



## 多波段光源在现场勘查、指纹显现方面的具体应用

### 一、概述

多波段现场勘查光源是近几年出现的新型法庭科学光源，它非常适用于现场勘查及物证检验，在国外已成为刑侦部门的必备器材。多波段光源除了检测指纹外，还适用于现场足迹、血迹、精斑、体液、麻醉品及纤维、火药残留物的微量物证的寻找和搜索，对于消失、涂改字迹等文件的检验效果也非常有效。

1、什么是多波段光源：多波段光源通常是由一组或两组特殊设计的滤光片，将光源发出的白光(全谱线)分成不同波段的单色光，再通过光导管将光输出，这种光学系统即被称为多波段光源。该系统主要由光源、滤光片、光导管三部分组成。光源一般为金属卤素灯或氙灯，可输出足够的光强；滤光片大多采用高质量带通式干涉滤光片，保证输出光的单色性；光导管可分为光学纤维和液体光导管两种，方便对现场有关物证进行搜索、检验和照相配光取证。用多波段光源进行现场搜索和检测潜在指印，最重要的是选择激发波段和接收波段。

2、多波段光源的特点：在自然界中，各种物质对光线的吸收和辐射的性质是不同的，尤其是一些荧光物质，它们只受某些特定波长的光线激发而产生另外某些特定波长的荧光。如果根据不同物质的吸收和辐射光谱来选择适当波长的激发光，就可以有效地激发物质本身具有的荧光物质或显现药品的荧光，使之与背景形成强烈反差，突出显现效果。多波段光源即根据这一原理设计研制的，它将高强度光源发出的全谱线光，通过特制的干涉型滤光片，输出不同波段的单色光，有效地激发荧光物质，尽可能减小背景客体材料对痕迹的影响，以达到物证搜索和检测的目的。

光技术的应用在刑事科学领域极为广泛，对于很多物证的检测，各种光学检测法是例行的第一步，它具有灵敏度高且不损坏检材的特点，随着激光在物证检测领域的不断应用，各种荧光方法也逐渐被人们所认识。激光作为激发光源，其特点是高强度和高单色性。但其缺点是只有1个波段或2-3个波段，包括紫外、蓝紫光、绿光、红光等，多波段光源的主要优点是具有多个波段输出，波段可以根据各种手印物质的吸收光谱设定，因此可以更加有效地激发手印物质的荧光。此外，多波段光源价格较低且便于携带，适于到现场使用，相对于激光器来说，多波段光源强度低一些，但由于波长选择性强，激发效果很好。

### 二、多波段光源在现场勘查中的应用

第一遍搜索：进入现场后，应先用多波段光源的白光输出，进行第一遍现场勘查，主要目的是勘查有否灰尘足迹，灰尘手印及头发、纤维、玻璃碎片等微量物证，根据这些物证对光的散射原理，使用掠入射的光检验方法。

第二遍搜索：白光搜索后，应将现场尽可能的遮光，如果允许的话，可在夜晚进行再次搜索，用多波段光源的蓝、绿光输出，戴上橙色眼镜进行第二遍现场勘查，因为很多可疑物质会发出固有荧光，如体液、纤维、油脂等等。如果有尸体，应用蓝、绿光在尸体和衣服上检查精斑、唾液、毛发、纤维、伤痕或咬痕。

改变输出波长，多次搜索，看是否有新的发现。在显现指纹时，能带回实验室处理的检材，应尽量带回处理；不方便带回的，可在现场用荧光粉末、荧光磁性粉末或其它方法显现指纹，刷显粉末时应根据粉末的特性选择激发波长，一定要边观察，边刷显，如果背景荧光较强，干扰指纹荧光，应换一种粉末和激发波长。

体液：体液如精斑、唾液斑、尿斑等在适当的光波激发下，会发出固有荧光，除了血以外的所有体液在紫外-520nm 波段光波激发下，都会发出可见荧光，血在短波紫外光激发下，会发出长波紫外荧光，但需要紫外照相机、紫外镜头才能观测到并拍照下来。另外血在 415nm 具有强烈吸收。体液经常会出现衣服上，但在紫外激发下，衣服本身往往会发出较强的荧光，因此在衣服上寻找体液斑痕迹，紫外光不是最好的选择，而应用 440-520nm 的光，往往会消除背景荧光干扰。

