



典藏科技文物庫房的保存環境與其有害因子的監測

Conservation Environment for Science and Technology Museum Storage and Monitoring for Harmful Factors

黃振中

Huang, Cheng-Chong

摘要

為有效預防已存在劣化之藏品使它不續惡化下去，必須有計畫地先瞭解藏品周圍保存環境，逐步監測來探究影響環境的因子及來源，來確定危害保存環境的因素，以作為改善保存環境及後續處理藏品的依據。本文以國立科學工藝博物館所蒐藏表徵國人科技演進及產業重要發展歷程之科技文物為對象，從文獻探討對文物保存條件及有害因子的監測等問題建立理論架構，並以保存科技文物所面臨實務工作的問題重點，希由理論與實務兩個面向討論，與從事博物館文物保存工作者相互交流，進而有助進立博物館在預防性保存管理作業於偵測空氣污染物之流程。

關鍵詞：文物、典藏庫、空氣污染物、監測

Abstract

To effectively provide preventive conservation for already-degraded collections requires a plan to understand first the museum storage environment, and then progressively monitor and evaluate the key factors which influence the environment. Thus steps can be taken to improve environmental conditions. This study focuses on the scientific and technological objects in the National Science and Technology Museum in Kaohsiung, Taiwan. The first step was to survey existing literature and try to set up a theoretical structure that posed questions such as, what is the storage environment condition and how to monitor potential harmful factors. The focal point of the problems emphasised the preventive conservation of scientific and technological objects. It is hoped that we can communicate our findings with other museum conservation employees and related fields in museums in terms of both theoretical and practical aspects. A key point is to set up preventative conservation procedures in airborne pollutants monitoring.

Keywords: Object, Museum Storage, Airborne Pollutant, Monitoring

1.前言

博物館依成立宗旨而訂立蒐藏政策，並蒐藏某一特定性質或類型之物件，致由蒐藏品的性質可將博物館區分為藝術、科學及歷史等類型，但不論何者類別文物均有遭受自然劣化、溫濕、光線、空氣污染物、水火、戰爭、偷竊、人為疏失及蟲害等損害之威脅，為降低諸多威脅致博物館強調預防重於治療的觀念，唯有實際營造良好典藏庫房之保存環境條件，才能得以減緩或避免諸如此類的劣化與傷害，進而達到長久保存藏品，為追求此目標，成為博物館經營者、典藏管理及文物保存人員所努力的方向。

雖文物藏品壽命的長短，因材料質地的不同而有所差異，但更重要的是取決它所處的環境，如保存環境中潛藏有害因子，於長期曝露高濃度下，則會對不同材質藏品而有不同程度的損害，以金屬藏品為例，常為生銹及腐蝕等狀況，因潮濕的環境易使鐵製藏品表面與空氣接觸生成鐵銹，若環境中含有硫化物、氮氧化物、氯鹽及粉塵等空氣污染物，則會更加速生銹而使損害加大。另保存環境太過乾燥反而對有機材質藏品，造成紙張或檔案變脆而易碎，再加上空氣中含有硫化物或臭氧等污染物，則易造成紙張酸化致降低檔案保存價值，然而，常見影響典藏庫房之空氣污染物種類，以醋酸、硫化氫、二氧化氮、臭氧、懸浮微粒及二氧化硫等七種為主(Jean Tétreault, 1963)，但事實上影響文物質量之環境因素，卻非某一種因素單獨起作用，而常是多種因素相互關聯且彼此影響，故在文物保存管理策略與措施之實務工作，如何採用適當的監控及量測工具和作業方式，並就測得數據進行解讀，以評估危害文物之潛在原因及影響程度，更在典藏管理人力及經費有限情形下，探討如何研擬改善防治的措施，均為本文探討之主要課題。

因此，為有效預防已存在劣化之藏品使它不續惡化下去，必須計畫地先瞭解藏品周圍保存環境，逐步監測來探究影響環境的因子及來源，來確定危害保存環境的因素，以作為改善保存環境及後續處理藏品的依據。本

文以國立科學工藝博物館所蒐藏表徵國人科技演進及產業重要發展歷程之科技文物為對象，從文獻探討對文物保存條件及有害因子的監測等問題建立理論架構，並以保存科技文物所面臨實務工作的問題重點，希由理論與實務兩個面向討論，與從事博物館文物保存工作者相互交流，進而有助建立博物館在預防性保存管理作業於偵測空氣污染物之流程。

