

## 非破壞性檢測方法研究林邊鄉姚家古厝彩繪

顧超光\*、吳慶泰\*\*、吳漢鐘\*\*\*、李宇妍\*\*\*\*

### 摘要

本文以屏東縣林邊鄉姚家古厝為研究對象，結合歷史文獻、工藝分析與非破壞性檢測方法，探討其建築彩繪之材料組成、工藝特徵與劣化機制。研究發現，古厝彩繪多出自臺南畫師陳玉峰之手，具有重要歷史與藝術價值。透過可見光、紅外線攝影、X 射線螢光分析 (XRF) 及 ATR-FTIR 等檢測技術，辨識出顏料包含群青、鉛紅、硃砂與鉻綠，並確認展色劑為天然植物膠。材料分析顯示，彩繪同時使用傳統礦物顏料與近代工業顏料，反映日本統治時代臺灣工藝由傳統向現代轉型之特徵。

劣化調查指出，半戶外壁畫因日照、降雨及熱脹冷縮影響，產生剝落、裂紋與顏料風化等問題；室內木板彩繪則受煙燻、濕度與溫度變化影響，出現皺縮與污染。特別是在高溫高濕環境下，天然膠展色劑易吸濕劣化，為彩繪保存的重要關鍵因素。

本研究除提供彩繪材料與劣化機制之科學證據外，亦將成果置於文化資產保存理論與東亞工藝史脈絡中進行對話，指出臺灣建築彩繪為跨區域工藝與近代材料融合之產物，並強調氣候條件對保存策略之影響，為後續修復與國際比較研究提供基礎。

**關鍵字：**姚家古厝、建築彩繪、非破壞性檢測、劣化機制、顏料分析

---

\* 國立臺東專科學校建築科副教授，E-mail：ckku100@gmail.com

\*\* 國立科學工藝博物館助理研究員

\*\*\* 正修科技大學文創設計與藝術保存碩士班副教授

\*\*\*\* 自由修護師

本論文經兩位雙向匿名審查通過。收件：2026/4/11。同意刊登：2026/5/24。

## 壹、背景

屏東縣歷史建築林邊鄉林邊村姚家古厝（以下簡稱「姚家古厝」）落成於日本統治的昭和年間，為磚石及木構造建築。姚家古厝以傳統閩式三合院的構成方式，包括正廳、左內及左外護龍，以及右護龍等圍塑出三合院中央的內埕戶外廣場。姚家古厝雖然落成於昭和年間，然而姚氏家族可以追溯自清領時期自中國大陸移民進入林仔邊拓墾的家族後代所建。在姚家古厝的西側和北側曾經擁有屬於姚氏家族的傳統建築群，最大規模的祖厝是面寬達七開間的大厝，如今僅存較完整的姚家古厝則是五開間。

### 一、林邊鄉姚氏家族源流

姚家古厝正廳大門入口處上方的「吳興」為姚氏堂號之一，其源流或起於浙江吳興。姚姓的郡望堂號主要有吳興郡及南安郡，以林邊鄉姚家古厝的「吳興」而言，吳興郡在周朝開始置縣；三國時期吳國在西元 266 年（寶鼎元年）置郡，治所在烏程，<sup>1</sup> 吳國的君主孫皓取「吳國興盛」之意，改烏程為吳興，並設吳興郡，當時轄地在今浙江省臨安至江蘇省宜興一帶；至於姚姓的另一個郡望堂號「南安」在西漢時期置縣，治所在狄道（兩岸關係族譜資料數據庫，2025）。

佛堂上方的龕額「重華堂」，淵源於舜帝姚重華，重華公生於姚墟，因而以姚為姓氏。此外，由黃瓊慧（2014，頁 48）統計西元 1915 年（大正 4 年）及西元 1935 年（昭和 10 年）屏東各街庄閩粵人口，林邊庄的人口分別是 96.76%及 93.57%，因而得知林邊鄉以福建籍移民較多。林邊鄉的忠福宮興建於西元 1761 年（乾隆 26 年），主祀三山國王，廟內保存「新建明貺廟記」石碑一座，上面刻有「姚厚」的名字，是姚氏家族在林邊的較早紀錄。當時林邊地區仍屬六堆外圍，由閩粵墾民共同開墾，共同興建屬於客家信仰的三山國王廟。然而在清乾隆以後，由於閩粵械鬥的原因，使得原來閩粵共墾的地區逐漸轉成以閩人為主，形成六堆四周聚落以閩人為主的現象。然而粵籍墾民遷走後，三山國王廟留存成為當地的信仰中心，因而三山國王已由族群原鄉的神明，轉換成為在地墾民信奉的神明（簡炯仁，2001，頁 119-121）。

姚家古厝的戶籍資料顯示在日治時期最早的先祖是姚發，姚發於西元 1870 年

---

<sup>1</sup> 現今的浙江吳興。

(同治 9 年)<sup>2</sup> 12 月 25 日過世後，由姚棕繼承戶主。姚棕出生於西元 1832 年（道光 12 年）<sup>3</sup> 2 月 18 日，由此知道林邊姚家在清朝末年即已定居在林邊。此外，在姚棕的戶籍資料中，寄留人數包括攜家帶眷者 11 人，這些人可視為姚家長工，亦即在姚棕時期，姚家已經是當地興旺的家族大戶。因此，姚家應為當時擁有土地或事業的豪強家族，但社會地位與知名度不高，或與其非文教功名出身有關。

同樣在戶籍資料得知姚棕因年逾 80 歲，在西元 1917 年（大正 6 年）4 月 2 日隱居，由其子姚權分戶為戶長。姚權定居在阿猴廳港東中里林仔邊庄林仔邊三五七番地。姚棕的職業是「田畑作」、姚權是「農業」及「田畑作」，顯示當時選擇在林邊溪的沖積扇平原定居，從事農業。此外，從戶籍資料的種族一欄登記為「福」，得知為福建籍移民。另外從土地資料及口述歷史得知姚家古厝的起造人是姚權，他有 3 名兒子，分別是姚安心、姚允棟及姚明祥。

姚權之兄姚逞，其長女嫁黃添福家族，黃家時稱金記，為林邊三大豪族之一。戶籍資料顯示，姚權的長女姚句於西元 1912 年（明治 45 年）1 月嫁給阮朝江。阮家為林邊鄉重要書鄉門第，一門鼎盛，其家族的阮朝日在二戰後初期為台灣新生報總經理，二二八時失蹤。姚家的通婚對象包括阮家與黃家（戴憲政，1985，頁 686-687），這兩個家族都是林邊當地的望族，通婚對於姚家社會地位的提升或有關係。到了姚權時期，大家族共居，遂有新建房舍的需求。

## 二、姚家古厝歷史

由姚家古厝的地籍資料得知，土地最早在西元 1906 年（明治 39 年）7 月 16 日，由姚棕取得港東中里林仔邊庄 357 番的土地，面積 2 分 8 厘 3 毛 5 糸，地目是建物敷地，土地上有「竹造茅葺平家」4 棟。另一筆土地 356-3 地號，在西元 1921 年（大正 10 年）4 月 4 日變更地目為建物敷地，面積為 1 分 7 厘 1 毛，即 0.171 甲。而後在西元 1922 年（大正 11 年）3 月 13 日由姚權、鄭泉及陳紅花購入，成為共同持有。

由上述西元 1922（大正 11 年）土地的購入合併，以及現今住戶姚淑燕的口述：姚家古厝的興建歷時 4 年。合理的認為姚家古厝在西元 1922 年（大正 11 年）興建，歷時 4 年完工，時為西元 1926 年（昭和元年）。次年，「重華堂」龕額完成

---

<sup>2</sup> 戶籍資料為明治三年。

<sup>3</sup> 戶籍資料為天保三年。

落款「丁卯年、拾壹月設置」。建物完成後，聘請陳玉峰彩繪，於西元 1928 年（昭和 3 年）完成彩繪作品，在龕壁觀世音墨畫的木板彩繪「佛法無邊」畫作上落款「歲戌辰○秋之月 敬作」。

從農業部林業及自然保育署航測及遙測分署所拍攝的航照圖中，姚家古厝最早可以從西元 1973 年（民國 62 年）取得空照圖資料。從圖 1 中發現，現存的姚家古厝在西元 1973 年時，座北朝南位在整個姚家聚落建築群的東南側；在其西側、其至西北側有更大型的合院建築群；西北側的合院在正身前面的內埕南側加上圍牆，再設一出入的大門及門樓（顧超光等人，2025，頁 2.38-2.40）。

