

美術館藏品保存的理論與實務

岩素芬

摘要

本文乃針對國內博物館、美術館執行藏品保存時，欲達標準環境之硬體需求或無法達到理想時之替代或解決方法，在展覽、儲存、包裝用材上之考量及環境偵測之用具等在保存實務上可能遭遇的狀況，提供可行之方案。

大型的博物館、美術館若有足夠的經費，可以設置具有溫、濕度控制、空氣流通與過濾之空調設備，若經費不足，可以微環境做為調控的單位，配合藏品材質的特性與商品如乾燥劑、調濕劑的使用，達到保存維護的目的。適當的溫、濕度調控可以解決大部分的藏品劣化問題。

關於光線，必需注意的是紫外線及照度的問題。自然光中有波長 300~400nm 的紫外線，對藏品有較大的破壞力，經過玻璃可吸收波長 300~350nm 者，使用吸收波長 350~400nm 的有機吸收材質，可以克服紫外線的破壞。照相機的閃光燈對材質的影響，可依循一般照射總劑量的限制來規範之。燈具種類眾多，以不發熱且不釋放紫外線者為佳，若會釋放紫外線時可加過濾罩。

酸性氣體對藏品具有腐蝕性，其來源可能是展覽、儲存或包裝的用材，測試空氣中氣體之酸鹼度，可以了解藏品所處環境的優劣，最好能找出不良氣體的來源並改善之，釜底抽薪的方法是選擇不釋放酸氣之用材，可避免日後產生的劣化問題。

蟲菌的防治必需靠良好的環境條件，且必須經常檢查。蟲害處理的方法有物理及化學方法，每種方法都有其適用對象及利弊，應視狀況而定。

目前消防用藥中的海龍替代品有數種，本文謹提供國內常見的五種相關資料，以供參考。

壹、前言

近

來國際間文物保存有一種新的趨勢，就是「預防性保存」越來越受重視，這正符合我們中國人說的「預防重於治療」的理念。鑑於國內未有修復人才養成之機構，而博物館、美術館藏品保存問題亟需解決之際，「預防性保存」確實可以減少或減緩藏品的劣化。

預防性保存泛指預防藏品劣化之自然或人為之因子，環境不良的溫度、濕度、光線、空氣污

染物、蟲類、菌類，乃至於天然災害中的水災、風災、火災等或人為的政策錯誤、用材不當、不正確的操作、盜竊等，將使藏品毀於一旦。將以上劣化因子一一克服，皆屬於預防性保存工作的範疇，也正是藏品保存者的重要使命。

儘管國內在藏品保存環境方面已有標準可循，但是礙於國內藏品保存觀念尚屬萌芽階段，有關此方面的資訊、資源得之不易，或因經費有限，使得保存之環境硬體無法符合理想，保存工作難以推動。此篇文章是筆者今年

五月初在省立美術館舉辦之研習會中為館藏單位準備的演講題材，主要是針對執行預防性藏品保存時欲達標準環境條件之硬體需求，或無法達到理想時之「權宜之計」，或可能面臨的問題等。此為筆者彙整國內外相關資料，並且參考平日在博物館工作之實務經驗，整理出一些資料，包括溫度、濕度、光線、空氣品質、蟲菌防治、展覽、儲存、包裝用材、消防用藥之考量。但諸如防震、如何持拿藏品、災難處理等並未說明。以完整的「預防性保存」內容而言，本文尚嫌不足，

容待日後有機會再充實之，但希望能藉此拋磚引玉，得到更多人的參與，共同建立一套適合國人的「藏品保存學」。

貳、溫、濕度

一、空調特性的介紹

空氣調節（簡稱空調），係譯自英語 Air Conditioning 一詞。儘管博物館、美術館的建築會影響理想溫、濕度保存條件的維持，但是空調仍是維繫藏品保存的關鍵。美國的博物館空調系統稱之為 HVAC 系統（heating, ventilating and air-conditioning systems），可達到空調之四要素（即溫度、濕度、氣流、清淨度）的要求。故宮博物院使用的就是 HVAC 系統：由中央控制，分區管理，濕度的維持是利用冷凍方式將濕空氣冷卻至露點以下，冷凝水流至集水槽，乾燥空氣再經高壓蛇形管獲得熱量，流出的空氣可達到所需之溫、濕度標準。