2.科技文物典藏種類及特性

工博館的建館任務為「以推廣社會科技教育為其主要功能，蒐藏、研究、展示、教育，引介重要科技之發展及其對人類生活之影響」，典藏業務自 1997 年開始後，以「充實國民科技知識、啟發國民研究科技之興趣、引導國民重視科技發展、紀錄及彰顯我國之科技發展成就」為建館目標，從 1997 年入藏的第一件典藏品織襪機以來，截至 2006 年 12 月止共計審議 798 件文物，均存放於南館地下室計有 884 坪(2900 平方公尺)典藏庫房，其典藏藏品類別包含印刷、量測、電子、機械、光學、紡織及其他等類科技物件，而各分類的數量如下表 1，若依組成材質屬性進行分類，則又分為紙張/照片、木/竹、織品、塑膠、皮革、金屬、石/陶瓷、玻璃及複合材質等材質，不同材質物件的數量(如圖 1)，並說明該產業及科技物件具有以下特性，茲分述如下：

表 1. 工博館藏品分類的數量

印刷	157	機械	70
電子	41	紡織	31
光學	66	其他	182
量測	246	合計：798 件	

2.1.材質種類繁多且部分仍待鑑定

圖 2 說明不同 9 種材質之各類別藏品數量比較，其中尤以 386 件金屬數量最多，佔近全部數量的一半，其中乃因蒐藏對象多以產業機械及科學儀器兩類為大宗所致，代表者如鑄字機、銅模、鉛字、印刷機、度量衡器具及測量儀器等等，而其次 255 件複合材質藏品於 7 項類別皆有，物件同時含金屬及木質材質，有花生油車車膛(圖 3)及排版房設備(圖 4)為代表、同時含金屬與玻璃，代表者有攝影機、顯微鏡、鏡頭；同時含金屬與塑膠代表者有工廠模型、電腦主機、光碟機；同時含金屬、木質及玻璃代表者有鐘及電視機。而物件屬無機材質者(含

¹⁾ 印刷類為印刷器材、印刷機器、印刷品。量測類為長度、重量、容積、角度、距離、時間、電流、電壓、電阻等。如量測儀器或器材。電子類為電子、資訊科技及通信，包括電子零件、電子設備、電子產品、電腦、電腦軟體及通信設備零件產品。機械類為其他主題以外之特用機械、農用機械。如機械零件、工具機及農機具等。光學類為如攝影或光學器材、零件、產品，攝影機、照相機、望遠鏡及顯微鏡等。紡織類為如紡織器材、紡織機械及織品等，其他類為不屬前六項主題，如建築、家用科技、化學醫學、工業遺址及雜類等。

