

新北市政府110年度自行研究報告

特殊材質指紋增顯技術探討 以紅包袋上潛伏指紋為例



研究機關：新北市政府警察局

研究人員：刑事鑑識中心主任黃國政、技正劉志奮、
股長李正勇、警務正蕭仲廷、警務員賴亭
歡、巡官胡璦文及巡官林育陞等7人

研究期程：110年1月1日至12月31日

目錄

圖次	2
表次	4
摘要	5
第一章 研究背景與動機	6
第一節 現況與研究動機	6
第二節 名詞解釋	9
第二章 文獻探討	16
第一節 Ninhydrin、DFO、1, 2-indanedione 配製方法比較	16
第二節 以 Ninhydrin/ InCl_3 螢光法，檢測有色紙張上潛伏指紋 螢光反應	18
第三節 紅包袋上潛伏指紋顯現探討	19
第三章 研究方法	22
第一節 內容	22
第二節 實驗設計	23
第三節 實驗結果及討論	36
第四章 結論與建議	46
第一節 結論	46
第二節 實務建議	49

圖次

圖 1、Ninhydrin 顯現法化學反應圖	13
圖 2、1,2-indanedione 顯現法化學反應圖	14
圖 3 氰丙烯酸酯顯現法化學反應圖	16
圖 4、Armor Forensic 指紋檢體顯現測試.....	22
圖 5、紅包袋正面以簽字筆劃定指紋捺印區域.....	30
圖 6、紅包袋反面以簽字筆劃定指紋捺印區域.....	31
圖 7、指紋顯現法實驗示意圖	32
圖 8、樣品編號 A，均有顯現出指紋跡象	36
圖 9、樣品編號 H，均有顯現出指紋跡象	37
圖 10、樣品編號 B，顯現出指紋跡象.....	37
圖 11、樣品編號 C、D、E，顯現出指紋跡象	38
圖 12、樣品編號 G、I、J，顯現出指紋跡象	38
圖 13、樣品編號 F，顯現出指紋跡象.....	39
圖 14、樣品編號 A，指紋跡象顯現情形	39
圖 15、樣品編號 B，指紋跡象顯現情形.....	40
圖 16、氰丙烯酸酯法經螢光粉末處理	43
圖 17、樣品編號 G 氰丙烯酸酯法顯現情形	43
圖 18、紅包袋正面指紋顯現分數曲線圖	44

圖 19、紅包袋反面指紋顯現分數曲線圖	44
圖 20、Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺指紋檢體顯現結果	48
圖 21、手機型現場跡證檢視設備	52

表次

表 1、紅包袋材質分類	24
表 2、紅包袋樣品編號 A 至 J.....	24
表 3、指紋脊線顯現清晰程度分數評估表	35
表 4、紅包袋正面指紋紋線檢出情形表	41
表 5、紅包袋反面指紋紋線檢出情形表	41
表 6、紅包袋正面 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺指紋檢體檢 出情形表	48

摘要

紅包為華人特有習俗，常用於喜慶年節時贈與財物，並且給予祝福，同時因其象徵之意涵，而成為竊盜案件中備受關注之標的。犯嫌翻動紅包搜刮財物，便會將空紅包袋丟棄於竊案現場。過去紅包袋常被視為紙張，即吸水性檢體，且潛伏指紋顯現效果相當不佳。因此，本研究蒐集了市面上常見的 10 種紅包袋(樣品編號 A 至 J)，分別以 1,2-indanedione 顯現法、Ninhydrin 顯現法及氰丙烯酸酯顯現法，針對紅包袋進行潛伏指紋顯現後發現影響紅包袋指紋顯現主要因素有兩個，其一為紅包袋表面是否為平滑或具有壓紋，具壓紋之紅包袋因其表面紋路，會使指紋顯現不清晰；其二為紅包袋紙張材質及表面處理方式，其大略可分為三種：上光表面、白色紙張噴附紅色油墨及原本就是紅色紙漿製成的紙張，其中上光表面及噴附紅色油墨表面容易使紙張之吸水性降低，轉而變成非吸水檢體，故使用氰丙烯酸酯顯現法具有較好顯現效果，紅色紙張則是以三種方法增顯均有指紋顯現之樣態。另外，若紅包袋表面有大面積燙金圖案，可將該區域視為上光表面，以氰丙烯酸酯顯現法處理。本研究歸納實驗所得結果，設計出簡易的紅包袋潛伏指紋顯現工作建議流程，依檢體特性提供刑案現場鑑識人員適當的處理建議。

第一章 研究背景與動機

第一節 現況與研究動機

壹、 現況

「紅包」是華人新年節慶的重要習俗，因為紅色是喜氣、好運的象徵，根據習俗，家中長輩會在除夕夜，以紅紙包裹錢財，於晚輩拜年時贈與，或在除夕夜孩子入睡後，偷偷地放在孩子的枕頭底下。民間習俗認為分壓歲錢給孩子，可以有效阻擋惡鬼妖魔或「年獸」去傷害孩子。清人吳曼雲《壓歲錢》的詩中云：

「百十錢穿彩線長，分來再枕自收藏，商量爆竹談簫價，添得嬌兒一夜忙」，由此詩可以感受到每個孩子期待拿到壓歲錢，用以購買鞭炮和玩具的熱切心情，因此「紅包」的價值自幼即深烙在華人心中。隨著時代變遷，成家立業的成年人，也會「包紅包」給父母親，感謝雙親的養育之恩，在各種喜慶活動，也免不了包個「紅包」增添喜氣，甚至日常生活中亦常見紅包袋蹤影，如公益彩券的包裝袋。

基於「紅包」象徵的意涵以及時常用於包裝贈與錢財的特性，在各類竊盜案件中，自然是竊嫌關注的標的；紅色在視覺辨識上相當顯眼，於是看到「紅包」時，所有的竊嫌可說是會反射

性地去翻尋紅包袋搜刮財物，即便是空紅包袋亦然，於是「遺留在刑案現場的紅包袋」，自然就會成為鑑識人員採集竊嫌指紋的寶庫。

在犯罪態樣中，住宅竊盜為常見的犯罪類型，不僅攸關民生，更包含侵入住宅的犯罪行為，最直接的影響民眾對社會治安的信任及感受，紅包袋在此類案件中是相當明顯的標的，加上其特殊性質，竊嫌抽走紅包袋內財物後將紅包袋遺留在現場實為常態，因此本研究計畫蒐集市面上各式紅包袋進行系統化的分析，測試紙張材質、印刷、油墨、壓紋及燙金等特性對目前鑑識人員常用潛伏指紋顯現法的影響，期能提升紅包袋上潛伏指紋採獲成功率，並設計能夠應用於實務的紅包袋潛伏指紋顯現流程，提高紅包袋上指紋採獲率，以發揮指紋比對個化功能，確認犯嫌身分，實質提升整體治安滿意度。

貳、 研究動機

一、從事現場勘察鑑識工作時，確認採證標的，針對標的物上可能遺留之指紋跡證進行增顯，除了考驗鑑識人員的採證技術，也需要大量現場勘察經驗的累積。由「路卡交換定律」現場任何物品都有機會連結犯嫌身份，其中指紋跡證更是人

別確認的強力武器。只是潛伏指紋容易受到檢體表面、材質差異、環境內濕度及溫度變化等因素影響，指紋顯現的方法也需要依據各式不同的情況進行調整，極度考驗鑑識人員的採證技巧及能力，本研究計畫中的標的——「紅包袋」，即是其中一大難題。

二、紅包袋在指紋採證上屬於較困難顯現潛伏指紋的標的，主要原因分述如下：

(一) 紅包袋的紙張材質：在刑案現場勘察處理的標準流程中，紙張類被歸類為「吸水性材質」，針對吸水性材質之潛伏指紋，常以 1,2-indanedione 顯現法處理，隨著紙張印刷加工技術的進步，「紅包袋」不僅紙張材質多樣，亦會透過特殊印刷技術進行紙張表面加工，造成紙張表面材質轉變，進而影響紅包袋上潛伏指紋的顯現效果。

(二) 染料與油墨造成之螢光干擾：紅色袋所使用的染料或是印刷油墨，容易影響螢光增顯方法的表現，如今各式各樣以「紅色」為基底產生的變化琳琅滿目，更有甚者，具備螢光性質的染料，會嚴重干擾相應的螢光指紋增顯方法。

(三) 文獻匱乏：如前言所述，「紅包」是專屬於華人文化禮俗，因此源自西方的鑑識科學有關是類材質的系統性研究自然相當匱乏，甚至可以說不存在與紅包袋有關的國外文獻。

三、查找新北市政府警察局刑事鑑識案件勘察系統內資料，單是107年犯嫌竊取紅包袋之竊盜案件就有75件，鑑識人員採集了146個紅包袋證物，在攜回實驗室進行潛伏指紋增顯時，除了紅包袋外觀明顯為亮膜表面會使用氰丙烯酸酯法外，其餘紅包袋基於紙張類係屬吸水性材質，在選擇潛伏指紋顯現法時，會先以1,2-indanedione顯現法處理後再以Ninhydrin顯現法顯現指紋紋線，然而能夠成功顯現指紋的比例卻相當低。

第二節 名詞解釋

壹、 指紋的生理成因

廣義的指紋，包含手指紋、掌紋及足底紋，其共同特性為表面有粗糙的表皮及布有隆起脊線之形態特徵；狹義的指紋則專指手指紋。不論是廣義或狹義的指紋定義，其形成在學者間仍未有定論，惟目前可知指紋在人類母體的胚胎時期即開始發展出完全

獨立之乳頭狀結構物。指紋結構自皮膚表面細胞由外至內依次為角質層、透明層、顆粒層、棘狀層及生長層。細胞於生長層形成並以垂直方向發展，後角質層上的細胞會因摩擦或接觸物體而持續掉落，細胞持續生長發展至表層，是故表皮是不斷更新的。

貳、 潛伏指紋介紹

所謂潛伏指紋，簡單的說，就是肉眼觀察不到的指紋；物品或紙張上的指紋依其存在的狀態大致可分為三種：明顯紋、成型紋及潛伏紋。明顯紋為以肉眼即可觀察到的平面狀指紋，如手指因沾染墨跡、血跡，當接觸物體時所轉印之指紋。

成型紋係手指接觸柔軟、無彈性的物面所遺留下之立體狀指紋，例如在泥土、蠟燭、未乾油漆面上以手輕觸而留下的凹凸狀指紋。

潛伏紋即手指指脊上汗腺所分泌的物質，因輕觸物體表面，而所遺留下肉眼不易觀察的指紋紋線。此種看不見的指紋，可以用物理、化學、儀器或合併方法增顯，產生目視可見的指紋紋線，潛伏指紋增顯方法發展至今，有文獻記載的已有上百種以上。

