

出國報告(出國類別:96年度公務人員出國專題研究)

重要文化資產防災管理及緊急應變救 援計畫之研究

服務機關：臺北市政府消防局

姓名職稱：黃依慧（科員）

派赴國家：美國

出國期間：民國 96 年 6 月 30 日 ~ 12 月 30 日

報告日期：民國 97 年 3 月 3 日

目 次

壹、摘要	2
貳、報告正文:重要文化資產防災管理及應變救援計畫 之研究.....	3
一、前言	
二、研究目的	
三、研究方法	
四、文化資產典藏空間之防災管理	
(一) 空間概況與火災特性	
(二) 災例分析	
(三) 國內外消防安全法規之探討	
(四) Collection room典藏空間設備選用與防災理念 作為	
(五) 博物館之簡易火災安全評估法	
參、SMITHSONIAN INSTITUTION 實習過程與觀摩.....	29
一、史密斯森博物館機構介紹	
二、實地勘查與紀錄	
(一) 美國華府國家美術館(National Gallery Museum of Art)	
(二) 美國藝術博物館(American Art & Portrait Museum)	
(三) 美國印地安博物館(American Indian Museum)	
(四) 美國國家自然歷史博物館典藏空間(National History Museum & Smithsonian Support Center)	
三、METR (Management Evaluation and Technical Review) 過程 管理評估與技術審核	
肆、結論與建議.....	68

壹、摘要

本研究乃實際至美國首府博物館研究管理機構 Smithsonian Institution 史密斯森研究中心 OSHEM 部門 (OFFICE of Safety, Health and Environmental Management) 進行工作研習，期間參與部門專家針對各博物館或所屬研究中心的進行定期年度整體環境管理評估及技術檢查 METR (Management Evaluations and Technical Reviews 含 防火安全 fire safety，環境安全 environmental，公衛安全 hygienic safety)，並參與美國歷史博物館夜間緊急發電機測試與各項演練，旁聽針對每回檢測後之評估報告會議討論，訪問 OSHEM 部門內超過 25 年防火管理及人命安全工作經驗資深主管與負責館內或研究中心防火與安全管理人，期望對於對於美國博物館安全防護管理及緊急應變計畫有更為深刻之瞭解與探討。同時，經由實地探訪考察美國國家自然歷史博物館，美術館，典藏庫，美國藝術博物館，美國印地安博物館，國家檔案局等，瞭解美國對於博物館，典藏室各項安全設備設施安裝情形，以及對博物館火災災害管理對策的瞭解等，一方面可從其觀點為臺灣故宮或各地方博物館美術館選用適宜設備之可行性提供一個新的方向；另一方面，將來或可透過經濟藝術文化交流之力量，建立雙方文化資產安全防護與保存管理的溝通平台管道。

壹、報告正文：

重要文化資產防災管理及應變救援計畫之研究

一、前言

本研究主要範圍在於重要文化資產的防災管理、應變計畫與空間消防設施設備配置情形，故前往美國最大的博物館管理機構 Smithsonian Institution(簡稱SI)進行研習半年。據統計其下博物館每年來自世界各地參訪人數約有2千4百萬人次，可說是世界級的博物館管理機構，旗下所有工作人員近八千人，包含科學家與政府部門人員及商品部基金會contractors人員。本研究時間自2007年6月30日至12月30日，在此期間內參與Smithsonian Institution OSHEM 部門所負責之各博物館與環境研究機構實際檢查工作(METR)，蒐集有關博物館防火安全管理與消防設備選用之研究資料，並參加美國國家防火協會(National Fire Protection Association)，簡稱NFPA，於維吉尼亞州Williamsburg(Colonial heritage)舉辦針對修改NFPA 914 Code for Fire Protection of Historic Structures及NFPA 909 Code for the Protection of Cultural Resources 研討會等相關訊息。

二、研究目的

博物館是一個存放具有保存、研究、展示等永久價值物件的機構，這些物件可能是藝術品、歷史悠久的手工製品或是科學發明的原樣本或事例，大部分這些物件都是不可取代且來自人類重要文化遺產的一部分；然而這些收藏品與博物館本身卻極易因熱、火、煙、水而受到破壞。

一個全面開發的博物館除了提供具有高價值的典藏、研究機構，大量的推廣教育設施與文化活動，這些多元化的功能帶來了就是管理空間上潛藏的不同類型之危害。

博物館經營者與所有職員對於保存其珍藏藝術品或物件責無旁貸，他們必須提供收藏品持續事宜的存放環境，以避免遭受許多潛在的危害，如火災、竊盜、不利溫濕度、塵埃、汙濁空氣、蟲害、黴菌、蓄意破壞等。

然而，火災始終是其中最大的威脅，因為火熱能快速又全面性的破壞所有物件。被偷的物件也許能在尋回，蟲害或人為破壞也都能再修復，但火損常常是代表著永久性的破壞，甚至可能波及到博物館內其他館藏。由於一些博物館典藏非常古老也極珍貴，時常一點微小火源的疏失就可能導致大災難，例如，發生在油畫典藏室或展場的一個微小火源極可能迅速延燒破壞這些文化或科學上的珍貴遺產。

目前台灣文化資產典藏多為特定展出及文物收藏而興建，多屬現代化建築，該類典藏空間於規劃之初便須考量防災應變問題，如故宮博物院、自然科學博物館、鶯歌陶瓷博物館等；而歷史性建築因年代久遠，消防設施並不完備或根本未設置，故於防災應變上往往遭受空間挑戰，一把無名火也許就將先人智慧結晶化為烏有，如蔡瑞月舞蹈社，大雪山林業博物館，草山行館等。故藉由先進國家的經驗與設計，本專題研究將探討分析如何透過適當的防災應變管理與選用適當的消防安全設備保存重要文化資產。

一般博物館避難安全規劃目標有二：人員生命安全、收藏文化遺產的保存。在文物保存、人命安全之間產生衝突時，消防設計評估宜採彈性與新工法為中心的思考模式，在消防安全與文物維護間取得平衡，以便尋求更合乎成本效益的解決方案。

三、研究方法

本研究以專家訪談法、文獻分析法，以及參與實證研究調查為主，並從以下三方面進行：

- (一) 參與Office of Safety , Health and environmental Management(OSHEM) 執行Smithsonian Institute旗下博物館及相關研究機構之METR(Management Evaluations and Technical Reviews)整體安全評估檢查，了解Smithsonian Institute如何有系統的建構並維護一個安全妥善的文化資產空間。
- (二) 文獻蒐集並針對目前國內博物館等文化資產空間設計時所採用相關法令，如建築技術規則、各類場所消防安全設備設置標準，NFPA 911,909等，並整理國外有關博物館相關法規、基準、技術規範，就整體法規體系及具體內容進行有系統地整理及探討。
- (三) 與OSHEM之fire, occupational safety and environmental management specialists

專家進行訪談，參與每次METR之討論all pre- and post-evaluations會議，觀察並比較作法，藉由Smithsonian Institute專家意見，提供國內參考。

四、文化資產典藏空間之防災管理

為維護博物館的安全，整體的防災規劃是必要的作為，其中有關博物館火災種類特性與災例分析，整理如下：

(一) 博物館火災種類與特性

根據 NFPA 909 Code for the Protection of Cultural Resource 2005 年版附錄 D 所提博物館火災大致可預期依其空間使用特性分為三種火災類型，如下所述：

1. A 級火災 (Class A fires)：

博物館展覽、典藏空間中蒐藏史料文物及各式先民遺跡等一般性可燃物質，諸如紙類、木材類及紡織纖維品，由這類物質所造成的火災稱之。對 Class A fires 其滅火作為需採冷卻、窒息法，如使用水系滅火藥劑。

2. B 類火災 (Class B fires)：

博物館蒐藏文物在入庫存放或出庫展示時，可能需先經處理室、準備室進行相關前處理或後續修復動作，在處理、修復過程中往往需要使用溶劑類產品，可能包括油料、油酯、漆類及其他具揮發性易燃性液體，由這類物質所造成的火災稱之。對 Class B fires 其滅火作為應採用覆蓋的窒息方式。

3. C 類火災 (Class C fires)：

博物館典藏、展覽空間內所使用的恆溫、恆濕設備或是其它維生等必要電器設備所造成的火災稱之。對 Class C fires 其滅火作為應採不導電的氣體滅火藥劑，以覆蓋窒息方式滅火。

至於博物館火災特性，說明如下：

(1) 損失嚴重

博物館此類空間在火災時所面臨最大的損害，在於建築物空間本身及內部收藏、展覽之文物，不論是因火災時造成的火損、煙損或是因搶救等滅火動作而造成的水損、污損，都將會是金錢難以衡量的損失，更造成具

傳承意義的史料典籍、先民文物等難以延續。

(2) 搶救困難

博物館館藏眾多，種類亦相當繁複，許多大型文物或較重之文物在火災發生時皆需人為介入的搶救。此外，當公設消防力介入時，以水箱車為主力的作戰方式難免造成搶救上的窘境，水損的情形勢必難免，若欲避免水損之情形發生，勢必增加搶救上的困難度。

(3) 易燃物普及

博物館為了保存、蒐藏、展覽文物，因此有大量的展示櫃、陳列架等，再加上文物本身，勢必讓博物館空間的火載量增加。

(4) 電器設備眾多

博物館內部因為文物懼怕強光的考量，極少開窗採光，另外由於文物需要恆溫恆溼，因此也設有不少溫控溼控的設備，再加上其他特殊照明設備等，勢必增加電器火災發生的機率及複雜性。

(二) 災例分析

博物館一旦發生火災而迅速蔓延並擴大，一般最關鍵之原因是缺乏自動撒水設備或其他自動滅火設施；再者，幾乎同等重要的就是缺乏適當的防火區劃（compartment or subdivision of areas）以致有了連貫的可燃物；第三種情形也就是在火災初期階段，發現與通報延遲。一般而言，火災初期幾分鐘的控制應變往往是決定火勢成為無法控制的關鍵，在缺乏自動偵測火災或自動滅火設備的博物館或歷史性建築，火災的發現與處置只能仰賴是否有人經過或鄰居通報，而此點將造成無可避免的火災損失。

依據NFPA 909 Code for the Protection of Cultural Resource 2005年版附錄B的統計資料（如表2）顯示，在1980~1998年間，平均每年發生86件博物館火災，每年財物損失將近兩百萬美元（不包括無形的損失）。

表 1 1980~1998 年美國博物館火災年平均原因調查統計表

起火原因 (Major Cause)	件數	百分比
配電系統 (Electrical distribution)	21	24.60%
人為縱火或其他可疑原因 (Incendiary or suspicious)	16	18.30%
其他設備 (Other equipment)	9	10.90%
明火 (Open flame, ember, or torch)	8	9.10%
加熱設備 (Heating equipment)	7	8.00%
菸蒂 (Smoking materials)	6	7.50%
爐火烹調設備 (Cooking equipment)	6	7.10%
暴露於火源附近 (Exposure to other hostile fire)	4	4.30%
天然災害 (Natural causes)	4	4.10%
電器設備 (Appliance, tool, or air conditioning)	3	3.50%
其他熱源 (Other heat source)	1	1.70%
小孩玩火 (Child playing)	1	0.70%
合計 (Total)	86	100.00%

而我國內政部消防署的火災統計資料顯示，國內博物館等文化資產火災成災災例雖不多，但損失卻都極為慘重，如 2001 年台東縣國立台灣史前文化博物館火災，2006 年「大雪山林業公司廠區」博物館火災，這些火災無論對於文物及建築甚至歷史傳承的下一代都造成了無法彌補的傷害。有不少人質疑博物館火災發生率，是否值得投資任何的 fire system？根據美國消防部門的報告，1980 年到 1998 年間，平均每年有 86 件博物館火災案，導致一年平均造成 190 萬美元的財產損失【1】；可見國外博物館火災之案件及損失亦不在少數，值得我國借鏡。本研究以國內發生規模最大，且損失最嚴重之文化資產火災災例（台東縣國立台灣史前博物館火災與「大雪山林業公司廠區」博物館火災）及「美國國家防火協會」（National Fire Protection Association，簡稱 NFPA）NFPA 911 Protection of Museums and Meseum Collections(1991 年版)與 NFPA 909（2005 年版）所列出之博物館火災災例，從災例中探討找尋出影響消防安全因子之特性。

