

玻璃底片的修護保存與數位化 ——以桃園市政府收藏古廟影像為例

Conservation, Preservation and Digitization of Glass Plate Negatives:
Ancient Temples Images Collected by Taoyuan City Government as a
Case Study

羅鴻文 Luo, Hung-Wen

國立臺南藝術大學博物館學與古物維護研究所助理教授

Assistant Professor, Graduate Institute of Conservation of Cultural Relics & Museology, Tainan National University of the Arts

摘要

2021年桃園市政府文化局發現39件玻璃底片，狀況包含玻璃破損、銀粒子析出、影像被加工修整等狀況。影像包含現今航空城計畫徵收區域內的百年前寺廟，例如大園區福海宮、大眾廟、貴文宮等。其中應以景福宮最早於嘉慶十六年（1811年）興建完成，且最原始的原貌影像已多不可考，明膠乾版底片的紀實功能，以及年代特性及稀有性，恰好正是這些桃園廟宇文化資產最佳的佐證影像資料。

本文主要介紹這批玻璃底片保存現況與數位化過程中，進行「加固玻璃裂紋」及「移除銀粒子析出」處理，以及依「國際色彩聯盟（International Color Consortium, ICC）」色彩特性定義「目標設備色彩空間對於特性文件空間（Profile Connection Space, PCS）」色彩轉換進行數位化等，妥善保存玻璃底片的原始物質與數位影像資產。

Abstract

In 2021, a collection of 39 glass plate negatives, discovered by the Taoyuan City Government's Cultural Affairs Department, was severely damaged. The negatives had suffered from glass fractures, silver image deterioration, and post-production modifications. These images include century-old temples such as Fuhai Temple, Dazhong Temple, Guiwen Temple in Dayuan District, which are now slated for redevelopment as part of the Taoyuan Airport City project. Among them, Jingfu Temple was initially completed in the 16th year of Jiaqing era (1811). As the original appearance of the temple is no longer extant, the recording function, as well as the age and rarity of the gelatin dry plate negatives, serve as invaluable visual evidence of Taoyuan's temple heritage.

This article primarily introduces the current preservation status and digitalization process of a collection of glass plate negatives. It also discusses the specific treatments undertaken, such as glass crack stabilization and silver halide removal. Moreover, the digitalization process adhered to the International Color Consortium (ICC)'s Profile Connection Space" (PCS) to ensure the proper preservation of both the physical artifacts and digital image assets of the glass plate negatives.

關鍵字 | 桃園古廟、玻璃底片、明膠乾版底片、底片修護、數位典藏

Keywords | Taoyuan's Ancient Temples, glass plate negatives, dry plate negatives, film conservation, digital archives

壹、前言

2021 年桃園市政府文化局發現一批玻璃，隱約可見古廟老建築影像之罕見珍貴底片共計 39 件。這批影像正好是近年臺灣史上最大的徵地擴建計畫－「桃園航空城計畫」範圍的常民信仰，此地早期自中國大陸渡海來臺移民，世代生活在沿海開墾耕作與從事漁牧，甚至曾經歷上個世紀 70 年代十大建設時期興建機場徵收土地，經歷了航空及旅運、貨運產業等生活型態改變。

此批明膠乾版底片拍攝對象包含天德祠、武廟、景福宮、鎮撫宮、指南宮、石雲巖、福海宮、西廟、福元宮、慈護宮、鴻撫宮、詹公廟、樂善寺、迴龍寺、仁壽堂、玉元宮、元聖宮、石雲巖、壽山巖、大眾廟、義民亭、五福宮、富文宮、福元宮、福隆宮、崇德宮、玉元宮等寺廟，分布桃園街、大園庄、蘆竹庄、八塊庄（今八德區）、龜山庄等地，分布範圍廣泛，其中應以景福宮最早於嘉慶十六年（1811 年）興建完成後，又經歷改建，其餘廟宇亦因戰亂或年久失修多次改建亦屬常見現象，且最原始的原貌影像已多不可考。除了廟宇建築主體外，其中包含神像、石碑、匾額、交趾陶、壁畫、石雕等，皆蘊含豐富文化歷史價值。近來古蹟寺廟等建築保存日益受到重視，玻璃底片的紀實功能，以及年代特性及稀有性，恰好正是這些桃園廟宇文化資產最佳的佐證影像資料（羅鴻文，2023）。

貳、玻璃底片

一、歷史介紹

自法國 Louis Jacques Mande Daguerre（1787-1851 年）在 1837 年成功研發出「達蓋爾攝影術（Daguerreotype）」至今已近二百年歷史，攝影術記錄了各式各樣的資訊，與人類文明密不可分。

英國 William Henry Fox Talbot（1800-1877 年）於 1841 年申請紙基底片的專利，爾後 Gustave Le Gray 提出蠟紙底片（Waxed Paper Negative），提升相紙透光性及便利性。英國 Frederick Scott Archer 於 1851 年開始使用火棉膠當固影膠（Adhesive）來製作底片，因底片需要在火棉膠仍然潮濕時完成曝光並馬上顯影，故又名「濕版」。到了 1871 年，英國 Richard Leach Maddox 成功的開發明膠銀鹽乳劑技術，1880 年 George Eastman 創立了伊士曼乾版公司（Eastman Dry Plate Company），開始大規模製造生產明膠乾版底片，並導致現代攝影工業的躍進發展。之後為改善玻璃基底易碎且重的缺點，陸續發明包含硝酸底片、醋酸底片、聚酯底片等塑膠底片（Valverde, 2005）。