潛伏指紋中的化學成分以水分所佔比例最高，約有 98.5%，

另外包含有機物質乳酸、脂肪酸、胺基酸、一級胺基酸、蛋白質等物質，這也是許多指紋顯現技術中常應用的化學反應基礎，如本文中的 Ninhydrin 顯現法、1,2-indanedione 顯現法即是與胺基酸進行化學反應，產生特定產物。

參、 潛伏指紋顯現法介紹

一、Ninhydrin 顯現法：

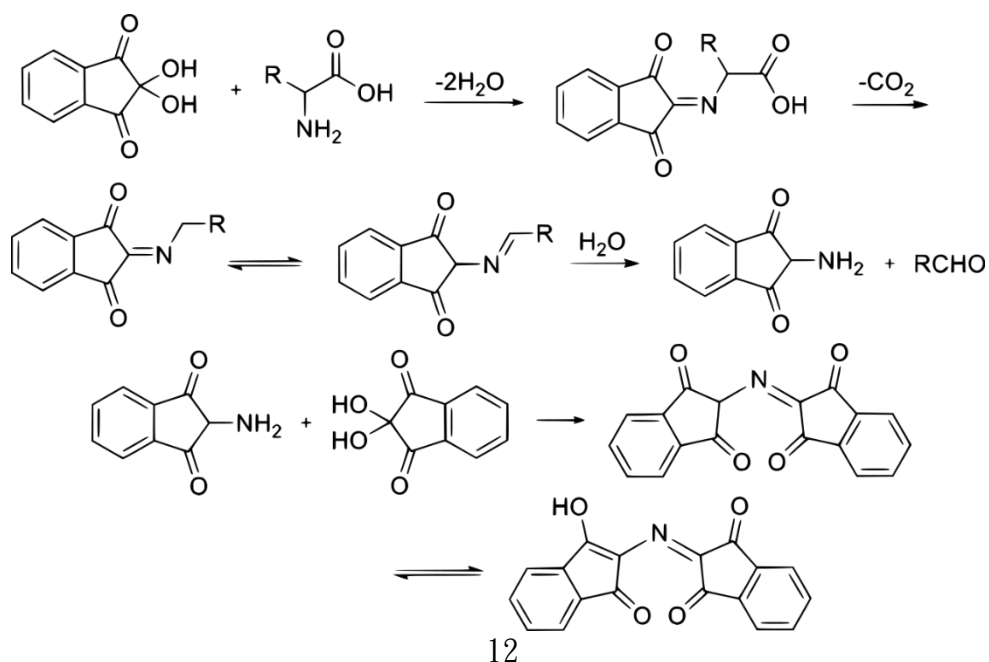
(一) 沿革：Ninhydrin 最早是在 1910 年由 Ruhemann 等人合成，後來發現 Ninhydrin 可與一級胺基酸、蛋白質及氨等物質產生呈色反應。起初僅被用來進行醫學上蛋白質及胺基產物的檢測及定量，直到 1954 年由瑞典化學家 Oden 及 Von Hofsten 在自然(Nature)期刊上發表 Ninhydrin 可用來顯現指紋，至此開啟 Ninhydrin 顯現法應用之先河。

(二) 原理及應用：

1、 汗液中之蛋白質及胺基酸、蛋白質、氨等與 Ninhydrin 試劑作用產生藍紫色的產物(Ruhemann's purple)。由於胺基酸非常安定，與纖維素有很大的吸引力。其在乾的紙張上不易隨時間移動，所以久

存的指紋均可用 Ninhydrin 顯現。Ninhydrin 顯現法是目前在紙張、信件等吸水性檢體上常用的指紋顯現方法，它的靈敏度高，顯現的指紋顏色鮮明因此相當受到重視。另外由於血液中亦含有大量胺基酸及蛋白質，因此對於血跡指紋亦有相當好的增顯效果。

2、 由於 Ninhydrin 發展起源早,其相關性質、反應機構等資料相當完備，圖 1 為 Ninhydrin 與胺基酸之反應機構。Ninhydrin 可以使吸水性物體上的指紋顯現，主要是因為紙張、木器等吸水性物體，會當指紋物質附留其上時，一部分成分會分解，而一部分溶入汗液中胺基酸則會逐漸滲入纖維內，所以只要



保存妥當，避免陽光曝曬及濕氣，即使時間長達 30 年，亦有可能能夠使用 Ninhydrin 顯現法顯現紙張上的潛伏指紋。

圖 1、Ninhydrin 顯現法化學反應圖

二、1,2-indanedione 顯現法：

(一) 沿革：1997 年 Ramotowski 與 Jouille 等人發現 1,2-

indanedione 可做為顯現潛伏指紋的試劑。此後，澳洲、以色列、美國、英國及和加拿大等國之研究人員開始研究以 1,2-indanedione 作為顯現潛伏指紋試劑的可能性。在克服 1,2-indanedione 試劑合成的困難度後，自 2002 年 BVDA 公司開始大量生產 1,2-indanedione 試劑，因為 1,2-indanedione 顯現法所顯現之指紋紋線具備螢光效果，因而成為現今鑑識人員廣泛用於吸水性材質上顯現潛伏指紋的顯現方式。

(二) 原理及應用：1,2-indanedione ($C_9H_6O_2$) 是 Ninhydrin 的同

系物，也是刑事鑑識工作中除了 Ninhydrin 顯現法外，最常被使用的試劑及方式。其與胺基酸反應顯現的指紋，在雷射或多波域光源照射下，會激發出螢光紋線。

與 Ninhydrin 相同，1,2-indanedione 法適用於吸水性檢體，且反應靈敏度相當高，經處理後的指紋紋線，目視呈現淺粉紅色，在多波域光源下(以 520nm 光源照射，並以 590nm 濾鏡觀察)，可顯現橘黃色螢光。若效果不理想，可以使用鋅鹽(Znic salt)續行處理，加強螢光效果。1,2-indanedione 顯現法問世後，就因其強烈的螢光效果而被廣泛應用，目前已是世界各國刑事實驗室潛伏指紋採證方法中的重要顯現方式。

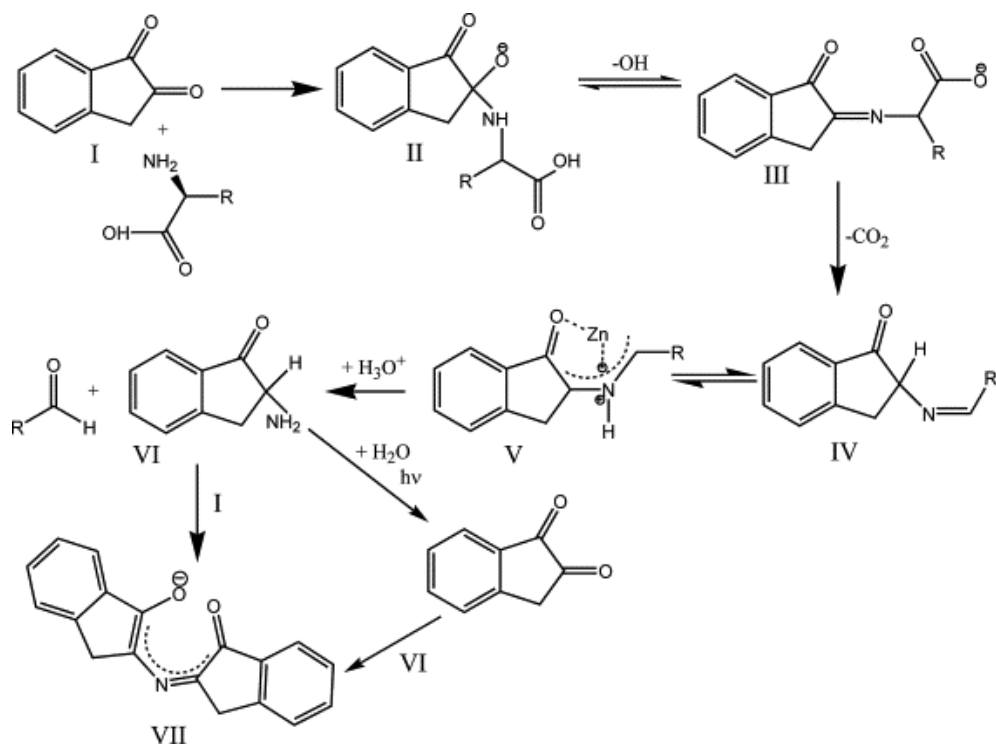


圖 2、1,2-indanedione 顯現法化學反應圖

三、氰丙烯酸酯顯現法

(一) 沿革：1950 年代研究人員在研究航太工業材料時，無意間開發出液體商業粘合劑 Super Glue，即現在常見的快乾膠。1970 年代後期，日本和英國的研究人員發現了指紋會與黏合劑蒸氣結合的特性，不久後，氰丙烯酸酯顯現法即因能快速有效的增顯指紋，而迅速獲得了全世界的認可，也在多起案件中採獲關鍵性指紋，使其成為鑑識人員處理非吸水性材質增顯潛伏指紋時的最佳選擇。

(二) 原理及應用：在以氰丙烯酸酯法增顯指紋的過程中，首先需要將氰丙烯酸酯溶液加熱蒸發成氣相的單體分子，當氰丙烯酸酯分子遇到指紋殘留物時會發生陰離子聚合反應，接著與其餘氣相的單體分子聚合，聚合反應會不斷發生直到周遭的單體分子耗盡，最終形成白色聚合物並吸附於指紋檢體上，因為陰離子聚合反應發生最關鍵的要素為陰離子及水分子，所以非吸水性檢體是此方法最佳顯現對象。利用氰丙烯酸酯法增顯的紋線因為其聚合物的性質而不易破壞，時常被用於指紋證據的保存，另外當顯現效果不理想後續也可使用打光法、粉末法或染色劑等加強，而不必擔心會破壞紋線。