博物館一般皆處於使用狀態，為了提供工作人員或參觀者實際上的需要與便利，必須增添許多電氣設備與瓦斯燃氣設備，例如照明、空調、供水；再加上建築物本身原本就有許多用火設備，均可能提高發生火災的機率。有關國內外博物館火災案例如下，如表 2 表 3 所示。

表 2 國外博物館與美術館火災災例彙整

地點	發生經過
<p>紐約現代藝術博物館 Museum of Modern Art, known as MOMA) 紐約 發生日期： 4/15/ 1958</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 油漆工人在美術館 2 樓進行粉刷工程，同時將<u>空調系統開至最大以致未能及時偵知火災</u>，施工人員未使用防焰布料鋪設於地面正進行粉刷之區域，邊工作邊吸煙，中午用餐時刻留下仍開啟狀態的油漆顏料。 2. 工人用餐完畢回返回才發現地面布料起火燃燒，隨後尋求協助，館員嘗試用滅火器撲滅火勢，卻未立即啟動警報，由於油漆顏料與未經處理之木製施工鷹架隔板均屬易燃，火勢迅速蔓延。 3. 濃黑的煙迅速串竄入管道間與樓梯間，此時館內正有<u>超過 500 名正在參觀的民眾與執行工作的人員</u>，<u>梯間與管道的濃煙除了造成內部人員避難困難外，也使消防人員不利找尋起火點</u>，在啟動火警警鈴裝置後(有人最後才啟動警鈴並自動將訊號傳至消防隊)，火災持續了 2 小時才獲得控制。 4. <u>1 人死亡，33 人受傷，2 幅重要畫作被燒燬(其中之一為莫內珍寶)</u>，7 幅受到嚴重的損害，財物損失約 700, 000 美元。 5. 原因探討 施工前未製訂好防火管理計畫，通報延遲，管道間與梯間未作好防火區劃，參觀民眾避難路線受到煙波及以致造成人命傷亡。

<p>美國國家歷史博物館 (National Museum of American History) (屬史密森機構經營管理之一 one of Smithsonian Institution museums) District of Columbia 發生日期： 09/30/ 1970</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 火災發生於早晨 05:05am，電腦展示品及古貨幣收藏館毀損，所幸具歷史價值之貨幣或郵票並未受波及損壞。 2. 牆壁雖經過防火處理，但館內並無自動滅火設備，人員滅火產生的水導致底下展示樓層水損，另起火層上兩層的辦公區及儲存空間也遭受煙損；起火原因可能是線路<u>短路造成</u>。 3. 財物損失超過 100 萬美元。 4. 原因探討 用電管理缺失、消防安全設備設置不當、防火區劃有發揮作用、現場搶救不當。
<p>美國亨利福特博物館 (Henry Ford Museum, Dearborn, MI)密西根州 發生日期： 08/09/ 1970</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 火災發生於更衣間，疑似過熱金屬線圈整髮器起火，火勢迅速蔓延至一些歷史悠久的禮品部，這些空間多以木造裝潢，展示物多為農業與手工藝術品，這些陳列物助長火勢蔓延。 2. 該空間為單一樓層建築未設置撒水設備且未有防火區劃或其他防火設計，故計燒燬約 24 萬平方英尺(22296 平方公尺)面積。 3. 所有員工在博物館內一間設有防火門之影片放映室內暫時避難，損失超過 2 百萬美元。 4. 原因探討 未裝設自動滅火系統與防火區劃導致火勢迅速蔓延，員工無法面對火勢，只能自尋避難。

<p>美國聖地牙哥航太博物館 (San Diego Aerospace Museum) 加州 發生日期：02/22/ 1978</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航太博物館位於一<u>歷史建築物內</u>，<u>其內未設有探測器設備或其它自動滅火系統</u>，鄰近建築物工作人員於晚上 8 時 13 分通報火災，並看見兩位可疑縱火犯逃離現場。 2. 消防隊於 8 時 17 分即抵達現場，但仍無法挽救建築與其收藏物品，<u>僅有一件模型因擺放在防火櫃內而倖存</u>。 3. 財物損失部份，建築物約 150 萬美元，博物館部份損失 40 架飛機與許多歷史悠久無法取代的文件，另紀念大廳重要肖像與航太圖書館亦被燒燬，估計損失約 1 百萬美元。 4. 原因探討 未裝設自動滅火系統導致火勢迅速蔓延，未設探測器造成通報延遲，縱火犯選擇夜間無人時進行縱火。
<p>巴西 Rio de Janeiro 現代藝術博物館 (Museum of Modern Art) 發生日期： 07/08/ 1978</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 夜間值班人員於凌晨四點發現火災，<u>但博物館內並無自動滅火設備及緊急搶救計劃</u>；火災可能是由煙蒂或線路不良所引起，火勢隨易燃性天花板及牆板擴展，30 分鐘內博物館內 90%的收藏品受損。 2. 這次重大的損失歸咎於警報延遲動作、館內充滿大量可燃物及缺乏自動滅火系統。 3. 原因探討 防火管理缺失、消防安全設備設置不當、防火區劃不良。

<p>美國富蘭克林故居國家歷史古蹟博物館(Home of Franklin D Roosevelt, National Historic Site, Hyde Park)紐約州 發生日期：1/23/ 1982</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 據查起火原因可能是隔樓內遍布之老舊線路引燃火災。 2. 火勢燒燬此棟歷史性建築之屋頂及三樓許多隔間，低樓層則遭受大量水損及煙損。 3. 館內警報系統於夜間 12 時 12 分偵測到火災，動員近 200 位消防人員花費 6 小時進行搶救，火勢才獲得控制。 4. 閣樓間缺乏火警自動警報設備(探測器)與自動撒水設備，故導致須使用大量水來灌救。 5. 為連夜搶救這些歷史悠久的傢俱與文物，館長與管理員與消防隊共同合作，依專業執行各項收藏品挽救措施。 6. 損失約 2 百萬至 250 萬美元，其中古董傢俱約 50 萬美元。 7. 原因探討 <p>未裝設自動滅火系統與探測器導致火勢迅速蔓延，老舊線路未進行更新。</p>
<p>Byer 美術館(Byer Museum of Art, Evanston, IL) 伊利諾伊州 發生日期：12/31 / 1984</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 樓牆內電線起火，竄燒出牆外蔓延至整個博物館，偵煙探測器不明原因並未動作，火勢完全燒燬了 2 樓 3 樓及屋頂，並造成 1 樓嚴重水損。 2. 損失約 3 百萬美元。 3. 原因探討 <p>探測器未動作，維護保養可能未落實，故造成火災發現延遲。</p>
<p>美國加州聖馬利諾 杭丁頓美術館 (Huntington Gallery) 發生日期：10/17/ 1985</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美術館設有偵煙及感熱探測器，但在升降機管道並沒有安裝偵煙或感熱探測器；電氣設備起火燃燒一段時間後擴展至第一層樓，當新鮮空氣進入火場後即產生 60~70 英尺高的火球。 2. 所有藝術繪畫毀壞，財物損失約 150 萬美元。 3. 原因探討 <p>用電管理缺失、消防安全設備未能發揮功用、垂直防火區劃不良。</p>

<p>美國路易斯安那州博物館 紐奧良 (Louisiana State Museum) 發生日期： 5/11/ 1988</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>歷史性建築外牆翻新工程</u>，證據顯示應為焊接時之火花引燃屋頂上木製的可燃物質。 2. 火勢無預警蔓延至閣樓(頂樓隔間)，直到地面層的探測器偵測到煙才發現。<u>火警系統未與消防隊自動連線</u>，故由一位行人路過發現煙才報案。 3. 儘管消防人員奮力搶救，屋頂頂樓及三樓(三樓空間乃為典藏庫，存放館內重要收藏)均被火災燒燬，且煙及水損也遍及其他樓層。 4. 估計使用 500, 000 加侖的水以撲滅控制此場火災，損失約 5 百萬美元。 5. 原因探討 <p>未設置自動滅火設備，施工中未作好火災及安全防護，且警報系統未與消防隊自動連接，故造成通報延遲。負責搶救的火場指揮官表示，若此間博物館設有撒水系統，大概只需啟動兩顆撒水頭即可撲滅或控制此場火災。</p>
<p>美國國家自然歷史博物館 (National Museum of Natural History) (屬林聯邦政府史密斯森機構經營管理之一 one of Smithsonian Institution museums) District of Columbia 發生日期：1/22/ 1989</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究人員於離開實驗室時，未將爐灶關閉，隨後博物館中控室接收到偵煙探測器警報，兩分鐘後工作人員到達現場時，發現一顆撒水頭已動作並成功撲滅火災。 2. 財物損失約 1000 美元。 3. 原因探討 <p>用火管理有缺失、但撒水設備發揮功能。</p>
<p>加拿大皇家薩克其萬博物館 (Royal Saskatchewan Museum) 發生日期：1990 年</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一個未完工之展覽走廊起火，<u>火災延燒一個小時，起火所造成的煙霧隨氣流在該館的畫廊裡蔓延</u>。 2. 導致皇家薩克其萬博物館整個建築物以及內部的陳設，表面都蒙上一層煙灰，對某些藏品造成廣泛的損害。 3. 原因探討 <p>施工中防火管理不健全、未裝設自動滅火設備或排煙設備以致造成火煙蔓延。</p>

*依發生時間先後排序

表 4 國內博物館或美術館火災災例探討

<p>國立台灣 史前文化博物館 發生日期：07/24/ 2001</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 起火原因為展示櫃上方之<u>電線走火</u>，消防搶救長達五個小時，排煙及善後工作約施作六個小時。 2. <u>42 件文物因而損毀，98 件文件受到程度不一的煙損</u>，損失文物之價值逾新台幣壹佰萬元，該博物館硬體設備之損失更高達新台幣約 7000-8000 萬元。(250 萬至 300 萬美元) 3. 原因探討 防火管理不健全，用電失當、可移動之消防安全設備配置失當及防火區劃設計不良，造成未起火空間撒水動作，造成消防搶救困難性。
<p>台灣「大雪山林業公司廠區」博物館 發生日期: 05/13/2006</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 火災發生於凌晨（零時零四分接獲火警報案，一時二十分控制火場，五時十分才全部撲滅）在台中縣東勢林務局所屬即將完工的「大雪山林業公司廠區」博物館，短短 20 分鐘，面積八千九百八十五平方公尺的廠房與林業博物館園區就全部燒光；包商雇的守夜人員說，前晚十一時許聽到狗吠，但出來查看無異樣，昨天凌晨零時入睡，卻見窗戶外有亮光，起來一瞧，製材廠已陷火海，還聽到爆裂聲，起火原因不排除人為縱火之可能性。 2. <u>此場火災雖未造成人員的傷亡，但其博物館全毀、財物損失初估約 1 億。</u> 3. 廠區的建築群包括鋸木廠、木材防腐工廠、針葉樹木乾燥室、闊葉樹乾餾廠、刨板工廠、木炭屑木廠、人造木材廠、動力廠、紙漿工廠、夾板工廠等。採取美式跨架產業建築，屬於世界少有的文化資產。 4. 原因探討 施工中防火管理不健全，未設置自動滅火設備與防火區劃空間，以致火勢迅速蔓延。

國外災例資料來源：節錄 NFPA 911 ,1911 NPFA 909 ,2005

國內災例資料來源：<http://140.128.27.30/ayo/2HisInf/20012002/2001July.pdf>(新文彙集)

<http://www.epochtimes.com/b5/6/5/14/n1317554.htm>(大紀元新聞)

由上述案例可以發現無論歷史性建築或現代化建築之博物館，由於經營單位防災觀念不足、經費預算不足，以及對於文物保護、人命安全、建物保存間的平衡未能取得共識；一旦發生火災時，由於警報或滅火設備的缺乏或未即時動作，待濃煙或火勢擴大成災才被人員發現時，火勢往往一發不可收拾，失去初期滅火的最佳時效，或因火災發生時緊急應變措施缺乏，導致人員避難、文物搶救上更大的傷害。