圖 1

林邊鄉姚家古厝在西元 1973 年 12 月 13 日的空照圖



圖片來源：購自農業部林業及自然保育署航測及遙測分署

## 貳、研究方法

### 一、檢測方式、類型與文獻回顧

文物檢測分析與文物保存技術間的發展相輔而行，自西元 1950 年代開始，保存科學成為一門專業學科並且開始盛行，各地以博物館作為起點藉由相關儀器開始普遍發展（王竹平，2009a，頁 30-37）。臺灣在西元 1975 年（民國 64 年）於故宮博物院科學保管技術室成立研究實驗室，開始保存科學相關研究（袁旃，1976，頁 1-8）。而科學儀器進入古蹟研究領域的首件案例則為西元 2004 年進行

臺南天后宮鎮殿泥塑神像的修復調查研究，透過當時的修復團隊國立臺南藝術大學博物館學與古物維護研究所，使用紅外線、紫外線、X 光射線、伽瑪射線、可攜式 XRF (Seiko SEA 200 Field-X) 作檢測。科學檢測對應於同樣需要結合物質科學的藝術史研究，除了以史料推論外，透過科學檢測於材料的元素組成、比例得到數據，在後續判讀的成果中，提供佐證，做為更具明確物證的研究來源。

檢測分析大致可以分為破壞型及非破壞型，<sup>4</sup> 詳細分類如表 1 所示，多數古蹟較常採用破壞性檢測方式；彩繪及古物則多採用非破壞檢測方式。其中的分級說明如下。

分級 A：必須執行，操作簡易基本、設備取得容易、文物保存科學人員可獨立操作。

分級 B：視需求執行，但操作與數據判讀相對簡易、設備較 C 級容易取得。

分級 C：視需求執行，但操作與數據判讀有一定難度、設備最不易取得。

相關設備有可見光攝影檢測（包含手持式顯微鏡、內視鏡等）、紅外線攝影檢測（Infrared photography，以下簡稱紅外線）、長波紫外線攝影檢測（Ultraviolet photography，以下簡稱紫外線）、X 光（X-ray photography，又稱 X 射線）、近紅外線光譜儀（Near Infrared Absorption Spectrometer，以下簡稱 NIR）、傅立葉轉換紅外線光譜儀（Fourier-Transform Infrared Spectroscopy，以下簡稱 FTIR）、紫外線／可見光光譜儀（Ultraviolet/ Visible Absorption Spectrometer，以下簡稱 UV-VIS）、X 射線螢光分析儀（X-Ray Fluorescence Spectrometer，以下簡稱 XRF）。上述的幾種檢測方法，在依據彩繪檢測需求下，除了紫外線、X 光、NIR 及 UV-VIS 之外，其餘皆為本次選用的檢測方法。

---

<sup>4</sup> 非破壞檢測又稱無損分析（Non-Destructive Testing, NDT）是一種在不損壞、不改變材料或零部件內部結構與使用性能的前提下，利用聲、光、熱、電、磁等物理特性，對表面及內部缺陷、結構、性質進行檢測與評估的技術。

表 1  
建築彩繪保護常見科學檢測分析方法

類別	編號	名稱	目的	結果	普及率	分級	備註
光學攝影	1	紅外線攝影檢測 Infrared photography	取得肉眼不可見的光學訊息（墨線、打稿痕跡）	圖像	高	A	非破壞性
	2	紫外線攝影檢測 Ultraviolet photography	取得肉眼不可見的光學訊息（全色區域、保護漆）	圖像	高	A	非破壞性
	3	X 射線攝影檢測 X-ray photography	取得肉眼不可見的光學訊息（重疊顏料層、鐵釘、結構拼接、入神物）	圖像	中	B	非破壞性
溶劑 ／ 染劑 測試	4	溶劑點測 Solvents test	溶劑敏感度與材料種類初判	定性	高	A	測點
	5	染色試驗 Stained test	材料種類初判（蛋白質、乾性油、樹脂辨別）	定性	中	B	測點
微量 分析	6	剖面檢視分析 Cross-section	層次觀察 （歷史層次、技法判斷）	圖像	高	B	取樣
	7	色粉分析 Pigment identify	色粉鑑定	定性	中	B	取樣
貴重 儀器 分析	8	紫外線／可見光光譜儀 Ultraviolet/ Visible Absorption Spectrometer (UV-VIS)	利用化學鍵吸收峰作非金屬分子或離子化合物鑑定	定性	中	B	非破壞性
	9	近紅外線光譜儀 Near Infrared Absorption Spectrometer (NIR)	利用化學鍵吸收峰作非金屬分子或離子化合物鑑定	定性	中	B	非破壞性
	10	傅立葉轉換紅外線光譜儀 Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	利用分子間的振動模式吸收特定紅外線能量來鑑別出分子所有的官能基	定性	低	C	非破壞性 ／取樣

類別	編號	名稱	目的	結果	普及率	分級	備註
	11	雷射拉曼散射光譜儀 Laser Raman Scattering Spectrometer	檢測分子的共價特性，幾乎任何種類樣本皆可測試(固、氣、液)	定性	低	C	取樣(非破壞不易操作)
	12	X 光螢光光譜儀 X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)	透過電子躍遷時發出之螢光辨識特定元素，可進行多元素分析	定性 /半定量	中	C	非破壞性
	13	X 光繞射儀 X-ray Diffractometer (XRD)	材料相鑑定、結晶顆粒大小分析、結晶度	定性 /定量	中	C	取樣(非破壞不易操作)
	14	掃描式電子顯微鏡 Scanning Electron Microscope (SEM)	通過用聚焦電子束掃描樣品的表面來產生樣品表面的圖像	圖像	中	B	取樣(非破壞不易操作)

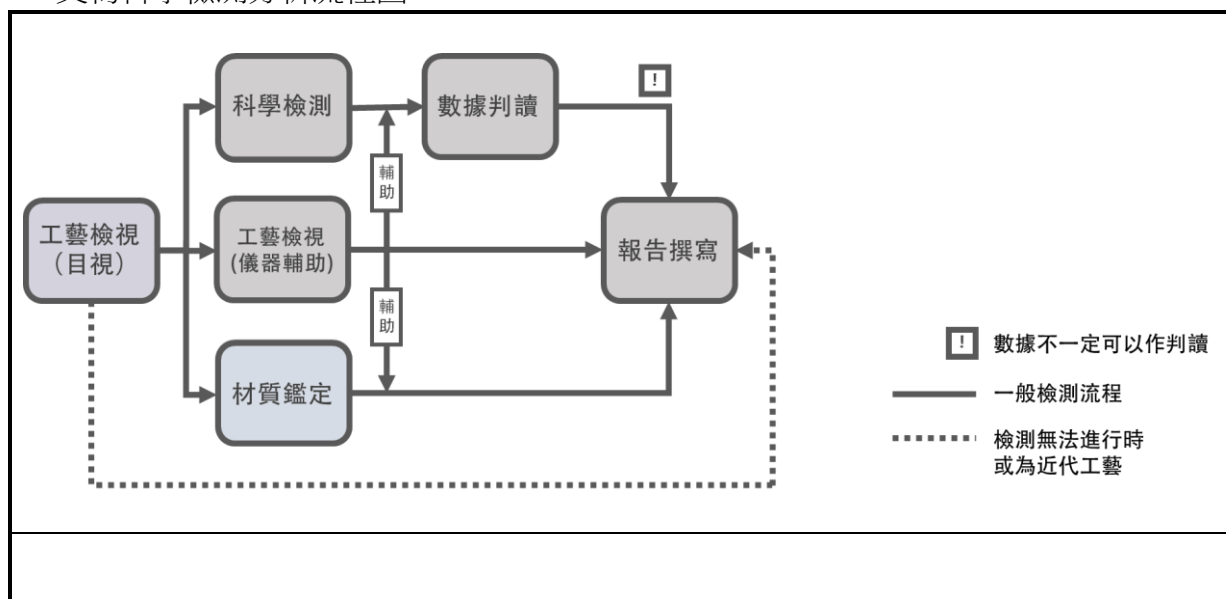
資料來源：本研究製作；參考〈文物科學檢測在門神修護中的實踐：以臺南興濟宮三十六官將門神為例〉，李志上、余念祖，2020，《歷史臺灣：國立臺灣歷史博物館館刊》，(20)，頁 80-81。

