

各類材質的特性以及複合媒材的保存

—各種材質因環境因素所造成之病變及其因應之道，
以及材質之間的相互影響之分析

Properties of Material and Storage of Composite Objects

— the Control of the Influences of Environments
and the Analyses of Interactions Among Materials

陳淑華

CHEN, Su-hua

綱要

許多的藝術品是由各種有機和無機材質製成的，每一種材質都容易遭受到不同種類的傷害，而且各自需要特別的環境條件、展示方示和保存措施，以確保其穩定。評估複合媒材所需求的維護條件，最基本的是檢視所有的成份，辨識所使用的材質，予以分類，並了解它們對於環境和彼此的反應及敏感度。這些複合媒材作品的保存經常得透過組成材質之間相互衝突的維護條件的妥協處理。

對所有的材質而言，其維護是由穩定周遭的環境開始，這包括相對濕度和溫度、光線、害蟲、以及空氣污染的掌控。事先的環境控制通常遠比事後的修護來得更為重要，尤其是涉及複合媒材的作品的保存。

本論文將針對這些複合作品的基本保存問題，並於它們的典藏和環境需求方面提出建議。

Abstract

Many art objects are made from a wide variety of organic and inorganic materials, each subject to different types of deterioration, and each requiring special environmental conditions, display methods, and conservation treatment to insure its stability. To assess the preservation requirements to composite objects, it is essential to examine all components, to identify the materials employed, to classify them, and to understand their reactivity and sensitivity toward their environment and each other. The preservation and treatment of these composite objects often depends on a compromise between the conflicting conservation needs of component materials.

For all materials, conservation begins by stabilizing the surrounding environment. This includes controlling the relative humidity and temperature, light, pests, and pollutions in the atmosphere. Environment control generally have far greater than does restoration, especially when dealing with composite objects.

The present article will deal with the basic preservation problems of these composite objects, with recommendations for their storage and environmental requirements.

當代藝術的特色之一是在同一件作品上運用各式各樣的材料¹，當代藝術家經常就其日常生活中所能輕易甚或隨手取得之媒材加以任意組合，其中往往不乏原本便不利於保存的不穩定材質，例如：舊報紙、木屑、甚或被丟棄的生活廢料…等；即使在運用傳統的材料，例如：油彩、畫布、或者木板、膠彩…之類的，在應用的技巧上，通常也不注重材質的特性，而使得原本可較為長久保存的素材卻因而縮短了壽命。

由於不同材質所需要的保存環境的條件不盡相同，往往導致在保存上無法兼顧的困擾。有些配備了現代工業技術，例如：燈光、電流之類的裝置藝術更常在某段期間的展覽之後，便有部份裝置毀損而須予以更新的問題。“這一類作品、材料、製造過程和影像大部份都是瞬間即逝的²”。

當代藝術反映了當代速食的消費觀念，雖然作品通常壽命短暫，但予以保存似乎仍是現代美術館必需努力的工作。對於這些仍然“年輕”，但在材質條件上卻已“先天不良”的作品的保存和維護，往往得賦予與老作品同樣、甚至加倍的關心，而需對環境、展示方式，以及保存設施進行特殊考量。實際上，尤其是對當代藝術而言，事先的保存工作遠比損壞後的修護來得更為重要。然而，收藏者的預防固然值得重視，藝術家對於材質及其應用技巧的認知也是必需顧及的層面。自藝術創作者至美術館的長期保存，若都能留意材質長久保存所需求的“先天”及“後天”條件以及創作或保存上的因應方式，必能讓當代藝術品以較良好的狀況保留至未來。因而，材質特性的認知是創作和保存以及修護上必備的基本知識。

在複合材料的作品當中的一每一個材質都有它本身的物理和化學特性，其保存問題，經常在製作的過程或由於材質之間的相互影響，便早已形成或註定了。最好的維護方法是保持其穩定狀態，並隔絕彼此之間會產生不良反應的材質。通常，如果能辨識一件複合媒材作品中最為脆弱的材質，並透過各種因應方式去控制其穩定性的話，那麼合理地掌控典藏或展示環境並不難以達到。

一般而言，許多問題在作品最初的傷害階段是隱晦不明的；一件作品的表面可能看起來是穩定的，但一旦靠近審視時，可能其組成份子之一或更多的材質早已開始惡化了。金屬的生銹、有機材質結構的變弱、變得易碎、褪色、表面的損傷都可能只是材質之間或材質與環境的作用之下所造成的少數傷害之一。其實際狀況可能更值得憂心，因為問題甚至可能遍及整個作品，如同人類的疾病一般，藝術品病變的早期發現和控制才是最重要的解決之道。

面對一件由多種材質組合而成的作品時，首先必先辨識其所有組合材質的特性、保存狀況，並就這兩方面的條件予以分類，了解它們對環境的敏感程度及材料彼此之間的相互反應作用，以規畫出適當的保存環境。

1 其實，複合媒材的應用並非常代作品的特有現象，早在埃及時期的雕刻中便已出現，巴洛克時期的傢俱更是典型的例子之一。

2 "...ces objets, matériaux, procédés et images sont pour la plupart éphémères...", Liz MAGOR : "Réflexions d'un artiste sur les problèmes de conservation et de restauration", Responsabilité partagée -Les actes du colloque à l'intention des conservateurs et des restaurateurs, Ottawa, 1990, p. 6.

茲將材質的分類、環境對各種材質的影響，以及材質之間的相互作用分析如下³：

一、材質的分類

材質一般可被分為天然和人造的兩大類，天然材質又往往被區分為有機和無機兩種，部份有機材質則又含有無機成份，這些不同分類、不同構成的材質，其本身的特質及環境需求也往往有所差異。

A). 有機材質：有機材質由於其來源又可分為動物和植物性兩大類，動物性是指取自哺乳動物、鳥類、魚類、昆蟲以及爬蟲類身上的材質而言，植物性則是來自樹木、灌木、草本與禾本科植物的材質。

a).動物性：羊皮紙、生皮、硝皮、毛髮、豬鬃、羽莖、羽毛、生絲、羊毛、毛毯、骨頭、鹿角、獸角、鯨魚牙、海象牙、象牙、鯨鬚、龜甲、魚皮、蛇皮、蟲漆、明膠、魚膠、動物膠、蛋膠、乳酪素、蜂蠟，其中骨頭、鹿角、海象牙、象牙、鯨鬚等，除了含有有機蛋白膠原之外，還具有無機的磷酸鈣。

b).植物性：硬木、軟木、薄木板、鑲嵌木片、橡木、天然樹脂、柳木、竹子、黃麻、大麻、瓊麻、亞麻、亞麻仁油、藤、棉、紙、紙漿、古塔波膠⁴、植物象牙⁵、琥珀、橡膠、澱粉膠。

B). 無機材質：無機材質也由於其來源又可分為金屬及其合金，和其它天然或人造無機材質兩大類。

a). 金屬與合金：金、銀、銅、鐵、鋁、鉛、鈦、鋅、青銅、黃銅、白鑑⁶、不列顛金屬⁷、金色黃銅⁸、金箔、銀箔、仿金銀箔、鎳。

b). 其它天然或人造無機材質：玻璃、瓷器、陶器、熟石膏、石灰、雪花石膏、花崗岩、大理石、珍珠母、海貝殼、寶石、砂、硃砂、色粉（指非由染色劑為原料者）、雲母、滑石。

C). 其它人造材質：繪畫、凡尼斯、漆器、纖維板、麗光板⁹、賽璐珞、電木¹⁰、聚合樹脂、乙烯膠、壓克力膠、環氧基樹脂¹¹、尼龍。

通常，作品中的有機材質對於空氣中的相對濕度和溫度較為敏感，它們也易受光線和熱的破壞，並難以承受任何的酸性的傷害。無機材質，例如：陶瓷、玻璃和金屬，也受這些因素的影響，只是反應的方式有所差異罷了。

3 此分析不在於囊括所有的材質，探討的問題亦不可能詳盡，旨在於提供分類與掌控的參考罷了。

4 Guttapercha, 馬來群島產熱帶樹的樹膠，乾燥後類似橡膠；用於齒科充墊、絕緣體等。

5 象牙棕櫚果實的堅硬胚芽，可做鈕扣材料。

6 Petwer, 錫、鉛、黃銅、銅的合金。

7 Britannia metal, 錫、銅、錫的合金。

8 Ormolu, 銅、鋅、錫的合金。

9 Formica, 商品名，一種經加熱硬化的合成樹脂。

10 Bakelite, 商品名，合成樹脂的一種。

11 Epoxy, 合成樹脂之一種，用於製塗料、接著劑等。

二、環境對各種材質的影響：

如前所述，各類材質對於環境的需求並不相同，不同的因應方式，造成藝術品病變或老化的速度也有所差異。一般而言，影響藝術品保存維護的因素除了防不勝防的天災人禍，例如：地震、水災、戰爭之外，其餘的大致上可分為兩大類：一、環境因素：包括濕度、溫度、光線、空氣和其中所包含的污染源、微生物和昆蟲…等。二、人為因素：平日的疏忽或移動時的過度大意，甚至於精神病患或恐怖份子的惡意破壞都可包括在內¹²。