(三) 國內外消防安全法規之探討

1、國內相關法規之探討

我國對於建築物之設計、施工、構造及設備要求，皆依「建築技術規則」之規範辦理，建築技術規則自民國 34 年 2 月 26 日公佈施行，經過多次修正，其中與博物館防火防災方面較相關之規定說明如下：

(1) 防火建築物及防火構造之規定

建築技術規則第六十九條係規定附表內之建築物應為防火建築物及防火構造，其中博物館等場所屬 D-2 之場所，其樓層在三層以上者，應為防火建築物。

(2) 防火設備之種類

建築技術規則第七十五條規定之防火設備有：防火門窗、防火牆及防火樓板、撒水幕等；其相關內容規定於第七十六條。

(3) 防火區劃之防火建築物及防火構造建築物

建築技術規則第七十九條：「防火構造建築物或防火建築物。其總樓地板面積在 1500 m² 以上者，應按每 1500 m²，以具有一小時防火時效之防火牆、防火樓板及防火門窗區劃分隔。且應具一小時以上之阻熱性」。

(4) 風管之防火區劃

建築技術規則第八十五條：「貫通防火區劃牆之風管，應在牆之任一側風管內裝設具一小時防火時效防火閘門或閘板。」

(5) 建築物防火避難設施及消防設備相關規定

建築技術規則第八十九條至第一百十六條係建築物防火避難設施及消防設備之專章（第四章）規定，包含有：出入口最小寬度限制、走廊之淨寬度及構造規定、距出入口之最小步行距離、安全梯（室內安全梯、戶外安全梯及特別安全梯）之構造、室內排煙設備、緊急昇降機間及特別安全梯間之進風排煙設備、緊急照明設備、緊急用昇降機（設置標準、機廂、機道、機械間安全裝置等）、緊急進口設備、防火間隔及消防設備（滅火設備、警報設備及標示設備）等。

依據建築技術規則，國內現行防火避難規定多著重於『避難路徑』、『防火區劃』、『消防設備』及『排煙設備』等項目。依建築技術規則總則編第 3 條之 3 規定，一般博物館類屬於供參觀、閱覽、會議，且無舞台設備場所之 D-2 類建築物。

另博物館空間依照我國「各類場所消防安全設備設置標準」第 12 條的規定應為乙類第 4 目圖書館、博物館之類似空間。其所應檢討如圖 1 所示：

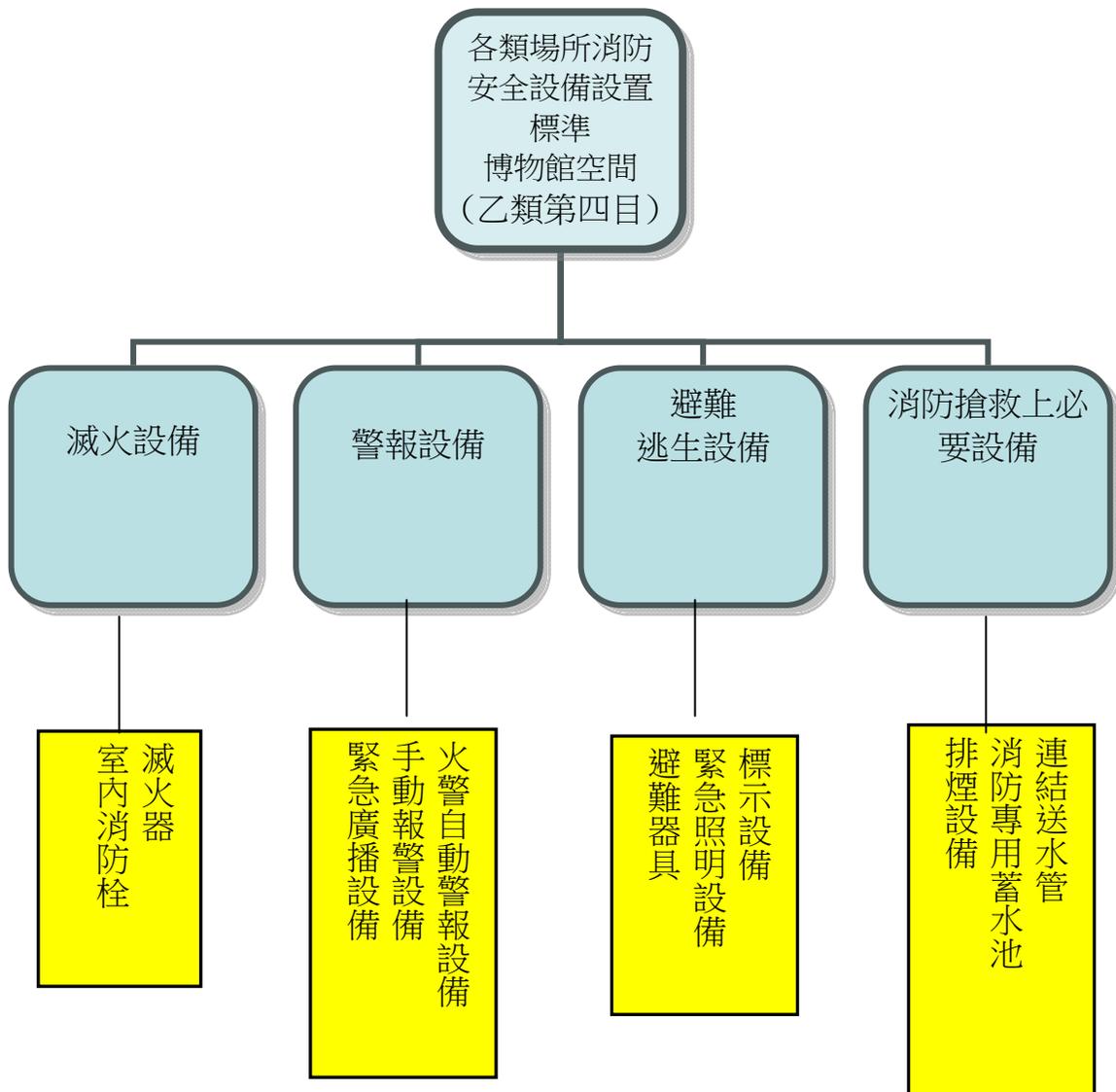


圖 1 各類場所消防安全設備設置標準有關博物館相關規定

2、國外法規及文獻探討

(1) 美國防火協會 (NFPA) 第 909 號法規依照美國防火學會會 (National Fire Protection Association, 簡稱 NFPA) 909 關於博物館/文物館典藏空間及蒐藏品的保護要點如下：

1. 人命安全

除緊急照明為由內部通往外部通道時之必要標示，並符合 NFPA 101, Life Safety Code 之規定外，每一空間應有火警警報設備與手動報

警設備。

2.火災預防

- (1) 禁止吸煙。
- (2) 禁用分電盤、手提供熱器設備。
- (3) 除了滅火、火警、安全或其他可直接監控其空間之系統，其餘電線管線應避免通過典藏庫。
- (4) 隔離控制室與典藏空間。
- (5) 採用認證之固定供熱器。

3.火災防護

- (1) 內部應有一小時以上防火時效之防火區隔
- (2) 鄰接危險區域（如：機房、鍋爐房）應有兩小時防火時效之防火區隔。
- (3) 應設置自動火警偵煙 fire detector system 系統。
- (4) 典藏庫樓地板面積 46m^2 以上時，應設自動滅火系統。但若由不燃櫃構成之典藏空間可免設。

4.煙控系統

應設置可防止煙擴散入典藏庫或煙滯留之防護系統，且其管路應採經認證之材質。

5.典藏書庫

- (1) 避免管線通過，並與監控室隔離。
- (2) 書庫內應設火警系統及自動滅火系統（多層書庫應設自動撒水系統）。
- (3) 所屬垂直管道間應設防煙閘門。
- (4) 多層書庫防火區劃內火載量之計算應含各層燃料量。

6.系統設計

自動滅火設備、典藏空間與存放文物種類的特性應充分考量並限制於符合消防安全目標的可接受之損失內，且針對空間增加之火載量更改自動滅火設計。

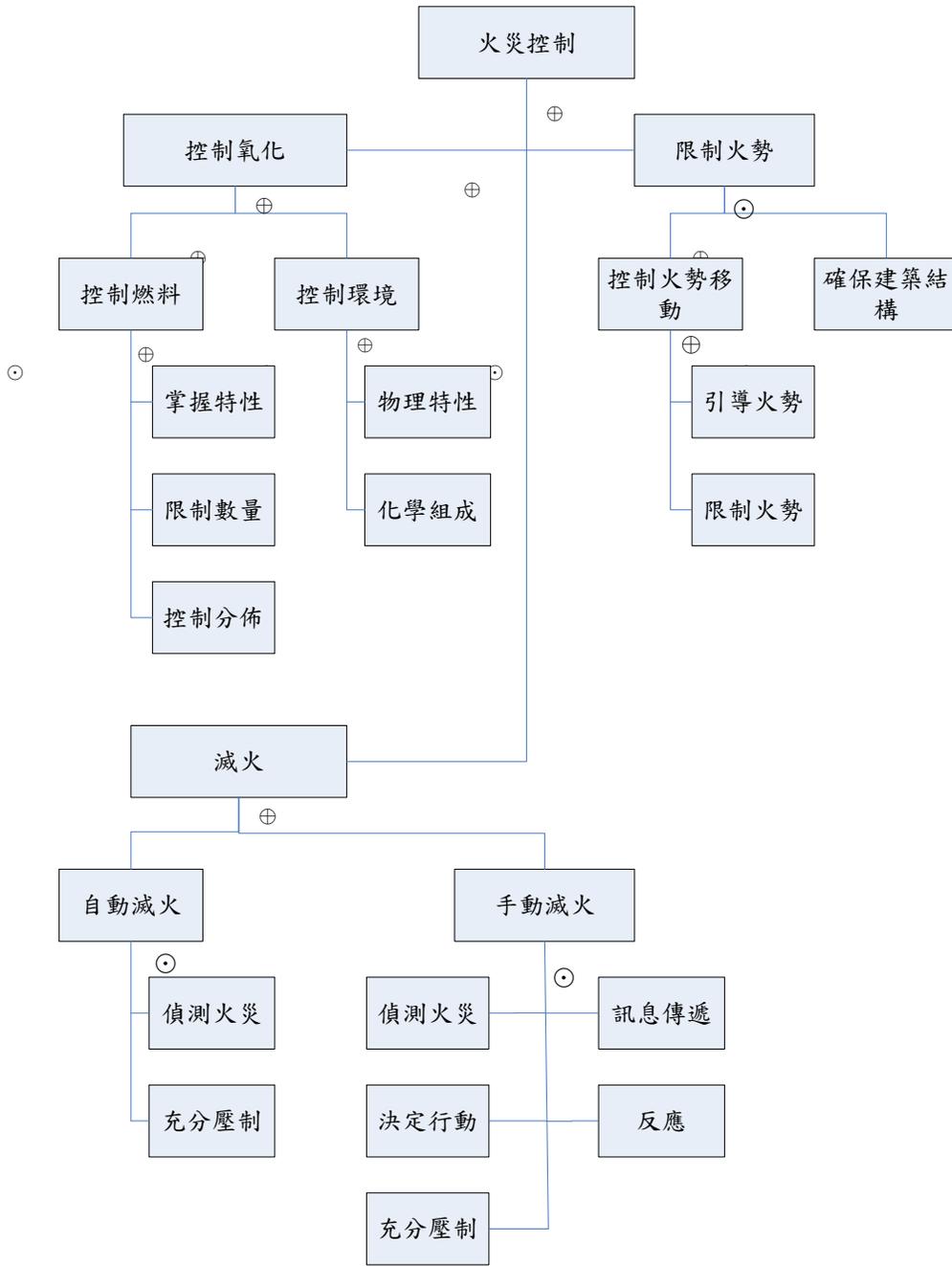
7.作業準備室

若使用可燃及易燃性液體處理溶劑，除存放有經認證安全櫃外，應限制其一天之作業量；另其室內電器設備應使用經防爆認證之設施。

另外，於 NFPA 909 附錄 B 針對在 1980~1998 年間，美國美術館／博物館火災做分析；可以發現無論歷史性建築或現代化建築之博物館，由於經營單位防災觀念不足、經費預算不足，以及對於文物保護、人命安全與建築物保存之間的平衡未能取得共識；一旦發生火災時，往往由於警報或滅火設備的缺乏或未即時動作，待濃煙或火勢擴大成災才被人員發現時，火勢終究一發不可收拾，失去初期滅火的最佳時效，再加上火災發生時緊急應變措施缺乏，導致人員避難、文物搶救上蒙受更大的傷害。