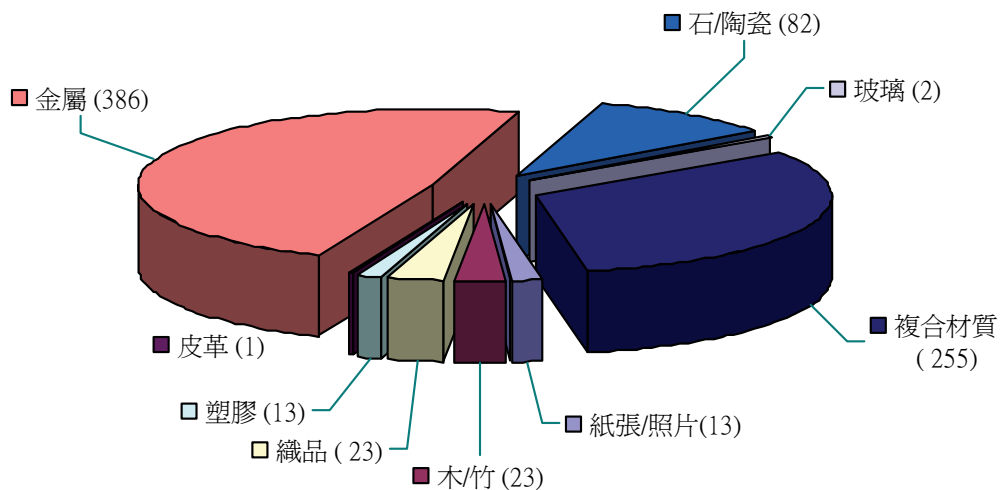


圖 1. 不同材質物件的數量

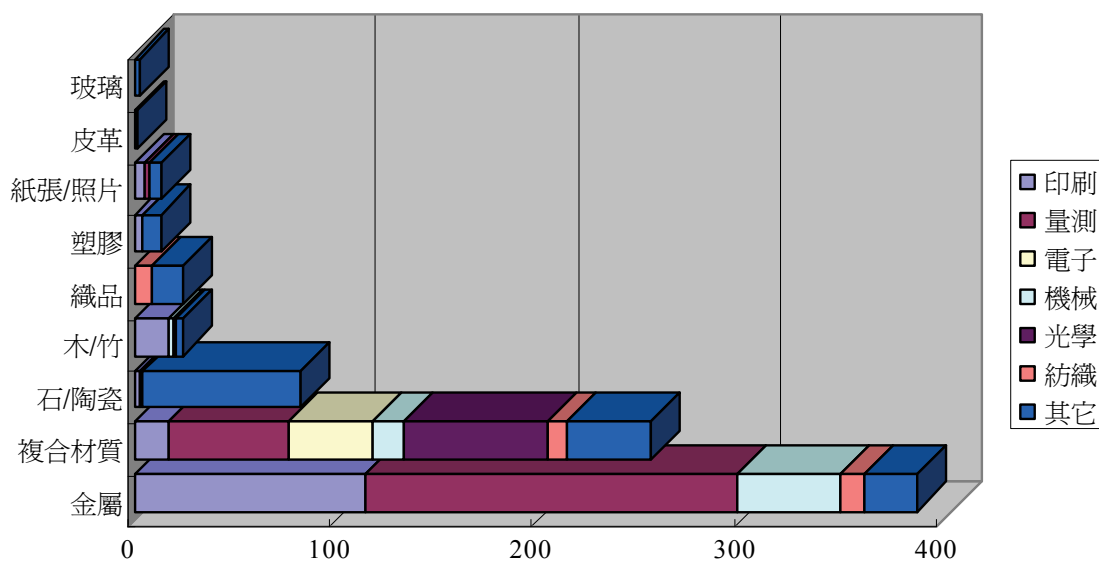


圖 2. 不同 9 種材質之各類別藏品數量比較

石質、陶瓷及玻璃)計有 84 件，代表者如石輪、陶瓷藝術品及混凝土帽模等，另屬有機材質物件共計有 73 件，紙質者有如晴雨帽、愛國獎券(約 900 期)、打字機的操作手冊、硫酸銨廠資料照片及工作標語等；木製品則包含農業用竹器、公司招牌、製帽木模、木箱；織品多為工作服、原料棉紗、草鞋及木箱內襯墊等；及 1 件皮革為

軍用皮鞋。然而，不少金屬物件尚包含一種以上金屬材質所製，還仍待仔細鑑定工作。

2.2. 物件具運作功能及技術的保存

以印刷類 157 件物件為例，其中 70 件文物具運作操作特性，不僅有傳統的手動、電動機械物件，甚至還含有較



圖 3. 該車膛長 385 公分、直徑 75 公分之木質圓柱體，外有 3 道鐵圈，內部含鐵框架之中空結構。



圖 4. 精巧紮實的排版房設備，由創立於 1936 年嘉義市逢源印刷所捐贈。



圖 5. 四色凹版印刷機原屬行政院退除役官兵輔導委員會塑膠工廠所有，經 92 年 6 月底結束民營化招標作業而購置典藏。

為晚近的晶體電路零件，然而每一座機器背後都有著屬於那臺機器的操作步驟、節奏、習慣與秘訣，這種屬於

使用者身上的記憶，也同樣反映在機器的操作磨痕、因使用者的習性而致的改裝(王玉豐, 2006)，致為探討這些因使用歷程而生的改變需保留物件的原真性(authentic)，與一般藝術文物有著極大的差異性，而以館藏品最大體積長 12 公尺之四色凹版印刷機(圖 5)為例，該機型為捲筒式連續輸送凹印機，按機組運行可一次單面印刷四種色數，且保留中華電信施工 PE 警示帶半成品，反映了當時實際機器運作與工人操作的情景。

2.3. 保存複合材質物件問題的挑戰

科技文物特性大多屬器械之現代工藝物件，致材質判定無法以單一材質代表，而通常為金屬與有機物的複合材質，如電視、音響、DVD 錄放影機、電腦主機、相機等等，多是有一個具有操作介面的外殼，加上一個或數個內在具有電路與內建程式的電路面板，其中材質組成複雜，加上又有塑膠部件樺接、SMD 電子零件表面黏貼²⁾、插件鉚錫等不同材質間的接合方式，而每一個電子零件又有不同於塑膠外殼的使用壽命、對環境溫濕度的耐受力，以及因使用期間長期持續的高溫所造成的零件化學性改變，或塵埃所造成設計上物理特性的減損，這些都挑戰著一個博物館的典藏環境對該物件儲放方式的決定，是整體存放？還是將內部主機板以抗靜電袋封裝分開存放？(王玉豐, 2006)，這些複雜預防性保存的問題，還存著當它被博物館入藏時，如果欲維持仍可正常運作，此保存工作則尚需相關技術手冊資料才有辦理處理。