然而，大多數的情況之下並無法將環境和人為因素兩者完全區分開來，因為除了大環境的難以掌控之外，有許多環境因素的傷害往往是由於人為的失控所造成的。此外，同一個問題可能來自自然的環境，亦可能源自人為的因素，例如：空氣中的污染可能早就存在於空氣之中（例如，部份的二氧化碳），也可能因為人為的操控而產生（例如，乾冰）。

在作品保存方面，一定得考量到組成作品的各種材質的活動性以及構成作品方式的堅固與否，這方面的認知可幫助我們做出適當的環境控制，以便將環境傷害降至最低，而且所謂的環境因素的掌控也並不僅限於美術館或博物館之內，而是隨著藝術品所到之處都必需嚴謹地監控著。

探討造成作品病變或遭受傷害的因素以及維護上的主要原則，將有助於找出正確、有利的維護環境。茲將影響藝術品保存的幾個重要的因素，例如：濕度和溫度的變化、微生物或昆蟲及鼠類的侵襲、光線的成份及其強弱度、各式各樣的污染，以及人為的有意或無意的意外傷害…等因素逐一分析如下。

A). 濕度和溫度：

美術館和博物館中的收藏大多數都是由對於濕度相當敏感材質所組成的，它們的物理特性甚至於外在尺寸及化學結構，都可能因為空氣中的濕度變化，正確地說，“相對濕度 (Relative humidity, 以下簡稱 RH)”而改變¹³。

a). 溫濕度的關連及影響濕度變化的因素

除了大氣中相對濕度的自然起伏變化，例如：連日的陰雨，必需特別地予以留心之外，溫度的變化對於RH值的影響亦是不容忽視的。在一固定體積的空氣中，它所能容納的飽和水蒸氣含量便得視溫度而定¹⁴，高溫的環境比低溫能包含更多量的水蒸氣，例如：在20°C下，一立方公尺的空氣的飽和水氣含量是17ml，若空氣中的水氣總含量是10.2ml

¹² 人為疏忽的情況往往不勝枚舉，而且也經常發生，就連經驗豐富的大美術館也時有所聞，例如：1975年荷蘭阿姆斯特丹皇家美術館中的林布蘭 (Rembrandt) 的畫作“夜巡”便被人以刀子割破。許多其它較小的竊盜案件發生於其它美術館，只是案件較不受注目或未被公開罷了。人為因素是另一個相當龐大的主題，其防範的層面亦涉及相當地廣泛，礙於篇幅的限制，在此不予討論。

¹³ 相對濕度意指在一固定的溫度之下，一固定體積之內實際的水氣含量與同體積、同溫度下所能飽含的濕氣(飽和濕度或絕對濕度)的百分比。在 N. SSSSTOLOW 的 "The action of environment on museum objects. Part I: Humidity, temperature, atmospheric pollution", Curator, New York, vol. 9, no 3, 1966, pp. 176-177 中便曾對多種材質而對濕度變化的反應進行描述。

¹⁴ K. Toishi : "Humidity control in a closed package", Studies in Conservation, London, vol. 4, no 4, 1959, pp.81-87.

時，則其RH值為 $10.2 / 17 \times 100 = 60\%$ ，若溫度上升至 25°C 時，相同的體積最多可含23ml的水蒸氣，此時其RH值則會下降為 $10.2 / 23 \times 100 = 44.3\%$ ，但若溫度下降為 5°C 時，則只能含6.8ml的水氣，那麼原有的10.2ml的水蒸氣量則遠遠地超過此時一立方公尺空氣所能飽含的蒸氣量，如此一來，多於出來的3.4ml的水蒸氣便會化為水滴凝結在物體的表面上¹⁵。

在一個較為封閉的空間，例如：室內或展覽的玻璃櫃當中，原本固定的RH值會因溫度的增加（例如：燈光、暖氣）而下降，當中所典藏或展示的對濕度特別敏感的材質，例如：木料、織品的尺寸也會因之相對地產生變化，為了維持其穩定性，即使是在密閉的空間中，控制RH和溫度的穩定仍是必備的工作。雖然一般而言，溫度的變化對藝術品的傷害力較RH值的起伏改變較低，但也只有小幅度的溫度改變能被允許。

溫度和相對濕度的變化除了與環境的掌控有關之外，還得考量到“人”的因素，這一點往往很容易被忽視，必需了解的是，各種展覽的參觀者，除了會因呼吸以及自戶外帶來塵埃污染之外，平均每一個人每一小時至少會釋放出60ml的水蒸氣以及大約100w燈光的熱度。在熙攘人潮的特展中，更需將這樣的的因素考量在內，以免一旦傷害造成了之後，必需付出更高的代價去挽救。

b). 材質因應溫濕度條件所產生的反應

一般而言，含纖維或蛋白質成份的有機材質對濕度變化的反應最為敏感。我們可以例舉木頭製品、紙類作品、畫在畫布或木板上的畫作、皮革、紡織品、纖維、甚至於象牙、骨骼等。此外，有許多的膠質、照片上的乳膠和鹽類，在特定的RH下都有一定的水氣含量，當RH值下降時，這些材質會釋放出體內所含之水蒸氣而造成收縮的現象，一旦RH值過低，其體內的水氣含量不足時，它們便會因此而變得十分容易碎裂；然而當RH值突然上升時，空氣中的水氣增加，它們則會吸收空氣中的水蒸氣以求軀體內外水氣含量的平衡，而造成組織的膨脹，嚴重時還會導致微生物的寄生及破壞，因而控制RH的穩定性對於這些材質的尺寸穩定是十分重要的。

過高或過低的相對濕度固然會對大部份的材質造成傷害，但實際上，RH的不規律變化才是造成這些敏感的材質快速地產生各種物理傷害的主因，因為若僅是溫度單獨的急劇起伏變化並不致於影響這些材質內在的平衡，但是一旦若有任何RH值的上下改變都會使得這些吸水氣強的物質隨之產生反應。例如：木料的裂縫、翹曲或變形、紙張的變脆和起皺、織品的縮水或膨脹、畫作的剝落、羊皮紙的變形、象牙的龜裂、膠合的作品分離、照片的捲縮、而陶瓷則會由於其本身所含的鹽類膨脹而失去表面的光澤（圖1）。

這些材質惡化的狀況在複合媒材的製作作品上更形嚴重，因為其組成之各種媒材對於環境中的濕度或其它因素的反應不盡相同，所需求之條件也有所差異，除了較難找到共同需要或能共同適應的環境之外，還得慮及材質之間因環境因素的催化，加速彼此之間的“傷害”，因而在保存上，複合媒材的確比單一材質存在著更大的挑戰。

¹⁵ 其計算方式請參閱Ann Brooke Craddock: "Control of temperature and humidity in small collections", Conservation Concerns, A Guide for Collectors and Curators, Smithsonian Institution Press, Washington and London, 1922, pp.15-22.