（2）美國防火協會（NFPA）第 550 號法規

由於國內「各類場所消防安全設備設置標準」針對博物館空間應設置的消防自動滅火設備並無強制規定，故館方可依 NFPA 550 Guide to the Fire Safety Concepts Tree 之消防安全概念樹狀圖概念，提出最符合館方認同性、經濟性及安全性的最佳方案，其概念如圖 2 及圖 3 所示：



⊕：有一符合即可

⊙：皆須符合

圖 2 消防安全樹狀概念圖

(四)Collection Room 空間設備選用與防災理念作為

耐火或不燃結構的建築並無法保護博物館內的收藏品免於火災的威脅，因此，滅火系統的目的便在於提供早期偵知與撲滅火災的功能。然而偵知與滅火是兩種不同的功能，故消防系統可視為一種連貫性的綜合系統，包含偵測火災，啟動警鈴到自動放射藥劑撲滅火災。根據 NFPA 911 規範，一個完善的消防系統能在最小的影響與妨礙下適當的裝設於博物館展示區或其他庫房區域，且針對火災發生時必須要採取的步驟如下

1. 啟動警鈴
2. 通知消防隊
3. 若博物館本身有設滅火小隊，立即動員滅火人員
4. 全棟疏散
5. 統計人數
6. 採取必要的緊急應變措施
7. 確認有人引導消防人員至正確的起火地點
8. 與消防隊合作
9. 向主管報告損失程度與面積
10. 著手進行清理工作並透過專業復原重建人員的協助恢復博物館原有機能
11. 準備新聞稿對外發布新聞
12. 辦理火災事故分析檢討會，讓員工藉此從錯誤中習得經驗

透過適當的緊急應變手段，我們能降低部分的災害損失，然若無設置任何自動滅火設備，從過去的災例可證明，倚靠後續趕到消防隊的搶救是不足以保障博物館本身或其收藏物的安全，且往往可能造成更大的水損。目前國內法規針對一般博物館或美術館之典藏庫房並無設自動滅火設備之強制要求，如「各類場所消防安全設備設置標準」第 17 條：10 層以下建物之樓層樓地板面積合計在 300m² 以上針對甲類特種場所或 1500m² 以上針對其他甲類及車站場所才應設自動撒水設備；第 18 條：針對各類機房、電腦室樓地板面積超過 200m² 以上應設自動滅火設備（水霧、泡沫、CO₂ 及乾粉）等規定，並無針對乙類第 4 目博物館空間規範所需設置之滅火設備。然光靠安全管理及滅火器、消防栓

設備以求保護是無法達到博物館安全防護需求的。

目前我國消防安全審查有一特定對策中，依據內政部消防技術審議委員會消防安全性能設計與同等性能替代申請及審查程序，場所之部份或全部需申請性能設計或同等性能替代者，在經過地方消防主管機關查確認後，審查程序分為下列階段：

1、資料審查

申請人填具申請書檢附相關資料，向中央消防主管機關提出申請，須確認申請對象及適用法條與建築物申請範圍及性能設計範圍界定。

2、核對送審資料

申請人應依規定檢附建築物性能設計相關送審資料乙份，經審查齊全者，提付預審。

3、交付預審

申請人應就設計範圍、空間用途特性、設計目標、判定基準、評估程序、方法、情境、工具及引用數據資料製作簡報，併前揭資料製作 15 份，並於預審會議時蒞會說明。

4、交付審議

經預審通過之案件，申請人依預審結果於 6 個月內作評估結果報告 15 份提出申請，並應於審查會議時蒞會說明，無法如期提出申請者，應於到期前 1 個月申請展延，以 1 次為限。

5、提會備查

審議結果經提內政部消防技術審議委員會會議備查後，通知申請人審查結果。審議通過者，逕予核定審核認可書；審議未通過者，得補充資料再予審議。

申請應檢附資料及相關規定，應符合中央主管消防機關之規定。此外，但因場所用途、構造特殊，或引用與現行法規同等以上效能之消防技術、工法或設備，適用現行法規有困難者，則可依據「各類場所消防安全設備設置標準」第二條規定進行替代設計、機具方案或性能驗證設計。

而在申提出性能設計替代申請時，應於建築設計階段，即著手進行防火避難設施及消防安全設備規劃，依業主之使用需求及空間特性，明確界定設

計範圍、目標及設定情境等條件。

預審制度的實行，使申請案件在送審前，獲得充分溝通，節省時間與成本，故博物館/文物館典藏庫之消防系統，可結合其火警、自動滅火設備與排煙整合成一系統，循此程序送審。此外，博物館/文物館之典藏空間對於文物保護的特點，加上內部典藏品遭遇災害時的防護及疏散考量，在設計時文物搶救、消防救災空間及動線對策，均是設計考量重點。

(五)博物館火災安全評估法(A system for Fire safety Evaluation of Museums)

此系統由一位奈及利亞學者M. AIT Mohamed 根據NFPA (National Protection Association) 美國國家防火協會，人命安全規範 (Life Safety Code) 其中有關防火安全設備與建築法規，並透過專業判斷與博物館安全相關檢討評論，研究發展出之量化博物館火災安全評估系統。

1、主架構

所用的參數乃以法規為基礎，主要架構可區分為以下四種

- (1)防火區劃(Fire Containment)
- (2)滅火手段(Extinguishment)
- (3)避難行為(People movement)
- (4)一般防火安全(General Safety)

這套評估法的研究概念乃採用火災研究中心(Center for Fire Research)，針對醫療院所機構所發展之評估模式，嘗試轉化應用於博物館安全評估中。

2、評估目的

- (1)量化 life safety code 人命安全規範中建築物內之相關的防火安全等級。
- (2)以現有的法規來評估既存博物館或新設之博物館內火災安全的等級。
- (3)同等替代性防火安全設計之價值評估。

3、步驟

Step 1: 根據表1決定Occupancy Risk Parameters 建築物危險參數因子

Step 2: 根據表2計算建築物危險參數因子Occupancy Risk Factor(F)

Step 3: 根據表3A或3B計算該建築狀態Adjusted Building Status(R)

- a. 如果是新建築則適用表3A，若為既存建築則適用表3B
- b. 轉換從表2取得之參數F代入表3A或3B，計算出” R”
- c. 將R值代入表7

Step 4: 根據表4決定安全參數Safety Parameter Values

Step 5: 根據表5計算個別安全數值評估Individual Safety Evaluations

Step 6: 根據表6決定(法定)必要安全數值Mandatory Safety requirement Values

Step 7: 根據表7評估防火安全等效 Fire safety Equivalency

4、結論

- (1) 所有數值在表7中，若落為” Yes” 欄位，表示該博物館的防火安全等級至少符合NFPA Life safety code的最低標準。
- (2) 所有數值在表7中，若落為” No” 欄位，表示透過此系統驗證，該博物館的防火安全等級未符合NFPA Life safety code的最低標準。

Table1	建築物危害參數因子(Occupancy Risk Parameter Factors)			
1.Mobility(M) 流動性	Mobile 流動性高		Limited Mobility 流動性低	
	1		1.6	
2. Density(D) 密度	1000 persons		30 to 1000	300
	2		1.5	1
3. Zone Location (L) 區域座落點	First	Second	Third	Fourth&∞
	1	1.2	1.3	1.4
4. Ratio of Visitors to Personnel(T) 參觀民眾與職員比例	30/1	60/1	100/1	∅
	1	1.2	1.5	4

∅: There are no personnel (無職員)

Table 2: 建築物危害因子計算
$M * D * L * T = F$ $() * () * () * () = ()$

Table 3A: new building
$F \quad R$ $1 * () = ()$

Table 3B Existing Building
$F \quad R$ $0.5 * () = ()$

Table 4 Safety Parameters Values 安全參數植							
Parameters 參數	Parameters Values 參數值						
1. Construction 構造	Combustible (易燃性)				Non Combustible (非 易燃性)		
	Wood Frame		Ordinary				
Floor Zone 樓層	NP	P	NP	P	N	P	Fire resist.
First 1F	-2	0	-2	0	0	2	2
Second 2F	-7	-2	-4	-2	-2	2	4
Third 3F	-9	-7	-9	-7	-7	2	4
4&Above 4F以上	-10	-7	-10	-7	-9	-2	4
2. Interior Finish (Corridors) 內部裝修(走 廊)	Category C		Category B		Category A		
	-5		0		3		
3. Interior Finish (Exit) 內部裝修(出口)	Category C		Category B		Category A		
	-5		-3		0		
5. Interior Finish(other) 內裝(其他)	Category C		Category B		Category A		
	0		1		3		
5. Zone Length 區域步行 距離	Zone Length(FT)區域步行距離						
	<150		150-200		>200		
	0		-1		2		
6. Vertical Openings 垂直 開口	Open 4 or more Floor	Open 2 or 3 Floor	Enclosed With Indicate Fire resistant				
			>1H	≥ 1H<2H	≥2H		
	-10	-7	0	2(0)*	3		

NP: unprotected

P: Protected

Table 4 **Safety Parameters Values** 安全參數植

7. Hazardous area (危險區域)	Double Deficiency 複合缺失		Single Deficiency 單一缺失		
	6. In Zone	7. Outside Zone	8. In zone	9. Outside zone	10. No deficiency
	-10	-5	-6	-2	0
8. Smoke	No Control 無控煙手段	Smoke Partition 防煙垂壁	Automatic system 自動排煙系統		
	-8	0	By Zone 居室排煙	Exits & 出口 Corridors 走道	
			3	4	
9. Emergency Movement Routes (緊急避難途徑)	2 Routes 兩方向	Multiple Routes (多重途徑)			
	-8	Deficiency Capacity	W/O HOR Exit	Horizontal Exit	Direct Exits
		-4	0	3	5
10. Manual 手動報警	No Manual Fire Alarm		Manual Fire Alarm		
	-4		W/O Connection	F.D	W/F.D
			0		2
11. Smoke Detection & Alarm	None	Corridor (走廊)	Rooms	Total Space	
	0	2	3	4	
12. AUTOM.	None	Corridor	Rooms	Total space	
	0	2	8	10	
Note: * use(0) when Item 13 is 10 * use(0) when Item 1 is based on 4 Floor & above					

Table 5 Individual Safety Evaluations (個別安全評估表)					
Safety Parameters 安全參數		Contain. S1	Extinguish S2	People M. S3	General S4
1	Construction				
2	Interior Finish				
	Corridor				
	Exit				
	Other				
3	Zone Dimensions				
4	Vertical Openings				
5	Hazardous Areas				
6	Smoke Control				
7	Emergency Movement Routes				
8	Manual Fire Alarm				
9	Smoke Detection & Alarm				
10	Automatic Extinguishing				

Total

S1=

S2=

S3=

S4=

Table 6 Mandatory Safety Requirements 指定安全參數基本要求						
Zone Location 區域	Containment 防火區劃Sa		Extinguishment 滅火手段Sb		People Movement 人群移動Sc	
	New新 建築	Exist 既存	New新 建築	Exist 既存	New新 建築	Exist 既存
First Floor 一樓	9	4	6	3	6	1
Above First Floor 一樓以上	14	8	8	5	9	3

Table 7 Zone Safety Equivalency Evaluation 區域等效安全評估			Yes	No
Containment Less Mandatory Containment S1 Sa ≥0				
Extinguishment less Mandatory Extinguishment S2 Sb ≥0				
People Movement Less Mandatory. People movement. S3 Sc ≥0				
General Safety Less Occupancy Risk S4 R ≥0				

參、SMITHSONIAN INSTITUTION 實習過程與觀摩

一、史密森森博物館機構介紹

Smithsonian Institution 是全世界最大的博物館管理機構，於1846年成立，資金源於英國科學家詹姆士·史密森森(James Smithson)對美國的遺贈，目的為”知識的傳播與累積”。

