

## 顯微鏡在鑑識科學的應用

中央警察大學鑑識科學學系助理教授 陳用佛

人眼所能解析的最小距離約為 200 微米( $\mu\text{m}$ )，而在刑案現場中，有許多細微的證物如直徑約 100 微米的毛髮、纖維或是更小的火藥殘跡顆粒等，雖然細微，但是卻存在著許多與案件有關之關鍵訊息。為了分辨這些微物證據，鑑識科學家需利用各種不同的顯微鏡來分析多樣化的證物。

顯微鏡通常包括鏡頭系統、對焦系統、照明系統、載物系統等設備。為了分析多樣化的證物而使用的鑑識顯微鏡有一般的複合式顯微鏡、實體顯微鏡及比較顯微鏡等，其他因應特殊需求的顯微鏡如偏光顯微鏡(polarized light microscope, PLM)、相位差顯微鏡(phase contrast microscope, PCM)、電子顯微鏡(electron microscope, EM)、顯微光譜儀(microspectrophotometer, MSP)等，逐一介紹如下：

**複合式顯微鏡：**為一般常見的穿透式顯微鏡。穿透方式有垂直穿透與反射穿透二種。適用於一般可穿透之微物證據分析，如 ABO 血型檢查、毛髮外型檢查、纖維檢查、結晶試驗檢查、玻璃微物檢查。

**實體顯微鏡：**實體顯微鏡利用光徑上直立的稜鏡得到實物的成像，而目鏡部份由二組複合顯微鏡組成，使其有立體的成像。由於放大倍率不高，鏡頭工作距離長，大部分證物初步檢視比對，如油漆碎片、土壤、火藥殘跡、筆壓、玻璃碎片、墨跡等。為鑑識實驗室常使用初步篩檢之工具。

**比對顯微鏡：**比對顯微鏡是由二組顯微鏡所組成，透過一個鏡橋將

兩個不同物鏡上所獲得的影像透過一系列的鏡片組反射到雙目鏡上。在目鏡下的影像從中間分開各來自物鏡。適合用於各種工具痕跡比對如槍彈鑑識中來復線比對、彈殼底部紋痕比對、文書鑑定筆跡比對毛髮與纖維的比對與其他工具痕跡等。

**偏光顯微鏡：**由於其能夠有效的分析證物多樣化之光學特性，偏光顯微鏡為在鑑識實驗室中常用之分析利器。配合實體顯微鏡觀察樣品及前處理，偏光顯微鏡可以有效的進行觀察及鑑定。其原理是因物質具有一個以上之折射係數，光通過物質後經過偏光作用，形成振動方向互相垂直之快光以及慢光。當快慢光離開物質通過另一偏光鏡後將快慢光再合併產生干涉色，顯示物質之特性色彩，此干涉色。對於毛髮、纖維、毒品、火藥、土壤等跡證的鑑識，都可以利用偏光顯微鏡來進行鑑定或排除比對。偏光顯微鏡可進行之光學分析，包括正交偏光應用、消光性影像觀察、決定光性符號(+)(-)、判斷單光軸-雙光軸晶體及顯微化學試驗等。

**位相差顯微鏡：**許多透明的物體在顯微鏡下通常不易看清楚，位相差顯微鏡是利用分析物的光程差所產生光的干涉現象，將人類不可分辨的相位差變成可以分辨的振幅差使無色透明物質變成清晰可見，在鑑識實驗室裡常用於觀察透明物體為主，如玻璃、微生物等。

**掃描式電子顯微鏡：**掃描式電子顯微鏡與以一般光學顯微鏡不同，其成像是利用電子束撞擊樣品，使樣品發射二次電子而來。電子顯微鏡的高放大倍數、高解析能力和較大的影像景深。另外再搭配 X 光能譜儀，使電子顯微鏡可以用於測定樣品的組成元素及影像。最常見的適用於射擊殘跡之檢查、毛髮型態學上探討及表面材質檢查等應用。

**顯微光譜儀：**本項儀器是結合顯微鏡及光譜儀作為微量跡證之檢查

工具。常見的有可見光及紫外光顯微光譜儀及紅外光顯微光譜儀等。應用於文書、油漆、纖維鑑定等。

國際知名的微物分析專家 Dr. Walter Cox McCrone (McCrone Research Institute 創辦人) 累積數十年的顯微鏡分析經驗，可以藉由顯微鏡鑑定出數千種物質，在 DNA 技術尚未成熟前，以顯微鏡對微物證據分析，提供了需多關鍵鑑定結果給執法單位。鑑識實驗室也以建立顯微鏡分析各類纖維之物理特性、毛髮形態之建檔、以及各種化學物質(如：火藥、藥毒物)之顯微化學試驗的資料庫為目標，以期在分析案件中的未知物時，可以精準地進行分析與比對，提供關鍵訊息，協助案件偵查。