RH對於一些被認為是“惰性”的物質，例如：金屬、石材、以及某些種類的玻璃，亦會造成影響。當空氣中的RH值超過45%時，其中所含的濕氣將會和金屬鹽或空氣中所散播的酸氣結合導致金屬的生銹或腐蝕。所以絕大多數的金屬材料都必需被保存在較為乾燥的氣候底下，以便將其表面所可能產生的生銹或腐蝕情況降至最低。石材對於RH值的改變亦有所反應，一方面因為它亦含有鹽類，這些鹽類在0°C或更低的溫度下會凝結、膨脹，導致表層剝落或深層龜裂，若“凝結、解凍”的現象反覆地進行著，則情況會特別地嚴重。即使某些種類的玻璃也會因不適當的環境濕度而受累，例如：威尼斯玻璃，便因為含有可溶性金屬鹽，過高的濕度會使其逐漸溶化。我們可以因此而言，沒有任何一件物品完全不會對大氣中的RH起伏變化產生反應而導致危險或傷害。

在不適當的相對濕度和溫度的環境之下，如前所述的，組成藝術品的各種材質將有不同的反應，因之導致的損害情況亦大不相同，一般而言，大於75%的RH值普遍地被視為過高，而當RH值低於35%時則為普遍過低，而且若每小時之內的RH值變化超過5%時則可視為不夠穩定，一旦這種不穩定的狀況持續時，則藝術品產生病變及惡化的狀況會更為迅速且更為嚴重。茲將因濕度過高、過低，或變化起伏幅度過大且過為迅速所造成的主要病變現象約略分述如下¹⁶：

濕 度 狀 況	現 象
高濕度，而且是持續性地維持在大約75%的RH值左右或更高。	在紙張、羊皮紙、皮革、布料以及其他有機材質上造成發霉或水漬、斑點等現象（圖2）。 材質中的纖維質或蛋白質的軟化，使得移動物品時變得較為困難。 纖維質或蛋白質以及骨類、木材製品的體積膨脹造成壓力的改變，產生彎曲變形以及發霉的現象。 導致含鐵的金屬或銅的合金的生銹或腐蝕，甚至於引起青銅疾病的漫延（圖3）。 在石材或陶瓷體內的鹽類活動所形成的鹽霜。 剪貼或鑲嵌細工、薄木片以及畫面等相關材質的龜裂、剝落。 物品表面水珠的凝結導致因水份浸泡所造成的傷害。
低濕度，而且是持續性地維持在大約35%的RH值左右或更低。	纖維質或蛋白質的以及骨類製品的乾化和粉化，容易破碎，由於其體積的收縮以及內在壓力的改變導致結構上的裂縫，使得移動這些物品的舉動變得更為危險。
一旦高低濕度之間的變化較大且迅速的話，所能造成的傷害就特別地嚴重，例如在一個小時或少於一個小時之內RH值的變化便已超過5%。	老舊玻璃的白霧化（圖4）。 使得對於濕度變化較為敏感的材質不斷產生膨脹收縮的運動，終至由於材質的彈性疲乏而造成基本結構上的傷害；例如：油畫作品的基底材產生裂縫、捲曲、變形，畫面層的龜裂甚或剝落（圖5）。基本上，所有因過高或過低的濕度所產生的病變都會因而加速產生。 陶瓷或石材中或表面的鹽類活動導致結構上的斷層或表面圖案的破壞。 在空氣中的溫度到達凝露點時，水珠和濕氣會凝結於物品表面，導致由於水份浸泡所造成的破壞。

圖表I. 由於不適當的濕氣所引起的病變現象。

16 此簡述大致上取自 H.J. Plenderleith 和 A.E. Werner: The Conservation of antiquities and works of arts, London, Oxford University Press, 1971, 2 e ed, pp. 9-18 的描述。



圖 1 由於過高的濕度使得這個瓷器本身所含的鹽類膨脹，形成鹽霜，進而破壞了材質本身的結構。



圖 2 這是一件裱於卡紙上的水彩作品(局部)，環境中的濕度以及裱貼用的膠質致使霉菌的孳生而在作品上留下褐色的斑點。

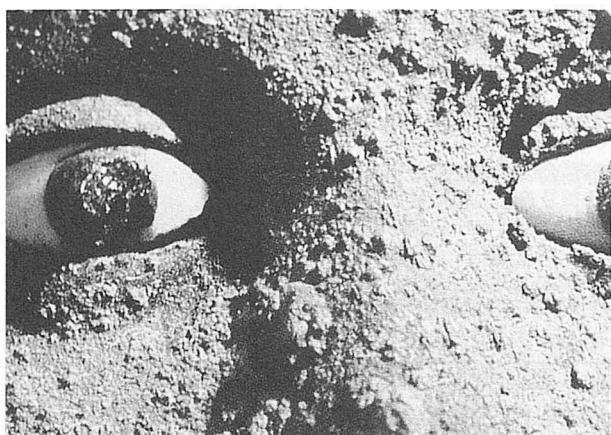


圖 3 過高的濕氣是導致金屬及其合金病變的重要因素之一，圖中的青銅疾病已普遍漫延，金屬表面也因而失去原有的光澤和平滑度。

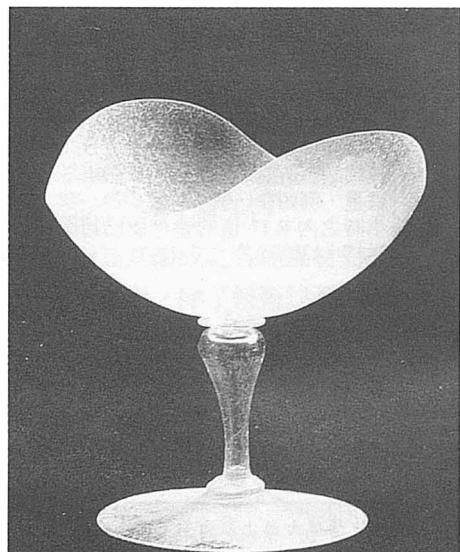


圖 4 一般而言，玻璃是相當穩定的材質，但對於一些老舊的玻璃而言並無法承受相對濕度的急劇變化，而會產生白霧化的問題。圖中的玻璃並非現代的毛玻璃，而正是已產生病變的老舊玻璃。

圖 5 相對濕度的不穩定變化使得原本結合性已較差的金屬板油畫快速地產生龜裂、剝離的現象。

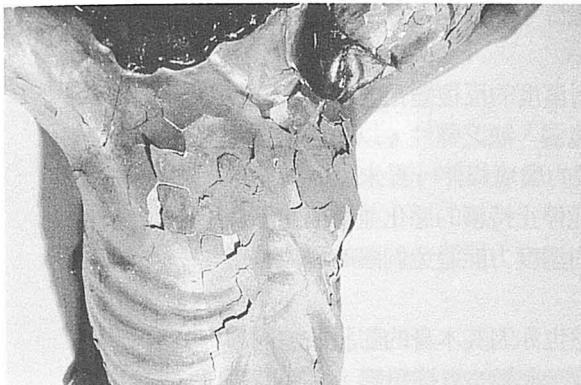


圖 6 彩繪木雕經常由於木頭本身的膨脹收縮而使得顏料的附著力逐漸失去而剝落。



圖 7 這一幅畫在麻布上的油畫作品也是由於相對濕度的反復變化，使得已逐漸老化、缺乏彈性的畫面層再也無法承受如此的傷害而嚴重地剝落。

圖 8 木板畫上的中龜裂紋往往成平行狀態，其原因便是由於對濕氣特別敏感的木板的膨脹收縮所造成的。

c). 溫濕度因素所引發的材質病變及其處理：

美術館和博物館當中典藏、展示著各種不同材質創作成的繪畫、雕刻和其它作品，由於不同材質所需求的環境並不相同，一般的分類往往只顧及創作的形式而忽略了在保存的角度上來看，材質才是真正分類的重點，不適當的環境可能造成的傷害不但複雜，而且有時候甚至是難以挽救的，茲列舉一些情況為例，並說明因應的處理方式。

先以木製品為例，因為木製品對於相對濕度的反應較為敏銳而且是雙向的，但由高濕度轉變至低濕度的反應較為緩慢，相反情形則較為快速，也就是說木料吸濕的速度比釋放濕氣的速度來得快，而且不同木材對相對濕度的反應速率也不盡相同。木雕上的彩繪便常因木材本身對濕度變化所產生的膨脹收縮反應而剝離(圖 6)，穩定環境的條件方能真正避免持續的惡化。

木材若與其它對濕度較不敏感的材質相結合時，例如：木塊上局部包裹著金屬時，金屬環局部降低了木料原有的活動性，使得整塊木料在RH的變化之中產生不平衡，而造成在未受金屬包裹之處更嚴重的裂縫或開口，若可能的話，最好予以分開保存，以避免此種狀況發生。

對於畫在以木板或麻布為基底材的油畫作品而言，相對濕度的反復變化會導致基底材的膨脹、收縮，而經過數年老化之後的畫面層會逐漸變得脆弱、缺乏彈性，以致於將無法承受這樣的變化而產生嚴重的龜裂紋(圖 7)；而一旦這樣的環境條件一直未見改善時，便會產生顏料層剝落的問題，此時便得透過專業的修護才能停止持續的惡化並填補空隙使其重新黏合，然而在修護之後仍得妥善控制作品週遭的相對濕度方能避免剝離的現象重新產生。

在木板畫的情況之下，由於木板對於水蒸氣的過度敏感也亦因其本身的膨脹收縮而導致畫面的傷害(圖 8)，因此木板的背面必需特別處理以隔絕水氣的直接接觸，必要時甚至得完全換除。至於畫布，一旦它已喪失原有的柔韌度時，則需由背後裱上新的畫布¹⁷。

至於凡尼斯因禁水氣而產生白霧化的問題(圖 9) 則可透過凡尼斯的清除更新予以解決，但修護後的根本解決之道仍是適當地掌控環境中的濕度。

紙類作品則經常被全面性的裝裱或僅四周上膠地被貼黏在另一材質上，當它所依著的材質的物理韌性比作品更強時，在不適當的相對濕度或其反復變化之下，將會造成不良的張力，最好的方法是以純中性膠帶將作品的上方固定在也是純中性的底框下¹⁸，在這種情形之下，紙張較能因 RH 值的變化而因應，照片亦可用同樣的方法處理(圖10)。

在面對以多種對濕度反應並不相同的材質組成的作品，例如：以銅、鐵為主，輔以木材、布料所組合而成的複合媒材時，由於銅和鐵在稍微偏高的相對濕度之下，會導致生銹、腐蝕的問題，一旦經過修護之後，最好能保存於相對濕度較低的環境之下，儘管這樣的處理方式可能對於木頭和布料造成不良的影響。

17 W. Percival-Prescott: "Materials and methods of impregnation and lining from the XVIIth century to the present day", Conference on comparative lining techniques (proceedings), London, National Maritime Museum, 1974.

