

陶瓷文物的修復——黏合、填補與全色

陳澄波¹

摘要

陶瓷文物於博物館中屬較不易產生化學劣化之藏品，但卻易受外在物理性因素之影響，導致缺損或破碎等狀況，而修護之目的為使文物得以典藏、展示與持拿，故陶瓷藏品則會因其性質而有不同的修護策略，如在考古或人類學等面向中，填補與全色處理也許非為必要之選項，以期能符合該類文物於歷史上的價值，但倘若陶瓷文物為具有高度審美與工藝價值之藏品時，或許應適度考量其特性進行填補與全色等處理。然而過去因陶瓷修復領域曾長期使用硝化纖維素、環氧樹脂和蟲膠等材料，導致後續大量產生接著性能失效、黃化、變色與褪色等問題，遂使該領域認為修復不應處理至不可視之效果，因此少有文獻具體闡述應如何模擬出陶瓷特有之釉面質地。但隨著修復科學的發展，逐漸有研究認為如 Paraloid B-72[®]、Hxtal NYL-1[™] 以及 Golden[®] 壓克力顏料等合成材料，可穩定地用於博物館環境中，且不易產生過去常見的劣化情形。故本文以此3種修復材料為基礎，並結合陶瓷製作工藝之角度，將陶瓷的填補材料分為透明、半透明與不透明等性質，以符合各種陶瓷胎體的實際狀況，再以壓克力顏料混合透明壓克力樹脂，模擬出釉面特有之質地，使具審美價值之陶瓷文物非僅能以可辨識性的方法進行修復，同時也讓不可視的修復方法有再次被探討之空間。

關鍵詞：陶瓷修復、黏合、填補、全色、不可視

前言

從現今所發掘的新石器時代之文物可知，約西元前 7000 至 5500 年前藉由土耳其與敘利亞交界處所出土的泰猶·薩比·阿比亞 (Tell Sabi Abyad) 之陶罐破片，可發現當時的人類已經開始出現修復陶器之行為，且此時的工藝技術已能使用燧石或

黑曜石等較為簡易且原始之工具，將有破損與碎裂的陶器於接合處鑽孔後，再以細繩和天然瀝青等材料進行黏合加固之修復行為 (Dooijes and Nieuwenhuys, 2009: 8)；或如大英博物館 (The British Museum) 所典藏的秘魯納斯卡文明 (Nasca) 之陶罐 (約西元前 100 年至西元 600 年前)，便保有當時以瀝青修復陶器的痕跡 (Wil-

¹ E-mail: chenpo@npm.gov.tw

liams, 2002: 13) (圖 1)。而這些人類活動紀錄反映了當時的陶器是具有被修復價值之產物，或是破損的陶器經修復後可回復其原本宗教祭祀上之功能 (Koob, 1998: 49-50)。但隨著近代博物館的設立與相關學術領域之發展，這些具有考古與審美價值的陶瓷器文物，原則上較不會再以功能性為出發點進行修復作業。此意味著修復後的博物館陶瓷文物已非飲食、文房與祭祀之實用器，而轉為以觀賞為主要目的之陳設品存留於世，使其可保有文物歷史和藝術審美上之價值，以利於典藏、展示與研究等用途，成為當今博物館與美術館陶瓷修護之主流。然而國立故宮博物院（以下簡稱故宮）所典藏之陶瓷文物，多半為具有高度審美價值之藝術品，因此修復時較須考量應以何種思維、方法與材料介入，使修護後的陶瓷文物可突顯其美學上之價值，將於內文中進行探討與解析。

陶瓷文物的劣化案例與修護之目的

陶瓷類型的文物基本上為黏土 (clay) 顆粒 (陶土或瓷土)、長石 (feldspar)、石英 (quartz) 所組成，並經由塑型、乾燥、施釉，最後經過燒結而形成無機質之器形。因此在劣化狀況方面與有機材質相較之下，理論上該類文物較不易受環境因素影響而產生各種劣化狀況，通常也被認為是博物館藏品中最不易產生劣化狀況的材質 (Buys and Oakley, 1993: 29)。故經高溫燒結的陶瓷器普遍而言，對於環境的相對溼度有著良好的耐受性，但陶瓷文物卻會受限於使用的材料與燒成溫度，常有低溫陶的劣化狀況多於高溫陶瓷之現象 (Buys and Oakley, 1993: 18)。雖然陶瓷器本身為相當穩定的器物，但卻十分容易遭受物理

性的損傷，如最常發生在博物館的因素便是「持拿」時所發生之意外狀況 (Buys and Oakley, 1993: 20)，其他則可能為運輸與不當的包裝所造成之破壞 (Koob, 2006: 15-16)。此外故宮所蒐藏之文物，大多留有過去遺留之使用痕跡，如於許多陶瓷器中可觀察到口沿處較易有局部破損之情形 (圖 2、3、4)，抑或是少數瓷瓶呈破碎之狀況 (圖 5)。此外有零星個案則可能為陶瓷材料獨有的靜態疲勞特性 (static fatigue) (Frieman et al., 2009: 1371)，使原先不可見



圖 1. 秘魯納斯卡文明陶罐以瀝青做為當時之修復用黏著劑 (圖片來源／引自大英博物館官網²)



圖 2. 茶葉末釉尊口沿處局部缺損 (攝影／陳澄波)

² <https://www.britishmuseum.org/collection/image/1613523028> (瀏覽日期：2020/12/07)

或難以察覺之裂縫，受到遠場拉應力 (far-field tensile stresses) 的作用，使裂縫緩慢擴張直至其臨界尺寸 (critical size)，最後形成開裂破損的瞬間現象，進而產生延遲破壞 (delayed failure) 之現象，其相關案例如大阪東洋陶器美術館所藏之青花柳葉鳥紋盤 (林永欽等，2018: 28-29)，原本肉眼完全無傷的陶瓷文物，卻於短暫且無外力介入的狀態下，產生開裂的劣化狀況 (陳澄波，2020: 100)。

因此為使這些損傷的文物得以符合博物館蒐藏、展示與研究之需求，典藏單位可能會有不同的修護目的，使藏品符合不

同類型博物館之核心價值，如當某館的藏品主軸為考古類型之文物時，可能會認定損壞的文物具備某種程度之歷史意義與價值，若可儲藏於環境穩定的空間中，未必有修護之必要性；反之若過度修復了該類型的藏品時，反而失去該類文物歷史價值的要素。因此，有考古背景的修護師往往會認為文物修護應以穩定其狀態為主，修護時應著重於文物整體結構的穩定性，不應追求過多的修復行為，而影響了後續教育研究的功能 (Pye, 2001: 12)。此外偏向考古修護之英國歷史與藝術文保學會³於《考古修護準則》中亦認為，恢復破損文



