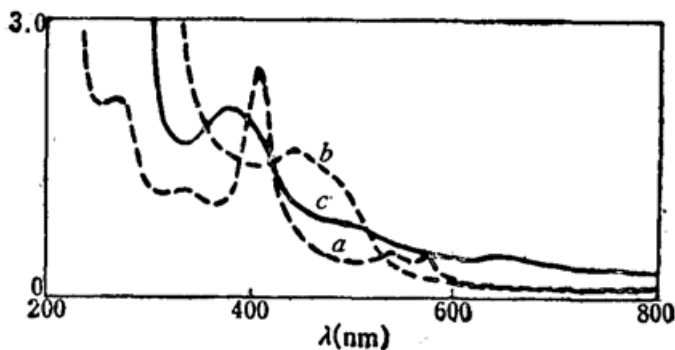


Fig. 3 Absorption spectra: (a) blood; (b) mercurochrome solution; (c) mixture of blood and mercurochrome solution

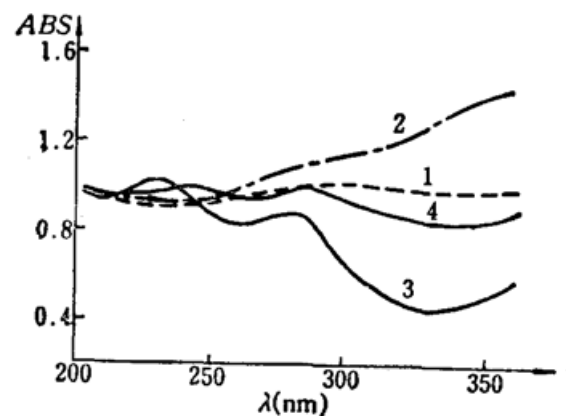


Fig. 4 Chromatograms corresponding to the four separated substances on silica gel G plate

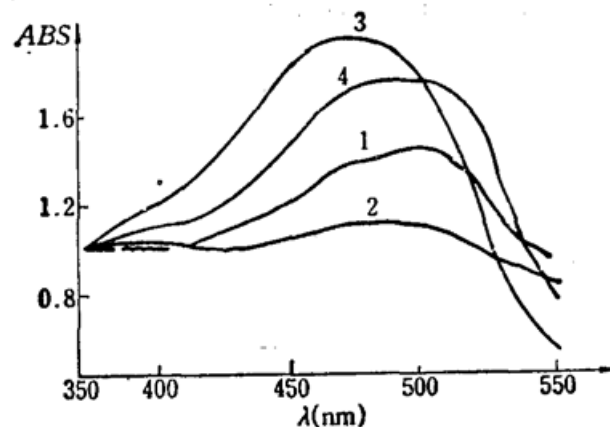


Fig. 5 The same as that in Fig. 4, but in the observable region. The curve numbers correspond to those in Fig. 4.

应生成的新产物,在激光照射下产生了强荧光辐射。

我们用薄层层析法对混合液进行了分离,在薄层板上至少可以观察到四个色带,如图4和图5所示。在紫外光照射下,这四个带分别发出颜色和强度不同的绿黄色荧光。这四个带的吸收谱具有不同的谱线轮廓和峰值波长。它们的峰值波长分别为305和498 nm; 395和485 nm; 233、282和470 nm; 242、290和503 nm。这些结果表明,汞溴红与血液中的不同成分反应,生成了多种荧光性产物。尽管这四个吸收谱各不相同,但有一点是相同的,即它们都在400~550 nm之间有一宽的吸收带。这一结果表明,欲获得血潜足迹的荧光增强,用 Ar^+ 激光器和倍频Nd:YAG激光器作光源是比较合适的。实验证明,经薄层分离后的四个物质带,在激光照射下均有强荧光辐射。但用 Ar^+ 激光的多谱线比用YAG的倍频输出效果更好,我们实验的结果也的确如此。

利用这种血迹荧光增强方法,显现化纤地毯、黑色棉布和红漆木板上的血潜足迹,痕迹层次非常明显。有趣的是,我们把以上三种血潜足迹样本用肥皂水反复擦洗后,再用汞溴红储备液处理,激光显现效果仍十分明显。我们还对同一个化纤地毯的血潜足迹样本分别用 Ar^+ 激光和普通灯光照射,拍摄的照片如图6(a)和(b)所示。显然,用激光作激发光源,血潜足迹显现得非常清楚,而用普通光作激发光源,几乎看不到血潜足迹的显现。

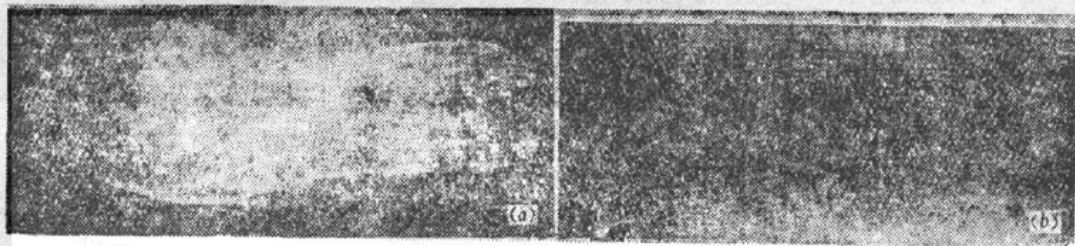


Fig. 6

- (a) Latent bloody footprint on red chemical fibre carpet viewed with Ar^+ laser with 2 minutes exposure
 (b) The same footprint as that in (a) viewed at lamp light

参 考 文 献

- 1 D. W. Herod, E. R. Menzel, *Journal of Forensic Sciences*, **27**(3), 513(1982)
- 2 K. E. Everse, E. R. Menzel, Laser Fingerprint Development Workshop, E. R. Menzel Director, Texas Tech. University, 1987, 140
- 3 D. C. Zheng *et al.*, Proceedings of the International Conference on Lasers in Life Sciences, Guangzhou, June 1990, 320.