18 A. Smith MERRILY / R.Brown MARGARET : Metting and Hinging of Works of Art on Paper, The Consultant Press, New York, 1981, pp. 1-7.



圖9 畫面保護凡尼斯除了本身的老化之外，最常遭遇的問題是濕氣的侵襲而產生白霧化的現象，在清除更新之後，若未改善環境的條件時，問題則很容易再度發生。

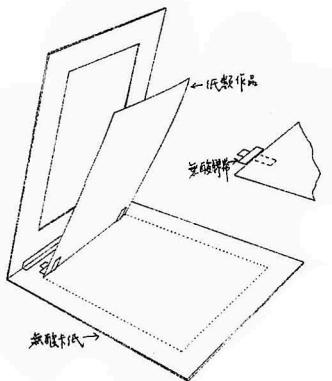


圖10 紙類作品，包括照片在內，它們的最佳保存方式並非裱褙或裝玻璃框，而是用中性膠紙固定在純中性的卡紙上，在用同為中性的卡紙予以保護。如此一來，作品較能因應相對濕度的變化，也能免於酸性的侵襲。

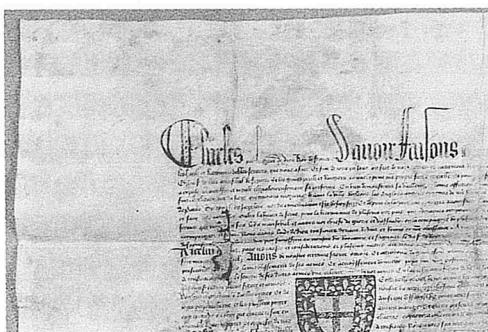
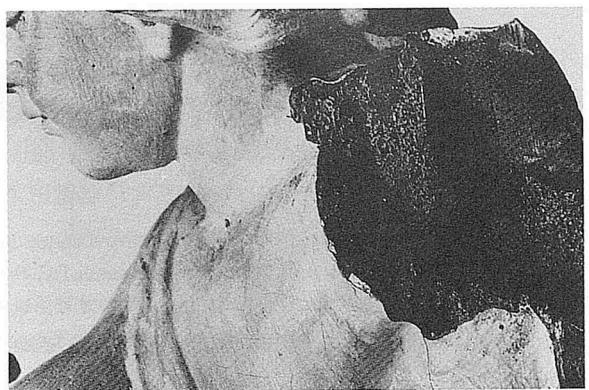


圖11 霉菌的孳生很容易在紙類的作品上染上斑點，並使紙張的本質變得更為脆弱，即使局部的漂洗也很難完全地予以清除而會留下痕跡。

圖12 木料是蛀蟲最鐘愛的材質之一，木雕臉部的小洞便是蛀蟲的出口，而手臂的斷面更是清楚地顯示內部蟲蛀的嚴重程度。



d). 相對溫濕度的控制

對於大部份的材質而言，理想的環境溫度為 20°C 上下 1°C 和RH值為50%上下5%。這個溫度對於觀賞者也很適宜且容易控制，若常期典藏於專門的典藏空間則可在降低溫度至 10° - 12°C 左右。相對濕度最高也應當控制在65%以下，因為大約在70%RH左右，在所有的有機材質上都會滋生霉菌。但相反地，對某些材質而言，其相對濕度最好能嚴格地控制在45%以下，甚至更低(20-30%)。例如：已經產生病變的青銅雕刻、鐵器、某些高度打磨的金屬、某些玻璃、以及受鹽類侵蝕的材質(來自出土的考古物品以為典型)。通常我們可以依材質對濕度的反應及需求區分為乾、中、濕三大類，茲列表分析如下¹⁹：

材 質	環境條件	適當的濕度環境
木材(包括木板畫、木雕、木製傢俱、樂器、木板鑲嵌….)、象牙、骨頭、漆器、皮革、羊皮紙、凡尼斯…	相對濕度較高	50-60%RH
布料、紙張(包括素描、東方繪畫….)、植物材質、昆蟲、考古出土的骨骼、羽毛、皮衣…	中等	45-55%RH
金屬、琺瑯、石材、玻璃、陶器、瓷器…	乾燥	20-40%RH

圖表 II. 材質對應的相對濕度表

上述表格僅為粗略的區分，有些被列在同一區間的材質之間對環境的適應程度上仍有差異，例如：象牙比骨頭對濕度的敏感度更高，需要更嚴格、穩定的濕度條件；布料中，絲和羊毛比棉、麻更畏懼濕氣，化學布料則對潮濕的環境較無反應，但相反地，若過於乾燥則易產生靜電；已裱褙的紙張則比未被框限的更需嚴格地掌控環境中RH值的穩定性，羊皮紙更是如此；至於照片、底片膠捲，則宜掌控在35-45% RH環境下為佳；對於玻璃而言，若無裂縫，則RH值的起伏變化並不致於造成影響，但若已有裂縫，則需將RH值掌控在40-60%之間；而塑膠材質對於濕度較不敏感，但若為塑膠薄片，則亦會因濕氣而捲曲變形。

實際上，對於一件物品而言，最適當的相對濕度及溫度仍須慮及不同的國度、不同氣候區、乃至於先前儲存或展示作品的環境條件²⁰。例如：一件一直在65%相對濕度環境中的木雕作品，若將之借展於過度乾燥的環境中，則會有導致龜裂的危險，因此，在策劃

19 W. Leisher: "Humidity-temperature requirements for museum collections", American Association of Museums energy workshops resource booklet, Washington, D.C., Sept. 1977, pp.1-5.

20 H.J. Plenderleith 和 P. Philippot 等人曾對多國的美術館及畫廊進行調查做出報告，發表於“Climatologie et conservaton dans les musees”，Museum, Unesco, Paris, vol.XIII, no 4, 1960, pp. 203-284.

一場展覽時，便必需考量運輸過程及展示區環境的配合問題。必要時，應將作品放在一個密閉且有環境調整裝置的小空間當中²¹。

必需一再強調的是，任何急劇的溫濕度變化一定得嚴格地予以禁止，即使其原本的保存環境與理想的條件有所相當的差距時亦是如此，僅有在某些特殊的情況之下，可容忍在“一定限度”之中的“緩慢”溫濕度變化，任何溫濕度的快速轉變都應當儘量避免，因為這將會嚴重地傷害藝術品，尤其是對於一些十分脆弱或已受傷害的物品而言，例如：樂器、羊皮紙、和某些複合媒材。一般而言，每日的溫度變化應當控制在5%上下的波動範疇之內，至於溫度則可輕易地控制於相差1度左右，若須提高或降低環境溫度時，則應以每月僅能改變2%的方式漸次增加或減少，以免引起材質的病變。

最佳的環境控制系統是中央空調，透過這套系統，空氣被過濾、清潔，且冷熱控溫。一般冷氣機則只能釋放冷空氣、吸收部份的濕氣及過濾較大的灰塵顆粒，但並無法過濾空氣中的汙染。十分重要的是，所有的設備都應當定期保養、清潔，以確保其作用。如果這些設備循環地開開關關，例如：白天啟用，夜間關閉或周末停擺，則無法達到維持穩定環境的條件。

不論是私人或美術館的收藏的典藏作品及狀況都必須審慎地思考判斷什麼樣的溫度和濕度才是適當的。在典藏上應當依照有相似環境需求的材質予以分類整理。具有特殊問題的作品則需有特殊的儲藏室或儲藏櫃。