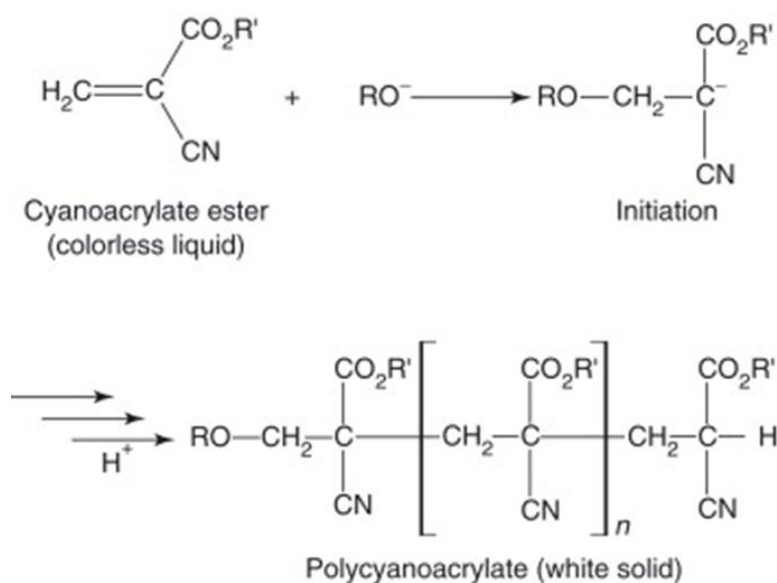


圖 3、氰丙烯酸酯顯現法化學反應圖

第二章 文獻探討

針對如紙張等吸水性材質，實務常用指紋顯現方式有 Ninhydrin、DFO(1, 8-diazafluoren-9-one)及 1, 2-indanedione 等。顯現具深色或複雜背景之紙張材質上的潛伏指紋，常以螢光染料修飾傳統顯現試劑的官能基，輔以螢光與濾鏡組合，降低背景干擾，避免影響指紋紋線顯現圖形的清晰度，惟染色紙張造成指紋顯現干擾的挑戰仍十分嚴重。

第一節 Ninhydrin、DFO、1, 2-indanedione 配製方法比較

本文係由國內實際從事刑事鑑識工作人員針對 Ninhydrin、DFO、1,2-indanedione 指紋增顯法進行實驗比較，於 2009 年 3 月發表於刑事科學第 66 期，內容摘要如下：

針對 Ninhydrin、DFO(1,8-diazafluoren-9-one)及 1, 2-indanedione 各選取 5 至 6 種具代表性的配製方法(包括加入對照組實驗，比較特定溶劑的影響)，實驗比較不同配製方法顯現效果的優劣，再以實驗結果探討組成溶劑對指紋顯現效果的影響。為獲得客觀且精確的比較結果，該實驗採用指紋切半、分開處理、合併比較的實驗方法，觀察大量指紋檢體的比較結果，透過不同比較實驗結果的相互印證，獲得客觀可靠的實驗結論。

實驗結果顯示，Ninhydrin 常用的有機溶劑(如:醇類、醋酸乙酯等)尚有充分的溶解度，以少量的有機溶劑就能溶解足夠量的 Ninhydrin 加上 Ninhydrin 與指紋胺基酸反應的作用較強，故 Ninhydrin 採用不同配製方法顯現效果並無顯著差異。在 DFO 的實驗中實驗結果顯示 DFO 濃度只需 0.25g/1，就能達到與 0.5g/1 相同的指紋顯現效果，而且使用 HFE7100 會比石油醚有更好的效果。1, 2-indanedione 是近幾年被廣泛注目的指紋試劑，1, 2-indanedione 十分容易溶解在有機溶劑中，配製方法更為簡便，在 1, 2-indanedione 的配製方法中 1, 2-indanedione 濃度 0.25g/1 就幾乎等同 1.0g/1 的顯現效果。

在本次實驗比較中，發現醋酸具有關鍵性的角色，缺少醋酸的配製方法，指紋顯現效果都會大打折扣；但與 DFO 不同，在配製 1,

2-indanedione 試劑時石油醚反而比 HFE7100 有更好的效果。

依據 1,2-indanedione 的實驗結果，探究更簡便有效的 1,2-indanedione 配製方法，嘗試省略原有的醋酸乙酯溶劑，僅加入醋酸並提高用量(0.25g 的 1,2-indanedione 加入 20ml 醋酸與 980ml 石油醚)。在此配製方法的實驗過程發現，剛配製完成的 1,2-indanedione 試劑，最好能靜置數小時後再使用，便能達到最佳的指紋顯現效果；實驗結果則顯示在冰箱冷藏室的貯存環境中，使用期限可長達 4 個月以上，而且似乎有更出色的指紋顯現效果。

第二節 以 Ninhydrin/ InCl_3 螢光法，檢測有色紙張上潛伏指紋螢光反應

本文係由高津正久等於 2002 年發表於 Japanese Journal of Science and Technology for Identification，內容摘要如下：

潛伏指紋經 Ninhydrin 顯現法顯現後之圖形，施以氯化銦(InCl_3)後會形成具螢光之 Ruhemann's Purple(RP)- InCl_3 化合物，可用藍綠色光激發螢光反應。

實驗使用 4 種激發光源：刑案現場搜索光源(515nm)、氬素燈(458-514nm，6W)、綠色雷射光源(532nm，5W 及 10W)及綠色脈衝雷射光源(532nm，pulsewidth:10ns，pulserepetitionrate:20kHz，

1W)，並使用 8 種不同顏色紙張(紫、藍、綠、黃綠、橙、紅、灰、黑色色紙)、報紙黑色油墨部分及黑色複寫紙，比較潛伏指紋顯現效果。

若僅使用 Ninhydrin 顯現法，在色紙及印刷報紙上較難呈現指紋圖形反差，但經使用 Ninhydrin/ InCl_3 螢光法，並以綠色脈衝雷射光源激發螢光後，於大部分色紙、報紙黑色油墨部分、黑色複寫紙均可顯現清楚之潛伏指紋圖形，惟紅色及橘色紙未顯現潛伏指紋之螢光。

借助液態氮降溫系統後，實驗將光源之照射強度提升(532nm，10Hz，0.2W)，並以 CCD 觀察檢體螢光情形。報紙與黑色複寫紙之螢光指紋均相當清晰，橘色色紙經 550nm 濾鏡減少背景螢光干擾後，亦可觀察到螢光指紋圖形。

由此實驗可知，寧海得林/ InCl_3 螢光法雖可去除背景干擾，惟即使使用高強度脈衝雷射光光緣，對紅色色紙尚無法得到良好的顯現結果。

第三節 紅包袋上潛伏指紋顯現探討

本文係由國內實際從事刑事鑑識工作人員，以吸水性材質紅包袋，針對三秒膠煙燻後以磁性粉末增顯、Ninhydrin、1,2-

indanedione、DFO 及 Genipin 等指紋增顯方法的方法進行實驗比

較，發表於 2008 年鑑識科學研討會，內容摘要如下：

以手指沾取 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺，蓋印於紅包袋上，為紅包袋試驗檢體(包含平滑膠面及多孔吸水性)。實驗比較三秒膠煙燻法、粉末法、寧海得林、1,2-indanedione、DFO、Genipin、物理顯現法，並比較顯現情形。

各類紅包袋氨基酸試驗檢體，以 Ninhydrin 試劑進行顯現，指紋顯現效果不佳，再現性不良。而以 1,2-indanedione 及 DFO 等螢光試劑，亦無法得到螢光顯現結果，唯有同時顯現顏色及螢光之兩用氨基酸試劑，Genipin 試劑，可成功顯現多孔吸水性紅包袋上。

各類紅包袋試驗檢體，以三秒膠煙燻後，以斜照光源檢視，無法獲得清楚的指紋紋線；續以粉末法刷掃，發現以超細緻磁性粉及螢光粉刷掃，除多孔吸水性質之紅包袋檢體外，均可得良好之顯現效果，而前述多孔吸水性紅包袋皮脂試驗檢體，以物理顯現法顯現結果，可得良好顯現結果。

由以上實驗結果，可對紅包袋(包含平滑、膠面及多孔吸水性)潛伏指紋顯現施作方式進行流程簡化，首先將紅包袋先以三秒膠煙燻後，先以光源檢查，如有顯現指紋，則先行拍照記錄；復以超細

緻磁性粉或磁性螢光粉刷掃，再次觀察拍照記錄；續以 Genipin 胺
基酸試劑予以進一步增顯，另亦可使用其他指紋顯現法對未反應之
殘留氨基酸潛伏指紋進行增顯；若有需要，最後可選擇使用物理顯
現法，對深入紙張纖維之潛伏指紋殘留物質進行顯現，此係因物理
顯現法試劑會破壞潛伏指紋殘留成分，故一般會放在最後處理。

第三章 研究方法

第一節 內容

綜覽國內外指紋顯現研究文獻，有以 Ninhydrin/ InCl_3 螢光法顯現色紙上潛伏指紋，輔以螢光法去除背景干擾，但在紅色色紙上無法得到良好的顯現效果，另外亦有以手指沾取 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺方式，測試指紋顯現法在紅包袋上增顯潛伏指紋的效果者，然而經過實際測試，採用 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺之指紋檢體，與刑案現場證物殘留指紋之胺基酸量有顯著差異，無論以粉末法、氰丙烯酸酯顯現法、Ninhydrin 顯現法或是 1,2-indanedione 顯現法，均會獲得相當清晰且足資比對的指紋紋線(如圖 4)，可見以此比較不同潛伏指紋顯現法之優異並無實益。

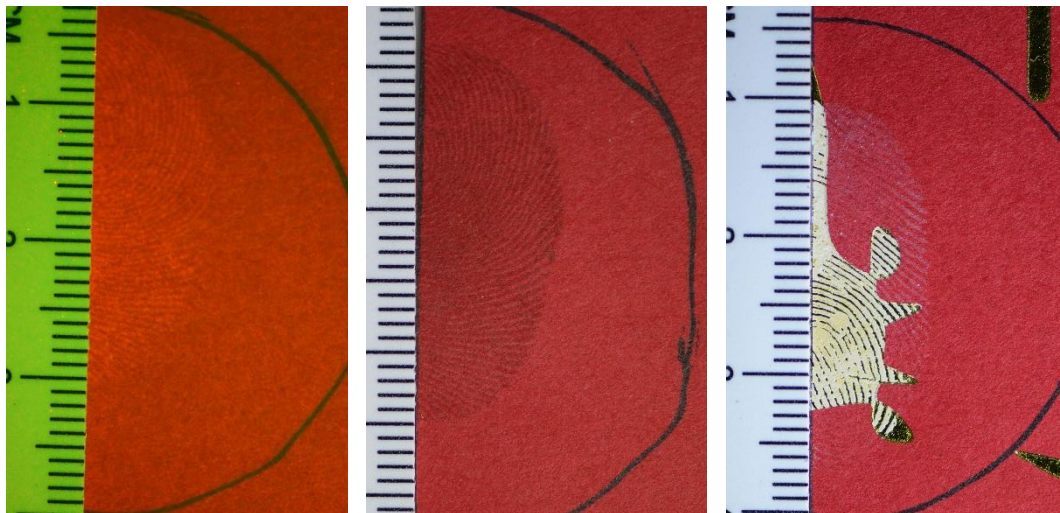


圖 4、Armor Forensic 指紋檢體顯現測試

本研究計畫分為兩大主軸，第一係以手指沾附顏面油脂及汗液之方式，作為研究之標準指紋檢體，貼近竊案現場實際採得之潛伏指紋；第二則係測試現行刑案現場勘察最常使用之 Ninhydrin 顯現法、氰丙烯酸酯顯現法及 1,2-indanedione 顯現法在紅包袋上顯現潛伏指紋之效果，進而提供鑑識人員在現場採證及後續指紋顯現法之參考，並提出實務工作流程建議。