科學檢測主要在工藝檢視後，將檢測位置與檢測條件與相關人員作綜合評估後，由保存科學人員使用儀器，利用光學各種波長取得文物表面或內部結構的相關數據訊息，各類檢測光源的波長由長到短依序為紅外線光、可見光、紫外線光、X 光射線等。除了可以由肉眼直接檢視的可見光光源之外，亦有長波與中波紫外線等。目前常用的科學檢測方法為可見光檢視(手持式顯微)、紅外線、紫外線及 X 光，上述方法在日本又稱作「光學調查法」(王竹平，2009b，頁 134)，後續為了在表面顏料做進一步的了解，再添增 XRF 的檢測方法。

本研究的檢測流程，如圖 2 所示(吳慶泰、李宇妍，2022，頁 211-245)，於工藝檢視完後，使用手持式顯微鏡或微距攝影檢測，以可見光影像做工藝及材質紀錄，並且使用紫外線、紅外線確認材料的反應，與此同時執行 XRF 檢測。檢測完成後，XRF 需至特定軟體進行數據及圖像判讀，後續將結果統整於報告，即完成檢測程序。由於建築彩繪檢測內容具有未知性、專業性，因此在理想文物科學檢測過程中，應同時具有工藝技法知識與科學背景的檢測人員，或是分別具有上述條件的人員作搭檔配合作討論，內容除了確認文物狀態(例如建築彩繪是否可以或是適合移動、顏料層是否脆弱等)與製作工藝(例如工藝史、一般工藝所使

用的材料等)之外,儀器的限制(例如檢測數值設定、儀器設置等)、檢測點(例如標的物檢測範圍大小、範圍內含量等)及檢測目的也是必要的考量因素。而其中值得注意的是任何一個步驟都可能因上述條件及各種因素,例如數據異常、無合適檢測點或無檢測意義等,造成無法或不須執行文物科學分析。

**圖 2**  
文物科學檢測分析流程圖



資料來源：本研究團隊繪製

## 二、本研究使用的檢測儀器

### (一) 可見光攝影檢測

現代數位攝影設備的普及,使得可見光攝影應用範圍領域廣泛,科學檢測人員執行攝影檢測時,較為著重於紀錄建築彩繪真實的樣貌,以及色彩及工藝細節等。除了肉眼可以辨識的正常光之外,通常也會利用光的不同角度輔助,例如側光或透光等,協助紀錄拍攝物的表面與內部結構的厚薄等狀況;另外亦會使用內視鏡、手持式顯微鏡等外加設備,輔助將一般肉眼不易確認的訊息作確認。

### (二) 紅外線攝影檢測

紅外線 (Infrared) 為不可見光,又稱紅外線輻射 (Infrared radiation),波長範圍:波長為 900 nm 稱為「紅外線」,介在 900~2,200 nm 定義為「紅外線反射」。本次檢測使用光波為近紅外線,需透過特殊濾鏡將可見光過濾,保留紅外線以上的長波,即可在相機顯影。再搭配具備紅外線光源的燈具或陽光,其顯像會更清

晰。紅外線光源具有透視一般非碳有機材料的功能，利用紅外線的波長與穿透力測試肉眼所不能觀察到的細節。在建築彩繪檢視上可以檢視彩繪底層的圖稿，如顏料層下的異狀、碳元素或是模糊消失的落款、後人添加的補材與補彩等反應，以及顏料因油煙覆蓋，進而察覺底層的墨稿，並且推論彩繪的畫意等。拍攝檢測上，可以採用室內一般黃燈泡或是戶外陽光作記錄，但是可能產生畫面不清，或是對比不均勻的問題。因此紅外線燈具的輔助具有一定重要性。此外，須注意紅外線光源本身溫度較高，長期照射會導致文物溫度升高，進而加速化學反應（吳慶泰、王建皓，2009，頁 65-88）。本研究使用的紅外線攝影儀器規格如表 2 所示。

**表 2**

本研究使用的紅外線攝影儀器規格

儀器名稱	Skier Sunray 100 UV/IR LED
重量／尺寸 (Unit Weight / Unit Dimension)	1.2 kg(燈頭)、0.8 kg(變壓器)/175 x 10 x 95 mm
最大功率(Maximum Power)	100 W
紫外線／紅外線 (UV/IR)	365 nm、950 nm

資料來源：本研究團隊製作

### (三) X 射線螢光分析儀 (XRF)

XRF 為非破壞檢測儀器，具有判定除了輕元素及有機物質外的元素定性及半定量分析功能。可以將原子比喻為繞著恆星的星系，中央恆星為帶正電的原子核，周圍行星為帶負電的電子。電子在原子核周圍像是一層層的軌道環繞，而每一條軌道所含有的電子是固定的。因此，若內層軌道已飽和，便會往外開始作排列。檢測過程為 X 射線撞擊元素，使得內部電子受到激發而不穩定，變成游離電子。但此現象會造成元素的不穩定，為了保持內部軌道穩定，外層高能階的電子會往內作遞補（回到基態），該電子遞補的能階變化即為該元素的 X 射線（螢光）特性。此螢光經 XRF 儀器偵測器所測得其能量及強度即為檢測數據。對每一種元素而言，均有不同受激發所需最低能量與激發後所放出的螢光能量，每種元素各有其特有的能譜，成為分辨不同元素的基本原理。成份的判別除了檢視 XRF 所得到的數據之外，對於文物工藝所使用的材料成份與層次需要具有相當程度上的瞭解。穿透性 X 光測得的元素是範圍內所含的加總，需要經由文物科學檢測人員在

後續進行判讀，將可能使用的材料作推測（李文元，未註明）。本研究使用的 XRF 儀器規格如表 3 所示。

**表 3**

本研究使用的 XRF 儀器規格

儀器名稱	Thermo NITON XL3t 950 XRF 手持式材質分析儀
應用 (Applications)	樣品鑑定和鑑別材料可靠性
標準分析範圍 (Analytical Range)	鎂 (Mg) 到鈾 (U)，達 30 種元素 (因應用而異)
模式 (Available Analytical Modes)	合金模式 (Alloy Modes)：工具鋼、鎳基合金、電子金屬、貴重金屬 批量模式 (Bulk Modes)：土壤、礦物 塑料模式 (Test All Plastic Modes)：RoHS 塑膠、玩具和消費品、塑料
鈹型 (Tube Type)	銀鈹 50 kV、200 $\mu$ A
電壓 (Voltage)	6-50 kV
系統訊號 (System Electronics)	533 MHz ARM 11 CPU、300 MHz 專用 DSP、80 MHz ASICS DSP 用於信號處理

資料來源：本研究團隊製作

#### (四) 傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR)

幾乎所有具有共價鍵的化合物，無論是有機還是無機類，都會吸收紅外線波段的電磁波，而形成該波段的電磁波光譜圖。紅外線電磁波，指的是相較於可見光區 (400~800 nm) 波長更長，且比微波波長 (>1 mm) 短的範圍區段。以化學特性而言，紅外線區段之 2.5~25 mm 間，即屬於可激發分子振動的波長範圍 (Pavia, et al., 2001, p.13)。由於不同化合物或官能基，會吸收相異波長的紅外線，傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR)，基於此原理下所發展的分析技術，具備掃描速度快、訊雜比高、靈敏度高及適用性廣等特性。當紅外光照射樣品時，分子內具有偶極矩變化的化學鍵，會選擇性吸收特定能量的紅外光，產生伸縮、彎曲振動等行為，引發分子振動能階的遷移。為提升分析效率，利用麥克森干涉儀產生干涉圖，再透過傅立葉轉換，將時域訊號轉換為頻域譜圖，用於鑑別分子官能基與分子結構 (Skoog, et al., 2018, pp.389-390)。

FTIR 圖譜所得到的資訊主要用於定性，在轉換為頻域譜圖後，其主要應用波數範圍分為兩個部分：在波數 4,000~1,300 的範圍內，利用特徵峰指認官能基；而在 1,300~400 波數的範圍內，則是用來分析物質成分的「指紋區」。如果分析標的物屬於強吸收的化合物，有時可以根據吸收強度進行定量。基於上述特性，FTIR 被廣泛的應用於有機化學、高分子材料、半導體（如矽片雜質）、醫藥檢測、污染物分析等，能有效鑑定有機物及其官能基。有關文化資產修護保存領域的應用，由於大部分的分析標的物皆屬於混合物，所以在圖譜的判斷及辨識具有較大的難度。本研究使用的 FTIR 儀器規格如表 4 所示。