圖 3. 胭脂紅玉壺春口沿處局部缺損 (攝影/陳澄波)



圖 4. 琺瑯彩花卉碗口沿處局部缺損 (攝影/陳澄波)



圖 5. 牙白獸耳大瓶呈破碎之狀況 (圖片來源/國立故宮博物院)

³ 英國歷史與藝術文保學會 (United Kingdom Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 簡稱 UKIC) 於 2005 年併入英國文物保存學會 (The Institute of Conservation, 簡稱 ICON) 的組織中。

物乃違反道德倫理的修復行為（王竹平，2009: 35）；或是國際博物館協會（International Council of Museums，簡稱 ICOM）所訂立倫理準則（ICOM Code of Ethics for Museum）內即定義修護應以穩定文物為前提、可識別修護區域之新舊差異以及修護材料務必具備可逆性的通則⁴，以上皆為適合考古與人類學文物的修護標的。然而故宮所蒐藏的陶瓷文物大多為清宮流傳之傳世品，不僅擁有豐富的歷史內涵，並留有關於陶瓷器兩百多首的御製詩（余佩瑾，2016: 34），可一窺乾隆皇帝對於陶瓷器的鑑別、分類與歌頌，故該類型之文物在展出時不只應彰顯出其歷史定位，亦須考量是否應展示出陶瓷器於美學上的價值。當此種型態之陶瓷器有破損與破碎之劣化狀況產生時，若僅追求結構的穩定性，可能無法反映出陶瓷器於藝術美學上的內涵、價值及其真實性，此時應可考量是否須實施進一步的修復方式，使修復後的缺損區域不易或是難以被肉眼所查覺，以避免觀賞者在欣賞文物時易受到損壞區域的干擾。故本文將以故宮破損的陶瓷藏品為例，探討應如何在追求美學價值的基礎之下，兼顧博物館修復所提倡的可再處理性（或稱可逆性）與倫理道德之議題，以利實際進行陶瓷文物修復時，博物館可視文物的屬性與相關人員如典藏、策展、修護以及研究人員進行討論，將有破損之陶瓷文物分類成歷史與審美兩種類型，以施行不同程度之修復。

修復材料之選擇與可再處理性

若以審美角度進行陶瓷文物之修復，務必考量選用的修復材料是否合適，但此

種修復方式在當代的陶瓷修復文獻中，較常被視為非必要性的處理方式（Buys and Oakley, 1993: 140）。因通常欲使陶瓷文物的修復區域於處理後轉變成「隱形」或稱之為「不可視⁵」（invisible）的效果，一般而言將會花費修復師較多的時間，若修復的時間充裕或許可考慮此種處理方法，但根據過去的經驗而言，陶瓷修復師對於「不可視」的修復方式抱著著反對態度並非為沒有道理之考量，如使用的黏著劑與全色（retouching）材料可能較無法確保經修飾後之缺損區域是否能長年不變色（discoloration）或黃化（yellowing）。其中以環氧樹脂較易產生黃化之案例最為明顯，使得該種合成樹脂雖有折射率（refractive index）接近玻璃、黏合時不需加壓以及固化所產生的收縮率小等特點，卻始終因其特性日後將產生黃化之問題，再加上環氧樹脂基本上為熱固性樹脂，迫使其化學特性無法被溶劑溶解（Down, 2001: 39），將大幅減少未來老化後可再處理之可能。

因此長久以來諸如環氧樹脂等材料造成文物修復領域難以接受的主要障礙（Down, 1984: 63），遂使修護與博物館學界認為陶瓷或玻璃文物不需特別處理至「不可視」的效果，因這些處理至不可視的區域終會因樹脂的黃化或變色，不僅將使修復過的區域再次顯現，亦造成不易移除之結果。但隨著修護科學之發展，逐漸有不會產生黃化的環氧樹脂 Hxtal NYL-1™ 於 1983 年問世（Sideridou et al., 2016: 279），再加上近年的研究認為該合成樹脂以氙弧燈（Xenon-Arc lamp）耐候試驗機進行 400 hrs 之人工加速老化試驗後，其色差值（ ΔE ）僅有 0.79 左右（Laganà et al., 2017: 5），並未產生肉眼可辨識的色差，另外亦

⁴ ICOM, 2017. ICOM Code of Ethics for Museums. Retrieved December 16, 2020 from http://icom-oesterreich.at/sites/icom-oesterreich.at/files/attachments/icom-code-en-web_1.pdf.

⁵ 一般不可視的修復效果係指修復區域難以被肉眼所辨識之情形。

有玻璃修復師推測該種合成樹脂或許能於在 100 年內不會產生黃化之狀況等 (Koob, 2006: 48)，促使該種修復材料重新被修復人員所接受，至今仍廣泛使用於修復相關領域之中。

此外因修護保存科學的進步，已知過去陶瓷文物皆曾廣泛使用過如蟲膠 (shellac)、硝化纖維素 (cellulose nitrate) 等材料於全色與黏合加固之用途，使得欲呈顯出「不可視」之區域產生變色與黃化之狀況，例如位於荷蘭萊登的國立古物博物館 (National Museum of Antiquities) 所蒐藏的西元前 560 至 550 年前之海德理亞 (Hydria) 型式陶罐，便有使用蟲膠材料導致全色區域變色的案例 (Dooijes, 2007: 106)；或是自 1926 年以來許多修復師使用的硝化纖維素，因其折射率與陶瓷文物相近，可能為最廣泛用於陶瓷修護的材料 (Buys and Oakley, 1993: 192)，但著名的玻璃修復師 Koob 博士於 1982 年便指出硝化纖維素會因光照而有變色之狀況，同時亦指出該材料為不穩定的化合物 (Koob, 1982: 31, 33)，不應再用於文物修護上。此外於近年的研究也指出，硝化纖維素的耐久性能不佳，平均僅有 6 至 20 年左右 (Noake et al., 2017: 1) 的耐用年限，導致該博物館多年後反而須重新處理為數不少曾以硝化纖維素修復之文物，故現今已少有修復師會選擇該材料做為文物修復之用途。

隨著時代的更迭，有許多材料與方法已不會用於現代博物館的陶瓷文物修復中，包含金繼與焗瓷等傳統修復之技術，隨著修復領域不斷的發展與各種研究成果之發表，當陶瓷文物須進行全色處理時，更應挑選合適的材料。一般而言，若是經過高溫燒製且覆有釉層的陶瓷器，理論上可承受各式各樣的聚合物媒材施加於文物上，但為了使全色後的區域得延長其使用年限，應選擇不易產生變色、黃化以及於