B). 霉菌或昆蟲及鼠類的侵害

除了上述問題之外，環境中的濕度還會引起霉菌、蛀蟲等的孳生問題。

a). 霉菌：

有許多材質若長期曝露在過高的濕度環境之下將會促成霉菌的孳生，其實空氣中一直含有數以千計種類的微生物等待適當的時機成長，通常在RH值為75%或更高，以及超過15°C的陰暗、不夠流通的靜態環境之下，便十分有利於其孳長。有機材質是微生物的最佳溫床，而且多半同時會有多種菌類一起孳生。然而，實際上幾乎所有的物質表面都可能遭到霉菌的侵襲，甚至連蠟的表面都可能產生。

較易遭到微生物或昆蟲侵害的材質有木料、紙張、自然纖維、天鵝絨、羊毛、蠶絲、羽毛、皮革、毛草、澱粉膠、動物膠、明膠、蛋彩…等。

1). 預防之道：為了避免真菌在作品上的持續孳生，首先我們必需進行濕度的控制，立刻將RH降低至75%以下，而且最好能逐漸控制在65%以下，並注意空氣的流通。此外，仍需避免將容易發霉的作品放置在靠牆的位置。若有漏水的情況，務必立即檢修。

2). 殺菌：有多種殺真菌劑（防腐劑）可被用來預防霉菌在高溫的環境中的孳長，例如：瑞香草酚（thymol）。然而，不論是那一種殺菌方式都有可能對藝術品的材質造成傷害，最好的因應之道還是濕度的控制。一旦作品已因霉菌的表面孳生而染色或造成斑點時（圖11），則需進行局部的漂洗，這時則只能請專業的修護師來處理了。

21 N. Stolow : "L'organisation d'un exposition internationale d'art", Museum, Unesco, Paris, vol.XXI, n° 3, 1968, p. 190.

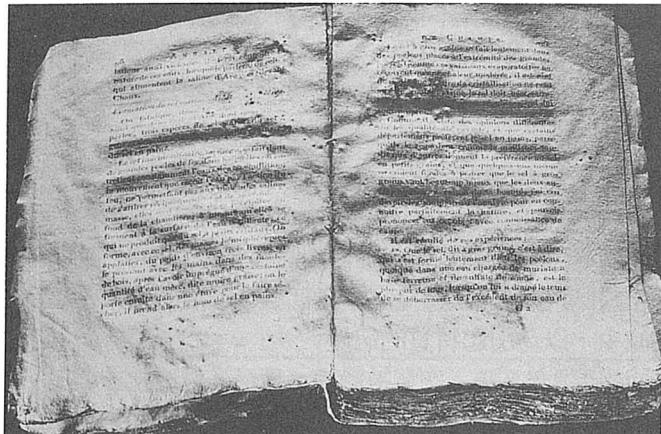


圖13 圖片上的書本不僅有因各種霉菌孳生所留下的斑痕，尚有嚴重的蟲蝕穿透的孔洞。

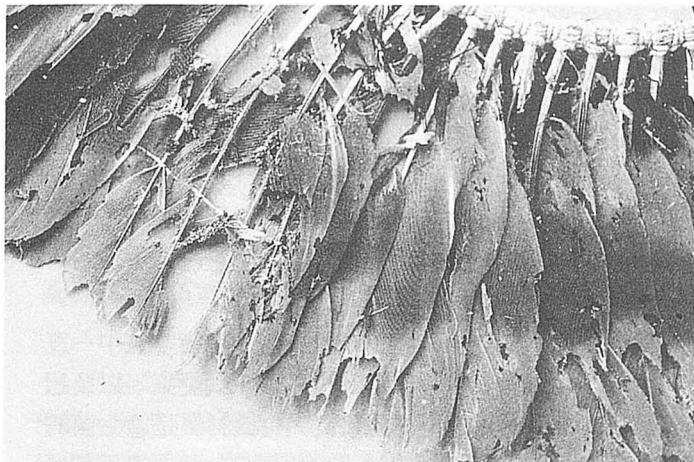


圖 14 羽毛等動物性的有機材質也是蟲子所偏愛的食物之一。

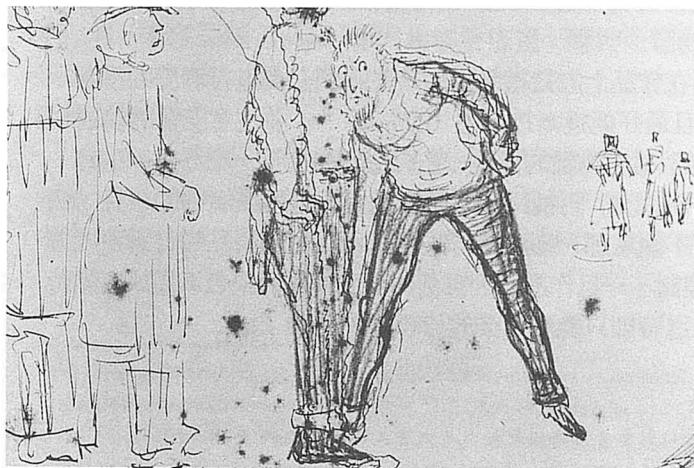


圖 19 酸性的卡紙仍經常在無知的情形之下被用來裝裱紙類的作品，這種不適當的保存材質的應用實際上是可以輕易避免的。圖中的斑點便是由於紙張的酸性加上不透氣的裝裱方式，使得在足夠潮濕的環境底下，便招惹了霉菌的侵襲。

b). 蛀蟲：

關於昆蟲或蛀蟲的孳生環境大致上與霉菌相同，它雖然較為偏好木製品（圖 12），但幾乎是所有的材質都可能遭受其攻擊，甚至包括金屬在內（圖 13）。大部份的蛀蟲教也如同霉菌一般，喜歡陰暗、不受干擾的角落，它們可以各種碎屑甚至於霉菌維生。

1). 預防之道：於門窗上裝上防蚊設施以防蚊蟲進入，在建築四周一公尺半之內務必完全除草，勿讓藤蔓在建築上攀爬，並禁止任何鳥巢的附著，預防所有的家禽家畜入內，並記得將已受蛀蟲侵襲的作品隔離。

內部務必保持清潔，仔細清除所有的碎屑，以杜絕所有昆蟲、蛀蟲和鼠類的食物，同時也需防止霉菌的產生，切勿使用潮濕或仍覆有樹皮的木材，定期清掃是絕對必要的，尤其是不能放過任何一個死角。切勿長期堆積物品而未予以更動位置。

2). 除蟲：在木材上發現了蟲孔，並不一定表示木料內部仍留有蛀蟲，因為那有可能是老舊的蟲洞了。然而，若在木雕或傢俱…等周邊出現了木屑粉末或昆蟲的排洩物時，便是作品已遭到蛀蟲侵害的警訊，最好儘速請專家處理。如果發現了成蟲，設法予以捕捉保存給昆蟲學家鑑定。

對於已遭蟲蝕的作品，首先必需進行除蟲（包括幼蟲在內）的工作。和殺真菌劑（防腐劑）的情形相同的是，除蟲的殺蟲劑也多半有毒，有的甚至會對使用者及藝術品的材質造成危險。通常未上色的原木可以用一般的除蟲劑消毒，但如果上色的話，則需小心避免其色彩被除蟲劑的溶劑給軟化或溶解了。其次，則需設法填補蟲洞，以強化其組織。然而，用以填補的化學材料一旦硬化之後，通常都很難再被反修護，而且在操作上必需十分地細心。不論除蟲或填補蟲洞都必需以不傷及作品為原則²²。

至於其它有機材質，像布料、動物毛皮、紙張和羽毛則需用放大鏡在強光下檢視，而且這類的檢察每年至少需執行四次以上，否則往往等到肉眼可輕易察覺的程度時，損害情況通常已相當地嚴重（圖 14）。

一般而言，乾洗（最好是用石油精）通常對於布料的消毒已經足夠。至於其它作品，維護師便得針對不同的材質選擇適用的除蟲劑，而且必先了解它所可能產生的副作用，因為有些化學除蟲劑可能會對某些材質產生傷害，例如：常被運用的甲基溴化物（methyl bromide）便會破壞皮革和塑膠。最好的防蟲之道仍然是透過良好的典藏環境和規律性的檢查方能見效。

C). 光線

a). 光線對藝術品可能造成的傷害

不同的材質對於光線的反應並不相同，通，有機材質，都有遭受光線和它所夾帶的熱能傷害的疑慮，就連有些化學合成和無機材質都有可能遭受光線的破壞，因此，儘量讓藝術品遠離日光、螢光、和白熱燈光是相當重要的。

²² H.J.PLENDELEITH 和 A.E. WERNER : The Conservation of antiquities and works of art, London, Oxford University Press, 1971, 2e ed, pp. 131-134.