2.4. 含不同有機特殊媒材種類多

館藏品雖以機械文物居多，但實際上，仍有木、竹、紙、天然織品等有機材質、攝影媒材等傳統材質，以及因數位資料而有之塑膠材質物件，雖該類文物遠比機器類產業物件體積來得較小，但為因應這些不同材質物件的入庫前處理、保存環境、經常性維護都牽涉到未來詳細的作業環境及與之配合的作業程序，使得保存維護策略與管理上更加複雜。

然而，除了藏品材質的問題外，單一物件「生命史」的研究亦非常重要，這關係物件因使用所殘存下的跡痕與添加物的認識。例如，機器鋼材上某處有明顯因日積月累所產生的磨痕凹陷，反覆刻劃具方向性的磨痕，可以斷定這是因經常性的使用所造成的，使得該處因停用後所產生的鏽蝕，在維護人員眼中，這就與他處的一般鏽蝕有不同的看待方式；又如機器部件間的潤滑油品、

²⁾ SMD(Surface Mounted Device)為表面黏著元件。

精米機中所殘存的米蟲、複合材質物件材料長時間共存下所生相互的影響(王玉豐, 2006), 雖文物使用歷程將協助維護人員對物件所產生的某些物性與化學變化判斷更為正確, 但對於入藏後保存環境條件因該等所產生對物質影響, 使得判斷上的要求更需長期觀察來確認。

3. 剖析藏品材質與影響典藏庫房環境因子關聯性

筆者於 2003 年 9 月轉調至蒐藏研究組服務, 當時 2004 年 3 月蒐藏品數量計有 582 件, 均存放位於南館地下一樓且鄰近地面停車場之庫房, 而庫房為使用水冷式系統之空調系統, 逢上班時間始有運轉(約自 08:30 至 17:00), 由機電同仁得知進氣的溫度約 22 °C、溼度 55 %, 而空調箱所用的濾網採多元酯初級過濾棉, 約 35 % 過濾效率, 並每三個月更換一次, 因進氣口及排氣口均位於地下一樓, 而為內循環式空調系統。

當時計有第一庫房、第二庫房、測量及攝影藏品存放區、陶瓷存放區以及暫存區, 之後為因應攝影類、錄影及音帶類、電子媒體類等型式檔案儲存媒體的需要, 遂於 2004 年底將陶瓷存放區改建為多媒體庫房, 而陶瓷存放區因空間環境條件較易控制, 後調整作為以存放有機類藏品為主的空間。

3.1. 保存條件

各庫房環境條件如表 2。

各庫房空間大小及保存條件分述如下：

- (1) 第一庫房 (面積 493 m²): 主要存放經濟部商品檢驗局所撥贈 82 件度量衡藏品, 以及日據時期經緯儀、水準儀等測量儀器, 而採用電腦晶片控制之防濕櫃保存, 共計有 34 台, 為金屬文物者以設定溫度 26 °C、溼度 40 % 之保存條件, 若含同時含金屬及木質文物者, 則設定溫度 26 °C、溼度 50 % 之保存條件。其餘保存條件則依該庫房大環境條件保存。

- (2) 第二庫房(面積 674 m²): 以 72 件印刷類為大宗, 且大部份均放置在金屬製的組合架上, 保存方式採用塑膠袋覆蓋, 惟鉛字(含木盒)藏品因避免震動而存放於置物櫃中。
- (3) 第三庫房(多媒體庫房, 面積 41 m²): 存放以錄影、音帶類及電子媒體類檔案為主, 文物數量目前雖不多, 但著眼典藏政策發展, 可預見日後為記錄科技發展口述史不同型式檔案的需要。
- (4) 第四庫房(面積 36 m²): 依物件材質保存條件及考量扁平形狀的物件, 存放方式採用抽屜式金屬密集櫃存放, 存放的藏品數量約有 40 件。
- (5) 第五、六、七庫房(全部合計面積 1723 m², 原為暫存區): 主要存放的藏品, 有紡織機、排版房設備、原動機、花生油車車膛等。