未來可易於移除之材料，例如溶劑型壓克力樹脂與可溶於水的乳化型壓克力樹脂皆為可能之選擇，而溶劑型壓克力則可考慮選擇 Paraloid B-72[®] (以下簡稱 B-72)，其標榜可再次移除之特性已被諸多文獻提及 (Koob, 1986: 7; Horie, 1987: 106; Ellis and Heginbotham, 2004: 33; Vinçotte et al., 2019: 1)，且若以長期保存的效能而言，加拿大文物保護中心 (Canadian Conservation Institute, 簡稱 CCI) 曾有一研究模擬人工合成樹脂於博物館展示之光照環境 (照度約 700 至 800 lux) 進行連續 3 年測試，評估光照對人工合成樹脂的影響，結果認為壓克力類的樹脂為不易產生黃化的材料 (Down et al., 1996: 22, 38)；此外，筆者曾模擬博物館展示之條件，以展場照度 200 lux 為基礎，將螢光燈管調整為 20000 lux 之強度，且以隔熱膜屏蔽螢光燈管的紫外線，模擬壓克力塗料於展場加速老化約 40 至 50 年的時間，發現兩種市售廠牌的乳液型壓克力顏料 (Talens[®], Golden[®]) 於測試後均無產生明顯之色差值，其色差值皆小於 1 (陳澄波, 2011: 29、63)，也許此材料亦可做為適合陶瓷全色的材料選項。綜合分析上述之修復材料的特性後，或許在修復材料推陳出新與各種學術研究之反覆驗證下，過往被認為不必要之修護方式也許有重新思考的餘地，因此本文以故宮文物為基礎，探討如何以審美角度進行破損陶瓷文物的修復。

陶瓷文物的黏合

在進行破損文物的修護與黏合前，除了應詳實記錄文物於修復前之狀態外，亦應視文物的劣化情形進行不同程度之處置，如故宮典藏的陶瓷壺型文物之壺蓋雖有破損但形制完整，在可清楚得知其原本器形之下，原則上可使用適當之黏著劑直接進行黏合，並無太多爭議性 (圖 6、

7)。然而，若是破損較為嚴重的文物，難免會有舊修的痕跡殘留其上，如故宮蒐藏的牙白獸耳大瓶，因過去不明的物理性損傷而碎成形狀尺寸不一之破片（圖 5），故有前人曾試圖以透明膠帶（以下簡稱膠帶）等可支撐器型之材料進行加固處理，但推測可能因器型過於破碎，以致沒有完成該件文物的組合、加固，且因當下未即時移除後加之膠帶，導致文物破片的內外皆有膠帶殘膠與殘膠黃化變色之痕跡（圖 8）。若以紫外光（UVA）進一步檢視，則可發現當時可能使用了兩種不同類型或廠牌的膠帶，其中一種膠帶在可見光觀察下不易察覺，於紫外光下則可清楚的辨識（圖 9），而另一種膠帶在可見光下有黃化的現象（圖 8）；且欲以溶劑移除殘膠時，也可發現其中不易以可見光辨識的膠帶，僅能以非極性的溶劑移除（如石油醚，petroleum spirit），而於可見光下可視之黃化的

膠漬，則僅可使用極性溶劑抹除（如丙酮，acetone），膠帶漬痕移除前後之對照如圖 10 與 11。故於黏合破片前應先將不屬於文物的物質移除，避免黏合後欲以溶劑移除殘膠等物質時，溶劑會影響黏合破片之材料。

此外於清潔該文物表面髒污時，可發現該瓷器之胎土有較為明顯的吸水現象，推測該文物可能未達廣義上高溫硬質瓷器（hard-paste porcelain）的燒成溫度（約 1250 至 1400°C 左右，約於歐頓測溫錐 10 至 18 號之間（Carty and Senapati, 1998: 4-5）），而是更貼近於較為低溫燒成（約 900 至 1250°C 左右（Buys and Oakley, 1993: 15））的軟質瓷器（soft-paste porcelain），使該文物的瓷土顆粒無法完全燒結，以致保留了多孔隙之特性，因此其結構性的強度可能低於高溫硬質瓷器，故該案例之文物不需特別選用較高強度的環氧樹脂做為主要結



圖 6. 破碎壺蓋修復前（攝影／陳澄波）



圖 7. 破碎壺蓋修復後（攝影／陳澄波）

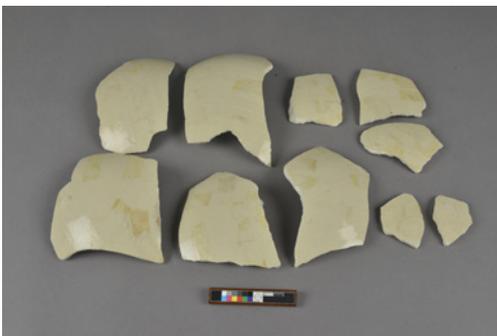


圖 8. 牙白獸耳大瓶於可見光下膠帶殘膠之狀況（攝影／陳澄波）

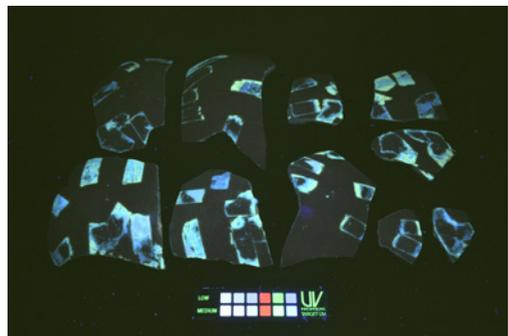


圖 9. 牙白獸耳大瓶於紫外光下膠帶殘膠之狀況（攝影／陳澄波）

構用之黏著劑；反之若是高溫硬質瓷有較為複雜的破碎狀況或是接著面積較小時，其瓷土顆粒因燒結程度較高，使其孔系率低且通常斷面較為光滑平整，同時少有發生破片邊緣粗糙且不平整之現象，此時便須考慮使用黏合性能較佳的環氧樹脂做為結合破片之材料 (Buys and Oakley, 1993: 107)。如故宮藏品清代描金粉彩坐佛，其右手指之食指與小拇指於 1950 年代清點

時即有斷裂狀況 (圖 12)，因其為相當典型的高溫硬質瓷，故斷面呈現相當光滑平整之質地，經此評估，便可使用高強度的環氧樹脂做為黏著劑 (圖 13)。然而一般博物館修護上選用黏著劑時，會希望黏著劑的強度低於文物本身，如英國劍橋大學菲茲威廉博物館 (The Fitzwilliam Museum) 便建議應避免使用環氧樹脂施加於較脆弱且多孔隙的陶器⁶上⁷，防止未來文物若



圖 10. 膠帶漬痕移除前 (攝影／陳澄波)