史密森森博物館機構擁有19間博物館、國家動物園、眾多研究中心以及景致宜人的美麗花園，其中有10座博物館位於國家廣場(National Mall)兩側，華盛頓紀念碑(Washington Monument)與國會大廈 (the U.S. Capital)之間；6間博物館與動物園則分布在華盛頓特區內，另外於紐約市則設有庫伯休伊特博物館(Cooper-Hewitt)、 國家設計博物館(National Design Museum)以及美國印地安博物館喬治古斯塔夫海伊中心(National Museum of the American Indians George Gustav Heye Center)。

史密森森博物館共收藏了136.5 百萬件藝術品、標本提供展覽、研究與公眾教育課程，除了博物館的經營外，史密森森還是全世界最優秀的科學人文藝術研究中心之一。在馬里蘭州的Edgewater設有環境研究中心SERC (Smithsonian Environmental Research Center)，研究70%的世界人口所居住之沿海地帶生態系統；Suitland設博物館保護學會 (Museum Conservation Institute)，發展有關針對博物館對象的技術研究分析與保護措施；在Florida州設有海洋生物研究站 (Smithsonian Marine Station in Fort Pierce)，從事海洋科學研究；在維吉尼亞州設有國家動物園之動物保護與研究中心，研究國家動物園內稀有動物和瀕臨絕種動物的保護問題；此外甚至在巴拿馬設置熱帶研究所(Smithsonian Tropical Research Institute in the Republic of Panama) 深入研究熱帶生物與環境生態。史密森森機構透過這些學會、中心致力於自然、藝術、科學和歷史領域的學術研究。

二、實地勘查與紀錄

此次研習間共參訪了四間博物館，分別為美國華府國家美術館、美國藝術與肖像博物館、美國印地安博物館與美國國家自然歷史典藏空間。

(一)National Gallery Museum of Art (美國華府國家美術館)



圖 3 美術館正門外觀

分為西館 West Wing 與東館 East Wing 兩棟建築，中間有地下走廊相連。National Gallery Museum 與 Smithsonian museum 及 Holocaust museum 並列美國三大由聯邦政府統籌營運管理的博物館機構，為避免競爭，這些博物館均屬“not-for profit”非營利組織。National Gallery Museum 西館內展覽主題為西方藝術文化，主要針對歐洲的近代繪畫如莫內、塞尚、雷洛瓦、高更、梵谷、畢卡索等重要的作品，還有展示希臘羅馬文藝復興雕像。



圖 4.5 西館展覽空間之挑高設計與展覽室展示作品



圖 6 西館地下一樓
Coffee Shop and
Cafeteria



圖 7 西館地下一樓連
通東館建築之地下長
廊

東館則主要展示一些現代藝術作品如抽象藝術，或是一些近代知名藝術家的特展。



圖 8.9 東館大廳挑高大廳展示現代藝術

National Gallery Museum 為達整體空間美觀設計，將所有的天花板的偵煙型探測器 Smoke detector 均裝設於圓筒的燈罩內，使其與照明燈的設計一致。



圖 10,11 可明顯看出天花板上探測器外觀設計與空間照明設計一致。



National Gallery Museum of Art 僅針對展覽空間為木造裝潢 (易燃材料) 時設置撒水幕，以達文物保護之需，該設計意念與我國建築技術則設計施工篇第 88 條明定“距地板 1.2m 以上的牆壁及天花板應採耐燃性裝修，而採可燃性的木質或織物裝修時必須增設自動滅火設備及排煙設備以替代”，不謀而合。



圖 12 由於室內裝修為木材設計，故天花板裝設撒水幕。



圖 13 木製室內裝修展覽空間內，裝設偵煙型探測器與撒水幕。

小結：National Gallery Museum 的消防安全設計，西館部分，非木製裝潢展覽空間，只裝設 Smoke Detector，館內並未裝設室內消防栓，若展場空間為木製裝修設計，則裝設有撒水幕，以避免火災之延燒。然國內因受限於偵煙型探測器安裝位置不得距裝置面太遠之規定，故建議國內美術館或博物館援引此一意象設計時可將探測器套在短於 60cm 的燈罩造型底部，則合法與需求兩全也。另撒水幕設計之概念可援引我國建築技術則設計施工篇第 88 條明定，距地板 1.2m 以上的牆壁及天花板應採耐燃性裝修，但美術館基於文物保護或意象空間的設計需求，欲採可燃性的木質或織物裝修時，則必須增設自動滅火設備及排煙設備以替代，否則即違反規定，可見美國國家美術館 National Gallery Museum 亦有同樣之設計對策。

(二)National Museum of American Art & Portrait (國家藝術與肖像博物館)

美國國家藝術博物館原是一棟將歷史建築(原非博物館用途之建築)，2006 年才重新整修改建完工，正式開放作為美國國家藝術博物館，建築物本身已相當老舊，但可明顯看出為保護內部典藏的文物與藝術品，其所投資的消防安全設備與空間防護非常緊密且完整。目前中庭仍於施工中，預定 2007 年底將開放作為咖啡廳及禮品部或展覽空間用途。



圖 14 館內挑高之長廊



圖 15 館內角落壁面仍可看出建築物老舊之情景

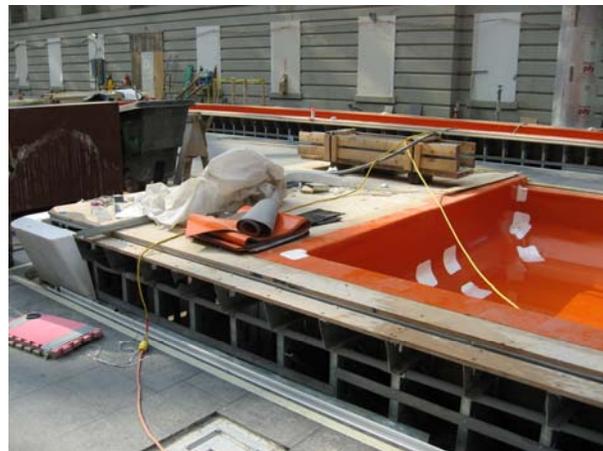


圖 16,17 中庭施工情形

National Museum of American Art (美國國家藝術博物館)為一口字型建築，內部區分不同時期美國的藝術文化階段，原則上雕像與油畫美術作品展示空間之安全防護設計均以撒水及偵煙型探測器及一般監視設備為主，但較重要的作品或油畫均有另設置玻璃木櫃進行防護及展示，以防周邊自動撒水動作時可能會造成的危害。



圖 18 館內一般雕像展示空間，裝設隱藏式自動撒水設備及偵煙型探測器



圖 19 館內油畫展示空間，裝設隱藏式自動撒水設備及偵煙型探測器



圖 20,21 館內油畫展示空間靠近屋頂處，除裝設隱藏式自動撒水設備及偵煙型探測器外，另裝側牆式撒水頭

有關館內局部挑高之長廊及展覽空間因局限型偵煙探測器效果有限，故裝置光電分離型探測器(Beam type)，或是單一光電離子型探測器達成空間安全防護之目的。



圖 22 館內挑高展示空間之 security detector



圖 23 Security detector

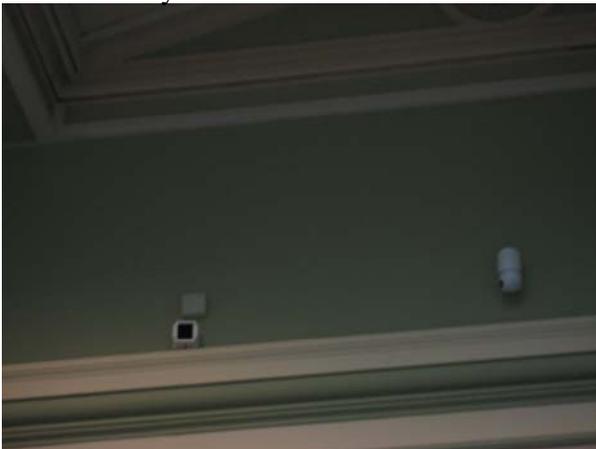


圖 24 館內挑高走廊，選用光電分離型探測器(Beam detector)



圖 25 館內挑高走廊，選用光電分離型探測器(Beam detector)

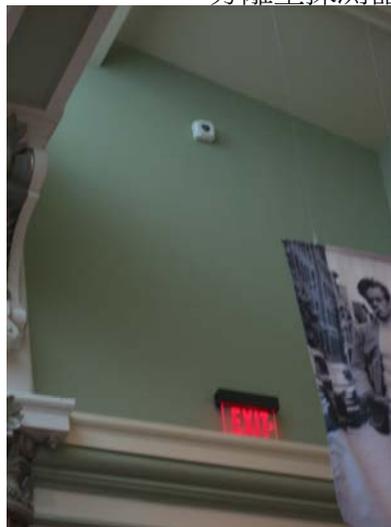


圖 26,27 館內挑高走廊，選用光電分離型探測器

館內部份展示空間設有排煙設備，以偵煙型探測器進行連動啟動排煙，一般啟動排煙之探測器與偵測火災之探測器相較，啟動排煙需選用可靠度等級較高的偵煙探測器；國內往往忽略此點，將導致過於靈敏致動作時序不當，反不利避難應變。



圖 28,29 展覽區排煙裝置



圖 30,31 展示空間設置排煙設備，明顯辨識空調與排煙口之區別，且排煙開口附近有設置連動之偵煙型探測器。

另館內亦設有實驗室提供讓研究人員進行實驗並以透明玻璃便於民眾參觀，實驗室內部主要仍裝設隱藏式撒水設備及偵煙型探測器進行防護。



圖 32,33 實驗室與文物修護空間

館內洗手間外部牆面裝設急救器材(自動心臟電擊去顫器)提供緊急狀況使用，life pack 應是考量參訪者中高齡者日增，為防意外而有此國內未見的貼心設計，對已邁入高齡化社會的我國值得參考。



圖 34 急救器材

館內地下室供應室各種管線配置僅以文字標籤說明，各種管線不需一定要執守整條管線漆上顏色(如消防管線不一定只能漆紅色)，撒水頭外部為防碰撞而漏水致災,故裝有金屬線圈 mechanical guard 防護之。



圖 35 各式管線



圖 36 消防管線



圖 37 地下空間各式管線僅以文字標籤說明



圖 38 漆黑色之撒水管線與向上型撒水頭



圖 39,40 撒水頭外部裝有金屬防護罩以防碰撞漏露



有關探測器安裝位置，國內法規限制探測器的安裝不能與裝置面傾斜逾 45 度，圖 43 所示安裝例則與牆壁成 90 度安裝，顯與我法規不符，卻是世界各國常見安裝例。我引自日本的規定只針對常態天花板安裝例加以規範，忽略歐美國家可為特殊空間及安裝位置開發適用探測器之事實；然在美國各處均可見探測器安裝與裝置面成水平 90 度之實例，為達整體設計需求及美觀，美國國家藝術博物館是最佳示例。



圖 41,42
Lunder
conservation
center 內探
測器安裝與
裝置面成水
平 180 度之
實例



圖 43,44
探測器安
裝與裝置
面成水平
90 度之實
例及所在
之挑高中
庭

館內安裝之各項消防與安全設備之放大圖面



圖 45 垂直式側牆式撒水頭



圖 46 隱藏式撒水頭



圖 47 偵煙型探測器



圖 48 溫度感應型保全探測器 Security detector

小結

針對舊有或歷史性建築變更使用為博物館或美術館是相當普遍的案例，既存未變更使用或增建改建者，可維持原合法使用狀態，此即為何大英博物館及其他歷史性建築看不到自動滅火設備，一旦變更使用或增改建達一定面積以上如我國規定(1000m²)則會被溯及既往，我國建築法 77 條之一及各類場所消防安全設備設置標準第十三條均有明文規定，除法規上的見解外，亦可感受到博物館管理人員逐漸認可撒水可控制現場火煙危害環境條件上的正面功能，並重新認知災害損失控制 **Loss control** 的正確概念。美國國家藝術博物館 (National Museum of American Art) 突破了許多過去博物館的設計與思考上的障礙，認為安裝撒水設備或排煙系統可能會損害文物或破壞空間意象，然事實證明好的消防設計與合適之設備選用，除了不會對空間美觀整體產生衝突外(有時甚能與環境相輔相成)，更能保障文物及空間使用者的安全。