二、溫、濕度測定儀器的介紹

溫、濕度計有乾濕球濕度計、毛髮濕度計、電子式溫濕度計等，使用時可分為記錄型及顯示型兩種，記錄型又分為一日、一週、一個月、三個月、六個月或長時間等不同型式。若是經費不足，至少可以購買千元左右的電子式溫、濕度計，以了解藏品所在的溫、濕度狀況。

三、微環境控制溫、濕度的方法

基於經費有限，且藏品保存條件必須嚴格控制之下，可以利用微環境來達到目的。若數量不多，可以使用單件處理的方式，如金屬器必須保存在相對濕度 40% 以下，可將之密封於絕氣之塑膠袋，內部再放置乾燥劑或是 RP 劑。至於相對濕度必須維持 60% 之有機材質類藏品，可用調濕劑或 RP-K 劑維持。若是使用乾燥箱，因密閉性佳，也大致能維持藏品於所需的溫、濕度環境中。也可以一個空間、房間做為環境控制單位。展示時對於濕度要求嚴格之藏品（如金屬器或有機類材質），可使用經濕度調整、控制之密閉櫃。

四、調濕劑與乾燥劑性質的介紹

茲介紹可用來處理微環境之相對濕度或氧氣量的幾種商品：

（一）乾燥劑：

1. 無水氯化鈣（ CaCl_2 ）：吸水性強，每公斤無水氯化鈣可吸水 1.2~1.5 公斤，吸水後呈液狀氯化鈣，加溫可使之再生，但吸濕能力會降低。

2. 矽膠（silica gel）：含二氧化矽（ SiO_2 ）之多孔物質，矽膠有不同的密度規格，無水矽膠具吸水功能。一般密度之矽膠在 50% RH 也具有好的調濕性（即吸、放水氣的能力相等），但是在其他相對濕度時，吸、放水氣的能力則不相等。欲以一般矽膠做為調濕劑只能用於小空間，因為其調濕性不如調濕劑，需放置之量也較多，所以無水矽膠適合作為乾燥劑之用，可控制金屬

器於 40% RH。矽膠放置於 120°C 烘箱加熱 12 小時，可再生使用。

（二）調濕劑：所有吸濕性物質皆可對濕度變化起緩衝作用。商品化的調濕劑有 Art-Sorb、Nikka pellet、Arten Gel 等廠牌。日製 Art-Sorb 的成分是一般密度及中等密度之二氧化矽。使用方法是將調濕劑放在所需之相對濕度（Art-Sorb 可以將環境相對濕度維持在 40~70% 範圍中的一相對濕度下）中平衡，一星期後，再與藏品一起放入密閉空間，舖上薄薄一層的 Art-Sorb（勿超過 2 公分的厚度），每一立方公尺放置 Art-Sorb 0.5~1 公斤。若使用調濕紙，每一立方公尺放置 Art-Sorb 調濕紙 5~10 張，盒裝者則每一立方公尺放置一盒。顆粒狀調濕劑可烘乾（120°C，6~8 小時或 150~180°C，2 小時），然後調整成所欲使用之相對濕度。

（三）RP 劑：會吸收水氣、氧氣及腐蝕氣體，適合用來儲存金屬類藏品時用之。（一般金屬器也可用乾燥劑處理，但是有銅器病的青銅器必需控制水氣和氧氣，防止惡化。）

（四）Ageless-Z：成分為細鐵粉，會吸收氧氣，可用作殺蟲處理。

參、光線

一、自然光和閃光燈與藏品劣化的關係

（一）自然光（日光）中有大量的紫外線（200~400nm），其中短波部分（200~300nm）已被地球大氣層吸收，照射到地面上的是長波紫外線（300~400nm

，占地球表面日光的5%)，300～350nm的紫外線可被玻璃吸收，350～400nm的紫外線對藏品具破壞力，使用有機材料（使用塗佈、粘貼方式或紫外線過濾罩）吸收紫外線，可以除去300～400nm的紫外線。