第二節 實驗設計

壹、指紋實驗方法原則

一、紅包袋潛伏指紋檢體之製作

(一) 指紋品質:

為模擬實務上的真實潛伏指紋紋線品質，須以手指沾附顏面油脂汗液，再捺印到檢體表面，然而指紋捺印會受到按壓力道、汗液或油脂附著量不同，不同次捺印之指紋差異過大，無法客觀比較，因此將捺印在紅包袋上的指紋切半，可以獲得品質最為接近的指紋紋線，藉以比較不同顯現方法的優劣。

(二) 紅包袋材質分類及正反面樣態:

1、以紅包袋材質而言，選用之紙張材質相當多樣，本研究計畫將市面上蒐集到的 10 種紅包袋，以紙張材質區分為上光紙張、白色紙張、紅色紙張；以表面樣態區分為壓紋、平滑(如表 1)，並將樣品隨機編號，樣品編號 A 至 J(如表 2)。

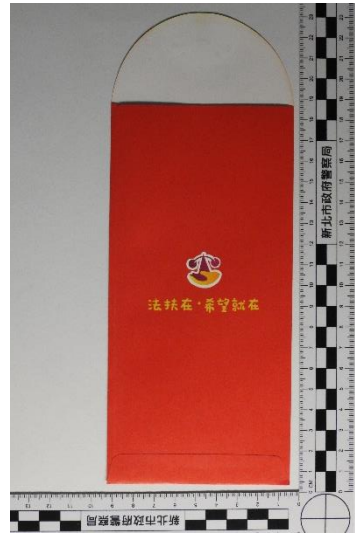
表 1、紅包袋材質分類

材質分類	壓紋	平滑
上光紙張	無	樣品編號 E
白色紙張	樣品編號 C、F	樣品編號 A、 D、G、J、I
紅色紙張	無	樣品編號 B、H

表 2、紅包袋樣品編號 A 至 J



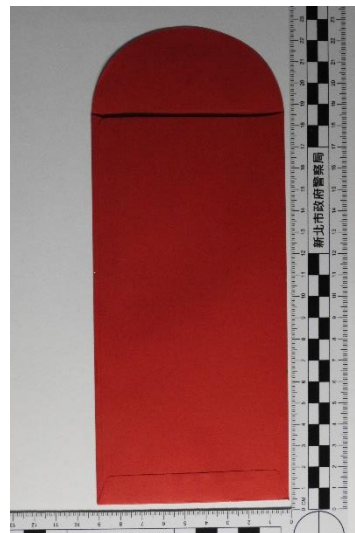
樣品編號 A(正面)



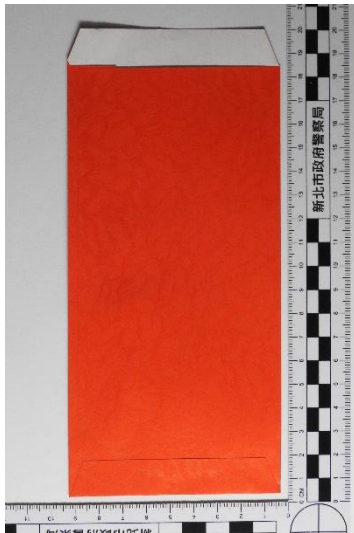
樣品編號 A(反面)

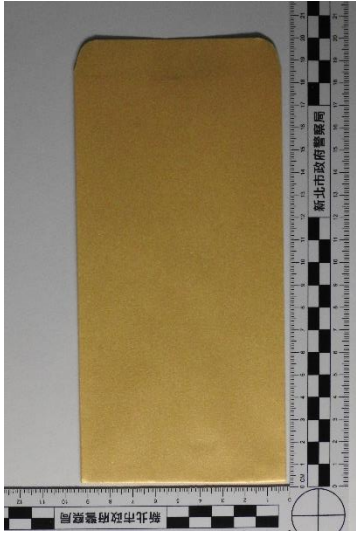
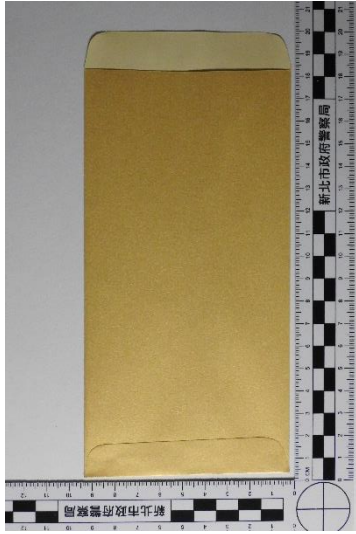


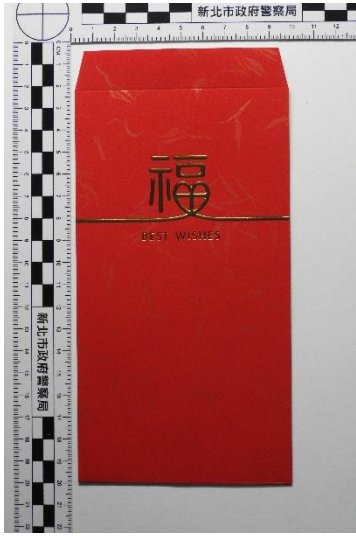
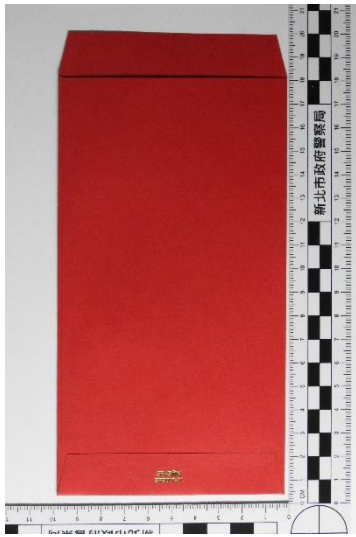
樣品編號 B(正面)



樣品編號 B(反面)

	
樣品編號 C(正面)	樣品編號 C(反面)
	
樣品編號 D(正面)	樣品編號 D(反面)

	
樣品編號 E(正面)	樣品編號 E(反面)
	
樣品編號 F(正面)	樣品編號 F(反面)

	
樣品編號 G(正面)	樣品編號 G(反面)
	
樣品編號 H(正面)	樣品編號 H(反面)

	
樣品編號 I(正面)	樣品編號 I(反面)
	
樣品編號 J(正面)	樣品編號 J(反面)