表 1 底片種類演進簡史

基底材	類型	年代
紙張	紙基底片	1841 - 約 1865
玻璃	火棉膠濕版底片	1851 - 約 1885
	明膠乾版底片	約 1878 - 約 1925
塑膠	硝酸底片	約 1889 - 約 1950
	醋酸底片	約 1925 至今
	聚酯底片	1955 至今

資料來源：作者彙整

二、明膠乾版底片

1871 年 Richard Leach Maddox（1816-1902 年）發明以溴化銀（Silver Bromide）為感光材料，1880 年代開始乾版底片可以由工廠大量製造販賣，直到 1940 年代塑膠底片發明前獨占底片市場。

明膠銀鹽乳劑技術包含乳化（Emulsification）和熟成（Ripening）2 階段，然後以管狀工具將乳劑硬塊細條化，融成液體後，以機器均勻塗在玻璃版上，乾後切割成一定的規格大小，成明膠乾

版底片。明膠乾版底片曝光時乳劑層是乾燥的，故又名「乾版」，曝光時間開始標準化。

明膠乾版底片基本構造包括：銀粒子、明膠、附著層與玻璃基底（如圖 1）。

（一）玻璃基底

早期手工玻璃使用化性較不穩定的碳酸鈉和鈉鈣玻璃製成，玻璃容易產生變質的影響。例如在相對濕度較低時可能會脫水（Dehydrate），而在相對濕度較高時可能會滲出水合鹼離子（Hydrated Alkali Ions）。玻璃表面形成高度鹼性的水合層，會導致玻璃版底片加速劣化（Whitman, 2018）。1920 年代以後，將氧化鋁添加到玻璃配方（矽酸鋁），提升了化學穩定性。

（二）明膠

明膠是蛋白質類之有機含氮膠狀物質，由牛骨或牛皮中所含的膠原經部分水解製得。攝影等級的明膠是高純度的蛋白質，在構造與成分上均比蛋清均勻。製作方式為將膠原蛋白（Collagen）以 10~20°C 生石灰漿（Lime Slurry）處理數週到數月不等，此時的生石灰之作用為將螺旋狀的膠原蛋白鏈結打斷後，再以酸進行中和後於上升的溫度中萃取出明膠。主要組成為胺基酸，組成物有：胺基乙酸（Glycine）、脯胺酸（Proline）、羥基脯胺酸（Hydroxyproline）、穀胺酸（Glutamic Acid）、丙胺酸（Alanine），和其他微量的精胺酸（Arginine）、亮胺酸（Leucine）與天門冬胺酸（Aspartic Acid）等組成，均為有機之高分子聚合物（Weilhammer, 2004）。

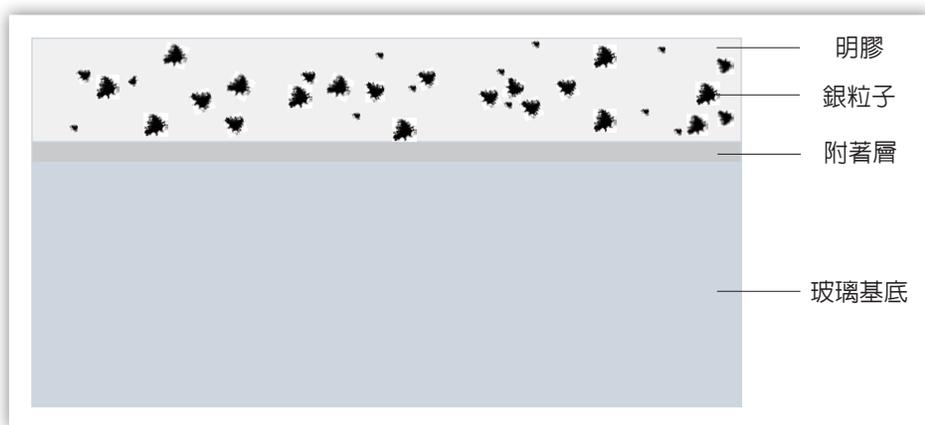


圖 1 明膠乾版底片構造

資料來源：作者繪製

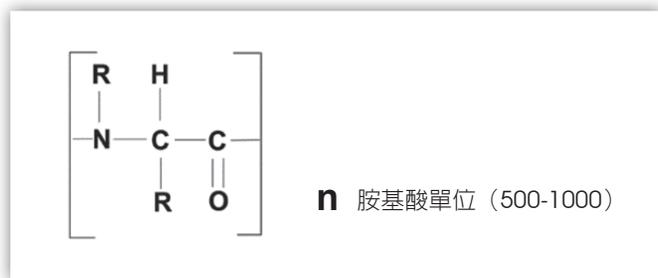


圖 2 明膠分子結構

資料來源：作者提供

(三) 附著層

其功能為了使玻璃基底接收黏合劑並避免氣泡產生，方法包含 (Valverde, 2005)：

- 經化學蝕刻表面增加與玻璃與乳劑層的附著。
- 塗上薄底層，材料可以用鉻明礬 (Chrome Alum) 溶液硬化的明膠，或使用蛋白、印度橡膠或水玻璃 (Soluble Glass)。