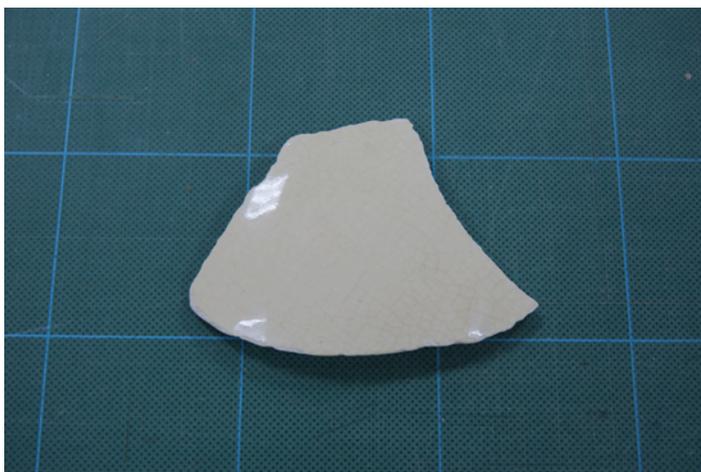


圖 11. 膠帶漬痕移除後 (攝影／陳澄波)

⁶ 陶器 (earthenware) 燒成溫度約 900 至 1050°C 左右，約於歐頓測溫錐 06 至 05 號之間 (Carty and Senapati, 1998: 4-5)。

⁷ https://www.fitzmuseum.cam.ac.uk/research/projects/kangxi_vases_conservation/bonding (瀏覽日期：2021/01/08)

受到一定程度的外力或壓力時，發生斷裂的區域為黏著劑本身而非文物 (Buys and Oakley, 1993: 107)。因此，若於類似的案例選用高強度的環氧樹脂應用於有較多孔隙且同時為較低溫燒製之瓷器上，可能會導致黏著劑強度高於胎體的狀態下，若有物理性的意外產生時，可能形成更多新的破損。

有鑑於此，多孔隙的陶瓷文物也許可選擇自 1976 年以來博物館修護人員常選用的 B-72 壓克力樹脂 (Nadolny, 2012: 582)，其可視實際修護所需的操作時間、揮發速度以及文物材料特性，選用丙酮、甲苯、二甲苯或是以乙醇混合二甲苯等溶劑配製出約 15-20% 比例（重量百分比，以下簡稱 w/w）的黏著劑，做為加固黏合處理之用。此外，有相關研究指出，該種壓克力樹脂若是以濃度 50% (w/w) 黏著大理石材時，平均可獲得約 1475 kPa 的剪



圖 12. 描金粉彩坐佛手指區域斷裂修復前（攝影／陳澄波）



圖 13. 描金粉彩坐佛手指區域斷裂修復後（攝影／陳澄波）

切強度 (shear strength) (Podany et al, 2001: 24)，顯示出若黏合的接著面平整，此種壓克力樹脂於每平方公分可乘載約 15 公斤左右的能力，足以用於多數破裂陶瓷的修護處理。

然而，根據近期的研究指出，B-72 會因使用的溶劑不同而影響其黏著性能，如若使用甲苯 (toluene) 或乳酸乙酯 (ethyl lactate) 做為 B-72 之溶劑，即便經過 300 天後仍會有約 4% 的溶劑殘留在樹脂中，導致 B-72 的 Tg 值 (glass transition temperature, 玻璃轉化溫度) 降低至 25 至 30 °C 左右 (原始 Tg 值應為 40 °C)，促使非極性的溶劑提高其在樹脂中扮演著增塑劑的功能，造成樹脂分子間的引力減弱，進而影響壓克力樹脂的黏合性能 (Vinçotte et al., 2019: 7-8)。因此在博物館中，藏品修護往往牽涉到策佈展、運輸與展覽之圖錄攝影等一連串之作業期程，幾乎不可能將修護後的文物於修復空間靜置 300 天左右，故可想像若於主結構區域使用不適當的溶劑調製 B-72 黏著劑，可能致使大型且邊緣不平整的破碎文物其黏合區域強度不足，特別是如獸耳瓶其破片與破片之間有較大的縫隙時。因此本案例使用揮發率與溶劑殘留率較低的乙酸乙酯 (ethyl acetate) 調配 30% (w/w) 之 B-72，做為黏合破片之主要材料 (黏合後如圖 14)。此外考量該件文物的縫隙較大，無法如一般正常情況下的陶瓷文物，保留完整之破口，致使無法一次將所有之破片完全黏合，僅能從獸耳瓶底座由下至上分段進行黏合處理 (圖 15)，穩定瓶身之整體性，提高黏合處理的強度，以達符合修復後文物可穩定持有的目標。

陶瓷文物的填補與全色

一般而言，文物修復的全色須使用「正確」或接近文物本體的色彩施加於填

補之區域，然而若以此種概念實施於陶瓷文物，再使用顏料或色粉進行調色、上色，可能會朝向錯誤的目標前進，致使填補之區域難以達到陶瓷文物特有之釉面質感。陶瓷文物通常為胎體與釉層所結合而成的產物，故若以一般的全色概念調配看似接近文物本體之顏色，將會導致全色區域呈現出不透明之質感，與原帶有一定厚度釉層的陶瓷文物相去甚遠，因此進行陶



圖 14. 牙白獸耳大瓶重新黏合後示意圖（攝影／陳澄波）



圖 15. 牙白獸耳大瓶黏合處理中示意圖（攝影／陳澄波）

瓷文物全色前，應先瞭解「釉」的特性與本質。例如許多未添加發色劑的古代透明玻璃，因其生產之原料中帶有 0.3 至 1.5% (w/w) 之氧化鐵，使得看似透明的玻璃通常帶有些許綠色調之色彩 (Schreurs and Brill, 1984: 199)，甚至於現代日常所使用的窗框玻璃亦能於其邊角、切面觀察到此種現象（圖 16），使得玻璃製造工業會去除玻璃原料（如石英）中的含鐵量，以提高玻璃產業的商業價值 (Bonney, 1994: 313)。

而陶瓷器的釉層便是坯體表面覆蓋了一層薄層之玻璃質 (薛瑞芳, 2013: 13)，主要由長石、石英以及各種金屬氧化物所組成之發色劑，經調合施加於坯體上，再經高溫燒製後所獲得之產物，例如筆者為燒製帶有透明性質的陶瓷釉層，必須使用約 1% 碳酸銅 (CuCO_3) 為發色劑，經約 1200°C 的氧化燒製 (oxidation firing)