皮肤损伤：皮肤损伤会引起炎症和瘀血，皮肤内的黑色素沉积并逐渐转移到伤口的边缘，正常皮肤在蓝紫光下发出可见荧光，而黑色素吸收紫外及蓝光，无荧光，则伤口边缘由于沉积了大量黑色素，而与周围皮肤形成了反差。

咬伤伤口、瘀血等，能够通过用窄波段的紫外光或中心波长为 450nm 的紫光束照射伤口，使用黄色观察眼镜，而使它们变为可见并可加深痕迹，伤口形状可保持很长时间。但有时应尝试不同波长，以取得良好的效果。

例如：紫外(280-380nm)/紫外滤镜；蓝紫光/黄滤色镜；蓝绿光/橙滤色镜

皮肤损伤在我国还没有引起足够的重视，而在国外已是一种非常重要的证据。

伪造文件：伪造文件的检验主要是根据不同的油墨在可见光或红外光激发下，其吸收和辐射特性不同而进行检验的，应主要采用红外反射和红外荧光两种方法，但不同的油墨光谱特性不同，在不知道所用油墨的具体情况下，应以紫外到红外顺序检验一遍，以提高成功率。

400-445nm 先不用滤镜再用黄色滤色镜

445-515nm 先不用滤镜再用橙色滤色镜

515-580nm 先不用滤镜再用红色滤色镜

580-670nm 先不用滤镜再用 IR715 滤色镜

红外光 先不用滤镜再用 IR715 再用 IR780/830 滤色镜

红外反射照相，是指用照相装置在红外照片上记录物体反射的红外光亮度分布。用含有红外线的/sources照射被射物体，在相机镜头前加上红外滤色镜让物体反射的红外线进入镜头成像，阻止物体反射的其它光线进入镜头，使相机内的红外胶片只记录到物体反射的红外亮度分布。如果光源本身输出的只是红外光，则可以用相机直接接受物体反射的红外线，镜头前面不用再加红外滤色镜。

红外发光照相记录了物体在近红外区的红外发光的亮度分布。一般情况下，物体红外发光亮度分布与物体反射红外、紫外和可见光亮度分布会有较大的差别，能够显示出一些其它拍照方法不能显示的细节。

红外反射和红外荧光在文件检验方面的作用非常重要，可以用于鉴别伪造票证，显示涂改字迹，模糊或消褪字迹，鉴别墨水等。此外，微弱的红色印油指印和有些荧光粉末指印和荧光染料指印，都能呈现较好的红外发光特性，用红外发光照相可以较好的显示这些指印。

物证照相：多波段光源的另一个非常重要的用途是给刑侦技术人员提供了一个良好的物证照相光源，它本身独有的性质可使你充分发挥各种先进照相方法的优势，提取到更多、更有价值的物证。

从配光照相、分光照相、偏振光照相、定向反射照相到红外反射、紫外反射、红外荧光、紫外荧光照相，这些特殊的照相方法都可以利用多波段光源而得到良好的效果。这些具体照相方法，在这里就不一一论述了，下面介绍几个指纹照相中应注意的问题。

(1)选择一个适当波长的激发光，产生最强的指纹荧光，而且将背景干扰光降到最低。如果存在背景光干扰，就应该尝试找到某个波长，它只激发潜在的指纹而使背景荧光很弱或没有，这并不意味着找到一个波长且此时指纹最亮，而是找到一个背景荧光最弱而能激发出指纹荧光的波长。一般的说，激发波长越长，大部分指纹的背景干扰越少。