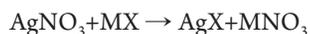
(四) 銀粒子

明膠乾版底片感光乳劑層使用的銀鹽是將高純度的銀塊和硝酸 (Nitric acid) 一起反應，產生硝酸鹽結晶 (AgNO_3)，將硝酸鹽存放於水中，即可預備用來製造感光乳劑。再者將氯化鉀 (Potassium Chloride)、溴化鉀 (Potassium Bromide)、碘化鉀 (Potassium Iodide) 等鹵鹽類等依感光速度的需求和硝酸銀溶液於稀釋狀態的明膠溶液內反應，便形成了鹵化銀結晶 (Silver Halide Crystals)，這些具有感光性質的結晶便均勻的分布和懸浮在明膠內 (Pouradier, 1987)。

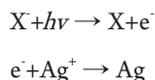
(五) 沖洗顯影

攝影師於暗室狀態之下放入片匣或裝配於相機上，底片曝光後再經過顯影、定影、水洗與乾燥等過程。流程介紹如下：

當底片上的感光乳劑所含的鹵化銀 (AgX ，通常為溴化銀 AgBr)，在明膠溶液中反應形成：



M 為 Na、K 等鹼金屬依不同反應條件所得到 AgX 粒子形狀亦不同。底片受光 ($h\nu$) 照射後，會從 AgX 中產生光電子，在結晶格中的銀離子 (Ag^+) 產生反應，生成銀原子：



如此過程不斷重複進行，銀原子聚合一定的數量後，形成肉眼所不能見的潛像 (Latent Image)，此種潛像具有某種程度的催化效果，讓形成潛像的鹵化銀與一些諸如對苯二酚 (Hydroquinone) 之類的還原劑接觸時，能夠引發一種催化還原反應 (Catalytic reduction)，析出黑色的銀粒子，而將潛像顯現出來，形成肉眼可見的影像 (陳鴻興、陳君彥譯，2009)。

三、玻璃底片在臺灣

美國攝影家 St. Julian H. Edwards (1838-1903 年) 自 1865 年起多次來臺灣拍攝臺北、臺南、打狗 (高雄) 等地影像；1871 年英國攝影家 John Thomson (1837-1921 年) 開始有計劃拍攝南部區域風景與平埔族人影像。上述 2 者皆使用濕版玻璃底片 (王雅倫，2021)。

隨後，日治時期 (1895-1945 年) 日本攝影家的臺灣寫真，加上臺灣本地攝影家留日歸來後的開創影響，攝影術在民間落地生根。從留存至今的相關資料與影像可見，當時拍攝內容主要包括下列幾項 (吳嘉寶，1994)：

- (一) 官方記者或臺灣本地受聘攝影家所拍攝之具宣傳或紀錄性質的相關檔案，包含此批桃園市政府文化局發現之玻璃底片。
- (二) 人類學者如鳥居龍藏、森丑之助、伊能嘉矩、長野義虎、鹿野忠雄等學者的原住民田野調查。
- (三) 本地與日籍的業餘攝影愛好者的影像創作。
- (四) 各地方的照相寫真館的留影存證等。

參、狀況分析

一、玻璃破損

玻璃底片雖然尺寸穩定，但也非常脆弱和易碎，肇因乃人員持拿方式錯誤所致，包括玻璃底

片掉落或碰撞，或者可能是存儲設備、外殼等故障導致玻璃受到重壓而破裂（如圖 3），進而容易發生分解（Decomposition）。早期手工玻璃使用化性較不穩定的碳酸鈉和鈉鈣玻璃製成，容易遭受化性變質之影響。例如在相對濕度較低時可能會脫水，而在相對濕度較高時可能會滲出水合鹼離子。玻璃表面形成高度鹼性的水合層，會導致玻璃版底片加速劣化（Koob, 2006）。

二、銀粒子析出

底片表面形成閃亮、深藍黑色的明顯特徵（如圖 4），幾乎早期所有的明膠銀鹽照片及底



圖 3 「桃園郡·桃園街·鴻撫宮全景」破損
資料來源：桃園市政府文化局提供



圖 4 「桃園郡·大園庄·五福宮全景」銀粒子析出
資料來源：桃園市政府文化局提供

片皆有銀粒子析出的現象。這是由於銀粒子長時間的氧化還原作用結果，在這過程中，銀粒子氧化形成銀離子，逐漸遷移到乳劑層的最上方及表面，再還原回銀粒子（ Ag^0 ），沈澱後形成一層薄而亮的表面。若狀況嚴重時，於某個反射光角度觀察可見正像視覺效果。