圖 16. 玻璃因含有少量氧化鐵，故邊角、切面呈綠色調（攝影／陳澄波）



圖 17. 以碳酸銅為發色劑經氧化燒之釉色（攝影／陳澄波）

後即可獲得近似帶青瓷透明感之釉色（圖 17）；或是以 0.5% 氧化鐵 (Fe_2O_3) 為發色劑，同樣經約 1200°C 的還原燒製 (reduction firing) 後亦可形成類似青瓷、汝窯半透明或不透明之乳濁質感（圖 18），然而若將此種釉料於施作時刻意給予較薄之厚度，僅可獲得看似透明釉帶有些許青瓷色調（圖 19）。因此可知有許多帶有透光感的釉色是藉由適當釉料之厚度堆疊而成，且釉層會隨著使用的胎土、燒成溫度以及調配之釉料，進而影響陶瓷器成品的外貌與色澤。如使用陶土燒製陶器，其耐熱溫度無法像硬質瓷器可承受 1250°C 以上之高溫，因此便須視燒製溫度（如陶器 (earthenware) 一般燒製溫度約在 1200°C 以下）減少耐高熔點的石英等原料或添加可降低熔點之融塊（如硼砂、氧化鉛等），確保燒製後可獲得帶有不同色調之透明釉面。反之，若欲使釉面呈現較為霧面或色彩較

為飽和之質地，於相同燒成溫度下，則可於釉料中增加氧化錫、瓷土、石英（薛瑞芳，2013：214-216）或減少融塊含量等方法，使釉層中懸浮不熔性的原料、色料之固體微粒與晶體或氣體，使光線因透過這些懸浮物時產生反射與散射之現象，達到所謂乳濁或無光的釉色表現，抑或是增加發色劑的使用量，以提升釉色之飽和度。

然這些各種釉相的呈現，皆會影響後續修復處理之方式，若釉層為高透明度之類型，但使用了不透光的填補材料 (filler)，易使填料與釉層的交界處，因不同角度光線的照射而產生陰影之現象（圖 20），且該種現象會隨著釉層厚度增加而越發明顯，造成後續全色作業須去覆蓋產生陰影之區域，而增添修復上的困難度，故於此種狀態下便不宜使用石膏、環氧樹脂類補土，或一般修護常見樹脂混合碳酸鈣等做法用於具高透明度釉層之陶瓷文



圖 18. 以氧化鐵為發色劑經還原燒之釉色（攝影／陳澄波）



圖 19. 同以氧化鐵為發色劑但施釉較薄，經還原燒之釉色（攝影／陳澄波）

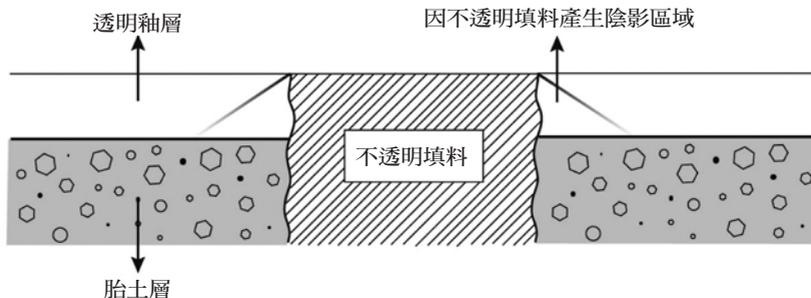


圖 20. 以不透明填料用於具透明性質釉層之缺損區域，易於缺損與原件交界處產生陰影（圖片來源／本研究繪製）

物上。因此處理具高透明度釉層之陶瓷器時，應模擬其實際之結構將填補材料分為不透明與透明填料，如本次修復的牙白獸耳大瓶分別以不透明之環氧樹脂補土 (Milliput epoxy putty) 與透明之 Hxtal NYL-1™ 做為填補材，使不透明填料的填補高度應與陶瓷器的胎土層等高或略低，使缺損區域於填補後可增加整體結構之穩定度，同時再以全色方式使填料接近原胎土之質地，此外於其上的透明釉層區域再以 Hxtal NYL-1™ 混合玻璃色料 (colored glass pigment, 為添加氧化鉛與發色劑等氧化物以 900°C 低溫燒製的釉料，再研磨

成粉狀色料之產品⁸) 做為半透明效果之填補材 (圖 21)。然而若以一般修護常使用之碳酸鈣 (CaCO₃, 如波隆那白堊土與香檳白堊土等, Bologna and Champagne Chalk) 等材料，則較難達到相似之效果，且若以微觀角度去分析，亦可發現玻璃色料於顯微鏡下其粒徑較大，呈現片狀與高透明度之特性 (圖 22)，使調製的填料可達到預期之半透明效果。反之，白堊土為細緻的化石沉積物所組成，其粒徑相對較小且為立體之三方晶系 (trigonal) 的結晶型態 (Eastaugh et al., 2004: 279)，故在顯微鏡以偏光模式下，可觀察到具有海洋浮游植

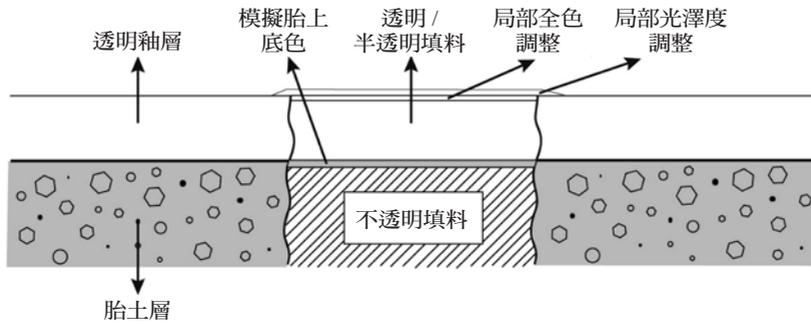


圖 21. 具透明性質之釉層之缺損區域可選用半透明性質之填補材，使缺損與原件交界處較不明顯，易於後續全色之處理 (圖片來源/本研究繪製)

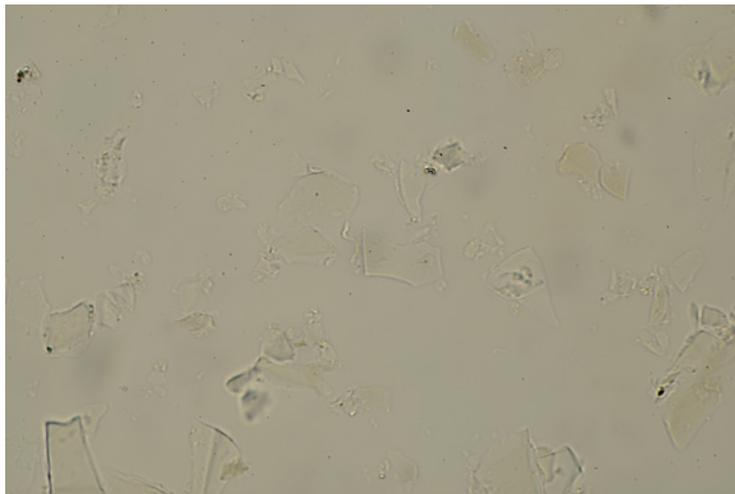


圖 22. 玻璃色料以顯微鏡 500X 觀察下呈透明片狀之型態 (攝影/陳澄波)