2、 因紅包袋正面與反面的印刷及表面樣態複雜程度有相當落差，故將 10 種紅包袋樣品分割為正面及反面，分別壓印潛伏指紋檢體，以比較正反面指紋顯

現效果差異。

(三) 潛伏指紋檢體製作：

- 1、 將編號 A 至 J 紅包袋分為正面及反面，各以簽字筆分別劃定 3 個指紋捺印區域(如圖 5 及圖 6)。

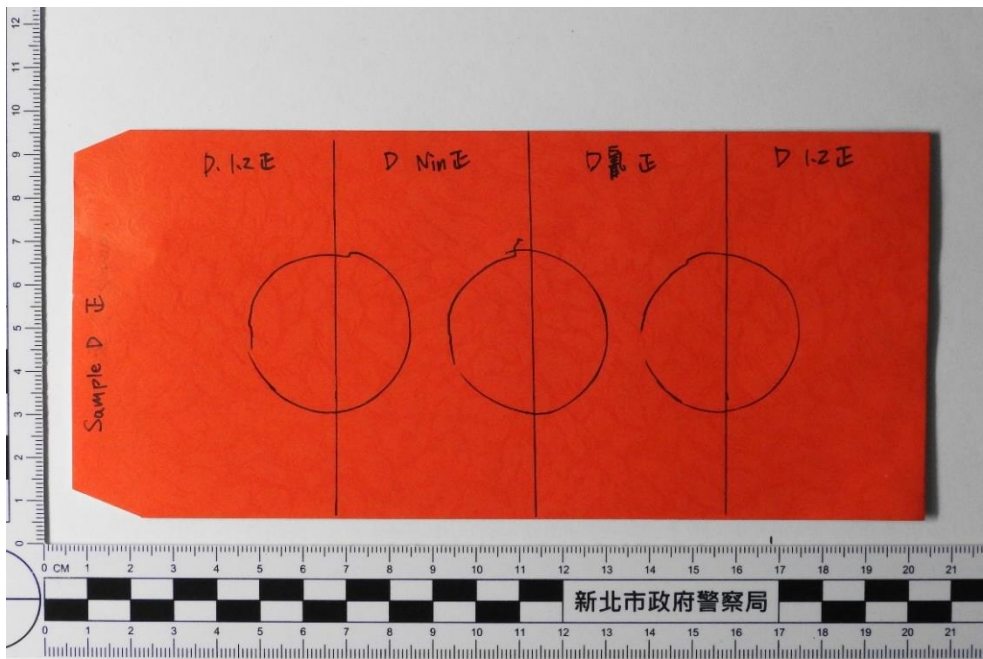


圖 5、紅包袋正面以簽字筆劃定指紋捺印區域

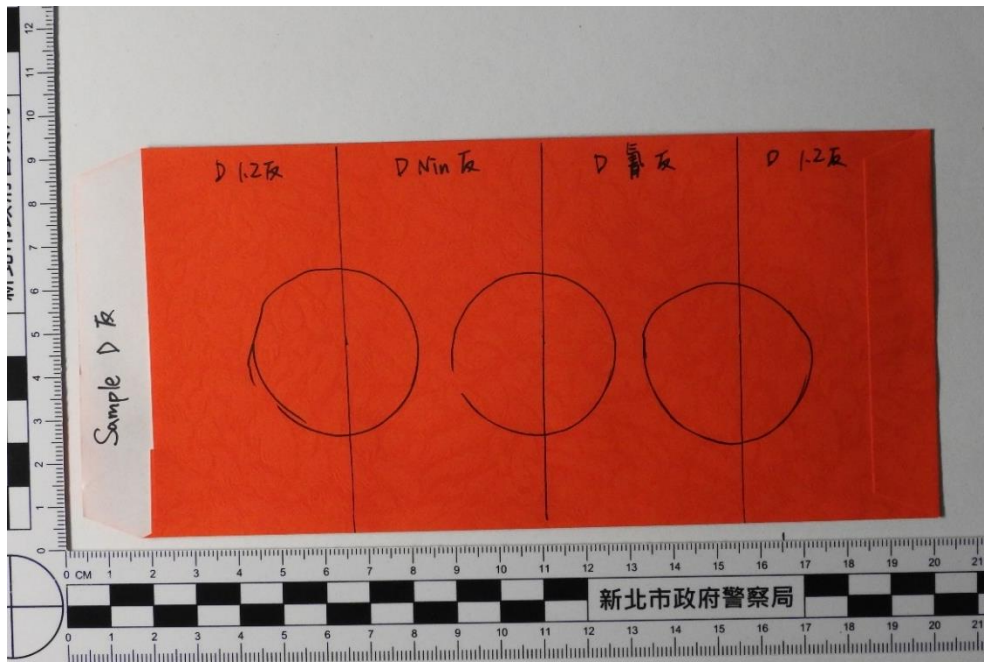


圖 6、紅包袋反面以簽字筆劃定指紋捺印區域

- 2、以手指沾附顏面油脂汗液(含油脂與胺基酸)，在劃定的指紋捺印區域置中捺印指紋，製作出 60 枚沾附不同程度油脂與胺基酸之潛伏指紋檢體。

二、顯現方法的處理

- (一) 將劃定之指紋捺印區域從中切半，使指紋分成兩部分，在每種紅包袋表面按壓之 3 枚指紋，會依序製作出 1,2-indanedione 顯現法/Ninhydrin 顯現法、Ninhydrin 顯現法/氰丙烯酸酯顯現法、氰丙烯酸酯顯現法/Ninhydrin 顯現法，6 個切半的紅包袋潛伏指紋檢體，接著再依標定之顯現法試劑顯現指紋。

(二) 1,2-indanedione 顯現法及 Ninhydrin 顯現法需要將紅包袋

潛伏指紋檢體完全浸泡於試劑內，其目地為使紅包袋潛伏指紋檢體完整受到指紋試劑浸泡，並避免實驗時間過長導致試劑內揮發溶劑揮發影響試劑濃度，進而造成前後試劑增顯效果落差。

(三) 以鑷子夾取使用 1,2-indanedione 顯現法或 Ninhydrin 顯現

法之所有檢體，一次性浸泡於試劑內，計時 5 秒鐘後迅速取出，以避免產生試劑分布不均的問題(如圖 7)。



圖 7、指紋顯現法實驗示意圖

貳、 試劑配置與實驗步驟

一、1,2-indanedione 顯現法實驗步驟

(一) 化學試劑：將 0.125g 1,2-indanedione 藥劑加入 5ml 醋酸

及 45ml 醋酸乙酯，充分溶解後，加入 450ml 石油醚稀

釋並均勻混合。

(二) 實驗步驟

1、 將紅包袋潛伏指紋檢體以鑷子夾取，浸泡於 1,2-indanedione 試劑內，計時 5 秒鐘後迅速將紅包袋潛伏指紋檢體夾出。

2、 將紅包袋潛伏指紋檢體晾乾後，放入 100°C 烘箱內，乾烘 20 分鐘。

3、 利用 500nm 波長光源激發 1,2-indanedione 顯現法增現之指紋螢光紋線。

4、 以 Nikon D850 單眼相機搭配 105mm 微距鏡頭及橘色濾鏡翻拍指紋螢光紋線。

二、Ninhydrin 顯現法試劑配置及實驗步驟

(一) 化學試劑：將 5g Ninhydrin 藥劑溶於 20ml 甲醇溶劑中，

加入 480ml 石油醚溶劑稀釋後，抽取上層透明溶液。

(二) 實驗步驟

- 1、 將紅包袋潛伏指紋檢體以鑷子夾取，浸泡於 Ninhydrin 試劑內，計時 5 秒鐘後迅速將紅包袋潛伏指紋檢體夾出。
- 2、 將紅包袋潛伏指紋檢體晾乾後，放入 100°C烘箱內，乾烘 20 分鐘。
- 3、 以 Nikon D850 單眼相機搭配 105mm 微距鏡頭翻拍指紋紋線。

三、氰丙烯酸酯顯現法試劑

(一) 化學試劑:EVO BOND SUPER GLUE

(二) 實驗步驟

- 1、 設定煙燻箱相對溼度為 70%。
- 2、 滴取適量氰丙烯酸酯試劑於小型金屬容器內。
- 3、 將紅包袋潛伏指紋檢體放置於煙燻箱內，加熱至 120°C，加熱 10 分鐘，煙燻檢體。
- 4、 以 Nikon D850 單眼相機搭配 105mm 微距鏡頭翻拍指紋紋線。

參、 指紋紋線顯現分數評估

參考 Romain Steiner 及 Andy Becue 學者，以分數做為評估觀察指紋脊線清晰程度(如表 3)，依顯現後之潛伏指紋脊線及細部特徵點，由實驗者評估脊線清晰度。依清晰程度分為 4 個級分，首先先是 No evidence of mark 「0 分」：沒有指紋跡象，無法辨識；其次為 Weak development 「1 分」：有接觸的指紋形狀，但無明顯的脊線；Limited development 「2 分」：明顯的脊線，可辨識少數細部特徵，但無法比對特定目標；最後是 Strong development 「3 分」：有完整的脊線，可清楚辨識細部特徵點，比對特定目標，無背景干擾。

表 3、指紋脊線顯現清晰程度分數評估表

Score	Level of Detail	
0	No evidence of mark	沒有指紋跡象，無法辨識
1	Weak development	有接觸的指紋形狀，但無明顯脊線
2	Limited development	有可見的脊線，可辨識少數細部特徵，但無法比對特定目標
3	Strong development	有完整的脊線，可清楚辨識細部特徵點，比對特定目標，無背景干擾

第三節 實驗結果及討論

壹、 紅包袋上指紋顯現實驗結果觀察

一、指紋跡象顯現結果觀察如下:

(一) 樣品編號 A、H，經以 1,2-indanedione 顯現法、

Ninhydrin 顯現法或氰丙烯酸酯顯現法，均有顯現出指紋

跡象(如圖 8 及圖 9)。

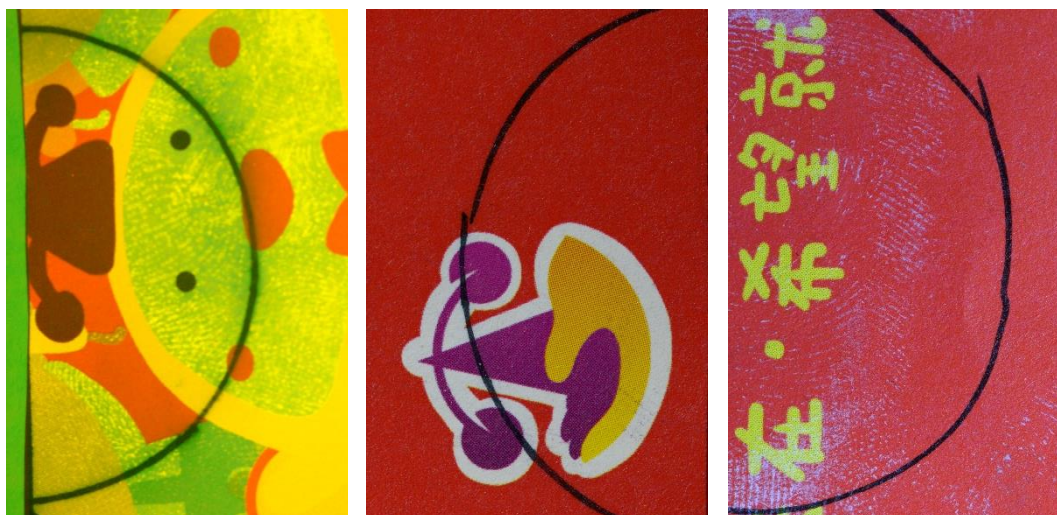


圖 8、樣品編號 A，均有顯現出指紋跡象

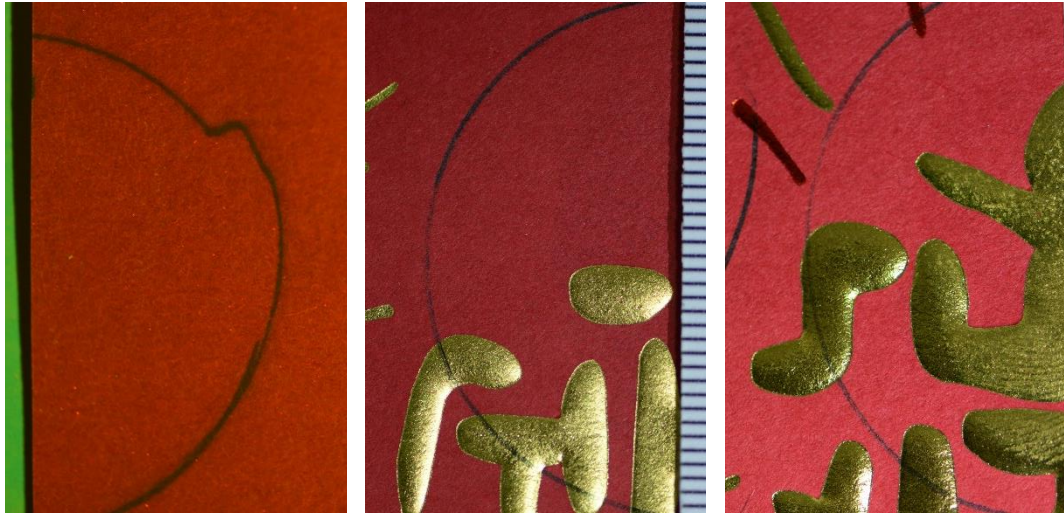


圖 9、樣品編號 H，均有顯現出指紋跡象

(二) 樣品編號 B，經以 Ninhydrin 顯現法或氰丙烯酸酯顯現法，有顯現出指紋跡象(如圖 10)。

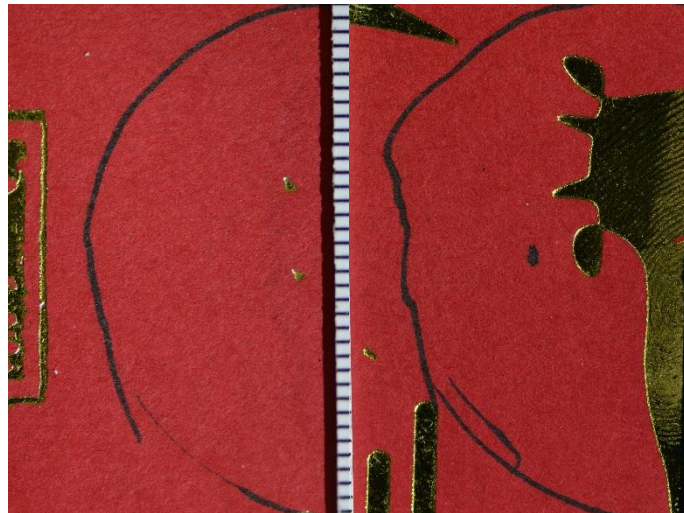


圖 10、樣品編號 B，顯現出指紋跡象

(三) 樣品編號 C、D、E、G、I、J，則是僅有以氰丙烯酸酯顯現法，始顯現出指紋跡象(如圖 11 及圖 12)。



圖 11、樣品編號 C、D、E，顯現出指紋跡象

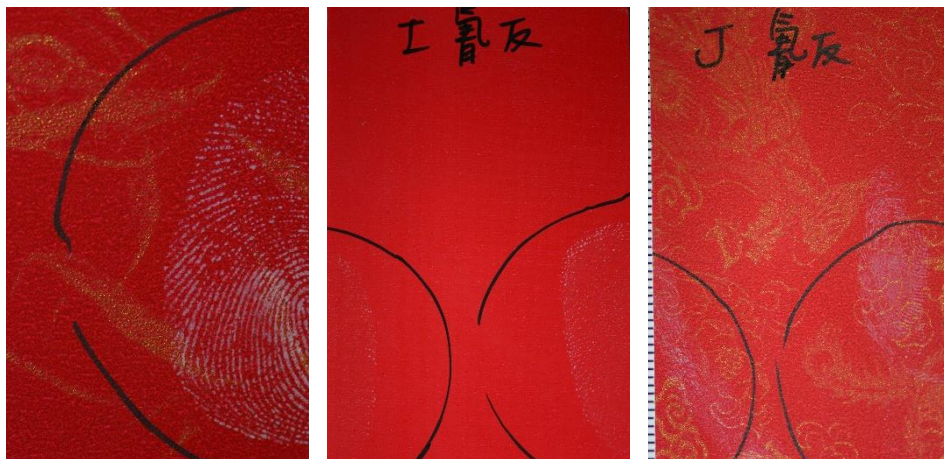


圖 12、樣品編號 G、I、J，顯現出指紋跡象

(四) 樣品編號 F，僅 1,2-indanedione 顯現法，有顯現出指紋跡象(如圖 13)。

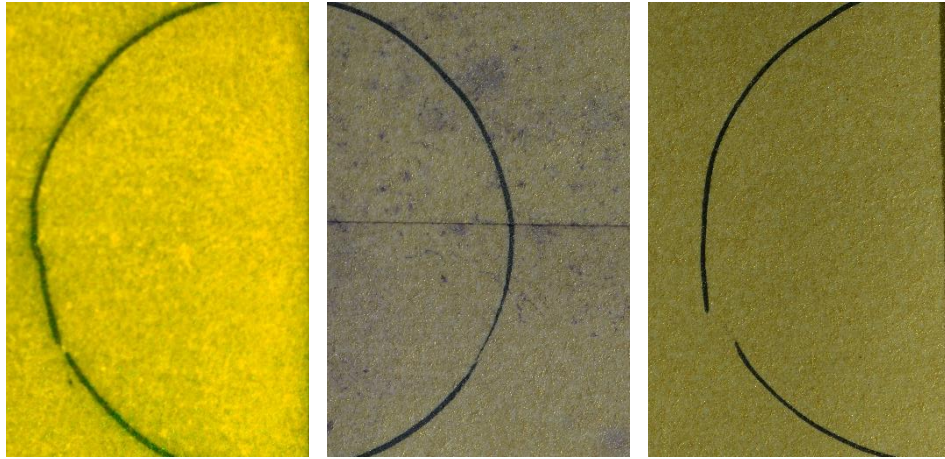


圖 13、樣品編號 F，顯現出指紋跡象

二、紅包袋樣品正反面顯現差異觀察如下：

(一) 樣品編號 A 正面以 1,2-indanedione 顯現法顯現出指紋跡象，且有明顯脊線，反面以 1,2-indanedione 顯現法卻完全未顯現出指紋跡象(如圖 14)。

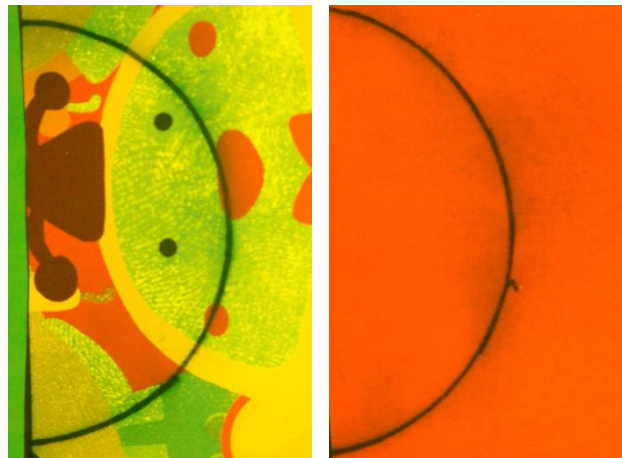


圖 14、樣品編號 A，指紋跡象顯現情形

(二) 樣品編號 B 正面以 氰丙烯酸酯 顯現法顯現出指紋跡象，反面則完全未顯現出指紋跡象(如圖 15)。

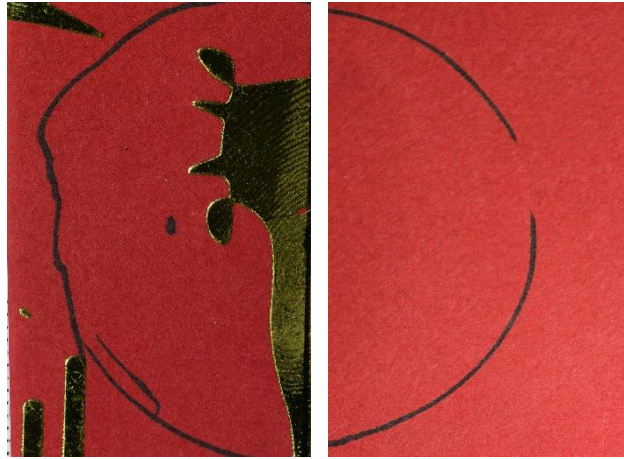


圖 15、樣品編號 B，指紋跡象顯現情形

三、紅包袋上指紋顯現法檢出情形觀察如下：

- (一) 以 10 種紅包袋樣品(編號 A 至 J)，所製作之 120 個指紋檢體，分由 3 種指紋顯現法處理後，有顯現出指紋形狀或可見指紋脊線之檢出情形(如表 4 及表 5)。

表 4、紅包袋正面指紋紋線檢出情形表

紅包袋正面	1,2-indanedione 顯現法	寧海德林 顯現法	寧海德林 顯現法	氯丙烯酸酯 顯現法	氯丙烯酸酯 顯現法	1,2-indanedione 顯現法
樣品編號A	○	×	×	○	○	×
樣品編號B	×	○	×	○	○	×
樣品編號C	×	×	×	×	×	×
樣品編號D	×	×	×	○	○	×
樣品編號E	×	×	×	○	○	×
樣品編號F	○	×	×	×	×	×
樣品編號G	×	×	×	×	○	×
樣品編號H	×	×	○	×	○	○
樣品編號I	×	×	×	○	○	×
樣品編號J	×	×	×	○	×	×

表 5、紅包袋反面指紋紋線檢出情形表

紅包袋反面	1,2-indanedione 顯現法	寧海德林 顯現法	寧海德林 顯現法	氰丙烯酸酯 顯現法	氰丙烯酸酯 顯現法	1,2-indanedione 顯現法
樣品編號A	×	×	○	○	×	×
樣品編號B	×	×	×	×	×	×
樣品編號C	×	×	×	○	○	×
樣品編號D	×	×	×	○	○	×
樣品編號E	×	×	×	○	○	×
樣品編號F	×	×	×	×	×	×
樣品編號G	×	×	×	○	○	×
樣品編號H	×	×	×	×	×	×
樣品編號I	×	×	×	○	○	×
樣品編號J	×	×	×	×	○	×

(二) 氰丙烯酸酯顯現法檢出率為 63%，1,2-indanedione 顯現法檢出率為 8%，Ninhydrin 顯現法檢出率為 8%。

四、紅包袋上指紋顯現法顯現結果評估觀察如下：

(一) 樣品編號 E 之正面及反面，以氰丙烯酸酯法顯現之 2 個指紋檢體，均顯現出明顯的紋線，且有細部特徵，指紋評估分數均為 3 分，輔以螢光粉末及藍光照射處理後，能使指紋紋線更加明顯(如圖 16)。