光線，不論是可視或不可視的，都可能對物品造成傷害。光線的量、亮度、以及品質、或波長，都必須慎重地被考量在內，其中以紫外光和可視光譜中的紫光對作品的傷害最為嚴重²³。紫外線對於可視性絲毫沒有幫助，但卻比可視光的傷害力高上千百倍。它存在於太陽光之中，但也可能來自其它的光源，例如：螢光燈。長期曝露在日光或螢光燈下的作品的色彩會普遍地失去其原有的彩度（圖 15），而且由纖維質組成的材質，例如：紙張、棉布…等，也會因光線的曝曬而變得脆弱易碎。

光線對於材質的傷害是漸次累積的，而且與光線的量和曝曬的時間成正比。短時間的強光曝曬和長期的微光作用都有同等的殺傷力。例如：用 100 lux 的光度照射十小時的傷害力是與 1000 lux 照射一小時是相同的。

由於照明燈光所引起的溫度和相對濕度的變化也是不容忽視的，尤其是在白熱燈炮的過度使用情形之下。由於光線中的紅外線能釋放熱能，往往會在作品的局部表面形成溫度上升的現象。例如：由不同的色料所組成的畫面層，往往由於不同的色彩的吸熱度並不相同，而會有部份較易褪色的問題（圖 16-17）。此外，表面的吸熱，使得木料、紙張之類的材質的水氣含量產生了變化，而有崩裂、易碎、易被撕破的危險。有些展覽為了提高亮度，遂以 200w 強度的白熾燈裝在展示櫃中，過量且逐漸累積的熱能，嚴重地影響了展示櫃內部的 RH 值，也就是說因為熱能的提高而降低了空氣中的相對濕度。

茲將光線對各種材質可能造成的傷害列表如下：

材質	反應
木	褪色
木工裝飾	破裂 / 模糊不清
紙	易碎 / 變黑
天然纖維	易碎 / 褪色
絲綢 / 天鵝絨	組織上的破壞 / 褪色
皮革	易碎 / 褪色
毛皮 / 羽飾 / 毛髮	易碎 / 褪色
染色材質	褪色
動物膠	變硬 / 乾化
動物角 / 骨頭	易碎
色粉 / 染色劑	褪色
油漆或漆器表面	罩霧 / 褪色
油畫表面	褪色
賽璐珞	變黃 / 易碎
橡膠	品質惡化 / 粉碎

圖表 III. 光線對材質所可能造成的傷害

23 G. Thomoson :"Visible and Ultraviolet radiation", Mueums Journal, vol. 57, 1957, pp. 27-32.

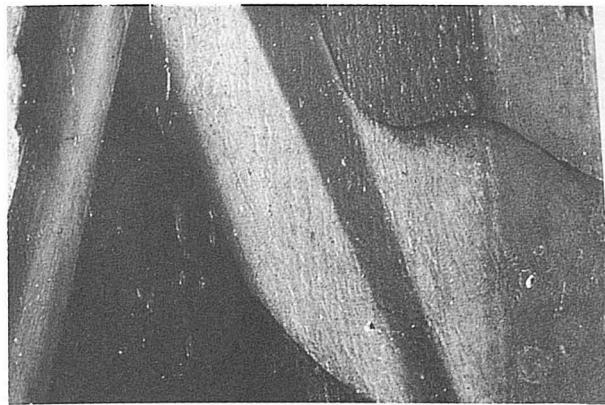


圖15 光線對於色彩的破壞往往可由受外框保護的顏色與畫面其它部份顏色的對照清楚地突顯出來，圖中最右邊的色彩之所以較為飽和鮮豔便是這個原因。

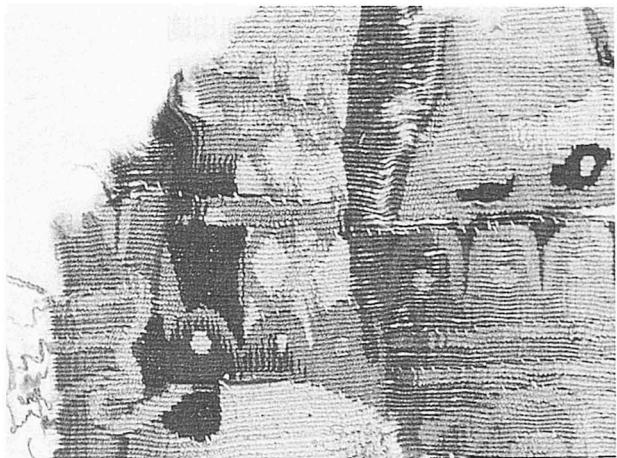


圖16-17 圖16為編織壁毯的碎片的正面，在與其背面(圖17)的色彩相較之下，可明顯地看出其原有的紅色幾乎完全褪色，而黃色部份也失去原有的彩度而變得較為灰暗。

圖18 許多彩繪雕像時常因為各種空氣污染而掩蓋甚至破壞了原有的美麗色彩，例如：不論東西方，神像便常由於燭火煙灰而蒙上一層深色的油垢，清洗也無法完全回復其原本的光彩。



b). 光源的分類及其控制

通常，我們可將光線的來源分為自然光和人造光源。自然光的光源不論強弱，一直都含有紫外光線和紅外線，其強弱無法靠人力掌控，只能用過濾或隔絕的方式來濾除有害的部份。至於人造光中的白熱燈炮則不含紫外線，並且可以輕易地透過距離的調整或電位器的使用改變其強弱，但仍需留意它與作品的距離是否足夠以避免過熱或造成燒焦起火的危險。另外，螢光燈管有的則含有紫外線，而且其光束並無法調整，只能用紗罩濾除。

在展覽時的光線，往往因視覺的需求而有過高的傾向。為了過濾光線中的紫外光，尤其是在使用螢光燈管的情形之下，我們可以運用各種紗罩或濾片、燈罩，這些濾材的色澤多半微微偏黃。若光線是自然光源時，則可在窗戶、玻璃外框或展示櫃上加裝過濾紫外線的玻璃、塑膠薄片或是有過濾功能的凡尼斯。前者是由兩片玻璃中間夾著一片有過濾作用的安全玻璃，它們的造價昂貴，但壽命很長，而且有防盜的功能。至於塑膠濾片則為無色的化學產物，其長處是可直接貼在已安裝的玻璃內側，壽命為五至十年不等，但不能用刷子刷洗。有過濾功能的凡尼斯則是用噴的，但玻璃面積不宜過小，否則會形成浪費，可用清水和刷子刷洗，若保養得當時，其壽命可達十五至二十年。

燈光照明設施應儘可能選擇強度較弱者，而且應安裝在玻璃櫃的外面，且應加裝濾除紫外光線的濾片，並與作品保持足夠的距離，以使作品整體的受光量達到均勻的效果，並且避免意外起火或材質損傷。除了熱能對於RH值以及物品中的水氣含量的影響之外，特別值得留意的是，上升溫度對會與空氣中的氧和二氧化碳起化學反應的物質，尚有加速其化學反應，造成更快速破壞的影響。

至於典藏空間則最好能完全隔離自然光源，若仍留有窗戶，則必需以厚重的黑布簾予以覆蓋，並僅在必要的時候打開人工光源，而其人工光源也同樣地必須經過適當的過濾。

c). 因應各種材質的光線強度

一般而言，對於光線特別敏感的材質，例如：紡織品、水彩和紙張，50至100 lux的燈光是可被接受的範圍，而對於較不受光線影響的材質則可接受至150至200 lux的強度。然而，對於展覽而言，50 lux的確是會對觀賞者造成困擾，因為走入展覽廳之後，雙眼仍需相當的時間方能適應如此微弱的光線，由於光線的傷害是漸次累積的，並不受忽強忽弱的影響，因而可藉由自動感應裝置，讓系統僅在有觀者靠近時才打開光源，以便能使用稍強的光線來配合短期展覽的需求²⁴。

通常我們可以將材質對於光線的敏感度區分為三等級，並在儘可能的條件下掌控在適當的範疇之內。

²⁴ 有關於燈光的掌控上，早於50和60年代便已頗被重視，有不少專家投入這一方面的研究。參閱 R.L. Feller: "Contrôle des effets détériorants de la lumière sur les objets de musée", Museum, Unesco, Paris, vol. XVII, n° 2, 1964, pp. 57-97.