(三)National Museum of American Indian (美國印地安博物館)

美國印地安博物館目前是 Smithsonian Institute 建築物中最新的博物館，三年前才完工啟用，最明顯的是建築外關與其它 Smithsonian Institute 博物館完全不同，設計師大膽使用平面流水與立體瀑布的景觀意象，使整棟建築很有原住民與自然結合之風情，入門內部整個大廳的螺旋狀挑高設計也極具特色。



圖 49,50 博物館外觀設計



圖 51,52 入門挑高大廳設計，全棟建築採用隱藏式自動撒水設備。

螺旋狀挑高大廳設計採用光電分離型探測器 (beam-type detector) 作為防護(與 National Museum of American Art 美國國家藝術博物館相同)。

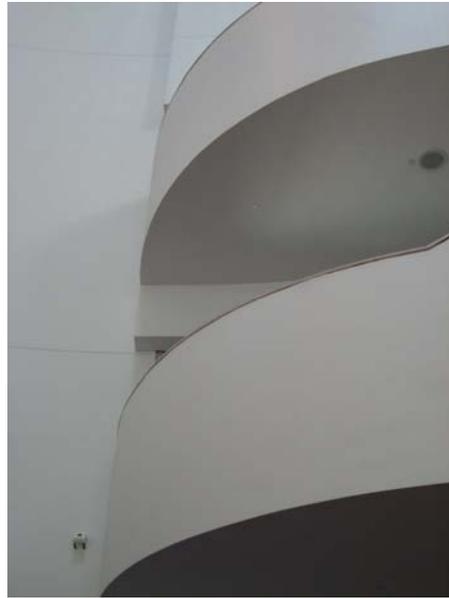


圖 53,54
入門挑高大廳設計，採用光電分離型探測器（beam-type detector）。

安裝於牆面之滅火器外觀採局部透明之設計，使來往的民眾或工作人員隨時可知滅火器是否被移出；反觀國內常將消防栓箱整體罩封漆紅色並印上消防栓箱等斗大字樣，常與周圍環境景觀相衝突，造成突兀的意象；且平時經過若不主動開啟也無法知道內部是否設備齊全。反觀美國印地安博物館設計局部透明的箱體再以圖案表示，箱體露空透明部分，可讓操作者徒手伸進反拉，省略握把設計，是國內值得學習的設計概念。



圖 55 ,56 局部透明且與環境配色一體之滅火器箱。

據統計公共場所洗手間常是被忽略且最易被縱火的地方，美國印地安博物館所有洗手間均設置隱藏式自動撒水設備，讓安全無死角。



圖 57 電梯門採印地安圖騰之特殊設計



圖 58 洗手間裝設自動撒水設備

展室物件較精細者則放置於玻璃展示櫃內，以防若自動撒水動作可能會造成的危害。



圖 59 玻璃展示櫃，與外部走廊之自動撒水設備。



圖 60 急救器材 AED(自動心臟電擊去顫器)與圖例文字說明。

另館內所有洗手間外部牆面裝設急救器材 AED(自動心臟電擊去顫器)旁並附使用說明圖例文字，life pack 應是考量參訪者中高齡者日增，為防意外而有此國內

未見的貼心設計，對已邁入高齡化社會的我國極具參考價值。



圖 61.62 隱藏式自動撒水設備之外部顏色可依環境裝設，一白一灰相對比較。

一般常見之隱藏式撒水頭外部多以白色顯示，此次研究發現在美國印地安博物館隱藏式撒水頭與康寧玻璃藝術館內裝設偵煙型探測器，可配合背景環境而提出需求研擬開發選用不同顏色之撒水頭。該不同顏色的探測器及撒水頭，並非包商自漆的，而是原廠檢測合格的產品，可見美觀的需求不只是空想，已形成市場機制。而這對未來博物館與美術館整體設計色彩搭配上極大的助益，開發理念與消防栓箱近似，除了達到性能需求外，必須還要考量整體設計，選用對博物館與美術館合適且美觀的設備才能普遍被認同與接受。



圖 63 康寧玻璃藝術館內裝設偵煙型探測器。

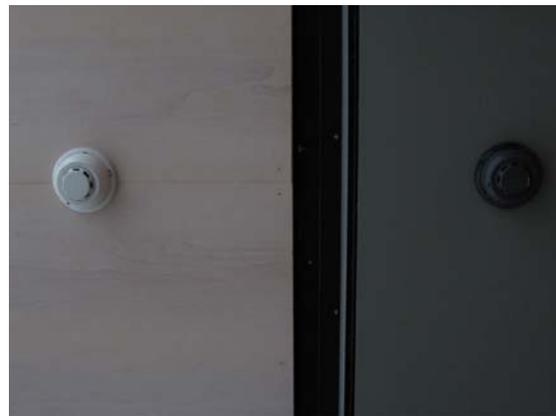


圖 64 康寧玻璃藝術館內裝設偵煙型白色外觀與深灰色外觀探測器。

另一值得學習之處則是有關美國印地安博物館的手提式滅火器選用”細水霧滅火器”與一般我們認知之 ABC 乾粉滅火器不同。水滅火器的滅火效果更加且操作使用也更便利，一般乾粉噴撒後除造成粉末四處飛散，除影響後續救援者正確掌握起火點位置外，其滅火效果只能針對燃燒物表面火熱進行隔絕，且本身為酸或鹼性粉末，一旦沾染上高敏感性文物非常不易清理且易腐蝕文物，造成不可復原的永久性傷害。故其展場及典藏室均不設置乾粉滅火器。此外博物館除實驗室及其他類似戶使用溶劑或酒精的場所外，幾乎都是 A 類火災，故以水滅火器效果最佳，且由於可能直噴起火文物及其週邊未起火文物，故選細水霧造成之水損最小，但販售紀念品部因係複製品，故仍可接受選用傳統乾粉滅火器。

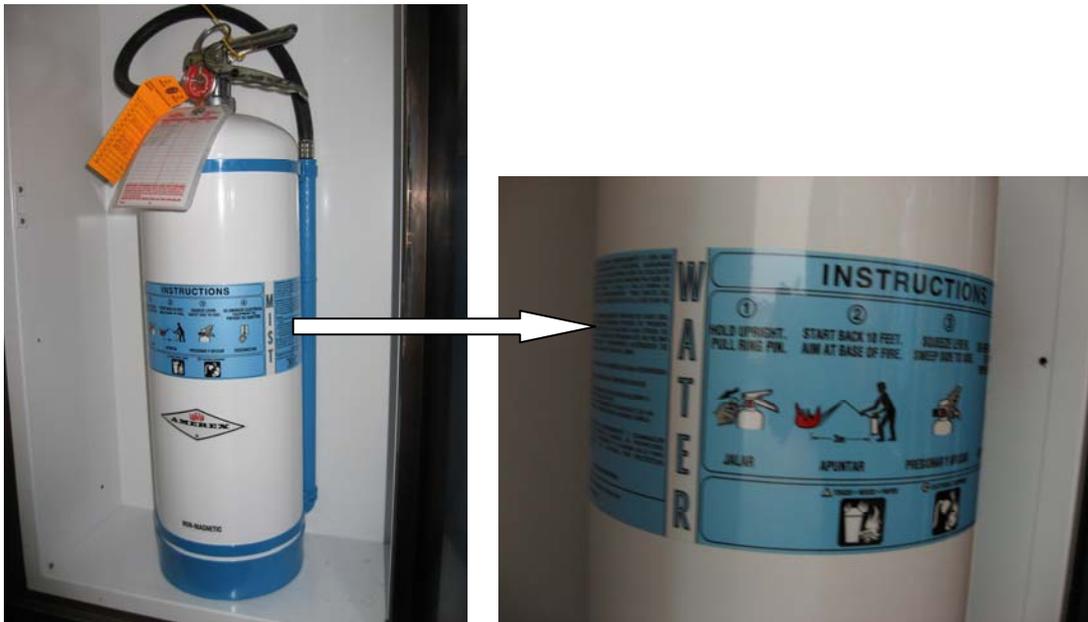


圖 65.66 博物館內裝設細水霧滅火器。

小結

美國印地安博物館全棟大部份區域均設置自動撒水設備，但挑高空間並未設撒水頭或其他自動滅火設備，反觀我國北美館在入口挑高巨型大廳佈滿著二氧化碳 CO2 噴頭，不經濟不合理更不適用，故針對挑高空間設了無效也難以維護保養者，採 CCTV 監視與搶救人員應變，反更能有效落實。

另外值得一提，美國印地安博物館全館完全不設置室內消防栓，鑑此，特訪談 Smithsonian Institution 史密斯森機構 (Office of Safety Health Environmental Management OSHEM) 部門專業的 Fire Safety associate director, Andrew Wilson, 得知很多 Smithsonian 其它既存博物館也都在更新整修之餘，早已將原設之室內消防栓

箱移除，主要原因分析如下：

- (1) 多年的管理經驗與火災實際案例證明，**Smithsonian** 認為室內消防栓不適宜裝置於博物館內空間，所有的職員在未經受過專業訓練的情況下，是難以成功使用消防栓滅火。
- (2) 另滅火的工作本屬消防人員的權責，消防栓的初始設置是為了便於消防人員入內搶救所用，然 DC 消防局多年前便已公開表示消防隊入火場時均備有足夠之水帶，不需使用室內消防栓之水帶。
- (3) 工作人員各司其職，滅火非其工作項目，若要求職員於火災發生時使用消防栓滅火，職員一旦受傷即可提出告訴。
- (4) **Smithsonian** 選擇以自動撒水設備作為最佳的信賴防護。

故**Smithsonian**管理的所有博物館內一旦發生火災，所有的職員只須做兩件事，第一協助疏散民眾，第二迅速自行避難，即使欲使用滅火器進行滅火的安全人員或職員。**Smithsonian**強調都必須是經過**OSHEM**部門提供的訓練才能使用滅火器，此理念衝突國內襲用及根深蒂固的認知，非常值得博物館界及消防領域人士研究探討。

美國印地安博物館 **National Museum of American Indian** 是新的博物館設計，所採用的都是最新 **NFPA(National Fire Protection Association)Life safety code** 與 **Building code** 的最新規範。空間有其原始使用目的，衍生的火災危險是要用專業技術去平衡滿足原始設計功能需求的，只一味依照一般用途空間法條安裝不適用的設備器具，實不經濟合理，也不安全有效。

我們可以看見好的設計是符合需求與人性化，除了空間可以依照展覽主題的理念進行規劃，所有的安全設施設備也都能融入情境所需，不再成為空間美學上的障礙，相信這樣的設計是未來所有新設博物館或美術館所追求的目標，也是全世界博物館走向安全與美觀共存標準的趨勢。

(四)美國國家自然歷史博物館典藏空間建築(National History Museum & Smithsonian Support Center)



圖 67 建築外觀

國家自然歷史博物館 National History museum 另設典藏空間(存放約 25%的收藏品 Collections)，地點位於 Smithsonian Support Center 內，距離主要博物館約 20 至 30 分鐘車程的地方，每日有定時巴士(Shuttle bus)往返。該建築建於 1988 年，整體而述，週圍建築及環境近似我們中央研究院，裡面有很多棟不同史密斯森博物館的建築，內含研究中心、實驗室與大型典藏室，此次訪察乃針對國家歷史博物館另設典藏建築空間設計規劃及消防設備選用。有關典藏的物件可追溯古生代時期，範圍涵蓋鳥類、魚類、兩棲類、爬蟲類、還包含考古學、古生物學、植物學、昆蟲學等研究。



圖 68 開放式典藏空間，紅色管線為撒水配管，收藏品古老海豹毛皮



圖 69 開放式典藏空間，紅色管線為撒水配管，收藏品鹿角



圖 70 典藏室 1(Pod 1)所見白色物件均為 Nomex 防火與防水布



圖 71 Nomex material, waterproof and velcro tape
Nomax 為防水之尼龍布料

典藏室 1 (Pod 1)內走廊工作間(Service area)