**表 4**

本研究使用的 FTIR 儀器規格

<b>儀器名稱</b>	Agilent 4300 Handheld FTIR Spectrometer 手持式有機材質分析儀
<b>解析度 (Resolution)</b>	4~16 cm <sup>-1</sup>
<b>應用 (Applications)</b>	官能基鑑定與有機物分析
<b>檢測模組 (Sampling Modules)</b>	鍺-衰減式全反射 (Ge-ATR)
<b>樣品類型 (Sample Type)</b>	固體、顆粒、粉末、糊狀物、凝膠、液體
<b>光譜分析範圍 (Spectral Range)</b>	5,200 to 650 cm <sup>-1</sup>
<b>電源需求 (Power Requirements)</b>	可熱插拔電池 (4 小時)

資料來源：本研究團隊製作

### 參、彩繪劣化調查與檢測分析

本次彩繪檢測的標的物集中於姚家古厝的內埕、正廳與後廊的壁堵及木板彩繪，以下先簡介陳玉峰。

#### 一、陳玉峰生平簡介

陳玉峰祖籍福建泉州浯陽，本名延祿，玉峰是字號，人稱祿仔司、祿仔仙或陳畫師。西元 1900 年（明治 33 年）生於臺南，歿於西元 1964 年（民國 53 年）。

西元 1908 年（明治 41 年）年滿八歲，進入公學校學習，在學 6 年期間，利用閒暇時間致力作畫。公學校畢業後，經大姐陳凌花介紹，在從業畫師店中見習。15 歲後便開始繪製墓地石碑紋飾圖稿。西元 1923 年（大正 12 年），與粵東油彩匠師合作，完成臺南東山一處民宅的彩繪工程，開啟陳玉峰較大彩繪實務工程的序幕。西元 1925 年（大正 14 年）接受粵東匠師朱錫甘邀請，承作澎湖天后宮三川殿的樑枋彩繪，打響陳玉峰的彩繪名聲。本計畫的林邊鄉姚家古厝彩繪即是陳玉峰在西元 1928 年（昭和 3 年）完成的早期作品，與其成名作澎湖天后宮彩繪時期相近，此後陳玉峰的作品遍及全臺，以臺灣南部居多。

## 二、彩繪劣化調查



姚家古厝坐北朝南，壁畫多位於有遮蔽屋頂之半戶外環境，而木板彩繪主要位於室內環境。壁畫相較於木板彩繪因位置關係，易受到陽光、雨水等天氣狀況影響，彩繪狀況複雜，甚至有佚失狀況。但相較之下，上半部多受到屋簷遮蔽，因此壁畫下半部受到環境如陽光或雨水關係，較上半部劣化嚴重。而整棟建築物為坐北朝南，因此位於正廳的室內木板彩繪較不受環境影響。雖然神龕後方空間有開窗，但後走廊遮蔽較多，陽光不易進入室內。因此彩繪也不易受到外部環境影響，彩繪保存亦較完整（表 5）。此外，各彩繪劣化狀況詳細說明如表 6 所示。

**表 5**

姚家古厝彩繪所處環境說明表

	
姚家古厝外部環境	壁畫上半部較易受到屋簷陰影遮蓋

表 5 (續)

	
<p>正廳內部彩繪</p>	<p>神龕後方空間之開窗</p>

資料來源：本研究團隊拍攝

表 6  
姚家古厝彩繪劣化狀況說明表

類型	照片	說明
		<p><b>地仗層佚失</b> 受到外在環境或壁體影響，且長期未經處理，使得地仗層與壁體間連結力降低，進而產生裂損後剝落。</p>
壁畫		<p><b>地仗層細裂痕</b> 受到外在環境或壁體影響，如熱脹冷縮、地震等，使得地仗層產生劣化。</p>
		<p><b>地仗層裂紋</b> 裂紋主要與紅磚縫隙吻合，主要受到劇烈外在環境如地震等影響，使得地仗層與壁體間產生劣化，進而剝落。</p>

表 6 (續)




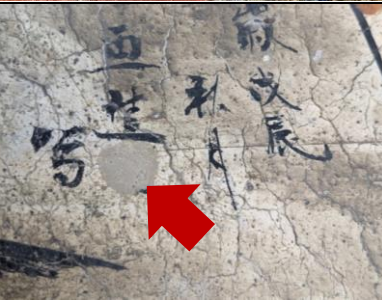







類型	照片	說明
壁畫		<p><b>顏料層劣化</b>                      主要受到外在環境影響，造成顏料劣化，使得畫面不清楚或消失。</p>
		<p><b>彩繪層佚失</b>                      地仗層劣化，進而使得表面彩繪層佚失。</p>
		<p><b>髒污</b>                      塵土和髒污附著於表面，造成表面彩繪不易檢視。</p>
		<p><b>附加物</b>                      非屬原彩繪之材料，如水泥或排遺等，附著於彩繪表面。</p>
木板彩繪		<p><b>煙燻</b>                      室內長期使用參拜用香，累積於彩繪表面，使其顏色呈現泛黃。</p>

表 6 (續)

類型	照片	說明
木板 彩繪		<p><b>皺縮</b></p> <p>受到溫度影響，彩繪層產生皺折狀，施作工序不當亦會產生。</p>
		<p><b>水漬痕</b></p> <p>屋頂滲水或人為使用不當，造成水或液體於彩繪表面流動，帶動經過處之髒污，並做停留。</p>
		<p><b>細裂紋</b></p> <p>彩繪受到溫度或材料劣化影響，彩繪受到擠壓和收縮產生裂紋，但並不會有結構問題，以及立即性的劣化狀況產生。</p>
		<p><b>木板間縫隙</b></p> <p>木材基底材受到環境影響（如熱脹冷縮），長期累積下來，裂痕逐漸加寬，進而使得彩繪隨之產生裂縫。</p>
		<p><b>彩繪佚失</b></p> <p>受到環境影響或人為使用不當，直接顯露出彩繪層底下之地仗層或基底材。</p>
	<p><b>髒污</b></p> <p>外來塵土或其他外來物附著於彩繪表面，可能使得彩繪不易檢視，或甚至產生色素沉澱等狀況。</p>	

資料來源：本研究團隊製作

### 三、彩繪作者辨析

針對標的物的文字、題材進行辨識，其中幾件彩繪從落款可知為西元 1928 年（昭和 3 年）陳玉峰的作品，其他未落款者尚需與其他相關作品進行風格分析與更明確之題材辨析。經過清查彩繪作品，有陳玉峰落款的作品計有下列 5 幅。

#### （一）佛堂背板正面 3 幅

1. 木板彩繪－孝感動天（圖 7）
2. 木板彩繪－渭水文王聘子牙（圖 8）
3. 龕壁觀世音墨畫、木板彩繪－佛法無邊、但無名款（圖 9）

#### （二）佛堂背板背面 1 幅

龕壁背板人物彩繪、木板彩繪－明皇遊月殿（圖 10）

#### （三）壁堵彩繪 1 幅

壁堵彩繪－掛軸花鳥、無名款（圖 11）

### 四、正常光與紅外線檢測彩繪結果

使用一般光源及紅外線進行檢視姚家古厝彩繪（表 7）。可見光攝影以手持式顯微鏡和數位相機拍攝，紀錄彩繪劣化狀況；紅外線攝影則是以紅外線相機搭配波長於 900 nm-2,200 nm 的紅外線光源檢視文物。因不同材質對於紅外線的吸收程度有所差異，藉此觀察煙燻下方彩繪稿或墨線、鉛筆痕等。

表 7

姚家古厝彩繪以正常光與紅外線檢測結果



表 7 (續)