材 質	光 源	最 強 的 照 明 度
較不敏感的材質：金屬、陶瓷、礦物、珠寶、玻璃、琺瑯、石材	可適應各種光源，但需留心光線中所夾帶的熱能	沒有特別限制通常300 lux 便已足夠
大部份的材質：繪畫、漆器、木頭、獸角、象牙…	嚴格地控制太陽光螢光燈管應當過濾	150 - 180 lux
非常敏感的材質：水彩、素描、印刷品、郵票、壁紙、手抄本、皮革、布料、壁毯、天然纖維…	絕對不可以接受太陽光的直接照射，人工光源也需嚴格過濾紫外線含量	最高 50 lux，最好能更低並限制曝光的時間

圖表四 各種材質所適用的光線強度

D). 污染

空氣中的氧以氧化的過程對許多材質造成傷害，例如：鐵的生銹，凡尼斯、畫面和塑膠材質的毀損、惡化都是因為氧氣加上其它因素所導致的化學傷害的典型例子。然而，一般的“污染”通常是指因為人類以及工業化所帶來的其它因素而言（圖 18），例如：亞硫酸（二氧化硫）和氫化硫都是這一類的典型。亞硫酸在城市的空氣中到處充斥著，經過與空氣的氧化會變成三氧化硫，若再與濕氣結合便會形成硫酸，而硫酸有在空氣中的污垢分子上聚集的傾向，而隨之附著於物品的表面造成傷害。這類的破壞在建築、戶外雕刻、甚至於建築的內部都很容易發現。

二氧化碳則是空氣中原本存在的污染源，會導致鐵金屬和含銅合金的生銹。一旦同時出有硫礦和氯氣的出現，會產生多種氧化和化學腐蝕的作用，尤其是在高濕度的環境之下，著名的青銅病變便因空氣中的氯氣和濕氣而加速產生。而織品、紙張則會因光線和空氣中所含的酸性污染的共同作用而快速損毀（圖 19）。

藝術品的維護不僅得顧及將RH值維持在安全的尺度之內，也因同時濾淨空氣本身，良好的中央空調系統雖然耗價昂貴，但確實是擺脫空氣中的微塵及過濾酸性的污染的良好選擇。

此外，在複合媒材或密閉的展示櫃、典藏櫃中，若有材質或物品會釋放酸性甚或有毒氣體時，例如：將紙類作品存放在酸性的卡紙中，則不但會使紙張本身更易發霉，且其酸性會逐漸累積並導致破壞其它材質的危險。相反地，若採開放式的系統，例如：開放式的展示櫃或置物架的典藏方式，由於空氣的交換和流通，的確有助於降低因材質釋放有毒氣體的傷害，但卻較無法因應灰塵及空氣污染的問題。因而，開放或封閉式的選擇便得視作品的組成元素來取決。

儘管開放式的展示或典藏方式，加上作品之間的分離措施，表面上看來似乎較能避免材質本身所釋放的有害物質的傷害，但除此之外，實際上仍有些特殊情況必需顧及，例如：未上保護漆或新上漆的木頭置物架，對於敏感度較高的材質仍會造成傷害，因為許多凡尼斯及油漆會釋放出具破壞性的氣體。新粉刷的牆或櫃子不僅會持續多日有強烈的味

道，而且它所釋放出來的氣體也是對物品有害的，幸而時間會逐漸降低其傷害力。同樣地有些複合材質，剛完成時材質之間並不相容，但若暫時予以分開在開放式的空間中完成各自的“成熟”過程之後，再予以組合則較能相容無礙。

三、材質之間的相互影響及保存材料的選擇：

材質除了其本身會因環境或人為因素遭受破壞之外，也會因環境加上其自身的問題連帶地影響與之鄰近或直接接觸的其它材質的產生或加速病變，例如：易受潮的酸性物質，像木頭之類的，若在濕度過高的環境之下與金屬直接接觸時，則會造成金屬的生銹；相對濕度的快速起伏變化將會加速木料及其附著金屬的破壞。木板上的紙張標籤將會因木板的伸縮而起皺或撕裂，而且會因木料的有機酸性而褪色及脆化。

事實上，有許多經常被用來充當保存時所使用的材料，例如：製成置物架的木料、金屬，錦盒用的紙類、布料，還有黏著用的膠質、化學樹脂…都可能因使用的不當造成更多的傷害。當代藝術家甚至直接用這些材料任意組合進行創作，而忽略了材質之間所可能相互產生的損害。茲將較常被運用、且在使用上較需留心選擇的材質分析如下：

A). 木料：

木料自古以來便是經常被運用的創作及保存材料之一，儘管木料應用在保存上具有多種優點，例如：經濟實惠、吸潮、便於應用…等，但大部份木材仍擁有會釋放酸性物質的重大缺點。木料中的乙酰和水結合後會釋放出乙酸（醋酸），而具有腐蝕的作用。

由於大部份的木料的酸鹼值顯示明顯地偏向酸性²⁵，因而欲獲得含酸性較低的木料並非易事，最好避免讓木材與任何對酸性物質過敏的材質直接接觸，例如：金屬，也避免讓它們一同置放於密閉的空間之中，如果非得選用木料時，則應儘量選擇含酸量較低、較偏中性的木材，例如：黃楊木（拉丁文：Gossypios permum praecox）、桃花心木（拉丁文：Tieghemella heckelii），而且木料愈老、砍伐下來愈久愈好²⁶。

除了天然木材之外，亦有加工處理過的木料，例如：聚纖板、合板。這些木料多半是由多種種類的木料所組合而成的，而組合時所使用的膠質有時候甚至比木料還多，且其使用的膠質泰半是以會對金屬和紙類造成傷害的甲醛（蟻酸）為主²⁷，而且儘管其膠品質的問題被改善了，關於木料本深身的酸性問題卻仍存留著。

²⁵ 由於取樣的新舊，木料的酸鹼值亦可能因之有所變化，但除了少部份，例如：非洲紅木（拉丁文：Dalbergia melanoxylon）、倫巴木（拉丁文：Terminalia superba）、韓國白楊木（拉丁文：Populus cathayana）等少數幾種木料的酸鹼值高於7之外，絕大部份的木料都為向酸性，有的的酸鹼值甚至只有3左右，例如：西部紅杉（拉丁文：Thuja plicata）。相關文獻可參閱 D. FENGEL / G. WERGENER: Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, New York, 1984, pp. 220-221, 264-2-264. 以及 R.H. FARMER: "Corrosion of metals in association with wood", Wood, nov. 1962, pp. 443-446.

²⁶ 新木（綠木）含濕度高，含酸性通常也較強。

²⁷ Pamela HATCHFIELD / Jane CARPENTER: Formaldehyde : How great is the danger to museum collections, Center for Conservatin and Technical Studies, Harvard University Arts Museums, Cambridge, Mass., U.S.A., 1987, p. 44.

為了解決上述問題，在作為保存材質時所使用的木料，可以選用覆蓋有美耐美(melamine，三聚氰胺)、ABS塑膠片或塑化鋁片的木料來代替。

至於油漆或保護透明漆則由於有會釋放出大量的酸性氣體的缺點，因而新粉刷過後的置物架或牆壁，必需予以足夠的時間排出這些氣體方能拿來應用。一般而言，戶外用的上等壓克力乳膠比室內的品質優良，較適用於展示櫃的粉刷。至於透明保護漆方面，壓克力樹脂凡尼斯仍是最佳的選擇²⁸。實際上，少有完全惰性的油漆或透明保護漆，因此仍因儘量避免讓它與物品直接接觸，最好能以透明塑膠布予以隔離。

B). 紙類：

和木料相似地，傳統的紙類產品多半帶有酸性，由於酸性會對大部份的物質造成傷害，包括紙張本身，因此，市面上已可找到無酸(PH大於7)的紙類製品，包括紙袋、紙盒…等，而且，有的甚至完全不含明礬、木質素…等會造成紙類變酸的物質，這種無酸紙與大部份的物質均能相容。

有的無酸紙甚至於含有3%的碳酸鈣，以維持PH值在8.0-8.5之間，這種微鹼性的紙類產品僅適用於其本質微微偏酸的物質的保存，例如：皮革和毛皮，以及多數的照片和負片。純中性紙類則有日久變酸的傾向，若作為保存維護用材料時，一旦其PH值降至6.0之前，最好便能予以淘汰換新。

C). 布料：

藝術品上的創作或保存用的布料，不論是天然或人造的，都應具有穩定、不怕光、不褪色的特質，最好是未經過過度加工的坯布。白色的棉、麻或其坯布、壓克力布料、聚脂纖維(polyester)和聚酰胺(polyamide，尼龍便是其中之一)較為適用。羊毛則除外，因為在腐壞的過程中，它會釋放出硫礦氣，而對某些金屬，例如：銀，造成傷害。

D). 金屬類：

金屬不但會因空氣或其它材質所釋放出來的酸性物質而產生病變，而且其彼此之間尚有更複雜的作用。若讓兩種不同的金屬相互接觸時，例如：將某種金屬雕刻擺置在另一種金屬的基座或展示架上時，則必需特別留意，因為它們可能因之產生電氣化學的腐蝕，兩種金屬之間的電位差愈大則愈容易造成腐蝕，而腐蝕的現象會產生於其中較為活躍不穩定的金屬上，例如：鋅和銅接觸時，鋅則較易受腐蝕，但鋅與鋁在一起時則情況反之²⁹。避免此類問題產生的最佳方式仍是勿讓不同的金屬直接相接觸。

²⁸ Jean TETREAULT : "Matériaux de construction, matériaux de destruction", La conservation préventive, 3 e colloque international de l'ARAAFU, Paris, 1992.