三、底片修整

底片遮光通常使用不透明紙、卡片紙或其他材料（例如紅色墨水）用於覆蓋底片的局部，得到的影像結果是將原始影像一部分去除掉而不需傷及底片本體（如圖 5）。方法包含用手指在底片表面塗抹粉狀物品，藉以增厚底片曝光不足的區域；早期攝影師會以紅色染料填補於影像層上的撕裂或孔洞，有時亦用於校正對比度或亮度，或是以松節油添加油畫或水彩顏料作為遮光顏料，或以不透明的紙、卡片紙或其他材料覆蓋部分負片，因此原始圖像的一部分彷彿被裁切遮斷。若將色遮片與負片分離，極可能會損壞影像層（Pereira, 2017）。由圖 6 可見，攝影師將底片上方以黑紙覆蓋，以及將建築屋簷邊緣使用紅色顏料修飾，以紅外線穿透光檢視可發現重複曝光影像。



圖 5 「桃園郡·大園庄·福元宮全景」局部塗紅顏料
資料來源：桃園市政府文化局提供

為瞭解紅色顏料成分，進一步使用 X 射線螢光光譜儀 (X-ray Fluorescence Spectrometer, 簡稱 XRF 光譜儀) 分析。由表 2 可知，2 個測點元素含量差異最大的為鎂、矽及硫，推測底片上的紅漆為矽酸酯 $Si(OR)_4$ 之紅丹 (四氧化三鉛) (Pb_3O_4) 矽系漆類，紅丹漆顏料包含有滑石粉，其成分為滑石含水的矽酸鎂作為填料；另「(2) 乳劑層」的氯含量較高，係因該測點具較多氫元素，導致鉍靶靶材所逸散之射線被誤判為氯；本次測試主要及次要元素成份及含量。

表 2 紅色顏料檢測成分

單位：%

測點位置	(1) 紅漆	(2) 乳劑層
顏色	紅	黑
鐵 Fe	0.1407	0.1162
鎂 Mg	18.65	<LOD
鋁 Al	0.41	<LOD
矽 Si	13.03	1.9838
硫 S	4.36	1.4004
氯 Cl	<LOD	7.97
鉀 K	1.8269	2.3984
鈣 Ca	5.61	4.88
鈦 Ti	0.3367	<LOD
釩 V	0.1398	<LOD
鉻 Cr	0.0783	0.0637
錳 Mn	0.0152	0.0173
銩 Zr	0.0035	0.0042
銀 Ag	0.087	0.0805
鎘 Cd	0.013	0.0149
錫 Sn	0.0227	0.018
銻 Sb	0.0752	0.082
鉛 Pb	0.0024	<LOD
輕元素 LE	55.2	80.97
使用設備	Olympus Innov-X DELTA 7300、Rh 靶材、高性能 SDD 檢測器、解析度 150eV 及 40kV。Mining 模式	

資料來源：作者彙整



圖 6 「桃園街·天德祠全景」(左) 使用紙片與塗抹顏料遮光：正面平衡光(右上) / 紅外線穿透(右下)

資料來源：桃園市政府文化局提供

肆、銀粒子析出探討

因本案銀粒子析出屬攝影類藏品較特殊的劣化狀況，且成因與修復方式考量較複雜，故列舉此部分探討之。

一、銀粒子析出成因

照片或底片表面形成閃亮、深藍黑色的明顯特徵，幾乎早期所有的明膠銀鹽照片皆有銀粒子析出的現象。圖 7 顯示由於明膠銀影像環境含有酸性物質，銀粒子長時間的氧化還原作用結果，在這過程中，銀離子靜電力驅使遷移到乳劑層的最上方及表面，與硫化物 S^{2-} 中和再還原回銀粒子 (Silver Metallic)，形成一層薄而亮的表面。

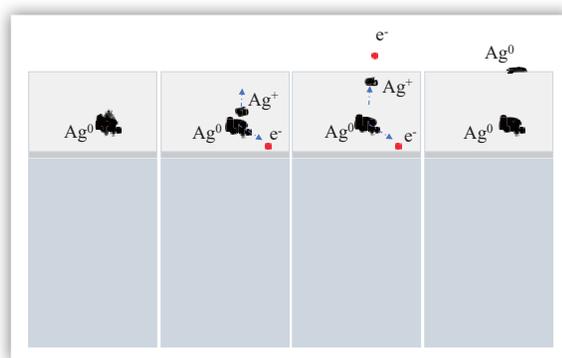


圖 7 銀粒子析出化學反應示意 (左至右)

資料來源：作者繪製

銀粒子析出會形成一個阻礙光線穿透，底片中的任何不連續性影像會轉移到正像的影像品質。這包括如指紋等任何外來物質所引起銀粒子不均勻析出的位置。因此，消除此狀況可使影像品質顯著提高。