⁸ https://shop.kremerpigments.com/elements/resources/products/files/39004_SDS.pdf (瀏覽日期: 2021/01/15)

物 (marine phytoplankton) 之球石片 (coccoliths) 碎片的特徵 (圖 23)，致使其做為填料時較具不透明之特性，較難使缺損區域於填補後的外觀接近文物之釉色與質感，故選用 Hxtal NYL-1™ 混合玻璃色料，再以壓克力顏料 (Golden Heavy Body Artist Acrylic Colors) 混合透明之壓克力樹脂

(Golden polymer medium gloss) 調整表面填補區域之外觀，使填補與全色區域趨近於文物表面之質地 (圖 24、25)。

此外，若陶瓷文物為薄胎或是如碗型文物於口沿處，通常其胎體厚度相對較薄，可能僅有 1.5 至 2 mm 左右的厚度，故若有破損之狀況，其填補材便應考慮使

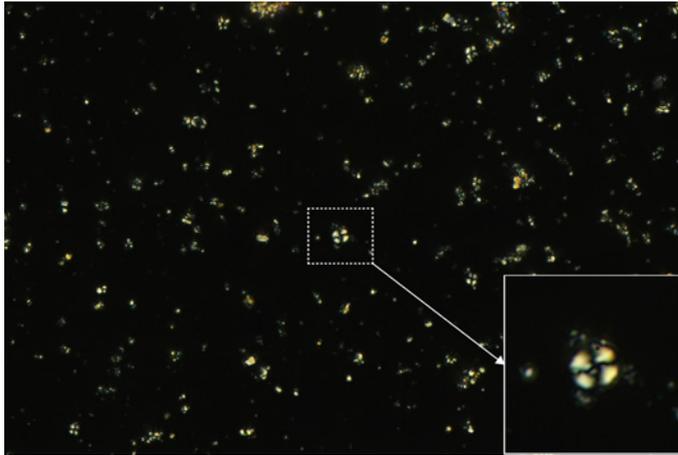


圖 23. 白堊土以顯微鏡 500X 偏光觀察，其粒徑細小呈三方晶系狀之型態，亦常見球石片的特徵 (攝影／陳澄波)



圖 24. 帶透明性質釉層陶瓷文物填補全色前 (攝影／陳澄波)



圖 25. 帶透明性質釉層陶瓷文物填補全色後 (攝影／陳澄波)

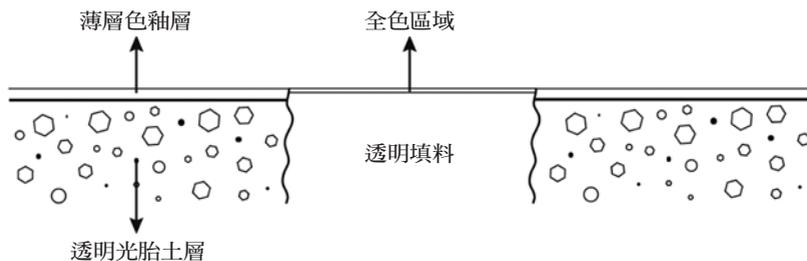


圖 26. 薄胎具透光類型的文物可使用透明性質之填料 (圖片來源／本研究繪製)

用純透明的填料（圖 26），如玉壺春口沿的缺口若使用不透明或半透明之填料，可能因展示燈光的照射而使填補與全色之區域顯現，或是如粉彩碗口沿之缺損，兩者皆選擇使用透明填料進行填補之處理，且全色皆以壓克力顏料調合透明之壓克力樹脂，模擬文物表面之釉色，以貼近其應有

之外貌（圖 27-30）。

若是質地較為不透明之釉層，如宜興胎畫琺瑯提樑壺⁹，此類文物可考慮直接使用不透明性質之填料進行填補（圖 31），後續全色時亦較不需多次分層進行疊色，以一般常見的全色處理模式，調製出肉眼直觀所見之色彩進行該項處理作業



圖 27. 薄胎文物缺損區域修復前（攝影／陳澄波）



圖 28. 薄胎文物缺損區域修復後（攝影／陳澄波）



圖 29. 碗型文物口沿缺損處修復前（攝影／陳澄波）



圖 30. 碗型文物口沿缺損處修復後（攝影／陳澄波）

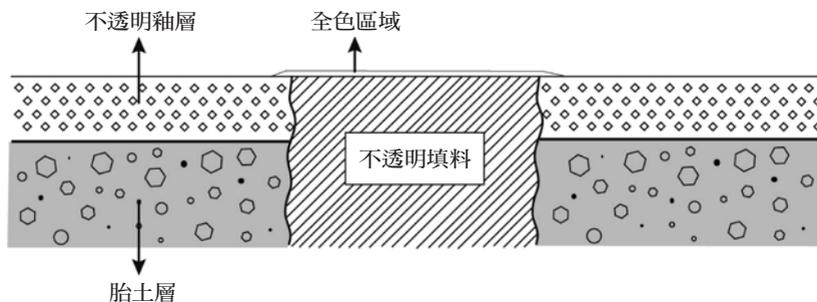


圖 31. 釉層為不透明性質時可選用不透明之填料（圖片來源／本研究繪製）

⁹ 本件文物於 1951 年清點時即有記錄足部斷裂與舊修之痕跡，推測可能於清代時期便有物理性的劣化狀況。

(圖 32、33、34)。故藉由上述不同類型的陶瓷器表面釉層可知，材質相異陶瓷釉料須有不同的處理方式，方能體現陶瓷文物於審美上的價值，亦符合文物修復之和諧性 (harmonious) 的原則。因此缺損部位填補材料的選擇至關重要¹⁰，若使用不適當的材料，將嚴重影響後續的全色表現，較難使全色區域之質感與原文物相近。

小結

藉由陶瓷文物之製作工藝，得以瞭解釉藥與坯體間的構造和組成，而於進行修復處理時，可使用適當的人工合成樹脂與顏料，將缺損的區域模擬出陶瓷器特有之表面質地，使具有審美特性的文物於未來有展示需求時，得以顯示出其應有的美學價值。然而當文物本身的歷史價值大於審美上的需求時，便不應刻意追求文物的完整性，而是以保留經時間洗禮所留下的痕跡為優先考量。此外本文所描述之修復方法僅適用於經高溫燒製的陶瓷器上，若為低溫燒製的陶器，則應以他種方法處置。如考古出土與低溫燒製之陶質文物，為了於未來保有較高的可再處理性，常以硬度較低之生石膏做為填補缺損的材料 (Buys and Oakley, 1993: 123)，然而高溫陶瓷因其燒結的溫度較高，使其結構可耐受多數的黏著劑，故可選用黏著性較高的環氧樹脂，或與環氧樹脂性質相似之填補材料。