(二)國際間爲了在保存與展示之間找到妥協，脆弱藏品可接受光的照射總劑量目前爲53,800～120,000勒克斯小時/年。事實上，光線對於對光線敏感之藏品的破壞是累加性，儘量減少光線照射，可以延長藏品存世期限。閃光燈照度高，但瞬間之短時間，其對於藏品的影響仍遵循「互通原則」(reciprocity principle)——即藏品受光照射破壞的影響與照度及照射時間的乘積成正比。

二、燈具的選擇

(一)白熱燈：釋放的紫外線少，但是放熱較多。

(二)螢光燈：放熱較少，但是釋放的紫外線多，可購置含低紫外線之螢光燈或加紫外線過濾罩。

(三)光纖：光源經特殊處理，可除去紫外線。因光源不放在展示櫃內，可避免因燈具而造成櫃內溫度升高。在相同的照度下，光纖照明系統較傳統照明省電。但是光纖到目前尚不是很穩定的技術，例如某些材質的光纖日久可能會變色，或紫外線過濾器壽命不長等問題，所以不宜貿然用之。

肆、空氣

一、空氣酸鹼程度的測定

新落成建築之混凝土至少經過兩年才會完全乾燥，從混凝土中會釋放鹼性物質，如無機微粒及氨氣，使環境成鹼性。此外藏品周遭環境的用材或受外界污染氣體的影響會使環境呈酸性。我們可利用環境酸鹼測定試紙（可向日本文化財產研究所購買），經48小時後即可測出空氣酸鹼程度，從而改善環境狀況，確保藏品安全。

二、空氣污染氣體的測定

由氣體檢知管或金屬片腐蝕實驗（約一個月的測試時間）得知環境污染氣體的濃度，使用活性炭濾網可以吸附不良氣體，斷絕空氣污染源乃是治本之道。

三、空氣粒塵之介紹

空氣粒塵依性質可分爲灰塵、金屬煙塵、酸霧、黑煙，依粒徑大小可分爲總懸浮粒、懸浮微粒、落塵。空氣粒塵可由空調中的濾網過濾之，尤其典藏庫房必需達85～95%濾塵效率，才能使藏品免除污染。

伍、蟲菌防治

博物館收藏的都是珍貴的文化財產，其中以有機材質中的纖維素如紙張、木材、竹材、麻、棉或蛋白質爲組成成分的毛、皮、絲、骨、牙、角等，最容易受到昆蟲及黴菌的侵犯。例如，昆蟲直接用發達的咀嚼式口器啃咬，造成各種食痕或文物的穿孔，

有些是間接因其排泄物污染了文物，更有些昆蟲的屍體成爲食餌，誘引某些文物害蟲的聚集，損壞文物。

菌類包括細菌、黴菌等，黴菌危害較常見，其生長條件要求不高，只要有少量的水及營養來源，一旦環境因素適合，便迅速地蔓延開來，輕則產生不同顏色的污點，嚴重者則造成整個文物毀壞。據了解，曾在文物上發現的昆蟲至少有七十多種，而黴菌至少有兩百多種。因此無論是昆蟲或黴菌，其體型雖小，但因其繁殖力強，一旦潛伏在文物之中便伺機而動，對文物造成嚴重的威脅，因此其防治也倍受重視。

藏品有害生物的防治，可從三個層次著手。第一道防線是防止蟲菌進入，若是第一道防線失守了，便利用第二道防線，使蟲菌在嚴密的監測之下，無法生存。萬一第一及第二道防線都無法阻絕蟲菌，則只有在發現蟲菌之後進行處理。以下就以這三點分別加以介紹。

一、環境的需求

(一)防止蟲菌的進入：

- 1.館外：
 - (1)外牆避免草木叢生。
 - (2)屋外鳥巢、破片要除去。
 - (3)屋頂排水管要常清理。
- 2.館內：
 - (1)建築物中的木造部分，要選材質堅硬者。
 - (2)會有樹脂流出者，如針葉木，不可用做建材。
 - (3)水管不能漏水，而且天花板儘量不要有水管通過。
 - (4)門窗加裝紗網且邊緣緊