二、銀粒子析出化學修護處理

銀粒子析出修護處理包含有物理方式移除、溶劑處理、塗佈保護層等，視不同效果狀況而定。其中包含以下 2 種：

- (一) 碘／乙醇溶液處理：攝影文物置於 0.1% (w/v) 碘／乙醇溶液，之後放到無水酒精浸泡，後續進行定影、水洗、海波清除液及風乾等程序。亦可使用碘蒸氣搭配密閉皿，將前述 0.1% (w/v) 碘／乙醇溶液改為碘蒸氣，後續程序相同方式移除銀粒子析出 (Bisi, 2009)。
- (二) 四氯乙烯／碳酸鈣處理：各種氯化烴 (Chlorinated Hydrocarbons) 通常用於清潔照相明膠，特別是去除油脂、指印和黴菌。氯化烴的主要優點是它們不會使明膠吸水膨脹，易於修護過程的控制。將四氯乙烯 / 碳酸鈣混合溶液乳劑層幾分鐘來中和酸度。接著用帶有四氯乙烯的棉花棒去除碳酸鈣，同時也消除了表面銀粒子析出。四氯乙烯比酒精更能乾燥照片，同時有消除油脂和黴菌，可以控制局部處理，而不會使明膠水合膨脹，因此沒有脫落的風險 (Vergés, 2022)。

伍、修護處理

為使影像內容更清晰銳利，以便後續數位化處理及收藏單位維護管理，擇要舉例修護處理內容：

一、銀粒子析出

(一) 測試

考慮本案底片上有黑色遮色紙及顏料，不宜進行濕式處理，故評估前人修護方式後，擬參考 Vergés 之非水性處理方式，惟四氯乙烯等毒性且不易取得，選擇「異構十烷烴 (Isopar G)」、「異丙醇 (Isopropanol)」、「二甲苯 (Xylene)」3 種溶劑及混合碳酸鈣之方法。再者由於無法取得同批次玻璃底片進行破壞性實驗，故本模擬實驗係以年代相近、相同材質，且銀粒子析出嚴重之玻璃底片為測試對象。以玻璃底片模擬測試，該模擬樣本以四分之一面積個別進行不同溶劑擦拭處理 30 秒，對照組則不經溶劑處理。

由於明膠之主要組成為蛋白質 (胺基酸)，組成物有：胺基乙酸、脯胺酸、羥基脯胺等組成，醯胺 I ($1,600-1,700\text{ cm}^{-1}$ ，簡稱 I_{AI}) 與醯胺 II ($1,500-1,600\text{ cm}^{-1}$ ，簡稱 I_{AII}) 是蛋白質結構最明顯的振動帶 (Derrick, 1991)。蛋白質降解， I_{AI}/I_{AII} 峰強度比增加 (Al-Saidi, 2012)；若蛋白質含量損失 I_{AI}/I_{AII} 峰強度比減少 (Batterham, 2008)。以

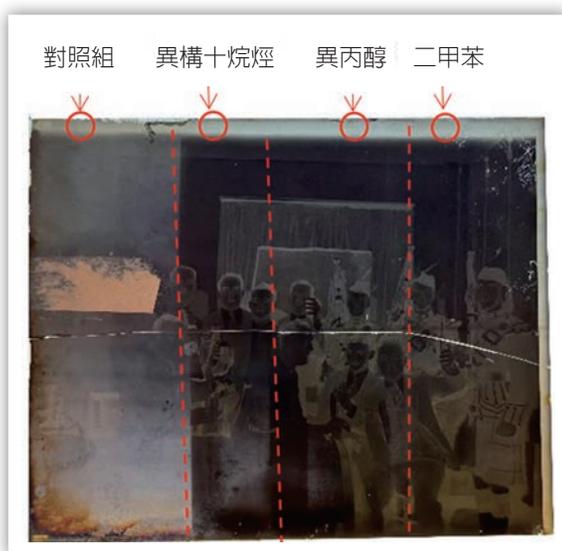


圖 8 FTIR 量測玻璃底片邊緣位置

資料來源：作者提供

「異構十烷烴」、「異丙醇」、「二甲苯」3 種溶劑與碳酸鈣對模擬樣本測試，再將樣本放入濕熱老化 2 週（條件 60°C、75%RH），結果如圖 7。選擇樣本邊緣透明處僅明膠成分，以衰減全反射法傅立葉轉換紅外光譜（ATR-Fourier-Transform Infrared Spectroscopy）量測，結果分析如圖 9 與表 3，3 種溶劑處理過的玻璃底片樣本經人工加速老化後， I_{AI}/I_{All} 比值皆增加，且都較對照組明顯（比值大），表示所有樣品均水解，即醯胺 I 帶強度增加，顯示氧化發生，其中以異丙醇組造成明膠的降解「1.11」最少，故選擇作為處理之溶劑。