佛堂背板正面木板彩繪以可見光、紅外線顯現效果

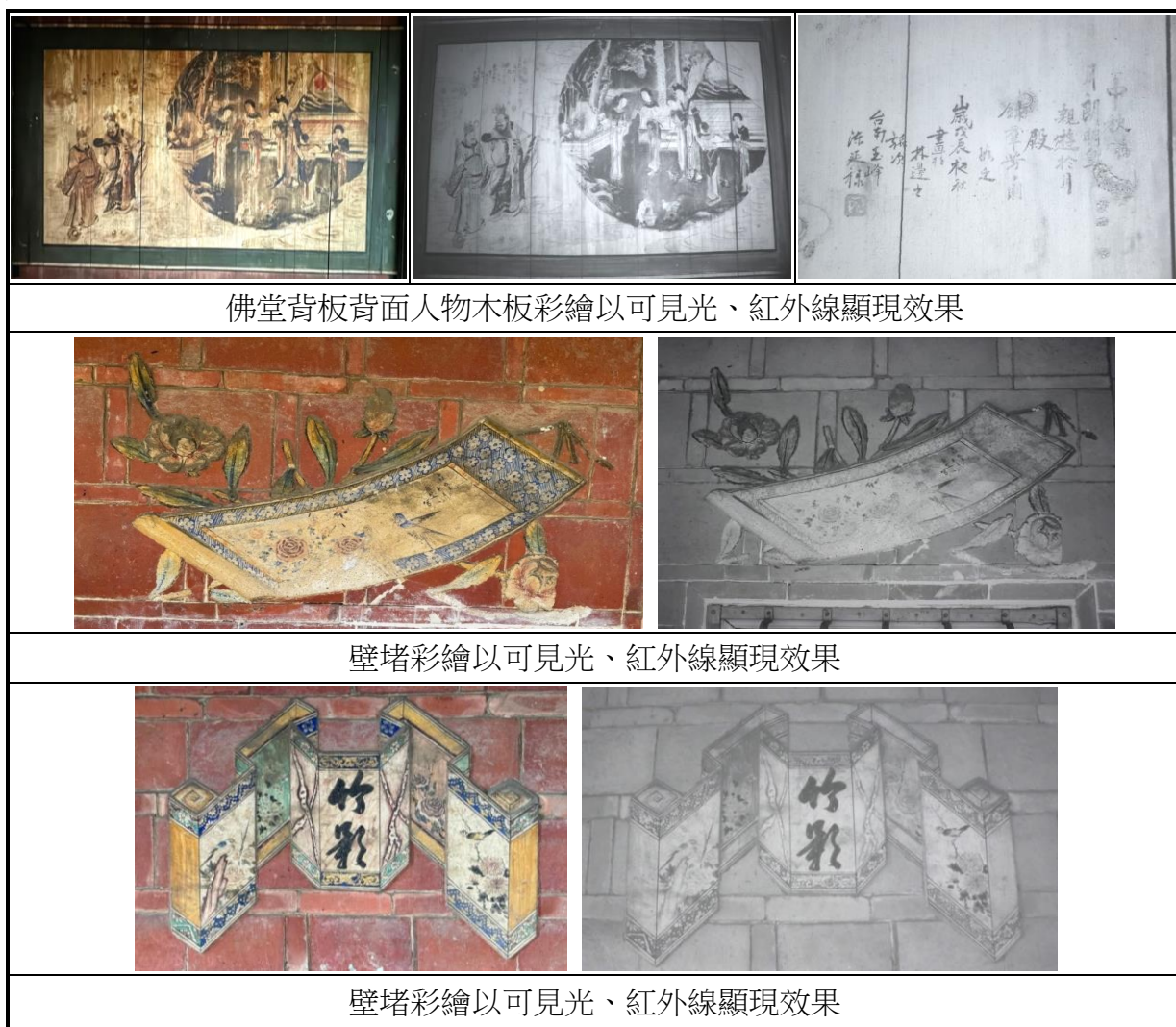


佛堂背板正面木板彩繪以可見光、紅外線顯現效果



佛堂背板正面木板彩繪以可見光、紅外線顯現效果

表 7 (續)



資料來源：本研究團隊拍攝及製作

### 五、XRF 科學檢測彩繪結果

使用 X 射線螢光光譜儀 (X-ray Fluorescence Spectrometer, 簡稱 XRF) 的儀器測頭, 直接接觸於平整的文物表面, 進行約 90-180 秒的掃描偵測, 捕捉相關波長訊息, 進行檢測。此類檢測多以無機礦物檢測居多, 如文物彩繪層或金箔層等。利用非破壞檢測, 可以初步了解文物表面顏料的元素組成, 進而推測表面漆層的化學組成。

本次檢測主要確認室外龍邊壁畫及室內神龕顏料的成份, 共進行 4 個測點的分析。除了需要考量待測物本身的形制、保存狀態之外, 儀器本身亦有許多限制, 例如無足夠測點面積、檢測表面不平坦等, 皆會造成檢測時的變因難以控制, 且


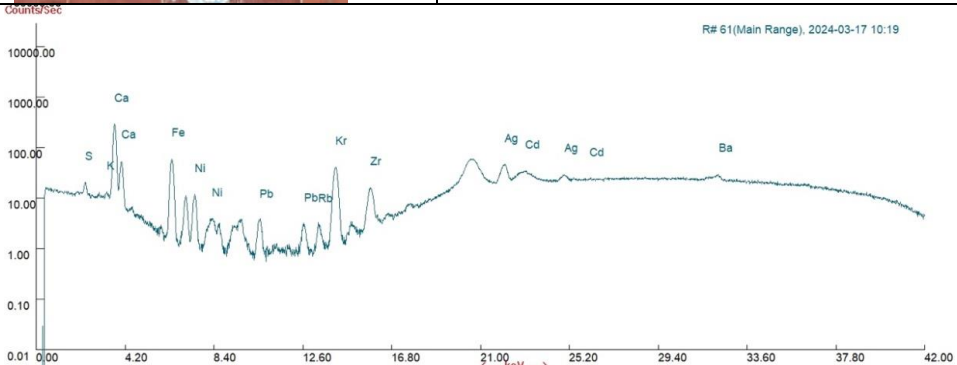
儀器檢測結果為半定量。

(一) 壁畫藍色顏料

藍色顏料分析點共執行兩處，一為藍色顏料，二為白色打底層，透過交叉比對確認顏料成分。另外，透過手持式顯微檢視，本檢測點自表層往內分別為白色打底層、藍色顏料層，共 2 層，如表 8 及表 9 所示。

在檢測結果交叉比對後，藍色顏料主要成分為鋁 (Al)、矽 (Si)、硫 (S)，推測藍色顏料可能使用群青 ( $\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{S}_4\text{O}_{20}$ )，而鈣 (Ca)、鐵 (Fe)、鉛 (Pb) 及一部分的硫 (S) 為打底層的元素。


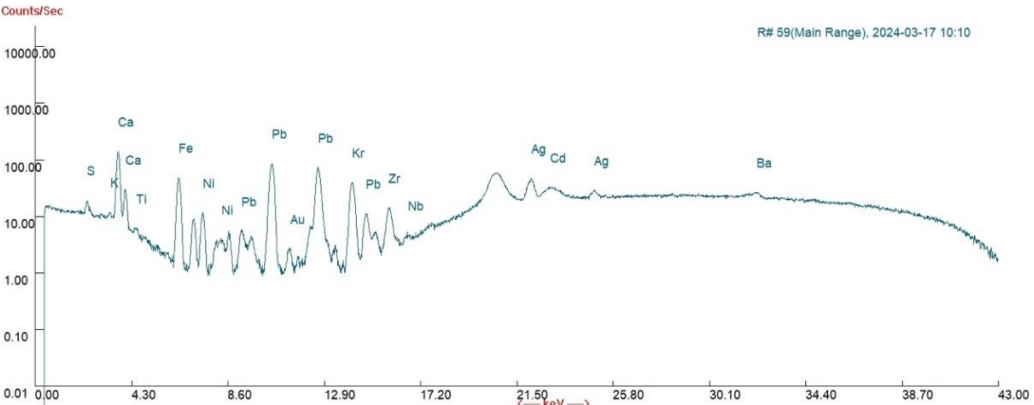
表 8  
壁畫白色打底分析表

檢測編號	3、4	檢測位置	壁畫白色打底	
		分析模式	土壤 (Soil)、礦物 (Mining)	
		單位	重量百分比 (%)	
		元素	土壤	礦物
		鈣 (Ca)	28.082	28.732
		硫 (S)	12.107	21.192
		鉛 (Pb)	0.007	0.007
		鐵 (Fe)	0.581	0.766
備註：不同模式下，各元素濃度總值非 100%				
				