3.2. 研判影響典藏庫房環境因子之可能

參考於「博物館典藏庫房預防性保存概述」(余敦平, 2002) 一文中指出, 良好的預防性保存措施, 將促使自然環境因素對文物的劣化降至最低的境界, 文物置於高溫、高濕、高照度、落塵量龐大的環境中, 其劣化速率遠超越於低溫、乾燥、黑暗、清潔的保存環境中, 因此控制環境中的溫度、相對溼度, 照度、空氣污染物質(包括落塵)等劣化因素, 是文物維護人員應具備的基本技術。另在加拿大文物保護協會(Canadian Conservation Institute, CCI)所出版「Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies, and Preservation Management」一書, 更提到從博物館管理的角度及經營成本上, 在預防性保存實際層面上, 就上述所提之空氣污染物方面特別講求風險評估概念, 例如典藏環境中含有硫氧化物、氮氧化物及氯等酸

表 2. 各庫房溫溼度環境條件

庫房名稱	存放藏品類別	最初建置所設環境條件	建議環境條件
第三庫房	紙質、塑膠及織品有機類材質藏品	無(因該空間面積小, 而規劃存放需溫溼度控制之條件藏品)	溫度 20-24 °C, 溼度 40-55 %
第四庫房(媒體庫房)	電子媒材文物	溫度 18±2 °C, 溼度 35±5%	溫度 16-20 °C, 溼度 30-40 %
其它區域(第一、二、五、六和七庫房)	金屬機械類文物	無	50 % 以下為宜

性粒子，該微小顆粒則由懸浮空氣逐漸反應而成有害氣體，於較潮濕的環境下，形成有害性衍生物。所以，劣化因子通常並非僅一造成而是夾帶多種因素影響，故為針對典藏庫房環境進行監控與蒐証，以有助於瞭解藏品所處空間中各類環境現象的變化，進而推測或評估牽動庫房環境的有害因子，探究它們的來源以及可能的危害，作為後續改善保存環境的依據，擬就典藏科技文物的特性，而以溫度、相關溼度及空氣污染物作為保存環境調查之主要對象。

4. 影響典藏庫房環境因子的調查

4.1. 監測典藏庫房環境有害因子有以下目的：

- (1) 瞭解典藏庫內空氣品質之基本條件：
光線、溫度及溼度、蟲害及空氣品質，這些均是攸關藏品在典藏庫房環境中導致劣化的原因，目前在第一及第二庫房雖配置有溫、溼度感測器，可以獲得一整年溫、溼度變化情形，為進一步評估庫藏環境中空氣污染物對文物危害程度，而需在空氣品質方面建立基本資料。
- (2) 瞭解典藏庫內空氣中是否含有造成文物劣化的成分：
典藏庫是藏存文物的重要場所，若因典藏庫的結構老化或建材上的破損龜裂、不良的空調系統，或文物本身疑似為空氣污染物的來源，因現代科技製造下的產物，如電腦資訊相關設備，具積體電路板構造，在生產過程殘餘物含有酸性污染物，這些均可能造成典藏庫內空氣中含有致文物劣化的成分。
- (3) 藉由監測儀器或用具來追蹤疑似之有害因子於庫房空間中呈現出的質與量，繼而判別與控制其可能造成的威脅性(林絹娟，2003)。

4.2. 現有庫房環境及其保存條件的調查

- (1) 庫房的空調系統：空調系統是採用水冷式系統，自上午 8 時 30 分上班時開始運轉至下午 5 時 30 分停止，由機電同仁得知進氣的溫度約 22 °C、溼度 55%。空調箱所用的濾網採多元酯初級過濾棉，過濾效率僅約 35 %，並每三個月更換一次，進氣口及排氣口均位於地下一樓，而為內循環式空調系統。
- (2) 探察庫房環境中有害因子的來源與威脅：庫房位於南館地下一樓且鄰近地面停車場，停放車輛所排放的廢氣常含有氯化物、氮氧化物及硫氧化物等空氣污染物，可由門、窗縫隙及空調管路進入庫房，於一內循環式空調系統保存環境下，若空調系統換氣率不佳，

將易使懸浮微粒附著於藏品表面，形成包括斑點、污垢、塵粒、鏽屑等型態之污物，而影響藏品表面的狀態，長期造成維護藏品之困難度。

5. 空氣污染物的採樣及監測

5.1. 欲監測標的物：

- (1) 空氣中污染物：基於藏品以金屬類材質最多，保存環境空氣中若含有硫氧化物、氮氧化物及氯化物等污染因子，會與空氣中懸浮微粒結合，而加速金屬藏品腐蝕劣化。
- (2) 庫房空調系統效率：致藏品劣化的懸浮微粒，需從庫房空調管路出風與回風之換氣能力，來評估懸浮微粒滯留庫房的狀況。
- (3) 庫房內粉塵量：長時間下，庫房結構可能因老化導致表面剝落，或環境換氣不佳，致使帶有各類的有機物、無機鹽、金屬化合物、金屬或土壤等物質，該物質雖由肉眼無法辨識而以微粒固體懸浮於空氣中，但可藉由集塵裝置調查其總量。