(2)波长选定后，光功率越大，效果越好，在指纹照相时光斑越大，单位面积的光越弱，同时荧光越弱，在拍照时应尽可能将光源\*近检材表面。

(3)选择适当的滤色镜，在光到达底片之前，将激发光和背景光滤去。如果潜在指纹和客体表面被相同波长的光激发，应在相机镜头前加上带通滤色镜，这样可将指纹荧光和背景荧光分开。不能完全依赖人的肉眼，在紫外-可见-红外范围内人眼的灵敏度比照相底片低很多。有些指纹荧光虽然肉眼看不到，但照相底片却能反映出来。

每一个化学物质均有其特有的吸收光谱和发射光谱，背景表面也是如此。通过调节激发光波长，尝试不同的滤色镜，在多数情况下，可将背景干扰降至最低，而仍能提供足够的来自潜在指纹的荧光光强。

### 三、多波段光源在指纹显现方面的应用

指纹是物证之首，指纹鉴定是犯罪物证鉴定技术中能够认定人身最科学最可\*的技术方法，无论国内、国外的刑侦部门都非常重视犯罪现场指纹的发现提取和鉴定技术的开发。

1、指纹显现的一般规律：每种潜指印显现方法都有其适用的特定对象，没有一种方法是万能的，不可能用一种方法替代所有其它方法。这是因为每种方法都有各自的作用原理，而实际上的指印情况千变万化，因此每一个现场检材都应经过一系列显现方法处理，以达到最大的显现成功率。在检验指印之前，一般并不知道每一个潜在指印的物理和化学性质，因此不可能对每一个具体的检材预测出某种方法肯定会成功。但是，根据检材的具体情况和特性及预实验的结果，可以提出一些最可能成功的显现指纹的系列方法。

应根据各种检材情况，合理地组合使用一些适当的处理方法显现指印，用系列检验方法比用单一方法显现成功率高的多，能充分利用检材，提供最好的结果。

目前，现场勘查人员所面临的问题主要是如何选择处理现场指纹的最佳技术方法和使用几种技术方法的最佳顺序，这似乎比指纹检验本身更为重要。因此指纹显现的一般规律就是采取潜在指纹的系列检验方法，多种指纹显现方法相互配合，先无损检验，后有损检验，本着前一种指纹显现方法不影响后一种显现效果，后一种方法是前一种方法的补充这样的规律。

2、指纹荧光显现方法：将遗留指印的物质表面，分为渗透性和非渗透性两大类表面。渗透性表面对液体有较好的吸收能力，如纸张。当手指接触到渗透性物体表面时，汗液物质被全部吸收到物体表面内部，相反非渗透性表面上的纹线物质主要存在于物体表面。由于两种表面上指印物质存在方式不同，导致显现这两类表面的指印需要不同的方法。

(1)荧光粉末显现法：粉末法一般对较新鲜的指印有效，用荧光粉末显现后，拿到多波段光源下观察，显现效果比普通粉末在自然光下得到的效果要好得多。一般我们在实验室里会采用优于粉末法的指纹显现方法，但对适用于现场的多波段光源来说，荧光粉末就会相当重要。

一般指纹荧光粉末的受激发敏感范围很宽，用多波段光源的蓝绿光激发，指纹显现效果普遍良好。

(2)氰基丙烯酸酯(502)显现法：氰基丙烯酸酯(502)已成为显现非渗透性物体上手印的一种不可缺少的方法。502胶中的氰基丙烯酸酯单体挥发后，其气体分子在有手印纹线的地方聚合形成白色产物。氰基丙烯酸酯气熏可作为指纹检测的预处理，它有两方面的重要意义：首先，氰基丙烯酸酯聚合物固定了潜在指印使其不会背后面的染色液冲掉；其次，聚合物可优先吸附染料。因此，经502处理后，看不到白色纹线或反差较弱的客体，可再用荧光染料染色。常用的效果较好的用于502熏显后染色的染料有罗丹明6G(Rh6G)、BBD等。

溶液染色法：将检材浸入配置好的染色溶液一分钟左右，或用滴管将溶液滴加到检材上，用自来水冲洗，干燥后在多波段光源下观察。若荧光过弱，可重新进行染色，若荧光过强可用乙醇冲洗。