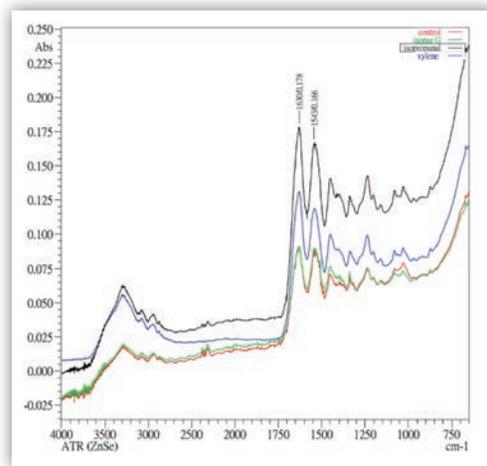


圖 9 3 種測試溶劑組與對照組的 ATR-FTIR 吸收光譜圖

資料來源：文化部文化資產局提供

表 3 玻璃底片樣本經不同測試溶劑對濕熱老化後 I_{AI}/I_{All} 數值

	$I_{AI} (1,630\text{cm}^{-1})$		$I_{All} (1,543\text{cm}^{-1})$	
	測試前	測試後	測試前	測試後
對照組	0.09	0.13	0.09	0.12
	0.12	0.21	0.11	0.18
	-	0.20	-	0.17
	Avg. 0.11	0.18	Avg. 0.10	0.16
異構十烷烴	0.10	0.27	0.09	0.23
	0.11	0.27	0.11	0.23
	0.10	-	0.09	-
	Avg. 0.10	0.27	Avg. 0.10	0.23
異丙醇	0.18	0.19	0.17	0.17
	0.21	0.13	0.20	0.12
	0.16	0.16	0.15	0.15
	Avg. 0.18	0.16	Avg. 0.17	0.15
二甲苯	0.13	0.19	0.12	0.15
	0.14	0.18	0.13	0.15
	0.11	0.22	0.10	0.18
	Avg. 0.13	0.20	Avg. 0.12	0.16

資料來源：作者彙整

表 4 分析結果

樣本		對照組	異構十烷烴	異丙醇	二甲苯
I_{AI} / I_{All}	測試前	1.1	1	1.1	1.1
	測試後	1.13	1.17	1.11	1.25
儀器		SHIMADZU IRTracer-100 三朋可程式恆溫恆濕箱			

資料來源：作者彙整

（二）移除銀粒子析出

經前測確認異丙醇為適當溶劑後，使用碳酸鈣粉搭配異丙醇溶劑調配至泥狀，並搭配底片清潔紙滾動銀粒子析出處，待異丙醇溶劑揮發後，使用吸塵器搭配羊毛刷將已乾燥碳酸鈣粉末掃除，物理性移除銀粒子析出，最後再使用 75% 乙醇溶液將清潔乳劑層表面，銀粒子析出移除前後比較如圖 10。最後使用底片清潔紙搭配微晶蠟拋光保護蠟於乳劑面進行塗佈，抑制銀粒子於未來再析出。

二、玻璃裂紋黏補加固

使用線燈觀察確認玻璃裂痕處平整（如圖 11），當斷裂處與周圍玻璃皆呈現一直線時，以熱塑型精工蠟加熱後暫時加固玻璃面裂痕處，以鋼絲絨沾取環氧樹脂（EPO-TEK301-2）沿玻璃面裂痕處由上而下滲入至裂縫內（如圖 12），平放靜置 2 日待完全乾燥後移除表面殘留精工蠟及環氧樹脂。

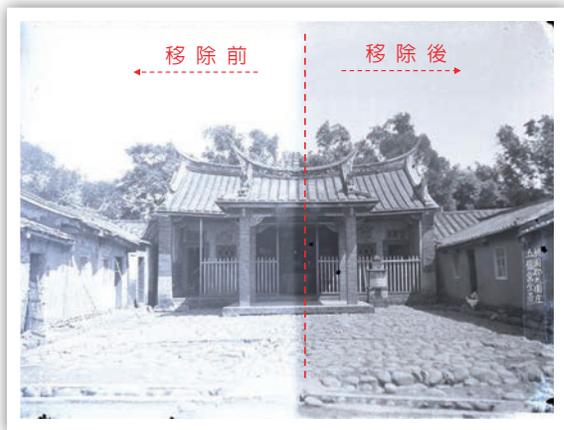


圖 10 「桃園郡·大園庄·五福宮全景」銀粒子析出移除前後比較圖

資料來源：桃園市政府文化局提供

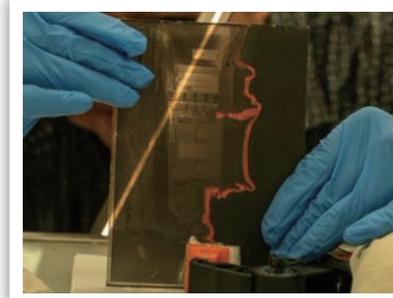


圖 11 「桃園街·天德祠全景」以線燈檢查玻璃平整度

資料來源：作者提供



圖 12 「桃園街·天德祠全景」以精工蠟及環氧樹脂加固破損處

資料來源：作者提供

三、數位化色彩管理

掃描流程與效果依照 ICC 色彩描述檔的規範（ICC Profile Specification），ICC 色彩描述檔是色彩管理流程的核心，目前廣泛使用的 ICC 描述檔版本是 V4 版（詳見 ISO 15076-1: 2010）。以 D_{50} 的 LAB 色彩空間，在這個色彩描述檔中包含了設備的色彩特性資料、如何轉換到標準色彩空間的方法以及從標準色彩空間轉換回設備的方法。這個標準色彩空間稱之為色彩描述檔連結空間（Profile Connection Space, PCS）。目前正開發 ICC MAX 新架構，可支援多頻譜、不同材質多角度表面特性描述、不同光源與觀測者，有效處理複雜的色彩轉換問題。色彩設備特性與轉換流程如圖 13。