5.2. 監測內容：

- (1) 監測範圍：以第一庫房、第二庫房及暫存區為主，因保存方式多數採用塑膠袋覆蓋及一般存放櫃，會比恆溫恆溼櫃保存條件較易受到空氣中污染物影響。
- (2) 監測工具：可偵測到的濃度範圍愈低，當然所需費用愈高，為考量博物館的成本，及選擇欲偵測濃度的範圍，將選購價格合理之氣體檢知管，並選購市面上能偵測最低濃度者作為偵測工具。
- (3) 執行方式：因考量偵測數據需具專業性，該部份施作計畫全以委託專業廠商辦理，其詳細計畫內容如表 3 所列。

5.3. 施作項目

- (1) 庫房空調系統效率調查：於第一及第二庫房之四個角落及中間點，目前有配置能感應現場溫、溼度之傳送器，可蒐集到這二個庫房長時間之溫、溼度變化記錄，惟空調風管之出風口及回風口之位置及風速，是影響溫、溼度起伏的主要原因，該項調查可供決定採樣空氣之位置，以及瞭解空調系統的效率。
- (2) 偵測庫房內硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量：針對會影響金屬藏品之空氣污染物進行偵測。
- (3) 偵測庫房空氣中粒狀污染物含量：與空調管路各點出

表 3. 保存環境有害因子之調查：以第一、第二庫房及暫存區為範圍

施作項目	分析方式及內容	辦理方式及時間
庫房空調系統效率調查	(1)測得三個空間之風管出風口及回風口之風速 (2)調查空間內最高溫、溼度點，作為施作檢知管之選點位置	(1)採用風速計量測風速(如圖 6) (2)採用溫溼度記錄組，找到空間內溫、溼度最高的點
偵測庫房內硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量	從空氣採樣，採用氣體檢知管(如圖 7)測得硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量	(1)規劃一個庫房測三個點，三個庫房加庫房外一個點合計十個測點(即 10 支檢知管)，三種不同氣體檢知管，共計 30 支。
偵測庫房空氣中粒狀污染物含量	經由高量空氣採集器配合適當的濾紙(如圖 7)，以 1.1~1.7m ³ /min 之吸引量，於連續 8 小時採樣空氣中之粒狀污染物後，秤重吸附濾紙上粉塵之重量	(2)規劃於上項一起施作，一個庫房挑選三個點，加上庫房外合計十個測點，因檢知管無庫存量，廠商需一個月辦理採購檢知管



圖 6. 量測風管出風口風速

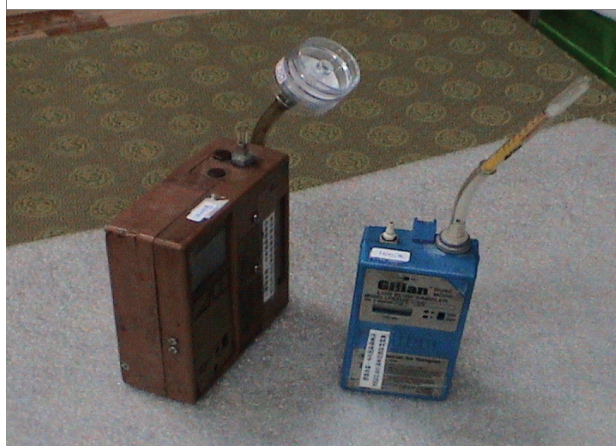


圖 7. 左為空氣粒狀污染物採集器、右為氣體檢知管

風及回風風速比較，推測空氣中粒狀污染物滯留於庫房的狀況。

5.4.分析方式及內容

- (1) 空調系統效率調查：除蒐集原有第一及第二庫房溫、溼度記錄外，還需於風管之出風口及回風口位置，選用溫、濕溼度記錄組 (Data Logger) 偵測，進而找到溫、溼度相對最高點的位置，惟暫存區因無配置溫、溼度傳送器，需靠溫、濕溼度記錄組，建立該區域相對位置溫、溼度變化的狀況。
- (2) 偵測庫房內硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量：從溫、溼度上確定取點位置，由廠商放置檢知管於選定測點一週後，經空氣擴散至檢知管內與藥物化學反應，送回廠商實驗室判讀數據。
- (3) 偵測庫房空氣中粒狀污染物含量：針對空氣品質之總懸浮微粒及周界空氣中之粒狀污染物，粒徑在 100 微米 (μm) 以下之濃度測定。
- (4) 辦理時間：受委託辦理之檢測公司因檢知管需向德國採購，時程預估需至少 30 日曆天，推估全部完成辦理時間至少需 5 個月。