密，以防成蟲飛入。

(5)門底下的縫隙可加收邊條。

(6)排水口、通氣孔也要加細網，網越密越好，但也不可影響到排水、通氣的順暢。

(7)地板、角落等縫隙之處要填補。

(8)最好每個陳列室、收藏室能獨立，必要時可分別封閉進行消毒。

(9)收藏櫃離牆至少5公分以利通風及清理（勿靠近外牆）。

(10)收藏櫃底部不要與地板密接，以免灰塵不易清理並且容易受潮。

(11)最好不要鋪設地毯以免灰塵蓄積，因爲灰塵可能成爲昆蟲、黴菌的食物來源。

此外，無論是館內或館外，都不能有物品的堆放。蟲菌的進入還可能從下列媒介，例如工作人員的食物，栽植新鮮植物，訪客，博物館之間的借展，新添的文物，陳列、儲藏用材等機會，攜入蟲源。因此藏品進入館內時，必須先進行檢疫（最好有緩衝室可隔離及進行檢疫）。有問題者可先套袋隔離，處理之後才可收藏或展覽。

二、藏品蟲菌偵測所需配備

第二道防線是萬一蟲菌進入館內，也必需令其無法生存。這必須藉由專人平常的巡視，一般需要手電筒、放大鏡、鑷子、記錄簿、裝有含70%酒精瓶子或小塑膠袋以收集蟲樣，粘蟲紙可作長期監測。維護環境清潔更是蟲菌防治重要的一環，最好是使用吸塵器，當你看到蜘蛛網時表示

環境衛生已亮起紅燈了。除了維護清潔之外，必須要常翻看有無蟲的蛀屑、蛻皮、糞便或蛀孔等。博物館常見藏品害蟲，竹、木、紙類（爲纖維素材質）常見者如衣魚、書虱、煙甲蟲、蟑螂、竹粉蠹、家具甲蟲、白蟻等；絲、毛、角、皮類文物（含蛋白質成分）常見者如衣蛾、皮蠹等；菌類如青黴菌、黃麴菌等，因此負責人員必須對蟲菌生活史、型態有基本的認識。

溫、濕度適合與否，對於蟲菌的生存也有決定性的影響。尤其環境的控制對遏止黴菌的生長最有效。一般可由空調來控制溫度及相對濕度，必須依文物材質設定條件（防止黴菌的滋生，相對濕度必須小於65%，溫度爲20～25℃，昆蟲可忍受較乾燥的環境，但生存仍需要水）。此外並保持通風及空氣的潔淨。

若無法由專人定時監測害蟲，可藉由粘蟲紙或粘蟲紙上加食餌、昆蟲費洛蒙或燈光來誘捕昆蟲。此外可利用忌避劑來驅趕昆蟲，如樟腦丸就是忌避劑，不過據國外報告指出：溫度的變化會使樟腦在藏品上面形成結晶，而與藏品產生化學變化，所以樟腦丸應放置在離藏品較遠的地方，並用手工紙包起來。從前也有人用對二氯苯(p-dichlorobenzene，簡稱PDB)驅蟲，但是因爲對二氯苯會使紙變黃、墨褪色，歐美有些博物館現已捨棄不用。目前市面上買得到的通常是茶丸而非樟腦丸，其使用量亦不可太高，以免對藏品材質有損。

當蟲菌通過兩道防線之後而仍然存活的話，在發現蟲隻時首先必須保留發現蟲菌的現場，並

請專家鑑定。處理蟲菌時必須要問：

(一)造成危害的蟲菌是什麼？其數量、密度如何？

(二)造成損害的對象是否包括陳列、儲藏空間或藏品？受損件數多少？損害程度如何？

(三)第一、二道防線中出了什麼問題或是偶發事件？也就是要了解昆蟲的來源，然後決定處理方式及範圍。

三、如何與消毒公司協調

必須進行消毒處理時，可分爲藏品單獨處理方式或環境與藏品同時處理方式。一般處理藏品蟲菌的方法都引用類似食品衛生、環境衛生或農業害蟲、病菌的處理方法，因爲若處理不當反而會加速藏品的劣化，所以務必以藏品材質不受損害或受損程度降至最低爲第一優先考慮。甚至處理時，還必須考慮其對於工作人員健康的影響及對環境污染的程度。

一般環境消毒或是熏蒸處理，都會請館外消毒公司執行。爲了掌握消毒狀況及留存記錄，務必請消毒公司開具施工計畫書才予以施工、付費，其內容包括：

- (一)病媒防治公司之名稱、住址、電話、負責人
- (二)客戶名稱
- (三)施工原因
- (四)防治對象
- (五)施工地點、範圍
- (六)施工時間
- (七)施工方式、施工次數
- (八)用藥名稱、劑型、濃度、殺蟲劑許可證字號、用藥量、藥