資料來源：本研究團隊拍攝及製作

表 9

壁畫藍色單層顏料分析表

檢測編號	1、2	檢測位置	壁畫藍色單層顏料	
	分析模式	土壤 (Soil)、礦物 (Mining)		
	單位	重量百分比 (%)		
	元素	土壤	礦物	
	鋁 (Al)	-	3.08	
	矽 (Si)	8.64	-	
	鐵 (Fe)	0.48	0.631	
	硫 (S)	11.18	23.582	
備註：不同模式下，各元素濃度總值非 100%				
				

資料來源：本研究團隊拍攝及製作



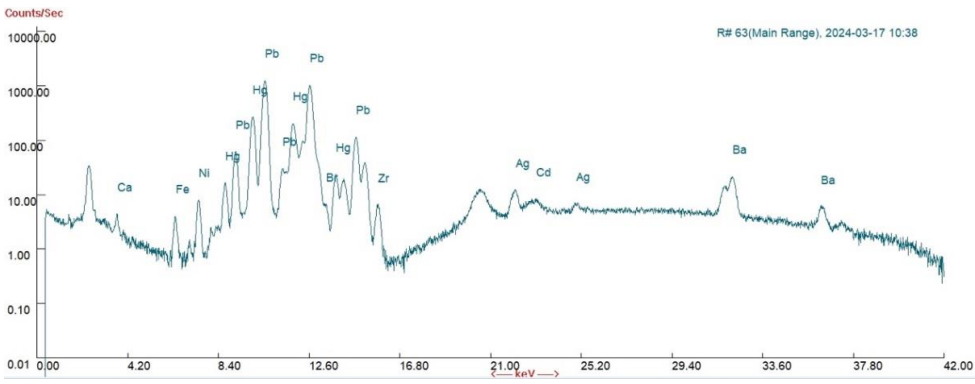
## (二) 神龕顏料

神龕顏料共執行 3 處，分別為紅色、藍色、綠色顏料，如表 10 至表 12 所示。透過手持式顯微檢視，本檢測點自表層往內分別為白色打底層及顏料層，共 2 層。但受到檢測物件限制，本次神龕檢測點無法完全與儀器貼合狀況，且神龕為木頭薄板，後側亦有彩繪，可能影響檢測成果。

1. 紅色顏料：檢測結果顯示綠色顏料主要成份為鉛 (Pb)、砷 (As)、汞 (Hg)，推測為鉛紅 (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) 與硃砂 (HgS)。

表 10

神龕紅色顏料分析表



檢測編號	5、6	檢測位置	神龕紅色顏料	
		分析模式	土壤 (Soil)、礦物 (Mining)	
		單位	重量百分比 (%)	
		元素	土壤	礦物
		鉛 (Pb)	13.67	8.2
		汞 (Hg)	3.37	-
		硫 (S)	23.18	18.965
		備註：不同模式下，各元素濃度總值非 100%		
				

資料來源：本研究團隊拍攝及製作

2. 藍色顏料：檢測結果顯示藍色顏料經紅外線確認後，推測主要為染料添加墨色。但因墨汁成分—碳無法自本儀器測得，而本筆數據並無呈現藍色相關數據，因此僅作記錄。

表 11

神龕藍色顏料分析表

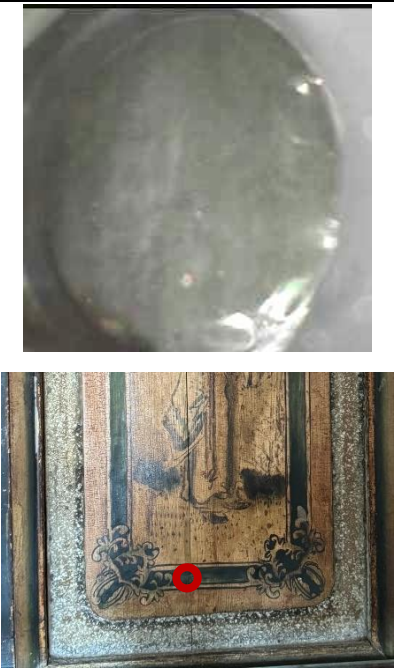
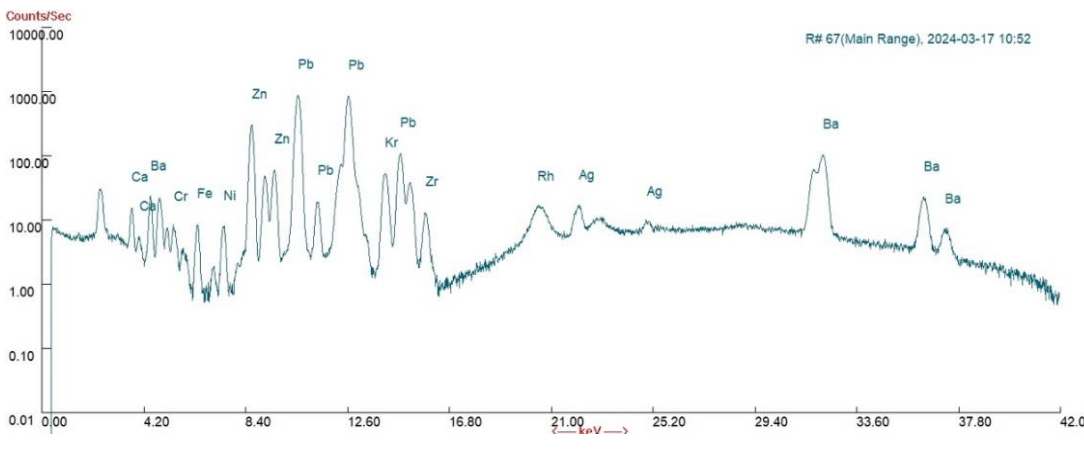
檢測編號	7、8	檢測位置	神龕藍色顏料		
 	分析模式	土壤 (Soil)、礦物 (Mining)			
	單位	重量百分比 (%)			
	元素	土壤	礦物		
	鋅 (Zn)	7.57	4.35		
	備註：不同模式下，各元素濃度總值非 100%				

資料來源：本研究團隊拍攝及製作

3. 綠色顏料：檢測結果顯示綠色顏料主要成份為鉻 (Cr)，推測為鉻綠 (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)。

表 12

神龕綠色顏料分析表

檢測編號	9、10	檢測位置	神龕綠色顏料	
	分析模式	土壤 (Soil)、礦物 (Mining)		
	單位	重量百分比 (%)		
	元素	土壤	礦物	
	鉻 (Cr)	0.21	0.261	
	備註：不同模式下，各元素濃度總值非 100%			
				

資料來源：本研究團隊拍攝及製作

### 六、ATR-FTIR 科學檢測彩繪結果

此外，建築彩繪展色劑的 3 件樣品，經 ATR-FTIR 分析後，如表 13 所示，其主要展色劑成分推測為天然膠類，並伴隨有碳酸根的訊號存在。根據 ATR-FTIR 光譜分析結果，本彩繪層使用的展色劑為天然膠類 (Natural Gum)，這在傳統彩繪中通常指涉植物性膠結材料，而非動物性膠。天然植物膠屬於多醣體 (Polysaccharides)，具有高度親水性。在臺灣高溫高濕的氣候下，膠體容易吸濕

軟化，導致顏料層變為不穩定的「糊狀」或滋生黴菌；乾燥後則容易因收縮產生龜裂。相較於油性展色劑，天然膠類的成膜性較弱，形成的彩繪層通常呈現消光（Matte）質感，且結構較為疏鬆多孔。至於檢測出的碳酸根訊號極可能來自於彩繪的地仗層（白灰壁/碳酸鈣）或特定的礦物顏料（如藍銅礦、孔雀石）。這意味著修復過程需同時考量地仗層的鹼性環境。