6. 監測典藏庫房環境有害因子結果

監測數據如附錄，並依據調查庫房空調系統效率以及採樣空氣，檢測硫化氫 (H_2S)、二氧化硫 (SO_2)、二氧化氮 (NO_2) 與粒狀等污染物之含量，經判讀數據後，有

以下結果：

- (1) 實驗結果，檢測硫化氫、二氧化硫及二氧化氮等空氣污染物的含量，均低於檢知管分析的偵測下限值，推斷庫房環境中的污染物濃度，硫化氫為 2 ppb 以下、二氧化硫為 3.05 ppb 以下及二氧化氮為 5 ppb 以下，而查國立故宮博物院對展示環境污染物所設定的最低標準資料(二氧化硫為 4 ppb；二氧化氮為 6 ppb)，故庫房環境在空氣污染物方面符合標準。
- (2) 第一與第二庫房粉塵量較高的位置均出現在中央位置，加上空調管路的設計，會使各出風口的風速依最接近中繼風箱依序遞減，因此，推判該二個庫房之空氣流通最差的位置為中央位置可能性高。
- (3) 第一庫房配置 2 條空調管路(每條管路設有 5 個出風口)，其最低風速的出風口竟在最近中繼風箱的位置，經現場實地觀察，推判該出風口太接近風箱，當高速的風通流過風管之時，因少部分通過風罩所致。
- (4) 第二庫房配置 4 條空調管路中，有 1 條管路出風風速比較其他來得低。暫存區配置 10 條空調管路中，有 1 條管路出風風速比較其他來得低，經現場確認該風管之中繼風箱的二具馬達運轉狀況，有一具馬達未運轉。

7. 結論與建議

- (1) 歷年來工博館對典藏庫房的空氣品質監測，因向來施作少且無留下數據，因此，本計畫規劃監測庫房環境空氣中硫化氫、二氧化硫、二氧化氮與粒狀等污染物含量所獲得數據，僅能當作建立庫房環境空氣品質基本資料，為瞭解典藏庫結構逐年老化致建材破損龜裂是否導致粉塵量增加，以及評估空調系統效率是否出現異常，建議日後定期施作粉塵項目於每年一次；而施作空氣污染物項目則每 2 年一次，或懷疑典藏庫房遭受污染危害狀況時，即可隨時安排施作。
- (2) 典藏庫房現存放大多以金屬類藏品居多，故規劃上以無機酸氣體危害金屬材質為主要的偵測對象，但有害的氣體還包含有機酸如甲醛或乙酸等氣體，因檢測該方面的經費頗高，考量現實上可選用奧迪測試(Oddy Test)方式來觀察達成預防性工作。
- (3) 光線、溫溼度、蟲害及空氣品質，這些均是攸關藏品在典藏庫房環境中導致劣化的原因，需長期進行持續

性的監控與蒐證，才能對典藏庫房環境中各類變化，找到有效改善的方式，但礙於博物館文物保存人力及經費均有限下，建議應朝向博物館負責規劃需求，相關專業性工作可委託專業廠商辦理。

- (4) 文物能否持續永存，全賴「保存」措施的完整規劃和執行，科技文物依其材質屬性，在保存環境所面臨的問題，從預防性保存理論上，仍待實際操作面去訂定不同於藝術文物之合宜作業程序及標準，故唯有長期作有效監控及量測，才能對這些危害因子之影響能力作更正確的判定及評估。

參考文獻

- [1] 王玉豐，2006，科技文物維護社群的建構-國立科學工藝博物館維護業務的性質與規劃，天工勘物-產業文物的保存與維護:主編序，高雄市，國立科學工藝博物館。
- [2] 余敦平，2002，博物館典藏庫房預防性保存概述，檔案季刊，第一卷，第四期，頁 60-70。
- [3] 林絹娟，2003，藏品環境:管理策略與監控技術，新世紀博物館典藏管理研習討論會--藏品展示與展品管理，周明編，台中市，國立自然科學博物館。
- [4] Tétreault, J., 1963, Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies, and Preservation Management, Canada, Canadian Conservation Institute.