效期限

(九)費用

(十)病媒防治管理人姓名、證照號

(十一)施工技術員姓名、證照號

(十二)客戶注意事項

(十三)藥劑資料、預防中毒方法、解毒方法

四、藏品害蟲處理方法特性之介紹

一般消滅害蟲的方法，可分為物理法及化學法。簡單介紹於下：

(一)物理法（對昆蟲較有效，適合處理藏品本身）

1.高溫殺蟲：將藏品套袋，並放在50~60℃的容器中進行滅蟲，1~8小時即可完成，但溫度不宜再提高，以免對文物質地造成傷害。此外也要注意高溫處理對某些由膨脹係數不同材質組成的藏品可能引起崩裂，還有藏品粘接部位的脫膠也都必須列入考慮，尤其含蠟質、樹脂會融解，皮革類也會因加熱而產生化學變化，則不適合。

2.低溫殺蟲：將藏品套袋封緊，當冰庫溫度降到-20~-30℃，才將藏品放入。放置2~3天後，拿出冰庫，可使大部分的昆蟲死亡，為防止蟲卵未被低溫殺死，可再重複一次低溫處理。處理後恢復至室溫才可打開套袋。（油畫不適用此法）

3.輻射殺蟲：以 γ 射線照射，使害蟲死亡，使用劑量在0.2~0.5KGy可用來殺蟲，若用來除黴，因劑量需較高，藏品材質會因而受到破壞，故不宜。

4.缺氧處理：在密閉空間內改變空氣的成分，如置換成其他氣體如二氧化碳、氮氣、氬氣，或用如商品Ageless-Z來吸附氧氣，將氧氣濃度降低至0.3%，造成昆蟲缺氧致死。由於此法對環境、藏品造成的損害較小，因此國外許多學者正往此方向開發。

(二)化學法：

利用化學藥劑滅除藏品害蟲，依殺蟲劑成分可分為三類：

1.有機磷類：如陶斯松(C₉H₁₁Cl₂NO₃PS)，具胃毒及觸殺的作用。

2.氨基甲酸鹽類：如拜耳(C₁₁H₁₅O₃N)，具胃毒及觸殺作用。

3.除蟲菊類：對許多昆蟲有效，藥劑具殘效性，對人體影響小。

一般殺蟲劑常用在環境的處理，處理範圍通常只在牆邊、牆角。此外必須考慮藥劑型式及用藥種類、劑量、施藥方式等，最好選擇值得信賴的消毒公司處理。

當藏品蟲害嚴重時，燻蒸處理藏品或空間是最迅速、最有效的方法。常見燻蒸劑有溴化甲烷(CH₃Br)、環氧乙烷(C₂H₄O)、好達勝(主成分AIP)或是合成除蟲菊。溴化甲烷殺蟲效果好，亦能殺菌。環氧乙烷無論殺蟲或殺菌能力都強，因其具爆炸性，許多國家已禁用。在台灣常用的是日本燻蒸劑Ekibon，其組成為14%環氧乙烷及86%溴化甲烷。燻蒸用合成除蟲菊(除蟲菊只具殺蟲功能)是將該藥溶在高壓液化的二氧化碳中，當藥劑從鋼瓶噴出時，二氧化碳氣化帶出藥劑，此法的優點是不帶水分，不

會污染材質。好達勝常用在書籍的燻蒸，但是會腐蝕金、銀、銅器，所以應避免用於含金屬類的材質。

無論使用殺蟲劑或燻蒸劑，必須了解藥劑是否與文物產生反應，如環氧乙烷會和纖維及樹脂反應，溴化甲烷則與含硫物質產生反應而發出臭味等，即使燻蒸後經過解毒的程序，微量的藥劑殘留亦會使複合材質中的金屬腐蝕。

處理之後，應時常追蹤害蟲處理的效果，了解害蟲族群是否已消滅。同時也要了解藏品材質經物理或化學方法處理後的變化情形。

無論是物理法及化學法皆有其適用對象，身為藏品管理者必須熟知其優缺點，才能有效處理蟲害問題並確保藏品的安全，此即所謂的「完整的害蟲管理法」(IPM, Integrated Pest Management)。

