

邵慶旺

【現職】

行政院文化建設委員會文化資產總管理處籌備處研究傳習組
研究助理

【經歷】

國立臺南藝術大學兼任講師
國立臺灣藝術大學兼任講師
長榮大學視覺藝術系兼任講師
中華藝術學校時尚工藝科主任
中央研究院歷史語言研究所考古組專案專任助理
國立文化資產保存研究中心籌備處研究組特聘研究助理
南方文教基金會研究員

【專長】

素描、考古繪圖、當代美學、文物保存、文化資產科學研究

8 交趾陶保存與修護觀念概述

邵慶旺

前言

臺灣傳統交趾陶為建築（如廟宇、祠堂等）的一部分，屬於戶外的裝飾文物，卻因為常受到天候因素（風化作用）與人為因素造成損壞。而天候因素的風化作用類型主要可分為物理風化、化學風化兩種作用，這兩種作用於戶外環境中交互進行，造成交趾陶持續性的劣化。

另，當交趾陶離開廟宇的戶外建築，進入室內環境後，雖然較為穩定（溫度、溼度、污染等減少），但風化作用卻會持續的發生（如鹽類析出使釉面剝離）。所以除了應於穩定的溼度（50%RH）控制環境中保存，應進行相關的損壞檢視與科學檢測以確定損壞因素，再由保存與修護人員擬定修護程序、修護倫理、修護原則與修護層級來進行保存工作。下文將分述交趾陶保存與修復概念：

一、損壞檢視

（一）損壞調查倫理與程序

要進行交趾陶保存與維護工作，需先了解損壞因素，一般採用目視與繪圖方式進行初步觀察紀錄，檢視前須先建立調查倫理概念，再進行檢視與量測工作：

1、調查倫理（Fieldwork ethics）

田野調查者親赴現場時，最簡單的工具就是「目視」的客觀檢視，再採用非破壞性、非接觸性的方法，輔助相關儀器設備（顯微放大器材、量測工具）進行全面性檢測。

對於調查對象進行損壞的詮釋分析時，應先客觀的記錄，再以現場情況（人、事、地、物）進行損壞因素的分析，在損壞分析的過程中不應具有先存的評判心態，對於損壞觀察的假設提出時，應同時理解造成損壞的因素描述。所以調查者對待調查物件要恪守正確的調查心理狀態。

（1）專業心態

田野調查者進入現場時需注意不可因為調查需要而任意採集標本或進行接觸動作，調查者不可因為好奇、私心，而進行不適切的採集，如果每個調查者都進行破壞性的採集，反而造成文物的永久缺損或造成持續性損壞與缺損。

（2）客觀介入

初勘進行工作時，如遇上目視不可進行調查的問題，可以採用非接觸性、非破壞性的儀器進行調查，如以影像紀錄、移動式分析儀器紀錄進行客觀紀錄，不可先入為主的主觀心態觀察客體。

（3）敏銳觀察

調查者需具有敏銳的觀察能力，在文物調查過程中需要隨時注意新的損壞現象、判斷損壞因素與預防性的評估文物狀態。

2、調查程序

具有正確的調查態度後，所要進行的工作有檢視登錄與量測作業，包含以下工作：

（1）紀錄表格填寫：包含文獻史料調查、現況繪圖、損壞狀況調查。

(2) 影像檢視紀錄：可見光攝錄影、紅外線檢視、紫外線檢視、X光透射檢視、3D建模紀錄。

(二) 損壞檢視

交趾陶孔隙率較大(約為12.5%至38%)，且因位於開放空間容易受到氣候變化造成損壞現象。常見的風化作用影響因素，在不同的氣候條件下，風化作用有明顯的差異。

交趾陶其低溫燒製的礦物組成成分、結構和構造特徵，對風化作用的進行影響很大。例如如果含鐵質較多的胎體易被水解為黏土，風化速度較快；而粗粒的胎體較細粒的容易風化。風化作用一般速度較為緩慢，因此容易造成人為疏忽管理與保存，造成風化的損壞。目前臺灣常見的交趾陶損壞因素為風化作用與人為破壞兩大因素，分述如下：