為了兼具高溫陶瓷於修復後的穩定性與外觀，筆者認為應於施加黏著性能較高的樹脂前，例如若填補區域較大且須以填料加強整體結構時，其缺損的邊緣處可先塗布 B-72 樹脂做為隔離層後再施加填料，日後若須移除修復之區域，便可以溶劑將 B-72 樹脂溶解，使填補材料與陶瓷文物分

離。因此高溫陶瓷所使用的修復材料應如何達到可再處理性之目標，實際上取決於修復師對於材料特性的理解。



圖 32. 不透明釉層之陶瓷文物修復前 (攝影／陳澄波)

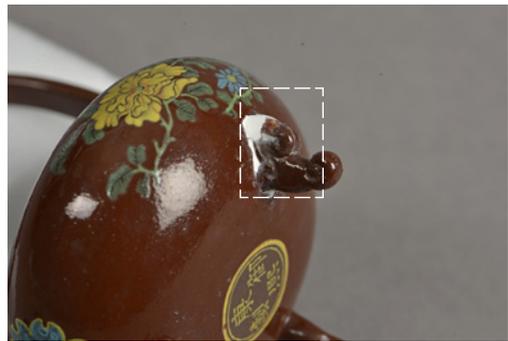


圖 33. 不透明釉層之陶瓷文物重新黏合與填補後 (攝影／陳澄波)

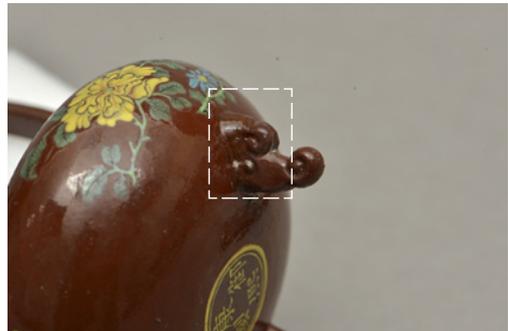


圖 34. 不透明釉層之陶瓷文物全色後 (攝影／陳澄波)

¹⁰ 圖 20、21、26、31 係參考自 Buys and Oakley, 1993. *The Conservation and Restoration of Ceramics*, p.120 圖示進行重新繪製，並增加筆者工作經驗之詮釋。

結論

博物館陶瓷修復在過去因較少對修復材料進行通盤性的研究，造成許多附加在文物上的材料面臨變色、褪色、黏合失效以及不易移除等狀況，間接導致從 80 年代起便普遍的認為陶瓷文物不應修復至所謂肉眼不可視之程度，然而藉由修復材料的革新與學者不斷之研究，已有不少修復材料可被穩定地用於博物館環境下，且須被修復的物件為藝術審美價值較高之文物時，也許便不需冠上文物修復須具備可辨識性的通則。此外，著名的預防性保存學者 Jonathan Ashley-Smith 更是在近年著作裡對現行的修護保存規範以及教育體制提出了強烈質疑，同時以較為尖銳的語調“*The ethic of doing nothing*”為題，認為博物館修護保存領域對於預防性保存以及營運成本越來越重視的當下，再加上 3D 列印、雷射清潔等科技的發展，修護保存的工作逐漸往預防性保存的方向偏移，許多單位認為如此可減少專業修復人員的聘用 (Ashley-Smith, 2018: 9)，以達到減輕營運成本之目標，致使修復人員可能越來越不需有直接動手的必要，長久下來當擁有熟練技術的修復人員退役，以及教育單位減少了手做技術之訓練後，將導致整體大環境下修復人員手做修復技術下滑之衝擊，可能造成日後具有審美或功能取向的文物，因無熟練修復技術之人員的處理而失去其應有之內涵。

此外，當今有受過專業訓練的修復人員大多知曉何種材料可安全地用於博物館環境中，或許應重新思考修復須介入的程度，將文物的屬性進行分類與詮釋，適度將藏品分類為歷史、美學、功能等差異

(陳澄波，2020：118)，使具有考古、人類學、歷史價值之藏品主要可選擇採取預防性保存的角度，僅採取必要性的修復行為，如加固不穩定的結構、移除有潛在危害風險的鹽害、蟲害以及揮發性物質；如具審美價值的文物，則可視情況復原損壞區域的外觀；有功能性的文物如交通工具、樂器等，則可思考維持其原有之功能等，以彰顯各種不同類型文物的核心價值及其真實性，而非僅是一再重申文物修復應具有可辨識性、最小干預與修舊如舊等說法套用於所有類型的藏品中。

在博物館修復領域中少有著作描述如何模擬出陶瓷文物特有之釉面質地，因此本文藉由不同類型與釉層之陶瓷器的修復方式，以及可在博物館環境中穩定使用的黏著劑、合成樹脂與顏料為前提之下，除了可使具審美價值的陶瓷器有機會以較完整之面貌展出之外，亦冀望預防性保存與文物修復的手做技術能於博物館中並行與實踐，而非往其中一方做極端性質之發展。然而，不論施行何種修復方法，仍應視博物館本身對於文物價值之認定，方能使博物館的蒐藏有更多元之面貌，以實踐「博物」一詞之精神。

誌謝

本文感謝 2 位審查委員提供許多寶貴意見，讓筆者有修改訂正之機會，使本文更臻完善；同時也特別感謝國立臺灣大學段維新教授，曾為筆者講解陶瓷材料靜態疲勞之特性，得以更深入瞭解陶瓷劣化機制中的細微差異，使筆者獲益良多，深表感激。