圖 13 色彩設備特性與轉換流程

資料來源：作者繪製

裝置色彩描述 (Device Characterization) 是定義設備色彩空間 (RGB, CMYK) 與 CIE 色度系統 (XYZ, Lab) 之間的關係。掃描裝置的色彩校正，是使裝置依原設定，重複獲得相同色彩的調整作業。因此若裝置有任何條件改變時，皆須先執行校正工作 (魏碩廷，2018)。

(一) 色彩管理

1. 校正 (Calibration)

檢查掃描機器的光源穩定性及各級灰階濃度值與正片濃度值是否對應。

掃描前進行必須的基本色彩校正，例如線性校正、灰平衡校正等。

2. 特性化 (Characterization)

掃描 IT8.7/1-1993 透射導表，並使用其產生 ICC 檔後校準確認灰平衡數值。

3. 色彩轉換 (Conversion)

在掃描機及顯示器設定正確的 ICC Profile。色域轉換模式有絕對色度的 (Absolute Colorimetric)、相對色度 (Relative Colorimetric)、知覺性 (Perceptual)、彩度性 (Saturation) 等方式。

(二) 掃描影像處理

原掃描條件掃描玻璃底片，設定 TIFF 格式彩色 (24bits/pixel)、寬幅解析度至少 6,000dpi，光學濃度值 4.0Dmax。

掃描的數位檔依規則命名並妥善儲存，再將圖檔轉存為不同格式，數位檔格式與解析度相關規範 (謝顯丞，2008)，詳見表 4：

表 4 「大眾廟」數位化規格

檔案目的	說明	建議檔案規格	影像
永久保存	將資料數位化典藏，保持原有風貌。提供使用者作為重製、壓縮處理或其他圖像處理交換之用。	TIFF、RGB	
		TIFF、灰階	
瀏覽檢索	提供使用者網路上觀看。	JPG、RGB	
		JPG、灰階	

資料來源：桃園市政府文化局提供

四、保存維護

(一) 保護措施

依據 ISO 18902: 2013 Imaging materials. Processed imaging materials. Albums, framing and storage materials 攝影類夾裱保存媒材規範標準，使用不含有害成分和任何可能導致影像氧化或明膠染色和變質的

化學物質。使用無酸卡紙版製作三層結構片夾 (Sink Mats)、於卡紙版開窗處使用修護用皮紙與聚酯片、NS2 強力磁鐵用於片夾開闔處，並使用無酸黏著劑 (Jade 403) 黏合 (如圖 14)，再以垂直方式逐件間隔不接觸方式固定於無酸瓦楞紙盒，達到防震保護效果 (如圖 15)。