五、黴害問題的探討

黴害是藏品劣化的重要因素之一，經調查發現，在藏品上檢測出來的黴菌種類和空氣中的黴菌種類差不多，黴菌孢子散布在我們的周遭，當環境相對濕度大於65%時，若有食物來源，黴菌孢子便會萌發。防止黴菌危害，材質含水量不能太高（如木質含水量不大於20%）、環境相對濕度必須小於65%，並保持通風，以防止溫度的差異造成局部水分凝結，助長黴菌孢子的萌發。

黴菌危害必需從環境物理因素著手改善才能解決問題，以上所提除蟲方式中，低溫法及無氧法只能抑制黴菌活性，並無法完

全殺死；而 γ 射線處理法消滅黴菌的劑量太高，恐怕會破壞材質；燻蒸法中使用的燻蒸劑可消滅黴菌，但是燻蒸後的解毒必需完全才能避免藥劑的殘留。若不慎發生藏品發黴，一時無法處理，先將藏品隔離、套袋放入冰庫（低溫可破壞黴菌菌絲的生長，但卻無法殺死孢子），然後請修復師處理。一般處理發黴藏品的原則是：先將藏品放置於相對濕度小於65%且通風良好的環境，然後用特殊的吸塵器除去藏品上的黴菌菌絲，接下來修復師會依材質進行濕洗或乾洗，去除斑點等步驟。

發黴的環境要清洗及消毒，改善環境後藏品才可放回。若用化學藥劑，70%酒精有殺菌的作用，但使用酒精擦拭必須在黴菌量不多時或黴菌生長已受控制，也已用吸塵器處理過，並且確定藏品上的彩繪不會被酒精溶解的情況下才可用之。

陸、美術館藏品儲存、陳列、運送用材之探討

美術館藏品常在不知不覺中受到儲存、陳列、運送中用材的影響〔表1〕。這些用材包括：

一、木材

二、木材板料製品

三、紙與硬紙板：測量紙質的pH值可用pH筆，當線條呈藍色，表示紙材不含酸性物質；線條呈綠色，表示紙材為微酸性；線條呈黃色，表示紙材為酸性；微酸性或酸性皆不適於藏品保存之用。

四、塗料

五、塑膠製品：塑膠片、發泡棉、發泡板

六、黏著劑與膠帶

七、織物

八、線與管

九、其他

在八十四年《博物館蒐藏經營管理之理論與實務研習會》一書中有介紹說明各種最佳與最劣材料，可參考之。

柒、消防用藥——海龍替代品的介紹

海龍可分為全區放射系統Halon 1301之滅火劑及手提型1211滅火劑，因海龍具有不殘留、不導電、優異滅火效果與人員安全性考量的特性，所以被廣為使用。但是因海龍滅火劑分子結構中所含的溴，會嚴重破壞大氣臭氧層，依1993年聯合國蒙特婁議定書的第五次締約國會議中，決議自1994年1月1日起，海龍滅火劑全面禁產。美國國家防火協會(NFPA)在NFPA2001標準規範中，列出八種適用的海龍替代品，但是目前僅剩五種合乎環保需求，〔表二〕（見次頁）即是五種海龍替代品性質的比較。

由於海龍替代品各有其優缺點，包括環保顧慮（如溫室效應、大氣層存留期）、人員安全考量、滅火效能（如與海龍替代品等效量）與經濟成本，目前正處於過渡期。此外水霧方式因用水量僅為傳統濕管滅火用水量的十分之一，水霧因增加表面積，容易吸收熱量、降低溫度，並能形成龐大水蒸氣覆蓋於燃燒面，遮斷火源所需氧氣之優點，所以有