參考文獻

- 王竹平，2009。從天衣無縫到若隱若現：由幾個國際規章與案例談當代修護理論，故宮文物月刊，317：30-37。
- 余佩瑾，2016。貴似晨星：清宮傳世十二至十四世紀青瓷特展，故宮文物月刊，396：34-49。
- 林永欽、翁宇雯、高瑋，2018。圓滿再現：〈青花柳葉鳥紋盤〉修復紀實，故宮文物月刊，425：28-33。
- 陳澄波，2011。清潔溶液對於乳液型壓克力彩繪的影響。國立臺南藝術大學博物館與古物維護研究所學位論文。
- ，2020。探討文物修護介入的程度：以國立故宮博物院之破碎與脫膠藏品的修復為例，博物館與文化，19：95-124。
- 薛瑞芳，2013。釉藥學。臺北：藝術家出版社。
- Ashley-Smith, J., 2018. The ethic of doing nothing. *Journal of the Institute of conservation*, 41-1: 6-15.
- Bonney, C. F., 1994. Removal of iron from kaolin and quartz: Dissolution with organic acids. *Hydrometallurgy*, 94: 313-323.
- Buys, S. and Oakley, V., 1993. *The Conservation and Restoration of Ceramics*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Carty, W. M. and Senapati, U., 1998. Porcelain-raw materials, processing, phase evolution, and mechanical behavior. *Journal American Ceramic Society*, 81(1): 3-20.
- Dooijes, R., 2007. Keeping alive the history of restoration: Nineteenth century repairs on Greek ceramics from the National Museum of Antiquities in Leiden. *In: Piloni, L.(Ed.), Glass and Ceramics Conservation 2007, the Interim Meeting of the ICOM-CC Working Group, Slovenia*, pp. 103-11. Paris: International Council of Museums.
- Dooijes, R. and Nieuwenhuys, O. P., 2009. Ancient repairs in archaeological research: a near eastern perspective. *In: Ambers, J., Higgitt, C., Harrison L. and Saunders D. (Eds.), 2009, In Holding It All Together: Ancient and Modern Approaches to Joining, Repair and Consolidation*, p. 8. London: Archetype.
- Down, L. J., 1984. The yellowing of epoxy resin adhesives: Report on natural dark aging. *Studies in Conservation*, 29: 63-76.
- Down, L. J., 2001. Review of CCI research on epoxy resin adhesives for glass conservation. *Studies in Conservation*, 46: 39-46.
- Down, L. J., Macdonald, A. M., Tétreault, J. and Williams, S. R., 1996. Adhesive testing at the Canadian Conservation Institute: An evaluation of selected poly (vinyl acetate) and acrylic adhesives. *Studies in Conservation*, 41: 19-44.
- Eastaugh, N., Valentine, W., Tracey, C. and Ruth, S., 2004. *The Pigment Compendium: Optical Microscopy of Historical Pigments*. Oxford: Elsevier/Butterworth-Heinemann.
- Ellis, L. and Heginbotham, A., 2004. An evaluation of four barrier-coating and epoxy combinations in the structural repair of wooden objects. *Journal of the American Institute for Con-*

- ervation, 43(1): 23-37.
- Frieman, S. W., Widerhorn, S. M. and Mecholsky, J. J., 2009. Environmentally enhanced fracture of glass: A historical perspective. *Journal of the American Ceramic Society*, 98(7): 1371-1382.
- Horie, C. V., 1987. *Materials for Conservation*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Koob, S. P., 1982. The Instability of Cellulose Nitrate Adhesives. *The Conservator*, 6: 31-34.
- Koob, S. P., 1986. The use of Paraloid B-72 as an adhesive: Its application for archaeological ceramics and other materials. *Studies in Conservation*, 31: 7-14.
- Koob, S. P., 1998. Obsolete fill materials found on ceramics. *Journal of the American Institute for Conservation*, 37(1): 49-50.
- Koob, S. P., 2006. *Conservation and Care of Glass Objects*. London: Archetype.
- Laganà, A., Langenbacher, J., Rivenc, R., Caro, M., Dion, V. and Learner, T., 2017. The future of looking younger: A new face for PMMA. Research into fill materials to repair poly (methyl methacrylate) in contemporary objects and photographs. ICOM-CC 18th Triennial Conference: Modern Materials and Contemporary Art.
- Nadolny, J., 2012. History of visual compensation for paintings. In: Stoner, J. H. and Rushfield, R. (Eds.), 2012, *Conservation of Easel Paintings*, p. 582. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Noake, E., Lau, D. and Nel, P., 2017. Identification of cellulose nitrate based adhesive repairs in archeological pottery of the university of Melbourne's middle eastern archaeological pottery collection using portable FTIR-ATR spectroscopy and PCA. *Heritage Science*, 5: 1-15.
- Pye, E., 2001. *Caring for the Past: Issues in Conservation for Archaeology and Museums*. London: James & James
- Podany, J., Garland, K. M., Freeman, W. R. and Rogers, J., 2001. Paraloid B-72 as a structural adhesive and as barrier within structural adhesive bonds: Evaluations of strength and reversibility. *Journal of American Institute of Conservation*, 40(1): 15-33.
- Schreurs, J. W. H. and Brill, R. H., 1984. Iron and sulfur related colors in ancient glasses. *Archaeometry*, 26:199-209.
- Sideridou, I. D., Vouvoudi, E. C. and Papadopoulos, G. D., 2016. Epoxy polymer Hxtal NYL-1™ used in restoration and conservation: irradiation with short and long wavelengths and study of photo-oxidation by FT-IR spectroscopy. *Journal of Cultural Heritage*, 18: 279-289.
- Vinçotte, A., Beauvoit, E., Boyard, N. and Guilminot, E., 2019. Effect of solvent on PARALOID® B72 and B44 acrylic resins used as adhesives in conservation. *Heritage Science*, 42: 1-9.
- Williams, N., 2002. *Porcelain: Repair and Restoration*. London: The British Museum Press.

作者簡介

陳澄波現任國立故宮博物院登錄保存處助理研究員。

The Restoration of Ceramics: Bonding, Filling, and Retouching

Chen-Po Chen*

Abstract

Ceramics are less prone to deterioration in museum environments, but can be easily damaged or broken due to external physical factors. The objective of conservation is to enable cultural relics to be collected, displayed, and preserved. Conservation strategies may differ. From the archaeological or anthropological perspective, filling or retouching may be unnecessary due to the historical value of cultural relics. However, if a ceramic work has high aesthetic and artisanal value, filling or retouching should be carried out. Materials such as cellulose nitrate, epoxy resin, and shellac have been used for a long time, resulting in adhesive failure, yellowing, discoloration, and fading. This has led to the belief in conservation circles that restorations do not need to be invisible. Few detailed explanations on how to simulate the unique textures of ceramic glaze are available from the literature. With the rise of conservation science, synthetic materials such as Paraloid B-72[®], Hxtal NYL-1[™], and Golden[®] acrylic paints have been developed for use in the museum environment. These are less prone to deterioration. Based on these three restoration materials, the properties of ceramic filling materials were categorized into transparent, semi-transparent, and non-transparent from the perspective of the ceramic manufacturing process to complement the properties of various types of ceramic objects. Moreover, acrylic paints were mixed with transparent acrylic resin to simulate the unique textures of glaze. Based on the results, identifiable methods may not be the only methods for restoring ceramic cultural relics of aesthetic value as there is room to revisit invisible restoration methods.

Keywords: ceramic restoration, bonding, filling, retouching, invisible

* Assistant Research Fellow, Department of Registration and Conservation, National Palace Museum; E-mail: chenpo@npm.gov.tw