圖 72 紅色管線為撒水設備，故外部均裝有 mechanical guard 金屬線圈防護，工作室走廊會臨時堆放一些典藏物箱，並有洗手檯設計。

典藏室 1 主要是高架空間，所有收藏均以 Nomex 布料覆蓋，主要因典藏品體積較大或是型態不規則。典藏室 3 則全部設置鐵櫃，非挑高空間，所有典藏品均放置於鐵櫃內，鐵櫃外則標明收藏品名，一般收藏體積較小物件或是易碎品等。



圖 73 詢問有關典藏室 3(Pod 3)設置之探測器



圖 74 典藏室 3(Pod 3)鐵櫃內擺放情形

國家自然歷史博物館 National History museum 另設典藏建築 Smithsonian Support Center 內目前一共設置五個大型典藏空間(collection pods)，其中一個典藏空間專門存放酒精，所有典藏空間存放物件數量共超過 6 萬 7 千件以上，針對存放酒精的空間(典藏室 2)(Old Alcohol Storage)就約一個足球場大，當初在設計時可能沒預料會將那麼多。必須用酒精保存的典藏物將從自然歷史博物館內移到此存放，因典藏室 2 已經放置太多的酒精，故最近已新建完工好的典藏室 5(New Alcohol Storage)即將取代典藏室 2，陸續要將酒精存放物件搬移至典藏室 5。



圖 75 典藏室 2(Pod 2)
(Wet Old Alcohol Storage)
大型酒精存放室，挑高設計，無區劃，約一個美式足球場空間大小。



圖 76 典藏室 2(Pod 2) ，
以酒精箱保存大型烏賊，尺寸約人體大小。

典藏室 5 因為新設空間，地板走道均增設了大面積排水孔，以防酒精傾倒時不會聚積在地面上。另典藏室 5 不再是挑高設計，反而區劃很多隔間，一共分隔有 18 個典藏空間，比起原先典藏室 2(挑高三層樓)且完全沒有隔間，這個設計是很大的改變。其中典藏室 1 與典藏室 2 內的消防系統都是比較舊的設備，都有裝撒水，但因為典藏室 2 為挑高設計(Old Alcohol Storage)，經詢所設置之撒水設備均為高密度撒水頭，放水量大。



圖 77 典藏室 5(Pod 5)地面排水孔設計與移動式櫃架(Moveable shelving and floor drain)



圖 78.79 新設典藏室 5(Pod 5)其中一隔間內所存放之酒精擺設情形

另典藏室 5 其中小型典藏隔間內部有設置移動式鐵櫃，類似我們於圖書館或是檔案室常見的移動式書櫃，然每一個移動式鐵櫃之間均有保留約 20-30 公分的空隙。另地面均設有排水孔，以便撒水動作時能迅速排出酒精溶劑加上滅火用水量。



圖 80 新設典藏室 5(Pod 5)可移動式鐵櫃
(Moveable Shelving)



圖 81 新設典藏室 5(Pod 5)
鐵櫃內存放之物品情形(每
樣物品均無固定裝置)no
shelf guard



圖 82 新設典藏室 5(Pod 5)之可移動式鐵櫃 (Moveable Shelving)上方設置白色撒水管上裝向上型 (high above the Collections)

小結

國家自然歷史博物館 National History museum 的典藏空間，有關典藏室 1 比擬我們一般常見之高架倉儲設計，不過內含典藏物件均有使用米白色 Nomex 防火與防水布覆蓋。針對 Nomex 防火與防水布平常即使用的觀念與做法，符合一旦災害發生時降低並控制災損 loss control 的正確需求，更能促成安心選用撒水系統的決策。

典藏室 2 為大型酒精存放室(Old Alcohol Storage)內部空間完全為挑高設計，裝設高密度放射之撒水設備，且無任何區劃。本研究認為酒精為易燃液體，故該滅火系統效果恐不彰。鑑此，國家自然歷史博物館管理部門新設典藏室 5(共三層樓，隔有 18 個典藏室，空間設備較新，設有排水孔與向上型撒水頭且裝設較新型的偵煙探測器)，其中針對撒水設計一反過去撒水管線須漆紅色之迷思，新設典藏空間整體均以白色撒水管上裝向上型。另部份安裝較低之撒水頭為防碰撞而漏水致災，故外部均裝有 mechanical guard 金屬線圈防護，作法實值得參考。

有關自然歷史博物館典藏理念，從一挑高大空間(典藏室 2)轉為多個較小空間典

藏室 5 的方式,可侷限受災範圍,且可形成人員文物避難的暫時相對安全區,做法值得參考。

不同存放區域,因具不同 flammability heat release rate, fire load,故即使均採撒水,也要精心研採合適的放水密度及防護空間大小 discharging density & its application area,國內溶劑存放空間是否設有適當的自動滅火設備,其放水密度是否足夠,實值得調查研析。

有關新設空間典藏室 5 內所增設之排水孔設計實屬必要,然位置數量及能力均須再檢討,以迅速排出酒精溶劑加上滅火用水量的總量。

針對國家自然歷史博物館將 25%典藏物存放於另一棟建築(其他 75%主要仍放置於館內),

並與研究中心實驗室等空間相結合是極佳的災害風險管理策略。這樣較易發生危險的典藏品一旦發生危害,也不會立即影響博物館主體建築與主要收藏,且大量研究人員能有專屬實驗室進行研究,常使用之化學藥劑也可以有較安全及寬敞的存放空間,即使實驗過程發生意外,對環境熟悉的研究人員也能順利避難,不會造成一般參觀民眾之人命安全與收藏品的危害。

此次訪查針對新舊空間對照,明顯獲得消防管線仍可以融入博物館的空間意象的正面認知,新館採向上式讓撒水頭更接近裝置面而得以及早動作有效控制初期火勢,是值得支持的設計方式。

三、METR(Management Evaluation and Technical Review)過程摘要

為瞭解 Smithsonian OSHEM(Office of Safety Health Environment Management) 針對博物館安全防護等相關議題之看法,筆者實際參與OSHEM 博物館與研究中心年度定期的檢查Management Evaluation and Technical Review(簡稱METR), 透過檢查與訪談彙集以下摘要整理。

(一) Smithsonian Environmental Research Center METR

1. Smithsonian環境研究中心：位於 Maryland的SERC是Smithsonian重要的研究中心，不但從是海洋生態研究也開放學生前往參觀與學習，儼然是一座自然生態教育中心，有著明的藍蟹研究實驗場房，也有提供教學的展示中心與大型會議空間甚至學生研習宿舍。

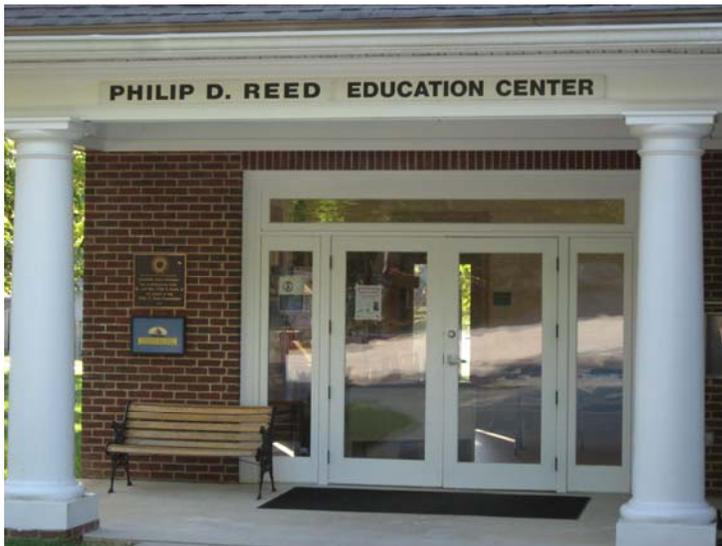


圖 83 環境研究中心正門



圖 84 訪客參觀中心



圖 85 珍貴藍蟹研究

2. 重要紀實：

- (1)所有參與METR的人員，針對三大部份進行檢查，環境安全，消防安全與公衛安全，結合這三項同時進行檢查，筆者認為是可以提高效率且部門領域交流學習的良機。
- (2)中心的safety manager全程陪同協助，對檢查人員有任何疑問都可迅速解釋或紀錄缺失。
- (3)所有消防System除檢查滅火器的標示牌是否有定期檢查紀錄(每個月檢查日期)，亦查看消防幫浦與火警系統運作是否正常。
- (4)環境安全人員均攜帶自己的量測工具，測試變電室裡或戶外的電壓系統是否正常。
- (5)公衛安全人員負責檢查是否有危險物品存放不宜或標示不清。



圖 86 公衛安全人員針對工具儲藏室內擺放使用過之廢棄燈管進行安全評核



圖 87 環境安全人員針對檢查變電設備與電壓開關



圖 88 眼部防護區(許多博物館內研究中心或實驗室常使用一些化學藥劑為免誤觸故於周邊均設置此類沖洗區域)



圖 89 緊急眼部沖洗設備



圖 90 滅火器外觀及標示日期檢查



圖 91 滅火器外觀及標示日期簡查



圖 92 沼澤地二氧化碳偵測槽裝置設備



圖 93 半透明的消防栓



圖 94 消防栓箱使用說明



圖 95 消防幫浦定期維護檢查卡及 Switch Open 標示牌



圖 96 自動撒水設備撒水頭備品箱



圖 97 備品箱內擺放物件陳列情形



圖 98 氣體鋼瓶用鍊索固定



圖 99 走廊設側牆式撒水設備



圖 100 與實驗室工作人員討論情形



圖 101 儲櫃內擺放溶劑檢查情形



圖 102 實驗室內通風櫃下擺放溶劑
檢查情形



圖 103 圖書館設 full sprinkler 自
動撒水設備

(二) National Zoological Park METR

1. Smithsonian National Zoological Park 國家動物園

位於華盛頓市中心西北區的國家動物園亦屬史密斯森機構其下的一環，成立於西元1889年，至今已超過1百年歷史，其中163英畝位於華盛頓市中心開放遊客參觀外，另3200英畝位於Virginia State則是作為Conservation and Research Center；動物園本身除了有廣大的園區腹地外更結合了National History Museum國家自然歷史博物館內館藏，進行許多實際動物的保護、觀察、教育與研究。動物園內共劃分16區，African Savanna, Amazonia, Asia Trail, Asian Elephants, Backyard Biology, Birds, Giant Pandas, Great Apes and Primate(靈長類), Great Cats, Invertebrates, Kid's Farm, North American, Ocean Living, Reptiles and

Amphibians(兩棲類), Small Mammals, Think Tank，每一個主題區都有研究人員與我們進行解說，對於動物園亦視為另一種生態的博物館，這些生物以另一觀點來看與博物館內典藏室的收藏一樣珍貴，且因為被圈養在籠內或侷限的上鎖空間內，一旦發生災害與文物同樣是無法立即避難逃生，故如何確保牠們的安全則是重要的議題。



圖 104 Great Ape House 展示館



圖 105 Great Ape House 展示館，研究人員引領我們入內檢查時，為安撫猿猴情緒，特別準備葡萄餵食猿猴

2. 重要紀實：

- (1) 此次METR仍維持三組專業人員，依然分別是 fire safety and environmental safety 與Industrial Hygienist 公衛安全人員，fire safety 的人進行館內所有空間fire system的目視檢查如滅火器是否有定期檢查紀錄、避難出口或緊急逃生口通道是否有符合一定的寬度，許多大型廚房或工作人員餵養動物之走廊(behind the window)是否有擺放雜物阻礙逃生通道，機房或電氣室被當成儲藏室堆放貨物衛生紙類用品等等。
- (2) Environmental safety的人負責所有電氣設備插頭插座的電壓檢查，測試是否超過安全電荷負載或是有漏電跡象。
- (3) 公衛安全的人員負責所有儲藏櫃間或工作間是否有依照MSDS(Material Safety Data Sheet)物質安全資料表規定，溶劑或危險物品是否有標示清楚並安全存放，並隨機詢問或檢查其部門內MSDS手

冊放置處並查看內容是否有更新最新的規範。

(4)園內許多工作人員多半來自不同領域(有的是猿猴專家，有的是熊貓專家)，對很多安全規範不熟悉或有對於其工作環境有安全上的疑慮，檢查一方面是評核整體的環境安全，同時也是跟這些工作人員進行實際雙向的溝通。