〔表1〕室內污染源及影響之文物種類

污染物	污染源	受影響之材質
含硫之化合物，如： 硫化氫(H ₂ S)、 羧基硫化物(COS)	羊毛；毛氈 橡膠；粘著劑、封填劑(sealant)	銀、銅
有機酸類，如： 甲酸(CH ₃ COOH) 醋酸(CHOOH)	木材：橡木、木材加工物、夾板 顏料：含油分者 粘著劑、油漆：PVC、PU、矽膠 防蟲、防腐劑	鉛、銅、鋅、鎳、鎂、陶器、殼(shells)、含鹽類之石器、紙
甲醛(CH ₂ O)	黏著劑：尿素、酚、甲醛 木材：木材加工物 織品 顏料	大部分的金屬及有機物
氯化物	塑膠：PVC、PVDC 阻燃劑：無機鹽類(磷酸、酸鹽類)	銅、鋁、鋅、鐵
氮氧化物(NO、NO ₂)	塑膠：硝化纖維素	銅、鐵

（此表譯自大英博物館出版之《Selection of Materials for the Storage or Display of Museum Objects》一書）

些西方博物館（如法國羅浮宮）也採用之。

（本文係作者於本館今年五月所舉辦之「美術館藏品的保存維護——膠彩畫、雕塑研習會」所發表之論文修改而成）

〔參考資料〕

1. Selection of Materials for the Storage or Display of Museum Objects, British Museum, 1996.
2. 《博物館藏經營管理之理論與實務研習會》國立自然科學博物館 1995
3. Storage of Natural History Collections : A Preventive

Conservation Approach, SPNHC, 1995.
4. Conservation of Cultural Materials, University of Canberra

作者簡介

本文作者現任國立故宮博物院科技室科長

〔表2〕海龍1301替代品之特性的比較（註1）（*：註10）

製造商	ANSUL	杜邦	大湖	3M	NAF
替代品名稱	INERGEN	FE-13	FM-200	CEA-410	NAFS-III
化學式	N ₂ -52% Ar-40% CO ₂ -8%	CHF ₃	CF ₃ CHFCF ₃	C ₄ F ₁₀	HCFC Blend
*GMP（溫室效應）	0	高	中	高	低
ODP（臭氣層破壞值）	0	0	0	0	0.04
*ALT（大氣層存留期）	0	400年	31~41年	500年	7年
有效濃度	35%	14.4%	7.1%	6.6%	8.6%
毒性LC50(註2)	N/A（註3）	>65%	>80%	>80%	64%
NOAEL(註4)	43% (相當12%的氧)	50%	9%	40%	10%
LOAEL(註5)	52% (相當10%的氧)	>50%	10.5%	>40%	>10%
熱分解物	無	HF（氟化氫）	HF（氟化氫）	HF（氟化氫）	HF（氟化氫）
*海龍1301替代品 等效替代量	1/10.5	1/1.93	1/1.66	1/1.67	1/1.09
蒸氣壓 77°F	2205psi	686psi	66.4psi	42psi	199psi
系統類型	高壓系統	高壓系統	低壓系統	低壓系統	低壓系統
EPA SNAP(註6)摘要	允許使用於有人、無人空間、防 爆（抑制爆炸） 應用	允許使用，但使 用範圍受限於 EPA的規定	允許使用於有人、無人空間、防 爆（抑制爆炸） 應用	允許使用，但使 用範圍受限於 EPA的特殊應用 規定	允許使用於有人、無人空間、防 爆（抑制爆炸） 應用
NFPA 2001(註7)	符合	符合	符合	符合	符合
UL/FM認證(註8)	是	否	是	是	ULC（註9）
我國內政部通過	是	否	是	是	是

註1：此表轉載自《安全&自動化》期刊 Vol.13 <海龍替代品——海龍1301替代品重要特性比較> 吳佩卿 P163~169 1996
註2：毒性 LC50 即致命濃度，指在此濃度下，四小時後會有50% 的實驗老鼠死亡的藥劑濃度。
註3：加拿大UL實驗室
註4：NOAEL即安全濃度，指在特定濃度下，藥劑不會對人體產生不良影響。
註5：LOAEL即不安全濃度，指在此濃度下，藥劑對人體產生不良影響，如心跳加速，血壓升高。
註6：EPA SNAP (Significant new alternative policy program)，即美國環保署的重要新的替代政策。
註7：NFPA2001為美國國家防火協會的零污染滅火藥劑系統規範。
註8：UL/FM即美國的Underwriters Laboratories或Factory Mutual，為消防安全設備之檢測機構。
註9：N/A：無法評估
註10：表中之*表示選用海龍替代品時應考慮的重要項目。