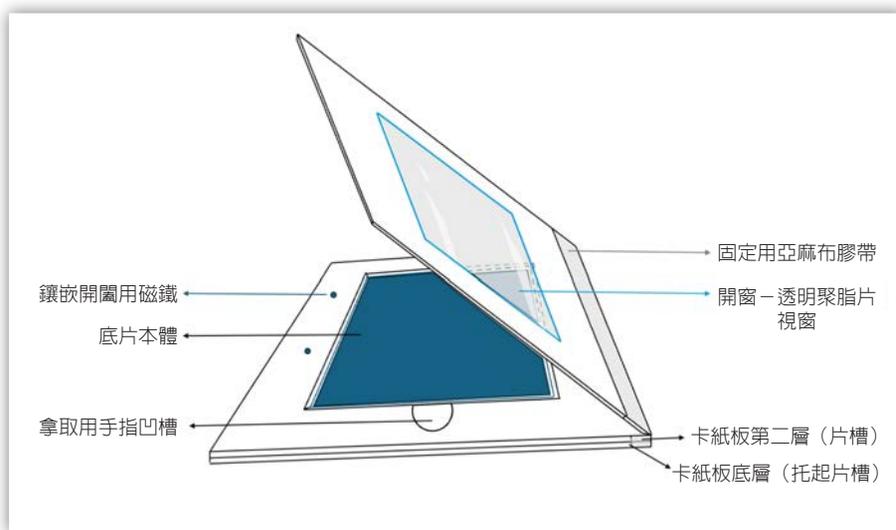


圖 14 乾版底片三層式夾裱

資料來源：作者提供

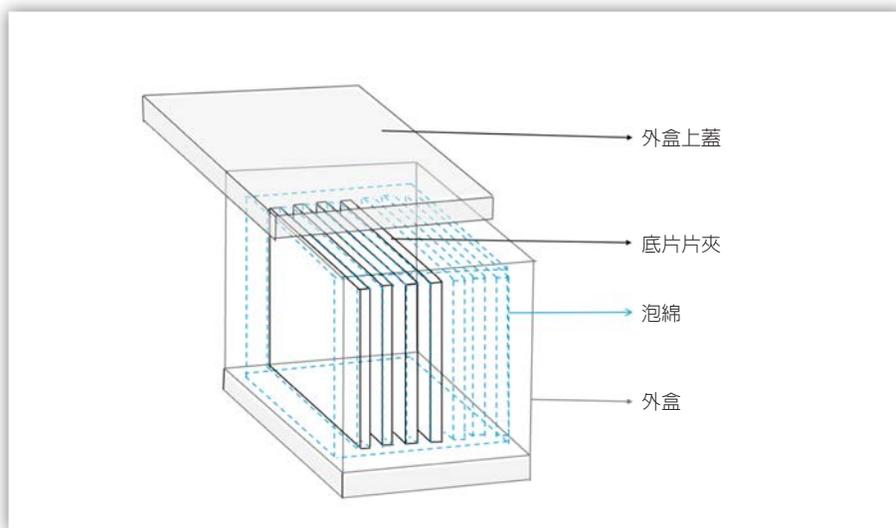


圖 15 防震間隔式瓦楞紙盒

資料來源：作者提供

陸、結論

玻璃底片因為材質脆弱及數量稀有，歷經歲月更迭保存至今者，實屬極為珍貴有形文化資產。再者，因為所記錄內容多為當時人物、景觀或有目的之內容，對於相關研究亦為重要佐證資料。本案共計修護 39 件明膠乾版底片與附屬物，透過科學方法的分析與探索，推測前人修片使用有色材料之種類，以及依循對物件「最少干預」原則選擇適當清潔溶劑與方法，保留遮色片及清潔銀粒子析出，讓數位化的影像效果更容易辨識。數位化之過程亦以保留數位影像最佳效果的

目標設備與檔案色彩空間最佳化方式進行，最終達到妥善保存玻璃底片的原始物質與最佳化數位影像資產兼得之目的。

謝誌

感謝本文審查委員提供寶貴意見，讓內容更臻完善。修護團隊成員包含吳敏慈及郭偲縵辛勞協助。正修科技大學文物修護研究中心及文化部文化資產局文化資產保存研究中心分別協助檢測分析。尤其對於桃園市政府文化局允肯將此玻璃底片修護過程擇要出版，特致謝忱。

參考文獻

- 王雅倫 (2021)。《臺灣攝影史的黎明 (修訂版)》。臺南市：成大出版社。
- 吳嘉寶 (1994)。臺灣攝影簡史。載於王禾壁 (編)，《攝影透視—香港、中國、臺灣》(50-55 頁)。中華人民共和國，香港特別行政區：香港藝術中心。
- 陳鴻興、陳君彥 (譯) (2009)。《基礎色彩再現工程》(原作者：大田登)。臺北市：全華。(原著出版年：2001)
- 羅鴻文 (2023)。《111 年度桃園市玻璃底片文物修護委託專業服務採購案結案報告書》。桃園市政府文化局專業服務採購案結案報告，未出版。
- 魏碩廷、陳鴻興、謝翠如、李文淵、徐明景、吳瑞卿、孫沛立 (2018)。《色彩新論：從心理設計到科學應用》。臺北市：五南出版社。
- 謝顯丞 (2008)。《典藏藝術與數位化工程》。臺南市：國立臺灣藝術大學。
- Al-Saidi, G., Al-Alawi, A., Rahman, A., & Guizani, N. (2012). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic study of extracted gelatin from Shaari (Lithrinus microdon) Skin: Effects of extraction conditions, *International Food Research Journal*, 19(3), 1167-1173.
- Batterham, I., & Rai, R. (2008). A comparison of artificial ageing with 27 years of natural aging, *AICCM Book, Paper and Photographic Materials Symposium*.
- Bisi, S., DR. Smith, G., Albright, G., & Haze, P. (1989). The development and analysis of a vapor iodine treatment for the reduction of silver mirroring, *Topics in Photographic Preservation, Volume 13*, 182-197.
- Derrick, M. (1991). Evaluation of the state of degradation of dead sea scroll samples using FTIR Spectroscopy, *The Book and Paper Group Annual*, 10.
- Koob, S. P. (2006). Conservation and Care of Glass Objects, *Archetype Publications*, 13-14.
- Pereira, C., Gaspar, R., Castro, L., & Barata, C., (2017). Retouching Scientific Photography – The Glass Plate Negatives Collection at the Natural History and Science Museum – University of Porto. *Ge-conservação*, 105-106.
- Pouradier, J. (1987). *History of Photographic Gelatin, Pioneers of Photography—Their Achievements in Science and Technology*, VA, The Society for Imaging Science and Technology, 25.

- Valverde, M. F. (2005). Photographic Negatives-Nature and Evolution of Process, Advanced Residency Program in Photograph Conservation. Rochester, NY: George Eastman House.
- Vergès, J. M., Mestre, J., & Vergés, R. U. (2018). Silver Mirroring: Its Importance, Formation Process, and a New Elimination Procedure, UNICUM, 17, 5-14.
- Weilhammer, U. (2004). Natural Organic Binding Media. *Binding Media*. Tainan, TNCA, 2004, 28.
- Whitman, K. (2018). Preservation of Glass in Photographic Materials - AIC Wiki. Retrieved from https://www.conservation-wiki.com/wiki/PMG_Preservation_of_Glass_in_Photographic_Materials (Mar. 25, 2024)