(5)動物園內一位 safety manager 引領到各個空間，並安排每日檢查進度，整個檢查需要三星期左右工作天，舉凡各類動物區、電氣室、儲鐵室、機房、實驗室、辦公室等，只要有門的獨立空間，都要開啟進入檢查，有缺失部份會直接與Safety manager溝通並雙方照相留下紀錄。



圖 106 Great Cats House 內部主要飼養區(未對外開放)



圖 107 Great Cats House 內部飼養大貓的籠子

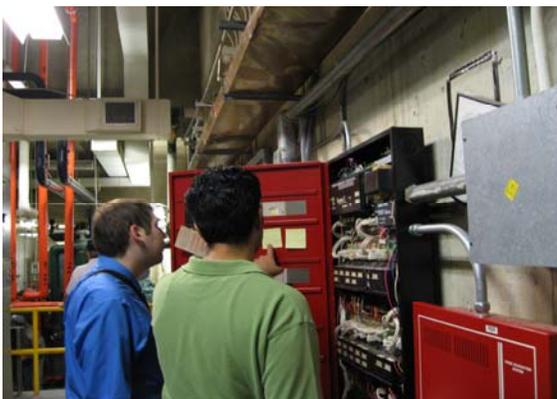


圖 108 Fire Safety 人員開啟火警系統控制盤檢查內部情形



圖 109 火警系統控制盤外觀

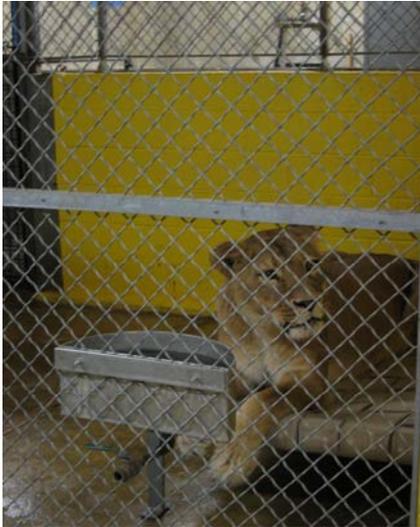


圖 110 位於籠內的大貓(母獅)



圖 111 位於籠內的大貓(老虎)

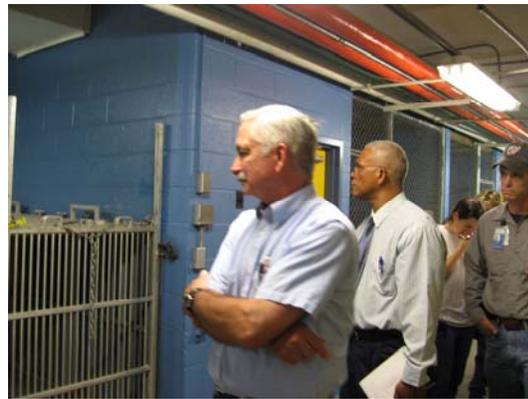


圖 112 ,113 逐一檢查的 Environmental Safety 與公衛人員，並有動物保護研究人員一起參與檢查



圖 114 檢查 Spectacled Bear House 走廊，上方裝設 Heat Detector



圖 115 檢查飼養 Spectacled Bear House 內部空間



圖 116 Amazonia 地下層水養生態區



圖 117 Amazonia 水養區裝設向上型撒水設備，整體管線以白色為主，僅以文字標明用途

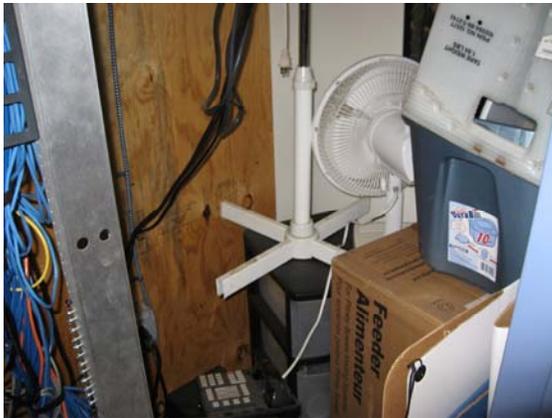


圖 118 Fire safety 檢查人員發現電訊機房堆放紙箱電扇與雜物，即與現場工作人員溝通並拍照列為缺失改進項目

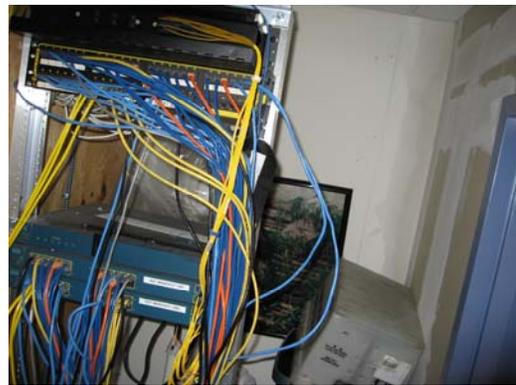


圖 119 電訊機房堆放雜物情形



圖 120 Fire safety 人員測試牆上通風閘門是否會順利關閉情形



圖 121 牆上通風閘門降下關閉情形



圖 122 辦公研究區天花板上撒水頭管線依空間整體營造均漆以黑色，打破消防管線必是紅色之迷思



圖 123 展示區天花板上撒水頭管線依空間整體營造均漆黑色之情形



圖 124 Bird house 區負責人員帶領檢查團隊至辦公室及動物食物準備間(廚房)解說工作流程



圖 125 檢查人員查看展示區相關資料

小結

從SERC(Smithsonian Environmental Research Center)到National Zoological Park,筆者發現透過不同專業領域但有基本安全理念目標的團隊檢查,是可以達到許多事半功倍的成效,一方面可互相學習二方面可以集思廣益。回顧近年來許多災害的發生往往非單一事件也決非單一部門可以應變,必須集合跨部門的力量,甚至有時須仰賴專業知識的背景,如化學物質災害。而以火災而言,伴隨而來的常是環境生態的衝擊,且在許多歷史建築物中,火災發生的原因又常是電氣因素,故結合這些環境安全專家(負責用電的檢查)、火災安全專家(負責fire system與evacuation route的檢查)與公衛安全專家(負責檢查存放危險物品及化學藥劑),透過親善的訪談過程與空間使

用者互動交流，在較深入了解工作情境下，也才能對於其所面臨的災害給予中肯的建言與防範，這樣模式的年度總體安全檢查，無論對博物館或是任何相關機構才是最大的幫助。

肆、心得及建議

古諺說：見賢思齊，見不賢內自省也；唯有透過定期的溝通與交流，配合實地的探訪與參與，我們才能瞭解自己還有那些進步的空間，是否跟上世界的腳步。從此次的研習，可證明博物館的安全與美觀並非遙遠的兩極，只要透過專業的設計與熱情，我們就可以跨越許多的窠臼，讓所有的消防設備更親和更能融入整體的博物館環境設計，以下是此次研習重要觀察與心得建議整理：

一、重要觀察：

(一) 全面裝設自動撒水系統以防護博物館空間的安全

許多Smithsonian Institute博物館管理者(Curator)，一開始並不信任自動撒水系統，他們害怕會有水損或漏水情事，然透過許多實際災例證明與OFFICE of Safety Health Environment Management(簡稱OSHEM)內Fire Protection Engineer數年來不斷的溝通與教育訓練，專業的工程設計讓這些管理者已能安心接受這些自動滅火系統。故近年來所有Smithsonian新設或remodel新翻修之博物館均採用全區自動撒水設備(如Air and Space Museum; American Indian museum; American Art Museum (原為historic Patent office building 於2006年reopen to house the Smithsonian Museum)，而部份舊有的歷史性博物館則經評估後，考量挑高大廳建築設計或展覽物件火載量低又非易燃物空間，故展覽區走廊未新增設自動滅火設備，僅以火警設備與感溫保全監視作為防護。

(二) 將消防安全系統整體融入博物館本身的設計

美國華府不僅Smithsonian Institute系列的博物館甚至相關National Gallery Museum of Art and Holocaust Museum, Corning Museum等, 均已成功地將消防系統整體融入博物館本身的設計, 例如, 當樓頂板設計是灰黑色則fire system便使用灰色系列的Conceal smoke detector偵煙探測器, 在Freer Gallery(including SI) or National Gallery museum of Art也可以看到將探測器裝設於天花板相同的燈罩中(見實際勘查紀錄)讓整體設計融於一體, 另外在三年前最新的落成啟用的National Museum of American Indian火災安全系統設計, Smithsonian Institute將過去習慣選用的乾粉滅火器全部改採用Water Mist滅火器, 並將放置箱體外觀配合環境整體營造, 使參觀民眾與工作人員都能徜徉其中(見實際勘查紀錄)。

(三) 在撒水設備有效防護下, 將所有消防栓移出博物館外

在實習研究過程當中, 發現Smithsonian Institute近年來最大的突破, 就是陸續將所有消防栓移出博物館外, 故筆者在參觀博物館時, 找不到任何一個消防栓箱, 因為Smithsonian Institute發現一般未受專業訓練的博物館員工或是研究者是無法使用消防栓進行滅火, 故在已裝設自動撒水設備防護的前提下, Smithsonian Institute只要求所有工作人員, 一旦火災發生只要做兩件事, 第一、迅速自行避難, 第二、協助參觀民眾避難, 此外除非是受過專業訓練的Security人員, 否則亦不建議冒然使用滅火器進行滅火。

二、結論與建議事項：

(一) 歷史性建築

Museum 一詞時常等同於歷史性建築, 每一個國家城市中, 我們可發現最好的證明, 就是歷史性建築常常是博物館之所在, 由於收藏或展覽之

文物具有高度之歷史及文化價值，其本身建築又為重要文化遺產，對管理者或行政部門而言，建築物與其珍藏物件可視為同等重要，museum staff 必須防護及保存這些典藏，避免它們遭受自然或人為災害的危害，然而所有潛在危害中，“火災”往往是最嚴重的威脅，因為建築或收藏一旦遭受火災侵襲，將無法復原與重製，例如北市陽明山草山行館與台中東勢大林場博物館均受祝融燒毀，故如何避免火災及不當滅火手段對其損壞，則為現今社會保護文化遺產重要的課題之一，也是聯合國教科文組織(UNESCO)近年來不遺餘力在推動的政策與理念。

(二) 現代化博物館

反觀新建之現代化博物館，少了歷史性建築原有管路結構的窠臼與包袱，在設計之初即應諮詢專業的消防安全工程師 fire safety engineer，針對空間的需求，選用適當且美觀的防火安全設備，如 Smithsonian Institution(簡稱 SI)新建之 American Indian Museum 即採用環境色局部透明之滅火箱，並配置 Water Mist 細水霧的滅火器(詳見圖 65)，而不再選用一般的乾粉滅火器。另外在 Sprinkler 與 Smoke Detector 上，一般常見之隱藏式撒水頭外部多以白色顯示，而美國印地安博物館隱藏式撒水頭與康寧玻璃藝術館內裝設偵煙型探測器，可配合背景環境而提出需求研擬開發選用不同顏色之撒水頭，相信這也是世界級的故宮所期待的博物館空間意象。值得注意的是，該不同顏色的探測器及撒水頭，並非包商自漆的，而是經過原廠檢測合格的產品，由此可見，美觀的需求不再是空想，儼然已成市場趨勢與機制。相信這對博物館與美術館整體設計色彩搭配上極大的助益，且對於未來台灣新興或改建的博物館更提供了省思與方向。

綜合上述，無論是舊有之歷史性建築物或新建之現代化博物館，防火之概念、技術及規範，整合兩者共通防火對策基本原則建議如下：

- (1) 將每一個建築物視為獨特性，因此需要特殊及創新的解決之道。
- (2) 以低成本的方法為優先考量，但不排除創新之工法。

- (3) 選擇不會對建築物造成干擾（具破壞性）之防火方式。
- (4) 若是無法避免干擾，則以最少量為原則，並且必須為可恢復（reversible）。
- (5) 新設設備應能便利（accessible）維修，由於設備之使用壽命通常較短於建築物，在移除時不可對於建築物造成損害。
- (6) 科技裝置和資訊標置應為考慮其未來升級及汰換之容易性。
好的解決方案需要建築物所有者、維護者以及防火設計者之密切合作。