**表 13**  
彩繪層展色劑分析


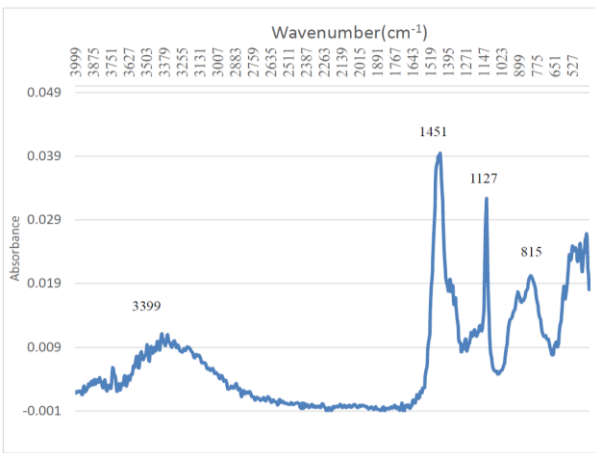

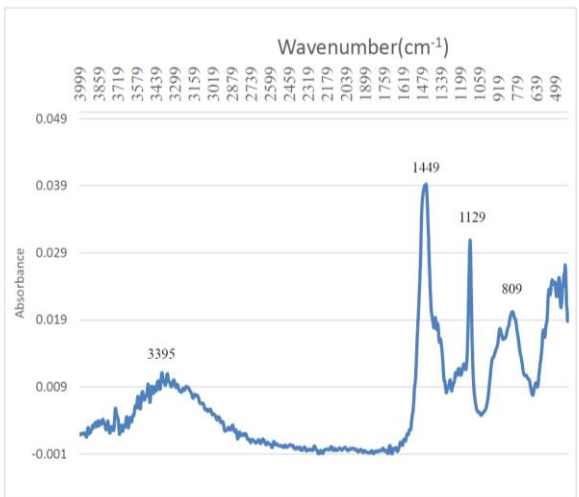
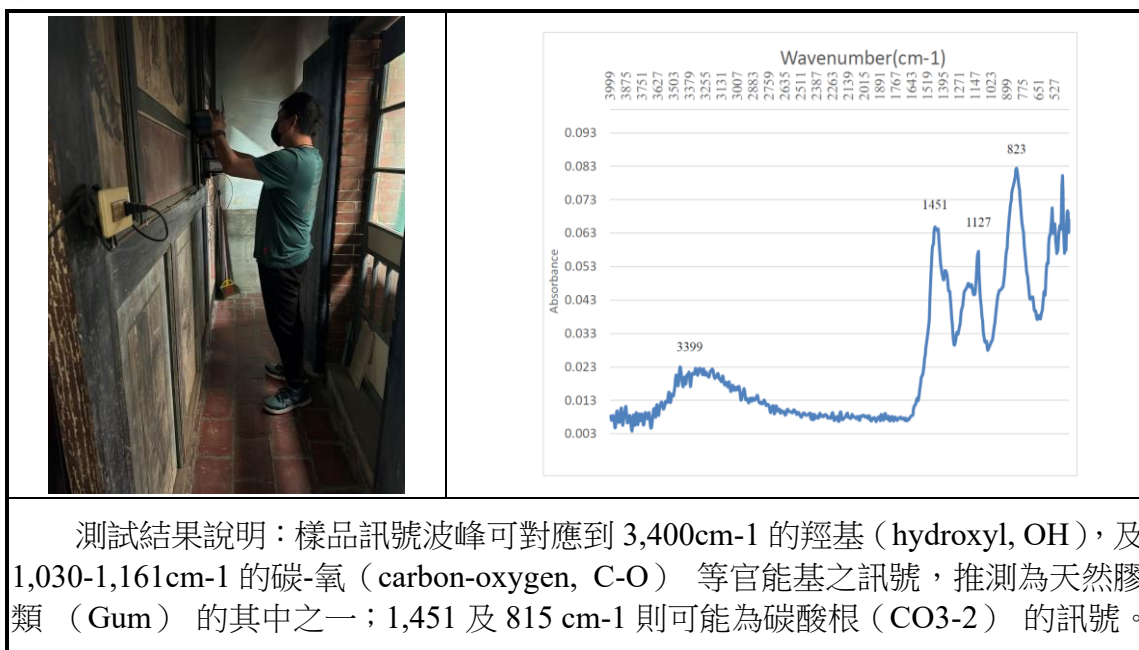
測點位置	FTIR 圖譜
	 <p>Wavenumber(<math>\text{cm}^{-1}</math>)</p> <p>Absorbance</p> <p>3399, 1451, 1127, 815</p>
	 <p>Wavenumber(<math>\text{cm}^{-1}</math>)</p> <p>Absorbance</p> <p>3395, 1449, 1129, 809</p>

表 13 (續)



資料來源：本研究團隊拍攝及製作

## 肆、討論與結論

### 一、討論

#### (一) 文化資產保存理論的對話與定位

本研究透過非破壞性檢測 (NDT) 解析姚家古厝彩繪材料與劣化機制，其方法論可進一步置於國際文化資產保存理論脈絡中理解，特別是以「國際文化紀念物與歷史場所委員會 (International Council on Monuments and Sites)」所倡議之保存倫理為核心。在《威尼斯憲章》(Venice Charter) 所確立的原則中，強調「最小干預 (minimum intervention)」與「可逆性 (reversibility)」，而本研究採用 XRF 與 ATR-FTIR 等非破壞檢測技術，正體現了避免對原作造成不可逆傷害的保存思維。此與近年保存科學發展出的「預防性保存 (preventive conservation)」概念一致，即在修復之前，先透過科學分析理解材料與劣化機制。

進一步而言，當代保存理論已從單純「修復物件」轉向「保存文化意義」，此趨勢可參照聯合國教科文組織 (UNESCO) 對文化資產的詮釋框架。本研究對姚氏家族、閩粵移民、信仰空間 (如三山國王) 的分析，實際上已觸及建築彩繪的「有形文化資產」與信仰與族群記憶的「無形文化資產」的交會。

## （二）工藝史（Artisanal History）的深化對話

本研究檢測結果顯示的材料：群青（ultramarine）、鉛紅（red lead）、硃砂（cinnabar）、鉻綠（chrome green）及天然植物膠等，這些材料其實對應到傳統礦物顏料及近代工業顏料的混用，這在東亞建築彩繪史中具有關鍵意義。

1. 傳統與近代材料的交會：例如：硃砂代表中國繪畫體系中的傳統礦物顏料，而鉻綠代表 19 世紀後西方輸入的工業顏料。這種混用現象，在日本殖民時期臺灣工藝中相當常見，與日本在明治以後西方顏料輸入的近代化過程高度相關。姚家古厝彩繪屬於傳統工藝體系下的近代材料轉型階段。
2. 匠師體系與跨區域技術傳播：陳玉峰與粵東匠師合作，可以連結到閩南工藝系統、粵東彩繪技法及日本統治時期材料供應體系，構成跨區域工藝網絡。本研究所揭示之材料組成與技法，反映出一種跨閩南、粵東與日本近代材料體系的混合工藝結構，顯示臺灣建築彩繪並非單一傳統延續，而是動態的技術整合過程。

## （三）臺灣建築彩繪研究的學術定位

臺灣建築彩繪研究過去多集中於圖像學（題材、故事）、匠師系譜（如潘麗水、陳玉峰）及修復實務。但是相對缺乏材料科學及工藝史的整合研究。如果從材料科學反推工藝史，例如傳統水性彩繪體系的天然膠，非油性的排除西方油畫技術，以及高濕劣化的解釋臺灣彩繪保存困境。本研究突破以往僅依風格判讀匠師系統之方法，透過材料分析建立工藝證據鏈，使建築彩繪研究從藝術史描述走向科學驗證。

## （四）與國際保存科學的對話

1. 非破壞檢測（NDT）國際趨勢：國際文化資產研究，例如歐洲壁畫、義大利教堂等大量使用 XRF、FTIR 及 IR imaging 等。本研究則是採用 XRF 及 ATR-FTIR 等，與國際接軌。
2. 氣候因素的重要性：臺灣因為高溫高濕，造成植物膠吸濕，進而使得顏料層不穩定，而歐洲保存問題是偏乾燥，包括鹽害及剝落等。本研究顯示，臺灣氣候條件對於以天然膠為展色劑的建築彩繪具有高度影響，此與歐洲乾燥氣候下的壁畫劣化機制顯著不同，顯示保存策略需具備地域適應性（climate-specific conservation）

strategy)。

## 二、結論

本文主要針對姚家古厝的彩繪層進行的劣化調查與科學檢測結果做分析，並且記錄屏東縣歷史建築林邊鄉姚家古厝的歷史背景、家族源流、建築彩繪藝術價值。姚氏家族在移民林邊初期透過農業累積財富，並與當地望族通婚提升社會地位。姚家古厝起造人為姚權，古厝於西元 1926 年（昭和元年）完工，隨後於西元 1927 年（昭和 2 年）設置佛堂龕額，並於西元 1928 年（昭和 3 年）完成彩繪作品。