试剂制备： Rh6G 工作液配方：取 10mg Rh6G 溶于 100ml 乙醇，充分搅拌直至完全溶解。

Rh6G 的激发峰在 530nm 左右，在多波段光源的绿光激发下，会发出明亮的荧光。

BBD 储存液：取 500mg BBD 溶于 100ml 丙酮，充分搅拌直到完全溶解，溶液应放在棕色瓶内，冷藏保存。

BBD 工作液配方：取 10ml 存储液加入 990ml 无水乙醇，充分混合即可。

BBD(7-Benzylamino-4-nITROBENZ-2-Oxa-1, 3-Diazale)

7-苯甲氨-4-硝基苯-2-氧杂-1, 3-二唑

BBD 是一种新型的适用于 502 熏显法之后的荧光染料。其对 502 聚合物有较好的优先吸附性，且在长波紫外线、蓝光、蓝绿光激发下都可以产生较强的荧光，能够明显提高 502 熏显指印的显现效果。

502/染料溶液染色法也可用于纺织品上潜在手印的显现，对于纺织品，用 502 熏显后，染料溶剂一般要加热至 50℃左右，以加强染料分子对 502 聚合物的吸附。502 胶气熏后，用荧光粉末处理也是一种较为有效的方法，在油漆木及皮肤上，用此方法都有过成功的记录。另外在光滑客体上，用 502/茚三酮/氯化锌法也可取得较好的效果，但茚三酮与氯化锌反应的培育时间要长一些。

(3) 茚三酮、5-甲氧基茚三酮/氯化锌、硝酸镉(低温)法：茚三酮是检测氨基酸灵敏度很高的试剂，也是目前用于检测渗透性客体上汗液手印最常用的试剂。遗憾的是茚三酮与氨基酸生成的鲁赫曼紫(RP)，其吸收峰在 580nm 左右，用这个波长的光激发也没有明显的可见荧光，某些纸张上的汗液手印用茚三酮显现后生成的鲁赫曼紫有时颜色过淡，有时与背景相近。为了得到高反差、清晰的指印，可以用氯化锌和硝酸镉丙酮溶液处理。锌离子、镉离子与鲁赫曼紫(RP)形成在绿光激发下有强烈荧光的络合物，可提高指纹显现的灵敏度和清晰度。5-甲氧基茚三酮是一种新型的茚三酮衍生物，其与氨基酸反应生成物的颜色与鲁赫曼紫的颜色相似，但经锌盐或镉盐处理，反光效果优于茚三酮。

将检材用茚三酮溶液处理后，自然显现。在将检材用锌盐或镉盐溶液浸泡或涂布处理，自然干燥后，用多波段光源的绿光观察，在将检材放入液氮槽内，倒入液氮，用多波段光源的绿光观察，手印荧光强烈，效果良好。

锌盐、镉盐溶液配方：氯化锌溶液：将 0.5g 氯化锌溶于 1ml 冰醋酸和 99ml 丙酮中

硝酸镉溶液：将 0.5g 硝酸镉溶于 1ml 冰醋酸和 99ml 丙酮中

在实验室中发现氯化锌溶液对指印的增强效果不稳定，分析可能是茚三酮显现时温湿度的影响。在锌离子与鲁赫曼紫形成的络合物中水分是必不可少的，但如果水分过多，会使络合物结构发生变化，使荧光消失。一般茚三酮显现时湿度应为 50%-70%；在茚三酮显现时温度过热会导致背景荧光十分强烈，因而在茚三酮显现时，应尽量避免过热过湿。镉离子与鲁赫曼紫形成的络合物比较稳定，温湿度对其影响不大，但其必须在液氮温度下，才出现强烈荧光；而氯化锌虽在室温下即可得到荧光增强，但操作时应注意，不要因为操作疏忽而导致方法失败。

(4)DFO 显现法：(1, 8-Diazafluoren-9-one)1, 8-二氮芴-9-酮 DFO 是九十年代最新的氨基酸显现试剂，以普遍应用于纸张等渗透性检材上潜在手印的显现，其显现灵敏度是茚三酮的 3-4 倍。DFO 与指印遗留物质中的氨基酸反应生成一种淡紫色产物，其在室温，多波段光源的蓝、绿光照射下，可发出异常明亮的手印荧光，手印显现效果良好。