作者

黃振中 Huang, Cheng-Chong

國立科學工藝博物館蒐藏研究組研究助理
Research Assistant, Division of Collection & Research,
National Science and Technology Museum,
Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

✉ jasonhh@mail.nstm.gov.tw

附錄 典藏庫房環境有害因子監測報告

1. 庫房空調系統效率調查：

1.1. 辦理方式

- (1) 用風速計量測第一、第二庫房及暫存區等區間，其出風口及吸風口之風速。
- (2) 用溫溼度記錄組，量測第一、第二庫房及暫存區等空間內溫、溼度。

1.2. 調查結果

(1) 各庫房出風口及回風口數目

庫房名稱	風口數		空調管路	備考
	出風口數	吸風口數		
第一庫房	10	1	2	單一管路 5 個出風口
第二庫房	16	1	4	單一管路 4 個出風口
暫存區	45	0	二種形式空調 管路各 5 條	有 5 個及 4 個出風口型式

(2) 各庫房出風口及吸風口風速：

第一庫房：吸風口風速：4.17 m/sec

出風口位置	A1	A2	A3	A4	A5
風速 (m/sec)	2.0	3.9	3.87	3.86	4.06
出風口位置	B1	B2	B3	B4	B5
風速 (m/sec)	1.6	5.02	4.8	4.64	4.45

第二庫房：吸風口風速：5.16 m/sec

出風口位置	A1	A2	A3	A4
風速 (m/sec)	6.3	7.0	5.4	6.0
出風口位置	B1	B2	B3	B4
風速 (m/sec)	2.5	3.76	2.26	4.2
出風口位置	C1	C2	C3	C4
風速 (m/sec)	5.93	2.79	7.0	6.9
出風口位置	D1	D2	D3	D4
風速 (m/sec)	5.2	4.3	6.03	6.9

暫存區：左邊(無吸風口)

出風口位置	A1	A2	A3	A4	A5
風速 (m/sec)	2.0	3.9	3.87	3.86	4.06
出風口位置	B1	B2	B3	B4	B5
風速 (m/sec)	1.6	5.02	4.8	4.64	4.45
出風口位置	C1	C2	C3	C4	C5
風速 (m/sec)	6.44	6.8	6.55	6.13	6.12
出風口位置	D1	D2	D3	D4	D5
風速 (m/sec)	4.26	6.28	5.54	6.27	6.22
出風口位置	E1	E2	E3	E4	E5
風速 (m/sec)	4.26	4.2	1.91	×	1.22

×表示風管下方有大型藏品，無法量測出口風速

暫存區：右邊

出風口位置	A1	A2	A3	A4
風速 (m/sec)	4.8	7.2	6.62	5.7
出風口位置	B1	B2	B3	B4
風速 (m/sec)	4.64	5.15	6.43	6.36
出風口位置	C1	C2	C3	C4
風速 (m/sec)	6.31	7.42	5.4	6.95
出風口位置	D1	D2	D3	D4
風速 (m/sec)	6.52	7.03	7.01	6.77
出風口位置	E1	E2	E3	E4
風速 (m/sec)	5.82	4.33	6.27	6.61

2. 偵測庫房內硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量

- (1) 辦理方式：從空氣採樣，用氣體檢知管測得硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量。
- (2) 採樣時間：93 年 10 月 14 日。
- (3) 採樣位置：10 個點(空調箱入氣口、第一庫房中央位置、第一庫房吸風口、第一庫房西北方、第二庫房西南方、第二庫房東北方、第二庫房中央位置、暫存區東南方、暫存區中央位置、暫存區東北方)。
- (4) 監測結果：依專業環境檢測公司檢測結果，所有點均無測得硫化氫、二氧化硫、二氧化氮之含量。

3. 偵測庫房空氣中粒狀污染物含量：

- (1) 測定方法：採樣器以 2000ml/min 流速，於連續 6 小時採樣空氣中之粒狀污染物，之後，帶回實驗室秤重吸附濾紙上粉塵之重量。
- (2) 測定時間：93 年 10 月 14 日。
- (3) 採樣位置：10 個點(空調箱入氣口、第一庫房中央位置、第一庫房吸風口、第一庫房西北方、第二庫房西南方、第二庫房東北方、第二庫房中央位置、暫存區東南方、暫存區中央位置、暫存區東北方)。
- (4) 監測結果：數據取自專業廠商所送環境測定分析報告書

測點位置	空氣中濃度 (mg/m ³)
空調箱入氣口	0.069
第一庫房中央位置	0.036
第一庫房吸風口	0.007
第一庫房西北方	0.028
第二庫房西南方	0.030
第二庫房東北方	0
第二庫房中央位置	0.183
暫存區東南方	0.007
暫存區中央位置	0.031
暫存區東北方	0.015