古厝內的彩繪聘請臺南著名畫師陳玉峰繪製，主要分佈於內埕壁堵、正廳佛堂神龕及後廊。調查發現有陳玉峰落款的作品共有 5 幅，其他多幅雖無落款，但風格一致。題材包括二十四孝（孝感動天）、封神演義（渭水文王聘子牙）、花鳥（牡丹、菊花）、山水，以及書法墨跡等。這是他在西元 1928 年（昭和 3 年）完成的早期作品，與其成名作澎湖天后宮彩繪時期相近，極具歷史文化與藝術價值。

彩繪劣化狀況調查發現內埕壁堵壁畫，由於位於半戶外，受陽光、雨水及熱脹冷縮影響嚴重。主要劣化狀況包括地仗層剝落、細裂紋、顏料層風化佚失及髒污附著。壁畫下半部因缺乏屋簷遮蔽，劣化較上半部嚴重。室內正廳神龕彩繪保存狀況相對較好，主要受人為活動影響，面臨長期香火祭祀導致的煙燻、溫度影響造成的皺縮，以及水漬與木材基底熱脹冷縮產生的裂縫等問題。

研究團隊採用多種非破壞性檢測技術，包括：紅外線攝影檢視煙燻下的底稿、使用 XRF 分析無機顏料元素及 ATR-FTIR 分析有機展色劑。檢測顏料成分，分析結果：壁畫藍色推測為群青；神龕紅色為鉛紅與硃砂；綠色為鉻綠；神龕藍色則因無顯著金屬反應，推測為有機染料調和墨色。此外，檢測展色劑，分析結果：經 FTIR 鑑定，彩繪層使用的展色劑為天然植物膠，在臺灣高溫高濕環境下植物膠易吸濕軟化，進而導致顏料層不穩定或滋生黴菌。

研究團隊使用 X 射線螢光光譜儀（XRF）、紅外線攝影及衰減式全反射傅立葉轉換紅外線光譜儀（ATR-FTIR）進行非破壞性檢測，分析顏料成分。

- （一）壁畫藍色顏料：主要成分測得鋁、矽、硫，推測使用群青（Ultramarine）；打底層則含有鈣、鉛。
- （二）神龕紅色顏料：測得鉛、砷、汞，推測使用鉛紅（Red Lead）與硃砂

(Cinnabar)。

- (三) 神龕綠色顏料：主要成分為鉻，推測使用鉻綠 (Chrome Green)。
- (四) 神龕藍色顏料：XRF 無顯著金屬反應，推測為有機染料調和墨色。
- (五) 建築彩繪展色劑，經 ATR-FTIR 分析後，其主要展色劑成分皆推測為天然膠類，並伴隨有碳酸根的訊號存在。根據 ATR-FTIR 光譜分析結果，本研究彩繪層使用的展色劑為天然膠類 (Natural Gum)，具有高度親水性。在臺灣高溫高濕的氣候下，膠體容易吸濕軟化，導致顏料層變為不穩定的糊狀或滋生黴菌；乾燥後則容易因收縮產生龜裂。至於檢測出的碳酸根訊號極可能來自於彩繪的地仗層或特定的礦物顏料，這意味著修復過程需同時考量地仗層的鹼性環境。

本研究透過非破壞性科學檢測，建立建築彩繪材料、工藝技法與劣化機制之間的關聯，並將研究成果置於國際文化資產保存理論與東亞工藝史脈絡中進行對話。研究結果顯示，姚家古厝彩繪不僅反映傳統閩南彩繪工藝，更呈現日本統治時期以來西方工業顏料與在地技術融合的歷史階段性特徵。在保存策略上，本研究亦指出臺灣高溫高濕環境對天然膠展色劑之影響，凸顯地域性氣候條件在文化資產保存中的關鍵角色。此一跨越材料科學、藝術史與保存理論的整合研究，有助於推動臺灣建築彩繪研究由描述性分析邁向科學實證與國際對話。

## 參考文獻

- 王竹平 (2009a)。由天衣無縫到若隱若現—由幾個國際規章與案例談當代修護倫理。故宮文物月刊，(317)，30-37。
- 王竹平 (2009b)。故宮文物數位 X 光透視攝影的發展與應用。載於國立故宮博物院編，故宮經驗—文物修護紀錄系統資料庫：文物知識管理研討會論文集 (頁 131-156)。國立故宮博物院。
- 吳慶泰、王建皓 (2009)。紙質文物修護--以國立科學工藝博物館典藏榮塑標語海報為例。文化資產保存學刊，(10)，65-88。
- 吳慶泰、李宇妍 (2022)。由媽祖神像檢測成果探討科學儀器輔助檢測之助益。2021 樂成宮第四屆媽祖學國際研討會論文集 (頁211-245)。樂成宮。
- 李文元 (未註明)。X射線螢光光譜分析。窺物誌網。檢索2021年11月9日，取自 <https://reurl.cc/Q6Onjb>。
- 李志上、余念祖 (2020)。文物科學檢測在門神修護中的實踐：以臺南興濟宮三十六官將門神為例。歷史臺灣：國立臺灣歷史博物館館刊，(20)，80-81。
- 兩岸關係族譜資料數據庫。檢索2025年1月2日，取自<http://lazpsjk.com>。
- 袁旃 (1970)。科學研究計劃及試行。故宮季刊，5 (2)，21-24。
- 黃瓊慧 (2014)。屏東平原的地域發展歷程 (1683年-1945年)[未出版之博士論文]。國立高雄師範大學。
- 戴憲政總編纂、黃聰榮主修 (1985)。林邊鄉志。屏東縣林邊鄉公所。
- 簡炯仁 (2001)。屏東平原的開發與族群關係。屏東縣政府文化局。
- 顧超光、吳慶泰、林仁政 (2025)。彩繪與彩磁的殿堂：屏東縣歷史建築林邊鄉林邊村姚家古厝修復及再利用計畫。國立臺東專科學校。
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. (2001). *Introduction to spectroscopy*. Thomson Learning.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. (2018). *Principles of Instrumental Analysis*. Cengage Learning.

## The Study of the Paintings in the Yao Family Ancestral House in Linbian Township Using Non-Destructive Testing

Chao-Kuang Ku<sup>\*</sup>、Ching-Tai Wu<sup>\*\*</sup>、Han-Chung Wu<sup>\*\*\*</sup>、Yu-Yen Lee<sup>\*\*\*\*</sup>

### Abstract

This study investigates the architectural paintings of the Yao Family ancestral house in Linbian Township, Pingtung County, through an integrated approach combining historical research, artisanal analysis, and non-destructive testing methods. The paintings, largely attributed to the Tainan-based painter Yu-Feng Chen, are of significant historical and artistic value. Using visible light imaging, infrared photography, X-ray fluorescence (XRF), and ATR-FTIR spectroscopy, the study identifies key pigments, including ultramarine, red lead, cinnabar, and chrome green, and determines that the binding medium is natural plant gum. The material composition reveals a hybrid use of traditional mineral pigments and modern industrial pigments, reflecting a transitional phase in Taiwanese craftsmanship during the Japanese colonial period.

The deterioration survey indicates that semi-outdoor murals are severely affected by environmental factors such as sunlight, rainfall, and thermal expansion, leading to flaking, cracking, and pigment weathering. In contrast, indoor wooden panel paintings are relatively better preserved but exhibit smoke deposition, shrinkage, and staining due to ritual use and environmental fluctuations. Notably, the high temperature and humidity in Taiwan accelerate the hygroscopic degradation of plant-based binders, making them a critical factor in conservation.

Beyond material analysis, this study situates its findings within broader frameworks of cultural heritage conservation theory and East Asian artisanal history. It demonstrates that Taiwanese architectural painting represents a dynamic integration of regional craft traditions and modern materials, and highlights the importance of climate-specific conservation strategies. The results provide both scientific evidence and theoretical insights for future conservation and international comparative studies.

**Keywords:** Yao Family Ancestral House, Architectural Painting, Non-Destructive Testing, Deterioration Mechanism, Pigment Analysis

---

<sup>\*</sup> Associate Professor, Department of Architecture, National Taitung Junior College

<sup>\*\*</sup> Assistant Researcher, Collections and Research Division, National Science and Technology Museum

<sup>\*\*\*</sup> Associate Professor, Institute of Creative Cultural Design & Art Preservation Techniques, Cheng Shiu University

<sup>\*\*\*\*</sup> Freelance Conservator

The paper was published under two double-blind reviews. Received: April 19, 2026. Accepted: May 24, 2026.