DFO 工作液配方：DFO 工作液：将 0.05g DFO 溶于 2ml 冰乙酸和 4ml 甲醇中，再加入 94ml 氟里昂(1, 1, 3-三氯三氟乙烷)充分混合，即 100ml 工作液。

将检材用 DFO 溶液浸泡或涂布处理，自然干燥后，将检材置于恒温箱内，在 100℃恒温 10

分钟后，取出在多波段光源下观察显现效果。若配制工作液时出现溶液分层，可加入适量乙酸乙酯解决。

DFO 乙酸乙酯工作液配方：将 1g DFO 溶于 200ml 乙醇和 40ml 冰乙酸、200ml 乙酸乙酯，再加入 1560ml 氟里昂(1, 1, 3-三氯三氟乙烷)充分混合，即 2000ml 工作液。

(5)血手印的荧光检测：目前二氯荧光素和红汞都是灵敏度很高的检测血指印的荧光试剂，它们最大吸收波长在 510nm 左右，适合于绿光波段。用二氯荧光素和红汞处理过的血手印分别呈现橙色和黄色。一般与检材背景反差较弱，但在绿光照射下会发出明亮的荧光。二氯荧光素和红汞的缺点在于溶液制备复杂，需用海绵状锌和甲酸回流几小时，将二氯荧光素或红汞还原，使溶液变成无色后才能使用。这种方法用于渗透性客体和非渗透性客体表面的效果都很好。

对于渗透性客体上的血手印，用 DFO 或茚三酮显现效果也比较好。因为犯罪现场上常见血汗混合手印，用 DFO 和茚三酮既可显出汗液手印也可显出血手印。

试剂制备：二氯荧光素储存液：将 0.1g 二氯荧光素溶于 80ml 乙醇，溶解后加入 20ml 甲酸，再加 10g 锌粉，回流至溶液呈浅色。冷藏保存。

溶液 A：取 30%的过氧化氢 1ml 加入 9ml 无水乙醇，轻轻振荡使溶液均匀。

工作液：取 30ml 存储液加入 60ml 无水乙醇，加入 10ml 溶液 A，轻轻振荡使溶液均匀。

显现潜血手印前应先固定血中蛋白质。将留有潜血手印的样本在 75%乙醇溶液(75ml 无水乙醇+25ml 蒸馏水)中浸泡一小时；若样本体积较大不便于浸泡，可将其放入烘箱中，在 70℃ 恒温半小时。

将经过预处理的检材用工作液显现。用软毛刷或棉球蘸着工作液轻涂在疑有潜血手印之处。待完全干燥后，在多波段光源下观察效果。

红汞溶液与二氯荧光素溶液的制备和使用方法相同，只是红汞溶液的浓度大一些。

(6)碱性品红、结晶紫染色法：检测遗留在胶带上的犯罪指纹一直是个较难以解决的问题。胶带经常出现在许多与犯罪有关的物证上，多年来一直使用结晶紫来显现遗留在各类型粘合胶带上的指纹，结晶紫能够吸附在胶带所粘取下来的指印遗留物上，但结晶紫不适用于显现黑色塑料胶带上的指印。碱性品红是工业上经常使用的有机染料，它具有与结晶紫相类似的化学性能，同时又有其本身的性质，它是一种荧光试剂，其吸收峰在 510nm 左右，用碱性品红来代替结晶紫取得了令人满意的结果。

试剂制备：碱性品红工作液：取 500mg 碱性品红溶于 1000ml 乙醇，充分搅拌直至完全溶解。

结晶紫工作液：取 1g 结晶紫和 2g 苯酚溶于 10ml 无水乙醇，充分搅拌直至完全溶解再加蒸馏水至 200-300ml 搅匀即可。

将送检胶带用染色液浸泡 20 秒钟左右，取出在清水中轻轻漂洗，自然干燥后，在自然光或多波段光源下观察。