1、風化作用

可溶性鹽類的析出是孔隙性材料最大的物理風化損壞因素，如交趾陶位於戶外容易因為溫溼度的變化或是胎體本身含有可溶性鹽類，容易因為溼度變化造成可溶性鹽的析出。

(1) 物理風化作用：

指交趾陶胎體、釉料逐步疏鬆崩解成碎屑的過程，而材料本身的化學成分則不會發生改變。造成物理風化的因素有溫度變化或可溶性鹽類(氯化鈉)的結晶所產生的機械力，植物根系作用於表面、裂隙中生長等都能造成戶外交趾陶的物理風化。

A. 鹽結晶作用

由外界進入交趾陶裂隙中含有可溶性鹽類的水分或陶土本身含有的鹽類，常因水分蒸發後濃度達到飽和生成鹽晶體，而鹽晶體因生長過程的移動與體積增大產生膨脹壓力，使胎體、釉料逐漸崩解、剝離。通常檢測鹽份採用試紙檢測可溶性鹽：(1) 氯離子試紙(2) 硫酸根離子試紙(3) 硝酸根離子試紙進行確認。

B. 熱力風化

熱力風化是指交趾陶其內部熱應力作用產生的崩解破碎作用，溫差變化使之反覆膨脹和收縮，造成表面釉料的剝落或破碎，熱力風化過程因膨脹係數造成不同的分裂方式。



圖1 鹽類析出狀態

C. 生物作用

生物的活動也可能導致交趾陶的物理風化，如植物的根系造成裂隙產生，裂隙擴大後把胎體擠開使空隙增多擴大，讓更多的水分及空氣進入，促使化學風化作用產生。

(2) 物理風化作用：

交趾陶的胎體、釉料與水、空氣中的氧、二氧化碳等相互作用，發生氧化、溶解、水解、水化等化學反應，可以改變無機材料的物理性質和化學成分形成新的礦物，或者造成可溶礦物被溶蝕形成結構破壞讓交趾陶變得疏鬆，這個破壞作用稱為化學風化作用。

化學風化五種作用方式：溶解作用(solution)、水解作用(hydrolysis)、水化作用(hydration)、碳酸化作用(carbonation)和氧化作用(oxidation)。

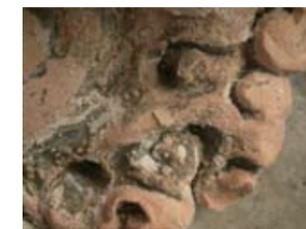


圖2 不可溶性鹽類結晶



圖3 釉料龜裂與剝離現象



圖4 釉料風化後片狀缺損



圖5 玻璃罩密封容易造成苔蘚類生長



圖6 植物生長推擠容易造成折損



圖7 交趾陶頭部斷裂、缺失

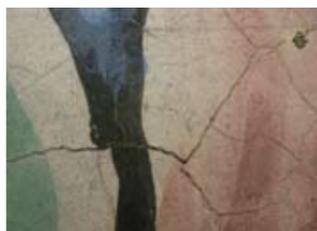


圖9 灰壁龜裂現象



圖8 人為造成交趾陶缺損

A. 溶解作用

指水對礦物的直接溶解能力，溶解的速度一般很緩慢，但在很長時間的作用下，不少較難溶的礦物也能逐步溶解。溶解作用對於由方解石（ CaCO_3 ）、石膏（ CaSO_4 ）、鹽類等易溶性礦物組成來說破壞效果明顯。由於溶解作用增加胎體、釉料的孔隙破壞結構，因而有利於其它風化方式的進行。

B. 水解作用

指與水發生反應而分解，水中存在游離的氫離子（ H^+ ）和氫氧根離子（ OH^- ），能使某些弱酸強鹼或強酸弱鹼的鹽類礦物在水中出現解離，其解離與水中的氫離子（ H^+ ）及氫氧根離子（ OH^- ）結合產生新礦物。

C. 水化作用

指水與某些不含水的礦物相互化合，改變了原來礦物的分子結構，形成新礦物。在水化過程中礦物的特性發生很大的改變，如硬度降低、密度變小等，引起體積膨脹（如硬石膏水化成石膏後，體積約增大了30%）對胎體與釉料內的