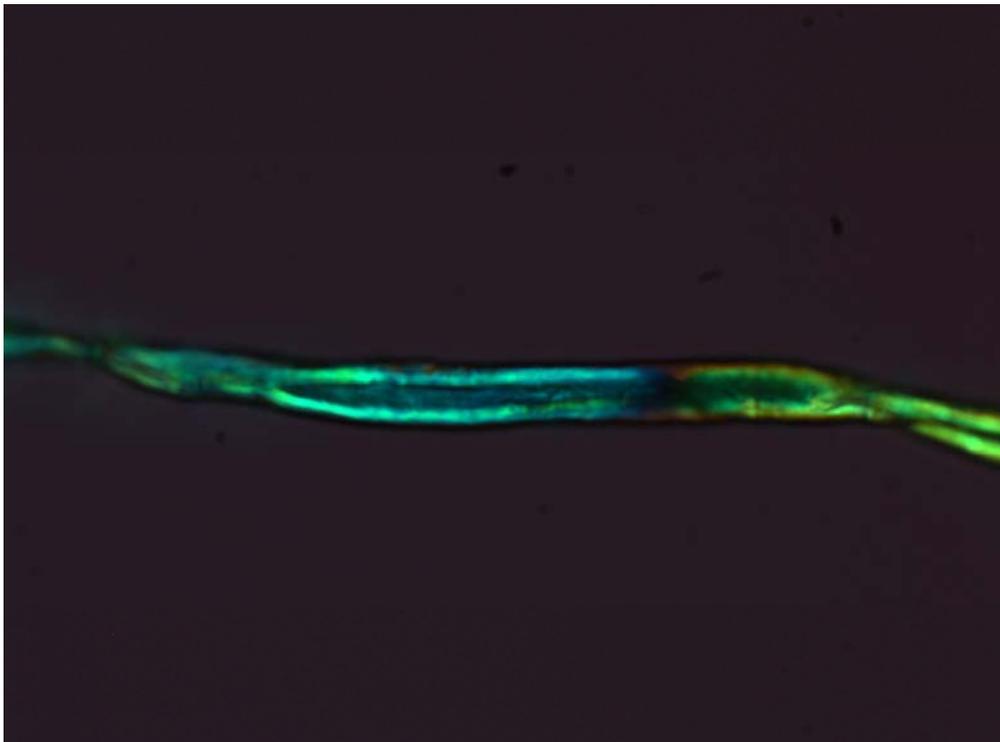


Figure 1. Cotton fiber shows no-parallel extinction of under PLM with cross-polar.

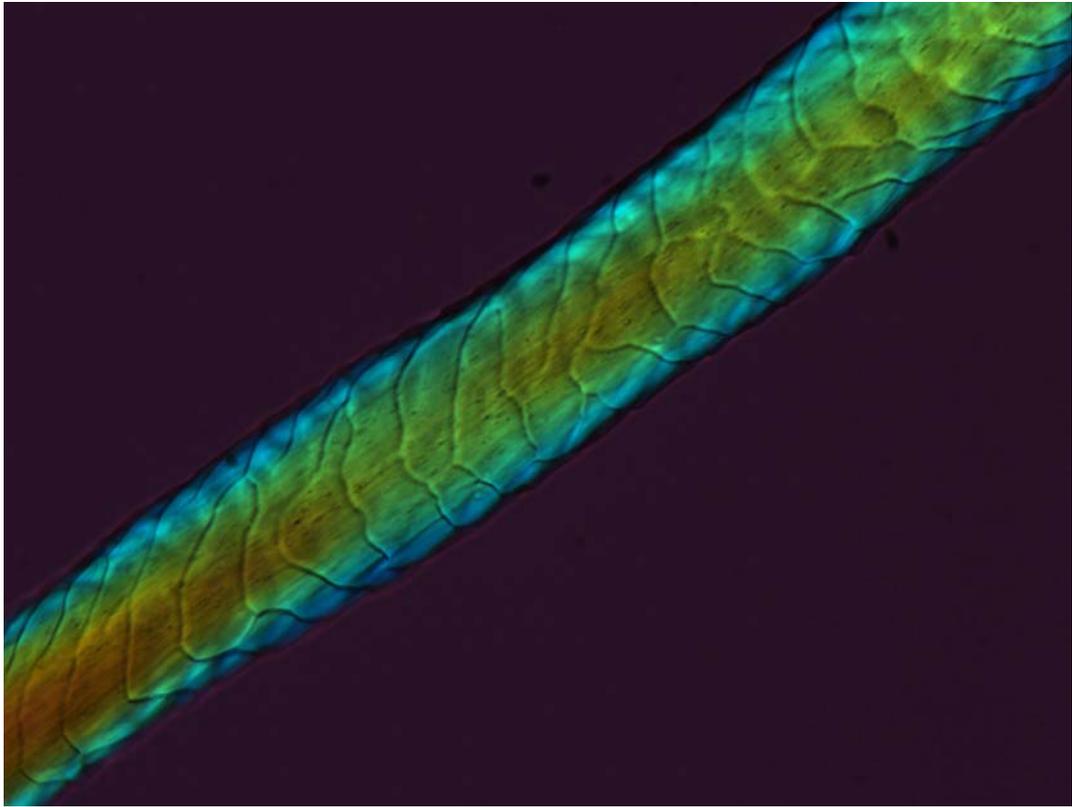


Figure 2. The interference color of wool under PLM with cross-polar.