圖 16、氰丙烯酸酯法經螢光粉末處理

(二) 樣品編號 G 之反面，以氰丙烯酸酯法顯現之 2 個指紋檢

體，指紋評估分數分別為 3 分及 1 分(如圖 17)。

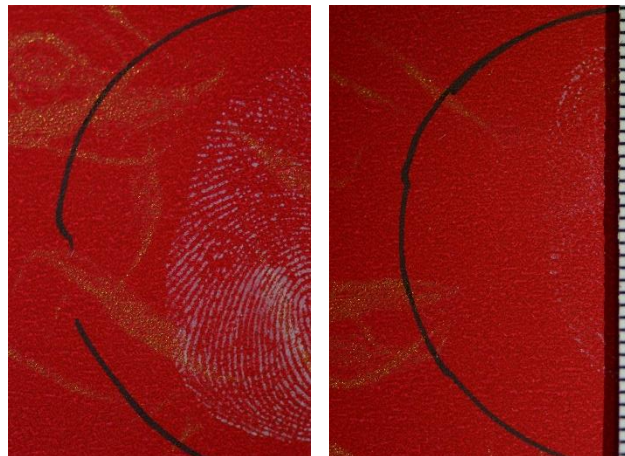


圖 17、樣品編號 G 氰丙烯酸酯法顯現情形

(三) 紅包袋指紋顯現曲線分布圖

- 1、 依指紋檢體上指紋脊線顯現結果，由鑑識人員評估
本實驗測試之 120 個指紋檢體，由分數曲線圖可
見，氰丙烯酸酯顯現法可在紅包袋上顯現出具有細

部特徵之指紋紋線。

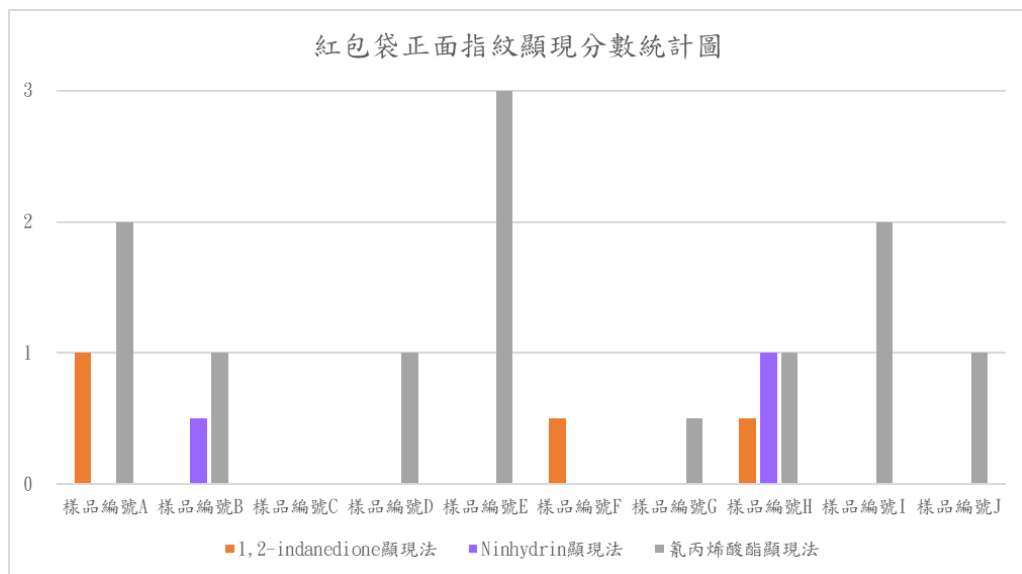


圖 18、紅包袋正面指紋顯現分數統計圖

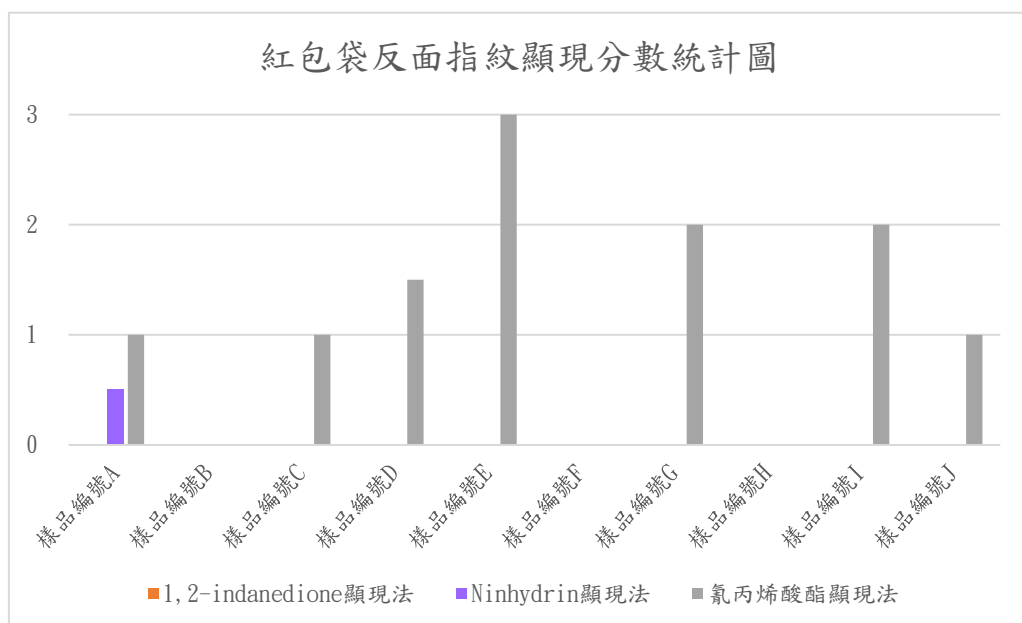


圖 19、紅包袋反面指紋顯現分數統計圖

貳、指紋顯現結果討論

一、紅包袋壓紋表面與平滑表面之指紋顯現差異

(一) 樣品編號 A、C、D、F、G、J 均為白色紙張噴附油墨之紅包袋；其中樣品編號 C、F，屬壓紋表面，以 1,2-indanedione 顯現法、Ninhydrin 顯現法或氰丙烯酸酯顯現法處理，均無法顯現出清楚指紋紋線；樣品編號 A、D、G、J，屬平滑表面，則均有顯現出指紋紋線之情形。由此可知，壓紋表面影響指紋紋線顯現效果及清楚程度。

(二) 樣品編號 J 雖屬平滑表面，但表面處理複雜，有大量燙金細紋，且附有印刷金粉，嚴重干擾指紋紋線顯現。

二、紅包袋為上光紙張、白色紙張與紅色紙張材質之指紋顯現差異

(一) 樣品編號 A、B、D、E、G、H、I、J 均為平滑表面，其中樣品編號 E 為上光紙張，樣品編號 A、D、G、I、J 為白色紙張噴附紅色油墨，樣品編號 B、H 為紅色紙張，其中樣品編號 D、E、G、I、J，僅能以氰丙烯酸酯顯現法處理始能顯現指紋紋線。

(二) 樣品編號 A 雖能以 1,2-indanedione 顯現法與 Ninhydrin 顯現法顯現出指紋紋線，其實均在紅包袋白色部分，即

未被油墨噴附的紙張之部位。

(三) 綜上可知，上光紙張及白色紙張噴附紅色油墨之紅包袋，適合以氰丙烯酸酯顯現法處理，原因在於上光處理及噴附紅色油墨均會影響紙張之吸水性，使指紋檢體特性偏向非吸水性狀態。

三、紅包袋表面燙金對指紋顯現之影響

(一) 樣品編號 B 正面有大面積燙金圖案及局部上光處理，以氰丙烯酸酯顯現法處理時，發現燙金區域有明顯指紋紋線，未燙金區域則無。

(二) 由此可知，燙金處理會大幅降低紙張檢體表面之吸水性，而相當適合氰丙烯酸酯顯現法。

第四章 結論與建議

第一節 結論

壹、紅紙非紙，毫釐之差，天壤之別

由本實驗結果可知，紅包袋在製作印刷過程中，會進行染色、噴墨或表面壓印異材質處理，使其本質非如鑑識人員所認知之紙張，而更加偏向非吸水性材質。如果將紅包袋視為吸水性材

質，進而使用 1,2-indanedione 顯現法與 Ninhydrin 顯現法等方法進行增顯，不僅成功機率極低，如本實驗中 1,2-indanedione 顯現法指紋檢出率為 8%；Ninhydrin 顯現法指紋檢出率亦僅 8%，再以指紋顯現分數評估檢視 1,2-indanedione 顯現法與 Ninhydrin 顯現法 2 種方法之顯現效果，紅包袋正面 1,2-indanedione 顯現法平均分數為 0.2，Ninhydrin 顯現法平均分數為 0.2；紅包袋反面 1,2-indanedione 顯現法平均分數為 0，Ninhydrin 顯現法平均分數為 0.1。1,2-indanedione 顯現法與 Ninhydrin 顯現法均具備水溶液性質，當指紋檢體接觸過多水分，便會嚴重破壞指紋紋線，也無法再以氰丙烯酸酯法補救。刑案現場跡證只有一次機會，也因為只有一次機會，所以必須更準確的判斷，才不會與關鍵指紋跡證失之交臂。

貳、 他山之石，可能出錯，理論必須與實務印證

在指紋材質與顯現方法的比較的文獻或學術研究中，會使用 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺進行實驗，本研究計畫也有嘗試以 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺製作指紋檢體，這樣的指紋檢體在三種顯現方法中都得到極為良好的成果(如圖 20)，甚至出現 Ninhydrin 顯現法在非吸水性檢體上顯現出有完整的脊線，可清楚辨識細部特徵點之指紋樣態，氰丙烯酸酯顯現法顯現之指紋紋線

能夠橫跨燙金表面及吸水性紙張表面等情形；統計本研究計畫蒐集到的紅包袋樣品測試，3 種顯現法的檢出率均相當高，氰丙烯酸酯顯現法檢出率為 95%，1,2-indanedione 顯現法檢出率為 55%，Ninhydrin 顯現法檢出率為 60%(如表)，顯見以 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺製作指紋檢體，會導致理論嚴重失準的現象。

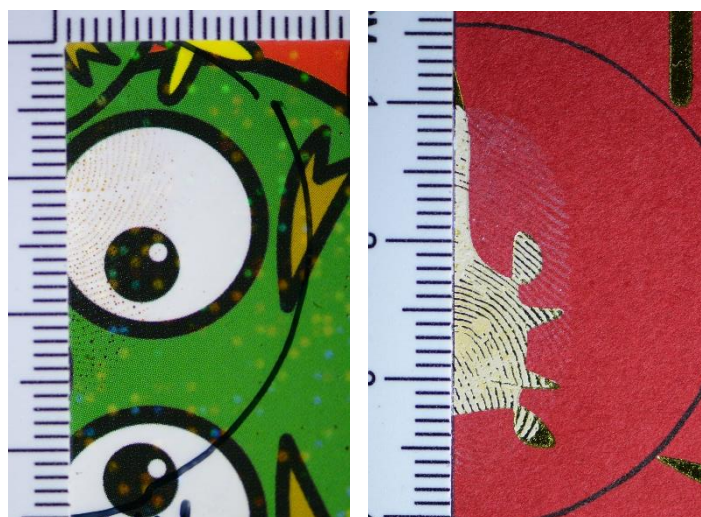


圖 20、Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺指紋檢體顯現結果

表 6、紅包袋正面 Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺指紋檢體檢出情形表

紅包袋正面	1,2-indanedione 顯現法	寧海德林 顯現法	寧海德林 顯現法	氰丙烯酸酯 顯現法	氰丙烯酸酯 顯現法	1,2-indanedione 顯現法
樣品編號A	○	×	×	○	○	×
樣品編號B	×	○	×	○	○	×
樣品編號C	×	×	×	×	×	×
樣品編號D	×	×	×	○	○	×
樣品編號E	×	×	×	○	○	×
樣品編號F	○	×	×	×	×	×
樣品編號G	×	×	×	×	○	×
樣品編號H	×	×	○	×	○	○
樣品編號I	×	×	×	○	○	×
樣品編號J	×	×	×	○	×	×

Armor Forensics 氨基酸/皮脂印臺因為濃度過高，遠遠超過指紋顯現法增顯潛伏指紋所需要的靈敏度的臨界值，所以得到很好的成果，但其實這樣的檢體並不存在於實務工作場域，倘若被嚴重失真的結果誤導，不僅無法提升刑案現場指紋採證的品質，反而會造成實務工作極大的挫敗，理論與實務的差距，必須經由不斷的努力及實驗來印證，否則將會適得其反。