其它礦物造成擠壓作用加速崩解。

D. 碳酸化作用

降雨於大氣中溶解二氧化碳呈現微弱酸性，形成含碳酸的水。當雨水中的碳酸與胎體、釉料的金屬離子發生反應時，容易形成碳酸鹽，稱為碳酸化作用。

E. 氧化作用

氧氣與礦物產生氧化反應生成新礦物，許多變價元素在地下缺氧環境中常常形成低價元素的礦物，而出露地表的氧化環境後，低價元素礦物狀態極不穩定，易受氧化為高價元素的新礦物，以適應新的環境。其中含鐵的礦物最易受到氧化，如黃鐵礦經氧化後形成了褐鐵礦。褐鐵礦呈黃褐色系至棕紅色系，經氧化作用的釉料表面成風化產物，容易被染成黃褐、棕紅的鐵銹色。

(3) 生物作用

通過生物在新陳代謝過程中產生的各種有機酸及其他溶液，透過微生物的分解作用，對岩石進行腐蝕，使岩石分解。

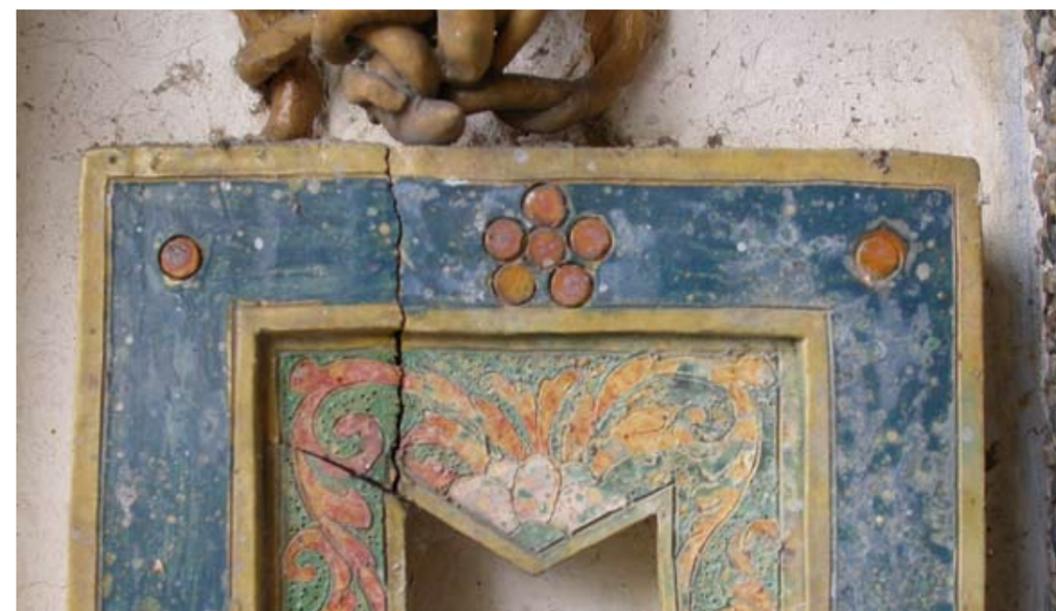


圖10 燒製過程亦會產生裂縫存在



圖11 以黏膠黏合產生不適合的變化



圖12 斷裂後黏合之黏膠溢出

以上風化作用（物理風化、化學風化、生物作用）在自然環境中是互相作用或同時作用。物理風化使交趾陶疏鬆崩解，有利於空氣、水分及生物的侵入。如果交趾陶受到風化造成的崩解面積增大，這時化學風化也隨之產生，所以物理風化促使化學風化的進行，而化學風化不僅使胎體的性質改變，也使胎體的結構發生變化，形成利於物理風化的進行。交趾陶胎體經物理風化後形成碎屑，而化學風化可進一步使顆粒分解變細，甚至使顆粒完全溶解。

2、人為損壞

（1）不適當維護與有意識破壞

保存交趾陶的管理單位在進行管理與維護工作時，常因無意識之施作造成交趾陶損壞，如進行不適當的清洗、黏合造成交趾陶的斷裂、釉面脫落，有時為保護交趾陶加裝防竊裝置，造成水車堵無法透氣，溼度、溫度提高後，使苔蘚類附生、可溶性鹽類析出現象。

另因，臺灣傳統廟宇交趾陶數量越來越少，價格水漲船高，稍具年代的交趾陶成為偷竊的目標。

（2）不適當的修護方式

因修護工程的整修過程中，將原有交趾陶未經詳細的評估後就進行拆除，增添全新交趾陶，造成具有價值的交趾陶遺留。平常維修時以油漆等材料進行全色、以鐵絲直接絞合斷裂的交趾陶群組或以不適合的樹脂進行黏合。