²⁹ Féderic OFFENSTEIN: "Incompatibilité entre matériaux ... Quels risques ... Quelles précautions?", Cahiers techniques du bâtiment, n° 77, dec. 1985, pp. 55-61.

E). 塑膠材質：

塑膠材質在美物館的保存素材中也被大量的運用著，從支撐的材料一直到隔離用的塑膠片、填充料，甚至於愈來愈多的藝術品本身也是塑膠材質製成的。然而，並非所有的塑膠材質均有穩定適用的特質，就色彩而言，黑色、白色或透明無色，而無太多其它的添加物質是較適當的選擇。

- a). 泡棉：聚氨基甲酸酯 (polyurethane) 泡棉在氧氣和光線的作用下都會逐漸變得容易粉碎並有變黃的傾向。不同種類的泡棉的壽命不盡相同，但不論是那一種都不宜長期使用，一般而言，聚乙烯 (polyethylene) 和聚苯乙烯 (polystyrene) 較常運用於保存材料上³⁰。
- b). 矽樹脂 (silicone)：矽樹脂本身具有穩定、惰性的特質，它常被用於多種材質的表面黏合上，例如：玻璃和玻璃、玻璃和金屬的膠合。當它在泡棉或管子狀態的情況下而被應用，並不會造成什麼問題，但若做為密封工具則會釋放大量的揮發性物質。密封用的矽樹脂主要可分為酸性(會釋放醋酸)、鹼性(有時被稱為中性或無味的矽樹脂，會釋放甲醇及氨) 兩種，使用時都具有毒性，前者最好能等上一個月，後者則至少過兩個星期的揮發期，方能將藝術品放入以之為膠合劑的保存櫃當中。至於以之直接黏合藝術品則非良好的選擇。
- c). 膠：大部份的化學膠質都具有變黃、變酸，逐漸喪失柔韌性，且變得易碎、易裂的傾向，因而除了創作時直接被應用的膠質之外，在藝術品上使用膠質便只能局限於修護上。任何用膠的情況都得耐心等候其完全乾燥。較能被接受於藝術修護用途的膠質為壓克力膠、澱粉膠以及可被加熱溶化的蜜蠟 …等。醋酸乙烯膠則由於會釋放大量的醋酸而不能適用於大多數的狀況之下，具有硫或氯成份的環氧基樹脂 (epoxy) 則不適合使用。

由於複合媒材作品的保存是近代所特別關切的問題，因而特將材質相互組合時可能產生的病變狀況簡列如下：

材質的組合	保存問題
木 / 木	體積的改變造成擠壓和裂縫
木 / 紙	紙張會產生斑點、變得易碎、被染色
木 / 織品	布料會被染色、變碎
木 / 天然纖維	天然纖維會變脆弱、破損
木 / 繪畫	木頭的膨脹、收縮造成畫面龜裂、剝落
木 / 金屬	金屬與木料的接觸造成生銹

³⁰ Jean TETREAULT : "Materiaux de construction, matériaux de destruction", La conservation préventive, 3 e colloque international de l'ARAAFU, Paris, 1992.

金屬 / 金屬	不同種類之間可能造成電氣化學的腐蝕、生銹
金屬 / 紙	金屬生銹、紙張被染色
金屬 / 布料	金屬生銹、布料被染色
金屬 / 皮革	皮革中的單寧酸會使金屬生銹
金屬 / 繪畫	金屬容易生銹、畫面則易龜裂、剝落
金屬 / 石膏	鹼性材質會使金屬生銹
金屬 / 動物膠	微酸性且吸濕的動物膠可讓某些金屬氧化

圖表 III. 材質之間的相互作用

至於各種材質的優劣及其選擇，有些情形可透過相當簡便的方式予以測試，例如：PH值的檢測；有的則需仰賴更為精密的儀器，甚至於透過專家之手來測定，然而觀念的建立才是最基本的工作。

一般人往往有一種不正確的觀念，認為藝術品的保存只是館內研究員的責任，實際上，藝術品的維護是全人類共同的任務，每一個人實際上都負有相同的責任，而其差異僅在於參與程度有別罷了。這個工作不能單單仰賴博物館員或修護師來執行，各方的專家亦應當建立起在必要時適時地伸出援手，以共同達到延續人類文化資產的任務。

保存維護的工作可降低其中任何因素所造成的傷害，並減少意外發生的頻率及嚴重性。美術館或畫廊應經常邀請專業的維護師來進行專業指導，例如：當獲贈或購買一件藝術品時，最好先檢視其材質的保存狀況、作品曾被修護的程度，甚至於其真偽問題。當作品將被放置於適當的展示場所之前，是否需要進行進一步的保存或修護措施，或在運送和於外地展出時的維護工程，都應廣徵專家的協助。

就現今的科技條件而言，我們或許尚且無法讓藝術品的軀體得以“永恆”或“長生不老”，但卻可以儘可能地延續其生命，如同我們的先人為今日所做的努力一般地，儘量將最美好的藝術及工藝品留給未來的子子孫孫。

參考書目：

BERDUCOU (M.C.) : La conservation en archéologie, méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques, ouvrage collectif coordonné par Marie Cl. Berducou, Masson, Paris, Milan, Barcelone, Mexiico, 1990.

CHAVANNE (Blandine) : "Un coup de peinture, un coup de jeunesse ou de la restaurarion de l'art contemporain", Conservation -Restauration des Biens Culturels, revue éditée par l'Araafu, déc. 1991, n° 3, pp.8-9.

FAMER (R.H.) / PORTER (F.C.) : "Corrosion of Metals in Association with Wood", Wood, nov. 1962, pp. 443-446.

FENGEL (D.) / WEGENER (G.) : Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, New York, 1984.

JOHNSON (E. Verner) / HORGAN (Joanne C.) : La mise en réserve des collections de musée, Unesc.

LAFONTAINE (R.) : "Normes relatives au milieu pour les musées et les dépôts d'archives canadiens", Bulletin technique de l'Institut Canadien de Conservation, mai, 1981.

LAROQUE (Claude) : "La conservation préventive dans un cabinet graphique", Conservation -Restauration des Biens Culturels, revue éditée par l'Araafu, déc. 1990, pp. 11-19.

MERRILY (A. Smith) / MARGARET (R.Brown) : Metting and Hinging of Works of Art on Paper, The Consultant Press, New York, 1981.

MILES (Catherine) : "Wood Coating for Display and Storage Cases", Studies in Conservation, vol. 31, 1986, pp. 114-126.

OFFENSTEIN (Frederic) : "Incompatibilité entre matériaux...Quels risques...Quelles précautions?", Cahiers techniques du bâtiment, n° 7, déc. 1985, pp. 55-61.

SAUNDERS (D.) : "Filtres ultra-violets pour les sources de lumière artificielle", Bulletin technique de la National Gallery, vol. 13, 1989.

SAVARD (J.) / LEROCHE (D.) : "Action des bois sur le cuivre et l'aluminium", Bois et forêts des tropiques, n° 120, 1968, pp. 37-48.

STAMM (Alfred J.) : "Three Methods for Determining of the PH of Wood and Paper", Forest Products Journal, July 1961, pp. 310-312.

STOUT (George L.) : The Care of Picture, Dover publications, INC. New York, 1948 (1975 再版).

STOLOW (N.) : "L'organisation technique d'une exposition internationale d'art", Museum, Unesco, Paris, vol. XXI, ,1968, nO 3, pp. 183-244.

WARD(Philip) : The Nature of Conservation, A Race against Time, The Getty Conservation Institutue, Marina del Rey, California, 1986 (1989 再版).

WERNER (Gunnel) : "Corrosion of Metal Caused by Wood in Closed Spaces", Recent advance in the conservation and analysis of artifact, Summer school press, University of London, 1987, p. 44.