第二節 實務建議

壹、 持續吸收鑑識新知

隨著時代進步與社會環境日漸複雜，犯罪手法千變萬化，現行鑑識技術亦應隨之精進，因此必須不斷提升鑑識人員專業知識水平，拓展視野，此方面可從參加各項鑑識課程及持續辦理鑑識

人員出國研習兩方面著手。

國內刑事鑑識方面的專家除了中央警察大學的教授外，在實務界服務的專家更是多不勝數，尤其現代科技進步，刑事現場勘察除了既有的鑑識原理外，也需要拓展不同面向的技術新知，內容更是多元化，例如新興的真空鍍膜指紋顯現法、DNA 鑑定、手機數位鑑識等技術。

為了要讓同仁與時俱進，除鼓勵同仁參加刑事警察局、鑑識科學協會舉辦之各項研討會及課程，課程內容常會邀請國內專家講解技術或實務界有傑出貢獻的同仁分享成功秘訣，提升同仁基本能力。

另一方面，我國刑事鑑識能力雖已達國際水準，但國外學術發展更久遠，研究更加廣泛及透徹，各項的研究精神都值得去學習，技術以外的點點滴滴無法從書本中獲得，建議於疫情平復後，恢復辦理出國學習，讓同仁親身體驗及學習科技新知。

貳、 配置新式現場勘察設備，突破工作場域限制

工欲善其事，必先利其器，隨著科技的進步，許多從前遙不可及的想法現在都已成為鑑識人員勘察現場的基本配備了，原本只會出現在實驗室的桌上型設備，現今都已成為可攜帶式，不僅使用上

便利，更能提供最及時的訊息，例如手持式拉曼光譜儀、手持式紅外線光譜儀、手持式多波域光源等。

此外，也有根據使用者需求為基礎，配合理論及技術而研發出合適設備來改善並突破實務工作原有的限制，如 1,2-indanedione 顯現法或螢光粉末指紋顯現法，均為需要不同波長光源及濾鏡輔助，始能應用的指紋顯現法。考量鑑識人員在執行刑案現場勘察工作時，除手電筒與單眼相機為基本裝備外，一般而且指紋採證需要搭配各式光源檢視，如常用的 UV 光、藍光、IR 光等，並以微距鏡頭翻拍現場指紋。有鑑於此，本局刑事鑑識中心於 110 年購置手機型現場跡證檢視設備(如圖 21)，配發本局各分局使用，此項設備正是因應智慧型手機本身相當優異的鏡頭製造技術與手機影像運算能力結合的最佳實例，也將原本刑案現場使用之攝影器材、多波域光源及濾鏡等大型裝備，集結在單手即可持握的智慧型手機上，且目前智慧型手機近攝功能相當優異，非常適合應用現場指紋拍攝，不僅相當適用本局各分局鑑識人員現場勘察單兵作戰的工作場域，亦大幅提升現場勘察效率與品質，達到雙贏的效果。

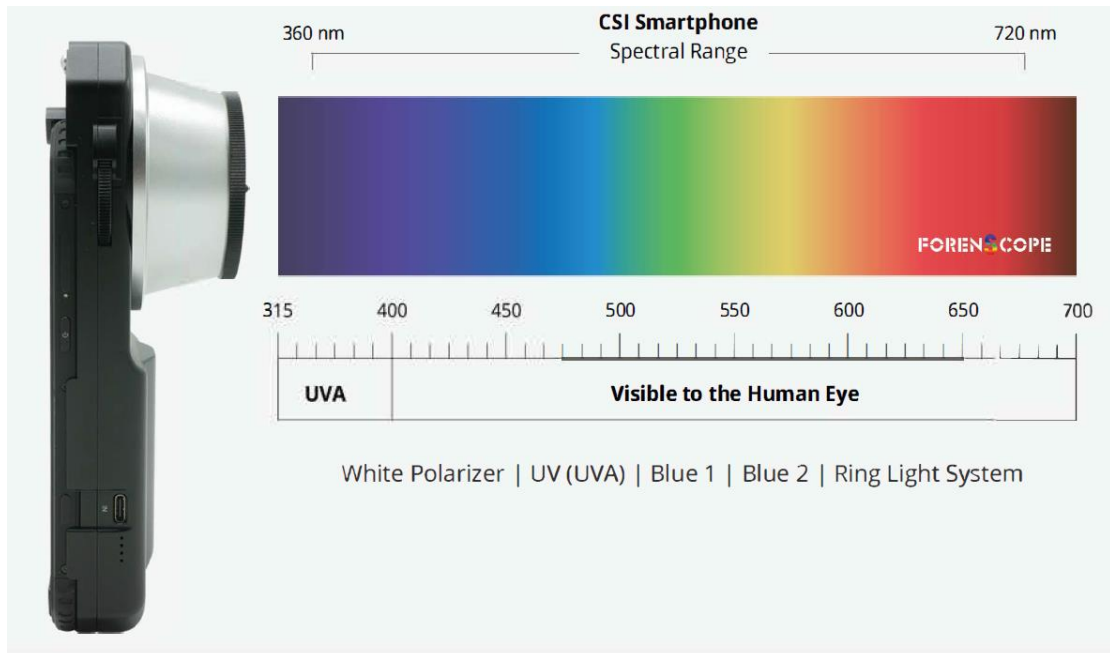


圖 21、手機型現場跡證檢視設備

科技源自於人性，也許受限於當下技術限制，而未能臻至完善。從實務經驗出發，深入了解現場工作難以突破的困境，跟隨科技進步的腳步，尋找適合的新式器材或裝備，並將其應用於實務工作，始能促使鑑識科技領域向前邁進，生生不息。

參、 反覆測試，建立標準，精益求精

透過蒐集市面上販售之紅包袋樣品，以鑑識人員常用之指紋顯現方式與真實指紋檢體反覆進行測試，使研究理論與實務相互印證，縮短兩者的差距，才能建立真正能應用於實務工作上的標準處理流程。本研究計畫所設計之紅包袋指紋顯現法實驗，經過系統性的觀察比對，扭轉了過往鑑識人員對紅包袋上潛伏指紋顯現的既有

認知，亦揭示了紙張材質、表面及印刷處理，會對顯現潛伏指紋效果的影響。我們就所蒐集的紅包紙袋性質進行分類，綜合實驗結果，彙整出紅包袋肉眼可見的特徵，並整理規劃實務工作建議流程(如圖 22)，幫助鑑識人員在現場精確選擇合適的採證標的及採證策略，並協助判斷各種情形下適合使用之潛伏指紋增顯方法。

從實務經驗中發現問題，剖析問題根源，從理論出發，針對實際問題，進行研究及反覆測試，並從中找出突破困境或能夠系統性解決問題的方法及設備，是我們推展鑑識工作及進行鑑識領域研究的重要信念，未來也會秉持相同的信念持續前行。

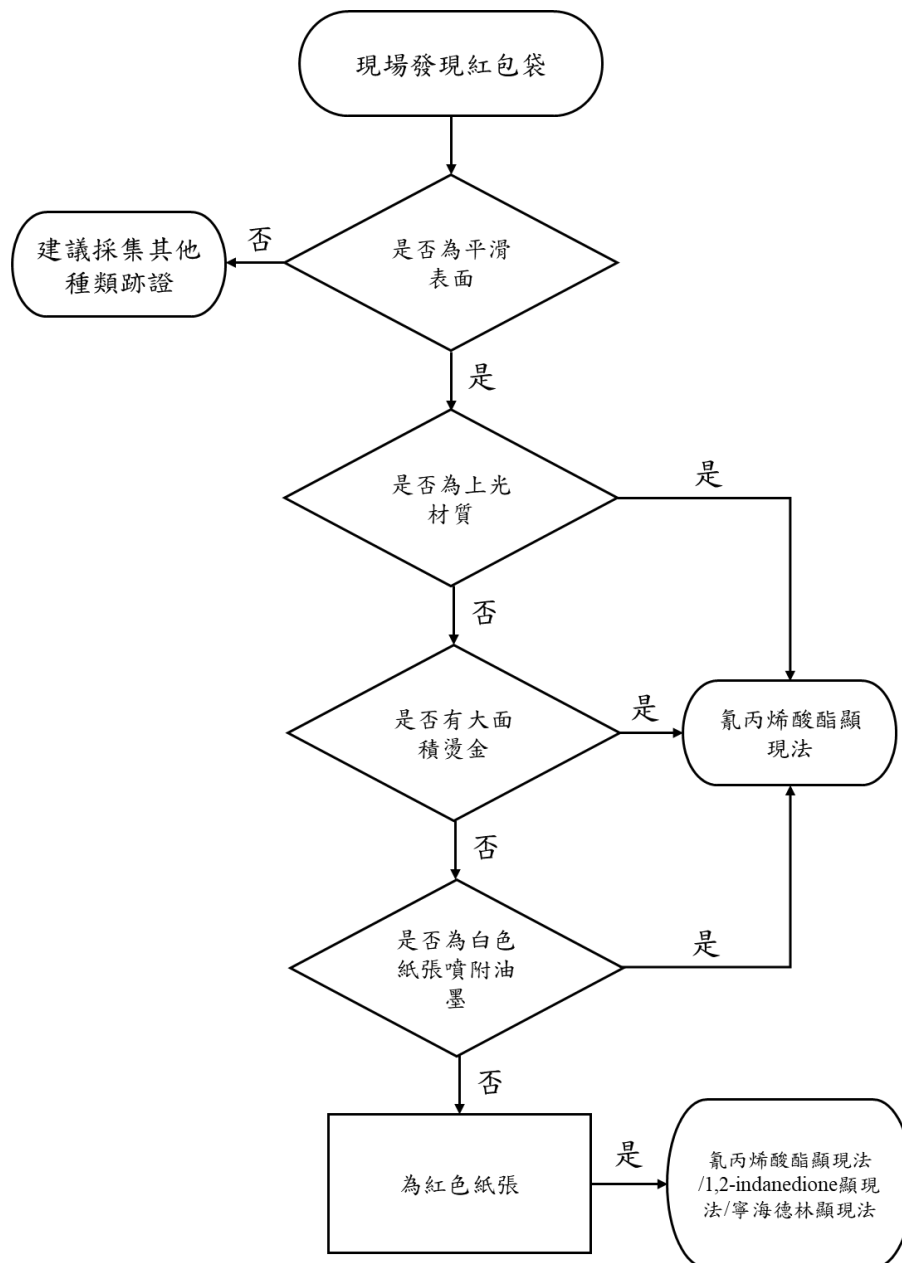


圖 22、實務工作流程建議