（三）修護影像紀錄

採用可見光（正光、偏光、顯微）、紅外線、紫外線與X光照相進行檢視，以獲得客觀之紀錄。

1、可見光

使用可見光攝影（全光、側光）、頭戴式三倍目鏡檢視、近距拍攝、數位顯微鏡（20至200倍）檢測紀錄。拍攝時放置標準色卡，以作為色彩評估標準與長度估算。並注意須以無透視之水平視角進行拍攝，鏡頭與對象物保持平行。使照片圖像可後續作為工程計算軟體AUTO CAD計算損壞面積，以量化計算各種損化之百分比，以作為修護層級之評估。



圖13 可見光檢視紀錄



圖14 紫外線檢視紀錄（無濾片）



圖15 紫外線檢視紀錄（校色濾鏡）

2、紅外線（IR）

進行目視不可見之材料狀態紀錄，以主動式紅外線投射器投射交趾陶釉料與胎體，進行紅外線數位影像檢視，並以紅外線濾鏡（Infrared Filter，波段：760nm、850nm、950nm）檢視，藉此獲得被涵蓋的相關材料痕跡、修復或損壞狀況狀態。

3、紫外線（UVA）

先行使用手持式UVA進行全面檢測，於材料（胎體、基底材、釉料、顏料、修護材料、損壞狀況等）具螢光反應之位置與特殊反應處檢視，再接續濾鏡或SANKYO（BLB）352nm波段燈之螢光燈管，進行現場檢測與紀錄。並以濾片（Kodak 2E）吸收過多紫外線，再以色彩補正濾光片（color compensating filters）Kodak CC40R調整顏色，完成紫外線螢光反應檢視。

4、X光照相（X ray）

以X光機拍攝交趾陶主要目的為透射，可將目視無法看到的製作技術、修復痕跡、損壞結構、製作媒材與結構部分，以X光透射設定的穿透與吸收能力的強弱，分辨不同的材料與結構層次。

目前常用的數位化與傳統X光攝影最大不同在於底片與洗片系統，傳統X光攝影利用底片來接收穿過物件之X光，再利用顯影液、定影液將底片上之潛像黑化而形成灰階影像。數位化X光攝影是利用影像板（image plate）來接收X光，如CR系統（Computerized Radiography）在照相螢光板部分換成數位板，並經CR讀出數位化影像再傳到PACS（Picture Archiving and Communication System）呈像。另一系統DR（Digitalized Radiography），於照相螢光板於照相後，直接產生數位影像，並直接傳到PACS。

而本次試驗使用的X光拍攝儀器型號為TOSHIBA (DC-12M T2548271)，設定條件分為時間 (T)、強度 (kvp)、電流 (mas) 進行條件設定^[1]，拍攝合作者為東海醫事檢驗所。所獲得的透射圖像可清楚觀察到胎體結構與金屬線的構成。



圖16 交趾陶 (可見光)



圖17 交趾陶 (X射線穿透)

時間 (T) : 0.14sec
強度 (kvp) : 60kvp
電流 (mas) : 150mas

二、修復計畫

(一) 損壞評估

進行田野調查工作完成後，以檢視紀錄表 (文字描述、圖像紀錄) 評估受損因素，正確的損壞評估將有助於修復層級的判斷，以利於修復工作進行時的判斷。

(二) 修復倫理

了解修復倫理之目的在於建立修復的「適切性」原則與「不可逾越性」，參考國際修復案例的倫理，傅朝卿教授所提費頓博士 (B.M.Feilden) 在其著作《Conservation of Historic Buildings》所提出之五項修復倫理簡述如下：

- (1) 修復前客觀紀錄
- (2) 歷史證物之保存
- (3) 介入程度最少化
- (4) 真實性與整體性
- (5) 修復材料之紀錄

[1] 本次拍攝合作單位為臺南東海醫事檢驗所。

(三) 修復原則

修復原則主要是規範修復人員、修復材料、修復技術以確立修復層級^[2]，以達到正確的修復目標。

- (1) 可逆性：指製作程序與修復材料皆需具有可逆性。
- (2) 真實性：不可進行臆測性的修復、填補與複製。
- (3) 可識性：修復與修復之部分需能與原文物區別。
- (4) 穩定性：技術與材料需具不易改變與質變性質。
- (5) 耐候性：材料需具耐紫外線、溫度變化、濕度變化的性質。
- (6) 協調性：修復後需具整體協調性美感，不可造成視覺突兀。

(四) 修復技術

1、修復步驟

- (1) 調查紀錄 (2) 清潔 (3) 黏合 (4) 填補 (5) 全色。

2、修復材料

修復材料可區分為可逆性修復材料與傳統交趾陶製作材料，按照修復層級訂立了修復方式及選擇材料，並注重以下原則：

- (1) 具有可逆性。
- (2) 具惰性材料。
- (3) 非可溶性鹽、高鹼性與酸性材料。
- (4) 修補材料強度低於文物。
- (5) 具實用性質。
- (6) 具美學條件。

3、修復過程

- (1) 清潔 (含脫鹽) (2) 黏合 (3) 填補 (4) 全色^[3]。

[2] 按傅朝卿教授 (2000) 於〈古蹟與歷史建築的修復倫理〉一文指出，對於保護與維護干預 (intervention) 層級共有七種：(1) 衰敗的防治 (prevent deterioration)，或稱為間接維護 (intervention conservation) (2) 原貌保存 (preservation) (3) 強化 (consolidation) 或稱為直接維護 (direct conservation) (4) 復原 (restoration) (5) 複製 (reproduction) (6) 重建 (reconstruction) (7) 再利用 (reuse)。

[3] 詳如本研討會之實作課程講義。

三、管理與維護

交趾陶相關管理法令與辦法，有如古蹟之管理維護相關法令《文化資產保存法》^[4]、文化資產保存法子法《古蹟管理維護辦法》明文規定，依《文化資產保存法》第二十條之古蹟之管理維護之事項須做到：（一）日常保養及定期維修；（二）使用或再利用經營管理；（三）防盜、防災、保險；（四）緊急應變計畫之擬定；（五）其他管理維護事項等五項。依本法須進行的工作項目除定期之保養工作依《古蹟管理維護辦法》第二條古蹟日常保養及定期維修，其工作項目如下：

- （一）檢測：包括定期、不定期及緊急檢測等。
- （二）保養：環境清潔、通風與排水，防止蟲害及潮氣入侵。
- （三）維修：包括結構安全、材料設備、水電管線及防蟲防蟻等。
- （四）紀錄：日常保養、檢測及維修應作成紀錄。

另外，關於再利用部分於《古蹟管理維護辦法》第三條有關古蹟使用或再利用經營管理，其項目如下：

- （一）開放參觀計畫：包括開放時間、開放範圍、收費、解說牌示、導覽活動、圖文刊物及紀念品等。
- （二）經營管理計畫：包括組織結構、業務章程、營運作業流程及其他營運財務計畫等。
- （三）建物利用計畫：如變更原用途並為內部整修或外加附屬設施者，應依使用強度及形式，就保存原則與經濟效益予以分析、說明，並依古蹟修復再利用辦法有關規定程序辦理。
- （四）社區發展計畫：結合當地文化特色、人文資源，建立古蹟沿革與社區發展史料，配合在地文化傳承教育，並建立社區志工參與制度。

而第三項所提防盜、防災、保險之防止遭受人為破壞的防盜辦法^[5]，可採行之感應器如紅外線感應式、接觸式、震動式、電磁式，再經整合為安全體系警報器。

第四項應變計畫於《古蹟管理維護辦法》第五條明文提出有關古蹟緊急應變計畫之擬定，其項目如下：

- （一）應變任務編組與人員。
- （二）應變處理程序。
- （三）防災訓練及演練。

如遇天然災害而受損情況，行政院文化建設委員會文化資產總管理處籌備處將於天然災害發生時應變與進行實況瞭解，已受損情況發生時將由專家現勘，並研擬緊急措施。

第五項之其他管理維護事項，可於《古蹟管理維護辦法》第六條之古蹟之管理維護，應由使用人、所有人或管理人建立管理維護資料檔案，主管機關應定期將前項資料檔案公開並更新。

[4] 中華民國94年12月30日行政院文化建設委員會文壹字第0942130859-2號令發布。

[5] 《古蹟管理維護辦法》第四條有關古蹟防盜、防災、保險，其項目如下：一、定期檢查並作成紀錄。二、擬定防災計畫。三、辦理災害保險。